

工業4.0與認知製造

架構樣式、使用案例和
IBM解決方案

Serge Bonnaud、Christophe Didier以及Arndt Kohler



目錄

- 04 簡介
- 14 邊緣 (Edge) 分析
- 16 廠房中間件：工廠服務匯流排 (PSB)
- 19 企業級
- 21 三個層次的說明
- 25 工業4.0安全
- 28 部署模型
- 28 我們如何交付
- 33 結論
- 34 附錄和用例
- 38 作者

專業術語

AI	人工智慧 (artificial intelligence)
CMMS	電腦化維修管理系統 (computerized maintenance management system)
DL	深度學習 (deep learning)
EAM	企業資產管理 (enterprise asset management)
ERP	企業資源規劃 (enterprise resource planning)
ESB	企業服務匯流排 (enterprise service bus)
ICP	IBM私有雲平台 (IBM Cloud Private)
IoT	物聯網 (Internet of Things)
IIoT	工業物聯網 (Industrial Internet of Things)
IT/OT	資訊技術/營運技術 (information technology/operational technology)
KPI	關鍵績效指標 (key performance indicator)
MES	製造執行系統 (manufacturing execution system)
ML	機器學習 (machine learning)
MVP	最低可行產品 (minimum viable product)
OEE	整體設備效率 (overall equipment efficiency)
PLC	可編程邏輯控制器 (programmable logic controller)
PoC	概念證明 (proof of concept)
PSB	工廠服務匯流排 (plant service bus)
SCADA	監督控制及資料獲取 (supervisory control and data acquisition)
SIEM	保全資訊及事件管理 (security information and event management)
SOC	安全營運中心 (security operation center)



前言



Hubert Lalanne

IBM傑出工程師

歐洲工業部門技術主管

IBM技術學院成員

我很高興能為第一版《工業4.0和認知製造》撰寫序言：架構樣式、使用案例和IBM® 解決方案。

工業4.0通常被稱為第四次工業革命。另一種觀點是將其視為由於已經影響了許多其他行業的全球數字革命而引起的工業世界的轉變。

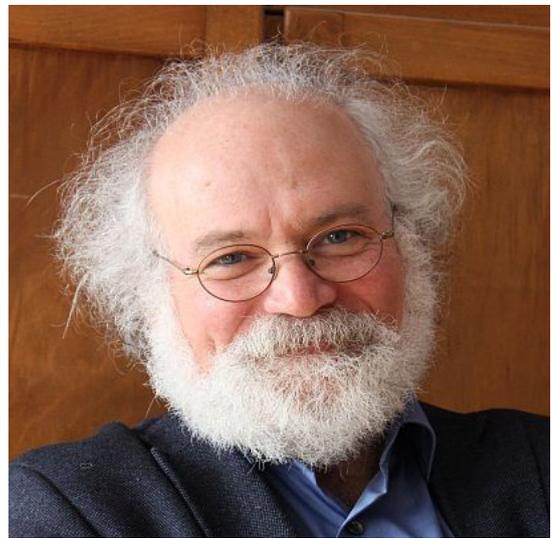
根據麥肯錫2015年的一項研究（工業4.0：如何應對製造業的數字化），以前的工業革命所創造的大部分價值都來自於製造資產的升級。這場新革命的希望是，透過在工業領域引入與主要機械升級無關的顛覆性技術，使生產率提高和新的商業模式實現。

價值在於“數位線程”的端到端優化-也就是說，更佳利用資訊並消除由於職能、站點和公司的相交處上的資訊丟失而導致的低效率。

為了實現這一目標，我們應該融合數位技術的網路世界和營運工業技術的物理世界，整合和分析跨來源和公司的資料，在整個價值鏈上共享成果，並確保與實物生產資產的整合。

工業4.0引入了新概念，例如數位線程，以確保從初始產品設計到報廢和回收的有效資訊。“數字孿生”，用於轉化一致的無形資產中分散的資料元素；和實現分散的“網路物理系統”，以及自控的系統和流程。

多種顛覆性的技術現在使得在計算能力方面的轉變成為可能：雲端、大數據和區塊鏈的出現；與物聯網的連接；具有機器學習和人工智慧的進階分析；人機互動與移動和可穿戴技術；增強和虛擬實境或認知HMI；以及具有進階機器人技術或3D列印功能的數模轉換。



John Cohn

IBM研究員，IBM研究部

我強烈建議您閱讀Serge Bonnaud、Christophe Didier和Arndt Kohler撰寫的《Industry 4.0》文件。這是我所讀過關於工業4.0方面最簡潔、最全面的描述。它迅速將讀者從概念帶入實施，並提供有關如何進行此道路的實用建議。

這些案例非常紮實，可以使讀者從現場，工業機器和PLC到分析，再到雲端的進階解決方案影響業務。透過與客戶的實例清楚地描述並說明了許多好的見解。這是一本很好的讀物。祝賀Serge、Christophe和Arndt一起共同努力！

簡介

每次工業革命的核心都是提高生產系統的生產率。第四次工業革命提高了生產和管理系統生產率。

從商業角度看，第四次工業革命的目標是能夠以大量成本製造個性化產品。為了實現這個目標，有必要重新考慮生產工具，為工廠帶來更多的自動化和生產力，而且還必須改善供應鏈、工程以及銷售和營運之間的合作。

從IBM的角度來看，我們目前真正進入工業第四次革命，即認知製造時代，它與之前的時代完全不同。

生產流程的數位化轉型，創造以前無法實現的生產率和專業化水準的新機會。

工業革命的時間表

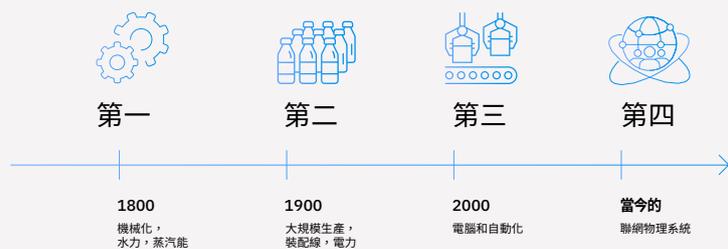


圖 1：工業革命的時間表。

資料（更重要的是分析）正在改變我們查看機器、流程、產品和營運的方式。分析與大數據方法相結合可以識別資料模式，發現設備的模型行為並預測故障或產品品質問題。

這些功能（由工業4.0技術實現）稱為預測性維護和品質，在公司策略中佔有重要地位。隨著越來越多的工廠和設備配備物聯網（IoT）和連接的設備，資料將繼續累積。

常規計算將難以隨著大量資料的湧入和分析的複雜性而擴展。計算必須成為認知，以便在工廠製造階段處理、分析和優化資訊。

為了真正鋪平通往工業4.0及更高版本的道路，製造業必須進展為基於資訊科技（IT）的數位工廠的概念，即認知製造。製造業必須強化工廠內部的認知能力，尤其是圍繞兩個關鍵問題：生產品質洞察力和生產優化。

透過工業物聯網（IIoT）平台的概念，可以藉由生產品質洞察力和生產優化來轉變和改善製造。本文章將嘗試解釋IIoT平台的原理，並探討使用案例。

IIoT平台的概念

工廠生產的多樣性

許多工廠擁有廣泛的設備、佈局和流程、以及跨越多個時代和一代的傳統設備、傳感器、系統和應用程式。

此外，他們中的許多人可能依賴於不同的操作技術（OT）提供者來獲得機械，設備產線和機器人技術。工廠主要由OT機器、設備產線和機器人組成，這些並不總是連接到IT網路。

可編程邏輯控制器（PLC）、監督控制和資料採集（SCADA）以及製造執行系統（MES）協調生產流程、並具有有助於實現必須達到的性能水準的歷史證明。

在製造水準上可見的趨勢是使工廠越來越基於資訊科技。OT和IT的融合是事實。這為實現包含多個維度的全球通用架構創造了更多機會：設備、邊界、工廠和雲端。

在這樣的背景下，IIoT平台最近成為一種嶄新的製造創新概念。IIoT平台受以下技術支援，這些技術包括分析，大數據，特定行業的內容，以及最近來自人工智慧的認知學科。

IIoT平台充當收集資料，提供分析並將新服務提供給內部業務部門、合作夥伴和製造商的中央系統。平台永遠不會透過連接層或工廠服務匯流排（PSB）直接連接到運營商、產品或設備。關於此問題將在本文章後面繼續探討。

系統圖示說明

下面的系統圖示說明從涉及焊接、車身裝配和塗裝設備線的汽車製造過程的角度說明了IIoT平台的依賴性。由於大多數概念與各個行業相關，因此可以輕鬆地將其應用於其他製造過程。

角色和痛點

在製造過程中，有著不同的角色或配置文件，都有助於提高全球性能和生產品質。角色與角色的概念相關聯。角色是系統（IIoT平台）的利益相關者，負責確保達到KPI。該角色和痛點表可以在下一頁找到。

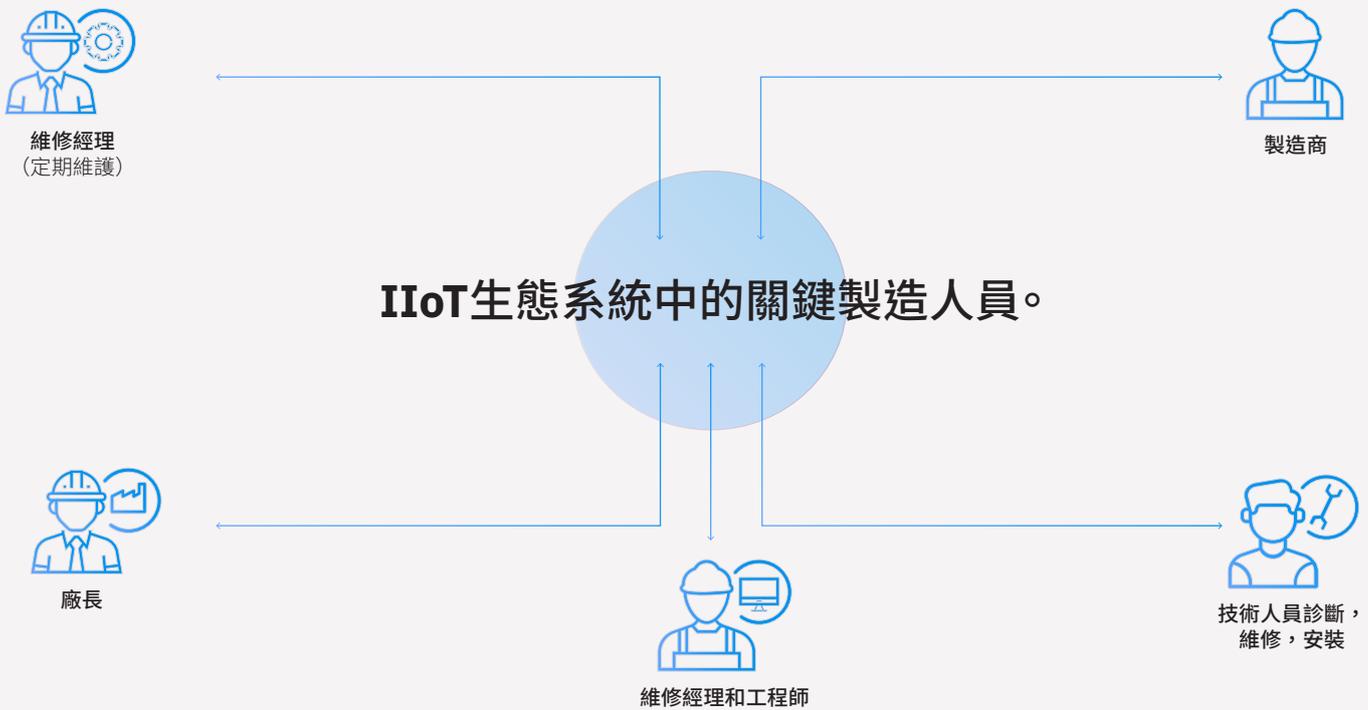


圖 2：IIoT生態系統中的關鍵製造人員。

人物	角色	KPI	痛點
工廠經理	<ul style="list-style-type: none"> • 監視並管理製造工廠和類似場所的日常營運。 • 監督員工、生產和效率，以確保工廠平穩、快速、高效和安全地運行。 	<ul style="list-style-type: none"> • OEE • 預算 • 安全 • 創新 生產效率	<ul style="list-style-type: none"> • 缺乏熟練專業的人 • 協同互動 • 供應商關係 • 頻繁的變化和嚴苛的計劃 • 用戶友善介面的資訊存取
維護經理 (定期維護)	<ul style="list-style-type: none"> • 確保設施、佈局和機械以最高的效率和產量運行。 • 這包括全面的預防性維護、管理機械、電氣和機器人設備的故障（包括軟體編程）。 • 包括人員管理和預算/成本報告。 	<ul style="list-style-type: none"> • 預算 • 完成待辦事項 	<ul style="list-style-type: none"> • 執行維護任務的時間有限 • 成本壓力（最佳成本效益）
維護工程師 (營運維護)	<ul style="list-style-type: none"> • 確保優化維護組織結構。 • 分析重複性的設備錯誤。 • 估算維護成本並評估替代方案。 • 評估設備更換需求，並在適當時制定更換計劃。 	<ul style="list-style-type: none"> • 正常運行時間OEE • 預算 	<ul style="list-style-type: none"> • 由於系統多種，診斷時間太長 • 缺少備件 • 管理和分析導致更長的停機時間 • 耗時的查找支援的資訊
技師	<ul style="list-style-type: none"> • 協助安裝新的製造設備。 • 定期檢查和測試設備和機械。 • 回應警報和操作訊息，按照標準作業程序（SOP）和維護協定執行糾正程序和維修。 • 根據內部和外部協定及程序，清楚地記錄所需的例行檢查和維修。 	<ul style="list-style-type: none"> • 活動期間 • 合規 • 安全 	<ul style="list-style-type: none"> • 經常在繁忙和壓力下（工作更快，提升品質） • 診斷階段缺乏協助 • 需要了解的複雜文件 • 缺乏專業知識分享
製造商	<ul style="list-style-type: none"> • 在執行工單之前，設置生產設備和耗材。 • 安全有效地操作設備以進行生產加工。 	<ul style="list-style-type: none"> • 品質和績效水準 • 安全 	<ul style="list-style-type: none"> • 經常在繁忙和壓力下（工作更快，提升品質） • 缺乏知識 • 事件發生時缺乏支援 • 缺乏報告資訊

