

# 自行車暨健康科技季刊

Cycling & Health Tech Industries

- 以頻譜分析探討前叉吸震與振動傳遞特性
- 騎乘即時數據蒐集與顯示技術應用與發展
- 自行車電子部件協議共通化
- AI視覺影像辨識分析技術
- EN17860-4測試項目介紹
- 電輔公路車性能評價技術
- 糖尿病併發症預防相關研究



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。



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



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

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

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

ISSN 2411-3158

季出刊



## 運動科技專欄

01 以頻譜分析探討前叉吸震與振動傳遞特性

王暄皓



08 騎乘即時數據蒐集與顯示技術應用與發展

吳佳穎



14 自行車電子部件協議共通化

陳星宇



20 AI視覺影像辨識分析技術

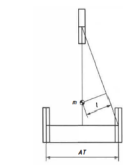
趙英宏



## 檢測驗證專欄

26 EN17860-4測試項目介紹

施佳瑩



33 電輔公路車性能評價技術

孫政豐



## 健康專欄

39 糖尿病併發症預防相關研究

竇文欣



中華民國 九十一年二月創刊 / 第一三〇期

法律顧問 / 英典法律顧問

發行單位 / 財團法人自行車  
暨健康科技工業研究發展中心

發行人 / 白政忠

總編輯 / 李金揚

編輯委員 / 蔡博名、陳中杰、劉志彥、賴永琛、  
陳淳和、陳維隆

執行編輯 / 陳俐安

網站編輯 / 陳俐安

地址 / 台中市台中工業區37路17號

電話 / 04-23501100

傳真 / 04-23590743

網址 / [www.tbnet.org.tw](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)

PS. 執行編輯 / 陳俐安

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

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

登記證字號：

台灣郵政中台字第1637號

台灣郵政中台免字第4859號執照

登記為雜誌類

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

# 以頻譜分析探討前叉吸震與振動傳遞特性

目前自行車前叉的實際騎乘表現，多半仍仰賴騎手透過舒適度與操控感等主觀體感進行評論，但容易受到個人經驗與騎乘習慣影響，較缺乏可重複比較的客觀量化依據。本研究利用加速度訊號與頻譜分析，以 ASD、振動傳遞率及 band-limited RMS 等指標量化自行車前端振動特性，觀察不同頻率下振動的衰減與放大現象。未來預計進一步結合騎乘者主觀感受問卷，可望建立振動特性與實際騎乘感受之間的關聯，更精確描述不同前叉產品的調校取向與使用特性。

文/運科部 王暄皓

## 一、研究背景

登山車運動於 1980–1990 年代快速發展，避震前叉也逐漸成為重要配備。1990 年 RockShox RS-1 在登山車世界錦標賽亮相，可視為現代避震前叉發展的重要節點之一。隨著技術進展，現代產品已形成由彈簧、氣室與液壓阻尼等元件共同作用的複雜機械系統。不同的彈簧與阻尼設計，使前叉在不同路面衝擊與騎乘條件下呈現不同動態反應。然而，規格表上的行程、氣壓與阻尼設定並不容易直接轉換成騎乘者實際感受到的差異，因此前叉性能仍經常透過試騎與主觀騎感進行評價。

主觀騎感具有重要的實際意義，但若要进一步了解各款前叉如何作用，仍需要可量化的客觀資訊。本研究利用加速度感測器記錄實車通過不平整路面時前叉與龍頭的振動訊號，透過頻譜分析觀察不同頻率下的振動分布與傳遞情形，並比較不同前叉組、騎行速率與避震模式的振動反應。

## 二、研究方法

為了觀察路面振動經由前叉向車手端傳遞的過程，本研究選用兩台市售成車，

分別搭載 A 牌與 B 牌電子避震前叉（以下簡稱為 A 牌前叉組與 B 牌前叉組）。兩車皆無後避震機構，本研究主要聚焦於自行車前端的振動反應，因此車架、輪組及其他整車結構所造成的差異不另行拆解分析。我們分別在前叉靠近輪軸處及龍頭安裝慣性量測單元（IMU），記錄騎乘過程中的加速度訊號。



圖一、IMU 安裝位置示意圖

前叉下端的感測器用來描述路面激振傳入車輛前端後的振動狀態，龍頭感測器則記錄振動經過前叉後，傳遞至騎乘者手部附近的振動反應。

實車測試於車輛研究測試中心 (ARTC) 的標準不良路 (又稱比利時路面) 進行。此類不規則石塊路面可在相對一致且可重複的環境下產生粗糙路面激振，因此長期被運用於車輛懸吊、底盤及耐久性能測試。



圖二、標準不良路

實驗採三因子、二水準的重複量測設計，測試條件包括兩種前叉組 (A、B)、兩種騎行速率 (10 km/h、20 km/h) 及兩種避震模式 (Pedal、Open)，共 8 種測試條件。共有 6 名具一年以上自行車騎乘經驗的參與者進行測試，參與者體重相近，並於測試路段全程採坐姿騎乘，以降低不同騎乘姿勢造成的額外變異並避免使用身體吸收衝擊。

### 三、數據前處理

實車量測取得的原始加速度訊號須先進行資料品質檢查與座標校正。我們由每次騎乘資料中擷取連續 60 秒作為分析區段，並避開起步、減速或其他明顯非穩定騎乘區段；並檢查各筆資料的削波率 (clipping ratio)，避免感測器超出量測範圍所造成的峰值截斷與頻譜失真。

此外，由於安裝在前叉與龍頭 IMU 之 z 軸方向並不同於實際的鉛直方向，本研

究利用車輛靜止時量測到的重力向量作為鉛直方向參考，並以 Rodrigues 旋轉公式建立三維旋轉矩陣，將各 IMU 的局部座標系旋轉至統一的地面座標系。完成座標校正後，再將各筆加速度訊號去除平均值，以移除重力所形成的直流成分及其他固定偏移，最後僅保留校正後的 z 軸加速度，作為後續振動強度與頻譜分析的主要訊號。

### 四、功率譜密度分析

完成訊號前處理後，可以進一步將時域加速度轉換至頻域，以觀察振動能量分布於哪些頻率。講到頻譜分析，通常會直接想到快速傅立葉轉換 (Fast Fourier Transform, FFT)，但對不規則路面所產生的隨機振動而言，單次 FFT 結果容易受到瞬間衝擊影響，而產生較大的頻譜波動。

因此，本研究採用 Welch method 計算功率譜密度 (Power Spectral Density, PSD)，將訊號切分為多個重疊區段後分別計算頻譜再平均。我們使用的 IMU 取樣率為 200 Hz，Welch PSD 設定為 4 秒 segment、50% overlap、Hann window 及 constant detrend，並採用單邊功率譜密度輸出。每個 segment 含 800 筆資料，頻率間距為 0.25 Hz；依 Nyquist theorem，PSD 輸出範圍為 0–100 Hz。在後續比較與圖表呈現時，本研究主要關注 0.5–80 Hz。此範圍參考 ISO 2631-1 對人體 whole-body vibration 之健康、舒適與感知所考慮的頻率區間；本研究僅將其作為關注頻率範圍的參考，並未進一步套用 ISO 2631-1 的頻率加權，因此分析結果不

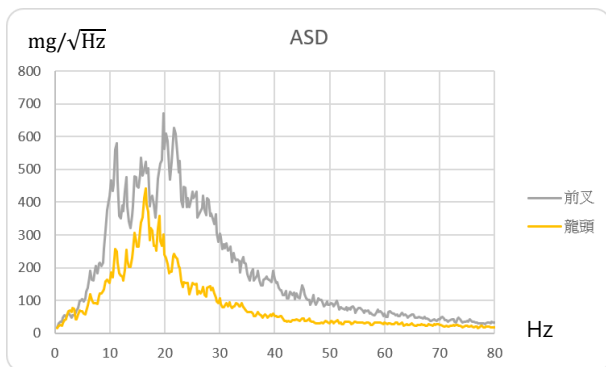
等同於依該標準進行的人體舒適性或振動暴露評估。

參數確定以後，以 Python SciPy 套件中的 `scipy.signal.welch()` 函式批次計算 PSD。由於 PSD 單位為  $\text{mg}^2/\text{Hz}$ ，為了方便圖形判讀，我們再將各頻率的 PSD 開平方，轉換為振幅譜密度 (Amplitude Spectral Density, ASD)：

$$ASD(f) = \sqrt{PSD(f)}$$

單位為  $\text{mg}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，回到與加速度一次方相關的尺度，更容易直觀比較前叉與龍頭在各頻率下的振動大小。

我們來看一個例子。下圖為其中一位騎士以時速 10 公里、騎乘 A 牌前叉組並設定為 pedal 模式下的 ASD 圖：



圖三、振幅譜密度圖

其中橫軸為頻率，縱軸為振幅譜密度。我們可以看出，在幾乎所有頻率下，龍頭處的振幅譜密度均低於前叉下端，顯示振動經由避震前叉已經衰減。在本測試條件下，龍頭端 ASD 多數頻率低於前叉下端；其因果仍須排除結構、姿態與量測位置等因素。

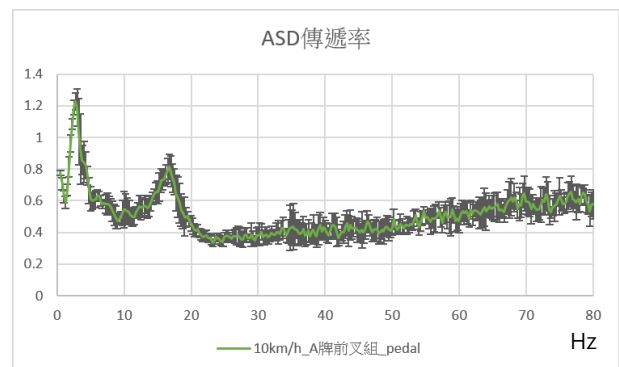
## 五、振動傳遞率分析

上面的圖看起來很漂亮，但具體來說，振動衰減多少呢？我們可以接著計算振動傳遞率 (transmissibility)，在每一個頻率分別計算兩者的比值：

$$F(f) = \frac{ASD_{\text{龍頭}}(f)}{ASD_{\text{前叉}}(f)}$$

傳遞率等於 1，代表龍頭與前叉在該頻率的振動幅度相當；小於 1 表示振動衰減，大於 1 則表示該頻率的龍頭振動相對放大。

我們先計算各騎士於各條件下的傳遞率，再將相同測試條件下 6 位騎士的結果於各頻率取平均。同樣來看一個例子，條件仍為時速 10 公里、騎乘 A 牌前叉組並設定為 pedal 模式，ASD 傳遞率圖如下：



圖四、ASD 傳遞率圖

如圖所示，多數頻率的傳遞率小於 1，但約 2–3 Hz 附近曾出現大於 1 的情形。由圖三可見，此頻段之前叉端振動幅值相對較小；由於本研究未設定最低輸入振幅門檻，逐頻相除所得的比值可能受到小分母影響而變得不穩定。因此，該頻段的局部峰值僅作為描述性結果呈現，尚不能據此判定振動確實受到放大、發生結構共振或能被騎手感知。這也顯示前叉的振動衰減

並非在所有頻率下都具有相同效果，因此傳遞率頻譜比單一整體 RMS 更能呈現系統的頻率依賴特性。

## 六、統計與比較

若要進一步比較不同實驗條件對整體振動強度的影響，仍需要將頻譜資訊轉換為可供統計分析的單一指標。因此，本研究由 Welch PSD 計算 0.5–80 Hz band-limited RMS：

$$a_{RMS} = \sqrt{\sum_{f=0.5}^{80} PSD(f)\Delta f}$$

整合 0.5–80 Hz 範圍內所有頻率成分的總體振動強度，以利後續統計分析。

接著，針對每名騎手的每一測試條件，分別計算龍頭端與前叉下端的 band-limited RMS，並以下式計算該次騎乘的 RMS 傳遞率：

$$T_{RMS} = \frac{a_{RMS,龍頭}}{a_{RMS,前叉}}$$

當  $T_{RMS} < 1$  時，表示龍頭端在 0.5–80 Hz 範圍內的整體振動小於前叉下端；當  $T_{RMS} > 1$  時，則表示龍頭端的整體振動較大。RMS 傳遞率與前述逐頻 ASD 傳遞率用途不同：ASD 傳遞率用於呈現各頻率的衰減或放大情形，RMS 傳遞率則將整個分析頻帶濃縮為單一整體指標。

由於同一騎手重複完成不同測試條件，各筆資料並非彼此獨立，因此本研究採用線性混合模型 (Linear Mixed Model, LMM) 進行分析。每名騎手於每一測試條件先計算 0.5–80 Hz RMS 傳遞率，再取自

然對數作為模型的依變項。模型可簡記為：

$$\ln(T_{RMS}) = \text{前叉組別} \times \text{避震模式} \\ \times \text{騎行速率} + \text{騎手隨機截距}$$

模型將前叉組別、避震模式、騎行速率及其交互作用設為固定效應，並將騎手設為隨機截距，以處理同一騎手重複量測所產生的資料相關性；未另外設定更複雜的受試者內共變異結構。模型以限制最大概似法 (restricted maximum likelihood, REML) 估計，各固定效應以 Wald  $\chi^2$  檢定。由於三項因子皆為二水準，各主效應與交互作用的檢定自由度均為 1。

本研究未進行額外的事後成對比較，表中  $p$  值亦未針對同時檢驗多項主效應與交互作用進行多重比較校正。因此，統計結果主要用於探索不同測試條件是否可能與 RMS 傳遞率的系統性變化有關，不作為確證性推論或產品優劣的單一判定依據。

本研究僅納入 6 名騎手，且每名騎手於每一條件僅完成一次騎乘，無法將條件效果與單次騎乘所產生的隨機變異完全分離。實際路面振動亦可能受到騎乘軌跡、姿勢、握把方式及量測處理程序影響。因此，接近顯著水準的結果應審慎解讀，並搭配模型估計值、交互作用圖及 ASD 傳遞率頻譜進行綜合判讀。

統計結果如表一所示：

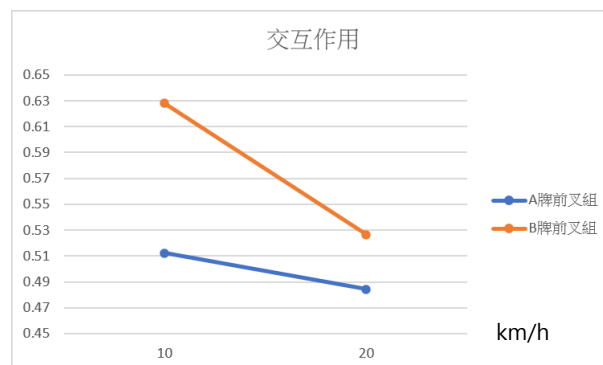
表一、統計分析結果

| 效果              | Wald $\chi^2$ | p 值   | 顯著性 |
|-----------------|---------------|-------|-----|
| 前叉組             | 84.92         | <.001 | *** |
| 避震模式            | 5.02          | 0.025 | *   |
| 速率              | 55.31         | <.001 | *** |
| 前叉組 × 避震模式      | 0.91          | 0.341 |     |
| 前叉組 × 速率        | 14.99         | <.001 | *** |
| 避震模式 × 速率       | 0.10          | 0.751 |     |
| 前叉組 × 避震模式 × 速率 | 0.01          | 0.926 |     |

前叉組別、避震模式與騎行速率皆呈現顯著主效應。整體而言，A 牌前叉組的 RMS 傳遞率低於 B 牌；20 km/h 的傳遞率低於 10 km/h；open 模式的 RMS 傳遞率略低於 pedal 模式，但兩者差異幅度較小，且模式與前叉組別或騎行速率皆未呈現顯著交互作用，因此其實際影響仍宜保守解讀。

值得關注的是，前叉組別與騎行速率之間有顯著交互作用，表示騎行速率改變時，A、B 兩前叉組的 RMS 傳遞率並非以相同程度變化，因此前叉組別與速率的主

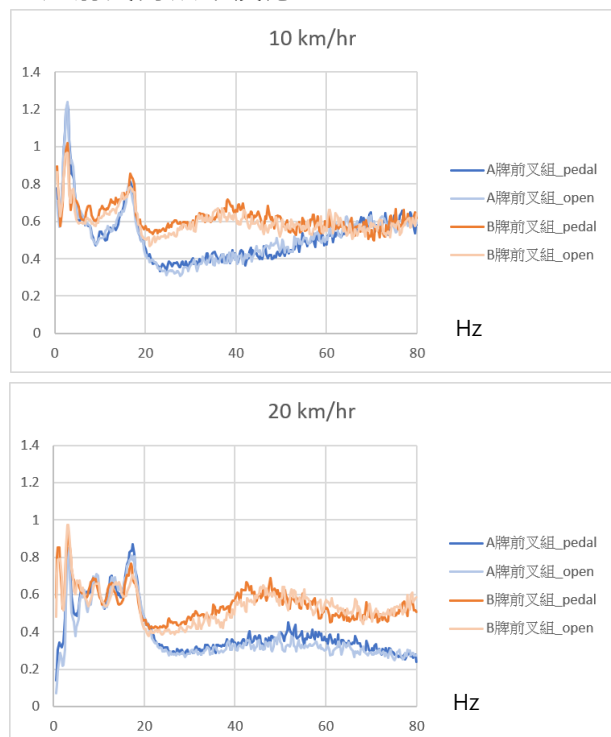
效應不能完全獨立解讀。為了更直觀呈現此結果，我們將避震模式取邊際平均，利用線性混合模型的估計邊際平均值 (estimated marginal means) 繪製交互作用圖：



圖五、前叉組別與騎行速率對 0.5–80 Hz RMS 傳遞率之交交互作用

由圖五可以看到，騎行速率由 10 km/h 提高至 20 km/h 時，A 牌前叉組的估計 RMS 傳遞率由約 0.512 降至 0.484，B 牌前叉組則由約 0.628 降至 0.527。兩組皆隨騎行速率增加而降低，但 B 牌的下降幅度較大，使 A、B 兩組在 20 km/h 時的差距較 10 km/h 時縮小。這就是統計模型中「前叉組別 × 騎行速率」交互作用所代表的意義。

至於差異究竟發生在那些頻率呢？我們回到 ASD 傳遞率頻譜，觀察不同速率下兩組前叉的頻率反應：



圖六、不同騎行速率下 A、B 前叉組之 ASD 傳遞率

從頻譜可以發現，A、B 兩組之間的差異並非均勻分布於所有頻率。10 km/h 時，A 牌前叉組在多數頻率呈現較低的傳遞率，但約 0.5–5 Hz 的低頻區間則呈現不同趨勢；提高至 20 km/h 後，兩組的頻譜關係亦隨之改變。這表示騎行速率不僅影響整體 RMS 傳遞率，其影響也具有明顯的頻率依賴性。

到這裡，我們不能急著下結論，認為 A 牌前叉組優於 B 牌前叉組。確實在絕大多數頻段，A 牌前叉組的傳遞率均低於 B 牌或沒有差異。但當騎行速率為 10km/h 且在 0.5–5Hz 頻段時，A 牌前叉組的傳遞率就高於 B 牌，而該頻段可能與人體感知較相關；本文未進行人體頻率加權或主觀感知驗證，

故不據此判定可感知程度。並且，傳遞率比較「低」，並不代表某支前叉組比較「好」。不同前叉的設計目的與預設使用情境可能不同，避震系統本身也是吸震、支撐性、循跡性、踩踏效率與操控回饋等多項性能之間的折衷。例如，較高的順應性可能有助於降低傳遞至騎乘者的振動，卻也可能帶來較明顯的前叉作動與不同的操控感受；較強的支撐或阻尼設定則可能保留較直接的路面回饋，但不一定能得到最低的振動傳遞率。

此外，比利時路面只代表特定的粗糙路面激振，可能恰好符合某一前叉的設計情境，不能代表其他路況下仍具有相同優勢。因此，本研究的 ASD、振動傳遞率與 band-limited RMS 較適合被視為描述前叉與整車「振動特性」的客觀量測工具，而不是直接評定產品優劣的分數。未來若能加入舒適度、衝擊感、支撐性與操控回饋等主觀問卷，與客觀數據分析相互比對，將更有助於建立客觀振動數據與實際騎乘感受之間的關聯。

## 七、結論

透過加速度量測與頻譜分析，自行車前叉的振動表現可以由原本較依賴騎手體感的描述，進一步轉化為可量化、可比較的客觀數據。ASD 可呈現振動能量在不同頻率下的分布，振動傳遞率則能觀察振動由前叉傳至龍頭後，在各頻率上的衰減或放大情形；搭配 band-limited RMS 與統計分析，也能進一步比較不同騎乘條件與系統設定下的整體振動差異。

然而，振動衰減只是前叉性能的一個面向，並不能單獨代表舒適性、操控性或產品優劣。未來若能結合不同路況下的客觀振動量測，以及騎手對舒適度、支撐性、路感與操控回饋的主觀評價，將更有機會建立振動特性與實際騎乘感受之間的關聯，進而更完整地描述不同前叉的設計取向與產品特性。

#### 參考文獻：

International Organization for Standardization. (1997).

