

行業概覽

除非另有說明，否則本節及本文件其他章節呈列的資料及統計數據乃摘錄自不同官方政府刊發的文件及其他刊物，以及摘錄自我們委聘的獨立市場研究與諮詢公司弗若斯特沙利文所編製有關本次[編纂]的行業報告。來自官方政府的資料未經我們、保薦人、[編纂]、彼等各自任何董事及顧問或參與[編纂]的任何其他人士或各方獨立核實，對其準確性亦無發出任何聲明。

資料來源

我們委聘獨立市場研究顧問弗若斯特沙利文就全球及中國先進功能集流體市場進行分析及編製報告（「弗若斯特沙利文報告」），供本文件使用，委聘費用為人民幣990,000元。於編撰及編製弗若斯特沙利文報告時，弗若斯特沙利文採納以下假設：(i)目前討論的全球社會、經濟及政治狀況將於預測期內保持穩定；(ii)全球政府對先進功能集流體市場的政策將於預測期內保持一致；(iii)全球先進功能集流體市場將受報告所述預測期內因素推動。除另有說明外，本節所載的所有數據及預測均摘錄自弗若斯特沙利文報告。弗若斯特沙利文獨立編製的弗若斯特沙利文報告並無受到我們或其他利益相關方的任何影響。

先進功能集流體的定義及下游概述

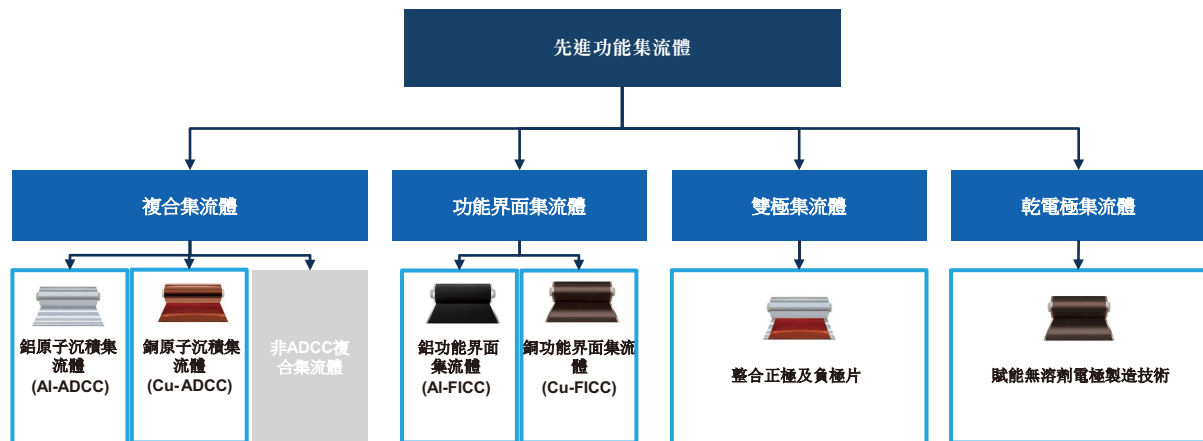
先進功能集流體的定義及分類

作為新能源材料，先進功能集流體是先進電池技術中的關鍵組件，旨在提高性能、效率及耐用性並降低成本。與主要用作無源導電基膜的傳統純銅箔和鋁箔集流體相比，先進功能集流體整合了額外的結構、電學或熱學功能，以提升整體電芯性能。先進功能集流體主要分為四種類型，即複合集流體、功能界面集流體、雙極集流體及乾電極集流體。先進功能集流體在滿足高性能電池系統不斷變化的需求方面發揮關鍵作用，支持電動汽車、儲能、消費及其他新興領域的應用。

