

蒙古國南戈壁省

UHG煤炭項目

獨立技術報告

送呈：

MONGOLIAN MINING CORPORATION (MMC)

刊發日期：二零一零年九月二十八日

Norwest Corporation

Suite 2700, 411 – 1st Street, S.E.

Calgary, Alberta

T2G 4Y5

電話：(403)237-7763

傳真：(403)263-4086

電郵：calgary@norwestcorp.com

www.norwestcorp.com

作者：

ALISTER D. HORN

NORWEST
CORPORATION



檔案編號：4755

致：下列公司列位董事
Mongolian Mining Corporation
Central Tower (15th Floor)
2 Sukhbaatar Square, SBD-8
Ulaanbaatar 210620a
Mongolia

花旗環球金融亞洲有限公司
香港中環
花園道3號花旗銀行廣場
50樓

J.P. Morgan Securities (Asia Pacific) Limited
香港中環
干諾道8號
渣打大廈28樓

主題：說明資源量及儲量的UHG獨立技術報告的呈述函件

敬啟者：

本報告乃概述Norwest Corporation（「Norwest」）最新的可行性研究的發現結果，以釐定位於蒙古國南戈壁省的Tavan Tolgoi煤炭生成區之內Ukhaa Khudag（UHG）煤礦的煤炭資源量及儲量。Norwest明白，本報告將用作Mongolian Mining Corporation（「MMC」）在香港交易所進行首次公開招股工作的基準。

目前日期為二零一零年九月二十八日的獨立技術報告（「獨立技術報告」）「蒙古國南戈壁UHG煤炭項目獨立技術報告」乃就該項目進行最新的可行性研究的概要。在進行此項工作時，Norwest依賴透過多種勘探計劃（其中Norwest已直接參與若干計劃）收集的資料。Norwest已依賴透過其在與MMC於二零零九年合作編纂該項目的投資可行性研究報告時所得的過往經驗及知識。此外，Norwest部份依賴向MMC承包UHG項目工程的其他人士進行的工作。另外，Norwest合資格人士已對項目現場就現狀親自進行考察，並收集有關數據。最後，MMC已提供估算資源量及儲量時使用的數據。Norwest在收集符合要求的足以完成本技術報告所需的數據及資料時並無受到任何方式的障礙。

本獨立技術報告內所載的資源量及儲量估算乃根據澳大利亞採礦與冶金協會、澳洲地質學家協會及澳洲礦物委員會所組成的聯合可採儲量委員會所載的規則（JORC規則）進行編製。

NORWEST CORPORATION

項目經理
Alister Horn
謹啟

二零一零年九月二十八日

附件：無

目錄表

1. 緒言及總則	V-11
1.1 UHG項目概要	V-11
1.2 地質、資源量及儲量概要	V-12
1.2.1 地質情況	V-12
1.2.2 煤炭資源	V-13
1.2.3 煤炭儲量	V-14
1.2.4 界定額外礦物資源量及儲量的潛力	V-15
1.3 煤質概要	V-16
1.4 開採進度表概要	V-16
1.5 煤炭處理及洗選廠設施概要	V-17
1.6 運輸	V-17
1.7 項目營運及資本成本	V-18
1.8 報告數據截止日期	V-19
2. NORWEST的資格	V-19
3. 免責聲明	V-20
3.1 免責聲明	V-20
4. 物業概況	V-20
4.1 概況及位置	V-20
4.2 UHG項目概況	V-21
4.3 通路及基建	V-22
4.3.1 一般通路	V-22
4.3.2 小型機場	V-22
4.3.3 蒙古包營地	V-22
4.3.4 礦山營地	V-23
4.3.5 水力分配	V-23
4.3.6 電力供應及分配	V-23
4.4 氣候及地文學	V-24
4.4.1 氣候	V-24
4.4.2 地形	V-24
4.5 歷史	V-25
4.5.1 地區歷史	V-25
4.5.2 項目參與：Leighton Asia, Ltd	V-25
4.5.3 項目參與：Norwest	V-25
4.6 項目顧問	V-26

5.	地質及數據庫	V-27
5.1	UHG礦床地質	V-27
5.1.1	地質佈局	V-27
5.1.2	UHG地質架構	V-30
5.1.3	煤層地層學	V-30
5.2	地質數據庫	V-36
5.2.1	勘探歷史	V-36
5.2.2	抽樣、樣品準備及質量分析	V-36
5.2.3	地質模擬及方法	V-37
5.3	進一步灰份研究	V-37
6.	資源量及儲量估算	V-38
6.1	資源量及儲量分類系統	V-38
6.1.1	資源量估算的一般程序及參數	V-38
6.2	煤資源量報表	V-38
6.3	產品質量	V-40
6.3.1	可銷售產品	V-40
6.3.2	UHG焦煤的流動性及塑性	V-43
6.3.3	產品質量的調合	V-50
6.4	儲量估算	V-52
6.4.1	儲量估算的程序及參數	V-52
6.4.2	儲量報表	V-53
7.	界定額外礦物資源量及儲量的潛力	V-53
7.1	兩年鑽井計劃	V-53
7.2	額外礦物資源量的潛力	V-54
7.2.1	煤層群組0A/0B	V-54
7.2.2	5號及10號煤層	V-54
7.2.3	地下開採資源量	V-54
8.	礦山營運	V-55
8.1	概覽	V-55
8.1.1	背景	V-55
8.1.2	建議的礦山可採期營運	V-56
8.2	現行採礦營運	V-56
8.3	開採量進度表	V-58
8.3.1	項目初步量產	V-58
8.3.2	「穩定狀態」開採量	V-60
8.4	採礦合約	V-60
8.5	礦山設備	V-61
8.5.1	採煤車隊	V-61
8.5.2	廢料採掘車隊	V-61
8.5.3	支援車隊	V-61

8.6	人力	V-62
8.6.1	培訓	V-63
8.7	礦山基建	V-63
8.7.1	第二期	V-64
8.8	供水	V-65
8.9	土工技術評估	V-65
8.9.1	策略	V-66
8.9.2	礦井設計標準	V-66
8.10	地表水管理	V-67
8.10.1	排水設計	V-68
8.10.2	減壓設計	V-68
8.10.3	坑內雨水管理	V-68
8.10.4	礦山一體化水管理	V-69
9.	煤炭處理及洗選廠	V-69
9.1	緒言	V-69
9.1.1	CHPP可行性研究	V-69
9.1.2	CHPP設計基準	V-69
9.1.3	承包商資格	V-70
9.2	過程選擇	V-70
9.2.1	可銷售產品	V-70
9.3	CHPP分期開發	V-71
9.4	產能增加的潛力	V-71
9.5	人力及合約營運管理	V-72
9.6	項目實施	V-73
9.7	尾礦存儲設施	V-78
9.7.1	緒言	V-78
9.7.2	設計標準	V-78
9.7.3	儲存要求	V-78
9.7.4	水量平衡	V-79
9.7.5	地基條件	V-79
9.7.6	泥漿運輸	V-79
9.7.7	單元營運	V-79
9.7.8	環境問題	V-79
10.	運輸	V-80
10.1	公路運輸	V-80
10.2	鐵路運輸	V-81
10.3	鐵路基建及設備	V-81
10.4	鐵路車輛	V-82
10.4.1	緒言	V-82
10.4.2	柴油機車	V-82
10.4.3	卡車	V-82
10.4.4	卡車數目	V-82

11. 營運成本	V-83
11.1 緒言	V-83
11.2 計劃營運成本：採礦	V-85
11.2.1 緒言	V-85
11.2.2 直接營運成本估算	V-85
11.2.3 間接及額外成本	V-87
11.3 計劃營運成本：CHPP	V-88
11.4 計劃營運成本：運輸	V-90
11.4.1 公路運輸	V-90
11.4.2 火車運輸	V-90
11.5 計劃營運成本：供水	V-90
11.6 計劃營運成本：電力發電	V-91
11.6.1 電力發電（3x6兆瓦）	V-91
11.6.2 人員配置	V-91
12. 資本開支	V-92
12.1 緒言	V-92
12.2 計劃資本成本：採礦	V-92
12.2.1 緒言	V-92
12.3 計劃資本成本：CHPP	V-93
12.4 計劃資本成本：供水及現場分配	V-94
12.4.1 勘探成本	V-94
12.4.2 供水基建	V-94
12.5 計劃資本成本：發電	V-94
12.5.1 發電（3x6兆瓦）	V-94
12.6 計劃資本成本：鐵路	V-95
13. 環境管理	V-95
13.1 環境政策：一般情況	V-95
13.2 空氣質量	V-96
13.3 植物及動物群落	V-96
13.3.1 植物	V-96
13.3.2 動物	V-97
13.4 水資源	V-97
13.5 水質	V-97
14. 職業健康及安全	V-98
14.1 礦山安全	V-98
14.2 CHPP	V-98
14.3 工作營地健康及安全	V-98
14.4 承包商健康及安全	V-99

15. 風險分析	V-99
15.1 採礦風險	V-99
15.1.1 項目預開發	V-99
15.1.2 覆岩層開採	V-99
15.1.3 煤礦	V-100
15.1.4 覆岩層棄置場	V-100
15.1.5 廢料處置	V-100
15.1.6 維修	V-101
15.1.7 設備	V-101
15.1.8 人員	V-101
15.2 環境及社會風險	V-102
15.2.1 影響分析：空氣質量	V-102
15.2.2 影響分析：動物／棲息地	V-103

表格清單

表1.1	預計「加速生產」進度表	V-12
表1.2	原地資源總額－300米深限度、最低明顯煤層厚度0.6米	V-13
表1.3	UHG原地焦煤與動力煤的比較（二零一零年五月三十一日）.....	V-14
表1.4	煤炭儲量估算概要（二零一零年五月三十一日）.....	V-15
表1.5	UHG原地資源量煤質.....	V-16
表1.6	材料流程進度表.....	V-17
表1.7	現金營運成本概要（千美元）.....	V-18
表1.8	達致全面投產的資本成本（千美元）.....	V-19
表4.1	顧問公司及職責.....	V-26
表6.1	按保證類別劃分的原地資源量總額（截至二零一零年五月三十一日）...	V-38
表6.2	按煤層劃分的指示性煤產品質量.....	V-41
表6.3	UHG煤的指示性焦炭強度.....	V-48
表6.4	煤儲量估算概要（二零一零年五月三十一日）.....	V-53
表7.1	資源量限制標準.....	V-54
表7.2	具有焦煤及動力煤產品潛力的地下可開採資源（原地）.....	V-55
表8.1	材料流程進度表.....	V-59
表8.2	人力及承包商僱傭概要.....	V-63
表8.3	行政管理員工概要.....	V-63
表8.4	UHG端牆礦井斜坡設計標準.....	V-67
表8.5	UHG邊坡礦井斜坡設計標準.....	V-67
表9.1	CPP勞動人力需求.....	V-72

表9.2	將於尾礦儲存設施內儲存的材料數量	V-78
表10.1	所需車卡的估計數目	V-83
表11.1	採礦及加工現金營運成本概要 (現金成本)	V-83
表11.2	總現金營運成本概要 (現金成本) (千元)	V-84
表11.3	總現金營運成本概要 (每噸原煤現金成本) (元/噸原煤)	V-84
表11.4	UHG CHPP生存期現金營運成本概要	V-88
表11.5	公路運輸營運成本概要	V-90
表11.6	供水現金營運成本概要	V-90
表11.7	發電現金營運成本概要	V-91
表12.1	達致全面投產的項目資本成本 (千元)	V-92
表12.2	全部四期的直接成本資本細目分析 (千元)	V-93
表12.3	分期資本成本開支現金流量概要 (千元)	V-94
表12.4	供水及分配資本成本開支概要 (千元)	V-94
表12.5	發電及供電資本成本開支概要 (千元)	V-95
表12.6	鐵路資本成本開支概要	V-95

照片清單

照片4.1	有消防車支援的小型機場的飛機	V-22
照片4.2	礦山營地 (內部)	V-23
照片4.3	興建發電廠	V-24
照片8.1	UHG露天開採營運	V-58
照片9.1	CPP建設	V-73
照片10.1	UHG運煤卡車	V-81

圖表清單

圖4.1	一般位置地圖.....	V-21
圖5.1	UHG位置平面圖.....	V-28
圖5.2	Tavan Tolgoi及Ukhaa Khudag地區結構特徵.....	V-29
圖5.3	東北走向的主礦層封裝的推測圖（按原狀）.....	V-30
圖5.4	橫斷面C-C'及D-D'.....	V-32
圖5.5	橫斷面G-G'及H-H'.....	V-33
圖5.6	綜合煤層柱狀圖.....	V-34
圖6.1	Ukhaa Khudag資源量面積.....	V-39
圖6.2	主要UHG焦煤特性與世界及澳洲範圍的比較.....	V-42
圖6.3	日本MOF圖表.....	V-44
圖6.4	Sapozhnikov Y參數與Gieseler流動性的相關性.....	V-45
圖6.5	0c、3A、4A及4C煤層的膨脹度.....	V-46
圖6.6	8號及9號煤層膨脹度.....	V-46
圖6.7	塑性特性按等級劃分的國際比較.....	V-47
圖6.8	Shapiro-Gray圖表.....	V-49
圖6.9	UHG煤的比較性塑性範圍.....	V-50
圖6.10	硬焦煤的鏡質體分佈.....	V-50
圖6.11	半硬焦煤的鏡質體分佈.....	V-51
圖8.1	工地佈局.....	V-57
圖8.2	按煤類別劃分的原煤及洗煤廠饋給.....	V-60
圖8.3	按煤類別劃分的煤產品噸數.....	V-60
圖9.1	CHPP每年5百萬噸階段材料處理流程圖.....	V-74
圖9.2	CHPP每年10百萬噸階段材料處理流程圖.....	V-75
圖9.3	CHPP鐵軌整合階段材料處理流程圖.....	V-76
圖9.4	CHPP每年1,500萬噸階段材料處理流程圖.....	V-77

1. 緒言及總則

1.1 UHG項目概要

在Ukhaa Khudag (「UHG」)項目的初始階段，ER LLC (「ER」)作出戰略性決定，建立符合「世界一流」的技術標準及為蒙古國煤礦建立新的表現標準項目。Energy Resources為Mongolian Mining Corporation (「MMC」)的全資附屬公司。

該煤礦目前透過合約礦業公司Leighton Asia Ltd (「Leighton」)進行營運，而Leighton Asia Ltd為世界最大的採礦承包商，以經營在安全、生產力及其他技術參數等方面均達「世界一流」水平的煤礦的稱著。Leighton獲授具備以下主要條款的「關係型」採礦合約：

