



為什麼數位工廠將成為 製造業的未來趨勢

真正推動改革：加快上市速度、提升流程敏捷度、
擴大客製化規模等



目錄

簡介	03
定義數位工廠	05
數位化的 5 項優勢	07
最佳化工廠設計	08
提高生產量	10
加強敏捷性	11
實現永續發展目標	13
加快上市速度	14
3 階段式措施	15
展望未來	19
摘要	24

簡介

過去幾年，製造業已經達到了更高的水準，流程已由技術、智慧型機器與人工智慧 (AI) 所接管。但這些轉變往往是獨立推行，因此產生的孤立環境未能實現更大的數位化目標。但是，若公司將人員、程式與流程中的資料連接起來，即可建立數位工廠。

數位工廠所呈現的遠不只是實體製造流程：在數位工廠的概念中，工廠本身也會進行數位化。數位工廠的目標是改善製造流程以及執行流程的環境。

數位工廠在資料連接的支援下，可跨職能團隊進行協調，產生敏捷的調適能力以適應瞬息萬變的環境，進一步為公司帶來競爭優勢，可謂創下了製造業數位轉型的巔峰。

要想邁出轉型的第一步並不困難，但是正如大多數製造流程所示，詳細舉措錯綜複雜，其中包括：

01 接納數位文化，採用以資料為中心的理念

02 加快整個組織的數位轉型

03 投資雲端式平台以建立通用資料環境

04 仰賴自動化與數位流程，利用更少的員工完成更多的工作

“

現在 Wilo 在整個組織中充分利用資料透明度的潛能。我們的工程師目前正以越來越富有創意的方式使用可用資料，進一步縮短上市時間、提高生產效率，以及解決更多問題。

Wilo SE 集團營運高級副總裁 Mustafa Mahmud Al-Haj 博士

定義數位工廠

數位工廠是幾何圖形、行為與效能等關鍵工廠特性的共用虛擬模型，會顯示設施中所有數位網路及其運作的整體狀況。這種數位呈現形式可對結構、系統、資產及流程的資料進行編譯，不但能協助您深入瞭解如何規劃、建置及運作設施，還能掌握如何重新規劃設施，以及如何最大程度提高每項資產的效率與生產力。

對於工廠本身的生命週期，數位工廠會套用在改善產品開發生命週期時使用的原則，包含指導思想、系統、理論與方法。此外，公司還能運用數位工廠來模擬假設場景，以便找出升級製造環境功能的契機。



許多公司都依賴數位工廠來達成以下目標：

01

製造更優質的產品

02

吸引更多客戶

03

提高運作效率與改善永續發展

04

推動創新技術

05

加快上市速度

06

取得可行的見解

數位工廠的直覺式生態系統採用了資料的支援，經人類的聰明才智進行加強，協助您適應波動，即便面臨中斷問題，也能保有更多彈性。

數位化的 5 項優勢

樂觀、彈性、自信是製造業領導者在展望未來時的共同感受。不論您是早已完全投入數位轉型，還是剛剛起步的新手，想必都意識到了提升靈活度與適應能力的必要性。

數位化可為您提供收集整個企業的資料所需的工具，而在收集相關資料後，您的製造作業即可產生及創造下列成長機會：

改進工廠設計

數位工廠可消除冗餘行為、合併工作流程並自動執执行程序，進而降低成本、增加員工投入加值工作的時間，為精益營運作業鋪平道路。

數位工廠的最終願景是整合所有物件與所有人員，包括工作場所、建築、基礎建設、供應商、廠商與利害關係人，建立相互連接的資料流。一旦完成了這項整合，就能推動自動化、進行預測及建立特定的智慧功能，進一步提高整體運行作業的效率。

有了數位工廠，就可以模擬替代方案、找出更高效的方式來達成目標。

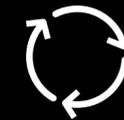
以下七項層面往往會出現與製造相關的浪費問題：



交通運輸



庫存



運作



等候



過度生產



過度處理



瑕疵

Porsche 擁有悠久的創新歷程經驗，在 1948 年 6 月 8 日就推出了首款市售高性能跑車 356。在奧地利的車庫中手工製造出第一批 52 輛汽車後，Porsche 就創下了大幅成長與發展。如今，在 Porsche 最新的工廠中，無人駕駛運輸系統（稱為 Flex-Line）已擁有現代化的裝配線，自動駕駛車輛可在各工作站之間移動汽車，讓每個客戶能夠客製化其訂購的汽車。