*Mechanical vibration and shock—Evaluation of human exposure to whole-body vibration—Part 1: General requirements* (ISO Standard No. 2631-1:1997).

<https://www.iso.org/standard/7612.html>

Laird, N. M., & Ware, J. H. (1982).

Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics*, 38(4), 963–974.

<https://doi.org/10.2307/2529876>

Lynch, K. M., & Park, F. C. (2017).

*Modern robotics: Mechanics, planning, and control*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781316661239>

Marin Museum of Bicycling. (n.d.).

*The RockShox duo: Paul Turner*

and Steve Simons.

<https://mmbhof.org/mountain-bike-hall-of-fame/the-rockshox-duo-paul-tuner-and-steve-simons/>

Texas Instruments. (2004). AN-236:

*An introduction to the sampling theorem* (Application Report SNAA079C, Rev. C).

<https://www.ti.com/lit/an/snaa079c/snaa079c.pdf>

Welch, P. D. (1967). The use of fast

Fourier transform for the estimation of power spectra: A method based on time averaging over short, modified periodograms. *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, 15(2), 70–73.

<https://doi.org/10.1109/TAU.1967.1161901>

財團法人車輛研究測試中心. (n.d.). 標準

不良路.

<https://www.artc.org.tw/tw/technology/proving-ground/6>



# 騎乘即時數據蒐集與顯示技術應用與發展

在全球自行車與運動科技產業快速轉型的今日，訓練模式已逐漸從傳統的「憑感覺」向數據化、科學化的方式邁進。本文將深入探討騎乘運動中「即時數據蒐集與顯示技術的應用與發展」，將涵蓋結合實際路騎反饋的運動生理學數據追蹤原理、車載感測器應用、與數據蒐集呈現系統的市場趨勢，乃至國家級「自行車戰情室」系統的建置與實戰驗證。同時，藉由現有即時騎乘數據蒐集顯示戰情室之競品說明與比較，剖析台灣自主研發系統的競爭優勢，並探討運動科技如何從競技頂層擴散至大眾市場，如推動智慧飛輪教室普及，藉此全面提升騎乘科技的受眾人口與產業附加價值。

文/運科部 吳佳穎

## 一、騎乘運動數據蒐集之演進與產業智慧化轉型

自行車運動的數據紀錄經歷了漫長的演進。早期的騎乘數據僅限於機械式碼表紀錄秒數及計算速度，隨後心率帶的普及讓運動員得以窺探心血管系統的負荷。直到 ANT+ 與藍牙低功耗技術的成熟，功率計與踏頻等騎乘數據感測器成為專業騎乘的標配，騎乘運動正式進入「數據化」時代。然而，過去的數據蒐集多屬於「事後分析」，教練與選手必須在訓練結束後，將數據上傳至雲端平台才能進行檢討。這種時間差導致教練無法在訓練當下根據選手的生理狀態進行即時的課表調整，容易造成過度訓練或訓練刺激不足。

為了解決即時監控的痛點，物聯網 (IoT) 技術被大量導入自行車產業。現代的騎乘數據蒐集已不再侷限於單一維度，而是強調「異質感測數據」的同步串接。這意味著系統必須依實務需求以低延遲機制，同時接收來自基礎騎乘數據 (功率、踏頻、速度)、運動生理 (心率、核心體溫)、甚至生物力學 (肌電訊號) 等真實數

據。這些龐大的數據必須透過邊緣運算與低延遲的無線傳輸技術，即時匯集至中央控制台。這種「秒級同步」的技術能力，正是推動現代「騎乘資訊戰情室」概念發展的核心基石。

## 二、騎乘幾何設定與數據分析

在探討進階戰情室系統之前，必須先理解騎乘數據蒐集的底層邏輯與運動生理、生物力學基礎。騎乘姿勢與車體幾何的微調，對於騎乘者的能量消耗、肌肉啟動與運動傷害風險皆有重要的影響。

座墊高度的設定是騎乘幾何中最關鍵的參數之一。根據過去的研究文獻，自行車座墊高度的變化會直接影響膝關節受傷的風險以及整體的騎乘表現。在實務測量與設定上，學界提出了多種參考方法：

- Hamley and Thomas, 1967：建議將座墊高度設定為大轉子高度 (trochanteric height) 的 109%。此方法在後續許多的研究中被證實能有效提升騎乘效率。
- Burke, 2002：建議座墊高度應為恥骨

結節至地面長度的 113%，或是跨下長度的 88.3%。

- **Shennum, 1976**：建議坐墊到踏板距離為坐骨結節到地面的高度的 113%。
- **Holmes et al., 1994**：在踏板位於下死點時，**膝關節**的屈曲角度應維持在 25 度至 35 度之間，以降低實際騎乘時下肢過度使用所造成的關節壓迫與傷害。

座墊高度不僅影響關節角度，更直接決定了實際騎乘的運動效益。相關研究指出，當座墊高度設定為 100 %到 103 %跨高的坐墊高度時，騎乘者有較低的攝氧量，且 103 %到 104 %跨高的坐墊高度時，騎乘者可最大限度地降低氧耗，顯示上述狀態的踩踏最為省力 ( Nordeen-Snyder, 1977 )。此外，與 95 %和 105 %相比，100 % 的大轉子長度的坐墊高有較低的攝氧量 ( Peveler & Green, 2011 )。這些基於真實踩踏的運動生理學數據，為即時數據蒐集系統提供了判斷疲勞與效率的絕對科學基準。

在肌肉啟動方面，即時肌電訊號 ( EMG ) 的追蹤是現代運動科技的核心。文獻表明，當座墊高度設定為坐骨粗隆至地面的 120% 時，相較於 102% 和 113% 的設定，腓腸肌、比目魚肌、股直肌和股二頭肌的肌肉活動量會顯著增加 ( Ericson et al., 1985 )。另一項研究則發現，座墊高度設定為大轉子長度的 95%時，股四頭肌及膕繩肌肌電訊號表現優於 100%的設定 ( Jorge & Hull, 1986 )。上述這些研究皆為即時數據蒐集系統提供了絕對的科學基

準，更是建構進階戰情室系統「疲勞風險預判」功能的重要底層邏輯。

早期的關節角度量測多依賴量角器、測量尺及公式計算等靜態工具。然而，現代的數據蒐集系統已全面轉向動態追蹤。目前主要應用的感測技術包括：

- **2D/3D 影像動作分析系統**：透過攝影機記錄騎乘動作，建立精確的三維人體模型，提供全方位的動態角度數據。
- **慣性測量單元 ( IMU ) 感測器**：透過微機電系統技術，IMU 可直接穿戴於騎乘者身上，即便在戶外顛簸路面，也能即時捕捉三維空間中的加速度與角速度變化，具部署便利性等特性。

### 三、自行車戰情室系統建置與驗證規劃

為落實科學化訓練並將感測技術落地，本中心執行「新興運動科技創新技術發展與服務應用研發計畫」，以即時掌握選手騎乘狀態、提升訓練品質，並建置具備國際水準的實戰驗證場域為核心目標，並選定於國內唯一獲得國際自行車聯盟 ( UCI ) 認證的標準場域——臺中市立自由車場為驗證場域。

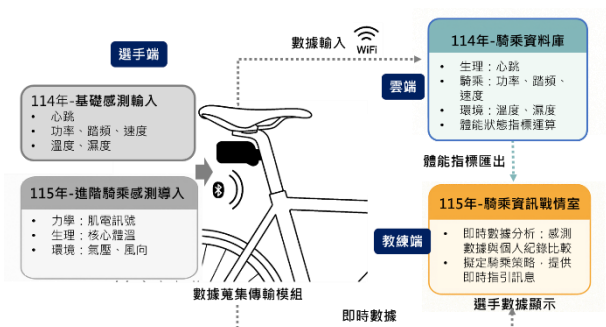
第一階段為數據蒐集環境建置。主要完整整合選手在實際騎乘過程中的即時心跳、功率、踏頻、速度，以及場地的溫度與濕度等資訊。除了基礎數據，更進一步導入呼吸頻率、核心體溫與肌電訊號 ( EMG ) 等進階感測技術，並實現秒級的同步串接。藉由偵測進階騎乘數據，可追蹤主要肌群的活化時序與強度，辨識肌群的協調性與疲勞傾向。這些基於真實路騎

數據，持續累積於 20 名選手的專屬訓練紀錄中，並結合學理開發體能指標分析模組，建立起個人的「騎乘資料庫」，提供高度個人化的歷史數據追蹤。



圖一、數據蒐集環境建置示意圖

第二階段為自行車騎乘戰情室系統建置。此階段的核心在於建置專屬教練的即時數據看板，將龐大的感測數據與戰術情境進行整合，讓教練能同時監控多位選手的訓練狀態與課表執行情形。看板介面支援高自主性的操作設計，教練可依據當下不同的訓練類別自選顯示數據，並自由動態切換各項數據指標的視覺權重。透過整合多位選手的即時資料，再搭配天氣、風向等訓練環境資訊，戰情室能提供直觀的可視化比對與即時指令建議，進而作為教練在場邊進行戰略控制及戰術決策支援的堅實依據。



圖二、自行車騎乘戰情室系統建置示意圖

而第三階段為選手訓練導入與實戰驗證。目前的實測規模已涵蓋 3 位國家級教練以及 20 位現役自由車選手（其中包含 4 位亞運培訓隊選手）。本階段的最終目標是透過整合上述的生理感測訊號，協助教練即時分析訓練數據，以全力支援全國運動會（全運會）及亞洲運動會（愛知-名古屋亞運）之備戰訓練。透過系統提供即時可視化、易判讀的顯示方式，讓教練可依據選手騎乘的數據變化趨勢，判斷選手的疲勞與負荷狀況，進而動態調整訓練課表，可望協助辨識選手訓練之負荷與異常狀態，以提升戰術執行效率與騎乘表現的穩定性。

#### 四、自行車戰情室系統建置介紹

傳統的訓練多依賴教練使用「傳統計時碼表」紀錄選手騎乘單圈秒數，並搭配過去經驗進行指導；為了往數據化、科學化訓練方式優化，戰情室系統則實現即時整合及異質感測數據串接與監控：

- **基礎騎乘數據：**系統整合選手在騎乘過程中的即時功率、心率、踏頻、速度等表現數據。
- **進階生理數據：**透過進階的穿戴式感測技術，系統進一步整合了肌肉肌電訊號與核心體溫等進階生理參數。例如，在選手的上臂、上背、腿部及臀部等關鍵發力肌群配置肌電訊號感測器，即時回傳肌肉放電狀態。這些深度的數據整合，為建立完善的選手訓練紀錄與疲勞監控奠定了堅實的科學基礎。
- **即時環境資訊：**溫度、濕度、風向、風速、氣壓等。

為了讓教練能在場邊即時處理龐大的數據，計畫開發專屬的「情境式戰情看板」，

並包含以下功能：

- **即時監控與動態權重切換**：戰情看板提供教練查看多位選手狀態的整合介面，即時掌握訓練強度、體能反應與課表執行情形。系統支援動態權重切換，教練可以依據當下的訓練類別，自由切換各項數據指標的顯示權重，聚焦關鍵資訊。
- **疲勞風險預判與異常預警**：透過即時動態疊圖與兩次訓練結果的比較（如心率基準與比較曲線），並具備疲勞風險顯示功能。當偵測到「心率過高」、「功率下降」、或「肌肉負荷升高」等異常狀況時，系統會主動觸發亮燈警示標誌。這項功能可協助教練即時判斷選手狀況，作為動態調整訓練課表的科學依據，將訓練從「憑感覺」正式升級到極致的「科學化」層次。

## 五、現有即時騎乘數據蒐集顯示戰情室競品說明與比較

隨著室內騎乘與數據訓練的風氣興起，全球市場上已存在多款訓練軟體與數據平台。為突顯本中心開發之「自行車戰情室」系統的獨特價值與技術突破，本節針對現有之主要競品進行深度說明與比較分析。現有市場主要競品分類包含：

- **虛擬騎乘與室內互動平台（如：Zwift, Rouvy, MyWhoosh）**：以一般大眾與業餘愛好者為主要客群。其**核心優勢**在於將騎乘台的「功率」與「速度」數據轉化為虛擬世界中角色的移動，具備極高的遊戲化、社交互動性與電競潛力。其介面設計多為「騎士第一人稱視角」。數據僅限於螢幕角落的功率、心率與踏頻。這類平台缺乏為教練設計

的「監控儀表板」，無法讓教練在單一畫面中以專業圖表同時監控多名選手的生理趨勢。此外，這類系統在 115 年 8 月底技術盤點時發現尚無法接收與處理肌電訊號或核心體溫等進階生理數據。

- **騎乘數據分析平台（如：TrainingPeaks, Garmin Connect）**：該類系統以專業教練、職業車隊的核心工具。專注於「事後」的長期大數據分析。教練透過計算訓練壓力分數（TSS）、體能狀況（CTL）與疲勞度（ATL），來進行長期的週期化訓練安排。但本質上多為「非即時顯示」的分析工具。選手必須結束訓練並上傳檔案後，教練才能看到數據，並進行分析。它們並非為了在訓練當下提供監控所設計，缺乏「即時性」與「主動預警」機制，無法在選手即將力竭的瞬間給予教練介入的機會。
- **商用團體飛輪監控系統（如：Spivi, Myzone）**：商用連鎖健身房、飛輪團課。透過大螢幕**同時**顯示多名學員的即時心率或功率區間，並透過顏色轉換鼓勵學員達到特定的努力程度。且具備「多人即時監控」的雛形，但該類型軟體主要應用情境及主要目的為「娛樂」與「激勵」。系統不具備複雜的動態疊圖分析、疲勞預判，且尚無法整合異質生理感測器。

表一、現有競品說明與比較

|      | 虛擬騎乘與室內互動平台       | 騎乘數據分析平台            | 騎乘資訊戰情室                              |
|------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 感測範圍 | 功率、心跳、踏頻、速度       | 功率、心跳、踏頻（部分具 AI 分析） | 多樣態感測整合：功率、心跳、踏頻、速度、呼吸、肌電訊號、環境因子     |
| 即時顯示 | 單人或多人虛擬比賽畫面，娛樂化呈現 | 以單人數據記錄為主，偏向賽後分析    | 可視化戰情室：多名選手（4人）即時同步呈現                |
| 數據應用 | 偏重訓練趣味性、社群互動與紀錄   | 偏重訓練紀錄、功率曲線、賽後分析與規劃 | 即時決策支援：結合歷史資料庫，轉化為體能指標，支援教練戰術與訓練調整   |
| 使用場域 | 室內騎乘與娛樂化訓練        | 個人訓練數據管理、教練與選手分析工具  | 競技場域導向：訓練場館與比賽現場，服務教練與選手             |
| 特色   | 偏娛樂化，缺乏進階感測與決策支援  | 偏個人化與數據管理，缺乏即時多人監控  | 整合平台：多感測 + 多人即時監控 + 教練決策支援，實踐數據化競技應用 |

綜合上述競品分析，本計畫所開發的「自行車戰情室」系統成功填補了現有市場在「進階競技即時監控」領域的空白，具備以下三大優勢：

- **資料維度與感測深度：**虛擬騎乘與室內互動平台仍停留在功率與心率等基礎數據時，戰情室系統已突破性地實現了「秒級同步」的異質進階感測整合。系統能同時擷取肌電訊號（EMG）與核心體溫。這意味著教練的決策依據從傳統的「機械輸出結果（功率）」深入到了「人體神經與代謝系統（肌肉啟動順序與活性）」的層次，這在現有商用軟體尚未完成的。
- **教練決策的即時多人架構：**相較於市售訓練軟體的事後分析，戰情室提供即時監測的教練視角。在自由車場的實測中，系統能同時在平板上流暢渲染 4 名選手的即時動態折線圖與長條圖。教練無需多個畫面中切換，即可直觀掌握整個車隊的訓練狀態，這種專

為「專業教練實地訓練」打造的介面，更加符合競技場域即時騎乘數據蒐集應用之需求。

- **主動式預警機制：**現有的商用系統多半只是單純的「數據顯示器」，解讀數據的重擔完全落在教練身上。戰情室系統則導入了智慧化的疲勞預判邏輯，主動監控多變數之間的關聯性。一旦達到預設臨界值，系統的「主動異常預警」功能會立即發出視覺亮燈提示，協助教練快速判讀選手即時騎乘狀態，以提升訓練效益。

## 六、總結

從注重基礎動力學、運動生理與力學的實際路上騎乘數據分析，擴展至結合物聯網（IoT）與智慧化穿戴裝置的即時監測應用；從國家級自由車場內整合肌電訊號與核心體溫、輔助賽事備戰的「自行車戰情室」，到進入國民運動中心、協助場域營運的「智慧功率飛輪教室」，即時數據蒐集與顯示技術正逐步深化並改變騎乘運動的發展樣貌。

本文透過產業現況的探討與競品比較，呈現了自主研發系統在「異質進階感測整合」與「教練導向主動預警」上的差異化特色與發展潛力。未來，隨著人工智慧（AI）與邊緣運算技術的日漸成熟，期盼這些來自真實騎乘的即時數據能協助建構出更適配的個人化預測模型。這不僅有助於穩健提升自行車競技表現與科學化訓練的安全性，更期望能透過技術的模組化與跨業擴散，為台灣運動科技與自行車產業鏈的轉型，帶來實質的經濟與健康效益。

## 七、參考文獻

1. Hamley, E. J., & Thomas, V. (1967). Physiological and postural factors in the calibration of the bicycle ergometer. *The Journal of physiology*, 191(2).
2. Burke, E. R. Perfect positioning (2002) In: Burke ER, editor. *Serious cycling. Champaign (IL): Human Kinetics*, 235-45.
3. Shennum, P. L. (1976). The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work. *Medicine and science in sports*, 8(2), 119-121.
4. Holmes, J. C., Pruitt, A. L., & Whalen, N. J. (1994). Lower extremity overuse in bicycling. *Clinics in sports medicine*, 13(1), 187-205.
5. Nordeen-Snyder, K. S. (1977). The effect of bicycle seat height variation upon oxygen consumption and lower limb kinematics. *Medicine and science in sports*, 9(2), 113-117.
6. Peveler, W. W., & Green, J. M. (2011). Effects of saddle height on economy and anaerobic power in well-trained cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 629-633.
7. Ericson, M. O., Nisell, R., Arborelius, U. P., & Ekholm, J. (1985). Muscular activity during ergometer cycling. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 17(2), 53-61.
8. Jorge, M., & Hull, M. L. (1986). Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. *Journal of biomechanics*, 19(9), 683-694.



