AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.
BC0767129

200 Granville Street, Suite 202
Vancouver BC V6C 1S4
Canada

T +1 604 669 0044
E vancouver@amcconsultants.com
amcconsultants.com

報告

中華人民共和國河南省洛寧礦區銀鉛鋅金礦區合資格人士報告

致：希爾威金屬礦業有限公司

AMC 項目編號：0725073
生效日期：2026 年 5 月 18 日

mine smarter

中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區合資格人士報告

希爾威金屬礦業有限公司 0725073

本文件重要資料

重要通告

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.（簡稱 AMC）受希爾威金屬礦業有限公司（簡稱希爾威）委託，按照加拿大國家標準 43-101 (NI 43-101)以及香港聯合交易所有限公司上市規則的規定，就位於中國河南省的洛寧礦區銀鉛鋅金礦區（簡稱「礦區」）編制一份合資格人士報告(CPR)。本文件所載資料、結論及估算內容之完備程度，與 AMC 開展服務的工作投入程度相符，編製依據包括：(i)編製報告時可獲取的資料；(ii)外部渠道提供的數據；(iii)本合資格人士報告列明的假設、條件及限定條件。本 CPR 僅供希爾威參考使用，使用須遵守其與 AMC 簽訂的協議條款及相關證券法例。該 CPR 將納入希爾威向香港聯合交易所有限公司遞交、用於其首次公開發售的申報文件當中。任何第三方另行使用本 CPR，相關風險均由該第三方自行承擔，相關披露責任仍由希爾威承擔。本文件使用者須確認所持文件為該礦區最新版 CPR，倘已發佈更新版 CPR，則本文件自動失效。

版權聲明

本 CPR 版權歸屬 AMC Mining Consultants (Canada) Ltd. 所有。未經版權持有人書面許可，不得以任何形式、任何途徑向任何人複製及傳播本文件。

礦業未知影響因素

相關各方能否實現前瞻性產量及經濟目標，取決於諸多不受 AMC 管控且 AMC 無法預見的因素。該等因素包括但不限於：礦區實際採礦條件與地質狀況、管理及人員能力、保障項目運營與資本投入的資金到位情況、各項成本變動、市場環境走勢、礦山建設運營效率、突發法規調整以及行業全新發展趨勢。上述任一因素，均有可能大幅影響礦山項目的整體經營狀況。

1 摘要

1.1 簡介

AMC MINING CONSULTANTS (CANADA) LTD.（簡稱「AMC」）受希爾威金屬礦業有限公司（簡稱希爾威）委託，就位於中國河南省的洛寧礦區銀鉛鋅金礦區（簡稱「礦區」）編制一份合資格人士報告（CPR）（即《2026 年技術報告》或《技術報告》）。該礦區涵蓋洛寧項目（包括沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝地下礦山）以及寬坪項目（寬平地下礦山的啟動開發）。本報告將作為附錄文件，納入希爾威擬在香港聯合交易所上市的相關文件中。

本技術報告根據加拿大國家標準 43-101（NI 43-101）及其配套政策與文件中所載的《礦產項目披露標準》（2023 年 6 月 9 日生效）編制。NI 43-101 採用了加拿大採礦、冶金和石油協會 2014 年《礦產資源量與礦產儲量定義標準》（CIM 2014）中規定的礦產資源量與礦產儲量的定義及類別。本技術報告已根據香港聯交所上市規則第 18 章的要求進行了相應調整。由於本報告是根據 NI 43-101 編制，全文統一使用「合資格人士」這一術語。對本報告負責的合資格人士同時符合香港聯交所上市規則所定義的「合資格人士」資格。

AMC 此前曾就該礦區編制過技術報告，具體包括：

- 2024 年（2024 年 8 月 28 日提交，2024 年 7 月 16 日生效）；
- 2022 年（2022 年 11 月 4 日申請，生效日期 2022 年 9 月 20 日）；
- 2020 年（於 2020 年 10 月 14 日提交，生效日期為 2020 年 7 月 31 日）；
- 2017 年（2017 年 2 月 24 日提交，生效日期為 2016 年 12 月 31 日）；
- 2014 年（2014 年 9 月 5 日提交，生效日期為 2013 年 12 月 31 日）；
- 2012 年（2012 年 6 月 15 日提交，生效日期為 2012 年 5 月 1 日）；且
- 2013 年（對 2012 年報告的小幅更新，於 2013 年 5 月 6 日提交，生效日期為 2012 年 5 月 1 日）

本技術報告的 10 位作者均為獨立的合資格人士。六位作者曾對洛寧礦區進行了實地考察。AMC 合資格人士 HA Smith 先生、RJ Chesher 先生和 JE Glanvill 先生最近一次實地考察為 2026 年 5 月。此前一次實地考察由 AMC 合資格人士 HA·Smith 先生、S·Robinson 先生、R·Chesher 先生和 D·Claffey 先生於 2024 年 2 月開展。AMC QP GK Vartell 博士最近一次實地考察是在 2016 年 7 月。在實地考察期間，合資格人士對項目的多個方面進行了實地查驗，具體包括：鑽探岩心、勘探現場、地下採掘工程、選礦廠、實驗室、尾礦庫以及其它地面基礎設施。

希爾威是一家加拿大礦業公司，主要業務是在中國的礦山開採銀、鉛、鋅和金，並將其加工成精礦進行銷售。該公司在多倫多證券交易所（TSE）和紐約證券交易所（NYSE）均有上市，股票代碼為 SVM。通過全資子公司，希爾威在沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門西溝、東草溝礦山及寬平項目中持有 77.5%的有效權益，在蒿坪溝及龍門東溝礦山中持有 80%的有效權益。公司持有涵蓋其採礦及勘探活動所需的所有勘探及採礦許可證。合資格人士未發現任何已知或公認的、可能阻礙或限制該地區採礦作業的環境問題。

洛寧項目位於河南省省會鄭州西南偏西約 240 公里處，距最近的主要城市洛陽西南方向 145 公里。洛寧縣城距離希爾威洛寧選廠約 56 公里，全程均為鋪裝公路。寬平項目位於河南省三門峽市東南方向 34 公里處，北距洛寧選廠綜合區 30 公里。項目區交通便利，全年可正常作業，該地區屬於大陸性亞熱帶氣候，四季分明。

洛寧項目區的銀鉛鋅礦化已為當地所知並間歇性開採了數百年。希爾威於 2004 年獲得沙溝項目權益，2006 年獲得蒿坪溝項目權益，2007 年底獲得鐵爐坪/龍門西溝/龍門東溝項

目權益，2021 年底獲得寬平項目權益。近年來礦山采選產量持續增長：2021-2022 財年產量接近 65 萬噸/年，2023 財年達 77.3 萬噸/年，2024 財年達 82.7 萬噸/年，2025 財年略超 100 萬噸/年。合資格人士指出，希爾威財年始於 4 月，2025 財年涵蓋 2024 年 4 月 1 日至 2025 年 3 月 31 日。

1.2 地質學、勘探與礦產資源量

該礦區位於長達 300 公里的西-西北走向的秦嶺造山帶內，該造山帶是古生代時期兩大板塊碰撞形成的一條主要構造帶。造山帶沿線的岩石經歷了強烈的褶皺和斷裂，為礦床的賦存提供了絕佳的構造條件。沿該造山帶分佈著數座正在運營的銀鉛鋅礦山，其中包括本礦區內的礦山。該區域的主要構造為西-西北走向的褶皺和斷層，其中的斷層包含大量逆沖斷層，並發育有呈西北或東北走向的共軛剪切構造組。這些剪切帶與該區域內所有重要的礦化現象密切相關。

礦化主要賦存於陡傾的斷裂裂隙帶中，表現為大量富含銀、鉛、鋅的石英-碳酸鹽脈，這些礦脈切穿了前寒武紀的片麻岩和綠岩。礦脈沿構造呈經典的「膨縮」形態，厚度從幾釐米至數米不等，變化急劇。這些斷裂裂隙帶沿走向延伸數百米至數千米。迄今為止，已在至少 591 條獨立脈狀構造中圈定或開發了具有工業意義的礦化，另有多條較小礦脈已被發現但尚未充分勘探。在這些礦脈中，包含了 38 條富含黃金的礦脈，這也是希爾威近期的重點勘探目標。該區域內各個礦區的礦脈系統，在礦物組成上大體相似，不過部分獨立礦區之間，以及各礦區內部的不同礦脈系統之間，也存在些許差異。

在洛寧項目上，從 2004 年 1 月至 2025 年 12 月，共計在地表和地下施工了 14,463 個鑽孔，總進尺達 2,851,119 米。自上一份技術報告以來（即 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 10 月 30 日期間），希爾威共施工了 3,293 個地下鑽孔和 377 個地表鑽孔，總進尺達 459,231 米。部分礦床已被開採。大多數鑽探岩芯為 NQ 規格（直徑 48 毫米）。岩心採取率介於 63.33%至 100%之間，平均為 98.72%。

在寬平項目中，從 2012 年至 2022 年 12 月，共從地表位置施工了 87 個鑽孔，總進尺 19,780 米。在希爾威接手之前，當時的鑽探作業程序已無從知曉。寬平項目僅占探明和控制礦產資源量噸位的 0.6%，因此這對洛寧礦區而言並不構成實質性風險。根據希爾威在 2002 年進行的鑽探，大部分鑽探岩芯為 NQ 規格（48 毫米），鑽探程序與洛寧項目相同。岩心採取率介於 63.64%至 100%之間，平均為 98.72%。

除鑽探外，洛寧項目主要通過地下採掘工程來進行勘探。採掘工程沿著礦脈的走向進行掘進，各中段之間的垂直間距約為 30 到 50 米。沿著礦體構造，每隔 5 米採集一次刻槽樣品。自 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日，希爾威完成了 136,034 米的坑道掘進工程，並採集了 89,501 個刻槽樣品。這使得希爾威在該礦區完成的坑道掘進總長度達到 934,031 米，共採集了 394,877 個刻槽樣品。部分礦床已被開採。

希爾威在樣品製備、安保以及化驗分析方面，均執行了行業標準規範。所有岩心與刻槽取樣工作均由希爾威人員完成。來自 NQ 岩心的樣品，是在各礦區現場的安全岩心處理設施內，經過詳細的地質編錄後採集的。樣品是通過使用金剛石鋸將岩心對半切割來製備的。一半岩心會被標上樣品編號和取樣邊界，然後放回岩心箱裏進行歸檔保存。另一半則放入帶有樣品編號標籤的棉布袋中。裝袋並密封好的半根岩心鑽孔樣品，由希爾威的工作人員或快遞專員運送至八家商業實驗室中的任意一家。刻槽取樣是通過在巷道或穿脈的壁面或頂板上開鑿溝槽，並採集混合碎屑樣品來完成的。刻槽樣品由希爾威的工作人員運送至位於洛寧縣選礦廠綜合區的洛寧現場實驗室。

各家實驗室（自 2020 年 1 月以來共使用了 9 家，2025 年使用了 8 家）採用的樣品製備流程包括：將樣品在 60 至 105 攝氏度之間進行烘乾，破碎至至少 3 毫米，通過分樣器或墊布與鏟勺法進行縮分，最後研磨至 74 微米。銀、鉛和鋅的分析流程通常包括：取 0.1 克

至 1 克的礦樣粉末進行雙酸或四酸消解，隨後採用原子吸收光譜法（AAS）或電感耦合等離子體法（ICP），並搭配質譜或光學發射光譜技術來完成最終檢測。金元素的化驗，以及超標銀元素的化驗，均採用火試金法（取樣量為 10 克至 30 克）。

希爾威已經建立了質量保證/質量控制（QA/QC）流程，通過在樣品批次中摻入認證標準物質（CRM）、粗粒空白樣和現場重複樣，來監控採樣、制樣和分析過程中的準確性、精度以及樣品污染情況。在多家獨立實驗室進行了外檢樣分析。各類控制樣的插入率在 0.4% 至 2.9%之間。

希爾威目前在洛寧項目採用的樣品質量控制流程，並沒有涵蓋質量保證/質量控制（QA/QC）計劃的所有方面，而且與國際同行相比，其插入率相對較低。儘管存在這些問題，但經合資格人士審查後認為，洛寧項目的樣品數據庫內不存在重大的準確性、精度或系統性污染誤差。合資格人士認為，洛寧項目的樣品數據庫可用於礦產資源量估算。

在寬平項目中，2008 年至 2011 年期間共進行了 11390.52 米的地表鑽探，但 2022 年之前的採樣工作未保留任何實驗室規程或質量保證/質量控制記錄。2022 年，希爾威完成了 32 個金剛石鑽孔，總進尺 8,389.31 米，包括 1,913 份樣品、27 份認證標準物質、27 份重複樣及 82 份外檢樣。2022 年鑽探樣品所使用的實驗室為 SGS 天津實驗室，該實驗室採用四酸消解法，通過火試金法測定金元素，並使用電感耦合等離子體發射光譜儀進行多元素分析。合資格人士認為，寬平項目所記錄的質量保證/質量控制（QA/QC）不足以滿足預期標準。合資格人士建議將寬平的所有鑽探和取樣工作升級，至少達到洛寧項目所應用的 QA/QC 規程標準。應保留所有 QA/QC 提交和處理記錄。寬平項目僅占已探明和控制礦產資源量噸位的 0.6%，因此，其不達標的 QA/QC 並不被視為對洛寧礦區構成重大風險。

合資格人士已完成數據核查，儘管發現了一些小問題，但合資格人士認為這些問題不會對礦產資源量估算產生重大影響。合資格人士認為該數據可用於礦產資源量估算。

由 AMC 員工編制了洛寧礦區內沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、東草溝及寬平礦床的礦產資源量估算報告。估算工作利用 Datamine 或 Vulcan 軟件，採用反距離平方（ID2）插值法建立塊體模型，對 591 條礦脈完成了品位估算。所有礦床均完成了銀、鉛、銅的品位估算，部分礦床完成了鋅的品位估算，而金僅在特定礦床的選定礦脈中進行了估算。

來自 AMC 的獨立合資格人士親自估算，或監督了估算過程，並對洛寧礦區的礦產資源量估算結果承擔全部責任。

礦化線框的解釋與構建工作由希爾威人員使用 Micromine 軟件完成。具體方法是：要麼在剖面圖上數字化（勾繪）線條，隨後連接這些線條以創建三維線框；要麼分別構建上盤和下盤脈體接觸面的獨立三維曲面，進而生成實體的三維線框。礦化解釋模型主要是依據鑽探岩心和井下編錄所記錄的脈體接觸面構建的，隨後根據銀、鉛、鋅的品位，以及在相關情況下金和銅的品位進行了修正。

沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門東溝礦山的礦化脈體，以及龍門西溝礦山的銀-鉛-鋅脈體，均採用 65 克/噸銀當量的名義邊界品位進行了建模。東草溝和寬平礦山的礦化脈體，是採用 80 克/噸銀當量的名義邊界品位進行建模的。蒿坪溝礦山的礦化脈體以及龍門西溝礦山富含金的脈體，是採用 0.85 克/噸金當量的名義邊界品位進行建模的。建模邊界品位是由各礦山的具體控制因素決定的。

礦化解釋成果已由相關合資格人士進行了審查。線框模型已由合資格人士按需進行了修正。

根據主要採樣長度，所有礦山均採用 0.4 米的組合樣長度。根據對每條礦脈的審查，採用了適當的特高值處理。

礦產資源量中包含了位於希爾威公司當前採礦許可證下限高程以下的礦石（按銀當量(AgEq)金屬計算約占總資源量的 21%，按噸位計算約占總資源量的 24%）。只要礦產資源量存在且已探明、按規定提交所需文件、並繳納政府規定的礦產資源稅費，採礦許可證的續期及開採深度、邊界的延伸均在正常經營範圍內。因此，礦產資源量估算的合資格人士確信，批准希爾威公司延伸其許可證的下限深度，並根據需要開發這些礦產資源量，所帶來的重大風險極低。

截至 2025 年 12 月 31 日，該礦區按礦山劃分的礦產資源量見表 1.1。礦產資源量是根據以銀當量或金當量表示的原位價值所確定的邊界品位進行報告的。邊界品位(COG)包含了由希爾威公司為各礦山提供、並經礦產資源儲量合資格人士審查的採礦成本、加工成本以及一般及行政管理(G&A)成本。表 1.1 的腳註中注明了適用於各礦山的銀當量(AgEq)和金當量(AuEq)計算公式以及所採用的邊界品位(COG)。

由於銅已被證實為可回收的副產品，因此已將其納入 2025 年的礦產資源量估算中。

礦產資源量並非礦石儲量，且尚未證實其經濟可采性。目前無法確定這些礦產資源量（或其任何部分）能否全部或部分轉化為礦產儲量。

表 1.1 截至 2025 年 12 月 31 日的洛寧礦區礦產資源量

礦山	資源類別	礦石量（Mt）	金品位（g/t）	銀品位（g/t）	鉛品位（%）	鋅品位（%）	銅品位（%）	金金屬量（koz）	銀金屬量（Moz）	鉛金屬量（kt）	鋅金屬量（kt）	銅金屬量（kt）
沙溝	探明資源量	6.98	0.06	205	3.99	2.08	0.03	13.85	45.95	278.43	145.13	2.11
	控制資源量	5.63	0.05	157	2.95	1.66	0.05	9.57	28.49	165.77	93.27	2.54
	探明 + 控制	12.61	0.06	184	3.52	1.89	0.04	23.43	74.44	444.20	238.40	4.65
	推斷資源量	3.77	0.07	150	3.06	1.21	0.05	8.17	18.22	115.32	45.77	2.04
後張溝	探明資源量	0.86	-	229	0.89	-	0.31	-	6.32	7.63	-	2.71
	控制資源量	0.87	-	189	0.72	-	0.28	-	5.28	6.27	-	2.44
	探明 + 控制	1.73	-	208	0.80	-	0.30	-	11.60	13.90	-	5.14
	推斷資源量	0.63	-	266	0.69	-	0.29	-	5.39	4.38	-	1.85
蒿坪溝	探明資源量	1.81	0.82	57	2.42	0.75	0.06	47.57	3.32	43.61	13.53	1.00
	控制資源量	2.27	0.78	47	1.92	0.66	0.05	57.01	3.44	43.78	15.11	1.11
	探明 + 控制	4.08	0.80	51	2.14	0.70	0.05	104.57	6.75	87.39	28.64	2.11
	推斷資源量	2.55	0.79	48	1.57	0.66	0.08	64.88	3.91	39.95	16.89	1.96
鐵爐坪	探明資源量	6.51	0.00	131	2.33	-	0.05	0.21	27.40	151.77	-	3.22
	控制資源量	5.14	0.00	111	1.89	-	0.07	0.58	18.37	97.46	-	3.49
	探明 + 控制	11.65	0.00	122	2.14	-	0.06	0.79	45.77	249.23	-	6.71
	推斷資源量	2.06	0.14	113	2.02	-	0.09	9.07	7.53	41.64	-	1.93
龍門東溝	探明資源量	1.55	0.03	216	1.08	0.24	0.03	1.34	10.75	16.74	3.79	0.53
	控制資源量	2.97	0.09	172	0.93	0.25	0.05	8.29	16.46	27.79	7.57	1.41
	探明 + 控制	4.52	0.07	187	0.98	0.25	0.04	9.63	27.21	44.53	11.36	1.94
	推斷資源量	1.54	0.16	145	1.06	0.31	0.05	8.09	7.19	16.36	4.79	0.79
龍門西溝	探明資源量	2.71	-	178	1.64	-	0.11	-	15.46	44.47	-	3.01

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

（富銀礦脈）	控制資源量	2.83	-	131	1.42	-	0.07	-	11.95	40.05	-	2.04
	探明 + 控制	5.54	-	154	1.53	-	0.09	-	27.41	84.52	-	5.06
	推斷資源量	1.22	-	129	1.42	-	0.08	-	5.05	17.35	-	0.95
龍門西溝（富金礦脈）	探明資源量	0.29	2.49	66	0.31	-	0.26	22.92	0.61	0.90	-	0.73
	控制資源量	0.83	1.36	50	0.36	-	0.19	36.04	1.34	2.96	-	1.58
	探明 + 控制	1.11	1.65	54	0.35	-	0.21	58.96	1.94	3.86	-	2.31
	推斷資源量	0.81	1.19	25	0.22	-	0.12	31.12	0.66	1.81	-	0.99
東草溝	探明資源量	0.25	1.62	54	1.68	-	0.04	12.97	0.43	4.17	-	0.09
	控制資源量	0.44	1.01	35	2.01	-	0.02	14.27	0.50	8.84	-	0.08
	探明 + 控制	0.69	1.23	42	1.89	-	0.03	27.24	0.93	13.01	-	0.17
	推斷資源量	0.35	1.18	35	2.01	-	0.02	13.41	0.40	7.13	-	0.08
寬平	探明資源量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	控制資源量	0.25	0.75	197	1.29	2.34	0.00	5.99	1.57	3.20	5.82	0.00
	探明 + 控制	0.25	0.75	197	1.29	2.34	0.00	5.99	1.57	3.20	5.82	0.00
	推斷資源量	0.61	0.39	199	0.77	1.78	0.00	7.66	3.91	4.75	10.93	0.00
合計	探明資源量	20.94	0.15	164	2.62	0.78	0.06	98.86	110.24	547.72	162.45	13.41
	控制資源量	21.24	0.19	128	1.87	0.57	0.07	131.75	87.39	396.11	121.77	14.68
	探明 + 控制	42.18	0.17	146	2.24	0.67	0.07	230.61	197.63	943.84	284.22	28.10
	推斷資源量	13.55	0.33	120	1.84	0.58	0.08	142.40	52.26	248.70	78.38	10.60

注：

- 報告編制遵循了 CIM 定義標準（2014 版）。
- 探明及控制礦產資源量中包含了礦產儲量。
- 金屬價格：黃金 3,200 美元/盎司，白銀 35.00 美元/盎司，鉛 1.03 美元/磅，鋅 1.36 美元/磅，銅 4.74 美元/磅
- 匯率：人民幣 7 元兌 1 美元。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

- 礦產資源量不包含地表以下前 5 米的範圍。
- 除後張溝礦體（其建模最小寬度為 0.4 米）外，其餘礦脈在估算後均按 0.4 米的最小開採寬度進行了貧化調整。
- COG：沙溝 75 g/t AgEq；後張溝 75 g/t AgEq；蒿坪溝 0.95 g/t AuEq；鐵爐坪 65 g/t AgEq；龍門東溝 70 g/t AgEq；龍門西溝礦區富銀礦脈：65 g/t AgEq；龍門西溝礦區富金礦脈：0.85 g/t AuEq；東草溝 80 g/t AgEq，寬平 90 g/t AgEq。
- 各礦區富銀礦脈的銀當量(AgEq)計算公式如下：
  - 沙溝 = Ag g/t + 21.3351 * Pb% + 15.7268 * Zn% + 37.3575 * Cu%。
  - 後張溝 = Ag g/t + 19.557 * Pb% + 39.5464 * Cu%。
  - 鐵爐坪 = Ag g/t + 20.4155 * Pb% + 37.2718 * Cu%。
  - 龍門東溝 = Ag g/t + 19.3704 * Pb% + 8.3614 * Zn% + 36.0026 * Cu%。
  - 龍門西溝 = Ag g/t + 20.6682 * Pb% + 38.6489 * Cu%。
  - 東草溝 = Ag g/t + 19.1772 * Pb% + 33.4296 * Cu%。
- 各礦區的金當量(AuEq)計算公式如下：
  - 蒿坪溝（所有礦脈）= Au g/t+0.0119*Ag g/t+0.2544*Pb%+0.1888*Zn%+0.4926*Cu%。
  - 龍門西溝（富金礦脈：LM21, LM22, LM26, LM27, LM28, LM28a, LM50, LM50_3, LM51, LM52, LM53, LM54, LM54_1, LM54_2, LM55, LM58, LM58_1, LM59, LM59_2) = Au g/t + 0.0133 * Ag g/t + 0.2748 * Pb% + 0.5139 * Cu%。
- 用於重要含金礦脈的銀當量（AgEq）計算公式如下：
  - 沙溝（礦脈 S16W, S18E, S21, S74) = Ag g/t + 52.7753 * Au g/t + 21.3351 * Pb% + 15.7268 * Zn% + 37.3575 * Cu%。
  - 鐵爐坪（T50、T51、T52、T53) = Ag g/t + 54.8113 * Au g/t + 20.4155 * Pb% + 37.2718 * Cu%
  - 龍門東溝（礦脈 LM4E2）= Ag g/t + 46.0927 * Au g/t + 19.3704 * Pb% + 8.3614 * Zn% + 36.0026 * Cu%
  - 東草溝（C76、C9_1、C9_2、C9_3、C9_4、C9_5、C9_6、C9E1、C9E3、C9W1）= Ag g/t + 76.6609 * Au g/t + 19.1772 * Pb% + 33.4296 * Cu%
  - 寬平（所有礦脈） = Ag g/t + 76.6609 * Au g/t + 19.1772 * Pb% + 17.9076 * Zn% + 33.4296 * Cu%
- 選礦回收率：
  - 沙溝 — 金 61.3%、銀 95.6%、鉛 96.4%、鋅 70.1%、銅 90.8%
  - 後張溝 — 金 62.2%、銀 95.6%、鉛 88.4%、銅 96.2%

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

- 蒿坪溝 — 金 91.0%、銀 88.8%、鉛 90.1%、鋅 66.0%、銅 93.8%
- 鐵爐坪 — 金 61.8%、銀 92.8%、鉛 89.6%、銅 88.0%
- 龍門東溝 — 金 53.3%、銀 95.2%、鉛 87.2%、鋅 37.1%、銅 87.2%
- 龍門西溝 — 金 87.2%、銀 95.4%、鉛 93.3%、銅 93.8%
- 東草溝 — 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、銅 69.2%
- 寬平 — 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、鋅 68.0%、銅 69.2%

- 計價係數：金 85%、銀 94.5%、鉛 99.0%、鋅 76.0%、銅 40%
- 本注所引用分析結果均截至 2025 年 10 月 31 日（含當日）。
- 已扣減截至 2025 年 12 月 31 日的礦山生產消耗；同時，已扣除非可採礦產資源量（截至 2025 年 12 月 31 日圈定的核銷區，原因包括：靠近采場、圍岩不穩定、礦脈通達受限等）。
- 金品位顯示為 0 克/噸，系因參與礦產資源量估算的含金礦脈數量有限所致。
- 銅品位顯示為 0，系因礦床中銅品位較低所致。
- 由於四捨五入原因，合計數字可能不完全一致。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

1.3 礦產資源量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日）

對 2024 年 6 月 30 日（2024 年第 2 季度）與 2025 年 12 月 31 日（2025 年第四季度）的礦產資源量估算進行對比，結果如下：

- 探明+控制資源量噸位總體增長 90%，推斷資源量噸位增長 54%。
- 探明+控制資源量：金品位下降 15%，銀品位下降 28%，鉛品位下降 27%，鋅品位下降 22%。
- 推斷資源量：金、銀、鉛、鋅品位分別下降 42%、36%、38%、9%。
- 探明+控制類別：金、銀金屬量分別增長 62%和 37%，鉛、鋅金屬量分別增長 39%和 48%。
- 推斷類別：金、銀、鉛金屬量分別下降 10%、1%、4%，鋅金屬量增長 40%。

品位、噸位和金屬含量差異的原因包括：2025 年第四季度模型礦脈解釋的變更、鑽探及中段開拓導致的資源類別提升、不同邊界品位的應用，以及採礦造成的資源耗減。合資格人士指出，金屬價格變化為：金上漲 78%、銀上漲 67%、鉛上漲 3%、鋅上漲 36%。上述價格上漲導致各礦床的邊界品位相應下調。

合資格人士指出，在總計 591 條礦脈中，僅有 113 條礦脈估算了金資源量（其中蒿坪溝 69 條、寬平 6 條，以及沙溝、龍門東溝、龍門西溝、東草溝中選定的 38 條礦脈）。2025 年第四季度模型中探明+控制金金屬量顯著增長 62%，主要歸因於自 2024 年第 2 季度模型以來新發現了 20 條含金礦脈。

銅未納入洛寧礦區以往的礦產資源量估算中，本次估算已包含銅。寬平礦床首次納入洛寧礦區礦產資源量估算。

1.4 採礦與礦產儲量

洛寧礦區礦產儲量估算由希爾威在獨立合資格人士 HA Smith 先生（註冊 工程師）的指導下完成，Smith 先生對相關估算結果負責。表 1.2 匯總了洛寧項目各礦山及整個礦區的礦產儲量估算結果。其中，證實儲量占礦產儲量總噸位的 55%，概略儲量占 45%。

在將礦產資源量轉換為礦產儲量時，採用了採礦邊界品位，計入了採礦貧化，並逐一針對每個礦脈采場塊段評估了採礦回收率。僅有探明和控制礦產資源量被用於礦石儲量的估算。

表 1.2 截至 2025 年 12 月 31 日洛寧項目礦產儲量估算

礦山	類別	Mt	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Cu	礦產儲量中的金屬含量				
					(%)	(%)	(%)	Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
沙溝	證實儲量	4.43	0.05	201	3.97	1.89		7.0	28.6	175.9	83.5	
	概略礦石儲量	2.81	0.03	198	3.70	1.70		2.6	17.9	104.3	47.8	
	證實儲量 + 概略儲量小計	**7.24**	**0.04**	**200**	**3.87**	**1.81**		**9.6**	**46.5**	**280.2**	**131.4**	
後張溝	證實儲量	0.53		212	0.75		0.29		3.6	4.0		1.5
	概略礦石儲量	0.56		185	0.64		0.26		3.3	3.5		1.4
	證實儲量 + 概略儲量小計	**1.09**		**198**	**0.69**		**0.28**		**6.9**	**7.5**		**3.0**
蒿坪溝	證實儲量	0.68	1.01	62	2.60	0.61	0.07	22.3	1.4	17.8	4.1	0.5
	概略礦石儲量	0.67	0.96	61	2.36	0.69	0.06	20.6	1.3	15.7	4.6	0.4
	證實儲量 + 概略儲量小計	**1.35**	**0.99**	**62**	**2.48**	**0.65**	**0.07**	**42.8**	**2.7**	**33.5**	**8.7**	**0.9**
鐵爐坪	證實儲量	2.48		150	2.28				12.0	56.5		
	概略礦石儲量	1.58		136	2.01				6.9	31.9		
	證實儲量 + 概略儲量小計	**4.07**		**145**	**2.18**				**18.9**	**88.4**		
龍門東溝	證實儲量	0.73	0.01	254	1.07	0.24		0.3	5.9	7.8	1.7	
	概略礦石儲量	1.56	0.04	214	1.03	0.25		2.2	10.7	16.0	3.8	
	證實儲量 + 概略儲量小計	**2.28**	**0.03**	**227**	**1.04**	**0.24**		**2.5**	**16.7**	**23.8**	**5.6**	
龍門西溝	證實儲量	1.41	0.29	181	1.37		0.13	13.2	8.2	19.3		1.9
	概略礦石儲量	1.06	0.50	152	1.23		0.09	17.0	5.2	13.1		0.9
	證實儲量 + 概略	**2.48**	**0.38**	**168**	**1.31**		**0.11**	**30.2**	**13.4**	**32.4**		**2.8**

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	類別	Mt	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Cu	礦產儲量中的金屬含量				
					(%)	(%)	(%)	Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
	儲量小計											
東草溝	證實儲量	0.15	1.64	44	0.46			8.0	0.2	0.7		
	概略礦石儲量	0.21	1.40	25	1.53			9.6	0.2	3.3		
	證實儲量 + 概略儲量小計	**0.36**	**1.50**	**33**	**1.08**			**17.6**	**0.4**	**3.9**		
寬平	證實儲量											
	概略礦石儲量	0.21	0.66	158	1.12	2.20		4.4	1.1	2.3	4.5	
	證實儲量 + 概略儲量小計	**0.21**	**0.66**	**158**	**1.12**	**2.20**		**4.4**	**1.1**	**2.3**	**4.5**	
洛寧礦區各礦山	證實儲量	10.41	0.15	179	2.71	0.87	0.04	50.8	59.9	282.0	90.4	3.9
	概略礦石儲量	8.66	0.20	167	2.19	0.71	0.03	56.3	46.6	190.1	61.7	2.7
	證實儲量 + 概略儲量共計	**19.08**	**0.17**	**174**	**2.47**	**0.80**	**0.04**	**107.1**	**106.5**	**472.1**	**150.2**	**6.7**

礦產儲量聲明附注：

- 邊界品位（AgEq g/t）：沙溝 –180（削壁充填採礦法）、155（留礦採礦法）；後張溝 –150（削壁充填採礦法）、 130（留礦採礦法）；蒿坪溝 –195（削壁充填採礦法）（2.10 AuEq）、175（留礦採礦法）（1.90 AuEq）;鐵爐坪 –160（削壁充填採礦法 ）、135（留礦採礦法）；龍門東溝 –170（削壁充填採礦法）、145（留礦採礦法）、145（房柱式採礦法）；龍門西溝 – 170（削壁充填採礦法 ）、150（留礦採礦法）、150（中深孔採礦法）、150（房柱式採礦法）（1.8 g/t AuEq）；東草溝 –220（削壁充填採礦法）、195（留礦採礦法）；寬平 –225（削壁充填採礦法）、205（留礦採礦法）。
- 采場邊界品位（AgEq g/t）：沙溝 –155（削壁充填採礦法）、130（留礦採礦法）；後張溝 –130（削壁充填採礦法）、110（留礦採礦法）；蒿坪溝 –165（削壁充填採礦法） (1.80 AuEq)、145（留礦採礦法）(1.60 AuEq)；鐵爐坪 –230（削壁充填採礦法）、1.95（留礦採礦法）；龍門東溝 –135（削壁充填採礦法）、105（留礦採礦法）、105（房柱採礦法）；龍門西溝 – 135（削壁充填採礦法）、110（留礦採礦法）、110（中深孔採礦法）、110（房柱式採礦法）（1.35 AuEq）;東草溝 –145（削壁充填採礦法）、125（留礦採礦法）。
- 開拓礦石邊界品位（(AgEq g/t）：沙溝 –100；後張溝 –80、蒿坪溝 –115、鐵爐坪 –90、龍門東溝 –80、龍門西溝 –90、東草溝 –90 寬平 –95。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

- 假設非計劃貧化率（零品位）：削壁充填法采場每側圍岩按 0.05 m 計，留礦采場每側圍岩按 0.10 m 計；龍門西溝中深孔法非計劃貧化率按 20%計；龍門東溝、龍門西溝及寬平房柱法平均貧化率分別按 27%、31%及 62%計。
- 假設採礦回採率：削壁充填採礦法為 95%，留礦採礦法、房柱採礦法及中深孔採礦法均為 92%。
- 金屬價格：金 2,800 美元/盎司，銀 28.00 美元/盎司，鉛 0.90 美元/磅，鋅 1.20 美元/磅，銅 4.40 美元/磅。
- 選礦回收率：沙溝 – 金 61.3%、銀 95.6%、鉛 96.4%、鋅 70.1%、銅 90.80%；後張溝 – 金 62.2%、銀 95.6%、鉛 88.4%、銅 96.2%；蒿坪溝 – 金 91.0%、銀 88.8%、鉛 90.1%、鋅 66.0%、銅 93.8%；鐵爐坪 – 金 61.8%、銀 92.8%、鉛 89.6%、銅 88.0%；龍門東溝 – 金 53.3%、銀 95.2%、鉛 87.2%、鋅 37.1%、銅 87.2%；龍門西溝 – 金 87.2%、銀 95.4%、鉛 93.3%、銅 93.8%；東草溝 – 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、銅 69.2%；寬平 – 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、鋅 68.0%、銅 69.2%。
- 計價係數：金 85%、銀 94.5%、鉛 99.0%、鋅 76.0%、銅 40.0%
- 匯率：假設為 1 美元 ＝7.00 元人民幣。
- 由於四捨五入原則，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

洛寧礦區金、銀、鉛、鋅的平均礦產儲量品位，分別為 2023 財年第四季度至 2025 財年末生產報告品位的 76%、88%、98%和 163%。這與採用較低邊界品位及生產逐步向深部礦區轉移的趨勢相一致。

就洛寧礦區礦產儲量的當量銀（AgEq）金屬量構成而言，沙溝仍為主要貢獻者，占比 47%；其次為鐵爐坪占 16%、龍門東溝和龍門西溝各占 12%、蒿坪溝占 6%、後張溝占 5%，東草溝與寬平各占 1%。

持續堅持最佳採礦實踐並最大限度降低貧化，是實現洛寧礦山服務年限礦產儲量品位的關鍵。

礦產儲量估算假設洛寧礦區將繼續以現有的采場作業實踐為主，即針對大多數礦脈採用削壁充填採礦法和留礦採礦法；在采場內使用手持式鑿岩機（氣腿鑽）鑿岩並人工出礦，隨後通過鑿岩裝載機或人工裝載至礦車。合資格人士同時也注意到，洛寧礦區在作業中已越來越多地採用機械化程度更高的採礦技術。礦脈通常接近垂直、圍岩總體穩固、脈幅相對規整，加之普遍採用短進尺的人工採礦技術，使得采場作業過程中具備極高的選擇性和控制力。設定削壁充填採礦法的最小開採寬度為 0.5 米，留礦採礦法的最小開採寬度為 1.0 米。合資格人士已多次實地考察了洛寧礦區的削壁充填採礦法和留礦採礦法作業，並認為其最小回採及開採寬度假設是合理的。設定的最小貧化假設為：削壁充填採礦法的總超挖量為 0.10 米，留礦採礦法的總超挖量為 0.2 米。洛寧礦區各礦山削壁充填採礦法平均貧化率預測值為 17%，留礦採礦法平均貧化率預測值為 20%。

合資格人士注意到，對於少數傾角較緩的礦脈（通常為含金量較高的礦脈），礦區目前正採用房柱採礦法配合耙礦絞車進行回採。龍門西溝礦山的部分區域近期也開始採用中深孔採礦法。

對於龍門西溝礦山的中深孔採礦，已假定貧化率為 20%。龍門西溝、龍門東溝和寬平礦山的房柱採礦，假定的最小開採寬度為 1.2 米；若礦脈寬度大於 1.0 米，則按「礦脈寬度加 0.2 米」計算。這三座礦山的平均貧化率分別約為 31%、27%和 62%。

在洛寧礦區礦產儲量估算的總噸位中，約 64%來自削壁充填採礦法，32%來自留礦採礦法，3%來自房柱採礦法，1%來自中深孔採礦法。

與以往技術報告一致，本次通過將洛寧礦區各礦山的邊界品位提高 20%，測試了洛寧礦產儲量對邊界品位變化的敏感程度。沙溝礦山的敏感性仍然最低，當量銀金屬量減少 9%。就整個洛寧礦區而言，邊界品位提高 20%導致當量銀金屬量減少約 16%，表明整體邊界品位敏感性處於中等水平。

洛寧礦區礦產儲量總噸位約占探明+控制資源量總噸位的 45%。金、銀、鉛、鋅、銅的礦產儲量品位分別為相應探明+控制資源量品位的 103%、119%、110%、119%及 50%。金、銀、鉛、鋅、銅的金屬量轉換率分別為 46%、54%、50%、53%、24%。

關於探明+控制礦產資源量與證實+概略礦產儲量在噸位及金屬量上的差異，合資格人士指出，礦產資源量尚未應用轉換因子，尚不具備轉換為礦產儲量的條件。

在該陡峭斜坡山地礦區中，每個礦山的井下入口均通過不同標高的平硐、斜井軌道運輸道、豎井/內部豎井（暗井）以及盲斜井（斜坡道）實現。礦山開發採用無軌設備，包括單臂掘進臺車、1 立方米鏟運機以及載重 5 噸、15 噸和 30 噸的運礦卡車。迄今為止，洛寧項目各礦山仍以小型傳統有軌設備（電動/柴油機車、礦車、電動耙門裝岩機及鏟運機）和風動手持鑽機為主要作業裝備。目前，部分礦區已開始增加無軌設備的使用，並將更加注重機械化採礦，這將是未來礦山規劃的重點方向。

整體回採順序為中段間自上而下推進，通常自中央豎井或主要入口向外展開。采場回採順序為自下而上，主要採礦方法為留礦採礦法和削壁充填採礦法，採用氣腿式鑿岩機作

業。在部分較平緩的礦脈中，現已採用房柱採礦法。近期還進行了上向中深孔採礦法的試生產，並計劃進一步推廣中深孔採礦工藝。

洛寧作業區近期採取的一系列措施，使過去兩年的年產量提升了 20%以上，同時礦山擴能建設也在同步推進。未來，洛寧作業區計劃在各采區開發更深部的採礦區域，以進一步提高整體生產能力。

1.5 核驗

表 1.3 匯總了 2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間已采區域礦石儲量估算與作為選礦廠給料的產量之間的希爾威開採量核驗數據。

表 1.3 礦產儲量與實際產量對比：2023 年 1 月至 2025 年 12 月

	礦山	礦產儲量（kt）	品位				金屬			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Au (koz)	Ag (koz)	Pb (kt)	Zn (kt)
儲量（證實+概略）	沙溝	556	0.07	239	4.26	1.87	1.3	4,272	23.7	10.4
	後張溝	105		263	0.72			888	0.8	
	蒿坪溝	186	1.45	58	2.12	0.71	8.7	349	4.0	1.3
	龍門東溝	74		347	1.47			824	1.1	
	龍門西溝	206	0.41	238	1.91		2.7	1,580	3.9	
	鐵爐坪	543		168	1.95			2,939	10.6	
	東草溝	10	1.02	39	2.20		0.3	13	0.2	
	合計	1,681	0.24	201	2.63	0.70	13.0	10,865	44.2	11.7
核驗後的礦山產量	沙溝	552	0.12	247	4.24	1.39	2.1	4,392	23.4	7.7
	後張溝	138		239	0.79			1,057	1.1	
	蒿坪溝	147	1.11	72	2.03	0.50	5.2	338	3.0	0.7
	龍門東溝	97		237	1.17			737	1.1	
	龍門西溝	291	0.53	215	1.75		5.0	2,009	5.1	
	鐵爐坪	489		152	1.99			2,394	9.7	
	東草溝	13	0.61	42	1.34		0.2	17	0.2	
	合計	1,726	0.23	197	2.52	0.49	12.6	10,945	43.6	8.4
	沙溝	99%	166%	104%	100%	74%	165%	103%	99%	74%
	後張溝	131%	-	91%	110%			119%	144%	

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山產量占儲量的百分比	蒿坪溝	79%	77%	123%	95%	70%	60%	97%	75%	55%
	龍門東溝	131%		68%	80%			89%	104%	
	龍門西溝	141%	130%	90%	92%		184%	127%	129%	
	鐵爐坪	90%		90%	102%			81%	92%	
	東草溝	125%	59%	108%	61%		74%	135%	76%	
	合計	**103%**	**94%**	**98%**	**96%**	**70%**	**97%**	**101%**	**99%**	**72%**

注：

- 假設濕礦含水 2.5%。
- 由於四捨五入原則，數字可能不完全精確。
- 蒿坪溝和龍門西溝的低銅值未引用且不重大。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

合資格人士就表 1.3 中的數據提出以下意見：

- 總體而言，礦山從礦石儲量中采出的噸數增加了3%，但金、銀、鉛和鋅品位分別比儲量品位低6%、2%、4%和30%。所含金、銀、鉛、鋅金屬量分別比礦產儲量估算值低3%、高1%、低1%、低28%。
- 金、銀和鉛的采出品位略低，表明在近期增產過程中，貧化控制總體未受到顯著影響，但個別礦存在較大波動。
- 鋅品位及回收金屬量相較儲量尤其低，在一定程度上可歸因於影響核驗值的選礦回收率不確定性，以及預期選礦更側重於高價值金屬。合資格人士指出，在礦山服務年限計劃中，鋅僅占洛寧礦區收入的約4%。
- 可能導致結果變化的總體因素包括：
  - 單座礦的礦產資源量/儲量噸位和品位的估算過高和/或過低。
  - 多變或不利的岩層條件。
  - 在極窄和/或不連續的礦脈中更多地採用留礦採礦法。
  - 開採礦脈之外品位較低但仍具經濟價值的物料。
  - 選礦廠給料來源的錯誤歸屬。
  - 選礦廠工藝控制問題。
  - 選礦廠金屬回收的優先順序問題。

希爾威此前高度重視貧化控制，並因此修訂了其堆存和記錄保存程序，實施了工作質量檢查表管理改進計劃。合資格人士建議希爾威繼續加強採礦過程中的貧化控制，並指出這對於實現更高產量的礦山服務年限計劃將更為重要。合資格人士建議希爾威定期進行選礦廠審計，以確保最佳的工藝控制和選礦廠性能。

1.6 礦產儲量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日）

對 2024 年 6 月 30 日（2024 年技術報告）與 2025 年 12 月 31 日（本技術報告）的礦石儲量估算進行對比，結果如下：

- 洛寧項目證實+概略礦石儲量總噸位增長 50%，其中證實儲量增長 45%，概略儲量增長 55%。
- 洛寧礦產儲量的金品位微增 1%，銀、鉛、鋅品位分別下降 20%、23%和 17%；金、銀、鉛、鋅金屬量分別增長 21%、20%、16%和 22%。
- 沙溝仍為洛寧總礦產儲量的主要貢獻者，占總噸位的 38%、金金屬量的 9%、銀金屬量的 44%、鉛金屬量的 59%、鋅金屬量的 87%（2024 年技術報告相應比例分別為 42%、6%、44%、58%、90%）。
- 沙溝礦產儲量噸位增長 34%，金品位提高 77%，銀、鉛、鋅品位分別下降 11%、12%、12%；金、銀、鉛、鋅金屬量分別增長 138%、19%、19%、18%。
- 鐵爐坪仍為洛寧總礦產儲量的第二大貢獻者，占總噸位的 18%、銀金屬量的 19%、鉛金屬量的 20%。
- 鐵爐坪礦產儲量噸位增長 21%，銀、鉛品位均下降 22%，相應金屬量均下降 6%。
- 龍門西溝仍為洛寧總礦產儲量的第三大貢獻者，占總噸位的 13%、金金屬量的 28%、銀金屬量的 13%、鉛金屬量的 70%、銅金屬量的 42%。
- 龍門西溝礦產儲量噸位增長 48%，金品位提高 77%，銀、鉛品位分別下降 32%、36%；金、銀金屬量分別增長 162%和 1%，鉛金屬量下降 6%。
- 蒿坪溝占洛寧總礦產儲量金金屬量的 40%。

- 寬平首次納入礦產儲量，約 21 萬噸。
- 當量銀金屬量構成：洛寧總礦產儲量中，各金屬貢獻比例約為：銀 67%、鉛 22%、金 6%、鋅 5%、銅 1%。
- 各礦山在洛寧總礦產儲量中當量銀金屬量貢獻：沙溝 47%、鐵爐坪 16%、龍門東溝 12%、龍門西溝 12%、蒿坪溝 6%、後張溝 1%、東草溝 1%、寬平 1%。

合資格人士指出，除金以外，與2024年礦產儲量相比，洛寧礦產儲量呈現噸位大幅增長、品位下降、金屬量增長的整體趨勢，這主要歸因於銀價上漲（2025年為28美元/盎司，2024年為21美元/盎司）導致邊界品位下調。合資格人士同時指出，28美元/盎司的銀價遠低於本技術報告編寫時的當前銀價水平。

1.7 礦山服務年限計劃

表 1.4 基於 2025 年 12 月 31 日的礦石儲量估算，匯總了洛寧礦區各礦及整個作業區的礦山服務年限產量預測。

礦山服務年限計劃中的年礦石產量預計將從 2026 財年全年約 120 萬噸的水平上升至：2027 財年 130 萬噸，2028 財年 150 萬噸，2029 財年超過 160 萬噸，並保持該水平至 2031 財年。從 2032 財年開始，預計將緩慢逐年下降至 2034 財年約 152 萬噸，隨後下降速度加快：2035 財年 137 萬噸，2036 財年 126 萬噸，2037 財年 117 萬噸，2038 財年 83 萬噸，之後逐年下降至當前預測的最後一年 2042 財年的 30 萬噸。

表 1.4 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃

沙溝	FY2026Q4	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032	FY2033	FY2034	FY2035	FY2036	FY2037	FY2038	FY2039	FY2040	FY2041	FY2042	礦山服務年限總計
產量（kt）	73	370	441	481	507	519	503	503	511	509	512	487	477	407	398	331	214	7,243
Au (g/t)	0.11	0.09	0.01	0.06	0.04	0.02	0.05	0.06	0.03	0.08	0.04	0.03	0.05	0.03	0.01	0.01		0.04
Ag (g/t)	215	215	215	215	215	214	212	212	208	204	196	191	184	183	178	162	140	200
Pb (%)	4.02	4.26	4.25	4.04	3.67	3.98	3.96	3.82	3.94	4.19	3.71	3.77	3.52	3.51	4.03	3.73	3.09	3.87
Zn (%)	1.68	1.64	1.67	1.72	1.69	2.16	1.83	1.98	1.93	1.57	1.88	1.71	1.89	1.95	2.07	1.64	1.40	1.81
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	345	348	344	342	332	346	339	339	336	334	317	310	301	300	309	278	236	324
後張溝	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	11	100	100	100	100	100	100	101	101	100	97	76						1,086
Au (g/t)																		
Ag (g/t)	176	206	202	202	203	205	206	202	202	201	182	161						198
Pb (%)	0.56	0.68	0.79	0.73	0.72	0.63	0.56	0.83	0.84	0.66	0.61	0.56						0.69
Zn (%)																		
Cu (%)	0.29	0.28	0.35	0.34	0.33	0.29	0.34	0.23	0.19	0.20	0.23	0.23						0.28
AgEq (g/t)	201	233	235	233	234	232	233	230	229	224	206	183						225
蒿坪溝	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	20	115	116	119	125	130	131	132	132	132	107	88						1,348
Au (g/t)	0.80	0.82	1.08	1.28	1.27	1.07	1.01	0.88	1.14	0.58	0.65	1.14						0.99
Ag (g/t)	63	63	63	56	54	65	64	70	64	71	71	23						62
Pb (%)	2.22	2.29	1.73	1.97	2.21	2.81	2.97	3.04	2.29	3.20	2.83	1.61						2.48
Zn (%)	0.62	0.60	0.46	0.73	0.57	0.49	0.68	0.86	0.47	0.91	0.73	0.59						0.65
Cu (%)	0.09	0.10	0.10	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	0.10	0.06	0.04	0.02						0.07
AgEq (g/t)	204	207	217	236	237	240	242	240	236	219	212	178						225
鐵爐坪	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	84	332	373	416	413	402	393	362	340	306	255	248	142					4,066
Au (g/t)																		
Ag (g/t)	158	160	170	167	170	162	158	152	135	122	91	77	73					145
Pb (%)	2.33	2.31	2.13	2.10	1.88	2.09	2.08	2.18	2.40	1.63	2.59	2.61	2.60					2.18
Zn (%)																		
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	210	212	217	214	212	209	205	200	188	158	149	135	131					193
龍門東溝	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	23	101	104	128	148	147	154	157	156	158	158	160	160	152	152	143	88	2,289
Au (g/t)				0.04					0.17	0.01	0.19		0.09					0.03

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

Ag (g/t)	217	236	257	239	226	238	229	225	232	213	223	210	206	225	230	230	228	227
Pb (%)	0.97	0.98	1.01	1.04	1.23	0.88	1.03	1.39	0.99	0.89	0.74	0.79	1.18	1.24	1.37	1.05	1.01	1.05
Zn (%)	0.20	0.22	0.22	0.26	0.23	0.23	0.33	0.29	0.27	0.19	0.22	0.17	0.26	0.19	0.20	0.33	0.32	0.24
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	239	259	281	265	254	259	254	257	264	234	250	228	238	253	261	256	253	253
龍門西溝	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	66	235	250	250	249	247	247	242	229	170	132	107	51					2,475
Au (g/t)	0.61	0.52	0.51	0.48	0.53	0.39	0.42	0.27	0.17	0.15	0.19	0.22	0.41					0.38
Ag (g/t)	150	180	167	172	165	178	165	166	166	172	173	164	123					168
Pb (%)	1.13	1.23	1.28	1.16	1.05	1.16	1.24	1.43	1.67	1.42	1.21	1.51	2.38					1.31
Zn (%)																		
Cu (%)	0.16	0.16	0.12	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.05	0.09	0.14	0.05	0.03					0.11
AgEq (g/t)	233	258	244	245	239	241	232	224	220	220	222	218	212					234
東草溝	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	1	22	21	53	55	55	56	54	47									365
Au (g/t)	1.21	2.11	2.27	2.09	1.79	1.59	1.02	1.01	0.91									1.50
Ag (g/t)	27	39	35	40	36	27	32	30	30									33
Pb (%)	0.86	0.94	0.34	0.24	0.59	0.46	2.01	1.66	1.97									1.08
Zn (%)																		
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	146	235	233	220	198	170	159	150	148									181
寬平	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）		35	97	97	18													248
Au (g/t)		0.40	0.63	0.76	0.80													0.66
Ag (g/t)		132	178	151	142													158
Pb (%)		0.83	1.13	1.21	1.09													1.12
Zn (%)		1.24	2.38	2.48	1.60													2.20
Cu (%)																		
AgEq (g/t)		207	302	289	264													281
洛寧礦區礦山	**FY2026Q4**	**FY2027**	**FY2028**	**FY2029**	**FY2030**	**FY2031**	**FY2032**	**FY2033**	**FY2034**	**FY2035**	**FY2036**	**FY2037**	**FY2038**	**FY2039**	**FY2040**	**FY2041**	**FY2042**	**礦山服務年限總計**
產量（kt）	278	1,308	1,503	1,644	1,616	1,600	1,584	1,552	1,516	1,374	1,261	1,166	830	559	550	474	302	19,119
Au (g/t)	0.24	0.24	0.24	0.30	0.26	0.21	0.20	0.17	0.18	0.11	0.12	0.12	0.07	0.02	0.01	0.01	0.00	0.18
Ag (g/t)	169	177	181	176	177	179	174	173	169	170	164	152	165	194	192	183	166	174
Pb (%)	2.29	2.38	2.32	2.24	2.15	2.36	2.42	2.48	2.54	2.55	2.54	2.54	2.84	2.89	3.30	2.92	2.49	2.47
Zn (%)	0.50	0.57	0.69	0.72	0.61	0.76	0.67	0.74	0.72	0.69	0.86	0.78	1.14	1.47	1.56	1.24	1.08	0.79
Cu (%)	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
AgEq (g/t)	252	264	270	268	261	266	260	258	256	250	247	235	254	287	296	271	241	260
Ag (t)	47	232	272	290	285	286	276	268	257	234	207	178	137	109	106	87	50	3,320

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。
後張溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝未計入價值極低的低鉬品位。
東草溝礦山計劃包含約4萬噸推斷資源量——對洛寧礦區礦石儲量不具重大影響。
進度計劃與礦石儲量之間還存在其他非常微小且非重大的差異。

1.8 選冶和選礦

在各礦山投產及希爾威選礦廠建設之前，多家實驗室已針對不同類型礦化開展了選矿試驗，以確定相應的選礦回收率。鐵爐坪礦化體於 1994 年由長沙設計研究院（CDRI）進行了選礦試驗；沙溝礦化體於 2005 年 5 月由湖南有色金屬研究院（HNMRI）進行了選礦試驗；後張溝礦化體於 2006 年由銅陵有色金屬設計院（TNMDI）進行了選礦試驗；蒿坪溝礦化體於 2021 年由長春黃金研究院（CCGRI）進行了選礦試驗。

2021 年，中信重工機械股份有限公司（以下簡稱「中信重工」）也進行了額外的選礦試驗。中信重工受委託對來自沙溝、鐵爐坪、龍門東溝和龍門西溝礦山的硫化礦石以及來自鐵爐坪、蒿坪溝礦山的氧化礦石進行了可磨性試驗。

試驗結果預測：該礦石具有良好的可選性，可通過優先浮選實現鉛鋅的有效分離；除鐵爐坪礦床上部區域可能存在的鹵化銀外，預計銀的回收率較高。洛寧現場選冶人員實施了選礦廠調試計劃，以持續優化選冶指標。

希爾威目前為洛寧礦區的生產運營設有兩座選礦廠——1 號選廠（亦稱一選廠或下峪選廠）和 2 號選廠（亦稱二選廠或莊頭選廠）。在 2011 年 10 月之前，兩座選廠的總設計處理能力為 1,800 噸/天；2011 年 10 月二期擴建工程完成後，總處理能力提升至 2,800 噸/天。兩座選礦廠相距不到 2 公里。2 號選礦廠的擴建工程已於 2024 年 11 月完工，將其處理能力提升至 3,500 噸/天。選礦廠合計設計處理能力為 4,300 噸/日，實際已驗證處理能力為 4,000 噸/日。

第三座選礦廠（3 號選廠）計劃於 2027 年投產，目前正處於最終設計和施工規劃階段。

現有選礦廠以及未來將投產的 3 號選廠的總體工藝流程相似，包括破碎、磨礦、鉛鋅精礦浮選以及精礦脫水。2 號選礦廠還安裝了一臺尼爾森選礦機，用於從球磨機排礦中回收粗粒金。同時，在尼爾森選礦機前安裝了一臺直線篩，用於篩除粒徑大於 2 毫米的粗粒礦石。

2025 財年的選礦信息表明：

- 對於 2 號選礦廠，雖然來自後張溝礦山的礦石只有一小部分在該廠處理，但其浮選給礦來源涵蓋了所有礦山。
- 後張溝的礦石品位普遍較低，主要在 1 號選礦廠處理；一同在 1 號選礦廠處理的還有約 40%的蒿坪溝礦石、5%的鐵爐坪礦石、56%的龍門西溝礦石以及 5%的東草溝礦石。
- 77%的礦石在 2 號選礦廠處理，其平均日處理量約為 2,400 噸/日，而設計處理能力為 3,500 噸/日。
- 23%的礦石在1號選礦廠處理，其平均日處理量約為700噸/日，與其當前700噸/日的處理能力持平。

根據礦山服務年限內的開採計劃，依據如下假設推導出了選礦廠給礦計劃：

- 1號選礦廠和2號選礦廠（目前的總處理能力為4,300噸/天）將繼續運行，直到3號選礦廠於2027年建成投產。屆時，2號選礦廠和3號選礦廠將同時運行，各擁有兩條浮選線，合併設計處理能力為6,500噸/日（2號選礦廠3,500噸/日，3號選礦廠3,000噸/日）。

1.9 人員

希爾威主要通過承包商進行洛寧礦區的礦山開發、生產、礦石運輸及勘探工作。選礦廠及地表車間則由希爾威自有人員進行操作和維護。希爾威提供自己的管理、技術服務和監督人員來管理礦山作業。

近期對洛寧礦區員工隊伍的統計數據顯示，該礦區員工總人數為 3,804 人，其中包括 1,140 名希爾威正式員工、67 名希爾威時薪制員工以及 2,597 名合同工。

1.10 主要基礎設施（含尾礦庫）

歷史上，選礦作業產生的尾礦被儲存在靠近選礦廠的兩座設計建造的尾礦庫中，分別稱為 1 號尾礦庫（TSF 1）和 2 號尾礦庫（TSF 2）。2025 年 5 月，第三座尾礦庫（TSF 3）建成試運行，並於 2025 年 12 月正式投入運營。向 1 號尾礦庫的尾礦排放作業於 2025 年 11 月初停止。

截至 2025 年 12 月 31 日，2 號尾礦庫剩餘庫容約 114 萬立方米。3 號尾礦庫設計總庫容為 1,720 萬立方米。

三座尾礦庫均按中國現行標準設計。其中，3 號尾礦庫依據 2020 年發佈的最新國家標準《尾礦庫安全規程》（GB 39496-2020）設計，該標準取代了 2006 年版的《尾礦庫安全技術規程》（AQ2006-2005）。

總體而言，合資格人士 D Claffey 認為，在 2024 年 2 月進行的實地考察期間，三座尾礦庫均狀況良好、維護得當、運行正常、管理妥善。2026 年 5 月實地考察期間的實地目測情況，亦與 Claffey 先生的上述看法一致。

三座尾礦庫均位於低地震活動區域，建於穩固的基岩之上，尾礦庫設計常規且合理。

監測系統和程序非常完備，符合公認的國際良好實踐。設施接受內部及外部多方的全面檢查，並受到地方監管機構的嚴格監督。

根據合資格人士於 2024 年實地考察期間提供的數據，這些尾礦庫的建造標準頗高，監督力度充足，且符合適當的質量保證/質量控制大綱的要求。三座尾礦庫均備有詳細的「竣工」報告，其中包括經簽證的施工圖紙。

合資格人士指出，1 號和 2 號尾礦庫的設計和運營均符合中國標準，儘管這些標準在某些方面可能與當前普遍接受的國際標準存在差異。

新建的 3 號尾礦庫在設計與運行上與現有兩座尾礦庫基本相似，但具有若干顯著改進，包括全庫區鋪設底部防滲襯墊，體現了地方監管機構近年來的更高要求。其設計文件也更為全面，反映監管標準存在逐步向國際標準靠近的趨勢。補充的專項研究包括尾礦壩潰壩分析和三維滲流模擬等。

合資格人士提出了尾礦庫有的相關水文設計標準（包括入庫設計洪水事件）重新評估邊坡穩定性分析的建議；並且，對於3號尾礦庫，合資格人士建議考慮在初期壩上游的高密度聚乙烯（HDPE）庫底墊層上方安裝地下排水系統。希爾威對這些建議的回應見技術報告第18.1節。

廢水產生於採礦活動、選礦作業以和生活污水。

洛寧尾礦庫的尾礦水通過尾礦庫堤壩下方的涵洞收集，並通過管道輸送回選礦廠進行回收利用。沒有尾礦水排放到環境中。

礦井排水按照《中國金屬非金屬礦山安全規程》進行處理。

沙溝礦區的生活污水經收集後，通過生物及人工濕地處理系統進行處理。合資格人士認為，處理後水質滿足全部回用水標準，100%用於景觀綠化澆灌。不外排至水庫。後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山地下水和生活污水經碎石坑過濾後排入環境。

希爾威提供的數據表明，除極少數情況外，所有外排水均符合監管要求。

廢石堆分佈在礦區內及各礦山附近。2021 年，宏發建材廠（宏發）建成投產，用於回收破碎洛寧礦區廢石。自宏發建材廠運行以來，希爾威對各廢石堆場進行了評估，並決定對

其中三個廢石堆場（沙溝礦山的兩個堆場及後張溝礦山的一個堆場）進行複墾。其餘廢石堆場轉變為臨時貯存場，所存廢石每日轉運至宏發建材廠處理。

洛寧礦區由中國國家電網供電，電力通過高壓線路輸送至各礦區營地及選礦廠附近的變電站。柴油發電機作為備用電源，在國家電網停電時供電。合資格人士認為，現有主供電設施能夠滿足採礦及選礦規模擴大後以及尾礦庫的用電需求。寬平礦區由兩條 10 千伏線路供電，主供電源引自崗前線，備用電源引自西張線。

2020 年，從選礦廠/辦公生活營區至沙溝/後張溝礦山需經 7 公里柏油路至故縣水庫河東碼頭，再乘船橫跨水庫到達礦區。希爾威使用兩艘可裝載 5 輛 45 噸卡車的大型駁船，將沙溝/後張溝和蒿坪溝礦山的礦石運至河東碼頭。自 2021 年初起來，沙溝/後張溝和蒿坪溝礦山的礦石運輸改道至替代運輸路線。該路線為一條 10 公里道路，依次穿過三條隧道，各隧道之間由三座橋樑連接。蒿坪溝礦山可通過主辦公生活營區西南方向的一條 12 公里柏油路抵達。鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝礦山位於主辦公生活區東南約 15 公里處，可通過沿崇陽河的柏油路到達。2020 年，從鐵爐坪營地至東草溝礦山修建了一條長 1,756 米的運輸斜坡道，用於礦石運輸。東草溝礦山也可通過位於選礦廠西南偏南方向一條長 10.5 公里的柏油路到達。寬平項目的礦石也將採用 45 噸電動卡車運至洛寧選礦廠，單程運輸距離約為 120 公里。

沙溝礦山生活用水取自故縣水庫；蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、後張溝、東草溝礦山用水取自附近溪流及泉水。水質定期檢測，檢測結果表明水質和水量均滿足要求。礦山生產用水（用於鑽探和降塵）取用井下湧水。寬平礦區供水取自主辦公樓附近水井。

1.11 市場研究和合同

已與多家承包公司簽訂地下採礦作業合同，主要包括河南三誼礦山建設工程有限公司和洛陽鑫盛礦業工程有限公司。

據合資格人士了解，洛寧項目生產的鉛精礦和鋅精礦主要銷售給河南、陝西兩省的現有冶煉廠客戶，相關銷售條款已通過協商確定。上述合同均規定，運費及相關費用由冶煉廠客戶承擔。冶煉廠合同的主要條款隨市場行情變化，在月度續簽時可能進行調整，且各冶煉廠之間的條款可能有所差異。

關於近期公布的精礦條款，合資格人士指出，鉛的計價係數約為 100%，高於行業 95%的標準水平。銀的計價係數在 92.5%至 96%之間，低於 95%的行業標準水平。金的計價係數在 80%至 84%之間，低於 95%的標準水平。

鋅精礦的計價係數約為 77%，低於的 80%至 85%的行業水平。銀是鋅精礦中唯一有價的伴生元素，行業通常採用標準扣減 90 克/噸、剩餘部分按 90%計價的模式。據合資格人士了解，自 2025 年 11 月起，洛寧鋅精礦中銀的計價係數為 50%。

銅計價條款：當鉛精礦中銅品位為 1%～1.5%時，銅按銅價的 30%計價；當鉛精礦中銅品位超過 1.5%時，銅按銅價的 40%計價。

關於精礦中的有害元素評估，合資格人士指出，除二氧化矽外，洛寧項目精礦中的有害元素含量均低於國家標準規定的最高允許限值。合資格人士進一步說明，二氧化矽從未被納入精礦銷售合同的條款，且自 2006 年投產以來，希爾威在精礦銷售方面從未因此遇到任何重大問題。

1.12 環境、許可、社會/社區影響

希爾威擁有其在洛寧礦區開展運營活動所需的所有許可證。現有採礦許可證涵蓋全部生產采區，結合安全生產許可證及環保許可證，賦予希爾威開展完整採礦及選礦作業的權利。希爾威還取得了沙溝礦山、蒿坪溝礦山，以及三座尾礦庫的廢水排放口批准及許可證。所有許可證均需定期續期。

3 號尾礦庫（石門溝尾礦庫）於 2024 年 11 月建成投運，其環境影響評價報告已完成並獲洛陽市生態環境局洛陽分局批准。此外，2 號選礦廠技術改造及產能擴建項目的環境影響評估（EIA）報告已於 2024 年 7 月獲得洛陽市生態環境局洛陽分局的批准。

洛寧礦區周邊無少數民族聚居。洛寧縣及陝州區以漢族文化為主。沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、東草溝及寬平項目區域內及附近均無文化遺產地記錄。礦山周邊土地主要用於農業用途。礦區不涉及自然保護區、生態公益林或嚴格土地管制區。項目區現有植被以次生植被為主，包括農田作物。區域內未發現大型野生哺乳動物，偶見小型鳥類在林地築巢活動。周邊村民飼養雞、鴨、豬、羊、牛等家畜。

希爾威通過現金捐贈及捐助支持地方基本建設及社區項目，資助大學生，並承擔道路建設、學校修繕、升級及新建等工程。2024 年和 2025 年，希爾威分別捐贈 1,085 萬元和 860 萬元人民幣；截至 2025 年 12 月 31 日，希爾威累計現金及實物捐贈達到約 1.5 億元人民幣。此外，希爾威通過直接雇傭及優先選用當地承包商、供應商及服務提供商等方式，為地方經濟發展做出了貢獻。合資格人士了解到，目前尚無關於希爾威洛寧礦區運營的公眾投訴記錄。

洛寧項目設有一個環境保護部門，由八名專職工作人員組成。主要負責洛寧礦區的環境管理及複墾工作。寬平礦設有三名兼職環境管理人員。

針對空氣及粉塵排放、噪聲和廢水開展環境監測工作。監測工作由合格人員及持證機構完成。項目已制定並實施較為嚴密的水環境監測方案，主要包括：生活污水及尾礦庫地下水：每季度檢測 1 次；礦山周邊地下水：每年檢測 1 次；沙溝、蒿坪溝和崇陽河（鐵爐坪）地表水：每半年檢測 1 次（由洛陽黎明檢測服務有限公司檢測）；沙溝（沙溝和後張溝）、蒿坪溝、鐵爐坪-龍門和東草溝礦井水：每季度檢測 1 次（由洛陽黎明檢測服務有限公司檢測）；沙溝和蒿坪溝進入故縣水庫的地表水：每月檢測 1 次（由跨省機構黃河流域環境監測中心檢測）。希爾威將在 2026 年上半年制定計劃，開始監測寬平項目的水質。

洛寧礦區的生產活動符合中國勞動法律法規。所有全職員工均簽訂正式勞動合同，工資水平遠高於當地最低工資標準。公司每年為員工安排職業健康監護體檢，並在員工入職前、在職期間及離職後進行健康檢查。公司不雇用童工或未成年工。

項目在審批階段即制定了修複與複墾方案，涵蓋建設期、運營期及閉礦期各階段的措施。2016 財年至 2025 財年，公司累計投入約 2.132 億元人民幣用於環境保護，包括粉塵治理、廢水處理、固體廢物處置、底部排水隧洞建設、水土保持、噪聲控制、生態恢復及應急預案等。同期，按環境影響評價計劃完成植被恢復面積 1,366,500 平方米，其中 2024 年完成 54,700 平方米，2025 年完成 116,800 平方米。各礦山已廢棄巷道完成封堵，並進行了複墾綠化。

根據中國國家監管要求，希爾威將在礦山關閉前至少一年完成礦場退役計劃。屆時將進行礦場恢復和關閉成本估算。

1.13 資本支出和運營成本

所有資本和運營成本估算均假設匯率為 1.00 美元=7.00 元人民幣。

表 1.5 列出了至 2042 年礦山服務年限結束時的預計資本支出，包括勘探與礦山開拓、設施、廠房及設備，以及一般性投資資本。這些資本成本，是基於截至 2025 年 12 月 31 日的礦產儲量估算結果，並依據由此編制的礦山開採與選礦加工的礦山服務年限計劃計算得出。

自 2026 年 1 月 1 日，礦山服務年限內的預計資本支出總計為 3.65 億美元，該金額包括了 3 號選礦廠的建設完工與調試費用，以及計劃於 2028 財年完成的礦石分選和尾礦庫相關成本。

合資格人士認為，相對於計劃的勘探、開拓、採礦、選礦以及相關的現場設施、設備和基礎設施，預測的資本成本具有合理性。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 1.5 洛寧礦區礦山服務年限預計資本支出（百萬美元）

成本項目	礦山服務年限總計	2026 財年第四季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年
沙溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	57.62	3.27	14.50	12.32	10.97	4.09	3.53	2.98	2.12	1.97	1.73	0.08	0.06					
設施、廠房及設備	9.92	0.07	3.56	0.41	0.44	0.47	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.45	0.44	0.38	0.37	0.31	0.20
投資資本支出	59.73	1.66	18.96	12.94	7.47	5.37	3.29	3.00	2.40	1.63	0.94	0.41	0.42	0.31	0.31	0.31	0.31	0.00
沙溝資本支出總計	**127.28**	**5.00**	**37.02**	**25.67**	**18.88**	**9.93**	**7.30**	**6.44**	**4.98**	**4.08**	**3.14**	**0.96**	**0.94**	**0.75**	**0.69**	**0.68**	**0.62**	**0.20**
後張溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	11.14	3.40	4.86	1.53	0.77	0.18	0.13	0.13	0.13	0.02								
設施、廠房及設備	7.95	0.10	3.30	0.47	0.52	0.51	0.50	0.49	0.45	0.42	0.38	0.32	0.31	0.18				
投資資本支出	38.62	0.90	12.86	7.09	3.24	2.45	2.21	2.04	1.93	1.89	1.87	1.66	0.50					
後張溝資本支出總計	**57.70**	**4.40**	**21.02**	**9.08**	**4.53**	**3.14**	**2.84**	**2.66**	**2.51**	**2.33**	**2.25**	**1.98**	**0.81**	**0.18**				
蒿坪溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	3.27	0.48	2.40	0.39														
設施、廠房及設備	1.95	0.01	0.92	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04
投資資本支出	28.48	0.70	6.49	3.72	2.64	1.81	1.90	1.70	1.47	1.46	1.41	1.31	1.14	0.87	0.76	0.56	0.53	0.00
蒿坪溝資本支出總計	**33.70**	**1.19**	**9.82**	**4.16**	**2.70**	**1.88**	**1.97**	**1.77**	**1.55**	**1.53**	**1.48**	**1.39**	**1.22**	**0.94**	**0.83**	**0.63**	**0.60**	**0.04**
鐵爐坪																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	10.97	1.54	5.24	2.89	0.64	0.25	0.13	0.08	0.10	0.09	0.02							
設施、廠房及設備	5.26	0.09	2.35	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.30	0.22	0.17	0.14	0.07				
投資資本支出	31.17	1.04	11.77	6.47	4.34	1.43	1.16	1.28	0.92	0.80	0.68	0.49	0.38	0.38				
鐵爐坪資本支出總計	**47.40**	**2.67**	**19.36**	**9.68**	**5.31**	**2.00**	**1.61**	**1.68**	**1.34**	**1.19**	**0.91**	**0.66**	**0.52**	**0.45**				
龍門東溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	8.90	0.36	2.75	1.64	0.77	0.58	0.53	0.54	0.62	0.50	0.53	0.08						
設施、廠房及設備	6.31	0.06	1.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.48	0.38					
投資資本支出	21.49	0.67	6.63	3.85	2.85	1.81	1.21	1.04	0.88	0.97	0.79	0.72	0.08					
龍門東溝資本支出總計	**36.69**	**1.09**	**10.75**	**5.99**	**4.12**	**2.89**	**2.24**	**2.08**	**2.01**	**1.97**	**1.82**	**1.29**	**0.46**					
龍門西溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	17.47	1.07	5.60	3.15	1.70	1.21	1.22	0.76	1.28	1.49								
設施、廠房及設備	5.07	0.06	1.34	0.38	0.38	0.40	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41						

成本項目	礦山服務年限總計	2026 財年第四季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年
投資資本支出	18.77	0.59	5.66	3.56	1.76	1.80	1.58	1.49	1.75	0.45	0.14							
龍門西溝資本支出總計	**41.30**	**1.72**	**12.60**	**7.09**	**3.84**	**3.40**	**3.22**	**2.68**	**3.45**	**2.35**	**0.55**	**0.41**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
東草溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	4.10	0.08	2.77	0.98	0.27													
設施、廠房及設備	0.95	0.00	0.23	0.04	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.10								
投資資本支出	4.17	0.06	1.26	0.75	0.83	0.57	0.46	0.13	0.06	0.06								
東草溝資本支出總計	**9.22**	**0.13**	**4.27**	**1.77**	**1.20**	**0.69**	**0.57**	**0.24**	**0.18**	**0.16**								
寬平																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	4.25	0.66	1.93	1.66														
設施、廠房及設備	1.05	0.00	0.41	0.29	0.29	0.06												
投資資本支出	6.25	0.64	3.42	2.05	0.10	0.06												
東草溝資本支出總計	**11.55**	**1.30**	**5.76**	**4.00**	**0.39**	**0.11**												
洛寧礦區總計																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	117.71	10.86	40.06	24.54	15.11	6.31	5.53	4.49	4.25	4.06	2.28	0.16	0.06					
設施、廠房及設備	38.45	0.39	13.49	2.47	2.64	2.45	2.41	2.39	2.35	2.29	2.05	1.92	1.35	0.76	0.45	0.44	0.37	0.24
投資資本支出	208.68	6.24	67.05	40.42	23.23	15.29	11.80	10.67	9.42	7.26	5.82	4.59	2.53	1.57	1.07	0.87	0.85	0.00
洛寧礦區資本支出總計	**364.84**	**17.50**	**120.60**	**67.43**	**40.97**	**24.04**	**19.74**	**17.55**	**16.01**	**13.61**	**10.15**	**6.67**	**3.94**	**2.32**	**1.52**	**1.31**	**1.22**	**0.24**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

主要運營成本類別包括：採礦、運輸、選礦、管理費用、產品銷售、礦產資源稅、政府規費及其他稅費。

希爾威使用承包商工人進行採礦作業，按噸礦或按米計價。合同包含所有勞動力、所有固定及移動設備、材料以及消耗品（包括通過公司采購的燃油和爆炸物品）。平硐口區域的木材等支護耗材以及電力供應由公司負責。

運輸成本是指將礦石從各礦山運至選礦廠的費用。

選礦成本的主要組成部分為公用事業（電力和水）、消耗品（磨礦用鋼球和藥劑）以及勞動力，各部分通常約占選礦總成本的三分之一。

一般及行政管理費用包括員工薪資福利、辦公及行政開支以及專業服務費。

自 2016 年 7 月 1 日起，原礦產資源稅改為按銷售額百分比計征。礦產資源稅的計提比例約為銷售額的 3%。

根據中國河南省於 2024 年實施的《礦業權出讓收益徵收辦法》，自 2024 年 11 月起，礦業權出讓收益已納入政府規費和其他稅費項下支付。

表 1.6 匯總了按礦山劃分及洛寧礦區整體的預計礦山服務年限單位運營成本和總運營成本（美元）。

合資格人士指出，就洛寧礦區整體而言，單位運營成本估算與用於確定礦石儲量邊界品位的單位成本非常接近。就龍門東溝礦而言，預計單位採礦成本下降約 18%，這可以視為規模效益的體現，該效益與礦山服務年限內計劃年均產量接近 2025 財年的三倍相關。就東草溝礦而言，預計單位採礦成本下降約 24%，這不僅歸因於預測年產量的大幅提高，還得益於近期與鐵爐坪礦的井下貫通，有望提升運營效率。

總體而言，合資格人士認為，相對於所採用的方法和技術以及礦山服務年限內規劃的運營規模，運營成本估算是合理的。報告也指出了成本面臨的通脹壓力，雖然預計總體年產量將增加，且引入更多機械化採礦有助於將成本控制在預測水平附近，但持續關注運營效率和成本效益仍然至關重要。

表 1.6 洛寧礦區礦山服務年限預計運營成本（百萬美元）

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	2026 財年第四季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年
沙溝																			
採礦	89.19	645.99	7.78	38.28	43.84	42.75	45.38	46.17	45.48	45.55	46.24	44.54	44.22	41.08	41.44	36.57	34.16	27.03	15.48
運輸	3.25	23.52	0.24	1.20	1.43	1.56	1.65	1.69	1.63	1.63	1.66	1.65	1.66	1.58	1.55	1.32	1.29	1.07	0.70
選礦	12.40	89.81	0.91	4.59	5.47	5.96	6.28	6.44	6.24	6.24	6.34	6.31	6.35	6.04	5.91	5.05	4.93	4.10	2.66
銷售、一般及行政管理費用	7.05	51.09	0.52	2.61	3.11	3.39	3.57	3.66	3.55	3.55	3.61	3.59	3.61	3.44	3.36	2.87	2.81	2.33	1.51
礦產資源稅與礦業權出讓費	12.58	91.09	1.93	6.89	7.00	6.05	6.18	6.63	6.28	6.26	6.33	6.26	5.99	5.59	5.30	4.52	4.58	3.43	1.88
政府規費與其他稅費	3.52	25.47	0.26	1.30	1.55	1.69	1.78	1.83	1.77	1.77	1.80	1.79	1.80	1.71	1.68	1.43	1.40	1.16	0.75
沙溝運營成本總計	**127.98**	**926.98**	**11.64**	**54.87**	**62.39**	**61.41**	**64.84**	**66.41**	**64.94**	**65.00**	**65.98**	**64.13**	**63.62**	**59.44**	**59.25**	**51.76**	**49.17**	**39.13**	**22.97**
後張溝																			
採礦	78.71	85.48	0.95	8.13	8.75	7.31	7.76	8.60	8.33	8.30	8.19	7.85	6.60	4.71					
運輸	3.82	4.15	0.04	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38	0.37	0.29					
選礦	12.41	13.48	0.14	1.25	1.24	1.25	1.24	1.24	1.24	1.25	1.26	1.24	1.20	0.94					
銷售、一般及行政管理費用	7.06	7.67	0.08	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.68	0.53					
礦產資源稅與礦業權出讓費	8.61	9.35	0.20	1.36	1.10	0.79	0.80	0.79	0.79	0.80	0.80	0.77	0.68	0.47					
政府規費與其他稅費	3.52	3.82	0.04	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.35	0.34	0.27					
後張溝運營成本總計	**114.13**	**123.95**	**1.46**	**12.18**	**12.53**	**10.80**	**11.24**	**12.07**	**11.80**	**11.79**	**11.70**	**11.29**	**9.87**	**7.22**					
蒿坪溝																			
採礦	75.55	101.86	1.72	9.15	10.01	10.86	10.92	9.72	9.88	8.40	9.95	9.42	6.88	4.95					
運輸	2.45	3.30	0.05	0.28	0.28	0.29	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.26	0.22					
選礦	12.40	16.72	0.24	1.42	1.44	1.48	1.55	1.62	1.62	1.64	1.64	1.64	1.33	1.10					
銷售、一般及行政管理費用	7.06	9.51	0.14	0.81	0.82	0.84	0.88	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.76	0.62					
礦產資源稅與礦業權出讓費	6.51	8.78	0.20	0.88	0.76	0.72	0.77	0.86	0.89	0.92	0.83	0.88	0.68	0.39					
政府規費與其他稅費	3.52	4.74	0.07	0.40	0.41	0.42	0.44	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.38	0.31					
蒿坪溝運營成本總計	**107.49**	**144.91**	**2.42**	**12.95**	**13.72**	**14.61**	**14.86**	**13.91**	**14.10**	**12.68**	**14.14**	**13.66**	**10.29**	**7.58**					
鐵爐坪																			
採礦	61.24	248.98	6.56	24.22	24.56	26.20	25.42	24.06	23.47	21.33	19.79	17.72	14.61	13.86	7.17				
運輸	2.84	11.53	0.24	0.94	1.06	1.18	1.17	1.14	1.11	1.03	0.96	0.87	0.72	0.70	0.40				
選礦	12.40	50.43	1.05	4.11	4.63	5.15	5.13	4.98	4.87	4.50	4.22	3.79	3.16	3.07	1.76				
銷售、一般及行政管理費	7.06	28.69	0.59	2.34	2.64	2.93	2.92	2.83	2.77	2.56	2.40	2.16	1.80	1.75	1.00				

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	2026 財年第四季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年
用																			
礦產資源稅與礦業權出讓費	7.63	31.00	1.46	3.89	3.77	3.13	3.07	2.96	2.84	2.57	2.29	1.71	1.38	1.23	0.69				
政府規費與其他稅費	3.52	14.30	0.30	1.17	1.31	1.46	1.45	1.41	1.38	1.27	1.20	1.08	0.90	0.87	0.50				
鐵爐坪運營成本總計	**94.68**	**384.93**	**10.20**	**36.67**	**37.97**	**40.06**	**39.17**	**37.38**	**36.46**	**33.26**	**30.86**	**27.33**	**22.56**	**21.48**	**11.54**				
龍門東溝																			
採礦	63.99	146.46	2.11	10.06	8.83	9.96	10.45	9.89	9.98	10.06	9.17	9.17	9.33	8.51	9.68	8.43	8.29	7.97	4.58
運輸	2.84	6.49	0.06	0.29	0.30	0.36	0.42	0.42	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.41	0.25
選礦	12.40	28.39	0.28	1.25	1.29	1.59	1.84	1.83	1.91	1.94	1.94	1.95	1.96	1.98	1.98	1.89	1.88	1.78	1.10
銷售、一般及行政管理費用	7.06	16.15	0.16	0.71	0.73	0.91	1.04	1.04	1.09	1.11	1.10	1.11	1.11	1.13	1.13	1.07	1.07	1.01	0.62
礦產資源稅與礦業權出讓費	9.61	22.01	0.51	1.57	1.44	1.21	1.35	1.36	1.40	1.45	1.46	1.31	1.38	1.30	1.36	1.38	1.42	1.31	0.80
政府規費與其他稅費	3.52	8.05	0.08	0.35	0.37	0.45	0.52	0.52	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.53	0.53	0.50	0.31
龍門東溝運營成本總計	**99.42**	**227.55**	**3.21**	**14.23**	**12.95**	**14.49**	**15.62**	**15.04**	**15.36**	**15.55**	**14.67**	**14.56**	**14.78**	**13.93**	**15.16**	**13.74**	**13.62**	**12.98**	**7.65**
龍門西溝																			
採礦	64.59	159.86	4.48	18.39	17.48	17.40	15.89	15.53	15.43	15.14	13.80	10.46	7.16	5.66	3.03				
運輸	2.84	7.02	0.19	0.67	0.71	0.71	0.71	0.70	0.70	0.69	0.65	0.48	0.37	0.30	0.14				
選礦	12.41	30.70	0.82	2.92	3.10	3.10	3.09	3.07	3.06	3.00	2.84	2.11	1.63	1.33	0.63				
銷售、一般及行政管理費用	7.06	17.47	0.47	1.66	1.77	1.76	1.76	1.74	1.74	1.71	1.62	1.20	0.93	0.76	0.36				
礦產資源稅與礦業權出讓費	8.74	21.64	1.15	3.16	2.59	1.98	1.90	1.96	1.87	1.83	1.74	1.29	0.99	0.80	0.36				
政府規費與其他稅費	3.52	8.71	0.23	0.83	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.85	0.81	0.60	0.46	0.38	0.18				
龍門西溝運營成本總計	**99.15**	**245.39**	**7.34**	**27.61**	**26.53**	**25.83**	**24.23**	**23.87**	**23.67**	**23.22**	**21.45**	**16.14**	**11.55**	**9.23**	**4.71**				
東草溝																			
採礦	74.88	27.30	0.31	2.03	2.14	3.91	4.30	4.01	3.82	3.64	3.14								
運輸	2.84	1.03	0.00	0.06	0.06	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.13								
選礦	12.40	4.52	0.02	0.27	0.26	0.66	0.69	0.68	0.69	0.68	0.58								
銷售、一般及行政管理費用	7.06	2.57	0.01	0.15	0.15	0.37	0.39	0.39	0.39	0.38	0.33								
礦產資源稅與礦業權出讓費	4.29	1.56	0.01	0.15	0.11	0.24	0.24	0.20	0.23	0.21	0.18								
政府規費與其他稅費	3.52	1.28	0.00	0.08	0.07	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.16								
東草溝運營成本總計	**104.98**	**38.28**	**0.36**	**2.74**	**2.80**	**5.53**	**5.97**	**5.62**	**5.50**	**5.25**	**4.53**								
寬平																			
採礦	105.71	26.18		5.50	10.10	8.87	1.70												

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	2026 財年第四季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年
運輸	6.11	1.51		0.21	0.60	0.59	0.11												
選礦	12.40	3.07		0.43	1.21	1.20	0.23												
銷售、一般及行政管理費用	7.06	1.75		0.24	0.69	0.69	0.13												
礦產資源稅與礦業權出讓費	10.51	2.60		0.36	1.20	0.89	0.15												
政府規費與其他稅費	3.52	0.87		0.12	0.34	0.34	0.06												
東草溝運營成本總計	**145.31**	**35.98**		**6.87**	**14.14**	**12.58**	**2.39**												
洛寧礦區總計																			
採礦	75.43	1442.1	23.92	115.76	125.72	127.26	121.82	117.97	116.39	112.42	110.29	99.16	88.79	78.78	61.33	45.00	42.45	35.01	20.05
運輸	3.06	58.56	0.82	4.03	4.82	5.23	4.90	4.80	4.75	4.65	4.56	4.15	3.84	3.55	2.55	1.75	1.72	1.48	0.95
選礦	12.40	237.13	3.46	16.23	18.65	20.40	20.05	19.85	19.64	19.24	18.82	17.04	15.63	14.46	10.29	6.93	6.81	5.88	3.75
銷售、一般及行政管理費用	7.06	134.89	1.97	9.24	10.61	11.60	11.40	11.29	11.17	10.94	10.70	9.69	8.89	8.23	5.85	3.94	3.88	3.34	2.13
礦產資源稅與礦業權出讓費	9.83	188.03	5.46	18.26	17.96	15.03	14.45	14.76	14.30	14.04	13.63	12.23	11.10	9.78	7.71	5.90	6.00	4.74	2.68
政府規費與其他稅費	3.52	67.24	0.98	4.60	5.29	5.78	5.68	5.63	5.57	5.46	5.34	4.83	4.43	4.10	2.92	1.97	1.93	1.67	1.06
洛寧礦區運營成本總計	**111.30**	**2,128**	**36.62**	**168.13**	**183.04**	**185.31**	**178.31**	**174.31**	**171.82**	**166.75**	**163.34**	**147.10**	**132.68**	**118.89**	**90.65**	**65.50**	**62.80**	**52.11**	**30.63**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

1.14 經濟分析

雖然希爾威是一家生產型發行人，因此在編制 NI 43-101 技術報告時，無需對洛寧礦區進行經濟分析，但合資格人士認為，納入一項概要分析以說明相對於最新礦石儲量估算及相關生產計劃的經濟影響是合理的。

採用了洛寧礦區以下實際銷售金屬價格（除非另有說明，均為整個預計礦山服務年限內的洛寧礦區平均值）、平均成本及匯率（所有數值單位為美元）進行經濟分析：

- 金價（美元/金衡盎司） 3,400（2026 財年第四季度），2,975（2027 財年），2,800（礦山服務年限）
- 銀價（美元/金衡盎司） 76.80（2026 財年第四季度）、48.00（2027 財年）、38.40（2028 財年）、26.88（礦山服務年限）
- 鉛價（美元/磅） 0.90
- 鋅價（美元/磅） 1.92
- 銅價（美元/磅） 1.76
- 採礦成本（美元/噸） 75.43
- 選礦成本（美元/噸） 12.40
- 運輸成本（美元/噸） 3.06
- 礦產資源稅與權利金（美元/噸） 9.87
- 一般及行政管理費用（美元/噸） 7.05
- 政府規費及其他稅費（美元/噸） 3.52
- 維持性資本與增長性資本（美元/噸） 19.08
- 匯率 1 美元 = 7.00 元人民幣

合資格人士對上述經濟參數做出如下說明：

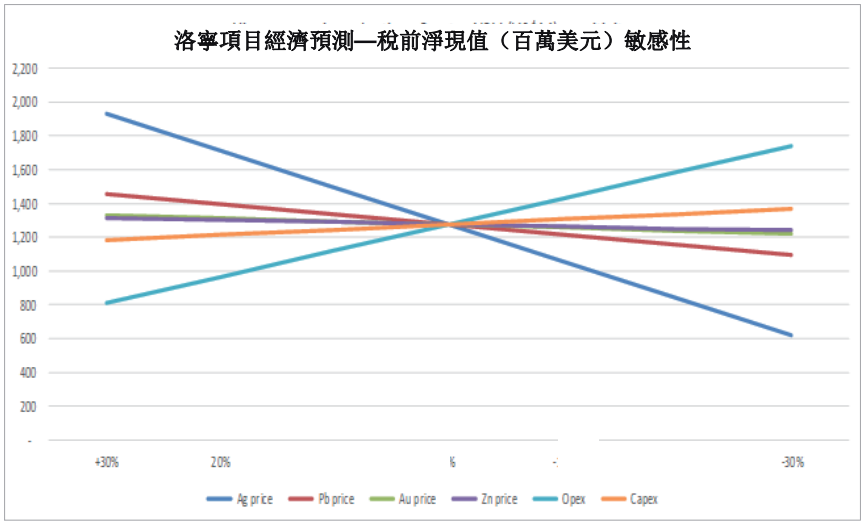
- 洛寧礦區實際金屬價格依據希爾威提供的資料，並假設以下美元市場價計算：
  - 金（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 4,000，2027 財年為 3,500，剩餘礦山服務年限為 2,800
  - 銀（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 80，2027 財年為 50，2028 財年為 40，剩餘礦山服務年限為 28
  - 鉛（美元/磅）：0.90
  - 鋅（美元/磅）：1.20
  - 銅（美元/磅）：4.40
- 除金在 2026 財年第四季度/2027 財年的價格，以及銀在 2026 財年第四季度/2027 財年/2028 財年的價格外，上述市場價格與採礦邊界品位計算中使用的價格一致。
- 成本數值如第 21 節所述（維持性資本和增長性資本包括截至 2028 財年的選礦廠擴建、尾礦庫和礦石分選資本）。

合資格人士還指出，撰寫本技術報告時的大致現貨金屬價格為：金—4,745 美元/盎司；銀—75.50 美元/盎司；鉛—0.86 美元/磅；鋅—1.49 美元/磅；銅—5.85 美元/磅。

基於礦山服務年限內的生產概況以及上述金屬價格和其他假設，預測了稅前和稅後現金流量。按 5%的貼現率計算，預計稅前淨現值為 12.75 億美元，稅後淨現值為 10.30 億美元。在整個礦山服務年限內，預計淨收入中 69.3%來自銀，20.1%來自鉛，5.4%來自金，4.6%來自鋅，0.6%來自銅。

還考察了在銀、金、鉛、鋅金屬價格以及運營成本和資本成本發生±30%變動的情況下，稅前淨現值（NPV）的敏感性（見圖 1.1）。

圖 1.1 洛寧項目稅前淨現值敏感性



來源：AMC，數據源自希爾威。

對價格最為敏感的是銀價（隨著銀品位的變化，這種敏感性實際上保持相同），其次是運營成本，但敏感性相對較低。淨現值對鉛價和資本支出的敏感性中等，對金價和鋅價的敏感性輕微。

洛寧礦區是一個可行的運營項目，基於證實和概略儲量，預計礦山服務年限可持續至2042年。通過進一步勘探和開發，特別是在已圈定推斷資源量的區域進一步勘探和開發，發現礦山服務年限仍有很大可能延長至2042年之後。

1.15 風險評估

AMC已根據香港聯交所上市規則第7號指引文件，對洛寧礦區所識別的風險完成了風險評估。表1.7匯總了該定性風險分析結果。風險等級反映了實施控制建議之前的狀態。

表 1.7 項目風險評估

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
礦產資源量					
有偏的碎屑採樣	由於取樣偏差，導致與礦產資源量模型中估算的品位不同。	確保所有刻槽用金剛石鋸切割並採集有代表性的樣品。	有可能	輕微	低
質量保證/質量控制記錄	洛寧項目早期以及寬平項目被希爾威收購前，質量保證/質量	計劃在質量保證/質量控制有限的區域進行補充鑽探/刻槽取	有可能	輕微	低

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
	控制記錄有限。	樣，並確保實施符合行業最佳實踐的質量保證/質量控制程序。			
認證標準物質（CRM）樣品非盲樣	多家實驗室持續顯示出高精密度、高準確度的結果，表明實驗室已了解認證標準物質的預期值。	可使用外檢重複樣來確認主實驗室的精密度是否得以維持。	有可能	輕微	低
礦脈幾何形態	由於洛寧礦區礦脈具有典型的膨縮特徵，礦脈中具經濟潛力的礦化位置及其品位和噸位往往存在顯著不確定性。	大量的礦脈以及每條礦脈內活躍的開採區域意味著整體經濟風險得到緩解。	有可能	輕微	低
品位估算不準確	寬間距取樣可能導致控制和推斷礦產資源量類別中的品位估算錯誤。	確保在計劃開採前有足夠密度的鑽探工程。	有可能	中等	中
許可證深度	按銀當量金屬計約21%的礦產資源量及按噸位計約24%的礦產資源量的高程低於當前採礦許可證。	繼續申請增加當前採礦許可證的深度。	不太可能	嚴重	中
礦產儲量與採礦					
生產計劃	由於勞動力或設備不足導致重大生產缺口。	確保承包商能夠滿足生產計劃的要求。迅速解決可能導致生產延誤的問題。	有可能	中等	中
生產計劃	超出採礦許可證允許範圍的開採將導致經濟處罰或停產	確保監管機構充分知情，並按要求獲得必要的許可。	不太可能	輕微	低
生產計劃	貧化超過預期，導致在計劃產量下金屬產出降低。	在所有礦山的設計、鑽探和爆破中實施高度過程控制。	有可能	中等	中
地下開拓及采場准備	地下開拓和/或采場規劃和/或執行率不足。	在所有礦山保持規劃/調度/執行/控制的勤勉流程。	有可能	中等	中
采場品位控制	品位控制不足，導致開採更多廢石，而運至地表的礦石品位較低。	在礦脈開拓和采場中維持持續且高水平的地質品位控制。	有可能	中等	中
岩土工程	重大地質構造和/或	確保早期岩土工程評	有可能	中等	中

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
	不利的地層條件導致生產中斷和/或安全問題。	估、適當的岩層支護、人員意識、既定程序以及持續的安全監測。			
水文地質	湧水量超出預期，導致地下淹沒及潛在的生產中斷。	進行湧水量監測並維護排水設施。	不太可能	輕微	低
引入更多機械化設備	培訓不足和/或必要的操作安全規程制定及實施不足，導致人員受傷風險和/或生產中斷。	建立並維持必要的人員培訓，並為礦區的各類設備制定全面的操作和安全規程。	有可能	中等	中
廢石管理	宏發廠廢石場空間不足或堆放作業受阻。	對所有廢石場保持規劃和測量警惕。確保場地設施能夠滿足未來計劃產生的廢石量。對宏發廠進行適當的維護。持續考慮井下廢石儲存。	不太可能	輕微	低
礦石堆場管理	礦石堆場空間不足。	確保針對增加的產量進行適當的堆場規劃和場地安排。	不太可能	輕微	低
選礦					
XRT 分選性能	無法實現預期的 XRT 礦石分選性能，導致金屬回收率被高估。	進行更多在線測試，調整 XRT 礦石分選機的操作參數，以逐步提高拋廢率並降低金屬損失率。	有可能	輕微	低
金屬回收率	由於選礦廠給礦礦石性質的改變導致金屬回收率下降。	持續對不同礦體進行浮選試驗，並適當指導選礦廠的操作。	有可能	輕微	低
基礎設施					
供電	在用電高峰期電力供應不足或不穩定，導致運營中斷。	與供電單位保持溝通。為關鍵基礎設施和服務維持應急電源。	不太可能	輕微	低
尾礦庫（TSF）					
尾礦庫管理	潰壩導致尾礦洩漏和/或重大事故。	確保始終建立並遵循最佳實踐的設計、檢查、監測和反應機制。	不太可能	嚴重	中

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
尾礦庫庫容	尾礦庫容積不足，導致無法完全按計劃完成礦山服務年限生產。	根據預期及實際的尾礦排放量及其對未來儲存的影響，持續勤勉地進行尾礦庫測量和規劃。	不太可能	嚴重	中
環境與社會					
取水、地表水與地下水	由於意外排放未經處理的生產、生活或其他廢水，導致採礦和/或選礦活動造成污染。	持續在洛寧礦區上下游進行水質監測。確保所有場地廢水排放符合中國法律要求。	有可能	中等	中
廢石與尾礦產生的酸性岩排水	迄今為止，洛寧礦區未發現顯著的酸性岩排水問題，但隨著新區域的開發，可能存在潛在風險。	保持警惕，對廢石/尾礦進行測試，以評估任何酸性岩排水風險。	不太可能	輕微	低
社會影響和社區參與	公司與當地社區的溝通互動良好，但必須認識到始終存在出現問題的可能性。	與所有利益相關方保持定期互動，並持續關注公司活動對社會的潛在影響。	不太可能	中等	低
資本支出和運營成本					
資本支出增加	缺乏詳細規劃/預算，導致未預見的額外資本支出，並對現金流產生不利影響。	定期審查為實現預期開發和生產計劃所需的維持性及投資性資本的計劃和預算。	有可能	輕微	低
運營成本增加	由於規劃不足和/或資源配置不當和/或通貨膨脹，導致運營支出大幅增加，對運營績效和現金流產生不利影響。	定期審查承包商和公司雙方的礦山服務年限計劃/預算及運營績效。與承包商和供應商建立長期安排。	有可能	中等	中

1.16 建議措施

除下述坑道勘探和鑽探的成本估算（總計 3,995 萬美元，屬於計劃內礦山服務年限資本支出的一部分）外，合資格人認為，實施以下建議將構成洛寧礦區日常運營成本的一部分。

1.16.1 總體安全

保持對礦山和現場安全的相關關注及所採取的措施，包括實施一項政策，即採用中國或加拿大安全標準中更為嚴格者。合資格人士注意到，希爾威在某些安全領域已超出中國法規要求，且公司表示將持續關注生產流程安全的改進。

1.16.2 勘查

繼續在洛寧礦區進行坑道勘探和金剛石鑽探。坑道勘探用於將鑽探圈定的資源量提升至探明類別，金剛石鑽探用於擴展和提升先前鑽探圈定的資源量、探索礦脈構造未勘探部分的新的礦化帶，以及測試礦脈構造的下延和沿走向延伸部分。擬議的勘探工作如下：

1.16.2.1 沙溝

坑道勘探：

- 在-40米至850米中段之間，對S14、S14_1、S14_2、S16E、S16E2、S16E5、S16W、S16W1、S18E2、S19、S19E、S19E1、S19W、S1W、S1W2、S1W3、S1W5、S2、S21、S21W、S21W3、S21W5、S22、S23、S23W、S27E1、S27E2、S2W、S2W1、S2W2、S2W2_3、S31、S31E、S32、S37、S37E、S39、S39W、S4E、S5、S6、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_2a2、S7_2E、S7_2Ea、S7_3、S7_4、S74、S76、S7W、S7W1、S7W11、S8、S8_1、S8E、S8E1、S8W及S8W2礦脈進行23,140米坑道勘探。

鑽探：

- 對S1、S10、S11、S14、S14_1、S14_2、S16E1、S16E2、S16W、S16W1、S18、S18E2、S18W、S19、S19E、S19W、S1W、S1W2、S1W3、S1W5、S2、S21、S21W1、S23、S23W、S26、S26E、S26W、S27、S27E、S27E1、S27E2、S27W、S28、S28E、S29、S2W、S2W1、S2W2、S2W2_1、S2W2_3、S31、S31E、S32、S32E、S33、S36、S39、S51、S53、S54、S54N、S6、S6E1、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_2E、S74、S7E、S7E2、S7W1、S7W11、S8、S8E1、S8W和S8W2礦脈進行8,530米地表鑽探和56,470米地下金剛石鑽探。

1.16.2.2 後張溝

坑道勘探：

- 在300米至850米中段之間，對HZ10、HZ11、HZ12、HZ15、HZ15W2、HZ20、HZ20E、HZ22、HZ22S、HZ26、HZ26W、S28和S8礦脈進行6,275米坑道勘探。

鑽探：

- 對HZ10、HZ11、HZ12、HZ15、HZ18、HZ20、HZ20E、HZ22、HZ22E1、HZ22S、HZ22W、HZ26、HZ26E、HZ26E8、HZ26W_1、HZ27、S19、S27、S28、S7_1和S8礦脈進行7,920米地表鑽探和14,080米地下鑽探。

1.16.2.3 蒿坪溝

坑道勘探：

- 在50米至790米中段之間，對H10、H10_1、H10_1a、H11、H12、H12_1、H12W、H13、H14、H14a、H15、H15W、H15W4、H16、H16_1、H16_3、H16_3E、H16_5、H17、H17_1、H17_1a、H18、H20W、H29、H32、H32a、H32E1、H38、H39_1a、H40、H40W、H42、H5、H5_1、H5_2和H5W主要礦脈進行10,400米坑道勘探。

鑽探：

- 對B03、H10、H10_1、H10_1a、H11、H12、H12_1、H13、H14、H14a、H15、H15_1、H15W、H16、H16_1、H16_3、H16_5、H17、H17_1a、H18、H20W、H32、H32E1、H38、H39_1、H40、H41、H5、H5_2和H9礦脈進行1,245米地表鑽探和34,095米地下金剛石鑽探。

1.16.2.4 龍門東溝

坑道勘探：

- 在400米至1,100米中段之間，對LM1、LM2、LM2W、LM3_2、LM3_2E、LM3_4、LM3E、LM3W2、LM4、LM4E2、LM5、LM5a、LM5E、LM5E1、LM5E2、LM5W5、LM6、LM6_1、LM6W、LM6W_1、LM73、LM75、LM75a、LM79、LM82和LM82E礦脈進行6,280米巷道勘探。

鑽探：

- 對LM1、LM18E1、LM18W3、LM2、LM2E4、LM2W1、LM2W2、LM3、LM3_1、LM3_2、LM3_2E、LM3_4、LM3E2、LM3W、LM3W2、LM3W3、LM4、LM4E2、LM4W、LM4W1、LM4W3、LM5、LM5E、LM5E1、LM5E2、LM5W、LM5W7、LM6、LM6_1、LM68、LM6W、LM6W_1、LM71、LM73、LM75、LM76、LM79、LM82、LM82E、LM84、LM86、LM9和M4W1礦脈進行710米地表鑽探和29,290米地下金剛石鑽探。

1.16.2.5 龍門西溝

坑道勘探：

- 在500米至1,070米中段之間，對LM11、LM11E、LM11E1、LM12、LM12_1、LM12_3、LM12_4、LM12E、LM12E6、LM12E6a、LM12Ea2、LM13W、LM13W2、LM13Wa、LM14、LM14_2、LM14a、LM17、LM17W、LM17W1、LM17W2、LM17W4、LM17W5、LM17W6、LM19、LM19_1、LM19W1、LM19W2、LM19Wa、LM20、LM21、LM22、LM25、LM25W、LM25W1、LM26、LM26a、LM28、LM30、LM32、LM32E、LM32E1、LM33、LM34、LM41E、LM41E2、LM41E7、LM41W、LM50、LM50_3、LM50a、LM52、LM52_1、LM53、LM54、LM54_1、LM58、LM7、LM7E、LM8、LM8_3、LM8_4a、LM8_5、LM8_7、LM8_9、T24、W1、W18、W18E1、W2、W2W、W2W1、W5、W6、W6a、W6E、W6E1、W6E2和W6W礦脈及其平行支脈進行18,500米巷道勘探。

鑽探：

- 對LM11、LM11E、LM12_1、LM12_2、LM12E、LM12E1、LM12E6、LM13W、LM14、LM14_1、LM14a、LM14W、LM16、LM16E1、LM17、LM17E1、LM17W、LM17W1、LM17W2、LM17W3、LM19_1、LM19E1、LM19W1、LM19W2、LM19W4、LM20、LM20E、LM20W、LM22、LM25、LM25W1、LM26、LM28、LM32、LM32E、LM41、LM41_1、LM41E、LM41E1、LM41E2、LM41E4、LM41E7、LM41W、LM50、LM51、LM52、LM53、LM54、LM54_1、LM56、LM58、LM58_1、LM59、LM7、LM7E、LM7W2、LM8、LM8_13、LM8_3a、LM8_4、LM8_5、W1、W18、W18E2、W18W、W18W_2、W6、W6E、W6E1、W6E2和W6W礦脈及其平行礦脈構造進行3,000米地表鑽探和60,000米地下鑽探。

1.16.2.6 鐵爐坪

坑道勘探：

- 在500米至1,120米中段之間，對T1系列、T2系列、T3系列、T4、T4E、T5系列、T11、T11E4、T11W1、T12、T12E、T14系列、T15系列、T16系列、T17系列、T20、T21、T21W、T22系列、T23系列、T24、T26、T26E1、T27、T27E、T27W、T28、T28、T28_1、T28E、T29、T30、T31系列、T33系列、T35E、T35E1、T38、T38E、T39E1、T39E、T39W和T53礦脈進行21,600米坑道勘探。

鑽探：

- 對T1系列、T2、T3系列、T5、T11系列、T12、T14、T14E、T15系列、T16系列、T17系列、T20、T21、T21W1、T22系列、T23、T24、T26、T26E、T28、T31、T31W3、T31W5、T33系列、T35系列、T39系列、T41、T50、T51、T52和T53礦脈進行2,660米地表鑽探和67,340米地下鑽探。

1.16.2.7 東草溝

坑道勘探：

- 在700米至780米中段之間，對C4、C4E、C7_1、C7_1a、C7_2、C8、C8E1、C9_1、C9W1、C9W2礦脈進行2,152米坑道勘探。

鑽探：

- 對C8、C8E1、C9_1、C9_2、C9_5、C9E1、C9E3、C9W2、CJ9和CJ9W礦脈進行5,000米地下鑽探。

1.16.2.8 寬平

坑道勘探：

- 在805米至1120米中段之間，對K3和K4礦脈進行4,101米坑道勘探。

鑽探：

- 對K1、K2和K3礦脈進行2,315米地表鑽探和7,200米地下鑽探。

1.16.2.9 勘探成本

上述勘探工作的估計成本為：

- 坑道勘探：221,120,000元人民幣（3,159萬美元）
- 鑽探：58,557,000元人民幣（837萬美元）

1.16.3 鑽探

合資格人士建議如下：

- 應對2020年沙溝密度測量所採用的程序進行獨立審查，並在必要時進行修改。
- 所有密度樣品應進行地質描述，特別關注氧化程度以及是否存在孔洞或孔隙。
- 密度樣品的最小重量應為1千克。用於化驗的樣品部分應盡可能代表用於密度測量的那部分礦化。優選對密度樣品本身進行化驗，但前提是蠟不會導致化驗樣品製備出現問題。
- 對於某些樣品，通過納入銅和鐵的化驗結果，回歸模型可能會得到改進。在含有顯著量黃銅礦、銀黝銅礦、黃鐵礦或赤鐵礦的樣品中，這些礦物可能對樣品的總體密度有顯著貢獻。
- 寬平密度測量所採用的程序應予記錄。
- 當前密度數據中後張溝、東草溝和寬平的代表性不足。需要對這些礦床進行進一步的取樣。

1.16.4 樣品製備、分析和安全

本章所有建議均針對洛寧項目，另有注明專門針對寬平項目的除外。

1.16.4.1 實驗室

- 應根據類似規程選擇實驗室，或盡可能在實驗室之間標準化規程。
- 嘗試標準化各個實驗室使用的破碎方法、破碎二次取樣方法、樣品量、檢出下限和上限以及超限處理技術。
- 停止在二次取樣前使用卷墊組合樣品。分樣器或自動旋轉分樣器是更可靠的系統，不易產生取樣偏差。
- 應對粉末樣品進行濕法粒度分析，以檢驗研磨粒度規程的合規性。

1.16.4.2 CRM（認證標準物質）

- 需要與實驗室經理討論部分實驗室數據過於精確的問題。
- 維護一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次已完成的補救措施。

- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 除了目前在各礦山分別審查QA/QC樣品的做法外，考慮實施對所有礦山的QA/QC樣品進行集中審查。鑒於所有礦山都共用相同的認證標準物質和實驗室，這將為監測實驗室的檢測表現及其變化趨勢提供額外的數據支撐。
- 應進一步調查數據偏差（包括正偏差和負偏差）以及分析漂移的問題，包括所有實驗室之間樣品製備和分析方法的標準化。
- 考慮開發幾種洛寧礦區專用的定制認證標準物質。多家認證標準物質供應商可以利用剩餘的粗碎樣廢料製作認證標準物質，並提供相關的認證和文件。這可能有助於減少所需認證標準物質的數量，並且還能提供基質與洛寧礦區礦床相匹配的認證標準物質。
- 考慮增加一種用於監測低品位鋅（小於0.2%）的認證標準物質。

1.16.4.3 空白樣

- 向多家實驗室發送一批粗粒空白樣，以便確定空白樣源材料中銀、鉛和鋅品位分佈的統計數據。應對每個料場完成此項工作，以確保源材料的銀、鉛、鋅和金濃度足夠低。如果使用來自不同料場的空白樣材料，應為每種空白樣材料進行標識，以便追溯其來源。
- 修訂規程，以便採用系統的方法插入空白樣，鑽探樣品和坑探樣品的插入頻率均為每25個樣品中至少插入一個空白樣（4%）。
- 在預期的高品位礦化段之後立即插入空白樣。
- 同時使用粗粒和細粒（粉末）空白樣材料，以便監控樣品製備和分析過程中的污染情況。
- 確保所有實驗室均運行各自的內部空白樣以監控污染。如有可能，應實時獲取實驗室內部QA/QC數據，並將其納入希爾威的數據庫。
- 調查是否可以在實驗室之間統一檢出限和分析方法，以確保空白樣指標的一致性。
- 實施對空白樣結果的實時監控，確保對含有空白樣超差的樣品批次進行調查和重新分析。
- 維護一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次已完成的補救措施。
- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 提交粉末副本樣進行分析，以便確定每個實驗室的實際檢出限。

1.16.4.4 重複樣

- 重複樣插入率應提高至提交樣品總數的5-6%，並應包含現場重複樣、粗碎重複樣和粉末重複樣。在取樣流程的不同階段採集重複樣，有助於查明取樣誤差的來源。
- 調查岩心及坑探樣品現場重複樣吻合度差的原因。具體措施可包括包含以下內容的測試階段：
  - 提交二分之一剖分的岩心作為現場重複樣，以替代原先的四分之一剖分岩心（如有必要，可在將岩心切成兩半之前，先切下一小薄片岩心並留存歸檔）。
  - 考慮增加地下樣品的規格。

1.16.4.5 外檢樣

- 選擇單個第三方實驗室作為**外檢**實驗室。
- 定期向**外檢**實驗室提交隨機抽取的粉末樣，並附帶認證標準物質、空白樣和重複樣。此舉旨在評估**外檢**實驗室對該批次樣品的指標。

- 將**外檢**樣品的送檢比例提高至所有採集樣品的4% - 5%。

1.16.4.6 一般性建議

洛寧項目

- 盡可能統一實驗室的樣品製備和分析規程。
- 所有QA/QC樣品類型的插入率都應提高，以符合普遍公認的行業標準。提交給實驗室的每批樣品中都應包含QA/QC樣品。
- 在樣品批次中隨機插入QA/QC樣品，而非像目前這樣固定連續插入認證標準物質、空白樣和**重複**樣。這將使實驗室更難預先確定QA/QC樣品的類型。
- 調查是否可以獲得實驗室內部的QA/QC數據，以及除了希爾威的數據之外，是否可以審查這些數據。
- 填充並利用已規劃的、具備QA/QC功能的商業鑽孔數據庫。
- 維護一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次已完成的補救措施。
- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 除了目前在各礦山分別審查QA/QC樣品的做法外，考慮實施對所有礦山的QA/QC樣品進行集中審查。鑒於所有礦山都共用相同的實驗室，這將為監測實驗室的檢測表現及其變化趨勢提供額外的數據支撐。
- 對所有樣品（包括QA/QC樣品）的批號編碼進行標準化，以便能夠按批次對數據進行審核。

寬平項目

- 升級所有鑽探和採樣工作，至少達到洛寧項目所採用的QA/QC規程標準。
- 應保留所有QA/QC提交和處理記錄。

1.16.5 數據核驗

- 推進所有礦山數據庫的集中化與標準化，以減少重複數據並最大程度降低版本控制問題。設置規則或查找表，確保數據在上傳前有效。
- 為每個礦山建立標準的數據集邊界，並在必要時包含重疊區域。
- 確保化驗數據的記錄不進行四捨五入，以準確反映原始化驗證書的內容。
- 建立一套規程，對分析結果低於檢出下限的樣品進行一致處理。
- 對刻槽取樣數據庫進行進一步隨機抽檢分析，並酌情進行更正。
- 建立一套規程，以確保未取樣區間在數據庫中得到一致且明確的記錄。
- 確保當同一個樣品編號出現在兩份證書上時，必須有書面記錄的理由和標記，以明確哪些化驗數據被用於礦產資源量估算。
- 解決重複的鑽孔和坑探工程編號問題，以便將整個洛寧數據庫作為一個整體進行審計。制定程序，確保每個礦床的鑽孔編號和樣品編號具有唯一性。
- 將QA/QC數據存儲在數據庫內，並確保樣品數據和QA/QC數據之間的證書（批次）編號保持一致。
- 確保化驗數據庫內的日期字段以統一的格式進行填充。核查所有日期的有效性，並按需進行更正。缺失的日期應通過歷史記錄或交叉參考鑽孔日期、取樣日期和分析日期進行更正。

1.16.6 礦產資源量

1.16.6.1 估算流程

- 繼續在所有礦山推行標準化的建模規程，助力高效的模型審計。
- 在礦產資源量估算過程中，明確關鍵人員的職責分工。這應包括對所有輸入數據進行嚴格的內部同行評審，包括輸入數據庫、三維礦脈/實體域模型、采空區及核銷區線框等。該內部評審流程可採取結構化的方式，例如在建模過程的每個關鍵階段設置正式的內部數據簽批環節。
- 確保礦脈模型在既定參數（例如硬邊界搜索鄰域）背景下適合用作估算礦化域。處於相似構造位置但在採礦背景下被視為同一礦脈的不同礦脈，可能需要劃分為不同的礦化域（使用不同的礦脈礦化域名稱）。反之，空間上相關且僅受小斷層錯斷的礦脈，可合併為單個礦化域（使用相同的礦脈礦化域名稱）。這將使塊體能夠基於適當的數據進行估值，並消除生成的塊體模型中的畸變問題。

1.16.6.2 資源量數據庫

- 完成將所有礦產資源量數據集從單個礦山的數據解決方案（Excel™文件）到中央Micromine Geobank™數據庫的遷移，並實施數據驗證檢查。
- 在數據庫中創建字段，用於標識應從礦產資源量中排除的任何鑽孔或刻槽樣品。保存任何數據被排除的原因說明，並提供給所有參與該項目工作的外部合資格人士。
- 考慮對中文礦脈名稱到英文礦脈名稱的翻譯進行標準化，以確保連續（即年度）礦產資源量更新之間的連貫性。這將有助於在逐個礦脈的基礎上對單個塊體模型進行更詳細的比較。這也可以通過一份記錄同一礦脈歷次名稱的追蹤文檔來實現。

1.16.6.3 礦脈建模

- 為礦產資源量估算之目的，制定適用於所有礦床的標準化礦脈建模流程。該流程應包括涵蓋以下方面的標準：從已知礦化體向外推斷礦脈的範圍、將礦脈合併（或拆分）為單個估算礦化域的標準，以及最小礦脈寬度標準。
- 在線框模型構建過程中，通過增加頂點數量提高三角網格的分辨率，從而防止在數據密度波動劇烈或數據稀疏的礦脈中出現有害的三角形畸變。調研先進的礦脈建模工具（如隱式建模），以創建更合理、更穩健的礦脈線框模型。
- 在適當的情況下，使用線框布爾運算工具對相交的礦脈進行切割。
- 調整線框建模流程，以減少礦脈在數據點之間出現厚度小於0.4米的尖滅現象。

1.16.6.4 損耗建模

- 在構建采空區和核銷區時，確保「套裁」編碼線框與礦脈模型的走向/傾向正交。
- 除了縱向平面上構建的任何「套裁」線框之外，還應使用采空區線框，以確保天井和穿脈巷道得到正確的編碼和損耗計算。

1.16.7 選礦

- 定期進行選礦廠審計，以確保最佳的過程控制和選礦廠性能。
- 持續以改進選礦系統及輔助設施（包括XRT礦石分選機）為目標，以提高金屬回收率並降低能耗。
- 針對XRT分選工作，建立並維持完備的運行數據收集機制，實現設備最優化運用，提升生產價值效益。
- 確保對3號選礦廠建設和調試以及1號選礦廠逐步關閉的過渡期進行嚴格控制。

1.16.8 尾礦庫

合資格人士注：希爾威對以下建議的初步回應已納入技術報告第 18.1 節。

- 應考慮對所有三個設施採用更嚴格的水文設計標準，採用比目前採用的500年一遇或1,000年一遇更極端的入庫設計洪水。
- 應採用最新的分析方法，並考慮所有適當的荷載條件，對現有設施進行邊坡穩定性分析重新評估。首先，應嚴格審查從現場和實驗室試驗獲得的所有數據，尤其注意基於靜力觸探試驗（CPTu）結果識別收縮性材料。應進行不排水極限平衡分析。根據該審查和不排水分析的結果，可能需要使用高級數值模型（即非線性變形分析）進行更複雜的分析。
- 對於3號尾礦庫，合資格人士建議考慮在初期壩上游的高密度聚乙烯庫底襯墊上方安裝地下排水系統。該系統的目的是促進尾礦體的排水，以便後續建設上游法堆壩。
- 此外，就3號尾礦庫而言，應委聘獨立的尾礦庫設計專家，審閱及檢查竣工建設情況，包括導流渠、相鄰邊坡穩定性方面，以及在極端天氣事件發生時道路通行的維護。

1.16.9 地表道路與運輸

- 評估陡坡區域的所有道路，並採取適當措施消除任何缺乏道路安全護欄和/或可能存在邊坡失穩風險的路段的風險。
- 對於洛寧礦區及周邊區域的整體的道路運輸，特別是在道路及隧道內道路交通量增加及與非本公司車輛交匯的情況下，繼續確保適當的安全規程到位並得到遵守。

1.16.10 採礦

- 對於內部規劃和預測以及對外報告，繼續推進各礦山及整個洛寧礦區的資源量估算、儲量估算及礦山規劃流程的完全整合。
- 通過採礦質量控制部門，繼續加強貧化與品位控制，並實施最佳採礦實踐。這對於在洛寧礦區整個礦山服務年限內實現礦石儲量品位，同時以顯著提高的生產率生產礦石至關重要。
- 總體上保持對礦山規劃和控制的持續重點關注——特別是如上所述的貧化方面，同時也關注人員數量與能力，以及機械化設備的維護。
- 確保洛寧各礦實施和維護安全的岩土控制措施時，將岩土工程的理解與規劃置於首位。
- 繼續計劃在洛寧礦區引入更先進的技術，同時制定和實施與使用更多機械化設備和新採礦方法相關的所有必要操作和安全措施。引入更多機械化設備也帶來了額外的安全考量，需開展專項培訓，並嚴格執行相關規程和操作實踐。需要處理的具體方面包括：在開放眉線、天井及溜礦井區域附近操作設備及人員；遠程礦石搬運操作與操作員保護；以及根據巷道寬度設置安全躲避硐室並保證合理的設備間隙。合資格人士認可希爾威關於已培訓實施的說明，且洛寧礦區運營中當前所有任務均已評估和標準化，以確保安全生產，以及在遵守安全規程方面。
- 在整個洛寧礦區運營中保持高水平的開拓規劃、進度安排和控制。在這方面，實現開拓計劃的完成（尤其是在未來幾年）將是進一步計劃增產的關鍵因素。
- 確保承包商持續了解並履行其要求和責任，包括資源的提供與保障，特別是熟練勞動力數量和維護得當的設備。
- 對於近期引入的中深孔採礦，確保持續實施綜合方案，對照設計監測鑿岩和爆破效果，包括定期進行空區監測測量。為了優化中深孔採礦的整體效果——特別是在安全、生產率和貧化方面——建議聘請專家指導。這可能包括關於采場入口與設計、設備、操作規程、鑿岩爆破設計、岩土工程評估和支護（尤其是硐口和下盤附近）以及充填方面的建議。

- 再次強調，關於中深孔採礦，考慮在適當區域更廣泛地應用該方法，以期進一步提高采場生產率。在進行此項工作時，必須認識到，需更多關注旨在控制貧化的設計和爆破實踐。
- 對於房柱採礦法，確保設計和操作實踐包括岩土工程和支護評估，並在局部以及更廣泛的房柱區域內實現足夠的礦柱穩定性和頂板穩定性。
- 對於占主導地位的削壁充填採礦法和留礦採礦法，在設計、鑿岩和爆破方面保持高度的過程控制。這對於實現貧化目標至關重要。
- 在適當的情況下，就膏體充填事宜聘請專家指導，包括配方、膠結劑類型與用量、適當的強度要求及其隨時間的變化規律、測試規程、輸送系統以及充填作業。
- 關於柴油設備操作，確保遵守監管要求和最佳實踐中的通風標準，包括關於有害氣體和柴油顆粒物（DPM）濃度的標準。
- 特別是對於房柱採礦和中深孔採礦，對照當前預測監測和評估礦石回收率。
- 繼續關注礦石堆存和記錄保存程序，並評估礦山和選礦廠之間對賬績效的所有方面。
- 在可行且安全的條件下，對於所有合適的採礦方法，持續考慮將廢料填入采場空區。
- 持續關注運營效率和成本效益。合資格人士認為，相對於預計的年產量增長和更多機械化採礦的引入，單位成本估算是合理的；但考慮到成本通脹壓力，這種關注將至關重要。
- 考慮在洛寧礦區增加使用電動/電池採礦車輛。

目录

1 摘要 iii
1.1 簡介 iii
1.2 地質學、勘探與礦產資源量 iv
1.3 礦產資源量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日） viii
1.4 採礦與礦產儲量 ix
1.5 核驗 xii
1.6 礦產儲量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日） xiii
1.7 礦山服務年限計劃 xxiv
1.8 選冶和選礦 xvii
1.9 人員 xxviii
1.10 主要基礎設施（含尾礦庫） xxvi
1.11 市場研究和合同 xxvii
1.12 環境、許可、社會/社區影響 xxvii
1.13 資本支出和運營成本 xxviii
1.14 經濟分析 xxxvix
1.15 風險評估 xxxvii
1.16 建議措施 xxxviiiii
1.16.1 總體安全 xxxiii
1.16.2 勘查 xxxiv
1.16.3 鑽探 xxxvi
1.16.4 樣品製備、分析和安全 xxxvii
1.16.5 數據核驗 xxxix
1.16.6 礦產資源量 xlv
1.16.6.1 估算流程 xlv
1.16.6.2 資源量數據庫 xlvi
1.16.6.3 礦脈建模 xlvi
1.16.6.4 損耗建模 xlvi
1.16.7 選礦 xlvi
1.16.8 尾礦庫 xlvi
1.16.9 地表道路與運輸 xlvii
1.16.10 採礦 xlvii
2 簡介 69
3 對其他專家的依賴 66
4 礦區描述與位置 67
4.1 礦區位置 67
4.2 所有權 68

4.3 採礦許可證 69
4.4 探礦許可證 72
5 交通、氣候、當地資源、基礎設施和地形地貌 73
5.1 洛寧項目區 73
5.2 寬平項目區 74
6 歷史 75
6.1 洛寧項目 75
6.1.1 簡介 75
6.1.2 鑽探 75
6.1.3 所有權與生產 75
6.1.4 歷史礦產資源量與礦產儲量估算 76
6.2 寬平項目 76
6.2.1 簡介 82
6.2.2 勘查 76
6.2.3 鑽探 76
6.2.4 生產 76
6.2.5 歷史礦產資源量與礦產儲量估算 76
7 地質背景與礦化 77
7.1 區域地質 77
7.2 礦區地質 78
7.2.1 洛寧項目 78
7.2.2 寬平項目 79
7.3 礦化 80
7.3.1 概述 80
7.3.2 沙溝礦山 87
7.3.3 後張溝礦山 86
7.3.4 蒿坪溝礦山 88
7.3.5 鐵爐坪和龍門礦山 90
7.3.6 東草溝礦山 94
7.3.7 寬平礦區 96
8 礦床類型 99
9 勘探 100
9.1 洛寧項目 100
9.1.1 簡介 104
9.1.2 2024 年之前的坑道勘探情況匯總 104
9.1.3 2024-2025 年坑道勘探作業進展 106
9.1.4 沙溝 108

9.1.5 後張溝 113
9.1.6 蒿坪溝 115
9.1.7 鐵爐坪 118
9.1.8 龍門東溝 115
9.1.9 龍門西溝 116
9.1.10 東草溝 119
9.2 寬平項目 121
10 鑽探 132
10.1 洛寧項目 132
10.1.1 鑽探匯總 132
10.1.2 2024-2025 年結果匯總 133
10.1.3 按礦山/礦床進行的鑽探結果說明 133
10.1.3.1 沙溝 133
10.1.3.2 後張溝 137
10.1.3.3 蒿坪溝 137
10.1.3.4 鐵爐坪 139
10.1.3.5 龍門東溝 142
10.1.3.6 龍門西溝 143
10.1.3.7 東草溝 146
10.1.4 平面圖和剖面圖 147
10.1.5 體積密度測量和結果 147
10.1.5.1 測量和結果 147
10.1.5.2 關於體積密度的建議 148
10.1.6 鑽探程序 148
10.2 寬平項目 148
10.2.1 鑽探匯總 148
10.2.2 結果摘要 149
10.2.3 分礦脈結果討論 149
10.2.4 平面圖和剖面圖 150
10.2.5 體積密度測量和結果 150
10.2.5.1 關於體積密度的建議 150
10.2.6 鑽探程序 151
10.3 結論 151
11 樣品製備、分析與安保 152
11.1 洛寧項目 152
11.1.1 簡介 152
11.1.2 採樣 152
11.1.2.1 簡介 152
11.1.2.2 鑽孔取樣 152
11.1.2.3 坑探取樣 153

11.1.2.4 樣品運輸與安保 153
11.1.3 樣品製備與分析 154
11.1.3.1 實驗室規程 155
11.1.4 質量保證/質量控制 161
11.1.4.1 概述 161
11.1.4.2 認證標準物質 165
11.1.4.3 空白樣 183
11.1.4.4 重複樣 191
11.1.4.5 外檢（校驗）樣 174
11.2 寬平項目 179
11.2.1 簡介 179
11.2.2 採樣 180
11.2.2.1 簡介 180
11.2.2.2 鑽孔取樣 180
11.2.2.3 樣品運輸與安保 180
11.2.3 樣品製備與分析 180
11.2.3.1 實驗室規程 180
11.2.4 質量保證/質量控制 180
11.2.4.1 概述 180
11.2.4.2 認證標準物質 180
11.2.4.3 空白樣 181
11.2.4.4 重複樣 181
11.2.4.5 外檢（校驗）樣 182
11.3 一般性建議 184
11.3.1 洛寧項目 184
11.3.2 寬平項目 184
11.4 結論 184
12 數據核驗 186
12.1 實地考察 186
12.1.1 2024 年實地考察 186
12.1.1 2026 年實地考察 187
12.2 鑽探岩心驗證 188
12.3 化驗數據驗證 190
12.3.1 洛寧項目 190
12.3.1.1 合資格人士完成的工作 190
12.3.1.2 合資格人士關於化驗數據驗證的意見 192
12.3.2 寬平項目 192
12.3.2.1 合資格人士完成的工作 192
12.3.2.2 合資格人士關於化驗數據驗證的意見 193
12.4 其他數據的驗證 193

12.5 建議措施 193
12.6 結論 194
13 選礦與冶金試驗 195
13.1 簡介 195
13.2 礦物學 195
13.2.1 沙溝礦化體 196
13.2.2 鐵爐坪礦化體 197
13.2.3 蒿坪溝礦化 198
13.2.4 寬平礦化體 198
13.3 冶金樣品 199
13.3.1 沙溝樣品 199
13.3.2 鐵爐坪樣品 199
13.3.3 蒿坪溝樣品 199
13.3.4 寬平樣品 200
13.4 冶金試驗 229
13.4.1 沙溝礦化體 230
13.4.2 鐵爐坪礦化體 231
13.4.3 蒿坪溝礦化 231
13.4.4 後張溝礦化 233
13.4.5 寬平礦化體 234
13.4.6 磨礦粒度優化 234
13.5 精礦質量考量 234
13.6 可磨性試驗 235
13.7 礦石分選試驗 236
13.8 洛寧礦區測試工作成果總結 237
14 礦產資源量估算 239
14.1 簡介 239
14.2 數據 242
14.3 地質解釋 243
14.4 估算輸入數據 247
14.4.1 樣品標記 247
14.4.2 樣品組合 247
14.4.3 品位封頂 248
14.5 礦塊模型 256
14.5.1 塊體模型參數 256
14.5.2 密度 256
14.6 品位估算 256

14.6.1 採礦消耗量 257
14.7 礦產資源量分級 258
14.8 塊體模型驗證 259
14.9 最小採礦寬度 263
14.10 礦產資源量估算 265
14.11 風險 269
14.12 與 2024 年 6 月 30 日礦產資源量估算結果的對比 269
14.13 總體評價與建議 273
14.13.1 礦產資源量估算過程 273
14.13.2 礦產資源數據庫 274
14.13.3 密度 274
14.13.4 礦脈建模 275
14.13.5 損耗建模 275
15 礦產儲量估算 276
15.1 簡介與礦產資源量基礎 276
15.2 礦產儲量估算方法 276
15.3 邊界品位 276
15.3.1 關於邊界品位的評述 279
15.4 貧化率與回收率 279
15.4.1 貧化率 279
15.4.2 採礦回收率 280
15.5 礦產儲量估算 280
15.6 儲量對邊界品位的敏感性 285
15.7 礦產資源量向儲量的轉換 285
15.8 礦產儲量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日） 288
16 採礦方法 295
16.1 洛寧採礦作業 295
16.1.1 簡介 295
16.1.2 沙溝 265
16.1.3 後張溝 266
16.1.4 蒿坪溝 266
16.1.5 鐵爐坪 267
16.1.6 龍門東溝 268
16.1.7 龍門西溝 268
16.1.8 東草溝 268
16.2 採礦方法與礦山設計 269
16.2.1 岩土工程與水文地質考慮因素 269

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

16.2.2 開拓與入口 269
16.2.3 採礦方法 272
16.2.3.1 留礦法 272
16.2.3.2 削壁充填採礦法 274
16.2.3.3 階梯式房柱採礦法 276
16.2.3.4 中深孔採礦法 278
16.2.3.5 採場管理與品位控制 279
16.2.4 礦石和廢石運輸 280
16.2.5 設備 281
16.2.5.1 礦山設備 281
16.2.5.2 設備掘進速度 282
16.2.6 勞動力 283
16.2.7 通風 285
16.2.7.1 沙溝礦主通風 285
16.2.7.3 輔助通風 287
16.2.8 充填 287
16.2.9 排水 290
16.2.9.1 沙溝 290
16.2.9.2 後張溝 291
16.2.9.3 蒿坪溝 291
16.2.9.4 鐵爐坪 292
16.2.9.5 龍門東溝 292
16.2.9.6 龍門西溝 292
16.2.9.7 東草溝 292
16.2.9.8 寬平 292
16.2.10 供水 292
16.2.11 供電 293
16.2.12 壓縮空氣 294
16.2.13 爆炸物品 294
16.2.14 通信 294
16.3 安全 295
16.4 開拓與生產質量控制 297
16.5 生產與計劃編制 298
16.5.1 開拓計劃 298
16.5.2 礦山生產 300
16.5.2.1 生產能力 327
16.5.2.2 礦山生產：2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日 327
16.5.2.3 洛寧礦區礦山服務年限生產規劃 328
16.5.2.4 洛寧礦區礦山服務年限生產進度計劃 328
16.6 開採量核驗 334
16.7 採礦總結 335

17 回收方法 337
17.1 簡介 337
17.2 洛寧礦山的礦石供應及精礦生產 338
17.2.1 礦石供應 338
17.2.2 各礦山礦石成分 339
17.2.3 2025 財年各礦山精礦產量 340
17.2.4 2020 至 2025 財年精礦品位質量與金屬回收率（平均值） 340
17.2.5 2025 財年礦石類型對精礦品位質量和金屬回收率的影響 342
17.2.6 選廠供礦 344
17.2.7 礦山服務年限內的選廠給礦計劃 346
17.3 1 號磨礦廠（下峪） 348
17.3.1 工藝流程方案 348
17.3.2 工藝描述 350
17.3.2.1 粉碎 350
17.3.2.2 磨礦/分級（兩套系列） 350
17.3.2.3 重選（單列） 351
17.3.2.4 浮選（單列） 351
17.3.2.5 產品濃縮、過濾與處理 351
17.3.2.6 尾礦濃縮 351
17.3.3 選冶性能（1 號選廠） 351
17.4 2 號選礦廠（莊頭） 352
17.4.1 工藝流程 355
17.4.2 工藝描述 356
17.4.2.1 礦石分選 356
17.4.2.2 粉碎 356
17.4.2.3 磨礦/分級 356
17.4.2.4 浮選 357
17.4.2.5 精礦產品的濃縮、過濾和處理 357
17.4.2.6 尾礦濃縮 357
17.4.3 選冶性能（2 號選礦廠） 357
17.4.4 取樣（1 號及 2 號選礦廠） 358
17.5 3 號選礦廠 358
17.5.1 工藝流程 358
17.5.2 工藝描述 359
17.5.3 設計選礦指標（3 號選礦廠） 360
17.6 過程控制 360
17.7 輔助設施 360
17.7.1 化驗室 360
17.7.2 維修車間 361
17.8 主要生產輸入 361

17.8.1 動力 361
17.8.2 1 號及 2 號選礦廠用水和水平衡 361
17.8.2.1 1 號選礦廠用水 361
17.8.2.2 2 號選礦廠用水 361
17.8.2.3 減少新鮮水用量的策略 361
17.8.3 藥劑 362
17.9 結論 362
18 項目基礎設施 364
18.1 尾礦庫（TSF） 364
18.1.1 概述 364
18.1.2 1 號和 2 號尾礦庫描述 365
18.1.2.1 攔擋壩 365
18.1.2.2 尾礦庫運營與管理 368
18.1.2.3 監控 - 監測儀器與檢查 370
18.1.3 尾礦庫檢查 371
18.1.4 壩體分類與設計標準 372
18.1.5 檔案資料 372
18.1.6 3 號尾礦庫描述 372
18.1.6.1 攔擋壩 372
18.1.6.2 庫區防滲襯墊 373
18.1.6.3 水資源管理 373
18.1.6.4 設施建設 373
18.1.6.5 設施檔案與設計 374
18.1.7 結論和建議 375
18.1.7.1 總體 375
18.1.7.2 具體評述 375
18.1.7.3 合資格人士當前建議和希爾威回應（斜體） 376
18.2 廢石堆場 378
18.3 供電 380
18.3.1 沙溝和後張溝礦山 380
18.3.2 蒿坪溝礦山 380
18.3.3 鐵爐坪/龍門礦山 380
18.3.4 1 號和 2 號選礦廠及辦公生活營區 380
18.3.5 井下照明 381
18.3.6 3 號尾礦庫供電 381
18.4 寬平礦山 381
18.5 道路和運輸 381
18.6 供水 383
18.7 廢水和污水處理 385
18.8 其他基礎設施 385

18.8.1 礦山排水 385
18.8.2 現場通信 385
18.8.3 營區 386
18.8.4 攔水壩和隧洞 386
18.8.5 地表維修車間 386
18.8.6 爆炸物品庫 387
18.8.7 燃料庫（沙溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門西溝和選礦廠） 387
18.8.8 礦山幹區 387
18.8.9 行政樓 387
18.8.10 倉庫和露天堆場 388
18.8.11 化驗室 388
18.8.12 安保/門衛室 388
18.8.13 壓縮空氣 388
18.8.14 井下有害氣體監測系統 389
18.8.15 井下人員定位系統 389
19 市場研究和合同 391
19.1 採礦合同 391
19.2 精礦銷售 391
19.3 冶煉廠合同 391
19.4 金屬價格 393
19.5 有害元素評估 393
20 環境研究、許可及社會或社區影響 396
20.1 簡介 396
20.2 法律法規 396
20.2.1 法律 396
20.2.2 法規及規範 378
20.3 廢物和尾礦處置管理 379
20.4 場地監測 380
20.4.1 監測計劃 380
20.4.2 水資源管理 381
20.4.3 地下水 383
20.4.4 廢水 383
20.5 許可要求 385
20.5.1 環境影響評價報告和批復 385
20.5.2 項目安全預評價報告和安全生產許可證 387
20.5.3 資源開發利用方案報告和批復 387
20.5.4 水土保持方案和批復 388

20.5.5 地質災害評估報告和批復 388
20.5.6 採礦許可證 388
20.5.7 土地使用權許可證 388
20.5.8 取水許可證 389
20.6 社會與社區互動 389
20.6.1 少數民族與文化遺產 389
20.6.2 與地方政府的關係 389
20.6.3 勞工實踐 390
20.7 修復與複墾 390
20.8 礦山閉坑計劃 390
21 資本支出和運營成本 392
21.1 資本成本 392
21.2 運營成本 395
22 經濟分析 399
22.1 簡介 399
22.2 年度生產計劃 400
22.3 現金流預測 402
22.4 敏感性分析 404
23 相鄰礦區 405
24 其他相關數據與信息 406
25 解釋與結論 407
25.1 解釋與結論 407
25.2 洛寧項目風險 413
26 建議措施 418
26.1 總體安全 418
26.2 勘查 418
26.2.1 沙溝 418
26.2.2 後張溝 418
26.2.3 蒿坪溝 419
26.2.4 龍門東溝 419
26.2.5 龍門西溝 419
26.2.6 鐵爐坪 439
26.2.7 東草溝 440
26.2.8 寬平 440
26.2.9 勘探成本 440
26.3 鑽探 440
26.4 樣品製備、分析和安保 441

26.4.1 實驗室 441
26.4.2 認證標準物質（CRM） 441
26.4.3 空白樣 441
26.4.4 重複樣 442
26.4.5 外檢樣 442
26.4.6 一般性建議 442
26.4.6.1 洛寧項目 442
26.4.6.2 寬平項目 442
26.5 數據核驗 442
26.6 礦產資源量 443
26.6.1 估算流程 443
26.6.2 資源量數據庫 443
26.6.3 礦脈建模 443
26.6.4 消耗建模 443
26.7 選礦 444
26.8 尾礦庫 444
26.9 地表道路與運輸 444
26.10 採礦 444
27 依據文件 446
28 合資格人士證書 448
29 資格、獨立性與費用 459
29.1 資格 459
29.2 獨立性 459
29.3 費用 459

