

# 迎向更智慧、敏捷 和安全的生產線

愛立信未來企業報告 第二版



[ericsson.com/  
industrylab](https://ericsson.com/industrylab)

愛立信產業研究室洞察報告

# 前言

## 目錄

- 03 主要發現
- 04 製造商面臨的重大挑戰
- 07 迎向更智慧、敏捷且安全的生產線
- 11 邁向全自動化
- 13 以先進無線連網為基礎
- 14 未來展望

隨著全球化日益加速發展，製造業持續不斷面臨生產力和效率上的競爭。為了有效降低成本，同時兼顧高品質，其方法之一便是推動全自動化生產，普遍看法也認為這是製造業的未來。儘管如此，有鑒於作業本身的複雜度、必須傳遞的專業知識難以傳達或擷取、以及目前自動化功能不足，使得自動化在諸多情況下既不易施行也難以盈利。此外，生產線人員也表示，大部分生產作業依然十分枯燥，衛生條件不佳以及危險的作業環境。生產商是否願意投入資通訊化（ICT-enabled）的生產工具來提升生產線人員的能力，讓他們能更智慧、敏捷和安全地作業？若尋求所謂工業 5.0 的途徑，哪些工具對製造商而言有最好的投資報酬率？引領先驅的製造業有哪些？無線連網對這些工具重要嗎？全自動化對製造商而言是最佳的唯一選擇嗎？製造業的未來將如何發展？製造職務將有何變化？上述討論都是本報告希望解答的問題。

## 研究方法

研究中的量化數據蒐集來自澳洲、比利時、加拿大、中國、哥倫比亞、法國、印度、印尼、義大利、德國、沙烏地阿拉伯、墨西哥、葡萄牙、新加坡、南韓、西班牙、瑞典、台灣、泰國、英國、美國和越南等 22 個市場 18 歲以上的受訪者所進行共 8,657 次的線上訪問。受訪者當中，有 3,214 位為生產 / 製造領域決策者，他們都是任職於員工 250 名以上的企業；其餘的 5,443 名受訪者則是第一線的生產人員。此次受訪者據估約佔本次研究市場近 4 億名活躍於生產線人員中的 1.45 億名員工。我們深信在探討未來的生產製造時，瞭解這些受訪者中諸多的早期採用者（early-adopter）至關重要。所有製造業均包含於本研究範圍內。線上調查於 2021 年 6 月至 9 月間進行，質化分析的洞見則是透過與美國、中國、哥倫比亞和瑞典的決策者、生產線人員、相關專家和學術研究人員進行 32 次遠端訪問所蒐集到。訪談時間則於 2020 年 11 月至 2021 年 3 月之間進行。

圖一：研究覆蓋範圍



## 關於愛立信消費者及產業研究室

愛立信消費者行為及產業研究室為消費者、企業和永續社會發展探索未來技術。我們提供全球一流的市場研究、可行的分析與看法和設計構想，來推動創新和永續事業發展。我們採用科學數據與方法，針對 ICT 的環境、社會和經濟影響與機會提供剖析。

我們的知識來自全球消費者、企業及永續研究專案，包括與知名客戶、產業夥伴及全球一流大學和研究機構的合作。我們的研究專案包含深度研究，以及每年訪談 30 多個國家的 10 萬多名消費者、員工及決策者，這些受訪者透過統計學方式選出，代表全球 11 億人觀點。

如欲參考所有報告，請造訪：  
[www.ericsson.com/industrylab](http://www.ericsson.com/industrylab)

## 報告所用縮寫及名詞對照

AGV	無人搬運車
AI	人工智慧
AMR	自主移動機器人
AR	擴增實境
ICT	資通訊科技

資通訊化生產工具
AR、VR、機器外骨骼 (Exoskeletons) 及其他 6 種工具
工業 5.0
聚焦人機互動的新生產模式

IT	資訊科技
PLC	用於控制製造流程的電腦
STEM	科學、技術、工程和數學
VR	虛擬實境

# 主要發現



## 儘管受到疫情衝擊， 製造商表現意外出色

由於全球競爭激烈，近 80% 的製造商正極力削減成本。然而，在疫情期間，他們表現卻意外出色，69% 的製造商表示其財務績效未受影響，甚至有所增長。



## 無論決策者的想法如何，仍有諸多工作 枯燥、危險且衛生條件差情形

雖然僅有 2% 的決策者對本身公司在減少枯燥、衛生條件差且危險工作上的努力感到不足，但生產線人員依舊表示，71% 的工作至少包含了上述其中一種情況。



## 在資通訊化生產工具的幫助之下，新興生 產線人員將可更智慧、敏捷和安全地作業

未來五年，十個製造商中有七個製造商預期將部署至少五種資通訊化生產工具。四分之三的製造商表示，5G 和 Wi-Fi 6 等進階無線技術對此類生產工具十分重要。



## 使用較多資通訊化生產工具的製造商 幾乎在各方面都更為成功

近半數率先使用三種以上資通訊化生產工具的製造商表示，他們的獲利表現相當出色，比完全不用任何工具的公司高出了 17 個百分點。



## 全自動化時代即將來臨，但決策者和生 產線人員均未完全意識到可能的後果

受訪製造商中，近三分之二預期未來十年內自動化程度將達到至少 80%，但過半數的生產線人員依然認為 2030 年前需要更多員工從事類似職務，僅五分之一的人認為所需人員將會減少。近十分之九的決策者預期未來十年其生產程序中將納入 AI，但四分之三的人認為，人類仍將負責至少半數以上的生產決策。



## 生產的演變將超越 傳統的工廠設置

有鑒於對靈活彈性和適應力的需求，半數以上的製造商認為，2030 年時製造即服務 (manufacturing as-a-service) 以及快閃工廠 (pop-up factory) 將成為常態。

# 製造商面臨的重大挑戰

過去一世紀以來，製造業的發展重點從量產轉向為精實製造 (lean manufacturing)，從此日益注重滿足客戶的特殊需求。近年來，為了因應客製需求，製造商的方式一直是依照即時的需求客製生產小批量產品。事實上，目前已有五分之一的製造商以量身打造的小批量生產形式推動高效率客製化，並運用預測來即時調整設計和產量。採用此作法的難處在於如何降低成本與提高生產力，又不因小批量或單一批量而喪失了規模經濟。儘管如此，現今仍有近八成的製造商訂定了降低成本的目標。

此外，生命週期拉長（工廠的機器和系統投資通常為 15 至 20 年）加速了客製化發展，加上隨之而來的生產轉型，形成了混雜異質的工廠廠區，舊機器、新設備及 IT 系統並置作業，其中一大挑戰就是升級和

整合，尤其對營運技術 (OT) 和資訊技術 (IT) 而言更是格外困難。絕大多數設備都是固定和靜置設備，要為了不斷變化的產品線重新設置即便可行，也是耗時又耗費資金的事情。缺乏標準化及統一的資料流，加上以文書作業為主的流程，最終形成自動化孤島，此種情況並不罕見。