# 自行車電子部件協議共通化

隨著自行車電子化程度逐步提升，電子部件之間的整合與跨品牌互通已成為產業發展的重要課題。現行自行車電子部件因各廠商採用不同的通訊協議與資料格式，導致不同品牌產品難以相互搭配，亦限制電子系統進一步整合的可能性。為解決此問題，自行車公會與本中心共同召集國內相關廠商成立「共通協議聯盟」(CCPA, Cycling Common Protocol Alliance)，以建立自行車電子部件之共通通訊架構。本計畫經評估後選定 CAN Bus 作為主要通訊方式，並針對通訊架構、封包格式及部件間資訊交換方式進行規劃。目前共通協議已涵蓋 23 項部件的通訊內容，並逐步導入控制器、電池、車表、雷達、電子變速器、電子前叉避震及電子座管等產品。同時透過 SDK 及測試治具，協助廠商降低協議導入與產品驗證的技術門檻，提升開發及整合效率。目前聯盟已有 32 家會員廠商加入，並透過推廣服務、技術研發及檢測驗證等分工，持續推動共通協議之應用與產業化。實際整合應用包括 AI 障礙物辨識及智慧前叉控制，並可進一步將整車資訊串接至售後服務系統，降低維修與保養成本。未來將持續擴充共通協議涵蓋範圍，強化跨部件整合與智慧化應用，逐步建立開放、相容且具擴充性的自行車電子生態系，提升我國自行車產業電子化與智慧化之整體競爭力。

文/運科部 陳星宇

## 一、前言

現階段市面上的自行車電子部件，其供電與通訊方式主要可分為兩類。第一類為採用獨立電池供電，例如部分電子避震器以獨立電池作為電源，並透過 2.4 GHz 無線通訊與撥把連接，以實現電子變速或電子控制功能；第二類則是直接由電輔自行車的車載電池供電，並透過有線通訊方式進行控制，目前市面上的部分電子座管、電子變速器等產品即採用此類架構。

然而，無論採用何種供電與通訊方式，現階段自行車電子部件仍面臨跨品牌互通的問題。除非廠商間已建立合作關係，否則不同品牌的電子部件通常無法於同一台自行車上互相搭配使用，主因在於各廠商所採用的通訊協議與資料格式並不一致。此一問題也成為自行車電子化進一步整合

的重要瓶頸：若要實現不同電子部件之間的協同運作，無論採用有線或無線通訊，各部件皆必須具備相互辨識、交換資訊及傳遞控制指令的能力。

有鑑於此，自行車公會與本中心共同召集國內相關廠商，推動建立電子部件共通通訊平台，期望透過制定共通協議，打破不同品牌間的通訊藩籬，使各廠商所開發的電子部件能夠在相同架構下順利互通與整合，進一步完善自行車電子化的應用環境，逐步建立具備高度相容性與擴充性的自行車電子生態圈。

## 二、研究方法

為建立不同廠商電子部件之間可相互通訊的共通平台，首先需針對通訊類型、通訊端子及通訊封包格式進行定義。在現行交通工具的

有線通訊架構中，較常見的通訊方式包括 CAN Bus ( Controller Area Network )、LIN Bus ( Local Interconnect Network ) 及 Modbus。考量 LIN Bus 及 Modbus 主要採主從式架構，不同 Slave 端之間無法直接進行相互通訊；相較之下，CAN Bus 採多主機 ( Multi-Master ) 架構，所有節點皆可監聽 Bus 上的通訊內容，並可依據通訊協定進行資料交換，因此更適合作為自行車電子部件共通平台的通訊基礎。經評估後，本平台選定 CAN Bus 作為主要通訊方式。

在 CAN Bus 架構中，主要涉及 CAN Controller 與 CAN Transceiver 兩項核心元件。CAN Transceiver 負責將 CAN Controller 所產生的訊號轉換為符合 CAN Bus 規範的電氣訊號，並將 Bus 上的訊號轉換回控制器可辨識的資料；CAN Controller 則負責封包的組成、傳送、接收及通訊仲裁等工作。

CAN Bus 具備「非破壞性仲裁 ( Non-Destructive Arbitration )」機制，可讓多個節點在同一時間嘗試傳送資料。每個 CAN 封包皆具有對應的識別碼 ( ID )，當多個節點同時開始傳送封包時，CAN Controller 會在傳送過程中持續監測 Bus 上的實際訊號，並與自身欲傳送的位元進行比較。CAN Bus 採用顯性 ( Dominant，0 ) 與隱性 ( Recessive，1 ) 位元的邏輯設計，當節點欲傳送隱性位元「1」，但偵測到 Bus 上的實際訊號為顯性位元「0」時，即代表有其他節點具有較高的仲裁優先權，該節點將停止本次傳送，待 Bus 釋放後再重新嘗試傳送。

因此，在建立共通通訊協議時，封包 ID 的規劃

與管理尤其重要。各電子控制單元 ( ECU ) 所使用的 CAN ID 必須經過統一規劃，避免不同功能或不同節點使用相同 ID 造成封包定義衝突，確保各電子部件能夠正確辨識及處理 Bus 上的通訊資訊，維持整體系統的穩定運作。

|        | 起始位 | ID 位 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 訊框剩下的部分 |
|--------|-----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|
|        |     | 10   | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |         |
| 節點 15  | 0   | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |         |
| 節點 16  | 0   | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |   |   |   |   | 停止傳輸    |
| CAN 資料 | 0   | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |         |

圖 1、CAN controller 防碰撞機制

在 CAN Bus 的通訊架構中，訊框 ( Frame ) 依功能可分為資料訊框、遠端訊框、錯誤訊框及過載訊框，各自負責不同的通訊任務。

資料訊框 ( Data Frame ) 主要用於電子部件傳送實際資料，例如踏頻、車速、電池狀態等資訊。依 CAN 2.0 規範可分為 CAN 2.0A 及 CAN 2.0B，其中 CAN 2.0A 採用 11 bit 的識別碼 ( ID )，而 CAN 2.0B 則可使用 29 bit 的延伸識別碼，使系統能夠配置更多的訊息識別項目。

遠端訊框 ( Remote Frame ) 則用於部件主動向其他節點請求特定資料。此類訊框會將 RTR ( Remote Transmission Request ) 位元設為 1，表示此次傳送並非實際資料，而是要求其他節點回傳對應的資料訊框；此時 DLC 所代表的是所請求資料的資料長度。

錯誤訊框 ( Error Frame ) 則由 CAN Controller 在偵測到通訊錯誤時主動產生，用於通知 Bus 上的其他節點目前發生錯誤。常見的觸發原因包括 CRC 錯誤、位元錯誤 ( Bit Error )、訊框格式錯誤 ( Form Error ) 及未收到 ACK 等。錯誤訊框會以錯誤旗標 ( Error Flag ) 及錯誤分隔符 ( Error Delimiter ) 組成，藉此中止目前發生錯誤的訊框傳輸，並讓其他節點重新進行通訊。

此外，CAN Bus 亦具有過載訊框 ( Overload Frame ) 機制，當 CAN Controller 因內部處理時間不足等原因，暫時無法接收下一個資料訊框時，可透過過載訊框要求其他節點延後下一次資料傳送，以爭取額外的處理時間。

在實體層方面，CAN Bus 主要透過 CAN\_H 與 CAN\_L 兩條差動訊號線進行通訊。兩條訊號線在沒有傳輸顯性訊號時會維持接近相同的基準電位；當 CAN Bus 傳送顯性位元「0」時，CAN\_H 電位上升、CAN\_L 電位下降，兩者之間形成電壓差。透過這種差動訊號傳輸方式，可提升 CAN Bus 對外部電磁干擾的抗性，適合應用於自行車等具有馬達、電池及多種電子部件的車載環境。如圖 2 所示。

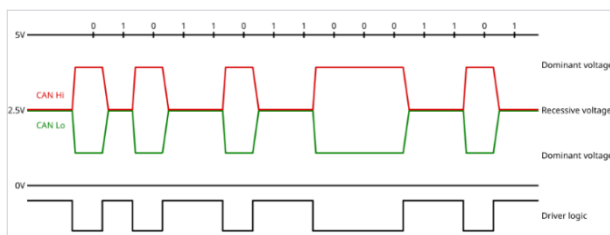


圖 2、CAN 訊號

此外，為降低訊號在 CAN Bus 傳輸過程中因阻抗不匹配所產生的訊號反射，CAN Bus 通常會在網路兩端各設置一個  $120\Omega$  的終端電阻，分別跨接於 CAN\_H 與 CAN\_L 之間，如圖 3。終端電阻可使傳輸線末端的阻抗與 CAN Bus 的特性阻抗相匹配，減少訊號反射對通訊品質造成的影響，確保資料能夠穩定傳輸。

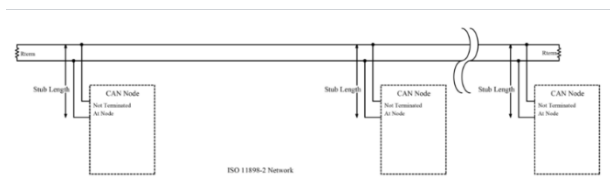


圖 3、CAN 終端電阻示意

### 三、研究結果

為推動自行車產業電子系統之通訊標準化，自行車公會、中心及初期召集之廠商共同成立「共通協議聯盟」( CCPA, Cycling Common Protocol Alliance )。為推動共通協議的研發、應用與產業推廣，聯盟目前規劃分為「推廣服務組」、「技術研發組」及「檢測驗證組」三個小組，各自負責不同面向的工作。

「推廣服務組」主要負責聯盟研發成果的對外推廣，協助相關成果參與國內外各項展覽及展示活動，提升聯盟成果的產業能見度；「技術研發組」則負責共通協議的制定與持續優化，並提供聯盟成員在產品導入協議過程中的技術支援，協助廠商順利完成產品整合；「檢測驗證組」目前由具備相關法規檢測與驗證能力的單位組成，協助聯盟成員進行產品檢測與驗證，確保開發產品符合相關法規及規範要求。

目前技術研發組規劃之共通協議已涵蓋 23 項部件的通訊內容，並陸續導入控制器、電池、電子變速器、電子前叉、電子座管及車表等產品，逐步建立自行車電子系統間之共通通訊架構，促進產業鏈間的互通性與系統整合。同時也進行 SDK 的開發，減少廠商在導入協議時所碰到的問題。

廠商完成共通協議導入後，仍需針對產品的通訊功能及相關控制功能進行測試，以確認其是否符合協議規範。為提升廠商導入協議後的開發與驗證效率，技術研發組同步開發相應的測試治具 ( 圖 5 )，提供廠商於樣品完成後進行初步功能與通訊測

試。

測試治具連接至電腦後可透過設定頁面調整預發送的各项資料數值，並透過資訊顯示區域查看根據解析度解碼完成的數值是否與原先想發送的數值相同。

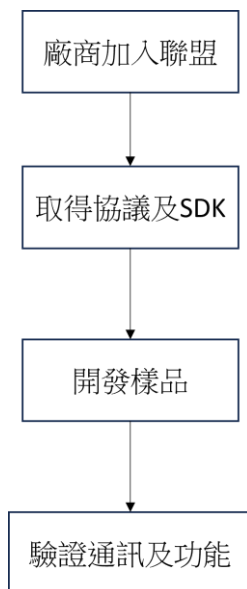


圖 4、廠商加入後流程



圖 5、測試治具



圖 6、治具參數設定區域

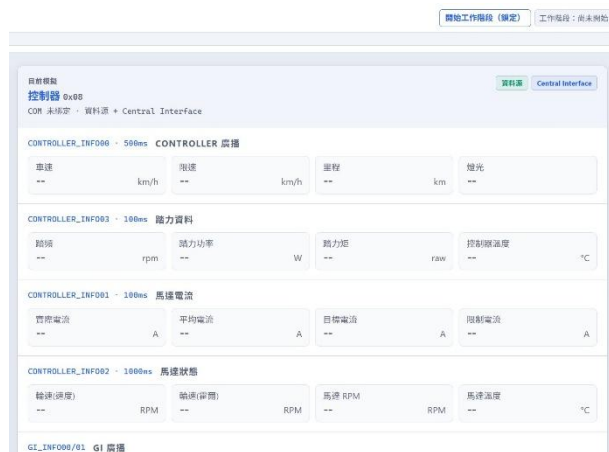


圖 7、治具資訊顯示區域

透過測試治具，廠商無須等待聯盟內其他電子部件完成開發，即可先行確認自身產品是否能正常運作及符合共通協議規範，縮短產品開發與測試週期，也有助於加速後續不同部件間的整合驗證。

推廣服務組於今年分別於台北自行車展及歐洲自行車展展出搭載 AI 模組之電動登山車 (圖 8)，藉由實際展示共通協議聯盟的整合成果，向國內外業者介紹共通協議的應用方式及其所帶來的效益。展覽期間亦獲得參展及參觀廠商的正面回饋與肯

定，進一步提升共通協議聯盟的產業能見度與推廣成效。



圖 8、AI 電輔車

在整合應用方面，該電動輔助登山車會透過 AI 模組持續辨識前鏡頭所拍攝之影像，判斷前方是否存在障礙物，並將障礙物類型及距離等資訊傳送至車表。車表則依據車輛當下行駛速度，動態劃分不同的警戒範圍。

當障礙物進入「注意但尚未達危險」的範圍時，車表將透過視覺提示提醒騎乘者注意前方障礙物；當障礙物進一步進入「危險」範圍時，則啟動聲音警示，並降低輔助輸出；車速是否下降仍取決於煞車操作、坡度與路況。

另一項整合應用則是智慧前叉控制。車表持續蒐集車輛當下的坡度資訊，並依據坡度變化自動下達前叉阻尼調整指令，使前叉能隨騎乘情境進行適當調整。無論上坡或下坡，騎乘者皆可專注於騎乘本身，不必額外分心操作前叉阻尼，進而提升整體騎乘感受。

除車輛本身的整合應用外，當各電子部件具備共通的資訊與通訊介面後，亦可

降低後續保養及維修的複雜度。同時，未來進行電子部件韌體更新時，可直接透過車身系統進行更新，無須拆卸部件並送回原廠處理，進一步節省維護時間與作業成本。

#### 四、結論

隨著自行車電子化程度逐步提升，車輛已由單一電子部件的功能應用，逐漸朝向多部件整合與系統化發展。然而，不同廠商間通訊協議與資料格式缺乏共通標準，仍是限制自行車電子系統整合及跨品牌應用的重要因素。自行車公會及本中心透過成立共通協議聯盟（CCPA），建立統一的通訊架構與協議規範，並以 CAN Bus 作為共通通訊基礎，逐步解決不同電子部件間的互通問題。

目前聯盟已完成 23 項部件通訊內容之規劃，並透過 SDK 及測試治具協助廠商進行協議導入與產品驗證，同時已有 32 家會員廠商參與，涵蓋三電系統、車表、雷達、電子前叉避震、電子變速器、電子座管、成車廠及售後服務系統等領域，逐步建立涵蓋零部件、整車及售後服務的完整產業鏈。透過共通協議，各電子部件不僅能夠進行資訊交換與功能整合，更可進一步將車輛資訊串接至售後服務系統，降低後續維修與保養成本。

此外，透過 AI 障礙物辨識、智慧前叉控制等實際應用案例，也驗證共通協議在不同電子系統整合上的可行性，顯示當各部件具備共同的通訊基礎後，能夠進一步發展過去難以實現的跨部件智慧化應用。



未來聯盟將持續擴充共通協議所涵蓋的部件與功能，並強化測試驗證、技術支援及產業推廣，期望吸引更多國內外廠商加入，逐步建立開放、相容且具擴充性的自行車電子生態系，提升我國自行車產業在智慧化與電子化發展上的整體競爭力。

# AI 視覺影像辨識分析技術

隨著製造業加速數位化與智慧化發展，AI 視覺影像辨識逐步成為品質檢測與製程數位化的重要技術。對於具有少量多樣、零組件種類繁多及品質要求高等特性的自行車產業而言，傳統人工檢測與固定規則式 AOI 在判定一致性、檢測彈性及品質資料累積上逐漸面臨限制。本文介紹 AI 視覺技術之發展與基本原理，並比較傳統 Rule-based AOI 與 AI Vision 之差異，進一步探討 AI 視覺與機器視覺於自行車零組件外觀瑕疵檢測、視覺量測及品質數據管理等應用。未來隨著低程式碼平台、少樣本學習、異常偵測與 Edge AI 等技術發展，AI 視覺有望由單點檢測進一步延伸至品質追溯、製程分析與智慧品質管理，成為自行車產業推動智慧製造的重要技術工具。

文/運科部 趙英宏

## 一、研究背景

近年全球製造業加速朝數位化、智慧化發展，人工智慧 (AI) 已由過去的概念驗證逐步進入實際生產場域，並成為提升製造效率、品質管理與產業競爭力的重要工具。政府亦持續推動產業數位轉型及 AI 應用，鼓勵製造業導入智慧感測、自動化設備、數據分析與人工智慧技術，以降低人力依賴、提升生產彈性，並強化中小企業面對缺工及國際競爭的應變能力。

自行車產業具有零組件種類多、產品少量多樣及品質要求高等特性，在外觀檢查、尺寸量測與製程品質判定等環節，過去多仰賴人工目視檢查與作業人員經驗。然而，人工檢測容易受到人員熟練度、疲勞及判定標準差異影響，亦不利於品質經驗的數位化與累積。隨著機器視覺、深度學習及邊緣運算技術日益成熟，AI 視覺影像辨識已具備導入自行車製造現場的技術條件。

相較於依賴固定規則與參數設定的傳統自動光學檢測 (Automated Optical

Inspection, AOI) 系統，AI 視覺技術可透過影像資料進行特徵學習，應用於瑕疵辨識、影像分類、物件偵測與異常偵測等工作。若進一步結合傳統機器視覺量測、製程資料及品質管理系統，則可將檢測結果轉化為可記錄、可追溯及可分析的數位資訊。其價值不僅在於提升檢測自動化程度，更在於建立以影像與數據為基礎的品質管理能力，成為自行車產業推動智慧製造的重要基礎。

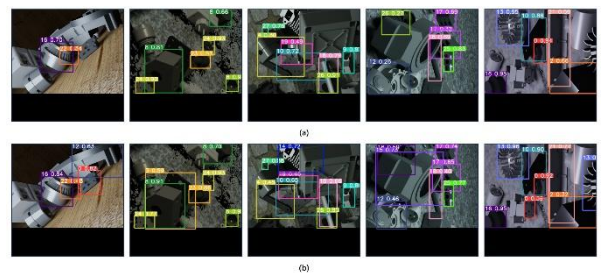


圖 1、視覺模型應用於物件偵測示意圖

## 二、AI 視覺影像辨識技術發展與原理

AI 視覺影像辨識技術結合影像擷取、電腦視覺與人工智慧模型，透過攝影機取得產品或製程影像，再由演算法執行特徵辨識、分類、定位與判讀。早期製造業所使用的機器視覺與 AOI 系統，多採固定

規則或參數設定方式，例如依據顏色、尺寸、輪廓、灰階或邊緣等影像特徵設定判定條件。此類 Rule-based 方法在產品規格固定、環境穩定且缺陷特徵明確的情況下，可提供快速且穩定的檢測效果；但當產品種類增加、表面紋理複雜，或瑕疵型態具有較大變異時，往往需要重新調整判定規則與參數，增加系統建置及維護負擔。

隨著深度學習技術逐漸成熟，AI 視覺系統可藉由蒐集與標註影像資料進行模型訓練，使模型從資料中學習產品、物件與瑕疵的影像特徵，降低部分應用對人工設定複雜規則的依賴。目前常見技術包含影像分類、物件偵測、影像分割及異常偵測等，可依不同檢測目的選擇合適的方法。例如，影像分類可用於判斷產品或瑕疵類別；物件偵測可定位影像中特定零組件或異常區域；影像分割則可進一步標示缺陷位置與範圍。

