

## 行業概覽

本節及本文件其他章節所載的資料及統計數據摘錄自我們委託灼識諮詢編製的報告、各種政府官方出版物及其他公開來源。我們委聘灼識諮詢就[編纂]編製一份獨立行業報告(即灼識諮詢報告)。來自政府官方來源的資料未經我們、我們的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，並對其準確性概不發表任何聲明。

在數字化轉型成為全球經濟增長核心引擎的背景下，新一代信息基礎設施的快速部署為智能互聯提供了堅實基礎。基礎的電子元器件通過技術的原理性突破，解決了海量數據高效傳輸的關鍵瓶頸，進一步推動各類電子元件領域的持續創新。由於5G、物聯網和AI技術的融合應用，全球數據流量快速增長，對數據傳輸速率、可靠性和低時延提出了更高要求。這些技術進步為跨終端協同、人機交互及數據高效傳輸提供了不可或缺的物理和技術載體。

在邊緣側，隨著不同邊緣AI設備連接數持續增長，汽車和消費電子等領域對高性能電子元器件的需求不斷攀升。同時，全球大型數據中心建設加速，對高多層PCB、HDI及高速光模塊的需求旺盛，支撐了AI訓練、雲計算等高性能計算場景。基礎電子元器件的技術演進不僅支撐了邊緣側到數據中心的端到端AI廣闊場景的落地，更通過持續的性能提升與成本優化，不斷拓展智能互聯的邊界與可能性。智能互聯互通領域基礎核心器件包括了PCB、光模塊、光電顯示等，其特性及主要應用場景如下：

### 各類產品特性及主要應用情況概覽

| 產品類型 | 產品特性  | 主要應用  |
|------|---|---|
| PCB  | 軟板：是由柔性基材製成的PCB，其優點是輕薄、可彎曲、可立體組裝、適合具有小型化、輕量化和移動要求的各類設備  | 智能手機主板、顯示屏／攝像頭模組、高頻高速天線、電動汽車BMS                             |
|      | 硬板：是一種以不能彎曲或扭曲的剛性基板製成的PCB。硬板可進一步細分為單層與多層PCB及HDI，以滿足各行各業的需求，尤其著重於AI計算與消費電子產品領域。單層及多層PCB包含多層導電銅及絕緣材料，可提供更高的元件密度和增強的電氣性能。HDI通過先進的通孔結構(如盲孔和埋孔)實現更高的佈線密度和元件小型化，從而進一步提升整合度。 | AI服務器、5G基站、智能駕駛系統、AR&VR設備、可穿戴設備、機器人                         |
|      | 軟硬結合板：軟硬結合板由多個剛性及柔性層組成，通過電鍍通孔連接，使其能無縫整合至緊湊及複雜的電子設計中。它結合了硬板的耐用性與軟板的適應性，創造出一種混合結構，同時提供機械強度和設計靈活性。   | AI服務器、數據中心交換機、智能駕駛系統、LiDAR、智能手機及平板電腦、AR&VR設備、CT掃描儀、工業設備、機器人 |

## 行業概覽

| 產品類型 | 產品特性   | 主要應用              |
|------|--|-------------------|
| 光模塊  | 用於在光信號、電信號之間進行轉換的光電模塊。主要由光學器件、光芯片及PCB組成。       | 主要應用於數據中心及通信等終端市場 |
| 光電顯示 | 用於將電信號轉換為可視圖像的顯示裝置，是電子設備中用於呈現視覺內容，實現信息交互的核心部件。 | 主要應用於消費電子及汽車等領域   |

資料來源：灼識諮詢

### 全球PCB行業概覽

PCB是電子設備中的基本構件，提供精確電氣互連、低損耗信號傳輸和機械支撐等關鍵功能。電子設備性能的不斷提升推動對PCB提出更嚴苛的要求，尤其是在更高電路密度、增強信號完整性及改進熱管理方面，這反過來直接促進了PCB行業的技術升級。此外，新應用場景的出現正在產生對高端PCB的巨大需求，為該行業創造了重要的增長機會。

### 全球PCB行業按應用分的市場規模

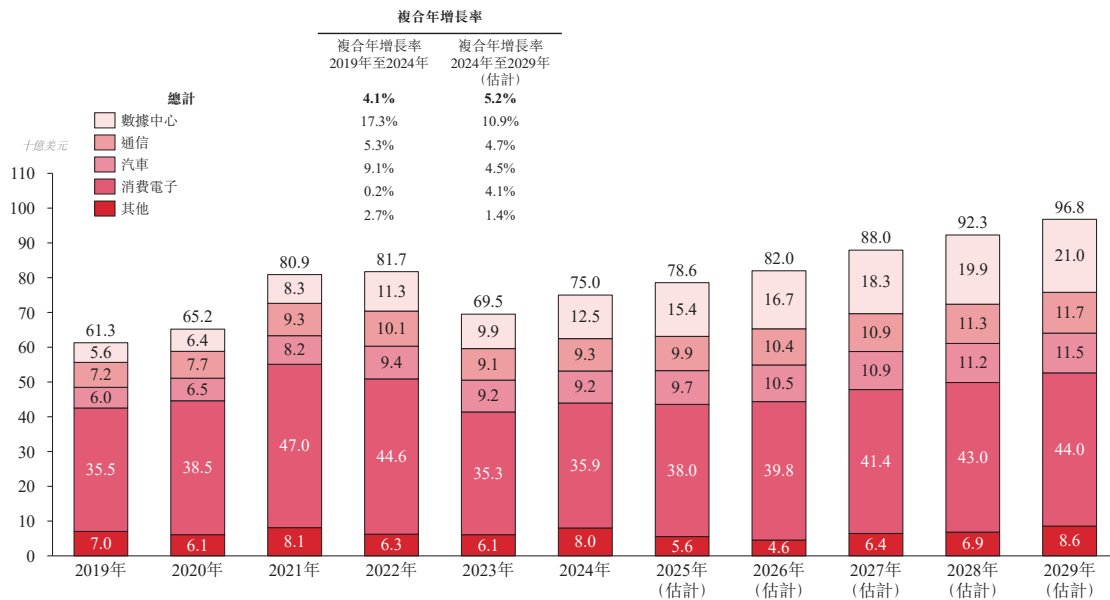
PCB產品可透過定制的設計選擇、專用材料及先進製造工藝從而能夠滿足應用不斷變化的需求。PCB主要應用於消費電子、汽車電子、數據中心、通信等領域。其中，消費電子、汽車等終端設備內，PCB皆在有限空間內，以更高性能適配邊緣側的實時性、多樣性、穩定性需求；數據中心及通信場景內對PCB的高集成度、高速傳輸能力需求更為突出，以確保數據完整性和系統性能。

- **消費電子**：消費電子PCB是指專用於消費電子設備內，專為內部電子元件提供機械支撐與互連功能。其產品設計與技術參數緊密契合消費電子產品的核心特性，包含纖薄輪廓、緊湊結構、輕量化設計以及快速迭代週期。
- **汽車電子**：汽車PCB是專為汽車電子系統設計製造的PCB。其功能在於承載電子元件，同時實現元件間的電氣連接與訊號傳輸。此類PCB廣泛應用於電氣化系統、智能駕駛系統及車身控制系統等領域。
- **數據中心**：數據中心專用PCB主要用以支持通用服務器、AI服務器以及數據中心交換機的運行。這類PCB通常採用高層數設計和高密度互連技術，並選用高速材料製造，以確保GPU/CPU計算集群之間能夠進行海量數據交換，同時實現高速信號。
- **通信**：此類別指的是用於有線或無線網絡傳輸的PCB，其應用範圍包括通信基站、路由器、交換機、天線、射頻設備以及骨幹網絡傳輸等。通信設備對PCB的需求主要以多層印刷電路板為主。此外，5G通信設備對PCB的製造工藝和材料提出了更為嚴格的要求，PCB必須具備支持高頻和高速性能的能力。

## 行業概覽

按不同應用領域劃分，2024年，全球PCB行業市場規模中，數據中心PCB市場規模為125億美元，通信PCB市場規模為93億美元；數據中心受益於AI的發展，增長迅速，到2029年市場規模將增長為210億美元，2024年至2029年的複合年增長率為10.9%。通信PCB的市場規模將於2029年達到117億美元，2024年至2029年的複合年增長率將達到4.7%。2024年，消費電子PCB、汽車PCB的市場規模分別為359億美元、92億美元，受益於邊緣AI設備快速發展，消費電子行業以及汽車電子行業在智能化趨勢下不斷推陳出新，2029年，消費電子、汽車電子的市場規模分別為440億美元、115億美元，複合年增長率分別為4.1%、4.5%。

全球PCB市場規模，按應用分，2019年至2029年(估計)



