

經濟部 111 年度
《韌性生產系統技術開發計畫(1/4)》
合作研究計畫

《主動式品質檢驗與預測技術
-製造設計參數虛實整合模型研究》

建議書徵求文件

財團法人資訊工業策進會

中華民國 111 年 03 月 25 日

111年度合作研究計畫建議書徵求文件

一、 簡介

國內鑄造廠主要以中小型企業為主，佔整體產業的89%，成為機械又的主要支援產業，其中鑄造的應用極為廣泛，包含工具機、汽機車、民生等，為國家重要的基礎工業。台灣的鑄件產量排名為全球15，其自行車零組件製造產業主要聚集於中部地區，全台共有984間廠商，其中中部佔815間(98%)。

近年來由於環保意識提升，騎自行車代步或作為休閒的人越來越多，因此全球自行車的工業不斷開發新型自行車，而其原材料及主要零組件方面，受到多功能及多樣化發展而影響複雜化的零件，由於複雜度提升導致製成無法快速標準化，並影響到產業傳承。

以下為目標問題：

- 缺工及年齡老化與工作環境不佳為傳統產業常遇到的問題，如何經由新興科技的發展協助業者導入先進製程技術，落實傳統產業升級與轉型
- 複雜度高的鋁合金鑄件中非常需要仰賴鑄造方案設計與電腦模擬分析共同研發輸出澆鑄參數與殼模材料，可降低生產成本、增加產品的利潤與鑄件品質
- 電腦輔助工程分析對於一組特定的澆鑄參數與殼模材料系統等，尚需多次及費時進行模擬，並且新手與專家在CAD圖檔設計與CAE模擬參數設定上也存在明顯的落差

二、 計畫目標

有鑑於此，本計畫主要為透過自行車關鍵零組件的圖檔設計(CAD檔)與模具鑄件3D列印網格與切片的最佳化，結合CAE的澆鑄方案與模流工程分析，依照輸入的澆鑄方案參數與列印設置參數等數據集，透過建立深度學習建立預測模型，改善鑄件澆鑄的方案模擬與改善以達到縮短新手與專家經驗的鴻溝。本研究規劃四個階段進行，如下所列與表1所示。

