

智慧製造從“可選項” 變為“生存項”

■文：編輯部

一．智慧製造市場規模 持續擴張 AI 應用已轉向 執行

根據 QYResearch 的調研資料，2024 年全球智慧製造市場規模約為 2454.7 億美元，預計到 2031 年將達到 4710.4 億美元，2025-2031 年複合年增長率 (CAGR) 為 9.9%。而來自 Fortune Business Insights 的最新報告則顯示，2024 年全球智慧製造市場規模為 3494.8 億美元，預計 2025 年將增長至 3943.5 億美元，到 2032 年將達到 9989.9 億美元，2025-2032 年 CAGR 高達 14.2%。

這種差異主要源於不同機構對智慧製造市場邊界的界定不同，但整體成長趨勢一致。

從更長期的預測來看，Research Nester 的資料顯示，智慧製造市場規模預計將從 2024 年的 1444 億美元增長到 2037 年的 1.8 萬億美元，2025-2037 年 CAGR 高達 21.5%。WeMarketResearch 的報告則預測，全球智慧製造市場將從 2025 年的 3523 億美元增長到 2035 年的 6749 億美元，CAGR 為 14.6%。這些資料表明，智慧製造正在驅動製造業轉型。

近日，洛克威爾自動化 (Rockwell Automation) 2025 年最新發布的《智慧製造現狀報告》，調查來自全球 17 個主要製造國家／地區中逾 1,500 家企業進行研究，深入剖析企業對機器學習 (ML) 和雲端系統等新興技術的採用趨勢，並探討 AI 驅動智慧製造所產生的新機會與挑戰。

洛克威爾自動化亞太區總裁 Scott Wooldridge 表示：「我們觀察到亞太地區企業導入 AI 與智慧製造技術的強勁動能。這些技術已從流行用語，轉化為驅動品質升級、營運敏捷性與企業成長的關鍵動力。今年值得關注的是，企業為應對人力短缺、資安風險以及不斷變化的永續目標，近半數企業已積極擴大 AI 應用，重心已明顯從試驗階段轉向執行，體現科技優先的思維模式。」

據最新版《智慧製造現狀報告》，通貨膨脹已連續第三年被視為最大的外部障礙，供應鏈中斷亦是備受關注的風險



來源之一，企業更需著重智慧製造的佈局，建立具彈性與韌性的供應鏈策略，以強化對於地緣政治與全球貿易波動影響的反應能力。就內部挑戰而言，企業面臨部署及整合新科技、在品質及獲利取得平衡、特定技能的人才招募等難題。

81% 企業表示內外部的壓力為促使數位轉型的驅動力，其中雲端 /SaaS、AI、網路資安及品質管理為智慧製造技術的重點投資領域，其中 AI 被視為潛在勞工短缺、技術差距、品質管制和管理外部壓力的解決方案，95% 企業已投資或計畫於未來五年內投入 AI/ML 技術發展。本次報告揭露 AI 於永續、資安及人才管理上的影響：

■品質與永續並進：「品質控管」連續第二年成為 AI 的主要應用情境，50% 企業計畫透過 AI/ML 改善產品品質，強調 AI 為提升品質的新興潛力。

■強化資安韌性：網路風險持續上升，資安今年更躍升為企業第二大外部風險。報告顯

示，2025 年計畫導入 AI 強化資安的企業比例已自 2024 年的 40% 攀升至 49%。

■重塑人才策略：呼應 AI 與資安專業人才需求提升，48% 企業計畫重新調配人才計畫。同時，41% 企業則透過 AI 與自動化技術彌補技術落差、減緩勞動力短缺等問題。

二．全球智慧製造區域格局

全球智慧製造市場呈現出明顯的區域集聚特徵，形成了北美、歐洲和亞太三大核心區域。從全球範圍看，亞太區在 2024 年佔據了全球市場 37.72% 的份額，成為全球最大的智慧製造市場。主要得益於中國、日本和韓國等亞洲製造強國在智慧製造的積極投入。

北美地區，尤其是美國，是智慧製造技術創新的重要發源地。預計到 2032 年，美國智慧製造市場規模將達到 1868.7 億美元，展現出強勁的增長潛力。歐洲作為工業 4.0 的發源地，憑