資料來源：灼識諮詢

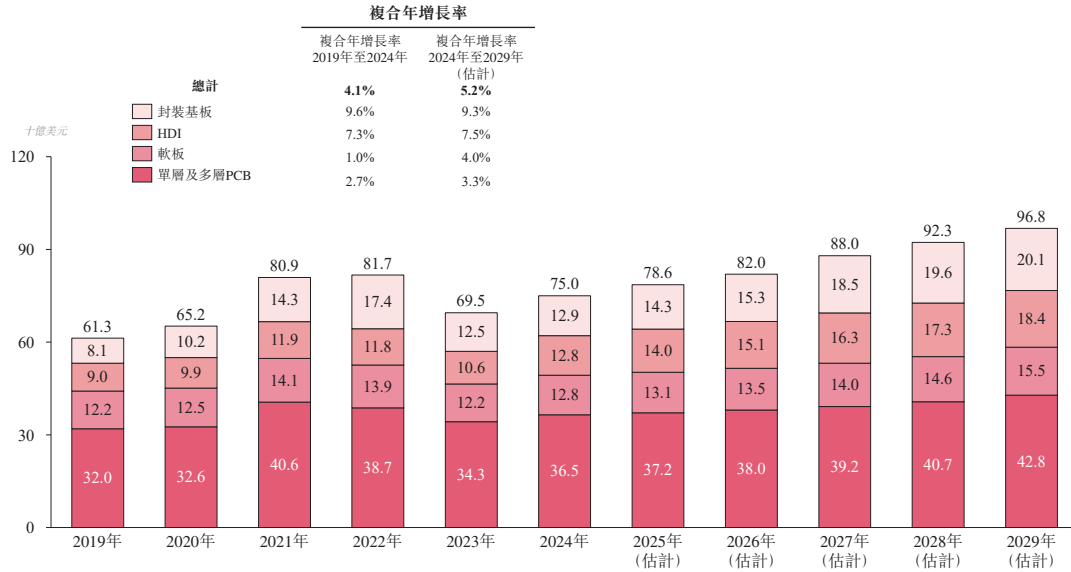
註：其他領域主要包括工控、醫療器械等

### 全球PCB行業的主要產品結構

PCB可以按產品結構分為單層及多層PCB、HDI、軟板以及封裝基板。按不同產品結構區分，2024年，以銷售收入計，全球單層及多層PCB、HDI、軟板及封裝載板的市場規模分別為365億美元、128億美元、128億美元及129億美元。預計至2029年，全球單層及多層PCB、HDI PCB、軟板及封裝載板的市場規模將分別達428億美元、184億美元、155億美元及201億美元，2024年至2029年的複合年增長率分別為3.3%、7.5%、4.0%及9.3%。

## 行業概覽

### 全球PCB市場規模，按產品類型分，2019年至2029年(估計)



資料來源：灼識諮詢

註：軟硬結合板的市場規模被計入軟板市場規模，主要因其基材及工藝流程與軟板的製造流程存在重疊，故在技術和結構上屬於軟板類別。

### 全球PCB行業的競爭格局

全球PCB行業競爭激烈。以PCB產品的銷售收入計，2024年本公司在全球PCB市場中排名第三。

#### 2024年全球PCB供應商排名，按銷售收入計

| 排名       | 公司名稱         | 銷售額<br>(百萬美元)   | 市佔率<br>(%)   |
|----------|--------------|-----------------|--------------|
| 1        | 公司A          | 5,341.0         | 7.3%         |
| 2        | 公司B          | 3,594.0         | 4.9%         |
| <b>3</b> | <b>本公司</b>   | <b>3,499.7</b>  | <b>4.8%</b>  |
| 4        | 公司C          | 2,504.0         | 3.4%         |
| 5        | 公司D          | 2,492.0         | 3.4%         |
| 6        | 公司E          | 2,443.0         | 3.3%         |
| 7        | 公司F          | 2,256.0         | 3.1%         |
| 8        | 公司G          | 2,050.0         | 2.8%         |
| 9        | 公司H          | 1,960.0         | 2.7%         |
| 10       | 公司I          | 1,761.0         | 2.4%         |
|          | <b>前十大小計</b> | <b>27,900.7</b> | <b>38.1%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

附註：

1. 公司A為一家成立於2006年的上市公司，於台灣證券交易所上市，總部位於中國台灣，致力於各類PCB的製造及銷售。
2. 公司B為一家成立於1990年的上市公司，於台灣證券交易所上市，總部位於中國台灣，致力於各類PCB的製造及銷售。

## 行業概覽

3. 公司C為一家成立於1969年的私人企業，總部位於日本，致力於各類PCB的製造及銷售。
4. 公司D為一家成立於1984年的上市公司，於深圳證券交易所上市，總部位於中國廣東，致力於各類PCB的製造及銷售。
5. 公司E為一家成立於1978年的上市公司，於納斯達克上市，總部位於美國，致力於提供PCB、射頻與微電子元件，以及系統集成服務。
6. 公司F為一家成立於1973年的上市公司，於台灣證券交易所上市，總部位於中國台灣，致力於各類PCB的製造及銷售。
7. 公司G為一家成立於1991年的上市公司，於台灣證券交易所上市，總部位於中國台灣，致力於各類PCB的製造及銷售。
8. 公司H為一家成立於1992年的公司，於深圳證券交易所上市，總部位於中國江蘇，主要從事PCB各類型的研發、生產及銷售。
9. 公司I為一家成立於1993年的上市公司，於上海證券交易所上市，總部位於中國廣東，主要從事PCB及高端電子材料的生產及銷售。

### 全球PCB行業的驅動因素及發展趨勢

- **材料創新引領技術前沿：**高頻低損耗、先進熱管理及柔性可伸展性是PCB材料發展的主要方向。該等材料創新直接提升了PCB在信號完整性、集成密度及可靠性方面的性能，滿足了下游應用的嚴格需求。通過實現高頻運行、精密熱控及機械柔性的突破，新型材料正有效應對高速、高密度及高功率電子系統中的核心挑戰。此外，該等創新材料正加速推動5G通信、高級駕駛輔助系統、可穿戴醫療設備及可持續電子產品等前沿領域的發展。因此，針對先進材料技術的專項研發投入已成為全球PCB行業抓住未來機遇並保持競爭優勢的關鍵所在。
- **邊緣計算與邊緣AI設備普及：**隨著5G、物聯網、消費及汽車電子智能化的深入發展，海量數據在邊緣側產生。此舉不僅擴大了邊緣AI設備上的PCB用量，更對其可靠性、微型化及在複雜環境下的耐久性提出了更高要求，驅動軟板、HDI及特種基材PCB在邊緣側的技術升級與價值提升。
- **高性能PCB需求持續增長：**PCB行業未來發展的主要驅動力在於從終端AI到數據中心等廣泛應用場景，對PCB產品的性能、可靠性和集成密度提出了更高標準與要求。在AI計算領域，大型算力集群的互聯需要PCB支持224Gbps及更高速率的信號傳輸，這直接推動了對超高多層PCB以及覆銅板材料的需求。在AI汽車領域，電氣化與自動駕駛等級的提升，使得車載PCB需在耐高溫、抗振動及信號完整性方面達到車規級可靠性標準，同時其設計複雜度與價值量顯著提升。此外，5G向5G+及未來6G技術的演進，將持續要求基站及網絡設備中的PCB具備優異的高頻性能與散熱管理能力。該等應用的共性在於其對PCB的性能要求已逼近傳統材料的物理極限。隨著高端PCB需求持續增長，未來行業的增長動能將更加集中於專注在高端PCB市場並擁有核心技術壁壘的PCB企業。
- **頭部供應商的行業集中度提升：**下游企業客戶對供應商的質量穩定性、交付可靠性及技術協同支持提出更高要求。由於下游企業客戶可能需承擔高額驗證成本、

## 行業概覽

技術磨合成本及潛在生產中斷風險，因此更傾向於與已通過認證的頭部PCB廠商建立長期穩定合作關係，從而推動行業資源與訂單向頭部集中。

### 全球PCB行業的進入壁壘

- **客戶認證壁壘：**在PCB行業中，頭部客戶對PCB供應商的認證壁壘主要體現在嚴格的審核標準和深度的合作綁定兩個方面。一方面，頭部客戶會對供貨商設置技術審計、現場檢驗、延長產品測試期等多維度的審批要求；另一方面，通過認證的供應商能與客戶建立深度信任，獲得長期穩定訂單，形成高客戶黏性。而新進企業，不僅需投入大量時間與資源突破複雜的認證流程，還需通過長期測試證明產品可靠性，才能逐步建立合作。這一過程耗時長、成本高，導致新進入市場的企業難以在短期內獲得頭部客戶的青睞與認證，也難以獲得頭部客戶的訂單。
- **資本投入壁壘：**全球PCB行業的資本壁壘主要集中在生產設備投入、研發成本與產能擴張。在生產設備投入方面，PCB生產必須需要鑽孔機、曝光機、電鍍等高端專用PCB生產設備，該類設備購買價格以及後續維護和升級成本高昂。在研發投入方面，為滿足消費電子及數據中心等領域對高速信號傳輸、小型化設計及多功能集成日益提升的要求，企業需要持續投入大量資金用於新材料開發、工藝優化和產品創新。在產能擴張方面，高昂的生產和研發成本提高了PCB行業的進入門檻，企業需要不斷投資高標準產線，通過大規模生產稀釋固定成本，以此獲得單位成本競爭力。因此在資金相對有限的情況下，中小型PCB企業難以在設備、技術和產能方面與行業巨頭競爭。
- **供應鏈壁壘：**原材料獲取難度與供應鏈安全保障能力共同構成了行業的供應鏈壁壘。銅箔、覆銅板等核心原材料的質量直接決定PCB產品的性能與成本。當前下游AI計算、電動汽車等高增長應用需求激增，帶動高速覆銅板、HVLP銅箔等高端材料的市場需求大幅提升。但這類高端材料的供應高度集中於少數廠商，且受國際貿易形勢、產能分佈等因素影響較大，合作門檻高於普通材料。頭部企業憑藉長期合作積累，已與核心材料供應商建立穩定綁定關係；同時，其多年沉澱的跨區域管理經驗與生產運營能力，可進一步轉化為全球化佈局能力，有效對沖單一區域的供應風險，保障供應鏈安全。而新入企業，一方面缺乏與高端材料供應商的合作基礎，難以快速獲得穩定的優質材料資源；另一方面，跨區域運營經驗與全球化佈局能力需要長期積累。因此，新入企業在生產穩定性與成本控制上處於劣勢。
- **研發壁壘：**全球PCB行業領先企業憑藉長期的研發投入與技術沉澱，已構建堅實的技术壁壘。一方面，通過長期深度合作，頭部企業能精準匹配下游客戶需求，提

