

自行車暨健康科技季刊

Cycling & Health Tech Industries

- 電子化智慧避震前叉系統開發與驗證
- 全球新興 E-Bike 發展趨勢
- 電動輔助自行車三電系統模組化與智慧化整合：
從硬體架構到軟體服務的轉型趨勢
- ISO 19894 (2019) Walking trolleys — Requirements and test methods . 步行推車之要求事項及測試法介紹
- 歐洲運載自行車標準第 5 部份電氣要求簡介
- 生成式 AI 驅動到制度化健康促進的深度應用
- AI輔助開發電動輔助自行車三電配套之故障診斷系統



ISO 9001

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



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

中華民國九十一年二月創刊 / 第一二九期

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、鄭永琛、陳淳和、陳組隆

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

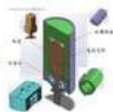
E-Mail: annchen@tbnet.org.tw

網址 / www.tbnet.org.tw

技術研發專欄

01 電子化智慧避震前叉系統開發與驗證

邱文彬



10 全球新興 E-Bike 發展趨勢

吳易信



創新設計專欄

20 電動輔助自行車三電系統模組化與智慧化整合：
從硬體架構到軟體服務的轉型趨勢

陳新國



檢測驗證專欄

28 ISO 19894 (2019) Walking trolleys —
Requirements and test methods.
步行推車之要求事項及測試法介紹

許震華



35 歐洲運載自行車標準第 5 部份電氣要求簡介

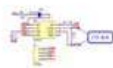
蔡溪川



健康專欄

43 生成式 AI 驅動到制度化健康促進的深度應用

賴世平



三電專欄

50 AI輔助開發電動輔助自行車三電配套之故障診斷系統 廖忠義

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出物，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。

智慧驅動，標準共榮： 迎向自行車智慧移動新浪潮



走過庫存調整期，台灣自行車產業正迎來「數位轉型」與「綠色永續」雙引擎驅動的全新格局。從 2026 歐洲自行車展可見，電動輔助自行車不僅是出口產值主力，更已跨入「軟體定義」與「機電高度整合」(如電機變速一體化 MGU) 的新紀元，徹底演進為結合聯網、感測與大數據的智慧移動載具。

當前市場勝負關鍵，已從單一三電系統優化，升級為全車協同控制與智慧生態系的建立。面對國際跨界競爭，推動「共通協議」是當務之急。唯有透過整合開放的通訊標準，才能打破品牌間的技術壁壘，實現跨部件的 AI 協同控制，這也是 CHC 自行車研發中心與 TBA 自行車公會、TSEBA 電動智能協會合力推動「CCPA 共通協議聯盟」的主要原因。這不僅能大幅降低供應鏈開發成本，更是台灣建立技術護城河、掌握國際話語權的核心武器。

此外，面對嚴苛的國際環保法規，CHC 正全力協助產業導入「數位電池護照平台」以落實碳足跡追溯，築起綠色合規屏障，同時也佈局資安與車聯網相關安全技術。

我們將持續用標準對接世界，引領台灣從硬體設計製造高手轉型為「智慧移動解決方案提供者」，繼續引領全球高階 E-Bike 市場！

敬祝

商祺

董事長 白政忠



電子化智慧避震前叉系統開發與驗證

本研究針對電子化智慧避震前叉系統進行完整技術開發，涵蓋 3D 建模、電控整合、智能控制及功能驗證。系統採模組化設計，在直徑 20mm、長度 40mm 的極限空間內，成功整合電機、減速機與電控系統。驅動核心選用 GA12-N20 微型減速馬達，搭配高密度多層電路板，整合 CAN Bus 通訊與多重保護機制，防護等級達 IP65 標準。智能控制支援「休閒模式」與「運動模式」，分別以車速及 G 值感測為依據，實現即時自適應阻尼調節。系統已通過 ISO 4210 前叉彎曲疲勞測試及 IP65 防水防塵測試，驗證機械強度與環境防護均符合國際標準，為台灣自行車產業智慧化升級奠定重要技術基礎。

文/技研部 邱文彬 #323

一、前言

隨著全球自行車產業邁向智慧化與高端化，傳統機械式避震前叉已逐漸無法滿足現代騎乘者對智能、舒適與個人化騎乘體驗的需求。電動輔助自行車（E-bike）的快速普及，更進一步推動了前叉系統智慧化的市場需求，騎乘者期待前叉不僅能被動吸震，更能主動感知路況並即時調整阻尼特性，實現真正的動態避震控制。

電子化前叉系統透過整合微控制器、馬達驅動、感測技術與智能演算法，能夠即時動態調節避震阻尼，讓騎乘者在各種路況下均能獲得最佳避震效果，進一步提升操控安全性與騎乘舒適性。相較於傳統手動調節式前叉，電子化前叉可在毫秒級時間內完成阻尼調整，響應速度提升數十倍，為高端自行車市場提供無可比擬的騎乘體驗。

本技術開發計畫以「關鍵組件智慧化控制整合技術開發」為核心，聚焦於電子化前叉系統的 3D 建模設計、電控系統整合、智能控制策略開發及功能驗

證，旨在建立電子前叉技術能量，為台灣自行車產業建立高階智慧避震系統的自主技術能力，推動產業邁向智慧轉型升級。台灣自行車產業長期以精良製造工藝聞名全球，此次電子化前叉技術的突破，將進一步鞏固台灣在全球高端自行車零組件市場的技術領導地位。

二、功能化設計架構

電子化前叉系統採用功能化設計概念，將整個系統劃分為幾個核心設計功能，分別為阻尼機構與馬達連結介面、馬達座、馬達本體、電控空間及通訊溝通模式。此設計架構不僅有效提升系統可維護性與各組件整合效率，同時為後續量產製造建立穩固的技術基礎。功能化設計的核心理念在於將複雜的電子機械整合系統，拆解為可獨立開發、測試與維護的功能單元，大幅降低系統整合的技術門檻，同時提升產品的可靠性與維修便利性。

（一）內管空間設計

內管空間設計所面臨的最大挑戰在於前叉內部空間的嚴格

限制。根據拆解前叉調研分析，目前市面上大部分前叉產品的可安置空間約為直徑 20mm、長度約 40mm 的圓柱形空間，相當於一枚一元硬幣的直徑、約 4 公分的高度，在如此微型的空間內完成精密電子機械整合，是本計畫最具挑戰性的技術難題。

設計團隊採用微型化技術與垂直整合設計理念，透過精密的空間配置規劃，將電機、減速機與電路板三大核心組件以最緊湊的方式排列，確保各組件能在緊湊的空間中發揮最佳性能，同時維持系統的穩定性與可靠性。此外，設計過程中亦充分考量組裝可行性與維修便利性，確保實際製造時能夠順利完成組裝作業。

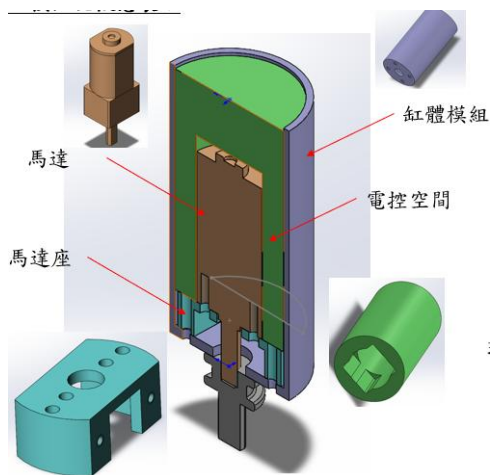


圖 1 內管內部 3D 設計圖

(二) 馬達座

馬達座在整個機構設計中扮演關鍵樞紐角色，承擔多重連接與整合功能。馬達座必須牢固結

合馬達與減速機兩大動力組件，確保動力傳遞的精確性與穩定性；同時需穩固固定於內管模組內，提供可靠的機械支撐基礎，承受運作過程中產生的各種應力與震動。

馬達座也整合了電路板連結功能，建立電機控制訊號與電源供應的可靠通道。在材料選擇方面，馬達座採用高強度鋁合金精密加工製造，兼顧輕量化與結構強度的需求。由於馬達座同時連接機械動力系統與電子控制系統，其設計品質直接影響整體系統性能表現，成為整個電子化前叉機構設計的核心樞紐組件，所有關鍵功能都需透過馬達座的精密整合才能實現最佳協同效果。

(三) 馬達與減速機

馬達與減速機的選型設計需精確匹配不同阻尼系統的扭力需求。經過技術分析，各種阻尼設計的驅動扭力需求一般皆小於 0.4N·m，系統設計必須在此扭力範圍內提供精確的力矩輸出控制。在馬達選型方面，優先選擇高轉速輸出特性的電機，馬達轉速越快越能提升系統響應速度與控制精度，確保阻尼調節的即時性與準確性。考量前叉內部嚴格的空間限制，馬達與減速機的整體體積設計必須追求最小化，透

過精密的微型化設計技術，在滿足扭力與轉速需求的前提下，將整體尺寸控制在最緊湊範圍內。

最終選用標準規格品 GA12-N20 微型金屬減速馬達作為驅動核心。此馬達具備體積小、扭力大的優異特性，全金屬齒輪設計確保耐用性且不易磨損，完全符合前叉系統長期使用的可靠性要求。GA12-N20 馬達支援順逆雙向轉動功能，具備自鎖特性，能夠在斷電狀態下維持位置，確保阻尼設定的穩定性。其低噪音、大扭矩的特性搭配小電流消耗設計，非常適合電子化前叉的應用需求。該馬達的減速比設計特性使得減速比越大時運行越靜音，為系統提供安靜穩定的動力輸出，減速比的選擇需根據所搭配的阻尼機構特性進行優化設計。

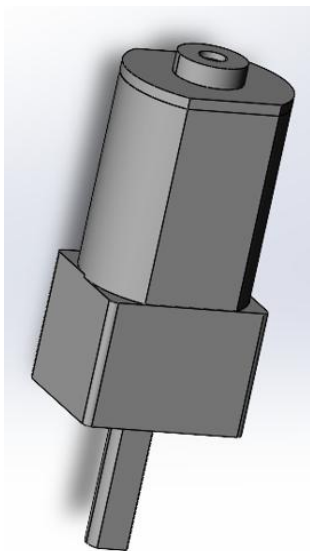


圖 2 馬達與減速機組件圖

(四) 電路板設計

電路板設計面臨極為嚴苛的空間限制挑戰，可用空間僅約為 40mm × 15mm 的矩形區域，且整個系統設計僅允許配置 2 片電路板的空間。在如此有限的空間內，電路板必須整合馬達控制系統、通訊控制模組，以及感測器接口空間等多項關鍵功能。馬達控制功能需要精確的驅動電路與回饋控制系統，確保扭力輸出的準確性；通訊控制模組則負責 CAN Bus 協議的數據傳輸與系統整合。

為實現如此高密度的功能整合，電路板採用 6 層板技術設計，各層分別負責電源層、接地層、訊號層及控制層的功能分配，有效降低層間干擾並提升訊號完整性。此外，電路板採用 0402 及更小尺寸的表面貼裝元件，搭配先進的 BGA 封裝技術，在極小面積內實現複雜的電路功能。透過高密度電路設計與多層板技術，在僅有 2 片電路板的空間限制下，成功實現所有必要功能的完整整合，為後續系統擴充預留了彈性的接口空間。

三、研究目的

電控空間的配置設計充分考量前叉內部嚴格的空間限制與環境挑戰，成功整合微控制器、馬達驅動器、感測器接口及通

訊模組等關鍵電子組件。採用高密度緊湊化設計理念，透過多層電路板技術與先進的封裝工藝，將複雜的電控系統壓縮至極小的體積內，整體電控模組體積較傳統設計縮減許多，充分體現微型化整合技術的突破成果。

線路配置採用創新的挖孔走內線方式，將主要訊號線路嵌入結構體內部，有效避免外部機械應力與電磁干擾，同時大幅提升系統的防護等級。搭配穩定可靠的 CAN Bus 通訊協議，建立了高效的數據傳輸網路，確保前叉電控系統與整車控制器之間的即時、準確通訊。整體電控系統設計符合 IP65 防護等級，能夠有效抵禦灰塵與水分侵襲，確保在各種惡劣騎乘環境下的長期穩定運作。



圖 3 小型化電路板設計及焊製

電控系統核心功能

電控板設計整合了過流、過壓、過熱等多重保護機制，確保系統在各種騎乘環境下的安全運作。當系統偵測到異常電流、電壓或溫度時，保護電路將在微秒級時間內啟動，切斷危險電源路徑並發出警示訊號，有效保護昂貴的電子元件免受損壞。微控制器採用低功耗高性能處理器，具備即時作業系統 (RTOS) 的多任務處理能力，

能夠同時處理感測器數據採集、馬達控制指令執行、通訊協議處理及狀態監控等多項任務。

馬達驅動器採用先進的 FOC (磁場導向控制) 技術，提供平滑精確的扭力輸出控制，有效消除傳統 PWM 控制方式產生的扭力漣波問題，大幅提升阻尼調節的平順性與精確度。在電子控制功能上，已成功實現油流孔徑的自動調節，感測裝置與馬達及高減速比之減速機構直接整合，以確保扭力輸出足以克服機構阻力，並兼顧小型化需求。控制電路板亦完成小型化設計與手工焊製，具備足夠的驅動能力，能精確控制馬達正反轉並調整輸出扭矩。經整合測試驗證，系統已具備穩定驅動與自適應控制功能，為電子化避震前叉核心技術奠定基礎。

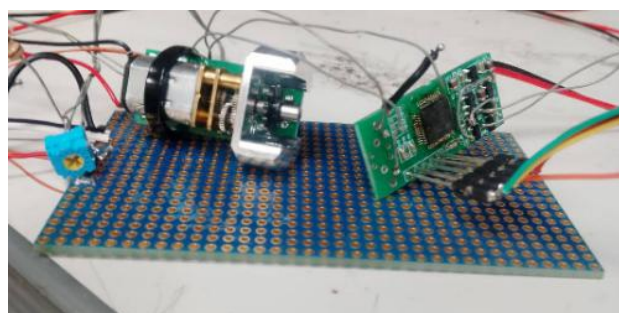


圖 4 電路板控制馬達正反轉測試

四、智能控制模式說明

本電子化前叉系統建立了完整的智能控制架構，支援雙重操作模式以滿足不同使用需求：「休閒（舒適）模式」與「運動模式」。騎乘者可透過主控面板直接選擇所需模式，系統將根據即時感測數據進行自適應阻尼調整。兩種模式均採用每 1 至 2 秒的快速採樣週期，

確保系統能夠及時響應騎乘狀況的變化，提供流暢自然的阻尼調節體驗而不造成突兀的切換感受。

(一) 休閒（舒適）模式

針對休閒騎乘需求，系統開發了速度導向的智能化前叉控制機制。休閒模式的設計理念是提供最大化的騎乘舒適性，在城市通勤、公園騎乘等休閒情境下，優先考量路面振動的有效吸收，讓騎乘者即使在不平整路面上也能享受輕鬆順暢的騎乘體驗。

以即時車速（5-25km/h）作為油流孔控制的基本依據，預設目標速度區間為 15 km/h（上下限 ± 5 km/h），油流孔預設開啟 50%。系統透過固定時間間隔（每 1-2 秒）持續監測並調整油流孔開啟程度，以維持油壓與速度之間的穩定平衡，確保在不同行駛狀態下皆可提供最佳油流反應。

速度控制分級如下：

- 低速（<10 km/h）：縮小油流孔孔徑，提升緩衝動力
- 標準（10-20 km/h）：油流孔開啟 50%
- 高速（20-25 km/h）：油流孔開啟 75%
- 超高速（>25 km/h）：油流孔 100%全開，提高穩定性並減

少能耗

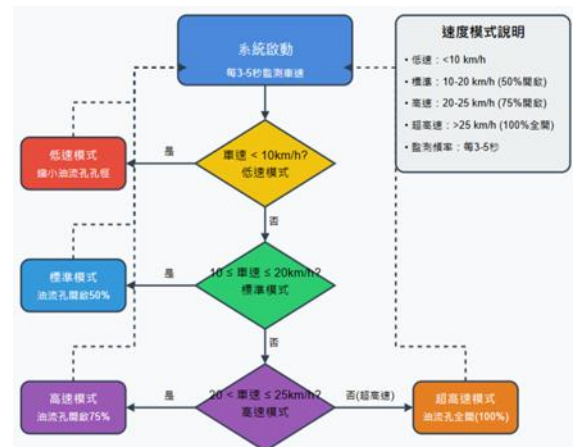


圖 5 休閒模式控制邏輯示意圖

(二) 運動模式

運動模式採用震動與速度導向之智慧油流孔控制系統，整合 G 值感測與速度偵測技術，專為追求極致操控性能的運動騎乘情境所設計。在山地越野、競速訓練等高強度騎乘場景中，系統需要在確保足夠緩衝效果的同時，保持前叉的快速響應特性，以支援騎乘者進行精準的技術性操控動作。

系統首先啟動每 1-2 秒測重車速與 G 值的監測機制，透過雙重控制邏輯進行精確判斷。G 值閾值設計以 0.3G 作為油流孔啟動門檻，此設定基於實際路況考量—大多數城市道路的 G 值低於 0.3G，只有在過速度墊或不平整路段才會超過此閾值，此設計在能源效率與實際路況適應性之間取得最佳平衡。

控制流程階層式判斷邏輯：

- 當 $G \text{ 值} \geq 0.3G$ → 進入震動模式，啟動速度分級控制
- 當 $G \text{ 值} < 0.3G$ → 平穩路面，油流孔關閉，降低能耗

震動路面 ($G \text{ 值} \geq 0.3G$) 速度分級：

- 車速 $< 10 \text{ km/h}$ → 低速模式 (縮小油流孔孔徑)
- $10 \leq \text{車速} < 20 \text{ km/h}$ → 標準模式 (開啟 50%)
- $20 \leq \text{車速} < 25 \text{ km/h}$ → 高速模式 (開啟 75%)
- 車速 $\geq 25 \text{ km/h}$ → 超高速模式 (全開 100%)

典型 G 值參考範圍：

- 平坦柏油路： $0.02G - 0.05G$
- 輕微顛簸路： $0.05G - 0.15G$
- 有裂縫路面： $0.15G - 0.3G$
- 過速度墊 / 急煞： $0.3G - 0.5G$ 以上

五、功能驗證測試

為確保電子化前叉系統在實際使用環境中的安全性與可靠性，本計畫嚴格依循國際標準規範，進行了兩項關鍵驗證測試，分別為 ISO 4210 疲勞測試及 IP65 防塵防水測試。兩項測試均在具備國際認證資格的第三方實驗室執行，以確保測試結果的公正性與可信度。驗證結果均達到預定目標，充分證明電子化前叉系統在導入電子組件後，仍能維持符合國際標準的機械強度與環境防護性能。

(一) ISO 4210 彎曲疲勞測試

依據 ISO 4210 Part 6:2023 第 5.5 節「前叉彎曲疲勞測試 (Front fork — Bending fatigue test)」標準，對電子化前叉進行全面的疲勞強度驗證。ISO 4210 是全球自行車產業最廣泛採用的安全性標準，其嚴格的測試要求確保通過認證的產品能夠在正常使用壽命內維持結構完整性。

測試過程模擬長期騎乘條件下前叉所承受的反覆彎曲應力，施加特定振幅與頻率的循環載荷達到規定的循環次數，全程監控前叉的疲勞裂紋萌生與擴展情況。測試完成後，對前叉進行全面的外觀檢查與尺寸量測，並重新啟動電子功能進行完整的系統功能測試，確認機械結構在導入電子組件後仍能維持符合國際標準的疲勞壽命，電子功能在疲勞測試後亦能正常工作，驗證了電子組件的耐震動疲勞性能。

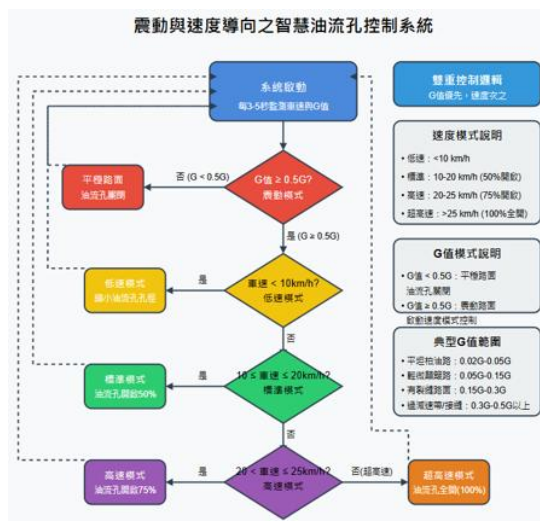
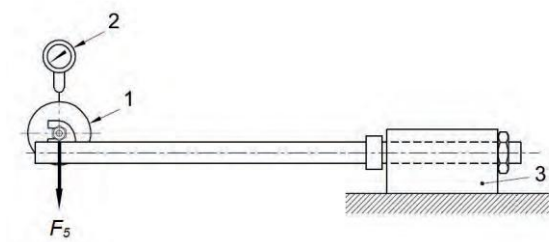


圖 6 運動模式控制邏輯示意圖



彎曲疲勞示意圖



1. 測試樣品：
測試前樣品外觀與功能正常，如圖1所示。樣品特徵與規格如表1所示。



圖1 測試樣品

表1 測試項目一覽表

樣品名稱	特徵與規格	備註
前叉 (型號：C 電子化前叉 type A)	材質 重量(kg)	金屬 2.0

2. 測試項目：如表2所示。

表2 測試項目一覽表

編號	測試項目	要求	方法
1	前叉一彎曲疲勞試驗	Sec. 4.9.7	ISO 4210-2:2023 Ref. Sec. 5.5

3. 測試設備：如表3所示。

表3 測試設備一覽表

設備名稱	設備編號	備註
疲勞試驗機	CE-08	---

第2頁共3頁

圖7 ISO 4210 前叉彎曲疲勞測試

(二) IP65 防塵防水測試

針對電子元件的防護性能，依據 IEC 60529 國際標準進行 IP65 等級防塵防水測試。IP 防護等級中，第一位數字「6」代表完全防塵，能夠阻止任何固體微粒（包括灰塵）進入；第二位數字「5」代表能夠抵禦來自任意方向的低壓水柱噴射，完全符合戶外騎乘可能遭遇的各種降雨、泥水濺射等環境條件。

