



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

非連續性製造業 連線系統指南： PLM、ERP、MES 等

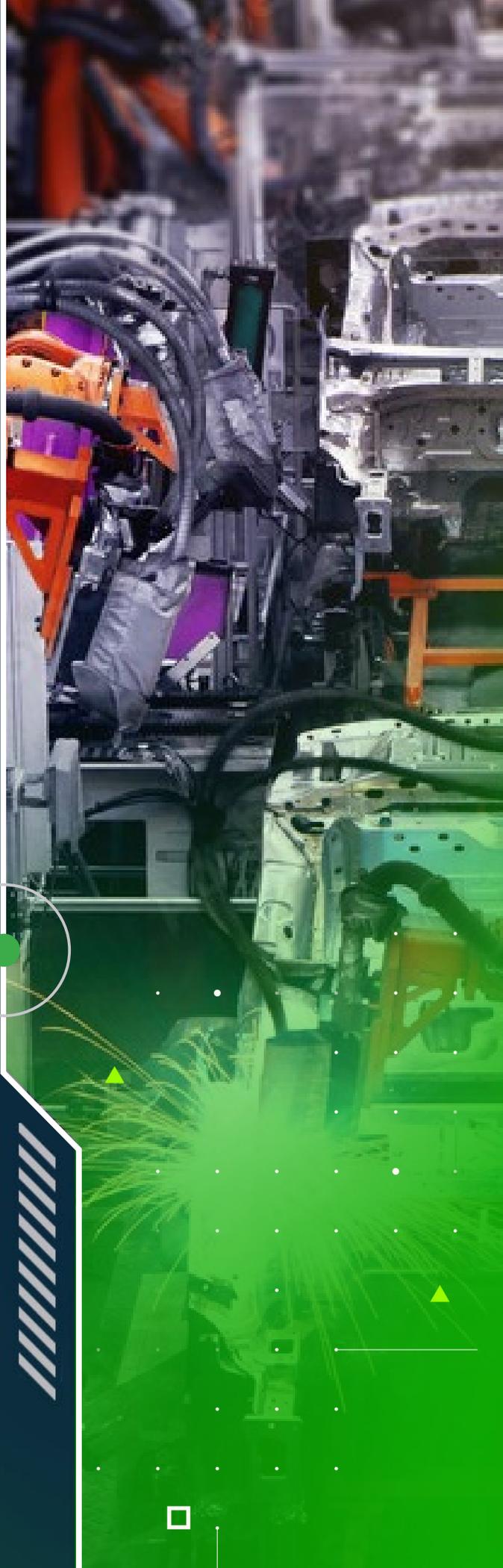
6 9 8 3

6 7 3 3

1 4 6 4

白皮書

2023 年 10 月





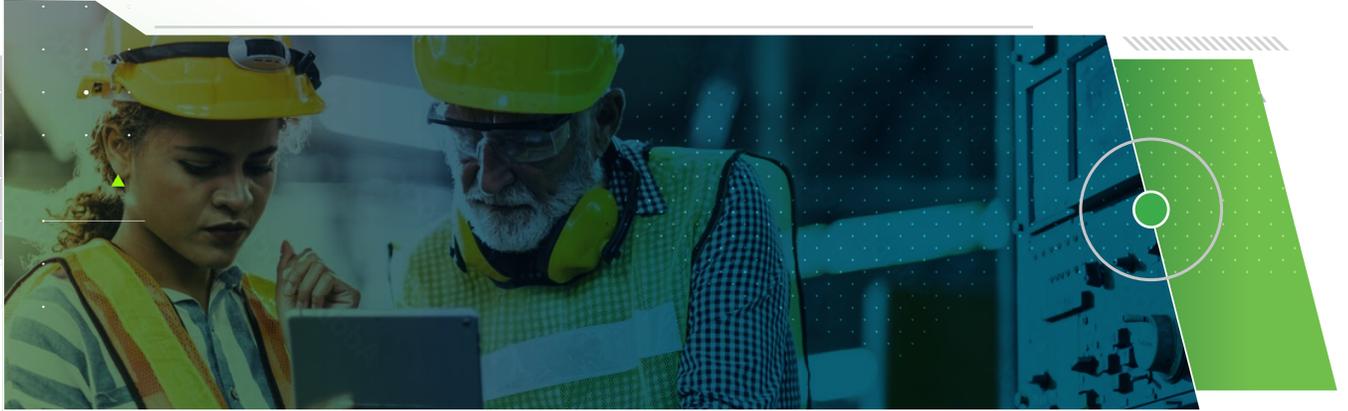
期望不斷增加

各行各業的製造商都面臨著一連串緊迫、日益增長的競爭壓力，例如：搶先上市更多創新產品、提供更加個人化的購買經驗、提升工廠與現場品質、每次均可準時交貨。製造商除了控制成本、應對供應中斷與需求波動，還必須同時應付這些競爭難題。

為了滿足這些需求，各類新穎成熟的軟體技術正在發展，協助實現難以達成的數位轉型承諾。IT（資訊科技）團隊本身已承受支援企業及其業務目標的長期壓力，這樣不斷改變的局面更加重他們的負擔，既沉重又複雜。通常會取得個別進展，以「行動領域」方法區隔工作，也與改進計畫之間有重疊。但是，整體數位轉型發展程度最高的公司已透過整體企業策略的跨職能協調，為其組織提供重要的能力。如要達成這種結果，就需要將策略製造支援系統（包括 PLM、ERP 和 MES）的資料和流程整合起來。

本白皮書旨在引領 IT 和企業領導人朝此目標邁進。首先，本白皮書將討論如何根據商業模式和產品複雜度正確識別公司的協同合作需求。有效清點並列出需求後，將介紹已經證實的逐步流程，可提供正確的工具，整合並配置 PLM、ERP 和 MES 環境來滿足上述需求。

