



Cycling & Health Tech Industries
自行車暨健康科技季刊

台灣郵政中台字第1637號
台灣郵政中台免字第4859號執照 登記為雜誌類

自行車暨健康科技季刊

Cycling & Health Tech Industries

- > 自行車產線製程精實化技術與應用
- > AI光學字元辨識技術與應用
- > AI模型於製程參數應用之探討-以鋁材管件銲接為例
- > 客製供應鏈管理系統
- > 自行車產業的智慧製造介紹
- > 檢測驗證部檢測服務簡介
- > 歐洲自行車產業協會 (ECI) 介紹與產業影響分析



ISO 9001   ICSID CE FDA

產業服務範圍 Industry service coverage:

- B 自行車產業 Bicycle industry
- F 健身器材產業 Fitness equipment industry
- E 電動自行車產業 Electric bicycle industry
- M 醫療輔具產業 Medical aids industry

服務項目:

• 結構、機構設計與分析 • 產品檢測技術輔導、服務與委測 • 機電整合 • 專案輔導、執行

本刊物為自行車暨健康科技中心執行經濟部案計畫之產出物，
內容以產業開發產品所須之資訊為主。



財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心 Cycling & Health Tech Industry R&D Center

地址：407 台中市台中工業區37路17號 Address: 407 No. 17, 37 Rd., Taichung Industry Park, Taichung

電話：886-4-23501100 傳真：886-4-23590743 <http://www.tbnet.org.tw>

ISSN 2411-3158

季出刊



中華民國 九十一年二月創刊 / 第一二八期

法律顧問 / 英典法律顧問

發行單位 / 財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心

發行人 / 白政忠

總編輯 / 李金揚

編輯委員 / 蔡博名、陳中杰、劉志彥、賴永琛、陳淳和、陳維隆

執行編輯 / 陳俐安

網站編輯 / 陳俐安

地址 / 台中市台中工業區37路17號

電話 / 04-23501100

傳真 / 04-23590743

網址 / www.tbnet.org.tw

封面設計 / 啟得事業有限公司

承印 / 啟得事業有限公司

廣告專線 / 04-23501100分機222 陳俐安小姐

訂閱專線 / 04-23501100分機222 陳俐安小姐

E-Mail: annchen@tbnet.org.tw

網址 / www.tbnet.org.tw

技術研發專欄

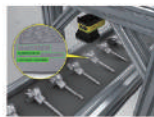
01 自行車產線製程精實化技術與應用

李沛瑩



11 AI光學字元辨識技術與應用

張立學



22 AI模型於製程參數應用之探討-以鋁材管件銲接為例

陳志明



29 客製供應鏈管理系統

王筠婷



創新設計專欄

37 自行車產業的智慧製造介紹

張正明



檢測驗證專欄

43 檢測驗證部檢測服務簡介

蔡溪川

51 歐洲自行車產業協會 (ECI) 介紹與產業影響分析

劉緒濤

PS. 執行編輯 / 陳俐安

本刊物為自行車暨健康科技中心執行經濟部專案計畫之產物，內容以產業開發產品所須之資訊為主

服務項目：
· 結構、機構設計與分析
· 產品檢測技術輔導、服務與委測
· 機電整合
· 專案輔導、執行

登記證字號：

台灣郵政中台字第1637號

台灣郵政中台免字第4859號執照

登記為雜誌類

※本文件著作權屬財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心所有未經許可不得引用或翻印。

領航數位浪潮

AI 智慧製造重塑台灣自行車產業新局

站在全球自行車產業的轉折點，我們正親歷一場從「工藝製造」跨越至「數據驅動」的本質變革。過去，台灣以精湛的組裝與零件配套傲視全球；今日，面對地緣政治帶來的供應鏈重組，以及歐洲碳邊境調整機制(CBAM)的嚴峻挑戰，傳統的經驗法則已不足以支撐未來的競爭力。AI 智慧製造，正是我們維持領先地位的關鍵動能。



智慧製造的核心不在於全自動化，而是在於「預測」與「優化」。透過 AI 導入，我們能實現從材料疲勞測試、幾何結構設計到噴漆塗裝的全流程數位孿生(Digital Twin)。這不僅大幅縮短研發週期，更能精準控管碳足跡，滿足國際市場對永續生產的苛刻要求。當生產線具備自我學習與故障預測的能力，台灣產業便能從「高效率製造」轉型為「韌性製造」，彈性應對少量多樣、高度客製化的全球訂單。

數位轉型雖是陣痛，卻是通往未來發展的路徑。讓我們不再僅以黑鐵、鋁合金與碳纖維定義自行車，而是結合感測技術與演算法，賦予產品智慧靈魂。台灣擁有世界級的硬體供應鏈與成熟的資通訊技術，兩者結合必能產生強大綜效。讓我們攜手並進，以 AI 科技為鏈條，驅動台灣自行車產業在智慧製造的賽道上，再次領先全球，再創下一個輝煌十年。

敬祝

商祺

董事長 白政忠

自行車產線製程精實化技術與應用

本研究以某中小型自行車立管製造商為案例，運用 3D 產線模擬技術優化金屬加工與組裝製程之效率。初期深入蒐集現行生產數據，整合設備規格、人力配置及作業工時等關鍵參數，於虛擬環境中重現從原料投入、多段加工至檢驗出貨的完整物流體系。為確保模擬精度並量化核心產能，研究設定特定限制條件，排除產品良率波動、機台故障及委外延誤等變數，藉此精確觀測標準化條件下的工序節拍與人員稼動關係，透過多批次生產情境模擬，研究成功識別產線瓶頸站別，並深入分析加工等待時間與人機協作比例，其研究結果為企業提供量化分析依據，針對排程策略與設備佈局進行方案驗證，降低轉型風險，作為導入 MES 與 APS 等系統前的數據建模基礎，協助企業邁向數位化管理與精實生產之目標。

文/技研部 李沛瑩 #328

一、前言

1.1 研究背景與產業趨勢

隨著全球產業環境的國際化擴展與資訊科技的飛速進步，資訊的傳遞呈現高度多樣性與通透性，製造業正處於前所未有的轉型浪潮中。於此脈絡下，中小企業之製造業面臨多重嚴峻挑戰與不確定性風險，包括客戶對品質穩定性的高度要求、核心技術的獨有性維護、全球性的價格競爭、原物料成本增長以及營運成本的不斷攀升。為因應市場波動，臺灣製造業正加速推動智慧化轉型，力求透過更精準的決策支援系統，將生產過程中的高價值浪費降至最低。依據傳統的生產管理模式在面對少量多樣、快速更迭的市場需求時，已顯現出應變能力不足的侷限，這促使業者必須積極尋求數位化轉型方案。

1.2 智慧製造與數位化轉型之必要性

為維持競爭優勢，智慧化與數位化轉型已成為製造業的核心戰略，其包含

產線硬體的自動化提升，更涵蓋了以資料為導向的管理思維、即時製程監控系統以及先進模擬排程技術的導入，透過提升製程透明度並強化數據分析能力，企業能建立具備高度彈性的生產模式，有效抵禦不確定性帶來的營運風險。尤其在自行車產業中，智慧製造不僅是提升生產效率、降低長期成本的關鍵工具，更是企業在全球供應鏈中實現數位轉型與加速決策流程的重要基礎。在營運成本持續通膨的背景，智慧自動化與「虛實整合 (Cyber-Physical Systems, CPS)」已成為實現工業 4.0 的技術主流。



圖 1、工業 4.0 技術架構

二、研究動機

2.1 產業現況分析與轉型驅動力



在全球製造業數位轉型的趨勢下，臺灣自行車零件產業憑藉深厚的製造底蘊，在國際供應鏈中佔有核心地位。隨著市場需求由大批量轉向「少量多樣」及「快速交付」，產品開發與量產週期顯著縮短。在既有的生產模式中，多數中小型製造商主要仰賴技術人員的實務經驗進行排程管理。在面對「少量多樣」且「產品生命週期縮短」的市場特性時，傳統模式往往無法精確預估生產前置時間 (Lead Time)，導致產線出現頻繁的在製品 (WIP) 堆積或機台閒置，進而造成嚴重的成本浪費。因此，將「精實生產 (Lean Production)」理論落實於高度動態的生產環境中，成為企業提升競爭力的首要動機。

2.2 虛實整合(CPS)於製程精實化之核心價值

虛實整合系統 (Cyber-Physical Systems, CPS) 是實現智慧製造的關鍵技術橋樑。於自行車產業如金屬加工製程中，環境變數與多段工序間的關聯極為緊密。

本研究動機在於建立一個「物理實體」與「數位模型」同步映射的機制，透過CPS的應用，企業能將實體產線的各項參數數位化，並在虛擬空間中進行深度分析與運算。運用虛實整合之機制可協助企業更清晰地識別製程中的非價值作業，並落實精實生產中「消除浪費」的核心目標，依據虛擬端的先期驗證，技術團隊可以在不影響現行產線運作的前提下，探索不同參數組合與製程配置的可能性，大幅提升改善方案的精準度，並縮短從規劃到實施

的驗證週期。

2.3 產線模擬技術(Simulation)的應用

系統模擬技術 (Simulation) 為實現虛實整合提供了具體的量化分析工具與預測平台。在自行車立管等零件的生產過程中，由於涉及金屬加工、研磨、陽極處理或組裝等多道工序，產線的穩定度往往受到工時變異、物料銜接速度與人員操作節奏等多重因素交織影響。在如此高度動態的環境下，傳統的靜態數據分析 (如平均產值計算) 難以捕捉製程中的隨機波動與暫態效應，因此導入動態系統模擬具有以下之技術必要性：

1. 識別動態瓶頸與緩衝區優化：在實際生產中，瓶頸站別並非固定不變，往往隨產品組合或批量大小的切換而在各工序間「動態漂移」。產線模擬技術能透過時序分析，精確觀測在製品 (WIP) 在特定時段內的堆積情形，協助技術人員識別真正的關鍵瓶頸。透過模擬可評估緩衝區 (Buffer) 的最優容量，確保在追求流動效率的同時，也能維持產線對細微變動的抗干擾能力，避免因上下游工速不均導致的連鎖停機損失。
2. 人機協作效率與勞動負荷平衡：自行車零件製造雖已逐步自動化，但精密組裝與最終檢測仍高度仰賴人力協作。模擬技術可將作業員的動作分解與作業頻次納入模型中，進行數位化模擬，協助計算人機協作

下的有效稼動率，預先評估作業員在特定排程下的勞動強度，據此調整工作站之平衡率 (Line Balancing Rate)，確保產線在不增加人員負擔的前提下，達成產出的最大化。

3. 跨策略驗證與改善風險預演：任何產線配置的變更或新設備的導入，皆伴隨著高昂的機會成本與試錯風險。產線模擬技術提供了一個「數位沙盒」，容許研發團隊針對多種改善策略 (如：推動式生產、不同批量的投料組合) 進行模擬測試。透過數據回饋的吞吐量、前置時間與資源耗用率，決策者能以量化數據評估各方案的投資報酬率 (ROI)，於實際執行前排除潛在的設計瑕疵，確保改善效益符合預期。
4. 支撐智慧化決策之基礎建模：產線模擬不僅是改善工具，為現場建立數位轉型之底層架構。透過對現場參數 (如工時分佈、設備 MTBF 等) 的長期蒐集與模型校驗，所建立的模擬模型可成為未來導入製造執行系統 (MES) 或先進規劃排程系統 (APS) 時的數據基礎，從實體現場抽象化至虛擬模型的過程，協助企業建立一套可重複使用的數位分析準則，強化其在面對突發訂單或製程異動時的快速應變能力。

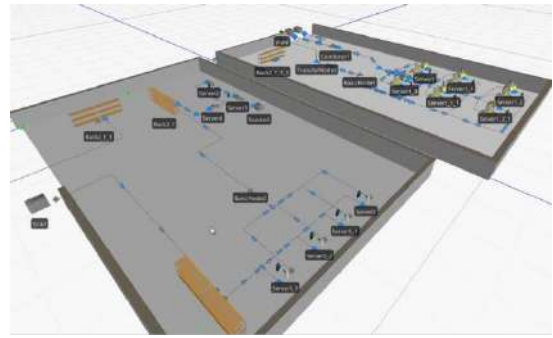


圖 2、產線模擬技術應用

2.4 強化數位資產與決策科學化

數位轉型與精實改善的核心，在於將企業長期累積的「固有歷史資料」與技術人員的「實務經驗」系統化，轉化為具備高流動性與分析價值的數據資產，進而落實決策科學化。

1. 建立企業專屬數位邏輯模型：透過蒐集生產現場的基礎數據，建立現況產線 (As-Is) 的模擬模型，能將零散的經驗轉化為結構化的數位資產。此模型不僅是物理產線的鏡像，更包含了企業專屬的製程邏輯與參數特性。透過此數位模型的運算，可精確識別生產過程中的動態瓶頸，為精實改善 (Lean Improvement) 提供客觀且科學的量化依據。
2. 從經驗導向跨越至數據驅動 (Data-Driven)：數位化轉型的關鍵在於將決策模式由過去的「感性試錯法」轉向「理性科學驗證法」。當管理階層面臨擴產投資、製程變更或排程調整等重大決策時，可藉由虛擬模擬平台預先獲得吞吐量 (Throughput) 預測與資源稼動



率 (Utilization) 分析。這種預驗證機制能有效降低實體調整帶來的營運風險，確保資源投入的精準度與效益。

3. 建立持續改善的數位循環：強化數位資產的最終目標，在於建立「模擬—驗證—校正」的自我演進機制。透過將實際產線的回饋數據與模擬模型持續比對，動態修正模型參數，使虛擬模型與物理現場趨於一致。這種持續改善的數位循環，能確保企業在面對市場波動與多變生產需求時，具備高度的彈性與快速反應能力，奠定數位資產的長期戰略價值。

三、研究目的

本研究以產線模擬技術為核心，針對自行車產線的瓶頸分析、資源配置、換線管理之決策支持展開，解決眼前的庫存與效率問題，更是為了建構一套具備前瞻性、靈活性與數據支撐的智慧生產體系，相關效益如下所述：

3.1 建構虛實整合的產線透明化管理系統

建立一個「虛實對應」的數位平台，透過數據採集與系統建模，將自行車產線中複雜的加工時間 (Processing Time)、搬運時間 (Material Handling) 與工序邏輯 (Process Logic) 進行數位化編碼。

- 提升可視化程度：管理層能透過 3D 模擬環境，直觀地觀察整條產

線的運作流向，而非僅僅依賴二維的報表。

- 建立基準模型：作為未來所有製程改善的基準線 (Baseline)，確保任何優化提案都有客觀的比較標準。

3.2 精確診斷產線瓶頸與優化生產效率

在複雜的自行車組裝線中，瓶頸 (Bottleneck) 往往是動態變化的，當產品從登山車切換為電動輔助自行車 (E-Bike) 時，電機組裝站可能取代車架焊接站成為新的瓶頸。

- 瓶頸偵測：利用產線模擬軟體進行壓力測試，識別出導致產能受限的關鍵工作站，避免盲目擴充非瓶頸資源。

- 產線平衡優化：透過數位孿生模型計算各工站的閒置時間 (Idle Time) 與負荷率，重新分配勞動力與設備負擔，最小化工作站間的等待時間，進而提升設備綜合效率 (OEE)。

3.3 降低決策風險與試錯成本

傳統製程改善 (如調整設備佈置或變更流程) 通常需要實際搬動機台或停工測試，這對企業來說意味著巨大的生產損失風險。

- 虛擬實驗室：將產線視為一個「實驗室」，在不干擾實際生產的情況下，於數位環境中測試「What-if」情境。

- 成本效益預估：在正式導入自動化

設備或協作機器人之前，先透過模擬評估其對回收期 (ROI) 與產能提升的實際貢獻，確保投資決策的精準性。

3.4 強化生產彈性與應對少量多樣之挑戰

市場對自行車的客製化需求日益增加，導致換線 (Changeover) 頻率大幅提升。換線管理的好壞直接影響到產線的實際產出。

- 換線策略模擬：研究如何透過數位孿生優化排程順序，降低因不同車型切換所需的調整時間。
- 資源動態配置：模擬在資源有限 (如特定技工短缺) 的情況下，如何動態調整生產路徑，以維持生產計畫的達成率。

3.5 實現數據驅動的智慧決策

產線模擬不應僅是「觀察」工具，更應是「決策」引擎，透過統計學分析，從模擬產生的大量數據中尋找最佳解。

- 預測性分析：運用歷史數據與相關參考數據，透過統計學模擬分析，預測未來可能出現的生產延宕，從被動的「問題解決」轉向主動的「風險預測」。

3.6 促進企業的可持續發展與綠色製造

優化產線效率本質上為減少浪費。

- 資源利用率極大化：通過減少無效搬運與設備空轉，降低單位產品的能耗。

- 減少次品浪費：藉由數位監控與模擬預判，提早發現可能導致品質波動的流程環節，降低報廢率與重工率。

四、研究方法

本研究之執行流程首先透過實地訪查方式，蒐集並評估自行車產線各製程之相關參數，並於模擬軟體中建構完整產線流程模型，將自行車產業之製程參數與實際運作模式匯入系統模擬分析軟體，建立產線改善前之製程模型。

進一步針對改善前狀態及各項改善方案進行模擬運算與成效評估，以達成製程優化與資訊透明化之目標，使決策者能更迅速掌握製程調整後所面臨之即時問題，進而提升產線在不同情境下之彈性調整與整體優化效益，研究流程如圖 3 所示。



圖 3、研究流程

建構自行車產線之虛實整合模型，透過循序式研究流程進行現況分析與改善方案評估，其各階段說明如下：



- a. 製程資料蒐集 (Data Collection)
- 以實體產線為對象，進行製程相關原始資料之蒐集與彙整，作為後續建模之基礎。蒐集內容包含各工站之加工時間 (Cycle Time)、物料搬運路徑、設備可靠度指標 (MTBF / MTTR) 以及人力配置與作業分工情形，以確保模型參數能真實反映實際運作狀況。
- b. 現況模型建置 (AS-IS Modeling)
- 依據蒐集之製程資料，於模擬軟體平台 (如 FlexSim、Simio 等) 中重建產線之模擬模型，透過將實體設備、人員與物流系統轉換為模擬物件，並設定其加工順序、派工規則與作業邏輯，以完整呈現現行產線之運行模式。
- c. 現況製程分析 (Baseline Analysis)
- 完成現況模型後，進行模擬運行以建立產線之基準績效。透過瓶頸分析，觀察各工站設備稼動率、在製品 (WIP) 堆積狀況及整體產能表現，作為後續改善方案評估之比較基礎。
- d. 改善方案制定 (To-Be Scenarios)
- 針對現況分析所識別之瓶頸與限制條件，規劃多組產線改善情境。改善策略包含增設或調整設備配置、重新分配工站工作量以提升產線平衡、優化排程順序，以及導入自動化搬運系統 (如 AGV) 等方案。
- e. 可行性評估 (Feasibility Assessment)
- 針對所提出之改善方案，進行技術與經濟層面的可行性評估，評估內容包含工廠空間配置限制、作業流程適配性以及改善成本之初步估算，以篩選具實際導入潛力之方案。
- f. 績效分析 (Simulation Performance Analysis)
- 透過系統模擬進行「What-if」情境分析，比較現況模型與各改善模型在產出率 (Throughput)、前置時間 (Lead Time) 及資源利用率等關鍵績效指標上的差異，量化各改善方案之效益。
- g. 研究結論與建議 (Conclusions & Recommendations)
- 綜合模擬分析結果，歸納最具效益與可行性之產線優化路徑，並提出具數據佐證之決策建議，作為管理階層進行產線調整與投資規劃之參考依據。

五、研究案例說明

本研究以某自行車產業公司作為案例研究對象，該公司主要從事自行車零組件製造，其主要產品為自行車座管。

於理想的狀態下規劃模擬排除機台異常、人為操作失誤以及其他不可預測

的因素。模擬過程中，假設所有設備均能正常運行，生產流程順暢無阻，並且資源配置達到最佳化，研究將專注於優化生產線的效率與效益，從而提供準確的改善方案和策略，以期達到最佳生產狀態，提升整體生產效能和競爭力。

研究針對個案公司製程改善前進行資料蒐集，其上下管主加工及組裝作業流程程序分別於以下說明：

1. 製程設備(此製程開機) -

- 9 台立式 CNC 車銑複合機(自動化設備)
- 2 台立式 CNC 車床機台(自動化設備)
- 2 台拉削機台
- 1 台螺牙機台
- 1 台研磨機
- 2 台噴砂機
- 人工組裝線(外購零件)

