

國科會工程處專題計畫主持人近五年成果績效表(2022~2026)

姓名：黃明賢

職稱：終身特聘教授

服務單位：國立高雄科技大學 智慧機電學院 機電工程系

一、個人簡介

黃明賢教授長期投入射出成型相關研究，累積逾三十年教研經驗，持續嘗試將傳統模具技術與工業 4.0、人工智慧(AI)及虛實整合系統(CPS)加以整合，相關研究成果逐步在學術社群中獲得關注。依據 ScholarGPS 2025 年之統計資料，黃教授於射出成型(Injection Moulding)研究領域之學術影響力排名全球第 16 名(前 0.08%)，並於 2024-2025 年獲選為全球前 2%頂尖科學家。

黃教授歷年主持國科會及產學計畫逾 140 件，總金額達 1 億 2 仟萬元；發表 SCI 論文 75 篇、研討會論文 176 篇、已獲得專利 26 件、技術授權 9 件，金額 272 萬元。透過緊密的產學鏈結，培育大量實務型研發人才，成為國內射出成型產業升級的重要推手。研究歷程整理如下：

1. 奠基期(1999~2006)：射出成型系統動力識別與控制

- **里程碑**：於高雄第一科大(現高科大)成立射出成型實驗室。
- **研究重點**：聚焦於射出成型機之系統識別、動力分析與精密控制法則設計。完成首位碩士生指導，並取得生涯首件發明專利，建立實驗室基礎研究能量。

2. 成長期(2007~2016)：精密製程優化與微射出成型

- **技術深化**：研究領域拓展至微射出成型(Micro-injection Moulding)與光學元件(如導光板)製程。
- **研究方法**：導入 CAE 模流分析技術，結合實驗設計法(DOE)進行模具設計與成型參數最佳化，解決實際生產中的翹曲與收縮問題。

3. 轉型與成熟期(2017~迄今)：工業 4.0、虛實整合與 AI 應用

- **核心技術**：
 - **智慧感測與監控**：開發動態模溫監控、模穴壓力特徵擷取技術，實現線上品質監測。
 - **虛實整合(CPS)**：利用機器學習(Machine Learning)技術，建立 CAE 模擬與實際射出結果之校正模型(Digital Twin Calibration)，大幅提升模擬預測準確度(由 81%提升至 98%)。
 - **AI 輔助決策**：應用遷移式學習(Transfer Learning)解決製造業小數據問題，實現跨機台與跨材料的品質預測。
 - **永續製造**：針對二次料(Regrind)開發智慧塑化控制技術，解決回收料黏度變異問題，響應循環經濟趨勢。

- **研究歷程：**由單機控制走向系統整合，由經驗法則走向數據驅動(Data-Driven)，完整呼應政府推動智慧機械與數位轉型之政策方向。
- **產業落地：**與國內大廠(百塑、富強鑫、台中精機)深度合作，將「鎖模力優化」、「智慧參數導引」等學術成果轉化為商用機台功能，提升國產設備附加價值。

二、近三年研究成果總述

本研究以射出成型製程為研究場域，系統性發展結合製程感測與人工智慧之品質預測方法，聚焦於實務導入時最關鍵之模型穩定性與可轉移性問題。三年研究工作並非以單一模型效能提升為目標，而是循序建構一套由製程感測設計、特徵工程、模型建構至跨情境轉移驗證的完整研究架構。

第一階段研究著重於建立具物理意義之製程感測特徵，整合模穴壓力、射嘴壓力與螺桿位置等關鍵訊號，並比較多種深度學習架構在多品質預測任務中的適用性，作為後續轉移研究的基準。第二階段進一步針對不同機台型式與材料條件，系統性驗證品質預測模型之跨機台與跨材料可轉移性，並透過轉移學習策略分析哪些感測特徵與模型結構具有較高的情境穩定性。第三階段則整合前述研究成果，萃取射出成型 AI 品質預測於感測選擇、資料對齊與模型轉移之設計原則，提出可供製造現場長期應用之方法論架構。