複合集流體採用「金屬 — 聚合物 — 金屬」的夾層結構，並加入斷路及阻燃材料，以提升安全性，同時透過減少金屬消耗降低電芯成本。其中，原子沉積集流體使用先進技術應用超薄、均勻的金屬塗層，是複合集流體中技術先進的類別。功能界面集流體在傳統或複合集流體上採用納米級表面塗層，可提高安全性、支持快充放電並延長電池循環壽命。雙極集流體是簡化雙極電芯結構的關鍵材料，可提高能量密度及支持超快充放電。乾電極集流體是能夠增強層壓強度及支持下一代無溶劑綠色電極製造的關鍵材料。

行業概覽

先進功能集流體分類



資料來源：弗若斯特沙利文

先進功能集流體的價值鏈

先進功能集流體價值鏈的上游包括聚合物薄膜(包括BOPET、PP及PI)、塗布漿料以及金屬材料(包括銅靶及鋁靶)等原材料，以及磁控濺射設備、真空鍍膜機及電鍍設備等相關設備。產業中游由製造企業組成，負責利用各種技術與工藝，將上游材料加工成先進功能集流體產品。先進功能集流體隨後通過電芯生產，繼而應用於電動汽車、儲能系統、消費及其他新興領域。

全球鋰離子電池行業的市場規模

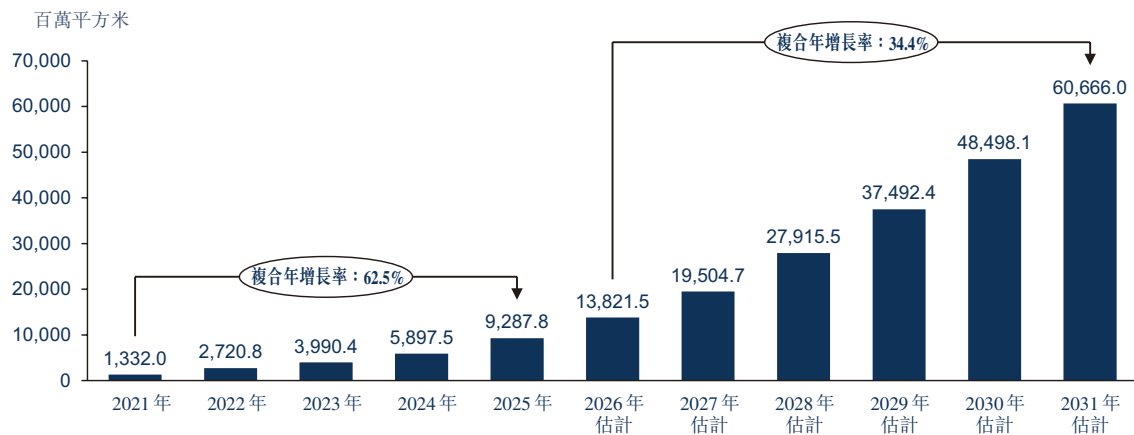
全球鋰離子電池市場在電動汽車、儲能系統及消費領域均呈現強勁增長態勢。全球鋰離子電池出貨量由2021年的554.0 GWh增加至2025年的2,224.6 GWh，複合年增長率為41.6%。隨著技術持續進步與成本不斷下降，鋰離子電池市場預期將進一步擴大。預計到2031年，鋰離子電池出貨量將達到8,235.0 GWh，2026年至2031年的複合年增長率為21.9%。

先進功能集流體市場分析

在改善界面穩定性及提升快充能力，以及電動汽車、儲能、消費電池及其他新興領域的市場需求驅動下，先進功能集流體在下一代鋰離子電池中得到迅速應用。全球消費量由2021年的1,332.0百萬平方米增至2025年的9,287.8百萬平方米，並預計到2031年將達到60,666.0百萬平方米，2026年至2031年的複合年增長率為34.4%。