該公司建立了整合式規劃模型，以便透過數位方式對碳中和工廠的每項細節進行配置，更推行了設計迭代以符合所需規格，例如樓板的承重負載（每平方英尺 615 磅）。供應商也可以存取該模型，根據 Porsche 的空間規劃自己的設備，有效避免生產線發生衝突。如今，在德國斯圖加特的工廠正全速運轉，更使用了該虛擬模型引導作業改良。最終成功打造了更環保、更智慧、更精實的數位工廠，也就是公司所稱的 Porsche Production 4.0。

→ 瞭解更多

提高生產量

最近，製造業的需求激增，活躍度達到 [37 年來](#) 的新高。實際上，製造業有望 [超過疫情之前](#) 的生產水準。不過，不僅只有需求日漸擴大，消費者的期望也產生了變化。客製化量產正快速成為製造商的必備能力。消費者願意支付更多費用來購買能夠貼上個人戳記的產品。

有了數位工廠，您可以利用小批次運轉或新增功能至現有產品，進一步針對不斷增長的客製化產品需求做好準備。例如，某位客戶可能會訂購 100 萬支標準筆，而另一位客戶可能需要 1,000 支鈦製筆。第三位客戶可能要求提供 10,000 支綠色筆。只要擁有數位化流程，您就可以輕鬆客製化每筆訂單，即採用不同的設計與製造選擇，同時保持甚至提高生產量，有效發揮強大的競爭優勢。



加強敏捷性

正如過去幾年的狀況所示，我們永遠無法掌控穩定性。但是，隨著製造環境不斷改善，公司也需要更加靈活，並為經濟領域和世界接下來可能發生的任何中斷事件做好準備。

數位工廠可以實現彈性製造。您可以運用智慧型機器採用更機智的模式，並快速找到替代解決方案，以變更方向、進行修改或適應新場景。若供應鏈問題導致您的零件供應發生中斷，您可以自行製造零件，或聯絡其他製造商。只要運用這種彈性模式，您能夠建立解決方案以產生新營收流、增加創新及減少中斷問題。

Brioche Pasquier 從小型的家庭烘焙店，以麵包卷等招牌發展成為法國美食的國際食品製造商，開創出一條令人稱羨的商業發展之路。隨著公司進行規模化與分散化的生產，為了確保產品的一致性，Brioche Pasquier 對工廠執行了數位化，以協調公司 18 個國際生產場所的運作。

歐洲設施運用雲端進行連接後，即可隨時通告新工廠的設計。該公司使用 Autodesk Navisworks 將每個位置的資訊整合到 3D 數位呈現形式中，並在公司內共用，以便其他工程師使用這些數位模型進行參考。這種數位工廠方法可確保一致性，能連接從實體製造作業到公司業務層面的所有人員。

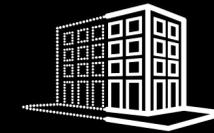
→ 瞭解更多

實現永續發展目標

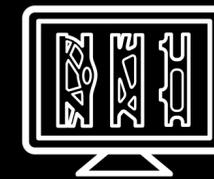
製造業可能會製造出消費者期望和需要的商品，但製造這些產品需要付出環境成本。[World Economic Forum](#) 認為，製造業整體會產生 20% 的全球排放量，消耗的能量達到全球能源消耗量的 54%。

您可以運用資料導向型作業，取得有助於符合永續發展目標的更多見解，由業界標準、州或聯邦政府或您自己的領導定義。您的一些同業甚至正在為高階管理人員新增永續發展職責，讓他們專門追蹤效能指標、引領環保政策，確保公司始終合規。

數位工廠透過技術促進更具永續發展能力的作業：



數位分身能產生即時的可行見解，以便擁
有者做出更具永續發展潛能的選擇。



有了生成設計，工程師就可以在設
計及建立數位工廠及周邊基礎建
設時，尋找原材料等環保選項



自動化系統與 AI 會根據人類行為追蹤
空間內的能源使用資料 (例如熱)。

對於具有淨零排放目標的公司而言，數位工廠是前進的方向。
根據 [PwC 2022 年數位工廠轉型調查](#)，永續發展作為數位轉型的
關鍵推動因素，其重要性的平均上升幅度達到了 150%。



加快上市速度

在製造業中，公司通常會關注產品生命週期，但工廠也有生命週期。若要大幅提高生產力，勢必就要對製造環境進行改進，而這正是數位化的目的所在。只要採用自動化與互連式生態系統，資訊在數位工廠中的移動速度就能比在傳統製造業更加快速。