結果為運用自動化提升成效，向研發團隊提供可靠的即時資訊，以便快速順暢地執行全球作業。這些團隊將能與工廠、物流和採購部門的同事同時工作，比以往更有成效。



現代製造挑戰 – 全球工廠生產

全球競爭加劇，還必需在不犧牲產品品質的情況下搶先上市才能透過產品創新獲利。如何在舊版 IT 環境中順暢整合產品和流程變更（新產品引進 (NPI) 或新產品/流程改進）呢？很明顯，在 ERP、PLM 和 MES 系統手動移交和複製資料會降低品質、增加成本、延長前置期和產生潛在因素，導致資料不匹配，而且因為可追溯性差，無法滿足客戶需求。環境效率如此低下，企業規模很難擴大。例如，若輸入資料人員的數量不增加一倍，工作場所產能就不可能相對翻倍。

缺乏透明度更是加劇了變更管理問題。出現這些問題的製造系統雖然是為有 30 年製造經驗的專家設計，但如今製造商的人力主要為具備三年經驗的員工，30% 的一線員工經驗不足一年。儘管產品變得越來越複雜，變化率不斷攀升，此趨勢仍加速發展。

更大的產品組合也會產生更多品質問題。為了不斷提升品質、生產力與永續性，製造商迫切需要為新世代一線員工，在必要的情況和他們最具影響力的領域提供最有效的產品和流程深入分析。這樣便能消除浪費在查找資訊的非增值時間，並為一線員工提供工具，持續識別、分析和解決日常工作的瓶頸，以及排列相關優先順序。員工擁有成功所需的一切後，才有動力持續改進。

治理方式薄弱，就會有頻繁又多餘的溝通，效率持續低迷。為了達到降低成本及提高品質的改進目標，製造商必須不斷微調產品、流程和資源的營運效率，還要持續評估並最佳化產品和流程設計。微調營運效率通常對人工成本和處理成本影響較大，而評估與最佳化則對材料成本影響較大。一般來說，任何產品 70% 的成本都是在工程階段確定的。

如果系統沒有整合，工程師就必須做三倍的工作，在 PLM、MES 和 ERP 輸入相同的資料。品質問題的機率和規模會受到缺乏可追溯性的影響。例如，製造商可能必須召回各種時期完成的可疑產品，因為他們並不知道特定日期出貨的產品配置。資訊源太多，導致品質不良，效率低下。變更生效時，因為沒有適當溝通，使用了不正確的配置。接著可能製造出不正確的產品，導致準備運送產品時，客戶或製造商需要找出瑕疵。即使使用連線系統，這類中斷也可能會無預警出現。

面對這些問題，如果沒有整體的自動化功能，如何在整個價值鏈中處理模組化可供配置產品？製造商如何尋找供應替代方案，同時解決不斷變化的業務優先順序、加快上市時程並改善品質？如何在不變更 BOM 的情況下，確保組裝線使用最新的軟體版本？對測試有何影響？如果工廠被駭客入侵怎麼辦？如何確保採用適當的網路安全和 IP 保護層級？

這些難題的成本可實際衡量出來，其中機會成本可能是最大、最引人注目的問題。如果解決這些問題，企業能有多大的進步？或者更直白來說，能多賺多少錢？

● 修復損壞的工具鏈和資訊

為了提升速度與綜效，製造商需要重新思考自動化堆疊並建立虛擬協同合作平台。從產品創新流程一開始便需要納入 PLM 且一路貫穿工程和製造準備過程、重新調整 ERP、PLM 和 MES 的範圍，並透過 Digital Thread 連接產品開發和製造的所有重要內容。製造商必須從點對點模式進展為即時整合，才能為未來做好準備。

製造工程會產生重要資料，包含製造材料清單、路線/流程規劃、品質控制特徵、標準工作指示和標準時間。此工程階段不僅是產品開發和製造價值鏈不可或缺的過程，也是上市時程、品質、效率、供應鏈、物流價值鏈的重點，以確保可依成本準時交貨。

而同樣重要的是，在產品生命週期中，下游製造作業和上游工程順暢同步變更。傳統而言，生產工程資料和流程管理會輸入 ERP 系統，再傳送至 MES 系統，但複雜性和變更率不斷增加，因此需要轉型。

首先，ERP 系統並非為產品和製造主要資料的生命週期管理而設計，也無法處理離散環境複雜的配置和高比率的變更管理。其次，商業導向的 ERP 主要資料精確度與 MES 所需的技術複雜度不同，導致效率低下。



在 PLM 取得適當資料並正確地傳遞給 MES 和 ERP

您的商業模式和產品複雜度會影響最佳工作模式。不過無論任何情況，都需要考慮三個重點：主要資料放置/管理的位置、配置管理、變更協調流程。公司專屬的企業行動方案也會造成影響。您的組織在哪裡看到關鍵的產品創新、產品品質、產品成本和產品效率機會？