行業概覽

全球先進功能集流體市場消耗量*，2021年至2031年估計



資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：

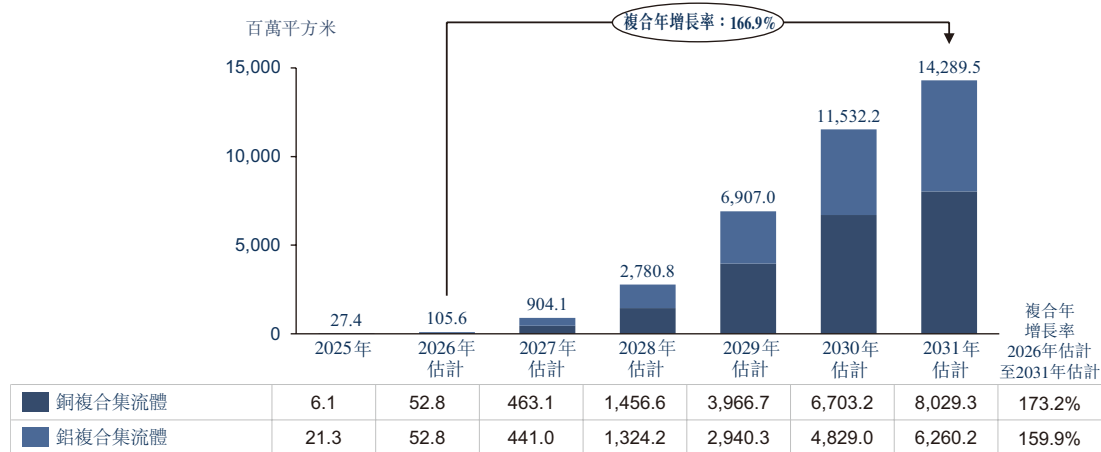
- (1) 消費量包括電池企業自材料供應商的外部採購及內部供應。
- (2) 功能界面集流體的市場規模單位由噸制轉換為平方米制。

全球複合集流體市場的市場規模及驅動因素

寧德時代於2015年開始探索複合集流體概念，並於2017年的一項專利中明確其技術路線，該專利概述了使用真空蒸鍍或磁控濺射工藝製造複合集流體的方法。在此技術背景推動下，全球複合集流體市場已邁入商業化階段，2024年被視為該產品商業化元年。受對提升安全性能、提高能量密度及降低電池整體重量的需求不斷增長所推動，全球複合集流體消費量預計將由2026年的105.6百萬平方米增加至2031年的14,289.5百萬平方米，2026年至2031年複合年增長率為166.9%。其中，銅複合集流體主要憑藉成本效益優勢，預計到2031年，全球消費量將達到8,029.3百萬平方米。複合鋁集流體主要憑藉安全要求及性能改進，預計到2031年，全球消費量將達到6,260.2百萬平方米。2025年，銅複合集流體的滲透率為0.02%，預計到2031年將達到8.5%，而鋁複合集流體的滲透率2025年為0.1%，預計到2031年將達到6.6%。

行業概覽

全球複合集流體市場的消費量*(按材料類型劃分)，
2025年至2031年估計



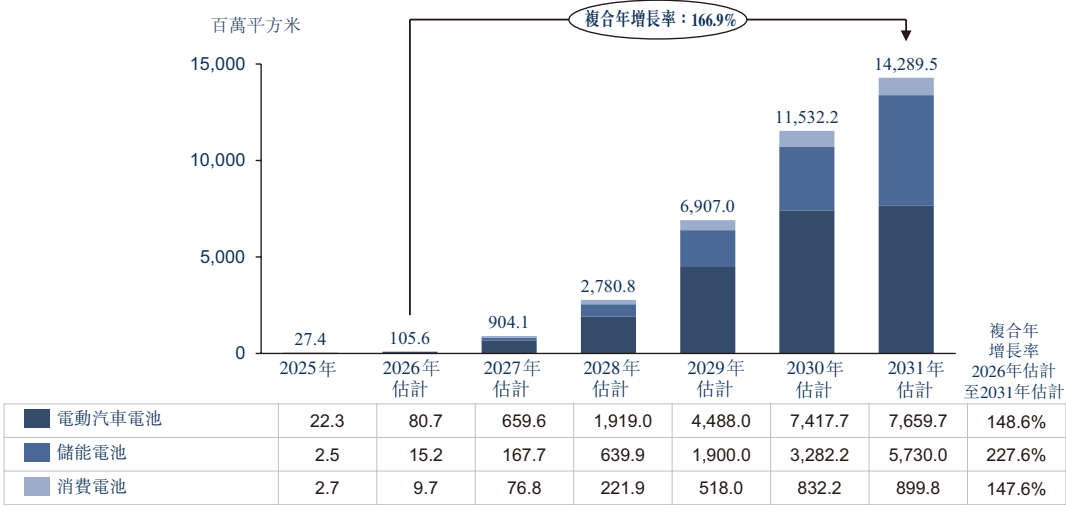
資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：消費量包括電池企業自材料供應商的外部採購及內部供應。