若您的工廠推動了數位轉型，您可以利用見解加快設計與工程流程的速度，對解決方案進行迭代，並做出快速決策。[World Economic Forum](#) 發現，數位化最先進的多家製造公司（稱為「全球燈塔網路」的聯盟）將上市速度提高了 89%。

3 階段式措施

不論您是要建置新作業，還是要重新規劃既有作業，
都請務必遵循階段式的方法來建立數位工廠：

01 設計

02 建置

03 運作



設計

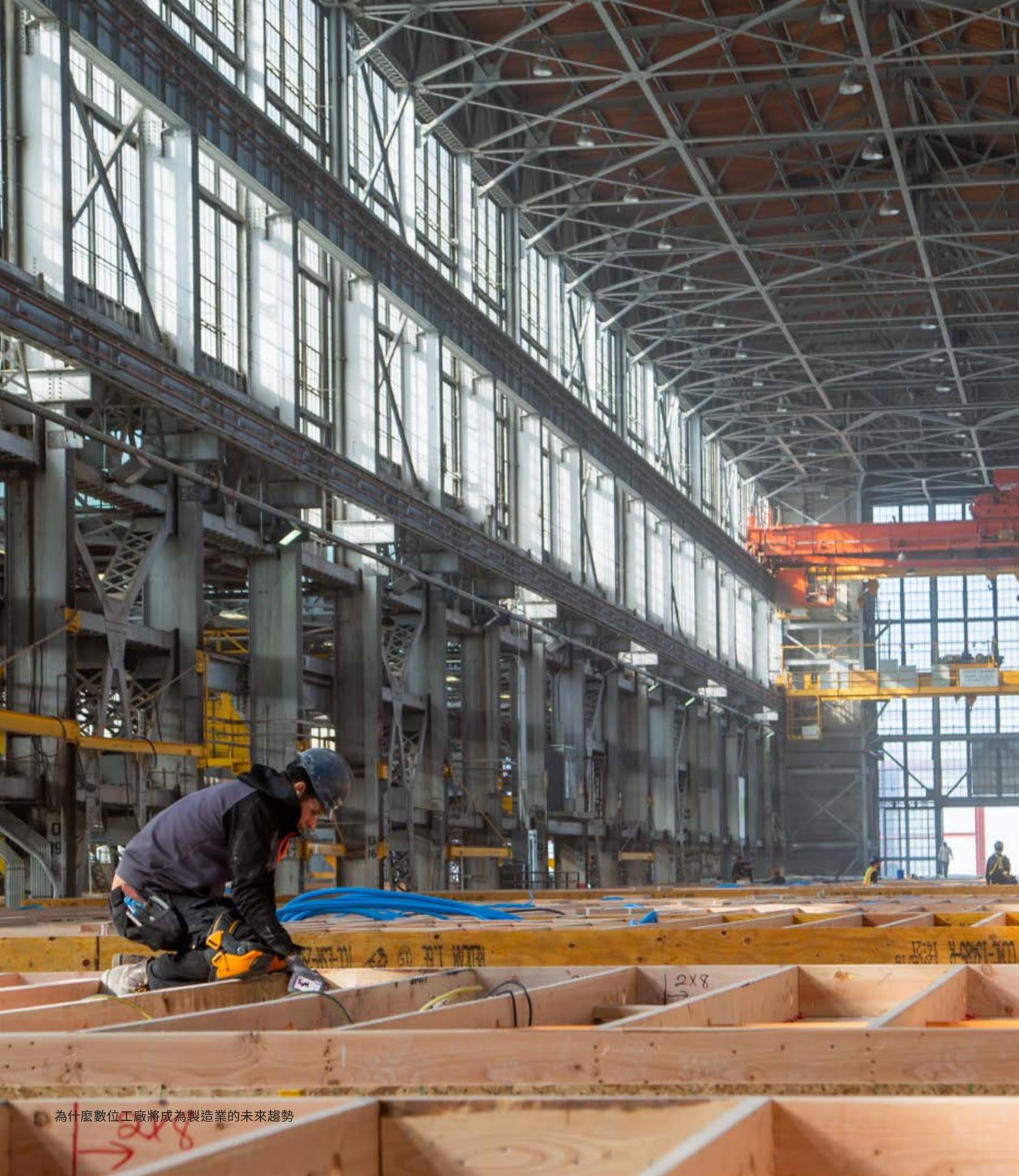
數位工廠的設計始於物流與作業配置。首先，請逐步分解工作流程，以判斷每個工作站的位置、設備的放置位置以及規劃如何大幅提高生產力。若數位轉型正在進行中，可能已經有很多能夠進入工廠的料件。

