

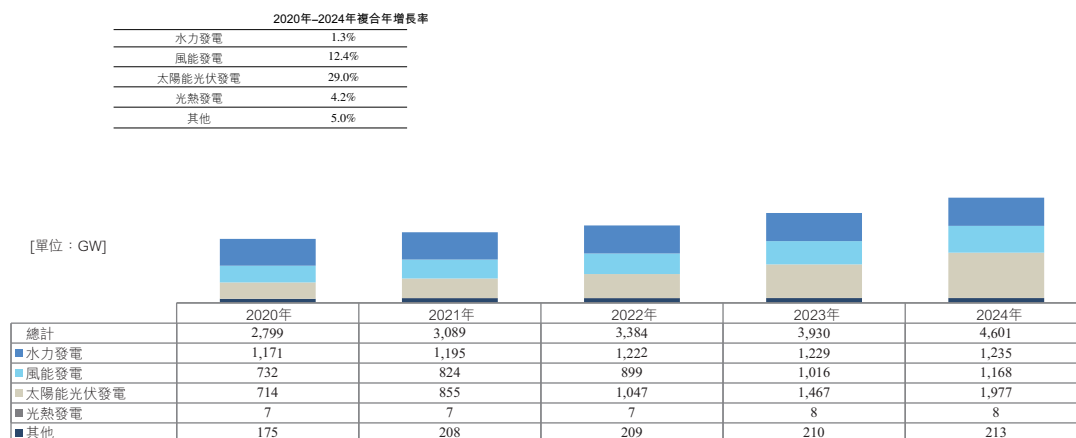
行業概覽

本節及本文件其他章節所載數據及統計數據摘錄自經我們委託弗若斯特沙利文編製的報告以及多份政府官方刊物及其他公共刊物。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。

本公司、獨家保薦人、[編纂]、整體協調人、[編纂]、[編纂]、[編纂]、[編纂]或參與[編纂]的任何其他方或其各自的董事、高級職員、僱員、顧問或代理並無獨立核實政府官方刊物及該等數據及統計數據，亦無就該等數據及統計數據的準確性或完整性發表任何聲明。

光熱發電技術概覽

可再生能源指源自補充速率高於消耗速率，且對環境影響相對較低的自然資源，正日益廣泛融入人類活動的各個層面。太陽能、風能、水力、生物質能、地熱能及海洋能等非化石能源均分類為可再生能源。在可再生能源中，太陽能光伏(光伏)及風能發電又稱為可變可再生能源(VRE)，其跟隨環境條件波動而間歇性發電。全球可再生能源累計裝機容量從2020年的2,799GW快速增長至2024年的4,601GW，複合年增長率為13.2%。其中VRE的擴展最為顯著，合共佔可再生能源總累計裝機容量近70%。在其他穩定的可再生能源中，光熱發電佔可再生能源市場的0.2%。下圖呈列2020年至2024年全球可再生能源市場按累計裝機容量劃分的歷史市場規模：



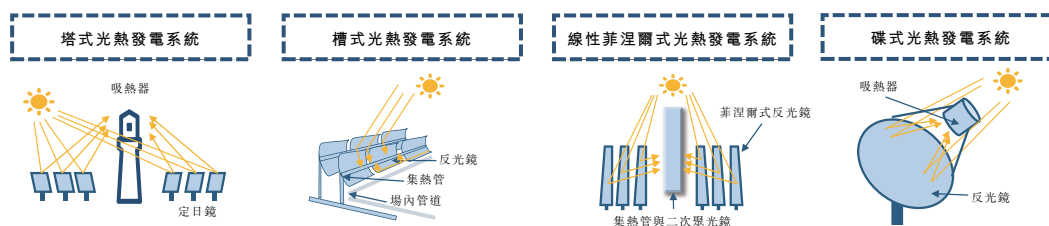
光熱發電(CSP)是指一種將太陽能轉化為熱能，再將熱能轉化為電能的技術。光熱發電的基本原理是聚光器跟蹤太陽將光反射並聚焦至吸熱器上，加熱吸熱器內的傳熱流體(HTF)，從而將太陽能轉換為熱能；吸熱器輸出的熱量在儲熱系統(TES)中進行儲存，並在需要時通過熱電轉換設備(如汽輪發電機組)進行發電。光熱發電結合了靈活調峰電源及長時儲能的雙重功能。長時儲能系統使光熱發電能夠根據需求調節發電量，必要時還能接收電力輸入。蒸汽發生系統與渦輪發電機組的配合，使CSP的發電調節範圍和

行業概覽

速度遠超燃煤電廠，同時提供輔助服務如轉動慣量、角慣量和無功功率支撐。因此，CSP作為可再生能源的一種，既能夠提供綠色電力，還可支撐VRE消納。它為構建以VRE為主導的新型電力系統提供了可靠解決方案，確保其安全穩定地發展。

按技術形式不同，光熱發電電站主要分為以下四類：塔式、拋物面槽式、線性菲涅爾式和拋物面碟式。採用導熱油作為傳熱介質的槽式光熱系統是早期主流技術路線，其優勢在於聚光比要求較低、控制邏輯更簡單、實施難度小，因而建設和運維經驗更易複製和掌握。塔式技術門檻較高，尤其需要先進的信息技術基礎設施來管理大規模定日鏡場的精準協同，這一技術瓶頸曾在歷史上限制其發展。因此，槽式光熱系統在歐美地區更早實現商業化，並積累了豐富的運行經驗。與此同時，歐美金融機構通常要求建設項目提供可參考的案例以提升信貸可行性；由於槽式光熱電站在可靠性上已獲驗證，其累計裝機容量佔比長期保持高位。然而隨著信息技術的發展，塔式技術路線憑藉更高的系統效率、更低的成本、更靈活的設計佈局以及更好的環境適應性，自2016年以來已逐步成為全球新建光熱項目的首選技術路線。

光熱電站主要技術路線類型



數據來源：弗若斯特沙利文報告

全球主要光熱技術路線比較

技術類型*	塔式技術	槽式技術	線菲式技術	碟式技術
聚光方式	點聚焦	線聚焦	線聚焦	點聚焦
聚光比	500-1,000	50-80	25-100	500-2,000
跟蹤控制	雙軸跟蹤	單軸跟蹤	單軸跟蹤	雙軸跟蹤
吸熱介質工作溫度	290-565°C	290-390°C	290-550°C	700°C
儲熱情況	可儲熱	可儲熱	可儲熱	不可儲熱
系統年平均效率	14%-16%	12%-15%	8%-10%	12%-25%
單位發電量投資成本	低	高	中	高
適用範圍	中大型電站	中大型電站	中大型電站	分布型電站
商業化情況	已商業化	已商業化	已商業化	試驗階段
累計裝機容量份額（截至2024年）	21.6%	73.8%	4.6%	-

行業概覽

附註：

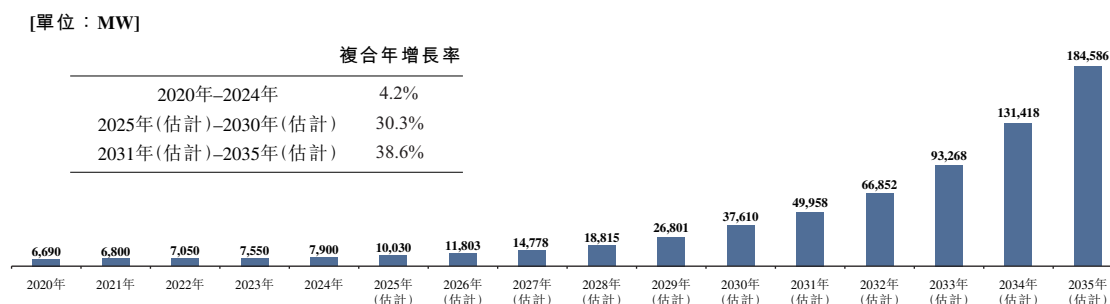
- * 塔式技術原指熔鹽塔式技術，槽式技術原指導熱油槽式技術，及線菲式技術原指熔鹽線菲式技術。

數據來源：弗若斯特沙利文報告

全球光熱發電市場概述

全球各國政府通過設定可再生能源發電目標、延長可再生能源項目投資稅收抵免等措施，為光熱發電行業的發展提供了有力的政策支持。預計未來，中國、中東、南美和北非等新興市場將成為全球光熱發電市場的主要增長引擎。下圖展示了2020至2035年全球光熱發電市場按累計裝機容量計算的歷史及預測規模：