值得注意的是，AI 視覺並非完全取代傳統機器視覺。對於尺寸、孔位、角度及輪廓等具有明確幾何定義的特徵，若取像條件穩定，透過影像標定與傳統視覺演算法即可進行快速且量化的檢測；若產品表面、外觀或缺陷特徵存在較大變異，則可進一步結合 AI 模型進行辨識與輔助判定。因此，在實際製造應用中，AI 與傳統機器視覺通常可依檢測需求互補使用，而非彼此完全取代。

一套完整的 AI 視覺檢測系統通常包含攝影機、鏡頭、光源、運算設備、視覺演算法與 AI 模型。其中，穩定的影像擷取與

光源條件是確保辨識結果的重要基礎；AI 模型則負責對影像中的複雜特徵進行分析與判定。近年 Edge AI 技術進一步將 AI 模型部署於生產現場端的運算設備，使影像可直接於設備端完成推論，降低資料傳輸延遲並提升即時處理能力。未來隨著少樣本學習、異常偵測及視覺語言模型等技術持續發展，AI 視覺應用將逐步朝向更具彈性、較易部署及更低使用門檻的方向演進。

表 1、傳統 Rule-based AOI 與 AI vision 技術比較

| 比較項目  | 傳統 Rule-based AOI   | AI Vision               |
|-------|---------------------|-------------------------|
| 判定方式  | 依人工設定規則、閾值或模板進行判斷   | 透過影像資料訓練模型，自動學習特徵       |
| 適用情境  | 適合規格固定、特徵明確且環境穩定的產品 | 適合瑕疵型態多樣、產品變化較大的情境      |
| 系統彈性  | 產品變更時需重新調整規則與參數     | 可透過新增資料與模型再訓練提升適應性      |
| 建置與維護 | 初期設定較直接，但規則增加後維護較繁複 | 前期需建置影像資料與訓練模型，後續調整較具彈性 |
| 主要優勢  | 判定邏輯清楚、穩定性高、可解釋性佳   | 可處理複雜特徵與非固定型態瑕疵，應用彈性較高  |

### 三、自行車產業導入 AI 視覺辨識之需求

自行車產業具有零組件種類多、產品少量多樣及製程差異大的特性，不同產品在材質、表面處理、尺寸與幾何形態上皆可能存在明顯差異，使品質檢測除了追求準確度之外，也必須兼顧產品切換彈性、判定一致性與品質資訊可追溯性。隨著自行車產品朝高值化、輕量化及精密化發展，產業對視覺檢測技術的需求可主要歸納為「提升品質判定一致性」、「強化複雜特徵檢測能力」及「建立品質資料數位化」三個面向。

首先，在品質判定一致性方面，自行車零組件之外觀品質常涉及刮傷、凹痕、裂紋、髒污、焊接品質及表面處理異常等



不同類型，其影像特徵可能受到材質、顏色、光線及表面紋理影響。人工目視檢查雖具有高度彈性，可快速因應不同產品與外觀特徵，但長時間作業容易受到人員熟練度、疲勞及判定標準差異影響。因此，如何將品質判定標準轉化為可重複執行的影像檢測機制，是產業導入 AI 視覺的重要需求之一。

其次，在複雜特徵檢測方面，自行車零組件包含車架、前叉、輪圈、曲柄、齒盤及各類金屬加工件，不同產品可能具有曲面、異型輪廓、孔位、角度與複雜幾何特徵。傳統量具與專用治具雖可完成多數尺寸檢測，但在大量量測、非接觸式檢測、複雜輪廓分析及結果自動保存等方面仍有其限制。透過機器視覺搭配高解析度影像擷取、影像標定與幾何分析，可取得尺寸、間距、角度與輪廓等量化資訊；若面對產品外觀或缺陷變異較大的情境，則可進一步結合 AI 模型進行特徵辨識與輔助判定，提升檢測系統的應用彈性。

第三，在品質資料數位化方面，製造現場的品質管理已逐漸由單次檢查轉向長期資料累積與製程追溯。除判斷產品是否合格外，若能同步保存檢測影像、瑕疵類型、量測結果、產品序號及製程批次等資訊，即可逐步建立產品品質履歷。當異常發生時，可依產品或批次回溯相關檢測紀錄，並透過長期累積的品質數據觀察製程變化與缺陷趨勢。

整體而言，自行車產業導入 AI 視覺的核心需求，不只是將人工檢測改為自動化

設備，而是建立兼具「穩定判定、彈性檢測與數據累積」能力的智慧檢測機制，使品質管理由人員經驗逐步轉化為可記錄、可分析與可持續改善的數位能力。

#### 四、AI 視覺技術於自行車產業之應用

因應上述品質管理需求，AI 視覺與機器視覺技術可依不同零組件、檢測特徵及製程條件，應用於外觀瑕疵檢測、幾何特徵量測及品質數據管理等工作。實際導入時，並非所有檢測項目皆須採用 AI 模型，而應依照檢測特徵是否明確、產品變異程度及量測目的，選擇適合的視覺技術。

在外觀瑕疵檢測方面，可利用攝影機、鏡頭與適當光源取得零組件影像，再透過 AI 模型辨識較難以固定規則描述的外觀異常。例如車架焊道可針對焊接區域的表面異常進行分析；車架塗裝、輪圈、曲柄、齒盤及金屬加工件，則可針對刮傷、凹痕、裂紋、髒污或表面處理異常等進行檢測。當缺陷外觀具有位置、形狀或紋理變異時，可利用物件偵測、影像分割或異常偵測等方式進行辨識，使系統較能因應不同產品與缺陷型態。

在幾何特徵與尺寸量測方面，則可利用高解析度攝影機、鏡頭、影像標定及傳統機器視覺演算法，針對孔位、間距、角度、輪廓及尺寸等幾何特徵進行非接觸式量測。對於輪廓清楚、位置固定且檢測條件穩定的項目，傳統機器視覺通常即可提供快速且量化的量測結果；若產品種類多、特徵位置具有變化，則可利用 AI 模型先完成產品或特徵定位，再由傳統視覺演算法

進行尺寸計算，形成 AI 辨識與視覺量測相互搭配的混合式檢測架構。

此外，視覺檢測結果可進一步與產品識別及品質管理系統整合。透過條碼、QR Code、序號或其他產品識別資訊，可將原始影像、OK / NG 判定、瑕疵位置、量測數值與製程批次進行關聯，形成產品品質履歷。當特定批次出現品質異常時，管理人員即可回溯相關產品影像與檢測數據，作為原因分析與製程改善依據。

表 2、自行車零組件與視覺檢測技術應用對照

| 應用對象   | 主要檢測內容        | 技術方式      |
|--------|---------------|-----------|
| 車架／前叉  | 焊道、塗裝、刮傷、表面異常 | AI瑕疵辨識    |
| 輪圈     | 表面缺陷、輪廓、尺寸    | AI辨識+機器視覺 |
| 曲柄／齒盤  | 加工面、刮傷、表面處理   | AI瑕疵辨識    |
| CNC加工件 | 孔位、間距、輪廓、尺寸   | 機器視覺量測    |
| 異型管件   | 輪廓、角度、表面缺陷    | 視覺量測+AI輔助 |

因此，AI 視覺在自行車產業中的應用，不宜僅視為單一瑕疵辨識工具，而應依實際檢測任務整合 AI 模型、傳統機器視覺及品質資訊管理。對於外觀變異較大、規則難以明確描述的項目，可發揮 AI 模型的特徵學習能力；對於尺寸、孔位與輪廓等具明確幾何定義的項目，則以傳統機器視覺進行量化分析。透過兩者互補，可兼顧檢測彈性、量測效率與品質數據累積，逐步建立適合自行車製造現場的智慧視覺檢測系統。

## 五、AI 視覺檢測模型建置與導入流程

AI 視覺系統導入製造現場時，通常需依序完成需求定義、影像建置、資料處

理、模型訓練、驗證與現場部署等階段。自行車產業產品具有少量多樣、材質與表面處理差異明顯等特性，因此在導入初期需明確界定檢測目標與作業條件，並依實際需求選擇 AI 視覺或機器視覺技術，避免僅以模型準確率作為系統設計依據。

需求定義階段需釐清檢測對象、瑕疵類型、幾何特徵、判定標準及產線條件。外觀檢測多涉及刮傷、凹痕、裂紋或表面處理異常；尺寸檢測則涵蓋孔位、間距、角度與輪廓等幾何特徵。依據不同檢測任務，進一步規劃攝影機、鏡頭、光源與產品定位方式，以確保影像具備穩定性與可分析性。

影像建置階段以實際產線條件為基礎，蒐集具代表性的正常品與異常品影像，並依產品類別與缺陷型態進行整理。影像分類任務可依產品或瑕疵類別建立資料集；物件偵測或影像分割任務則需標註缺陷位置與範圍。透過一致的標註規則與資料結構，建立後續模型訓練所需的基礎資料。

模型訓練階段利用已建置資料進行學習，使模型逐步建立產品與缺陷特徵的辨識能力。訓練完成後，透過未參與訓練的影像進行驗證，以確認模型在實際條件下的穩定性與準確性。若驗證結果未達預期，則需回溯資料品質、樣本分布與標註一致性，並透過補充資料與重新訓練進行調整。

模型達到預期表現後進入現場部署階段。依產線架構，可將模型部署於工業電腦或 Edge AI 設備，並與攝影機、感測器及產線控制系統整合，使產品通過檢測站

時即可完成影像擷取、推論運算與 OK / NG 判定。針對同時涉及尺寸或幾何量測的應用，可採用 AI 模型進行目標定位，再結合傳統機器視覺演算法完成精密量測，形成混合式檢測架構。

檢測結果可與產品序號、製程批次及品質管理系統進行串接，將影像資料、判定結果與量測數據持續保存。當新產品或新缺陷樣本產生時，可回饋至資料庫進行再訓練與模型更新，使系統具備持續優化能力，逐步形成可長期運作的視覺檢測機制。



圖 2、AI 視覺檢測模型建置與導入流程

整體流程可歸納為由需求定義出發，依序完成影像建置、資料整理與標註、模型訓練、模型驗證，並延伸至現場部署與資料回饋更新的循環架構。透過持續累積影像與品質資料，使模型隨產品與製程演進逐步優化，並支撐後續品質追溯與智慧製造應用。

## 六、AI 視覺辨識導入應用之挑戰

AI 視覺技術由模型驗證進一步導入實際製造現場時，除模型辨識能力外，仍需面對取像環境、資料完整性、產線整合及後續維運等多項挑戰。對少量多樣且多材質特性的自行車產業而言，系統能否穩定

運作，取決於影像品質、模型穩定性與現場條件的一致性。

在實務導入中，影像品質與取像環境是最直接影響系統穩定性的因素。自行車零組件常具金屬反光、烤漆與複合材質，使影像易受光源變化、角度與反射影響；同時現場粉塵、油污與震動亦可能造成影像失真。當取像條件不穩定時，即使模型性能良好，仍會影響判定結果，因此需同步考量光源設計、遮光結構與產品定位機構。

資料完整性與模型泛化能力則決定 AI 視覺的長期表現。自行車產品規格多樣，即使同類零組件也可能因材質、批次或製程差異而呈現不同影像特徵。若訓練資料未涵蓋足夠變異，模型在新條件下容易失準。因此需持續擴充不同批次與製程樣本，並透過一致標註與版本管理維持資料品質。

進入產線後，AI 視覺不再是獨立模組，而需與整體製程整合。若影像擷取與推論速度無法配合產線節拍，將影響生產效率；同時若未與 PLC、MES 或品質系統串接，檢測數據亦難以應用於追溯與分析。因此，設備通訊、資料格式與產品識別機制皆為導入關鍵。

此外，系統維運成本與操作複雜度亦影響導入成效。若產品切換或光源調整需高度專業人員介入，將提高使用門檻；模型更新與設備維護的複雜度亦會影響長期導入意願。因此系統設計逐漸朝向模組化與低程式碼操作發展，以降低現場維護負擔。

整體而言，AI 視覺導入自行車製造並非單一技術問題，而是涵蓋影像、資料、模型與系統整合的工程議題。除模型準確率外，更需同時確保取像穩定性、資料代表性、產線整合能力與維運機制，才能支撐長期穩定應用。

## 七、未來展望

隨著人工智慧、機器視覺與邊緣運算技術持續發展，AI 視覺應用將朝向低門檻、高彈性與即時化方向演進。無程式碼 / 低程式碼 ( No-code / Low-code ) 平台、少樣本學習、異常偵測與 Edge AI 等技術，可望降低模型建置與部署門檻，提升少量多樣製造環境下的應用彈性。

未來 AI 視覺亦將由單一檢測站的 OK / NG 判定，逐步走向品質資料整合與製程追溯。透過產品序號、影像、量測數據與製程資訊的累積，並與 MES、QMS 等系統串接，可進一步支援異常分析與製程改善，使品質管理朝向數據驅動發展。

目前政府亦透過「產業競爭力輔導團 - 製造業 AI 升級轉型服務平台」提供 AI 數位轉型、人才培育與技術輔導等資源。對自行車產業而言，未來若能結合相關輔導資源，逐步建立可部署、可維護且可持續優化的 AI 視覺能力，將有助於降低導入門檻，加速智慧檢測技術於製造現場落地。若業者有 AI 視覺檢測、品質數位化或智慧製造相關需求，亦可與自行車中心聯繫，由本中心協助進行需求盤點、技術評估及後續導入規劃。

## 八、參考資料

1. Enhanced YOLOv5s-Based Algorithm for Industrial Part Detection, Sensors, 2024.  
(<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/4/1183>)

2. 經濟部產業競爭力輔導團  
(<https://eii.nat.gov.tw/moeai-plus/>)

# EN 17860-4 測試項目介紹

隨著運載型自行車朝向更高載重與商業物流應用發展，重型運載自行車在貨物運輸、城市配送及商業用途上的使用需求日益增加。相較一般運載自行車，其車架及主要結構需承受更高的載荷與更嚴苛的使用條件，因此對整車結構強度與耐久性能提出更高要求。EN 17860-4 即針對重型運載自行車之結構安全與耐久性能建立測試要求，涵蓋車架、貨物承載結構及相關組件於高負載條件下的強度與疲勞耐久驗證。透過標準化的測試方法與評估基準，可提供結構可靠性與符合性評估依據，有助於風險管理。

文/檢測部 施佳瑩

## 一、研究背景

EN 17860-4 為 EN 17860 系列標準中針對重型運載自行車

(heavyweight carrier cycles) 的專門規範，主要聚焦於高負載使用條件下之結構安全與耐久性能，透過相關試驗方法驗證車架、貨物承載結構及主要組件於高載荷與長時間使用情境下的可靠性。其制定進一步補足重型運載自行車在安全驗證上的技術要求，為產品設計、測試驗證及市場應用提供一致性的評估依據，也反映運載自行車朝向專業化、高載重及商業物流應用發展的趨勢。

## 二、適用範圍

針對重型運載型自行車(最大總重>300 kg 且≤650 kg)的整車結構與安全性能，EN 17860-4 著重於高載重、長時間及多元使用情境下之車輛安全與耐久性要求，確保自行車在承載人員、貨物或其他運輸需求時，仍能維持良好的結構完整性與操控穩定性。標準適用車型涵蓋多種重型運載自行車形式，並依不

同車輛結構與使用特性納入評估，為重型運載自行車之產品設計、性能驗證及安全使用提供完整的技術依據。

## 三、測試項目概要

EN 17860-4 針對重型運載自行車的結構與主要零部件，依不同使用情境及受力條件建立相對應的試驗要求，涵蓋煞車系統、車架、轉向與操控系統、車輪及其他主要零部件。其測試核心在於驗證車輛於高載重、長時間使用及複雜行駛條件下的結構強度、耐久性與操控安全性。

### (一) 煞車系統

煞車系統測試主要確認重型運載自行車在高載重條件下，仍能提供穩定且有效的制動性能。除一般煞車系統的操作與強度要求外，亦特別針對多軌車輛的煞車均勻性進行評估。

- **手動操作煞車與強度測試 (6.2) :** 確認煞車把手、煞車組件及相關固定結構，在反覆操作及施力下仍能維持正常功能與結構完整性。
- **路試-煞車測試 (6.3) :** 透過實

際行駛及煞車操作，確認車輛能維持均勻且安全的停止特性，避免前輪鎖死、過度滑移或煞車過程產生側向偏移。

- **測試台煞車力測試 ( 6.4 )**：利用測試台量測煞車性能，並針對多軌車輛同一車軸上的煞車力進行均勻性評估，以降低煞車時產生側向滑移的風險。
- **煞車力均勻性測試 ( 6.4.2 )**：同一車軸各輪之煞車力差異不得超過較高測量值的 25%，確保多輪煞車時車輛仍能維持穩定。

## (二) 轉向與操控系統

重型運載自行車因車體尺寸、載重及車輛慣性增加，轉向系統對操控安全的影響更加明顯。EN 17860-4 除延續相關轉向要求外，也針對多軌運載自行車的實際操控特性進行評估。

- **轉向系統要求 ( 7.1 )**：確認不同型式的轉向機構能維持正常操作，並具備足夠的操控穩定性。
- **車把手 ( 7.2 )**：針對車把手的固定、結構強度及相關零部件進行檢驗，避免長期使用後發生鬆脫或結構失效。
- **動態轉向測試 ( 7.3 )**：評估車輛於實際行駛、轉向及不同操作條件下的操控反應，確認轉向系統能維持穩定性。
- **車把手立管組動態測試 ( 7.4 )**：透過反覆施加操作負載，驗證車把手及立管組於長期使用後的結

構耐久性。

## (三) 車架

車架為承受整車重量、貨物及行駛過程中各種外力的主要結構，因此 EN 17860-4 針對不同受力方向建立多項動態測試，以確認車架於高載重及長期使用下仍具備足夠的耐久性。

- **腳踏力動態測試 ( 8.3 )**：模擬騎乘者反覆踩踏所產生的負載，驗證車架於長時間踩踏作用下的疲勞耐久性。
- **水平力動態測試 ( 8.4 )**：模擬煞車及行駛過程中產生的前後方向作用力，並依車輛總質量與重心位置決定測試負載。重心位置整體偏後與偏下

( $x_s \geq 0.8 z_s$ )時，計算公式如下：

$$F_{\text{Test}} = m \times a - \frac{\mu}{2} \left( \frac{m \times g \times x_s}{WB} - \frac{m \times a \times z_s}{WB} \right)$$

重心位置整體偏前/偏高

( $x_s < 0.8 z_s$ )時，計算公式如下：

$$F_{\text{Test}} = (m / 120 \text{ kg}) \times 500 \text{ N}。$$

m 為總車重

$x_s$  為車輛整體重心到前軸的水平距離(mm)

$z_s$  為車輛整體重心距路面的高度(mm)

- **垂直力動態測試 ( 8.5 )**：評估座椅及座桿安裝區域於反覆垂直載重下的結構耐久性。
- **裝載區域垂直力動態測試 ( 8.6 )**：模擬貨物、乘員或其他裝載物所產生的垂直負載，確認裝載區域

及其連接結構能承受長期反覆載重。

- **側向力動態測試 ( 8.7 )**：模擬車輛轉彎時由側向加速度產生的作用力，評估車架及前、後軸輪懸吊的結構耐久性；對稱設計可僅測試一側，測試後不得出現可見裂紋或斷裂。

| 型式                   | 有效槓桿                                                                                                                                   |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 三輪車架                 | $l = \frac{\frac{AT}{2WB}}{\sqrt{1 + \left(\frac{AT}{2WB}\right)^2}} \times X_s$                                                       |
| 四輪車架<br>(前後軸的輪距寬度相同) | $l = \frac{AT}{2}$                                                                                                                     |
| 四輪車架<br>(前後軸的輪距寬度不同) | $l = \frac{\frac{AT_2}{2WB}}{\sqrt{1 + \left(\frac{AT_2}{2WB}\right)^2}} \times \left( X_s + \frac{WB}{\frac{AT_2}{AT_1} - 1} \right)$ |

