

行業概覽

本節及本文件其他章節所載資料及統計數據乃摘錄自由我們委託編製的弗若斯特沙利文編製的獨立行業報告（「弗若斯特沙利文報告」），以及各種政府官方刊物及其他公開可用刊物。我們委聘弗若斯特沙利文就[編纂]編製弗若斯特沙利文報告。我們認為本節及本文件其他章節的資料來自適當的來源，且我們已合理審慎摘錄及轉載有關資料。我們並無理由認為有關資料屬虛假或具有誤導成分，亦無遺漏任何事實導致有關資料屬虛假或具有誤導成分。我們、獨家保薦人或彼等各自的任何董事及顧問或參與[編纂]的任何其他人士或各方並無獨立核實來自政府官方來源的資料，且概不就有關資料的準確性發表任何聲明。

全球及中國半導體市場概覽

半導體的定義

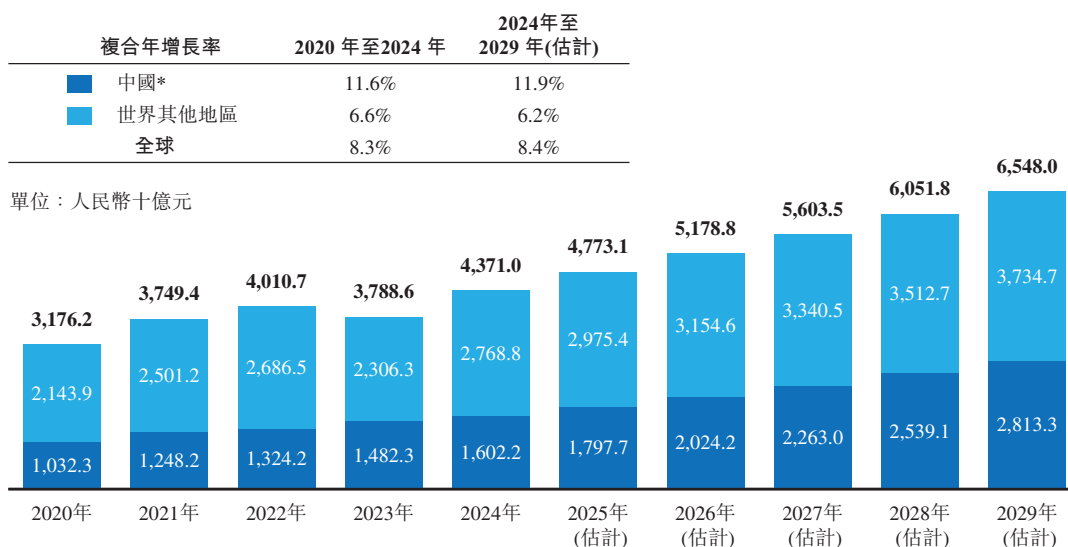
半導體指一種運用微型化技術，將多種電子元件（如電晶體、電阻器、電容器等）整合到單一半導體材料上的產品，具備體積小、功耗低、可靠性高、成本低等優勢，是現代電子資訊技術的核心基礎。

全球及中國半導體市場規模分析

半導體市場規模龐大且前景廣闊。隨著全球經濟的發展及技術創新的推進，被公認為信息技術與電子產業核心的半導體變得越來越重要。AI、5G、物聯網(IoT)及汽車電子等新興技術快速發展，激發了對高效能、低功耗芯片的強勁需求，從而推動半導體市場持續增長。