按終端應用領域劃分，受電動汽車對高能量密度、高安全性及輕量化設計的需求不斷增加所推動，預計到2031年，全球動力電池領域的複合集流體消費量將達到7,659.7百萬平方米。在大型儲能系統部署規模持續擴大及降本需求的推動下，預計到2031年，全球儲能電池領域的複合集流體消費量將達到5,730.0百萬平方米。受便攜式電子產品對更薄、更安全、更輕、更高效電源的持續增長需求所推動，預計到2031年，全球消費電池領域的複合集流體消費量將增加至899.8百萬平方米。

行業概覽

全球複合集流體市場的消費量*(按應用劃分)，2025年至2031年估計



資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：消費量包括電池企業自材料供應商的外部採購及內部供應。

複合集流體市場的發展趨勢

- 更薄的箔片設計以優化能量密度及材料使用率。**行業發展趨勢正朝著超薄複合集流體(總厚度通常低於6 μm)邁進，以滿足減少非活性材料用量及提高重量能量密度的需求。層壓技術的進步使得能夠在保持導電性或機械耐久性的前提下實現超薄集流體的穩定量產。這一趨勢與全行業優化電芯設計、減輕電池組總重量(尤其是電動汽車及便攜設備領域)的整體發展方向高度契合。
- 固態電池的進步。**隨著固態電池邁向商業化，複合集流體有望在實現穩定固—固界面及降低內阻方面愈發重要。固態電解質對機械柔順性及表面兼容性提出了更嚴格的要求，因循環過程中熱脹冷縮或應力積累可能破壞界面接觸。複合結構(包括多層、聚合物增強設計)改善附著力、緩衝機械變形並抑制界面劣化。該等優勢支持更高的能量密度及更強的安全性，且隨著製造商加速固態電芯的試點生產，對複合集流體的需求預計將隨之增長。
- 改善供應鏈支持與成本優化。**隨著複合集流體市場擴大，供應鏈不斷完善，支撐產業化推進與成本優化。更大的市場規模吸引了更多的上下游參與者，促進了競爭並鼓勵了產能投資。增強的供應鏈協調提高了材料及設備的可用性，縮