全球光熱發電市場規模，按累計裝機容量計，2020–2035年預測



數據來源：國際能源署、國家太陽能光熱產業技術創新戰略聯盟、弗若斯特沙利文報告

全球光熱發電市場未來發展趨勢

光熱發電將在未來能源市場中發揮重要作用：根據國際可再生能源署(IRENA)預計，到2050年，可再生能源發電在全球總發電量中的佔比將達到91%，年新增可再生能源發電裝機容量將達到1,066GW/年，可再生能源發電投資需求將達到13,800億美元/年，電網及靈活性投資需求將達到8,000億美元/年。光熱發電對VRE的可持續發展至關重要，將作為未來能源結構的一部分，在能源市場中佔據重要位置。光熱發電可以與化石能源和其他能源互補，從而提供穩定可靠、清潔低碳、靈活高效的可調度電力。預計未來全球可再生能源的快速發展將為光熱發電提供良好市場環境與投資基礎。

光熱發電將為全球碳減排作出重要貢獻：伴隨全球光熱發電裝機規模的持續上漲，未來光熱發電將在全球碳減排中發揮愈加重要的作用。根據國際能源署(IEA)預測，全球能源部門的年碳排放量將從2011年的13.0Gt增加至2050年的22.0Gt；高可再生能源途徑可以將總排放量減少到約為1.0Gt。其中光熱發電約可貢獻2.1Gt—僅次於太陽能光伏和陸上風電。

行業概覽

塔式光熱發電裝機容量持續增長：槽式光熱發電最早實現商業化應用，尤其是在歐洲和美國，目前仍佔全球光熱發電總裝機容量的多數。截至2024年底，槽式光熱電站仍佔全球裝機容量的約73.8%（主要分佈在歐洲和北美），而塔式光熱電站佔比約為21.6%。然而，由於塔式技術較低的平准化電力成本、更靈活的佈局設計以及更強的環境適應性正在成為新建項目的首選。在中國，2022年至2024年已中標的光熱發電項目中，塔式系統佔比高達83.7%。塔式光熱發電項目佔比的區域差異，主要反映了商業化進程時間節點以及配套控制與數字技術的成熟度：歐美地區更早實現了拋物面槽式光熱發電的商業化，其相對簡化的控制需求使得運行案例和多年性能數據得以更快積累，從而提升了項目融資可行性，導致槽式技術在累計裝機中佔比更高；而塔式技術因複雜的定日鏡場協同控制長期面臨較高技術門檻，但近年來得益於自動化、傳感器、通信技術、計算能力、控制算法及集成控制平臺的進步，其運行風險顯著降低，可靠性、可調度性與運維效率持續提升；中國規模化光熱發電起步較晚——此時相關技術能力已更成熟且可實現商業化應用——加之塔式技術具備效率潛力、不斷改善的經濟性、靈活的設計佈局和強大的廠址適應性，自2016年左右以來已成為許多新建項目的主流選擇，使得塔式技術在中國市場佔比顯著更高。

光熱發電和熔鹽儲能在AI時代下的機遇

當前，全球AI及算力產業處於高速增長階段。2024年底全球通用算力規模達628 EFLOPS (FP32)，智能算力規模達5,693 EFLOPS (FP16)，預計2030年通用算力將達到3.3ZFLOPS (FP32)，智能算力達到105 ZFLOPS (FP16)。隨著AI大模型參數量級的增長、智能體 (Agent) 的推廣應用及算力集群的大規模落地，全球算力能耗呈現爆發式增長，對能源供應的持續性與綠色化提出了更高要求。根據IEA數據，2024年全球數據中心用電量達415TWh，佔全球總用電量的1.5%，預計2030年全球數據中心的電力需求將達到約945TWh，年複合增長率為14.7%。此外，算力中心內部部署高密度的IT設備，在運算過程中會產生巨大的熱量，需要高效的製冷系統來保證算力穩定與維持硬件壽命，製冷系統能耗通常佔到數據中心總耗電量的約40%。

從電力需求來看，2023年12月中中國國家發展改革委等部門發佈《關於深入實施「東數西算」工程加快構建全國一體化算力網的實施意見》(發改數據[2023]1779號)提出國家樞紐節點新建數據中心綠電佔比超過80%。由於AI訓練與推理任務需24/7不間斷運行，VRE因其隨機性、波動性和間歇性難以獨立支撐電網頻率及供電穩定性的高要求，而光熱發電憑藉自帶的大規模熔鹽儲能系統，能夠將波動性的太陽能轉化為受控的電能穩定輸出，並靈活高效契合多個算力中心綜合的波動需求(多個算力中心用電需求不固定，有的時段部分使用，有的時段同是運行，導致整體供電負荷時高時低，呈現波動性)，以智能儲能達到源荷解耦；同時，VRE其年利用小時數較低，難以滿足綠電佔比超過80%的要求，光熱與VRE結合的「光熱+」方案可保障算力中心在獲得穩定高比例綠色電力的同時仍保持用電成本與煤電水平相當。

行業概覽

從製冷需求來看，熔鹽儲能作為一種靈活的儲熱技術，可與吸收式製冷機組、熱泵等設備深度結合：熔鹽儲能系統可以利用穀電、綠電或熱泵吸收的算力中心廢熱，將熱量存儲。根據需求，熔鹽儲能系統可驅動吸收式製冷機、汽輪機或換熱器、提供冷量、電、蒸汽或熱量。它不僅提升了能源梯級利用效率，還降低了運營成本與碳排放，增強AI算力中心的能源韌性和環境可持續性。

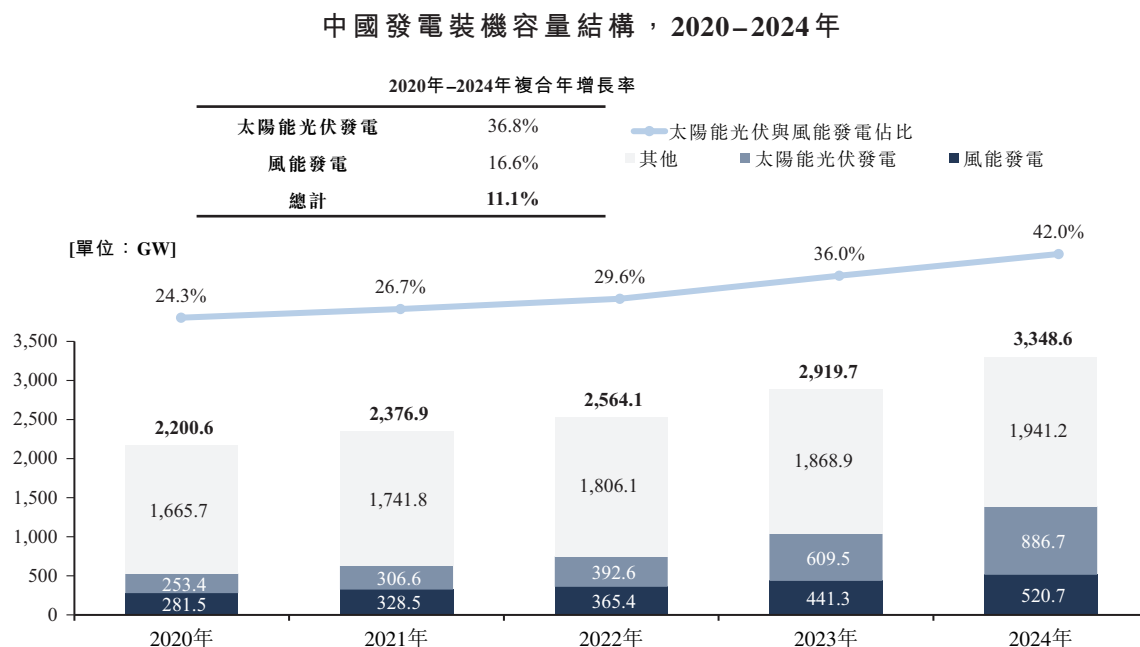
因此，在AI算力需求爆發與能源脫碳的雙重驅動下，綠色能源需求將持續穩定增長。光熱發電和熔鹽儲能技術憑藉高穩定性、長時儲能、零碳排放特性，成為實現算力增長與碳中和目標的戰略性能源方案。