- 於四年後在ER酌情決定下終止合約
- 訂約以重新設定Leighton的龐大資本開支
- 設備購回機制

將會使用滿足大規模生產的常規車鏟開採法，亦會使用最新科技水平的礦山規劃。該煤礦將會按世界銀行及其他國際機構的適當環境標準經營。

至於該煤礦，Sedgman設計的煤炭處理及洗選廠(CHPP)將會符合「世界一流」標準，並預期為亞洲最先進的礦場之一及世界最大的焦煤加工廠之一，具備業界最高的過程回收率。

ER於二零零九年四月開始開採原煤，於二零零九年合計開採1.8百萬噸原煤，相當於年度採礦率為2.4百萬噸。預計二零一零年可開採合共每年3.8百萬噸原礦焦煤。

如表1.1所示，規劃中的項目初步量產後，二零一三年年初的原煤開採率將為每年1,500萬噸。

表1.1 預計「加速生產」進度表

	二零一零年	二零一一年	二零一二年	二零一三年	二零一四年
原煤產量(百萬噸/年)	3.8	7.0	10.7	14.7	15.2
洗煤廠進度表		每年5百萬噸 (一月一日)	產能(每年 10百萬噸)	鐵路整合 及每年 1,500萬噸 (一月一日)	全面投產 (每年 1,500萬噸)
銷售產品	未洗選原 礦焦煤	洗選產品	洗選產品	洗選產品	洗選產品
運輸	公路	公路	公路	鐵路	鐵路

目前，煤炭由卡車經未鋪整道路運往中國邊境。為提高效率及產能，目前正在興建一條柏油路，並預計於二零一一年初大致完成。此柏油路會協助UHG的產量上升至目標的平台產能每年1,500萬噸原煤。此外，ER正計劃於二零一一年開始興建從UHG至噶順蘇海圖的236公里(「公里」)的鐵路連線，並於二零一三年初開始營運。屆時，ER的煤產品將透過鐵路運輸至噶順蘇海圖，然後轉運至中國的鐵路網絡並由中國火車運至最終目的地。

為保證可靠的電力來源，將透過裝機容量為3x6兆瓦的機組的在現場發電廠發電。發電廠第一期目前正在建設中，第三期及最後的火力發電機組將於二零一一年中完成。額外的電力將來自從曼達爾戈壁－Tavan Tolgoi－奧尤陶勒蓋的輸配電線，該輸配電線的興建將會於短期內動工，並預計於二零一二年五月完成。

工地基礎設施主要包括專門的小型機場及機場大樓，以及供項目員工使用的礦場工地住宿設施。公司已興建永久的礦山營地大樓以向礦山項目員工提供住處。原先為礦山項目員工提供住處的蒙古包營地目前為公路運輸及其他施工人員提供住處。

1.2 地質、資源量及儲量概要

1.2.1 地質情況

UHG煤田為Tavan Tolgoi煤礦盆地六個獨立的煤田(包括Tsankhi煤田、UHG煤田、Southwest煤田、Borteg煤田、Eastern煤田及Bortolgoi煤田)之一。

Tavan Tolgoi煤田已識別17層煤層(煤層0至煤層16)，UHG煤田覆蓋其中的0號煤層至12號煤層。該等煤層組別包括多個分斷或子煤層，在該礦產內共有35個明顯不同的模式各異的煤炭範圍。

已開展數個勘探計劃，主要於20世紀70年代及80年代由俄羅斯內蒙科學小組及隨後由ER進行。早期調查所用的勘探技術使用岩芯鑽孔及集約式挖掘以劃分煤層及斷層邊界。ER近期進行的勘探已使用旋轉式（裸井）、超薄計量器及大直徑岩芯鑽孔，以進一步劃分及區分UHG資源。

在過往俄羅斯及近期的鑽孔活動中，UHG煤層已從不同的小型及大直徑鑽孔岩芯中大量取樣。二零零八年由Norwest進行的124鑽孔計劃，對煤芯作了徹底的煤質分析，包括使用大直徑岩芯（6寸／150毫米）的五個大宗樣品工地，以收集可供詳細研究煤炭可洗性及冶金煤／熱能特性所需的資料，供洗煤廠詳細設計使用。ER亦於近期進行更多的加密槽探取樣，並在近期開發區內按50米長50米寬的勘探區域進行鑽井。

開採許可證覆蓋地區的詳細地質模型由Norwest製備，並構成當期資源量估算的基準。該模型使用最新科技水平的電腦軟件及建模技術建立，以更準確地確定UHG的煤炭資源。

1.2.2 煤炭資源

UHG於二零一零年五月三十一日的露天可開採煤炭資源已由Norwest根據JORC¹規則進行估算（如表1.2所示）。須注意，迄今已開採的煤炭包括原先識別為風化但已經釐定為可銷售的煤炭資源。

表1.2 原地資源總額 – 300米深限度、最低明顯煤層厚度0.6米

類別	資源量 千（立方米）	厚度 （米）	原地噸數 （百萬噸*）	密度（乾基） （克／ 立方厘米）
探明	135,430	5.36	206.0	1.52
指示	135,718	5.51	205.3	1.51
推斷	7,692	7.36	11.7	1.52
總計	278,840	5.49	423.0	1.52

* Mt=百萬公噸（乾基的－乾基）。

表1.3顯示UHG目前界定的焦煤和動力煤比率。於二零零八年，Norwest考察期間取得的原始煤質結果顯示，額外煤層基於若干程度礦物增效處理，清楚顯示具有理想的冶金煤特性。

¹ 澳大利亞採礦與冶金協會、澳洲地質學家協會及澳洲礦物委員會所組成的聯合可採儲量委員會

表1.3 UHG原地焦煤與動力煤的比較（二零一零年五月三十一日）

類別	焦煤 (百萬噸)	動力煤 ² (百萬噸)	總計 (百萬噸)
探明	85.8	120.2	206.0
指示	153.4	51.9	205.3
推斷		11.7	11.7
總計	239.2	183.8	423.0

務請注意，有若干情況顯示若干煤層（尤其是0A/0B群組）可能與硬焦煤混合，而無顯著降低整體焦煤質量。此情況可能提高焦煤的資源量，並於本報告內進一步討論。

地下資源量

Norwest已在UHG識別位於300米至800米深，並將其歸類為「地下」礦床類型的煤炭資源，意即可行的開採方法將為地下開採法。公司考慮將該等資源量作日後開採之用，並非供即時採掘，亦不包括在二零零九年投資可行性研究或本報告的考慮範圍內。

300米以下的原地資源量總額為157.9百萬噸³，分類為88.6百萬噸指示資源量及69.3百萬噸推斷資源量。露天及地下可開採合併資源量為580.9百萬噸原地資源量，探明、指示及推斷資源量分別為206.0百萬噸、293.9百萬噸及81.0百萬噸。

雖然300米以下煤炭資源量可大幅提高UHG整體資源量，務請注意尚未作出儲量估算。

1.2.3 煤炭儲量

至於煤炭資源量，Norwest對UHG的煤炭儲量的估算由近期的投資可行性研究所界定，並於日期為二零零九年十一月十三日的可行性研究報告Ukhaa Khudag項目投資可行性研究內描述。就吾等了解所知，儲量的此項估算符合JORC規則。估計總儲量包括150百萬噸焦煤及136百萬噸動力煤。

² 包括小部份潛在焦煤。參閱第7節，界定額外礦物資源量及儲量的潛力

³ 乾基噸數

儲量估算概要於表1.4內呈報。

表1.4 煤炭儲量估算概要（二零一零年五月三十一日）

	儲量總額*		可銷售儲量**	
	證實	預可採	證實	預可採
百萬噸（乾基）.....	191	95	122	61
總計***	286		182	

* 不包括推斷資源量類別的採礦計劃的0.4百萬噸

** 包括初級洗煤產品及二次熱產品或「中間產品」

*** 四捨五入

1.2.4 界定額外礦物資源量及儲量的潛力

兩年鑽井計劃

在未來兩年內，ER計劃在整個礦區內按500米乘500米的區域劃分進行鑽探。此計劃的目標為確認俄羅斯鑽孔數據反映的含灰份較開採期間實際遇到的為高（迄今為止，實際開採的煤炭含灰份較按地質模型假定的為低）。尤其是開採3號及4號煤層的原礦焦煤時已顯示俄羅斯鑽孔數據反映的含灰份較高。此項說明目前開採的煤炭的灰份水平一貫較地質模型所顯示的為低，意即在洗煤後焦煤洗選回收率較現行使用以目前可得數據為依據的地質模型釐定的為高。因此項鑽井計劃而釐定的焦煤洗選回收率較高，會引致額外數量的高附加值焦煤（參閱第7節「界定額外礦物資源量及儲量的潛力」）。此鑽井計劃亦將會鑽探到600米深，從而提高潛在地下可開採資源量的可信程度。

額外焦煤資源量的潛力

0A/0B煤層組顯示，可能將該等煤層在洗選前與其他硬焦煤混合。如此舉並無顯著降低硬焦煤產品的主要焦煤特性的等級，此煤層組的整體價值將會可能提高。

至於0A煤層及0B煤層，顯示焦煤特性的5號及10號煤層區域將會進行類似的大直徑大規模取樣及測試計劃。對該等煤層的規模、可洗性及焦煤特性作深入了解，可能促成該等煤層分類為若干等級的冶金煤儲量。

1.3 煤質概要

大規模勘探及煤質評估顯示，UHG煤炭品質與國際及澳州同類型煤品質比較十分有利，具有相對較高的坩鍋膨脹序數(CSN)及焦煤反應後強度，與相對較低的硫含量相匹配。

根據獲提供的標準質量規範，UHG焦煤產品在市場具有吸引力。北亞地區將是UHG冶金煤的最佳市場。UHG動力煤產品亦是廣受海運市場接納的高質量產品。

焦煤乃經過煤洗選後的主要產品。從洗選後的二次產品取得一定數量的動力煤。動力煤亦可從冶金煤特性較差的煤層取得，並可經洗選後銷售。

表1.5 UHG原地資源量煤質

類別	濕度% (乾基)	灰份% (乾基)	硫份% (乾基)	揮發性物質% (乾基)	千卡/千克 (乾基)
探明	0.54	25.52	0.64	23.39	6,150
指示	0.60	24.93	0.69	27.72	6,100
推斷	0.56	25.45	0.65	26.00	6,050
總計	0.57	25.24	0.66	25.55	6,125

整體而言，平均原煤質顯示成熟的高等級的煤炭，具有含濕度低、中低含硫量及揮發性含量，中度含灰份及相對較高的熱量。平均坩鍋膨脹序數值反映在資源量內可獲得大量的冶金等級煤。UHG煤的整體等級與原地資源量噸數(乾基)加權計算時，估計為中等揮發度煙煤。

截至二零二零年五月三十一日，UHG含有580.9百萬噸的露天及地下可開採煤。

1.4 開採進度表概要

目前，UHG煤礦正進行五年期的「加速生產」以達穩定產量每年1,500萬噸。於首五年的煤炭生產目標及剝採比率概述於表1.6。

本報告將著重介紹首五年的加速生產期。

煤層3號及4號目前正被開採，所有廢料存儲在坑外廢料棄置場。

表1.6 材料流程進度表

期間	材料流程數量總額							
	0A號、 0B號及 0D號 動力煤 煤層 (百萬噸 原煤)	0C號、 3號及 4號焦煤 煤層 (百萬噸 原煤)	8號及 9號焦煤 煤層 (百萬噸 原煤)	總開採量 (百萬 噸/年 原煤)	廢料量 (百萬 立方米 土方)	目的地		剝採率 (立方米 土方/ 噸原煤)
						坑內 (百萬 立方米)	坑外 (百萬 立方米)	
二零一零年.....	-	3.8	-	3.8	20.9	-	26.1	5.5
二零一一年.....	-	7.0	-	7.0	28.8	-	36.0	4.1
二零一二年.....	0.8	9.9	-	10.7	58.8	-	73.5	5.5
二零一三年.....	5.0	9.7	-	14.7	59.0	-	73.7	4.0
二零一四年.....	5.5	9.7		15.2	63.2	3.9	75.1	4.2
總計.....	11.3	40.2	不適用	51.4	230.7	3.9	284.4	4.5

1.5 煤炭處理及洗選廠設施概要

煤炭處理及洗選廠(CHPP)乃UHG項目的組成部份，並能營運生產高價值的可銷售焦煤及動力煤產品。此高效率的煤炭處理及洗選廠目前正在建設中。

CHPP分四期進行建設發展，以配合煤礦的擴建。該等擴建包括首期每年5百萬噸，隨後增加第二個煤處理廠模塊(CPP)以將煤礦營運規模擴大至每年10百萬噸（估計於二零一一年九月前投產）。後者亦包括擴建原礦輸煤廠(CHP)。當鐵路連線完成時，將會實施鐵路整合期（估計於二零一二年年末之前）。此項將會包括輸煤廠的產品輸煤及火車裝卸元素。最後，第三期煤製備廠模式將會興建以使煤礦營運達致最終的每年1,500萬噸產能（亦估計於二零一二年年末前完成）。

1.6 運輸

目前，煤炭由UHG（及該地區的另一較小規模的生產商）透過於二零零八年興建的未鋪整運輸走廊運輸至中國邊境。UHG與噶順蘇海圖之間的新柏油路的建設將於二零一一年九月全面竣工，及於二零一一年初大致完成，並在該等路面準備就緒時可分段使用。此項工程將會配合在二零一三年初完成鐵路連線之前增加的UHG產量。

就運輸公路的可行性研究及報告已在Snowy Mountains Engineering Corporation (SMEC)及其他方的協助下由Leighton編製(參閱可行性研究報告(草稿)。M1006—UHG煤運輸的公路項目：Ukhaa Khudag至噶順蘇海圖，二零一零年五月)。兩個運輸公路的設計方案已被提呈。「基本方案」計劃使蒙古國公路標準特徵的路面設計標準。此項設計可能須作大規模的維護，以承受預期的貨運量。另外，亦提呈另一項具有更耐用的路面特徵的設計，假定透過使用雙拖車式的「公路列車」，將車軸貨載量減少到16噸。本報告乃假定使用此「基本方案」，須視乎增加的投資成本估算而定。

鐵道乃運輸基建的下一發展階段，並對進一步降低運輸成本至關重要。MMC全資附屬公司Energy Resources Rail LLC (ERR)將會建設一條長達236公里至中國邊境的單線鐵路，取代目前的卡車營運。該鐵路的建設目前估計於二零一三年初完成。

