

行業概覽

本節所載若干資料、統計數據及數據摘錄自我們委託弗若斯特沙利文編製的報告及不同官方政府刊物及其他公開刊物。我們委聘弗若斯特沙利文就[編纂]編製獨立行業報告弗若斯特沙利文報告。來自政府官方刊物、行業來源及弗若斯特沙利文報告的資料未必與可從中國境內外以及香港的其他來源獲取的資料一致。我們相信本節資料的來源乃該等資料的恰當來源，且在摘錄及轉載該等資料時已採取合理審慎態度。我們並無理由相信該等資料在任何重大方面屬虛假或存在誤導成分。然而，除弗若斯特沙利文外，我們及參與[編纂]的任何其他各方均未獨立核實該等資料，且我們及參與[編纂]的任何其他各方均未就該等資料的準確性或完整性發表任何聲明。因此，本節所載源自政府官方來源的資料未必準確，不應加以過分依賴。

新技術概覽

人工智能、量子物理及自動化等新技術正在改變企業，並被認為可透過提高生產力促進經濟增長。此等技術已逐漸改變工作的性質，使計算機及機器較過往的人工更高效地完成任務，甚至能夠完成人類無法完成的任務。

中國逐漸成為新技術的全球引領者之一。隨著中國的發展戰略由高速發展轉向高質素發展，此等新技術已成為中國未來經濟的重要驅動力。美國及歐盟也在積極推出類似的有利政策，以促進新技術的開發及應用。更多詳情，請參閱「一新技術的主要驅動因素及未來趨勢」。

人工智能

人工智能乃計算機科學的一個分支，旨在使機器模仿人類智能並模擬與學習、推理及解決問題相關的複雜認知功能。人工智能的運用主要分為兩個階段：訓練及推理。在訓練階段，開發人員會向其模型提供一個精心策劃的數據集，以使模型「學習」分析特定類型的數據所需的所有知識。在推理階段，訓練模型根據實時數據進行預測，得出可執行的結果。

人工智能乃未來計算的變革性基礎技術，預計將於未來數十年內改變人與人、人與機器、機器與人、機器與機器之間的交互方式。於可預見的未來，人工智能的影響預期將更深入地滲透到許多行業。

行業概覽

量子物理

量子物理乃一門研究物質與能量在原子及亞原子粒子尺度下的相互作用的學科，其可計算物理系統的特性及行為，如波粒二象性、疊加、不確定性原理、糾纏、能級量子化、自旋、隧道效應及干涉。量子物理對物質在原子及亞原子層面的行為作出了基本詮釋，在生命科學和材料科學中發揮著重要的作用。通過量子力學的第一性原理，科學家能夠預測及解釋材料的性質，如材料的電子結構、光學性質及磁性行為。

自動化

自動化利用技術執行任務，且僅需最少的人力投入。隨著人工智能的發展，自動化已從協助執行勞動密集型任務（如汽車製造）的物理機械發展至一個新的複雜程度，並能適應各行各業的需求。

自動化的主要優勢之一是顯著提高了效率。透過將重複性的耗時任務自動化，公司可大大減少人為錯誤，提高生產效率。此外，自動化能消除人類造成的不一致，從而提高質素及一致性，實現標準化輸出並提高準確性。

新技術市場

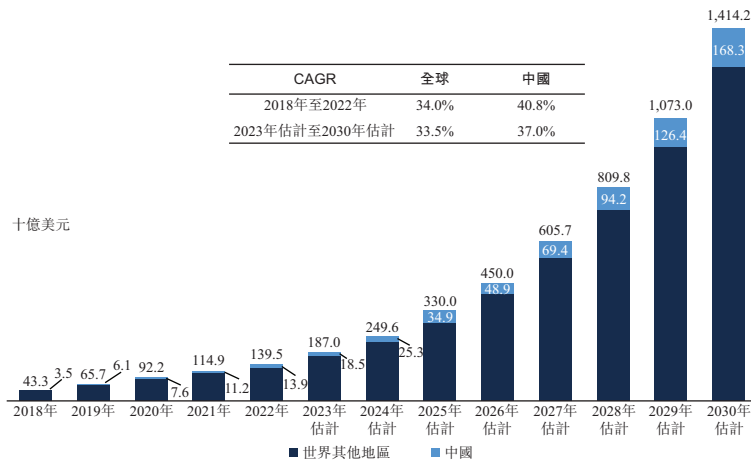
人工智能解決方案市場

由於人工智能解決方案可突破大規模、多源異構數據在數據質素、處理效率、完整深度分析、標準化等方面的巨大瓶頸，在各種應用場景中展現出巨大潛力，從而顯著提升人類對人工智能技術的需求。例如，人工智能能夠自動、不間斷地完成過往需要人工完成的重複性工作。此外，人工智能可透過訓練生成比人類更準確的工作成果，幫助人類作出更佳的決策。

在技術進步、有利的政府政策及各行業需求增加的推動下，全球人工智能解決方案市場正在快速發展。全球人工智能解決方案市場規模由2018年的433億美元增至2022年的1,395億美元，CAGR為34.0%，並預計將由2023年的1,870億美元進一步增至2030年的14,142億美元，CAGR為33.5%。中國人工智能解決方案市場規模由2018年的35億美元增至2022年的139億美元，CAGR為40.8%，並預計將由2023年的185億美元進一步增至2030年的1,683億美元，CAGR為37.0%。

行業概覽

全球及中國人工智能解決方案市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

在人工智能解決方案市場的各個分部中，人工智能解決方案在醫療保健及材料科學(包括農業、美容及化妝品、石化、電池及顯示器分部)的應用預計將大幅增長。

醫療保健行業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的137億美元增至2030年的1,553億美元，CAGR為35.5%；農業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的54億美元增至2030年的560億美元，CAGR為34.0%；美容及化妝品行業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的27億美元增至2030年的281億美元，CAGR為34.0%；石化行業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的14億美元增至2030年的206億美元，CAGR為39.8%；電池行業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的38億美元增至2030年的395億美元，CAGR為33.8%；顯示器行業人工智能解決方案的全球市場規模預計將由2022年的1億美元增至2030年的13億美元，CAGR為39.1%。

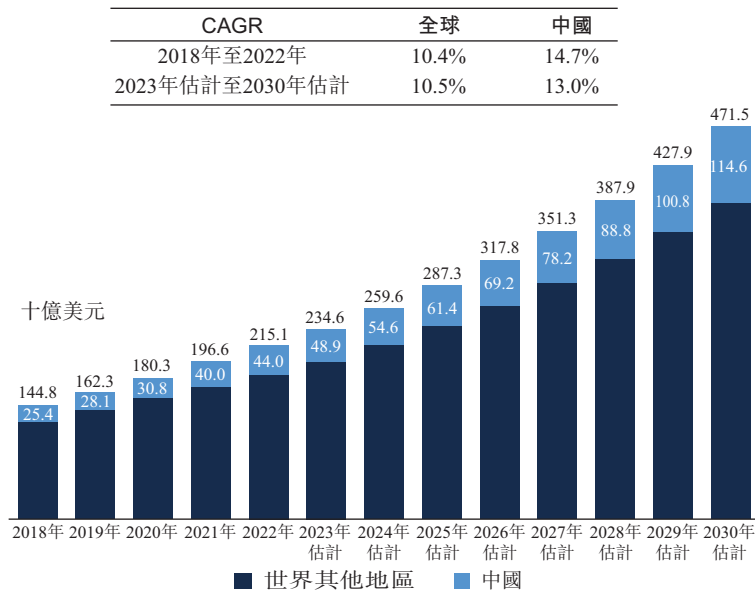
自動化市場

隨著各行各業越來越多地採用技術簡化流程並提高效率，全球自動化市場正迎來大幅增長。自動化市場可分為工業自動化及實驗室自動化市場。工業自動化主要指將自動化納入端到端生產流程，而實驗室自動化主要指應用技術及服務以實現各種實驗室流程及任務的自動化。實驗室自動化的全球滲透率預計將由2022年的3.7%增長至2030年的23.2%。