下表載列於所示年度全球及中國半導體市場的實際及估計市場規模。

全球及中國半導體市場規模



* 中國指中國大陸

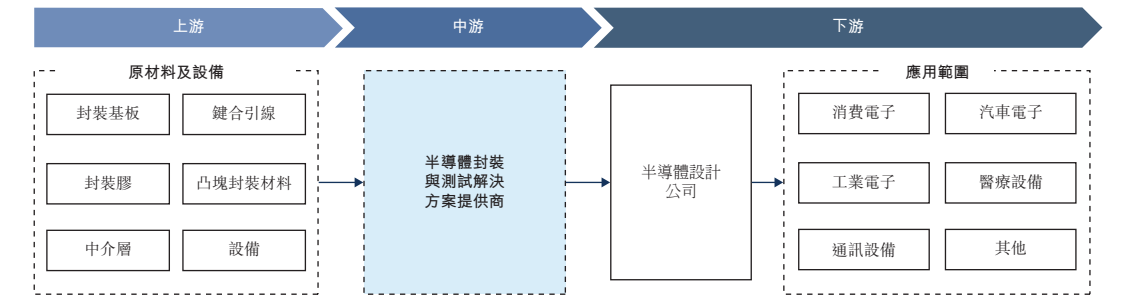
資料來源：WSTS、SIA、弗若斯特沙利文

行業概覽

全球及中國半導體封裝與測試市場

半導體封裝與測試產業鏈介紹

半導體封裝與測試產業鏈由若干關鍵部分組成。在上游，包括封裝基板、鍵合引線、封裝膠、凸塊封裝材料、中介層和設備在內的原材料是基礎投入。中游以半導體封裝與測試解決方案提供商為主，利用該等上游原材料提供專業的封裝與測試服務，他們需要具備複雜封裝技術、精密測試方法及材料科學方面的深厚專業知識。該等已封裝及測試產品隨後供應至半導體設計公司。下游的應用範圍廣泛，如消費電子、汽車電子、工業電子、醫療設備、通訊設備等領域。

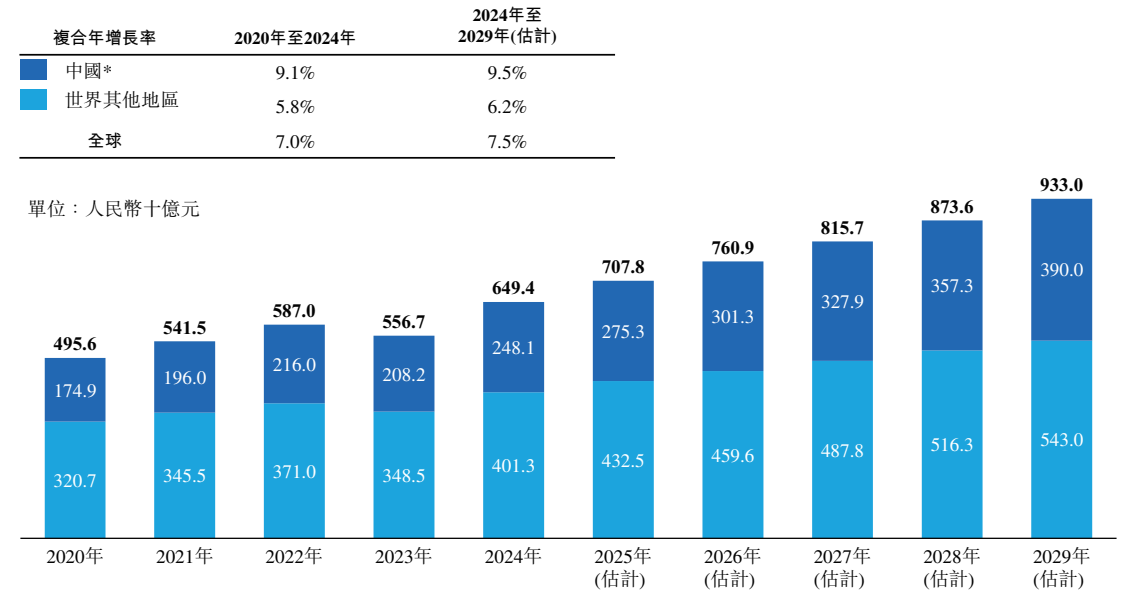


資料來源：案頭研究、弗若斯特沙利文

全球及中國半導體封裝與測試市場規模

半導體封裝涉及一系列將製造的裸芯片或晶圓封裝至保護殼中的過程，提供物理保護、電氣互連及熱管理，以便半導體可以作為各種電子設備中的獨立器件；半導體測試使用專業設備來評估電氣性能、功能完整性、可靠性及環境適應性，從而篩選出合格產品並消除缺陷產品。全球半導體市場潛力巨大，發展空間廣闊。消費電子、汽車電子及工業控制等領域蓬勃發展推動了對半導體的需求。下表列示所示年度全球及中國半導體封裝及測試市場的實際及估計市場規模。