測試過程採用標準噴水管，以規定的水流量與壓力，從各個角度對前叉電控部位進行持續噴水測試。測試完成後立即拆解電控部位，檢查內部是否有水分滲入，並重新執行所有電子功能測試。測試結果確認電控系統在各種惡

劣環境條件下均能維持正常運作，滿足戶外騎乘的環境防護需求，確保系統長期穩定運作的可靠性，即便在雨天騎乘或涉水路段，系統亦能正常發揮智能控制功能。



數字「6」-防塵。數字「5」-防水

金屬工業研究發展中心智慧系統研發服務處
METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE
INTELLIGENCE AND SYSTEM R&D SERVICE DEPARTMENT
台中市西屯區 407 工業區 37 路 25 號 TEL: (04)23502169
NO. 25, 37TH ROAD, INDUSTRIAL PARK, TAICHUNG, TAIWAN, R.O.C.
防塵與防水試驗報告
DUST & WATER PROTECTION TEST REPORT



圖8 IP65 防護等級測試

六、未来自行車零組件智能化市場

隨著全球電動輔助自行車市場持續高速擴張，智能化零組件已從選配配備逐步演變為高端車款的標準配置，市場需求規模正以每年雙位數的幅度快速成長。

針對自行車零組件智能化的市場現況、技術趨勢與產業機會。就國際競爭格局而言，目前電子化前叉、智能變速系統等高階智能零組件市場仍以歐、日品牌廠商為主導，台灣廠商在精密機構製造與快速代工能力上具備顯著優勢，

但在電控整合與演算法開發領域仍有待強化。此一技術缺口正是台灣廠商透過策略合作或自主研發切入高附加價值市場的關鍵機會視窗。

對有意佈局智能化零組件的廠商而言，現階段技術門檻已大幅降低，關鍵感測元件供應鏈趨於穩定，CAN Bus 等通訊標準亦已普及，整體技術風險相對可控。建議廠商把握此一時機，積極尋求技術授權合作或加入產業聯盟，藉助已驗證的技術平台縮短開發週期，以最小投入風險搶佔智能化零組件的市場先機，共同推動台灣自行車產業鏈邁向高附加價值的智慧製造新局。

技術成熟度分析

現有微型化感測技術與馬達驅動技術已達到可量產應用的成熟度，慣性量測單元 (IMU)、速度感測器等關鍵感測元件的供應鏈亦趨於成熟穩定。CAN Bus 通訊協議在自行車整車系統中的整合應用亦趨於標準化，主要整車品牌已陸續採用此通訊架構，形成有利於零組件廠商切入的標準化介面環境。電控系統的小型化與高防護等級設計已完成驗證，具備進入量產階段的技術條件，達到市場可接受的價格水準。

市場導入策略

建議以高端競技與休閒電動自行車市場作為首要目標客群，此市場對技術創新的接受度高，且願意為優異的騎乘體驗支付溢價。

產品差異化策略聚焦於智能控制演算法的持續優化與使用者操作介面的直覺化設計，強調「即時自適應」與「個人化設定」兩大核心價值，打造難以複製的技術護城河。

七、技術創新突破

本研究成功將傳統機械避震與現代電子控制技術整合，建構出完整的智能化前叉系統架構，在多個關鍵技術領域實現重要突破。這些技術成果不僅具備高度的市場應用價值，更為台灣自行車產業在全球高端智慧零組件競爭格局中，建立了具有自主智慧財產權的核心技術壁壘。

- 空間整合突破：在直徑 20mm、長度 40mm 的極限空間內，成功整合電機、減速機與電控系統，實現高密度模組化設計的技術突破，為後續更高整合度的產品開發奠定基礎。
- 智能控制創新：開發雙模式（休閒 / 運動）自適應控制演算法，整合速度感測與 G 值感測技術，實現即時動態阻尼調節。優化系統的阻尼響應時間，遠優於傳統手動調節方式，提供更流暢自然的避震體驗。
- 防護性能達標：電控系統達到 IP65 防護等級，通過 ISO 4210 疲勞測試驗證，確保電子化前叉在各種環境條件下的可靠性與安全性，充分證明電子化設計與高防護等級並不衝突，為業界提供可行的技術參考方案。

透過精確的空間配置與模組化設計，不僅確保系統功能與可靠性，更為台灣自行車產業在高階智慧避震領域奠定技術突破的基礎，成為推動產業邁向智慧化發展的重要里程碑。本計畫的技術成果已申請專利保護，涵蓋智能控制演算法等核心技術領域，建立完整的智慧財產權保護體系。

八、結論與未來展望

本計畫圓滿達成電子化智慧避震前叉系統的3D建模設計、電控系統整合、智能控制演算法開發及功能驗證等各項預定目標。透過模組化設計架構與高密度微型化技術，成功克服前叉內部空間極限的挑戰，建立了具備商業量產潛力的完整技術方案。

未來發展方向將著重於以下領域：進一步優化智能控制演算法，導入機器學習技術實現更精準的路況預判；擴充感測器整合（如坡度感測器、加速度計）以提升系統的智能程度；以及推動量產製程的建立，包含自動化焊接、嚴格的品質控管體系與供應鏈優化。

隨著全球智慧自行車市場的快速成長，電子化前叉技術的成熟將成為台灣自行車產業在高端市場競爭的關鍵差異化優勢，為台灣自行車品牌創造更高的附加價值，鞏固在全球市場的技術領導地位。

九、文獻參考

1. 國際標準:ISO 4210-6:2023 — Cycles – Safety requirements for bicycles – Part 6: Frame and fork test methods
2. CAN in Automation (CiA) — CAN Bus Protocol Specification
<https://www.can-cia.org/can-knowledge>
3. GA12-N20 微型金屬減速馬達規格資料
<https://www.pololu.com/category/60/micro-metal-gearmotors>
4. 台灣自行車輸出業同業公會 (TBEA) — 產業統計資料 <https://www.tbea.org.tw>



全球新興 E-Bike 發展趨勢

隨全球城市化進程加速與 2050 淨零目標的推動，E-Bike 已由單純的休閒娛樂運具轉變為微型移動(Micro-mobility)的核心載體，本報告針對近幾年新興電動輔助自行車 (E-bike) 的發展脈絡，從歐盟政策導向出發，探討城市零排放區(ULEZ)對物流載具的強制性轉型，並深入解析高速型電動輔助自行車(S-PEDELEC)與包容性移動(Inclusive Mobility)之法規界定，技術端聚焦於 AI 整合應用，同時納入 ESG 循環經濟視角，探討永續材料與電池之應用，本文旨在提供從幾何開發到智慧系統配置的關鍵策略參考。

文/技研部 吳易信 #342

一、研究背景

當我們談論 2050 年的「淨零排放」目標時，很多人腦海中浮現的是電動汽車或龐大的風力發電機，然而一場更貼近你我日常、更具靈活性的變革，正發生在街道巷弄間——那就是電動輔助自行車(E-Bike)的全面進化，這不再只是給體力不足者的輔助工具，而是一場從「運動器材」轉向「智慧移動載體」的華麗變身。

想像未來的都市中心，不再有吵雜排煙的物流貨車，隨著歐盟推動「城市零排放區」(ULEZ)等政策，街道的主角變成了能載重百公斤的載貨自行車(E-Cargo Bike)，它們靈活穿梭，解決了城市物流最後一哩路的瓶頸，而對於跨城市工作的通勤族來說，高速電動輔助自行車(S-PEDELEC)的出現，縮短了空間的距離，讓騎車上班不再是體力的折磨，而是一種高效、環保且酷炫的生活風格。

這場變革中最令人興奮的，莫過於數位技術的深度介入，未來的自行車將不再是冰冷的金屬架子，而是具備「感

官」的智慧夥伴，透過視覺辨識鏡頭，自行車能像人類眼睛一樣觀察前方路況，當 AI 偵測到前方從平整柏油路轉向崎嶇的碎石地或沙地時，會在微秒之間對主動式關鍵零組件下達指令，自動調整其性能，此類技術不僅提升了騎乘的表現，更大幅增加了安全性，讓自行車具備了自動應對地形的「本能」。

在追求智慧的同時，這場革命更帶著深刻的環保承諾，在 ESG 永續治理的框架下，傳統難以回收的複材正逐漸被熱塑性複合材料取代，這意味著當自行車退役時，它的骨架可以被重新加熱、塑造，進入循環經濟的閉環中；同時，為了確保對地球的責任，「電池護照」法規正成為標配，未來每一台自行車的電池，從開採原材料的礦場、生產過程中的碳足跡，到未來的回收路徑，都有一張透明化的數位履歷，不僅是法規的要求，更是現代騎乘者對環境負責的榮譽勳章。

最後，本研究的核心價值，在於將這些紛雜的政策、法規與尖端技術進行蒐集與歸納，不再憑空想像產品，而是透過數據支撐，在研發初期的幾何設計

與系統配置時，就預先判斷市場的需求與環境的限制。

未來係建構一個更安靜、更乾淨、也更聰明的移動模式，不僅是在設計一台自行車，更是我們對未來生活型態的重新定義。

二、政策

1. 運具模態轉移與減碳目標

歐盟「綠色新政 (European Green Deal)」明確要求 2050 年交通運輸排放需降低 90%，政策核心已轉向推動「運具模態轉移」，即鼓勵民眾從私有汽車轉向微型移動載具。

多國政府已將 E-Bike 納入減碳貢獻指標，並透過稅制優惠(如員工通勤里程扣抵)鼓勵跨城市通勤者採用 S-PEDELEC，這種政策導向直接提升了市場對於能替代中長程汽車通勤之高性能 E-Bike 的需求。

2. 城市零排放區(ULEZ)與強制性綠色物流

隨著倫敦、巴黎等城市進入「超低/零排放區」的高強度管制作業，傳統內燃機貨車的營運成本大幅攀升，政策端正強制推動物流產業鏈的 ESG 轉型，要求最後一哩路配送必須達到零碳排。這使得 E-Cargo Bikes(載貨自行車)不再僅是環保/綠色運輸的選項，而是物流企業在政策限制下維持運能的「剛需」，企業需透過導入綠色車隊來達成環境(Environmental)指標中的範疇三(Scope 3)減排目標。

3. ESG 框架下的循環經濟與電池法規

歐盟即將實施的《電池法規(EU Battery Regulation)》與「電池護照(Battery Passport)」制度，是政策面落實 ESG 治理(Governance)的具體表現，法規要求製造商必須揭露電池的碳足跡，並達到法定的回收料比例，這迫使研發端必須從產品生命週期(LCA)的角度出發，選用易於拆解回收的材料(如熱塑性複材、TPU 內胎)與具備智慧監控能力的電池管理系統(BMS)，以符合國際供應鏈的永續治理標準。

4. 包容性移動(Inclusive Mobility)與社會責任指標

在 ESG 的社會(Social)面向中，交通平權正受到前所未有的關注，政策端開始撥款補助針對高齡者或行動不便者設計的「包容性移動載具」，如具備電子平衡輔助的三輪電動輔助自行車，這類政策不僅是社會福利，更透過「醫療輔助補貼模型」降低了特殊車款的入手門檻，帶動了相關利基市場的產品開發與技術標準化

三、法規與標準

1. 高端產品安全法規與型式認證

隨著車速與載重提升，產品安全標準正經歷高度細分化，以確保在複雜城市路網中的運行可靠性：

• S-PEDELEC 跨類別型式認證 (EU 168/2013)：

針對時速 45km/h 的高速型電動輔

助自行車，法規將其界定為 L1e-B 類輕型機車，研發端必須嚴格遵循包括全時點燈(DRL)、後視鏡規格、斷電煞車系統及高強度輪胎(符合 ECE R75)等強制性標準。

- **載重型自行車專屬標準(DIN 79010)：**

鑑於 E-Cargo 車種的高酬載需求，德國 DIN 79010 標準已成為業界標竿，該標準針對載重狀態下的制動距離、車架動態疲勞測試及側傾穩定性設定了極高門檻，是產品進入歐洲物流市場的必要通行證。

- **智慧系統與功能安全(ISO 13849)：**

在智慧化電子系統中，ISO 13849 功能安全技術已成為 AI 核心算法落地的關鍵保障。透過建立可量化的性能等級(PL)與診斷覆蓋率(DC)，技術端能有效評估智慧系統在應對潛在風險時的可靠性，特別是在整合 CCD 視覺辨識的地形偵測技術中，AI 模型負責處理複雜的路面分類與動態控制預測。

同時，透過多源數據融合技術，將實體感測數據與 AI 預測模型進行驗證，不僅強化了系統的容錯能力，更確保了智慧控制在各種極端場景下的技術確定性與安全性。

- **歐盟電池新法與數位電池護照(EU Battery Regulation 2023)：**

自 2027 年起，所有進入歐盟市場的電動輔助自行車電池必須具備

「數位電池護照」，法規強制要求記錄電池的化學成分、碳足跡數據，以及回收料(如鋰、鈷、鎳)的使用比例。這要求製造端必須建立完整的供應鏈數據追蹤系統。

- **可維修權與設計合規性(Right to Repair)：**

政策端開始限制「一次性」或「過度膠合」的設計，新一代法規要求電池與關鍵電子元件必須具備可拆解性與可維修性，以延長產品生命週期，這對車架內部理線空間與馬達模組化設計提出了新挑戰。

- **延伸生產者責任(EPR)與回收處理標準：**

製造商需承擔產品廢棄後的回收責任，這促使研發單位在材料選擇上，從傳統熱固性碳纖維轉向熱塑性可回收複材，以及採用環保無毒的 TPU 內胎技術，以降低產品報廢後的環境處置成本。

四、產品

針對新興電動輔助自行車 (E-bike) 的產品型態，內容涵蓋了 2025~2026 年市場上最受矚目的 E-Bike 車款，並包含了最新的 AI 技術與永續移動理念。

1. 高速通勤型 S-PEDELEC

S-PEDELEC 被視為取代城市間中長程汽車通勤的關鍵運具，其研發重點在於符合 L1e-B 等級的型式認證。

A、Stromer ST7

目前市場上性能最強悍的 45km/h 高速電動輔助自行車，首度搭載了 Pinion 電子智慧變速箱 (Smart.Shift)，且具備如汽車般的防盜追蹤系統，龐大的 1440Wh 電池讓單次充電續航可達 260 公里，完全符合國際 S-PEDELEC 的高技術標準。

- 電子變速：

Pinion 內變速箱，支援靜止換檔與自動升降檔，可於 0.2 秒內完成換檔

- 通訊鎖車：

內建 GPS 與 4G 通訊，手機可遠端鎖死馬達並進行全球追蹤

- 極致里程：

超大容量電池，滿足一整天的長距離通勤需求



圖 1：Stromer ST7

B、Specialized Turbo Vado3 6.0

一款全能型的高速城市車，得益於 Levo 4 的 SuperNatural DNA，擁有優異的控制和續航里程，足以應對各種路況，憑藉其領先的創新技術，讓每一次騎乘都保持平靜、沉著和掌控。

- 高效驅動系統：

搭載的 Specialized 3.1 馬達系

統，動力強勁，運作流暢，擁有 810 瓦峰值功率、105Nm 扭力和完美無瑕的 SuperNatural 動力輸出

- 數位駕艙：

電量、馬達輔助模式、騎乘數據及個人表現指標，全都可自訂並同步

- 車架幾何：

從根本上重新思考舒適性和操控性，匯集了車架設計師、人體工學專家和 Retül 專家，借鑒了數十年的數據、數千次實際測試以及來自 7,000 多名不同用戶的體能測量數據，構建了理想的旅行騎乘姿勢模型



圖 2：Specialized Turbo Vado3 6.0

C、Gazelle Ultimate Speed T10

致力於將速度與極致優雅結合，其設計重點在於人體工學與實用性的完美平衡，採用內置式管線與無段調整龍頭，讓每位騎乘者都能找到最舒適的姿勢，為歐洲城市通勤者的首選。

- 人體工學：

無段式可調龍頭，可根據長途或短途騎乘快速切換姿勢

- 強大制動：

少數搭載四活塞制動系統，配合 203mm 碟盤，提供強大停止力，提升制動安全性

- 光感大燈：
具備遠近光切換功能，並能根據環境亮度自動啟閉



圖 3：Gazelle Ultimate Speed T10

1. 載貨自行車(E-Cargo Bike)

受環保意識與相關政策驅動，E-Cargo 成為綠色物流核心，其設計將聚焦模組化平台與低重心重載穩定性，並於未來整合智慧車隊管理系統進行升級。

A、Riese & Müller Packster2 70

被譽為貨物車界的頂級驕跑，2026 年版本在安全性上有重大躍進，導入了專為載重設計之 Bosch ABS 系統，能精準防止在雨天或重載時前輪鎖死，並透過專利的低重心結構確保過彎穩定。這款車不僅是載貨工具，更是符合「包容性移動」理念的移動平台。

- 安全核心：
搭載 Bosch E-Bike ABS，重載狀態下仍能穩定煞停
- 模組化載貨：
貨箱內建快拆兒童座椅與防雨罩，

適合家庭與物流雙重用途

- 自動化傳動：
全自動 Enviolo 內變速系統，讓騎乘者無需擔心換檔，專注於路況



圖 4：Riese & Müller Packster2 70

B、Tern GSD S00

以「載得重、停得巧」著稱，新款 Refresh 版本強化了能源管理與 AI 輔助，支援雙電池系統，總電量達 1,600Wh，消除了長距離配送的續航焦慮，獨有的垂直停放功能解決了城市空間不足的問題，AI 負載感應馬達能即時偵測後座重量，自動補償推力，是極致的效率工具。

- 超級續航：
支援 1,600Wh 雙電池，專為長途或高強度商業配送設計
- 極致收納：
專利垂直停放與摺疊手把，佔地面積僅與傳統自行車相當
- 智慧推進：
AI 感應器能根據載重即時調整馬達輸出，確保起步與爬坡順暢



圖 5：Tern GSD S00

C、Urban Arrow Family NextGen

作為歐洲市佔率極高的載貨自行車，NextGen 版本將重點放在「車聯網(V2X)」技術，透過內建通訊模組，車輛能與智慧路側設施溝通，提前警告視線死角的來車。車架採用超輕量複合材料，減輕了自重同時強化了緩衝能力，此車體現了城市零排放區(ULEZ)內的最後一哩路方案。

- 智慧聯網：

標配 V2X 通訊技術，提升在繁忙都市路口的防撞能力

- 材料科技：

EPP 高強度複合材料貨艙，提供頂級的衝擊吸收力

- 全天候照明：

360 度環繞式 LED 燈光，大幅提升夜間在城市道路上的識別度



圖 6：Urban Arrow Family NextGen

2. 新興產品：電輔公路車(E-Road)

A、Specialized Turbo Creo2

定義了「輕量化 E-Road」，全車重僅約 11kg，搭載強大的驅動系統，新版本導入了 Future Shock 2.0 能有效降低疲勞感，提升騎乘速度，透過車把立管頂部的旋鈕提供更精準的操控，可調整壓縮阻尼；不僅是一台公路車，更是展示智慧組件整合的技術指標。

- 隱形馬達：

TQ-HPR50 馬達體積微小，提供最接近自然踩踏感的輔助力道

- 隱藏式電源：

高效內部電池，完美整合於碳纖維管材，外觀極簡風格

- Specialized APP：

根據騎乘風格調整馬達出力，記錄騎乘數據並監控電池電量，確保電池續航時間滿足您的需求



圖 7：Specialized Turbo Creo2

B、Trek Domane+ SLR 9

追求長途舒適性與速度的典範，新款強化了「靜音、空氣動力」，搭載靜音馬達技術，讓人在高速巡航時幾乎聽不到電控運作聲，上管嵌入的全彩螢幕不僅能導航，還能與功率計整合顯示數據，專為那些追求純粹公路感且因應潮流趨勢所需之設計。

- 靜音科技：
專利減震馬達殼體，運作聲噪較前代降低 30%
- 整合介面：
車架內置全彩資訊幕，可與手機 APP 及心率裝置同步
- 舒適幾何：
IsoSpeed 吸震技術，能有效抵消柏油路面的高頻振動



圖 8：Trek Domane+ SLR 9

C、Canyon Endurance：ON 9

新款車型專注於「效率、耐力」，採用了 Fazua Ride 60 系統，在耗能与動力間取得完美平衡，車把手配置了隱形壓力感應按鈕，騎乘者不需移動手部位置即可調整輔助模式，寬胎容納空間讓它能輕易應對各種地形，展現極高的靈活性。

- 直覺操控：
指尖壓力感應按鈕，在高速下坡或過彎時也能安全切換模式
- 高效續航：
優化的電池管理系統，確保在山區長爬坡中動力不衰減
- 多路面設計：
標配 32mm 寬胎並支援至 35mm，兼顧速度與抓地力



圖 9：Canyon Endurance：ON 9

1.永續閉環與生物基材料

材料技術不再僅追求強度與重量的極限，而是聚焦於循環經濟與低碳生產。

● 再生碳纖維(rCF)的規模化應用：

頂級自行車研發已正式邁向碳纖維的規模化循環應用，目前的技術突破在於開發出「可拆解樹脂」的閉環回收技術，這項技術確保碳纖維能從舊車架中完整分離並重新織造，轉化為具備高強度的再生零件，從而顯著降低了產業整體的碳足跡。針對最新型的城市移動載具，研發方向也轉向混合材料結構的開發，透過回收鋁合金與碳纖維的複合設計，在確保車輛耐用度與結構剛性的同時，也完美平衡了現代環保循環的核心訴求。

● 生物基與熱塑性塑料：

材料配方的創新上，產業正積極利用生物基與熱塑性塑料來取代傳統的石油化學製品，目前的生物基樹脂主要採用植物油衍生物，這項創新不僅提升了碳纖維膠合後的零件韌性，也讓材料在生命週期結束後更易於進入回收流程。

與此同時，具備 100%可回收特性的 TPU 材料在 2026 年已達成全面普及化，其優異的物理特性使其正式取代了傳統的丁基橡膠內胎，成為市場公認的高效能環保標準配置。

• 再生鋁材應用

➤ 冶金技術的突破：重塑材料的物理完整性

當前的技術框架下，再生鋁不再被視為次級回收料，而是透過精密的冶金工程實現了與原生鋁對等的物理特性，製程中採用先進的感應熔煉與真空除氣技術，能將回收過程中產生的雜質與氧化物含量降至極低。