全球自動化市場規模由2018年的1,448億美元增至2022年的2,151億美元，CAGR為10.4%。在機器人及人工智能技術進步的推動下，全球自動化市場規模預計將由2023年的2,346億美元進一步增至2030年的4,715億美元，CAGR為10.5%。中國自動化市場規模由2018年的254億美元增至2022年的440億美元，CAGR為14.7%，並預計將由2023年的489億美元進一步增至2030年的1,146億美元，CAGR為13.0%。

行業概覽

全球及中國自動化市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

在自動化市場的各個分部中，自動化在醫療保健及材料科學（包括石化、電池及顯示器分部）的應用預計將大幅增長。

醫療保健行業自動化的全球市場規模預計將由2022年的155億美元增至2030年的632億美元，CAGR為19.2%；石化行業自動化的全球市場規模預計將由2022年的67億美元增至2030年的153億美元，CAGR為11.0%；電池行業自動化的全球市場規模預計將由2022年的104億美元增至2030年的214億美元，CAGR為9.5%；顯示器行業自動化的全球市場規模預計將由2022年的9億美元增至2030年的20億美元，CAGR為9.9%。

新技術的主要驅動因素及未來趨勢

新技術市場的增長預期將受到以下因素及趨勢驅動及影響：

- **各行業的數據量不斷增長。**數據量的指數級增長為提取有意義的見解及知識帶來了巨大前景，推動了機器學習（「機器學習」）算法及人工智能模型等尖端數據分析技術的出現。數據的激增亦需開發先進的數據存儲、管理、計算及安全解決方案。

行業概覽

- **勞動力成本增加。**勞動力成本增加促使企業探索替代方法，盡量減少對人力資源的依賴，從而推動為新技術作出更多的投資。自動化技術、機器人技術及人工智能模型已成為降低勞動力成本的主要解決方案。此等技術使企業能夠簡化營運、提高生產力、優化資源配置，同時降低勞動力費用。
- **技術融合。**技術的融合，如人工智能與量子物理、雲計算及自動化的融合，推動了新技術市場的快速增長。透過合併各種技術自身的優勢及功能，可推動協同創新，實現跨領域應用，提高性能和效率，並促進互聯生態系統的發展。隨著技術的不斷融合及交互，創新及市場增長的步伐有望進一步加快。
- **優惠政策。**近年來，中國政府已推出一系列國家及地區優惠政策，以激勵及鼓勵技術創新，推動技術改革，支持經濟增長。例如《「十四五」國家高新技術產業開發區發展規劃（2021-2025）》強調在關鍵行業（如生物技術行業）實施技術創新推動發展戰略的重要性。美國政府亦積極實施各項有利政策，以促進新技術的開發及採用。例如，「增加研究活動稅收抵免」(Credit for Increasing Research Activities) (研發稅收抵免) 為美國政府推出的一項重要政策工具，旨在激勵企業對符合條件的研發項目投資，從而鼓勵創新及推動技術進步。此外，歐盟最大的研發資助計劃「地平線歐洲」(Horizon Europe)，將從2021年持續至2027年，亦旨在為新技術開發提供大量資金，並鼓勵整個歐盟的合作與創新。

藥物研發市場

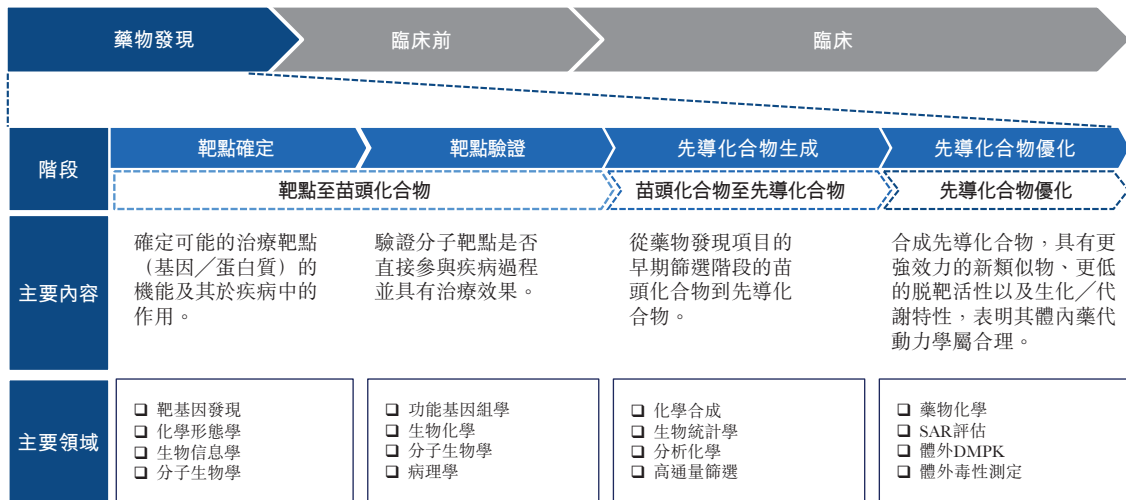
概覽

藥物研發為一個系統的流程，需使用跨學科知識設計安全有效且商業上可行的藥物，主要分為三個主要階段：早期藥物發現、臨床前研究及臨床研究。在所有階段中，早期藥物發現為第一步，乃藥物研發的基礎。

行業概覽

藥物發現分為四個階段，從最初的靶點確定及靶點驗證階段（「**靶點至苗頭化合物**」），到後期的先導化合物生成（「**苗頭化合物至先導化合物**」）及先導化合物優化階段。靶點識別為識別直接分子靶點的流程，而靶點驗證則為驗證預測分子靶點的流程。先導化合物生成為評估靶點分子並進行有限優化以確定有前景化合物的流程，而先導化合物優化則為於確定初步靶點化合物後設計候選藥物的流程。

下圖詳細載明藥物發現的四個階段：



資料來源：弗若斯特沙利文報告

附註：

- (1) SAR：結構活性關係。
- (2) DMPK：藥物代謝與藥代動力學。

市場規模

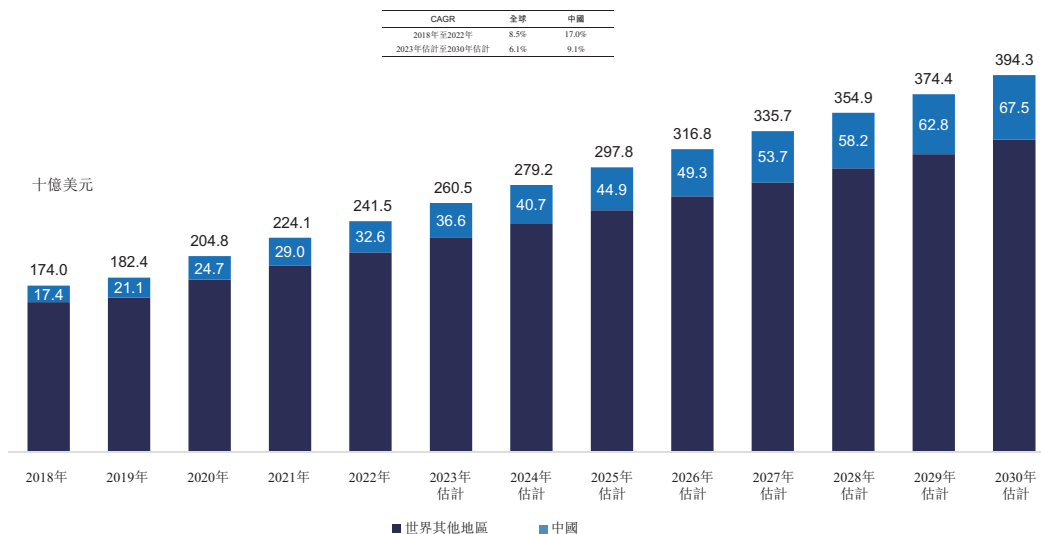
全球及中國藥物研發支出

近年來，全球藥物研發支出快速增長，且預計將會繼續增長。其由2018年的1,740億美元增至2022年的2,415億美元，CAGR為8.5%，並預計將由2023年的2,605億美元進一步增至2030年的3,943億美元，CAGR為6.1%。