中國光熱發電市場概覽

中國光熱發電產業發展預計將經歷三個不同階段：(1)**2016–2020年，首批示範項目的產業化探索**：2016年，國家能源局推動啟動光熱發電示範項目建設，上網電價為1.15元/千瓦時，儘管這批項目實際運行表現不一，但成功驗證了在西北地區建設光熱電站的可行性，初步形成產業鏈，推動相關技術規範和設計標準建立。然而，2020年1月中國發佈《關於促進非水可再生能源發電健康發展的若干意見》(財建[2020]4號)，明確全面停止新能源補貼政策，新增光熱項目不再納入中央財政補貼範圍，尚未成熟的光熱發電產業直接進入無補貼時代，發展陷入停滯；(2)**2021–2024年，風光熱儲協同發展**：2021年後，在「雙碳」目標推動下，風光大基地項目建設進程加快，系統調節能力不足成為新能源發展的瓶頸，光熱發電的調峰價值重新受到重視。在國家與地方政策支持下，「光熱+」多能互補模式興起，項目開工，技術創新加快，產業鏈日益成熟，主要設備基本實現國產化，我國在光熱國際標準制定中也發揮主導作用。光熱發電平准化成本從示範階段的人民幣1.15元/千瓦時顯著下降至人民幣0.8–0.9元/千瓦時。然而，當前「光熱+」項目中光熱裝機佔比普遍偏低，對高比例新能源的支撐仍有限，還會增加電網調峰壓力。(3)**2024年起，邁向規模化的路徑探索**：面對「光熱+」模式的局限，政策與市場實踐持續演進：2024年，青海省開創了大容量獨立光熱電站的運行模式，優選3座35萬千瓦獨立光熱電站，既可緩解省內高峰時段外購電壓力，結構性供需失衡問題，還形成了具有行業示範價值的電站配置體系；此外，2025年12月，國家發展和改革委員會與國家能源局聯合發佈《關於促進光熱發電規模化發展的若干意見》(發改能源[2025]1645號)，確立了頂層政策框架和2030年光熱發電總裝機容量達15GW左右的目標，並要求實現技術領先國際且完全自主的目標，提升了行業長期可見度，為光熱發電超越示範階段、邁向更市場化的大規模發展提供了路綫圖。2026年3月，青海省率先發佈《關於促進光熱發電規模化發展的若干措施》，提出力爭到2030年，全省光熱發電在建在運總規模達到800萬千瓦、在運裝機規模突破500萬千瓦。同時明確通過機制電價、容量電價提供價格支持並逐步開展單機30到60萬千瓦級光熱電站示範應用等措施，促進光熱規模化、逐步降本、走向市場化。

行業概覽

下圖展示了2020年–2024年中國發電裝機容量結構以及VRE在發電裝機結構中的佔比情況：



數據來源：國家能源局、弗若斯特沙利文報告

大規模VRE併網帶來電力保供、電力支撐和靈活調峰三方面的挑戰：

電力保供難度增加：目前中國的主要電量來源由高碳排放的火電（主要是煤電）提供。隨著國家雙碳戰略的實施，中國火電建設空間將進一步壓縮，而系統負荷仍在穩步增長。由於VRE具有隨機性、波動性、間歇性特徵，隨著VRE裝機滲透率的快速提高，電源側不確定性增加，特別是極端氣候條件下。

電力支撐風險增大：VRE大規模接入後，系統轉動慣量降低，導致頻率變化加快，越限風險增加，系統電壓穩定問題突出。

低碳、靈活調峰電源需求凸顯：由於VRE的出力曲線與用電負荷曲線並不匹配，隨著光伏、風電發電量佔比逐步提升，中國電力系統對於調峰電源需求日益突出。但受限於中國「富煤缺油少氣」的資源稟賦，目前中國主要依賴煤電機組作為VRE發電的調節支撐性電源。

光熱發電是唯一的兼具新能源發電與儲能的成熟技術路線，天然具有電力輸出穩定、可靠、調節靈活的特性。此外，光熱發電採用交流同步發電機來發電，涉網性能優越，在高比例VRE的新型電力系統中有著極強的優勢。

出力連續穩定，提供電力供應保障：由於光熱電站配置了大容量、低成本的熔鹽儲能，可實現24小時連續發電。以中廣核新能源德令哈光熱電站為例，該項目配置了9小時儲能，實現了230天連續穩定運行。

行業概覽

此外，光熱電站裝備與傳統煤電一致的汽輪發電機組，可與化石燃料或生物質燃料配合，增加應急燃氣爐或生物質爐，提高光熱電站的保證出力。在極端天氣下，光熱發電以極低的新增投資即可成為可信電源，出力特性優於燃煤發電，平穩可控，從而可實現更優的性能、更低的排放替代燃煤發電裝機容量，還能保證發電量中絕大部分仍是可再生能源，電力品質更優。

頻率、電壓穩定，天然具備電網友好性：未來可預計時間內，中國及全球電網仍將為交流同步電網。光熱電站後端汽輪發電系統和煤電一致，可為系統提供轉動慣量和無功支撐，快速平抑系統中出現的大小擾動，對於維持新型電力系統的頻率、電壓、功角穩定具有重要意義。

靈活調節，促進VRE消納：光熱發電自帶大規模儲熱系統，能夠實現靈活調節和穩定輸出。同時，光熱發電具備雙向調峰能力，既可在用電高峰時段釋放儲存的熱能進行發電，又可在VRE峰值發電時期主動降負荷運行甚至利用電加熱設備吸收電網餘電。

目前，煤電是中國電力系統中事實上最主要的調節電源。展望未來，技術進步將繼續提高效率並顯著降低成本，2035年平准化度電成本有望達到人民幣0.38元/千瓦時，接近全國平均煤電水平，已經低於東中部地區多數地區煤電水平，有望逐步替代煤電，提升可再生能源裝機在發電總裝機中的佔比。下圖展示了光熱發電與煤電發電技術作為調節電源時的對比情況：

光熱發電與燃煤發電技術對比

技術類型	光熱發電	燃煤發電
發電過程清潔度 . . .	<ul style="list-style-type: none"> ● 採用物理過程實現光熱—電能轉換 ● 環境友好，運行過程零CO₂排放 	<ul style="list-style-type: none"> ● 排放NO_x、SO_x及細顆粒物(PM) ● 減排成本高且工藝複雜
資源可再生性	可再生能源	不可再生化石燃料
負荷調節能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持日啟停調峰 ● 可在15%–100%額定負荷穩定長期運行 ● 搭配電加熱器可實現雙向調節 	<ul style="list-style-type: none"> ● 常規機組：50%–100%負荷區間 ● 供熱機組：70%–100% ● 深度調峰改造後：30%–100%
汽輪機啟停時間 . . .	20分鐘–60分鐘 (熱態—冷態)	60分鐘–240分鐘 (熱態—冷態)

數據來源：弗若斯特沙利文報告

行業概覽

中國光熱發電產業鏈由上游的原材料及設備供應商、中游的系統集成商與技術提供商，以及下游的電站運維單位和發電企業構成。

中國光熱發電產業鏈價值分佈

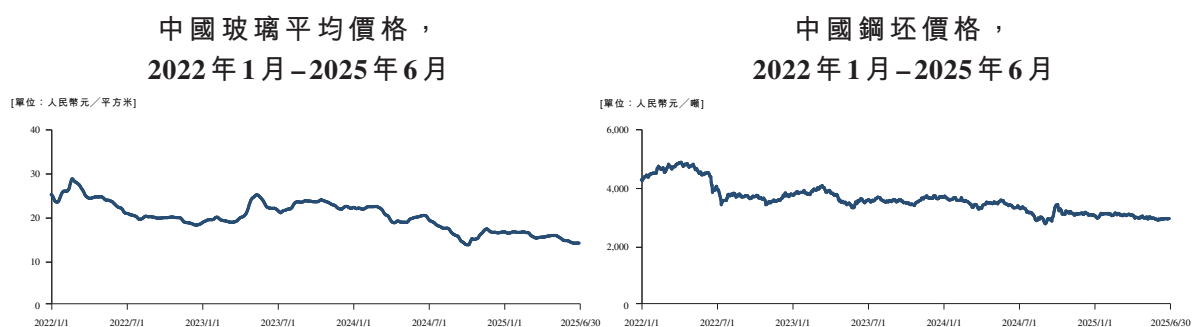


數據來源：弗若斯特沙利文報告

中國發展光熱電站須具備廣闊、平坦及通暢的地形。在環境上，主要條件為具備直接輻照量(DNI)。儘管發電系統(常規島)須補充用水，但整體需求並不大，且鏡面維護可採用乾洗法。