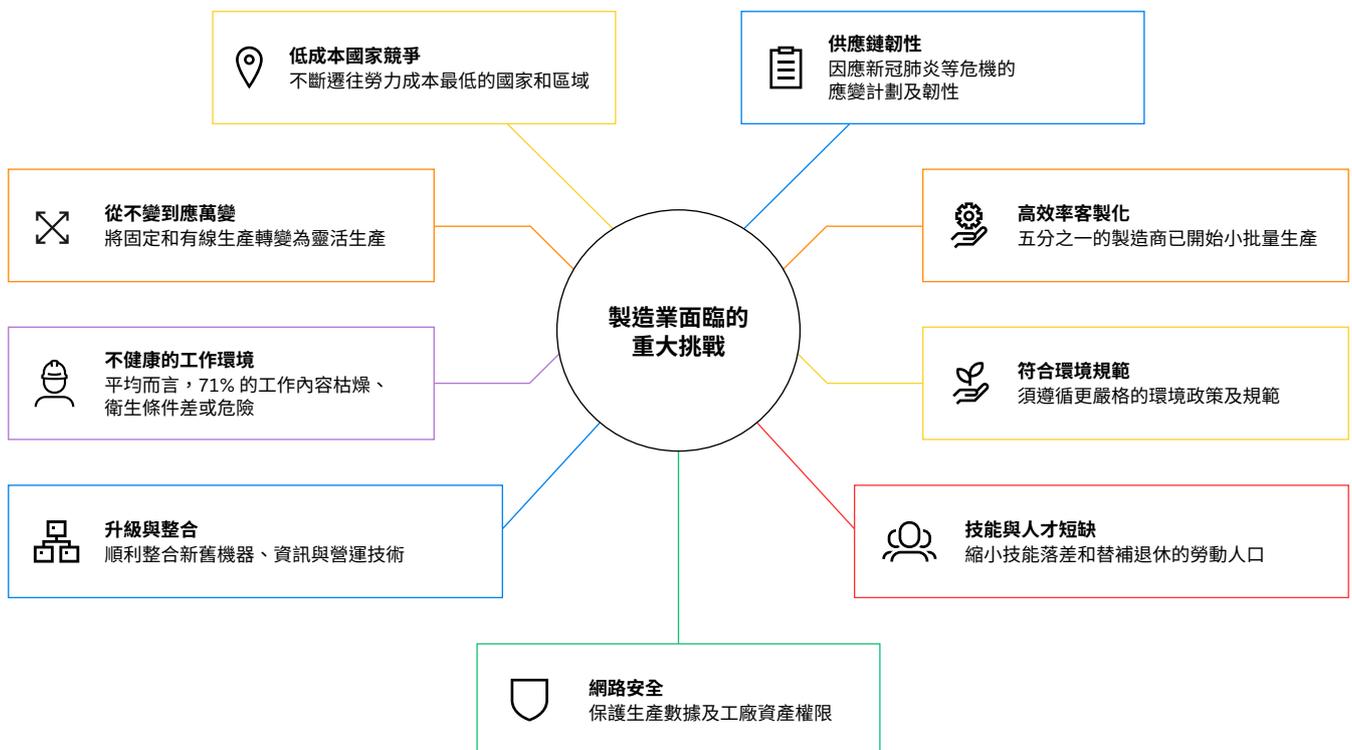
隨著工廠設施逐漸數位化，分析和使用機器及工序所生成的大數據也逐漸成為新的挑戰，網路安全方面尤是。如今網路資料盜竊和犯罪日益猖獗，使得資料防護以及保護機器和生產程序的網路連線格外困難，製造商的負擔也日益加大。

隨著諸多早期工業化國家的生產成本增加，製造業開始轉往勞力成本較低的國家，中國逐漸成為製造大國，佔全球製造業的 29%<sup>1</sup>。

受訪的製造商中，  
七成表示其財務績效  
未受疫情影響，甚至有所增長。

# 7 成

圖二：現今製造業面臨的重大挑戰



<sup>1</sup> Statista 2019, [unstats.un.org/unsd/snaama/CountryProfile](https://unstats.un.org/unsd/snaama/CountryProfile)

然而，儘管勞力成本較低，工廠外移也帶來諸多挑戰，如運輸延誤、品質問題、溝通不良、對貿易衝突的敏感性以及運輸增加對環境造成負面影響等。

除此之外，製造業等相關職業向來與不健康的工作環境脫不了關係，通常也包含了三個 D：枯燥 (dull)、衛生條件差 (dirty) 和危險 (dangerous)。

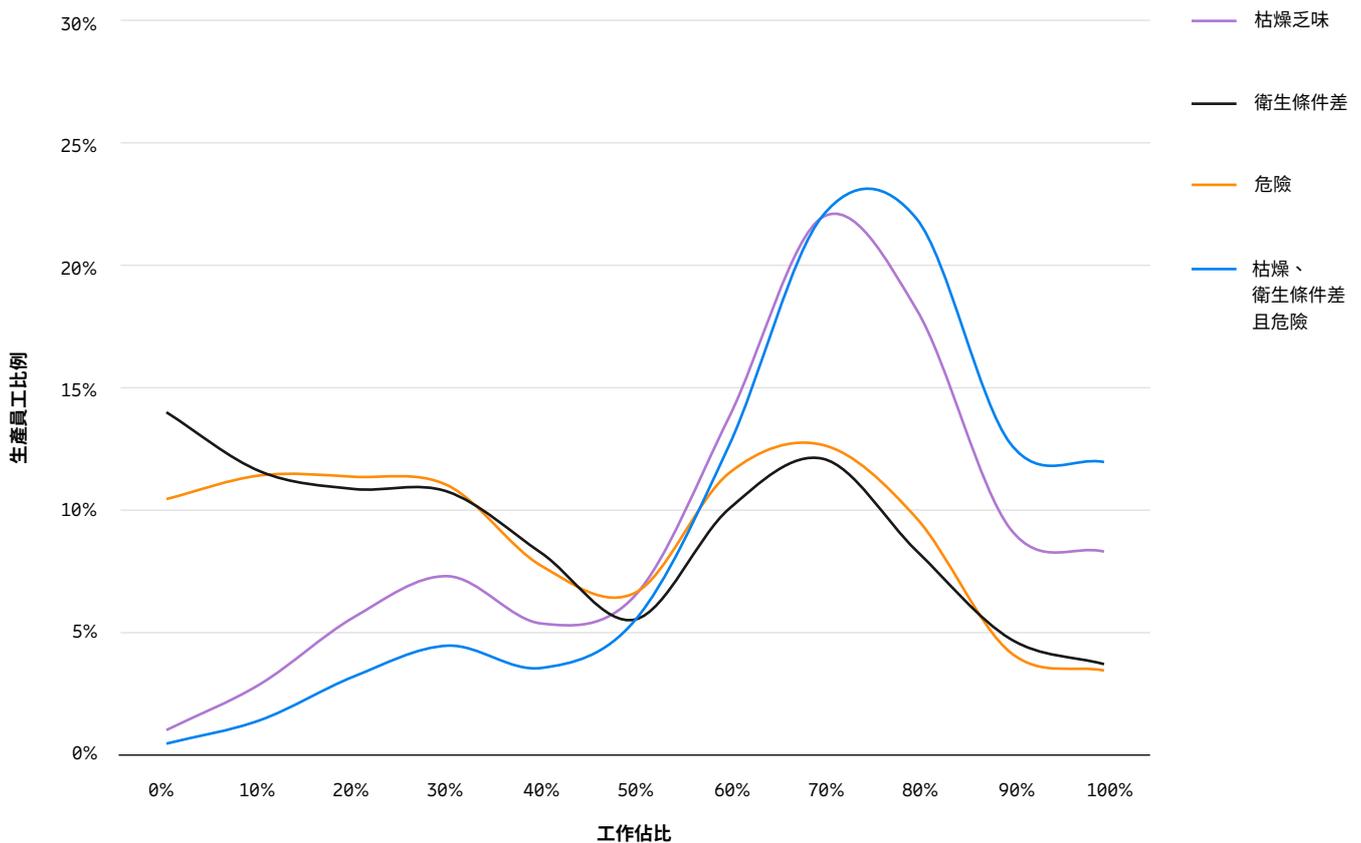
雖然僅有 2% 的決策者對自己公司在減少枯燥、衛生條件差和危險工作上的努力感到不足，但生產線人員依舊表示，他們的工作中 71% 至少包含了上述其中一種情況 (圖三)。

高達 80% 受訪者表示曾在工作場所經歷職業傷害問題。事實上，光 2020 年美國每七秒就有一名生產線人員受傷<sup>2</sup>。

**無論決策者看法如何，仍有高達 71% 的工作，要不枯燥乏味，要不就是衛生條件差或充滿危險**

# 71%

圖三：生產線人員認為本身職務枯燥乏味、衛生條件差或危險的各項情況佔比 (受訪者自我報告)