當前的製造架構

下圖描繪了工廠活動的當前組織方式。從邏輯架構的角度來看，我們覆蓋了主要的建構基塊。

基於MES、PLC和SCADA的工廠簡化視圖。

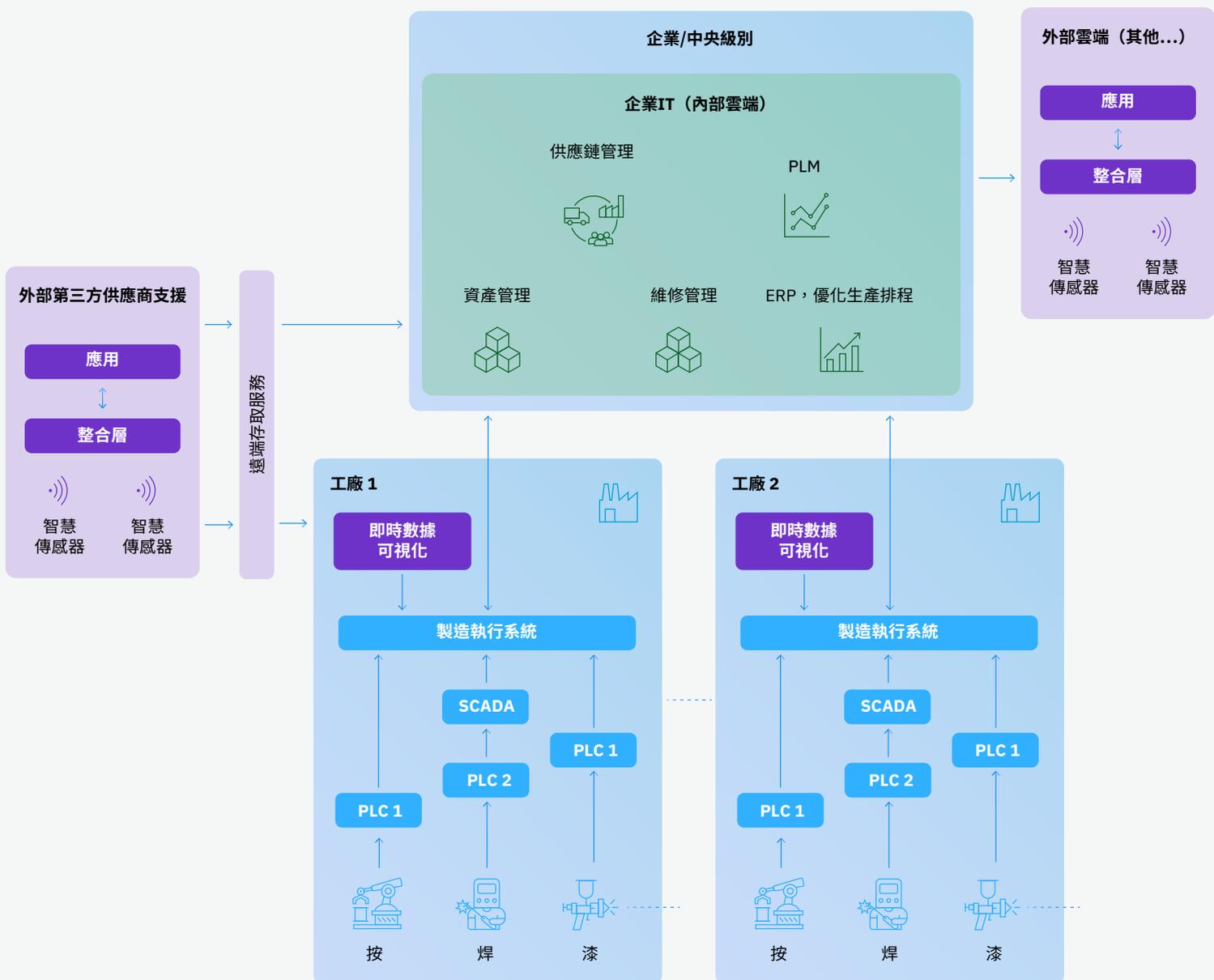


圖 3：基於MES、PLC和SCADA的工廠的簡化視圖。

每個工廠都配備了來自不同OT供應商的製造和裝配線。一條線由一組站組成，這些站由機器人、一系列設備和機器組成。作業員執行預定義的、有順序的任務，這些任務通常透過常規文件格式的書面指令來達到格式化。

可編程邏輯控制器（PLC）或可編程控制器是一種堅固耐用的工業數位電腦，適用於控制生產流程，例如組裝線，機器人設備或任何需要高可靠性控制，易於編程和處理的故障診斷。

監督控制和資料採集（SCADA）是指工業控制系統（ICSs），用於控制和跟踪水和廢物控制、電信、能源、運輸以及石油和天然氣精煉等行業中的設備或工廠。SCADA是一種電腦系統，用於收集、分析並向作業員顯示即時快速的資料。另外，它有時可以控制後台設備。如果發展成危險情況，SCADA會透過發出警報來發出通知。

製造執行系統（MES）是用於製造的電腦化系統，用於跟踪和記錄從原材料到成品的轉化。MES提供的資訊可幫助製造決策者了解如何優化工廠的當前狀況以提高產量。

某些MES可以即時運行，以控制生產過程的多個要件（例如輸入、人員、機器和支援服務）。達索系統（Dassault Systems），SAP，西門子和ABB等公司提供了一些知名的MES。

實時數據可視化是一個組件，它可以收集原始數據和遙測數據，執行數據預處理，並通過圖形和直觀的大綱可視化來自多個來源的人員和系統在所有操作中的大量時間序列數據。

執行資料可視化的組件可以與許多介面連接，並從多種格式或協定中收集資料。它既可以基於時間序列，也可以基於事件，包括PLC、SCADA，網路閘道、設備和傳感器等多個系統。

類似於SCADA和MES，即時資料可視化組件可幫助作業員從被動決策轉變為主動決策。該領域的一些知名組件由OSIsoft或Wonderware等公司提供。

資產管理包括用於追蹤公司資產工作並有效利用這些資產來獲得價值的活動和實踐。資產管理不僅可以幫助確定特定資產所需的工作並確定其優先權，不僅可以提高資產的投資回報率，還可以與其他機會進行策略分析並進行策略協調。

維護管理是使用智慧電腦軟體來更佳追蹤您的企業資源（例如，人工、材料和設備）。透過使用電腦維護管理系統（CMMS）進行維護管理，可以確保您公司的設備始終保持最佳狀態，從而防止意外維修和營運中斷。

儘管維護管理和資產管理在技術上有所不同，但它們仍是相互關聯的，並且運行良好。維護管理有助於有效指導維護設備和活動的物理性能，而資產管理則有助於分析所有資料，以了解需要對資產本身進行的工作。

透過價值分級的邏輯步驟將物聯網用於製造業

透過IIoT平台進行的數位化製造的先決條件透過即時，有順序的路線圖涵蓋四個邏輯步驟，以確保價值。

- **資料收集：**資料可以來自企業資產管理（EAM）、企業資源計劃（ERP）和MES等系統。（本文將在隨後的章節中詳細介紹EAM。）它也可以直接來自設備／機器人／傳感器。
- **模式可視化：**可以透過儀表板，使用者介面（UI）和其他表示形式來查看資料。
- **分析驅動的見解開發：**這可以包括預測分析、規範分析和行業特定分析模型。
- **認知：**這包括處理非結構化資訊的新方法，包括圖像，視頻和音頻，以及機器學習演算法。

The four-step road map

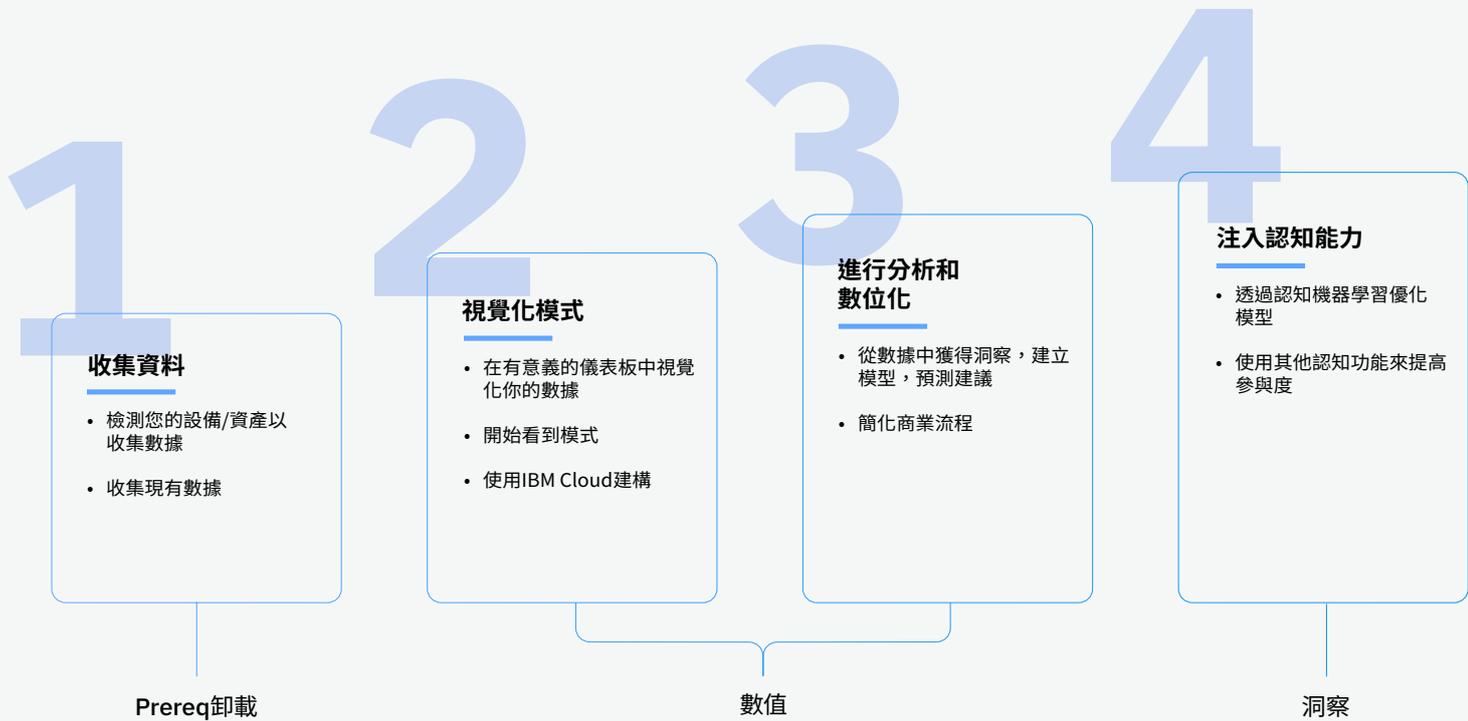


圖 4：四步驟路線圖。

四步驟路線圖預期帶來的好處如下：

- **生產率提高**：這種方法導致更高的吞吐量和效率，消除了非增值活動。
- **失效預防**：該路線圖還實現了最高的整體設備效率（OEE），避免了返工，報廢，停運和劣質產品。
- **靈活性**：其他好處包括隱藏複雜性，減少配置和重新配置工作，插入和生產的能力以及避免技術差距。

透過三層、分層的方法擴展當前的製造架構

在工業製造和工業4.0中，最佳實踐是採用三層分佈式體系結構。一個好的架構模型會考慮每個生產站點的自治和自給自足的要求，並平衡不同級別（邊緣，工廠和企業）之間的工作量。

為了在解決方案中獲得良好的架構模型，解決垂直和水平整合問題是關鍵。

圖5顯示了整合問題在製造環境中的典型外觀。

在設備級別、資訊被隔離在控制層中，並且可以透過各種行業特定的協定（例如，營運計劃和控制（OPC），OPC統一體系結構（OPC-UA），Skid，Bacnet，Profibus和以太網）進行存取-IP），也可能包含在文件系統或生產資料庫中。

具有IBM功能的擴展工廠： 架構圖概述

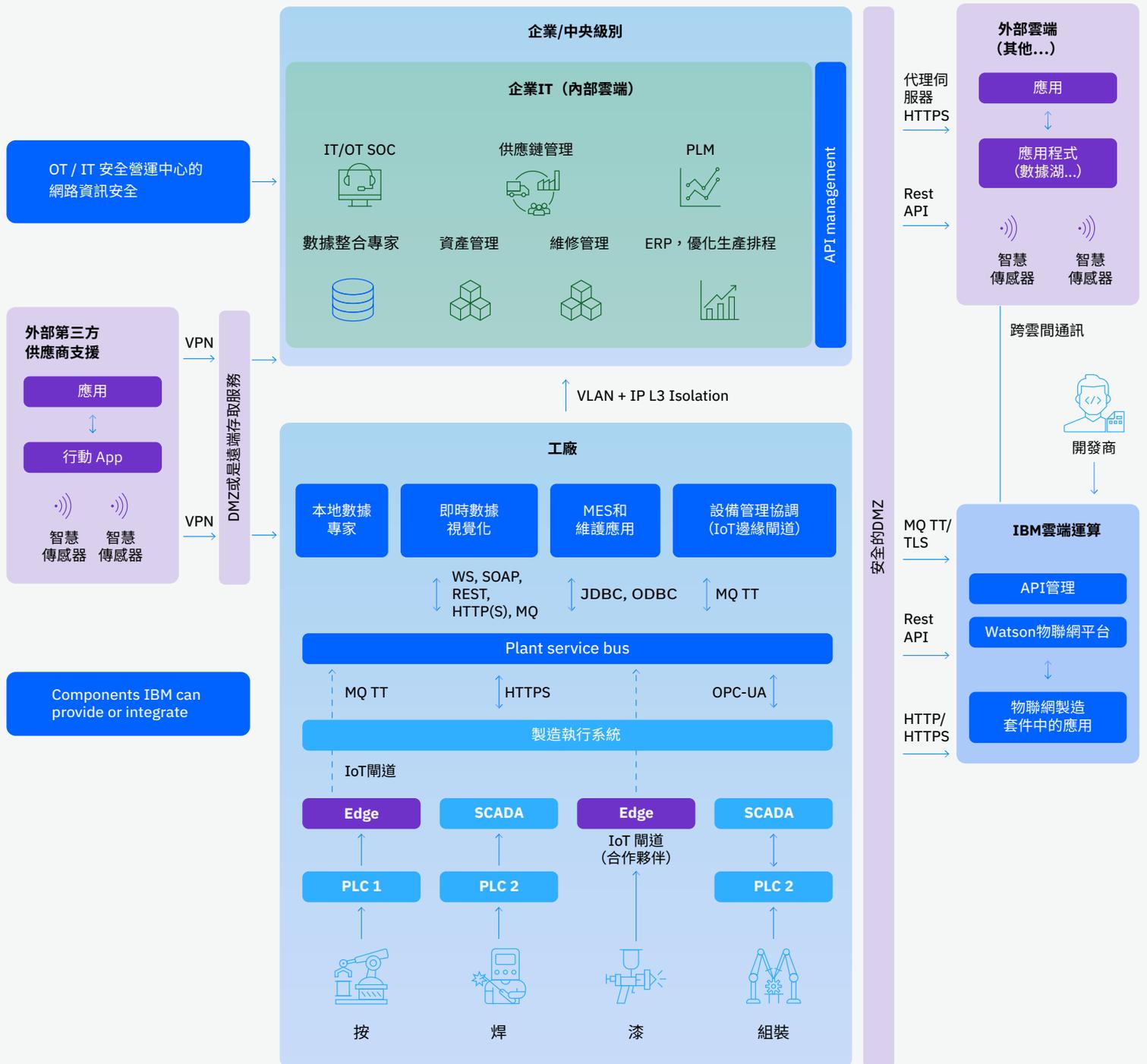


圖 5：具有IBM功能的擴展工廠：體系結構概述。

在大多數情況下，可能需要新的儀器（例如，機器人上的聲學傳感器或設備上的RFID標籤）。為了解決此整合問題，最佳實踐是將整合技術與不同供應商的邊緣/閘道設備相結合。

因此，下面描述的保留的體系結構模式提出了一個基於三個級別的解決方案：

- 邊緣級別
- 工場 (Plant)、工廠 (factory) 或工作間 (shop floor) 級別
- 企業或後端級別

在工廠級別，慣例是在每個工廠中實施一條服務總線，通常稱為工廠服務總線 (PSB)，管理本地活動以及與物理環境（例如 PLC、SCADA、Skid、OPC、邊緣）的連接。