測試力量：

最大側向力

$$F_{Qmax} = \frac{g \times l \times m}{Z_s}$$

動態測試力

$$F_{dyn} = \sqrt{F_{Qmax}^2 + F_G^2} = m \times g \times \sqrt{\left(\frac{l}{Z_s}\right)^2 + 1}$$

測試力方向的合成角度

$$\alpha_{res} = \tan^{-1}\left(\frac{l}{Z_s}\right)$$

AT 為左右輪軌長(mm)

WB 為前後輪軸距(mm)

Xs 為車輛整體重心到前軸的水平距離(mm)

Zs 為車輛整體重心距路面的高度(mm)

m 為總車重

$F_G$  為重量所產生的重力( $m \times g$ )

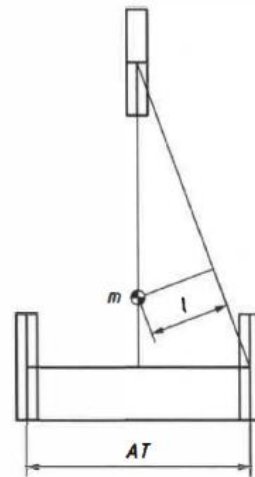


圖 1 車架側向測試示意圖

- **車架衝擊測試 ( 8.8 )**：透過落錘方式模擬車輛遭遇路面衝擊時的瞬間負載，評估車架及前叉 / 前輪軸組件承受衝擊的能力。測試需反覆進行 6 次，低強度使用車型則進行 3 次；測試後車架不得出現可見裂紋或斷裂，懸吊系統不得有部件分離，且輪軸軸線間的永久變形不得超過 100 mm。
- **煞車安裝點測試 ( 8.9 )**：針對車架上的煞車安裝點進行**疲勞測試與靜態測試**，確認煞車過程中產生的反覆制動力及扭矩不會造成安裝點或周邊車架結構損壞。測試過程中不得出現裂紋、斷裂或塑性變形，懸吊系統組件亦不得鬆脫。
- **拖車適用性應力測試 ( 8.10 )**：若製造商允許車輛搭配拖車使用，則需額外進行拖車適用性應力測試，模擬拖車連接及拖桿作用於車架的水平與垂直負載，確認車架、連接裝置及拖

桿於測試後不會產生裂紋、斷裂、永久變形或其他損傷。

#### (四) 前叉

前叉為連接車架、轉向系統與前輪的重要結構，在重型運載自行車上除了承受前輪載重，也會受到煞車、轉向及道路衝擊所產生的作用力。因此，EN 17860-4 第 9 章針對前叉的安裝、靜態強度、動態耐久性、衝擊承受能力，以及煞車安裝結構進行測試，以確認前叉於高載重及長期使用情境下仍能維持結構完整與正常功能。

- **前叉 - 靜態彎曲測試 (9.3)**

評估前叉在高載重及煞車作用下承受靜態彎曲負載的能力，確認前叉受到較大作用力後仍能維持結構完整，並避免產生過大的永久變形。

- **前叉 - 動態彎曲測試 (9.4)**

評估前叉長期承受反覆彎曲負載時的疲勞耐久性，模擬重型運載自行車於日常使用過程中，前叉持續受到車輛重量、載貨及道路行駛作用力的情境。

- **前叉 - 後向衝擊測試 (9.5)**

模擬車輛行駛過程中前輪遭遇障礙物或突發路面衝擊時，前叉所承受的瞬間衝擊作用力，評估前叉的抗衝擊能力。

- **輪轂煞車 / 碟煞前叉 (9.6)**

對於採用輪轂煞車或碟煞系統的車型，煞車作用力會直接傳遞至前叉的煞車安裝位置，因此 EN

17860-4 另針對此類前叉建立煞車安裝結構的動態及靜態測試，以確認前叉在反覆煞車及高扭矩作用下仍具備足夠的強度。

#### (五) 車輪與輪組

主要針對輪子及輪胎 / 輪圈組件進行要求，考量重型運載自行車具有較高的車輛重量及載貨需求，輪組在行駛過程中需承受較大的垂直負載與路面衝擊，因此透過相關測試確認輪組的結構強度與耐久性。

- **輪子與輪胎 / 輪圈組件 (10)**

針對輪子、輪胎及輪圈組件進行整體安全性評估，確認輪組於規定的載重及使用條件下能維持正常功能，避免因輪組變形、損壞或失效而影響車輛行駛安全。

- **輪組衝擊測試**

透過反覆施加衝擊負載，模擬車輛行駛於道路不平整路面或通過障礙物時，輪組所承受的瞬間衝擊。藉此評估輪組長期受到衝擊後的結構耐久性，確認測試後輪組仍能維持完整，不得產生影響安全性的損壞。

#### (六) 擋泥板 / 輪罩

針對擋泥板及輪罩進行要求，主要確認其安裝結構及與車輪之間的配置能符合車輛實際使用需求，避免於行駛過程中因振動或車輪運轉造成干涉。

- **擋泥板 / 輪罩要求 (12)**

確認擋泥板及輪罩具有適當的固定方式與結構強度，於正常騎乘及車



輪運轉過程中不得產生鬆脫、碰觸車輪或其他可能影響車輛安全的情況。

#### (七) 踏板與曲柄 / 曲柄驅動系統

主要針對踏板、曲柄及其驅動連接結構進行要求。由於重型運載自行車在高載重條件下需要較大的驅動力量，相關零部件需承受騎乘者反覆踩踏所產生的作用力，因此需確認其具有足夠的結構強度及使用耐久性。

##### • 踏板與曲柄驅動系統要求 (13)

確認踏板、曲柄及相關連接部件於正常踩踏及驅動過程中能維持穩定，不得因反覆施力而產生鬆脫、斷裂或其他影響騎乘安全的失效情況。

##### • 踏板及曲柄結構耐久性

透過反覆施加踩踏作用力，模擬騎乘者長時間使用車輛時的週期性負載，評估踏板、曲柄及其連接結構的疲勞耐久性，確認經過長時間反覆操作後仍能維持正常功能。

#### (八) 傳動鏈條與傳動皮帶

針對鏈條及皮帶等主要傳動元件進行要求，確認動力由曲柄傳遞至車輪的過程中，各傳動元件能維持穩定運作，避免因傳動系統失效造成騎乘中斷或安全風險。

##### • 傳動鏈條與傳動皮帶要求 (14)

確認鏈條及皮帶於正常操作及負載條件下能穩定傳遞動力，並維持適當的安裝及運轉狀態，避免發生脫落、斷裂或其他異常情形。

##### • 傳動系統耐久性

考量運載型自行車長時間、高頻率使用的特性，確認鏈條或皮帶在反覆驅動作用下具有足夠的耐久性，使傳動系統於長期使用後仍能維持正常運轉。

#### (九) 鏈輪與皮帶傳動保護裝置

主要針對鏈輪、皮帶等運動傳動部件的防護進行要求，避免使用者在正常騎乘或操作過程中接觸運動中的傳動部件。

##### • 鏈輪與皮帶傳動保護裝置要求 (15)

確認鏈輪及皮帶等運動部件具有適當的防護措施，使用者的衣物、肢體或其他物件不易接觸運轉中的部件，降低夾傷、捲入等使用風險。

#### (十) 鞍座、座管與座椅

針對鞍座、座管及座椅進行要求。由於運載型自行車可能具有載人或長時間騎乘的使用情境，相關結構需承受持續性的垂直載重及反覆作用力，因此需確認其固定及結構強度。

##### • 鞍座、座管與座椅要求 (16)

確認鞍座、座管及座椅的安裝與固定狀態穩定，在正常使用及規定載重條件下不得產生鬆脫、異常移動或影響乘坐安全的情況。

##### • 座椅結構強度與耐久性

針對座椅及其支撐結構施加使用過程中的作用力，模擬騎乘者或乘坐者長時間使用所產生的反覆負載，確認相關結構經過測試後仍能維持

完整，不得出現影響安全性的裂紋、斷裂或永久變形。

#### （十一）照明系統與反光裝置

針對重型運載自行車的照明及反光裝置進行要求。因運載型自行車車體較長、較寬，且可能於夜間或低能見度環境中使用，因此透過前後照明、方向指示及側向反光等配置，提高車輛於道路環境中的辨識度。

- **一般要求（17.1）**

確認車輛的照明系統及反光裝置具有適當的配置與功能，使車輛於道路環境中能被其他用路人清楚辨識。

- **方向指示燈（17.2）**

若配備車輛轉向時的訊號辨識進行要求，則建議於車輛前方及後方配置方向指示燈，使其他道路使用者能更容易判斷車輛的行駛方向，提高轉向時的道路安全性。

- **煞車燈（17.3）**

建議於車輛後方配置煞車燈，使後方用路人能即時辨識車輛的減速或煞車狀態，尤其在車體較長或載貨狀態下，可增加後方交通參與者對車輛動態的判斷能力。

- **反光裝置（17.4）**

針對車輛側向可見度進行要求，建議於載貨自行車外輪廓兩側配置反光裝置，使車輛於夜間或低光源環境下能呈現較清楚的側向輪廓，提高其他用路人辨識車輛的能力。

#### （十二）警示裝置

針對車輛警示裝置進行要求，使騎

乘者在道路行駛過程中能主動向其他用路人發出警示訊號，提升車輛於複雜交通環境中的辨識度。

- **警示裝置（18）**

確認車輛配置適當的警示裝置，並能於正常操作下產生足以提醒其他道路使用者注意的警示訊號，以降低車輛與行人或其他道路使用者發生碰撞的風險。

#### （十三）後視鏡

針對後視鏡進行要求，主要考量運載型自行車車體尺寸較大，騎乘者對後方及側後方交通狀況的掌握更加重要，因此透過後視鏡提升騎乘者的視野範圍。

- **後視鏡（19）**

確認後視鏡具有適當的安裝位置及視野，使騎乘者能觀察車輛後方交通狀況，並於正常騎乘過程中維持穩定，不因振動或操作造成位置異常改變。

#### （十四）騎乘者安全帶

針對配備安全帶的車輛進行要求。安全帶並非所有運載型自行車的必要配置，但若車輛設有安全帶，則其本體及固定結構必須具有足夠的強度，以提供乘坐者適當的安全防護。

- **騎乘者安全帶要求（20）**

確認安全帶的配置、使用及固定方式符合車輛的設計需求，避免安全帶於正常使用過程中產生鬆脫或無法正常發揮固定作用的情況。



- **安全帶固定點強度測試**

針對安全帶及其固定點施加沿行駛方向施加相當於騎乘者質量 5 g 之拉力，模擬車輛急減速等情境下安全帶所承受的作用力。藉此確認安全帶固定點及周邊結構具有足夠的承載能力。

#### 四、參考資料：

EN 17860-4:2025 Carrier Cycles - Part 4:  
Heavyweight carrier cycles -  
Mechanical and functional aspects



# 電輔公路車性能評價技術

本研究探討電動輔助公路車的主客觀性能評價技術，旨在建立一套標準化的測試與分析流程。內容涵蓋了利用層級分析法（AHP）設計的專家問卷，藉此確立三電系統、車架特性、續航力、操控性及舒適度等指標的權重分佈。透過招募專業選手在 ARTC 專業場地進行實地騎乘，報告結合了感測器量測的數據與騎士的主觀感受回饋。最終，研究針對三款不同特性的電輔車進行深度對比，分析其在動力輸出、車架剛性與吸震效能上的具體表現差異。這套評價體系不僅為車輛性能提供了科學化的衡量準則，也為未來的產品開發與消費者選購提供了參考依據。

文/檢測部 孫政豐

## 一、研究背景與技術發展趨勢

隨著全球綠能運輸與運動健身風氣的盛行，電輔公路車（E-Road Bike）為近年受到關注的中高階產品類別之一。為了協助產業建立競爭門檻，研發一套「TO-BE 前瞻評價技術」成為首要任務。該技術的核心在於確保評價車之測試條件一致性，透過標準化的流程，將過往難以捉摸的騎乘體感轉化為可量化的技術參數，如何建立一套標準化的性能評價技術成為產業升級的關鍵。

本文旨在透過層次分析法（AHP）建立評價模型，並結合專業騎士的主觀感受問卷與車載感測設備的客觀數據，對三款市售電輔公路車進行綜合評測。

## 二、建立主客觀評價之必要性

傳統自行車評價多仰賴專業選手的體感回饋，但在電動輔助系統介入後，馬達輸出、電控邏輯與車架剛性的結合變得更加複雜。為能精準定義車輛性能，本研究建置了一套包含「評估設計、問卷與測試設計、AHP 權重分析」的評

價流程。

## 三、研究方法與評價架構

### 1. 評價層級架構

本研究將評價準則分為六大核心指標：三電系統、車架特性、操控性、舒適性、續航力、價格與 CP 值，如圖 1 所示。

三電系統：包含馬達輸出、助力模式調整、續航里程。

車架與操控：考量材質、重量、變速與剎車系統、轉向穩定性。

價格與 CP 值：CP（Cost Performance，性價比）的基本計算，CP 值越高，代表同樣花費可取得的效能越高，性價比越好。

續航里程：電池於完全充電狀態下，依規定之負載、速度、坡度及輔助模式進行測試，至電力輔助系統達終止條件為止之累積行駛距離（km）；並以單位距離能源消耗率（Wh/km）表示其能源使用效率。

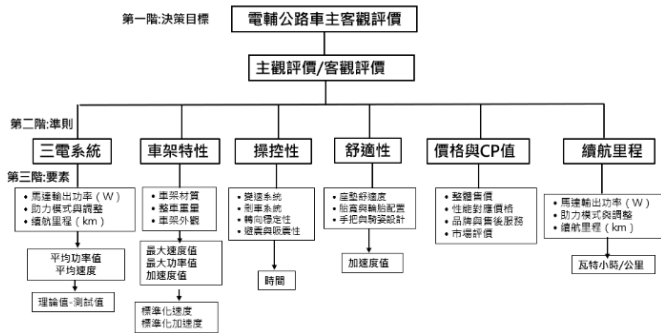


圖 1 - 電輔公路車主客觀評價架構

## 2. AHP 權重分配

經由專家問卷調查與 AHP 層次分析，專家委員有 10 位、其資格要求為產業代表、學術代表及法人機構技術研究人員、其總體權重以幾何平均聚合方式、 $CR \leq 0.1$  值門檻與各矩陣  $CR \leq 0.1$ 。電輔公路車的性能指標權重比例以操控性 (0.26) 與三電系統 (0.22) 為權重居前兩位，顯示專家認為電力輔助與操控感是影響電輔公路車性能的核心因素，如圖 2 所示。

|      |           |      |
|------|-----------|------|
| 各項權重 | 三電系統      | 0.22 |
|      | 馬達輸出功 (W) | 0.28 |
|      | 助力模式與調整   | 0.50 |
|      | 續航里程      | 0.22 |
|      | 車架特性      | 0.16 |
|      | 車架材質      | 0.16 |
|      | 整車重量 (kg) | 0.40 |
|      | 車架外觀(幾何)  | 0.43 |
|      | 操控性       | 0.26 |
|      | 變速系統      | 0.12 |
|      | 剎車系統      | 0.41 |
|      | 轉向穩定性     | 0.23 |
|      | 避震與吸震性    | 0.23 |
|      | 舒適性       | 0.19 |
|      | 座墊舒適度     | 0.16 |
|      | 胎寬與輪胎配置   | 0.54 |
|      | 手把與騎姿設計   | 0.31 |
|      | 價格與CP值    | 0.17 |
|      | 整體售價      | 0.11 |
|      | 性能對應價格    | 0.23 |
|      | 品牌與售後服務   | 0.48 |
|      | 市場評價      | 0.18 |

圖 2 - 專家問卷權重

## 3. 測試環境與設備

測試於 ARTC (車輛研究測試中心) 進行，包含斜坡測試道、綜合性能測試道、乾地操安測試道及標準不良路。

客觀量測設備包含，如圖 3 所示。

車把手與座管處安裝無線加速度計 (量測振動響應)。

踏板安裝功率計與瓦時計 (量測騎士輸出與電力損耗)。

輪軸速度計與 Garmin 儀表 (量測即時速度與路徑)。

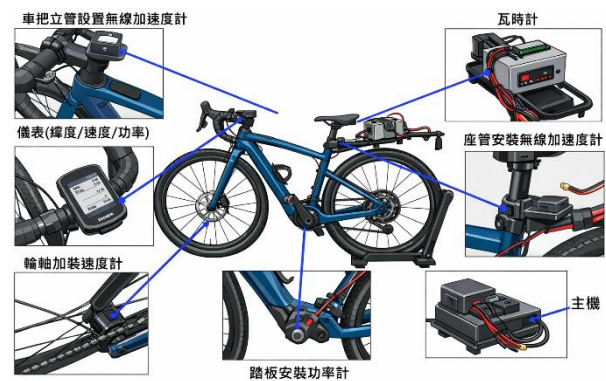


圖 3 - 量測設備安裝

四、 評價內容包括，如圖 4 所示。

### 1. 操控性能 (Handling Performance)

測試目的：評估車輛的操控極限與穩定性。

測試環境：於「乾地操安測試道」進行，包含多種曲率半徑 (20-140m) 的彎道。

測試方法：在不開電力輔助 (OFF) 的模式下，由測試員以最大能力騎乘順、逆各一圈。

評價指標：踩踏功率 (W)、Z 座標系軸加速度  $m/s^2$  (或  $g$ )，並列 500Hz 以上取樣與

10-80Hz 濾波條件及單圈完成時間 (T)。

## 2. 車架性能 (Frame Performance)

測試目的：確認車架剛性與操控穩定性。

測試環境：於「綜合性能測試道」進行 50 公尺直線騎乘。

測試方法：在不開電力輔助 (OFF) 的情況下，設定為重踩檔位，測試員以最大能力進行衝刺。

評價指標：踩踏功率 (W)、完成時間 (T) 與行進速度 (V)。

## 3. 舒適性能 (Comfort Performance)

測試目的：評估車輛的舒適性、振動抑制及是否有異音。

測試環境：於「標準不良路」(比利時路面/花岡岩塊) 進行 1,101 公尺的測試。

測試方法：採用最大輔助模式，以定速爬坡  $15 \pm 2$  km/h 的方式騎乘一圈。

評價指標：Z 軸加速度加權 RMS ( $\text{m/s}^2$ )、VDV、車速 (km/h)。

## 4. 三電系統性能 (E-system Performance)

測試目的：測試馬達、電池、控制器的持續輸出穩定性。

測試環境：於「ARTC 斜坡測試道」，選擇 12% 坡度 (長 68m) 進行。

測試方法：使用相同的速比檔位與最大輔助模式，維持定速  $15 \pm 2$  km/h 爬坡。

評價指標：爬至頂部所需的時間 (t) 與輸出的功率 (W)。

## 5. 續航力性能 (Range Performance)

測試目的：評估在真實道路環境 (包含平路、坡度、風阻) 下，電輔系統的續航表現。

測試環境：於「台中工業區之向上路斜坡段」(坡度約 4.7%) 進行。

測試方法：採用最大輔助模式與相同速比，以定速  $20 \pm 2$  km/h 進行多次循環測試。

評價指標：踩踏功率 (W)、測試時間 (T) 電能消耗 (Wh) 狀況。

| 測試項目   | 測試道     | 測試方式/路徑                    | 檔位設定              | 助力模式                                | 騎乘設定/速度                 | 坡度/距離                   | 循環次數      | 測試重點/備註                                                       | 測試人數  |
|--------|---------|----------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|-------|
| 操控性測試  | 乾地操安測試道 | 繞乘 2 圈 (順時針 1 圈 + 逆時針 1 圈) | 三台電輔車 (速度不限)      | OFF (不開電)                           | 以選手最大能力騎乘               | -                       | 每項 2 次取平均 | 測試重點：穩定性與操控性                                                  | 8 位選手 |
| 三電系統測試 | 斜坡測試道   | 定速爬坡                       | 三台電輔車 (速比相同)      | OFF / ECO / NORMAL / SPORT (最大輔助模式) | 15 km/h $\pm$ 2 km/h    | 坡度 12% (長 68 m, 約 6.8°) | 每項 3 次取平均 | 測試重點：爬升時間 (t) 與功率 (w) 紀錄；吹哨 + 碼表 + Garmin A 人員：起點控制 B 人員：終點紀錄 | 8 位選手 |
| 舒適性測試  | 標準不良路   | 不良路面騎乘 1 圈                 | 三台電輔車 (速比相同)      | OFF / ECO / NORMAL / SPORT (最大輔助模式) | 定速 15 km/h $\pm$ 2 km/h | 1,101 公尺                | 1 次       | 測試重點：舒適性與避震表現                                                 | 8 位選手 |
| 車架特性測試 | 綜合性能測試道 | 直線騎乘 50 公尺                 | 三台電輔車 (速比相同) (重踩) | OFF (不開電)                           | 以選手最大能力騎乘               | 50 公尺                   | 每項 3 次取平均 | 測試重點：車架剛性與加速表現                                                | 8 位選手 |