全球及中國半導體封裝與測試市場規模



行業概覽

* 中國指中國大陸

資料來源：WSTS、SIA、弗若斯特沙利文

半導體封裝與測試產業的市場驅動因素及趨勢

- **半導體的增長帶動封裝與測試產業擴張**

消費電子、汽車電子等多個領域對半導體的需求急劇增加。5G及人工智能等技術刺激了對高性能芯片的需求，從而推動半導體市場的擴張。這為封裝與測試產業提供了源源不斷的訂單，其市場規模跟隨半導體行業的步伐穩步增長，並有望在未來保持高增長率。

- **工藝小型化瓶頸推動先進封裝的發展**

隨著芯片工藝節點縮小至7nm、5nm及以上，物理和成本方面面臨挑戰，這使先進的封裝成為關鍵突破口。先進封裝技術通過創新互聯與整合解決方案，在提升芯片性能與集成度的同時降低成本，進而推動封裝與測試產業的技術創新及價值提升。

- **OSAT加強與上下游產業的合作**

隨著產業分工細化，OSAT（委託半導體封裝與測試）深化上下游合作夥伴的合作。上下游合作夥伴與無晶圓廠公司共同優化設計，為下游客戶提供定制化解決方案，並與晶圓代工廠合作確保工作流程順暢。該等舉措共同推動封裝產業發展，提高封裝效率及品質，增強產業鏈的整體競爭力。

全球先進封裝與測試市場概覽

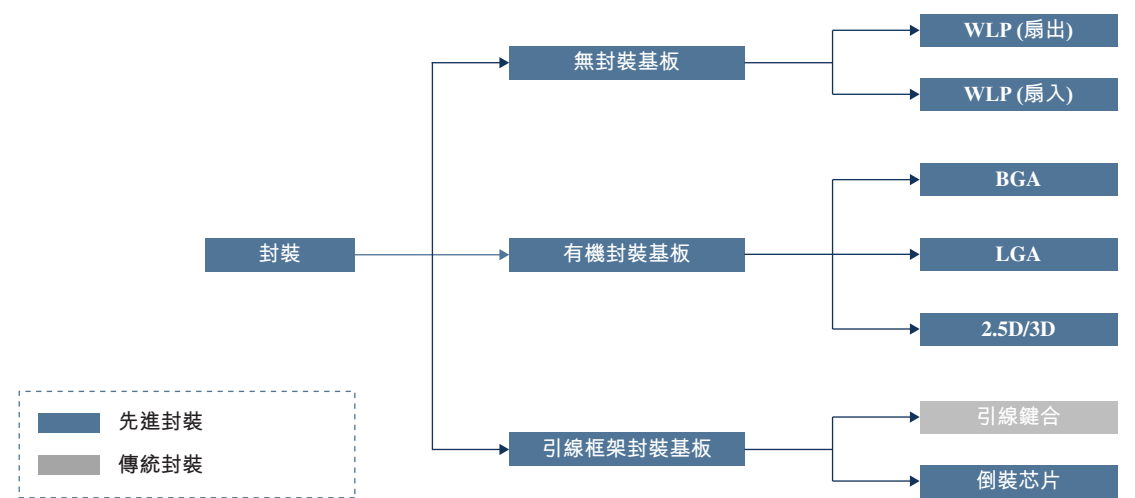
先進封裝的定義

先進封裝指通過應用創新的結構設計、互聯技術、材料及設備，實現工藝複雜性的一種封裝解決方案，有助於實現半導體的更高集成度、更佳性能、更小尺寸、更低功耗及更高可靠性。在摩爾定律放緩的背景下，先進封裝不僅是半導體製造的關鍵後製工藝，亦是持續提升半導體性能，滿足下游產業複雜應用需求的核心技術路徑。

半導體先進封裝的分類

由於不同半導體產品在電氣性能、尺寸、應用場景等因素上存在差異，導致其封裝形式多樣且複雜。根據是否有封裝基板及封裝基板的材料，半導體封裝產品可分為不同類別。其中，每個類別均有不同的封裝技術。以下呈列典型封裝技術的分類。