隨著工廠逐漸邁向數位化和自動化，生產線人員的角色也有所改變，工作內容可能涉及更多監督和故障排除之類的作業，而非招標或組裝等工作。因此，生產員工將需具備更多創意與分析能力，在 IT、技術和軟體設計技能上的要求也更高。例如，七成的生產線人員表示，他們需要加強資料分析、創意思維和程式設計等技能。

製造業現今面臨的另一大挑戰是伴隨生產線人員退休而來的諸多情況，加上受過 STEM 教育的學生對生產製造工作缺乏興趣。據勤業眾信 (Deloitte) 和製造業協會

(Manufacturing Institute) 的研究指出，2030 年時，光是美國就會出現 210 萬個製造崗位空缺<sup>3</sup>。

因應全球暖化和外在環境的挑戰是另一項需要製造商採取行動和投資的重要議題，尤其是必須符合環保規範。受訪的製造商中，六成的人認為透過未來投資改善環境影響至關重要；使用三種以上生產工具的製造商抱持相同看法的比例甚至更高，約占總體的七成。整體而言，製造商在考量未來十年會選擇哪些國家保留或設置製造 / 生產設施時，過半數的人將永續發展

成熟度列為重要的考慮因素。

最後，相較於前述提及的挑戰，七成的受訪製造商表示，儘管 COVID-19 引發全球動盪導致供應鏈受到衝擊，但他們的財務績效並未受影響，甚至有所增長。事實上，超過 40% 的受訪製造商更認為自己相當成功。

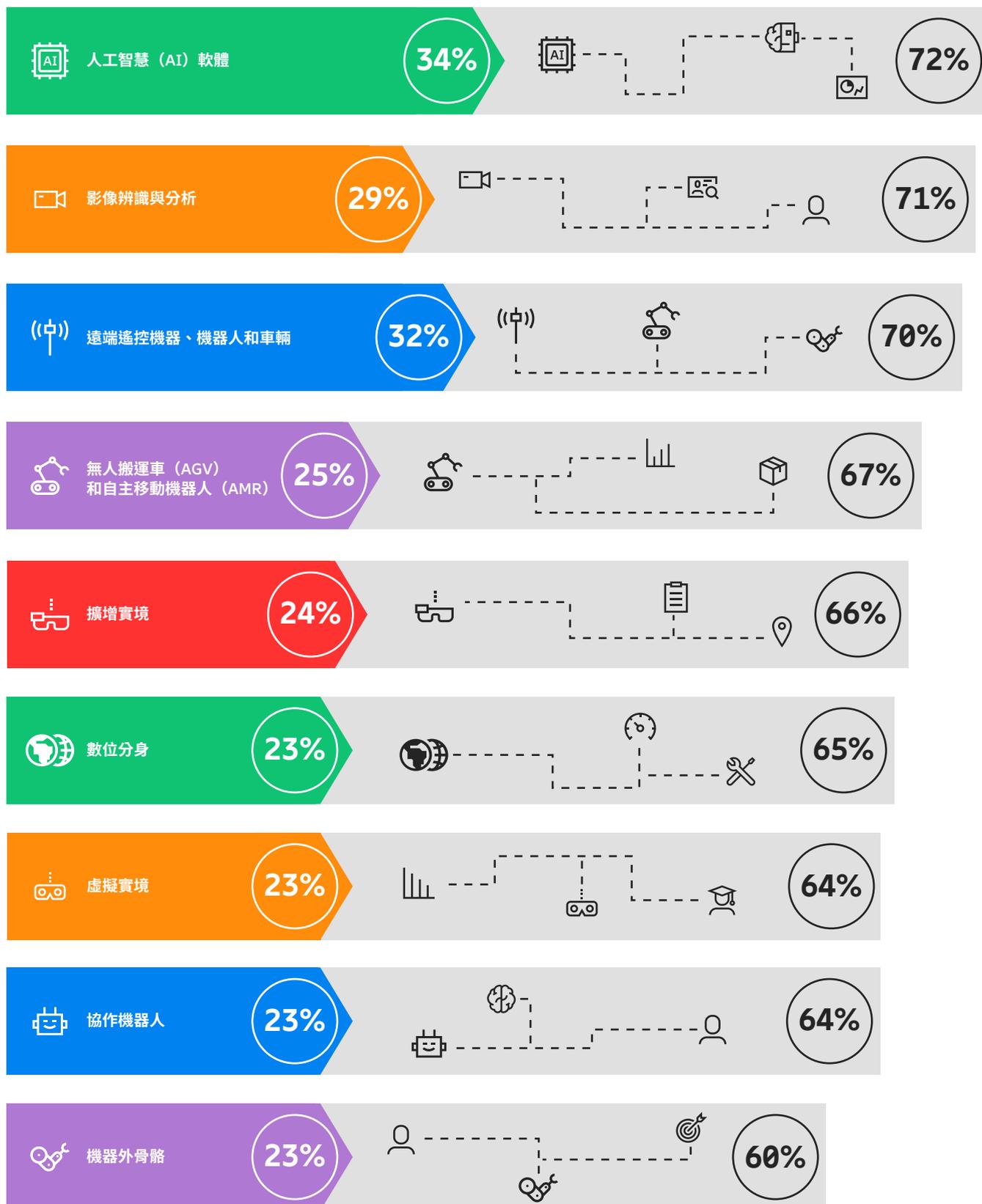
<sup>2</sup> [www.nsc.org/nsc-membership/injury-facts](http://www.nsc.org/nsc-membership/injury-facts)

<sup>3</sup> 勤業眾信 (Deloitte) 和製造業協會 (Manufacturing Institute) 的研究發現，美國製造業技能短缺可能導致 2030 年時 210 萬個工作崗位空缺—新聞稿 | Deloitte US

# 資通訊化生產工具 應用蓬勃發展

圖四：現今所有設施的工具使用程度（包含測試在內）

五年內



# 讓生產線人員更智慧、敏捷和安全地作業

## 資通訊化生產工具 成為主流

受訪的決策者一致認為工廠最終將邁向全自動化，不過，現今有些工具和技術可幫助製造商掌握全新的生產生態體系，協同提高生產線人員的工作能力，使其更智慧、敏捷且安全地作業，並擁有更多優勢和對工作的持久度。