1.7 項目營運及資本成本

自刊發投資可行性研究以來，ER已根據最新的規劃工程修訂多項營運及資本成本估算，以考慮更快的進度表。經修訂的營運成本估算概述於表1.7(並不包括公路或鐵路運輸成本或銷售、一般及行政成本)。所有現金營運成本(不包括增值稅)按二零一零年不變價值美元以美元呈報，並假設無通脹基準及無升高價格。原煤噸數按乾基基準呈報。

表1.7 現金營運成本概要(千美元)

	二零一零年	二零一一年	二零一二年	二零一三年	二零一四年
原煤(千噸，乾基基準).....	3,782	7,003	10,729	14,722	15,247
採礦及營運					
採礦.....	\$ 20.90	\$ 24.85	\$ 28.82	\$ 21.32	\$ 21.28
煤加工／運輸*.....	\$ 1.13	\$ 3.60	\$ 3.74	\$ 3.00	\$ 3.52
總計(美元／原礦噸).....	\$ 22.03	\$ 28.45	\$ 32.56	\$ 24.32	\$ 24.80

* 包括所有加工、運輸及水電供應及分配成本。

二零一零年直至二零一四年五年期間的估算資本成本於表1.8內概述。該等資本估算不包括將為獨立盈利中心的鐵路。此處所呈報的所有成本包括增值稅及蒙古國關稅，惟不包括通脹、或然因素等。成本乃按二零一零年不變價值美元以美元呈報，並假設無通脹及無升高價格。

表1.8 達致全面投產的資本成本(千美元)

	二零一零年	二零一一年	二零一二年	二零一三年	二零一四年
開採	\$ 3,975	\$ 8,579	\$ 3,760	\$ 0	\$ 0
CHPP	\$101,688	\$105,024	\$110,278	\$ 0	\$ 0
尾礦壩	\$ 10,785	\$ 0	\$ 2,522	\$ 3,079	\$ 0
3x6兆瓦發電廠	\$ 26,729	\$ 4,474	\$ 0	\$ 0	\$ 0
配電	\$ 6,400	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
水供應／分配	\$ 23,120	\$ 4,136	\$ 19,451	\$ 1,040	\$ 0
煤炭運費及運輸*	\$ 33,140	\$ 27,845	\$ 0	\$ 0	\$ 0
工地基建	\$ 6,910	\$ 7,387	\$ 8,926	\$ 9,328	\$ 8,926
其他	\$ 4,523	\$ 5,302	\$ 4,951	\$17,551	\$ 6,211
資本開支總額	\$217,271	\$162,748	\$149,888	\$30,997	\$15,136

* 包括ER佔50%的煤炭公路運輸成本，加二零一一年100輛運輸煤的卡車的10,000,000元。

一般而言，基於大部分UHG煤炭（特別是煤層3A）的有利結焦特性，因厚煤層和大部分礦床的角度微傾令剝採率較低等地質條件，UHG具有低成本結構。其他有利因素包括角度較低的煤層內裂層和貧化，以及煤炭性質易碎減低爆破成本。

1.8 報告數據截止日期

本報告所載數據的截止日期為二零一零年五月三十一日。

2. NORWEST的資格

Norwest Corporation為世界公認的礦業及能源資源行業的國際顧問。Norwest透過加拿大及美國的辦事處以及世界各地的代表機構擁有逾270名僱員及合夥人。

Norwest服務專業人員的範圍廣泛，通常來自業內的資深人員，具有煤礦規劃、資源量／儲量報告、評估、盡職審查、管理、資源優化、煤加工及運輸、水文學、土工技術審查、環境管理、礦山安全及其他相關領域的專業知識。

Norwest在採礦研究及資源量／儲量估算方面擁有逾30年經驗。憑藉在Tavan Tolgoi礦床逾10年的角色直接經驗，其代表ER編製二零零九年的UHG投資可行性研究中的角色，以及與無數蒙古國客戶及礦業項目（包括對Baganuur礦、南戈壁能源的Ovoot Tolgoi礦及多個其他項目的研究）的經驗，Norwest認為本身具備編製本獨立技術報告的良好資格。

3. 免責聲明

3.1 免責聲明

Norwest已對UHG煤礦項目及相關生產資產進行了獨立的技術審查。Norwest專業人員就編製近期的投資可行性研究以及本報告時已作出實地視察。該研究的若干方面由Norwest以外的人士編製，而彼等工作由Norwest進行獨立審查以供載入投資可行性研究及本獨立技術報告。Norwest在審閱所提供的資料時已行使所有適當的審慎，並認為基本假設乃符合事實及正確，詮釋亦屬合理。本報告內的結論的準確性主要依賴所提供數據的準確性。Norwest就所提供資料的任何失誤或遺漏概不承擔責任，亦不承擔任何因投資或其他財務決策或行動而產生的間接性責任。

4. 物業概況

4.1 概況及位置

蒙古國為中亞內陸國家，周邊為俄羅斯及中國。其首都及最大城市烏蘭巴托為約38%人口的故鄉。

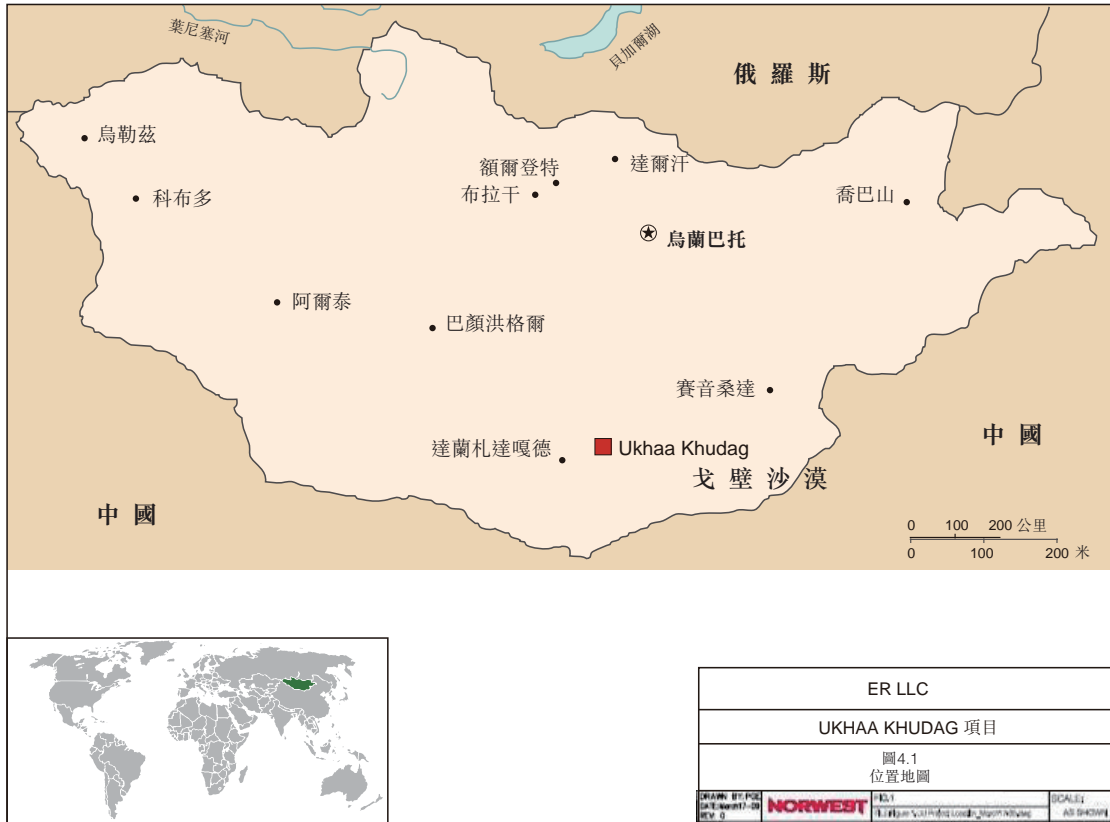
蒙古國佔地1,564,116平方公里及人口約3,000,000，乃世界人口最為稀少的國家之一。其亦為排在哈薩克斯坦之後的世界第二大內陸國家。蒙古國大部份地區被草原所覆蓋，向北及向西為山脈及向南為戈壁沙漠。此情況導致耕地很少，因而該國約百分之三十的人口為牧民或半牧民。

蒙古國分為21個省，並進而細分為更小的區。UHG煤礦床位於該國南部的戈壁沙漠的Omnogovi盟（參閱圖4.1）。Omnogovi為蒙古國最大的省，人口為48,000人（二零零五年）。離項目工地約7公里的Tsogttsetsii小鎮起蘇木或區域中心的作用，以及UHG項目的行政及物流樞紐。項目工地本身離烏蘭巴托約540公里及離蒙古國及中國邊境兩方分別稱為Gashuunsukhait及Ganjimadao的中國邊境200公里。

4.2 UHG項目概況

ER獲授位於蒙古國中南部的Omnogovi盟的Tavan Tolgoi煤田之內的UHG租約。ER已在UHG租約建立經營性煤礦並擬透過建設其他設施擴大生產。

圖4.1 一般位置地圖



該項目擬透過使用車鏟法的露天開採將煤礦擴大至平穩生產每年1,500萬噸。至二零一一年初，所有煤將在在礦區進行洗選以生成兩種煤產品：硬焦煤(HCC)及高質量的動力煤。到二零一三年將會完成鐵路連線，從而減少將UHG煤運至中國境內已識別的目標市場區(目標市場地區)的成本。洗煤的二次產品將用作礦口18兆瓦發電廠的燃料供應。對項目至關重要的過程水供應已經從兩個周邊地點取得，並將會透過管道抽運至項目工地。

4.3 通路及基建

目前在UHG裝備的基建如下：

4.3.1 一般通路

達蘭扎達嘎德機場已有一條柏油路面的跑道及透過若干商業飛機往返烏蘭巴托的定期國內航班而提供服務。南戈壁的公路基建相對落後，從烏蘭巴托至達蘭扎達嘎德須花費10小時或以上的車程。在達蘭扎達嘎德，一般須花費約兩小時進行90公里的車程到達項目工地。

4.3.2 小型機場

為有效及安全的員工輪班以及突發事件疏散，已在Tsogttsetsii地區中心的北部興建一個小型機場（參閱照片4.1）。

照片 4.1 有消防車支援的小型機場的飛機



4.3.3 蒙古包營地

在離Tsogttsetsii地區中心1公里的項目工地已建立約170個「蒙古包」（半剛性構築物）的臨時營地，為約650人提供住處。該等設施包括永久性的淋浴／洗滌／廁所設施以及供辦公、廚房及進餐的大型蒙古包。

4.3.4 礦山營地

位於現有帳篷營地相鄰地段的設備齊全的礦山營地已經完成。此項新設施為合共約650人提供住處，並包括150個客房、餐廳及一個休憩場所（參閱照片4.2）。除ERR外，該礦山營地為整個項目（煤礦、洗煤廠、發電廠等）的僱員提供服務，並為鐵路工人保持獨立的營地。

照片 4.2 礦山營地（內部）



ER為僱員提供從營地及Tsogtsettii地區中心至工地的公交運輸服務。

4.3.5 水力分配

礦山工地周邊的內部水力分配將由礦山工地東邊的Maiga Mountain水庫供應。Maiga Mountain水庫本身擁有將用作飲用水、消防水流及工業水流的大量水源供應。將會在水庫進行飲用水處理。

4.3.6 電力供應及分配

透過容量為3x6兆瓦機組的現場發電廠進行發電。建設工程正在進行當中（參閱照片4.3），第一機組預期於二零一零年十月完成，第二機組於二零一一年一月之前完成及第三及最後機組於二零一一年中完成。其他電力來自曼達爾戈壁－Tavan Tolgoi－奧尤陶勒蓋輸配線，其建設工程將會於短期內由韓國、中國及蒙古國公司組成的企業集團動工。該集團與蒙古國礦物資源及能源部磋商及簽署一份合約，並預計於二零一二年五月完成。

發電設施的電力將會透過10千伏的室外配電裝置配送至總變電站。從此處電力將會按35千伏透過架空電線配電網絡配送至各煤礦設施，運作機制為每天24小時、每周7日及每年365日。

照片 4.3 興建發電廠



4.4 氣候及地文學

4.4.1 氣候

內蒙古的氣候為極端的大陸性氣候，寒冷的冬季長及夏季短，大部份的年降雨量分佈在夏季。北部降雨量最高及南部降雨量最低，每年降雨量為10至20厘米。本項目所處的戈壁沙漠有些地區大部份年份並沒降雨量。達蘭扎達嘎德的氣溫介乎夏季的溫和（約15°C）至冬季的極度寒冷（零下21°C）。春季早期可能帶來可能大力損害視力及影響安全礦山營運的沙塵暴／暴風雪。在煤礦規劃中已考慮此項因素。一般而言，礦山工地的極端氣候並未限制安全及有效的礦山營運。

4.4.2 地形

項目地區之內的地形特徵為帶較少落差的平緩起伏的沙漠平原（若干小山位於週邊地區）。煤層地區地勢有約45米的落差，從項目區域東部地區的低地約1,500米至西部高地的1,545米。

4.5 歷史

4.5.1 地區歷史

Tavan Tolgoi地區已進行了大量的勘探及相關煤測試及報告。該地區首次系統性的勘探始於20世紀50年代，當時依賴鑽孔取樣、槽探及其他大量取樣進行徹底勘探及質量測試。此種勘探持續至20世紀70年代。

民間以及政府機關對Tavan Tolgoi地區的多個煤田進行了若干可行性研究；Tsankhi及UHG煤田被認定為潛在煤礦開發的主要目標。蘇聯煤炭部於一九七七年編製的一份題為「*詳細勘探Tavan Tolgoi焦煤礦床—重點面向可能的焦煤產量的可行性研究*」推薦持續勘探該地區。為回應此項推薦意見，蒙古國地質及礦業部於一九七八年倡議對過往已勘探的地區相鄰的100平方公里的地區進行勘察勘探計劃，該計劃延續至一九八一年。

於一九九零年，Giproshakht研究院完成題為「*蒙古國人民共和國Tavan Tolgoi焦煤開採的可行性研究*」的主要可行性研究。於一九九八年，進行兩項確認鑽孔及測試的項目，其中一項由Norwest作為蒙古國基建發展部的初步可行性研究的一部份，及另一項由BHP作為彼等向蒙古國礦物資源局的承諾一部份。Norwest打了五眼鑽孔，而BHP打了六眼鑽孔。自該等鑽孔的煤炭視乎多項煤質及焦炭測試而定。於一九九九年年初，自此兩項項目取得的結果於獨立的可行性研究內呈報。

於二零零七年秋季，ER按照彼等在Tsankhi的先前勘探牌照進行了10眼鑽孔的勘探。因此，Norwest為整個Tavan Tolgoi煤田制作地質模型連同於二零零八年一月二十三日向ER提供的多個煤田的資源量估算。