在設計階段，對人員、機器與材料的移動進行模擬有助於判斷如何高效分配空間分配、消除瓶頸、加快上市速度。設計師也會將供應商與廠商整合到工廠的數位協調中。

工廠中的任何利害關係人也需要參與其中，參考相同的規劃以設計自己的特定區域。這些利害關係人可能包括對工作站進行評估的人體工學團隊，或是對整個設施中空氣流動進行繪圖的 HVAC 團隊。

這些工廠是大型建築，具有大型機械與許多活動零件。只要制定數位計畫，就能及早發現安裝問題，減少建置與運作階段的錯誤，更快進入營運階段。





建置

下一個階段：建造數位工廠。這是以數位方式精心安排的流程，使用了建築資訊模型 (BIM) 等技術在多個團隊 (建築師、工程師與承包商) 之間進行協調，降低成本與排程超過限度的風險。只要建造了雲端平台，就能將為每個利害關係人建立通用資料環境及單一事實來源。

工廠還能運用虛擬實境技術確切掌握真實情況，協助利害關係人實現空間視覺化並在需要時進行修訂，事先發現衝突，確保您持續朝著目標邁進。

此外，您還可以利用詳細的建構順序來整理及簡化建置流程。BIM 工具可協調物流，而視覺化功能可以模擬配置，以便對整個空間與工作流程內的移動進行測試與重新測試。在工廠中安裝所有設備後，即可連接所有工作站，並啟動電源，進一步逐漸擴大生產，直到達到所需的產量為止。數位工廠將開始運用可行見解來產生意見回饋迴路。

運作

您的數位工廠投入運作後，將隨著在人員、程式與流程之間自由流動的資料而運行。您的數位分身技術將掌控實體資產，會連接所有資訊，不同的程式與網路可藉此進行通訊。這種虛擬呈現形式可讓您瞭解整體運作概況，並協助您查看每項決策的影響。

只要利用所有全新資訊，就可以在設施的整個生命週期內對設施持續進行改進，甚至調整特定的生產運作。舉例來說，若您發現客戶訂單增添了額外 10% 的產品，但只計算了 5% 的溢出量，則可以依照虛擬模型重組生產線並調整產量。

運作需要支出大約 80-90% 的建築成本。數位工廠旨在提供深入見解，進而降低這些成本。機器學習與自動化可促進預測性維護，在設備發生故障前就向員工提供問題警示，讓您避免意外停機（製造商每年的意外停機損失達到 500 億美元），並保持連續生產。





展望未來

根據 [PwC 最近有關數位工廠的報告](#)，相較於在工廠轉型方面投資不超過年度淨營收 2% 的公司，投資超過年度淨營收 3% 的公司取得高回報的可能性多出了 2.5 倍。但使用數位工廠的未來前景會怎樣呢？以下將提供簡短概述。

建立更加以人為中心的製造流程

現在，數位工廠的概念圍繞技術、機器、工具與機器人而打造。但一切都取決於這些機器所提供的內容，也就是資料。未來的數位工廠將融合多個來源的資料，進一步探究合併後的資料揭示了哪些資訊。互連式資料所帶來的不僅僅是機敏型製造，更建立了智慧型製造。機敏型工廠會提供資訊，讓您採取特定措施來改良工廠及維護標準品質。若利用智慧型製造，工廠也會使用資料做出決策，例如機器會在發生錯誤時感知到錯誤，並能獨立進行修正。

讓製造透明化

所有這些資料都在哪裡？只要前往雲端平台，就能透過即時動作視圖查看全方位的運作狀況。除了消除孤立單元外，平台也將變得更加強大，運用數位分身、AI 驅動的見解等技術突破數位工廠的領域限制，為您的整個運作提供支援。

設計與建置像 Autodesk Fusion 產業雲端一樣的平台後，就能運用統一的資料模型，在您的組織和供應鏈內提供單一的專案資料來源。您可以確保每個人都能存取相同的資料，進而消除重複的工作與流程，加快生產速度，並提供有關產品開發與業務運作的關鍵即時見解。