在國內技術不斷進步、政府的大力支持及重視促進創新的戰略的推動下，中國的藥物研發支出由2018年的174億美元增至2022年的326億美元，CAGR為17.0%，並預計將由2023年的366億美元進一步增至2030年的675億美元，CAGR為9.1%。

行業概覽

全球及中國藥物研發支出，2018年至2030年估計

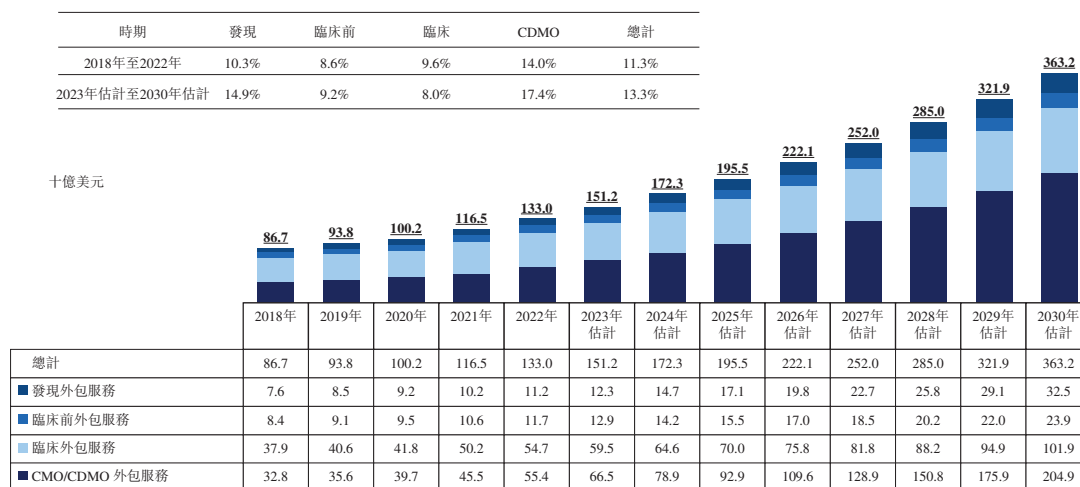


資料來源：弗若斯特沙利文報告

全球及中國藥物研發外包服務市場

藥物研發外包服務包括藥物發現、臨床前、臨床研究的CRO服務，以及小分子藥物及生物製劑的CMO/CDMO服務。全球藥物研發外包市場規模由2018年的867億美元增至2022年的1,330億美元，CAGR為11.3%，並預計將由2023年的1,512億美元進一步增至2030年的3,632億美元，CAGR為13.3%。尤其是，全球藥物發現階段的藥物研發外包市場規模由2018年的76億美元增至2022年的112億美元，CAGR為10.3%，並預計將由2023年的123億美元進一步增至2030年的325億美元，CAGR為14.9%。

全球藥物研發外包服務市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

行業概覽

中國藥物研發外包服務市場規模由2018年的78億美元增至2022年的205億美元，CAGR為27.3%，並預計將由2023年的262億美元進一步增至2030年的850億美元，CAGR為18.3%。尤其是，中國藥物發現的藥物研發外包服務市場規模由2018年的11億美元增至2022年的26億美元，CAGR為23.4%，並預計將由2023年的34億美元進一步增至2030年的119億美元，CAGR為19.6%。

中國藥物研發外包服務市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

人工智能於藥物研發中的應用

傳統的藥物研發流程成本高且耗時，通常至少需要約10年時間及超過10億美元的投資。尤其是，發現一種藥物一般就需要約一至兩年時間，需要投資約4億美元至4.5億美元。此外，在藥物發現階段，通常需從成千上萬種化合物中挑選出一種商業上可行的藥物。一種新藥的研發活動總成本可達26億美元。

然而，在藥物研發過程中應用人工智能等新技術，可顯著減少藥物研發所需的時間及成本，並提高成功率。人工智能已成功應用於藥物研發流程的各個階段，藥物研發的反饋信息有助於完善人工智能賦能的藥物研發平台及豐富人工智能數據庫的功能。於學習及驗證的過程中，算法、計算能力及數據作為人工智能的三大核心要素，可相互促進，持續增強人工智能賦能的藥物研發平台。

隨著人工智能在藥物研發各個階段的應用日益增加，全球製藥公司已建立自身的人工智能平台，或已與人工智能公司合作進行藥物研發。下表概述部分公司與人工智能公司合作的情況。

行業概覽

	公司	人工智能合作夥伴	最早合作年份	合作交易要點
全球公司	輝瑞	XtalPi、Atomwise、Concerto HealthAI、IBM Watson、Insilico Medicine	2016年	與XtalPi合作加快Paxlovid的開發，並於2021年在六週內成功確認藥物晶體結構； 與Atomwise合作發現三種靶蛋白的潛在候選藥物
	拜耳	XtalPi、Huma AI、Exscientia、Blackford Analysis	2020年	與Exscientia合作，為治療心血管及腫瘤疾病的潛在候選藥物確定及優化新的先導結構； 於2023年收購Blackford Analysis，推動放射學創新，並於臨床工作流程中採用人工智能技術
	默沙東	XtalPi、Atomwise、Numerate、PathAI	2012年	與XtalPi合作研究不同聚合物添加劑對metformin鹽酸晶體習性的影響； 與Numerate合作，為一個未公開的心血管疾病靶點開發新藥線索
	強生／楊森	XtalPi、BenevolentAI、Celsius Therapeutics、Iktos	2016年	與XtalPi合作，驗證具有特定靶點定義特性的小分子苗頭化合物，並利用XtalPi的ID4平台縮短DMTA週期； 與BenevolentAI合作，將測試中的小分子化合物用於藥物發現
	禮來	XtalPi、仙途、Verge Genomics、Nimbus	2021年	與Verge Genomics合作，開展肌萎縮側索硬化新療法及治療方法的研究； 與XtalPi合作，利用XtalPi的集成人工智能能力及機器人平台識別及開發小分子首創療法
	吉利德	Insitro	2019年	與Insitro公司合作，用化學方法開發最多五種非酒精性脂肪肝的擬議療法
中國公司	海思科醫藥	XtalPi	2021年	與XtalPi合作，將其人工智能能力及新穎的「實驗+計算」方法應用於固態研究，進一步加快其創新藥物研發項目的突破及進展
	翰森	XtalPi、StoneWise、DP Technology	2019年	與StoneWise合作，設計及發現腫瘤及中樞神經系統等多個治療領域的潛在候選藥物
	恒瑞	XtalPi、Iktos	2021年	與Iktos合作，利用其基於人工智能的新藥設計軟件加速小分子藥物的發現並優化先導化合物
	上海醫藥	XtalPi、AlphaMol	2021年	與AlphaMol合作，利用其智能藥物開發平台精確預測靶蛋白結構，進行一流GPCR藥物的研發
	華東醫藥	XtalPi、Insilico Medicine	2020年	與XtalPi合作開發抗腫瘤藥物，該藥物已獲得FDA頒發的臨床試驗批准文件
	Nhwa Pharma	DP Technology	2022年	與DP Technology合作，將其中樞神經系統（「CNS」）藥物研發經驗與DP Technology的人工智能藥物發現平台相結合，促進中樞神經系統的藥物研發