透過對微量合金元素(如鎂、矽)的精準補償與調配，再生鋁材在 T6 熱處理狀態下，其抗拉強度與抗疲勞表現皆能完全符合 ISO 4210 等國際自行車安全標準，確保在高強度競賽或越野環境下，結構依然具備卓越的穩定性。

➤ 生命週期評估：能源效率與極致減碳

從能源動力學角度分析，再生鋁材的應用實質上是對能源消耗的極致優化，生產過程跳過了原生鋁所需的高耗能電解提煉步驟，轉而採用直接熔煉與精煉工序，這使得每噸材料的能源需求較原生鋁降低了九成以上。

此類能源結構的轉變，直接

導致產品碳足跡的大幅縮減，協助製造商在產品生命週期評估(LCA)中，達成近 90%的碳排放減量，對於定位於永續發展的車型，這不僅是技術數據的提升，更是實踐淨零排放目標的核心路徑。

➤ 製造工藝的兼容性：精密加工與表面處理

再生鋁合金在現行生產線上的表現，展現出與原生材料高度的一致性與適應力，不論是複雜的液壓成型(Hydroforming)管材加工或是高自動化的 CMT 冷金屬過渡焊接，再生鋁皆能維持穩定的熔池流動性與成形精度，確保車架結構的幾何準確度。

此外，在表面處理領域，高品質的再生鋁材能克服回收料常見的色澤不均問題，在陽極處理中呈現出細緻的金屬質感，確保產品在維持環保屬性的同時，依然保有高階市場所要求的視覺美學與耐腐蝕性能。

➤ 國際合規與戰略布局：應對全球綠色貿易規範

隨著 2026 年全球貿易體系對碳足跡監管的全面升級，再生鋁材已成為企業規避碳稅風險、提升國際競爭力的戰略工具，透過導入材料追蹤系統與數位化管理，製造商能夠提供詳盡的材料來源證明與減碳數據，精準對接歐盟

碳邊境調整機制(CBAM)等嚴苛規範，不僅簡化了進入國際市場的合規程序，更透過透明的供應鏈履歷，強化了品牌在 ESG 評鑑中的表現，使再生鋁材成為品牌在全球綠色供應鏈中站穩腳跟的關鍵基石。

2.AI 應用：主動感知與邊緣運算

A、SRAM RED AXS：AI 預判換檔系統(Smart Shifting)

其頂級無線電子變速系統中，導入了名為 AXS Intelligence 的 AI 學習演算法，不再只是單純的自動變速，而是具備「預判性」的邏輯。

- 實際應用：

透過內建的傾斜感應器、扭力計以及歷史騎乘數據，主動分析騎乘者輸出習慣，當 AI 感測到騎乘者在進入坡道前扭力突然增加，且車身俯仰角改變時，會在騎乘者手動按壓前，自動調整至最合適的齒比，以維持恆定的迴轉速。

- 商品特點：

減少鏈條在極限負載下的磨損，並確保在力竭狀態下，系統能提供比人類反應更快的檔位切換。

B、RockShox Flight Attendant：AI 主動式電子懸吊

目前最先進的越野自行車 AI 應用案例，解決了登山車在「爬坡需要硬朗、下坡需要靈敏」之間的矛盾。

- 實際應用：

避震器內部的 AI 控制器每秒進行 200 次以上的地面掃描，會即時收集來自大盤(踏板輸入)、前叉與後避震器的震動訊號，透過預先訓練之模型，AI 會在幾毫秒內決定懸吊應處於「開啟(Open)」、「踏板(Pedal)」還是「鎖定(Lock)」狀態。

- 商品特點：

騎乘者完全不需要手動調整撥桿，系統會自動在碎石路段釋放避震行程，並在平坦路段瞬間硬化懸吊以提升踩踏效率。

C、Garmin Varia eRTL615：後方 AI 車輛辨識雷達

針對道路安全，Garmin 將 AI 視覺辨識與微波雷達結合，安裝於智慧整車或作為獨立零組件。

- 實際應用：

該裝置利用 AI 演算法過濾掉無關的環境干擾(如路邊搖擺的樹木或護欄)，精確辨識後方最遠 140m 處的移動物體，AI 會判別後方來車的「威脅層級」，若車輛以異常高速或偏離車道的方式接近，系統將發出不同音頻的警告，並自動改變尾燈的閃爍模式以提醒後方駕駛。

- 商品特點：

特別針對 E-Bike 高度整合，能直接從車載電池供電，並將車後狀況透過 HUD(抬頭顯示器)或智慧眼鏡即時告知騎乘者。



五、參考文獻

- [1] Riese & Müller, 網址 :
<https://www.r-m.de/en-pt/>
- [2] Two person bike, 網址 :
<https://www.vanraam.com/en-gb/news/two-person-bike>
- [3] Why should businesses invest in e-cargo bikes?, 網址 :
<https://bikebiz.com/why-should-businesses-invest-in-e-cargo-bikes/>
- [4] Gazelle Ultimate T10 review: The best commuter E-Bike, 網址 :
<https://bayfrontbeachandbike.com/uncategorized/gazelle-ultimate-t10-review-the-best-commuter-ebike/>
- [5] Turbo Vado 3 EVO 6.0, 網址 :
<https://www.specialized.com/us/en/turbo-vado-3-evo-60/p/4293013?color=5468354-4293013>
- [6] Riese & Müller Packster 70 Vario in review, 網址 :
<https://downtown-mag.com/en/riese-mueller-packster-70-vario-2021-review/>
- [7] Specilaized, 網址 :
<https://www.specialized.com/tw/zh>
- [8] Stromer ST7, 網址 :
<https://www.stromerbike.com/en/bikes/st7>
- [9] URBAN ARROW, 網址 :
<https://www.urbanarrow.com/>
- [10] TREK, 網址 :
https://www.trekbikes.com/us/en_US/
- [11] CANYON, 網址 :
<https://www.canyon.com/en-tw/>
- [12] European Aluminum, 網址 :
<https://european-aluminium.eu/projets/recycling/>
- [13] Aluminum Agenda:Recycling & Resilience, 網址 :
https://www.aluminum.org/sites/default/files/2024-01/2024-Agenda_Recycling-Critical-Minerals-Supply-Chains_final.pdf
- [14] INSIDE THE RIESE & MÜLLER FACTORY... WHAT' S COMING IN 2026? | Fully Charged, 網址 :
<https://www.youtube.com/shorts/EF0mkWUg7d0>
- [15] SRAM, 網址 :
<https://www.sram.com/en/sram>
- [16] RockShox Flight Attendant, 網址 :
<https://www.sram.com/en/rockshox/collections/flight-attendant>
- [17] Garmin Varia eRTL615
<https://www.garmin.com/en-US/p/874099/>

電動輔助自行車三電系統模組化與智慧化整合：從硬體架構到軟體服務的轉型趨勢

近年電動輔助自行車產業的競爭重心，已由單純的硬體性能轉向系統整合、資料應用與服務延伸能力。根據德國 ZIV 2025 年資料，數位化已成為產業發展的核心議題，國際大廠如 Bosch 與 Shimano 亦已將 OTA 更新、App 串接與遠端診斷納入產品體系，使三電系統由硬體零件轉化為智慧化服務平台。與此同時，歐盟《電池法規》對產品的可追溯性與資安責任提出了更嚴謹的要求。剖析三電系統模組化架構與軟硬整合趨勢，並強調台灣業者應由傳統零件供應思維，轉向系統整合、數據服務與法規合規並進的發展路徑，藉此由代工角色升級為具備主導權的系統解決方案提供者。

文/創設部 陳新國 #824

一、前言

電動輔助自行車 (E-Bike) 的角色正經歷深刻轉型，已從單純的休閒工具演變為都市通勤、共享移動及商業配送的核心載具。儘管歐洲市場近期面臨庫存調整壓力，但產業基礎動能依然強勁。根據德國 ZIV 2025 年數據，德國自行車與電動輔助自行車 (E-bike) 保有量已達 9,060 萬台，顯示市場正由高速成長期轉入結構整理期，且「數位化」被確立為下一階段競爭的關鍵基礎工程。

在此趨勢下，電池、馬達與控制器等「三電系統」不再是彼此獨立的零件，而是整車智慧化的核心架構。國際大廠如 Bosch 與 Shimano 的發展軌跡顯示，產品價值已由出廠時的硬體規格，延伸至 OTA 更新、遠端診斷與預防維護等動態服務能力。與此同時，歐盟《電池法規》的推進，更將產品的可追溯性、更新維護與資安治理納入法律強制要求，使系統設計必須從生命週期管理的角度重新定義。

對長期深耕供應鏈的台灣業者而言，這不僅是技術挑戰，更是提升產業競爭力的契機。台灣雖具備強大的製造基礎，但在通訊協議與資料平台的主導權上仍缺少話語權。本文將從產業瓶頸、模組化設計、軟硬整合、數據平台及國際案例等面向，剖析三電系統如何轉化為驅動創新的核心平台，並為台灣業者由零件供應轉向系統解決方案提供者，提出具體的發展策略建議。



圖 1、三電系統整合之產業痛點

二、三電系統整合的產業需求與發展瓶頸

電動輔助自行車的核心系統通常由電池、馬達與控制器構成，並與顯示器、變速器、充電器、通訊模組及後台診斷工具連結，形成完整的產品架構。隨著

產品功能持續增加，整車廠對三電系統的需求，已由「能夠穩定驅動」提升為「能夠快速整合、可靠量產、持續更新、有效維修與支援服務」。這種需求轉變，源自市場競爭邏輯的變化：當主要市場成長趨緩，產品差異化與售後效率的重要性就會顯著提高。德國 ZIV 對 2025 年市場的觀察，即反映出產業正處於從銷售擴張轉向結構優化與新價值建立的階段。

然而，目前三電系統整合仍面臨數項結構性瓶頸。首先是封閉系統主導所造成的整合限制。國際主流系統商為確保穩定性與品牌控制力，多採自有介面、自有診斷工具與自有周邊生態，整車廠一旦採用特定平台，後續在電池、顯示器、維修工具與更新機制上，往往都須與原廠綁定。這固然有助於控制品質，但也會限制整車廠的供應彈性與產品自主性。

其次，是跨供應商系統整合效率低。當品牌廠或整車廠嘗試整合不同來源的電池、控制器、顯示器與周邊零組件時，常遇到通訊協議不一致、資料欄位無法對應、故障碼無法共通、測試工序過於繁複等問題。對資源有限的中小型業者而言，這將拉長開發時程並提高整合成本。

第三是售後維修體系仍多建立在傳統自行車服務模式上，尚未完全適應三電系統的數位化需求。當產品已涉及韌體版本、通訊連線、系統授權、錯誤碼判讀與 App 配對時，售服能力就不再只

是零件更換，而必須具備軟硬整合判斷能力。Bosch 與 Shimano 現行官方服務均已把更新、錯誤資訊與系統調整納入使用者與維修體系，這某種程度也反映出市場對售後服務能力的要求正在升高。

第四，是法規與資安要求提高，進一步擴大系統設計與管理的複雜性。歐盟《電池法規》並非附帶條件，而是在制度層面要求產品必須兼顧可追溯性、生命週期管理、更新維護與安全責任。對出口型供應鏈而言，這使三電系統不再只是工程開發問題，而是產品治理問題。

綜合而言，三電系統整合的產業需求正在快速上升，但既有產品架構、供應關係與售後體系尚未完全對應此一變化。這也是為何模組化設計與智慧化服務逐漸由選配項目，轉為產業升級的必要條件。

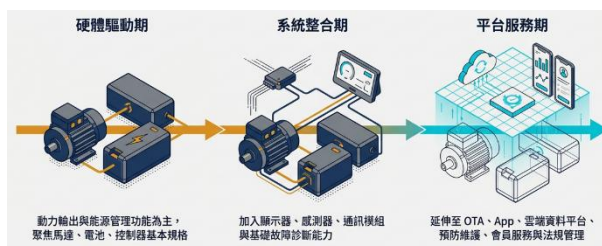


圖 2、電動輔助自行車三電系統發展路徑

三、模組化三電架構設計原則

所謂模組化三電架構，並非單純將零件拆分，而是建立一套具備可擴充、可互換、可維護與可驗證特性的系統結構，使電池、馬達、控制器及周邊設備能在明確規格下協同運作。對電動輔助自行車而言，模組化設計的價值，主要

體現在三個層面：提升整合效率、降低維修成本，以及為後續軟體服務與資料應用預留空間。

第一項原則是功能分層。若將三電系統中的動力輸出、能源管理、通訊控制、應用邏輯與人機介面明確分開，便可降低模組之間的高度耦合。例如，電池管理系統應聚焦於充放電、安全與健康度；馬達控制器應聚焦於輸出控制、效率與騎感；上層應用則負責騎乘模式、顯示邏輯與更新機制。這種分層設計有助於在不重做整體架構的前提下，進行功能升級與產品差異化。

第二項原則是介面標準化。介面不僅包括機械接口與電性規格，也包含通訊協議、資料欄位與故障碼邏輯。當國際主流產品已將 App、藍牙、更新與錯誤資訊整合進日常使用流程時，資料交換的一致性就變得更重要。Bosch 明確支援透過 E-Bike Flow App 下載新功能並透過藍牙傳輸至車輛；Shimano 則透過 E-TUBE PROJECT Cyclist 支援韌體更新與客製化設定。這些做法都顯示，若缺乏標準化介面，後續服務與平台化發展將受明顯限制。

第三項原則是可維護性導向。模組化真正的價值，常在售後階段才會全面顯現。若各模組均可獨立識別、查詢狀態、比對版本並快速定位問題，維修時間與誤判風險都可降低。尤其當產品需要長期服務時，可維護性往往比功能性更重要。

第四項原則，是預留軟體升級與資

料擴展能力。現今國際主流系統已不再把韌體視為出廠後固定不變的內容，而是產品價值延伸的一部分。Bosch 的官方更新頁面顯示，其 E-Bike Flow App 持續推出新版本與新增功能；Shimano 也強調透過智慧型手機 App 可更新韌體並客製電子變速與助力程式。對台灣業者而言，若三電架構在設計初期未預留更新與資料擴充空間，未來很容易在產品維運與客戶服務上失去主導權。

因此，模組化三電架構的意義，不只是提高研發效率，更是建立未來平台服務、法規合規與供應鏈協作的基礎。台灣若要擺脫對單一國際平台的依賴，模組化設計將是必經的一步。

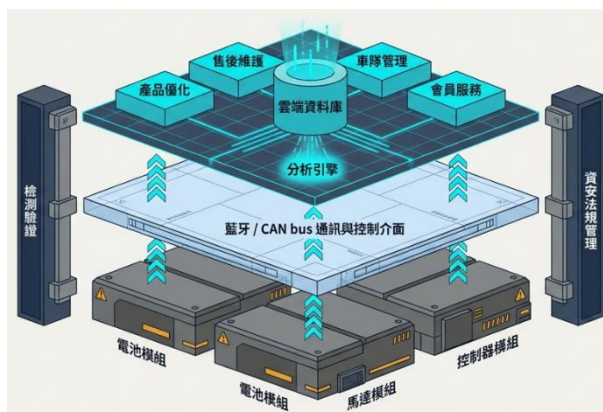


圖 3、三電模組化與數據平台架構

四、軟硬整合趨勢：OTA、遠端診斷與預防維護

當三電系統逐漸與 App、雲端與維修體系深度連結時，產品的核心價值便不再只是電動輔助自行車 (E-bike) 的硬體組成，而是出貨後能否持續優化、持續維運與持續服務。OTA、遠端診斷與預防維護，正是這種軟硬整合趨勢的具體體現。

首先，OTA 的重要性在於把產品更

新轉為常態化服務。Bosch 官方明確表示，可下載新功能並透過藍牙傳送到 E-Bike，讓車輛維持最新狀態；其 E-Bike Flow App 亦持續釋出新版本功能。這代表產品功能不再在出廠時即被完全定義，而是可依市場需求與使用情境持續擴充。對品牌而言，這能延長產品生命週期；對使用者而言，則可在不更換硬體的情況下獲得體驗升級。

其次，遠端診斷使售後服務由被動維修轉向主動掌握。當系統可回傳錯誤碼、模組狀態、韌體版本與特定事件紀錄時，品牌端與維修端就能更快判定問題來源，縮短檢修流程。App 中可顯示錯誤代碼、原因及可能解決方案，說明故障診斷已逐步由專業維修工具延伸至數位服務介面。

第三，預防維護是比遠端診斷更進一步的能力。其核心在於透過長期累積的運行資料，辨識潛在故障徵兆，例如電池衰退異常、溫度波動、特定版本韌體在特定條件下的錯誤機率提升等。雖然不同廠商公開資訊的深度不一，但從 Bosch「以完整透明掌握車況與零件狀態」的官方表述可看出，系統服務已朝主動維護與風險預判方向發展。

然而，軟硬整合也同步帶來新的要求。首先是通訊與資料規範。若車端資料格式不一，雲端分析效果將大打折扣。第二是權限定義。誰可以更新、誰可以調整參數、誰可以讀取維修資料，都需明確定義。第三是資安責任。產品連網與更新，就必須處理軟體安全加密與漏

洞管理問題。其核心，即在要求具數位元件產品需於整個生命週期中負起資安與更新責任。

總體而言，OTA、遠端診斷與診斷維護的意義，不只在於「增加幾項新功能」，而在於改變產品與服務的關係。未來三電系統能否持續創造價值，將取決於軟硬整合能力，而非僅是硬體功能規格。

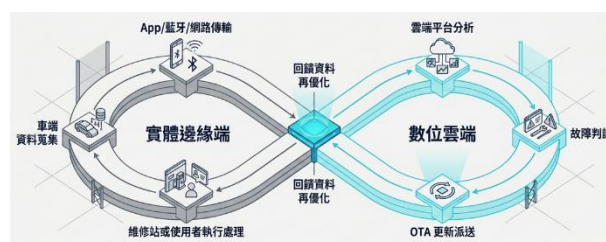


圖 4、遠端診斷與更新維護優化閉環

五、三電系統數據化與平台化發展

隨著三電系統與數位服務整合程度提高，資料正由附屬資訊轉變為產品與服務的核心資產。電動輔助自行車在運行過程中，可持續產生動力輸出、電池狀態、通訊事件、錯誤記錄與使用行為等多種資料；若能透過車端、App 與雲端後台串接，便可形成完整的產品生命週期資料鏈。

從資料類型來看，三電系統的數據大致可分為四類。第一類是動力運行資料，例如馬達輸出、踏頻、扭矩與騎乘模式。第二類是能源管理資料，例如電池電壓、電流、溫度、SOC、SOH 與充電紀錄。第三類是車台狀態資料，例如韌體版本、錯誤碼與模組識別。第四類是使用情境資料，例如里程、頻率、使用時段與保養紀錄。這些資料若能被標



準化蒐集與分析，便能反饋到產品優化、售後維護、會員經營與商業模式創新。

從產品開發面來看，資料平台可使研發決策由少量測試與經驗判斷，轉向基於實際使用樣態的持續優化。從營運面來看，平台可進一步支援保養提醒、電池健康檢查、故障預警、車隊管理與增值服務。對共享移動或商用配送情境而言，資料平台的價值甚至可能超過單車本體，因為其直接關係到資產管理效率與停機成本。

數據化發展亦與法規要求愈來愈密切。歐盟《電池法規》Regulation (EU) 2023/1542 已將電池與廢電池的資訊要求、管理與治理納入整體制度架構。雖然企業在實際導入上的節奏會因產品類別與實施時程而異，但其方向已相當清楚：電池不再只是硬體元件，而是需要被追蹤、被管理、被揭露部分資訊的關鍵對象。這也意味，若企業沒有良好的資料架構與追溯能力，未來在出口與供應鏈治理上將面臨顯著壓力。

值得注意的是，平台化並非單純把資料上傳雲端，而是建立從資料生成、資料交換、資料分析到服務輸出的完整鏈條。這需要前段模組化架構、後段軟體能力與中間資料標準化共同支撐。換言之，三電系統的數據化與平台化，不是一項附加功能，而是未來產品競爭力的核心結構。

六、案例分析：國際品牌與新創應用模式

從國際市場觀察，當前三電系統的智慧化與服務化大致呈現兩種主要模式。

第一種是以 Bosch、Shimano 為代表的整合型平台模式；第二種則是較偏向開放串接、場景導向或資料服務導向的新創應用模式。前者以高一致性、高穩定性與完整品牌生態為優勢，後者則以導入彈性、開發速度與特定應用價值見長。

Bosch 的發展路線相當具有代表性。其官方服務頁面顯示，E-Bike Flow App 已不僅用於車輛資訊顯示，而是承擔更新、維護與服務同步功能；更新頁面也持續釋出不同版本的新功能。這顯示 Bosch 的核心競爭力不只是馬達或電池性能，而是透過 App、藍牙、更新與服務網路，建立一套持續經營的產品生態。對整車品牌而言，導入此類平台有助於降低整合與維修風險；對 Bosch 而言，則可掌握更高程度的產品生命週期主導權。

Shimano 的路線則呈現較強的客製與使用者互動特性。其官方頁面明確指出，使用者可透過 E-TUBE PROJECT Cyclist 進行韌體更新、客製化電子變速，並調整 E-Bike 助力程式，亦可查看錯誤代碼與可能解決方案。這代表三電系統已逐步走向「可由使用者參與設定、由數位服務延伸體驗」的產品模式，而不再只是封閉黑盒子。

相較之下，新創業者通常較難複製大型品牌的封閉完整生態，因此多採取聚焦式策略，例如車隊管理平台、電池健康監測、後台診斷工具、共享移動管理或特定應用場景的遠端服務。這類模

式的優勢在於導入彈性高，較能快速回應市場需求；其挑戰則在於若基礎三電平台介面不夠開放，服務邊界往往會受到既有國際系統商的限制。

從台灣角度來看，最具可行性的路徑未必是正面複製 Bosch 式的全球封閉生態，而可能是從「開放式模組互通」、「中立驗證」、「資料平台」、「特定應用場景」與「售後服務工具」等切入。這類位置既可避開全面對抗國際大廠的高門檻，也較符合台灣在供應鏈協作、電子技術整合與中小企業彈性上的既有優勢。



圖 5、國際主流三電平台與新創應用模式比較

七、對台灣業者的整合策略建議

面對三電系統由硬體走向平台、由製造走向服務的趨勢，台灣業者若仍停留在單一零件供應或純代工定位，未來在價值鏈中的角色將愈發受限。相對地，若能及早布局模組化架構、資料平台、檢測驗證與法規治理能力，則有機會在下一階段國際競爭中取得較高附加價值。