行業概覽



資料來源：《產業結構調整指導目錄 (2024 年本)》、弗若斯特沙利文

本集團的先進封裝組合包括BGA、LGA、WLP、2.5D/3D以及FC-QFN與FC-SOT；而其傳統封裝產品則包括WB-QFN。

傳統封裝主要提供芯片保護、尺寸放大及電連接。其通過打線等方法將芯片連接至外部電路，並提供機械保護和散熱；先進封裝基於該等核心功能，進一步提升功能密度、縮短連線長度及實現系統級重構，從而在不依賴芯片製造工藝的突破的情況下增加產品集成度及功能多樣化。

先進封裝與傳統封裝的比較

封裝類型	傳統封裝		先進封裝	
技術類型.....	引線框架	引線鍵合	BGA	2.5D/3D
系統內存帶寬...	低		中	高
芯片功率比.....	低		中	高
芯片尺寸.....	大		小	小
散熱效率.....	低		高	高
封裝成本.....	低		中	高
性能	低		中	高
封裝形式.....	以引線框架為載體，芯片與外部管腳通過打線單向連接。封裝尺寸遠大於芯片，且管腳數量少且分佈稀疏。		通過重佈線層(RDL)、中介層或垂直堆疊結構，採用倒裝芯片鍵合及矽通孔(TSV)等技術，實現多個芯片的高密度互連。封裝尺寸接近芯片，集成度和性能大幅提升。	

行業概覽

封裝類型	傳統封裝	先進封裝
全球需求.....	2020年至2024年：4.6%	2020年至2024年：9.9%
增長率	2025年（估計）至2030年（估計）：3.9%	2025年（估計）至2030年（估計）：10.9%

資料來源：WSTS、公開資料、弗若斯特沙利文

全球及中國半導體先進封裝測試市場規模

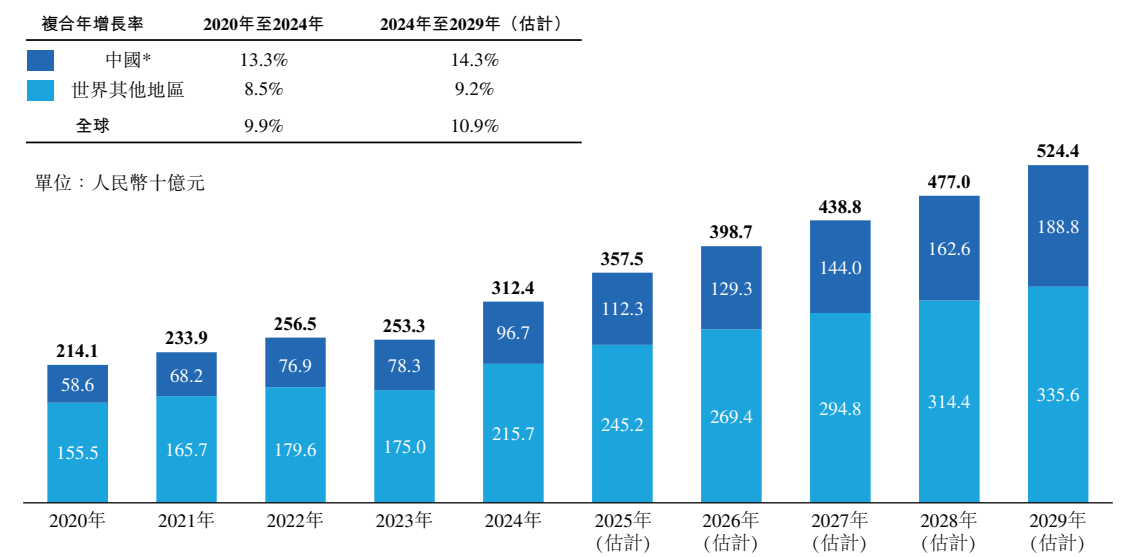
受通訊、消費電子、高效能運算及人工智能領域對高整合度及低功耗芯片的需求帶動，先進半導體封裝與測試產業市場規模在倒裝芯片鍵合、晶圓級封裝及2.5D/3D封裝等技術的支持下迅速增長，成為半導體產業鏈中增長速度領先的細分領域之一。