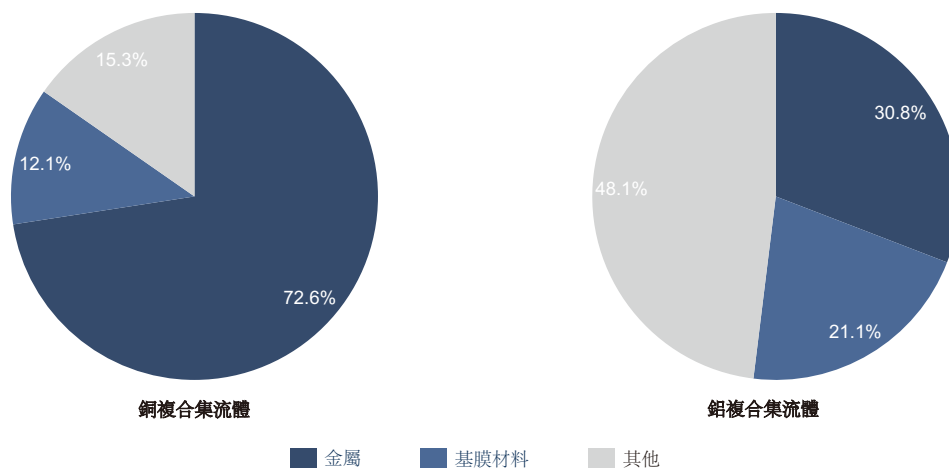
行業概覽

短了採購交付週期，並簡化了物流。該等發展降低了製造成本並提高了生產效率，使複合集流體製造商更容易獲得定製化原材料及設備，並使電池製造商更容易獲得複合集流體產品及服務。

複合集流體市場的成本分析

複合集流體的原材料成本主要包括基膜材料、金屬材料及黏結或塗布材料的成本。常見的基膜包括PP或BOPET，而所用金屬材料通常為銅或鋁。發展初期階段，複合集流體基膜材料供應主要依賴進口。該供應結構預計逐漸向國內生產商轉移。

全球複合集流體成本分析，2025年



資料來源：弗若斯特沙利文

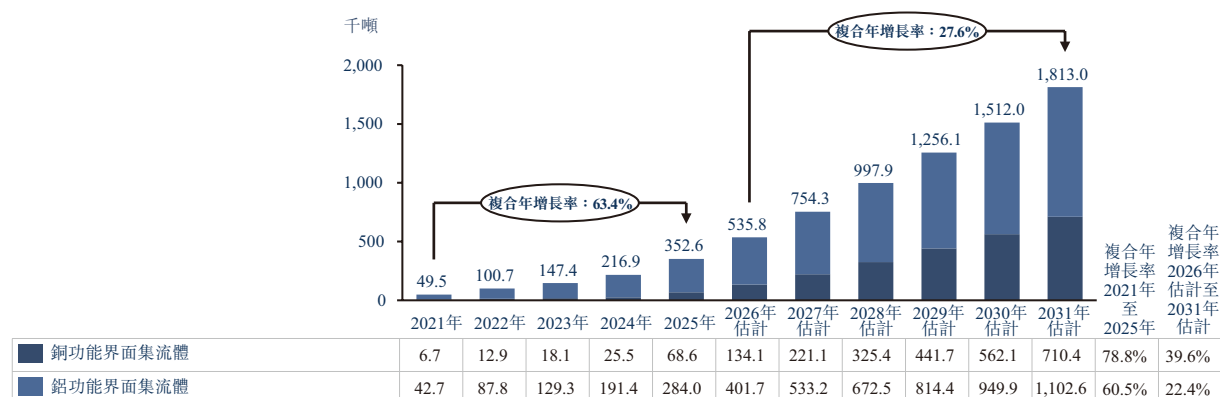
功能界面集流體市場分析

全球功能界面集流體市場的市場規模及驅動因素

在提高導電性、改善界面穩定性及增強快充性能的需求驅動下，功能界面集流體在先進鋰離子電池中得到越來越多的應用。全球功能界面集流體的消費量由2021年的49.5千噸增至2025年的352.6千噸，並預計到2031年將達到1,813.0千噸，2026年至2031年的複合年增長率為27.6%。鑒於鋁和銅功能界面集流體存在特性差異，其市場潛力亦有所不同。因加工複雜度較低，Al-FICC預期將實現更高滲透率。Al-FICC的消費量預計於2031年達1,102.6千噸，此增長受惠於其對磷酸鐵鋰及固態電池體系的適用性；而Cu-FICC的消費量則預計於2031年達710.4千噸，主要驅動力為其長循環後卓越導電性能及與高容量負極材料的相容性。2025年，Al-FICC的滲透率為44.4%，預計至2031年將升至62.8%；Cu-FICC的滲透率於2025年為6.5%，預計至2031年將增至26.4%。