在產業應用層面，本研究所建立之感測整合與模型轉移方法，可作為企業在不同機台與材料條件下導入品質預測與製程優化系統之參考基礎，有助於降低模型重新建置與調校成本，提升智慧製程應用的可持續性。

整體而言，本研究深度不僅深化射出成型製程中 AI 品質預測的工程理解，更回應智慧製造實務中模型難以跨情境維持效能的核心挑戰，為製程導向之人工智慧研究提供具可轉移性與可延續性的學術與實務貢獻。

三、近五年最具代表性之學理創新/實務成果、期刊論文/書籍發表、系統應用/技術突破之表現(至多 5 篇)

黃教授致力於射出成型智慧製造技術、虛實整合(CPS)及人工智慧應用，近五年發表 SCI 期刊論文 13 篇、研討會論文 25 篇，Scopus H-index 29。主要技術突破如下：

1. 代表性期刊論文(Selected Publications)

- **Huang, M.-S.,** Chen, J.-Y., Xiao, Y.-Q., (2022), "Quality monitoring of micro-shrinkage defects in thick-walled injection molded components," *Measurement*, Vol. 201, 111733. (SCI Rank: 10.6%)
- Zhu, B.-W., Nian, S.-C., **Huang, M.-S.***, (2023), "Measurement of pressure-volume-temperature diagrams based on simulated melt temperature and actual cavity pressure," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, Vol. 125, pp. 3293-3304.
- Chen, J.-Y., Wong, L.C., **Huang, M.-S.***, (2024), "Quality monitoring and control for plasticization of acrylonitrile-butadiene-styrene regrind polymer in injection molding," *Polym. Eng. Sci.*, Vol. 64, pp. 1057-1070. (獲選 **2024 SPE Editor's Choice Articles**)

- Chen, J.-C., Chen, X.-P., **Huang, M.-S.***, (2025), "In-situ measurement of polymer melt transient flow behavior at injection mold gates using pressure sensing and mass conservation principles," *Measurement*, Vol. 256, 118246. (SCI Rank: 10.6%)
- Tsai, C.-Y., **Huang, M.-S.***, (2026), "Transfer learning for cross-machine quality prediction in injection molding," *Journal of Manufacturing Processes*. (SCI Rank: 17.6%)

2. 學理創新與技術突破

- **射出成型虛實整合與校正技術(Digital Twin Calibration)**：針對 CAE 模流分析與實際製程存在誤差之痛點，首創應用自動編碼器(Autoencoder)與多層感知器(MLP)建構虛實校正模型。此技術成功將模擬與實際模穴壓力曲線的相關性由 81%大幅提升至 98%，解決了模擬參數難以直接應用於現場的問題，並取得「藉由機器學習輔助模擬壓力數值進行虛實校正的學習方法」發明專利。
- **二次料(Regrind)智慧監測與控制技術**：針對循環經濟需求，開發應用於二次料(如 ABS)的熔膠品質監控與塑化控制技術。透過機台感測資訊分析回收料流變行為變異，並針對特定材料進行螺桿幾何最佳化設計，有效提升塑化品質穩定性。相關成果獲選為 2024 SPE Editor's Choice Articles。
- **AI 遷移式學習於品質預測之應用(Transfer Learning)**：突破傳統 AI 模型需大量數據訓練之限制，開發遷移式學習技術。透過源域(Source Domain)預訓練模型與微調(Fine-tuning)，成功實現跨機台、跨材料(原料至二次料)及跨製程(試模至量產)的品質預測，大幅降低導入 AI 所需的數據量與時間成本。