實行產品、製造和物流價值鏈流程，取決於一系列複雜又相互依賴的因素。

特定訂單的客戶工程模式 – 商業模式

存式組裝

- 完全依照已確定的選項設計產品
- ERP 計劃預先定義選項的生產
- 根據預測製造已確定的產品組合
- 產業：消費性產品、高科技

接單裝配

- 完全依照已確定的選項設計產品
- 由 ERP 配置和處理訂單
- 產業：汽車業 OEM (專業代工廠)、高科技、工業

接單組裝

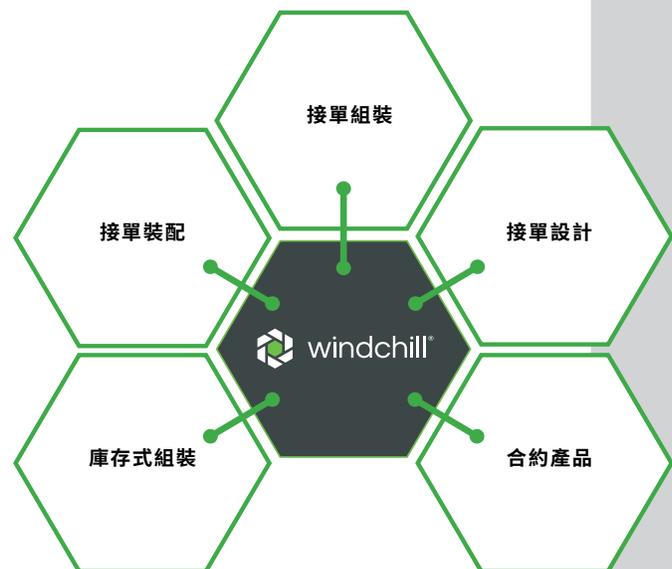
- 完全按照允許建立自訂零件的規則設計產品
- PLM 使用工程部門制定的規則，配置並驗證每筆訂單
- 產業：高科技、工業

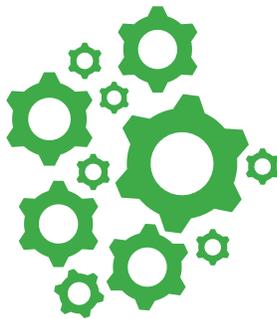
接單設計

- 將重要的自訂工程加入通用產品
- 每筆訂單經過工程部門和 PLM 驗證
- 產業：工業 OEM、汽車供應商、航太

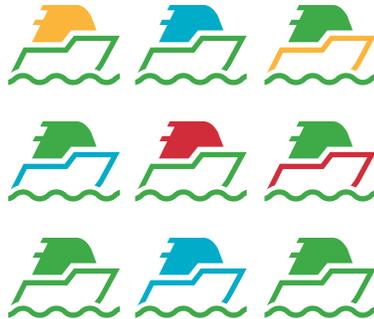
合約產品

- 設計和生產產品，以滿足客戶或合約特定要求
- 每筆訂單經過 PLM 和工程部門設計與驗證
- 產業：國防、原型、自訂工具

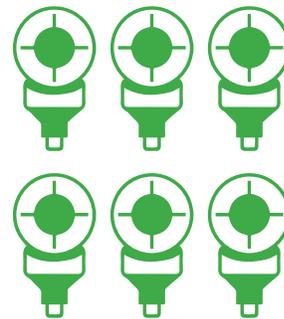




精確



可變



物流

產品複雜度

精密 – 可能不會有資訊繁多的 BOM（材料清單），但需要複雜精密的製造。製程計劃可能達 25 個步驟、1000 條生產線，以及特定工作站的眾多品質檢查。參數可能有 40 到 50 個。汽車齒輪就是其中一個範例。

可變 – 由於提供自訂服務，每項產品均獨一無二。如果沒有連線系統，幾乎不可能及時向使用所有相關選項及變體組裝專屬產品的員工提供正確資訊。您今天打造的产品兩天後就會改變，因此指示必須 100% 與客戶訂單相符。若變更品質相關設計，就需要為正在生產的产品採購正確的零件。員工流動也是因素之一，新員工可能會接手前任員工離開的工作。豪華遊艇就是其中一個範例。

物流 – 商品製造商每天必須在安全的環境中，生產數百萬個符合品質和價格標準相同產品。這種企業的規劃團隊開始執行供應鏈流程的方式是，制定需求規劃並與銷售團隊共同驗證。規劃職務包括需求規劃、工廠供應規劃、包裝開發、產品生命週期管理 (PLM)、規劃流程與效能、庫存管理、S&OP（銷售和營運規劃）等。開完需求規劃會議後，團隊即會為工廠制定生產計劃，採購部則會採買所有材料。感應器就是其中一個範例。