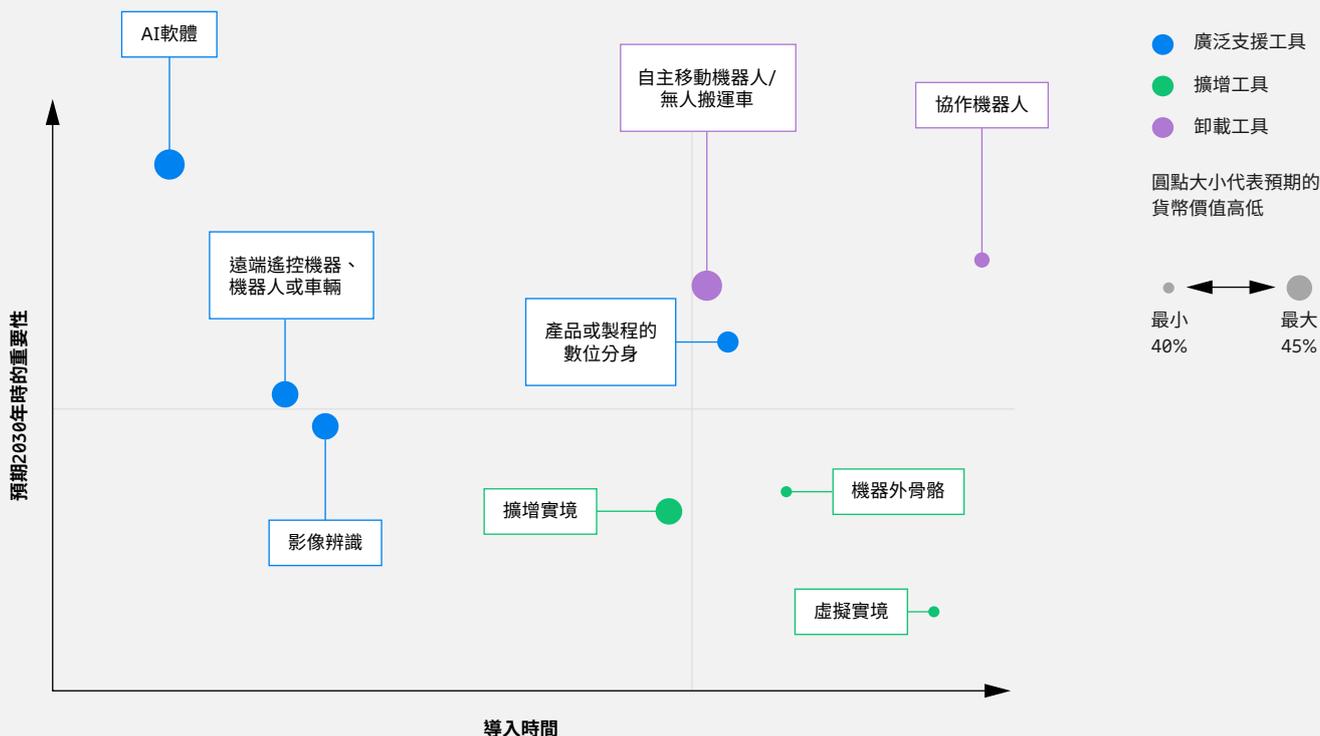
本研究根據對製造商的未來重要性和價值，檢視了九項應用無線連網支援功能更強大的資通訊化生產工具和技術（請見圖四）。

如資訊圖表所示，其中部分工具已導入製造商生產系統，其他部分工具則剛剛興起。

無論如何，此九項工具正逐漸成為製造業主流。事實上，約 70% 的製造商預期未來五年此九項工具中將至少採用其中五項。

圖五為顯示製造商預計導入工具的先後順序（x 軸）與各項工具預期在 2030 年的相對重要性（y 軸）。相對貨幣價值以圖表上工具的圓點大小表示。從此圖表中，可看到依性質區分的三組工具，依預期導入時間和重要性所顯示出的相對差異，並以放大處理突顯表中差異。

圖五：2030年相對重要性、工具導入時間及貨幣價值



## 多功能且廣泛支援的工具

圖五左側的四項工具分別為 AI 軟體、影像辨識、遠端遙控和數位分身，於多項產業皆有可廣泛應用的領域。這些工具對製造商、生產線人員和自動化的未來發展均相當重要。其中三項工具短期內可望影響市場，而最鮮為人知的數位分身則可能在中期內帶來影響。

如今製造公司與自身的生產資產高度連結，產生了大量新數據，AI 軟體無疑也成為各生產系統中最常見且最常部署的工具。在部分場域中，工作區的作業速度、品質甚至安全性可能會因生產線人員的即時決策能力而產生負面影響。對此情況，88% 的生產線人員表示，他們會希望有 AI 個人助理來支援品管、計算、估算、數據處理和分析等工作。

**影像辨識**技術提供了成本相對低廉的高解析攝影機，可用於任何產業，提供追蹤、計數和監視功能。深具經濟效益的影像辨識技術有助於減少枯燥的工作內容，如生產線上的目測品管檢測，或搭配無人機檢測功能、監控系統來啟動下單或警示等動作。此項工具還可以取代獨立追蹤系統。

**遠端遙控機器、機器人和車輛**是一種多功能工具，除了可提高效率和品質之外，對於減少苦工 (65%) 和避免事故 (68%) 在生產線人員心中的排名也相當高。其中最佳的例子就是採礦業。地下礦車越來越常使用遠端遙控技術，不僅在爆破後可快速進

行作業，也可為操作人員提供安全、舒適的工作環境。

產品和製程的**數位分身**透過軟體執行製程或其他模擬來減少規劃、測試的時間，甚至有助於調控產品或流程的瑕疵後果。數位分身目前仍是製造商最不熟悉的工具之一，然而，隨著建構和使用此種軟體工具的相關知識增加，其重要性排名可望上升。

## 增強感官的擴增工具

圖五下半部，包含了 AR、VR 和機器外骨骼在內的一組工具，有助於增強生產線人員的感官。此類增強工具往後可望大幅導入，不過由於製造業長期發展重點轉為聚焦自動化，因此在重要性上得分較低。AR 可透過實境視覺化呈現各種混雜的數據，有助於：了解員工所見情況、便於遵循指示、促進理解、提供沉浸式的培訓和互動體驗、提升安全性等等。

例如，將 AR 用於複雜的組裝流程中以給予指示；據生產線人員指出，此項技術最有價值的功能之一就是讓他們可騰出雙手工作。

AR 穿戴式裝置將大幅受惠於目前利用進階無線網路在連網中部署更多運算的趨勢，也許有助於優化現有功能以及電池大小和續航力，使裝置更輕巧，外型更吸引人。目前，使用 AR (還有 VR) 裝置的生

產線人員對部分層面如功能性 (66%)、舒適度 (62%) 和電池壽命 (58%) 等已十分滿意。

**受訪的製造商中，七成表示將在五年內部署五種以上由5G等進階無線連網技術支援的生產工具。**

# 7 成

「你大可寫一篇長文來介紹產品功能，或花 15 秒的時間直接展示這些功能——這就是 AR 眼鏡的強大之處。」

愛沙尼亞生產線人員



機器外骨骼和 VR 在 2030 年的預期重要性得分相對較低，對市場的影響預料也較晚。兩者的應用領域相對有限，但得分較低也源於其他原因：

- 機器外骨骼可支撐手部、手臂等身體部位甚或是連身工作服，為生產線人員提供更多力量、精準度和耐力。然而，據受訪的生產線人員指出，他們在功能上仍面臨「舒適度」和「活動度」的問題，製造商表示這兩者對整體滿意度有重大的影響。
- VR 可以 3D 形式視覺化呈現數據和圖像，能夠提供新觀點，促進理解，協助沉浸式培訓、網路會議等等。然而，VR 的應用領域相當受限，因為員工在使用 VR 時並未專注於真實環境。此外，VR 也與 AR 一樣面臨舒適度和功能性方面的挑戰

## 卸載工具 協助工作重新分配

最後，圖五右側的卸載工具包含了無人搬運車 (AGV) / 自主移動機器人 (AMR) 和協作機器人，除了有助於重新分配生產線人員的工作外，它們也代表了邁向自動化的重要階段。雖然此類工具在重要性上獲得了高分，但由於必須仰賴生產線和自動化技術整體數位化的成熟度，預料較慢才能達到大規模應用。

