

# 自行車暨健康科技季刊

Cycling & Health Tech Industries

- 電動輔助自行車中置式配套發展趨勢分析
- 自行車國際趨勢
- 透過自動轉碼將CAN協議DBC轉C實作
- LEV標準化過程分享
- UL 2849電動輔助自行車標準簡介
- 心理健康快篩與促進之探索
- 電動輔助自行車非法規測試平台介紹



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



定價200元 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



# 目 錄

## 本期專欄

### 技術研發專欄

01 電動輔助自行車中置式配套發展趨勢分析

黃柏豪



09 自行車國際趨勢

吳易信



### 創新設計專欄

22 透過自動轉碼將CAN協議DBC轉C實作

蘇俊錡



### 檢測專欄

31 LEV標準化過程分享

許震華



38 UL 2849電動輔助自行車標準簡介

劉紹邦



### 健康專欄

45 心理健康快篩與促進之探索

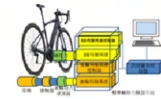
陳聖和



### 三電專欄

53 電動輔助自行車非法規測試平台介紹

許順棚



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

## 自行車暨健康科技 季刊版權頁



中華民國 九十一年二月創刊 / 第一二五期

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/ 吳永盛

編輯委員/ 蔡博名、陳中杰、劉志彥、顏嘉良、  
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](http://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](mailto:annchen@tbnet.org.tw)

網址/ [www.tbnet.org.tw](http://www.tbnet.org.tw)

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。

## 電動輔助自行車三電系統整合

### 拿回開發主導權



近年來全球電動輔助自行車大賣，各行業大廠積極投入，不論是自行車變速器大廠、電動工具大廠，甚至到無人機大廠，都相繼推出三電系統產品。反觀我國繼日本之後投入電動輔助自行車發展，早在近三十年前即投入電動輔助自行車研發，並在自行車研發中心協助下制定其產品標準，以及成立相關實驗室進行檢測服務，但迄今卻仍無成熟之三電系統可供整車廠選擇，其問題癥結何在？

自行車產業如同我國各傳產一樣，在高端產品的發展過程中，都存在相同的問題，那就是敝帚自珍與各自發展，但要把國內市場當成練兵場，其規模太小；若以歐美市場為目標，採以製造端主導、未充分依據消費需求的產品研發與生產製造型態，將面臨較高風險與較慢的市場反應速度；尤其像三電系統等複雜產品，需要在市場當地建立完整的售服體系，才能即時提供技術後援，強化購買信心，建立品牌形象，這些都是傳產的短板。

我國投入電動輔助自行車三電系統發展的業者很多，但規模都太小，雖然擁有諸多高深的技術，以單打獨鬥的型態，終究會被歷史洪流所吞沒，觀此困境，唯有發展三電系統共通協議可解，並需在產業聯盟的推動之下，進一步建立共用且完整的售服體系，專屬我國的電動輔助自行車三電系統才能整合，國家隊需要你們，趕快加入自行車共通協議聯盟吧！

敬祝

商祺

董事長 白政忠

# 電輔車中置式配套發展趨勢分析

自行車產業正處於電動化浪潮的高峰期，其中，中置配套系統作為電動自行車的核心技術之一，近年來經歷了快速且顯著的發展。從早期單純追求動力輸出與續航力，到現今逐步進入智能化、整合化與自動化階段，中置配套的技術進步不僅提升了騎乘體驗，更重塑了市場競爭型態。早期的中置配套設計多以提升動力與耐用性為主要目標，而隨著消費者需求的日益多樣化，各品牌開始追求更為精細化的控制系統、更高效的電能管理以及更完善的用戶互動體驗。尤其近年來，韌體升級與無線更新（OTA）技術的導入，使配套系統能夠不斷適應使用者的個性化需求，實現更高效、更智能的運作。

文/技研部 黃柏豪 #337

## 一、研究背景

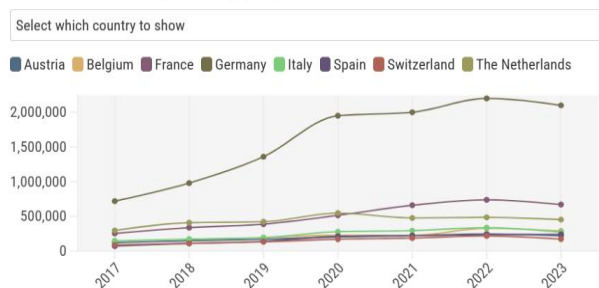
中置配套系統的出現，可追溯至電輔車技術發展初期對於車輛重心配置與動力效率的考量。與輪轂驅動系統（hub motor）相比，中置配套具備動力輸出接近傳統腳踏之位置、重心配置在中間且便於維修等多項優勢，迅速成為中高階電輔車的主流方案。由於法規對電輔車的速度與助力輸出設有明確限制，中置配套因其動力輸出與腳踏系統緊密結合，可提供與傳統自行車更為接近的踏騎感，同時能與變速系統順暢配合，因此被廣泛應用於eMTB及都市通勤型電動自行車，成為市場主流配置。

以歐洲市場為例，電輔車規模持續擴大，德國、法國、荷蘭等國皆為主要銷售市場，雖近年因疫情緣故，2023年歐盟整體電輔車市場規模已達約440萬輛，市場仍略微呈現下降趨勢。其中主要銷售國(德國)在Covid疫情初期，全球對自行車與電輔車的需求大幅增加，主因包括防疫封鎖措施、通勤方式改變以及戶外運動熱潮興起，促使各品牌及製造商積極擴充產能與

增加庫存。然而隨著市場逐步恢復正常，經銷商與品牌業者卻面臨了庫存積壓問題，因此2023年銷量出現短暫下滑的調整現象，至2024年，德國電輔車銷量已恢復至210萬輛水準，而其餘國家約出現2%~7%的萎縮，歐盟電輔車的整體進口量則降至疫情前的正常水準約64.2萬輛，顯示市場經過去庫存化後已逐步回穩。

### E-bike sales in key European markets

Number of units sold per country, per year



Source: Bike Europe market reports

BIKE europe

圖 1、歐洲電輔車市場規模

根據360iResearch對電動自行車驅動裝置之市場按類型、電壓、功率、銷售管道、應用和最終用途分類的全球市場預測，主要市場統計數據，2024年電動自行車驅動裝置市場價值為52.6億美元，預計到2025年將成長至59.8億美元，複合年增長率為14.11%。

早期的中置配套由幾家德國、日本與中國廠商主導，著重於扭力輸出與結構穩定性。隨著電動車普及率提高與消費者需求多元化，各大品牌紛紛拓展產品線，開發針對城市、山地、貨運甚至長途旅遊不同場景的專屬系統。同時，整合式電池、CANbus 通訊、電子變速器與智慧儀表的崛起，進一步推動中置配套走向模組化與智慧化。

## 二、區域市場趨勢分析

全球中置配套市場正呈現「技術集成深化」與「市場需求分區化」的雙軸轉變。不同地區在政策導向、消費者使用情境、基礎建設與產業鏈成熟度等方面具有顯著差異，導致中置配套在區域應用上的發展策略趨於分化。依區域分為歐洲、北美與亞太三大區塊進行說明，剖析其市場動能、需求特徵與技術導向。

### (一)歐洲：法規與政策推動下的高整合市場

歐洲作為全球電動自行車滲透率最高的地區，中置配套的普及已非單純的產品選擇，而是受到完整產業政策與法規驅動的結果。各國政府透過綠色交通補貼、城市交通網整合、碳稅優惠等多種誘因，推動 eBike 在通勤、物流與觀光場景的應用。例如德國與荷蘭即鼓勵企業將 eCargo Bike 納入物流系統，並以企業碳中和評分作為抵稅依據，推動高扭力中置系統（如 Bosch Cargo Line）廣泛落地。

對產品品質、系統穩定性有較高要求，促使品牌將韌體整合能力、OTA 升級、App 互通性視為核心競爭力。Bosch 的

Smart System、Shimano 的 E-Tube、Brose 的開放整合策略。

### (二)北美：高功率取向與多功能應用並重

北美市場擁有截然不同的發展邏輯。美國、加拿大的 eBike 分級制度（Class 1-3）允許高達 750W 輸出功率與 45 km/h 助力上限（Class 3），為中置配套系統帶來更多功率發揮空間。在此市場架構下，騎乘者偏好強勁扭力、迅速加速與多地形適應能力的驅動平台。

eMTB、越野通勤車（All-Terrain Commuter）、電動貨運車（eCargo）成為核心應用場景，中置系統不僅要能輸出大扭力（85 Nm 以上），還需支援全地形變速、長行程避震與高負重需求。Bafang M600 系列、Yamaha PW-X3、Bosch CX-Race 成為該類市場標配方案。

此外，北美市場對個性化與客製需求高度重視，因此整合型開發（IDP, Integrated Drive Platform）模式盛行。例如 Specialized 與 Brose 聯合開發的 Turbo 系列，便結合車架設計、控制邏輯與數據平台，以品牌專屬生態系爭奪高端用戶。這也意味著韌體開放性與 API 授權機制成為品牌競爭策略的一部分。

值得一提的是，北美地區用戶對數據透明度與升級彈性有較高期待，驅動廠商紛紛投入遠端監控、雲端資料回傳、用戶模式分析（Ride Analytics）等延伸服務，加速向「資料驅動服務」轉型。

### (三)亞太地區：製造動能與內需潛力並行

亞太地區中國與台灣具備強大的中置配套與整車製造能力，成為全球 OEM / ODM 供應鏈的核心節點。Bafang、TDCM、大普配套、雅馬哈、松下皆在區域內建立研發與生產基地。

在內需市場方面，中國內需主打城際通勤與社區物流，偏好高扭力、低價格的中置平台。日本與韓國則由高齡人口與都會通勤需求主導，注重系統安靜性、低維護量與人因介面友善程度。東南亞與印度市場則開始浮現中短程通勤與機車替代需求。

區域內企業逐漸意識到「本地化整合 + 跨境外銷」的雙軌戰略價值。例如 Bafang 建構歐洲技術服務中心、日本開發據點，展現由亞太技術外溢至全球的布局策略。台灣品牌如 JD Components、TDCM 則開始投入 CANbus 控制器、智慧儀表與 OTA 平台的整合技術，強化與歐美整車品牌的系統對接能力。

亞太市場的挑戰在於法規不一與消費習慣多元，促使品牌發展「模組化」、「可配置」的中置解決方案。透過韌體調校彈性、輸出參數自定義與零組件開放性，亞太企業逐步實現以軟體驅動硬體銷售的策略轉型。

### 三、品牌技術評比

在中置配套成為高階電動自行車主流配置的當下，各大品牌紛紛投入資源發展具備差異化優勢的驅動系統。從早期聚焦於輸出功率與扭力表現，逐步演進至如今涵蓋智慧韌體調校、結構模組化、感測整

合與遠端升級等全方位競爭面向。品牌之間的技術差異，不僅體現在參數數值，更反映於使用者騎乘體驗、系統穩定性與整車整合深度。

以市場上較大之中置配套廠商進行比較，就其中置配套系統在結構設計、輸出特性、整合能力與應用廣度等層面進行系統性分析。

#### 1. Shimano

Shimano 作為自行車傳動系統的領導者，其 EP 系列中置配套 (EP801、EP6) 強調「自然踏騎感」與變速整合能力。EP801 採用輕量鎂合金殼體，最大輸出達 85 Nm，並可無縫結合 Di2 電子變速與 Linkglide 傳動系統。其主打精密踩踏感應與騎乘個性化設定，適合競賽型 eMTB 與高端通勤車應用。



圖 2、SHIMANO EP801

#### 2. Bosch

Bosch 是中置配套市場中最具系統化思維的品牌之一。Performance Line CX 搭配 Smart System 架構，具備高達 85 Nm 扭力與高精度三向感測器。Bosch 的最大優勢在於完整的「一體化平台」：包含 Kiox 300 儀表、eBike Flow App、ABS

煞車、LED 控制器與 eShift 變速整合。其系統穩定度與智慧功能深度，在歐洲市場佔有領導地位。

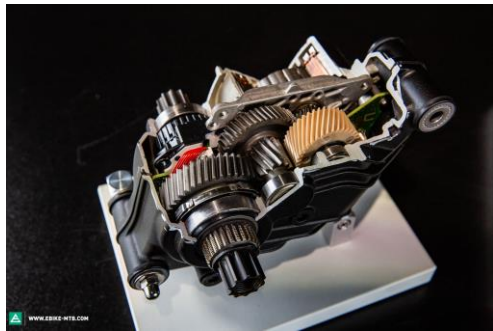


圖 3、Performance Line CX

### 3. Pinion

Pinion 在 MGUs ( Motor Gearbox Unit ) 領域中創下開先例，將配套與變速箱融合於同一模組，推出 E1.12 與 E1.9 系列。該系統內建類似汽車變速器的密封齒輪機構，提供多達 12 段變速且完全免維護，適合遠程旅遊、重載與極端地形。與 FIT 控制系統整合，支援自動變速與主動踏頻感應，是極具前瞻性的模組化驅動架構。



圖 4、Pinion MGU

### 4. Brose

Brose 採用自家設計的皮帶傳動內部結構，以提供低噪音、順滑與高效率的騎乘體驗。Drive S Mag 為主力產品，扭力輸出達 90 Nm，重量控制在 2.9 kg。

Brose 採開放式整合策略，與 Specialized、Bulls 等車廠深度合作，強化其品牌定制化能力。Brose 的韌體調校更偏向「無人工痕跡」風格，以貼近自然踩踏為目標。



圖 5、Brose Drive³ Peak

### 5. Yamaha

Yamaha 在中置配套市場中具備深厚機械與電控技術背景。PWseries-X3 強調高功率密度與緊湊設計，重量僅 2.75 kg，最大輸出達 85 Nm，特別適合技術型登山路線。其 Quad Sensor System 精準感測踏頻、扭力、傾斜與速度，提供即時輸出曲線切換。Yamaha 近年加速與 OEM 合作，進軍歐美中高階通勤與 eMTB 市場。



圖 6、Yamaha PWseries-X3

### 6. Bafang

來自中國的 Bafang 擁有最廣泛的產品組合與客製化能力。其 M500 與 M600

系列中置系統已大規模進入歐洲與北美 OEM 市場，輸出範圍可達 120 Nm。Bafang 特別強化與地方品牌與開發者之間的 API 整合能力，支援多語系韌體與資料回傳，價格競爭力高，在中價位產品段具有龐大市佔。



圖 7、Bafang M600

在中置配套結構設計上，不僅攸關動力傳輸效率，也直接影響整車的穩定性、耐用性與使用者騎乘體驗。隨著應用場景從都會通勤拓展至登山越野與重載物流等高負荷環境，中置系統需面對日益嚴峻的機械應力與長時間振動挑戰。

儘管電輔車本體已有 EN 15194、ISO 4210 等國際標準進行安全規範，目前針對中置電機模組本身的振動耐受度、機構噪音（NVH）與長期踩踏剛性等結構性性能，尚無明確法規強制標準。各品牌多採用自訂測試程序或參考工業領域的通用規範（如 IEC 60068 系列），進行系統性的內部驗證。

振動相關評估之 IEC 60068 系列規範主要以 IEC 60068-2-6（振動測試）與 IEC 60068-2-27（衝擊測試），評估產品在遭受連續性振動時的結構完整性、固定

穩定性與功能穩定性，以及模擬產品在運輸、摔落或使用過程中遭遇瞬間撞擊或外力衝擊時的結構強度與功能穩定性，但僅針對馬達、感測器、PCB 模組等，是否在使用過程中因振動而出現故障、脫落或訊號異常。

表 1、品牌振動測試及結構特色比較

| 品牌      | 通過振動/衝擊認證             | 結構耐久設計特色                  | 實際應用場景取向                   |
|---------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Bosch   | ✓（完整通過 IEC 測試）        | 鋁合金外殼 + 齒輪強化結構 + 絕緣填料模組化  | eMTB、Cargo、Touring         |
| Shimano | ✓（通過等效驗證程序）           | 鎂合金殼體 + 多軸感測保護 + 測試級支架強化  | XC 越野、城市通勤、高頻率啟停           |
| Pinion  | ✓（工業等級 Shock/Vibe 測試） | 整合齒輪箱模組，全密封防塵結構，重裝承載底座設計  | eCargo、Trekking、Expedition |
| Brose   | 部分型號通過                | 靜音皮帶結構減振 + 懸浮式安裝座         | 登山越野、競技型路線                 |
| Yamaha  | ✓（符合 ISO + IEC 雙重測試）  | 緊湊鋁殼 + 多點緩衝支撐點 + 四重感測穩定系統 | Trail/AM、快速通勤              |
| Bafang  | 部分高階機種通過              | 模組式大型齒輪箱，部分型號具備風槽與加固螺栓結構  | 重載、物流用途                    |

#### 四、結構評估技術發展

儘管中置電機系統已成為電動自行車領域的主流驅動技術，其結構性能在實際應用中攸關產品安全、使用壽命與騎乘體驗，然而目前針對「共振結構評估」與「踩踏剛性」兩項核心機械性能，尚缺乏明確一致的國際標準與法規規範，現行 EN 15194、ISO 4210 多聚焦於整車剎車、轉向、電氣安全等範疇，對於中置電機作為獨立模組在結構抗疲勞、振動傳遞控制、剛性力學表現等方面，並無具體的強制試驗或性能標準，通常透過自訂動態載荷模

擬程序，進行非公開之耐久評估，則將面臨不同品牌間測試方法與門檻不一致，無法直接比對結構性能，騎乘共振、BB 軸微變形、長期踩踏偏移等，難以在開發早期辨識。

本研究透過訂定一般騎乘狀態之參數，以未受專業自行車訓練之一般人的踩踏頻率(60RPM)訂為持續動力輸入條件之一，另一條件以低踏頻進行(20RPM)，配合 5 種不同騎乘阻力條件進行實驗，換算坡度分別為騎乘  $0.73^{\circ}$ 、 $2.03^{\circ}$ 、 $3.33^{\circ}$ 、 $4.63^{\circ}$ 、 $5.93^{\circ}$  之阻力，擷取之訊號透過時頻分析方法進行訊號的轉換，以獲取短暫之振動變化，本實驗透過 FFT 將時域信號轉換為頻域之 RMS 值表示，實驗架設方式如圖 8 所示，擷取之訊號透過時頻分析方法進行訊號的轉換，以獲取短暫之振動變化，本實驗透過 FFT 將時域信號轉換為頻域之 RMS 值表示，圖 10~圖 14 為各實驗參數轉換之頻域圖。

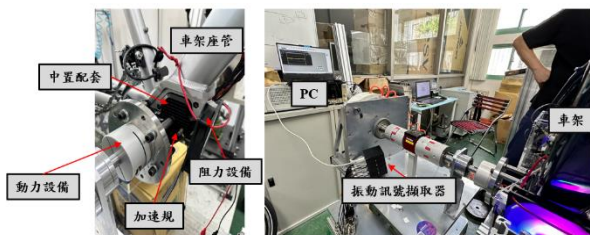


圖 8、振動實驗架設



圖 9、實驗座標示意圖

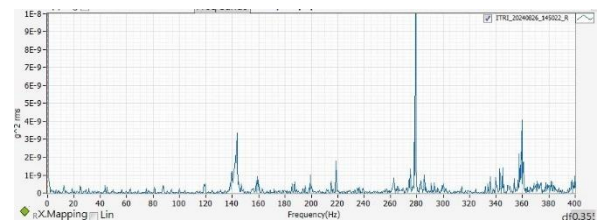


圖 10、60 RPM/ $0.73^{\circ}$  /Y 軸

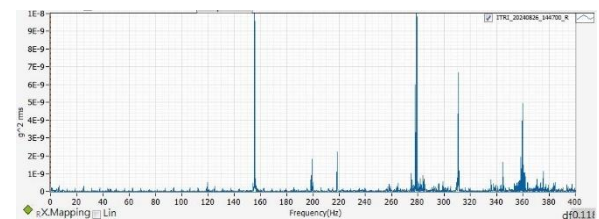


圖 11、60 RPM/ $2.03^{\circ}$  /Y 軸

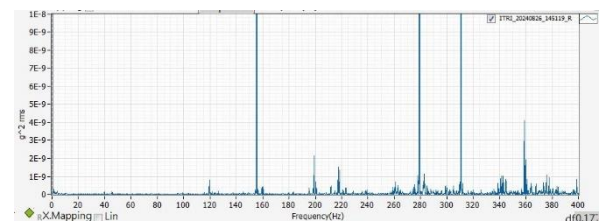


圖 12、60 RPM/ $3.33^{\circ}$  /Y 軸

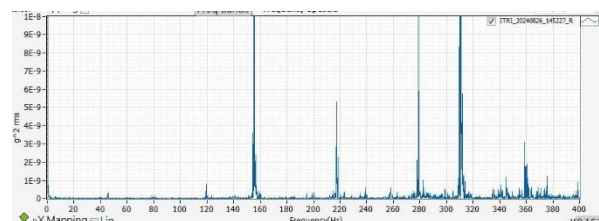


圖 13、60 RPM/ $4.63^{\circ}$  /Y 軸

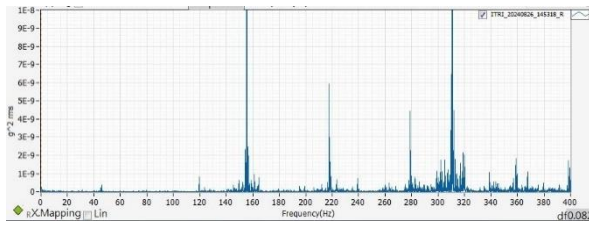


圖 14、60 RPM/5.93°/Y 軸

透過建立電輔車中置配套振動之動態振動量測方法，有效擷取不同騎乘情境下的實際振動特徵，成為後續產品開發與驗證的重要依據。使中置電機在開發階段即可針對不同結構設計進行量化比較，不再僅以參數規格或感性評估為依據，以利針對其內部結構設計、齒輪參數，鎖點位置及形式等項目進行評估。

## 五、結論與未來展望

回顧 2025 年各大中置電機廠商的產品更新方向可觀察到，主流品牌如 Shimano、Bosch、Pinion、Brose、Yamaha、Bafang 等在減速機構設計上基本維持既有架構，大多延續既定的內部齒輪排列、傳動比與模組化殼體規格，顯示出該類機構設計已趨穩定成熟。這種設計延續策略，反映產業目前將資源更集中投入於韌體演算法、感測器整合與智慧控制策略的優化，以強化騎乘個性化、節能效率與 OTA 升級能力。

相較於韌體演進的快速與活躍，目前在中置電機結構層面的評估體系仍顯薄弱。無論是機構剛性、NVH 表現（噪音、震動、粗糙度）或踩踏疲勞耐受性，國際間尚無統一法規或測試標準強制規範。現階段大多廠商仍仰賴內部標準、經驗性試驗或整車模擬環境進行耐久與震動驗證，使得品

牌間在結構品質上缺乏公開透明且可比對的依據。

因此，發展一套標準化的振動與剛性量測方法，成為當前技術發展的關鍵推進點。此方法應能涵蓋多軸動態量測、頻域分析、模組固定點回饋與不同騎乘場景的再現能力，作為結構性能評估的客觀指標。唯有透過一致化的測試架構，才能有效建立產品間的量化比較基礎，進一步推動結構性能驗證的法規制定與產業標準形成。

## 六、參考資料

- [1] Bosch eBike Systems, *Performance Line CX product overview*. [Online]. Available: <https://www.bosch-ebike.com>
- [2] Bafang Electric (Suzhou) Co., Ltd., *M500/M600 series technical documents*. [Online]. Available: <https://www.bafang-e.com>
- [3] Brose Fahrzeugteile SE & Co. KG, *Brose Drive S Mag specifications*. [Online]. Available: <https://www.brose-ebike.com>
- [4] E-Mountainbike Magazine, “The best eMTB motor 2024 – motor comparison test,” 2024. [Online]. Available: <https://ebike-mtb.com/en/emtb-motor-comparison/>
- [5] International Electrotechnical Commission, *IEC 60068-2-6: Environmental testing – Part 2-6:*



*Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*,  
Geneva, 2018.