2. 座管製程：

- 分為上管加工(1F)、下管加工(1F)、內構零件與上下管組裝加工(2F)
- 委外工程為上下管陽極、上管槍鑽
- 購置內構零件進行組裝

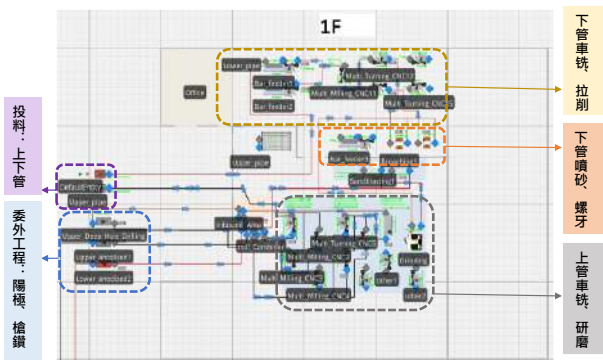


圖 4、1F 上下管主加工作業區

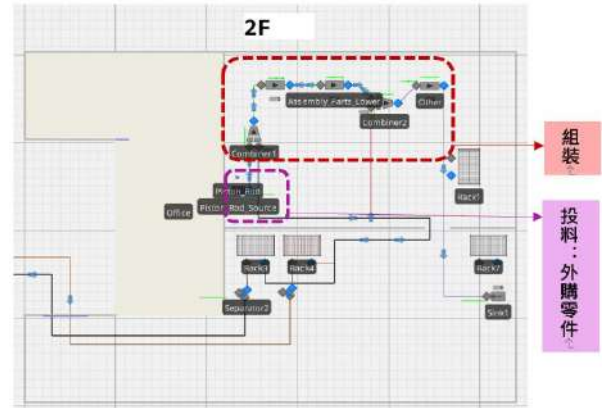


圖 5、2F 組裝作業區

➤ 改善前產線分析

改善前之製程模型如圖 4、5 所示。本研究透過系統模擬方法，量化分析改善前產線之運作效益，反映實際生產中訂單變動的情境，便於後續改善前後之效能比較。

模擬過程中，將從多面向評估產線效能，重點觀察各工作站的產出量、訂單達交率、人員與設備稼動率、在製品 (WIP) 停滯時間，以及產線總產量等關鍵績效指標 (KPI)。透過對這些指標的量化分析，可全面評估產線整體運作效率，識別潛在瓶頸與資源配置不均之問題，並作為後續製程優化與改善方案制定之依據。

模擬結果顯示，座管製程中上、下管之總產出量 (Throughput) 表現相對一致，顯示各生產線節拍具一定穩定性。然而，由於內構零件採外購方式取得，組裝作業須等待外購件到料，導致組裝前段產生待料現象，進而影響產線整體之連續性與稼動效率。後續分析以平均在站件數 (Number In Station)

作為評估指標，以判定各工作站在製品堆積情況並識別潛在瓶頸位置。

根據模擬結果，各工作站之機台利用率差異顯著，顯示產線整體呈現不平衡狀態，部分站點負荷偏高，而其他站點則出現資源閒置情形，顯示目前製程配置與排程仍有優化空間，其主要痛點如下：

1. 外購件到料不穩定

□ 內構零件採外購方式，組裝前段需等待到料，而造成製程中斷，影響產線連續性與整體稼動效率。

2. 產線負載不平衡

□ 上下管陽極處理（外包）與研磨工作站利用率偏高，顯示部分製程成為產線瓶頸，限制整體產出能力。

3. 在製品堆積集中

□ 多工序銑削站、研磨、螺牙加工及上管陽極處理站在站件數偏高，其反映製程節拍不一致，造成在製品大量滯留。

4. 設備與人力資源閒置

□ 噴砂工作站利用率極低。

□ 組裝線及部分多工序車削站在站件數接近零，顯示上游供料不足或排程配置不當。

綜合機台排程利用率 (Scheduled Utilization) 與平均在站件數之分析結果，可清楚掌握產線負載不平衡與瓶頸位置，作為後續工序調

整、排程優化及人機配置改善之依據，進而提升產線整體生產效率。

本研究案例建議改善策略於下述說明：

- A. 由於原先規劃中，委外加工工程生產時間過長，導致組裝線出現長時間待料情形，進而造成生產節拍延誤與訂單達交率偏低。為改善此狀況，後續規劃將組裝線相關工序改為自製，以縮短製程週期並提升整體交期穩定性。

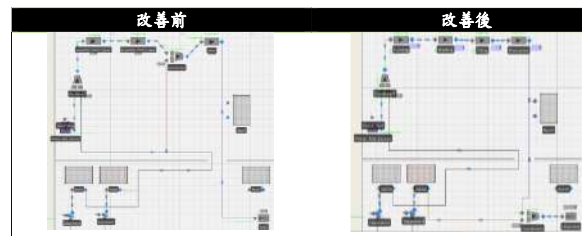


圖 6、組裝線工序差異

- B. 根據原資源規劃，因機台利用率偏低，各站在製品堆積不均，且委外加工工程生產時間過長，建議透過產能評估調整各工站開機數量，以規劃製程機台之最佳產能，進而提升整體製程效率與生產效能，因產品需經組裝作業，亦可降低後製程等待時間。

改善前			改善後		
工序	設備名稱	台數	工序	設備名稱	台數
車銑	Multi_Milling_CN11-3	3	車銑	Multi_Milling_CN11-3	3
鑽孔 (委外)	Upper_Deep_Hole_Drilling	-	鑽孔 (委外)	Upper_Deep_Hole_Drilling	-
螺牙	Thread_turning	1	螺牙	Thread_turning	1
車削	Multi_Milling_CN5-7	3	車削	Multi_Milling_CN5-7	2
陽極 (委外)	Upper_anodized1	-	陽極 (委外)	Upper_anodized1	-
下管加工			下管加工		
工序	設備名稱	台數	工序	設備名稱	台數
車銑1	CNC_lathe1-2	2	車銑1	CNC_lathe1-2	1
車銑2	Multi_Milling_CN11-13	3	車銑2	Multi_Milling_CN11-13	1
拉削	Broaching	2	拉削	Broaching	2
研磨	Grinding	1	研磨	Grinding	2
噴砂	Sandblasting	2	噴砂	Sandblasting	1
陽極 (委外)	Lower_anodized	-	陽極 (委外)	Lower_anodized	-

圖 7、各工站機台開機數量

本研究根據作業平準化與資源分配優化策略的實施，進一步優化了資源配置與製程效率，帶來以下具體改善效益：

- A. 整體產線之總產出量提升 166.7%：
透過機台開機數調整、瓶頸工序優化及組裝工序內製化後，產線稼動率與流動效率均大幅提升，生產週期縮短且產能顯著成長
- B. 各站在製品 (WIP) 批量皆小於 1 批：
改善前的平均 38.86 批，改善後各站在製品 (WIP) 批量皆小於 1 批，產線流動效率明顯提升。其中「上管車銑」及「上管陽極」等關鍵工序在製品數量分別降低約 96 批與 83 批，代表生產節拍已趨穩定、瓶頸站不再堆積過量 WIP。顯示產線流暢、在站停滯時間大幅縮短，製程週期明顯縮短，整體生產效率與交期穩定性均已提升。
- C. 單產品之設備利用率提升 20%：
開機數調整及產能再配置後，生產閒置時間大幅縮減，機台稼動率明顯改善。

綜合以上結果，改善策略有效提升產線平衡率與生產效率、降低閒置與等待時間，達到產能、品質與交期的整體效能優化，同時降低運營隱性成本，實現資源配置最適化。

後續研究方向與建議：研究之發展過程中，仍不免有許多可改進之處，茲提出四點未來發展之可行方向，以供後續研究之參考：

1. 本研究於建立模擬模型之過程中，為簡化系統複雜度並聚焦於產線結構與製程配置之影響，對系統運作進行若干假設定，例如假設機台

不發生故障、未考慮不良率，以及排除緊急插單等非例行性生產情境。

雖上述假設有於提升模型建構與分析之可行性，然其與實際產線運作仍存在差異。

2. 未來研究若能進一步將機台失效 (MTBF / MTTR)、製程不良率及緊急插單等異常狀態納入模擬分析，將可更貼近實際生產情境，進一步評估產線於不確定條件下之韌性與調度彈性，並提升模擬結果於實務應用上的參考價值。
3. 本研究僅針對某一產品的製程進行改善策略的導入，未考慮到其他產品的製程特性。若能進行整廠模擬並對全製程進行全面性優化，將會是未來發展的方向。
4. 本研究所探討投料為有效影響現場績效之方法，但由於投料方法則有許多種，後續研究若考量更多方法納入考量。

六、結論

本研究以自行車產業為背景，探討如何利用產線模擬技術優化產線生產流程，提升生產效率與競爭力。因此，針對某自行車公司進行案例研究，透過模擬技術深入分析其現有產線瓶頸與資源配置問題，並提出改善策略。

解決產線因委外加工製程過長及資源配置不均所導致的生產瓶頸問題，研究導入「委外轉自製」與「動態產能配



置」兩大核心策略。研究結果顯示，策略實施後在生產流暢度、在製品 (WIP) 管控及訂單達交率上均有顯著提升。

研究的主要成果包括：

1. 縮短製造週期與提升達交率：將「組裝」生產週期較長的委外工程改為自製，有效消除了原先組裝線長期的待料風險。縮短了製程間的物流等待時間，使生產節拍 (Takt Time) 趨於穩定，進而顯著提升訂單的達交準確性。
2. 在製品 (WIP) 大幅優化：透過重新評估產能並調整各工站開機數量，成功消除站點間的產能失衡。全站平均在站件數由改善前之大批量改為各站點之 WIP 均控制在單件流之理想範圍內 (<1.0 件)，有效解決了物料堆積問題。
3. 營運成本與生產效能之平衡：調整機台開機數雖看似限制了單點的最大產能，但實則優化了整體設備利用率 (OEE)，降低了閒置損失與在製品積壓所產生的隱性成本。此策略不僅實現了生產資源的最適化配置，亦達成精實生產中「低庫存、高流動」的目標。

基於本研究之成果，建議案例公司及相關企業在未來持續關注以下方向：

1. 數位孿生技術之常態化應用：建議將產線模擬由專案式改善轉向常態化監控，建立數位孿生模型，以因

應產品規格變動快速的挑戰。

2. 人才與技術的同步升級：隨著委外工序轉為自製，企業內部需同步強化相關專業技術的培訓，以確保自製後的良率與效率能穩定支撐後段組裝需求。
3. 供應鏈協作與智慧化：在實現內部生產流程優化後，下一步可將改善思維延伸至上下游供應商，建構更完整的智慧生產體系。

綜上所述，研究證明系統模擬技術在製造業優化中的應用價值，不僅能有效提升生產效率，還能協助企業靈活應對市場波動，推動產業升級與永續發展。未來，隨著虛實整合技術的進一步發展，製造業可望實現更高層次的智能化與效率提升。

AI 光學字元辨識技術與應用

隨著全球自行車市場競爭日益激烈，製造業面臨供應鏈高度碎片化與少量多樣的生產模式，尤其在品質管理與生產溯源的部分，追求更高品質與自動化之流程已成必然趨勢。在過去，自行車車架編號、關鍵零組件流水號及輪胎規格的辨識皆高度依賴人工檢測，方法大多以人工目視比對，並使用條碼或是紙本做紀錄。此方式不僅耗時耗力，且在面對金屬反光、曲面噴碼或油污遮蔽等複雜環境時，極易產生辨識偏差，進而導致錯誤零件組裝或溯源數據斷層，造成客訴並影響商譽。近年來，AI (人工智慧) 技術發展相關快速且成熟，AI 結合電腦視覺中的 OCR 技術，可即時分析生產線上的產品影像，克服傳統規則算法難以處理的字形扭曲與背景雜訊，快速且準確地識別組件上的細微字元。本篇主要是探討 AI 導入到 OCR 技術中進行字元辨識的應用及建置，透過訓練深度學習模型，能夠精準地分析出影像中的文字，提供自行車製造業一個高效能的數位轉型技術方案。

文/技研部 張立學 #319

一、前言

在自行車產業快速走向數位化與高度客製化生產的趨勢下，產品溯源、品質控管與製程自動化已成為提升競爭力的核心要素。傳統的人工編碼辨識與目視確認方式，不僅耗費人力，且在小批量多樣化、夜光雷雕、金屬反光表面等情境下易產生誤判。

在金屬工件上，(CNC、壓鑄、鍛造、沖壓、轉子、軸承、外環/內環等) 常見以雷射雕刻、滾印、噴印方式標註序號、料號、日期碼或追溯碼。這些碼位於高反光、弧面/環狀或曲面上，且字體尺寸小、筆劃淺，導致傳統影像處理與通用 OCR 易受以下因素影響：

- 鏡面高光與局部飽和造成筆劃斷裂、邊界模糊。
- 曲面/環狀幾何造成文字彎曲變形、尺度不一致。

- 製程批次差異 (拋光度、氧化層、髒污) 與光源/姿態漂移造成資料分佈變化。
- 現場要求：需在有限曝光與運算時間內完成偵測與辨識，並具備落地維運能力 (SOP、參數表、訓練管線)。

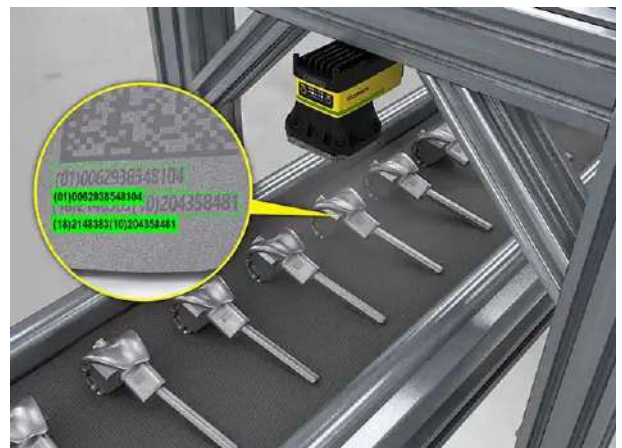


圖 1、金屬件文字辨識示意圖

隨著深度學習與工業視覺技術快速成熟，AI 光學字元辨識 (AI-OCR) 已由傳統規則式比對，演進為可在高反光金屬、曲面結構、低對比與複雜背景條件下穩定運作的智慧識別技術。

透過結合 CNN / Transformer 類深度學習模型與高解析工業相機、可控光源設計，AI-OCR 能有效克服鋁管、車架、零件雷雕碼、沖壓碼或噴碼在實務製程中常見的反光、陰影、角度偏移與字元變形等問題，大幅提升辨識率與一致性。

在製造端應用上，AI-OCR 可即時擷取並解析產品序號、批次碼、工單編號或供應商識別碼，並自動串接 MES / ERP / WMS 系統，建立產品履歷機制，並隨時追溯產品。此能力不僅可支援製程稽核與品質異常回溯，亦能在關鍵站點（如入料、半成品轉站、成品出貨）實現自動比對與防錯，降低人工抄寫與人工誤判風險。

進一步而言，AI-OCR 結合產線節拍與邏輯判斷後，可應用於自動入料判斷、線別 / 工序識別、智能倉儲定位與盤點等場景，提升物流與庫存管理的即時性與準確度。對於高度混線的少量多樣製造型態的自行車傳統產業，更能有效降低換線時的成本與人為操作依賴。

二、實施 AI 光學字元辨識技術與應用之相關技術介紹

在光學字元辨識技術中，相機及光學設備的性能對於辨識結果具有關鍵影響。環境建立會直接影響影像成像的品質，故須針對性的配置合適的光源（如：環形光、條形光源、背光燈等等）、主要是強調出標的物上的文字特徵，提升在文字辨識時的辨識率。

除硬體設備外，電腦視覺及神經網路相關技術也是光學字元辨識技術重要的一部份，分析收集的文字影像，並且蒐集所有的文字影像，進行模型訓練，才可辨識出所有文字。

1. 相機/鏡頭的選用

工業相機是機器視覺系統中的核心器件之一，在為一項應用選擇相機前，需要充分了解相機的各項參數指標，以選出最適合應用的工業相機，實現性價比最優化。

主要要注意以下參數：影像解析度、幀率/行頻、像素尺寸、像素深度、動態範圍、訊號雜訊比、曝光時間、相機接口。

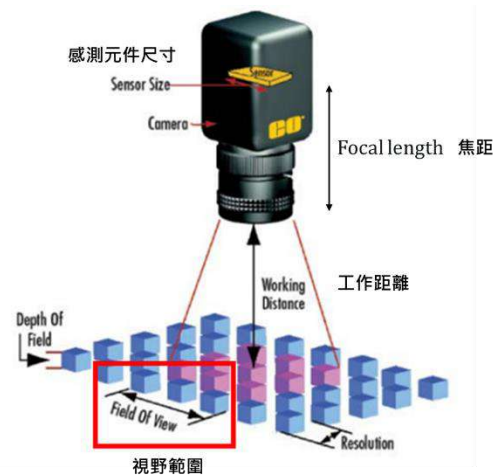


圖 2、相機架設規劃示意圖

以光學字元辨識技術下，只需要能夠將文字特徵顯示出來即可，所以在相機的挑選上，其實不需要特殊的規格，WEBCAM、手機相機都是可以使用的取像方式。

2. 光源選用及應用

選擇哪一種光源，取決於想看到標的物的哪些特徵，透過特定的

光源配置，強化特定的特徵，故在評估標的物的特性很重要，如：

- 標的物的材料特性，反光還是吸光。
- 結構、形狀、顏色。
- 環境有無其他光源條件。
- 辨識時與物體間的距離等等。



圖 3、不同種光源的示意圖

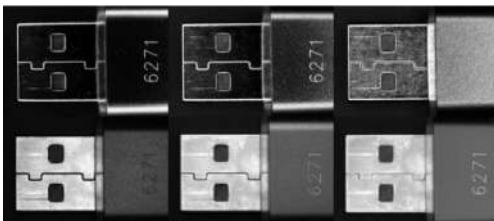


圖 4、不同打光方式的示意圖

根據不同的打光效果，可呈現的影像也不同，根據檢測的標的物及想強化的特徵去挑選光源。根據圖 4 所示，若想進行文字辨識(OCR)的應用，可以考慮左上角及右下角的打光方式，架設方式如圖 5；若要進行金屬瑕疵檢測(刮痕)，可以考慮使用左下和中上影像的打光方式。

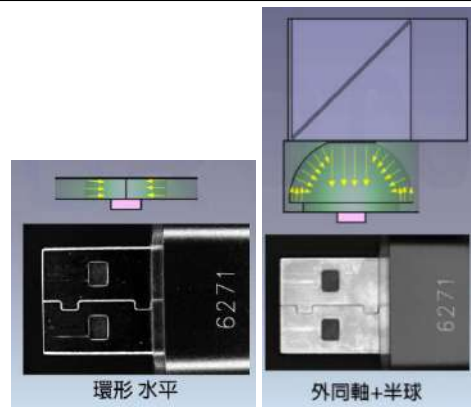


圖 5、特定影像打光方法

3. 光學字元模型介紹

早期的光學字元辨識 (OCR) 技術，主要建立在影像二值化、邊緣偵測與字型樣板比對等規則式影像處理方法之上。此類技術對影像品質與字元條件高度敏感，必須仰賴清楚的對比、固定字型與穩定的光源環境，才能維持基本的辨識效果。因此在文件掃描、標準印刷品等應用場域中尚能發揮功能，但一旦進入工業製造現場，面對金屬反光、曲面結構、雷雕深淺不一或字元傾斜等情況，辨識穩定度便大幅下降，往往需要大量人工調整參數與光學條件才能勉強使用。

隨著深度學習技術的成熟，現今的 OCR 已逐步演進為結合卷積神經網路 (CNN) 或 Transformer 架構的 AI-OCR 技術。此類方法不再依賴固定的字型與明確的邊界，而是透過大量影像資料訓練模型，自動學習字元在不同材質、角度、光線與背景條件下的特徵表現。即使字元存在局部缺損、對比不足或表面紋理干擾，AI-OCR 仍能透過整體特徵判斷其

可能性，顯著提升在非理想影像條件下的辨識成功率。

現今的字元辨識技術主要分成兩種類型，一種是「先偵測文字框再進行辨識」，另一種則是「採用YOLO 架構的一階段偵測方法」。

a. 兩階段方法：透過文字偵測模型擷取出影像中的文字區域，再將每個區域裁切並交由文字辨識模型解析字元內容 (Text Detection)，開源字元辨識模型 EasyOCR 就是這樣的架構，如圖 6。此類技術通常採用 EAST、DBNet 或 CRAFT 等深度架構，能在曲面、反光、低對比、破碎字元等複雜材質上維持高度穩定性，特別適合工業場域中金屬雷雕碼、烤漆油墨印字與貼標文字等高精度需求；最後在使用文字辨識模型將取得的文字框影像進行文字辨識 (Text Recognition)，辨識端則使用 CRNN、Transformers 或其他序列模型。



圖 6、EasyOCR 所使用的流程架構

b. 一階段方法：最具代表性的就是 YOLO 模型，將文字視為物件，一次性輸出文字外框位置，以其高速推論與簡潔架構適合建置於高速產線。YOLO 對清晰、規則、印刷品質良好的文字具有優勢，但對細字、彎曲字串或反光材質相對較敏感。整體而言，兩階段