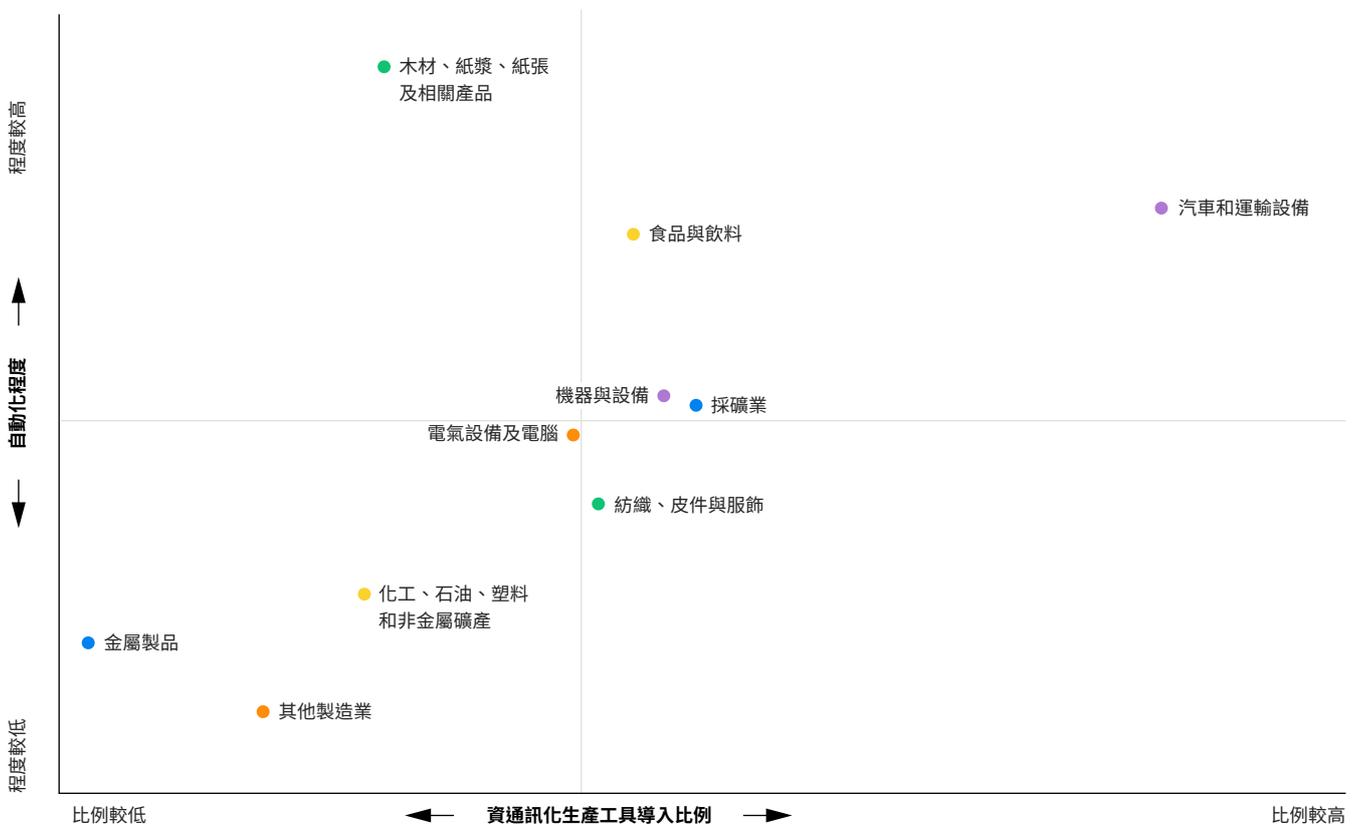
AGV 和 AMR 主要可用來運輸貨物和零件，幫助分擔生產線人員的工作，並可確保零組件庫存量始終維持在所需水準，優化人員作業時間。AMR 甚至可利用地圖和感測器導航行進並避開障礙物。現今 AGV/AMR 系統有多種導航方式，但有了定位和無線通訊技術支援控制和導航，行進速度便可大幅提升，而且不影響安全性，進而提升工作效率。

「根據我們的評估，使用無人搬運車可節省 15% 至 20% 的成本。」

美國製造業決策者

位於大規模導入時間線遠端的是**協作機器人** (又稱 cobot)。此類工具能在沒有防護區或護網的情況下，安全地與人類進行互動以及學習工作任務。此項技術預期將較慢進入市場。它們在應用上十分靈活，其程式易於重設，而且在工作區之間也可輕鬆移動以從事不同作業。不過，談到滿意度的決定因素時，受訪的製造業者對操縱靈活度和協作機器人的觸及範圍等重要能力不甚滿意。因此，這些方面也許得先有所改進，此項技術才可能大幅應用。

圖六：製造業各部門在自動化程度及資通訊化生產工具使用上的相對位置



### 產業部門態度與進展不一

從製造部門及工具使用方式的差異來看，汽車業比其他行業更快採用更多工具，且在自動化程度上排名較高，在整體製造業的設施、流程設計和開發方面向來是先驅產業。

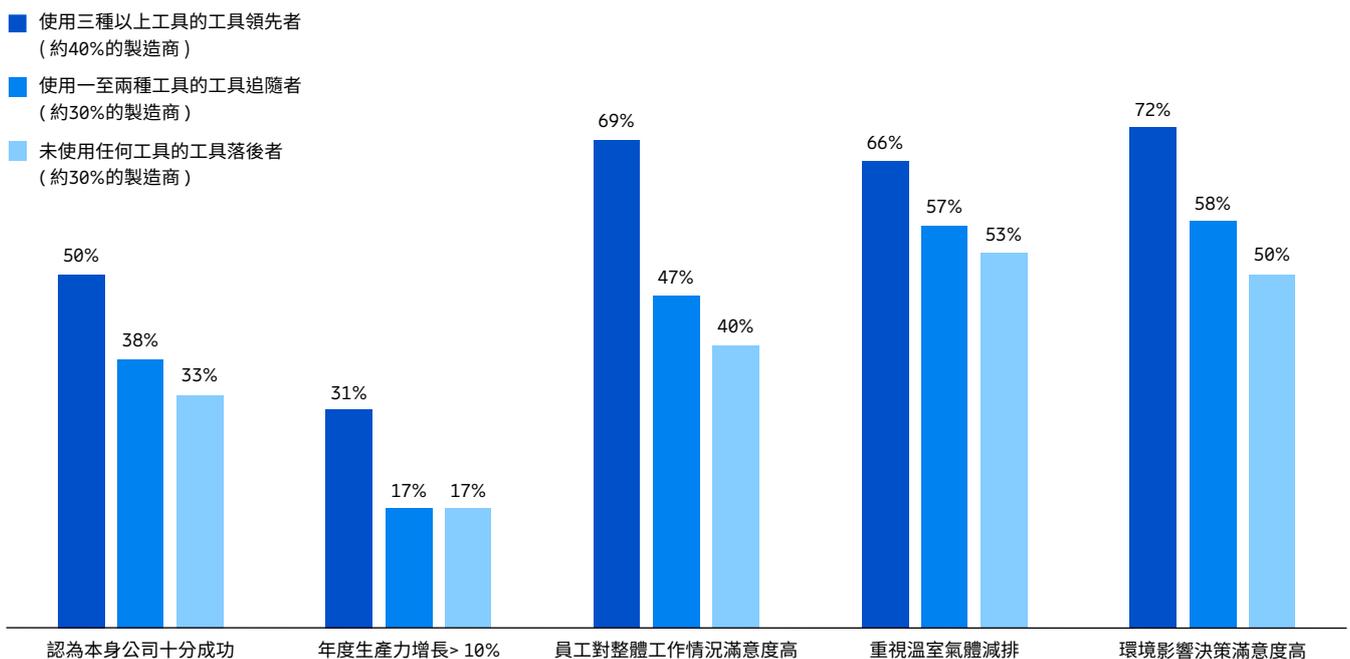
這是因為汽車業製造的商品產量大且產能價值高，以汽車和運輸產業而言，已高度

應用資通訊化生產工具。另一方面，木材、紙漿和紙製品生產主要以流程為導向，因此自動化程度相當高。金屬製品在工具採用和自動化方面均低於其他產業。

### 工具領先者較先進，在環境行動方面亦是如此

本報告依據目前九種資通訊化生產工具的使用情況，將受訪製造商分為三組。工具領先者指的是採用了三種以上工具的製造商，工具追隨者使用一至兩種工具，工具落後者則完全未採用任何工具。工具領先者在受訪企業中佔比約為 40%，而且自動化程度通常較高。

圖七：資通訊化生產工具採用領先者、追隨者和落後者比較圖



比較工具領先者與其他組別時，他們在諸多領域顯然都比工具落後者更進步，包括生產力增長、財務表現、內部整體工作滿意度等，在環境行動方面也位居領先（請見圖七）。生產工具領先者在生產上完全使用再生能源的比例也比整體受訪公司平均高了 45%，三分之二的領先企業認為減少溫室氣體排放十分重要；相較整體平均，僅三分之一的受訪企業重視減排。