圖 4、各項測試規格條件

## 五、建立試車手能力評估制度

試車手的一致性與操作能力亦是量測品質的重要來源，建立試車人員能力評價的內容主要包含五項核心能力測試，旨在篩選出合適的人員，以確保其對產品評價具有參考價值，如圖 5 所示。

以下是這五項評價內容的詳細說明：

騎乘體力：透過室內測試 (Indoor test)，利用氣體分析儀與踩踏功率測試機，測量試車手的最大攝氧量，競技車手平均  $\text{VO}_2\text{max}$  約為男性  $61.3 \pm 5.4$ 、女性  $48.9 \pm 6.1$   $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，評估其體能基礎。

直線穩定：規劃一條長 10 公尺、寬 0.5 公尺的測試道。試車手在進入測試道時需放開一隻手，系統會測量並記錄測試道中握把累積轉動的角度，以評估其穩定性。

轉彎操控：屬於戶外測試 ( Outdoor test )，使用一個總長約 27.5 公尺的 S 型測試道，評估試車手在不同彎道設計下的操控能力。

反應能力：透過安裝在握把前方的燈號及右把手的撥桿，測量試車手從燈號亮起至撥動撥桿的反應時間。

騎乘知識：進行共 20 題的知識測驗，內容涵蓋自行車性能、騎乘安全、運動表現及維修保養等領域，並調查試車手實際擁有的車種經驗。這些評估結果最終會以雷達圖的形式呈現，顯示試車手在各項指標上的得分 ( 如 80 分、72 分等 )，並與當前紀錄進行比對。

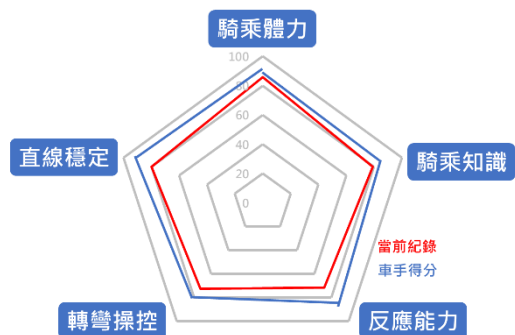


圖 5、試車手能力指標

## 六、實測結果分析

本研究針對三款測試車 ( A、B、C 車 ) 進行 8 位專業選手的盲測與數據擷取，如圖 6 所示之主觀雷達圖。

### 1. 三電系統與輸出表現

A 車：電輔效能最強，平均功率約 252 ±

18 W 以上，助力比最高可達 3.5 倍，但不可以超過標準法規之 4 倍。其特色在於輸出靈敏，適合高強度爬坡，但對騎士控車技巧要求較高。

B 車：輸出最為平穩 ( 助力比穩定在 1.0~1.2 倍 )，具備最佳的線性加速感。

C 車：屬於節能取向，馬達輸出偏弱，但在高轉速時能維持穩定。

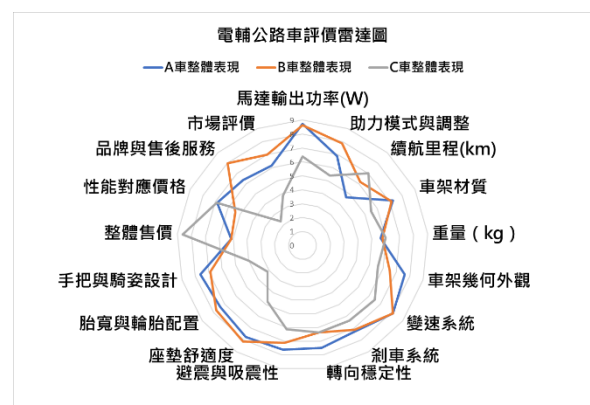


圖 6、主觀雷達圖

### 2. 車架剛性與舒適性

剛性表現：透過標準化加速度 ( AccX ) 分析，A 車顯示出最強的车架剛性，在該測試下 AccX 響應為 ( 約 3.7–4.0mG )，能提供極佳的支撐力與傳動效率，如圖 7 所示。

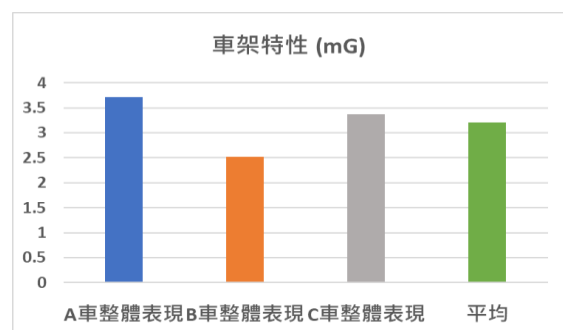


圖 7、車架剛性直方圖

舒適性表現：依據 ISO 2631-1 全身振動評估，座管位置加權振動較低，A 車在座管處的吸震效果最佳。反觀 C 車在不良路面上的震動值顯著高於 A 車（高出約 64.9%），避震能力最弱，如圖 8 所示。

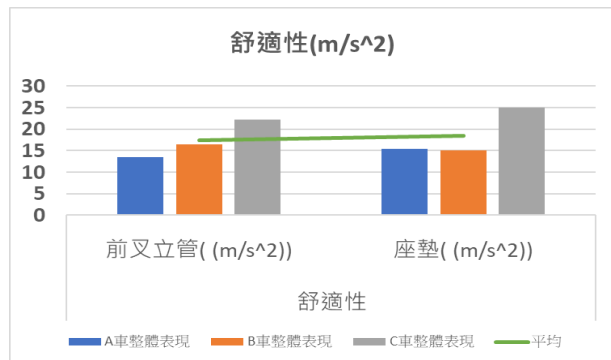


圖 8、舒適性直方圖

### 3. 操控性與續航力

操控性：本測試 2 圈，以完成 2 圈後之時間較短為主，A 車在綜合測試道之完成時間最短（約 143 秒），反應最為靈敏；B 車則較慢（146 秒），操控略顯遲鈍，如圖 9 所示。

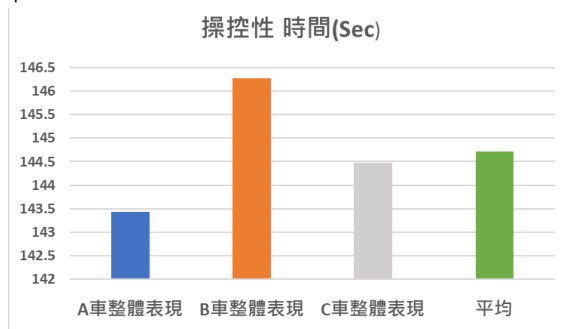


圖 9、操控性直方圖

續航力：電池依據不同容量分析，並以相同溫度、風速、胎壓等參數進行，完成 3.5km 的距離，所消耗的 Wh/km，C 車展現出最佳的能源效率，續航里程達 33.6 km；A 車雖然輸出最強，但耗能也最快，續航力僅約 25.5 km，如圖 10 所示。

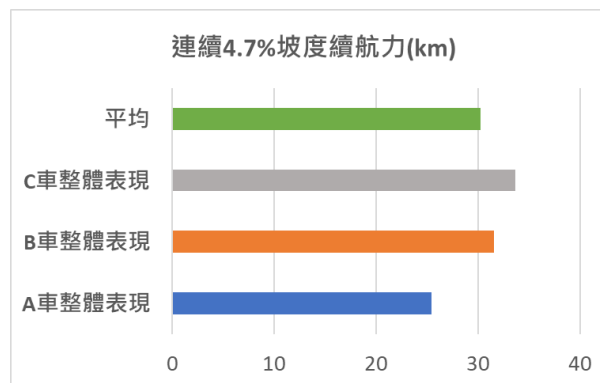


圖 10、續航力直方圖

### 主客觀一致性判讀 ( $\Delta Rank$ )

本研究引入  $\Delta Rank$  三車排序一致判讀原則來評估「選手體感」與「儀器量測」的吻合度：

完全一致 ( $\Delta Rank = 0$ )：在車架剛性、車把舒適性、續航力這三項指標上，選手的主觀名次與客觀儀器排序完全一致，顯示專業騎士對這些物理特性的感官極其敏銳。

存在落差：

三電系統：主客觀排序不一致，選手主觀上高估了 B 車的性能 ( $\Delta Rank = -2$ )，而低估了數據表現最強的 A 車。

操控性：主客觀排序略有交錯，顯示操控感受馬達介入時機的影響，與單純的時間數據有所不同。

## 七、結論與建議

### 1、建立多維度的核心評價指標

本評價技術主要針對以下五大核心範疇進行深入測試與數據擷取：

三電系統 (Motor, Battery, Controller)：評估馬達輸出的線性度、電池效率與電控系統的調教邏輯。

車架剛性：探討高功率輸出下車架的抗扭



能力與傳動效率，評估電力與人力輸出的協調性。

操控性：透過專業選手在不同彎道與車速下的表現，定義車輛的指向性與動態穩定度。

舒適性：針對路面碎震的吸收能力進行量測，提升長途騎乘的品質。

續航力：實測在不同助力模式下的能量損耗，提供消費者真實的里程參考。

## 2、主客觀結合與產品定位

本技術強調「主觀評價」與「客觀指標」的互補。透過專業選手的騎乘回饋，捕捉騎士對加速感、重心轉移及動力介入時機的細微感受；同時利用車載感測器記錄物理數據，形成性能比較的科學基礎。兩者結合後，可協助描述產品定位，例如該車種是偏向「競技衝刺型」或是「長途探險型」

綜合評價顯示，本次樣本與條件下，A 車定位為競速與運動挑戰型，在馬達功率、車架剛性與吸震性上皆表現優異；B 車則為長途續航與穩定導向；C 車則適合入門城市通勤。本研究成功建置之主客觀評價模型，未來可應用於新車研發階段之性能基準 ( Benchmarking )，協助車廠在開發初期即掌握車輛性能之市場定位。

## 3.產出效益與廠商獲益

建立此評價技術能為製造商帶來顯著的商業價值：

量化性能比較：建立中高階車種的性能標竿，讓產品優勢不再是口號，而是建立可

重複驗證的初步數據架構。

精準掌握差異化：協助廠商分析競品弱點，優化產品設計方向，強化在國際市場的競爭力。

降低成本與縮短時程：透過自有測試能量的建立，廠商可進行前瞻性能驗證，有望減少反覆修正並縮短開發時程，成效須由專案數據驗證。

## 八、參考文獻

1. ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration.



# 糖尿病併發症預防相關研究

糖尿病為全球盛行率持續攀升的慢性疾病，其不僅影響患者血糖代謝，更與多種慢性併發症密切相關。隨著醫療進步及人口高齡化，如何預防因疾病所引起的心血管疾病、腎臟病、視網膜病變及神經病變等慢性併發症，已成為現代糖尿病照護的重要課題。近年研究指出，若能同時控制血糖、血脂、血壓、體重，並改善生活型態，配合新型的降血糖藥物與數位健康管理工具，將更有效地降低併發症發生風險。

文/運科部-健促組 竇文欣

## 一、研究背景

糖尿病已被世界衛生組織列為二十一世紀最重要的全球公衛危機與慢性病大流行之一，其盛行率隨著人口老化、肥胖比例增加及身體活動不足而逐年攀升，根據國際糖尿病聯盟(International Diabetes Federation, IDF)公布的資料顯示，全球糖尿病患者人數持續增加，預估未來數十年仍呈現成長趨勢，臺灣亦面臨同樣挑戰，近年來糖尿病盛行率及醫療支出逐年提高，不僅造成個人健康負擔，也增加整體醫療照護成本，成為公共衛生的重要議題。

患者長期處於高血糖狀態，容易造成血管內皮功能受損、慢性發炎及氧化壓力增加，進而引發全身性大小血管病變。研究表明，糖尿病患者罹患心血管疾病、慢性腎臟病及中風的風險明顯高於一般族群，而糖尿病視網膜病變及周遭神經病變也是造成失明、截肢及生活功能下降的主要原因，這些慢性病不僅降低患者生活品質，也增加住院率、失能率及死亡率，因此目前糖尿病已由過去控制血糖為主要目的，逐漸轉向整體風險評估模式，強調早

期篩檢、危險因子控制及跨專業整合照護。

近十年來，多項大型臨床研究證實，新型降血糖藥物、健康生活型態介入，以及數位健康科技的應用，有助於改善血糖控制，並降低心血管事件及腎臟疾病惡化風險。因此，如何整合臨床實證、健康促進策略與智慧醫療技術，建立有效的糖尿病併發症預防模式，已成為國際糖尿病照護的重要研究方向，也是提升照護品質與降低疾病負擔的關鍵課題。

糖尿病更是臺灣人十大死因之一，截至 2025 年年底臺灣罹患糖尿病的人口達到驚人的 256 萬人，另外 40 歲以下罹病率增加 25%，顯示糖尿病盛行於高齡族群也呈現年輕化並存的趨勢。

本篇文章將統整近年來相關研究，介紹糖尿病常見併發症及形成機制，並分析血糖控制、藥物治療、生活型態介入及數位健康管理等策略的最新發展，期望能進一步提升糖尿病照護品質，降低併發症發生機率，以促進健康老化與生活品質。

## 二、糖尿病

### (一)定義

一種因身體缺乏胰島素、對胰島素反應減低等情況發生而導致血糖上升的慢性疾病，一般無明顯的症狀，可以透過檢驗空腹血糖水平、75 克口服葡萄糖耐量試驗血糖水平或糖化血色素來診斷。

依病因及臨床表現可分為第一型糖尿病、第二型糖尿病以及妊娠糖尿病。

### (二)第一型糖尿病(Type 1 diabetes)

患者製造胰島素的細胞因自體免疫或病毒等問題遭到破壞，造成先天性無法合成足夠的胰島素，普遍認為是因遺傳基因的易致病性、環境、自體免疫三種因素的交互作用，胰臟無法分泌胰島素，患者必須依賴胰島素注射來維持血糖平衡。

| 第一型糖尿病的診斷標準   |            |                                                        |
|---------------|------------|--------------------------------------------------------|
| 項目            | 正常         | 第一型糖尿病                                                 |
| 糖化血色素         | <5.6%      | ≥ 6.5%                                                 |
| 飯前空腹<br>8小時血糖 | <100 mg/dL | ≥ 126 mg/dL                                            |
| 飯後2小時<br>血糖   | <140 mg/dL | ≥ 200 mg/dL                                            |
| C-Peptide濃度   |            | ① 空腹<0.5ng/ml;<br>② 6分鐘<1.8ng/ml;<br>③ 6分鐘-空腹<0.7ng/ml |



第一型糖尿病的發病年齡多出現在幼年或青少年時期，其中以4至7歲和10至14歲最常見，但並非只有孩童會罹病，也有可能出現在成年人身上。

Health & Sync

圖一、糖尿病診斷與第 1 型分型參考

### (三)第二型糖尿病(Type 2 diabetes)

為患者最多的糖尿病類型，多在成年中期或晚期開始，又稱「成年型糖尿病」，患者依然能夠分泌胰島素，但因對胰島素的敏感度降低，導致血糖升高，這個情況稱為胰島素阻抗，當患者血糖水平上升

時，身體會不斷刺激胰臟製造更多胰島素來控制血糖，進而導致胰臟過勞，胰島素阻抗的情況會更加嚴重。

| 2024年糖尿病診斷標準 |           |              |             |
|--------------|-----------|--------------|-------------|
| 診斷           | 正常        | 糖尿病前期        | 糖尿病         |
| 糖化血紅蛋白       | <5.7%     | 5.7-6.4%     | ≥ 6.5%      |
| 空腹血糖         | <99mg/dL  | 100-125mg/dL | ≥ 126 mg/dL |
| 口服葡萄糖耐量試驗    | <139mg/dL | 140-199mg/dL | ≥ 200 mg/dL |
| 隨機血漿血糖測試     | N/A       | N/A          | ≥ 200 mg/dL |

DKABio

圖二、第二型糖尿病診斷標準

### (四)妊娠糖尿病(Gestational diabetes mellitus)

患者在懷孕前沒有糖尿病，卻在懷孕期間被診斷出有糖尿病，產後又恢復到正常範圍，是因為懷孕時胎盤會分泌賀爾蒙，使身體出現胰島素阻抗，若胰臟無法分泌足夠的胰島素來調節血糖，血糖就會升高，通常發生在懷孕 24-28 週。

| 茂盛醫院<br>1000 Lee Memorial Hospital |                                  |                      |                     |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| 妊娠糖尿病<br>篩檢方法                      |                                  |                      |                     |
| ● 孕期24-28週產檢時「口服葡萄糖耐量試驗」           |                                  |                      |                     |
| 糖水測試                               | 第一階段<br>50克                      | 第二階段<br>100克<br>任一符合 | 第三階段<br>75克<br>需符合二 |
| 空腹                                 | 無需空腹                             | ≥ 95                 | ≥ 92                |
| 1小時                                | 130mg/dL ~ 140mg/dL<br>需進行第二階段測試 | ≥ 180                | ≥ 180               |
| 2小時                                | ≥ 200mg/dL 需延遲篩檢                 | ≥ 155                | ≥ 153               |
| 3小時                                |                                  | ≥ 140                |                     |

★ 若經篩檢及醫師診斷為妊娠糖尿病，可藉由飲食控制及運動就能將血糖值維持在正常範圍內（每日空腹血糖建議控制在60-95mg/dL、餐後1小時60-140mg/dL、餐後2小時60-120mg/dL）。

圖三、妊娠糖尿病診斷標準

### 三、第二型糖尿病前兆與症狀

糖尿病症狀通常是漸進發生，前兆症狀並不明顯，當血糖過高時，常見的初期症狀為喝多、吃多、尿多以及體重減輕，除了上述四種症狀，長時間的高血糖會使患者感到疲勞、傷口難以癒合、反覆感染甚至影響視力，若有上述症狀建議至醫院接受血糖檢測。

皮膚的病變也是糖尿病徵兆的其中一種，且形式相當複雜，症狀包括皮膚發癢與疼痛、黑棘皮症、脛前色素斑及皮膚出現有色斑塊等，糖尿病的足部症狀也須多加關照，常見的足部症狀包括潰瘍以及反覆性感染，尤其是香港腳的患者要更小心控制血糖，避免感染擴大造成蜂窩性組織炎。