4.5.2 項目參與：*Leighton Asia, Ltd.*

Leighton於二零零八年與ER開始業務往來並獲委聘完成數項煤礦規則及成本估算研究，從大範圍的研究至詳細的煤礦規則及成本估算。Leighton LLC (Leighton Asia Limited的一個附屬公司) 獲得開採合約以採掘及管理該項目的首個開挖槽。於二零零八年九月開始土方工程。於二零零九年二月，Leighton獲得承擔UHG項目的所有開採活動的6年期合約，於本獨立技術報告日期該協議仍持續生效。Leighton隨後被委聘完成構成投資可行性研究基礎的採礦計劃及成本估算。

4.5.3 項目參與：*Norwest*

如以前所述，Norwest參與Tavan Tolgoi大煤田的評計及開發可追溯至一九九八年其獲得世界銀行資助合約，以編製該礦床的初步可行性研究。

該項目隨後於二零零五年轉讓予一名保密客戶，以在Tavan Tolgoi的Tsankhi地區鑽取5眼鑽孔並就發現結果編製報告。

於二零零七年初，在Tavan Tolgoi地區與若干客戶的一些合作後，Norwest開始與ER合作，包括編製地質模型及資源量估算、評估不同地區的礦床、協助煤炭資源量的投標開發及協助取得煤加工及運輸的標書。

最近，Norwest參與編製UHG投資可行性研究報告。Norwest就投資可行性研究的特定責任包括審查多個指涉的其他顧問的工作，及編製投資可行性研究文件。

4.6 項目顧問

表4.1概述涉足編製本獨立技術報告所依據的投資可行性研究以及目前涉足該項目的多個顧問。

表4.1 顧問公司及職責

公司	職責
Norwest Corporation (美國)	資源量估算及財務估值、地質模型、土工技術研究
Leighton Asia Limited (Hong Kong) 及 Leighton LLC	原煤開採計劃及相關的成本估算，煤礦營運商
Sedgman Consulting (China) and Sedgman Ltd	煤炭處理及洗選廠設計及相關的成本估算，承包商
Aquaterra Engineering LLC (Australia)	供水設計及相關的成本估算，水管理
DBI GmbH (德國)	鐵路設計及相關的成本估算
Parsons Brinckerhoff Pte Ltd. (中國)	發電廠設計
Wood Mackenzie (中國)	煤炭市場推廣研究
Sustainability Consulting (澳洲)	環境研究
Golder Associates (澳洲)	尾礦儲藏設施的範圍設計
Environmental Resources Management (美國)	社會經濟研究
SGS Technical Services	煤炭分析及測試
Stewart Laboratories	煤炭分析及測試 (投資可行性研究後)
Leighton Asia Limited (Hong Kong) 及 Snowy Mountains Engineering Corporation (SMEC)	柏油路的可行性研究

Norwest已對表4.1內所列顧問編製的報告進行全面審閱。該等審閱涵蓋所有方面，包括技術問題及估算成本。在有需要時，提交改進的意見及建議，而大部份的意見及建議已載入各自的報告內。

5. 地質及數據庫

5.1 UHG礦床地質

5.1.1 地質佈局

UHG煤田位於蒙古國中南部及在戈壁沙漠烏蘭湖峽谷之內面積約10平方公里。該煤田位於Omnogovi盟（南戈壁省），在該省府達蘭扎達嘎德以東約90公里，及國家首都烏蘭巴托以南540公里。

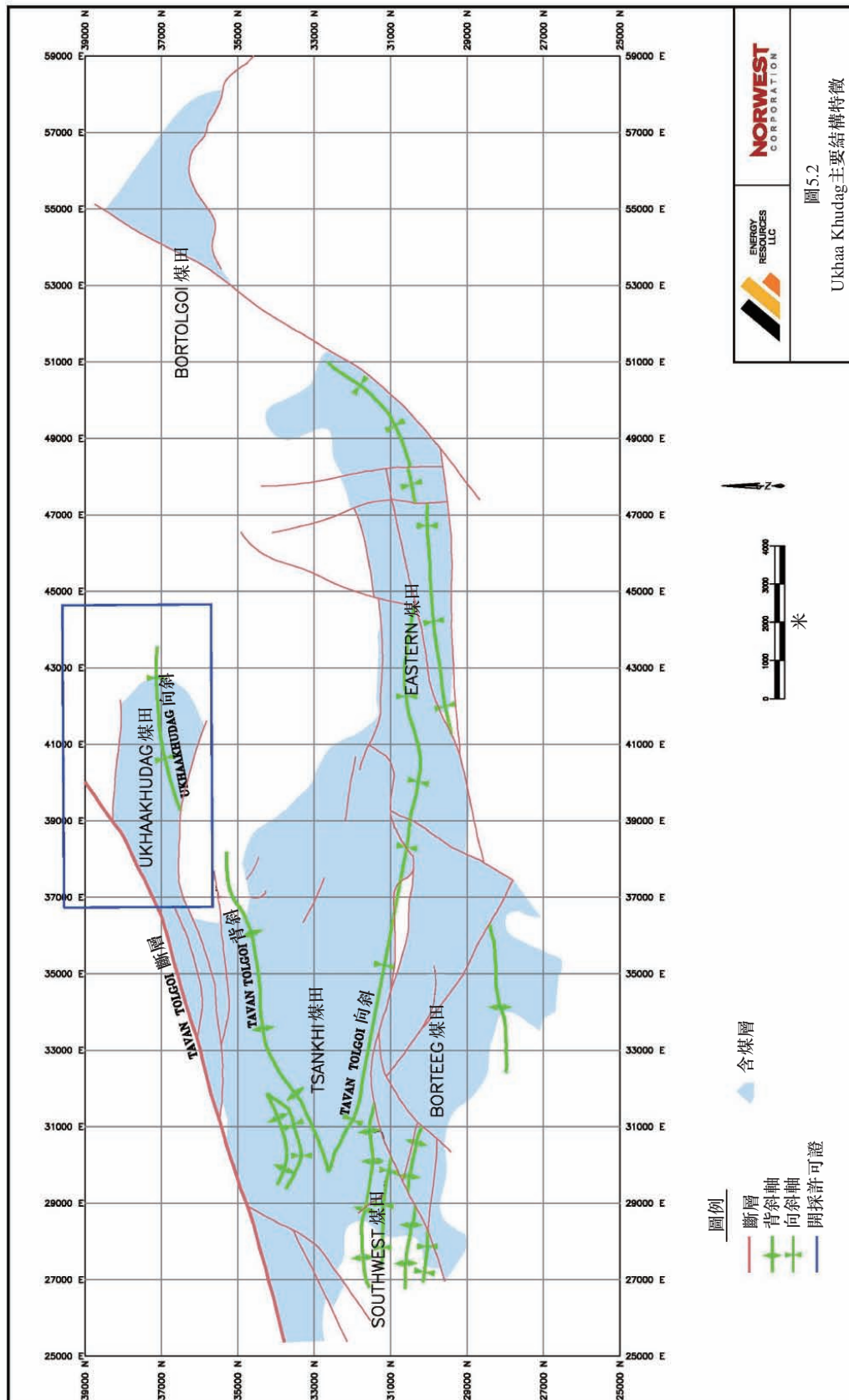
UHG煤田屬於Tavan Tolgoi大煤田的一部份。如圖5.1所示，Tavan Tolgoi煤田分為六個子煤田，即Tsankhi、Southwest、Borteg、Ukhaa Khudag、Eastern及Bortolgoi。該煤田由煤層露頭限額或斷裂地塊邊界分開。此六個子煤田的劃分並未清楚界定，及實際上以俄羅斯報告內所述方式自20世紀70年代起一直未確定。一般而言，UHG煤田指Tavan Tolgoi大礦床的向東北向的延伸並由Energy Resource的開採執照所覆蓋地區。

圖5.2說明所詮釋的局部坐標斷裂地塊邊界的位置、折層坐標軸及基於歷史記錄的煤層開發程度。盆地內的煤由沉積期後構造事件進行中等至強烈程度的斷層及折層。界定UHG煤田的南北界限的斷層位置主要由俄羅斯蒙古國地質隊的歷史勘探而得出，並透過近期的鑽孔、煤田繪圖及空中成像的詮釋而驗證。

Tavan Tolgoi煤田已識別17層煤層（煤層0號直至煤層16號），其中煤層0號至煤層12號已在UHG煤田識別。所有UHG煤層發生在上二疊紀Tavan Tolgoi群組。該等煤層組別包括無數的分叉或支生煤層，在該礦產內有35個明顯不同的個別模式煤炭範圍。

Tavan Tolgoi的煤層為世界少數主要仍未開採的高價值焦煤來源之一。俄羅斯蒙古國地質隊及其後其他國際勘探及開採公司的大量採樣及鑽孔取樣計劃已累積充分數據以確認Tavan Tolgoi煤田作為世界一流焦煤資源的價值。在17層煤層中，四層煤層已被知悉具有良好的結焦特性。其餘煤層或不具有結焦潛質或尚未充分測試以確定其結焦潛質。根據初步分析結果所示，該等煤層的一層或多層可被開採為冶金煤。

圖5.2 Tavan Tolgoi及Ukhaa Khudag地區結構特徵

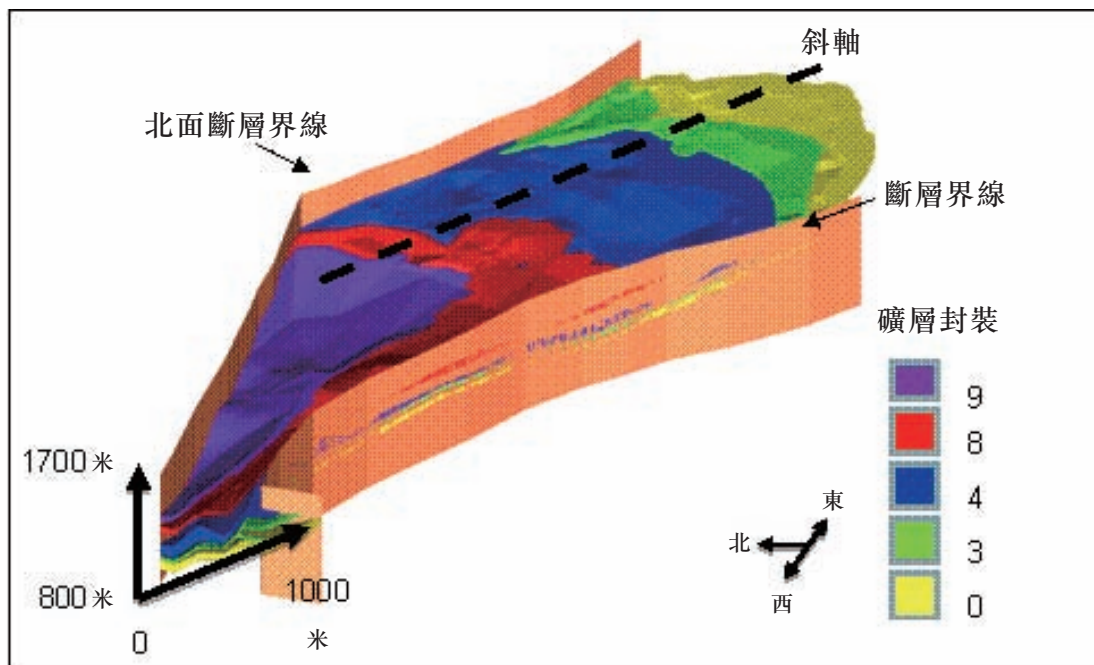


所有或大部份煤層具有市場潛力。Norwest估計UHG煤田提供Tavan Tolgoi煤資源量總額的5%至10%。

5.1.2 UHG地質架構

UHG煤田為在東西向地塹架構內的斷層限定向斜煤炭盆地。由於斜軸向西陷入，煤層主要向西傾斜並在東邊邊界近地表露出。控制UHG的煤層分佈及形態的主要架構在圖5.3內的主礦層封裝的推測圖內說明。礦床架構亦可參閱圖5.4及5.5內的橫斷面。

圖5.3 東北走向的主礦層封裝的推測圖（按原狀）



5.1.3 煤層地層學

Tavan Tolgoi群組的非煤岩包括泥石、泥沙岩、沙岩、礫岩狀沙岩及礫岩。上覆岩層及泥夾層視乎岩性一般在中等硬度至硬度範圍之內固結。

圖5.6 UHG煤田的綜合煤層柱狀圖及煤層幾何結構。考慮開採的主要煤層為煤層0號、3號、4號、8號及9號。在該等煤層中，煤層3號及4號開發最早、厚度最厚及連續性最強及擁有龐大的屬於許可範圍內的焦煤資源量。此兩煤層，尤其是煤層3號在煤礦開發早期為開採目標。礦產西半部內目前界定為焦煤資源的絕大部份主要位於煤層8號和9號，及於二零一零年至二零一四年期間的採礦規則中並未出現。其餘煤層在不同程度上提供冶金煤資源量以及適合火力發電。

0號煤層群組

0號煤層封裝的煤層以其整體煤質較低及煤層厚度的變化及煤層之內的裂層而著稱。0A、0B及0C煤層為具有價值的主要煤層，0C煤層最具有產出的冶金煤的潛質。0C及0B煤層相對較厚及屬於露天開採深度之內的礦產的東半部份顯示良好的坩鍋膨脹序數值⁴。

儘管0煤層封裝的煤質、厚度及裂層有若干變動，基於0煤層封裝（尤其是0C煤層）的若干合理結焦特性，仍有作為動力煤產品及潛在混合焦煤產品重點開採0煤層的若干機會。0B煤層已顯示若干邊際結焦特性及0A煤層被發現在經常在層內裂層岩發生及本身具有將會在洗煤廠分析中經歷較低收益率的「高灰份」煤層。

3號煤層群組

3號煤層封裝主要包括3A、3B及3C三個煤層分叉。該等煤層分叉迄今最突出的是3A煤層，並可能指合併為一個主要煤層主體的三個分叉。3A煤層厚度仍在整個礦產內保持合理的穩定性。

3A煤層佔UHG煤資源量總額的逾10%及為顯示良好冶金煤特性的目標煤層。其大部份尤其是東南部並無煤層內裂層，並具有相對較低的含灰份。原樣品的冶金煤測試顯示良好的膨脹特性及大量取樣測試亦顯示其具有良好的結焦特性。礦床大部分面積的原煤的發物性約22%至24%的幅度之內。

⁴ 坩鍋膨脹序數（亦稱為FSI，或自由膨脹指數）為結焦潛質的一般指數，顯示加熱到特定溫度時煤炭膨脹的能力。

圖5.4 橫斷面C-C' 及D-D'