行業概覽

量子物理於基於人工智能的藥物研發中的應用

隨著人工智能技術、大數據及計算能力、基於量子物理的計算的重大進步，基於物理的藥物計算方法逐步興起。該方法源於量子物理第一性原理，可用於計算藥物分子與靶蛋白分子在微觀粒子（如分子及原子）層面上的相互作用力。基於量子物理的計算被公認為下一個技術突破，並有望對藥物干預及療法的研發產生重大影響。

不同於常見的人工智能方法（其需要充足的實驗數據訓練人工智能模型），基於量子物理的第一性原理計算可自行生成可擴展的數據，克服了基於人工智能的藥物研發早期階段數據匱乏的問題。基於量子物理的方法亦能顯著提高預測的準確性，並為化學及生物對象及其相互作用提供更相關的模型。

此外，基於量子物理的計算能夠在並無任何訓練集的情況下，計算出超越現有的行業知識及數據的分子特徵，從而顯著改善早期藥物發現。基於量子物理的算法亦可指導生成式人工智能以更快、更準確的方式高效地大規模發現創新候選藥物。下表載明基於人工智能的方法及基於量子物理的方法的特徵差異。

特徵	基於人工智能的方法	基於量子物理的方法
原則	數據	第一性原理
方法	歸納推理	演繹推理
適用場景	於可使用大量數據時，如虛擬分子生成、化合物合成路線預測及ADMET性質預測	基於靶蛋白及分子模擬的從頭設計、虛擬篩選及先導化合物優化
特性	高通量、對數據的要求高	高精度，對計算能力的要求高
潛在發展	快速迭代，跨越臨界點後有可能實現快速發展	線狀發展依賴於物理學領域的進步

資料來源：弗若斯特沙利文報告

迄今為止，已有多家公司邁出了將基於量子物理的計算納入基於人工智能的藥物研發的第一步。科研人員有望借助基於量子物理的計算的處理能力，進一步加快及完善基於人工智能的藥物研發流程。下表載列採用基於量子物理的藥物發現方法的兩家大型公司。

行業概覽

使用基於量子物理方法的大型公司

XtalPi

由三名麻省理工學院培養的物理學家於2015年成立。其專有的綜合技術平台集成雲超算賦能的計算機式工具，包括基於量子物理的第一性原理計算及人工智能，用於乾實驗室計算及評估，以及機器人自動化的濕實驗室實驗，使藥物及新材料的發現方式發生轉變，其速度及規模遠超傳統的替代方案。

公司J

成立於1990年，旨在開發一個極為先進的、基於物理的計算平台。相較於傳統方法，基於物理的軟件平台使客戶能夠在藥物及材料科學研發中更高效地發現更優質的新型分子。

公司J亦利用其軟件平台支持其內部藥物發現項目。

資料來源：弗若斯特沙利文報告

基於人工智能的藥物研發市場的進入壁壘

基於人工智能的藥物研發市場的新進入者面臨以下進入壁壘：

- **有限的資源。**人工智能算法及生物醫學研究領域專家稀缺，乃新進入者尋求設計基於人工智能的藥物研發算法所面臨的重大挑戰。此外，與開發及測試基於人工智能的算法相關的開支及漫長的驗證週期將進一步增加為技術收購提供資金的困難。
- **缺乏算法及模型。**算法對於基於人工智能的藥物研發至關重要，因為優秀的藥物研發模型可顯著提高預測準確性。然而，藥物研發模型通常很複雜，包含大量複雜的參數及算法。此外，大量的現實世界數據對於進一步微調藥物研發模型至關重要。由於新進入者缺乏先進的人工智能能力及高質量數據，彼等無法利用算法及人工智能模型帶來的優勢在藥物研發方面超越現有市場參與者。
- **與現有市場參與者的競爭。**基於人工智能的藥物研發市場競爭激烈，嚴重阻礙新進入者與既有市場參與者競爭。主要參與者將人工智能賦能乾實驗室與機器人濕實驗室相結合，形成一站式藥物研發服務的迭代反饋迴路，使新進入者難以創新，亦難以超越現有主要參與者。

行業概覽

- **商業化困難。**藥物研發流程複雜且耗時，使得小型公司難以商業化其研發服務。此外，客戶要求及需求不斷變化且數據要求嚴格，初創公司可能難以滿足客戶期望。

增長驅動因素及未來趨勢

基於人工智能的藥物研發市場預計將受以下因素或趨勢推動及影響：

- **加速藥物研發的需求增加。**全球人口老齡化及心血管病、代謝病、癌症及神經變性疾病等發病率的上升，刺激了對新型療法及更高效藥物發現的需求。傳統的藥物研發項目效率低，研發週期長、失敗率高、成本高昂。此為基於人工智能的藥物研發帶來了重大機遇，其將徹底改變現有方法。
- **人工智能的技術進步。**就缺乏有效治療方案及大量需求尚未得到滿足的疾病而言，借助人工智能發現新候選藥物尤為重要。深度學習、神經網絡、生成式對抗網絡（「生成式對抗網絡」）及生成式人工智能的最新發展使人工智能能夠更深入、更快地分析大量數據。人工智能正透過模擬及預測潛在結果幫助研究人員減少藥物研發所需的實驗人力，同時提高識別合適的藥物靶點的效率。最終，人工智能透過篩選更有可能成功的分子，有可能顯著縮短藥物研發流程並降低成本。
- **加大對基於人工智能的藥物研發投資及與人工智能公司合作。**利用人工智能功能可大大減少藥物研發流程所需的時間及成本，使其成為跨國公司（「跨國公司」）的一項極具優勢的戰略。生物技術與製藥跨國公司對投資基於人工智能的藥物研發公司或與之合作表現出濃厚興趣。隨著人們日益了解人工智能集成的益處，預計對基於人工智能的解決方案的需求將持續增加，從而推動該領域的進一步投資與合作。
- **支持性監管框架。**為促進醫療保健行業的創新解決方案的發展，美國已實施有利的政策，如「2017年數字醫療創新行動計劃」，該計劃鼓勵採用基於風險的方法監管數字醫療技術，以促進創新。同樣，中國亦頒佈多項旨在加快藥品審批流程的改革政策。

行業概覽

- **數據私隱及保護。** 人工智能初創公司及生物技術與製藥公司正在利用雲平台共享數據。為確保遵守法規並防止數據洩露，參與者需使用區塊鏈等先進技術。
- **管線多樣化。** 人工智能賦能的預測工具的進步已經並將繼續提高藥物研發及臨床前測試的準確性及效率，推動形成新的研究方向及更具戰略性的研發方法。隨著優質數據量及算法的持續增加，基於人工智能的方法將進一步最大限度地減少藥物研發的失敗率，同時推動管線的多樣化發展，從而產生更高的藥物研發投資回報。