## 行業概覽

供定制化設計方案；另一方面，頭部企業掌握了微細線控制、超小孔徑加工、多層對位校準等尖端製造工藝，同時在高頻基板研發、先進散熱技術應用等核心領域形成技術優勢，並通過持續優化生產流程實現對產品良率的精準把控。而新入企業，不僅缺乏長期穩定的研發資金投入與核心技術積累，在材料研發、工藝優化等關鍵領域難以突破技術瓶頸，還因生產實踐經驗不足導致產品性能不穩定、良率控制能力薄弱，最終無法切入高端產品市場。

### 全球PCB行業關鍵成功因素分析

- **不斷快速迭代的技術創新能力：**全球PCB行業的技術創新呈現加速迭代的特徵，這要求企業構建從基礎材料研究、先進工藝開發到與下游領先客戶協同研發的完成創新體系。材料層面突破關鍵配方；工藝層面實現高階製程的穩定量產；研發模式層面形成與下游客戶的協同開發機制，定制能夠滿足下游應用需要的PCB產品。
- **通信行業技術積累向AI算力時代延伸能力：**頭部PCB公司在5G/6G通信領域積累技術解決方案，已成為支撐AI基礎設施及數據中心高端PCB發展的技術基石。企業成功的關鍵在於是否能將這一經過驗證的技術平台進行平滑延伸與深度適配，針對新場景的特定需求進行優化。
- **快速市場響應與產品迭代能力：**面對下游市場的快速變化，是否能夠快速響應並在短期內進行產品迭代的能力成為企業競爭力的關鍵因素。這要求企業擁有一套高效的研發與供應鏈體系，實現從產品定義、技術驗證到批量交付的全程提速，在產品生命週期初期鎖定市場份額。
- **供應鏈垂直整合與風險管控能力：**通過戰略投資、產業協同、全球佈局等，鎖定關鍵原材料，及核心設備的穩定供應，是企業保障生產連續性、構築成本優勢的核心基礎。此外，對關鍵原材料領域進行戰略性垂直整合，不僅有助於企業實現核心技術自主、保障產品一致性、提升良率與產能爬坡效率，還能增強企業面對全球供應鏈波動時的韌性，全面提高風險抵禦能力。
- **多行業核心客戶深度合作與認證能力：**突破核心客戶的嚴苛認證體系，不僅是企業獲取長期穩定訂單的前提，更是與客戶構建深度綁定、達成價值捆綁的基礎。此舉為雙方建立深度合作模式創造了有利條件，使企業能更精準地把握行業技術趨勢，進而推動產品的持續迭代與升級。
- **規模化資本投入與全球化產能管理能力：**全球PCB行業前期研發與生產的資本投入門檻較高，大規模產能建設能力是企業具備單位成本競爭優勢的關鍵。當前，頭部企業已經開始進行全球化佈局與產能管理，如在東南亞國家投資建設多條生

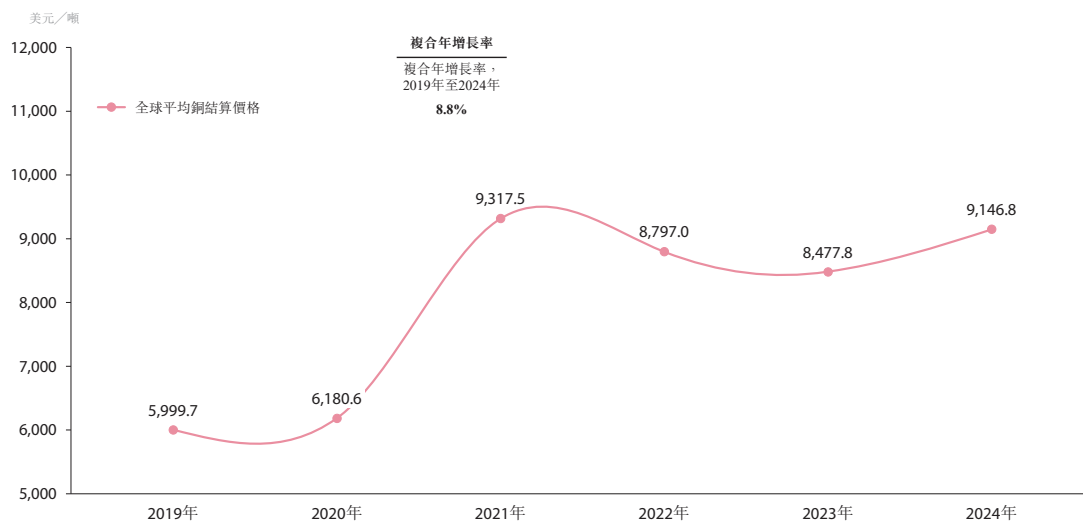
## 行業概覽

產線，用於生產高端PCB產品，以滿足全球範圍內重要客戶在消費電子、汽車及數據中心及AI服務器等領域產品的海外交付需求。

### 全球PCB行業成本

PCB的主要原材料成本包括覆銅板、銅箔及銅球。銅材料成本佔PCB總原材料成本的70%，因此PCB成本與銅價高度相關。全球年均銅結算價格從2019年的5,999.7美元／噸增長至2024年的9,146.8美元／噸。未來，隨著全球範圍下的產業升級以及對可再生能源和基礎設施發展的日益推動，銅價預計將預計在相對高位區間持續保持相對平穩。

#### 全球平均銅結算價格，2019年至2024年



資料來源：倫敦金屬交易所、灼識諮詢

### 全球軟板行業概覽

軟板指以柔性覆銅板為基材製成、可彎曲折疊的PCB。其具備輕薄、可彎曲、高配線密度等性能優勢，是實現電子設備小型化、輕量化及高可靠互聯的關鍵基礎元件。

在消費電子領域，軟板是實現智能手機、平板電腦及可穿戴設備內部顯示模組、攝像頭、生物識別等模組間高速信號傳輸的主流方案；在汽車電子領域，軟板廣泛應用於汽車電池管理系統(BMS)以及車載顯示。在工業控制領域，FPC憑藉其在複雜環境下的高可靠性和空間適應性，使得工業設備實現穩定高效的連接。隨着邊緣AI設備在更小巧的設計中集成更多功能，能夠實現三維佈線和高密度互連的FPC，在高端化與定制化趨勢的推動下需求將持續增長，成為邊緣側PCB產業價值提升的關鍵驅動力。

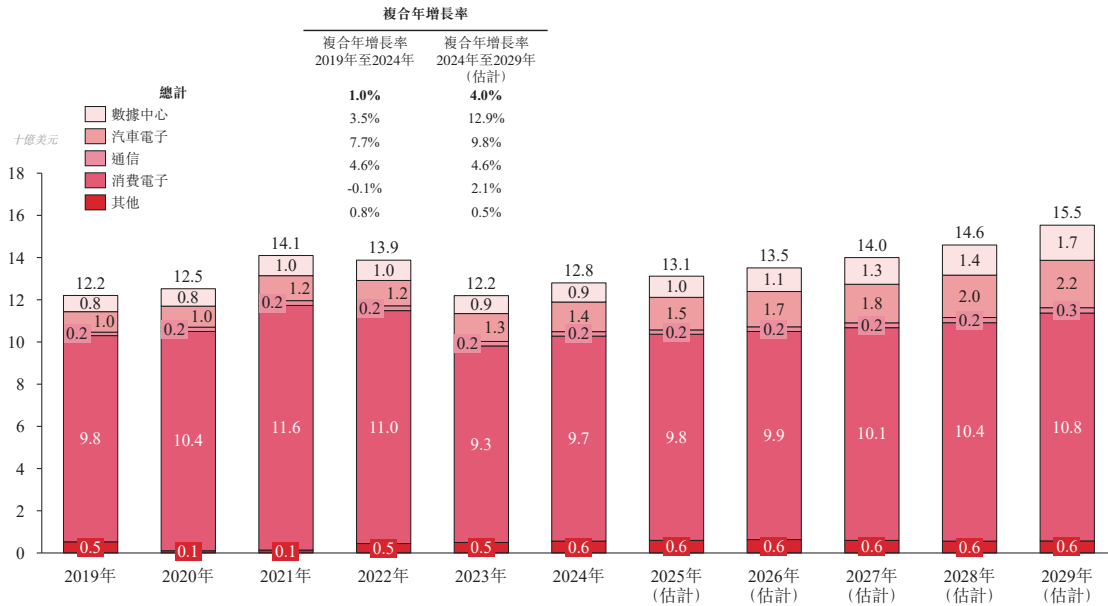
### 全球軟板行業按應用分的市場規模

全球軟板市場呈現穩步增長態勢，市場規模於2024年達到128.0億美元，將於2029年增長至155億美元，複合年增長率為4.0%。2019年至2024年，從各個應用場景貢獻的市場規模來

## 行業概覽

看，消費電子是軟板最大應用場景，2024年，其對應的市場規模為97億美元，佔全球總量的約75.8%，但佔比較2019年的80.3%略有所下降。未來，消費電子市場受益於智能手機、AR/VR設備、可穿戴設備等智能設備出貨量增長，驅動軟板市場規模增長。汽車電子是全球軟板行業中增長最快的應用領域，2024年市場規模達14億美元，佔比10.9%，預計2029年，該佔比將升至14.2%，主要原因是EV滲透率提升、智能駕駛技術能力升級，以及智能駕駛行業發展所帶來的車身端嶄新應用場景。

全球軟板市場規模，按應用分，2019年至2029年(估計)