行業概覽

全球功能界面集流體市場消費量*(按材料類型劃分)，2021年至2031年估計

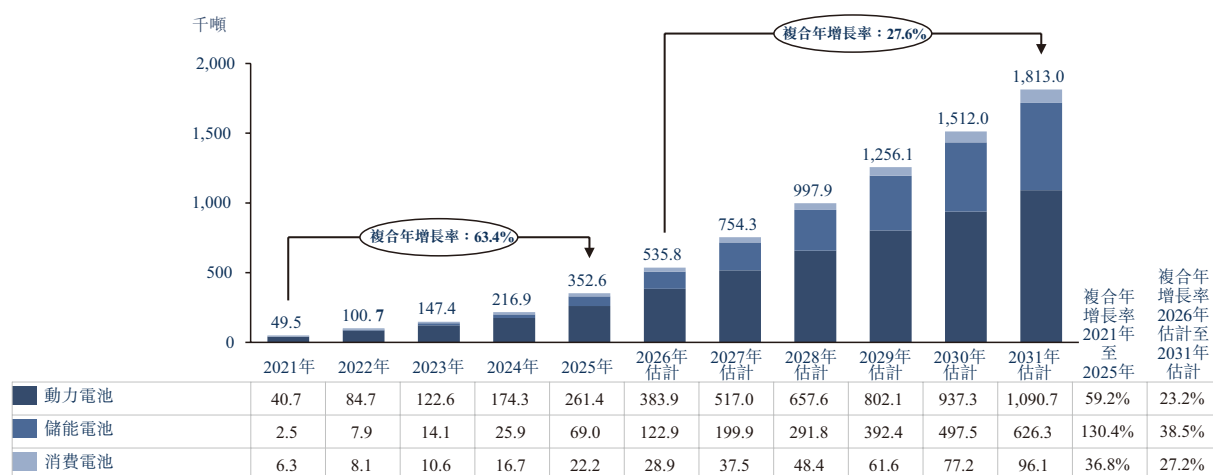


資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：消費量包括電池企業自材料供應商的外部採購及內部供應。

按終端應用領域劃分，受電動汽車對快充能力、增強界面穩定性及提高能效的需求不斷增長所推動，全球動力電池領域的功能界面集流體消費量預計到2031年將達到109.07萬噸。由於電網級應用對長循環壽命、高安全標準及穩定性能的需求日益增長，全球儲能電池領域的功能界面集流體消費量預計到2031年將達到62.63萬噸。在消費電池方面，受移動和可穿戴電子設備對高性能、緊湊型電源需求的推動，全球消費量預計到2031年將增至9.61萬噸。

全球功能界面集流體市場消費量*(按應用劃分)，2021年至2031年估計



資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：消費量包括電池企業自材料供應商的外部採購及內部供應。

行業概覽

功能界面集流體市場的發展趨勢

- **為電解質兼容性定製塗層材料。**研發重點正轉向定製納米碳塗層化學成分，例如碳、金屬氧化物或聚合物複合材料，以優化與各種電解質系統(包括鈉離子與乾電極類型)的相互作用。這種定製增強了界面穩定性，減少寄生反應並延長電池壽命。這一趨勢反映了在不同操作環境下，向安全性更高、性能更優的電池化學發展的更廣泛努力。
- **固態電池界面性能需求的提升。**隨著固態電池邁向商業化，功能性界面集流體因具備穩定固—固界面及適應熱膨脹不匹配導致的機械應力的特性，預期將獲得廣泛應用。其經工程設計的表面層及彈性塗層有助維持界面接觸、抑制電阻增長，並在循環過程中減緩剝離。該等特性支持更高能量密度的電極設計，並提升整體可靠性。隨著產業加速投入固態電池研發，功能性界面集流體的需求預計將隨之增長。
- **適應超高電壓正極化學材料。**隨著向超高電壓正極材料的轉變，AI-FICC持續優化，以承受氧化應力並防止界面電解質分解。NCM與LFP正極化化學材料之間的競爭亦影響材料選擇與塗佈策略，因各系統對電壓耐受性、界面穩定性及成本效益均提出不同要求。研究聚焦於塗層均勻性和離子電導率，以確保電荷有效傳輸而不損害結構穩定性。這一趨勢支持了對長續航動力電池和耐用電網存儲解決方案的需求。