入門：產品開發的核心企業系統

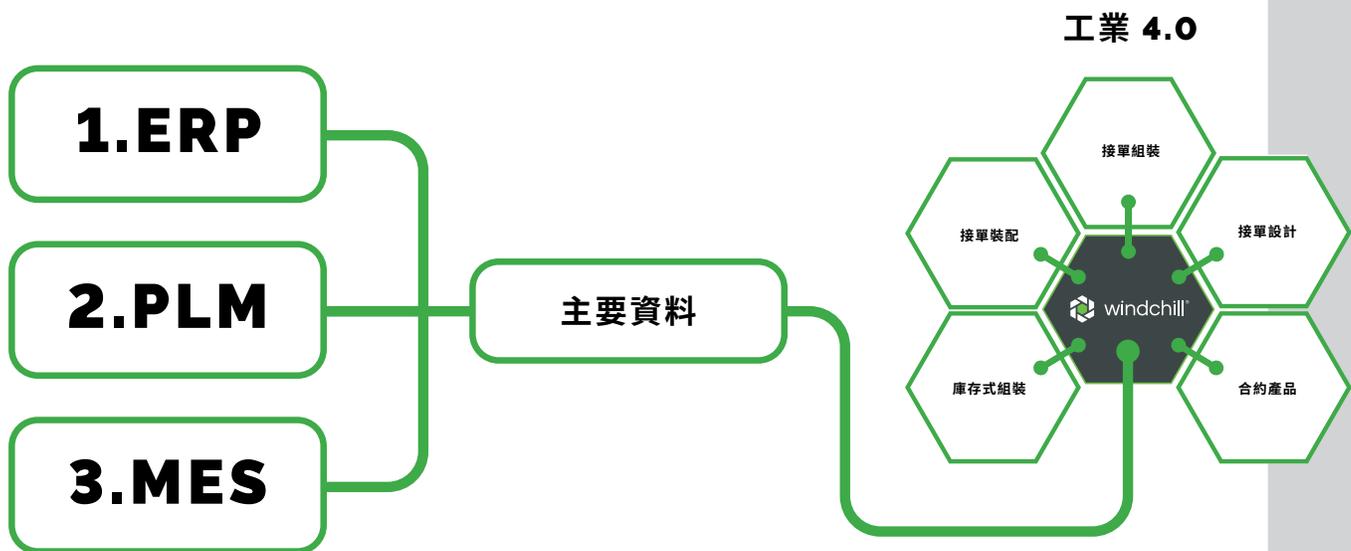
步驟 1 – 使用通用的產品主要資料方式，透過適當工具管理正確的資料

順暢整合應用程式計劃的第一步，就是確定您的產品主要資料目前的位置，並識別和清除資料。這樣做能避免多個系統在任何特定時間管理相同的資料。

例如，ERP 沒有產品及製造的上游資訊，因此也沒有能力為複雜又不斷變化的產品建立並定義最佳化製造流程計劃。

此外，有效的工程變更管理流程需要追蹤並反映產品設計的最新變更。PLM 和 MES 之間的直接雙向變更管理流程可提高效率，也更加可靠。

現代化就是從貫穿整個產品生命週期的前後關聯與可追蹤產品資訊開始。



1. PLM (工程資訊導向產品及製造資料 – 數位資產)

- a. 零件主物件 / 版序
- b. 產品結構
- c. 電子與機械 CAD 模型
- d. 軟體
- e. 分類
- f. 文件
- g. 需求
- h. 模擬
- i. 生命週期狀態
 - 變更流程 / 變更生效時間
 - 壽命結束 / 淘汰
 - 問題報告 / 變更請求 / 變更通知
- j. BOM 轉換 (EBOM 權威來源 (工程材料清單)、MBOM (製造材料清單)、SBOM (服務材料清單))
- k. 流程定義
 - 路線
 - 工作指示
 - 刀具
- l. 品質規格 / 問題管理
 - 控制特徵
 - 不符合項目、CAPA (矯正與預防措施) 資源 = 工具與量具 (設備生命週期管理)
- m. AML (已核准的製造商清單) 廠商代碼

2. ERP (生產計劃、預測、採購、成本追蹤 - 實體資產 / 交易導向)

- a. 實體與物流資訊
 - 工廠
 - 儲存位置
- b. 採購
 - 已核准廠商
- c. 財務和會計
 - 實際產品成本
 - 目前和預計銷售額
- d. 工單
- e. 產品規劃
 - 訂單和出貨狀態
 - 庫存狀態
- f. MES 相關的變更流程
 - 問題報告 (可能從此處開始)
 - 變更生效時間 (此處已變更)
- g. 採購
 - 已購買零件
 - 供應商追蹤 / 管理
- h. 材料移動 (可追溯性)
- i. 持續供應庫存的已接收貨物

3. MES (生產和物流執行 / 執行回饋 - 實體資產 / 事件導向)

- a. 生產排程 (工單管理)
- b. 系譜 (完工)
- c. 工作指示
- d. 執行和流程實施
- e. 資料收集
- f. 工具和校準管理
- g. 進貨檢驗
- h. 品質管理
 - 引入物料檢驗
 - 工作場所採樣計劃
 - 成品檢驗

在 PLM、ERP 和 MES 建構堅實數位基礎的第一個主要優點是，工程師工作時，其工作會自動轉移至下游，只要使用單一熟悉的 PLM 系統即可。重點是讓員工在正確的系統執行正確的工作，不用跨越不同的系統，重複另一個系統已完成的工作。



步驟 2 – 建立順暢的雙向處理流程

接下來，負責人必須能依據自己在產品生命週期中的角色存取需要的所有產品資訊，而不是從有權存取記錄系統的同事取得資訊。例如，進階製造計劃人員、細節流程計劃人員、工廠和工具設計人員、產品經理與工作場所員工需要存取工程部門的最新資訊。設計工程師本身則需要製造部門的即時回饋。

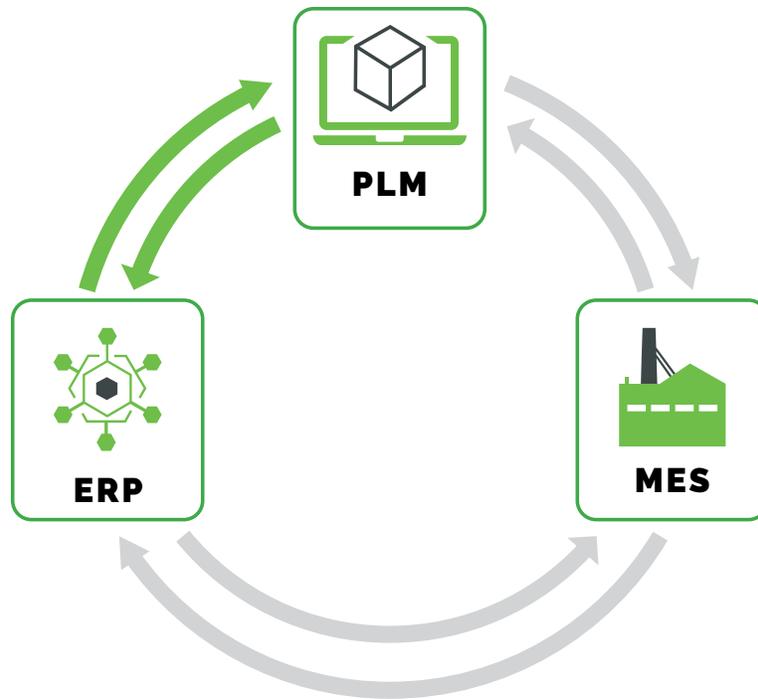
理想的未來狀態是運用單一資料來源將 PLM 資料存取權限加入現有的 MES 和 ERP 系統，或透過此類系統提供相關存取權限來整合流程，而非資料。製造商應避免多個系統在任何特定時間管理相同的資料。每個系統應該只有完成工作所需的資料。使用連線系統時，瞭解計劃傳遞給每個系統多少定義通常十分重要：一個停止，下一個就會開始。這樣使用者便能將資料轉化為深入見解，協助工程與製造部門推動一致的決策和自動化協調流程。我們的目標是透過內建的自動化和報告功能來封閉迴圈，範圍涵蓋所有製造階段，尤其是 MES。