方法具備較高解析度與穩定度，而 YOLO 則以速度與實時性見長，企業可依照產線速度、材質特性與準確度要求選擇最合適的文字偵測策略。

4. 所羅門視覺軟體

Solvision 應用層面廣泛，不論是傳統產業(金屬製造、紡織品製造)或是科技業(晶圓、面板)，皆能進行應用，不論產品種類，不論需要檢出的缺陷樣式多複雜，皆能使用 Solvision 進行辨識分析。

此外 Solvision 擁有簡易的介面、辨識(模仿)能力強，且 Solvision 僅需少量的學習樣本即可進行深度學習，大大減少樣本收集的時間，再者 Solvision 開發及檢測速度快，且提供完整報表，讓使用者能更輕鬆且快速地完成任務。



圖 7、所羅門 Solvision 軟體截圖

常見的 Solvision 應用有數量計數、字元辨識(OCR)、品質檢測...等應用層面，也能與本公司自行研發的產品 AccuPick 搭配使用來達成智能物流的應用，更多的案例可以參考 Solomon AI and 3D Vision 的 youtube 官方頻道。

a. 數量計數

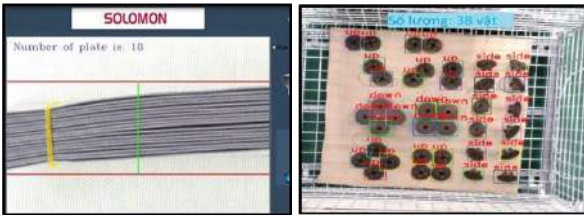


圖 8、Solvision 數量計數示意圖

b. 字元辨識



圖 9、Solvision 字元辨識示意圖

c. 品質檢測



圖 10、Solvision 品質檢測示意圖

三、瑕疵 AI 光學字元辨識技術與應用之規劃及執行作法

1. 相機規格選用

實驗規劃 2000 萬畫素的相機搭配焦距 16mm 的鏡頭，傳輸格式為 USB3 Vision，FPS 最快可達 19.2，因為 OCR 的辨識主要不是實時監控的方式進行，所以不要求 FPS 需要很高，重點是畫面要能夠穩定的擷取出文字特徵，影像不可以模糊，工業相機如圖 11 所示，但若需要實時監控也可以做得到，19.2 更新率是沒有問題的。



圖 11、工業相機+鏡頭照片

2. 標的物說明

主要標的物為五通管如圖 12，主要是要進行噴塗後的文字辨識，標的有 10 支五通管，分別有 5 種顏色加 2 種的表面處理方式(消光、反光)，除材料特性外，該五通管上各有一個平面文字以及曲面文字如圖 13，平面文字為外部編號使用，曲面文字則是廠內編號使用。



圖 12、五通管物件之照片



圖 13、五通管表面處理特性(左：消光、右：反光)

故根據水平面文字及曲面文字個別進行實驗規劃及實驗。

3. 平面文字實驗規劃/配置/訓練設定

平面文字在實驗規劃上相較簡單，只需將標的物躺平後就屬於平面文字如圖 14，影像在辨識平面文字時效果相較垂直得更好，根據該特性進行實驗規劃如下：



圖 14、五通管平面文字取像

- a. 架設一環境進行文字辨識。規劃一五通治具，讓環境/配置是穩定的，如圖 15。(包含光源及相機的架設)
- b. 規劃使用數個五通管，必須包含 0-9 的數字，且包含亮面及霧面的特性。
- c. 在訓練 OCR 模型的時候，使用影像增強功能，搭配顏色轉換、陰影、少許的雜訊來提高辨識率；調整模型參數設定，如訓練次數、學習率。
- d. 平面文字有 9 個字元：4 字母+5 數字。(例：AWIT10165)

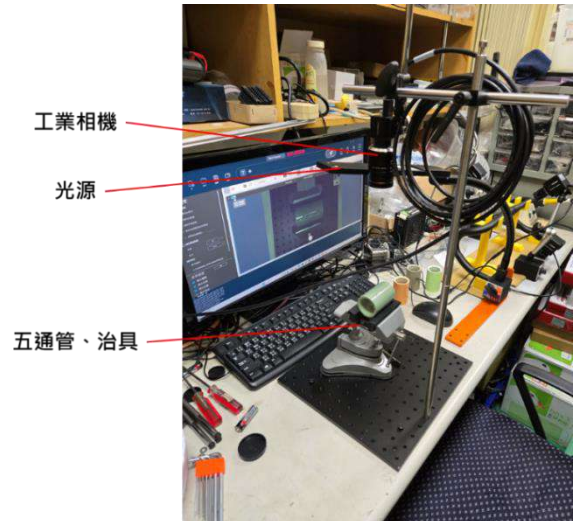


圖 15、平面文字實驗配置

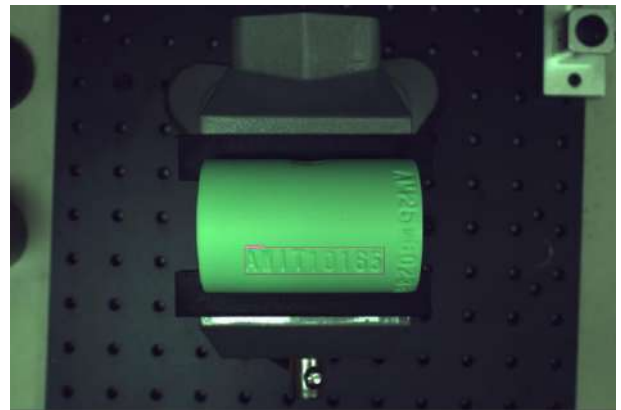


圖 16、平面文字實驗取得的影像

而執行流程則如圖 17 所示，因使用所羅門工具，就既有的功能進行特徵檢測、影像切割、文字辨識以上的操作。

- a. 特徵檢測：訓練模型，用來取得文字框。
- b. 影像切割：根據文字框，切割影像。
- c. 文字辨識：訓練模型，用來辨識出文字的字元內容。

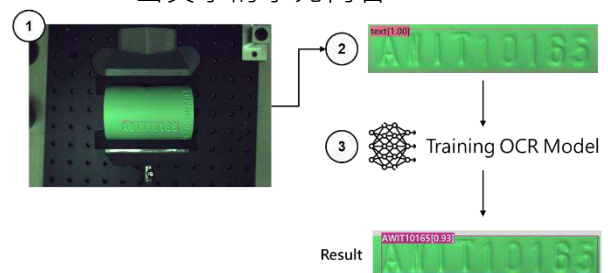


圖 17、平面文字執行流程

在訓練 OCR 模型時，設定影像增強的功能，包含色彩彩度、雜訊、降低/提高解析度、添加陰影、灰階直方圖均化等參數設定，影像加強的畫面如圖 18，將少量的影像樣本，添增更多影像的多樣性，讓模型在訓練的時候，可以達到更好的辨識率。



圖 18、影像增強預覽畫面

4. 曲面文字實驗規劃/配置/訓練

曲面文字辨識相較困難，因為曲面文字之長度無法被一台相機所捕捉，所以至少要配置兩台相機，如圖 19，所以在實驗規劃及配置上會跟平面文字有一些差異。

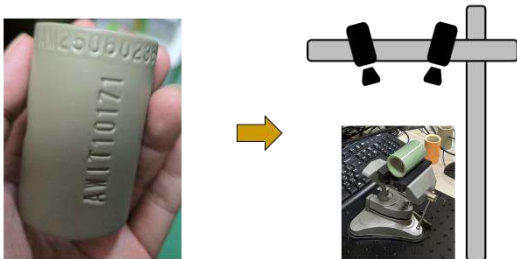


圖 19、曲面文字取像規劃想法

曲面文字之實驗規劃如下：

- 架設一環境進行文字辨識。規劃一五通治具，讓環境/配置是穩定的，如圖 20。(包含光源及相機的架設)

- 規劃使用 N 個五通，必須包含 0-9 的數字，且包含亮面及霧面的特性。
- 五通管上曲面文字的排版，無法使用一台相機取得完整的字元，所以至少需配置兩台相機。
- 在訓練 OCR 模型的時候，使用影像增強功能，搭配顏色轉換、陰影、少許的雜訊來提高辨識率。
- 曲面的文字有 11 字元，前面為 2 字母 + 9 數字。(例：AM250602366)



圖 20、曲面文字實驗配置

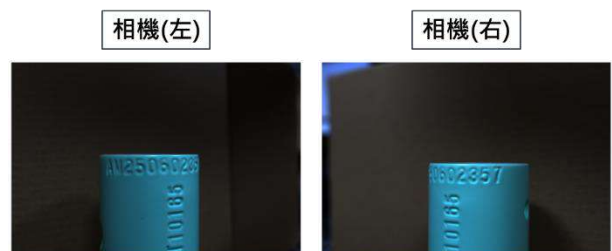


圖 21、曲面文字實驗取得的取像

流程如水平文字處理方式相同，先擷取出文字框後，裁切再進行 OCR，如圖 17，但曲面文字需要進行拼接，這部分就無法只使用所羅門的 GUI 操作，而需透過串接的方式呼叫所羅門專案來使用，曲面文字辨識的流程最後會像圖 22 所示，藉由開發一個人機介面或是

文字介面的方式，使用所羅門 SDK 去做程式碼的開發。

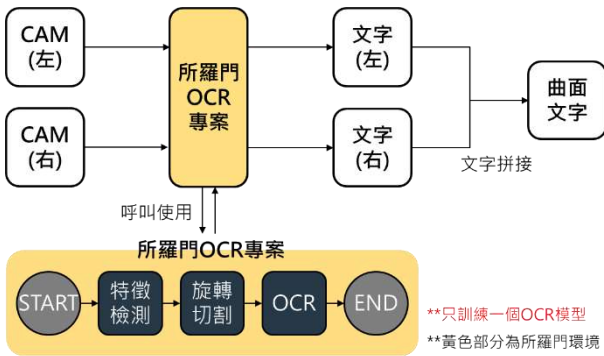


圖 22、曲面文字執行流程

文字拼接方式以拍攝左右的影像，左側由開頭填入字元；右側由尾端填入字元，並設定左側的影像要截取多少字元；右側取出多少字元。如同圖 23 表示，左邊的影像取出 7 個字元，右側取出 4 個字元去拚出完整的字串。(曲面編號共 11 個字元)

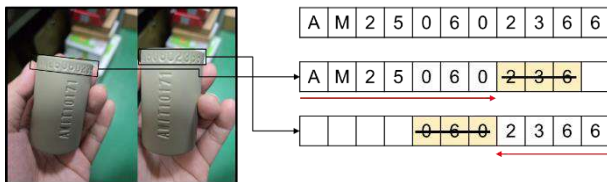


圖 23、曲面文字拼接方式示意圖

另外再訓練模型的時候，因為曲面文字配置兩台相機，一次取像都會有兩張影像，故有一半的影像會從五通管的左側做拍攝，另一半則是右側，雖然有兩個方向拍攝的影像，但在訓練曲面文字 OCR 模型的時候，則是使用同一個模型進行訓練，不管是哪個方向拍攝的影像，對於模型來說，標記出來的內容就只是文字而已。

在進行標記的時候，過於壓縮或是無法辨識的文字就不予標記，

保有模型在辨識時的準確率。(因為許多文字在壓縮時都會長得很像導致模型判斷錯誤：1、7；3、5)

而在此次專案上，左右影像中有很多重複辨識的文字。如下方影像，重複辨識的文字有 5 個 (06023)，因此不需要將所有文字全部辨識出來。如圖 24 所示，兩張影像最側邊的【5】皆尚未標記。



圖 24、曲面文字辨識模型標記截圖

5. 曲面文字辨識介面開發

所羅門 SDK 提供 C# 及 VB 的程式開發內容，實驗使用 C# 作為程式語言，因為 C# 有相關套件可以進行人機介面或網頁的開發。

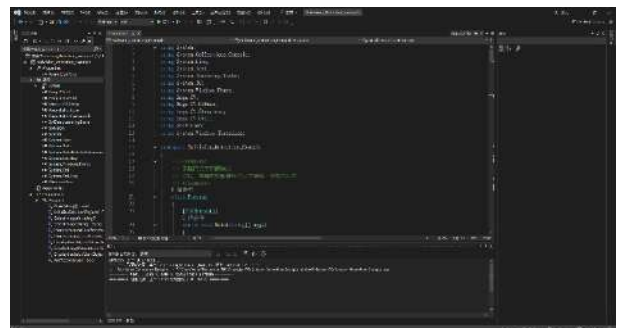


圖 25、C# 開發過程 (Visual Studio)

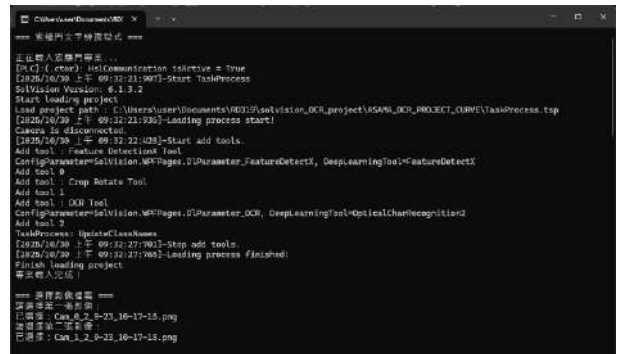


圖 26、程式執行過程截圖

根據圖 22 曲面文字的流程規劃內容，使用所羅門的 SDK 進行

開發，將 OCR 專案開啟並辨識，分別取得左右兩邊的影像文字，最後進行文字拼接工程即可完成曲面文字的辨識。

四、字元辨識技術成果

1. 平面文字研究成果

辨識時的第一階段為「文字區域偵測」如圖 27，模型會在影像中自動定位鋼印編號之文字位置，並以框選方式擷取該區域，確保輸入至後續辨識模組的內容集中於有效文字範圍。

第二階段為「字串辨識」，將擷取後的區域影像輸入 OCR 模型，產生對應的編號字串與信心度。從結果可觀察多數編號皆達到 0.90 以上的高信心度，顯示模型在正常材質、光源與表面反射條件下具良好穩定性，如圖 28。少數樣本（例如 0166、0170）因光澤反射或局部過曝，使字體邊緣對比降低，導致信心度略降，但仍成功辨識出正確編號。整體而言，模型對不同顏色背景、不同光線條件及不同壓印深度皆具備高容忍度，可有效支援生產線自動化編號擷取與追溯作業。

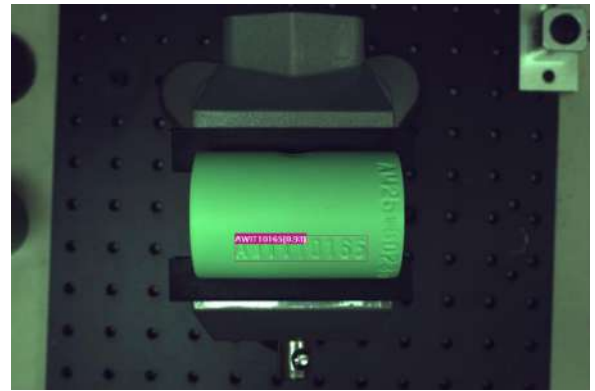


圖 27、平面文字影像捕捉畫面



圖 28、平面文字辨識結果

2. 曲面文字研究成果

針對五通管上之「曲面鋼印文字」進行文字辨識，由於文字位於弧形外殼上，且表面具高度反光、塗層顏色多變、照明角度不固定，傳統 OCR 難以穩定辨識。本研究採用兩相機的影像捕捉，分別針對前半部和後半部的文字進行辨識，有效克服曲面拍攝時的失焦、陰影、反射與視角偏移問題。

第一階段模型負責於完整影像中精準檢測到鋼印文字位置，即便在不同拍攝角度、遮蔽背景或局部光照不足的情形下仍能穩定框選，如圖 29。第二階段 OCR 模型則對擷取區塊進行字碼編碼辨識，輸

出完整字串與信心度，如圖 30。從實驗結果可見，在多組拍攝環境下（包含綠色塗層、藍色塗層、咖啡色塗層、局部反光與暗部場景），系統皆能產生 0.90 以上的信心度辨識結果。

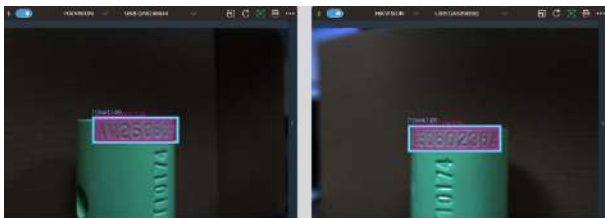


圖 29、曲面文字影像捕捉畫面



圖 30、曲面文字辨識結果

進一步測試顯示，即使文字因曲率導致局部變形（如 25060236 → 25060286）、或在不同段面需分別拍照後再進行字串合併，系統仍可正確識別並輸出完整料號（如 AM2506023 + 0602357 → AM250602357），證實模型具備跨畫面整併與抗形變辨識能力，透過圖 31 這樣的拼接方式，可去除掉尾端或前端因曲率導致變形的文字（在模型訓練時也不會將變形文字一起進去訓練）。



圖 31、曲面文字拼接處理說明

以上說明在所羅門專案中，所進行的流程及內容，實際上曲面文字區要透過 SDK 的方式進行開發，故程式之執行成果如圖 32：

```

=== 文字辨識結果網覽 ===
Results:[0] text
  Results[0]:[0] AM2506023, confidence:0.9818346

Results:[1] text
  Results[1]:[0] 0602357, confidence:0.9574787

Results:AM250602357, Confidence:0.969656646251678

=== 辨識完成 ===
是否要繼續進行辨識?
[Y] 繼續辨識
[N] 離開程式
請選擇:|
    
```

圖 32、曲面文字程式執行結果

五、結論

本研究針對自行車五通管上的鋼印文字，分別在「平面文字」與「曲面文字」上驗證兩階段式 OCR 技術之可行性與穩定度。整體架構皆採用「文字區域偵測」與「文字辨識」的雙模型流程，藉由先框選出鋼印文字區域，再進行字串解析，避免背景干擾並提升辨識精準度。在平面文字中，由於表面無曲率且光線分佈均勻，鋼印文字外觀清晰，因此單相機即可取得高品質影像；兩階段模型能以高信心度完成辨識，實驗結果的穩定性佳，信心度普遍落在 0.95 以上。



相較之下，曲面文字因其外形具明顯曲率，影像容易受反光、陰影、焦距偏移與文字形變影響，導致單一視角常無法完整捕捉所有字碼。為克服此特性，本研究額外使用所羅門 SDK 專案的處理（例如去反光、亮度補償、ROI 自動校正），並配置兩台相機從不同角度同步擷取影像，以確保完整字串皆能被偵測與辨識。經多組不同塗裝顏色、不同光源及不同視角的測試後，曲面文字的辨識信心度依然可達 90% 以上，與平面文字辨識度相近，顯示兩階段架構在曲面領域仍具高度適用性。

綜合以上，平面文字可直接使用標準雙階段 OCR 架構；曲面工件則需額外的 SDK 處理與雙相機多角度資訊及文字處理，但最終辨識效能已成功達到接近平面環境的水準，本研究建立的 OCR 系統具備跨形貌的穩定性與可量產性，能滿足實際生產線對追溯碼自動化擷取的需求。

六、參考資料及文獻

1. Deep learning machine vision camera In-Sight D900 from Cognex:
<https://tipteh.com/machine-vision/industrial-cameras/deep-learning-camera-for-machine-vision-cognex-in-sight-d900/>
2. 機器視覺光學件配置的 6 項基本參數 - 部落格 | 康耐視：
<https://www.cognex.com/zh-tw/blogs/machine-vision/the-six-fundamental-parameters-of-machine-vision-optics>
3. 為什麼 AOI 光源有那麼多種形狀？ - 文章資訊(第 8 頁列表) - 弘翔精密科技股份有限公司：
https://www.urvision-tw.com/article_detail/14/8.htm
4. 所羅門 AI 瑕疵檢測 SolVision | AI 瑕疵檢測和圖像辨識軟體 | 工業自動化解決方案 " AI 影像檢測軟體 " 讓瑕疵無所遁形 | SOLOMON AR·AI+ | SolVision | AccuPick | SolMotion | OCR:
<https://www.solomon-3d.com/tw/products/solvision/>
5. GitHub - JaidedAI/EasyOCR: Ready-to-use OCR with 80+ supported languages and all popular writing scripts including Latin, Chinese, Arabic, Devanagari, Cyrillic and etc.:
<https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>
6. 所羅門視覺操作手冊文件。
7. 所羅門視覺 SDK 手冊文件。



AI 模型於製程參數應用之探討-以鋁材管件銲接為例

本研究主要目的在建構虛擬、參數化的電動輔助自行車幾何穩定性模擬分析方法，供車架設計開發流程之幾何參數設計應用。本研究整合應用 CAD 與 CAE 技術，在虛擬環境中建構整車幾何設計參數可調動之分析模型，可解析車架重要幾何設計參數對整車動態反應之影響，並應用反應曲面法(RSM)展開穩定性反應分析研究，歸納穩定性影響顯著因子之反應趨勢，穩定性品質特性結果經回歸分析並建立數學模型，可提供設計工程師未來幾何尺寸設計工作時應用、預測，快速有效的評估設計品質與趨勢。