藉其深厚的工業底蘊和高端裝備製造優勢，在智慧製造領域保持領先地位。

中國作為全球製造業中心，已成為智慧製造發展最為迅速的國家之一。長三角、珠三角、京津冀等地區依託密集的產業集群和人才資源，形成了智慧裝備製造、工業軟體研發、系統集成服務的完整生態鏈。隨著中國製造業向高端化、智慧化、綠色化方向轉型，智慧製造將成為推動產業升級的關鍵引擎。

從應用領域來看，智慧製造廣泛應用於汽車、航空航天、國防、化學與材料、衛生保健、工業設備、電子產品、石油和天然氣等多個行業。其中，汽車製造業是智慧製造最大的應用領域，這主要得益於汽車生產的高度自動化需求和複雜的生產流程。

三．智慧製造發展趨勢與驅動因素

首先，技術融合推動智慧製造向深度發展。人工智慧、大資料、雲計算、物聯網等新興技術與製造業的深度融合，正在重塑傳統製造模式。預計到 2025 年，融合技術的智慧製造市場規模將占整體市場的 60% 以上。特別是 AI 技術的應用將極大提升智慧製造的智慧

圖說：未來 12 個月內 AI/ML 的主要用途



圖片來源：Rockwell Automation

化水準，預計 2025 年，人工智慧在智慧製造領域的應用將超過 1000 億美元規模。

其次，定制化生產成為主流趨勢。隨著消費者需求日益多樣化，智慧製造正推動生產模式向定制化轉型。通過個性化設計、柔性生產和快速回應市場，企業能夠實現小批量、多品種的生產，滿足消費者個性化需求。有機構據預測，2025 年定制化製造生產將占全球製造業總產值的 30%。

第三，綠色製造成為行業共識。智慧製造強調在提高生產效率的同時，注重環境保護和資源節約。通過採用節能技術、清潔生產和迴圈經濟模式，智慧製造有助於減少工業排放和資源消耗。據國際能源署預測，2025 年綠色智慧製造將減少全球製造業碳排放約 10% 以上。

第四，數位化轉型加速推進。全球製造業正經歷從傳統製造向數位化、網路化、智慧化的全面轉型。2025 年，規模以上製造業企業基本普及數位化，重點行業領先企業初步實現智慧轉型。這一趨勢將持續推動智慧製造市場的擴張。

最後，產業鏈協同升級成為關鍵。智慧製造的發展牽動產業鏈上下游企業緊密合作，共同推動技術創新和應用落地。企業間的協同創新、資源

分享和能力互補將成為智慧製造發展的重要模式。

四 . AI 技術在智慧製造和智慧工廠的應用與發展趨勢

1. AI 加持下的智慧製造市場規模與增長態勢

AI 技術與智慧製造的融合正在創造一個高速增長的新興市場。據市場研究資料顯示，全球 "AI + 智慧製造" 市場正經歷前所未有的擴張，各研究機構對 2025 年市場規模的預測差異較大，從 58.2 億美元到 160 億美元不等，但普遍認為這一市場將保持 40%-55% 的超高複合年增長率 (CAGR)。

Allied Market Research 預測到 2025 年市場規模將達到 152.7 億美元，CAGR 為 55.2%；Global Market Insights 的預測更為樂觀，認為 2025 年市場規模將達到 160 億美元，增長率超過 40%。Grand View Research 和 The Research Insights 則預測，到 2030 年市場規模將達到 478.8 億美元，2025-2030 年 CAGR 為 46.5%。這些資料表明，AI 在智慧製造領域的應用正處於爆發式增長階段。

從區域分佈來看，北美是當前全球最大的 AI + 智慧製造市場，2024 年佔據了約 33.2%

的份額，預計到 2037 年仍將保持約 1/3 的領先地位。其中，美國市場佔據了北美區域約 75% 的份額，這主要得益於美國在 AI 技術研發和應用方面的領先優勢，以及擁有 NVIDIA、微軟、Google、AWS 等頂尖的硬體和軟體科技巨頭。

亞太地區被普遍認為是未來幾年增長最快的地區，預計在 2025 至 2030 年間將擁有最高的 CAGR。中國作為亞太地區最大的市場，在 "中國製造 2025" 等國家戰略的推動下，正大力投資於自動化、機器人和 AI 技術。中國獨特的優勢在於擁有全球最龐大的資料資源和最完整的工業門類，這為訓練和優化機器學習演算法提供了得天獨厚的條件。

