

國際 MES 功能結合 AI 應用的服務趨勢

前言

由於市場上黑天鵝事件的頻繁發生，全球碎鏈生產的製造資訊亟需整合，製造執行系統（Manufacturing Execution System，簡稱 MES）也因為企業往智慧工廠發展，對 MES 系統產生大量的資料管理與應用需求，使得 MES 各項功能服務也逐漸朝向智慧化發展。本文將探討國際上的 MES 服務，如何在生產管理要素中的「人機料法環」框架下，以結合 AI 技術的 MES 服務，更好地協助企業達成生產目標。

杜佩園

目錄

黑天鵝效應下的 MES 發展趨勢	4
國際 MES 應用 AI 服務的現況	6
MIC 觀點	16
附錄	17

圖目錄

圖一、MES 加入 AI 技術協助處理的生產議題	5
圖二、MES 加入 AI 自動辨識人員動作以改善人員生產力	7
圖三、MES 以 AI 整合跨來源資料並提供各式分析圖表呈現	8
圖四、MES 結合 AI 預測設備故障並協助安排維修任務	9
圖五、MES 結合 AI 預測物料品質，並可設定信度區間與衡量標準	10
圖六、MES 結合控制器外掛 ML 模組，收集資料並預測品質風險等項目	11
圖七、MES 利用 AI 追蹤訂單的生產環節，如工作人員、機台使用狀況	12
圖八、MES 結合 AI 技術，監測並預估不同產品的能源消耗	13
圖九、MES 結合數位分身與 ML 模型，測試新生產流程	14
圖十、MES 以 AI 文本分析協助廠商掌握環境法規	15

黑天鵝效應下的 MES 發展趨勢

國際情勢瞬息萬變，MES軟體結合新技術適應市場

隨著國際局勢詭譎多變帶來市場的動盪，美中競爭白熱化與疫情等黑天鵝事件的發生，碎鏈生產的供應鏈資訊整合需求，促使企業逐步往智慧製造的發展前進。智慧製造中的 IT、OT 資料串接與工業資料的運用也因此成為關注焦點，也帶動起製造執行系統（Manufacturing Execution System，簡稱 MES）的持續發展。根據 Marketsandmarkets 在 2021 年的研究報告指出，2021 年 MES 的市場規模為 115 億美元，預計在 2026 年達到 171 億美元。

為了解決過往導入 MES 既有的困境，比如動輒數年的導入時間成本、系統價格高達上百萬的成本負擔，以及難以統整的老舊系統問題，近年來的 MES 系統也走向雲端 SaaS 服務輕量化，試圖解決過去沉痾已久的導入成本問題。此外，對於企業而言，導入 MES 系統的最終目的是適應市場變化，在整體環境變化幅度劇烈的情況下，企業如何快速彈性調整生產流程，有效運用生產資料作出決策，這些追求也促使國際上的 MES 服務逐漸興起結合 AI 等先進技術的風潮。