表

表 1.1 截至 2025 年 12 月 31 日的洛寧礦區礦產資源量 VIII
表 1.2 截至 2025 年 12 月 31 日洛寧項目礦產儲量估算 XIIIX
表 1.3 礦產儲量與實際產量對比：2023 年 1 月至 2025 年 12 月 XVIII
表 1.4 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃 XXII
表 1.5 洛寧礦區礦山服務年限預計資本支出（百萬美元） XXX
表 1.6 洛寧礦區礦山服務年限預計運營成本（百萬美元） XXXIII
表 1.7 項目風險評估 XXXVII
表 2.1 本技術報告編制和參與人員 70
表 4.1 洛寧項目採礦許可證 76
表 4.2 寬平項目採礦許可證 77
表 7.1 礦區富金礦脈一覽表 86
表 7.2 沙溝礦山礦化脈的尺寸與產狀 86
表 7.3 後張溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀 88

表 7.4 蒿坪溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀 90
表 7.5 鐵爐坪礦山主要礦化脈的尺寸與產狀 93
表 7.6 龍門西溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀 93
表 7.7 龍門礦山主要礦化脈的尺寸與產狀 94
表 7.8 東草溝礦山礦化脈的尺寸與產狀 96
表 7.9 寬平礦區礦化脈的尺寸與產狀 97
表 9.1 截至 2023 年 12 月 31 日完成的坑道勘探與採樣工作匯總 101
表 9.2 2024-2025 年洛寧項目完成的坑道勘探與採樣工作 106
表 9.3 2024-2025 年沿脈巷道揭露的礦化情況 107
表 9.4 沙溝礦山 2024-2025 年坑道勘探圈定的礦化帶 109
表 9.5 後張溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶 113
表 9.6 蒿坪溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶 115
表 9.7 鐵爐坪礦山 2024-2025 年坑道勘探圈定的礦化帶 118
表 9.8 龍門東礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶 121
表 9.9 龍門西溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶 123
表 9.10 東草溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶 127
表 9.11 寬平礦區坑道勘探作業圈定的礦化帶（前業主） 130
表 9.12 希爾威寬平礦區坑道勘探作業圈定的礦化帶 130
表 10.1 希爾威 2004 年至 2023 年對洛寧項目完成的鑽探工作匯總 132
表 10.2 希爾威 2024 年至 2025 年對洛寧項目完成的鑽探工作匯總 132
表 10.3 2024-2025 年鑽探結果簡述 133
表 10.4 沙溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 134
表 10.5 後張溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 137
表 10.6 蒿坪溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 138
表 10.7 鐵爐坪礦山 2024-2025 年鑽探項目的結果匯總 139
表 10.8 龍門東溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 142
表 10.9 龍門西溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 143
表 10.10 東草溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總 146
表 10.11 2020 年前洛寧項目體積密度值 147
表 10.12 2006 年至 2025 年 12 月寬平項目完成鑽井匯總表 149
表 10.13 鑽探結果簡要匯總 149
表 10.14 FGB 鑽探項目按礦脈匯總 150
表 10.15 寬平 2022 年鑽探項目按礦脈匯總 150
表 10.16 寬平礦床的體積密度值 150
表 11.1 洛寧項目使用的實驗室（2006 年 1 月至 2025 年 10 月） 154
表 11.2 洛寧實驗室規程（2006 年 1 月-2023 年 12 月） 157
表 11.3 洛寧實驗室規程（2024 年 1 月-2025 年 10 月） 159
表 11.4 按時間段劃分的洛寧礦質控樣品（2010 年 - 2016 年 6 月） 162
表 11.5 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 插入率（2010 年-2016 年 6 月） 162

表 11.6 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 樣本編號（2016 年 7 月至 2025 年 10 月）.....163
表 11.7 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 插入率（2016 年 7 月-2025 年 10 月）.....164
表 11.8 洛寧認證標準物質（2024 年 1 月至 2025 年 10 月）.....166
表 11.9 洛寧銀認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）.....170
表 11.10 洛寧鉛認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）.....173
表 11.11 洛寧鋅認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）.....175
表 11.12 洛寧銅認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）.....179
表 11.13 基於希爾威不合格標準的洛寧礦區粗粒空白樣結果（2024 年 1 月 - 2025 年 10 月）.....185
表 11.14 按實驗室和樣品類型劃分的鑽孔現場重複樣結果（2024 年至 2025 年）.....193
表 11.15 洛寧礦區外檢樣實驗室.....175
表 11.16 洛寧外檢樣結果.....178
表 12.1 2024 年在現場複核的鑽孔.....189
表 12.2 2016 年 7 月至 2025 年 10 月鑽孔樣品的化驗驗證結果.....191
表 12.3 2016 年 7 月至 2025 年 10 月刻槽樣品的化驗驗證結果.....191
表 12.4 寬平項目 2022 年鑽孔樣品的驗證結果.....192
表 13.1 沙溝礦化的礦物組成.....196
表 13.2 銀的相態分佈（沙溝礦化）.....197
表 13.3 鐵爐坪-龍門礦化的礦物組成.....198
表 13.4 銀的相態分佈（鐵爐坪-龍門礦化）.....198
表 13.5 用於礦石配礦試驗的岩心樣品.....199
表 13.6 沙溝組合樣品的原礦品位.....199
表 13.7 用於冶金試驗的鐵爐坪礦化樣品.....199
表 13.8 蒿坪溝組合樣品的原礦品位.....200
表 13.9 鉛、鋅、銀在各粒級中的解離度（70% -75μM）.....200
表 13.10 閉路循環試驗質量平衡表（沙溝礦化）.....201
表 13.11 閉路循環試驗質量平衡表（鐵爐坪礦化）.....202
表 13.12 閉路循環試驗質量平衡表（蒿坪溝礦化）.....232
表 13.13 閉路循環試驗質量平衡表（後張溝礦化）.....233
表 13.14 磨礦粒度優化試驗結果.....234
表 13.15 產品質量（1 號和 2 號選礦廠混合精礦）.....234
表 13.16 樣品來源及礦石類型.....235
表 13.17 可磨性試驗結果.....235
表 13.18 2025 年礦石分選後處理結果.....236
表 14.1 截至 2025 年 12 月 31 日的洛寧礦區礦產資源量.....240
表 14.2 所用數據匯總.....242
表 14.3 品位封頂處理匯總表.....249
表 14.4 樣品、組合樣及封頂處理組合樣的對比.....252
表 14.5 塊體模型旋轉.....256

表 14.6 洛寧礦區礦床-估算搜索參數 257
表 14.7 2025 年 12 月 31 日與 2024 年 6 月 30 日洛寧礦區項目礦產資源量估算對比 3 270
表 15.1 礦產儲量邊界品位和關鍵估算參數 277
表 15.2 采場邊界品位與開拓礦量邊界品位 279
表 15.3 按礦山和採礦方法統計的平均貧化率 280
表 15.4 截至 2025 年 12 月 31 日洛寧礦區的礦產儲量估算值及金屬含量 282
表 15.5 邊界品位提高 20%時礦產儲量中當量銀金屬量估算減少量 285
表 15.6 礦產資源量與礦產儲量對比 286
表 15.7 2024 年與 2025 年礦產儲量估算對比 289
表 16.1 沙溝礦所有者設備清單 281
表 16.2 沙溝礦承包商設備清單 282
表 16.3 承包商移動設備清單 282
表 16.4 設備掘進速度 282
表 16.5 希爾威員工 283
表 16.6 洛寧礦區承包商工人列表 284
表 16.7 希爾威小時工 284
表 16.8 洛寧礦區主通風豎井和天井 287
表 16.9 礦湧水量 290
表 16.10 沙溝礦一段排水泵 290
表 16.11 沙溝礦二段排水泵 291
表 16.12 2024 財年和 2025 財年洛寧礦區安全統計數據 296
表 16.13 洛寧礦區礦山服務年限開拓計劃（按財年） 299
表 16.14 洛寧礦區產量匯總表 300
表 16.15 洛寧礦區 2023 財年第 4 季度至 2026 財年第三季度產量 301
表 16.16 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃 330
表 16.17 礦石儲量與實際產量對比：2023 年 1 月至 2025 年 12 月 334
表 17.1 1 號和 2 號選廠——當前產能匯總 337
表 17.2 2020 財年至 2025 財年 1 號和 2 號選廠的礦石供應 338
表 17.3 2025 財年各礦山平均磨礦給礦品位。 339
表 17.4 2025 財年各礦山精礦產量 340
表 17.5 2020 財年至 2025 財年各年度精礦品位質量 340
表 17.6 2020 財年至 2025 財年各年度金屬總回收率 341
表 17.7 沙溝礦山-處理礦石量-實際質量平衡（2025 財年） 342
表 17.8 後張溝礦山-處理礦石量-實際質量平衡（2025 財年） 342
表 17.9 蒿坪溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年） 343
表 17.10 鐵爐坪礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年） 343
表 17.11 龍門東溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年） 343
表 17.12 龍門西溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年） 344

表 17.13 東草溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）.....344
表 17.14 浮選給礦：礦石品位及回收率（2025 財年）.....345
表 17.15 浮選給礦：送入選廠的噸數（2025 財年）*.....345
表 17.16 自 2026 年 1 月 1 日起的礦山服務年限內選廠給礦計劃.....347
表 17.17 1 號選廠的設計質量平衡（每日）.....351
表 17.18 浮選給礦：原礦品位與回收率關係 - 2025 財年（1 號選廠）.....352
表 17.19 2 號選礦廠第一階段設計質量平衡（鉛鋅礦石）.....357
表 17.20 浮選給料：礦石品位與回收率關係（2 號選礦廠，2025 財年）.....357
表 17.21 Ag-Pb-Zn 礦石閉路浮選試驗質量平衡.....360
表 17.22 Ag-Pb 礦石閉路浮選試驗質量平衡.....360
表 18.1 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫主要特徵.....366
表 18.2 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫監測儀器配置數量.....370
表 18.3 壩體分類系統（GB 39496-2020）.....372
表 18.4 希爾威表格：尾礦庫壩體材料強度指標試驗.....377
表 18.5 洛寧項目廢石堆場.....379
表 18.6 典型地下水水質檢測結果.....384
表 18.7 洛寧礦區攔水壩和引水隧洞.....386
表 19.1 冶煉廠合同主要條款.....392
表 19.2 洛寧鉛精礦.....393
表 19.3 洛寧鋅精礦.....394
表 20.1 洛寧礦區水環境監測計劃.....398
表 20.2 地表水典型水質監測結果（黃河流域環境監測中心，2024 年 1 月—2025 年 12 月）.....400
表 20.3 地表水典型水質監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司，2024 年 1 月—2025 年 12 月）.....383
表 20.4 地下水水質檢測結果匯總（洛陽黎明檢測服務有限公司）.....383
表 20.5 礦井水監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司）.....384
表 20.6 生活污水水質監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司）.....384
表 20.7 2016～2025 財年複墾與修復支出（單位：千元人民幣）.....390
表 21.1 洛寧礦區礦山服務年限預計資本支出（百萬美元）.....393
表 21.2 洛寧礦區礦山服務年限預計運營成本（百萬美元及美元/噸）.....396
表 22.1 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃.....401
表 22.2 洛寧礦區礦山服務年限經濟預測.....403
表 25.1 風險評估矩陣.....414
表 25.2 項目風險評估.....414

圖

圖 1.1 洛寧項目稅前淨現值敏感性.....XXXVII
圖 4.1 洛寧礦區位置.....68
圖 4.2 洛寧項目採礦許可證分佈位置.....69

圖 4.3 寬平項目採礦許可證分佈位置 70
圖 5.1 洛寧項目礦山和選礦廠位置 73
圖 7.1 豫西地區地質和洛寧礦區位置 77
圖 7.2 洛寧項目採礦許可證範圍和礦化脈系 79
圖 7.3 寬平項目採礦許可證範圍和礦化脈系 86
圖 7.4 沙溝礦山巷道及礦脈 84
圖 7.5 沙溝礦山 2 號勘探線橫截面 85
圖 7.6 後張溝礦山巷道及礦脈 87
圖 7.7 蒿坪溝礦山巷道及礦脈 89
圖 7.8 鐵爐坪-龍門礦山礦化脈分佈圖 91
圖 7.9 東草溝礦山巷道及礦脈 95
圖 7.10 寬平礦區巷道及礦脈 97
圖 9.1 沙溝礦山 S8 礦脈縱投影圖 108
圖 9.2 後張溝礦山 HZ26 礦脈縱投影圖 114
圖 9.3 蒿坪溝礦山 H15 礦脈縱投影圖 118
圖 9.4 鐵爐坪礦山 T3 礦脈縱投影圖 120
圖 9.5 龍門東礦山龍門 5 礦脈縱投影圖 123
圖 9.6 龍門西溝礦山龍門 7 礦脈縱投影圖 127
圖 9.7 東草溝礦山 C76 礦脈縱投影圖 129
圖 9.8 寬平礦區 K4 礦脈縱投影圖 131
圖 11.1 洛寧取樣加工、編錄和存儲設施 154
圖 11.2 SGS 天津顎式破碎機和 RSD 156
圖 11.3 CDN-ME-1811（銀）匯總控制圖 171
圖 11.4 CDN-ME-1903（銀）匯總控制圖 172
圖 11.5 CDN-ME-1808（Pb）匯總控制圖 174
圖 11.6 CDN-ME-2204（Pb）匯總控制圖 175
圖 11.7 CDN-ME-1708（Zn）匯總控制圖 177
圖 11.8 CDN-ME-2312（Zn）匯總控制圖 178
圖 11.9 CDN-ME-2202（Zn）匯總控制圖 179
圖 11.10 CDN-ME-1808（Cu）匯總控制圖 181
圖 11.11 粗粒空白樣控制圖（Ag） 187
圖 11.12 粗粒空白樣控制圖（Pb） 188
圖 11.13 粗粒空白樣控制圖（Zn） 189
圖 11.14 銀（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖 194
圖 11.15 鉛（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖 196
圖 11.16 鋅（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖 174
圖 11.17 洛寧礦區現場實驗室銀元素 RPD 圖及散點圖（地下樣品，現場實驗室與 SGS 外檢實驗室對比） 176

圖 11.18 洛寧礦區現場實驗室鉛元素 RPD 圖及散點圖（地下樣品，現場實驗室與 SGS 外檢實驗室對比）.....176
圖 11.19 鋅的 RPD 圖和散點圖（地下樣品、現場實驗室、SGS 外檢實驗室）.....177
圖 11.20 CDN-ME-1811（銀）匯總控制圖.....181
圖 11.21 CDN-ME-2001（銀）匯總控制圖.....181
圖 11.22 寬平項目 2022 年鑽井重複樣散點圖.....182
圖 11.23 寬平項目 2022 年鑽探外檢散點圖.....183
圖 13.1 銀礦物和含銀礦物的分佈.....197
圖 13.2 閉路循環浮選流程圖（沙溝礦化）.....202
圖 13.3 閉路循環重選和浮選流程圖（蒿坪溝礦化）.....233
圖 13.4 2 號選礦廠礦石分選回路-破碎和篩分.....237
圖 13.5 2 號選礦廠礦石分選回路-分選裝置（2）.....237
圖 14.1 沙溝礦化線框模型的三維視圖.....243
圖 14.2 後張溝礦化線框的 3D 視圖.....244
圖 14.3 蒿坪溝礦化線框的 3D 視圖.....244
圖 14.4 鐵爐坪礦化線框的 3D 視圖.....245
圖 14.5 龍門東溝礦化線框的 3D 視圖.....245
圖 14.6 龍門西溝礦化線框的 3D 視圖.....246
圖 14.7 東草溝礦化線框的 3D 視圖.....246
圖 14.8 寬平礦化線框的 3D 視圖.....247
圖 14.9 沙溝礦化樣品長度直方圖.....248
圖 14.10 沙溝礦床：S8 號礦脈-銀品位直方圖和對數概率圖-品位封頂.....248
圖 14.11 沙溝礦山採礦損耗縱向投影圖：S8 礦脈.....258
圖 14.12 沙溝礦山 S8 礦脈礦產資源量分類縱投影圖.....259
圖 14.13 沙溝礦山 S8 礦脈銀當量品位縱投影圖.....260
圖 14.14 鐵爐坪礦山 T3 礦脈銀當量品位縱投影圖.....260
圖 14.15 S8 礦脈沿走向銀品位條帶圖.....261
圖 14.16 S8 銀沿傾向條帶圖.....261
圖 14.17 S8 鉛沿走向條帶圖.....262
圖 14.18 S8 鉛沿傾向條帶圖.....262
圖 14.19 S8 沿走向鋅條帶圖.....263
圖 14.20 S8 鋅沿傾向條帶圖.....263
圖 14.21 鐵爐坪_T3 礦脈厚度.....264
圖 14.22 鐵爐坪_T3 顯示了為達到最小厚度 0.4 米而加入的上盤貧化部分。.....264
圖 14.23 沙溝 - S8 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量.....265
圖 14.24 後張溝 - HZ26 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量.....266
圖 14.25 蒿坪溝 - H15 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量.....266
圖 14.26 鐵爐坪 - T3 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量.....267
圖 14.27 龍門東溝 - LM5 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量.....267

圖 14.28 龍門西溝 - LM7 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量 268
圖 14.29 東草溝 - C76 礦脈斜投影圖 - 礦產資源量 268
圖 14.30 寬平 - K4 礦脈斜投影圖 - 礦產資源量 269
圖 16.1 洛寧礦區礦山位置 295
圖 16.2 洛寧項目礦山和選礦廠位置 295
圖 16.3 沙溝礦洞口及斜坡道 271
圖 16.4 沙溝礦設計 272
圖 16.5 鐵爐坪礦山- A26 留礦採場 273
圖 16.6 留礦採礦法 274
圖 16.7 沙溝礦山-12A 回採工作面 275
圖 16.8 削壁充填採礦法 276
圖 16.9 龍門西溝礦山-龍門 50 房柱式採場 277
圖 16.10 房柱採礦法 278
圖 16.11 蒿坪溝 B8 採場的 1 立方碼鏟運機 279
圖 16.12 洛寧礦區礦車 281
圖 16.13 沙溝礦通風系統示意圖（北偏西 65°視角） 286
圖 16.14 龍門西溝膏體充填站膠結料倉 289
圖 16.15 洛寧礦區礦山服務年限產量 333
圖 17.1 磨礦產量趨勢 —— 2020 財年至 2025 財年 339
圖 17.2 2020 至 2025 財年精礦金屬總回收率 342
圖 17.3 全景照片（1 號選廠） 348
圖 17.4 流程圖（1 號選廠） 349
圖 17.5 全景照片（2 號選廠） 353
圖 17.6 2 號選廠流程圖 355
圖 17.7 3 號選廠流程圖 359
圖 18.1 洛寧項目尾礦庫分佈圖 364
圖 18.2 2 號尾礦庫下游壩面視圖 365
圖 18.3 2 號尾礦庫初期壩下游壩面視圖 366
圖 18.4 排水管出水口 367
圖 18.5 1 號尾礦庫上游壩趾排水管出口 368
圖 18.6 2 號尾礦庫上游壩趾排水管出口 368
圖 18.7 2 號尾礦庫壩頂尾礦排放 369
圖 18.8 2 號尾礦庫運行中的排水塔 370
圖 18.9 控制室顯示的尾礦庫監測數據 371
圖 18.10 3 號尾礦庫壩體 374
圖 18.11 3 號尾礦庫庫區 374
圖 18.12 洛寧礦區宏發建材廠 379
圖 18.13 電動卡車 381

圖 18.14 洛寧項目地下隧道 382
圖 18.15 寬平項目至洛寧選礦廠運輸路線 383
圖 18.16 沙溝礦山污水處理站 385
圖 18.17 中央監控室 388
圖 18.18 井下有害氣體監測系統 CO 傳感器 389
圖 18.19 井下人員定位系統模塊化基站 390
圖 22.1 洛寧項目稅前淨現值敏感性 425

2 簡介

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.（以下簡稱「AMC」）受希爾威金屬礦業有限公司（Silvercorp Metals Inc.，以下簡稱「希爾威」）委託，就其位於中國河南省的洛寧銀鉛鋅金礦區（以下簡稱「礦區」）編制合資格人士報告（以下簡稱「2026 年技術報告」或「本技術報告」）。該礦區涵蓋洛寧項目（沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、東草溝地下礦山）和寬平項目（寬平地下礦山啟動）。本報告將作為附錄文件，納入希爾威擬在香港聯合交易所上市的相關文件中。

希爾威已向 AMC 提供賠償保障，以補償因使用公司或其任何代表提供的虛假、誤導或不完整信息而導致的損害、損失及責任，以及與 AMC 受聘服務相關的其他損害、損失及責任，但因 AMC 的非法、惡意或重大過失行為所導致的除外。

表 2.1 列出了 2026 年技術報告的編制及參與人員。

本技術報告根據國家標準 43-101（NI 43-101）及其配套政策與文件中所載的《礦產項目披露標準》（2023 年 6 月 9 日生效）編制。NI 43-101 採用了加拿大採礦、冶金和石油協會 2014 年《礦產資源量與礦產儲量定義標準》（CIM 2014）中規定的礦產資源量與礦產儲量的定義及類別。本技術報告已根據香港聯交所上市規則第 18 章的要求進行了相應調整。由於本報告是根據 NI 43-101 編制，全文統一使用「合資格人士」這一術語。對本報告負責的合資格人士同時符合香港聯交所上市規則所定義的「合資格人士」資格。

AMC 此前已根據 NI 43-101 就本礦區編制了以下技術報告：

- 2024年報告（2024年8月28日提交，生效日期2024年7月16日）
- 2022年報告（2022年11月4日提交，生效日期2022年9月20日）
- 2020年報告（2020年10月14日提交，生效日期2020年7月31日）
- 2017年報告（2017年2月24日提交，生效日期2016年12月31日）
- 2014年報告（2014年9月5日提交，生效日期2013年12月31日）
- 2012年報告（2012年6月15日提交，生效日期2012年5月1日）
- 2013年報告（對2012年報告的小幅更新，2013年5月6日提交，生效日期2012年5月1日）

表 2.1 本技術報告編制和參與人員

負責編制本技術報告的合資格人士						
合資格人士	**職位**	**所屬機構**	**是否獨立於希爾威？**	**最近實地考察日期**	**專業資質**	**負責報告章節***
HA Smith 先生	高級首席採礦工程師	AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.	是	2026 年 5 月 12-13 日	P.Eng.(BC) 、P.Eng.(ON) 、P.Eng.(AB) 、P.Eng.(NT)	第 2-6、15、16、20、21、22、24 章，以及第 1、12.1、18、19、25、26、27 章的部分內容
GK Vartell 博士	地球科學技術負責人/高級首席地質師	AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.	是	2016 年 7 月 13-20 日	P.Geo.(BC)	第 7、9、10、23 章，以及第 1、12、25、26、27 章的部分內容
S Robinson 先生	首席地質師	AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.	是	2024 年 2 月 26-29 日	P.Geo.(BC) 、P.Geo.(ON)、澳大利亞地質家協會會員	第 8 章，以及第 1、12.1、12.2、25、26、27 章的部分內容
JE Glanvill 先生	首席地質師	AMC Consultants (UK) Limited.	是	2026 年 5 月 12 日-13 日	Pr.Sci.Nat.	第 1、12.1、12.2、14、25、26、27 章的部分內容
A Wilkins 先生	首席地質師	AMC Consultants (UK) Limited.	是	無	CGeol, EurGeol	第 1、14、25、26、27 章的部分內容
B Nielson 先生	高級地質師	AMC Consultants Pty Ltd	是	無	澳大利亞地質家協會會員	第 1、14、25、26、27 章的部分內容
M Kent 先生	首席地質師	AMC Consultants Pty Ltd	是	無	澳大拉西亞採礦和冶金學會資深會員（FAusIMM）	第 1、14、25、26、27 章的部分內容

R Carlson 先生	地球科學技術負責人/首席地質師	AMC Consultants Pty Ltd	是	無	FAIG、RPGeo	第 11 章，以及第 1、25、26、27 章的部分內容
RJ Chesher 先生	高級首席顧問（冶金）	AMC Consultants Pty Ltd	是	2026 年 5 月 12 日-13 日	澳大拉西亞採礦和冶金學會資深會員（CP）	第 13、17 章，以及第 1、12.1、19、25、26、27 章的部分內容
D Claffey 先生	主任咨詢師	Hillerton Consulting Ltd.	是	2024 年 2 月 26-29 日	澳大利亞工程師協會會員、特許專業工程師	第 1、12.1、18、25、26、27 章的部分內容

協助合資格人士的其他專家

專家	**職位**	**所屬機構**	**是否獨立於希爾威？**	**實地考察情況**	**參與報告章節**
G Ma 先生	高級地質師	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2018 年起	總體
S Hong 先生	中國業務副總裁	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2015 年起	第 16、18 章部分內容
Y Liu 先生	河南發恩德礦業有限公司採礦工程師	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2015 年 6 月起	第 16 章部分內容
T Zhang 先生	高級冶金工程師	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2020 年 7 月起	第 13、17 章部分內容
W Wang 女士	臨時首席財務官	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2024 年 8 月起	第 4、19、21、22 章部分內容
Y Wang 先生	工程師	希爾威金屬礦業有限公司	否	自 2010 年 10 月起	第 20 章部分內容

注：第 14 章中，Wilkins 先生負責沙溝和東草溝的估算；Kent 先生負責後張溝的估算；Nielson 先生負責蒿坪溝和龍門東溝的估算；Glanvill 先生負責鐵爐坪、龍門西溝和寬平的估算。Smith 先生負責第 18 章（尾礦庫討論部分除外，該部分由 Claffey 先生負責）。對於其他標明合資格人士承擔部分責任的章節，該責任反映了其各自的專業領域（地質、採礦、冶金或其他）。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

本技術報告的作者感謝希爾威在報告編制過程中所做的諸多貢獻，並特別感謝 G.Ma 先生提供的及時且熱忱的協助。

本技術報告的 10 位作者均為獨立的合資格人士，其中 6 位曾到訪洛寧礦區。最近一次實地考察由 AMC 合資格人士 HA Smith 先生、RJ Chesher 先生及 JE Glanvill 先生於 2026 年 5 月進行。緊接對上一次 AMC 實地考察於 2024 年 2 月進行，由 HA Smith 先生、S Robinson 先生、RJ Chesher 先生和 D Claffey 先生參加；GK Vartell 博士則於 2016 年 7 月進行了實地考察。在實地考察期間，合資格人士檢查了項目的各個方面，包括鑽探岩心、勘探場地、井下採掘工程、選礦廠、實驗室、尾礦管理設施及其他地表基礎設施。

希爾威是一家加拿大礦業公司，專注於從其在中國的礦山所產精礦中生產銀、鉛、鋅及金金屬。該公司在多倫多證券交易所和紐約證券交易所上市，股票代碼為 SVM。通過全資子公司，希爾威在沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門西溝、東草溝礦山及寬平項目中持有 77.5% 的有效權益，在蒿坪溝及龍門東溝礦山中持有 80%的有效權益。公司持有涵蓋其採礦及勘探活動所需的所有勘探及採礦許可證。合資格人士未發現任何已知或公認的環境問題可能阻礙或限制該地區的採礦作業。

洛寧項目位於河南省省會鄭州市以西偏西南約 240 公裏處，距最近的主要城市洛陽市西南約 145 公裏。洛寧縣城距離希爾威洛寧選礦廠約 56 公裏，有鋪裝道路相連。寬平項目位於河南省三門峽市東南 34 公裏處，洛寧選礦廠以北 30 公裏。項目區交通便利，全年可正常作業，屬大陸性亞熱帶氣候，四季分明。

洛寧項目區的銀鉛鋅礦化已為當地所知並間歇性開採了數百年。希爾威於 2004 年獲得沙溝項目權益，2006 年獲得蒿坪溝項目權益，2007 年底獲得鐵爐坪/龍門西溝/龍門東溝項目權益，2021 年底獲得寬平項目權益。近年來礦山采選產量持續增長：2021-2022 財年產量接近 65 萬噸/年，2023 財年達 77.3 萬噸/年，2024 財年達 82.7 萬噸/年，2025 財年略超 100 萬噸/年。合資格人士指出，希爾威財年始於 4 月，2025 財年涵蓋 2024 年 4 月 1 日至 2025 年 3 月 31 日。

本技術報告更新了礦產資源量與礦產儲量估算，納入了新的鑽探及地下刻槽樣品數據，並扣除了採礦消耗。礦產資源量和礦產儲量的生效日期為 2025 年 12 月 31 日。

在編制本報告過程中，合資格人士參考了希爾威提供的各種地質圖、報告及其他技術資料。

合資格人士對接收的數據進行了審查與分析，結合現場觀察、對礦區的了解以及與希爾威主要技術人員的近期詳細溝通，形成了獨立判斷。本報告引用的具體文獻列於第 27 章「依據文件」。

本報告所引用的大部分地質信息原文為中文，關鍵技術文件及數據由希爾威提供英文翻譯。獨立的合資格人士雖非中文使用者，但認為這些翻譯可信且總體可靠，不過無法保證其絕對準確性。

除非另有說明：

- 所有貨幣金額及商品價格均以美元（US$）表示。如果涉及人民幣（CNY），則按 1 美元=7.00 元人民幣的匯率換算。
- 數量採用公制（SI）單位。
- 除非另有說明，年份指希爾威的財年（4 月 1 日至次年 3 月 31 日）。
- 除非另有說明，噸位指幹噸。

本報告包含數值數據表格，為滿足礦產資源量和礦產儲量報告要求，相關數據已進行適當舍入。合資格人士認為，任何數值數據的舍入均不構成對報告結果的實質性影響。

本報告日期為 2026 年 5 月 20 日，生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 對其他專家的依賴

在法律事務方面，合資格人士依據下列專家的相關工作。在國家標準 43-101（NI 43-101）允許的範圍內，合資格人士聲明對報告的相關章節不承擔責任。

- 專家：君合律師事務所（中國北京，郵編：100005），依據其2026年5月18日致希爾威金屬礦業有限公司的信函。
- 所依賴的報告、意見或聲明：關於礦權狀況及權屬問題的信息。
- 依賴程度：經合資格人士審查後完全依賴。
- 免責聲明適用的技術報告章節：第4章的相關部分。

關於採礦許可證許可開採深度範圍的法律權屬問題，合資格人士依據下列專家的相關工作。在 NI 43-101 允許的範圍內，合資格人士聲明對報告的相關章節不承擔責任。

- 專家：君合律師事務所（中國北京，郵編：100005），依據其2026年5月18日致希爾威金屬礦業有限公司的信函。
- 所依賴的報告、意見或聲明：關於採礦許可證坐標標高（深度範圍）的信息。
- 依賴程度：經合資格人士審查後完全依賴。
- 免責聲明適用的技術報告章節：第14.11章的相關部分。

在環境研究、許可和社會/社區影響方面，合資格人士依據下列專家的相關工作。在 NI 43-101 允許的範圍內，合資格人士聲明對報告的相關章節不承擔責任。

- 專家：希爾威金屬礦業有限公司的Ma Guoliang先生和Wang Yang先生。
- 所依賴的報告、意見或聲明：關於環境研究、許可和社會/社區影響方面的信息。
- 依賴程度：經合資格人士審查後完全依賴。
- 免責聲明適用的技術報告章節：第20章。

在礦業權出讓費、政府規費、礦產資源稅及其他稅費、金屬計價支付條款方面，合資格人士依據發行人下列專家的相關工作。在 NI 43-101 允許的範圍內，合資格人士聲明對報告的相關章節不承擔責任。

- 專家：希爾威金屬礦業有限公司臨時首席財務官Winne Wang女士。
- 所依賴的報告、意見或聲明：關於礦業權出讓費、政府規費、礦產資源稅及其他稅費、金屬計價支付條款信息。
- 依賴程度：經合資格人士審查後完全依賴。
- 免責聲明適用的技術報告章節：第4、19、21及22章的相關部分。

4 礦區描述與位置

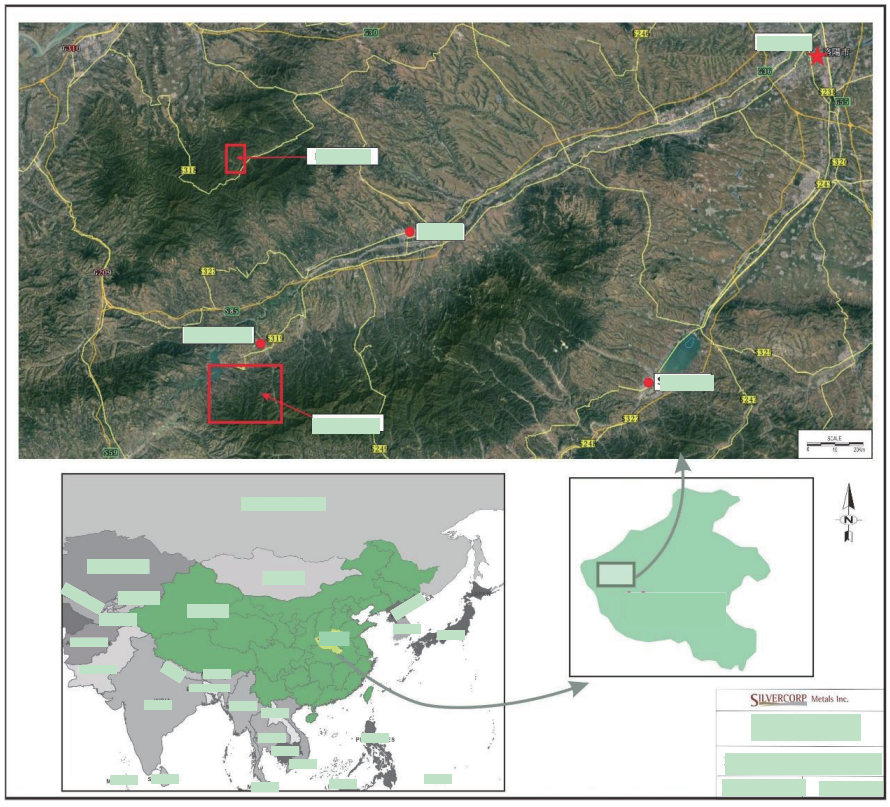
4.1 礦區位置

洛寧礦區由洛寧項目和寬平項目組成。

洛寧項目位於中國中部河南省西部，毗鄰洛寧縣城（圖 4.1）。該項目範圍為一矩形區域，面積約 100 平方公里，邊界坐標為北緯 34°07′~34°12′，東經 111°14′~111°23′。該區域內，希爾威設有 3 個主要作業中心，共分佈 7 個採礦項目。各採礦項目所產礦石均運至選礦廠集中處理。

寬平項目位於河南省三門峽市陝州區店子鄉，距三門峽市東南約 34 公里，距洛寧選礦廠以北約 30 公里。項目中心坐標為北緯 34°31′33″，東經 111°19′37″（圖 4.1）。

圖 4.1 洛寧礦區位置



4.2 所有權

希爾威通過其全資子公司 Victor Mining Ltd.，根據 2004 年 4 月 12 日簽訂的合作合資協議，持有河南發恩德礦業有限公司（河南發恩德）77.5%的權益。河南發恩德礦業有限公司持有沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門西溝和東草溝等項目資產。此外，希爾威通過其全資子公司 Victor Resources Ltd.，根據 2006 年 3 月 31 日簽訂的合作協議及 2007 年 5 月 11 日簽訂的《聯合運營合同》修正案，持有河南華威礦業有限公司（河南華威）80%的權益。河南華威礦業有限公司為蒿坪溝項目（蒿坪溝項目）和龍門項目（龍門東溝項目）的受益

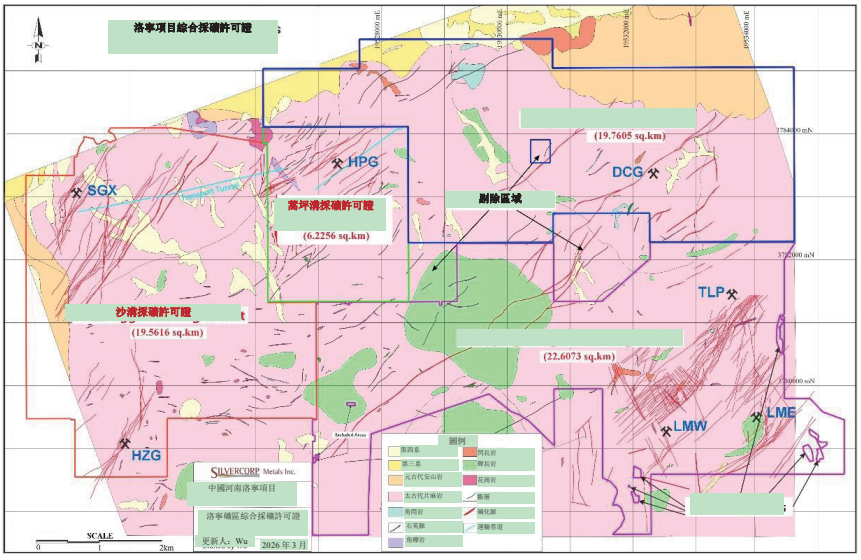
所有人。河南發恩德也持有河南鑫寶源礦業有限公司 100%權益，該公司持有寬坪銀鉛鋅金項目（「寬坪項目」）的 100%權益。

4.3 採礦許可證

圖 4.2、圖 4.3 及表 4.1 的信息來源於君合律師事務所向希爾威出具的信函，相關內容參見第 3 章。

洛寧項目由 4 個相鄰的主要採礦許可證覆蓋，其分佈見圖 4.2。

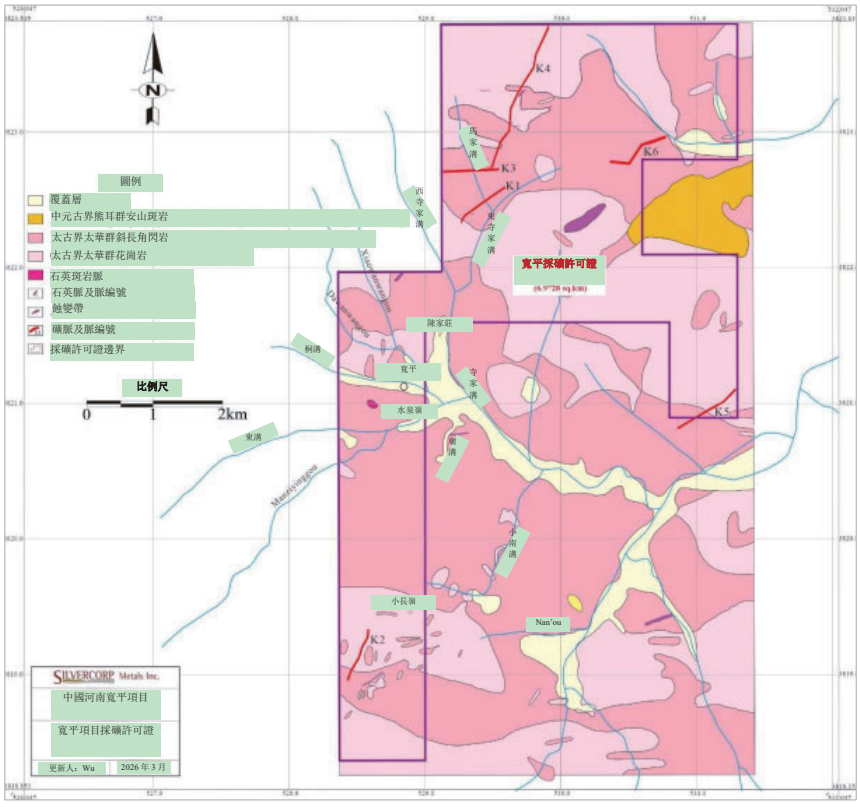
圖 4.2 洛寧項目採礦許可證分佈位置



注：圖中標示的剔除區域經確認無礦化，或為未申請礦權的區域，或已被其他公司采空且其許可證未續期。上述區域對希爾威的採礦活動無影響。

寬平項目由一個採礦許可證覆蓋，詳見圖 4.3。

圖 4.3 寬平項目採礦許可證分佈位置



洛寧項目各礦山分佈位置如下：

- 沙溝和後張溝鉛鋅銀礦山：位於礦區西部的沙溝採礦許可證範圍內。
- 蒿坪溝鉛鋅銀金礦山：位於礦區中西部的蒿坪溝採礦許可證範圍內。
- 鐵爐坪、龍門東溝和龍門西溝鉛銀礦山：位於礦區東部的鐵爐坪-龍門採礦許可證範圍內。
- 東草溝金銀礦山：位於礦區東北部的東草溝採礦許可證範圍內。

上述 4 個採礦許可證總面積為 68.1550 平方公里。各許可證名稱、編號、面積及有效期詳見表 4.1。

表 4.1 洛寧項目採礦許可證

區域和許可證名稱	礦山	採礦許可證編號	平方公里	採礦許可證有效期
沙溝鉛鋅銀礦	沙溝和後張溝	C4100002009093210038549	19.5616	2035 年 9 月 24 日
蒿坪溝鉛鋅銀金銅礦	蒿坪溝	C4100002016043210141863	6.2256	2028 年 4 月 29 日
鐵爐坪-龍門銀鉛鋅礦	鐵爐坪、龍	XC4100002016064210142239	22.6073	2041 年 2 月 26 日

	門東溝和龍門西溝			
東草溝金銀礦	東草溝	C4100002015064210138848	19.7605	2037 年 6 月 16 日
共計			**68.1550**	

各採礦許可證批准的允許開採海拔範圍如下：

- 沙溝採礦許可證：海拔-1,060米至0米
- 蒿坪溝採礦許可證：海拔-955米至-232米
- 鐵爐坪-龍門採礦許可證：海拔-1,250米至-92米
- 東草溝採礦許可證：海拔-1,087米至390米

表 4.2 寬平項目採礦許可證

區域和許可證名稱	礦山	採礦許可證編號	平方公里	採礦許可證有效期
寬平銀金鉛鋅礦	寬平	C4100002022124211000099	6.9728	2029 年 3 月 13 日

採礦許可證批准的允許開採海拔範圍如下：

- 寬平銀金礦採礦許可證：海拔1,200米至800米

寬平項目：允許進行金、銀、鉛、鋅地下開採，設計年產能為 20 萬噸。

河南發恩德已委託具有資質的地質隊伍編制申請報告，擬將洛寧項目 4 個採礦許可證的開採範圍延伸至當前許可證下限以下。

採礦許可證需繳納採礦權使用費及相應的礦產資源稅。只要礦產資源量存在且已探明、按規定提交所需文件、並繳納政府規定的礦產資源稅費，採礦許可證的續期及開採深度、邊界的延伸均在正常經營範圍內。採礦許可證賦予開展採礦和選礦作業的權利，但需同時持有安全和環保許可證。希爾威採礦活動的安全許可證由河南省安全生產監督管理局頒發，環保許可證由河南省環境保護廳頒發。

採礦許可證不包含地表使用權。希爾威通過按土地評估價值支付費用或協商方式，已取得或租賃了採礦及選礦活動所需的地表使用權。如果勘探活動擾動當地農民的農業用地，經協商可能需要向其支付土地使用補償費。

中國有完善的《礦產資源法》，明確規定了政府保障的採礦權。

中國對精礦銷售及材料、物資等商品徵收 13%的增值稅(VAT)。為鼓勵礦業發展，採礦所購材料支付的增值稅將返還給希爾威。勞務不徵收增值稅。此外，希爾威還需繳納增值稅附加稅（約占銷售額的 1.6%），礦產資源稅目前按銷售額的約 3%徵收。中國企業所得稅標準稅率為 25%。2020 年，河南發恩德被認定為高新技術企業（HNTE），2020 年至 2022 年實際所得稅稅率降至 15%。高新技術企業資格有效期為 3 年，第 4 年可經政府批准續期。2023 年，河南發恩德成功續期高新技術企業資格，2023 年至 2025 年繼續享受優惠稅率。2026 年，河南發恩德已啟動高新技術企業資格的續期申請，只要年底前獲得批准，2026 年至 2028 年將繼續享受所得稅優惠稅率。

目前尚無已知或公認的環境問題可能阻礙或限制洛寧礦區內的採礦作業。未來可能需要為礦山基礎設施（如選礦廠擴建、廢物處置、辦公及生活設施等）購置部分土地。目前尚無已知的重大因素或風險可能影響洛寧礦區的通行、礦權或進行工作的權利與能力。

4.4 採礦許可證

2023 年 6 月，中國對採礦許可證相關法律法規進行了修訂。根據 2023 年 6 月 5 日發佈的《自然資源部關於進一步完善礦產資源勘查開採登記管理的通知》（自然資規〔2023〕4號）規定：「……（3）採礦權人在礦區範圍內深部、上部開展勘查工作，無須再辦理探礦權新立登記。」因此，希爾威在現有採礦許可證範圍內開展勘探活動，無需另行持有探礦許可證。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

5 交通、氣候、當地資源、基礎設施和地形地貌

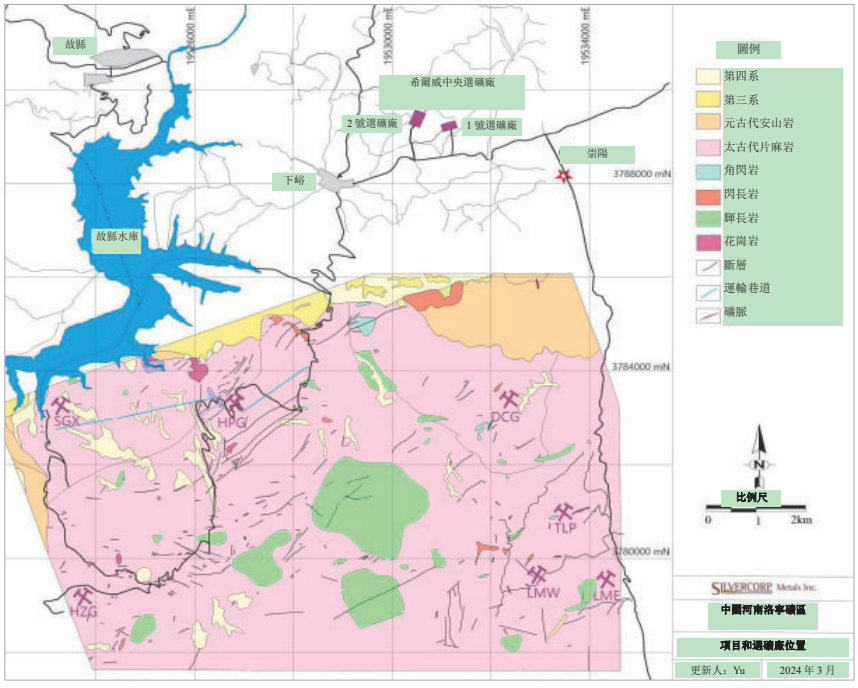
5.1 洛寧項目區

洛寧項目區位於熊耳山脈，地形崎嶇，山高穀深，切割強烈。海拔範圍為 300 米至 1,200 米。山坡陡峭，坡度通常超過 25°，基岩出露良好。

區內植被稀疏，以灌木、蕨類植物及小喬木為主。海拔較高處植被較為茂密，樹木也較大。當地經濟以農業（小麥、玉米、煙草、藥材）和礦業為主，農業活動主要集中於較大河谷底部及梯田山坡。

洛寧項目區距河南省省會鄭州（人口約 1,380 萬）以西偏西南約 240 公里，距最近的主要城市洛陽（人口約 710 萬）西南約 145 公里（見第 4 章圖 4.1）。鄭州是本地區最大的工業城市，服務設施齊全，每日有航班飛往北京、上海及香港。洛寧縣城（人口約 37.4 萬）經鋪裝道路至洛寧選礦廠約 56 公里。選礦廠位於採礦許可證區以北，距故縣水庫約 15 公里（圖 5.1）。各礦區均可經鋪裝道路通達。

圖 5.1 洛寧項目礦山和選礦廠位置



需說明，圖 5.1 中疊加地質底圖的區域大致對應洛寧項目採礦許可證範圍。為提升運輸效率並促進環境友好型生產，希爾威已修建運輸巷道連接沙溝與蒿坪溝礦山，以及蒿坪溝礦山至靠近選礦廠的道路出入口。沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山均有道路通達。目前所有礦石均採用卡車運輸至選礦廠。

屬大陸性亞熱帶氣候，四季分明。本區屬大陸性亞熱帶氣候，四季分明。氣溫年變化範圍為-10°C 至 38°C，年平均氣溫 15°C，局部隨海拔變化有所差異。年平均降水量約 900 毫米，主要集中在 7 至 9 月的雨季，11 月至次年 3 月有降雪和霜凍。礦山及相關設施全年生產運營。

希爾威擁有足夠的地表使用權以保障洛寧礦山及選礦廠的正常運營。礦區鄰近主要電網，其中一條輸電線路延伸至沙溝礦區。洛寧項目附近建有水力發電站，位於故縣水庫大壩處。故縣水庫建於黃河支流洛河之上。當地勞動力資源充足，可滿足大部分勘探及採礦作業需求。陡峭的山谷為尾礦和廢石堆場提供了天然庫容。項目基礎設施詳見第 18 章。

5.2 寬平項目區

寬平項目礦區地處丘陵至中低山區，最低海拔 78 米，最高海拔 378 米（雞籠頂）。礦區總體屬秦嶺山脈小山山系，地形陡峭，相對高差較大。區內最高點海拔 1,265 米，最低點 825 米，大部分區域海拔約 1,000 米。地勢總體呈南北高、中間低，山脈及山谷以南北走向為主。區內無大型河流，僅有數條山間溪流，流量隨季節變化。大部分區域為原始森林覆蓋，植被發育良好。

寬平項目位於洛寧選礦廠以北約 30 公里處。寬平項目區及其與洛寧項目的相對位置見圖 4.1 和圖 4.3。

寬平礦區有公路經店子鄉、宮前鄉連接至三門峽市，並與隴海鐵路、連霍高速公路及 310 國道相交，至三門峽火車站運輸距離約 70 公里。

寬平項目與洛寧項目區鄰近，氣候條件與前述洛寧項目區相似。

寬平項目周邊水資源較為豐富，附近有黃河水庫及澗裏水庫。電力資源方面，該區域有三門峽水電站，裝機 5 臺，總容量 25 兆瓦，接入華北電網。此外，一條 20 萬伏高壓輸電線路經過寬平項目附近的張村鄉，高壓線路已延伸至項目區。

6 歷史

6.1 洛寧項目

6.1.1 簡介

洛寧礦區的銀鉛鋅礦化已有數百年開採歷史，但多為間歇性小規模開採。1956 年，中國政府啟動了首次系統的地質普查與勘探工作。1956 年至 2004 年希爾威首次獲得該區域權益期間的歷史活動詳情，已在以往依據 NI 43-101 編制的技術報告中進行了詳細總結（參見第 27 章依據文件）。

6.1.2 鑽探

在希爾威於 2004 年取得沙溝礦山權益之前，洛寧礦區的鑽探工作量較少。以往運營商完成的鑽探項目包括：1991 年至 1994 年河南省有色金屬地質礦產局第六隊在鐵爐坪-龍門礦區實施的地表鑽探項目（進尺 10,736 米），以及 2003 年河南省有色金屬地質礦產局在沙溝礦區施工的兩個試驗鑽孔。上述鑽孔所控制的區域目前已采空。

6.1.3 所有權與生產

希爾威於 2004 年取得沙溝礦山項目權益，隨後相繼收購了後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門（龍門東溝和龍門西溝）和東草溝等項目，上述項目此前均由民營中國企業持有並運營。

蒿坪溝地下礦山始建於 1995 年 4 月，1996 年 6 月向華泰#1 公司頒發了採礦許可證。該礦山於 1997 年至 1998 年間停產。2001 年，河南省國土資源廳向華泰#2 公司（在中國，變更採礦許可證上的名稱手續繁瑣，因此即便屬於不同公司，也常沿用同一名稱）頒發了新的採礦許可證。2004 年，華泰#3 公司收購了該礦山，據報告其從四個主要地下中段開採，年產量約 7 萬噸。礦石運往華泰公司擁有的故縣選礦廠加工。2006 年，希爾威與華泰#3 公司達成協議，收購了該礦山及選礦廠。

1998 年，洛寧縣鐵爐坪銀鉛礦獲得了鐵爐坪礦區的採礦許可證。該礦山采用留礦採礦法生產，日處理礦石 450 噸。礦石運往五個小型選礦廠，采用常規浮選工藝生產鉛精礦。因健康、安全及環境問題，政府於 2006 年 12 月關閉了該礦山。據估計，該礦山累計生產礦石約 155 萬噸，但實際產量及品位不詳。希爾威於 2007 年底從原所有者手中收購了鐵爐坪項目。

2002 年，洛寧縣鑫達礦產品貿易有限公司（鑫達）獲得龍門礦區採礦許可證，允許其采用留礦採礦法開採銀鉛礦石，年開採規模 3 萬噸。礦石主要采自 990 米至 838 米中段，運至當地一家小型選礦廠進行常規浮選加工。據報告，該礦山累計生產礦石 120,206 噸，平均品位 Ag 257.06 克/噸、Pb 7.04%。希爾威於 2007 年底從原所有者手中收購了龍門項目。

希爾威分別於 2006 年 8 月和 2007 年 6 月獲得了原東草溝金銀礦床及其西側相鄰的 Ximiao-Leileishi 金礦床的兩處探礦許可證。2013 年 2 月，河南省國土資源廳批准了東草溝金銀礦（DCG）礦區範圍劃定，將原東草溝金銀礦床與 Ximiao-Leileishi 金礦床合併。2015 年 6 月 15 日，河南省國土資源廳頒發了東草溝採礦許可證，有效期自 2015 年 6 月 15 日至 2025 年 6 月 15 日；該許可證後續已成功續期，現有效期至 2037 年 6 月 16 日。

6.1.4 歷史礦產資源量與礦產儲量估算

希爾威於 2004 年至 2007 年間陸續取得洛寧項目各礦山權益。合資格人士認為，任何早於希爾威介入之前的礦產資源量或礦產儲量估算，均不構成本技術報告的有效信息。

6.2 寬平項目

6.2.1 簡介

河南省陝縣東岔寬平的寬平礦區始建於 2002 年 5 月 17 日，原探礦權人為安陽興安礦業服務有限公司，原勘查許可證號為 4v100000210091。2008 年 5 月，安陽興安礦業服務有限公司將礦權轉讓給河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊。2011 年 9 月，第一地質大隊進一步將礦權整合至陝縣鑫寶源礦業有限公司名下。

2021 年 10 月 13 日，希爾威通過其持有 77.5%權益的河南發恩德礦業有限公司的一家全資子公司，通過網絡公開競價成功收購寬平項目 100%權益。

6.2.2 勘查

2006 年至 2008 年，河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊在寬平礦區開展了系統普查及詳細調查，基本查明了區內礦脈的類型、強度、分佈及規模。實施了系統的地表槽探工程，圈定了一條金礦脈和兩條銀礦脈，並投入了部分坑探工程及民窿清理工作。2008 年 4 月，第一地質大隊完成了《河南省陝縣東岔寬平礦區金礦詳查報告》。

該歷史勘探工作的進一步論述見第 9.2 節。

6.2.3 鑽探

截至 2011 年，第一地質大隊在寬平項目區共施工地表鑽孔 55 個，總進尺 11,391 米。鑽探工作的進一步論述見第 10 章。

6.2.4 生產

寬平項目尚無生產歷史。

6.2.5 歷史礦產資源量與礦產儲量估算

希爾威於 2021 年取得寬平項目權益。合資格人士認為，任何早於希爾威介入之前的礦產資源量或礦產儲量估算，均不構成本技術報告的有效信息。

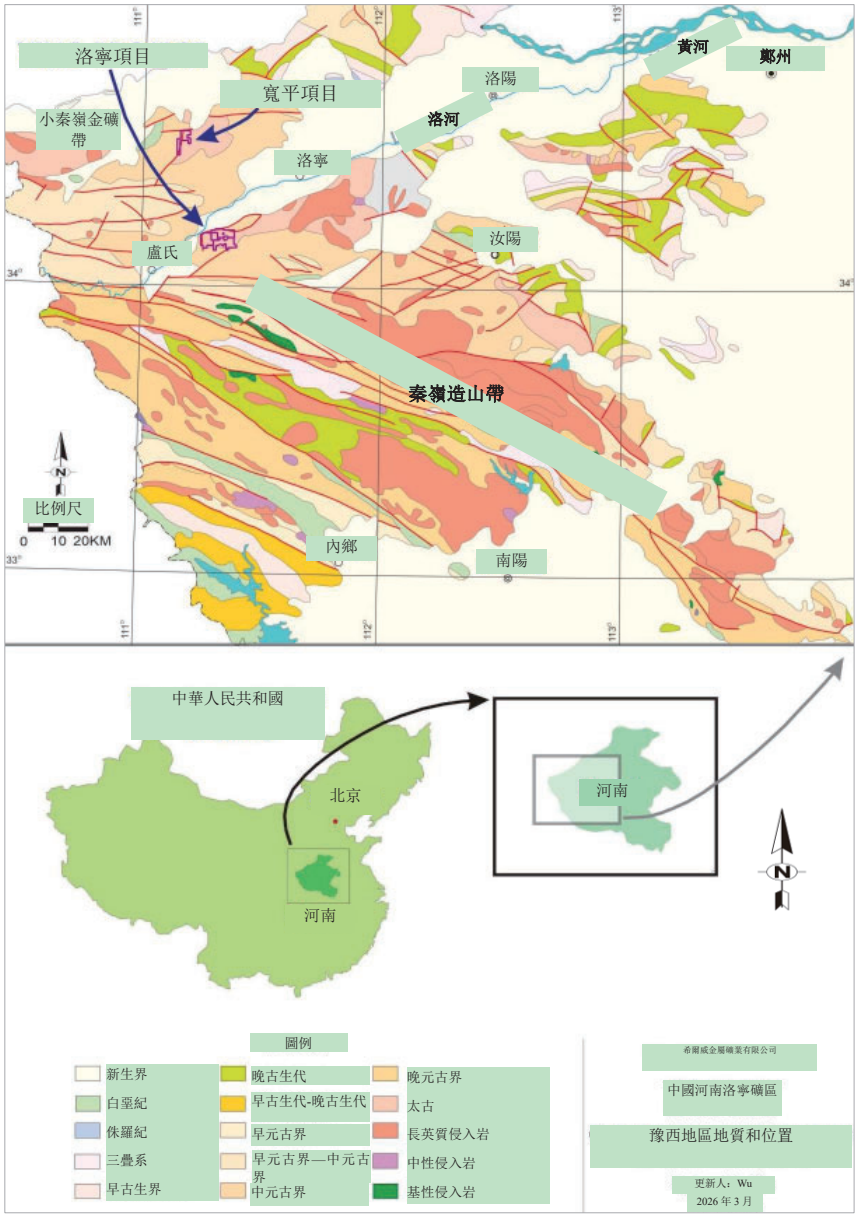
本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

7 地質背景與礦化

7.1 區域地質

洛寧礦區位於秦嶺造山帶內。秦嶺造山帶呈北西-南東向展布，長約 300 公里，是古生代時期兩大板塊碰撞形成的大型構造帶。項目所在洛寧礦區的區域地質和位置見圖 7.1。

圖 7.1 豫西地區地質和洛寧礦區位置



華北板塊為北部大陸板塊，覆蓋河南省全境及華北大部分地區；揚子板塊為南部板塊，覆蓋華南大部分地區。兩大板塊之間的造山帶岩石強烈褶皺、斷裂，為礦床就位提供了極為有利的構造條件。包括本礦區在內的多個在產銀鉛鋅礦山均沿該造山帶分佈。

秦嶺造山帶主要由元古宇至古生界地層序列組成，岩性包括基性至長英質火山岩，夾不同比例的碎屑岩及碳酸鹽岩沉積岩。岩石普遍遭受弱變質作用，達低綠片岩相，局部變質程度較高，達低角閃岩相。造山帶基底為華北板塊高度變質的太古宇岩石，主要為長英質至基性片麻岩，夾少量角閃岩、侵入輝長岩及輝綠岩。變質的秦嶺造山帶序列及其下伏太古宇基底岩石被元古宙及中生代的基性至長英質岩脈和岩株侵入。其上覆中生代至新生代未變質沉積岩序列，主要為泥灰岩及碳質泥岩，局部又被砂岩礫岩序列覆蓋。

秦嶺造山帶的主要構造為古生代兩大板塊碰撞形成的北西-北西西向褶皺和斷層。斷層由眾多逆沖斷層組成，具斜向運動分量，並伴生北西或北東走向的共軛剪切構造。這些共軛剪切帶發育斷層泥、角礫岩化及清晰擦痕等脆性破裂特徵，與沿 300 公里長造山帶確認的所有重要礦化密切相關。洛寧礦區範圍內至少識別出三條重要的北北東向礦化斷裂帶：

- 黑溝—欒川—維摩寺深大斷裂帶
- 瓦穴子—喬端斷裂帶
- 朱陽關—夏館斷裂帶

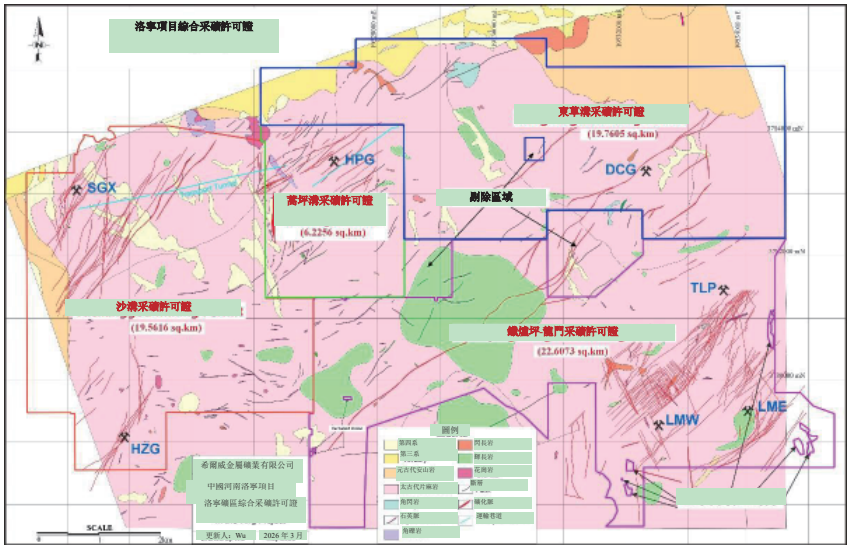
7.2 礦區地質

7.2.1 洛寧項目

洛寧礦區下伏太古宇基底主要由高度變質的基性至長英質片麻岩組成，原岩為基性至長英質火山岩及沉積岩（圖 7.2）。基底序列底部為一層厚約 1 公里的基性片麻岩，局部發育北北東走向、南東傾 30°~60°的輝長岩岩脈及岩床。該序列之上覆有更厚的薄層狀長英質片麻岩，其北側和西側以極高角度（>70°）的「拆離」斷層剪切帶與元古宙安山質綠岩相鄰。綠岩已發生褶皺，向北東及南西方向陡傾。基底片麻岩普遍緊密褶皺，在基性片麻岩與長英質片麻岩接觸帶附近發育大量石香腸構造。局部可見元古宙至古生代的小型花崗斑岩岩株侵入片麻岩。

上述所有岩性均被高角度（多向西傾）的共軛斷層廣泛切割。斷層總體呈北東走向，礦區西側以北至北北東向為主，東側以北東向為主，偶見北西向。斷層多近於直立，向兩側陡傾，局部被較新的安山質至玄武質輝綠岩岩脈群充填。斷層的多期活動為區內所有重要的銀鉛鋅礦脈提供了容礦空間。

圖 7.2 洛寧項目採礦許可證範圍和礦化脈系

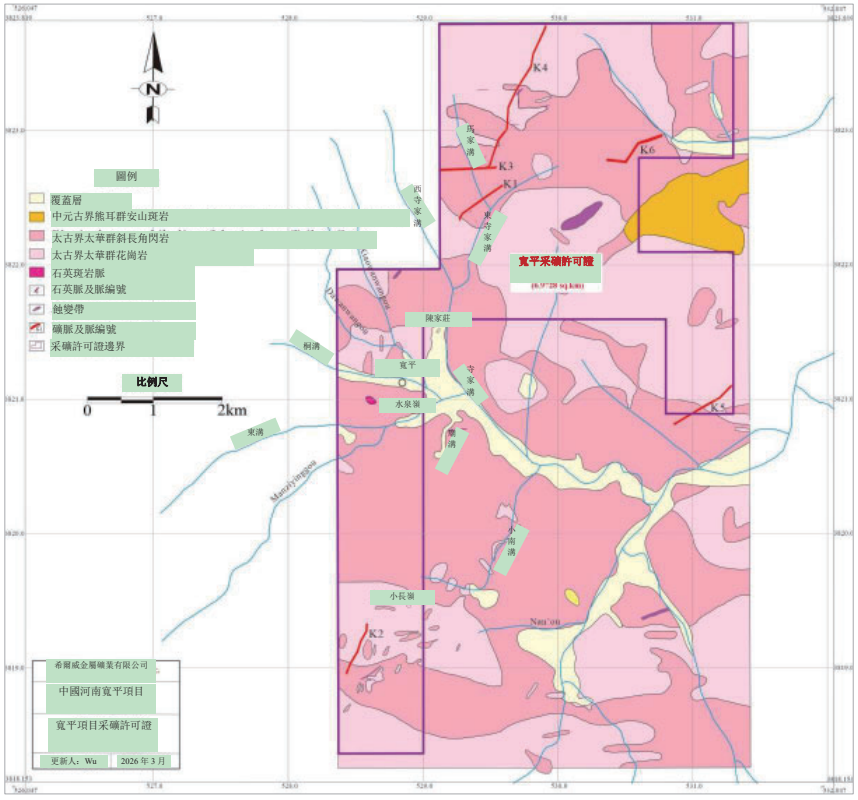


7.2.2 寬平項目

陝州區寬平銀金礦區位於小秦嶺地區東北段，地處小秦嶺斷隆之華熊地塊南緣。區內四級構造單元主要為小秦嶺斷隆及盧氏-洛寧斷陷。斷隆區為一變質核雜岩構造，具典型的雙層結構特徵。核部結晶基底為前寒武紀太華群古老變質岩系；東西兩翼及南部蓋層為中元古界長城系熊耳群下岩組的一套淺海相碎屑岩建造及中性火山岩建造。區內岩漿活動頻繁，變質變形強烈，斷裂構造發育，金、銀、鉛鋅多金屬礦床及礦點眾多，多金屬元素地球化學異常清晰。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 7.3 寬平項目採礦許可證範圍和礦化脈系



7.3 礦化

7.3.1 概述

洛寧礦區發育多條中溫熱液富銀鉛鋅石英-碳酸鹽脈，賦存於切割太古宙片麻岩和綠岩的陡傾斷層裂隙帶中。迄今為止，已在至少 591 條獨立脈狀構造中圈定出具有工業意義的礦化，另有許多規模較小的礦脈已被發現，但尚未進行充分勘探。除蒿坪溝礦脈中含金約 1.5 克/噸外，還有 38 條礦脈金品位較高，並伴生不同含量的銀及賤金屬。這些富金礦脈信息匯總於表 7.1。

表 7.1 礦區富金礦脈一覽表

礦山	礦脈	礦山	礦脈
沙溝	S16W	龍門東溝	LM4E2
	S18E	鐵爐坪	T50
	S21		T51
	S74		T52
龍門西溝	LM21		T53
	LM22	东草沟	C76
	LM26		C9_1
	LM27		C9_2

礦山	礦脈	礦山	礦脈
	LM28		C9_3
	LM28a		C9_4
	LM50		C9_5
	LM50_3		C9_6
	LM51		C9E1
	LM52		C9E3
	LM53		C9W1
	LM54		
	LM54_1		
	LM54_2		
	LM55		
	LM58		
	LM58_1		
	LM59		
	LM59_2		

從構造特徵來看，整個洛寧礦區的脈系具有相似性，均呈脈組產出，產狀基本一致，賦存於斷層裂隙帶中。斷層裂隙帶以北東-南西走向最為發育，南北走向次之，北西-南東走向較為罕見。這些構造沿走向延伸數百至數千米，通常被蝕變安山岩或輝綠岩岩脈及石英-碳酸鹽脈充填，或呈孤立的蝕變基岩（主要為片麻岩）帶產出，局部伴有石英-碳酸鹽細脈。地表出露的構造中，約有三分之一至二分之一發育明顯的礦化及蝕變。

富銀鉛鋅石英-碳酸鹽脈系由狹窄的板狀或分叉狀礦脈組成，常呈平行及錯列脈組產出。礦脈沿構造呈經典的「膨縮」形態，厚度從幾釐米至數米不等，變化急劇。構造張性區形成的「膨大」部位常構成礦化「富礦柱」。以沙溝礦山為例，富礦柱的垂直及水平延伸規模為 30 米至 60 米以上，礦脈真厚度可達 5.5 米，其中垂直延伸規模通常為水平延伸的兩倍或以上。沿脈縱投影圖顯示，多數富礦柱具陡傾、非垂直側伏特徵。

洛寧礦區各礦山的富銀鉛鋅脈系在礦物學特徵上也大致相似。不同礦山之間及同一礦區內不同脈系之間的細微差異，被解釋為礦化系統不同深度上礦區尺度礦物分帶的體現。這種細微的分帶特徵與美國 Coeur d'Alene 礦區觀察到的寬尺度分帶模式相似，也是世界其他重要中溫熱液銀鉛鋅礦區的典型特徵（Broili 等人，2008 年和 2010 年）。

7.3.2 沙溝礦山

沙溝礦山目前已圈定的銀鉛鋅礦化賦存於 101 條礦脈中，分屬 8 個主要脈系和 2 個次要脈系。其中，4 條礦脈金品位較高。按探明+控制資源量噸位統計，規模最大的 5 條礦脈為 S8、S19、S7、S2 及 S16W，合計占該礦山礦化總量的 30%。

沙溝礦脈已在井下不同中段進行了系統的地質編錄、採樣及鑽探控制。結果表明，礦脈充填物中約 30%為強烈礦化，以塊狀、半塊狀、細脈狀及浸染狀方鉛礦和閃鋅礦形式產出，礦化寬度 0.2 米～5.5 米及以上，加權平均真厚度為 0.78 米。除方鉛礦和閃鋅礦外，最常見的金屬礦物為少量黃鐵礦、黃銅礦、赤鐵礦，以及極微量自然銀、含銀硫鹽礦物（主要為脆銀礦）、含銀黝銅礦（即銀黝銅礦），可能還有螺狀硫銀礦。金屬礦物均局限於礦脈內部，呈塊狀集合體或浸染狀分佈。方鉛礦礦化常呈板狀透鏡體，由粗晶集合體或細粒「鋼灰色方鉛礦」體構成，厚度可達 1.0 米，垂直及水平延伸可達 100 米或以上。閃鋅礦呈深色富鐵變種（常稱「黑閃鋅礦」），與方鉛礦伴生，呈粗條帶或集合體產出。礦脈邊緣常見方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦及石英交替條帶。

2012 年對主要礦脈岩心及坑道樣品的分析結果進行了詳細研究，發現 S2、S6、S1、S2W2、S14、S16W1 等高品位銀鉛鋅礦脈旁側發育寬度較大、品位較低但仍具工業價值的銀礦化蝕變帶。由於缺乏肉眼可見的硫化物，2012 年前的採樣工作大多忽略了這些低品位帶。隨著對主要礦脈地質、蝕變及礦化特徵認識的深入，礦化邊界已不能僅憑礦脈接觸帶的目視地質填圖確定，還需結合相鄰蝕變帶的銀含量進行綜合判定。因此，所圈定礦化帶的平均寬度顯著增加。

沙溝礦山部分礦脈中的若干富礦柱具有異常高的銀鉛比，每 1%的鉛含銀 131～343 克，遠高於沙溝其他多數礦脈。這些富礦柱中的銀被認為主要以富銀的不含鉛礦物（如銀黝銅礦）形式存在。銀黝銅礦呈深色金屬光澤，易隱藏在方鉛礦的金屬顆粒集合體中。同時，銀黝銅礦也是含銅礦物，因此這些富礦柱因銀黝銅礦的存在而含有高達百分之幾的具有潛在回收價值的銅。

沙溝礦山共圈定出 4 條富金礦脈，分別為：S11、S16W_Au、S18E 和 S74。S11 礦脈於本年度首次完成了建模。四條富金礦脈與沙溝礦山的其他礦脈特徵相似。S18E 和 S74 礦脈走向為北東向，S16W_Au 礦脈走向為近南北向。這些礦脈均陡傾，傾角範圍為 65-80°。其中，S18E 和 S74 礦脈的傾角方向為 315-335°，S16W_Au 礦脈的傾角方向為 85-110°。S11 礦脈位於資源區的東北部。該礦脈陡傾，傾角約 86°，傾角方向約為 115°。這些礦脈中的金主要以銀金礦和亮金銀礦形式存在，呈中細粒狀，產於硫化物裂隙中、硫化物與脈石礦物接觸邊界上，或包裹於硫化物內部。金的典型品位約為 0.5 克/噸，已建模含金礦脈中金的最高化驗品位為 70.8 克/噸。

礦脈系統中的脈石主要由石英-碳酸鹽礦物組成，並偶爾含有蝕變圍岩的包體。碳酸鹽脈石礦物以鐵白雲石為主；而許多其他中溫熱液銀鉛鋅礦田最常見的碳酸鹽脈石礦物則為菱鐵礦。

圍岩蝕變通常表現為大量伴隨裂隙發育的絹雲母、綠泥石、矽化以及鐵白雲石的石英細脈。沿裂隙可見少量綠簾石，屬退變質蝕變。地下鑽探表明，許多礦脈系統在深部似乎保持延續或強度增強。此外，Broili 等人（2006）指出，地下巷道中揭露的許多礦脈，其銀鉛鋅品位通常顯著高於地表出露的同一礦脈。

圖 7.4 顯示了沙溝礦山探礦和開拓巷道（巷道）及礦脈的平面圖。圖 7.5 顯示了沙溝礦山的橫截面圖。表 7.2 列出了十大礦脈的屬性。

圖 7.4 沙溝礦山巷道及礦脈

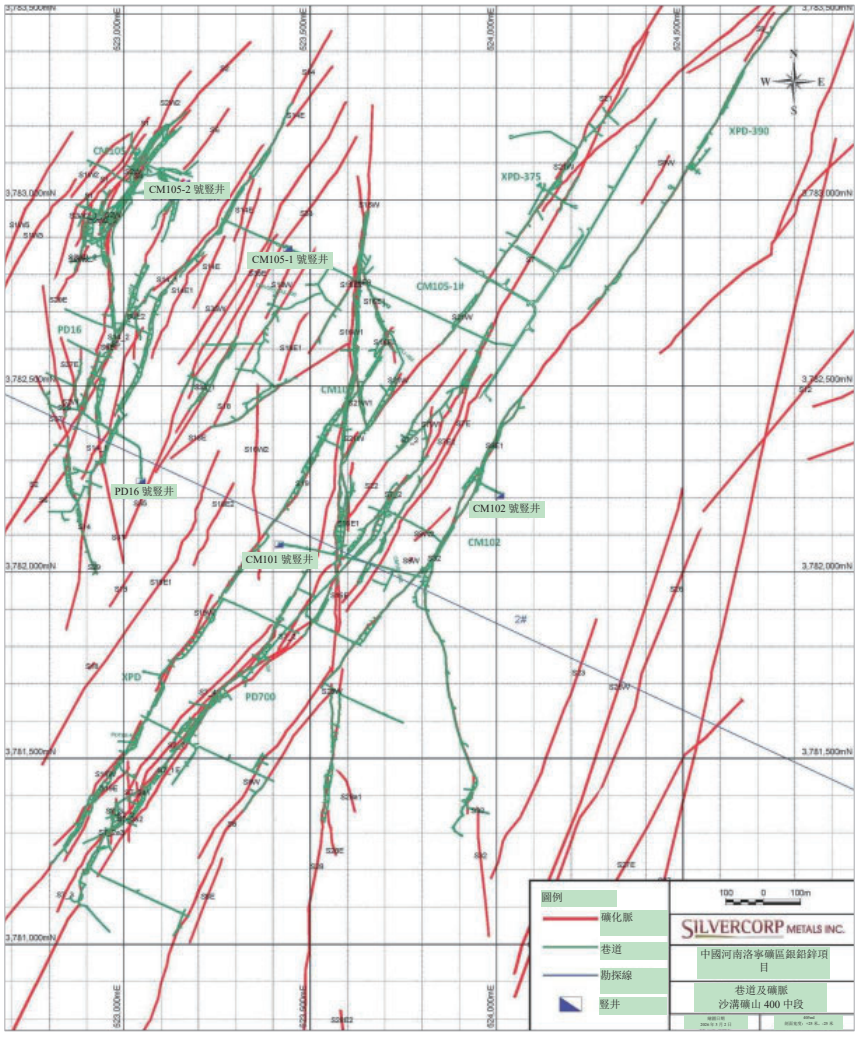
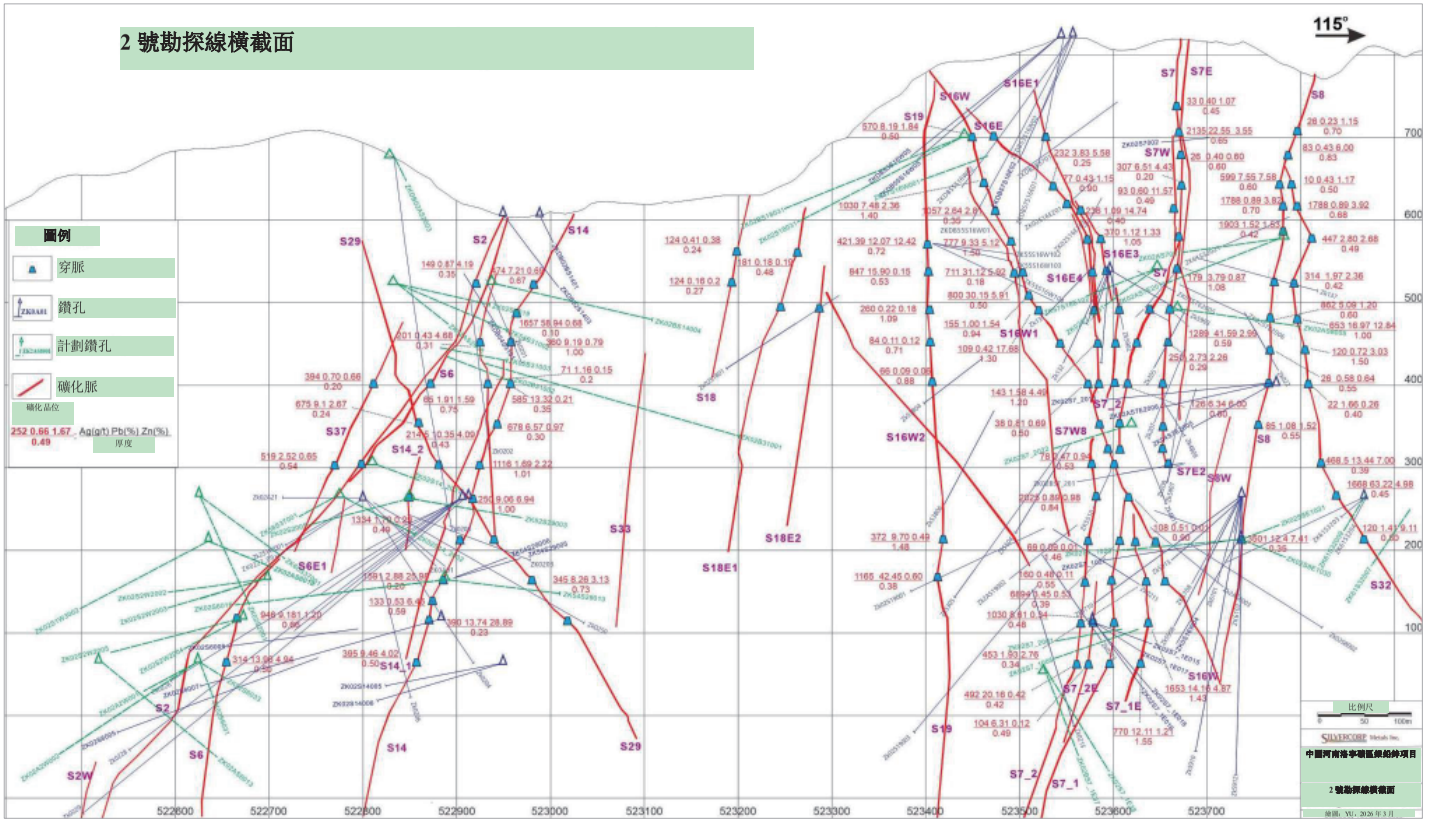


圖 7.5 沙溝礦山 2 號勘探線橫截面



注：2 號勘探線的位置見圖 7.4。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 7.2 沙溝礦山礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾角方向	傾角	平均真厚度/範圍（米）
				(°)	(°)	
S8	3,200	875	845-(-30)	290-330	65-85	0.75(0.29-6.24)
S19	1,780	820	760-(-110)	293-325	70-85	0.80(0.30-8.89)
S7	1,900	800	825-(-10)	286-319	61-88	0.96(0.38-6.05)
S2	960	820	670-(-200)	275-320	55-85	0.78(0.32-4.36)
S16W	1,285	860	790-(-70)	80-110	56-76	0.91(0.29-8.37)
S6	960	860	720-(-140)	280-305	50-82	0.64(0.31-2.76)
S7_1	1,530	950	850-(-170)	301-331	64-85	0.75(0.28-5.87)
S21	1,420	780	795-15	291-310	70-85	0.68(0.26-4.4)
S7_2	1,603	870	705-(-165)	291-311	62-83	0.53(0.30-1.95)
S14	1,310	720	720-(-50)	290-330	60-89	0.64(0.28-3.14)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

7.3.3 後張溝礦山

後張溝礦山位於沙溝礦山以南，迄今已圈定出 30 條銀鉛鋅礦脈。地下和地表採樣及鑽探結果表明，這些礦脈中 14%至 23%的充填物呈現強礦化特徵，其真厚度加權平均值為 0.45 米（範圍 0.23 米至 2.64 米）。這些礦脈的銅含量明顯較高，但鋅含量低於該礦田的許多其他礦脈。例如，HZ20 是後張溝礦山迄今已圈定的最大礦脈之一，平均含銅量為 0.58%，銅主要賦存於黃銅礦和黝銅礦中。黝銅礦通常形成塊狀透鏡體。黃銅礦以浸染狀晶體形式產於脈石和黝銅礦中。其他硫化物包括方鉛礦（局部可達百分之幾）和黃鐵礦。

後張溝礦脈與圍岩的接觸界限清晰，以剪切和斷層泥為標誌。脈石以石英-鐵白雲石為主，並伴有數量可觀的鮮綠色鉻雲母（一種含鉻白雲母蝕變產物），尤其是在後張溝礦脈邊緣附近更為豐富。鉻雲母是全球許多與綠岩帶相關的中溫熱液金礦田常見的蝕變產物。

後張溝礦脈大多呈北東-南西走向，朝西部邊緣逐漸彎曲為北北東-南南西走向，儘管也有少數礦脈系統呈近南北走向，如圖 7.6 中的平面圖所示。按探明資源量和控制資源量噸位排名，HZ26、HZ22、HZ10、HZ20E 和 HZ22 這五條最大礦脈占該礦山礦化量的 67%。表 7.3 匯總了十大礦脈的尺寸和產狀特徵。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 7.6 後張溝礦山巷道及礦脈

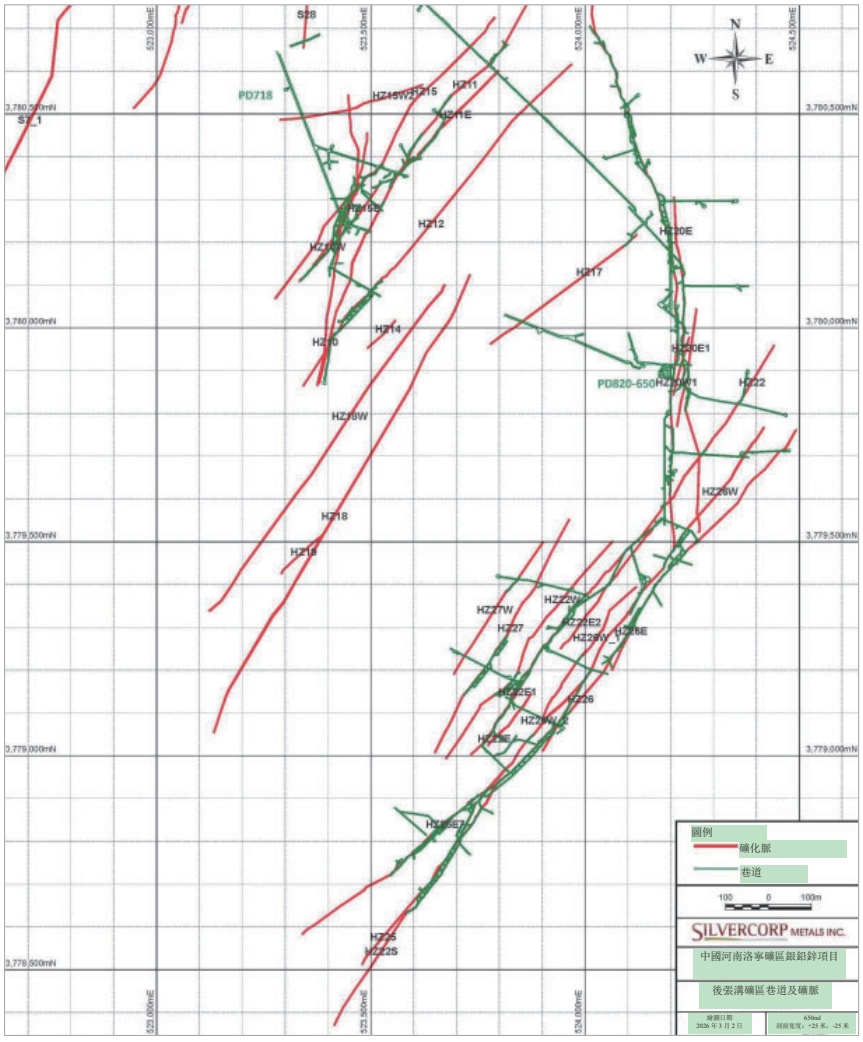


表 7.3 後張溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向	傾角	平均真厚度/範圍（米）
				(°)	(°)	
HZ26	1,491	600	951-351	120-328	62-88	0.63 (0.5-1.75)
HZ20	1,395	355	452-807	60-111	60-82	0.56 (0.28-1.08)
HZ20E	791	267	382-649	75-115	56-85	0.55 (0.27-1.42)
HZ22	1,106	198	495-693	125-320	60-80	0.76 (0.28-1.32)
HZ10	588	130	474-604	75-295	57-80	0.51 (0.25-1.1)
HZ22S	750	377	509-886	125-330	71-82	0.57 (0.49-1.36)
HZ27	462	274	541-815	300-325	65-85	0.52 (0.47-0.57)
HZ26E8	177	112	314-426	130-335	58-81	0.47 (0.25-1.35)
HZ22E1	620	256	640-896	302-339	63-88	0.45 (0.23-1.48)
HZ26W	997	354	351-705	120-320	65-87	0.62 (0.27-1.3)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

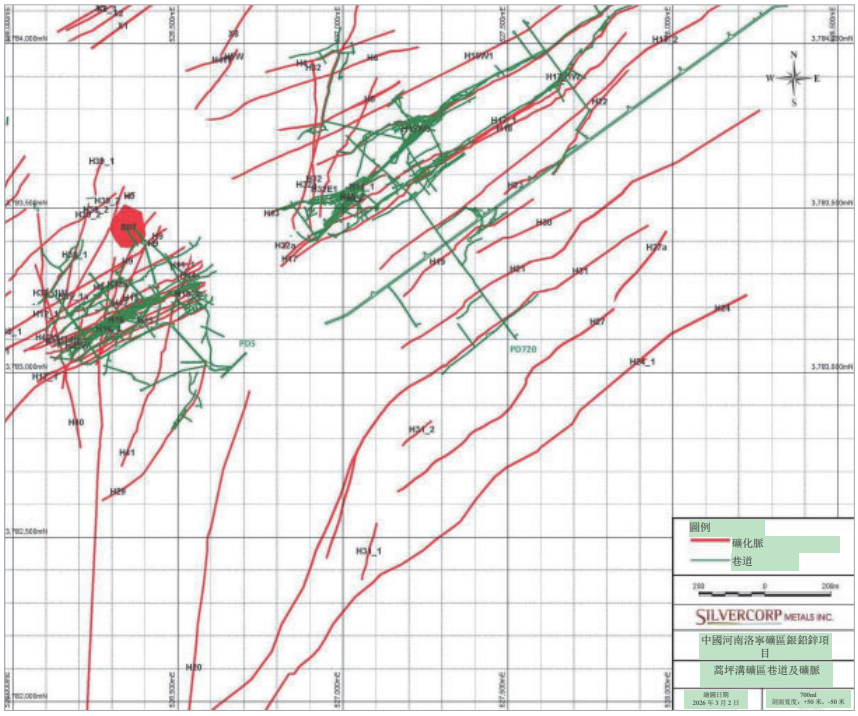
7.3.4 蒿坪溝礦山

蒿坪溝礦山位於礦田中部，緊鄰沙溝礦東北側。圖 7.7 為蒿坪溝礦山巷道及礦脈平面圖。表 7.4 描述了十大礦脈的屬性。目前，已圈定了 69 條礦脈中的礦化區域。按探明資源量和控制資源量噸位排名，H15、H17、H17_1、H15W 和 H16 這五條最大礦脈占該礦山礦化量的 40%。沿這些礦脈構造在不同中段採樣的結果表明，27%至 50%或更多的礦脈物質為礦化體，寬度範圍在 0.22 米至 5.76 米之間，平均寬度為 0.69 米。

這些礦脈產於相對透水的斷層-裂隙帶中，從地表至約 80 米深度範圍內均發生了廣泛氧化。在此氧化帶內，礦脈呈現出許多開放空間，並具有顯著的由於硫化物淋濾氧化形成的蜂窩狀格架構造。該采區內存在不同含量的次生礦物，包括白鉛礦（碳酸鉛）、孔雀石（碳酸銅）和褐鐵礦（含水氧化鐵）。在此氧化帶之下，礦脈中硫化物礦物與次生氧化物礦物混合，向下至約 150 米深度處硫化物逐漸增多，超過此深度則出現新鮮硫化物，氧化現象極少或幾乎不存在。當前開採深度位於地表以下 80 米以上。

主要的硫化物為方鉛礦，通常占礦脈體積的百分之幾到 10%，此外還有少量閃鋅礦、黃鐵礦、黃銅礦和銀黝銅礦-黝銅礦。其他含量更少的金屬礦物包括輝銀礦、自然銀、自然金、斑銅礦以及各種硫鹽礦物。這些礦物呈狹窄的塊狀條帶、細脈狀分佈或浸染狀產於脈石中，脈石由石英、絹雲母和碳酸鹽（以白雲石和方解石為主，含部分鐵白雲石）組成。表 7.4 匯總了蒿坪溝礦山主要礦脈的特徵。

圖 7.7 蒿坪溝礦山巷道及礦脈



注：紅色多邊形區域 B07 為一個礦化侵入角礫岩。

表 7.4 蒿坪溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向 (°)	傾角 (°)	平均真厚度/範圍（米）
H15	816	1,153	745- (-361)	322-342	63-83	0.97 (0.30-2.28)
H17	1,815	1,283	853- (-426)	315-335	65-85	1.36 (0.32-3.47)
H17_1	1,745	910S	860-(-50)	315-340	70-85	0.93 (0.22-1.60)
H15W	1,350	860	900-40	310-340	72-80	0.68 (0.30-1.41)
H16	657	681	844-179	332-352	67-87	1.05 (0.56-1.71)
H16_3	360	650	800-150	315-340	65-83	0.92 (0.49-1.63)
H18	1,636	1,055	835- (-220)	315-340	70-85	0.82 (0.41-1.38)
H20W	348	313	605-321	100-120	55-75	0.85 (0.54-1.16)
H5	840	635	685-150	320-335	70-82	0.96 (0.34-2.98)
H32a	610	590	770-180	105-130	70-84	0.70 (0.36-1.06)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

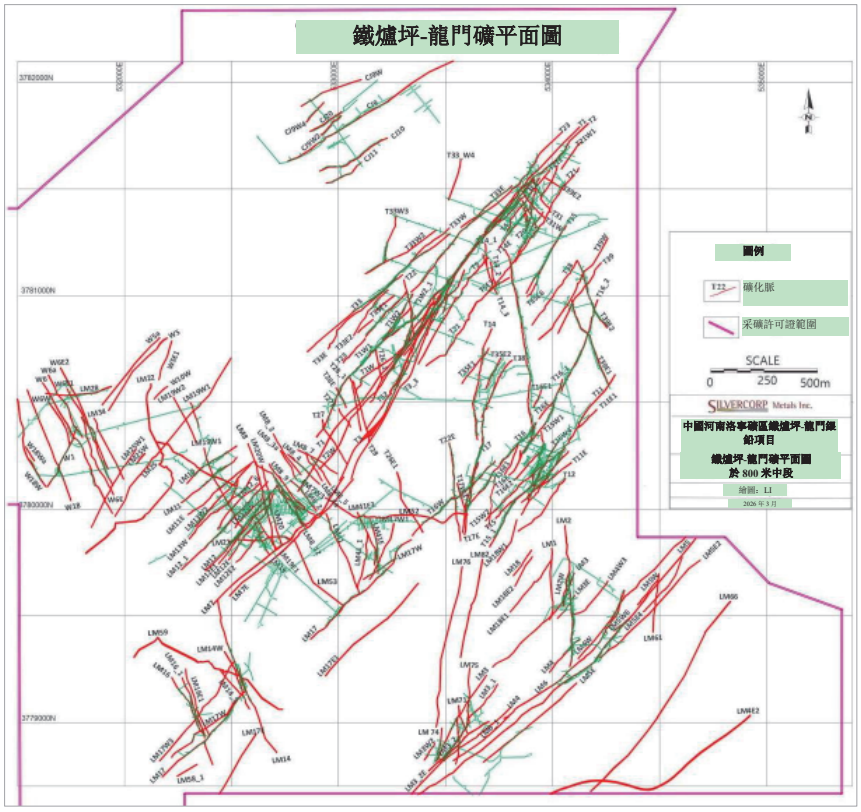
7.3.5 鐵爐坪和龍門礦山

由於鐵爐坪、龍門和龍門西溝礦山的礦化類型相似，因此在此一併說明。鐵爐坪礦山已知存在礦脈 162 條，龍門西溝礦山有礦脈 135 條，龍門礦山有礦脈 69 條。圖 7.8 為鐵爐坪和龍門礦山礦脈分佈平面圖。表 7.5 至表 7.7 分別描述了各礦山十大礦脈的屬性。鐵爐坪

礦山包含 T50、T51、T52 和 T53 四條富金礦脈。龍門礦山擁有一條富金礦脈，即龍門 4E2。龍門西溝礦山擁有 19 條富金礦脈，如表 7.1 所列。

按迄今已圈定的礦化量計，鐵爐坪礦山的 T3、T2、T1W1、T3_3 和 T1 這五條最大礦脈占該礦山礦化量的 25%。在龍門西溝礦山，龍門 7、龍門 17、龍門 50、龍門 12_1 和龍門 14 這五條最大礦脈占該礦山迄今確定的礦化量的 25%。在龍門礦山，龍門 5、龍門 5E、龍門 4E2、龍門 6 和龍門 5E2 這五條最大礦脈占該礦山迄今確定的礦化量的 36%。這三個礦山各自的五條最大礦脈均基於探明資源量和控制資源量噸位進行排名。

圖 7.8 鐵爐坪-龍門礦山礦化脈分佈圖



注：綠線表示巷道。

沿主礦脈或橫穿主礦脈在不同中段進行的大量地下採樣工作表明，相當數量的礦脈充填物具有強烈的礦化特徵，呈塊狀、半塊狀和浸染狀方鉛礦，以及少量黃銅礦和閃鋅礦，礦化寬度為 0.25 米至 10 米或更大。其他含量較少的金屬礦物包括黃鐵礦、赤鐵礦，以及極少量的螺狀硫銀礦。

鐵爐坪礦山的礦脈大多向西傾斜，而龍門礦山的礦脈則陡傾於東西兩側。此前在鐵爐坪礦山沿 T1 礦脈和 T2 礦脈構造開展的採礦與采場回採作業表明，在沿走向延伸數百米至一千米甚至更長的構造帶內，礦化現象向北平緩側伏。主礦化以塊狀聚集或浸染狀產於礦脈中。方鉛礦常呈塊狀板狀透鏡體產出，由粗晶集合體或細粒粒狀「鋼灰色方鉛礦」體組成，厚度可達 1.0 米，垂向和水平延伸可達 100 米或更大。

鐵爐坪-龍門礦脈中的銀大部分以顯微包裹體形式賦存於方鉛礦中。北部鐵爐坪礦山（北采區）與南部鐵爐坪及龍門礦山（南采區）的礦脈之間，銀鉛比似乎存在顯著差異。根據此前一份技術報告（Broili 等人，2008）採集的 15 個驗證樣品表明，南采區礦脈的鋅含量以及銀鉛比（每 1%鉛含 90 至 130 克銀）似乎顯著高於北采區礦脈（每 1%鉛含 5 至 15 克銀），同時金含量相對較低。推測這種差異是礦化系統內不同中段處發生分帶作用的結果。

鐵爐坪-龍門礦脈系統中的脈石主要為細粒石英，伴有石英-碳酸鹽帶和偶爾出現的蝕變圍岩包體。與許多中溫熱液銀鉛鋅礦區最常見的碳酸鹽脈石礦物——菱鐵礦不同，碳酸鹽以鐵白雲石為主。

這些礦脈產於相對透水的斷層-裂隙帶中，從地表至約 80 米深度範圍內均發生了廣泛氧化。在此氧化帶內，礦脈呈現出許多開放空間，並具有顯著的由於硫化物淋濾氧化形成的蜂窩狀格架構造。該礦化帶內存在不同含量的次生礦物，包括白鉛礦、孔雀石和褐鐵礦。在此氧化帶之下，礦脈中硫化物礦物與次生氧化物礦物混合，向下至約 150 米深度處硫化物逐漸增多，超過此深度則出現新鮮硫化物，氧化現象極少或幾乎不存在。

圍岩蝕變表現為眾多石英細脈組，伴隨裂隙發育的絹雲母、綠泥石、矽化和鐵白雲石。

自 2020 年以來，在龍門西溝礦山已發現 19 條金礦脈。這些礦脈構造的特點是金品位較高，傾角平緩，介於 10°至 30°之間。總體而言，存在兩組傾角平緩且金品位較高的礦脈。第一組包括龍門 50、龍門 50_3、龍門 51、龍門 52、龍門 53、龍門 54、龍門 54_1、龍門 54_2、龍門 55、龍門 58、龍門 58_1、龍門 59 和龍門 59_2；第二組包括龍門 21、龍門 22、龍門 26、龍門 28 和龍門 28a。

例如，龍門 50 是龍門西溝礦山規模較大的金礦脈之一，向南東傾斜，傾角介於 2°至 22°之間。厚度範圍為 0.14 至 2.20 米（平均厚度 0.76 米），沿走向已圈定長度 1,262 米，沿下延方向已圈定長度超過 630 米。金礦化與賦存於片麻岩中的鉀長石-鐵白雲石-石英-黃鐵礦-方鉛礦細脈和網脈狀蝕變有關。礦化以金為主，伴有低品位的銀和鉛。

龍門 26 是另一條規模較大的礦脈。龍門 26 和龍門 22 均向北西傾斜，傾角介於 15°至 35°之間，沿走向已圈定長度約 600 米，沿下延方向已圈定長度超過 610 米，平均厚度 0.69 米。這些礦脈為粗粒石英-鐵白雲石脈，含有條帶狀和浸染狀的磁黃鐵礦、黃鐵礦以及少量黃銅礦和方鉛礦。礦脈內的品位分佈不均。這兩條礦脈均有一個空間上重合的、規模較小的高品位富金富銅核心區域。該高品位核心區域的金品位範圍在 0.5 克/噸至 100 克/噸之間，銅品位範圍從 0.25%至超過 10%。兩條礦脈的平均銀品位為 18 克/噸，僅 3%的樣品銀品位超過 100 克/噸，最高銀品位為 7,853 克/噸。礦脈中含有零星分佈的鉛和鋅硫化物。

鐵爐坪系統還包含一些淺成熱液脈和細脈。這些脈含有大量襯有碳酸鹽的大晶洞，它們或橫切或沿襲部分中溫熱液充填構造。

表 7.5、表 7.6 和表 7.7 是鐵爐坪和龍門礦山主要礦化脈的尺寸和產狀特徵匯總表。

表 7.5 鐵爐坪礦山主要礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向	傾角	平均真厚度/範圍（米）
				(°)	(°)	
T3	1,820	1,151	1154-3	300-320	60-80	0.76 (0.55-2.85)
T2	1,859	1,045	1166-120	305-325	65-85	0.70 (0.6-2.45)
T1W1	903	735	1125-390	300-320	60-80	0.63 (0.47-2.25)
T3_3	1,053	429	1156-727	290-310	62-82	0.75 (0.58-1.92)
T1	1,870	819	1159-340	290-310	60-80	0.65 (0.35-2.15)
T21	585	582	1060-478	290-325	35-60	0.66 (0.54-2.35)
T11	1,232	751	906-155	300-320	60-80	0.64 (0.35-2.05)
T2_1	920	495	1105-610	305-325	58-78	0.72 (0.55-3.87)
T2W	1,869	748	1164-416	300-320	65-85	0.66 (0.52-1.95)
T23	1,405	596	1076-480	310-330	56-76	0.54 (0.34-2.1)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

表 7.6 龍門西溝礦山主要礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向	傾角	平均真厚度/範圍（米）
				(°)	(°)	
LM7	964	1,118	1,102 -289	290-315	40-49	2.29 (0.30-13.29)
LM17	1767	864	1,180 -348	290-345	65-80	0.71 (0.30-3.19)
LM50	1,262	630	906 -773	147-210	2-32	0.76 (0.30-2.25)
LM12_1	761	736	1,082 -327	307-327	57-77	0.58 (0.30-2.82)
LM14	942	781.102	1,197 -232	232-262	68-87	0.61 (0.30-3.11)
LM12	677	886	1092 -324	310-325	55-70	0.38 (0.33-2.00)
LM21	1,207	768	920 -563	300-350	10-30°	0.68 (0.30-11.30)
LM22	1,430	1,082	1205 -706	253-0	5-35	0.47 (0.27-1.60)
LM52	1,339	1,487	1090 -305	160-230	25-60	0.61 (0.25-1.55)
W6	729	478	1100 -601	235-245	55-75	0.66 (0.34-2.20)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

表 7.7 龍門礦山主要礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向	傾角	平均真厚度/範圍（米）
				(°)	(°)	
LM5	1,911	1,148	1048-(-100)	312-332	61-81	0.93 (0.35-2.59)
LM5E	1,100	930	970-40	265-345	59-87	0.73 (0.5-1.9)
LM4E2	1,233	1,779	1108-403	311-331	11-31	1.06 (0.38-2.66)
LM6	1,171	888	1087-197	297-316	58-77	0.82 (0.34-1.82)
LM5E2	937	976	905-(-71)	304-308	68-73	0.75 (0.25-1.63)
LM4	1,072	773	1,130-386	283-303	64-84	0.55 (0.26-1.31)
LM3	1,214	910	1219-393	302-322	54-74	0.75 (0.41-1.38)
LM3_2	936	582	1151-601	304-324	66-86	0.73 (0.36-1.51)

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向 (°)	傾角 (°)	平均真厚度/範圍（米）
LM75	1,411	676	1236-560	100-115	71-84	0.69 (0.25-1.96)
LM3_2E	659	482	1142-660	313-315	70-77	0.8 (0.47-2.38)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

7.3.6 東草溝礦山

東草溝項目區位於礦田東北部，緊鄰鐵爐坪礦山以北（圖 7.9）。目前，已圈定了 19 條礦脈中的礦化區域。按探明資源量和控制資源量噸位排名，C76、C4、C9_5、C9_4 和 C4E 這五條最大礦脈占東草溝礦山迄今已圈定礦產資源量的 70%。沿礦脈構造在巷道中採樣表明，18%至 35%或更多的礦脈物質為礦化體，寬度範圍在 0.30 米至 6.99 米之間，平均寬度 0.55 米（表 7.8）。C76 和 C9 系列礦脈（見表 7.1）是東草溝礦山的富金礦脈。C9 系列礦脈的產狀與該區域其他礦脈不同，它們向北北西方向延伸，傾角方向約為 60-90°，而其他礦脈則向北東方向延伸。

這些礦脈產於透水性較好的北東向斷裂-裂隙帶中，從地表至約 50 米深度範圍內發生氧化。地表以約 200 米間距開挖的探槽揭示出微弱的銀鉛礦化現象。

主要的硫化物為方鉛礦，通常占礦脈體積的百分之幾至 10%，此外還有少量閃鋅礦、黃鐵礦以及微量輝銀礦。這些礦物呈狹窄的塊狀條帶、細脈狀分佈或浸染狀產於脈石中，脈石由石英、絹雲母和碳酸鹽（以白雲石和方解石為主，含部分鐵白雲石）組成。主要礦化為銀鉛礦化。典型銀品位範圍為 20 克/噸至 285 克/噸，局部最高可達 3,232 克/噸。東草溝礦山的富金礦脈為 C76 和 C9 系列礦脈。C9 系列礦脈為石英-碳酸鹽脈，含有條帶狀和浸染狀的黃鐵礦和方鉛礦。C76 礦脈受裂隙和角礫岩帶控制，伴有矽化、碳酸鹽化和絹雲母化蝕變。表 7.8 列出了東草溝礦山礦脈的特徵。

圖 7.9 東草溝礦山巷道及礦脈

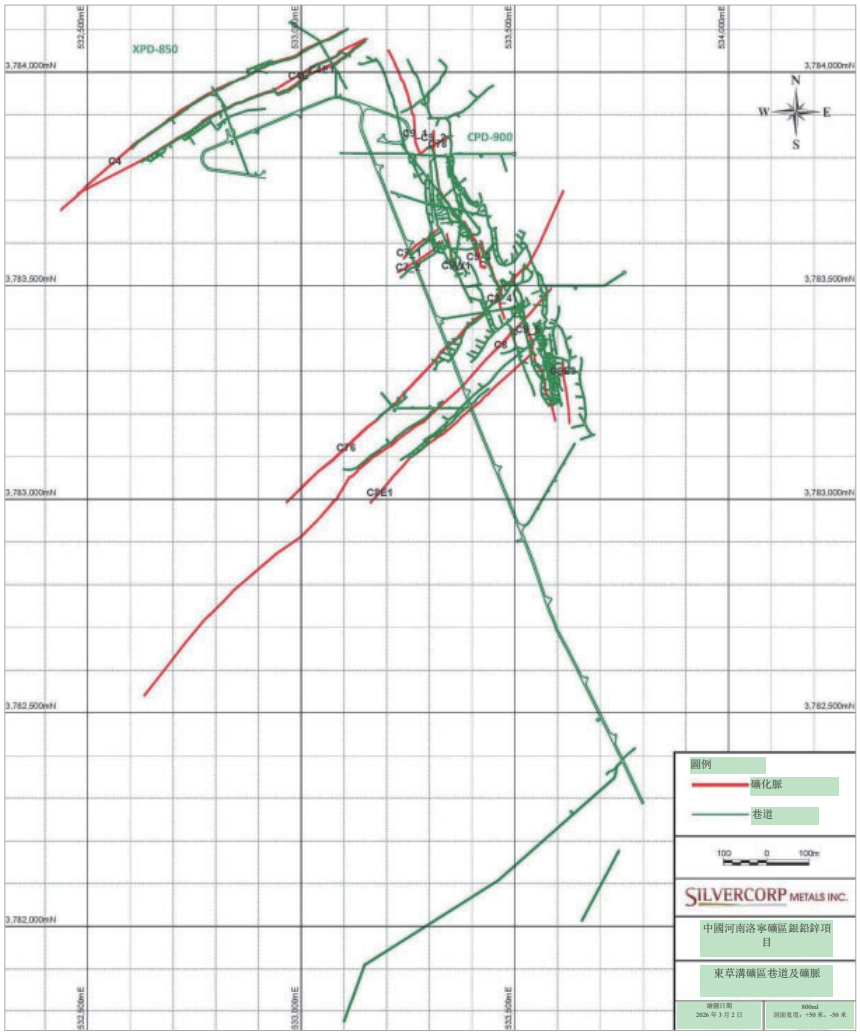


表 7.8 東草溝礦山礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向 (°)	傾角 (°)	平均真厚度/範圍（米）
C76	1678	602	1,007 -464	305-325	40-60	0.73 (0.25-2.33)
C4	2028	454	1,020 -577	317-337	57-77	0.77 (0.30-3.31)
C9_5	569	635	931 -380	65-75	32-56	0.69 (0.30-3.20)
C9_4	591	557	992 -716	69-89	36-56	0.56 (0.33-1.85)
C4E	787	520	990 -509	324-344	62-82	0.63 (0.30-1.94)
C9_2	450	390	919 -633	64-84	36-56	0.50 (0.30-1.37)
C8	1380	381	1,061 -588	308-328	53-73	0.49 (0.30-1.57)

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向 (°)	傾角 (°)	平均真厚度/範圍（米）
C9_3	308	275	916 -717	60-80	37-57	0.63 (0.29-2.58)
C8E1	635	318	937 -646	310-330	54-74	0.46 (0.30-1.41)
C2	2712	550	1010-440	315-325	65-75	0.63 (0.35-0.9)

注：礦脈按探明資源量及控制資源量噸位排名。

7.3.7 寬平礦區

寬平項目區域內已發現十多條含礦破碎構造。含礦破碎帶的走向主要為北北東向、北東東向以及北東向。在地表，已在破碎帶內識別出 6 條具有重要意義的礦脈。它們主要分佈於礦區的北部和西南部。自北向南的礦脈編號為 K4、K3、K1、K5、K6、K2。這些礦脈為與銀、鉛、鋅、金伴生的多金屬礦脈。K1 和 K3 礦脈彼此平行，相距約 300 米。根據現有勘探工程，K4 的走向長度最大，超過 782 米，其次是 K3，走向長度超過 567 米。巷道內見兩條礦化脈 K3 和 K4。K3 被 K4 的運動錯斷，但位移距離不大。

表 7.9 匯總了寬平礦區礦脈的特徵。在寬平礦區的礦化脈中，僅 K4、K3 和 K1 三條礦脈參與了第 14 節的礦產資源量估算。

圖 7.10 寬平礦區巷道及礦脈

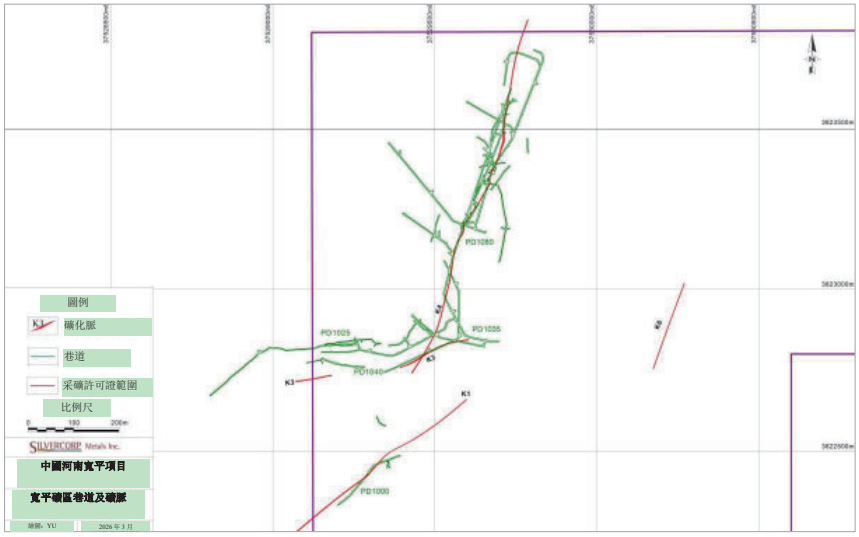


表 7.9 寬平礦區礦化脈的尺寸與產狀

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向（°）	傾角（°）	平均真厚度/範圍（米）
K1	235	183	985-905	315-340	30-40	0.53(0.2-2.5)
K2	128	247	1133-1057	325-345	15-25	0.38(0.15-1.37)
K3	567	400	1091-857	335-350	21-45	0.66(0.23-2.23)
K4	782	440	1,200-750	279-289	45-62	1.45(0.15-5.38)
K5	232	52	955-913	285	35	0.26(0.3-0.5)

礦脈編號	礦脈長度（米）	限定斜深（米）	限定深度標高（米）	傾向（°）	傾角（°）	平均真厚度/範圍（米）
K6	235	51	1097-1055	290	32	0.36(0.3-0.5)

注：礦脈未排名兩條主礦脈為 K4 和 K3。

由於這是寬平項目的首份技術報告，每條礦脈描述如下。

7.3.7.1 K1 礦脈

K1 礦脈分佈於礦區西北部，呈北東-南西向延伸，地表出露走向長度 235 米，構造蝕變寬度 0.20-2.50 米，傾角方向 315°-340°，傾角 30°-40°。目前，其形態由 6 條探槽、1 條巷道和 16 個鑽孔控制，探槽間距 20-40 米。鑽孔圈定的礦化不均勻，品位變化顯著。銀與方鉛礦、閃鋅礦和黃鐵礦伴生。蝕變包括矽化、綠泥石化和絹雲母化。儘管為地表出露，但無明顯氧化。

7.3.7.2 K2 礦脈

K2 礦脈位於礦區西南端。它呈北北東-南南西方向延伸。其位置由 5 條探槽和 2 個鑽孔控制，探槽間距 20-40 米。地表出露走向長度約 128 米，傾角方向 325°-345°，傾角 15°-25°，蝕變和剪切寬度 0.15-1.37 米。礦化脈產於構造蝕變帶中。地表探槽中，礦物主要為黃鐵礦，均勻分佈於矽化蝕變中，礦化以鉛鋅為主。K2 礦脈深部由 2 個鑽孔控制，銀鉛鋅礦化與方鉛礦、閃鋅礦和黃鐵礦伴生。主要蝕變類型為矽化和絹雲母化。

7.3.7.3 K3 礦脈

K3 礦脈位於礦區西北部。呈北東-南西向延伸，並向西南方向延伸至礦區之外。它由 4 個民采巷道（其中 3 個位於許可證邊界外）、1 個平硐、6 條探槽和 15 個鑽孔控制，工程間距 40-60 米，圈定走向長度約 567 米。傾角方向 335°-350°，傾角 21°-45°，蝕變寬度 0.23-2.23 米，但通常小於 0.5 米，具明顯的膨縮現象。礦化相對均勻，主要為銀鉛鋅礦化，伴少量金。金屬礦物包括方鉛礦、閃鋅礦和黃鐵礦。主要蝕變包括矽化、絹雲母化、碳酸鹽化及局部高嶺石化。該礦脈是此礦區的主要礦脈構造之一。

7.3.7.4 K4 礦脈

K4 礦脈位於礦區最北部。呈北北東-南西方向延伸，並向東北方向延伸至超出採礦許可證邊界。它由 20 個鑽孔、14 條探槽、1 條沿脈巷道和 3 個民采巷道控制，地表探槽間距 40-80 米，總長度 960 米。蝕變帶寬度在 0.15-5.38 米之間，局部呈膨縮和分支複合現象。傾角方向介於 279°至 289°之間，傾角介於 45°至 62°之間，淺部傾角較緩，向深部逐漸變陡。淺部礦化以銀鉛鋅為主，伴少量金。金屬礦物包括方鉛礦、閃鋅礦和黃鐵礦。主要蝕變類型包括矽化、絹雲母化、碳酸鹽化及局部高嶺石化。K4 礦脈是該區域最大的礦脈構造。

7.3.7.5 K5 礦脈

K5 礦脈位於採礦許可證區中東部。呈北北東-南西方向延伸。出露長度約 232 米，由 3 條探槽控制。蝕變寬度 0.3-0.5 米，傾角方向 285°，傾角 35°。礦化以銀鉛鋅為主，金屬礦物包括方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦、少量黃銅礦和褐鐵礦。主要蝕變類型包括矽化、高嶺石化、綠泥石化和絹雲母化。

7.3.7.6 K6 礦脈

K6 礦脈位於採礦許可證區東北部。它呈北北東-南南西方向延伸。出露長度約 235 米，由 3 條探槽控制。蝕變寬度 0.3-0.5 米，傾角方向 290°，傾角 32°。礦化以銀、鉛、鋅為主，伴少量金。金屬礦物包括方鉛礦、黃鐵礦和褐鐵礦。主要蝕變類型為矽化和絹雲母化。

8 礦床類型

如 Li 等人（2013 年）及其參考文獻所述，洛寧礦區的礦化具有脈型銀鉛鋅礦床的許多特徵。脈型銀鉛鋅礦床是一大類多金屬礦床，其中銀、鉛和鋅（以及金、銅等其他金屬）在熱液流體中運移，隨後沉澱於斷裂、裂隙和礦脈中。脈石礦物以石英或石英-碳酸鹽為主。礦脈通常通過地殼尺度的斷裂相連（Li 等人，2013 年，及文中引用的參考文獻）。構造背景和流體來源可能有所不同。

洛寧礦區內礦床的成因仍存在爭議。Chen 等人（2004 年）的早期研究提出，沙溝（文獻中稱為沙溝）屬於造山型礦床。然而，Mao 等人（2006 年）的研究提出，沙溝與該地區的斑岩型和/或矽卡岩型鉬鎢礦床有關。相反，Li 等人（2013 年）提出，沙溝是由變質衍生流體與大氣降水的混合作用形成，礦脈形成於脆性伸展構造中。Xu 等人（2023 年）的最新研究支持沙溝為岩漿熱液成因的觀點，而 Tian 等人（2023 年）則認為，洛寧礦區（下峪礦田）屬於中硫化淺成熱液型銀鉛鋅金（銅）礦床。

無論其成因如何，脈型銀鉛鋅礦床都是全球銀和賤金屬的重要來源（Li 等人，2013 年，及文中引用的參考文獻）。脈型銀鉛鋅礦床的實例包括美國的 Coeur d'Alene 礦區，以及中國近年來發現的眾多礦床，如內蒙古雙尖子山淺成熱液型銀鉛鋅礦床。

9 勘探

9.1 洛寧項目

9.1.1 簡介

2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日（2024-2025 年）期間，希爾威在各個礦區開展了地下勘探開拓活動，包括大量採樣工作。

2004 年至 2011 年期間的歷史勘探活動，包括地質填圖（1:50,000）、水系沉積物地球化學測量（1:50,000）、航磁地球物理測量和探槽工程，已在先前為洛寧礦區項目編制的技術報告中詳述（Broili 等人，2006 年；Xu 等人，2006 年；Broili 和 Klohn，2007 年；Broili 等人，2008 年；Broili 等人，2010 年；Klohn 等人，2011 年）。AMC 的多份報告中進一步論述了 2011 年至 2024 年期間的勘探活動（見第 27 節中的列表）。

除鑽探外，項目勘探主要通過地下開拓（稱為坑道勘探）和採樣來進行。這些工程沿礦脈構造走向佈置，中段間距為 30 至 50 米。希爾威發現這種地下勘探方法在圈定礦化構造形態方面有效且高效，部分原因是高品位礦化存在不連續性，同時也得益於其相對低廉的開發成本。

刻槽樣品由在巷道和穿脈頂部切割的採樣槽中收集的岩屑組合而成。頂板通常先進行地質編錄，然後沿垂直於礦化脈構造的採樣線進行採樣，在礦化帶內採樣間距為 5 米，在非礦化帶內間距增至 15 米或 25 米。通常，對礦化帶採樣時，不僅採集可見礦化或礦脈，還採集相鄰圍岩樣品。歷史樣品長度範圍約為 20 釐米至 2 米。最近，最小樣品長度已增至 40 釐米。

岩屑樣品可包含礦化體或相關圍岩。樣品的化驗結果記錄在地下中段平面圖和縱投影圖上。有關地下刻槽採樣的程序和參數詳情以及樣品質量的描述見第 11 節。

9.1.2 2024 年之前的坑道勘探情況匯總

截至 2023 年 12 月 31 日完成的坑道勘探和刻槽樣品工作列於表 9.1。有關此採樣工作的更多詳情可參見腳註中引用的技術報告。

表 9.1 截至 2023 年 12 月 31 日完成的坑道勘探與採樣工作匯總

礦山	時段	坑道勘探（米）	刻槽樣品數量
沙溝	2004 年 9 月-2010 年 12 月	83,583	24,235
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	11,186	1,965
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	16,123	3,654
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	53,111	11,056
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	74,239	23,465
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	26,356	10,734
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	29,771	12,049
	沙溝礦山合計	294,369	87,158
後張溝	2006 年 1 月-2010 年 12 月	11,539	3,570

礦山	時段	坑道勘探（米）	刻槽樣品數量
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	4,002	1,369
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	5,437	1,971
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	9,261	3,102
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	15,862	6,316
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	8,011	4,767
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	9,563	9,167
	後張溝礦山合計	63,675	30,262
蒿坪溝	2007 年 1 月-2010 年 12 月	27,966	3,939
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	6,589	760
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	9,588	1,646
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	13,305	4,386
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	19,706	5,276
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	7,224	4,106
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	11,271	5,969
	蒿坪溝礦山合計	95,649	26,082
鐵爐坪	2008 年 1 月-2010 年 12 月	23,919	10,392
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	13,635	4,522
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	16,077	7,541
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	20,992	11,110
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	54,122	26,522
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	30,460	13,676
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	39,065	19,861
	鐵爐坪礦山合計	198,270	93,624
龍門東溝	2008 年 1 月-2010 年 12 月	5,346	2,067
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	1,381	562
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	5,144	1,755
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	8,767	3,448
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	10,988	4,201
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	6,045	3,940
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	6,019	2,564
	龍門東溝礦山合計	43,690	18,537
龍門西溝	2008 年 1 月-2010 年 12 月	6,852	2,209
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	4,044	1,552
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	5,650	2,397
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	22,949	11,064
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	26,256	9,437
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	10,094	5,779
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	15,416	12,414

礦山	時段	坑道勘探（米）	刻槽樣品數量
	龍門西溝礦山合計	91,261	44,852
東草溝	2010 年 12 月之前	-	-
	2011 年 1 月-2011 年 12 月	-	-
	2012 年 1 月-2013 年 6 月	-	-
	2013 年 7 月-2016 年 6 月	-	-
	2016 年 7 月-2019 年 12 月	514	117
	2020 年 1 月-2021 年 12 月	5,551	2,195
	2022 年 1 月-2023 年 12 月	5,019	2,519
	東草溝礦山合計	11,084	4,831
礦山合計		**797,998**	**305,346**

來源：AMC, 2012（2011 年 1 月-2011 年 12 月）；AMC, 2014（2012 年 1 月-2013 年 6 月）；AMC, 2017（2013 年 7 月-2016 年 6 月）；AMC, 2020（2016 年 7 月-2019 年 12 月）；AMC, 2022（2020 年 1 月-2021 年 12 月）。AMC, 2024（2022 年 1 月-2023 年 12 月）。所有其他日期的信息由希爾威於 2024 年提供。

合資格人士注意到，2021年前從沙溝礦山、後張溝礦山、蒿坪溝礦山、鐵爐坪礦山和龍門西溝礦山採集了2,095件地表刻槽樣品，2022年從沙溝礦山和蒿坪溝礦山共採集了614件地表刻槽樣品，兩礦山採集的樣品分別為563件和51件。希爾威未提供關於這些樣品採集方式的更多說明。

9.1.3 2024-2025 年坑道勘探作業進展

2024-2025 年期間，結合第 10 節所述的鑽探項目，開展了地下勘探坑道勘探作業，旨在升級控制礦產資源量的和推斷礦產資源量，並發現次級礦化帶和分支中的新礦化現象。這些項目旨在測試主要礦化脈構造及其平行次級礦化帶的下延和沿走向延伸情況，並探索新的靶區。項目包括 136,034 米坑道勘探，其中沿礦化構造掘進 68,946 米，沿礦化構造穿脈掘進 41,606 米。沿脈和穿脈巷道按 30 米至 50 米垂直間距施工，以圈定更高類別的礦產資源量。

各項目區完成的坑道勘探和採樣勘探工作量統計見表 9.2。七個礦山共採集了 89,501 件刻槽/岩屑樣品。請注意，該刻槽/岩屑樣品數量與第 11 節中所述的數量略有不同。第 12 節中說明了導致這些差異的原因。表 9.2 中的數字摘自各礦山的數據庫。

表 9.2 2024-2025 年洛寧項目完成的坑道勘探與採樣工作

礦山	坑道勘探	總米數	刻槽樣品數量
沙溝	沿脈	18,076	15,918
	穿脈	6,898	
	天井及其他	5,634	
	小計	**30,608**	
後張溝	沿脈	5,948	5,783
	穿脈	2,404	
	天井及其他	4,485	
	小計	**12,837**	
蒿坪溝	沿脈	6,305	9,453

礦山	坑道勘探	總米數	刻槽樣品數量
	穿脈	3,772	
	天井及其他	2,584	
	小計	**12,661**	
鐵爐坪	沿脈	16,612	26,140
	穿脈	10,263	
	天井及其他	7,621	
	小計	**34,495**	
龍門東溝	沿脈	3,428	6,754
	穿脈	2,592	
	天井及其他	1,754	
	小計	**7,774**	
龍門西溝	沿脈	17,783	24,177
	穿脈	14,048	
	天井及其他	3,332	
	小計	**35,163**	
東草溝	沿脈	794	1276
	穿脈	1,629	
	天井及其他	75	
	小計	**2,498**	
共計		**136,034**	**89,501**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。本表中的刻槽樣品包括在沿脈、穿脈及天井和其他工程中採集的樣品。第 11 節中列出的刻槽樣品不包括天井及其他工程中的樣品。

平均而言，53%的勘探沿脈巷道揭露了礦化，並據此進行了採樣（即礦化率）。例如，表 9.3 匯總了 2024-2025 年期間沿脈巷道揭露的礦化構造，包括各礦山的礦化率。

表 9.3 2024-2025 年沿脈巷道揭露的礦化情況

採礦	完成進尺（米）	揭露礦化（米）	礦化率	礦化寬度（米）	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
沙溝	19,903	11,871	60%	0.68	0.12	266	4.58	2.26	0.12
後張溝	6,406	2,099	33%	0.78	0.02	297	1.26	0.28	0.36
蒿坪溝	6,305	2,679	42%	0.84	2.29	56	1.67	0.83	0.11
鐵爐坪	16,612	9,736	59%	0.82	0.09	220	3.08	0.43	0.10
龍門東溝	3,796	2,365	62%	0.685	0.19	377	1.92	0.38	0.10
龍門西溝	17,783	8,903	50%	0.68	2.52	188	1.42	0.23	0.25
東草溝	794	583	73%	0.63	2.48	46	1.56	0.19	0.05

合計/平均	**71,599**	**38,236**	**53%**	**0.74**	**0.92**	**224**	**2.72**	**0.9**	**0.17**

2024-2025 年地下坑道勘探項目的成果表明，現有生產礦脈具有良好的下延和沿走向連續性，並在洛寧項目主要礦脈構造旁發現了大量次級礦化帶和分支。

- 沙溝礦山東側近地表（海拔700至800米）發現了S23、S26、S27和S74礦脈的次級礦化帶，這一發現表明該礦山具有資源擴展的潛力。在沙溝資源區西側，S1礦脈的多個次級帶，如S1W2、S1W3和S1W5，以及S2W2和S39，在海拔0至100米的中段延伸了約200米，具有更高的厚度和銀鉛品位。
- 蒿坪溝礦山H13a和H10_1a上盤的橫截面在B07_1、B07_2和B07_3處揭露了顯著更寬的礦化帶，這些礦化帶的較高海拔處可能適合採用大直徑深孔採礦法開採。B07_1、B07_2和B07_3為新發現的礦化角礫岩。坑道勘探還顯著延長了北東走向礦脈H15和H16_1的側向長度。
- 在鐵爐坪礦山，坑道勘探作業發現了緩傾斜的富金礦脈T53，並在PD730巷道中圈定了35米的走向長度，表明龍門西溝礦山類似的富金礦脈可能向東北延伸至鐵爐坪礦山。鐵爐坪礦山在更高海拔處開展的坑道勘探作業，顯著延伸了多條礦脈的高品位礦化走向長度：T15和T21在海拔750至900米之間分別延伸了約80米和50米；T1W1在海拔700至700米之間延伸了120米；T280在海拔850至950米之間延伸了160米。
- 新發現的金礦脈包括龍門22_1、龍門28a、龍門23、龍門54_2、龍門54_3、龍門58_1和龍門59_2，同時，金礦脈龍門54、龍門54_1、龍門52和龍門28的規模規模明顯擴大。（注：礦脈龍門22_1、龍門23和龍門54_3的鑽探工作量有限，未計入金礦脈的礦產資源量。）
- 在龍門16_2、龍門20E、龍門19E1、龍門19W5、龍門19_1a、龍門8_12和W18W_2中新發現的高品位銀鉛鋅礦化，增加了龍門西溝礦山的礦產資源量。W18W_2和龍門16_2礦脈在側向和下延方向均未封閉。

以下各節按礦山匯總了 2024-2025 年勘探坑道勘探項目的結果。請注意，表中展示的是選定的礦脈，並不代表整個礦區。各礦山採樣物質的平均品位見表 9.3。地下坑道勘探（包括沿脈、穿脈和天井）按礦山的細分情況見表 9.2。

9.1.4 沙溝

在海拔 850 米至 10 米之間，沿主要生產礦脈構造 S1、S1W2、S1W3、S1W5、S2、S2W1、S2W2、S2W2_1、S2W2_2、S4、S6、S6E1、S6a、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_2E、S7W、S8、S8W、S14、S14_1、S14_2、S16E、S16E5、S16W、S18、S18W、S19、S19E、S19W、S21、S21W、S21W3、S21W5、S22、S23、S23W、S27E2、S31、S31E、S32、S33_1、S37、S39、S39_1 和 S74，共完成 30,608 米地下坑道勘探。沿脈和穿脈巷道通過 8 個通達工程（CM101、CM102、CM103、CM105、PD16、PD690、PD700 和斜坡道）按 30 米至 50 米間距施工，以升級和擴展鑽探圈定的礦產資源量塊段。2024-2025 年項目期間，共採集了 15,918 件岩屑樣品。沙溝礦山的大多數中段巷道中均揭露了高品位礦化帶。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.4。圖 9.1 顯示了沙溝礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈坑道位置的示例。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 9.4 沙溝礦山 2024-2025 年坑道勘探圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
XPD-S6-10-8ANYM	S6	10	160	0.74	0.02	248	4.61	1.80
CM105-1#-S14_1-300-12ASYM	S14_1	300	45	0.50	0.00	416	3.67	4.09
CM105-S2SJ-S2W2-100-8ASYM	S2W2	100	75	0.73	0.02	719	17.53	2.47
CM101-S7_1-160-2SYM	S7_1	160	54	0.54	0.03	296	4.17	0.82
CM102-S16E2-520-56NYM	S21W5	520	55	0.64	0.00	275	5.26	1.87
CM102-S16E2-520-56SYM	S21W5	520	35	0.94	0.00	298	3.66	1.28
CM105-1#-S18W-160-12ANYM	S18W	160	105	0.53	0.01	338	6.93	1.44
XPD-S2-10-8ASYM	S2	10	75	0.57	0.00	287	7.47	4.54
XPD-S2-10-8ANYM	S2	10	150	0.78	0.16	448	9.31	1.21
XPD-S7W-320-2NYM	S7	320	28	0.98	0.00	331	7.47	1.61
PD16-S6-60-4ASYM	S6	60	85	0.66	0.00	412	7.64	2.41
XPD-S7_3-260-15NYM	S19E	260	48	0.66	0.00	197	1.71	4.92
XPD-S19-160-1_XB_QGX	S19	160	40	0.65	0.00	162	6.69	1.52
CM101-S7_2-350-1ANYM	S7_2	350	30	0.58	0.00	757	3.48	6.38
CM101-S7_1E-60-2ANYM	S7_1E	60	55	0.67	0.00	617	10.84	1.01
CM101-S7_1E-60-2ASYM	S7_1E	60	110	0.94	0.03	246	4.89	3.12
CM105_S2SJ-S6-140-12SYM	S6	140	146	0.61	0.00	235	3.58	1.06
CM105-S2SJ-S1-300-12SYM	S1	300	40	0.48	0.00	171	3.87	5.60
CM102-S21-440-8ANYM	S21W	440	40	0.93	0.00	376	3.26	0.83
PD16-S14_2-260-2ASYM	S14_2	260	45	0.54	0.02	838	1.04	0.49
CM101-S7_1-60-2ASYM	S7_1	60	70	0.55	0.06	198	5.92	0.47
PD16-S14_1-110-10ANYM	S14_1	110	75	0.61	0.04	289	2.43	3.41
PD16-S14-300-4AXB-QGX	S14	300	37	0.50	0.00	698	5.18	2.79
CM108-S16W-700-55NYM	S16W	700	58	1.02	0.07	243	2.74	3.87
CM108-S16W-700-55SYM	S16W	700	45	0.86	0.07	451	5.32	2.32
XPD-S19-60-5SYM/CM	S19	60	76	0.85	0.00	177	4.44	1.86
CM105_S2SJ-S1W3-300-12NYM	S1W3	300	50	0.58	0.00	164	1.29	6.47
CM105_S2SJ-S1W3-300-12SYM	S1W3	300	35	0.71	0.00	301	4.36	5.29

amcconsultants.com

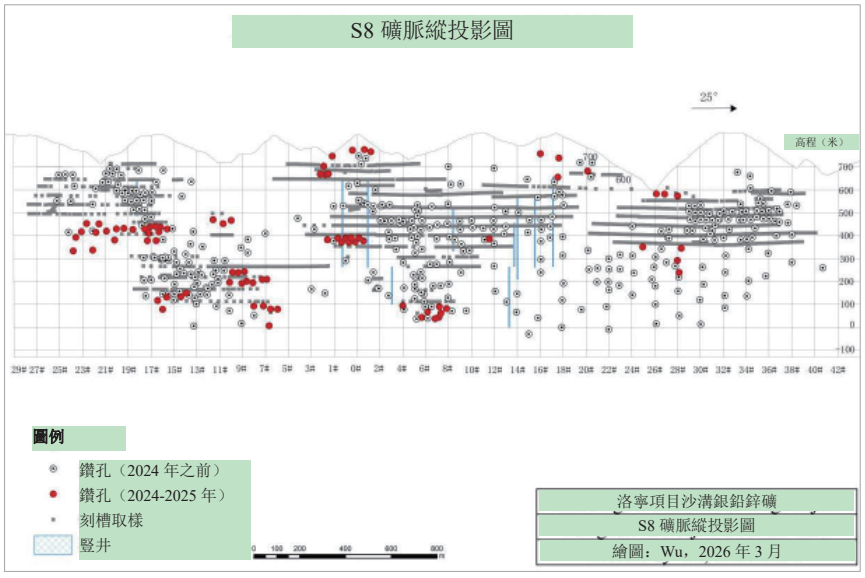
巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
CM101-S7_1-350-1NYM	S7_1	350	35	0.48	0.00	341	4.20	4.13
CM101-S7_2a-110-2SYM	S7_2E	110	46	0.50	0.00	232	3.93	0.25
CM105_S2SJ-S2W2-180-8ASYM	S2W2	180	35	0.43	0.00	314	9.52	0.44
XPD-S19-260-15_QK-QGX	S19	260	30	1.12	0.00	267	6.30	1.01
CM102-S32-350-63SYM/CM	S32	350	31	0.89	0.21	977	1.27	1.19
XPD-S7_1-60-5NYM/CM	S7_1	60	100	0.73	0.00	167	4.56	2.97
CM105_S2SJ-S14-180-12NYM	S14	180	30	0.58	0.04	196	5.72	0.74
PD700-S7_3-400-9ANMW/CM	S7_3	400	43	0.50	0.00	381	12.19	7.66
CM102-S7E2-350-2ASYM	S7E2	350	75	0.75	0.00	292	5.74	1.41
CM105_S2SJ-S14_1-220-12SYM	S14_1	220	30	0.48	0.00	273	6.75	2.00
CM101-S7_1-110-2NYM	S7_1	110	65	0.64	0.05	178	5.17	0.42
CM101-S7_1-110-2SYM	S7_1	110	55	0.58	0.08	239	8.53	0.41
YPXPD-S21-355-26NYM	S21	355	80	0.79	0.15	227	8.09	4.83
CM105-S2SJ-S2-60-12ASYM	S2	60	45	0.78	0.00	241	7.44	1.02
CM105_1#-S33_1-490-8SYM	S33_1	490	80	0.51	0.00	667	2.50	2.22
CM105_1#-S21E-300-12NYM	S21E	300	45	0.48	0.00	280	14.04	0.68
CM105_1#-S18W-110-14NYM	S18W	110	150	0.51	0.43	208	4.14	0.78
CM101-S7_1-350-11_XB-QGX	S7_1	350	30	0.59	0.00	734	1.60	4.24
PD700-S8-530-27SYM	S8	530	45	0.82	0.00	273	14.50	0.33
PD16-S14-400-0TJ-QGX	S14	420	57	0.43	0.00	236	4.00	0.41
CM105_S2SJ-S6E1-180-12SYM	S6E1	180	60	0.62	0.03	807	11.17	3.40
CM108-S32-760-71SYM	S32	760	133	0.63	0.00	1003	5.44	3.73
CM101-S22-210-8_XB-QGX	S22	210	103	0.51	0.00	240	1.62	1.53
PD16-S1-160-6ASYM	S2W2	160	95	0.87	0.00	266	5.83	1.07
XPD-S2W2-10-8ANYM/CM	S2W2	10	190	0.77	0.06	358	7.56	1.27
CM105_S2SJ-S1W2-260-12AXB-QGX	S1W2	260	30	0.48	0.00	201	6.18	0.46
CM102-S8-520-0SYM	S8	520	30	0.87	0.09	781	9.64	5.98
PD700-S8-570-25_STOPE_-QGX	S8	570	50	0.57	0.00	325	9.12	0.23

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
PD16-S31E-110-68_QGX	S31E	120	52	0.55	0.03	489	3.56	2.09
PD700-S19-530-9MWTJ-QGX	S19	536	50	0.70	0.00	327	4.37	4.50
CM105_S2SJ-S2W2_1-100-14ASYM	S2W2_1	100	30	0.73	0.15	428	6.95	1.05
CM101-S7_2-60-2SYM	S7_2	60	33	0.51	0.00	326	4.52	0.49
CM101-S7_2-300-2NYM	S7_2	300	28	0.75	0.00	710	1.39	0.72
PD16-S14-110-4_QGX	S14	110	40	0.54	0.02	496	5.65	1.21
CM105_S2SJ-S2-240-6ASYM	S2	240	164	0.82	0.00	360	6.75	3.03
PD16-S6-60-4ATJQGX	S6	70	40	0.71	0.00	120	6.80	2.45
PD16-S6-585-6ANYM	S6	585	50	0.60	0.00	315	4.27	2.62
CM105_1#-S21W5-490-8ASYM	S21W5	490	88	0.74	0.00	207	4.55	2.50
CM102-S21-520-10_QGX	S21W	520	60	0.69	0.00	200	2.03	4.16
XPD-S2-5-12ASYM/CM	S2	(-15)	63	0.63	0.00	379	5.60	0.54
XPD-S2-5-12ANYM/CM	S2	(-15)	30	0.56	0.00	124	8.45	0.73
YPD01-S21-300-24ANYM	S21	300	55	1.00	0.09	182	5.30	1.48
CM105_S2SJ-S2-60-12ANYM	S2	60	91	0.77	0.09	188	6.54	1.17
CM105_S2SJ-S14-220-14_XB-QGX	S14	230	30	0.53	0.00	290	7.62	2.78
CM108-S23-640-0SYM	S23	640	51	0.61	0.04	343	0.91	0.52
CM105_S2SJ-S2W2-60-12ASYM	S2W2	60	52	0.71	0.08	178	3.88	5.18
CM105_S2SJ-S39-220-74SYM	S1	220	55	0.58	0.00	229	6.81	3.62
CM105_S2SJ-S31E-100-12ASYM	S31E	100	34	0.52	0.76	518	8.28	4.73
XPD-S19W-110-13NYM	S19W	110	30	0.72	0.01	643	1.54	0.38
PD16-S1W-160-6ANYM	S1W	160	40	0.58	0.00	458	8.48	1.66
CM105_S2SJ-S6-240-6ASYM	S6a	240	40	0.42	0.00	723	11.37	3.09
PD16-S39-60-72NYM	S39	60	73	0.46	0.00	129	6.85	3.23
PD16-S31E-110-68_STOPE_QGX	S31E	130	85	0.75	0.04	256	6.40	1.89
YPD01-S74-300-24ANYM	S74	300	96	0.52	1.71	234	5.01	0.96
XPD-S2-10-8ANYM/CM	S2	10	61	0.52	0.02	459	8.61	0.39
CM105_S2SJ-S31E-60-12ASYM	S31E	60	55	0.65	0.90	266	4.07	4.43
CM108-S32-620-63_XB-QGX	S32	620	45	0.56	0.04	227	1.01	5.52
CM101-S19-60-6SYM	S19	60	41	0.81	0.04	158	7.73	0.32
CM105_S2SJ-S14_2-242-8ANYM	S14_2	242	71	0.47	0.10	248	4.51	4.11