歐洲市場同樣在快速增長，CAGR 超過 44%。歐洲的優勢在於其深厚的工業底蘊和作為 "工業 4.0" 概念的發源地。德國等工業強國在高端裝備製造領域擁有傳統優勢。

2. AI 在智慧製造中的核心應用場景

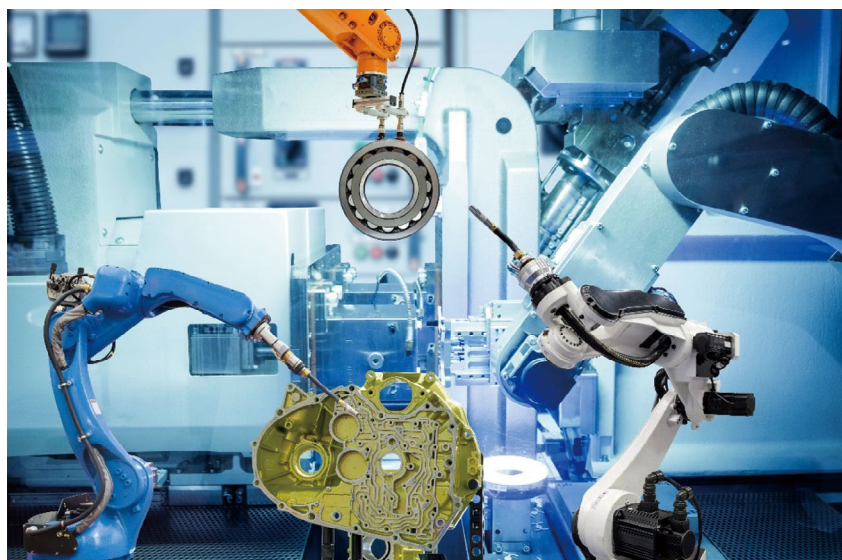
AI 技術在智慧製造領域的應用日益廣泛，主要集中在以下幾個核心場景：

預測性維護是 AI 在智慧製造中最成熟的應用之一。傳統工廠裡，設備維修如同 "救火

隊"——故障發生後緊急處理，平均停機時間長達 8 小時。而 2025 年的設備管理系統已進化為 "預言家" 與 "醫生" 的結合體。例如，某礦山企業部署的 AI 系統通過分析 10 萬 + 小時的設備運行資料，成功建立軸承磨損預測模型。當系統檢測到振動頻率異常時，會自動生成維護方案，並同步調度無人礦車調整路線，避免生產中斷。這種預測性維護技術使企業年度故障損失降低 45%。

品質檢測與控制是 AI 應用的另一個重要領域。傳統的品質檢測主要依靠人工目檢，效率低且容易出錯。而 AI 驅動的視覺檢測系統可以在短時間內完成大量產品的高精度檢測。台積電 2nm 產線採用的機器視覺檢測系統，通過深度學習演算法分析晶圓表面 10 億級圖元圖像，缺陷識別率從 95% 提升至 99.9%，誤判率降低 80%。在汽車製造領域，AI 系統可以即時分析生產過程中的質量數據，及時發現潛在問題並自動調整生產參數，確保產品品質的一致性。

智慧生產調度是提高生產效率的關鍵環節。傳統的生產調度主要依靠經驗和規則，難以應對複雜多變的生產環境。而 AI 技術可以通過分析歷史資料和即時資訊，實現生產資源



的優化配置和動態調整。晶圓廠採用的動態調度優化系統，通過 AI 即時分析設備狀態與訂單優先順序，將 CoWoS 封裝產線利用率從 75% 提升至 92%。在浙江某汽車工廠的車間裡，設備管理系統可以根據客戶臨時追加訂單的需求，自動優化維護計畫，將原計劃的 4 小時停機優化為 2 小時，並同步通知 MES 系統調整生產排程。

智慧物流與供應鏈管理是 AI 應用的又一重要場景。AI 技術可以優化物流路徑、預測需求變化、管理庫存水準，從而提高供應鏈的效率和韌性。某一體化 ERP 系統案例顯示，當設備故障觸發備件採購時，系統會自動匹配最優供應商，並通過區塊鏈技術跟蹤物流狀態。某機械製造企業因此將備件採購週期從 7 天縮短至 24 小時，供應鏈回應速度提升