競爭格局

主要基於人工智能的大多數藥物研發公司正在進行研發，專注於自身藥物產品的開發或商業化，而我們主要為生物技術與製藥公司提供藥物發現解決方案。此外，與我們不同，大多數市場參與者並不能同時利用濕實驗室及乾實驗室的功能，導致研發週期更長、研發成本更高。

根據弗若斯特沙利文的資料，截至2023年6月30日，我們是世界上少數同時擁有基於量子物理的第一性原理計算、先進的人工智能技術及自動化濕實驗室能力的藥物及材料科學研發公司之一，就透過股權融資籌集的資金總額而言，我們在全球的人工智能賦能的藥物發現公司中排名第一。

十大人工智能藥物發現公司⁽¹⁾的技術能力

排名	公司	地點	人工智能應用	量子物理能力	濕實驗室能力	自動化實驗室能力	籌集的資金(百萬)
1	XtalPi	中國	藥物及材料科學研發、固態研發、自動化實驗室	√	√	√	732美元
2	公司A	美國	靶點發現、化合物篩選、臨床試驗設計	×	×	×	643美元
3	公司B	美國	靶點調製假設、苗頭化合物發現及先導分子生成、先導分子優化	×	×	×	550美元
4	公司C	加拿大	靶點發現、化合物篩選、化合物合成	×	×	×	517美元
5	公司D	美國	靶點發現、化合物篩選	×	√	√	465美元
6	公司E	美國	靶點發現、藥物設計	×	×	×	460美元
7	公司F	香港	靶點發現、藥物設計	√	√	√	401美元
8	公司G	英國	靶點發現、化合物篩選	√	×	√	374美元
9	公司H	美國	靶點發現、藥物重定向	×	×	×	300美元
10	公司I	英國	靶標發現、化合物篩選、藥物重定向	√	×	×	292美元

資料來源：弗若斯特沙利文報告

附註：

(1) 該排名基於截至2023年6月30日籌集的[編纂]資金。

行業概覽

固態研發服務市場

概覽

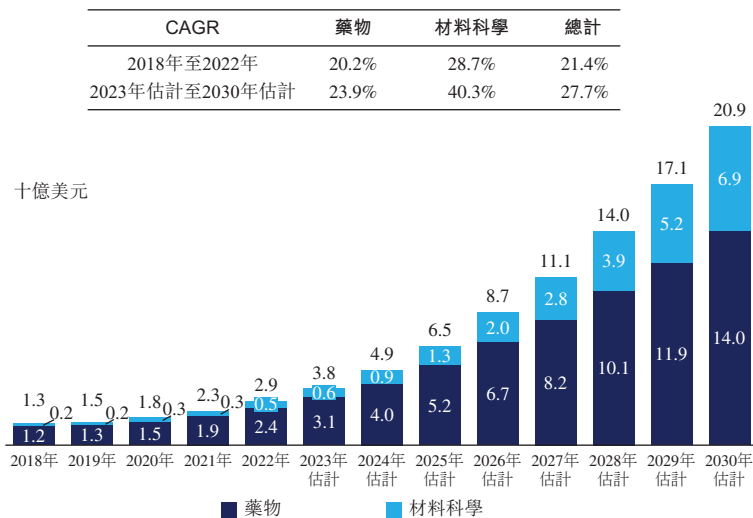
固態研發對於評估固體材料的物理及化學性質至關重要。例如，生物藥效率、可溶性、溶出率及穩定性等特性對候選藥物的成功至關重要，此乃由於彼等會影響人體吸收藥物的程度及在規定條件下儲存藥物的方式。

需進行全面的固態形式篩選，以確定最佳的鹽／共晶及多晶型並確定其特性，從而選擇藥理／物理上最可行的晶型，同時使藥物免受仿製葯競爭的影響。全面的固態研發工作有助於最大限度地提高可行候選藥物的成功率，並降低對較弱的候選藥物作出過度投資的風險。

市場規模

全球固態研發服務市場包括兩個分部：藥物及材料科學。全球固態研發服務市場規模由2018年的13億美元增至2022年的29億美元，CAGR為21.4%，並預計將由2023年的38億美元進一步增至2030年的209億美元，CAGR為27.7%。

全球固態研發服務市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

行業概覽

新技術於固態研發服務中的應用

傳統的固態研發方法無法根據以往的數據及刊物有效預測形成特定分子的潛在正確晶體結構，僅可對數量有限的配體檢測進行篩選及評估，難以確定最佳的鹽或共晶型及多晶型。傳統固態研發方法亦無法通過人工分析準確確定晶體結構，僅可利用實驗分析進行固態測試及分析，不足以獲得特定晶型的詳細特徵。此外，傳統固態研發方法僅可通過「試錯」法解決結晶過程中的問題，需要耗費大量的時間及成本。

固態研發涉及五個關鍵方面，即(i)晶體結構預測；(ii)固態篩選及評估；(iii)晶體結構確定；(iv)固態測試及分析；及(v)結晶流程。相較於傳統的純實驗方法，新技術賦能的方法(尤其是人工智能及自動化賦能的方法)可在計算預測與實驗驗證之間建立反饋迴路，從而於更短的時期內提供更高的功效及精確度。下表載列新技術賦能方法相較於傳統方法在固態研發方面所具備的優勢。

	目的	傳統方法	新技術方法
晶體結構預測	<ul style="list-style-type: none"> 根據第一性原理預測特定分子可能形成的正確晶體結構 	<ul style="list-style-type: none"> 無法利用過往的數據及刊物進行有效預測 	<ul style="list-style-type: none"> 人工智能賦能的晶體結構預測平台能夠計算所有可能的晶型，並以更快的速度準確高效地釐定其穩定性
固態篩選及評估	<ul style="list-style-type: none"> 從所有可能性中確定最佳的鹽/共晶體及多晶型 	<ul style="list-style-type: none"> 僅使用有限配體進行化驗 	<ul style="list-style-type: none"> 計算篩選擴大了化學空間的探索 人工智能賦能的工具僅對最有前景的候選者進行可行性評估
晶體結構釐定	<ul style="list-style-type: none"> 釐定單晶的三維結構 	<ul style="list-style-type: none"> 使用粉末X射線衍射([XRPD])人工分析無法準確釐定 	<ul style="list-style-type: none"> 透過對XRPD圖譜進行人工智能賦能的分析，可獲得三維結構
固態測試及分析	<ul style="list-style-type: none"> 測試及分析特定晶型的詳細特徵 	<ul style="list-style-type: none"> 實驗分析，如X射線衍射分析、動態蒸汽吸附法及熱顯微鏡 	<ul style="list-style-type: none"> 基於量子物理的模擬及機器學習驅動的高通量特性篩選 利用人工智能賦能的工具進行更全面的數據分析
結晶流程開發	<ul style="list-style-type: none"> 確定最佳結晶條件及流程，以擴大生產規模 	<ul style="list-style-type: none"> 通過試錯解決問題 	<ul style="list-style-type: none"> 事先根據晶體的化學/物理性質預測並解決可能出現的擴大規模問題，減少所需的試驗次數，並使用自動化實驗室提高實驗效率

資料來源：弗若斯特沙利文報告

固態研發服務市場的進入壁壘

固態研發服務市場的新進入者面臨以下進入壁壘：

- 技術壁壘。**藥物及新材料的研發流程充滿挑戰、成本高昂且耗時，尤其是在固態研發方面，此乃由於利用先進的晶體篩選技術，於使用最少的材料及時間的情況下，識別出盡可能多的固態形式所涉及的技術難度大。此外，為透過採用各種表徵方法及研究方法準確評估晶型的市場可行性，亦需深入了解固態研發，從而為創新型製藥及新材料企業選擇最有利的晶型。此外，就新進入者而言，開發結晶流程及對製劑開發中的晶型執行可行性評估也涉及具挑戰性的技術。