MES軟體結合AI服務因應市場變化

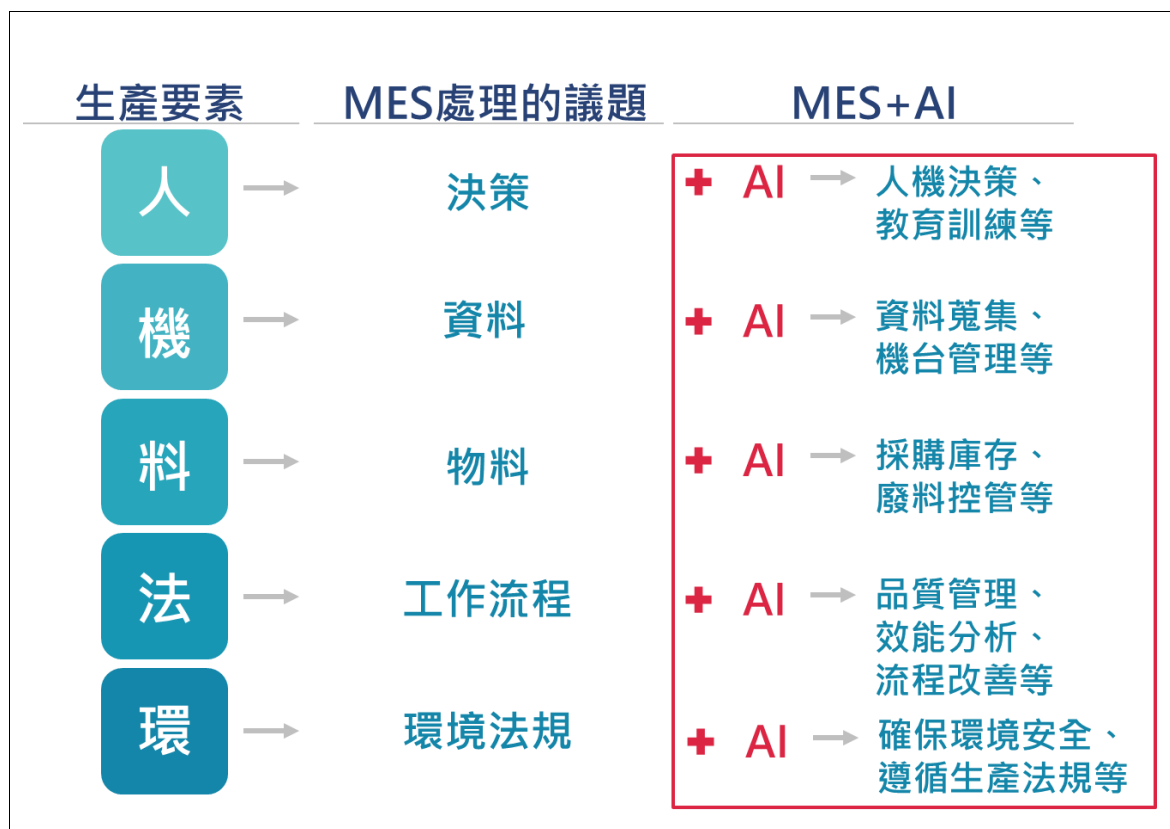
在工廠生產管理中，「人」、「機」、「料」、「法」、「環」五大要素是管理的重要項目。對於 MES 系統而言，在「人」的部份，MES 不只協助處理人員管理，更在人機協作的環境下提供的決策輔助；在「機」的部份，除了機台設備管理之外，資料的收集與彙整也是 MES 提供的重要功能之一；在「料」的部份，從物料儲存到資源配置都涵蓋在內；在「法」的部份，則包含以 MES 管理生產方法與流程等項目；在「環」的部份，則包含了環境安全與法規遵循等議題。

如果說 MES 上雲提供服務，目標是解決 MES 過於冗長的導入時間以及價格問題，MES 導入 AI 的目的則是解決製造業所面臨的產業經驗問題。隨著製造業從業人口老化，產業技術知識傳承不易，而製造業者在詭譎多變的國際市場變化下，也企圖尋求新的發展突破口，也因此造就 AI 導入 MES 的契機。

在「人」的層面，MES 導入 AI，藉由人機合作的方式，如 AI 協助分析人員操作動作，找出企業發展與改善生產的契機；在「機」的層面，MES 可導入 AI 協助處理不同格式與來源的資料，並廣泛運用在機台預測維護上；在「料」的部份，MES 可加入 AI 來進行物料耗用的資源管理、智慧採購等；在「法」的部份，MES 可運用 AI 分析與預測功能，預測生產品質、調整產線生產並探詢新生產方式，以此改善生產流程與品

質；在「環」的部份，MES 可結合 AI 文件分析等功能，協助企業達成法規遵循與合約規範等管理目標。

圖一、MES 加入 AI 技術協助處理的生產議題



資料來源：MIC，2021 年 9 月

然而，在 MES 系統導入 AI 的現況上，多數 MES 廠商優先導入 AI 的面向，仍以改善生產流程等關乎「法」的管理項目居多。考量其背後因素，比起牽涉較為廣泛的「人」的決策、與供應鏈管理較相關的「料」、與需聘用專人協調的「環」，與自動化較相關的「法」，其生產流程是採用 MES 的業者優先導入智慧化的項目。

國際 MES 應用 AI 服務的現況

在這一章將會就國際發展現況，探究 MES 加 AI 的服務發展現況，探究 AI 在 MES 各個功能模組中的服務與扮演的角色。

人：用AI協助MES的人員生產情形追蹤與改善

過去 MES 在人員管理的服務上，多著重在出勤記錄、追蹤人員生產情形並以指令協助人員培訓。然而即使廠內擁有生產記錄，內部是否有足夠的人力執行個別動作指導，仍是大多數工廠難以回答的問題。