60%。在智慧倉儲領域，AI 系統可以實現貨物的智慧存儲和快速檢索，提高倉儲效率，減少人工成本。預計到 2025 年，智慧倉儲市場規模將超過 200 億美元。

能源管理與優化是 AI 在智慧製造中的新興應用。AI 技術可以即時監控能源消耗，分析能源使用模式，優化能源分配，從而降低能源成本和碳排放。某鋼鐵廠通過 AI 演算法優化加熱爐運行參數，在產量提升 12% 的同時，噸鋼能耗下降 8%。這種智慧優化技術預計到 2030 年將幫助中國製造業降低 15% 的工業能耗。

3. AI 驅動的各種製造技術智慧化創新

從單點應用向全流程滲透。AI 應用將從單一環節向全流程滲透，實現設計、生產、

物流、服務等全價值鏈的智慧化。AI 不僅可以優化生產過程，還可以預測市場需求、優化產品設計、改善售後服務，形成完整的智慧製造閉環。預計到 2025 年，端到端的 AI + 智慧製造解決方案將成為市場主流，在不同工業應用場景下，AI 協助下的創新層出不窮。

生成式 AI 說明電路設計行業重塑流程。Cadence 為了解決 SoC 設計複雜性不斷提高對形式等效性檢查的影響，推出的 Conformal AI Studio 包括邏輯等效性檢查 (LEC)、自動功能工程變更單 (ECO) 和低功耗靜態簽核產品，可簡化並加速複雜 SoC 設計的驗證。它通過利用重新架構的可擴展分散式核心引擎以及與 Cadence 的人工智慧 (AI) 和機器學習 (ML) 平臺的直接集成來實現這一目標，為工程師提供了四項新的增強功能：突破性的生產力、PPA 支援、ML 驅動的優化和 AI 支

圖說：Conformal AI Studio 將 SoC 設計人員的工作效率提高 10 倍



圖片來源：Cadence

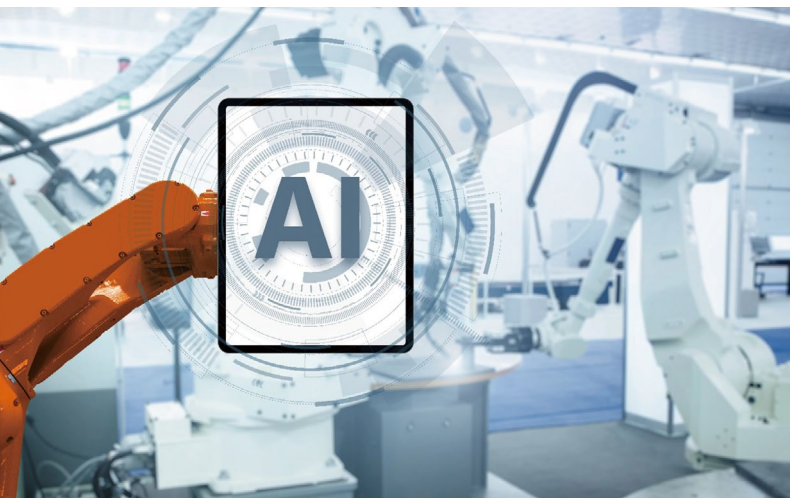
援的分析。Synopsys.ai Copilot 通過對話式交互生成電路佈局方案，將驗證週期從數周壓縮至數天，設計反覆運算效率提升 50%。華為聯合高校開發的 AI 驅動 EDA 工具鏈，通過神經網路優化佈線演算法，14nm 晶片設計週期縮短 30%。這些技術創新極大地提高了產品研發效率，降低了研發成本。

邊緣 AI 提升重要工業場景即時決策能力。比如在海上鑽井平臺這類網路不穩定場景，當地語系化 AI 模型可在 0.5 秒內完成資料處理並觸發設備調整。某能源公司通過邊緣計算與雲端模型協同，將關鍵設備回應速度提升 300%，每年

減少因網路延遲導致的損失超千萬元。邊緣 AI 技術使智慧設備能夠在資料產生的源頭進行處理，減少延遲和資料傳輸成本，提高系統的即時回應能力。

AI 大模型賦能智慧製造。中國智現未來 (FutureFab Ai) 公司 "靈犀" 大模型構建 3000 + 製程節點知識圖譜，缺陷分類準確率從 50% 躍升至 90%，工程師報告編制時間從 1 天降至 1 分鐘。格創東智 (Getech) 推出的 CIM AI Insight 數位元引擎將生成式 AI 融入製造系統，內置 ChatBI、ChatYMS、Smart Assistant 等工具，可靈活嵌入 CIM 各子系統。這一引擎不僅實現設備控制、良率優化與運營決策的全流程智慧化，更支援跨企業、跨平臺的 CIM 系統集成。現場案例顯示，採用該方案的工廠整體效率提升超 30%，真正實現 "資料即生產力"。