### 技術落差為主要障礙

決策者和生產線人員在評比所有工具的缺點時，普遍評為低度。約 30% 的決策者和生產線人員認為「難以學習且費時」、「操作複雜」和「技術不成熟」為最大缺點。幾乎每項缺點都有近乎相同人數的決策者和生產線人員表示不贊同，並認為這些並不是各生產工具的缺點。在眾多列示的缺點中，決策者和生產線人員僅在技術落差上一致認同技術落差將隨著時間日趨擴大。

生產工作在本質上將發生變化，從一般的組裝和招標作業轉為監督和故障排除等工作，這意味著員工必須解讀大量數據，並從中獲得洞見。因此，十分之七的製造商表示，2030 年時，他們需要的員工不僅得具備甚或精程序編寫技能，還必須能運用創意解決問題，並擁有批判思考能力和企業思維。此外，近 80% 的製造商認為終身學習將不可或缺，才能與快速化的環境並駕齊驅。

# 邁向全自動化

自動化製造是運用設備使材料處理加工和組裝等系統或生產流程自動化。之所以推動自動化，主要希望利用機械設備和邏輯程式指令來取代手動與人工操作的作業活動。

如前章所述，資通訊化工具可減少部分枯燥、衛生條件差且危險的工作，儘管如此，自動化卻被視為是最終解決方案。先前提到，看待數位化態度成熟的工具領先者通常也高度自動化。製造商認為，長遠看來，將所有工作要素自動化將是可行且深具經濟效益的。最終，機器和機器人將更適於執行枯燥、衛生條件差且危險的例行工作，而且能維持穩定的品質，甚至有機會改造或優化其中的作業流程。

事實上，近三分之二的人表示，他們的公司將在未來十年內達到至少80%的自動化。只有3%的人認為他們永遠不會實施全自動化生產。

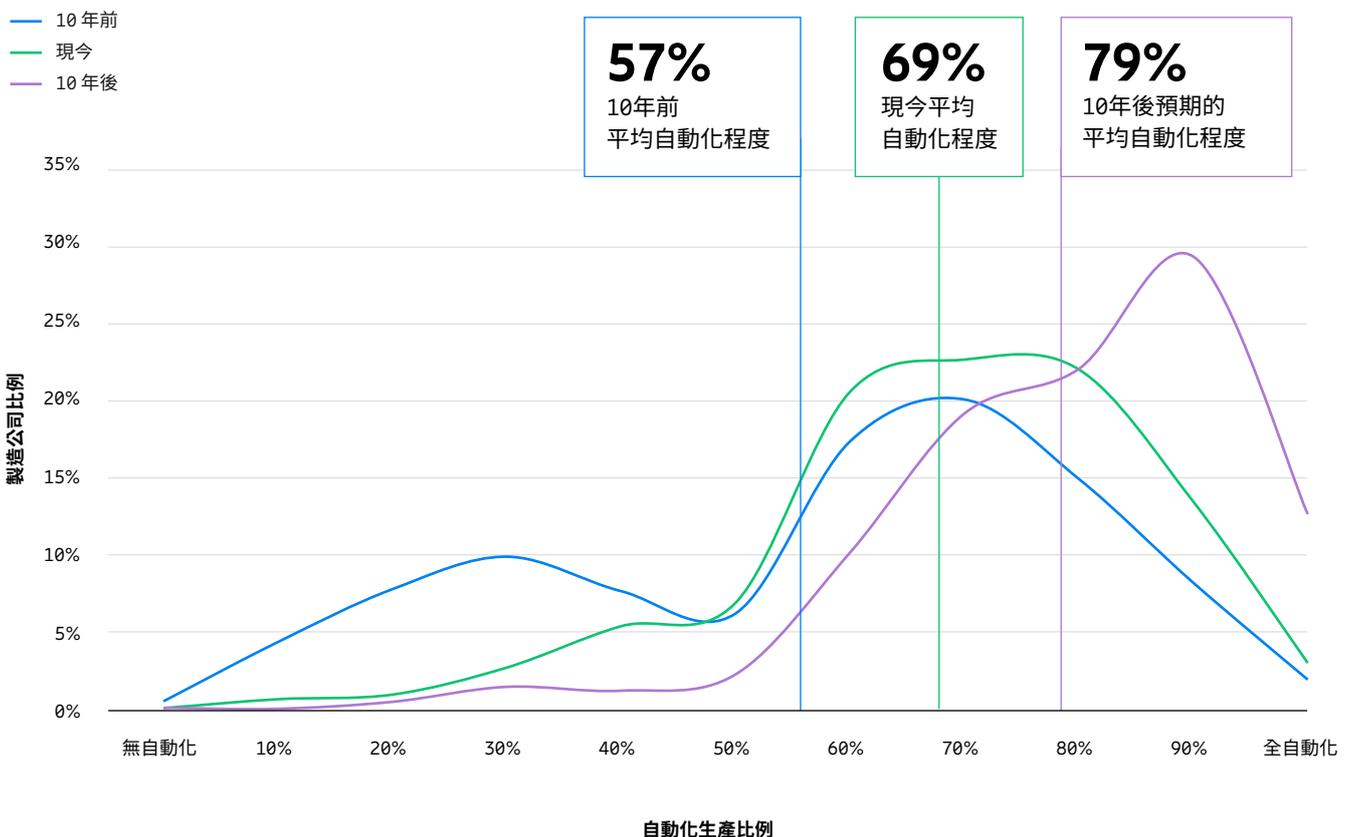
## 自動化的驅動因素

超過75%的決策者同意自動化加快了生產速度，68%的決策者認為自動化已經或將有助於降低成本，71%的決策者認為自動化減少了可能造成意外事故和職業傷害的危險工作。機器人的持續降價和勞動成本不斷攀升，都帶動了自動化的商業應用。普遍認為機器和機器人代表了穩定運作，因為它們可以日復一日、日以繼夜地以維持穩定且高品質的產能持續作業。前述提及的3D作業（枯燥、衛生環境差、危險）便是特別適合自動化的工作。

「過去我們的產線有近450名作業員；三年後，由於使用機器人和協作機器人，我們將人力減少了近40%。」

**中國製造業決策者**

圖八：決策者說明自己的製造公司10年前、現今和10年後自動化程度（資料由受訪者提供）



## 邁向自動化之路

製造商表示，邁向全自動化之路必須採取諸多步驟，而且沒有魔法能讓他們瞬間搖身一變成為工業 4.0 或 5.0 的工廠。

自動化的第一步就是資料蒐集、處理和決策的能力。唯有如此，製造商才能深入了解設備和員工的營運績效，實現流程自動化，並提高整個工廠的作業效率。自動化程度高的製造商通常也採用了前述提及的幾項資通訊化生產工具。如圖八所示，製造商平均自動化程度已從十年前的 57% 提升至現今的 69%，未來十年預期將提高至 79%。

## 自動化的阻礙

受訪的決策者指出，自動化的最大阻礙在於高昂的感知成本，且現有機器和工具過於昂貴而難以更換。另一方面，生產線人員也指出了部分阻礙，例如某些工作因為需要創作和社交技能、決策不易或涉及大量難以編寫程式、記錄或以口語表達的知識而難以自動化。

有 41% 的受訪生產線人員表示，最難自動化的作業是目前需要雙手和人類感官（如觸覺和視覺）之間精確協調的工作，

進行錯誤 / 異常問題修復（38%）以及創意思維（37%）也被認為是難以自動化的作業事項。

由於自動化系統錯綜複雜，許多公司也開始發現維護與維修的需求日益增加且所費不貲，因而需要更多內部服務人員和更高的處理能力。這些可能都是當初被低估的面向。

## 白領生產線人員也將受自動化影響

藍領工作者並非唯一受到自動化影響的族群，需要大量創意思維、判斷和人際互動的白領工作也開始轉趨自動化。

衍生設計 (Generative design) 為一新興領域，運用人工智慧和機器學習來快速產生人類無法從客戶需求中產出的最佳設計替代方案。半數的決策者認為人工智慧支援的衍生設計在 2030 年前將廣泛應用。