第一，應由零件思維升級為系統思維。台灣過去在機構件與製造整合上基礎雄厚，但未來三電競爭的核心，不再只是個別零件性能，而是整體系統是否易於整合、易於升級、易於維修與易於服務。因此，產品規劃應把電池、控制

器、馬達、顯示器、App 與後台視為同一體系，而非彼此分散的開發項目。

第二，應建立半開放式共通介面與資料規格。短期內要推動全球通用標準並不容易，但台灣可先從國內供應鏈協作做起，建立基本的模組識別、通訊邏輯、資料欄位與故障碼對應原則。這將有助於降低整車廠整合成本，也可提升國內零組件彼此之間的替代與協同能力。

第三，應強化檢測驗證與中立測試平台。當產品架構愈來愈複雜，若缺乏第三方驗證能量，模組化與平台化就難以建立市場信任。未來測試項目不應只限於電池安全或單機性能，也應包括互通性、韌體更新驗證、資料一致性、故障模擬與資安測試。

第四，應把軟體與資料服務視為必要投資。Bosch 與 Shimano 的官方服務已清楚顯示，韌體更新、客製化設定與錯誤處理正逐步成為主流能力，而非可有可無的附加功能。對台灣業者而言，若只具備硬體出貨能力，卻缺乏 App、雲端、帳號管理、資料分析與後台服務能力，未來將很難維持高附加價值。

第五，應將法規合規前置化。歐盟《電池法規》代表產品設計必須同步納入可追溯、可更新、可維護與安全責任。這對出口導向的台灣業者尤為重要，因為若法規需求等到接單後才被動處理，往往將造成設計返工與成本增加。

第六，應選擇符合台灣優勢的應用突破口。現階段較可行的方向，包括整車的模組化整合平台、商用車隊管理、

電池健康診斷平台，以及結合檢測驗證與售後維修的系統化服務。這些領域不必與國際大廠全面正面競爭，卻能逐步累積台灣的整合能力與平台話語權。



圖 6、歐盟法規對電動輔助自行車三電系統之影響

八、結論

綜合以上分析可知，電動輔助自行車三電系統的發展，已由單一硬體模組的性能競爭，轉入系統整合、資料平台與服務生態的綜合競爭。從市場端來看，歐洲產業雖經歷庫存調整，但需求基礎仍在，且數位化已被視為未來發展重點；從產品端來看，Bosch 與 Shimano 已將更新、維護、客製與錯誤處理納入主流服務，顯示三電系統的價值正在向軟體與服務擴張；從制度端來看，歐盟《電池法規》則進一步把可追溯、可更新與資安治理納入產品生命週期要求。

因此，未來真正具競爭力的三電系統，不會只是馬達更強、電池更大或控制器更快，而是能否同時具備模組化、可維護、可更新、可資料化與可合規的整體能力。對台灣而言，這不只是技術升級問題，更是產業角色重組問題。若仍停留在零件供應與代工思維，未來將難以取得較高主導權；相反地，若能由模組化架構、共通介面、檢測驗證、軟體平台與場景型應用逐步切入，台灣有機會從傳統供應者，轉型為兼具整合能

力與服務能力的系統解決方案提供者。

簡言之，三電系統的下一階段競爭，核心不再只是「做得出來」，而是「模組化、服務化、符合規範」。誰能率先完成這種從硬體到服務的轉型，誰就更可能在未來電動輔助自行車產業中取得優勢。

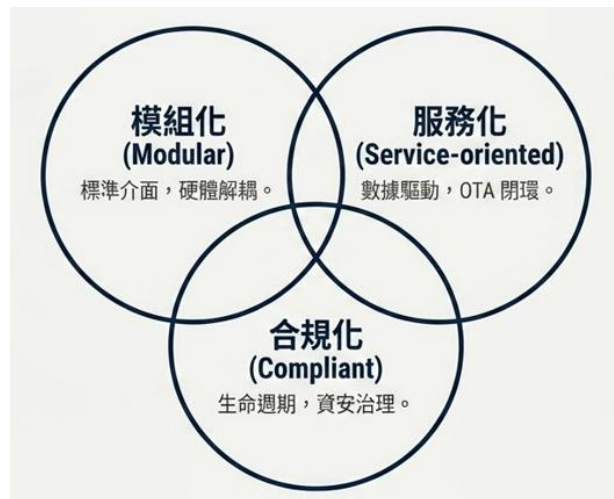


圖 7、三電系統的三位一體

九、參考文獻：

1. Resilient despite headwinds: bicycle industry stable in 2025 – new business areas lend strength:
<https://www.ziv-zweirad.de/en/2026/03/11/market-data-2025/>
2. 2025 Market Data for the Bicycle Industry:
<https://www.ziv-zweirad.de/wp-content/uploads/2026/03/Market-Data-Bicycle-Industry-2025.pdf>
3. Update and service with the E-Bike Flow app:
<https://www.bosch->



ebike.com/en/connected-
biking/update-service

4. More functions. More flow. Updates
for the E-Bike Flow app:

[https://www.bosch-
ebike.com/en/products/ebike-flow-
app/updates](https://www.bosch-ebike.com/en/products/ebike-flow-app/updates)

5. E-TUBE PROJECT Cyclist:

[https://bike.shimano.com/zh-
TW/products/apps/e-tube-project-
cyclist.html](https://bike.shimano.com/zh-TW/products/apps/e-tube-project-cyclist.html)

6. Regulation EU 2023/1542 concerning
batteries and waste batteries:

[https://eur-
lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542
/oj/eng](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj/eng)



ISO 19894 (2019) Walking trolleys — Requirements and test methods. 步行推車之要求事項及測試法介紹

本研究針對 ISO 19894:2019 《Walking trolleys — Requirements and test methods》(步行推車之要求事項及測試方法) 進行一般介紹與測試技術簡介，旨在促進步行推車產品之設計的應用發展。該標準明確規範步行推車之安全性、性能要求及對應之測試方法，對於製造商與零組件供應鏈而言，具有高度關鍵性。透過標準化技術要求之建立，可提供產品開發與驗證過程中之依循依據，並提升產品品質與一致性。此外，ISO 19894 作為國際標準，其內容與多數地區之法規要求具有高度關聯性，可作為支援法規實施之技術基礎。藉由符合該標準，產品得以證明其滿足相關法規之基本安全與性能要求，進而降低市場進入之技術障礙，並強化法規遵循之確定性。綜上所述，本標準在產品設計驗證、法規符合性評估及產業技術發展方面，均具備重要之參考價值與實務應用意義。

文/檢測部 許震華 #602

一、簡介

本研究聚焦於 ISO 19894:2019 《Walking trolleys — Requirements and test methods》國際標準，針對步行推車之設計要求、安全規範及測試方法進行系統性介紹與分析。隨著高齡化社會及綠色運輸需求提升，步行推車已逐漸成為日常輔助移動與低碳生活的重要工具，其產品安全性與性能品質亦愈發受到重視。

本標準主要涵蓋結構強度、穩定性、耐久性及操作安全等關鍵技術要求，並配合明確之測試方法，以確保產品在實際使用條件下之可靠性與安全性。對製造商及零組件供應商而言，ISO 19894 提供一套具體且可驗證之技術依據，有助於產品開發、品質控管及國際市場接軌。

此外，該標準亦可作為支援各國法規實施之技術基礎，使產品符合基本安

全與性能要求，提升法規遵循之確定性並降低市場進入門檻。整體而言，本研究透過標準解析，強化步行推車產業之技術應用與法規理解，對推動產品創新與永續交通發展具有實質參考價值。

二、活動及折收零件之安全

(1) 擠壓

除非步行推車或步行推車零件之預期目的為抓握、切割、擠壓等或若無法在沒有諸如擠壓危險之危害情況下實現預期用途，則：

- (a) 任何構成安全危害之活動零件應配備僅能使用工具拆除之防護罩。
- (b) 在整個活動範圍內，輔具相互移動之裸露部位間之間隙應保持於表 1 所列之最小值以下或最大值以上。

在進行任何相關之強度、耐久性與衝擊測試之前後，應執行下述

量測。

表 1 活動零件間之安全距離

避免	與成人之安全距離	與兒童之安全距離 ^a
手指困陷	小於 8 mm 或大於 25 mm	小於 4 mm 或大於 25 mm
足困陷	小於 35 mm 或大於 120 mm	小於 25 mm 或大於 120 mm
頭困陷	小於 120 mm 或大於 300 mm	小於 60 mm 或大於 300 mm
生殖器困陷	小於 8 mm 或大於 75 mm	小於 8 mm 或大於 75 mm
註 ^a 亦包括身高小於 146 cm，體重小於 40 kg 或體重指數(BMI)小於 17 之成人。		

對於會造成擠壓之活動零件，製造商應考慮人體有風險之部位。應指定使用者(群)以便可應用正確之安全距離。

為避免折收後步行推車對身體部位有困陷之危害，應進行下述評估。

步行推車應裝有防止使用者困陷及/或擠壓危害之方法。或

步行推車具相對移動之裸露零件間之間隙，在整個移動範圍內應保持小於表 1 所列之最小值或大於最大值。或

若無法在沒有如擠壓等危害情況下實現步行推車之預期目的時，則應在使用說明書中提供警語及相關如何安全操作之說明。

若使用防護罩，則防護罩之設計應考慮正常使用中可能施加之力。

(2)機械磨損

易受機械磨損可能會導致安全危害之零件，除非預期依據製造商規定定期保養時進行更換，否則應

易於檢驗。

三、防止人體部位困陷

(1)孔及間隙

於步行推車預期使用過程中，使用者及/或協助者可及之固定零件上的孔及間隙應符合表 2 規定。

這些量測應於任何相關之強度、持久性及衝擊測試之前後進行。

表 2 固定零件間之安全距離

避免	與成人之安全距離	與兒童之安全距離
手指困陷	小於 8 mm 或大於 25 mm	小於 5 mm 或大於 12 mm
足困陷	小於 35 mm 或大於 100 mm	小於 25 mm 或大於 45 mm
頭困陷	小於 120 mm 或大於 250 mm	小於 60 mm 或大於 250 mm
生殖器困陷	小於 8 mm 或大於 75 mm	小於 8 mm 或大於 75 mm
註 ^a 亦包括身高小於 146 cm，體重小於 40 kg 或體重指數(BMI)小於 17 之成人。		

若無法避免因孔之大小及固定零件間之間隙造成危害而無法符合步行推車之預期用途時，則應在使用說明書中提供警語及有關如何安全操作之說明。

對於可能導致困陷之固定零件，製造商應考慮身體哪些部位具有危害。應指定使用者，以便可應用正確之安全距離。

限制孔或間隙之零件設計應考慮正常使用時可能施加之力。

備考：力可能會導致孔/間隙擴大。此可能會導致失效，如表 2 所示。

對於具鑰匙孔形狀或 V 形開口之孔，則不適用下限值。在檢查步行推車上是否有身體部位困陷時，應考慮到相鄰零件間之撓性/彈性。

(2) V 形開口

製造商應評估 V 形開口困陷之風險。V 形開口應至少為 75° 。此將減少使用者頭部於任何位置被困陷之風險。

四、折收及調整機構

(1) 鎖定機構

當步行推車處於任何固定之工作組態時，這些機構應能牢固地鎖定。若折收後對使用者或協助者會構成危害時，則折收後亦應能牢固地鎖定。應防止被意外釋放。

(2) 折收機構之保持及強度測試(如下圖 4-1)。折收機構之保持及強度測試應依下述。

- (a) 將產品設定於使用狀況，牢固地固定於平坦水平測試平面上。
- (b) 依正常使用方向，於產品上施力 100 N，並保持此力 10 s。重複 10 次。在此期間，確認本體未被折收。施力部位通常位於把手上，惟若產品具易於固定之部位，則亦應對該部位施力。
- (c) 檢查步行推車狀況。
- (d) 在製造商及測試機構雙方同意之產品折收方向上，於最不利位

置施力 100 N，維持此力 10 s，然後移除作用力。重複此步驟 10 次，並確認在此期間主體未被折收。施力點及施力方向應記錄於測試報告中。

(e) 檢查步行推車狀況。



圖 4-1 折收機構之保持及強度測試

五、舉升及搬運工具

若步行推車具一個把手或握套，或可使用多個把手或握把之一搬運或舉升步行推車時，則在搬運或舉升時，則測定每個把手或握套時。

若步行推車具多個把手或握套，依據預期方式搬運或舉升步行推車時，測定每一個把手或握套所需之力。

於每一個把手或握套上，以預定方式搬運步行推車所需之力(許可差 $\pm 3\%$)。若有一種以上之預期方式時，則測定最大作用力。

在接下來之測試中，拘束步行推車防止被舉升或移動。向每一個把手或握套施加一力，該力等於上述確定力之 2 倍，許可差 $\pm 3\%$ ，並均勻分佈在把手或握套中心(70 ± 5) mm 內，避免震動

(參照圖 5-1) 。保持力至少 60 s 。

移除力及拘束，並檢驗步行推車是否損壞及操作是否令人滿意。

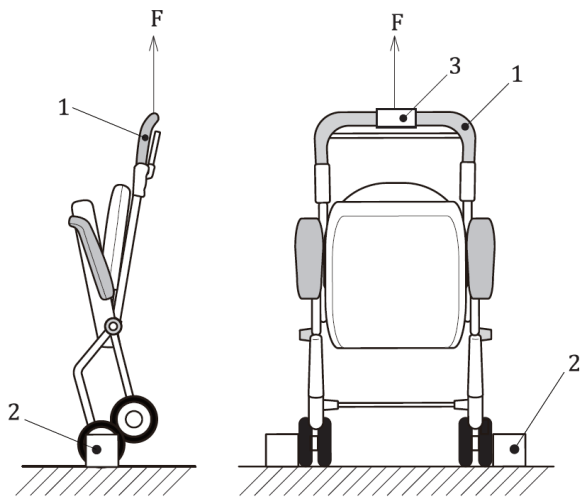


圖 5-1 舉升及搬運工具測試

說明

1 步行推車

2 拘束

3 測試力均勻分佈在把手中心(70±5) mm 長度

上

六、休息椅座之強度

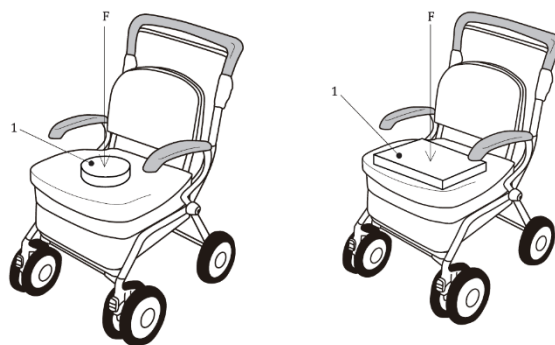
依下述執行休息椅座之強度測試 (參照圖 6-1)。

(a) 將產品固定於平坦之水平測試平面上。若配備駐車煞車器時，作動駐車煞車並維持之。若配備購物袋時，將聚苯乙烯發泡體均勻地放入袋中至 15 cm 高，然後將相當於負載質量之重量置於聚苯乙烯發泡體上。

(b) 將椅座裝載墊放至椅座上，以使負載墊底部中點垂直對齊休息

椅座中心。

(c) 於負載墊中心垂直向下逐漸施力 1,200 N(含負載墊質量)。若步行推車規定之最大使用者質量非為 100 kg 時，則每 kg 最大使用者質量應施力 12 N(±2%)，惟不得小於 420 N±2%。



(a) 圓形負載墊

(b) 矩形負載墊

圖 6-1 休息椅座之強度測試(負載墊說明)

(d) 維持此力 2 min 後，移除垂直力並檢查步行推車之狀態。

七、臂支撐之強度

依下述執行臂支撐強度測試(參照圖 7-1)。

(a) 將步行推車固定於平坦之水平測試平面上。若配備駐車煞車器時，作動駐車煞車並維持之。

(b) 將 4.7.12.2 規定之臂支撐負載墊放至臂支撐最不利位置。

(c) 設定施力裝置，使其施力線與臂支撐之支撐表面相交，如圖 7-1 所示。

備考：圖 7-1 顯示測試開始時負載裝置之配置。該配置會隨測試使步行推

車變形而改變。

- (d) 在開始測試之前，設置防止步行推車傾倒及前後移動之裝置。

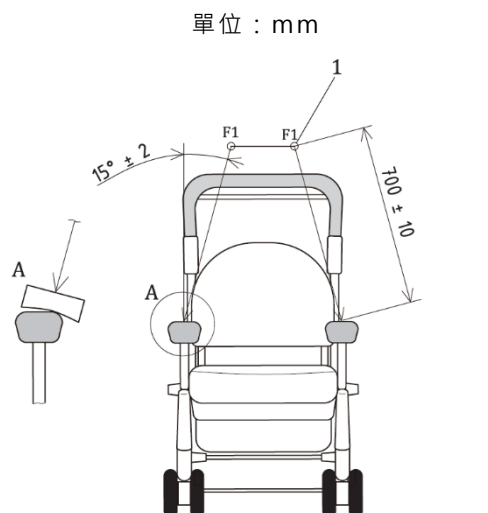


圖 7-1 臂支撐強度測試(負載樞軸說明)。

- (e) 測試負載可同時或分次施加至兩個臂支撐上。
- (f) 如圖 7-1 所示，在負載墊中心逐漸施力至 500 N(包括負載墊質量)。若為步行推車規定之最大使用者質量非為 100 kg 時，則每 kg 最大使用者質量施力 5 N $\pm 2\%$ ，惟不得小於 210 N $\pm 2\%$ 。
- (g) 保持此狀態 1 min 後，移除負載及負載墊，並檢查步行推車狀態。

八、把手扭矩

依下述執行把手扭矩測試(參照圖 8-1)。

- (a) 將產品固定於平坦水平測試平面上，並固定 4 個輪子底部。

- (b) 如圖所示，在把手上並沿著把手固定一根棒子。

- (c) 於距把手中心 500 mm 處，水平往後方向施力 100 N，並維持此力。

- (d) 經 1 min 後，移除水平力，檢查是否有破壞、脫離或造成難以使用之變形。

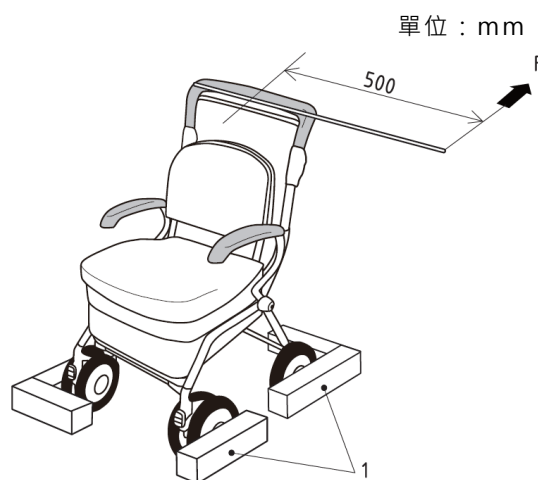


圖 8-1 把手扭矩測試(固定車輪說明)

九、行走耐久性

依下述執行行進耐久性測試(參照圖 9-1)。

- (a) 在使用條件下，將產品置於直徑 (250 ± 50) mm 之滾輪上，滾輪上具 10 mm 高之跳塊。將後輪固定於地板上，使前輪位於滾輪中心上。固定時應避免妨礙其自由上下移動，同時應防止側向擺動。

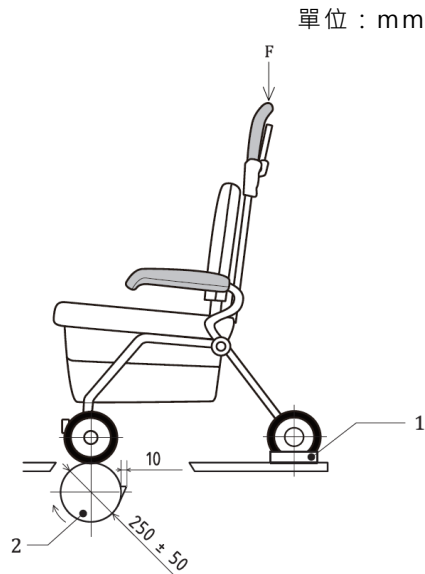


圖 9-1 行進耐久性測試

說明

1 固定後輪

2 滾輪

(b) 於把手中心施力 100 N。若配備分離式把手時，利用一根棒子連接左右把手，並施力 100 N(含棒子之重量)。若配備購物袋時，將聚苯乙烯發泡體均勻放入袋子中，高度為 15 cm，並在聚苯乙烯發泡體上放置相當於最大安全工作負載質量之重量。

(c) 於此情況下，以 (24~30) m/min 速度旋轉滾輪，共 60,000 轉。

(d) 隨後，將後輪放至滾輪上，進行相同之測試。

備考：可使用雙滾輪測試設備，同時測試後輪及前輪。

十、外觀(表面、角隅、邊緣及突出部位)

步行推車零件上不得有毛邊、銳邊或突出，以免弄髒衣服或傷害使用者(參照圖 10-1)。



圖 10-1 外觀(表面、角隅、邊緣及突出部位)

十一、前向穩定性測試

依下述執行前向穩定性測試(參照圖 11-1)。

(a) 如圖 11-1 所示，將產品固定於具鉸鍊及擋塊(尺度應大於輪子直徑之 1/2，且小於輪子直徑之 2/3)之可傾斜平坦測試平面上。

(b) 使左右前輪與檔塊接觸。調整左右導輪，使其向後。當把手高度可調時，將其調至最高。

(c) 配備購物袋時，應採用最不利條件。若需要使購物袋承受最不利條件之負載時，則將聚苯乙烯發泡體均勻地放入購物袋中，高度為 15 cm，然後在聚苯乙烯發泡體上施加相當於最大安全工作負載之重量。休息椅座不需要負載。