圖四、糖尿病皮膚徵象示意圖

### 四、糖尿病與心血管疾病

2021 年全球有近 1800 萬人死於心血管疾病，佔總死亡人數約三分之一，糖尿病進一步放大此風險，糖尿病依照受影響血管大小可分為大血管疾病及小血管疾

病。



圖五、糖尿病血管病變

#### (一)大血管疾病(Macrovascular disease)

冠狀動脈心臟病(冠心病)、中風及周邊動脈疾病都是糖尿病引起的大血管疾病。因糖尿病患者常合併高血壓、血脂異常及代謝症候群等危險因子，這些都會促進粥狀動脈硬化的形成，而長期高血糖也會引起血管內皮細胞功能異常、系統性的發炎反應，以及讓動脈內的斑塊變得不穩定，進而增加大血管疾病發生的機率。

#### (二)小血管疾病(Microvascular disease)

視網膜病變、神經病變與糖尿病腎病變是糖尿病常見的小血管疾病。視網膜病變是因長期血糖升高，造成視網膜微血管受損，引發微血管局部膨脹、滲漏、出血等現象，進而影響視力。

神經病變則是因長期高血糖，導致供應神經的微血管受損，造成神經缺氧及代謝異常，最常影響神經為周邊感覺與運動

神經，也會影響到自律神經，引起疼痛、腸胃異常蠕動等症狀。

腎病變則是由於血糖過高，造成腎絲球過濾壓力增加及腎絲球基底膜增厚，使腎過濾功能逐漸受損，早期警訊為尿液出現微量白蛋白(Albumin)，隨病情進展可能惡化成蛋白尿、腎衰竭。

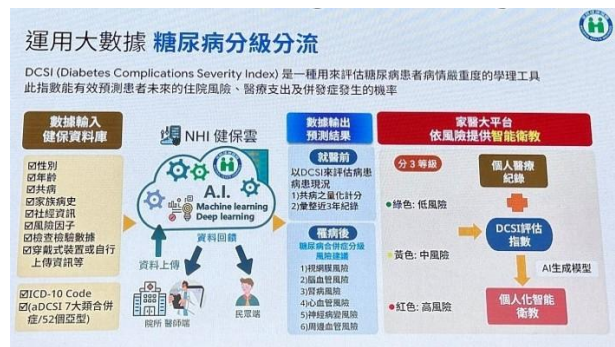
## 五、糖尿病風險預測

為提升糖尿病照護品質與降低併發症發生風險，健保署委託台北醫學大學研究團隊，以糖尿病共病嚴重指數(DCSI)為基礎，結合國家衛生研究院的研究資源與專業能量，建立具本土代表性的糖尿病風險評估模型。

為驗證模型的應用成效，健保署聯合中華民國糖尿病學會推動「糖尿病風險評估與智能衛教」場域驗證計畫，並於 2026 年 3 月 4 日在「Google 臺灣 20 週年 AI 領航智慧健康」活動中正式發表成果。希望透過智慧化風險評估，提高民眾健康識能與自我照護能力，同時提升基層醫療照護品質。

在民眾端，系統整合個人健保醫療紀錄及 DCSI 評估指數，利用生成式 AI 產生個人化健康衛教內容，並透過「健康存摺」提供糖尿病風險分級、併發症警示及健康管理建議，協助民眾了解自身狀況，及早建立疾病預防與自我管理觀念；在醫療端，則藉由家醫大平台整合病人的風險評估結果與 DCSI 資訊，提供糖尿病併發症預防、追蹤及照護建議，作為醫師臨床決策的重要輔助，進一步落實精準醫療與智

慧健康照護的目標。



圖六、DCSI 糖尿病分級分流方式



圖七、健康存摺-糖尿病風險預測模型

## 六、降低心血管疾病風險策略

透過 DCSI 評估高風險後，臨床上應進一步採取積極的治療策略，包括藥物治療、共病管理及血管重建等面向。

### (一)降血糖藥物

1. SGLT2 抑制劑(SGLT2i)已被證實能降低主要心血管不良事件及心衰竭住院率，對於合併心衰竭或慢性腎臟病的患者，SGLT2i 是首選藥物之一。
2. GLP-1 受體促進劑 (GLP-1 RA)可以模擬人體腸促胰島素作用，除了降糖外，還具備減重、降血壓及改善血脂的效果，能有效降低心血管不良事件的發生。
3. Metformin (二甲雙胍) 作為第一線藥物，研究顯示其可以降低心血管

事件與心肌梗塞，但應避免使用於腎功能不全、肝功能異常或重度心衰竭者，否則可能引起乳酸性酸中毒。

4. TZD 類藥物（如 Pioglitazone）雖能減少血管病變，但會增加心衰竭住院風險，因此適用於心血管疾病的糖尿病治療，但有鬱血性心臟衰竭的風險族群須小心使用。

## (二)共病管理

1. 血脂管理：高風險初級預防為  $<70$  mg/dL，已確立 ASCVD 次級預防為  $<55$  mg/dL，LDL 每降低  $1\text{mmol/L}$ ，可減少約 23% 的重大心血管事件發生率。
2. 血壓管理：合併白蛋白尿或冠心病時優先 ACEi/ARB；其他患者依共病選擇具心血管效益的降壓藥，除了降血壓還能減少心衰竭與腎臟病變風險，血壓通常建議控制在  $130/80\text{mmHg}$  以下。

## (三)血管重建治療

1. 冠狀動脈繞道手術(CABG):研究顯示，對於多支血管病變或病灶較複雜的糖尿病患者，CABG 的長期預後與存活率通常優於經皮冠狀動脈介入治療。
2. 經皮冠狀動脈介入治療(PCI):隨著技術進步，使用新一代塗藥支架(EES)可降低再狹窄率與血栓風險，是 PCI 中較佳的選擇。

## 七、運動與生活型態介入

## (一)健康飲食

依據飲食計畫適量攝取主食類、水果類、奶類、豆魚肉蛋類、油脂類及蔬菜類，遵循「少油、少鹽、少糖、高纖、高鈣」的原則，而高澱粉食物，如：地瓜、馬鈴薯、芋頭、南瓜等食物仍可適量攝取，但應納入每日醣類總量規劃。



圖八、糖尿病 5 大核心飲食原則

養成定時定量的習慣，有助於維持理想體重和血糖平穩，飲食建議可能因個別病況、飲食習慣等因素有所改變，詳細的飲食習慣需要洽詢專業的營養師建議。

平時出現低血糖症狀時，如：肚子餓且冒冷汗、心悸、頭暈、發抖等，測血糖為  $70\text{mg/dL}$  以下，採「15-15 原則」：一般先攝取 15 g 快速碳水，15 分鐘後複測；持續低血糖則重複並求助。服用 Acarbose 藥物發生低血糖時，需服用 10-15 克葡萄糖，休息後待血糖恢復到正常值。

## (二)規律運動

美國糖尿病學會(ADA)與歐洲糖尿病學

會(EASD)綜合近代的糖尿病治療指引，運動可以幫助維持標準體重，也能幫助舒緩患者的緊張情緒，釋放壓力。

1. 有氧運動:進行有氧運動時，身體會增加對葡萄糖的利用程度，進而改善胰島素阻抗，讓血糖下降，可以選擇健走、慢跑、游泳或太極拳等非劇烈運動，不過運動後可能會有低血糖風險，建議在運動前後測量血糖。
2. 肌力訓練:身體的肌肉量有助於穩定血糖，肌肉是人體葡萄糖的重要利用組織，當肌肉收縮時，細胞的血糖通道(葡萄糖運輸蛋白)會被打開，促使血糖進入肌肉細胞使用，這時葡萄糖會以「肌糖原」的形式儲存在肌肉細胞中當作燃料，這個過程不受胰島素阻抗影響，當肌肉量不足，身體容納糖份的能力下降，血糖往往就更難穩定。
3. 運動安全:每次運動應包含 5-10 分鐘的暖身與收操，不要獨自運動並隨身攜帶識別卡，在從事運動介入前須經醫生評估後是否有潛在危險，且循序漸進的增加運動量或強度，專業醫師建議一般糖尿病患者可以維持每週 2 次啞鈴、彈力帶鍛鍊，或深蹲、伏地挺身等。

### (三)體重控制

脂肪細胞尺寸的增加會對細胞內的物質傳輸系統及內臟器官造成負擔，有意識的體重減輕對改善第二型糖尿病、減緩高胰島素血症、降低胰島素阻抗有顯著效果，

甚至有機會達到疾病緩解。

### (四)作息規律

1. 延長睡眠時間:睡眠時數低於 7 小時的患者，增加 30 分鐘左右的躺床時間可以改善糖化白蛋白(GA)等血糖指標，有利於血糖代謝調控。
2. 改善睡眠質量:糖尿病與睡眠呼吸中止症的共病率很高，患者經醫師評估過後應積極治療，以避免缺氧與發炎反應惡化血糖控制。



圖九、睡眠對血糖的影響

### (五)戒菸酒

1. 絕對戒菸:吸菸會刺激交感神經，導致身體分泌更多升糖激素，同時尼古丁等有害物質會進入血液，影響胰島素的作用，吸菸還會損害血管，導致血管硬化、血栓形成等問題，所以戒菸不僅對血糖控制有益處，還能改善呼吸、消化、免疫系統等功能。
2. 避免飲酒:空腹飲酒時，身體會抑制糖質新生作用、肝糖的分解和干擾血糖調節功能，造成低血糖，而飯後飲

酒會使胰島素的阻抗增加、刺激肝糖分解而造成血糖偏高，過度飲酒則會增加血液中三酸甘油脂的濃度，增加胰臟癌的發生率。

## 八、心理健康與社會支持

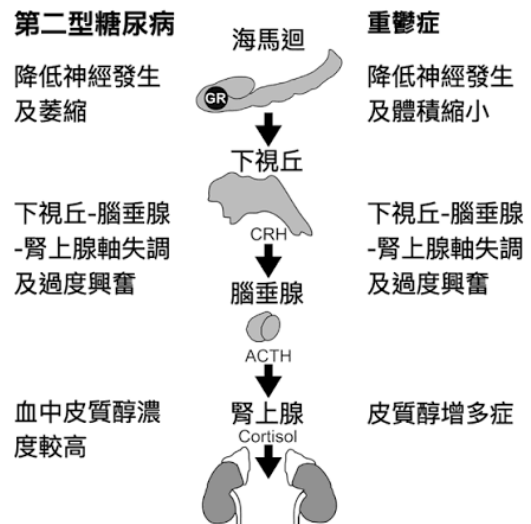
糖尿病對健康的影響不只限於生理層面，統計顯示，糖尿病患者合併憂鬱症的盛行率約是非糖尿病族群的兩倍，罹患糖尿病長期帶來的藥物負擔、血糖監測及對併發症的恐慌，會造成沉重的心理壓力，增加罹患憂鬱症的風險。反之，憂鬱症會導致人體活動力下降、飲食不正常及壓力賀爾蒙增加，進而降低胰島素敏感性並引發糖尿病。



圖十、糖尿病與憂鬱症的惡性循環

罹患憂鬱症會造成下視丘-腦垂腺-腎上腺軸(HPA axis)失調，增加壓力荷爾蒙(如皮質醇)分泌，這會讓身體慢性發炎、降低大腦神經營養因子(BDNF)，長期過高的皮質醇會破壞身體代謝，進而引發胰島素阻抗，導致血糖波動惡化

除此之外，大腦與下視丘相關區域的神經可塑性下降，加重憂鬱與認知負擔，若不治療憂鬱症狀，合併憂鬱症的糖尿病患者的糖化血色素(HbA1c)可能比一般糖尿病患者高出兩個單位，並增加大血管疾病與死亡的風險。



圖十一、糖尿病與憂鬱症的相關性

我們可以從了解心理反應階段、憂鬱症自我監測、導入心理健康活動來改善糖尿病患者的心理狀態。

### (一)心理調適的階段與症狀:

剛確診糖尿病時，容易在無形之中增加許多壓力，進而出現對未來生活感到不安的焦慮，接著難以接受事實而產生否認心理，甚至轉化成怨天尤人的憤怒，隨後會在心裡跟疾病談條件，試圖延後面對現實的時間或是不願接受而尋求捷徑，但若感到無力改變現狀則會陷入悲傷的情緒低潮，直到心態逐漸轉變進入放鬆期，最終達到接受並正視健康問題的狀態，學習與疾病共存。



圖十二、憂鬱症的常見症狀

除了察覺情緒波動外，患者可以運用專業評估工具來實踐心理健康自我的檢測。定期使用憂鬱症篩檢量表(如 PHQ-9 或 CES-D 等)來篩檢憂鬱風險，或透過糖尿病問題量表(PAID)具體衡量因治療、社會資源匱乏所帶來的心理困擾，並輔以 WHO-5 幸福指標量表來量化心理生活品質。

♥ 測測你的幸福指數！

|    | 在過去兩週內            | 全部的時間(5分) | 大部分的時間(4分) | 一半以上的時間(3分) | 少於一半的時間(2分) | 有時候(1分) | 從來沒有(0分) |
|----|-------------------|-----------|------------|-------------|-------------|---------|----------|
| 1  | 我感到情緒開朗且精神不錯。     |           |            |             |             |         |          |
| 2  | 我感到心情平靜和放鬆。       |           |            |             |             |         |          |
| 3  | 我感到有活力且精力充沛。      |           |            |             |             |         |          |
| 4  | 我醒來感到神清氣爽並有充分休息。  |           |            |             |             |         |          |
| 5  | 我的日常生活中充滿讓我感興趣的事。 |           |            |             |             |         |          |
| 總分 |                   |           |            |             |             |         |          |

圖十三、WHO-5 幸福指標量表

心理調適的程度會直接影響患者的自我照顧能力，若能接納自己的感受並肯定自我價值，將能更有效地降低疾病對身心靈的負面衝擊。

## (二)臨床整合治療

目前的醫學共識認為，糖尿病與憂鬱症必須同時介入治療，才能改善預後並提

升生活品質。美國糖尿病協會(ADA)指出，治療憂鬱症有助於改善糖尿病預後，臨床上常使用選擇性血清素回收抑制劑(SSRI)，如 Sertraline 已被證實對改善情緒困擾且對血糖穩定具有正面效果。另外，認知行為治療(CBT)也是重要的一環，經過長期追蹤，接受 CBT 的糖尿病患者血糖控制上呈現顯著改善。

而對於合併憂鬱的糖尿病患者來說，醫療團隊與親友須更有耐心地告知服用藥物的重要性，以協助患者面對因情緒引發的低服藥遵從性問題。

## (三)多元賦能與藥物介入

除了傳統醫療，透過生活型態轉變與社會支持，能有效建立糖尿病患者的心理韌性，也是預防心理併發症的核心。

「綠色療癒」的園藝治療透過與植物的接觸，能顯著提升糖尿病患者的正面情緒、成就感與社會互動，並有效降低強迫、焦慮、憂鬱與敵意等負面感受。

具體的園藝活動，如水耕、多肉植物與組合盆栽，能引導糖尿病患者在實作中體悟「適者生存」的道理，學習在環境變化中發展因應技能，而處理仙人掌象徵對生活中「棘手問題」的態度，有助於將思維從抱怨問題轉向積極處理。

同時，社會支持系統的建立同樣不可或缺，患者可以透過參加支持團體來獲得集體認同與情緒支持，家屬的傾聽、陪伴回診與適時關懷更是強化控糖依從性並減少不安感的關鍵動力，社會支持系統的深化應建立在「信任且合作的治療性人際關

係」上，將家屬與醫療團隊轉變為共同決策的「健康夥伴」，以傾聽、陪伴回診與參與醫療計畫的制定，來提升患者的自我效能，有效緩解長期對抗疾病產生的疲憊感並強化控糖的心理韌性。

規律運動也能刺激大腦紓解壓力，飲食上適量攝取富含色胺酸(腦內快樂因子)的乳製品或豆製品，也能幫助大腦神經放鬆，從生理與心理層面同步打破糖尿病與憂鬱情緒的惡性循環。

## 九、數位健康與智慧醫療

### (一)建立數據紀錄習慣

患者可利用 APP(如「智抗醣」或「CGM」)連接藍芽紀錄血糖監測、身體活動量、飲食與用藥，CGM 連續血糖監測是一台大小約 50 元硬幣的傳感器。



圖十四、CGM(連續血糖監測)

儀器上的探頭會植入患者手臂或腹部的皮膚，附著到組織液，因為血管中的葡萄糖會擴散到組織液中，所以探頭就能順利量測到葡萄糖，並用線圖的方式表現出來，讓血糖波動更直接，比起傳統指尖採血需頻繁扎針且只能提供單點數據，CGM 能記錄 24 小時的數據並串聯成動態葡萄糖

圖譜(AGP)。



圖十五、智抗醣-連續葡萄糖檢測系統

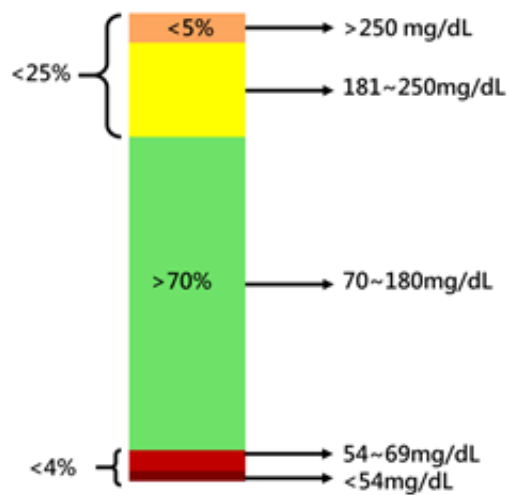
由於監測過程無須每次扎針，大幅減少患者的心理負擔與疼痛感，提高長期檢測的意願，這也能讓患者捕捉到夜間血糖波動或餐後血糖峰值，填補傳統指尖採血無法監測到的數據空白。

| Health 2 Sync 連續血糖監測與傳統監測的不同 |            |          |           |              |
|------------------------------|------------|----------|-----------|--------------|
|                              | 血糖機        | 專業型      | 間歇型       | 即時型          |
| 基本介紹                         | 傳統型的血糖量測工具 | 台灣最常見的類型 | 台灣已經在今年上市 | 部分醫療院所及藥局可購買 |
| 監測時間                         | 依個人習慣不同    | 5分鐘/次    | 1分鐘/次     | 5分鐘/次        |
| 立即看到數據                       | V          | X        | V         | V            |
| 高低血糖前提醒                      | X          | X        | V         | V            |

圖十六、連續血糖監測與傳統監測的不同

傳統的糖尿病照護多以診間的糖化色素(HbA1c)為核心，但 HbA1c 只代表三個月的平均值。利用 CGM 技術可以更精確地計算出目標範圍內時間(TIR)，即患者血糖維持在理想範圍 70-180mg/dL 的時間百分比。

### 第一型&第二型 糖尿病血糖控制目標



圖十七、TIR-糖尿病血糖控制目標

TIR 可以直接顯示血糖的穩定程度，即便兩位患者的 HbA1c 的數值相同，TIR 較高者代表血糖波動小，發生低血糖或嚴重併發症的風險相對較低。研究證實，提高 TIR 的比例能更有效的阻斷併發症風險。

### (二)實踐「固定、微調、做紀錄」的模式

首先維持固定且規律的作息、不熬夜與均衡飲食，利用 APP 推出的「AI 食物辨識與營養分析功能」來紀錄一天所攝取的總熱量與碳水化合物、蛋白質、脂質等營養素資訊，用戶只需要透過手機拍照再選擇食物份量，就能紀錄日常飲食。