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
CM105_S2SJ-S14_2-242-8ASYM	S14_2	242	48	0.50	0.08	217	3.51	3.88
CM108-S23W-760-5NYM	S23W	760	90	0.55	0.08	857	3.21	0.90
CM105_1#-S14-400-12TJ-QGX	S14	430	45	0.65	0.05	197	2.27	5.50
CM105_S2SJ-S14_1-190-10ANYM	S14_1	190	107	0.55	0.10	259	4.51	1.83
CM105_S2SJ-S1-140-8_XB-MW	S2W2	140	31	0.56	0.11	270	10.36	1.08
CM105_1#-S14-350-18A_XB-QGX	S14	367	46	0.61	0.13	282	4.49	2.80
CM101-S7_2-640-6SYM	S7_2	640	83	0.52	0.00	276	6.45	2.60
CM105_S2SJ-S1W-140-12ANYM	S1W	140	31	0.56	0.37	173	2.73	4.01
CM101-S21W5-450-8SYM	S21W5	450	57	0.71	0.01	172	4.70	2.70
CM105_S2SJ-S2W2-245-8ANYM	S2W2	245	43	0.60	0.05	375	5.51	1.66
CM101-S21W5-450-8NYM	S21W5	450	32	0.49	0.00	190	2.37	3.27
CM105_S2SJ-S1W2-100-12ANYM	S1W2	100	62	0.67	0.12	221	7.41	0.65
CM105_S2SJ-S1W2-100-12ASYM	S1W2	100	28	0.98	0.11	497	12.18	3.43
CM105_S2SJ-S31E-242-66SYM	S31E	242	49	0.47	0.11	176	2.73	3.00
CM108-S27E2-850-3ANYM	S27E2	850	134	0.66	0.08	257	1.29	0.33
XPD-S7_1E-260-5_XB-QGX	S7_1E	260	34	0.51	0.00	194	0.50	8.30
XPD-S7E2-320-2NYM	S7E2	320	50	0.52	0.00	157	8.45	0.65
XPD-S2W2-10-6NYM/CM	S2W2	10	66	0.63	0.01	458	7.87	1.34
CM105_S2SJ-S2W1-245-8ASYM	S2W1	245	37	0.47	0.06	522	5.61	2.70
CM108-S7W-680-6ASYM	S7W	680	67	0.56	0.04	181	3.64	5.42

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.1 沙溝礦山 S8 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.5 後張溝

總長 12,837 米的地下坑道勘探項目，其目的是在海拔 450 米至 650 米之間的 HZ20E、HZ26、HZ10、HZ22、HZ12、HZ22 和 HZ27 等主要礦脈構造範圍內，圈定並升級先前鑽探確定的礦產資源量塊段。沿脈和穿脈巷道通過 PD810、PD780 和 PD820 三個通達工程按 40 米至 50 米間距施工，並通過天井、盲斜井和豎井在不同中段相連。2024-2025 年項目期間，共採集了 5,783 件岩屑樣品。沿 HZ10、HZ11、HZ12、HZ20E、HZ22、HZ26 和 HZ27 等主要礦化脈構造，在不同中段的巷道中均揭露了高品位礦化帶。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.5。圖 9.2 顯示了後張溝礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

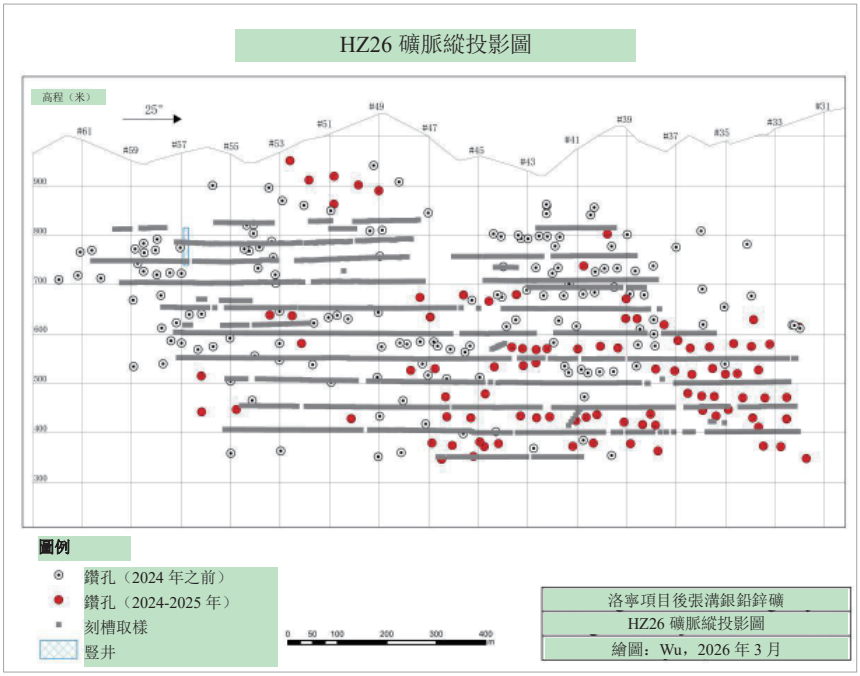
表 9.5 後張溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD718-HZ10-500-127SYM	HZ10	500	25	0.58	484	0.47	0.21	0.52
PD718-HZ15W2-550-25SYM	HZ15W2	550	70	0.86	301	3.58	0.48	0.26
PD718-HZ26-400-41NYM	HZ26	400	35	1.01	438	1.24	0.43	0.55
PD718-HZ26-500-37NYM	HZ26	500	78	1.06	190	0.84	0.22	0.42
PD718-HZ26-500-37NYM	HZ26	500	21	1.3	484	0.49	0.24	0.60
PD718-HZ26E8-350-45NYM	HZ26E8	350	80	0.81	725	0.41	0.19	0.45
PD718-HZ26E8-400-43ANYM	HZ26E8	400	30	0.5	284	0.64	0.08	0.13

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD820-HZ22-690-43ASYM	HZ22	690	82	0.91	452	1.66	0.38	1.00
PD820-MSJ-HZ20-450-153SYM	HZ20E	450	30	0.5	263	0.34	0.32	0.67
PD820-MSJ-HZ20E-550-149SYM	HZ20E	550	45	0.51	312	0.2	0.20	0.95
PD820-MSJ-HZ26-450-35SYM	HZ26	450	35	0.76	175	0.61	0.18	0.36
PD820-MSJ-HZ26-550-35ANYM	HZ26	550	65	0.79	497	0.54	0.17	0.50
PD820-IRH2-HZ22-600-45SYM	HZ22	600	30	0.87	174	1.74	0.09	0.20
PD820-IRH2-HZ26W-550-43NYM	HZ26W	550	45	0.95	493	0.52	0.13	0.28
PD820-IRH2-HZ27-600-47NYM	HZ27	600	60	0.5	299	1.33	0.42	0.45
PD820-IRH2-HZ26-600-45SYM	HZ26	600	30	0.74	215	1.41	0.11	0.12
PD820-MSJ-HZ20E-450-155SYM	HZ20E	450	35	0.96	494	0.24	0.26	0.58
PD718-HZ11-500-29ANYM	HZ11	500	82	0.8	214	0.69	0.14	0.29
PD718-HZ26-350-43ANYM	HZ26	350	50	1.1	205	0.76	0.66	0.16
PD718-HZ26E8-350-45NYM	HZ26E8	350	35	0.6	254	3.61	0.22	0.59
PD718-S8-670-25SYM	UNK	670	35	0.5	221	3.67	0.16	0.02
PD718-S8E-670-25SYM	S8E	670	35	1.5	125	8.01	0.18	0.07
PD820-HZ26-650-47_XB-MW	HZ26	650	41	0.5	205	0.53	0.17	0.07
PD820-HZ26-690-37ASYM	HZ26	690	23	1	562	1.28	0.15	0.40
PD820-HZ26-690-39SYM	HZ26	690	35	0.6	873	0.88	0.16	0.18
PD820-MSJ-HZ26-450-35NYM	HZ26	450	65	0.7	231	0.56	0.23	0.53
PD820-MSJ-HZ26-550-33NYM	HZ26	550	34	0.5	265	1.71	0.16	0.21
PD820-MSJ-HZ26-550-35ANYM	HZ26	550	40	0.5	407	1.67	0.20	0.26
PD820-MSJ-HZ26-600-37NYM	HZ26	600	60	0.5	317	1.40	0.31	0.69
PD820-HZ26W-690-37ANYM	HZ26W	690	25	1.5	236	0.81	0.16	0.19

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.2 後張溝礦山 HZ26 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.6 蒿坪溝

與其他地區的礦化脈系統相比，蒿坪溝礦山礦化的特點是金品位顯著較高，而銀品位顯著較低。

總長 12,661 米的地下坑道勘探項目，其目的是在海拔 50 米至 740 米之間的主要礦脈構造 H5a1、H11、H12、H12_1、H12_2、H13、H13a、H14、H14a、H15、H15W3、H15Wa、H15W、H16、H16_1、H16_3、H16_5、H17、H20W、H32E1、H39_1、H39_2、H41W 和 H42 範圍內，進一步圈定並升級先前鑽探確定的礦產資源量塊段。沿脈和穿脈巷道通過通達工程 PD2、PD3、PD6、PD600、PD630 及斜坡道按 30 米至 50 米間距施工。共採集 9,453 件岩屑樣品。沿主要礦脈構造在不同中段的沿脈巷道中均揭露了顯著礦化帶。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.6。圖 9.3 顯示了蒿坪溝礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

表 9.6 蒿坪溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
PD2-H39_2-490-23SYM	H39_2	490	35	1.15	1.65	11	0.65	0.31
PD2-H13-630-8_TJ_QGX1	H13	689	28	0.60	0.29	98	7.09	0.34
PD2-H13-690-8_-TJ_QGX	H13	720	25	1.01	0.44	117	6.92	0.07
PD2-H14-490-21YM	H14	490	30	0.58	2.12	3	0.19	0.20
HPG_EAST-TUNNEL-H15W-690-14SYM	H15Wa	690	30	0.78	0.65	28	5.54	0.07
SC-2-H15_2-698-NYM	H15W3	690	50	0.50	1.03	75	3.05	0.16

中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區合資格人士報告

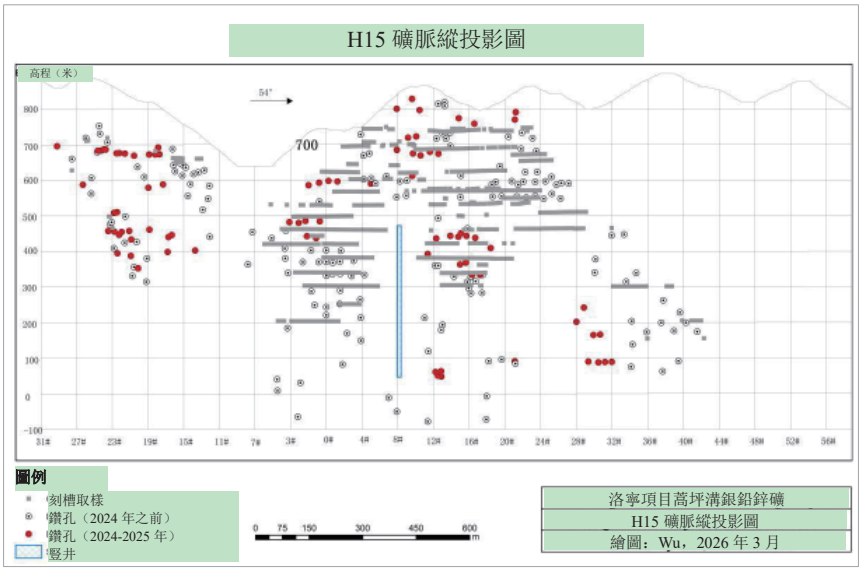
希爾威金屬礦業有限公司 0725073

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
PD3-H15W-380-36SYM	H15W	380	45	1.24	1.03	58	3.47	0.65
PD3-H17-LEVEL8-10NYM	H17	100	80	1.47	3.66	182	2.12	1.40
PD3-H5-LEVEL5-1NYM	H5a1	251	25	0.59	2.73	99	4.17	0.87
PD5XPD-H16_1-628-27NYM	H16_1	628	25	0.72	0.87	88	1.46	1.36
PD5XPD-H16_1-628-27SYM	H16_1	628	25	0.80	2.75	24	1.16	0.69
PD5XPD-H16_3-680-21NYM	H16_3	680	25	0.52	5.30	12	1.78	1.26
PD600XPD-H12_2-570-27NYM	H12_2	570	95	1.14	1.22	40	1.85	0.23
PD600XPD-H12-460-27NYM	H12	460	50	0.82	0.40	48	2.77	4.11
PD600XPD-H16_1-460-27SYM	H16_1	460	25	0.50	5.41	192	3.93	4.72
PD600XPD-H16_1-551-25NYM	H16_1	551	75	1.33	2.00	9	0.66	0.20
PD600XPD-H16_1-551-25SYM	H16_1	551	75	1.01	3.32	23	0.42	0.64
PD600XPD-H16_3-380-23SYM	H16_3	380	55	0.67	2.00	10	0.58	0.25
PD600XPD-H16_3-570-25SYM	H16_3	570	47	0.77	1.70	80	0.54	0.34
PD600XPD-H16-420-25SYM	H16	420	45	0.96	1.97	21	0.42	0.26
PD600XPD-H16-520-23NYM	H16	520	25	1.04	2.82	10	1.07	1.14
PD600XPD-H16-551-25SYM	H16	551	36.4	0.82	4.36	9	0.85	0.88
PD600XPD-H20W-380-21SYM	H20W	380	22.5	0.63	0.79	253	1.13	0.40
PD600XPD-H20W-380-23SYM	H20W	380	50	1.20	1.72	46	1.07	0.56
PD600XPD-H20W-570-27SYM	H20W	570	40	0.59	2.31	20	0.67	0.18
PD600XPD-H20Wa-420-23NYM	H20W	420	25	0.83	2.44	64	0.49	0.19
PD600XPD-H42-380-19SYM	H42	380	25	0.83	1.38	71	0.32	0.18
PD3-H32E1-380-16NYM	H32E1	380	26	0.54	1.76	28	2.09	0.44
PD5XPD-H13-650-29SYM	H13	650	30	0.95	2.04	16	1.42	0.91
PD5XPD-H16_3-700-27SYM	H16	700	56	0.63	3.95	15	0.89	0.77
PD5XPD-H16-685-17NYM	H16	685	40	0.65	2.70	144	1.79	1.09
PD5XPD-H16-685-17SYM	H16_5	685	75	0.77	10.22	30	1.00	0.39

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
PD5XPD-H39_1-700-27NYM	H39_1	700	25	0.55	2.02	65	0.17	0.17
PD5XPD-H39_1-700-27SYM	H11	700	41	0.64	3.15	39	0.34	0.20
PD5XPD-H39_1-700-27SYM	H11	700	30	0.73	1.71	155	5.06	0.73
PD600XPD-H11-420-19NYM	H11	420	35	0.69	2.60	15	0.45	0.23
PD600XPD-H16_3-340-23NYM	H16_1	340	30	1.08	2.61	21	2.09	0.86
PD600XPD-H16-380-25SYM	H16	380	39	0.57	2.92	15	1.17	0.28
PD600XPD-H20W-340-23SYM	H20W	340	90	0.85	1.50	69	1.09	0.27
PD600XPD-H20W-380-21SYM	H20W	380	128	0.77	1.97	71	0.45	0.49
PD600XPD-H32E1-420-16NYM	H32E1	420	37	0.64	0.53	71	4.52	4.12
PD6-H13-600-23NYM	H13a	610	25	0.51	2.96	7	0.74	0.73
PD600XPD-590_570-11_RAIS-RD	UNK	570	35	0.60	1.19	285	1.14	2.38
PD600XPD-H15-420-16NYM	H15	420	25	1.35	0.29	74	3.10	1.97

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.3 蒿坪溝礦山 H15 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.7 鐵爐坪

總長 34,495 米的地下坑道勘探項目，其目的是在海拔 500 米至 1,120 米之間的主要礦脈構造 T1、T1E、T1W、T1W1、T1W2、T1W3、T2、T2E、T2E1、T3、T3E1S、T3E2、T4、T5、T5E1、T5W2、T11、T11E、T11E3、T11E4、T11W1、T14、T14E、T14E、T14E2、T14_2、T15、T15W2、T15W1、T15W3、T15W4、T15W5、T15W6、T15W8、T16、T16E、T16E1、T16E2、T16W、T16_1、T16_2、T16_3、T17W、T20、T21、T21E、T22、T22E、T22E3、T22W、T22_1、T23、T28E、T31W、T33、T33E4、T38、T39E1 和 T39W 範圍內，進一步圈定並升級先前鑽探確定的礦產資源量塊段。沿脈和穿脈巷道通過 PD730、PD800、PD820、PD840、PD846、PD890、PD930、PD960、PD1050 等 7 個通達工程及斜坡道 PD820XPD 按 30 米至 50 米間距施工。共採集 26,140 件岩屑樣品。沿主要礦脈構造在不同中段的沿脈巷道中均揭露了礦化帶，並發現了大量新的次級礦化帶和分支。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.7。圖 9.4 顯示了鐵爐坪礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

表 9.7 鐵爐坪礦山 2024-2025 年坑道勘探圈定的礦化帶

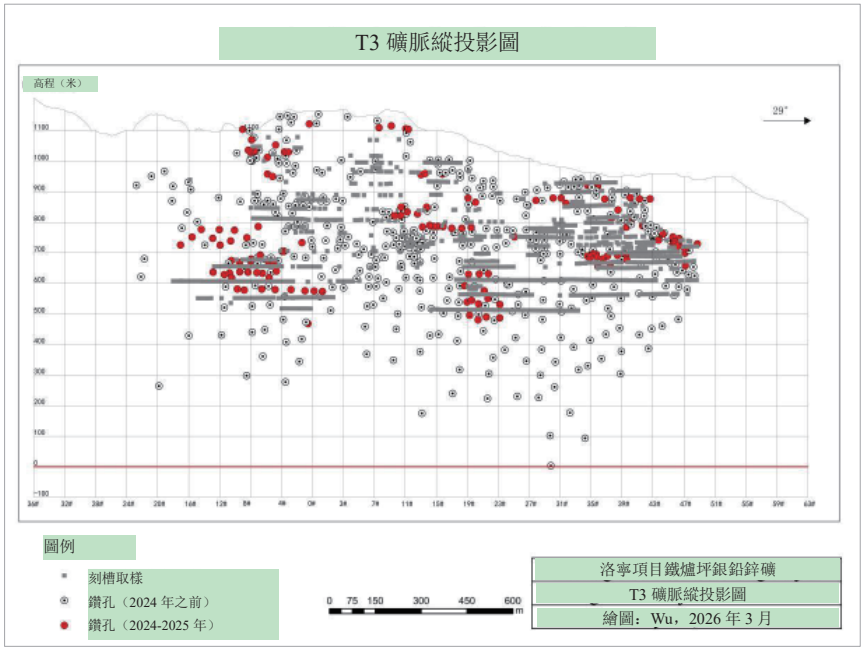
巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD820-T11-808-10NYM	T11W1	808	31	0.56	0.01	413	1.77	0.64	0.09
PD820-T11-808-10SYM	T11W1	808	91	0.74	0.00	354	3.17	0.31	0.06
PD820-T11E2-LEVEL5-0SYM	T11E3	600	38.5	0.59	0.02	425	5.50	1.89	0.04
PD820-T15_1-755-16SYM	T15_1	755	120	0.59	0.00	359	1.91	0.85	0.06

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD820-T15W8-700-12NYM	T15W8	700	28	0.50	0.00	550	2.95	0.39	0.04
PD820-T16E2-846-8WCM	T14E2	846	51	0.52	0.00	421	3.93	0.35	0.04
PD820-T16E-846-10SYM	T16E2	846	28	0.52	0.00	485	2.21	0.15	0.09
PD820-T38-846-0SYM	T38	846	30	0.58	0.00	297	3.70	0.64	0.03
PD820-T11E4-820-8NYM	T11E4	820	30	0.54	0.00	317	4.51	0.21	0.08
PD820XPD-T11-LEVEL6-10SYM	T11	550	47	0.72	0.32	535	3.91	1.18	0.09
PD820XPD-T1W2-700-10NYM	T1W2	700	38	0.59	0.02	402	0.93	1.17	0.12
PD820XPD-T1W2-600-21SYM	T1W2	600	35	0.50	0.00	526	1.29	1.12	0.05
PD730-T1W1-740-9NYM	T1W1	740	107	0.94	0.30	539	8.61	1.54	0.13
PD1070-T3_3-1070-4SYM	T3_3	1070	50	1.10	0.02	433	2.78	0.07	0.08
PD800-T20-800-33NYM	T20	800	35	0.68	0.69	330	2.11	1.22	0.08
PD890-T15_1-890-18NYM	T15_1	890	45	0.54	0.00	329	1.09	0.24	0.08
PD890-T5E1-880-31SYM	T5E1	890	48	1.27	0.04	337	3.98	0.81	0.02
PD890-T5E1-880-31NYM	T5E1	890	45	0.90	0.04	546	2.80	1.00	0.02
PD800-T1W-800-45SYM	T1W	800	40	0.67	0.19	633	1.45	0.10	0.10
PD890-T11E-890-6SYM	T11E	890	30	0.88	0.00	343	2.17	0.14	0.07
PD890-T16W-890-20SYM	T16W	890	30	0.50	0.00	455	1.44	1.45	0.08
PD820-T15W2-846-12NYM	T15W2	846	35	0.67	0.00	333	2.50	0.28	0.10
PD820-T11-812-4SYM	T11	812	45	0.62	0.01	322	3.65	0.15	0.22
PD820-T16E-700-10SYM	T16E	700	64	0.55	0.00	391	3.38	0.39	0.07
PD730-T21E1-728-37SYM	T21E1	730	35	0.61	3.28	1024	1.73	1.89	0.10
PD730-T21-750-49SYM	T21	730	30	1.29	0.12	419	2.65	1.04	0.04
PD820XPD-T16-LEVEL7-14SYM	T16	500	45	0.78	0.00	480	3.43	0.84	0.04
PD820XPD-T22E3-LEVEL4-A16_TJ	T22E3	650	30	1.59	0.05	289	2.91	0.34	0.09

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD820XPD-T38-LEVEL4-21NYM	T38	650	34	0.79	0.17	341	5.87	1.15	0.05
PD820XPD-T39W-755-23_XB-TJ	T39W	755	50	0.50	0.00	353	2.12	0.68	0.02
PD820XPD-T1W3-670-13NYM	T1W3	700	30	0.58	0.00	482	1.42	1.04	0.11
PD820XPD-T22-LEVEL5-16_TJ	T28E	600	33	0.55	0.15	524	2.72	0.46	0.02
PD820XPD-T16W-LEVEL7-14_TJ	T16W	500	55	0.86	0.00	439	3.12	0.53	0.06
PD1070-T22W2-1120-8NYM	T22W	1120	30	0.51	0.00	300	6.13	0.25	0.03
PD960-T2E2-990-0SYM	T21	990	40	1.83	0.01	544	1.99	0.10	0.14
PD930-T16E-930-3NYM	T16E	930	45	0.56	0.00	371	0.46	0.37	0.06

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.4 鐵爐坪礦山 T3 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.8 龍門東溝

龍門礦山共完成 7,774 米地下坑道勘探工程。沿脈項目旨在升級沿礦化脈構造的現有鑽探工作圈定礦產資源量塊段。沿脈和穿脈巷道通過 PD900 豎井及 PD838 和 PD959 通達工程，在海拔 550 米至 1,012 米之間按 40 米至 50 米間距施工。共採集 6,756 件岩屑樣品。沿脈工程主要集中在龍門 5、龍門 3、龍門 3_1、龍門 3_2、龍門 3-1a、龍門 3W3、龍門 4、龍門 6、龍門 6W、龍門 6_1、龍門 71、龍門 73、龍門 74、龍門 82、龍門 82E 和龍門 83 礦脈，並成功延長了海拔 960 米至 550 米之間已知礦化帶的走向長度。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.8。圖 9.5 顯示了龍門礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

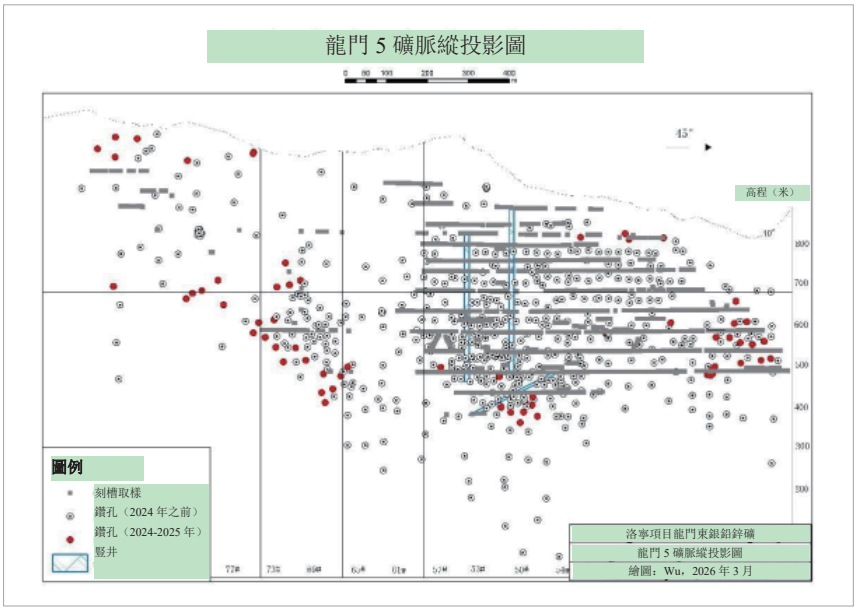
表 9.8 龍門東礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD900-LM71-700-23NYM	LM71	700	75	0.64	-	502.86	3.19	0.33	0.16
PD900-LM5-500-74_TKX	LM5	500	60	0.64	-	308.95	2.68	1.02	0.04
PD900-LM6W-550-56SYM	LM6W	550	45	0.67	-	349.32	2.28	0.62	0.10
PD838-LM74-845-27YM	LM74	845	73	0.54	-	548.75	1.39	0.23	0.17
PD856XPD-LM71-750-73NYM	LM71	750	35	0.66	-	489.08	2.00	0.60	0.17
PD900-LM3-700-23YM	LM3	700	40	0.86	0.02	1268.66	2.32	0.40	0.45
PD856XPD-LM3_1-750-73NYM	LM3_1	750	50	0.69	-	316.79	1.72	0.21	0.08
PD900-LM3_1-700-69SYM	LM3-1	700	45	0.90	-	233.16	2.69	0.39	0.08
PD856XPD-LM3_1-750-73SYM	LM3_1	750	45	0.81	0.01	554.85	1.47	0.27	0.18
PD856XPD-LM3_1-750-73SYM	LM3_1	750	35	0.78	-	350.77	2.46	0.41	0.09
PD856XPD-LM3_1-750-73_XB-MWX	LM3_1a	750	34	0.77	0.03	450.65	2.04	0.48	0.16
PD856XPD-LM73-710-73NYM	LM73	710	30	0.69	0.01	667.13	2.30	0.49	0.11
PD856XPD-LM4-750-79YM	LM4	750	28	0.88	-	392.18	0.83	0.18	0.05
PD959-LM82-959-57NYM	LM82	959	30	1.11	0.01	317.81	3.58	0.68	0.12
PD856XPD-LM3W3-750-75SYM	LM3W3	750	35	0.62	0.01	432.03	1.91	0.22	0.14

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD900-LM3_1-600-75_TJ-_QGX	LM3_1	600	30	0.84	0.03	497.53	1.95	0.32	0.06
PD900-LM3-700-75TJ_QGX	LM3	700	40	0.57	0.05	275.15	3.68	0.15	0.04
PD900-LM4-600-67SYM	LM83	600	30	0.60	0.07	252.38	1.34	0.55	0.04
PD856-LM3_2-800-75SYM	LM3_2	800	70	1.14	0.05	433.48	1.65	0.20	0.10
PD838-LM74-845-29_MWX	LM74	845	29	0.52	0.05	329.29	1.08	0.21	0.09
PD900-LM6W_1-600-69NYM	LM6W_1	600	31	1.56	0.07	346.32	2.09	0.53	0.05
PD838-LM6-800-62NYM	LM6W	800	30	0.37	0.05	660.00	1.00	0.88	0.16
PD838XPD-LM6-800-62SYM_CM	LM6	800	29	0.66	0.07	433.30	1.23	0.33	0.10
PD959-LM82-945-57NYM	LM82	959	42	1.57	0.07	301.07	3.11	0.27	0.09
PD856-LM3_2-800-75NYM	LM3_2	800	33.5	1.00	0.05	309.31	0.83	0.19	0.06
PD856XPD-LM73-800-71NYM	LM73	800	98.5	0.54	0.05	842.40	1.60	0.47	0.17
PD856XPD-LM3_2-750-77_TJ_QGX	LM3_2	750	28	0.78	0.05	261.07	3.00	0.45	0.07
PD959-LM82E-945-57NYM	LM82	945	135	0.90	0.05	267.47	3.15	0.39	0.10
PD959-LM82E-945-57SYM	LM82E	945	60	0.85	0.05	1634.98	1.91	0.14	0.16

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.5 龍門東礦山龍門 5 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.9 龍門西溝

總長 35,163 米的地下坑道勘探項目，重點針對礦脈構造龍門 7、龍門 7E、龍門 11E、龍門 11a、龍門 12、龍門 13W、龍門 14、龍門 14a、龍門 17、龍門 19、龍門 20、龍門 20W、龍門 21、龍門 25W1、龍門 26、龍門 28、龍門 30、龍門 32E、龍門 41、龍門 41E、龍門 50、龍門 52、龍門 54、W1、W2、W6、W6E 和 W18W，以及與這些主要構造在空間上伴生的平行帶。地下坑道勘探通過 SJ969 豎井、XPDS 和 XPDN 斜坡道以及 PD918、PD991、PD969 和 PD924 四個通達工程，在海拔 190 米至 1,070 米之間的中段進行。共採集 24,177 件岩屑樣品。不同中段的沿脈巷道中揭露了長度在 10 米至 95 米之間的高品位礦化帶。在資源區西北部海拔 850 米至 1,070 米之間的 W18W 和 W18W_2 礦脈中發現了高品位帶，這促使地質人員對龍門西溝礦山部分主要礦脈構造進行了重新建模。緩傾斜的高金礦脈龍門 50 系列、龍門 52、龍門 54 系列和龍門 58 在海拔 190 米至 990 米之間的中段得以揭露，從而更新了金礦脈信息。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.9。圖 9.6 顯示了龍門西溝礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

表 9.9 龍門西溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD969_SJ-LM20E-600-110NYM	LM20E	600	34	0.45	0.07	401	2.18	1.00	0.36
PD969_SJ-LM32-550-12_TJ2	LM32	550	45	0.50	0.05	845	3.25	0.67	0.24

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD988-LM28-1002-8NYM	LM28	988	30	0.72	4.26	102	0.10	0.04	1.89
PD988-LM28-1012-8_1#TJ	LM28	1012	38	0.72	11.12	61	0.02	0.01	1.59
XPDN-LM11E-870-3SYM	LM11E	875	60	0.64	0.09	340	4.04	0.25	0.82
XPDN-LM12_3-660-5NYM	LM12_3	660	35	0.49	0.16	615	2.64	0.21	0.07
XPDN-LM13W-750-4SYM	LM13W	750	35	0.63	0.09	1163	4.35	0.77	0.25
XPDN-LM17W4-775-13NYM	LM17W4	775	33	0.48	0.06	347	2.20	0.40	0.02
XPDN-LM17W4-775-13NYM	LM17W4	775	28	0.48	0.06	347	2.20	0.40	0.02
XPDN-LM19W1-625-118NYM	LM19W1	625	26	0.62	0.10	415	3.16	0.16	0.71
XPDN-LM21-725-2_1#TJ	LM21	725	30	0.75	20.19	4	0.02	0.01	0.25
XPDN-LM25W1-700-8SYM	LM25W1	700	50	0.78	0.08	284	3.80	0.29	0.03
XPDN-LM25W1-700-8TJ	LM25W1	700	65	0.14	0.13	283	5.90	0.29	0.06
XPDN-LM26-625-3_3#TJ	LM26	625	62.5	0.82	5.65	306	0.29	0.08	1.04
XPDN-LM26-625-3_TJ_L	LM26	625	45	0.75	2.54	147	0.28	0.18	0.62
XPDN-LM50-775-1NYM	LM50	775	35	0.81	13.33	29	0.74	0.24	0.02
XPDN-LM50-780-11_1#TJ	LM50	780	42.5	0.92	7.06	25	0.20	0.13	0.03
XPDN-LM50-780-3_R-P-4#TJ	LM50	780	40	0.78	8.69	27	0.70	0.39	0.02
XPDN-LM50-790-1SYM	LM50	790	40	0.71	7.38	276	2.29	0.18	0.16
XPDN-LM50-790-1SYM	LM50	790	40	0.63	5.66	208	1.87	0.15	0.13
XPDN-LM50-790-1_3#TJ	LM50	800	70	0.68	4.61	26	0.34	0.09	0.03
XPDN-LM50-790-4_1#TJ_R	LM50		47.5	0.81	4.17	107	0.22	0.13	0.06
XPDN-LM50-805-1_1#TJ_R	LM50	190	42.5	0.83	5.75	14	0.18	0.06	0.01
XPDN-LM50-805-1_R-P3#TJ_L	LM50	805	30	0.98	5.20	9	0.10	0.06	0.01

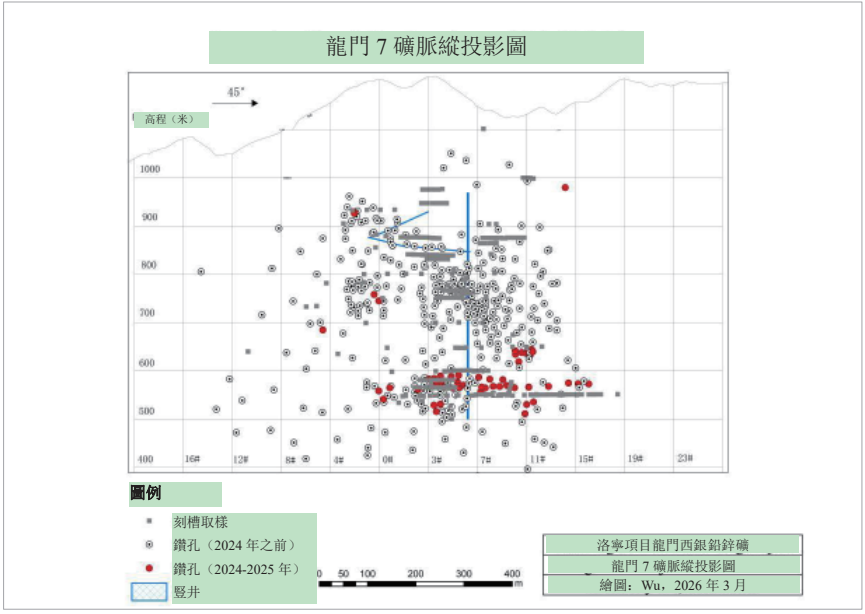
巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
XPDN-LM50-824-1SYM_L	LM50	824	32.5	0.75	5.24	104	0.22	0.01	0.02
XPDN-LM52-725-11_2#TJ	LM52	725	44	0.66	5.23	21	0.50	0.20	0.01
XPDN-LM52-725-9SYM	LM52	725	77.5	0.67	4.64	19	0.18	0.10	0.01
XPDN-LM52-725-9_1#TJ	LM52	725	50	0.73	8.38	6	0.01	0.03	0.01
XPDN-LM52-825-13_7#TJ	LM52	825	40	0.57	5.38	7	0.02	0.01	0.01
XPDN-LM54-575-11SYM	LM54	575	82.5	0.62	5.06	6	0.12	0.03	0.01
XPDS-LM54_1-600-13WYM	LM54_1	600	30	0.81	6.12	13	0.44	0.06	0.02
XPDS-LM54-575-11_6#TJ	LM54	575	32.5	0.81	11.03	6	0.01	0.01	0.01
PD930XPD-W18W-850-144SYM	W18W	850	40	0.79	0.05	151	6.02	0.18	0.03
PD990-LM41E2-990-117SYM	LM41E2	990	30	0.86	0.07	598	2.10	0.48	0.11
XPDN-W6E1-800-132NYM	W6E1	800	55	0.66	0.11	203	5.36	0.76	0.03
PD918-W6E1-918-134NYM	W6E1	918	65	0.80	0.09	445	3.34	0.28	0.08
PD988-W18W-988-136NYM	W18W	988	30	1.32	0.11	380	1.61	1.12	0.16
PD918-LM25W-880-2_XB	W25W	880	52	0.86	0.10	359	0.55	0.10	0.04
XPDS-LM41E-550-111NYM	LM41E	550	30	0.63	0.17	311	5.76	0.29	0.08
PD1040-W18W-1040-136NYM	W18W	1040	27.5	0.49	0.05	364	2.30	0.13	0.05
PD988-LM28-988-6_XPD	LM28	988	30	0.46	1.38	26	0.01	0.03	3.74
XPDN-LM50-775-3_TJ	LM50	775	47.5	0.76	8.10	262	1.14	0.38	0.06
XPDN-900_LM41E4-900-117SYM	LM41E4	900	55	0.73	0.08	404	1.55	0.47	0.14
XPDS-LM54-550-13SYM	LM54	550	62.5	0.44	6.77	4	0.02	0.02	0.01
PD990-LM17W1-990-13SYM	LM17W1	990	75	0.49	0.05	658	1.79	0.61	0.09
PD918-W18W-880-138NYM	W18W	880	60	0.73	0.06	236	5.00	0.09	0.04
PD918-W18W-880-138SYM	W18W	880	35	1.18	0.07	342	2.94	0.69	0.07
XPDN-750-114_XPD	LM13W	750	40	1.53	0.05	722	9.80	2.06	0.47

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
PD1040-W18W-1070-136NYM	W18W	1070	47.5	0.65	0.05	334	1.33	0.13	0.05
XPDN-LM50-780-9_R-P8TJ	LM50	780	42.5	0.74	5.25	68	1.67	0.42	0.02
XPDN-LM17-900-4SYM	LM17	900	27.5	0.43	0.05	466	1.32	0.41	0.10
XPDN-LM32E-650-112SYM	LM32E	650	32.5	0.64	0.07	630	3.90	0.41	0.12
XPDN-LM13W-800-2SYM	LM13W	800	27.5	0.80	0.05	299	1.72	0.30	0.11
PD1080-LM41E2-1050-117SYM	LM41E2	1050	32.5	0.91	0.05	791	3.46	0.14	0.11
XPDN-W6-800-140S(N)YM	W6	800	45	0.61	0.21	698	5.87	0.97	0.00
XPDN-LM50-775-3_TJ	LM50	775	36	0.77	9.50	82	0.55	0.08	0.03
PD930XPD-W6E1-805-138NYM	W6E1	805	52.5	0.56	0.10	529	2.04	1.01	0.09
XPDN-LM17W2-850-113NYM	LM17W2	850	69	0.62	0.06	428	1.19	0.48	0.13
XPDN-LM50-775-3_R-P2_TJ	LM50	775	45	0.76	5.58	43	0.87	0.10	0.01
XPDN-LM13W-750-1NYM	LM13W	750	77.5	0.71	0.08	358	2.56	0.13	0.52
PD988-LM28-988-6_2#TJ	LM28	988	30	0.53	2.77	26	0.01	0.03	2.62
PD1080-LM17-1050-13SYM	LM17	1050	50	1.38	0.05	485	1.44	0.14	0.20
PD1080-LM17-1050-13NYM	LM17	1050	72.5	0.55	0.07	1047	2.27	0.83	0.22
XPDN-LM50-780-9_R-P4_TJ	LM50	780	48.8	1.13	4.10	116	1.17	0.27	0.04
XPDN-LM41-900-113SYM	LM41	900	32.5	0.51	0.05	332	1.62	0.52	0.09
XPDN-LM19_1a-750-0SYM	LM19_1a	750	37.5	0.51	0.06	395	1.59	0.07	0.03
XPDN-LM50-775-3_R-P-1#TJ	LM50	775	45	0.88	15.81	25	0.41	0.08	0.01
XPDN-LM41W-725-107SNYM	LM41W	725	40	0.68	0.06	506	1.24	0.40	0.06
XPDN-LM41W-725-107NYM	LM41W	725	55	0.56	0.06	443	1.43	0.51	0.07
XPDN-LM52-750-11_R-P3#TJ	LM52	750	30	0.64	10.26	4	0.01	0.01	0.01
PD969_SJ-LM32-550-114NYM	UNK1	550	40	0.53	0.05	337	1.57	0.13	0.06

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
XPDN-LM52-725-9NYM	LM52	725	72.5	0.62	5.81	64	0.44	0.07	0.02
PD988-LM28-1012-8SYM	LM28	1012	45	0.72	1.31	440	0.40	0.11	1.30
PD1040-W18W_2-1070-136SNYM	W18W_2	1070	32.5	0.65	4.21	153	0.46	0.08	0.37

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

圖 9.6 龍門西溝礦山龍門 7 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.1.10 東草溝

總長 2,498 米的地下坑道勘探項目，重點針對礦脈構造 C4、C4E 和 C9，以及與這些主要構造在空間上伴生的平行帶。地下坑道勘探作業在海拔 850 米、800 米和 750 米中段進行。海拔 850 米至 800 米再到 750 米的地下坑道勘探作業，揭露了連續的較高金礦脈 C9 系列。詳細的地下地質填圖表明，C9 由一系列產狀相似的金礦脈 C9_1 至 C9_5 組成，並被一組北東向斷裂錯斷。共採集 1,276 件刻槽樣品。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.10。圖 9.7 顯示了東草溝礦山一條主礦脈上刻槽樣品的採樣密度及沿脈位置的示例。

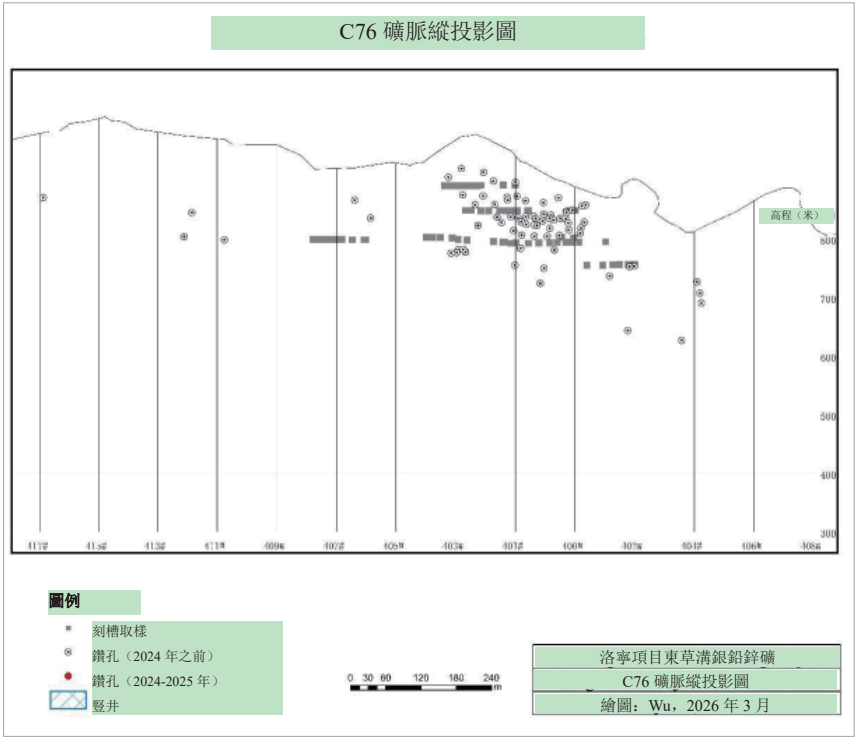
表 9.10 東草溝礦山 2024-2025 年坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位				
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
東草溝 XPD-C9_2-800-50-52_TJ#5	C9_2	800	30	0.72	2.46	43	0.15	0.10	0.01
東草溝 XPD-C9_3-800-50_TJ#3	C9_3	800	13	0.56	4.65	20	0.05	0.06	0.01
東草溝 XPD-C9_5-771_TJ_L2	C9_5	771	15	0.71	3.60	113	1.09	1.13	0.05
東草溝 XPD-C9_5-750-51-53_R-P1#TJ	C9_5	750	32	0.82	3.81	22	0.23	0.54	0.01
東草溝 XPD-C9_5-750-51-53_R-P2#TJ	C9_5	750	27.5	0.69	3.64	19	0.18	0.26	0.01
東草溝 XPD-C9_5-750-51-53_R-P3#TJ	C9_5	750	14.5	0.68	2.91	9	0.08	0.14	0.01
東草溝 XPD-C9_5-750-51-53_R-P5#TJ	C9_5	750	37.4	0.63	2.80	14	0.11	0.15	0.01
東草溝 XPD-C9_5-750-51-53_R-P8#TJ	C9_5	750	30	0.63	2.84	42	0.09	0.21	0.02
東草溝 -C7_5-750-1#TJ	C9_5	750	12.5	0.65	3.05	15	0.05	0.05	0.03
東草溝 -XPD-C4-800-403SYM	C4	800	15	0.98	0.34	51	8.36	0.09	0.02
東草溝 -XPD-C4-850-403NYM	C4	850	80	0.87	0.08	168	7.52	0.19	0.27
東草溝 XPD-C9_3-800-50_TJ#1	C9_3	800	18	0.43	5.62	39	0.15	0.14	0.01
東草溝 XPD-C9_3-800-50_TJ#2	C9_3	800	18.3	0.61	3.09	30	0.13	0.14	0.01
東草溝 XPD-C9-5-756_MW	C9_5	750	20	0.53	7.65	4	0.01	0.02	0.01
東草溝 XPD-C9_2-800-50-52_TJ#4	C9_2	800	40	0.79	4.67	43	0.13	0.15	0.01

注：表中顯示的是 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間的選定礦脈結果。真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 9.7 東草溝礦山 C76 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

9.2 寬平項目

希爾威於 2021 年獲得寬平項目所有權，此前已完成了該項目的部分勘探工作。2006 年至 2008 年，河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊（以下簡稱「第一地質大隊」）對該區域進行了綜合調查和詳細勘探。第一地質大隊開展了一項覆蓋面積 1,123 平方米的地表探槽勘探工程，並圈定出兩條銀礦脈。共完成 559 米巷道勘探工程和 200 米民采巷道清理工作。巷道勘探工程正新建巷道，包含沿脈巷道和穿脈巷道。民采巷道清理工作是對民采（歷史）巷道（也包括沿脈和穿脈巷道）進行擴寬/清理。第一地質大隊還對礦山內的兩條銀礦脈進行了礦產資源量估算。

從民采巷道共採集 53 件樣品，沿巷道每 5 米採集一件。從沿脈巷道共採集 51 件樣品，每 5 米採集一件。從探槽共採集 116 件樣品，每 40 米採集一件；這些樣品主要覆蓋寬平項目的 K1、K3 和 K4 礦脈。

2008 年 4 月，基於已完成的工作，第一地質大隊編制了《河南省陝縣東岔寬坪金礦詳細調查報告》的礦產資源量報告，河南省國土資源廳對本次礦產資源量進行了評審備案，備案文號為「國土資儲備（小）字[2008]第 40 號」。

2012 年 3 月至 2013 年 8 月，第一地質大隊通過地質測量工作，查明了礦山岩石類型和主要控礦構造的分布特徵。除前期詳細勘探發現的兩條礦脈構造外，還新發現了四條銀鉛多金屬礦脈。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.11。

表 9.11 寬平礦區坑道勘探作業圈定的礦化帶（前業主）

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
MD1203_8-35_1040	K3	1040	65	0.60	0.61	1083	1.50	3.66
MD1212_2-14_1060	K4	1060	45	0.66	0.35	494	1.64	2.53
PD1050_19-43_1050	K4	1050	52	0.39	0.18	2746	2.26	2.50

2024 年 3 月至 2025 年 11 月，希爾威實施了一個 5,909 米的地下坑道勘探項目，重點針對 K3 和 K4 礦脈構造。地下坑道勘探作業在海拔 1,020 米和 1,000 米中段進行。共採集 255 件刻槽樣品。報告期內從代表性礦化帶採集的地下刻槽樣品已按真厚度進行加權，結果列於表 9.12。

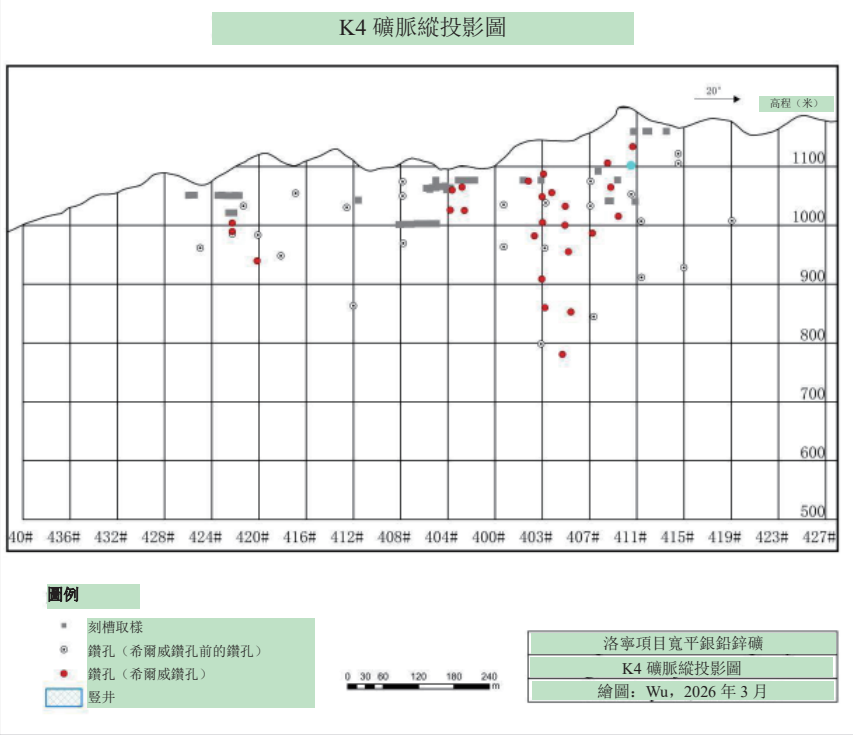
表 9.12 希爾威寬平礦區坑道勘探作業圈定的礦化帶

巷道編號	礦脈	中段（米）	礦化帶沿走向長度（米）	真厚度（米）	加權平均品位			
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
XPD1035-K4-1000-408NYM	K4	1000	37	0.62	0.20	209	1.56	2.00
XPD1035-K3-1020-324SYM	K3	1020	29	0.40	0.18	340	0.90	1.49

注：真厚度為採樣線的平均真厚度，採樣線間距通常為 5 米。加權平均品位是從這些採樣線上採集樣品的平均品位。

寬平礦區最大礦脈之一的縱投影圖見圖 9.8。

圖 9.8 寬平礦區 K4 礦脈縱投影圖



來源：希爾威，2026 年。

10 鑽探

10.1 洛寧項目

10.1.1 鑽探匯總

自收購洛寧項目以來，希爾威實施了系統性的鑽探項目，旨在測試主要礦化脈構造的走向和下延延伸情況，並在鑽探匯總勘探程度較低或未勘探的區域尋找新的礦化構造。2004 年 1 月至 2025 年 12 月期間，洛寧項目共施工鑽孔 14,463 個，總計鑽探進尺 2,851,119 米，包括地表和地下鑽孔。

希爾威公司 2004 年至 2023 年 12 月期間開展的鑽探工作匯總見表 10.1。這些鑽探工作包括礦山靶區鑽探以及單獨匯總的偵察性鑽探。有關此類鑽探的更多詳情見前述技術報告（AMC 2012、AMC 2013、AMC 2014、AMC 2017、AMC 2020、AMC 2022、AMC 2024）。

礦脈的代表性縱投影圖見第 9 節。圖 7.5（第 7 節）為橫截面圖，其中提供了相對於礦脈幾何形態的鑽孔交角示例。

表 10.1 希爾威 2004 年至 2023 年對洛寧項目完成的鑽探工作匯總

礦山	時段	鑽孔數量		進尺（米）
		地下鑽探	地表鑽探	
沙溝	2004 年 1 月-2023 年 12 月	2,807	377	753,079
後張溝	2006 年 5 月-2023 年 12 月	598	181	192,258
蒿坪溝	2006 年 5 月-2023 年 12 月	1012	304	275,232
鐵爐坪	2008 年 1 月-2023 年 12 月	1,807	210	441,756
龍門	2008 年 1 月-2013 年 12 月	324	11	114,458
龍門東溝	2012 年 1 月-2023 年 12 月	782	132	185,947
龍門西溝	2012 年 1 月-2023 年 12 月	1655	139	344,640
東草溝	2010 年 1 月-2023 年 12 月	210	181	64,907
礦山小計	2004 年 1 月-2023 年 12 月	9,195	1,535	2,372,277
項目				
RHW	2006	0	7	1,981
XM	2006	0	2	479
SDG-LIG	2007 年 7 月-2013 年 6 月	36	18	17,151
項目小計		36	27	19,611
合計	**2004 年 1 月-2023 年 12 月**	**9,231**	**1,562**	**2,391,888**

表 10.2 列出了 2024 年 1 月至 2025 年 12 月期間開展的鑽探作業。這些鑽探作業於上一份技術報告編制後完成，下文將進行詳述。

表 10.2 希爾威 2024 年至 2025 年對洛寧項目完成的鑽探工作匯總

礦山	地表鑽探		地下鑽探		合計	
	數量	進尺（米）	數量	進尺（米）	數量	進尺（米）
沙溝	123	17,703	592	85,009	715	102,712
後張溝	30	5,961	154	23,620	184	29,581
蒿坪溝	35	4,581	335	41,955	370	46,536

鐵爐坪	74	7,585	995	117,294	1069	124,879
龍門東溝	31	5,962	324	41,857	355	47819
龍門西溝	66	8,450	889	95,358	955	103,807
東草溝	18	3,102	4	796	22	3,897
合計	**377**	**53,343**	**3,293**	**405,889**	**3,670**	**459,231**

來源：希爾威，2025 年，基於各礦山數據庫。

2024 年 1 月至 2025 年 12 月期間，洛寧項目持續開展了數個鑽探項目。在礦山內進行了地下和地表鑽探，旨在測試主要礦化脈構造的下延延伸情況，擴展當前開採深度或以上的探明礦產資源量和控制礦產資源量，並對先前鑽探項目圈定的、位於當前開採深度以下的推斷礦產資源量塊段進行加密鑽探。大多數鑽孔設計為斜孔，以測試多條礦脈構造並確保良好的交角。金剛石鑽探項目的結果是：大多數主要礦化脈實現了下延和走向延伸，並在現有礦山內發現了若干條新礦化脈。

10.1.2 2024-2025 年結果匯總

表 10.3 簡要匯總了洛寧項目 2024-2025 年鑽探項目的結果。這些結果已納入礦山數據庫，並用於本次七個礦床的礦產資源量更新。

表 10.3 2024-2025 年鑽探結果簡述

礦山	完成鑽孔數	見礦鑽孔數	礦化交匯段平均品位	礦化交匯段平均真厚度（米）	礦化探測深度（標高，單位為米）
沙溝	715	457	422 g/t AgEq	0.85	(-94) -843
後張溝	180	77	529 g/t AgEq	0.78	330-997
蒿坪溝	370	232	2.99 g/t AuEq	0.96	27-836
鐵爐坪	1069	670	278 g/t AgEq	0.67	47-11664
龍門東溝	324	218	446 g/t AgEq	0.54	365-1177
龍門西溝	955	526	391 g/t AgEq	0.86	469-1129
東草溝	22	7	201 g/t AgEq	1.88	614-936

注：邊界品位：沙溝和後張溝礦山為 75 克/噸銀當量；蒿坪溝礦山為 0.95 克/噸金當量；龍門礦山為 70 克/噸銀當量；鐵爐坪和龍門西溝礦山為 65 克/噸銀當量；東草溝礦山為 80 克/噸銀當量。銀當量和金當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

2024-2025 年期間各礦山的鑽探結果將在以下各節中進一步說明。銀當量（AgEq）和金當量（AuEq）計算公式及參數見表 14.1 腳註。

10.1.3 按礦山/礦床進行的鑽探結果說明

10.1.3.1 沙溝

地下和地表鑽探主要集中在擴展主要生產礦脈 S2、S2W、S2W2、S6、S6E1、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_3、S7E2、S8、S8E、S8W、S8W2、S14、S14_1、S14_2、S16E、S16W、S16W1、S19、S19E、S19W、S21、S21W、S32、S33、S4、S39、S1、S1W 和 S1W2 的已知礦產資源量。對礦脈 S22、S23、S7W、S7_4、S74、S74E、S4E、S35E、S16E1、S16E2、S2W2_1、S29、S31、S31E、S33_1、S8W1、S1W3 和 S5 及其分支礦脈也進行了有限鑽探。該項目的成果是在礦脈構造 S7_2、S2W2、S1W2、S1W3、S1W5 和 S39 中圈定了新的高品位礦化帶，並擴展了其空間延伸範圍。沙溝礦山 2024-2025 年鑽探項目結果匯總見表 10.4。

表 10.4 沙溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥75 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
S1	20	4	127-171
S14	65	14	-9-548
S14_1	69	15	-40-613
S14_2	25	1	274
S14E1	6	1	439
S16E	19	3	393-740
S16E1	14	8	282-750
S16E2	13	6	280-500
S16E8	5	2	344-682
S16W	65	24	95-728
S16W1	45	4	515-642
S16W2	3	1	376
S18	6	1	373
S18E	7	1	587
S18W	8	3	144-241
S19	68	30	110-559
S19E	37	11	134-389
S19W	31	9	99-326
S1W	20	13	-26-305
S1W2	20	16	-33-435
S1W3	11	3	-45-288
S2	115	60	-77-573
S21	44	19	296-783
S21W	35	12	294-546
S21W1	9	1	291
S21W2	9	4	522-568
S21W3	4	2	495-514
S21W5	5	4	485-506
S22	18	2	389-675
S23	15	3	268-661
S23W	4	1	773
S26W	6	1	784

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥75 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
S27E2	3	1	843
S28	3	1	479
S28E2	2	2	445-457
S29	12	5	144-296
S2W	54	17	-94-335
S2W_1	5	3	515-562
S2W2	60	40	-22-443
S2W2_1	14	5	60-405
S2W2_2	6	3	335-341
S2W2_3	5	1	274
S31	13	4	12-15
S31E	12	7	80-149
S32	35	17	382-792
S33	28	3	145-309
S33_1	12	3	204-522
S35E	15	2	490-506
S39	25	14	42-286
S39E	11	5	57-170
S39W	3	1	117
S4	28	11	-8-200
S4E	16	3	20-178
S5	11	3	373-493
S6	105	48	-79-609
S6E1	17	4	26-165
S7	74	34	98-729
S7_1	59	21	-3-763
S7_1E	38	10	47-750
S7_2	53	18	3-707
S7_2a3	6	1	388
S7_3	26	6	323-391
S7_4	14	5	320-399
S74	16	4	293-344
S74E	10	3	325-347
S7E2	22	6	338-390
S7W	15	3	295-732
S8	87	37	39-776
S8E	23	3	57-284
S8W	59	16	49-477
S8W1	12	3	430-464
S8W2	20	4	31-218

注：所示結果為 2024 年 1 月至 2025 年 12 月期間的結果。一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.2 後張溝

金剛石鑽探項目旨在測試海拔988米至344米之間的主要礦化脈構造HZ10、HZ11、HZ12、H15W2、HZ20、HZ20E、HZ22、HZ22W、HZ26、HZ26W、HZ26W_1 和 HZ27 的沿走向和下延延伸情況。

2024-2025 年金剛石鑽探項目擴大了這些及其他礦脈構造中的礦化規模，結果匯總於表 10.5。

表 10.5 後張溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥75 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
HZ26	79	33	352-951
HZ20E	23	12	344-639
HZ11	20	10	457-805
HZ22	25	10	495-876
HZ10	18	8	473-783
HZ26W	31	8	380-877
HZ20	18	7	369-886
HZ26W_1	13	4	392-686
HZ15W2	8	3	511-672
HZ22W	6	2	562-988
HZ26E8	6	2	347-426
HZ27	8	2	598-677
HZ10a	1	1	607
HZ12	3	1	620
HZ17	3	1	605
HZ20E3	1	1	427
HZ22E1	1	1	884
HZ22S	5	1	886
S8	7	1	698
S8E	5	1	795

注：一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

與地下鑽孔的情況一樣，鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為它們是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.3 蒿坪溝

地下金剛石鑽探項目旨在測試海拔負 856 米至 12 米之間的主要礦化脈構造 B07、B07_1、B07_2、H5、H10、H10_1、H11、H11a、H12_1、H13、H13a、H14、H14a、H15、H15_2、H15W、H15W1、H16、H16_1、H16_3、H17、H17_1、H18、H20W、H20W1、H32a、H32E1、H39_1、H39_1、H39_2、H40、H41W 和 H42 的沿走向和下延延伸情況。在主要礦脈構造 B07、H13、H14、H15、H16、H17、H17_1 和 H20W 中，沿走向和下延方向圈定了顯著的新礦化帶。蒿坪溝礦山 2024-2025 年鑽探項目結果匯總於表 10.6。

表 10.6 蒿坪溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥0.95 克/噸金當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
H17	103	35	28-836
H17_1	87	11	35-830
H15	84	25	49-828
H13	80	14	351-678
H16	66	34	312-696
H14	64	23	347-679
H16_3	60	25	301-704
H14a	57	9	334-689
H11	50	18	373-678
H16_1	49	21	315-701
H18	41	5	12-808
H20W	39	23	351-664
H15W	33	6	100-856
H10_1	29	9	440-686
H42	21	7	347-684
H39_1a	21	6	418-691
H10_1a	20	4	406-561
H32E1	19	5	342-685
H40	18	5	408-693
H39_1	17	5	458-674
H12_1	15	7	510-667
H41W	13	2	390-681
H15_2	12	3	583-782
H20W1	11	4	446-562
H13a	11	4	448-703
H11a	10	5	471-552
H39_2	10	1	524-680
H15W1	10	0	
B07_1	9	7	697-704
B07	9	6	676-741
H32a	9	2	424-621
H40E	8	2	393-456
H39_1W	8	0	
H20W2	7	7	292-456
H12_2	7	1	522-594
B07_2	6	6	683-714
H20	6	4	657-804
H16_5	6	3	668-672
H41	6	1	392-677
H13_1	5	1	673-794

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥0.95 克/噸金當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
H15W4	5	1	610-616
H5	4	3	229-428
H12	4	1	442-483
H29	4	1	404-771
H33	4	1	445-446
H17_1a	4	1	689-689

注：一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。金當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.4 鐵爐坪

2024-2025 年地下金剛石鑽探項目旨在測試主要礦化脈構造 T1、T1W、T1W1、T1W2、T2、T2_1、T2E2、T2W、T2W2、T3、T3_3、T3E、T3E1、T3E5、T3E8、T3W1、T4、T5、T5E1、T5W2、T11、T14、T15、T15_1、T15W、T15W1、T15W2、T15W4、T15W8、T16、T16E2、T16W、T17、T17E、T17W、T17W3、T21、T21E、T22_1、T23、T28、T28_1、T33、T33E、T38 和 T39W 的沿走向和下延延伸情況，並在勘探程度較低的區域尋找新的礦脈構造。鑽探項目的結果表明，主要礦脈構造 T1、T1W1、T2、T2W、T3、T3_3、T5、T5E1、T14、T16、T16W、T21、T22_1、T22E、T23 和 T38 中的礦化帶規模顯著擴大。在主要礦脈構造旁發現了許多平行的礦化和分支構造，如 T53、T22_1、T28_1 和 T22W1。鐵爐坪礦山 2024-2025 年鑽探項目的結果匯總於表 10.7。

表 10.7 鐵爐坪礦山 2024-2025 年鑽探項目的結果匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
T1	148	33	505-1147
T3	128	48	487-1122
T21	118	43	629-1048
T2W	107	24	602-1141
T2	105	55	485-1162
T5	89	29	692-1166
T23	88	22	687-1071
T1W1	77	33	480-1116
T22E	65	17	531-1144
T16	61	20	526-1014
T17	51	12	636-946
T16W	49	14	476-969
T38	49	21	610-913
T5E1	49	20	724-1029
T15	45	8	792-937
T15W2	44	14	684-975
T3_3	43	24	953-1116

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
T4	42	14	643-884
T5W2	42	13	781-1064
T14	40	17	537-821
T17E	37	4	663-734
T17W	36	12	474-1025
T22_1	36	16	551-1154
T1W2	34	14	499-834
T2_1	34	7	701-1105
T16E2	33	3	850-919
T2W2	32	9	621-768
T15W1	31	8	674-939
T39W	30	12	571-857
T15_1	29	8	682-901
T33E	29	3	886-900
T3E5	29	13	778-1054
T1W	27	6	680-1078
T2E2	26	8	960-1142
T3E1	26	9	782-1016
T28E	25	8	667-966
T35E6	24	5	592-787
T3E	24	4	1033-1132
T15W4	23	5	683-979
T3E8	23	5	1027-1073
T17W3	22	9	738-917
T28_1	21	9	692-1044
T11	20	4	535-687
T21E	20	5	711-841
T15W	18	10	524-684
T33	17	3	955-982
T15W8	16	2	691-699
T16E	16	4	832-909
T16E3	16	3	671-733
T22E4	16	4	713-984
T31W3	16	8	814-895
T33W2	16	5	858-952
T16W_1	15	5	519-632
T35	15	3	544-990
T35E1	15	4	878-940
T3W1	15	8	1007-1120
T14E	14	4	670-864
T16_2	14	9	524-876

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
T26E	14	6	980-1143
T28	14	5	547-1032
T33W	14	2	878-950
T17E1	13	3	682-689
T22E1	13	6	1014-1144
T35E2	13	1	721
T39E1	13	8	627-897
T3E9	13	3	1031-1107
T11E	12	1	871
T11W1	12	4	567-696
T14E2	12	3	909-947
T22	12	3	1012-1069
T12	11	1	865
T15_2	11	5	846-879
T15W3	11	5	757-759
T16E1	11	5	696-1032
T31	11	4	718-843
T31W1	10	5	816-887
T33E4	10	4	483-541
T33E_1	10	4	487-498
T39E2	10	5	826-868
T5W1	10	3	1038-1056
T3W2	9	5	820-1120
T1E	8	4	1047-1084
T1W3	8	0	
T1W6	8	2	503-532
T22E2	8	4	809-946
T2W1	8	4	1101-1129
T33E1	8	2	829-975
T3E14	8	2	1046-1056
T3W5	8	3	955-1055
T33W3	7	2	859-865
T53	7	4	731-736
T11E4	6	0	
T15W9	6	2	697-884
T16_1	6	2	818-834
T21E1	6	1	733
T22W2	6	4	1014-1094
T23W	6	1	736
T27E	6	2	806-1036
T31W	6	2	854-869

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
T50	6	1	755
T51	6	3	831-850

注：一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.5 龍門東溝

龍門礦按龍門和龍門西溝兩個子礦山進行說明。

2024-2025 年龍門礦山地下鑽探項目重點針對海拔 1,071 米至 375 米之間的礦脈構造龍門 3、龍門 4、龍門 5、龍門 5E、龍門 6、龍門 71、龍門 73、龍門 74、龍門 75、龍門 78、龍門 79 和龍門 82，及其次級礦化帶和分支構造。該鑽探項目計劃在礦化脈構造範圍內，沿走向和下延方向擴展已知礦化區域，並在當前開採深度或以上尋找新的礦脈。鑽探項目在主要生產礦脈龍門 3、龍門 4、龍門 5 和龍門 6 中發現了新的礦化帶。鑽探項目還發現了龍門 78M、龍門 79 和龍門 82 礦脈構造，並圈定了資源量。2024-2025 年鑽探項目的結果匯總於表 10.8。

表 10.8 龍門東溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥70 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM3	36	25	565-997
LM3_2	33	21	590-993
LM4	21	17	495-1016
LM82	18	12	916-996
LM1	13	9	860-955
LM3_2E	13	9	719-1040
LM5	13	10	405-770
LM73	12	8	559-632
LM3W3	11	8	480-683
LM4E2	10	6	564-579
LM74	10	6	752-844
LM82E	10	7	922-1054
LM2E	9	2	992-1006
LM2E4	9	5	1002-1006
LM6	9	7	629-1009
LM71	9	6	634-783
LM2	8	5	886-1010
LM2E_1	8	6	999
LM3W2	8	6	1045-1060
LM75	8	6	614-1039
LM79	8	6	577-800
LM6W_1	7	4	620-766

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥70 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM3_4	6	3	1041-1071
LM5E	5	3	420
LM78	5	3	703-729
LM3W	4	2	860-950
LM5E4	4	3	458-585
LM6-1	4	3	522-730
LM5E1	3	2	375-489
LM6W3	3	2	622
LM6E2	2	2	5587-596
LM83	2	1	600
LM18E2	1	1	963
LM18W1	1	1	998
LM6W	1	1	573

注：銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.6 龍門西溝

2024-2025 年龍門西溝礦山金剛石鑽探旨在擴展主要礦脈構造龍門 7、龍門 10、龍門 11E、龍門 12E、龍門 12_1、龍門 13W、龍門 14、龍門 17、龍門 19_1、龍門 19W1、龍門 21、龍門 22、龍門 26、龍門 28、龍門 32、龍門 32E、龍門 41E、龍門 50、龍門 52、W1、W2、W6、W6E1、龍門 18 和 W18W 內的已知礦化帶，並在勘探程度較低的區域尋找新的礦化構造。鑽探項目成功擴大了礦脈構造龍門 7、龍門 14、龍門 17、龍門 21、龍門 26、龍門 41E、龍門 50、W1、W2、W6 和 W18W 中的礦化規模，同時新發現了龍門 50_3、龍門 52_1、龍門 54_1、龍門 56、龍門 58、龍門 59、龍門 19E1、龍門 19W5、龍門 19_1a、龍門 8_12 和 W18W_2 等礦脈構造。2024-2025 年鑽探項目的結果匯總於表 10.9。

表 10.9 龍門西溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM28	114	37	840-1091
LM50	74	26	788-859
LM17	60	24	578-1079
LM26	44	25	539-754
LM52	40	14	685-859
W18W	37	15	824-1108
LM7	35	35	511-644
LM54	32	21	478-638
LM21	31	16	637-813
W18	31	12	824-1129
LM13W	29	16	723-961
W6	28	19	746-1042

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM41E	26	18	477-842
W6E1	20	10	773-983
W6E2	19	8	745-964
W1	18	18	794-1096
LM19_1	16	10	516-681
LM22	16	16	745-1045
LM12E	15	10	660-821
LM14	15	6	643-881
LM54_1	14	14	555-604
LM7W7	14	14	565-610
LM32	13	8	584-635
LM19W1	12	9	586-853
LM32E	12	12	590-646
LM41	11	11	521-702
LM59	11	2	848-856
W6E	11	5	637-872
LM12_1	10	10	588-843
LM32E1	10	10	605-647
LM58	10	6	899-917
LM11E	9	9	519-840
LM13W2	9	8	576-907
LM50_3	9	9	725-892
LM7W4	9	9	532-618
LM10	8	5	689-861
LM14_1	8	8	508-642
LM30	8	8	527-693
LM52_1	8	8	703-748
LM7E	8	8	532-640
LM8_5	8	4	786-916
LM17W2	7	7	827-990
LM19W3	7	4	729-776
LM25	7	1	658
LM19W2	6	6	571-728
LM41E2	6	15	952-1096
W6W	6	6	861-883
LM12E2	5	1	770
LM17W1	5	5	766-1075
LM56	5	1	875
LM8_3a	5	5	642-876
LM8_9	5	5	538-811
LM16E1	4	0	-

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM20_1	4	4	570-647
LM20W	4	4	575-923
LM23	4	4	747-755
W18W1	4	4	884-935
W5E	4	0	-
LM11E1	3	3	650-697
LM12	3	1	596
LM12_2	3	0	-
LM12_3	3	2	586-590
LM12E1	3	3	674-754
LM12E4	3	0	-
LM14_3	3	1	665
LM41E1	3	3	948-1101
LM53	3	2	784-793
LM8	3	3	629-816
LM8_1	3	2	628-634
LM8_3	3	3	736-862
LM8_7	3	0	-
W18E2	3	3	1005-1044
W18Wa	3	3	870-906
LM10E	2	2	852-858
LM12_5	2	2	627-677
LM12_6	2	2	741-776
LM12E3	2	0	-
LM17W4	2	2	769
LM17W5	2		
LM20	2	2	579-597
LM22_1	2	2	776-853
LM25W	2	2	910-913
LM41E7	2	2	826-878
LM41W	2	2	683-712
LM8_4	2	2	809-871
W18E1	2	2	804-820
W18W2	2	2	837-1099
W1W	2	2	1039-1044
W2W1	2	2	1032-1035
W6a	2	2	806-860
LM11	1	1	694
LM12E5	1	1	925
LM12E6	1	0	-
LM12E7	1	1	591

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥65 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
LM13	1	1	847
LM14_1E	1	1	535
LM16	1	1	849
LM17E1	1	0	-
LM17W	1	0	-
LM25W1	1	1	725
LM28_1	1	1	1069
LM28a	1	1	969
LM33	1	0	-
LM41_1	1	1	749
LM41E3	1	4	752-843
LM51	1	0	-
LM52_3	1	1	890
LM7W1	1	0	-
LM7W2	1	0	-
LM8_12	1	0	-
LM8_2	1	1	764
W18E	1	1	1000
W18W_2	1	0	-
W2	1	1	1012-1043

注：一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.3.7 東草溝

2024-2025 年東草溝礦山金剛石鑽探旨在擴展主要礦脈構造 C2、C4、C4W、C76、C8、C8_1 和 C9_2 內的已知礦化帶，並在勘探程度較低的區域尋找新的礦化構造。鑽探項目成功擴展了礦脈構造 C4、C8、C76 和 C9_2 中的礦化。2024-2025 年鑽探項目的結果匯總於表 10.10。

表 10.10 東草溝礦山 2024-2025 年鑽探項目匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥80 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
C8	7	2	858-936
C4	5	2	670-785
C2	4	0	-
C4W	3	0	-
C9_2	1	1	614
C8_1	1	1	895
C76	1	1	896
C10	1	0	-

C8E1	1	0	-

注：一個鑽孔可穿過多條礦脈，因此本表中的鑽孔數量超過表 10.3 中的鑽孔數量。注：所示結果為 2024 年 1 月至 2025 年 12 月期間的結果。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的交角變化較大，因為許多地下鑽孔是從一個安裝位置施工的扇形多孔。圖 7.5 中最為清晰地顯示了這一點，該圖是沙溝礦山 2 號勘探線的橫截面圖。

10.1.4 平面圖和剖面圖

各礦山的平面圖以及穿切礦床的典型鑽孔剖面圖，見第 7 節、第 9 節和第 14 節。

10.1.5 體積密度測量和結果

10.1.5.1 測量和結果

2020 年之前，希爾威從洛寧項目各礦山採集了 497 件樣品用於體積密度測量。樣品採集自各礦山的不同礦化類型，為約 1 公斤的單個塊狀破碎礦石。還採集了數件圍岩樣品。體積密度測量工作由位於內蒙古呼和浩特的內蒙古自治區礦產實驗研究所採用蠟浸法完成。表 10.11 列出了 2020 年以前洛寧項目礦床的平均體積密度。

表 10.11 2020 年前洛寧項目體積密度值

礦山	採集的樣品數	用於體積密度計算的樣品數	平均體積密度	備註
沙溝、蒿坪溝	194	186	不適用	利用鉛、鋅化驗結果計算，詳見下方公式。
東草溝	0	0	2.70	基於後張溝假設。
後張溝	17	17	2.70	17 次測量結果的平均值。
鐵爐坪	186	186	2.92	采自以往政府勘探報告。
龍門東溝、龍門西溝	100	98	2.93	數據集中已剔除最小值和最大值。

來源：AMC 匯編，2020 年，使用希爾威提供的數據。

利用多元線性最小二乘回歸，建立了實測體積密度與鉛、鋅品位加權組合之間的關係，該公式用於沙溝礦和蒿坪溝礦。在這些礦山，鉛和鋅的化驗值與密度之間存在相關性，並形成良好的回歸線。在最終用於礦產資源量估算的關係式確定之前，數據集中刪除了實測體積密度與計算體積密度之間相對誤差大於 20%的樣品。體積密度與品位之間的關係式為：

體積密度= 2.643339 + 0.0524358 x Pb% + 0.011367 x Zn%

應用該公式，洛寧項目的體積密度測量值範圍：沙溝約為 2.64 噸/立方米至 7.08 噸/立方米，平均值為 2.72 噸/立方米；蒿坪溝為 2.64 噸/立方米至 6.48 噸/立方米，平均值為 2.66 噸/立方米。

2020 年，希爾威在沙溝額外進行了 210 次密度測量，在蒿坪溝進行了 100 次密度測量。AMC 審查了 2020 年沙溝的數據，發現相較於以往的密度數據，該數據非常分散，且與先前報告中的回歸公式擬合度較差。這種顯著的離散性表明，其實驗誤差高於往年，或者 2020 年測量的礦石類型與往年測量的礦石不同。2020 年沙溝的數據在未經進一步驗證的情況下，似乎不適用於密度估算。

將蒿坪溝的 100 個密度測量值以及原有的 90 個密度測量值按回歸線繪製成圖。將 2020 年的回歸模型應用於蒿坪溝資源量塊體模型仍有合理依據。

蒿坪溝的數據似乎受到氧化樣品及硫化鐵或氧化鐵存在的干擾，但這需要採集更多樣品後才能解決。

在 2020 年的技術報告中，上述體積密度公式被應用於東草溝。在審查數據時注意到，東草溝的上部已氧化。由於硫化物礦物的氧化和次生孔隙的形成，該回歸模型在氧化帶的表現存在不確定性。因此，東草溝的礦產資源量模型採用了 2.7 噸/立方米。該值與應用於後張溝的值一致，後張溝由於氧化和次生孔隙形成的影響，同樣未能顯示出良好的預測關係。

自 2020 年以來，合資格人士未收到額外的密度測量數據。

10.1.5.2 關於體積密度的建議

合資格人士提出以下建議：

- 應對2020年沙溝密度測量所使用的程序進行獨立審查，並在必要時進行修改。
- 所有用於密度測定的樣品應進行地質描述，特別要關注氧化程度以及孔洞或孔隙是否存在。
- 密度樣品的最小重量應為1千克。用於化驗分析的樣品部分，應盡可能代表用於密度測定的那部分樣品中的礦化特徵。最好對密度樣品本身進行化驗，但前提是蠟不會給化驗樣品製備帶來問題。
- 通過納入銅和鐵的化驗，回歸模型很可能會在某些樣品中得到改進。在含有顯著含量黃銅礦、銀黝銅礦、黃鐵礦或赤鐵礦的樣品中，這些礦物可能對樣品的總體密度有顯著貢獻。
- 在當前密度數據中，後張溝礦床和東草溝礦床的樣品代表性不足。需要對這些礦床進行進一步的取樣。

10.1.6 鑽探程序

地表鑽探採用實時動態差分（RTK）全球定位系統（GPS）進行測量。地下鑽孔的孔口使用全站儀進行測量。對於地表鑽探，大約每隔 50 米使用電子羅盤測定一次鑽孔的方位角和傾角。礦化帶中回收的鑽芯為 NQ 尺寸（直徑 48 毫米）。鑽芯每天從鑽探現場運至位於礦山營地的地表岩心庫，並在那裏進行詳細編錄、拍照和取樣。樣品製備採用金剛石鋸將岩心切成兩半。其中一半岩心上標注樣品編號和樣品邊界，然後放回岩心箱中存檔保存。另一半岩心放入帶有標籤的棉布袋中，袋上標有樣品編號。使用一本預編號的、帶有三張同號相連票根的標籤本分配樣品編號。將標籤本中的一張票根放入樣品袋中，另一張釘在存檔樣品旁邊的岩心箱上，標籤本的存根則保留以備查閱。插入質量保證/質量控制（QA/QC）樣品後，將袋裝樣品運往實驗室進行化驗分析。取樣內容在第 11 節中有進一步論述。

洛寧項目的岩心採取率良好。岩心採取率介於 63.33%至 100%之間，平均採取率為 98.72%。

10.2 寬平項目

10.2.1 鑽探匯總

如第 6 節所述，希爾威通過收購陝縣鑫寶源礦業有限公司（「鑫寶源」）的全部股份，於 2021 年 10 月獲得了寬平項目的權益。2021 年之前，鑫寶源公司的前所有者——河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊（FGB）——已在寬平項目上從地表施工了 55 個鑽孔，總進尺 11,391 米。自 2021 年 10 月以來，希爾威已在寬平項目上從地表額外施工了 32 個鑽孔，總進尺 8,390 米。從 2012 年 1 月至 2025 年 12 月，寬平項目上共施工了 87 個鑽孔，總進尺 19,780 米。

FGB 和希爾威開展的鑽探工作匯總見表 10.12。

表 10.12 2006 年至 2025 年 12 月寬平項目完成鑽井匯總表

所有者	時段	鑽孔數量		進尺（米）
		地下鑽探	地表鑽探	
FGB	2012 年–2013 年	0	55	11,390.52
希爾威	2022 年 3 月–2022 年 12 月	0	32	8,389.31
共計	**2006 年–2025 年 12 月**	**0**	**87**	**19,780.33**

注：FGB = 河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊。

最大礦脈的代表性縱投影圖見第 9 節。

2012-2013 年的地表鑽探圈定了六個礦化帶，均為礦山內的銀鉛鋅多金屬礦脈（K1、K2、K3、K4、K5、K6）。2022 年的金剛石鑽探項目使得部分礦化礦脈的向下延伸和走向延伸得以擴大，並在 K4 附近發現了一處新的礦化；該礦化的產狀和連續性尚待完全確定。

10.2.2 結果摘要

表 10.13 簡要匯總了寬平項目鑽探項目的鑽探結果。這些結果已納入礦山數據庫，並構成了寬平礦床當前礦產資源量的一部分。

表 10.13 鑽探結果簡要匯總

所有者	完成鑽孔數	見礦鑽孔數	礦化平均品位	礦化交匯段平均真厚度（米）	礦化探測深度（標高，單位為米）
FGB	55	383	624 g/t AgEq	0.73	878 - (-171)
希爾威	32	65	266 g/t AgEq	0.75	977-649

注：選取 90 克/噸銀當量作為寬平礦床的最低邊界品位。銀當量計算公式及輸入參數見表 14.1 的腳註。

2022 年 3 月至 2022 年 9 月期間各條礦脈的鑽探結果將在下一節中進一步討論。銀當量計算公式及輸入參數見表 14.1 的腳註。

10.2.3 分礦脈結果討論

FGB 的地表鑽探主要針對礦化礦脈構造的向下傾方向延伸和內部加密。FGB 鑽探項目的結果按礦脈匯總於表 10.14。

表 10.14 FGB 鑽探項目按礦脈匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥90 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
K1	17	8	848-966
K2	3	2	1087-1107
K3	17	9	880-1038
K4	27	16	799-1122

注：銀當量計算公式及輸入參數見表 14.1 的腳註。

希爾威 2022 年的地表鑽探主要針對礦化礦脈構造的向下傾方向延伸和內部加密。2022 年寬平鑽探項目的結果按礦脈匯總於表 10.15。

表 10.15 寬平 2022 年鑽探項目按礦脈匯總

目標礦脈	施工鑽孔數	見礦鑽孔數（≥90 克/噸銀當量）	礦化探測深度（標高，單位為米）
K1	3	0	-
K3	6	2	949-999
K4	25	11	780-1075

注：所示結果為 2022 年 3 月至 2022 年 9 月期間的結果。銀當量計算公式及參數見表 14.1 腳註。

鑽孔與礦脈的相交角度各不相同。

10.2.4 平面圖和剖面圖

礦床的平面圖以及具有代表性的鑽探剖面示例見第 7 節、第 9 節和第 14 節。

10.2.5 體積密度測量和結果

體積密度測定由 FGB 完成。採集了新鮮礦化樣品，並採用了阿基米德法。

表 10.16 寬平礦床的體積密度值

礦床	採集的樣品數	用於體積密度計算的樣品數	平均體積密度（噸/立方米）	備註
寬平	40	40	2.82	40 次測量結果的平均值。

來源：AMC 匯編，2026 年，使用希爾威提供的數據。

10.2.5.1 關於體積密度的建議

合資格人士提出以下建議：

- 密度測定所使用的程序應形成文件記錄。
- 所有用於密度測定的樣品應進行地質描述，特別要關注氧化程度以及孔洞或孔隙是否存在。
- 密度樣品的最小重量應為 1 千克。用於化驗分析的樣品部分，應盡可能代表用於密度測定的那部分樣品中的礦化特徵。最好對密度樣品本身進行化驗，但前提是蠟不會給化驗樣品製備帶來問題。
- 在當前密度數據中，寬平礦床的樣品代表性不足。需要對該礦床進行進一步的取樣。

10.2.6 鑽探程序

FGB 所使用的鑽探程序未知。

希爾威 2022 年的鑽探採用了與洛寧項目相同的測量方法。礦化帶中回收的鑽芯為 NQ 尺寸（直徑 48 毫米）。鑽芯每天從鑽探現場運至位於礦山營地的地表岩心庫，並在那裏進行詳細編錄、拍照和取樣。在編錄過程中，將質量保證/質量控制樣品（包括空白樣、重複樣和標準樣）插入樣品序列中，大約每 20-30 個樣品插入一個空白樣、一個重複樣和一個標準樣。樣品製備採用金剛石鋸將岩心切成兩半。其中一半岩心上標注樣品編號和樣品邊界，然後放回岩心箱中存檔保存。另一半岩心放入帶有標籤的棉布袋中，袋上標有樣品編號。使用一本預編號的、帶有三張同號相連票根的標籤本分配樣品編號。將標籤本中的一張票根放入樣品袋中，另一張釘在存檔樣品旁邊的岩心箱上，標籤本的存根則保留以備查閱。然後將袋裝樣品運往實驗室進行化驗分析。

寬平項目 2022 年鑽探的岩心採取率良好。岩心採取率介於 63.64%至 100%之間，平均採取率為 98.72%。

10.3 結論

合資格人士認為，不存在任何可能對洛寧項目結果的准確性和可靠性產生實質性影響的鑽探、取樣或採取率因素。合資格人士指出，寬平項目 57%的進尺是由 FGB 完成的，其鑽探、取樣和採取率因素未知。總體而言，寬平項目在整個洛寧礦區內占比較小。

11 樣品製備、分析與安保

11.1 洛寧項目

11.1.1 簡介

本節介紹了洛寧項目在 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間採用的採樣方法、分析技術、安保措施以及化驗質保/質控（QA/QC）規程。自 2004 年以來，該項目完成的所有工作計劃都由希爾威管理，並按照公司的內部程序執行。

自 2024 年以來，希爾威已對所有礦山的樣品進行了金、銀、銅、鉛和鋅分析。鑽孔樣品被送往外部商業實驗室進行分析。鑽孔樣品的發送和監管由北京中心辦公室的地質師負責管理。地下刻槽樣品幾乎全部送往洛寧現場實驗室進行分析。地下樣品的發送與監管由各個礦山現場的地質師負責管理。鑽孔和地下化驗數據存儲在每個礦場的 Microsoft Access™數據庫中。QA/QC 數據通常存儲在 Microsoft Excel 中。

合資格人士已審查了 2010 年 1 月至 2025 年 10 月期間完成的鑽孔和取樣項目的樣品製備、分析、安保、質保/質控規程及其結果。2010 年之前的規程據報類似，但合資格人士無法獲取當時的質保/質控項目結果以進行驗證。合資格人士指出，2010 年之前完成的工作約占鑽孔數據庫總量的 3%，占地下取樣數據庫總量的 8%。

自 2024 年 AMC 技術報告發佈以來，希爾威已從構成洛寧項目的七個礦山中，額外採集並分析了 107,713 個鑽孔樣品和 79,546 個地下刻槽樣品。這些樣品分別約占洛寧項目鑽孔數據庫總量的 19%和刻槽樣品數據庫總量的 22%。雖然文中簡要討論了 2010 年至 2023 年期間的結果摘要，但本報告的重點是 2024 年和 2025 年開展的工作。關於早期工作的更多信息，請參閱之前的技術報告。

11.1.2 採樣

11.1.2.1 簡介

洛寧礦山內的礦化表現為一系列狹窄的石英-碳酸鹽脈，這些礦脈通常與陡傾的斷層裂隙帶有關，賦存於太古宙片麻岩和綠岩中。單個礦脈常出現「膨大與縮小」現象，厚度從幾釐米到幾米不等。在某些情況下，礦脈可能會沿走向和傾向在斷層裂隙構造中消失並再次出現。

希爾威的勘探策略包括地下坑道掘進和金剛石岩心鑽探的組合。巷道通常沿礦脈走向和橫跨礦脈佈置，標準中段間距為 40 至 50 米，在必要的地方會加密至 20 至 25 米的中段。通過掘進天井和斜井來提供進入各中段之間礦脈的通道。金剛石岩心鑽探則用於在垂直和橫向上對其他位置的礦脈進行靶區勘探。

11.1.2.2 鑽孔取樣

洛寧項目的鑽探工作採用 NQ（48 毫米）金剛石岩心鑽探完成。鑽孔既有從地表開鑽的，也有從地下開鑽的。鑽探人員將鑽取的岩心收集在木質或塑料岩心箱中。希爾威的地質師每天深入鑽探現場，檢查鑽探進度、岩心質量以及深度標記是否正確。岩心檢查完成後，會被運送至各礦山安全的岩心編錄設施處。

希爾威人員完成所有的編錄和取樣工作。這些工作包括收集岩心採取率數據、詳細的岩性、礦脈和礦化編錄、岩心照相以及岩心取樣。地質編錄之後，地質師根據礦脈的存在情況和硫化物含量，並遵循地質及礦化接觸界線來確定取樣間距。除了可見的礦化體或礦脈外，還會採集鄰近的上盤或下盤圍岩樣品。

希爾威歷來採集的鑽孔樣品長度通常在 5 釐米至 2 米之間。近期的項目已將最小長度增加至 40 釐米。在取樣過程中，地質師在取樣記錄本中記錄樣品的鑽孔編號和相關深度間距，該記錄本配有預編號的樣品編號和可撕下的標籤。

岩心照相完成後，待取樣的岩心用岩石鋸對半切開。一半岩心被收集並裝入棉布袋中，另一半岩心則放回岩心箱進行歸檔保存（若需要重複樣則進行四分法取樣）。隨後，將對應的樣品編號標記在棉布袋外部，並將帶有樣品編號的可撕標籤放入袋內。樣品編號也用不易褪色的記號筆記錄在保留的那半岩心上，以供將來參考。樣品袋隨後封口，裝入更大的編織袋中並固定，準備運往實驗室。

11.1.2.3 坑探取樣

坑探樣品是由在巷道或穿脈的壁面或頂壁切割的槽中收集的岩屑組成的複合樣。在礦化帶內，工作面通常沿垂直於礦化礦脈構造的測線以 5 米間距進行取樣，而在非礦化帶內，間距則增加至 15 米或 25 米。[1]對礦化帶的取樣通常包括採集可見礦化體或礦脈以及鄰近圍岩的樣品。歷史樣品長度範圍約為 20 釐米至 2 米。最近，最小樣品長度已增至 40 釐米。

樣品收集在標有唯一編號的棉布袋中。樣品袋隨後封口，裝入更大的編織袋中並固定，準備運往實驗室。

11.1.2.4 樣品運輸與安保

鑽探岩心存放在各礦山乾淨且維護良好的岩心庫中。岩心庫在無人值守時會上鎖，並由安保人員 24 小時監控。圖 11.1 展示了沙溝岩心庫及岩心存儲設施的照片，以及蒿坪溝和鐵爐坪的編錄設施。

井下刻槽樣品由希爾威人員運送至洛寧項目的實驗室。鑽孔樣品則運送至位於洛寧 2 號選廠附近的樣品製備設施（由 SGS 運營），或直接送往外部實驗室。製備好的樣品隨後由希爾威人員或商業快遞送往商業實驗室，在發運前會插入外部的 QA/QC 認證標準物質和空白樣。

[1] 樣品計數是基於為礦產資源量提供的數據庫中的銀化驗數量。缺失數據在此處不予計算，但在估算前會被設為零，正如第 14 節所討論的那樣。

圖 11.1 洛寧取樣加工、編錄和存儲設施



注： 左上：沙溝岩心加工/編錄設施；右上：沙溝岩心存儲；左下：蒿坪溝岩心編錄設施；右下：鐵爐坪岩心編錄設施。

來源：希爾威，2022 年。

11.1.3 樣品製備與分析

2004 年至 2023 年間，希爾威共使用了 10 家主要實驗室，2024 年至 2025 年間使用了 9 家主要實驗室，用於分析鑽孔岩心和地下樣品。主要在 2019 年至 2021 年間啟用了額外的實驗室，以應對樣品量並緩解實驗室周轉時間過長的問題。表 11.1 列出了自 2006 年以來洛寧項目用於樣品分析的實驗室。

所有外部實驗室均獲得了中國政府在國家級或省級頒發的中國計量認證/中國檢驗機構和實驗室強制批准（CMA）認證。這是所有在中國境內運營並向公眾發佈數據的商業實驗室和檢驗機構的強制性要求。SGS 天津分公司除 CMA 認證外，還獲得了中國合格評定國家認可委員會（CNAS）的認證。CNAS 認可涵蓋了 ISO/IEC 17025:2017 標準。洛寧現場實驗室於 2025 年 11 月 3 日獲得了 CMA 證書。

表 11.1 洛寧項目使用的實驗室（2006 年 1 月至 2025 年 10 月）

實驗室名稱	簡稱	實驗室代碼	地點	資質認證	使用年限
通標標準技術服務（天津）有限公司	SGS	SGS	天津	CMA, CNAS	2020 - 2025
洛寧（河南發恩德）現場實驗室	洛寧現場實驗室	HNFED	河南省洛寧縣	CMA	2006 - 2025
河南省有色金屬地質勘查院分析實驗室	河南有色金屬院		河南鄭州	CMA	2006 - 2023
河南省地質研究院/河南省岩礦測試中心	河南地質院	DZYJY	河南鄭州	CMA	2024 - 2025

實驗室名稱	簡稱	實驗室代碼	地點	資質認證	使用年限
（原河南省有色金屬研究院）					
黑龍江省齊齊哈爾市齊齊哈爾地質勘查院試驗中心	齊齊哈爾地質測試中心	QQHE	黑龍江省齊齊哈爾市	CMA	2020 - 2023
黑龍江省地質研究院（前身為齊齊哈爾地質試驗中心）。	黑龍江地質勘察院		黑龍江省齊齊哈爾市	CMA	2024 - 2025
河南省黃金及貴金屬產品質量監督檢驗中心	河南省黃金檢測中心	SMX	河南省三門峽	CMA	2020 - 2025
河南省地質礦產勘查局一大隊實驗室	河南地質一大隊	LYYD	河南洛陽	CMA	2020 - 2025
河南省有色金屬分析實驗室（六大隊）	河南有色六大隊	LYLD	河南洛陽	CMA	2020 - 2025
河南省有色金屬分析實驗室（六大隊）	河南有色一大隊	AYYD	河南安陽	CMA	2020 - 2025
內蒙古地質勘查局分析實驗室	內蒙古地質實驗室	-	內蒙古呼和浩特	CMA	2016 - 2019
承德五一四地礦測試研究有限公司	承德	-	河北承德	CMA	2016 - 2023

來源：AMC，2026 根據希爾威提供的數據編制。

11.1.3.1 實驗室規程

自 2020 年 1 月以來，使用的 9 家實驗室在樣品製備和分析程序上存在一些差異。樣品在實驗室以 60°C 至 105°C 的溫度進行乾燥，然後使用顎式破碎機破碎至 2 毫米至 20 毫米不等的粒度（圖 11.2）。隨後使用棒磨機將破碎後的粒度進一步減小至至少 3 毫米，但通常減小至 1 毫米。

破碎後樣品的縮分是在現場製備設施、SGS 天津分公司以及齊齊哈爾地質測試中心使用分樣器完成的。所有其他實驗室則將破碎後的樣品倒在墊子上，使用鏟子手工縮分。隨後，將 100 克至 500 克的子樣研磨至 74 微米（μm）。

圖 11.2 SGS 天津顎式破碎機和 RSD



來源：AMC，2024 年。

用於消解的粉末樣品取樣量各不相同：銀為 0.2 克至 1 克，鉛和鋅為 0.1 克至 1 克，金為 10 克至 30 克。

除 SGS 天津分公司外，所有實驗室均採用雙酸（2A）消解（王水），而 SGS 天津分公司採用的是四酸（4A）（高氯酸、鹽酸、硝酸、氫氟酸）消解。所有實驗室的分析通常包括原子吸收分光光度計（AAS）和電感耦合等離子體原子發射光譜儀（ICP-AES），並使用各種儀器完成分析。對於金和銀分析結果超限（高於檢測上限）的樣品，採用火試金法進行複檢。對於鉛和鋅的超限結果，則採用稀釋與滴定相結合的方法（容量校正）進行複檢。承德（實驗室）與其他大多數實驗室不同，對於銀和金的超限結果複檢採用的是稀釋法。

表 11.2 總結了希爾威在 2006 年至 2023 年間使用的 9 家實驗室的實驗室規程。表 11.3 總結了希爾威在 2024 年至 2025 年間使用的 8 家實驗室的實驗室規程。內蒙古地質實驗室（2006 年至 2019 年間使用）沒有相關信息。

表 11.2 洛寧實驗室規程（2006 年 1 月-2023 年 12 月）

元素	工藝流程	洛寧現場實驗室	SGS 天津	河南有色金屬院	承德實驗室	賽賽哈爾地質測試中心	河南省黃金檢測中心	河南地質一大隊	河南有色六大隊	河南有色一大隊
所有	乾燥	105°C	95°C	70°C	60°C	95°C	105°C	95°C	90°C	70°C
	壓碎	顎式破碎至 20 毫米，棒磨至 2 毫米	顎式破碎至 3 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 2 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米
	縮分方法	分樣器縮分	分樣器縮分	手工四分法	手工四分法	分樣器縮分	手工四分法	手工四分法	手工四分法	手工四分法
	研磨稱樣量	100 g	500 g	N/S	N/S	400 g	400 g	500 g	500 g	400 g
	研磨粒度	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm
銀	方法	2A AAS	4A ICP-AES	2A AAS	2A AAS	2A ICP	2A AAS	2A AAS	2A AAS	2A AAS
	LLD (g/t)	5	2	2	2	2	2	1	5	5
	UDL (g/t)	300	100	1,500	500	100	800	10,000	2,000	2,000
	超限	FA	FA	FA	D	FA	FA-AAS	FA-AAS	FA-AAS	FA-AAS
	O/L UDL (g/t)		>2,000	NS	NS	50,000	20,000	50,000	>2,000	50,000
鉛	方法	2A AAS	4A ICP-AES	2A ICP	NS ICP	2A ICP	2A ICP-OES	2A AAS	2A AAS	2A AAS

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

	LLD (%)	0.02	0.0002	0.01	0.005	0.0001	0.01	0.001	0.03	0.02
	UDL (%)	1	1	10	5	1	5	10	10	5
	超限	D, V	AAS/V	V	V	D, V	V	V	V	V
	O/L UDL (%)	NS	20	20	20	>20	>3	>10	>10	>5
鋅	方法	2A AAS	4A ICP-AES	2A ICP	NS ICP	2A ICP	NS ICP-OES	2A AAS	2A AAS	2A AAS
	LLD (%)	0.02	0.0001	0.01	0.005	0.0001	0.01	0.001	0.03	0.02
	UDL (%)	0.5	1	10	3	1	3	10	5	3
	超限	D, V	AAS/V	V	V	D, V	V	V	V	V
	O/L UDL (%)	NS	20	20	20	>20	>3	>10	>5	>5
金	方法	2A AAS	FA-AAS	2A AAS	NS AAS	FA-AAS	FA-AAS	2A AAS	FA-AAS	FA-AAS
	LLD (g/t)	0.05	0.01	0.1	0.05	0.1	0.01	0.1	0.1	0.01
	UDL (g/t)	5	10	10	50	10	100	10	10	10
	超限	FA	FA-AAS	FA	D	FA	NS	NS	FA	FA
	O/L UDL (g/t)	NS	100	NS	NS	>100	NS	100	100	100

注：

- 2A=雙酸消解，4A=四酸消解，ICP=電感耦合等離子體，AES=原子發射光譜法，AAS=原子吸收光譜法，FA=火試金法，NS=未注明。
- 超限處理：D=稀釋，V=容量法（滴定）。

來源：AMC，2026 根據希爾威提供的數據編制。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 11.3 洛寧實驗室規程（2024 年 1 月-2025 年 10 月）

元素	流程	洛寧現場實驗室	SGS 天津	河南地質院	黑龍江地質勘察院	河南省黃金檢測中心	河南地質一大隊	河南有色六大隊	河南有色一大隊
所有	乾燥	105°C	95°C	70°C	95°C	105°C	95°C	90°C	70°C
	壓碎	顎式破碎至 20 毫米，棒磨至 2 毫米	顎式破碎至 3 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 2 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米	顎式破碎至 4 毫米，棒磨至 1 毫米
	縮分方法	分樣器縮分	分樣器縮分	手工四分法	分樣器縮分	手工四分法	手工四分法	手工四分法	手工四分法
	研磨稱樣量	100 g	500 g	N/S	400 g	400 g	500 g	500 g	400 g
	研磨粒度	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm	74 µm
銀	方法	2A ICP	4A ICP-AES	3A AAS	2A AAS	4A AAS	3A AAS	4A AAS	3A AAS
	LLD (g/t)	5	2	2	0.2	5	1	5	1
	UDL (g/t)	3000	100	2,000	3,000	1,000	2,000	2,000	2,000
	超限	FA-GRAV	FA	FA	GRAV	FA-GRAV	FA-AAS	FA-GRAV	FA-AAS
	O/L UDL (g/t)	10,000	>2,000	50,000	10,000	10,000	50,000	10,000	50,000
銅	方法	2A ICP	4A ICP-AES	3A ICP	2A AAS	4A AAS	3A ICP	4A AAS	3A ICP
	LLD (%)	0.01	0.0001	0.01	0.001	0.02	0.002	0.02	0.002
	UDL (%)	10	1	10	10	5	10	5	10
	超限	V	AAS	V	V	V	V	V	V
	O/L UDL (%)	50	-	50	50	50	50	60	50
鉛	方法	2A ICP	4A ICP-AES	3A ICP	2A AAS	4A AAS	3A ICP	4A AAS	3A ICP

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

	LLD (%)	0.01	0.0002	0.01	0.001	0.02	0.005	0.02	0.005
	UDL (%)	30	1	10	10	5	10	5	10
	超限	V	AAS/V	V	V	V	V	V	V
	O/L UDL (%)	30	20	70	70	70	70	70	70
鋅	方法	2A ICP	4A ICP-AES	3A ICP	2A AAS	4A AAS	3A ICP	4A AAS	3A ICP
	LLD (%)	0.01	0.0001	0.01	0.001	0.02	0.001	0.02	0.001
	UDL (%)	15	1	10	10	5	10	3	10
	超限	V	AAS/V	V	V	V	V	V	V
	O/L UDL (%)	70	20	60	70	60	60	60	60
金	方法	2A AAS	FA-AAS	2A AAS	2A AAS	2A AAS	2A AAS	2A AAS	2A AAS
	LLD (g/t)	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.1
	UDL (g/t)	10	100	10	50	1	10	10	10
	超限	FA-GRAV	FA-AAS	FA	GRAV	FA-GRAV	FA-AAS	FA-GRAV	FA-AAS
	O/L UDL (g/t)	100000	100	100	100	150	100	100	100

注：

- 2A= 雙酸消解，3A= 三酸消解，4A= 四酸消解，ICP= 電感耦合等離子體，AES= 原子發射光譜法，AAS= 原子吸收光譜法，FA= 火試金法，NS= 未注明。
- 超限處理：D=稀釋，V=容量法（滴定），GRAV=重量法。

來源：AMC，2026 根據希爾威提供的數據編制。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

實驗室規程討論

各實驗室的樣品製備和分析規程存在一定差異。合資格人士建議，在未來的項目中，應優先選擇規程相似的實驗室，或者盡可能在各實驗室之間推行規程標準化。

- 合資格人士建議，希爾威應致力於統一各實驗室所採用的破碎工藝、破碎樣品的縮分方法及樣品量、檢測下限與上限，以及超限處理技術。
- 合資格人士建議停止在縮分前使用卷墊來組合樣品。分樣器或自動旋轉分樣器是更可靠的系統，不易產生取樣偏差。
- 應對粉末樣品進行濕法粒度分析，以檢驗研磨粒度規程的合規性。

11.1.4 質量保證/質量控制

11.1.4.1 概述

希爾威已建立質量保證/質量控制程序，以監控取樣、製備和分析過程中樣品流的準確性、精度以及樣品污染情況。自 2010 年起，鑽孔樣品和地下樣品中已包含認證標準物質和粗樣空白樣。自 2012 年起，鑽孔樣品中已包含現場重複樣；地下樣品則在 2012 年至 2016 年以及 2020 年至 2025 年期間包含現場重複樣。2010 年至 2016 年期間，粉末重複樣作為內部校驗樣包含在樣品批次中。自 2010 年起，除 2016 年 7 月至 2019 年 12 月期間外，大多數項目都將外檢（外部校驗）樣品（粉末）送至獨立的「外檢」實驗室進行檢測。

2010 年至 2016 年以及 2017 年至 2025 年鑽孔和地下取樣中包含的質控樣品匯總分別列於表 11.4 和表 11.6。表 11.5 和表 11.7 匯總了這些質控樣品的插入率。請注意，在 2004 年至 2009 年 12 月期間，雖然實施了有限的質量保證/質量控制程序，但沒有可供審查的數據。

在本報告中，金和銅的品位值未作詳細討論，因為過往它們並非礦產資源量的重要組成部分。

表 11.4 按時間段劃分的洛寧礦質控樣品（2010 年 - 2016 年 6 月）

時間段	鑽探				地下采場				鑽孔與地下樣品合併統計 [1]	
	鑽孔樣品	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	刻槽取樣	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	粉末重複樣	外檢樣
2010 年 1 月至 2012 年 12 月 [2]	27,604	810	168	-	與鑽孔樣品一同報送				543	247
2012 年 1 月至 2013 年 6 月 [3]	17,369	477	531	447	17,938	648	390	330	684	319
2013 年 7 月至 2016 年 7 月 [4]	14,444	453	438	422	44,166	1,282	1,104	850	684	519

注：

1 之前的報告將鑽孔樣品和地下樣品的粉末重複樣及外檢樣進行了合併統計。

2 2012 年技術報告（鑽孔樣品與刻槽樣品合併統計）。

3 2014 年技術報告。

4 2017 年技術報告。

來源：AMC 編制，2022 年。

表 11.5 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 插入率（2010 年-2016 年 6 月）

時間段	鑽探				地下采場				鑽孔與地下樣品合併統計 [1]	
	鑽孔樣品	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	刻槽取樣	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	粉末重複樣	外檢樣
2010 年 1 月至 2011 年 12 月 [1,2]	27,604	2.9%	0.6%	0.0%	與鑽孔樣品一同報送				2.0%	0.9%
2012 年 1 月至 2013 年 6 月 [3]	17,369	2.7%	3.1%	2.6%	17,938	3.6%	2.2%	1.8%	3.8%	1.8%
2013 年 7 月至 2016 年 7 月 [4]	14,444	3.1%	3.0%	2.9%	44,166	2.9%	2.5%	1.9%	1.5%	1.2%

注：

1 之前的報告將鑽孔樣品和地下樣品的粉末重複樣及外檢樣進行了合併統計。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

2 2012 年技術報告（鑽孔樣品與刻槽樣品合併統計）。

3 2014 年技術報告。

4 2017 年技術報告。

來源：AMC 編制，2022 年。

表 11.6 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 樣本編號（2016 年 7 月至 2025 年 10 月）

時間段 [1]	鑽探					地下采場				
	鑽孔樣品	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	外檢樣	刻槽取樣	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	外檢樣
2016 年 7 月至 2019 年 12 月 [2]	20,433	625	625	623	0	67,274	1,731	304	0	0
2020 年 1 月至 2020 年 12 月 [3]	61,366	1,437	1,425	1,431	52	21,532	481	485	486	470
2021 年 1 月至 2021 年 12 月 [3]	148,869	3,423	3,427	3,779	200	22,075	417	419	419	670
2022 年 1 月至 2023 年 12 月 [4]	127,935	3,616	3,609	4,251	314	56,842	618	534	4,246	442
2024 年 1 月至 2025 年 10 月	107,713	3,027	3,025	3,172	402	79,546	1,431	1,263	1,331	839

注：

1 按年份的劃分數據為近似值。年份由 AMC 根據岩心文件中記錄的鑽孔日期及化驗文件編制，且不包含地表槽探和天井鑽探取樣。若日期缺失，則依據化驗日期、報告日期進行編制，或通過按樣品編號排序對數據進行插值推算。

2 2020 年技術報告。

3 2022 年技術報告。

4 2024 年技術報告。

來源：AMC，2026 根據希爾威提供的數據編制。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 11.7 按時間段劃分的洛寧 QA/QC 插入率（2016 年 7 月-2025 年 10 月）

時間段[1]	鑽探					地下采場				
	鑽孔樣品	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	外檢樣	刻槽取樣	CRMs（認證標準物質）	空白樣	現場重複樣	外檢樣
2016 年 7 月至 2019 年 12 月[2]	20,433	3.1%	3.1%	3.0%	0.0%	67,274	2.6%	0.5%	0.0%	0.0%
2020 年 1 月至 2020 年 12 月[3]	61,366	2.3%	2.3%	2.3%	0.1%	21,532	2.2%	2.3%	2.3%	2.2%
2021 年 1 月至 2021 年 12 月[3]	148,869	2.3%	2.3%	2.5%	0.1%	22,075	1.9%	1.9%	1.9%	3.0%
2022 年 1 月至 2023 年 12 月[4]	127,935	2.8%	2.8%	3.3%	0.2%	56,842	1.1%	0.9%	7.5%	0.8%
2024 年 1 月至 2025 年 10 月	107,713	2.8%	2.8%	2.9%	0.4%	79,546	1.8%	1.6%	1.7%	1.1%

注：

1 按年份的劃分數據為近似值。年份由 AMC 根據岩心文件中記錄的鑽孔日期及化驗文件編制。若日期缺失，則依據化驗日期、報告日期進行編制，或通過按樣品編號排序對數據進行插值推算。

2 2020 年技術報告。

3 2022 年技術報告。

4 2024 年技術報告。

來源：AMC，2026 根據希爾威提供的數據編制。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

11.1.4.2 認證標準物質

在 2024 年 1 月至 2025 年 10 月的鑽孔和刻槽取樣項目中，希爾威使用了 27 種不同的認證標準物質。所有認證標準物質均由加拿大不列顛哥倫比亞省蘭裏市的 CDN 資源實驗室提供，並針對銀、鉛、鋅、銅和金的含量進行了不同程度的認證。其中 19 種認證標準物質在往年曾使用過。新增的 8 種認證標準物質是為了補充耗盡的庫存或監控額外的品位區間而購買的。

所有銀的認證標準物質均通過四酸消解-AAS 或 ICP-AES 測定法進行認證。認證標準物質 CDN ME 1603 和 CDN-ME-1902 同時也通過火試金-重量法進行了銀的認證。CDN-ME-1811 同時也通過王水消解-AAS/ICP-AES 法進行了認證。

所有銅、鉛和鋅的認證均採用四酸消解-AAS/ICP-AES 測定法。所有金的認證標準物質均通過火試金-AAS 或 ICP-AES 測定法進行認證。認證標準物質 CDN-ME-1201 的金含量僅為暫定值（相對標準偏差 >~5%）。

洛寧使用的認證標準物質詳情列於表 11.8（按銀品位從低到高排序）。

表 11.8 洛寧認證標準物質（2024 年 1 月至 2025 年 10 月）

CRM 編號	Ag (g/t)		Pb (%)		Zn (%)		Au (g/t)		Cu (%)		認證標準物質數量（鑽孔）		認證標準物質數量（刻槽）
	預期值	SD	預期值	SD	預期值	SD	預期值	SD	預期值	SD	2024	2025	2024 / 2025
CDN-ME-2310	5.3	0.42	0.71	0.021	5.33	0.15	4.59	0.21	0.396	0.015		89	28
CDN-ME-2311	33.8	2.13	0.032	0.003	3.49	0.12	1.656	0.12	0.311	0.011		79	50
CDN-ME-1201[2]	37.6	1.7	0.465	0.016	4.99	0.145	0.125	0.015	1.572	0.145			7
CDN-ME-1808	39	1.3	0.6	0.01	3.85	0.075	2.31	0.14	0.212	0.005	184	81	77
CDN-ME-2312	45	5	0.59	0.027	1.38	0.07	1.58	0.16	0.271	0.013		65	19
CDN-ME-1803	46	1.5	1.21	0.02	2.82	0.06	1.308	0.034	0.381	0.007	69	7	31
CDN-ME-2101	48	4	0.827	0.038	1.488	0.057	0.765	0.087	1.32	0.06		93	32
CDN-ME-1403	53.9	2.7	0.414	0.009	1.34	0.03	0.954	0.039	0.448	0.015	146	16	80
CDN-ME-1708	53.9	2	0.171	0.006	0.484	0.013	6.96	0.25	2	0.035	103	11	116
CDN-ME-2306	67	6	0.702	0.018	2.34	0.09	2.553	0.237	0.302	0.012		109	25
CDN-ME-2204	78	3.5	1.11	0.02	2.41	0.06	1.013	0.046	0.257	0.006	104	105	131
CDN-ME-1603[3]	86	1.5	1.34	0.025	0.45	0.015	0.995	0.033	0.279	0.007	34	11	25
CDN-ME-1405	88.8	3.3	0.638	0.026	3.02	0.055	1.295	0.037	0.685	0.018	49	12	22
CDN-ME-1811[4]	90	2	0.304	0.008	1.55	0.03	2.05	0.12	1.671	0.024	89	18	70
CDN-ME-2203	90	2.5	1.44	0.03	3.13	0.085	1.277	0.049	0.298	0.014	98	131	147
CDN-ME-1812	97	2.5	1.47	0.03	3.23	0.1	7.86	0.33	0.989	0.021	121	10	107
CDN-ME-2003	106	9	0.475	0.016	1.05	0.05	1.301	0.135	0.656	0.018		97	17
CDN-ME-1801	108	3	3.08	0.05	7.43	0.15	0.911	0.029	0.284	0.005			4
CDN-ME-2305	133	7	2.11	0.06	5.66	0.2	1.562	0.137	0.259	0.009		109	78
CDN-ME-2201	135	4	1.93	0.035	4.62	0.085	1.52	0.085	0.076	0.002	84		32
CDN-ME-1903	180	5.5	1.06	0.02	1.75	0.035	3.035	0.121	1.23	0.03	129	82	76
CDN-ME-2202	249	7	1.14	0.02	2.26	0.05	1.755	0.068	0.111	0.002	95	113	79
CDN-ME-2301	329	15	2.57	0.12	4.41	0.09	1.329	0.101	0.271	0.01		121	17

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

CDN-ME-2303	330	8	6.83	0.29	22.39	0.81	3.71	0.34	0.37	0.012		113	66
CDN-ME-1902[3]	356	9.5	2.2	0.05	3.66	0.115	5.38	0.21	0.781	0.013	99	18	59
CDN-ME-2302	602	18	3.51	0.13	5.68	0.15	1.44	0.08	0.257	0.011		131	36

注：

- 認證標準物質按銀預期值從低到高的順序排列。
- 除 CDN-ME-1305 外，所示的所有銀、鉛和鋅認證標準物質數值均經四酸消解-AAS/ICP-AES 測定法認證。所有金認證標準物質數值均經火試金-AAS/ICP-AES 測定法認證。
- SD =標準偏差。

1 CDN-ME-1305：銀經火試金-AAS/ICP-AES 測定法認證。所示的鉛和鋅認證標準物質數值經四酸消解-AAS/ICP-AES 測定法認證。金認證標準物質數值經火試金-AAS/ICP-AES 測定法認證。

2 金的暫定值（相對標準偏差 ＞~5%）。

3 銀經四酸消解-AAS/ICP-AES 測定法和火試金-重量法認證。圖中所示為儀器測定值。

4 經四酸消解和王水-AAS/ICP-AES 測定法認證。圖中所示為四酸消解值。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

希爾威從散裝容器中分裝出單獨的 50 克認證標準物質小袋，並根據目估的礦化特徵標準來選擇將哪種認證標準物質插入樣品流中（即，強礦化樣品會搭配品位同樣較高的認證標準物質，反之亦然）。

希爾威的內部程序要求，在樣品流中插入認證標準物質的頻率約為每 37 個樣品插入 1 個認證標準物質。

各礦山的地質師和希爾威北京辦公室的勘探管理部會按批次對認證標準物質的性能進行監控。通過目視檢查認證標準物質控制圖來審查化驗數據。認證標準物質的化驗結果若在推薦值的±2 個標準偏差（SD）範圍內，則被視為可接受；結果若在 2SD 到 3SD 之間，則被視為預警；而超出±3SD 控制線的化驗數據則被判定為不合格。當一個樣品批次中出現兩次或兩次以上連續的認證標準物質化驗結果超出 2SD 預警控制線時，希爾威將立即通知實驗室檢查其內部質量保證/質量控制程序，並對該批次中認證標準物質化驗不合格的樣品進行重新化驗。只有經批准的化驗結果才會用於礦產資源量估算。

認證標準物質討論（2024 - 2025 年）

認證標準物質含有已知濃度的銀、鉛和鋅，將其插入樣品流中是為了檢查實驗室的分析準確度。行業最佳實踐通常建議插入率至少為總化驗樣品量的 5-6%（Long 等，1997；Méndez，2011；Rossi 和 Deutsch，2014）。這應能確保每批送往實驗室的樣品中都包含認證標準物質。應按批次對認證標準物質進行監控，並在需要時立即採取補救措施。對於每種經濟礦物，建議至少使用三種具有不同數值的認證標準物質：

- 在礦床的大致邊界品位（COG）處。
- 在礦床的大致預期品位處。
- 在較高品位處。

在 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間，鑽探項目共提交了 3,027 個認證標準物質，平均總插入率為 2.8%。在此期間，刻槽取樣項目提交了 1,431 個認證標準物質，平均總插入率為 2%。

洛寧項目七個礦山的平均探明加控制礦產資源量品位範圍為：銀約 42 克/噸至 208 克/噸，鉛 0.8%至 3.5%，鋅 0.1%至 1.9%，銅 0%至 0.3%，金 0.5 克/噸至 2.1 克/噸。洛寧項目七個礦山的邊界品位以銀或金當量表示。鑒於金屬之間存在正相關性，探明加控制礦產資源量的近似邊界品位範圍為：銀約 12 克/噸至 66 克/噸，鉛約 0.1%至 2.3%，鋅約 0.1%至 0.6%，銅最高達 0.1%。富金礦脈的邊界品位範圍在 0.2 克/噸至 0.9 克/噸金之間。

希爾威目前使用的 27 個認證標準物質合理地覆蓋了邊界品位和平均品位範圍，並涵蓋了所有經濟礦物的較高品位範圍。值得注意的是，鋅的最低品位認證標準物質品位為 0.45%鋅，可能無法充分監控某些礦山低品位鋅（0.1%）的貢獻。

行業最佳實踐是調查並在必要時重新化驗那些出現以下情況的批次：任意兩個連續的認證標準物質化驗結果超出兩個標準偏差，或者一個認證標準物質化驗結果超出認證值的三個標準偏差。需要注意的是，連續認證標準物質預警通常由樣品批次中兩個不同的認證標準物質定義。

控制圖通常用於監控單個認證標準物質隨時間的分析性能。認證標準物質化驗結果按分析順序沿 X 軸繪製。認證標準物質的化驗值繪製在 Y 軸上。圖表上還繪製了認證標準物質預期值的控制線、預期值上下兩個標準偏差（定義「預警」閾值）以及預期值上下三個標準偏差（定義「不合格」閾值）。控制圖顯示實驗室（或不同時期的各個實驗室）發生的分析漂移、偏差、趨勢和不規則性。

表 11.9、表 11.10 和表 11.11 總結了洛寧認證標準物質的銀、鉛和鋅結果。這些表格包含所有礦山、所有實驗室以及鑽探和地下樣品。金和銅經過審查但未顯示，因為過往它們不是主要的經濟金屬。

圖 11.3 至圖 11.8 展示了洛寧認證標準物質的銀、鉛和鋅的匯總控制圖。由於使用的實驗室數量較多，控制圖已合併，認證標準物質結果按年份、實驗室和樣品類型匯編。樣品在每個實驗室內按時間順序排序。此合併控制圖顯示了實驗室之間的差異以及隨時間推移的分析準確度和精度的變化。

表 11.9 洛寧銀認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）

CRM 編號	預期值（Ag g/t）	SD	品位範圍	化驗數量	低值預警 (-2SD)	高值預警 (+2SD)	低值不合格（-3SD）	高值不合格（+3SD）	錯貼標籤	真實不合格	不合格率%
CDN-ME-1201	37.6	1.7	LG	5	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1403	53.9	2.7	LG	242	0	8	1	3	3	1	-1%
CDN-ME-1405	88.8	3.3	LG	83	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1603	81	5	MG	70	0	1	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1708	53.9	2	MG	230	13	3	6	2	0	8	3%
CDN-ME-1801	108	3	LG	4	0	2	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1803	46	1.5	MG	107	4	0	12	3	0	15	14%
CDN-ME-1808	39	1.3	LG	342	1	28	0	3	0	3	1%
CDN-ME-1811	90	2	LG	177	0	1	0	0	4	0	0%
CDN-ME-1812	96	7.5	MG	238	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1902	356	9.5	MG	176	1	1	2	0	2	0	0%
CDN-ME-1903	177	7.5	HG	287	0	18	1	0	3	0	0%
CDN-ME-2003	106	9	MG	114	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2101	48	4	LG	125	0	0	0	1	1	0	0%
CDN-ME-2201	135	4	LG	116	2	0	1	0	1	0	0%
CDN-ME-2202	249	7	MG	287	1	0	1	0	1	0	0%
CDN-ME-2203	90	5	HG	376	0	1	0	2	2	0	0%
CDN-ME-2204	78	3.5	MG	340	0	26	1	3	2	2	1%
CDN-ME-2301	329	15	MG	138	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2302	602	18	HG	167	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2303	330	8	HG	179	0	1	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2305	133	7	HG	187	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2306	67	6	MG	134	0	0	1	0	1	0	0%
CDN-ME-2310	5.3	0.42	LG	117	0	1	1	8	0	9	8%

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

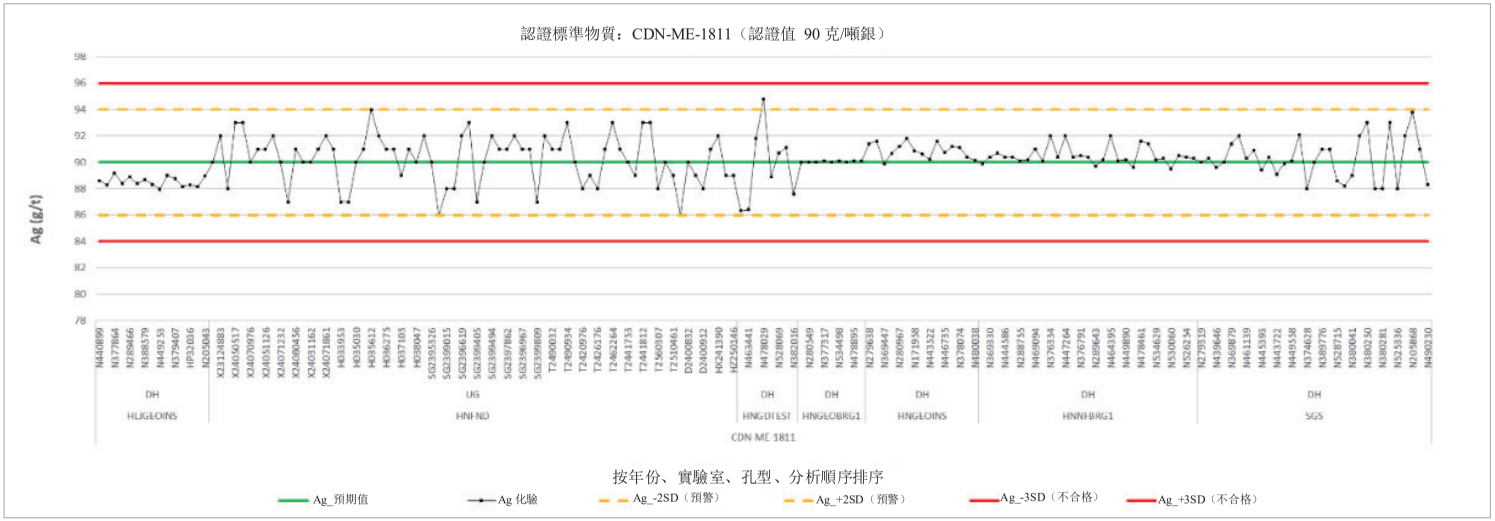
CDN-ME-2311	33.8	2.13	LG	129	1	0	0	1	2	0	0%
CDN-ME-2312	45	5	LG	84	0	0	0	0	0	0	0%
共計	-	-	-	4,454	23	91	27	26	22	38	1%

注：所有礦山數據已合併。鑽孔和地下刻槽樣品數據已合併。原始化驗結果。SD = 標準偏差，LG = 低品位，AG = 平均品位，HG = 高品位。

#已列示控制圖。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.3 CDN-ME-1811（銀）匯總控制圖

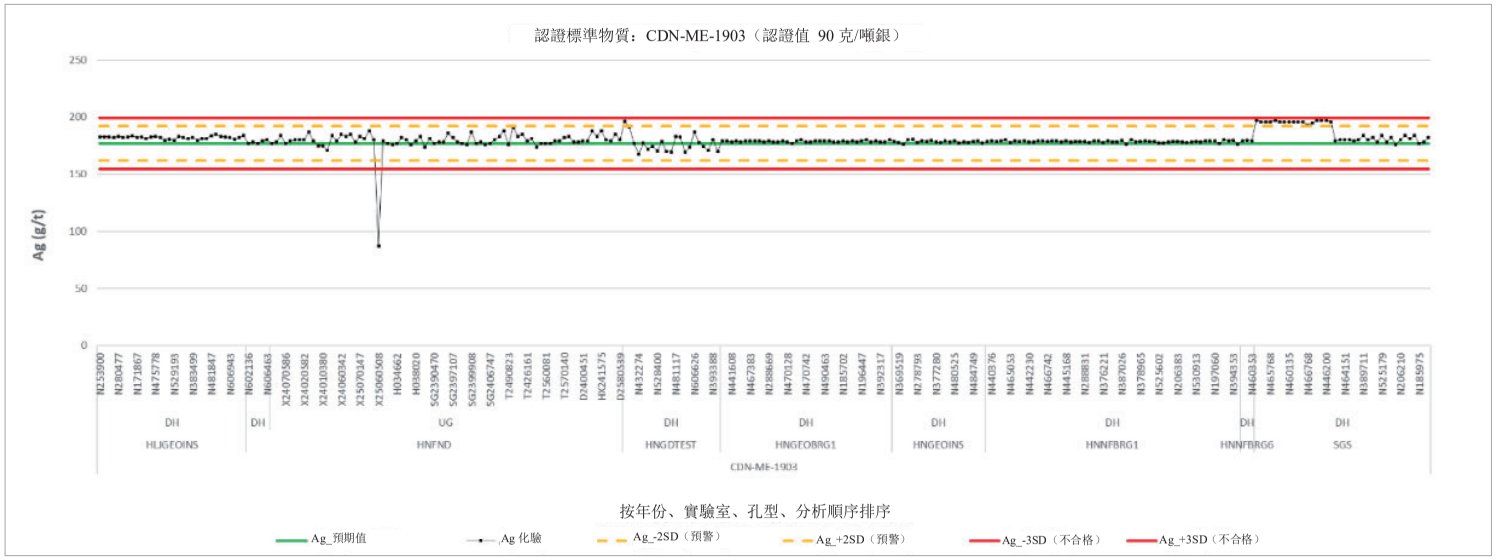


注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.4 CDN-ME-1903（銀）匯總控制圖



注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 11.10 洛寧鉛認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）

CRM 編號	預期值（Pb%）	SD	品位範圍	化驗數量	低值預警 (-2SD)	高值預警 (+2SD)	低值不合格（-3SD）	高值不合格（+3SD）	錯貼標籤	真實不合格	不合格率%
CDN-ME-1201	0.465	0.015	LG	5	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1403	0.414	0.009	LG	242	2	29	4	5	7	2	1%
CDN-ME-1405	0.638	0.026	LG	83	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1603	1.34	0.025	AG	70	6	7	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1708	0.171	0.006	LG	230	0	19	1	0	0	1	0%
CDN-ME-1801	3.08	0.05	HG	4	2	0	1	0	0	1	25%
CDN-ME-1803	1.21	0.02	AG	107	10	1	27	0	0	27	25%
CDN-ME-1808	0.6	0.01	LG	342	0	36	0	10	0	10	3%
CDN-ME-1811	0.304	0.008	LG	177	2	4	0	0	4	0	0%
CDN-ME-1812	1.47	0.03	AG	238	4	5	0	1	0	1	0%
CDN-ME-1902	2.2	0.05	AG	176	0	0	2	0	2	0	0%
CDN-ME-1903	1.06	0.02	AG	287	3	3	2	3	3	2	1%
CDN-ME-2003	0.475	0.016	LG	114	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2101	0.827	0.038	LG	125	0	0	0	1	1	0	0%
CDN-ME-2201	1.93	0.035	AG	116	2	0	1	2	1	2	2%
CDN-ME-2202	1.14	0.02	AG	287	7	3	11	4	1	14	5%
CDN-ME-2203	1.44	0.06	AG	376	0	0	2	1	2	1	0%
CDN-ME-2204	1.11	0.02	AG	340	25	4	5	1	2	4	1%
CDN-ME-2301	2.57	0.12	HG	138	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2302	3.51	0.13	HG	167	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2303	6.83	0.29	HG	179	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2305	2.11	0.06	HG	187	1	1	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2306	0.702	0.018	LG	134	1	1	1	0	1	0	0%
CDN-ME-2310	0.71	0.021	LG	117	0	0	0	0	0	0	0%

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

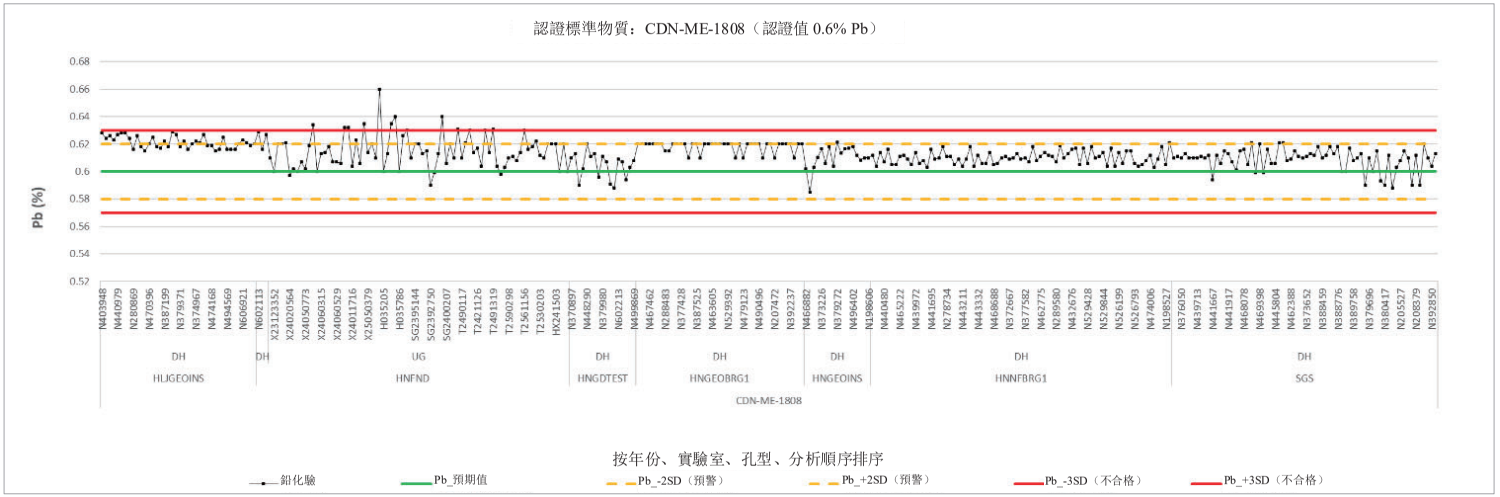
CDN-ME-2311	0.032	0.003	LG	129	0	11	2	0	2	0	0%
CDN-ME-2312	0.59	0.027	LG	84	0	1	0	0	0	0	0%
共計	-	-	-	4454	65	125	59	28	26	65	1%

注：所有礦山數據已合併。鑽孔和地下刻槽樣品數據已合併。原始化驗結果。SD = 標準偏差，LG = 低品位，AG = 平均品位，HG = 高品位。

#已列示控制圖。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.5 CDN-ME-1808（Pb）匯總控制圖

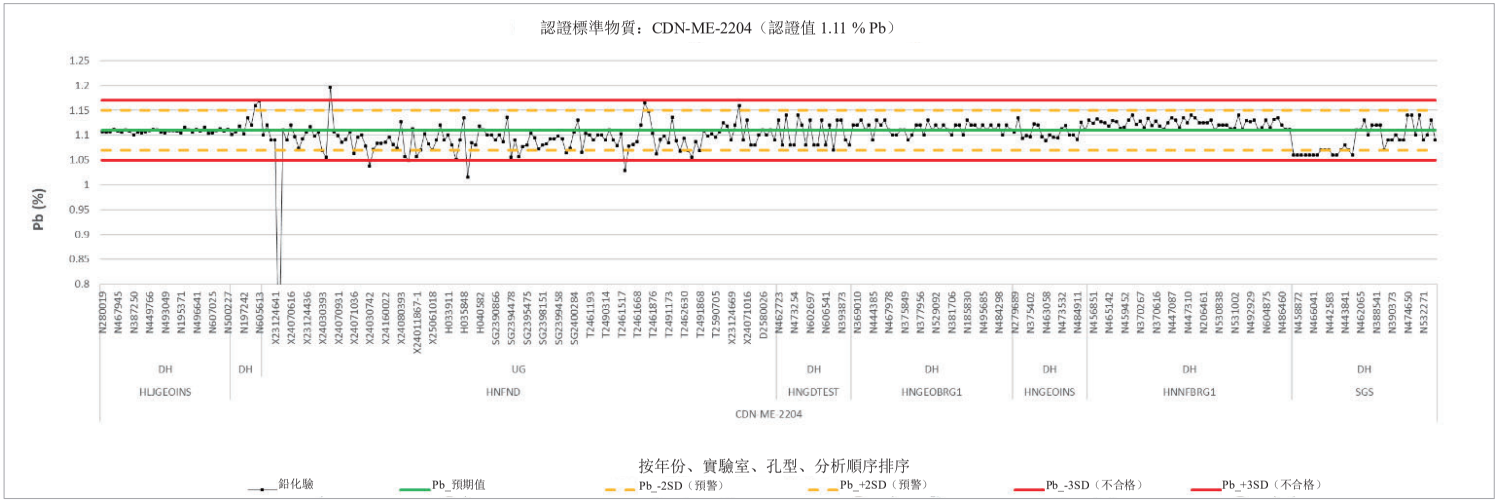


注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.6 CDN-ME-2204（Pb）匯總控制圖



注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

表 11.11 洛寧鋅認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）

CRM 編號	預期值（Zn%）	SD	品位範圍	化驗數量	低值預警 (-2SD)	高值預警 (+2SD)	低值不合格（-3SD）	高值不合格（+3SD）	錯貼標籤	真實不合格	不合格率%
CDN-ME-1201	4.99	0.043	AG	5	1	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1403	1.34	0.03	AG	242	0	6	3	4	7	0	0%
CDN-ME-1405	3.02	0.055	AG	83	0	0	0	0	0	0	0%

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

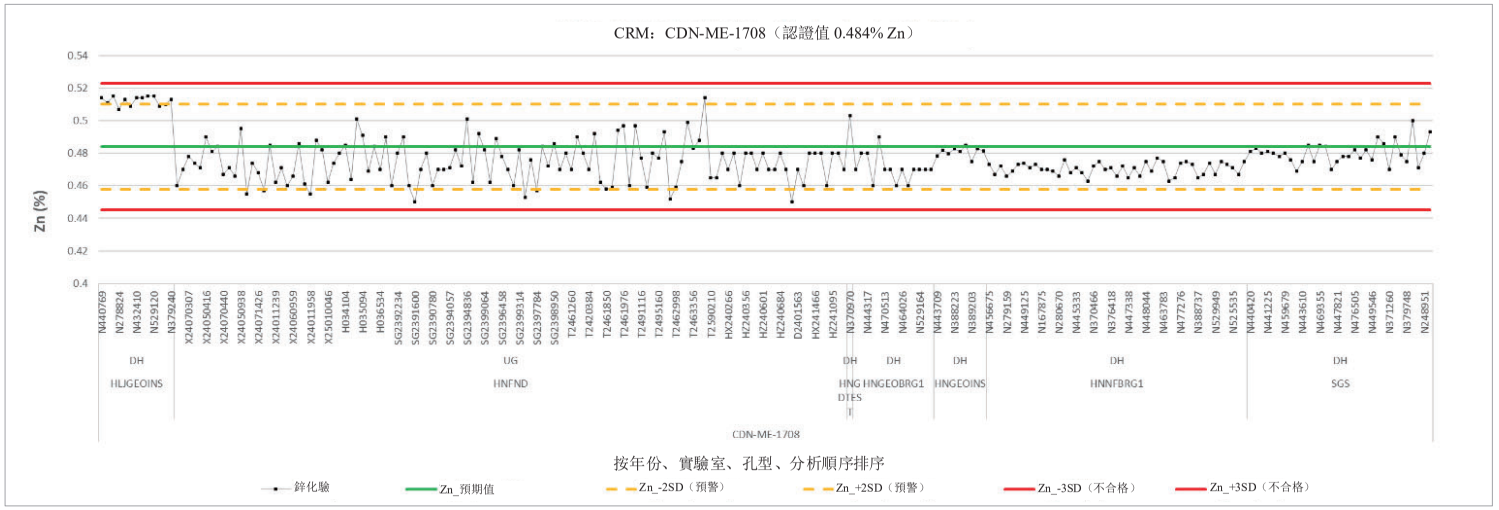
CDN-ME-1603	0.45	0.015	LG	70	2	0	0	2	0	2	3%
CDN-ME-1708	0.484	0.013	LG	230	8	10	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1801	7.43	0.15	AG	4	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1803	2.82	0.06	AG	107	11	0	11	0	0	11	10%
CDN-ME-1808	3.85	0.075	AG	342	1	61	0	16	0	16	5%
CDN-ME-1811	1.55	0.03	AG	177	4	0	1	0	4	0	0%
CDN-ME-1812	3.23	0.1	AG	238	3	1	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1902	3.66	0.115	AG	176	0	0	2	0	2	0	0%
CDN-ME-1903	1.75	0.035	AG	287	0	6	1	4	3	2	1%
CDN-ME-2003	1.05	0.05	AG	114	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2101	1.488	0.057	AG	125	0	0	1	1	1	1	1%
CDN-ME-2201	4.62	0.085	AG	116	3	0	2	1	1	2	2%
CDN-ME-2202	2.26	0.05	AG	287	1	24	2	0	1	1	0%
CDN-ME-2203	3.13	0.17	AG	376	0	0	1	1	2	0	0%
CDN-ME-2204	2.41	0.06	AG	340	11	2	3	1	2	2	1%
CDN-ME-2301	4.41	0.09	AG	138	1	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2302	5.68	0.15	AG	167	2	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2303	22.39	0.81	HG	179	0	0	3	0	0	3	2%
CDN-ME-2305	5.66	0.2	AG	187	0	0	1	0	0	1	1%
CDN-ME-2306	2.34	0.09	AG	134	1	0	1	0	1	0	0%
CDN-ME-2310	5.33	0.15	AG	117	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2311	3.49	0.12	AG	129	0	0	0	0	2	0	0%
CDN-ME-2312	1.38	0.07	AG	84	0	0	0	0	0	0	0%
共計	-	-	-	4,454	49	110	32	30	26	41	1%