- (d) 在此情況下，將測試平面逐漸傾斜至 15° ，並檢查步行推車是否傾倒。

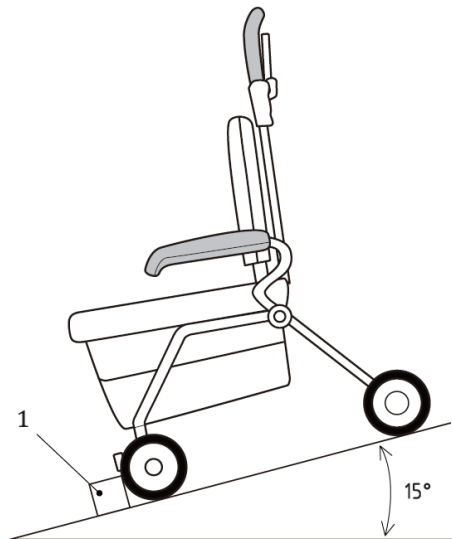


圖 11-1 前向穩定性測試(擋塊說明)

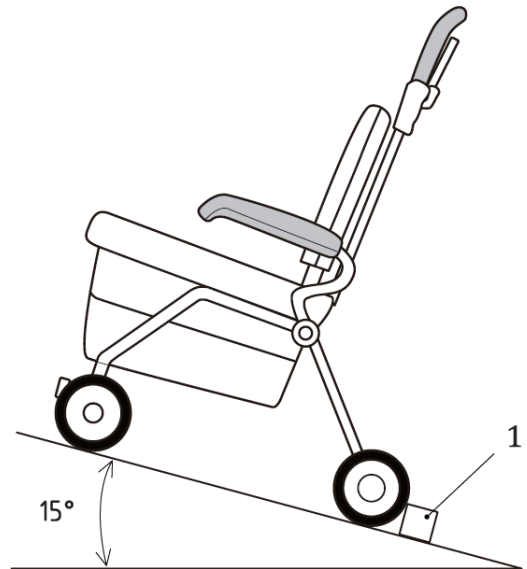
十二、後向穩定性測試

依下述執行後向穩定性測試(參照圖 12-1)。

- (a) 如圖 11-1 所示，將產品固定於具鉸鍊及擋塊(尺度應大於輪子直徑之 $1/2$ ，且小於輪子直徑之 $2/3$)之可傾斜平坦測試平面上。若配備駐車煞車器時，則不得作動煞車。
- (b) 使左右前輪與擋塊接觸。調整左右導輪，使其面向後方。當把手高度可調時，將其調至最高。
- (c) 配備購物袋時，應採用最不利條件。若需要使購物袋承受最不利條件之負載時，則將聚苯乙烯發泡體均勻地放入購物袋至

15 cm 高，然後在聚苯乙烯發泡體上施加相當於最大安全工作負載之重量。休息椅座不需要負載。

- (d) 在此情況下，將測試平面逐漸傾



斜至 15° ，並檢查步行推車是否傾倒。

圖 12-1 向後穩定性測試(擋塊說明)

參考資料：

- 1.ISO 19894 (2019) Walking trolleys — Requirements and test methods.
- 2.CNS 草案 19894 (2021) 步行推車之要求事項及測試法。

歐洲運載自行車標準第 5 部份電氣要求簡介

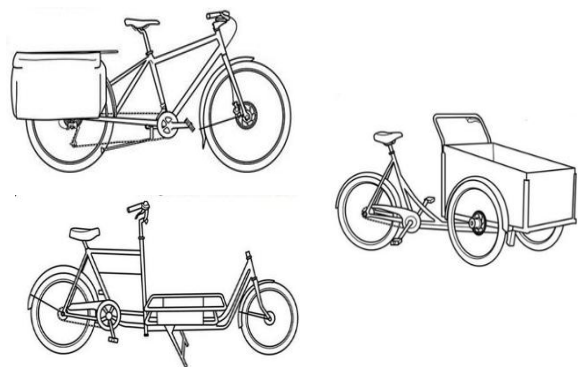
運載自行車因不在歐盟法規 (EU) 第 168/2013 號適用範圍內，為確保產品的安全，歐洲標準委員會制定了 EN 17860 系列標準，本文就歐洲運載自行車標準 EN 17860-5 電氣要求摘要說明。

文/檢測部 蔡溪川 #607

一、EN 運載自行車(Carrier Cycles)標準規範

EN 17860 提供了不包括於 EU 168/2013 法規所涵蓋的單軌/多軌運載自行車，一個評估標準。以下所列是 EN 17860 系列標準：

EN 17860-1:2024 Part 1: Terms and definitions · 術語與定義; EN 17860-2:2024 Part 2: Lightweight single track carrier cycles – Mechanical aspects · 單軌 (兩輪) 輕型貨運自行車機械結構與測試要求; EN 17860-3:2024 Part 3: Lightweight multi track carrier cycles – Mechanical aspects · 多軌 (如三輪) 輕型貨運自行車機械性能與測試; EN 17860-4:2025 Heavyweight carrier cycles – Mechanical and functional aspects · 重型貨運自行車機械與功能要求; EN 17860-5:2024 Electrical aspects 電氣安全; EN 17860-6:2025 Passenger transport · 載人用途 (乘客運輸) 安全與測試要求; EN 17860-7:2024 貨運拖車 (含具電動驅動者)。



運載自行車示意圖

運載自行車最大容許總重量、有效負載、

空載重量如下說明：

最大容許總重量(Maximum permissible total weight / Gross included vehicle weight) 指製造商所完整組裝運載自行車加上騎乘者和行李架的重量。

有效負載/總載重量(Payload/total load)指騎乘者重量與裝載貨物/乘客重量之總和

空載重量(unladen weight) 指具備標準配備 (根據製造商的說明) 運載自行車於正常操作時的重量，包括電池。

最大容許總重量、有效負載、空載重量對照說明如下表：

定義(Definition)	運載自行車重量 (Weight of the carrier cycle)	騎乘者重量 (Weight of the cyclist)	貨物及/或乘客重量 (Weight of the goods and/or passengers)
Payload/total load 有效負載/總載重量	-	已包含(Included)	已包含(Included)
Unladen weight 空載重量	已包含(Included)	-	-
Maximum permissible total weight / Gross included vehicle weight 最大容許總重量/車輛總重	已包含(Included)	已包含(Included)	已包含(Included)

二、相關名詞說明

輪車(cycle)主要或僅藉由騎乘者肌力，特別是以腳踏方式推進，至少2輪車輛。

自行車(bicycle)主要或僅藉由騎乘者肌力，特別是以腳踏方式推進之2輪車輛。

電動輔助自行車(electrically power assisted cycle-EPAC) 配置腳踏板與一輔助電動馬達之



自行車，除起動輔助模式外，其不能僅藉此輔助電動馬達推進

運載自行車(carrier cycle) 專用於運輸貨物及/或乘客的自行車。

裝備輔助電動馬達的拖車(EPACT)(electrically assisted cycle trailers) 裝配有輔助電動機的運載拖車，其中電動馬達的推進僅透過牽引自行車的動作來推動，除了手推車輔助模式外。

三、歐洲 EN 17860-5 運載自行車電氣要求標準

(1).運載自行車電氣標準範圍

- a.適用於運載自行車功能和電氣方面;
- b.適用於裝備輔助電動馬達的拖車(EPACT)電氣方面；
- c.適用於運載自行車所使用電池、充電器電氣方面；
- d.不適用於充電站；
- e.適用於最大工作電壓 ≤ 60 V d.c.的運載自行車

(2).EN 17860-5:2024 標準章節

1、範圍(Scope)

2、參考文獻 (Normative References)

3、名詞與定義(Terms and definitions)

4、一般要求(General requirements)

4.1 風險評估(Risk assessment)

4.2 重大危害與安全功能(Significant hazards and safety functions)

4.2.1 重大危害(Significant hazards)

4.2.2 載貨 EPAC 控制系統的安全功能(Safety function for control system of carrier

EPAC)

4.3 防止未經授權的使用 (Prevention of unauthorized use)

5、電氣要求(Electrical requirements)

5.1 電氣系統(Electric system)

5.2 控制裝置與符號(Controls and symbols)

5.3 電池(Battery)

5.4 外部電池充電器(External battery charger)

5.5 電線與連接器 (Electric cables and couplers)

5.6 配線(Wiring)

5.7 電源線與管道(Power cables and conduits)

5.8 外部與內部電氣連接(External and internal electrical connections)

5.9 抗濕性(Moisture resistance)

5.10 電氣部件的機械強度 (Mechanical strength test of the electrical components)

5.11 最大輔助速度 (Maximum speed for which the electric motor gives assistance)

5.12 走行與操控輔助模式 (Walk and manoeuvring assistance mode)

5.13 動力管理(Power management)

5.14 最大功率 (Maximum power measurement — Measurement at the engine shaft)

5.15 電磁相容性 (Electro Magnetic

Compatibility — EMC)

5.16 失效模式(Failure mode)

5.17 防擅改措施(Anti-tampering measure)

5.18 熱危害(Thermal hazards)

5.19 能量回收制動(Regenerative braking)

5.20 電動貨運拖車的電氣要求(Electrical requirements for electric cargo trailers)

(3).Sec.4 一般要求

1. Sec.4.1 風險評估(Risk assessment)

運載 EPAC 和電動輔助自行車拖車(EPACT)的設計應符合 EN ISO 12100 的原則。以應對此標準未涵蓋的相關危險(EN ISO 12100: Safety of machinery -- General principles for design - Risk assessment and risk reduction)。

2. Sec4.2 重大危害與安全功能(Significant hazards and safety functions)

4.2.1 重大危害: EN 17860-5 考慮了以下運載 EPAC 的重大危害：

- a) 機械危害：減速、加速、不穩定、動能、旋轉部件和運動部件、粗糙或濕滑表面、銳利邊緣；
- b) 電氣危害：電磁現象、靜電現象、超載、短路、熱輻射；
- c) 熱危害：爆炸、火焰、熱源輻射、高溫或低溫物體或材料；
- d) 人機工程危害：操作力、局部照明、姿勢；
- e) 與運載 EPAC 使用環境有關的危害：水（灰塵）。

4.2.2 運載 EPAC 控制系統的安全功能

a) 應按照 EN ISO 13849 對運載 EPAC 控制系統的風險進行評估。

b) 電氣控制系統中與安全相關部分的要求：

表 1 中的安全要求對於運載 EPAC 是必要的。每項安全要求及其對應的安全功能確定所需的性能等級（PL）或安全等級。

表 1 與危害有關之安全功能

安全功能	性能等級
防止在用戶未踩踏或未啟用助行模式時電機提供助力驅動	PLrc
電池電能超過 100 Wh 時，若管理系統失效，應防止火災風險	PLrc

c) 安全功能的驗證：

實現功能安全的全過程應符合 EN ISO 13849 的要求。

系統供應商應記錄該過程並採取措施以達到所需的性能等級（如表 1 所示）。

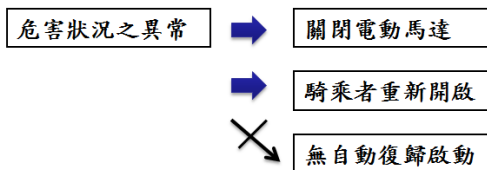
3. Sec 4.3 防止未經授權的使用

應為用戶提供防止未經授權使用運載 EPAC 的電動輔助/走行模式的手段，例如鑰匙、鎖或電子控制裝置。

(4). Sec.5 電氣要求

1. Sec.5.1 電氣系統 (Electric system)

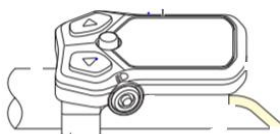
電氣系統的設計應能在發生危險性故障時，在不增加危險性的情況下切斷故障部件的電源，重新開啟(switch on again)系統應需使用者主動操作(user interaction)。



危險性故障時作動示意圖

2. Sec.5.2 控制及符號(Controls and symbols)

- 應配置一控制裝置(control device)·以開啟或關閉輔助功能。
- 啟動電動輔助模式應有兩個獨立的操控動作 (如電源開關和向前踩踏啟動)。
- 控制裝置應顯眼、易於觸控並無誤地觸及·控制裝置應通過自願操作啟動。
- power on/off symbol、light symbol、Signal horn symbol 的設計·應符合附錄 B 的規定。



主控制裝置圖示例



power on/off symbol



light symbol



Signal horn symbol

3. Sec.5.3 電池(Battery)

- 電池應符合 EN 50604-1:2016 和 EN 50604-1:2016/A1:2021 的要求。
 - EN 50604-1 只適用於二次鋰電池。
- EN 50604-1:Secondary lithium batteries for light EV (electric vehicle) applications-Part1: General safety requirements and test methods.

4. Sec.5.4 外部電池充電器 (External battery charger)

- 輸出電壓低於 60V DC 的外部電池充電器應符合 EN 60335-2-29 的規定。
- 應告知使用者充電器是設計用於室內·或是同時可用於室內和室外。
- 若僅用於室內的充電器則必須標示 IEC 60417-5957 (2004-12)符號。
- 如充電器是為室外使用而設計並貼有標籤·則其防護等級至少應為 IP X4。
- 用於運載自行車的充電器被視為在住宅區 (家庭) 環境內使用。



IEC 60417-5957 室內符號

5. Sec.5.5. 電線與連接器(Electric cables and couplers)

- 電纜與插頭(cable and plug)溫度應低於製造商規定之溫度。應防止電纜和插頭的絕緣損壞。
- 電纜截面積(cable cross sections)應根據 EN 60335-1:2020 表 11 選用。

6. Sec.5.6. 配線 (Wiring)

- 線路應平順且無銳邊。
- 電線應予以保護·避免接觸毛邊、散熱片或類似之銳邊·而導致絕緣破損。絕緣電線通過之金屬孔表面應平順圓滑或裝有襯套保護。

c)配線應能有效地防止與活動件接觸。

d)EPAC 在正常使用或騎乘者保養時，會產生相對移動之部位，不得對電氣連接及內部導線產生過度應力。若使用開放線圈彈簧(open coil spring)保護電線，應正確安裝並保持絕緣。撓性金屬管不得造成裝在其內之導線絕緣受損。

在正常使用(in normal use)狀況下被彎曲之導線，以測試頻率 0.5 Hz 彎曲 10,000 次，在最大撓曲角度。在騎乘者保養期間(during user maintenance)被彎曲之導線，以測試頻率 0.5 Hz 彎曲 100 次。



開放線圈彈簧圖示

7.Sec.5.7. 電源線及管道 (power cables and conduits)

a) 採用之管道入口、電纜入口及脫離孔之結構或位置，應使其管道或電纜導入時不會降低其保護措施。

b) 電源線(power cables)尺寸選擇指引 HD 60364-5-52:2011 之規定。

8.Sec.5..8.外部與內部電氣連接 (External and internal electrical connections)

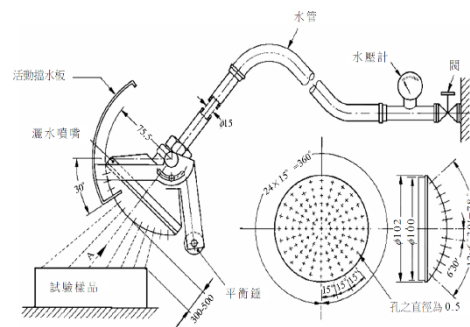
電氣連接應符合 HD 60364-5-52:2011 之
526.1 及 526.2

9. Sec.5.9.抗濕性(Moisture resistance)

a) 完整組裝的運載 EPAC 及/或 EPAC 拖車的電氣部件應進行測試，且應符合 IEC 60529 IPX4 要求。

b) 水流率: 10 L/min $\pm$ 5%

c)時間: 表面積 $1\text{min}/\text{m}^2$, 至少 5 min



抗濕性測試設施圖示

10. Sec.5.10 機械強度 (Mechanical strength test).

10.1 一般規定 (General)

電氣部件應具備足夠的機械強度，並應具備承受正常使用中可能發生的粗暴操作的結構設計。

10.2 功能相關的衝擊測試 (Function related shock test)

a) 以 150 m/s^2 的加速度施加半正弦衝擊(half sine shocks)，且持續時間應等於三個垂直軸每一個的兩個方向 6(ms) 毫秒的標稱脈衝(nominal impulse)。每個方向的衝擊次數： 100 ± 3 次衝擊 (總共 600 次)。

b)試驗後，元件的性能應完全維持，且未發生故障。

10.3 衝擊相關測試—側翻測試 Impact related shock test - Lateral overturning

a)衝擊相關測試應在完整組裝的單軌運載 EPAC 上進行。運載 EPAC 應從直立狀態向左和向右

各跌落 5 次。轉向系統調至直行位置，車把兩端應安裝把手套或把手塞，每次跌落前，腳踏曲柄應保持水準位置。

測試應在硬質地面（如混凝土或石塊路面）上進行。

b)試驗後，電氣部件不得出現脫落、撕裂或緊固件斷裂的情況。

11.Sec.5.11 最高輔助速度(Maximum speed for which the electric motor gives assistance)

- a)馬達輔助應藉由設計限制在 25 km/h 或較低時停止。
- b)電動機提供運載 EPAC 的最高輔助速度，不得超過所標示的最高輔助速度的+10%。
- c)斷電車速 (cut off speed)→斷電車速 25 km/h，則馬達提供輔助之 EPAC 最大車速 27.5km/h。

Cycling & Health R&D Center,
17, 37 Rd., Taichung Industry Park,
Taichung, Taiwan.

Model: XX
EPAC according to
EN 15194.



Cut off speed: 25km/h
Max. Cont. rated power: 250W
Max. Total: 140 Kg.
Use Weight: 100 Kg.
Bicycle Weight: 40 Kg.
Produced in: 2018
(Production year: 2018)

斷電車速不得大於標記
所指出 Max.speed 的
+ 10 %

斷電車速標示

12.Sec.5.12 走行與操控輔助模式(Walk and manoeuvring assistance mode)

- a)運載 EPAC 可配備走行與操控輔助模式
- b)操控可包括但不限於上坡、起步和倒退移動。
- c)此模式應由使用者自願並持續地操作啟動。
- d)走行與操控輔助模式的最高運行速度不得超

過 6 km/h。

- e)如果車輛在倒退時會強制腳踏板反向轉動，且騎乘者無需主動向後踩踏即可啟動倒退模式，在該模式啟動期間，必須通過聲音或視覺信號提醒使用者，倒退模式的最高速度不得超過 3 km/h。



步行與操控輔助模式符號圖示

13.Sec.5.13 動力管理(Power management)

- a.僅於騎乘者踩踏前進(pedals forward)時才提供輔助。
- b.輔助應於騎乘者停止踩踏前進時關閉，切斷距離不得超過 2m。
- c.若所有制動裝置(all braking device,例如:煞車把手)具有斷電開關，切電距離不得超過 5m。
- d.輔助輸出應在運載 EPAC 達到最大輔助速度之前逐步減小，並最終切斷。
- e.輔助應採漸進與順暢之管理方式。
- f.兩個獨立作動(two independent applying actions)應可啟動電動輔助模式(如電源開關及前踩作動 forward pedalling)。

g.在任何具危害之電力驅動故障(electric drive malfunction)使輔助模式失效，電力驅動不得在無騎乘者介入下自動被啟動(踩踏不視為騎乘者介入)。



兩個獨立作動啟動電動輔助模式

14.Sec.5.14 最大功率量測(Maximum power measurement)

- 最大連續額定功率應依據 EN 60034-1 之規定，於馬達達到廠商指定之熱平衡時進行測量。
- 熱平衡：馬達零件溫度每小時變化不超過 2 K。

15.Sec.5.15 電磁相容性(Electro Magnetic Compatibility)

a)輻射干擾(Sec.5.15.1 Emission)

EPAC 及 ESA 應符合附錄 A 之規定。

b)輻射耐受(Sec.5.15.2 Immunity)

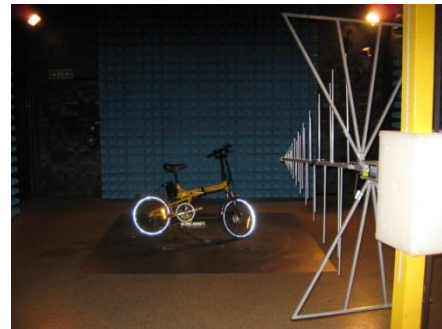
EPAC 及 ESA 應符合附錄 A 之規定。

c)充電器(Sec.5.15.3 Battery charger)

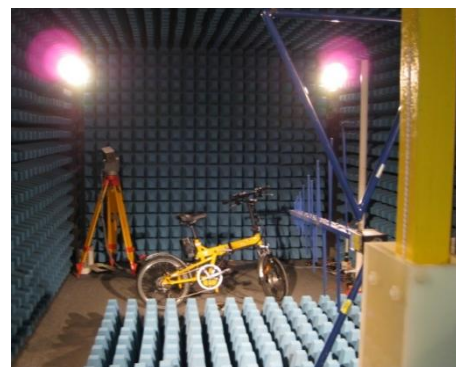
運載 EPAC 在市電充電模式下 (市電充電器連接至 EPAC) 及允許將電池從 運載 EPAC 中取出後再進行市電充電的結構，應符合 EN IEC 61000-6-1 和 EN IEC 61000-6-3 的要求。

運載 EPAC 配有獨立的市電充電器，該配置應按照桌面設備 (市電充電器) 與非接地落地

設備 (運載 EPAC) 的組合進行測試。內建市電充電器應按非接地落地設備進行測試。



輻射干擾測試圖示



輻射耐受測試圖示

16.Sec.5.16 失效模式(Failure mode)

a)運載 EPAC 應配備專用系統，在因電量耗盡導致輔助工具被切斷前或切斷時，通過聲音及/或視覺方式對使用者發出警告。在電池完全放電之前，應通過聲音及/或視覺警示信號提示電量 (SOC) 下降，並逐步減少輔助功率 (不能驟然減少)。

b)應根據 EN ISO 12100 的原則，確定在電量降至何種 SOC 水準時觸發聲音及/或視覺警示，並逐步降低或切斷輔助工具。此數值應由製造商聲明。

c)使用者可在警示聲發出後由自主的操作隨時臨時關閉聲音警告。當達到下一等級，聲音警告應在無需使用者操作的情況下自動重新啟動。

17.Sec.5.17 防 擅 改 措 施 (Anti-tampering measure)

a) 適用 CEN/TS 17831:2023

CEN /TS 17831:2023 Cycles - Electrically power assisted cycles-Anti-tampering measures.自行車-電動輔助自行車-防擅改措施

b) 防 止 擅 改 要 求 (Requirements for powertrain anti-tampering)

(a)以下參數與防擅改措施相關:

-馬達輔助的最大速率。

-最大馬達功率。

-起動輔助最大速率。

(b) 對上述(a)中參數的修改應需要專用的程式工具，並透過使用者身份驗證，限制 EPAC 製造商授權人員對系統的存取；

(c) 應透過制定有效對策，來防止或修補對上述(a)中列出參數合理可預見的篡改行為。

(d) 更換機械零組件 (包括更換傳動零組件和更換輪胎尺寸不得增加上述(a)中列出的參數，例如透過改變最大動力系統傳動比。

(e) 與上述(a)中列出參數相關的零組件應設計成無法在不留下可見跡象的情況下打開，例如使用防竄改的安全密封。

18.Sec.5.18 熱危害(Thermal hazards)

18.1 非連續接觸表面

如果非連續接觸表面的溫度可達到 ISO 13732-1 定義的 1 秒接觸時間限制，表面應設置符合 ISO 7010 的警告符號 W017。

煞車系統不包括在要求的範圍內。

備註：非連續接觸表面係指在正常使用和維護期間，

EPAC 上可能接觸到使用者的手、腳等的表面。



ISO 7010 的警告符號 W017

18.2 連續接觸表面

接觸時間至少有 10 分鐘的連續接觸表面，不應超過 ISO 13732-1 中定義的溫度限制。

註：連續接觸表面包括車把握套、剎車把手和座墊。

19.Sec.5.19 能 量 回 收 制 動 (Regenerative braking)

19.1 制動

a)能量回收制動的啟用與關閉應以漸進與平穩的方式進行。

b)若用戶使用回收制動但因故無法執行 (如電池已滿)，應通過控制裝置或顯示幕以視覺方式進行提示。

四、參考資料

1. EN 17860-5:2024 Carrier cycles - Part 5: Electrical aspects
2. CEN /TS 17831:2023 Cycles - Electrically power assisted cycles - Anti-tampering measures.
3. ISO.7010, Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs
4. IEC60529 Degrees of protection provided by enclosures {IP Code}



生成式 AI 驅動到制度化健康促進的深度應用

隨著高齡化與數位轉型的雙重壓力，智慧醫療正經歷從「單點創新」走向「系統治理」的典範轉移。生成式人工智慧 (Generative AI) 的快速發展，使其在醫療照護領域的角色已從單純的行政效率工具，深入至行為改變、臨床輔助與健康促進。本文旨在探討生成式 AI 在穿戴式科技、社區健康促進及遠距照護之最新實證應用，並剖析 2026 年智慧醫療治理的未來發展與挑戰。

文/健促組 賴世平 #607

一、研究背景

邁入 2026 年，台灣醫療體系正處於數位轉型浪潮與極速高齡化的雙重壓力交匯點。回望 2020 至 2025 年，產業經歷了 AI 影像輔助、遠距會診與雲端病歷的「單點創新」爆發期。然而，如今 AI 技術應用在健康促進、醫療領域之上出現了一個顯著的典範轉移：生成式 AI 已從實驗室的「沙盒」轉型為臨床現場的「生產力工具」(From Sandbox to Tool)。2026 年的發展主軸已超越技術有無，從而轉向「系統治理」。例如，臺大醫院利用院內大型語言模型 (LLM) 建立的診斷碼輔助系統，其預測診斷全碼之 F-score 已達 86.67%，不僅最佳化健保 DRG 支付的精準度，更立下技術規模化的標竿。有鑑於此，本研究中發現 2026 年智慧醫療發展共有以下四大核心趨勢：

(一) 生成式 AI 的臨床深水區應用：

從單純文書處理進化為行為改變與複雜臨床決策的核心。

(二) 資安、資料治理與韌性化架構：

面對提示注入 (Prompt

Injection) 與 AI 產生的資料幻覺風險，建立零信任 (Zero Trust) 管理。

(三) FHIR 標準的數據生態鏈：

以國際標準打破資料孤島，作為 AI 模型訓練與跨組織協作的「數據管線」。

(四) 在宅醫療 (HaH) 的制度化：

透過政策引導與 IoT 技術，將醫院照護能量延伸至社區與家庭。

二、Bloom 系統：LLM 驅動的行為改變與運動心理轉向

在健康促進領域，Bloom 系統展示了 LLM 如何彌補傳統人機互動 (HCI) 在情感聯繫與定性分析上的缺失。該系統整合 LLM 教練「Beebo」，透過 Apple HealthKit 讀取數據，並利用後端 GPT-4o 邏輯進行語境分析。其核心價值在於對「定性背景」(Qualitative Context) 的掌握。不同於傳統 App 僅關注步數，Beebo 能理解使用者的生活障礙 (如育兒壓力、工作瓶頸) 與內在價值觀，進而達成心

理層面的動機增強。

表一、傳統自動化教練與 LLM 驅動教練 (Bloom) 之對比表。

比較項目	傳統自動化教練 (規則導向)	LLM 驅動教練 (Bloom)
數據處理深度	僅限量數據 (步數、卡路里、心率)。	處理定性背景 (個人目標、生活障礙、自我價值)。
對話與反饋邏輯	預設分支腳本，回覆僵硬且具壓迫感。	結合動機式訪談 (MI)，具同理心且具高度靈活性。
行為改變策略	強制性提醒，忽略使用者心理狀態。	透過積極重構 (Reframing) 與自我同情減少挫折感。
臨床價值轉向	追求短期數據達標。	側重「心態轉變」與「長期行為維持」的心理韌性。

架構視角：心態轉向領先於行為表現 研究顯示，雖然 LLM 在短期運動量增加上未見顯著量化優勢，但其在「健康獲益認知」與「運動享受感」的心理指標上表現卓越。對於系統架構而言，這代表 AI 的功能正從「數據監督」轉向「心理支持」，為長期健康管理奠定

根基。

三、數據整合之基石：Health Connect 與 FHIR 互通標準 (一) 肌少症 (Sarcopenia)

若要支撐如 Bloom 這類複雜系統，標準化的數據基礎設施是不可或缺的。Android 的 Health Connect 與台灣推動的 FHIR 標準正是解決「資料孤島」的積極措施之一。

Health Connect：系統級數據中心 Health Connect 已從獨立 App 轉化為 Android 14 系統內置模組，作為本機數據倉儲。其支援的六大數據類別為 AI 模型提供了精準的特徵來源：

- (一)活動與身體測量：步數、運動進度、體重、骨骼肌率。
- (二)週期追蹤與營養：經期數據、水分與各類營養素分析。
- (三)睡眠與維生指數：睡眠階段、心率、血壓、血糖、血氧 (SpO2)。

同時健保署推動的「智慧雲端病歷平台」要求各院以 FHIR 標準傳輸影像與病理資料。從架構師角度看，這不僅是技術格式的統一，更是治理模式的升級，讓數據能在不同院所間無痛流動，成為 AI 進行精準決策的「血脈」。

四、營養評估新利器：EasyOCR 與 Gemini 1.5 Pro 的共病分析

針對包裝食品標籤難以閱讀的痛點，整合 OCR 與多模態 LLM 的系統能有效緩解共病患者的燃眉之急。Gemini

1.5 Pro 具備 200 萬 token 的超長上下文窗口，在處理複雜臨床推理時遠優於傳統 BERT 分類器。

(一)Data Flow 流程(OCR)處理邏輯說明：

1. 影像獲取：拍攝反光、彎曲或皺褶的食品包裝。

2. 文字提取：利用 CRAFT 演算法(文字區域意識偵測)識別字元，結合 ResNet 骨幹網路處理非線性字元。

3. 語義填補：透過 LLM 進行脈絡化修正，如將 "Soclum" 修正為 "Sodium"、"Maicla" 修正為 "Maida"。

4. 臨床映射：將清洗後的數據對照使用者醫療檔案(如糖尿病併發高血壓)。案例分析：雙重威脅(Double Whammy)的深度推理，以 Maggi 泡麵為例，系統識別出 1198mg 的鈉含量(佔每日限額 52%)與精緻澱粉(Maida)。AI 不僅是標示風險，更能進行「協同風險(Synergistic Risk)」推理。

5. 臨床邏輯：高鈉攝取導致「鈉與容積過載(Sodium-Volume Overload)」，進而引發「內皮功能障礙(Endothelial Dysfunction)」。

6. 共病風險：對於糖尿病患者，這種壓力會直接傷害「腎絲球過濾系統(Renal Filtration System)」，加速糖尿病腎病變。這種層次的推理，標誌著 AI 已具備專業醫護的邏輯深度。

五、在宅醫療與遠距照護：從技術試點邁向常態制度

2026 年，「在宅急症照護試辦計畫(HaH)」進入成敗關鍵。這標誌著醫院的角色正從「治療場所」轉變為「數據與照護的中樞(Care Hub)」。制度化管理架構。台塑生醫等機構結合智慧手環與雲端平台，實現 24 小時監控。系統核心已從單純連線進化為「AI 預警」，針對在宅癌症化療或急症康復患者，精準預測病情惡化風險，顯著降低非必要再入院率。

CIO 角色轉型：從 IT 管理者到資料策略師。資訊長(CIO)目前的策略核心不再是平台開發，而是「制度設計」。這包括將遠距照護納入健保支付體系、規劃數據生命週期(匿名化與匿名共享)，以及在醫療法規與臨床 SOP 間建立平衡。

六、穿戴式科技與行為改變：從「數據監控」走向「心理支持」

最新的學術實地研究(Field Study)打破了過去認為「只要有數據就能改變行為」的迷思，進一步證明了 AI 帶來的心理價值：

Bloom 應用程式的行為學實證：針對 54 名受試者的研究顯示，比起單純的介面規劃，結合具備同理心的 LLM 運動教練(Beebo)能顯著改變使用者的「心態」。使用者表示，AI 教練不會像傳統教練那樣給予壓迫感，而是在錯過目標時給予「自我肯定」的支持，並幫助他們將日常活動(例如在花園挖土、逛大賣場)重新定義為有價值

的運動。

非評判性的「環境化視覺回饋」：Bloom 結合了鎖定畫面上的「花園」環境顯示 (Ambient Display)。比起冷冰冰的數字，這種充滿趣味的漸進式花朵成長，能為使用者帶來不帶批判性的日常問責感與成就感。

底層數據的隱私與整合 (Health Connect)：這些應用的底層依賴如 Google 的 Health Connect 平台。該平台目前已直接內建於 Android 14 系統中，支援超過 50 種健康數據類型 (包含睡眠階段、血壓、經期等)，且強調資料採「設備端加密儲存」，確保了未來社區推廣穿戴裝置時的資訊安全與隱私。

七、遠端照護與社區健康：從「試辦專案」走向「制度化」

2026 年的智慧醫療趨勢，正將遠距照護從單點創新推向系統性的常態服務：

「在宅急症照護 (Hospital at Home)」的常態化：遠距照護不再只是視訊。例如台塑生醫已在社區導入遠距照護中心，結合智慧手環即時回傳長者心率與血壓；更有醫療院所將 AI 預警系統應用於「在宅癌症化療」的病患，透過數據監控及早發現異常，成功降低急診再入院率。

語音 AI 的大規模主動追蹤：在公共衛生上，AI 語音助理正被用來進行大規模的主動關懷。例如義大利在疫苗

施打期間，利用語音機器人主動致電數千名病患追蹤副作用，回覆準確率達 95%，大幅節省了衛生單位 6000 小時的人力。此外，美國 Mass General Brigham 亦利用語音 AI 進行 COVID-19 專線的症狀分流，有效指引病患就醫。

弱勢族群的無障礙溝通：例如 Vocabable 這款免費應用程式，結合了 AI 與眼球/頭部追蹤技術，讓中風、漸凍症或語言障礙的社區病患，能透過自然語言模型與照護者進行流暢的溝通。

八、健康促進課程與衛教：AI 賦能的「臨床推論」與「精準生成」

對於健康促進科系的學生來說，未來的衛教工具將具備高度的個人化與專業推論能力：

突破性的「共病推論」飲食風險評估：結合 EasyOCR 與 Gemini 1.5 Pro 的最新研究顯示，AI 不僅能辨識食品標籤，還具備「自我糾錯」能力 (例如將掃描錯誤的「Soclum」自動修正為「Sodium 鈉」)。更重要的是它能進行「共病推論」：當面對同時患有糖尿病與高血壓的病患時，AI 能精準指出包裝食品中「鈉」與「精緻澱粉 (如麵粉)」的結合，會同時引發血壓飆升與血糖失控的「雙重打擊」，進而給出「避免食用」的臨床級警告。

自動化與客製化的「健檢報告生成」：透過 RAG (檢索增強生成) 技術結合 LLM，未來的社區健檢可以根據

標準化數據與問卷，自動生成「高度客製化、無幻覺、且易於民眾理解」的健康檢查報告。這不僅減輕了醫師的負荷，更讓民眾能獲得精準的衛教建議。

虛擬病人與院外關懷：除了先前提到訓練同理心的 Virti 虛擬病人外，像是 OneRemission 等 AI 應用，能根據癌症康復者的病歷，提供專屬的院外日常照護解答，將生硬的醫學指示轉化為平易近人的對話。

九、治理與安全：解決 AI 幻覺與資訊安全

智慧醫療落地的最後一哩路在於風險控制，尤其是在解決 LLM 常見的「醫療幻覺」問題上，技術架構已趨於成熟。RAG 檢索增強生成架構為確保健檢報告生成的可靠性，如今該技術通常採用了領先的雙階段檢索架構：

BGE-M3 模型：進行「多維度密集向量檢索 (Dense Retrieval)」，從醫學數據庫中篩選相關參考資料。

BGE-reranker：應用「注意力機制 (Attention Mechanism)」對檢索結果進行精確重排，剔除不相關資訊。

安全性量化：透過「語義熵 (Semantic Entropy)」檢測技術，系統能自動識別邏輯謬誤，有效檢測並修正幻覺。在新型風險控管措施防治之上，公司的 CIO 必須針對「提示注入攻擊」與「模型竄改」建立防禦牆，並將「AI 資安」納入醫療品質指標，與病安事件同步管理。

十、生成式 AI 在智慧醫療治理的未來發展趨勢

2026 年是台灣智慧醫療發展的重要策略轉捩點，整體的發展重心將從過往的「單點技術創新」與「實驗室試辦」，正式邁向「系統性治理」與「常態制度化」。根據最新的產業觀測，生成式 AI 在智慧醫療治理的未來發展將聚焦於以下四大核心趨勢：

1. 生成式 AI 的臨床深度應用與嚴謹治理（從「試驗」走向「治理」）
生成式 AI 將不再只是錦上添花的效率展示，而是會深入臨床，成為醫護人員執行流程中不可或缺的工具（例如台大醫院的診斷碼輔助系統、中山附醫的病歷摘要小幫手）。為了確保 AI 能從「玩具」真正轉變為穩定可靠的「工具」，醫療院所的資訊決策者 (CIO) 必須建立包含「安全沙盒」、倫理審查機制以及持續優化框架的 AI 治理機制，確保其在減輕臨床壓力的同時，也能維持極高的決策品質。
2. 資安與資料治理（從「合規」升級為「韌性」）
隨著生成式 AI 的導入，醫療院所除了傳統的防駭客攻擊，還必須面對新型態的 AI 風險，例如「提示注入 (Prompt Injection)」攻擊、模型竄改與機敏資料外洩。未來的醫療治理必須落實零信任架構 (Zero Trust Architecture)，並將「AI 資安」正式納入醫療品質

與病人安全事件的管理指標中。此外，資料治理的重點將從單一醫院的保存，轉向跨院所聯盟的標準化與再利用，涵蓋資料的收集、匿名化、共享與刪除等完整生命週期。

3. FHIR 標準互通（從「資料孤島」走向「生態互聯」）智慧醫療要擴散並建構生態鏈，底層的資料互通是基礎。透過全面推廣 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) 資料標準，醫療院所能實現檢驗、影像與病理資料的跨院結構化共享，讓醫護人員無須仰賴病患自述即可調閱病歷。FHIR 不僅是技術格式，更是一種治理模式；當資料能在不同機構間無縫且安全地交換時，AI 模型的訓練品質與臨床決策的精準度才能獲得全面提升。
4. 在宅醫療與遠距照護（從「專案試辦」走向「常態制度化」）未來醫療院所的角色將不再侷限於提供治療的物理場所，而是轉變為遠距照護的「治理中樞」。透過結合 IoT、穿戴式感測裝置與 AI 預警系統，臨床照護將能延伸至病患家中（例如針對在宅癌症化療病患及早發現異常，降低急診再入院率）。這項發展的關鍵在於如何於醫療法規、健保支付制度與臨床工作流程之間取得平衡，讓試辦計畫順利轉型為常態的醫療體制。

十一、結語

2026 年是台灣醫療從「技術落地」邁向「制度治理」的關鍵起點。總結來說，生成式 AI 時代下的智慧醫療治理，最大的挑戰已非技術選擇，而是如何擘劃出一套具備高度安全性、能跨院互通，且能與法規和給付制度接軌的系統藍圖。唯有落實制度化治理，才能真正實現「病人更安心、醫護更減壓、社會更永續」的未來醫療願景。

十二、參考文獻

1. 英文文獻

- Jörke, M., Genç, D., Teutschbein, V., Sapkota, S., Chung, S., Schmiedmayer, P., Campero, M. I., King, A. C., Brunskill, E., & Landay, J. A. (2026). Bloom: Designing for LLM-Augmented Behavior Change Interactions. Proceedings of the 2026 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Pandey, A., & Marada, A. (n.d.). Leveraging Large Language Models (LLMs) and OCR for Real-Time Nutritional Risk Assessment in Specialized Diets. International Journal on Science and Technology (IJSAT).
- Wikipedia contributors. (2025, October 27). Health Connect. In Wikipedia, The Free Encyclopedia.

2. 中文文獻

- BigGo 財經 (2025 年 11 月 26 日)。Google 的 Gemini 3 震撼科技界，以 GPT-5 零頭成本稱霸基準測試。BigGo 財經。



KPMG (2025 年 12 月)。2026 年經濟展望：擘劃經濟新局。KPMG。

Kuo, C. (2025 年 5 月 22 日)。醫療領域中 9 個生成式 AI 應用案例，正在改變照護方式。Botpress。

shu (2026 年 4 月 10 日)。NVIDIA 2026 年 AI 晶片出貨結構有變，Blackwell 佔比超 7 成、Rubin 延遲風險。XFastest News。

工商時報 (無日期)。Anthropic 發布新版 AI 模型 Claude4 更聰明安全。

林虹婷 (無日期)。AI 時代下人力發展趨勢。台灣經濟論壇。

范語瑄 (2024 年 2 月 1 日)。GenAI / 傳統 AI 各展所長 OCR 升級發揮資料價值。新通訊。

郭宇璇、遠見編輯部 (2025 年 8 月 13 日)。GPT-5 是什麼？ChatGPT 舊模型還在？測試與功能差異。遠見雜誌。

張杰倫 (2026 年 5 月 13 日)。台灣 2026 年 AI 人工智慧發展在全球的最新狀況。報新聞 Mega News。

曾子軒 (2025 年 4 月 9 日)。AI Agent 來了，但它是什麼？AI 代理介紹、趨勢全解讀。遠見雜誌。

黃冠凱 (2025 年 12 月 17 日)。2026 年智慧醫療趨勢：從生成式 AI 到制度化治理的關鍵拐點。CIO Taiwan。

楊博勛 (2025)。結合知識檢索與生成式

AI 之健檢報告生成 [碩士論文，國立臺灣大學]。Airiti Library 華藝線上圖書館。

遠見雜誌整合傳播部企劃製作 (2026 年 4 月 30 日)。展現量子 AI 研發能量 亞洲大學舉辦量子國際研討會接軌國際。遠見雜誌。

薛孝亭 (2024 年 1 月 5 日)。生成式 AI 在醫療照護領域之應用。OUTLOOK 科技發展觀測平台



AI 輔助開發電動輔助自行車 三電配套之故障診斷系統

隨著電動輔助自行車 (E-Bike) 系統日益複雜，涵蓋電機控制、BMS 電池管理與控制器之「三電配套」故障診斷技術已成為研發核心。本專案旨在探討如何導入 AI 輔助開發，全面優化診斷系統的建構流程。運用 AI 輔助能快速生成基礎邏輯與通訊架構，大幅縮短開發時程；同時透過邊界條件與極端狀態的自動化模擬測試，修補潛在漏洞，確保底層控制與診斷程式的強健性。當面臨硬體變更或規格調整時，AI 可迅速評估並提供演算法的快速替代方案，維持專案推進。此外，AI 能協助精確定義故障觸發的安全保護機制，有效限制開發範圍並收斂規格，避免無效的過度開發，確保系統穩健且符合相關安全規範。此開發模式將大幅提升三電系統的可靠度與整體研發效率。

文/電輔部 廖忠義 #504

一、研究背景

人工智慧 (AI) 在過去十年間經歷了決定性的轉折。自 2012 年深度學習技術在各項辨識領域取得突破後，標誌著 AI 正式從學術理論邁向實際應用的分水嶺。伴隨硬體運算效能的躍升與大數據的積累，機器學習模型成功跳脫了傳統純粹依賴「規則導向」(Rule-based) 的限制，展現出強大的數據解析與預測能力，使 AI 技術的成熟度在各個產業中呈現指數型的成長。

近年來，AI 的發展趨勢更從單純的「分析型 AI」跨越至「生成式 AI」。以大型語言模型為核心的技術，不僅具備深度的語意理解，更在程式碼生成、邏輯推演與系統架構規劃上展現出驚人的輔助潛力。現代開發者已能將 AI 視為協同研發的引擎，透過自動化生成基礎架構與快速試錯，大幅降低了開發門檻與除錯的時間成本，使工程團隊能將

精力集中於核心規格的定義與系統優化。

隨著技術的不斷深化，AI 的應用版圖正快速向邊緣運算 (Edge AI) 與硬體終端延伸。在高度重視安全性與即時性底層控制中，AI 能協助開發者釐清複雜的訊號交錯關係，並針對極端邊界條件建立動態預測與防護模型。將這股成熟的 AI 輔助開發力量，精準導入高度整合的動力與電控系統中，不僅能建構出更嚴謹的故障診斷機制，更是突破傳統硬體開發瓶頸、確保系統強健性的關鍵趨勢。

電輔系統 (Electric Assist System) 在近年因智慧交通、綠能運具與個人微型移動設備的成長，已逐漸成為各類產品的重要配套核心。例如電動輔助自行車、智能代步工具及多款工業級電驅動方案等，都依賴穩定的電控與感測系統以保障安全性與使用體驗。然而，隨著系統複雜度提高、功能整合