文/技研部 陳志明 #329

一、前言

歐盟地區為全球電動輔助自行車 (Pedelec) 主要市場，根據歐洲自行車工業聯合會(CONEBI)資料統計，2006 年以來，歐盟地區電動自行車每年平均以 20% 的增幅快速的擴張，2016 年已達 167 萬台的銷售規模，推估 2017 年超過 200 萬台的銷售規模。

隨著銷售市場的成長，電動輔助自行車逐漸衍生多種車型以滿足消費者各種使用情境需求，如電動輔助登山車 (eMTB)、電動輔助公路車 (eRoad)、高功率型電動輔助自行車 (Power-Pedelec)、高速型電動輔助自行車 (Speed-Pedelec)、電動輔助載貨車 (eCargo bike) 等，因應不同的使用需求而生，在整車幾何的設計與馬達系統、電池系統配置均需要有不同的考量，整車的重心也因此隨之改變，自行車整車設計階段，最重要的工作即決定車架的幾何尺寸，設計重點除了考量人體在自行車上的騎乘姿勢，取得較佳的舒適性與騎乘效率外，亦須考量幾何條件對於騎乘的穩定性影響，錯誤或不佳的配置

方式，可能造成操控靈活度降低，影響操控安全；高速的騎乘狀況下，如轉向系統過於靈活而產生高速的不穩定，對騎乘者所造成的危害相當大。

二、研究方法

1. 實驗設計(DOE)

實驗設計 (DoE) 是一種用於反應和過程優化的統計方法，它允許同時改變同的因數，目的是篩選反應空間以獲得最佳值。在化學開發中，DoE 研究用於加速反應優化，因為它們允許在少量實驗中評估大量反應參數。在過去的幾年裡，DoE 已經被用於在研發和製造中實施品質源於設計。反應曲面法是一種結合實驗設計、統計建模與最佳化分析的實用工具，特別適合用於工程製程、產品設計與品質改善中，當目標是以有限實驗資源找出最佳操作條件時，RSM 是非常成熟且可靠的方法。

2. AI 模型建構

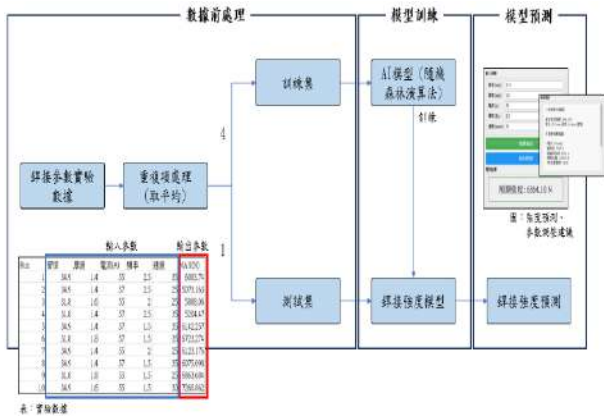


圖 33、AI 模型建構

(1) 銲接參數實驗數據，因為 DOE 實驗的方法有針對特定參數組進行重複實驗(總共會有 5 組重複的參數組)，所以要先將數據做整併。處理方式為將相同參數組的外力值設定成平均壓力值。(原 30 組 → 不重複 25 組)。

(2) 數據其分割成 4:1 的訓練集和測試集。(訓練 20 組/測試 5 組)

(3) 建立 AI 機器學習模型(監督式學習)，使用隨機森林模型(RF)進行迴歸分析。

(4) 將該模型進行測試組(5 組)的評估，並將其顯示於人機介面上，以及該模型的其他分析內容。

3. 數據處理

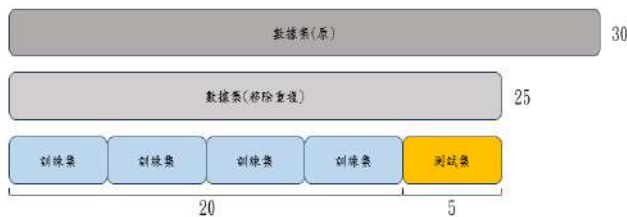


圖 34、數據整理概念圖

數據是 AI 模型訓練的基礎。這一步

驟包括數據的收集、清理和標籤化。目的是確保數據品質夠高，能夠支持模型學習。例如，針對圖像分類任務，需準備標註清晰的圖片數據集。

4. 模型訓練(隨機森林演算法)

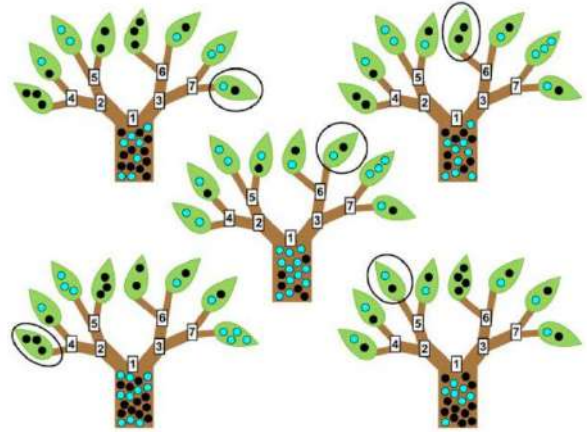


圖 35、隨機森林演算法

隨機森林的原理基於大量決策樹的集成 (Ensemble)：

(1) 使用 Bootstrap (有放回抽樣) 產生多個不同的訓練子集。

(2) 每棵決策樹在訓練時，節點分裂會隨機挑選部分特徵，避免過度依賴單一參數。

(3) 所有決策樹訓練完成後：回歸 (強度預測)：取所有樹的預測平均值分類 (合格判定)：取所有樹的投票結果

(4) 多棵樹的平均化可大幅降低變異，提高預測穩定性。也就是說多棵隨機決策樹的平均，能穩定預測銲接參數對強度或品質的影響。

5. 操作介面製作(PyQt 套件簡介)

使用 PyQt 套件來開發人機介面，PyQt 是 Qt Framework 的 Python

語言綁定 (binding)，讓開發者能以 Python 撰寫跨平台桌面圖形化使用者介面 (GUI) 應用程式。

- ◆ 原始核心：Qt(C++ 撰寫)
- ◆ PyQt：Qt 的 Python API 封裝
- ◆ 支援平台：Windows/macOS/Linux

6. 靜力測試

靜力測試 (Static Test) 是一種基礎力學測試，用於檢驗物體在靜止、不變載荷作用下的強度、剛度與變形特性，常見於建築 (地基承載力)、航太 (飛機結構)、橋梁 (承載能力) 等領域，確保結構安全與設計準確性。

三、限制條件

1. 實驗設備為 Fronius TPS 500i 銲接機、6 軸機械手臂+2 軸旋轉台



圖 36、實驗相關設備

Fronius TPS i 銲接機是最先進的銲接系統之一，其高達 600 A 的巨大功率容量，可滿足鋼、不銹鋼和鋁應用的最高要求。此銲接系統的智慧型

設備、模組化結構和多種擴展選項，為各種應用提供了必要的靈活性和效率。

2. 採用 CMT 銲接工藝

鎂合金銲接具有優良的物理性能、機械性能及良好的加工性能，已成為目前應用最廣泛的金屬材料之一，廣泛應用於航太、機械製造以及高速列車等領域。因此，如何確保高品質的鎂合金銲接已成為研究的熱點。自 2004 年問世以來，冷金屬過渡 (Cold Metal Transfer, CMT) 銲接技術因銲接過程穩定、熱輸入低等優點，受到了廣泛關注。CMT 銲接技術尤其適用於鋁合金銲接，可有效降低銲接缺陷並改善銲接。

在鋁合金銲接過程中，熔滴的形成過程、尺寸以及熔滴銲接的形式對銲接過程的穩定性及銲接成品品質產生重要影響，因此對 CMT 銲接過程中的熔滴銲接進行分析具有重要意義。

3. 母材 A6061，填料 A4043

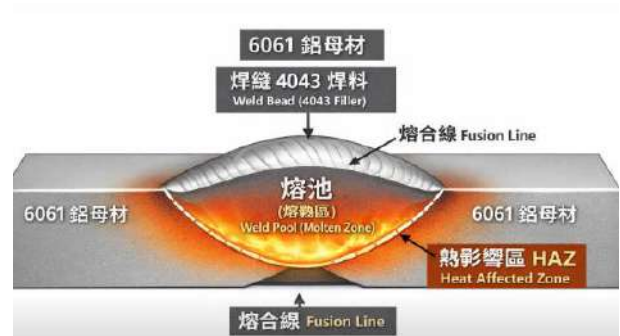


圖 37、銲接與銲料示意圖(AI 生成)

6061 鋁合金母材和 4043 鋁銲料，這組配置在銲接鋁合金時非常常見，尤其是 TIG (氬弧銲) 或 MIG (熔化

極銲) 銲接。6061 鋁合金是中強度、多用途的熱處理可強化鋁合金，而 4043 銲絲則因含矽量適中，熔點較低，能提供良好的熔銲流動性與銲接強度，是銲接 6061 的理想選擇，能製造出與母材拉伸強度接近且耐腐蝕性優良的銲件。

4. 夾持方式

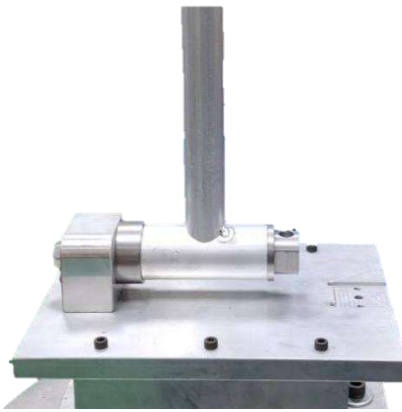


圖 38、銲接治具

為了確保銲接的品質，必須設計一個治具來固定工件。

5. 銲道採分段分別設定參數



圖 39、圓弧銲道分段銲接

圓弧銲接道在銲接過程中，因幾何形狀具有連續曲率特性，若採用連

續銲接方式，容易造成局部熱輸入集中，進而引發不均勻熱收縮，使工件產生變形、圓弧半徑偏移或尺寸精度下降。同時，集中過度的熱影響區也會導致過剩負荷，增加銲接結構疲勞，因此，圓弧銲道採用分段銲接方式進行，貫穿將銲接熱源分散於不同的分區，並通常依或交錯順序施銲，可有效平衡銲接收縮，降低整體變形量，均勻分散分佈，從而均勻地進行。此外，分段銲接有助於各維持穩定銲接姿勢與熔池控制，提升銲道形成一致性與外部綜合而言，圓弧銲道採骨架銲接不僅可提升尺寸穩定性與結構可靠性，亦能有效確保銲接質量，特別適用於薄壁管件及對疲勞。

四、實施步驟與成果



圖 40、計畫架構

透過建置銲接線製程資料收集與可視化系統、銲接路徑離線編程虛實整合技術，及結合車架管件 AI 銲接模型資料庫，可提升銲接製程效率及品質、縮短開發週期，避免過往依賴經驗法則所造成的試誤成本及時程。

1. 實驗規劃方案

實驗方法：RMS(D-optimal)

五因子/2 水準*1+3 水準*4

實驗組數：30 組

因子：1.管徑(2 水準)

2.管厚

3.送線速度 V1(電流)

4.放電頻率

5.行走速度 V



圖 41、T 型管規格尺寸

2. 試件製作

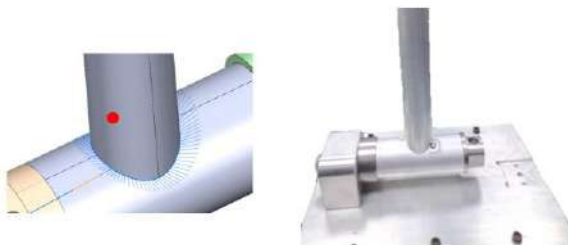


圖 42、T 型管試件治具製作



圖 43、T 型管治具製作

3. 試件靜力測試



圖 44、T 型管靜力測試



圖 45、T 型管靜力測試後斷裂情形

4. 模型訓練

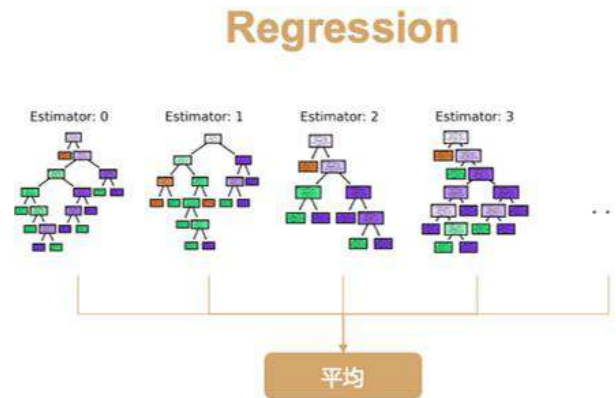


圖 46、整合回歸模型

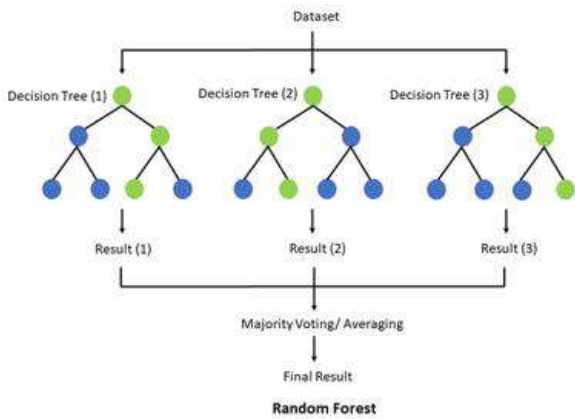


圖 47、隨機森林模型

透過資料隨機化 (Bagging) 與特徵隨機化 (Feature Randomness)，建立多個彼此差異的學習器 (決策樹)，再以投票或平均方式整合結果，以降低過擬合並提升泛化能力。

5. 操作介面規劃

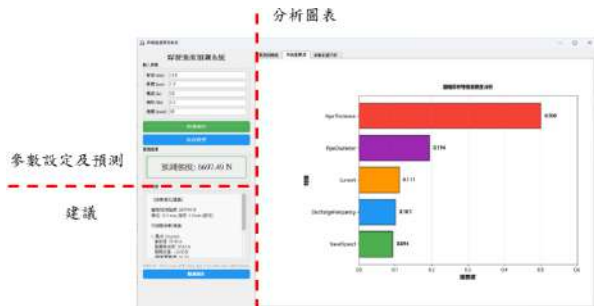


圖 48、參數設定及預測



圖 49、參數建議

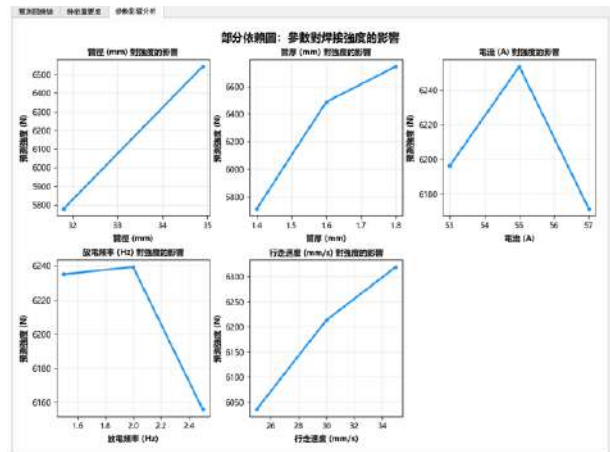


圖 50、參數影響分析

顯示每個變數對預測的正負方向與強度，直觀的模型可解釋工具。



圖 48、參數設定及預測

五、結論

- 透過實驗設計以 5 個銲接參數為因子的進行銲接試件製作。
- 透過靜力測試取得試件破壞強度作為響應。
- 利用隨機森林作為演算法建立 AI 銲接模型。
- 依據實驗數據訓練 AI 銲接模型。
- 設計人機介面以進行 AI 銲接模型操



作與運算結果的可視化。

- 可利用 AI 銲接模型進行銲接結果預測以及提供銲接參數建議。

六、參考資料

1. https://www.mt.com/tw/zt/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_ReactionAnalysis/design-of-experiments-doe.html
2. <https://www.fronius.com/en/welding-technology/products/manual-welding/migmag/tpsi/tpsi/tps-500i>
3. 青島科技大學學報 (自然科學版) 文章編號: 1672G6987 (2020) 06G0087G06 ; DOI : 10.16351 / j.1672G6987.2020.06.012
4. <https://kknews.cc/news/brzmvj.html>
5. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/geoai/how-random-trees-classification-and-regression-works.htm>
6. <https://medium.com/@jivanjotk.32/decision-tree-and-random-forest-classifier-in-ml-b4a54a5931a9>



客 製 供 應 鏈 管 理 系 統

本研究旨在建構一套以資訊透明與雙向互動為核心之供應鏈資訊管理平台，採用 Web 架構實現跨地域協同作業。系統以前後端分離設計，後端使用 Java Spring Boot 處理業務邏輯與權限控管，前端以 Vue.js 建置操作介面，並區分主導廠與供應廠商角色進行訂單與生產資訊管理。研究結果顯示，本平台可提升供應鏈資訊即時性與作業協同效率，驗證以資通訊技術優化傳統供應鏈管理流程之可行性。

文/技研部 王筠婷 #339

一、研究背景

在全球供應鏈快速重組、地緣政治局勢與市場需求持續變動的背景，製造業正面臨顯著且複雜的營運挑戰。隨著智慧製造、數位轉型與 AI 導入成為產業發展的主流趨勢，傳統加工製造廠商需調整既有營運模式，以回應各項議題。特別是在供應鏈管理的範疇中，供貨的準時性與品質穩定性已成為企業維持競爭力的關注焦點。

本研究之主體作為產業鏈中的核心廠商（主導廠），長期與眾多上游供應商保持密切合作關係。然而，檢視現行的供應鏈協作模式，仍多採人工方式（如電話、Email、傳真）進行訂單回覆與生產狀況管理。此種作業模式易導致資訊更新時效不一致、溝通成本增加，並在跨單位協作中產生資訊落差，進而影響對交期準確度與生產進度的有效掌握。

為解決上述問題，本研究旨在建構一套客製之供應鏈資訊整合平台，以「資訊透明、雙向互動」為設計核心。透過導入數位化工具，賦予供應鏈成員直接更新訂單進度的權限，使主導廠能

即時掌握執行狀態與交期回饋。此系統之導入預期能減少傳統人工作業的時效延遲與錯誤，強化整體供應鏈協作的穩定性與應變能力。

二、供應鏈管理系統建置之相關技術與執行方式

本研究所建構之管理系統，因需串聯多家供應鏈廠商，以支援跨空間之系統操作，故採用網頁式應用系統作為主要操作介面，並架設於企業內部伺服器，以確保資料之安全性與隱密性。系統透過企業內部網路或受控之網路環境進行部署，並結合內建之身分認證與權限管理機制，有效區隔不同供應商之業務資料，防止未經授權之存取與敏感資訊外洩。同時，由主導廠商集中進行資料庫管理與維護，以確保整體供應鏈資訊之正確性與一致性。

在系統開發方面，本研究採用現代化之 Web 應用程式開發模式，並以下列技術棧作為主要實作方法：

1. 系統架構

本系統採用主流之前後端分離架構設計。後端負責核心業務邏輯



處理、資料管理與安全控管，前端則提供使用者操作介面，雙方透過 RESTful API 進行資料交換，以發送請求並接收回應。

2. 後端服務

系統以 Java 程式語言進行開發，並採用 Spring Boot 框架作為核心開發工具，並搭配 Spring Security 框架作為帳號管理的機制。

在當今軟體開發領域中，Spring Boot 為 Java 生態系中廣泛採用的後端開發框架，常應用於企業級系統、微服務架構與雲端環境。Spring Boot 建立於傳統 Spring Framework 之上，透過自動化設定與約定優於設定 (Convention over Configuration) 的設計理念，大幅降低系統建置與設定的複雜度。以下說明其核心技術：

(1) IoC 控制反轉機制 (Inversion of Control)

控制反轉 (IoC) 為 Spring 架構之核心概念，其由框架容器負責管理物件的生命週期與相依關係，而非由開發者自行建立與維護。Spring Boot 透過註解式配置方式實作 IoC，使系統架構更為簡潔。

(2) 自動化配置機制

Spring Boot 提供快速啟動與自動化配置機制，開發者僅需透過

@SpringBootApplication 即可建立並啟動完整的應用程式，取代傳統需撰寫大量 XML 設定檔的方式。

(3) Spring Data JPA 資料存取支援

透過整合 Spring Data JPA，系統可利用介面繼承與命名規則完成常見資料庫操作，減少樣板程式碼撰寫。

(4) 獨立打包與部署能力

Spring Boot 支援將應用程式打包為可獨立執行之 JAR 檔 (Fat JAR)，內含所有必要相依套件與嵌入式伺服器，無需額外部署至外部應用伺服器。此特性不僅簡化部署流程，亦與 Docker 等容器化技術高度相容。

綜合上述特性，本研究採用 Spring Boot 作為後端開發框架，主要目的在於簡化系統開發與部署流程，以提升系統建置效率。此一技術選擇有助於在供應鏈管理系統之建置過程中，加速系統開發與上線。