人員管理

對 MES 系統來說，在人員管理上一般會銜接 ERP 系統，進行訂單轉工單、報工分析、人員績效及成本精算、完工入庫等各式資訊的整合管理。

根據美國管顧公司 AT Kearney 的分析報告，現今工廠面對產線調動等日益複雜的生產環境，生產任務仍以人工執行為主，但生產過程 73% 的異常數值皆來自人為而非機器，因此人員的訓練仍是改善生產環節重要的一環。

在人員的訓練上，企業除了佐以 AR/VR 進行教育訓練，國際上新創企業也看準缺口，提供能結合 MES 的 AI 服務，協助產線人員的訓練。如美國新創 Drishti 以 AI 視覺辨識分析產線人員動作，偵測組裝流程正確性並分析耗時。此外，也可在生產效率不彰或品質發生問題時，依產品序號進行影像搜尋，檢視是否有調整標準化作業流程的空間，讓生產資料得以充分應用，也強化人員培訓的環節。

圖二、MES 加入 AI 自動辨識人員動作以改善人員生產力



資料來源：Drishti · MIC 整理 · 2021 年 9 月

機：用AI整理並挖掘MES資料新價值

在國際化生產的趨勢下，MES 需應對混線生產的複雜性，以及在快節奏的生產步調下，及時彙整 MES 系統蒐集的機台與產線資訊，協助工廠能因應分析結果作出產線調整的決策，成為每日皆需處理工廠大量資料的 MES 挑戰。

現場資料採集

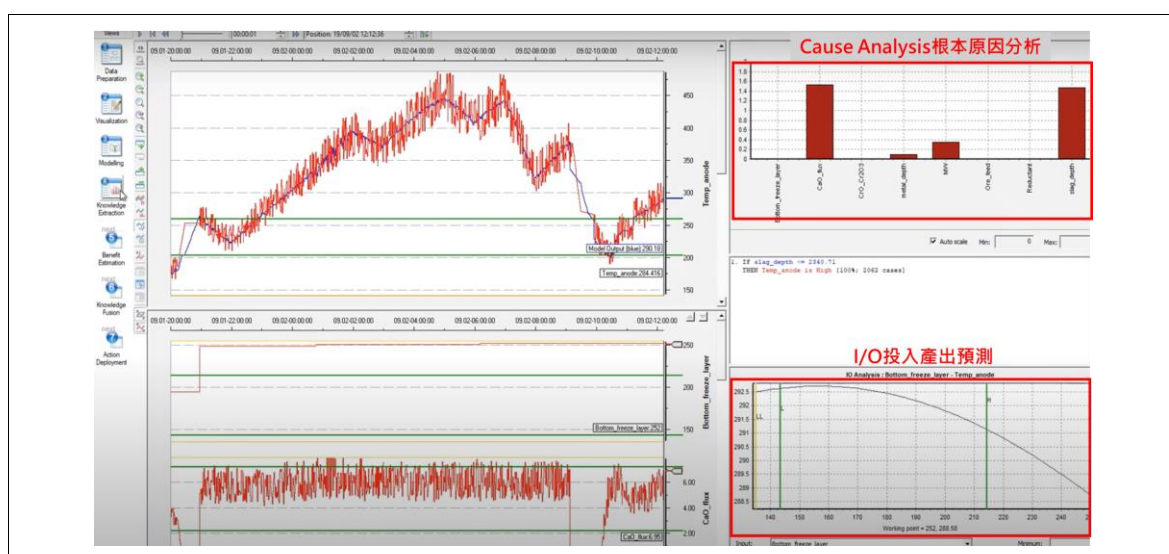
MES 系統發揮作用的第一步，便是透過感測器等方式收集產線相關的生產資料，並提供在不同作業環境下，透過行動裝置等方式，協助人員蒐集相關生產資料以達到監測產線的目標。

由於每日機台設備回傳的資料量龐大，且不同設備有不同的通訊協定，光由過去的 MES 服務協助設備間的資訊整合，容易造成 MES 系統工作負載過高，反倒拉低系統運作效率。

在機台資料的整合與應用上，許多國際 MES 大廠已注意到企業的需求，以 AI 技術協助資料處理問題，如 Dassault systems 近年併購新創 Proxem，藉其 AI 文本分析技術，將靜態文本等非結構化的資訊轉化為可分析的資料，並將服務納入 MES 服務 3DEXPERIENCE 中，以提供精準智慧化的資料蒐集服務。