此外，您還可以延伸該資料環境，讓供應商、廠商、承包商與其他利害關係人也能使用。也就是說，他們可以同時處理相同的資料，進一步建立終極工具來完成協同合作。隨著以製造為導向的公司逐漸成為以資料為導向的組織，我們勢必更需要在信任的基礎上建置這些平台，提供安全、可靠、具有彈性且可擴充的解決方案。

為供應鏈打造更大的彈性

美國國家製造商協會 (NAM) 稱，[孤立資料](#)仍是公司出現供應鏈問題的首要原因。只有 [21%](#) 的小型製造商對其供應鏈網路的可見性抱有信心。而這些小型企業能夠運用數位工廠進行合作，進一步解決相關問題。

數位工廠未來將促進合作網路，以便公司能共用設備，集中資源，並增強個別公司與產業的彈性。

分散式製造可以分散材料與製造，讓小型公司能從數位連接中獲益。全球 98% 的製造公司是中小型企業 (SME)。但在數位化方面，SME 通常缺乏投入到 Industry 4.0 的資金，投資速度與規模不及更龐大的競爭對手。不過這些企業可以使用分散式製造，透過虛擬方式聚集在一起，成為實力與大型工廠企業相當的大型組織。



使用自動化技術 彌補技能差距

數位工廠將改變製造流程，以及製造工作的性質。
而這正是我們所樂見的現象，目前更是創下了以下成效：

10%

在接下來的三到五年，僅僅因為退休，許多製造商就會面臨超過 10% 的員工流失率。

1 兆美元

按目前的速度，截至 2030 年，將有 210 萬個製造業工作崗位出現空缺，這將導致行業損失 [1 兆美元](#)。

70%

與我們交談的 70% 的公司認為，AI 將在工程、生產與採購方面推動重大或根本變革，以彌補這項差距。

為什麼會發生這種狀況？因為達到退休年齡的工人數量超過了進入行業的人數。數位工廠內的自動化工作流程將協助製造商縮小勞動力差距，讓他們僱用數量更少的技能熟練工人以更快的速度完成更多工作。



加速取得永續發展的收益

早在 2019 年，我們曾向製造商詢問其永續發展目標，52% 的製造商確認他們已公佈自己的目標。兩年後，這項數字增長至 75%。據 PwC 稱，如今以永續發展作為數位轉型關鍵推動因素的重要性已經同比上升 150%。但是，對某些組織而言，目標與實現真實成果之間可能還存在很大差距。

永續製造可對行業流程進行系統性的全面檢查，以分析並減少您在製造產品方面所消耗的能源、材料、運輸時間與精力，進而協助您實現目標。

此流程從資料開始，對供應鏈、工廠效能、不動產佔地空間以及運輸與物流進行分析。在工廠廠區，快速採用更多的自動化與機器人技術可以提高效率。美國的一半電力用於啟動電動馬達，是行業流程的主要動力；在製造場所採用再生電力可以大幅減少排放。

永續發展不僅取得了氣候活動人士的認可，它的整體吸引力在於更清潔、更低碳且通常更便宜的產品，現已贏得從消費者到銀行業者再到監管者的所有人的青睞而此趨勢的發展速度也只會增無減。

未來比您想像的更近

與許多轉型一樣，向數位工廠的轉變可以逐步進行，在此期間仍會產生短期影響。選擇改善流程的組織將會認識到在工廠生命週期的整個設計、建置與運作階段採用更加資料導向的方式所帶來的益處，並因此而接納變革。與設計改進、生產量與客製化收益、敏捷性、永續性及上市速度有關的成果將快速融合。

擁有者可以在需要時存取所需的確切資訊。企業決策者會瞭解到更多資訊，可以在難題出現之前及早辨識及應對。生產線在無法預測的環境中將會更具彈性。而且，組織會在思維與策略方面超越競爭對手。

隨著行業向完全數位化的工廠持續發展，您現在所做的決策，不論是選用的方法、採用的技術，以及合作的公司，都將在接下來的幾年內產生巨大影響。

Autodesk 憑藉整合式數位工廠技術（例如配置與設計工具集、模擬、資料與流程管理、數位分身等）的堅實基礎，可為您提供所需的關鍵資訊，以便對設施進行更高效的設計、建置與運作；對其進行更快速的重新規劃；並在整個工廠生命週期中最大程度地提高每項資產的效率與生產力。這樣，您就可以因應如今的數位工廠難題，並為將來的難題做好準備。

→ 探索 Autodesk 的數位工廠解決方案