自主決策系統實現 "AI 治



廠”。北京半導體智慧製造服務商埃克斯工業 (IKAS)“中央智慧體 + 邊緣 Agent”架構實現制程參數自動調優與設備自愈，晶合整合某產線人工幹預減少 70%。格創東智章魚 Agentic AI 平臺重構半導體智造決策體系，實現從“流程自動化”到“智慧決策中樞”的轉變。這些自主決策系統能夠根據即時資料和預設目標，自動調整生產策略和設備參數，實現生產過程的自主優化。

數位孿生技術落地應用。Synopsis 與 Nvidia 合作開發的汽車電子數位孿生系統，支援自動駕駛晶片在虛擬環境中完成 10 億公里路測，2025 年將覆蓋 80% 車企。在鴻海的智慧工廠中，NVIDIA Omniverse 即時類比工廠佈局與物流作業，實現了數位孿生技術在智慧工廠的實際應用，可以在產品投產前進行虛擬驗證，提前發現和解決問題，從而縮短產品上市時間，降低研發成本。

從專用模型向通用模型演進。當前 AI 在智慧製造中的應用主要基於專用模型，針對特定場景和問題。未來，隨著大模型技術的發展，AI 將具備更強的通用性和泛化能力，能夠適應更廣泛的應用場景。

比如：鴻海研究院 (HHRI) 推出首款具備推理能力的

繁體中文大型語言模型，內部開發代碼 FoxBrain 預計將成為鴻海三大平臺智慧製造、智慧電動車、智慧城市升級的重要引擎，推動技術革新與產業轉型。從輔助決策向自主決策升級。AI 系統將從輔助人類決策向自主決策方向發展，實現更高水準的智慧化。未來的智慧工廠將具備更強的自主學習和適應能力，能夠根據市場變化和生產條件自動調整生產策略和製程流程。鴻海在 GTC 專題演講中深入探討 AI 工廠如何實現自主 AI，並應用於 Factory GPT 與具身智慧機器人等實體 AI 解決方案。

從企業內部向產業鏈協同拓展。AI 應用將從企業內部向產業鏈上下游延伸，實現產業鏈的協同優化。通過 AI 技術，企業可以與供應商、合作夥伴和客戶建立更緊密的聯繫，實現資源分享、資訊互通和業務協同。格創東智的 CIM 解決方案不僅實現了工廠內部的智慧化管理，還能夠無縫集成客戶現有 SAP、ERP 等企業級系統，保障整個生產體系的相容性和資料流程通的順暢性。

從效率提升向創新驅動轉變。AI 技術將不僅用於提高生產效率和降低成本，還將成為推動產品創新和業務模式創新的重要驅動力。通過 AI 技術，

企業可以更快地開發新產品、探索新市場和創造新價值。在未來的智慧製造中，AI 將與人類創造力相結合，共同推動製造業的創新發展。

正如，洛克威爾自動化董事長兼執行長 Blake Moret 指出，隨著工業公司面對複雜且瞬息萬變的局面，技術進步正在創造新的機會，以改善速度、生產力和敏捷性。全球的領先企業指出了我們身處的重要轉折點，也就是人員與技術的結合潛力將塑造我們的未來。

小結：

全球智慧製造市場規模持續擴張，在 AI 技術的驅動下，技術融合、定制化生產、綠色製造、數位化轉型及產業鏈協同發展，使得預測性維護、品質檢測、生產調度等越來越多場景中融入智慧能力。智慧製造正從單點向全流程、專用向通用、輔助向自主等方向演進。現今，製造企業需要應對通貨膨脹、供應鏈中斷、人才短缺等內外部挑戰，而智慧製造將成為轉型破局的關鍵因素。

如今，智慧製造已從“可選項”變為“生存項”，而 AI 正成為其核心引擎。下一步的競爭焦點不再是“是否導入”，而是“如何大規模、安全、可持續地落地”。 CTA