行業概覽

- **缺乏專業技術。**固態研發服務行業需要高水平的專業技術，而此等專業技術僅能從長時間的實際工作經驗中積累，故該行業缺乏有經驗的專業人士。固態研發公司持續參與涉及各種化合物的眾多結晶項目，因而積累了寶貴的專業知識及經驗。此有助於不斷提高彼等在晶型開發方面的技術熟練度及服務質素與效率。
- **商業化困難。**固態研發服務的高風險及不確定性會阻礙對新進入者進行投資。此外，固態研發，尤其是醫療保健或能源等受監管行業的固態研發，必須符合嚴格的監管要求。遵守安全、質素及環境法規可能複雜、耗時，就不熟悉監管框架的新進入者而言，可能會延誤其商業化進程。

增長驅動因素及未來趨勢

固態研發服務市場增長預計將受以下因素或趨勢推動及影響：

- **技術進步。**量子物理及人工智能等新技術的發展，使固態研發的速度變快且更具成本效益。人工智能賦能的固態研發可快速、詳盡地預測晶體形態及其特徵，並為科學家開展針對性的實驗室工作提供重要見解，以確定最有意義的晶體結構。因此，人工智能賦能的固態研發可提高成功率，支持關鍵的研發決策，並顯著縮短晶體結構研究的週期，從至少數個月或數年縮短至少數幾個月或幾周。
- **外包增加。**固態研發服務可用於藥物研發項目的早期階段，包括分析新型分子的結晶度、穩定性及可溶性，從而提供可研發性評估，為候選藥物推薦提供支持，並為過渡到臨床前開發提供便利。生物技術與製藥公司將越來越多的研發活動外包予擁有固態表徵、配方優化及其他相關服務所需的專業知識及資源的第三方提供商。此趨勢的推動因素為日益複雜的藥物研發及生產、專業知識的需求，及將複雜藥物上市的能力。
- **應用領域增加。**固態研發服務，包括晶型篩選及結晶工藝開發，在許多需精確控制晶體材料性質的行業（包括製藥行業）中發揮著重要的作用。例如，於農用化學品行業，固態研發有助於優化殺蟲劑、除草劑及化肥中的活性成分，因此，可提高此等產品的功效及安全性並延長其保質期。此外，固態研發服務有助於開發具有高強度、耐用性或導電性等特定屬性的新材料。此等材料已應用於電子及建築等行業。

行業概覽

競爭格局

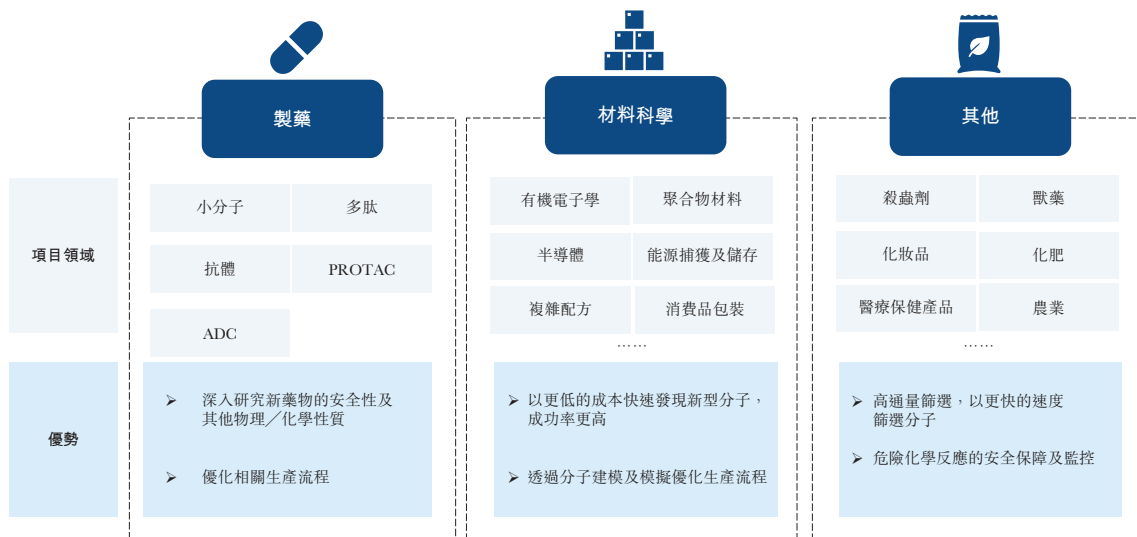
提供固態研發服務的公司有三類，即(i)專業固態CRO，(ii)大型CRO，及(iii)像我們這樣的聚焦人工智能的技術公司。由於固態研究的複雜性及所需先進設備的數量，生物技術與製藥公司通常選擇將固態研發外包。

自動化研發實驗室市場

概覽

自動化研發解決方案應用自動化技術，在包括生物製藥、化學及材料行業在內的一系列行業中實現更迅速、更高通量及更準確的濕實驗室流程，如自動化液體處理、樣品製備、合成及結晶。其可用於分析及優化每天24小時運行的大量數據，同時確保職業安全，提高研發質量及效率。

儘管自動化反應器械目前主要用於製藥業，但在材料科學及農業等眾多其他領域，預計自動化器械的應用擴大。此項尖端技術有望徹底改變研發流程，縮短合成新分子所需的時間，並更好地了解有關化學反應，優化大規模生產。下圖載明應用行業及於此等行業應用自動化的優勢。



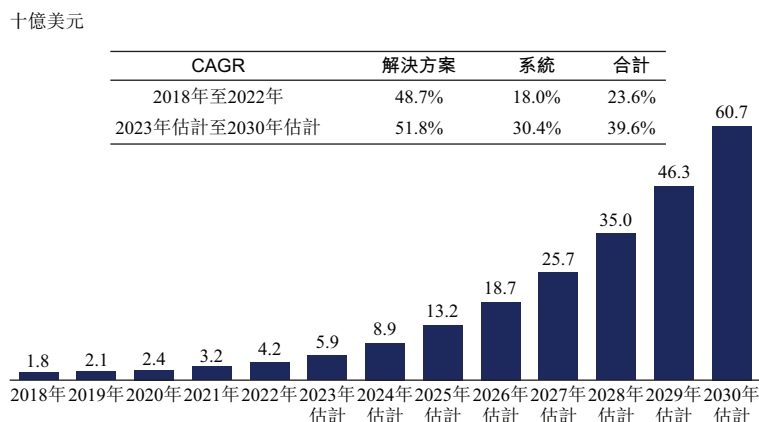
資料來源：弗若斯特沙利文報告

市場規模

自動化研發實驗室可用於研發過程的三個方面，包括(i)合成、(ii)結晶及(iii)通過提供篩選、條件控制、品質保證、原位反應分析以及即時監控和資料收集服務實現程序控制。其可提高各行業研發流程的效率及精確度。全球自動化研發實驗室市場規模由2018年的18億美元增至2022年的42億美元，CAGR為23.6%，並預計將由2023年的59億美元進一步增至2030年的607億美元，CAGR為39.6%。

行業概覽

全球自動化研發實驗室市場，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

自動化研發實驗室目前主要用於製藥行業，其佔2022年整體市場的最大份額，約為86.4%。隨著製藥行業以外的各行業（如生產農藥、獸藥、化肥及化妝品等的化工及材料科學行業）對自動化研發實驗室需求的增加，全球自動化研發實驗室市場預計將於2022年至2030年期間出現快速增長。除製藥行業外，其他行業預計將於2030年佔全球自動化研發實驗室市場份額的44.5%。