資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

註：其他領域主要包括工控、醫療等

### 全球軟板行業的競爭格局

在當前全球經濟復甦和技術快速發展的背景下，軟板行業經歷著不斷變革與整合，行業集中度高，競爭激烈。隨著科技創新和數字化轉型的浪潮，使得擁有龍頭優勢的企業在市場中展現出更強的競爭力和影響力。全球軟板市場競爭激烈，且頭部廠商之間的競爭格局相對集中。以銷售收入計，本公司2024年在全球軟板市場中排名第二。

## 行業概覽

### 2024年全球PCB供應商排名，按銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元)   | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|-----------------|--------------|
| 1  | 公司A   | 3,843.4         | 30.0%        |
| 2  | 本公司   | <b>3,046.5</b>  | <b>23.8%</b> |
| 3  | 公司C   | 1,752.8         | 13.7%        |
| 4  | 公司J   | 1,155.6         | 9.0%         |
| 5  | 公司K   | 824.0           | 6.4%         |
| 6  | 公司L   | 437.0           | 3.4%         |
| 7  | 公司I   | 264.2           | 2.1%         |
| 8  | 公司M   | 179.5           | 1.4%         |
| 9  | 公司N   | 172.0           | 1.3%         |
| 10 | 公司O   | 160.0           | 1.3%         |
|    | 前十大小計 | <b>11,835.0</b> | <b>92.4%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

附註：

1. 公司J為一家成立於1999年且於韓國交易所上市、總部位於韓國的公司，主要從事軟板及相關應用組件的研發、生產及銷售。
2. 公司K為一家成立於2000年且於台灣證券交易所上市、總部位於中國台灣的上市公司，主要從事軟板的研發、生產及銷售。
3. 公司L為一家成立於2003年且於深圳證券交易所上市、總部位於中國福建的上市公司，主要從事軟板的研發、生產及銷售。
4. 公司M為一家成立於1918年且於東京證券交易所上市、總部位於日本的上市公司，主要從事先進功能材料及軟板的研發、製造及銷售。
5. 公司N為一家成立於1988年且於韓國交易所上市、總部位於韓國的公司，主要為顯示模組、汽車系統及智能手機提供軟板。
6. 公司O為一家成立於1897年且於東京證券交易所上市、總部位於日本的上市公司，主要從事電線／電纜、電子元件、汽車零部件及軟板的研發、生產及銷售。

### 全球軟板行業驅動因素及發展趨勢

- **邊緣AI設備的輕薄化與多功能集成：**邊緣AI設備持續向更輕薄、緊湊方向發展，並集成更多複雜功能，推動軟板需求增長。軟板憑藉其可彎曲性和高密度佈線能力，成為連接有限空間內各模塊的理想選擇，有效滿足產品小型化與功能集成的嚴苛要求。
- **創新消費電子的快速發展催生軟板需求進一步發展：**近幾年，消費電子市場推陳出新，AR/VR、可穿戴設備、折疊屏手機等新興市場需求快速增長，催生軟板市場需求進一步增長。在AR/VR領域，隨著芯片、顯示技術、通信手段的不斷進步，AR/VR行業進入快速成長期。2029年全球AR/VR出貨量有望達到[0.38]億台。在可穿戴設備領域，由於產品需要承載更多的元器件以實現更多的功能，同時又需具備輕量化和集成化特點，因此對線路密度要求進一步提高，這將使單機軟板使用比例會越來越高。
- **新能源汽車電氣化、智能化、集成化、輕量化推動車載軟板市場需求提升：**軟板由於具備配線密度高、重量輕、厚度薄、可折疊彎曲、三維佈線、安全性等其他類

## 行業概覽

型線路板無法比擬的優勢，更符合下游行業中電子產品輕量化、智能化、集成化發展趨勢，更加適合新能源汽車。隨著汽車向著電氣化、智能化發展，汽車電子佔汽車成本的比重於2029年擬達到50%。隨著電子化水平的提升，汽車自動駕駛、娛樂系統、照明系統、顯示系統、動力系統、電池管理系統以及傳感器等裝置對電子元器件的需求量擴大，對連接電子元器件所需的軟板的數量相應增加，車用軟板需求將進一步增長。

### 全球邊緣AI設備PCB行業概覽

#### 全球邊緣AI行業發展與價值演進

邊緣AI指將AI模型部署於臨近數據生成來源的邊緣節點，尤其部署於AI消費電子及汽車領域，確保數據收集、處理、推斷及決策制定的本地化完成。通過雲端訓練與邊緣部署的協同模式，其將算力分派至網絡邊緣層，形成具備本地實時響應及雲端協同優化的智能架構。由於本地化制定決策無需持續依賴雲端，該轉變實現了實時處理、增強隱私保護及更高的運行獨立性。為支持該等能力，邊緣AI設備在壓縮形態下需要更高的實際處理性能。其進而對核心硬件組件(尤其是PCB)提出更嚴格的要求。21世紀初，個人電腦、智能手機作為消費電子的代表率先實現技術突破，憑藉移動計算與觸控交互技術的革新，推動了產品智能化普及。此後，隨著技術的持續升級，智能穿戴、平板電腦等消費電子產品與XR設備、遊戲機、智能家居等產品相繼出現。同時，汽車正經歷電氣化與智能化的深刻變革，從傳統交通工具演進為融合出行、辦公與娛樂功能的邊緣AI設備，重塑移動生活方式。

#### 全球邊緣AI設備市場規模

邊緣AI技術的商業化落地，正成為驅動邊緣AI設備產業升級與價值重塑的核心因素。Edge AI設備主要包括了AI消費電子終端、汽車終端、工業終端、醫療設備等。一方面，在AI消費電子領域，硬件換機新週期和單品價值提升進一步推動市場增長；另一方面，邊緣AI是實現ADAS與智能座艙人機共駕的關鍵技術，推動汽車從運輸工具向移動智能空間演進。

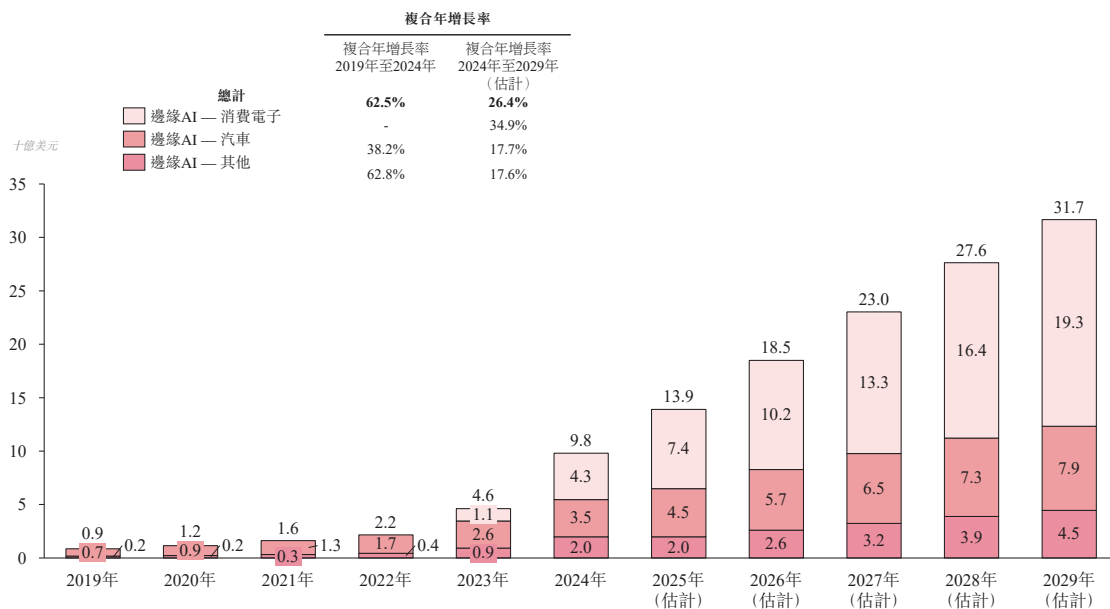
按照出貨量統計，2024年全球邊緣AI設備的出貨量達到約3.6億台，2029年，全球邊緣AI設備的出貨量將達到[20]億台，2024年至2029年的複合年增長率為40.7%。隨著邊緣AI設備推陳出新，邊緣AI設備將會有更多嶄新的功能與應用場景，驅動了電子器件在終端上的形態和性能體現，也驅動了其單價的提升。就出貨量而言，AI手機、個人電腦及平板電腦是邊緣AI設備中出貨量最大的三大類別。預計各產品細分領域中具備AI功能的機型滲透率如下：就智能手機而言，滲透率將從2024年的13.2%升高至2029年的59.4%；就平板電腦而言，滲透率將從2024年的20%升高至2029年的67.0%；就個人電腦而言，滲透率則將從2024年的18.6%升高至2029年的72.0%。

## 行業概覽

### 全球邊緣AI設備PCB行業市場規模

全球邊緣AI設備PCB行業作為支撐邊緣節點AI計算的核心載體，其市場規模隨邊緣算力需求爆發實現快速擴容。全球邊緣AI設備PCB市場乃整個全球PCB市場的一部分，相當於部署於邊緣AI設備中的PCB市場規模。其乃全球PCB市場未來增長的重要驅動力，其市場份額正穩步增加。2024年全球邊緣AI設備PCB行業已突破98億美元，2019年至2024年的複合年增長率為62.5%。從增長預期看，受益於生成式AI在邊緣場景的滲透與邊緣AI部署加速，市場將進入高速增長期，預計2029年邊緣AI設備PCB市場規模將增至317億美元，2024年至2029年複合年增長率為26.4%，顯著高於全球PCB行業整體的增速。