未來五年，隨著摩爾定律放緩，先進封裝與測試作為提升芯片效能的核心路徑，將進一步受益於自動駕駛、數據中心、高效能電腦及智慧穿戴裝置的普及，以及前沿封裝與測試技術的日益成熟，並將持續維持穩健的增長勢頭，市場規模預計穩步擴張。相較附加價值相對較低且市場已趨飽和的傳統封裝，先進封裝具備技術門檻高及供應稀缺的特點。其單價及需求增速均顯著較高，使得其市場規模增速在長遠而言將超越整體封裝與測試產業。

中國市場表現亮眼。儘管中國在先進封裝與測試技術方面仍落後於部分海外市場，但中國企業已積極投入到先進封裝與測試技術及產能規模，以滿足快速增長的下游需求。

下表載列所示年度全球及中國半導體先進封裝及測試市場的實際及估計市場規模。

全球及中國半導體先進封裝測試市場規模



* 中國指中國大陸

資料來源：WSTS、SIA、弗若斯特沙利文

行業概覽

半導體先進封裝測試行業的市場驅動因素及趨勢

多行業需求推動高端封裝測試市場。半導體先進封裝測試市場主要受其高性能內存、數據中心、汽車及消費電子等行業的多樣化應用所推動。3D NAND及HBM等技術解決人工智能和數據量需求，而數據中心則利用Chiplet異構集成來獲得更好的計算能力和能源效率。汽車及消費電子產品需要緊湊、可靠且高效的解決方案，進一步推動先進封裝的採用。

封裝板塊在產業鏈中的崛起地位。隨著半導體工藝技術達至物理極限，高級封裝在系統級集成及性能提升中的作用變得日益重要，不再僅是芯片保護或連接，而是公司提高競爭力並滿足新興半導體需求的關鍵策略。

先進封裝技術進一步邁向高性能及小型化。對更小、更高性能器件的需求已將先進封裝推向小型化且更高性能的方向。2.5D/3D封裝及晶圓級封裝(WLP)對於支持人工智能、數據中心及消費電子產品至關重要，具有更高的集成度、更快的速度及更小的尺寸，能夠克服技術瓶頸。

先進封裝測試加速本土化趨勢。在不斷變化的貿易環境及推動自主半導體發展(尤其是中國)的推動下，高級封裝及測試的本地化趨勢正在加速。國內製造商正邁向本地化生產，隨著研發及投資的增加，趨勢有望加劇，進一步降低對外國技術的依賴。

半導體先進封裝測試市場競爭格局

半導體先進封裝測試排名

中國半導體封裝測試市場參與者眾多，約150至200家OSAT。大部分該等OSAT主要從事傳統封裝測試業務。該等OSAT的整體收入規模普遍較小，先進封裝測試收入佔其總收入的比例相對較低。

此外，受半導體產品多樣化影響，市場上已經形成了兩種OSAT，即通用用途OSAT產品和特定應用OSAT。通用用途OSAT提供多種不同類型芯片的封裝測試服務，應用於各領域。彼等不只關注一種芯片類型；相反，彼等擁有靈活的能力來滿足廣泛的客戶需求。特定應用OSAT專門針對特定用途僅封裝測試芯片。彼等的技術及工藝專為滿足該等利基領域的獨特需求而設計，而非服務於所有芯片類型及行業。按半導體封裝測試總收入計，本公司在中國通用用途OSAT公司中排名第7位。

以2024年的收入計，本公司在中國通用用途半導體OSAT中排名第7，市場份額為0.6%。

行業概覽

中國通用用途OSAT公司排名（按2024年半導體先進封裝測試收入計）

排名	公司	收入（按人民幣 十億元計）	市場份額	上市狀況
1	公司A	25.8	26.7%	上市
2	公司B	16.0	16.6%	上市
3	公司C	9.7	10.0%	上市
4	公司D	5.6	5.8%	非上市
5	公司E	4.7	4.9%	上市
6	公司F	2.3	2.3%	上市
7	本公司	0.6	0.6%	非上市
8	公司G	0.3	0.3%	上市