- [6] International Electrotechnical Commission, *IEC 60068-2-27: Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea: Shock*, Geneva, 2018.
- [7] International Organization for Standardization, *ISO 4210-6: Safety requirements for bicycles – Part 6: Frame and fork testing*, Geneva, 2014.
- [8] MarketsandMarkets, *Electric Bike Market by Class, Motor Type, Battery, Usage, Region – Global Forecast to 2030*, 2023. [Online]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/>
- [9] Pinion GmbH, *MGU E1.12 integrated e-drive system*. [Online]. Available: <https://pinion.eu>
- [10] Precedence Research, *Global mid-drive motor market analysis report*, 2024. [Online]. Available: <https://www.precedenceresearch.com/>
- [11] Shimano Inc., *EP801 system specifications & E-Tube Project firmware overview*. [Online]. Available: <https://bike.shimano.com>
- [12] Yamaha Motor Co., Ltd., *PWseries-X3 e-bike drive unit overview*. [Online]. Available: <https://global.yamaha-motor.com>



# 自行車國際趨勢

全球自行車市場經歷疫情、通膨等多重衝擊，市場規模大幅縮減；但隨著 E-Bike 市場快速增長，市場顯示強勁動能，尤其歐洲與亞洲市場，E-Bike 平均售價持續高漲，顯示出消費者對高價值產品需求的顯著提升；另歐盟發布《自行車宣言》，強調基礎設施建設與智慧化技術之應用，目標減少交通碳排放，各國積極響應政策推動，大幅擴建自行車道網絡，以提高安全性並降低事故發生率；法國投入 20 億歐元推動《2023-2027 年自行車與步行計畫》；德國則將氫能技術納入 E-Cargo Bike 應用，以減少商業運輸的碳排放。

技術層面，高階自行車聚焦於輕量化與空氣動力學設計，採用碳纖維材料、3D 列印技術與智慧聯網系統，未來技術發展將進一步整合 AIoT 系統，以提供即時數據監控及預防性維護。

面對歐盟政策推動及全球市場趨勢，台灣自行車產業應積極推動智慧化、綠能化及市場拓展策略，提升全球競爭力。企業可專注於 AIoT 技術整合及氫能技術研發，並加強與歐洲市場的技術合作，搶佔高端市場商機。

文/技研部 吳易信 #342

## 一、研究背景

近年來，全球自行車市場持續受到疫情、通膨及供應鏈中斷等因素的衝擊，市場整體規模雖有所縮減，但高端產品及綠能交通工具需求卻顯著上升，2024 年全球自行車市場總產值為 1,881.7 億元，年衰退達 37.8%，但 E-Bike 市場逆勢成長，尤其是在歐洲、亞洲及北美市場，顯示消費者對於智慧化、電動化及高附加值產品的偏好愈發明顯；根據歐盟統計，2024 年 E-Bike 銷售增長 18%，而傳統自行車銷量則顯示下滑趨勢，市場逐步朝向電輔動力與智能控制技術發展。

在政策層面，歐盟於 2023 年發布《自行車宣言》，強調基礎設施建設、智慧電輔系統及氫能技術應用，此政策旨在 2030 年前將自行車行駛公里數提升一倍，同時推動綠色交通轉型，各成員國亦積極響應，包括德國、法國、丹麥等國家相繼發布了

國家級自行車發展計畫，投入巨額資金擴建自行車道路網絡，並推廣 E-Bike 及 E-Cargo Bike 的應用，以減少碳排放並改善城市物流運輸效率。

技術發展趨勢顯示，高階自行車市場聚焦於輕量化設計與空氣動力學應用，碳纖維複合材料及 3D 列印技術逐漸成為主流，同時智慧電輔系統亦加速滲透市場，德國 Riese & Müller、法國 Orbea 等品牌已推出搭載智慧鎖、GPS 追蹤及數據分析系統的新型 E-Bike，顯示 AIoT 技術將成為市場趨勢。此外，氫能技術與太陽能輔助系統的應用亦逐漸擴大，預計 2026 年後歐盟市場將推出多款氫能驅動型 E-Cargo Bike，進一步推動綠色物流的發展。

在此背景下，本研究針對全球自行車市場發展現狀、歐盟政策推動對市場結構的影響及新興技術應用進行全面性探討，並進一步分析台灣自行車產業在國際市場



中的發展機遇及應對策略，透過深入分析市場趨勢與政策背景，研究將提供產業參考依據，以協助台灣企業有效應對國際市場變遷，並提升產品競爭力。

## 二、全球自行車市場現狀與未來展望

根據歐盟經濟委員會 (European Economic Commission) 統計數據，2024 年全球自行車市場銷售總量達 1.23 億輛，相較於 2023 年略微下降，但 E-Bike 市場卻逆勢增長 18%，銷售量突破 2,500 萬輛，顯示電輔動力系統已成為市場需求重心。

在區域市場分布上，歐洲市場仍為全球最大市場，其次為亞洲和北美市場，歐盟成員國中，德國、法國、荷蘭、比利時等國家的 E-Bike 滲透率達 35% 以上，其中德國市場的 E-Cargo Bike 市場增長尤為顯著，推動當地物流業綠色轉型。此外，丹麥、瑞典等北歐國家積極擴展智慧型 E-Bike 市場，以 AIoT 系統整合車輛追蹤、電池監控及騎乘數據分析，為市場帶來新的增長契機。

亞洲市場方面，中國作為全球最大的自行車製造國，其 E-Bike 產量達 4,800 萬輛，占全球總產量的 40%；然而，由於歐盟針對中國進口產品設立反傾銷稅，導致中國自行車及 E-Bike 出口至歐洲市場的增速放緩，反觀台灣企業則在高端產品市場取得突破，以電輔自行車(E-Bike)、智慧聯網車型為核心產品，成功搶占歐洲中高端市場。

北美市場則延續疫情期間的戶外運動

熱潮，E-MTB 銷售量持續上升，美國聯邦政府針對 E-Bike 推出稅收優惠政策，加強推廣綠色交通。此外，加拿大則推動《2025 年全國綠色運輸計畫》，計畫擴建超過 1,000 公里自行車道，並增加氢能加注站點；展望未來，自行車市場的增長動力將來自於以下幾個方向：

### 1. 智慧聯網系統：

AIoT 技術應用將持續擴展，包括智慧鎖、遠端追蹤、數據分析等，預計 2026 年智慧 E-Bike 市場滲透率將達 30%。

### 2. 氢能與太陽能應用：

氢能驅動系統將逐步應用於 E-Cargo Bike，而太陽能輔助充電技術亦將延長電池續航。

### 3. 新材料技術：

碳纖維複合材料及 3D 列印技術將成為高階車型的標配，預計可降低整車重量 15-20%。

### 4. 綠色物流應用：

E-Cargo Bike 在城市物流中的應用將進一步增長，氢能及太陽能驅動系統將成為主要發展方向。

全球自行車市場雖在傳統車型銷售上面臨挑戰，但 E-Bike、E-Cargo Bike 及智慧聯網技術的滲透率逐年增加，加之各國政府對於綠能交通的政策支持，預計未來 3-5 年市場將持續擴張，並向智慧化、輕量化及環保化方向發展，從市場結構來看，高端 E-Bike 成為增長焦點，隨著產品技術升級，輕量化設計、智慧系統及長續航里

程等特色逐漸成為市場主要商品核心規格。

此外，E-MTB 與 E-Cargo Bike 在歐洲的銷量明顯上升，顯示消費者需求逐漸多樣少量的型態發展。

### 三、歐盟自行車政策對市場的影響

歐盟成員國發展自行車戰略時，涉及到不同層級的政策之間的協調問題。在歐盟層級政策方面，歷年制定之政策包含 2007 年發布之《歐盟城市交通綠皮書》(The European Green Paper on Urban Mobility)、2011 年發布之《歐盟白皮書》(The EU White Paper on Transport)、2016 年發布之《阿姆斯特丹公約》(The Pact of Amsterdam, The Urban Agenda for the EU)、2017 年制定之《歐盟自行車戰略，2030 年實現綠色成長和有效出行的建議》(EU Cycling Strategy. Recommendations for Delivering Green Growth and an Effective Mobility in 2030)。

歐盟的自行車戰略制定於 2017 年，旨在鼓勵歐盟制定整體性策略來增加自行車用量與提升相關產業價值、消除各機構分散制定自行車相關政策的情形，並透過對於歐盟的自行車相關政策進行系統性審查來達到此目標，在自行車發展方面，歐盟的自行車戰略訂定以下目標：

- 自行車應成為運輸系統中的平等夥伴。
- 自 2019/2020 年至 2030 年，歐盟的自行車使用量平均增加 50%、騎乘次數將從每天 1.6 億次增加到 2.4 億次。

#### • 道路安全：

降低自行車騎乘者的死亡率和重傷率；每 1 億公里騎乘中死亡人數，從 1.6 減少到 0.8。

#### • 提高投資：

在 2021~2027 年期間將歐盟對自行車的投資提高到 30 億歐元；2028~34 年期間投資 60 億歐元。

#### • 經濟效益：

將歐盟自行車經濟從 5,130 億歐元(2016 年)成長到 7,600 億歐元(2030 年)。

#### • 創造就業機會：

與自行車相關的就業機會從 65 萬個(2016 年)增加到 87.5 萬個(2030 年)。

- 支持 E-Bike(EPAC)市場；加強目前歐洲在自行車市場這一高價值領域的領導地位，預計影響 E-Bike 數量的成長，從 650 萬增加到 6,200 萬(2030 年)。

聯合國歐洲經濟委員會自 2014 年起，決議啟動制定《泛歐洲自行車推廣總體規劃》(Pan-European Master Plan for Cycling Promotion)，並輔以指導方針和工具，以協助制定國家層面的自行車推廣政策，並由奧地利、法國等成員國起擬此規劃的草案。經過數年會議討論，《泛歐洲自行車推廣總體規劃》於 2021 年 5 月由 WHO 的運輸、健康與環境高峰會 (Transport, Health and Environment) 通過，旨在促進泛歐洲國家有義務於 2030 年前制定自行車的國家級策略。此項計畫奠基於歐洲自行車聯合會(European Cyclists'

Federation)長期推動歐洲國家的自行車發展工作。歐洲自行車聯合會於1983年成立，其願景是「改善和增加歐洲的自行車運動」，目前得到歐盟的 LIFE Programme 給予財政支持。該聯盟重要工作之一為開發和管理泛歐洲自行車路網(EuroVelo)，目前歐洲自行車路網共有 19 條路線，涵蓋 56,000 公里長(截至 2022 年)。

根據歐洲自行車聯合會出版之《歐洲國家自行車戰略現況》(The state of national cycling strategies in Europe, 2023)，目前有 14 個國家已制定國家級自行車戰略，7 個國家制定類似國家級戰略之策略，4 個國家曾制定國家級自行車戰略但有更新之必要，8 個國家正在制定中，而有 21 個國家在政策方面仍待加強。這些國家不盡然為歐盟成員國，但在布建泛歐洲自行車網絡的目標上，這些非成員國仍扮演重要角色，因此理解這些國家在政策層面上的現況，並對各國制定的戰略進行分析，為《歐洲國家自行車戰略現況》的重點目標。此外，該報告亦關注相關的氣候和能源政策，強調自行車在國家能源與氣候發展層面所扮演之角色。

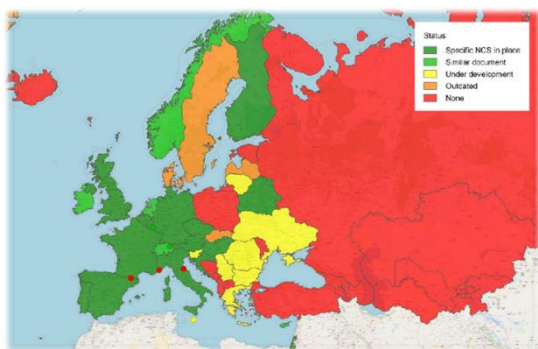


圖 15、歐洲國家制定國家級自行車戰略概況

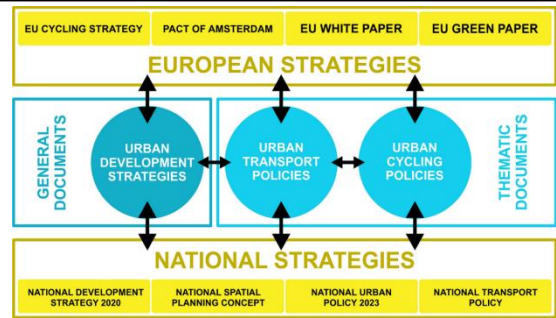


圖 16、歐盟及成員國自行車戰略層級示意圖

歐盟於 2023 年通過《自行車宣言》，該政策旨在推動自行車基礎設施建設、智慧電輔系統普及化及氢能技術應用，根據歐盟氣候政策，到 2030 年歐盟將自行車行駛公里數增加一倍，同時將道路交通碳排放減少 55%。

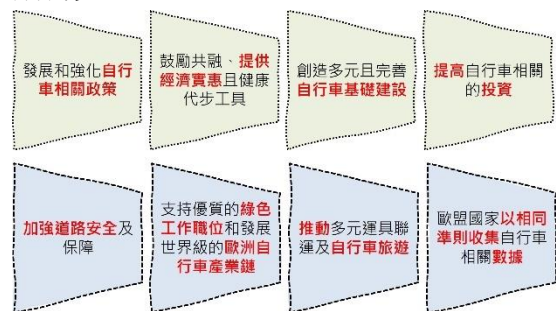


圖 17、《歐洲自行車宣言》8 項核心原則

為達此目標，歐盟計畫投入 120 億歐元於基礎設施建設，涵蓋自行車道擴建、E-Bike 充電站設置及智慧交通系統開發。

其中，德國的《國家自行車計畫 3.0》計畫到 2030 年建成 100,000 公里自行車道，同時將氢能驅動系統引入 E-Cargo Bike 市場，作為商業物流轉型的重要解決方案；此外，德國聯邦政府撥款 5 億歐元進行氢能加注站建設，以支持氢能物流車輛的普及。

法國則投入 20 億歐元於《2023-2027 年自行車與步行計畫》，計畫到 2027 年建成 80,000 公里自行車道，並將自行車教育

納入國民教育體系，期望通過提升兒童及青少年自行車技能，進一步擴大市場潛力，法國政府亦針對 E-Bike 使用者提供購車補助，每輛車補助金額最高可達 2,000 歐元。

比利時則專注於商用 E-Cargo Bike 的推廣，計畫對物流公司提供稅收減免，以鼓勵其採用綠能運輸工具，根據比利時聯邦政府預測，未來 3 年內，E-Cargo Bike 市場將年增長 30%，此舉將有效降低市中心物流運輸對空氣品質的影響。

在北歐地區，丹麥、芬蘭、瑞典等國家積極推動智慧聯網系統，結合 AIoT 技術進行交通數據收集與分析，以優化自行車交通網絡；丹麥政府於 2024 年設立 "Smart Mobility Initiative"，將智慧交通設施納入自行車道建設計畫，並強化數據監控系統，以減少自行車事故發生率。

此外，歐盟於 2024 年初發布《歐盟運輸產業生態系統的轉型路徑》，明確指出將自行車產業列為重點支持對象，特別針對 E-Bike 電池回收技術及氫能驅動系統研發提供資金支持；根據預測，至 2030 年歐盟氫能驅動系統市場規模將達 50 億歐元，其中商用 E-Cargo Bike 佔比將達 35%。

歐盟整體政策導向明確聚焦於綠色交通發展，以氫能驅動、智慧電輔系統及基礎設施建設為核心推動點，此舉將進一步推升 E-Bike 及 E-Cargo Bike 的市場需求，並促使企業加速技術研發，提升附加價值。

在市場層面，歐盟的政策驅動使 E-Bike 與 E-Cargo Bike 市場需求顯著上升，並推動本土企業向智慧電輔系統、綠能驅

動系統方向發展。

#### 四、歐盟自行車市場發展趨勢

根據歐洲自行車工業聯合會(CONEBI)之統計資料顯示，近 10 年歐盟(含英國)之一般自行車及 E-Bike 產量趨勢中，2013 年總產量為 11.36 百萬輛，2021 年總產量達 16.1 百萬輛，創近年新高，另於 2022 年微幅下降至 15.3 百萬輛，年均成長率為 3.6%。

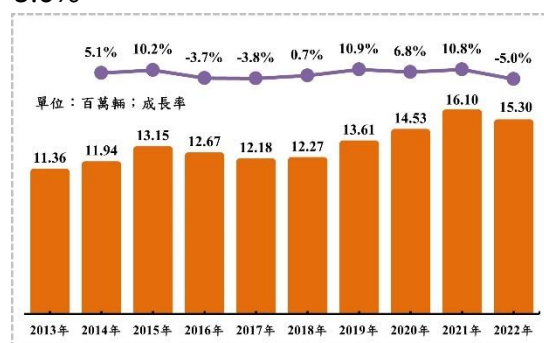


圖 18、一般自行車及 E-Bike 總產量

近年歐盟(含英國)之 E-Bike 產量趨勢中，2014 年總產量為 84.3 萬輛，2018 年總產量為 181.1 萬輛，較前一年成長了 66.3 個百分點，2022 年總產量為 540 萬輛，E-Bike 產量大致成逐年上升之趨勢，年均成長率為 27.9%。



圖 19、E-Bike 產量

解析近年一般自行車及 E-Bike 的產量占比，可發現近年歐盟(含英國)2014 年至

2017 年一般自行車產量占自行車總產量九成左右，隨後成逐年下降之趨勢，2022 年一般自行車產量僅占整體自行車產量的 64.7%；反觀 E-Bike 產量則呈逐年上升之趨勢，2022 年 E-Bike 產量占整體自行車產量的 35.3%。

綜前述分析可知，一般自行車之產量維持在 1,000 萬輛左右，但由於 E-Bike 在 2018 年開始蓬勃發展，而影響整體一般自行車及 E-Bike 之占比變化。

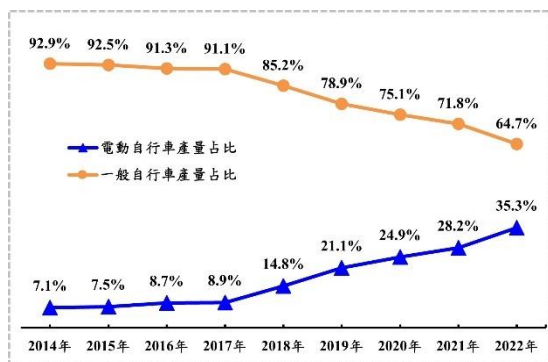


圖 20、傳統自行車及 E-Bike 產量占比變化

根據統計顯示之 2020 年整體歐盟(含歐盟 27 國及英國)自行車零組件生產產值達 29.6 億歐元，於 2022 年則達 48 億歐元，較前一年增長 33%。此外，CONEBI 預測到 2025 年歐洲生產的自行車零組件產值將翻一倍，達 60 億歐元。顯見歐洲自行車及 E-Bike 組裝廠開始增加之後，現在相關零件及配件生產也開始跟上腳步。

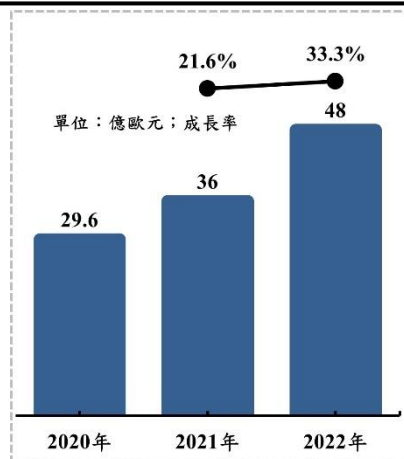


圖 21、自行車零件及配件產量

觀察歐洲各國生產自行車零組件生產概況，德國為最主要的自行車零組件生產國家，產值達 10 億歐元，占比達 33.77%，其次為義大利產值達 5 億歐元，再次之為羅馬的 3.3 億歐元、法國及匈牙利的 3 億歐元，此五國生產之自行車零組件生產產值占整體 82.05%。

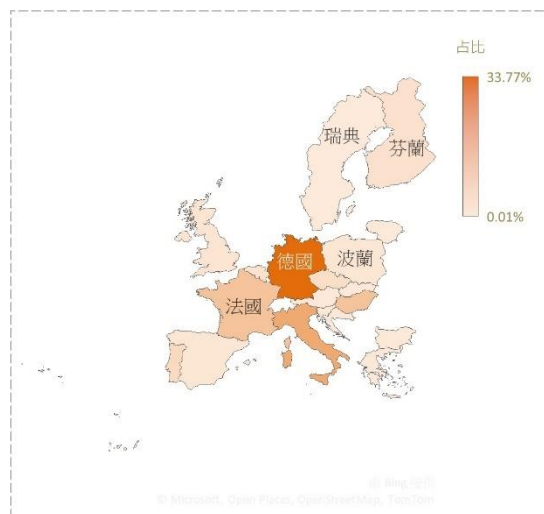


圖 22、自行車零件及配件產量之各國概況

## 五、歐盟自行車設計及科技應用趨勢

### 1. 全地形車款(All Terrain Bike)

公路車介於公路車和越野/礮石車之間的灰色未定義區域，是當前許多品牌投入的產品，歐洲品牌如 BMC 的 Roadmachine 即模糊我們所認知的公路車和越野/礮石車的區別，它不是競賽自行車，其輪胎間隙可達40公釐，可以適應不同材質的路面，而後上叉的彎曲與座管和碳纖維座桿上的切口相結合，都讓這台車能提供足夠的順應性、舒適度與控制感。



圖 23、BMC Roadmachine

### 2. 空氣力學的車架設計

空氣力學對自行車設計而言，特別是面向賽事的高性能自行車，是相當重要的考量，一輛車如何在空氣力學、剛性、重量之間達到平衡，是至關重要的。近年在 AI 技術演化與材料科技的革新之下，自行車的空氣力學也在不斷成長，讓騎乘者可以在節省能量情況下有更快速或更有效率的表現；例如，西班牙廠牌 Orbea 的 ORCA AERO(如圖24)車架將截面優化，大幅減少空氣阻力，並透過龍頭、水平上管和後下叉的安排改善車輛氣流、減少擾流的情形；德國廠牌 Canyon Bicycles 的 Aeroad CFR Di2(如圖25)，是與引領業界的空氣力學專家 Swiss Side 共同開發，進