度增加，故障的來源也更為多元，包含：訊號接觸不良、線組老化、控制板異常、電池電壓波動、軟體錯誤、環境干擾等。傳統依靠人工檢測或經驗判斷的方式，已無法滿足現階段的維修效率與產品品質要求。

1. 現有維護模式的痛點與挑戰

目前主流的電輔配套維護模式，無論是 Bosch、Shimano 還是 Yamaha 等國際大廠，雖已具備基礎的錯誤代碼顯示功能，但其本質仍屬於被動式響應。這類模式普遍存在以下痛點：

- 診斷模糊性高：基礎錯誤代碼往往只能指出故障的大致範圍（如「馬達故障」或「通訊異常」），無法精確定位到具體的電路元件或傳感器節點，導致維修人員需要耗費大量時間進行二次檢查和「猜測性」替換零件。
- 維修時間冗長（Downtime）：由於診斷不準確，經常需要來回運送、反覆檢測，顯著延長了用戶的等待時間，直接損害客戶滿意度。
- 預防能力缺失：現有系統多數只能在故障已經發生時發出警告，缺乏在部件性能開始衰退時進行預警的能力，無法實現預測性維護，導致故障往往發生在用戶最不希望的時間點。
- 高昂的售後服務成本：低效的維修流程導致服務工時增加、備件更換率高，並產生大量的保固索賠，直接侵蝕企業利潤。

2. 智慧化診斷：電輔產業的戰略轉捩點

為了克服上述挑戰，電輔配套的技

術發展必須從單純追求性能轉向追求「高穩定性下的智慧自診斷」。這便是本策略的核心——設計迴授偵測電路於系統易故障處的戰略必要性所在。

實施這項策略，不僅是技術升級，更是對產品價值鏈的重塑。通過在扭矩傳感器介面、功率晶體管（MOSFETs）驅動電路、電池管理系統（BMS）通訊線路等系統高風險區域嵌入精密的電路級監測單元，我們能夠實現對電輔系統的**「深度健康監控」。這些迴授電路能夠捕捉到傳統診斷無法偵測到的微小電壓漂移、電流尖峰、或溫度的細微異常變化，從而提供數據基礎以進行真正的預測診斷。

3. 前瞻性價值主張：穩定性、快速解決與服務系統整合

本策略的價值主張可以概括為三個層面：

- 提升產品競爭力（穩定性）：透過實時的數據迴授與自校正機制，確保在各種工況下電輔系統都能保持最高的運行穩定性，將產品在硬體層面樹立為行業的可靠性標杆。
- 強化用戶體驗（快速解決）：當故障發生時，系統輸出的高精確度故障代碼能立即被用戶界面顯示或通過無線通訊模組傳輸至雲端。這種「快速判斷解決」的能力，將維修流程的啟動時間縮短至秒級，從根本上提高了用戶在緊急狀況下的滿意度和安全感。
- 重塑售後服務系統（系統整合）：診斷數據的雲端化與集成化，將傳

統的售後服務中心轉變為數據驅動的服務中心。精準的故障報告指導備件物流、技術人員培訓和服務流程設計。這不僅提高了維修的效率，更是建立了一條從「現場故障」到「設計優化」的數據閉環，確保新一代產品能夠持續迭代，避免重複性缺陷，從而實現企業在服務效率和產品品質上的雙重領先。

在競爭日益激烈且技術邊界不斷擴展的電輔配套市場中，智慧化迴授偵測電路的部署已不再是可選配置，而是確保產品長期穩定運行、提升售後服務效率與質量，並維持市場領先地位的戰略性要求。接下來，本報告將深入探討這項策略如何具體實施以及它對整個產品生命週期所產生的決定性影響。

因此，導入自動化故障偵測設計與數位化售後服務系統，成為目前最具必要性的發展方向。其核心原因可從以下幾點說明：

1. 電輔系統使用環境多變，故障判定需更精準快速

電輔產品常處於高震動、高溫、潮濕、日晒雨淋等環境，長期使用後，連接器鬆動、感測器偏移、控制器負載不均，皆可能造成間歇性故障。若無即時回饋偵測與記錄功能，將難以在售後維修中有效復現問題，使得維修成本與客訴風險大幅提高。

2. 系統模組化、功能複雜化，提高故障來源辨識難度

現行電輔系統包含馬達驅動、扭

力偵測、車速偵測、電源管理、溝通協定（如 CAN / UART）、人機介面等模組。這些模組之間的互相影響，使得故障判斷必須從多項數據交叉比對，而非單點檢測。若在設計階段缺乏迴授偵測機制，後續維修會嚴重依賴拆解測試，延長故障排除時間。

3. 消費者對「安全」、「可靠」、「快速維修」的期待提高

電輔系統異常常直接影響騎乘安全與操作體驗，例如馬達瞬間斷電、電池突升溫、輔助力異常等。市場對於安全性的要求逐年提高，而快速而準確的故障排除能力，也逐漸被視為影響品牌信任與購買決策的重要因素。

4. 企業需要藉由售後資料回饋，強化產品迭代與品質改善能力

售後服務已不再只是修復問題，而是掌握市場實際運作狀況的重要資料來源。透過故障偵測電路回傳的即時數據，企業可分析常見問題、零件壽命、使用者行為模式等，成為後續產品優化的依據，形成良性循環。

5. 迴授偵測電路提供系統性優勢

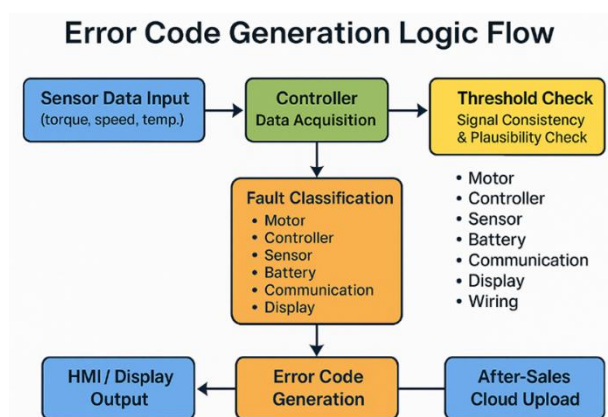
藉由在關鍵節點布置偵測電路，可監控電壓、電流、訊號完整性、連接可靠性等參數。當系統出現異常時，偵測電路可記錄事件代碼、錯誤位置、時序資訊，提供精準的維修指引。此技術可大幅降低誤判機率，也避免因錯誤拆換零件造成額外成本提升。

綜合以上原因，以迴授偵測為基礎的故障預測與診斷機制，搭配數位

化售後服務平台，不僅能強化電輔配套系統的穩定性與安全性，更名為企業帶來「降低維修成本」、「加速問題排除」、「提升用戶滿意度」以及「形成長期競爭力」等多重效益。本計畫所提出的架構，正是基於此需求而設計，期望打造一個可預警、可診斷、可追溯的高可靠電輔系統。

二、電動輔助自行車故障碼規劃

為建立一套具系統性、清晰且與國際接軌的 E-Bike 故障碼標準，本規劃彙整比較了 Bosch、Shimano、BESV 等國際知名電輔系統的錯誤訊息分類方式，並以此為基礎，將故障源依子系統重新分組，形成如表 1 所示之對照與整理架構。此表格結合了多家廠牌的錯誤碼類型、常見異常情境與訊息呈現方式，可作為後續制定本品牌專屬故障碼系統的重要參考依據。



圖▲ Error Code Generation Logic Flow

本對照表主要用於達成以下目標：

(一) 建立統一的故障碼分類脈絡

透過比較不同品牌的分類模式，歸納出 E-Bike 系統的七大故障來源子系統：

- (1)顯示系統 (HMI/Display)
- (2)控制器 (MCU/Main Controller)
- (3)馬達 (Motor)
- (4)感測器 (Sensors：扭力/速度/角度)
- (5)電池/BMS
- (6)充電系統 (Charger)
- (7)通訊 (CAN/UART/BLE)

此分類方式與現行市售電輔系統相符，有利於後續延伸成標準化的維修流程。

(二) 整理跨品牌常見故障模式

表▼各品牌在同一類別中最常見的異常

子系統	常見狀況
控制器	超溫、MOSFET 故障、電源過低
馬達	相異常、過電流、磁極訊號錯誤
感測器	零點偏移、訊號中斷、回授異常
電池	過壓 / 低壓、過溫、BMS 保護啟動
通訊	無回應、通訊逾時、匯流排負載過高

透過整理常見故障模式，能協助後續制定「跨世代通用」的錯誤邏輯，避免錯誤碼混亂或不一致。

(三) 建立自有品牌的故障碼規劃架構

在了解各大廠錯誤碼分類的前提下，我們可更有效地擬定屬於本產品的故障碼格式，例如：

- Dxx：顯示/HMI
- Cxx：控制器
- Mxx：馬達
- Sxx：感測器
- Bxx：電池/BMS
- Wxx：線組與接點異常

- Txx：通訊故障
- Chxx：充電器與充電故障

同一類別的錯誤能保持一致性易讀，維修端也更容易理解。

1.顯示系統 (HMI / Display)

常見故障包含：

- 顯示器無法啟動
- 顯示控制通訊中斷
- Firmware 不相容
- Display 與 Controller 鑑別失敗

BOSCH、SHIMANO、BESV 都有多筆與此相關的故障碼。

2.控制器 (Controller/MCU)

各品牌共通點包含：

- 控制器過熱
- 電流異常
- 主電源不足
- MOS 驅動異常
- 內部記憶體/邏輯錯誤

表格顯示 SHIMANO 的分類最細，BESV 對溫度與通訊異常特別明確。

3. 馬達 (Motor)

出現最多的跨品牌共通錯誤類型：

- 相線故障
- 馬達卡滯
- 過電流
- 霍爾回授訊號異常
- 馬達內部溫度過高

這是整車最核心且需快速診斷的項目。

4.感測器 (Sensors)

包含扭力、速度、角度感測器。

常見錯誤類型包含：

- 訊號不穩定

- 零點漂移
- 電壓超範圍
- 感測器校正失敗

感測器錯誤會直接影響騎乘體驗，因此分類越明確越有助於維修。

5.電池 (Battery / BMS)

主要涉及：

- 過溫
- 過壓/低壓
- 電芯不平衡
- BMS 保護啟動
- 電池通訊失敗

SHIMANO 與 BOSCH 的 BMS 錯誤分類非常細緻，值得參考。

6.充電系統 (Charger)

包含：

- 充電器故障
- 充電識別錯誤
- 過電壓輸入
- 充電溫度異常

7.通訊 (Communication)

包含控制器與 HMI、電池、馬達之間的：

- CAN Bus
- UART
- BLE

之間的失敗或逾時問題。

透過多家品牌故障碼比較，可以：

(一) 快速找出「跨品牌共通故障」作為基礎架構，如馬達相異常、控制器過熱、扭力感測器錯誤等，形成核心故障碼群組。

(二) 確認哪些錯誤碼是「行業標準」例如 BOSCH 與 SHIMANO 都強

調：

- 馬達磁極訊號
- 感測器零點偏移
- BMS 不平衡保護

代表這些故障判定邏輯必須納入我們的系統。

(三) 避免重複或模糊分類

例如「通訊」若不獨立出來，容易被放入 HMI 或控制器，造成混亂。表格有助於建立乾淨的分類層級。

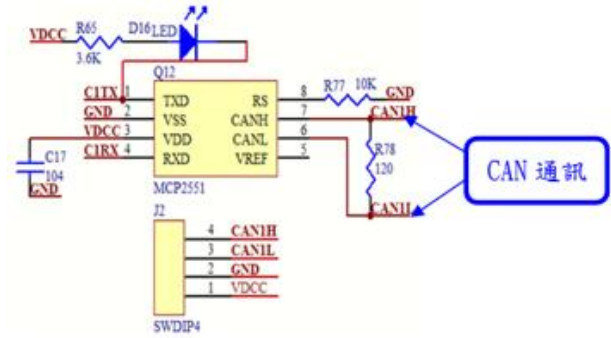
(四) OTA 雲端維修系統的建置

- 自動判讀故障
- 上傳雲端
- 判斷是否需要維修
- 推薦更換項目

三、電動輔助自行車 CAN 通訊介面與故障診斷顯示設計

系統採用 CAN 通訊協定，具備強大的抗干擾能力。MCP2551 高速 CAN 收發器 IC，負責將微控制器 (MCU) 的邏輯訊號精準轉換為 differential bus 訊號，通訊速度設定為 250 kbit/s。

人機介面 (HMI) 整合了一具精心設計的 3.5 吋 TFT 彩色顯示器，具備 320×240 的解析度。當系統監測任何關鍵模組的異常狀態，立即觸發智慧診斷機制，並將標準化的故障顯示碼與對應的視覺警示圖示直接顯示畫面中。



圖▲CAN 通訊介面設計



圖▲故障顯示器之通訊介面與顯示

四、電動輔助自行車控制系統 AI 輔助開發

在電動輔助自行車控制系統開發中，從 Microchip MCC 圖形化介面出發是建立硬體底層的關鍵步。透過其直觀的配置環境設定 PWM、ADC 及通訊介面後，自動產生的 API 為系統提供了標準化的硬體存取層。開發者接著可導入 AI 輔助設計，在這些 API 基礎上快速建構複雜邏輯，例如針對馬達運行的 FOC 演算法調優或 BMS 的動態保護機制。AI 能精準識別 API 調用邏輯並產出具備強健性的診斷程式，甚至針對極端負載進行自動化代碼驗證。這種將「圖形化配置」與「AI 邏輯生成」深度結合的開發模式，不僅大幅降低了手動編寫驅動程式的錯誤率，更顯著縮短了從晶片初始化到高階診斷功能實現的研發時程。

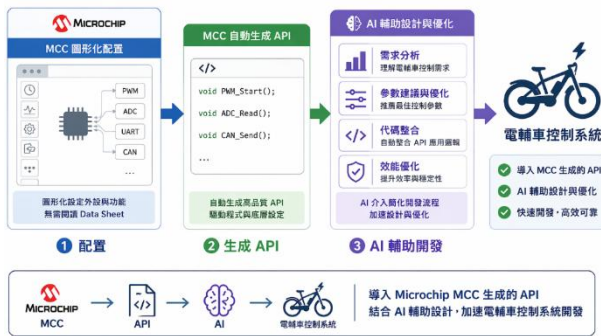
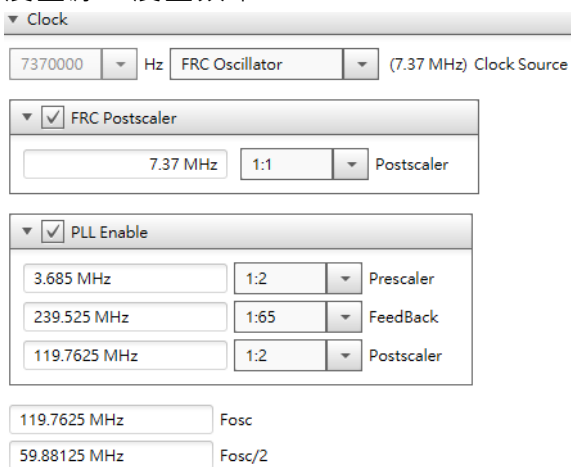


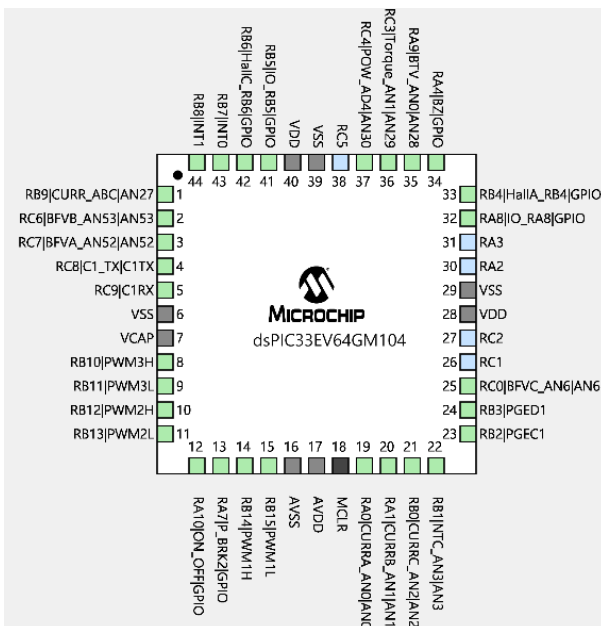
圖 ▲ 電動輔助自行車控制系統 AI 輔助開發流程

開發步驟：

- 透過 Microchip MCC 圖形化介面設定震盪源、震盪頻率。



- 透過 MCC 設定輸出腳位



AI 寫程式是需要從基礎架構慢慢進行堆疊的，偶而發生死局繞不出來時，就需要透過本身的經驗判斷，進行技術指導，或是可將問題丟到不同 AI 進行解決，再將不同 AI 解讀後的結果，丟到原來的 AI 進程式再次的修正，直到產生滿意的結果。

五、結論：

本專案成功探討並導入了 AI 輔助開發模式，建立了一套完整且具備高可靠度的電動輔助自行車「三電配套」故障診斷系統。在軟體邏輯與通訊架構的建構過程中，本研究驗證了 AI 程式撰寫並非一蹴可幾，而是需要從基礎架構進行逐步堆疊與驗證。當開發遭遇邏輯死局或迴圈時，關鍵在於結合人類本身的開發經驗進行技術引導，並巧妙地運用多個 AI 模型進行互補解讀與交錯修正，直至產生準確且強健的程式碼。

此開發模式不僅大幅縮短了基礎邏輯與通訊架構的生成時程，更透過硬體變更時的演算法快速替代方案，有效維持專案推進。藉由 AI 執行的自動化邊界條件與極端狀態模擬測試，我們全面修補了潛在漏洞，確保了底層控制與診斷程式的強健性。系統實作後，成功建立了一套清晰且邏輯一致的標準化故障碼系統，將故障源精確劃分為馬達、控制器、感測器、電池、顯示及通訊等六大子系統，徹底解決了過去診斷資訊含糊不清的痛點。

整合了自主設計的「易故障處迴授

偵測電路」與標準化通訊顯示系統，我們實現了從被動等待系統崩潰向主動健康監控的轉變。系統能針對關鍵元件（如扭力傳感器、功率驅動級、電池單體）進行即時微觀偵測，在故障初期即發出預警並啟動保護機制，大幅提升了行駛穩定性與騎士安全性。此外，結構化的錯誤碼與自動診斷邏輯顯著縮短了故障定位與排除時間，革新了售後服務體系，提高了維修效率並改善了使用者體驗。最終，本系統不僅作為當下的維修工具，更成為一個數據收集終端，將長期累積的故障數據回饋至研發部門，協助分析高頻失效模式並優化產品設計，形成了「設計—製造—服務—優化」的正向循環，確保產品在市場上的長期競爭力。本專案所展現的開發模式與系統成果，為電動輔助自行車（E-bike）產業提供了一個高效、穩健且符合安全規範的技術路徑。

六、參考文獻

1. Bosch 電動輔助自行車 E-Bike 系統 (2017)。《Bosch 電動輔助自行車錯誤碼參考手冊》。Robert Bosch GmbH。
https://hollandbikeshop.com/pdf_dutch_repairs/53-5-bosch-e-bike-error-codes.pdf
2. Shimano 公司 (2021)。
《SHIMANO STEPS 技術資訊 - 錯誤與警告代碼對照表》。取自：
<https://si.shimano.com>
3. 達方電子股份有限公司 (2018)。
《BESV JF1 使用者手冊》。
https://besv.com/downloads/User_M

- anual/BESV%20JF1%20User%20Manual.pdf
4. Nugroho, S. W.、Ghozali, M. A.、Prasetyaningtyas, S. H. 與 Rohman, A. (2025)。〈基於網頁之電動自行車逆向鏈結診斷專家系統〉。《國際人工智慧與科學期刊》。第 5 卷第 3 期。1-12 頁。
 5. ReGen Cargo Bikes 技術部 (2025 年 7 月 11 日)。〈電動輔助自行車電氣系統中之通訊協定應用〉。技術部落格。取自：
<https://regencargobikes.com/blog/e-bike-communication-protocols>
 6. EnergyBus 協會 (2016)。《EnergyBus CANopen 標準簡介》。 <https://www.energybus.org>
 7. CiA (CAN in Automation). (2019). CANopen Profile for Energy Management Systems (CiA 454) - EnergyBus. (電動輔助自行車 (E-bike) 常用的通訊協定標準參考)
 8. 經濟部標準檢驗局 (2020)。CNS 14126 電動輔助自行車 - 安全要求及測驗法 (Electric assist bicycles - Safety requirements and test methods)。台北：經濟部標準檢驗

專利公報 2026/04/01 ~ 2026/06/30

台灣 自行車專利

公告號 專利名稱

M684088	強化座墊與座管的結合機構 STRENGTHEN THE CONNECTION MECHANISM BETWEEN THE SEAT CUSHION AND SEAT POST
M683948	二輪車之前叉減震機構
I928692	自行車把手與輔助把手之組合結構
I928453	轉動式線控裝置
I928373	自行車輪轂及自行車驅動鏈 BICYCLE WHEEL HUB AND BICYCLE DRIVE TRAIN
I928144	自行車驅動器與自行車
I928061	帶轉矩測量裝置的電動自行車驅動單元
M683803	自行車雷達系統 BICYCLE RADAR SYSTEM
I927696	童車輪組制動裝置 BRAKE DEVICE FOR WHEEL SET OF BABY CARRIAGE
I927676	可升降調整的自行車維修架 BICYCLE REPAIR STAND THAT CAN BE ADJUSTED UP AND DOWN
I927341	電動輔助自行車之電子變速系統 ELECTRONIC GEAR SHIFTING SYSTEM FOR ELECTRIC ASSIST BICYCLES
I927292	感測器裝置、具備整合式感測器裝置之自行車車輪及用於自行車車輪之輪圈 SENSOR DEVICE, BICYCLE WHEEL WITH AN INTEGRATED SENSOR DEVICE AND RIM FOR THE BICYCLE WHEEL
I927158	偵測裝置、偵測系統及用來偵測自行車曲柄總成的狀況之方法 DETECTING DEVICE, DETECTING SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING A CONDITION OF A BICYCLE CRANK ASSEMBLY
I926982	具有帶有伸展及 / 或旋轉之手柄之兒童載具 A CHILD CARRIER WITH HANDLE THAT EXTENDS AND/OR ROTATES
M683374	自行車車架結構
M683352	自行車空力水壺架
M683220	可供組裝配件之座管
M683112	煞變把及自行車車把 BRAKE AND SHIFT LEVER, AND BICYCLE HANDLEBAR
I926818	自行車座墊立管連接座墊結構