自動化於研發中的應用

在傳統方法中，95%的實驗操作嚴重依賴於人工測試，從而導致諸多弊端，如勞動力成本增加、生產效率低、員工感染的風險等。自動化預計將成為產業升級及改革的大趨勢。下表載列傳統化合物合成及研究的痛點：

 <p>勞動力成本增加</p> <ul style="list-style-type: none"> 傳統方法依賴人力資源 人口老化導致勞動力成本增加 複雜的實驗流程導致資格培訓期漫長 	 <p>生產力不足</p> <ul style="list-style-type: none"> 人類無法24/7全天候持續進行實驗 測試流程複雜耗時，人工無法有效處理大量的樣本。 長時間重複操作導致較低的效率及精確度
 <p>安全隱患</p> <ul style="list-style-type: none"> 傳統方法手動進行實驗 手動傳導導致交叉污染、化學品洩漏及樣品污染的高風險 	 <p>不可靠的結果</p> <ul style="list-style-type: none"> 手動操作中存在的人為錯誤導致準確性降低及結果不一致 手動操作獲得的實驗數據缺乏可追溯性。

➤ 自動化預計將成為產業升級和改革背景下的主流趨勢

資料來源：弗若斯特沙利文報告

行業概覽

隨著技術的不斷突破以及技術集成度及兼容性的不斷提高，自動化已被廣泛應用於製藥及材料科學等各個行業，以實現更高效、可預測及高通量的研發流程。研發自動化的應用領域十分廣泛，包括藥物及材料科學發現、化學合成、質量控制、設備及材料處理以及數據收集等。

先進的自動化技術可用於新治療化合物的鑒定、化學性質的優化及高通量材料的篩選，以簡化及加快藥物及新材料的發現過程。通過整合機器人平台、先進儀器及智能軟件，自動化技術亦可用於進行化學反應及合成化合物，以簡化及提高此類過程的效率。此外，自動化技術亦可用於捕獲及分析來自不同來源及平台的實時實驗數據，通過鏈接到共享分析系統並結合先進的分析及機器學習加快分析過程。此外，自動化技術還可用於持續監測及評估各種實驗室環境中的安全參數及潛在風險，並應用於基於傳感器的監測、警告及警報系統、環境調節以及設備及程序監測。

進入壁壘

自動化研發實驗室市場的新進入者面臨以下進入壁壘：

- **高投資**。建造自動化研發實驗室須對基礎設施、設備及技術作出大量投資。此將需要大量的前期成本（用於採購先進的機器人系統、實驗室自動化軟件及分析儀器），及日後的維護及升級費用，進入市場對財務資源有限的新進入者具有挑戰性。
- **缺乏專業技術**。自動化研發實驗室市場依賴於機器人、人工智能及數據分析等先進技術。市場上缺乏相關人才，大部分的醫療保健公司於聘任合資格的研發人員時面臨困難，故新進入者需具備設計、開發及維護此等系統所需的技術知識及專業技能。
- **與現有市場參與者競爭**。在自動化研發實驗室市場上，已經有許多知名的市場參與者，彼等擁有知名品牌、大量的服務產品及強大的市場影響力，此為新進入者贏得市場份額並與知名的參與者競爭造成了巨大障礙。先驅者（如本公司）已實現「濕實驗室」自動化，提高了研發效率，並準備大規模生產。

行業概覽

- **與現有實驗室基礎設施兼容的挑戰。**將自動化研發實驗室與現有實驗室工作流程、信息系統及數據管理平台整合的流程非常複雜。為使用自動化解決方案，須對不熟悉自動化的實驗室員工進行成本高且耗時的培訓。兼容性問題、數據傳輸挑戰、員工培訓及無縫整合的需求，均會對新進入者於現有的實驗室環境中順利運營造成障礙。

增長驅動因素及未來趨勢

自動化研發實驗室市場的增長預計將受以下因素或趨勢驅動及影響：

- **產業升級。**自動化乃產業升級及改革的關鍵。相較於傳統非自動化研發實驗室，自動化研發實驗室具有顯著優勢，如生產力及準確性提高、可擴展性及標準化，以及成本更低等。此等優勢有助於徹底改變實驗室工作流程，使研究人員能夠優化操作，生成可靠的數據，並加快科學發現及創新的步伐。
- **技術進步。**技術進步乃實驗室自動化快速發展的驅動因素之一。機器人技術、人工智能／機器學習及雲計算等技術的持續發展，已徹底改變實驗室流程。配備機器人技術的研發自動化實驗室可精確高效地處理實驗；人工智能及機器學習算法可分析複雜的數據集，提供有價值的見解並支持數據驅動的決策；雲計算則使實驗室能夠有效地解讀大量數據。此等技術進步可優化實驗室工作流程，實現實驗室擴展性，並提高效率及準確性。
- **技術整合。**自動化研發實驗室中不同技術的整合正在徹底改變實驗室的運營方式，並提高效率、準確性及生產力。主要市場參與者(如本公司)可為實驗室自動化提供全面的、先進的解決方案。人工智能、機器人技術、基於量子物理的第一性原理計算及雲計算的整合，可使研究人員能夠優化工作流程，加快研發流程，並提高產量。
- **數據安全的重要性。**隨著對自動化研發實驗室數據依賴程度的不斷提高，人們越來越關注數據安全、私隱保護及法規遵從性。市場參與者正在執行全面的數據管理常規、加密技術及合規框架，以確保數據完整性並滿足監管要求。


行業概覽

競爭格局

全球自動化研發實驗室市場存在多家知名參與者，彼等均提供專業的解決方案及尖端技術。我們因穩健的人工智能賦能的自動化解決方案而聞名，此等解決方案可透過數字化實驗室信息管理系統分析大量數據集並實時監控實驗進展。其他主要市場參與者可提供各種多樣化的自動化解決方案，惟其人工智能功能有限。隨著行業的持續發展，創新、人工智能技術的無縫集成以及定製化將影響行業競爭及市場動態。

自動化研發實驗室市場的大型公司主要提供自動化設備及／或高通量篩選服務，惟由於缺乏人工智能功能，其中大多數公司仍在使用傳統的自動化機器人系統。使用傳統的自動化機器人系統的公司不具備或僅具備有限的智能數據處理能力，因此像我們這樣具備人工智能賦能的實時實驗進度監控及數據處理功能、先進的人工智能賦能的自動化系統及數字化實驗室信息管理系統的公司有望超越傳統的自動化研發實驗室。

下表載列自動化研發實驗室市場中的大型公司的能力比較：

		公司L	公司M	公司O
主要解決方案類型	自動結晶、智能合成工作站及台式固體分配器	自動合成工作站及台式固體分配器	實驗室自動化解決方案，如液體處理設備及高通量篩選	自動液體處理設備
先進的人工智能及機器學習功能	先進的人工智能賦能的自動化系統	傳統的自動化機器人系統	傳統的自動化機器人系統	傳統的自動化機器人系統
智能數據處理功能	人工智能賦能的實時實驗進度監控及數據處理；數字化實驗室信息管理系統	功能有限，使用外部軟件，AUTOSUITE	功能有限，使用外部軟件	無功能
定製功能	專門為藥物研發工作流程設計的強大的定製功能	強大的定製能力，滿足特定行業需求	標準化的自動化解決方案，定製功能有限	產品尺寸及類型的定製功能有限