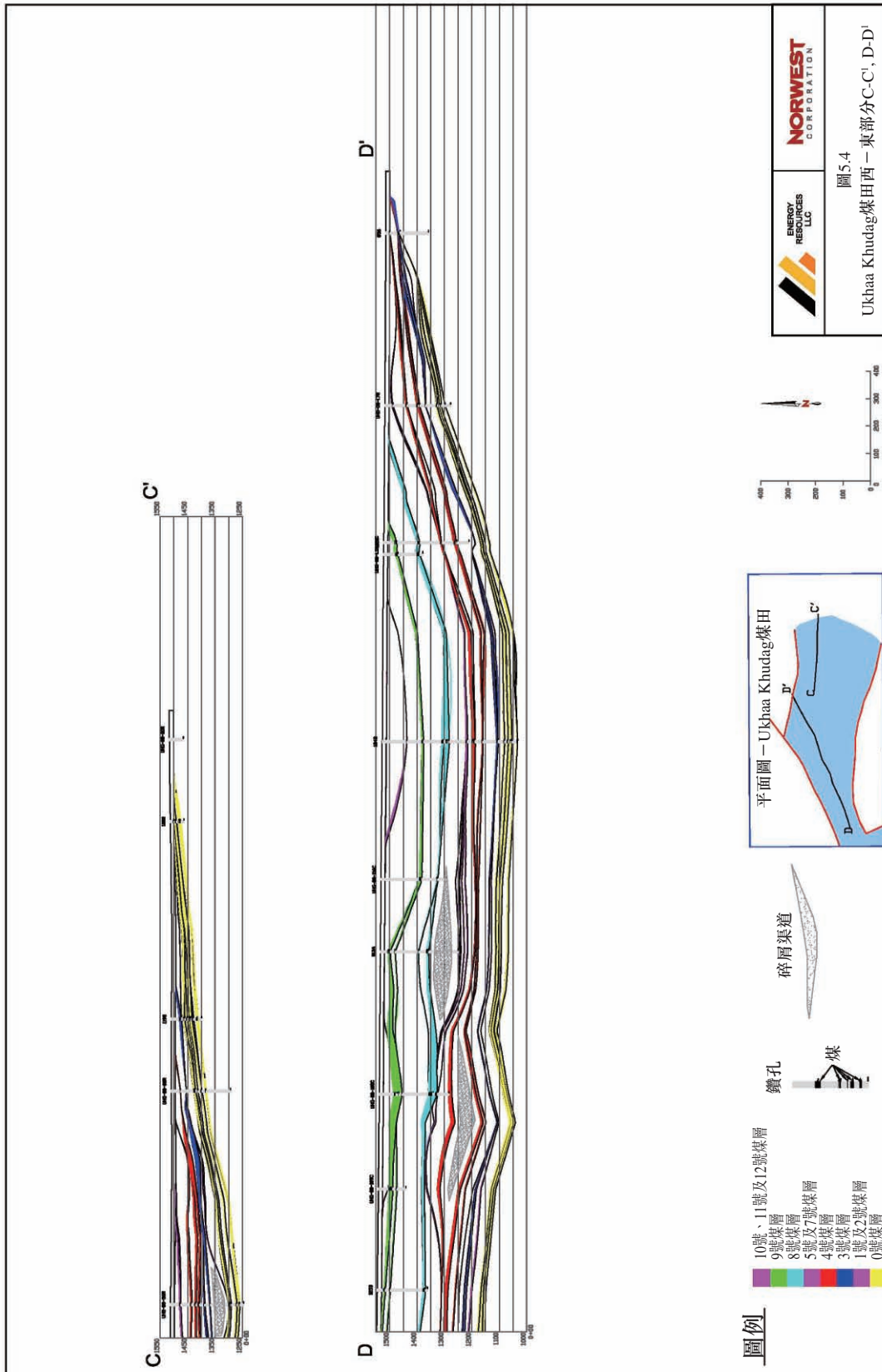
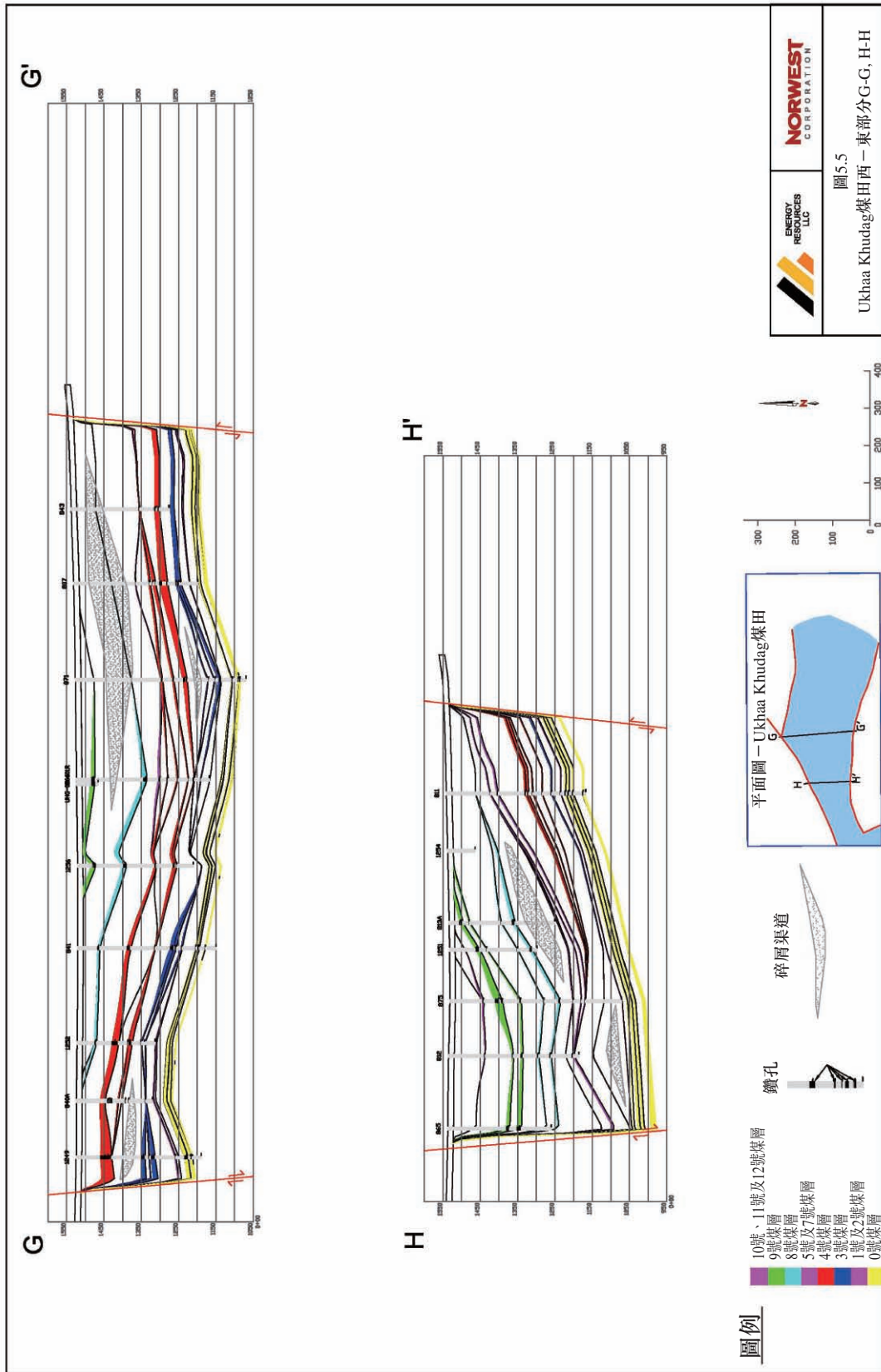


圖5.5 橫斷面G-G' 及H-H'

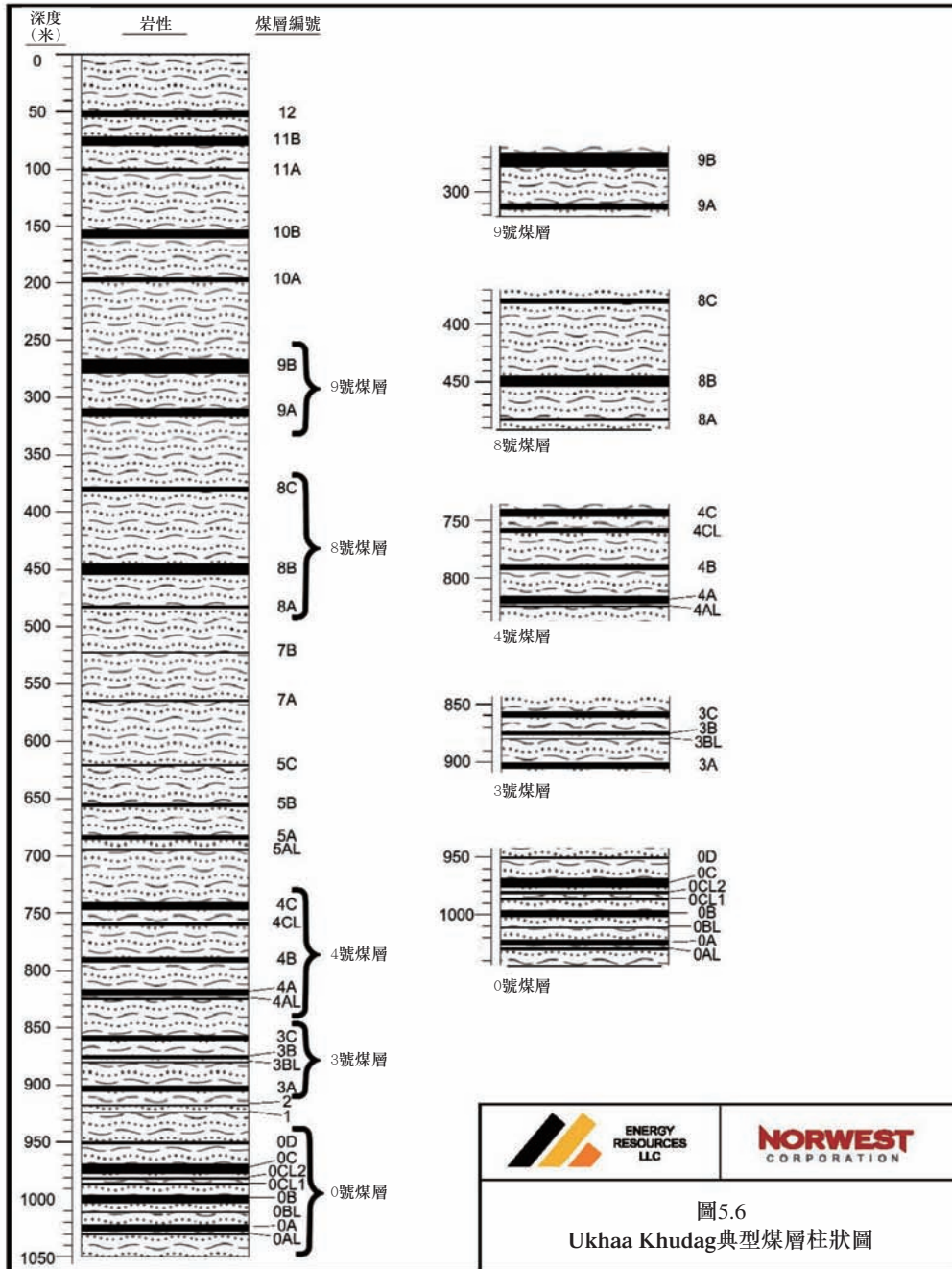


ENERGY RESOURCES LLC

NORWEST CORPORATION

圖5.5
Ukhaa Khudag煤田西-東部分G-G, H-H

圖5.6 綜合煤層柱狀圖



4號煤層群組

4A號及4C號煤層為UHG的主要冶金煤資源煤層，估計分別為9.7%及10.3%。原煤樣品的冶金煤測試以及早期大量採樣測試結果顯示4A號及4C號煤層有可能產生高質量的冶金煤。原坩鍋膨脹序數值的分佈顯示煤層尤其是4C號煤層的平均值高於大部份礦區。

4A號及4C號煤層原煤含灰份對低。偶爾出現的含灰份較高的區域一般與在若干情況下可能被剔除的層內裂層的本地化區域有關。含硫量對4A號及4C號煤層仍為較低，若干非連續的高硫份資源（大於1%）可能透過洗選和配煤而優化。

8號煤層群組

8號煤層由佔UHG資源量總額的7.4%的8B號煤層分叉主導。8號煤層原煤揮發物較UHG煤層的平均預期揮發物含量不足30%（乾基）為高。此乃8號煤層觀察到的及在較高煤層發生的趨勢。二零一零年至二零一四年五年期間並未遇到8號煤層。

9號煤層群組

9號煤層分為9A號及9B號煤層。9A號煤層厚度相對一致，而9B號煤層厚度向西增加。整個揮發性含量較預期不足30%的揮發物（乾基基準）為高。9號煤層封裝的大部份地區的生硫預期不足1%，在水洗煤後進一步大幅減少。二零一零年至二零一四年五年期間並未遇到9號煤層。

餘下煤層

餘下在傳統上確定為非焦煤煤層（1、2、5、7、10、11及12）約佔UHG的整體資源量的9%。1號及2號煤層主要為整個礦產內細薄及不可開採的部份。5號及7號在本地化群組中發生，5號群組（5B及5C）從小直徑岩芯分析顯示若干程度的結焦潛質。10號至12號煤層由於其在煤層序列中的較高層次，主要在礦產的西北部有限範圍內發生。10B號煤層顯示結焦潛質，而由於並無顯示11號及12號煤層特徵的充足數據。該等煤層可能被分類為有待進一步開發鑽孔的若干類型的冶金煤，因此可能代表額外焦煤儲量的若干上緣。

5.2 地質數據庫

5.2.1 勘探歷史

Tavan Tolgoi地區的大部份勘探及開發歷史已於上節內討論。在二零零八年之前，作為加大力度了解Tavan Tolgoi礦床工作的一部份，UHG煤田主要由20世紀80年代的俄羅斯蒙古國小組勘探。ER於二零零八年在UHG進行了加密鑽井及大量採樣計劃，該計劃由Norwest規劃及管理。二零零八年計劃充分提高了較早的鑽孔密度並驗證過往俄羅斯數據在一定程度上足以將UHG礦區根據JORC規則分類為探明及指示資源量，從而允許按現有國際標準進行先進水平的採礦計劃及經濟評估。地質模型及資源量估算中使用的鑽孔位置如圖5.1所示。