行廣泛的計算流體力學和風洞分析，採用平衡的幾何外型，同時將線路集成而有簡約的外表並減少空氣阻力；義大利廠牌 Wilier 的 Filante SLR 則嘗試最大限度地提高真實環境條件下的空氣動力學性能，其設計不僅評估典型的風洞資料，同時考慮多種影響自行車環境湍流的因素，因此其設計將叉片移離車輪以減少湍流，同時採用特殊碳纖維材料強化剛性並減輕重量；另一間義大利廠牌 Bianchi 的 Specialissima RC 則強化了較低坡度下的空氣力學表現，這使該車輛在爬坡方面表現出色，設計方面使用略微傾斜的上管，前叉上部也安排空氣通道，整體而言採用長而低的幾何設計，相關報導更指出，該車輛 72.5 度和 73.5 度的頭管角度和座管角度，是現代設計的趨勢。



圖 24、Orbea ORCA AERO



圖 25、Canyon Bicycles 的 Aeroad CFR Di2

### 3. 簡易美學造型趨勢

極簡設計理念已經廣泛應用於自行車

設計中，風格強調簡潔的線條、無多餘的裝飾，去除非必要元素，以達到輕量化的效果，同時保留功能性，車架與車把的流線造型成為整體設計的重點，提供視覺上的和諧感，此類設計不僅提升了自行車的美感，也符合輕量、實用的需求。

一體式設計將車架、車把、坐管和其它部件融為一體，呈現出簡潔、乾淨的外觀，減少視覺上的雜亂感，此種設計趨勢不僅提升了整體美感，同時能降低維護成本，並降低風阻。

色彩運用上，趨向於低飽和度、單色系或經典色，如灰色、白色、黑色或深藍等，強調純淨的視覺效果，這樣的配色更容易與各種騎乘風格搭配，展現簡約而富有質感的美學，對於高端車款，金屬原色與啞光色也越來越流行，主要強調高質感與現代感。

美學設計趨勢不僅體現在外觀上，也融入了電子化產品，如隱藏式車燈、導航裝置、電子變速等，讓科技成為設計的一部分，這些電子化產品被巧妙地整合在車架之中，提升了整體的簡潔美感，並滿足現代騎乘者的需求。

#### 4. 高階消費市場導向之自行車

歐洲和北美在推廣越野賽道做為一種休閒活動，各國都擁有了多個騎乘和自行車賽道，而自行車賽事也增強設計師自行車的吸引力，然而除了賽事自行車之外，E-Bike與摺疊自行車(Folding Bike)為高階消費自行車市場提供發展之可能性，以技術而言，E-Bike是高階消費自行車的主導類型。

E-Cargo Bike也因運輸業務的技術發展和進步而成長，越來越多的品牌將注意力轉向實用的自行車設計；如德國品牌Bergamont E-cargoville E-Cargo Bike(如圖26)為了降低天氣干擾的設計，甚至有擋風玻璃與雨刷，宛如小型汽車；另一德國品牌Carlos則推出可折疊的E-Cargo Bike(如圖27)，可以將E-Cargo Bike摺疊至小型行李箱的狀態。



圖 26、Bergamont E-Cargoville



圖 27、Carlos 可折疊 E-Cargo Bike

#### 六、自行車零組件及技術應用趨勢

##### 1. 輕量化材料應用

自行車製造商持續研究，尋找既輕盈又堅韌的材料，近年來，許多製造商已運用高強度鋼和尖端合金等材料來製造堅固且易於操作的自行車，提高了車輛的性能和效率。這代表消費者可以享受更快的速度和更好的操控性，而不用擔心車輛的耐用性。例如義大利廠牌Bianchi的

Specialissima RC(如圖28)除了使用高模量碳纖維車架之外，也運用極輕的組件和薄漆，整台車僅有6.6公斤。



圖 28、Bianchi Specialissima RC

## 2. 環保/再生材料應用

回收材料的使用似乎在自行車界越來越受歡迎，如德國自行車輪胎製造商Schwalbe利用回收內胎製成新的產品，該製程宣稱可節省80%的能源，且輪胎仍能保持品質。另一間德國廠商IGUS Bikes也透過再生材料打造一台使用92%回收材料製成的自行車，該自行車主要針對共享單車來使用，其車架、車輪、傳動系統甚至車輪軸承，均由回收塑膠製成。



圖 29、IGUS Bike 的再生材料自行車

## 3. 碟煞

由於UCI通過碟煞可全面待載於相關賽事上，其搭配碟煞的自行車已是技術趨勢，許多自行車製造商幾乎完全將其產品轉向碟煞，這種轉變不僅限於高階車款，也已滲透到經濟型車款；在技術上，公路車碟

煞將煞車任務轉移到直徑小並直接安裝在輪轂上的單獨轉子上，通常採用液壓驅動，相對於輪圈煞車，碟煞產生與輪圈煞車相同的減速效果所需的力更小，也可以透過調整轉子尺寸來調節煞車力道，因此碟煞提供更好的調節性，騎乘者可以精確地測量產生的夾緊力，對於輪圈較寬的公路車輪胎而言，碟煞也可以輕鬆運作。

由於採用液壓煞車管，其管線可以彎曲而不影響煞車效果，因此可以將煞車管線隱藏在車架內部，達到改善空氣力學的目的。不過，在需要維修的狀況時，輪圈煞車相對於碟煞易於維修，這是目前輪圈煞車的優勢之一。

## 4. 智慧自行車

德國品牌 Riese und Müller 推出之 UBNE-Bike採用Ride 60馬達系統，提供輕量又強力的動能輔助；此外，UBN系統可以透過手機連結自行車，對自行車進行定位、警報、追蹤騎乘資訊，以及連動實體鎖等功能，不過由於該自行車沒有顯示幕，因此需要智慧型手機上打開RX Connect應用程式，並安裝在龍頭上。



圖 30、Riese und Müller UBN 數位鎖

## 5. 車聯網 (Vehicle-to-Everything, V2X) 警示系統

針對道路安全方面，歐盟在技術和政

策層面認為協同式智慧運輸系統(C-ITS)技術在未來道路交通安全生態系統具備潛力，歐盟展望計畫(EU Horizon project)中的SAFE-UP倡議(The SAFE-UP project)，強調透過開發新的安全技術來解決交通事故，特別關注碰撞分析，並將自行車與其他交通參與者納入事故評估與預防系統。

希臘一份研究指出，車聯網(V2X)能夠有效在緊急事變發生時觸發警告，甚至觸發避免碰撞或緊急煞車系統。由於大多數現代車輛都安裝了各種感知感測器，透過車聯網生態系統的ITS站進行資訊處理，能達到額外感知感測器的作用。

該研究為充分利用自行車的增強功能並評估系統的實際性能，透過物理測試並模擬實際騎乘狀況，來評估警告系統的可行性與預防碰撞的能力。結果顯示透過將物理測試結果納入虛擬模擬過程，確實能導出具備提升安全能力的虛擬模型，儘管尚無法達到歐盟的「零交通傷亡」願景，但已能顯著提升自行車騎乘者的安全。

由於5G網路的部屬，車聯網技術有望透過智慧自行車提供的資訊進行即時地理位置、可疑動作時的警報和通知、維護提示、提醒等動作，以強化自行車使用者的道路安全。



圖 31、Vehicle-to-Everything

## 6. SRS碎石避震系統

由於碎石賽道包含難以預測的地形的發展趨勢，越野/礫石自行車的製造商越來越需要考量各種地形，包含從礫石與山地的不同地形，因此許多製造商採用類懸吊系統(Suspension-like System)，西班牙製造商BH採用SRS避震系統，連接後上叉和立管的樞軸系統，可根據騎乘者的體重提供3至5公釐的移動來抑制震動。



圖 32、SRS 避震系統

## 7. 輕量型礫石E-Bike

礫石/越野自行車使用混和動力，能幫助騎乘者延長騎乘時間，輕鬆攀爬陡峭的爬坡或崎嶇的路面，輕量的設計也能幫助減少騎乘負擔。

Pinarello Nytyro E Road在車架方面採用碳纖維T900 UD，提供車輛在反應力、阻尼能力，以及輕盈程度之間的平衡，動力方面採用輕型TQ-HPR50中置馬達，電池的續航里程為100公里，整台車的重量僅有11.4公斤。在力學方面，車架採用不對稱框架，因為雖然施加在兩個踏板上的推力是相同的，但鏈條上的拉力在右側作用，因此Nytyro E Road的框架經過調整以補償不平衡的力量。



圖 33、Pinarello Nyto E Road

## 8. 寬距輪胎

越野/礫石自行車剛發展時，輪胎的寬度範圍為35~38mm，如今許多頂級職業騎乘者使用45~50mm寬的輪胎，特別是運用在Unbound等賽事之中，這使得越野/礫石自行車在設計上越來越需要考量如何容納更寬的輪胎，以及不同胎面的輪胎以因應嚴苛條件的賽道，例如在有著大而鬆散碎石的賽道上選擇光面輪胎，以提升騎乘效率。

## 七、電池議題

儘管 E-Bike 的市場占有率急速上升，但其電池的收集與回收的設施卻未更上腳步，由於 E-Bike 電池的平均壽命約為 3~5 年，因此，製造商除了努力尋找更永續、耐用的電池技術之外，也在進行更容易回收的新電池設計。

除此之外，以法國新創公司 Reycle 為例，他們提供長期電池租賃服務以及整合的收集和回收系統，也顯示電池回收對於強調永續與環保的歐洲自行車產業而言，亦為重要課題。

而最新政策為歐盟電池護照 (EU Battery Passport)，為促進電池全生命周

期管理及提升電池透明度而提出的一項政策措施，隨著歐盟電池法案的推動而逐步落實，旨在促進循環經濟、提高環保標準，並在歐洲市場實現電池供應鏈的透明化和追溯性，其主要內容與目標如下：

### 1. 透明度與追溯性

電池護照記錄，每個電池從生產到回收的完整數據，包括材料來源、製造過程、碳排放量、回收率等信息，其透明度可讓生產商、消費者和監管機構清楚了解每個電池的環保表現和可持續性。

### 2. 碳足跡與環保要求

要求記錄並量化電池在生產過程中的碳足跡，以確保生產商符合歐盟的環保標準，有助於減少供應鏈中的碳排放，並引導生產商採用更永續、低環保的生產方式。

### 3. 回收利用與資源循環

包含電池的回收指導信息，促使生產商考慮電池回收的方便性和效率，且歐盟要求電池設計應便於拆解，增加材料的回收率，並實現資源循環再利用，減少電池廢棄對環境的影響。

### 4. 合規性與市場准入條件

擁有符合要求的電池護照將成為電池在歐盟市場銷售關鍵要素，此要求強化了對市場的監管，確保進入歐盟的電池產品符合環保的標準，促使全球電池供應商提高環境合規性，從而提升整體行業標準。

## 5. 數位化與資料整合

將以數位化方式呈現，透過區塊鏈等技術保障數據的安全性和不可篡改性，此方式使所有相關單位(如供應商、消費者、監管機構)皆能透過 QR Code 或條碼，查詢該電池的相關訊息，提升管理效率。

## 6. 提升回收與再生產能力

隨著政策推動，歐盟各國的電池回收產業將得到發展，並有望提升回收技術和效率，開發和採用新的技術來提升電池的回收率，並減少原生材料的消耗，促進整個行業的資源循環利用。

歐盟電池護照的推出標誌著歐盟在電池可永續發展和環保要求方面邁出重要一步，透過提供全生命周期數據、強化合規性、推動資源循環，為產業設立了新標準，並鼓勵企業採用更環保的技術和生產模式，隨著電池護照的全面落實，歐盟希望為環保和循環經濟樹立全球典範，並最終實現一個更可永續的未來。

## 八、綜合結論

歐盟各國持續推動自行車基礎設施的優化與擴建，以實現綠色歐洲、永續交通及零污染的長期發展目標，其具體措施包括擴大自行車道路網絡，並將自行車道與大眾運輸站點連接，以便於多元交通工具間的無縫轉乘，同時在必要時分隔自行車與機車專用道，確保道路安全。為提升自

行車通行便利性，歐盟積極修訂交通規則，調整道路標誌並設置專用號誌燈，加強對自行車用路人的保護；此外，各國公共交通點亦加強設置具遮蓋與防盜監控系統的自行車停車場，部分地區則同步增設 E-Bike 充電站，進一步推動綠色交通工具的普及化。

為促進多元交通模式的聯運，自行車網絡將全面納入交通系統，並在各大站點設置自行車友善環境，如在月台樓梯通道增設自行車滑道，並要求客運及火車提供可運輸自行車的空間。整體而言，歐盟各項措施充分體現其綠色交通與智慧聯網戰略，為實現 2050 年零排放的願景奠定堅實基礎。

2024 年全球自行車市場呈現出顯著的分化趨勢，傳統自行車銷量下滑，而 E-Bike 與 E-Cargo Bike 市場則持續擴張，特別是在歐洲及北美市場，顯示消費者對於高附加值、綠能交通工具的偏好愈發明顯，歐盟在《自行車宣言》中明確規劃了 2030 年將自行車行駛公里數增加一倍的目標，並加大對智慧聯網技術、氫能技術及太陽能應用的支持力度。

德國、法國、丹麥等國家積極推動基礎設施建設，加強電輔動力系統普及，並進一步擴展商用 E-Cargo Bike 的應用場景，以減少城市物流運輸對碳排放的貢獻，台灣自行車產業應抓住市場轉型契機，積極推動智慧化技術升級，同時進一步強化氫能技術研發及再生材料應用，以強化全球市場競爭力，並有效拓展歐洲市場份額。

2025 年全球自行車市場將圍繞智慧化、綠色化及輕量化三大趨勢發展，台灣自行車產業應把握技術升級與市場轉型的雙重機遇，積極提升全球競爭力。

## 九、參考資料

- [1] Kwiatkowski, M.A., Szymańska, D. Cycling policy in strategic documents of Polish cities. Environ
- [2] Küster, Fabian and Schusta, Beate. (2023). The state of national cycling strategies in Europe (2023)
- [3] National cycling strategies gain popularity in Europe. But they are not yet mainstream. ,資料來源：  
<https://ecf.com/news-and-events/news/national-cycling-strategies-gain-popularity-europe-they-are-not-yet-mainstream>
- [4] CONEBI之05月時事通訊中提及於2024年06月將有2024年歐洲自行車產業和市場概況報告(2023年數據)，但於2024年06月28日皆尚未釋出報告，故依現有資料進行彙整與分析。資料來源：  
<https://www.conebi.eu/industry-market-reports/>  
Bike Europe, 資料來源：  
<https://onlinemagazine.bike-eu.com/edition-may-2024/2023-challenges-european-e-bike-markets>
- [5] C-V2X delivers outstanding performance for automotive safety,資料來源：  
<https://www.qualcomm.com/news/onq/2020/11/c-v2x-delivers-outstanding-performance-automotive-safety>
- [6] Global Cycling Network, 資料來源：  
<https://www.globalcyclingnetwork.com/tech/features/what-are-the-latest-bike-tech-trends-that-you-should-know-about>
- [7] First Test of the BMC Roadmachine Line-Up 2024 – One Name, Three Bikes!, 資料來源：  
<https://granfondo-cycling.com/bmc-roadmachine-2024-review/>
- [8] Bikeradar, 資料來源：  
<https://www.bikeradar.com/advice/buyers-guides/road-disc-brakes-everything-you-need-to-know>
- [9] Eurobike: Trends, innovations and clues to the electric bike's future, 資料來源：  
<https://www.cyclingelectric.com/news/eurobike-trends-innovations-electric-bikes-future>
- [10] E-bike batteries: environmental and safety aspects, 資料來源：  
<https://www.ziv-zweirad.de/en/e-bike-batteries-safety-and-environmental-aspects/>
- [11] 公路車輪胎的一般胎距約為35-36公釐，然而現在也出現38公釐甚至40公釐的輪胎，顯示輪胎變寬的趨勢不僅發生在越野/礫石自行車之上。資料來源：  
<https://www.bikeradar.com/features/tech/road-tech-predictions-2024>
- [12] <https://www.globalcyclingnetwork.com/tech/features/best-cycling-tech-at-sea-otter-europe-2023>
- [13] Pinarello NYTRO E ROAD, 資料來源：  
<https://pinarello.com/global/en/bikes/road/supercharged/nytro-e-road>
- [14] 解碼歐盟新電池法案。資料來源：  
<https://www.iec-ispc.com/centernews/20240831/i828.phtml>
- [15] Discover the trends for the future of electric bikes, 資料來源：  
<https://velco.tech/en/ebike-technology-innovation-and-trends/>
- [16] The Latest Trends of Road Bikes in 2024, 資料來源：  
<https://reads.alibaba.com/the-latest-trends-of-road-bikes-in-2024/>



# 透過自動轉碼將 CAN 協議 DBC 轉 C 實作

在電動輔助自行車智慧化發展趨勢中，CANBus 憑藉多主從架構與硬體錯誤校正機制，成為車載系統資料交換核心架構。DBC (CAN Database) 作為標準化訊息描述格式，透過精確位元映射與跨平台特性，在通訊協定開發過程中扮演關鍵角色，完整定義節點 ID 分配、訊號布局與數值轉換參數。本文探討如何建構自動化工具將 DBC 格式轉換為嵌入式 C 語言程式碼，實際驗證顯示此方法能同步產生結構化資料型別與解編碼函式庫，顯著縮短通訊協定更新週期，有效降低人為操作失誤。

文/資通訊應用組 蘇俊錡 #822

## 一、前言：

CANBus (Controller Area Network) 作為高度穩定且抗雜訊能力強的通訊協定，自 1986 年由 Bosch 公司提出後，歷經數十年發展已成為車用系統的業界標準，並逐漸在電動輔助自行車 (eBike) 內部元件間確立其核心資料交換介面的地位。其多主架構 (Multi-Master) 特性與非破壞性仲裁機制，配合差動訊號傳輸的實體層設計，特別適合需要即時回應與高可靠性的移動載具應用情境。從馬達控制器的扭力指令傳送、儀表的騎乘資料顯示、電池管理系統 (BMS) 的電池芯狀態監控，到各類感測模組的資訊整合，皆需透過標準化封包格式來達成跨系統協同運作。

DBC (CAN Database) 作為描述 CAN 網路通訊協定的業界標準格式，本質上是將硬體層的位元流 (Bit Stream) 轉換為應用層可理解語意的關鍵中介層。其採用宣告式語法定義每則訊息的 ID 類型 (標準/擴展幀)、資料長度 (DLC 0-8 bytes)、訊號的位元布局 (Start bit 與 Length)，並透過工程單位轉換參數 (縮放比例 Scale、偏移量 Offset)、數值範圍限制 (Minimum/Maximum)、接收節點清單等中繼資料，完整描述 CAN 訊號的實體

意義與邏輯關聯性。開發者可基於此定義檔案自動產生解析程式碼，精確解構 CAN 封包中的原始二進位資料，或將結構化資料封裝為符合規範的傳輸訊框格式。此標準化描述方式實現協定的版本可控性。

## 二、DBC 是什麼？

DBC，全名為 CAN Database，是一種由 Vector Informatik 所提出並被廣泛接受的標準化資料格式，主要用於描述 CAN (Controller Area Network) 通訊協定中訊息與訊號的對應關係。DBC 檔案通常以純文字形式撰寫，內容包含每筆訊息 (Message) 的 ID、名稱、傳送者、長度，以及訊息中各個訊號 (Signal) 的起始位元、長度、位元序、縮放比例 (scale)、偏移值 (offset)、最小與最大值、單位等資訊。

在實際應用中，開發者可透過解析 DBC 檔案，迅速瞭解一筆 CAN 資料封包中每個位元的意義與對應實體數值。例如：一筆 ID 為 0x100 的訊息中，可能包含馬達轉速 (motor speed)、電池電壓 (battery voltage)、溫度 (temperature) 等參數。透過 DBC 中的定義，程式便可正確從 CAN payload 中抽出這些資料並轉換為可用的數值。

目前 DBC 常與數種工具搭配使用，包括 Vector CANdb++、Kvaser Database Editor、或開放原始碼專案如 cantools (Python 套件)，這些工具可協助開發者管理訊號定義、模擬訊號資料、或將訊號匯出為程式可用的結構。整體來說，DBC 就像是一份 CAN 網路的溝通語言辭典，使資料封包的讀寫更為標準化、透明化，並大幅降低錯誤與開發成本。

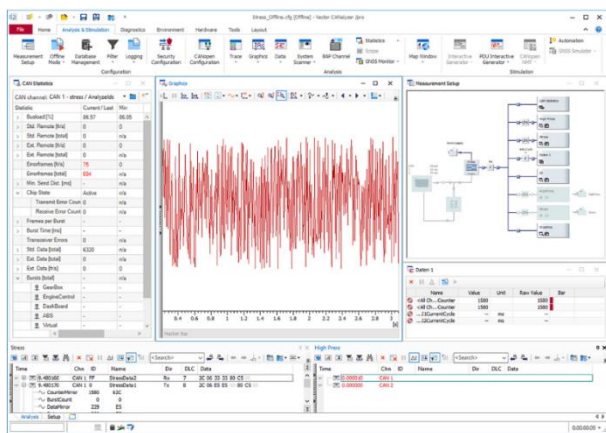


圖 34、Vector CANdb++ 工具介面，展示 DBC 檔案的解析與編輯功能。

### 三、DBC 檔案格式與語法解析：

DBC 是由純文字構成的資料格式，其主要目的是統一 CAN 資料封包中的訊息描述方式。其格式包含各種語法結構，以下展示基本與進階範例。

#### 1. DBC 檔案結構說明：

DBC 檔案採用階層式結構，主要包含以下幾個層級：

- 網路層級 (Network Level)
  - 定義整個 CAN 網路的基本資訊
  - 包含網路名稱、版本、節點列表等
  - 使用 NS\_ 和 BS\_ 關鍵字定義
- 節點層級 (Node Level)
  - 定義網路中的各個節點 (ECU)
  - 包含節點名稱、屬性等資訊

- 使用 BU\_ 關鍵字定義
- 訊息層級 (Message Level)
  - 定義 CAN 訊息的整體特性
  - 包含訊息 ID、名稱、長度等
  - 使用 BO\_ 關鍵字定義
- 訊號層級 (Signal Level)
  - 定義訊息中的各個訊號
  - 包含位元位置、長度、縮放等
  - 使用 SG\_ 關鍵字定義

#### 2. 基本語法範例

以下是一個實際的 CAN 訊息定義範例，

取自 DBC 檔案：

```
BO_ 2660528170 Dropper_BasicInfo01Bro: 8 Dropper
SG_ BootloaderVersionBCD : 56|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ BootloaderVersionASCII : 48|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ KernelVersionBCD : 40|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ KernelVersionASCII : 32|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ HwVersionBCD : 24|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ HwVersionASCII : 16|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ FirmwareVersion_BCD : 8|8@1+ (1,0) [0|0] "" Vector__XXX
SG_ FirmwareVersion_ASCII : 0|8@1+ (1,0) [65|90] "" Vector__XXX
```

訊息定義格式解析：

BO\_ [MessageID] [MessageName]: [MessageLength] [Transmitter]