四、近五年協助產業發展績效

近五年主持產學合作計畫 11 件(金額 762 萬元)，技術移轉 9 件(金額累計 272 萬元)，積極推動產業智慧化升級。

- **協助百○企業開發智慧化射出機(Multiplas EV3R-50T)**：成功將「鎖模力優化」與「品質監測」技術導入全電立式射出機，開發出性能媲美歐洲大廠 ENGEL iQ clamp control 的國產智慧機種。該機台具備異常檢測與製程優化功能，於 IPF 2023 日本國際塑膠展亮相，顯著提升國產機械之國際競爭力與附加價值。技術授權金額 80 萬元。
- **協助富○○導入 AI 決策系統**：與台灣唯一上市櫃射出機廠合作，導入數據驅動(Data-Driven)之關鍵製程因子解析技術，突破傳統依賴老師傅經驗調機之瓶頸。建立「感測-數據-AI-決策」架構，並開發關鍵部品失效預警機制，協助該公司及其供應鏈(如家登精密、堤維西)提升產品品質一致性與稼動率。
- **協助台中○○○股份有限公司導入射出成型機塑化品質監控技術**：透過感測器技術擷取熔膠流動狀態之關鍵資訊，深入解析熔膠黏度變異與成型缺陷之關聯性。進一步開發感測數據驅動之預測模型，實現熔膠與成型品質的即時監測。透過閉迴路品質控制技術之開發，有效優化成型精度，成功提升國產機台之技術位階與附加價值。

- **主持「智慧射出成型產學聯盟」：**集結國內射出成型產學研單位，聯盟業界會員達 50 家。透過技術推廣與交流，成功協助會員廠商導入智慧製造技術，成果獲國科會 2024 產學小聯盟成果案例專文報導。

五、近五年國內外之成就與榮譽

1. 國際學術榮譽

- **全球前 2% 頂尖科學家(Standard World's Top 2% Scientists)：**入選 2024-2025 年度科學影響力排行榜。
- **ScholarGPS Top Scholar 2025：**於射出成型(Injection Moulding)領域國際排名#16(Top 0.08%)。
- **2025 史丹佛大學終身科學家影響力排行榜。**
- **論文獎項：**
 - 2024 SPE Editor's Choice Articles (Polymer Engineering & Science)。
 - ICMT 2023 Best Paper Award。
 - 2019 SPE ANTEC Best Paper Award。

2. 國內獎項與榮譽

- **機械工業產學貢獻獎：**連續於 2024、2025 年由機械公會頒發，肯定對產業之實質貢獻。
- **校內榮譽：**國立高雄科技大學「終身特聘教授」(2023)、學術卓越獎 (2022-2024 共 3 次)、產學研究優良獎(2022, 2024)、學術傑出獎(2025)。
- **教學榮譽：**教育部 111 年度教學實踐研究績優計畫獎勵。

六、近五年在人才培育、研究團隊建立及服務方面的重要貢獻及成就

1. 人才培育

- **指導學生參與指標性競賽屢獲佳績，包括：**
 - 台灣模具工業同業公會「模具論文獎」：2024、2025 年共 2 件獲獎。
 - 上銀機械碩士論文獎：第 22 屆(2025)入圍最終決審。
 - 致茂精密機械與量測技術論文獎：2024 年入圍決賽。
- **主持教育部及經濟部人才培育計畫(如金屬機電智機化暨人才扎根計畫)，**培育具備 AI 與射出成型專業之跨域人才。

2. 研究團隊建立

- **主持國科會「射出成型機智慧製程監控平台研發」專案計畫：**整合跨校產學能量，建立標準化試模程序與智慧品質監控技術平台，作為國內機械智能化之參考指標。
- **建置跨校研究團隊：**透過「智慧射出成型產學聯盟」，整合產學研資源，建立長期合作之技術研發與推廣團隊。

3. 專業服務

- **期刊編輯：**擔任 International Journal of Precision Engineering and Manufacturing 編委 (2019-2023)及《ACMT 模具與成型智慧工廠專業雜誌》主編。
- **政府計畫審查：**擔任國科會工程處(機械固力/自動化學門)複審委員、經濟部 SBIR/CITD/低碳化轉型計畫審查委員、教育部新南向專班及教學實踐計畫審查委員，積極參與國家科技與產業政策推動。
- **學術會議：**擔任 ICMT 2022 共同主席及 Steering Committee Member (2022-2024)。
- **論文審查：**每年審查 SCI 期刊論文約 30 篇。