注：所有礦山數據已合併。鑽孔和地下刻槽樣品數據已合併。原始化驗結果。SD = 標準偏差，LG = 低品位，AG = 平均品位，HG = 高品位。
#已列示控制圖。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.7 CDN-ME-1708（Zn）匯總控制圖

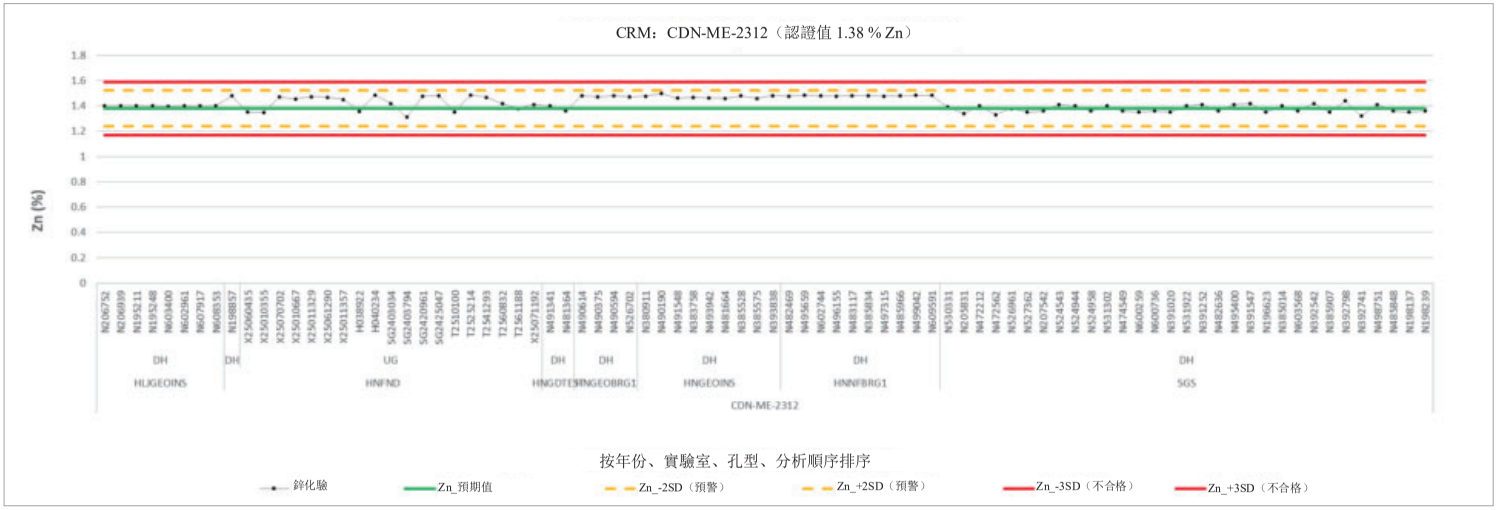


注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.8 CDN-ME-2312（Zn）匯總控制圖

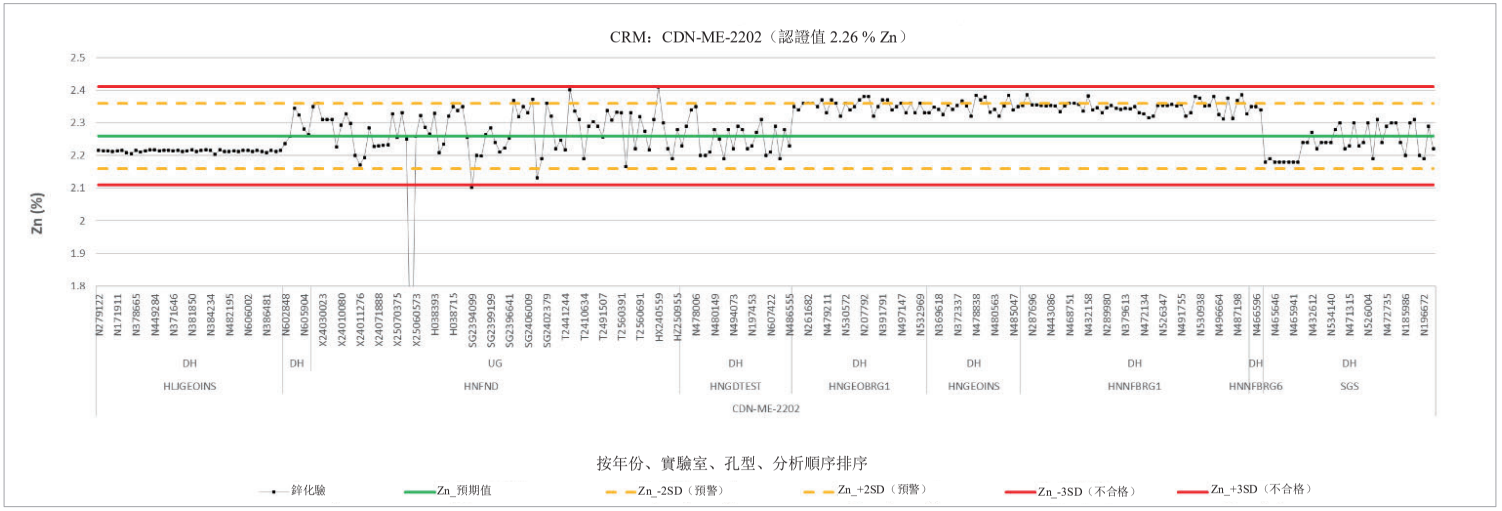


注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.9 CDN-ME-2202（Zn）匯總控制圖



注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，HNNFBRG6：河南有色地質勘查六隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

表 11.12 洛寧銅認證標準物質結果（2024 年 1 月-2025 年 10 月）

CRM 編號	預期值（Cu%）	SD	化驗數量	低值預警 (-2SD)	高值預警 (+2SD)	低值不合格（-3SD）	高值不合格（+3SD）	錯貼標籤	真實不合格	不合格率%
CDN-ME-1201	1.572	0.145	5	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-1403	0.448	0.015	242	3	8	0	5	7	-2	-1%
CDN-ME-1405	0.685	0.018	83	0	0	0	0	0	0	0%

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

CDN-ME-1603	0.279	0.007	70	0	0	2	1	0	3	4%
CDN-ME-1708	2.000	0.035	230	1	10	1	16	0	17	7%
CDN-ME-1801	0.284	0.005	4	0	0	1	0	0	1	25%
CDN-ME-1803	0.381	0.007	107	11	2	10	5	0	15	14%
CDN-ME-1808	0.212	0.005	342	1	6	0	26	1	5	8%
CDN-ME-1811	1.671	0.0245	177	0	2	1	9	4	0	0%
CDN-ME-1812	0.989	0.021	238	6	3	8	2	0	10	4%
CDN-ME-1902	0.781	0.0135	176	2	1	2	9	2	9	5%
CDN-ME-1903	1.230	0.03	287	2	1	0	2	3	2	0%
CDN-ME-2003	0.656	0.018	114	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2101	1.320	0.06	125	1	0	0	0	1	0	-1%
CDN-ME-2201	0.076	0.002	116	0	0	1	1	1	1	1%
CDN-ME-2202	0.111	0.0025	287	1	10	2	7	1	8	3%
CDN-ME-2203	0.298	0.014	376	0	5	0	0	2	0	-1%
CDN-ME-2204	0.257	0.006	340	5	7	2	17	2	17	5%
CDN-ME-2301	0.271	0.01	138	0	1	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2302	0.257	0.011	167	0	0	0	0	0	0	0%
CDN-ME-2303	0.370	0.012	179	0	5	0	13	0	13	7%
CDN-ME-2305	0.259	0.009	187	1	0	1	0	0	1	1%
CDN-ME-2306	0.302	0.012	134	1	0	0	0	1	-1	-1%
CDN-ME-2310	0.396	0.015	117	7	0	3	0	0	3	3%
CDN-ME-2311	0.311	0.011	129	0	1	0	2	2	0	0%
CDN-ME-2312	0.271	0.013	84	0	1	0	0	0	0	0%
共計	-	-	4454	42	63	34	115	26	117	2.6%

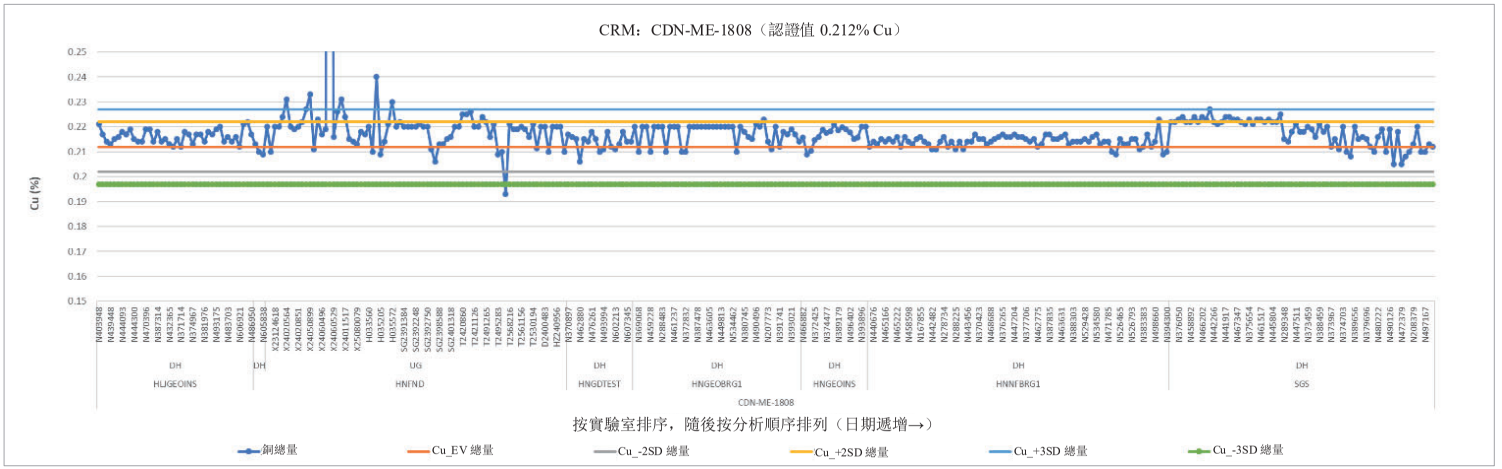
注：所有礦山數據已合併。鑽孔和地下刻槽樣品數據已合併。原始化驗結果。SD =標準偏差。

#已列示控制圖。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.10 CDN-ME-1808（Cu）匯總控制圖



注：匯總控制圖：所有礦山、所有實驗室、鑽孔和刻槽樣品合併（2024-2025 年）。HLJGEOINS = 黑龍江地質研究所，HNFND = 洛寧現場實驗室，HNGDTEST = 河南地質測試中心，HNGEOBRG1 = 河南地質勘查院一隊，HNGEOINS = 河南地質研究所，HNNFBRG1 = 河南有色地質勘查一隊，SGS = 通標標準技術服務有限公司天津分公司。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

合資格人士根據對 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間七個洛寧礦所用認證標準物質的審查，提出以下意見：

- 2024至2025年的工作計劃顯示，自2022年底聘請全職質量保證/質量控制（QA/QC）地質主管以來，相關問題的控制工作持續改善。
- 與2024年報告相比，本期間認證標準物質樣品的分類錯誤數量有所增加（22例對6例）。質量保證/質量控制（QA/QC）數據庫管理人員應檢查所有超出3倍標準偏差的結果，排查是否為分類錯誤所致；若確認為分類錯誤，應在數據庫中更正認證標準物質名稱。
- 有2種銀認證標準物質、1種鉛認證標準物質、1種鋅認證標準物質和4種銅認證標準物質的不合格率超過5%。這些預警和不合格通常與特定的實驗室有關。
- 銀：
  - 在提交的共計 4,454 個認證標準物質中，有 38 個的銀檢測結果超出了控制限，總體不合格率為 0.9%。
  - 認證標準物質 CDN-ME-1811（圖 11.3）展示了典型的品位響應情況：其中一個實驗室的均值高於預期，洛寧現場實驗室的結果離散度雖比其他實驗室大，但總體仍處於三倍標準差範圍內。
  - 認證標準物質 CDN-ME-1903（177 克/噸銀）（圖 11.4）顯示有一次誤分類，除此之外沒有其他不合格項。不過，數據中確實呈現出幾個值得注意的有趣特徵。首先是 SGS 報告的平均值發生了變化。最初五個批次的數據結果偏高（約為 198 克/噸銀），隨後突然回落，平均值更接近預期均值。這個 198 克/噸銀的數值延續了 2024 年報告中 SGS 的均值水平。這些批次中的鉛和鋅元素含量與預期值吻合良好，因此該認證標準物質被正確分類。有三家實驗室偶爾出人意料地展現出了高精度和高準確度的結果。另一家實驗室的早期數據也顯示，其中期結果更接近預期值。認證標準物質的預期值均已發佈並可在網上查詢。所有實驗室都能識別哪些樣品是認證標準物質，並且只需稍加努力就能辨認出具體是哪一種認證標準物質，從而確保實驗室的精度合規。合資格人士認為，使用外檢重複樣是確認主實驗室精度是否保持穩定的最佳方法。
- 鉛：
  - 在提交的共計 4,454 個認證標準物質中，有 65 個的鉛檢測結果超出了控制限，總體不合格率為 1.5%。
  - 認證標準物質 CDN-ME-1808（0.6%鉛，圖 11.5）有 10 個結果超出了上控制限。這些高值均來自洛寧現場實驗室。總體而言，與預期結果相比，所有實驗室的數據均存在輕微的高偏差。
  - 認證標準物質 CDN-ME-2204（1.11%鉛，圖 11.6）返回了 5 個低值不合格結果和 1 個高值不合格結果，並有 2 個認證標準物質被誤分類。大多數分析結果顯示的結果分佈範圍都較為典型，但黑龍江省地質研究所的結果精度出奇地高，顯得可疑。有趣的是，SGS 的早期批次顯示出低偏差，而這一偏差得到修正的時間點，恰好與另一種認證標準物質的銀檢測結果平均值發生改變的時間點一致（參見上文關於銀的討論）。
- 鋅：
  - 在提交的共計 4,454 個認證標準物質中，有 41 個的鋅檢測結果超出了控制限，總體不合格率為 0.9%。

- 認證標準物質 CDN-ME-1708（0.484%鋅，圖 11.7）未顯示不合格項，但確實表明與實驗室相比，黑龍江省地質研究所的數據存在高偏差。
- 認證標準物質 CDN-ME-2312（1.38%鋅，圖 11.8）未顯示不合格項，但再次顯示出上文討論過的三家河南實驗室數據過於精確的情況。
- 認證標準物質 CDN-ME-2202（3.85%鋅，圖 11.9）顯示有一次誤分類，但也呈現出類似的河南實驗室數據過於精確的模式（伴有輕微的正偏差）。

- 金：
  - 洛寧現場實驗室的金認證標準物質表現不佳，不僅許多品位結果缺失，還報出了大量低值。合資格人士建議，如果黃金具有顯著的經濟價值，應加大力度管控黃金的報樣（分析）工作。
- 銅：
  - 銅認證標準物質的表現參差不齊，銅的不合格數量多於其他元素。合資格人士建議，如果銅具有顯著的經濟價值，應加大力度管控金的報樣（分析）工作。
- 總體評論：
  - 總體而言，隨樣品提交的認證標準物質顯示出整體可接受的的分析準確度，大多數認證標準物質結果均在控制限內（在認證標準物質證書規定的預期值的三倍實驗室間標準差範圍內）。
  - 需要與實驗室經理討論部分實驗室數據過於精確的問題。數據應以原始接收的狀態呈現，不進行任何過濾，以確保能夠識別任何系統誤差、偏差或分析漂移。
  - 在多家實驗室和眾多認證標準物質中均發現了分析偏差的情況，但並不具有持續性。總體而言，認證標準物質的平均化驗結果與預期結果的偏差在 5%以內。
  - 針對特定認證標準物質，不同實驗室結果之間的差異可能是由樣品量、消解參數、分析方法的不同，或者是各個實驗室的機器校準問題導致的。
  - 儘管希爾威制定了實時審查質量保證/質量控制數據的規程，但 2024 年至 2025 年工作計劃相關的數據似乎並未接受嚴格的審查並實施補救措施。在工作計劃進行期間，應將實驗室偏差問題及時通報給相關實驗室。

關於認證標準物質的建議

- 需要與實驗室經理討論部分實驗室數據過於精確的問題。
- 維護一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次已完成的補救措施。
- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 考慮在現有各礦山單獨審查質控樣品的做法之外，實施對所有礦山的認證標準物質（及質量保證/質量控制）樣品進行聯合審查。鑒於所有礦山共用相同的認證標準物質和實驗室，這將提供額外的數據以監測實驗室的表現和趨勢。
- 應進一步調查數據偏差（包括正偏差和負偏差）以及分析漂移的問題，包括所有實驗室之間樣品製備和分析方法的標準化。
- 考慮開發幾種洛寧礦區專用的定制認證標準物質。多家認證標準物質供應商可以利用剩餘的粗碎樣廢料制作認證標準物質，並提供相關的認證和文件。這可能有助於減少所需認證標準物質的數量，並且還能提供基質與洛寧礦區礦床相匹配的認證標準物質。
- 考慮增加一種用於監測低品位鋅（小於0.2%）的認證標準物質。

11.1.4.3 空白樣

洛寧礦區項目使用的粗粒空白樣料來源於各礦區附近的幾個無礦化大理岩採石場。據合資格人士所知，這些採石場來源尚未經過詳細的分析測試或認證。

2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間，共計 3,025 個粗粒空白樣被插入鑽探岩芯樣品流中，1,263 個粗粒空白樣被插入刻槽樣品流中。這分別代表了鑽探樣品和刻槽樣品 2.8%和 1.7%的插入率。

希爾威於 2020 年修訂了空白樣失效標準，規定化驗結果大於 10 克/噸銀、0.1%鉛或 0.1%鋅的空白樣視為失效。表 11.13 列出了 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間希爾威提交的空白樣統計數據以及希爾威合格/不合格參數的結果。

表 11.13 基於希爾威不合格標準的洛寧礦區粗粒空白樣結果（2024 年 1 月 - 2025 年 10 月）

樣品類型	實驗室	空白樣品數量	銀不合格數量>10 g/t	鉛不合格數量>0.1%	鋅不合格數量>0.1%	% Ag 不合格	% Pb 不合格	% Zn 不合格
鑽孔	洛寧現場實驗室	53	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
	SGS 天津	803	4	3	0	0.50%	0.37%	0.00%
	河南有色一大隊	793	0	1	0	0.00%	0.13%	0.00%
	黑龍江地質學院	443	2	0	0	0.45%	0.00%	0.00%
	河南地質一大隊	409	10	11	0	2.44%	2.69%	0.00%
	河南地質學院	312	1	8	8	0.32%	2.56%	2.56%
	河南有色六大隊	15	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
	河南地質測試中心	197	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
	共計	3,025	17	23	8	0.56%	0.76%	0.26%
UG	洛寧現場實驗室	1,263	18	29	9	1.43%	2.30%	0.71%

注：Drill =鑽孔，UG =地下刻槽樣品。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

空白樣討論（2024 - 2025 年）

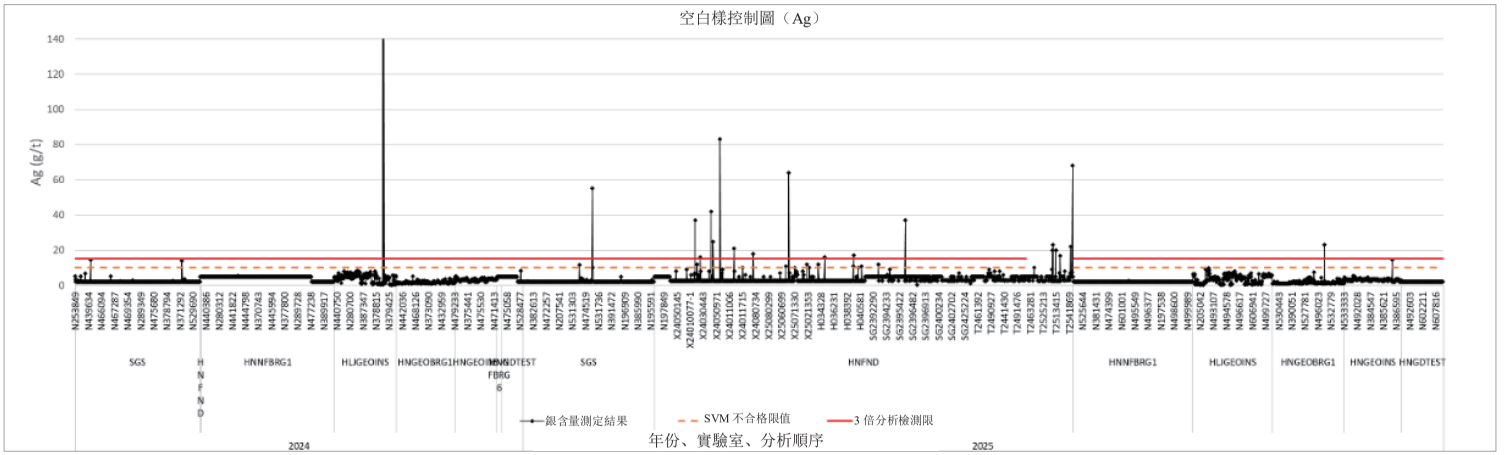
粗粒空白樣用於檢測樣品製備（破碎、粉碎）和化驗過程中的污染情況。粉礦或細粒空白樣用於檢測分析過程中的污染情況。每一批次送往實驗室的樣品中均應插入粗粒和細粒空白樣，且其數量應占提交樣品總數的 4% - 5%（Long 等，1997；Méndez，2011；Rossi 和 Deutsch，2014）。

在收到樣品批次的結果時，應實時監測空白樣。對於不合格的空白樣應進行調查，並對確認存在污染的樣品批次進行重新化驗。普遍接受的判定標準是：80%的粗粒空白樣結果應小於分析檢出下限的三倍，90%的粉末空白樣結果應小於分析檢出下限的兩倍。

在高品位樣品中使用極低的分析檢出下限時，最好根據實際檢出下限來衡量空白樣的表現，該實際檢出下限可根據粉末重複樣數據進行計算。通過多家實驗室對空白樣材料進行的分析測試工作，也可以了解空白樣材料預期的品位分佈情況。鑒於希爾威沒有洛寧礦區樣品的粉末重複樣數據，且沒有分析數據來評估空白樣材料內的金屬分佈，因此無法得出實際檢測下限。

圖 11.11、圖 11.12 和圖 11.13 展示了 2024 年 1 月至 2025 年 10 月的結果。

圖 11.11 粗粒空白樣控制圖（Ag）

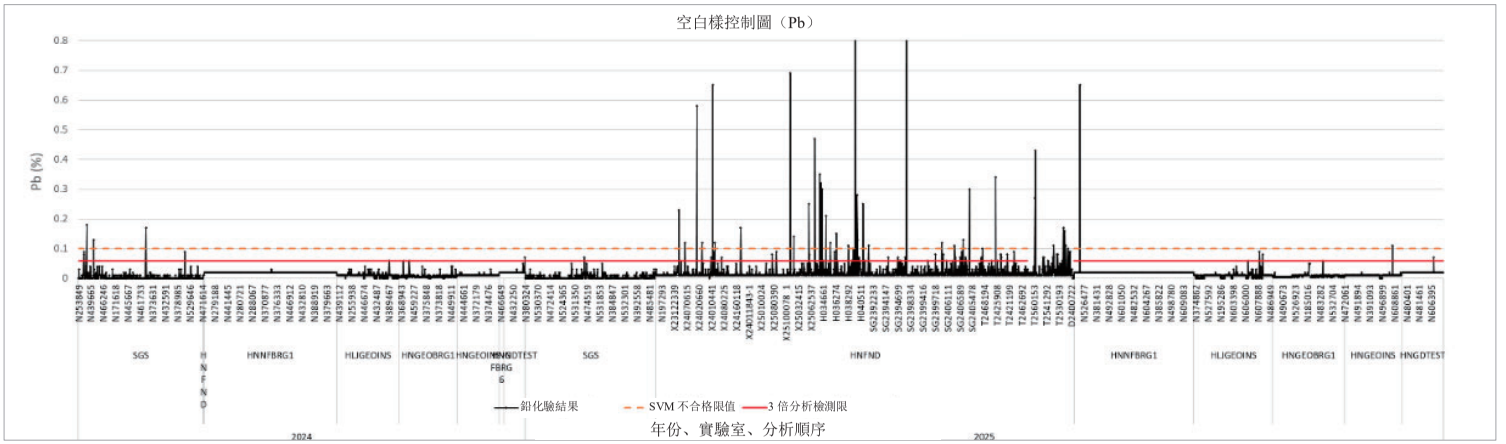


注：按年份、實驗室和分析順序排序。SGS= SGS 天津，HNFND=洛寧現場實驗室，HNNFBRG1=河南有色一大隊，HLJGEOINS=黑龍江地質研究所，HNGEOBRG1=河南地質一大隊，HNGEOINS=河南地質研究所，HNGDTEST=河南地質測試中心。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.12 粗粒空白樣控制圖（Pb）

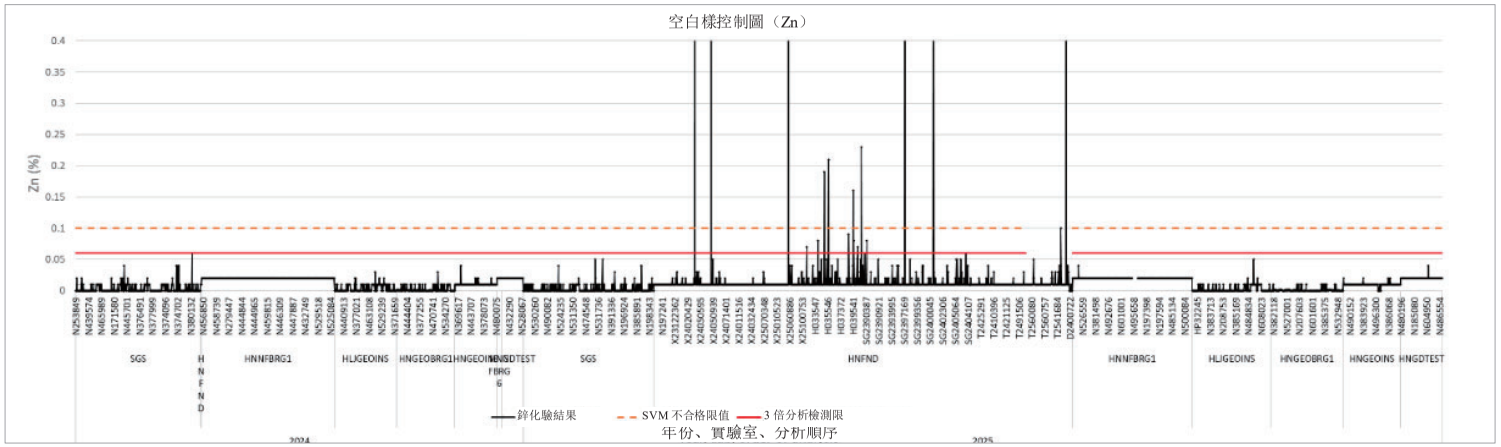


注：按年份、實驗室和分析順序排序。SGS = SGS 天津，HNFND =洛寧現場實驗室，HNNFBRG1 =河南有色一大隊，HLJGEOINS =黑龍江地質研究所，HNGEOBRG1 =河南地質一大隊，HNGEOINS =河南地質研究所，HNGDTEST =河南地質測試中心。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.13 粗粒空白樣控制圖（Zn）



注：按年份、實驗室和分析順序排序。SGS = SGS 天津，HNFND =洛寧現場實驗室，HNNFBRG1 =河南有色一大隊，HLJGEOINS =黑龍江地質研究所，HNGEOBRG1 =河南地質一大隊，HNGEOINS =河南地質研究所，HNGDTEST =河南地質測試中心。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

合資格人士針對粗粒空白樣提出以下觀察意見：

- 希爾威使用的粗粒空白樣材料未經過測試，無法確保其相關金屬的濃度足夠低。
- 2024年至2025年的工作計劃中，似乎未進行任何嚴格的實時數據審查，也未採取任何補救措施。
- 希爾威設定的銀10克/噸不合格限是所報告分析檢出下限的2至10倍，且遠低於所有礦床的預期銀邊界品位。該不合格限被認為是可接受的。
- 希爾威設定的鉛和鋅0.1%的不合格限是所報告分析檢出下限的3至1000倍。鑒於某些礦床的邊界品位可能包含0.2%至0.5%範圍內的鉛和鋅品位，該不合格限可能過高，無法識別可能會影響邊界品位決策的系統性污染。
- 根據希爾威制定的銀10克/噸粗粒空白樣不合格標準，總鑽孔數的0.9%和井下空白樣的2.1%超出了不合格閾值。各實驗室的不合格率在0.0%至3.7%之間波動。
- 根據希爾威制定的鉛0.1%粗粒空白樣不合格標準，總鑽孔數的1.4%和井下空白樣的5.8%超出了不合格閾值。各實驗室的不合格率在0.0%至7.5%之間波動。
- 根據希爾威制定的鋅0.1%粗粒空白樣不合格標準，總鑽孔數的0.2%和井下空白樣的1.7%超出了不合格閾值。各實驗室的不合格率在0%至1.7%之間波動。

雖然未對空白樣材料進行測試，但從各個實驗室收到的結果表明，空白樣材料的平均濃度低於銀 5 克/噸、鉛 0.025%和鋅 0.025%。雖然粗粒空白樣的預期品位分佈尚不確定，但來自八家不同實驗室的分析結果表明，洛寧現場實驗室、河南省地質勘查局六隊和河南省黃金測試中心偶爾會出現低水平的污染。儘管繼認證標準物質部分的討論之後，合格人士建議改用石英空白樣，這可能會使實驗室更難識別出空白樣。

總體評論：

- 總體而言，粗粒空白樣表明在樣品製備或分析過程中出現了輕微程度的污染。觀察到的污染量不太可能對礦產資源量估算產生實質性影響。
- 儘管希爾威制定了實時審查質量保證/質量控制數據的規程，但2024年至2025年工作計劃相關的數據似乎並未接受嚴格的審查並實施補救措施。實驗室污染問題應盡快通報給相關實驗室。

關於空白樣的建議

合資格人士提出以下建議：

- 向多家實驗室發送一批粗粒空白樣，以便確定空白樣源材料中銀、鉛和鋅品位分佈的統計數據。應對每個採石場完成此項工作，以確保源材料的銀、鉛、鋅和金濃度足夠低。如果使用來自不同採石場的空白樣材料，應為每種空白樣材料賦予一個標識，以便追溯其來源。
- 修訂規程，以便採用系統的方法插入空白樣，鑽探樣品和地下樣品的插入頻率均為每25個樣品中至少插入一個空白樣（4%）。
- 在預期的高品位礦化段之後立即插入空白樣。
- 實施粗粒和細粒（粉末）空白樣材料的使用，以便對樣品製備和分析過程中的污染進行監控。
- 確保所有實驗室都在運行其自身的內部空白樣以監控污染。如果可能，應實時獲取內部實驗室的質量保證/質量控制數據，並將其納入希爾威數據庫。
- 調查各實驗室之間是否可以標準化檢測限和分析方法，以確保空白樣材料的表現一致。

- 實施空白樣結果的實時監控，並確保對包含超出不合格限值的空白樣的樣品批次進行調查和重新分析。
- 維護一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次已完成的補救措施。
- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 提交粉末重複樣進行分析，以便確定每個實驗室的實際檢測限。

11.1.4.4 重複樣

希爾威當前的質量保證/質量控制規程包括在鑽探樣品和地下刻槽樣品中插入現場重複樣。自 2012 年以來，鑽孔樣品中已包含現場重複樣，而在 2012 年 1 月至 2016 年 7 月以及 2020 年 1 月至 2025 年 10 月期間，地下刻槽樣品中也已包含現場重複樣。

2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間，鑽孔樣品共報告了 3172 個四分之一岩心現場重複樣，地下樣品報告了 1331 個現場重複樣（表 11.6）。這代表鑽孔樣品的現場重複樣插入率為 2.9%，地下刻槽樣品的插入率為 1.7%。

岩心樣品的現場重複樣是通過將未取樣的半條岩心一分為二，並將其中四分之一剖分岩心作為一個單獨樣品納入原始送樣中製備而成的。地下現場重複樣包括從巷道掌子面、頂板或側壁的同一位置採集的岩屑中收集一個獨立樣品，並將其包含在最初提交給實驗室的樣品中。

希爾威使用原樣品位與相應重複樣品位的散點圖來監控現場重複樣。圖上包含一條代表原樣與重複樣品位相等的 45°線，以及一條代表 20%誤差的線。希爾威期望現場重複樣與原樣的誤差在 20%以內。

重複樣討論（2024—2025 年）

在樣品製備和分析過程的連續節點採集重複樣，是為了了解過程各階段產生的方差。粉末重複樣用於監控與粉末縮分、分析過程以及固有的地質變異性相關的方差。粗粒重複樣用於監控上述相同的方差，以及與粗粒重複樣縮分相關的方差。現場重複樣用於監控所有前述方差，以及與實際採樣過程相關的方差。

雖然重複樣應涵蓋礦床內出現的全部品位範圍，以確保理解地質非均質性，但大多數重複樣應從礦化帶中選取。未礦化或接近所述最低檢出限的極低品位樣品通常精度較差，無法提供有意義的方差評估。

公認的行業最佳實踐是在原樣流中按大致相等的比例納入現場重複樣、粗粒重複樣和粉末重複樣，其合計插入率為 5%至 6%（Long 等人，1997 年；Méndez，2011；Rossi 和 Deutsch，2014）。

重複樣數據可以使用多種方法進行評估。合資格人士通常使用散點圖和絕對相對成對差異（RPD）圖來評估重複樣數據，該圖測量樣品與其重複樣之間的絕對差異相對於成對平均值的比例。在這些分析中，凡是有一項樣品低於 15 倍檢出下限的樣對，均已被剔除。剔除這些低值可確保由於接近最低檢出限處預期的品位較高方差（此時精度變差）不會對相對成對差異圖產生不當影響（Long 等人，1997 年）。

重複樣的表現取決於礦化類型、固有的地質方差以及與採樣相關的方差。隨著縮分方差的消除，重複樣的相對精度將會提高。因此，粉末重複樣應比粗粒重複樣更精確（更相似），因為它們不包含與從粗粒棄樣中採集子樣相關的採樣誤差。粗粒棄樣重複樣應比現場重複樣更精確。

普遍接受的準則是，85%至 90%的現場重複樣其絕對相對差值應小於 25%。粗粒重複樣的 RPD 閾值降至 20%以下，粉末重複樣則降至 10%以下（Rossi 和 Deutsch，2014 年）。

表 11.14 展示了 2024 年和 2025 年按實驗室和樣品類型劃分的現場重複樣匯總情況。圖 11.14 展示了在洛寧現場實驗室處理的地下刻槽樣品的銀、鉛、鋅相對 RPD 圖和散點圖示例。

表 11.14 按實驗室和樣品類型劃分的鑽孔現場重複樣結果（2024 年至 2025 年）

元素	樣品類型	鑽孔								UG
	實驗室=>	洛寧現場實驗室	SGS 天津	河南有色一大隊	河南地質院	黑龍江地質勘查院	河南地質一大隊	河南有色六大隊	河南地質測試中心	洛寧現場實驗室
Ag	重複樣對數	53	695	593	318	448	411	21	114	1,331
	LLD（克/噸）	5	2	5	2	1	1	5	5	5
	原樣平均值（g/t）	145	121	166	96	125	148	278	136	253
	重複樣平均值（g/t）	142	109	151	105	132	135	1140	125	258
	n > 15 x LLD	10	267	252	88	200	164	4	21	602
	<25% RPD（%）	60%	49%	45%	49%	46%	38%	25%	33%	47%
Pb	重複樣對數	51	873	718	303	448	405	26	168	1,262
	LLD（%）	0.01	0.0002	0.02	0.01	0.01	0.005	0.02	0.02	0.02
	原樣平均值	1.16	1.3	1.35	1.69	1.73	1.61	1.06	1.56	79
	重複樣平均值	1.07	1.29	1.42	1.77	1.73	1.64	1.27	1.49	73
	n > 15 x LLD	36	830	428	220	294	305	18	110	1025
	% <25% RPD	59%	54%	62%	63%	59%	58%	56%	57%	50%
Zn	重複樣對數	51	876	695	322	448	429	26	161	1,262
	LLD（%）	0.01	0.0001	0.02	0.01	0.01	0.001	0.02	0.02	0.02
	原樣平均值	0.31	0.46	0.38	0.42	0.61	0.43	0.21	0.27	1.21
	重複樣平均值	0.31	0.46	38	0.44	0.61	0.41	0.45	0.26	1.17
	n > 15 x LLD	22	862	118	111	152	374	5	26	571
	% <25% RPD	50%	53%	46%	50%	53%	53%	0%	59%	53%

注：n 重複樣對數=每個重複樣化驗值非空且大於 0 的重複樣對數。LLD =分析檢出下限。

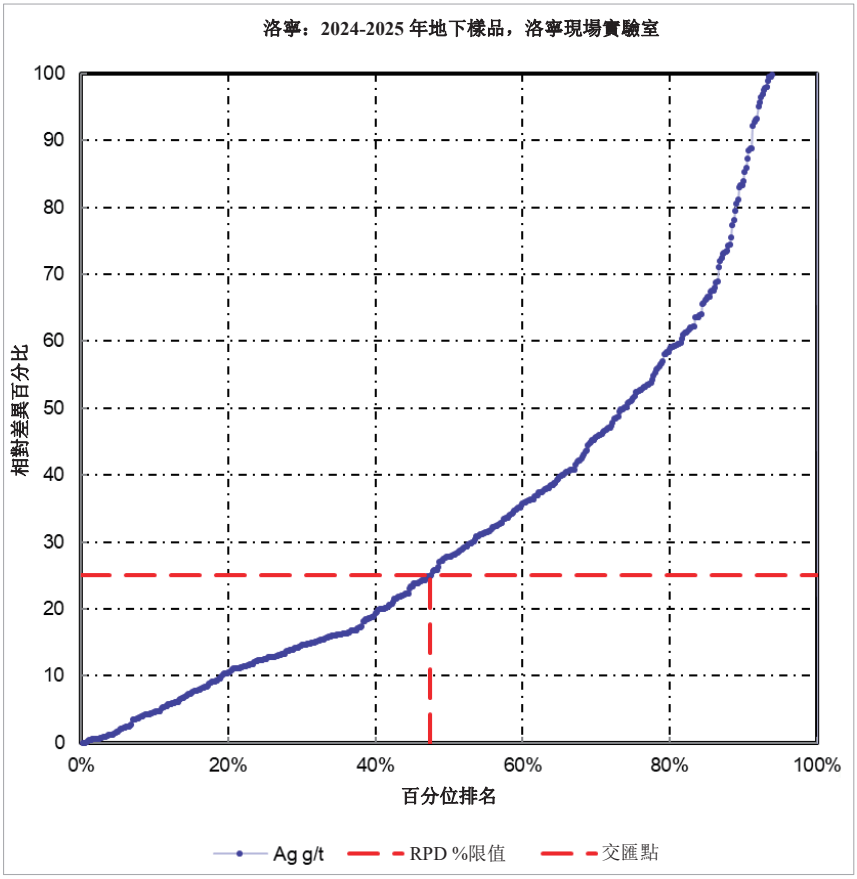
來源：AMC 編制，2026 年。

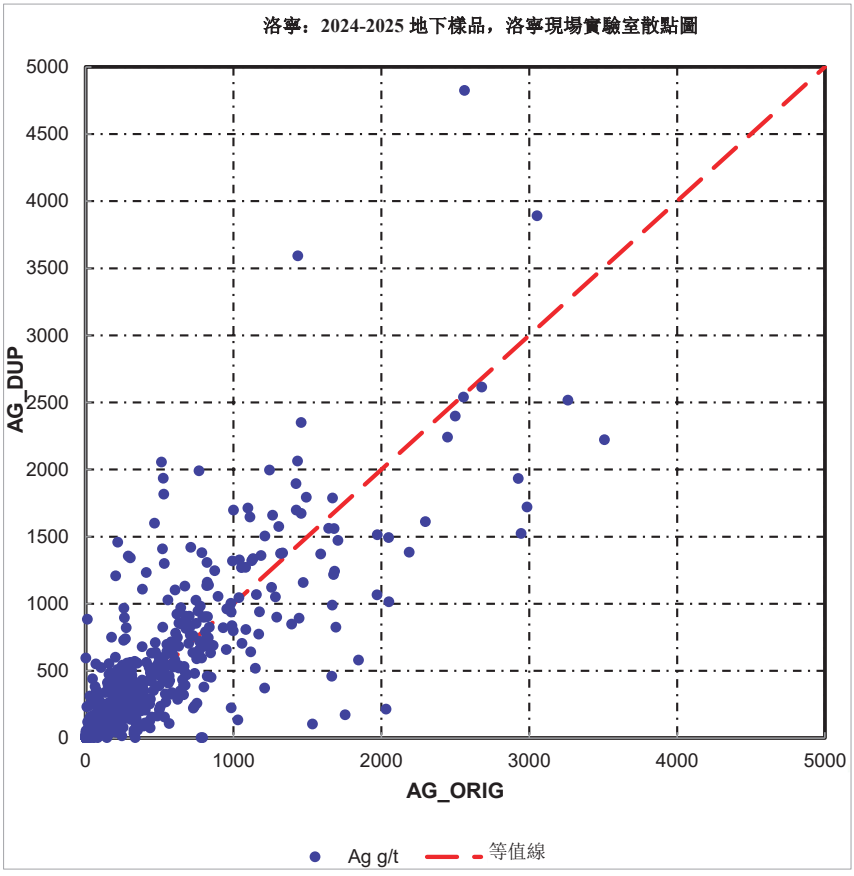
本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

合資格人士就現場重複樣提出以下觀察意見：

- 四分之一剖分岩心和單獨地下樣品的現場重複樣採樣結果，未達到公認的令人滿意的樣品代表性標準。
- 在各實驗室，RPD小於25%的四分之一剖分岩心重複樣百分比，銀為25%至60%，鉛為51%至63%，鋅為46%至53%。
- RPD小於25%的地下重複樣百分比，銀為47%，鉛為50%，鋅為53%。
- 各實驗室及各元素的重複樣表現大體相似。這表明方差的主要來源可能出現在初始採樣過程中。
- 在未來的項目中實施粗粒（破碎）重複樣和粉末重複樣，可用於協助識別採樣過程中誤差發生的具體環節。
- 原樣均值與重複樣均值的對比顯示，原樣與重複樣之間不存在一致的偏差。大多數實驗室的重複樣均值處於原樣均值的10%以內。
- 重複樣結果不理想可能歸因於礦化內部的不均勻性。

圖 11.14 銀（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖

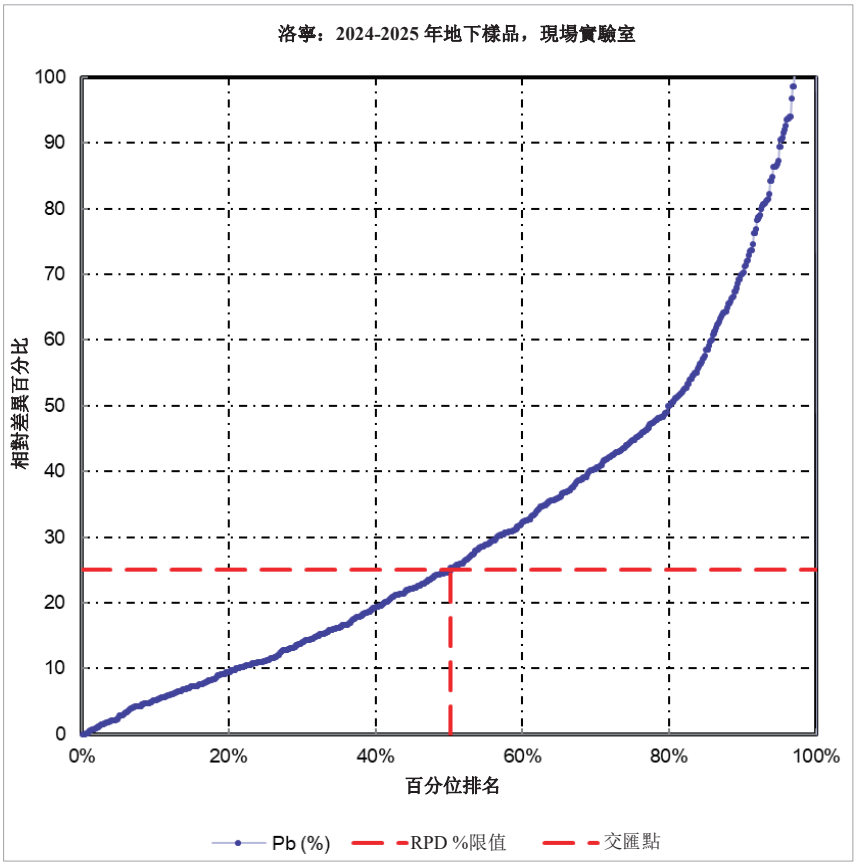


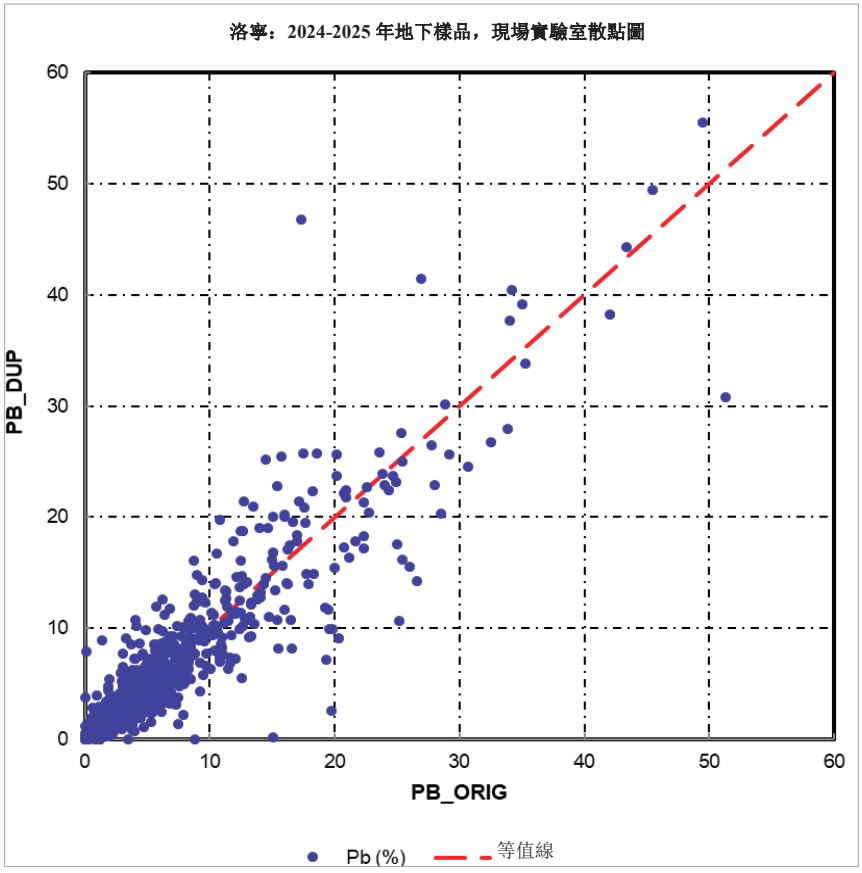


注：銀的檢出下限為 5 克/噸（1262 對重複樣）。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.15 鉛（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖

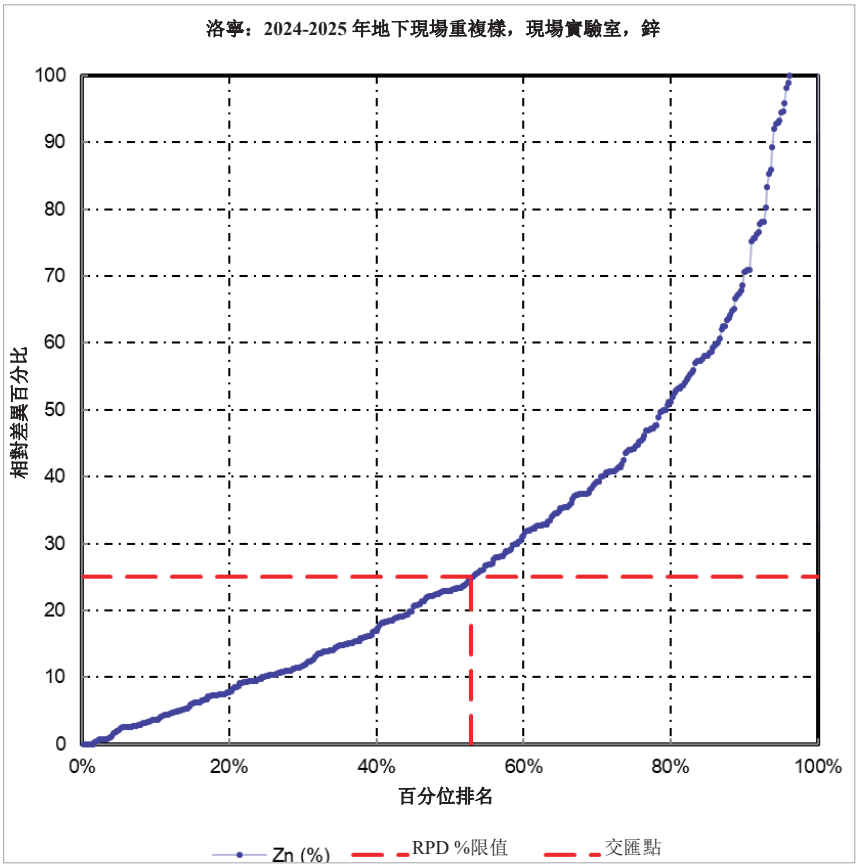


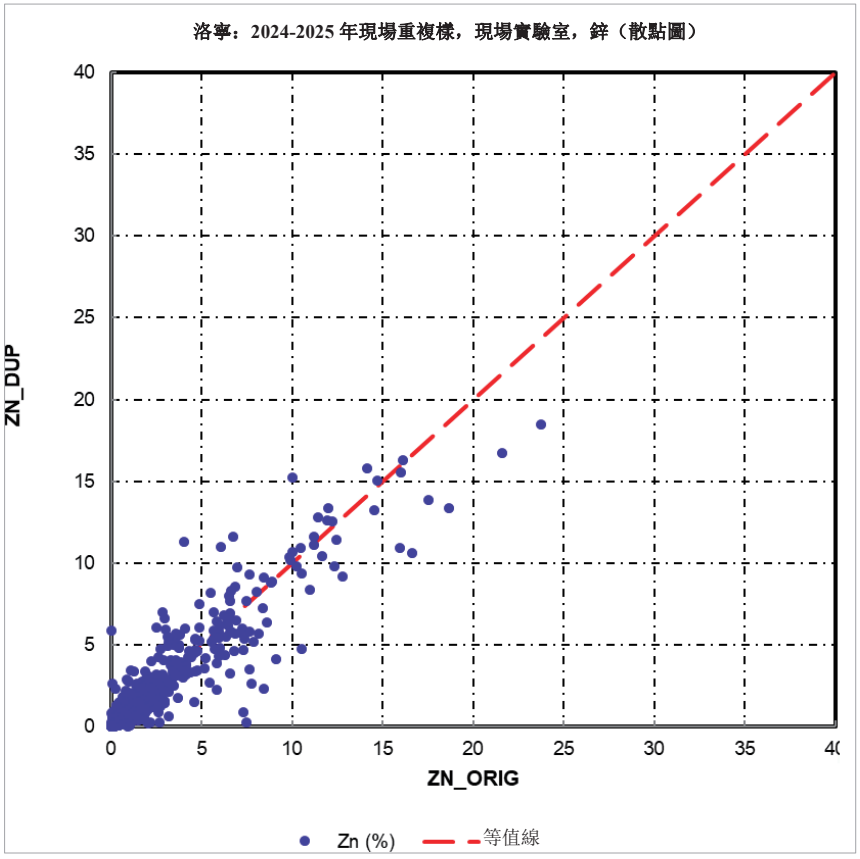


注：檢出下限 0.02%鉛（1262 個重複樣對）。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.16 鋅（刻槽樣品）的洛寧現場重複樣 RPD 圖及散點圖





注：檢出下限 0.02%鋅（1262 個重複樣對）。

來源：AMC 編制，2026 年。

關於重複樣的建議

合資格人士建議針對重複樣對質量保證/質量控制規程進行以下改進：

- 重複樣插入率應提高至提交樣品總數的5-6%，並應包含現場重複樣、粗碎重複樣和粉末重複樣。在採樣流程的不同階段採集重複樣，有助於查明採樣誤差的來源。
- 調查岩心及地下樣品現場重複樣吻合度差的原因。具體措施可包括包含以下內容的測試階段：
  - 提交二分之一剖分的岩心作為現場重複樣，以替代原先的四分之一剖分岩心（如有必要，可在將岩心切成兩半之前，先切下一小薄片岩心並留存歸檔）。
  - 考慮增加地下樣品的規格。

11.1.4.5 外檢（校驗）樣

希爾威定期將部分粉末樣送交第二家外檢（校驗）實驗室進行獨立分析。單個樣品是從礦化樣品中隨機選取的，並涵蓋了各種品位範圍。

在 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間，共計向第二家實驗室提交了 1,241 個外檢樣。表 11.15 匯總了按主檢實驗室和外檢實驗室分類的外檢樣數量。對於在各個主檢實驗室分析

的鑽探樣品，其外檢樣被送往四家實驗室中的一家進行外檢分析。對於原樣在現場實驗室分析過的地下樣品，均被送往河南有色金屬研究院。在提交外檢樣時，似乎並未隨樣提交認證標準物質和空白樣。

表 11.15 洛寧礦區外檢樣實驗室

			樣品數量（外檢實驗室）			
			河南地質一大隊	河南地質學院	河南有色一大隊	SGS 天津
主檢實驗室	鑽孔	黑龍江地質學院	16	7	2	28
		河南省黃金檢測中心	5	6	-	12
		河南地質一大隊	-	12	15	16
		河南省地質研究院	16	-	6	19
		河南有色一大隊	72	16	-	35
		SGS	75	22	22	-
	UG	現場實驗室			81	758

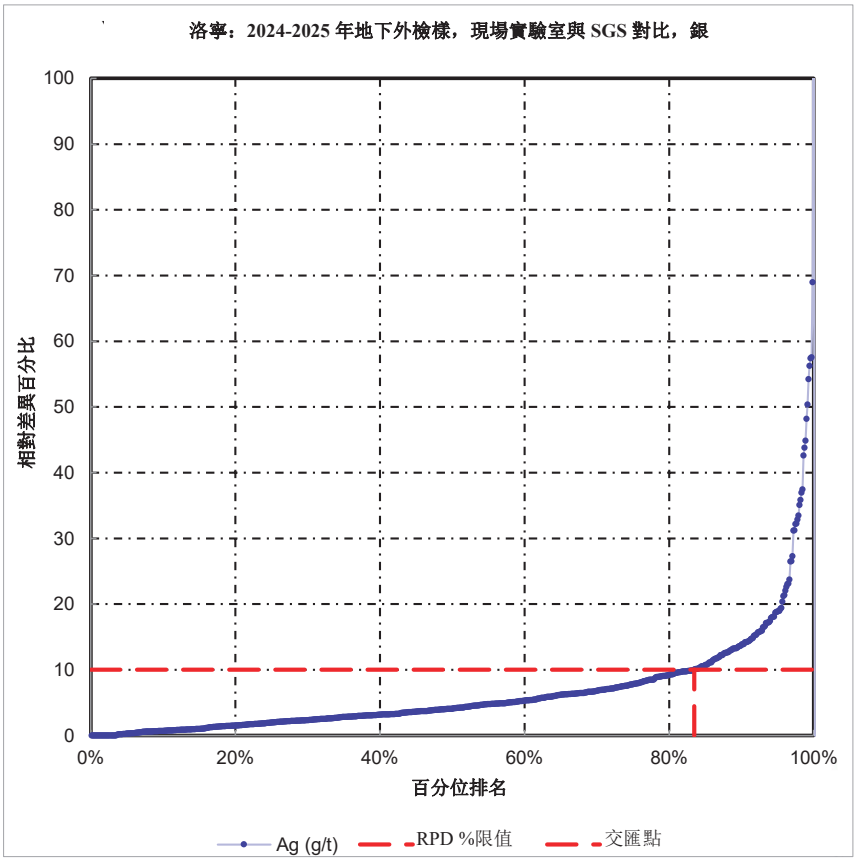
來源：AMC 編制，2026 年。

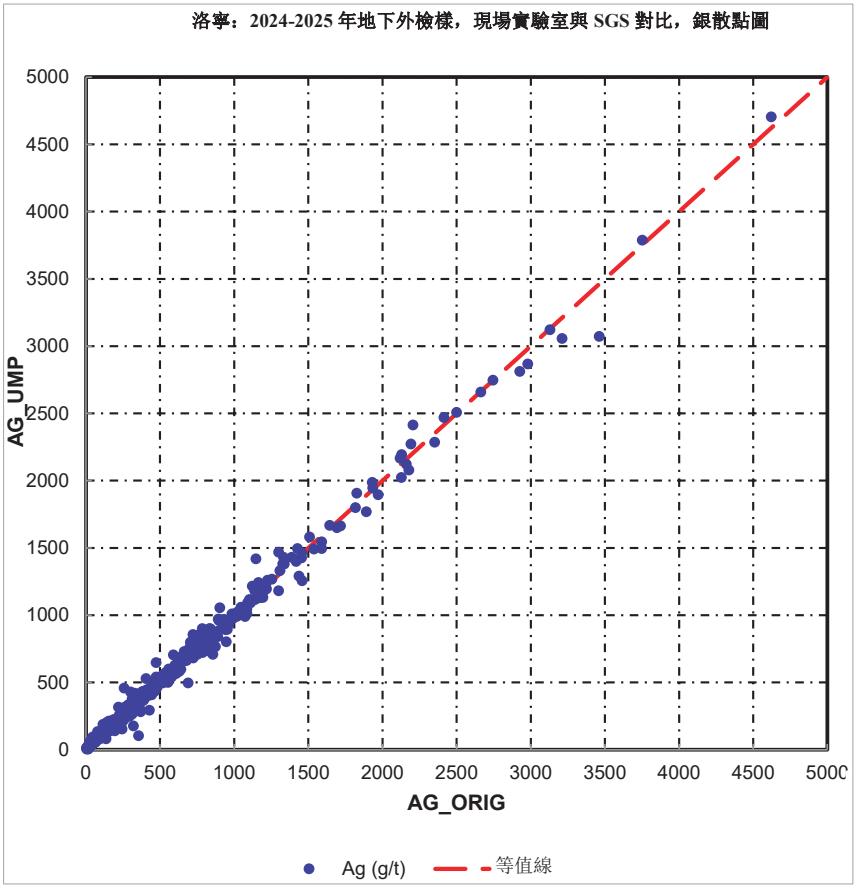
外檢樣討論（2024 - 2026 年）

外檢實驗室樣品是指送往另一家獨立實驗室的粉末樣，旨在評估主檢實驗室的分析準確度。外檢樣用於衡量分析方差和縮分方差。普遍認可的做法是，送往主檢實驗室的樣品中，至少應有 4% - 5% 送往第三方外檢實驗室進行複核（Méndez，2011；Rossi 和 Deutsch，2014）。

表 11.16 展示了外檢取樣計劃的結果。圖 11.17、圖 11.18 和圖 11.19 展示了銀、鉛、鋅的 RPD 圖和散點圖示例，所用數據來自地下樣品（其主檢實驗室為洛寧現場實驗室，外檢實驗室為 SGS）。

圖 11.17 洛寧礦區現場實驗室銀元素 RPD 圖及散點圖（地下樣品，現場實驗室與 SGS 外檢實驗室對比）

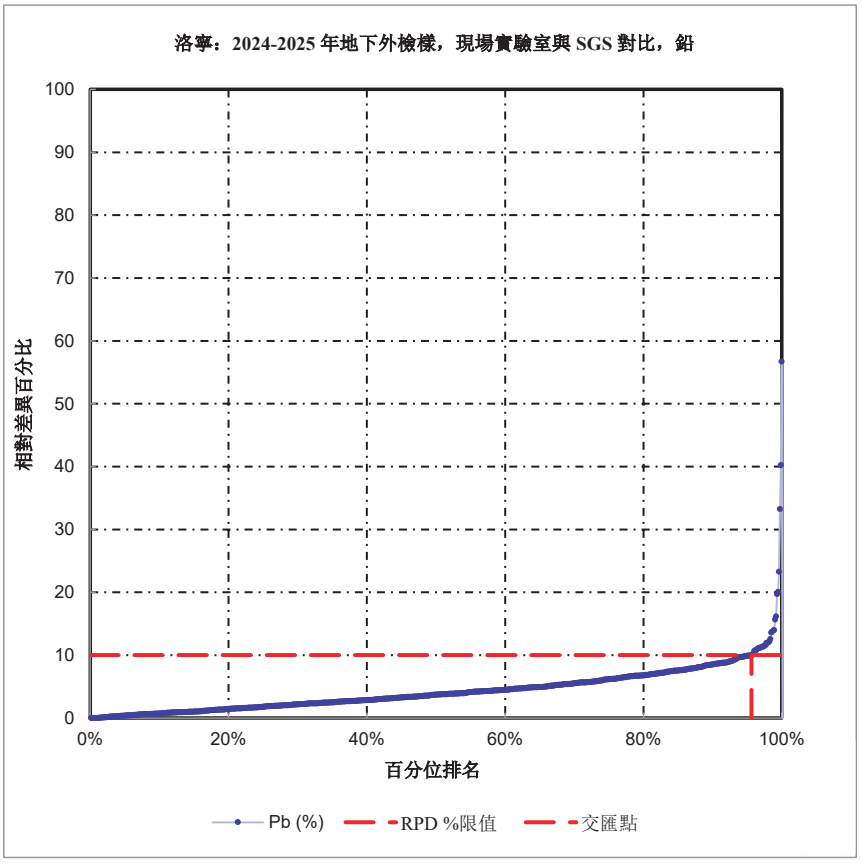


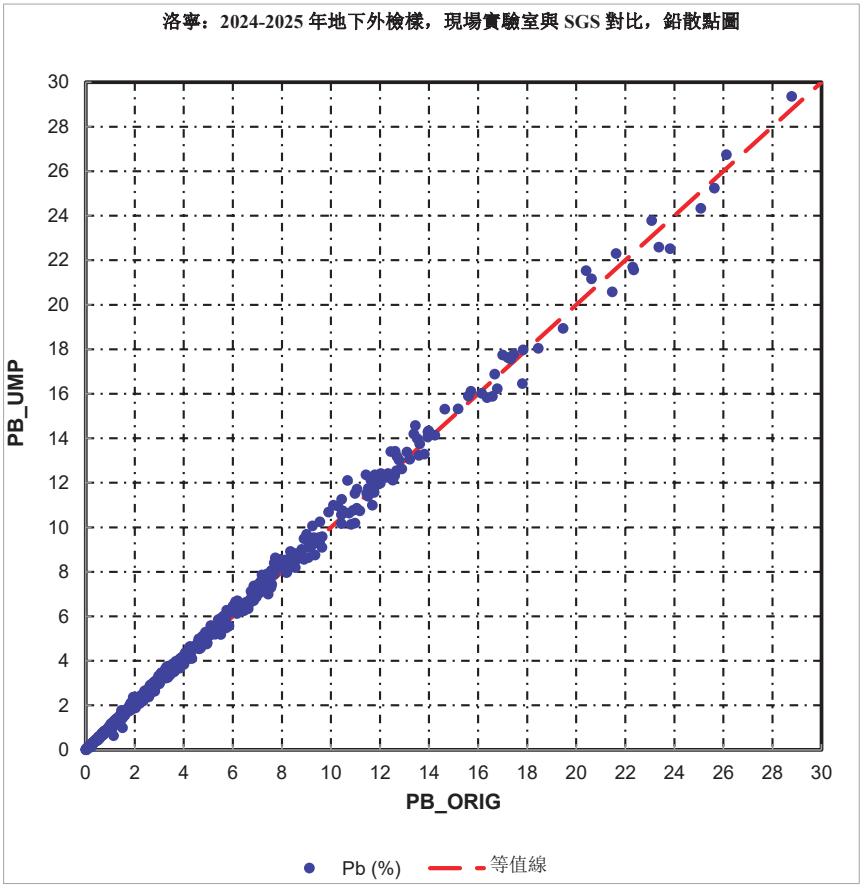


注：檢出下限：現場實驗室 =5 克/噸銀，SGS=1 克/噸銀（共 758 組重複樣對，其中 26 組大於 15 倍檢出下限）。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.18 洛寧礦區現場實驗室鉛元素 RPD 圖及散點圖（地下樣品，現場實驗室與 SGS 外檢實驗室對比）

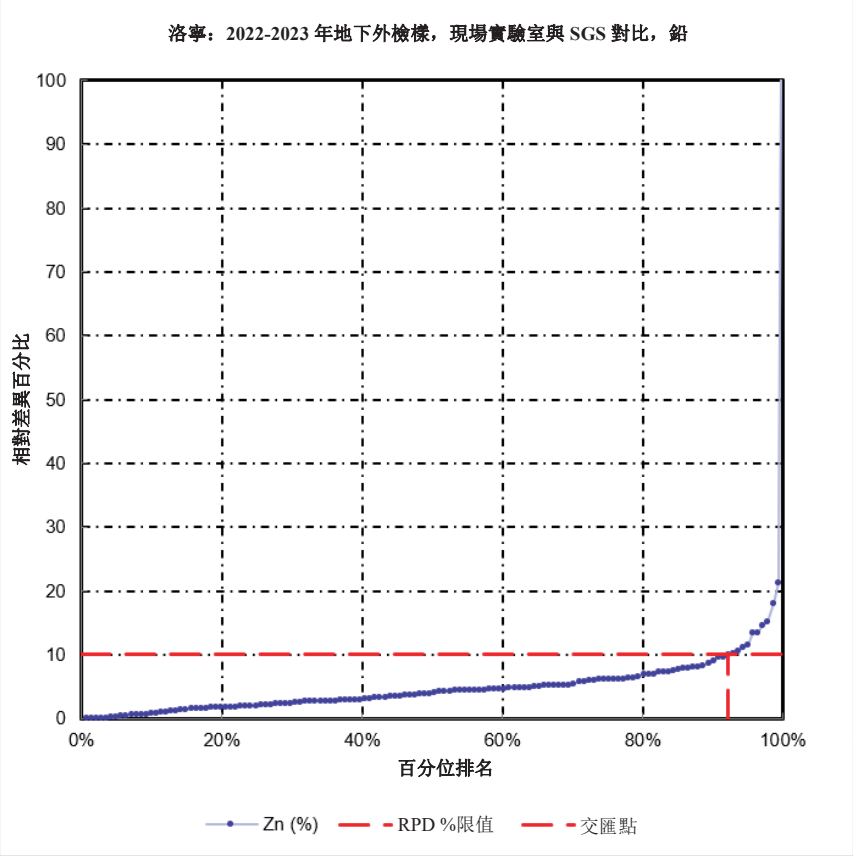


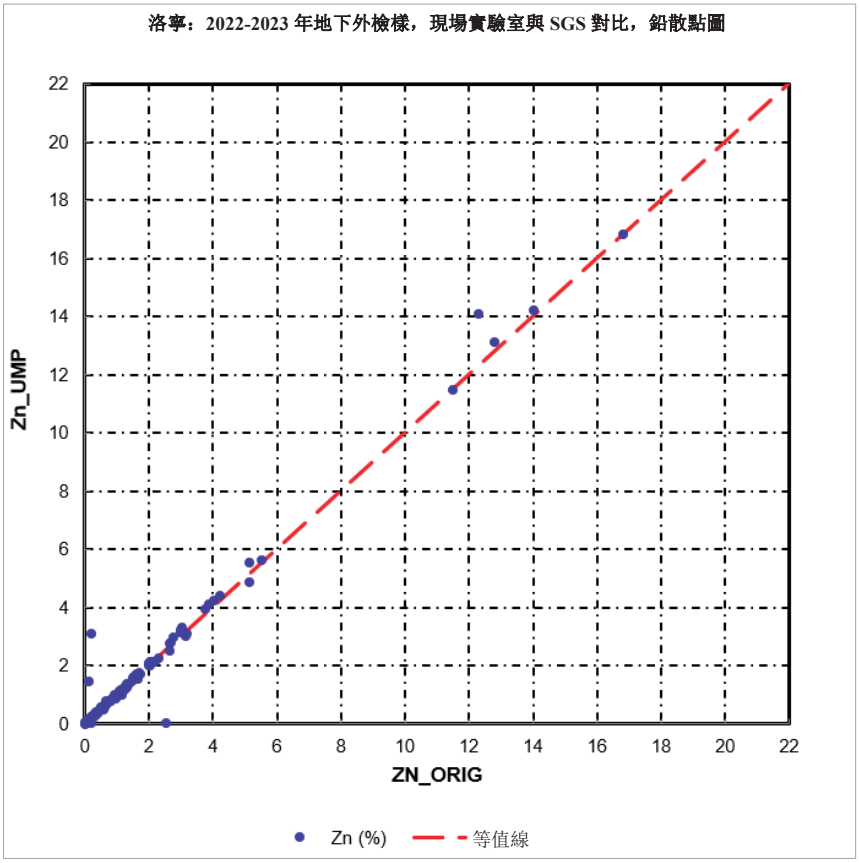


注：檢出下限：現場實驗室 ＝0.02%鉛，SGS＝0.0002%鉛（共 758 組重複樣對，其中 595 組大於 15 倍檢出下限）。

來源：AMC 編制，2026 年。

圖 11.19 鋅的 RPD 圖和散點圖（地下樣品、現場實驗室、SGS 外檢實驗室）





注：檢測下限：現場實驗室 =0.02%鋅，SGS=0.0001%鋅（共 758 組重複樣對，其中 464 組大於 15 倍檢出下限）。

來源：AMC 編制，2026 年。

表 11.16 洛寧外檢樣結果

	主檢實驗室	外檢實驗室	元素	樣本對數量	原樣平均值[1]	外檢樣平均值[1]	差異平均值[1,2]	n >15 x LLD[3]	RPD 在 10% 以內的樣品占比%
DH	黑龍江地質學院	SGS, HNGEOBRG1, HNGEOINS, HNNFBRG1	Ag (g/t)	52	244	260	6.2%	31	85
			Pb (%)		2.22	2.60	1.8%	40	95
			Zn (%)		0.51	0.52	2.1%	22	91
	河南省黃金檢測中心	SGS, HNGEOBRG1	Ag (g/t)	23	461	457	-0.9%	15	86
			Pb (%)		1.95	1.92	-1.4%	20	95
			Zn (%)		0.24	0.23	-2.5%	10	70
	河南地質一大隊	SGS, HNGEOINS, HNNFBRG1	Ag (g/t)	43	289	289	0.0%	22	75
			Pb (%)		3.29	3.22	-2.0%	38	82
			Zn (%)		0.58	0.60	4.1%	23	78
	河南省地質研究院	SGS, HNGEOBRG1, HNNFBRG1	Ag (g/t)	41	341	313	-8.3%	22	74
			Pb (%)		2.19	2.27	3.7%	39	92
			Zn (%)		0.40	0.39	-2.8%	25	87
	河南有色一大隊	SGS, HNGEOBRG1, HNGEOINS	Ag (g/t)	123	339	342	0.9%	79	85
			Pb (%)		2.30	2.35	2.2%	103	92
			Zn (%)		0.46	0.46	-1.0%	49	77
	SGS 天津	HNGEOBRG1, HNGEOINS, HNNFBRG1	Ag (g/t)	119	334	315	-5.6%	69	87
			Pb (%)		1.97	1.96	-0.7%	109	93
			Zn (%)		0.59	0.58	-1.0	70	97
UG	現場實驗室	河南有色地質一大隊	Ag (g/t)	81	364	345	-5.2%	76	78
			Pb (%)		2.98	2.93	-1.9%	81	93
			Zn (%)		1.06	1.10	1.8%	67	94
	現場實驗室	SGS	Ag (g/t)	758	436	439	0.7%	646	83
			Pb (%)		4.15	4.23	1.8%	595	97

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

			Zn (%)		1.21	1.24	2.2%	464	93

注：

1 基於所有樣品對。

2 計算公式為：(外檢樣結果 - 原樣結果) / 原樣結果

3 樣品對數量>15 倍檢出下限。

來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

基於對 2024 年 1 月至 2025 年 10 月期間洛寧礦區完成的外檢取樣項目的審查，合資格人士提出以下觀察意見：

- 希爾威的外檢取樣項目占所有鑽孔樣品的 0.4%，占送檢地下樣品的 1.1%，這一比例低於最佳標準，不足以充分保證分析準確性或將偏差風險降至最低。
- 外檢樣項目未包含認證標準物質、空白樣或重複樣，以監控外檢實驗室的檢測表現。
- 實驗室的樣品製備、消解以及分析方法上的差異，必然會導致主檢實驗室與外檢實驗室之間存在細微差別。
- 鑽孔樣品：
  - 由於用於鑽孔取樣的主檢實驗室數量眾多，且外檢樣品數量較少，導致可用於有效分析的外檢重複樣對相對匱乏。
  - 針對鑽孔樣品完成的校驗分析結果顯示不存在任何持續性偏差，原樣的平均值通常都在校驗樣品平均值的 5%以內。來自河南地質院的一個特高值（其外檢樣來自河南有色一大隊）出現了一個極高品位的化驗結果：原始結果為 5,614 克/噸銀，複測結果為 4,640 克/噸銀。這一數據導致統計數據發生偏斜，產生了-8.3%的差異。
  - 大多數用於鑽孔分析的實驗室，其超過 80%的校驗樣對的 RPD 都在 10%以內。部分實驗室中 RPD 在 10%以內的鋅樣品比例較低，這表明不同實驗室之間在鋅分析方法上的差異更為顯著。
  - 校驗樣品數據表明，分析誤差並不是導致重複樣出現差異的主要因素。這印證了自然變異性是主要難題的觀點，而增大樣品量則有助於提升樣品的代表性以及礦產資源量估算的質量。
- 坑探樣：
  - 為核查洛寧現場主檢實驗室的檢測準確性，已啟用了兩家校驗實驗室。
  - 在 10%的 RPD 範圍內，校驗樣品對的合格率分別為：銀約 78-83%，鉛約 93-97%，鋅約 93-94%。與上個報告週期相比，這一結果有顯著提升。
- 希爾威的校驗抽樣程序在樣本編號以及現場實驗室和外檢員實驗室之間得出的結果方面都有所改進。結果表明，主檢實驗室的檢測表現是可以接受的。

外檢樣品建議

合資格人士建議針對外檢樣對質量保證/質量控制流程進行以下改進：

- 選定一家第三方實驗室作為外檢實驗室。
- 定期向外檢實驗室提交隨機抽取的粉末樣，並附帶認證標準物質、空白樣和重複樣。此舉旨在評估外檢實驗室對該批次樣品的檢測表現。
- 將外檢樣品的送檢比例提高至所有採集樣品的4% - 5%。

11.2 寬平項目

11.2.1 簡介

寬平項目今年被併入了洛寧礦區。本節闡述了截至 2025 年 10 月，寬平項目所採用的取樣方法、分析技術、安保措施以及化驗質量保證/質量控制流程。希爾威於 2021 年收購寬平項目，而在此之前，質量保證/質量控制流程並未得到一貫的執行。下文所評估的數據，代表了該項目目前已知的所有質量保證/質量控制數據。

11.2.2 採樣

11.2.2.1 簡介

2006 年至 2008 年，河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊在巷道和平巷內進行了槽探及刻槽取樣工作。雖然提及了質量保證/質量控制，但未記錄具體數據。從 2008 年到 2011 年，進行了 11,390.52 米的地面鑽探，但已知沒有任何質量保證/質量控制措施。2022 年，希爾威共完成 32 個金剛石鑽孔，總進尺 8,389.31 米，採集了 1,913 個樣品，其中包括 27 個認證標準物質、27 個重複樣和 82 個外檢樣。

11.2.2.2 鑽孔取樣

寬平項目沒有任何關於取樣方法的記錄。希爾威公司的鑽探岩心取樣概況，將在第 10.2.6 節中進行討論。2022 年開展的鑽探工作遵循了洛寧項目的規程，具體包括：

- 對岩心進行編錄，並圈定具有礦化或蝕變特徵的岩心區段。
- 分配樣品編號，並按每20至30個樣品插入一組質控樣品（空白樣、重複樣和認證標準物質）的比例，考慮插入一組質控樣品。
- 對岩心進行對半切割，裝入帶有樣品標籤的棉布袋中，並在袋子上寫明樣品編號。
- 將樣品送往洛寧營地的樣品製備設施（由SGS運營）進行破碎和粉碎。
- 從洛寧製備設施領取樣品粉末，並插入空白樣和認證標準物質樣。
- 通過快遞將粉末樣品寄往天津的SGS實驗室。

11.2.2.3 樣品運輸與安保

未保存關於樣品運輸和安保的記錄。

11.2.3 樣品製備與分析

未保存關於樣品製備和分析記錄。

11.2.3.1 實驗室規程

2022 年之前的取樣工作，未保存實驗室規程記錄。2022 年鑽探工作使用的實驗室是天津 SGS 實驗室，該實驗室採用了四酸消解法，金元素採用火試金法分析，多元素採用電感耦合等離子體發射光譜法分析。

11.2.4 質量保證/質量控制

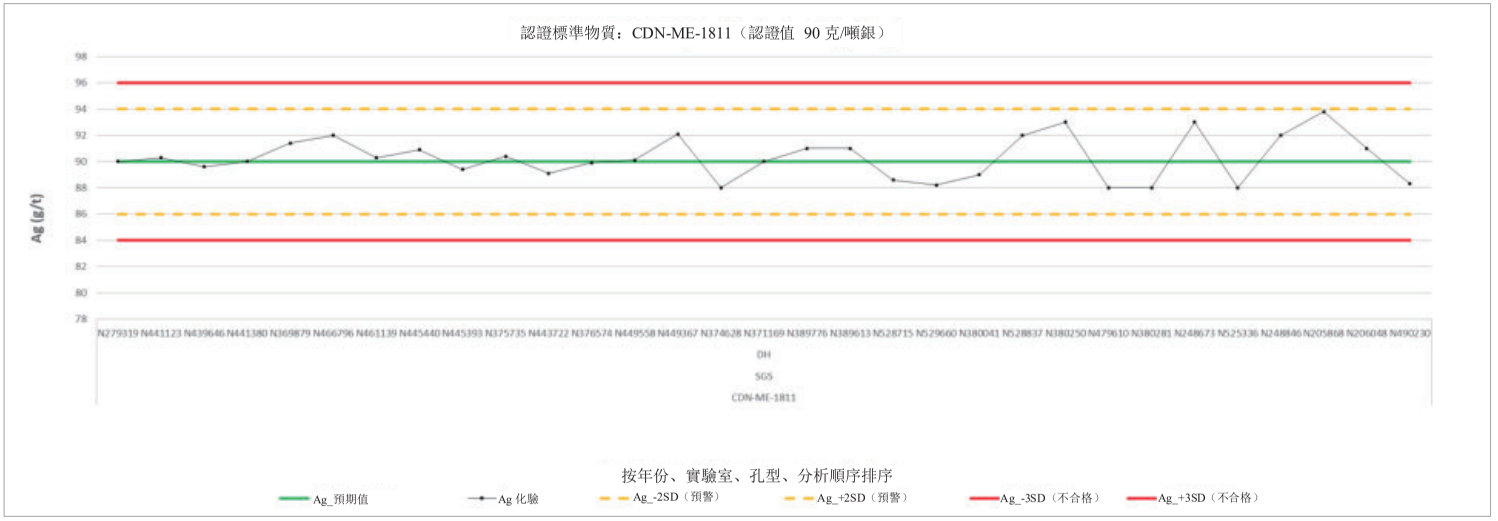
11.2.4.1 概述

寬平項目的質量保證/質量控制數據有限。提供了 2022 年鑽探計劃記錄的數據。

11.2.4.2 認證標準物質

2022 年完成的鑽探工作中，共記錄了 27 個認證標準物質。兩個認證標準物質的銀元素分析結果分別展示在圖 11.20 和圖 11.21 中。這些結果顯示，所有元素的測定值均在可接受的誤差範圍內。

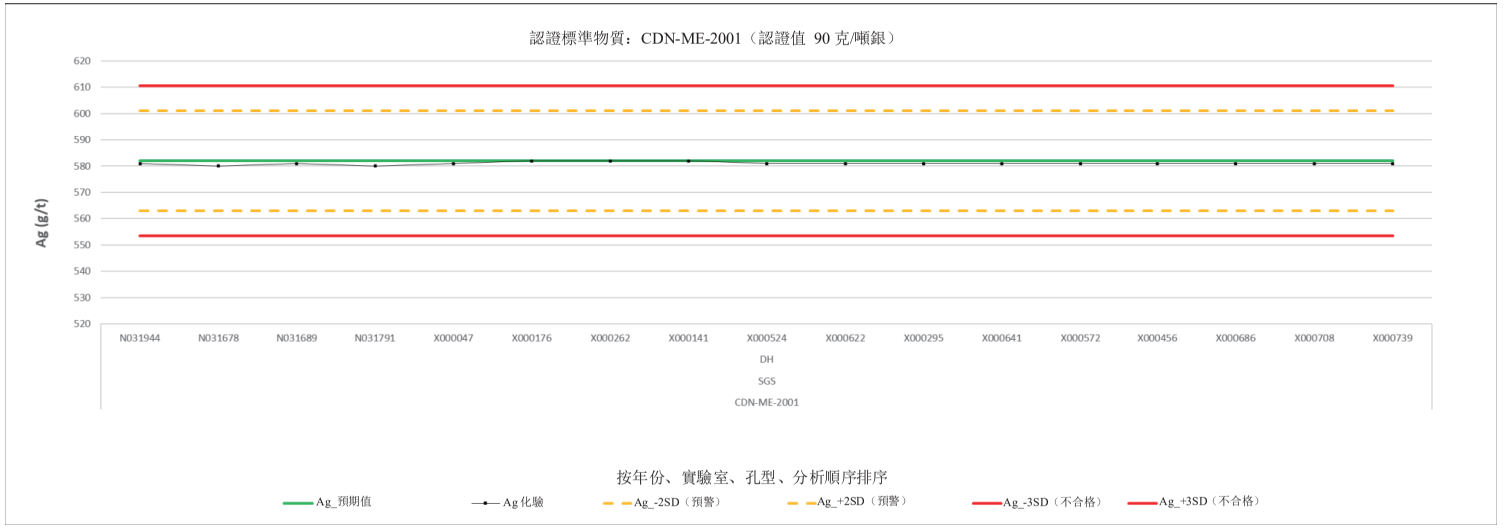
圖 11.20 CDN-ME-1811（銀）匯總控制圖



來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 11.21 CDN-ME-2001（銀）匯總控制圖



來源：AMC 編制，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。
附錄三-A 洛寧礦區合資格人士報告

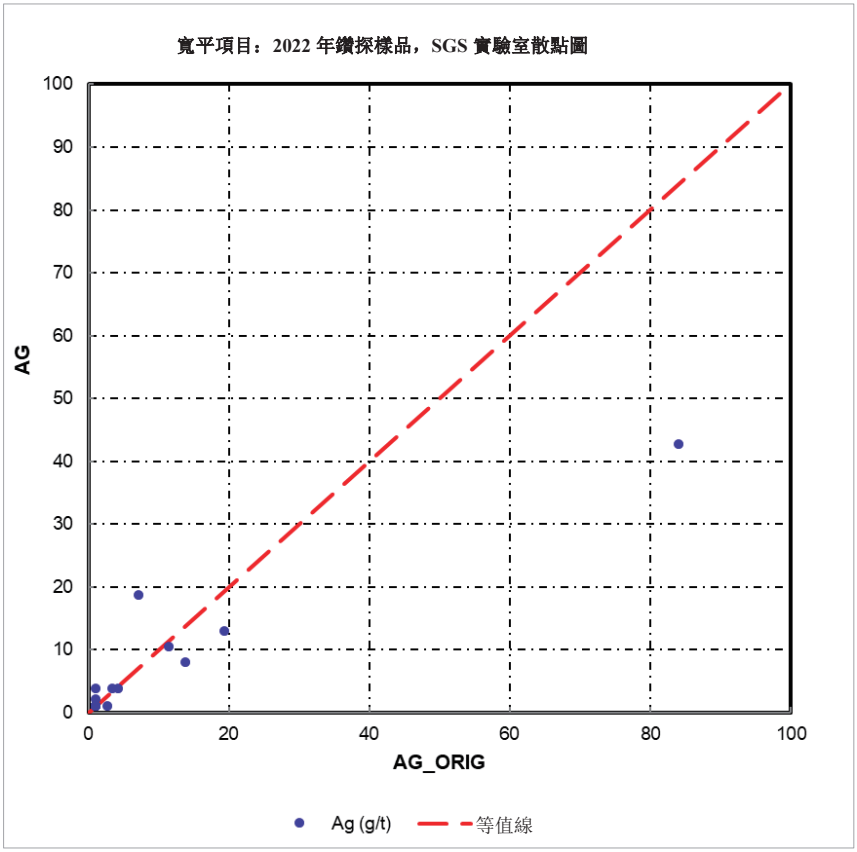
11.2.4.3 空白樣

2022 年鑽探項目中，共納入了 27 個粗粒空白樣。結果顯示，銀的含量均低於檢出限，鉛的平均含量為 0.006%，鋅的平均含量為 0.014%。

11.2.4.4 重複樣

在 2022 年的鑽探項目中，共記錄了 27 個四分之一剖分岩心重複樣。僅有一個樣品的檢測結果超過檢出限的 15 倍（這是一個任意設定的閾值，低於該水平時，檢出限對百分比差異的影響過大）。現有數據不足以評估重複樣的精度。可用數據的散點圖見圖 11.22

圖 11.22 寬平項目 2022 年鑽井重複樣散點圖

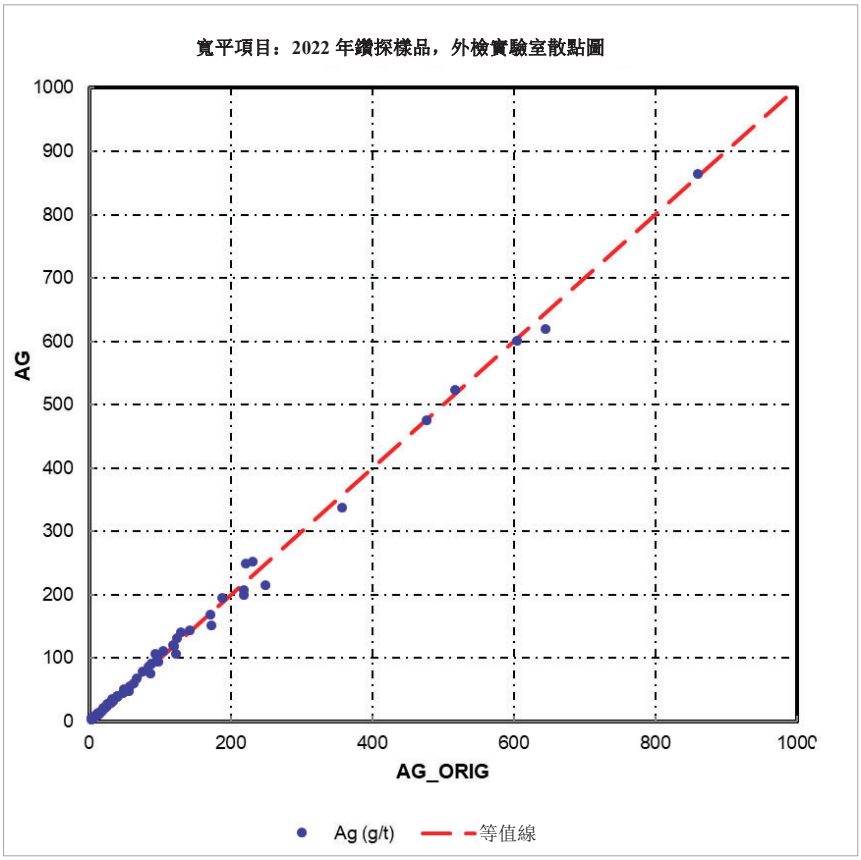


來源：AMC 編制，2026 年。

11.2.4.5 外檢（校驗）樣

2022 年鑽探項目中，共記錄了 82 個粉末重複樣。總共有 47 對樣品的測定值高於檢出限。數據不足，無法評估外檢樣的精度。可用數據的散點圖見圖 11.22

圖 11.23 寬平項目 2022 年鑽探外檢散點圖



來源：AMC 編制，2026 年。

11.3 一般性建議

11.3.1 洛寧項目

除了關於實驗室規程（第 11.1.3.1 節）、認證標準物質（第 11.1.4.2 節）、空白樣（第 11.1.4.3 節）、重複樣（第 11.1.4.4 節）和外檢樣（第 11.1.4.5 節）的建議外，合資格人士還提出以下一般性建議：

- 應盡可能將樣品製備和分析的實驗室規程標準化。
- 所有 QA/QC 樣品類型的插入率都應提高，以符合普遍公認的行業標準。每一批送交實驗室的樣品中，都應包含 QA/QC 樣品。
- 應在樣品批次中隨機插入 QA/QC 樣品，而不是像目前這樣，總是連續插入認證標準物質、空白樣和重複樣。這將使實驗室更難預先確定 QA/QC 樣品的類型。
- 調查是否可以獲得實驗室內部的 QA/QC 數據，以及除了希爾威的數據之外，是否可以審查這些數據。
- 應填充並利用已規劃的、具備 QA/QC 功能的商業鑽孔數據庫。
- 應維護並報告一份「不合格記錄表」，記錄針對任何不合格批次所完成的補救措施。

- 實施一套系統，保留不合格批次的原始化驗數據於樣品數據庫中，以供審計查閱。
- 除了目前在各礦山分別審查 QA/QC 樣品的做法外，應考慮實施對所有礦山的 QA/QC 樣品進行集中審查。鑒於所有礦山都共用相同的實驗室，這將為監測實驗室的檢測表現及其變化趨勢提供額外的數據支撐。
- 對所有樣品（包括質控樣品）的批號編碼進行標準化，以便能夠按批次對數據進行審核。

11.3.2 寬平項目

合資格人士認為寬平項目記錄的 QA/QC 數據不足以達到預期的標準。

合資格人士建議將所有鑽探和採樣工作升級，至少達到洛寧項目所採用的質控規程標準。所有關於 QA/QC 樣品送檢及處理的記錄都應予以保存。

11.4 結論

在洛寧項目中，希爾威已經實施了行業標準實踐，涵蓋了樣品採集、製備、分析流程以及樣品安保。已通過在各批次樣品中加入認證標準物質、粗粒空白樣和現場重複樣，實施了基礎 QA/QC 流程，以監控採樣、製備和分析過程中的準確度、精密度及樣品污染情況。已由幾家獨立實驗室完成了有限的外檢（校驗）化驗。

合資格人士認為，最令人擔憂的是，一些化驗實驗室得出的認證標準物質結果，其精度和準確度之高，令人意外。這一點在第 11.1.4.2 節中有所體現，指出了特定實驗室在元素報告上存在數據過度精確的情況。數據顯示，某家實驗室在報告期間出具的特定認證標準物質結果，先是集中聚集在某個分析品位上，隨後的結果則更接近認證標準物質的預期值。可能的情況是，儀器漂移問題得到了解決，或者是消解方法及設備發生了變更。平均品位的變化在多種元素中都很明顯。

校驗樣品數據表明，分析誤差並不是導致重複樣出現差異的主要因素。這印證了「自然非均質性是主要挑戰」這一觀點。合資格人士建議，增大樣本量將能提高樣品的代表性，進而提升礦產資源量估算的質量。

合資格人士認為，認證標準物質的納入和報告是質量保證/質量控制的關鍵環節；然而，如果認證標準物質的結果存在問題，那麼外檢樣對於判定主檢實驗室是否存在問題就顯得更為關鍵。合資格人士已經審查了外檢結果，雖然送檢校驗的樣品數量低於理想水平，但沒有證據表明實驗室之間存在偏差。總體而言，合資格人士認為，現有的化驗數據具有足夠的可信度，可以被納入礦產資源量估算中。

希爾威在洛寧項目上目前採用的規程，並未涵蓋全面 QA/QC 計劃的所有方面，樣品插入率未達到最佳標準，且缺乏嚴格的實時結果監控。儘管存在這些問題，但經合資格人士審查，洛寧項目的樣品數據庫中並未發現重大的準確度、精度或系統性污染誤差。合資格人士認為洛寧項目樣品數據庫可用於礦產資源量估算。

在寬平項目中，由於缺乏 QA/QC 記錄，導致無法對化驗的準確度和精度進行評判。AMC 總結認為，資源量分類應當體現出因缺乏可辯護的 QA/QC 化驗數據所帶來的風險。

12 數據核驗

12.1 實地考察

於 2024 年，AMC 的獨立合資格人士 HA Smith 先生、S Robinson 先生和 RJ Chesher 先生，以及 Hillerton 咨詢有限公司的獨立合資格人士 D Claffey 先生，於 2 月 26 日至 29 日對洛寧礦區進行了實地考察。獨立 AMC 合資格人士 HA Smith 先生、RJ Chesher 先生及 JE Glanvill 先生，於 5 月 12 日至 13 日期間實地考察洛寧礦區。Smith 先生總共對該礦區已經進行了五次實地考察。

12.1.1 2024 年實地考察

以下項目構成了 2024 年實地考察期間現場數據驗證工作的一部分：

- 與現場工作人員就以下事項進行了討論：
  - 樣品採集。
  - 樣品製備。
  - 樣品儲存。
  - QA / QC。
  - 數據驗證程序。
  - 地下填圖程序。
  - 勘測程序。
  - 地質解釋
  - 勘探策略。
  - 地下作業和採礦方法。
  - 尾礦庫（TSFs）的設計、施工與運營，包括第三座尾礦庫的規劃。
  - 選礦廠的運營情況及 2 號選礦廠的擴建計劃。
- 希爾威關於洛寧礦區運營、2號選礦廠擴建、未來規劃及相關舉措的演示匯報。
- 對 1 號選礦廠和 2 號選礦廠進行了視察，並觀摩了礦石分選設備的配置及運行情況。
- 對現有的尾礦庫以及第三座尾礦庫的選址進行了視察。
- 對現場實驗室和SGS樣品製備實驗室進行了考察。
- 對沙溝水處理廠進行了考察。
- 對礦井變電站進行了考察。
- 視察了沙溝礦山：
  - 岩心庫：
    - 對岩石樣品以及部分金剛石岩心進行了查驗，這些樣品展示了具有代表性的銀-鉛-鋅重要礦脈層段（見表 12.1）。
    - 對岩心儲存和選礦設施進行了檢驗。
  - CM105-S2 SJ-S2 W-100-12A 回採工作面。
  - 避險硐室
  - 脫水站。
  - 監控室及應急廣播、通訊系統。

- XPD 礦區的鏟運機。
- XPD-S7-2-320-2WCM 刻槽取樣。
- 廢石溜井。
- 路邊鑽機。
- 地表應急救援倉庫 / 醫務室。
- CM108 硐口。

- 蒿坪溝礦山視察：
  - PD 600-XPD-B8 中深孔採礦
  - PD 5-XPD 主運輸斜坡道。
  - 視察位於 XPD-260-18A 的地下金剛石岩心鑽機 配置（及對應的 ZK22S14003 號鑽孔）。
- 對宏發建材廠進行了考察。
- 鐵爐坪礦山視察：
  - PD820 硐口。
  - PD 820 XPD-T22 E-A26 留礦采場。
  - PD730 硐口。
  - 位於 PD730 處的 T21 礦脈緩傾斜部分（銀-鉛-鋅）和 T21E 礦脈陡傾斜部分（銀-鉛-鋅-金）。
- 龍門西溝礦山考察：
  - 岩心庫：對部分精選鑽孔岩心段進行了查驗，發現了典型的銀鉛鋅礦脈以及近期發現的緩傾斜富金礦脈。（見表 12.1）。
  - 膏體充填站。
  - LM50 和 LM26 礦區的緩傾斜含金礦脈房柱法採礦作業。
  - 930 XPD-850：高品位銀鉛礦脈 W18W。

12.1.1 2026 年實地考察

以下項目構成了 2026 年實地考察期間現場數據驗證工作的一部分：

- 與現場工作人員就以下事項進行了討論：
  - 希爾威對洛寧礦區的最新計劃。
  - 2 號選礦廠的擴建及 3 號選礦廠建設的準備情況。
  - 2 號選礦廠 XRT 分選的狀況、性能數據收集，以及 3 號選礦廠增加 XRT 分選的計劃。
  - 地下作業及未來生產。
  - 相對於 1 號尾礦庫關閉/修復的尾礦庫狀況，以及 2 號尾礦庫的剩餘容量。
  - 最近投產的 3 號尾礦庫的狀況及主要設計方面。
- 希爾威就洛寧礦區進行的演示，包括討論自2024年以來的改進；生產挑戰及機遇；金舉措；以及環境、社會及管治活動。
- 希爾威就 3 號尾礦庫設計及建設進行的演示。
- 地下安全入職培訓及整個考察期間就各種安全方面的討論。

- 視察2號選礦廠及第三組浮選槽。
- 視察2號選礦廠的礦石分選裝置。
- 參觀新選礦廠辦公室及主要區域的實時屏幕監控。
- 視察3號選礦廠場地，為首項建設活動作準備。
- 視察3號尾礦庫，包括初期壩及枝狀排水溝、導流渠及實時屏幕監控。
- 視察SGS管理的樣品製備化驗室，以及觀察工作場所的樣品破碎、研磨及最終礦漿樣品包裝活動。
- 視察現場化驗室，審查火試金（金及銀）以及賤金屬化驗設施。觀察的其他區域包括選礦廠及CIL化驗室
- 視察數據管理流程及QAQC審查流程。
- 龍門西溝礦山考察：
  - 岩心棚：審查選定鑽探岩心間隔，顯示富金礦脈及典型銀鉛鋅礦脈。
  - 岩心儲存。
  - 罐籠下降及 LM7 金中深孔採場–進路巷道、上向眉線、起始天井、溜礦井、鏟運機。
  - LM50 房柱法採場–緩傾角金礦脈。
  - LM 12-1 銀鉛鋅削壁充填法採場–首層回採。
- 沙溝礦區實地考察：
  - 岩心棚：審查岩石樣本及選定鑽探岩心，顯示具代表性的主要銀鉛鋅礦脈部分。
  - 岩心儲存。
  - 井下參觀 S74 金礦脈及刻槽取樣區域。
  - 針對 S74、S7-2E1、S8-2 礦脈方位的金剛石鑽探作業。
  - S2 礦脈及刻槽取樣區域。

12.2 鑽探岩心驗證

合資格人士在 2024 年及 2026 年的實地考察期間，複核了包含關鍵銀-鉛-鋅礦脈及富金礦脈的鑽探岩心段。合資格人士通過目測，在留存的一半岩心樣品中，核實了礦脈內關鍵礦石礦物的存在，並將其與記錄的化驗結果進行了比對。岩心箱上清晰地標明了鑽孔編號、箱號、起始深度和終止深度。樣品在留存的一半岩心上以及樣品標籤上均標記了樣品編號，且條形碼已釘在岩心箱上。表 12.1 顯示了 Robinson 先生於 2024 年在現場複核的鑽孔清單。表 12.1 顯示 Glanvill 先生於 2026 年在現場審查的鑽孔部分清單。

表 12.1 2024 年在現場複核的鑽孔

沙溝孔號	沙溝孔號	龍門西溝孔號
ZK02AS203	ZK12S103	ZKX0818
ZK02S6008	ZK12S607	ZKX11238
ZK02S7E2005	ZK14AS2W2001	ZKX05X076
ZK06S706	ZK15S19W002	ZKX05X096
ZK06S8010	ZK16S18W002	ZKX05X098
ZK08AS2W207	ZK24AS21001	ZKX3822
ZK0S16W1005	ZK24AS7001	ZKX1613

ZK10AS6010	ZK26S21W002	ZKX03X021
ZK10S104	ZK63AS8E1001	ZKX03X026
ZK10S14006	ZK6AS2W06	ZKX1623
ZK11AS19015	ZKDB06AS1401	ZKX05X079
ZK11AS1905	ZKDB0S8E102	ZKX05X010
ZK11AS1906	ZKDB10AS1401	
ZK11S7_1002	ZKDB12S1001	
ZK12AS1W5005	ZKDB12S2002	
ZK12AS2W2001	ZKDB71S3201	

表 12.2 2024 年在現場複核的鑽孔

龍門西孔號	礦脈	龍門西孔號	礦脈	沙溝孔號	礦脈
ZKX107X013	LM54	ZKX1009	LM22	ZK02S7_1E015	S7_1E
ZKX07X141	LM54	ZKX0573	LM22	ZK02S7_1E016	S7_1E
ZKX05X079	LM50	ZKX1578	LM54	ZK10AS2W2003	S2W2
ZKX03X095	LM50	ZKX10556	LM41E	ZK82S16W023	S16W
ZKX05X010	LM50	ZKX11142	LM41E	ZK11S7_1002	S19E
ZKX05X017	LM50	ZKX3417	LM17	ZK6S8006	S8W
ZKX03X026	LM50	ZKX05X151	LM12_2	ZK01BS8002	S8
ZKX0727	LM50	ZKX3414	LM17	ZK10AS21002	S21
ZKX0528	LM50	ZKX0656	W1	ZK15S19W002	S19
ZKX0650	LM28	ZKX12813	LM25W1	ZK12S2010	-
ZKX0877	-	ZKX0623	W1		
ZKX03X021	LM26	ZKX0733	LM12E		
ZKX03X021	LM26	ZKX0593	LM7		
ZKX1423	LM28	ZKX0819	W2		
ZKX00X029	-	ZKX13615	W18W		
		ZKX0471	W1		

12.3 化驗數據驗證

12.3.1 洛寧項目

12.3.1.1 合資格人士完成的工作

2017 年技術報告第 12 節的合資格人士對截至 2016 年 6 月 30 日收集的數據進行了隨機交叉檢查，將數據庫中 10%◇15%的礦化化驗結果與原始化驗證書進行了核對。詳情請參見 2017 年技術報告（AMC，2017）。未發現任何問題。本部分的現任合資格人士 Genoa K Vartell 博士已複核了該項工作，並認可其結果。

針對 2020 年技術報告，在 Vartell 博士的監督下，AMC 的一名全職員工完成了對 2016 年 7 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日期間採集的化驗結果的數據驗證工作。該項驗證工作包括：每年從每個礦山隨機抽取約 5%的鑽探樣品和 5%的刻槽樣品，並將礦產資源量數據庫中的銀、鉛、鋅、金化驗結果與原始化驗證書上的化驗結果進行比對。詳情請參閱 2020 年技術報告（AMC，2020）。發現有一些小問題。

在 Vartell 博士的監督下，AMC 的一名全職員工對 2020 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日期間收集的檢測結果進行了數據核實(AMC,2022)。由於 2020 年和 2021 年的化驗數量龐大，因此對數據進行了子集化處理，僅保留了銀品位大於 35 克/噸、或鉛品位大於 0.1%、或鋅品位大於 0.1%、或金品位大於 0.1 克/噸的化驗結果。此次驗證工作包括從每年、各礦山及實驗室的鑽探和刻槽樣品中隨機抽取約 8%的數據，並將礦產資源量數據庫中的銀、鉛、鋅、金化驗結果與原始化驗證書上的化驗結果進行比對。發現有一些小問題。

在 Vartell 博士的監督下，Amir Ridzuan Enterprise 的 Amir Ridzuan 對 2022 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日期間收集的化驗結果進行了數據核實(AMC,2024)。由於 2022 年和 2023 年的化驗數量龐大，因此採用了自動化計算機程序來核對原始化驗證書與數據庫之間的差異。超過 70%的化驗證書由希爾威提供。針對這些證書的數據驗證工作括抽查每年的關鍵數據類型（即鑽探樣品和地下刻槽樣品），並將礦產資源量數據庫中的銀、鉛、鋅、金化驗結果與原始化驗證書上的化驗結果進行比對。

對 2022 至 2023 年化驗數據的檢查共發現了 1,067 處異常，表現為同一個樣品編號出現在多張化驗證書上，但各證書上的數值卻互不相同。此樣品列表已提供給希爾威。希爾威確認，如果某個化驗結果出乎意料，他們會將該樣品重新編入不同的批次，使用相同的樣品編號再次進行化驗，以作核查。這種情況通常發生在對刻槽樣品進行重新採集的時候。按規定應當採用新的化驗結果，但合資格人士發現實際情況並非總是如此。這些樣品編號未被納入此次核查範圍。

在 Vartell 博士的監督下，AMC 的 Luis Torres 完成了對 2024 年 1 月 1 日至 2025 年 10 月 31 日期間收集的化驗結果的數據核實工作。由於 2024 年和 2025 年的化驗數量龐大，因此採用了自動化計算機程序來核對原始化驗證書與數據庫之間的差異。針對這些證書的數據驗證工作括抽查每年的關鍵數據類型（即鑽探樣品和地下刻槽樣品），並將礦產資源量數據庫中的銀、鉛、鋅、金及銅的化驗結果與原始化驗證書上的化驗結果進行比對。

對 2024 至 2025 年化樣數據的檢查發現了舍入問題，表現為數據庫中的有效數字位數少於化驗證書，且舍入的程度並不一致。此外，還有 58 個樣品在化驗證書上存在，但在數據庫中記錄為空白單元格。這些都是日期字段為空的鑽孔樣品。

2016 年至 2025 年的鑽探及刻槽化驗驗證結果詳見表 12.2 和表 12.3。

表 12.3 2016 年 7 月至 2025 年 10 月鑽孔樣品的化驗驗證結果

年份	樣品總數	驗證樣品數量	未發現錯誤的記錄 1	發現的錯誤 2	證書錯誤 3	核查的樣品%
2016	2,994	298	297	1	0	10.0
2017	7,407	559	559	0	0	7.5
2018	5,665	262	262	0	0	4.6
2019	5,678	453	452	1	0	8.0
2020[4, 5]	6,872	650	596	54	37	9.5
2021[4, 5]	16,938	1,200	1200	0	22	7.1
2022	82,274	57,286	57,242	44	nr[6]	69.6
2023	45,661	30,001	29,948	53	nr[6]	65.7
2024[7]	42,069[7]	41,916[8]	40,190	0	nr[6]	99.6
2025[7]	43,630[7]	42,331[8]	41,483	11	nr[6]	95.1
合計	**259,188**	**174,956**	**172,229**	**164**	**59**	**67.5**

注：

1 化驗結果與證書一致（忽略細微的舍入和截斷差異）。

2 單項化驗值與證書不符。

3 數據庫中的證書參考號不正確。

4 鑒於 2020 年和 2021 年的化驗數據量巨大（分別為 65,711 個和 159,698 個），數據庫依據以下標準進行了子集篩選：僅納入銀品位 > 35 g/t、或鉛品位 > 0.1%、或鋅品位 > 0.1%、或金品位 > 0.1 g/t 的樣品進行核實。

5 QA/QC 樣品也包含在化驗核查範圍內。

6 nr=未記錄

7 樣品總數是基於希爾威數據庫中列出的樣品 ID 數量確定的。

8 驗證的樣品總數是基於銀化驗的數量確定的。

表 12.4 2016 年 7 月至 2025 年 10 月刻槽樣品的化驗驗證結果

年份	樣品總數	驗證樣品數量	未發現錯誤的記錄 [1]	發現的錯誤 [2]	證書錯誤 [3]	核查的樣品%
2016	9,190	512	465	33	14	5.6
2017	18,803	977	963	7	7	5.2
2018	18,106	1,036	951	72	13	5.7
2019	23,829	1,307	1,273	22	12	5.5
2020[4, 5]	8,798	668	663	5	119	7.6
2021[4, 5]	12,862	959	951	8	186	7.5
2022[7]	27,179	25,686[8]	25,447	239	nr[6]	94.5
2023[7]	29,663	21,775[8]	21,739	36	nr[6]	73.4
2024[8]	33,536	33,161	33,115	5	nr[6]	98.7
2025[8]	20,887	20,704	20,656	10	nr[6]	98.9
合計	**202,853**	**106,785**	**106,223**	**437**	**351**	**52.6**

注：

1 化驗結果與證書一致（忽略細微的舍入和截斷差異）。

2 單項化驗值與證書不符。

3 數據庫中的證書參考號不正確。

4 鑒於 2020 年和 2021 年的化驗數據量巨大（分別為 23,454 個和 24,000 個），數據庫依據以下標準進行了子集篩選：僅納入銀品位 > 35 g/t、或鉛品位 > 0.1%、或鋅品位 > 0.1%、或金品位 > 0.1 g/t 的樣品進行核實。

5 QA/QC 樣品也包含在化驗核查範圍內。

6 nr=未記錄。

7 樣品總數是指在沿脈巷道中採集的刻槽樣品數量。

8 驗證的樣品總數是基於銀化驗的數量確定的。

12.3.1.2 合資格人士關於化驗數據驗證的意見

合資格人士根據所進行的化驗數據驗證，提出以下意見：

- 經將原始化驗結果與2024至2025年的鑽探數據庫進行交叉核對，在核實的84,247個樣品中發現11處錯誤，錯誤率為0.01%。
- 經將原始化驗結果與2024至2025年的刻槽樣品數據庫進行交叉核對，在核實的53,865個樣品中發現15處錯誤，錯誤率為0.03%。

- 在洛寧礦區的鑽探和刻槽數據庫中，銀化驗數據（記錄單位為克/噸）存在不一致的舍入或截斷情況，均被處理為了整數值。
- 在洛寧礦區的鑽探和刻槽數據庫中，鉛和鋅化驗數據（記錄單位為百分比）存在不一致的舍入或截斷情況，均被處理為了兩位小數。
- 金（記錄單位為克/噸）在沒有化驗數據的情況下，通常被記錄為0克/噸。這將在第14節中進一步討論。
- 低於檢出下限的化驗結果在化驗數據庫中未得到一致處理。在某些情況下，低於檢出下限的結果被記錄為檢出下限值本身；而在其他情況下，則被記錄為檢出下限的一半，或是被設定為另一個背景值。
- 針對三份化驗證書中的數據，數據庫中將鉛分析結果記錄在了銀欄目下，而銀分析結果則記錄在了鉛欄目下。這些證書影響了2022年的刻槽數據，然而受影響的化驗結果不足100個。

12.3.2 寬平項目

12.3.2.1 合資格人士完成的工作

在 Vartell 博士的監督下，AMC 的 Luis Torres 完成了對希爾威 2022 年採集的化驗數據的驗證工作。其他年份的化驗證書均無法提供。採用了自動化計算機程序來檢查原始化驗證書與鑽探數據庫之間的差異。針對這些證書的數據驗證工作包括：將所有鑽孔樣品的礦產資源量數據庫中的銀、鉛、鋅、金和銅化驗結果，與原始化驗證書上的化驗結果進行了比對。未提供刻槽樣品的化驗證書。

鑽孔化驗驗證的結果詳見表 12.4。

表 12.5 寬平項目 2022 年鑽孔樣品的驗證結果

年份	樣品總數	# 驗證樣品數量	未發現錯誤的記錄 [1]	發現的錯誤 [2]	證書錯誤 [3]	核查的樣品%
2022	2,521	2,521	2,521	0	nr	100

注：

1 化驗結果與證書一致（忽略細微的舍入和截斷差異）。

2 單項化驗值與證書不符。未對銅化驗數據進行審查，因為數據庫中所有條目均為零。

3 數據庫中的證書參考號不正確。NR = 有備註記錄。

12.3.2.2 合資格人士關於化驗數據驗證的意見

合資格人士根據所進行的化驗數據驗證，提出以下意見：

- 經將原始化驗結果與鑽探數據庫進行交叉核對，在核實的2,521個樣品中未發現任何錯誤，錯誤率為0%。
- 寬平數據庫記錄的有效數字位數少於化驗證書。這導致數據庫中的銅數據出現混淆，即一些較低的化驗值（例如0.098%的銅）在數據庫中被記錄為0%。如果沒有原始證書，就不清楚這些零值究竟是代表銅化驗結果很低，還是根本沒有進行銅的分析。

12.4 其他數據的驗證

在審核洛寧項目 2023 年數據庫期間，合資格人士注意到，之前的技術報告中強調的一些問題尚未得到解決，或者僅得到了部分解決。這些問題並不直接影響礦產資源量，但會降低數據審查或審計的效率。然而，這些差異導致了希爾威與 AMC 在按時間段統計的樣品數量上出現了不一致。

以下是以往問題的匯總：

- 在2022年之前，關於鑽探日期或地下取樣及化驗日期的字段存在不一致、無效的情況，且經常被留空未填。在某些情況下，發現了差異，樣品的採集日期與化驗日期之間相隔數年。缺失日期信息會給按時段匯報工作、以及識別和糾正錯誤帶來問題。
- 在孔口文件和化驗文件中發現了樣品類型的差異（例如，一個樣品在孔口文件中被記錄為鑽孔樣品，但在化驗文件中卻被記為地下刻槽樣品）。
- 化驗證書和批次數據在樣品數據庫中的記錄方式不一致。在某些情況下，實驗室證書的編號被誤用為日期格式，進而被 Microsoft Excel 損壞。

希爾威與 AMC 在按時間段統計的樣品數量上的差異，主要是由於以下三個原因造成的：1) 對缺失日期的解讀不同；2) 部分鑽孔同時存在於多個礦山數據庫中；3) 將未取樣的井段也計入了樣品數量。

12.5 建議措施

希爾威已告知合資格人士，未來數據將存儲於 Micromine 的 Geobank™ 數據管理系統中。希爾威正計劃在今年晚些時候過渡到 Geobank™。合資格人士建議希爾威實施以下措施：

- 建議將所有礦山數據庫進行集中化和標準化管理，以減少重複數據並最大限度地減少版本控制問題。應設置規則或查找表，以確保數據在上傳前是有效的。
- 應為每個礦山建立標準的數據集邊界，並在必要時包含重疊區域。
- 應確保化驗數據的記錄不進行四捨五入，以準確反映原始化驗證書的內容。
- 應建立一套規程，以一致性地處理分析結果低於檢出下限的樣品。
- 應對刻槽樣品數據庫進行進一步的隨機化驗檢查，並酌情進行更正。
- 應建立一套規程，以確保未取樣區間在數據庫中得到一致且明確的記錄。
- 應確保當同一個樣品 ID 出現在兩份證書上時，必須有書面記錄的理由和標記，以明確哪些化驗數據被用於礦產資源量估算。
- 應解決重複的鑽孔和槽探孔ID問題，以便將整個洛寧數據庫作為一個整體進行審計。應制定程序，以確保每個礦床的鑽孔ID和樣品ID具有唯一性。
- 應將QA/QC數據存儲於數據庫內，並確保樣品數據與QA/QC數據之間的證書（批次）ID保持一致。
- 應確保化驗數據庫內的日期字段以統一的格式進行填充。應核查所有日期的有效性，並按需進行更正。缺失的日期應利用歷史記錄進行修正，或通過交叉核對鑽探日期、採樣日期和化驗日期來完成。

希爾威已告知AMC，上述每項建議都將在Geobank中得到處理，唯最後一條除外，因其屬於一項持續性工作。

12.6 結論

合資格人士認為，所指出的問題不會對礦產資源量估算產生實質性影響。合資格人士認為該化驗數據庫可接受用於礦產資源量估算。

13 選礦與冶金試驗

13.1 簡介

針對洛寧項目礦床的實驗室規模選礦與冶金試驗，已由中國境內的四家實驗室完成，具體如下：

- 長沙設計研究院（CDRI）1994 年利用鐵爐坪礦化體進行了試驗。
- 湖南有色金屬研究院（HNMRI）於 2005 年利用沙溝礦化體進行了試驗。
- 銅陵有色金屬設計院（TNMDI）2006 年利用後張溝礦化體進行了試驗。
- 長春黃金研究院（CCGRI）於 2021 年利用蒿坪溝礦化體進行了試驗。

針對寬坪項目礦化體，河南發恩德選礦試驗中心於 2023 年開展了探索性試驗。

1994 年至 2005 年實驗室選礦試驗的目標如下：

- 最大限度地提高銀在鉛精礦中的回收率。
- 制定一套包含合適運行參數的工藝流程圖，為鉛、鋅、銀回收的工業化實施提供依據。
- 確定產品質量特性，並對照相關國家標準進行評估。

冶金試驗包括礦物學評估、重選試驗、浮選試驗以及礦脈比重測定。

沙溝過去是、現在依然是洛寧礦區最主要的礦床。湖南有色金屬研究院（HNMRI）2005 年針對沙溝礦化體進行的試驗結果，被用於 1 號選礦廠（2005 年）和 2 號選礦廠（2008 年）的設計。

2021 年，CCGRI 針對蒿坪溝礦化體開展了選礦試驗。此次目的是對金礦石進行全面的選礦試驗，制定金、銀、鉛、鋅的回收方案，並為生產工藝優化提供依據。試驗結果被用於 2021 年第二選礦廠車間的技術升級改造。工廠流程中新增了尼爾森選礦機用於重選回收，極大地提高了蒿坪溝礦山的整體黃金回收率。

2021 年，中信重工也進行了額外的選礦試驗。中信重工受委託對來自沙溝、鐵爐坪、龍門東溝和龍門西溝的硫化礦石，以及來自鐵爐坪和蒿坪溝的氧化礦石進行了磨礦試驗。這項測試工作涵蓋了 JK 落錘試驗、邦德球磨功指數試驗以及邦德磨損指數試驗。

13.2 礦物學

希爾威在洛寧礦區擁有三大主要採礦業務：

- 沙溝，由位於該礦區西部的沙溝礦山和後張溝礦山組成。
- 蒿坪溝，由位於該礦區西部的蒿坪溝礦組成。
- 鐵爐坪/龍門，由位於該礦區東部的鐵爐坪、龍門東、龍門西溝和東草溝礦山組成。

洛寧礦區沙溝-後張溝及其他礦床的礦化賦存於相對狹窄的板狀礦脈中，這些礦脈沿斷裂裂隙構造呈「膨縮」狀分佈。

礦物組成通常包括方鉛礦和閃鋅礦，以及多種銀礦物——從自然銀到硫化銀及硫鹽銀（其中一些較為稀有）；而在鐵爐坪/龍門礦區的作業中，其上部礦帶還賦存有一些鹵化銀。

寬平項目的礦化體與洛寧項目相似。礦體賦存於狹窄的板狀礦脈中，沿走向和傾向均呈膨縮狀，不過其傾角較緩，接近或小於 45 度。其礦物組成與蒿坪溝礦區的相似。各礦床的具體礦物學特徵將在以下小節中詳述。

13.2.1 沙溝礦化體

2005 年，HNMRI 對從 CM102 平硐內 S14、S16E 和 S16W 礦脈採集的、用於冶金試驗的樣品進行了岩相分析。HNMRI 的研究確定了以下主要礦物的賦存情況：

- 多金屬硫化物礦物：方鉛礦、閃鋅礦，含微量黃銅礦、磁黃鐵礦、赤鐵礦、磁鐵礦和毒砂。
- 銀礦物：自然銀、B 型輝銀礦和硫銻鹽：硫銀礦和硫銻銀礦。

表 13.1 總結了作為浮選試驗給料的混合礦芯的礦物學組成。

表 13.1 沙溝礦化的礦物組成

硫化物礦物	%	脈石礦物	%
黃鐵礦、磁黃鐵礦	2.5	石英	40.0
方鉛礦	6.8	綠泥石和絹雲母	22.5
閃鋅礦	7.8	高嶺土和粘土礦物	15.0
毒砂	0.1	角晶石和斜晶石	4.0
黃銅礦等	0.2	氧化鐵，其他	1.1

礦物學研究結果表明：

- 方鉛礦呈細粒至粗粒結構（0.05 至 0.5 毫米），通常以交代黃鐵礦的形式產出。方鉛礦沿石英或其他脈石礦物的裂隙分佈，並且通常與閃鋅礦、黃鐵礦相互嵌布。
- 閃鋅礦通常呈粗粒結構，粒徑範圍為 0.2 至 2.0 毫米。它是由交代黃鐵礦形成的，並被包裹在殘留黃鐵礦的骨架結構中。

表 13.2 總結了銀礦物的分佈情況。銀以兩種形式出現：

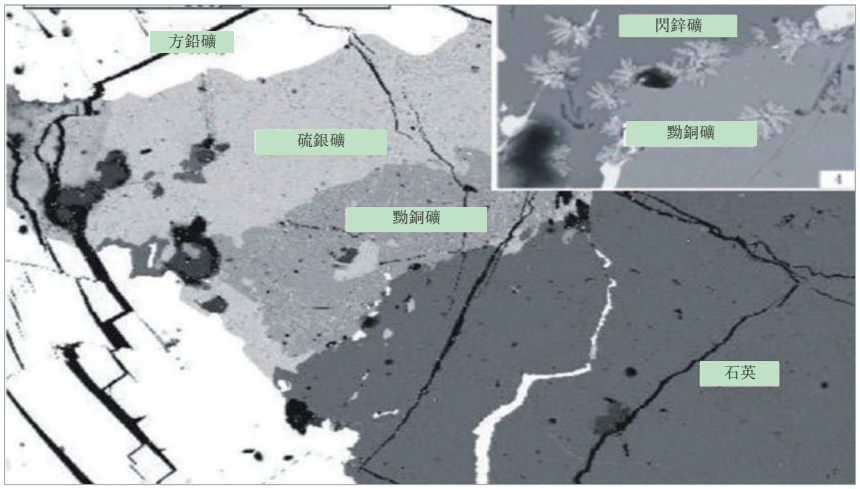
- 作為銀礦物，包括自然銀、銀金礦、黝銅礦、雜銀礦、銀銀礦和輝銀礦。
- 以電化學交代的形式存在於方鉛礦、黃鐵礦及其他硫化物中。天然硫化物的粒徑通常為 0.01 至 0.07 毫米。
- 只有 4.6%的銀與脈石礦物共生。

表 13.2 銀的相態分佈（沙溝礦化）

產狀	g/t	%	備註
自然銀	89.45	23.32	游離銀
硫化銀	136.32	35.54	在黝銅礦、多基性岩、硫銀礦和輝銀礦中
硫化物中的銀	140.04	36.51	在方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦和黃銅礦中
包裹在脈石礦物中	17.76	4.63	在石英等礦物中。
共計		**100**	

銀礦物和含銀礦物的分佈示例見圖 13.1。

圖 13.1 銀礦物和含銀礦物的分佈



來源：希爾威

13.2.2 鐵爐坪礦化體

鐵爐坪礦物學評估由中國勘探公司第六大隊進行，主要礦物賦存情況如下：

- 金屬硫化物礦物：方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦、黃銅礦。
- 銀礦：自然銀、輝銀礦-硒銀礦、自由銀礦、多城銀礦、銀銀礦-溴氯銀礦和銀銀礦（一種稀有的銀錫硫化物）。
- 脈石礦物：碳酸鹽、石英、絹雲母、雲母、角閃石、菱鎂礦等。

組合樣品中礦物的組成列於表 13.3。

表 13.3 鐵爐坪-龍門礦化的礦物組成

硫化物和鐵礦物	%	脈石礦物	%
方鉛礦	2.1	碳酸	42.5
白鉛礦	0.5	石英	30.0
鉛礬	0.2	黑雲母	4.5
閃鋅礦	0.2	綠泥石	4.5
黃銅礦	0.1	絹雲母	2.5
銅藍	0.1	角閃石	2.0
黃鐵礦	0.1	硬錳礦	1.5
赤褐鐵礦	6.0	長石	1.4
		粘土	2.1

銀的詳細相分佈見表 13.4。儘管只有 12.7%的銀與氧化物和脈石礦物伴生，但有 30.9%的銀以鹵化物的形式存在；因此，只有 56.4%的銀以自然銀或與硫化物礦物伴生的形式存在，這一比例遠低於沙溝的檢測結果。

據指出，這可能會導致鐵爐坪礦化體的回收率較低，儘管鹵化物的出現與地表氧化有關，並且預計隨著深度增加會有所減少。

表 13.4 銀的相態分佈（鐵爐坪-龍門礦化）

產狀	g/t	%	備註
自然銀	18.7	13.61	游離銀
硫化銀	42.9	31.22	在淡紅銀礦、輝銀礦-螺狀硫銀礦以及深紅銀礦中
硫化物中的銀	15.9	11.57	在方鉛礦中
被鐵和錳氧化物吸收	15.5	11.28	不適用
包裹在脈石礦物中	2.0	1.46	不適用
鹵化物中銀	42.4	30.86	在溴氯銀礦中
共計		**100.00**	

13.2.3 蒿坪溝礦化

蒿坪溝礦化的礦物學分析表明：

- 常見的硫化物礦物有方鉛礦、閃鋅礦和黝銅礦，還有少量的黃銅礦、硫銀礦和其他硫鹽。
- 可能會有少量的螺狀硫銀礦和自然銀產出，但礦脈中的大部分銀是以包裹體的形式存在於方鉛礦或黝銅礦中（含銀黝銅礦也被稱為淡紅銀礦）。
- 銅和金的含量可能會隨深度增加而升高。
- 常見的脈石礦物是石英、黃鐵礦和碳酸鹽，通常是菱鐵礦或鐵白雲石，遠端則見方解石。

13.2.4 寬平礦化體

寬平的礦物學研究表明，主要金屬礦物為閃鋅礦、方鉛礦、黃鐵礦、菱鐵礦和褐錳礦，並含有少量的毒砂。主要脈石礦物包括石英、鈉長石、白雲母、鐵白雲石、長石、正長石和高嶺石。

13.3 冶金樣品

下文將對送去進行冶金試驗的樣品進行描述。

13.3.1 沙溝樣品

所用樣品為沙溝礦山 CM102 平硐中 S14、S16E 和 S16W 礦脈的岩芯樣品的混合物。這些岩心樣品的成分列於表 13.5 中。

表 13.5 用於礦石配礦試驗的岩心樣品

樣品	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
1 號	436.45	0.72	0.87
3 號	659.75	2.66	13.34
5 號	314.65	9.67	4.20

為了更好地了解沙溝礦化的冶金特性，HNMRI 按照 No.1、No.3 和 No.5 為 2.50:2.00:5.55 的比例混合了岩心樣品。假設該混合物將代表從沙溝開採的礦石，並將代表預期的選礦品位。該組合樣品的原礦品位結果列於表 13.6 中。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 13.6 沙溝組合樣品的原礦品位

Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	S (%)	As (%)	總鐵（%）
5.88	5.23	0.063	4.02	0.001	2.83
Au (g/t)	**Ag (g/t)**	**CaO (%)**	**MgO (%)**	**SiO_2 (%)**	**Al_2O_3 (%)**
0.17	385.7	0.740	0.64	30.71	5.40

13.3.2 鐵爐坪樣品

CDRI 曾於 1994 年就鐵爐坪項目的銀鉛物料開展過一些冶金研究工作。為了進行冶金測試，從幾條穿脈巷道和拉底平巷中採集了兩個代表性大樣（表 13.7），其組成為：高品位礦化體 110kg、圍岩 111kg、中品位礦化體 304.5kg，總重 525.5kg。樣品主要由過渡帶礦化體組成，但也包含少量的氧化物和硫化物物料。1 號樣品比 2 號樣品含有更多的碳酸鹽岩，而 2 號樣品的矽酸鹽含量較高。

表 13.7 用於冶金試驗的鐵爐坪礦化樣品

樣品數量	銀品位（g/t）	鉛品位（%）
樣品 1	187.1	2.37
樣品 2	204.9	2.66

13.3.3 蒿坪溝樣品

試驗使用了取自蒿坪溝礦山的刻槽樣品組合樣，這些樣品分別采自 H5、H15 和 H17 號礦脈，對應的採樣地點分別為 PD3-H5-380-9、D2◇H15◇570◇12 和 PD3-H17-150-20 采場。這些樣品均是高品位硫化礦石。該 360kg 組合樣品（每條礦脈各取 120kg）的組成成分列於表 13.8 中。

表 13.8 蒿坪溝組合樣品的原礦品位

元素	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
品位	3.1	270.0	5.42	2.01

13.3.4 寬平樣品

2022 年 9 月，收到了來自寬平項目的 14 個樣品用於測試，總重量為 6kg。這些樣品源自寬平岩心樣品的粗粒棄樣。這些樣品在洛寧（河南發恩德）礦物測試中心被進一步破碎至 -3mm 粒度，隨後用於進行 2023 年的冶金試驗（見 13.4.5 節）。

13.4 冶金試驗

在礦山開採及希爾威選礦廠建設之前，HNMRI 及其他實驗室曾開展過冶金試驗，旨在查明不同類型礦化體的回收率（Broili et al., 2006； Xu et al., 2006； Broili & Klohn, 2007；Broili et al., 2008)。如 13.1 節所述，蒿坪溝礦化體已於 2021 年進行了測試：

- 鐵爐坪礦化體曾於 1994 年由 CDRI 進行過測試。
- 沙溝礦化體曾於 2005 年 5 月由 HNMRI 進行過測試。
- 後張溝礦化體曾於 2006 年由 TNMDI 進行過測試。
- 蒿坪溝礦化體曾於 2021 年由 CCGRI 進行過測試。

部分初步的按粒級分析工作總結於表 13.9 中，該表展示了 70% -75μm 球磨機排礦流中，鉛、鋅、銀的品位及其在各粒級中的分佈情況。結果表明，在 70%-75μm 的磨礦目標細度下，鉛、鋅、銀的解離度足以滿足預期的浮選回收率。

表 13.9 鉛、鋅、銀在各粒級中的解離度（70% -75μm）

粒徑（mm）	產率（%）	品位			分佈率（%）		
		Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Ag
+0.150	5.59	1.80	4.21	151.0	1.71	4.45	2.19
-0.150+0.100	12.22	3.99	5.94	278.0	8.31	13.72	8.78
-0.100+0.074	12.01	5.14	5.95	384.0	10.51	13.50	11.91
-0.074+0.037	22.43	5.76	6.60	387.0	22.01	27.98	22.45
-0.037+0.019	21.65	8.93	5.24	511.0	32.94	21.45	28.56
-0.019+0.010	14.29	7.05	4.03	441.0	17.16	10.89	16.28
-0.010	11.81	3.66	3.59	322.0	7.36	8.01	9.83
共計	**100.00**	**5.87**	**5.29**	**387.0**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

HNMRI 的評估認為，與賤金屬及貴金屬礦化伴生的脈石礦物易於分離，但也發現少量的貧硫化物（如黃鐵礦等）被銀、鉛、鋅硫化物所包裹。鑒於這些礦物顆粒較粗，預計加工過程中的解離效果足以維持較高的回收率。

在初期工作完成後，主要重心轉向了浮選試驗，旨在最大化鉛的回收率，從而也就最大化了銀的回收率。按照常規做法，開展了開路及閉路浮選試驗，以得出最終的冶金性能預測指標。

13.4.1 沙溝礦化體

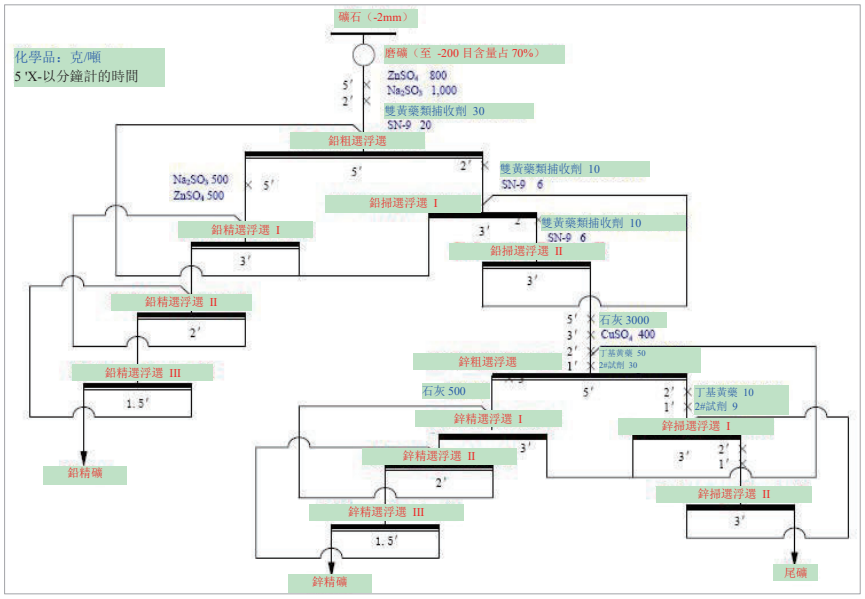
正如之前的洛寧礦區 NI 43-101 技術報告所總結的那樣，沙溝的試驗工作得出結論：

- 採用常規的優先浮選工藝進行鉛鋅分離（見圖 13.2，閉路流程），將能有效產出鉛精礦和鋅精礦。
- 該礦石的最佳磨礦細度目標為 75μm 粒級占 70%。
- 各加藥點的最佳藥劑用量如圖 13.2 所示。在推薦的作業條件下，該方案獲得了最佳的金屬回收率（參見表 13.10）。

表 13.10 閉路循環試驗質量平衡表（沙溝礦化）

產品	產率 (%)	品位			回收率（%）		
		Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Ag
原礦	-	5.88	5.21	386.5	-	-	-
鉛精礦	7.84	68.18	6.24	4,197.0	90.89	9.39	85.12
鋅精礦	7.49	2.10	59.61	453.8	2.67	85.67	8.79
尾礦	84.67	0.45	0.30	27.8	6.44	4.94	6.09
共計	**100**	-	-	-	**100**	**100**	**100**

圖 13.2 閉路循環浮選流程圖（沙溝礦化）



來源：希爾威

13.4.2 鐵爐坪礦化體

在閉路條件下，採用 80%小於 75μm 的給礦粒度，CDRI 實驗室進行了常規浮選試驗，所得結果如下（表 13.11）。試驗工作表明，採用常規浮選工藝可以很容易地從礦化脈石物料中回收銀和鉛。值得注意的是，銀的回收率似乎並未受到鹵化物存在的影響。

表 13.11 閉路循環試驗質量平衡表（鐵爐坪礦化）

樣品數量		銀品位（g/t）	鉛品位（%）	銀回收率（%）	鉛回收率（%）
樣品 1	原礦	187.1	2.37	-	-
	精礦	5274.0	66.94	94.71	94.96
	尾礦	10.3	0.12	5.29	5.04
	共計	-	-	**100**	**100**
樣品 2	原礦	204.9	2.66		-
	精礦	5432.0	61.65	94.12	82.24
	尾礦	12.5	0.49	5.88	17.76
	共計	-	-	**100**	**100**

13.4.3 蒿坪溝礦化

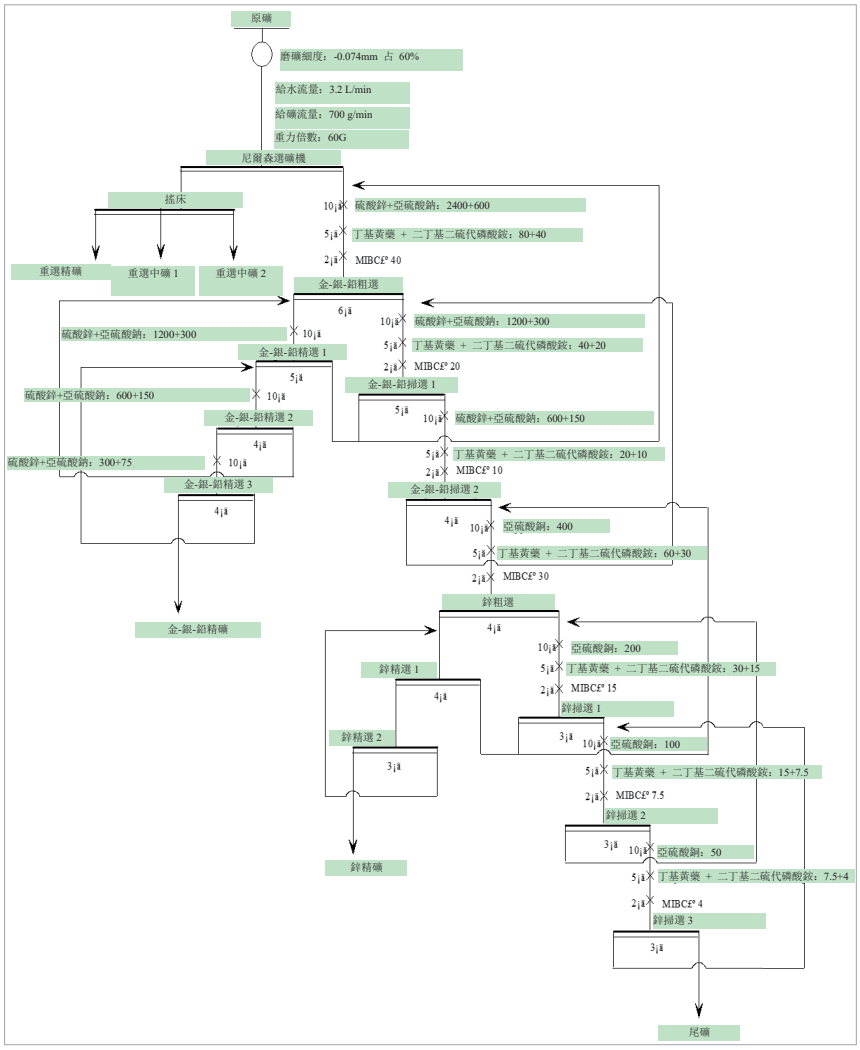
如圖 13.3 所示，CCGRI 於 2021 年對蒿坪溝礦化礦石進行了閉路重選和浮選試驗，給礦細度條件為 60%小於 75μm。試驗結果（表 13.12）表明，採用 Knelson 離心選礦機進行重選，可以有效回收游離粒狀金；隨後利用搖床對 Knelson 精礦進行處理，使其進一步分離成高品位、中品位和低品位的金礦流（圖 13.3）。浮選回收能夠全面回收礦石中的金、銀、鉛和鋅。

表 13.12 閉路循環試驗質量平衡表（蒿坪溝礦化）

產品	產率（%）	品位				回收率								
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Au			Ag			Pb		Zn
重選精礦	0.0072	10,077.1	63,421.8	42.88	0.05	23.40	52.32	95.00	1.69	12.11	88.46	0.06	96.90	-
搖床精礦 1	0.0047	2,108.6	20,305.6	44.62	0.04	3.20			0.35			0.04		-
搖床精礦 2	0.3840	207.6	7,078.7	50.01	2.07	25.72			10.07			3.54		0.40
金-銀-鉛精礦	10.4500	12.7	1,972.7	48.37	3.28	42.68	42.68		76.35	76.35		93.26		17.05
鋅精礦	3.3280	2.1	445.9	1.18	44.96	2.23			5.5			0.72		74.44
尾礦	85.8261	0.1	19.0	0.15	0.19	2.77			6.04			2.38		8.11
共計	**100**	**3.1**	**270.0**	**5.42**	**2.01**	**100**			**100**			**100**		**100**

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 13.3 閉路循環重選和浮選流程圖（蒿坪溝礦化）



來源：希爾威

13.4.4 後張溝礦化

TNMDI 於 2006 年對後張溝礦化體進行了測試。發現其銅和鋅含量較低。質量平衡表見表 13.13。

表 13.13 閉路循環試驗質量平衡表（後張溝礦化）

產品	產率（%）	品位				回收率（%）			
		Ag (g/t)	Pb (%)	Cu (%)	Au (%)	Ag	Pb	Cu	Au
銅精礦	1.53	22,026.0	16.40	19.440	0.29	85.82	9.67	89.98	3.12
鉛精礦	4.39	895.2	50.23	0.433	0.14	10.01	85.03	5.75	4.32
尾礦	94.08	17.4	0.146	0.015	0.14	4.14	5.30	4.27	92.56

共計	**100**	**392.7**	**2.59**	**0.33**	**0.14**	**100**	**100**	**100**	**100**

13.4.5 寬平礦化體

在 2023 年的寬平樣品冶金測試中，由於樣品數量極其有限，僅進行了簡化的初步測試。

試驗結果表明，該礦化體的選別可沿用洛寧選礦廠現有的生產工藝流程，即採用鉛鋅順序浮選工藝，分別產出鉛精礦和鋅精礦。

磨礦細度試驗表明，寬平礦化體需要更細的磨礦（例如 75%通過 0.074 毫米）才能產出質量合格的精礦。這表明現場生產線可能需要安裝額外的球磨設備。

據此，希爾威計劃於 2026 年採集一批數量充足且具有代表性的樣品，以便開展全面詳細的選礦試驗。

13.4.6 磨礦粒度優化

表 13.14 展示了洛寧項目在不同磨礦目標下，球磨機排礦中鉛、鋅、銀的品位及各粒級分佈情況。結果表明：

- 65%通過 75 微米的最低磨礦目標實現了鉛、鋅和銀的充分解離。
- 在 65%至 75%通過 75 微米的範圍內，品位和回收率對磨礦粒度的變化相對不敏感，儘管在該範圍的細端（即磨得更細時）預期銀的回收率會有小幅（約 1%）提升。