Christian Willmann (Vaillant) – 主要資料 品質的重要性



對於數位和實體項目的工業 4.0

而言，確保 PLM 和 ERP 主要資料的品質至關重要。必須包括產品生命週期、企業規則、參考材質、MRP（製造資源規劃）設定檔、供應鏈模式的成熟度定義或狀態概念。不妨考慮將您的組織納入工程 (PLM) 和下游流程 (ERP) 的角色工作流程。此步驟僅根據強制 PLM 和 ERP 整合，確保 PLM 零件資料保有高品質，並可自動擴充 ERP 主要資料。如果沒有主要資料品質的整合概念，製造商便無法發揮實行 PLM 的完整潛在附加價值。根據 Vaillant 的狀態概念和企業規則，可將 80% 所需的物料主要資料自動化，過去這項工作一直是手動（複製/貼上/試錯）完成的。

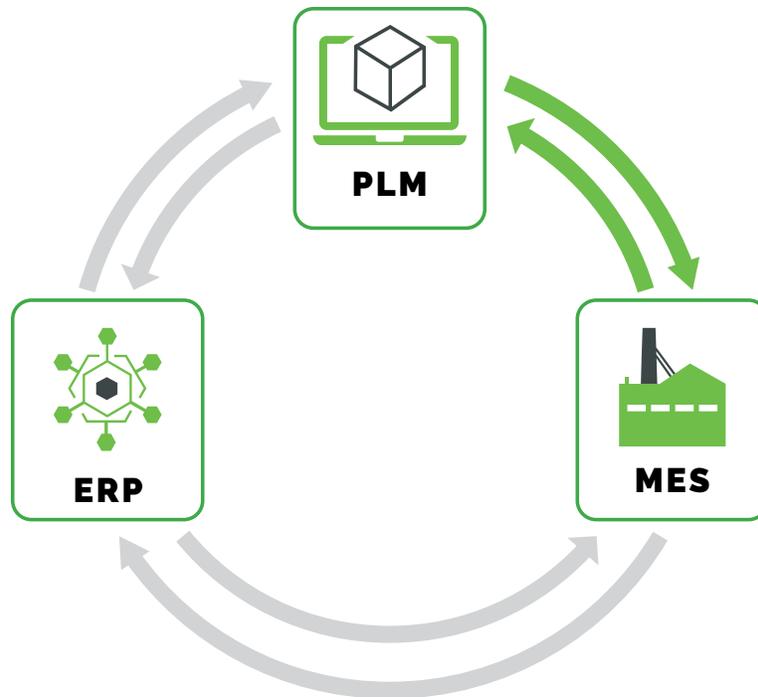


PLM 至 ERP：ERP 至 PLM

做出最後的決定、以數位形式測試並驗證設計之後，相關資訊即會傳遞至 ERP 系統，用於製造實體產品的業務準備。能否展現 ERP 系統的最大價值取決於 PLM 系統的資訊品質，PLM 系統可減輕 ERP 物料擴充過程的負擔。

因此，PLM 所需的資料主要是高層級資訊（物料主要資料、材料清單、採買規格等），而不是技術資料。從 PLM 傳送製造項目至 ERP 時，應針對 ERP 自動計算項目成本（如使用 MPM 和流程規劃）及傳送項目 BOM（來取得製程計劃成本和路線資訊，用於設定 / 物流），提供需要的所有定義。

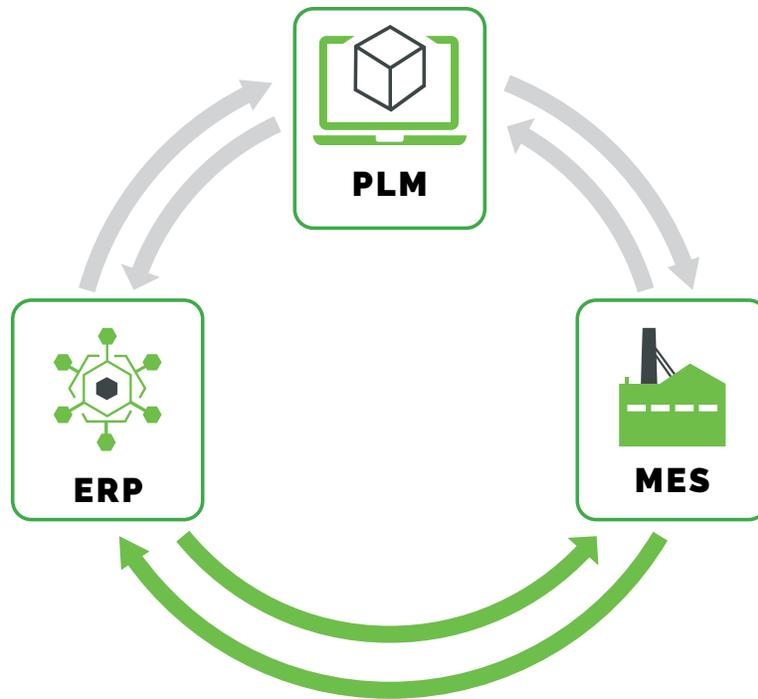
- PLM 的自動化項目設定（製造項目）
- PLM 的半自動項目（採買項目）
- AML、零件 BOM 修訂版本、生命週期狀態和相應的工程變更訂單
- 工程 BOM 到製造 BOM，何時應使用組織特定的零件（日期和時間）
- 客戶提供的產品頂層組件 (TLA) BOM 詳細資訊、重量、體積，用於包裝、出貨和運輸成本決策
- 在 CTO 商業模式中，您可能希望將負擔過多的製程計劃轉移至 ERP，以啟用更進階的計劃選項（例如，自動化元件分配流程）。
- ERP 至 PLM – ERP 向 PLM 提供成本資訊