5.2.2 抽樣、樣品準備及質量分析

UHG數據庫內使用的整套俄羅斯井眼為岩芯井眼。然而，過度岩芯損失（採收率小於70%）的井眼在地質模型中並未使用。

二零零八年鑽井計劃由Norwest監督及由按目前可接納的國際標準及最佳慣例進行。二零零八年計劃的岩心井眼具有良好的岩心採收率，在煤炭方面逾93%，及由Norwest人員培訓及監督的蒙古國野外團隊載入正式記錄及進行抽樣。整個計劃強調適當的質量保證／質量管理。

分析工作由中國天津的SGS Laboratories Inc.進行。天津實驗室目前持有中國合格評定認可委員會認可的ISO-17025認證。該實驗室獲得ASTM及ISO標準的認證。

至於其他煤炭分析工作，概無就船運及儲藏樣品作出特定保密安排。由於煤炭為相對低值散貨商品，一般不會使用其他保密方法。

Energy Resources加密開發鑽井活動所獲得的岩芯呈報為已遵循上述相若的程序進行處理。分析工作由位於烏蘭巴托的Stewart Mongolia, LLC進行並按照ISO國際標準獲蒙古國認證系統認證。

5.2.3 地質模擬及方法

地質數據庫

用作編纂地質模型的地質數據庫包含地形調查數據、過往地質繪圖及技術報告、野外勘察繪圖及鑽井數據，同時使用來自俄羅斯勘探結果及二零零八年鑽井計劃的鑽孔數據。在最終的模型中使用了合計111個俄羅斯鑽孔，且大多數為岩芯鑽孔。二零零八年計劃包括合計124眼鑽孔，包括17個細直徑計量計岩芯井眼(PQ/HQ)、99個小直徑旋轉鑽孔(100毫米)、5個大直徑岩芯／大量樣品位置及3個泵測試井位置。在建立現有地質模型中使用總計232眼鑽孔，平均鑽探深度約200米。所有鑽井均垂直定向。

模擬方法

在審查及驗證地質數據庫後，選用有坐標的煤層模擬法完成UHG的數位地質模型。建立UHG地質模型中使用的軟件包括Carlson®成套礦業軟件(前身為SurvCADD)及MineSight3D®。兩套軟件在國際上被礦業及資源量評估業使用。大部份模擬使用Carlson軟件完成，而MineSight3D主要用作煤層相關性用途的三維可視化協助。

5.3 進一步灰份研究

50米乘50米加密鑽井計劃與投資可行性研究的煤質結果之間的近期比較已顯示含灰份一貫較原先模擬的為低。該等結果似乎驗證原煤質含灰份一貫較自二零零九年開始開採起錄得的投資可行性研究模式預期為低的觀察數據。含灰份的差額在二零一零年及二零一一年採礦計劃地區平均在3%及4%。

此項差異的最可能解釋為乃由於俄羅斯鑽井計劃經歷的岩芯採收率較低及最終對累積煤層質量的影響。據認為俄羅斯土芯鑽取計劃可能難以採收整個煤層的易碎鏡質體組分，從而錯過煤層中若干低灰含量區塊。即使過度損失(大於30%)的俄羅斯井眼在投資可行性研究模式中並未使用，仍有可能喪失煤層若干更高質量的組分可能使非主流含灰份等參數失真。

此現象的分歧為原煤質可能較投資可行性研究模式的預測更佳(含灰份更低)，並在本報告中假定如此。含灰份減少對洗煤廠回收率有正面的影響，除受灰份影響的其他參數(如熱量值及坩鍋膨脹序數)外，可能引致結焦產品噸數增加。

6. 資源量及儲量估算

6.1 資源量及儲量分類系統

煤炭資源量已從UHG地質模型進行估算並根據二零零四年JORC規則規定的指引表列為探明、可控制及推斷可信度類別。資源量及儲量估算使用澳大利亞礦產勘探結果、礦產資源量及可採儲量的報告規則（JORC規則）作為指引進行呈報。基於亞洲及澳洲廣泛使用此規則，該規則被Norwest視為列報UHG煤炭資源量的最適當指引。

6.1.1 資源量估算的一般程序及參數

資源量乃由先前所述Norwest有坐標的煤層地質模型列報。資源量噸數受到下一套標準的限制，即：

- 假定可露天開採
- 最低煤層高度0.6米
- 不包括大於0.5米厚的層內裂層
- 離表面截斷深度300米
- 露天風化上限為距離表面15米

6.2 煤資源量報表

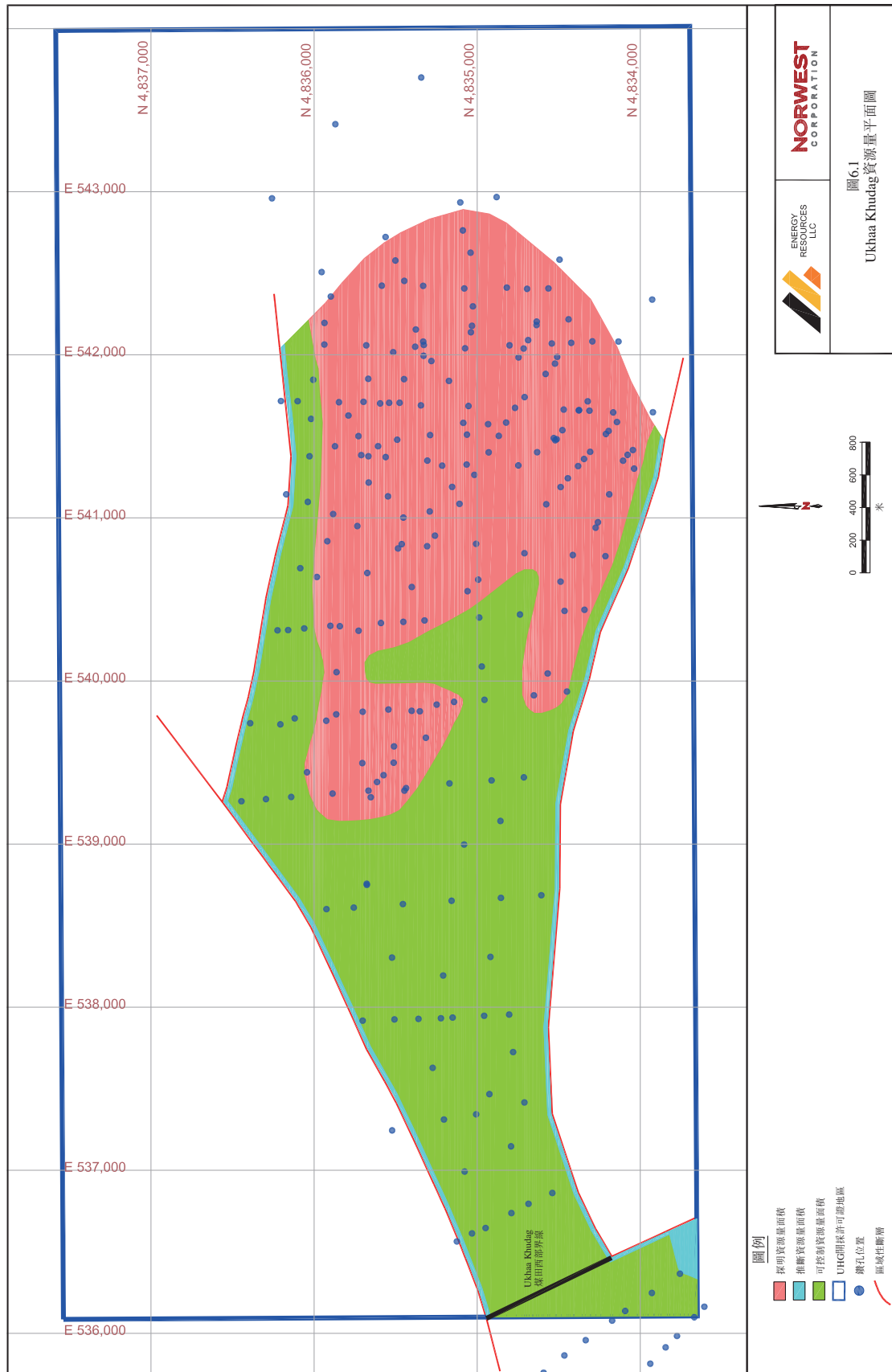
原地煤資源量估算及由最終模式得出的相關平均原煤質量列於表6.1。圖6.1說明如JORC規則所述根據有效觀察點（即鑽孔）的分佈的有關探明、指示及推斷資源量面積的分佈。

表6.1 按保證類別劃分的原地資源量總額（於二零一零年五月三十一日）

類別	資源量		原地噸數 (百萬噸 ¹)	密度(克/ 立方厘米)		灰份% (乾基)	硫份% (乾基)	千卡/ 千克 (乾基)	揮發性 物質% (乾基)
	(立方米) 千立方	平均厚度 (米)		濕度% (乾基)	乾度% (乾基)				
探明	135,430	5.36	206.0	1.52	0.55	25.61	0.64	6,145	23.37
指示	135,718	5.51	205.3	1.51	0.60	24.93	0.69	6,103	27.72
推斷	7,692	7.36	11.7	1.52	0.56	25.45	0.65	6,057	26.00
總計	278,840	5.49	423.0	1.52	0.57	25.28	0.66	6,122	25.55

附註：1. 百萬噸=百萬公噸（乾基－乾基）

圖6.1 Ukhaa Khudag資源量面積



6.3 產品質量

作為長久以來的共識，Tavan Tolgoi煤田擁有豐富的優質焦煤資源。此乃該煤田的亮點。UHG大多數煤層擁有特級結焦性。過往分類為動力煤的0號煤層具有混合焦煤產品的潛質。0號煤層（尤其是0C號煤層）封裝目前擁有若干合理的結焦性，而0B號煤層已顯示邊緣結焦性。

6.3.1 可銷售產品

根據迄今取得的數據，預期於二零一零年至二零一四年五年期間將從UHG產出的下列產品。

- 硬焦煤。
- 動力煤產品將會從不適合生產焦煤的煤層及自二次重介旋風分離器電路（重介旋風分離器電路）二次動力煤產品（1.2毫米以上粒級）生產。洗煤過程於本報告第5節討論。灰份（二次產品）假定最低為20%的含灰份（平均為11%至12%含灰份），儘管洗選回收的等量增加的當地國內開採量將會考慮更高的含灰份。

一般而言，焦煤價格受煤炭的結焦特性所帶動。動力煤價格取決於煤炭的熱值及品位（部分按其揮發物質含量釐定），而硫份異常高的煤炭則價格較低。由不同煤類別售價區別很大，只有在所有交運貨物符合所規定的產品規範的規限下更高價值產品類型的數量最大限度地增加，整個項目的合理回報才能實現。迄今已被釐定的主要產品類型包括以下各項。

焦煤

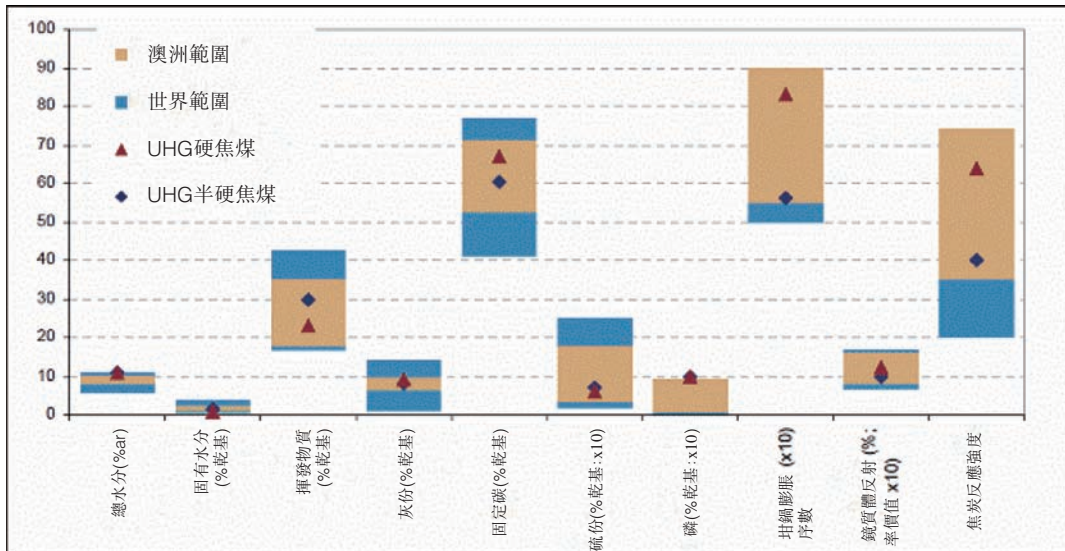
焦煤根據煉焦價值一般分為硬焦煤及軟或半硬焦煤(SHCC)兩類。硬焦煤為生產硬焦炭至關重要。此類煤一般在提煉本身時具有提煉硬性焦炭的能力。半硬焦煤的含灰份較硬焦煤為高，仍具有良好的煉焦性。半硬性一詞較反映所生成的焦炭強度分類更具有商業性。UHG的硬焦煤為具有介乎1.23%至1.29%的平均最高鏡質體反射率價值的中度揮發性煤。半硬焦煤（在西方市場另外稱為「軟焦煤」）另一方面在單獨煉焦時並不產生硬焦炭。其趨向於弱焦性煤及一般加入到焦炭鍋混合以減少煤的整體成本。可被添加的軟性及半硬焦煤的比例有一上限。軟焦煤（半硬焦煤）由於其高度流動性而一般較半硬焦煤具有市場溢價。UHG更軟性焦煤為具有介乎1.01%至1.09%的平均最高鏡質體反射率價值的高度揮發性煤。表6.2概述所有焦煤層的產品結焦性、按收益率及灰、磷、硫的含量計的明顯變動及在個別煤層之間存在的結焦性。

表6.2 按煤層劃分的指示性煤產品質量

煤層	0C	3A	4A	4C	8	9
1.40浮動灰份	12.1	9.4	9.0	7.9	8.2	7.2
1.40浮動收益率	41.0	65.8	66.9	71.7	67.9	66.3
1.45浮動灰	13.6	10.5	9.8	8.5	9.1	7.7
1.45浮動收益率	54.9	78.7	75.5	78.3	75.5	69.6
揮發性物質(乾基)	21.3	22.4	22.9	23.9	29.6	31.2
揮發性物質(daf)	24.2	24.9	25.4	26.4	32.8	34.1
固有水分	0.9	0.7	0.8	0.7	1.1	1.6
含磷量(乾基)	0.075	0.117	0.089	0.134	0.102	0.126
硫份(乾基)	0.4	0.6	0.4	0.7	0.8	0.4
CSN	8½	8½	8	8	6	5
流動性(每分刻度數)	26	168	435	564	364	1560
Sapozhnikov Y mm	12	13.5	13.5	15	16	15.5
Sapozhnikov X mm	14	18.5	21.0	20.5	27	30.5
G指數	80	85	87	88	92	90
反應性鏡質體%	64.1	63.9	55.8	58.2	65.5	60.7
反射率%	1.29	1.25	1.23	1.28	1.01	1.09
探明的焦炭反應後強度	69.5	64.8	69.4	66.3	39.5	40.4
探明的焦炭反應指數	21.3	28.4	24.1	25.3	40.0	40.0