表 13.14 磨礦粒度優化試驗結果

產品	產率（%）	品位			回收率（%）			-75 μm (%)
		Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Ag	
鉛精礦	11.84	43.10	8.61	2,726.8	86.75	19.42	84.65	60
鉛尾礦	88.16	0.88	4.80	66.4	13.25	80.58	15.35	-
給礦	100.00	5.88	5.25	381.4	100.00	100.00	100.00	-
鉛精礦	11.72	44.19	7.89	2,876.4	88.68	17.65	86.55	65
鉛尾礦	88.28	0.75	4.89	59.3	11.32	82.35	13.45	-
給礦	100.00	5.84	5.24	389.5	100.00	100.00	100.00	-
鉛精礦	11.30	45.99	7.01	2,965.2	88.69	15.21	87.19	70
鉛尾礦	88.70	0.75	4.98	55.5	11.31	84.79	12.81	-
給礦	100.00	5.86	5.21	384.3	100.00	100.00	100.00	-
鉛精礦	11.15	46.55	7.15	2,986.0	88.10	15.21	87.50	75
鉛尾礦	88.85	0.79	5.00	53.5	11.90	84.79	12.50	-
給礦	100.00	5.89	5.24	380.5	100.00	100.00	100.00	-

13.5 精礦質量考量

表 13.15 展示了 1 號和 2 號選礦廠預期的產品質量。

表 13.15 產品質量（1 號和 2 號選礦廠混合精礦）

產品	含量（%，除非另有說明）					
	Cu	Pb	Zn	As	總鐵	
鉛精礦	0.36	68.10	6.24	0.015	-	
鋅精礦	0.33	2.10	50.00	0.010	1.61	
	Au (g/t)	Ag (g/t)	MgO	Al_2O_3	SiO_2	F
鉛精礦	0.20	4,196.0	0.13	1.13	-	-
鋅精礦	0.10	454.0	-	-	2.87	0.10

表 13.15 展示了產品的化學成分，結果表明：

- 鉛精礦產品品位較高（鉛含量為 68-70%）。鉛精礦中的銅（0.36%）和鋅（6.24%）含量均在可接受範圍內。
- 鋅精礦中的砷含量（0.01%）遠低於市場精礦通常規定的 0.5%的限值。
- 由於磨礦粒度較粗（65% -75 µm），易於過濾，因此產品水分（8%）會較低。
- 鉛精礦和鋅精礦的質量均符合商業市場的要求。

13.6 可磨性試驗

2021 年，四個樣品被送往中信重工進行磨礦試驗。表 13.16 顯示了每個樣品的來源和礦石類型。測試包括礦石密度、JK 落錘試驗、邦德球磨功指數（BWi）以及邦德磨損指數（Ai）。可磨性試驗結果見表 13.17。尚未對寬平礦化體進行類似的測試。

表 13.16 樣品來源及礦石類型

樣品編號	礦山	礦石類型
SG-1	SGX, HPG, HZG	硫化物
TLP-1	TLP	硫化物/過渡金屬
EW-1	LME, LMW, DCG	硫化物
YH-1	TLP, HPG	氧化物

表 13.17 可磨性試驗結果

測試	岩性編碼	單位	SG-1	TLP-1	EW-1	YH-1
密度	SG	不適用	2.99	2.79	2.82	2.73
JK 落錘	A	不適用	77.7	77.5	71.2	74.5
	b	不適用	0.61	0.52	0.56	0.61
	Axb	不適用	**47.4**	**40.3**	**39.9**	**45.4**
	t_a	不適用	0.41	0.37	0.37	0.43
	SCSE	kWh/t	9.70	10.02	10.15	9.37
	DWi	kWh/m^3	6.24	6.90	7.02	6.05
	Mia	kWh/t	16.6	19.3	19.4	17.7
	Mih	kWh/t	12.1	14.4	14.4	12.8
	Mic	kWh/t	6.3	7.4	7.5	6.6
邦德球磨功指數	BWi @ 125 µm	kWh/t	**14.49**	**16.28**	**19.85**	**17.70**
磨損指數	Ai	不適用	0.1988	0.2276	0.1903	0.1960

DWi 測試值介於 6.05 千瓦時/立方米至 7.02 千瓦時/立方米之間，表明該礦石的抗破碎強度屬於「中等」硬度。BWi 測試值介於 14.49 千瓦時/噸至 19.85 千瓦時/噸之間，表明該礦石的抗磨性屬於「硬」級。Ai 指數測試值介於 0.1903 至 0.2276 之間，表明金屬磨損程度介於「輕微磨損」和「中等磨損」之間。

13.7 礦石分選試驗

2 號選礦廠已安裝了一套基於 X 射線透射（XRT）技術的礦石分選系統。目前，它已從試驗廠轉變為小規模生產作業。

原礦經破碎和篩分（見圖 13.4）後，產出以下粒級產品：

- 小於 15 毫米的細粒
- -20+15 毫米
- -60+20 毫米
- -120+60 毫米

小於 15 毫米的細料直接給入細礦倉。-20 至 15 毫米的物料經原有破碎系統破碎後，輸送至細礦倉。-60+20 毫米和-120+60 毫米這兩個粒級則分別給入兩臺 XRT 分選機進行處理。

XRT 分選機的運行分選效率測定為 30%。然而，由於原礦中-60+20 毫米和-120+60 毫米這兩個粒級的合計占比僅為 27%，導致相對於原礦總量的實際分選效率僅為 8%。

2025 年，XRT 光電預選系統處理的礦石主要來自鐵爐坪、沙溝和龍門東溝，占總處理量的比例分別為 66.25%、20.79%和 10.22%。此外，還對龍門西溝和蒿坪溝等其他礦區的礦石進行了試驗，但效果有限。由於總體測試指標未達到預期目標，因此尚未對所有的洛寧礦石實施大規模處理。

表 13.18 總結了 2025 年礦石分選後的處理結果。圖 13.4 顯示了相關的破碎和篩分設備。圖 13.5 顯示了礦石分選裝置。

表 13.18 2025 年礦石分選後處理結果

產量	重量（噸）	產率（%）	品位			回收率		
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)
濕噸	284,577							
幹噸	279,428	100.00	2.65	0.30	198	100.00	100.00	100.00
精礦	257,218	92.05	2.86	0.33	213	99.22	99.10	99.13
尾礦	22,210	7.95	0.26	0.03	22	0.78	0.90	0.87

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 13.4 2 號選礦廠礦石分選回路-破碎和篩分



來源：AMC，2024 年。

圖 13.5 2 號選礦廠礦石分選回路-分選裝置（2）



來源：AMC，2024 年。

13.8 洛寧礦區測試工作成果總結

礦物學特徵預測該礦石具有良好的冶金可選性，可通過優先浮選實現鉛鋅的有效分離；除鐵爐坪礦床上部區域可能存在的鹵化銀外，預計銀的回收率較高。

實踐證明，重選-浮選聯合工藝在金礦石中對金、銀、鉛、鋅的回收效果更好。特別是重選工藝能夠回收更多的粒狀金，從而提高金的總回收率。

冶金試驗結果得出了以下性能指標預測：

- 鉛精礦的鉛品位高於 65%，且鉛回收率超過 90%，同時銀的回收率也達到 85%以上。
- 鋅回收率達到 85%，所得鋅精礦品位符合標準（高於 50%）。
- 鉛精礦中的鋅雜質含量較低且符合要求，兩種精礦中的砷雜質含量均極低。
- 重選能夠回收金礦石中的大部分金顆粒，金回收率超過 50%；通過浮選可在鉛精礦中回收額外的金，使金的總回收率達到 90%以上。
- 正在進行的 XRT 礦石分選試驗及小規模生產結果表明，鐵爐坪、沙溝和龍門東溝礦區的礦石在銀、鉛、鋅的品位上均有所提升。公司目前正在規劃和設計於鐵爐坪和/或沙溝礦區安裝 XRT 礦石分選系統，旨在進一步降低礦石運輸成本並提升入選礦石品位。

對寬平礦化的初步測試表明，該礦石需要更細的磨礦粒度以及添加定制化的浮選藥劑。公司計劃在 2026 年採集更具代表性的樣品，以開展更詳細的冶金試驗。

14 礦產資源量估算

14.1 簡介

由 AMC 員工編制了洛寧礦區內沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、東草溝及寬平礦床的礦產資源量估算報告。估算工作利用 Datamine 或 Vulcan 軟件，採用反距離平方（ID2）插值法建立塊體模型，對 591 條礦脈完成了品位估算。所有礦床均完成了銀、鉛、銅的品位估算，部分礦床完成了鋅的品位估算，而金僅在特定礦床的選定礦脈中進行了估算。

AMC 公司的 Aaron Wilkins 先生（CGeol，EurGeol）編制了沙溝和東草溝礦產資源量估算報告，並對這些估算結果負責。

AMC 公司的 Mark Kent 先生（澳大拉西亞採礦和冶金學會資深會員）編制了後張溝礦產資源量估算報告，並對該估算結果負責。

AMC 公司的 Matheus Andrade 先生（澳大拉西亞採礦和冶金學會會員）編制了蒿坪溝估算報告。AMC 公司的 Brett Nielsen 先生（澳大利亞地質家協會會員）審查了用於編制蒿坪溝礦產資源量估算報告的數據、參數和方法。Nielsen 先生確信蒿坪溝估算報告的編制符合行業公認慣例，並對這些估算結果負責。

AMC 公司的 Justin Glanvill 先生(Pri.Sci.Nat.)編制了鐵爐坪和寬平礦產資源量估算報告，並對這些估算結果負責。

AMC 公司的 Brett Nielsen 先生（澳大利亞地質家協會會員）編制了龍門東溝礦產資源量估算報告，並對該估算結果負責。

AMC 公司的 Craig Stewart 博士（專業地質學家）編制了龍門西溝估算報告。AMC 公司的 Justin Glanvill 先生（註冊自然科學專家）審查了用於編制龍門西溝礦產資源量估算報告的數據、參數和方法。Glanvill 先生認為，龍門西溝估算值是根據業界公認的合理慣例完成的，並對此估算結果負責。

礦產資源量中包含了位於希爾威公司當前採礦許可證下限高程以下的物料（按銀當量(AgEq)金屬計算約占總資源量的 21%，按噸位計算約占總資源量的 24%）。正如第 4 節所述，只要存在礦產資源量、資源量已界定、提交了所需文件並繳納了適用的政府資源稅費，採礦許可證的續期以及開採深度和範圍的延伸均屬於正常業務流程。因此，礦產資源量估算的合資格人士確信，批准希爾威公司延伸其許可證的下限深度，並根據需要開發這些礦產資源量，所帶來的重大風險極低。

表 14.1 列出了截至 2025 年 12 月 31 日該礦區各礦山的礦產資源總量。這些估算納入了所有礦床中的銀和鉛、部分礦床中的鋅、以及部分礦床中特定礦脈內的金。礦產資源量是按照基於原地價值計算的邊界品位(COG)進行報告的，該品位以克/噸的銀當量(AgEq)或克/噸的金當量(AuEq)表示。邊界品位(COG)包含了由希爾威公司為各礦山提供、並經礦產資源儲量合資格人士審查的採礦成本、加工成本以及一般及行政管理(G&A)成本。表 14.1 的腳註中注明了適用於各礦山的銀當量(AgEq)和金當量(AuEq)計算公式以及所採用的邊界品位(COG)。

由於銅已被證實為可回收的副產品，因此已將其納入 2025 年的礦產資源量估算中。

礦產資源量並非礦石儲量，且尚未證實其經濟可采性。目前無法確定這些礦產資源量（或其任何部分）能否全部或部分轉化為礦產儲量。

表 14.1 截至 2025 年 12 月 31 日的洛寧礦區礦產資源量

礦山	資源類別	礦石量（百萬噸）	金品位（克/噸）	銀品位（g/t）	鉛品位（%）	鋅品位（%）	銅品位（%）	金金屬量（koz）	銀金屬量（Moz）	鉛金屬（kt）	鋅金屬量（千噸）	銅金屬（kt）
沙溝	探明資源量	6.98	0.06	205	3.99	2.08	0.03	13.85	45.95	278.43	145.13	2.11
	控制資源量	5.63	0.05	157	2.95	1.66	0.05	9.57	28.49	165.77	93.27	2.54
	探明+控制	12.61	0.06	184	3.52	1.89	0.04	23.43	74.44	444.20	238.40	4.65
	推斷資源量	3.77	0.07	150	3.06	1.21	0.05	8.17	18.22	115.32	45.77	2.04
後張溝	探明資源量	0.86	-	229	0.89	-	0.31	-	6.32	7.63	-	2.71
	控制資源量	0.87	-	189	0.72	-	0.28	-	5.28	6.27	-	2.44
	探明+控制	1.73	-	208	0.80	-	0.30	-	11.60	13.90	-	5.14
	推斷資源量	0.63	-	266	0.69	-	0.29	-	5.39	4.38	-	1.85
蒿坪溝	探明資源量	1.81	0.82	57	2.42	0.75	0.06	47.57	3.32	43.61	13.53	1.00
	控制資源量	2.27	0.78	47	1.92	0.66	0.05	57.01	3.44	43.78	15.11	1.11
	探明+控制	4.08	0.80	51	2.14	0.70	0.05	104.57	6.75	87.39	28.64	2.11
	推斷資源量	2.55	0.79	48	1.57	0.66	0.08	64.88	3.91	39.95	16.89	1.96
鐵爐坪	探明資源量	6.51	0.00	131	2.33	-	0.05	0.21	27.40	151.77	-	3.22
	控制資源量	5.14	0.00	111	1.89	-	0.07	0.58	18.37	97.46	-	3.49
	探明+控制	11.65	0.00	122	2.14	-	0.06	0.79	45.77	249.23	-	6.71
	推斷資源量	2.06	0.14	113	2.02	-	0.09	9.07	7.53	41.64	-	1.93
龍門東溝	探明資源量	1.55	0.03	216	1.08	0.24	0.03	1.34	10.75	16.74	3.79	0.53
	控制資源量	2.97	0.09	172	0.93	0.25	0.05	8.29	16.46	27.79	7.57	1.41
	探明+控制	4.52	0.07	187	0.98	0.25	0.04	9.63	27.21	44.53	11.36	1.94
	推斷資源量	1.54	0.16	145	1.06	0.31	0.05	8.09	7.19	16.36	4.79	0.79
龍門西溝（富銀礦脈）	探明資源量	2.71	-	178	1.64	-	0.11	-	15.46	44.47	-	3.01
	控制資源量	2.83	-	131	1.42	-	0.07	-	11.95	40.05	-	2.04
	探明+控制	5.54	-	154	1.53	-	0.09	-	27.41	84.52	-	5.06
	推斷資源量	1.22	-	129	1.42	-	0.08	-	5.05	17.35	-	0.95
龍門西溝（富金礦脈）	探明資源量	0.29	2.49	66	0.31	-	0.26	22.92	0.61	0.90	-	0.73
	控制資源量	0.83	1.36	50	0.36	-	0.19	36.04	1.34	2.96	-	1.58
	探明+控制	1.11	1.65	54	0.35	-	0.21	58.96	1.94	3.86	-	2.31
	推斷資源量	0.81	1.19	25	0.22	-	0.12	31.12	0.66	1.81	-	0.99
東草溝	探明資源量	0.25	1.62	54	1.68	-	0.04	12.97	0.43	4.17	-	0.09
	控制資源量	0.44	1.01	35	2.01	-	0.02	14.27	0.50	8.84	-	0.08
	探明+控制	0.69	1.23	42	1.89	-	0.03	27.24	0.93	13.01	-	0.17
	推斷資源量	0.35	1.18	35	2.01	-	0.02	13.41	0.40	7.13	-	0.08
寬平	探明資源量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	控制資源量	0.25	0.75	197	1.29	2.34	0.00	5.99	1.57	3.20	5.82	0.00
	探明+控制	0.25	0.75	197	1.29	2.34	0.00	5.99	1.57	3.20	5.82	0.00
	推斷資源量	0.61	0.39	199	0.77	1.78	0.00	7.66	3.91	4.75	10.93	0.00
所有	探明資源量	20.94	0.15	164	2.62	0.78	0.06	98.86	110.24	547.72	162.45	13.41
	控制資源量	21.24	0.19	128	1.87	0.57	0.07	131.75	87.39	396.11	121.77	14.68
	探明+控制	42.18	0.17	146	2.24	0.67	0.07	230.61	197.63	943.84	284.22	28.10
	推斷資源量	13.55	0.33	120	1.84	0.58	0.08	142.40	52.26	248.70	78.38	10.60

注：

- 報告編制遵循了 CIM 定義標準（2014 版）。
- 探明及控制礦產資源量中包含了礦產儲量。
- 金屬價格：黃金 3,200 美元/盎司，白銀 35.00 美元/盎司，鉛 1.03 美元/磅，鋅 1.36 美元/磅，銅 4.74 美元/磅
- 匯率：人民幣 7 元兌 1 美元。
- 礦產資源量不包含地表以下最初的 5 米範圍。

- 除後張溝礦體（其建模最小寬度為 0.4 米）外，其餘礦脈在估算後均按 0.4 米的最小開採寬度進行了貧化調整。
- COG：沙溝 75 g/t AgEq;後張溝 75 g/t AgEq;蒿坪溝 0.95 g/t AuEq;鐵爐坪 65 g/t AgEq;龍門東溝 70 g/t AgEq;龍門西溝礦區富銀礦脈：65 g/t AgEq;龍門西溝礦區富金礦脈：0.85 g/t AuEq;東草溝 80 g/t AgEq，寬平 90 g/t AgEq。
- 各礦區富銀礦脈的銀當量(AgEq)計算公式如下：
  - 沙溝 = Ag g/t + 21.3351 * Pb% + 15.7268 * Zn% + 37.3575 * Cu%。
  - 後張溝 = Ag g/t + 19.557 * Pb% + 39.5464 * Cu%。
  - 鐵爐坪 = Ag g/t + 20.4155 * Pb% + 37.2718 * Cu%。
  - 龍門東溝 = Ag g/t + 19.3704 * Pb% + 8.3614 * Zn% + 36.0026 * Cu%。
  - 龍門西溝 = Ag g/t + 20.6682 * Pb% + 38.6489 * Cu%。
  - 東草溝 = Ag g/t + 19.1772 * Pb% + 33.4296 * Cu%。
- 各礦區的金當量(AuEq)計算公式如下：
  - 蒿坪溝（所有礦脈）= Au g/t+0.0119*Ag g/t+0.2544*Pb%+0.1888*Zn%+0.4926*Cu%。
  - 龍門西溝 (富金礦脈：LM21, LM22, LM26, LM27, LM28, LM28a, LM50, LM50_3, LM51, LM52, LM53, LM54, LM54_1, LM54_2, LM55, LM58, LM58_1, LM59, LM59_2) = Au g/t + 0.0133 * Ag g/t + 0.2748 * Pb% + 0.5139 * Cu%。
- 用於重要含金礦脈的銀當量（AgEq）計算公式如下：
  - 沙溝 (礦脈 S16W, S18E, S21, S74) = Ag g/t + 52.7753 * Au g/t + 21.3351 * Pb% + 15.7268 * Zn% + 37.3575 * Cu%。
  - 鐵爐坪（T50，T51，T52，T53）= Ag g/t + 54.8113 * Au g/t + 20.4155 * Pb% + 37.2718 * Cu%。
  - 龍門東溝（礦脈 LM4E2）= Ag g/t + 46.0927 * Au g/t + 19.3704 * Pb% + 8.3614 * Zn% + 36.0026 * Cu%。
  - 東草溝（C76，C9_1，C9_2，C9_3，C9_4，C9_5，C9_6，C9E1，C9E3，C9W1）= Ag g/t + 76.6609 * Au g/t + 19.1772 * Pb% + 33.4296 * Cu%。
  - 寬平（所有礦脈）= Ag g/t + 76.6609 * Au g/t + 19.1772 * Pb% + 17.9076 * Zn% + 33.4296 * Cu%。
- 選礦回收率：
  - 沙溝 - 61.3% Au，95.6% Ag，96.4% Pb，70.1% Zn，90.8% Cu。
  - 後張溝 - 62.2% Au，95.6% Ag，88.4% Pb，96.2% Cu。
  - 蒿坪溝 - 91.0% Au，88.8% Ag，90.1% Pb，66.0% Zn，93.8% Cu。
  - 鐵爐坪 -61.8%Au，92.8%Ag，89.6%Pb，88.0%Cu。
  - 龍門東溝 - 53.3% Au，95.2% Ag，87.2% Pb，37.1% Zn，87.2% Cu。
  - 龍門西溝 - 87.2% Au，95.4% Ag，93.3% Pb，93.8% Cu。
  - 東草溝 - 75.9% Au，81.4% Ag，73.8% Pb，69.2% Cu。
  - 寬平 - 75.9% Au、81.4% Ag、73.8% Pb、68.0% Zn、69.2% Cu
- 計價係數：金 - 85%;銀 - 94.5%;鉛 - 99.0%;鋅 - 76.0%，銅 - 40%。

- 包含截至 2025 年 10 月 31 日（含）的化驗結果。
- 已核減了截至 2025 年 12 月 31 日的礦山開採量。截至 2025 年 12 月 31 日界定的不可採礦產資源量(因鄰近采場、地質不穩定或礦脈通道受限而形成的無法開採區域)。
- 若金品位顯示為 0 克/噸，則表明用於估算該礦產資源量的金礦脈樣品數量有限。
- 若銅品位顯示為零，則反映了該礦床中銅的含量極低。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

鑒於洛寧礦區內包含眾多礦床、礦脈、金屬種類以及相關的 591 個塊體模型，本報告僅對具有代表性的模型進行概述。大多數表格和圖表均展示了沙溝和鐵爐坪礦床的數據；這兩個礦床合計貢獻了洛寧礦區總計探明及控制級別銀當量金屬量的 61%，以及總計探明及控制級別礦石噸位的 58%。

14.2 數據

用於礦產資源量估算的洛寧礦區數據庫包含了截至 2025 年 10 月 31 日（含）可用的化驗結果樣品數據。該數據庫包含地表及井下金剛石鑽孔數據、從巷道、天井及穿脈中采集的刻槽樣品，以及少量在地表探槽中采集的刻槽樣品。各礦山的相關數據均存儲於獨立的 Microsoft Access 數據庫中，並由各礦場指定的數據庫管理員進行統一管理。樣品數據是以一系列 Microsoft Excel 工作表的形式提供的，其中涵蓋了每個礦山的孔口坐標、孔內測斜數據以及取樣和化驗層段。該數據已按礦山分別導入 Datamine Studio RM 軟件中，並由相關合資格人士進行了錯誤核查。針對所有數據的錯誤核查內容包括：檢查數據間隙、重疊、重複樣及重複孔號，並對鑽孔測斜數據的準確性進行了目視審查。針對刻槽取樣的目視檢查，主要側重於其與現有解譯結果及總體礦脈走向的一致性。

除樣品數據庫外，希爾威還提供了 591 個獨立的礦化/礦脈包絡線框模型，格式為 Datamine。礦化線框模型已經由相關合資格人士進行了檢查與驗證，並按規定進行了必要的修改。

礦脈線框數量的詳細信息和礦山數據庫中的數據匯總見表 14.2。礦山總量數據源自各獨立礦山的數據集，因此相鄰礦山之間可能存在重複記錄。

表 14.2 所用數據匯總

礦山	礦脈數量	地下刻槽樣數量	地下刻槽樣米數	鑽孔數量	鑽探岩芯樣米數	地表刻槽樣數量	地表刻槽樣米數
沙溝	101	101,905	55,359	3,799	121,858.0	2,043	1,901
後張溝	30	29,460	14,422.6	989	41,064.1	0	0.0
蒿坪溝	69	33,517	23,957.3	1,700	83,047.9	677	674.1
鐵爐坪	162	103,083	62,714.0	3,021	121,928.8	10	246.2
龍門東溝	69	24,667	15,468	1,475	64,126.9	0	0.0
龍門西溝	135	59,778	35,319	2,912	126,749.0	0	0.0
東草溝	19	5,678	3,974.4	471	31,113.4	47	56,78
寬平	6	210	133.8	87	3,108.7	116	42.6

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

共計	**591**	**358,298**	**211,348**	**14,454**	**592,996.8**	**2,893**	**2,863.9**

注：由 AMC 於 2026 年根據各獨立礦山數據庫編制。數據庫包含截至 2025 年 10 月 31 日（含當日）的所有化驗數據。

未採樣數據不予包含。

14.3 地質解釋

礦化線框圖的解釋與構建工作由希爾威人員使用 Micromine 軟件完成。具體方法是：要麼在剖面圖上數字化（勾繪）線條，隨後連接這些線條以創建三維線框；要麼分別構建上盤和下盤脈體接觸面的獨立三維曲面，進而生成實體的三維線框。礦化解釋模型主要是依據鑽探岩心和井下編錄所記錄的脈體接觸面構建的，隨後根據銀、鉛、鋅的品位，以及在相關情況下金和銅的品位進行了修正。

大部分氧化礦已被民采（手工採礦者）耗盡，目前礦山開採的剩餘資源主要為硫化礦。因此，在數據編碼及塊體模型中均未對氧化帶進行圈定。

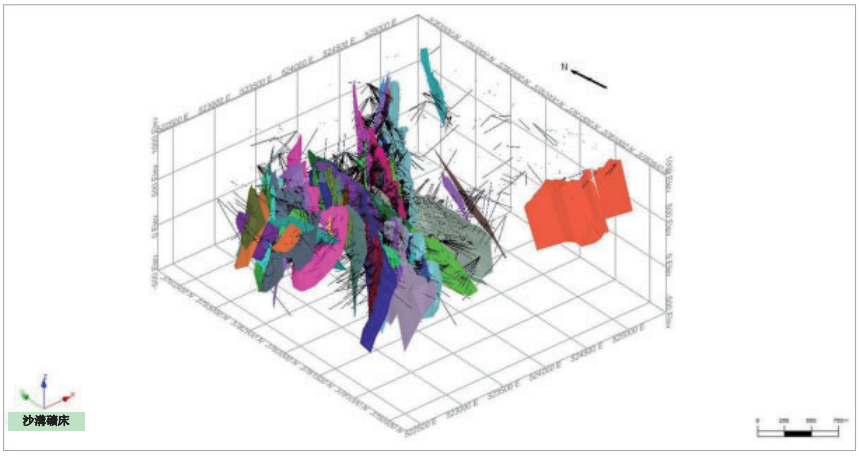
沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門東溝礦山的礦化脈體，以及龍門西溝礦山的銀-鉛-鋅脈體，均採用 65 克/噸銀當量的名義邊界品位進行了建模。東草溝和寬平礦山的礦化脈體，是採用 80 克/噸銀當量的名義邊界品位進行建模的。蒿坪溝礦山的礦化脈體以及龍門西溝礦山富含金的脈體，是採用 0.85 克/噸金當量的名義邊界品位進行建模的。建模邊界品位是由各礦山的具體控制因素決定的。

礦化解釋成果已由相關合資格人士進行了審查。線框模型已由合資格人士按需進行了修正。這些修改包括修正面外脈體交截（源自平行脈體）、異常的方向突變以及不一致的三角剖分。

合資格人士指出，希爾威的解釋方法仍有改進的空間，這將有助於解決在針對密集且分佈不均的上下盤接觸點進行線框三角剖分時所產生的諸多偽影。

圖 14.1 至圖 14.8 顯示了每個礦山的礦脈/礦化線框的三維透視圖。

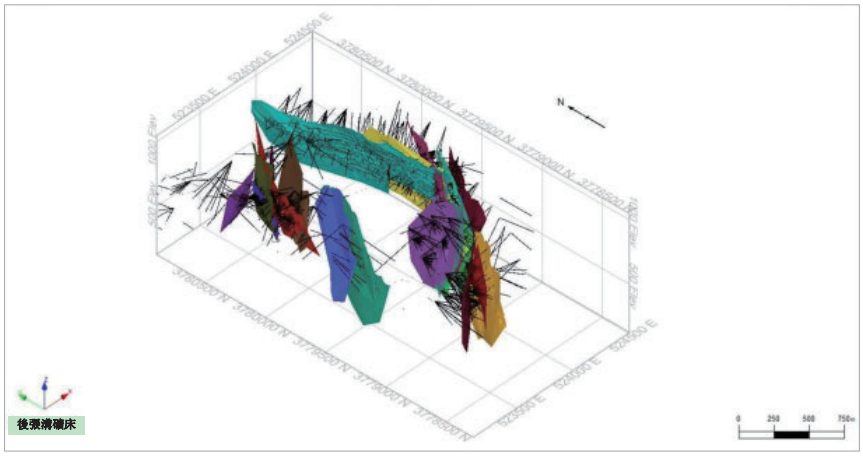
圖 14.1 沙溝礦化線框模型的三維視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

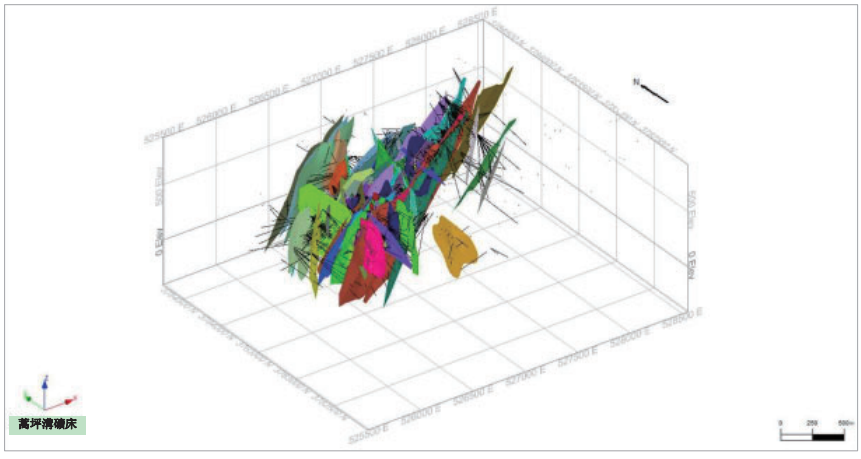
圖 14.2 後張溝礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

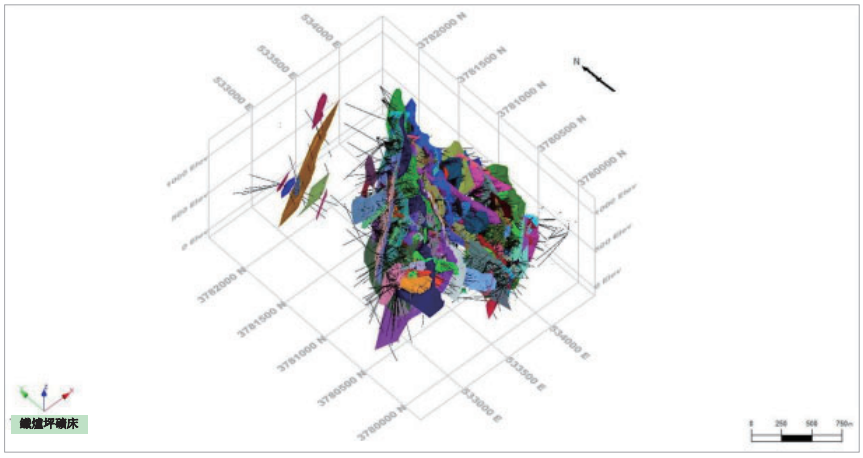
圖 14.3 蒿坪溝礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

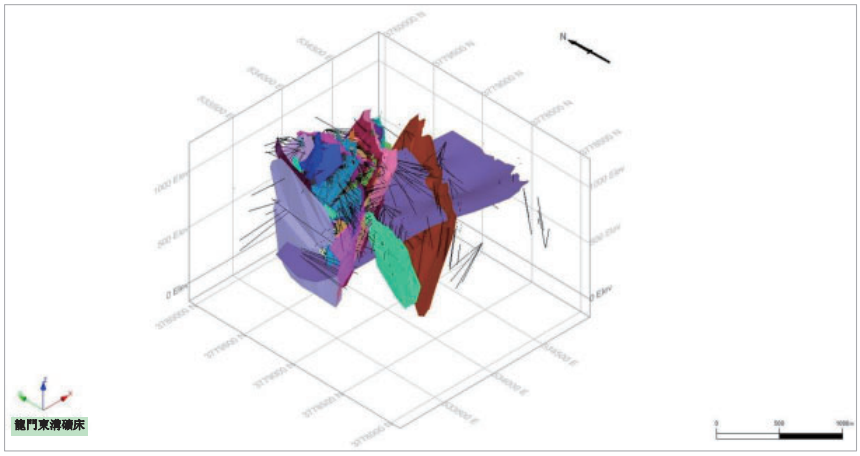
圖 14.4 鐵爐坪礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

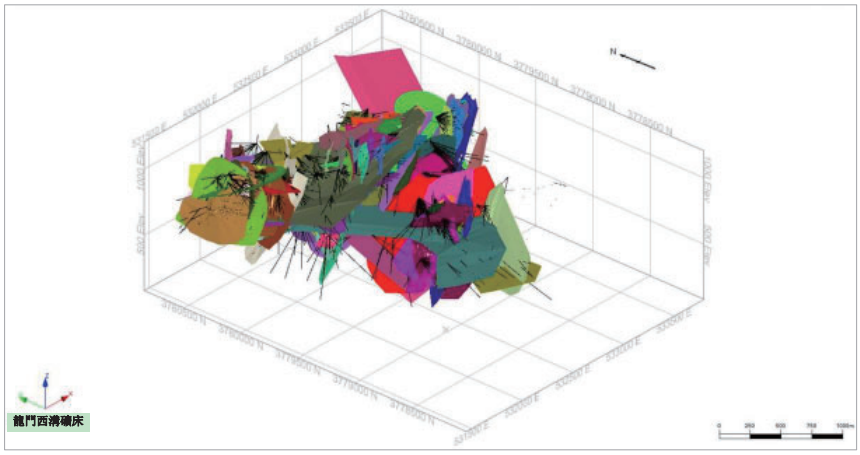
圖 14.5 龍門東溝礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

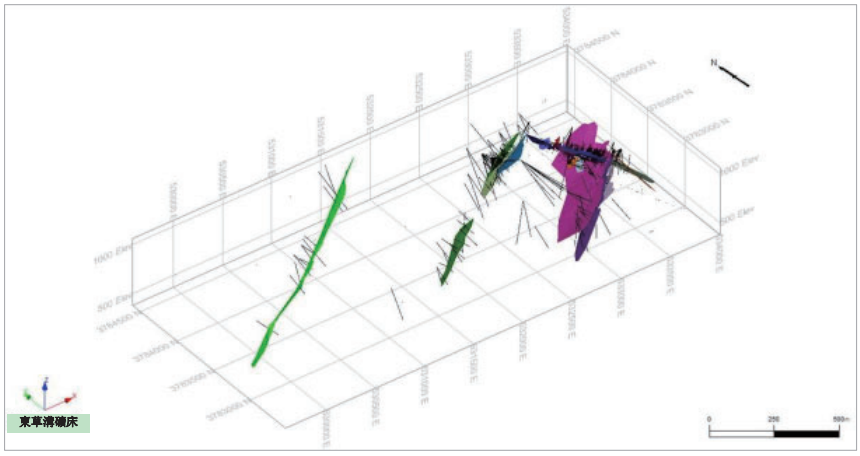
圖 14.6 龍門西溝礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.7 東草溝礦化線框的 3D 視圖

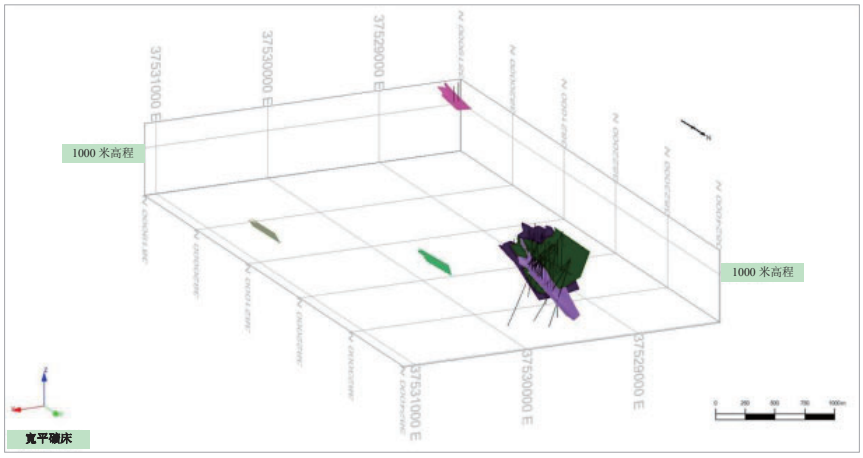


注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

來源：AMC，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 14.8 寬平礦化線框的 3D 視圖



注：三維視圖中，鑽孔和刻槽取樣軌跡以黑色顯示。為便於觀察，每條脈體均被賦予了獨特的顏色。

未見鑽孔揭露的礦脈已通過地表槽探予以識別，但尚未進行分類。

來源：AMC，2026 年。

14.4 估算輸入數據

在岩心編錄過程中，希爾威依據目測觀察到的脈體發育情況和硫化物含量，對鑽孔進行了選擇性取樣。這導致模型圈定的礦脈所穿過的某些層段並未被採樣。為確保在建模過程中高品位數據不會擴散至未採樣區域，模型化礦脈內所有未取樣的穿切區段均被賦值為零品位（針對所有元素）。由於未採樣層段的長度通常遠大於礦脈寬度，因此將未採樣部分分割為名義上的 0.4 米區間。採用這種小層段劃分，確保了在後續的採樣標記過程中，被相交線框所覆蓋的區域能正確地被編碼為零品位。

在沙溝、龍門東溝、龍門西溝、鐵爐坪和東草溝等地相對近期發現含金脈體之前，除蒿坪溝和寬平礦床外，鑽孔和刻槽採樣並未針對金元素進行系統性採樣。缺乏系統性採樣導致金的輸入數據間距與銀、鉛、鋅、銅的化驗數據間距存在顯著差異。在為數不多的已進行金估算的礦脈中，凡是未包含金化驗數據的鑽孔和刻槽採樣層段，其金品位均已被設定為零。這種做法雖然保守，但旨在防止高品位的金化驗數據擴散至那些沒有金化驗數據的區域。

14.4.1 樣品標記

使用礦化線框模型對解測後的樣品數據進行了編碼。在此過程中，任何質心位於線框內部的採樣層段，都會被賦予與該線框相對應的'礦脈'代碼。由於洛寧礦區礦脈系統的複雜性，以及不同產狀礦脈之間缺乏明確的時序關系，採樣編碼是按單條礦脈獨立進行的，從而允許那些位於兩個或更多線框內的樣品被同時編碼歸屬到每一個線框中。

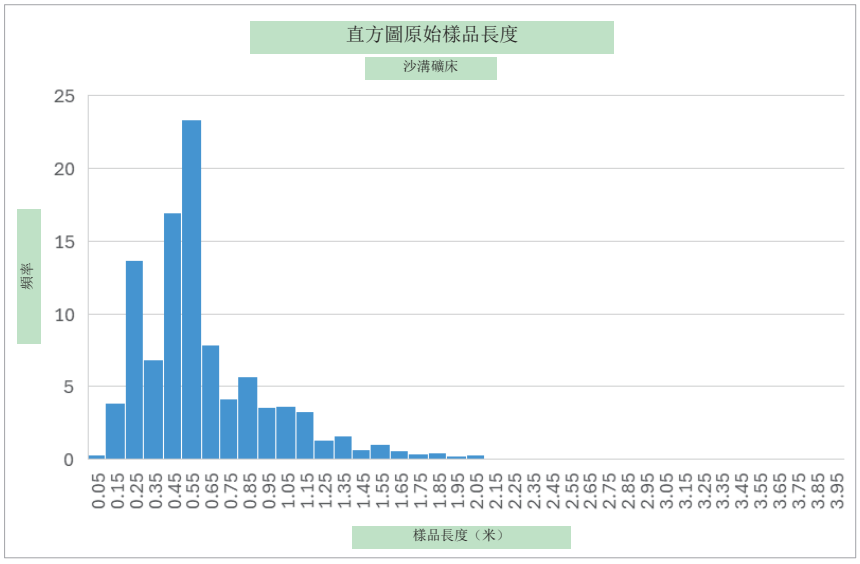
14.4.2 樣品組合

已標記的採樣數據採用了'殘差保留'法進行組合，以實現樣品長度的標準化。根據主要採樣長度，所有礦山均採用 0.4 米的組合樣層段。圖 14.9 展示了沙溝礦床的直方圖，反映了所有礦化線框內樣品長度的分佈情況。

樣品組合工作使用 Datamine 或 Vulcan 軟件分礦脈完成，設定的主組合長度為 0.4 米，最小組合長度為 0.1 米。在 Datamine 中，樣品長度經過了調整以確保所有樣品均被納入，最終得到的樣品長度約為 0.4 米。在 Vulcan 中，如果殘餘樣品（即組合後剩餘的、長度小於 0.2 米的樣品）與前一個組合樣品位於同一礦脈內，則將其合併至前一個組合樣品中。

在 Vulcan 中，組合後剩餘的、長度小於 0.2 米且無法與前一個層段合併的殘餘樣品，通常反映了歷史上高選擇性的地下採樣情況。為減輕潛在的樣品選擇偏差，通過將樣品擴展至 0.4 米長度來對這些樣品中的品位進行貧化處理。經貧化處理的樣品通常占總樣品數的不到 1%。

圖 14.9 沙溝礦化樣品長度直方圖



注：所有數據均取自礦脈內部。

來源：AMC，2026 年。

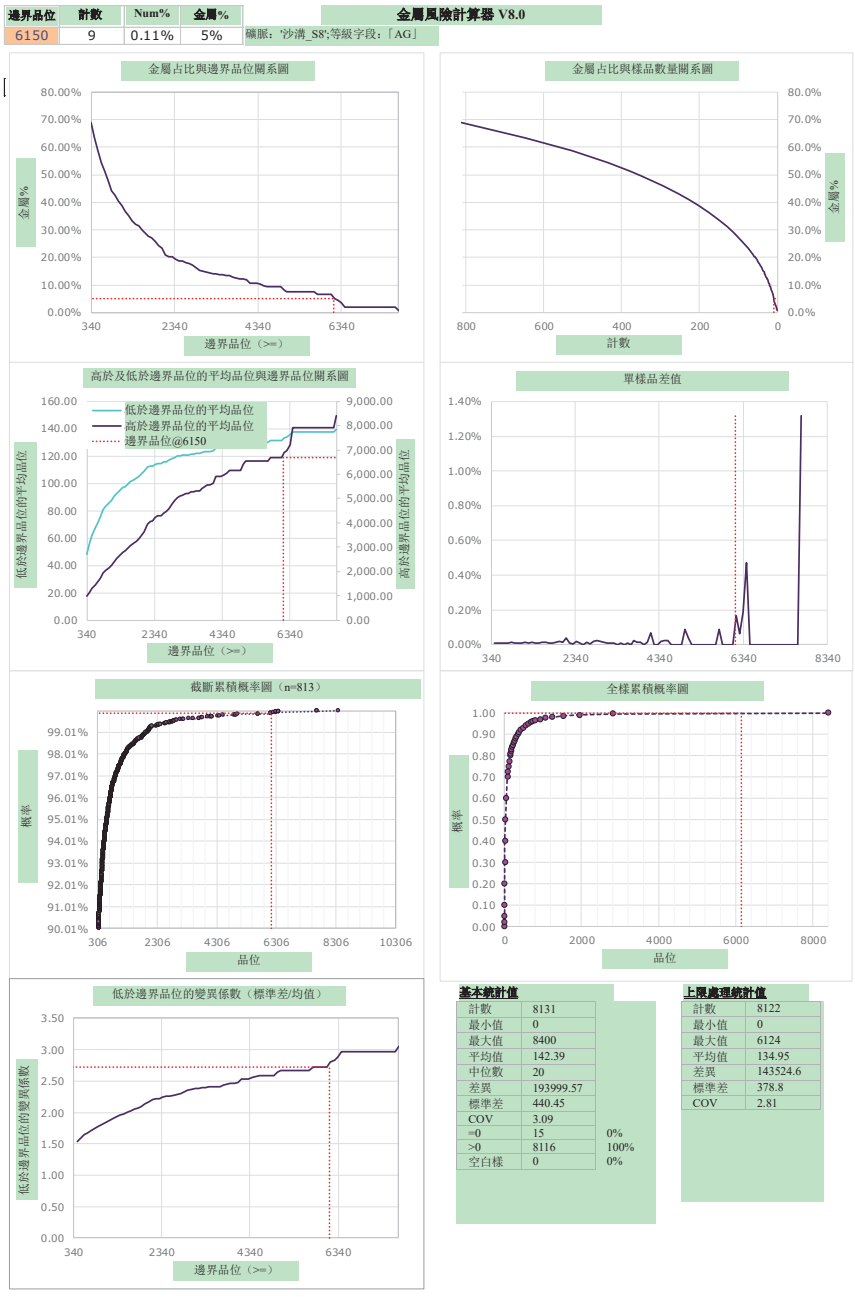
14.4.3 品位封頂

品位封頂是指對異常高值樣品進行數值削減的處理過程，旨在防止在資源量估算時，這些極高值將高品位擴散到低品位區域。

所有封頂值均由相關合資格人士基於經標識的、組合後的樣品數據進行選定。通過綜合運用直方圖、概率圖以及風險金屬圖，識別了樣品總體中的斷點，以及每條礦脈潛在的高品位特高值。隨後在三維背景下對這些特高值進行了審查，以確定這些樣品究竟是代表了可以通過劃分亞域來處理的「簇狀高品位區」，還是屬於「隨機出現的高品位點」。品位上限通常設定在直方圖或對數概率圖所界定的主樣品總體之上限斷點處。圖 14.10 展示了沙溝礦床 S8 號礦脈銀品位的直方圖和對數概率圖示例。表 14.3 總結了應用於洛寧礦區各礦床的品位上限。封頂是一個迭代過程，需根據最終礦產資源量模型的驗證效果對所選數值進行調整。實施該方法旨在控制估算過程中的擴散效應。

表 14.4 展示了各礦床部分礦脈的銀、鉛和鋅樣品的原始樣品、組合樣及上限處理組合樣的統計數據。礦脈的選擇是基於其對總體探明及控制礦產資源噸位的貢獻。

圖 14.10 沙溝礦床：S8 號礦脈-銀品位直方圖和對數概率圖-品位封頂



注：沙溝礦床 S8 礦脈組合樣品的品位上限處理。品位上限值定義為樣品總體分佈中的斷點，如紅線所示。

來源：AMC，2026 年。

表 14.3 品位封頂處理匯總表

礦山	元素	礦脈數量	進行封頂處理的礦脈數量	最低封頂值	最高封頂值
沙溝	Au (g/t)	4*	3	8.7	29
	Ag (g/t)	101	78	28	6,500
	Pb (%)	101	82	1.1	65
	Zn (%)	101	71	1.6	38
	Cu (%)	101	23	0.3	1.9
後張溝	Ag (g/t)	30	30	300	8,000
	Pb (%)	30	30	0.5	40
	Cu (%)	30	28	0.2	10
蒿坪溝	Au (g/t)	69	63	0.25	45
	Ag (g/t)	69	63	8	1,100
	Pb (%)	69	63	0.5	55
	Zn (%)	69	56	0.6	30
	Cu (%)	69	23	0.05	3.88
鐵爐坪	Au (g/t)	4*	4	0.125	161
	Ag (g/t)	163	139	41	9,901
	Pb (%)	163	138	1.5	50.1
	Cu (%)	163	136	0.0.01	8.3
龍門東溝	Au (g/t)	1	1	8	8
	Ag (g/t)	69	69	21	6,000
	Pb (%)	69	69	0.04	24
	Zn (%)	69	67	0.02	4.5
	Cu (%)	69	50	0.052	2.2
龍門西溝（富銀礦脈）	Ag (g/t)	116	116	150	7,000
	Pb (%)	116	115	1	32
	Zn (%)	116	112	0.1	6
	Cu (%)	116	109	0.006	4.5
龍門西溝（富金礦脈）	Au (g/t)	19	17	0.5	140
	Ag (g/t)	19	19	2	5,000
	Pb (%)	19	19	0.4	12
	Cu (%)	19	17	0.1	11
東草溝	Au (g/t)	10	9	1.5	50.5
	Ag (g/t)	19	15	68	1,050
	Pb (%)	19	13	0.9	20
	Cu (%)	19	3	0.29	1.32
寬平	Au (g/t)	6	3	0.65	3.8
	Ag (g/t)	6	3	200	1,300
	Pb (%)	6	3	0.7	6
	Zn (%)	6	3	0.7	10
	Cu (%)	0	-	-	-

注：* 僅對少量礦脈進行了金品位估算。

來源：AMC，2026 年。

表 14.4 樣品、組合樣及封頂處理組合樣的對比

礦山	礦脈	統計	Ag (g/t)			Au (g/t)			Pb (%)			Zn (%)			Cu (%)		
			樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣
沙溝	S8	樣品數量	5,098	8,131	8,131	-	-	-	5,098	8,131	8,131	5,098	8,131	8,131	5,113	8,131	8,131
		最小值	0.01	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	8,400	8,400	6,150	-	-	-	78.14	78.14	52	37.85	34.94	24	6.13	5.45	1.8
		平均值	158.08	142.39	141.60	-	-	-	3.81	3.41	3.39	1.48	1.28	1.27	0.03	0.03	0.03
		變異係數	2.90	3.09	3.02	-	-	-	2.15	2.11	2.08	2.28	2.25	2.21	6.37	6.21	4.97
	S19	樣品數量	4,010	6,658	6,658	-	-	-	4,010	6,658	6,658	4,010	6,658	6,658	4,010	6,658	6,658
		最小值	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	8944	8,944	2,400	-	-	-	81.16	81.16	50	34.03	34.03	19	1.92	1.92	0.7
		平均值	203.68	188.28	179.40	-	-	-	4.10	3.84	3.80	1.75	1.61	1.60	0.01	0.01	0.01
		變異係數	2.32	2.35	2.01	-	-	-	1.94	1.93	1.88	1.81	1.83	1.80	5.71	5.25	3.69
	S7	樣品數量	2,970	5,341	5,341	-	-	-	2,970	5,341	5,341	2,970	5,341	5,341	2,970	5,341	5,341
		最小值	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	4,596	4,596	4,596	-	-	-	73.94	73.94	73.94	34.77	34.77	34.77	1.2	1.2	1.2
		平均值	219.14	179.66	179.66	-	-	-	4.67	3.79	3.79	1.81	1.46	1.46	0.01	0.01	0.01
		變異係數	1.88	1.94	1.94	-	-	-	1.96	1.93	1.93	1.90	1.85	1.85	6.97	6.22	6.22
	S2	樣品數量	2,540	4,033	4,033	-	-	-	2,540	4,033	4,033	2,540	4,033	4,033	2,540	4,033	4,033
		最小值	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	10,878	10,878	4,800	-	-	-	79.37	79.11	65	44.99	34.45	26	2.24	2.24	2.24
		平均值	355.57	328.34	321.89	-	-	-	6.65	6.06	6.06	2.33	2.02	2.02	0.03	0.03	0.03
		變異係數	2.02	1.99	1.81	-	-	-	1.66	1.63	1.62	1.75	1.68	1.66	4.03	4.02	4.02
	S16W	樣品數量	5,175	9,186	9,186	5,175	9,186	9,186	5,175	9,186	9,186	5,171	9,186	9,186	5,175	9,186	4,033
		最小值	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
		最大值	11,017	9,278	2,500	70.8	70.8	29	83.9	83.9	48	48.45	46.48	28	1.16	1.15	2.24
		平均值	241.61	188.56	182.61	0.14	0.19	0.18	5.33	4.00	3.86	2.72	2.14	2.11	0.01	0.01	0.03

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	礦脈	統計	Ag (g/t)			Au (g/t)			Pb (%)			Zn (%)			Cu (%)		
			樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣
		變異係數	2.28	2.36	2.14	10.52	9.08	7.93	2.24	2.38	2.26	1.92	1.97	1.89	5.65	4.99	4.02
	S6	樣品數量	2,660	3,163	3,163	-	-	-	2,660	3,163	3,163	2,660	3,163	3,163	2,660	3,163	3,163
		最小值	0.5	0.5	0.5	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	9,731	9,731	5,000	-	-	-	75.5	71.8	71.8	44.87	43.93	21	1.62	1.62	1.62
		平均值	354.80	318.39	316.39	-	-	-	6.11	5.54	5.54	2.98	2.61	2.56	0.02	0.02	0.02
		變異係數	1.96	1.85	1.79	-	-	-	1.86	1.74	1.74	1.73	1.59	1.51	4.18	3.79	3.79
	S7_1	樣品數量	3,962	6,025	6,025	-	-	-	3,962	6,025	6,025	3,962	6,025	6,025	3,962	6,025	6,025
		最小值	0.99	0.99	0.99	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	6,894	6,894	2,520	-	-	-	81.73	81.73	44	56.54	56.54	38	1.563	1.563	1
		平均值	203.51	189.44	185.53	-	-	-	4.00	3.82	3.70	3.69	3.43	3.41	0.01	0.01	0.01
		變異係數	2.22	2.16	2.03	-	-	-	2.32	2.28	2.16	1.78	1.75	1.72	5.05	4.40	4.23
後張溝	HZ26	樣品數量	2,790	5,499	5,499	-	-	-	2,790	5,487	5,487	-	-	-	2,790	5,063	5,063
		最小值	0	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0
		最大值	7,268	7,268	7,000	-	-	-	18.19	18.19	15.0	-	-	-	15.66	15.66	6.0
		平均值	61.2	218.2	216.6	-	-	-	0.78	0.72	0.71	-	-	-	0.21	0.21	0.21
		變異係數	2.29	2.36	2.35	-	-	-	1.90	1.98	1.96	-	-	-	2.55	2.36	2.14
蒿坪溝	H15	樣品數量	2,206	3,603	3,306	2,206	3,603	3,306	2,206	3,603	3,306	2,206	3,603	3,603	2,206	3,603	3,603
		最小值	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	3,515	3,330	500	80.7	80.7	5	73.18	73.18	26	29.85	29.85	12	1.94	1.94	1
		平均值	54.63	54.63	48.34	0.57	0.57	0.45	2.57	2.57	2.5	0.59	0.59	0.54	0.05	0.05	0.05
		變異係數	2.64	2.60	1.73	4.87	4.57	1.98	2.06	2.02	1.87	3.65	2.02	2.99	3.15	3.09	2.88
鐵爐坪	T1	樣品數量	1,575	2,912	2,912	1,289	2,412	-	1,567	2,898	2,898	-	-	-	696	1,324	1,324
		最小值	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0
		最大值	6,322	6,322	1,180	5.28	5.28	-	37.29	37.29	15.00	-	-	-	2.21	2.21	0.40
		平均值	79	79	68	0.04	0.04	-	1.16	1.16	1.13	-	-	-	0.02	0.02	0.02

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	礦脈	統計	Ag (g/t)			Au (g/t)			Pb (%)			Zn (%)			Cu (%)		
			樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣
		變異係數	3.85	3.73	2.38	4.82	4.80	-	2.20	2.13	1.95	-	-	-	4.42	4.25	2.92
	T2	樣品數量	4,101	8,248	8,248	3,730	7,507	-	4,098	8,241	8,241	-	-	-	1,965	4,080	4,080
		最小值	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0
		最大值	6,093	6,093	2,500	31.20	31.20	-	69.67	56.09	31.00	-	-	-	6.19	6.19	4.00
		平均值	71	71	69	0.10	0.10	-	2.25	2.25	2.22	-	-	-	0.12	0.12	0.11
		變異係數	2.95	2.80	2.45	6.54	6.36	-	1.82	1.75	1.67	-	-	-	3.28	3.18	3.04
	T3	樣品數量	3,422	7,289	7,289	2,856	6,083	-	3,413	7,269	7,269	-	-	-	1,723	3,749	3,749
		最小值	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0
		最大值	2,205	2,205	1,550	8.18	8.18	-	68.00	68.00	24.00	-	-	-	8.19	8.19	3.00
		平均值	54	54	54	0.06	0.06	-	1.74	1.74	1.72	-	-	-	0.10	0.10	0.10
		變異係數	2.52	2.45	2.39	4.26	4.15	-	1.94	1.86	1.70	-	-	-	3.76	3.70	3.15
龍門東溝	LM5	樣品數量	2,858	5,236	5,236	-	-	-	2,858	5,236	5,236	2,858	5,236	5,236	2,858	5,236	5,236
		最小值	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	14,613	14,613	4,675	-	-	-	37.2	33.8	13.5	7.53	7.53	4.5	8.13	8.13	2.2
		平均值	233.9	220.5	217.4	-	-	-	1.05	1.05	1.04	0.28	0.28	0.28	0.03	0.03	0.02
		變異係數	2.7	2.7	2.33	-	-	-	1.84	1.76	1.66	1.78	1.78	1.73	8.3	8.1	5.5
龍門西溝（富銀礦脈）	LM7	樣品數量	2,825	8,706	8,706	-	-	-	2,825	8,706	8,706	2,825	8,706	8,706	2,825	8,706	8,706
		最小值	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		最大值	2,005	2,005	1,500	-	-	-	37.74	37.74	16.00	7.60	7.60	2.80	8.39	8.39	4.50
		平均值	95	93	92	-	-	-	1.09	1.06	1.03	0.10	0.10	0.10	0.30	0.30	0.29
		變異係數	2.05	2.08	2.03	-	-	-	1.99	2.02	1.70	2.49	2.52	1.83	2.01	2.04	1.93
	LM17	樣品數量	2,153	3,830	3,830	-	-	-	3,830	2,153	3,830	3,830	2,153	3,830	3,830	2,153	3,830
		最小值	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		最大值	13,363.00	13,363.00	6,000.00	-	-	-	2.75	50.13	50.13	30.00	13.54	13.54	5.50	3.16	3.16
		平均值	178.85	178.85	174.70	-	-	-	0.09	1.51	1.51	1.50	0.19	0.19	0.19	0.09	0.09

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	礦脈	統計	Ag (g/t)			Au (g/t)			Pb (%)			Zn (%)			Cu (%)		
			樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣	樣品	組合樣	封頂處理樣
		變異係數	3.30	3.21	6.10	-	-	-	3.18	2.33		2.91	3.16	2.13	2.08	6.02	2.19
龍門西溝（富金礦脈）	LM50	樣品數量	2,779	5,352	5,352	2,779	5,352	5,352	5,352	2,779	5,352	5,352	2,779	5,352	5,352	2,779	5,352
		最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		最大值	6,896.00	6,896.00	3,200.00	80.30	80.30	60.00	2.50	17.32	17.32	12.00	7.82	7.82	3.50	6.54	6.54
		平均值	45.81	45.81	43.67	2.31	2.31	2.28	0.03	0.50	0.50	0.50	0.10	0.10	0.10	0.03	0.03
		變異係數	5.31	5.21	2.88	2.34	5.18	2.75	5.15	2.73	2.77	4.33	4.08	2.32	2.22	2.84	2.30
	LM21	樣品數量	973	1,619	1,619	973	1,619	1,619	1,619	973	1,619	1,619	973	1,619	1,619	973	1,619
		最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		最大值	1,568.00	1,568.00	400.00	320.82	320.82	140.00	8.25	14.36	14.36	6.50	4.51	4.51	1.20	14.36	14.36
		平均值	20.71	20.71	18.46	1.62	1.62	1.29	0.19	0.19	0.19	0.19	0.05	0.05	0.04	0.20	0.20
		變異係數	4.00	4.44	9.19	3.96	3.86	5.37	4.44	5.13	6.77	3.12	4.09	2.97	3.49	9.16	3.85
東草溝	C76	樣品數量	236	699	699	236	699	699	236	699	699	-	-	-	236	699	699
		最小值	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
		最大值	940	940	230	24.2	24.2	8.5	12.77	12.77	12.77	-	-	-	0.26	0.26	0.26
		平均值	30.32	28.28	20.61	1.28	1.20	0.98	0.63	0.59	0.59	-	-	-	0.02	0.02	0.02
		變異係數	3.24	3.56	1.84	2.51	2.55	1.93	2.61	2.69	2.69	-	-	-	2.02	2.08	2.08
寬平	K4	樣品數量	142	211	211	148	218	218	146	213	213	146	215	215	6	12	12
		最小值	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大值	15,998	15,998	1300	10	10	3.8	10.01	10.01	6	17.74	16.69	10	0.01	0.01	0.01
		平均值	249.3	249.3	177.8	0.5	0.5	0.4	1.1	1.1	1.0	2.0	2.0	1.8	0.0	0.0	0.0
		變異係數	4.3	4.2	1.9	2.6	2.5	2.1	1.9	1.8	1.6	1.9	1.8	1.6	4.6	4.6	4.6

注：所有統計數據均按長度加權。Samp=原始樣品，Compp=組合樣品。Capped= 封頂處理組合樣。Coeff.Var=變異係數。零值代表低於檢測限或未取樣的層段。

來源：AMC，2026 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

14.5 礦塊模型

14.5.1 塊體模型參數

合資格人士為每條礦脈分別創建了獨立的塊體模型。除後張溝使用 Vulcan 軟件外，其餘所有礦山均採用 Datamine 軟件。塊體模型經過了旋轉，使得 X 塊維度沿礦脈傾向排列，Y 塊維度沿礦脈走向排列，Z 塊維度則橫跨礦脈厚度。模型旋轉設置詳見表 14.5。

表 14.5 塊體模型旋轉

旋轉參數	旋轉軸	參數描述
第一次旋轉	Z 軸	繞 Z 軸旋轉以使 Y 軸與礦脈走向對齊。
第二次旋轉	Y 軸	繞 Y 軸旋轉以使 X 軸沿礦脈傾向向下，並使 Z 軸橫跨礦脈厚度。

來源：AMC，2026 年。

所有模型均採用父塊尺寸為 X 方向 10m×Y 方向 10m×Z 方向 0.8m。父塊尺寸的選擇是基於 40 米中段上名義 5 米間距的刻槽取樣，以及在主要礦脈數據控制較弱區域 40 至 50 米間距的鑽孔所做出的折衷方案。

在 Datamine 中，父塊被細分為 X 方向 1m×Y 方向 1m×Z 方向 0.1m 的子塊，以提供礦脈接觸帶的分辨率。某些模型被細分為 X 方向 0.25m×Y 方向 0.25m×Z 方向 0.1m 的子塊，以處理重新建模礦脈中的某些邊界區域，特別是在礦脈較薄的部分。

在 Vulcan 中，父塊被細分為 X 方向 2m×Y 方向 2m×Z 方向 0.1m 的子塊，以提供礦脈接觸帶的分辨率。由於 Vulcan 線框模型是使用最小樣本寬度 0.4 建模的，因此較低的分辨率被認為是可接受的——對更精細和更窄的塊體擬合需求較少。

14.5.2 密度

對於除沙溝和蒿坪溝之外的所有礦床，均對塊體分配了固定密度，而沙溝和蒿坪溝礦床的密度值則通過鉛和鋅品位的塊體估計值進行回歸估算。第 10.1.5 節（洛寧礦區項目）和第 10.2.5 節（寬平項目）討論了密度。

14.6 品位估算

銀、鉛、鋅、銅以及在特定礦脈中的金，均採用 ID2 插值法估算至父塊中。鑒於洛寧礦區存在數量眾多的礦脈，故選用 ID2 插值法。此前對 ID2 與普通克裏金法的對比，以及自 2020 年以來在洛寧礦區項目上完成的連續資源量估算，均表明 ID2 插值法產生的噸位和品位估算結果在全局上是無偏的。為了保持目標金屬之間的相互關系，在估算過程中（後張溝除外）採用了具有統一估算鄰域的靜態公共搜索。對於後張溝的估算，採用了多通遍、全向搜索。已封頂的組合樣通過硬域邊界進行限制，以便只有礦脈內帶有標記且已封頂的組合樣才能影響特定礦脈模型的估算。

除後張溝外，數據在礦化面內進行了網格去聚類，採用的名義網格間距為 100 米乘以 100 米，這與一般外圍數據的間距相一致。去聚類、長度加權、封頂處理及組合後的數據，被用於通過單次通行估算進入模型。表 14.6 總結了搜索通行參數。

表 14.6 洛寧礦區礦床-估算搜索參數

礦床	搜索輪次	搜索距離 X（m）	搜索距離 Y（m）	搜索距離 Z（m）	最少樣品數	最大樣品數	每個鑽孔或刻槽的最大樣品數
後張溝	1	25	25	25	4	12	2
後張溝	2	50	50	50	4	12	2
後張溝	3	200	200	200	3	12	2
其他所有	1	500	500	500	4	12	2

來源：AMC，2026 年。

14.6.1 採礦消耗量

希爾威公司根據地形、採礦活動（采場和巷道）以及因進入受限、鄰近采場或地質不穩定而被視為不可回收的材料，對塊體模型進行損耗扣除。

根據希爾威公司的內部業務流程，塊體模型中自然地形表面 5 垂米範圍內的所有塊體均被標記為'TOPO'標誌，並從礦產資源量計算中剔除。

採礦和巷道損耗是按礦脈逐個界定的，具體方法是在縱剖面圖上，依據礦脈與采場及巷道竣工測量數據的交集，為每條礦脈手工構建'Cookie Cutter'線框。希爾威公司優先使用這些線框，而非直接使用竣工測量線框實體，以確保寬度極窄（小於 2 米）的巷道和采場能夠被正確地編碼到細小的子單元格中。

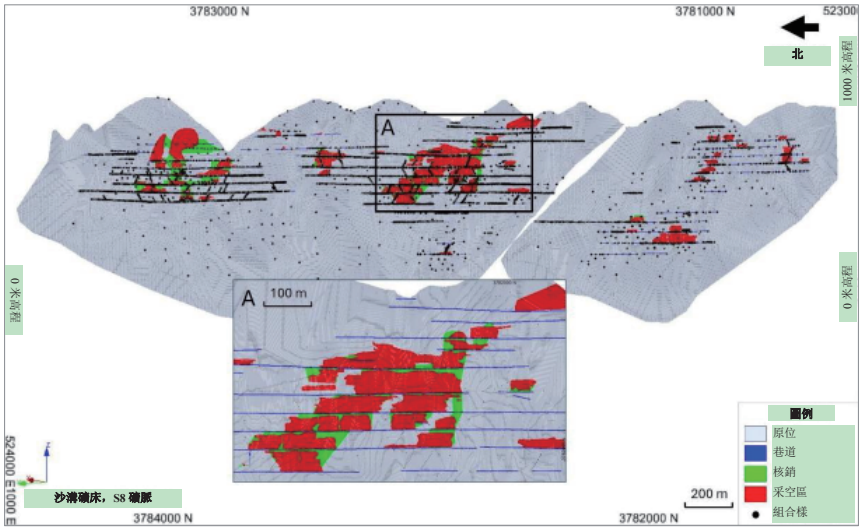
被視為不可回收或無價值的區域（當地稱為'Write-off'（核銷））由希爾威公司人員每半年界定一次。針對每條礦脈，均在縱剖面圖上構建了用於'核銷'的'Cookie Cutter'線框。

采場、巷道和核銷損耗線框用於對模型中的每條礦脈進行編碼，標記為'MINED'標誌。編碼工作的完成遵循以下原則：巷道覆蓋采場，而采場覆蓋'核銷'。圖 14.11 展示了沙溝礦脈 S8 的縱剖面圖，其中包含了損耗編碼。

礦產資源量不包括所有被標記為巷道、采場或核銷的區塊根據截至 2025 年 12 月 31 日已完成的採礦工作，巷道和采場部分已從區塊模型中核減。不可回收礦產資源量（核銷部分）已根據對截至 2025 年 12 月 31 日採礦活動的審查進行了核減。

QP 指出，使用「Cookie Cutter」線框並不能精確估算縱向巷道和采場的損耗量，並且無法一致地對小型穿脈巷道和天井進行模型損耗扣除。QP 認為這不會對礦產資源量產生重大影響。

圖 14.11 沙溝礦山採礦損耗縱向投影圖：S8 礦脈



注：朝向 120°方向看的縱剖面圖。圖示截至 2025 年 12 月 31 日的開採情況，以及截至 2025 年 12 月 31 日的核銷情況。

來源：AMC，2026 年。

14.7 礦產資源量分級

礦產資源量分類綜合考慮了窄脈型礦化特徵、目測品位的連續性、縱剖面圖上的採樣間距，以及過往估算的礦產資源量塊體模型作為已核實礦山產量預測指標的表現。具體標準詳述如下：

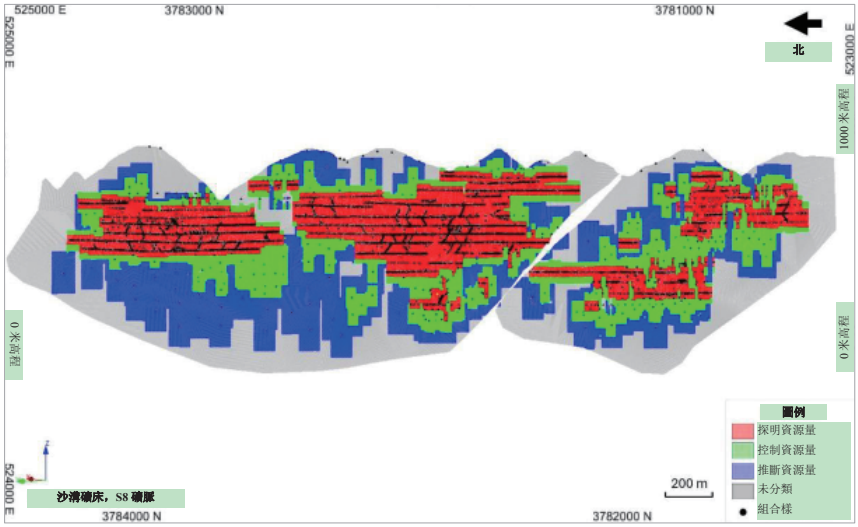
- 探明資源量：
  - 探明資源量是由勘探坑道所揭露的礦脈來界定。探明資源量的邊界確定是在採樣間距小於 15 米的勘探坑道處，沿礦脈傾向向上和向下外推 20 至 25 米。
  - 探明資源量不會沿走向從勘探坑道的端部向外推算。
- 控制資源量：
  - 控制資源量是由勘查鑽探或勘探坑道所界定的。
  - 採用沿走向 50 米、沿傾向 100 米的基本鑽孔網格來圈定控制資源量。界定一個控制資源量塊體至少需要三個鑽孔。由鑽孔界定的控制資源量塊體的邊界，是從最靠近邊界的鑽孔起算，沿走向外推 25 米、沿傾向上下外推 50 米來確定的。
  - 巷道界定的控制資源量的邊界，是通過從勘探坑道沿傾向上下外推 40 至 50 米來確定的。控制資源量不會沿走向從勘探坑道的端部向外推算。
- 推斷資源量：
  - 推斷資源量要麼是由低密度的鑽孔界定的，要麼是從鑽孔界定的控制資源量塊體外推而來的。
  - 推斷資源量的邊界是從最靠近控制邊界的鑽孔起算，沿走向外推 50 米、沿傾向上下外推 100 米來確定的。推斷資源量不會從勘探坑道向外推算。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

首輪礦產資源量分類是通過自動化腳本完成的，隨後由合資格人士進行了審查。隨後，合資格人士對分類進行了調整，以應對地質模型中的局部不確定性、品位的異常連續性或質量較差的估算結果。

沙溝礦山 S8 礦脈的礦產資源量分類示例見圖 14.12。

圖 14.12 沙溝礦山 S8 礦脈礦產資源量分類縱投影圖



注：朝向 120°方向看的縱剖面圖。

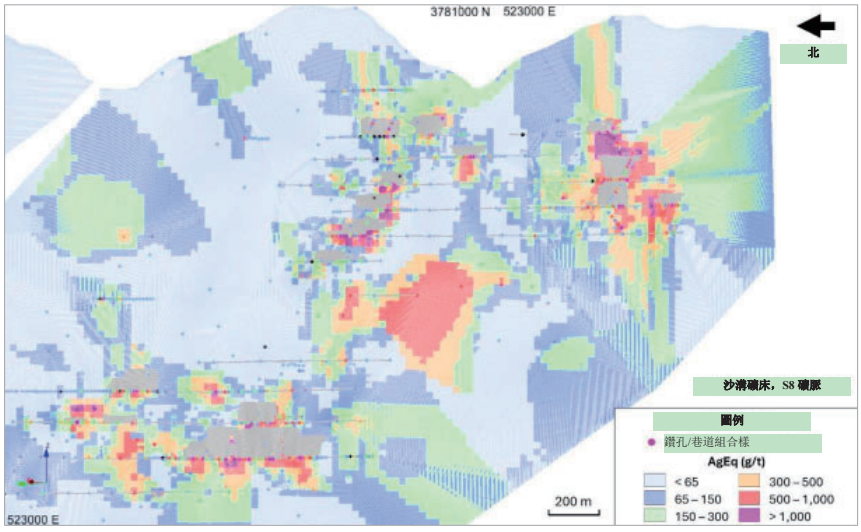
來源：AMC，2026 年。

14.8 塊體模型驗證

合資格人士採用多種方法對塊體模型進行了驗證，包括模型與輸入數據之間的統計對比、條帶圖分析（使用去聚類數據），以及與以往估算結果的對比。

圖 14.13 和圖 14.14 展示了沙溝礦山 S8 礦脈部分區域、以及鐵爐坪礦山 T3 礦脈部分區域的鑽孔與刻槽組合樣銀當量品位與塊體模型估算品位的對比示例——這兩個礦脈均來自各自最大的礦床。這些圖表顯示，鑽孔組合樣品位與估算的塊體模型品位之間具有良好的一致性。

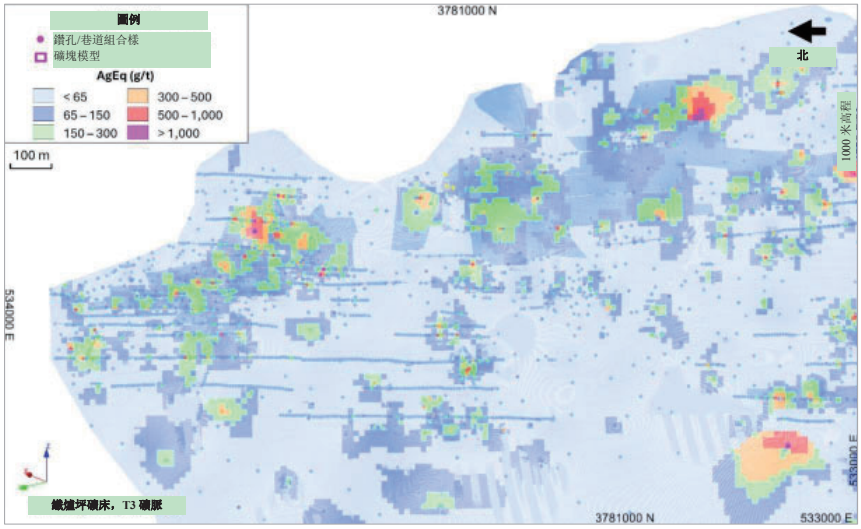
圖 14.13 沙溝礦山 S8 礦脈銀當量品位縱投影圖



注：朝向 120°方向看的縱剖面圖。圖中展示了塊體模型的一部分。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.14 鐵爐坪礦山 T3 礦脈銀當量品位縱投影圖

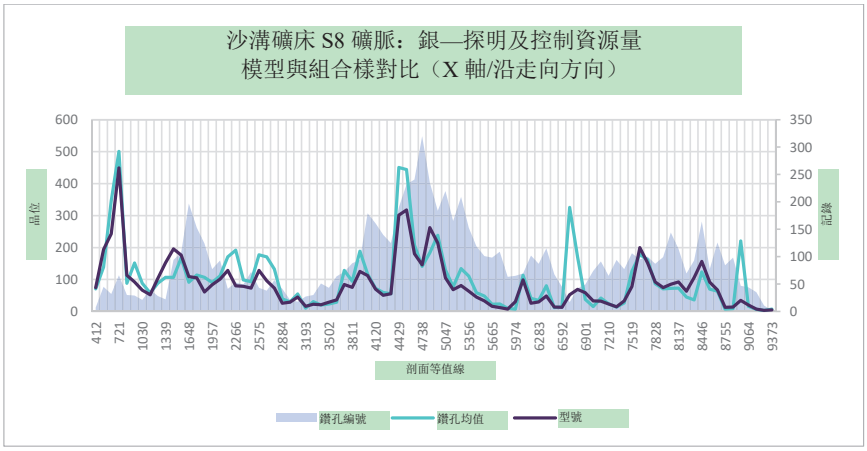


注：朝向 125°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.15 至圖 14.20 展示了沙溝礦山 S8 礦脈的條帶圖。條帶圖通常表明，模型品位與去聚類組合樣品位之間具有良好的一致性。注意到模型與組合樣之間存在細微差異，這反映了品位平滑效應、估算產生的邊緣效應，或是尋找穩健的去聚類方案時面臨的挑戰。

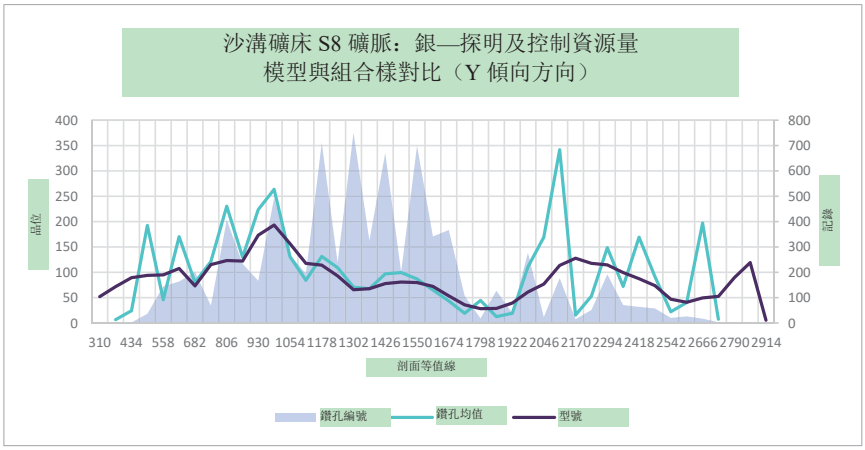
圖 14.15 S8 礦脈沿走向銀品位條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。BH = 所有鑽孔及槽探取樣。

來源：AMC，2026 年。

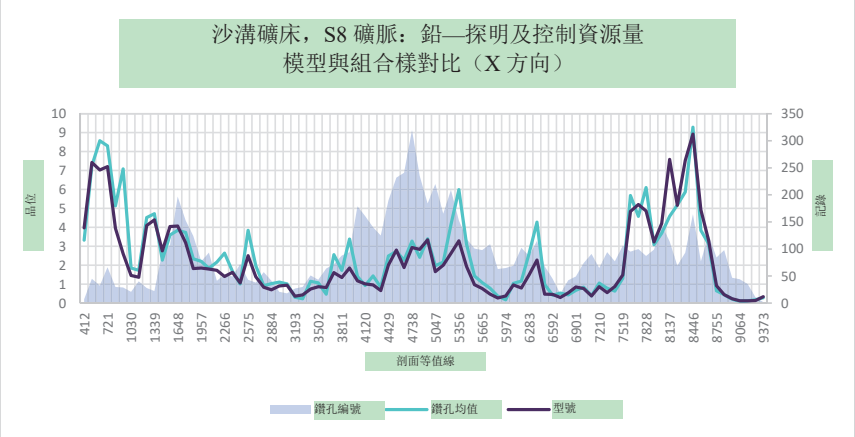
圖 14.16 S8 銀沿傾向條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。BH=所有鑽孔及槽探取樣。

來源：AMC，2026 年。

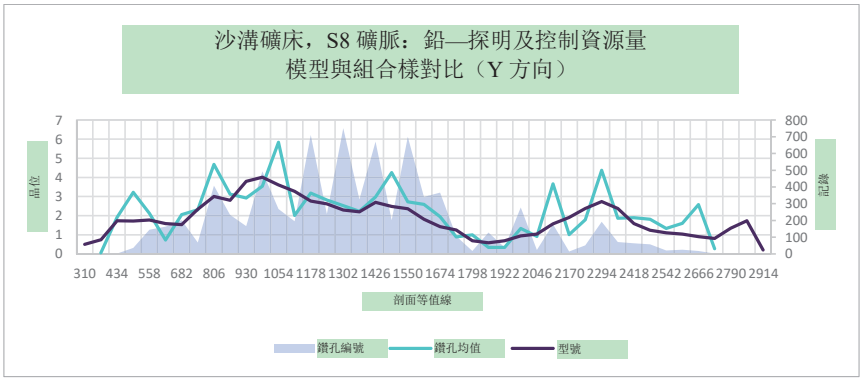
圖 14.17 S8 鉛沿走向條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。

來源：AMC，2026 年。

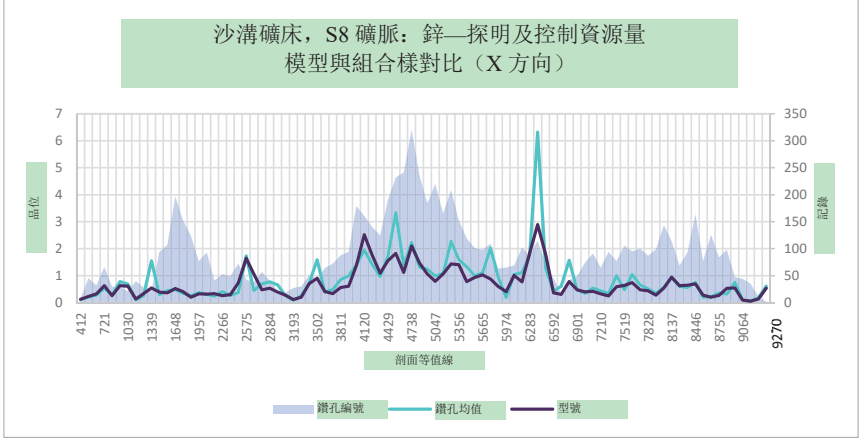
圖 14.18 S8 鉛沿傾向條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。

來源：AMC，2026 年。

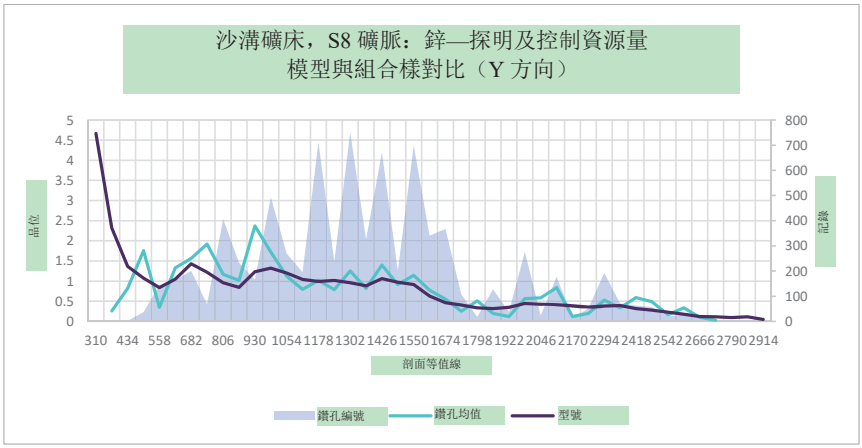
圖 14.19 S8 沿走向鋅條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.20 S8 鋅沿傾向條帶圖



注：S8 模型繞 Z 軸順時針旋轉 304 度，並繞 X 軸順時針旋轉 78 度。條帶圖採用真實世界坐標（未旋轉）。組合樣已去集群。

來源：AMC，2026 年。

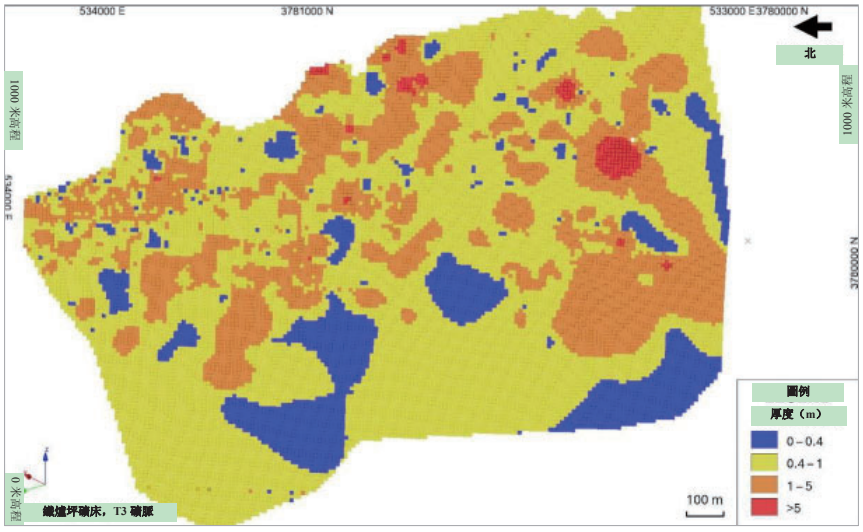
14.9 最小採礦寬度

為確保估算結果具備最終經濟開採的合理前景，所有礦脈的塊體模型均經過檢驗，以確保其水平厚度不小於 0.4 米，從而適用於充填採礦法。這是通過與模型子單元尺寸相當的間距，對模型內的水平厚度進行測試來實現的。在建模礦脈厚度小於 0.4 米的情況下，相應子單元格的 Z 方向塊體尺寸（橫切走向）會被擴大，並且模型品位會相應地進行貧化處理。

礦脈厚度的示例如圖 14.21 所示。經貧化處理的同一礦脈如圖 14.22 所示。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 14.21 鐵爐坪_T3 礦脈厚度



注：朝向 125°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.22 鐵爐坪_T3 顯示了為達到最小厚度 0.4 米而加入的上盤貧化部分。



注：朝向 125°方向看的縱剖面圖。未顯示下盤貧化部分。

來源：AMC，2026 年。

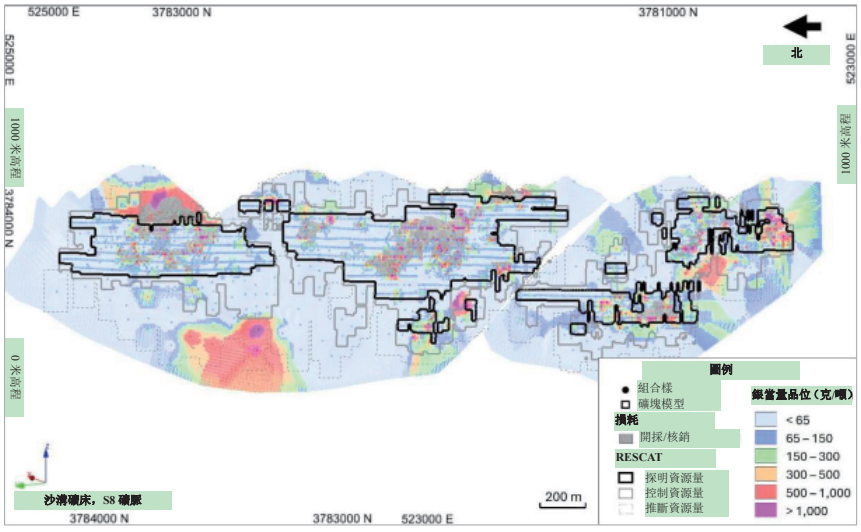
本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

14.10 礦產資源量估算

在引言部分的表 14.1 中，展示了截至 2025 年 12 月 31 日洛寧礦區的礦產資源量估算結果。礦產資源量估算報告顯示：所有礦床均報告銀和鉛品位，部分礦床報告鋅品位，以及部分礦床中特定礦脈的金品位。所含金屬量亦一併報告。

展示洛寧礦區內部分最大礦脈的銀當量（AgEq）品位模型、支持數據、采空區以及分類的縱投影圖，見圖 14.23 至圖 14.30。請注意，圖中僅展示了探明、控制和推斷三類資源量，因此外邊界與推斷資源量的範圍邊界重合。

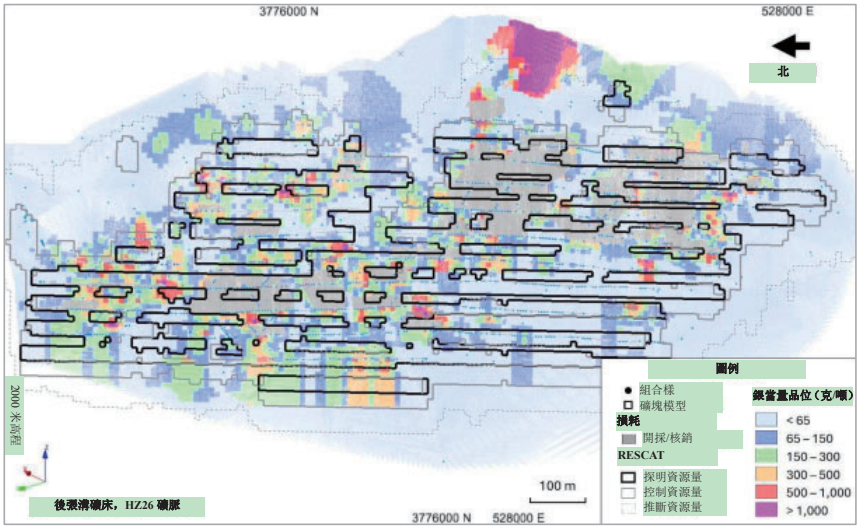
圖 14.23 沙溝 - S8 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 120°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

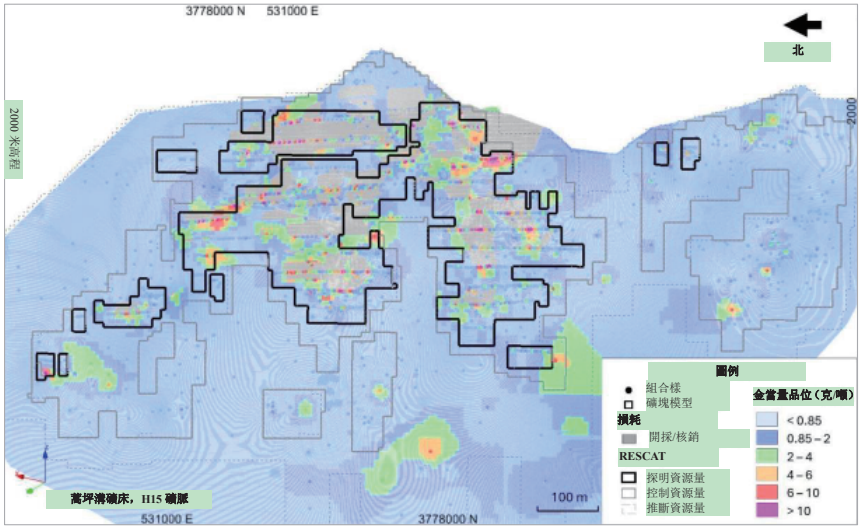
圖 14.24 後張溝 - HZ26 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 125°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

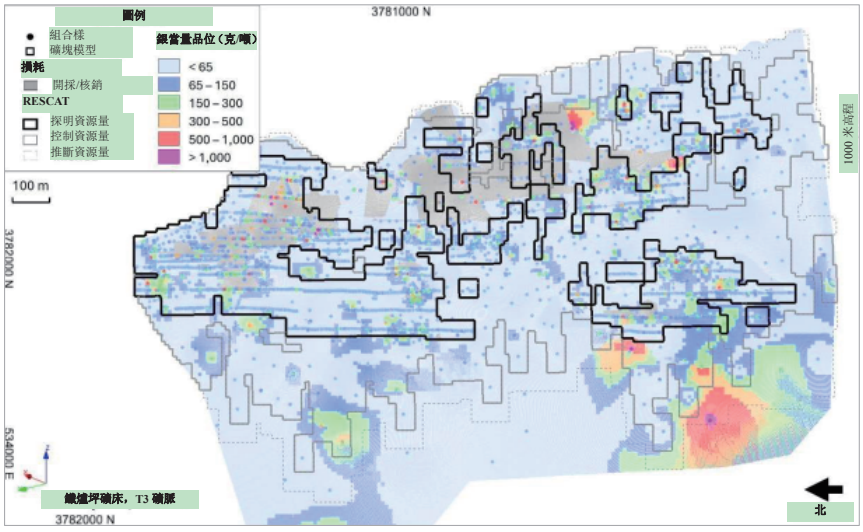
圖 14.25 蒿坪溝 - H15 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 140°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

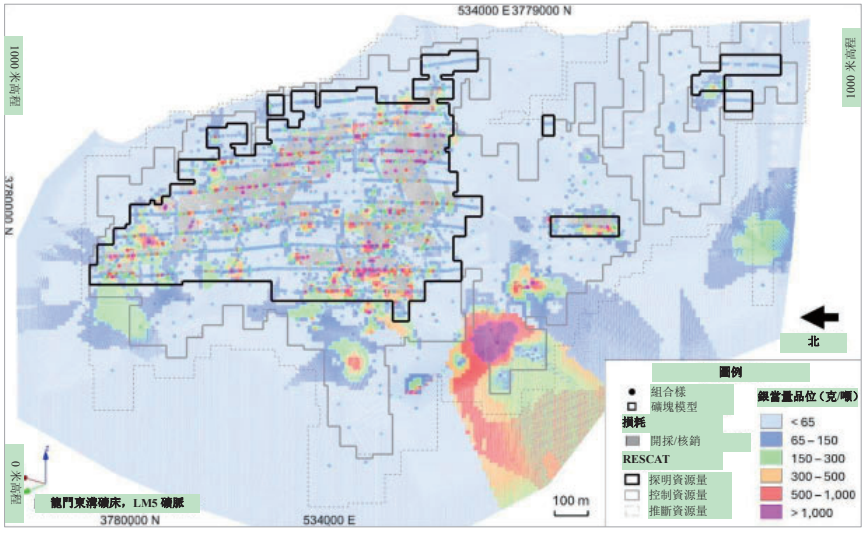
圖 14.26 鐵爐坪 - T3 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 125°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

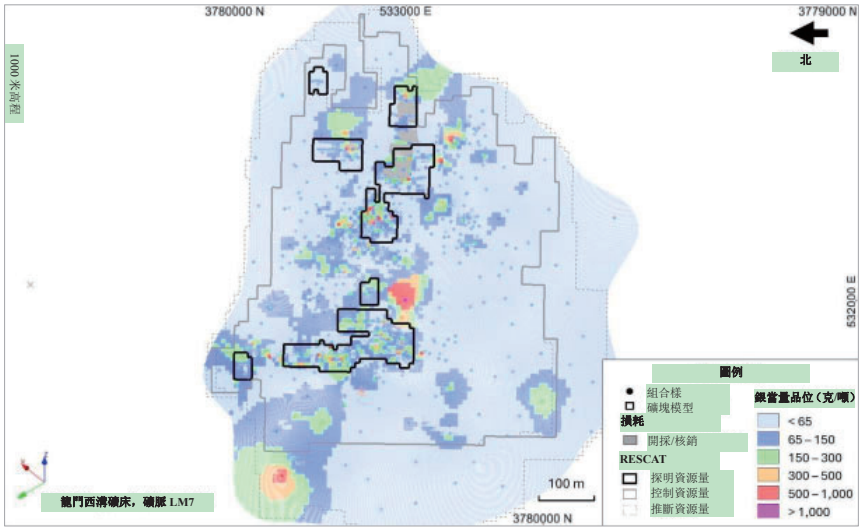
圖 14.27 龍門東溝 - LM5 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 140°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

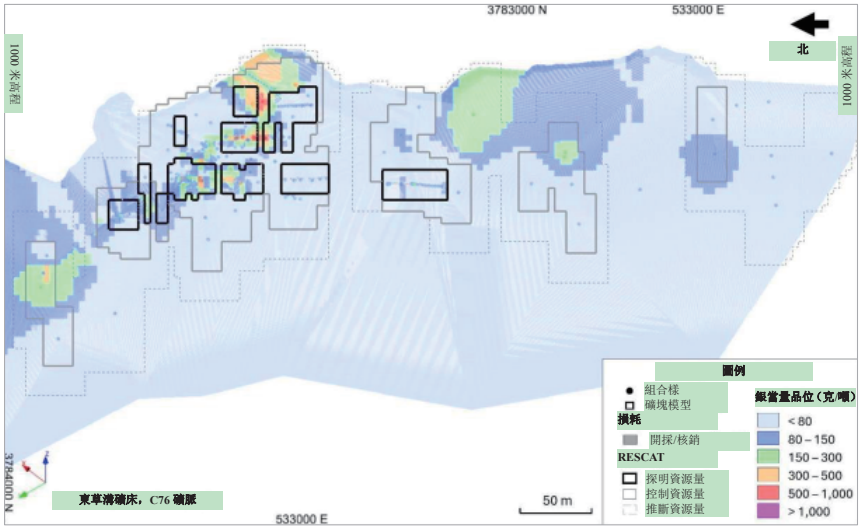
圖 14.28 龍門西溝 - LM7 礦脈垂直縱投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 130°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

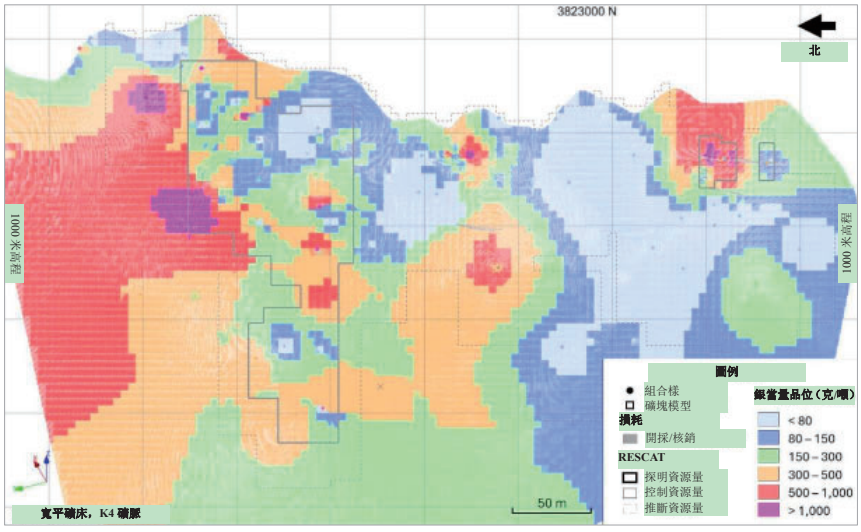
圖 14.29 東草溝 - C76 礦脈斜投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 130°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

圖 14.30 寬平 - K4 礦脈斜投影圖 - 礦產資源量



注：朝向 110°方向看的縱剖面圖。

來源：AMC，2026 年。

14.11 風險

合資格人士未知悉任何已知的環境、許可、法律、稅收、社會經濟、市場營銷、政治或其他類似因素可能對所述礦產資源量產生重大影響。

合格人士指出，按銀當量金屬計算，總礦產資源中有 21%位於當前採礦許可證標高以下；按噸位計算，則有 24%位於當前採礦許可證標高以下。就單座礦山而言，該比例差異較大，介於 0%（後張溝和 DGC）至噸位的 61%和金屬量的 58%（龍門東溝）之間。

正如第 4.3 節所述，包括希爾威在內的中國礦業公司在採礦許可證（礦權）規定的範圍之外開展資源相關活動，這種情況並不罕見。申請及獲批採礦許可證範圍延期的相關程序，與上述活動是同步進行的。

往年，若要在現有採礦許可證範圍下方開展勘查活動，須先取得勘查許可證。如第 4.4 節所述，若採礦許可證持有人在許可采區範圍以上或以下的標高進行探礦工作，則不再需要另行辦理探礦許可證。希爾威已向 AMC 提供了採礦許可證許可開採深度的詳細信息（見第 3 節和第 4 節）。

合資格人士確信，在未來需要開採這些資源時，希爾威無法獲得採礦許可的實質性風險極小。合資格人士指出，最新的採礦許可證（礦權）已延長了部分礦山（蒿坪溝和東草溝）的許可開採深度。鐵爐坪礦山的許可申請已提交且正在辦理中，而針對沙溝礦山的深度延伸申請也已納入計劃。

14.12 與 2024 年 6 月 30 日礦產資源量估算結果的對比

在本技術報告之前，最新發佈的關於洛寧礦區項目的獨立礦產資源量估算結果包含在 2024 年技術報告中，該估算的生效日期為 2024 年 6 月 30 日。表 14.7 中展示了生效日期為 2024 年 6 月 30 日（2024 年第二季度）與 2025 年 12 月 31 日（2025 年第四季度）的礦產資源量估算結果對比。自 2024 年第二季度估算以來的變化包括：

- 洛寧礦區項目新增鑽探了 3,670 個金剛石岩心鑽孔，總進尺達到 459,231 米。

- 洛寧礦區項目持續進行的地下開拓工程包括：新增完成巷道 136,034 米，其中沿脈巷道 68,945 米、穿脈巷道 41,605 米、天井 25,484 米，以及相關刻槽樣品 89,501 件。
- 因採礦活動持續進行的資源損耗與呆滯化（核銷）。
- 各礦山更新後的金屬價格、銀等量（AgEq）公式、新增的金等量（AuEq）公式以及更新後的邊界品位（COGs）。
- 新增寬平項目作為洛寧礦區項目的一部分。

表 14.7 2025 年 12 月 31 日與 2024 年 6 月 30 日洛寧礦區項目礦產資源量估算對比 3

礦山	資源類別	礦石量（百萬噸）	Au		Ag		Pb		Zn		Cu [1]	
			g/t	金屬 (koz)	g/t	金屬 (Moz)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)
沙溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	12.61	0.06	23.43	184	74.44	3.52	444.20	1.89	238.40	0.04	4.65
	2025 年第四季度推斷資源量	3.77	0.07	8.17	150	18.22	3.06	115.32	1.21	45.77	0.05	2.04
	2024 年第二季度探明+控制資源量	7.23	0.04	10.27	231	53.76	4.50	325.15	2.29	165.61	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	2.26	0.01	0.98	210	15.28	4.38	99.00	1.70	38.44	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	74%	31%	128%	-21%	38%	-22%	37%	-17%	44%	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	67%	399%	733%	-29%	19%	-30%	16%	-29%	19%	-	-
後張溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	1.73	-	-	208	11.60	0.80	13.90	-	-	0.30	5.14
	2025 年第四季度推斷資源量	0.63	-	-	266	5.39	0.69	4.38	-	-	0.29	1.85
	2024 年第二季度探明+控制資源量	0.93	-	-	291	8.68	0.98	9.12	-	-	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	0.34	-	-	266	2.94	0.71	2.43	-	-	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	86%	-	-	-28%	34%	-18%	52%	-	-	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	84%	-	-	0%	83%	-2%	80%	-	-	-	-
蒿坪溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	4.08	0.80	104.57	51	6.75	2.14	87.39	0.70	28.64	0.05	2.11
	2025 年第四季度推斷資源量	2.55	0.79	64.88	48	3.91	1.57	39.95	0.66	16.89	0.08	1.96
	2024 年第二季度探明+控制資源量	2.02	1.24	80.94	71	4.64	2.99	60.58	0.99	19.95	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	1.57	2.86	144.71	103	5.22	3.76	59.18	0.95	14.88	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	102%	-36%	29%	-28%	46%	-28%	44%	-29%	44%	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	62%	-72%	-55%	-54%	-25%	-58%	-32%	-30%	14%	-	-
鐵爐坪	2025 年第四季度探明+控制資源量	11.65	0.00	0.79	122	45.77	2.14	249.23	-	-	0.06	6.71

礦山	資源類別	礦石量（百萬噸）	Au		Ag		Pb		Zn		Cu [1]	
			g/t	金屬(koz)	g/t	金屬(Moz)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)
	2025 年第四季度推斷資源量	2.06	0.14	9.07	113	7.53	2.02	41.64	-	-	0.09	1.93
	2024 年第二季度探明+控制資源量	6.21	-	-	177	35.34	2.91	180.99	-	-	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	1.87	-	-	175	10.50	2.35	43.77	-	-	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	88%	-	-	-31%	30%	-27%	38%	-	-	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	11%	-	-	-35%	-28%	-14%	-5%	-	-	-	-
龍門東溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	4.52	0.07	9.63	187	27.21	0.98	44.53	0.25	11.36	0.04	1.94
	2025 年第四季度推斷資源量	1.54	0.16	8.09	145	7.19	1.06	16.36	0.31	4.79	0.05	0.79
	2024 年第二季度探明+控制資源量	1.80	0.07	4.16	282	16.33	1.23	22.09	0.33	5.87	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	0.89	0.16	4.68	258	7.36	1.24	11.05	0.30	2.69	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	151%	-8%	131%	-34%	67%	-20%	102%	-23%	93%	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	73%	0%	73%	-44%	-2%	-14%	48%	3%	78%	-	-
龍門西溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	6.65	0.28	58.96	137	29.35	1.33	88.38	-	-	0.11	7.37
	2025 年第四季度推斷資源量	2.03	0.48	31.12	87	5.71	0.94	19.16	-	-	0.10	1.95
	2024 年第二季度探明+控制資源量	3.59	0.19	22.41	216	24.89	2.01	71.99	-	-	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	1.77	0.11	6.02	199	11.31	2.33	41.12	-	-	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	85%	42%	163%	-36%	18%	-34%	23%	-	-	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	15%	349%	417%	-56%	-50%	-59%	-53%	-	-	-	-
東草溝	2025 年第四季度探明+控制資源量	0.69	1.23	27.24	42	0.93	1.89	13.01	-	-	0.03	0.17
	2025 年第四季度推斷資源量	0.35	1.18	13.41	35	0.40	2.01	7.13	-	-	0.02	0.08
	2024 年第二季度探明+控制資源量	0.36	2.16	24.92	67	0.77	1.93	6.93	0.21	0.75	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	0.10	0.63	2.04	59	0.19	3.79	3.84	0.13	0.13	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	92%	-43%	9%	-37%	21%	-2%	88%	-	-	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	250%	88%	558%	-41%	106%	-47%	86%	-	-	-	-
寬平 [2]	2025 年第四季度探明+控制資源量	0.25	0.75	5.99	197	1.57	1.29	3.20	2.34	5.82	0.00	0.00

礦山	資源類別	礦石量（百萬噸）	Au		Ag		Pb		Zn		Cu [1]	
			g/t	金屬(koz)	g/t	金屬(Moz)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)	%	金屬量(kt)
	2025 年第四季度推斷資源量	0.61	0.39	7.66	199	3.91	0.77	4.75	1.78	10.93	0.00	0.00
	2024 年第二季度探明+控制資源量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
共計	2025 年第四季度探明+控制資源量	42.18	0.17	230.61	146	197.63	2.24	943.84	0.67	284.22	0.07	28.10
	2025 年第四季度推斷資源量	13.55	0.33	142.40	120	52.26	1.84	248.70	0.58	78.38	0.08	10.60
	2024 年第二季度探明+控制資源量	22.15	0.20	142.69	203	144.40	3.06	676.85	0.87	192.18	-	-
	2024 年第二季度推斷資源量	8.80	0.56	158.43	187	52.80	2.96	260.39	0.64	56.14	-	-
	探明+控制資源量差異百分比（%）	90%	-15%	62%	-28%	37%	-27%	39%	-22%	48%	-	-
	推斷資源量差異百分比（%）	54%	-42%	-10%	-36%	-1%	-38%	-4%	-9%	40%	-	-

注：

1 2024 年未對銅進行估算。

2 本報告首次將寬平項目納入洛寧礦區進行報告。

3 MS -探明；ID -控制；IF -推斷。

2025 年（第四季度）：

- 見表 14.1 的腳註。

2024 年（第二季度）：

- 報告編制遵循了 CIM 定義標準（2014 版）。
- 探明及控制礦產資源量中包含了礦產儲量。
- 金屬價格：黃金 1,800 美元/金衡盎司，白銀 21.00 美元/金衡盎司，鉛 1.00 美元/磅，鋅 1.10 美元/磅。
- 匯率：人民幣 7 元兌 1 美元。
- 礦產資源量不包含地表以下最初的 5 米範圍。
- 估算後，礦脈已按 0.4 米的最小開採寬度進行了調整。
- COG：沙溝 140 g/t AgEq;後張溝 130 g/t AgEq;蒿坪溝 140 g/t AgEq;鐵爐坪 125 g/t AgEq;龍門東溝 130 g/t AgEq;龍門西溝 125 g/t AgEq;東草溝 150 g/t AgEq.
- 按礦山劃分的銀當量公式：
  - 沙溝 =Ag g/t+35.05*Pb%+17.97*Zn%。
  - 後張溝 =Ag g/t+33.59*Pb%。

- 蒿坪溝 =Ag g/t+80.6*Au g/t+35.17*Pb%+21.60*Zn%。
- 鐵爐坪 =Ag g/t+33.23*Pb%。
- 龍門東溝 =Ag g/t+32.71*Pb%+9.38*Zn%。
- 龍門西溝 =Ag g/t+34.20*Pb%。
- 東草溝 =Ag g/t+33.18*Pb%

- 用於重要含金礦脈的銀當量（AgEq）計算公式如下：
  - 沙溝（S11、S16W_Au、S18E、S74礦脈）= Ag g/t+54.44*Au g/t+35.05*Pb%+17.97*Zn%。
  - 龍門東溝（LM4E2、LM4E3 礦脈）= Ag g/t+55.12*Au g/t+32.71*Pb%+9.38*Zn%。
  - 龍門西溝 (LM21, LM22, LM26, LM28, LM50, LM50_3, LM52, LM53, LM54 礦脈) = Ag g/t+71.85*Au g/t+34.2*Pb%。
  - 東草溝 (C76, C9_1, C9_2, C9_3, C9_4, C9E1, C9W1 礦脈) = Ag g/t+83.44*Au g/t+33.18*Pb%。
- 包含截至 2023 年 12 月 31 日（含當日）的化驗結果。
- 已核銷截至 2024 年 6 月 30 日的礦山產量。截至 2024 年 6 月 30 日界定的不可回收礦產資源（因靠近采場、地質不穩定或礦脈通道受限而形成的無礦區）。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

合資格人士通過對比表得出了以下觀察結論：

- 探明和控制級別的礦石噸位總體增加了 90%。推斷級別的礦石噸位增加了 54%。
- 探明和控制級別的金、銀品位分別下降了 15%和 28%。探明和控制級別的鉛、鋅品位分別下降了 27%和 22%。
- 推斷級別的金、銀、鉛、鋅品位分別下降了 42%、36%、38%和 9%。
- 探明和控制級別的最終結果是，所含金和銀金屬量分別增加了 62%和 37%。探明和控制級別的所含鉛金屬量和鋅金屬量分別增加了 39%和 48%。
- 推斷級別的最終結果是，所含金金屬量、銀金屬量和鉛金屬量分別減少了 10%、1%和 4%。推斷級別的鋅金屬量增加了 40%。

導致品位、噸位和所含金屬量出現差異的原因包括：針對 2025 年第四季度模型對礦脈解釋進行了調整；因鑽探和中段開拓而將資源級別升級為更高級別；採用了不同的邊界品位；以及採礦造成的損耗。合資格人士指出，金、銀、鉛、鋅的金屬價格分別上漲了 78%、67%、3%和 36%。這導致所有礦床的邊界品位均有所降低。

就黃金而言，合資格人士指出，僅對總共 591 條礦脈中的 113 條進行了金品位估算（包括蒿坪溝的 69 條、寬平的 6 條，以及來自沙溝、龍門東溝、龍門西溝和東草溝的 38 條選定礦脈）。2025 年第四季度模型中，探明和控制級別的黃金金屬量顯著增長 62%，這是由於自 2024 年第二季度模型以來新發現了 20 條金礦脈。

洛寧礦區此前的礦產資源量估算中，並未包含銅。當前的礦產資源估算中已包含了銅。寬平礦床首次被納入洛寧礦區當前的礦產資源量估算中。

14.13 總體評價與建議

合資格人士建議在未來的礦產資源量估算中考慮以下建議：

14.13.1 礦產資源量估算過程

- 繼續在所有礦山推行標準化的建模規程，助力高效的模型審計。

- 在礦產資源量估算過程中，明確關鍵人員的職責分工。這應包括對所有輸入數據進行嚴格的內部同行評審，包括輸入數據庫、三維礦脈/實體域模型、竣工及核銷三角網等。該內部評審流程可采取結構化的方式，例如在建模過程的每個關鍵階段設置正式的內部數據簽批環節。
- 確保礦脈模型在既定參數（例如硬邊界搜索鄰域）下，適合用作估算域。處於相似構造位置、但在採礦實踐中被視為同一礦脈的不同脈體，可能需要劃分為不同的獨立域（使用不同的礦脈域名稱）。反之，存在小規模斷層錯動但在空間上具有關聯性的礦脈，可以合併為單一域（使用相同的礦脈域名稱）。這將使塊體能夠基於適當的數據進行估值，並消除生成的塊體模型中的畸變問題。

14.13.2 礦產資源數據庫

- 完成將所有礦產資源量數據集從各礦山獨立的數據解決方案（Excel™文件）遷移至中央 Micromine Geobank 數據庫的工作，並按照第 12 節所述實施數據驗證檢查。
- 在數據庫中創建字段，用於標識應從礦產資源量中排除的任何鑽孔或刻槽樣品。應保存任何數據被排除的原因說明，並提供給所有參與該項目工作的外部合資格人士。
- 考慮將中文礦脈名稱的英文翻譯進行標準化，以確保連續（如年度）礦產資源量更新之間的一致性。這將有助於按礦脈逐個對塊體模型進行更詳細的對比分析。這也可以通過一份記錄同一礦脈歷次名稱的追蹤文檔來實現。

14.13.3 密度

- 密度方面的詳細建議請參見第 10 節。

14.13.4 礦脈建模

- 為礦產資源量估算之目的，制定適用於所有礦床的標準化礦脈建模流程。該標準應涵蓋以下內容：從已知礦化體外推礦脈的距離、將礦脈合併（或拆分）為單一估算領域的准則，以及最小礦脈寬度標準。
- 在線框模型構建過程中，通過增加頂點數量來提高三角網格的分辨率，從而防止在數據密度波動劇烈或數據稀疏的礦脈中出現有害的三角形畸變。調研先進的礦脈建模工具（如隱式建模），以創建更合理、更穩健的礦脈線框模型。
- 在適當的情況下，使用線框布爾運算工具對相交的礦脈進行切割。
- 調整線框建模流程，以減少礦脈在數據點之間出現厚度小於 0.4 米的尖滅現象。

14.13.5 損耗建模

- 在構建開採損耗和核銷線框時，確保用於「餅乾切割」賦值的線框與礦脈模型的走向/傾向保持正交。
- 除在縱投影面上構建的「餅乾切割」線框外，還應使用竣工測量數據，以確保天井和橫穿巷道得到正確的賦值和損耗計算。

15 礦產儲量估算

15.1 簡介與礦產資源量基礎

洛寧礦區礦石儲量所依據的礦產資源量，已在第 14 章中進行了詳細闡述。礦產資源量位於希爾威擁有的採礦許可證範圍內或與其相鄰。許可相關問題已在第 14 章中進行了詳細討論。合資格人士認為，將當前所有的礦產資源量（包括位於希爾威採礦許可證當前下限以下的資源量）納入礦石儲量估算中是合理的。

為將礦產資源量轉換為礦石儲量，已應用了採礦邊界品位，增加了採礦貧化率，並逐一針對每個礦脈采場塊段評估了採礦回收率。僅有探明和控制礦產資源量被用於礦石儲量的估算。

洛寧礦區的礦石儲量估算由希爾威在獨立合資格人士 H.A. Smith 先生（專業工程師）的指導下編制，並由其對這些估算結果負責。

15.2 礦產儲量估算方法

礦石儲量估算假設洛寧礦區將繼續以現有的采場作業實踐為主，即針對大多數礦脈採用削壁充填採礦法和留礦採礦法；在采場內使用手持式鑿岩機（氣腿鑽）鑿岩並人工出礦，隨後通過鑿岩裝載機或人工裝載至礦車。合資格人士同時也注意到，洛寧礦區在作業中已越來越多地採用機械化程度更高的採礦技術。礦脈通常接近垂直、圍岩總體穩固、脈幅相對規整，加之普遍採用短進尺的人工採礦技術，使得采場作業過程中具備極高的選擇性和控制力。假定削壁充填採礦法的最小開採寬度為 0.5 米，留礦採礦法的最小開採寬度為 1.0 米。合資格人士已多次實地考察了洛寧礦區的削壁充填法和留礦法作業，並認為其最小回採及開採寬度假設是合理的。最小貧化假定為：削壁充填採礦法的總超挖為 0.10 米，留礦採礦法的總超挖為 0.20 米。關於貧化的更多介紹請參閱第 15.4 節。

合資格人士注意到，對於少數傾角較緩的礦脈（通常為含金量較高的礦脈），礦區目前正採用房柱採礦法配合耙礦絞車進行回採。龍門西溝礦的部分區域近期也開始採用中深孔採礦法。

在洛寧礦區的總估算礦石儲量中，約有 64%與削壁充填法相關，32%與留礦法相關，3%與房柱法相關，另有 1%與中深孔採礦法相關。

15.3 邊界品位

礦石儲量的估算採用了各礦區針對不同採礦方法（主要是留礦法和削壁充填法）所適用的全盈虧平衡邊界價值。邊界品位的確定依據總結如下，詳見表 15.1。

銀當量邊界品位(克/噸)=(運營成本/噸+維持性資本成本/噸+礦產資源稅/噸+政府規費/噸)/(銀價/克×選礦回收率×計價係數)

在確定用於邊界品位計算的金屬價格時，合資格人士參考了世界銀行的長期預測信息、近期 NI 43-101 報告中採用的價格、三年移動平均價格以及截至 2025 年第四季度的現行價格。邊界品位計算採用 7.00 人民幣兌 1 美元的匯率。該匯率還參考了希爾威當前的預算數據以及公開領域的信息進行了核定。

表 15.1 礦產儲量邊界品位和關鍵估算參數

項目	沙溝		後張溝		蒿坪溝		鐵爐坪		龍門東溝		龍門西溝		東草溝		寬平	
外匯匯率（人民幣：美元）	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法	削壁充填採礦法	留礦採礦法
運營成本																
開採成本（美元/噸）	92.64	70.28	78.85	61.18	88.87	73.25	75.40	58.20	94.89	72.23	89.15	72.04	119.02	103.15	119.02	103.15
運輸成本（美元/噸）	3.79	3.79	4.39	4.39	2.81	2.81	3.22	3.22	3.23	3.23	3.24	3.24	3.20	3.20	8.79	8.79
選礦成本（美元/噸）	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61	11.61
一般及行政管理（美元/噸）	10.11	10.11	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42
礦產資源稅（美元/噸）	4.02	4.02	3.66	3.66	4.11	4.11	3.51	3.51	3.67	3.67	3.67	3.67	3.18	3.18	3.35	3.35
政府規費和礦業權出讓費（美元/噸）	5.70	5.70	5.13	5.13	5.47	5.47	5.01	5.01	5.13	5.13	5.13	5.13	4.76	4.76	4.89	4.89
維持性資本（開拓掘進與固定資產）（美元/噸）	22.13	22.13	11.52	11.52	26.98	26.98	20.35	20.35	14.45	14.45	18.19	18.19	3.06	3.06	3.06	3.06
總運營成本（美元/噸）	**150.00**	**127.64**	**123.57**	**105.91**	**148.26**	**132.64**	**127.53**	**110.34**	**141.40**	**118.74**	**139.40**	**122.29**	**153.26**	**137.39**	**159.14**	**143.26**
選礦回收率																
Au (%)	61.32	61.32	62.17	62.17	91.05	91.05	61.82	61.82	53.34	53.34	87.24	87.24	75.85	75.85	75.85	75.85
Ag (%)	95.56	95.56	95.57	95.57	88.80	88.80	92.76	92.76	95.17	95.17	95.40	95.40	81.37	81.37	81.37	81.37
Pb (%)	96.44	96.44	88.42	88.42	90.10	90.10	89.58	89.58	87.21	87.21	93.27	93.27	73.81	73.81	73.81	73.81
Zn (%)	70.13	70.13	0.00	0.00	65.98	65.98	0.00	0.00	37.14	37.14	0.00	0.00	0.00	0.00	68.00	68.00
Cu%					93.83	93.83	87.95	87.95	87.17	87.17	93.80	93.80	69.20	69.20	69.20	69.20
計價係數																

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

Au (%)	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Ag (%)	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50	94.50
Pb (%)	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00
Zn (%)	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00
Cu (%)					40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
全盈虧平衡邊界品位（銀當量克/噸）=（每噸總運營成本）/（計入選礦回收率及計價比例後的原位金屬克價值）	**180**	**155**	**150**	**130**	**195**	**175**	**160**	**135**	**170**	**145**	**170**	**150**	**160**	**135**	**225**	**205**

注：

1. 對於龍門西溝礦區的中深孔採礦法，採用了 150 克/噸銀當量的全盈虧平衡邊界品位。
2. 龍門西溝礦區的房柱採礦，採用了 1.8 克/噸金當量的全盈虧平衡邊界品位。
3. 龍門東溝礦區的房柱採礦，採用了 145 克/噸銀當量的全盈虧平衡邊界品位。
4. 寬平礦區的房柱採礦，採用了 205 克/噸銀當量的全盈虧平衡邊界品位。
5. 蒿坪溝礦區的充填法和留礦法全盈虧平衡邊界品位分別採用了 2.1 克/噸和 1.9 克/噸的金當量值。
6. 運營成本估算參考了 2026 財年預算預測以及 2025 財年的實際數據。
7. 金屬價格假設：黃金 2,800 美元/盎司；銀$28.00/盎司；鉛 0.90 美元/磅；鋅 1.20 美元/磅，銅 4.40 美元/磅。

因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

關於銀當量計算公式，請參見第 14 章。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

對於開拓礦量，以及那些實際上所有開拓和鑽探工作均已完成的區域，採用了較低的邊界品位值；在這些區域，決策的關鍵僅僅在於是否回採該采場。這些數值如表 15.2 所示。

表 15.2 采場邊界品位與開拓礦量邊界品位

項目	沙溝		後張溝		蒿坪溝		鐵爐坪		龍門東溝		龍門西溝		東草溝		寬平	
	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法	上向分層充填採礦法	留礦採礦法
采場邊界品位（銀當量 克/噸）	155	130	130	110	165	145	135	115	135	105	135	110	135	115	155	135
開拓礦量邊界品位（銀當量 克/噸）	100		80		115		90		80		90		90		95	

注：

1. 對於龍門西溝礦區的中深孔採礦，採用了 110 克/噸銀當量的邊界品位。
2. 龍門西溝礦區的房柱採礦，採用了 1.35 克/噸金當量的邊界品位。
3. 龍門東溝礦區的房柱採礦，採用了 105 克/噸銀當量的邊界品位。
4. 寬平礦區的房柱採礦，採用了 135 克/噸銀當量的邊界品位。
5. 蒿坪溝礦區的邊際上向分層充填採礦和留礦採礦邊界品位，分別採用 1.8 克/噸和 1.6 克/噸的金當量值。
6. 成本、回收率、計價係數及金屬價格假設，均參照上表 15.1。

15.3.1 關於邊界品位的評述

合資格人士認為，該礦產儲量的邊界品位及其支撐參數均是合理的。合資格人士同時指出，盡管銀、金價格的上漲使得較低的邊界品位成為可能，但這同時也增加了部分洛寧礦區礦產儲量對邊界品位變動的敏感性；然而，就洛寧礦區的整體運營而言，其對降低邊界品位的敏感度僅處於中等水平——詳見第 15.6 節的討論。

15.4 貧化率與回收率

15.4.1 貧化率

如上所述，針對上向分層充填採礦和留礦採礦，分別假定的最小開採寬度為 0.5 米和 1.0 米。針對上向分層充填採礦，已對各礦脈真寬應用了貧化係數，使其達到 0.5 米的最小開採寬度；而對於真寬大於 0.4 米的礦脈，則按「礦脈寬度加 0.1 米」進行計算。針對留礦採礦，在 0.8 米的最小礦脈寬度基礎上，增加了 0.2 米的固定貧化量。合資格人士指出，洛寧礦區為最大限度減少底部貧化所采取的一項關鍵策略是：在上向分層充填采場的每一次爆破作業前，立即在廢石充填底板上鋪設橡膠墊和/或輸送帶膠皮。這實際上在礦石與廢石之間形成了一道屏障。

對於龍門西溝礦區的中深孔採礦，已假定貧化率為 20%。龍門西溝、龍門東溝和寬平礦區的房柱採礦，假定的最小開採寬度為 1.2 米；若礦脈寬度大於 1.0 米，則按「礦脈寬度加 0.2 米」計算。這三個礦區的平均貧化率分別約為 31%、27%和 62%。

礦產儲量估算中所採用的貧化計算流程，是假定其得出的結果數據代表了最終運送至地表的礦石總量和品位。根據具體礦山和採礦方法的不同，井下會進行少量的人工手選廢

石作業，從而實現品位的提升。合資格人士認為，這種人工手選對最終產品的實際影響並不顯著，不足以實質性改變估算中所採用的貧化係數。

合資格人士指出，針對主要的上向分層充填採礦法和留礦採礦法所預測的貧化指標，是建立在設計、鑽孔及爆破環節均具備高度過程控制的基礎之上的；並且強調，持續保持這種控制水平對於達成貧化目標至關重要。對於龍門西溝礦區的中深孔採礦，目前正在實施一項全面的監測計劃，旨在對照設計標準檢查鑽孔和爆破的執行效果，該計劃包含了定期的采空區監測測量。

表 15.3 匯總了洛寧各礦區礦產儲量計算中的平均貧化估算值。合資格人士認為，當前的貧化估算結果是合理的。從 2023 年初到 2025 年底，洛寧礦區的銀、鉛、金實際總生產品位略低於已采區域的儲量品位。作為主要的價值貢獻元素，銀和鉛的具體數據如下：銀的開採品位為 197 克/噸，略低於儲量的 201 克/噸；鉛的開採品位為 2.52%，也低於儲量的 2.63%。詳細對比請參見表 16.14。分礦山來看，沙溝礦區的銀生產品位高於儲量品位，而鉛生產品位則與儲量品位持平。對於產量第二大的礦山（鐵爐坪），其銀品位達到了儲量品位的 90%，而鉛品位則為儲量品位的 102%。對於第三大生產礦山（龍門西溝），其銀品位達到了儲量品位的 90%，而鉛品位則為儲量品位的 92%。這表明，盡管近期提高生產率的舉措並未對整個礦區的當前貧化率造成重大影響，但隨著礦山服務年限計劃中進一步增產措施的實施，必須持續在各作業現場嚴抓採礦工藝與貧化控制。

表 15.3 按礦山和採礦方法統計的平均貧化率

礦山	貧化率%			
	削壁充填採礦法	留礦採礦法	R&P	中深孔
沙溝	17.9%	21.4%		
後張溝	18.8%	24.0%		
蒿坪溝	15.8%	20.4%		
鐵爐坪	15.8%	18.6%		
龍門東溝	16.1%	19.2%	27.2%	
龍門西溝	14.7%	20.1%	31.3%	20.0%
東草溝	14.6%	15.6%		
寬平	51.1%	18.1%	62.3%	
洛寧礦區合計	**16.9%**	**20.0%**	**32.1%**	**20.0%**

15.4.2 採礦回收率

削壁充填法和留礦法礦石儲量計算中所採用的採礦回收率估算值，是基於營礦區各礦點對這些主要採礦方法的實際生產經驗得出的。對於削壁充填采場，設定總回收率為 95%；對於留礦采場，設定總回收率為 92%。預計在同一礦脈的相鄰采塊之間僅保留極少量礦柱，且頂底柱的部分回採已計入各自相應的回收係數中。龍門西溝的中深孔採礦，以及龍門西溝、龍門西溝和寬平的房柱採礦，預計其回收率為 92%。

合資格人士認為所採用的回收係數是合理的。

15.5 礦產儲量估算

為了將礦產資源量轉換為礦石儲量，希爾威採用了以下流程：

- 選取平均銀當量品位高於適用礦山邊界品位的探明級和控制級礦產資源區域（即潛在采場礦塊）。
- 應用最小回採寬度和採礦寬度標準，並按零品位計算貧化岩石的量。

- 通過應用相關的採礦損失係數來估算礦產儲量潛力。
- 再次確認貧化後的銀當量品位高於適用的礦山邊界品位。
- 通過考慮其他重大成本因素（如為進入目標礦塊所需的額外廢石掘進工程），最終將其確認為礦產儲量。

表 15.4 匯總了洛寧各礦區以及整個洛寧礦區的礦產儲量估算結果。55%的礦產儲量噸位被歸類為證實儲量，45%被歸類為概略儲量。

表 15.4 截至 2025 年 12 月 31 日洛寧礦區的礦產儲量估算值及金屬含量

礦山	類別	Mt	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb	Zn	Cu	礦產儲量中的金屬含量				
					(%)	(%)	(%)	Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
沙溝	證實儲量	4.43	0.05	201	3.97	1.89		7.0	28.6	175.9	83.5	
	概略儲量	2.81	0.03	198	3.70	1.70		2.6	17.9	104.3	47.8	
	證實儲量+概略儲量小計	**7.24**	**0.04**	**200**	**3.87**	**1.81**		**9.6**	**46.5**	**280.2**	**131.4**	
後張溝	證實儲量	0.53		212	0.75		0.29		3.6	4.0		1.5
	概略儲量	0.56		185	0.64		0.26		3.3	3.5		1.4
	證實儲量+概略儲量小計	**1.09**		**198**	**0.69**		**0.28**		**6.9**	**7.5**		**3.0**
蒿坪溝	證實儲量	0.68	1.01	62	2.60	0.61	0.07	22.3	1.4	17.8	4.1	0.5
	概略儲量	0.67	0.96	61	2.36	0.69	0.06	20.6	1.3	15.7	4.6	0.4
	證實儲量+概略儲量小計	**1.35**	**0.99**	**62**	**2.48**	**0.65**	**0.07**	**42.8**	**2.7**	**33.5**	**8.7**	**0.9**
鐵爐坪	證實儲量	2.48		150	2.28				12.0	56.5		
	概略儲量	1.58		136	2.01				6.9	31.9		
	證實儲量+概略儲量小計	**4.07**		**145**	**2.18**				**18.9**	**88.4**		
龍門東溝	證實儲量	0.73	0.01	254	1.07	0.24		0.3	5.9	7.8	1.7	
	概略儲量	1.56	0.04	214	1.03	0.25		2.2	10.7	16.0	3.8	
	證實儲量+概略儲量小計	**2.28**	**0.03**	**227**	**1.04**	**0.24**		**2.5**	**16.7**	**23.8**	**5.6**	
	證實儲量	1.41	0.29	181	1.37		0.13	13.2	8.2	19.3		1.9

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

龍門西溝	概略儲量	1.06	0.50	152	1.23		0.09	17.0	5.2	13.1		0.9
	證實儲量+概略儲量小計	**2.48**	**0.38**	**168**	**1.31**		**0.11**	**30.2**	**13.4**	**32.4**		**2.8**
東草溝	證實儲量	0.15	1.64	44	0.46			8.0	0.2	0.7		
	概略儲量	0.21	1.40	25	1.53			9.6	0.2	3.3		
	證實儲量+概略儲量小計	**0.36**	**1.50**	**33**	**1.08**			**17.6**	**0.4**	**3.9**		
寬平	證實儲量											
	概略儲量	0.21	0.66	158	1.12	2.20		4.4	1.1	2.3	4.5	
	證實儲量+概略儲量小計	**0.21**	**0.66**	**158**	**1.12**	**2.20**		**4.4**	**1.1**	**2.3**	**4.5**	
洛寧礦	證實儲量	10.41	0.15	179	2.71	0.87	0.04	50.8	59.9	282.0	90.4	3.9
	概略儲量	8.66	0.20	167	2.19	0.71	0.03	56.3	46.6	190.1	61.7	2.7
	證實儲量+概略儲量合計	**19.08**	**0.17**	**174**	**2.47**	**0.80**	**0.04**	**107.1**	**106.5**	**472.1**	**150.2**	**6.7**

礦產儲量聲明附注：

- 邊界品位（銀當量 克/噸）：沙溝 - 削壁充填採礦法 180，留礦採礦法 155；後張溝 - 削壁充填採礦法 150， 留礦採礦法 130；蒿坪溝 - 削壁充填採礦法 195（2.10 AuEq），留礦採礦法 175（1.90 AuEq）;鐵爐坪 - 削壁充填採礦法 160，留礦採礦法 135；龍門東溝 - 削壁充填採礦法 170，留礦採礦法 145，房柱式採礦法 145；龍門西溝 - 削壁充填採礦法 170，留礦採礦法 150，150 中深孔採礦法，房柱式採礦法 150（1.8 g/t AuEq）;東草溝 - 削壁充填採礦法 220，留礦採礦法 195 寬平 ◇ 削壁充填採礦法 225，留礦採礦法 205。
- 采場邊界品位（AgEq g/t）：沙溝 - 削壁充填採礦法 155，留礦採礦法 130；後張溝 - 削壁充填採礦法 130，留礦採礦法 110；蒿坪溝 - 削壁充填採礦法 165（1.80 AuEq），留礦採礦法 145（1.60 AuEq）;鐵爐坪 - 削壁充填採礦法 230，留礦採礦法 1.95；龍門東溝 - 削壁充填採礦法 135，留礦採礦法 105，房柱式採礦法 105；龍門西溝 ◇ 削壁充填採礦法 135，留礦採礦法 110，110 中深孔採礦法，房柱式採礦法 110（1.35 AuEq）;東草溝 - 削壁充填採礦法 145，留礦採礦法 125。
- 開拓礦石邊界品位（銀當量 克/噸）：沙溝 -100；後張溝 -80； 蒿坪溝 –115、 鐵爐坪 –90、 龍門東溝 –80、 龍門西溝 –90、 東草溝 –90、 寬平 –95。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

- 非計劃貧化率（零品位）：削壁充填採礦法每側圍岩按 0.05 米計，留礦採礦法每側圍岩按 0.10 米計；龍門西溝中深孔採礦法非計劃貧化率按 20%計；龍門東溝、龍門西溝和寬平房柱採礦法平均貧化率分別按 27%、31%和 62%計。
- 採礦回收率：削壁充填採礦法按 95%計，留礦採礦法、房柱採礦法及中深孔採礦法按 92%計。
- 金屬價格：金 2,800 美元/盎司，銀 28.00 美元/盎司，鉛 0.90 美元/磅，鋅 1.20 美元/磅，銅 4.40 美元/磅。
- 選礦回收率：沙溝 – 金 61.3%，銀 95.6%，鉛 96.4%，鋅 70.1%，銅 90.80%；後張溝 – 金 62.2%、銀 95.6%、鉛 88.4%、銅 96.2%；蒿坪溝 – 金 91.0%、銀 88.8%、鉛 90.1%、鋅 66.0%、銅 93.8%；鐵爐坪 – 金 61.8%、銀 92.8%、鉛 89.6%、銅 88.0%；龍門東溝 – 金 53.3%、銀 95.2%、鉛 87.2%、鋅 37.1%、銅 87.2%；龍門西溝 – 金 87.2%、銀 95.4%、鉛 93.3%、銅 93.8%；東草溝 – 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、銅 69.2%；寬平 – 金 75.9%、銀 81.4%、鉛 73.8%、鋅 68.0%、銅 69.2%。
- 計價係數：金 - 85%;銀 - 94.5%;鉛 - 99.0%;鋅 - 76.0%，銅 - 40.0%。
- 匯率：假設為 1 美元 = 7.00 元人民幣。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

洛寧礦區金、銀、鉛、鋅的平均礦產儲量品位，分別為 2023 財年第四季度至 2025 財年末生產報告品位的 76%、88%、98%和 163%。這與採用較低邊界品位及生產逐步向深部礦區轉移的趨勢相一致。

就洛寧礦區礦產儲量的當量銀（AgEq）金屬量構成而言，沙溝仍為主要貢獻者，占比 47%；其次為鐵爐坪占 16%、龍門東溝和龍門西溝各占 12%、蒿坪溝占 6%、後張溝占 5%，東草溝與寬平各占 1%。

持續堅持最佳採礦實踐並最大限度降低貧化，是實現洛寧礦山服務年限礦產儲量品位的關鍵。

15.6 儲量對邊界品位的敏感性

通過將各洛寧礦的邊界品位提高 20%，測試了洛寧礦產儲量對邊界品位變化的敏感程度。各洛寧礦及整個礦區當量銀金屬量的近似減少比例見表 15.5。

表 15.5 邊界品位提高 20%時礦產儲量中當量銀金屬量估算減少量

邊界品位提高 20%	沙溝	後張溝	蒿坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	寬平
各礦當量銀金屬量減少比例	-8.9%	-16.0%	-28.7%	-32.6%	-13.3%	-19.3%	-43.0%	-7.0%
洛寧礦區合計當量銀減少比例	**-16.4%**							

沙溝礦區的敏感性仍為最低。就整個洛寧礦區而言，邊界品位提高 20%導致當量銀金屬量減少約 16%，表明整體邊界品位敏感性處於中等水平。

15.7 礦產資源量向儲量的轉換

表 15.6 對比了各洛寧礦和整個洛寧礦區探明+控制礦產資源量與證實+概略儲量的金屬量。

表 15.6 礦產資源量與礦產儲量對比

礦山		噸	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
		Mt	g/t	g/t	%	%	%	koz	Moz	kt	kt	kt
沙溝	資源量：探明+控制	12.61	0.06	184	3.52	1.89	0.04	23.43	74.44	444.2	238.4	4.65
	儲量：證實+概略	7.24	0.04	200	3.87	1.81		9.55	46.49	280.2	131.4	
轉換百分比		57%	68%	108%	110%	96%	0%	41%	62%	63%	55%	0%
後張溝	資源量：探明+控制	1.73		208	0.80		0.30		11.60	13.90		5.14
	儲量：證實+概略	1.09		198	0.69		0.28		6.92	7.5		2.99
轉換百分比		63%		95%	87%		92%		60%	54%		58%
蒿坪溝	資源量：探明+控制	4.08	0.80	51.00	2.14	0.70	0.05	104.57	6.75	87.39	28.64	2.11
	儲量：證實+概略	1.35	0.99	62	2.48	0.65	0.07	42.83	2.67	33.5	8.7	0.89
轉換百分比		33%	124%	121%	116%	92%	132%	41%	40%	38%	30%	42%
鐵爐坪	資源量：探明+控制	11.65		122.00	2.14		0.06	0.79	45.77	249.23		6.71
	儲量：證實+概略	4.07		145	2.18				18.90	88.4		
轉換百分比		35%		119%	102%		0%	0%	41%	35%		0%
龍門東溝	資源量：探明+控制	4.52	0.07	187.00	0.98	0.25	0.04	9.63	27.21	44.53	11.36	1.94
	儲量：證實+概略	2.28	0.03	227	1.04	0.24		2.53	16.66	23.8	5.6	
轉換百分比		51%	49%	121%	106%	97%	0%	26%	61%	53%	49%	0%
龍門西溝	資源量：探明+控制	6.65	0.28	137.31	1.33		0.11	58.96	29.35	88.38		7.37

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

	儲量：證實+概略	2.48	0.38	168	1.31		0.11	30.16	13.41	32.4		2.81
轉換百分比		37%	138%	123%	98%		103%	51%	46%	37%		38%
東草溝	資源量：探明+控制	0.69	1.23	42.00	1.89		0.03	27.24	0.93	13.01		0.17
	儲量：證實+概略	0.36	1.50	33	1.08			17.58	0.39	3.9		
轉換百分比		53%	122%	78%	57%		0%	65%	41%	30%		0%
寬平	資源量：探明+控制	0.25	0.75	197.00	1.29	2.34		5.99	1.57	3.20	5.82	
	儲量：證實+概略	0.21	0.66	158	1.12	2.20		4.41	1.05	2.3	4.5	
轉換百分比		83%	89%	80%	87%	94%		74%	67%	72%	78%	
洛寧礦區合計	**資源量：探明+控制**	**42.18**	**0.17**	**146.00**	**2.24**	**0.67**	**0.07**	**230.61**	**197.63**	**943.84**	**284.22**	**28.10**
	儲量：證實+概略	**19.08**	**0.17**	**174**	**2.47**	**0.80**	**0.04**	**107.07**	**106.49**	**472.1**	**150.2**	**6.69**
轉換百分比		45%	103%	119%	110%	119%	50%	46%	54%	50%	53%	24%

注：

- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。
- 採明+控制：採明礦產資源量 + 控制礦產資源量；Prv+Prb：證實儲量 + 概略儲量。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

就整個洛寧礦區而言，礦產儲量總噸位約占探明+控制資源量總噸位的 45%。金、銀、鉛、鋅、銅的礦產儲量品位分別為相應探明+控制資源量品位的 103%、119%、110%、119%及 50%。金、銀、鉛、鋅、銅的金屬量轉換率分別為 46%、54%、50%、53%、24%。