除了服務總線，我們建議在邊緣級別部署嵌入式分析軟體技術。物理邊緣是允許OT網絡連接到IT網絡的盒子（閘道器，集線器，連接盒等），並將PLC / SCADA發出的信號和事件轉換為IT網絡上可見的安全數位資料。

在企業級別，將針對各種需求（例如資產管理，維護管理，整體設備效率控制和預測性維護）部署特定於企業或行業的應用程式。一些應用程式可能需要在工作間級別安裝其解決方案的本地部分。

可以透過混合模型中不同雲端模型和本地IT的組合來支援這些應用程式的基礎結構。混合級別必須在專案早期確定。

混合級別被廣泛認為是企業約束、管理和營運考量、延遲和性能要求以及資料隱私約束之間的權衡與平衡，更不用說成本（資料保留成本）了。

完整的擴展三層架構

一旦部署了工作間中間件並考量了技術部分，這就是集中解決方案業務部分的好機會。

透過特定的應用來實現業務組件，這些應用有助於提高生產率，增加正常運行時間，減少停機時間以及增強的靈活性，以動態地重新配置工作間設備。

IBM的EAM解決方案套件可為工業企業提供洞察力，以優化生產營運並提高生產品質。這些解決方案的目標是透過向工業營運中添加分析，物聯網和人工智慧的功能來降低風險，降低成本並提高效率。





該套件涵蓋兩個互補領域，IBM為每個領域提供解決方案：

- **生產品質見解**：IBM解決方案可以透過更快、更準確地發現甚至最小的缺陷來提高生產品質。他們還可以減少對人工檢查的依賴，更快地發現品質缺陷並即時回響。

在[這裡](#)找到更多。

為了提高產品和流程的品質，並更快地發現品質問題並減少昂貴的錯誤警報，IBM提供了可靠的警報，您可以使用更少的資料點快速採取行動。透過稱為IBM Cloud的規定性品質的解決方案，我們使用規定性分析來改善製造流程、材料、組件和產品的品質。

- IBM可以將AI的強大功能帶到您的檢測線中，以更快地識別可見的缺陷並準確地識別故障點，從而讓您可以不斷改進。透過稱為IBM Visual Insights的解決方案，我們利用機器學習、邊緣處理、圖像擷取和人類專業知識來轉變視覺檢查並降低生產成本。

- 為了更有效地識別和檢測品質缺陷和設備故障，IBM將聲學資料與機器學習和AI技術相結合。透過稱為IBM Acoustic Insights的解決方案，我們將AI演算法用於即時聲學識別和設備退化的早期檢測。

- **生產最佳化**：使用進階分析和AI有助於優化生產流程。透過物聯網對工廠進行檢測時，可用資料激增。在數位工廠中，作業員可以使用資料洞察力來識別潛在的生產損失，並採取行動來平衡品質、成本和吞吐量。

在[這裡](#)找到更多。

- 核心企業資產管理（EAM）
 - 核心EAM是指組織用來控制和優化其跨業務部門和地理位置的物理、技術和人力資源的軟體、系統和服務的組合。我們將這些功能整合到一個稱為Maximo的解決方案中。

在[此處](#)找到有關IBM EAM解決方案的更多資訊。

- 資產績效管理
 - 資產績效管理在改善設備運行中起著至關重要的作用。在此領域中，IBM提供以下解決方案：
 - IBM Maximo® APM – 資產健康分析
 - IBM Maximo APM – 預測性維護見解
 - IBM Maximo APM – 設備維護助理

在[此處](#)了解有關IBM資產績效管理解決方案的更多資訊

- 維護、維修和營運（MRO）庫存最佳化
 - 優化您的MRO庫存可以幫助大幅降低與庫存相關的成本並減少資產停機時間。IBM的MRO解決方案稱為IBM Maximo MRO庫存優化。

在[這裡](#)找到更多關於它的資訊。

每個建構區塊的其他注意事項和建議

根據我們的經驗和研究，以下是其他觀點和最佳做法：

- **工廠服務匯流排（PSB）**：PSB是一個非常重要的結構區塊，它監視、協調和管理工廠內部以及企業與工廠之間的流量。這通常是工廠和企業系統之間以及過程和人員之間跨工廠整合層的關鍵組成部分，它提供了資訊路由、轉換、中介、配置和工作流。高效的PSB有望提供OT / IT適配器和閘道器功能，以實現功能、整合邏輯、聚合和具有外部化基於規則的配置的映射。

IBM PSB（IBM整合匯流排和製造包）允許動態資料過濾、計算、聚合、壓縮和準備以進行進一步處理。PSB必須在項目的早期階段進行部署，因此在部署數據可視化，分析和認知應用程式之前，必須將其視為強大的先決條件。

- **企業服務匯流排（ESB）**：為了控制工廠和中央IT之間的製造流程，通常會自動應用ESB。從功能的角度來看，ESB的角色與PSB相同，並且可以由相同的解決方案來支援。
- **物聯網平台**：IBM Cloud™中託管的IoT平台將使能夠以較低的成本建立資料湖，建立新的工業儀表板，整合客戶端分析模型，管理應用程式編程介面（API）生命週期以及向外部合作夥伴公開資料。該平台可以來自不同的資料源，例如資料湖，後端應用程式，合作夥伴或其他雲端供應商（例如，Azure）。
- **邊緣（Edge）分析**：將服務部署到邊緣會很重要，因為這會影響流程性能，評估雲端中的事件並將操作返回給邊緣/工作單元。當生產單元中發生事件的頻率很高時，我們將使用邊緣部署的分析評分服務，這對於快速評估異常情況以啟動攔截並消除生產線中的潛在缺陷至關重要。我們還將使用邊緣服務對視覺圖像進行評分和分類，特別是在高速檢查組件時（例如，當缺陷識別對時間至關重要時）。我們還將考慮在匯總或過濾可合併為較小事件的大量遙測資料時使用邊緣服務。這樣做是為了減少網路負載並減少傳輸大量資料的成本。利用邊緣功能的典型業務應用程式是視覺檢查解決方案及其分析評分服務。通常，思考必須集中在確定哪種服務最能支援邊緣部署的計算節點上。市場上有幾種潛在的技術（例如SDK和Execution Engine）可用於實施邊緣分析。
- **本地MES（製造執行系統）**：在許多情況下，該組件已經可以用於生產計劃和優化。在整合項目中，它通常被認為是可行的假設，並且必須是最終解決方案的一部分。MES或工廠維護應用程式可能已連接到PSB。透過管理資料流轉換和協定互連，PSB有助於降低整個體系結構的耦合級別。通常，在中央IT級別有一個MES實例-它為所有工廠準備計劃的批處理命令。它可以與工場間級別相同或不同，從而增加了部署連接層以減少耦合和控制以及監視企業級別和工廠級別之間的流程需求。

- **行業應用（例如，視覺檢查，聲學見解，AI助手等）**：這些是IBM針對工業企業的IoT和Watson™ AI解決方案套件中包含的行業應用範例。本文章的“工業4.0安全性”部分介紹了這些應用程式。
- **總體設備效率（OEE）**：此組件非常重要。它透過分析由機器控制器、傳感器和交易系統生成的資料來解決生產力方面的限制，從而對造成OEE損失的因素提供當前或預測的可見性。這可以預測設備故障、過程故障和生產線減速的統計概率。此外，它可以量化此類潛在故障對工廠或生產線OEE的影響，然後確定根本原因並提供優化的維護計劃。

OEE定義：可用性、品質和效能限制

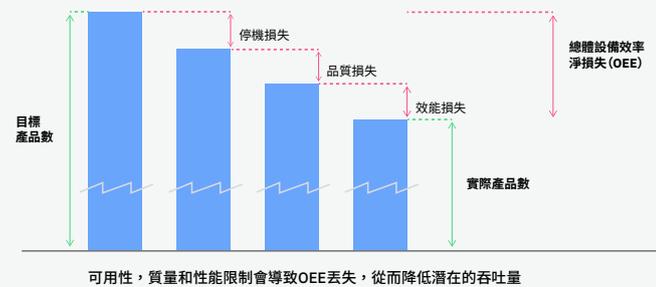


圖 6：OEE定義：可用性，品質和性能約束。

- **合作夥伴物聯網項目**：觀察到的趨勢是使製造生產系統更加開放，以促進將資料/服務安全地公開給合作夥伴的生態系統。考慮到每個製造公司與許多合作夥伴合作，最佳實踐是使用應用程式編程介面（API）組合。通常，API是透過管理不同策略規則和關聯的服務級別協定（SLA）的特定應用程式進行監督的。為了提高安全性和流程監控，可以在ESB或PSB級別上公開API。

- **API管理（內部）**：另一個後續發展和增值組成部分將是部署此應用程式，這與端到端API生命週期解決方案有關。它將實現API的自動建立，簡化記錄系統的發現，並為內部和第三方開發人員提供具有強大的內建安全性和治理功能的自助服務。
- **API管理（外部）**：另一個擴展自然是將API暴露給與內部系統API覆蓋範圍相同的外部合作夥伴，從而透過促進資訊存取甚至透過資料或流程的貨幣化來擴大客戶基礎而帶來價值。

邊緣（Edge）分析

越來越多的客戶選擇在閘道、網路和設備空間完全不了解的IIoT策略。能夠與所有關鍵參與者合作至關重要，以確保互操作性以及未來的最大選擇和靈活性。這些互操作性和靈活性的目標只能通過本文介紹的全局體系結構模型來實現。我們推薦一種面向服務的方法，該方法透過API和微服務方法來涵蓋邊緣，廠房和企業級別。每層都必須能夠公開清晰，有文件記錄，可實例化和可操作的單個介面（API）。儘管IBM主要不在適配器和物理邊緣市場，但IBM有許多在IoT和Industry 4.0領域工作的合作夥伴。它們包括ABB、KUKA、Enocean、Intel、Cisco、Schneider、Hilscher、Festo、Minitec、TE、Softing以及PRO ALPHA Sigfox。

IBM在邊緣運算與分析方面的合作

我們在邊緣層級上做什麼？

IBM

在邊緣實現認知物聯網

啟用邊緣運算分析-路由到雲端



- **預處理數據**，避免網路擁塞。
- 對視覺圖像或聲音進行評分和分類。
- 執行本地業務邏輯（聚合，過濾，幀填充，幀定時，單個運算...）。
- 由於缺陷識別對時間至關重要，因此請高速檢查組件。
- 匯總或過濾大量遙測。

圖 7：IBM在邊緣分析和計算方面的合作。

在IBM邊緣運算分析解決方案內部



- IBM Edge™ Analytics Agent將會運行在與我們合作公司製造的IoT網關設備。
- IBM正在與Cisco和其他網關提供商合作。

圖 8：在IBM Edge分析解決方案內部。

Cisco：IBM和Cisco Systems有著長達七年的專門合作關係，涉及多個領域，並且非常關注業務轉型，解決方案和服務。Cisco和IBM可以提供一個端到端平台，該平台透過Watson IoT技術在網路邊緣或雲端中實現對IoT分析的混合方法。透過這種通用解決方案，可以在資料收集時分析業務績效，因此我們可以緊密地監視和控制環境，資產和人員如何按其任務執行。我們的技術使用基於定義的業務規則的分析評估來建議糾正措施。邊緣級分析用於完善雲端中的性能模型，不斷學習和改進操作條件模型。網路邊緣的分析減少了發送到雲端的資料量，釋放了傳輸容量並降低了用於遠程監控的通信成本。

KUKA機器人：IBM和KUKA已透過自適應機器人技術合作改善了生產操作和流程。

您可以在[這裡](#)找到更多資訊。

Apache Edgent：Apache Edgent是一種編程模型和微內核風格的運行時，可以嵌入閘道和小型占位邊緣設備中，以對來自各種設備，設備和傳感器的連續資料流進行本地即時分析。這是利用邊緣分析的開源技術的一個範例。

Sierra無線Legato®平台：該平台是基於Linux的OS發行版，板級支援包（BSP），客製化開發工具以及透過平台服務交付的強大API的組合，以支援在IoT設備上進行軟體開發。

您可以在[這裡](#)找到更多資訊。

位於慕尼黑的IBM IoT中心：這個與生產相關的工業實驗室透過利用Project Intu中間件和6D視覺認知以及機器學習，深度學習和強化學習，展示了認知工業機器人技術。它還通過沃森語音朗讀，沃森翻譯和沃森自然語言分類器將認知語音和認知維護用於機器人技術。

Hilscher（基於Hilscher netIOT Rules CPS的數位孿生）：這是IBM工業4.0架構框架內基於規則的網路物理系統的整合和合作。它是物理設備及其數位表示形式之間的雙向整合，可以利用IBM Visual Insights。

Sigfox：這是全球領先的物聯網服務供應商之一，提供全球低功耗的廣域網。Sigfox降低了將IoT傳感器安全連接到雲端所需的成本和能耗。藉由Sigfox解決方案，您只需花費很少的精力就可以收集和傳輸持久對象的資訊。Sigfox網路與IBM Watson IoT™平台相容。Sigfox和IBM之間最近進行的一些合作已經成功實現了各種使用案例，包括資產管理和追蹤，基礎架構監視和維護以及設施管理。

ABB：ABB與IBM宣布了一項策略合作，將ABB的數位產品ABB Ability™與IBM Watson IoT的認知功能整合在一起，以加速工業人工智慧的採用。您可以在[此處](#)找到有關此合作夥伴關係的更多資訊。

SmartFactoryKL：SmartFactoryKL是IBM及其Industry 4.0技術的學習和展示工廠，可解決IBM Industry 4.0 Reference Architecture的全部範圍。IBM的主要貢獻包括所有不同機器、IT系統和應用程式的靈活整合；基於IBM Analytics（分析）和IoT技術的整個生產線的數位孿生實現；並示範了基於Watson的Cognitive Factory功能。

連接到邊緣和設備，PSB標準化了邊緣和設備層與其餘廠房組件之間的通信（協定管理、中介流、監視和API公開）。透過PSB、製造運營商將減少點對點連接的數量，從而透過降低整體耦合水準，使全局解決方案更加演進，一致和模組化。

廠房中間件：工廠服務匯流排（PSB）

IBM PSB是用於實現廠房和IT廠房之間工廠級整合層的軟體組件。它使機器、系統、流程和人員之間能夠實現面向服務的，模



組化的，非侵入式的連接。它提供基於事件的路由，轉換，中繼，配置和工作流。它還基於與設備無關的資料模型和工場間資料模型，為工廠內微服務提供了基礎。

- 轉換和連接：這是指經典的服務匯流排功能，用於系統和機器的解耦整合，從而接管了整合邏輯、系統/機器並擺脫了特定於整合的邏輯，並實現了維護和發布管理的標準化。PSB支援各種OPC標準，也支援Modbus等標準。

- 規則配置管理和組合：這指的是在廠房、整合層和機器級別進行的靈活配置，這些配置基於自然語言定義的規則，並由生產計劃人員（非IT）人員進行驗證和部署。它還可以簡化變更管理，並且是即插即用的支援者。