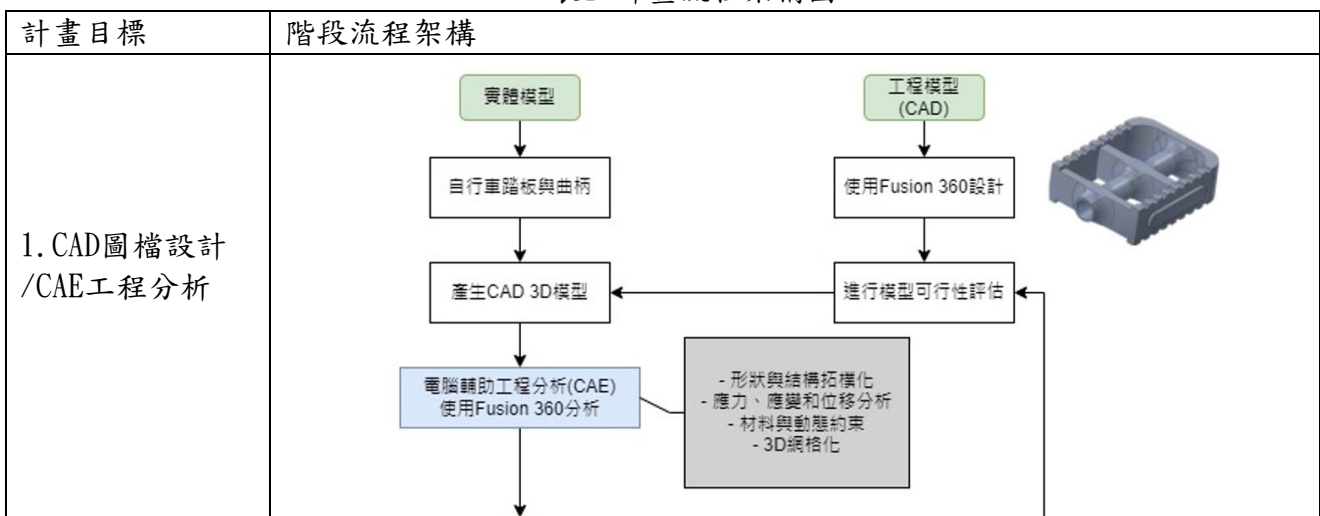
第一階段:CAD圖檔設計/CAE工程分析

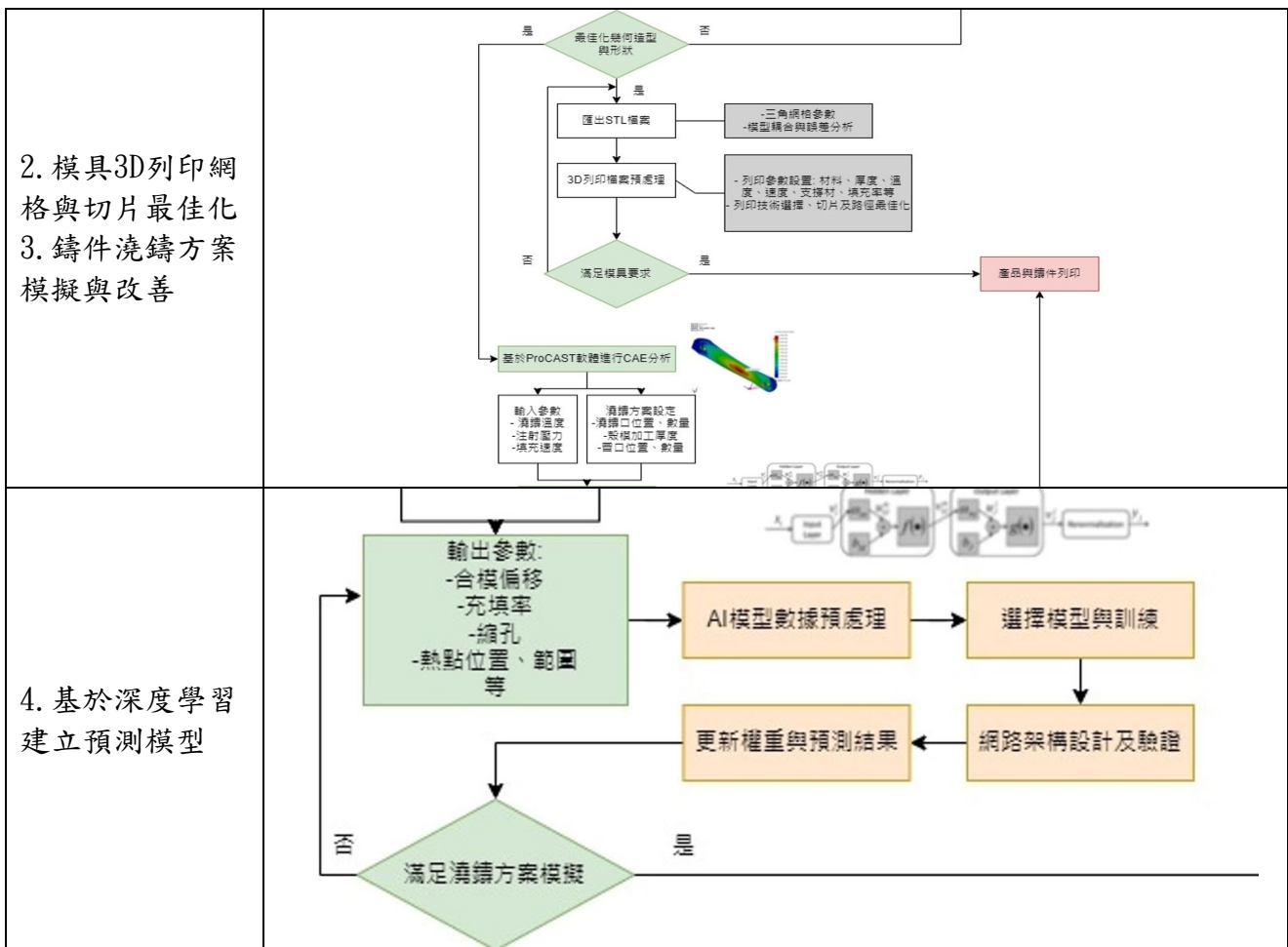
第二階段:模具3D列印網格與切片最佳化

第三階段:鑄件澆鑄方案模擬與改善

第四階段:基於深度學習建立缺陷預測模型

表1 計畫流程架構圖





根據上述四階段流程，提供基於深度學習澆鑄方案與缺陷預測模型的建立，並針對自行車零組件進行分析、模擬、驗證及實踐

三、計畫範圍

本研究計畫為應用人工智慧技術建立澆鑄方案與缺陷預測模，需要先行研調自行車與鑄造產業關鍵因素，並針對特定零組件深度分析，並於計畫期程內完成各項階段所需的結果呈現，其詳細執行項目如下所列。

- 研調自行車關鍵零組件與鑄造產業重要因素，如：自行車踏板與曲柄，鑄造製程及方案模擬參照
 - ✓ 鑄造材料
 - ✓ 應力、應變、位移分析
 - ✓ 產品美學與幾何形狀
- 應用泛用的工程軟體(Fusion 360、ProCAST)進行產品與鑄件設計與製作，提供產品幾何分析與澆鑄方案模擬結果數據，作為AI模型訓練輸入參數
 - ✓ 鑄造材料
 - ✓ 砂模或金屬模材料係數、熱傳係數(本研究會先採用砂模)
 - ✓ 澆鑄時間、壓力、速度
 - ✓ 澆鑄口與冒口直徑與流量
 - ✓ 凝固流動過程數值
- 根據3D列印產品與鑄件結果，提供新手與專家之間差異之輸入數據
 - ✓ 列印參數設置，材料、厚度、溫度、填充率等