PLM 至 MES：MES 至 PLM

Digital Thread 的強大能力消除了 EBOM、MBOM、製程計劃和控制特徵（包括特定替代物和全域替代物）之間的差異，還能保存執行所需的資料。將製造項目從 PLM 傳送至 MES 時，應該提供一致的技術資料。ERP 會建立工單，啟動 MES 向 PLM 系統請求完成工作所需的資料。然後，PLM 會將項目、BOM 或製程計劃傳送給 MES。

- 工程變更訂單特定的產品 BOM 修訂版本；製作零件清單（單階層 BOM 或多階層 BOM）、客戶屬性（產品 / 標籤 / 運送）
- 首件檢驗 (FAI) 呼叫、流程出庫呼叫、測試建構與大量生產建構
- 裝配製造項目需要的所有建構規格
- 您可能還希望轉移製程計劃以促成揀貨操作，進而產生詳細的進度報告。
- 觸發檢查和控制活動的控制特徵
- 數值控制 (NC) 程式
- 要載入工作場所產品的軟體
- MES 至 PLM - MES 還會向 PLM 提供涵蓋不符合項目（代表在工作場所依照標準流程製造的偏差品）的「完工」資訊



● ERP 至 MES : MES 至 ERP

必須雙向溝通，才能實現訂單需求承諾和完工/成品庫存更新。MES 應該讓 ERP 瞭解完成一次建構會使用的元件和數量。MES 還會提供時間等生產資訊，協助 ERP 估計總銷貨成本 (COGS)。



Amir Mazoochi 介紹流程再造整合變更管理（變更審核委員會）

產品和流程變更命令在產品生命週期的任何階段都是無法避免的。此機制可運用所有負責人都能接受的方式識別、定義並追蹤相關變更。這可能涉及設計、品質、成本、生產或客戶導向的改進。產品工程的微小變更就會對製造和生產有很大的影響。

最佳工作模式和一般指導原則

某些最佳工作模式和指導原則可以促進協同合作，同時防止設計錯誤，並保持產品開發和生產正常運行。考慮以下：

建立知識豐富且精簡的變更審核委員會 (CRB) 團隊

- 檢查目前的工作流程並最佳化未來的狀態流程。考慮為不同類型的變更請求（緊急、快速追蹤、一般、形式/契合/功能和流程）建立不同的簡化工作流程
- 在變更請求中建立案例。在初始步驟概述所有關鍵屬性，例如：
 - 變更原因：高層級
 - 詳細變更描述：辨別需要變更的案例
 - 變更的影響（部門、客戶、工廠或供應商）
 - 必要實行或執行日期
 - 期望的結果
 - 必要的支援條件/驗證資料（如果需要）
 - 強調客戶、工廠、供應商的核准（如果需要）
 - 瞭解供應鏈和組織 – 溝通流程、需要參與決策的人員、需求計劃與執行
 - 現有材料和產品處理方式指示
 - CRB 核准後，便移至下一級來尋求負責人的實行核准
 - 追蹤狀態並監控進度直到完成為止，全程確保可追溯性。

其中一個關鍵成功因素是建立從 PLM 至 ERP 和 MES 的介面。確保團隊能透過該介面輸入任何變更命令建立的屬性，並自動發佈至 ERP 和 MES 系統非常重要。功能和配置良好的 Digital Thread 省去了手動輸入資料的多餘麻煩，以及隨之而來的所有風險。現在，可以發揮真正的優勢了。



步驟 3 – 將資料轉化為數位能力，向一線工程師和員工提供支援

此時，因為有了對應資料、適當整合的系統、最佳化流程，可用的功能和工具便能協助圖標板視圖分析執行時間和品質。這種能力有許多益處，包括能夠：

- 運用可立即使用的應用程式組合，將產品資料普及化，您可以根據具體情況輕鬆調整這些應用程式，或者為產品經理到工作場所作業員等同事提供低程式碼自訂應用程式。儘管對於終端使用者而言，這種體驗似乎很簡單，但該介面仍然具備大量資料，這些資料不僅可以從 PLM 中提取，還可以從 ERP 和 MES 提取。由於能簡單又安全地存取 PLM、ERP 和 MES，便可實現即時協同合作。
- 報告工作場所終端出現的問題、議題或不符項目（例如工程圖、文件、工作指示、零件），並提供現場成因的前後關聯，建立操作與工程的關聯。
- 連接工件機床使用案例，為員工提供順暢體驗，同時存取關鍵控制特徵、智慧型工具和機器來擷取執行資料。發揮根據員工的能力水準，量身打造視覺化數位工作指示的強大功能。
- 建構工廠營運 – 重新平衡工作場所/工廠配置圖

其他領域也有望實現更多改進，包括提升資料品質和連續性、減少時間和降低成本、卓越的供應商整合，以及強化整體系統彈性。



Eric Horn (MicroVention) 如何開始：

無論開始什麼專案都是一項艱巨的任務。或者，也許專案剛開始時看起來很簡單，但後來牽涉的範圍卻不斷擴展。連接企業系統時，我主要會建議從簡單開始，先學習和適應，然後再擴大發展。最開始的關鍵，就是要建立一個最小可行性產品的基準、快速開發並投入生產。