在PSB級別部署的製造規則邏輯



圖9：在PSB級別部署的製造規則邏輯。

PSB架構概述

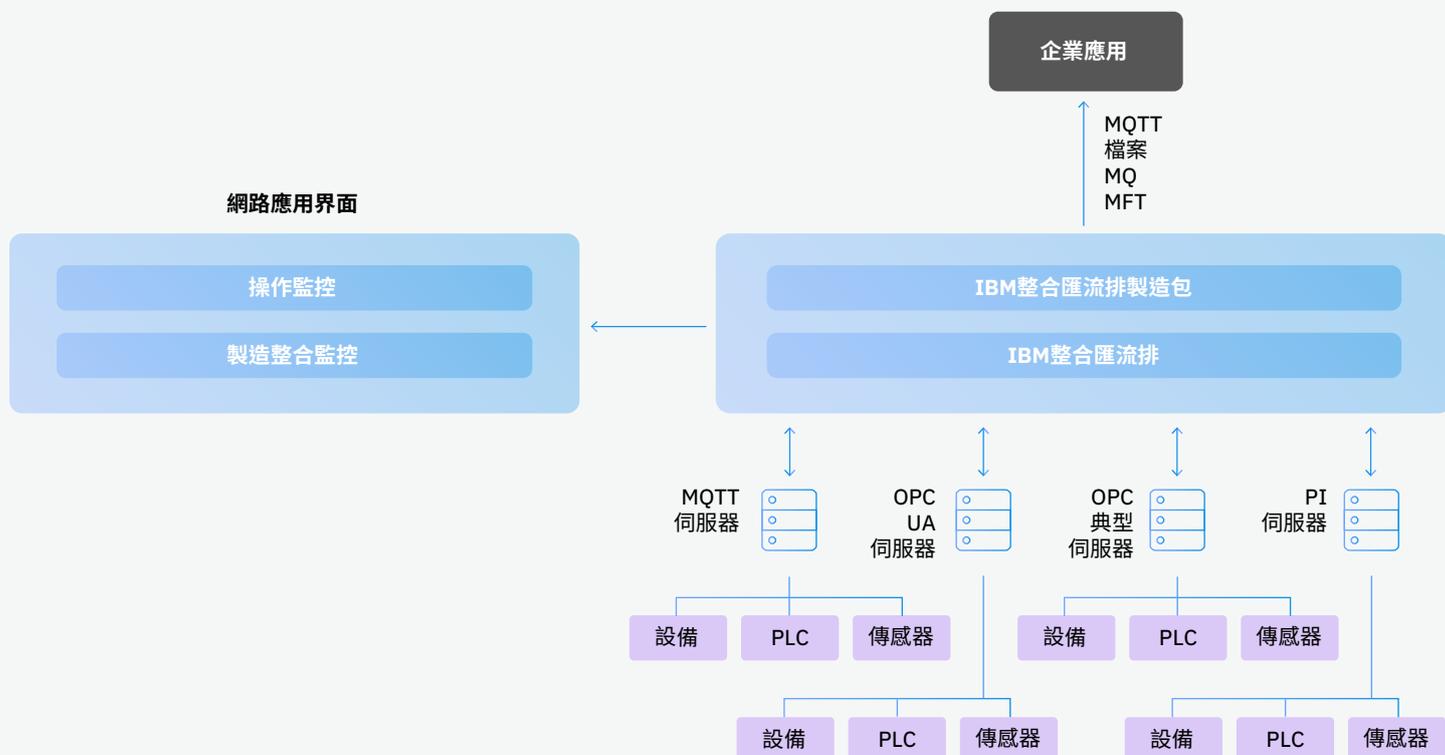


圖 10：PSB 體系結構概述。

PSB 使其用戶能夠建立在整合服務器中執行的業務規則（圖 14）。業務規則為業務線使用者提供了一種自然的方式來管理策略，這些策略確定瞭如何自動執行頻繁發生的決策。

複雜業務決策的自動化在製造級別具有許多應用程式，例如資料轉換、協定路由，協定轉換、訊息驗證或充實以及動態行為控制。

點擊[這裡](#)開始。

IBM Integration Bus 製造包基於 IBM Integration Bus 建構，以支援製造業中的應用程式。

IBM Integration Bus 製造包提供以下功能：

- 將 OPC 服務器與 IBM Integration Bus 應用程式整合。
- 使用 PI Server 將資料源與 IBM Integration Bus 應用程式整合。
- 使用 MQ 遙測傳輸 (MQTT) 連接協定來啟用發布/訂閱服務。
- 有關已部署訊息流狀態的資訊的可見性。
- PSB 可以實現生產流程和系統連接性的數位化轉換，並可以交付速度提高 30%，效率提高 25% 的廠房系統。它可以加速流程自動化，而無需進行超過 95% 的手動操作和 90% 的定制應用程式。

企業級

企業級解決方案分析下級提供的所有資訊，並為可視化和分析提供資訊儲存。對於企業級解決方案，IBM與合作夥伴一起提供領域協定，即時高解析室內本地化解決方案和高級標籤功能，以掃描機器並顯示增強實際的交互式資訊。

IBM針對工業企業的EAM解決方案套件包括作為應用程式提供給最終使用者的一系列設備和工業分析解決方案。他們專注於多種部署模型中提供的製造和工業使用案例。

該套件將透過分析來自工作流程、上下文和環境的各種資訊來提高品質，並增強營運和決策能力，從而在整個工廠價值鏈中節省成本並提高運營效率。

工業應用程式主要用於製造主管，工廠經理，OEE經理，操作業，現場工程師或技術人員。

這套解決方案套件透過對生產品質的了解和對生產的優化來實現製造轉型：

- 生產品質的見解使用物聯網和認知功能來感知，交流和自我診斷問題，以便企業可以優化其績效並減少不必要的停機時間。
- 生產優化透過分析工作流程、上下文和環境中的各種資訊來提高業務品質，改善OEE，增加正常運行時間，增強營運和決策能力，從而為企業帶來更大的確定性。

IBM的企業資產管理解決方案套件



圖 11：IBM的套件EAM解決方案。

IBM的IoT和AI解決方案套件



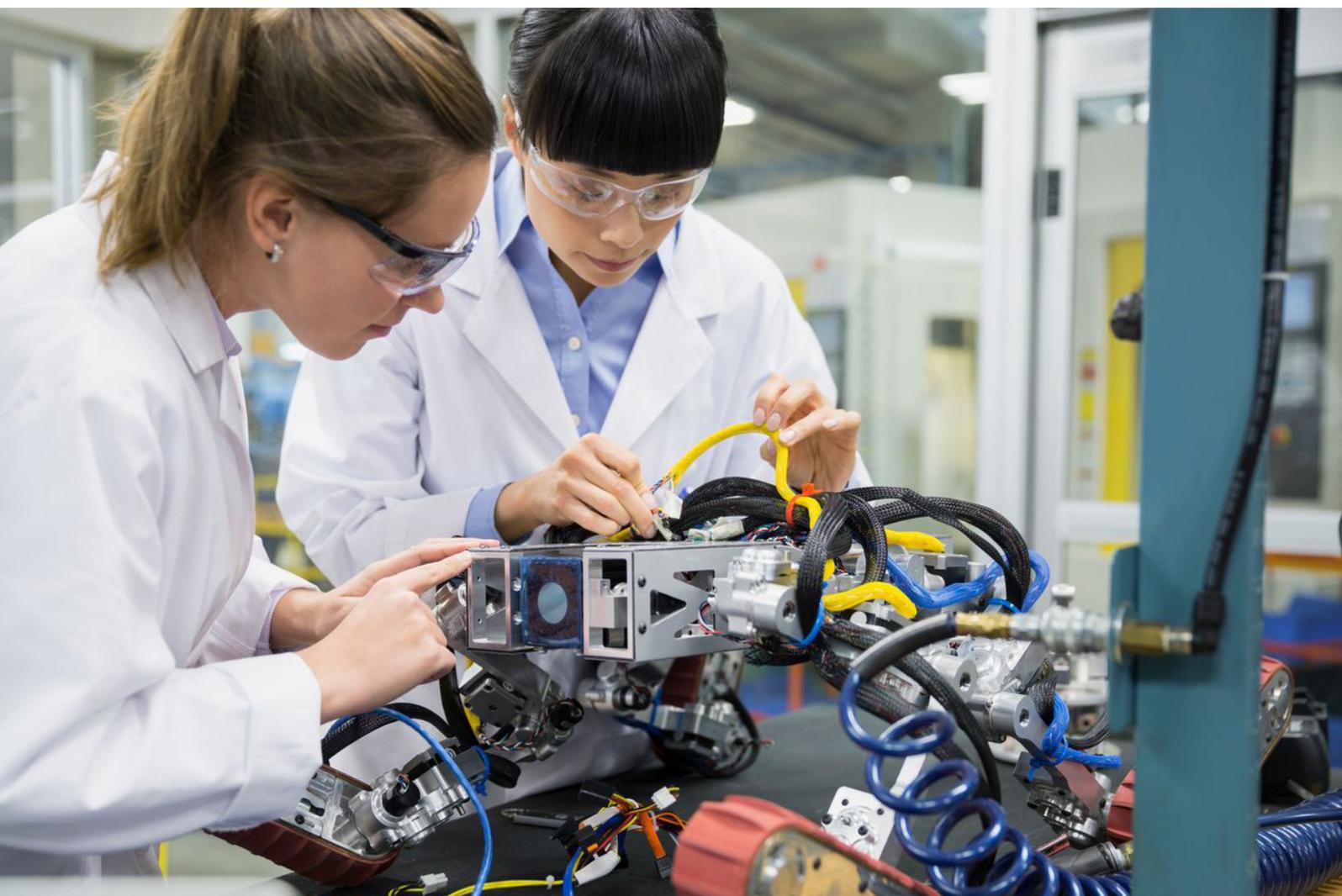
圖 12：IBM的IoT和AI解決方案套件。

IBM的EAM解決方案套件利用了不同類別的分析：

- 機器學習 (ML) 使分析模型建構自動化。它使用來自神經網路的方法。常見的應用包括圖像和語音識別。
- 圖像分析依靠模式識別和深度學習來識別圖片或影像中的內容。當機器可以處理，分析和理解圖像時，它們可以即時擷取圖像或影像並解釋其周圍環境。
- 聲學分析使組織能夠使用工廠和操作聲音自動檢測異常和缺陷並識別產品品質問題。
- 文件分析是關於從非結構化文件中擷取高品質的結構化資料。使用文件分析的一個很好的理由可能是從非結構化資料源中提取有關產品、設備和工業過程說明的其他資料。

還可以利用IBM和RedHat®為Industry 4.0提供混合多雲端平台。

IBM的工業4.0透過明確定義三個級別（邊緣，工廠/工廠和企業）以及能夠在這三個級別上部署和移動功能來應對當前的挑戰和未來的需求。此外，該架構假設今天的功能可能需要在現場部署，但是隨著時間的流逝，該功能將演變為專用或公共雲端。



在企業級別，可以針對各種需求部署企業或行業特定的應用程式，例如資產管理、維護管理、OEE控制和預測性維護。其中某些功能可能需要在廠房級別安裝解決方案的本地組件。

在混合模型中，可能需要將不同的雲端模型和本地IT結合起來，以支援企業級應用程式的基礎架構。在專案早期確定混合作用級別很重要。

IBM和Red Hat共同提供了下一代混合多雲端平台。通過將紅帽開放式混合雲端技術的功能和靈活性與IBM創新和工業專業知識的規模和深度相結合，任何從事工業4.0專案的公司都可以使用兩家公司的頂級工具和人才。

如前所述，選擇混合級別可以是企業約束，管理和操作注意事項，延遲和性能要求以及資料隱私約束的平衡行為，並且還可以包括諸如資料保留之類的關鍵項目的成本。

IBM在雲端部署模型方面非常靈活。除了在邊緣或廠房（本地）安裝的組件外，我們的雲端策略還包括利用Red Hat OpenShift®、Docker和Kubernetes技術來促進客戶端和IBM組件在任何地方的部署，而不僅僅是在IBM雲端內。

IBM Cloud Private (ICP) 和OpenShift是開放式來源容器應用程式平台，用於開發、部署和管理本地或基於雲端的容器化應用程式。這種用於管理容器的整合環境包括容器協調器Kubernetes、以及專用映像存儲庫、管理控制台和監視框架。

如前所述，許多組織的趨勢是轉向混合雲端方法。諸如帶有OpenShift的IBM Cloud Private之類的解決方案可以滿足需求。此外，IBM和Red Hat宣布將聯合起來加速應用程式現代化和雲端原生開發。

三個層次的說明

工廠級別的說明：聲學分析使用案例

生產線的維護是及時且昂貴的。了解何時維護資產以達到最佳性能至關重要。借助聲學分析，我們可以聆聽設備以快速發現故障並建議維護。這適用於設備操作的許多領域，從風車、火車、升降機和電梯到大型工業機械。

聲學分析“監聽”工廠的設備，並透過檢測“聽到”的噪聲異常來確定是否存在故障。

該認知聲學的IBM應用程式作為Watson IoT Platform上的一項服務提供。機器學習建立了聲音的知識庫，以檢測異常。結合強化的移動解決方案，這使得該服務的功能可以在廠房現場使用。

邊緣級別的說明：外觀檢查使用案例

機器學習還可以目視檢查車門把手的車身組裝過程。如今，製造商面臨著與複雜的外觀檢查活動相關的風險挑戰。每個製造商都需要許多檢查員，作業員和工程師。他們承擔著旨在確定數百個缺陷的重複性任務的全部工作量。這會導致工廠的主要人工成本、檢查準確性和一致性的問題，需要員工培訓以及在危險區域進行檢查的潛在健康問題。

在IBM IoT慕尼黑總部可以看到的這個行業展示是由BMW和KUKA設計的。原則如下：

- 收集設備線中的資料並獲得即時見解和評分。
- 透過準確的預測和預警來防止問題發生。
- 透過逐步的維修指導提高性能。
- 應用推理和學習系統來不斷優化設備的使用。

視覺檢查系統基於機器學習算法，並利用許多視覺檢查模式，例如雜質/高對比度區域，幾何形狀檢測和驗證，異常紋理和區域檢測以及顏色/亮度特徵提取和驗證以確定品質缺陷。（此系統可以檢測到的示範包括制動鉗缺陷、車身廠房和塗裝車間缺陷或損壞，零件變形，備件顛簸和汽車儀表板划痕。）

IBM解決方案套件的視覺檢查功能已整合在設備線和機器人內部。在這個展示櫃中，我們正在使用Watson Visual Recognition Service檢查新BMW 5系的幾個門把手是否存在製造缺陷。

我們還希望確保機器人具有較高的操作可用性，以免影響生產。作業員透過設備健康計分卡控制過程（機器人的健康計分透過預測性維護統計模型進行計算）。

在該過程的最後一步，服務技術人員會透過移動應用程式接收預測性維護警報。基於廠房文件的使用自然語言處理和內容分析的對話可指導技術人員尋求解決方案。

Watson IoT Edge AI運算獨立的眼與耳

獨立的眼睛

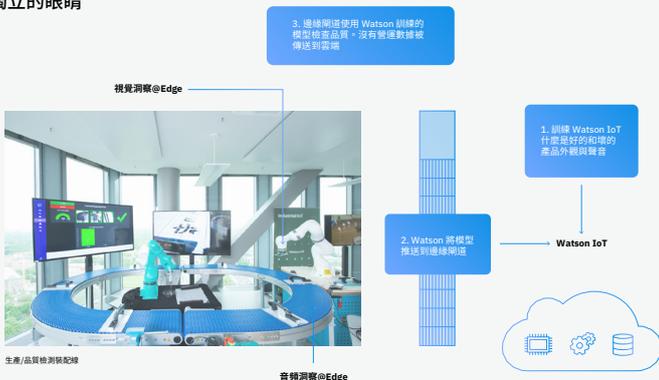


圖 13：Watson IoT Edge AI計算了私人的耳朵和耳朵。

廠房平面圖：心跳車製造使用案例

Heartbeat Car Manufacturing是為OEM開發的資產和IP的一個範例，它使我們能夠在全球範圍內監視多個工廠的汽車製造活動。該應用程式基於一組KPI，這些KPI根據製造過程的狀態動態調整。