截至目前，藍領工作主要變為白領工作，減緩了製造業勞動人口削減的情況。數位化和自動化使全球生產設施的低技能人工作業轉變成較以流程和監控為導向的工作。然而，問題是此種工作轉換形式是否已走到盡頭？整體生產線人員削減的時代是否即將來臨？

同時，由於用戶介面、AI 智慧助理和自動代碼生成的進步，簡化了過去涉及複雜認知和智能的工作，也許教育程度較低的員工也能執行從前需要軟體工程師或專業人員才能完成的工作。幾名受訪的專家一致認為，未來或許將難以確立合適的職能及找到適任的軟體工程師，這可能會進一步導致更多較高資格要求的工作自動化。

「機器人設計十分精密複雜，因此我們需要技術人員來負責維修與維護。」

中國製造業決策者



# 以先進無線連網技術為基礎

製造業向來使用工業乙太網路和 Fieldbus 固定技術來提供網路連線。然而，如今日益需要快速且具經濟效益地重新規畫生產過程，並靈活彈性地連接數以千計的感測器、車輛、機器和資通訊化生產工具。因此，無論是室內或室外，生產設施的無線連網變得益發重要。事實上，四分之三的製造商表示，5G 和 Wi-Fi 6 等先進無線技術對生產工具至關重要。

既然生產製造未來將高度仰賴這些連網解決方案，製造商對可靠度、頻寬、延遲和安全性的要求相對也會提高。試想汽車大廠約每一、兩分鐘就得將一輛價值兩萬至八萬美元不等的全新產品<sup>4</sup>組裝完成，所以產線即便只有幾分鐘的停機時間也可能導致嚴重的收入損失。

各類型裝置都將有特定的網路連線要求。電子元件工廠裡數十萬個無線感測器也可望受惠於節能省電的通訊技術。另一方面，

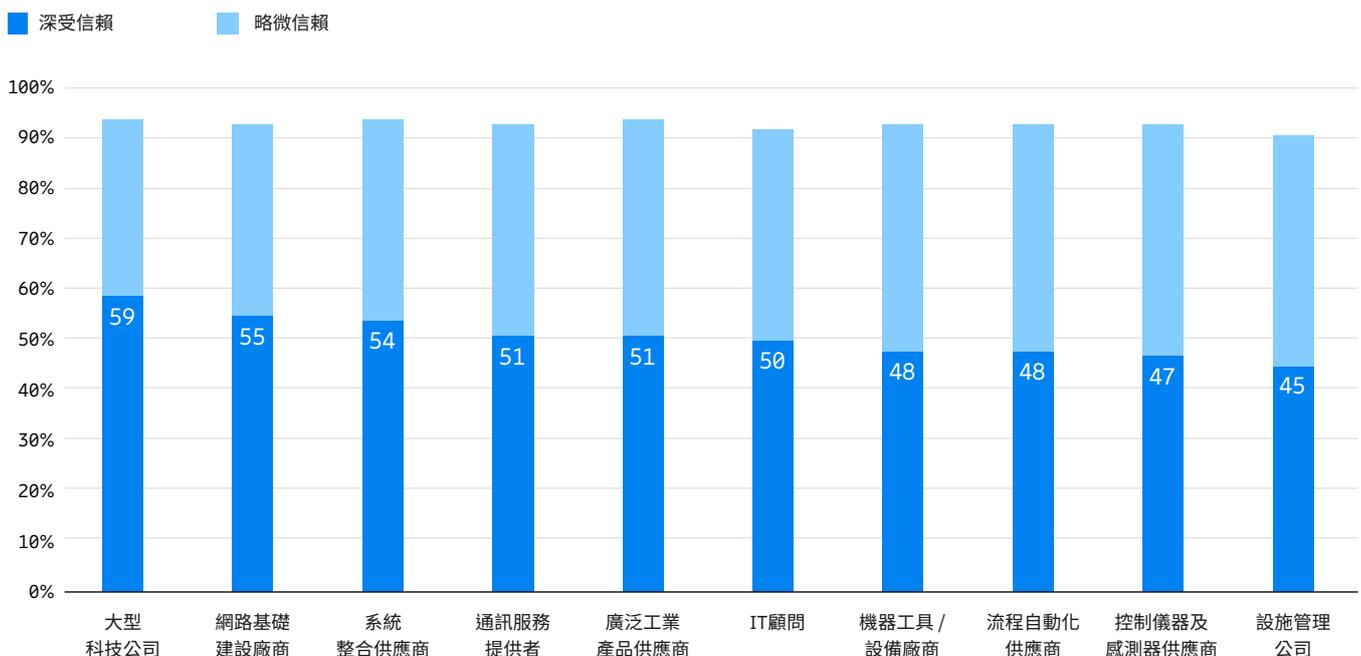
雲端 PLC 所控制的無線機器人將需要僅毫秒延遲的通訊能力。

近 60% 的受訪製造商的生產設施使用 Wi-Fi，包含機器、智慧手機和平板電腦所用的基本連線。製造商十分滿意 Wi-Fi 的穩定運行、易於部署與維護，以及大量無需執照即可使用的頻譜。Wi-Fi 5 及前幾代 Wi-Fi 也許可用於連接網路和其他要求不高的連線。然而，當製造商開始用其支援生產製造時，這些網路將面臨應付非最初設計的使用情境 Wi-Fi 6 最新版本中已加入新功能，以應對更具挑戰的網路環境和需求。

5G 網路可在室內和全球提供可靠、低延遲的網路連線。它在授權頻譜中運行，因此在受管制的無線電環境中干擾風險較低<sup>5</sup>。然而，行動網路連線工具和機器的生態系仍在建置中，且需要更多裝置、解決方案和供應商的加入。此外，製造商及

其資訊部門通常缺乏設計、布建、運行和維護行動網路的知識。儘管如此，十分之八的製造商表示已經部署或計劃在未來五年部署 5G 網路。資通訊化生產工具和自動化一開始都將需要先部署先進的無線網路。如圖九顯示，除了通訊服務提供者和網路基礎建設廠商外，大型科技公司和系統整合供應商都是十分被看好的無線網路服務潛在提供者。

圖九：製造商針對生產設施無線網路供應商的信賴度評比

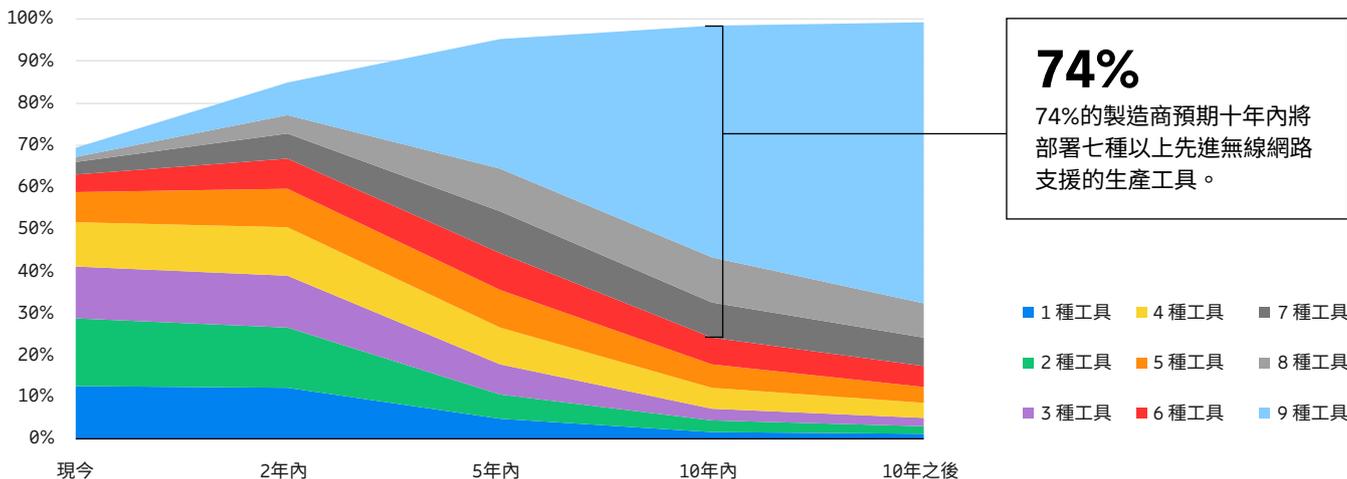


<sup>4</sup>每分鐘兩台，深入Nissan桑德蘭(Sunderland)廠，2016年11月3日，[Carmagazine.co.uk](http://Carmagazine.co.uk)