關於探明+控制礦產資源量與證實+概略礦產儲量在噸位及金屬量上的差異，合資格人士指出，礦產資源量尚未應用轉換因子，尚不具備轉換為礦產儲量的條件。

15.8 礦產儲量對比（2024 年 6 月 30 日與 2025 年 12 月 31 日）

表 15.7 對比了洛寧項目截至 2024 年 6 月 30 日（2024 年技術報告）與 2025 年 12 月 31 日（本技術報告）的礦產儲量。

表 15.7 2024 年與 2025 年礦產儲量估算對比

礦山	類別	噸位（百萬噸）	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	礦產儲量中的金屬含量				
								Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
沙溝礦 2025	證實儲量	4.43	0.05	200.78	3.97	1.89		6.96	28.59	175.95	83.53	
	概略儲量	2.81	0.03	197.85	3.70	1.70		2.59	17.91	104.26	47.84	
證實+概略合計		**7.24**	**0.04**	**199.64**	**3.87**	**1.81**		**9.55**	**46.49**	**280.20**	**131.37**	
沙溝礦 2024	證實儲量	3.14	0.03	242	4.64	2.20		3.15	24.37	145.6	69.0	
	概略儲量	2.25	0.01	202	4.02	1.88		0.86	14.63	90.5	42.2	
證實+概略合計		**5.39**	**0.02**	**225**	**4.38**	**2.06**		**4.01**	**39.00**	**236.1**	**111.2**	
沙溝變化率%	證實儲量	41%	57%	-17%	-14%	-14%		121%	17%	21%	21%	
	概略儲量	25%	140%	-2%	-8%	-9%		200%	22%	15%	13%	
證實+概略合計		**34%**	**77%**	**-11%**	**-12%**	**-12%**		**138%**	**19%**	**19%**	**18%**	
後張溝礦 2025	證實儲量	0.53		211.78	0.75		0.29		3.62	3.98		1.55
	概略儲量	0.56		184.92	0.64		0.26		3.30	3.54		1.44
證實+概略合計		**1.09**		**198.05**	**0.69**		**0.28**		**6.92**	**7.52**		**2.99**
後張溝礦 2024	證實儲量	0.36		292	0.92				3.35	3.3		
	概略儲量	0.13		336	0.75				1.40	1.0		
證實+概略合計		**0.49**		**304**	**0.87**				**4.75**	**4.2**		
後張溝變化率%	證實儲量	49%		-28%	-18%		不適用		8%	22%		不適用
	概略儲量	329%		-45%	-15%		不適用		136%	263%		不適用
證實+概略合計		**124%**		**-35%**	**-21%**		不適用		**46%**	**78%**		不適用
蒿坪溝礦 2025	證實儲量	0.68	1.01	61.90	2.60	0.61	0.07	22.27	1.36	17.76	4.15	0.51
	概略儲量	0.67	0.96	61.17	2.36	0.69	0.06	20.57	1.31	15.70	4.57	0.38

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	類別	噸位（百萬噸）	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	礦產儲量中的金屬含量				
								Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
證實+概略合計		**1.35**	**0.99**	**61.54**	**2.48**	**0.65**	**0.07**	**42.83**	**2.67**	**33.46**	**8.72**	**0.89**
蒿坪溝礦 2024	證實儲量	0.47	1.44	82	3.72	1.14		21.56	1.23	17.35	5.34	
	概略儲量	0.36	1.44	68	2.72	0.97		16.91	0.80	9.92	3.52	
證實+概略合計		**0.83**	**1.44**	**76**	**3.28**	**1.07**		**38.47**	**2.03**	**27.28**	**8.86**	
蒿坪溝變化率%	證實儲量	46%	-29%	-24%	-30%	-47%	不適用	3%	11%	2%	-22%	不適用
	概略儲量	82%	-33%	-11%	-13%	-29%	不適用	22%	63%	58%	30%	不適用
證實+概略合計		**62%**	**-31%**	**-19%**	**-24%**	**-39%**	不適用	**11%**	**31%**	**23%**	**-2%**	不適用
鐵爐坪礦 2025	證實儲量	2.48		150.00	2.28				11.97	56.55		
	概略儲量	1.58		136.16	2.01				6.93	31.89		
證實+概略合計		**4.07**		**144.61**	**2.18**				**18.90**	**88.44**		
鐵爐坪礦 2024	證實儲量	2.02		194	2.93				12.60	59.19		
	概略儲量	1.34		176	2.59				7.56	34.75		
證實+概略合計		**3.36**		**187**	**2.79**				**20.17**	**93.94**		
鐵爐坪變化率%	證實儲量	23%		-23%	-22%				-5%	-4%		
	概略儲量	18%		-22%	-22%				-8%	-8%		
證實+概略合計		**21%**		**-22%**	**-22%**				**-6%**	**-6%**		
龍門礦 2025	證實儲量	0.73	0.01	253.62	1.07	0.24		0.34	5.92	7.78	1.73	
	概略儲量	1.56	0.04	214.32	1.03	0.25		2.20	10.75	16.02	3.84	
證實+概略合計		**2.28**	**0.03**	**226.80**	**1.04**	**0.24**		**2.53**	**16.66**	**23.80**	**5.57**	
龍門礦 2024	證實儲量	0.30	0.12	311	1.29	0.29		1.13	3.03	3.9	0.9	
	概略儲量	0.61	0.14	314	1.14	0.32		2.77	6.14	6.9	1.9	
證實+概略合計		**0.91**	**0.13**	**313**	**1.19**	**0.31**		**3.90**	**9.17**	**10.8**	**2.8**	

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦山	類別	噸位（百萬噸）	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	礦產儲量中的金屬含量				
								Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
龍門東溝變化率%	證實儲量	139%	-88%	-18%	-17%	-17%		-70%	95%	100%	99%	
	概略儲量	156%	-69%	-32%	-10%	-23%		-21%	75%	132%	97%	
證實+概略合計		**151%**	**-74%**	**-28%**	**-12%**	**-21%**		**-35%**	**82%**	**120%**	**98%**	
龍門西溝礦 2025	證實儲量	1.41	0.29	180.95	1.37		0.13	13.21	8.21	19.34		1.88
	概略儲量	1.06	0.50	152.01	1.23		0.09	16.95	5.20	13.08		0.92
證實+概略合計		**2.48**	**0.38**	**168.50**	**1.31**		**0.11**	**30.16**	**13.41**	**32.41**		**2.81**
龍門西溝礦 2024	證實儲量	0.83	0.22	251	2.12			5.77	6.71	17.6		
	概略儲量	0.84	0.21	241	1.99			5.73	6.50	16.7		
證實+概略合計		**1.67**	**0.21**	**246**	**2.05**			**11.50**	**13.21**	**34.3**		
龍門西溝變化率%	證實儲量	70%	35%	-28%	-35%		不適用	129%	22%	10%		不適用
	概略儲量	27%	133%	-37%	-38%		不適用	196%	-20%	-22%		不適用
證實+概略合計		**48%**	**77%**	**-32%**	**-36%**		不適用	**162%**	**1%**	**-6%**		不適用
東草溝礦 2025	證實儲量	0.15	1.64	43.93	0.46			7.99	0.21	0.69		
	概略儲量	0.21	1.40	25.09	1.53			9.59	0.17	3.26		
證實+概略合計		**0.36**	**1.50**	**32.92**	**1.08**			**17.58**	**0.39**	**3.95**		
東草溝礦 2024	證實儲量	0.06	2.69	61	1.21			4.96	0.11	0.7		
	概略儲量	0.05	4.54	63	1.13			7.76	0.11	0.6		
證實+概略合計		**0.11**	**3.58**	**62**	**1.17**			**12.72**	**0.22**	**1.3**		
東草溝變化率%	證實儲量	165%	-39%	-28%	-62%			61%	89%	0%		
	概略儲量	302%	-69%	-60%	35%			24%	59%	442%		
證實+概略合計		**230%**	**-58%**	**-47%**	**-8%**			**38%**	**75%**	**205%**		
	證實儲量											

礦山	類別	噸位（百萬噸）	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	礦產儲量中的金屬含量				
								Au (koz)	Ag (Moz)	Pb (kt)	Zn (kt)	Cu (kt)
寬平礦 2025	概略儲量	0.21	0.66	158.34	1.12	2.20		4.41	1.05	2.31	4.54	
證實+概略合計		**0.21**	**0.66**	**158.34**	**1.12**	**2.20**		**4.41**	**1.05**	**2.31**	**4.54**	
寬平礦 2024	證實儲量											
	概略儲量											
證實+概略合計												
寬平變化率%	證實儲量											
	概略儲量	不適用	不適用	不適用	不適用	不適用		不適用	不適用	不適用	不適用	
證實+概略合計		不適用	不適用	不適用	不適用	不適用		不適用	不適用	不適用	不適用	
2025 年洛寧礦	證實儲量	10.41	0.15	178.84	2.71	0.87	0.04	50.76	59.87	282.04	90.40	3.94
	概略儲量	8.66	0.20	167.38	2.19	0.71	0.03	56.31	46.62	190.06	61.71	2.75
證實+概略合計		**19.08**	**0.17**	**173.64**	**2.47**	**0.80**	**0.04**	**107.07**	**106.49**	**472.10**	**150.20**	**6.69**
2024 年洛寧礦	證實儲量	7.17	0.16	223	3.45	1.05		36.56	51.40	247.6	75.2	
	概略儲量	5.58	0.19	207	2.87	0.85		34.03	37.15	160.3	47.7	
證實+概略合計		**12.76**	**0.17**	**215.90**	**3.20**	**0.96**		**70.59**	**88.55**	**407.96**	**122.89**	
洛寧變化率%	證實儲量	45%	-4%	-20%	-22%	-17%	不適用	-1%	16%	14%	20%	不適用
	概略儲量	55%	7%	-19%	-24%	-17%	不適用	52%	25%	19%	29%	不適用
證實+概略合計		**50%**	**1%**	**-20%**	**-23%**	**-17%**	不適用	**21%**	**20%**	**16%**	**22%**	不適用

2025 年礦產儲量聲明注釋：見表 15.4 腳註。

2024 年礦產儲量聲明注釋：

- 邊界品位（銀當量 克/噸）：沙溝 –225（削壁充填採礦法），190（留礦採礦法）；後張溝 –235（削壁充填採礦法），205（留礦採礦法）；蒿坪溝 –240（削壁充填採礦法），200（留礦採礦法）；鐵爐坪 –205（削壁充填採礦法），170（留礦採礦法）；龍門東溝 –235（削壁充填採礦法），210（留礦採

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦法），205（房柱採礦法）；龍門西溝 –250（削壁充填採礦法），225（留礦採礦法），195（中深孔採礦法），205（房柱採礦法）；東草溝 –275（削壁充填採礦法），235（留礦採礦法）。

- 采場邊界品位（銀當量 克/噸）：沙溝 –200（削壁充填採礦法），160（留礦採礦法）；後張溝 –195（削壁充填採礦法），165（留礦採礦法）；蒿坪溝 –220（削壁充填採礦法），180（留礦採礦法）；鐵爐坪 –185（削壁充填採礦法），160（留礦採礦法）；龍門東溝 –205（削壁充填採礦法），185（留礦採礦法），150（房柱採礦法）；龍門西溝 –195（削壁充填採礦法），165（留礦採礦法），140（中深孔採礦法），150（房柱採礦法）；東草溝 –235（削壁充填採礦法），190（留礦採礦法）。
- 開拓礦石邊界品位（銀當量 克/噸）：沙溝 –125、 後張溝 –120、蒿坪溝 –145、鐵爐坪 –115、龍門東溝 –145、龍門西溝 –125、東草溝 –150。
- 非計劃貧化率（零品位）：削壁充填採礦法每側圍岩按 0.05 米計，留礦採礦法每側圍岩按 0.10 米計；龍門西溝中深孔採礦法非計劃貧化率按 20%計；龍門東溝、龍門西溝房柱採礦法平均貧化率分別按 17%、33%計。
- 採礦回收率：削壁充填採礦法按 95%計；留礦採礦法按 92%計；龍門西溝中深孔法按 80%計；龍門東溝及龍門西溝房柱法按 92%計。
- 金屬價格：金 1,800 美元/盎司，銀 21.00 美元/盎司，鉛 1.00 美元/磅，鋅 1.10 美元/磅。
- 選礦回收率：沙溝 – 金 66.6%、銀 96.4%、鉛 97.6%、鋅 60.5%；後張溝 – 銀 96.4%、鉛 93.6%；蒿坪溝 – 金 92.0%、銀 89.9%、鉛 91.4%、鋅 67.8%；鐵爐坪 – 銀 94.0%、鉛 90.3%；龍門東溝 – 金 66.9%、銀 95.6%、鉛 90.4%、鋅 31.3%；龍門西溝 – 金 88.3%、銀 96.8%、鉛 95.7%；東草溝 – 金 85.7%、銀 80.9%、鉛 77.6%。
- 計價係數：金 - 85%;銀 –92.5%、鉛 –98.0%、鋅 –73.7%。
- 不包括截至 2024 年 6 月 30 日的礦山產量。
- 匯率：假設為 1 美元 =7.00 元人民幣。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

對比要點：

- 洛寧項目證實+概略礦產儲量總噸位增長50%，其中證實儲量增長45%，概略儲量增長55%。
- 洛寧礦產儲量的金品位微增1%，銀、鉛、鋅品位分別下降20%、23%和17%；金、銀、鉛、鋅金屬量分別增長21%、20%、16%和22%。
- 沙溝仍為洛寧總礦產儲量的主要貢獻者，占總噸位的38%、金金屬量的9%、銀金屬量的44%、鉛金屬量的59%、鋅金屬量的87%（2024年技術報告相應比例分別為42%、6%、44%、58%、90%）。
- 沙溝礦產儲量噸位增長34%，金品位提高77%，銀、鉛、鋅品位分別下降11%、12%、12%；金、銀、鉛、鋅金屬量分別增長138%、19%、19%、18%。
- 鐵爐坪仍為洛寧總礦產儲量的第二大貢獻者，占總噸位的18%、銀金屬量的19%、鉛金屬量的20%。
- 鐵爐坪礦產儲量噸位增長21%，銀、鉛品位均下降22%，相應金屬量均下降6%。
- 龍門西溝仍為洛寧總礦產儲量的第三大貢獻者，占總噸位的13%、金金屬量的28%、銀金屬量的13%、鉛金屬量的70%、銅金屬量的42%。
- 龍門西溝礦產儲量噸位增長48%，金品位提高77%，銀、鉛品位分別下降32%、36%；金、銀金屬量分別增長162%和1%，鉛金屬量下降6%。
- 蒿坪溝占洛寧總礦產儲量金金屬量的40%。
- 寬平首次納入礦產儲量，約21萬噸。
- 當量銀金屬量構成：洛寧總礦產儲量中，各金屬貢獻比例約為：銀67%、鉛22%、金6%、鋅5%、銅1%。
- 各礦山在洛寧總礦產儲量中當量銀金屬量貢獻：沙溝47%、鐵爐坪16%、龍門東溝12%、龍門西溝12%、蒿坪溝6%、後張溝1%、東草溝1%、寬平1%。

合資格人士指出，除金以外，與2024年礦產儲量相比，洛寧礦產儲量呈現噸位大幅增長、品位下降、金屬量增長的整體趨勢，這主要歸因於銀價上漲（2025年為28美元/盎司，2024年為21美元/盎司）導致邊界品位下調。合資格人士同時指出，28美元/盎司的銀價遠低於本技術報告編寫時的當前銀價水平。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

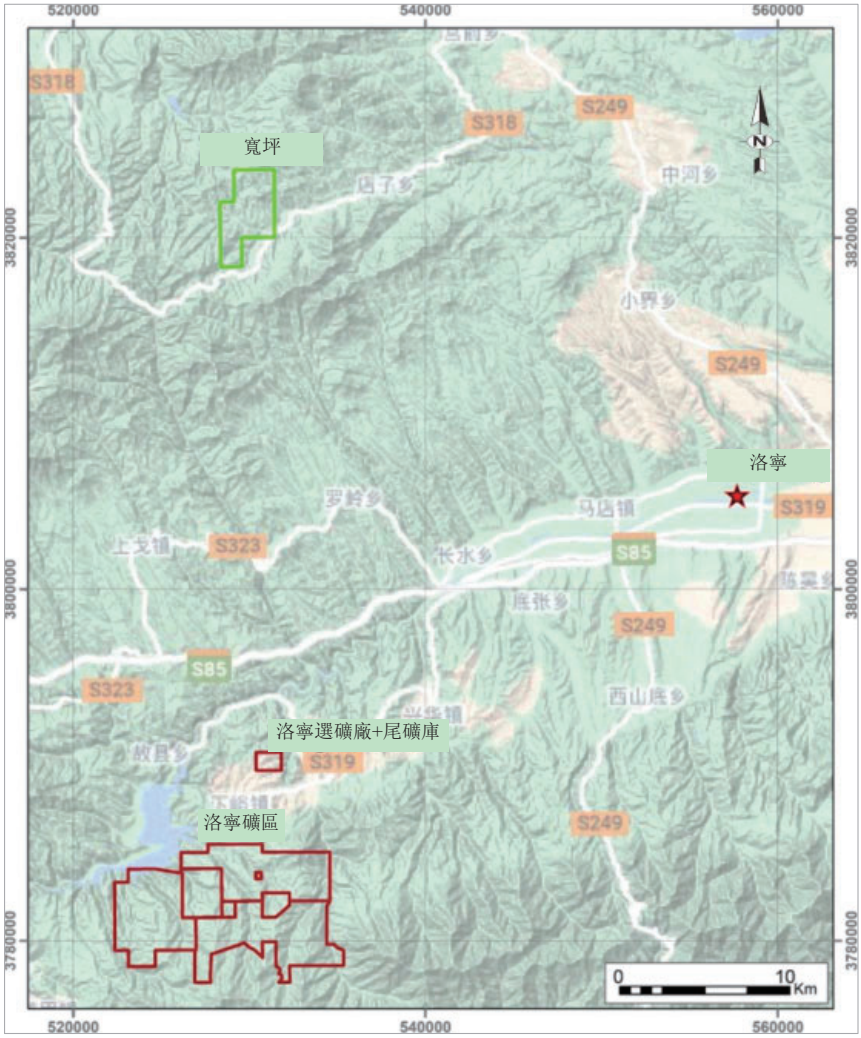
16 採礦方法

16.1 洛寧採礦作業

16.1.1 簡介

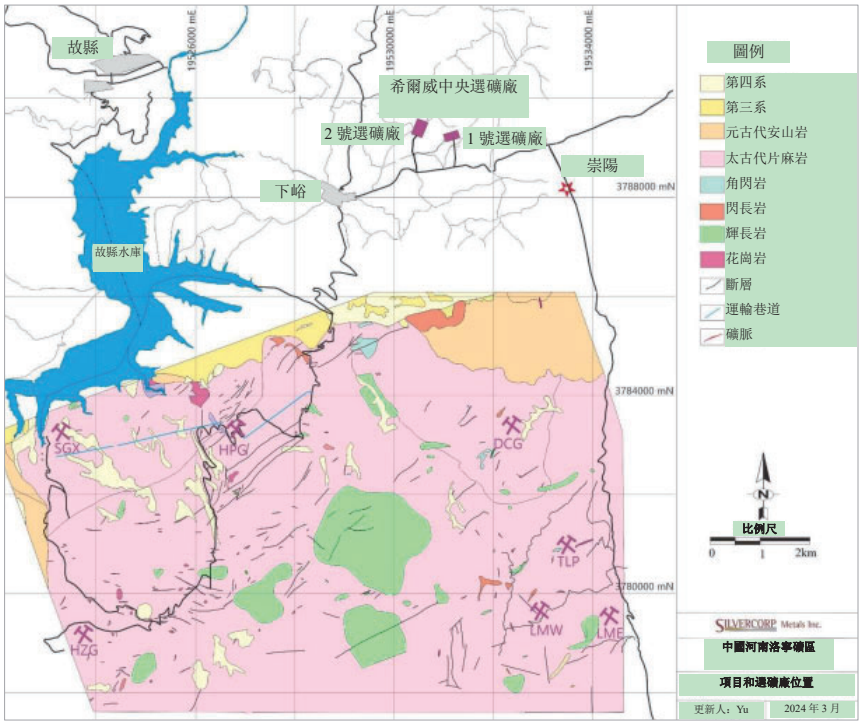
洛寧礦區多年來一直有當地小規模採礦者進行間歇性開採。希爾威於 2006 年 4 月開始在其洛寧礦區的沙溝礦進行開採。其當前的洛寧項目採礦活動仍主要集中在沙溝礦，但現在已包括後張溝（沙溝礦的一個衛星礦床）以及蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山。如圖 16.1 所示，位於希爾威選礦廠以北 30 公里處的寬平項目，現在也成為更大範圍洛寧項目的一部分。圖 16.2 顯示了洛寧項目區域內的礦山和選礦廠位置。

圖 16.1 洛寧礦區礦山位置



來源：希爾威，2025 年。

圖 16.2 洛寧項目礦山和選礦廠位置



來源：希爾威，2025 年。

在該陡峭斜坡山地礦區中，每個礦山的井下入口均通過不同標高的平硐、斜井軌道運輸道、豎井/內部豎井（暗井）以及盲斜井（斜坡道）實現。

礦山開發採用無軌設備，包括單臂掘進臺車、1 立方米鏟運機以及載重 5 噸、15 噸和 30 噸的運礦卡車。迄今為止，小型傳統有軌設備（如電動或柴油機車、礦車和風動手持鑽機）在作業中一直占主導地位。然而，隨著上述鏟運機和卡車等無軌設備的更多使用，部分礦區已實現了更高程度的機械化開採；這也是未來礦山規劃的關鍵組成部分。鐵爐坪、沙溝、龍門東溝、龍門西溝、後張溝、蒿坪溝和東草溝礦山的部分區域仍使用載重不超過 3 噸的微型自卸卡車將礦石運至地表。在整個洛寧礦區，所有斜坡道區域均使用礦山卡車將礦石和廢石運至地表。這些卡車和其他移動設備符合中國礦山安全要求。除斜坡道和微型卡車運輸區域外，其他礦山區段使用礦車將礦石和廢石運至地表。

採礦順序總體上遵循自上而下的中段開採原則，並從中央豎井或主要入口位置向外圍推進。在一個中段內，回採順序是自下而上的，主要採礦方法為留礦法和削壁充填法，採用氣腿式鑿岩機進行作業。對於部分傾角較緩的礦脈，現採用房柱採礦法。最近還進行了上向中深孔採礦法的試驗生產，並計劃進一步開展中深孔採礦作業。削壁充填採場的礦石搬運採用人工推車或人工鏟裝以及小型耙鬥裝岩機，將礦石卸入特製的鋼襯溜礦井；留礦採場的礦石則通過自重放礦至放礦點。房柱採礦採場使用耙鬥機。迄今為止，採場放礦點的大部分出礦裝載仍通過人工鏟裝或翻鬥裝岩機完成，使用礦車以及蓄電池機車或柴油機車將礦石運輸至主豎井、斜井軌道運輸道或斜坡道上的主要裝載點。如上所述，鑒於斜坡道運輸至地表是一項重要舉措，不同載重的鏟運機和卡車目前在作業中發揮著更大作用。在地表的原礦堆或手選皮帶上可能會進行一些高品位礦石和廢石的手選，然後通過 30 噸和 45 噸卡車運輸至中央選廠。

洛寧作業區近期採取的各項舉措使過去兩年的年產量提高了 20%以上，同時更多的礦山擴建活動也正在進行中。未來，洛寧作業計劃在每個礦區內開發更深部的開採區域，作為進一步提高整體生產速率目標的一部分。為實現計劃目標，礦區管理人員計劃增加採礦設備數量，包括鏟運機和運礦卡車。

16.1.2 沙溝

沙溝礦位於洛寧礦區的西部。

共有六個生產系統。生產中段按 40 米至 50 米的垂直間距佈置。生產系統的設計包括：

- 五個平硐，配有暗井，從地表通達至0mRL。
- 主斜坡道生產系統，包括一條從地表通達的主斜坡道，以及地下分支斜坡道：
  - 主斜坡道：從 555mRL 至 0mRL，總長 5,500 米。
  - 400 XPD 分支斜坡道：設計從主斜坡道 400mRL 至 0mRL，長度 3,800 米。截至 2025 年底，該斜坡道已施工至 110mRL，計劃於 2026 年完成。
  - YXPD-360_260 斜坡道：設計從 360mRL 至 0mRL，總長 3,600 米。截至 2025 年底，該斜坡道已施工至 270mRL，計劃於 2028 年完成。
  - CM108 新斜坡道：設計從地表 710mRL 至 400mRL，總長 3,100 米。截至 2025 年底，該斜坡道已施工至 540mRL，計劃於 2027 年完成。
  - YPD-580-32 之字形斜坡道：設計從地表 580mRL 至 440mRL，總長 1,400 米。截至 2025 年底，該斜坡道已施工至 550mRL，計劃於 2026 年完成。
  - 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。

每個生產系統均為一個獨立的採區，擁有獨立的出渣、運輸和提升系統。

沙溝是希爾威洛寧作業區中最大的礦山，在 2025 財年，其提供的選礦廠給礦礦石噸位約占整個作業區的 33%，銀產量盎司約占 43%。當前採礦計劃顯示生產將持續至 2042 財年。礦脈寬度範圍約為 0.5 米至 5.1 米，迄今為止削壁充填採礦法為主要採礦方法，按噸位計算，2025 財年僅約 13%採用留礦採礦法開採。目前計劃開採至 0mRL。沙溝礦附近設有礦石和廢石分選設施、主辦公室、工程及行政辦公樓。

16.1.3 後張溝

後張溝礦是沙溝礦的一個衛星礦段，其洞口位於沙溝礦主場地以南約 4 公里處。

後張溝礦通過一個平硐和兩個斜坡道進入，由兩個生產系統進行提升。生產中段按 50 米垂直間距佈置。生產系統的設計包括：

- 平硐生產系統，由一條主斜井軌道運輸道、一條分支斜井軌道運輸道和一個暗井組成：
  - 斜井軌道運輸道：從 820mRL 的平硐至 650mRL。
  - 分支斜井軌道運輸道：從南部區域的 650mRL 至 550mRL。
  - 暗井：從北部區域的 650mRL 至 450mRL。
- 斜坡道生產系統設計，包括一條主斜坡道、兩條分支斜坡道和一些聯絡斜坡道：
  - 主斜坡道：從 712mRL 至 300mRL，長 3,800 米，於 2025 年完工。
  - HZ20 分支斜坡道：用於從 HZ20 礦脈區域運出廢石，設計從 450mRL 至 300mRL，總長 1,500 米，已施工至 340mRL，計劃於 2026 年完成。
  - HZ15 分支斜坡道：用於從 HZ15 礦脈區域運出岩石，設計從 600mRL 至 450mRL，總長 1,800 米，於 2025 年完工。

- 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。

- 計劃開發一條新的斜坡道入口，從地表850mRL至700mRL，長1,800米。
- 每個生產系統均為一個獨立的採區，擁有獨立的出渣、運輸和提升系統。

後張溝於 2011 年投產。開採的礦脈寬度範圍從不足 0.5 米到約 2.0 米，這在洛寧礦區很常見。2025 財年的主要採礦方法是削壁充填採礦法，約占礦山產量的 87%。2025 財年，洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 9%和銀產量盎司的約 10%來自後張溝礦。

16.1.4 蒿坪溝

蒿坪溝礦自 2007 年起運營，位於洛寧礦區中部、沙溝礦東北側。

該礦山通過多個平硐進入，根據礦山服務年限，預計開採至 2036 財年。礦山分為三個生產系統，生產中段按 50 米垂直間距佈置。生產系統設計包括：

- 最低的平硐生產系統，設有從地表至 460mRL 的斜井軌道運輸道，以及從 460mRL 至 50mRL 的暗井。
- 斜坡道生產及勘探系統，包括一條主斜坡道和一些聯絡斜坡道：
  - 主斜坡道：從 600mRL 至 300mRL，長 2,900 米，於 2025 年底完工。
  - PD5-XPD：一條新斜坡道，從 650mRL 至 770mRL，長 1,200 米，也於 2025 年底完工。
- 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。

每個生產系統均為一個獨立的採區，擁有獨立的出渣、運輸和提升系統。按採礦方法統計，2025 財年的產量中約 48%來自削壁充填採礦法、52%來自留礦採礦法，開採礦脈寬度範圍從不足 0.3 米至約 2.7 米。2025 財年，洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 8%來自蒿坪溝（約占洛寧銀產量的 3%和金產量的 32%）。

16.1.5 鐵爐坪

鐵爐坪礦自 2007 年起運營，位於洛寧礦區東部。

鐵爐坪礦由四個生產及勘探系統組成，生產中段按 50 米垂直間距佈置。生產及勘探系統設計包括：

- 一個位於800mRL至1070mRL以上的平硐生產系統（六個平硐）。
- 一個位於740mRL、配有暗井和斜井軌道運輸道的平硐生產系統。
  - 一條從 740mRL 至 610mRL、長 3,000 米的新斜坡道正在開發中。
- 一個位於820mRL、配有斜井軌道運輸道的平硐生產系統。
- 斜坡道生產及勘探系統，包括一條主斜坡道、兩條分支斜坡道、一條新斜坡道和一些聯絡斜坡道：
  - 主斜坡道：從 840mRL 至 510mRL，長 3,600 米，於 2020 年建成。
  - 南分支勘探斜坡道：從 590mRL 至 700mRL，長 1,820 米。
  - 東分支勘探斜坡道：從 590mRL 至 500mRL，長 480 米。
  - 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。

當前採礦計劃顯示，將在 510mRL 至 1,070mRL 之間的採場進行生產，預計持續至 2038 財年，礦脈寬度一般在 0.5 米至 5.0 米之間。按採礦方法統計，2025 財年的產量中約 80%來自削壁充填法，20%來自留礦法。2025 財年，鐵爐坪礦貢獻了洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 26%和洛寧銀產量的約 21%。

16.1.6 龍門東溝

龍門東溝礦位於鐵爐坪礦以南 2 公里處。

龍門東溝礦擁有三個生產及勘探系統，生產中段按 50 米垂直間距佈置。系統設計包括：

- 一個平硐生產及勘探系統，設有從 900mRL 至 500mRL 的暗井，以及從 500mRL 至 400mRL 的斜井軌道運輸道。
- PD856 斜坡道：從 854mRL 至 700mRL，長 1,960 米，連接至鐵爐坪礦南分支斜坡道，於 2024 年完工。
- PD820 斜坡道：連接至龍門東溝礦南區 550mRL 和 500mRL，於 2025 年完工。

按採礦方法統計，2025 財年的產量幾乎 100%來自削壁充填採礦法。龍門東溝貢獻了 2025 財年洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 5%和洛寧銀產量的約 5%。當前採礦計劃顯示生產將持續至 2042 財年。

16.1.7 龍門西溝

龍門西溝礦位於鐵爐坪礦西南 3 公里處。礦山分為六個生產及勘探系統，生產中段按 50 米垂直間距佈置。系統設計包括：

- 豎井生產及勘探系統：設有從地表至 500mRL 的豎井。
- 平硐系統：由一個平硐和兩條從地表至 800mRL 的斜井軌道運輸道組成。
- 斜坡道生產系統，由位於礦山東側和西側的兩條斜坡道及聯絡斜坡道組成：
  - PD980_XPD 斜坡道：位於礦山東側，從 980mRL 至 500mRL，長 4,000 米，用於勘探和生產。
  - 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。
- PD930_XPD 斜坡道：從 938mRL 至 700mRL，長 2,500 米，於 2025 年底完工，服務於「W」系列礦脈。
- LM52-XPD 斜坡道：為 LM52 礦脈設計，服務於 825 米、800 米、775 米、750 米、725 米和 700mRL，於 2025 年完工。
- XPDS：另一條分支斜坡道，從 585mRL 經 575mRL 至 525mRL，用於開發 LM14、LM17 和 LM16 礦脈。
- 計劃建設聯絡斜坡道，將主斜坡道與平硐生產系統的各個中段連接起來。

按採礦方法統計，2025 財年的產量中約 50%來自削壁充填採礦法，其餘大部分來自留礦採礦法。龍門西溝貢獻了 2025 財年洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 16%和洛寧銀產量的約 17%。當前採礦計劃顯示生產將持續至 2038 財年。

16.1.8 東草溝

東草溝礦位於鐵爐坪礦西北約 2.7 公里處。東草溝的入口通過一條從 900mRL 至 796mRL 的斜坡道進入。斜坡道長度為 1,768 米。2025 財年，東草溝貢獻了洛寧選礦廠給礦礦石噸位的約 1%和洛寧銀產量的約 0.2%。當前礦山計劃顯示生產將持續至 2034 財年。

16.1.9 寬平

寬平礦山位於洛寧選礦廠區域以北約 30 公里處（公路距離 75 公里）。作為河南發恩德的全資子公司運營。建設於 2025 年 5 月開始，預計礦山將於 2026 年底出礦。

兩條斜坡道和四個平巷正在開發中。PD1035XPD 是主斜坡道，從地表 1035mRL 至 800mRL，長 2,500 米；PD1080 是第二條斜坡道，從地表 1,080mRL 至 960mRL，長 1,200

米。PD1020 和 PD1160 是用於通風的回風通道。根據當前的開發計劃，礦山將於 2027 年底完成建設。

16.2 採礦方法與礦山設計

16.2.1 岩土工程與水文地質考慮因素

目前尚無針對洛寧礦的特定岩土工程或水文地質研究數據。總體而言，迄今遇到的岩層條件良好。在開拓和回採過程中開挖相對較小的空間，有利於岩層穩定。大量削壁充填採礦採場也意味著開挖數量更多但規模更小的空間。僅在認為必要時才安裝支護，有時使用錨杆支護上盤。遇到不穩定岩層時也會使用木料和工字鋼。

據合資格人士所知，洛寧礦的湧水至今尚未造成任何重大問題。第 16.2.9 節討論了礦山排水。

16.2.2 開拓與入口

洛寧礦區的礦山位於狹窄的山谷中，每個礦山都通過一系列平硐提供從地表到採區的入口。如上所述並在下文進一步描述，洛寧礦還開發了若干條主斜坡道。大多數作業中段沒有自己的入口洞口，必須連接到斜坡道、暗井或斜井軌道運輸道。洛寧礦目前正在進行主斜坡道開發計劃，旨在將大多數採場連接到各個礦山的斜坡道系統，從而提高礦石和廢石的運輸能力並縮短運輸時間，同時使操作人員和監管人員能夠更輕鬆、更快捷地進入採場。

總之，礦山通往廢石運輸、物料供應和人員的通道通過五種不同方式提供；它們共同構成了洛寧礦區礦山的通道系統：

- 平硐
- 斜井軌道運輸道
- 斜巷與斜坡道
- 內部豎井（暗井）
- 豎井

平硐以微傾斜坡度掘進，斷面尺寸約為寬 2.4 米×高 2.4 米，拱形輪廓。這些是人員、物料進出以及礦石和廢石運輸的主要通道。所有服務設施如電力、壓縮空氣、生產用水和排水管道均佈置在平硐內。在許多情況下，平硐也用於通風。大多數平硐都配備了用於礦車運輸的窄軌鐵道。在沒有鐵道和斜坡道入口的地方，使用三輪車運輸礦石、廢石和物料。

斜井軌道運輸道以約 25°至 30°的坡度掘進。典型斷面尺寸為寬 2.6 米×高 2.4 米。它們配備窄軌鐵道，一側設有臺階，可供行走。這些運輸道的主要用途是運輸礦石和廢石、通風以及佈置其他輔助服務設施，如生產用水、壓縮空氣、電力、通信和排水。合資格人士指出，未來作業計劃建設更多斜坡道，這將避免進一步開發斜井軌道運輸道。

洛寧的每個礦山都開發了斜坡道。斜坡道可根據斷面尺寸分為三種類型：

- 「大斷面」斜坡道：位於沙溝、鐵爐坪、龍門西溝和蒿坪溝，斷面尺寸為寬 4.2 米×高 3.8 米，拱形斷面，坡度為 12%，使用 30 噸卡車運輸礦石和廢石。這些斜坡道包括：
  - 沙溝礦：沙溝_XPD 斜坡道，始於 560mRL，止於 55mRL，總開發長度超過 7.5 公里。
  - 鐵爐坪礦：PD820_XPD 斜坡道，始於 840mRL，止於 510mRL，總開發長度 3.6 公里。

- 龍門西溝礦：PD980_XPD 斜坡道，始於 980mRL，止於 500mRL，總開發長度 5 公里。

- 「中斷面」斜坡道：位於沙溝、蒿坪溝、後張溝、龍門西溝、龍門東溝和東草溝，斷面尺寸為寬 3.6 米×高 3.4 米，拱形斷面，坡度為 12%，使用 15 噸卡車運輸礦石和廢石。這些斜坡道包括：
  - 沙溝礦：CM108_XPD 斜坡道，始於 700mRL，止於 400mRL。該斜坡道仍在開發中，截至 2025 年底已推進至 540mRL；YPD_XPD 斜坡道，始於 580mRL，止於 440mRL；截至 2025 年底已推進至 520mRL。
  - 後張溝礦：PD718_XPD 斜坡道，始於 718mRL，止於 300mRL。於 2025 年底完工，長度 4.5 公里。
  - 蒿坪溝礦：PD600_XPD 斜坡道，始於 600mRL，止於 300mRL。於 2025 年底完工，長度 3 公里；PD5_XPD 上行斜坡道，始於 640mRL，止於 770mRL。也於 2025 年底完工，長度 1.5 公里。
  - 龍門西溝礦：PD930_XPD 斜坡道，始於 930mRL，止於 670mRL。該斜坡道仍在開發中，截至 2025 年底已推進至 700mRL，長度 2.3 公里。
  - 龍門東溝礦：PD856_XPD 斜坡道，始於 856mRL，止於 700mRL；於 2025 年完工。
  - 鐵爐坪礦：PD730_XPD 斜坡道，始於 740mRL，止於 664mRL，總長度 1 公里；於 2025 年初完工。

「小斷面」斜坡道：斷面尺寸為寬 3.0 米×高 3.0 米，拱形斷面，坡度為 10%，使用 5 噸卡車運輸礦石和廢石，用作聯絡斜坡道。每個礦山都設計了從現有斜坡道到每個生產及勘探中段的聯絡斜坡道，以提高生產率和勘探效率，並加強機械化設備的使用。圖 16.3 是沙溝礦的洞口和斜坡道視圖。

圖 16.3 沙溝礦洞口及斜坡道



來源：希爾威，2025 年。

配備提升設施的豎井及其他基礎設施系統已在洛寧礦建成或正在建設中，包括：

- 現有豎井/提升系統：
  - 截至 2025 年 12 月，整個洛寧礦區共有 19 個暗井和 11 條斜井軌道運輸道。每個系統的提升能力從 30,000 噸/年到 80,000 噸/年不等（礦石和廢石合計）。滿載

礦石和廢石的礦車通過這些提升系統（通過暗井中的罐籠）運輸；這些系統也用於運送人員和物料。

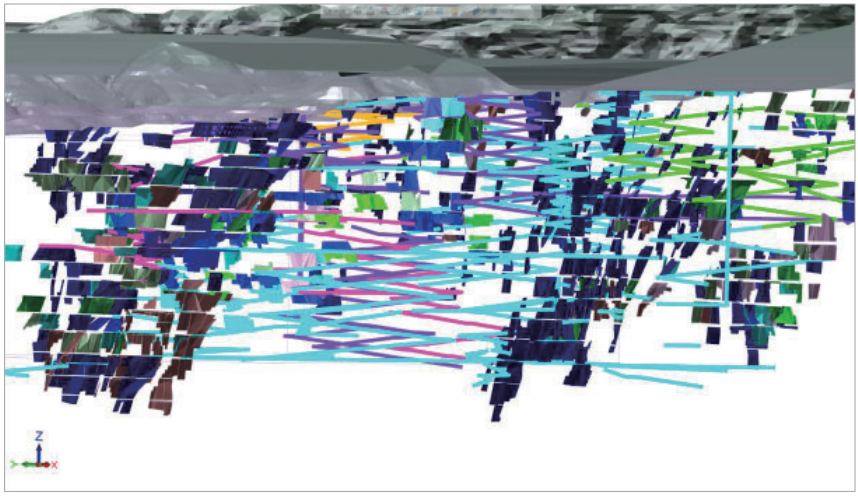
- 龍門西溝礦的 969 豎井從地表 969mRL 至 500mRL。成井直徑為 3.5 米，配備一臺 ZJK-2×125P 型提升絞車。豎井總深度為 480 米，使用標準罐籠時提升能力為 50,000 噸/年（礦石和廢石合計）。該豎井與龍門東溝礦區的 PD900 暗井協同作業。

- 計劃建設的豎井：
  - 鐵爐坪礦計劃建設的豎井從地表 890mRL 至-65mRL，直徑為 5 米，配備 JKMD3.25×4ZIII 型提升絞車。將配備一個 3.6 米×1.6 米的罐籠和一個 15 立方米的箕鬥。豎井總深度為 955 米，提升能力為 1,000,000 噸/年（廢石和礦石合計）。該豎井包括從 800mRL 至 0mRL 的 16 個中段，每個中段之間垂直間隔 50 米。800 米中段將作為主裝卸載中段。從 500mRL 至 0mRL，在每個中段將有一條聯絡道從鐵爐坪新豎井連接至龍門東溝採礦開拓區域。在 500 米和 350mRL，將有聯絡道從鐵爐坪新豎井連接至龍門西溝採礦開拓區域。

在沙溝，只有主平硐和一條斜坡道將礦山採掘工程與地表連接。斜井軌道運輸道和暗井提供了通往礦脈的通道，這些礦脈通常位於主平硐標高以下。沙溝、龍門西溝、龍門東溝、後張溝、鐵爐坪和蒿坪溝已開發了斜井軌道運輸道和暗井。如上所述，隨著斜坡道和計劃豎井的開拓完成，斜井軌道運輸道將逐步淘汰。

圖 16.4 是 2025 年沙溝礦設計的正交視圖。

圖 16.4 沙溝礦設計



來源：希爾威，2025 年。

16.2.3 採礦方法

留礦採礦法和削壁充填採礦法是洛寧礦採用的主要採礦方法，此外還有少量房柱採礦法採礦以及最近進行的一些中深孔法試驗採礦。礦山服務年限期內計劃設想沿用這些方法，但將日益側重於採用機械化程度更高的回採作業。

16.2.3.1 留礦法

首先沿礦脈掘進拉底巷道，高度為 1.8 米。對於典型的留礦採場，礦脈下部將按 1.2 米寬度開採，而上部則按 0.8 米寬度開採。同時，還會掘進一條斷面為寬 2.4 米×高 2.4 米的入口巷道（通常為下盤巷道），平行於礦脈，間距約 6 米。在礦脈與走向巷道之間，以約 5 米的間距掘進穿脈，用於從放礦點進行礦石出礦。每個採場的典型走向長度為 40 米至 60 米，高度為 40 米至 50 米。在採場兩端的中段之間，設置人行通風天井，同時也用於佈置輔助設施。

使用氣腿式鑿岩機鑽鑿 1.8 至 2.0 米高的採場分層炮孔，這些炮孔作為傾斜上向孔進行鑽爆，前傾角為 65 至 75 度（稱為「半上向孔」）。典型的鑽孔佈置模式為：抵抗線 0.6 至 0.8 米，孔距 0.8 至 1.2 米，具體數值視礦脈寬度而定。炮孔採用藥卷炸藥裝藥，並用導火索引爆。炸藥單耗一般為 0.4 至 0.5 公斤/噸。採場爆破在採礦向上進行時用礦石填充下面的空隙。從放礦點出礦，以維持採場約 2 米的工作空間高度。在採礦進行期間，僅出礦約 30%的崩落礦石。採礦完成後，除非發生嚴重的圍岩貧化，否則所有剩餘礦石均從採場放出。採場底部留設底柱（頂柱），厚度通常約 3 米（最終採用的厚度取決於開採寬度）。通風、壓縮空氣和水通過人行通風天井輸送至採礦水平。礦工在放礦點使用翻鬥裝岩機或人工將礦石裝入礦車。圖 16.5 是鐵爐坪礦 A26 留礦採場內部視圖。採場寬度約為 1.3 米。

圖 16.5 鐵爐坪礦山- A26 留礦採場

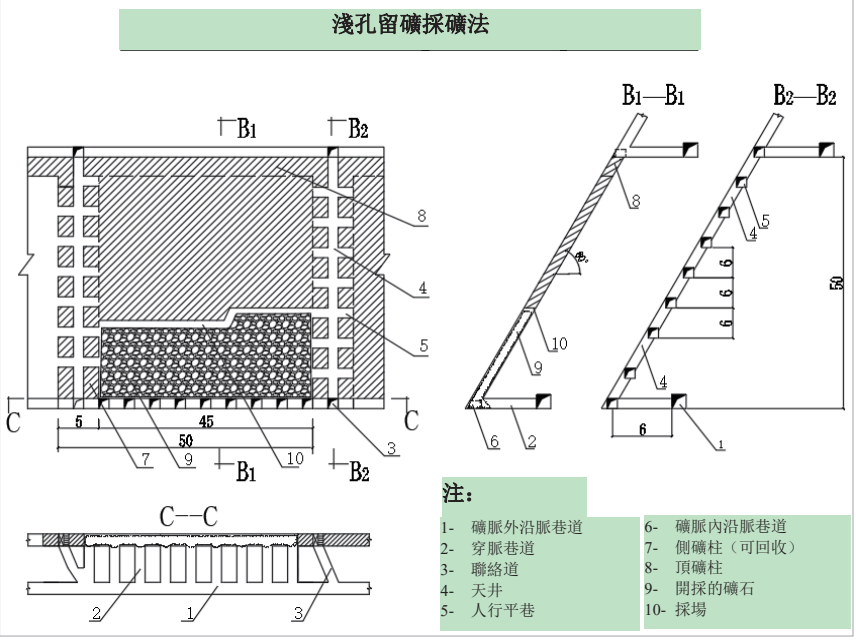


來源：AMC，2024 年。

圖 16.6 是留礦採礦法示意圖。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 16.6 留礦採礦法



來源：希爾威，2025 年。

16.2.3.2 削壁充填採礦法

削壁充填採礦法適用於通常品位較高、寬度一般在 0.1 米（最小開採寬度 0.3 米）至 0.80 米之間的礦脈。削壁充填採礦法涉及將礦脈和相鄰廢石分別爆破和出礦，以達到最小的採場開採寬度。

礦脈及入口的開拓準備與留礦採礦法基本相同，不同之處在於放礦點沿走向間距約 15 米佈置。爆破後的礦石裝入鋼襯的溜礦井中，該溜礦井隨採場向上延伸並將礦石輸送至放礦點。溜礦井底部用木垛支撐。

使用氣腿式鑿岩機鑽鑿半上向分層炮孔，爆破方式與留礦採礦法基本相同。通常，在礦脈的一個分層爆破並出礦後，再爆破下盤，所產生的廢石用於充填採空區並提供作業平臺。此過程重複進行，直至到達採場底柱（頂柱）。整個採場最終充填滿下盤削壁產生的廢石。

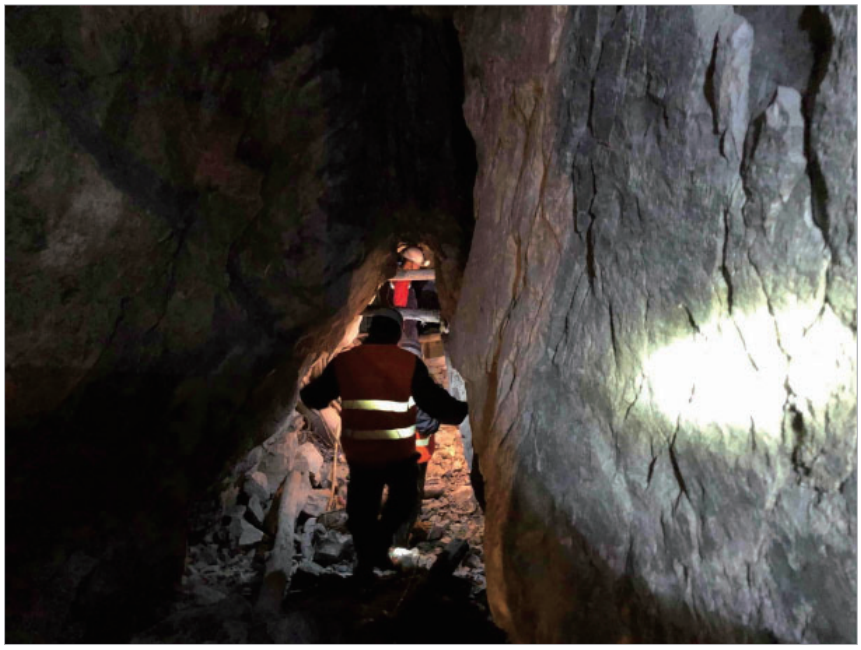
爆破後的礦石用手推車和/或人工鏟裝運至溜礦井，溜礦井隨採場向上回採而逐段接長。下盤廢石通過削壁（爆破）以維持最小開採寬度（通常為 0.8 米）。

礦脈回採與下盤削壁的順序通常取決於礦脈上盤接觸面的狀況。當接觸面清晰且穩定時，先回採礦脈；否則，先削壁下盤廢石，再回採礦脈。

圖 16.7 是沙溝礦 12A 削壁充填採場的視圖。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 16.7 沙溝礦山-12A 回採工作面



來源：AMC，2024 年。

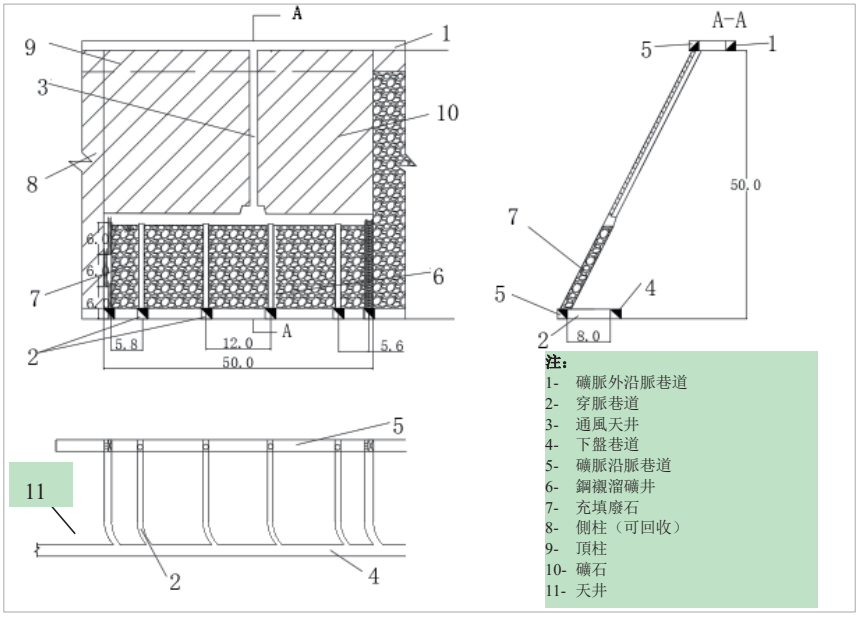
在每個廢石分層爆破後，在廢石頂部鋪設橡膠墊和/或輸送帶，以盡量減少爆破礦石與廢石的混雜（礦石損失），同時也盡量減少廢石的過量出礦（貧化）。在下次削壁廢石之前，將橡膠墊和/或輸送帶卷起並移除，該廢石層作為下一回採分層的作業平臺。

圖 16.8 是削壁充填採礦法示意圖。

amcconsultants.com

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 16.8 削壁充填採礦法



來源：希爾威，2025 年。

16.2.3.3 階梯式房柱採礦法

房柱採礦法目前在礦權區通常用於若干高品位金礦脈，這些礦脈厚度一般在 0.8 米至 2.0 米之間，傾角約 15°至 30°。沿礦脈掘進下盤沿脈巷道，高度為 2.0 米。沿礦脈上傾方向掘進兩條初始穿脈巷道，斷面約為寬 2 米×高 2 米，直至頂部底柱位置。兩條穿脈巷道之間的間距通常為 30 米至 35 米。兩條穿脈巷道完成後，即沿礦脈走向開拓頂部底柱。開採方式從下盤沿脈巷道向頂部底柱推進，通過穿脈巷道將較高處的礦石出至下盤沿脈巷道下方的溜礦井中。採場區域沿礦脈走向劃分為若干個標準礦塊，每個礦塊沿走向長 50 米、沿上傾方向長 50 米，再分為兩個 25 米高的分段，每個分段留有 3 米高的頂柱。在開採過程中，每隔約 10 米掘進額外的穿脈巷道。在可行的情況下，低品位區域留作礦柱，以便回採高品位物料，同時根據岩土工程要求，按需澆築尺寸約為 2.5 米×2.5 米的混凝土礦柱。

使用氣腿式鑿岩機鑽鑿 1.8 至 2.0 米的採場進尺。典型的鑽孔佈置模式為：抵抗線 0.6 至 0.8 米，孔距 0.8 至 1.2 米，具體數值視礦脈寬度而定。炮孔採用藥卷炸藥裝藥，並用導火索引爆。炸藥單耗一般為 0.4 至 0.5 公斤/噸。在與回採方向相反、靠近底部底柱的位置，開挖一個硐室，用於安裝電動耙礦絞車。使用耙鬥機將崩落礦石從採場耙至下盤沿脈巷道。

圖 16.9 是龍門西溝礦 LM50 房柱採場的上傾方向視圖。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

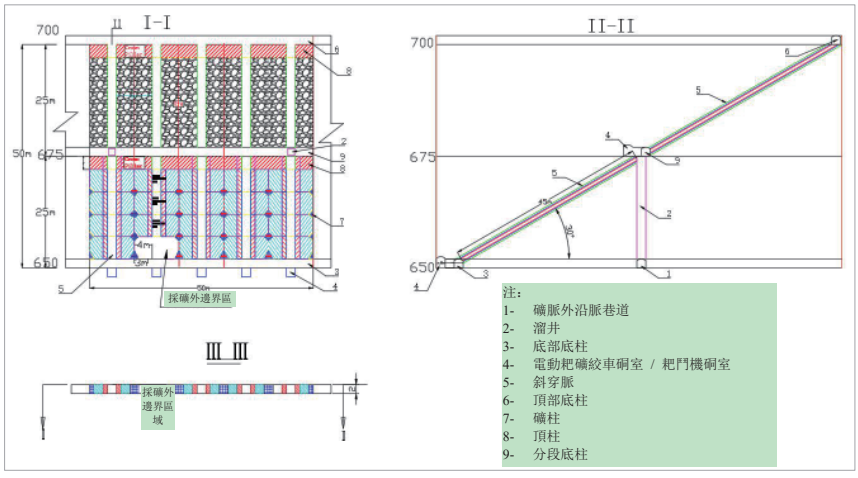
圖 16.9 龍門西溝礦山-龍門 50 房柱式採場



來源：AMC，2024 年。

圖 16.10 是房柱採礦法的代表性視圖。

圖 16.10 房柱採礦法



來源：希爾威，2025 年。

16.2.3.4 中深孔採礦法

在蒿坪溝 B8 採場進行了上向中深孔採礦法的試驗。計劃在龍門西溝礦的 LM7 採場進一步開展中深孔採礦。圖 16.11 顯示了蒿坪溝 B8 採場旁的一臺 1 立方碼鏟運機。

中深孔採礦法計劃通常用於低品位、寬礦脈，典型厚度在 4 米至 9 米之間，傾角約 55°至 70°。採場礦塊設計長度為 40 米至 60 米，高度為 15 米至 20 米。將典型的中段垂直間距 50 米縮短至約 20 米，並設有斜坡道用於運輸礦石和物料。頂部底柱沿礦脈掘進，初始高度為 2.4 米。從採場底部的斜坡道入口處，沿礦脈掘進底部底柱，同樣為 2.4 米高。開發一條寬 2.6 米×高 2.4 米的下盤入口巷道，平行於底部底柱，間距約 8 米，並以 8 米至 10 米的典型間距掘進穿脈巷道連接這兩條巷道。

使用頂錘鑽機鑽鑿 0.75 米×0.75 米的垂直天井。鑽孔方向為從底部底柱向上至頂部底柱。生產鑽孔在單一傾斜平面上進行，垂直於礦脈走向。對於生產鑽孔，鑽孔的頂部間距為 1.8 米至 2.3 米，孔口間距為 0.1 米至 0.4 米，具體取決於礦脈形態和岩層條件。每個平面的間距為 1.5 米至 2 米，由岩層條件決定。龍門西溝礦採礦方法的主要充填料為來自充填站的膠結充填料，但開拓產生的廢石也用作充填材料。中深孔採礦法的出礦使用鏟運機，並在位於斜坡道與下盤沿脈巷道之間的二次倒運硐室處裝載至運礦卡車。

圖 16.11 蒿坪溝 B8 採場的 1 立方碼鏟運機



來源：AMC，2024 年。

16.2.3.5 採場管理與品位控制

希爾威在洛寧作業區制定了採場管理規程和採場管理手冊。採場管理的目的是通過採礦質量控制部門實施採場作業程序以減少貧化。該部門共有九名技術人員，包括管理人員、礦山工程師、地質師和技術員，直接向希爾威北京總部匯報。該部門中的礦山工程師負責監督採場作業程序，每天至少對採場進行一次檢查，以確保礦山承包商遵守程序指南。地質師和地質技術員負責採場的地質填圖和採樣工作；在充填法和留礦法採場中，這項工作每隔 3 至 5 米的回採分層進行一次，而在房柱法採場中，則按相應的間隔進行。該部門還每月測量採場的採空區體積，用於礦山合同付款。

削壁充填採場和留礦採場檢查的關鍵要點如下：

- 確保在鑽鑿爆破孔之前採場頂板和底板平整。
- 檢查以確保在鑽孔前用紅漆正確標出礦化邊界和鑽孔位置。
- 確保鑽孔與水平面的夾角不小於 60°，長度不超過 2 米，並相對於礦脈和開挖寬度進行優化鑽孔，以最大程度減少貧化。
- 鑽鑿爆破孔後，檢查炮孔的長度、方位角、方向、孔口位置、坡度以及數量。
- 在削壁充填採場中，在礦脈爆破前檢查採場底板是否鋪設了橡膠墊/輸送帶。
- 在削壁充填採場中，爆破後出礦至溜礦井之前，檢查以確保廢石被先分選並留在採場內；同時確保在下盤削壁前用掃帚清理底板和邊壁，以最大程度減少礦石損失。
- 爆破後，檢查採場頂板高度不超過 3.5 米，並確保削壁充填採場中的鋼襯溜礦井用木料妥善覆蓋。

關於合同付款，礦山承包商根據採出的礦石量獲得報酬。為防止承包商為追求報酬而盡可能多地從採場運出物料，承包商的付款採用特定公式計算，該公式基於設計的開採量和預期的貧化率來確定計劃礦石噸數。在礦山作業期間，每輛礦車或卡車裝載的礦石在礦山洞口外的稱重站進行稱重。如果某一採場的實際稱重礦石噸數超過其計劃噸數，則礦山的承包商將僅按計劃噸數獲得付款。對於留礦採場，需要對已結算噸數進行調整，因為單個採場的回採周期通常長達數月，並且在採場即將採完之前，通常只鏟運爆破後松散的礦石。

16.2.4 礦石和廢石運輸

如上所述，採場礦石和開拓廢石通常由人工或翻鬥裝岩機裝入 0.75 立方米的礦車。目前，鏟運機和運礦卡車也越來越多地用於相同用途。第 16.4 節描述了物料來源追蹤流程及相關質量控制。對於礦車運輸，每輛礦車都帶有標籤，以標識礦石或廢石的開採地點。通常，礦車在生產中段由人工或機車沿軌道推/拉至斜井軌道運輸道底部，然後提升至上一中段並停放，直到湊足一定數量後由機車將一組礦車牽引至地表平硐口。對於通過暗井提升的情況，礦車被推上罐籠以運輸至上一中段，但沙溝礦的一個暗井除外，該暗井配備有箕鬥用於提升廢石。

隨著礦山越來越多地使用機械化採礦設備，在裝載環節：

- 採場礦石的裝載方式取決於掘進工作面的斷面尺寸：可採用振動放礦機、輪式裝岩機、鏟運機或電動耙鬥，將礦石裝入0.75立方米礦車、3噸微型卡車或5噸小型卡車。
- 掘進工作面廢石的裝載方式取決於掘進工作面的斷面尺寸：可採用輪式裝岩機、耙鬥裝岩機或鏟運機，將廢石裝入0.75立方米礦車、3噸微型卡車或5噸小型卡車。

運輸階段：

- 豎井、暗井及斜井軌道運輸道將繼續通過0.75立方米礦車，將工作面採出的礦石或廢石運至地表。
- 斜坡道運輸系統則採用0.75立方米礦車、鏟運機或3噸自卸車，將礦石或廢石從工作面運至各中段的溜井或二次倒運硐室處，再換用大型卡車轉運至地表。圖16.12展示了洛寧礦區的典型礦車。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 16.12 洛寧礦區礦車



來源：希爾威，2025 年。

16.2.5 設備

16.2.5.1 礦山設備

大部分關鍵採礦設備由希爾威提供，由承包商負責維護。例外的是，空壓機、無軌卡車、氣腿、鏟運機、鑿岩臺車、輔助風機、風筒、低壓變壓器、翻鬥裝岩機、潛水泵及小型絞車由採礦承包商提供。

希爾威的固定設施主要為國產設備，且從當地採購。設備製造商均為知名且常用的廠家。表 16.1 和表 16.2 列出了沙溝礦的設備。洛寧礦區其他礦的設備與沙溝礦相似。表 16.4 列出了所有礦的承包商移動設備。

表 16.1 沙溝礦所有者設備清單

礦山	設備	型號	能力	數量
沙溝	絞車	2JTP-1.6*0.9	132 kW	9
	主風機	FKCDZ-6-No.20	43.2-103.4 m^3/s	2
	罐籠	GLS1/6/1/1		4
	罐籠	GLM1/6/1/1		6
	電機車			33

表 16.2 沙溝礦承包商設備清單

礦山	設備	型號	能力	數量
沙溝	單臂鑿岩臺車	CYTJ45B	55 kW	3
	正鏟挖掘機		168 kW	6
	LHD	RWJ202		4
	空壓機	LG132G-8/17	132 kW	3
	空壓機	GL110A-II-B、LG110G-8、JG110LA	110 kW	15

	空壓機	KLT90-8、VDS-120A、R90E11-20/8	90 kW	10
	大型卡車	FQ3250GD303	40 t	11
	中型卡車	UQ-12	15 t	3
	小型卡車		8 t	0
	微型卡車		3 t	17
	輪式裝岩機			27
	輪式裝礦機			51
	手持式鑿岩機	YT28		396
	輔助風機	FD	2*37 kW	5
	輔助風機	YBT-11	11 kW	114

表 16.3 承包商移動設備清單

礦山	裝岩機	LHD	鑿岩臺車	卡車		撬毛臺車
				<=10 t	>10 t	
沙溝	51	8	3	12	38	5
後張溝	21	1	0	5	11	0
鐵爐坪	71	4	0	6	24	7
龍門東溝	12	0	0	3	6	1
龍門西溝	69	3	4	38	10	2
蒿坪溝	12	4	2	5	16	1
東草溝			9			
合計	**236**	**20**	**9**	**69**	**105**	**16**
寬平	**4**	**6**	**4**	**4**	**10**	

16.2.5.2 設備掘進速度

表 16.4 總結了基於設備類型的假定掘進速度。

表 16.4 設備掘進速度

開拓	掘進速度（米/月）	設備類型
鑿岩臺車 – 斜坡道	120	單臂電動液壓
氣腿式鑿岩機作業中段（人工運搬）	50	氣腿（YT-28）
氣腿式鑿岩機作業中段（機械運搬）	60	氣腿（YT-28）
氣腿 – 採場天井	40	氣腿（YT-28）
氣腿式鑿岩機 - 豎井（機械運搬）	55	氣腿（YT-28）
氣腿式鑿岩機 - 斜坡道（機械運搬） 天井鑽孔-豎井（機械運搬）	60 100	氣腿（YT-28） ZFY1.8-40-250

16.2.6 勞動力

希爾威主要利用承包商進行洛寧礦區的礦山開拓、生產、礦石運輸及勘探工作。選礦廠及地表車間由希爾威人員操作和維護。希爾威提供自己的管理、技術服務和監督人員來管理礦山作業。

每個礦區由一名礦長和一名或兩名副礦長管理。

表 16.5、表 16.6 和表 16.7 提供了近期的勞動力概況，分別列出了希爾威員工、承包商工人及希爾威小時工的數量。

表 16.5 希爾威員工

礦山	員工人數
沙溝	255
後張溝	45
蒿坪溝	65
鐵爐坪 / 龍門東溝	233
龍門西溝 / 東草溝	110
選礦廠	254
公司管理部門	158
合計	**1,120**
寬平	**20**

表 16.6 洛寧礦區承包商工人列表

礦山	承包商	工人	位置
沙溝	陝西隧道建設工程有限公司	255	CM101, PD700
	陝西隧道建設工程有限公司	295	PD16, SGX_XPD
	陝西隧道建設工程有限公司	232	CM105
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	94	CM102
	安康宏坤工程建設有限公司	9	CM108_XPD
	小計	**885**	
後張溝	陝西隧道建設工程有限公司	110	HZG_XPD
	陝西隧道建設工程有限公司	100	PD820, PD810, PD890
	小計	**210**	
蒿坪溝	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	99	PD2
	河南鑫茂礦業工程有限公司	8	PD5_XPD
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	139	PD3, PD600_XPD
	小計	**246**	
龍門東溝	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	149	PD900, PD838
	小計	**149**	
龍門西溝	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	126	PD924, SJ969
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	13	PD930_XPD
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	214	PD980_XPD
	小計	**353**	

鐵爐坪	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	158	PD820, PD846
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	105	PD800, PD840, PD890
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	228	PD730, PD930, PD960, PD990
	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	140	PD820_XPD
	小計	**631**	
東草溝	洛陽鑫盛礦業工程有限公司	23	DCG XPD
	小計	**23**	
洛寧礦區合計		**2,497**	
寬平	**河南現代爆破技術有限公司**	**100**	

表 16.7 希爾威小時工

礦山	工人	位置
沙溝	32	沙溝手選、廢石分選
後張溝	4	後張溝手選、廢石分選
蒿坪溝	5	蒿坪溝手選、廢石分選
龍門東溝	4	龍門東溝手選、廢石分選
龍門西溝	8	龍門西溝手選、廢石分選
鐵爐坪	14	鐵爐坪手選、廢石分選
洛寧礦區合計	**67**	
寬平	**0**	

16.2.7 通風

洛寧礦區的礦井通風按照中國法律法規進行規劃和設置。關鍵通風要求包括：人均最小通風量（4 立方米/分鐘/人）、最小通風風速（通常為 0.25～0.50 米/秒，視地點或活動而定），柴油設備排放的最小稀釋風量（4 立方米/分鐘/千瓦）。以下介紹沙溝礦的通風系統。其他礦擁有類似的風機、巷道和工作面通風網絡。

16.2.7.1 沙溝礦主通風

沙溝礦的主通風量主要受各種開拓和生產活動所需的最小風速影響。峰值通風量估計為 63.6 立方米/秒，其中包含 15%的漏風量。

沙溝礦採用對角式通風系統。

西翼（S14、S6 和 S2 礦脈採場）：

新鮮風通過 1 號暗井從 PD16 平硐，以及通過 2 號暗井從 CM105 新鮮風通道，進入各作業中段，如 220 mRL、210 mRL、180 mRL、160 mRL、140 mRL 和 110 mRL。部分汙風經 450 mRL 和位於勘探線 70～72 的暗井返回 655 mRL 平硐，其餘汙風經 380 mRL 回風天井返回 640 mRL 平硐，由主軸流風機排至地表。

在擴建過程中，將分別建設兩條從 0 mRL 至 260 mRL 和 0 mRL 至 300 mRL 的回風井，以連接現有的兩條回風井（260 mRL 至 650 mRL 和 300 mRL 至 655 mRL），將汙風抽出地表。

東翼（S16W、S7、S8 和 S21 礦脈採場）：

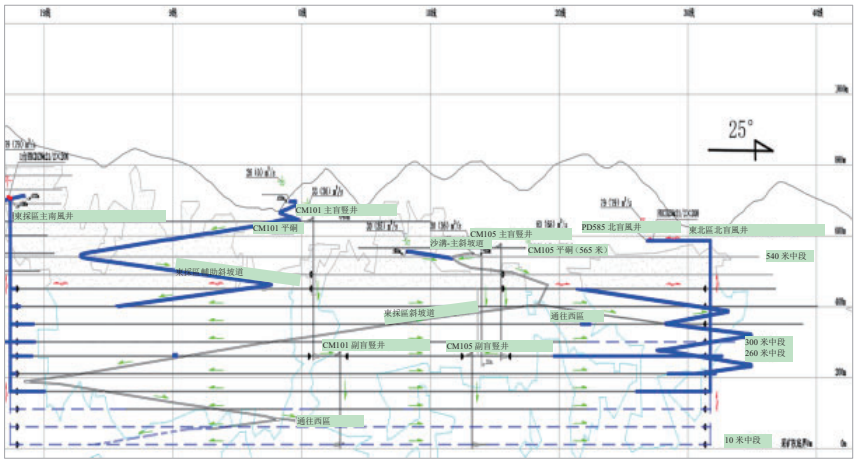
本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

新鮮風通過 1 號暗井從 CM101 平硐，以及通過 2 號暗井從 CM105 新鮮風通道，進入各作業中段，如 210 mRL、160 mRL、110 mRL、60 mRL 和 10 mRL。部分汙風經 450 mRL 和位於勘探線 70～72 的暗井返回 655 mRL 平硐，其餘汙風經 380 mRL 回風天井返回 640 mRL 平硐，由主軸流風機排至地表。

在擴建過程中，將新建一條從 580 mRL 至 0 mRL 的北回風井，以及一條從 710 mRL 至 0 mRL 的南回風井。

圖 16.13 顯示了沙溝礦的通風系統示意圖。

圖 16.13 沙溝礦通風系統示意圖（北偏西 65°視角）



來源：希爾威，2025 年。

16.2.7.2 洛寧礦區主通風

上文詳細描述了沙溝礦的通風系統。後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝和龍門西溝礦的通風系統與沙溝礦類似，簡要說明如下。

洛寧礦區擴建工程需要建設 15 條回風井或天井。為提高機械化和施工效率，所有通風或採場通達天井均擬採用反井鑽機施工。

總進尺約 6300 米，由三家承包商執行，僅豎井建設一項的總估算資本成本即為 800 萬美元。

第一條豎井（鐵爐坪豎井）已於 2026 財年開始施工，所有豎井或天井項目計劃在 1.5 年內完工，如表 16.8 所列。

表 16.8 洛寧礦區主通風豎井和天井

礦山	編號	項目名稱	井口位置	標高（井口 - 底部）（mRL）	斷面 (M)
沙溝	Y-1	後張溝線 PD820-MSJ-650-450-30 北通風井	地下採場	650-450	φ2.5
	Y-2	後張溝線 PD718-418-300-47 南通風井	地下採場	418-300	φ2.5
	Y-3	沙溝東採區 1 號南通風井（705-10）	地表	705-10	φ3.5

	Y-4	沙溝東採區1號北盲通風天井（580-160）	位於斜坡道內	580-160	φ3.5
	Y-5	沙溝西採區2號南盲通風天井（260-10）	位於斜坡道內	260-10	φ2.5
	Y-6	沙溝西採區2號北盲通風天井（260-5）	位於斜坡道內	260-5	φ2.5
鐵爐坪-東	T-1	鐵爐坪-1#通風井	地表	765-500	φ3.0
	T-2	鐵爐坪豎井（900-500 米）	地表	900-500	φ4.0
	T-3	鐵爐坪-2#通風井(1100-500 米）	地表	1100-500	φ4.0
	T-4	鐵爐坪東 5#通風井（850-500）	地表	850-500	φ3.0
	T-5	鐵爐坪東 6#通風井（1050-500）	地表	1050-500	φ3.5
鐵爐坪-西	X-1	鐵爐坪西 4#通風井（1100-500）	地表	1100-500	φ3.0
	X-2	鐵爐坪西 3#通風井（1075-525）	地表	1075-525	φ3.0
蒿坪溝	H-1	東區一期通風天井（795_300）	位於平硐內	795-300	φ3.0
	H-2	西區一期通風天井（770_300）	位於斜坡道內	770-300	φ2.5

16.2.7.3 輔助通風

輔助通風系統採用輔助風機，以滿足掘進工作面、採場及硐室的通風需求。

掘進工作面採用國產風機（功率 5.5～11 千瓦，電壓 380 伏）進行通風。對於長距離獨頭巷道，採用壓入式和抽出式聯合通風。

削壁充填採礦法和留礦採礦法採場通過木支護通道，採用國產風機進行通風。汙風通過天井返回上中段。

16.2.8 充填

對於留礦採礦法，通常不需要尾礦或開拓廢石等充填材料，因為崩落的礦石為每個回採分層提供了作業平臺。採場回採結束後，礦石被運出，留下採空區。目前礦山計劃中未考慮將開拓廢石回填入這些採空區；但在沙溝礦，由於留礦採礦法採場數量將增加，希爾威計劃新建一座充填站，對岩石穩定性較差的採場進行充填，以提供額外的安全保障（見下文）。

削壁充填採礦法利用下盤爆破的廢石作為每個回採分層的作業平臺，以達到最小開採寬度要求。採場回採結束後，廢石留在採場內。對於某些採場，若上下盤岩體穩定性較差且礦脈寬度超過 0.8 米，可利用上中段的開拓廢石回填採空區。

作為礦山整體優化和機械化提升的一項舉措，2023 年初在龍門西溝礦 1080 mRL 建成投產了一座地表膏體充填站，設有兩條通往井下的管線。對於某些採區，這種方式提供了更多的採礦方法選擇，提高了充填效率並減少了勞動力參與，同時有助於減少礦柱用量，從而提高礦石回收率。圖 16.14 展示了龍門西溝充填站的膠結料倉。

龍門西溝礦充填系統由若干子系統組成，包括砂和膠結料製備，與水混合製成料漿。該充填站能力為 40 立方米/小時，管道輸送的充填料漿目標濃度約為 69%～72%（重量比）。製備好的充填料漿從地表 1080 mRL 水平通過兩根直徑為 14 厘米管道中的一根泵送至 800 mRL 的井下運輸巷道，再根據需要輸送到各個井下留礦採礦法採場採空區。充填站建成後，希爾威在龍門西溝礦試驗了一種新的採礦方法，在一個寬度超過 1 米的採場中用充填採礦法替代削壁充填採礦法。該試驗的成功促使希爾威決定在 LM7 礦脈區域使用分段空場嗣後膏體充填採礦法（LM7 礦脈的厚度超過 2 米）。

計劃在沙溝礦新建另一座能力為 40 立方米/小時的充填站。預計 2026 年 3 月開工，2026 年底投產。

圖 16.14 龍門西溝膏體充填站膠結料倉



來源：希爾威，2025 年。

16.2.9 排水

礦井排水按照《中國金屬非金屬礦山安全規程》的要求進行。

各礦典型的地下水湧水量見表 16.9。

表 16.9 礦湧水量

礦山	最大湧水量（立方米/天）	平均湧水量（立方米/天）
沙溝&後張溝	7,271	5,372
蒿坪溝	1,469	397

鐵爐坪&龍門東溝	1,969	1,100
龍門西溝	1,489	867
東草溝	240	80
寬平	530	216

下面詳細描述沙溝礦的排水系統。後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝和龍門西溝礦的排水系統與沙溝礦類似。對這些系統也進行簡要介紹。

16.2.9.1 沙溝

每處主要位置的泵送系統由水倉和三臺水泵組成。正常情況下，一臺運行，一臺檢修，一臺備用。當發生最大湧水時，除檢修中的泵外，可啟動備用泵，以滿足最大估計湧水量的排放要求。設有兩條通往地表的主管道，其中一條備用。在平均湧水流量條件下，井下水倉容量可滿足 6 至 8 小時的蓄水需求。

一段

配備有直接連接地表的水泵的泵站位於暗井底部。表 16.10 列出了沙溝礦的此類水泵。

表 16.10 沙溝礦一段排水泵

硐口	型號	臺數	功率(kw)	湧水量（立方米/小時）	揚程（米）
CM101	MD85-45×9	3	160	85	405
	MD46-50×9	1	110	46	450
CM105-S1#	MD155-67×6	3	280	155	402
	MD155-67×6P	1	280	155	402
CM105-S2#	MD155-67×6	3	280	155	402
	MD155-67×5	1	220	155	335
PD16	MD46-50×8	3	90	46	400
PD700	MD46-50×7	3	75	46	350
CM105 箕門井	MD155-67*6	3	280	155	402
CM102	MD46-50×5	1	55	46	250
	MD25-50*5	1	37	25	250
XPD	MD46-50×6	1	75	46	300
	MD25-50×8	1	75	25	400

二段

各中段巷道設計為 0.3%的坡度，以利於排水。水泵和管道的佈置與一段類似。收集自各中段的湧水被泵送至 260 mRL，然後通過一段排水系統排出地表。表 16.11 列出了沙溝礦二段排水系統的詳細信息。

表 16.11 沙溝礦二段排水泵

泵站	臺數	型號	功率(kw)	湧水量（立方米/小時）	揚程（米）
CM101	4	MD155-67×6P	280	155	402
CM105-S1	3	MD155-67×5	220	155	335
	1	MD155-67×5P	220	155	335
CM105-S2	3	MD155-67×5	220	155	335
	1	MD155-67×5P	220	155	335

PD16	3	MD46-50×6	75	46	300

為防止水淹並保護人員和設備，在豎井入口和泵站設置了防水閘門。

掘進工作面

根據需要，在斜坡道等掘進工作面採用常規電動潛水泵排水。通過接力方式將水排至最近的中段泵站。

擴建工程的排水設計

所有廢水，包括來自後張溝礦的地下水，將收集至 5 mRL 水倉，並通過目前正在建設的管道系統排至地表。

16.2.9.2 後張溝

後張溝礦的排水分為二段：一段從 450 mRL 至 650 mRL，二段從 650 mRL 至 820 mRL。一段使用一臺 75 千瓦 MD46-50×5 型和兩臺 55 千瓦 MD46-50×5 型離心泵。二段使用三臺 55 千瓦 MD46-50×5 型離心泵。

礦山擴建後，由於地下水將流向沙溝，該泵站將不再使用。

16.2.9.3 蒿坪溝

蒿坪溝 PD3 排水分為二段：一段從 300 mRL 至 460 mRL，二段從 460 mRL 至 600 mRL（即 PD3 平硐中段）。300 mRL 和 460 mRL 的水倉容量均為 300 立方米。一段使用三臺 75 千瓦 D85-45×4 型離心泵。二段使用三臺同型號離心泵。斜井運輸巷安裝有兩根直徑為 159 毫米的管道，用於將水排至地表，其中一根備用。

擴建後將採用集中排水方式，從底部 300 mRL 直接將地下水湧水抽排至地表水池。

16.2.9.4 鐵爐坪

鐵爐坪井下排水系統分為東翼和西翼兩個區域。對於鐵爐坪西翼（PD730、PD840、PD890、PD930、PD960 和 PD990），目前水通過 PD730 平硐從 700 mRL 排至 730 mRL，然後排至地表。在位於勘探線 31 的暗井 510 mRL 底部泵站安裝有四臺離心泵。泵型號為 MD46-50×4，揚程 200 米，設計排水能力 46 立方米/小時，功率 45 千瓦。暗井內安裝兩根直徑為 89 毫米的管道，通過 650 mRL、位於勘探線 33 的暗井、PD770 斜井軌道運輸道和 PD770 平硐連接至地表。對於鐵爐坪東翼（PD820 和斜坡道），目前水通過 PD820_XPD 從 700 mRL 排至 840 mRL，然後排至地表。通過三臺 30 千瓦 MD25-50×4 型離心泵以及安裝在斜井軌道運輸道中的兩根直徑為 89 毫米管道，將地下水（包括龍門東溝的地下水）排至地表。

擴建後，將在 500 mRL 新建排水系統，將地下水直接抽至地表水池。

16.2.9.5 龍門東溝

在龍門東溝，PD900 暗井的 500 mRL 泵站安裝有三臺 110 千瓦 MD46-50×8 型離心水泵。PD900 暗井內安裝有兩根直徑為 140 毫米的管道，通過 PD838 平硐引至地表。

擴建後，500 mRL 泵站將不再使用，地下水將流向鐵爐坪。

16.2.9.6 龍門西溝

在 969 豎井底部的 500 mRL 泵站安裝有三臺 MD46-50×8 型離心泵，總功率 90 千瓦。969 豎井內安裝有兩根直徑為 140 毫米的管道，通過 PD924 平硐引至地表。

16.2.9.7 東草溝

東草溝礦工作面湧水量較小，故使用小型水泵排水。

擴建後，將在 570 mRL 新建排水系統，將地下水直接抽至地表水池。

16.2.9.8 寬平

寬平礦工作面湧水量較小，故使用小型水泵排水。

擴建後，將在 800 mRL 新建排水系統，將地下水直接抽至地表水池。

16.2.10 供水

2023 年，洛寧礦區獲得政府許可，可使用附近溪流和泉水作為水源。

沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦的水源來自附近的溪流、泉水以及地下水。每個生產系統均建有容量通常為 100 至 200 立方米的水池。當地溪流的水質和水量均能滿足礦山工藝用水、抑塵、防火及人員需求。

沙溝的用水量估計為 650 立方米/天。CM105 和 CM101 地表各有兩個 200 立方米的水池，每個額外平硐口均設有小型水倉。通過直徑為 108 毫米的管道供水。

後張溝的用水量估計為 200 立方米/天，地表設有一個 200 立方米的水池。

蒿坪溝的用水量估計為 260 立方米/天。礦區建有一個 200 立方米的水池，通過直徑為 107 毫米的管道輸水。2017 年增建了一個 300 立方米的水池，用於將地下水抽送至 2 號選礦廠。2025 年，沙溝和蒿坪溝每天向 2 號選礦廠泵送 4600 立方米地下水。

鐵爐坪的用水量估計為 550 立方米/天。該礦建有兩個 200 立方米的水池，配有一根直徑為 89 毫米的管道。

龍門東溝和龍門西溝的用水量估計分別為 150 立方米/天和 300 立方米/天。每個平硐口建有兩個 200 立方米的水池，龍門東溝和龍門西溝分別配備直徑為 89 毫米和 150 毫米的管道。

東草溝的用水量估計為 50 立方米/天。平硐口建有一個 200 立方米容量的水池。

寬平的用水量估計為 150 立方米/天。平硐口建有兩個 230 立方米容量的水池。

16.2.11 供電

沙溝礦的電力由當地政府電網通過三條架空線路提供。第一條為 35 千伏高壓線，引自洛寧-故縣 110 千伏變電站；第二條為 10 千伏高壓線；第三條來自 2008 年在礦山附近建造的全自動 35 千伏變電站，配備有兩臺 1500 千瓦和一臺 1200 千瓦發電機作為備用電源。主變壓器容量為 12,500 千伏安。

35 千伏架空線路可為所有礦山生產提供主電源，10 千伏架空線路作為備用。井下排水泵站和提升絞車屬一級電力負荷，需要兩條獨立的 10 千伏供電線路，一條運行，另一條備用。

鐵爐坪礦的 10 千伏配電變電站設計有兩條 10 千伏供電線路，引自月亮灣 110 千伏變電站 10 千伏側的梁龍線和梁東線。該 10 千伏配電變電站還向龍門東溝礦供電。

在礦山擴建期間，將從鐵爐坪的 110 千伏月亮灣變電站新建一條 12 公里長的 35 千伏供電線路，與現有的沙溝-鐵爐坪 35 千伏線路形成雙供電線路。

另見第 18.3 節。

16.2.12 壓縮空氣

壓縮空氣主要用於鑿岩。所有採場和常規掘進工作面均使用氣腿。少量壓縮空氣用於噴射混凝土和清理炮孔。

每個平硐口附近設有一座空壓站，採用兩級壓縮電動活塞配置。壓縮空氣根據需求通過不同規格的鋼管輸送到各中段，並引至避險硐室。空氣管道直徑從 159 毫米逐步減小至採場處的 50 毫米。

每個礦山作業系統（通常按平硐區分）的壓縮空氣消耗量根據採場和掘進工作面的數量進行估算。已安裝合適的空壓機以滿足井下需求。

16.2.13 爆炸物品

自 2022 年 6 月起，參照中國政府的安全規定，一家具有危險品運輸資質的外部公司開始負責洛寧礦區炸藥和雷管的運輸工作。為此，使用經認證的危險品運輸專用車輛。此外，按照中國政府制定的民用爆炸物品行業安全發展規劃，洛寧礦區自 2022 年 6 月起開始採購電子雷管，提高了與爆炸物品使用相關的安全措施。

洛寧項目共有四個爆炸物品儲存設施，分別位於沙溝、蒿坪溝、龍門西溝和鐵爐坪的爆炸物品庫。根據政府要求，每三年進行一次安全評價，目前所有設施均在有效期內。

寬平項目目前處於建設階段，爆破作業委託給專業爆破公司實施。寬平項目預計於 2026 年中獲得安全生產許可證後，將建設現場爆炸物品庫，並申請非營業性爆破許可證。

16.2.14 通信

礦山地表通信通過中國網通的有線電話服務以及中國移動和中國聯通的手機服務實現。

在井下關鍵位置，如提升機房、井底車場、運輸調度室、變電所、泵站、避險硐室以及每個中段的最高點，均安裝有電話。通往井下的通信電纜通過暗井和斜井軌道運輸道連接。作業區域和調度室內安裝有內部電話，這些電話還通過通信電纜與本地電話線路相連。

2023 年底，根據 GB 16423-2020《金屬非金屬礦山安全規程》和《生產安全事故應急預案管理辦法》，沙溝和後張溝礦著手升級其通信聯絡系統和應急廣播系統，以更新其安全生產許可證。其他礦也在 2024 年升級了這兩個系統，為下一期安全生產許可證的申領做準備。這兩個系統此前使用專線供電，需要從兩個不同的平硐口向井下工作面鋪設兩條線路。在電話系統基礎上，建立了新的廣播系統，以確保應急指令能夠傳達到工作區域的全體人員。

例如，在沙溝礦，通信聯絡系統利用兩根 24 芯光纜，通過井下線路將兩個地表硐口與後張溝礦的兩個地表硐口連接。一條線路從沙溝礦 CM105 平硐口，經後張溝礦 PD820 平硐口，連接至 CM105-1、CM101 和 PD820 平硐生產系統。另一條線路從沙溝礦 PD16 平硐口，經後張溝礦 PD718_XPD 斜坡道硐口，連接至 PD16、CM105-S2SJ 和 PD718_XPD 斜坡道生產系統。

對於廣播系統，沙溝在原有電話系統線路基礎上，建立了廣播服務器，並在各中段安裝了麥克風及其他設備以及相關配套軟件。

為升級這兩個系統，後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝均安裝了與沙溝類似的設備。

16.3 安全

洛寧礦區的安全管理遵循中國職業健康與安全法律法規。職業健康與安全部負責提供安全培訓、執行職業健康與安全政策和程序、提出礦石運搬山安全建議，並每日對井下作業面和爆炸物品使用情況進行檢查。

公司制定了安全生產責任制、安全生產規章制度和安全操作規程，所有工作均由具備操作資質的人員執行。

每個採礦承包商須按每個平硐口平均每 20 名承包商工人配備 1 名安全員的比例任命安全員。

沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦各設有一個十人安全委員會。委員會由河南發恩德總經理領導，成員包括副總經理、礦長、安全部門主管及採礦承包商代表。委員會由各礦安全部門協調，礦山管理人員和安全員必須持有省級安全生產監督管理局頒發的有效礦山安全培訓證書。

在洛寧礦區，每個礦都有自己的安全部門，至少配備一名安全主管和四名安全工程師（東草溝只配備了一名安全主管）。已為各礦的所有公司員工和承包商工人購買了傷亡保險。

各礦和承包商向其各自人員提供個人防護裝備。

已與洛寧縣總醫院簽訂合同，由其接收並治療來自各礦的受傷工人，但僅需在礦山診所接受急救處理的傷者除外。合資格人士在 2024 年 2 月的實地考察期間，檢查了沙溝礦的應急物資倉庫或醫務室。

自 2022 年起，洛寧礦區所有作業（包括選礦廠車間的所有作業）均進行了安全生產標準化評估。該評估包括對隱患進行識別、評估和分類，以及制定相應的控制措施。自 2019 年以來，標準化安全生產流程已歷經兩次修訂並形成文件。每月進行一次重大事故隱患排查。針對一線員工和內部管理人員，根據其具體崗位，編制了圖文並茂的培訓材料。

培訓包括課堂授課和現場實踐指導。使用現場檢查表評估每個作業流程，並利用「企業博客」系統進行數據收集和報告。安全生產信息管理系統結合人員定位系統和現場檢查表，自動為每位安全管理人員生成現場安全檢查工作日志。公司領導負責對已識別的風險源和隱患進行日常檢查。

自 2023 年 6 月起，希爾威決定將暗井工作區的現有安全帶更換為雙鉤安全帶，並對一線工人進行全面培訓，教授正確使用方法。

2025 年，公司還推廣了一種源自日本的「手指口述」安全確認法，即通過心想、眼看、手指、口述來確認關鍵安全要素，以確保作業人員將注意力集中於具體操作程序，實現安全操作。

此外，希爾威組建了 8 支兼職應急救援隊，共 129 人。經常提供培訓，以增強隊員應對各種緊急情況的能力。為提高應急響應和現場處置能力，選礦廠和所有礦結合行動計劃、培訓、實踐和評估，與承包商共同實施了應急演練，涵蓋有毒窒息、逃生、火災、防洪、爆炸和地質災害等。

合資格人士指出，希爾威在某些安全領域已超越中國法定要求，且公司表示將持續聚焦生產流程安全改進。合資格人士此前也指出，部分操作實踐和程序尚未達到國際通行標準。合資格人士建議希爾威繼續著重改善井下和整個礦區安全，包括採用中國或加拿大安全標準中更為嚴格者這一政策。

表 16.12 顯示了 2024 財年和 2025 財年洛寧礦區的安全統計數據。

表 16.12 2024 財年和 2025 財年洛寧礦區安全統計數據

	2025 財年	2024 財年
安全生產培訓次數	1,596	1,525
公司員工平均培訓時長（小時）	17.98	21.90
承包商工人平均培訓時長（小時）	38.12	34.20
工傷事故次數	4	7
損失工時事故（LTI）次數	4	7
每百萬工時損失工時事故率（LTIR）	0.4	0.84
工亡人數	0	0

16.4 開拓與生產質量控制

2022 年初，希爾威在力求增產的同時，也面臨勞動力招聘方面的挑戰。為此，公司選擇擴大開拓斷面，提高機械化設備使用率，並增加留礦採礦法採場數量來促進礦山產量的提升。公司還進行了 XRT 礦石分選系統的試驗，該項目現已轉入生產階段。

希爾威還推出了其他旨在提高生產質量的舉措：

- 使用色卡標記來識別工作場所中的物料類型：藍色代表削壁充填採場礦石，綠色代表留礦採礦法採場礦石，紅色代表探礦和開拓掘進產生的礦石，白色代表廢石。
- 作為礦石和廢石稱重流程的一部分，稱重人員根據色卡顏色或類型記錄運輸車輛的重量。
- 地質人員需檢查開拓和開拓掘進工作面，以識別岩石類型。當識別出勘探和開拓掘進工作面的岩石類型（例如「礦石」）後，地質人員在「企業博客」系統中填寫「勘探及開拓掘進工作面岩石類型鑒定記錄表」，記錄掘進進尺（見下文）。完成此流程後，在運輸車輛上放置一張紅色卡片（本例中代表「礦石」）。

希爾威要求每座礦的統計員每天將稱重數據上傳至在線系統。

2015 年 8 月，希爾威實施了工作場所安全與工作質量檢查表系統，以加強作業流程控制。該舉措的特點之一是在礦山生產和安全信息管理中使用內部「企業博客」系統。企業博客是一個互聯網社交媒體系統，有助於位於不同地點的各方分發和交流工作相關知識及信息，並實現透明化。

第一步是識別所有可能的風險或危害源，包括所有作業活動（涵蓋機械設備）中的隱患、風險等級及緩解方法；接下來，管理人員針對不同危險源，處理並制定相應的檢查項目，匯總成「檢查表」。

每班前，現場管理人員逐項排查危險源，將檢查結果錄入「寫實記錄表」系統，並上傳現場檢查照片或其他附件。所有危險源項的檢查結果均合格後，方可以開始作業。若存在安全隱患但可通過現場處置予以消除，則在現場隱患排除後方可開始作業。在安全風險未消除且未取得「允許作業」確認之前，人員不得開始作業。

在該系統中，每個採場、掘進工作面或設備等均分配有一個「博客」名稱。責任工程師需將這些採場或工作面的每日現場檢查結果發佈到其「博客」上，以結構化數據格式將結果列在「檢查清單表」中，並包含公司要求的信息和佐證照片。管理團隊不同層級的相關方可以直接訪問每日「博客」，查看每個工作場所的詳細信息，獲取第一手信息。企業博客系統還會記錄管理人員是否訪問「博客」閱讀或評論每日結果，並由相應人員進行確認。借助企業博客系統，已實現透明化與即時化的信息收集、分發、檢索及監控。一線技術人員或工程師收集的信息和知識在組織結構的各層級間自由流動。責任管理人員擁有能夠

做出迅速且更準確的決策並立即傳達給責任方的要求、激勵措施和工具。從安全角度看，企業博客系統使人員能夠輕鬆了解任何潛在的危險狀況，礦山安全檢查員可以收集和分析採場和掘進工作面的現狀和歷史。2021 年，企業博客系統引入了數據可視化功能，以圖表（包括折線圖、餅圖、柱狀圖、動態圖等）和表格形式展示數據。在顯示端，圖表和表格的大小和位置可自適應，意味著電腦和手機均可查看採礦生產日報和月報、地質勘探日報和月報以及選礦生產日報和月報。各礦都有各自的採礦生產和地質勘探報告。此外，基於事實記錄系統記錄的所有數據，對參與安全生產管理的人員進行工作質量績效評估，以確保安全生產措施和流程按要求落實。

總之，企業博客系統的部分優勢包括：

- 信息收集、分發、檢索和監控變得透明且即時。
- 一線技術人員或工程師收集的信息和知識在管理結構中自由流動。
- 安全信息易於共享。
- 結構化數據格式可為關鍵管理信息生成統計數據。
- 管理人員擁有做出迅速且更準確決策的要求、激勵措施和工具。
- 促進協作，實現公平及時的KPI考核，每個人對自己的工作負責。

16.5 生產與計劃編制

16.5.1 開拓計劃

表 16.13 匯總了自 2026 年 1 月 1 日（2026 財年第 4 季度初）起洛寧礦區各礦及整個作業區的礦山服務年限開拓計劃。

表 16.13 洛寧礦區礦山服務年限開拓計劃（按財年）

礦山	類別	2026 財年第 4 季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年	共計
沙溝	資本性水平掘進工作面	6,709	31,625	31,286	25,743	15,072	9,219	8,410	7,405	5,535	2,995	250	295						144,544
	資本性垂直掘進工作面	150	1,090																1,240
	運營性水平掘進工作面	3,998	21,324	21,179	19,755	18,755	19,007	17,017	14,225	14,069	13,266	10,145	8,437	8,630	8,215	5,521	5,045		208,587
	運營性垂直掘進工作面	1,397	6,043	7,563	6,611	7,014	6,805	7,008	6,911	6,437	6,452	5,708	5,193	4,691	5,848	3,279	2,763		89,723
	合計（米）	**12,254**	**60,082**	**60,028**	**52,109**	**40,841**	**35,031**	**32,435**	**28,541**	**26,041**	**22,713**	**16,103**	**13,925**	**13,321**	**14,063**	**8,800**	**7,808**		**444,094**
後張溝	資本性水平掘進工作面	2,003	12,815	8,661	6,880	3,896	2,382	1,922	1,632	1,943	1,630	1,745							45,509
	資本性垂直掘進工作面	215	1,005																1,220
	運營性水平掘進工作面	230	1,884	4,021	1,716	3,600	3,686	3,892	4,025	3,537	3,605	646							30,842
	運營性垂直掘進工作面	61	671	1,526	722	1,443	1,430	1,468	1,685	1,344	1,441	220							12,011
	合計（米）	**2,509**	**16,375**	**14,208**	**9,318**	**8,939**	**7,498**	**7,282**	**7,342**	**6,824**	**6,676**	**2,611**							**89,582**
蒿坪溝	資本性水平掘進工作面	2,461	13,152	8,694	4,495	4,075	3,730	3,455	4,190	740									44,992
	資本性垂直掘進工作面	145	382	250	10			60	532	650									2029
	運營性水平掘進工作面	1,908	7,480	7,787	9,923	9,623	8,012	6,286	3,981	7,421	2,396	364							65,181
	運營性垂直掘進工作面	345	1,260	1,519	1,695	1,941	1,675	1,736	269	1,600	942	238							13,220
	合計（米）	**4,859**	**22,274**	**18,250**	**16,123**	**15,639**	**13,417**	**11,537**	**8,972**	**10,411**	**3,338**	**602**							**125,422**
鐵爐坪	資本性水平掘進工作面	5,237	11,355	9,602	7,522	5,115	4,945	4,980	4,950	5,345	5,430	5,130	920						70,531
	資本性垂直掘進工作面	1,148	1,785	635															3,568
	運營性水平掘進工作面	6,162	16,268	10,219	9,125	6,300	6,283	5,859	5,561	5,192	4,969	4,433	2,834						83,205
	運營性垂直掘進工作面	1,842	7,138	4,520	3,579	3,536	2,940	2,928	2,828	2,638	2,738	2,228	1,883						38,798
	合計（米）	**14,389**	**36,546**	**24,976**	**20,226**	**14,951**	**14,168**	**13,767**	**13,339**	**13,175**	**13,137**	**11,791**	**5,637**						**196,102**
龍門東溝	資本性水平掘進工作面	2,909	12,980	8,787	7,515	5,760	4,764	4,141	3,550	3,593	3,468	3,280	3,042	2,324	1,978	1,588	1,421		71,100
	資本性垂直掘進工作面	60	1,484	182	246	77	20	145	0	0	0	0	0	0	57	0	93		2,364
	運營性水平掘進工作面	585	3,142	2,941	3,425	3,293	3,099	2,896	2,862	2,393	2,613	3,005	1,993	2,763	1,482	2,287	1,238		40,018
	運營性垂直掘進工作面	366	1,589	1,785	2,034	1,841	1,698	1,708	1,650	1,428	1,373	1,631	1,281	1,568	854	1,208	671		22,685
	合計（米）	**3,920**	**19,195**	**13,695**	**13,220**	**10,971**	**9,581**	**8,890**	**8,062**	**7,414**	**7,454**	**7,916**	**6,316**	**6,655**	**4,371**	**5,083**	**3,423**		**136,167**
龍門西溝	資本性水平掘進工作面	4,846	19,653	13,995	12,029	2,410	1,844	1,408	729	679	549								58,141
	資本性垂直掘進工作面		999	210															1,209
	運營性水平掘進工作面	2,973	16,132	10,233	9,266	6,973	7,153	6,562	6,698	5,457	3,168	218							74,833
	運營性垂直掘進工作面	439	2,743	4,654	3,164	2,672	1,673	1,954	2,270	866	354	0							20,789
	合計（米）	**8,258**	**39,527**	**29,092**	**24,459**	**12,055**	**10,670**	**9,924**	**9,697**	**7,001**	**4,071**	**218**							**154,973**
東草溝	資本性水平掘進工作面	150	1,704	1,460	2,135	1,445	1,131	172											8,197
	資本性垂直掘進工作面	0	3,330	760															4,090
	運營性水平掘進工作面	659	3,725	2,663	983	840	582												9,452
	運營性垂直掘進工作面	170	301	685	300	655	350												2,461
	合計（米）	**979**	**9,060**	**5,568**	**3,418**	**2,940**	**2,063**	**172**											**24,200**

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

寬平	資本性水平掘進工作面	3,047	11,093	7,630															21,770
	資本性垂直掘進工作面																		
	運營性水平掘進工作面		2,570	1,180	360														4,110
	運營性垂直掘進工作面		3,320	2,155	420														5,895
	合計（米）	**3,047**	**16,983**	**10,965**	**780**														**31,775**
洛寧礦區	資本性水平掘進工作面	27,362	114,376	90,115	66,319	37,773	28,015	24,488	22,456	17,835	14,072	10,405	4,257	2,324	1,978	1,588	1,421		464,784
	資本性垂直掘進工作面	1,718	10,075	2,037	256	77	20	205	532	650					57		93		15,720
	運營性水平掘進工作面	16,515	72,525	60,223	54,553	49,384	47,822	42,512	37,353	38,068	30,017	18,811	13,265	11,393	9,698	7,808	6,283		516,228
	運營性垂直掘進工作面	4,620	23,065	24,407	18,525	19,102	16,571	16,802	15,613	14,313	13,300	10,025	8,357	6,259	6,702	4,487	3,434		205,582
合計	**合計（米）**	**50,215**	**220,042**	**176,782**	**139,653**	**106,335**	**92,428**	**84,007**	**75,954**	**70,866**	**57,389**	**39,241**	**25,879**	**19,976**	**18,435**	**13,883**	**11,231**		**1,202,314**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

開拓分為生產開拓或資本化開拓，包括礦脈勘探、採場準備、中段開拓、斜坡道、斜井和豎井掘進、天井和溜井以及井下基礎設施開發。資本化開拓通常與斜坡道開挖、中段巷道和中段運輸巷道相關。生產開拓通常是指為直接通達採場、放礦點通道、切割天井及礦脈開拓（包括探礦脈開拓）所實施的那部分開拓工程。

合資格人士注意到並認為：沙溝、龍門西溝、鐵爐坪和後張溝礦主斜坡道預計的掘進速度120 米/月（約 4 米/天）是合理的。合資格人士還指出：年度開拓預測（特別是未來幾年）是可以實現的，同時需要在洛寧礦區作業中持續高度重視開拓進度計劃和控制，這是下文討論的增加產量的關鍵因素。

16.5.2 礦山生產

16.5.2.1 生產能力

礦山作業按每年 365 天安排，但生產按每年 330 天計算。留礦採礦法、削壁充填採礦法和房柱採礦法採場的標稱月產量分別約為 1000 噸、400 噸和 700 噸，但每個採場的實際產量取決於礦脈和挖掘寬度。深孔採礦法的月產量預計為 1500 噸。

表 16.14 是洛寧礦區各礦計劃峰值產量和預計生產年限的總體匯總。

表 16.14 洛寧礦區產量匯總表

	產率（噸/月）				典型同時作業採場數量	礦山服務年限峰值年產量（千噸/年）	預計礦山壽命（年）
	留礦採礦法	房柱採礦法	中深孔	削壁充填採礦法			
沙溝	1,000		1,500	400	192	500	16
後張溝	1,000			400	28	100	11
蒿坪溝	1,000		1,500	400	48	120	10
鐵爐坪	1,000	700		400	174	400	9
龍門東溝	1,000	700		400	41	150	16
龍門西溝	1,000	700	1,500	400	102	240	12
東草溝	1,000			400	12	50	8
寬平	1,000	700		400	28	90	4

16.5.2.2 礦山生產：2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日

表 16.12 匯總了 2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日的礦山產量和品位。

表 16.15 洛寧礦區 2023 財年第 4 季度至 2026 財年第三季度產量

礦山	礦石類型	單位	2023 財年第 4 季度	2024 財年	2025 財年	2026 財年 Q1-Q3	共計
沙溝	**採礦量**	**t**	**46,378**	**292,266**	**335,841**	**283,198**	**957,684**
	品位	Ag (g/t)	326	307	277	218	271
		Au (g/t)	0.18	0.15	0.13	0.12	0.14
		Pb (%)	5.62	5.40	4.65	3.92	4.71

		Zn (%)	1.53	1.67	1.59	1.22	1.50
後張溝	**採礦量**	**t**	**8,912**	**74,801**	**90,037**	**63,895**	**237,645**
	品位	Ag (g/t)	245	229	251	227	237
		Au (g/t)	0.21	0.14	0.14	0.09	0.13
		Pb (%)	1.09	1.04	0.56	0.95	0.84
		Zn (%)					
蒿坪溝	**採礦量**	**t**	**12,255**	**73,853**	**82,523**	**80,465**	**249,096**
	品位	Ag (g/t)	109	82	81	66	78
		Au (g/t)	0.99	1.01	1.17	1.09	1.09
		Pb (%)	3.11	2.63	2.42	1.70	2.28
		Zn (%)	0.74	0.67	0.50	0.50	0.56
鐵爐坪	**採礦量**	**t**	**41,487**	**247,177**	**299,117**	**278,492**	**866,273**
	品位	Ag (g/t)	219	182	160	155	168
		Au (g/t)	0.24	0.18	0.15	0.12	0.15
		Pb (%)	3.00	2.49	2.17	2.07	2.27
		Zn (%)					
龍門東溝	**採礦量**	**t**	**4,210**	**24,104**	**49,787**	**62,949**	**141,050**
	品位	Ag (g/t)	278	248	239	251	247
		Au (g/t)	0.25	0.15	0.10	0.15	0.13
		Pb (%)	1.71	1.42	1.21	1.28	1.29
		Zn (%)	0.30	0.07	0.04		0.03
龍門西溝	**採礦量**	**t**	**16,998**	**102,992**	**163,093**	**147,499**	**430,582**
	品位	Ag (g/t)	281	245	213	221	226
		Au (g/t)	0.80	0.69	0.58	0.57	0.61
		Pb (%)	2.18	2.32	1.98	1.52	1.91
		Zn (%)					
東草溝	**採礦量**	**t**	**1,963**	**11,917**	**10,051**	**1,981**	**25,913**
	品位	Ag (g/t)	74	48	41	61	48
		Au (g/t)	0.46	0.42	0.49	1.68	0.54
		Pb (%)	2.13	1.82	1.46	0.78	1.62
		Zn (%)					
洛寧礦區	**採礦量**	**t**	**132,204**	**827,112**	**1,030,449**	**918,479**	**2,908,243**
	品位	Ag (g/t)	255	231	212	190	212
		Au (g/t)	0.37	0.32	0.30	0.28	0.30
		Pb (%)	3.62	3.38	2.79	2.40	2.87
		Zn (%)	0.61	0.66	0.56	0.43	0.55

注：

- 總計欄中列出的洛寧礦區各礦品位反映了各時期報告數據的最終調整——因此與各時期數據匯總相比，會出現一些非重大的品位差異。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

16.5.2.3 洛寧礦區礦山服務年限生產規劃

預計洛寧礦區產量到 2029 財年將比 2026 財年增長約 35%（見下文第 16.5.2.4 節）。礦區內每座礦均有具體計劃，以實現其對整體預測增長的貢獻。計劃參考了目前已完成的開拓工程，但也包括新增採場及相關必要開拓、勞動力增加（主要為鏟運機駕駛、礦石運搬和鑿岩）以及新增移動設備（尤其是鏟運機）。

16.5.2.4 洛寧礦區礦山服務年限生產進度計劃

表 16.16 基於 2025 年 12 月 31 日的礦石儲量估算，匯總了洛寧礦區各礦及整個作業區的礦山服務年限產量預測。圖 16.15 以圖表形式顯示了生產進度計劃。

礦山服務年限計劃中的年礦石產量預計將從 2026 財年全年約 120 萬噸的水平上升至：2027 財年 130 萬噸，2028 財年 150 萬噸，2029 財年超過 160 萬噸，並保持該水平至 2031 財年。從 2032 財年開始，預計將緩慢逐年下降至 2034 財年約 152 萬噸，隨後下降速度加快：2035 財年 137 萬噸，2036 財年 126 萬噸，2037 財年 117 萬噸，2038 財年 83 萬噸，之後逐年下降至當前預測的最後一年 2042 財年的 30 萬噸。

截至 2029 財年的大幅增產，以及將高於當前產量的水平維持至 2036 財年，反映了第 16.5.2.3 節中提到的規劃要點。合資格人士認為計劃的產量增長是可以實現的，但除了預測的開拓、勞動力和移動設備增加外，持續高度重視規劃和控制（尤其是貧化管理）、人員能力和機械化設備維護將是成功的關鍵。引入更多機械化設備也帶來了額外的安全考量，必須進行專項培訓並嚴格執行規程和操作實踐。具體需要注意的方面舉例如下：針對採場開放眉線區域的安全措施、遠程礦石運搬操作規程、以及根據巷道寬度設置安全躲避硐室並保證合理的設備間隙。

預計洛寧礦區銀品位相對穩定，礦山服務年限內平均約 175 克/噸，但後期年份會有一些波動。計劃的鉛品位在 2031 財年前平均約 2.29%，之後總體上升，到 2038 財年接近 3%，並維持到 2041 財年。平均鋅品位從 2026 財年的 0.50%穩步上升至 2040 財年的 1.56%。金品位在 2030 財年前平均約 0.26 克/噸，之後穩步下降，預計到 2039 財年降至 0.02 克/噸的低點。預測銀當量品位在礦山服務年限內相對穩定，平均為 260 克/噸。

為了在增產的同時保持最佳金屬品位，合資格人士建議希爾威通過採礦質量控制部門加倍關注規劃、貧化和品位控制。

表 16.16 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃

沙溝	2026 財年第 4 季度	2027 財年	2028 財年	2029 財年	2030 財年	2031 財年	2032 財年	2033 財年	2034 財年	2035 財年	2036 財年	2037 財年	2038 財年	2039 財年	2040 財年	2041 財年	2042 財年	礦山服務年限總計
產量（千噸）	73	370	441	481	507	519	503	503	511	509	512	487	477	407	398	331	214	7,243
Au (g/t)	0.11	0.09	0.01	0.06	0.04	0.02	0.05	0.06	0.03	0.08	0.04	0.03	0.05	0.03	0.01	0.01		0.04
Ag (g/t)	215	215	215	215	215	214	212	212	208	204	196	191	184	183	178	162	140	200
Pb (%)	4.02	4.26	4.25	4.04	3.67	3.98	3.96	3.82	3.94	4.19	3.71	3.77	3.52	3.51	4.03	3.73	3.09	3.87
Zn (%)	1.68	1.64	1.67	1.72	1.69	2.16	1.83	1.98	1.93	1.57	1.88	1.71	1.89	1.95	2.07	1.64	1.40	1.81
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	345	348	344	342	332	346	339	339	336	334	317	310	301	300	309	278	236	324
後張溝	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	11	100	100	100	100	100	100	101	101	100	97	76						1,086
Au (g/t)																		
Ag (g/t)	176	206	202	202	203	205	206	202	202	201	182	161						198
Pb (%)	0.56	0.68	0.79	0.73	0.72	0.63	0.56	0.83	0.84	0.66	0.61	0.56						0.69
Zn (%)																		
Cu (%)	0.29	0.28	0.35	0.34	0.33	0.29	0.34	0.23	0.19	0.20	0.23	0.23						0.28
AgEq (g/t)	201	233	235	233	234	232	233	230	229	224	206	183						225
蒿坪溝	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	20	115	116	119	125	130	131	132	132	132	107	88						1,348
Au (g/t)	0.80	0.82	1.08	1.28	1.27	1.07	1.01	0.88	1.14	0.58	0.65	1.14						0.99
Ag (g/t)	63	63	63	56	54	65	64	70	64	71	71	23						62
Pb (%)	2.22	2.29	1.73	1.97	2.21	2.81	2.97	3.04	2.29	3.20	2.83	1.61						2.48
Zn (%)	0.62	0.60	0.46	0.73	0.57	0.49	0.68	0.86	0.47	0.91	0.73	0.59						0.65
Cu (%)	0.09	0.10	0.10	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	0.10	0.06	0.04	0.02						0.07
AgEq (g/t)	204	207	217	236	237	240	242	240	236	219	212	178						225
鐵爐坪	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	84	332	373	416	413	402	393	362	340	306	255	248	142					4,066
Au (g/t)																		
Ag (g/t)	158	160	170	167	170	162	158	152	135	122	91	77	73					145
Pb (%)	2.33	2.31	2.13	2.10	1.88	2.09	2.08	2.18	2.40	1.63	2.59	2.61	2.60					2.18
Zn (%)																		
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	210	212	217	214	212	209	205	200	188	158	149	135	131					193
龍門東溝	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	23	101	104	128	148	147	154	157	156	158	158	160	160	152	152	143	88	2,289
Au (g/t)				0.04					0.17	0.01	0.19		0.09					0.03

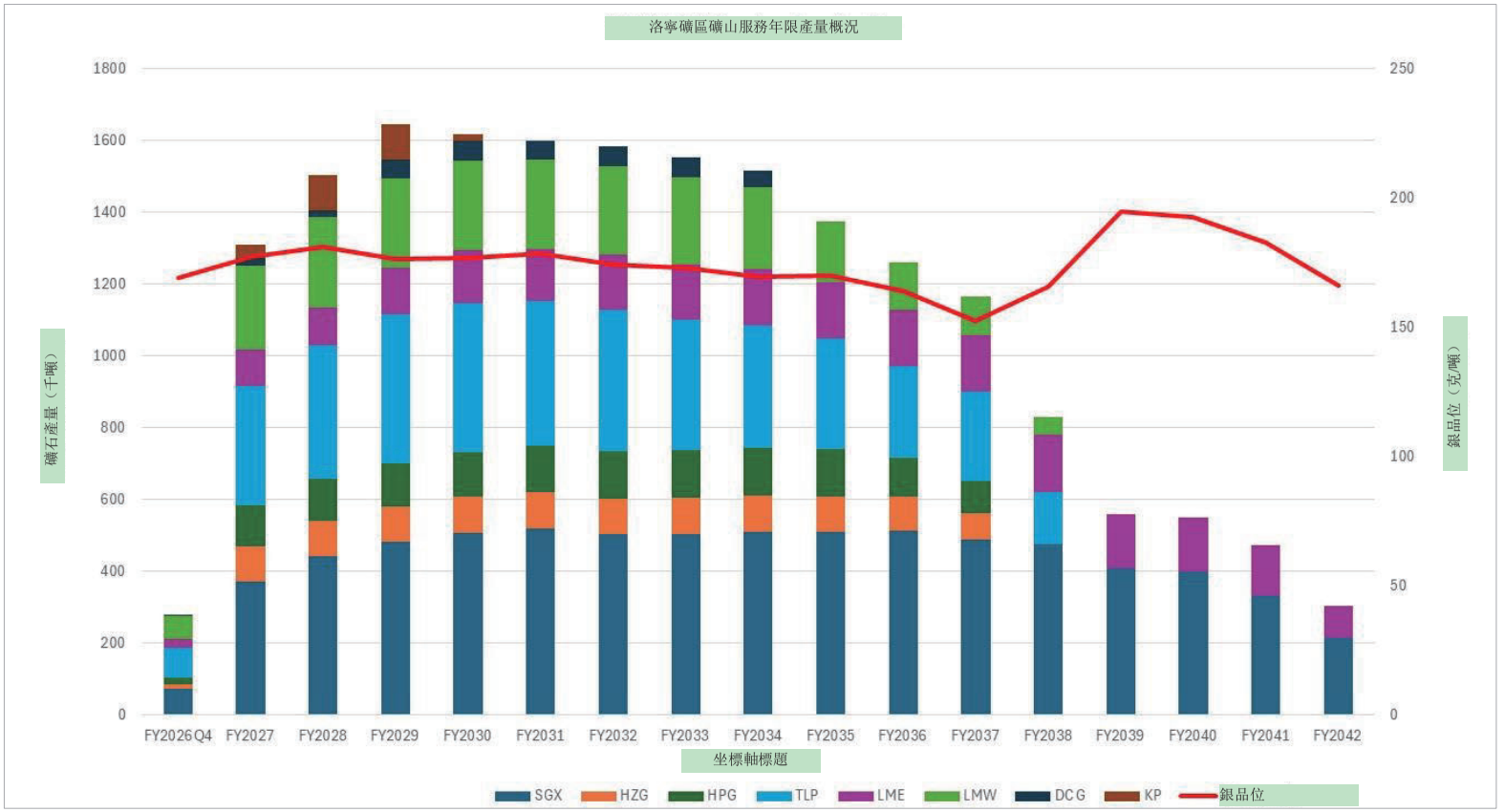
本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

Ag (g/t)	217	236	257	239	226	238	229	225	232	213	223	210	206	225	230	230	228	227
Pb (%)	0.97	0.98	1.01	1.04	1.23	0.88	1.03	1.39	0.99	0.89	0.74	0.79	1.18	1.24	1.37	1.05	1.01	1.05
Zn (%)	0.20	0.22	0.22	0.26	0.23	0.23	0.33	0.29	0.27	0.19	0.22	0.17	0.26	0.19	0.20	0.33	0.32	0.24
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	239	259	281	265	254	259	254	257	264	234	250	228	238	253	261	256	253	253
龍門西溝	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	66	235	250	250	249	247	247	242	229	170	132	107	51					2,475
Au (g/t)	0.61	0.52	0.51	0.48	0.53	0.39	0.42	0.27	0.17	0.15	0.19	0.22	0.41					0.38
Ag (g/t)	150	180	167	172	165	178	165	166	166	172	173	164	123					168
Pb (%)	1.13	1.23	1.28	1.16	1.05	1.16	1.24	1.43	1.67	1.42	1.21	1.51	2.38					1.31
Zn (%)																		
Cu (%)	0.16	0.16	0.12	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.05	0.09	0.14	0.05	0.03					0.11
AgEq (g/t)	233	258	244	245	239	241	232	224	220	220	222	218	212					234
東草溝	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	1	22	21	53	55	55	56	54	47									365
Au (g/t)	1.21	2.11	2.27	2.09	1.79	1.59	1.02	1.01	0.91									1.50
Ag (g/t)	27	39	35	40	36	27	32	30	30									33
Pb (%)	0.86	0.94	0.34	0.24	0.59	0.46	2.01	1.66	1.97									1.08
Zn (%)																		
Cu (%)																		
AgEq (g/t)	146	235	233	220	198	170	159	150	148									181
寬平	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）		35	97	97	18													248
Au (g/t)		0.40	0.63	0.76	0.80													0.66
Ag (g/t)		132	178	151	142													158
Pb (%)		0.83	1.13	1.21	1.09													1.12
Zn (%)		1.24	2.38	2.48	1.60													2.20
Cu (%)																		
AgEq (g/t)		207	302	289	264													281
洛寧礦區	**2026 財年第 4 季度**	**2027 財年**	**2028 財年**	**2029 財年**	**2030 財年**	**2031 財年**	**2032 財年**	**2033 財年**	**2034 財年**	**2035 財年**	**2036 財年**	**2037 財年**	**2038 財年**	**2039 財年**	**2040 財年**	**2041 財年**	**2042 財年**	**礦山服務年限總計**
產量（千噸）	278	1,308	1,503	1,644	1,616	1,600	1,584	1,552	1,516	1,374	1,261	1,166	830	559	550	474	302	19,119
Au (g/t)	0.24	0.24	0.24	0.30	0.26	0.21	0.20	0.17	0.18	0.11	0.12	0.12	0.07	0.02	0.01	0.01	0.00	0.18
Ag (g/t)	169	177	181	176	177	179	174	173	169	170	164	152	165	194	192	183	166	174
Pb (%)	2.29	2.38	2.32	2.24	2.15	2.36	2.42	2.48	2.54	2.55	2.54	2.54	2.84	2.89	3.30	2.92	2.49	2.47
Zn (%)	0.50	0.57	0.69	0.72	0.61	0.76	0.67	0.74	0.72	0.69	0.86	0.78	1.14	1.47	1.56	1.24	1.08	0.79
Cu (%)	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
AgEq (g/t)	252	264	270	268	261	266	260	258	256	250	247	235	254	287	296	271	241	260
Ag (t)	47	232	272	290	285	286	276	268	257	234	207	178	137	109	106	87	50	3,320

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。
後張溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝未計入價值極低的低鋅品位。
東草溝礦山計劃包含約4萬噸推斷資源量——對洛寧礦區礦石儲量不具重大影響。
進度計劃與礦石儲量之間還存在其他非常微小且非重大的差異。

圖 16.15 洛寧礦區礦山服務年限產量



來源：希爾威 / AMC 2026

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

16.6 開採量核驗

表16.17匯總了2023年1月1日至2025年12月31日期間已採區域礦石儲量估算與作為選礦廠給料的產量之間的希爾威開採量核驗數據。

表 16.17 礦石儲量與實際產量對比：2023 年 1 月至 2025 年 12 月

	礦山	礦石儲量（千噸）	品位				金屬			
			Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Au (koz)	Ag (koz)	Pb (kt)	Zn (kt)
儲量（證實儲量+概略儲量）	沙溝	556	0.07	239	4.26	1.87	1.3	4,272	23.7	10.4
	後張溝	105		263	0.72			888	0.8	
	蒿坪溝	186	1.45	58	2.12	0.71	8.7	349	4.0	1.3
	龍門東溝	74		347	1.47			824	1.1	
	龍門西溝	206	0.41	238	1.91		2.7	1,580	3.9	
	鐵爐坪	543		168	1.95			2,939	10.6	
	東草溝	10	1.02	39	2.20		0.3	13	0.2	
	共計	1,681	0.24	201	2.63	0.70	13.0	10,865	44.2	11.7
核驗後的礦山產量	沙溝	552	0.12	247	4.24	1.39	2.1	4,392	23.4	7.7
	後張溝	138		239	0.79			1,057	1.1	
	蒿坪溝	147	1.11	72	2.03	0.50	5.2	338	3.0	0.7
	龍門東溝	97		237	1.17			737	1.1	
	龍門西溝	291	0.53	215	1.75		5.0	2,009	5.1	
	鐵爐坪	489		152	1.99			2,394	9.7	
	東草溝	13	0.61	42	1.34		0.2	17	0.2	
	共計	1,726	0.23	197	2.52	0.49	12.6	10,945	43.6	8.4
礦山產量占儲量的百分比	沙溝	99%	166%	104%	100%	74%	165%	103%	99%	74%
	後張溝	131%	-	91%	110%			119%	144%	
	蒿坪溝	79%	77%	123%	95%	70%	60%	97%	75%	55%
	龍門東溝	131%		68%	80%			89%	104%	
	龍門西溝	141%	130%	90%	92%		184%	127%	129%	
	鐵爐坪	90%		90%	102%			81%	92%	
	東草溝	125%	59%	108%	61%		74%	135%	76%	
	共計	**103%**	**94%**	**98%**	**96%**	**70%**	**97%**	**101%**	**99%**	**72%**

注：

- 假設濕礦含水2.5%。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。
- 蒿坪溝和龍門西溝的低銅值未引用且不重大。

合資格人士就表16.17中的數據提出以下意見：

- 總體而言，礦山從礦石儲量中採出的噸數增加了3%，但金、銀、鉛和鋅品位分別比儲量品位低6%、2%、4%和30%。所含金、銀、鉛和鋅金屬量分別比礦石儲量估算值低3%、高1%、低1%和低28%。
- 金、銀和鉛的採出品位略低，表明在近期增產過程中，貧化控制總體未受到顯著影響，但個別礦存在較大波動。
- 鋅品位及回收金屬量相較儲量尤其低，在一定程度上可歸因於影響核驗值的選礦回收率不確定性，以及預期選礦更側重於高價值金屬。合資格人士指出，在礦山服務年限計劃中，鋅僅占洛寧礦區收入的約4%。
- 可能導致結果變化的總體因素包括：
  - 單座礦的礦產資源量/礦石儲量噸位和品位的估算過高和/或過低。
  - 多變或不利的岩層條件。
  - 在極窄和/或不連續的礦脈中更多地採用留礦採礦法。
  - 開採礦脈之外品位較低但仍具經濟價值的物料。
  - 選礦廠給料來源的錯誤歸屬。
  - 選礦廠工藝控制問題。
  - 選礦廠金屬回收的優先順序問題。

希爾威此前高度重視貧化控制，並因此修訂了其堆存和記錄保存程序，實施了工作質量檢查表管理改進計劃。合資格人士建議希爾威繼續加強採礦過程中的貧化控制，並指出這對於實現更高產量的礦山服務年限計劃將更為重要（見第 16.5.2.4 節）。合資格人士建議希爾威定期進行選礦廠審計，以確保最佳的工藝控制和選礦廠性能。

16.7 採礦總結

洛寧礦區是一個可行的運營項目，基於證實和概略儲量，預計礦山服務年限可持續至 2042 年。

礦山服務年限計劃中的年礦石產量預計將從 2026 財年全年約 120 萬噸增長 30%以上，到 2029 財年超過 160 萬噸，並保持年產超過 150 萬噸的水平直至 2034 財年。

合資格人士認為計劃的產量目標是可以實現的，但除了預測的開拓、勞動力和移動設備增加外，持續高度重視規劃和控制（尤其是貧化管理）、人員能力和機械化設備維護將是成功的關鍵。引入更多機械化設備也帶來了額外的安全考量，必須進行專項培訓並嚴格執行規程和操作實踐。

預計洛寧礦區銀品位相對穩定，礦山服務年限內平均約 174 克/噸，但後期年份會有一些波動。計劃的鉛品位在 2031 財年前平均約 2.29%，之後總體上升，到 2038 財年接近 3%。金品位在 2030 財年前平均約 0.26 克/噸，之後穩步下降，預計到 2039 財年降至 0.02 克/噸的低點。平均鋅品位從 2026 財年的 0.50%穩步上升至 2040 財年的 1.56%。預測銀當量品位在礦山服務年限內相對穩定，平均為 260 克/噸。

為了在增產的同時保持最佳金屬品位，合資格人士建議希爾威通過採礦質量控制部門加倍關注規劃、貧化和品位控制。

合資格人士指出，實現預測產量所需的開拓和基礎設施要麼已經到位，要麼正在建設中，要麼已納入計劃。在接近礦石儲量品位的水平上實現計劃中的大幅增產，其最終成功在很大程度上取決於：

- 周密的規劃以及資源（尤其是熟練勞動力數量及維護得當的設備）的持續可用性。
- 在採用既定採礦方法的同時，嚴格執行貧化控制，集中精力實現產量目標。

- 重視必要的操作規程和安全標準。

合資格人士建議繼續努力完全整合資源量估算、儲量估算和礦山規劃流程，用於各礦的內部規劃和外部報告。

合資格人士認可追蹤礦石運輸至地表選礦廠的明確流程，並理解這是採礦作業規劃、計劃編制、執行和控制中需特別關注內容。

洛寧礦區的安全受中國法定要求約束，合資格人士確認在某些領域已超越這些要求。合資格人士建議希爾威專注於最高的安全標準，包括採用中國或加拿大安全標準中更為嚴格者這一政策。引入更多機械化設備和採用比以往更多的採礦方法也意味著必須提供適當的培訓，制定並嚴格執行標準操作程序（SOP）。

合資格人士認識到洛寧礦區在採礦流程的某些領域正在進行技術變革，包括井下使用更多機械化設備和地表礦石分選。合資格人士還注意到在龍門西溝建設了充填站，在某些採場進行了充填，並自 2021 年起在傾角較緩、礦脈厚度超過 1 米的採場中使用房柱採礦法和電動耙鬥以提高產量。還注意到最近引入了深孔採礦法以及在某些區域擴大其使用的決定。

對於深孔採礦法，總體良好的岩體條件以及洛寧礦區礦脈的規整和近垂直特性為有效採用這種大規模採礦方法提供了機會。合資格人士認為可以更廣泛地應用該方法，以進一步提高採場產量，但需認識到需要更多關注旨在控制貧化的設計和爆破實踐。

隨著開拓和回採活動的深入，合資格人士建議希爾威開始收集深部應力信息，以便在需要時採取預防措施。

合資格人士指出，在礦山服務年限計劃 3.65 億美元的資本支出中，約有 3800 萬美元用於設施、廠房和設備的支出（見第 21 章），其中大部分資金用於支持未來生產和相關的技術變革。除了這 3800 萬美元外，礦山服務年限資本中還包含截至 2028 財年的 4000 萬美元，用於完成當前的選礦廠擴建活動（主要是 3 號選礦廠；但也包括礦石分選和尾礦庫費用）。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

17 回收方法

17.1 簡介

希爾威目前為洛寧礦區的生產運營設有兩座選礦廠——1 號選廠（亦稱 1 號磨礦廠或下游選廠）和 2 號選廠（亦稱 2 號磨礦廠或莊頭選廠）。在 2011 年 10 月之前，兩座選廠的總設計處理能力為 1800 噸/天；2011 年 10 月二期擴建工程完成後，總處理能力提升至 2800 噸/天。兩座選廠的間距在 2 公里以內。2 號選廠的擴建工程已於 2024 年 11 月完工，將其處理能力提升至每天 3,500 噸。選廠的合計設計產能為每天 4,300 噸，而經實際驗證的產能為每天 4,000 噸。

第三座選礦廠（3 號選廠）計劃於 2027 年投產，目前正處於最終設計和施工規劃階段。

迄今為止，這兩座選廠產生的尾礦均被輸送至兩個尾礦庫（TSF1 和 TSF2）進行儲存。為了容納超出目前兩個尾礦庫處理能力的尾礦，第三座尾礦庫（TSF3 或石門溝尾礦庫）已建設完成，並於 2024 年 11 月投入試運行。經過部分升級改造，TSF3 於 2025 年 12 月獲得省政府批准，開始正式運營。

1 號選廠和 2 號選廠的開發建設歷程如下文所述，並匯總於表 17.1 中：

- 兩座選廠的設計均基於HNMRI在2005年完成的實驗室測試。
- 1號選廠（下峪選廠）自2007年3月投入運營，其設計產能為每天600噸，後擴能至每天800噸。
- 2號選廠（莊頭選廠）：(1) 一期工程設計產能為每天1,000噸，自2009年12月起投入運營；(2) 二期工程（產能亦為每天1,000噸）於2011年10月投入運營，當時另一組平行浮選系列建設完工。三期工程（產能為每天1,500噸）於2024年11月投入運營，當時新增了第3組並列浮選系列。
- 這些選廠的總設計產能為每天處理礦石4,300噸。
- 目前，1號和2號選廠的實際礦石處理能力為每天4,000噸。

在本節中，除另有說明外，引用的生產數據通常涵蓋 2020 財年至 2025 財年（即 2018 年 4 月 1 日至 2024 年 3 月 31 日）。

表 17.1 展示了選廠當前產能的匯總情況。

表 17.1 1 號和 2 號選廠——當前產能匯總

項目	1 號選廠	2 號選廠（I 期）	2 號選廠（二期）	2 號選廠（III 期）	1+2 號選廠
運營第一年	2007 年 3 月	2009 年 12 月	2011 年 10 月	2024 年 11 月	
設計能力（tpd）	800	1,000	1,000	1,500	4,300
實際處理能力（tpd）	700	900	900	1,500	4,000
選廠作業率（天/年）	330	330	330	330	330
主要礦石給料	龍門 / 鐵爐坪 / 後張溝	所有	所有	所有	所有

amcconsultants.com

尾礦池	TSF1-莊頭	TSF2-石窪溝	TSF2-石窪溝	TSF3-石門溝	TSF1+TSF2+TSF3

來源：希爾威，2025 年。

17.2 洛寧礦山的礦石供應及精礦生產

17.2.1 礦石供應

來自洛寧礦山的礦石通過卡車運輸至 1 號和 2 號選廠：

- 沙溝/蒿坪溝礦塊：在2020財年之前，那些具有典型亮銀灰色外觀、富含銀的大顆粒方鉛礦礦塊，通常會在礦山現場經過人工手選和破碎，隨後由專用卡車運往1號選廠。此類礦塊在專用設施中磨碎後，要麼直接出售，要麼與浮選鉛精礦混合後出售。自2019財年末起，該做法已停止。
- 沙溝/後張溝和蒿坪溝礦石：已建成一條從沙溝通往蒿坪溝的礦石運輸平硐，並對從蒿坪溝至選廠的運輸道路進行了升級改造；目前，來自這三個礦點的礦石均通過卡車經該平硐和運輸道路運往選廠。
- 鐵爐坪/龍門東/龍門西溝礦石：通過卡車直接從礦場運輸到選廠。
- 東草溝礦石：一條從鐵爐坪通往東草溝的運輸平硐已於2020年10月完工，使得來自東草溝的礦石得以通過卡車經由鐵爐坪運往選廠。
- 寬平礦山目前正處於建設階段，關於未來產出礦石的磨礦加工尚無固定計劃。已針對寬平礦石啟動了選礦試驗，以便制定選礦工藝流程。

表 17.2 總結了 2020 財年至 2025 財年各礦山的礦石供應情況。值得注意的幾點包括：

- 沙溝依然是最大的產量貢獻者，占2025財年總產量的36%。
- 鐵爐坪占2025財年總產量的28%，繼續保持第二大貢獻者的地位，並延續了五年來的增產趨勢。
- 2025財年，龍門東溝的產量翻了一番，而龍門西溝增長了63%，後張溝增長了20%，鐵爐坪增長了19%，沙溝增長了14%，蒿坪溝增長了10%。
- 過去兩年總產量增長了31%（僅2025年就增長了24%）。

表 17.2 2020 財年至 2025 財年 1 號和 2 號選廠的礦石供應

財年	單位	沙溝	後張溝	蒿坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	小計
2020	噸	236,696	52,618	54,945	154,373	44,436	58,435	-	601,504
	占比（%）	39	9	9	26	7	10		100
2021	噸	241,004	51,754	65,922	176,635	49,872	66,216	-	651,402
	占比（%）	37	8	10	27	8	10		100
2022	噸	261,639	49,497	59,183	201,572	39,227	69,486	3,688	684,292
	占比（%）	38	7	9	29	6	10	1	100
2023	噸	285,116	53,120	68,742	232,778	30,278	93,077	9,946	773,057
	占比（%）	37	7	9	30	4	12	1	100
2024	噸	292,161	74,393	73,822	239,034	24,089	101,858	10,788	816,145
	占比	36	9	9	29	3	12	1	100

	（%）								
2025	噸	332,817	89,290	81,083	284,527	48,631	166,432	10,879	1,013,659
	占比（%）	33	9	8	28	5	16	1	100
2020 - 2025 年合計	**噸**	**1,649,433**	**370,672**	**403,697**	**1,288,919**	**236,533**	**555,504**	**35,301**	**4,540,059**
	占比（%）	**36**	**8**	**9**	**28**	**5**	**12**	**1**	**100**
產量排名（2025 年）		1	5	4	2	6	3	7	

注：

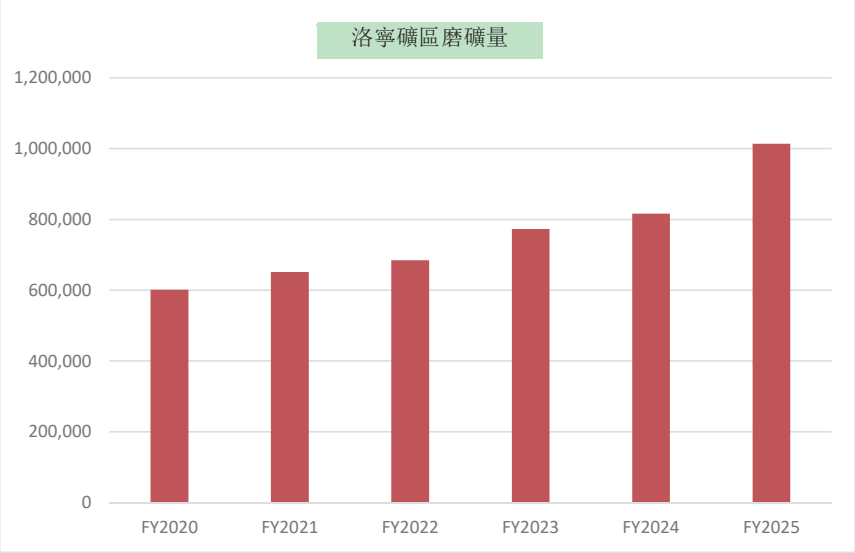
[1] 包含 BCG 的貢獻量。BCG 位於後張溝的南部。

- 按濕噸計算。
- 因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

來源：希爾威，2025 年。

圖 17.1 展示了 2020 財年至 2025 財年按財政年度統計的礦石處理總量。

圖 17.1 磨礦產量趨勢 —— 2020 財年至 2025 財年



來源：希爾威數據，2025 年

17.2.2 各礦山礦石成分

表 17.3 顯示了 2025 財年各礦山的平均磨礦給礦品位。後張溝、鐵爐坪、龍門西溝和東草溝的鋅品位極低（表中顯示為「零」，因為從這些礦區回收鋅的經濟價值微乎其微）。

表 17.3 2025 財年各礦山平均磨礦給礦品位。

單位	沙溝	後張溝	蒿坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	平均值
Ag (g/t)	277	252	81	160	239	213	41	212

Pb (%)	4.65	0.74	2.42	2.17	1.21	1.98	1.46	2.79
Zn (%)	1.59	-	0.50	-	-	-	-	0.56
Au (g/t)	0.13	0.14	1.17	0.15	0.10	0.58	0.49	0.30

注：品位為各礦山礦石的加權平均值。

因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

來源：希爾威，2025 年。

17.2.3 2025 財年各礦山精礦產量

表 17.4 總結了 2025 財年各礦山的精礦產品產量。在此期間未進行礦石手選。

表 17.4 2025 財年各礦山精礦產量

產品	重量	沙溝	後張溝	蒿坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	小計
1. 手選精礦									
	（噸）	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Knelson 精礦									
	（噸）	7.80	0	54.04	0	0	57.59	1.18	120.61
3. 浮選精礦									
鉛浮選精礦	（噸）	25,138	1,938	5,206	11,978	1,212	7,510	275	53,257
鋅浮選精礦	（噸）	7,239	0	631	0	12	0	0	7,882
鉛+鋅精礦	（噸）	32,377	1,938	5,837	11,978	1,225	7,510	275	61,140
精礦占比（%）		53	3	10	20	2	12	0	100
精礦產量排名（2025 年）		1	5	4	2	6	3	7	

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

來源：希爾威，2025 年。

17.2.4 2020 至 2025 財年精礦品位質量與金屬回收率（平均值）

表 17.5 和表 17.6 總結了 2020 財年至 2025 財年各年度的平均精礦品位質量與回收率，其中回收率數據也展示在圖 17.2 中。結果表明：

- 鉛和銀的回收率一直保持穩定。鉛和銀的平均回收率分別為95.21%和95.48%；這些數值均顯著高於90%的常規設計回收率。
- 鉛精礦中鉛、銀品位相對穩定；然而，2025年鉛的平均品位降至48.38%，低於60%的設計值。
- 六年期間，鋅精礦的平均鋅品位為49.94%，顯著高於45%的設計值。
- 鋅的平均回收率為64.80%，這反映出自2022年以來總體呈上升趨勢。鋅的平均回收率仍顯著低於85%的目標值，這歸因於原礦給料中的鋅含量低於預期。
- 這些統計數據與來自鐵爐坪等低品位礦山的產量比例增加的情況相符，同時超過50%的鉛精礦產自沙溝。

表 17.5 2020 財年至 2025 財年各年度精礦品位質量

產品	財年	Wt (t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)
手選方鉛礦塊礦	2020	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-
	2022	-	-	-	-	-

	2023	-	-	-	-	-
	2024	-	-	-	-	-
	2025	-	-	-	-	-
硫化鉛浮選精礦	2020	46,285	55.31	3.35	3,758	-
	2021	49,074	53.5	3.02	3,532	-
	2022	48,433	51.40	3.60	3,538	-
	2023	52,152	52.40	2.97	3,592	1.55
	2024	50,799	50.21	2.45	3,429	3.26
	2025	53,257	48.38	2.33	3,706	3.70
設計	-	-	60	1.95	-	-
硫化鋅浮選精礦	2020	6,344	0.81	52.46	307	-
	2021	6,003	0.84	52.26	284	-
	2022	5,817	0.55	52.78	252	-
	2023	7,460	0.64	43.48	245	-
	2024	7,539	0.67	49.42	301	-
	2025	7,882	0.88	49.21	316	-
設計			0.95	45	-	-
Knelson 精礦	2020	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-
	2022	-	-	-	-	-
	2023	22	12.45	-	927	413.85
	2024	121	16.50	-	1,143	331.09
	2025	121	17.22	-	1,039	298.38
設計			49	-	8,260	409

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

來源：希爾威，2025 年。

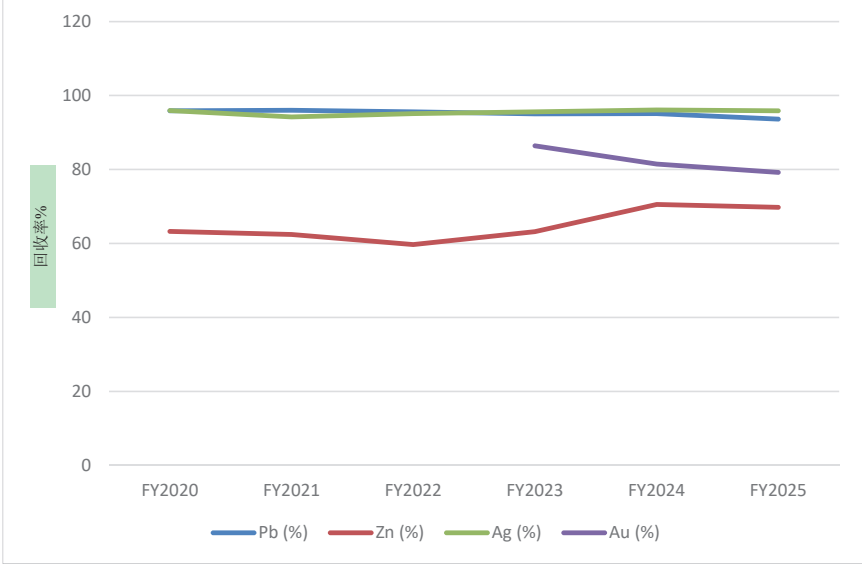
表 17.6 2020 財年至 2025 財年各年度金屬總回收率

財年	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
2020	95.89	63.24	95.98	-
2021	96.02	62.40	94.22	-
2022	95.60	59.70	95.10	-
2023	95.02	63.18	95.57	86.41
2024	95.11	70.55	96.11	81.47
2025	93.63	69.74	95.88	79.21
平均值	95.21	64.80	95.48	82.36
設計	90	85	90	80