它使我們能夠管理位於多個國家/地區的裝配製造廠，並顯示安全風險評估，履約問題和OEE偏離的典型根本原因。使用向下鑽取功能，它使工廠或生產經理可以查詢偏差原因並獲取解決方案。

連接的Manufacturing Heartbeat 應用程式

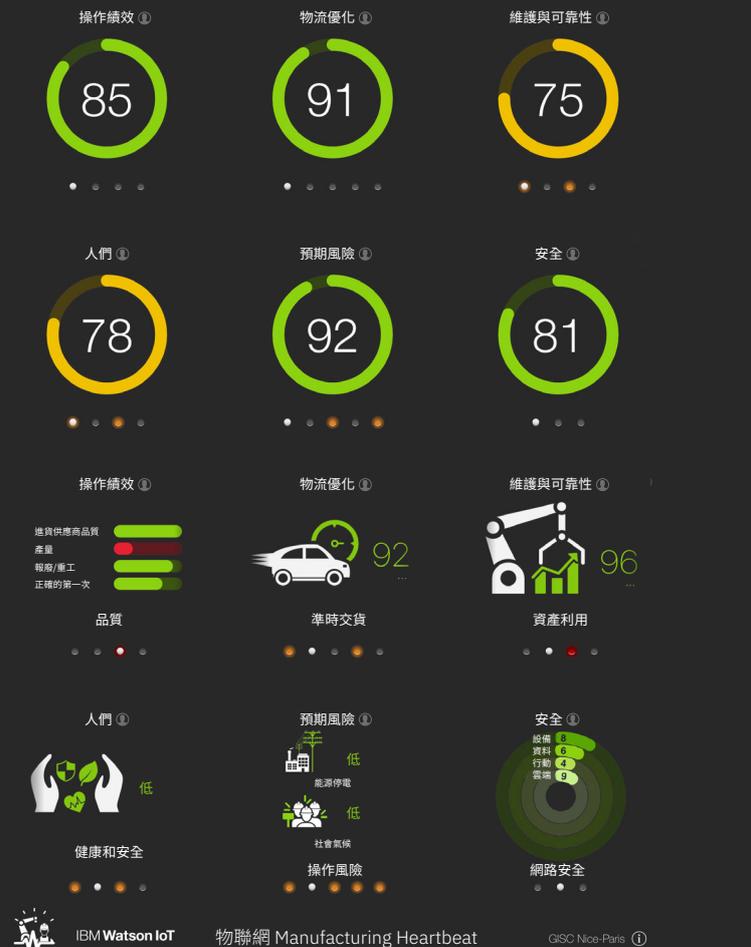


圖 14：連接的製造心跳應用程式。

企業級別的說明：增加OEE使用案例

在體系結構中，OEE組件可幫助工廠實現其潛在的吞吐量。該應用程式使工廠經理、工廠工程師、工廠維護工程師/主管、製程工程師和品質工程師能夠獲得獨特的、相關的、預測性的和規範性的見解，以幫助他們實現工廠的目標。

- 工廠經理負責處理目標產品數量。他們需要了解導致生產力下降的因素，並且還必須能夠評估對下游運營的潛在影響。
- 維護工程師確保及時執行維護任務，從而使工廠運行不間斷。OEE組件有望預測機器問題，確定維護任務的優先級並建議最佳維修時間。因此，它可以幫助維護工程師按時執行必要的維護任務。
- 製程工程師關注不同製程的產量及其效率和相對可變性。特別是，他們專注於OEE組件的製程參數、製程週期時間和來自不同製程和機器的KPI，可以對其進行比較和分析。
- 品質工程師的任務是減少報廢和重工。OEE組件可對製程變化和品質失效提供預警，從而幫助品質工程師減輕問題並減少報廢和重工。

請參見下一頁圖15。

IBM針對關鍵人員的企業級解決方案的優勢

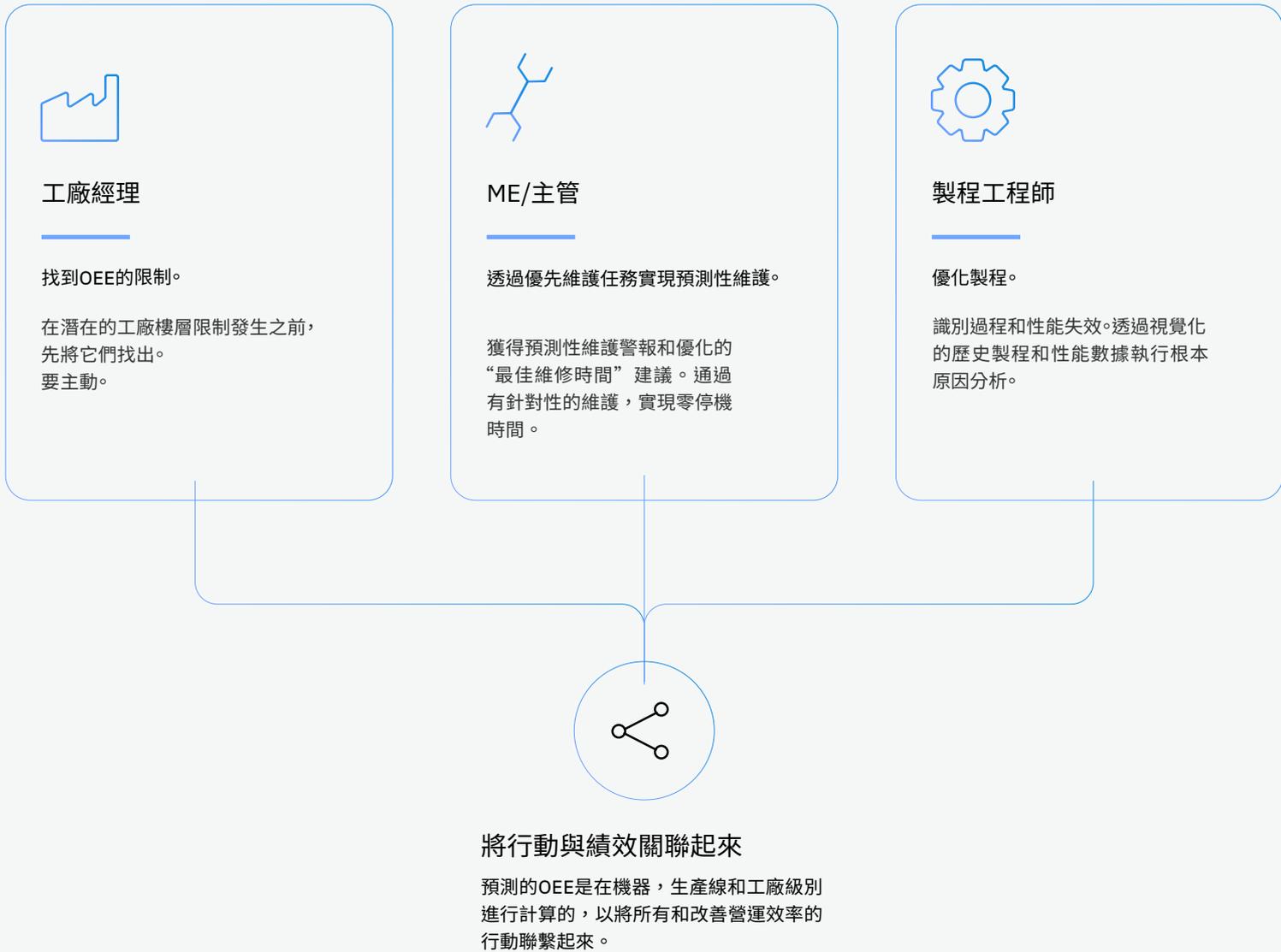


圖 15：IBM針對關鍵人員的企業級解決方案的優勢。

透過OEE，我們可以應用不同的維護策略。如果將每種策略應用於正確的設備，都會有不同的收益；相反，如果將其應用於錯誤的策略，則會產生很高的成本。

- 被動維護的重點是透過更換或維修有故障的零件和組件使其恢復正常工作狀態來恢復已損壞的設備。
- 預防性維護側重於根據時間（例如，經過一定天數，使用小時或週期後）進行檢查（測試，測量，調整，記錄劣化和零件更換）。這不考慮維護資產的實際使用情況。
- 基於狀態的維護使用資產的實際狀態，並指示僅當某些指標顯示出性能下降或即將發生故障的跡象時才應執行維護。狀態資料可以透過無損傷測量，目視檢查，性能資料和以一定間隔或連續計劃的測試來收集（如果機器具有內部傳感器）。
- 預測性維護使用進階算法來查找設備使用方式和設備運行環境的模式，然後將該傳感器驅動的信息與過去已知的故障相關聯。

當預測性維護有效地工作時，僅在需要維護時才進行維護，因此可能會發生故障。在決定是否應用某種維護策略時，必須評估資產關鍵性的幾個標準。通常，對於平穩的生產流程和優化維護成本而言，設備越關鍵，透過預測性維護就必須保持更高的商業價值。

建立相關分析模型後，應重新評估維護方法規範。分析結果可以幫助確定特定資產的維護狀況。

對特定設備的分析模型的評估可以顯示：

- **更改維護計劃的預測指標似乎並沒有立即的好處；**
- **模型足夠精確，可以減少維護成本和計劃外的停機時間（使用預測性指標安排維護是合理的）；**
- **沒有足夠的數據。**



工業4.0安全

製造內部的安全性受多種因素影響。一方面，連接到OT的IT可能並非旨在面對網路威脅。另一方面，在IIoT平台上整合的製造設備可能未按照安全原則進行設計或未配備安全控制措施。製造業中具有IoT功能的設備正在打開進一步的攻擊面和相關風險，這些風險和風險很難透過客戶端OT基礎設施進行判斷。圖16更詳細地說明了威脅和潛在的安全性方法。

OT環境中的安全性

廠房通常可以看作是IT和多廠商製造設備的混合體。ISA95控制層次模型顯示了系統的相互依賴性：模組化和現成的要素相結合。與資料中心相比，只有有限的安全控制措施存在，並且不存在可與ISO 27001媲美的標準。

ISA95控件層次結構

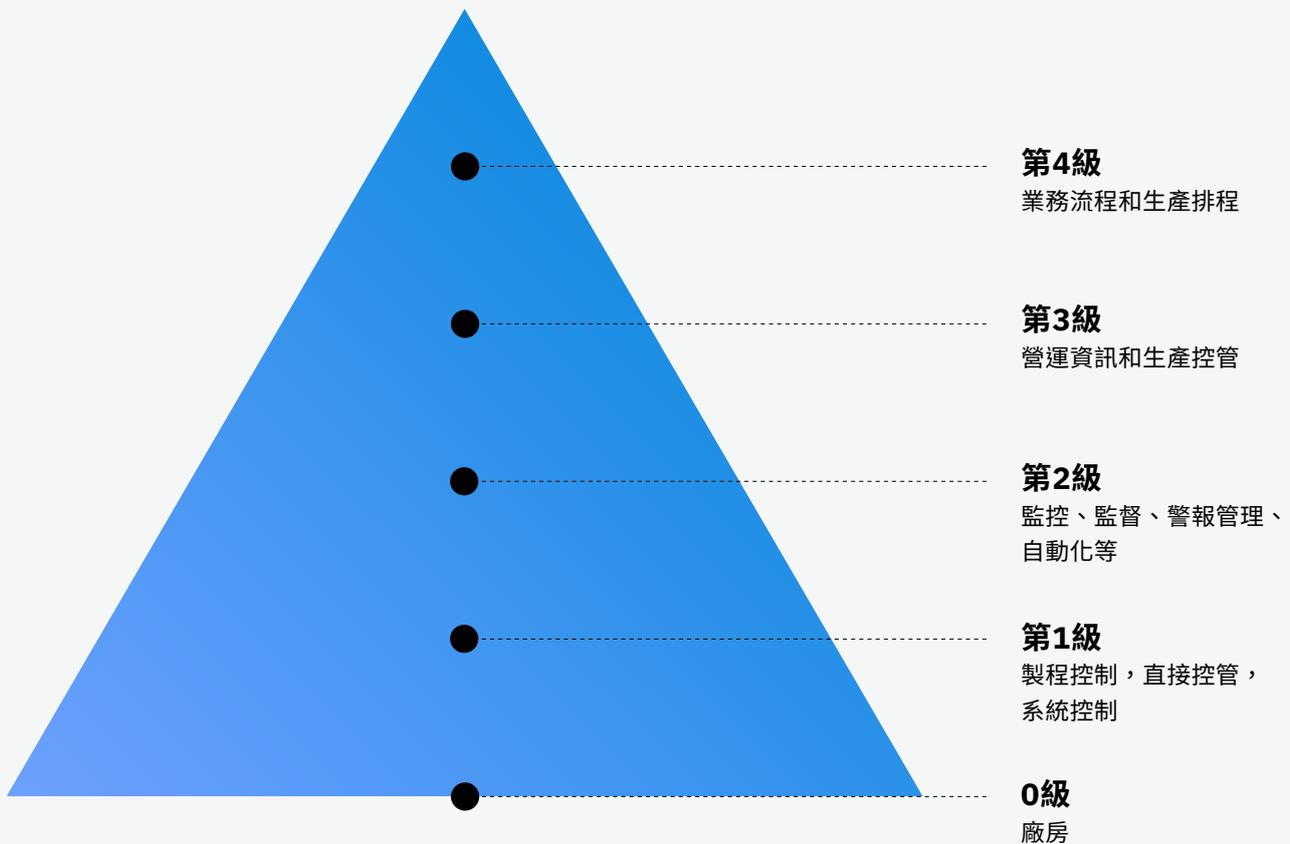


圖 16：ISA95控制層次結構。

威脅格局由OT設備和工業網路，人員操作設備、連接到OT的IT以及支援IoT的設備組成。漏洞管理，身份和存取控制以及未使用的功能是開始建立安全性並獲得對OT基礎架構安全性了解的使用案例。1級專用安全設備可存取工業網路；安全資訊和事件管理（SIEM）系統實現了監管，有助於提高成熟度（請參見圖17）。

如果適用，也可以使用IT環境中使用的其他安全控制措施。人員和設備的身份和訪問管理，控制級別的隔離以及功能操作中的設備（或與之相符的資料保護）有可能面臨網路威脅並減輕風險。無論如何，OT安全是營運製造部門和IT安全部門的共同努力。

適用於IT / OT的SIEM QRadar

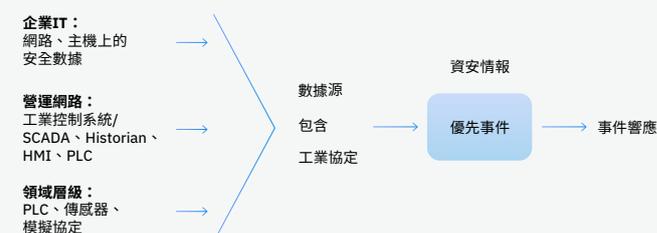


圖 17：適用於IT / OT的SIEM QRadar。

工業4.0中的安全性

下一級別的工業革命—工業4.0—遵循不同的設計原則，例如互操作性、資訊透明性、技術援助、自治權和分佈式決策。它引入了靈活的系統，其功能不限於硬體，而是分佈在整個基礎架構中。在這些新系統中，現在可以在體系結構級別上觀察內部通信（請參見ISA95控制層次結構上的圖16）。