I926764	攜行架夾持裝置 CLAMPING DEVICE FOR CARGO RACKS
I926387	發射器、接收器、發射接收系統及輪胎位置判定方法 TRANSMITTER, RECEIVER, TRANSMISSION-RECEPTION SYSTEM, AND WHEEL POSITION DETERMINATION METHOD
I926205	用於自行車之鏈環的蓋體 COVER FOR A CHAINRING OF A BICYCLE
I925977	用於人體之支撐元件的實現方法、由此獲得之支撐元件及製作支撐元件的設備 METHOD FOR THE REALIZATION OF A SUPPORT ELEMENT FOR THE HUMAN BODY, A SUPPORT ELEMENT SO OBTAINED, AND AN APPARATUS FOR MAKING THE SUPPORT ELEMENT
I925888	具有由多孔結構塑膠製成的彈簧的飛輪輪轂 FREEWHEEL HUB HAVING A SPRING MADE OF PLASTIC WITH A CELLULAR STRUCTURE
I925872	自行車踏板 BICYCLE PEDAL
M683104	具有通知功能的生命徵兆監測系統
M682952	自行車把綁帶改良結構
M682919	棘輪花鼓齒環結構
M682918	具有空氣動力套件的導輪
M682911	車輛手把端之警示燈具
M682880	雨衣結構改良
M682846	複合式能源管理與調節系統
M682827	鎖具及箱包
M682816	彈性綁帶
M682775	跨坐摩托車的油箱配置
M682772	一體式齒盤結構
I925796	電動代步車之安全輔助機構
I925788	適於利用大氣熔煉進行加工之鎂鋰鋁鋅合金及其用途 MAGNESIUM-LITHIUM-ALUMINUM-ZINC ALLOY SUITABLE FOR BEING PROCESSED THROUGH AIR MELT AND USE THEREOF
I925754	提供配送資訊之方法、裝置及儲存媒體 METHOD, APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM FOR PROVIDING DELIVERY INFORMATION
I925675	電動二輪車用翼型可收折追日系統
I925660	用於自行車變速器之馬達單元 MOTOR UNIT FOR BICYCLE DERAILLEUR
I925639	乘用裝置



	PASSENGER DEVICE
1925635	自行車貨架
	BICYCLE CARRIER
1925601	用於腳拇趾外翻矯正之骨板
	BONE PLATE FOR TOE VALGUS CORRECTION
1925425	人力驅動車用之組件
1925304	用於車內數位錄影器的安全系統
	SECURITY SYSTEM FOR AN IN-VEHICLE DIGITAL VIDEO RECORDER
1925285	提供資訊之方法及服務伺服器，及非暫時性電腦可讀儲存媒體
	METHOD AND SERVICE SERVER FOR PROVIDING INFORMATION, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM
1925263	用以控制自行車換檔的方法
	METHODS FOR CONTROLLING SHIFTING OF A BICYCLE
1925207	液晶顯示裝置、其驅動方法、和包括該液晶顯示裝置的電子裝置
	LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, DRIVING METHOD OF THE SAME, AND ELECTRONIC DEVICE INCLUDING THE SAME
1925064	包含鞋面組件的鞋類製品、用於鞋類製品的鞋面組件及其製造方法
	ARTICLE OF FOOTWEAR INCORPORATING AN UPPER ASSEMBLY, UPPER ASSEMBLY FOR AN ARTICLE OF FOOTWEAR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME
1925006	非織造織物、服裝製品及整理與形成非織造織物的方法
	NONWOVEN TEXTILE, ARTICLE OF APPAREL, AND METHOD OF FINISHING AND FORMING NONWOVEN TEXTILE
1924994	間歇運動裝置、車輪鎖定結構和兒童車
	INTERMITTENT MOVEMENT DEVICE, WHEEL LOCKING STRUCTURE AND CHILD STROLLER
1924946	用於車輛乘員輔助的車輛和行動裝置介面
	VEHICLE AND MOBILE DEVICE INTERFACE FOR VEHICLE OCCUPANT ASSISTANCE
1924937	用於具有電驅動單元之兩輪車的電池端子及兩輪車之電氣組件之配置
1924897	人力驅動車用後變速器
1924873	用於人力車輛鏈條的內鏈節板件及人力車輛鏈條
	INNER LINK PLATE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE CHAIN AND HUMAN-POWERED VEHICLE CHAIN
1924847	樹脂組成物、發泡性組成物、及交聯發泡體
1924812	基於資源索引資訊的資源集處理優先級排序決定
	RESOURCE SET PROCESSING PRIORITIZATION DETERMINATION BASED ON RESOURCE INDEX INFORMATION
1924805	雙差分計時程序以及對所需的定位用參考信號測量集合的指示
	DOUBLE DIFFERENTIAL TIMING PROCEDURES AND INDICATION OF A REQUIRED REFERENCE SIGNAL FOR POSITIONING MEASUREMENT SET
1924769	面發光雷射、電子機器及面發光雷射之製造方法
1924742	具有把手近端軟管附接件之液壓煞車控制裝置
	HYDRAULIC BRAKE CONTROL DEVICE WITH

	HANDLEBAR PROXIMAL HOSE ATTACHMENT
1924691	用於人力交通工具之操作組件及通信系統
	OPERATED COMPONENT AND COMMUNICATION SYSTEM FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
M682737	自行車傳動軸座
M682696	結合充電線之手機支架
M682685	自行車輪圈結構
M682662	組合式水壺架
M682646	自行車座桿組
M682628	置鎖停車架
M682612	保護蓋
M682600	自行車之水壺支架
1924586	電容器、半導體裝置、模組以及電子裝置的製造方法
	METHOD FOR FORMING CAPACITOR, SEMICONDUCTOR DEVICE, MODULE, AND ELECTRONIC DEVICE
1924570	自行車之控制裝置
	CONTROL DEVICE OF A BICYCLE
1924519	自行車一體式車把手的龍頭結構
1924517	騎乘車之懸吊結構
	SUSPENSION STRUCTURE FOR A RIDING VEHICLE
1924383	具散熱結構之雨衣
	RAINCOAT WITH HEAT DISSIPATION STRUCTURE
1924258	桿致動器
	LEVER ACTUATOR
1924180	汽車事故折損鑑價系統及其方法
1924123	自行車之控制裝置
	CONTROL DEVICE OF A BICYCLE
1924108	無線通訊裝置及踩踏感測裝置
	WIRELESS COMMUNICATION DEVICE AND PEDALING SENSING DEVICE
1924045	多透鏡陣列投影機的彩色投影
	COLORLED PROJECTION BY MULTI-LENS ARRAY PROJECTOR
1924023	用於自行車之高度可調式座桿
	HEIGHT ADJUSTABLE SEAT POSTS FOR BICYCLES
1924010	減速警示方法、系統及具備該系統的電動輔助自行車
	REDUCTION-WARNING SYSTEM
1923932	使用超寬頻無線電部件之無線自行車組件通訊及控制技術
	WIRELESS BICYCLE COMPONENT COMMUNICATION AND CONTROL USING ULTRA WIDEBAND RADIO
1923771	人力驅動車用的控制裝置
1923767	光檢測裝置及其製造方法
1923766	攝像裝置及電子機器
1923762	用於人力車輛的栓塞裝置及液壓設備
	PLUG DEVICE AND HYDRAULIC APPARATUS FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
1923685	無時延的定時位置請求
	NO-DELAY SCHEDULED LOCATION REQUEST
1923668	用於操作踏板推進式車輛齒輪系統的電腦實施方法以及相關的車輛齒輪系統、資料處理控制系統、電腦程式及電腦可讀取的媒體
	COMPUTER IMPLEMENTED METHOD FOR OPERATING A PEDALLY PROPELLED VEHICLE GEAR SYSTEM, AS WELL AS ASSOCIATED VEHICLE GEAR SYSTEM, DATA PROCESSING CONTROL SYSTEM,



	COMPUTER PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE MEDIUM
I923648	具有用於用戶設備與無線網路節點之間的鏈路的視線條件的位置輔助資料
	LOCATION ASSISTANCE DATA WITH LINE OF SIGHT CONDITION FOR A LINK BETWEEN A USER EQUIPMENT AND A WIRELESS NETWORK NODE
I923641	使用週期性地更新的錨座標系進行車道映射和定位的方法、設備、行動設備及非暫時性計算機可讀媒體
	METHOD, DEVICE, MOBILE DEVICE AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE MEDIUM OF LANE MAPPING AND LOCALIZATION USING PERIODICALLY-UPDATED ANCHOR FRAMES
I923637	用於改善衛星定位系統信號中的載波相位偵測的方法和裝置
	METHODS AND APPARATUS FOR IMPROVING CARRIER PHASE DETECTION IN SATELLITE POSITIONING SYSTEM SIGNALS
I923613	電池模組、電池組以及載具
	BATTERY MODULE, BATTERY PACK, AND VEHICLE
I923596	蓄電系統、蓄電裝置元件、蓄電裝置容納系統
I923570	覆蓋外的側鏈路輔助式協同定位中的定位參考信號資源的決定
	DETERMINATION OF POSITIONING REFERENCE SIGNAL RESOURCES IN OUT-OF-COVERAGE SIDELINK-ASSISTED COOPERATIVE POSITIONING
M682469	液壓系統的油管接頭
M682432	專用於單口消防栓上之旋轉活動裝置
M682402	微型顯示器改良結構
M682294	分離式車架
M682288	自行車之車頭碗定位裝置
M682266	自行車踏板
M682259	自行車之車把手轉向測試設備
	HANDLEBAR STEERING TESTING APPARATUS FOR BICYCLE
M682256	自行車車架和座管結合的安裝結構
M682255	自行車之升降座管
M682254	自行車升降座管之消除間隙結構
M682211	一種塔基組裝設備
	A TOWER BASE ASSEMBLY APPARATUS
I923528	輔具驗配方法
I923507	提供資訊之電子裝置之動作方法及支持其之電子裝置
	OPERATING METHOD FOR ELECTRONIC APPARATUS FOR PROVIDING INFORMATION AND ELECTRONIC APPARATUS SUPPORTING THEREOF
I923504	透水混凝土及其製備方法、經預處理 RCA 和應用
	PERMEABLE CONCRETE, AND PREPARING METHOD, PRETREATED RCA AND APPLICATIONS THEREOF
I923502	握把帶及握把帶之製作方法
	GRIP TAPE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE GRIP TAPE
I923363	自行車維修架控制裝置可 360 度轉向結構
I923333	油管快接結構和油壓碟剎系統
	AN OIL PIPE QUICK CONNECTION STRUCTURE AND AN OIL PRESSURE DISC BRAKE SYSTEM
I923169	模組化之載具避震結構
I923123	追蹤物件之電腦實施之方法、物件追蹤系統及相關非暫

	時性電腦可讀儲存媒體
	COMPUTER-IMPLEMENTED METHOD OF TRACKING OBJECTS, OBJECT TRACKING SYSTEM AND RELATED NONTRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM
I923056	可調整預載之避震座管結構
I922996	移動警報系統及其實施方法
	MOBILE ALARM SYSTEM AND IMPLEMENTATION METHOD
I922985	自行車的花轂模組及其花轂
I922895	二次電池之製造方法、二次電池、電池包及車輛
I922876	可調整最大上升行程之升降座管
I922725	輸入裝置及對計算裝置提供滾動輸入的方法
	AN INPUT DEVICE AND A METHOD FOR PROVIDING A SCROLLING INPUT TO A COMPUTING DEVICE
I922720	樹脂組合物
I922703	自行車變速器系統
	BICYCLE DERAILLEUR SYSTEM
I922650	基於基地站和參考使用者設備之間的時間偏差的定位估計
	POSITION ESTIMATION BASED ON TIME BIAS BETWEEN BASE STATION AND REFERENCE USER EQUIPMENT
I922636	嵌入式系統上用於恢復連續感測器資料的分類的狀態改變偵測
	STATE CHANGE DETECTION FOR RESUMING CLASSIFICATION OF SEQUENTIAL SENSOR DATA ON EMBEDDED SYSTEMS
I922559	跨騎式車輛用煞車系統及跨騎式車輛
	BRAKE SYSTEM FOR STRADDLE-TYPE VEHICLE AND STRADDLE-TYPE VEHICLE
I922537	增加的離開角量測細微性
	INCREASED ANGLE OF DEPARTURE MEASUREMENT GRANULARITY
I922488	用於將驅動單元連接至車輪以使得該驅動單元驅動該車輪繞該車輪之中心軸線旋轉的設備與將驅動系統之驅動單元連接至車輪之輪轂上的轉子盤安裝構件的方法
	APPARATUS FOR CONNECTING A DRIVE UNIT TO A WHEEL TO ENABLE THE DRIVE UNIT TO DRIVE ROTATION OF THE WHEEL ABOUT A CENTRAL AXIS OF THE WHEEL AND A METHOD OF CONNECTING A DRIVE UNIT OF A DRIVE SYSTEM TO ROTOR DISC MOUNTING MEANS ON A HUB OF A WHEEL
I922487	人力驅動車用煞車控制裝置
I922482	人力驅動車用曲柄臂及人力驅動車用曲柄組件
M682142	自行車座墊立管連接座墊結構(二)
M682130	具有雷擊警報器的電動自行車控制器
M682117	自行車之手煞車結構
M682102	配戴結構
M682101	配戴結構
M681935	電動輔助自行車防盜裝置及系統
M681933	自行車前叉補強結構
M681909	用於化學電鍍沉積之接觸環及其組合之單元
	CONTACT RING FOR ELECTROCHEMICAL DEPOSITION AND ASSEMBLY UNIT THEREOF
M681901	用於電子設備之散熱蓋板
	HEAT DISSIPATION LID FOR ELECTRONIC



	EQUIPMENT
M681811	升降裝置
M681796	自行車檔位與後視抬頭顯示裝置
M681795	具電控油路開關之升降軸柱裝置
	HEIGHT-ADJUSTABLE SEATPOST DEVICE WITH ELECTRICALLY CONTROLLED HYDRAULIC FLOW VALVE
M681792	自行車吊耳裝置
M681788	自行車吊耳裝置
I922291	軌跡預測方法與電子裝置
	TRAJECTORY PREDICTION METHOD AND ELECTRONIC DEVICE
I922263	自行車輪圈花鼓心軸之培林萬用尺寸調節定位裝置
I922236	利用穿戴式內在負荷感測器感測心率、心率變異率以及肌血氧並結合外在負荷指標以及性別因子來優化調整運動強度之方法及其系統
	METHOD AND SYSTEM FOR OPTIMIZING EXERCISE INTENSITY BY SENSING HEART RATE, HEART RATE VARIABILITY, AND MUSCLE OXYGEN USING A WEARABLE INTRINSIC LOAD SENSOR AND COMBINING EXTERNAL LOAD INDICATORS AND GENDER FACTORS
I922206	輪轂馬達
	HUB MOTOR
I922016	自行車輪圈
I921994	組合式自行車座墊
	COMBINED BICYCLE SEAT CUSHION
I921966	防蛇咬輪圈
	ANTI-PINCH FLAT WHEEL RIM
I921734	環氧樹脂組成物與製造方法
	EPOXY RESIN COMPOSITIONS AND METHODS OF MAKING
I921726	自行車車輪及其所用之壓力測量裝置
	BICYCLE WHEEL AND PRESSURE MEASURING DEVICE THEREFOR
I921700	車把組件、腳踏裝置、踏板裝置及兒童載具
	HANDLEBAR COMPONENTS, FOOTREST DEVICES, PEDAL DEVICES AND CHILD CARRIERS
I921603	用於控制裝置的自行車把手
	BICYCLE HANDLEBAR FOR A CONTROL DEVICE
I921567	使用單鏈的射頻 (R F) 感測和運動偵測
	RADIO FREQUENCY (RF) SENSING AND MOTION DETECTION USING A SINGLE CHAIN
I921545	腳踏車輪圈用黏著片材
I921531	用於金屬表面處理之水性組合物及其應用
	AQUEOUS COMPOSITION FOR METALLIC SURFACE TREATMENT AND THE APPLICATION THEREOF
I921516	用於人力驅動車之開關單元
	SWITCH UNIT FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
I921484	用於人力車輛之操作裝置
	OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
I921480	用於人力車輛之操作裝置
	OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE
I921452	光檢測裝置及光檢測系統
I921393	用於交通相關的實體測距訊號的基於幾何的先聽後說

	(L B T) 感測
	GEOMETRY-BASED LISTEN-BEFORE-TALK (LBT) SENSING FOR TRAFFIC-RELATED PHYSICAL RANGING SIGNALS
I921386	人力驅動車用控制裝置
I921373	用於量化一生物系統之一健康能力之系統及方法
	SYSTEM AND METHOD FOR QUANTIFYING A HEALTH CAPACITY OF A BIOLOGICAL SYSTEM
I921358	煞車組合
	BRAKE ASSEMBLY
I921339	控制裝置
I921319	經由 L 1 或 L 2 信令報告的定位測量資料
	POSITIONING MEASUREMENT DATA REPORTED VIA L1 OR L2 SIGNALING
M681730	人形機器人適用之快速運輸裝置組合
	THE HIGH SPEED TRANSPORTATION DEVICE FOR THE HUMANOID ROBOT
M681697	充電插頭的清洗裝置
	CLEANING APPARATUS FOR A CHARGING PLUG
M681643	光源模組
	LIGHT SOURCE MODULE
M681639	電動車中置馬達之雙中空軸及雙單向離合器的配置結構
M681586	用於自動清潔和潤滑自行車鏈條的系統
	SYSTEM FOR AUTOMATIC CLEANING AND LUBRICATION OF A BICYCLE CHAIN
M681532	組配式碗組結構
M681493	摩托車車用電子元件配置
I921269	折疊工具
	FOLDABLE TOOL
I921226	配送員管理方法及其系統
	METHOD AND SYSTEM FOR MANAGING A DELIVERY PERSON
I921184	自行車電控裝置
	BICYCLE ELECTRONIC CONTROL DEVICE
I921146	自行車電子控制裝置
	BICYCLE ELECTRONIC CONTROL DEVICE
I921104	綁帶式行動裝置固定座
	A STRAP-TYPE MOBILE DEVICE HOLDER
I921076	電動交通工具及其控制方法
	ELECTRIC VEHICLE AND CONTROLLING METHOD THEREOF
I921059	操作裝置及底座構件
	OPERATING DEVICE AND BASE MEMBER
I920999	自行車車架腳踏力檢測機的桿件組
	POLE PART SET OF A TEST MACHINE FOR BICYCLE FRAME PEDAL FORCE
I920993	可調整之自行車車鈴結構
I920970	車用系統
	VEHICLE SYSTEM
I920956	自行車
I920811	應用於自行車適配的系統、方法以及非揮發性電腦可讀取儲存媒體
	SYSTEM, METHOD, AND NON-VOLATILE COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM APPLIED FOR BIKE FITTING
I920807	自行車立管結構
I920567	用於自行車座杆對中及高度調整的裝置



	DEVICE FOR CENTERING AND HEIGHT ADJUSTMENT OF BICYCLE SEATPOST	D244339	電動自行車車架
I920511	自行車變速器	D244272	兒童車架
	BICYCLE DERAILLEUR		FRAME FOR STROLLER
I920484	光達系統的外蓋模組	D244151	氫能電動助力車
	COVER MODULE OF LIDAR SYSTEM	D244150	氫能電動助力車
I920480	用於自行車之高度可調式座桿		
	HEIGHT ADJUSTABLE SEAT POSTS FOR BICYCLES		
I920475	具有自動電源連接器之座桿總成		
	SEAT POST ASSEMBLY WITH AUTOMATIC POWER CONNECTOR		
I920325	用於在無線網路中獲取可靠時間的方法和裝置		
	METHOD AND APPARATUS FOR ACQUISITION OF RELIABLE TIME IN A WIRELESS NETWORK		
I920271	用於人力交通工具之操作裝置		
	OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE		
I920262	纖維強化樹脂之製造裝置及纖維強化樹脂之製造方法		
I920253	使用射頻感測的室內地圖產生		
	INDOOR MAP GENERATION USING RADIO FREQUENCY SENSING		
I920248	用於人力車輛的控制系統		
	CONTROL SYSTEM FOR HUMAN-POWERED VEHICLE		
I920245	偵測造假的全球導航衛星系統信號		
	DETECTING SPOOFED GLOBAL NAVIGATION SATELLITESYSTEM (GNSS) SIGNALS		
I920226	心率監測系統及方法		
	HEART RATE MONITOR SYSTEMS AND METHODS		
I920199	用以偵測自行車的速度的系統及方法		
	METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING THE SPEED OF A BICYCLE		
I920196	煞車系統及跨騎式車輛		
	BRAKE SYSTEM AND STRADDLE-TYPE VEHICLE		
I920195	液壓控制裝置及跨騎式車輛		
	HYDRAULIC PRESSURE CONTROL DEVICE AND STRADDLE-TYPE VEHICLE		
I920162	剎車液壓控制裝置及跨騎式車輛		
	BRAKE FLUID PRESSURE CONTROL DEVICE AND SADDLE-TYPE VEHICLE		
I920106	保管裝置、保管方法、程式及記憶媒體		
I920083	調整自行車座椅位置裝置以及調整自行車座椅之傾斜度的裝置		
	DEVICE FOR ADJUSTING A SEAT POSITION OF A BICYCLE SEAT AND DEVICE FOR ADJUSTING A TILT OF A BICYCLE SEAT		
I920077	操作電子設備的方法和包括電子設備的自行車部件		
	METHOD OF OPERATING ELECTRONIC DEVICE AND BICYCLE COMPONENT COMPRISING ELECTRONIC DEVICE		
D245104	電腦程式產品之圖形化使用者介面		
	GRAPHICAL USER INTERFACE FOR COMPUTER PROGRAM PRODUCT		
D245019	自行車輪胎		
	BICYCLE TIRE		
D244814	包裝袋		
D244566	攜行架用後置車燈		
D244553	園藝枝剪		