此外，在跨來源的資料整合上，GE 旗下與 MES 相關的 AI 服務 Proficy CSense，使用 AI 整合跨工業資料源的資料，協助產線管理人員快速發現原因並採取行動，將原始資料轉為業務價值來幫助降低成本。而在追求在邊緣便能有效處理資料，Rockwell 旗下的 FactoryTalk Analytics Edge ML 服務，在邊緣協助企業處理資料，並為後續的資料串接與模型部署鋪路。

圖三、MES 以 AI 整合跨來源資料並提供各式分析圖表呈現



資料來源：GE，2021年9月

設備維護管理

MES 在機台上發揮的管理功能，除了資料蒐集外，也藉由追蹤設備與工具的活動資料，提供定期或預防性維護以確保設備工具壽命，避免因設備異常造成產能與生產品質降低，並應對警報器警示的緊急問題。此外，也可以維修事件或問題的歷史記錄，協助故障狀態的診斷。

過去企業除了定期維護設備外，也依賴系統通報異常後，再派專人停機維修設備，無形中早成許多停機損失，而 MES 系統商也注意到這件事，因此如 Rockwell 的 MES 系統商，也藉由併購 AI 預測設備維護的廠商 Fiix，提供以 AI 文本分析技術為基礎，結合產業知識，並能從客戶的工單資訊中分析設備故障風險的服務，為結合 MES 的 AI 預測維護奠下基礎。

圖四、MES 結合 AI 預測設備故障並協助安排維修任務



資料來源：Fiix · MIC 整理 · 2021 年 9 月

料：用AI協助MES的物料管控

隨著市場需求變動幅度的劇烈變化，製造業者如何在緊迫的交貨日期壓力，以及國際物流卡關導致的爭搶物料的風潮下，讓產線能持續運作並確保物料供給充足，減少用錯誤料導致的浪費，正是 MES 資源管理模組處理的問題。