而在帳號管理機制上，則導入 Spring Security 框架以實作身分認證 (Authentication) 與授權管理 (Authorization)，確保不同使用者角色 (如主導廠商採購人員及各供應廠商) 僅能存取其被授權之功能與資料，進一步提升系統之安全性與資料

隔離性。

3. 前端介面

前端採用 Vue.js 框架進行使用者介面開發，並使用 Vite 作為前端開發伺服器與專案建置 (Build) 工具，以提升開發效率與系統效能。

前端透過 fetch API 向後端 Spring Boot 服務發送 HTTP 請求，採用 RESTful API 架構進行資料交換，並統一使用 JSON 作為傳輸格式。透過 fetch，前端將使用者操作轉換為 API 請求，並根據回傳結果更新畫面狀態，完成資料互動與畫面同步。

4. 資料庫系統

本研究採用 MongoDB 作為主要資料儲存系統，以支援彈性資料結構與系統擴充需求。

5. Docker

當平台開發完成後，最後階段即為系統部署與上線，目的是讓實際使用者能透過網路連線使用本平台功能。部署作業首先需評估實際運作環境，包括伺服器的擁有權、作業系統種類與網路配置等。由於本研究所建置的供應鏈平台是由主導廠主控，因此最終選定部署於該廠自有的內部伺服器上，採用 Linux 作業系統作為執行環境。

為避免在伺服器中發生環境相依性問題，如函式庫版本差異、作業系統依賴等衝突，部署過程中採

用 Docker 技術進行容器化，並透過 Docker Compose 來定義並管理多個容器間的協作與設定。

透過上述技術的整合應用，本研究旨在建立一套能有效促進供應鏈資訊交換，並改善現行作業流程的供應鏈資訊平台。

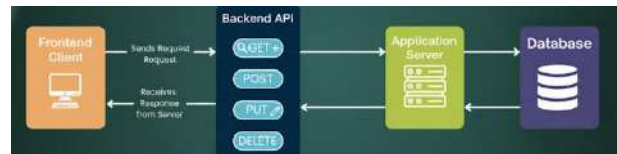


圖 51、Web 開發基本架構

三、研究成果

本平台的主要目的在於提升供應鏈訂單管理的效率，通過自動化處理訂單、交期回覆，以及供應商管理等流程，簡化人工操作的步驟。

系統主要有兩個使用者：主導商（即企業採購 / 生管人員）和其供應鏈廠商，可分別登入平台進行操作。主導商可通過平台進行採購訂單管理、供應商管理，以及供應商交期回覆查看，而供應商則可以管理自己的訂單、回覆交期與出貨資訊，以及上傳與下載必要的採購文件。

接下來將說明已完成的研究成果，展示各角色在平台操作中的實際應用情境。

1. 帳號管理模組

帳號認證與權限管理是資訊平台的核心功能，確保主導廠與供應商的帳號管理皆是安全且有序的。

為提升安全性，系統已完成密碼加密處理，並採用 JWT 憑證驗證機制進行登入控管，設定憑證時效，確保登入權限不被長時間持有。

此外，依據主導廠與供應商的身份別，系統進一步區分網站訪問權限，避免透過網址跳轉存取未授權的資料。當憑證失效或權限不足時，系統將彈出提醒視窗，通知使用者重新登入或調整權限，確保資訊安全與存取合乎規範。

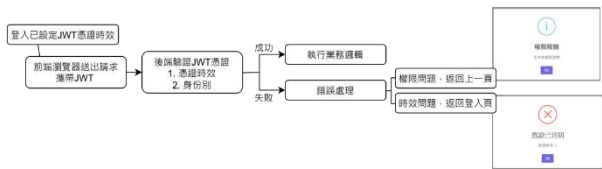


圖 52、帳號登入業務邏輯

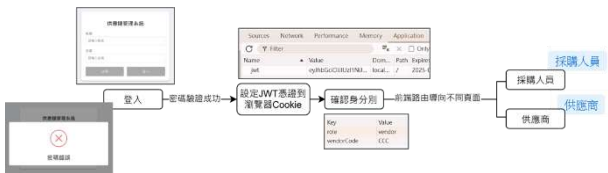


圖 53、憑證時效、身份權限、與錯誤處理之業務邏輯

2. 訂單管理模組

本模組協助主導廠與供應廠商管理採購訂單流程，從訂單上傳、檢視、交期確認到出貨資訊，全流程皆可透過平台操作與追蹤，實現資訊的即時同步。

(1) 訂單上傳與歷史紀錄 (主導廠 / 採購人員)

採購人員可以利用系統排程器自動或自己手動上傳訂單或異動單。每次變更的紀錄皆會保留，

並顯示於歷史紀錄頁面，同時標註變更項目與更新版本號次。而在上傳訂單後，也同步發送通知給供應商，即時同步資訊。

圖 54、訂單瀏覽

產品料號	型號	規格說明	數量	最後更新日期
KC-BB-B5A	A123-01-38	玉階主轉機件 B5A	250	2025/04/27
KC-DR-FRONT	B523-02-01	快拆件 - 前盤	100	2025/04/27
KC-DR-REAR	B523-02-02	快拆件 - 後盤	500	2025/04/27
KC-DRK-DOUBLE	B523-02-03	快拆件 - 雙碟	100	2025/04/27
KC-CS-TBS	B523-02-04	軸套 - 11齒	300	2025/04/27
KC-S-B5A	B523-02-05	滾珠軸套 - V型孔	400	2025/04/27

圖 55、歷史訂單紀錄、標註、版本號次

採購單號	項次	料件編號	品名	型號	材質	顏色	品名規格額 外說明	數量	下單交貨 日	採購日期
PO20250005	1	IN-TIR-700C23C	外胎 700x23C	無	無	無	700x23C, 摺疊胎	600	2025/05/30	2025/03/25
PO20250005	2	IN-TUB-700C	內胎 700C	無	無	無	700x18-25C, 法嘴 48mm	1200	2025/05/30	2025/03/25
PO20250005	3	IN-TIR-29x21	外胎 29x2.1	無	無	無	29x2.10, 摺疊胎	300	2025/05/30	2025/03/25
PO20250005	4	IN-TUB-29	內胎 29吋	無	無	無	29x1.90-2.35, 法嘴 48mm	600	2025/05/30	2025/03/25
PO20250005	5	IN-RMT-20mm	輪圈碟帶 20mm	無	無	無	26吋/700C通用, 20mm寬	1500	2025/05/30	2025/03/25

圖 56、Mail 通知

(2) 訂單瀏覽與下載 (供應廠商)

供應商收到訂單新增或變更的信件通知之後，可以登入平台檢視訂單資訊，過往曾變更的紀

錄也皆會保留與標註。此外，供應商可以單筆選擇採購單的下載或列印，也可以使用批次選取的功能，下載或列印多筆採購單。



圖 57、訂單瀏覽

下單交期	差異交期	最新交期	距離交期	訂單狀態
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	已確認交期
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	
2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚有125天	

圖 59、下單交貨日、最新交期



圖 58、採購單範本



圖 60、單筆回覆

(3) 交期回覆與通知 (供應廠商)

供應商可瀏覽主導廠採購人員的下單交貨日，並對此做出交期回覆。選擇交期回覆的狀態會自動帶入下單交貨日，如需調整則可自行選擇新的日期。交期回覆的方式提供單筆或批次的系統按鈕回覆，此外也提供檔案上傳的方式更新交期。確認之後即變更訂單狀態，最新交期資訊將同步發送信件至主導廠採購人員的信箱，達到資訊即時交換的目的。



圖 61、批次回覆



圖 62、檔案上傳回覆

來源: []
 收信: []
 標題: 採購單回覆通知
 日期: Sun, 27 Apr 2025 21:46:10

您好:

採購單編號 PO20250010 已有最新回覆, 請前往 [供應商平台](#) 查看。

採購單號	項次	料件編號	品名	型號	材質	顏色	品名規格額外說明	下單交貨日	最新交貨日	訂單狀態
PO20250010	1	KC-BB-BSA	五通主軸零件 BSA	A123-02-37	無	無	BSA 螺紋式, 66mm板寬, 24mm軸心	2025/08/30	2025/08/30	確認交期
PO20250010	2	KC-QR-FRONT	快拆桿-前輪	A123-02-38	無	無	前輪用, 100mm O.L.D.	2025/08/30	2025/08/30	確認交期
PO20250010	3	KC-QR-REAR	快拆桿	B523-A1-A4	無	無	後輪用, 135mm	2025/08/30	2025/08/30	確認

圖 63、信件通知

訂單狀態

訂單編號: PO20250010

已出貨

2025 / 04 / 27

送出 取消

圖 67、出貨資訊輸入

(4) 生產與出貨資訊管理 (供應商)

供應商可選擇產品的生產狀態，例如產品的工單狀態 (備料、包裝或處理中等)，達交數據、品質檢驗數據等項目。待生產完畢，訂單狀態可以改成出貨，並輸入出貨日期。相關資訊皆會顯示在訂單主頁，供主導廠採購人員與供應商查看。

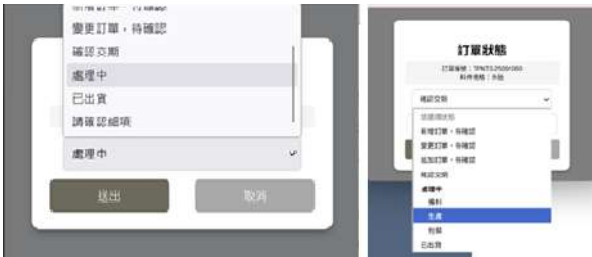


圖 64、生產工單狀態選擇

達交數據

訂單編號: TPN10-25091079

項次	產品編號	訂單總數	已交數量	達交數量	達交日期	確認送出
1	EEB0006206	8	5	1	2025/04/27	已出貨

圖 65、達交數據輸入

生產/品質檢測數據

訂單編號: TPN10-25091079

項次	產品編號	檢測項目	檢測結果	檢測日期	確認送出
1	EEB0006206	test	OK	2025/04/27	已出貨

圖 66、生產/品質檢測數據

訂單編號	廠商	品名	數量	下單交期	最新交期	最新交貨	目前交貨	訂單狀態
PO20250010 [新增] [出貨]		五通主軸零件 BSA	280	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	
		快拆桿-前輪	550	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	
		快拆桿-後輪	550	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	
		大齒盤-雙盤	180	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	2025/04/27 已出貨
		自行車平把立	300	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	
		機車前把-V版用	450	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	
		前手把-標準型	300	2025/08/30	維持下單交期	2025/08/30	尚待125天	

圖 68、出貨資訊顯示

(5) 訂單搜尋 (主導廠、供應商)

主導廠採購人員與供應商皆可透過訂單編號查詢訂單，而採購人員則可再透過廠商代號查詢該廠商的所有訂單。此外，兩者也可透過訂單狀態進行快速搜尋。

供應商 訂單編號 0010 🔍

採購人員 廠商代號 INH100 🔍

圖 69、訂單編號、廠商編號搜尋

訂單狀態查詢

全部

交期尚未回覆

已確認交期

處理中

已出貨

請確認細項

圖 70、狀態搜尋

(6) 每日異動紀錄匯出 (主導廠 / 採購人員)

每日平台系統會定時自動匯出訂單異動的紀錄，並將檔案寄給主導廠採購人員，供其檢閱。



圖 71、異動紀錄

3. 廠商管理模組 (主導廠 / 採購人員)

主導廠採購人員可以新增供應商，並新增多筆聯絡人資訊，同時也可以編輯與刪除廠商的資料。此外，也提供密碼變更與忘記密碼的服務，密碼變更需要輸入舊密碼再次驗證，如忘記密碼，則會發送亂數生成的新密碼至採購人員信箱，所有密碼皆會加密存入資料庫。

供應商代號	供應商	電話	管理
CCC	ccc	ccc	編輯 刪除 變更密碼
TEST01	測試廠商	0912345678	編輯 刪除 變更密碼

圖 72、廠商資訊瀏覽、編輯與刪除

Supplier Management Form:

供應商代號:

供應商名稱:

電話:

密碼:

聯絡方式: 輸入電子郵件 [新增聯絡人](#)

姓名	電子郵件	是否為聯絡人	刪除
		<input type="checkbox"/>	刪除

[確定新增](#)

圖 73、新增廠商



圖 74、變更密碼

4. 料件管理模組

為了確保生產資訊能與訂單狀態同步，使主導廠能夠即時掌握生產進度，系統設計了料件管理功能，以協助供應商管理各物件的製程資訊。鑒於不同廠商對於個別物件可能採用不同的生產流程，料件管理系統可讓供應商針對各自的製程進行獨立管理，確保生產狀態的透明化。

由於讓供應商逐一新增料件是一件耗時又耗人力的工作，因此系統設計為當訂單上傳時，會以料件號碼比對資料庫是否有同廠商且同料件的資料，如無則自動新增，並設定預設的生產流程。供應商可再進入料件管理系統修改編輯料件製程，或是刪除製程，讓系統直接以「處理中」取代製程細項。

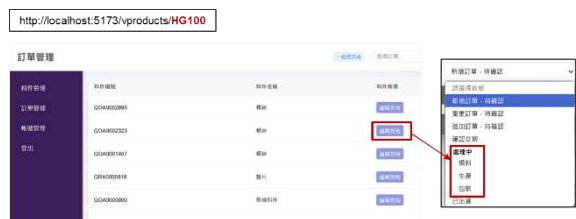


圖 75、料件製程瀏覽

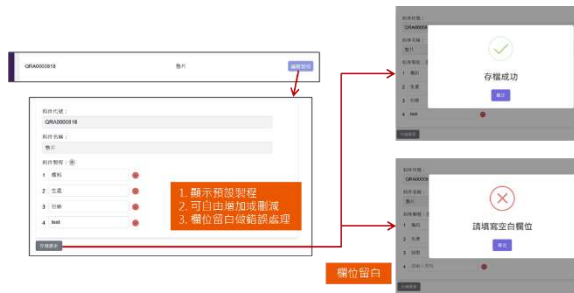


圖 76、料件製程修改



圖 77、料件製程顯示

7PPIHJ23060467	總量	00	2023/06/19	已到期	備位	2025/01/19
	整片	00	2025/11/11	共 61,298 天	已備位數量	2025/01/19
productTest1	productTest1	1	2025/03/10	尚未出貨	789	2025/01/14

圖 78、主導廠訂單狀態跳轉顯示

四、結論

本研究依據主導廠之實際需求，成功建置並開發一套供應鏈資訊管理平台。該平台提供使用者友善之網頁操作介面，能有效串聯主導廠與供應廠商，並以清晰之表格化方式呈現採購訂單相關資訊，包括訂單編號、數量、產品規格與交期等關鍵內容。此外，系統亦實作供應商交期回覆、生產狀態更新與訂單快速查詢等功能，以提升整體操作便利性與作業效率。

綜合而言，本研究成果證實，透過資訊平台進行供應鏈訂單資訊之整合與管理具有高度可行性。該系統不僅能有效提升供應鏈上下游之間的溝通效率與資訊透明度，亦為未來供應鏈管理流程之數位化與持續優化奠定良好基礎。

五、參考資料

MongoDB 官方文件：

<https://www.mongodb.com/zh-cn/docs/manual/>

Spring Boot 官方文件：

<https://docs.spring.io/spring-boot/index.html>

Spring Security 官方文件：

<https://spring.io/projects/spring-security>

Spring 零基礎入門：

<https://kucw.io/blog/springboot/1/>

Vue.js 官方文件：

<https://vuejs.org/guide/introduction>



自行車產業的智慧製造介紹

在二十一世紀全球供應鏈重構與消費市場高度碎片化的浪潮中，自行車產業正經歷一場前所未有的範式轉移 (Paradigm Shift)。傳統以規模經濟為導向、大量生產單一規格的機械組裝模式，已難以應對現代市場「少量多樣」(Small Volume, High Variety, SVHV) 與「快速交期」的嚴苛要求。台灣，作為全球高階自行車的研發與製造核心，正處於這場從傳統金屬加工跨入 AIoT (人工智慧物聯網) 時代的轉型關鍵點。電動輔助自行車 (E-Bike) 產業正處於從「機械組裝」轉向「高科技電子整合」的轉折點。隨著市場需求持續成長，預計 2024 年全球 E-Bike 市場規模將達約 500 億至 600 億美元，並以約 10% 的年複合成長率邁向 2030 年代。自行車產業的智慧製造正從傳統的「勞力密集」轉向「數位驅動」。隨著電動輔助自行車 (E-Bike) 成為市場主流，產業鏈正透過導入 AI、數位孿生及自動化技術，解決少量多樣、技術斷層與淨零碳排等挑戰。

文/創設部 張正明 #603

一、全球自行車智慧製造發展趨勢

根據 TrendForce 研究顯示，受惠於新冠疫情之下數位轉型加速，以及遠端作業、自動化等需求提升，並挾帶 5G、深化 AI 技術等加值服務，推升 2021 年全球智慧製造市場規模至 3,050 億美元，預期至 2025 年有望達 4,500 億美元，年複合成長率達 10.5%，將迎來製造業黃金五年。

展望 2022 年，TrendForce 認為，智慧製造的效益已從強化製造韌性等保守策略，逐步往提升產能與效率、節能減排再循環邁進，成為推升市場規模成長的重要關鍵。

在全球淨零碳排政策推進、智慧城市建設與數位科技成熟應用的多重推動下，自行車產業正迎來一波結構性升級。電動自行車、智慧自行車以及高階運動與通勤車款的需求持續攀升，使市場對產品品質、智慧功能與快速交付能力提

出更高要求。智慧製造因此成為產業提升競爭力、加速創新與強化服務模式的核心策略，也逐步改變全球自行車產業的生態格局。

近年市場研究顯示，全球智慧自行車市場規模在 2024 年約為 6.9 億美元，預計到 2031 年將達到 20.7 億美元，年複合成長率達 17.7%。智慧配件市場同樣呈現快速增長態勢，2024 年全球規模約 18.9 億美元，預計到 2030 年增至 41.1 億美元。這反映出消費者對智慧功能、數據服務與安全性能的強烈需求，促使製造企業不僅需提供高品質產品，更需結合軟體與平台服務形成完整解決方案。

在製造端，智慧化技術的導入正在改變生產流程與管理模式。物聯網感測器、自動化設備與人工智慧分析被廣泛應用於車架加工、塗裝、組裝及品質檢測等關鍵環節。透過即時數據回傳與分



析，工廠可進行預測性維護、異常警示與製程優化，降低不良率、縮短交期並提升整體生產效率。部分領先企業更導入數位孿生技術，將虛擬模擬與實體產線結合，用於產線規劃、工序模擬及品質決策，提前發現潛在問題，提升量產可靠性。這種數據驅動的製造模式，使生產管理由經驗導向轉向精準決策，並為後續智慧產品開發提供實時參考。

供應鏈數位化亦是智慧製造的關鍵。自行車產業具有高度分工特性，從車架、變速系統、電控模組到智慧感測設備，各環節環環相扣，任何延遲或不確定因素都可能影響交付。透過雲端平台與資料整合系統，整車廠與零組件供應商能即時掌握訂單、庫存與交期狀態，提升協同效率與反應速度。智慧供應鏈不僅縮短產品上市時間，也加強企業應對全球市場波動的能力，成為競爭力的重要基礎。

智慧產品的普及，使製造與服務的界線逐漸模糊。智慧自行車透過內建感測器與通訊模組，將使用者騎乘行為、維修需求與零件耗損等數據即時回饋至製造端，作為產品設計與改良的依據。這種數據閉環促進了遠端診斷、OTA 更新及個性化騎行建議的實現，使自行車製造商從單純產品供應商轉型為整合硬體、軟體與服務的解決方案提供者。

在永續發展方面，智慧製造提供了低碳與資源效率提升的可行方案。智慧能源管理系統可即時監控工廠能源使用

與碳排放，透過製程優化、設備調控與節能策略降低整體排放。材料輕量化設計、可回收材料應用及循環製造模式也正逐步納入智慧製造架構，提升環境友好性。這不僅符合全球 ESG 要求，也使自行車產業在綠色交通領域展現更強的實際價值。

然而，智慧製造推動仍面臨挑戰。高額投資、系統整合複雜度與跨領域人才短缺，是中小型企業普遍面臨的瓶頸。尤其在中小型供應商中，缺乏完整自動化設備及數據分析能力，導入智慧製造的門檻相對較高。業界普遍認為，模組化解決方案、產業標準化以及政策與產學資源支持，是降低導入成本、促進智慧製造普及的關鍵。

技術趨勢方面，人工智慧與大數據分析將成為製造與產品設計的核心驅動力。AI 可協助品質檢測、故障預測與生產排程優化，提升效率並降低損耗。同時，邊緣運算 (Edge AI) 與即時感測技術的結合，使自行車產品在使用過程中能即時分析騎乘狀態，並與雲端平台協同改善騎行體驗。這種「製造+產品+服務」的閉環模式，正在形成新型產業生態，也為企業創造長期競爭力。