基於DNI分佈，中國最適合發展光熱發電的地區集中在西部及北部各省，具體為：西藏(約2,400–2,700千瓦時/平方米)、青海(約1,900–2,100千瓦時/平方米)、甘肅(約1,700–2,100千瓦時/平方米)及新疆(約1,500–2,200千瓦時/平方米)。該等地區土地資源豐富且成本相對較低，因此，土地供應並不構成光熱發電發展的限制。成功推動項目主要須符合一般發電項目的監管要求。然而，塔式光熱發電項目尤其須取得空域許可，因此選址須距離機場至少10公里。

下圖展示了2022年至2025年塔式光熱主要原材料的價格：



數據來源：中國硅業、上海有色網、弗若斯特沙利文報告

行業概覽

光伏及風力發電雖憑藉極低的平准化度電成本(LCOE)主導新能源裝機市場，但其固有間歇性及不穩定性高度依賴外部電池儲能或電網調節。相比之下，光熱發電的核心優勢在於其獨特的具有成本效益的熱能存儲能力，其可實現持續數小時的穩定電力輸出，使得其成為當前僅有的可調度的太陽能技術。該技術使得光熱發電成為調峰及電網支持供應商。

	光熱發電	光伏	風能發電
技術原理	<ul style="list-style-type: none"> 透過鏡面聚焦太陽能加熱工作液，工作液再驅動蒸汽渦輪機發電。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用半導體材料的光電效應，將光能直接轉化為電能。 	<ul style="list-style-type: none"> 透過風力驅動葉片旋轉，將風能轉換為機械能，再轉化為電能。
發電穩定性	<ul style="list-style-type: none"> 可調度(由內建儲能支持) 	<ul style="list-style-type: none"> 間歇性 	<ul style="list-style-type: none"> 間歇性
存儲能力	<ul style="list-style-type: none"> 固有及低成本 	<ul style="list-style-type: none"> 需外部電池儲能 	
土地要求	<ul style="list-style-type: none"> 高 	<ul style="list-style-type: none"> 高 	<ul style="list-style-type: none"> 低
優勢	<ul style="list-style-type: none"> 提供穩定電力，適合基本負載/調峰；具備長時間儲能能力，支持夜間發電 	<ul style="list-style-type: none"> 平准化度電成本(LCOE)低、技術成熟；部署靈活 	<ul style="list-style-type: none"> 平准化度電成本(LCOE)低、資源分佈廣
劣勢	<ul style="list-style-type: none"> 初始投資高；需要非碎片化、大規模站點。 	<ul style="list-style-type: none"> 間歇性發電，需電網調度；無夜間發電能力 	<ul style="list-style-type: none"> 間歇性發電，依賴風力預報；噪音及生態影響
部署情景	<ul style="list-style-type: none"> 最適合用於高太陽輻射(DNI)地區，作為可調度、長時效的可再生能源供應，支援高峰調控及夜間供電。常部署於可再生能源基地或當地電網中，作為系統支援資源。 	<ul style="list-style-type: none"> 最適合低成本日間能源，具備靈活的模組化部署能力，適用於電站級規模及分散式場域。通常搭配電池系統以調節輸出並降低間歇性。 	<ul style="list-style-type: none"> 最適合在強風區域進行大規模發電，其輸出功率會因當地風況而異。常與電網靈活性及儲能系統結合，以管理發電波動性及限電問題。

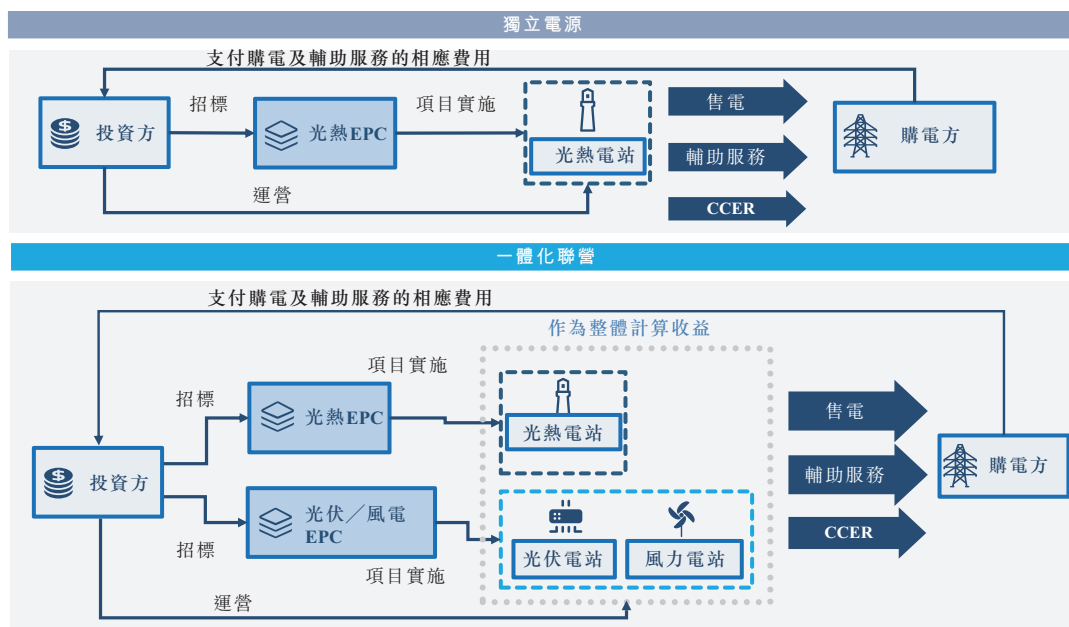
中國光熱發電運營模式主要分為獨立電源模式和一體化聯營模式兩種，當前兩種模式並存，適用於不同的應用場景。

當光熱電站在新能源大基地一體化聯營項目中用於儲能調峰時，投資方分別對光熱電站與光伏/風力電站EPC承包方進行招標，推進項目實施。一體化聯營電站聯合調度，作為一個完整的系統對外供電，提供輔助服務，整體計算收益。然而，新能源大基地一體化聯營項目中光熱裝機佔比普遍偏低，對高比例新能源的支撐仍有限，還會增加電網調峰壓力。在風電、光伏電價持續走低的背景下，該模式尤其是與光伏互補的項目，面臨較大的經濟挑戰。

行業概覽

未來的主流模式將是獨立電源模式。在作為獨立電源時，光熱發電站可通過上網電價、調峰輔助服務和CCER(中國核證減排量)交易獲得收益。

中國光熱發電運營模式



數據來源：弗若斯特沙利文報告

中國光熱發電成本分析與未來趨勢預測

自首批光熱發電示範項目啟動以來，中國已累計建成838.2MW光熱發電裝機容量。截至2024年，中國光熱發電的平准化度電成本已降至人民幣0.55元/千瓦時，較2016年首批示範項目的人民幣1.15元/千瓦時，下降了52.5%。這反映出行業積極健康的發展態勢。

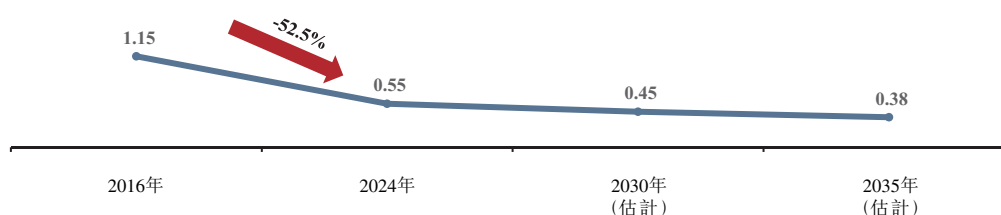
展望未來，隨著光熱發電電站單機容量持續擴大、規模化發展加速推進、模塊化設計和建造更廣泛應用、設備和系統設計不斷優化以及運維能力持續提升，預計到2030年、2035年中國光熱發電的平准化度電成本將分別降至人民幣0.45元/千瓦時、0.38元/千瓦時。對比光熱發電的平准化度電成本在2030年前大致與燃煤發電持平的現行政策目標，此處預測的2030年平准化度電成本人民幣0.45元/千瓦時已與中國西部地區高峰時段及中東部地區煤電成本持平。在政策支持及持續技術升級、規模效應及供應鏈本地化的推動下，光熱發電的平准化度電成本預計提前達成2030年政策目標。隨著產業規