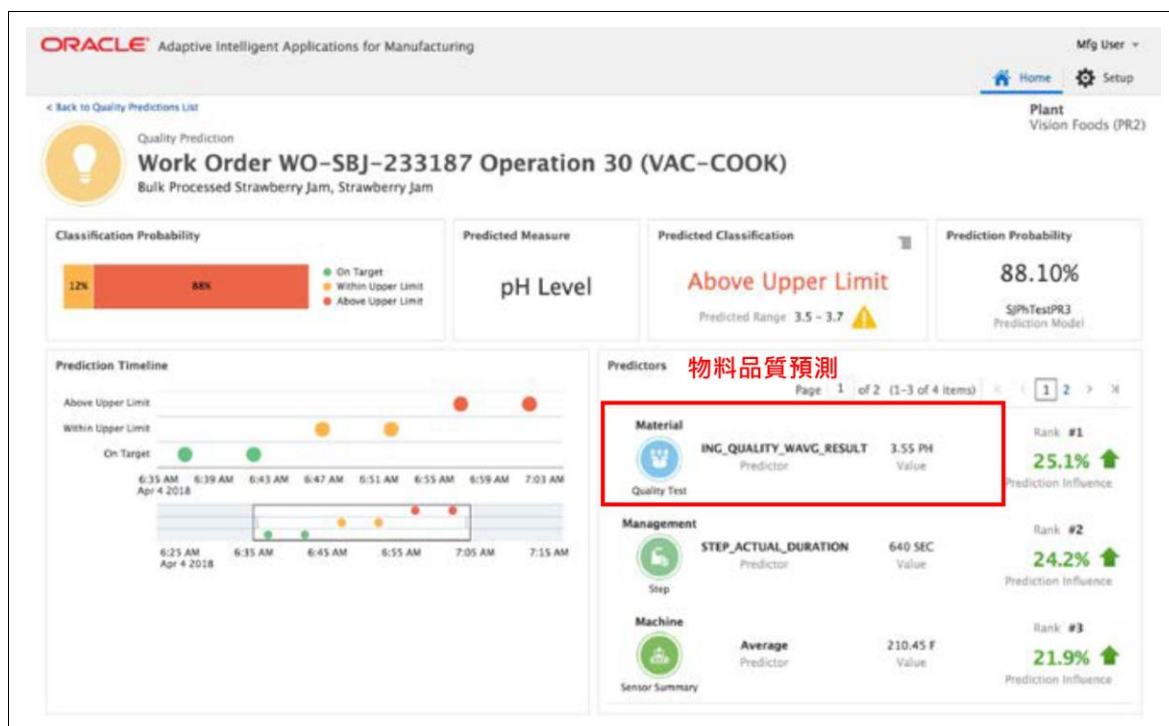
資源管理

MES 中的資源管理，包含管理物料（原料、零件、工具）及可消耗品的移動與儲存，藉由上述行動，支持操作過程運轉順暢，如設備維護或組裝調整等。

過去 MES 在物料管控上，多以減少物料錯投、不良物料的追蹤為主，缺料預測較為稀少，也使得企業在日益激烈的物料競爭中顯得較為被動。因此 MES 廠商開始將 AI 服務導入物料管理中，協助企業在物料被動為主動，進行預測性的缺料管理。

如 Oracle 的 Adaptive Intelligent Applications 服務，可應用於 MES 系統當中，以跨人力、機台、生產方法、材料的相關管理資訊為基礎，藉由 AI 模型預測進行中的生產活動，其後續可能產生的廢料與成本等，為客戶提供預作準備的空間。

圖五、MES 結合 AI 預測物料品質，並可設定信度區間與衡量標準



資料來源：Oracle，2021年9月

法：用AI改善生產流程與品質

企業運用 MES 的重要目的，便是提高工廠的製造與生產管理的能力。因此當 MES 系統商將 AI 導入服務時，與生產方法相關的功能模組，如品質管理、效能分析、流程管理、生產環節追蹤等，便成為 MES 系統導入 AI 的重點項目。

品質管理

MES 在品質管理上，提供即時的產品問題警示，如尺寸與品質狀況，以及提供統計品質控制與統計製程控制的數值追蹤，更有提供部份修正問題的方法建議。此外，也有支援離線檢測、實驗室訊息管理系統等服務。

過去的 MES 品質管理，早已具備自動化產生品質分析報表的功能，然而面對客戶日益加急的訂單，如何能在品質發生問題時快速溯源，甚至提早預測品質可能發生異常，則是現今企業須面對的挑戰，也因此開始有 MES 大廠提供 AI 品質管理服務。

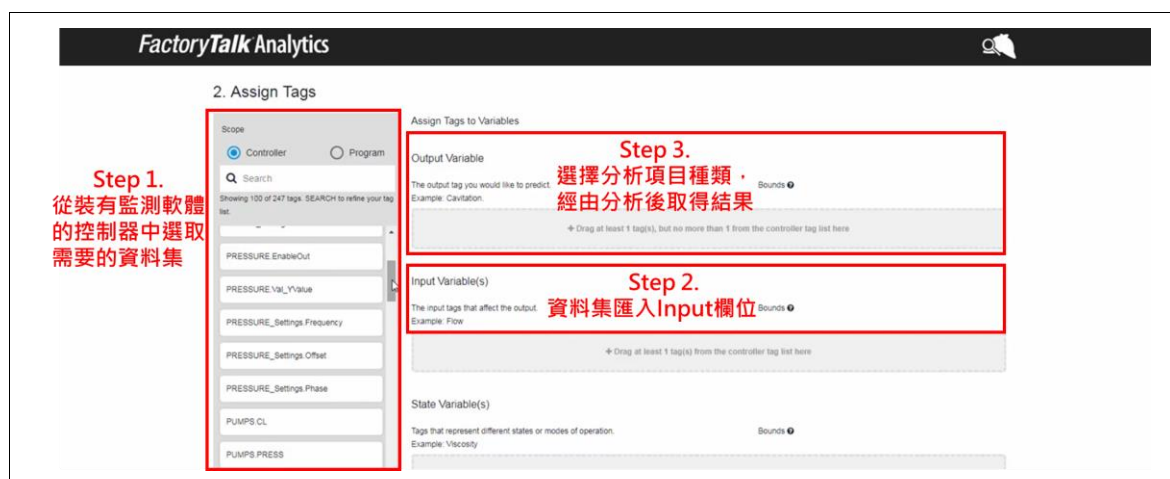
如 RockwellFactoryTalk Analytics LogixAI 服務，其中的 Soft Sensor 服務，便可利用 AI 檢測各項生產參數，當發生異常時即時發出警示，以便工人即時介入處理。此

外，Rockwell 也提供可嵌入企業控制器的外掛 ML 模組，分析噴霧器、乾燥器和燒製等生產線相關的資產變數，並以虛擬方式預測測量值，藉此降低手工測量相關資料帶來的潛在品質風險。

