

發展與活用IoT創造數據價值 以工具機的實體系統為例



巫 茂 熾
(Mao-Chih Wu)

東海大學精實系統團隊核心成員。歷任連豐機械設計工程師，友嘉實業研發部課員、課長、經理、協理，事業部副總經理等職務。大型研發專案的FMS主導性新產品、五軸加工技術暨加工機業界科專計劃主持人。近年積極致力於工具機業，精實製造管理、產品開發管理與電腦系統導入之實踐與輔導。

將IoT(Internet of Things)應用在產線自動化，可以取代或節省人力，讓作業順序、方法完全一致，用控制的方案將製造設備整合起來，效益穩定可預期，在批量生產的環境，投資效益明顯可見、容易被採納。從經營管理的思維，應用IoT取得設備運轉實態資料，讓製造決策與過程更有智慧，提升大量客製化(mass customization)的製造能力，用數據創造設備效率、健康與經營管理的價值創造，目前還有很大的成長空間。

2019年3月4日的台北國際工具機展(TIMTOS)，以「工業4.0、智慧製造」為主題開展。參展廠商聚焦在設備自動化、設備效率、設備智能化等以IoT 技術為基礎的解決方案，譬如，網宇實體系統(CPS；Cyber-Physical Systems)、機聯網(IoT)等產品技術，和OEE(overall equipment effectiveness，整體設備效率)的設備管理。將整機廠和模組廠整合起來的智慧產品發展平台，以及將設備連起來的供應鏈整合平台，則是活用IoT的價值方案。

客戶願意加價購買有IoT的工具機嗎？工具機的IoT要如何加值，才能真正幫客戶賺到錢，創造供需雙贏？以下用發展和活用IoT、為客戶創造價值來回答。

發展IoT 跨平台的資料交換能力

工具機業在控制系統封閉與應用資訊技術萌芽的年代，透過Bit(位元)的方式得到控制信號，將Bit組合為Byte(位元組)得到運轉實態資料，來完成自動化控制與系統整合的目的。近30年來由於控制器的開放，以及通訊技術的發展，在通訊標準平台(OPC UA；Open Platform Communication Unified Architecture)助燃下，設備控制

信號、運轉實態資料，可以在更短時間內，得到更多、更完整的資訊。

工具機的使用壽命很長，透過整修、改造可以再延壽。智慧製造的實體系統導入數位化時，需要用不同方式，滿足不同層次的需要，解客戶的痛。在加工廠使用中的設備，應採取追加方式，達到線上即時收集資料的IoT功能，將設備運作實態數位化。設備供應商目前正在銷售的產品，則採取局部設計變更方式，將數據採集感測器與設備的關鍵功能模組融合，讓產品可以追加IoT的選項功能，供客戶依據需要選購。新開發的設備，應將創造顧客數據價值的功能，規劃為可以選擇的套餐，提供差異化的選擇。譬如，生產效率類、設備健康管理類、製造履歷類等，客戶可以根據導入智慧製造的階段需要，加價選購。

實體系統的設備資料上傳到雲端，是智慧製造的基礎建設。在開放共享的思維下，數位資料要能在不同系統間交換，才能發揮最大的價值。以加工廠內CNC設備的智慧工廠資料為例，工廠內的所有工具機，不論搭配何種CNC控制器，透過OPC UA的架構，都可以將數位資料收集到同一個平台或製造雲內，且智慧製造的控制雲，也可以對廠內所有設備下達執行指令。

數位資料要可以攜帶、分享，才能在不同系統間發揮相同的價值。實體系統的設備資料交換模組(或稱讀寫模組)，是IoT基礎建設的方案。資料交換模組，它的作用就像翻譯器，讓設備的基礎資料，跨越不同系統、平台，可以相互溝通、無縫接軌。

數位資料的取得、交換，是產品的IoT技術。活用IoT，數據應用可以讓產品技術創造更大的價值。

活用IoT 從設備的點到流程線的價值

工具機運用IoT，取得控制信號，應用在有規律可以重複的工作，提高設備自動化程度，達到省人或熄燈生產。智慧製造的實體系統，更應強化收集運轉實態的資料，將資料整理分析，提高設備的使用價值、管理價值和流程價值。

工具機在生產製造的過程中，透過適當的感測器，可以立即收集、紀錄各工序的製造活動，譬如何時、何人、完成何事，以及製程中線上檢驗數據等，從製造開始到完工出貨的這些歷程資訊，就是這台工具機的生產履歷。內嵌在產品的感測器在試車、驗證時，產出的溫度、振動、變形、電流、流量、壓力、…等數



據，建構成設備驗證模式，在出廠前可以制定為機器出廠標準的檢驗規範。在客戶使用端，可以應用在設備健康管理的預防保養準則。生產履歷、出廠標準、健康管理、提升效率，是運用IoT創造的管理價值。

整體設備效率(OEE)是良率、性能效率和稼動率的乘積，是評估設備使用價值的重要指標。工具機運用IoT，在加工時收集產出的良品與不良品，可以知道設備的良率。加工活動過程中即時紀錄所有正常與異常事件的開始與結束時間，異常事件時間(Performance Loss)是故障停機、預警停機、換料異常、換線異常、不合格胚料、重工(再加工)等事件的合計，和設備實際運轉時間(Run Time)的比較，就可以評價每一台設備的性能效率。開機到關機是實際運轉時間(Run Time)和被安排可以生產時間(Planned Production Time)這兩者間的比值，就是設備實際的稼動率。

要有OEE，必須詳實紀錄每台設備的加工資料，這些設備加工資料經過歸納分析，就可以知道零件在每台機器，安裝、加工、完成的作業時間。大部分金屬切削的零件，必須經過複雜的設備與加工程序，才能成為合格品被組裝使用。從零件的觀點看，素材被加工成為零件的過程，就是零件加工流程。價值流程圖(VSM; Value Stream Mapping)是發現流程問題，創造流程價值的工具。零件加工流程和IoT從設備收集的數位資料，放在VSM上一起分析，可以

整理出流程內的等待、更換、正常和異常，進一步分析，可以挖掘零件在加工過程中的真正浪費和不得已浪費。等待和換線時間是流程的浪費，改善並消除流程浪費，可以讓IoT在流程上創造更大的價值。

自動排程需要SOP、標準工時。它們的制定與修正，可以用即時紀錄的工時，檢討制定為標準工時，再運用時間累積的資料，檢討與修正SOP，讓自動排程能落實，並不斷的提升工廠效益。

精實是智慧製造創造價值的基本功

IoT紀錄的生產數據，讓數據应用能力成為競爭力，是使IoT更有價值的關鍵。用人機料法，來分析數據找問題、改善設備效率，OEE可以更好。用加工流程數據來找產線問題並改善，可以讓流程更緊湊，縮短LT(Lead Time)，提升多製程的流程效率。

在精實的基礎下，再導入智慧製造，才能事半功倍。首先從管理需要，決定應該取得哪些資料，其次選擇即時經濟可靠的方式取得資料，是發展IoT的目的。從IoT收集的資料，整理分析發現新問題並解決它，是IoT創造新的價值。設備使用者根據自己的規模和管理需求，再決定何時、購買何種服務？是活用IoT的目的。^{M4}