政策面上，多國政府對智慧製造與綠色交通的支持，也為自行車產業創造有利環境。例如歐盟提供低碳製造補助及數位化轉型資金，亞洲部分國家則針對智慧工廠導入與電動自行車產業提供研發補助與人才培育計畫。這些政策有

助於降低企業智慧製造導入成本，加速技術普及，並推動全球產業競爭力提升。

整體而言，全球自行車產業正從單純的製造成本競爭，逐步轉向數據应用能力、智慧服務提供及永續生產能力的綜合競爭。智慧製造不僅提升生產效率，更串聯產品創新、服務模式與低碳永續策略，成為產業升級的核心驅動力。隨著技術成熟度提高、產業標準建立及政策支持加強，智慧製造有望引領全球自行車產業進入高附加價值、系統整合與智慧交通生態的新紀元。

在未來幾年，能否有效整合製造端、產品端與服務端的數據，形成完整的智慧生態系統，將成為企業能否在全球市場脫穎而出的關鍵因素。對於投資者、企業與政策制定者而言，掌握智慧製造與智慧騎行的發展脈動，將有助於抓住產業轉型紅利，推動全球自行車產業向高品質、智慧化與永續化方向發展。

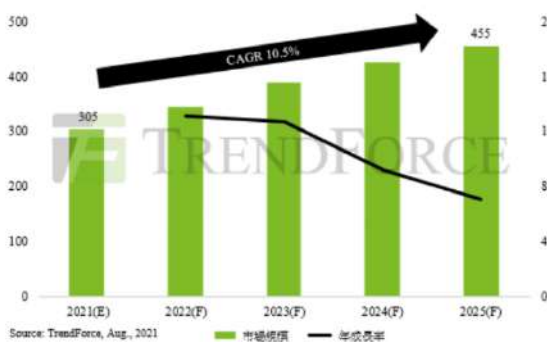


圖 1、2021~2025 年全球智慧製造市場規模預估(單位十億美元)/資料來源：TrendForce

二、自行車智慧製造的四大核心領域

1. AI 品質監控與預測系統

針對中小型零組件廠，主動式 AI 技術已開始取代傳統人工抽檢。

- 數位孿生 (Digital Twin)：數位孿生是一種將實體設備、產線或整個工廠透過感測器、IoT 與數據連接，建立的「虛擬鏡像」。它能即時模擬實體系統的運作狀態、預測未來表現，並協助製造決策。簡單來說，就是在電腦裡「複製」一個跟現實一模一樣的工廠或機器，讓工程師可以在虛擬環境中進行試驗與優化，而不必直接停下實體設備。



圖 2、數位孿生概念/資料來源：DHL

- 自動光學檢查 (AOI)：自動光學檢查 (AOI) 是一種利用高解析度影像系統與光學感測器，自動檢測產品表面或組裝品質的技術。AOI 可以快速、精準地檢測產品是否符合設計規格，包括尺寸、位置、焊接、表面缺陷、組裝錯誤等。

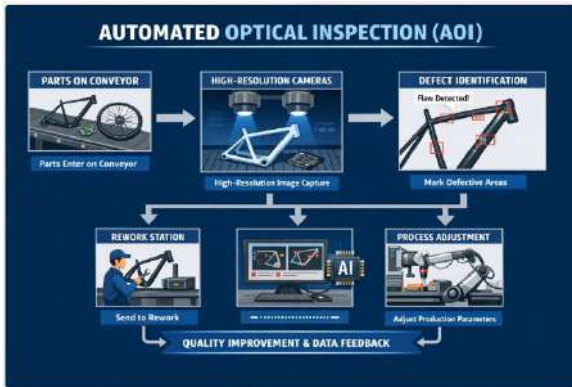


圖 3、自動光學檢查示意圖

2. 高端製程自動化

- 高端製程自動化：利用先進機器人、智慧控制系統、感測器、物聯網 (IoT) 與人工智慧 (AI) 技術，自動完成高精度、複雜且重複性高的製造工序。與傳統自動化相比，它不僅能取代人工操作，更具備即時監控、動態調整與製程優化能力，特別適合少量多樣化、高附加價值產品的生產需求。在自行車製造中，高端製程自動化主要應用於車架加工、焊接、塗裝、零件組裝以及智慧電控模組生產。以車架焊接為例，高精度焊接機器人可控制焊縫位置、角度與熱量，確保車架結構一致穩定；塗裝過程中，自動噴塗系統可精準控制漆料厚度與乾燥時間，搭配 AI 瑕疵檢測，及時修正偏差，減少返工。零件組裝工序，如輪組、齒盤及變速系統的精密裝配，也能由機械手臂完成，並透過感測器監控裝配精度，降低返修率。高端製程自動化的特點包括精準性高、彈性化可調、數據化即時監控以及降低人力依賴與操作風險。它的導入能提升產品良率與一致性、降低生產成本、加速

產品上市，並為智慧製造系統提供完整數據支援。透過數據回饋，製造端可持續優化製程、改善產品設計，形成「生產→檢測→優化」的智慧閉環。

- 智慧貼標與疊層：如巨大集團 (Giant Group) 開發的 Smart Laminate 技術，智慧疊層科技，提升碳纖維製品的性能到下一個世代。碳纖維疊層的貼合精準度，影響了碳纖維製品的性能水準。碳纖維車訴求的輕量、高剛性、順應性，碳纖維等多元性能，由每一塊碳纖維的交疊而生。當碳纖維貼合的角度、方向和位置越是精準，品質越穩定、性能也就更突出。智慧疊層科技，能精準交疊每片碳纖維。專利設計的多軸探測器，輕巧吸附碳纖維，搭配機械手臂的立體移動角度，將碳纖維貼合到最精巧的位置。碳纖維疊層是碳纖維製品的性能之鑰。智慧疊層科技，精準實現了疊層的設計藍圖，也解放了碳纖維的性能限制，為更高水準的碳纖維製品開啟新頁。

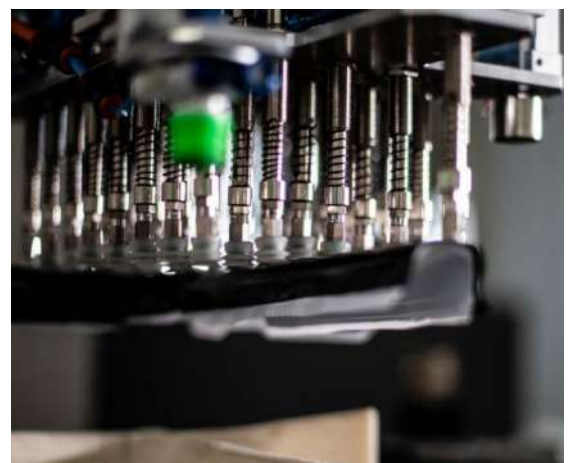


圖 4、Giant 智慧疊層科技/資料來源：Giant

- 機器人助理：機器人助理是指在生產線中導入的智慧機器人系

統，透過人工智慧 (AI) 控制，可自動完成高重複性或精密度要求高的工作。不同於傳統工業機器人僅按照固定程式操作，AI 機器人助理具備學習能力、動態調整能力與協作能力，能根據不同零件狀態、自動調整操作參數，甚至與人員協作完成複雜任務。

RobotSmith 可依據感測器回饋，自動調整研磨速度、壓力與角度，確保每件零件表面一致，並降低人工疲勞導致的不均勻或損傷。

3. 三電系統的智慧整合

「三電系統」是電動車的核心，由電池 (Battery)、電機 (Motor) 及電控 (Controller) 組成。智慧整合則是透過軟硬體結合與數據傳輸，提升車輛能效與駕駛安全。

- 數位平台協作：數位平台協作是指利用雲端平台、物聯網 (IoT) 與數據整合技術，將自行車產業鏈的上下游供應商、零組件製造商與整車生產端連結在同一個數位環境中，以實現即時資訊共享、流程協同與智慧決策。透過這種協作模式，製造商可以將電控系統數據、騎乘感測數據與生產流程資料進行整合，形成完整的產品設計、生產與使用反饋閉環，進而優化產品性能與騎乘體驗。在自行車智慧製造中，數位平台協作的應用包括：首先，整車廠可以將電動自行車或智慧自行車的 control 模組數據，如電池狀態、馬達輸出、騎乘路徑及避震回饋，與車架結構設計和組裝工序對接。這使得生產端可以即

時調整零件匹配、組裝精度和調校參數，提升整車性能穩定性。其次，供應商可以透過平台即時掌握零件庫存、交期與品質資訊，快速響應整車廠的生產排程變化，減少延遲與缺料風險。

- 預測性維護：預測性維護是利用智慧感測器、物聯網 (IoT) 與數據分析技術，即時監控生產設備的運作狀態，如振動、溫度、壓力或電流波動，提前預測可能的故障風險。與傳統定期維護不同，預測性維護能根據設備真實狀況安排維修或保養，避免無預警停機，降低生產中斷風險。在自行車智慧製造中，產線設備如焊接機器人、噴塗系統或組裝機械手臂，透過感測器數據上傳至分析平台，可即時判斷異常訊號，提前提醒操作人員或自動排程維護。這不僅提升產線可靠性與良率，也降低維護成本，確保高精度製程與生產效率持續穩定。



圖 5、三電系統的智慧整合示意圖

4. 數位轉型與智慧工廠案例

- 台萬工業：台萬工業 (Tai Wan Industrial) 近年積極推動智慧製造與數位轉型，投入約新台幣 5 億元建置智慧工廠，藉由自動化設



備、工業物聯網 (IIoT)、AI 分析與數據整合平台等一系列技術，提升生產效率與製造品質。這座智慧工廠導入全自動踏板生產線與 AI 影像檢測系統，可進行高精度品質監控與瑕疵偵測，在提升良率的同時減少人力依賴與錯誤判斷。台萬將生產與管理資料串接至 BI (Business Intelligence) 戰情室，管理者可以即時監控產線狀態與供應鏈資訊，並據此快速做出生產排程與策略決策，進一步強化供應鏈的彈性與反應速度。這樣的投資不僅提升了產能與產線穩定性，也鞏固了台萬在全球高階自行車踏板市場的供應地位。透過智慧工廠與數據分析的全面應用，台萬能持續穩定供應全球客戶，並提高在中高階踏板市場中的競爭力與品牌影響力。



圖 6、台萬工業產線全自動化/圖右為台萬工業董事長白政忠，圖左為台萬工業總經理白亞卉。

三、結語

全球自行車產業的智慧製造發展正在加速走向數位化、連網化與智慧化，這一趨勢已成為提升產業競爭力與附加價值的核心力量。市場調查顯示，智慧自行車整體市場規模正在快速擴張，預計未來數年

內將以相對高的複合年成長率持續增長，反映出消費者對智慧騎乘功能、數據服務與個性化體驗的強烈需求。在製造端，企業正積極導入物聯網 (IoT)、人工智慧 (AI)、自動化設備與數位孿生等創新技術，推動生產過程的智能監控、瑕疵檢測與流程優化。這些技術不僅能提升生產精度與效率，還能減少人力依賴、降低生產成本，同時提高產品一致性與良率。整體而言，全球自行車產業正快速邁向智慧化生產的新時代。隨著數位技術、人工智慧、物聯網與自動化設備的普及，製造流程不再單純依靠人工操作，而是朝向數據驅動、即時監控與流程優化發展。這種智慧製造模式能提高產品精度、良率及生產效率，同時降低人力成本與運營風險，讓企業在面對市場需求變化時更具彈性。

- ◆ 同時，供應鏈的數位協作逐漸成為產業標準，透過雲端平台與資料共享，上下游環節能夠同步掌握零件庫存、生產進度與品質狀況，縮短產品上市週期，並支援客製化及高附加值產品的開發。智慧感測與數據分析還進一步推動預測性維護與品質管理，避免設備停機與瑕疵品流出，提升整體生產可靠性。此外，環境永續與低碳策略也與智慧製造緊密結合，企業透過能源管理與材料優化實現綠色生產，兼顧效率與環保。總結來看，智慧製造不僅重塑了生產方式，也驅動產品創新與市場競爭力，為自行車產業帶來高品質、智慧化與永續化的未來格局。



檢測驗證部 檢測服務簡介

自行車中心檢測實驗室檢測服務涵蓋自行車、輕型電動車及醫療行動輔具領域，主要包括自行車(如城市車、登山車、公路車等)、輕型電動車(電動輔助自行車、微型電動二輪車)、行動輔具(輪椅、電動輪椅、助行器、非木質手杖)、X-Ray 及前瞻檢測，本文簡介檢測實驗室之相關認證及檢測服務內容。

文/檢測部 蔡溪川 #607

壹、實驗室沿革

自行車中心檢測實驗室建立 ISO 17025 品質系統，1998 年通過 CNLA 實驗室認證(2007 年更名為 TAF)，2009 年通過國際間實驗室相互承認，獲 ILAC MRA 證書，由 TAF 實驗室認證與國際間實驗室相互承認，達到一次測試全球接受。CHC 通過 ISO/IEC 17025 國際認證，符合多國標準規範。一站式驗證服務，覆蓋全球 122 個經濟體市場，打造產品國際通行證。

自行車中心檢測實驗室之歷年獲得認證摘要：

- 1998 年通過 ISO17025 CNLA 實驗室認證(2007 年更名為 TAF)。
- 2001 年獲交通部電輔車型式審驗檢測機構。
- 2008 年獲交通部電動自行車型式審驗檢測機構(2022 年更名為微型電動二輪車)。
- 2009 年通過國際實驗室相互承認，獲 ILAC MRA 證書。
- 2015 年獲標檢局授權非木質手杖檢測機構。
- 2017 年獲 UCI 認可輪組衝擊測試檢測機構。
- 2020 年獲交通部附載幼童之腳踏自行車、電動輔助自行車檢測機構。
- 2021 年獲 UL 認可電動輔助自行車檢測實驗室。

貳、檢測服務範圍

檢測實驗室檢測服務範圍涵蓋自行車、輕型電

動車及醫療行動輔具領域，主要包括自行車(城市車、登山車等)、輕型電動車(電動輔助自行車、微型電動二輪車)、行動輔具(輪椅、電動輪椅、電動代步車、助行器、非木質手杖)、X-Ray 檢測及前瞻檢測。

一、自行車：

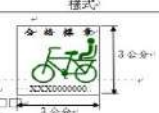
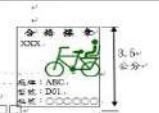
在自行車的檢測服務包括 ISO 4210、EN ISO 4210、EN 15194、EN 17404、EN 17860-2~3、CPSC 1512、CNS 366、TBIS 4210、TBIS 007 等標準。

以 ISO 4210 自行車標準為例，標準範圍有一般測試、煞車測試、操控測試、車架與前叉測試、車輪與輪圈測試、腳踏板與傳動系統測試、坐墊與坐桿測試。

自行車中心檢測實驗室亦是交通部附載幼童自行車的檢測機構，依道路交通管理處罰條例第 76 條規定授權，道路交通安全規則第 122 條已明文，年滿 18 歲的駕駛人才可使用合格的腳踏自行車、電動輔助自行車搭配合格的兒童座椅附載 1 名幼童，前座椅可附載 1 歲以上、4 歲以下且重量 15 公斤以下兒童；後座椅可附載 1 歲以上、6 歲以下且重量在 22 公斤以下的兒童，違反規定者，可處新臺幣 300 元至 600 元。

附載幼童的自行車必須與兒童座椅通過 TBIS 007 標準整合測試，提供兒童安全的保護。交通部已指定財團法人車輛安全審驗中心負責產

品合格標章發放，由業者張貼在自行車及兒童座椅明顯處，以利消費者清楚辨識，合格標章樣式如下表所述。

類別	樣式	說明
專業機構印製		1.合格標章顏色為白色，黑字、黑框；自行車及兒童座椅圖示為綠色。 2. XXXX 為產品類型。 3. 00000000 為合格標章序號。
申請者自行印製		1.合格標章顏色為白色，黑字、黑框；自行車及兒童座椅圖示為綠色。 2. XXXX 為產品類型；TBX 代表腳踏自行車；TEA 代表電動輔助自行車；TCS 代表自行車兒童座椅。 3. 廠牌與型號應與合格證書內容一致，批號得由申請者自行續列。

乘載兒童之自行車(含電動輔助自行車) TBIS 007 之測試項目如下所示。

TBIS 007:2020
測試項目
8.1 穩定性(只CNS 15896)
8.1.1 騎乘過程之穩定性
8.1.2 停止時之穩定性
8.1.3 停放時之穩定
8.2 騎乘性
8.2.1 起步時之騎乘性
8.2.2 騎乘時之騎乘性
8.2.3 上下車之容易度
8.3 煞車性能(CNS 366-4或BA B.1或BA B.2)
8.4 安裝行李架及/或兒童座椅之自行車雙滾輪耐久性
8.5 駐車架(JIS D9453)
8.5.1 靜力測試
8.5.2 疲勞耐久測試

二、輕型電動車

輕型電動車檢測服務包括電動輔助自行車、微型電動二輪車產品，分別說明如下：

2.1 國內電動輔助自行車

國內電動輔助自行車指經型式審驗合格，以人力為主、電力為輔，最大行駛速率在每小時二十五公里以下，且車重在四十公斤以下之二輪車輛。電動輔助自行車應經檢測及型式審驗合格，並黏貼審驗合格標章後，始得行駛道路。國內電動輔助自行車型式審驗檢驗，依據電動輔助自行車安全檢測基準，在電動輔助自行車規格規定的檢測則依檢測基準二之一，相關規定如下所述：

1.重量限制：

電輔車車輛空重含電池應在四十公斤以下。

2.車身各部設備：

2.1 電動輔助自行車之車頭燈應能作用正常。

2.2 電動輔助自行車之反光片（腳踏反光片、後反光片）裝設位置應適當且應作用正常。

2.3 電動輔助自行車不得裝置側方腳踏。板。

3.本項車輛規格規定項目之長度與重量容許誤差如下：

3.1 長度誤差：量測誤差及製造公差之總誤差為正負百分之二；總誤差不足正負一公分者以正負一公分計。

3.2 重量誤差：量測誤差及製造公差之總誤差為正負百分之二；總誤差不足二公斤者以正負二公斤計。

在電動輔助自行車電子控制裝置的檢測則依檢測基準三之一，相關檢測如下表所述：

項目	電動輔助自行車	備註
提供文件	4. 電子控制裝置、電池、馬達文件	
防撞自變更速率	5. 應符合6.規定之最大行駛速率，且不得透過外部行為、變更軟體或韌體等方式來變更速率上限；電子控制裝置應有防止擅自變更之封印，如馬達及其他元件有擅自變更速率一	
電池電壓	鋰電池最高工作電壓小於60V 非鋰電池：標稱電壓小於四十八伏特，量測值允許比標稱電壓提升20%	
電動機功率	最大輸出功率小於400W 最大連續額定功率小於或等於二百五十瓦。	擇一符合
動力輸出	a. 煞車把手具斷電開關	5m內停止輔助動力
	煞車把手不具斷電開關	2m內停止輔助動力
剎踏踏版	電動機3秒內斷電 電動機應無驅動	a及b擇一符合
超速斷電	超過25km/h, 電動機3秒內斷電	
	行駛速率25km/h正10%範圍內斷電	111/11起新形式依此規定
	應具有防止擅自變更速度上限設計	
起動輔助模式	得配置可操作之最大速率每小時6公里之起動輔助模式	
放電斷電	煞車訊號	電動機3秒內斷電
	超速訊號	電動機3秒內斷電 行駛速率25km/h正10%範圍內斷電

2.2. 歐洲電動輔助自行車

歐洲電動輔助自行車分為兩類，一類為最高輔助車速 25km/h，此類電動輔助自行車電動機連續額定功率不大於 250W、停止踩踏與時速超過 25km/h 具自動切斷輔助動力功能，須依據歐盟機械指令 2006/42/EC 進行符合性宣告及黏貼 CE 標章。

另一類為最高輔助車速 45km/h，此類電動輔

助自行車電動機最大功率不大於 4000W、停止踩踏與時速超過 45km/h 具自動切斷輔助動力功能，依據歐盟指令 168/2013 的規定，此類高速電動輔助自行車須經型式審驗。

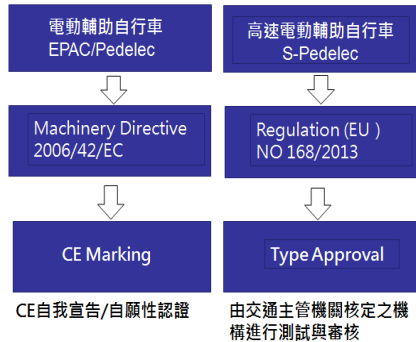


圖 1、歐洲電動輔助自行車分類與適用法規

EN 17404 : 2022 之標準章節與 EN 15194 : 2017+A1:2023 相同，EN 17404 電磁兼容 (EMC) 和電氣安全要求則依據 EN 15194，EN 15194 及 EN 17404 於電磁兼容 (EMC) 和電氣安全要求除耐濕性要求有所差異外，其他項目則相同。