- **BO\_**：訊息定義的關鍵字
- [MessageID]：CAN 訊息識別碼 (十進位或十六進位)
- [MessageName]：訊息名稱，用於識別訊息用途
- [MessageLength]：訊息資料長度 (bytes)
- [Transmitter]：訊息傳送者節點名稱

訊號定義格式解析：

SG\_ [SignalName] : [StartBit][Length]@[ByteOrder][Sign]

[Scale,Offset] [Min|Max] "Unit" [Receiver]

- **SG\_**：訊號定義的關鍵字
- [SignalName]：訊號名稱，用於識別訊號用途
- [StartBit]：訊號起始位元位置 (0-63)
- [Length]：訊號位元長度 (1-64)
- @[ByteOrder]：位元序 (0=Big Endian, 1=Little Endian)
- [Sign]：正負號 (+ 或 -)
- [Scale,Offset]：縮放比例和偏移值，用於轉換實際值
- [Min|Max]：訊號數值範圍
- "Unit"：訊號單位 (可為空)
- [Receiver]：接收者節點名稱 (可為多個，用逗號分隔)

以上範例說明：

- 訊息 ID：2660528170（十進位）
- 訊息名稱：Dropper\_BasicInfo01Bro
- 資料長度：8 bytes
- 來源節點：Dropper
- 訊號名稱：BootloaderVersionBCD
- 起始位元：56
- 位元長度：8 bits
- 位元序：Little Endian（@1）
- 資料型別：無號整數（+）
- 縮放比例：1
- 偏移值：0
- 數值範圍：0-0
- 單位：無
- 接收者：Vector\_\_XXX

表格 2、訊號欄位解析表格

| 縮寫               | 名稱<br>(英文)             | 用途說明                                                |
|------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| BO_              | Message Definition     | 定義一筆 CAN 訊息的 ID、名稱、資料長度與來源節點。                       |
| SG_              | Signal Definition      | 定義 CAN 訊息中每一個訊號的起始位元、長度、位元序、scale/offset 等資訊。       |
| BU_              | Bus Unit               | 定義 CAN 網路中的節點（ECU）名稱，例如 SENSOR_NODE、DISPLAY_UNIT 等。 |
| CM_              | Comment                | 為訊息、訊號或節點加上描述性註解，協助閱讀與維護。                           |
| VAL_             | Value Table            | 定義離散值（例如 0=OK, 1=FAIL）對應的文字說明，適用於 enum 類訊號。         |
| BA_DEF_          | Attribute Definition   | 宣告一個屬性的型別與適用範圍（訊息、訊號、節點等）。                          |
| BA_              | Attribute Assignment   | 指定某筆訊息、訊號或節點的屬性值，例如週期、關值等。                          |
| SG_MUL_VAL_      | Signal Multiplex Value | 定義在特定 multiplex 值下才會出現的訊號對應邏輯。                      |
| SIG_GROUP_       | Signal Group           | 將多個訊號定義成組，便於工具軟體顯示與篩選。                              |
| SGTYPE_          | Signal Type Definition | 定義一組可重複使用的訊號格式範本（訊號類型）。                             |
| SIGTYPE_VALTYPE_ | Signal Type Value Type | 指定 SGTYPE_ 使用的資料型別（如 float、unsigned）。               |
| SIG_VALTYPE_     | Signal Value Type      | 針對個別訊號指定資料型別（例如 float、double 等）。                    |
| BO_TX_BU_        | Message Transmitter    | 指定訊息的實際傳送者節點，用於多節點網路判定訊息來源。                         |

複雜訊號語法範例：

## 1. 電池溫度監控訊息

```
BO_ 2660508760 Bat1_Info06Ack: 6 Bat1
SG_ UnderTemperatureProtection : 40|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
SG_ OverTemperatureProtection : 32|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
SG_ TemperatureSensor4 : 24|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
SG_ TemperatureSensor3 : 16|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
SG_ TemperatureSensor2 : 8|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
SG_ TemperatureSensor1 : 0|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C" IoT,HMI
```

- 使用 8 位元儲存每個溫度感測器的值
- 包含過溫保護和低溫保護閾值
- 使用偏移值 -64 來表示負溫度
- 溫度範圍從 -64°C 到 191°C

## 2. 電池電壓監控訊息

```
BO_ 2660508756 Bat1_Info05Ack: 8 Bat1
SG_ UnderVoltageProtection : 48|16@1+ (1,0) [0|1048575] "mV" IoT,HMI
SG_ OverVoltageProtection : 24|24@1+ (1,0) [0|1048575] "mV" IoT,HMI
SG_ MaxVoltage : 0|24@1+ (1,0) [0|1048575] "mV" IoT,HMI
```

- 使用 16 位元和 24 位元儲存不同電壓值
- 包含過壓保護和低壓保護閾值
- 使用毫伏（mV）作為單位
- 電壓範圍從 0 到 1048575 mV

## 3. 電池電流與電量監控訊息

```
BO_ 2660508752 Bat1_Info04Ack: 8 Bat1
SG_ OverCurrentProtection : 48|16@1+ (1,0) [0|65535] "mA" IoT,HMI
SG_ MaxChargingCurrent : 32|16@1+ (1,0) [0|65535] "mA" IoT,HMI
SG_ Reserved : 24|8@1+ (1,0) [0|0] "" IoT,HMI
SG_ AbsoluteStateOfCharge : 0|24@1+ (1,0) [0|16777215] "mWh" IoT,HMI
```

- 使用 16 位元儲存電流值
- 使用 24 位元儲存電量值
- 包含保留位元以備未來擴充
- 使用毫安（mA）和毫瓦時（mWh）作為單位

這些組合涵蓋了：

- 位元長度：8、16、24 bits 等多樣訊號長度
- 位元對齊與非對齊情況
- Little Endian 格式（@1+）
- 無號整數（+）
- 縮放係數（scale）與偏移量（offset）
- 具單位說明與數值範圍
- 保留位元與擴充性設計
- 多接收者（IoT,HMI）

這些設計讓 DBC 能完整描述 CAN

Payload 各 bit 的用途與邏輯關係，也為後續 C 程式設計提供了明確的依據。

## 四、自動轉換工具設計與應用

這一階段主要針對如何將 DBC 中定義的結構，透過程式自動轉換為可實際操作的 C 語言程式碼。這不僅節省人力成本，還能減少錯誤，提升模組一致性與擴充性。

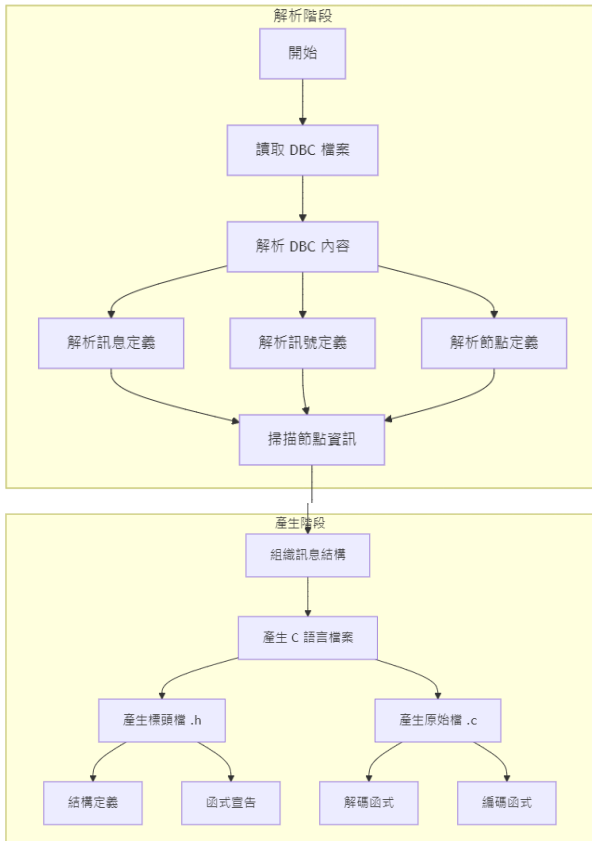


圖 35、DBC 轉換流程圖

為了避免開發者手動撰寫大量結構體與解析邏輯，可開發自動化工具來將 DBC 資料轉換為 C 語言結構。常見實作方式如下：

- 使用 Python 搭配 cantools 套件解析 DBC 檔案
- 根據訊息與訊號自動產生：
  - struct 定義 (.h 檔)
  - encode/decode 函式 (.c 檔)
- 加入訊號遮罩、shift、scale、offset 自動處理邏輯
- 可選擇輸出特定訊息或訊號白名單

執行範例如下：

```
python dbc2c.py chc_v0_1_20250227.dbc
```

## 五、DBC 資料對應至 C 程式邏輯

DBC 所描述的訊息結構，轉換為 C 語言中對應的資料結構。以下展示如何使用 Python 解析 DBC 檔案並產生對應的 C 語言程式碼。

### 1. Python 解析範例

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```
import cantools
import os
from typing import Dict, List, Set
from collections import defaultdict
```

```
class DBCParser:
    """DBC 檔案解析器類別
```

此類別負責解析 DBC 檔案並產生對應的 C 語言程式碼。

主要功能包括：

1. 掃描 DBC 檔案中的所有節點
2. 組織訊息與節點的對應關係
3. 產生 C 語言結構定義
4. 產生解碼和編碼函式

```
def __init__(self, dbc_file: str):
    """初始化 DBC 解析器
```

Args:

```
    dbc_file (str): DBC 檔案路徑
```

```
    self.db =
cantools.database.load_file(dbc_file)
    self.messages_by_node =
defaultdict(list)
    self.nodes: Set[str] = set()
```

```
def scan_nodes(self):
```

```
    """掃描 DBC 檔案中的所有節點
```

此方法會掃描：

1. 訊息傳送者節點
2. 訊息接收者節點
3. DBC 檔案中定義的所有節點

```
# 掃描傳送者節點
```

```
for message in self.db.messages:
    for sender in message.senders:
        self.nodes.add(sender)
```

```
# 掃描接收者節點
```

```
for message in self.db.messages:
    for signal in message.signals:
        for receiver in
```

```
signal.receivers:
```

```
self.nodes.add(receiver)
```

```
# 掃描 DBC 檔案中定義的所有節點
```

```
for node in self.db.nodes:
    self.nodes.add(node.name)
```

```
def organize_messages_by_node(self):
```

```
    """組織訊息與節點的對應關係
```



此方法會：

1. 根據傳送者節點組織訊息
2. 根據接收者節點組織訊息
3. 確保每個節點都能存取其相關的訊息

```

"""
# 根據傳送者節點組織
for message in self.db.messages:
    for sender in message.senders:

self.messages_by_node[sender].append(message)

# 根據接收者節點組織
for message in self.db.messages:
    for signal in message.signals:
        for receiver in
signal.receivers:
            if message not in
self.messages_by_node[receiver]:

self.messages_by_node[receiver].append(message)

def generate_c_struct(self, message) -
> str:
    """產生 C 語言結構定義

    Args:
        message: CAN 訊息物件

    Returns:
        str: 產生的 C 語言結構定義
    """
    struct_name =
f"{message.name.lower()}_t"
    fields = []

    for signal in message.signals:
        field_type =
self._get_c_type(signal)
        field_name =
signal.name.lower()
        comment = f"//
{signal.comment}" if signal.comment else
""
        fields.append(f"
{field_type} {field_name}; {comment}")

    return f"""
typedef struct {{
{chr(10).join(fields)}
}} {struct_name};
"""

def generate_decode_function(self,
message) -> str:
    """產生解碼函式

    Args:
        message: CAN 訊息物件

    Returns:
        str: 產生的解碼函式程式碼

```

```

"""
func_name =
f"decode_{message.name.lower()}"
struct_name =
f"{message.name.lower()}_t"

code = f"""
{struct_name} {func_name}(const uint8_t*
payload) {{
    {struct_name} data;

    for signal in message.signals:
        code +=
self._generate_signal_decode(signal)

code += "    return data;\n}"
return code

def generate_encode_function(self,
message) -> str:
    """產生編碼函式

    Args:
        message: CAN 訊息物件

    Returns:
        str: 產生的編碼函式程式碼
    """
    func_name =
f"encode_{message.name.lower()}"
    struct_name =
f"{message.name.lower()}_t"

code = f"""
void {func_name}(uint8_t* payload, const
{struct_name}* data) {{

    for signal in message.signals:
        code +=
self._generate_signal_encode(signal)

code += "}"
return code

def _get_c_type(self, signal) -> str:
    """根據訊號長度決定 C 語言資料型別

    Args:
        signal: CAN 訊號物件

    Returns:
        str: 對應的 C 語言資料型別
    """
    if signal.length <= 8:
        return "uint8_t"
    elif signal.length <= 16:
        return "uint16_t"
    elif signal.length <= 32:
        return "uint32_t"
    else:
        return "uint64_t"

def _generate_signal_decode(self,
signal) -> str:
    """產生訊號解碼邏輯

```



```

        Args:
            signal: CAN 訊號物件

        Returns:
            str: 產生的解碼邏輯程式碼
            """
        # 計算位元遮罩
        mask = (1 << signal.length) - 1

        # 計算位元位置
        shift = signal.start

        # 產生解碼程式碼
        code = f"    // Decode
{signal.name}\n"
        code += f"
uint{signal.length}_t raw_{signal.name} =
"

        if signal.byte_order ==
'little_endian':
            # Little Endian 格式
            code += f"(payload[{shift//8}]
| (payload[{shift//8 + 1}] << 8))"
        else:
            # Big Endian 格式
            code +=
f"((payload[{shift//8}] << 8) |
payload[{shift//8 + 1}])"

        code += f" & 0x{mask:X};\n"

        # 加入縮放和偏移
        if signal.scale != 1 or
signal.offset != 0:
            code += f"
data.{signal.name.lower()} =
(float)raw_{signal.name} * {signal.scale}f
+ {signal.offset}f;\n"
        else:
            code += f"
data.{signal.name.lower()} =
raw_{signal.name};\n"

        return code

    def _generate_signal_encode(self,
signal) -> str:
        """產生訊號編碼邏輯

        Args:
            signal: CAN 訊號物件

        Returns:
            str: 產生的編碼邏輯程式碼
            """
        code = f"    // Encode
{signal.name}\n"

        if signal.scale != 1 or
signal.offset != 0:
            code += f"
uint{signal.length}_t raw_{signal.name} =
(uint{signal.length}_t)((data-

```

```

>{signal.name.lower()} - {signal.offset}f)
/ {signal.scale}f);\n"
        else:
            code += f"
uint{signal.length}_t raw_{signal.name} =
data->{signal.name.lower()});\n"

        # 計算位元遮罩
        mask = (1 << signal.length) - 1
        shift = signal.start

        if signal.byte_order ==
'little_endian':
            code += f"
payload[{shift//8}] = (payload[{shift//8}]
& ~0x{mask:X}) | (raw_{signal.name} &
0x{mask:X});\n"
            code += f"
payload[{shift//8 + 1}] =
(payload[{shift//8 + 1}] & ~0x{mask>>8:X})
| ((raw_{signal.name} >> 8) &
0x{mask>>8:X});\n"
        else:
            code += f"
payload[{shift//8}] = (payload[{shift//8}]
& ~0x{mask>>8:X}) | ((raw_{signal.name} >>
8) & 0x{mask>>8:X});\n"
            code += f"
payload[{shift//8 + 1}] =
(payload[{shift//8 + 1}] & ~0x{mask:X}) |
(raw_{signal.name} & 0x{mask:X});\n"

        return code

def generate_node_files(parser: DBCParser,
node_name: str, output_dir: str):
    """產生特定節點的 C 語言檔案

    Args:
        parser: DBC 解析器物件
        node_name: 節點名稱
        output_dir: 輸出目錄
        """
    # 建立節點目錄
    node_dir = os.path.join(output_dir,
node_name.lower())
    os.makedirs(node_dir, exist_ok=True)

    # 產生標頭檔
    header_content = f"""#ifndef
CHC_{node_name.upper()}_H
#define CHC_{node_name.upper()}_H

#include <stdint.h>

"""

    # 產生原始檔
    source_content = f"""#include
"chc_{node_name.lower()}.h"

"""

    # 處理此節點的所有訊息

```



```

    messages =
parser.messages_by_node[node_name]
    if not messages:
        # 如果節點沒有訊息，加入空結構和函式
        header_content += f"""
// 空結構定義
typedef struct {{
    uint8_t dummy; // 保留欄位
}} chc_{node_name.lower()}_dummy_t;

// 空函式宣告
chc_{node_name.lower()}_dummy_t
decode_{node_name.lower()}_dummy(const
uint8_t* payload);
void
encode_{node_name.lower()}_dummy(uint8_t*
payload, const
chc_{node_name.lower()}_dummy_t* data);
"""
        source_content += f"""
chc_{node_name.lower()}_dummy_t
decode_{node_name.lower()}_dummy(const
uint8_t* payload) {{
    chc_{node_name.lower()}_dummy_t data;
    data.dummy = 0;
    return data;
}}

void
encode_{node_name.lower()}_dummy(uint8_t*
payload, const
chc_{node_name.lower()}_dummy_t* data) {{
    // 空函式實作
}}
"""
    else:
        # 處理實際訊息
        for message in messages:
            # 加入訊息 ID 定義
            header_content += f"\n// 訊息
ID 定義\n"
            header_content += f"#define
{message.name.upper()}_ID
0x{message.frame_id:08X} //
{message.frame_id}\n\n"

            # 加入結構定義
            header_content +=
parser.generate_c_struct(message)

            # 加入函式宣告
            header_content += f"\n// 函式宣
告\n"
            header_content +=
f"{message.name.lower()}_t
decode_{message.name.lower()}(const
uint8_t* payload);\n"
            header_content += f"void
encode_{message.name.lower()}(uint8_t*
payload, const {message.name.lower()}_t*
data);\n\n"

            # 加入函式實作

```

```

        source_content +=
parser.generate_decode_function(message) +
"\n\n"
        source_content +=
parser.generate_encode_function(message) +
"\n\n"
        header_content += f"\n#endif //
CHC_{node_name.upper()}_H"

        # 寫入檔案
        with open(os.path.join(node_dir,
f"chc_{node_name.lower()}_h"), "w",
encoding='utf-8') as f:
            f.write(header_content)

        with open(os.path.join(node_dir,
f"chc_{node_name.lower()}_c"), "w",
encoding='utf-8') as f:
            f.write(source_content)

def generate_chc_files(dbc_file: str,
output_dir: str):
    """產生所有節點的 C 語言檔案

    Args:
        dbc_file: DBC 檔案路徑
        output_dir: 輸出目錄
    """
    parser = DBCParser(dbc_file)

    # 掃描所有節點
    parser.scan_nodes()

    # 組織訊息
    parser.organize_messages_by_node()

    # 建立輸出目錄
    os.makedirs(output_dir, exist_ok=True)

    # 為每個節點產生檔案
    for node_name in parser.nodes:
        if node_name: # 確保節點名稱不為空
            generate_node_files(parser,
node_name, output_dir)

if __name__ == "__main__":
    import argparse

    parser =
argparse.ArgumentParser(description='DBC
to C code generator')
    parser.add_argument('dbc_file', help='
輸入 DBC 檔案路徑')
    parser.add_argument('--output', '-o',
default='generated', help='輸出目錄 (預設:
generated)')

    args = parser.parse_args()
    generate_chc_files(args.dbc_file,
args.output)

```



## 2. 程式說明

這個 Python 程式主要包含以下幾個部分：

### 1. DBCParser 類別：

- 負責解析 DBC 檔案並產生 C 語言程式碼
- 提供訊息和訊號的解析功能
- 產生 C 語言結構和函式

### 2. 主要方法：

- scan\_nodes()：掃描所有節點
- organize\_messages\_by\_node()：組織訊息與節點的對應關係
- generate\_c\_struct()：產生 C 語言結構定義
- generate\_decode\_function()：產生解碼函式
- generate\_encode\_function()：產生編碼函式

### 3. 輔助方法：

- \_get\_c\_type()：決定 C 語言資料型別
- \_generate\_signal\_decode()：產生訊號解碼邏輯
- \_generate\_signal\_encode()：產生訊號編碼邏輯

### 4. 檔案產生功能：

- generate\_node\_files()：產生特定節點的檔案
- generate\_chc\_files()：產生所有節點的檔案

自動產生的程式碼：

#### 範例電池溫度監控訊息結構

```
/* 自動產生範例 - 電池溫度監控訊息 */
typedef struct {
    uint8_t TemperatureSensor1; // 0|8@1+
    (1,-64) [-64|191] "C"
    uint8_t TemperatureSensor2; // 8|8@1+
    (1,-64) [-64|191] "C"
    uint8_t TemperatureSensor3; // 16|8@1+
    (1,-64) [-64|191] "C"
    uint8_t TemperatureSensor4; // 24|8@1+
    (1,-64) [-64|191] "C"
    uint8_t OverTemperatureProtection; //
    32|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C"
    uint8_t UnderTemperatureProtection; //
    40|8@1+ (1,-64) [-64|191] "C"
} Bat1_Info06Ack_t;

void decode_Bat1_Info06Ack(const uint8_t* data,
Bat1_Info06Ack_t* msg) {
    msg->TemperatureSensor1 = (data[0] &
0xFF) * 1 + (-64);
    msg->TemperatureSensor2 = (data[1] &
0xFF) * 1 + (-64);
    msg->TemperatureSensor3 = (data[2] &
0xFF) * 1 + (-64);
    msg->TemperatureSensor4 = (data[3] &
0xFF) * 1 + (-64);
    msg->OverTemperatureProtection =
(data[4] & 0xFF) * 1 + (-64);
```