行業概覽

模發展和先進技術應用(如更高循環溫度發電系統、更寬溫域和更高工作溫度的儲熱材料等)，平准化度電成本有望在上述基礎上進一步下降。下圖展示了2016年至2035年中國光熱發電平准化度電成本趨勢：

中國光熱發電平准化度電成本趨勢，2016–2035年預測*

[單位：人民幣元/千瓦時]



數據來源：弗若斯特沙利文報告

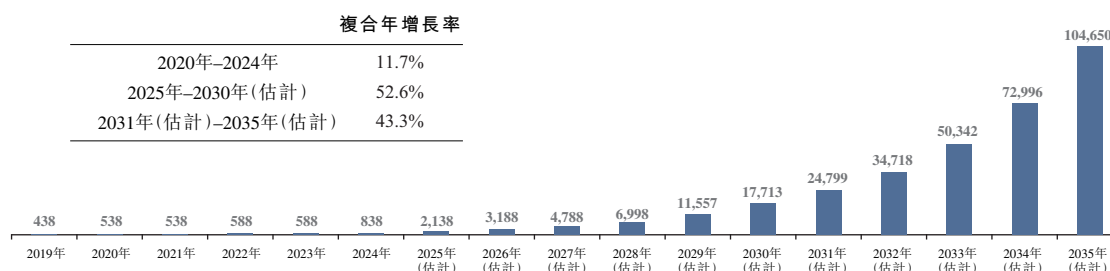
附註：

* 上述平准化度電成本基於青海省德令哈地區某項目測算得出，該地區年直接輻射量(DNI)為2,009千瓦時/平方米，年利用小時數2,631小時。該項目於2016年中標，並於2019年投入營運；2016年的平准化度電成本乃根據其2019年的實際營運數據計算得出。

隨著技術不斷進步和成本快速下降，光熱發電作為綠色經濟可調度的能源形式，將在大型能源基地中逐步大比例替代燃煤發電。這一轉變將有效提升基地綠電佔比，並預計將帶動項目開發熱潮。2025年至2030年，隨著風光大基地項目集中併網，疊加青海、內蒙等省份政策的引領帶動作用，光熱發電市場將迎來一批裝機潮。2030年後隨著光熱發電度電成本下降，光熱電站項目經濟性優勢凸顯，項目裝機規模將保持高速增長。下圖展示了2020至2035年中國光熱發電市場按累計裝機容量統計的歷史規模及未來預測：

中國光熱發電市場累計裝機容量規模，2020–2035年預測

[單位：MW]



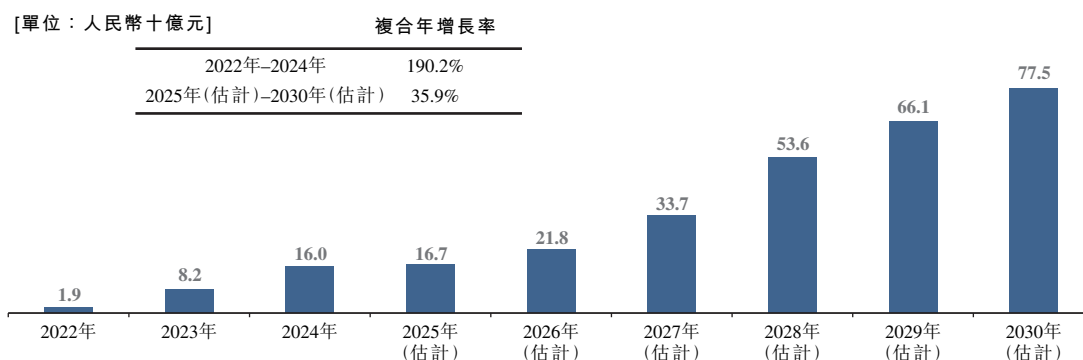
數據來源：弗若斯特沙利文報告

中國光熱發電行業發展初期，受技術不成熟和產業鏈不完善等因素影響，項目投資成本較高。隨著光熱發電技術持續進步和規模效應顯現，單位千瓦投資成本穩步下降，

行業概覽

市場投資和項目開發熱情持續升溫。下圖展示了2022至2030年中國光熱發電市場按收入統計的歷史規模及未來預測：

中國光熱發電市場規模，按收入計，2022–2030年預測



數據來源：國家太陽能光熱產業技術創新戰略聯盟、弗若斯特沙利文報告

中國光熱發電市場驅動因素

碳中和要求：光熱發電作為綠色靈活可調度電源，是可再生能源大規模基地化開發的理想選擇。未來有望逐步替代基地中的煤電，提升可再生能源在總裝機中的佔比，提高大型基地綠電比重，加快構建新型電力系統，為實現中國「雙碳」目標提供動力。

長時儲能需求：現存調峰資源將逐漸無法滿足電力系統的電力、電量平衡需求，導致當前棄風棄光現象與電力緊缺矛盾並存，迫切需要長時儲能設施平移電量，平抑能量波動。

光熱發電顯著成本優勢：當儲能時長 ≥ 6 小時，光熱發電(含熔鹽儲熱)的平准化度電成本顯著低於光伏+電化學儲能+同步調相機方案。

推動規模化部署的催化劑：《關於促進光熱發電規模化發展的若干意見》[發改能源[2025]1645號]透過設定2030年目標及提供長期政策可預測性，為該產業確立清晰的國家發展藍圖，從而錨定投資預期。該政策將光熱發電定位為調度支援資源，並將其應用範圍從光熱發電調峰電廠擴展至包括「光熱發電+」整合系統，以滿足計算中心、鹽湖鋰提取及其他領域的能源需求。該政策同時強化項目融資可行性，使光熱發電能透過參與電力市場及相關機制更有效實現系統價值，包括：容量相關補償、輔助服務收益、長時儲能功能(含電熱配置)，以及技術升級、成本降低、融資工具及綠色價值實現等配套支援措施。

容量電價：容量電價的核心是解決電力「供應可靠性」價值的定價問題。隨著VRE比例提升，為保障供電，電力系統對調節性電源的需求逐漸提高。調節性電源提供備用性容量，是電力系統的服務者，通常發電小時數相對較低，僅靠電量收入將導致項目經濟性較差。容量電價則是在電站電量收益的基礎上，根據各類調節性電源的可靠容量給予容量收益以保障項目取得合理收益。該制度將能源轉型的長期成本在全社會公平分攤，

行業概覽

通過制度確定性為投資者和用戶構建穩定預期，推動調節性電源合理建設，為新能源比重持續提升提供安全保障。國家發展改革委、國家能源局《關於完善發電側容量電價機制的通知》(發改價格[2026]114號)明確了除已經享受容量電價的煤電、抽水蓄能外，新型儲能也納入容量電價機制。該政策首次在國家層面明確新型儲能的容量價值，是對現行容量電價政策的合理延續與擴展，是對新型儲能、光熱發電等調節性資源的有力支持，並將對光熱降低度電成本起到積極的作用。

下圖展示了帶熔鹽儲熱的光熱發電與其他儲能一體化電源的投資對比分析以及平准化度電成本對比：

光熱發電與其他帶儲能一體化電源投資額對比*

儲能時長 (小時)	年發電量 (吉瓦時)	投資額(人民幣十億元)		
		光熱發電 (含熔鹽儲熱)	光伏+電化學 儲能+調相機	光伏+壓縮空氣儲能
2	136	1.654	1.115	2.371
4	290	2.303	1.891	3.027
6	424	2.919	2.634	3.644
8	568	3.439	3.393	4.281
10	696	3.942	4.126	4.886
12	820	4.433	4.852	5.483
14	977	5.077	5.633	6.146

數據來源：弗若斯特沙利文報告

光熱發電與其他帶儲能一體化電源平准化度電成本對比*

儲能時長 (小時)	度電成本(人民幣元/千瓦時)		
	光熱發電 (含熔鹽儲熱)	光伏+電化學 儲能+調相機	光伏+壓縮 空氣儲能
2	1.3759	0.9976	1.8964
4	0.8558	0.8124	1.1275
6	0.7554	0.7829	0.9244
8	0.6512	0.7610	0.8076
10	0.6006	0.7604	0.7508
12	0.5690	0.7635	0.7148
14	0.5370	0.7442	0.6710