#### 全球邊緣AI設備PCB行業市場規模，按應用分，2019年至2029年(估計)



資料來源：灼識諮詢

附註：其他主要指工業控制系統、醫療器械等。

### 全球邊緣AI設備PCB行業競爭格局

全球邊緣AI設備PCB行業高度聚焦於為邊緣AI設備提供高性能、高可靠性的PCB解決方案。該市場技術壁壘高，已形成顯著的集中化競爭格局，由少數具備尖端技術、規模化產能及多領域核心客戶資源的頭部企業主導。以銷售收入計，本公司在2024年位於市場第一。預計未來，隨著邊緣AI算力需求的持續提升，具備高端產品量產能力、緊密客戶合作關係及先進製造工藝的頭部企業將進一步擴大其競爭優勢，行業集中度有望持續提升。頭部企業積極推進產能的全球化與智能化升級，以匹配邊緣AI算力需求對PCB性能、規模及交付效率的嚴苛要求。

## 行業概覽

### 2024年邊緣AI設備PCB行業全球供應商排名， 按銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元) | 市佔率<br>(%) |
|----|-------|---------------|------------|
| 1  | 本公司   | 2,637.3       | 26.9%      |
| 2  | 公司A   | 2,271.8       | 23.2%      |
| 3  | 公司F   | 560.0         | 5.7%       |
| 4  | 公司I   | 540.2         | 5.5%       |
| 5  | 公司C   | 539.2         | 5.5%       |
| 6  | 公司P   | 477.6         | 4.9%       |
| 7  | 公司B   | 427.4         | 4.4%       |
| 8  | 公司D   | 362.9         | 3.7%       |
| 9  | 公司E   | 238.6         | 2.4%       |
| 10 | 公司G   | 219.4         | 2.2%       |
|    | 前十大小計 | 8,274.4       | 84.4%      |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

附註：

1. 公司P為一家成立於2006年的企業，於上海證券交易所上市，總部位於中國廣東，主要從事先進HDI板、高多層板及軟硬結合板PCB等PCB產品的研發、生產及銷售。

### 全球邊緣AI設備PCB行業行業驅動因素及發展趨勢

- **AI向邊緣側下沉：**AI應用向邊緣側下沉，推動消費電子等智能化場景對高性能、低延時PCB的需求。具體而言，隨著AI驅動邊緣側算力部署加速：在智能汽車領域，ADAS、智能座艙及車聯網功能迭代，對汽車PCB的高頻、高溫可靠性及長效穩定性提出更高要求；在消費電子行業中，海量終端設備需實現本地化實時數據處理與決策，使PCB向高密度集成、低信號損耗及微型化方向演進。未來，隨著通信技術發展，邊緣與數據中心協同深化，PCB將持續向高頻高速、高散熱及高可靠性方向升級。
- **消費電子產品形態及功能持續創新：**消費電子在AI技術的推動下不斷創新，從性能、形態和功能三個方面共同帶動了全球邊緣AI設備PCB行業行業的發展。第一，性能提升推動PCB向高端演進。設備為支持本地AI計算，需搭載更強的處理器，這就要求PCB具備更高層數、低損耗高速材料以及更精密的佈線工藝，如高階HDI和類載板(SLP)。第二，形態小型化促進PCB向高密度和柔性化發展。為適應折疊屏、穿戴設備等緊湊結構，PCB必須在更小面積內實現更高集成度，因此任意層HDI和軟板技術被廣泛採用。第三，功能多樣化帶來PCB在散熱與集成方面的升級。多傳感器融合等複雜功能，需要PCB使用金屬基板等特殊材料，並引入系統級封裝等技術，以保障穩定運行。綜上所述，消費電子在AI驅動下的智能化、輕薄化和多功能化趨勢，從性能、形態與功能三個路徑，持續推動邊緣AI PCB在材料、設計和工藝上不斷升級，為行業注入強勁增長動力。

## 行業概覽

- **車載場景強勁需求驅動PCB市場形成顯著增量：**車載領域已成為整個市場的核心需求場景。隨著L3-L4級自動駕駛技術加速滲透，預計2025年其滲透率將超55%，帶動單車PCB價值量提升；其中，毫米波雷達模組所用邊緣AI設備PCB的單價為普通汽車PCB的3倍以上，凸顯高端汽車PCB在自動駕駛系統中的關鍵地位與高附加值屬性。伴隨自動駕駛功能複雜度持續升級，系統對邊緣AI設備PCB行業的信號傳輸穩定性、耐高溫性能及抗電磁干擾能力提出更高要求，這一趨勢正促使行業加大研發投入，推動產品向多層化、高頻高速化方向迭代。同時，EV與智能網聯汽車的快速普及，帶動邊緣AI設備PCB行業的需求持續攀升，預計未來該領域市場規模將實現進一步擴張。
- **頭部企業通過產能擴張與併購整合進一步強化市場地位：**邊緣AI設備領域技術壁壘與資本投入門檻持續提升，對企業跨設備、跨下游市場的綜合能力提出更高要求，頭部企業通過產能擴張與併購整合進一步強化市場地位。具體而言，邊緣AI應用場景涵蓋消費電子、汽車等多類設備，各領域對PCB的性能標準、可靠性及定制化需求存在顯著差異。企業需具備跨領域的技術適配能力，包括高頻高速材料應用、高密度互連工藝、熱管理方案及軟硬結合板設計等綜合技術儲備，以滿足不同場景下對算力承載與信號完整性的嚴苛要求。同時，高端產線的建設與研發投入規模持續擴大，涉及高端檢測設備、精密加工系統及自動化產線的資本開支顯著攀升，進一步抬高了行業准入與持續經營門檻。在此背景下，頭部企業通過以下策略鞏固競爭優勢：一方面，針對核心高增長領域，持續推進高端產能的全球化佈局，以強化規模化交付能力；另一方面，通過戰略性併購整合，快速獲取關鍵技術專利、互補產品線及高價值客戶資源，實現跨領域協同與市場份額擴張。這一趨勢加速了行業資源向具備技術全面性、資金實力及客戶覆蓋廣度的龍頭企業集中。

### 全球光模塊行業概覽

#### 全球光模塊行業發展背景

光模塊技術是新一代的通信技術，實現了對傳統電通信物理傳輸瓶頸的突破。光模塊技術通過電、光、電信號轉換機制，依託光纖的光信號傳輸特性，在帶寬容量、傳輸距離、抗干擾能力及能效密度等關鍵維度形成代際優勢，系統性解決了數字時代大流量交互、廣域互聯的核心傳輸挑戰，在支撐通信網絡升級的同時全面賦能算力基礎設施。

#### 全球光模塊行業產業鏈分析

光模塊行業的產業鏈上游主要包括了光芯片、電芯片、PCB及結構件。光芯片是光模塊實現電信號與光信號之間雙向轉換的核心功能載體，其光電轉換效率、帶寬容量與穩定性

## 行業概覽

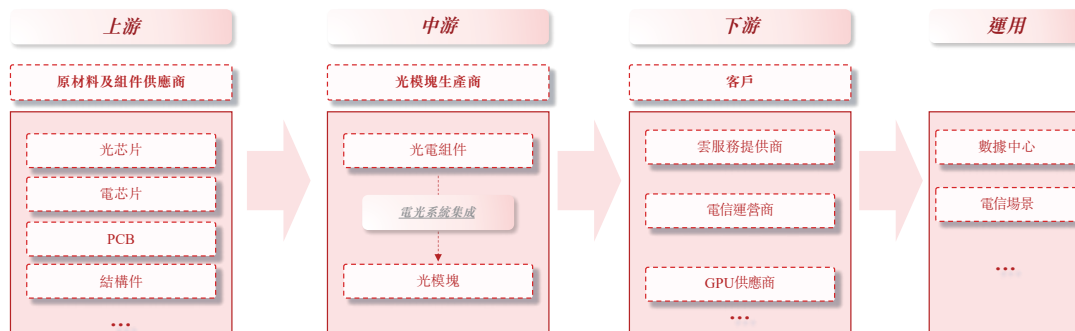
直接決定光模塊系統的傳輸速率上限、功耗水平及長期運行可靠性，是光模塊產業鏈的技術核心環節。隨著下游領域對帶寬需求的持續升級，光芯片傳輸速率呈階梯式迭代，從早期10G、25G向100G、400G、800G演進，當前1.6T光芯片已進入量產初期，形成與下游需求高度匹配的技術迭代路徑。光芯片速率的階梯式突破直接決定光模塊的速率上限，進而劃分光模塊的下游場景定位。

產業鏈中游包括光模塊。光電組件整合至光模塊以實現跨網絡高效數據傳輸。傳輸速率是核心性能指標，直接決定其數據傳輸效率與下游場景適配能力。光模塊行業按傳輸速率可劃分為中低速與高速產品。

- 1G–100G光模塊為中低速主流型號，主要適配傳統數據中心接入層、電信領域2G–5G基站前傳等中低帶寬場景，具備成本低、兼容性強的特點；
- 200G、400G光模塊為過渡性高速產品，廣泛應用於數據中心匯聚層、5G基站中回傳及企業網核心節點，平衡帶寬需求與成本效益；
- 800G光模塊為當前高速市場主流型號，受益於AI服務器、超大型數據中心算力傳輸需求爆發，主要用於數據中心核心層、AI集群互聯等高頻場景；
- 1.6T及以上光模塊為當前處於初步量產階段的前沿解決方案。彼等主要面向6G預研、超算中心等未來高帶寬場景。