```
msg->UnderTemperatureProtection =
(data[5] & 0xFF) * 1 + (-64);
}

void encode_Bat1_Info06Ack(const
Bat1_Info06Ack_t* msg, uint8_t* data) {
    data[0] = (msg->TemperatureSensor1 - (-
64)) / 1;
    data[1] = (msg->TemperatureSensor2 - (-
64)) / 1;
    data[2] = (msg->TemperatureSensor3 - (-
64)) / 1;
    data[3] = (msg->TemperatureSensor4 - (-
64)) / 1;
    data[4] = (msg-
>OverTemperatureProtection - (-64)) / 1;
    data[5] = (msg-
>UnderTemperatureProtection - (-64)) / 1;
}
```

程式的主要特點：

### 1. 模組化設計：

- 將不同功能分離到不同程式碼中
- 使用類別封裝相關功能
- 提供清晰的介面

### 2. 自動化處理：

- 自動處理位元序
- 自動處理縮放比例
- 自動產生檔案結構

### 3. 彈性擴充：

- 支援不同節點
- 支援不同訊息格式
- 可擴充新功能

這個程式可以大幅簡化 CAN 通訊相關的程式開發工作，提升開發效率和程式碼品質。

透過 DBC 統一各模組資料格式後，可降低資料整合的困難，也有助於開發診斷介面、遠端監控平台與 OTA 模組整合。

## 六、結語

從 DBC 結構解析到自動程式碼生成工具的實作，展現了 DBC 在車載系統開發中的關鍵。透過自動化轉換工具可實現以下效益：

- 減少人工轉換錯誤 - 自動生成結構體與解編碼函數，避免手動計算位元位移與遮罩處理的失誤



- 實現協議快速更新機制 - 透過 DBC 檔案版本管理與自動化同步機制，當協議修改後只需重新生成程式碼即可完成全節點更新，配合 CI/CD 整合可實現一鍵式協議部署
- 加速協作開發週期 - 當 DBC 更新時可立即重新生成全部程式碼，相較傳統流程節省整合時間

實際應用於智慧電動輔助自行車系統後，更顯著降低 CAN 網路架構的維護成本，並使協議的開發效率提升。未來結合 CI/CD 流程，可進一步實現「DBC 修改->自動生成->快速部署」的敏捷開發模式，為系統建立堅實的資料架構基礎。

## 參考資料

1. Vector: CANdb++ 使用手冊  
Vector. (n.d.). CANdb++ User Manual. Retrieved from [https://www.vector.com/vi\\_candb\\_en.html](https://www.vector.com/vi_candb_en.html)
2. cantools Python 函式庫  
Erik Moqvist. (n.d.). cantools: A Python library for CAN. Retrieved from <https://cantools.readthedocs.io>
3. ISO 11898-1:2015 Controller Area Network (CAN)  
International Organization for Standardization. (2015). ISO 11898-1:2015 Road vehicles - Controller area network (CAN) - Part 1: Data link layer and physical signalling. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/63648.html>
4. Kvaser DBC Editor 指南  
Kvaser. (n.d.). Kvaser Database Editor User's Guide. Retrieved from [https://www.kvaser.com/wp-content/uploads/2016/10/kvaser\\_database\\_editor\\_users\\_guide.pdf](https://www.kvaser.com/wp-content/uploads/2016/10/kvaser_database_editor_users_guide.pdf)
5. Bosch CAN 規範 v2.0  
Bosch. (1991). CAN Specification Version 2.0. Retrieved from [https://www.bosch-semiconductors.com/media/ip\\_modules/pdf\\_2/can2spec.pdf](https://www.bosch-semiconductors.com/media/ip_modules/pdf_2/can2spec.pdf)
6. cantools GitHub 儲存庫  
Moqvist, E. (n.d.). cantools. GitHub repository. Retrieved from <https://github.com/eerimoq/cantools>



# LEVA 標準化過程分享

本研究主要是針對 LEVA-EU 是專門為輕型電動車輛工作的貿易協會，旨在促進電動車輛的發展和可持續交通。標準對於輕型電動車輛的製造商和零件供應商至關重要，提供法律技術義務的確定性。指的是根據歐盟要求制定的歐洲標準，這些標準支援相關法律的實施，確保產品滿足基本要求。

文/檢測部 許震華 #602

## 一、簡介

小型企業標準 (SBS) 是代表和捍衛中小企業 (SMEs) 在歐洲和國際標準化系統中利益的協會。其 22 個成員是國家和歐洲的行業和跨行業協會，代表著約 2000 萬家歐洲中小企業。

成立於 2017 年，LEVA-EU 是歐洲唯一專門為輕型電動車輛 (LEVs) 工作的貿易協會。LEVA-EU 代表車輛和零件製造商、進口商、經銷商以及輕型電動車輛服務提供商的戰略利益，以促進輕型電動車輛在歐盟的發展、銷售和使用。該組織旨在提高認識並促進歐洲輕型電動車輛行業在歐洲機構面前的地位，以利於可持續的交通運輸。LEVA-EU 在歐盟以外擁有超過 80 個成員，其中大多數是中小企業。

## 二、概要

標準 (Standards) 對於不受歐盟法規第 168/2013 號約束的輕型電動車輛極為重要。

時速 25 公里/小時和 250 瓦的電動 (貨物) 自行車、電動滑板車和自平衡車輛。標準是輕型電動車輛製造商及其零件供應商滿足法律技術義務

的重要工具。標準主要針對最先進的技術，提供一定程度的法規的確定性。

輕型電動車輛領域的許多公司都是中小企業 (SMEs)。雖然一些中小企業已經參與了標準的制定，但許多企業尚未參與。對於中小企業來說，導航標準化的世界可能特別具有挑戰性。

在最早的階段獲取有關標準的信息是非常重要的。這可以幫助將創新推向市場，降低生產成本並提高效率。此外，標準可以使中小企業能夠與大公司在同一競爭環境中競爭。

LEVA-EU 和 SBS 成立的宗旨為提供有關標準化過程，包含各方面的訊資提供來鼓勵中小企業參與標準化。

## 三、What is a standard? 何謂標準?

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、What is a harmonised standard? 何謂協調標準？

協調標準是根據歐盟委員會的標準化要求制定的歐洲標準。這是對 CEN 或 CENELEC 的要求，目的是為了制定和採納歐洲標準或歐洲標準化產品 - 來對應歐盟的立法和政策。

此類標準支持歐盟立法的實施，包括指令和法規，通過提供詳細要求，使產品、服務或流程符合相關歐盟法規的基本要求。

協調標準的參考在歐盟官方期刊 (Official Journal of the EU) 上發佈。在每個協調標準中，附錄 ZA 詳細說明其要求與歐盟法規要求之間的關係。遵循協調標準提供了符合相應歐洲法規 (法規或指令) 基本要求的符合性推定。 (Compliance with harmonised standards provides presumption of conformity with the essential requirements of the corresponding European

legislation (regulation or directive).

Annex ZA  
(informative)

Relationship between this European Standard and the essential requirements of EU Directive 2006/42/EC aimed to be covered

This European Standard has been prepared under Commission's standardization request "M/396" to provide one voluntary means of conforming to essential requirements of Directive 2006/42/EC Machinery Directive.

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that Directive, compliance with the normative clauses of this standard given in Table ZA.1 confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding essential requirements of that Directive and associated EFTA regulations.

Table ZA.1 — Correspondence between this European Standard and Directive 2006/42/EC Machinery Directive

| Essential Requirements of Directive 2006/42/EC              | Clause(s)/subclause(s) of this EN | Remarks/Notes |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 1 - Essential health and safety requirements                | /                                 |               |
| 1.1. General remarks                                        | /                                 |               |
| 1.1.1 - Definitions                                         | /                                 |               |
| 1.1.2 (a), (b), (d), (e) - Principles of safety integration | 4.1; 4.3.22;                      |               |
| 1.1.2 (c)                                                   | 4.1                               |               |
| 1.1.3 - Materials and products                              | 4.3.10; 4.3.17;                   |               |
| 1.1.4 - Lighting                                            | 4.3.19                            |               |
| 1.1.5 - Design of the machinery to facilitate its handling  | Annex E                           |               |

#### 五、What is presumption of conformity? 何謂符合性推定？

符合性推定指的是符合協調標準的產品、服務或流程被推定為符合相關歐盟法規中規定的基本要求。

符合性推定有幾個好處：

1. 簡化的合規過程 Simplified Compliance Process：製造商和服務商可通過遵循協調標準 (adhering to harmonised standards) 更容易證明符合法律要求。這可能減少繁瑣測試和認證過程。
2. 更容易的市場准入 (Market access)：符合協調標準的產品可以在歐洲單一市場內自由流通，因為它們被推定為符合歐盟法規 - 因而減少了市場進入的障礙。
3. 更多的法律確定性 (Legal Certainty)：發生爭議時，法院會

假定符合協調標準的產品也符合相關的法律要求。這將舉證責任轉移給對方(opposing party)，對方必須證明該產品不符合法律要求。如果沒有符合性推定，責任將落在將產品投放市場的一方，以證明其符合法律。

提示 1：對輕型電動車輛領域(LEV)，目前只有一個協調標準，即 EN 15194:2017+A1:2023，適用於電動輔助自行車 (EPACs)。此標準在機械指令下協調。輕型電動車輛領域的所有其他標準都不是協調標準。

提示 2：歐盟委員會 EC 已經發布了一項與電池法規 2023/1542 相關的標準化要求，這將導致未來幾年內將開發對應之新標準。其中一項要求是制定輕型交通工具電池的性能和耐久性要求標準。(密封、重量不超過 25 kg，專供電力以驅動由電動機單獨或電動機與人力結合驅動的車輛，包括 L 類型核准車輛的電池。)

## 六、Which Light Electric Vehicles qualify for standardisation? 哪些輕型電動車輛符合標準化資格？

歐洲聯盟 (EU) 已經為輕型電動車輛制定了統一的技術法規。這些法規包括歐盟法規第 168/2013 號，關於兩輪或三輪車輛和四輪車的批准和市場監管，並補充了三項技術和一項行政委員會授權法規。這五項法規包含了所有相關輕型電動車輛必須遵守的要求、特性和測試。

製造商必須製造符合這些法律要求和特性的車輛類型。然後，他們須進行認可作業測試和批准。

之後，製造商必須確保車輛的生產保持與該類型的一致性。一種類型只能在一個成員國獲得批准。一旦獲得批准，符合該類型的車輛可以在所有歐盟成員國自由上市。

## 七、Which Light Electric Vehicles qualify for

| L1e                                                                               |                                                                                   | L2e                                                                               | L3e                                                                                | L4e                                | L5                                                                                 | L6e                                                                                 |                                                                                     | L7e                                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Light two-wheel vehicle                                                           |                                                                                   | Three-wheel moped                                                                 | Motorcycle                                                                         | With side car                      | Tricycle                                                                           | Light quadricycle                                                                   |                                                                                     | Heavy quadricycle                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| L1e-A<br>Powered cycles                                                           | L1e-B<br>Moped                                                                    | L2e                                                                               | L3e                                                                                | L4e                                | L5e-A<br>Tricycle                                                                  | L5e-B<br>Commercial tricycle                                                        | L6e-A<br>Light quad                                                                 | L6e-B<br>Light quadrimobile                                                         | L7e-A<br>Heavy on-road quad                                                         | L7e-B<br>Heavy all-terrain quad                                                     | L7e-C<br>Heavy Quadmobile                                                           |
|  |  | L2e-P                                                                             | L3e-A1                                                                             | L4e-A1                             |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                   | Limited speed                                                                     | L2e-U                                                                             | L3e-A2                                                                             | L4e-A2                             |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     | L6e-U                                                                               | L7e-A2                                                                              | L7e-B2                                                                              | L7e-CP                                                                              |
|                                                                                   |                                                                                   |  |  |                                    |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |  |
|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | L3e-A3                                                                             |                                    |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| ≤50cc, ≤25 km/h, ≤250W-1kW                                                        | ≤50cc, ≤45 km/h, ≤4 kW                                                            | ≤50cc, ≤45 km/h, ≤4 kW, ≤270 kg                                                   | ≤11 kW, A2: ≤35 kW                                                                 | 3W, ≤1000 kg, max 2 seats, V 0.6m³ | 3W, ≤1000 kg, max 2 seats, V 0.6m³                                                 | ≤4kW, ≤425 kg, ≤45 km/h (D, G)                                                      | ≤6kW, ≤425 kg, ≤45 km/h (D, G)                                                      | ≤15kW, ≤450 kg                                                                      | W/G≤6, ≤450 kg                                                                      | P: ≤450 kg, U: ≤600 kg (D, G)                                                       |                                                                                     |

## standardisation?

### 哪些輕型電動車輛符合標準化資格？

歐盟法規第 168/2013 號規定了哪些車輛屬於該法規。這些車輛被分為從 L1e 到 L7e 的 7 個類別。然而，一些車輛被排除在歐盟法規第 168/2013 號之外-不需型式認證即可上市。

這些車輛在歐盟法規第 168/2013 號第 2.2 條中列出如下：

- (a) 設計最高速度不超過 6 公里/小時的車輛。
- (b) 專為肢障人士使用設計的車輛。
- (c) 專為行人控制而設計的車輛。
- (d) 專為競賽使用而設計的車輛。
- (e) 為軍隊、民防、消防部門、維持公



共秩序的部隊和緊急醫療服務設計和建造的車輛...。

- (k) 配備駕駛員或騎乘者座位位置的車輛，其 R 點高度在 L1e、L3e 和 L4e 類別中  $\leq 540$  mm，或在 L2e、L5e、L6e 和 L7e 類別中  $\leq 400$  mm。

提示 1：不受歐盟法規第 168/2013 號約束之車輛屬指令 2006/42/EC 的範疇（機械指令）。第 1.2(e)條第三項指出，需經型式認證的車輛不受機械指令的約束。因此，不受歐盟法規 168/2013 號約束的車輛被納入機械指令。

提示 2：《機械法規》中的《歐盟法規 2023/1230》在第 2.2 條規定，排除空中、水上和鐵路網絡的運輸工具（在(e)項下）以及受《歐盟法規第 168/2013 號》管轄的機動車輛（在(g)項下）。因此，不受《歐盟法規第 168/2013 號》管轄的道路運輸工具屬於《機械法規》範疇。然而，只有因其機械功能而產生的風險才受該法規約束，而因在公共道路上行駛而產生的風險則被排除。

## 八、How is a standard made? 標準是如何制定的？(歐洲標準)

分為歐洲層級和國家層級兩個部分：

### 1. 標準提案階段

- (1) 任何相關方都可以提出新工作提案
- (2) 若提案被接受，則進入技術委員會

### 審查

### 2. 標準草案階段

- (1) 技術委員會負責起草內容
- (2) 各國鏡像委員會討論並發展國家立場

### 3. 公眾諮詢階段

- (1) 開放專家和一般大眾提供意見
- (2) 各國鏡像委員會收集國內意見並投票

### 4. 最終草案階段

- (1) 技術委員會整合所有收到的意見
- (2) 各國鏡像委員會參與討論和決議

### 5. 最終投票階段

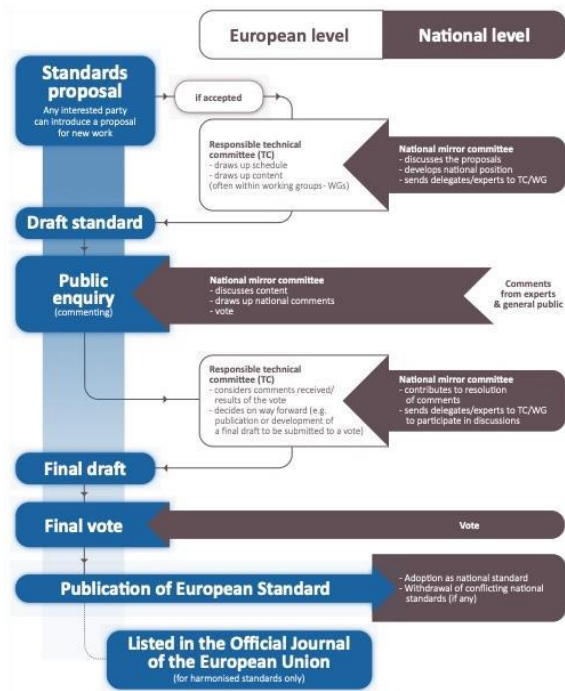
- (1) 進行最終表決

### 6. 標準發布階段

- (1) 發布為歐洲標準
- (2) 撤銷任何相衝突的國家標準

刊登於歐盟官方公報（僅適用於統一標準）

提示：整個流程強調了歐洲層級與國家層級的緊密配合，確保標準的制定過程具有廣泛的參與性和代表性。



## 九、The standardisation process 標準化過程

組織架構採用國家代表團制度運作 CEN、CENELEC、ISO 和 IEC 都由各國的國家標準機構 (NSB/ National Standards Bodies) 組成。

### ● 標準制定機制：

在技術委員會中進行，各國派出專家代表團，代表團須表達該國立場。

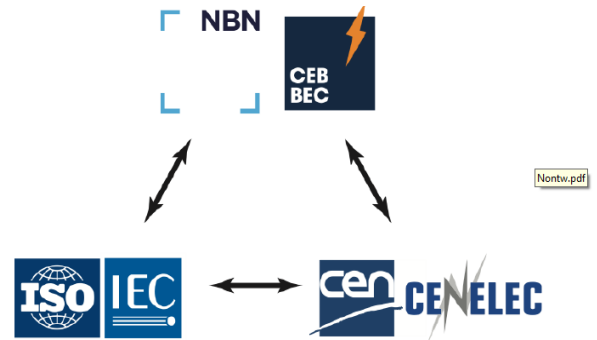
### ● 國家鏡像委員會 (national mirror committees) 的角色：

負責形成國家立場，匯集各方利益相關者意見，包括：企業、消費者、公共機構、非政府組織。

### ● 特殊優勢：

允許使用各國母語進行討論，

特別有利於中小企業參與標準制定過程，這種機制確保了標準制定過程的包容性和各國的充分參與。



## 十、標準化過程有兩種類型的會議：技術委員會 TC 和工作小組 WG

### ● Technical Committees 技術委員會 (TC)：

參與者代表他們國家的國家專家。這些專家應該報告在國家鏡像委員會的共識建立過程中形成的國家立場。

### ● Working Groups 工作小組 (WG) 會議：

專家們建立共識並有效地撰寫未來的標準。在這些會議中，專家以個人身份參加，而不是作為其國家的官方代表。

### 範例

#### ● CEN/TC333-自行車：

o WG5 - 電動輔助自行車 (EPACs)

o WG9 - (電動)載貨自行車

#### ● CEN/TC354-不需道路使用型式認



證的人員和貨物運輸輕型機動車輛及相關設施：

- WG4-輕型電動車輛和自平衡車輛
- IEC/TC125-電子運輸工具：
  - WG1 – 一般要求、術語和分類
  - WG4 – 電子運輸工具的性能測試方法
  - WG6 – 自主貨物電子運輸工具的一般要求
  - 臨時 WG71 – 電子運輸工具的電磁兼容性
  - 臨時 WG8 – “國際- 歐洲” 合作項目涉及電子運輸工具

#### 十一、如何開始擬標準（起草）舉輕型電動車(LEV)標準制定為例：

##### 標準起草的基礎：

從全面的風險分析開始，工作組專家確定必須涵蓋的基本安全風險，評估現有要求和測試方法，開發或評估新的測試方法。

統一標準的特殊要求，以 EN 15194:2017+A1:2023（電輔車標準）為例，需要在標準的附件 ZA 中列出：

1. 相關指令或法規的要求
2. 標準中對應的條款
3. 必要的測試方法

#### 特別注意事項 - 關於電動輔助自行車（EPAC）：

目前附件 ZA 列出機械指令的相關要求，新版本將配合機械法規進行更新，道路車輛只受機械法規中機器功能風險的管制，不包括道路通行的相關風險。

##### 專家任務 - 工作組專家需要明確區分：

- 機器功能風險
- 道路通行風險

這個過程強調了標準制定的嚴謹性和全面性，特別是在安全風險評估方面。

#### 十二、HAS Consultants 顧問公司（標準諮詢顧問制度的變革和評估流程）

2018 年前 CEN 內部顧問協助技術委員會(TC)和工作組(WG)：

- 確定機械指令中與特定產品相關的要求。
- 評估標準要求和測試的適當性。

2018 年後歐盟委員會將此工作外包給統一標準(HAS)，HAS 顧問主要職責：

- 確認標準符合標準化要求。
- 確保符合相關法規要求。



提示 1：HAS 顧問在標準起草完成後才進行評估，HAS 顧問評估可能的結果：

A. 完全符合：

- 符合機械指令要求。
- 可進行統一化。

B. 有條件符合：

- 需修改以達到完全符合。
- 或接受不完全符合並發布非統一標準。

C. 不符合：

如 EN 17128:2020 (個人輕型電動車) 和 EN 17404:2022 (山地型電動輔助自行車) 的案例。

可選擇：

- 接受不符合並發布非統一標準。
- 撤回標準草案。

提示 2：2018 年後，標準評估制度更加嚴格，且評估時間點從事前協助轉為事後審查。

### 十三、參考資料：

1. 相關的學術期刊論文,如涉及電動輔助腳踏車(EPAC)幾何設計、動力學建模和穩定性分析的研究成果。
2. 歐洲標準化組織(CEN)和國際標準化組織(ISO)發布的電動腳踏

車相關標準,如 EN 15194、ISO 4210 等。

3. 歐盟法規,如第 168/2013 號法規及相關機械指令,涉及 LEV 的監管要求。
4. LEVA-EU 組織的報告和出版物,介紹 LEV 行業現狀和標準化工作。
5. 相關行業協會(如 SBS)的標準化活動文獻。

### 十四、參考網站：

1. LEVA-EU 官網  
(<https://www.leva-eu.com/>)  
- 提供 LEV 行業最新資訊和政策動態。
2. CEN 官網  
(<https://www.cen.eu/>)  
- 查詢 LEV 相關歐洲標準檔案。
3. ISO 官網  
(<https://www.iso.org/>)  
- 查閱國際 LEV 標準。
4. 歐盟官網  
(<https://ec.europa.eu/>)  
- 獲取相關法規和政策檔案。
5. 行業協會網站，如 SBS  
(<https://sbs-sme.eu/>)  
- 瞭解中小企業參與標準化的情況。

# UL 2849 電動輔助自行車標準簡介

近年來，隨著都市化加速與環境永續需求日益提升，微型交通（Micromobility）成為全球交通新趨勢。“人力為主、電力為輔”的電動輔助自行車與以往的機械式的運作有很大的差別，頻發的起火、爆炸等事故不但是傳統的自行車廠家所未曾經歷的，也引起一般消費者對於產品安全的擔心。為了解決個人電動交通工具的安全問題，北美及歐盟等區域紛紛推出相對應的標準要求。對於企業來說，滿足最新的標準要求，不僅是實現產品符合安全規範的必經之路，更能提升市場競爭力。本文將會探討電動輔助自行車（e-Bike）電氣系統安全標準—UL 2849。藉由此文，希望為業界研發人員提供完整的技術參考與規範概覽，並促進產品設計的安全性與合規性。

文/檢測部 劉紹邦 #611

## 一、研究背景

隨著電動自行車（e-bike）在全球的普及，其搭載的鋰電池引發的安全事故也逐漸增加。例如，美國消費品安全委員會（CPSC）在 2021–2022 年間收到全美 39 個州至少 208 起電動自行車/滑板車電池過熱起火事件的報告，已知造成 19 人死亡。當電池在撞擊、震動、過充電，或因設計缺陷、老化等因素受到影響時，可能導致起火甚至爆炸。針對日益突出的安全隱患，美國保險商試驗所 UL（Underwriters Laboratories）召集了相關領域的專家技術委員會，著手制定專門針對電動自行車電氣系統安全的標準。經過業界多方參與與協作，UL 2849《電動自行車電氣系統安全標準》於 2020 年正式發布第一版，並被定位為美國國家標準（ANSI）和加拿大國家標準（CAN）。UL 2849 最近一次修訂於 2022 年 1 月公布。

UL 2849 標準的制定很快獲得監

管機構的重視與採納。美國職業安全與健康管理局（OSHA）在 2021 年 11 月將 UL 2849 納入國家認可測試實驗室（NRTL）計畫。隨後，2022 年 12 月 CPSC 致函數千家相關企業，明確指出未遵循 UL 2849 等自願性標準可能構成對消費者的風險；信中強調符合 UL 2272（個人電動載具，如平衡車）與 UL 2849（電動自行車）的產品能“顯著降低因裝置起火導致傷亡的風險”。CPSC 警告製造商與進口商，若不依照這些標準，未來可能面臨執法行動。

在監管機構倡導之外，地方政府也開始將 UL 2849 由自願轉為強制。美國紐約市議會於 2023 年 3 月通過法案（Int. 663-A），並於同月由市長簽署成法，要求在紐約市銷售、出租的電動自行車及電池，必須通過 UL 2849 等標準的第三方認證，否則屬違法銷售。該法案自 2023 年 9 月生效後，所有在紐約市銷售或租賃的電動自行車之電氣系

統需獲 UL 2849 認證，電池組需符合 UL 2271 標準。此舉使 UL 2849 從行業自律升級為法規要求，顯示監管單位對電動自行車火災風險的高度重視。

綜上所述，UL 2849 標準的誕生有其明確的時代背景：電動輕型交通工具迅猛發展帶來安全新課題。UL 組織匯集各方專才制訂了針對電動自行車電氣安全的首個綜合標準，並在短時間內獲得北美監管體系的認可與推廣。

接下來將深入探討 UL 2849 的技術內容與測試方法，以及該標準對業界和消費者的影響。分別介紹 UL 2849 在電池系統、充電模組、防火機制及電氣整合等方面的重點技術要求與測試方法。

## 二、電池系統安全要求與測試

UL 2849 是專為電動自行車和電動輔助自行車制定的完整電氣安全標準。UL 2849 針對電動自行車整車的電氣系統提出了一系列結構設計和性能測試要求，涵蓋電池、驅動馬達、控制器、充電裝置及線路配線等各個環節。標準目的在於最大程度降低電擊、火災、爆炸等電氣相關風險，並確保產品在各種正常和非正常使用條件下不會對使用者造成危害。

