



# 機器人智慧製造單元與研磨拋光應用實例介紹

## Introduction of Robot Intelligent Manufacturing Cell and Application of Grinding and Polishing

施志軒<sup>1</sup> / 游鴻修<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 工研院機械所 智慧機器人技術組 機器人製造單元部

<sup>2</sup> 工研院機械所 智慧機器人技術組 組長

**摘要：**近年來工業 4.0 的快速發展，網宇實體系統(cyber-physical system, CPS)已被廣泛應用於各領域中，並將生產線與虛擬環境間之資料進行緊密的連結與同步。為了改善台灣水五金產業缺工問題與產品少量多樣化的挑戰，必須透過發展智慧製造的生產模式，因此網宇實體機器人系統(cyber-physical robot cell, CPRC)在彈性研磨拋光製程中扮演著非常重要的角色，透過機器人模擬軟體可自動生成加工路徑，縮短教導作業時程，並使用物聯網監控場域資訊，回饋修正加工路徑，達成虛實整合之目標。本文將針對網宇實體機器人系統的感測層、通訊層與應用層分別做詳細的介紹。

**Abstract :** With the rapid development of Industry 4.0 in recent years, Cyber-Physical Systems (CPS) have been widely applied in many fields. Moreover, the information is closely connected and synchronized between the physical shop floor and the cyber computational space. In order to improve labor shortages and resolve the challenge of production, Taiwan's water hardware industry needs to develop the procedures for the intelligent manufacturing. A Cyber-Physical robot cell (CPRC) plays an important role in the grinding and polishing processes. Therefore, a robot simulator is utilized to overcome teaching procedure and create toolpath automatically. By using an IOT data collection module, feedback information can be applied to adjust toolpath to achieve the integration of cyber and physical systems. This article introduces the perception, network and application layers of the Cyber-Physical Robot Cell.

**關鍵詞：** 機器人、網宇實體系統、研磨拋光

**Keywords :** Robot、Cyber-Physical System, CPS、Grinding and Polishing

### 前言

為了發展智慧製造系統，德國提出之工業 4.0 (Industry 4.0) 已在國際間形成一股新浪潮，工業革命之演進如圖 1 所示[1]。第一次工業革命開始於 18 世紀末，利用蒸氣機作為動力源，解決過去使用人力與獸力時，動力輸出受限的問題，並帶動工廠機械化；第二次工業革命則是發生於 20 世紀初期，電力取代蒸氣成為工廠製造的主要動力，大幅改善生

產效率和獲利；第三次工業革命始於 19 世紀末期，隨著電腦數值控制(CNC)、機器人、電腦設備與資訊系統被大量引進到工廠，並帶動工廠自動化；而第四次工業革命，又稱「工業 4.0」。其中技術包含網宇實體系統、物聯網(internet of things, IoT)、巨量資料(big data)分析與智慧機器人，整合資訊系統(information technology, IT)、操作技術(operational technology, OT)與通訊技術(communication

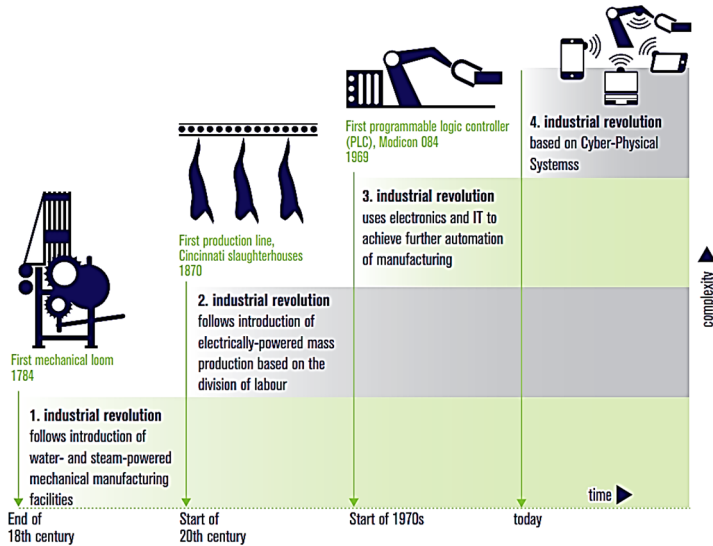


圖 1 工業革命之演進[1]