光模塊行業的下游應用場景覆蓋了數通場景及電信場景，兩類場景的差異化需求推動光模塊技術向多維度突破。

### 全球光模塊產業鏈分析



資料來源：灼識諮詢

## 行業概覽

### 全球光模塊行業技術領先性分析

相較於傳統電信號傳輸方案，光模塊通過電、光、電這一路徑的轉換鏈路實現性能躍遷，其優勢集中體現在帶寬、低損耗、抗干擾與功耗四大維度：

- **高容量傳輸：**光模塊的核心優勢在於其物理層的能力躍遷。通過波分複用(WDM)技術，單根光纖可並行傳輸多個光信號，實現太比特／秒(Tb/s)級別的傳輸容量，較銅纜的百兆比特／秒(Mb/s)單通道極限呈現數量級領先。這一特性使得光模塊在數據中心互聯、算力集群組網等高頻寬場景中成為不可替代的基礎設施。
- **低損耗、抗干擾能力適配複雜環境：**光纖作為絕緣介質，可完全規避電磁干擾(EMI)與射頻干擾(RFI)。反觀銅纜傳輸，在數據中心高密度佈線場景下易出現信號串擾。
- **低功耗契合綠色算力需求：**高速率光模塊單位帶寬功耗較電傳輸降低60%以上，以1.6T矽光模塊為例，其功耗可控制在15W以內，而同等帶寬的電傳輸方案功耗超40W。對於擁有數十萬個模塊的AI數據中心而言，單模塊每降低1W功耗，年節電可達數萬度。
- **突破電互聯瓶頸的能效革命：**面對AI算力中心的功耗與帶寬密度壓力，光互連架構從機櫃級可插拔向芯片級共封裝演進，形成多技術路徑協同的格局。CPO通過將光引擎與交換芯片合封，使鏈路損耗下降，信號完整性得到顯著優化。

### 全球光模塊市場規模

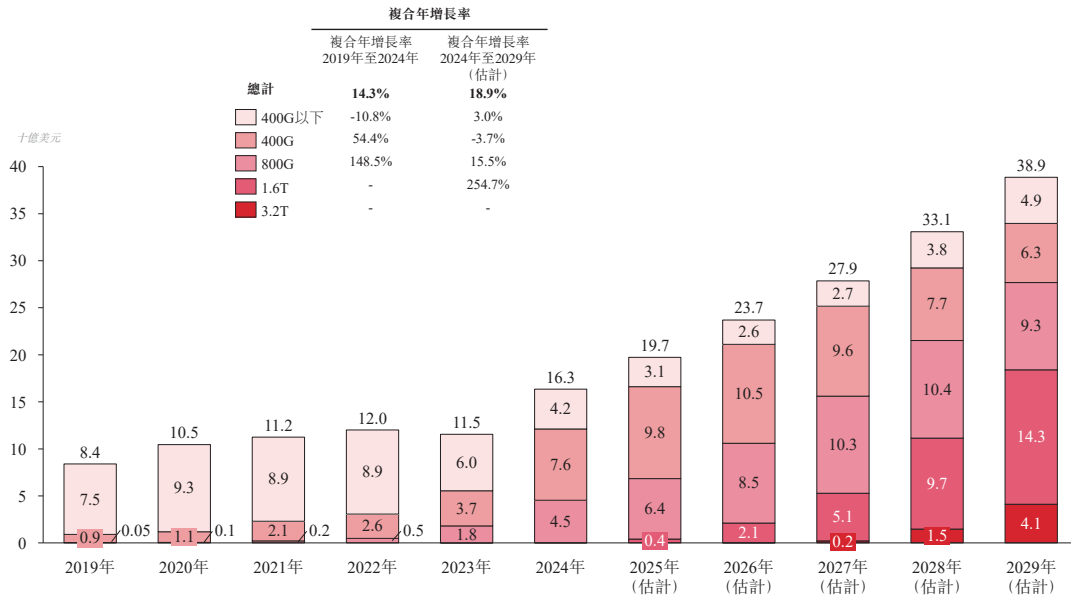
光模塊憑藉光電轉換的天然技術特性，成為突破數據傳輸瓶頸的核心器件。全球光模塊市場規模已從2019年的84億美元增至2024年的163億美元，2019年至2024年的複合年增長率為14.3%。AI大規模模型的訓練正推動GPU計算集群規模持續擴張。為使該等集群中數千個GPU能夠協同運作，需要持續、高頻且大規模的數據交換，不斷增加對互聯網路的帶寬及延遲的需求，進而為全球光模塊市場提供了持續的增長動力。同時，多種技術路線並行發展以支撐這一增長。EML解決方案在特定應用中保持其性能優勢，而矽光技術因其高集成度、成本優化潛力及能效表現而受到關注，尤其在高速數據中心互聯領域。該等創新以光芯片等上游核心組件的不斷突破為支撐，為行業的強勁擴張奠定了堅實基礎。在該等因素的驅動下，全球光模塊市場預計將呈現顯著增長，其規模有望從2024年的163億美元增長至2029年的389億美元，2024年至2029年的複合年增長率為18.9%。

隨著技術迭代節奏加快，800G光模塊市場規模於2019年的0.5億美元快速增加至2024年的約45億美元，2019年至2024年的複合年增長率為148.5%。1.6T光模塊作為下一代解決方案，

## 行業概覽

已結束早期研發階段，將於不久的將來進入商業化起步期，預計到2029年市場規模將達到約143億美元。而3.2T光模塊則代表了更遠期的技術方向，目前尚在研發和標準制定階段，預計將在2029年後成為新的增長點。與此形成對比的是，400G及以下速率的傳統光模塊市場，雖然在一定時期內仍保有一定體量，但其增長已明顯放緩。

全球光模塊市場規模，按速率計，2019年至2029年



資料來源：灼識諮詢

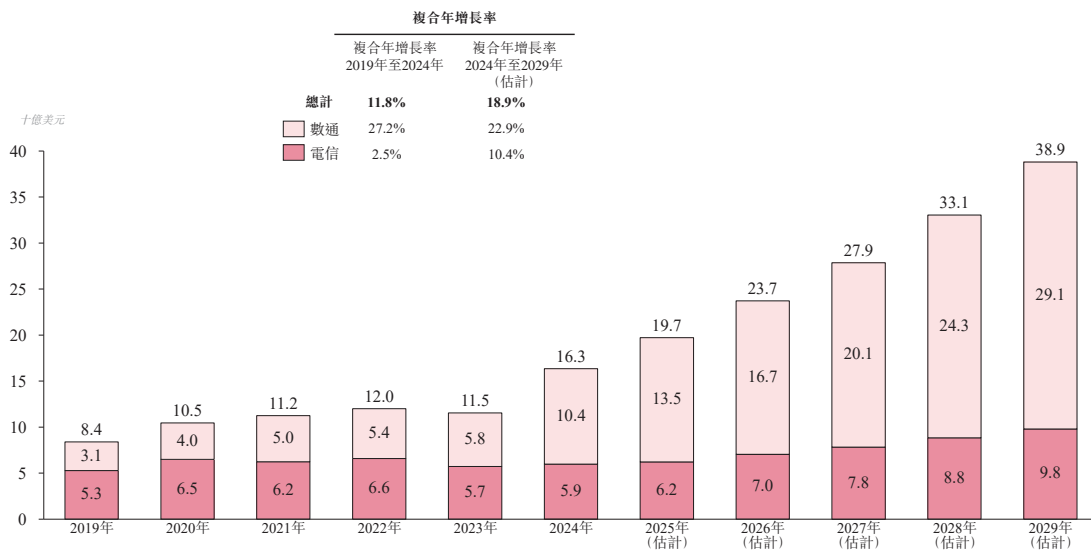
光模塊按核心應用場景可分為數據通信與電信領域，其中數通領域聚焦數據中心內部及跨中心的高速互連，電信領域側重廣域網絡的長距離傳輸。其中，數通領域受益於全球算力基礎設施擴張，成為光模塊市場的核心增長市場。從當前增長態勢看，2019至2024年，全球數據中心建設進入加速期。一方面，AI大模型訓練推動算力需求指數級增長，驅動數據中心擴容；另一方面，雲廠商持續增加算力基礎設施投資。雙重驅動下，數通領域光模塊市場規模從2019年的31億美元增長至2024年的104億美元，複合年增長率達27.2%，且800G高速率光模塊在2024年出貨量成為主流配置。未來，數通領域光模塊需求的增長韌性將進一步強化。一是雲廠商數據中心投資額仍呈上升趨勢，且投資向算力集群化發展；二是算力集群遵循規模化法則，即算力需求隨模型參數／數據量增長呈超線性擴張，這對光模塊的高速傳輸、低損耗、高能效提出更嚴苛要求。該背景下，預計2029年數通領域光模塊市

## 行業概覽

場規模將達到[291]億美元，複合年增長率為[22.9]％。數通場景內，數據中心內部互聯追求極致的帶寬密度和能效。這直接催生了LPO等低功耗方案，以及CPO技術，後者將光引擎與交換芯片緊密集成，旨在進一步解決可插拔模塊的功耗和速率瓶頸，同時，矽光技術憑藉其高集成度和潛在的成本優勢，在高速產品中滲透率不斷提升。

電信光模塊雖在2019年至2024年期間增長滯緩，但受益於6G網絡的部署以及下一代光模塊技術發展的全面支持，預計其市場規模擬從2024年的60億美元進一步增長至2029年的98億美元，複合年增長率為10.4％。

全球光模塊市場規模，按應用分，2019年至2029年(估計)



資料來源：灼識諮詢

### 全球光模塊行業的競爭格局

高速數據傳輸的激增需求，直接推動全球光模塊行業增長。在全球光模塊領域，光模塊的競爭格局高度集中。頭部企業憑藉在高速(400G/800G)及高可靠性模塊方面的技術壁壘，以及規模化生產的成本優勢，佔據顯著市場份額。