IT / OT演變為工業4.0

主要安全目標：

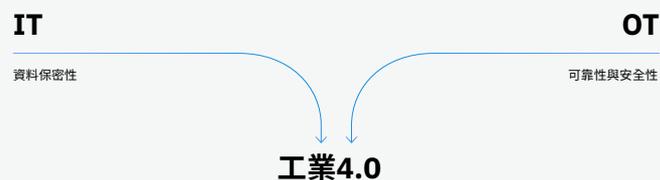
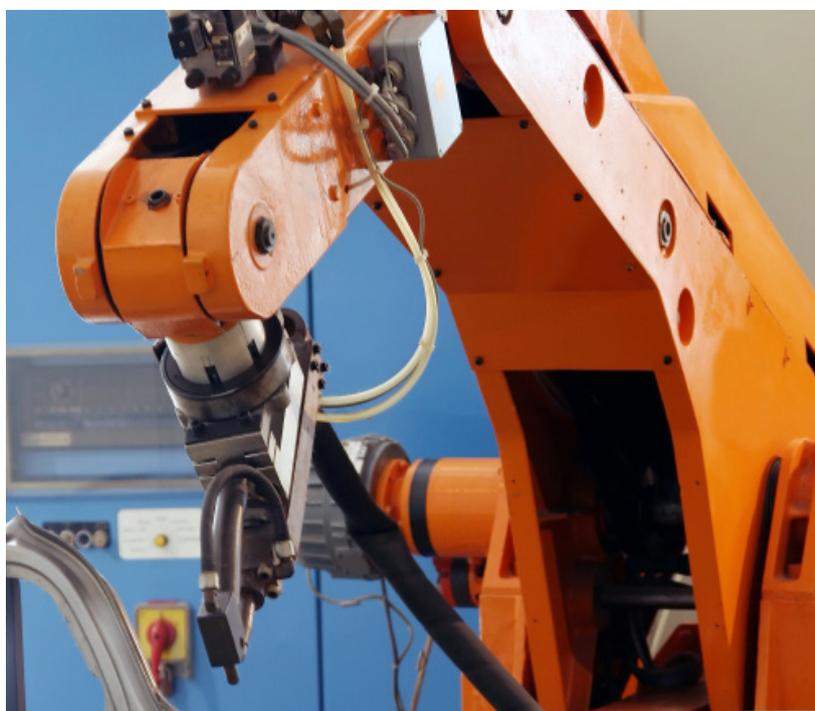


圖 18：IT / OT演變為工業4.0。

工業4.0將最終用戶與機器資料合併，並實現了機器對機器的通信，以便組件可以自主管理生產。

與OT環境相比，工業4.0帶來了額外的安全挑戰。首先，需要將安全操作從設備更改為反映廣泛需求的過程視圖，並且需要對整個體系結構進行類似的安全控制（例如，身份和訪問管理）。分佈式和可互操作的工業4.0體系結構生成其他連接，從而增加了監視工作。現有的舊系統，易受攻擊的組件或不安全的協定都可能危害安全操作。

總體而言，分佈在跨國機構中的工業4.0基礎架構正面臨眾多網路威脅。IBM Security目前認為工業控制系統，IoT閘道、傳感器和執行器是最關鍵的。鑑於攻擊的影響可能很大（從生產中斷到嚴重損壞設備和人員），因此值得對這個話題給予最多的關注。



保護工業4.0基礎架構的最佳做法結合了策略，組織和技術。
下面列出了一些最佳做法。

工業4.0安全的最佳做法

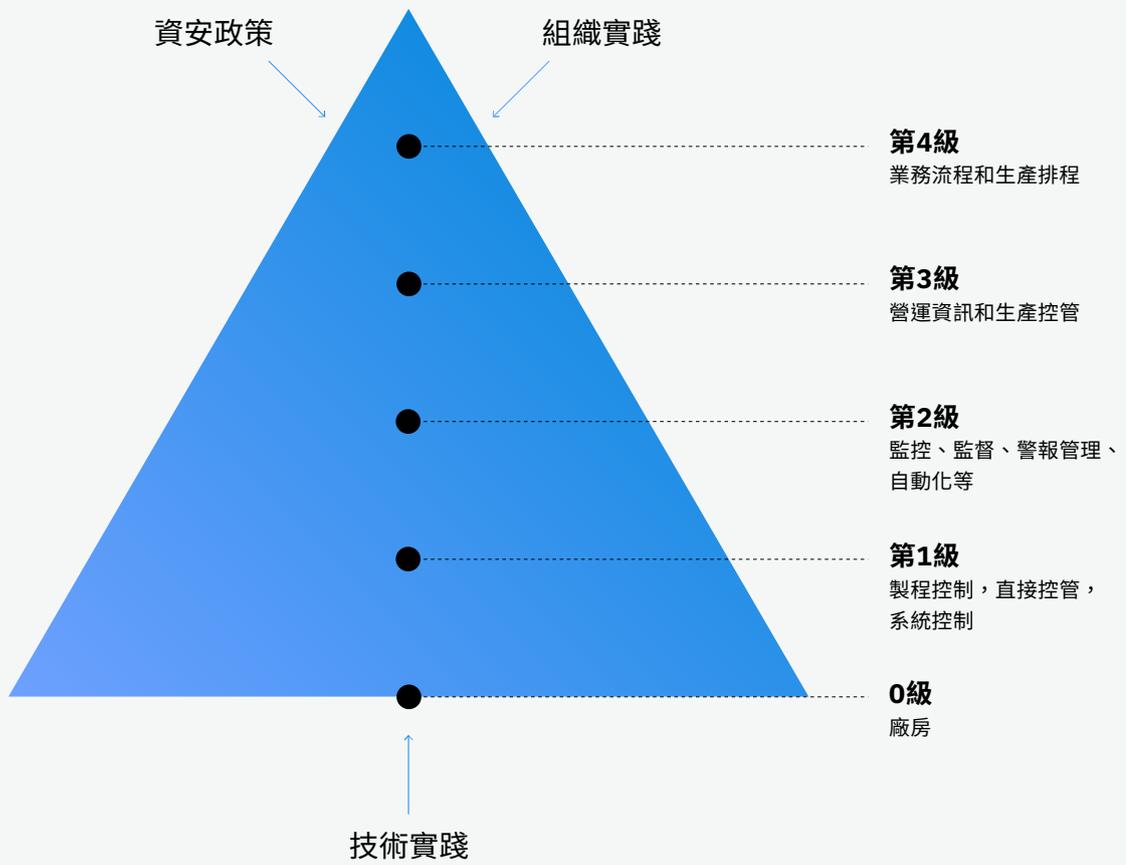


圖 19：工業4.0安全最佳做法。

政策

- 威脅和風險評估：不斷努力分析網路威脅和製造相關風險

- 設計安全性：基本指導原則

組織

- 生命週期管理：管理來自不同第三方的不同年齡的多個設備
- 事件處理：準備解決不可避免的事件
- 漏洞管理：管理和消除工業4.0基礎架構中的漏洞

科技

- 以下安全控制件在IT中是眾所周知的，但不適用於工業4.0基礎結構。
- 安全監控
- 資料安全
- 基礎設施安全
- 身份和存取管理
- 軟體/配置管理

如今，在工業環境中解決OT安全問題的公司將受益於具有針對工業4.0需求的安全經驗的公司。IBM是工業4.0安全工作組的一部分，該工作組開發了安全最佳實踐。

部署模型

這些組件必須可部署在邊緣，廠房和中央IT或IBM Cloud級別。關於IBM Cloud，我們提供平台即服務（PaaS）並開發工具鏈，以在IBM IoT Platform之上建構，運行和管理應用程式。它建立在Cloud Foundry和Docker開源技術之上，可以作為開發人員在不處理基礎架構的情況下快速創建，部署和管理雲中應用程式的地方。無論如何，都需要根據功能和非功能需求確定端雲混合級別。架構的物理部署始終是成本（例如存儲，卷，SLA）和功能之間的權衡。

由於我們利用了市場認可的關鍵基礎架構技術，因此IBM在雲端部署模型方面非常靈活。除了在邊緣或廠房（內部）安裝

的組件之外，我們的雲端策略還利用Open Shift，Docker和Kubernetes技術來促進在任何地方（不僅在IBM Cloud中）部署客戶端和IBM組件。ICP（IBM Cloud Private）利用Docker和Kubernetes，因為我們的許多客戶都在轉向混合雲方法。

我們如何交付

從設計思路和Garage方法快速入手

IBM Cloud Garage™方法是IBM的一種方法，使業務，開發和營運能夠從邊緣到工廠以及中央IT不斷設計，交付和驗證解決方案。這些實踐、體系結構和工具鏈涵蓋了整個產品生命週期，從開始到擷取以及回應用戶反饋。

透過結合工業標準、製造空間專用分析、交付服務和設計思維方法等資產，IBM Cloud Garage方法已成功用於許多數位製造轉型。IBM Cloud Garage Method與快速交付第一個概念證明（PoC）有關。

開發第一個最低可行產品（MVP）或中試

第一個MVP或試點項目必須由優先級最高的用例和資料就緒活動的結果（即IT / OT策略審查，資料源評估和安全性問題）驅動。

任何MVP必須基於紮實的架構基礎。為了實現此目標，IBM建議採用自下而上的方法：在開始任何使用案例開發之前，請在廠房和邊緣分析級別安裝並部署所有中間件。必須將此步驟視為前提條件。

該方法必須保持敏捷，使用增量和迭代過程，該過程可能始於生產可視化，資料建模或第三方整合等使用案例。我們幫助客戶透過路線圖和經過衡量的項目計劃對使用案例進行排序。為了實施MVP或試點，IBM建議客戶利用我們的MVP產品方法。

最小可行性產品方法概述

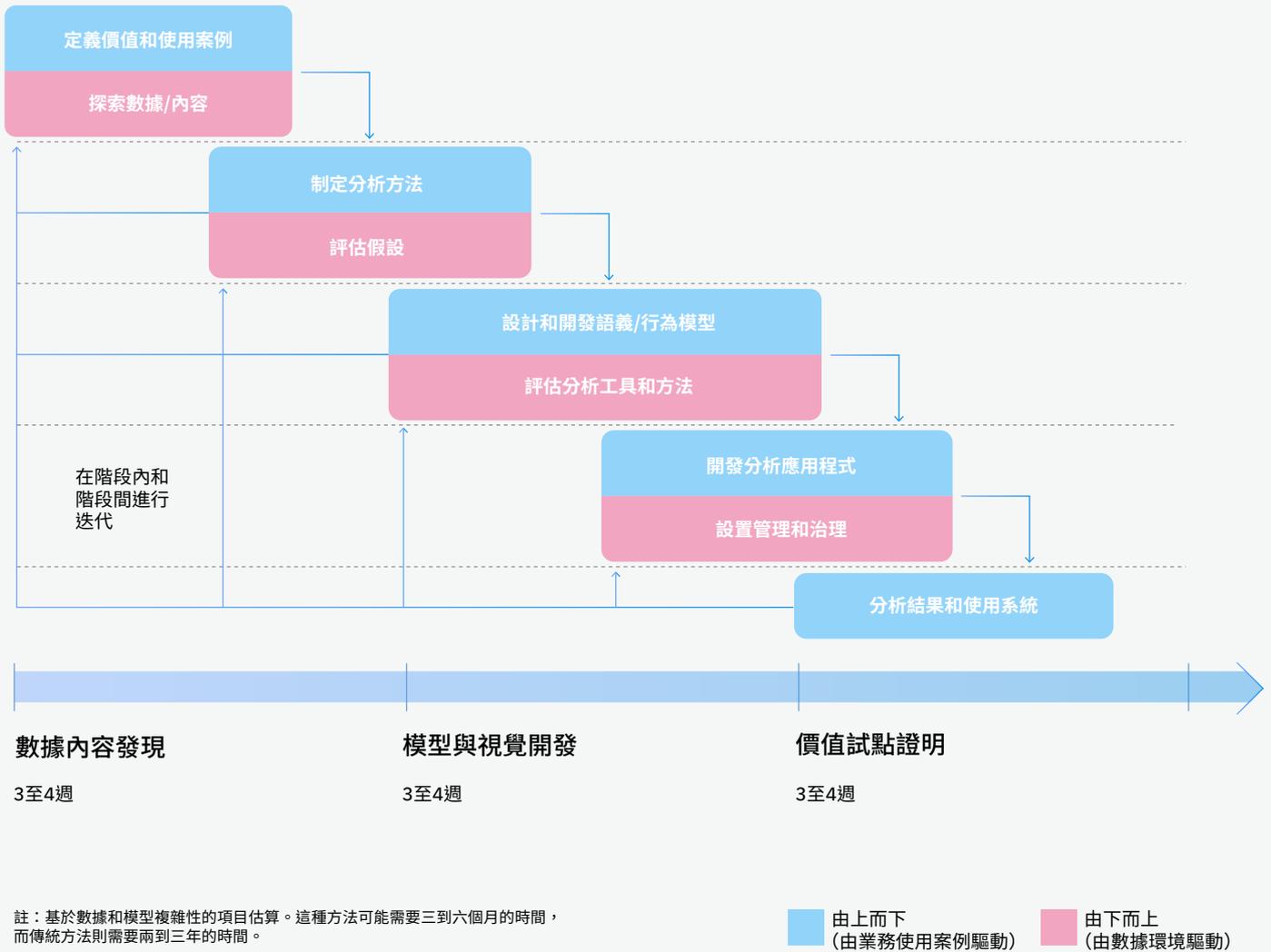


圖 20：最小可行產品方法概述。

一旦第一個MVP使用了中間件，就必須努力分析每個使用案例並評估1) 設計資料流轉換的複雜程度，2) 算法建模的複雜度和3) 儀表板的開發難度。

為了加快這些活動，IBM建議利用針對工業企業的IBM IoT和Watson AI解決方案套件中包含的工業應用程式，並評估其覆蓋範圍，以確定要實施的使用案例。



在第一個MVP期間，還必須涵蓋非功能性需求分析，以盡快確定開發計劃。該分析非常重要，因為它支援與邊緣，工廠和企業級別之間的不同部署方案相關的決策過程。

在這方面，我們需要考慮：

- 高可用性的彈性架構級別、
- 相連廠房所需的安全標準、以及
- 選擇本地工廠/製造分析，在工廠或中央級別具有低延遲，並具有更強大的功能（資料湖）。

設計路線圖：部署的專案方法

在第一個MVP實施和交付之後，核心架構基礎（即可伸縮性和性能管理評估）應該就位了。主要的體系結構決策應得到驗證和記錄。

在這方面，IBM認為三個使用案例（生產可視化，資料建模和第三方整合）是在第一個MVP期間建立體系結構的關鍵輸入。

從最終用戶的角度來看，該架構至少必須能夠：

- 監控設備和系統的健康狀況，以及
- 可視化資料並警告操作員。

從解決方案的角度來看，它必須能夠：

- 從輸出設備獲得高品質的資料，
- 在性能方面具有強大的傳感器和邊緣功能，
- 確保流量透過PSB、
- 公開邊緣、工廠和中央IT之間的第一組最小標準介面，以及
- 理想情況下，可透過基於可執行模式的方法來加快開發速度。