資料來源：年度報告、專家訪談、弗若斯特沙利文

附註：

- (1) 公司A為一家公眾公司，成立於1972年，於上海證券交易所上市。其提供半導體芯片製造服務，專注於為汽車、高性能計算、內存及消費者應用提供封裝、組裝測試解決方案。
- (2) 公司B為一家公眾公司，成立於1997年，於深圳證券交易所上市。其為一家OSAT公司，專注於為高性能計算、汽車、內存及其他應用提供先進封裝解決方案。
- (3) 公司C為一家公眾公司，成立於2003年，於深圳證券交易所上市。其提供為消費者、工業及汽車半導體產品提供封裝測試服務。
- (4) 公司D為一家私人公司，成立於2017年，總部位於北京。其提供跨分立、模擬、RF及其他芯片領域的封裝測試服務。
- (5) 公司E為一家公眾公司，成立於2014年，於上海證券交易所上市。其專注於晶圓級先進封裝、多芯片小芯片集成及半導體產品相關服務。
- (6) 公司F為一家公眾公司，成立於2017年，於上海證券交易所上市。其提供封裝測試服務，重點關注先進封裝技術。
- (7) 公司G為一家公眾公司，成立於2006年，於上海證券交易所上市。其為先進包裝服務提供商。

下表根據公開資料顯示領先的OSAT公司所採用的封裝技術範圍。本公司在2.5D、凸塊封裝(Bumping)、扇出型晶圓級封裝(Fan-out WLP)、扇入型晶圓級封裝(Fan-in WLP)、WB/FC-BGA、WB/FC/Hybrid/SiP-LGA、FC-QFN等技術上擁有核心量產能力，並積極推進Chiplet互聯(同質異質晶片集成)、光電感測、TGV玻璃基板產品等前沿技術的研發及產業化，是國內少數幾家在上述領域均具備全面能力的先進化服務提供者。

行業概覽

封裝技術		本公司	公司A	公司B	公司C	公司D	公司E	公司F	公司G
2.5D/3D	FOCT-R/S/L	√	√	√	√	×	√	√	×
	TGV	√	√	√	√	×	√	×	×
WLP	扇外型WLP	√	√	√	√	√	√	√	×
	扇入型WLP	√	√	√	√	√	√	√	×
	凸塊封裝	√	√	√	√	√	√	√	×
BGA	WB/FC-BGA	√	√	√	√	√	√	√	√
	混合式BGA	√	√	√	√	√	×	√	×
LGA	WB/FC-LGA	√	√	√	√	√	×	√	√
	混合式LGA	√	√	√	√	√	×	√	√
FC-QFN		√	√	√	√	√	×	√	√

資料來源：公開資料、弗若斯特沙利文

附註：

(1) 「√」指已披露覆蓋面，而「×」指未披露覆蓋面。

半導體先進封裝產業的進入壁壘

• 高壁壘技術研發與工藝積累

先進封裝依賴於精密技術（如微凸塊鍵合、混合鍵合和TSV（矽通孔））。其需要長期投資以克服材料相容性及熱管理方面的挑戰。企業必須具備跨領域研發能力，而工藝穩定性需要通過大批量生產來驗證——令新進入者在短期內難以突破技術壁壘。

• 高端人才儲備和跨領域經驗

先進封裝需要多領域人才的合作，包括封裝工程、材料科學和芯片設計。資深的技術團隊需要掌握前沿工藝及失效分析能力。新創企業難以快速打造核心團隊，且經驗差距制約技術落地和量產穩定性。

• 重資產投資與產能規模門檻

OSAT公司（外包半導體組裝和測試公司）需要巨額資金建設高清潔度生產線，購買先進的封裝設備和測試系統，單一工廠投資往往達到數十億元人民幣。同時，它們必須實現規模經濟以攤薄成本。中小企業則因資金不足，難以承受設備折舊及持續產能擴張的壓力。

• 產業鏈縱深聯動能力

OSAT公司需要與無晶圓公司和晶圓廠深度合作，並於芯片設計階段參與封裝方案的優化。龍頭企業通過長期合作積累了客戶的信任，而新進入者則難以快速建立穩定的供應鍊及客戶關係，令其難以獲得高端訂單。