 - ✓ 技術選擇(FDM、SLA、DLP)、逐層切片及路徑最佳化
 - ✓ 澆鑄口位置、數量

- ✓ 殼模加工厚度
- ✓ 冒口位置、數量
- 提供滿足澆鑄方案與缺陷預測決策系統
 - ✓ 提供縮短反覆修正與試模時間，提高鑄件的可行性
 - ✓ 應用AI模型數據預處理階段，提供關鍵參數結構化，減少資料蒐集及冗餘資料的累積
 - ✓ 建立標準模擬與分析流程，滿足AI模型的遷移性
 - ✓ 根據自行車產業不同零組件需求分析網路架構的可解釋性

四、 預期成果

(一) 預期成果

1. 自行車零組件CAD模型設計與CAE模擬分析標準化，提供自行車零組件廠商能具有盤點關鍵零組件對於最後產品的先前分析，縮短設計時程及費時問題。
2. 自行車零組件澆鑄參數及模殼材料模擬，善用現今成熟軟體作為提供澆鑄口位置、數量、鑄件厚度；3D列印鑄件參數設定提升預測模擬的可行性評估與信心。
3. 擷取澆鑄方案與3D列印數據結構化流程建立，藉由資料的結構化能夠加速產業技術的遷移性
4. 應用人工智慧技術建立澆鑄方案與缺陷預測模型，分析輸入參數與輸出參數間的關聯性，提升模型訓練與預測的可解釋性。

(二) 預期效益

1. 縮短模型設計與模擬時間，提升可用性
2. 提高鑄件壽命
3. 改善與創新鑄件的選擇性
4. 視覺化缺陷預測模型與提升準確度

※前述成果如有專利構想或專利申請產出時，需注意專利申請之新穎性(novelty)。因凡經公開發表之研發成果，如擬申請專利，須於公開發表後6個月內完成，前述成果如是以論文方式公開發表，將無法取得大陸與歐盟等國之專利。