之後，可以實現其他使用案例，並在後續階段進行排序。
圖21提供了路線圖和項目方法的範例。

藍圖：部署的專案方法說明

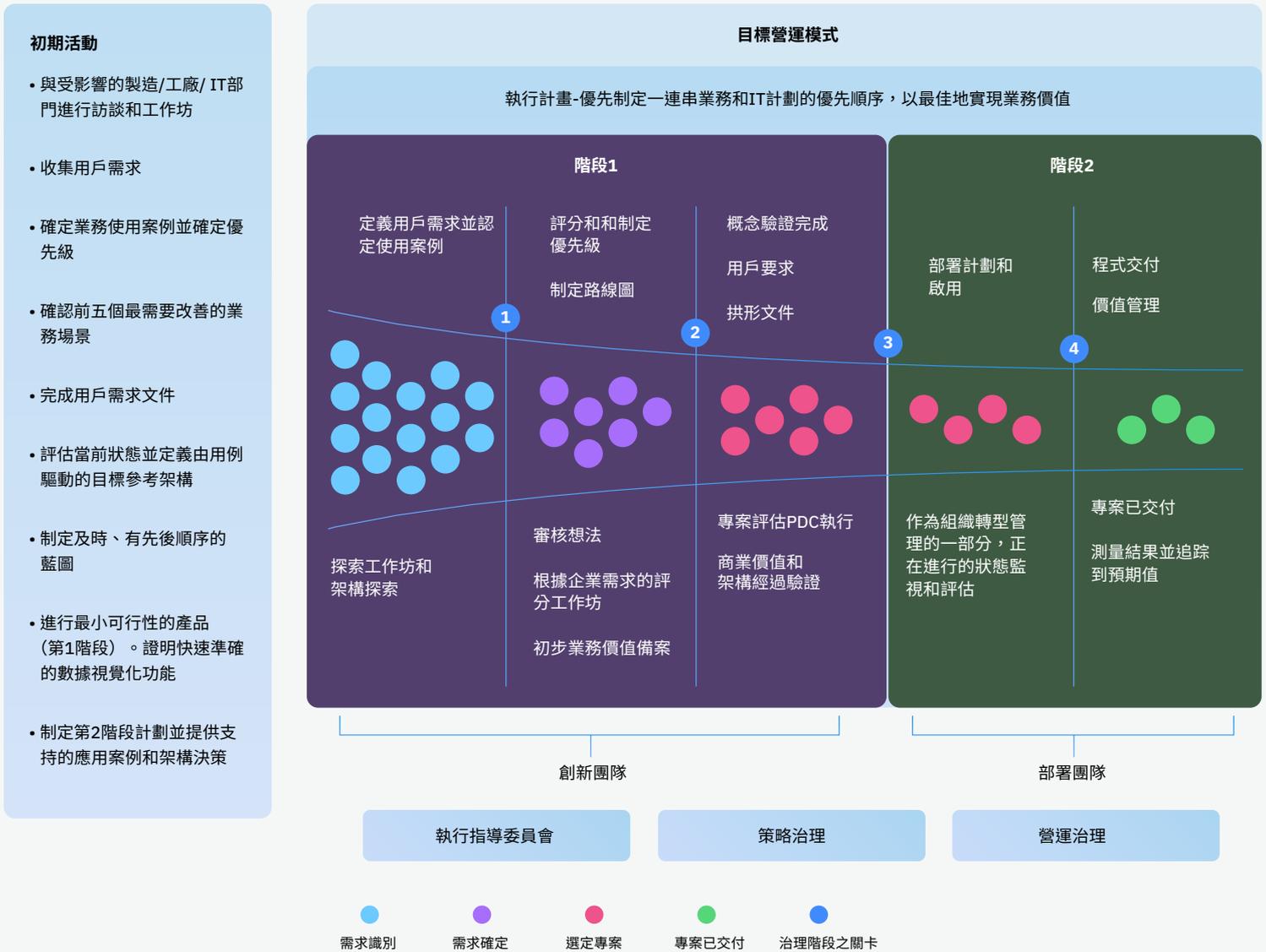


圖 21：路線圖：部署的專案方法說明。

探索與創新：以用戶為中心的設計和 DevOps工廠

探索與創新：以用戶為中心的設計和DevOps工廠

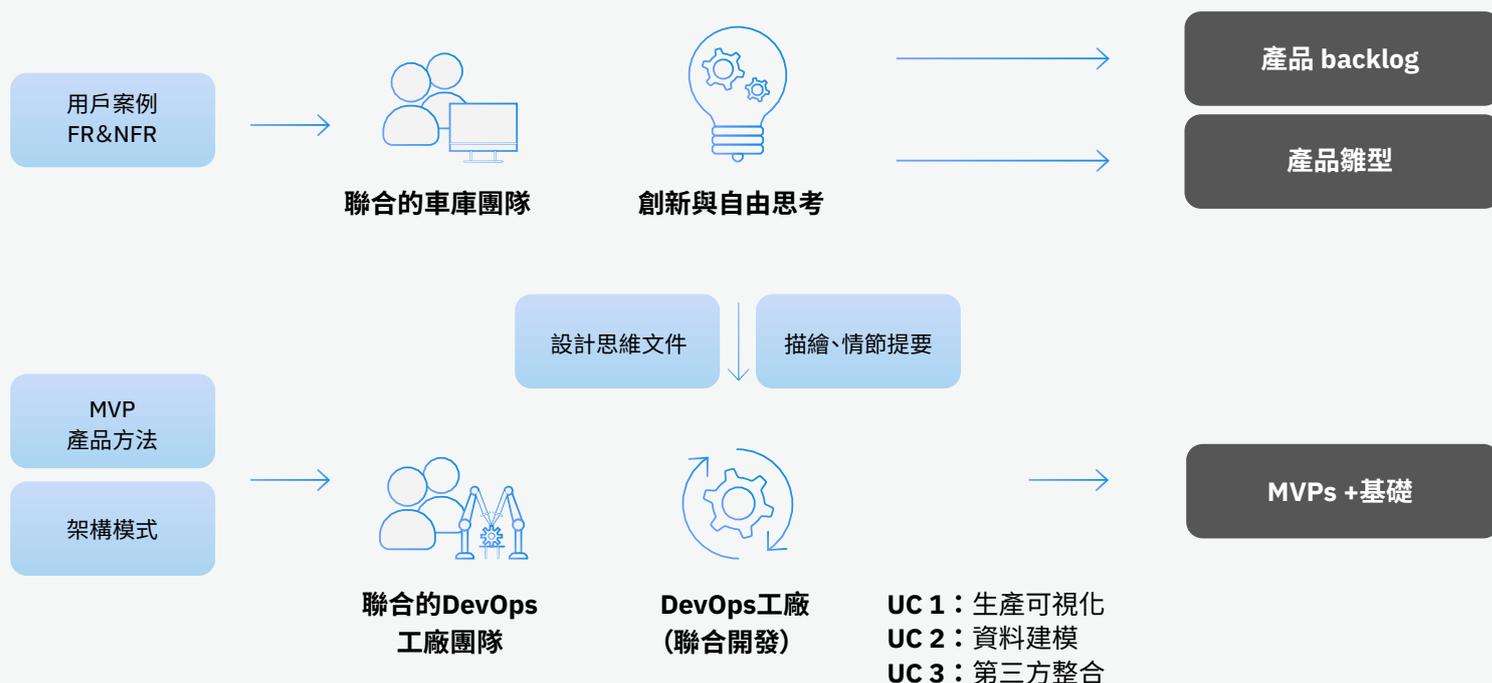


圖 22：探索與創新：以用戶為中心的設計和DevOps工廠。

在Garage中，IBM致力於透過三個關鍵組件來定義用戶故事和原型：方法論，設計者和設施。

- 我們的設計思想方法論有效地定義了用戶故事，角色服務，使用案例和原型。
- 經驗豐富的工程師，設計師和用戶體驗專家會與主題專家進行磋商，以開發各自的用戶案例和原型。
- 我們特定的設施區域有效地執行了具有設計思想的研討會和與原型相關的精神。

該Garage將由不同的專案團隊和專家用來填充產品積壓，以進行腦力激盪、思考和開發。

IBM體系結構中心

為了加快體系結構的詳細說明和設計過程，IBM建議利用其特定的知識產權資產之一。

IBM體系結構中心基於我們的專家團隊與客戶的互動提供了參考體系結構。每種體系結構中的解決方案和範例均提供了建構、擴展和部署應用程式的路線圖。在[這裡](#)找到有關IBM體系結構中心的更多資訊。

參考體系結構是使用一組實踐、服務和工具的解決方案的模板。參考架構利用客戶使用案例，並基於開放的工業標準。這些實現展示了如何透過使用建議的服務，工具鍊和工具來擴展、建構、部署和管理代碼範例。

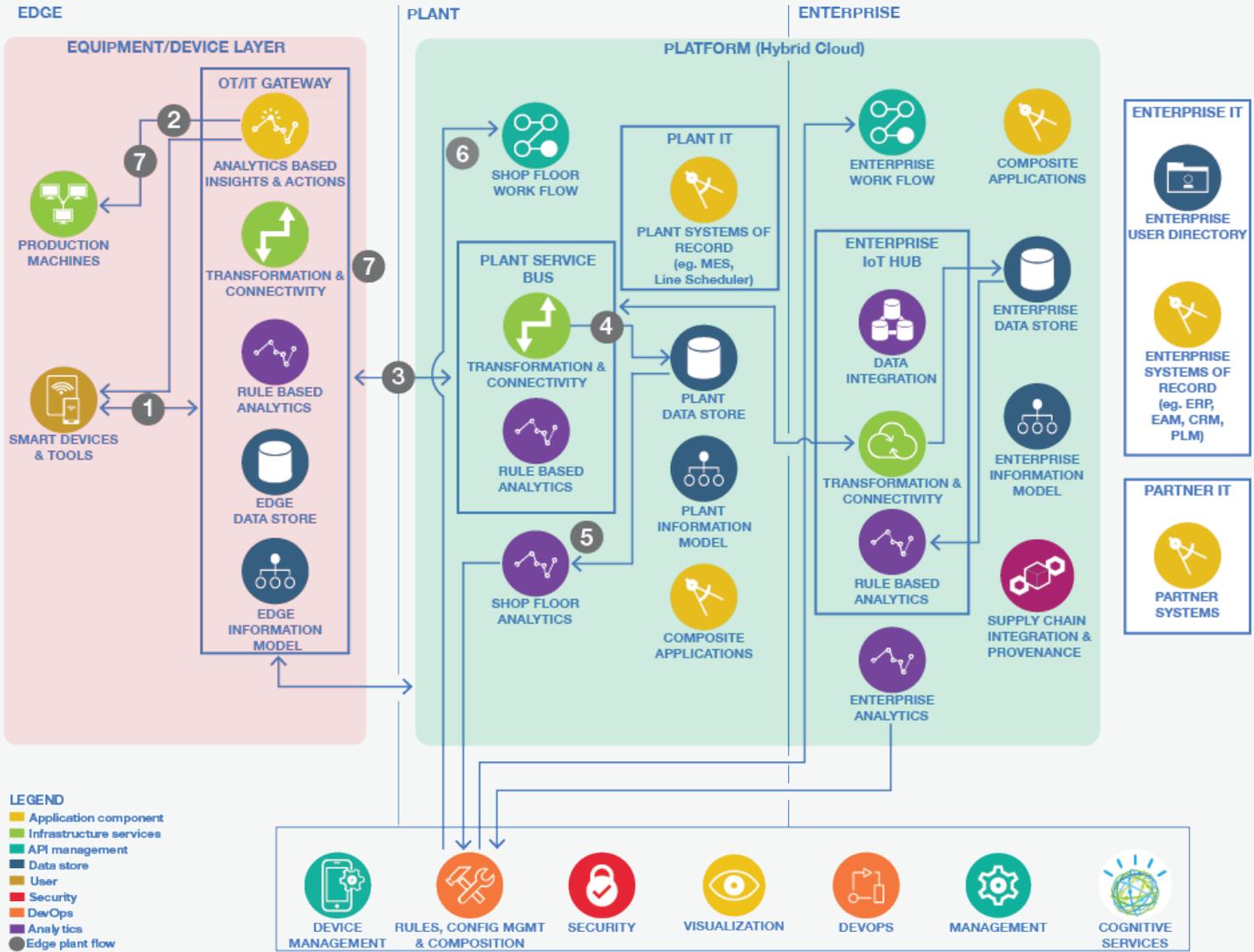


圖 23：工業4.0架構模式。

結論

IBM具備確保工業客戶最佳實施工業4.0技術所需的所有功能、參考、方法和功能/技術專長。

IBM的最佳實踐是建議建立長期的策略合作夥伴關係，在此夥伴關係中，IBM及其客戶將在未來幾年內共同交付專案，程式和託管營運。

從解決方案的角度來看，IBM將在物理設備和製造系統方面保持不可知論和中立態度。IBM證明可以幫助市場標準化已經部署的各種系統、設備和供應商。

在工業市場的背景，IBM可以成為策略合作夥伴，以提供工業領先的解決方案和專業知識，管理複雜的合作夥伴生態系統，並支援全球和本地客戶旅程的每一步。

附錄和用例

案例研究虛擬廠房改造

一家名為Smart ManDevFactory的虛構公司已獲得一項計劃，該計劃將利用數位轉換的組件來提高其製造性能和效率。它將透過利用一系列破壞性技術來做到這一點，例如大數據，分析和認知技術。

透過建立一個稱為“數位工廠工業4.0”的新企業程式，可以編織出整個計劃。在製造級別進行數位化轉型的主要目標是確定可以在全球範圍內支援路線圖的每個步驟的主要供應商。

Smart ManDevFactory希望協調流程和最佳實踐，保護業務活動，並在其全球生產裝置中分發最具創新性的技術。

為了開始敏捷性之旅，IBM和Smart ManDevFactory舉辦了一次設計思維研討會。研討會的一部分包括創新和構想會議，旨在向Smart ManDevFactory成員通報有關分析和認知解決方案的最新市場趨勢，包括IBM的觀點和最新進展。

提出了涵蓋Smart ManDevFactory行業的一些解決方案，以及仍然可以啟發參與者的副行業。在會議之後，進行了交互式練習，這些練習著重於利用人物角色的方法和從IBM設計思想框架中選擇的練習來揭示Smart ManDevFactory的痛點。



圖 24：設計思維空間。

為了提供快速可見和可量化的業務結果，Smart ManDevFactory 已決定啟動三個MVP（最小可行產品），這些MVP是從公司級別確定的數字車間機會清單中提取的。

MVP代表Smart ManDevFactory希望透過一致的IIoT解決方案（工業IoT）解決的典型用例。

Smart ManDevFactory期望基於一個獨特平台的技術建議，該平台可以涵蓋當前和將來的使用案例，並可以安裝本地中間件來滿足廠房的需求。

不僅在Smart ManDevFactory廠房的IT環境中添加新的工具鏈，還要求將Smart ManDevFactory現有資訊系統環境中的靈活簡單解決方案與Smart ManDevFactory工廠的自動化側以及其MES（製造執行系統，例如 Delmia Apriso）和ERP（企業資源計劃系統，如SAP）。

因此，IBM提出了一個基於三個級別的解決方案：邊緣（廠房）、工廠和企業。

1. 邊緣（廠房）級別

這是工廠中最實際的部分，與產品相關的活動由操作員，工人和技術人員執行。對於創新項目，關鍵是要在OT（營運技術）和IT（資訊科技）之間建立聯繫。工業閘道（或SCADA系統）

將橋接從現場協定（Modbus、ProfiNet等）到IT標準（MQTT / JSON、REST API等）的兩個世界，並從PLC管理機實時獲取大多數資訊。如果建議執行盡可能靠近來源的活動，則可以在邊緣進行第一級的轉換，過濾或分析。

2. 工場級別

在每個工場內部，服務匯流排（工廠服務匯流排或PSB）透過IIoT閘道或SCADA通信協調本地活動和與物理環境的連接。因此，PSB在兩側（OT和IT）都具有可見性，可以透過本地應用程式，MES或製造過程中涉及的任何應用程式來豐富資訊。

3. 企業級

IBM Maximo APM預測性維護見解是IBM EAM解決方案套件中的模組之一，該模組分析較低層級提供的所有資訊。此部分提供了用於可視化和分析的資訊儲存。因為該項目的範圍不僅是面向“虛擬數位”IT的，所以IBM選擇了三個合作夥伴來完成端到端解決方案：Hilscher（合作夥伴1）透過MQTT閘道（Modbus、EtherNet / IP、ProfiNet）提供現場協定；Arenzi（合作夥伴2）部署了實際的高解析室內本地化解決方案；Ubleam（合作夥伴3）提供高級標記功能，可掃描機器並顯示具有增強現實的交互式資訊。對於某些特定的使用案例，Sigfox網路直接在傳感器和IIoT平台之間使用。

工業4.0 架構

3層

- 廠房
- 工廠
- 雲端

- 開放標準
- 安全且可擴展
- 微服務
- 與合作夥伴一起擴展

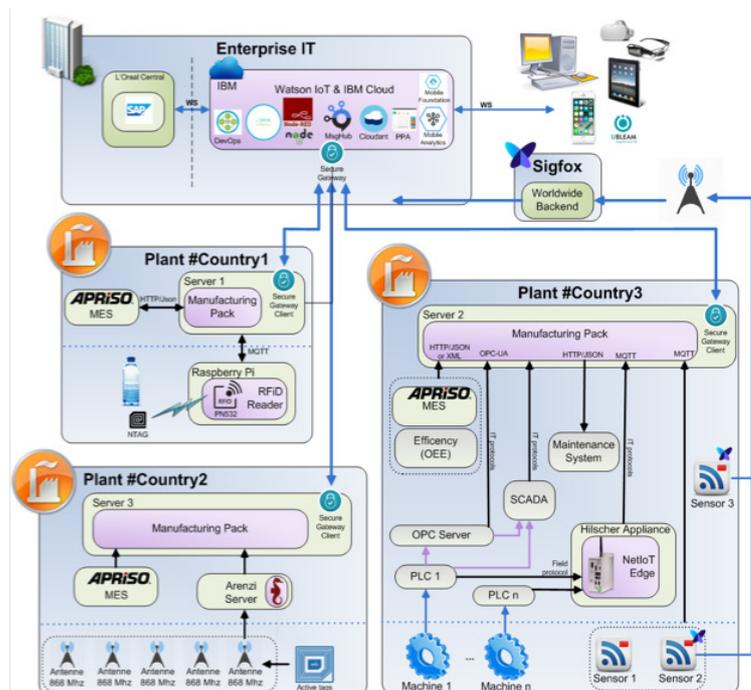


圖 25：工業4.0典型體系結構。

1. 使用案例介紹

如前幾節所述，工業4.0不僅涉及將機器連接到雲端，它也著重於連接“工廠活動”。第一步，這種方法意味著專注於產品、機器和人員。

製造和生產最終產品無疑是工廠的目的。但是，要完成其工作，工廠的機器必須高效，這意味著它們具有正確的原材料輸入、正確的輸出帶寬、適當的溫度、正確的壓力等。除了機器之外，操作員、技術人員和管理人員都在這裡來執行他們的工作並最大化全球效率。

該方法是增強所有相關實體的能力，以使它們更高效，更少的錯誤，停止和故障，並更好地理解所有資訊。

2. 用例 # 1 – 增強型產品

Smart ManDevFactory專注於為最終客戶帶來更多價值，並在其運營中獲得敏捷性，它願意提高從供應鏈到銷售點的產品級別的可追溯性，簡化零售活動並利用客戶體驗。

目的：該使用案例主要用於營銷目的。它將用於驗證解決方案的技術能力，從產品標識捕獲到存儲和信息展示，再到最終客戶，例如有針對性的促銷。

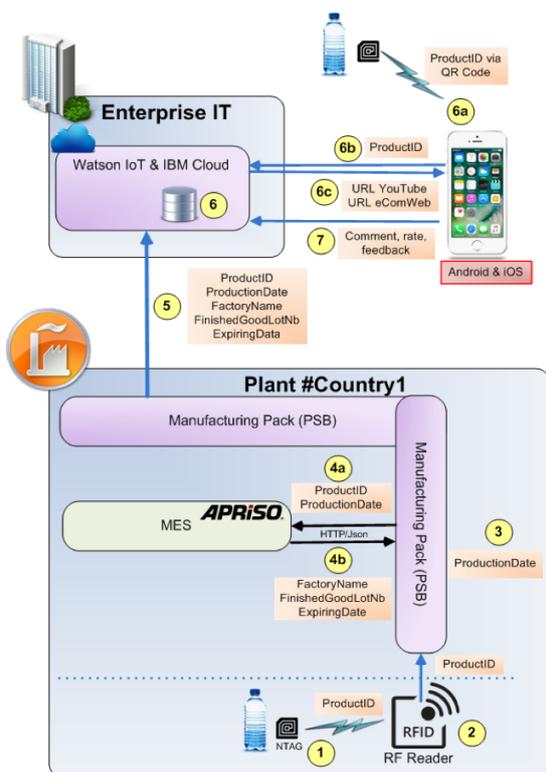


圖 26：使用案例1：增強型產品。

保持產品ID唯一是非常重要的。此插圖基於鏈接到產品的唯一近場通信（NFC）標籤。IBM也可以示範以QR碼或條形碼為基礎的解決方案。

在設計思維和體系結構會議上應挑戰這三種選擇。此唯一ID可以在產品或批次級別，具體取決於業務需求和數量。

3. 使用案例 # 2 – 增強型設備

該使用案例的目標是從機器收集資料，並使用它們透過即時儀表板和分析來優化其試驗和性能。

目的：該使用案例將顯示出連接到PLC、收集數據，將其發佈在即時儀表板中以及使用分析、關聯分析、根本原因和預測性維護對其進行處理的能力。

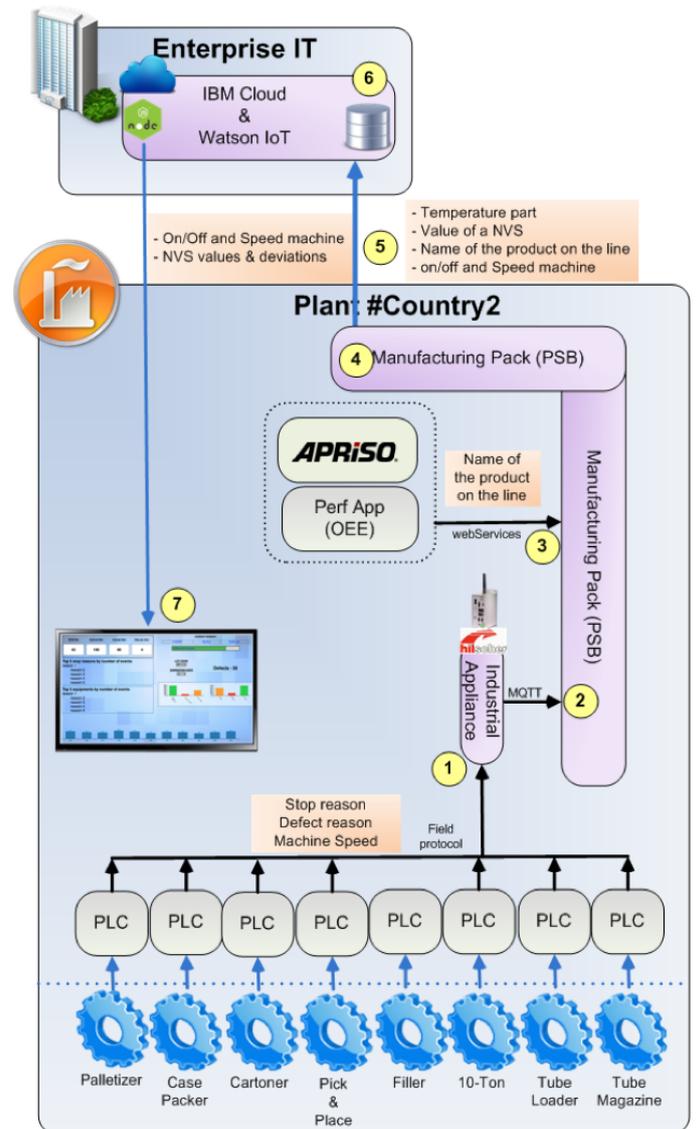


圖 27：使用案例2：增強型設備。

作者

Serge Bonnaud

IBM歐洲，工業部門技術主管

IBM公司

自1998年以來，Serge從事軟體開發和系統工程領域的工作。他還參與醫療保健行業，開發了醫學資料分析系統或使藥房活動自動化。

在Verilog、CSEE、Rational Software和Thomson Software Products工作之後，他於2004年加入IBM。Serge作為架構師參加了使用大數據和分析技術的各種物聯網（IoT）項目。

他還參與了IBM Watson IoT for Automotive的部署工作，這是用於聯網車輛的IBM解決方案。自2016年以來，他一直擔任IBM歐洲公司行業領域的技術領導者一職。

LinkedIn <https://fr.linkedin.com/in/serge-bonnaud-97b1527>;

Twitter [@serge_bonnaud](https://twitter.com/serge_bonnaud)

Christophe Didier

法國物聯網技術總監

IBM公司

Christophe在過去的20年中一直從事複雜的整合專案工作，擔任整合，行動和智慧城市領域的專家，技術專案經理，架構師和主題專家。

他在IBM全球業務服務部門工作了16年，主要分析EAI、SOA、BPM和智慧城市的問題，並為行業和公共部門的客戶設計和實施創新的解決方案。

他於2013年被任命為執行架構師，並且是IBM France的IoT（物聯網）技術總監。

他擁有人工智慧碩士學位（法國EPITA）和MBA（英格蘭華威商學院）。

LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/christophe-didier-bb9b425/>;

Twitter [@ChristofDidier](https://twitter.com/ChristofDidier)

Arndt Kohler

歐洲物聯網安全負責人

IBM安全部

自1995年以來，Arndt一直在IBM從事多種環境（例如行動性，射頻識別，統一通信和安全性）中的系統整合和解決方案開發。他是一名認證的執行顧問和建築師，已被任命為合夥人。

在過去的幾年中，Arndt開發了IBM的物聯網安全產品組合和業務實踐，並擔任歐洲IoT安全負責人，專注於工業產品，車輛和建築物。

LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/arndt-kohler-227590151/>;

Twitter [@SecurityIoT](https://twitter.com/SecurityIoT)



- 04** 圖 1：工業革命的時間表。
- 05** 圖 2：IIoT生態系統中的關鍵製造人員。
- 07** 圖 3：基於MES、PLC和SCADA的工廠的簡化視圖。
- 09** 圖 4：四步驟路線圖。
- 10** 圖 5：具有IBM功能的擴展工廠：體系結構概述。
- 13** 圖 6：OEE定義：可用性，品質和性能約束。
- 14** 圖 7：IBM在邊緣分析和計算方面的合作。
- 15** 圖 8：在IBM Edge分析解決方案內部。
- 17** 圖 9：在PSB級別部署的製造規則邏輯。
- 18** 圖 10：PSB體系結構概述。
- 19** 圖 11：IBM的套件EAM解決方案。
- 19** 圖 12：IBM的IoT和AI解決方案套件。
- 21** 圖 13：Watson IoT Edge AI計算了私人的耳朵和耳朵。
- 22** 圖 14：連接的製造心跳應用程式。
- 23** 圖 15：IBM針對關鍵人員的企業級解決方案的優勢。
- 25** 圖 16：ISA95控制層次結構。
- 26** 圖 17：適用於IT / OT的SIEM QRadar。
- 26** 圖 18：IT / OT演變為工業4.0。
- 27** 圖 19：工業4.0安全最佳做法。
- 29** 圖 20：最小可行產品方法概述。
- 31** 圖 21：路線圖：部署的專案方法說明。
- 32** 圖 22：探索與創新：以用戶為中心的設計和DevOps工廠。
- 33** 圖 23：工業4.0架構模式。
- 34** 圖 24：設計思維空間。
- 35** 圖 25：工業4.0典型體系結構。
- 36** 圖 26：使用案例1：增強型產品。
- 36** 圖 27：使用案例2：增強型設備。
- 37** 圖 28：使用案例3：增強型操作員。

© IBM Corporation 2019版權所有

IBM公司
New Orchard Road
Armonk, NY 10504

產於美國
2019年九月

IBM、IBM標誌、ibm.com、IBM Cloud Garage、Red Hat、OpenShift、IBM Cloud、IBM Watson、InfoSphere、OpenScale、Optim、PureData、SPSS、StoredIQ，Watson和Watson Health是International Business Machines Corp.的商標。已在全球許多司法管轄區註冊。其他產品與服務名稱可能屬於IBM或其他企業的商標。IBM目前擁有之商標的清單請參閱IBM網站的「著作權與商標資訊」，網址為：ibm.com/legal/copytrade.shtml。

Adobe是Adobe Systems Incorporated在美國和/或其他國家的註冊商標。

目前本文件屬剛出版之刊物，IBM可能隨時變更。並非所有產品皆可在IBM營運之各國家購得。

所引用或描述的所有客戶示例均作為一些客戶使用IBM產品的方式以及他們可能獲得的結果的說明。實際的環境成本和性能特徵會因客戶的具體配置和條件而異。請與IBM聯繫以了解我們能為您做什麼。

使用者需負責評估及確認搭配IBM產品與程式使用之任何其他產品或程式操作。使用者需負責評估及確認搭配IBM產品與程式使用之任何其他產品或程式操作。本文件中的資訊按“原始資訊”提供，沒有任何明示或暗示的擔保，包括對任何適銷性，特定目的的適用性以及任何非侵權性擔保或條件的擔保。IBM產品依據簽訂的合約條款及條件提供擔保。

客戶有責任確保遵守適用於其的法律和法規。IBM不提供法律建議或陳述或擔保IBM的服務或產品可確保客戶遵循任何法規。

良好安全規範聲明：IT系統安全涉及透過預防、檢測和回應企業內部和外部的不當存取來保護系統和資訊。不正確的存取可能會導致資訊被更改、破壞、濫用或誤用，或者可能導致系統損壞或濫用，包括用於攻擊他人。任何IT系統或產品都不應被視為完全安全，並且任何單一產品，服務或安全措施都不能完全有效地防止不當使用或存取。IBM系統，產品和服務被設計為合法，全面的安全性方法的一部分，這必將涉及其他操作程序，並且可能要求其他系統，產品或服務最有效。IBM不保證任何一方的惡意或違法行為均受到或將使您的企業免受任何系統，產品或服務的影響。IBM不保證任何一方的惡意或違法行為均受到或將使您的企業免受任何系統，產品或服務的影響。

M8J5BA6R