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

來源：希爾威，2025 年。

圖 17.2 2020 至 2025 財年精礦金屬總回收率



來源：AMC 根據希爾威數據整理，2025 年。

17.2.5 2025 財年礦石類型對精礦品位質量和金屬回收率的影響

表 17.7 至表 17.13 匯總了各礦山（沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東、龍門西溝、東草溝）在 2025 財年的精礦產量。

表 17.7 沙溝礦山-處理礦石量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	332,817									
幹噸	323,839	100.00	4.65	1.59	277	0.13	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	7.80	0.002	21.97	-	665	84.59	0.01	-	0.01	1.52
鉛精礦	25,138	7.76	57.73	4.53	3,414	1.03	96.43	22.08	95.55	59.80
鋅精礦	7,239	2.24	0.77	49.94	323	-	0.37	70.13	2.61	-
尾礦	291,455	90.00	0.16	0.14	6	-	3.19	7.79	1.84	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.8 後張溝礦山-處理礦石量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	89,290									
幹噸	87,015	100.00	0.73	-	251	0.14	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛精礦	1,938	2.23	29.17	-	10,766	3.94	88.42	-	95.57	62.17

鋅精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
尾礦	85,076	97.77	0.09	-	11	-	11.58	-	4.43	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.9 蒿坪溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	81,083									
幹噸	78,907	100.00	2.42	0.50	81	1.17	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	54.04	0.068	18.54	-	923	374.53	0.52	-	-	-
鉛精礦	5,206	6.60	32.89	1.85	1,081	12.28	89.57	24.68	88.02	69.15
鋅精礦	631	0.80	2.05	40.88	190	-	0.68	65.98	1.88	-
尾礦	73,015	92.53	0.24	0.05	8	-	9.22	9.34	9.31	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.10 鐵爐坪礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	284,527									
幹噸	276,500	100.00	2.17	-	160	0.15	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	-	0.000	0.00	-	-	-	-	-	5.16	5.26
鉛精礦	11,978	4.33	44.92	-	3,431	2.16	89.58	-	92.76	61.82
鋅精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
尾礦	264,522	95.67	0.24	-	12	-	10.42	-	7.24	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.11 龍門東溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	48,631									
幹噸	47,384	100.00	1.21	0.04	239	0.10	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛精礦	1,212	2.56	41.21	0.47	8,872	2.06	87.21	33.43	95.17	53.34
鋅精礦	12	0.03	0.61	50.85	2,679	-	0.01	37.14	0.29	-
尾礦	46,159	97.42	0.16	0.01	11	-	12.78	29.44	4.53	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.12 龍門西溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	166,432									
幹噸	162,076	100.00	1.98	-	213	0.58	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	57.59	0.036	15.37	-	1,203	258.10	0.28	-	-	-
鉛精礦	7,510	4.63	39.69	-	4,377	9.00	93.00	-	95.20	71.51
鋅精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
尾礦	154,509	95.33	0.14	0.00	10	-	6.72	-	4.60	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.13 東草溝礦山-礦石加工量-實際質量平衡（2025 財年）

產量	重量（噸）	產率 (%)	品位				回收率			
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
濕噸	10,879									
幹噸	10,569	100.00	1.46	-	41	0.49	100.00	100.00	100.00	100.00
Knelson 精礦	1.18	0.011	15.76	-	825	190.37	0.12	-	0.04	8.18
鉛精礦	275	2.60	41.26	0.00	1,276	13.34	73.69	-	81.15	71.48
鋅精礦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
尾礦	10,293	97.38	0.39	0.00	8	-	26.18	-	18.63	-

來源：希爾威，2025 年。

表 17.7 至表 17.13 表明：

- 沙溝、蒿坪溝、鐵爐坪和龍門西溝的鉛回收率接近或達到了90%的設計指標，其中沙溝和龍門西溝的表現更是顯著超出了該指標。
- 沙溝、後張溝、鐵爐坪、龍門東和龍門西溝的銀回收率均超過了90%的設計值。
- 鋅精礦品位：沙溝和龍門東溝達到了45%的目標品位，蒿坪溝則略低於目標。
- 沒有一座礦山達到85%的鋅回收率設計值。
- 除後張溝和蒿坪溝外，所有礦山的鉛精礦含鉛量均超過33%，這在國內冶煉市場是可以接受的。蒿坪溝的鉛含量略低於33%，而HGG為29.17%。當品位值低於33%時，通常會面臨更高的冶煉費用和更低的應付百分比（詳見第19.3條中的條款）。

17.2.6 選廠供礦

希爾威採取了以下策略，以最大限度地提高金屬回收率和選廠處理量：

- 在2020財年之前，部分高品位鉛礦塊是在礦山現場進行手選的，並未進入浮選流程進行處理。這使得整體鉛回收率得以提高，因為這部分入選礦石中的鉛回收率達到了100%。這也有助於減輕了浮選流程的負荷，並降低了早年的運營成本。
- 1號選廠進行了升級改造，安裝了Knelson選礦機，用於處理來自蒿坪溝、沙溝和龍門西溝的含金礦石。1號選廠還處理來自龍門東溝、龍門西溝、後張溝以及鐵爐坪部分的開發期低品位礦石。
- 2號選廠處理來自所有礦山的礦石。

- 為了最大化利潤，1號選廠和2號選廠的鉛精礦進行了混合。
- 針對來自龍門東溝、龍門西溝和後張溝的高銀品位礦石，鉛精礦的產品品位設定值被略微調低，以提高回收率。

表 17.14 展示了 2025 財年各礦山的浮選給礦量。沙溝、鐵爐坪和蒿坪溝的礦石富含鉛；而鐵爐坪、龍門西溝、龍門東溝、後張溝和東草溝的鋅含量很低。鉛回收率為 73.81%~96.44%，加權平均值為 93.63%。銀回收率為 81.37%~98.16%，加權平均值為 95.88%。鋅的回收率分別為 65.98%、70.13%和 37.14%，加權平均值為 69.74%。

表 17.14 浮選給礦：礦石品位及回收率（2025 財年）

礦山	品位				回收率			
	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
沙溝	4.65	1.59	277	0.13	96.44	70.13	98.16	61.32
後張溝	0.73	-	251	0.14	88.42	-	95.57	62.17
蒿坪溝	2.42	0.50	81	1.17	90.10	65.98	90.68	91.05
鐵爐坪	2.17	-	160	0.15	89.58	-	92.76	61.82
龍門東溝	1.21	0.04	239	0.10	87.21	37.14	95.47	53.34
龍門西溝	1.98	-	213	0.58	93.27	-	95.40	87.24
東草溝	1.46	-	41	0.49	73.81	-	81.37	75.85
平均值	2.79	0.56	212	0.30	93.63	69.74	95.88	79.21

來源：希爾威，2025 年。

表 17.15 展示了 2025 財年各礦山在 1 號和 2 號浮選廠處理的給礦量。

表 17.15 浮選給礦：送入選廠的噸數（2025 財年）*

礦山	1 號選廠（噸）	2 號選廠（噸）	小計（噸）
沙溝	3,226	329,591	332,817
後張溝	84,153	5,137	89,290
蒿坪溝	32,675	48,408	81,083
鐵爐坪	14,105	270,422	284,527
龍門東溝	-	48,631	48,631
龍門西溝	93,610	72,822	166,432
東草溝	563	10,316	10,879
小計	228,332	785,327	1,013,659
比例（%）	22.53	77.47	100.00

* 給礦量數據均為濕噸。

來源：希爾威，2025 年。

表17.14和表17.15中的數據表明，在2025財年：

- 對於2號選廠而言，雖然來自後張溝礦山的礦石只有一小部分在該廠處理，但其給礦來源涵蓋了所有礦山。
- 後張溝的礦石品位普遍較低，主要在1號選廠處理；一同在1號廠處理的還有約40%的蒿坪溝礦石、5%的鐵爐坪礦石、56%的龍門西溝礦石以及5%的東草溝礦石。
- 77%的礦石是在2號選廠處理的，其平均日處理量約為2,400噸/天，而其設計產能是3,500噸/天。

- 23%的礦石是在1號選廠處理的，其平均日處理量約為700噸/天，剛好達到了700噸/天的滿負荷產能。

17.2.7 礦山服務年限內的選廠給礦計劃

根據礦山服務年限期的開採計劃，推導出了選廠給礦計劃（見表17.16），其依據如下假設：

- 1號和2號選廠（目前的總產能為4,300噸/天）將繼續運行，直到3號選廠在2027年建成投產。屆時，將由2號和3號選廠負責運營，每個廠各配備兩條浮選生產線，合計設計產能達到6,500噸/天（其中2號選廠3,500噸/天，3號選廠3,000噸/天）。

表 17.16 自 2026 年 1 月 1 日起的礦山服務年限內選廠給礦計劃

選礦廠	1 號選廠							2 號選廠											3 號選廠									共計
礦山	後張溝	鐵爐坪	龍門西溝	高坪溝	東草溝	小計	日處理量	沙溝	後張溝	高坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	寬平	小計	日處理量	沙溝	後張溝	高坪溝	鐵爐坪	龍門東溝	龍門西溝	東草溝	小計	日處理量	ktpa
	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpd	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpd	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpa	ktpd	
FY2026Q4	11.3					11.3	0.7	73.2		19.7	84.3	22.8	66.3	1.4		267.7	3.3											279.0
FY2027	100.4	121.5				221.9	0.7	370.1		114.8	210.1	100.6	235.2	21.5	34.6	1086.9	3.3											1308.9
FY2028								220.6	100.1	116.2	169.5	104.2	250.2	21.2	97.4	1079.4	3.3	220.0			204.0				424.0	2.5	1503.4
FY2029									100.5	119.2	30.0		249.9	53.1	97.1	649.8	2.4	480.8			385.6	128.5			991.0	3.0	1644.6
FY2030									100.1	124.8	80.0		249.4	55.4	18.4	628.2	2.4	506.7			333.3	147.9			987.9	3.0	1616.1
FY2031									100.2	130.5	80.0		247.2	54.8		612.7	2.4	519.1			321.6	147.2			988.0	3.0	1600.6
FY2032									100.0	131.0	60.0		246.5	56.0		593.5	2.4	502.9			333.0	154.2			990.1	3.0	1583.6
FY2033									100.6	132.3	30.0		242.0	54.5		559.3	1.5	502.7			332.5	156.6			991.9	3.0	1551.2
FY2034									101.2	132.0	20.0		228.9	46.9		529.0	1.5	511.4			320.1	156.5			987.9	3.0	1516.9
FY2035										131.9	80.0		170.2			382.1	1.5	508.5	99.7		225.8	157.6			991.7	3.0	1373.8
FY2036										107.3	30.0		131.5			268.9	1.5	511.6	97.0		224.5	157.9			991.0	3.0	1259.8
FY2037										88.3			107.2			195.6	1.5	487.2	75.7		247.6	159.8			970.3	3.0	1165.9
FY2038													50.7			50.7	1.5	476.7			142.2	159.8			778.8	2.5	829.5
FY2039																		407.0				152.1			559.1	2.5	559.1
FY2040																		397.8				151.6			549.4	2.5	549.4
FY2041																		330.6				143.1			473.7	2.5	473.7
FY2042																		214.1				88.3			302.4	2.5	302.4
共計	**111.7**	**121.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**233.2**	**0.7**	**663.9**	**702.8**	**1348.1**	**873.9**	**227.6**	**2475.4**	**364.7**	**247.6**	**6903.9**	**3.6**	**6577.2**	**272.4**	**0.0**	**3070.2**	**2057.4**	**0.0**	**0.0**	**11977.2**	**3.0**	**19118.8**

因四捨五入，各項數值之和可能與總計存在細微差異。

來源：希爾威，2025 年。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

17.3 1 號磨礦廠（下峪）

17.3.1 工藝流程方案

關於 1 號選廠，其全景照片和工藝流程圖分別展示在圖 17.3 和圖 17.4 中。

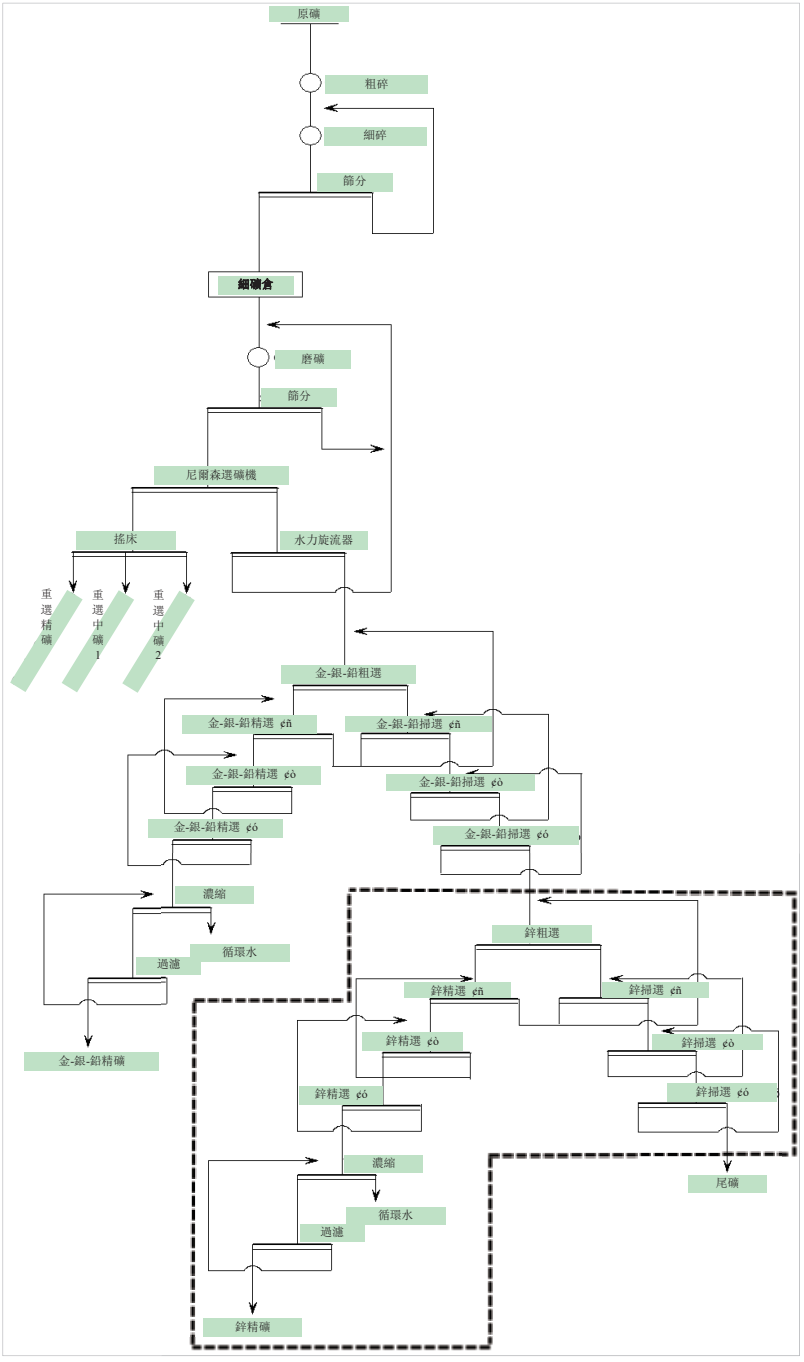
圖 17.3 全景照片（1 號選廠）





來源：希爾威，2023 年。

圖 17.4 流程圖（1 號選廠）



注：注意：鋅回路未投用。

來源：希爾威，2023 年。

該工藝流程圖包含以下主要單元作業：

- 破碎回路—破碎機排出的礦石直接成為磨機的給料。
- 研磨回路—球磨機。
- 用於回收金的重選回路：包括一臺Knelson選礦機、搖床，以及在單列流程中的旋流器分級。
- 鉛浮選回路（單列流程，採用常規鉛浮選配置，處理能力為800噸/天）。
- 過濾及產品處理回路。

17.3.2 工藝描述

整體工藝流程包括破碎、磨礦、金重選、鉛浮選以及精礦脫水回路，具體如下：

- 礦石破碎回路（採用兩段破碎-篩分閉路流程，包括一臺顎式破碎機、一臺圓錐破碎機、振動篩、除塵器以及兩個礦倉），以單列流程運行，設計處理能力為800噸/天。
- 配備螺旋分級機的球磨回路—單列流程，設計處理能力為800噸/天。
- 用於回收金的重選（包括Knelson選礦機、搖床和水力旋流器）。
- 用於回收鉛精礦的浮選回路—包括粗選、掃選和精選浮選槽，以及化學藥劑製備罐，佈置為單列流程，設計處理能力為800噸/天。
- 精礦濃縮—用於鉛精礦脫水的陶瓷過濾回路—單列流程。
- 補水系統。
- 尾礦庫。

針對原有的 1 號選廠設計，已做出以下微調：

- 新增一臺圓錐破碎機，旨在減小球磨機給料粒度，從而將球磨機的整體處理能力從600噸/天提升至800噸/天。
- 原定的球磨機研磨粒度目標已從70%調整為60%（粒度小於75微米），這有助於降低能耗、縮短磨礦時間及過濾時間；且僅伴隨微小的回收率損失（詳見第13節）。2014年，系統進行了調整，球磨機研磨粒度目標從60%提高到61%~63%（粒度小於75微米），這使得鉛回收率提高了0.41%，銀回收率提高了2.16克/噸。
- 新增重力選礦回路以回收金精礦：包括一臺Knelson選礦機、搖床，以及在單列流程中的旋流器分級。

化學藥劑的實際消耗量略高於實驗室測定的數據。

無需建設水處理廠，選礦廠將直接回用來自尾礦庫的未經處理回水以及來自水庫的新鮮水。

17.3.2.1 粉碎

破碎作業採用閉路循環工藝，該流程由顎式破碎機、圓錐破碎機以及振動篩共同組成。初級顎式破碎機（型號：PEF 500 x 750），排礦口寬度設定為 80 毫米。初級顎式破碎機的排料經皮帶輸送至篩孔尺寸為 15 毫米的振動篩。大於 15mm 的礦石被輸送至二級圓錐破碎機（型號：PYH-2X 圓錐破碎機），該設備的排礦口寬度設定為 15mm。從二級破碎機排出的物料被輸送回 15 毫米孔徑篩。篩下的細粒礦石被送入細礦倉，該礦倉的有效儲存容量為 100 噸。

破碎和篩分過程中產生的粉塵經負壓收集，由布袋除塵器捕集後，被輸送至工藝槽，由此產生的礦漿隨後進入浮選作業。

17.3.2.2 磨礦/分級（兩套系列）

- 來自活礦倉的碎礦石被輸送至一個包含兩套系列的閉路磨礦系統，每套系列均配備一臺格子型球磨機（型號：MQCG 2100 x 3600）。其中一套系列採用螺旋分級機（型號：FG-200）來分離出細粒產品，而另一套則採用一組水力旋流器。
- 磨礦介質由錳鋼球組成，直徑範圍為60毫米至120毫米。
- 目標磨礦細度為75微米篩下物占61%至63%；在進入鉛浮選前的調漿槽時，溢流中固體含量保持在40%（重量百分比）。

17.3.2.3 重選（單列）

- 根據長春黃金研究院（CCGRI）2021年對含金、含銀多金屬礦石進行的冶金試驗結果，1號選礦廠新增了重選工藝系統，用於生產金精礦。
- 新增了一組水力旋流器來替代螺旋分級機，從而減少了方鉛礦的過磨現象，並提高了分級效率。
- 新增了一臺Knelson選礦機，用於處理球磨機排出的物料，以回收粗粒金。同時，在Knelson選礦機前面增設了一臺直線篩，以篩選>2毫米的粗顆粒。
- Knelson選礦機排出的精礦會通過搖床進行精選。選礦機尾礦經過旋流器分級，粗顆粒返回球磨機繼續磨礦，細顆粒則進入浮選系統。

該系統能夠獨立處理金礦石，從而提高了全廠的整體金回收率。

17.3.2.4 浮選（單列）

- 螺旋分級機的溢流細粒級物料流入鉛粗選調漿槽，隨後進入鉛粗選浮選機。Knelson選礦機的尾礦也匯入鉛浮選給礦中。鉛浮選機組由一段粗選、兩段掃選（均為 BF-4 型浮選機）和三段精選（BF◇1.2 型浮選機）組成，具體佈置如圖17.4所示。

17.3.2.5 產品濃縮、過濾與處理

- 鉛精礦礦漿流入一座混凝土沉澱池進行沉澱。
- 沉澱後的礦漿（固體含量約為50%至60%）被泵送至陶瓷過濾機進行脫水。脫水後的鉛精礦水分含量為7%至10%。
- 濾餅產品被送往2號選廠進行精礦配礦。配礦後的精礦產品隨後被出售，並用卡車運送給客戶。

合資格人士指出，1 號選廠內確實還有一套鋅浮選流程，但由於 1 號選廠的原礦給料中鋅含量較低，該流程目前並未運行。

為了優化利潤，2 號選廠產出的高品位鉛精礦（鉛含量 55%至 65%）會與 1 號選廠產出的中品位鉛精礦（鉛含量 40%至 50%）進行配礦，然後再將配好的精礦發運給客戶。

17.3.2.6 尾礦濃縮

- 尾礦通過最多四個排放口，直接被泵入位於1號選廠和2號選廠之間北側溪穀的石窪溝尾礦庫中。
- 該選廠除了回收利用尾礦庫的澄清水外，還會循環使用鉛精礦尾礦的溢流水。

由兩人組成的小組負責監控該尾礦庫。從尾礦庫回收的工藝用水被循環用於磨礦流程。此外，還有一個兩人小組負責水回收回路和泵站設施的維護保養。

17.3.3 選冶性能（1 號選廠）

表 17.17 列出了基於 1 號選廠設計的質量平衡。再次說明，目前只有鉛浮選流程處於運行狀態。

表 17.17 1 號選廠的設計質量平衡（每日）

產品	數量（tpd）	分佈率（%）	Pb (%)	Zn (%)	鉛回收率（%）	鋅回收率（%）
礦石	800	100	3.18	1.73	100	100
鉛精礦	28.62	4.77	60.00	1.95	90.00	5.38
鋅精礦	19.62	3.27	0.95	45.00	0.98	85.00
尾礦	551.76	91.96	0.31	0.18	9.02	9.62

注：注意：鋅回路未投用。

來源：希爾威，2023 年。

涵蓋 1 號和 2 號選廠綜合選礦表現的 2025 財年（FY2025）質量平衡數據，已列於表 17.7 至表 17.13 中；同期 1 號選廠的原礦品位與回收率關係則展示在表 17.18 中。2025 財年 1 號和 2 號選廠的給礦量分配情況，已列於表 17.15 中。在評估 1 號選廠的生產性能時，給礦量數據表明，龍門西溝和後張溝是最相關的，但同樣有 40%的蒿坪溝礦石和 5%的鐵爐坪礦石也在 1 號選廠進行了處理，這也具有一定的重要性。選礦結果表明：

- 龍門西溝、蒿坪溝和鐵爐坪礦石的鉛和銀回收率均超出了設計預期。
- 鋅精礦僅由沙溝及蒿坪溝礦石產生。
- 後張溝礦石的銀回收率超出了設計預期，而鉛回收率則略低於設計指標。
- 少量的沙溝礦石，其鉛回收率超出了設計預期，而銀回收率則略低於設計指標。

表 17.18 浮選給礦：原礦品位與回收率關係 - 2025 財年（1 號選廠）

礦山	品位				回收率			
	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)
沙溝	1.38	0.94	148	0.82	94.09	70.99	89.10	88.70
後張溝	0.72	0.00	254	0.14	88.34	0.00	95.61	62.74
蒿坪溝	1.33	0.04	84	1.69	92.90	46.98	92.40	95.11
鐵爐坪	2.33	0.00	186	0.18	91.56	0.00	93.21	63.83
龍門東溝	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
龍門西溝	1.72	0.00	190	0.80	92.62	0.00	94.80	89.38
東草溝	0.73	0.00	43	1.95	83.85	0.00	87.07	87.48

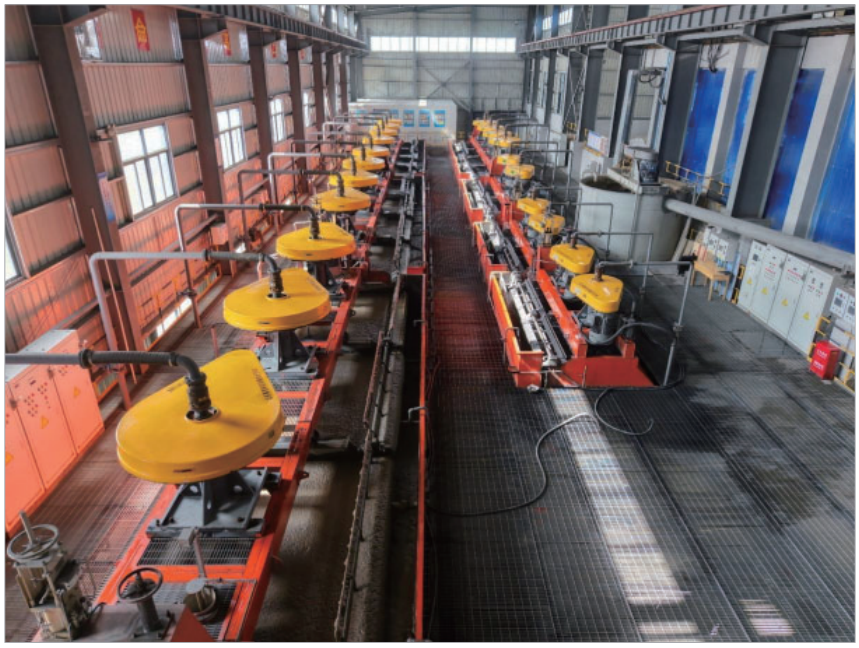
來源：希爾威，2025 年。

17.4 2 號選礦廠（莊頭）

2號選廠的全景照片和工藝流程圖分別展示在圖17.5和圖17.6中。

圖 17.5 全景照片（2 號選廠）





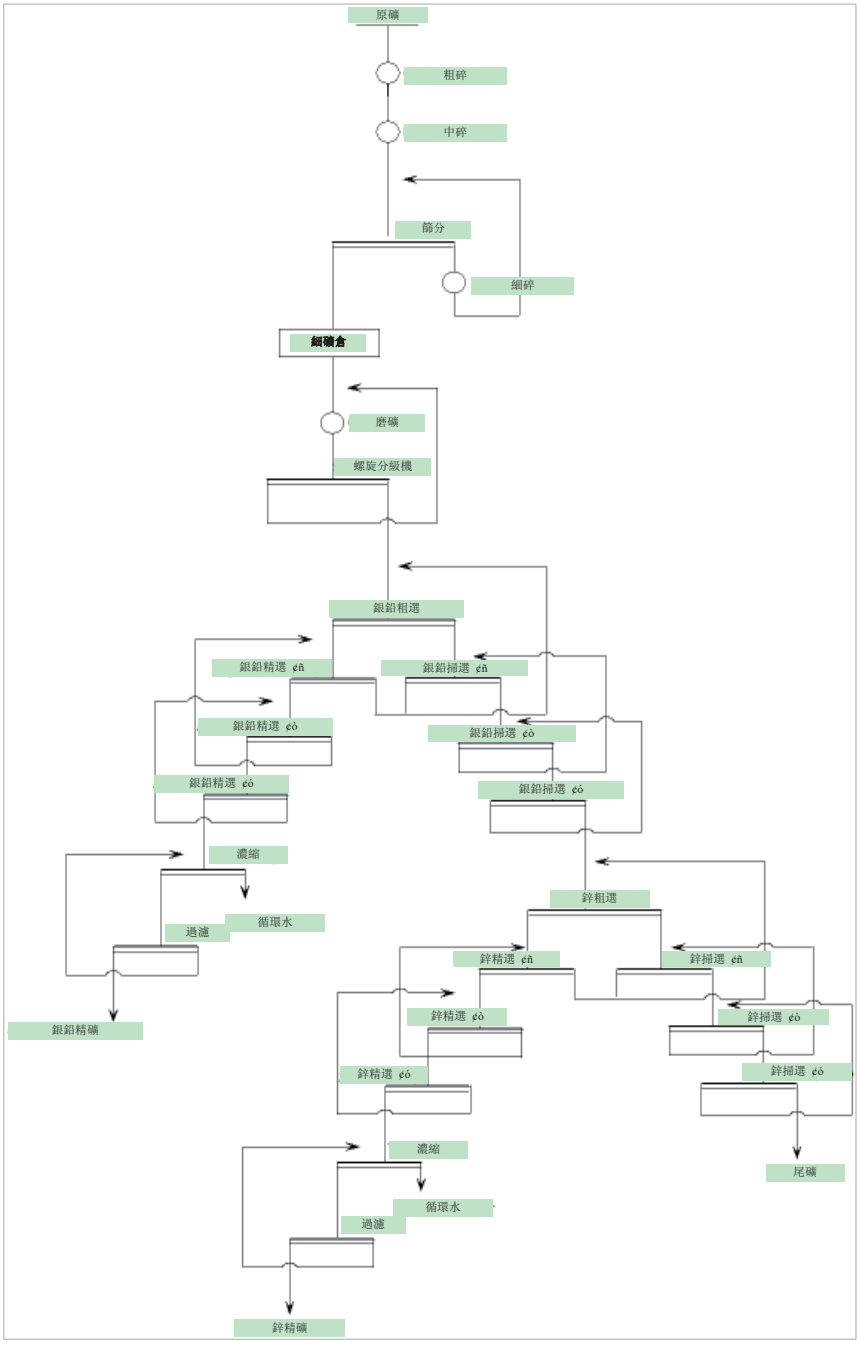
來源：希爾威，2025 年。

2 號選廠（莊頭）位於 1 號選廠以西 2 公里處。2 號選廠包含三條平行的選礦生產線。第一條生產線的設計產能為 1000 噸/日，自 2009 年 12 月以來一直在運營。第二條浮選生產

線的設計產能同樣為 1000 噸/天，於 2011 年 10 月建成投產。第三條浮選生產線於 2024 年 11 月完工，設計產能為 1500 噸/天。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 17.6 2 號選廠流程圖



來源：希爾威，2023 年。

17.4.1 工藝流程

該工藝流程圖包含以下主要單元作業：

- 破碎機回路（單列）。
- 球磨回路（三列）。
- 鉛/鋅優先浮選回路（三列）。
- 精礦過濾與產品處理回路（單列）

17.4.2 工藝描述

2 號選廠的工藝環節與 1 號選廠非常相似，只不過（2 號選廠）採用了更大規格的設備。流程圖由以下回路組成：

- 礦石破碎回路（採用三段一閉路的破碎-篩分流程：一臺顎式破碎機、兩臺圓錐破碎機、振動篩、除塵器、礦石儲倉）—— 單列配置，設計產能為3300噸/天。
- 球磨回路：三列平行配置，每列均由一臺球磨機（1號列：直徑2.7米×長度4.0米，2號列：直徑2.7米×長度4.0米，3號列：直徑3.6米×長度4.5米）以及10.5英寸的水力旋流器/螺旋分級機組成。
- 優先浮選回路——三條平行生產線，設計產能分別為1000噸/天（1列）、1000噸/天（2列）和1500噸/天（3列），用於生產硫化鉛精礦，隨後生產硫化鋅精礦。該回路包含粗選、掃選和精選浮選槽，其排列佈置如圖17.6所示，並配有化學藥劑製備槽。
- 第三條選礦線增設了一臺Knelson選礦機，用於從球磨排礦中回收粗粒金。與此同時，在Knelson選礦機前安裝了一臺直線篩，用於篩除粒度大於2毫米的粗礦顆粒。
- 產品濃縮——陶瓷圓盤過濾回路（包括鉛精礦過濾、鋅精礦過濾）。
- 補水系統。
- 尾礦庫（由七人負責監控）。

該選廠的設計基於一份與 1 號選廠非常相似的設計文件，僅有一些微小的改動。

17.4.2.1 礦石分選

在 2024 年 2 號選礦廠擴建的同時，希爾威對 XRT 智能礦石分選技術進行了評估與試驗。在過去一年中，該項目已從工業試驗階段成功轉入正式生產階段。分選系統安裝在 2 號選礦廠的原礦堆場旁，處理的原礦主要來自鐵爐坪、沙溝及東草溝礦山。據合資格人士了解，該系統可在礦石進入破碎和磨礦工序前，預先分離並剔除約 8%的廢石。剔除的廢石運往宏發建材骨料廠（見第 18 章）進行加工，或堆存於廢石堆場。

17.4.2.2 粉碎

破碎工藝採用閉路流程，由三段破碎組成，第三段設有振動篩形成閉路（圖 17.6）。粗碎採用初級顎式破碎機（型號：PEF 800×1000），排礦口設定為 80 毫米。初級顎式破碎機的粗碎排料經皮帶輸送至二級圓錐破碎機（型號：PYHD 3CC），排礦口設定為 15 毫米。二級圓錐破碎機的排料送至孔徑 15 毫米的振動篩進行篩分。篩上大於 15 毫米的礦石進入三級圓錐破碎機（型號：PYH-3CC），排礦口設定為 15 毫米，三級圓錐破碎機的排料輸送回孔徑為 15 毫米的篩網。篩下產品（≤15 毫米）送入碎礦儲礦倉（COS），倉容有效容積為 1,000 噸。

17.4.2.3 磨礦/分級

碎礦儲礦倉的破碎礦石送至閉路磨礦回路系統。該系統由三個平行系列組成，每個系列均配備一臺格子型球磨機及分級設備（1 號系列：MQG 型球磨機（φ2.7 m×4.0 m）；2 號系列：MQG 型球磨機（φ2.7 m×4.0 m）；3 號系列：MQG 型球磨機（φ3.6 m×4.5 m））。分級設備採用 10.5 英寸水力旋流器及 2FG2.4 型螺旋分級機組合。

17.4.2.4 浮選

浮選回路的佈置與 1 號選礦廠相似，但採用了更大容積的浮選機（BF-16 及 BF-4 型）。第三條生產線的浮選機採用 XCF/KYF-30、XCF/KYF-16 及 XCF/KYF-8 型。浮選回路系統流程見圖 17.6。分級產品（螺旋分級機溢流）進入鉛粗選作業。鉛粗精礦經三級精選後產出最終鉛精礦；鉛粗選尾礦經三級掃選，掃選精礦返回鉛回路循環。

鉛掃選最終尾礦進入鋅粗選給料。鋅粗精礦經三級精選後產出最終鋅精礦；鋅粗選尾礦經三級掃選，掃選精礦返回鋅回路循環。

目前，選廠未安裝從鋅回路尾礦中浮選回收銅的相關設備。

17.4.2.5 精礦產品的濃縮、過濾和處理

2 號選礦廠的配置與 1 號選礦廠相似，但採用了更大規格的濃密機、過濾機和處理系統。

為優化經濟效益，2 號選礦廠產出的高品位鉛精礦（Pb 55%～65%）在發運前與 1 號選礦廠產出的中品位鉛精礦（Pb 40%～50%）進行配礦混合。

17.4.2.6 尾礦濃縮

鋅掃選浮選回路尾礦直接泵送至石門溝尾礦庫（TSF3），該尾礦庫緊鄰 3 號選礦廠。

17.4.3 選冶性能（2 號選礦廠）

2 號選礦廠原設計可處理鉛鋅礦石及銅鉛鋅礦石，但目前實際僅處理鉛鋅礦石。2 號選礦廠第一階段設計質量平衡見表 17.19。2 號選礦廠於 2011 年進行了升級改造（第二階段），第二階段設計質量平衡與第一階段相同。

表 17.19 2 號選礦廠第一階段設計質量平衡（鉛鋅礦石）

產品	數量 (tpd)	產率 (%)	鉛含量 (%)	鋅含量 (%)	鉛回收率 (%)	鋅回收率 (%)
礦石	1,000	100	4.7	3.6	100	100
鉛精礦	67.2	6.72	65	-	93	-
鋅精礦	58.7	5.87	-	50	-	81.5
尾礦	874	87.4	0.35	0.23	-	-

來源：希爾威，2024 年。

2024 年 1 號及 2 號選礦廠綜合指標質量平衡見表 17.7 至表 17.13，同期 2 號選礦廠礦石品位與回收率關係見表 17.20。2025 年 1 號及 2 號選礦廠原礦給料分配見表 17.15。評估 2 號選礦廠指標時，根據給料量數據，沙溝、鐵爐坪、龍門西溝、龍門東溝和蒿坪溝礦山的指標最具代表性。同時需注意，僅約 6%的後張溝礦石及大部分東草溝礦石（總量 1.09 萬噸中約 1.03 萬噸）在 2 號選礦廠處理。生產指標結果表明：

- 除蒿坪溝和東草溝外，其他各礦山礦石的銀回收率均超過設計預期（90%）。
- 僅沙溝和龍門西溝礦山的鉛回收率超過設計預期（90%）。
- 沙溝、龍門東溝和蒿坪溝礦石的鋅回收率分別為70.13%、37.14%及66.54%，均低於設計值（85%）。
- 鐵爐坪、龍門西溝、後張溝和東草溝礦石因鋅品位極低，對鋅精礦無貢獻。

表 17.20 浮選給料：礦石品位與回收率關係（2 號選礦廠，2025 財年）

礦山	品位				回收率			
	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)	Au (%)

沙溝	4.68	1.60	279	0.13	96.44	70.13	95.59	59.59
後張溝	0.92	-	196	0.09	89.35	-	94.85	46.99
蒿坪溝	3.16	0.81	79	0.82	89.30	66.54	86.20	85.36
鐵爐坪	2.16	-	159	0.15	89.46	-	92.73	61.70
龍門東溝	1.21	0.04	239	0.10	87.21	37.14	95.17	53.34
龍門西溝	2.31	-	242	0.31	93.89	-	96.01	80.08
東草溝	1.50	-	41	0.41	73.55	-	81.04	72.81

來源：希爾威，2025 年。

17.4.4 取樣（1 號及 2 號選礦廠）

為滿足選礦廠金屬平衡計算要求，通常每個 8 小時班次採集：Ag-Pb-Zn 礦石浮選樣品 5 個、Ag-Pb 礦石浮選樣品 3 個、Knelson 選礦機樣品 1 個，每 24 小時最多採集 20 個樣品。班次樣品包括分級機溢流的浮選給礦、第三次精選作業的鉛精礦和鋅精礦，以及末次掃選作業的鉛尾礦和鋅尾礦。

17.5 3 號選礦廠

3 號選礦廠詳細設計正在定稿中。據合資格人士了解，截至 2026 年 1 月，3 號選礦廠建設項目團隊已組建，施工圖設計、設備採購和施工隊伍招標工作正在推進。預計於 2026 年 3 月土地使用申請獲政府批准後開工建設。

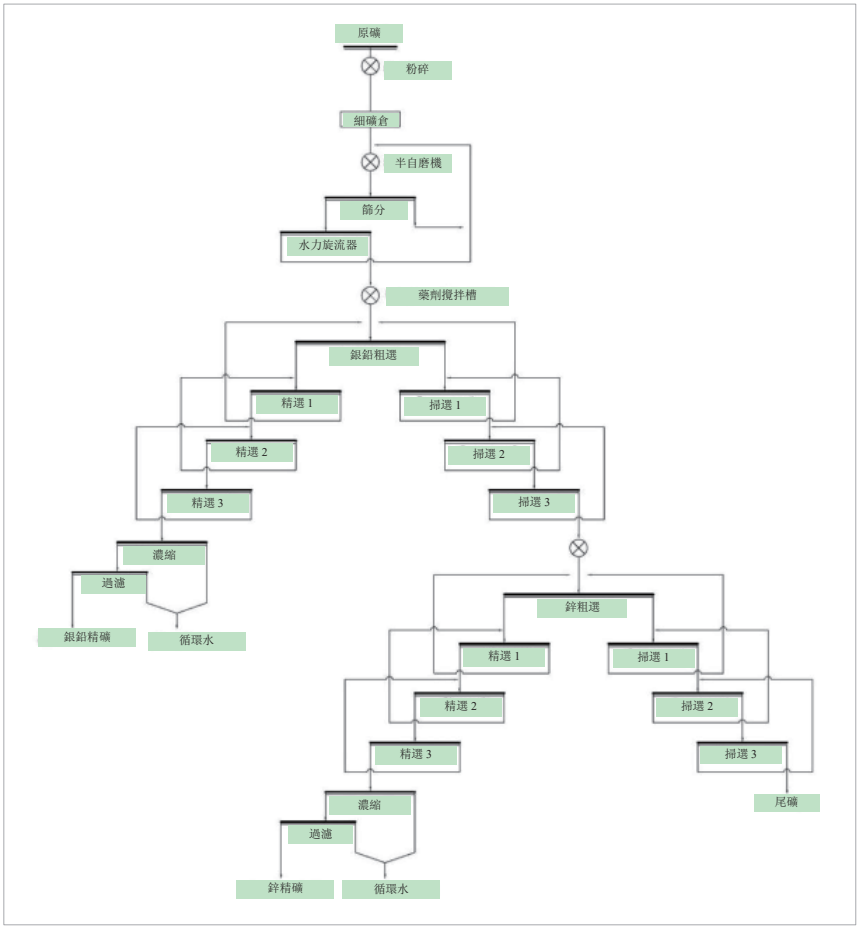
3 號選礦廠設計處理能力為 3,000 噸/日，初步設計由長春黃金設計院（CGDI）承擔。其工藝流程與 2 號選礦廠相似，但設備規格更大、處理能力更強、技術更先進、流程更靈活。3 號選礦廠將處理 Ag-Pb-Zn 礦石及 Ag-Pb 礦石，計劃於 2027 年建成投產。

17.5.1 工藝流程

3號選礦廠工藝流程（圖17.7）主要包括以下作業單元：

- 破碎機回路（單列）。
- 磨礦回路（SAG+球磨機）
- 鉛/鋅優先浮選回路（一個系列）
- 精礦產品的濃縮、過濾和處理
- 尾礦濃縮和尾礦庫

圖 17.7 3 號選廠流程圖



來源：希爾威，2025 年。

17.5.2 工藝描述

3 號選礦廠的總體工藝流程與 1 號及 2 號選礦廠相似，主要由以下部分組成：

- 破碎系統：採用一臺初級顎式破碎機對原礦進行粗碎。單系列破碎回路設計處理能力為3,000噸/日。
- 由一個磨礦回路組成，包括半自磨機 (SAG)（單臺，φ6.0米×3.0米）、球磨機（單臺，φ4.5米×6.4米）及水力旋流器分級（一組φ500毫米水力旋流器）。設計處理能力為3,000噸/日。
- 浮選回路佈置見圖17.7。採用與1號、2號選礦廠及國內外鉛鋅礦石加工行業相同的優先浮選工藝，分別產出鉛精礦和鋅精礦。
- 鉛、鋅精礦濃密機去除多餘水分（濃密機溢流返回選廠循環使用），並產出濃度適宜的底流送過濾作業。採用陶瓷過濾機，將鉛、鋅精礦脫水至適宜運輸和處理的含水率。

- 水循環系統
- 尾礦庫

17.5.3 設計選礦指標（3 號選礦廠）

3 號選礦廠設計選礦指標基於不同類型礦石的閉路浮選試驗結果，詳見表 17.21 和表 17.22。

表 17.21 Ag-Pb-Zn 礦石閉路浮選試驗質量平衡

產品	產率 (%)	產量 (t/d)	品位			回收率		
			Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (%)
原礦	100.0	3,000	3.5	0.85	200	100	100	100
鉛精礦	6.40	192	51.14	4.52	2900	93.50	34.03	92.80
鋅精礦	1.02	30.6	1.00	50.00	260	0.29	60.00	1.33
尾礦	92.58	2,777.4	0.23	0.05	13	6.20	5.97	5.87

表 17.22 Ag-Pb 礦石閉路浮選試驗質量平衡

產品	產率 (%)	產量 (t/d)	品位		回收率	
			Pb (%)	Ag (g/t)	Pb (%)	Ag (%)
原礦	100	3,000	2	150	100	100
鉛精礦	4.00	120	44	3413	88	91
尾礦	96.00	2,880	0.25	14.06	12	9

來源：希爾威，2025 年。

17.6 過程控制

2號選礦廠設有礦石破碎控制中心，負責監控破碎及篩分設備。其他工段操作控制採用本地控制方式：

- 2019年，2號選礦廠破碎廠房安裝了可編程邏輯控制器（PLC）系統，實現了整個破碎系統及每臺破碎機、篩分機的自動控制，有效降低了員工勞動強度，提高了整體運行效率，並減少了運營成本。
- 球磨機給礦量通過電子皮帶秤控制；加水量由操作人員通過手動測定礦漿濃度後調節至設定值。
- 各設備組通過本地PLC系統控制化學藥劑添加量。操作人員根據每半小時一次的分析反饋結果反饋，在小範圍（在默認目標或設定值附近）調整藥劑用量，以應對給礦性質變化等工藝波動。
- 磨浮廠房內的中央監控室通過工業電視對生產流程關鍵點進行實時監控。

目前的過程控制與自動化水平屬基礎級別，但考慮到工藝流程複雜且可便捷獲得低成本操作勞動力進行工藝參數監控與調節，該控制水平已屬足夠。

3 號選礦廠的過程控制將沿用相同的基本邏輯，並盡可能採用相同的控制系統。

17.7 輔助設施

17.7.1 化驗室

化驗室配備常規樣品製備、火試金、濕法化學及基礎光度分析設備，以及樣品破碎設備。

化驗室除進行礦石及精礦常規分析外，還承擔水質及其他環境檢測工作。此外，化驗室為選礦廠提供技術服務，監控生產狀況，協助解決生產問題，並開展工藝研究以支持持續改進。

希爾威的質量保證/質量控制（QA/QC）檢查程序包括：地質團隊定期向化驗室送交的樣品批次中插入標準物質，並不定期將礦漿重複樣送至獨立外部實驗室進行驗證分析。

17.7.2 維修車間

日常維護由各工段專用車間負責，各車間均配備起重機、焊接設備及基本機加工設施。更全面的維護及大修需求通過委外承包商完成。

17.8 主要生產輸入

17.8.1 動力

選礦廠電力引自中國國家電網，通過 12 臺 400 kVA 變壓器將 10,000 伏電壓降至 400 伏（另見第 18.3 節）。

1 號選礦廠總裝機功率為 3,317 千瓦（含備用設備），其中破碎及磨礦裝機功率為 827 千瓦，2025 年，平均選礦電耗為 34.43 千瓦時/噸（處理礦石）。

2 號選礦廠總裝機功率為 10,696 千瓦（含備用設備），其中破碎及磨礦裝機功率為 4,244 kW，2025 年，平均選礦電耗為 41.51 千瓦時/噸（處理礦石）。

17.8.2 1 號及 2 號選礦廠用水和水平衡

選礦廠用水包括：

- 新鮮補充水：用於設備冷卻、藥劑製備及浮選作業。
- 回用水：用於球磨機及浮選等通用作業。
- 尾礦庫回水：尾礦庫澄清水經泵送回回用水箱循環利用。

17.8.2.1 1 號選礦廠用水

1 號選礦廠總用水量約 2,275 立方米/日，其中來自尾礦庫及濃密機的回用水量為 1,997 立方米/日，回水率約 87.8%。新鮮補充水（經處理的沙溝礦井湧水）用量約 216 立方米/日，取自洛河的新鮮水量約 62 立方米/日。

17.8.2.2 2 號選礦廠用水

2 號選礦廠總用水量約 11,700 立方米/日。新鮮補充水主要來自經處理的沙溝礦井水（約 1,110 立方米/日），尾礦庫澄清回水量為 10,272 立方米/日，其餘 318 立方米/日新鮮水取自洛河。

17.8.2.3 減少新鮮水用量的策略

為優化用水管理，已實施以下措施：

- 尾礦庫回水及兩座選礦廠的濃密機溢流水均循環利用，以最大限度減少新鮮水需求量。當前生產規模下，原水成本為1.60元/立方米，年新鮮水費用約20萬元。
- 新鮮水可由距選礦廠2.5公里的河流水源通過管道輸送至原水箱。
- 尾礦庫回水成本為2.10元/立方米，選廠內部回用水成本為0.30元/立方米（主要用於磨礦及浮選作業）。
- 通過回用尾礦庫回水，尾礦中鎖水量極少，水循環利用率接近80%。然而，泵密封、閉路冷卻系統及藥劑製備等環節仍需消耗一定量的新鮮潔淨水，該需求決定了總的新鮮水用量。其中，尾礦庫回水約佔用水總量的65%，選廠內部回用水約占10%。

- 總用水量約為3.0～3.5立方米/噸（處理礦石），考慮水循環利用後，淨新鮮水用量約為0.1立方米/噸（處理礦石）。

17.8.3 藥劑

兩座選礦廠所使用的藥劑主要包括：

- 抑制劑/改性劑：1. 硫化鈉；2. 硫酸鋅；3. 亞硫酸鈉；4. 硫酸銅。
- 捕收劑：1. 二乙基二硫代氨基甲酸鹽；2. 二丁基二硫代磷酸銨；3. 丁基黃藥。
- 起泡劑：2號油（直接添加）。

藥劑製備和添加方式如下：

- 藥劑儲存及攪拌區位於磨礦/浮選廠房旁，設有起重設備，用於將藥劑袋及桶吊運至攪拌區。
- 藥劑從攪拌區泵送至加藥站（位於浮選段上方），經計量後自流至各添加點。

17.9 結論

2025 財年，1 號及 2 號選礦廠運行均超過 330 天。1 號選礦廠平均處理量為 676 噸/日，達其當前標稱能力（700 噸/日）的 97%。2 號選礦廠平均處理量為 2,245 噸/日，為其標稱能力（3,500 噸/日）的 64%，其處理量較低的原因是其第三條生產線直至 2024 年 11 月才投入運行。

鉛、銀回收率達標：2025 財年鉛回收率為 93.63%（目標 90.0%），銀回收率為 95.88%（目標 90.0%）。然而鋅回收率平均為 69.74%，低於 85.0%的目標，與其他年份相似，主要歸因於鋅給礦品位低於計劃。

1 號及 2 號選礦廠持續對選礦系統及輔助設施進行改進，以提高金屬回收率並降低能耗。

歷史上，沙溝礦山的高品位給礦提升了選廠指標，但隨著其礦石比例下降，挑戰在於如何在低品位給礦條件下維持同等選礦指標。從近期表現看，回收率基本得以維持。2025 財年，鉛精礦鉛品位略低於設計值，鋅精礦鋅品位略高於設計值，兩者均略低於應付值，無需扣款。

2 號選礦廠第三條生產線投產後，選礦能力顯著提升，在一定程度上抵消了礦石品位下降帶來的不利影響，並支撐了更高的金屬產量。同時，1 號及 2 號選礦廠的選礦經驗在該生產線的建設中得到應用與優化，使其能夠迅速達到設計產能。

為匹配礦山產量的進一步增長，3 號選礦廠正處於規劃及詳細工程設計階段。運營方將充分利用 2 號選礦廠第三條生產線的設計及建設經驗，以提高建設效率、降低建設成本並提升新廠產能。3 號選礦廠投產後，公司計劃運營更新、更大規模、更高效的選礦生產線，並計劃在產能不再需要時關閉 1 號選礦廠。

3 號選礦廠投產後，1 號選礦廠所有尾礦和 2 號選礦廠部分尾礦將排入 2 號尾礦庫（石窪溝）；2 號選礦廠部分尾礦和 3 號選礦廠所有尾礦將排入 3 號尾礦庫（石門溝）。運營後期，2 號及 3 號選礦廠尾礦將根據生產情況及尾礦庫運營狀況排入 3 號尾礦庫。

1 號尾礦庫關閉

公司於 2023 年啟動 1 號尾礦庫關閉流程，完成了工程勘察、穩定性分析及壩體評估。2024 年，開展了 1 號尾礦庫關閉安全評估及關閉設計。

1 號尾礦庫為山谷型尾礦庫，總壩高 70 米，最終壩頂標高 650 米，有效總庫容 283 萬立方米。尾礦壩設有排水井及洩洪隧洞，澄清水從壩下返回。

目前，尾礦庫已建成 11 級子壩，壩頂標高 650.0 米，壩前灘頂標高 649.3 米。根據設計要求，已達到閉礦條件。1 號選礦廠尾礦排放已於 2025 年 2 月停止，此後其尾礦通過管道泵送至 2 號尾礦庫。

18 項目基礎設施

18.1 尾礦庫（TSF）

18.1.1 概述

歷史上，選礦作業產生的尾礦均排放至靠近選礦廠的兩個設計尾礦庫——1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫（圖 18.1）。2025 年 5 月，第三座尾礦庫（3 號尾礦庫）建成投運（詳見第 18.1.3 節），1 號尾礦庫於 2025 年 11 月初停止排尾。

圖 18.1 洛寧項目尾礦庫分佈圖



來源：希爾威，2026 年。

1 號尾礦庫（莊頭尾礦庫）由中鋼集團馬鞍山礦山研究院工程勘察設計院設計，於 2006 年開工建設，2007 年開始排尾，持續運行至 2025 年底。該庫設計用於接收 1 號選礦廠尾礦，處理能力為 600 噸/天，年尾礦量約 12 萬立方米，設計總庫容約 283 萬立方米。如前所述，1 號尾礦庫已於 2025 年 11 月停止排尾。根據中國法律法規、標準及企業要求，在閉庫前，希爾威委託河南有色工程勘察有限公司對 1 號尾礦庫進行了閉庫工程勘察，並委託中國黃金集團河南有限公司進行了安全現狀評估。評估結果表明，1 號尾礦庫閉庫工程相關的潛在影響因素均可通過針對性安全措施有效預防或控制。

2025 年，四川省冶金設計研究院受委託編制 1 號尾礦庫閉庫設計。該院提交的閉庫工程初步設計及安全設施設計已通過政府監管部門組織的專家評審。目前，閉庫設計正在定稿並準備報送政府備案，閉庫工程計劃於 2026 年中開工建設。

2 號尾礦庫（石窪溝尾礦庫）由三門峽市黃金設計院有限公司設計，於 2010 年 5 月開工建設，2013 年開始排尾並持續運行至今。該庫設計用於接收 2 號選礦廠尾礦，處理能力為 2,000 噸/天，年尾礦量約 364,000 立方米，設計總庫容約 406 萬立方米。截至 2025 年 12 月 31 日，剩餘庫容約 114 萬立方米。3 號尾礦庫投產後，希爾威將 1 號選礦廠及 2 號

選礦廠 1 號線的尾礦（約 1,000 噸/日，折合約 675 立方米/日）排入 2 號尾礦庫，據此估算其剩餘服務年限約 5.1 年。

3 號尾礦庫由長春黃金設計院設計，命名為 3 號尾礦庫或石門溝尾礦庫，於 2022 年 7 月開工建設（首先進行排水隧洞開挖），2023 年 8 月開始壩址及庫區地基施工，2025 年 5 月完成初期壩建設。3 號尾礦庫於 2025 年 12 月取得安全生產許可證，隨後正式投入運行。設計總庫容為 1,720 萬立方米。

18.1.2 1 號和 2 號尾礦庫描述

18.1.2.1 攔擋壩

1 號和 2 號尾礦庫在設計、施工及運營方式上相似，均為跨穀型庫區，由一座位於狹窄陡峭山谷中的攔擋壩形成庫容（圖 18.2）。

圖 18.2 2 號尾礦庫下游壩面視圖



來源：AMC，2024 年。

兩座尾礦庫均採用均質透水堆石初期壩，壩高分別約 26 米及 36 米。此後，兩座大壩均採用上游法築壩工藝，利用機械從壩前灘面回採尾砂進行分期加高。加高施工通常以 1.5~2.0 米為一層，並按一定間距設置馬道（1 號庫馬道間距 4 米，2 號庫馬道間距 6 米）。在初期壩之上的下游壩面，對修整後的尾砂表面覆土並植草以形成植被護坡；初期壩下游坡面則採用塊石護坡（圖 18.3）。

圖 18.3 2 號尾礦庫初期壩下游壩面視圖



來源：AMC，2024 年。

兩座大壩下游壩面均建有地表排水系統，由矩形鋼筋混凝土馬道排水溝、跌水槽及岸坡排水溝組成的網絡構成。同時設置了一系列混凝土挑流墩，以縮短徑流路徑長度並降低流速。排水系統將地表水匯集至各壩下游壩趾。

兩座尾礦庫上方的山谷兩側均設有地表水分流設施，且各庫上游均建有分流壩，以限制進入庫區的地表徑流量。

1 號和 2 號尾礦庫主要參數見表 18.1。

表 18.1 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫主要特徵

參數	1 號尾礦庫	2 號尾礦庫
初期壩壩頂標高（米）	606	591
初期壩壩高（米）	26	36
初期壩上游坡比	1 V:2.0 H	1 V:2.0 H
當前壩頂標高（米）	650	672
初期壩下游坡比	1 V:2.0 H	1 V:2.5 H
最終壩頂標高（米）	650	690
最終壩高（米）	70	135
壩體上游加高部分馬道間距（米）	4	6
馬道寬度（米）	2	2
壩體總體坡比	1 V:5.0 H	V:4.5 H

兩座尾礦壩均設有內部排水系統，用以排泄初期壩以上下游壩面區域的地下水。該系統由約 60 米長的穿孔管組成，管外包覆土工布，在尾礦體內以 20 米水平間距近水平鋪設。排水管在每個馬道標高設置，將地下水引至壩面地表排水系統（圖 18.4）。

圖 18.4 排水管出水口



來源：AMC，2024 年。

據資料，兩座初期壩均設置了某種形式的壩趾上游排水系統，通過埋設於壩底的管道自流排至下游壩趾。但後續這些管道可能已被封堵（圖 18.5 和圖 18.6）。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 18.5 1 號尾礦庫上游壩趾排水管出口



來源：AMC，2024 年。

圖 18.6 2 號尾礦庫上游壩趾排水管出口



來源：AMC，2024 年。

18.1.2.2 尾礦庫運營與管理

合資格人士觀察到，1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的尾礦漿輸送至各壩頂後，通過間距 6 米的支管排放口排入庫區（圖 18.7），形成的尾礦沉積灘面自東向西傾斜，澄清水池位於西側。

圖 18.7 2 號尾礦庫壩頂尾礦排放



來源：AMC，2024 年。

排水系統由位於庫區的系列豎井式鋼筋混凝土排水塔組成。隨庫容填充及水位上升，通過向塔體加裝混凝土環圈來控制庫水位（圖 18.8）。當某座排水塔的操作範圍超限後，該塔即被封頂，並啟用下一座上坡位的排水塔。排水塔通過基岩內開挖的隧洞與庫區下方基岩內的主排水隧洞相連。主排水隧洞將水引至初期壩下游，匯集後返回選礦廠循環使用。

圖 18.8 2 號尾礦庫運行中的排水塔



來源：AMC，2024 年。

尾礦庫運營由一支 21 人的專職團隊負責，團隊成員均經過專門培訓。該團隊包括 1 名專職安全經理、1 名尾礦工程師、16 名尾礦操作工及 3 名水泵操作工，實行每天兩班、每班 12 小時工作制。所有參與尾礦設施運營的人員均經培訓合格並持證上崗。

18.1.2.3 監控 - 監測儀器與檢查

監測儀器

1 號和 2 號尾礦庫均配置了較為全面的監測儀器，主要包括：孔隙水壓力計（豎管式及振弦式）、位移測量裝置（GPS 和測斜儀）、測量樁、攝像機、灘面標高傳感器及澄清水池水位傳感器等。各庫區安裝的各類儀器數量見表 18.2。

表 18.2 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫監測儀器配置數量

儀器類型	1 號尾礦庫	2 號尾礦庫
振弦式孔隙水壓力計	6	12
豎管式孔隙水壓力計	30	39
測量樁	33	39
GPS 位移監測儀	2	6
測斜儀	2	4
攝像機	5	9
灘面標高傳感器	2	2
水位傳感器	1	2
雨量計	1	1

兩座尾礦庫均建有在線監測系統，可對監測數據進行實時連續監控。監測數據在控制室顯示器上連續實時顯示（圖 18.9）。

圖 18.9 控制室顯示的尾礦庫監測數據



來源：AMC，2024 年。

監測數據依據基於四級預警模型（紅、橙、黃、藍）的「觸發-行動-響應」計劃進行自動監測。當檢測到異常數據時，系統自動生成警報信息，並根據警報級別自動發送至相關管理人員。除礦山人員及管理層外，系統還將視情況向省、市、縣級監測中心發送警報信息。

18.1.3 尾礦庫檢查

三座尾礦庫均建立了全面的檢查制度：日常檢查由尾礦庫操作工執行，覆蓋尾礦庫運行的全方位內容，包括運行參數、壩體結構、排水設施、通信系統及排水作業。檢查按電子模板報告進行，每日完成並在線提交。周檢查由班組長執行，月檢查由主管或選礦廠經理執行。所有檢查均需完成在線模板報告。

檢查人員使用網絡系統，可將現場照片及庫區狀況實時上傳至特定場址的危險源檢查表。系統根據識別出的危險嚴重程度，向相應管理層級發出警報/預警，以便及時採取應對措施。

根據中國法規要求，尾礦庫每三年需編制一次《安全現狀評價報告》。該第三方報告實質上是對尾礦庫的全面審計。報告提交政府主管部門審查，審查通過後頒發安全生產許可證（即運營許可證）。1 號尾礦庫運營許可證有效期至 2025 年 11 月 7 日（該庫已於此前停止運營）；2 號和 3 號尾礦庫運營許可證有效期分別至 2028 年 12 月 6 日及 2028 年 11 月 3 日。

政府各相關部門不定期對尾礦庫進行監督檢查，據了解每年約 3 次。其他檢查工作主要包括（但不限於）：

- 排水系統年度第三方專項檢查。
- 年度第三方風險及危害評估，並複核防洪計算及穩定性驗證。
- 年度運行數據核查，包括尾礦粒度分佈、尾礦量及體積、尾礦灘面標高及壩頂標高。

18.1.4 壩體分類與設計標準

三座尾礦庫均按中國現行標準設計。其中，3 號尾礦庫依據最新國家標準《尾礦庫安全規程》(GB 39496-2020)設計，該標準取代了早期的《尾礦庫安全技術規程》(AQ2006-2005)。

國際通行做法採用壩體分類方法對尾礦庫攔擋壩進行分級，旨在評估尾礦庫的潛在影響，為合理選擇設計參數提供依據，並指導壩體安全管理及維護方案的制定。壩體分類方法多樣，通常分為兩類：一類基於壩體潰決的潛在後果，另一類基於壩高及庫容。中國採用後者，詳見表 18.3。

表 18.3 壩體分類系統（GB 39496-2020）

等別	庫容（百萬立方米）	壩高（米）
1	>500	>=200
2	100 - 500	100-200
3	10 - 100	60-100
4	1 - 10	30-60
5	<1	<30

1 號尾礦庫的尾礦庫容小於 300 萬立方米，最終壩高 70 米，屬三等庫。

2 號尾礦庫的庫容約 400 萬立方米，最終壩高 135 米，屬三等庫。按庫容劃分為四等，按壩高劃分為二等，根據規範「當按庫容和壩高分別確定的等別不一致時，應以高等別為准」，綜合判定為三等庫。

3 號尾礦庫的規劃庫容超過 1,700 萬立方米，最終壩高接近 180 米，屬二等庫。

18.1.5 檔案資料

合資格人士於 2024 年 2 月實地考察期間，審閱了 1 號和 2 號尾礦庫的檔案資料，資料較為完備詳盡。兩庫的施工報告內容詳實，涵蓋了全面的質量保證/質量控制檢測數據及簽署版竣工圖，最新的《安全現狀評價報告》也已歸檔。

1 號尾礦庫、2 號尾礦庫和 3 號尾礦庫最新的《壩體穩定性分析報告》分別於 2024 年、2022 年和 2025 年完成。報告結論表明，三座尾礦庫的壩體穩定性均符合設計標準及中國現行規範要求。

18.1.6 3 號尾礦庫描述

18.1.6.1 攔擋壩

石門溝尾礦庫（3 號尾礦庫）的設計佈置與 1 號尾礦庫、2 號尾礦庫總體相似，但體現了近年來中國監管部門更嚴格的要求，其中最主要的是要求在全庫區鋪設高密度聚乙烯土工膜（考慮到陡峭地形，該工程難度較大）。

3 號尾礦庫為跨穀型庫區，由一座位於狹窄陡峭山谷中的攔擋壩形成庫容。初期壩高 60 米，設計為均質、自由排水結構，採用庫區開採的石料填築。填築料要求為顆粒最大粒徑約 330 毫米、細粒含量（<75 微米）小於 5%的合格塊石，按 500 毫米層厚鋪築。上游壩面設置排水系統，設計參數如下：

- 過渡層：300毫米厚，採用10～30毫米礫石，鋪設於壩體堆石料上。

- 粗砂層：300毫米厚。
- 土工布：500克/平方米。
- 粗砂層：300毫米厚。
- 保護層：500毫米厚，採用10～30毫米礫石。

排水系統延伸至壩體基底以下。初期壩底部排水系統設計如下：

- 粗砂層：300毫米厚，鋪設於處理後的地基上。
- 土工布：500克/平方米。
- HDPE土工膜：1.5毫米厚。
- 排水網複合土工材料：由7毫米厚排水芯、上下兩層土工布（分別為200克/平方米和500克/平方米）複合而成 。
- 礫石層：300毫米厚，粒徑10～30毫米。

壩體設計每隔 10 米垂直高度設置 2 米寬馬道，上游坡比約 1:1.96（垂直:水平），下游坡比約 1:1.98（垂直:水平）。

自初期壩頂（標高 550 米）起，採用上游法築壩及回採尾砂方式對壩體進行分期加高，最終壩頂標高為 670 米，最終壩高（自下游壩趾計）約 180 米。加高部分每隔 10 米垂直高度設置 5 米寬馬道，馬道間坡比為 1:4.0（垂直:水平），初期壩以上壩體總體坡比約 1:5.0（垂直:水平）。

18.1.6.2 庫區防滲襯墊

如前所述，全庫區鋪設了 1.5 毫米厚 HDPE 土工膜防滲襯墊。為便於襯墊鋪設，山谷兩側按 10 米垂直間距削坡形成馬道。HDPE 土工膜上方鋪設了保護性土工布。

18.1.6.3 水資源管理

石門溝尾礦庫設有兩套水管理系統，即「生產運行排水系統」和「防洪系統」。

生產運行排水系統用於收集尾礦漿澄清水及庫區直接匯入的地表徑流。該系統與 1 號尾礦庫、2 號尾礦庫類似，由庫區內系列豎井式排水塔（首座塔直徑 3 米，其餘直徑 6 米）組成，排水塔通過支洞連接至庫區南側基岩內開挖的主排水隧洞。每個排水點均設置雙塔，以提高系統冗餘度。全庫共設 11 座排水塔，分佈於 6 個不同位置（首座排水點為單塔）。排水隧洞總長約 3,200 米，末端為初期壩下游的消力池。

防洪系統根據河南省地方標準《尾礦庫安全技術規程》（DB41/T1448-2017）要求，防洪排水系統需設置冗餘。為滿足該標準，3 號尾礦庫設計採用雙防洪排水系統，主要包括：

- 上游分水壩：壩高26米，壩頂標高640米。
- 洩洪隧洞：長約1,828米，位於庫區北側基岩內，將洪水導排至初期壩下游。

根據規範要求，3 號尾礦庫的防洪標準按 500 年及 1,000 年一遇洪水設防。

此外，在庫區上方的山谷兩側修建了一條鋼筋混凝土襯砌截洪溝，用於截取並引導地表徑流繞開庫區。這條長約 9.2 公裏的鋼筋混凝土襯砌截洪溝沿 670 米等高線（大致）修建。

18.1.6.4 設施建設

3 號尾礦庫於 2025 年 5 月建成並投入運行（圖 18.10、圖 18.11）。

圖 18.10 3 號尾礦庫壩體



來源：希爾威，2025 年。

圖 18.11 3 號尾礦庫庫區



來源：希爾威，2025 年。

18.1.6.5 設施檔案與設計

3 號尾礦庫的設計文檔資料較為全面，體現了近年來地方監管機構更嚴格的要求。除常規的岩土工程、地質及水文等支撐性研究報告外，尚需完成以下專項研究/報告：

- 三維滲流分析

- 動力地震分析
- 潰壩數值模擬研究（尾礦壩潰壩評估）
- 洩洪系統水力數值模擬研究報告

3 號尾礦庫的上述報告均已編制完成並提交。

18.1.7 結論和建議

18.1.7.1 總體

總體而言，合資格人士認為，在 2024 年實地考察期間設施狀況良好，維護保養到位，運行正常，管理得當。2026 年 5 月實地考察期間亦與 Claffey 先生的上述看法一致。

三座尾礦庫均位於低地震活動區域，建於穩固的基岩之上，設計方案常規、合理。

尾礦庫的監測系統及程序較為全面，符合國際公認的良好實踐標準。設施接受內部及外部多方的全面檢查，並受到地方監管機構的嚴格監督。

根據合資格人士 2024 年 2 月實地考察所獲取的資料，尾礦庫的施工標準較高，監督到位，並遵循了相應的質量保證/質量控制程序。三座尾礦庫均具備詳細的竣工資料，含已簽字的施工圖紙。

合資格人士指出，1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的設計與運行均符合中國現行標準，但部分要求與國際通行的現行標準存在差異（詳見下文）。

新建的 3 號尾礦庫在設計與運行上與現有兩座尾礦庫基本相似，但具有若干顯著改進，包括全庫區鋪設底部防滲襯墊，體現了地方監管機構近年來的更高要求。其設計文檔也更為全面，反映監管標準正逐步向國際標準靠攏的趨勢。補充的專項研究包括尾礦壩潰壩分析和三維滲流模擬等。

18.1.7.2 具體評述

以下各章節將對尾礦庫設計、運營和管理中的特定領域進行評論分析。

壩體分級

三座尾礦庫均依據中國現行標準按庫容及壩高進行分級：1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫為三等庫，3 號尾礦庫為二等庫。中國標準規定的洪水設防標準為：三等庫採用 500 年一遇洪水重現期，二等庫採用 1,000 年一遇重現期。

對於 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的壩高而言，採用 500 年一遇洪水設防標準偏低（例如，在 50 年設計使用年限內，遭遇超 500 年一遇洪水事件的概率約為 10%）。合資格人士認為，多數國際從業者會採用更保守的設計標準。

邊坡穩定性分析

極限平衡法安全係數

1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫均已進行邊坡穩定性分析（極限平衡法），並提交了詳細、全面的分析報告。報告顯示，1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的最小安全係數分別為 1.305 和 1.391。盡管該值滿足中國標準規定的最小值 1.3，但未達到當前國際公認標準（如國際大壩委員會（ICOLD）、加拿大大壩協會（CDA）、澳大利亞國家大壩委員會（ANCOLD）等）所採用的最小目標全係數 1.5。1.3 與 1.5 之間的差距顯著，相對較低的安全係數值得關注。

不排水分析

值得注意的是，尾礦庫的穩定性分析似乎僅考慮了排水加載條件。國際公認的良好實踐要求，當壩體中含有收縮性材料時，必須進行不排水強度分析，因為多數壩體破壞發生在不排水或部分不排水條件下，此時材料的抗剪強度通常低於排水強度參數。例如，國際大壩委員會（ICOLD）於 2024 年發佈的尾礦壩安全公報明確指出：「對於壩殼或壩基內存

在收縮性材料，且可能（或可能變得）飽和或部分飽和的壩體，必須考慮不排水抗剪強度參數」。澳大利亞國家大壩委員會（ANCOLD）的尾礦壩指南也提出了類似的具體要求：「*對於採用沉積尾礦等未壓實材料（可能表現出收縮性行為）建造的尾礦壩，若僅進行排水剪切破壞模式分析，可能會高估壩體的穩定性。長期穩定性分析必須考慮所有具有收縮性且在剪切時產生孔隙壓力的材料，並應始終採用不排水強度分析方法進行建模*」。

考慮到尾礦材料的性質以及尾礦庫建設早期較快的上升速率，合資格人士認為，1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的結構區很可能存在收縮性尾礦材料，因此建議補充不排水分析。

液化

穩定性報告結論認為，壩基液化可能性較低。鑒於壩體建於基岩之上且位於低地震活動區，該假設基本合理。然而，分析中似乎未考慮尾礦體本身的液化可能性，尤其是靜態液化。

靜態液化是指鬆散、近飽和材料在收縮性不排水剪切條件下，因某一觸發事件導致強度顯著損失，進而引起結構內應力變化的現象。受靜態液化影響的材料，其抗剪強度會因應變引起的超孔隙水壓力而急劇下降。當前國際通行的指南建議：如果尾礦或任何其他對尾礦庫穩定性有重要影響的材料具有脆性且可能呈收縮性，則必須對其液化敏感性、穩定性及觸發條件進行嚴格評估。

浸潤線

根據已安裝的孔隙水壓力計監測數據，尾礦庫初期壩上游尾礦體內的浸潤線位置相對較高。

合資格人士既往建議

合資格人士在前期報告中提出的建議及當前落實情況如下：

- 當地指南建議地震峰值地面加速度為0.05 g。合資格人士曾建議希爾威複核設計基準加速度，以確保其與最新的洛寧場地地震區劃參數保持一致。希爾威已對1號、2號和3號尾礦庫的相關地震數據進行審查評估。評估結果表明，1號尾礦庫、2號尾礦庫和3號尾礦庫均嚴格符合中國國家強制性標準要求。根據相關標準，不同等級尾礦庫的結構穩定性目標據信已涵蓋極端運行工況下的潰壩風險控制。
- 合資格人士曾建議根據最新的國際分類體系複核中國標準下的壩體分級。據合資格人士了解，希爾威正參照當前洛寧尾礦庫的分級情況，研究最新的國際分類規範。
- 合資格人士曾建議希爾威確保尾礦庫的所有安全及穩定性方面完全符合最新的國際最佳實踐指南(包括最大洪水參數等)。希爾威對該建議的回應已納入下文相關段落。
- 對於洛寧項目尾礦庫，合資格人士建議希爾威參照《全球尾礦管理行業標準》，並制定專項計劃（明確時間框架和參與單位），對尾礦庫設計標準及運行實踐進行審查，以確保與現行國際行業標準及指南保持一致。據合資格人士了解，希爾威已委託專業第三方公司開展安全現狀評價、尾礦庫防洪及調洪演算等審查工作，以確保三座尾礦庫符合相關安全標準並合規運行，同時識別潛在風險以提升運營管理水平。希爾威表示高度重視合資格人士的建議，計劃開展進一步審查工作，分析中國標準與國際標準的差異。

18.1.7.3 合資格人士當前建議和希爾威回應（斜體）

合資格人士提出以下建議：

- 建議三座尾礦庫採用更嚴格的入庫設計洪水標準，高於目前採用的500年一遇或1,000年一遇重現期。
  - 希爾威針對上述建議的回應：

- *希爾威承認中國標準與國際標準在尾礦庫分級及設計標準上存在差異。為保障尾礦庫安全運行，希爾威每年委託有資質的第三方機構開展防洪計算。1 號尾礦庫、2 號尾礦庫和 3 號尾礦庫的防洪計算分別於 2024 年 4 月、2025 年 4 月和 2025 年 4 月完成，計算結果表明各尾礦庫均符合相關設計及中國標準要求。*

- 建議採用最新分析方法並考慮所有適宜的荷載條件，對現有尾礦庫重新進行邊坡穩定性分析。首先應嚴格審查現場及室內試驗數據，尤其應基於靜力觸探（CPTu）數據識別收縮性材料，並進行不排水極限平衡分析。根據本審查和不排水分析的結果，可能需要使用先進的數值模型進行更複雜的分根據審查及不排水分析結果，必要時可採用先進數值模型（即非線性變形分析(NDA)）進行更複雜的分析。

  - 希爾威針對上述建議的回應：

    希爾威已聘請有資質的第三方工程公司對 1 號尾礦庫、2 號尾礦庫和 3 號尾礦庫的壩體結構進行年度穩定性評估。各年度評估報告均表明，壩體結構符合相關設計並滿足中國國家標準要求。2022 年《現狀調洪演算與壩體穩定性分析》報告顯示，1 號尾礦庫最小安全係數為 1.363，2 號尾礦庫為 1.42。

    採用的中國標準：

    - *《尾礦庫安全規程》（GB 39496-2020）*
    - *《尾礦設施設計規範》（GB 50863-2013）*
    - *《尾礦設施設計規範》*
    - *《尾礦庫安全監督管理規定》*
    - *《尾礦庫在線安全監測系統技術規範》*
    - *（各尾礦庫）《初步設計及安全設施設計》*

    尾礦庫穩定性分析過程中，對各土層材料在排水及不排水狀態下的抗剪強度進行了檢驗，分別提供固結排水剪（浸潤線以下）及固結不排水剪（浸潤線以上）的內摩擦角（φ）及粘聚力（C）值。隨後採用總應力法進行計算，同時考慮有效應力及孔隙水壓力。

    表 18.4 列出了尾礦庫壩體材料及壩基強度指標的試驗方法相關要求。

表 18.4 希爾威表格：尾礦庫壩體材料強度指標試驗

強度計算方法	*土壤類型*	*試驗儀器*	*試驗方法和規程*	*強度指標*	*樣品初始狀態要求*
總應力法	*無粘性土*	*三軸儀*	*固結不排水剪（CU）*	C_{ocu}, φ_{cu}	*I. 壩體材料：1.含水率及密度應與原狀狀態一致。2.浸潤線以下及水下部位應預先飽和。*
	低粘性土	*直剪儀*	*固結快剪（CQ）*		
		三軸儀	*固結不排水剪（CU）*		
	粘性土	*直剪儀*	*固結快剪（CQ）*		
		三軸儀	*固結不排水剪（CU）*		
有效應力	*無粘性土*	*直剪儀*	*慢剪（S）*	*C，φ'*	

法			*三軸儀*	*固結排水剪（CD）*		*3.試驗應力應與壩體實際應力一致。* *II.壩基土應採用原狀土。*
	粘性土	*飽和度＜80%*	*直剪儀*	*慢剪（S）*		
			三軸儀	*固結不排水剪（測孔隙水壓力）(UU)*		
		飽和度＞80%	*直剪儀*	*慢剪（S）*		
			三軸儀	*固結不排水剪（測孔隙水壓力）(◇)*		

注：

1. *無粘性土指粘粒含量＜5%的尾礦或壩基土。低粘性土指粘粒含量＜15%的尾礦或壩基土。*
2. *對於軟尾粘土等粘性土，採用固結快剪指標時，應根據固結程度確定強度指標；採用十字板剪切強度指標時，也應根據固結程度進行修正。*

希爾威表示，將繼續採用恰當有效的方法研究壩坡穩定性，任何問題的解決方案/措施將由專業的第三方工程咨詢公司及其專家團隊提出，並在獲得政府監管部門批准後實施。

18.2 廢石堆場

洛寧項目各礦山廢石堆場情況見表 18.5。根據礦山計劃，洛寧礦區各礦山在剩餘服務年限內將產生約 982 萬立方米廢石排至地表堆場，現有堆場富餘容量為 645 萬立方米。

希爾威高度重視環境保護和廢物減量化。2021 年 4 月底，宏發建材廠（宏發）建成投產，用於回收破碎洛寧礦區廢石。自宏發建材廠運行以來，希爾威對各廢石堆場進行了評估，並決定對其中三個廢石堆場（沙溝礦山的兩個堆場及後張溝礦山的一個堆場）進行複墾。其餘廢石堆場轉變為臨時貯存場，所存廢石每日轉運至宏發建材廠處理。圖 18.12 為宏發建材廠。

圖 18.12 洛寧礦區宏發建材廠



來源：AMC，2024 年。

表 18.5 洛寧項目廢石堆場

礦山	2025 年剩餘容量（立方米）	計劃新建堆場容量（立方米）	礦山服務年限廢石量（立方米）	富餘容量 [1]（立方米）
沙沟		11,000,000	3,841,979	6,384,090
后张沟			773,931	
蒿坪沟		1,080,000	1,080,000	
铁炉坪	52700	3,690,000	1,369,238	-148,513
龍門東溝			1,204,012	
龙门西沟	21000		1,338,963	
东草沟		500,000	209,088	290,912
共計	**73,700**	**16,270,000**	**9,817,211**	**6,452,789**

注：[1]正值表示堆場容量有富餘。

從表 18.5 可見，各礦山現有廢石堆場總容量可滿足礦山服務年限預計廢石量需求。

沙溝和後張溝兩礦山共用新建廢石堆場，正在施工中，計劃 2026 年投用。

蒿坪溝礦區廢石堆場正在施工中，計劃 2026 年 6 月投用。

鐵爐坪新建廢石堆場正在設計階段，計劃 2026 年底建成，將服務於鐵爐坪、龍門東溝及龍門西溝三座礦山。目前，三座礦山產生的大部分廢石運至鐵爐坪和龍門西溝現有堆場，部分運至宏發建材廠。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

2025 年，洛寧礦區共運送 480,112 噸廢石至宏發建材廠，其中：龍門西溝 282,234 噸、龍門東溝 86,570 噸、鐵爐坪 31,446 噸、沙溝 37,519 噸、後張溝 4,794 噸、蒿坪溝 9,023 噸、XRT 礦石分選廢石 28,526 噸。宏發建材廠 2025 年共生產砂石骨料 435,282 噸。

廢石也可考慮回填留礦採空區（目前礦山計劃中未包含此項），

或用於當地建設工程（如硬化場地、擋土牆及其他基礎設施地基等）。

18.3 供電

洛寧礦區供電引自國家電網，各礦山及選礦廠通過不同電壓等級的高壓線路供電，輸電距離各異。

18.3.1 沙溝和後張溝礦山

沙溝/後張溝礦山由三條供電線路供電（另見第 16.2.11 節）：

- 35千伏和10千伏線路引自附近的洛寧-故縣水電站，該電站位於沙溝礦山西北約7.8公裏處（利用故縣大壩水力發電），設有110千伏和35千伏兩座變電站。
- 沙溝礦山35千伏線路接入洛寧-故縣110千伏變電站；沙溝礦山10千伏線路接入洛寧-故縣35 千伏變電站。
- 第三條線路為10千伏線路，引自沙溝礦山東北約 12.1公裏處的崇陽35千伏變電站。

沙溝礦山附近於 2008 年建成一座全自動 35 千伏變電站。該站接入故縣 35 千伏線路，為礦山生產、辦公及生活區提供主電源。35 千伏變電站主變壓器總容量為 6,300 kVA。

井下排水泵、主通風機和豎井提升機等關鍵設備要求電源可靠。兩條 10 千伏線路主要作為 35 千伏主電源中斷時的備用電源。35 千伏變電站內配置兩臺 1,500 千瓦及一臺 1,200 千瓦柴油發電機組，接入礦區電網，作為電網停電時的應急備用電源。

35 千伏變電站輸出的電力經降壓至 10 千伏後，通過主要沿礦山道路架設的架空線路輸送至各平硐口。架空線路終端接入各平硐口、豎井或斜坡道口附近的變壓器。輸電電纜截面規格為 105～150 平方毫米。

18.3.2 蒿坪溝礦山

蒿坪溝礦山由兩條 10 千伏高壓線路供電。主供電源引自礦山東北約 11 公裏處的崇陽 35 千伏變電站；備用線路引自沙溝 35 千伏變電站。蒿坪溝 PD3 硐口外安裝有一臺 400 千瓦柴油發電機組，作為應急備用電源。

10 千伏線路終端接入各平硐口外變壓器。礦山辦公樓及生活營區由同一電源供電。PD3 暗井提升硐室採用 105 平方毫米電纜引入 10 千伏電源。

18.3.3 鐵爐坪/龍門礦山

鐵爐坪/龍門礦山由兩條 10 千伏電源供電，均引自鐵爐坪礦山以北約 8 公裏處的崇陽 35 千伏變電站。

與洛寧礦區其他礦山類似，10 千伏線路終端接入平硐口外變壓器。礦山辦公樓及生活營區由同一電源供電。鐵爐坪礦山 55、33、23 號勘探線暗井提升硐室、PD730 內斜坡道，以及龍門東營地 PD900 暗井提升硐室，均採用 105～150 平方毫米電纜引入 10 千伏電源。

18.3.4 1 號和 2 號選礦廠及辦公生活營區

1 號、2 號選礦廠及希爾威現場行政辦公樓、生活營區均由崇陽 35 千伏變電站供電。變電站輸出的 10 千伏電源經數臺變壓器降壓至 400 伏，供選礦廠生產、水泵、辦公及生活用電。

1 號選礦廠（含配套水泵）變壓器容量為 2,500 kVA；2 號選礦廠（含配套水泵）變壓器容量為 6,500 kVA。

18.3.5 井下照明

井下照明採用 400 伏/230 伏和 400 伏/127 伏變壓器將高壓電降壓。採掘中段照明電壓為 36 伏，根據需要配置多臺降壓變壓器。

18.3.6 3 號尾礦庫供電

據合資格人士了解，現有主供電設施可滿足 3 號尾礦庫的用電需求。

18.4 寬平礦山

寬平礦山由兩條 10 千伏線路供電，主供電源引自 Gang-Qian 線，備用電源引自西張線。

18.5 道路和運輸

中央選礦廠、礦山行政辦公樓及生活區位於洛寧縣西南部下峪鎮東北約 3 公裏處。洛寧至下峪由一條寬 7 米、長 48 公裏的柏油路「宜故路」連接。公司修建了一條長 2 公裏、寬 6 米的水泥路，連接選礦廠/辦公生活區與宜故路。

2021 年前，從選礦廠/辦公生活營區至沙溝/後張溝礦山需經 7 公裏柏油路至故縣水庫河東碼頭，再乘船橫跨水庫到達礦區。希爾威使用兩艘可裝載 5 輛 45 噸卡車的大型駁船，將沙溝/後張溝和蒿坪溝礦山的礦石運至河東碼頭。2021 年初，沙溝/後張溝和蒿坪溝礦山的礦石運輸改為替代路線。下文將進一步闡述從所有礦山向選礦廠運輸礦石的相關情況。

2025 年，希爾威投用了電動卡車執行運輸任務（圖 18.13）。

圖 18.13 電動卡車



來源：希爾威，2025 年。

鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝礦山位於主辦公生活區東南約 15 公裏處，有沿崇陽河的柏油路通達。

各礦山營地至各平硐口均有碎石路連接，路旁設有排水溝及綠化。道路由專人定期維護和保養。陡坡路段設有安全護欄，陡坡、急彎及潛在交通風險點設有警示標誌。鐵爐坪礦山道路已於 2016 年改造升級。

合資格人士曾指出部分陡坡路段缺少安全護欄，建議希爾威評估並採取相應措施。希爾威反饋已在鐵爐坪和後張溝附近陡坡路段增設多處安全護欄。

2020 年，從鐵爐坪營地至東草溝礦山修建了一條長 1,756 米的運輸斜坡道，用於礦石運輸。東草溝項目也可由選礦廠西南偏南方向一條長 10.5 公裏的柏油路通達。

各礦山均採用重型卡車運輸礦石、生產物資及精礦。沙溝/後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山的原礦目前均採用 45 噸卡車運至希爾威中央選礦廠（圖 16.1）。各平硐口外地表堆存的礦石均可由卡車裝載。

為保障礦石運輸的高效與安全，洛寧項目修建了三條主要運輸隧道，總長約 6,300 米。1 號隧道：後張溝至沙溝，長約 1,30 米；2 號隧道：沙溝至蒿坪溝，長約 3,700 米；3 號隧道：蒿坪溝至 Mogou（位於蒿坪溝與選礦廠之間道路沿線），長約 1,300 米——見圖 18.14。

圖 18.14 洛寧項目地下隧道



來源：希爾威無人機航拍照片，2026 年。

寬平項目的礦石也將採用 45 噸電動卡車運至洛寧選礦廠，單程運輸距離約 120 公裏（圖 18.15）。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 18.15 寬平項目至洛寧選礦廠運輸路線



來源：希爾威（百度地圖），2026 年。

選礦廠生產的最終產品為鉛精礦及鋅精礦，由卡車運往洛寧項目周邊約 210 公裏範圍內的當地冶煉廠。

18.6 供水

沙溝礦山生活用水取自故縣水庫；蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、後張溝、東草溝礦山生產及生活用水取自附近溪流及泉水。水質定期檢測，據合資格人士了解，各礦山用水水質及水量均滿足相關法規要求。典型水質檢測結果見表 18.6。另見本技術報告第 20.4.3 節地下水相關論述。

表 18.6 典型地下水水質檢測結果

採樣日期	取樣位置	pH	Pb	Hg	Cd	Cu	As	Tl8	Sb
	《地下水質量標準》（GBT 14848 -2017）	6--9	0.05	0.001	0.01	1	0.05	0.0001	0.005
2025/3/6	2 號尾礦庫下游	7.6	<LLDL	<LDL	<LDL	<LDL	<LDL	<LDL	<LDL
2025/5/16	沙溝下游	7.8	0.00167	<LDL	<LDL	<LDL	0.00057	<LDL	0.00048
2025/5/16	蒿坪溝下游	7.5	0.00169	<LDL	0.00031	<LDL	0.00011	<LDL	0.00035
2025/5/16	鐵爐坪-龍門下游	7.9	0.0023	<LDL	<LDL	<LDL	0.00069	<LDL	0.00791
2025/5/16	2 號尾礦庫下游	7.3	0.00179	<LDL	<LDL	<LDL	0.00035	<LDL	0.00077
2025/9/17	2 號尾礦庫下游	7.8	<LDL	<LDL	<LDL	<LDL	0.00047	<LDL	0.00066
2025/11/18	2 號尾礦庫下游	7.7	<LDL	<LDL	<LDL	<LDL	0.00034	<LDL	0.00097
	檢出限（LDL）		0.00009	0.00004	0.00005	0.006	0.00012	0.00002	0.00015

注：LLDL =檢出下限。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

各礦山用於鑿岩及降塵的生產用水全部取自井下。

18.7 廢水和污水處理

廢水產生於採礦活動、選礦作業以和生活污水。

沙溝礦山的地下水經礦井巷道口泵至地表，隨後送入 1 號沉澱池。池內投加石灰以促進絮凝沉澱，然後進入 2 號沉澱池進一步澄清。溢流水再經三個沉澱池處理後，通過黃河水利委員會批准的 CM102 附近排放口排入故縣水庫。沙溝礦山污水處理站見圖 18.16。合資格人士於 2024 年 2 月實地考察期間，觀察到處理後的水中有魚類活動。

圖 18.16 沙溝礦山污水處理站



來源：AMC，2024 年。

洛寧尾礦庫的尾礦水通過尾礦壩下的涵洞收集。收集的尾礦水通過管道送回選礦廠進行再利用。沒有尾礦水排放到環境中。

沙溝礦區生活污水經生物+人工濕地處理系統處理。據合資格人士了解，經處理後水質滿足所有水回用標準，100%回用於景觀綠化，不向故縣水庫排放。

後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山地下水和生活污水經碎石坑過濾後排入環境。

蒿坪溝礦區的地下水通過一條長 13.2 公裏、管徑 150 毫米的管道泵送至 2 號選礦廠回用。該回用系統設有一座 300 立方米廢水池及兩臺 MD155-67×8(P)型水泵。

更多關於廢水的討論見第 20.4.4 節。

18.8 其他基礎設施

18.8.1 礦山排水

礦山排水相關內容見第 16.2.9 節，遵照中國《金屬非金屬礦山安全規程》執行。

18.8.2 現場通信

礦山地表通信包括中國聯通的固定電話和光纖網絡，以及中國移動、中國電信、中國聯通提供的移動通信服務。各生產採區和調度室均設有內部電話，並通過本地通信電纜網絡互聯。

所有礦山站點均可經由下峪鎮接入高速互聯網及光纖網絡。

18.8.3 營區

各礦山和選礦廠均建有宿舍樓及行政樓，配備食堂及衛生間，供希爾威管理人員、技術人員和小時工使用。各井硐口附近建有顏色標識的鋼結構房屋，作為承包商工人的生活設施，同樣配備食堂及衛生間。

18.8.4 攔水壩和隧洞

為防範暴雨洪水對地表基礎設施的影響，並防止廢石、廢渣進入故縣水庫，沙溝礦山修建了引水隧洞和攔水壩。各礦山攔水壩和引水隧洞情況見表 18.7。

表 18.7 洛寧礦區攔水壩和引水隧洞

礦山	隧洞/攔水壩	斷面（米×米）	長度（米）	用途
沙溝	PD700-張溝隧洞	5.0 x 5.0	512	將洪水引至沙溝礦山山谷 PD700（海拔 712 米）以上張溝
	PD16-趙溝隧洞	2.2 x 2.4	540	將洪水引至沙溝礦山山谷 PD700（海拔 598 米）以上張溝
	CM101-PD16 隧洞	2.2 x 2.4	330	將 CM101（海拔 650 米）以上洪水導入 PD16-張溝隧洞（海拔 598 米）
	CM105 西隧洞	2.2 x 2.4	580	將 CM105（海拔 570 米）以上洪水引至故縣水庫東側
	沙溝礦山攔水壩	50 x 12 x 55（底寬×頂寬×壩高）	90	防止廢石、廢渣被沖入故縣水庫
鐵爐坪	PD770-崇陽河隧洞	3.0 x 3.0	750	分導西溝溪流，防止 PD730 淹井
龍門西溝	924 西隧洞	3.0 x 3.0	70	分導西溝溪流，防止 PD730 淹井
蒿坪溝	PD3 隧洞	3.2 x 3.5	80	分導蒿坪溝礦山溪溝水流，防止 PD3 淹井

18.8.5 地表維修車間

各礦山均設有地表維修車間，提供以下輔助服務：

- 輪胎加工、維護和保養
- 焊接
- 電氣維修
- 液壓維修
- 工具、零件和材料倉儲

維修車間主要負責大型生產設備維護、車輛維修、零部件加工修復以及必要的機械加工。配備齊全的的設備。機械維修設施包括採礦設備維修車間、設備及備件倉庫、廢油庫、蓄電池機車及礦車維修車間與堆場。

隨著 2025 年鏟運機（LHD）設備數量增加，希爾威在現有維修車間內劃設了專門的鏟運機車輛維修區域。

鐵爐坪維修車間引入新技術，安裝了自動焊接設備，用於製作鋼襯砌溜井口，作為礦石從採場至出礦點的轉運通道。

2021 年，洛寧項目更新了設備和維修過程安全指南。機械工程師使用 EB 軟件工具記錄維修過程（見第 16.3 和 16.4 節）。

各採礦承包商通常在各自硐口附近設有維修車間，負責維修各類卡車、電機車、礦車和 LHD 設備，以及氣腿式鑿岩機、輔助風機、開拓水泵等小型設備。

洛寧項目營地的所有維修工作均在地表進行，井下未設維修車間。

18.8.6 爆炸物品庫

各礦山均設有炸藥庫及雷管庫，安保措施嚴格。炸藥庫設大門，由兩名門衛及一條警犬值守，並安裝有監控攝像頭。所有炸藥及雷管均貼有條形碼，出庫時掃碼登記以備安全審計。合資格人士認為，各炸藥庫建造標準較高，維護良好。

井下炸藥庫設於各中段回風井或斜坡道附近，儲存能力為：散裝炸藥不超過一天用量，爆破輔助器材不超過三天用量。

18.8.7 燃料庫（沙溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門西溝和選礦廠）

柴油主要用於移動式採礦設備、部分小型卡車及地表車輛。沙溝礦山設有兩座燃料庫，總容量 60 噸。1 號庫位於 PD16 以北 459 米處，為移動設備供應柴油。2 號庫位於 PD700 廢石堆場，主要為發電機供應柴油。

鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和蒿坪溝礦山也設有柴油儲罐，為移動設備供油；東草溝礦山使用鐵爐坪礦山的儲罐。

各承包商在硐口附近自備小型加油車，為井下柴油機車、小型卡車及移動設備加油。

隨著移動採礦設備規模擴大，柴油需求相應增加。2024 年，希爾威決定增加燃油採購，並在各礦山現場增設橇裝式柴油罐以優化加油作業。目前，2 號選礦廠一個 20 立方米儲罐已投用；蒿坪溝和龍門西溝礦山的驗收工作正在進行中；鐵爐坪和沙溝礦山的儲罐正在採購。

柴油發電機及加油設施附近建有防滲圍堰。儲罐區須位於礦山進風風機下風向，並與建築物、生活營區及硐口保持安全距離（具體依當地職業健康安全法規及消防要求確定）。圍堰區採用防滲設計，可限制洩漏範圍並便於清理，從而避免礦山閉坑時進行大規模、高成本的修復工作。

18.8.8 礦山幹區

各礦山現場宿舍樓及行政樓內設有希爾威員工淋浴及衛生間。各硐口附近設有承包商工人淋浴及衛生間。個人防護用品（如手套、護目鏡、安全帽、安全靴、硬質防護背心、小型氧氣瓶、礦燈/電池）由希爾威或其承包商提供。

18.8.9 行政樓

各礦山現場均設有行政樓，為管理、監督、地質、工程和其他運營支持人員提供辦公場所。希爾威當地辦公室位於中央選礦廠，可容納 200 餘名員工。負責洛寧礦區銷售、採購、會計和技術服務的高級管理人員在此辦公。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

18.8.10 倉庫和露天堆場

各礦山均設有倉庫，用於存放材料和設備備件，並配有露天堆場。

18.8.11 化驗室

化驗室位於 1 號選礦廠西北側一棟獨立兩層建築內，配備有礦山和選礦日常分析所需設備。化驗室共有 36 名人員，其中教授 1 人、高級工程師 1 人、工程師 6 人。擁有 ICP-OES 光譜儀、GGX-810 原子吸收分光光度計、多臺梅特勒電子天平和樣品加工設備等 30 餘套儀器設備。該化驗室於 2025 年 10 月通過 CMA 認證。

18.8.12 安保/門衛室

各礦山和選礦廠均設有專職安保部門，負責日常安保工作。各礦山進場道路入口處設有門衛室，人員 24 小時值班。門衛室、裝載點、礦石堆場和倉庫均安裝監控攝像頭。各進場道路均有人員值守，關鍵區域由夜班工人巡邏。礦石運輸過程設有專人檢查。中央監控室設於當地辦公室，24 小時有人值守。圖 18.17 為中央監控室屏幕。

圖 18.17 中央監控室



來源：AMC，2024 年。

18.8.13 壓縮空氣

壓縮空氣主要用於鑽鑿爆破孔，各採場及常規掘進工作面均使用氣腿式鑿岩機，少量用於噴射混凝土和炮孔清理。

各硐口附近均設有空壓機房，配置兩級電動活塞式空壓機。壓縮空氣通過不同規格的鋼管（根據用氣需求）輸送至各中段和避難硐室。管道規格從採場和掘進工作面的 4 英寸逐步遞減至 1 英寸。

18.8.14 井下有害氣體監測系統

沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山均設有井下有害氣體監測系統，覆蓋洛寧礦區全部井下區域，符合《金屬非金屬地下礦山通風安全技術規範》（AQ2013）的要求。

該系統用於監測井下通風網絡，可瞬時採集、處理並上報風速、一氧化碳（CO）濃度等數據。當任一監測指標超過閾限值（TLV）時，系統立即向礦山控制室發出警報。安全監測子系統（常規巡檢週期小於 30 秒）可與自動化集成軟件平臺實時交換數據。

井下監測分站（圖 18.18）與傳輸接口實現雙向通信，配備風速、風壓、CO 和溫度數據採集器，並可採集供電狀態、風機開關狀態、風門開關狀態及煙感信息。系統由中央辦公室計算機提供支持。

圖 18.18 井下有害氣體監測系統 CO 傳感器



來源：希爾威，2025 年。

18.8.15 井下人員定位系統

井下人員定位系統（圖 18.19）可精確記錄每位礦工出入井時間，並可實時顯示井下人數、人員姓名及工作時長等信息，支持即時定位報告及日報/月報表打印。經過更新與擴充，井下人員定位系統網絡已延伸覆蓋。

各礦山還輔以掛牌系統，對人員出入礦井口進行登記監控管理。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

圖 18.19 井下人員定位系統模塊化基站



來源：希爾威，2025 年。

amcconsultants.com

19 對其他專家的依賴

19.1 採礦合同

地下採礦作業已與多家承包公司簽訂合同，主要包括河南三誼礦山建設工程有限公司和洛陽鑫盛礦業工程有限公司。

19.2 精礦銷售

據合資格人士了解，洛寧項目生產的鉛精礦和鋅精礦主要銷售給河南、陝西兩省的現有冶煉廠客戶，相關銷售條款已通過協商確定，詳見第 19.3 節。

銅計價條款：當鉛精礦中銅品位為 1%～1.5%時，銅按銅價的 30%計價；當鉛精礦中銅品位超過 1.5%時，銅按銅價的 40%計價。

金計價條款：據合資格人士了解，金按精礦中交付金含量的 84%計價。

19.3 冶煉廠合同

鉛精礦與以下主要冶煉廠簽訂了月度銷售合同（大部分位於河南省）：河南豫光金鉛冶煉有限責任公司、濟源市萬洋冶煉（集團）有限公司、濟源市金利冶煉（集團）有限公司、靈寶市新淩冶煉有限責任公司和崤山環能高科股份有限公司等。鋅精礦與河南豫光鋅業有限公司簽訂了銷售合同。

上述合同中，運費及相關費用均由冶煉廠客戶承擔。

冶煉廠合同的主要條款隨市場行情變化，在月度續簽時可能進行調整，且不同冶煉廠之間的條款可能有所差異。常用條款匯總於表 19.1。

表 19.1 冶煉廠合同主要條款

	鉛精礦										鋅精礦				
	% Pb	**扣款（元/噸鉛）**	**Ag (g/t)**	**計價係數（%）**	**Au (g/t)**	**計價係數（%）**	**Cu (%)**	**計價係數（%）**	**Zn (%)**	**計價係數（%）**	**% Zn**	**扣款（元/噸鋅，當價格<15,000 元/噸時）**	**扣款（元/噸鋅，當價格>15,000 元/噸時）**	**Ag (g/t)**	**計價（元/克）**
最低質量要求	10		1,000		1	80%	1.0%	30%	>5%	100+（實際品位 - 5%）*20	35			150	
計價格式或扣款格式	>=50		3,000-3,500	94.5	>=1	80%	1.5%	40%	5%	RMB100	>=50	3,600	3,600+（價格-15,000）*20%	>=300	1.5
	45	-100+ 20*（45%-實際品位）	2,500-3,000	94	>=2	81%					45-50	3,600+20*（50%-實際品位）+（價格-15,000）*20%	3,600+20*（50%-實際品位）+（價格-15,000）*20%	200-300	1.3
	35-45	-100+ 20*（35%-實際品位）	2,000-2,500	93.5	>=3	82%					40-45	3,700+50*（45%-實際品位）	3,700+50*（50%-實際品位）+（價格-15,000）*20%	150-200	1
	30-35	100+50*（45%-實際品位）	1,000-2,000	92.5	>=5	83%					30-40	3,950+100*（40%-實際品位）	*（40%-實際品位）+（價格-15,000）*20%		
					>=7	84%									

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

關於希爾威洛寧項目精礦近期的鉛鋅計價/扣款條款如下：

- 鉛精礦：
  - 品位 30% Pb 至>50% Pb 的精礦，計價係數為 100%。
  - 品位 1,000 克/噸 Ag 至 3,500 克/噸 Ag 的精礦，計價係數為 94%至 95.5%（2025 年 12 月）。
  - 品位 1 克/噸 Au 至>7 克/噸 Au 的精礦，計價係數為 84%至 87%（2025 年 12 月）。
  - 品位 1.0% Cu 至>1.5% Cu 的精礦，計價係數為 30%至 40%。
  - 品位≥5.0% Zn 的精礦，計價係數按表 19.1 中公式計算。
- 鋅精礦：
  - 當鋅價低於 15,000 元/噸時，對品位≥50% Zn 的精礦扣款 3,600 元/噸。
  - 隨著精礦品位降至最低要求的 35%，扣款額相應增加。
  - 當鋅價高於 15,000 元/噸時，採用另一組更高的扣款標準。
  - 品位 150 克/噸 Ag 至≥300 克/噸 Ag 的精礦，銀計價為 1.0 元/克至 1.5 元/克。

鉛精礦約 100%的計價係數高於行業 95%的常規水平。銀的計價係數 92.5%至 96%低於行業 95%的常規水平。金的計價係數 80%至 84%低於 95%的常規水平。

鋅精礦約 77%的計價係數低於 80%至 85%的行業常規水平。銀是鋅精礦中唯一有價的伴生元素，行業通常採用標準扣減 90 克/噸、剩餘部分按 90%計價的模式。據合資格人士了解，自 2025 年 11 月起，洛寧鋅精礦中的銀計價係數為 50%。

19.4 金屬價格

礦產儲量估算中採用的金屬價格如下：金 2,800 美元/盎司、銀 28.00 美元/盎司、鉛 0.90 美元/磅、鋅 1.20 美元/磅、銅 4.40 美元/磅。上述價格用於邊界品位、銀當量及金當量的計算。

在確定金屬價格時，合資格人士參考了世界銀行長期預測數據、近期 NI 43-101 報告中所採用的價格、三年移動平均價格以及 2025 年中期的現貨價格。希爾威所採用的匯率（1 美元=7.00 元人民幣）經合資格人士審閱後認為合理，並與公開渠道的曆史及預測匯率進行了對照驗證。

19.5 有害元素評估

表 19.2 列出了洛寧鉛精礦樣品於 2025 年 8 至 9 月間的檢測結果，並附有中國國家標準對鉛精礦中有害元素最高允許含量的規定。

表 19.3 列出了洛寧鋅精礦樣品於 2025 年 8 至 9 月間的檢測結果，並附有中國國家標準對鋅精礦中有害元素最高允許含量的規定。

表 19.2 洛寧鉛精礦

洛寧鉛精礦樣品檢測（2025 年 8～9 月）			
項目	**單位**	**檢測結果**	**方法標準**
Pb	%	47.4	GB/T 8152.1-2006
Au	g/t	2.65	GB/T 8152.10-2006
Ag	g/t	4126	GB/T 8152.10-2006
Cu	%	2.46	GB/T 8152.7-2006
Zn	%	8.16	GB/T 8152.17-2023
Sb	%	0.46	GB/T 8152.17-2023

Bi	%	0.061	GB/T 8152.17-2023
As	%	0.11	GB/T 8152.17-2023
Cd	%	0.06	GB/T 8152.17-2023
SiO_2	%	5.47	GB/T 8152.14-2019
Hg	%	0.0004	GB/T 8152.11-2023
Al_2O_3	%	0.85	GB/T 8152.3-2006
Mo	%	<0.010	GB/T 14353.13-2014
In	%	0.0015	GB/T 14353.13-2014
S	%	20.8	GB/T 14353.12-2010
Cr	%	<0.010	GB/T 30902-2014
Fe	%	9.3	GB/T 3884.15-2014

中國國家標準鉛精礦要求						
	最低鉛品位(%)	有害元素最高允許含量(%)				
		As	Cd	Hg	SiO_2	Al_2O_3
A 級	65	0.30	0.20	0.05	1.50	2.00
B 級	60	0.40	0.30	0.05	2.00	2.50
C 級	55	0.50	0.40	0.05	2.50	3.00
D 級	50	0.55	0.40	0.05	3.00	4.00
E 級	45	0.60	0.40	0.05	3.00	4.00

表 19.3 洛寧鋅精礦

鋅精礦樣品（2025 年 8 月）			
項目	單位	檢測結果	方法標準
Zn	%	50.96	GB/T 8151.1-2012
Ag	g/t	288	GB/T 8151.12-2012
Pb	%	0.66	GB/T 8151.20-2012
Fe	%	4.56	GB/T 8151.20-2012
Mg	%	0.19	GB/T 8151.20-2012
As	%	0.019	GB/T 8151.20-2012
Cd	%	0.3	GB/T 8151.20-2012
S	%	28.78	GB/T 8151.2-2012
SiO2	%	9.09	GB/T 8151.4-2012
Hg	%	0.0012	GB/T 8151.15-2005
Cl	%	<0.050	YS/T 1171.5-2017

中國國家標準鋅精礦要求						
	最低鋅品位 (%)	有害元素最高允許含量(%)				
		Cu	Pb	Fe	As	SiO_2
A 級	55	1.0	1.2	6	0.2	3.5
B 級	50	1.2	1.8	8	0.4	4.5

C 級	45	1.5	2.5	12	0.5	5.0
D 級	40	1.5	2.5	14	0.5	5.5

合資格人士指出，除二氧化矽外，洛寧項目精礦中的有害元素含量均低於國家標準規定的最高允許限值。

合資格人士進一步說明，二氧化矽從未被納入精礦銷售合同的條款，且自 2006 年投產以來，希爾威在精礦銷售方面從未因此遇到任何重大問題。

20 環境研究、許可及社會或社區影響

20.1 簡介

希爾威持有洛寧礦區運營所需的所有許可。勘探及採礦許可證見本報告第 4.1 節。

現有採礦許可證涵蓋全部生產採區，結合安全生產許可證及環保許可證，賦予希爾威開展完整採礦及選礦作業的權利。河南省安全生產監督管理局已頒發 7 份安全生產許可證，覆蓋沙溝、後張溝、莊頭尾礦庫（TSF1）、石窪溝尾礦庫（TSF2）、蒿坪溝、鐵爐坪（西區和東區）、龍門西溝、龍門東溝及東草溝礦山。希爾威計劃於 2026 年上半年（項目計劃 2026 年中投產前）申請寬平項目安全生產許可證。河南省環保廳已頒發 6 份環保許可證，覆蓋沙溝項目（沙溝礦山和 1,000 噸/日選礦廠）、蒿坪溝礦山、鐵爐坪礦山、龍門西溝礦山、龍門東溝礦山、東草溝礦山、寬平礦山及 2009 年建成的 2,000 噸/日選礦廠。每份許可證均附帶相關礦山開發/利用方案、水土保持方案及土地複墾計劃報告。希爾威還取得了沙溝礦山、蒿坪溝礦山、1 號尾礦庫及 2 號尾礦庫的廢水排放口批准及許可證（3 號尾礦庫見下文）。所有許可證均需定期續期。

3 號尾礦庫（石門溝尾礦庫）於 2024 年 11 月建成投運，其環境影響評價報告已完成並獲洛陽市生態環境局洛陽分局批准。2 號選礦廠技術改造和擴能項目環境影響評價報告於 2024 年 7 月獲洛陽市生態環境局洛陽分局批准。

洛寧礦區周邊無少數民族聚居，洛寧縣及陝州區文化以漢族為主。沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝、東草溝及寬平項目區域內及附近均無文化遺產地記錄。礦山周邊土地以農業用途為主。礦區不涉及自然保護區、生態公益林或嚴格土地管制區。項目區現有植被以次生植被為主，包括農田作物。區域內未發現大型野生哺乳動物，偶見小型鳥類在林地築巢活動。周邊村民飼養雞、鴨、豬、羊、牛等家畜。

希爾威通過現金捐贈及捐助支持地方基本建設及社區項目，資助大學生，並承擔道路建設、學校修繕、升級及新建等工程。此外，希爾威通過直接雇傭及優先選用當地承包商、供應商及服務提供商等方式，為地方經濟發展做出了貢獻。

20.2 法律法規

希爾威在洛寧礦區及相關基礎設施上的活動遵循以下中國法律、法規及規範。

20.2.1 法律

- 《中華人民共和國環境保護法》（1989年）
- 《中華人民共和國礦產資源法》（1996年，2024年11月8日修訂，2025年7月1日起施行）
- 《中華人民共和國安全生產法》（2002年）
- 《中華人民共和國職業病防治法》（2001年，2011年修訂）
- 《環境影響評價法》（2002年）
- 《大氣污染防治法》（2000年）
- 《噪聲污染防治法》（1996年）
- 《中華人民共和國水污染防治法》（1996年，2008年修訂）
- 《固體廢物污染環境防治法》（2002年）
- 《森林法》（1998年）
- 《水法》（1988年）
- 《中華人民共和國水土保持法》（1991年）
- 《土地管理法》（1999年）

- 《野生動物保護法》（1989年）
- 《中華人民共和國節約能源法》（1998年）
- 《中華人民共和國黃河保護法》（2023年）

20.2.2 法規及規範

- 國務院環境保護委員會《建設項目環境保護設計規定》（〔1987〕002號）
- 《建設項目環境保護管理條例》（1998年）
- 《環境監測管理條例》（1983年）
- 《自然保護區條例》（1994年）
- 《化學藥品監督管理辦法》（1995年）
- 《化學藥品管理條例》（1995年）
- 《冶金工業環境保護設計規定》（YB9066-55）
- 《污水綜合排放標準》（GB8978-1996）
- 《地表水環境質量標準》（GB3838-1988）
- 《地下水質量標準》（GB/T14848-1993）
- 《環境空氣質量標準》（GB3095-1996）
- 《大氣污染物綜合排放標準》（GB16297-1996）
- 《土壤環境質量標準》（GB15618-1995）
- 《工業企業廠界噪聲標準》（GB12348-90）
- 《重工業污染物排放標準 有色金屬》（GB4913-1985）
- 《廢渣氰化物污染控制標準》（GB12502-1990）
- 《危險廢物貯存污染控制標準》（GB18597-2001）
- 《危險廢物鑒別標準 浸出毒性鑒別》（GB5085.3-1996）
- 《危險廢物填埋污染控制標準》（GB 18598-2001）
- 《一般工業固體廢物貯存和填埋污染控制標準》（GB18599-2020）（2021年7月1日起施行）
- 《聲環境質量標準》（GB3096-2008）
- 《工業企業廠界環境噪聲排放標準》（GB12348-2008）
- 《鉛鋅行業清潔生產評價指標體系（試行）》（2007年）
- 《尾礦庫安全規程》（GB39496-2020）（2021年9月1日起更新施行）
- 《尾礦庫污染環境防治管理辦法》（生態環境部令第26號）（2022年7月1日起施行）
- 《河南省黃河流域水污染物排放標準》（2021年3月1日起施行）
- 《尾礦污染環境防治管理辦法》（1992年）
- 《化學危險品安全管理條例》（1987年）

20.3 廢物和尾礦處置管理

項目產生的主要廢副產品為採礦作業產生的廢石及選礦過程產生的尾礦，另有少量生活垃圾產生。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

廢石堆存於各硐口附近的廢石堆場，主要成分為石英、綠泥石、絹雲母、高嶺土及粘土礦物，不具產酸潛力。

廢石堆場處置方案：堆場堆滿後（或礦山閉坑時）覆土並恢復植被。為穩定堆體，在廢石場下游修建擋土牆，上游修建截水溝，防止洪水進入堆場及沖刷邊坡面。目前，沙溝、蒿坪溝、後張溝和龍門西溝等礦山的部分廢石堆場已完成覆土複墾。

2021 年 4 月，希爾威全資子公司洛陽宏發建築材料骨料有限公司（設計年產能 100 萬噸）投產，2023 財年、2024 財年和 2025 財年分別消耗廢石 45.7 萬噸、59.88 萬噸和 45.15 萬噸。資本回收後的利潤由地方政府、當地社區及員工共享。

選礦尾礦目前排入 2 號尾礦庫及 3 號尾礦庫，有效設計庫容（工作庫容）分別為 405 萬立方米和 992 萬立方米（3 號尾礦庫一期）（參見第 18.1 節）。尾礦庫設有排水及滲水收集系統，用於防洪及回水收集。尾礦庫每日巡檢內容包括尾礦管道、壩體及滲水/回水收集系統。尾礦庫滲水/回水收集系統包括一條隧洞，出水直接排入壩下游無襯砌集水池/泵站。根據現行複墾方案，尾礦庫閉庫後將覆土複墾。沙溝礦山環評報告指出，尾礦不含硫化物，無實質性產酸潛力。

3 號尾礦庫（石門溝尾礦庫）建於洛寧縣下峪鎮境內崇陽溝支流石門溝溝穀，位於 2 號選礦廠以北約 1.7 公里處，距下游崇陽溝約 500 米。

石門溝尾礦庫初期壩高 52 米，壩軸線處地面高程 498 米，壩頂標高 550 米。大壩設計堆積坡比 1:5，最終設計標高 670 米，總壩高 172 米。設計總庫容 1,921.4 萬立方米，有效庫容 1,721.25 萬立方米。

20.4 場地監測

20.4.1 監測計劃

項目在環境影響評價階段即制定了全面的監測計劃（含施工期）。洛寧作業區設環保部門，配備 8 名專職人員，主要負責洛寧礦區的環境管理及複墾工作。寬平礦項目設 3 名兼職環境管理人員。

監測計劃涵蓋大氣、粉塵、噪聲及廢水等。監測工作由具資質人員及持證機構承擔。項目已制定並實施較為嚴密的水環境監測方案，主要包括：生活污水及尾礦庫地下水：每季度檢測 1 次；礦山周邊地下水：每年檢測 1 次；沙溝、蒿坪溝和崇陽河（鐵爐坪）地表水：每半年檢測 1 次（由洛陽黎明檢測服務有限公司承擔）；沙溝（沙溝、後張溝）、蒿坪溝、鐵爐坪-龍門和東草溝礦井水：每季度檢測 1 次（由洛陽黎明檢測服務有限公司承擔）；沙溝和蒿坪溝進入故縣水庫的地表水：每月檢測 1 次（由跨省機構黃河流域環境監測中心承擔）。水環境監測計劃匯總見表 20.1。希爾威將在 2026 年上半年制定計劃，開始監測寬平項目的水質。

表 20.1 洛寧礦區水環境監測計劃

項目	監測位置	監測參數	頻率	監測單位
地下水	礦山上、下游	pH、Cu、Pb、Cd、Hg、As、Tl、Sb	1 次/年	洛陽黎明檢測服務有限公司黃河流域環境監測中
地下水	尾礦庫上、下游	pH、Cu、Pb、Cd、Hg、As、Tl、Sb	1 次/季度	
生活污水	生活污水處理後排放口	COD、BOD5、NH3-N、SS	1 次/季度	

地表水	沙溝、蒿坪溝、崇陽河（鐵爐坪）	COD、NH3-N、Ag、Cu、Pb、Zn、Cd、酚、TPH	2 次/年	
礦井水	沙溝、蒿坪溝、鐵爐坪-龍門、東草溝沉澱處理後排放口	pH、COD、NH3-N、Pb	1 次/季度	
地表水	沙溝和蒿坪溝進入故縣水庫入口	NH_3-N、Ag、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg	1 次/月	黃河流域環境監測中

合資格人士審閱了 2016-2025 年監測數據，結論如下：地表水監測結果符合《地表水環境質量標準》（GB3838-2002）II 類和 III 類限值；生活污水及選廠廢水符合《污水綜合排放標準》（GB8978-1996）一級限值；礦井水符合《污水綜合排放標準》（GB8978-1996）一級限值。上述限值與環境影響評價批復要求一致。此外，合資格人士指出，項目階段竣工環保驗收結果（廢水、廢氣、噪聲、固廢）均為合格。

少數情況下，沙溝和鐵爐坪礦山沉澱池後總排放口鉛濃度略高於允許限值（0.011 毫克/升）。

20.4.2 水資源管理

沙溝和蒿坪溝礦山供水主要取自故縣水庫及山泉水。後張溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山供水主要取自礦山附近山泉水。寬平礦山供水取自主辦公樓附近水井。

在運營沙溝/後張溝和蒿坪溝礦山的同時，保護故縣水庫水質是項目環評批復的關鍵要求。希爾威為此制定了沙溝和蒿坪溝地表水排放管理計劃，主要內容包括：礦井水經收集、沉澱處理後，結合防滲系統實現地表水零排放；設置雨水排水旁路系統，實現清淨雨水的分流及防汛。

雨水排水旁路系統建成前，項目集水區排水工程已先行完成。選礦濃密機溢流水及尾礦壓濾水（壓濾機）均返回磨礦系統循環利用，確保廢水（含尾礦水）不外排。

採礦作業用水循環回用，剩餘部分經處理後達到《地表水環境質量標準》（GB3838-2002）III 類水質和《污水綜合排放標準》（GB8978-1996）一級標準後，通過洛寧縣黃河水利委員會批准的排放口排入故縣水庫。

黃河流域環境監測中心（每月 1 次）和洛陽黎明檢測服務有限公司（每半年 1 次）監測結果表明，外排地表水水質符合相關標準限值。選定數據見表 20.2 和表 20.3，其反映了檢測結果的整體水平。

表 20.2 地表水典型水質監測結果（黃河流域環境監測中心，2024 年 1 月—2025 年 12 月）

採樣位置	採樣日期	NH_3N	Ag	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
GB3838-2002 限值（毫克/升）		0.5	<DL	1	1	0.01	0.005	0.00005
檢出限（DL）		0.025	0.00004		0.00067		0.00005	0.00004
沙溝礦山進入故縣水庫入口	2024/1/25	0.033	<DL	0.00186	0.014	0.00089	0.00012	<DL
	2024/2/28	0.03	<DL	0.00055	0.00478	0.00059	0.00011	<DL
	2024/3/28	0.034	<DL	0.00064	<DL	0.00151	<DL	<DL
	2024/4/24	0.033	<DL	0.00081	0.00248	0.00171	<DL	<DL
	2024/5/15	0.033	<DL	0.00094	0.00248	0.00332	0.00008	<DL
	2024/6/20	0.036	<DL	0.00052	<DL	0.00042	<DL	<DL
	2024/7/18	0.033	<DL	0.00143	0.00464	0.00988	0.0001	<DL
	2024/8/22	0.043	<DL	0.00149	0.00421	0.00148	0.00008	<DL
	2024/9/24	0.036	<DL	0.00187	0.00943	0.00239	<DL	<DL
	2024/10/15	0.038	<DL	0.00269	0.00675	0.00179	0.00009	<DL
	2024/11/15	0.035	<DL	0.00181	0.0089	0.00181	0.0001	<DL
	2024/12/5	0.034	<DL	0.0262	0.0142	0.00161	<DL	<DL
	2025/1/8	<DL	<DL	0.0214	0.0116	0.00252	0.00026	<DL
	2025/2/25	<DL	<DL	0.00174	<DL	0.00071	0.00006	<DL
	2025/3/13	0.029	<DL	0.00154	0.00102	0.00238	0.0001	<DL
	2025/4/28	0.029	<DL	0.00154	0.00102	0.00238	<DL	<DL
	2025/6/4	0.029	<DL	0.00206	0.00513	0.00102	0.00006	<DL
	2025/6/25	0.031	<DL	0.00272	<DL	0.00068	0.00007	<DL
	2025/7/17	0.073	<DL	0.0171	0.00329	0.00123	0.00009	<DL
	2025/8/15	0.071	<DL	0.00114	0.00486	0.00098	<DL	<DL
	2025/9/3	0.027	<DL	0.0114	0.00165	0.00358	0.0002	<DL
	2025/10/15	0.034	<DL	0.00292	0.0021	0.00024	<DL	<DL
	2025/11/25	0.031	<DL	0.00636	0.0204	0.0139	<DL	<DL
	2025/12/10	0.04	<DL	0.00373	0.00447	0.00034	<DL	<DL
蒿坪溝礦山進入故縣水庫入口	2024/1/25	0.036	<DL	0.00115	0.0052	0.00058	0.00012	<DL
	2024/2/28	0.027	<DL	0.00055	0.00388	0.00088	0.00008	<DL
	2024/3/28	0.034	<DL	0.00088	<DL	0.00222	<DL	<DL
	2024/4/24	0.027	<DL	0.00076	<DL	0.0014	<DL	<DL
	2024/5/15	0.031	<DL	0.00099	0.00161	0.00201	<DL	<DL
	2024/6/20	0.033	<DL	0.0008	0.00748	0.00036	<DL	<DL
	2024/7/18	0.044	<DL	0.0008	<DL	0.00036	<DL	<DL
	2024/8/22	0.046	<DL	0.00139	0.0018	0.00063	<DL	<DL
	2024/9/24	0.036	<DL	0.0127	0.0018	0.00275	<DL	<DL
	2024/10/15	0.035	<DL	0.0024	0.00473	0.00308	0.00006	<DL
	2024/11/15	0.035	<DL	0.00204	0.0095	0.00107	<DL	<DL
	2024/12/5	0.034	<DL	0.0446	0.0153	0.00162	<DL	<DL
	2025/1/8	<DL	<DL	0.00197	0.00375	0.00027	<DL	<DL
	2025/2/25	<DL	<DL	0.00138	0.00251	0.00095	0.00006	<DL
	2025/3/13	0.029	<DL	0.00152	0.00411	0.00135	<DL	<DL
	2025/4/28	0.029	<DL	0.00098	0.00332	0.00108	0.00006	<DL
	2025/6/4	0.038	<DL	0.00133	0.00244	0.00132	0.00018	<DL
	2025/6/25	0.028	<DL	0.002	<DL	0.003	<DL	<DL

採樣位置	採樣日期	NH_3N	Ag	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
GB3838-2002 限值（毫克/升）		0.5	<DL	1	1	0.01	0.005	0.00005
檢出限（DL）		0.025	0.00004		0.00067		0.00005	0.00004
	2025/7/17	0.062	<DL	0.0171	0.00329	0.00037	0.00008	<DL
	2025/8/15	0.056	<DL	0.00074	<DL	0.00161	<DL	<DL
	2025/9/3	0.032	<DL	0.00636	0.00764	0.00266	0.00007	<DL
	2025/10/15	<DL	<DL	0.00732	0.0026	0.00192	0.00011	<DL
	2025/11/25	0.034	<DL	0.00444	0.0026	0.00055	<DL	<DL
	2025/12/10	0.042	<DL	0.0041	0.0115	0.00086	<DL	<DL

注：單位- 毫克/升（mg/L）。DL=檢出限；NA=未檢測。

表 20.3 地表水典型水質監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司，2024 年 1 月—2025 年 12 月）

礦山	採樣日期	COD	NH3-N	Cu	Zn	Pb	Cd	TPH	酚
GB3838-2002 限值		15	0.5	1	1	0.01	0.005	0.05	0.002
檢出限（DL）				0.006	0.004	0.0025	0.00005	0.01	
沙溝	2024/03/01	12	0.121	<DL	<DL	<DL	0.005	<DL	未提供
沙溝	2025/05/16	12	0.086	<DL	<DL	0.00372	<DL	<DL	未提供
蒿坪溝	2024/03/01	10	0.112	<DL	<DL	<DL	0.005	<DL	未提供
蒿坪溝	2025/05/16	11	0.07	<DL	<DL	0.00373	<DL	<DL	未提供
崇陽河（鐵爐坪）	2024/03/01	15	0.154	<DL	<DL	<DL	0.005	<DL	未提供
崇陽河（鐵爐坪）	2025/05/16	12	0.097	<DL	<DL	0.00389	<DL	<DL	未提供

注：單位- 毫克/升（mg/L）。DL=檢出限；NA=未檢測。

除一條小溪外，鐵爐坪和龍門礦山附近無地表水體，且礦山無礦井水排入該小溪。鐵爐坪和龍門礦山下部中段產生的礦井水量有限，絕大部分回用於採礦生產，上部中段無礦井水產生。

20.4.3 地下水

地下水質量執行《地下水質量標準》（GB/T 14848-93）。選礦廠區、尾礦庫及各礦區均設有地下水監測計劃。2025 年，洛陽黎明檢測服務有限公司對項目區不同點位的地下水（主要飲用水源）進行了採樣檢測，監測指標包括 pH、Pb、Hg、Zn、Cd、Cu、As、Tl、Sb 等。檢測結果表明，地下水水質符合《地下水質量標準》（GB/T 14848-2017）III 類標準。檢測結果匯總於表 20.4。

表 20.4 地下水水質檢測結果匯總（洛陽黎明檢測服務有限公司）

採樣日期	採樣位置	pH	Pb	Hg	Cd	Cu	As	Tl	Sb
	《地下水質量標準》（GBT 14848-2017）	6--9	0.05	0.001	0.01	1	0.05	0.0001	0.005
2025/3/6	2 號尾礦庫下游	7.6	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL

2025/5/16	沙溝下游	7.8	0.00167	<DL	<DL	<DL	0.00057	<DL	0.00048
2025/5/16	蒿坪溝下游	7.5	0.00169	<DL	0.00031	<DL	0.00011	<DL	0.00035
2025/5/16	鐵爐坪-龍門下游	7.9	0.0023	<DL	<DL	<DL	0.00069	<DL	0.00791
2025/5/16	2 號尾礦庫下游	7.3	0.00179	<DL	<DL	<DL	0.00035	<DL	0.00077
2025/9/17	2 號尾礦庫下游	7.8	<DL	<DL	<DL	<DL	0.00047	<DL	0.00066
2025/11/18	2 號尾礦庫下游	7.7	<DL	<DL	<DL	<DL	0.00034	<DL	0.00097
	檢出限（DL）		**0.00009**	**0.00004**	**0.00005**	**0.006**	**0.00012**	**0.00002**	**0.00015**

注：單位- 毫克/升（mg/L）。DL=檢出限；

20.4.4 廢水

項目廢水主要來自採礦活動、選礦作業和生活污水。沙溝、後張溝、蒿坪溝礦山的礦井水經硐口泵至地表，送至沙溝礦山 1 號沉澱池（投加石灰以助凝），沉澱後進入 2 號沉澱池，溢流再經三級沉澱池處理後，通過黃河水利委員會批准的排放口（海拔 549.5 米）排入故縣水庫。

在鐵爐坪礦山 PD730 硐口附近建有類似的二級沉澱站，用於處理鐵爐坪-龍門和東草溝礦山的礦井水。

近期代表性礦井水監測結果見表 20.5。

表 20.5 礦井水監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司）

採樣日期	採樣位置	pH	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Tl (mg/L)	COD (mg/L)	NH3-N (mg/L)
	工業廢水回用標準（GB/T 19923-2005）	**6--9**	**0.005**	**0.05**	**< DL**		
2025/3/6	沙溝（蒿坪溝）沉澱處理後排放口		< DL	0.0022	0.00003	< DL	< DL
2025/3/6	鐵爐坪-龍門（東草溝）沉澱處理後排放口		< DL	0.00009L	0.00002L	< DL	< DL
2025/9/17	沙溝（蒿坪溝）沉澱處理後排放口	7.7	< DL	0.00098	< DL	14	0.266
2025/10/29	沙溝（蒿坪溝）沉澱處理後排放口	7.5	< DL	0.00246	< DL	14	0.186
2025/10/29	鐵爐坪-龍門（東草溝）沉澱處理後排放口	7.6	< DL	0.00009L	0.00002L	17	0.158
2025/11/18	沙溝（蒿坪溝）沉澱處理後排放口	7.7	< DL	0.00206	< DL	21	0.211
2025/11/18	鐵爐坪-龍門（東草溝）沉澱處理後排放口	7.6	< DL	0.00009L	0.00002L	18	0.234

注：DL=檢出限。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦區生活污水經生物+人工濕地處理系統處理後，出水水質滿足回用水標準，全部回用於景觀綠化，不外排。代表性生活污水監測結果見表 20.6。

表 20.6 生活污水水質監測結果（洛陽黎明檢測服務有限公司）

採樣日期	採樣位置	pH	COD (mg/L)	BOD5 (mg/L)	NH3-N (mg/L)	SS (mg/L)
	污水綜合排放標準一級（GB 8978-1996）	6-9	100	30	15	70
2025/2/12	沙溝生活污水排放口	未提供	32	6.8	5.12	56
2025/2/12	龍門西溝生活污水排放口	未提供	59	24	13.7	25
2025/9/17	沙溝生活污水排放口	未提供	32	7.4	1.55	18
2025/9/17	龍門東溝生活污水排放口	未提供	27	8.6	1.12	12

注：COD — 化學需氧量；BOD — 生化需氧量；SS — 懸浮物。

根據環評批復要求，故縣水庫和沙溝項目區水質保護執行《地表水環境質量標準》（(GB3838-1988）II 類標準；礦山外排廢水執行《污水綜合排放標準》一級標準（排放口處）。礦井水及周邊地表水體水質監測由洛寧縣環境保護局及黃河流域環境監測中心按場地環境監測計劃實施。月度監測結果持續表明，外排地表水水質均符合上述兩項標準。

石窪溝尾礦庫的底部排水及回水收集系統由一條排水隧洞及位於壩下游的集水池/泵站組成，尾礦庫排水及底部排水系統可實現對尾礦水的直接排放。集水池溢流水進入下游第二座攔擋壩/滲水壩。下游另設有兩座攔擋壩，第四座壩位於下游約 1 公里處，兼具泵站及應急防滲系統功能。上述壩體收集的尾礦水經長距離管道泵送回 2 號選礦廠回用，不向公共水體排放。

莊頭尾礦庫的底部排水及回水收集系統與石窪溝尾礦庫不同，集水池下游未設第二座攔擋壩/滲水壩，僅設一座集水池及應急防滲系統（含泵站），將水泵送回 1 號選礦廠。

石門溝尾礦庫設計有壩內排水隧洞和壩外洩洪隧洞兩套系統。壩外洩洪隧洞僅服務於一期工程（用於排放標高 640 米以上的雨水及洪水至下游應急防滲系統，實現雨汙分流）。壩內排水隧洞用於滲水收集和二期洩洪。尾礦滲水流入尾礦庫壩下游集水池，泵送至 2 號選礦廠高位水池回用。初期壩下游設滲水集水池一座，其下游 500 米處另設應急池（應急壩）一座。

20.5 許可要求

希爾威洛寧項目已取得以下主要許可與批准。

20.5.1 環境影響評價報告和批復

- 《沙溝礦山項目環境影響評價報告》（洛陽市環境保護設計研究所，2006年1月）
- 《沙溝礦山項目環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2006年2月）
- 《沙溝礦山項目試生產竣工驗收批復》（河南省環境保護局，2009年1月）
- 《蒿坪溝礦山環境影響評價報告》（洛陽市環境保護設計研究所，2002年11月）
- 《蒿坪溝礦山環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2003年1月）
- 《蒿坪溝礦山環境影響評價報告批復》（洛陽市生態環境局洛寧分局，2024年12月25日）
- 《陝州區寬平銀金礦資源開發利用項目環境影響評價報告批復》（河南鑫寶源礦業有限公司，河南省生態環境廳，2024年7月3日）
- 《鐵爐坪礦山環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，1998年11月）

- 《龍門礦山擴建項目環境影響評價批復》（河南省環境保護局，2010年5月）
- 《2000噸/日選礦廠及尾礦庫環境影響評價報告》（洛陽市環境保護設計研究所，2009年5月）
- 《2000噸/日選礦廠及尾礦庫環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2009年7月）
- 《鐵爐坪/龍門礦山環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2016年3月）
- 《蒿坪溝礦山環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2016年2月）
- 《東草溝礦山環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2016年7月）
- 《石門溝尾礦庫項目環境影響評價報告批復》（河南省環境保護局，2023年）
- 《河南發恩德礦業有限公司清潔場地生產審核報告》（洛陽市環境保護局，2013年12月）
- 《河南發恩德礦業有限公司清潔場地生產審核報告》（洛陽市環境保護局，2015年1月）
- 《河南發恩德礦業有限公司環境應急預案》（洛陽市環境保護局備案，2012年4月）
- 《河南發恩德鐵爐坪礦和石窪溝尾礦庫環境應急預案》（洛陽市環境保護局備案，2014年1月）
- 《沙溝礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2012年7月）
- 《沙溝礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年6月）
- 《蒿坪溝礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年6月）
- 《鐵爐坪礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2012年7月）
- 《鐵爐坪/龍門礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年12月）
- 《東草溝礦山地質環境保護與恢復治理方案》（河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年1月）

20.5.2 項目安全預評價報告和安全生產許可證

- 《沙溝（沙溝礦山）項目安全預評價報告和備案》（河南天泰礦冶安全工程咨詢有限公司，2008年12月）
- 《蒿坪溝礦山安全預評價報告和備案》（河南礦物質檢測中心，2010年4月）
- 《鐵爐坪礦山安全預評價報告和備案》（河南天泰礦冶安全工程咨詢有限公司，2008年12月）
- 《龍門礦山安全預評價報告和備案》（河南礦物質檢測中心，2011年1月）
- 河南發恩德礦業有限公司安全生產許可證（XCGL001Y）（河南省應急管理廳，有效期：2022.1.20～2025.1.19）
- 沙溝礦山安全生產許可證（XCDX006Y）（河南省應急管理廳，有效期：2021.4.25～2024.4.24）

- 蒿坪溝礦山安全生產許可證（XCJC388Y）（河南省應急管理廳，有效期：2021.9.20～2024.9.19）
- 鐵爐坪/龍門礦山西區安全生產許可證（XCDX004Y）（河南省應急管理廳，有效期：2022.1.20～2025.1.19）
- 鐵爐坪/龍門礦山東區安全生產許可證（XCDX001）（河南省應急管理廳，有效期：2022.2.22～2025.2.21）
- 龍門東溝礦山安全生產許可證（XCDX002Y）（河南省應急管理廳，有效期：2022.1.20～2025.1.19）
- 龍門西溝礦山安全生產許可證（XCDX003Y）（河南省應急管理廳，有效期：2022.1.20～2025.1.19）
- 後張溝礦山（Qiaogou）礦安全生產許可證（XCDX007Y）（河南省應急管理廳，有效期：2021.4.25～2024.4.24）
- 莊頭尾礦庫運營安全生產許可證（XCWK365Y）（河南省應急管理廳，有效期：2019.11.21～2022.11.20）
- 石窪溝尾礦庫運營安全生產許可證（XCWK375Y）（河南省應急管理廳，有效期：2019.12.7～2022.12.6）

20.5.3 資源開發利用方案報告和批復

- 沙溝礦山資源開發利用方案報告和批復（中鋼集團工程設計研究院）
- 沙溝（沙溝、後張溝礦山）資源開發利用方案（可行性研究）報告和批復（河南省冶金規劃設計研究院有限責任公司，2013年）
- 蒿坪溝礦山資源開發利用方案報告和批復（三門峽市黃金設計院，2010年2月）
- 鐵爐坪礦山資源開發利用方案報告和批復（中鋼集團工程設計研究院）
- 龍門礦山資源開發利用方案報告和批復（三門峽市黃金設計院，2010年4月）
- 東草溝礦山資源開發利用方案報告和批復（河南發恩德礦業有限公司，2020年7月）
- 鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝礦山資源開發利用方案及生態修復與土地複墾計劃報告（河南天泰工程技術有限公司，2022年1月）
- 沙溝礦山資源開發利用方案報告和批復（河南發恩德礦業有限公司，2024年7月）
- 蒿坪溝礦山資源開發利用方案報告和批復（河南發恩德礦業有限公司，2024年11月）
- 鐵爐坪-龍門礦山資源開發利用方案報告和批復（河南發恩德礦業有限公司，2025年4月）
- 東草溝礦山資源開發利用方案報告和批復（河南發恩德礦業有限公司，2025年3月）

20.5.4 水土保持方案和批復

- 《沙溝礦山水土保持方案》（洛陽市水土保持監督站編制，洛陽市水務局批復2009年5月）
- 《蒿坪溝礦山水土保持方案》（洛陽市水土保持監督站編制，洛陽市水務局批復2008年5月）
- 《龍門礦山水土保持方案》（洛陽市水土保持監督站編制，洛陽市水務局批復2007年1月）
- 《石門溝尾礦庫水土保持方案》（洛陽市水務局批復，2022年）
- 沙溝和蒿坪溝礦山廢水排入故縣水庫批准（黃河水利委員會批復，2007年1月）

- 洛寧尾礦庫廢水排入崇陽河批准（黃河水利委員會批復，2007年1月）
- 《沙溝礦山土地複墾方案》(河南發恩德礦業有限公司編制,河南省國土資源廳備案,2014年7月）
- 《鐵爐坪/龍門礦山土地複墾方案》(河南發恩德礦業有限公司編制,河南省國土資源廳備案，2015年6月）
- 《蒿坪溝礦山土地複墾方案》(河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2016年1）
- 《東草溝礦山土地複墾方案》(河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年9月）
- 《石窪溝尾礦庫土地複墾方案》(河南發恩德礦業有限公司編制，河南省國土資源廳備案，2014年7月）
- 《固定污染源污水排放登記回執》(河南發恩德礦業有限公司，有效期：2020.4.14～2025.4.13）

20.5.5 地質災害評估報告和批復

- 《沙溝礦山地質災害評估報告》(河南省國土資源科學研究院，2009年1月）
- 地質災害評估報告是2004年3月實施的採礦許可證申請文件的一部分。蒿坪溝、龍門和鐵爐坪礦山因原始採礦許可證於2004年3月之前已頒發，因此不需要提交該報告。

20.5.6 採礦許可證

見第 4 章表 4.1。

20.5.7 土地使用權許可證

- **土地使用權證（洛寧縣國用（2011）第0032號），**該證涵蓋位於洛寧縣下峪鎮沙溝村的98,667平方米土地，有效期至2061年，由洛寧縣政府、洛寧縣國土資源局及原國土資源部頒發批准。
- **林地使用權許可證（豫林資許（2008）170號），**該證由河南省林業局於2008年11月頒發，涵蓋位於洛寧縣下峪鎮莊頭村的12.8064公頃林地，用於選礦廠及尾礦庫建設。

20.5.8 取水許可證

- 取水許可證（編號：C410328S2025-0022），該證允許每年取水997,200立方米，用於生活用水及選礦加工。取水地點包括洛寧縣崇陽電站大壩右岸、蒿坪溝礦山水地表水及沙溝礦山水地表水。該證由洛陽市水利局於2025年12月24日頒發，有效期至2030年12月23日。
- 取水許可證（編號：C410328G2023-0066），該證允許每年取水809,900立方米，用於沙溝鉛鋅礦、蒿坪溝銀鉛礦、鐵爐坪-龍門銀鉛礦及東草溝金銀礦採礦許可證範圍內的生活用水及選礦加工。該證由洛陽市水利局於2023年10月26日頒發，有效期至2026年10月25日。