同時，數據中心、5G基站等核心應用領域不斷攀升的研發成本與嚴苛的質量要求，進一步加劇了這一集中趨勢，為新進入者設立了較高門檻。全球光模塊行業呈現出技術驅動以及垂直產業鏈整合佈局的趨勢，頭部行業參與者將通過持續提高研發能力及量產能力的方式持續提升市場份額。

在全球光模塊供應商的競爭格局中，索爾思光電於2024年位列第八，市佔率為2.5%。截至2025年6月30日止六個月，索爾思光電維持了全球第八的排名，其市佔率則提升至3.1%。在400G及以上光模塊市場中，索爾思光電於2024年排名第五，市佔率為2.1%。截至6月30日止六個月，其排名躍升至第四，同時市佔率大幅提升至4.3%。此外，索爾思光電在光芯片產量方面保持領先地位。2024年，其光芯片產量全球排名第七，市佔率為1.9%。截至2025年6月30日止六個月，索爾思光電在該領域的市佔率上升至4.4%，排名則維持第七。

## 行業概覽

### 截至2025年6月30日止六個月光模塊供應商排名， 按光模塊的銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元)  | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|----------------|--------------|
| 1  | 公司Q   | 2,036.5        | 20.7%        |
| 2  | 公司R   | 1,948.7        | 19.8%        |
| 3  | 公司S   | 1,468.8        | 14.9%        |
| 4  | 公司V   | 594.9          | 6.0%         |
| 5  | 公司T   | 528.3          | 5.4%         |
| 6  | 公司U   | 524.2          | 5.3%         |
| 7  | 公司W   | 315.0          | 3.2%         |
| 8  | 索爾思光電 | <b>304.9</b>   | <b>3.1%</b>  |
| 9  | 公司X   | 196.0          | 2.0%         |
| 10 | 公司Y   | 55.6           | 0.6%         |
|    | 前十大小計 | <b>7,972.9</b> | <b>81.0%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

附註：

1. 公司Q為一家成立於2005年並在深圳證券交易所上市的上市公司，總部位於中國山東，專註於光模塊的研發及製造。
2. 公司R為一家成立於1966年並在紐約證券交易所上市的上市公司，總部位於美國，開發、製造及銷售激光器、光模塊，以及其他光學及光電設備、模塊、系統及工程材料。
3. 公司S為一家成立於2008年並在深圳證券交易所上市的上市公司，總部位於中國四川，專註於光模塊的研發及製造。
4. 公司T為一家成立於2003年並在深圳證券交易所上市的上市公司，總部位於中國山東，專註於光模塊、光芯片及光網絡終端產品的研發及量產。
5. 公司U為一家成立於1999年並在深圳證券交易所上市的上市公司，總部位於中國湖北，主要從事光通信、激光加工設備及傳感器的研發、製造及技術服務。
6. 公司V為一家成立於2001年並在深圳證券交易所上市的上市公司，總部位於中國湖北，其為一家光電元件及光模塊的開發商及製造商。
7. 公司W為一家成立於1995年並在納斯達克上市的上市公司，總部位於美國，主要從事寬帶通信、存儲及汽車以太網等領域半導體芯片及解決方案的研發、設計及供應。
8. 公司X為一家成立於2015年並在納斯達克上市的上市公司，總部位於美國，主要從事光通信及商用激光器領域創新光學及光子產品的設計及製造。
9. 公司Y為一家成立於2006年並在上海證券交易所及香港聯交所上市的上市公司，總部位於中國上海，主要從事電信寬帶、無線網絡及小基站、高速光模塊以及邊緣計算及工業互聯網等領域產品的研發、生產及銷售。

### 2024年光模塊供應商排名， 按光模塊的銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元)   | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|-----------------|--------------|
| 1  | 公司Q   | 3,366.9         | 20.6%        |
| 2  | 公司R   | 2,822.2         | 17.3%        |
| 3  | 公司S   | 1,220.6         | 7.5%         |
| 4  | 公司T   | 927.1           | 5.7%         |
| 5  | 公司U   | 718.3           | 4.4%         |
| 6  | 公司V   | 560.9           | 3.4%         |
| 7  | 公司W   | 506.6           | 3.1%         |
| 8  | 索爾思光電 | <b>413.7</b>    | <b>2.5%</b>  |
| 9  | 公司X   | 274.4           | 1.7%         |
| 10 | 公司Y   | 69.3            | 0.4%         |
|    | 前十大小計 | <b>10,880.0</b> | <b>66.6%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

## 行業概覽

### 截至2025年6月30日止六個月全球光模塊供應商排名， 按400G+光模塊的銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元)  | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|----------------|--------------|
| 1  | 公司Q   | 1,800.0        | 22.2%        |
| 2  | 公司S   | 1,322.5        | 16.3%        |
| 3  | 公司R   | 972.5          | 12.0%        |
| 4  | 索爾思光電 | <b>241.6</b>   | <b>3.0%</b>  |
| 5  | 公司V   | 180.2          | 2.2%         |
|    | 前五大小計 | <b>4,516.8</b> | <b>55.7%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

### 2024年全球光模塊供應商排名， 按400G+光模塊的銷售收入計

| 排名 | 公司名稱  | 銷售額<br>(百萬美元)  | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|----------------|--------------|
| 1  | 公司Q   | 2,845.0        | 23.5%        |
| 2  | 公司S   | 1,510.0        | 12.5%        |
| 3  | 公司R   | 1,255.0        | 10.4%        |
| 4  | 公司V   | 375.0          | 3.1%         |
| 5  | 索爾思光電 | <b>251.9</b>   | <b>2.1%</b>  |
|    | 前五大小計 | <b>6,236.9</b> | <b>51.6%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

### 截至2025年6月30日止六個月光模塊供應商排名， 按高速光芯片產量計

| 排名 | 公司名稱  | 產量<br>(萬顆)       | 市佔率<br>(%)   |
|----|-------|------------------|--------------|
| 1  | 公司X   | ~2,600.0         | 21.7%        |
| 2  | 公司R   | ~2,500.0         | 20.8%        |
| 3  | 公司Z   | ~2,000.0         | 16.7%        |
| 4  | 公司AA  | ~1,500.0         | 12.5%        |
| 5  | 公司O   | ~1,500.0         | 12.5%        |
| 6  | 公司BB  | ~600.0           | 5.0%         |
| 7  | 索爾思光電 | <b>~531.0</b>    | <b>4.4%</b>  |
| 8  | 公司CC  | ~150.0           | 1.3%         |
| 9  | 公司DD  | ~100.0           | 0.8%         |
| 10 | 公司EE  | ~50.0            | 0.4%         |
|    | 前十大小計 | <b>~11,531.0</b> | <b>96.1%</b> |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

附註：

1. 公司Z是一家成立於1991年並於納斯達克上市的公眾公司，總部位於美國，主要從事半導體、企業軟件及安全解決方案的設計、開發及供應。
2. 公司AA是一家成立於1921年並於東京證券交易所上市的公眾公司，總部位於日本，主要從事電氣設備、電子元器件、汽車零部件等產品的研發及製造。
3. 公司BB是一家成立於1935年並於東京證券交易所上市的公眾公司，總部位於日本，主要提供服務器及光傳輸系統等IT產品，以及包括系統集成與諮詢服務在內的解決方案。

## 行業概覽

4. 公司CC是一家成立於2013年並於上海證券交易所上市的公眾公司，總部位於中國山西，主要從事光芯片的研發、設計、生產及銷售。
5. 公司DD是一家成立於2012年並在上海證券交易所上市的公眾公司，總部位於中國江蘇，主要從事高功率半導體激光器芯片、光模塊芯片等產品的研發及製造。
6. 公司EE是一家成立於2018年並於上海證券交易所上市的公眾公司，總部位於中國湖北，主要從事中高端光模塊激光器、光電探測器芯片以及封裝產品的研發及製造。

### 2024年光模塊供應商排名， 按高速光芯片產量計

| 排名 | 名稱    | 產量<br>(萬顆) | 市佔率<br>(%) |
|----|-------|------------|------------|
| 1  | 公司X   | ~3,500.0   | 21.9%      |
| 2  | 公司R   | ~3,000.0   | 18.8%      |
| 3  | 公司Z   | ~2,500.0   | 15.6%      |
| 4  | 公司AA  | ~2,000.0   | 12.5%      |
| 5  | 公司O   | ~1,900.0   | 11.9%      |
| 6  | 公司BB  | ~1,800.0   | 11.3%      |
| 7  | 索爾思光電 | ~300.0     | 1.9%       |
| 8  | 公司CC  | ~100.0     | 0.6%       |
| 9  | 公司DD  | ~80.0      | 0.5%       |
| 10 | 公司EE  | ~50.0      | 0.3%       |
|    | 前十大小計 | ~15,230.0  | 95.3%      |

資料來源：上市公司年度報告、專家訪談、灼識諮詢

### 全球光模塊市場驅動因素及未來趨勢

- **AI訓練需要海量GPU協同計算，GPU搭配光模塊的數量持續提升：**AI大模型訓練對GPU協同計算效率的核心訴求直接推動了光模塊行業的發展。傳統通用服務器聚焦單機計算，單機光模塊端口需求僅為2-4個；而AI服務器需支撐多GPU並行計算，以搭載8顆GPU的主流機型為例，其光模塊端口配置已提升至24至32個，端口密度較傳統機型提升6至8倍，直接匹配多GPU間的高頻數據交互需求。隨著GPU算力集群規模擴大至十萬卡集群，單GPU對應的光模塊配比正從1:1向1:4演進，意味著單機櫃光模塊需求將隨配比升級提升3-4倍，成為驅動光模塊整體需求的核心增量點。
- **AI數據中心集群規模擴容驅動光模塊速率迭代：**AIDC集群規模的持續擴容使光模塊速率成為決定模型訓練效率的關鍵變量，推動行業快速發展。十萬卡級GPU集群的單集群數據交互量較萬卡級提升10倍以上，傳統400G及以下速率光模塊已無法滿足低延遲、高帶寬的傳輸需求，高速光模塊從可選配置轉為剛性需求。
- **CPO技術解鎖極限密度與商業模式革新：**CPO技術通過將光模塊與交換機芯片深度集成，不僅實現封裝尺寸縮小50%、適配3.2T及以上超高速率需求，更重塑了電子器件行業的商業協作模式。傳統光模塊與交換機相對獨立的供應體系，正逐步