<sup>5</sup>J. Sachs, K. Wallstedt、F. Alriksson和G. Eneroth，〈運用5G無線連網推動智慧製造〉(Boosting smart manufacturing with 5G wireless connectivity)，愛立信科技評論報告，2019年2月。

# 未來展望

圖十：生產決策者表示目前使用以及未來預期使用的資通訊化生產工具比例(資料由受訪者提供)



如前述，製造業決策者的長期目標是實現全自動化的生產程序，近三分之二的決策者預期他們的製程在未來十年將達到 80% 以上的自動化。

然而，中短期而言，過半數受訪的決策者預期 AR、VR、數位分身和機器外骨骼等資通訊化生產工具將在未來十年為自己的公司帶來重大價值。

這將讓他們的員工能繼續在生產流程中發揮重要作用。依圖十顯示，74% 的製造商預計在十年內部署七種以上資通訊化生產

工具。同時，這些工具也加快了數位化和精實作業的發展，成為另外驅動自動化進一步發展的因素。

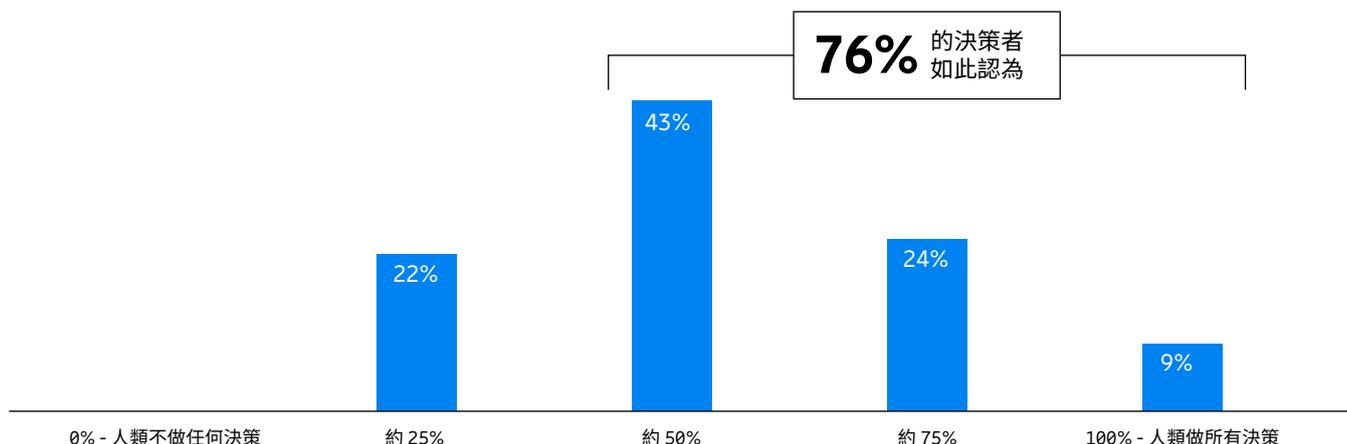
### 未來製造職務將如何變化？

約半數的生產線人員表示他們已準備精進技能以從事更高階的職務，70% 的人預測 2030 年前終身學習將越來越重要。

然而，過半數的人依然認為 2030 年時將需要更多人來從事與現今相同的工作職務，僅五分之一的人認為職場需要的人員

將會減少。一方面意識到生產製造正朝自動化發展，另一方面卻仍堅信一切不會發生變化，此種矛盾或許看似天真，但也可說是人性使然。

圖十一：決策者認為未來由人制定生產決策的比例(受訪者自我報告)



話雖如此，決策者似乎也有相同傾向。儘管 87% 的人預期未來十年將在他們的生產流程應用人工智慧，但仍有 76% 的人認為人類將負責做出至少半數的生產決策。

決策者和產業專家均預期未來留下的製造職務中，絕大部分將屬於監督類職務以及更具創造性的故障排除和其他類工作。事實上，70% 的決策者預期未來的生產線人員在創造性的問題處理能力、資料分析和電腦程式編寫方面將需具備更高技能，而半數決策者則認為低技能職位未來十年將從其生產設施完全消失。

未來繼續在工廠工作的人也將擁有認知、感官和電動工具可供其使用，讓他們能以比現在更智慧、敏捷且安全的方式從事生產作業。近半數決策者預期 2030 年時大部分員工將接受體內植入。生產線人員對此種演變的接受度也相當高，四分之三的人對體內植入相當或有點感興趣。

也許是因為生產力提高的緣故，不難理解許多生產線人員預期未來工作量應該會減少。事實上，近半數的人預期未來的工時將會減少，只有 16% 的人認為工時會增加。受訪的決策者還認為未來需要人工作業的工作將變得更少。54% 的決策者指

出，2030 年時，由於自動化的緣故，並不會人人都有工作，屆時將會推行無條件基本收入 (Universal Basic Income) 制度。

### 生產演變將超越傳統的工廠設置

如前述，製造業面臨著各式各樣的挑戰，帶動了整體生產流程的變革。資通訊技術和先進無線連網對於製造業的數位化尤其關鍵。半數以上的受訪決策者預期 2030 年時演算法將成為製造業嶄露頭角的決戰之地，這也許就是為何同樣有許多預期他們的公司在這段期間將推出迭代設計流程，即由 AI 驅動的衍生設計。

此外，讓公司能即時調整設計、產量和供應流程也是製造業亟欲實現的重點事項，56% 的決策者預計 2030 年時將可達成此一目標。

因應即時需求將導致未來製造業發生根本上的變化，造成快閃工廠崛起，以服務當地即時的需求。54% 的決策者預期 2030 年時快閃工廠將成為常態。

正如諸多受訪者表示，同時間內積層製造 (additive production) 可望成為其生產過程的重要環節，如可靈活生產兼具經濟效益的 3D 列印。不過，製造業的演變發展

「將會消失的工作是……僅需具備基本教育程度的工作。[留下的]工作……將需要更高的教育程度，更熟悉電腦系統。」

美國製造業決策者

可不僅止於此。56% 以上的決策者預計 2030 年時製造即服務將越來越普遍。此類製造服務公司專精於生產製造，但沒有自己的產品，因此，此類公司的興起也讓現今諸多製造公司得以聚焦其他業務領域，而非生產本身。



## 關於愛立信

愛立信致力於協助通訊服務供應商發揮完整的連結價值。公司旗下產品組合範圍跨足網路、雲端軟體與服務、企業無線解決方案以及新興業務等，旨在協助我們的客戶提升效率、加速數位化，並為企業開拓新的營收來源。愛立信藉由持續投資於創新通訊和行動寬頻服務，造福全球數十億人口。愛立信在斯德哥爾摩的納斯達克OMX證券交易所和紐約的納斯達克上市。

如需更多資訊，請造訪 [www.ericsson.com](http://www.ericsson.com)