五、 執行方式

1. 111年06月30日前：
 - 研調自行車關鍵零組件與鑄造產業重要因素
 - 應用泛用的工程軟體(Fusion 360、ProCAST)進行產品與鑄件設計與製作，提供產品幾何分析與澆鑄方案模擬結果數據
2. 111年11月30日前：
 - 產出3D列印產品與鑄件，依照結果建立澆鑄方案數據資料庫
 - AI澆鑄方案與缺陷預測模型
3. 分工方式：合作研究單位應負責以下事項：
 - 負責研調自行車關鍵零組件與鑄造產業重要因素
 - 應用泛用的工程軟體(Fusion 360、ProCAST)進行產品與鑄件設計與製作開發、測試與廠商驗證事宜。
 - 協同至少1家需於一家自行車零組件製造廠商進行場域討論或驗證合作研究單位經審核通過執行本合作研究計畫後，應指派承辦人員一名做為本案相關聯繫之窗口。

- 合作研究單位經審核通過執行本合作研究計畫後，每週與本會承辦人員確認執行進度與相關事宜，並回覆相關問題諮詢。
- 本計畫工作之進行應依照本計畫階段程序進行，並累積相關數據資料庫。並共同討論論文題目方向及發明專利申請流程，相關的會議記錄與文件的彙整與留存。

六、計畫期程及預估計畫總經費

計畫執行區間：111年03月01日至111年11月30日

總經費：600,000元

七、驗收標準(含教育訓練)

1. 111年06月30日前：
 - 提供自行車零組件3D列印產品及鑄件設計規格書與預期測試計畫
 - 提供產品幾何分析與澆鑄方案模擬結果數據
 - 實證廠商討論會議報告一份
 - 完成論文初稿撰寫
 - 完成期中報告一份
2. 111年11月30日前：
 - 完成輔助預測模型建置手冊與整體模型資料檔一份
 - 完成AI澆鑄方案與缺陷預測模型演算法規格書
 - 完成論文投稿
 - 完成專利申請
 - 完成期末報告一份
3. 詳細驗收項目與標準如表2所示

表2 計畫執行驗收項目與標準明細

計畫經費	60萬		
驗收項目與標準	驗收項目	驗收標準	
	1	輔助預測模型建置手冊與整體模型資料檔一份	<ul style="list-style-type: none"> ● 提出AI模型預測缺陷準確度85%以上之佐證資料 ● 數據收集與參數設定報告與演算法說明 ● 提供自行車零組件3D列印產品及鑄件 ● 輔助預測模型之程式原始碼 ● 輔助預測模型教育訓練
	2	期中報告1篇	● 應用人工智慧技術建立澆鑄方案與缺陷預測模型之研究與實踐開發規格書與測試計畫書
	3	期末報告1篇	● 應用人工智慧技術建立澆鑄方案與缺陷預測模型之研究與實踐期末報告一份，內容包含驗證結果報告。
	4	實證廠商1家	● 本合作研究所產出之技術，需於一家自行車零組件製造廠商進行場域討論或驗證，並將成果之報告，整合至期末報告中。
	5	發表之期刊、論文1篇	● EI或SCI所檢索之學術論文。
	6	專利1篇	● 本研究成果之專利概念，予資策會未來可提出研發專利申請。

執行方式	每月於本單位工作會議，討論目前工作進度與執行狀況。 10月底前於驗證場地進行功能驗收，確認各項功能皆符合要求。
------	--

八、技術能力需求

1. 相關計畫執行經驗：於過去5年內需承接深度學習開發計畫，且具備實際系統產線導入經驗，建議可於計畫書附錄近期執行計畫的摘要概述。
2. 擁有電腦輔助系統開發團隊:具備軟硬體資訊系統整合相關經驗研發人員。
3. 應用人工智慧技術建立澆鑄方案與缺陷預測模型之研究與實踐之能力。