2.3 微型電動二輪車

微型電動二輪車指經型式審驗合格，以電力為主，最大行駛速率在每小時二十五公里以下，且車重不含電池在四十公斤以下或車重含電池在六十公斤以下之二輪車輛。

微型電動二輪車型式審驗檢驗，依據微型電動二輪車安全檢測基準，在規格規定的檢測則依檢測基準二之一，相關規定如下表所述。

97年規定	105.7.1起之規定	106.1.1起之規定	110.1.1起之規定
全長不得超過2.5m	全長不得超過2.5m	全長不得超過1.75m	全長不得超過1.70m
全寬不得超過1m	全寬不得超過1m	全寬不得超過0.75m	全寬不得超過0.70m
車把豎桿(禁止使用摺疊或伸縮調整型)	車把豎桿(禁止使用摺疊或伸縮調整型)		
全高(車體最高位置)不得超過2m	全高(車體最高位置)不得超過2m	全高(車體最高位置)不得超過1.15m	全高(車體最高位置)不得超過1.10m
全高(座墊最低位置,距地高)不得低於60cm	全高(座墊最低位置,距地高)不得低於60cm		
重量(不含電池)40kg以下	重量(含電池)60kg以下(誤差+2kg)		
輪胎直徑在300mm以上, 420mm以下	輪胎直徑在300mm以上, 460mm以下		
輪胎寬度75mm以上, 120mm以下	輪胎寬度55mm以上, 120mm以下		
其他	腳踏版(不得裝置側方腳踏版)		
	後方可明顯辨識處應保留足夠空間黏貼(含懸掛)審驗合格標章,其幾何中心應位於車輛之縱向中心平面,審驗合格標章不得遮蔽車輛後方燈光,審驗合格標章能從車輛後方明顯辨識,不被遮蔽		

微型電動二輪車整車，CHC 檢測實驗室可執行之安全基準如下所示。

- 三之一、電子控制裝置
- 四、喇叭音量
- 六、燈光與標誌檢驗規定
- 七、間接視野裝置(照後鏡)安裝規定
- 九、腳架
- 十、整車疲勞強度
- 十一、速率計
- 十三、電動自行車控制器標誌

在微型電動二輪車三之一電子控制裝置的重點要求如下表所述：

1.實施時間及適用範圍 中華民國111年12月1日起，微型電動二輪車電子控制裝置應符合本項規定
4.應提供文件:電子控制裝置、電池、馬達
5.不得透過外部行為、變更軟體或硬體等方式來變更速率上限;電子控制裝置應有防止擅自變更封印。
6.輸出速度 微電車負載八十公斤最大行駛速率在二十五km/h以下
7.微電車電子控制裝置測試應符合下列規定: 7.1電池電壓: 鋰電池:最高工作電壓小於六十伏特。 非鋰電池:標稱電壓小於四十八伏特電池標稱電壓小於四十八伏特(量測值允許比標稱電壓提升百分之二十)。
7.2電動機功率 微電車電動機最大輸出功率小於一〇〇〇瓦。
7.3超速斷電:當行駛速率超過二十五公里/小時時,電動自行車之電動機電源應能於三秒內自動暫停供電,且應具有防止擅自變更速率上限之設計。
7.4煞車斷電:煞車動作產生後,微電車之電動機電源須於三秒內自動斷電。
7.5故障斷電:控制系統之煞車訊號輸入線短路或斷路,三秒內電動自行車之電動機電源應能自動斷電。

另外在微型電動二輪車燈光與標誌檢驗規定，燈具種類，及強制或選配如下表所示。































燈具種類	裝置規定
遠光頭燈	選配
近光頭燈	強制
尾燈	強制
煞車燈	強制
方向燈	強制
前位置燈	選配
後方非三角型反光標誌	強制
側方非三角型反光標誌	選配
牌證燈	選配
晝行燈	選配
前方非三角型反光標誌	選配
輔助煞車燈	選配

三、醫療行動輔具

CHC檢測實驗室在醫療行動輔具的檢測服務，包括輪椅、電動輪椅、電動代步車、助行器及手杖，檢測服務的標準涵蓋ISO 7176系列、

CNS 14964系列及EN 12183、EN 12184;在助行器、帶輪助行器、附前臂支撐桌助行器的檢測服務，包括ISO 11199 -1、2 ~ 3;非木質手杖檢測服務標準CNS 15192。

輪椅及電動輪椅ISO 7176系列標準應用對照如下表所示。

	Manual Wheelchair	Electric wheelchair
ISO7176-1		
ISO7176-2		
ISO7176-3		
ISO7176-4		
ISO7176-5		
ISO7176-6		
ISO7176-7		
ISO7176-8		
ISO7176-9		
ISO7176-10		
ISO7176-11		
ISO7176-13		
ISO7176-14		
ISO7176-15		
ISO7176-16		

ISO 11199-1:2021及1999雙臂操作步行輔具第1部、ISO 11199-2:2021及2005雙臂操作步行輔具第2部測試項目與順序比較如下圖所示：

2021	2005
1. 量測	1. 量測
2. 穩定性測試	2. 穩定性
3. 煞車測試	3. 煞車
4. 握套測試	4. 握套
5. 休息椅座靜態座椅強度測試	5. 橡膠腳端
6. 靠背強度測試	6. 休息椅座靜態負載
7. 靜態負載測試	7. 握把靜態負載
8. 疲勞測試	8. 疲勞

圖 2、雙臂操作步行輔具第 1 部

2021	1999
1. 量測	1. 穩定性
2. 穩定性測試	2. 靜態負載
3. 煞車測試	3. 疲勞
4. 握套測試	4. 靜態腳管強度
5. 橡膠腳端	
6. 靜態負載測試	
7. 腳管強度靜態負載測試	
8. 疲勞測試	

圖 3、雙臂操作步行輔具第 2 部

四、前瞻檢測

4.1 環境測試

自行車產品電動化、智慧化發展，CNS、EN、

CPSC等標準缺少環境條件測試，檢測實驗室可執行高低溫環境條件測試(-40°C ~ 100°C，內部長170cm x寬 180cm)、振動條件測試(定頻率或掃頻)、溫度及振動複合環境測試(頻率、功率頻譜密度)，以驗證如電動輔助自行車上的輔助系統或系統的零件，如控制器、馬達、顯示器等之環境耐受性。複合環境測試參考標準ISO16750-3道路車輛電氣及電子設備環境條件和測試，功率頻譜密度與頻率值、振動測試溫度曲線如下圖表所示。



圖 4、電動輔助自行車恆溫箱測試圖示

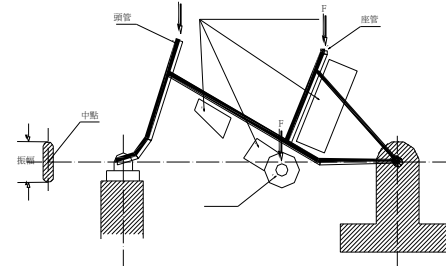


圖 5、振動測試圖示

項目	測試條件	
振動頻率	10 ~ 12 Hz	
振動加速度(上下方向)	其他車種	20 m/s ²
	MTB	22 m/s ²
振動次數	其他車種	100,000 cycles
	MTB	150,000 cycles

圖 6、振動參考測試條件



圖 7、恆溫箱與振動測試機複合環境測試

頻率 (Hz)	功率頻譜密度 ((m/s ²) ² /Hz)
10	30
400	0.2
1000	0.2

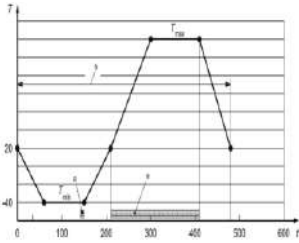


圖 8、功率頻譜密度與頻率值與溫度與時間曲線圖

4.2 X-ray檢測

非破壞檢測 (NonDestructive Testing, NDT) 的特點是在檢測的過程中，不會損傷結構材料的組織與性能，亦不會改變外型與尺度。常見的非破壞檢測方法有放射線檢測法 (Radiographic Testing) 、自行車產品檢測能量以靜力、衝擊與疲勞等機械強度之破壞性測試，驗證產品機械安全要求符合性，而非破壞性檢測能量RT射線檢測(簡稱X-ray檢測)可以非破壞性檢測方式，有效了解產品內部狀況與缺陷如裂痕、氣孔、夾渣等，降低失敗成本與產品上市後風險，以提升上市品質與競爭力。

X-ray檢測設備之最高管電壓160kv，可測試金屬與非金屬，最大待測件規格直徑800mm x高

度1200mm x重量50kg，待測件可360度旋轉及X、Y軸移動。

X Ray spec	說明	備註
最高管電壓 (kv)	150	
功率(W)	可調整	
待測物件		
待測件材質	金屬與非金屬	
最大待測件尺寸(O x height in mm)	800 x 1200	
最大待測件重量(kg)	50	
規格行徑		
X-Ray Source 垂直移動	1200 mm	
待測件最大旋轉角度	360°	
待測件可移動方向	2軸(X/Y)	
焦點與接收器	角度可調(自動)	

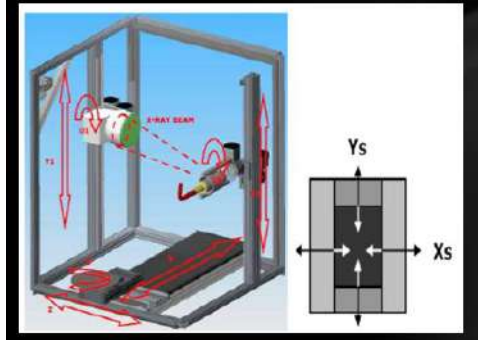


圖 9、CHC 射線檢測規格



圖 10、CHC 射線檢測狀態圖示

4.3 車載量測及實車性能評價

自行車產品一般在通過ISO或EN等標準要求即可上市，而發展高值化產品，可藉由車載量測之動態、輔助性能測試或實車性能評價呈現產品特點，提供產品調校、改善或差異比對分析。

4.3.1 車載量測

車載偵測擷取裝置為多元感測整合，涵蓋速度、扭力、功率、電流電壓、加速度、IMU及溫度等感測器，確保數據的完整性與同步採集。透過在試車場及實際騎乘環境中的動態場域測試，能夠真實反映不同變速比、騎乘頻率、坡度及助力模式下的性能表現。系統採用標準化資料處理機制，建立統一的訊號格式與同步記錄分類，提升數據的可比性與重現性。

可攜式測試平台採模組化設計，方便安裝於不同車型，靈活適用於多種場域。感測器與記錄裝置具備高取樣率與高精度，能捕捉瞬時變化，適合進行細部性能分析。整體技術具有良好的擴展性，能結合CAN Bus訊號進行整合。本系統不僅支援標準檢測，更能提供非標準的動態性能數據，有助於高階產品開發。



圖 11、車載偵測感測器布置

4.3.2 實車性能評價

實車主觀性能評價方式，於執行騎乘測試前先界定主要因子、建立層級架構、權重計算、路線規劃及騎乘測試，產出評價雷達圖，以呈現產品性能特性。

以電動輔助登山車為例，透過專家會議訂定電輔登山車騎乘評價影響因素，並產出評價構面

(三電系統、煞車系統、車架/避震系統)展開評價項目，如爬坡性能、制動性能等各子項目，由建構子項權重，進行騎乘活動收集評價資料後彙整分析圖。

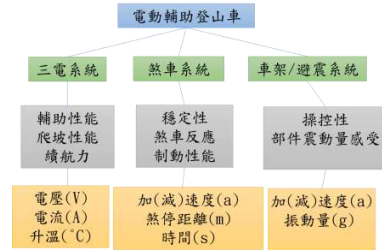


圖 12、評價影響因素

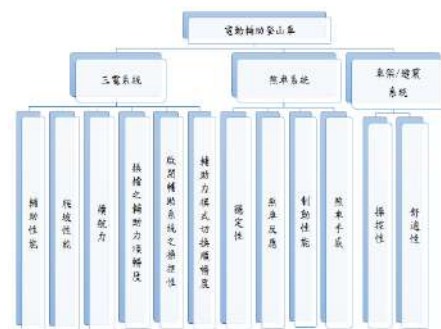


圖 13、評價項目層級架構

實車主觀性能評價分析圖，on-road 及 off-road 之實車性能評價，產出雷達圖，評價結果，提供業者設計與改善的參考。

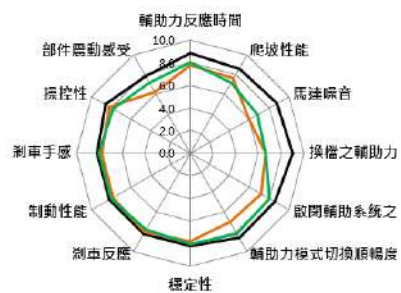


圖 14、on-road 評價雷達圖

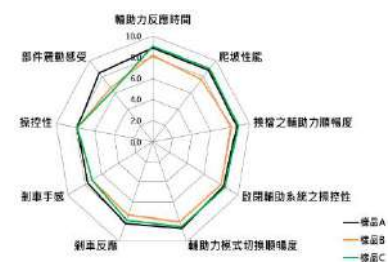


圖 15、off-road 評價雷達圖

4.3.3 測試路徑資訊

實車主觀性能評價需應用測試場地，CHC 檢測實驗室測試路徑資訊蒐集及彙整非標準測試場地老外林道(off-road)及標準測試場地(on-road)車輛中心的試車場資訊，提供產品測試應用。

實車主觀性能評價應用之老外林道周長 4.58km，路面樣態為紅土、碎石、石板及礫石等四種路面，並將林道分為 6 個區段。



圖 16、測試路徑-老外林道



圖 17、老外林道實車評價

標準測試場地在車輛中心試車場的標準不良路(比利時路面)、綜合性能測試道、斜坡測試道適用自行車、電輔車測試場地。

標準不良路：路以花崗岩塊建構而成，又稱比利時路面，路寬 4m，周長 1,101m，包含高頻、低頻與極嚴苛路面。

綜合性能測試道：測試道寬 40m，長 1,042m，兩端設置加減速及迴車道。

斜坡測試道：設置有 12%(長 68m)、18%(長 59m)、20%(長 49m)、30%(長 29m)、35%(長

24m)、42%(長 18m)及 50%(長 14m)7 種不同坡度之測試道。



圖 18、標準不良路



圖 19、綜合性能測試道



圖 20、斜坡測試道

參、主要應用標準

1. 自行車相關檢測標準

- ISO 4210-1 ~ 9 Cycles — Safety requirements for bicycles.
- CPSC PART 1512 REQUIREMENTS FOR BICYCLES.
- CNS366-1 ~ 9 自行車安全要求

2. 電動輔助自行車(EPAC)相關檢測標準

- EN 15194 Cycles - Electrically power assisted cycles - EPAC Bicycles
- EN 17404 Cycles - Electrically power assisted cycles - EPAC Mountain bikes.
- 電動輔助自行車安全檢測基準及微型電動二輪車安全檢測基準

3. 醫療行動輔具相關檢測標準

- ISO 7176-1 Wheelchairs -- Part 1: Determination of static stability
- ISO 7176-2 Wheelchairs -- Part 2:



Determination of dynamic stability of electric wheelchairs

- c. ISO 7176-8 Wheelchairs -- Part 8: Requirements and test methods for static, impact and fatigue strengths
- d. EN12184 Electrically powered wheelchairs, scooters and their chargers - Requirements and test methods.



歐洲自行車產業協會 (ECI) 介紹與產業影響分析

本研究主要是針對 ECI (European Cycling Industries · 歐洲自行車產業協會) 進行介紹。 ECI 由原歐洲自行車工業聯合會 (CONEBI) 和歐洲自行車產業聯盟 (CIE) 合併而成，於 2025 年 12 月正式完成合併，2026 年 1 月在布魯塞爾舉辦首場官方活動並發表新標誌。該協會代表歐洲各國產業協會及自行車價值鏈上的製造與服務企業，致力於在歐盟層級推動有利於自行車產業發展的政策與法規，並協助產業預測關鍵趨勢。 ECI 的成立對於出口歐盟的自行車產品 (如台灣產業) 在標準制定與法規遵循上具有重要的參考價值。

文/檢測部 劉緒濤 #650

一、簡介

歐洲自行車工業聯合會 (Confederation of the European Bicycle Industry, CONEBI) 成立多年，代表歐洲自行車、電動輔助自行車、零配件產業，透過各國會員組織代表超過 700 家企業 (多為中小企業)，主要負責歐盟法規與政策諮詢中有關內部市場、產業及交通立法議程的相關事務。 CONEBI 長期參與台北國際自行車展 (Taipei Cycle Show)，並於展會中設立 CONEBI 展館，聯合歐洲企業推廣產品。

歐洲自行車產業聯盟 (Cycling Industries Europe, CIE) 則是代表自行車產業中企業與技術供應商的貿易組織，涵蓋範圍從傳統製造到共享單車、自行車租賃、最後一哩物流配送及數位服務等創新商業模式。 CIE 致力於在歐洲及全球積極推動自行車產業發展。

2025 年 6 月， CONEBI 與 CIE 於 Eurobike 展會上簽署合併意向書 (Letter of Intent)，宣布將兩組織合併為單一機構，以統一的聲音引領歐洲自行車產業的出行與工業轉型。同年 10 月， CIE 會員大會正

式通過章程修改，為合併鋪平道路。 2025 年 12 月 4 日，雙方正式宣布合併完成，成立「 European Cycling Industries 」 (ECI，歐洲自行車產業協會)，成為歐洲自行車產業的統一代言機構。 2026 年 1 月 27 日， ECI 在布魯塞爾舉辦首場官方活動，正式對外發表新標誌與視覺識別系統。

二、 ECI 組織架構與治理

ECI 的首屆理事會由 7 位國家協會代表和 7 位企業代表組成，體現了產業生態系統的多元性：

國家協會代表：

- Massimo Panzeri · ANCMA (義大利)
- Pedro Araújo · ABIMOTA (葡萄牙)
- Volker Thiemann · ZIV (德國)
- Bayram Akgül · BISED (土耳其)
- Mateusz Pytko · PSR (波蘭)
- Jeffrey Chin · MKKSZ (匈牙利)
- Remco Tekstra · RAI (荷蘭)

企業代表：

- Tony Grimaldi · Cycleurope (主席)



- Friederike Pischnick · Bosch eBike Systems

- Herman van Beveren · Decathlon

- Raymond Gense · Pon.Bike

- Nick Brown · Vélogik UK

- Kristian Brink · Urban Sharing

- Malcolm Davies · TREK

Tony Grimaldi (來自 Cycleurope) 當選為 ECI 首任主席 · Volker Thiemann (代表 Velo de Ville 及 ZIV) 當選副主席 (按規劃第二年將由副主席接任主席) · Paul Walsh 則被確認為 ECI 首任執行長 (CEO) · 負責組織的日常營運管理 · ECI 總部設於布魯塞爾 · 直接對接歐盟各機構。

三、ECI 的使命與核心職能

標準涵蓋的主題/範圍廣泛 · 從建築到人工智慧 · 從電輔(電動)自行車和電動滑板車到農業機械。

可適用於非常特定的產品 · 也可以是像品質或環境管理系統標準這樣的通用標準。

標準是通過共識建立並為自願使用而起草的 · 在某些情況下 · 標準可能成為強制性的 · 但這只有在監管機構決定將其作為法律要求採用或成為各方之間合同協議的一部分時才會發生。

法律強制性之範例：

- 在法國 - 電輔自行車必須符合 EN 15194 的要求；
- 西班牙對電動滑板車和自平衡車輛有強

制認證要求 · 認證要求大都源自 EN 17128:2020。

四、ECI 參與的重要標準制定工作

ECI 整合了 CONEBI 與 CIE 過去在技術法規方面的專業能力 · 持續積極參與歐洲及國際自行車相關標準的制定 · 以下為目前與 ECI 工作密切相關的重要標準：

1. EN 15194:2017+A1:2023——電動輔助自行車 (EPAC) 標準：這是目前輕型電動車輛領域中唯一的協調標準 (harmonised standard) · 在機械指令 (Machinery Directive 2006/42/EC) 下獲得協調地位 · 符合該標準的產品可推定符合歐盟法規的基本要求 (presumption of conformity) · 有助於產品在歐洲單一市場中自由流通 · 未來新版本將配合新的機械法規 (EU Regulation 2023/1230) 進行更新。

2. EN 17860 系列——載貨自行車標準：由 CEN/TC 333/WG 9 工作小組開發 · EN 17860:2024 為專門針對載貨自行車的新歐洲標準 · 該系列涵蓋輕型單軌載貨車、多軌載貨車、重型載貨自行車、自行車拖車 · 以及傳統與電動驅動形式 · 之前製造商主要依賴德國國家標準 DIN 79010:2020 進行測試 · 但該標準僅適用於德國



且未涵蓋 ISO 4210、EN 15194 等其他標準的範疇。EN 17860 填補了這些空缺，為載貨自行車提供了更完善的安全與品質基準。

3. EN 50604-1——輕型電動車輛電池安全標準：作為 EN 15194 及 EN 17860-5 電氣方面的參考標準，規範輕型電動車輛牽引電池組的安全要求。

4. 歐盟電池法規 (EU Battery Regulation 2023/1542)：歐盟委員會已發布相關標準化要求，預計未來數年內將開發新標準，其中包括輕型交通工具電池的性能與耐久性要求標準 (密封、重量不超過 25 公斤的電動車輛用電池)。