行業概覽

數據來源：弗若斯特沙利文報告

附註：

- * 經濟性對比技術路線包括光熱發電、光伏+電化學儲能+調相機、光伏+壓縮空氣儲能。其中，裝機規模統一為350MW；儲能時長統一為2至14h，2h為間隔；運行模式統一為9:00–18:00不發電，其他時段滿發，比較相同發電曲線下各儲能方式的經濟性。按儲能時長相等情況下發電量相等，保持各路線外特性相同進行對比。以青海省德令哈站址為例，工程代表年年法向直接輻照量(DNI)為2,075kWh/m²，工程代表年年太陽水平面總輻照量(GHI)為1,917.9kWh/m²。

中國光熱發電產業加速市場化發展：隨著電力系統轉型加速，中國綠色低碳可調度資源日益緊缺。光熱發電作為唯一具備大規模儲能能力的新能源發電技術，被公認為電網友好型解決方案，並得到政府大力支持。近年來國家陸續出台《關於深化新能源上網電價市場化改革促進高質量發展的通知》[發改價格[2025]136號]等系列利好政策，積極推進電力市場化改革。在此背景下，發電企業被激勵在電價較高的早晚高峰時段發電。鑒於VRE的間歇性與波動性，運營商正普遍加裝儲能系統以獲取更高收益。這一市場化趨勢使具備穩定可調度特性的光熱發電，能夠通過電力市場交易和輔助服務獲得更可預期的收益。

中國光熱發電市場未來趨勢

光熱發電將在未來能源結構中發揮戰略作用：到2050年，中國光熱發電裝機容量預計達848GW，年發電量1,754TWh，可滿足全國約11%的電力需求。光熱發電憑藉長時儲能、靈活調節能力，既是保障風光規模化發展的「壓艙石」，也是新能源替代傳統能源的有效手段。

持續創新驅動平准化度電成本降低與技術升級：技術創新仍是光熱發電規模化的關鍵。行業將重點優化大規模低成本系統，加速顛覆性技術研發。優先領域包括：高精度低成本聚光系統、國產化吸熱材料、先進儲熱材料，以及粒子吸熱器、超臨界二氧化碳布雷頓循環等前沿技術。這些突破將支撐新一代光熱示範項目建設，提升系統整體性能與成本競爭力。

提升數字化運營與市場靈活性：在電力體制改革與能源轉型背景下，提升光熱電站數字化、智能化運營水平至關重要。通過大數據與人工智能技術，運營商可實時監測設備狀態、能效表現和故障預警，優化運維策略並提高可靠性。為有效參與電力市場競爭，光熱電站需建設智能調度系統，根據電價信號與需求預測實時調整發電策略，最大化市場價值與調度靈活性。

行業概覽

中國光熱發電市場競爭格局

中國光熱發電市場具有資源與技術雙重壁壘，領先企業佔據市場主導地位。隨著國內太陽能發電產業持續快速發展，光熱發電技術逐步成熟，頭部企業通過持續技術創新與產能擴張鞏固市場地位。在國家對可再生能源支持力度加大和光熱技術持續進步的背景下，行業市場規模有望進一步擴大，在為光熱企業創造更大發展空間的同時加劇市場競爭。

本公司的聚光集熱系統並非基於最低平準化度電成本(LCOE)與光伏、風電或其他新能源競爭。相反，其定位於解決電力系統的穩定性及可調度性問題。不同於低成本但具有高度間歇性產出的光伏，光熱發電可實現連續可調度發電，從而實現高峰時段的穩定電力供應。因此，本公司真正的競爭對手並非獨立單獨的光伏或風電項目，而是結合大規模儲能的光伏一體化解決方案。與儲能技術競爭時，具有熔鹽儲能的光熱發電的優勢尤為明顯。主流電化學儲能系統一般配備時長為2至4小時，循環壽命約為5,000至10,000次，及存在固有衰減及安全風險。相比之下，熔鹽儲能具備30年運行壽命且容量衰減極低，於超過8小時的長時儲能場景中，其全生命周期系統成本顯著低於電化學儲能。隨著對長時儲能的需求日益凸顯，光熱發電將更加頻繁地被市場所選擇，作為以新能源主導的新型電力系統中關鍵穩定器。憑藉在塔式光熱發電系統領域的高效工程能力及在大規模風光基地項目的豐富經驗，本公司已逐步成長成為行業內具有競爭力的領先企業。

就中國聚光集熱系統市場而言，2024年按收益計算的市場規模為人民幣4,480百萬元，本公司以人民幣2,037百萬元的收益及45.5%的市場佔有率位居中國聚光集熱系統供應商首位。聚光集熱系統具有顯著的技術與規模門檻，導致市場參與者數量有限。目前僅有約十家專業供應商，市場高度集中，頭部企業佔據絕大多數市佔率。下表載列2024年中國聚光集熱系統供應商的排名：

2024年中國光熱發電聚光集熱系統供應商排名

排名	公司	收益 (人民幣百萬元)	市場份額
1	本公司	2,037	45.5%
2	公司A	709	15.8%
3	公司B	650	14.5%
4	公司C	550	12.3%
5	公司D	350	7.8%

數據來源：弗若斯特沙利文報告

附註：

- (1) 公司A為一家於2001年成立的民營企業，總部位於北京，專注於清潔能源和環保領域，擁有光熱發電自主核心技術和全產業鏈製造能力。

行業概覽

- (2) 公司B為一家於1984年成立的上市公司，於上海證券交易所上市，作為大型能源裝備製造商，主要從事發電設備製造、電站工程EPC總承包及相關服務。
- (3) 公司C為一家於1998年成立的民營企業，總部位於蘭州，專業從事光熱發電組件研發生產及電站集成建設，主要基於線性菲涅爾技術路線。
- (4) 公司D為一家於2021年成立的民營企業，總部位於北京，聚焦光熱發電領域，致力於提供一站式解決方案。

聚光集熱系統的投資金額會因裝機容量與儲能時長而異。目前正在建的光熱發電項目多數採用100兆瓦裝機容量搭配8小時儲能配置；此類項目的聚光集熱系統平均投資額通常介於人民幣5億至6億元之間。下表載列本公司產品及技術在光熱發電市場中與主要競爭對手的比較：

	本公司	公司A	公司B	公司C	公司D
技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精度智能定日鏡場控制及校準系統：機器視覺下的全自動校準；大規模鏡場的數字控制。 ● 全面系統優化：掌握集熱、蓄熱、換熱及電廠設計的全方位技術。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高溫熔鹽吸熱器之設計與製造：具有先進的高溫熔鹽吸熱器設計及製造。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型高溫／高壓蓄熱熱力設備：利用傳統鍋爐技術的蒸汽發生器(換熱系統)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 熔鹽線性菲涅爾技術：具備高溫熔鹽線性菲涅爾太陽能集熱系統之獨立知識產權。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 「光熱發電+」多能源互補整合技術：擅長光熱發電、光伏、風力發電及熔鹽儲能的大規模耦合，在複雜電力系統設計領域展現卓越實力。
產品特點	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注智能化、精度控制、系統集成效率，具有強大的極端環境(高海拔、低溫、沙塵與強風)適應能力。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注核心設備國產化及系統可靠性，具有較強的熔鹽電路關鍵元器件製造能力。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注產品的高參數、高可靠性，並利用傳統火電的高溫／高壓製造技術。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於線性菲涅爾聚光系統供應及關鍵部件製造。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於多能源互補項目開發與智能定日鏡場控系統。

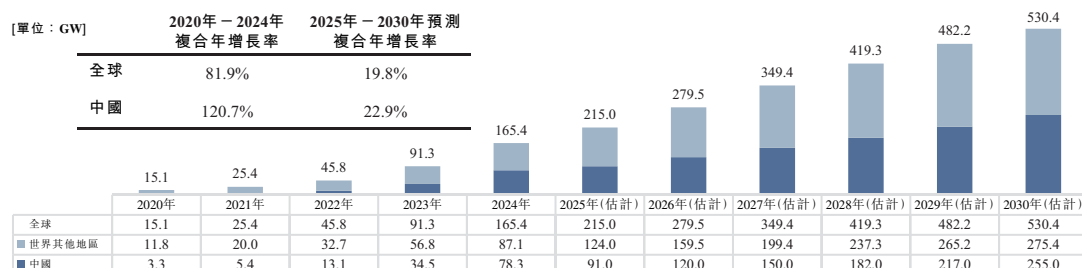
全球及中國熔鹽儲能市場概覽

新型儲能(不含抽水蓄能)主要指以輸出電力為主要形式並提供外部服務的儲能技術，可在可再生能源發電高峰或用電低谷時充電，在發電低穀或用電高峰時放電，從而促進VRE消納並保障電網穩定。此外，與受選址限制且建設周期長的抽水蓄能不同，新型儲能具有部署靈活、建設週期短、響應速度快等特點。