此外，Oracle 提供的 Adaptive Intelligent Applications 服務，則由 AI 分析跨人力、機器、方法、材料和管理的相关資訊，探討影響品質、產量和生產時間的主要因素。

GE 的 Proficiency Operations Analytics 服務，可將 AI 應用於 MES 系統中，並以此改善生產品質。藉由系統監控多達百項的生產參數，並用 ML 分析潛在的問題，讓製程人員獲得改善生產品質的作法參考。

圖六、MES 結合控制器外掛 ML 模組，收集資料並預測品質風險等項目



資料來源：Rockwell Automation，MIC 整理，2021 年 9 月

生產追蹤

MES 系統提供各個階段工作處理情形的可視性。提供的訊息包括正在進行該工作的人員、供應商提供的零件、物料、批量、序列號，以及任何與產品相關的其它例外訊息，如警告通知等。生產追蹤模組也為零件和各種末端產品建立標籤等歷史記錄，提升產品可回溯追蹤的能力。

過去 MES 提供能依照不同訂單，追蹤生產過程中項目資料的服務，然而在現今消費意識抬頭的市場趨勢下，生產履歷逐漸受到重視，要求生產項目的詳盡程度與過往大不相同，若依賴人力逐一設定追蹤項目，恐會造成不小的人力負擔。

因此現今的 MES 大廠以 AI 加值生產追蹤的能力，如 Oracle 的服務 Smart Call，提供全面性向後或向前的產品追蹤服務，追溯產品和流程中包含的人力、機器、材料、方法和管理訊息。此外，Rockwell 的 FactoryTalk Analytics LogixAI，提供 AI 預測