technology, CT)，並帶動工廠智慧化，形成智慧工廠 (smart factory)，藉此滿足客戶在客製化與彈性製造方面的需求。

國內目前水五金相關廠商約 500 家，以出口為主供應全球 50% 以上水龍頭，每年產值約新台幣 600 億，並於彰化鹿港頂番婆地區形成了一個典型的群聚產業，且此區有著「水龍頭的故鄉」的美稱。水五金產業依供應鏈分為上中下游，上游為原料、中游為製造、下游為產品應用[2]。在中游製造過程中，可分為鑄造、沖壓、研磨、拋光、電鍍等步驟。其中研磨拋光步驟，複雜外型之水龍頭較難導入自動化，仍需使用大量人力作業。由於研拋作業環境噪音粉塵污染嚴重，對操作者健康傷害大，造成員工的流動率極高，因此面臨人力缺口問題。另外操作者的熟練度會影響水龍頭研拋的效率與品質，但新進員工要達到師傅等級的技術至少需要 6 個月以上的訓練，加上缺少系統性的方法，導致加工技術無法有效的傳承。近年來水五金產業結構變化，國內業者 OEM、ODM 廠商超過 70%，自有品牌產品廠商僅 10%，加上客戶產品有少量多樣化的趨勢，造成頻繁換線的生產現象。因此如何節省人力與適

應少量多樣生產模式，並兼顧加工品質都是當前重要的課題。為了解決上述問題與避免國內廠商外移至東南亞及大陸等地，必須開發一套研磨拋光機器人智慧製造系統，才能協助水五金產業進行全面的升級。

一般機器手臂進行水龍頭研磨與拋光作業前，需針對每款新式水龍頭重新教點，每次需耗時約 14 個工作日。另外每批水龍頭鑄造歪模的因素會造成工件尺寸上會有些許不同，研磨同款不同批的水龍頭前，廠內員工需進行機器手臂的研磨路徑微調，並會花費 2 個以上工作日。另外設備狀況如機器人精度、砂帶磨耗與接觸輪磨耗等無法及時

診斷，因此當研磨後的工件產生瑕疵時，需將機台停止生產，進行人力診斷系統問題。為了改善上述問題可導入網宇實體機器人單元 (cyber-physical-robot-cell, CPRC) [3]，並讓設備具數位化與通訊的能力，以及能夠因應真實世界的物理變化，透過電腦的快速運算作成反應而進行回應。因此須整合設備之間的通訊，透過物聯網通訊協定如 OPCUA [4]、MQTT [5] 的整合，達成設備間互聯 (machine to machine, M2M)，透過電腦輔助模擬技術 CAD/CAM/CAE 可進行廠房規劃，在建廠初期能夠透過模擬結果作為設備採購的決策依據，並可降低評估費用。另外模擬技術可用於加工上分析 CAD 模型中的自由曲面幾何特性，並獲取幾何資訊，如點資訊、線段資訊、平面或曲面資訊等，進而得到其路徑座標值，並考量研磨工具型式或研磨設備配置，設定與加工曲面之間的接觸關係，藉此建立研磨拋光路徑，再利用機器人運動模擬進行刀具補償、幾何干涉檢查後，最後產生機器人研磨拋光加工路徑，透過事先路徑模擬可節省人力與調機時間。由於 CAD/CAM 所產生的加工路徑是屬於理想的路徑，有可能工件定位上與程式設定座標會有些

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】412期・106年7月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)

機械工業雜誌信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)