提示：對台灣出口歐盟的自行車製造商而言，密切關注 ECI 推動的標準制定動態至關重要。EN 15194 的協調標準地位直接影響 EPAC 產品的市場准入；EN 17860 系列則是載貨自行車領域的新指標，出口歐盟的載貨自行車產品必須將此標準納入產品設計與測試規劃。

五、ECI 對歐洲 EPAC 法規框架的立場

EPAC (Electrically Power Assisted Cycle，電動輔助自行車) 的法規分類是 ECI 關注的核心議題之一。目前歐盟法規第 168/2013 號將時速 25 公里/小時、連續功率 250 瓦以下的 EPAC 排除在型式認證要求之外，使其在法律上等同於一般自行車，享有免型式認證上市的待遇。

ECI (承繼 CONEBI 與 CIE 的立場) 主張維持 EPAC 目前的分類地位，確保其繼續被視為主動出行工具，不受型式認證約束。ECI 與其會員 (包括 ZIV 等國家協會) 共同倡議：

- 維持現行 EPAC 分類地位，保障載貨自行車 (carrier cycles) 的 EPAC 身份。
- 維持現有連續功率 (250W) 與速度 (25 km/h) 門檻。
- 以 EN 15194 與 EN 17860 系列作為安全標準基礎，避免引入難以測試與量測的新技術標準 (如最大功率、輔助比等)
- 推動 EN 17860 系列的協調化 (harmonisation)，使其具有符合性推定效力。

2025 年 11 月，由 50 家專業載貨自行車製造與服務企業集體簽署的「Cycle Logistics Declaration」(自行車物流宣言) 亦呼應了上述立場，強調維持 EPAC 分類對城市最後一哩配送的重要性。

提示：對台灣 EPAC 製造商而言，ECI 的政策立場有助於維持現有市場准入的穩定性。然而，關於重型載貨自行車 (車重超過 300 公斤) 可能需要另訂規範的討論仍在進行中，製造商應持續追蹤相關政策走向。

六、ECI 推動的歐洲自行車宣言與政策倡議

2024 年，歐盟正式通過「歐洲自行車宣言」(European Declaration on Cycling)，這是歐盟層級首個跨機構的自



行車政策宣言，將自行車定位為歐盟的戰略優先事項。ECI (當時的 CIE 與 CONEBI) 在推動此宣言的過程中發揮了關鍵作用。

根據歐盟委員會 2025 年 10 月發布的首份進度報告，目前已有 32.1 億歐元的歐盟結構基金投入自行車相關項目。ECI 持續推動以下政策方向：

- 將自行車產業納入歐盟清潔工業協議 (Clean Industrial Deal) 的戰略產業範疇
- 推動 ETS2 (排放交易體系第二階段，2026-2032 年) 收入投資於綠色基礎設施，如自行車道與企業自行車租賃計畫
- 推動社會氣候基金 (Social Climate Fund) 支持社會自行車租賃方案
- 倡導「歐洲製造」(Made in Europe) 策略，提升歐洲自行車產業的競爭力

2025 年 10 月在布魯塞爾舉辦的「自行車產業峰會」(Cycling Industry Summit 2025)，以「自行車產業推動歐洲競爭力與脫碳」為主題，彙集產業領袖與歐盟政策制定者，這也是合併後首次以統一名義舉辦的大型活動。

七、ECI 與前身組織的重要區別

了解 ECI 與其前身組織 CONEBI 及 CIE 的差異，有助於掌握歐洲自行車產業代表結構的演變：

CONEBI (歐洲自行車工業聯合會)：以國家產業協會為會員基礎，聚焦於工業政策、市場數據、技術法規、反傾銷等傳統產業議題。代表超過 1,000 家歐洲企業

中的 700 餘家 (多為中小企業)。CONEBI 長期於台北國際自行車展設立展館。

CIE (歐洲自行車產業聯盟)：以企業為直接會員，涵蓋範圍更廣，包含共享單車、數位服務、物流等新興商業模式。CIE 設有多個專家小組，推動創新、永續及政策倡議。

ECI (歐洲自行車產業協會)：合併兩者的優勢，將國家協會與企業會員整合於同一架構下，提供更連貫的倡議、更好的跨政策領域協調，以及對會員更強大的支持。ECI 同時承繼了 CONEBI 的技術法規專業與 CIE 的政策倡議及創新網路，形成更完整的產業服務平台。

八、對台灣自行車產業的影響與建議

ECI 的成立對台灣自行車產業具有多方面的影響與參考價值：

1. 標準動態追蹤：ECI 整合了標準制定的專業能力，台灣產業 (尤其是出口歐盟的製造商) 應密切關注 ECI 在 EN 15194 修訂、EN 17860 系列發展、電池法規相關標準等方面的最新動態，及早因應標準變化調整產品設計與測試。
2. 法規遵循風險：ECI 關於 EPAC 分類、機械法規 (EU 2023/1230) 過渡等議題的政策立場，將直接影響台灣 EPAC 及載貨自行車產品的歐盟市場准入條件。
3. 市場情報來源：過去由 CONEBI 發布的 BIMP 報告是了解歐洲市



場的重要資源，未來在 ECI 架構下的市場數據服務可作為台灣產業掌握歐洲市場趨勢的參考。

4. 合作交流窗口：ECI 作為歐洲自行車產業的單一對口，可為台灣產業（如 CHC、TBEA 等機構）建立更高效的國際交流管道。特別是在台北國際自行車展等場合，過去與 CONEBI 的合作關係可延續至 ECI 的新架構下。
5. 永續與 ESG 趨勢：ECI 推動的碳足跡減量承諾（Cycling Industry Climate Action Pledge）、減塑包裝倡議等永續措施，顯現歐洲市場對供應鏈 ESG 表現的日益重視，台灣供應商應超前部署。

提示：台灣目前為全球重要的自行車出口國之一，然而近年面臨嚴峻的市場挑戰。根據最新資料，台灣 2025 年電動自行車出口量較 2024 年再下滑 7%（約 33.7 萬台），出口值亦下降 3%。在此背景下，掌握 ECI 所推動的政策與標準方向，有助於台灣產業在法規遵循與市場準入方面維持競爭優勢。

九、參考資料

1. ECI 官方合併公告：CONEBI and CIE Complete Merger to Form European Cycling Industries, 2025 年 12 月 4 日
2. ECI 布魯塞爾啟動活動報導：European Cycling Industries

unveils new logo and visual identity at Brussels launch, 2026 年 1 月 27 日

3. CIE-CONEBI 合併意向書：Letter of Intent 簽署於 2025 年 6 月 Eurobike 展會
4. 自行車產業峰會 2025：Six key takeaways from the Cycling Industry Summit 2025
5. EN 17860 載貨自行車標準：CEN/TC 333/WG 9 技術工作組相關文件
6. 自行車物流宣言：Cycle Logistics Declaration, 2025 年 11 月
7. CONEBI BIMP 2025 報告（含 2024 年市場數據）
8. 歐洲自行車宣言進度報告：European Commission, 2025 年 10 月

十、參考網站

1. ECI 官網
(<https://cyclingindustries.com/>) - 提供 ECI 最新資訊、政策動態與會員服務
2. CONEBI 官網
(<https://www.conebi.eu/>) - 查詢產業與市場報告（BIMP）、技術法規資訊
3. CEN 官網 (<https://www.cen.eu/>) - 查閱自行車相關歐洲標準文件（EN 15194、EN 17860 等）
4. 歐盟官網 (<https://ec.europa.eu/>)



- 獲取相關法規、政策文件及歐洲自行車宣言

5. ECF 官網 (<https://ecf.com/>) - 歐洲自行車騎士聯盟，與 ECI 在政策倡議上密切合作

6. Bike Europe (<https://www.bike-eu.com/>) - 歐洲自行車產業新聞與市場報導



專利公報 2026/01/01 ~ 2026/03/31

台灣 自行車專利

公告號	專利名稱
M681149	自行車影像檢視系統
M681038	自行車貨架
M681033	具配重塊之自行車踏板轉接板
M681032	具鞋舌片之自行車踏板轉接板
M680992	一種具有防轉輻條的輪圈元件
M680977	自行車水壺架結構
M680933	電動自行車的控制系統
M680854	自行車之電子後變速器結構
I918392	線拉油壓轉換泵、車把及兩輪車輛
	A WIRE PULLING OIL PRESSURE CONVERSION PUMP, A HANDLEBAR, AND A TWO-WHEELED VEHICLE
I917912	用於在行程期間向二輪車輛的操作員提供基於風險的警報的方法和系統
	SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING RISK-BASED ALERTS TO OPERATORS OF TWO-WHEELED VEHICLES DURING TRAVEL
I917541	鉗夾結構及自行車前撥鏈器
	A CLAMPING STRUCTURE AND A BICYCLE FRONT DERAILLEUR
I917428	用於具有鏈式換擋裝置的自行車的多層小齒輪組件和後輪組件
	MULTI-PINION ASSEMBLY AND REAR WHEEL ASSEMBLY FOR A BICYCLE WITH A DERAILLEUR SYSTEM
M680549	具彌補間隙之墊片結構
M680784	用於電動輔助自行車的輔助系統
	ASSISTANCE SYSTEM FOR ELECTRIC-ASSISTED BICYCLE
M680729	具發電及定位裝置之胎壓偵測器
M680704	摩擦驅動發電裝置
M680615	多功能供電裝置及電動輔助自行車
	MULTIFUNCTIONAL POWER SUPPLY DEVICE AND ELECTRIC ASSISTED BICYCLE
M680582	自行車輻條與花鼓組合結構
M680565	升降座管之電控驅動裝置
I917225	電動撥鏈器
I917224	電動自行車及其控制方法與控制裝置
I917217	自行車用傳動齒盤及其製造方法
	BICYCLE SPROCKET AND MANUFACTURING METHOD THEREOF
I916933	車輛辨識管制系統
I916925	車輛控制方法及相關設備
	VEHICLE CONTROL METHOD AND RELATED DEVICE
I916720	花鼓
	A HUB
I916498	減速裝置及自行車
M680528	自行車之偵測通訊裝置
M680494	輪軸組接支架結構
M680467	具整線功能之自行車豎管總成
M680458	自行車輪圈輻條連接孔角度量測系統
M680335	嵌入式A I動作辨識健身模組

	EMBEDDED AI MOTION RECOGNITION FITNESS MODULE
M680304	結合鎖具之豎管墊高片結構
I916225	輔助動力裝置
	AUXILIARY POWER DEVICE
I915919	用於控制自行車之電子變速之方法
	METHOD FOR CONTROLLING ELECTRONIC SHIFTING OF A BICYCLE
I915888	具雙重油壓控制之膝關節結構
I915766	側壁強化的自行車輪圈及其製作方法
I915547	可從踏板車模式可逆地轉換為手推車模式的車輛
	VEHICLE REVERSIBLY CONVERTIBLE FROM A SCOOTER MODE TO A PUSH-CART MODE
I915434	具有鎖定彈簧筒的自行車伸縮座桿總成
	BICYCLE DROPPER SEAT POST ASSEMBLY WITH A LOCKING SPRING CARTRIDGE
I915326	自行車撥鏈器
	BICYCLE DERAILLEUR
M680116	兩輪車置物架
M680093	具導引條之自行車座管
M679900	避震型自行車座體
M679889	自行車坐墊結構
M679860	自行車輪軸安裝裝置
I915144	個人化之自行車變速檔位評估方法
	PERSONALIZED EVALUATION METHOD OF BICYCLE GEAR SHIFT
I915084	區域運動裝置網路
	LOCAL EXERCISE DEVICE NETWORK
I915057	三維列印自行車坐墊
	3D PRINTED BICYCLE SADDLE
I914957	事故的通報系統及通報方法
	REPORTING SYSTEM AND REPORTING METHOD OF ACCIDENT
I914835	可控制自行車懸吊技術
	CONTROLLABLE CYCLE SUSPENSION
I914346	自行車輪圈及製造自行車輪圈的方法
	BICYCLE RIM AND METHOD FOR MAKING BICYCLE RIM
I913973	電動自行車之車架單元
I913876	自行車減震器和自行車
	BICYCLE DAMPER AND BICYCLE
I913866	一種碳纖維自行車輪圈及其製備方法
	A CARBON FIBER BICYCLE RIM AND A METHOD FOR ITS MANUFACTURING
I913734	電動輔助腳踏車的燈光控制系統以及燈光控制方法
	LIGHT CONTROL SYSTEM AND LIGHT CONTROL METHOD FOR ELECTRIC ASSIST BICYCLE
I913729	自行車用防撞偵測裝置
	ANTI-COLLISION DETECTION DEVICE FOR BICYCLE
I913658	用於監視自行車量程之基於電腦之方法及系統
	COMPUTER-BASED METHOD AND SYSTEM FOR MONITORING BICYCLE RANGE
I913656	自行車檔位部件
	A BIKE STOPPING COMPONENT



1913644	剎車機構及包括該剎車機構的兒童車	1912036	低功耗智慧鞋具系統及其節能運算方法
1913471	用於自行車之協調器裝置、非暫態電腦可讀儲存媒體及用於自行車之系統		LOW-POWER SMART INSOLE SYSTEM AND ITS ENERGY-SAVING COMPUTATION METHOD
	COORDINATOR DEVICE FOR A BICYCLE, NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM AND SYSTEM FOR A BICYCLE	1911971	自行車座管總成
M679411	彎把車鈴	1911960	橢圓機構造
M679374	自行車激磁發電系統		ELLIPTICAL MACHINE
M679352	一種電動輔助自行車後叉軸孔強化結構	1911946	附有踏板之自行車
	A REINFORCED STRUCTURE FOR THE AXLE HOLE OF THE REAR FORK OF AN E-BIKE.	1911889	自行車之線控裝置
M679325	電動輔助自行車自發電發電機安裝結構	1911884	剛性強化輪圈
	INSTALLATION STRUCTURE FOR A GENERATOR OF AN E-BIKE.		REINFORCED RIGID WHEEL
M679302	一種電動輔助自行車的中軸結構	1911869	三維列印自行車坐墊
M679301	一種電動輔助自行車的線組連接結構		3D PRINTED BICYCLE SADDLE
M679300	一種電動輔助自行車的電線連接結構	1911777	輪圈接合結構
1913115	具警示光源之避震座桿	1911760	電池殼體
	SUSPENSION SEAT POST INTEGRATED TAIL LIGHT		BATTERY CASE
1912973	依據量測體重進行是否補水之自行車系統	1911745	自行車訓練器及自行車訓練器系統
1912933	用於自行車之控制裝置		BICYCLE TRAINER AND BICYCLE TRAINER SYSTEM
	CONTROL DEVICE FOR A BICYCLE	1911700	運動輔助系統及運動輔助方法
1912817	自行車後鏈輪總成		SPORT ASSISTANCE SYSTEM AND SPORT ASSISTANCE METHOD
	BICYCLE REAR SPROCKET ASSEMBLY	1911699	載具、扶手安裝單元以及高度調節機構
1912691	自行車擋泥板		CARRIER, ARMREST INSTALLATION UNIT, AND HEIGHT ADJUSTMENT MECHANISM
1912635	自行車懸吊組件	1911675	自行車及其電力管理方法
	BICYCLE SUSPENSION COMPONENTS		BIKE AND POWER MANAGEMENT METHOD THEREOF
1912463	升降座杆元件	1911673	具降低風阻之自行車機能襪
	A DROPPER SEATPOST ASSEMBLY		CYCLING FUNCTIONAL SOCK WITH REDUCED WIND RESISTANCE
1912459	自行車後變速器	1911632	智能座艙系統、車輛控制系統及方法
	BICYCLE REAR DERAILLEUR		INTELLIGENT COCKPIT SYSTEM, VEHICLE CONTROL SYSTEM AND METHOD
1912389	用於自行車或摩托車懸吊的密封裝置	1911626	可調整最大上升行程之升降座管
	SEALING DEVICE FOR BICYCLE OR MOTORCYCLE SUSPENSIONS	1911622	單向軸承結構
M679148	電動自行車之多功能手把		ONE-WAY BEARING STRUCTURE
M679136	自行車座墊角度調整結構	1911608	騎乘載具及騎乘載具運動分析方法
M679135	具馬達驅動油壓調整功能的升降軸柱		RIDING VEHICLE AND RIDING VEHICLE MOTION ANALYSIS METHOD
M679133	自行車車把組	1911513	具有可調整行程的自行車座桿總成
M679132	自行車車把組		BICYCLE SEAT POST ASSEMBLY WITH AN ADJUSTABLE STROKE
M679076	可吸震之自行車管總成	1911326	人力驅動車之發電機、發電機之定子及其製造方法
M679075	油壓煞車制動裝置油管出線結構	1911323	載具電池
M679042	自行車快拆裝置		VEHICLE BATTERY
M679035	懸吊式避震座管機構	1911282	電池模組、電池組以及包括其之車輛
M679025	自行車座管用立體式天線結構		BATTERY MODULE, BATTERY PACK AND VEHICLE INCLUDING THE SAME
M679021	自行車前叉	1911280	電池模組、電池組以及包括其之載具
1912195	液壓調節裝置		BATTERY MODULE, BATTERY PACK AND VEHICLE INCLUDING THE SAME
	HYDRAULIC REGULATION DEVICE	1911269	用於人力交通工具之碟式煞車轉子
1912178	運動設備、非暫時性電腦可讀媒體及用於控制電動運動設備的方法		DISC BRAKE ROTOR FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
	EXERCISE EQUIPMENT, NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE MEDIUM AND METHOD FOR CONTROLLING ELECTRONIC EXERCISE EQUIPMENT	1911245	改良踏板穿脫之登山自行車鞋底
1912177	架設於牆之運動機器		MOUNTAIN BIKE SHOE SOLE WITH IMPROVED ACCESS FOR THE PEDAL
	WALL MOUNTED EXERCISE MACHINE	1911244	用於測量的裝置及用以判定環境中兩點間之距離之方法
1912167	處理訂單之方法及其裝置		
	METHOD OF PROCESSING ORDER AND APPARATUS THEREOF		



	APPARATUS FOR MEASUREMENT AND METHOD OF DETERMINING DISTANCE BETWEEN TWO POINTS IN ENVIRONMENT	D242461	輻條
		D242365	電動自行車
			ELECTRIC BICYCLE
I911201	煞車碟片		
	BRAKE DISC		
I911189	用於對地理圍欄的接近度決定的方法、使用者設備 (U E)、及電腦可讀取媒體		
	METHOD, USER EQUIPMENT (UE), AND COMPUTER-READABLE MEDIUM FOR PROXIMITY DETERMINATION TO A GEO-FENCE		
I911176	自行車用鏈條		
M678749	轉動上管調整升降的座管		
I911124	運動處方產生應用系統及運動處方產生應用方法		
I911095	個人化自行車輔助動力提供方法		
	PERSONALIZED BICYCLE AUXILIARY POWER PROVIDING METHOD		
I911077	攝像裝置		
I911031	正極活性物質、二次電池、電子裝置及車輛		
I910954	正極活性物質及二次電池		
I910761	平踏板摩托車		
	FLAT PEDAL MOTORCYCLE		
I910733	用於人力交通工具之操作裝置及輔助驅動系統		
	OPERATING DEVICE AND ASSIST DRIVING SYSTEM FOR HUMAN-POWERED VEHICLE		
I910715	跨坐型車輛		
	STRADDLE-TYPE VEHICLE		
I910690	摩托車的擋泥板結構		
	MUDGUARD STRUCTURE FOR MOTORCYCLE		
I910625	自行車用後變速器		
	BICYCLE REAR DERAILLEUR		
I910578	自行車的車架單元及其製造方法		
I910565	熱塑性纖維幅條結構及其製造方法		
I910513	活塞組件、負板組件和空氣彈簧組件		
	PISTON ASSEMBLY, NEGATIVE PLATE ASSEMBLY AND AIR SPRING ASSEMBLY		
I910512	自行車整線組件及其碗組		
	BICYCLE WIRE-HOLDING SEAT AND A HEADSET THEREOF		
I910457	非對稱飾面的複合非織造織物及服裝製品		
	ASYMMETRICAL-FACED COMPOSITE NONWOVEN TEXTILE AND ARTICLE OF APPAREL		
I910332	感光性樹脂組成物		
I910305	修改與用戶設備定位相關聯的一致性組		
	MODIFYING CONSISTENCY GROUPS ASSOCIATED WITH POSITIONING OF A USER EQUIPMENT		
I910277	用於人力車輛的操作裝置		
	OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE		
I910275	雙基地探測-追蹤參考信號		
	BISTATIC SENSING-TRACKING REFERENCE SIGNAL		
I910273	用於人力車輛的操作裝置		
	OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE		
I910139	攝像裝置及電子機器		
I910109	自行車用鏈條		
D243465	車輛置放架		
D243464	車輛置放架		