在圖6.2內，UHG煤的主要硬性及半硬焦煤特性與世界及澳洲同類型煤質量進行了比較。在主要坩鍋膨脹序數(CSN)及焦炭反應後強度(CSR)參數中，UHG特級硬焦煤排在各類別前茅。相反地，UHG的含硫量偏低。除含磷外，UHG煤大多數屬於可接納的特級優質參數範圍。

圖6.2 主要UHG焦煤特性與世界及澳洲範圍的比較⁵



動力煤

0A及0B號煤層儘管有合適的等級，但洗選回收率偏低，含灰份太高及在最粗糙的粒級中含有相對較差的結焦性以生成硬焦煤，因此該等煤應在較高的切點清洗，以生產較高的回收率、更高含灰份的動力煤產品⁶。此產品為中等揮發性等級，預期特定熱量預計約6800千卡／千克（洗完）。含灰份將在11%至12%（乾基）範圍。0C、3A及4A煤層將產生由重新清洗粗糙尾礦（1.4毫米以上）所得的二級動力煤產品。此產品將為中等揮發性等級，預期特定熱量預計約6,400至6,700千卡／千克（洗完）。含灰份將在18%至20%（乾基）範圍。8號及9號煤層將同樣產生二級動力煤產品，惟具有較高的揮發性範圍，及在二零一零年至二零一四年五年期間並未發生。預期特定熱量預計約5900千卡／千克（洗完）。含灰份將在21%（乾基）範圍內。

⁵ Barlow Jonker Pty Ltd. *Ukhaa Khudag* 煤炭市場報告。澳洲悉尼，二零零八年八月。第102頁圖57。

⁶ 在此作品發表時，計劃進行進一步的焦化作用測試，以釐定是0A及0B煤層可與其他硬焦煤混合以生成可接納的焦煤。

6.3.2 UHG焦煤的流動性及塑性

有若干用作顯示候補煤層的主要結焦性特徵的重要測試。

為成功生成焦炭，煤必須能夠聚結或熔化，發出揮發性氣體及流體。然後經過流體階段及最終固化。此項演進為溫度變動下錄得的塑性範圍。一般進行兩項重要的測試協助了解任何給定煤的真實結焦能力及其與他焦煤如何配合。

流動特性

流動性的主要測試為Gieseler測試。其結果以每分刻度數(ddpm)列報。流動性結果一般在日本的MOF圖表標繪出鏡質體反射率。此圖表在釐定如何將個別煤與其他煤混合以生成適當焦炭產品中十分有用。

如圖6.3 (MOF圖表) 內所參閱，所有UHG煤處於有利位置，即靠近理想焦炭的煤田。須有意指出，展示與3A、4A及4C煤層十分相若的若干特級結焦性的0C煤層具有稍低的流動性。如屬0C煤層，由於本身較高的含灰份，流動性可能稍微降低。相反，其與UHG的其他硬焦煤配合十分合適。

Gieseler流動性測試的另一結果為在加熱的煤通過初始熔化、流體化及然後再固化時記錄溫度範圍。以下混合討論中的圖6.4顯示每種UHG煤的範圍。同樣地，在中國市場經常進行稱為Sapozhnikov的測試。Sapozhnikov測試一般與Gieseler具有良好的相關性。圖6.4描述UHG煤層的此種相關性。

圖6.3日本MOF圖表

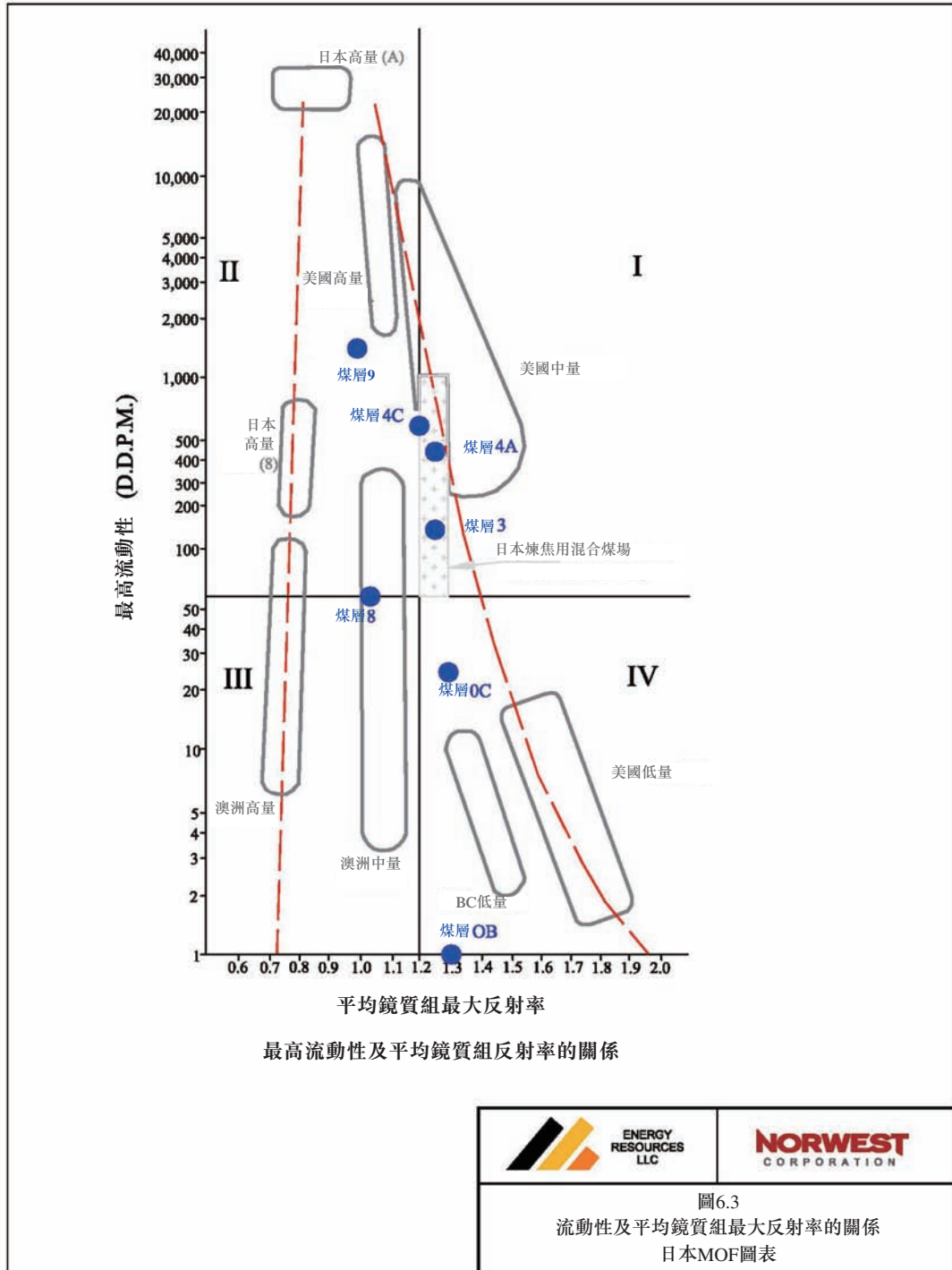
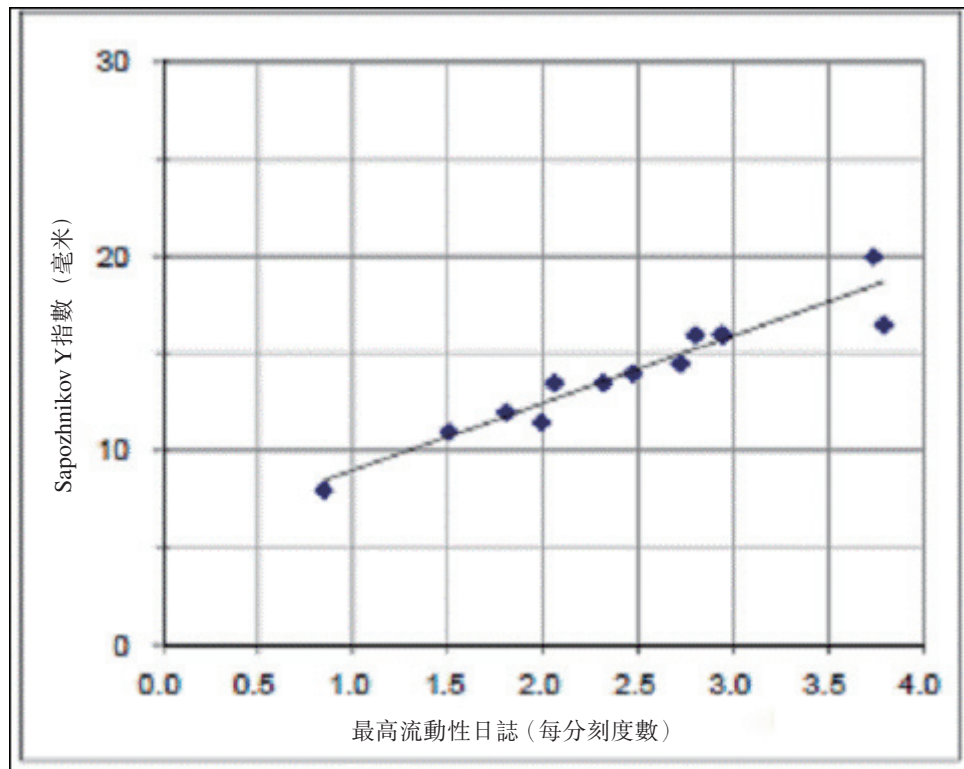


圖6.4 Sapozhnikov Y參數與Gieseler流動性的相關性



塑性特性

煤炭指示性結焦潛質的另一項重要測試為計量其膨脹或塑性特性。膨脹率測試測算煤開始熔化時的壓縮或收縮量。在透過加熱的塑性階段的溫度持續上升時，已熔化的煤通常會擴張（膨脹）。務請留意膨脹度測試中的溫度範圍與Gieseler測試中計量的流動性階段十分相似。圖6.5及6.6顯示UHG多種煤的膨脹度結果。圖6.7標繪UHG的膨脹結果與揮發物的對比以及若干世界知名的焦煤產品。

圖6.5 0c、3A、4A及4C煤層的膨脹度

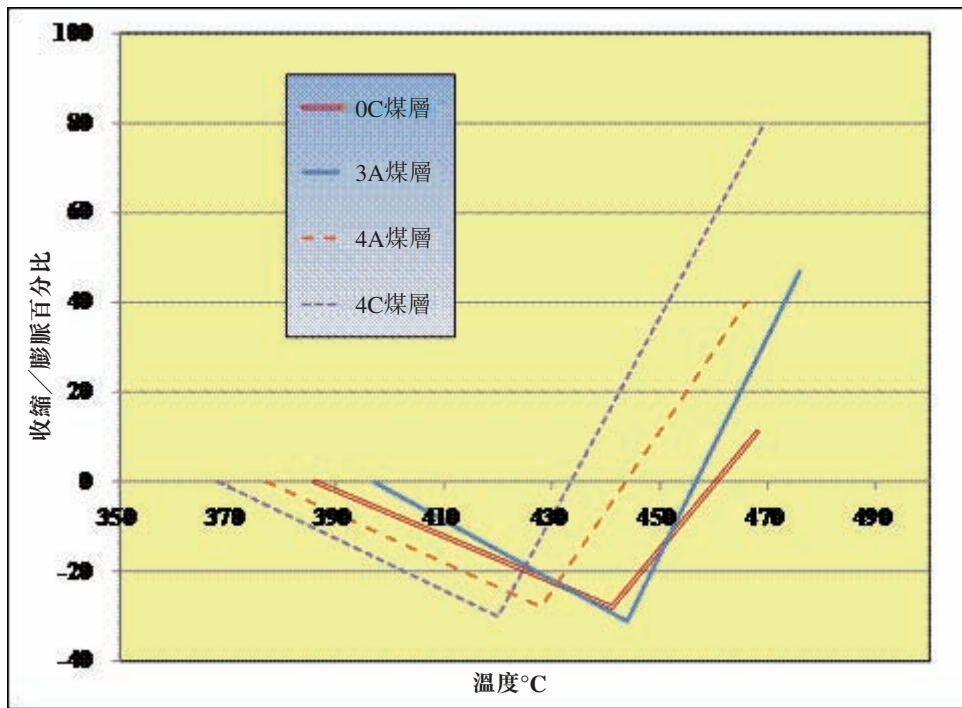
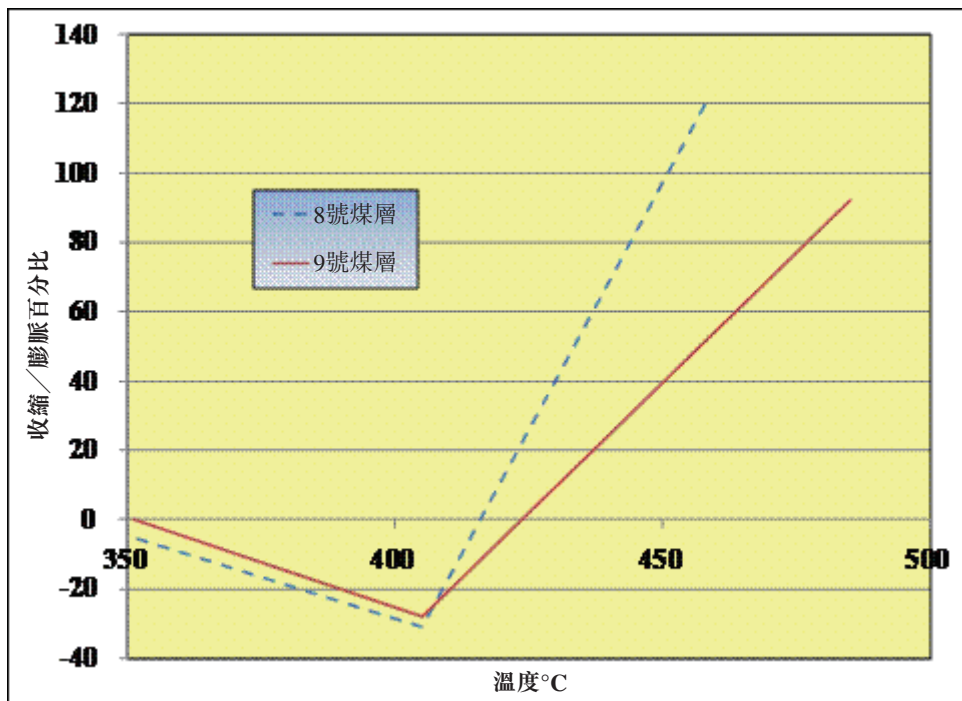