電池組 ( Battery Pack ) 作為電動自行車的能源來源，安全性是 UL 2849 關注的核心。標準要求電動自行車所用的可充電鋰電池組須經過嚴格評估，其評估方式可以是直接符合專

門的電池安全標準，或在 UL 2849 框架下進行附加測試。

UL 2849 列出的電池安全標準選項包括：UL 2580/ULC-S2580 ( 電動汽車用電池 )、UL/ULC 2271 ( 輕型電動載具用電池 )、CSA C22.2 No.62133/

UL 62133 ( 便攜式電池安全 )，或 UL 2054 ( 電池組安全 )。若採用後兩種較通用的電池標準 ( 如 UL 62133 或 UL 2054 )，則必須依照 UL 2849 再進行額外的補充測試，以滿足電動自行車應用的嚴苛需求。例如，紐約市規定在當地銷售的電動自行車電池只能符合 UL 2271，不能用其他標準替代。

在測試方面，UL 2849 對電池組進行多方面的安全考核。其中重要一項是溫度測試：將電池組置於高溫環境 ( 如接近製造商標稱的最高工作溫度 ) 下，讓電池在此環境中先充滿電再完全放電，監測整個循環過程中的電池溫度、電壓與電流變化。此測試模擬電池在極端高溫氣候或長時間大電流放電時的表現，確認電池內部各關鍵元件溫度未超出安全範圍。若在測試中電池溫度失控，或發生電解液泄漏、冒煙起火、爆炸等任何危險跡象，則判定不合格。

此外，UL 2849 還要求對電池組進行機械震動和衝擊測試 ( Shock & Vibration )。例如，標準規定對電池組沿指定方向施加機械衝擊 ( 摔落或撞擊模擬 )，之後再執行一次完整的充放

電循環並監測電池狀況，最後觀察電池在一段時間內是否出現異常發熱。若電池在震動或衝擊後出現內部損壞導致短路起火等危險情形，也視為不符合要求。透過這些測試，UL 2849 確保電池組在日常騎乘的顛簸、跌落甚至意外碰撞情境下不會演變為安全事故的誘因。

過充電測試也是電池安全驗證的關鍵一環。UL 2849 設計了一種單一故障條件下的過充試驗，以模擬充電控制電路失效時電池可能遭遇的情況。實驗方法是讓電池不受正常充電截止控制而持續充電，直到電壓超過製造商規定最大值的 110%，或在相關部件溫度達到穩態並恢復至環境溫度後再繼續充電兩小時。這項嚴苛的試驗檢驗電池組在充電保護失效時的安全表現，要求電池即使被過充到極限也不應出現起火、爆炸等危害。通過上述種種測試與要求，UL 2849 確保電動自行車電池組具備多重防護機制（如電池管理系統 BMS 的過充、過放、過流保護，內置溫控和壓力泄放裝置等），在任何預期情況或單點故障下都維持安全。

### 三、充電模組與電氣部件安全

UL 2849 將充電器及電氣配件也納入評估範圍，以打造完整的系統安全。對於隨車配備的充電器，標準要求其符合相應的電氣安全規範，同時重視充電器與電池的相容性測試。例如，上述的過充電測試實際上考核的是整個充電模組（充電器+電池+BMS）的協調保護

能力：當 BMS 或充電控制失靈時，電池本身或其他防護元件是否能及時介入，避免危害發生。除了電池與充電器，整車電氣系統的各組成部分都需逐一檢驗並整合測試。

UL 2849 明確點出的電氣部件包括：驅動馬達與控制系統、電池管理系統（BMS）、各段電線及連接器、充電接頭等。每個部件首先須滿足基本的電氣絕緣和耐壓要求，以防止發生觸電危險。例如，在經過振動等耐久測試後，還需對整車電路進行耐高壓絕緣測試（The Dielectric Voltage Withstand Test），確保震動不會導致絕緣破損而出現漏電。另外，線束與連接器等需要能承受電動自行車行駛中的反覆彎折、振動，因此標準要求經過長時間振動測試後，車輛仍能正常充放電運作，線路無鬆脫或短路現象。

對於防水防塵能力，UL 2849 也提出了最低門檻。電氣系統的外殼至少需達到 IPX4 防水等級，即各方向飛濺的水對裝置不應產生有害影響。測試時會模擬淋雨環境向車上電氣部件噴水，測試後檢查設備功能是否正常。如果製造商聲稱更高的 IP 等級，則按所標等級測試。防水測試通過後，樣品還需再經歷一次完整的充放電循環，確保受潮後電池電路依然表現可靠。這些措施能驗證電動自行車在雨天騎乘、洗車或濕度較大的環境中不會因進水導致電氣故障或短路起火。

綜合來看，UL 2849 採用「元件 + 系統」雙重視角：既要求關鍵元件級安全（例如電池需先通過專門標準或特定試驗），又強調整車系統級的協同測試（如各部件組合後模擬實際使用狀況進行考驗）。尤其是在電池充電模組方面，標準透過電池過充等極端情境測試，敦促廠商建立完善的防呆與冗餘保護機制，確保一旦一層防護失效，尚有其他機制防止災害發生。這些技術要求與測試方法全方位保障了電動自行車從日常使用到意外事故各場景下的電氣安全。

#### 四、防火機制與材料要求

由於電池火災是電動自行車最大的風險之一，UL 2849 在防火機制上做了多層面的規定，如前述電池充放電的保護。標準透過苛刻的測試（過充、短路、跌落等）來主動挑戰產品的安全極限，觀察其是否出現起火或爆炸徵兆。只有在最壞情況下依然不引發火災的產品，才能通過認證。這實際上促使廠商在設計中引入各種防火安全裝置。例如，許多電池組會內置保險絲或斷路器來防止大電流持續輸入，或設計安全洩壓閥讓電芯在過熱時有控制地釋放壓力和氣體，避免爆炸破裂。同時，電池管理系統會持續監控電芯溫度，一旦超出設定立即切斷電流。

UL 2849 的測試相當於驗證這些機制是否有效。另一方面，UL 2849 對產品結構和材料本身也提出防火方面的要求。比如，電池和電氣部件的外殼

應選用阻燃材料，以免火源一旦出現迅速蔓延，關鍵部件之間需要有適當的防火隔離或間距。若電池組配置在車架內部，車架艙體內也應具備一定的耐熱和阻燃性能，減少火焰向車外擴散的可能。此外，標準要求提供明確的警示標識和使用說明，提醒用戶正確使用與維護，如不得使用非原廠電池、避免在極端溫度環境充電等。透過技術和管理兩方面措施相結合，UL 2849 致力於建立完善的防火屏障：即使單一環節失效，也不致釀成全面失控的火災。

#### 五、電氣整合測試與整車驗證

UL 2849 最終關注的是整車電氣系統的整合運作。因此，在元件分項測試都合格後，標準還要求對整車進行綜合性能驗證。除前述在振動、防水測試等環節後要再次檢查整車充放電功能外，還需要進行整車層面的測試要求。例如，標準規定對電動自行車在最大負載下連續騎乘時，電氣系統的溫升不得超過各部件規定的限制值。這包含馬達、控制器在長時間運作下的溫度控制能力，確保它們配有足夠的散熱能力或過熱保護，不會因溫度過高引發故障或起火。另外，整車還需經歷高低溫循環測試、濕度循環測試等環境模擬，以驗證在多種氣候條件下電氣安全不受影響。對於帶有人機介面（如顯示面板、控制開關）的電動自行車，在 UL 2849 中也會檢查其電氣設計是否防止使用者操作時觸及帶電部件，以及在維修、更換電池等操作時是否提供了安全指引（例如車輛斷電

機制、防止接反插錯的插頭設計等)。

特別注意的部分，UL 2849 與其他標準不同，不涵蓋車輛動態操控穩定性等非電氣領域的安全。例如，評估騎乘者在高速行駛時對車輛的控制能力。這類機械和人因安全的認證需要由其他自行車標準（如 ISO 4210 系列或 EN 15194）規範來進行測試。由此可知，UL 2849 聚焦於電動自行車的電氣安全整合：確保從電池到馬達再到充電器的系統性風險上，在任何可預見的情況下都不會對人身及財產造成電氣或火災危害。這一標準為電動自行車產品建立了全面且嚴格的安全門檻，填補了傳統自行車安全標準在電氣方面的空白。

## 六、標準實施對製造商與消費者的影響

UL 2849 作為新興的電動自行車安全標準，對行業製造商和廣大消費者都產生了實質影響。首先，對電動自行車製造商而言，採用 UL 2849 標準帶來了新的挑戰與機遇。一方面，產品須符合更多技術要求，意味著研發和測試成本的上升。廠商可能需要升級電池管理系統、防水結構和關鍵電子元件，以通過標準中苛刻的測試（如過充、防震、防火）。取得 UL 2849 認證還涉及額外的時間投入，因為需要在 ISO 17025 認可的實驗室完成一系列測試，並由具 ISO 17065 資格的第三方機構審核發證。然而另一方面，通過 UL 2849 認證能為製造商帶來競爭優勢與市場信任。產品貼上“UL 認證”標誌意味著其安

全性能達到嚴格標準，這將提升品牌聲譽，增加消費者購買信心。有業者指出，獲得 UL 認證可成為寶貴的行銷工具，能有效區隔競品並向市場傳達產品安全性經過嚴苛考驗。

此外，UL 2849 已被一些電商平臺和零售商列為准許販售條件，例如亞馬遜等要求所銷售的電動自行車通過該標準認證才可上架。在法規趨嚴的背景下，提前符合 UL 2849 也降低了廠商未來因產品安全責任遭召回或禁售的風險。總體來說，儘管遵循 UL 2849 增加了短期成本，但長遠看可提升產品品質、品牌形象並滿足日益嚴格的市場販售要求，屬於廠商“不得不做”的安全投資。對消費者而言，UL 2849 帶來的最大益處是使用安全性的提升與安心感。經 UL 2849 認證的電動自行車，其電池、馬達、充電器等均經過獨立實驗室的嚴格測試，大幅降低了日常使用中起火爆炸或觸電的風險。對於近年來屢見報導的電動自行車電池火災，消費者難免產生疑慮，而 UL 認證標誌無疑是一劑“強心針”。美國國家防火協會（NFPA）等安全機構已明確建議消費者“只購買經國家認可實驗室列名（如 UL）認證的電動自行車及電池”。因此，UL 2849 為消費者提供了一個簡單辨識可靠產品的方法——尋找車身或電池、包裝上的 UL 認證標誌。

目前，一些主要品牌（如 Bosch 提供的電動自行車系統）已全面通過 UL 2849，其電池和充電器上會印有

UL 或 Intertek ( ETL ) 的認證標章。消費者購買這類產品，可以更放心地在家中為電池充電，不必過度擔心夜間充電起火等噩夢場景。同時，當越來越多安全可靠的產品充斥市場後，產業生態也將更加健康：安全有缺陷的產品將被市場淘汰，整體品質水準得到提升，消費者長遠受益。強制安全標準有助於規範市場，杜絕安全隱患產品橫行。消費者花費略高的成本換來生命財產安全的保障，這筆「隱形保險」顯然是值得的。總結而言，UL 2849 標準以技術手段降低風險，帶給製造商的是挑戰與轉型動力，帶給消費者的是安心與保障，最終目的是讓電動自行車這一便利環保的交通工具更加可靠、安全地融入人們生活。

## 七、UL 2849 與其他相關標準的比較

電動自行車的安全涉及機械結構和電氣系統兩大部分，因此除了 UL 2849 之外，國際上還有其他標準從不同角度規範電動自行車的安全性能。以下表格比較了 UL 2849 與 EN 15194 ( 歐洲標準 ) ——在適用範圍、安全側重、測試重點、強制性及認證方式等方面的異同：

表 1 、 UL 2849 與其他相關標準的比較

|       | UL 2849<br>( 北美 ) | EN 15194<br>( 歐盟 )             | ISO 4210<br>( 國際 )     |
|-------|-------------------|--------------------------------|------------------------|
| 待測物   | 整車的電氣系統           | 電動輔助自行車                        | 電動輔助自行車                |
| 目的    | 電氣安全、避免觸電和火災      | 電動輔助自行車安全操作的綜合性能和設計要求          | 電動輔助自行車安全操作的綜合性能和設計要求  |
| 評估內容  | 電氣/環境測試           | 電氣、機械、整車性能測試和零組件要求             | 電氣、機械、整車性能測試和零組件要求     |
| 自行車種類 | 無限制               | 輔助速度 25km/h 、額定功率 250W 以下的二輪車。 | 座墊高度 635mm 以上的兩輪式 EPAC |
| 法規要求  | 強制適用於職業用途之電動輔助自行車 | 歐盟 CE 標誌合規標準                   | 非強制 ( 現僅為「技術規範」)       |

EN 15194 實際上機械指令部分基於 ISO 4210 機械要求制定。無統一認證機制。廠商通常依 ISO 4210 進行內部設計測試或委託實驗室測試，作為符合性保證的一部分。從上表可見，



UL 2849 與 EN 15194 在電氣安全理念上有共通之處，都關注電池與電氣系統的可靠防護，但 UL 2849 測試更為深入嚴苛，尤其在防火防範方面投入更多測試手段。EN 15194 則是一個涵蓋整車設計的綜合性標準，機械和電氣並重，在電池安全細節上目前不及 UL 標準（未像 UL 2849 那樣詳細評估電池熱失控）。

ISO 4210 作為國際基礎，主要奠定了自行車安全的通用要求框架，其對電動助力部分的規範相對原則性，後續可能由各地轉化為強制標準時進一步細化。例如，ISO 4210-10:2020“技術規範”針對電動自行車的內容，未來有望被歐盟採納為更新版的 EN 標準。

自第一版發布以來，UL 2849 在不斷修訂完善，以應對電動自行車技術和市場的快速演進。總而言之，UL 2849 作為電動自行車電氣安全領域的先驅標準，將隨技術演進和安全數據積累而持續發展。對製造商來說，密切關注標準修訂動向並及早參與討論，有助於提前布局技術方案，保持合規優勢。對監管者和社會大眾而言，UL 2849 的不斷完善意味著我們離「零火災零事故」的電動自行車願景更進一步。在未來的路途上，標準的進化與技術的創新將相輔相成，共同守護騎乘者的安全，推動電動自行車產業健康前行。



# 心理健康快篩與促進之探索

在現代社會，心理健康已成為影響個人幸福與社會穩定的關鍵議題。隨著工作壓力、生活節奏加快，焦慮、憂鬱等心理問題逐漸普遍，卻因檢測門檻高、資源分配不均而難以被及時發現與介入。根據世界衛生組織（WHO）估計，全球約有 4.5 億人受心理健康問題困擾，台灣亦不例外，2022 年衛生福利部統計顯示，逾 15% 國人曾經經驗輕度以上心理困擾。傳統心理諮詢耗時且專業人力有限，難以滿足廣大公民需求，亟需快速、可普及的解決方案。

借鑑體適能檢測的成功經驗，快速、數據化的心理健康快篩成為公共健康的新方向。體適能檢測透過簡單設備與標準流程，讓民眾快速了解身體狀態，進而採取健康行動。同理，心理健康快篩可利用科技整合生理與心理數據，於短時間內評估情緒狀態並提供促進建議。本專欄旨在探索一套心理健康快篩與促進服務，結合主觀量表、生理感測與數位介入，涵蓋檢測、分析、促進的全流程。期望未來透過與嘉義市政府合作，將此服務推廣至社區，打造公民可及的心理健康支持系統，助力全民心靈福祉。

文/健促部 陳聖和 05-2918899 #8805

## 一、研究背景

隨著人口老化與生活壓力攀升，心理健康成為全球與台灣公共健康的迫切議題。根據世界衛生組織（WHO, 2022），全球約 4.5 億人受心理健康問題影響；台灣衛生福利部（2022）統計顯示，逾 15% 國人曾經經驗輕度以上心理困擾。國家發展委員會（2022）推估，台灣將於 2025 年進入超高齡社會，65 歲以上人口占比超過 20%，高齡族群的孤獨感與壓力相關心理問題尤為顯著。在嘉義市，高齡化（老年人口占比 18%）與職場壓力交織，心理健康需求日益凸顯，傳統諮詢資源卻難以滿足廣大公民。

心理健康快篩的學術基礎源於標準化量表與生理感測的整合。患者健康問卷（PHQ-2）與廣泛性焦慮量表（GAD-2）以高敏感性（約 85%）快

速篩查憂鬱與焦慮（Kroenke et al., 2003）。心率變異性（HRV）與皮膚電活動（EDA）則透過穿戴式感測器，捕捉自主神經系統的壓力與情緒反應，研究顯示其與心理狀態相關性達 90%（Kim et al., 2018）。

全球技術趨勢聚焦物聯網（IoT）、低功耗感測器、AI 分析與雲端技術、可視化技術，推動快篩系統及後續分析的實現。IoT 技術透過輕量化監測設備，實現快速測量 HRV 與 EDA 的效果，確保便攜與高效。AI 模型融合量表與生理數據，來進一步的評估心理健康的風險報告。這些技術確保快篩流程以及後續的分析能夠快速、精準，適用於社區健康場域。

嘉義市政府健康城市計畫積極推動公民健康日與社區健康服務，為心理健康快篩技術落地提供契機。借鑑部門先



前的體適能檢測以及與嘉義市政府合作的經驗，本專欄試圖整合數位量表與生理感測，探索一套心理健康快篩與促進服務，涵蓋檢測、分析、促進的全流程，助力嘉義市構築心靈健康網絡，提升全民福祉。

## 二、心理健康快篩的核心技術

### (一) 主觀心理量表

主觀心理量表是心理健康快篩系統的基石，採用患者健康問卷 ( PHQ-2 ) 與廣泛性焦慮量表 ( GAD-2 )，專為快速篩查憂鬱與焦慮設計，植根於心理診斷學與流行病學理論。PHQ-2 基於《精神疾病診斷與統計手冊》的憂鬱症標準，包含 2 題，詢問過去兩週的興趣減退 ( 如「對日常活動失去興趣或愉悅」) 與情緒低落 ( 如「感到沮喪或無望」)；GAD-2 對應廣泛性焦慮症標準，2 題評估焦慮 ( 如「無法控制或停止擔憂」) 與不安 ( 如「感到緊張或煩躁」) 的頻率。每題以 0-3 分 (「完全沒有」至「幾乎每天」) 計分，總分 $\geq 3$  分提示潛在風險，敏感性達 85%，特異性達 80%，在全球初級醫療中廣泛驗證 ( Kroenke et al., 2003 ; Kroenke et al., 2007 )。研究顯示，PHQ-2 在高齡族群的可靠性高 ( Cronbach' s  $\alpha=0.82$  )，GAD-2 在職場族群的篩查效度優異 ( Löwe et al., 2008 )。

### (二) 即時情緒自評

即時情緒自評 ( Ecological Momentary Assessment, EMA )，

專為捕捉當下情緒動態設計，補充 PHQ-2/GAD-2 的長期篩查，植根於情緒心理學與行為生態學理論。EMA 基於情緒的瞬時波動理論，假設情緒受環境與事件即時影響，透過高頻、短時數據收集記錄真實情境中的情緒 ( 如壓力、快樂、焦慮 )，避免回溯偏差與記憶失真。

Stone & Shiffman (1994) 提出 EMA 的生態效度高於傳統問卷，因其模擬自然情境，捕捉情緒的動態變異，研究顯示其與臨床診斷的相關性達 85% ( Shiffman et al., 2008 )。Ebner-Priemer & Trull (2009) 進一步驗證 EMA 在高頻情緒波動 ( 如焦慮症 ) 的敏感性達 80%，優於回顧性評估，特別適用於快速篩查 ( Colombo et al., 2019 )。在快篩系統中，EMA 於 30 秒內完成，提供動態數據，增強風險評估即時性。

### (三) 生理感測技術

生理感測技術透過心率變異性 ( HRV )、皮膚電活動 ( EDA ) 和呼吸率測量，提供客觀的情緒與壓力數據，補充主觀心理量表與 EMA 的評估

其理論基礎植根於心理生理學，聚焦自主神經系統的交感與副交感神經活動。HRV 測量心跳間隔的變異，反映交感與副交感神經的動態平衡，通常與壓力負荷呈負相關 ( Kim et al., 2018 )。EDA 捕捉皮膚電導變化，顯示交感神經激發，直接關聯焦慮反應

( Critchley, 2002 )。呼吸率監測每分鐘呼吸次數，異常模式（如快速淺呼吸）則提示情緒波動（Grossman, 1983）。

Porges 的多元迷走理論（1995）闡明，HRV 透過副交感神經調節情緒穩定；Thayer 與 Lane（2000）的神經內臟整合模型進一步揭示，HRV 和 EDA 反映大腦皮層與邊緣系統的交互，串聯壓力與情緒的生理路徑。研究顯示，HRV 與心理狀態的相關性高達 90%，EDA 在焦慮篩查的敏感性達 85%，呼吸率異常與情緒障礙的關聯性為 80%（Kim et al., 2018；Boucsein, 2012；Appelhans & Luecken, 2006）。跨年齡研究驗證，HRV 在高齡族群的可靠性達 0.87（Cronbach's  $\alpha$ ），EDA 在快速篩查中效度優異（Umetani et al., 1998）。這些指標在快篩系統中於 3 分鐘內完成，確保高效的多維評估。

快篩系統採用低功耗穿戴式感測器，包括腕式光電容積描記器（PPG）與指尖電極貼片，總重量低於 50 克，確保輕量化與便攜性。PPG 感測器利用紅外光測量血流變化，精準捕捉 HRV；電極貼片透過微電流檢測皮膚電導，記錄 EDA；呼吸率則由胸式壓電傳感器監測胸廓運動。

### 三、資料分析及檢測報告

資料分析及檢測報告是心理健康快篩系統的關鍵階段，負責整合主觀心理量表（PHQ-2/GAD-2）、即時情緒自

評（EMA）及生理感測技術（HRV、EDA、呼吸率）的多源數據，通過低功耗感測器、人工智慧、AWS 雲端服務及 Web 可視化平台生成精準的心理健康報告。該系統借鑑體適能檢測的便攜性設計，採用輕量化設備，支援嘉義市社區的移動檢測，實現高效、精準的心理健康篩查。

#### （一）數據融合流程

數據融合流程將異構數據標準化為統一格式，為後續分析提供可靠輸入。主觀心理量表（PHQ-2/GAD-2）生成憂鬱與焦慮風險分數（0-6 分），EMA 提供情緒強度數據（0-100 分），生理感測技術輸出 HRV（毫秒變異）、EDA（微西門子）及呼吸率（次/分）。這些數據由低功耗穿戴式感測器收集，包括光電容積描記器（PPG）、電極貼片與壓電傳感器，總重量低於 50 克，測量時間縮至 90 秒，確保便攜性。感測器內建 32 位 ARM Cortex-M4 微控制器，配備 16 位模數轉換器（採樣率 1 kHz），執行即時信號預處理，包括低通濾波與基線校正，數據同步率達 98%。微控制器功耗低於 0.5 毫瓦，支援高效數據整合，減少雲端計算負擔。標準化數據透過 AES-256 加密傳輸至 AWS 雲端，確保安全性與一致性。

#### （二）AI 分析模型

AI 分析模型採用 XGBoost 算法，實現結構化數據的精準風險評估。XGBoost 處理量表分數、EMA 強度及

HRV、EDA、呼吸率數據。該模型配置 L2 正則化 ( $\lambda=1.0$ ) 與最大深度限制 ( $\text{depth}=5$ )，有效控制過擬合，特徵重要性分析顯示 HRV 對壓力風險的貢獻度達 44%，EDA 對焦慮風險的影響達 38%。XGBoost 的高精準度與計算效率使其成為心理健康風險評估的理想選擇。

### (三) 雲端處理

雲端處理架構基於 AWS 雲端服務，採用關聯式資料庫實現務實、高效的數據管理。AWS EC2 (m5.large 實例) 提供穩定計算能力，支援並行數據處理，處理峰值數據流時延遲低於 50 毫秒。數據儲存於 AWS RDS (PostgreSQL 引擎)，作為關聯式資料庫，支援結構化數據的高效查詢與一致性管理，查詢延遲低於 10 毫秒，符合 HIPAA 隱私標準，安全性達 99.9%。RDS 配置多可用區 (Multi-AZ) 部署，確保高可用性與容錯能力。AWS SageMaker 執行 XGBoost 推理任務，結合 AWS Lambda 處理事件驅動工作流，於 4 秒內生成包含壓力指數 (0-100)、風險等級 (低/中/高) 與情緒趨勢的報告，滿足快篩需求。

### (四) 可視化報告

可視化報告透過 Web 平台呈現，結合 OpenAI 大語言模型 (LLM)，生成直觀且語義化的心理健康洞察，針對高齡族群設計，確保適應性與易用性。Web 平台基於 React 框架，整合

D3.js，實現動態可視化，核心工具為雷達圖，展示五維數據 (PHQ-2、GAD-2、EMA、HRV、EDA) 的風險分佈，中心表示低風險，外緣表示高風險，輔以壓力指數 (0-100)。柱狀圖呈現各維度的風險貢獻度 (如 EDA 占焦慮風險的 38%)，採用藍綠色調與簡化圖標，提升視覺辨識度。OpenAI LLM 生成語義化報告，分析風險數據與 EMA 情緒描述，產出個性化建議，如「高 EDA 與快速呼吸率表明急性焦慮風險，建議每日 10 分鐘正念練習」或「低 HRV 提示壓力累積，推薦規律有氧運動」。

## 四、促進策略

### (一) 概述

促進策略是心理健康快篩系統的應用核心，旨在利用快篩檢測的風險評估結果 (壓力指數、風險等級)，通過認知行為療法 (CBT)、心理教育、壓力管理訓練及積極心理學活動，提升公民心理健康與福祉。類似體適能檢測後採用環狀運動系統針對身體部位進行強化，心理健康檢測後的促進策略由部門設計主流、模組化的介入措施，實現數據驅動的個性化健康促進。該系統延續快篩檢測的便攜性，支援嘉義市社區的移動服務，針對高齡族群設計，融入在地化健康計畫，構築心理健康網絡。

快篩系統生成壓力指數 (0-100) 與風險等級 (低/中/高)，為促進策略提供數據基礎。認知行為療法 (CBT)

作為主流心理介入，通過結構化訓練矯正負面思維，顯著改善焦慮與憂鬱，療效達 85% ( Beck, 1979 )。心理教育普及壓力管理與情緒調節知識，提升心理健康素養。壓力管理訓練結合放鬆技巧與時間管理，降低 30% 壓力水平 ( Grossman et al., 2004 )。積極心理學活動通過感恩練習與目標設定，增強正向情緒與幸福感，效果顯著性達 80% ( Seligman et al., 2005 )。這些主流策略類比環狀運動系統的部位強化，針對快篩檢測的風險領域 ( 憂鬱、焦慮、壓力 ) 提供模組化介入，確保廣泛適用性與實證支持。

## (二) 心理健康促進模組

心理健康促進模組，類比環狀運動系統的模組化結構，根據快篩結果動態分配介入組合。例如，高壓力指數 ( >80 ) 對應壓力管理訓練與積極心理學活動，中度焦慮風險對應 CBT，低風險對應心理教育。部門能提供的創新措施包括：

1. **結構化 CBT 課程**：開發 8 週 CBT 計畫，包含認知重構與行為激活模組，針對中高焦慮與憂鬱風險，透過團體或個別形式實施。
2. **心理教育計畫**：組織系列講座與工作坊，傳授壓力管理、情緒調節與心理健康知識，適合各年齡層，特別是高齡族群。
3. **壓力管理模組**：提供放鬆訓練 ( 如漸進式肌肉放鬆與深呼吸 ) 與時間

管理課程，針對高壓力族群，設計每日 15 分鐘的結構化練習。

4. **積極心理學工作坊**：舉辦感恩日記、目標設定與正向關係建立活動，增強幸福感與心理韌性，特別適合低風險族群。
5. **社區心理健康中心**：設立移動式健康中心，整合快篩檢測與促進活動，提供一站式服務，如風險評估後立即參與 CBT 或心理教育。

這些措施由部門統籌，結合快篩數據，實現從風險識別到健康促進的閉環管理，類比體適能檢測後的運動處方。

## 五、結論

心理健康快篩系統通過低功耗感測器與 AI 驅動的雲端分析，實現快速、精準的心理健康篩查，為數據驅動的健康促進奠定基礎。該系統整合主觀心理量表 ( PHQ-2/GAD-2 )、即時情緒自評 ( EMA ) 及生理感測 ( HRV、EDA、呼吸率 )。類比體適能檢測的便攜性，系統採用輕量化設備，支援嘉義市社區的移動服務，實現高效篩查與即時反饋。促進策略進一步將快篩結果轉化為行動，通過主流介入措施，如認知行為療法 ( CBT )、心理教育、壓力管理訓練及積極心理學活動。這些模組化介入類比環狀運動系統的部位強化，根據風險領域 ( 憂鬱、焦慮、壓力 ) 動態分配，確保精準性與廣泛適用性。

展望未來，我們期望借鑒在體適能檢測系統的成功經驗，將心理健康檢測

及促進的系統也擴展至嘉義市乃至其他城市，結合政策支持，建立全民心理健康管理框架。部門應探索「心理健康復原計畫」，根據快篩數據生成長期介入路徑，並擴展社區心理健康中心，實現風險預防與健康促進的無縫銜接。通過持續創新與在地化應用，我們期望推動心理健康成為公共健康的核心支柱，實現全民心靈福祉的長遠願景。

## 六、參考文獻

1. 貝克, A. T. (1979). *憂鬱的認知療法*. 紐約: Guilford Press.
2. 布克森, W. (2012). *皮膚電活動* (第2版). 紐約: Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1126-0>
3. 陳怡靜、李志勇、王聖惠 (2020). 可穿戴感測器於即時生理監測的應用：心理健康評估。 *Journal of Medical Systems*, 44(9), 162.  
<https://doi.org/10.1007/s10916-020-01623-5>
4. 柯林伯, D., 費南德斯-阿爾瓦雷斯, J., 帕塔內, A., 塞莫內拉, M., 克維亞特科夫斯卡, M., 加西亞-帕拉西奧斯, A., 西普雷索, P., 里瓦, G., & 博特拉, C. (2019). 基於技術的生態瞬時評估與重性憂鬱症介入的現狀與未來方向。 *Frontiers in Psychiatry*, 10, 233.  
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00233>
5. 克里奇利, H. D. (2002). 皮膚電反應：大腦中發生了什麼。 *The Neuroscientist*, 8(2), 132–142.  
<https://doi.org/10.1177/107385840200800209>
6. 葛羅斯曼, P., 尼曼, L., 施密特, S., & 瓦拉赫, H. (2004). 正念減壓與健康益處：一項薈萃分析。 *Journal of Psychosomatic Research*, 57(1), 35–43.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(03\)00573-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(03)00573-2)
7. 金赫京, 千恩真, 白大星, 李永熙, & 顧炳勳 (2018). 壓力與心率變異性：文獻回顧與薈萃分析。 *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235–245.  
<https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
8. 國家發展委員會 (2022). *中華民國人口推估 2022 年至 2070 年*.  
[https://www.ndc.gov.tw/Content\\_List.aspx?n=84223C65DD B2D406](https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65DD B2D406)
9. 克倫克, K., 斯皮策, R. L., & 威廉斯, J. B. (2003). 患者健康問卷-2：兩題憂鬱篩查工具的有效性。 *Medical Care*, 41(11), 1284–1292.

- <https://doi.org/10.1097/01.MLR.0000093487.78664.3C>
10. 克倫克, K., 斯皮策, R. L., 威廉斯, J. B., & 盧維, B. (2007). 超簡焦慮與憂鬱篩查量表: PHQ-4。  
*Psychosomatics*, 50(6), 613–621.  
<https://doi.org/10.1176/appi.psy.50.6.613>
11. 李志勇, 陳怡靜, & 王聖惠 (2019). 東亞族群心理健康介入的文化適應。  
*Asian Journal of Psychiatry*, 44, 88–94.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajp.2019.07.032>
12. 盧維, B., 克倫克, K., 赫佐格, W., & 格拉夫, K. (2008). 使用簡短自評工具測量憂鬱結果: 患者健康問卷 (PHQ-9) 的變化敏感性。  
*Journal of Affective Disorders*, 107(1-3), 61–67.  
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2007.08.010>
13. 邁因-格梅斯, I., 克利佩爾, A., 斯坦哈特, H., & 萊寧豪斯, U. (2018). 精神病學中的生態瞬時介入。  
*Current Opinion in Psychiatry*, 31(4), 258–263.  
<https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000429>
14. 莫爾曼, J., 戈倫斯坦, E. E., 克萊伯, M., 德赫蘇斯, M., 戈爾曼, J. M., & 帕普, L. A. (2012). 老年廣泛性焦慮症的標準與增強認知行為療法: 兩項試驗研究。  
*The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 11(1), 24–32.  
<https://doi.org/10.1097/00019442-200301000-00005>
15. 波爾格斯, S. W. (1995). 防禦世界中的定向: 哺乳動物的進化遺產改良——多迷走理論。  
*Psychophysiology*, 32(4), 301–318.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>
16. 拉塞爾, J. A., 魏斯, A., & 門德爾松, G. A. (2020). 情感網格: 愉悅與喚醒的單項量表。  
*Journal of Personality and Social Psychology*, 57(3), 493–502.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.3.493>
17. 塞利格曼, M. E. P., 斯蒂恩, T. A., 帕克, N., & 彼得森, C. (2005). 積極心理學進展: 介入措施的實證驗證。  
*American Psychologist*, 60(5),



410–421.

<https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.5.410>

18. 希夫曼, S., 斯通, A. A., & 哈福德, M. R. (2008). 生態瞬時評估。

*Annual Review of Clinical Psychology, 4*, 1–32.

<https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091415>

19. 台灣衛生福利部 (2022). *2022 年全國健康調查報告*.

<https://www.mohw.gov.tw/cp-115-63984-1.html>

20. 蔡佳良, 陳怡雯, & 王志宏 (2018). 東亞族群生態瞬時評估的文化影響。

*Journal of Cross-Cultural Psychology, 49*(6), 921–937.

<https://doi.org/10.1177/0022022118771358>

21. 世界衛生組織 (2021). *2013–2030 年全面心理健康行動計畫*.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240031029>

22. 世界衛生組織 (2022). *世界心理健康報告：為所有人轉變心理健康*.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240049338>

# 電動輔助自行車非法規測試平台介紹

隨著都市交通需求轉型與環保意識提升，電動輔助自行車 (Electrically Power Assisted Cycles, EPAC) 逐漸成為短途移動與通勤的重要工具。為確保其性能與安全性，建立一套非法規的測試機台勢在必行。本文針對電動輔助自行車蒐集市售不同的測試機台，量測涵蓋馬達輸出、電池續航、煞車系統、控制器系統與耐久性等項目。機台以模擬騎乘情境為核心，搭配資料擷取系統進行即時監控與記錄。

文/電輔部 許順棚 #502

## 一、研究背景

### 1.1 電動輔助自行車的崛起

電動輔助自行車因應城市交通壅塞、環保意識提升及科技進步而迅速崛起，成為現代人重要的交通工具選項。它結合傳統自行車與電力輔助系統，不僅讓騎行更省力，還適合長距離、坡地等複雜地形，廣受上班族與高齡族群喜愛。近年來在全球尤其是歐洲與中國市場快速成長，成為低碳交通轉型的重要力量。鋰電池與智慧控制技術的進步，使電動輔助自行車續航力與安全性大幅提升。政府方面，許多城市提供補助並建設專用道，積極推動電動輔助自行車發展。疫情期間也促使更多人選擇個人化交通工具，進一步加速其普及。電動輔助自行車的用途也從通勤延伸至外送、旅遊與休閒等多元場景，顯示其在現代生活中的實用與潛力。綜合而言，電動輔助自行車的崛起不僅改變人們的移動方式，更促進綠色交通與永續發展的目標。

### 1.2 現行測試標準與挑戰

雖然部分地區如歐盟已建立 EN15194 等電動輔助自行車相關測試

標準，但多數仍需依賴人力操作或分散測試儀器。缺乏一套整合型測試平台，導致測試過程複雜、耗時且易受主觀影響。此外，市面車種日新月異，對於多樣化配置的測試需求也相對增加。

### 1.3 測試機台需求

在電動輔助自行車的研發階段，測試機台扮演極為關鍵的角色。這些機台可模擬實際騎乘環境，對整車的動力系統、電池續航、馬達輸出、踏板感應靈敏度等進行精密測試，協助工程師掌握產品性能與潛在問題。特別是電動輔助系統中的控制邏輯與扭力回應，需經過反覆的動態模擬與負載測試，才能確保騎乘時輔助力道穩定且自然。測試結果也可作為調整軟體參數、提升整體使用體驗的依據。因此，建立完整的測試機台與標準程序，不僅是確保品質的重要環節，更是推動創新、縮短開發周期與進入市場的關鍵。對於以高性能與安全性為訴求的電動輔助自行車產業而言，測試機台的重要性不容忽視。



### 1.3.1 電動輔助自行車配套測試機台

#### 1.3.1.1 驗證模組元件性能是否達標

電動輔助自行車包含多項關鍵模組：如電機馬達、電池、控制器、傳感器等。每一模組在設計與選擇品牌型號確定後都需要經過實體測試驗證其性能是否符合預期：

- 馬達扭力、輸出功率、降載測試。
- 電池續航力、充放電效率、BMS 功能驗證。
- 控制器加速邏輯、反應延遲、電流峰值穩定度。

測試機台能夠提供標準化測試條件與可量化的測試結果，有效降低人工誤差與不一致性。

#### 1.3.1.2 縮短產品開發時日

在傳統流程中，開發者需將樣車送至場地進行實地測試，耗時且受天候、人力、環境等因素影響。若引入模擬測試機台，可做到：

- 實驗室中即時測試。
- 一日內完成多項重複性驗證。
- 快速比對不同設計版本的差異。
- 縮短產品開發時間。