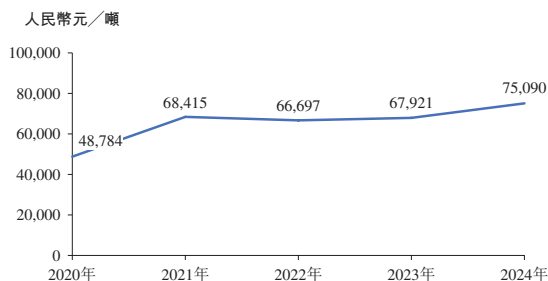
行業概覽

成本分析

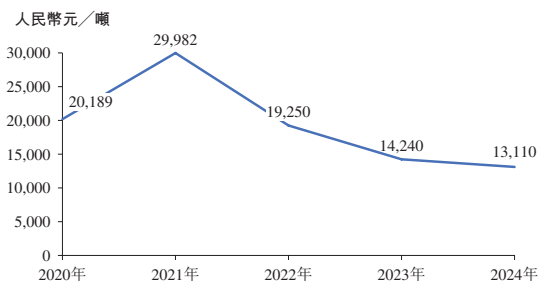
半導體封裝與測試是一項以材料驅動的製造業務。材料通常佔銷售成本的50%以上，其餘部分則主要由人工、折舊及工廠間接費用等製造費用以及測試成本組成。在FC-BGA等基板類先進封裝中，IC基板通常是最大的單一成本項目，約佔總封裝成本的50%。電解銅和環氧樹脂在IC基板中被大量使用：銅主要以電解銅箔和電鍍銅特性的形式出現，構成基板佈線和互連結構；而環氧樹脂系統則廣泛應用於ABF等電介質增層薄膜，以及層壓材料中的樹脂系統。根據ABF基板的實用經驗法則，與銅相關的投入通常佔基板成本的約10%至20%，而與環氧樹脂相關的投入通常佔基板成本的約25%至35%。因此，這兩者價格的變動會顯著影響總封裝成本中的基板部分。

2020年至2024年，中國半導體封測行業的成本結構呈現顯著分化。電解銅價格經歷震盪上行，於2024年達到平均每噸人民幣75,090元的高位；而環氧樹脂則走出了「先攀升後暴跌」的軌跡，回落至五年來的低點，即每噸人民幣13,110元。在供應方面，受全球礦業中斷以及電動汽車與人工智能領域需求激增的影響，銅市場供應持續緊張；相反，隨著國內產能的大規模擴張，環氧樹脂市場已轉向供應過剩。對於專注於先進解決方案的公司而言，金屬成本飆升的影響相對得到緩解。相反，樹脂成本的持續通縮顯著降低了模封化合物及基板的採購支出，為維持價格競爭力提供了戰略優勢。

2020年至2024年
中國電解銅平均市場價格



2020年至2024年
中國環氧樹脂平均市場價格



資料來源：Choice、Oilchem、弗若斯特沙利文

資料來源及研究方法

我們已委聘弗若斯特沙利文編製有關[編纂]的獨立行業報告。文件中所披露的弗若斯特沙利文資料摘錄自弗若斯特沙利文報告，該報告由我們委託編製，費用為人民幣400,000元，並經弗若斯特沙利文同意披露。弗若斯特沙利文報告乃由弗若斯特沙利文獨立編製，並不受我們或其他利益相關方的任何影響。弗若斯特沙利文是一家於1961年在紐約成立的獨立全球諮詢公司，其服務包括（其中包括）行業諮詢、市場戰略諮詢及企業培訓。弗若斯特沙利文已進行(i)一手研究，其中涉及與若干領先的行業參與者討論行業現狀並與行業專家進行面談，盡力收集資料協助深入分析；及(ii)二手研究，其中涉及審閱政府統計資料、行業協會刊物、公司報告、獨立研究報告及基於自身研究數據庫的數據。董事確認，合理注意自弗若斯特沙利文編製的報告日期起，市場資料在任何重大方面並無發生可能限制、抵觸或影響本節所載資料的重大不利變動。