考慮一個功能逐步發展的代表性情境：

- 從 Windchill 向 ERP 系統傳送零件/項目資料
- 確定 BOM 策略並檢視版本階層
- 更新零件/項目訊息以納入 BOM 資料（第一級）
- 確定遺失的屬性，在 ERP 正確計算零件/項目成本
- 如果成本管理需要路線，確定建立路線的製程計劃策略和工作指示
- 更新零件/項目/BOM 訊息以納入成本計算屬性

毫無疑問，一開始只是要完整更新系統。隨著團隊逐漸擴展更多功能，複雜度將會增加。但是由於有了更深入的理解，便可抵消複雜度增加對過程產生的影響。

我們學到一個重要經驗是，能從系統和流程層級理解 PLM、MES 和 ERP 基礎的系統架構師是非常寶貴的。不同的業務團隊必須彼此合作，協商流程和系統移交、資料需求、個人責任（個別工作），以及哪個系統儲存哪些資訊。指定的架構師會成為協商過程的核心，運用自己的專業知識和專業判斷能力來調解討論並篩選決策。

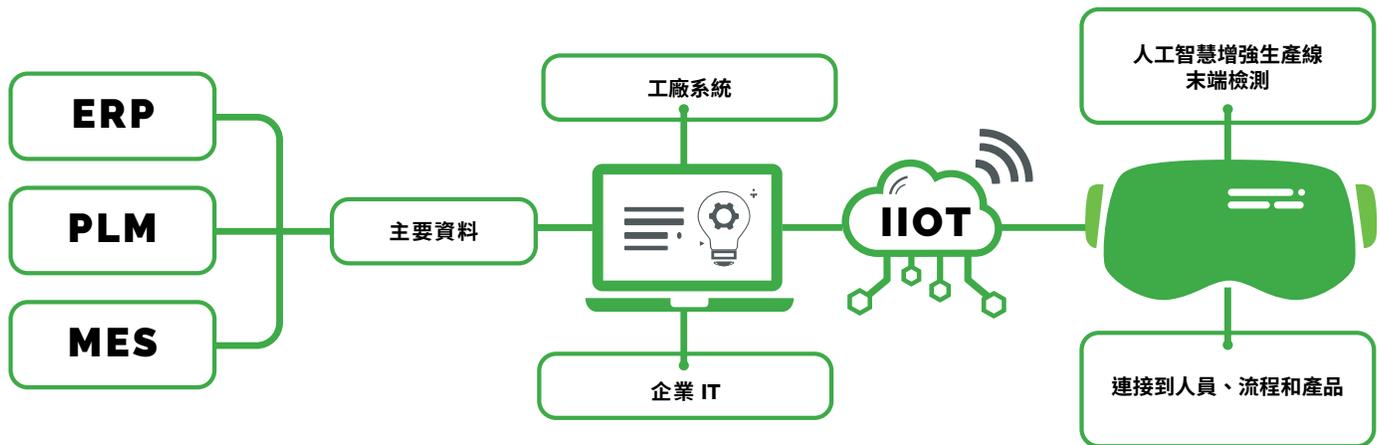
Solar Turbines 專注於打造介面與流程，消除了製造工程師「來回切換畫面」的麻煩。他們工作時，再也不用同時使用 PLM 和 ERP 系統。Microvention 則將已核准記錄轉移至 ERP，在 ERP 中引進 Digital Thread 來降低法規遵循風險。

我們在這兩家公司都做了同一件事，即刪除人員在 ERP 操作資料的存取權。例如，BOM 只能從 PLM 發佈。我們也移除了建立新項目的存取權。下游負責人只能建立不同類型的成本計算項目。如此一來，零件/項目就有了可靠的資料來源。因此，這不僅是製作介面，還要確保下游人員無法建立/修改資料。很多時候，大家會以各種業務藉口，試圖略過記錄系統，可能是有什麼「緊急事件」，但如果略過這個流程，企業可能要花不少錢。品質問題可能很快就會出現，造成代價更高昂的錯誤。在此提供一些應避免事項的經驗之談。



工業 4.0 及以後

您已為大規模快速實行工業 4.0 功能打下良好基礎，例如：數位增強的工作指示、虛擬建構、訓練與加速、以人工智慧增強的檢查形式。除此之外，將您的 Digital Thread 整合至 IIoT 平台還可支援下一代連線員工，他們配有設備和使用手冊、指南和設計資料的即時資訊，能夠自主有效地執行工作。連線員工不需要去辦公室提問、拍掉訓練手冊上的灰塵，或者查閱設備指南和目錄，所有這些事情都交給可靠的單一資料來源（連線系統）實現即可。





固定分析的 DIGITAL TWIN

1. IIoT 將 MES 擴展為智慧系統。MES 是可靠的記錄系統，持續處理特定任務，致力於順暢執行，但本身並不會啟動或控制變更。相比之下，IIoT 則是靈活的智慧系統，利用動態最佳化不斷改善流程。
2. IIoT 針對工作場所員工，使用基於角色的應用程式（例如即時工作指示交貨和執行、問題報告、效能分析、品質檢查）擴展 MES 和 PLM。由於產品複雜度增加、人力短缺，為一線員工提供針對他們執行的工作或任務特定需求來量身打造使用者經驗勢在必行。一條複雜的產品組裝線很容易超過 100 個操作步驟，而且每種產品可能都不一樣，這表示要使用的材料、機器、工具、方法和技能也各不相同。
3. 如果要致力於監控和協調流程，IIoT 可進一步擴展 MES 出自身的替代品。IIoT 平台是一種可行的替代方案，優點為提高實行的速度和成本效益。在許多情況下，尤其是擁有數十家工廠的大型製造商，混合 MES 可能是最有效的方法，這表示在工廠需要所有核心功能（尤其是執行方面）並可整體實行的領域，利用成熟的 MES，同時在其他站點使用 IIoT 作為 MES 的替代方案。



VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT (VOLVO CE) 結合設計與製造

PTC Windchill 幫助 Volvo CE 建立確定的資料來源（流通於整個產品生命週期的產品資料）。這有助於確保所有工作都可增加價值和建立集體知識。Volvo 已取消手動移交，以提升新產品和現有產品的品質和跨職能協同合作。

Windchill 加強與以 3D 模型為基礎之設計領域的相關工作，這將讓 Volvo CE 能夠更有效地管理：

- 產品結構：Volvo 可以管理 Volvo CE 產品策略中設想的新產品架構。
- 溝通：該公司建立了一種通用語言（產品資訊的 Digital Thread）以促進溝通和協同合作。
- 產品資料：團隊現在可以使用一組通用資料工作，擷取和保留產品知識變得更加方便。
- 資料結構：Windchill 提供了更多機會，以重複使用工程師在整個產品生命週期中已經開發的 3D 資料。

提升效率

Windchill PLM 改變了上游工作流程（建立虛擬產品）的同時，下游的工作量亦隨之減少（生產實體產品）。Volvo 的 MBOM 成功率更高，在產品維護和專案方面也更容易實行。此外，還增加了視覺化效果，讓預想、構思和定義解決方案變得更輕鬆。

從生產準備的角度來看，Windchill PLM 也協助減少手動工作量和設計師驗證開發影響的需求。

- Volvo 在製造之前控制產品資料。
- 產品在 PLM 開發成熟，然後再傳送至 ERP 和 MES。
- 實體產品的變更比在生產準備期間的變更還要昂貴許多。
 - Volvo CE 預計在工程變更通知方面可提高 30% 的效率。
 - 所有負責人都可以在產品變更方面協同合作，以評估下游影響。



降低劣質成本

正如先前所述，藉由減少手動工作以及在開發流程中增加設計師和製造工程師之間的互動，降低了代價高昂的潛在人為錯誤的可能性。過去獨立運作的團隊如今可以協同合作，在早期階段發現問題，並驗證是否正確定義組態規則，從而減少錯誤。關於這項工作，Volvo CE 預計：

- 與現在的情況相比，工作指示可能會減少 30%，目前大約 30% 的產品因資料品質不良而配置錯誤。
- 產品上市後，可提升品牌聲譽和適當降低服務成本（保證和維修）。

產品成本減少

PLM 讓 Volvo CE 及早評估系統並設計具有成本效益的解決方案。事實上，他們預計改進的工作和準備方式可以讓效率提高 1.4%。

縮短上市時程

製造工程發生在整個過程的早期階段；相關任務以高度結構化的方式與流程明確連接。這樣可以更有效地與設計師（在專案和據點之間）進行與生產準備活動相關的協同合作。

PLM 為虛擬建構和準備工作中的多產品中心提供系統支援。負責人可以在整個開發過程和共用資料中提供回饋，根據負責人的角色和需求以不同的視圖表示。

由於參與產品生命週期的內外部供應商、出口法規遵循和其他負責人之間在早期階段即持續協同合作，也省下了寶貴時間。



關於撰寫者

V. Dr.-Ing.Christian Willmann

Vaillant Group 企業應用程式 PLM 主管

我是一名 PLM 專家，擁有 20 多年數位產品開發經驗。起初曾擔任汽車 OEM（專業代工廠）、第一階供應商和 A&D（航太及國防工業）產業的顧問，參與各種 PLM 解決方案。2015 年起任職於 Vaillant Group，目前負責 PLM 流程和相關 PLM 軟體的營運。具有機械工程文憑與數位工廠博士學位背景。

AMIR MAZOOCHI

前 Seagate Technology 研究與產品開發技術專家

在監督和指導組織工程活動、計劃、人員方面具有豐富經驗的技術領導者。在透過創新策略、研究和產品開發、生命週期管理、流程和技術指導組織，以及推動數位轉型計劃方面，累積了廣泛的相關經歷。致力於團隊合作、當責和持續改進。運用分析和解決問題的技能來實現目標，並為所有客戶提供順暢體驗。具備建立多職能團隊的能力，同時可促進變更管理。已有記錄可證實曾因開發和實行成功的決策支援系統，並推出全新的 PLM 解決方案，為利潤水準和生產力做出重大貢獻。

ERIC HORN

MicroVention IT 部門企業架構師

一位志向遠大、專注於解決方案的系統架構師，能力出色，已證明能勝任極具挑戰性的職位。我解決問題時喜歡發揮創意，能夠廣泛發想、解讀複雜的問題，以及提供有意義的解決方案，極力促進生產力和效率。我可以為複雜的專案付出專業貢獻、開發創新流程，同時與優秀的團隊人員攜手合作。身為一名行動為導向領導者，我擁有數位轉型經驗，曾在不同的製造領域（包括消費品、行動電子產品、航太及國防工業、工業設備業和醫療設備）將 Digital Thread 擴展到整個組織。



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

需要更多資訊？

[深入瞭解 PTC](#)

© 2023, PTC Inc. 著作權所有，並保留一切權利。此處所描述的資訊僅做為參考之用，如有變更恕不通知，且不得將其視為 PTC 所做之擔保、承諾、條件或要約。PTC、PTC 標誌以及所有其他的 PTC 產品名稱和標誌都是 PTC 和/或其子公司在美國及其他國家/地區的商標或註冊商標。所有其他產品或公司名稱或標誌則為其各自擁有者的財產。

347750 Connected Systems (PLM, ERP, MES) Whitepaper

DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL