

# 機器人應用於航太加工產業之探討

## Discussion on Robotic Machining Application in Aerospace Industry

蕭欽奇

工研院機械所 智慧機器人技術組 工業型機器人技術部 研究員

**摘要：**工業機器人是適合開發具靈活和可重新配置的製造系統，其有助於執行自動操作，例如切削、鑽孔、研磨、拋光、銑削、去毛邊。與傳統的數控機床相比，機器人加工系統象徵著節省成本和靈活的替代方案。隨著工業機器人技術的不斷精進，正逐步應用在航空製造領域，但一些問題也隨之暴露出來，如機器人精度不足、加工點位太多等問題。因此，工業機器人需要更加智慧化才能滿足航空製造領域生產的要求。本文旨在說明有關機器人加工的技术限制及當前技術解決方案，透過分析各別組成的技術障礙及對應的解決技術（機器人運動學模型修正技術、末端精度補償技術、離線編程技術），進而提供一個對於系統的完整改善。

**Abstract :** Industrial robot's flexibility makes it ideal as the core of reconfigurable manufacturing systems. The robots are suitable for automatic manufacturing operations such as cutting, drilling, grinding, polishing, milling, and deburring. Robotic machining system is a cost-saving and flexible alternative to conventional CNC machines. Industrial robots have been applied to aerospace manufacturing with improving precision and larger workspace. However, some problems with these industrial robots have also been exposed, such as insufficient position accuracy and too many teaching points. Therefore, industrial robots need to be more intelligent to meet the requirements in aerospace manufacturing. This article explains technical constraints and current technology solutions for robotic machining. By analyzing the individual technical barriers and the corresponding solution techniques, robotic machining systems can be completely improved.

**關鍵詞：**工業機器人、航太、機器人加工

**Keywords :** Industrial robot, Aerospace, Robot machining

### 前言

台灣航空產業總產值自 2016 年突破千億大關達 1002.79 億元後，每年皆逐步成長，如圖 1 所示。我國航空產業目前已建構相關民用航空產品之供應鏈體系，與波音、空中巴士、龐巴迪、奇異、普惠、史奈克瑪等世界知名航太大廠建立合作夥伴關係。我國航空產業總產值，2018 年度為新臺幣 1,207.25 億元，較前一年成長約 11.27%[1]。在新興經濟體及廉價航空強勁需求的帶動下，未來十年商用、軍用及服務用機的市場規模將達 8 兆

1000 億美元。根據美國波音公司（Boeing）預測，全球未來 20 年需生產 4 萬 3000 架新飛機，以滿足需求激增 [2]。另外，根據法國空中巴士（Air Bus）最新發佈的《2017-2036 年全球市場預估》，預估全球運量每年成長 4.4%；座位 100 人以上之商用客機總數將在未來 20 年內倍增至 40,000 架以上。伴隨著首次搭機乘客數目增加、可支配收入的成長、旅遊業擴張、產業自由化、新航線開航等因素，空中巴士估計到 2037 年底前，需要近 3 萬 7400 架、價值達 5 兆 8000 億美元的新飛機，以滿足全球需求。未來 20 年內，41% 新造飛機將



圖 1 台灣航空產業歷年產值 [1]

交給亞太地區，接著是歐洲 20%，以及北美洲的 16%[3]。

傳統上，飛機的製造是勞力密集型產業，以空中巴士 (Air bus) 的機翼製造和組裝為例，每年鑽出的數千萬個鑽孔中，大約有將近一半是人工手動完成的 [4]，如圖 2 示意。但面臨工資上漲、缺工、職業安全及品質提升上的強烈要求，許多



圖 2 機身蒙皮人工組裝 [7]

飛機製造商不得不思考導入自動化的可能性。理想上，這些過程應當可以使用自動化來執行，但因工件的尺寸、形狀及所需對位精度，使得導入自動化存在許多困難。為了應對這些挑戰，目前常依賴大型的加工機床，如圖 3 所示，通常是龍門式鑽孔系統搭配整體夾治具，此種解決方案常被稱為固定式自動化解決方案 (Fixed Automation Solution)。這些客製化的設備和工具最大的問題是欠缺靈活型、投資成本高、交貨時間冗長等。因此，固定式自動化解決方案並不受飛機製造商青



圖 3 Electroimpact 公司龍門式鑽孔系統 E7000 Fuselage Riveting Machine[8]

## 更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 436 期 · 108 年 7 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 12 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

### 付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562  
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)  
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

訂書專線：03-591-9339 傳 真：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)

## 機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

**\$ 2200** / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

**\$ 3000** 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

- A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

**\$ 4000** / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)
- C** 工具機叢書任一本
- D** 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



**A**



**B**



**C**



**D**