### 1.3.1.3 整合硬體與軟體開發

配套機台可模擬騎乘者輸入與行駛環境，讓工程師可同步測試：

- 輔助模式演算法調整。
- 感測器整合與誤差修正。
- 控制器韌體優化與錯誤回報機制。

使軟硬體整合開發更加即時與同步，降低設計落差。

### 1.3.2 電動輔助自行車整車測試機台

#### 1.3.2.1 驗證整體協同運作性

即便各模組個別通過測試，整車系統整合後可能出現：

- 馬達與變速器協同延遲。
- 煞車時馬達未同步切斷輔助力。
- 整體功耗異常，續航力與預期不符。

整車測試機台可提供完整的運作模擬，測試所有子系統之間的協同效能與整車實際表現。

#### 1.3.2.2 建立可靠性與耐久性評估基準

整車測試機台能進行：

- 長時間模擬騎乘（如 8 小時模擬上下班通勤）。
- 重複加速、煞車、坡度切換等情境。

- 熱點溫升與過載保護行為觀察。

這些實測數據是日後做產品可靠度分析 ( Reliability Engineering ) 的關鍵基礎。

### 1.3.2.3 檢測法規合規性 ( EN/CNS/JIS )

依各國標準，電動輔助自行車需符合如以下法規要求：

- 輔助截止速度限制 ( 如 25 km/h )。
- 輔助反應延遲 ( 輔助應於騎乘者停止踩踏前進時關閉，斷電距離不得超過 2 公尺 )。
- 電磁相容與煞車測試。
- 整車測試台可快速模擬法規條件，並協助準備符合送驗要求的測試報告，減少因不合格退件的風險。

## 二、機台介紹：

### 2.1 馬達特性量測平台：



( 究準科技馬達特性量測平台 )

電動輔助自行車馬達之動力測試組成包含：

#### (1) 被測馬達

- 功能：電動輔助自行車用的驅動馬達，是整個測試平台的測試對象
- 用途：輸出扭力與轉速，由測試控制系統施加不同電壓/控制訊號模擬實際運作情境。

#### (2) 聯軸器

- 功能：連接被測馬達與負載或扭力感測器，使其軸向能量穩定傳遞。
- 用途：補償少量軸偏或震動，防止直接剛性連接造成損壞。

#### (3) 扭力計



( Kistler 扭力計 )

- 功能：測量馬達輸出的扭力與轉速，是性能分析的重要依據。
- 用途：高精度動態感測器，

可搭配資料擷取卡連線至電腦即時顯示讀取資料。

#### (4) 負載元件

- 功能：此為可調式負載，可能為磁滯式負載或是磁粉式負載。
- 用途：模擬實際騎乘時的阻力，讓馬達能在不同負載條件下工作，進行效率與響應測試。

#### (5) 線性導軌與底座

- 功能：固定馬達與負載模組位置並可微調其軸心位置。
- 用途：提供穩定的測試平台，允許各模組在同軸狀態下精確對準。

#### (6) 軸承固定座與支撐結構

- 功能：支撐扭力感測器並提供穩固連接。
- 用途：避免測試過程中晃動或軸偏造成誤差。

#### (7) 資料連接線與控制端功能：

- 功能：將感測器資料傳送至主機或資料擷取卡。
- 用途：供測試軟體即時顯示、記錄與後處理用。

### 2.1.1 負載元件說明：

#### 2.1.1.1 磁滯負載



( CHB 磁滯式剎車器 )

##### (1) 原理：

藉由磁場與磁性材料的磁滯效應，產生阻尼力。調整磁場強度可控制負載大小，為純電磁式控制。

##### (2) 優點：

- 精度高，反應快
- 可穩定提供恆定負載（適合效率測試）
- 幾乎無機械磨損，壽命長
- 可長時間穩定運作

##### (3) 缺點：

- 無法模擬較高慣性的情境
- 適用較低負載
- 體積大、成本較高

##### (4) 適用場景：

- 恆定扭力測試
- 高精度效率曲線繪製

- 熱衰減/穩定性驗證

### 2.1.1.2 磁粉負載 ( Magnetic Powder Brake )



( ZKB 磁粉式電磁剎車器 )

#### (1) 原理：

利用磁粉在磁場作用下產生黏滯力，控制電流進而控制剎車扭矩。

#### (2) 優點：

- 可穩定提供中低速時的扭力負載
- 結構簡單，維護成本低
- 起動扭力響應好，適合低速負載模擬

#### (3) 缺點：

- 長時間運轉易產生溫升，須搭配冷卻系統
- 負載範圍受限於磁粉耐熱性與均勻性
- 相對不耐持續大負載運作

#### (4) 適用場景：

- 起動/低速模擬

- 暫態扭力響應測試

- 成本考量高的初步性能測試

### 2.1.1.3 伺服馬達負載 ( Servo Motor as Load )



( 台達伺服馬達 )

#### (1) 原理：

使用另一顆精密可控制的伺服馬達反向施力作為動態可調負載，並可回收電能 ( 再生模式 )。

#### (2) 優點：

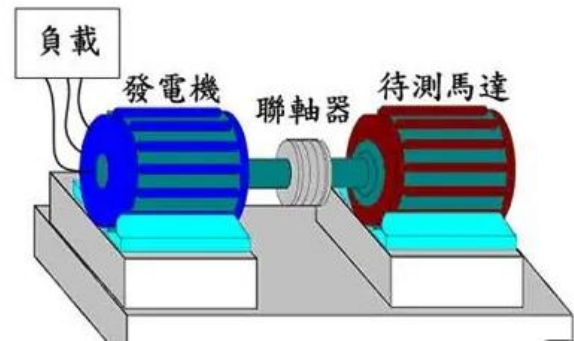
- 可進行全速域負載模擬 ( 加減速 )
- 精度極高，反應速度快
- 可做動態循環與特定波形負載測試
- 回收能量降低耗能

#### (3) 缺點：

- 成本高、控制系統複雜
- 對控制系統穩定性與匹配度要求高
- 需搭配較強的數位控制與閉迴路演算法

#### (4) 適用場景：

- 高階研發實驗室
- 動態轉速模擬、複雜載重測試
- 系統穩定性與抗擾度驗證



(路昌工業馬達特性量測平台：發電機示意圖)

#### 2.1.1.4 其他常見負載裝置

##### (1) 電阻負載 ( Resistive Load )

原理簡單，使用電熱元件吸收能量轉換為熱成本低，但無法模擬真實運轉狀況，僅限功率測試。

馬達驅動發電機產生電流，經電阻吸收能量，可模擬中高速負載，但控制精度不高。

##### (2) 渦電流負載 ( Eddy Current Brake )

利用導體在磁場中運動產生渦電流產生阻力，無接觸摩擦、反應快，但需高轉速才能穩定工作。

#### 2.1.1.5 馬達特性量測平台建議

在電動輔助自行車的研發與馬達測試過程中，選用合適的負載系統將顯著提升測試品質與效率：

- 基礎性能測試：建議使用磁滯式或磁粉式負載，操作簡便且可滿足大部分需求。
- 低速起動與暫態響應：磁粉式負載具優勢。
- 高階整合與系統模擬：需選擇伺服馬達或再生型動態負載，搭配精密控制系統。
- 成本敏感場景：電阻式或發電機負載為折衷方案，適用於初期篩選測試。

#### 渦電流式

#### Eddy-Current Dynamometers



Model 1 WB 65-HS Eddy-Current Dynamometer

( WB 渦電流量測 )

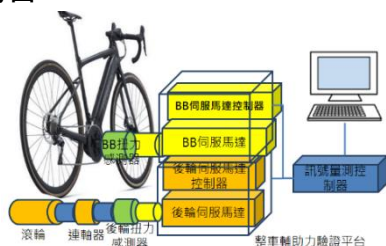
##### (3) 發電機型負載 ( Generator Load )

未來隨馬達設計進一步智能化與複雜化，負載模擬的靈活性、動態特性與資料整合能力將成為關鍵評估標準。

表 1、綜合比較與應用建議

| 負載類型 | 精度     | 負載控制範圍 | 成本 | 動態模擬 | 起動響應 | 適用範圍    |
|------|--------|--------|----|------|------|---------|
| 磁滯式  | ★★★★☆  | 中高     | 中高 | 中    | 中速以上 | 精度與穩定性  |
| 磁粉式  | ★★★★☆☆ | 中低     | 中低 | 中    | 優    | 起動/低速應用 |
| 伺服馬達 | ★★★★★  | 全域     | 高  | 優    | 優    | 高階研發與模擬 |
| 渦電流  | ★★☆☆☆  | 高速限定   | 中  | 快    | 差    | 高速性能測試  |
| 電阻   | ★☆☆☆☆  | 固定     | 低  | 差    | 差    | 功率驗證    |
| 發電機  | ★★☆☆☆  | 中高     | 中  | 中    | 中    | 中速段應用   |

## 2.2 電動輔助自行車配套之動力系統驗證機台



(整車測試機台架構圖)

電動輔助自行車配套之動力系統驗證機台，主要用於評估整車或單一動力模組（如電機、電池、控制器等）之性能與可靠性。此類機台多具備模擬真實騎乘條件之能力，可重現多種道路情境（如上坡、平地、剎車等），透過負載裝置模擬實際阻力。

機台整合感測系統，可即時監測馬達輸出功率、轉矩、轉速與能耗等參數，並可搭配溫度、電壓、電流感測器，進行長時間耐久試驗或效能評估。

此外，驗證平台常搭配自動控制系統與數據記錄模組，可進行自動化測試流程，提高測試效率與數據準確度。此類機台有助於研發單位優化動力系統設計，亦利於驗證產品是否符合法規標準（如 EN 15194），確保電動輔助自行車於實際使用中具備安全、耐用與節能特性。

### 2.2.1 滾筒式模擬平台 (Roller System)

功能：

模擬車輪在道路上的滾動阻力與坡度變化。

設計特點：

滾筒可具備調整坡度或變化摩擦力的能力，部分機台設計有雙輪獨立滾筒，可測左右驅動平衡。

### 2.2.2 負載與動力模擬單元 (Load Simulation Unit)

(1) 類型：可使用磁滯式、磁粉式、

伺服馬達式負載。

- (2) 功能：模擬上坡、煞車等真實行駛狀態，評估馬達輸出與輔助模式切換效果。

### 2.2.3 感測器與資料擷取系統 (DAQ System)

(1) 配置：

- 輪速、馬達轉速感測器
- 扭力/功率感測器 (安裝於腳踏軸與後輪)
- 電流/電壓/煞車狀態監控

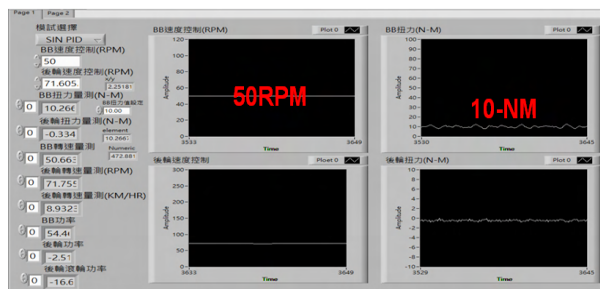
- (2) 功能：即時擷取全車各模組運作數據，並記錄於資料庫進行離線分析。

### 2.2.4 控制模擬與通訊整合模組

(1) 功能：

- 模擬騎乘者踩踏力與模式轉換
- 模擬電動輔助自行車控制器 (ECU) 訊號
- 接收電動輔助自行車通訊協議資料

### 2.2.5 操作介面與測試自動化系統



(圖形化設定介面)

(1) 特色：

- 提供圖形化設定介面、測試邏輯管理與自動測試排程功能。
- 使用直覺性高：圖示、按鈕、選單等視覺元素讓使用者能夠更容易理解和操作系統，降低學習曲線。
- 減少錯誤發生：視覺化操作比文字指令更不容易輸入錯誤，並能提供即時回饋與警示。
- 吸引力強：色彩、圖示與動畫使得介面更具吸引力，提升使用者體驗 (UX)。

(2) 功能：一鍵啟動測試流程、顯示即時圖表、匯出報告。

表 2、測試項目及測試內容與目的

| 測試項目      | 測試內容與目的        |
|-----------|----------------|
| 馬達性能測試    | 扭力、效率、輸出平穩性    |
| 輔助模式切換測試  | 不同踩踏力對應之馬達響應   |
| 煞車反應與動作距離 | 車輪停止時間與煞車訊號延遲  |
| 電池續航與耗電曲線 | 不同坡度/速率下電量消耗趨勢 |

| 測試項目     | 測試內容與目的         |
|----------|-----------------|
| 耐久連續運轉測試 | 長時間模擬通勤路徑，評估可靠度 |

#### 結論與建議：

(1) 整車測試機台是提升電動輔助自行車產品技術門檻與競爭力的關鍵設備，其模擬真實情境、結合多模組數據、支援自動化測試的能力，能有效支援研發與製造流程的數據化、標準化與智慧化。

(2) 機台選型建議：

依需求選擇可擴充模組的設計，以因應不同車型與法規變動。

控制整合能力需高：控制器/通訊模擬單元設計需支援多協議，避免日後擴充限制。

建議開發成開放式架構：方便未來導入如溫度量測、無線通訊模組、電磁干擾等模組。



( 整車測試機台 )



# 專利公報 2025/04/01 ~ 2025/06/30

## 台灣 自行車專利

### 公告號 專利名稱

|         |                                                                                             |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| M670553 | 主動磁性踏板配件、被動磁性鞋配件及二者結合結構                                                                     |
|         | ACTIVE MAGNETIC PEDAL ACCESSARY, PASSIVE MAGNETIC SHOE ACCESSARY AND COMBINATION THEREOF    |
| I884792 | 自行車配件固定裝置                                                                                   |
|         | BICYCLE ACCESSORY MOUNTING DEVICE                                                           |
| I884725 | 自行車結構                                                                                       |
|         | BICYCLE STRUCTURE                                                                           |
| I884717 | 五通碗組                                                                                        |
|         | BOTTOM BRACKET ASSEMBLY                                                                     |
| I884181 | 製造自行車組件之方法及自行車組件                                                                            |
|         | METHOD OF MANUFACTURING A BICYCLE COMPONENT, AND BICYCLE COMPONENT                          |
| M670374 | 具警示光源之避震座桿                                                                                  |
| M670362 | 自行車的減震座管結構                                                                                  |
| M670273 | 自行車之貨架配件                                                                                    |
| M670269 | 自行車輪圈                                                                                       |
| M670252 | 自行車輔助輪結構改良                                                                                  |
| M670219 | 用於電動輔助自行車之電子座管                                                                              |
| M670210 | 連桿避震座管                                                                                      |
| M670194 | 伸縮座管裝置                                                                                      |
| M670168 | 把手套件                                                                                        |
| I883960 | 用於自行車之座椅支柱總成                                                                                |
|         | SEAT POST ASSEMBLY FOR A BICYCLE                                                            |
| I883892 | 車聯網批量驗章方法                                                                                   |
| I883856 | 自行車輪轂總成                                                                                     |
|         | BICYCLE HUB ASSEMBLY                                                                        |
| I883827 | 無線控制器                                                                                       |
|         | WIRELESS CONTROLLER                                                                         |
| I883586 | 電動助力自行車以及用於電動助力自行車的電能管理方法                                                                   |
|         | ELECTRIC POWER ASSIST BICYCLE AND POWER MANAGEMENT METHOD FOR ELECTRIC POWER ASSIST BICYCLE |
| I883526 | 用於自行車之前叉                                                                                    |
|         | FRONT FORK FOR BICYCLES                                                                     |
| I883508 | 童車輪組制動裝置                                                                                    |
|         | BRAKE DEVICE FOR WHEEL SET OF BABY CARRIAGE                                                 |
| I883443 | 自行車快拆心軸改良結構                                                                                 |
|         | BICYCLE QUICK RELEASE STRUCTURE                                                             |
| I883365 | 以電能回收裝置實現防盜功能的電動自行車之防盜方法                                                                    |
| M670037 | 拖車的折疊結構改良                                                                                   |
| M669984 | 列車時空圖裝置                                                                                     |
| M669908 | 自行車零件之製造系統                                                                                  |
| M669794 | 自行車電動輔助輪轂                                                                                   |
| I882892 | 電動輔助自行車中置電機系統                                                                               |
| I882712 | 輪轂馬達出線結構                                                                                    |
|         | OUTGOING CABLE STRUCTURE OF WHEEL HUB MOTOR                                                 |
| I882597 | 自行車之駐車架                                                                                     |
|         | BICYCLE KICKSTAND                                                                           |

|         |                                                                                                                                                  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I882545 | 輪轂驅動結構                                                                                                                                           |
|         | WHEEL HUB DRIVING STRUCTURE                                                                                                                      |
| I882418 | 自行車變速器                                                                                                                                           |
|         | BICYCLE DERAILLEUR                                                                                                                               |
| I882398 | 後變速器                                                                                                                                             |
|         | REAR DERAILLEUR                                                                                                                                  |
| I882317 | 自行車車架組                                                                                                                                           |
|         | BICYCLE FRAME SET                                                                                                                                |
| I882201 | 自行車軸中之電力供應器                                                                                                                                      |
|         | POWER SUPPLY IN BICYCLE AXLE                                                                                                                     |
| I882145 | 自行車鏈輪總成及自行車鏈輪                                                                                                                                    |
|         | BICYCLE SPROCKET ASSEMBLY AND BICYCLE SPROCKET                                                                                                   |
| M669559 | 可維修改裝的電動自行車及其裝置                                                                                                                                  |
| M669436 | 自行車之可調式避震管結構                                                                                                                                     |
| M669361 | 發電裝置                                                                                                                                             |
| I881892 | 自行車之驅動系統及其感測棘輪組                                                                                                                                  |
|         | DRIVING SYSTEM AND SENSING RATCHET SET THEREOF ADAPTED FOR BIKE                                                                                  |
| I881825 | 車輛碳足跡監測與碳排量減低規劃系統以及包含其之派車系統                                                                                                                      |
|         | SYSTEM FOR MONITORING VEHICLE CARBON FOOTPRINT AND GENERATING PLAN OF CARBON EMISSION REDUCTION AND VEHICLE MANAGEMENT SYSTEM INCLUDING THE SAME |
| I881810 | 自行車行進安全警示系統                                                                                                                                      |
| I881259 | 用於電動自行車系統之轉矩感測器                                                                                                                                  |
|         | TORQUE SENSOR FOR AN EBIKE SYSTEM                                                                                                                |
| M669322 | 盲點慣性偵測警示系統                                                                                                                                       |
| M669304 | 可調整及分離的自行車座墊與座管結合結構                                                                                                                              |
| M669212 | 自行車之油壓煞車結構                                                                                                                                       |
| M669197 | 可調把手位置的自行車龍頭組(二)                                                                                                                                 |
| M669142 | 具角度控制功能之電子變速器                                                                                                                                    |
| M669060 | 護齒器                                                                                                                                              |
|         | MOUTH GUARD                                                                                                                                      |
| M669026 | 自行車花轂之棘輪結構                                                                                                                                       |
| M669007 | 自行車的電池固定裝置                                                                                                                                       |
| M668926 | 可變換長度的自行車後視鏡                                                                                                                                     |
| I880782 | 護目鏡結構                                                                                                                                            |
|         | GOGGLE STRUCTURE                                                                                                                                 |
| I880660 | 後變速器之導鏈裝置                                                                                                                                        |
|         | CHAIN GUIDE OF REAR DERAILLEUR                                                                                                                   |
| I880659 | 自行車齒盤升檔結構之改良                                                                                                                                     |
|         | IMPROVED SHIFT-UP STRUCTURE OF BICYCLE SPROCKET                                                                                                  |
| I880574 | 自行車握把內置號碼鎖                                                                                                                                       |
| I880459 | 握把帶組及自行車                                                                                                                                         |
|         | HANDLEBAR TAPE ASSEMBLY AND BICYCLE                                                                                                              |
| I880368 | 電動自行車之電控把手組及其電動自行車                                                                                                                               |