圖6.6 8號及9號煤層膨脹度



焦炭強度

除為釐定UHG煤的結焦潛質的煤炭物理測試外，須經受小規模烤爐測試以生成實際的焦炭樣品。在形成焦炭後，進行焦炭的強度測試。強度的重要性關乎在焦炭塊在高爐內落下時。當焦炭摩擦在一起及碰到爐壁時他們可能與CO₂逆流進行反應並受到磨蝕。該等同時進行的過程物理上削弱及化學上與焦炭塊進行反應，產生可能減少上覆滲透力並引致焦炭率增加及及損失熱金屬產量的超額細粉煤。判斷UHG煤是否為特級硬性或半硬焦煤的主要指標為所產生焦炭的強度。進行了有關焦炭的若干測試以檢測焦炭的物理特性。

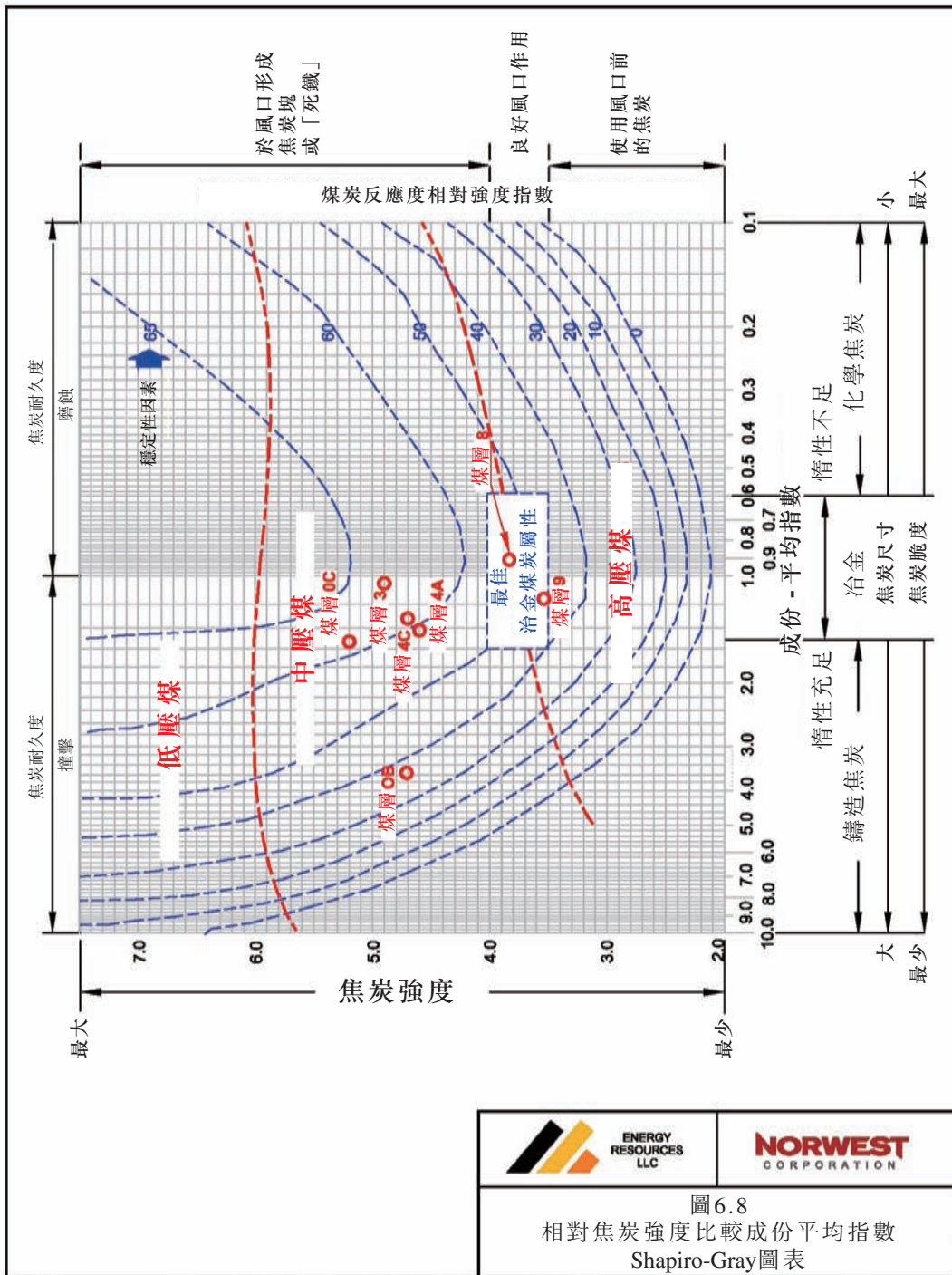
就UHG煤而言，ER/Norwest指示SGS製備75千克的洗選焦煤樣品在小規模焦炭爐上進行測試。該等測試的主要焦炭強度結果在表6.3內呈報。如可被參閱，0C、3A、4A及4C煤層的反應後焦炭強度(CSR)結果明顯高企。特別留意的是由於本身較高含灰份可能分類為半硬焦煤的0C煤層相反生成十分堅硬的焦炭。如預期，半硬性8號及9號煤層產生較低的焦炭強度及穩定價值，惟於二零一零年至二零一四年五年期間不會發生。

表6.3 UHG煤的指示性焦炭強度

煤層	焦炭反應指數	反應後焦炭強度	穩定性因素	硬度因素
0C.....	21.3	69.5	64.2	67.5
3A.....	28.4	64.8	67.5	68.8
4A.....	24.1	69.4	68.2	70.9
4C.....	25.3	66.3	67.6	71.2
8.....	40.0	39.5	51.4	64.2
9.....	40.0	40.4	51.9	63.6

預測焦炭強度的另一方式為Shapiro-Gray圖表。此圖表十分有用，乃由於其使用煤炭本身的岩相學數據而非實際烤爐測試。圖6.8顯示所有主要的UHG煤屬於高爐營運所必需的冶金煤群組。本圖表對預先釐定煉焦的煤混合亦十分有用。須注意Shapiro-Gray圖表的穩定性預測與表6.3內的實際焦炭穩定性緊密相關。

圖6.8 Shapiro-Gray圖表



6.3.3 產品質量的調合

UHG將會從具有多種煤質的合計約8個明顯的煤層／層開採煤。同一煤層的煤質在若干程度上亦可能與預期有所不同，惟按標準程序分析的一套全面煤質岩芯為準確釐定此模式將為必要。此項將會從將於本年度開始的有關UHG礦床的兩年細直徑岩芯勘探計劃進行釐定。圖6.9說明由Gieseler流動性測試釐定的軟化直至重新固化的溫度範圍。

圖6.9 UHG煤的比較性塑性範圍

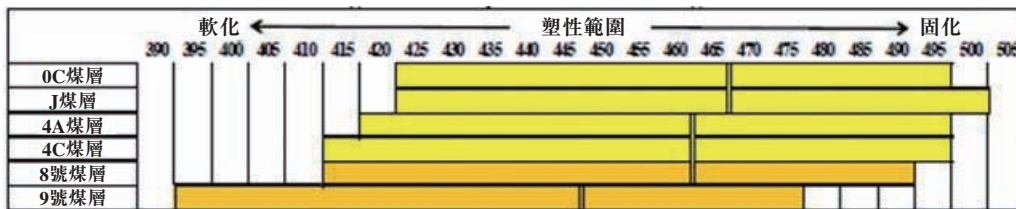


表6.10及6.11列示硬焦煤及半硬焦煤的鏡質體類型的岩相群組。請注意每種焦煤產品類型內的鏡質體顯微組分的密切統計相配情況。

圖6.10 硬焦煤的鏡質體分佈

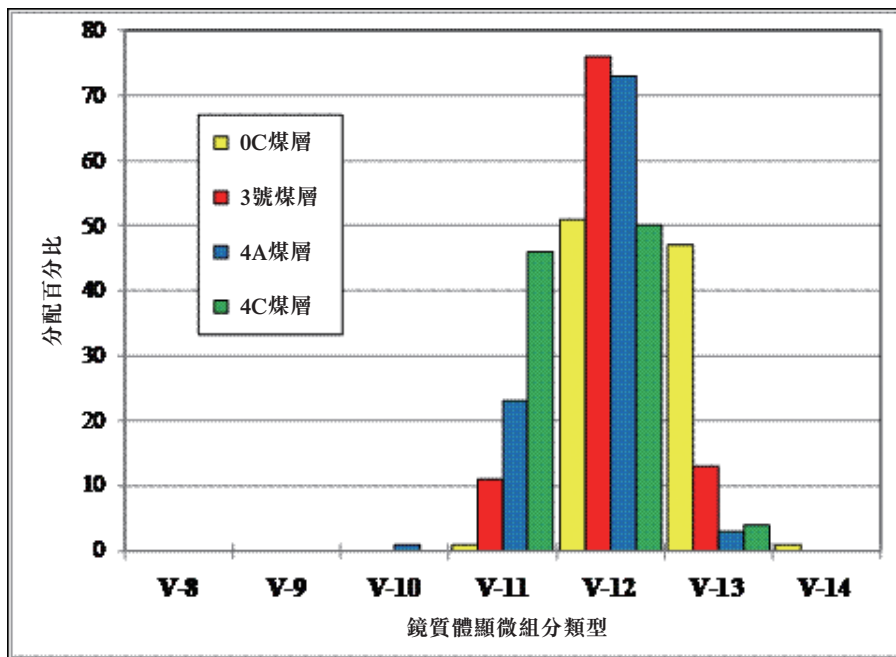
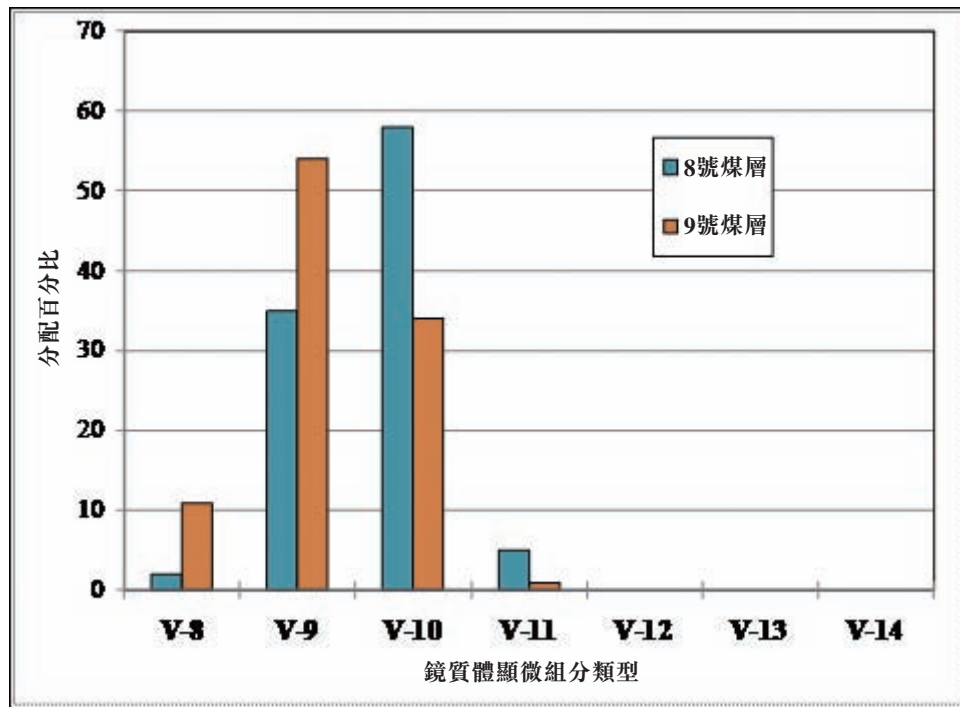


圖6.11 半硬焦煤的鏡質體分佈



硬焦煤

0C、3、4A及4C 四個煤層群組適合生成特級硬焦煤。磷含量整體相對較高，並越接近地表，含磷量越高，因此煤炭將會自煤層組合中取得以符合每批發運的平均產品規格。此乃將從基於從不同採礦表面的適當組合所調度的每次可能30,000噸的混合儲礦堆的累積中的儲礦堆實現。尤其是0C煤層將由於其本身的含灰水平及由於其成為初始開發年度後的主要資源量組成而須作為混合的常規組分進行混合。如單獨銷售，0C煤層將由於其較高含灰份而從技術上分類為「半硬性」焦煤。

動力煤

儘管有合適的等級，最低煤層0A及0B的回收率偏低，含灰份太高及在最粗糙的粒級中含有相對較差的結焦性以生成硬焦煤。因此該等煤應在較高的切點清洗，以生成較高的回收率、更高含灰份的動力煤產品。如本報告內所討論，Norwest已建議0A及0B煤層與焦煤混合的潛質（從而提高可銷售焦煤的數量）須進一步進行調查。

6.4 儲量估算

Norwest對UHG煤炭儲量的估算由近期的投資可行性研究界定及於二零零九年十一月十三日的可行性研究報告《*Ukhaa Khudag*項目投資可行性研究》內說明。就吾等最佳理解，儲量的此項估算符合《澳大利亞礦產勘探結果、礦產資源量及可採儲量的報告規則》(JORC規則)。

6.4.1 儲量估算的程序及參數

生成資源量基準的地質「阻斷」模型，及部份基準分類為探明、指示及（可忽略不計的）推斷資源量類別。投資可行性研究然後證實部份資源量基準作為儲量的經濟可行性。在探明及指示資源量內所包含的該等部份然後分別分類為證實及預可採儲量。此外，對可能從證實及預可採煤儲量產生的清潔、可銷售數量作出估算。

特別是，在Norwest儲量估算中考慮以下各項：

- 地質模型及資源量估算
- 地質技術考慮因素
- 水文考慮因素
- 礦山規劃，包括礦坑及調度優化
- 煤炭運輸、加工及製備
- 鐵路運輸
- 供水
- 礦山基建
- 健康、安全及環境考慮因素
- 社會經濟考慮因素
- 評估許可證、批文、法律意見及業務狀況
- 市場研究
- 項目的財務估值