資料來源：弗若斯特沙利文報告

行業概覽

材料科學研發市場

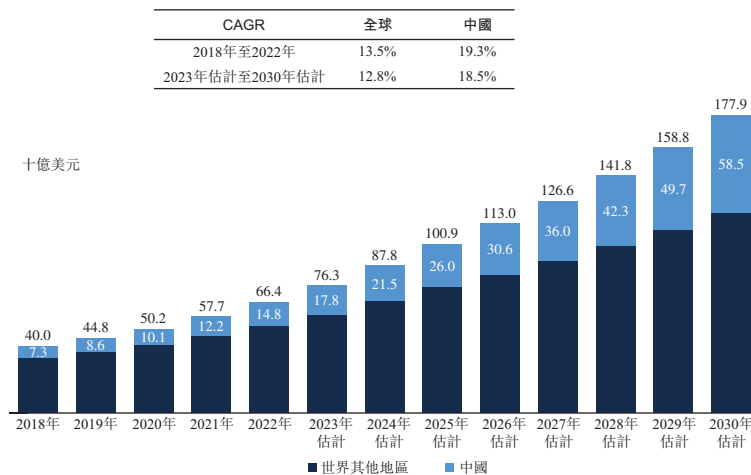
概覽

材料科學乃涉及探索材料性質、結構、性能及加工的多門學科。材料科學研發旨在發現具有增強及定製特性（如強度、導電性及柔韌性）的新型材料。新材料的開發推動了化妝品、消費品包裝、石油、可持續能源、微電子及移動電子等重要領域的研究及技術創新。

市場規模

隨著對性質更佳、性能更強的新型材料的需求持續增加，全球材料科學研發支出由2018年的400億美元增至2022年的664億美元，CAGR為13.5%，並預計將由2023年的763億美元進一步增至2030年的1,779億美元，CAGR為12.8%。中國材料科學研發支出由2018年的73億美元增至2022年的148億美元，CAGR為19.3%，並預計將由2023年的178億美元進一步增至2030年的585億美元，CAGR為18.5%。

全球及中國材料科學研發支出，2018年至2030年估計



資料來源：弗若斯特沙利文報告

新技術於材料科學研發中的應用

傳統的材料科學研發流程為系統化流程，包括科學探索、實驗、評估及製造。目前，大多數材料科學研發項目均遵循此既定流程，需經過漫長的時間才能使一個概念實現市場前景。得益於尖端技術進步及大數據分析使用率的日益提高，計算材料科學與工程已成為材料科學研發領域的一個重要子領域，有望徹底改變新材料的發現，減少研發時間及成本，並加速新材料於商業產品中的應用。下表載明傳統材料科學研發方法與新技術賦能的材料科學研發方法之間的比較。

行業概覽

傳統方法



理念及概念

有限的勞動力限制對材料空間的探索：潛在材料搜尋空間巨大使科學家無法列舉所有的可能性。



特徵



材料合成

「試錯」流程本身較緩慢：在傳統方法中，每種材料的性質界定及合成可能需要數月至數年的時間。合成材料可能無法達到預期的性質，因此必須透過「試錯」流程優化材料設計；

手工材料合成實驗會出現人為誤差：在材料合成流程中，手工作業、串行工作及人力密集型工作會造成誤差，如測量誤差、程序誤差、污染、樣品處理不當及缺乏質素控制等。

新技術賦能的方法

計算篩選擴大了材料的探索空間：預測性計算功能可利用人工智能、機器學習及開源算法等新技術，充分探索潛在材料的巨大搜尋空間。自動化數據收集及分析可提高預測的準確性：自動化數據收集可構建材料綜合性質庫，其將被用作訓練集，從而進一步提高預測模型的準確性；

在人工智能、機器人技術及信息技術的推動下，自動化合成使研究人員無需進行重複的、長時間的實驗：研究人員僅需輸入靶點分子或材料，並且計算機將會自動作出決定，同時控制機器人執行實驗。監控合成流程，並根據分析儀器的反饋自動優化條件或路線。

行業概覽

傳統方法



測試及驗證

複雜的多元材料化合物需要先進的測試及性質驗證技術：實驗觀察一直是驗證材料的各種化學及物理性質的最主要及最基本的方式。就複雜的多元材料合成產品而言，此流程耗時、漫長且難以管理。



擴大生產規模的試點

+



生命週期評估

評估流程漫長且低效：傳統方法乃利用實驗室實驗及觀察、文獻綜述及現有知識以及簡化的數學模型評估新材料。評估的規模、複雜程度及精確度均極為有限。

新技術赋能的方法

高通量材料性質篩選及驗證可加速此流程：由量子物理及人工智能赋能的高通量原子計算準則能夠幫助研究人員利用第一性原理精確地計算晶體固體的電子性質。根據電子鍵合及基於量子物理的計算，並利用經驗及實驗數據，預測及驗證材料結構及性質。

流程優化、敏感性分析及場景測試可優化評估流程：計算模型及模擬技術可評估不同的生產流程，並確定提高能效及減少資源消耗的關鍵區。研究人員可透過場景測試評估與材料生命週期每個階段相關的環境影響。

資料來源：弗若斯特沙利文報告

增長驅動因素及未來趨勢

材料科學研發市場的增長預計將受以下因素或趨勢驅動及影響：

- **可持續應用的先進材料**。對可持續發展的日益重視推動對環境影響較小的先進材料（如生物基材料）的開發。因此，當前材料科學研發的重點可能從石油基材料轉向生物基材料。

行業概覽

- **數據驅動方法及人工智能賦能方法。**材料科學研發依賴傳統的「試錯」實驗方法開展研發活動，因此本身非常耗時。數據分析及機器學習技術的使用將加快材料的發現、優化及鑒定過程。
- **合作與跨學科研發。**合作與跨學科研發及學術界與產業界的相互合作將通過跨學科交流知識、意見及方法，促進對材料的全面了解，推動新型功能的開發，從而推動材料科學研發的創新。

委託弗若斯特沙利文編寫的報告

我們已就[編纂]聘請弗若斯特沙利文對我們經營所在的市場進行詳細分析並編製行業報告。弗若斯特沙利文為一家於1961年成立且總部設於美國的全球獨立市場研究及諮詢公司。弗若斯特沙利文提供的服務包括市場評估、競爭基準以及各行業的戰略及市場規劃。

我們將弗若斯特沙利文報告中的若干資料納入本文件，此原因為我們相信此等資料有助於潛在[編纂]了解我們的市場。弗若斯特沙利文乃根據其內部數據庫、獨立第三方報告以及知名行業組織的公開資料編寫報告。必要時，弗若斯特沙利文會聯絡行業內的公司，以收集及匯總與市場及價格有關的資料，以及其他相關資料。弗若斯特沙利文認為，編製弗若斯特沙利文報告時所使用的基本假設（包括於進行未來預測時所使用的假設），均屬真實、正確及無誤導成分。

弗若斯特沙利文已對資料進行獨立分析，惟其審閱結論的準確性在很大程度上取決於所收集資料的準確性。弗若斯特沙利文的研究可能會因該等假設的準確度及所選擇的該等主要及次要來源而受到影響。

我們已同意就編製弗若斯特沙利文報告向弗若斯特沙利文支付人民幣380,000元的費用。支付有關款項並不取決於我們成功[編纂]或弗若斯特沙利文報告的內容。除弗若斯特沙利文報告外，我們並未就[編纂]委託編製任何其他行業報告。

我們的董事經合理查詢後確認，自弗若斯特沙利文報告日期起市場信息並無發生任何可能與本節信息相抵觸、矛盾或對其產生影響的不利變動。