行業概覽

下圖展示了2020至2030年全球及中國新型儲能市場按累計裝機容量統計的歷史規模及未來預測：

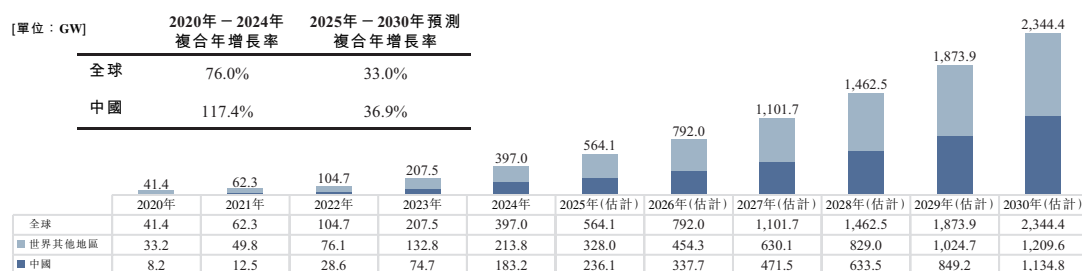
全球及中國新型儲能市場規模，按累計裝機容量計，2020–2030年預測



數據來源：國際能源署、中關村儲能產業技術聯盟、弗若斯特沙利文報告

當前全球及中國的新能源儲能市場高度依賴2至4小時的放電時長，主要採用成本效益高的鋰離子電池提供短期電網服務。然而，VRE的快速滲透正驅動著對長時儲能的迫切需求。因此，為實現多日能源平衡管理並確保深度電網脫碳，平均儲能時長預計將持續延長。中國新能源儲能市場以累積儲能容量計，2024年規模達183.2GWh，預計2030年將達1,134.8GWh，2025至2030年間年複合增長率達36.9%。

全球及中國新能源儲能市場規模(2020–2030年)，按累計儲能容量劃分



來源：國際能源署、中關村儲能產業技術聯盟、弗若斯特沙利文分析

熔鹽儲能(MSES)及壓縮空氣儲能(CAES)均為長時儲能技術，對深度調峰與高水平可再生能源併網至關重要。隨著電網對可再生能源穩定性的要求提高，儲能市場正在多元化。熔鹽儲能憑藉高安全性及長期成本更低的優勢，將在大容量長時儲能領分部保持獨特競爭力。

行業概覽

	熔鹽儲能(MSES)	鋰電池儲能(LBS)	壓縮空氣儲能(CAES)
技術原理	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱儲能。儲存在熔鹽中的熱能透過熱交換器與蒸汽渦輪機傳遞，進而產生能源。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 電化學儲能。透過鋰離子在電極間移動來儲存及釋放量。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 機械儲能。利用剩餘電能壓縮空氣並儲存於地下，隨後釋放驅動渦輪機發電。
時長	<ul style="list-style-type: none"> ● 8至20小時 	<ul style="list-style-type: none"> ● ≤4小時 	<ul style="list-style-type: none"> ● 4至6小時
使用壽命	<ul style="list-style-type: none"> ● 長(30小時) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中(8至10小時) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長(30小時)
響應時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 分鐘 	<ul style="list-style-type: none"> ● 毫秒至秒 	<ul style="list-style-type: none"> ● 分鐘
優勢	<ul style="list-style-type: none"> ● 大容量、長時儲能；每kWh儲能成本低；技術成熟度高及安全性能佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 響應速度快、調度靈活；能量密度高、佔地小；市場應用最為廣泛。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用壽命長；規模擴展性強，適用電網級應用。
劣勢	<ul style="list-style-type: none"> ● 依賴熱能轉換，效率低；低容量裝置不經濟；無法滿足短期頻率調控需求。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全風險(熱失控)；實際循環次數缺乏足夠的市場驗證；儲能時間有限。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 選址要求嚴苛、資源有限；效率受熱損失影響；建設週期長。

熔鹽儲能(MSES)是一種通過儲熱材料顯熱實現熱能存儲與釋放的新型儲能技術。該技術將常規固態無機鹽加熱至熔點以上形成液態，利用熔鹽的熱循環特性實現熱量收集、傳遞與熱能存儲。熔鹽儲能有諸多優勢，如環境友好、輸出能源形勢靈活、使用壽命長、適用範圍廣、安全性高、儲熱容量大、熱能儲存成本低、施工周期短等。

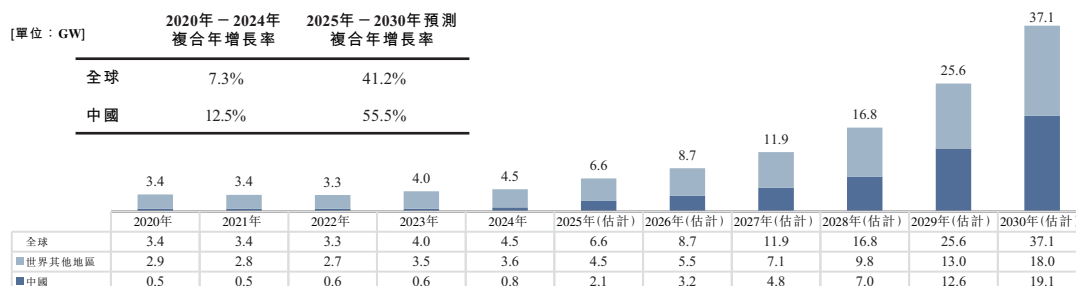
熔鹽儲能技術的重要應用場景之一是光熱電站的儲換熱系統，使其具備儲能功能。除了光熱發電領域外，作為新型儲能技術路綫之一，熔鹽儲能技術因其獨有優勢，同樣擁有廣闊的應用場景，如工業餘熱利用、火電廠靈活性改造、工商業園區熱電聯供、光伏風電園區儲能等。

國外光熱發電政策和市場環境與國內有所不同，早期無強制配儲政策要求的情況下，不加儲能的光熱發電直接上網更具經濟效益。隨著新能源裝機規模的擴大，儲能越來越成為電力市場不可或缺的因素。下圖展示了2020至2030年全球及中國熔鹽儲能市場