其他先進功能集流體市場概覽

雙極集流體市場概覽

雙極集流體是下一代電池系統的關鍵材料，其特點是採用專門的電極設計，即單一導電基膜一側連接正極，另一側連接負極，無需外部接線即可直接串聯堆疊電芯。這種設計從根本上提高了能量密度及系統緊湊性，同時增強了熱管理及整體安全性。通過將兩個電極整合到一個結構中，雙極集流體降低了內阻、簡化了組裝並支持高效散熱，還可實現超高倍率充放電。憑藉該等優勢，其被視為固態電池等下一代電池架構的關鍵賦能部件。豐田早於2023年便已規劃了雙極電池商業化路線圖。

在對系統集成度提升、能量密度優化以及電池組設計簡化的需求不斷增長的推動下，全球雙極集流體的消費量預計到2031年將達到2,229.4百萬平方米。該增長得益於雙極集流體在降低內阻、改善熱管理以及實現更緊湊電池結構方面的能力，特別是在電動汽車和大規模儲能等應用中。

行業概覽

乾電極集流體概覽

乾電極集流體是特殊設計的導電金屬箔(如銅或鋁)，通過無溶劑製造工藝，使乾法電極技術得以在鋰離子電池中應用。乾法工藝無需使用溶劑及漿料，減少了對環境的影響，降低了生產成本，並提高了整體電芯性能。與濕法工藝中使用的傳統集流體相比，兼容乾法工藝的集流體具有更高的表面粗糙度、更強的塗層附著力及更大的機械柔韌性，以確保均勻的材料轉移及穩定的電極完整性。該等特性使其非常適用於高負載電極及下一代無溶劑電極製造技術。

特斯拉於2024年表示，乾電極技術是實現成本降低的核心方法，並計劃在未來的電池世代中進一步推進此製程。在下一代電池技術對環保製造工藝、更高能量密度和更低生產成本的需求推動下，全球乾電極集流體消費量預計到2031年將達到4,087.3百萬平方米。

複合金屬箔的未來發展趨勢

複合金屬箔的未來前景超出了其目前在鋰離子電池中的應用。複合金屬箔具有潛力在多種應用領域中替代傳統金屬箔，不僅能滿足傳統金屬箔的典型功能需求，還可提供額外的優質特性。憑藉其在降低成本、輕量化特性及機械強度等方面的優勢，複合箔有望在航空航天及高效光伏技術等領域找到更廣泛的應用。在該等領域中，金屬箔與聚合物或陶瓷的集成能夠改善散熱、信號屏蔽與結構可靠性。隨著製造工藝的成熟及成本的降低，複合金屬箔很可能在下一代能源與電子系統中發揮越來越重要的作用。

先進功能集流體的競爭分析

全球先進功能集流體市場競爭格局

全球先進功能集流體市場格局集中，成熟的市場參與者擁有廣泛的製造能力及強大的經銷網絡。在先進功能集流體市場中，不同的製造商可以專注於不同的先進功能集流體產品。截至2025年，複合集流體製造商仍處於商業化早期階段，雙極集流體及乾電極集流體的製造商則處於商業化前階段。相反，功能界面集流體製造商已實現商業化。因此，以下出貨量排名分析將集中於功能界面集流體。

全球複合集流體市場競爭格局

全球複合集流體市場呈現高度集中度，中國企業佔據主導地位。領先企業利用大量資本開支研發並吸引頂尖人才，通過材料專利及塗料創新建立行業壁壘。他們通過與上游關鍵設備製造商及原材料供應商的聯合研發及合作，提升供應鏈的穩定性、控

行業概覽

制成本並促進技術協同效應。這種集成方法建立了從先進研究到定製電池解決方案的端到端供應鏈，推動了性能突破與市場整合。截至2025年12月31日，我們的年產能62.9百萬平方米，在全球複合集流體製造商中排名第一。