模型服務導入客戶原有設備，使 OT 人員能夠使用輕鬆管理客製化所需的工作流程追蹤分析。

圖七、MES 利用 AI 追蹤訂單的生產環節，如工作人員、機台使用狀況



資料來源：Oracle，2021 年 9 月

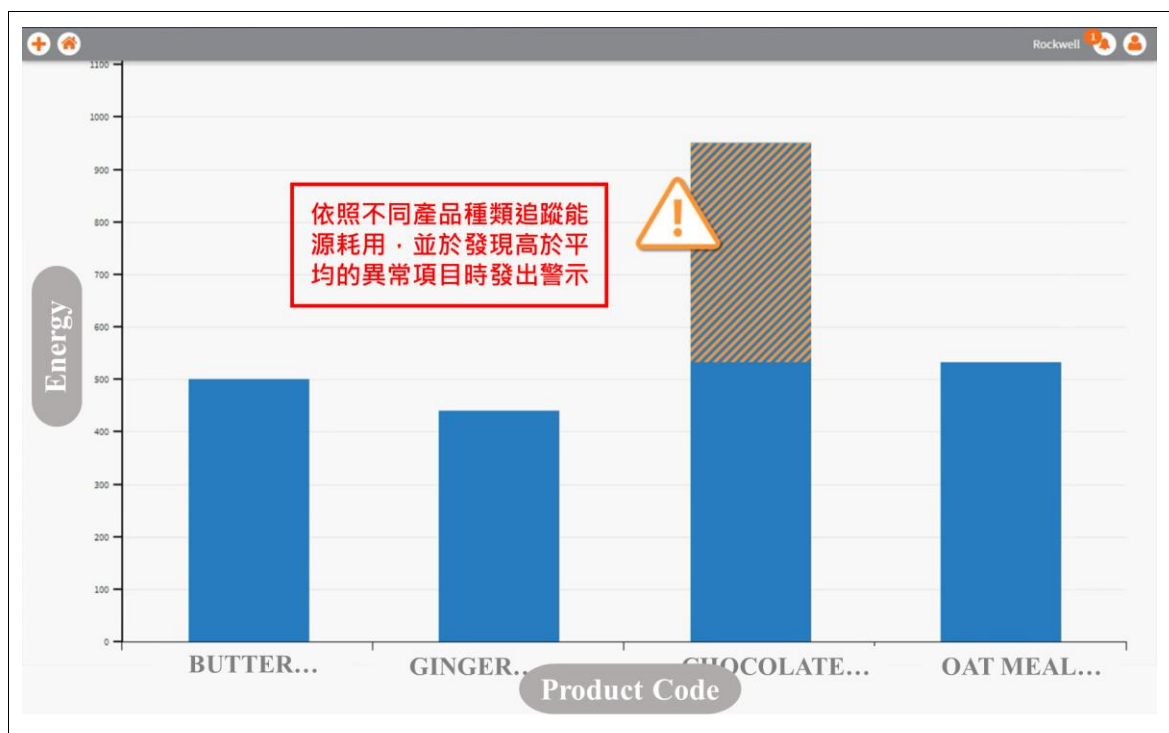
效能分析

MES 系統可針對生產效能提供實際製造成果的最新報告，並進行歷史記錄與預期成果比較。生產效能包括資源利用率、資源可獲取性、產品周期、排程表的一致性、標準的一致性 etc 等指標。

為協助管理人員能快速從工廠數以萬計的資料中，快速統整並檢視各項生產效能指標的達成狀況，也開始有 MES 廠商導入 AI 與效能分析的功能中。如 Rockwell 與 PTC 合作的 InnovationSuite，可結合來自 MES 與工廠機台等資料，建立能源消耗等 AI 預測模型。而 GE 的 Proficacy 也有類似功能，可分析整體設備運行效率等指標。

雖然相較於品質管理等較為直觀的功能模組，目前效能分析的 AI 應用仍出現在能源消耗等方面，在未來製造業者相關智慧服務更為成熟的狀況下，此項功能模組仍有 AI 化的空間。

圖八、MES 結合 AI 技術，監測並預估不同產品的能源消耗



資料來源：PTC，2021 年 9 月

流程管理

MES 系統針對生產過程進行監測，結合機台設備等生產資料的收集與分析，提供流程路線規劃及營運排序，為生產管理人員提供決策支援，以改善整體生產活動。

在面對市場客製化需求日漸高漲的時代，製造業者面對可能高達上萬種的產品、多達百種以上的製程。在生產上，即使是對於具備專業知識與豐富經驗的老師傅來說，在馬達電流、電壓、輪軸速度等多種生產參數，加上濕度、溫度等環境因素影響下，需要監控與調校的參數多不勝數。

過去 MES 已有追蹤生產相關資料的能力，生產流程的調整先在系統上初步分析相關生產資料後，再由管理人員決定產線調整方式。然而，面對現今多達百種的製程，即使是老師傅也需要花時間試誤與調教，容易造成交貨時間的壓力與成本。因此許多 MES 大廠瞄準企業需求，借用 AI 擅於處理多種資料的能力，推出結合 AI 的智慧流程管理 MES 服務，讓工廠得以從處理複雜的流程管理資訊的負擔中解脫。

如 GE 旗下的 Proficy MES 服務，可套用 Proficy Operations Analytics 的 AI 技術，企業可運用 AI 快速整合跨來源的資料，自動識別問題並找出根本原因，也可使用相關服務創建工廠的數位分身(Digital Twins)，在虛擬的環境中安裝 ML 模型，為新的

生產流程進行測試，藉此改善實際生產流程，提高品質、資源利用率、生產效能與實際產出。

此外，Dassault Systèmes 也併購具備 AI 文本分析技術的 Proxem，將其 AI 技術導入原有的 3D EXPERIENCE MES 解決方案，透過分析相關生產文件，進行 AI 建模與模仿，讓 AI 學習新的生產方法。Rockwell 的 FactoryTalk Analytics LogixAI 也可結合企業安裝在機台內的控制器外掛模組，收集相關生產資料，並建立客製化的工作流程分析與預測模型。

圖九、MES 結合數位分身與 ML 模型，測試新生產流程



資料來源：GE，2021年9月

環：用AI協助管理法遵議題

在各國製造朝本土化發展下，製造業者除了需串接不同地區的生產資訊，更需要面對不同國家在生產上的規範，特別是在一些敏感性較高的產業如製藥業等，常須面對不同的法規規範，造成生產管理的負擔。過去 MES 在合規服務的表現上，多以在生產流程上作管控，如製藥流程中的配料等，而法規等文件相關的 MES 服務，則以文件管理功能模組為主。

文件管理

MES 系統在管理相關生產文件時，會將各種與生產相關的文件資料如生產合約、記錄、品管單、排班表等，藉由機台自動轉換資訊，而無需仰賴人工輸入表單，即時得知相關資訊於整合資訊平台上。

然而，在面對日益繁複的跨國法規要求，過往單純的文件資訊轉換恐不敷使用，因此 Dassault systems、Rockwell 等國際大型 MES 業者，也開始思考 MES 如何結合 AI 的服務，以協助企業適應環境法規，並保障生產環境的安全性。