行業概覽

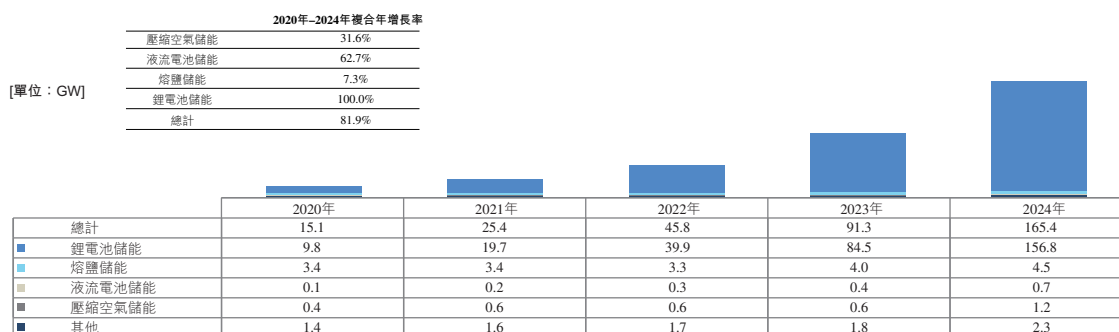
按累計裝機容量統計的歷史規模及未來預測：

全球及中國熔鹽儲能市場規模，按累計裝機容量計，2020–2030年預計



數據來源：中關村儲能產業技術聯盟、弗若斯特沙利文報告

全球新型儲能市場規模，按累計裝機容量計，按類別劃分，2020–2024年

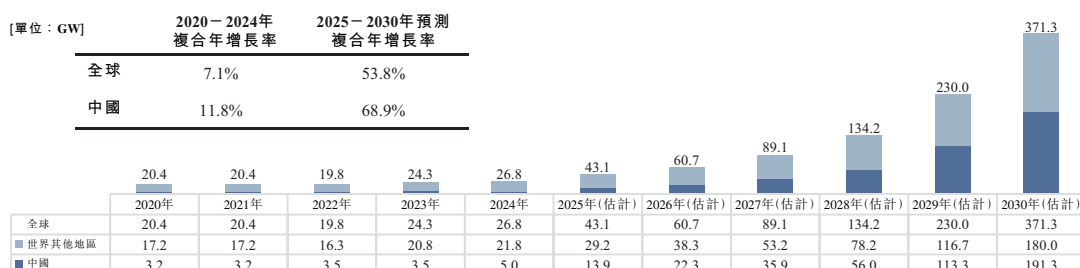


數據來源：中關村儲能產業技術聯盟、弗若斯特沙利文報告

行業概覽

熔鹽儲能憑藉其在公用事業規模下經濟高效儲存熱能的能力，特別適合用於長時間能源儲存。目前，許多採用熔鹽技術的聚光型太陽能熱發電項目平均儲能時長為6小時。隨著電網對跨日調度與深度調峰能力的日益需求，業界趨勢預測新熔鹽項目的平均儲能時長將持續延長，最終可達10小時以上。

全球及中國熔鹽儲能市場規模(2020–2030年)，按累計儲能容量劃分



數據來源：中關村儲能產業技術聯盟、弗若斯特沙利文分析

熔鹽儲能未來發展趨勢

工業降碳市場需求進一步增加：許多能源密集型行業需要穩定的工藝熱量供應，而目前主要依賴化石燃料，熔鹽儲能非常適合這種需求—它具有大容量、長存儲時間、相對較低的成本和穩定的高溫熱量。它可以將間歇性的可再生能源或非高峰電力轉化為可靠的熱能供工業使用，直接替代化石燃料並減少排放。這種方法更加高效和經濟，因為它避免了重新轉化為電能的能量損失，從而提高了成本效益和碳減排效益。

材料與技術創新：隨著對耐高溫和長期穩定性要求的提高，熔鹽儲能行業正在加速材料和系統設計的創新。未來將重點解決更低的熔鹽熔點、更高的儲熱溫度上限、更低的單位儲熱成本、更高的電制熱效率等方面的問題。

多能融合與智能管理：熔鹽儲能系統將越來越多地與其他儲能技術集成，形成具有高度靈活性和適應性的混合能源系統。借助先進技術，這些系統將實現智能監測、能量調度和故障預測，提高運營效率和成本效益，同時支持更廣泛的能源系統轉型。

行業概覽

中國熔鹽儲能市場競爭格局

就中國熔鹽儲能系統解決方案市場而言，2024年按收益計算的市場規模為人民幣2,014.0百萬元。本公司以人民幣36.0百萬元的收益及1.8%的市場佔有率居中國熔鹽儲能系統解決方案供應商第八名。與聚光集熱系統相同，熔鹽儲能系統解決方案亦具有明顯的資源及經驗壁壘的特點，導致市場參與者數目有限。目前僅有約數十家專業供應商，市場集中度高，頭部公司佔據絕大部分市場份額。下表載列2024年中國熔鹽儲能系統解決方案供應商排名：

2024年中國熔鹽儲能系統解決方案供應商排名，按收益

排名	公司	收益 (人民幣百萬元)	市場份額
1	公司E	745.2	37.0%
2	公司F	660.5	32.8%
3	公司G	160.9	8.0%
4	公司H	113.3	5.6%
5	公司I	101.4	5.0%
6	公司J	99.8	5.0%
7	公司K	88.6	4.4%
8	本公司	36.0	1.8%
9	公司L	8.4	0.4%

資料來源：弗若斯特沙利文報告

附註：

- (5) 公司E為一家於2011年成立的國有企業，總部位於北京。其為一家集電力能源規劃諮詢、工程建設、工業製造於一體的綜合性集團。
- (6) 公司F為一家於2011年成立的國有企業，總部位於北京。其為一家清潔能源及基礎設施領域的全產業鏈綜合服務供應商。
- (7) 公司G為一家於2001年成立的國有企業，總部位於西安。其主要從事如清潔煤炭利用、智能、水處理、新能源、新材料等電站技術研發。
- (8) 公司H為一家於1995年成立的國有企業，總部位於北京。其業務涵蓋煤炭生產、電力供應、交通物流及現代煤化工等多個領域。
- (9) 公司I為一家於1998年成立的上市公司，總部位於山東。其主要從事節能業務、環保業務及新能源業務。
- (10) 公司J為一家於1994年成立的國有企業，總部位於廣東。其主要從事核能、核燃料、新能源、金融及綜合服務。
- (11) 公司K為一家於2003年成立的國有企業，總部位於北京。其為一家大型光伏發電及新能源發電企業，業務涵蓋火力發電、核電、新能源、產業金融。
- (12) 公司L為一家於1993年成立的國有企業，總部位於湖北。其主要業務涵蓋水電、風電、太陽能發電及生態環境保護。

與聚光集熱系統相同，熔鹽儲能系統解決方案的投資會根據裝機容量及儲能時長而有所差異。目前，在建光熱發電項目所採用的熔鹽儲能系統解決方案大多為100MW裝

行業概覽

機容量搭配8小時儲能；就該等項目而言，熔鹽儲能系統解決方案平均投資額一般介乎人民幣1至2億元。下表載列本公司的產品及技術於熔鹽儲能系統市場中與主要競爭對手的比較：

	本公司	公司E	公司F	公司G
技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 豐富的技术儲備：在自主開發的低位罐、短軸泵、分佈式儲能及高溫熔鹽方面擁有創新技術儲備，同時保持對熔鹽儲能(MSES)關鍵設備供應鏈的獨立管理。 ● 產業協同能力：憑藉於聚光集熱系統領域的技術專長及項目經驗，結合聚光集熱系統與儲換熱系統之間的高度匹配要求，實現儲換熱業務的產業協同。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 客戶資源壁壘：與大型電力企業開展深度戰略合作；擁有大型電力項目資源，並於其自有的電力項目中佔據先發優勢。 ● 全系統整合能力：擁有從規劃、傳統工程設計、施工到運維的全流程能力；憑藉在火力發電領域的堅實基礎，在複雜熱力系統整合方面具備深厚的設計能力及的更具深度的專業知識。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 客戶資源壁壘：與大型電力企業開展深度戰略合作；擁有大型電力項目資源，並於其自有的電力項目中佔據先發優勢。 ● EPC優勢：在EPC工程建設方面表現卓越；具備大型基地式電站整體工程設計、工程勘察及施工整合的一體化能力。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 機組靈活性改造：精通熔鹽系統及傳統火力發電汽輪機的深度耦合；長於火力發電領域的工程改造。
產品特點	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於透過技術創新提供更具成本效益及可靠性的熔鹽儲能(MSES)系統，以及針對新應用場景的全面解決方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於用於光熱發電與火力發電場景的大規模「源-網-荷-儲」一體化解決方案 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於用於光熱場景的大規模基地的規劃及EPC交付 	<ul style="list-style-type: none"> ● 專注於火力發電站熱電聯產改造綜合整體規劃

資料來源及研究方法

我們委託獨立市場研究顧問弗若斯特沙利文就本次[編纂]編製獨立行業報告。文件中披露的弗若斯特沙利文信息摘自弗若斯特沙利文報告，該報告由我們以人民幣42萬元的費用委託編製，並經弗若斯特沙利文同意予以披露。弗若斯特沙利文報告由弗若斯特沙利文獨立編製，未受我們或其他相關方影響。弗若斯特沙利文為一家獨立的全球諮詢公司，於1961年在紐約創立。其服務涵蓋行業研究、市場發展諮詢及企業培訓。弗若斯特沙利文為撰寫報告開展了：(i)一手調研，包括與若干行業領先參與者探討行業現狀，收集信息輔助深度分析；(ii)二次研究，包括查閱中國國家統計局、國家能源局等政府機構的統計數據，國際政府間組織如國際能源署的出版物，中國太陽能熱利用聯盟等行業協會材料，企業報告，以及基於其自有研究數據庫的獨立研究報告與數據。