全球功能界面集流體市場競爭格局

全球功能界面集流體市場競爭相對激烈，高度集中。雖然其較低的資本壁壘吸引了一些中小型進入者，但中國製造商通過定制漿料配方等核心競爭力建立壁壘，利用強大的資源整合能力快速響應客戶需求，並將塗料專業知識轉化為規模化的工業應用以保持主導地位。與此同時，領先企業優化成本，以建立從材料創新到終端應用的端到端實力，推動材料性能突破與市場整合。

功能界面集流體製造商排名

全球功能界面集流體市場高度集中，2025年前五大製造商佔據87.7%的市場份額。2025年，我們在全球市場的出貨量達12.5千噸，在全球功能界面集流體製造商中排名第三，市場份額為11.0%。

全球功能界面集流體排名(按出貨量計)*，2025年



資料來源：弗若斯特沙利文

*附註：排名及市場份額基於外部材料供應商，未考慮電池製造商內部供應。

公司A成立於2013年，是一間總部位於廣州的公司，專門從事新能源動力電池材料的研發、生產及銷售，涵蓋鋁箔、導電塗層集流體等。

公司B成立於2007年，是一間於上交所上市的公司子公司，總部位於杭州，從事各種鋁及鋁合金板、帶、箔及其深加工產品的研究、生產及銷售。

公司C成立於2004年，是一間於上交所上市的公司，總部位於佛山，專門從事功能性膠膜、新能源碳塗層箔、納米碳管及應用產品的研發、製造及銷售。

公司D成立於2013年，總部位於上海，專門從事鋰離子電池功能塗層材料的研發、製造及銷售。

行業概覽

先進功能集流體的進入壁壘

- **技術壁壘。**先進複合集流體行業由於產品的複雜性，是一個技術高度密集的領域。頭部企業積累了廣泛的技術專長和專有設計，而新進入者將面臨重大挑戰。此外，頭部企業擁有強大的知識產權保護和專利組合，造成了額外的進入壁壘，使新公司難以複製技術。此外，複合集流體的質量直接影響鋰離子電池的質量，特別是在安全性能和能量密度方面。此外，龍頭企業具備雄厚研發實力，既能前瞻佈局下一代材料開發，亦能透過多元化產品管線持續強化技術優勢。此外，該等領先企業常參與核心生產設備的聯合研發，從而提升製程精度、改善生產效率，進一步鞏固其技術領先地位。因此，客戶傾向於選擇具有知名品牌和在提供類似服務方面具有豐富成功經驗的先進複合集流體供應商作為其供應商。對於市場的新進入者而言，樹立良好的品牌形象不僅需要技術能力，也需要時間。
- **產能壁壘。**頭部企業利用大型生產設施實現顯著的規模經濟效益，大幅降低單位製造成本。在複合集流體領域，由於其生產過程複雜且對缺陷敏感，規模優勢變得更加關鍵，因為只有擁有成熟複合產線的參與者才能以一致的質量供應大宗訂單，而新進入者通常難以企及。此外，領先企業更具備雄厚工程與製造實力，能以行業領先的生產效率實現先進功能集流體的商業化。這種運營效率不僅賦予其強勁的定價競爭力與先發優勢，還確保了快速響應以滿足波動的市場需求的能力。因此，知名參與者可以持續獲得大量訂單，同時保持高盈利能力，進一步鞏固其相對於產能受限的新進入者的市場主導地位。
- **人才壁壘。**先進複合集流體作為尖端技術，需要該領域高度專業化的人才。其對掌握材料科學、等離子體物理、電化學等學科以及真空鍍膜和電化學沉積等技術的專業人員有很大的需求。許多專業人士需要接受長期的相關教育和培訓，才能參與該行業各環節工作。因此，對於市場的新進入者而言，缺乏專業知識將是其早期階段面臨的一項巨大挑戰。