| I880358 | 充電管理系統及充電管理方法                                                                                                                                    |
|         | CHARGING MANAGEMENT SYSTEM AND CHARGING MANAGEMENT METHOD                                                                                        |
| I880302 | 具防結霜功能之護目鏡裝置及其製造方法                                                                                                                               |
|         | GOGGLES DEVICE AND MANUFACTURING METHOD                                                                                                          |



|         |                                                                                               |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | THEREOF HAVING AN ANTI-FROST FUNCTION                                                         |
| I880288 | 用於直接冷卻蓄電池之高效率且環保的冷媒                                                                           |
|         | EFFICIENT AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COOLANTS FOR DIRECT COOLING OF ELECTRICAL ACCUMULATORS |
| I880240 | 收據輸出系統、收據輸出方法、及程式產品                                                                           |
| I880234 | 用於自行車變速器之電子換檔控制裝置                                                                             |
|         | ELECTRONIC SHIFT CONTROL DEVICE FOR A BICYCLE DERAILEUR                                       |
| I880202 | 自行車之培林                                                                                        |
|         | BEARING FOR A BICYCLE                                                                         |
| I880182 | 正極活性物質的製造方法及二次電池                                                                              |
|         | METHOD FOR MANUFACTURING POSITIVE ELECTRODE ACTIVE MATERIAL, AND SECONDARY BATTERY            |
| I880178 | 用於蓄電裝置的電極                                                                                     |
|         | ELECTRODE FOR POWER STORAGE DEVICE                                                            |
| I880166 | 智慧自動化復能訓練裝置及其方法                                                                               |
|         | INTELLIGENT AUTOMATED REHABILITATION TRAINING DEVICE AND METHOD THEREOF                       |
| I879921 | 側行鏈路定位：在往返時間定位與單程時間定位之間切換                                                                     |
|         | SIDELINK POSITIONING: SWITCHING BETWEEN ROUND-TRIP-TIME AND SINGLE-TRIP-TIME POSITIONING      |
| I879873 | 後撥鏈器                                                                                          |
| I879868 | 自行車後撥鏈器                                                                                       |
|         | BICYCLE REAR DERAILEUR                                                                        |
| I879833 | 半導體元件和電子設備                                                                                    |
|         | SEMICONDUCTOR ELEMENT AND ELECTRONIC APPARATUS                                                |
| I879829 | 用於人力交通工具之操作裝置                                                                                 |
|         | OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                    |
| I879786 | 用於用以定位之角度報告的可組態的座標系統                                                                          |
|         | CONFIGURABLE COORDINATE SYSTEM FOR ANGLE REPORTING FOR POSITIONING                            |
| I879724 | 新穎彈性聚氨酯發泡材                                                                                    |
|         | NOVEL FLEXIBLE POLYURETHANE FOAMS                                                             |
| M668877 | 旅遊推薦平台                                                                                        |
| M668870 | 職業代碼推薦系統                                                                                      |
|         | SYSTEM FOR RECOMMENDING OCCUPATIONAL CODES                                                    |
| M668834 | 自行車座管避震結構                                                                                     |
| M668831 | 伸縮座管的抗扭轉結構                                                                                    |
| M668826 | 自行車車輪及自行車輪胎                                                                                   |
| M668782 | 定量注油裝置                                                                                        |
| M668775 | 可替換之自行車固定座結構                                                                                  |
| M668744 | 施工期間動態交通調整系統                                                                                  |
|         | DYNAMIC TRAFFIC ADJUSTMENT SYSTEM DURING CONSTRUCTION                                         |
| M668596 | 情境生成系統                                                                                        |
|         | SCENARIO GENERATION SYSTEM                                                                    |
| M668584 | 自行車立管可調式機構                                                                                    |
| M668579 | 彎把型車把電變機座裝設結構                                                                                 |
| M668574 | 具有評估心理壓力的運動訓練偵測系統                                                                             |
|         | SPORTS TRAINING DETECTION SYSTEM WITH                                                         |

|         |                                                                                                |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | ASSESSMENT OF PSYCHOLOGICAL STRESS                                                             |
| M668538 | 載具之腳踏結構                                                                                        |
|         | PEDAL STRUCTURE OF CARRIER                                                                     |
| M668511 | 自行車快拆裝置                                                                                        |
| M668496 | 座墊管之避震行程調整機構                                                                                   |
| M668494 | 自行車輪圈                                                                                          |
| M668484 | 可固定於座管之打氣筒                                                                                     |
| M668451 | 電動輔助自行車之動力總成                                                                                   |
| M668447 | 兼具坡度自動調節機構的騎行台車架                                                                               |
| M668440 | 鎖槽                                                                                             |
| M668437 | 方便夾持的車載聯動手機支架                                                                                  |
| M668395 | 座墊防護裝置                                                                                         |
| M668369 | 摩托車的車架結構                                                                                       |
| M668364 | 摩托車慣性感測器配置                                                                                     |
| M668362 | 可調角度的機車拉桿組件                                                                                    |
| I879683 | 電池單體模組、用於製造電池單體模組的定位裝置及電池單體模組的製造方法                                                             |
| I879679 | 座墊組件及車輛                                                                                        |
|         | SEAT CUSHION ASSEMBLY AND VEHICLE                                                              |
| I879512 | 使用電漿處理指甲板或皮膚的裝置                                                                                |
|         | APPARATUS FOR TREATING NAIL PLATE OR SKIN USING PLASMA                                         |
| I879505 | 雙電池組件、其控制方法與應用其之自行車                                                                            |
|         | DUAL-BATTERY ASSEMBLY, CONTROLLING METHOD THEREOF AND BICYCLE USING THE SAME                   |
| I879476 | 騎行裝置之騎行功率及狀態的測量裝置及雲端系統                                                                         |
|         | CYCLING POWER AND STATUS MEASUREMENT APPARATUS OF RIDING DEVICE AND RELATED CLOUD-BASED SYSTEM |
| I879474 | 攜車架                                                                                            |
|         | A BIKE RACK                                                                                    |
| I879473 | 一種組合線拉油壓上泵和線拉油壓碟剎                                                                              |
| I879426 | 馬達驅動裝置及其驅動方法                                                                                   |
|         | MOTOR DRIVING DEVICE AND DRIVING METHOD THEREOF                                                |
| I879370 | 內含工具之打氣筒                                                                                       |
|         | AIR PUMP WITH INTERNAL TOOL STORAGE                                                            |
| I879231 | 顯示裝置及托架                                                                                        |
|         | DISPLAY DEVICE AND BRACKET                                                                     |
| I879186 | 配件固定裝置                                                                                         |
|         | ACCESSORY FIXING DEVICE                                                                        |
| I879157 | 用以控制自行車之電子變速之方法                                                                                |
|         | METHOD FOR CONTROLLING ELECTRONIC SHIFTING OF A BICYCLE                                        |
| I879137 | 可調式座管                                                                                          |
| I879128 | 光檢測裝置                                                                                          |
| I879122 | 電子控制裝置                                                                                         |
| I879098 | 非暫態機器可讀媒體                                                                                      |
|         | NON-TRANSITORY MACHINE-READABLE MEDIUM                                                         |
| I879057 | 具有複合非織造織物的衣物                                                                                   |
|         | GARMENT WITH COMPOSITE NONWOVEN TEXTILE                                                        |
| I878929 | 抬頭顯示裝置                                                                                         |
|         | HEAD-UP DISPLAY DEVICE                                                                         |
| I878911 | 走線組件                                                                                           |
| I878895 | 輪轂馬達                                                                                           |
|         | HUB MOTOR                                                                                      |



|         |                                                                                                   |         |                          |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------|
| I878880 | 資訊查詢系統與方法                                                                                         | D237822 | 車架                       |
|         | INFORMATION QUERY SYSTEM AND METHOD                                                               | D237821 | 車架                       |
| I878755 | 來令片背板                                                                                             | D237647 | 輪圈                       |
| I878609 | 固態攝像裝置及電子機器                                                                                       | D237642 | 物流車廂                     |
| I878549 | 硬化性組成物                                                                                            | D237609 | 自行車後變速器                  |
|         | CURABLE COMPOUND                                                                                  |         | BICYCLE REAR DERAILLEURS |
| I878457 | 具有氣囊的保護頭盔                                                                                         | D237608 | 自行車後變速器                  |
|         | PROTECTIVE HELMET WITH AIRBAG                                                                     |         | BICYCLE REAR DERAILLEURS |
| I878389 | 用於自行車傳動器的小齒輪及其製造方法                                                                                | D237416 | 機車後視鏡單孔 USB-C 充電器        |
|         | SPROCKET FOR A BICYCLE DRIVE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME                                     |         |                          |
| I878326 | 光接收元件及電子裝置                                                                                        |         |                          |
|         | LIGHT RECEIVING ELEMENT AND ELECTRONIC DEVICE                                                     |         |                          |
| I878310 | 半導體裝置                                                                                             |         |                          |
| I878246 | 用於雷射處理系統之框架及外部圍板、及相關之雷射處理模組                                                                       |         |                          |
|         | FRAME AND EXTERIOR SHROUDING FOR LASER PROCESSING SYSTEM, AND THE RELATED LASER PROCESSING MODULE |         |                          |
| I878212 | 用於治療精胺酶 1 缺乏症之方法及組合物                                                                              |         |                          |
|         | METHOD AND COMPOSITION FOR TREATING ARGINASE 1 DEFICIENCY                                         |         |                          |
| D238491 | 輪圈                                                                                                |         |                          |
| D238489 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | BICYCLE TIRE                                                                                      |         |                          |
| D238435 | 鏈輪                                                                                                |         |                          |
|         | SPROCKET                                                                                          |         |                          |
| D238419 | 輪圈                                                                                                |         |                          |
| D238396 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D238266 | 自行車鏈條磨損指示器工具                                                                                      |         |                          |
| D238230 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D238229 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D238228 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D238138 | 自行車車架                                                                                             |         |                          |
| D238125 | 車架                                                                                                |         |                          |
|         | FRAME                                                                                             |         |                          |
| D238023 | 腳踏板扣片                                                                                             |         |                          |
|         | PEDAL CLEAT                                                                                       |         |                          |
| D237884 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D237883 | 自行車輪胎                                                                                             |         |                          |
|         | TYRE FOR BICYCLE WHEELS                                                                           |         |                          |
| D237831 | 碟式煞車之卡鉗本體                                                                                         |         |                          |
|         | CALIPER BODY OF DISC BRAKE                                                                        |         |                          |
| D237829 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237828 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237827 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237826 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237825 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237824 | 車架                                                                                                |         |                          |
| D237823 | 車架                                                                                                |         |                          |