20.6 社會與社區互動

洛寧項目周邊最近的較大社區為下峪鎮，位於選礦廠區西南約 2 公里處。洛寧縣城位於東北約 48 公里處，盧氏縣城位於西南約 30 公里處。寬平項目位於三門峽市東南約 34 公里處。

礦區周邊土地以農業用地為主。

希爾威向洛寧縣境內社區提供了多項捐贈與資助，包括對當地基建項目及社區支持計劃的現金捐助，以及道路修建、學校改擴建等基建項目。2024 年和 2025 年，希爾威分別捐贈 1,085 萬元和 860 萬元人民幣；截至 2025 年 12 月 31 日，希爾威累計現金及實物捐贈約 1.5 億元人民幣。

洛寧項目運營的經濟效益還體現在直接雇傭及優先選用當地承包商、供應商及服務商等方面。

合資格人士了解到，目前尚無關於希爾威洛寧礦區運營的公眾投訴記錄。

20.6.1 少數民族與文化遺產

礦區範圍內無少數民族聚居。洛寧縣及陝州區構成以漢族為主。據了解，洛寧礦區內及附近均無文化遺產地記錄。

20.6.2 與地方政府的關係

希爾威表示與洛寧縣、陝縣和洛陽市地方政府保持密切關係，具體體現在：

- 公司就地方事務與洛寧縣政府保持溝通協商。
- 委託洛寧縣對沙溝和蒿坪溝項目開展常規水質監測。
- 與監管部門關係良好，未收到任何違反環境條件的通知。

20.6.3 勞工實踐

洛寧礦區的生產活動符合中國勞動法律法規。所有全職員工均簽訂正式勞動合同，工資水平遠高於當地最低工資標準。公司每年為員工安排職業健康監護體檢，並在員工入職前、在職期間及離職後進行健康檢查。公司不雇用童工或未成年工。

20.7 修復與複墾

項目在審批階段即制定了修復與複墾方案，涵蓋建設期、運營期及閉礦期各階段的措施。2016 財年至 2025 財年，公司累計投入約 2.132 億元人民幣用於環境保護，包括粉塵治理、廢水處理、固體廢物處置、底部排水隧洞建設、水土保持、噪聲控制、生態恢復及應急預案等。同期，按環境影響評價計劃完成植被恢復面積 1,366,500 平方米，其中 2024 年完成 54,700 平方米，2025 年完成 116,800 平方米。各礦山已廢棄巷道完成封堵，並進行了複墾綠化。

2016 財年至 2025 財年環境保護、修復複墾及征地補償支出詳見表 20.7。

表 20.7 2016～2025 財年複墾與修復支出（單位：千元人民幣）

項目	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	共計
環境影響評價	640	0	0	0	0	490	101	226	740	553	2,750
水土保持	0	0	0	410	130	557	238	194	563	587	2,679
環境設備	0	140	240	770	80	2,800	168	153	694	1,049	6,093
尾礦庫	1,130	610	10,090	10,830	20	585	23,231	37,819	75,828	6,949	167,091
土地複墾	600	780	1,060	2,980	1,120	2,600	620	1,624	3,291	4,370	19,044
征地補償	1,540	1,550	2,840	1,780	20	1,840	1,274	1,189	1,527	2,003	15,563
共計	**3,910**	**3,080**	**14,230**	**16,770**	**1,370**	**8,872**	**25,632**	**41,205**	**82,641**	**15,511**	**213,221**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

20.8 礦山閉坑計劃

礦山閉坑將遵守中國國家法規要求，主要包括《礦產資源法》（1996 年）第 21 條（閉坑要求）和《中華人民共和國礦產資源法實施細則》（2006 年）第 33 條、第 34 條。

礦山閉坑規劃將包括以下內容：

- 確定所有閉坑利益相關方（如政府、員工、社區等）。
- 通過利益相關方協商確定閉坑驗收標準及閉坑後土地利用方案。
- 保存利益相關者咨詢記錄。
- 根據商定的閉坑後土地利用方案，制定礦區生態修復目標。
- 明確界定閉坑責任（以議定的閉坑標準為依據）。
- 制定閉坑管理策略及成本估算（以履行/減輕閉坑責任）。
- 建立閉坑費用財務計提程序。
- 描述閉坑後的監測活動 / 計劃（即證明符合修復目標 / 閉坑標準）。

根據中國國家法規要求，希爾威將在礦山閉坑前至少 1 年完成場地退役計劃，屆時將開展場地修復及閉坑成本估算工作。

21 資本支出和運營成本

所有資本支出及運營成本估算均假定匯率為 1.00 美元 = 7.00 元人民幣。

21.1 資本成本

下表 21.1 列出了洛寧礦區為開發當前礦產儲量而預測的資本成本。

表 21.1 列出了至 2042 年礦山服務年限結束時的預計資本支出，包括勘探與礦山開拓、設施、廠房及設備，以及一般投資資本。這些資本成本的估算基礎是第 16 章和第 17 章中所述的礦山服務年限採礦與選礦計劃。

自 2026 年 1 月 1 日，礦山服務年限內的預計資本支出總計為 3.65 億美元，該金額包括了 3 號選礦廠的建設完工與調試費用，以及計劃於 2028 財年完成的礦石分選和尾礦庫相關成本。

合資格人士認為，相對於計劃的勘探、開拓、採礦、選礦以及相關的現場設施、設備和基礎設施，預測的資本成本是合理的。

表 21.1 洛寧礦區礦山服務年限預計資本支出（百萬美元）

成本項目	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
沙溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	57.62	3.27	14.50	12.32	10.97	4.09	3.53	2.98	2.12	1.97	1.73	0.08	0.06					
設施、廠房及設備	9.92	0.07	3.56	0.41	0.44	0.47	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.45	0.44	0.38	0.37	0.31	0.20
投資資本支出	59.73	1.66	18.96	12.94	7.47	5.37	3.29	3.00	2.40	1.63	0.94	0.41	0.42	0.31	0.31	0.31	0.31	0.00
沙溝礦資本支出總計	**127.28**	**5.00**	**37.02**	**25.67**	**18.88**	**9.93**	**7.30**	**6.44**	**4.98**	**4.08**	**3.14**	**0.96**	**0.94**	**0.75**	**0.69**	**0.68**	**0.62**	**0.20**
後張溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	11.14	3.40	4.86	1.53	0.77	0.18	0.13	0.13	0.13	0.02								
設施、廠房及設備	7.95	0.10	3.30	0.47	0.52	0.51	0.50	0.49	0.45	0.42	0.38	0.32	0.31	0.18				
投資資本支出	38.62	0.90	12.86	7.09	3.24	2.45	2.21	2.04	1.93	1.89	1.87	1.66	0.50					
後張溝礦資本支出總計	**57.70**	**4.40**	**21.02**	**9.08**	**4.53**	**3.14**	**2.84**	**2.66**	**2.51**	**2.33**	**2.25**	**1.98**	**0.81**	**0.18**				
蒿坪溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦	3.27	0.48	2.40	0.39														

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
山開拓掘進																		
設施、廠房及設備	1.95	0.01	0.92	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.04
投資資本支出	28.48	0.70	6.49	3.72	2.64	1.81	1.90	1.70	1.47	1.46	1.41	1.31	1.14	0.87	0.76	0.56	0.53	0.00
蒿坪溝礦資本支出總計	**33.70**	**1.19**	**9.82**	**4.16**	**2.70**	**1.88**	**1.97**	**1.77**	**1.55**	**1.53**	**1.48**	**1.39**	**1.22**	**0.94**	**0.83**	**0.63**	**0.60**	**0.04**
鐵爐坪																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	10.97	1.54	5.24	2.89	0.64	0.25	0.13	0.08	0.10	0.09	0.02							
設施、廠房及設備	5.26	0.09	2.35	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.30	0.22	0.17	0.14	0.07				
投資資本支出	31.17	1.04	11.77	6.47	4.34	1.43	1.16	1.28	0.92	0.80	0.68	0.49	0.38	0.38				
鐵爐坪礦資本支出總計	**47.40**	**2.67**	**19.36**	**9.68**	**5.31**	**2.00**	**1.61**	**1.68**	**1.34**	**1.19**	**0.91**	**0.66**	**0.52**	**0.45**				
龍門東溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	8.90	0.36	2.75	1.64	0.77	0.58	0.53	0.54	0.62	0.50	0.53	0.08						
設施、廠房及設備	6.31	0.06	1.38	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.48	0.38					
投資資本	21.49	0.67	6.63	3.85	2.85	1.81	1.21	1.04	0.88	0.97	0.79	0.72	0.08					

成本項目	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
支出																		
龍門東溝礦資本支出總計	**36.69**	**1.09**	**10.75**	**5.99**	**4.12**	**2.89**	**2.24**	**2.08**	**2.01**	**1.97**	**1.82**	**1.29**	**0.46**					
龍門西溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	17.47	1.07	5.60	3.15	1.70	1.21	1.22	0.76	1.28	1.49								
設施、廠房及設備	5.07	0.06	1.34	0.38	0.38	0.40	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41						
投資資本支出	18.77	0.59	5.66	3.56	1.76	1.80	1.58	1.49	1.75	0.45	0.14							
龍門西溝礦資本支出總計	**41.30**	**1.72**	**12.60**	**7.09**	**3.84**	**3.40**	**3.22**	**2.68**	**3.45**	**2.35**	**0.55**	**0.41**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**

東草溝																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	4.10	0.08	2.77	0.98	0.27													
設施、廠房及設備	0.95	0.00	0.23	0.04	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11	0.10								
成本項目	**礦山服務年限總計**	**FY 2026 Q4**	**FY 2027**	**FY 2028**	**FY 2029**	**FY 2030**	**FY 2031**	**FY 2032**	**FY 2033**	**FY 2034**	**FY 2035**	**FY 2036**	**FY 2037**	**FY 2038**	**FY 2039**	**FY 2040**	**FY 2041**	**FY 2042**
投資資本支出	4.17	0.06	1.26	0.75	0.83	0.57	0.46	0.13	0.06	0.06								

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
東草溝礦資本支出總計	**9.22**	**0.13**	**4.27**	**1.77**	**1.20**	**0.69**	**0.57**	**0.24**	**0.18**	**0.16**								
寬平																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	4.25	0.66	1.93	1.66														
設施、廠房及設備	1.05	0.00	0.41	0.29	0.29	0.06												
投資資本支出	6.25	0.64	3.42	2.05	0.10	0.06												
東草溝礦資本支出總計	**11.55**	**1.30**	**5.76**	**4.00**	**0.39**	**0.11**												
洛寧礦區總計																		
維持性資本支出																		
勘探與礦山開拓掘進	117.71	10.86	40.06	24.54	15.11	6.31	5.53	4.49	4.25	4.06	2.28	0.16	0.06					
設施、廠房及設備	38.45	0.39	13.49	2.47	2.64	2.45	2.41	2.39	2.35	2.29	2.05	1.92	1.35	0.76	0.45	0.44	0.37	0.24
投資資本支出	208.68	6.24	67.05	40.42	23.23	15.29	11.80	10.67	9.42	7.26	5.82	4.59	2.53	1.57	1.07	0.87	0.85	0.00
洛寧礦區資本支出總計	**364.84**	**17.50**	**120.60**	**67.43**	**40.97**	**24.04**	**19.74**	**17.55**	**16.01**	**13.61**	**10.15**	**6.67**	**3.94**	**2.32**	**1.52**	**1.31**	**1.22**	**0.24**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

21.2 運營成本

主要運營成本類別包括採礦、運輸、選礦、一般及行政管理費用、產品銷售費用、礦產資源稅以及政府規費和其他稅費。

希爾威使用承包商工人進行採礦作業，按噸礦或按米計價。合同包含所有勞動力、所有固定及移動設備、材料以及消耗品（包括通過公司採購的燃油和爆炸物品）。平硐口區域的木材等地面支護耗材以及電力供應由公司負責。

運輸成本是指將礦石從各礦運至選礦廠的費用。

選礦成本的主要組成部分為公用事業（電力和水）、消耗品（磨礦用鋼和藥劑）以及勞動力，各部分通常約占選礦總成本的三分之一。

一般及行政管理費用包括員工薪資福利、辦公及行政開支以及專業服務費。

自 2016 年 7 月 1 日起，原礦產資源稅改為按銷售額百分比計征。礦產資源稅的計提比例約為銷售額的 3%。

根據中國河南省於 2024 年實施的《礦業權出讓收益征收辦法》，自 2024 年 11 月起，礦業權出讓收益已納入政府規費和其他稅費項下支付。

表 21.2 匯總了按礦山劃分及洛寧礦區整體的預計礦山服務年限單位運營成本和總運營成本（美元）。

合資格人士指出，就洛寧礦區整體而言，單位運營成本估算與用於確定礦產儲量邊界品位的單位成本非常接近。就龍門東溝礦而言，預計單位採礦成本下降約 18%，這可以視為規模效益的體現，該效益與礦山服務年限內計劃年均產量接近 2025 財年的三倍相關。就東草溝礦而言，預計單位採礦成本下降約 24%，這不僅歸因於預測年產量的大幅提高，還得益於近期與鐵爐坪溝礦的井下貫通，有望提升運營效率。

總體而言，合資格人士認為，相對於所採用的方法和技術以及礦山服務年限內規劃的運營規模，運營成本估算是合理的。報告也指出了成本面臨的通脹壓力，雖然預計總體年產量將增加，且引入更多機械化採礦有助於將成本控制在預測水平附近，但持續關注運營效率和成本效益仍然至關重要。

表 21.2 洛寧礦區礦山服務年限預計運營成本（百萬美元及美元/噸）

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
沙溝																			
採礦	89.19	645.99	7.78	38.28	43.84	42.75	45.38	46.17	45.48	45.55	46.24	44.54	44.22	41.08	41.44	36.57	34.16	27.03	15.48
運輸	3.25	23.52	0.24	1.20	1.43	1.56	1.65	1.69	1.63	1.63	1.66	1.65	1.66	1.58	1.55	1.32	1.29	1.07	0.70
選礦	12.40	89.81	0.91	4.59	5.47	5.96	6.28	6.44	6.24	6.24	6.34	6.31	6.35	6.04	5.91	5.05	4.93	4.10	2.66
一般及行政管理與產品銷售成本	7.05	51.09	0.52	2.61	3.11	3.39	3.57	3.66	3.55	3.55	3.61	3.59	3.61	3.44	3.36	2.87	2.81	2.33	1.51
礦產資源稅與礦業權出讓費	12.58	91.09	1.93	6.89	7.00	6.05	6.18	6.63	6.28	6.26	6.33	6.26	5.99	5.59	5.30	4.52	4.58	3.43	1.88
政府規費與其他稅費	3.52	25.47	0.26	1.30	1.55	1.69	1.78	1.83	1.77	1.77	1.80	1.79	1.80	1.71	1.68	1.43	1.40	1.16	0.75
沙溝運營成本總計	**127.98**	**926.98**	**11.64**	**54.87**	**62.39**	**61.41**	**64.84**	**66.41**	**64.94**	**65.00**	**65.98**	**64.13**	**63.62**	**59.44**	**59.25**	**51.76**	**49.17**	**39.13**	**22.97**
後張溝																			
採礦	78.71	85.48	0.95	8.13	8.75	7.31	7.76	8.60	8.33	8.30	8.19	7.85	6.60	4.71					
運輸	3.82	4.15	0.04	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.38	0.37	0.29					
選礦	12.41	13.48	0.14	1.25	1.24	1.25	1.24	1.24	1.24	1.25	1.26	1.24	1.20	0.94					
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	7.67	0.08	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.68	0.53					
礦產資源稅與礦業權出讓費	8.61	9.35	0.20	1.36	1.10	0.79	0.80	0.79	0.79	0.80	0.80	0.77	0.68	0.47					
政府規費與其他稅費	3.52	3.82	0.04	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.35	0.34	0.27					
後張溝運營成本總計	**114.13**	**123.95**	**1.46**	**12.18**	**12.53**	**10.80**	**11.24**	**12.07**	**11.80**	**11.79**	**11.70**	**11.29**	**9.87**	**7.22**					
蒿坪溝																			
採礦	75.55	101.86	1.72	9.15	10.01	10.86	10.92	9.72	9.88	8.40	9.95	9.42	6.88	4.95					
運輸	2.45	3.30	0.05	0.28	0.28	0.29	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.26	0.22					
選礦	12.40	16.72	0.24	1.42	1.44	1.48	1.55	1.62	1.62	1.64	1.64	1.64	1.33	1.10					
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	9.51	0.14	0.81	0.82	0.84	0.88	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.76	0.62					
礦產資源稅與礦業權出讓費	6.51	8.78	0.20	0.88	0.76	0.72	0.77	0.86	0.89	0.92	0.83	0.88	0.68	0.39					

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
政府規費與其他稅費	3.52	4.74	0.07	0.40	0.41	0.42	0.44	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.38	0.31					
成本項目	**單位成本**	**礦山服務年限總計**	**FY 2026 Q4**	**FY 2027**	**FY 2028**	**FY 2029**	**FY 2030**	**FY 2031**	**FY 2032**	**FY 2033**	**FY 2034**	**FY 2035**	**FY 2036**	**FY 2037**	**FY 2038**	**FY 2039**	**FY 2040**	**FY 2041**	**FY 2042**
蒿坪溝運營成本總計	**107.49**	**144.91**	**2.42**	**12.95**	**13.72**	**14.61**	**14.86**	**13.91**	**14.10**	**12.68**	**14.14**	**13.66**	**10.29**	**7.58**					
鐵爐坪																			
採礦	61.24	248.98	6.56	24.22	24.56	26.20	25.42	24.06	23.47	21.33	19.79	17.72	14.61	13.86	7.17				
運輸	2.84	11.53	0.24	0.94	1.06	1.18	1.17	1.14	1.11	1.03	0.96	0.87	0.72	0.70	0.40				
選礦	12.40	50.43	1.05	4.11	4.63	5.15	5.13	4.98	4.87	4.50	4.22	3.79	3.16	3.07	1.76				
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	28.69	0.59	2.34	2.64	2.93	2.92	2.83	2.77	2.56	2.40	2.16	1.80	1.75	1.00				
礦產資源稅與礦業權出讓費	7.63	31.00	1.46	3.89	3.77	3.13	3.07	2.96	2.84	2.57	2.29	1.71	1.38	1.23	0.69				
政府規費與其他稅費	3.52	14.30	0.30	1.17	1.31	1.46	1.45	1.41	1.38	1.27	1.20	1.08	0.90	0.87	0.50				
鐵爐坪運營成本總計	**94.68**	**384.93**	**10.20**	**36.67**	**37.97**	**40.06**	**39.17**	**37.38**	**36.46**	**33.26**	**30.86**	**27.33**	**22.56**	**21.48**	**11.54**				
龍門東溝																			
採礦	63.99	146.46	2.11	10.06	8.83	9.96	10.45	9.89	9.98	10.06	9.17	9.17	9.33	8.51	9.68	8.43	8.29	7.97	4.58
運輸	2.84	6.49	0.06	0.29	0.30	0.36	0.42	0.42	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.41	0.25
選礦	12.40	28.39	0.28	1.25	1.29	1.59	1.84	1.83	1.91	1.94	1.94	1.95	1.96	1.98	1.98	1.89	1.88	1.78	1.10
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	16.15	0.16	0.71	0.73	0.91	1.04	1.04	1.09	1.11	1.10	1.11	1.11	1.13	1.13	1.07	1.07	1.01	0.62
礦產資源稅與礦業權出讓費	9.61	22.01	0.51	1.57	1.44	1.21	1.35	1.36	1.40	1.45	1.46	1.31	1.38	1.30	1.36	1.38	1.42	1.31	0.80
政府規費與其他稅費	3.52	8.05	0.08	0.35	0.37	0.45	0.52	0.52	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.53	0.53	0.50	0.31
龍門東溝運營成本總計	**99.42**	**227.55**	**3.21**	**14.23**	**12.95**	**14.49**	**15.62**	**15.04**	**15.36**	**15.55**	**14.67**	**14.56**	**14.78**	**13.93**	**15.16**	**13.74**	**13.62**	**12.98**	**7.65**
龍門西溝																			

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
採礦	64.59	159.86	4.48	18.39	17.48	17.40	15.89	15.53	15.43	15.14	13.80	10.46	7.16	5.66	3.03				
運輸	2.84	7.02	0.19	0.67	0.71	0.71	0.71	0.70	0.70	0.69	0.65	0.48	0.37	0.30	0.14				
選礦	12.41	30.70	0.82	2.92	3.10	3.10	3.09	3.07	3.06	3.00	2.84	2.11	1.63	1.33	0.63				
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	17.47	0.47	1.66	1.77	1.76	1.76	1.74	1.74	1.71	1.62	1.20	0.93	0.76	0.36				
礦產資源稅與礦業權出讓費	8.74	21.64	1.15	3.16	2.59	1.98	1.90	1.96	1.87	1.83	1.74	1.29	0.99	0.80	0.36				
政府規費與其他稅費	3.52	8.71	0.23	0.83	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.85	0.81	0.60	0.46	0.38	0.18				
成本項目	**單位成本**	**礦山服務年限總計**	**FY 2026 Q4**	**FY 2027**	**FY 2028**	**FY 2029**	**FY 2030**	**FY 2031**	**FY 2032**	**FY 2033**	**FY 2034**	**FY 2035**	**FY 2036**	**FY 2037**	**FY 2038**	**FY 2039**	**FY 2040**	**FY 2041**	**FY 2042**
龍門西溝運營成本總計	**99.15**	**245.39**	**7.34**	**27.61**	**26.53**	**25.83**	**24.23**	**23.87**	**23.67**	**23.22**	**21.45**	**16.14**	**11.55**	**9.23**	**4.71**				
東草溝																			
採礦	74.88	27.30	0.31	2.03	2.14	3.91	4.30	4.01	3.82	3.64	3.14								
運輸	2.84	1.03	0.00	0.06	0.06	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.13								
選礦	12.40	4.52	0.02	0.27	0.26	0.66	0.69	0.68	0.69	0.68	0.58								
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	2.57	0.01	0.15	0.15	0.37	0.39	0.39	0.39	0.38	0.33								
礦產資源稅與礦業權出讓費	4.29	1.56	0.01	0.15	0.11	0.24	0.24	0.20	0.23	0.21	0.18								
政府規費與其他稅費	3.52	1.28	0.00	0.08	0.07	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.16								
東草溝運營成本總計	**104.98**	**38.28**	**0.36**	**2.74**	**2.80**	**5.53**	**5.97**	**5.62**	**5.50**	**5.25**	**4.53**								
寬平																			
採礦	105.71	26.18		5.50	10.10	8.87	1.70												
運輸	6.11	1.51		0.21	0.60	0.59	0.11												
選礦	12.40	3.07		0.43	1.21	1.20	0.23												
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	1.75		0.24	0.69	0.69	0.13												
礦產資源稅與礦	10.51	2.60		0.36	1.20	0.89	0.15												

成本項目	單位成本	礦山服務年限總計	FY 2026 Q4	FY 2027	FY 2028	FY 2029	FY 2030	FY 2031	FY 2032	FY 2033	FY 2034	FY 2035	FY 2036	FY 2037	FY 2038	FY 2039	FY 2040	FY 2041	FY 2042
業權出讓費																			
政府規費與其他稅費	3.52	0.87		0.12	0.34	0.34	0.06												
東草溝運營成本總計	**145.31**	**35.98**		**6.87**	**14.14**	**12.58**	**2.39**												
洛寧礦區總計																			
採礦	75.43	1442.1	23.92	115.76	125.72	127.26	121.82	117.97	116.39	112.42	110.29	99.16	88.79	78.78	61.33	45.00	42.45	35.01	20.05
運輸	3.06	58.56	0.82	4.03	4.82	5.23	4.90	4.80	4.75	4.65	4.56	4.15	3.84	3.55	2.55	1.75	1.72	1.48	0.95
選礦	12.40	237.13	3.46	16.23	18.65	20.40	20.05	19.85	19.64	19.24	18.82	17.04	15.63	14.46	10.29	6.93	6.81	5.88	3.75
一般及行政管理與產品銷售成本	7.06	134.89	1.97	9.24	10.61	11.60	11.40	11.29	11.17	10.94	10.70	9.69	8.89	8.23	5.85	3.94	3.88	3.34	2.13
礦產資源稅與礦業權出讓費	9.83	188.03	5.46	18.26	17.96	15.03	14.45	14.76	14.30	14.04	13.63	12.23	11.10	9.78	7.71	5.90	6.00	4.74	2.68
政府規費與其他稅費	3.52	67.24	0.98	4.60	5.29	5.78	5.68	5.63	5.57	5.46	5.34	4.83	4.43	4.10	2.92	1.97	1.93	1.67	1.06
成本項目	**單位成本**	**礦山服務年限總計**	**FY 2026 Q4**	**FY 2027**	**FY 2028**	**FY 2029**	**FY 2030**	**FY 2031**	**FY 2032**	**FY 2033**	**FY 2034**	**FY 2035**	**FY 2036**	**FY 2037**	**FY 2038**	**FY 2039**	**FY 2040**	**FY 2041**	**FY 2042**
洛寧礦區運營成本總計	**111.30**	**2,128**	**36.62**	**168.13**	**183.04**	**185.31**	**178.31**	**174.31**	**171.82**	**166.75**	**163.34**	**147.10**	**132.68**	**118.89**	**90.65**	**65.50**	**62.80**	**52.11**	**30.63**

注：由於四捨五入，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

22 經濟分析

22.1 簡介

盡管希爾威是一家生產型發行人，因此，在編制 NI43-101 技術報告時，無需對洛寧礦區進行經濟分析，但合資格人士認為，納入一項概要分析以說明相對於最新礦產儲量估算及相關生產計劃的經濟影響是合理的。

採用了洛寧礦區以下實際銷售金屬價格（除非另有說明，均為整個預計礦山服務年限內的洛寧礦區平均值）、平均成本及匯率（所有數值單位為美元）進行經濟分析：

- 金價（美元/金衡盎司） 3,400 FY2026Q4, 2,975 FY2027, 2,800 LOM
- 銀價（美元/金衡盎司） 76.80 FY2026Q4, 48.00 FY2027, 38.40 FY2028, 26.88 LOM
- 鉛價（美元/磅） 0.90
- 鋅價（美元/磅） 1.92
- 銅價（美元/磅） 1.76
- 採礦成本（美元/噸） 75.43
- 選礦成本（美元/噸） 12.40
- 運輸成本（美元/噸） 3.06
- 礦產資源稅與權利金（美元/噸） 9.87
- 管理費用（美元/噸） 7.05
- 政府規費及其他稅費（美元/噸） 3.52
- 維持性資本與增長性資本（美元/噸） 19.08
- 匯率 美元兌人民幣匯率：1 美元=7.00 元人民幣

合資格人士對上述經濟參數做出如下說明：

- 洛寧礦區實際金屬價格依據希爾威提供的資料，並假設以下美元市場價計算：
  - 金（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 4,000，2027 財年為 3,500，剩餘礦山服務年限為 2,800

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

- 銀（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 80，2027 財年為 50，2028 財年為 40，剩餘礦山服務年限為 28
- 鉛（美元/磅）：0.90
- 鋅（美元/磅）：1.20
- 銅（美元/磅）：4.40

- 除金在 2026 財年第四季度/2027 財年的價格，以及銀在 2026 財年第四季度/2027 財年/2028 財年的價格外，上述市場價格與採礦邊界品位計算中使用的價格一致。
- 成本數值如第 21 節所述（維持性資本和增長性資本包括截至 2028 財年的選礦廠擴建、尾礦庫和礦石分選資本）。

合資格人士還指出，撰寫本技術報告時的大致現貨金屬價格為：金——4,745 美元/盎司；銀——75.50 美元/盎司；鉛——0.86 美元/磅；鋅——1.49 美元/磅；銅——5.85 美元/磅。

22.2 年度生產計劃

經濟分析所依據的洛寧項目採礦服務年限內礦石及金屬生產計劃如下表 22.1 所示。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

表 22.1 洛寧礦區礦山服務年限生產計劃

洛寧礦區生產計劃	FY2026Q4	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032	FY2033	FY2034	FY2035	FY2036	FY2037	FY2038	FY2039	FY2040	FY2041	FY2042	共計
洛寧礦區 - 總量（噸）																		
削壁充填採礦法	241,370	1,125,275	1,124,555	1,043,743	994,402	961,636	966,269	911,627	904,691	820,726	737,417	605,875	530,719	369,001	363,495	272,307	208,038	12,181,145
留礦採礦法	5,450	94,637	298,338	486,552	514,042	549,427	545,121	588,901	563,570	501,751	474,849	537,510	287,234	190,106	185,938	201,414	94,373	6,119,214
房柱採礦法	21,214	56,151	49,551	80,374	65,451	43,160	53,242	38,660	44,028	45,416	47,559	22,519	11,574	-	-	-	-	578,899
中深孔採礦法	11,000	32,812	31,000	34,000	42,190	46,405	19,000	12,000	4,661	5,906	-	-	-	-	-	-	-	238,973
礦山服務年限計劃	279,034	1,308,874	1,503,444	1,644,669	1,616,085	1,600,629	1,583,633	1,551,187	1,516,949	1,373,799	1,259,825	1,165,905	829,527	559,106	549,432	473,722	302,411	19,118,232
品位																		-
Au (g/t)	0.24	0.24	0.24	0.30	0.26	0.21	0.20	0.17	0.18	0.11	0.12	0.12	0.07	0.02			-	0.18
Ag (g/t)	169.37	177.41	181.32	176.40	176.71	178.59	173.98	172.80	169.39	169.88	163.99	152.15	165.19	194.29	192.70	182.92	165.59	173.64
Pb (%)	2.29	2.38	2.32	2.24	2.15	2.36	2.42	2.48	2.54	2.54	2.53	2.54	2.84	2.89	3.30	2.92	2.49	2.47
Cu (%)	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.00	-	-	-	-	0.03
Zn (%)	0.50	0.57	0.69	0.72	0.61	0.76	0.67	0.74	0.72	0.69	0.86	0.78	1.14	1.47	1.56	1.24	1.08	0.79
金屬產量																		
Au (oz)	1,856	8,595	10,302	13,537	11,930	9,375	8,874	7,452	7,535	4,036	3,820	3,992	1,474	337	61	47	-	93,222
Ag (oz)	1,394,120	6,851,545	8,042,713	8,557,325	8,424,071	8,433,516	8,127,258	7,907,529	7,586,155	6,891,319	6,107,961	5,255,522	4,064,446	3,227,397	3,146,100	2,576,256	1,489,148	98,082,381
鉛（磅）	12,717,180	62,088,085	69,988,272	73,654,185	69,553,692	75,534,265	76,355,250	76,672,196	76,731,805	70,299,466	64,077,825	59,450,218	47,696,645	33,034,244	37,035,406	28,297,778	15,357,246	948,553,759
銅（磅）	316,683	1,557,608	1,566,121	1,645,193	1,546,667	1,287,798	1,330,338	1,077,763	889,631	885,226	916,045	489,217	34,881	-	-	-	-	13,543,170
鋅（磅）	1,957,925	10,367,085	14,620,890	16,612,275	13,925,174	17,204,691	14,852,272	16,158,005	15,392,619	13,271,394	15,147,917	12,859,723	13,358,580	11,672,565	12,123,057	8,334,576	4,641,913	212,500,661

注：

作為保守的經濟預測措施，金屬產量計算中應用了 97%的係數。

用於經濟評估的洛寧礦區礦山服務年限平均回收率：金 – 86.43%，銀 – 91.89%，鉛 – 91.01%，鋅 – 63.81%，銅 – 91.85%。

表 22.1 與第 16 章及第 17 章所示計劃之間存在細微且非實質性的差異（<< 1%）。

因四捨五入原則，數字可能不完全精確。

22.3 現金流預測

基於礦山服務年限內的生產概況以及上述金屬價格和其他假設，生成了稅前和稅後現金流預測，具體見表 22.2。按 5%的貼現率計算，預計稅前-淨現值為 12.75 億美元，稅後淨現值為 10.30 億美元。在整個礦山服務年限內，預計淨收入中 69.3%來自銀，20.1%來自鉛，5.4%來自金，4.6%來自鋅，0.6%來自銅。

表 22.2 洛寧礦區礦山服務年限經濟預測

	單位成本（美元/噸）	FY2026Q4	FY2027	FY2028	FY2029	FY2030	FY2031	FY2032	FY2033	FY2034	FY2035	FY2036	FY2037	FY2038	FY2039	FY2040	FY2041	FY2042	共計
金屬產量																			
Au（千盎司）		1.86	8.60	10.30	13.54	11.93	9.38	8.87	7.45	7.54	4.04	3.82	3.99	1.47	0.34	0.06	0.05		93.22
Ag（千盎司）		1,394	6,852	8,043	8,557	8,424	8,434	8,127	7,908	7,586	6,891	6,108	5,256	4,064	3,227	3,146	2,576	1,489	98,082
Pb（百萬磅）		12.72	62.09	69.99	73.65	69.55	75.53	76.36	76.67	76.73	70.30	64.08	59.45	47.70	33.03	37.04	28.30	15.36	948.54
Cu（百萬磅）		0.32	1.56	1.57	1.65	1.55	1.29	1.33	1.08	0.89	0.89	0.92	0.49	0.03					13.54
Zn（百萬磅）		1.96	10.37	14.62	16.61	13.93	17.20	14.85	16.16	15.39	13.27	15.15	12.86	13.36	11.67	12.12	8.33	4.64	212.50
實際銷售淨價																			
Au（美元/盎司）		3,400	2,975	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,380	2,475
Ag（美元/盎司）		76.80	48.00	38.40	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	31.74
Pb（美元/磅）		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Cu（美元/磅）		1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Zn（美元/磅）		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
收入																			
Au（百萬美元）		6.31	25.57	24.52	32.22	28.39	22.31	21.12	17.74	17.93	9.60	9.09	9.50	3.51	0.80	0.14	0.11		228.87
Ag（百萬美元）		107.07	328.87	308.84	230.02	226.44	226.69	218.46	212.55	203.92	185.24	164.18	141.27	109.25	86.75	84.57	69.25	40.03	2,943.41
Pb（百萬美元）		11.45	55.88	63.00	66.29	62.60	67.98	68.72	69.00	69.06	63.27	57.67	53.51	42.93	29.73	33.33	25.47	13.82	853.70
Cu（百萬美元）		0.56	2.74	2.76	2.90	2.72	2.27	2.34	1.90	1.57	1.56	1.61	0.86	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	23.84
Zn（百萬美元）		1.81	9.58	13.51	15.35	12.87	15.90	13.72	14.93	14.22	12.26	14.00	11.88	12.34	10.79	11.20	7.70	4.29	196.35
總收入（百萬美元）		127.19	422.64	412.62	346.77	333.02	335.15	324.37	316.12	306.70	271.93	246.55	217.02	168.09	128.07	129.25	102.53	58.14	4,246.16
採礦成本（百萬美元）	**$/t**	**$M**																	
削壁充填採礦法採礦	43.23	-10.06	-47.52	-47.59	-43.54	-41.87	-41.08	-41.30	-39.26	-39.17	-35.47	-32.38	-26.70	-24.02	-17.27	-17.18	-12.58	-9.65	-526.64
留礦採礦法採礦	21.81	-0.12	-1.92	-6.10	-10.74	-11.42	-12.00	-11.75	-12.63	-12.04	-10.84	-10.30	-11.62	-6.41	-4.40	-4.23	-4.72	-2.20	-133.44
房柱採礦法	16.95	-0.45	-1.10	-0.92	-1.31	-1.30	-0.92	-1.14	-0.83	-0.52	-0.47	-0.50	-0.26	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.81
深孔採礦法	2.14	-0.02	-0.07	-0.07	-0.07	-0.09	-0.10	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.51
鑽探	1.97	-0.86	-4.77	-3.95	-3.91	-3.59	-3.20	-3.06	-2.89	-2.52	-2.23	-1.92	-1.60	-1.37	-0.67	-0.61	-0.61	0.00	-37.75
費用化掘進	12.38	-5.69	-26.40	-25.47	-22.28	-22.04	-20.15	-19.10	-17.49	-17.48	-15.35	-11.50	-8.84	-7.81	-7.34	-5.41	-4.32	0.00	-236.66
礦山共用成本	26.01	-6.72	-33.97	-41.62	-45.41	-41.51	-40.52	-39.99	-39.30	-38.55	-34.78	-32.20	-29.76	-21.65	-15.32	-15.02	-12.78	-8.20	-497.31
洛寧礦區採礦成本合計	75.43	-23.92	-115.76	-125.72	-127.26	-121.82	-117.97	-116.39	-112.42	-110.29	-99.16	-88.79	-78.78	-61.33	-45.00	-42.45	-35.01	-20.05	-1442.12
選礦成本（百萬美元）	12.40	-3.46	-16.23	-18.65	-20.40	-20.05	-19.85	-19.64	-19.24	-18.82	-17.04	-15.63	-14.46	-10.29	-6.93	-6.81	-5.88	-3.75	-237.13
運輸成本（百萬美元）	3.06	-0.82	-4.03	-4.82	-5.23	-4.90	-4.80	-4.75	-4.65	-4.56	-4.15	-3.84	-3.55	-2.55	-1.75	-1.72	-1.48	-0.95	-58.56

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

礦產資源稅（百萬美元）	9.87	-5.48	-18.34	-18.05	-15.11	-14.53	-14.83	-14.37	-14.10	-13.68	-12.27	-11.15	-9.80	-7.71	-5.90	-6.00	-4.74	-2.68	-188.75
成本小計	100.77	-33.69	-154.37	-167.23	-168.01	-161.30	-157.45	-155.15	-150.41	-147.34	-132.62	-119.41	-106.59	-81.88	-59.59	-56.99	-47.10	-27.43	-1926.56
一般及管理費用（百萬美元）	7.05	-1.97	-9.22	-10.57	-11.57	-11.40	-11.29	-11.17	-10.94	-10.70	-9.69	-8.89	-8.23	-5.85	-3.94	-3.88	-3.34	-2.13	-134.80
政府規費及其他稅費（百萬美元）	3.52	-0.98	-4.60	-5.29	-5.78	-5.68	-5.63	-5.57	-5.46	-5.34	-4.83	-4.43	-4.10	-2.92	-1.97	-1.93	-1.67	-1.06	-67.24
總現金運營成本（百萬美元）	111.34	-36.64	-168.20	-183.09	-185.36	-178.38	-174.38	-171.89	-166.81	-163.38	-147.15	-132.73	-118.92	-90.65	-65.50	-62.80	-52.11	-30.63	-2128.60
稅前及資本性支出前的現金流（百萬美元）		90.55	254.44	229.54	161.41	154.64	160.77	152.47	149.31	143.31	124.79	113.82	98.10	77.45	62.57	66.45	50.42	27.51	2117.57
攤銷（百萬美元）		-12.91	-60.94	-77.80	-82.63	-50.91	-42.60	-32.66	-29.99	-27.91	-25.48	-22.15	-18.24	-15.74	-12.17	-4.68	-4.13	-25.40	-546.34
應納稅所得額（百萬美元）		77.64	193.50	151.74	78.78	103.73	118.17	119.82	119.33	115.40	99.30	91.67	79.87	61.70	50.41	61.77	46.29	2.11	1571.23
所得稅稅率		15%	15%	15%	15%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	
所得稅（百萬美元）		11.65	29.03	22.76	11.82	25.93	29.54	29.95	29.83	28.85	24.83	22.92	19.97	15.43	12.60	15.44	11.57	0.53	342.64
稅後、資本支出前的現金流（百萬美元）		78.90	225.42	206.78	149.59	128.71	131.23	122.52	119.48	114.46	99.96	90.90	78.14	62.02	49.97	51.01	38.85	26.98	1774.93
維持性資本（百萬美元）	9.33	-13.43	-62.43	-32.40	-22.56	-9.62	-7.94	-6.88	-6.59	-6.36	-4.33	-2.08	-1.41	-0.76	-0.45	-0.44	-0.37	-0.24	-178.29
增長性資本（百萬美元）	9.76	-4.07	-58.17	-35.03	-18.41	-14.42	-11.80	-10.67	-9.42	-7.26	-5.82	-4.59	-2.53	-1.57	-1.07	-0.87	-0.85		-186.56
總成本（百萬美元）	130.42	-54.14	-288.80	-250.51	-226.34	-202.42	-194.12	-189.44	-182.82	-177.00	-157.30	-139.40	-122.85	-92.97	-67.02	-64.11	-53.33	-30.87	-2493.44
稅前自由現金流（百萬美元）		73.05	133.85	162.11	120.44	130.60	141.03	134.92	133.31	129.70	114.63	107.15	94.16	75.12	61.05	65.14	49.20	27.27	1752.72
稅後自由現金流（百萬美元）		61.40	104.82	139.35	108.62	104.67	111.49	104.97	103.47	100.85	89.81	84.23	74.20	59.70	48.45	49.69	37.63	26.74	1410.08
稅前淨現值（折現率 5%）12.75 億美元																			
稅後淨現值（折現率 5%）10.3 億美元																			

備註：不含 17%增值稅。

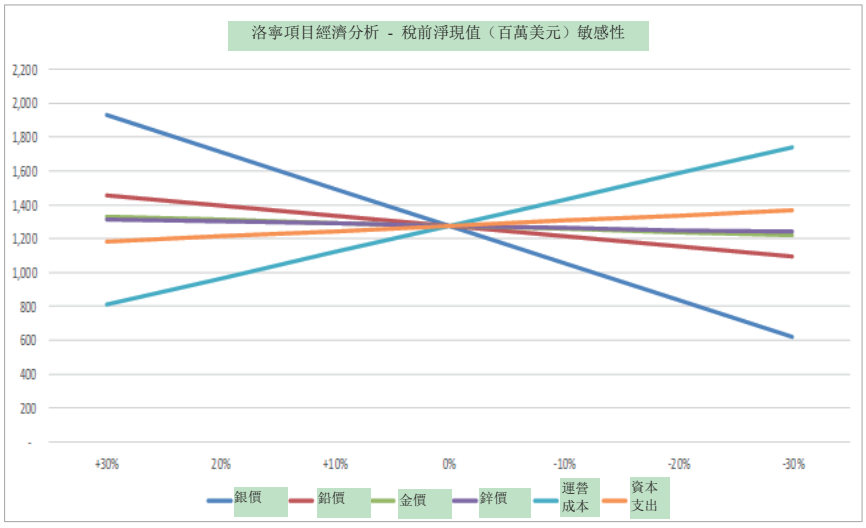
因四捨五入原則，數字可能不完全精確。

本文件為草擬本，其所載資料並不完整及可作更改。閱讀本文件有關資料時，必須一併細閱本文件首頁「警告」一節。

22.4 敏感性分析

圖 22.1 顯示了在銀、金、鉛、鋅金屬價格以及運營成本和資本成本變化±30%的情況下，洛寧項目稅前淨現值的敏感性。

圖 22.1 洛寧項目稅前淨現值敏感性



來源：AMC，數據來自希爾威。

對價格最為敏感的是銀價（隨著銀品位的變化，這種敏感性實際上保持相同），其次是運營成本，但敏感性相對較低。淨現值對鉛價和資本支出的敏感性中等，對金價和鋅價的敏感性輕微。

基於證實礦產儲量和概略礦產儲量，洛寧礦區被視為一個極具可行性的採礦項目，預計礦山服務年限可持續至 2042 年。預計年採出銀量：2035 財年之前為 730 萬至 920 萬盎司（產出金屬量 690 萬至 860 萬盎司）；2036 財年至 2038 財年為 440 萬至 660 萬盎司（產出金屬量 410 萬至 610 萬盎司）；在當前預計礦山服務年限的最後四年平均量為 280 萬盎司（產出金屬量 260 萬盎司）。自 2026 年 1 月 1 日起，預計在礦山服務年限內將採出約 1.05 億盎司銀、10.8 萬盎司金、10 億磅鉛、3.21 億磅鋅和 1500 萬磅銅。通過進一步勘探和開發，特別是在已圈定推斷資源量的區域進一步勘探和開發，發現礦山服務年限仍有很大可能延長至 2042 年之後。

23 相鄰礦區

合資格人士不了解洛寧項目或寬平項目周邊存在礦化類型相似的相鄰礦區。

24 其他相關數據與信息

合資格人士認為，本技術報告已包含所有必要信息，無需額外信息或說明即可確保報告易於理解且不具誤導性。

25 解釋與結論

25.1 解釋與結論

希爾威自 2004 年起在洛寧礦區開展經營活動，並於 2006 年實現首次投產。洛寧礦區由洛寧項目（目前包括沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝和東草溝礦山）和寬平項目（寬平礦床）組成。2022 財年及之前數年，洛寧項目銀鉛鋅礦石年產量穩定在 60~65 萬噸，2023 財年增至 76.9 萬噸，2024 財年增至 82.7 萬噸，2025 財年達 103 萬噸。預計 2026 財年最終產量將接近 120 萬噸，礦山服務年限計劃目標為在 2029 財年前將年產量進一步提升至 160 萬噸。希爾威財年始於 4 月，2026 財年涵蓋 2025 年 4 月 1 日至 2026 年 3 月 31 日。

洛寧礦區礦化以多條陡傾銀鉛鋅礦脈為主，礦脈寬度數釐米至數米不等，走向長度可達 3,200 米。迄今為止，已在至少 591 條獨立脈狀構造中圈定或開發了具有工業意義的礦化，另有多條較小礦脈已被發現但尚未充分勘探。上述礦脈中包含 38 條富金礦脈，近年來已成為希爾威的重點勘探目標。

洛寧項目的勘探工作包括地下鑽探、地表鑽探和井下刻槽取樣。希爾威在洛寧項目的編錄、測量、取樣、縮分及分析程序均遵循行業慣例。尚處於開發階段的寬平項目以地表鑽探為主，相關工作程序的了解較為有限。

洛寧項目自 2004 年起即建立了質量保證/質量控制（QA/QC）程序。2004 年至 2009 年期間的 QA/QC 記錄已不可考，但該部分僅占數據總量的一小部分，未對項目構成重大風險。合資格人士認為 2010 年至 2025 年的結果符合要求。寬平項目在希爾威於 2022 年啟動鑽探階段之前，無記錄在案的 QA/QC 程序。合資格人士認為，寬平項目的 QA/QC 記錄不符合公認行業標準。寬平項目僅占探明+控制礦產資源量噸位的 0.6%，其不合規的 QA/QC 對洛寧礦區整體不構成重大風險。

由於洛寧礦區礦脈具有典型的膨縮特徵，礦脈中具經濟潛力的礦化位置及其品位和噸位往往存在顯著不確定性。然而，礦脈數量眾多，且每條礦脈內均有多個活躍採區，與這種不確定性相關的整體經濟風險較低。希爾威具有持續盈利的採礦歷史，證明其有能力成功管理此類不確定性。

礦化線框的解釋及構建由希爾威技術人員使用 Micromine 軟件完成，合資格人士進行了審查並酌情修改。採用 Datamine 和 Vulcan 軟件中的距離平方反比（ ID2）插值法，通過塊體建模方法完成了總計 591 條礦脈的品位估算，較 2024 年技術報告（AMC, 2024）增加了 57 條礦脈。品位估算範圍涵蓋所有礦床的銀、鉛、銅，特定礦床的鋅，以及特定礦床中特定礦脈的金。完成所有礦床的插值後，應用了 0.4 米的最小採礦寬度計算規則：當礦化寬度小於 0.4 米時，添加零品位貧化包絡線以補足差值。

根據基於原位銀當量或金當量值的邊界品位，對上述礦產資源量進行了報告。合資格人士採用了希爾威報告的各個礦山的金屬選礦回收率、計價系數及運營成本來計算邊界品位、銀當量和金當量。

在確定所採用的金屬價格時，合資格人士參考了世界銀行的長期預測信息、近期 NI 43-101 技術報告中所採用的價格、三年滾動平均價格，以及截至 2025 年年中的現行價格。人民幣兌美元匯率按 7.00 元兌 1 美元計算，該匯率由希爾威提供，合資格人士認為其為合理匯率。在確定該匯率時，還參考了公開領域的歷史數據。

採用了以下長期金屬價格估算礦產資源量：金 3,200 美元/盎司，銀 35.00 美元/盎司，鉛 1.03 美元/磅，鋅 1.36 美元/磅，銅 4.74 美元/磅。

採用了以下長期金屬價格估算礦產儲量：金 2,800 美元/盎司，銀 28.00 美元/盎司，鉛 0.90 美元/磅，鋅 1.20 美元/磅，銅 4.40 美元/磅。

沙溝、後張溝、蒿坪溝、鐵爐坪、龍門東溝、龍門西溝及東草溝礦床均報告了探明礦產資源量。所有礦床（包括寬平礦床）均報告了控制礦產資源量和推斷礦產資源量。

證實儲量與概略儲量合計為 1,910 萬噸，平均品位為銀 174 克/噸、鉛 2.47%、鋅 0.80%、金 0.17 克/噸、銅 0.04%。各礦床礦石儲量的銀當量邊界品位（克/噸）如下：沙溝—180（削壁充填法）、155（留礦法）；後張溝—150（削壁充填法）、130（留礦法）；蒿坪溝—195（削壁充填法）、175（留礦法）；鐵爐坪—160（削壁充填法）、135（留礦法）；龍門東溝——170（削壁充填法）、145（留礦法）、145（房柱法）；龍門西溝—170（削壁充填法）、150（留礦法）、150（中深孔法）；東草溝—160（削壁充填法）、135（留礦法）；寬平—225（削壁充填法）、205（留礦法）、205（房柱法）。部分礦床還採用了以金當量（克/噸）表示的礦石儲量邊界品位：龍門西溝—1.8（房柱法）；蒿坪溝—2.1（削壁充填法）、1.9（留礦法）。蒿坪溝—2.1（削壁充填法）、1.9（留礦法）。

已通過將洛寧項目各礦床的礦產儲量邊界品位提高 20%的方式，測試了洛寧項目各礦床的礦產儲量對邊界品位變動的敏感性。敏感性最低的是沙溝礦床（銀當量盎司數減少 8.9%），該礦床是規模最大、經濟價值最大的礦床。對於整個洛寧礦區而言，邊界品位提高 20%導致銀當量盎司數減少約 16.4%，這表明總體邊界品位敏感性處於中等水平。

在進行礦產儲量估算時，假設洛寧礦區繼續將當前回採作業方式用作主要回採方式—即大多數礦脈採用削壁充填法和留礦法—同時也認可新引入的房柱法（用於部分傾角較緩的富金礦脈），以及近期少量採用的中深孔法。報告還指出，公司正積極推動採用更機械化的採礦方式。洛寧礦區礦脈總體近於直立，圍岩普遍穩固，脈寬較為規則，加之傳統上採用短循環進尺的人工採礦技術，使得回採過程具有較高的選擇性和可控性。削壁充填法的最小開採寬度按 0.5 米、留礦法按 1.0 米考慮。合資格人士實地考察了洛寧礦區的採礦方法，認為上述開採寬度合理。

在洛寧礦區礦產儲量估算的總噸位中，約 64%來自削壁充填法，32%來自留礦法，3%來自房柱法，1%來自中深孔法。

採礦貧化率與回採率因各礦山礦脈寬度及採礦方法的不同而存在差異。經估算，削壁充填法的平均貧化率為 16.9%，留礦法為 20.0%，房柱法為 32.1%，中深孔法為 20.0%。假設的採礦回收率分別為：削壁充填法 95%，留礦法、房柱法和深孔法均為 92%。

希爾威近年來高度重視貧化控制，合資格人士認為總體而言，當前的貧化估算合理。合資格人士還指出，雖然近期提高生產率的舉措並未對整個礦區的當前貧化率產生重大影響，但在根據礦山服務年限計劃進一步提高生產率時，各礦場仍需持續關注採礦工藝和貧化率控制。

對希爾威在 2023 年 1 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日期間洛寧項目各礦區已採區段的礦產儲量估算值與實際選礦廠給礦生產數據進行的對比分析表明，總體而言，礦區實際採出的噸數比礦產儲量估算噸數高出 3%，而實際金、銀、鉛、鋅品位分別比礦產儲量品位低 6%、2%、4%和 30%。所含金、銀、鉛、鋅金屬量分別比礦產儲量估算值低 3%、高 1%、低 1%、低 28%。

合資格人士指出，銀和鉛合計收入約占洛寧礦區預計收入的 89%。

礦山服務年限計劃中的年礦石產量預計將從 2026 財年全年約 120 萬噸的水平增長 30%以上，至 2029 財年達到 160 萬噸以上，並在 2034 財年前保持每年 150 萬噸以上的水平。

合資格人士認為，既定的生產目標具備可實現性，但除需相應增加開拓工程、人力和移動設備之外，還需持續重點關注計劃和控制（尤其是貧化計劃和控制）、人員能力以及機械化設備維護等方面，這是取得成功的關鍵。由於引入了更多機械化設備，所以需要考慮額外的安全問題。必須開展專項培訓，並嚴格執行相關規程和操作實踐。

合資格人士指出，實現預期產量所需的開拓工程和基礎設施，部分已經建成，部分正在開發，還有部分已完成規劃。按接近礦產儲量品位的標準大幅提高產量的計劃能否最終成功，在很大程度上取決於以下因素：

- 周密的計劃以及持續的資源（特別是熟練工人數量和保養得當的設備）保障；
- 在採用既定採礦方法實現產量目標的同時，嚴格執行貧化控制；
- 高度重視必要的操作規程和安全標準。

洛寧礦區的銀品位預計在其礦山服務年限內相對穩定，平均品位約為 174 克/噸，但後期年份會存在一定程度的波動。在 2031 財年之前，計劃平均鉛品位約為 2.29%，此後總體呈上升趨勢，到 2038 財年接近 3%。在 2030 財年之前，平均金品位約為 0.26 克/噸，之後穩步下降，預計在 2039 財年最終降至 0.02 克/噸。平均鋅品位將從 2026 財年的 0.50% 穩步上升至 2040 財年的 1.56%。預計銀當量品位在礦山服務年限內相對穩定，平均為 260 克/噸。

基於證實礦產儲量和概略礦產儲量，洛寧礦區被視為一個極具可行性的採礦項目，預計礦山服務年限可持續至 2042 年。預計年採出銀量：2035 財年之前為 730 萬至 920 萬盎司（產出金屬量 690 萬至 860 萬盎司）；2036 財年至 2038 財年為 440 萬至 660 萬盎司（產出金屬量 410 萬至 610 萬盎司）；在當前預計礦山服務年限的最後四年平均量為 280 萬盎司（產出金屬量 260 萬盎司）。自 2026 年 1 月 1 日起，預計在礦山服務年限內將採出約 1.05 億盎司銀、10.8 萬盎司金、10 億磅鉛、3.21 億磅鋅和 1500 萬磅銅。通過進一步勘探和開發，特別是在已圈定推斷資源量的區域進一步勘探和開發，發現礦山服務年限仍有很大可能延長至 2042 年之後。

針對洛寧礦區，希爾威目前運營著兩座選礦廠—1 號選礦廠（亦稱 1 號磨礦廠或下峪選礦廠）和 2 號選礦廠（亦稱 2 號磨礦廠或莊頭選礦廠）—其合計設計處理能力在 2011 年 10 月之前為 1,800 噸/日，在 2011 年 10 月二期擴建工程完工後達到 2,800 噸/日。兩座選廠相距不到 2 公里。2024 年 11 月完成擴建工程後，2 號選礦廠的處理能力提升至 3,500 噸/日。選礦廠合計設計處理能力為 4,300 噸/日，實際已驗證處理能力為 4,000 噸/日。

第三座選礦廠（亦稱 3 號磨礦廠或 3 號選礦廠）目前正處於最終設計和建設規劃階段，計劃將於 2027 年建成。屆時，2 號選礦廠和 3 號選礦廠將投入運營，每座選礦廠各擁有兩條浮選線，合計設計處理能力為 6,500 噸/日（2 號選礦廠 3,500 噸/日，3 號選礦廠 3,000 噸/日）。

2025 財年，77%的礦石在 2 號選礦廠加工。2 號選礦廠的平均日處理量約為 2,400 噸/日，而其設計能力為 3,500 噸/日。23%的礦石在 1 號選礦廠加工。1 號選礦廠的平均日處理量約為 700 噸/日，與其當前 700 噸/日的處理能力持平。

鉛和銀的回收率目標均已達成：2025 財年，鉛實際回收率為 93.63%（目標為 90.0%），銀實際回收率為 95.88%（目為標 90.0%）；然而，鋅的平均回收率為 69.74%，未達到 85.0% 的目標，與其他年份一樣，這歸因於入選鋅品位低於計劃水平。

1 號選礦廠和 2 號選礦廠致力於改進選礦系統及輔助設施，旨在提高金屬回收率並降低能耗。

從歷史情況來看，來自沙溝礦床的高品位礦石提升了選礦廠的處理效果，但隨著沙溝礦石比例下降，當前面臨的挑戰是如何在較低品位的原料條件下保持相似的選冶指標。從近期表現來看，回收率似乎維持不變。2025 財年，鉛精礦中的鉛品位低於設計值，鋅精礦中的鋅品位高於設計值，且二者均僅略低於扣除項前的計價品位。

2 號選礦廠第三條生產線投產後，處理能力有所提升，這在一定程度上抵消了礦石品位下降帶來的不利影響，並有助於實現更高的金屬產量。同時，1 號選礦廠和 2 號選礦廠的選礦經驗已應用於 2 號選礦廠的生產線，並進行了優化。

為配合實現礦山生產計劃中進一步增長產量的目標，3 號選礦廠正在進行計劃和詳細工程設計。運營方將充分利用從 2 號選礦廠第三條生產線的設計和建設中獲得的經驗，以提高 3 號選礦廠的建設效率、降低建設成本並提升新選礦廠的產量。

歷史上，選礦作業產生的尾礦被儲存在選礦廠附近的兩個經過工程設計的尾礦庫中，分別稱為 1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫。2025 年 5 月，位於 2 號選礦廠以北約 1.7 公里處的第三座尾礦庫投用。向 1 號尾礦庫的尾礦排放作業於 2025 年 11 月初停止。

公司於 2023 年啟動了 1 號尾礦庫的關閉程序，並完成了工程勘察、穩定性分析及壩體評估工作。2024 年，針對 1 號尾礦庫的關閉進行了安全評估和閉庫設計。

總體而言，合資格人士指出，在其 2024 年 2 月進行的實地考察期間，所見的尾礦庫狀況良好，維護得當，運行正常，管理妥善。2026 年 5 月實地考察期間亦與 Claffey 先生的上述看法一致。

這些尾礦庫位於低地震活動區，建在穩固的基岩上。尾礦庫設計常規且合理。

監測系統和程序非常完備，符合公認的國際良好實踐。這些設施接受了內部和外部各方的全面檢查，並受到地方監管機構的嚴格監督。

根據合資格人士 2024 年實地考察期間提供的數據，這些尾礦庫的建造標準頗高，監督力度充足，且符合適當的質量保證/質量控制大綱的要求。三座尾礦庫均備有詳細的「竣工」報告，其中包括經簽證的施工圖紙。

合資格人士指出，1 號尾礦庫和 2 號尾礦庫的設計和運營均符合中國標準，盡管這些標準在某些方面可能與當前普遍接受的國際標準存在差異。

新建的 3 號尾礦庫的設計和運營與現有兩座尾礦庫相似，但也存在一些顯著區別，包括將整個庫底墊層納入庫區，這反映了當地監管機構目前已提高了標準要求。設計文件非常詳盡，同樣體現了監管機構正向國際標準看齊，相關要求有所提高。因此，針對該建新尾礦庫開展了輔助研究，包括尾礦壩潰壩分析及三維滲流模擬。

合資格人士提出了尾礦庫有的相關文設計標準（包括入庫設計洪水事件）、重新評估邊坡穩定性分析的建議；並且，對於 3 號尾礦庫，合資格人士建議考慮在初期壩上游的高密度聚乙烯庫底墊層上方安裝地下排水系統。希爾威表示，為確保尾礦庫的安全運行：

- 每年都會聘請合格的第三方機構進行防洪計算。
- 已聘請有資質的第三方工程公司進行年度壩體穩定性評估。
- 在尾礦庫穩定性分析過程中，檢查了各土層材料在排水和不排水狀態下的抗剪強度。
- 由有資質的第三方實體出具的所有尾礦庫評估報告均表明該尾礦庫符合相關設計並滿足中國國家標準的要求。
- 希爾威高度重視合資格人士的建議，並計劃進一步開展審查工作，以分析中國標準與國際標準之間的差異。

希爾威擁有其在洛寧礦區開展運營活動所需的所有許可證。礦產資源量和礦產儲量估算範圍包括目前位於採礦許可證批准標高以下的物料（按銀當量金屬量計約占總礦產資源量的 21%，按噸位計約占 24%）。然而，合資格人士確信，希爾威在未來需要開採這些礦產資源量時可獲得批註，無法獲得批准的重大風險很小。

3 號尾礦庫的環境影響評估報告已獲得洛陽市生態環境局洛陽分局的批准。此外，2 號選礦廠技術改造及產能擴建項目的環境影響評估（EIA）報告已於 2024 年 7 月獲得洛陽市生態環境局洛陽分局的批准。

洛寧項目設有一個環境保護部門，由八名專職工作人員組成。該部門主要負責洛寧礦區的環境和恢復治理管理工作。寬平礦設有三名兼職環境管理人員。

環境監測項目包括空氣與粉塵排放監測、噪聲監測及廢水監測。監測工作由合格人員及持證機構完成。迄今為止的監測結果表明，除極少數例外情況外，排放均達到規定標準。

根據中國國家監管要求，希爾威將在礦山關閉前至少一年完成礦場退役計劃。屆時將進行礦場恢復和關閉成本估算。

預計礦山服務年限內的資本支出為：勘探與礦山開發 1.18 億美元；設施、廠房及設備 3,800 萬美元；以及在預計礦山服務年限結束前需投入的一般性投資資本 2.09 億美元。這些資本成本基於礦山服務年限內的採礦和加工計劃計算。

主要運營成本類別包括：採礦、運輸、選礦、管理費用、產品銷售、礦產資源稅、政府規費及其他稅費。預計礦山服務年限內的總運營成本為 21.28 億美元，單位平均成本為每採出一噸礦石 111 美元。

總體而言，合資格人士認為，相對於計劃採用的方法和技術以及整個礦山服務年限內的預計運營規模，資本和運營成本估算均屬合理。已注意到成本方面存在通脹壓力，雖然預計年產總量將增加，且引入更多機械化採礦方式有助於將運營成本控制在預計水平，但仍需持續關注運營效率和成本效益。

雖然希爾威是一家生產型發行人，因此在編制 NI 43-101 技術報告時，無需對洛寧礦區進行經濟分析，但合資格人士認為，納入一項概要分析以說明相對於最新礦產儲量估算及相關生產計劃的經濟影響是合理的。

採用了洛寧礦區以下實際銷售金屬價格（除非另有說明，均為整個計劃礦山服務年限內的洛寧礦區平均值）、平均成本及匯率（所有數值單位為美元）進行經濟分析：

- 金價（美元/金衡盎司） 3,400 FY2026Q4, 2,975 FY2027, 2,800 LOM
- 銀價（美元/金衡盎司） 76.80 FY2026Q4, 48.00 FY2027, 38.40 FY2028, 26.88 LOM
- 鉛價（美元/磅） 0.90
- 鋅價（美元/磅） 1.92
- 銅價（美元/磅） 1.76
- 採礦成本（美元/噸） 75.43
- 選礦成本（美元/噸） 12.40
- 運輸成本（美元/噸） 3.06
- 礦產資源稅與礦業權出讓費（美元/噸） 9.87
- 管理費用（美元/噸） 7.05
- 政府規費及其他稅費（美元/噸） 3.52
- 維持性資本與增長性資本（美元/噸） 19.08

- 匯率 美元兌人民幣匯率：1 美元=7.00 元人民幣

合資格人士對上述經濟參數做出如下說明：

- 洛寧礦區實際金屬價格依據希爾威提供的資料，並假設以下美元市場價計算：
  - 金（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 4,000，2027 財年為 3,500，剩餘礦山服務年限為 2,800
  - 銀（美元/盎司）：2026 財年第四季度為 80，2027 財年為 50，2028 財年為 40，剩餘礦山服務年限為 28
  - 鉛（美元/磅）：0.90
  - 鋅（美元/磅）：1.20
  - 銅（美元/磅）：4.40
- 除 2026 財年第四季度/2027 財年的金價，以及 2026 財年第四季度/2027 財年/2028 財年的銀價外，上述市場價格與採礦邊界品位計算中使用的價格一致。
- 成本數值如第 21 節所述（維持性資本和增長性資本包括截至 2028 財年的選礦廠擴建、尾礦庫和礦石分選資本）。

合資格人士還指出，撰寫本技術報告時的大致現貨金屬價格為：金—4,745 美元/盎司；銀—75.50 美元/盎司；鉛—0.86 美元/磅；鋅—1.49 美元/磅；銅—5.85 美元/磅。

基於礦山服務年限內的生產概況以及上述金屬價格和其他假設，預測了稅前和稅後現金流量。按 5%的貼現率計算，預計稅前淨現值為 12.75 億美元，稅後淨現值為 10.30 億美元。在整個礦山服務年限內，預計淨收入中 69.3%來自銀，20.1%來自鉛，5.4%來自金，4.6%來自鋅，0.6%來自銅。

還考察了在銀、鉛、金和鋅金屬價格以及運營成本和資本成本發生±30%變動的情況下，稅前淨現值（NPV）的敏感性。對價格最為敏感的是銀價（隨著銀品位的變化，這種敏感性實際上保持相同），其次是運營成本，但敏感性相對較低。淨現值對鉛價和資本支出的敏感性中等，對金價和鋅價的敏感性輕微。

25.2 洛寧項目風險

如上所述，洛寧項目已運營 20 年，但仍存在採礦業常見的風險。AMC 已考慮了可能影響未來運營以及預測產量和現金流的各種技術方面。AMC 的風險評估匯總於表 25.2。在風險分析中，對各類風險源/問題進行了「可能性」和「後果」評估，並據此分配了「風險等級」。該定性風險分析採用以下關於可能性和後果的定義，其中「運行績效」一詞也包括安全方面。

風險已按從重大到輕微進行分類，定義如下：

- 重大風險：該因素對項目構成直接危險，如果不加以糾正，將對項目現金流和運營績效產生重大影響（>20%），並且在極端情況下，可能導致項目重大中斷或失敗。
- 中等風險：該因素可能對項目現金流和運營績效產生顯著影響（10%至 20%），除非採取糾正措施加以緩解。
- 輕微風險：該因素如未得到糾正，將對項目現金流和運營績效幾乎沒有影響（<10%）或完全沒有影響。

除了風險因素之外，還必須考慮風險發生的可能性。7 年時間範圍內發生的可能性可被視為：

- 可能：可能發生。

- 有可能：有可能發生。
- 不太可能：不太可能發生。

表 25.1 展示了風險評估矩陣。

表 25.1 風險評估矩陣

可能性	後果		
	輕微	中等	嚴重
可能	中	高	高
有可能	低	中	高
不太可能	低	低	中

風險評估等級的結果見表 25.2。風險等級反映了實施控制建議之前的狀態。

表 25.2 項目風險評估

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
礦產資源量					
有偏的碎屑採樣	由於取樣偏差，導致與礦產資源量模型中估算的品位不同。	確保所有刻槽用金剛石鋸切割並採集有代表性的樣品。	有可能	輕微	低
質量保證/質量控制記錄	洛寧項目早期以及寬平項目被希爾威收購前，質量保證/質量控制記錄有限。	計劃在質量保證/質量控制有限的區域進行補充鑽探/刻槽取樣，並確保實施符合行業最佳實踐的質量保證/質量控制程序。	有可能	輕微	低
認證標準物質（CRM）樣品非盲樣	多家實驗室持續顯示出高精密度、高准確度的結果，表明實驗室已了解認證標準物質的預期值。	可使用外檢重複樣來確認主實驗室的精密度是否得以維持。	有可能	輕微	低
礦脈幾何形態	由於洛寧礦區礦脈具有典型的膨縮特徵，礦脈中具經濟潛力的礦化位置及其品位和噸位往往存在顯著不確定性。	大量的礦脈以及每條礦脈內活躍的開採區域意味著整體經濟風險得到緩解。	有可能	輕微	低
品位估算不准確	寬間距取樣可能導致控制和推斷礦產資源量類別中的品位估算錯誤。	確保在計劃開採前有足夠密度的鑽探工程。	有可能	中等	中

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
許可證深度	按銀當量金屬計約 21%的礦產資源量及按噸位計約 24%的礦產資源量的高程低於當前採礦許可證。	繼續申請增加當前採礦許可證的深度。	不太可能	嚴重	中
礦產儲量和採礦					
生產計劃	由於勞動力或設備不足導致重大生產缺口。	確保承包商能夠滿足生產計劃的要求。迅速解決可能導致生產延誤的問題。	有可能	中等	中
生產計劃	超出採礦許可證允許範圍的開採將導致經濟處罰或停產	確保監管機構充分知情，並按要求獲得必要的許可。	不太可能	輕微	低
生產計劃	稀釋超過預期，導致在計劃產量下金屬產出降低。	在所有礦山的設計、鑽探和爆破中實施高度過程控制。	有可能	中等	中
地下開拓及採場准備	地下開拓和/或採場規劃和/或執行率不足。	在所有礦山保持規劃/調度/執行/控制的勤勉流程。	有可能	中等	中
採場品位控制	品位控制不足，導致開採更多廢石，而運至地表的礦石品位較低。	在礦脈開拓和採場中維持持續且高水平的地質品位控制。	有可能	中等	中
岩土工程	重大地質構造和/或不利的地層條件導致生產中斷和/或安全問題。	確保早期岩土工程評估、適當的岩層支護、人員意識、既定程序以及持續的安全監測。	有可能	中等	中
水文地質	湧水量超出預期，導致地下淹沒及潛在的生產中斷。	進行湧水量監測並維護排水設施。	不太可能	輕微	低
引入更多機械化設備	培訓不足和/或必要的操作安全規程制定及實施不足，導致人員受傷風險和/或生產中斷。	建立並維持必要的人員培訓，並為礦區的各類設備制定全面的操作和安全規程。	有可能	中等	中
廢石管理	Hongfa 廠廢石場空間不足或堆放作業受阻。	對所有廢石場保持規劃和測量警惕。確保場地設施能夠滿足未	不太可能	輕微	低

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
		來計劃產生的廢石量。對 Hongfa 廠進行適當的維護。持續考慮井下廢石儲存。			
礦石堆場管理	礦石堆場空間不足。	確保針對增加的產量進行適當的堆場規劃和場地安排。	不太可能	輕微	低
選礦					
XRT 分選性能	無法實現預期的 XRT 礦石分選性能，導致金屬回收率被高估。	進行更多在線測試，調整 XRT 礦石分選機的操作參數，以逐步提高拋廢率並降低金屬損失率。	有可能	輕微	低
金屬回收率	由於選礦廠給礦礦石性質的改變導致金屬回收率下降。	持續對不同礦體進行浮選試驗，並適當指導選礦廠的操作。	有可能	輕微	低
基礎設施					
供電	在用電高峰期電力供應不足或不穩定，導致運營中斷。	與供電單位保持溝通。為關鍵基礎設施和服務維持應急電源。	不太可能	輕微	低
尾礦庫					
尾礦庫管理	潰壩導致尾礦洩漏和/或重大事故。	確保始終建立並遵循最佳實踐的設計、檢查、監測和反應機制。	不太可能	嚴重	中
尾礦庫庫容	尾礦庫容積不足，導致無法完全按計劃完成礦山服務年限生產。	根據預期及實際的尾礦排放量及其對未來儲存的影響，持續勤勉地進行尾礦庫測量和規劃。	不太可能	嚴重	中
環境與社會					
取水、地表水與地下水	由於意外排放未經處理的生產、生活或其他廢水，導致採礦和/或選礦活動造成污染。	持續在洛寧礦區上下游進行水質監測。確保所有場地廢水排放符合中國法律要求。	有可能	中等	中
廢石和尾礦產生的酸性岩排水	迄今為止，洛寧礦區未發現顯著的酸性岩排水問題，但隨著新區域的	保持警惕，對廢石/尾礦進行測試，以評估任何酸性岩排水風險。	不太可能	輕微	低

風險	參數描述	控制建議	可能性	後果	等級
	開發，可能存在潛在風險。				
社會影響與社區參與	公司與當地社區的溝通互動良好，但必須認識到始終存在出現問題的可能性。	與所有利益相關方保持定期互動，並持續關注公司活動對社會的潛在影響。	不太可能	中等	低
資本支出和運營成本					
資本支出增加	缺乏詳細規劃/預算，導致未預見的額外資本支出，並對現金流產生不利影響。	定期審查為實現預期開發和生產計劃所需的維持性及投資性資本的計劃和預算。	有可能	輕微	低
運營成本增加	由於規劃不足和/或資源配置不當和/或通貨膨脹，導致運營支出大幅增加，對運營績效和現金流產生不利影響。	定期審查承包商和公司雙方的礦山服務年限計劃/預算及運營績效。與承包商和供應商建立長期安排。	有可能	中等	中

26 建議措施

除下述坑道勘探和鑽探的成本估算（總計 3,995 萬美元，屬於計劃內礦山服務年限資本支出的一部分）外，合資格人認為，實施以下建議將構成洛寧礦區日常運營成本的一部分。

26.1 總體安全

保持對礦山和現場安全的相關關注及所採取的措施，包括實施一項政策，即採用中國或加拿大安全標準中更為嚴格者。合資格人士注意到，希爾威在某些安全領域已超出中國法規要求，且公司表示將持續關注生產流程安全的改進。

26.2 勘查

繼續在洛寧礦區進行坑道勘探和金剛石鑽探。坑道勘探用於將鑽探圈定的資源量提升至探明類別，金剛石鑽探用於擴展和提升先前鑽探圈定的資源量、探索礦脈構造未勘探部分的新的礦化帶，以及測試礦脈構造的下延和沿走向延伸部分。擬議的勘探工作如下：

26.2.1 沙溝

坑道勘探：

- 在-40米至850米中段之間，對S14、S14_1、S14_2、S16E、S16E2、S16E5、S16W、S16W1、S18E2、S19、S19E、S19E1、S19W、S1W、S1W2、S1W3、S1W5、S2、S21、S21W、S21W3、S21W5、S22、S23、S23W、S27E1、S27E2、S2W、S2W1、S2W2、S2W2_3、S31、S31E、S32、S37、S37E、S39、S39W、S4E、S5、S6、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_2a2、S7_2E、S7_2Ea、S7_3、S7_4、S74、S76、S7W、S7W1、S7W11、S8、S8_1、S8E、S8E1、S8W和S8W2礦脈進行23,140米坑道勘探。

鑽探：

- 對S1、S10、S11、S14、S14_1、S14_2、S16E1、S16E2、S16W、S16W1、S18、S18E2、S18W、S19、S19E、S19W、S1W、S1W2、S1W3、S1W5、S2、S21、S21W1、S23、S23W、S26、S26E、S26W、S27、S27E、S27E1、S27E2、S27W、S28、S28E、S29、S2W、S2W1、S2W2、S2W2_1、S2W2_3、S31、S31E、S32、S32E、S33、S36、S39、S51、S53、S54、S54N、S6、S6E1、S7、S7_1、S7_1E、S7_2、S7_2E、S74、S7E、S7E2、S7W1、S7W11、S8、S8E1、S8W和S8W2礦脈進行8,530米地表鑽探和56,470米地下金剛石鑽探。

26.2.2 後張溝

坑道勘探：

- 在300米至850米中段之間，對HZ10、HZ11、HZ12、HZ15、HZ15W2、HZ20、HZ20E、HZ22、HZ22S、HZ26、HZ26W、S28和S8礦脈進行6,275米坑道勘探。

鑽探：

- 對HZ10、HZ11、HZ12、HZ15、HZ18、HZ20、HZ20E、HZ22、HZ22E1、HZ22S、HZ22W、HZ26、HZ26E、HZ26E8、HZ26W_1、HZ27、S19、S27、S28、S7_1和S8礦脈進行7,920米地表鑽探和14,080米地下鑽探。

26.2.3 蒿坪溝

坑道勘探：

- 在50米至790米中段之間，對H10、H10_1、H10_1a、H11、H12、H12_1、H12W、H13、H14、H14a、H15、H15W、H15W4、H16、H16_1、H16_3、H16_3E、H16_5、H17、H17_1、H17_1a、H18、H20W、H29、H32、H32a、H32E1、H38、H39_1a、H40、H40W、H42、H5、H5_1、H5_2和H5W主要礦脈進行10,400米坑道勘探。

鑽探：

- 對B03、H10、H10_1、H10_1a、H11、H12、H12_1、H13、H14、H14a、H15、H15_1、H15W、H16、H16_1、H16_3、H16_5、H17、H17_1a、H18、H20W、H32、H32E1、H38、H39_1、H40、H41、H5、H5_2和H9礦脈進行1,245米地表鑽探和34,095米地下金剛石鑽探。

26.2.4 龍門東溝

坑道勘探：

- 在400米至1,100米中段之間，對LM1、LM2、LM2W、LM3_2、LM3_2E、LM3_4、LM3E、LM3W2、LM4、LM4E2、LM5、LM5a、LM5E、LM5E1、LM5E2、LM5W5、LM6、LM6_1、LM6W、LM6W_1、LM73、LM75、LM75a、LM79、LM82和LM82E礦脈進行6,280米坑道勘探。

鑽探：

- 對LM1、LM18E1、LM18W3、LM2、LM2E4、LM2W1、LM2W2、LM3、LM3_1、LM3_2、LM3_2E、LM3_4、LM3E2、LM3W、LM3W2、LM3W3、LM4、LM4E2、LM4W、LM4W1、LM4W3、LM5、LM5E、LM5E1、LM5E2、LM5W、LM5W7、LM6、LM6_1、LM68、LM6W、LM6W_1、LM71、LM73、LM75、LM76、LM79、LM82、LM82E、LM84、LM86、LM9和M4W1礦脈進行710米地表鑽探和29,290米地下金剛石鑽探。

26.2.5 龍門西溝

坑道勘探：

- 在500米至1,070米中段之間，對LM11、LM11E、LM11E1、LM12、LM12_1、LM12_3、LM12_4、LM12E、LM12E6、LM12E6a、LM12Ea2、LM13W、LM13W2、LM13Wa、LM14、LM14_2、LM14a、LM17、LM17W、LM17W1、LM17W2、LM17W4、LM17W5、LM17W6、LM19、LM19_1、LM19W1、LM19W2、LM19Wa、LM20、LM21、LM22、LM25、LM25W、LM25W1、LM26、LM26a、LM28、LM30、LM32、LM32E、LM32E1、LM33、LM34、LM41E、LM41E2、LM41E7、LM41W、LM50、LM50_3、LM50a、LM52、LM52_1、LM53、LM54、LM54_1、LM58、LM7、LM7E、LM8、LM8_3、LM8_4a、LM8_5、LM8_7、LM8_9、T24、W1、W18、W18E1、W2、W2W、W2W1、W5、W6、W6a、W6E、W6E1、W6E2和W6W礦脈及其平行支脈進行18,500米坑道勘探。

鑽探：

- 對LM11、LM11E、LM12_1、LM12_2、LM12E、LM12E1、LM12E6、LM13W、LM14、LM14_1、LM14a、LM14W、LM16、LM16E1、LM17、LM17E1、LM17W、LM17W1、LM17W2、LM17W3、LM19_1、LM19E1、LM19W1、LM19W2、LM19W4、LM20、LM20E、LM20W、LM22、LM25、LM25W1、LM26、LM28、LM32、LM32E、LM41、LM41_1、LM41E、LM41E1、LM41E2、LM41E4、LM41E7、LM41W、LM50、LM51、LM52、LM53、LM54、LM54_1、LM56、LM58、LM58_1、LM59、LM7、LM7E、LM7W2、LM8、LM8_13、LM8_3a、LM8_4、LM8_5、W1、W18、W18E2、W18W、W18W_2、W6、W6E、W6E1、W6E2和W6W礦脈及其平行礦脈構造進行3,000米地表鑽探和60,000米地下鑽探。

26.2.6 鐵爐坪

坑道勘探：

- 在500米至1,120米中段之間，對T1系列、T2系列、T3系列、T4、T4E、T5系列、T11、T11E4、T11W1、T12、T12E、T14系列、T15系列、T16系列、T17系列、T20、T21、T21W、T22系列、T23系列、T24、T26、T26E1、T27、T27E、T27W、T28、T28、T28_1、T28E、T29、T30、T31系列、T33系列、T35E、T35E1、T38、T38E、T39E1、T39E、T39W和T53礦脈進行21,600米坑道勘探。

鑽探：

- 對T1系列、T2、T3系列、T5、T11系列、T12、T14、T14E、T15系列、T16系列、T17系列、T20、T21、T21W1、T22系列、T23、T24、T26、T26E、T28、T31、T31W3、T31W5、T33系列、T35系列、T39系列、T41、T50、T51、T52和T53礦脈進行2,660米地表鑽探和67,340米地下鑽探。

26.2.7 東草溝

坑道勘探：

- 在700米至780米中段之間，對C4、C4E、C7_1、C7_1a、C7_2、C8、C8E1、C9_1、C9W1、C9W2礦脈進行2,152米坑道勘探。

鑽探：

- 對C8、C8E1、C9_1、C9_2、C9_5、C9E1、C9E3、C9W2、CJ9和CJ9W礦脈進行5,000米地下鑽探。

26.2.8 寬平

坑道勘探：

- 在805米至1120米中段之間，對K3和K4礦脈進行4,101米坑道勘探。

鑽探：

- 對K1、K2和K3礦脈進行2,315米地表鑽探和7,200米地下鑽探。

26.2.9 勘探成本

上述勘探工作的估計成本為：

- 坑道勘探：221,120,000元人民幣（3,159萬美元）
- 鑽探：58,557,000元人民幣（837萬美元）

26.3 鑽探

合資格人士建議如下：

- 應對2020年沙溝密度測量所採用的程序進行獨立審查，並在必要時進行修改。
- 所有密度樣品應進行地質描述，特別關注氧化程度以及是否存在孔洞或孔隙。
- 密度樣品的最小重量應為1千克。用於化驗的樣品部分應盡可能代表用於密度測量的那部分礦化。優選對密度樣品本身進行化驗，但前提是蠟不會導致化驗樣品製備出現問題。
- 對於某些樣品，通過納入銅和鐵的化驗結果，回歸模型可能會得到改進。在含有顯著量黃銅礦、銀黝銅礦、黃鐵礦或赤鐵礦的樣品中，這些礦物可能對樣品的總體密度有顯著貢獻。
- 寬平密度測量所採用的程序應予記錄。
- 當前密度數據中後張溝、東草溝和寬平的代表性不足。需要對這些礦床進行進一步取樣。

26.4 樣品製備、分析和安保

除第 26.4.6.2 節外，本節所有建議均針對洛寧項目。

26.4.1 實驗室

- 應根據類似規程選擇實驗室，或盡可能在實驗室之間標準化規程。
- 嘗試標準化各個實驗室使用的破碎方法、破碎二次取樣方法、樣品量、檢出下限和上限以及超限處理技術。
- 停止在二次取樣前使用卷墊組合樣品。分樣器或自動旋轉樣品分樣器是更穩健的系統，不易產生取樣偏差。
- 應對分析樣進行濕篩分，以測試研磨細度規程。

26.4.2 認證標準物質（CRM）

- 需要與實驗室管理人員討論部分實驗室結果過於精確的問題。
- 維護一個「失敗表」，記錄對任何不合格批次採取的補救措施。
- 實施一個系統，將不合格批次的原始化驗結果保留在樣品數據庫中，並可供審計。
- 除了目前在每個礦山分別審查質量保證/質量控製樣品的做法外，考慮實施對所有礦山的認證標準物質（及質量保證/質量控製）樣品進行集中審查。鑒於所有礦山共用標準物質和實驗室，這將提供額外的數據來監控實驗室的表現和趨勢。
- 應進一步調查數據偏差（無論是正偏差還是負偏差）以及分析漂移的問題，包括在所有實驗室之間標準化樣品製備和分析方法。
- 考慮開發幾種定製的、洛寧礦區特有的認證標準物質。幾家認證標準物質供應商可以利用剩餘的粗重複樣製作認證標準物質，並提供相關的認證和文件。這可能有助於減少所需認證標準物質的數量，並提供與洛寧礦區礦床基質匹配的認證標準物質。
- 考慮添加監控低品位鋅（低於（<）0.2%）的認證標準物質。

26.4.3 空白樣

- 向多個實驗室發送一批粗重複樣空白樣，以確定空白樣源材料中銀、鉛、鋅品位的分布統計數據。應對每個採石場完成此項操作，以確保源材料的銀、鉛、鋅和金濃度足夠低。如果使用來自不同採石場的空白樣材料，則每個空白樣材料應有一個標識以便追溯來源。
- 修訂規程，對鑽探和地下樣品採用系統方法插入空白樣，插入率至少為每25個樣品中一個空白樣（4%）。
- 在預期的高品位礦化之後立即插入空白樣。
- 同時使用粗粒和細粒（分析樣）空白樣材料，以監控樣品製備和分析過程中的汙染情況。
- 確保所有實驗室均運行自身內部空白樣，以監測汙染。如有可能，應實時獲取實驗室內部質量保證/質量控製數據，並將其納入希爾威的數據庫。
- 調查是否可以在實驗室之間標準化檢出限和分析方法，以確保空白樣材料的性能一致。
- 實施對空白樣結果的實時監控，並確保對空白樣超過失敗限值的樣品批次進行調查和重新分析。
- 維護一個「失敗表」，記錄對任何不合格批次採取的補救措施。
- 實施一個系統，將不合格批次的原始化驗結果保留在樣品數據庫中，並可供審計。

- 提交分析樣重複樣進行分析，以便為每個實驗室確定實際檢出限。

26.4.4 重複樣

- 重複樣的插入率應提高到總提交樣品的5-6%，並應包括現場重複樣、粗重複樣重複樣和分析樣重複樣。在取樣過程的不同階段收集重複樣有助於理解取樣差異的來源。
- 調查岩心和地下樣品現場重複樣表現不佳的原因。這可能包括一個包含以下內容的測試階段：
  - 提交岩心的另一半作為現場重複樣，而非四分之一岩心（如有需要，可在將岩心切成兩半之前，切下一小片岩心薄片保留用於存檔）。
  - 考慮增加地下樣品的尺寸。

26.4.5 外檢樣

- 選擇單個第三方實驗室作為外檢實驗室。
- 定期向外檢實驗室隨機提交分析樣樣品，並附帶認證標準物質、空白樣和重複樣。這是為了評估該批次在外檢實驗室的表現。
- 將外檢樣品的提交量增加到所有收集樣品的4-5%。

26.4.6 一般性建議

26.4.6.1 洛寧項目

- 應盡可能標準化樣品製備和分析的實驗室規程。
- 所有質量保證/質量控製樣品類型的插入率應提高，以符合公認的行業標準。質量保證/質量控製樣品應包含在提交給實驗室的每一批樣品中。
- 在樣品批次中隨機插入質量保證/質量控製樣品，而不是像當前做法那樣連續插入認證標準物質、空白樣和重複樣。這將增加實驗室預先確定QA/QC類型的難度。
- 調查內部實驗室QA/QC數據是否可用，以及在現有希爾威數據之外，是否可對這些數據進行審查。
- 建立並利用計劃實施的具備QA/QC功能的商業鑽孔數據庫。
- 維護並報告一份「不合格批次表」，記錄每個不合格批次所完成的補救措施。
- 實施一個系統，將不合格批次的原始化驗結果保留在樣品數據庫中，並可供審計。
- 考慮在目前各礦分別審查QA/QC樣品的基礎上，對所有礦山的QA/QC樣品進行集中審查。鑒於各礦使用相同的實驗室，這將為監控實驗室性能和趨勢提供更多數據。
- 對所有樣品（包括QA/QC樣品）的批次ID進行標準化編碼，以便按批次審查數據。

26.4.6.2 寬平項目

- 升級所有鑽探和採樣工作，至少達到洛寧項目所採用的QA/QC規程標準。
- 應保存所有QA/QC送檢及處理記錄。

26.5 數據核驗

- 推進所有礦山數據庫的集中化與標準化，以減少重複數據並最大程度降低版本控製問題。應設置規則或查找表，確保在上傳前數據的有效性。
- 為每個礦建立標準的數據集邊界，根據需要包含重疊部分。
- 確保化驗數據記錄時不經四捨五入，以準確反映原始化驗證書內容。
- 建立針對分析結果低於LLD樣品的統一處理規程。
- 對刻槽取樣數據庫進行進一步的隨機化驗抽查，並酌情進行更正。

- 建立規程，確保未取樣區間在數據庫中的記錄一致且無歧義。
- 確保當一個樣品編碼出現在兩份證書上時，有書面理由說明，並標記礦產資源量估算中所使用的化驗結果。
- 應處理重複的鑽孔和刻槽孔編碼，以便對整個洛寧礦區數據庫進行審計。製定規程，確保每個礦床的孔ID和樣品編碼具有唯一性。
- 將QA/QC數據存儲在數據庫內，並確保樣品數據和QA/QC數據之間的報告的（送樣單）編碼保持一致。
- 確保化驗數據庫中的日期字段以統一格式填寫。應檢查所有日期的有效性並根據需要進行更正。缺失的日期應通過曆史記錄或交叉參考鑽孔日期、採樣日期和分析日期進行更正。

26.6 礦產資源量

26.6.1 估算流程

- 繼續標準化所有礦山的建模規程，以促進高效的模型審計。
- 在礦產資源量估算過程中，明確關鍵人員的職責。這應包括對所有輸入項（包括輸入數據庫、三維礦脈/礦化域模型、采空區及核銷區三角網等）進行嚴格的內部同行評審。此內部審查流程可包括結構化的形式，如在建模過程的每個關鍵階段進行正式的內部數據簽核。
- 確保礦脈模型適合在既定參數（例如硬邊界搜索鄰域）條件下用作估算礦化域。處於相似構造位置但在採礦背景下被視為同一礦脈的不同礦脈，可能需要劃分為不同的礦化域（使用不同的礦脈礦化域名稱）。反之，空間上相關且僅受小斷層錯斷的礦脈，可合併為單個礦化域（使用相同的礦脈礦化域名稱）。這將使塊體模型能夠由適當的數據進行約束，並消除結果塊體模型中的邊界偽影。

26.6.2 資源量數據庫

- 完成將所有礦產資源量數據集從單個礦山的數據解決方案（Excel™文件）到中央Micromine Geobank™數據庫的遷移，並實施數據驗證檢查。
- 在數據庫中創建字段，以標記任何應從礦產資源量中排除的鑽孔或刻槽樣品。應保存任何數據被排除的原因的文檔，並提供給任何在該項目上工作的外部合資格人士。
- 考慮對中文礦脈名稱到英文礦脈名稱的翻譯進行標準化，以確保連續（即年度）礦產資源量更新之間的連貫性。這將允許在逐個礦脈的基礎上對單個塊體模型進行更詳細的比較。也可以通過一份記錄同一礦脈連續名稱的跟蹤文件來實現。

26.6.3 礦脈建模

- 為所有礦床的礦脈建模製定標準化程序，以進行礦產資源量估算。這應包括涵蓋以下方面的標準：從已知礦化體向外推斷礦脈的範圍、將礦脈合併（或拆分）為單個估算礦化域的標準，以及最小礦脈寬度標準。
- 在線框構建過程中增加頂點數量，以提高三角網的分辨率，並防止在數據高度變化或稀疏的礦脈中產生有害的三角形偽影。研究可能的高級礦脈建模工具，例如隱式建模，以創建更合適、更穩健的礦脈線框。
- 在適當的情況下，使用線框布爾工具裁剪相交的礦脈。
- 調整線框構建流程，以減少線框在數據點之間收縮至小於0.4米厚度的現象。

26.6.4 消耗建模

- 在構建采空區和核銷區線框時，確保「套裁」編碼線框與礦脈模型的走向/傾角正交。

- 除了縱向平面上構建的任何「套裁」線框之外，還應使用采空區線框，以確保天井和穿脈巷道得到正確的編碼和消耗。

26.7 選礦

- 定期進行選礦廠審計，以確保最佳的過程控製和選礦廠性能。
- 持續以改進選礦系統及輔助設施（包括XRT礦石分選機）為目標，以提高金屬回收率並降低能耗。
- 就XRT分選而言，建立及維持全面的性能數據收集制度，以促進優化使用及加工價值貢獻。
- 確保對3號選礦廠建設和調試以及1號選礦廠逐步淘汰的過渡期進行嚴格控製。

26.8 尾礦庫

合資格人士注：希爾威對建議的初步回應已納入技術報告第 18.1 節。

- 應考慮對所有三個設施採用更嚴格的水文設計標準，採用比目前採用的500年一遇或1000年一遇更極端的入庫設計洪水。
- 應採用最新的分析方法，並考慮所有適當的荷載條件，對現有設施進行邊坡穩定性分析重新評估。首先，應嚴格審查從現場和實驗室試驗獲得的所有數據，尤其注意基於靜力觸探試驗（CPTu）結果識別收縮性材料。應進行不排水極限平衡分析。根據該審查和不排水分析的結果，可能需要使用高級數值模型（即非線性變形分析）進行更複雜的分析。
- 對於3號尾礦庫，合資格人士建議考慮在初期壩上游的高密度聚乙烯庫底襯墊上方安裝地下排水系統。該系統的目的是促進尾礦體的排水，以便後續建設上游法堆壩。
- 此外，就3號尾礦庫而言，應委聘獨立的尾礦庫設計專家，審閱及檢查竣工建設情況，包括導流渠、相鄰邊坡穩定性方面，以及在極端天氣事件發生時道路通行的維護。

26.9 地表道路與運輸

- 評估陡坡區域的所有道路，並採取適當措施消除任何缺乏道路安全護欄和/或可能存在邊坡失穩風險的路段的風險。
- 對於洛寧礦區及周邊區域整體的道路運輸，特別是在道路及隧道內道路交通量增加及與非本公司車輛交匯的情況下，繼續確保適當的安全規程到位並得到遵守。

26.10 採礦

- 對於內部規劃和預測以及對外報告，繼續推進各礦山及整個洛寧礦區的資源量估算、儲量估算及礦山規劃流程的完全整合。
- 通過採礦質量控製部門，繼續加強貧化與品位控製，並實施最佳採礦實踐。這對於在洛寧礦區整個礦山服務年限內實現礦石儲量品位，同時以顯著提高的生產率生產礦石至關重要。
- 總體上保持對礦山規劃和控製的持續重點關注——特別是如上所述的貧化方面，同時也關注人員數量與能力，以及機械化設備的維護。
- 確保洛寧各礦實施和維護安全的岩土控製措施時，將岩土工程的理解與規劃置於首位。
- 繼續計劃在洛寧礦區引入更先進的技術，同時製定和實施與使用更多機械化設備和新採礦方法相關的所有必要操作和安全措施。引入更多機械化設備也帶來了額外的安全考量，需開展專項培訓，並嚴格執行相關規程和操作實踐。需要處理的具體方面

包括：在開放眉線、天井及溜礦井區域附近操作設備及人員；遠程礦石搬運操作與操作員保護；以及根據巷道寬度設置安全躲避硐室並保證合理的設備間隙。合資格人士認可希爾威關於已培訓實施的說明，且洛寧礦區運營中當前所有任務均已評估和標準化，以確保安全生產。

- 在整個洛寧礦區運營中保持高水平的開拓規劃、進度安排和控製。在這方面，實現開拓計劃的完成（尤其是在未來幾年）將是進一步計劃增產的關鍵因素。
- 確保承包商持續了解並履行其要求和責任，包括資源的提供與保障，特別是熟練勞動力數量和維護得當的設備以及在遵守安全規程方面。
- 對於近期引入的中深孔採礦，確保持續實施綜合方案，對照設計監測鑿岩和爆破效果，包括定期進行空區監測測量。為了優化中深孔採礦的整體效果——特別是在安全、生產率和貧化方面——建議聘請專家指導。這可能包括關於採場入口與設計、設備、操作規程、鑿岩爆破設計、岩土工程評估和支護（尤其是硐口和下盤附近）以及充填方面的建議。
- 再次強調，關於中深孔採礦，考慮在適當區域更廣泛地應用該方法，以期進一步提高採場生產率。在進行此項工作時，必須認識到，需更多關注旨在控製貧化的設計和爆破實踐。
- 對於房柱採礦法，確保設計和操作實踐包括岩土工程和支護評估，並在局部以及更廣泛的房柱區域內實現足夠的礦柱穩定性和頂板穩定性。
- 對於占主導地位的削壁充填採礦法和留礦採礦法，在設計、鑿岩和爆破方面保持高度的過程控製。這對於實現貧化目標至關重要。
- 在適當的情況下，就膏體充填事宜聘請專家指導，包括配方、膠結劑類型與用量、適當的強度要求及其隨時間的變化規律、測試規程、輸送系統以及充填作業。
- 關於柴油設備操作，確保遵守監管要求和最佳實踐中的通風標準，包括關於有害氣體和柴油顆粒物（DPM）濃度的標準。
- 特別是對於房柱採礦和中深孔採礦，對照當前預測監測和評估礦石回收率。
- 繼續關注礦石堆存和記錄保存程序，並評估礦山和選礦廠之間對賬績效的所有方面。
- 在可行且安全的條件下，對於所有合適的採礦方法，持續考慮將廢料填入採場空區。
- 持續關注運營效率和成本效益。合資格人士認為，相對於預計的年產量增長和更多機械化採礦的引入，單位成本估算是合理的；但考慮到成本通脹壓力，這種關注將至關重要。
- 考慮在洛寧礦區增加使用電動/電池採礦車輛。

27 依據文件

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2012 年，中國河南省洛寧礦區金銀鉛鋅項目技術報告。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2012 年 5 月 1 日，提交日期：2012 年 6 月 15 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2013 年，中國河南省洛寧礦區金銀鉛鋅項目技術報告。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2012 年 5 月 1 日（2013 年 4 月 30 日修訂），提交日期：2013 年 5 月 6 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2014 年，洛寧礦區 NI 43-101 技術報告。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2013 年 12 月 31 日，提交日期：2014 年 9 月 5 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2017 年，洛寧礦區 NI 43-101 技術報告。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2016 年 12 月 31 日，提交日期：2017 年 2 月 24 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2020 年，中華人民共和國河南省洛寧礦區銀鉛鋅項目 NI 43-101 技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2020 年 7 月 31 日，提交日期：2020 年 10 月 14 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2022 年，中華人民共和國河南省洛寧礦區銀鉛鋅項目 NI 43-101 技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2022 年 9 月 20 日，提交日期：2022 年 11 月 4 日。

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.，2024 年，中華人民共和國河南省洛寧礦區銀-鉛鋅項目 NI 43-101 技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司。生效日期：2024 年 7 月 16 日，提交日期：2024 年 9 月 12 日。

澳大利亞大壩委員會，2019 年 7 月，《尾礦壩指南：規劃、設計、施工、運營與關閉》增編。

Broili, C.和 Klohn, M.，2007 年，中國河南省洛寧礦區銀鉛鋅及蒿坪溝金銀鉛項目技術更新，2007 年 8 月 16 日；委託方：希爾威金屬礦業有限公司，編制方：美國華盛頓 BK 勘探協會。

Broili, C.、Klohn, M.和 Moran, R.，2008 年，2008 年 11 月希爾威金屬礦業有限公司中華人民共和國河南省 TLP-LM 銀鉛項目 NI 43-101 技術報告及預可行性研究。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，編制方：美國華盛頓 BK 勘探協會，2008 年 11 月 20 日。

Broili, C.、Klohn, M.和 Ni, W.，2010 年，洛寧礦區銀鉛鋅項目。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，2010 年 2 月 26 日。

Broili, C.、Klohn, M.、Yee, J.W.、Petrina, M.和 Fong, C.，2006 年，希爾威金屬礦業有限公司中國河南省洛寧礦區銀鉛鋅項目技術更新，2006 年 5 月 26 日。

Broili, C.、Yee, J.W.和 Fong, C.，2006 年，希爾威金屬礦業有限公司中國河南省洛寧礦區銀鉛鋅項目技術更新，2006 年 4 月 18 日。

Chen, Y.J.、Pirajno, F.、Sui, Y.H.，2004 年。河南鐵爐坪銀鉛礦床同位素地球化學：造山型銀為主礦床及其構造背景實例研究。Miner. Deposita 39（5），第 560-575 頁。

河南省有色金屬地質礦產局第一地質大隊。2008 年，河南省陝縣東岔寬坪礦區金礦詳細調查報告，2008 年 4 月，100 頁。

Klohn, M.、Ni, W.和 Broili, C.，2011 年，洛寧銀鉛鋅礦區蒿坪溝礦山資源量與儲量技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，2011 年 5 月 20 日。

Klohn, M.、Ni, W.和 Broili, C.，2011 年，洛寧銀鉛鋅礦區沙溝礦山資源量與儲量技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，2011 年 5 月 20 日。

Klohn, M.、Ni, W.和 Broili, C.，2011 年，洛寧銀鉛鋅礦區鐵爐坪和龍門礦山資源量與儲量技術報告更新。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，2011 年 5 月 20 日。

Li, Z.-K.、Li, J.-W.、Zhao, X.-F.、Zhou, M.-F.、Selby, D.、Bi, S.-J.、Sui, J.-X.、Zhao, Z.-J.，2013 年。華北克拉通南緣熊耳山地區地殼伸展型銀鉛鋅礦脈：以沙溝礦床為例的約束。《經濟地質學》第 108 卷，第 1703-1729 頁。

Long, S.D.、Parker, H.M.和 Françis-Bongarçon, D.，1997 年，預可行性研究至可行性研究階段鑽探項目的化驗質量保證/質量控制程序。編制方：Mineral Resources Development Inc.（MRDI），1997 年 8 月。

Mao, J.W.、Zheng, R.F.、Ye, H.S.、Gao, J.J.、Chen, W.，2006 年。豫西熊耳山地區沙溝銀鉛鋅礦床成礦的 40Ar-39Ar 年齡及其地質意義。Mineral Deposits 第 25 卷，第 359 - 368 頁（中文版，附英文摘要）

Méndez, A.S.，2011 年，「關於礦產勘查中當前質量控制實踐的討論：質量控制的應用與經驗，Ognyan Ivanov」，IntechOpen，DOI: 10.5772/14492。https://www.intechopen.com/books/applications-and-experiences-ofqualitycontrol/a-discussion-on-current-quality-control-practices-in-mineral-exploration.

Rossi, M.E.和 Deutsch, C.V.，2014 年，礦產資源量估算，倫敦：Springer，第 77-82 頁。

《尾礦壩安全》，國際大壩委員會第 194 號公報，技術委員會 L 尾礦壩與廢物池委員會。

技術委員會 L，2023 年，《尾礦壩與廢液池 尾礦壩安全》，國際大壩委員會第 194 號公報。

Tian, Y.、Mao, J.、Jian, W.、Wang, Y.、Feng, R.、Ye, H.、Liu, J.、Wu, S.、Zhu, L.、Xu, H.、Guan, H.、Wang, P.，2023 年。東秦嶺多金屬成礦帶下峪中硫型淺成低溫熱液銀鉛鋅金(銅)礦化的識別：來自地質學和年代學的約束。Ore Geol.156 期，105398。https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105398

Xu, A.、Schrimpf, T.和 Liu, Z.，2006 年，河南省洛寧縣蒿坪溝銀鉛項目技術審查。委託方：希爾威金屬礦業有限公司，編制方：北京斯羅柯資源技術有限公司。

Xu, J.、Zhang, Y.、Li, K.、Zheng, C.、Li, X.、Jin, Z.、Wu, C.、Zhang, Z.，2023 年。華北克拉通南部沙溝銀鉛鋅礦床成因：來自 He-Ar-Pb 同位素和閃鋅礦微量元素組成的約束。Ore Geol.163 期，105765。https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105765.

28 合資格人士證書

作者證書

本人，Herbert A. Smith，專業工程師，來自英屬哥倫比亞省溫哥華市，茲證明：

1. 本人目前獲聘為Mining Consultants (Canada) Ltd.（EGBC 許可證編號#100235）的高級首席採礦工程師，辦公地址位於加拿大英屬哥倫比亞省溫哥華市格蘭維爾街200號202室，郵政編碼V6C 1S4。
2. 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區NI 43-101技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為2026年5月18日。
3. 本人於1972年畢業於英國泰恩河畔紐卡斯爾大學，獲採礦工程理學士學位，並於1983年獲同一大學岩石力學及開挖工程理學碩士學位。本人為英屬哥倫比亞省工程師及地球科學家協會（執照編號#32378）、安大略省專業工程師協會（執照編號#100017396）、亞伯達省專業工程師及地球科學家協會（執照編號#31494），以及西北地區與努納武特地區專業工程師與地球科學家協會（執照編號#L4413）的註冊會員，均具良好會員資格。

   自畢業以來，本人累計從事採礦工程師工作達48年，在地下採礦、可行性研究及礦業項目技術報告編製方面具備相關經驗。

   本人已閱讀國家文書43-101(NI 43-101)所訂定之「合資格人士」定義，並茲證明，憑藉本人之學歷、專業協會會員資格（定義依NI 43-101）及過往相關工作經歷，本人符合NI 43-101規定下「合資格人士」之資格要求。
4. 本人曾於以下時間實地考察洛寧礦區：2012年2月6日至19日期間共四天、2013年9月3日至6日期間共四天、2016年7月13日至16日期間共三天、2024年2月26日至29日期間共四天，以及2026年5月12日至13日期間共兩天。
5. 本人負責技術報告中的第2至6節、第15、16、20、21、22、24節，以及第1、12.1、18、19、25、26及27節的部分內容。
6. 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用NI 43-101第1.5節中的所有獨立性測試。
7. 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任AMC先前就洛寧礦區編製的多份技術報告的合資格人士，該等報告包括：2012年（於2012年6月15日存檔，生效日期為2012年5月1日）、2013年（對2012年報告的輕微更新，於2013年5月6日存檔，生效日期為2012年5月1日）、2014年（於2014年9月5日存檔，生效日期為2013年12月31日）、2017年（於2017年2月24日存檔，生效日期為2016年12月31日）、2020年（於2020年10月14日存檔，生效日期為2020年7月31日）、2022年（於2022年11月4日存檔，生效日期為2022年9月20日），以及2024年（於2024年9月12日存檔，生效日期為2024年7月16日）。
8. 本人已閱讀NI43-101，且本技術報告乃按照NI43-101及表格43-101F1編製。
9. 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：

Herbert A. Smith，專業工程師

高級首席採礦工程師

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.

作者證明書

本人，Genoa K. Vartell，專業地質學家，來自英屬哥倫比亞省素里市，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.（EGBC 許可證編號 #100235）的技術主管地球科學／高級首席地質學家，辦公地址位於加拿大英屬哥倫比亞省溫哥華市格蘭維爾街 200 號 202 室，郵政編碼 V6C 1S4。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於加拿大埃德蒙頓的阿爾伯塔大學（1991 年獲地質學理學士（榮譽）學位）。本人亦畢業於澳大利亞珀斯的西澳大學（地質學博士學位）。本人為英屬哥倫比亞省工程師及地質科學家協會（執照編號#37418）的註冊會員，並具良好會員資格。自畢業以來，本人累計從事本專業工作達 32 年，並在貴金屬及基本金屬礦床方面具備相關經驗。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義依 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人曾於 2016 年 7 月 13 日至 20 日期間實地考察洛寧礦區，共八天。

5 本人負責技術報告中的第 7、9、10、23 節，以及第 1、12、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾就 AMC 先前於 2013 年編製的洛寧礦區技術報告（於 2013 年 5 月 6 日存檔，生效日期為 2012 年 5 月 1 日）協助合資格人士，其後並擔任 AMC 先前就洛寧礦區編製的多份技術報告的合資格人士，包括：2017 年（於 2017 年 2 月 24 日存檔，生效日期為 2016 年 12 月 31 日）、2020 年（於 2020 年 10 月 14 日存檔，生效日期為 2020 年 7 月 31 日）、2022 年（於 2022 年 11 月 4 日存檔，生效日期為 2022 年 9 月 20 日），以及 2024 年（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI43-101，且本技術報告乃按照 NI43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：_____

Genoa K. Vartell，專業地質學家

技術主管地球科學／高級首席地質學家

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.

作者證明書

本人，Simeon Robinson，專業地質學家，澳大拉西亞礦業及冶金學會會員，來自英屬哥倫比亞省納奈莫市，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.（EGBC 許可證編號 #100235）的首席地質學家，辦公地址位於加拿大英屬哥倫比亞省溫哥華市格蘭維爾街 200 號 202 室，郵政編碼 V6C 1S4。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於澳洲西澳州卡爾古利的科廷科技大學（2001 年獲礦產勘探及採礦地質學理學士學位）。本人亦已完成阿爾伯塔大學的應用地質統計學引證課程（2019 年）。本人為英屬哥倫比亞省工程師及地質科學家協會（執照編號#43058）及安大略省專業地質科學家協會（註冊編號#3904）的註冊會員，均具良好會員資格。本人亦為澳洲地質科學學會的註冊會員（會員編號#5609）。自畢業以來，本人累計從事本專業工作達 24 年，並在貴金屬及基本金屬礦床方面具備相關經驗。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101_所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人曾於 2024 年 2 月 26 日至 29 日期間實地考察洛寧礦區，共四天。

5 本人負責技術報告中的第 8 節，以及第 1、12.1、12.2、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任 AMC 先前就洛寧礦區編製的技術報告的合資格人士，包括：2020 年（於 2022 年 10 月 14 日存檔，生效日期為 2022 年 7 月 31 日）、2022 年（於 2022 年 11 月 4 日存檔，生效日期為 2022 年 9 月 20 日），以及 2024 年（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI43-101，且本技術報告乃按照 NI43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：_____

Simeon Robinson，專業地質學家，澳洲地質科學學會會員

首席地質學家

AMC Mining Consultants (Canada) Ltd.

作者證明書

本人，Justin Glanvill，專業自然科學家，來自英國梅登黑德，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants (UK) Limited 的首席地質學家，辦公地址位於英國伯克郡雷丁市福伯里廣場戴維森大廈 336a 室，郵政編碼 RG1 3EU。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於南非德班的納塔爾大學（1997 年獲地質學理學士學位）及金山大學（2013 年獲工程理學碩士學位）。本人為南非地質學會的良好會員，並為註冊於南非自然科學專業委員會（SACNASP 註冊編號 40164/07）的專業自然科學家（PrSciNat）。自 1997 年起，本人持續從事本專業工作。本人的專業領域包括系統開發及自動化、地下及露天礦山地質測繪與建模、品位控制、對賬、資源估算及相關地質統計學。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人曾於 2026 年 5 月 12 日至 13 日期間實地考察洛寧礦區，共兩天。

5 本人負責技術報告中的第 1、12.1、12.2、14、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任 AMC 先前於 2024 年就洛寧礦區編製的技術報告的合資格人士（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI43-101，且本技術報告乃按照 NI43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：

Justin Glanvill，專業自然科學家

首席地質學家

AMC Consultants (UK) Limited

作者證明書

本人，Aaron Wilkins，英國特許地質學家、歐洲地質學家，來自英國彭林，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants (UK) Limited 的首席地質學家，辦公地址位於英國伯克郡雷丁市福伯里廣場戴維森大廈 336a 室，郵政編碼 RG1 3EU。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於英國利物浦大學（2005 年獲地質學理學士學位）及埃克塞特大學（坎伯恩礦業學院）（2006 年獲理學碩士學位）。本人為倫敦地質學會的註冊良好會員（特許地質學家編號#1015302），並為歐洲地質學家聯合會的註冊良好會員（歐洲地質學家編號#1056）。自 2006 年起，本人持續從事本專業工作。本人的專業領域包括礦產勘探、資源定義、估算及相關地質統計學，以及地下和露天礦山的項目開發。本人具備基本金屬礦床的定義及評估相關經驗，並專精於窄脈礦化。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人未曾實地考察洛寧礦區。

5 本人負責技術報告中的第 1、14、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往未曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目。

8 本人已閱讀 NI43-101，且本技術報告乃按照 NI43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：_____

Aaron Wilkins，英國特許地質學家、歐洲地質學家

首席地質學家

AMC Consultants (UK) Limited

作者證明書

本人，Brett Nielsen，澳洲地質科學學會會員，來自澳洲布里斯班，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants Pty Ltd.的高級地質學家，辦公地址位於澳洲昆士蘭州布里斯班市克里克街 100 號 15 樓，郵政編碼 4000。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於澳洲新英格蘭大學（地質科學學士）。本人為澳洲地質科學學會會員，會員編號為 9043。本人亦為澳大拉西亞礦業及冶金學會會員。自畢業以來，本人累計從事本專業工作達 14 年，並在貴金屬及基本金屬礦床方面具備相關經驗。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人未曾實地考察洛寧礦區。

5 本人負責技術報告中的第 1、14、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI 43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目。本人曾協助就 AMC 於 2024 年編製的洛寧礦區技術報告（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）中的後張溝礦區礦產資源量估算提供協助。

8 本人已閱讀 NI 43-101，且本技術報告乃按照 NI 43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署： _____

Brett Nielsen，澳洲地質科學學會會員

高級地質學家

AMC Consultants Pty Ltd.

作者證明書

本人，Mark Kent，澳大拉西亞礦業及冶金學會院士，來自澳洲西澳省伊魯卡，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants Pty Ltd 的首席地質學家，辦公地址位於澳洲西澳省西柏斯市海伊街 1100 號。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於澳洲新南威爾士州麥考瑞大學（1995 年獲地質學理學士學位）、澳洲新南威爾士州新英格蘭大學（1996 年獲地質學理學士（榮譽）學位）及澳洲南澳州阿德萊德大學（2009 年獲地質統計學碩士學位）。本人為澳大拉西亞礦業及冶金學會院士（編號 203631）。自 1997 年起，本人持續從事本專業工作。本人具備多個礦山的礦產資源量估算經驗，包括露天金礦及地下金礦，並曾在澳洲及海外進行大量地質統計學研究，以支持礦產資源量估算。本人具備貴金屬及基本金屬礦床的相關經驗。

本人已閱讀國家文書43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合NI 43-101項下「合資格人士」的要求。

4 本人未曾實地考察洛寧礦區。

5 本人負責技術報告中的第 1、14、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI 43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往未曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目。

8 本人已閱讀 NI 43-101，且本技術報告乃按照 NI 43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：_____

Mark Kent，澳大拉西亞礦業及冶金學會院士
首席地質學家
AMC Consultants Pty Ltd

作者證明書

本人，Roderick Carlson，澳洲地質科學家學會會士、註冊專業地質學家（勘探及採礦），來自澳洲布里斯班，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants Pty Ltd.的技術主管地球科學／首席地質學家，辦公地址位於澳洲昆士蘭州布里斯班市克里克街 100 號 15 樓，郵政編碼 4000。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦產 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於澳洲首都領地坎培拉的坎培拉高等教育學院（1988 年獲地質學應用科學學士學位）。本人亦已完成西澳大學的理學碩士（礦床地質學與評估）課程（1999 年）。本人為澳洲地質科學家學會的註冊會士（會員編號#1443）及註冊專業地質學家（編號#10122）。自畢業以來，本人累計從事本專業工作達 38 年，並在貴金屬及基本金屬礦床方面具備相關經驗。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人未曾實地考察洛寧礦區。

5 本人負責技術報告中的第 11 節，以及第 1、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI 43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任 AMC 先前於 2024 年就洛寧礦區編製的技術報告的合資格人士（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI 43-101，且本技術報告乃按照 NI 43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署： _____

Roderick Carlson，澳洲地質科學家學會會士、註冊專業地質學家

技術主管地球科學／首席地質學家

AMC Consultants Pty Ltd.

作者證明書

本人，Robert Chesher，澳大拉西亞礦業及冶金學會特許專業院士，來自澳洲布里斯班，茲證明：

1 本人目前獲聘為 AMC Consultants Pty Ltd 的高級首席顧問，辦公地址位於澳洲昆士蘭州布里斯班市克里克街 100 號 18 樓，郵政編碼 4000。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 15 日。

3 本人畢業於澳洲聖盧西亞的昆士蘭大學（1977 年獲冶金學理學士（榮譽）學位）。本人為澳大拉西亞礦業及冶金學會的良好會士，並獲該學會認證為冶金學科的特許專業人士（執照編號#311429）。自 1977 年起，本人持續從事本專業工作。本人的專業領域為企業及技術（冶金）諮詢，專注於營運與表現檢討、改進及優化。

本人已閱讀國家文書 43-101（NI 43-101）所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人曾於 2026 年 5 月 12 日至 13 日期間實地考察洛寧礦區（共兩天），及於 2024 年 2 月 26 日至 29 日期間實地考察（共四天）。

5 本人負責技術報告中的第 13 及 17 節，以及第 1、12.1、19、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI 43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任 AMC 先前就洛寧礦區編製的技術報告的合資格人士，包括：2020 年（於 2020 年 10 月 14 日存檔，生效日期為 2020 年 7 月 31 日）、2022 年（於 2022 年 11 月 4 日存檔，生效日期為 2022 年 9 月 20 日），以及 2024 年（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI 43-101，且本技術報告乃按照 NI 43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署：_____

Robert Chesher，澳大拉西亞礦業及冶金學會特許專業院士

首席顧問

AMC Consultants Pty Ltd

作者證明書

本人， Dermot M. Claffey，特許專業工程師，來自英國德文郡，茲證明：

1 本人目前以自僱形式擔任首席顧問，並以 Hillerton Consulting Limited 名義經營業務，辦公地址位於英國德文郡克萊斯特聖喬治市海威納德，郵政編碼 EX3 0NN。

2 本證明適用於就希爾威金屬礦業有限公司（「發行人」）編製，名為「中華人民共和國河南省洛寧銀鉛鋅金礦區 NI 43-101 技術報告」的技術報告（「技術報告」），生效日期為 2026 年 5 月 18 日。

3 本人畢業於愛爾蘭都柏林大學（1982 年獲土木工程學士學位）紐卡斯爾大學（1983 年獲土力學及基礎工程碩士學位）。本人為澳洲工程師學會的良好會員，並為特許會員。自畢業以來，本人持續從事本專業工作達 39 年，並在尾礦管理方面具備相關經驗。

本人已閱讀國家文書 43-101(NI 43-101)所載「合資格人士」的定義，並憑藉本人的教育背景、所屬專業協會（定義按 NI 43-101）的會員資格及過往相關工作經驗，證明本人符合 NI 43-101 項下「合資格人士」的要求。

4 本人曾於 2024 年 2 月 26 日至 29 日期間實地考察洛寧礦區，共四天。

5 本人負責技術報告中的第 1、12.1、18、25、26 及 27 節的部分內容。

6 本人獨立於發行人及其關聯公司，並已應用 NI 43-101 第 1.5 節中的所有獨立性測試。

7 本人過往曾參與本技術報告所涵蓋的礦區項目，具體而言，本人曾擔任 AMC 先前於 2024 年就洛寧礦區編製的技術報告的合資格人士（於 2024 年 9 月 12 日存檔，生效日期為 2024 年 7 月 16 日）。

8 本人已閱讀 NI 43-101，且本技術報告乃按照 NI 43-101 及表格 43-101F1 編製。

9 截至本技術報告的生效日期及本證明書簽署之日，據本人所深知、盡悉及確信，本技術報告已載列所有須予披露的科學及技術資料，以確保本技術報告並無誤導成分。

生效日期：2026年5月18日

簽署日期：2026年5月20日

親筆簽署： _____

Dermot M. Claffey，特許專業工程師

首席顧問

Hillerton Consulting Limited

29 資格、獨立性與費用

29.1 資格

負責本報告的合資格人士符合香港聯交所上市規則所定義的合資格人士資格，具體如下：

1 在與所涉礦化類型、礦床類型及礦業公司擬開展活動相關的領域，擁有不少於 5 年的經驗。

2 具備相應專業資格，是相關「認可專業組織」的聲譽良好會員，且該組織所在司法管轄區的法定證券監管機構已獲香港聯交所認可，與香港證監會就執法互助與信息交流達成了令人滿意的安排，以確保持續遵守該司法管轄區及香港的法律法規；和

3 承擔合資格人士證書及本報告表 2.1 所列明的合資格人士報告內容的責任。

29.2 獨立性

合資格人士獨立於發行人、其董事、高級管理人員及顧問。具體而言：

1 合資格人士在被評估資產中不持有任何現有或潛在的經濟利益或實益權益；

2 合資格人士的報酬不取決於本合資格人士報告結論，過去沒有、將來也不會依據報告結論收取酬金；

3 合資格人士個人並非發行人、發行人的任何集團、控股公司或關聯公司的高級職員、雇員或擬聘高級職員；和

4 合資格人士均為 AMC 或 Hillerton Consulting Ltd..(Hillerton)的雇員，而 AMC 和 Hillerton 並非發行人的集團、控股公司或關聯公司。AMC 和 Hillerton 的任何合夥人或高級職員，均非發行人任何集團、控股公司或關聯公司的高級職員或擬聘高級職員。

29.3 費用

AMC 和 Hillerton 按正常的日費標準及實報實銷原則收取編制本報告的服務費用。AMC 和 Hillerton 的費用不取決於本報告所涉交易的結果。

附錄 A 第 18 章合規性

CPR 報告中，包含上市條件所需信息的章節，已在合規表的'AMC'列中標明。

第 18 章				AMC
18.01	**定義與解釋**			**不適用。[1]**
18.02-18.04	**新申請上市的礦業公司須滿足的上市條件**			
18.02	除符合第八章的要求外，申請上市的礦業公司還必須符合本章的要求。			
18.03	礦業公司必須：——			
	(1)	向聯交所證明（需令聯交所確信），其有權積極參與自然資源的勘探和/或開採，方式如下：——		4.2, 4.3,4.4
		(a)	通過對所投資資產的大部分（按價值計算）實施控制，並擁有對自然資源勘探 和/或開採的充分權利；或	
			注：「多數控制權」指持股比例超過 50%。	
		(b)	根據（聯交所認可的協議所授予的）充分權利，使其能夠對自然資源的勘探 及/或開採決策施加重大影響；	
	(2)	向聯交所證明（需令聯交所確信），其至少擁有以下投資組合：——		14.1
		(a)	控制資源量；或	
		(b)	或有資源量，該資源可根據報告標準進行識別，並在合資格人士報告中得到核實。該投資組合須具備足夠規模及實質內容，以支持其上市；	
	(3)	如已開始生產，須提供現金運營成本估算，包括以下相關成本：——		21; 22
		(a)	勞動力雇傭；	
		(b)	耗材；	
		(c)	燃料、電力、供水和其他服務；	
		(d)	現場和場外管理；	
		(e)	環境保護與監測；	
		(f)	勞動力運輸；	
		(g)	產品營銷與運輸；	
		(h)	非所得稅、特許權使用費和其他政府費用；和	

		(i)	應急準備金；	
		注：	*礦業公司必須：——* - *按類別分項列示現金運營成本的構成；* - *說明偏離現金運營成本應包含項目清單的原因；和* - *向投資者重點說明需特別關注的重大成本項目。*	
	(4)	須令聯交所確信，本集團現有可用營運資金至少能滿足未來 12 個月 125%的資金需求，且必須包括以下項目：——		不適用。[1]
		(a)	一般行政及運營成本；	
		(b)	礦區持有成本；和	
		(c)	擬議勘探及/或開發成本；和	
		注：	*資本支出無需計入營運資金需求。若通過借款融資，則須包含相關利息及貸款還款。*	
	(5)	須確保上市檔中的營運資金聲明（根據《上市規則》第 8.21A 條）載明：集團現有可用營運資金至少能滿足自上市檔日期起未來 12 個月 125%的資金需求。		不適用。[1]
18.04	若礦業公司無法滿足《上市規則》第 8.05(1)條的盈利測試、第 8.05(2)條的市值/收益/現金流量測試或第 8.05(3)條的市值/收益測試，仍可申請上市，前提是須令聯交所確信其董事及高級管理人員整體具備與該公司從事的勘探及/或開採活動相關的充足經驗。所依據的個人須至少具備五年相關行業經驗。申請人須於上市檔中披露相關經驗的具體細節。			不適用。[1]
	注： *依據本條申請上市的礦業公司須證明其主營業務為自然資源的勘探及/或開採。*			
18.05-18.08	**新申請人的上市文件內容**			
18.05	除附錄 1A 所列資料外，礦業公司須在其上市檔中載明以下內容：——			
	(1)	合資格人士報告；		1 至 29
	(2)	聲明自合資格人士報告生效日期以來未發生重大變動。如出現重大變動，須予以顯著披露；		附錄 A [7]
	(3)	其採礦權、勘探權、開採權、土地使用權及採礦權的性質與範圍，並說明相關權利所附資產詳情，包括特許權的期限及其他主要條款與條件，以及所需許可證與批文。尚待獲取的重大權利細節亦須披露；		4; 20.

	(4)		可能影響其勘探或採礦權的法律申索或法律程序的聲明；	4
	(5)		具體風險及一般風險的披露。公司應參考《指引 7》關於風險分析的建議；和	25
	(6)		（如與礦業公司業務相關且屬重大）下列事項的詳情：——	
		(a)	因環境、社會、健康及安全問題產生的項目風險；	25
		(b)	非政府組織對礦產及/或勘探項目可持續性的影響；	無。
		(c)	遵守東道國法律、法規及許可的情況，以及按國家分類向東道國政府支付的稅款、特許權使用費及其他重大款項；	20; 21; 22
		(d)	以可持續方式實施補救、修復、閉礦及設施移除的充足資金計劃；	20.7; 20.8
		(e)	其項目或資產涉及的環境責任；	20
		(f)	應對東道國法律及慣例的歷史經驗（包括對中央與地方實踐差異的管理）；	20
		(g)	關於其礦山及勘探區域所在地政府與小區關切問題的歷史應對經驗，以及相關管理安排；和	20.5
		(h)	勘探或採礦活動所涉土地可能存在的權利主張（包括原住民或土著權利主張）。	4.3; 20.5.7
18.06-18.08	***適用於特定新申請人礦業公司的額外披露要求***			
18.06	若礦業公司已開始生產，須按適當單位披露所產礦產及/或石油的運營現金成本估算。			21.2
18.07	若礦業公司尚未開始生產，須披露其投產計劃（含預計時間表及成本）。該計劃至少須經概略研究支持，並由合資格人士意見左證。如尚未取得勘探權或資源及/或儲量開採權，須顯著披露獲取相關權利的風險。			不適用。[3]
18.08	若礦業公司從事資源勘探或開採，須向投資者顯著披露其資源最終可能無法實現盈利性開採。			14.1
18.09-18.13	**涉及礦產或石油資產收購處置的相關須予公佈交易**			**不適用。[1]**
18.09	擬進行涉及礦產或石油資產收購或處置的須予公佈交易的礦業公司須遵守以下規定：——			
	(1)		如適用，需遵守第 14 章和第 14A 章的規定；	
	(2)		須就作為須予公佈交易組成部分的擬收購或處置資源及/或儲量編制合資格人士報告，且該報告必須構成相關通函的組成部分；	

		注：	*若股東已掌握擬處置資產的充分資料，聯交所可豁免該項處置交易須編制合資格人士報告的要求。*	
	(3)	若屬重大（或以上）收購事項，須就作為須予公佈交易組成部分的礦產或石油資產編制估值報告，且該報告必須構成相關通函的組成部分；和以及		
	(4)	遵守關於被收購資產的第 18.05(2)條至第 18.05(6)條規則的要求。		
	注：	*並須討論處置完成後發行人仍須承擔的重大責任。*		
18.10-18.11	***適用於上市發行人的要求***			
18.10	擬收購主要構成礦產或石油資產的上市發行人，在進行須予公佈的交易時，必須遵守第 18.09 條的規定。			
18.11	涉及礦產或石油資產收購的須予公佈交易完成後，除非聯交所另有決定，該上市發行人將 被視為礦業公司。			
18.12-18.13	***適用於礦產公司和上市發行人的要求***			
18.12	聯交所可豁免發行人根據第 18.05(1)條、第 18.09(2)條或第 18.09(3)條編制新合資格人士報告或估值報告的要求，前提是發行人已備有先前刊發且符合（如適用）第 18.18 至 18.34 條規 定的合資格人士報告或估值報告（或同等文件），且該報告出具時間不超過六個月。發行人須在有關須予公佈交易的上市文件或通函中提供該檔及無重大變動聲明。			
18.13	發行人必須事先取得合資格人士或合資格評估師的書面同意，方可在須予公佈的交易上市檔或通函中，按其擬採用的形式及內容使用相關材料，無論該人士或機構是否由上市申請 人或發行人聘任。			
18.14-18.17	**持續責任**			**不適用。[4]**
18.14	***報告披露規定***			
18.14	礦業公司須在其中期（半年度）及年度報告中載明報告期內開展的勘探、開發及採礦生產活動的具體情況，以及上述活動所產生支出的概要說明。如報告期內未進行任何勘探、開發或生產活動，則必須如實聲明該事實。			
18.15-18.17	***資源量與儲量的披露***			
18.15	上市發行人若公開披露資源量及/或儲量的具體資料，須根據先前披露所依據的報告標準或其他適用報告標準，在年度報告中每年更新相關資源量及/或儲量信息。			
18.16				

	礦業公司須根據先前披露所依據的報告標準，在年度報告中包含其資源量及/或儲量的更新信息。		
18.17	資源量和/或儲量的年度更新必須符合第 18.18 條規則。		
	注： *年度更新無需提供合資格人士報告支持，可採用無重大變動聲明的形式。*		
18.18-18.27	**關於資源和/或儲量的說明**		
18.18	***數據列示***		
18.18	礦業公司在上市文件、合資格人士報告、估值報告或年度報告中列示資源量及/或儲量資料時，須以表格形式呈現，確保非專業人士能夠理解。必須明確披露所有假設條件，報表中還應包括對體積、噸位和品位的估算。		14.1 15
18.19	***聲明依據要求***		
18.19	**所有涉及資源量及/或儲量的聲明須滿足以下條件：—**		**不適用。[1]**
	(1)	若載於新申請人上市檔或涉及須予公佈交易的通函中，必須由構成檔組成部分的合資格人士報告予以核實；和	
	(2)	在其他所有情況下，至少須經發行人內部專家核實。	
18.20	***石油合資格人士報告***		**不適用。[5]**
18.20	從事石油資源量及儲量勘探及/或開採的礦業公司，其合資格人士報告必須包含附錄 25 所規定的全部信息。		
18.21-18.22	***合資格人士***		
18.21	合資格人士必須：		
	(1)	具備至少五年與所涉礦化類型和礦床特徵，或與石油勘探與儲量評估（如適用）相關的經驗，且該經驗須與礦業公司當前開展的業務活動直接相關；	29.1
	(2)	應具備專業資格，且應為相關認可專業組織的會員，且該會員資格處於良好狀態，且該等認可專業組織所在司法管轄區，經聯交所認為，該司法管轄區的法定證券監管機構與香港證監會就該司法管轄區及香港的法律及法規的執行及確保合規方面，有令人滿意的相互協助及信息交換安排（無論是通過國際證監會組織多邊諒解備忘錄或其他聯交所認為可接受的雙邊協議）；以及	29.1
	(3)	負責對合資格人士報告承擔總體責任。	29.1, 2.1
18.22	合資格人士必須獨立於發行人、其董事、高級管理人員及顧問。具體而言，受聘的合資格人士須滿足以下條件：—		29.2

	(1)	在被評估資產中不持有任何現有或潛在的經濟利益或實益權益；	
	(2)	不得接受與合資格人士報告結論掛鉤的報酬；	
	(3)	若為個人，不得擔任發行人及其任何集團、控股或關聯公司的高級職員、雇員或擬 任高級職員；和以及	
	(4)	若為機構，不得為發行人的集團、控股或關聯公司。且該機構的合夥人或高級職員不得擔任發行人任何集團、控股或關聯公司的高級職員或擬任高級職員。	
18.23	***合資格評估師的附加要求***		**不適用。[6]**
18.23	除第 18.21(2)條和第 18.22 條所規定的要求外，合資格評估師還須滿足以下條件：—		
	(1)	具有至少十年相關且近期的普通採礦或石油行業（視情況而定）從業經驗；	
	(2)	至少具備五年相關且近期的礦產或石油資產或證券評估及/或估值經驗（視具體情況而定）；和	
	(3)	持有所有必要的許可證。	
	注：	*若合資格人士同時具備合資格評估師資質，則可兼任合資格人士報告及估值報告的編制工作。*	
18.24	***合資格人士報告及估值報告的範圍***		
18.24	合資格人士報告或估值報告須符合經本章修訂的報告標準，並滿足以下要求：—		
	(1)	報告須致礦業公司或上市發行人；	2
	(2)	報告的有效日期（即合資格人士報告或估值報告內容有效的截止日期）不得早於根據《上市規則》要求刊發的須予公佈交易相關上市檔或通函日期前六個月；以及	2
	(3)	須列明編制合資格人士報告或估值報告所採用的報告標準，並對偏離相關報告標準的情況作出說明。	2
18.25-18.26	***免責聲明與賠償***		
18.25	合資格人士報告或估值報告可對下列情形作出免責聲明：超出合資格人士/評估師專業範疇的章節或議題，且該部分內容系基於其他專家意見形成，但不得對報告整體作出任何免責聲明。		3
18.26	合資格人士或合資格評估師須在相關報告中顯著披露發行人提供的所有賠償條款的性質及具體細節。對於依賴下列主體提供信息的情形，相關賠償條款通常可予接受：發行人；及第三方專家（限於合資格人士/評估師專業範疇之外的信息）。涉及欺詐或重大過失的賠償條款，原則上不予接受。		2

18.27	***保薦人義務***			
18.27	根據第 3A 章獲委任或由新申請人礦業公司委任的任何保薦人，必須確保合資格人士或合資格評估師符合本章規定。			
18.28-18.34	**報告標準**			
18.28-18.30	***礦產報告標準***			
18.28	除滿足經本章修訂的第 13 章要求外，從事礦產資源量及儲量勘探及/或開採的礦業公司還須符合第 18.29 條及第 18.30 條的規定。			
18.29	礦業公司披露礦產資源量、儲量及/或勘探結果信息時，須採用下列任一準則：—			2
	(1)	/		
		(a)	《JORC 規範》；	
		(b)	NI 43-101；或	
		(c)	《SAMREC 規範》，	
		經本章修改後的；或		
	(2)	聯交所不時公佈認可的其他準則，前提是聯交所確信該等準則能達到相當的披露標準並對相關資產進行充分評估。		
	注：	*聯交所可允許採用其他報告標準披露儲量，但須提供與本章規定報告準則的對照說明。對特定資產採用的報告準則必須保持一貫性。*		
18.30	礦業公司須確保：			
	(1)	披露的任何礦產儲量估算，至少須有預可行性研究作為依據；		15
	(2)	礦產儲量與礦產資源量的估算須分開披露；		14; 15
	(3)	控制資源量與探明資源量僅在滿足以下條件時可納入經濟分析：就其具備經濟可採性的依據作出說明；按轉化為礦產儲量的概率進行適當折現；並明確披露所有假設條件。禁止對推斷資源量進行估值。		15[2]
				16
				17
				21
				22
	(4)	預可行性研究、可行性研究以及對控制資源量、探明資源量與儲量進行估值時所採用的商品價格須滿足以下要求：—		15; 19
		(a)	須明確說明：商品價格的確定方法；所有重大假設條件；以及該價格能代表 未來價格合理預期的依據；以及	15; 19

		(b)	若存在礦產儲量的遠期價格合約，則須採用合約價格；且	19
	(5)		針對儲量的預測性估值及利潤預測，須提供價格上行與下行的敏感性分析。並明確披露所有假設條件。	不適用。[6]
18.31-18.33	***石油報告標準***			**不適用。[5]**
18.31	除了滿足第 13 章（經本章修改後）的要求外，勘探和/或開採石油資源和儲量的礦業公司還必須滿足第 18.32 條和第 18.33 條的規定。			
18.32	礦業公司披露石油資源量與儲量信息時，須採用以下任一準則：—			
	(1)		根據本章修改後的 PRMS；或	
	(2)		聯交所認可的其他準則，前提是聯交所確信該等準則能達到相當的披露標準並對相關資產進行充分評估。	
	注：		*對特定資產採用的報告準則必須保持一貫性。*	
18.33	礦業公司須確保：			
	(1)		披露儲量估算時，須同時披露估算方法及其選擇依據（即採用《石油資源管理系統》定義的確定性或概率性方法）。使用概率方法時，必須說明所採用的基本置信水平；	
	(2)		若披露證實儲量及「證實+概算儲量」對應的淨現值(NPV)，須按以下基準列示：採用稅後基礎；包含不同折現率下的計算結果（其中須反映評估時點適用於實體的加權平均資本成本或最低可接受回報率）；或採用 10%的固定折現率；	
	(3)		證實儲量與「證實+概算儲量」須分別進行分析，並明確列示以下主要假設及方法依據：價格假設；成本假設；匯率假設；評估基准日；以及方法論基礎；	
	(4)		若披露儲量對應的淨現值（NPV），須採用預測價格作為基準情形或採用固定價格作為基準情形進行列示。必須披露預測情形的依據。固定價格是指報告期結束前 12 個月內每月首個交易日的收盤價的未加權算術平均值；如存在合同約定的價格，則以合同約定為准。須披露預測價格被視為合理的依據，且礦業公司必須遵守第 18.30 條 的規定；	
			注： *在石油資源管理系統（PRMS）下的預測案例中，投資決策所依據的經濟評價是基於實體對未來狀況（包括項目期限內將存在的成本和價格）的合理預測。*	
	(5)		如披露或有資源量或遠景資源量的估算體積，須明確列示相關風險因素；	
			注：	

		根據 PRMS 標準，在列示或有資源量體積時，須以「該礦藏實現商業化開發並轉化為儲量類別的概率」作為風險表述標準。在列示遠景資源量體積時，須以「潛在礦藏獲得重大石油發現的概率」作為風險表述標準。	
	(6)	不得對可能儲量、或有資源量或遠景資源量進行經濟價值評估；和	
	(7)	披露未來淨收益估算時（無論是否採用折現率計算），均須顯著聲明該估算值不代表公允市場價值。	
18.34	***礦產或石油資產評估報告***		**不適用。[5, 6]**
18.34	礦業公司須確保：		
	(1)	其任何礦產或石油資產的估值均是根據《VALMIN 準則》、《SAMVAL 準則》、《加拿大採礦、冶金和石油學會評估準則》（CIMVAL）或聯交所不時批准的任何其他準則編制的；	
	(2)	在考慮到評估的性質以及礦產或石油資產的開發狀況後，合資格評估師須明確指出評估的依據、相關假設以及認為某種特定評估方法最合適的原因；	
	(3)	如果使用了多種估值方法並得出了不同的估值結果，'合資格估算師'必須對這些估值結果進行對比評論，並說明最終選定該數值的理由；以及	
	(4)	在準備任何估價時，合資格評估師均應符合第 18.23 條所列的要求。	

注：

1. 不屬於 AMC 的工作範疇。
2. 第 15、16、17、21 和 22 節描述了洛寧礦區的礦產資源儲量、過往的開採運營情況以及其經濟可行性。
3. 自 2006 年以來，洛寧礦區一直處於生產運營狀態。
4. 上市後，希爾威將遵守《上市規則》中的相關要求。
5. 洛寧礦區的礦產資源量和礦產儲量均為銀-金-鉛-鋅-銅礦。
6. AMC 編制的報告並非評估報告。
7. 自合資格人士報告生效日期以來，未發生任何重大變化。

我們的辦公室

澳大利亞

阿德萊德
Level 2, 12 Pirie Street
Adelaide SA 5000 Australia
T +61 8 8201 1800
E adelaide@amcconsultants.com

布里斯班
Level 15, 100 Creek Street
Brisbane Qld 4000 Australia
T +61 7 3230 9000
E brisbane@amcconsultants.com

墨爾本
Level 12, 477 Collins Street
Melbourne Vic 3000 Australia
T +61 3 8601 3300
E melbourne@amcconsultants.com

珀斯
Level 3, 1100 Hay Street
West Perth WA 6005 Australia
T +61 8 6330 1100
E perth@amcconsultants.com

加拿大

多倫多
140 Yonge Street, Suite 200
Toronto ON M5C 1X6 Canada
T +1 647 953 9730
E toronto@amcconsultants.com

溫哥華
200 Granville Street, Suite 202
Vancouver BC V6C 1S4 Canada
T +1 604 669 0044
E vancouver@amcconsultants.com

南非

開普敦
First Floor, Willowbridge Centre
Carl Cronje Drive
Cape Town 7530 South Africa
T +27 720 833 231
E capetown@amcconsultants.com

森特瑞翁
Ground Floor (G05), Building 14, Block B
Byls Bridge Office Park
Corner of Olievenhoutbosch and Jean Ave
Centurion 0157 South Africa
T +27 720 833 231
E capetown@amcconsultants.com

英國

雷丁

在英格蘭及威爾士註冊

公司編號：3688365

Office 336a, Davidson House

Forbury Square

Reading, Berkshire RG1 3EU United Kingdom

T +44 1628 778 256

E unitedkingdom@amcconsultants.com

註冊辦事處：

Kinetic Centre

Theobald Street

Elstree

Hertfordshire WD6 4PG United Kingdom