## 行業概覽

向緊密型戰略合作演變。光模塊廠商需提前介入交換機芯片的設計階段，與交換機廠商在架構規劃、接口標準、散熱方案等環節展開深度協同研發，共同優化光電混合系統性能。

- **產業鏈垂直整合塑造技術壁壘：**近年來，全球領先的光模塊廠商通過產業鏈深化垂直整合，構建了覆蓋光芯片、光模塊以及光網絡終端的全產業鏈協同發展體系，顯著增強了市場競爭力與供應鏈韌性。光芯片領域，多家企業已在EML等高速光芯片領域實現自主研發與規模量產，在海量數據傳輸需求激增的當下實現了技術與商業化落地代際躍遷，也降低了對進口光芯片的依賴。

### 全球精密組件行業概覽

精密組件行業是指利用精密加工技術、快速成型技術、自動控制技術及其他相關技術對涵蓋複雜且高精度的結構件、功能模組、整機進行設計、生產、加工、組裝和銷售的行業。該行業以高精度、高效率、自動化、非標定制為特點。從產業鏈結構看，精密組件行業產業鏈上游為原材料及設備供應環節，主要包括金屬材料等原材料，以及切割與成型設備、加工設備、測試與檢測設備等生產設備。產業鏈中游為精密加工與製造環節，即廠商負責加工高精度零部件、功能模塊，並提供整機組裝。產業鏈下游為精密組件產品應用領域，主要包括汽車、通信等。

### 全球精密組件行業規模

隨著下游製造業的不斷升級，以及5G通信、AI、新能源汽車等新興領域的加速興起，全球精密組件產品應用需求持續增長，為全球精密組件產業發展提供了廣闊增長空間。

全球精密組件的市場規模已從2019年的3,772億美元增長2024年的4,982億美元，複合年增長率為5.7%。隨著全球先進製造行業持續發展，科技進步加速與智能製造普及，預計該規模將於2029年達到6,898億美元，複合年增長率達到6.7%。

### 全球精密組件行業驅動因素及未來趨勢

- **智能化協同體系：**在數字化轉型與智能製造發展的宏觀趨勢驅動下，精密組件產業正加速向全流程智能化協同製造體系演進。具體表現為：其一，人工智能算法與數字孿生技術的深度耦合應用，通過構建高精度虛擬仿真模型對工藝參數進行系統性優化，能夠將複雜精密結構件的加工精度提升至納米級水平，同時大幅壓

## 行業概覽

縮產品研發週期；其二，物聯網技術與邊緣計算架構的廣泛部署，推動生產車間設備實現智能化升級，形成具備自主感知、自主決策能力的智能終端網絡，進而構建起涵蓋需求預測、柔性化生產、全生命週期質量追溯的閉環智能製造生態系統。

- **消費電子領域，精密組件領域呈現數字化、精細化、定制化趨勢：**在消費電子行業追求輕薄化、高性能、多功能的當下，精密組件行業呈現出三大核心趨勢：隨著消費電子行業追求輕薄化、高性能、多功能設計，精密組件行業顯現出數字化、精細化、定制化的明顯趨勢。隨著智能手機與可穿戴設備朝向高度整合發展，對於超高精密度的需求持續成長，要求更嚴格的公差與更細緻的表面處理，促使製造商升級加工與檢測技術。同時，產品周期縮短使定制化與彈性生產成為關鍵，企業採用模組化設計與參數化編程實現快速轉產。此外，歐盟《循環經濟行動計劃》等政策正在加速向綠色製造轉型，生物基與可回收材料應用比重提升，能效管理與廢水控制成為關鍵競爭力指標。
- **汽車電氣化、智能化、模塊化趨勢正重塑精密組件的技術路徑與商業模式：**在汽車趨向智能化的趨勢下，AI大模型的應用正在重塑整輛汽車的決策邏輯，促使軟件定義汽車成為核心方向。這不僅對實時性能、車內數據交互及汽車通信提出了更高要求，亦帶動更多高性能數據互聯零組件、通信模組與智能部件的需求，極大促進了行業發展。汽車業發展正在加速，而模組化及定制化將成為汽車精密智造的重要趨勢。模組化可提升效率及擴張功能，透過硬件原子化拆分、標準化界面及軟件定義推動模組供應鏈的垂直整合。定制化依靠消費者直連製造商模式、柔性生產及增材製造滿足個性化需求。該兩項趨勢在供應鏈中形成彈性協同效應。競爭的焦點在於模組化平台的可擴充性、定制化服務的細分程度及數據驅動能力。企業需要透過預嵌入硬件、軟件定義及生態協同效應建立優勢。

### 全球光電顯示行業概覽

光電顯示行業是將電信號轉為可視圖像的顯示裝置，是電子設備呈現視覺內容、實現信息與感知交互的核心部件。當前消費電子全球普及、互聯網通信技術加速發展、AI軟硬件終端滲透，人類對信息交互需求激增；作為核心載體，其廣泛應用於汽車及消費電子等領域。在顯示技術創新、應用領域拓展及智能設備滲透的共同驅動下，全球光電顯示行業預計將快速發展。從技術路線來看，全球光電顯示行業主要分為LCD以及OLED兩大主要的技術路線。

## 行業概覽

### 全球光電顯示行業市場規模

隨著光電顯示技術的持續迭代，以及AI、物聯網等技術對於光電顯示模組的持續賦能，全球光電顯示行業的市場規模從2019年的1,296億美元增長至2024年1,864億美元，複合年增長率為7.5%。預計2029年，全球光電顯示行業規模將進一步提升至2,641億美元，複合年增長率為7.2%。

光電顯示模組主要應用於汽車及消費電子領域。對於汽車領域而言，隨著汽車產業完成從功能性移動工具向智能化交互終端的戰略轉型，智能座艙作為人車交互的核心場景，其市場滲透率呈現加速攀升態勢，全球智能座艙搭載率預計突破80%，其中新能源汽車領域滲透率到2029年將超82%。在此背景下，車載顯示器件已從傳統信息呈現載體升級為人車交互的核心媒介，實現了人與車之間的互聯互通。對於消費電子場景應用而言，消費電子行業對光電顯示模組的需求演進，逐漸重構了人機之間互聯。在顯示技術成熟度持續提升、5G與AI技術深度滲透的雙重驅動下，光電顯示模組已從單純的圖像輸出窗口升級為人機交互中樞。

### 全球光電顯示市場驅動因素及未來趨勢

- **顯示形態集成化：**車載顯示正從分散的功能屏向一體化集成中樞演進，核心體現為形態融合與算力協同的雙重升級。形態層面大屏化與異形化成為高端車型標配。功能層面，一芯多屏架構加速落地，域控制器的普及推動顯示系統與ADAS、車聯網深度融合。這種集成化不僅優化座艙空間利用率，更使顯示系統從信息呈現終端升級為智能交互中樞，單機顯示模塊價值量較燃油車提升約2倍。
- **顯示高清化：**隨著汽車智能座艙滲透率的提高，滿足乘客個性化的駕駛和娛樂需求成為車載顯示發展重點。為提升駕乘體驗，車載顯示屏持續向高清化發展，車載顯示屏的分辨率從原先的800\*400分辨率向1920\*1080分辨率甚至更高分辨率發展，並逐步應用柔性屏、無縫聯屏、OLED屏、Mini LED等新興顯示技術。智能座艙的娛樂體驗和人機交互需求推動車載顯示屏高清化發展。
- **交互體驗升級：**顯示交互正從視覺單向輸出轉向多模態協同，AR-HUD成為智能化轉型的關鍵抓手。目前，W-HUD解決方案是主流的HUD解決方案。然而，未來伴隨座艙視覺與交互全面智能化，AR-HUD解決方案市場份額將持續上升並超過W-HUD解決方案。

---

## 行業概覽

---

### 資料來源

我們委聘灼識諮詢(一家提供行業諮詢服務、商業盡職調查及戰略諮詢的獨立市場研究及諮詢公司)對全球PCB、軟板、光模塊、精密組件、光電顯示行業進行詳細的研究及分析。我們已同意就編製灼識諮詢報告向灼識諮詢支付人民幣0.5百萬元之費用。我們已將灼識諮詢報告中的若干資料載入本節以及本文件「概要」、「業務」、「財務資料」及其他章節，以便為潛在投資者提供我們經營所在行業的全面介紹。

於編製灼識諮詢報告期間，灼識諮詢進行了一手及二手研究，並收集了有關目標研究市場內行業趨勢的知識、統計數據、資料及見解。一手研究涉及對主要行業專家及領先行業參與者的訪談。二手研究包括分析來自各種公開來源的數據，例如國家統計局。

灼識諮詢報告乃基於以下假設編製：(i)中國整體社會、經濟及政治環境預計在預測期內保持穩定；(ii)相關的關鍵行業驅動因素可能會在整個預測期內推動全球PCB、軟板、光模塊、精密組件、光電顯示行業的持續增長，包括有利的政策及對不同級別的汽車自動駕駛功能的更廣泛接受；及(iii)預測期內不存在可能對市場造成重大或根本性影響的極端不可抗力或不可預見的行業法規。