近年來 Dassault systems 併購的 Proxem 企業，其提供的 AI 對話框服務，以 AI 文本分析技術為基礎，可將招標、合約、技術文件作自動分析，針對其中的條款、人員、地點、組織等訊息作重點式的擷取與注釋，並凸顯涉及風險的相關段落，讓管理者得以快速掌握法規相關資訊。而 Rockwell 旗下的 Fiix 也提供類似的 AI 服務。

此外，在製造環境的安全上，Dassault systems 也協助高危險的製造業者如煉油業等，藉由 NLP 技術分析非結構化的資訊，如作業員回報設備狀況的工作日誌報告，藉由零碎的資訊的彙整，檢視高危險生產環境的安全性，協助製造業者保障生產環境的安全性。

圖十、MES 以 AI 文本分析協助廠商掌握環境法規



資料來源：Proxem，2021年9月

MIC 觀點

導入AI技術的MES服務以生產方法改善為主要戰場

綜觀國際上結合 AI 技術的 MES 服務，可以發現許多廠商在導入 AI 應用時，優先考慮的都是直觀影響生產的流程管理、品質管理等生產方法相關的 MES 功能，因此在未來的 MES 市場上，流程管理的 AI 化可能成為普遍廠商都具備的共通能力。但若仔細觀察 MES 大廠的流程管理服務，可以發現多半 AI 應用的階段，仍以 AI 資料分析預測生產效能，調整生產流程的服務為主，對於針對不同產業的智慧化生產決策建議，仍有發展的空間。

不限於結構化資料，AI協助MES從非結構化資訊挖寶

在國際的 MES 服務中，可以發現 AI 處理的資訊不再限於溫度、濕度、機台資料等結構化數值資訊，對於非結構化資訊如人員、工單、問題回報等非結構化的資訊，由於可能影響到牽一髮動全身的法規、環境，甚至是生產流程的改善，因此也逐漸受到 MES 廠商的重視，或以併購方式，或導入自家可相容於 MES 系統的 AI 技術，協助處理相關記錄，並從產線上的量化管理，延伸應用至人員管理、法規等質性管理議題。

企業追求資料活用，彈性易安裝的AI資料分析成MES服務趨勢

製造業者面對設備不同造成的資料收集困境，市面上雖然已有 AIoT 作收集不同設備資料的解方，但對於收集資料後直接用軟體操控作分析的服務仍有可以發展的空間。而觀察市面上的 MES 廠商，其所提供的 AI 功能多半是由其他服務外加，僅少部份 AI 服務直接內嵌於 MES 的系統當中，對於資料的即用性仍有努力空間。

為了增加資料的即用性，國際 MES 廠商開始發展較為彈性的 AI 資料分析服務，如以工廠資料建置數位分身，並安裝 ML 模型進行模擬測試，或提供易安裝的外掛控制器軟體，進行客製化的生產流程與預測分析等服務，都可以看作 MES 系統 AI 服務朝彈性化發展的表現。

附錄

英文名詞縮寫對照表

MES	Manufacturing Execution System
AI	Artificial Intelligence
ML	Machine Learning
AR	Augmented Reality
VR	Virtual Reality
ERP	Enterprise Resource Planning
OT	Operational Technology
IT	Information Technology

中英文名詞對照表

製造執行系統	Manufacturing Execution System
人工智慧	Artificial Intelligence
機器學習	Machine Learning
擴增實境	Augmented Reality
虛擬實境	Virtual Reality
企業資源規劃系統	Enterprise Resource Planning
營運技術	Operational Technology
資訊技術	Information Technology



發行所	財團法人資訊工業策進會 產業情報研究所(MIC)
地址	台北市 106 敦化南路二段 216 號 19 樓
電話	(02)2735-6070
傳真	(02)2732-1353
全球資訊網	https://mic.iii.org.tw
會員服務專線	(02)2378-2306
會員傳真專線	(02)2732-8943
E-mail	members@micmail.iii.org.tw
AISP 會員網站	https://mic.iii.org.tw/aisp

以上研究報告經 MIC 整理分析所得，由於產業變動快速，並不保證上述報告於未來仍維持正確與完整，引用時請注意發佈日期，及立論之假設或當時情境。
著作權所有，非經 MIC 書面同意，不得翻印或轉載