透過 CGM 的即時回饋，患者能直觀看見高 GL 食物如何讓血糖飆升，進而選擇低

GI 的原型食物，再藉由反饋的血糖數據來逐步調整飲食或運動頻率，營養師在智抗糖的「雲端照護平台」可以掌握用戶每餐的營養數據，進而幫助患者控制血糖與體重。



圖十八、智抗糖-AI 食物辨識&紀錄

### (三)透過 AI 進行個人化風險管理

AI 將根據健保大數據(如 DCSI)為患者進行風險分級，預測未來發生視網膜病變、腎病變等共病的機率，讓患者在早期階段就有警覺性並及早介入治療，此外，內建的高低血糖警報功能可以在血糖異常波動時發出預警，預防嚴重低血糖引發昏迷等急性危險事件，再由 AI 生成符合個人狀況的衛教內容，提供用戶精準的照護建議。

### (四)強化遠距離醫療互動

透過 APP 的通訊功能(如「家醫大平台」或第三方 APP)，患者可以將居家紀錄的數據即時分享給醫療團隊，醫師能根據完整的血糖波動線圖精準調整藥物或胰島素劑量，進而有效達到自我健康管理的目標。

社會支持可進一步與數位工具結合，例如利用 APP 的雲端數據分享功能，讓家屬或醫療團隊能即時掌握患者的血糖波



動，並在數據異常時給予關懷與鼓勵。這種「遠端介入」能打破診間的限制，讓患者在日常生活中隨時感受到支持的存在，大幅減少對併發症恐慌而產生的不安感。

## 十、結語

本研究針對糖尿病併發症預防進行探討，顯示現代糖尿病健康管理已逐漸由傳統單一治療模式，朝向結合生理數據監測、生活型態調整、心理支持與持續健康管理的整合模式發展。除了醫療介入之外，如何透過規律身體活動改善個人健康行為、提升體能與維持長期自我管理能力，亦是降低糖尿病相關健康風險的重要研究方向。

基於上述研究結果，本研究亦可作為後續探討「自行車騎乘與糖尿病健康促進」之先期研究基礎。自行車騎乘具有可依個人體能調整運動強度、兼具心肺耐力與下肢肌力活動，並可透過穿戴裝置及數位平台持續蒐集騎乘時間、距離、心率與活動量等資訊之特性，適合作為規律運動與數位健康管理結合的應用情境。未來可進一步探討不同騎乘頻率、運動強度與持續時間，與血糖控制、體適能、身體組成及生活品質等健康指標之關聯，建立更具實證基礎的運動健康管理模式。

因此，本研究不僅作為糖尿病併發症預防相關議題的整理與分析，也可作為後續運動健康研究的起點，進一步將糖尿病風險管理與自行車騎乘、智慧穿戴、健康數據分析及個人化運動建議相互整合，逐步建立「健康評估 - 運動介入 - 數據追蹤 -

健康回饋」的研究架構，作為未來深入探討自行車運動在慢性疾病預防與健康促進應用上的基礎。

## 參考文獻

楊昌斌、黃智能、張少遜、曹德弘(2008年2月)。第二型糖尿病患者運動介入的理論與應用 [ 基礎醫學 ]。Airiti Library 華藝線上圖書館

盧熾羽、郭毓仁(2013年12月)。園藝治療活動對糖尿病友心理活動效益之研究。

竇文思、徐錦興(2014年6月30日)。行動應用程式糖尿病人健康管理可行性評估與未來展望 [ 休閒保健期刊第十一期 ]。

Airiti Library 華藝線上圖書館

陳詠寧(2018年8月)。睡眠延長時間與糖尿病患者血糖代謝提升之關聯研究 [ 碩士論文，國立政治大學 ]。Airiti Library 華藝線上圖書館

陳紀語(2019年7月8日)。糖尿病心理紓壓-家人陪伴。新北市立聯合醫院

彭柏森、劉開璽、蔡宗能、鄭正忠、林維祥(2019年8月)。糖尿病合併冠狀動脈疾病-從藥物治療至血管重建之綜論 [ 內科學誌 ]。台灣內科醫學會

陳奕嘉(2021年)。糖尿病與憂鬱症相關性之探討。中華民國醫師公會全國聯合會

黃美芳(2021年5月)。智慧型手機APP於第二型糖尿病在血糖控制與身體活動量健康管理之效藝:隨機對照試驗 [ 碩士論文，高雄醫學大學 ]。碩博士論文網



智抗醣(2022 年 1 月 8 日)。認識第一型糖尿病-第一型糖尿病的成因。Health 2 Sync

陳姿吟、黃月桂(2022 年 3 月)。健走運動對第二型糖尿病中高齡患者之健康效益。Airiti Library 華藝線上圖書館

蔡泉財、黃柏勳(2022 年 8 月 2 日)。糖尿病和心血管疾病。榮民總醫院

余佳馨、林佳霏、林士祥(2022 年 11 月 23 日)。探討糖尿病衛教介入對門診第二型糖尿病患血糖控制與認知功能之影響。Airiti Library 華藝線上圖書館

黃怡文、惠群(2024 年)。減少第二型糖尿病病人動脈粥樣硬化性心血管疾病的綜合觀點 [ 內科學誌 ]。台灣內科醫學會

姚佩杼(2025 年 7 月 10 日)。罹患第二型糖尿病，心理調適可以怎麼做?。嘉義基督教醫院

健保署(2024 年 3 月 5 日)。健保署 X Google X 臺北醫學大學 糖尿病「精準衛教」啟航。衛生福利部中央健康保險署-新聞發布

汪宜靜(2024 年 11 月 12 日)。糖尿病友的生活管理。台灣大學醫學院附設醫院

胡秋鳳、彭睿華、關筑云、李僊瑋、謝佳容(2025 年)。運用認知行為治療照顧一位糖尿病伴隨憂鬱症高齡病人之互利經驗。Airiti Library 華藝線上圖書館

張雅惠(2025 年 9 月 8 日)。第二型糖尿病是什麼?成因、症狀、診斷、預防方法。Hello 醫師

王若樸(2026 年 3 月 6 日)。健保署聯手 Google 揭糖尿病 AI 專案進展，衛福部重申 FHIR 與聯邦學習布局。iThome

陳立城(2026 年 7 月 10 日)。遠離糖心風險-糖尿病與心血管疾病的關聯與防護。香港心臟專科中心



# 專利公報 2026/07/01 ~ 2026/09/30

## 台灣 自行車專利

### 公告號 專利名稱

|         |                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M687221 | 自行車通訊與供電整合線束組件                                                                                                                                                                                                  |
| M686965 | 二輪車側柱主動式安全收折裝置                                                                                                                                                                                                  |
| M686868 | 用於自行車的操控裝置                                                                                                                                                                                                      |
| I938138 | 可調式自行車工作架                                                                                                                                                                                                       |
|         | ADJUSTABLE BICYCLE WORK STAND                                                                                                                                                                                   |
| I937780 | 減震裝置及減震座椅                                                                                                                                                                                                       |
| I937631 | 用於自行車之高度可調式座桿和設備及用於高度可調式座桿之間隔件                                                                                                                                                                                  |
|         | HEIGHT ADJUSTABLE SEAT POSTS AND APPARATUSES FOR BICYCLES AND SPACERS FOR HEIGHT ADJUSTABLE SEAT POSTS                                                                                                          |
| I937492 | 透過疲勞預測模型控制輔助動力之方法                                                                                                                                                                                               |
|         | METHOD FOR CONTROLLING AUXILIARY POWER BY FATIGUE PREDICTION MODEL                                                                                                                                              |
| I937470 | 與自行車相關聯之控制器裝置及用於使用者概況識別之電腦實行方法                                                                                                                                                                                  |
|         | CONTROLLER DEVICE ASSOCIATED WITH BICYCLE AND COMPUTER-IMPLEMENTED METHOD FOR USER PROFILE IDENTIFICATION                                                                                                       |
| I937281 | 用於判定液壓煞車系統之剛性的方法、用於操作兩輪車輛之液壓煞車系統的方法、兩輪車輛之液壓煞車系統及兩輪車輛                                                                                                                                                            |
|         | METHOD FOR DETERMINING A STIFFNESS OF A HYDRAULIC BRAKE SYSTEM, METHOD FOR OPERATING A HYDRAULIC BRAKE SYSTEM OF A TWO-WHEELED VEHICLE, HYDRAULIC BRAKE SYSTEM OF A TWO-WHEELED VEHICLE AND TWO WHEELED VEHICLE |
| I937132 | 複數個電化學電池單元的電極配置的保護器元件                                                                                                                                                                                           |
|         | ARRESTER ELEMENT OF AN ELECTRODE ARRANGEMENT OF A PLURALITY OF ELECTROCHEMICAL CELLS                                                                                                                            |
| M686848 | 路口改善候選方案自動生成裝置                                                                                                                                                                                                  |
| I936893 | 動力輔助自行車之可變速混合動力系統及運用於自行車之換檔離合器組                                                                                                                                                                                 |
| I936878 | 電動輔助自行車驅動系統及電動輔助自行車驅動方法                                                                                                                                                                                         |
|         | ELECTRICALLY ASSISTED BICYCLE DRIVE SYSTEM AND ELECTRICALLY ASSISTED BICYCLE DRIVE METHOD                                                                                                                       |
| I936701 | 懸吊組件                                                                                                                                                                                                            |
|         | SUSPENSION COMPONENTS                                                                                                                                                                                           |
| I936538 | 自行車煞車碟盤                                                                                                                                                                                                         |
|         | BICYCLE BRAKE DISK                                                                                                                                                                                              |
| M686491 | 折疊支架的裝配系統                                                                                                                                                                                                       |
| M686360 | 具方向指示功能之自行車後照鏡裝置                                                                                                                                                                                                |
| M686340 | 磁吸燈條                                                                                                                                                                                                            |
|         | MAGNETIC LIGHT STRIP                                                                                                                                                                                            |
| M686309 | 自行車車架和座管的結合結構                                                                                                                                                                                                   |
| M686291 | 測試機台及可隨車輪尺寸調整的自行車車架測試治具                                                                                                                                                                                         |
| M686286 | 自行車之車頭碗限位結構                                                                                                                                                                                                     |
| M686275 | 載具解鎖及通訊系統                                                                                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M686247 | 自行車把手與輔助把手之組合結構                                                                                            |
| I936071 | 運動賽事控場系統                                                                                                   |
|         | SPORTS EVENT MANAGEMENT SYSTEM                                                                             |
| I936065 | 可應用於復健領域且使用肌電訊號之非圓形鍵盤之設計方法                                                                                 |
| M686209 | 淨呼單車系統                                                                                                     |
| M686187 | 用於電動輔助自行車之介面                                                                                               |
|         | INTERFACE FOR ELECTRIC ASSIST BICYCLE                                                                      |
| I936011 | 自行車後輪輻總成及鏈輪支撐主體                                                                                            |
|         | BICYCLE REAR HUB ASSEMBLY AND SPROCKET SUPPORT BODY                                                        |
| I935989 | 自行車後變速器                                                                                                    |
|         | BICYCLE REAR DERAILLEUR                                                                                    |
| I935954 | 用於自行車之協調器裝置、非暫態電腦可讀儲存媒體及用於自行車之系統                                                                           |
|         | COORDINATOR DEVICE FOR A BICYCLE, NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM AND SYSTEM FOR A BICYCLE |
| I935785 | 用於自行車的操作裝置                                                                                                 |
|         | CONTROL DEVICE FOR BICYCLE                                                                                 |
| I935764 | 二氧化碳吸附電池、及充放電裝置                                                                                            |
| I935710 | 乳桿菌用於製備增肌及減脂之組成物的用途                                                                                        |
|         | USE OF LACTIC ACID BACTERIA IN PREPARATION OF COMPOSITION FOR INCREASING MUSCLE MASS AND REDUCING BODY FAT |
| I935675 | 用於伸縮總成之非均勻厚度套管、伸縮懸掛裝置和升降座桿                                                                                 |
|         | NON-UNIFORM THICKNESS BUSHING FOR TELESCOPIC ASSEMBLY, TELESCOPIC SUSPENSION AND DROPPER SEAT POST         |
| I935653 | 拉杆機構及推車                                                                                                    |
|         | PULL ROD MECHANISM AND STROLLER                                                                            |
| I935354 | 調諧質量阻尼器                                                                                                    |
|         | TUNED MASS DAMPER                                                                                          |
| I935263 | 表面平滑化金屬構件                                                                                                  |
|         | SURFACE SMOOTHED METAL MEMBER                                                                              |
| I935242 | 用於人力驅動車的組件及通訊系統                                                                                            |
| I935201 | 光檢測元件及光檢測裝置                                                                                                |
| I935161 | 自行車元件控制器、自行車元件控制系統及自行車元件控制方法                                                                               |
|         | BICYCLE COMPONENT CONTROLLER, BICYCLE COMPONENT CONTROL SYSTEM AND BICYCLE COMPONENT CONTROL METHOD        |
| I935089 | 側行鏈路定位參考訊號序列                                                                                               |
|         | SIDELINK POSITIONING REFERENCE SIGNAL SEQUENCES                                                            |
| I935073 | 框架鎖及框架鎖系統                                                                                                  |
|         | FRAME LOCK AND FRAME LOCK SYSTEM                                                                           |
| I935016 | 載具、載具之驅動配置及用於生產載具之驅動配置的方法                                                                                  |
|         | VEHICLE, DRIVE ARRANGEMENT OF A VEHICLE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME                                  |
| I934974 | 基於最早路徑的峰值的參考信號接收功率量測                                                                                       |
|         | REFERENCE SIGNAL RECEIVED POWER                                                                            |



|         |                                                                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | MEASUREMENT BASED ON PEAK OF EARLIEST PATH                                                                                    |
| 1934933 | 自行車變速器、自行車齒輪結構、自行車馬達單元、及前變速器                                                                                                  |
|         | BICYCLE DERAILLEUR, BICYCLE GEAR STRUCTURE, BICYCLE MOTOR UNIT, AND FRONT DERAILLEUR                                          |
| M686152 | 自行車防漏氣之內胎氣門嘴                                                                                                                  |
| M686138 | 減速機                                                                                                                           |
|         | SPEED REDUCER                                                                                                                 |
| M686082 | 降低噪音之腳架                                                                                                                       |
| M686064 | 傳動軸組                                                                                                                          |
| M686000 | 車燈結構                                                                                                                          |
| M685992 | 發熱帽                                                                                                                           |
| M685989 | 交通工具置物器具連結避震結構                                                                                                                |
| M685945 | 自行車座墊立管避震結構                                                                                                                   |
| M685932 | 卡踏轉換座改良結構                                                                                                                     |
| M685916 | 組合式氣芯                                                                                                                         |
| M685908 | 充氣裝置                                                                                                                          |
|         | INFLATION DEVICE                                                                                                              |
| M685892 | 自行車車架                                                                                                                         |
|         | BICYCLE FRAME                                                                                                                 |
| 1934821 | 騎乘訓練設備座椅與手把可調整範圍校正系統、方法及電腦程式產品                                                                                                |
|         | CALIBRATION SYSTEM, METHOD, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR ADJUSTING THE SEAT AND HANDLEBAR RANGE OF RIDING TRAINING DEVICE |
| 1934810 | 認識破足跡之教材                                                                                                                      |
| 1934749 | 扶手機構和具有扶手機構的兒童車                                                                                                               |
|         | HANDRAIL MECHANISM AND BABY CARRIAGE INCLUDING THE SAME                                                                       |
| 1934644 | 依騎乘狀態的自動升降裝置及其自行車系統                                                                                                           |
| 1934624 | 用於電動輔助自行車之可拆卸電源裝置                                                                                                             |
| 1934588 | 駐車結構和兒童車                                                                                                                      |
|         | PARKING STRUCTURE AND CHILD STROLLER                                                                                          |
| 1934390 | 後變速器                                                                                                                          |
|         | REAR DERAILLEUR                                                                                                               |
| 1934311 | 用於自行車之車頭組件的線佈線器及用於自行車之裝置                                                                                                      |
|         | CONTROL LINE ROUTER FOR A HEADSET OF A BICYCLE AND DEVICE FOR A BICYCLE                                                       |
| 1934258 | 電動車之無線充電裝置                                                                                                                    |
|         | WIRELESS CHARGING DEVICE FOR ELECTRIC VEHICLE                                                                                 |
| 1934198 | 鋰二次電池                                                                                                                         |
|         | LITHIUM SECONDARY BATTERY                                                                                                     |
| 1934112 | 機器學習模型定位效能監控和報告                                                                                                               |
|         | MACHINE LEARNING MODEL POSITIONING PERFORMANCE MONITORING AND REPORTING                                                       |
| 1934098 | 用於人力車輛的控制裝置及撥鍵器                                                                                                               |
|         | CONTROL DEVICE AND DERAILLEUR FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                       |
| 1934086 | 人力驅動車用控制裝置及人力驅動車用組件                                                                                                           |
| 1934072 | 控制系統                                                                                                                          |
| 1934004 | 用於人力車輛之操作裝置                                                                                                                   |
|         | OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                    |
| 1933897 | 後鏈輪總成及鎖定裝置                                                                                                                    |
|         | REAR SPROCKET ASSEMBLY AND LOCK DEVICE                                                                                        |

|         |                                                                                                                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1933865 | 雙向變速操作器、致動器及變速系統                                                                                                                                       |
|         | TWO-WAY GEAR SHIFT OPERATOR, ACTUATOR AND GEAR SHIFT SYSTEM                                                                                            |
| 1933827 | 人力車輛之液壓裝置                                                                                                                                              |
|         | HYDRAULIC DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                                             |
| 1933825 | 自行車輪圈及其製造方法                                                                                                                                            |
|         | BICYCLE WHEEL RIM AND PROCESS FOR MANUFACTURING THE SAME                                                                                               |
| 1933787 | 用於人力交通工具之操作裝置                                                                                                                                          |
|         | OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                                             |
| M685663 | 自行車雷達尾燈之狀態監測系統                                                                                                                                         |
|         | STATUS MONITORING SYSTEM FOR BICYCLE RADAR TAILLIGHT                                                                                                   |
| M685625 | 限位頭碗組件                                                                                                                                                 |
| M685621 | 具多段工具之快拆把手結構                                                                                                                                           |
| M685532 | 具有磁定位功能之快拆鎖固機構                                                                                                                                         |
| M685526 | 電動輔助車驅動系統                                                                                                                                              |
| M685472 | 齒環及花鼓結構                                                                                                                                                |
| M685446 | 具可擴充連接介面之自行車手把頸管                                                                                                                                       |
| M685427 | 可提供車輛不同支撐的腳架組                                                                                                                                          |
| M685385 | 車把手及自行車                                                                                                                                                |
|         | HANDLEBAR AND BICYCLE                                                                                                                                  |
| 1933595 | 自適應充電系統                                                                                                                                                |
|         | ADAPTIVE CHARGING SYSTEM                                                                                                                               |
| 1933522 | 電輔自行車                                                                                                                                                  |
|         | ELECTRICALLY ASSISTED PEDAL CYCLE                                                                                                                      |
| 1933512 | 自行車內變速器的控制機構                                                                                                                                           |
| 1933385 | 用以提供與配送相關之服務之裝置、方法及記錄有命令之記錄媒體                                                                                                                          |
|         | APPARATUS, METHOD AND RECORDING MEDIUM STORING INSTRUCTIONS FOR PROVIDING A SERVICE RELATED TO A DELIVERY                                              |
| 1933164 | 輪圈校正系統及其方法                                                                                                                                             |
|         | WHEEL RIM CORRECTION SYSTEM AND METHOD THEREOF                                                                                                         |
| 1933163 | 車輪輻條自動鎖緊系統                                                                                                                                             |
|         | AUTOMATIC SPOKE LOADING SYSTEM                                                                                                                         |
| 1933145 | 閥組件、阻尼器組件和懸架                                                                                                                                           |
|         | VALVE ASSEMBLY, DAMPER ASSEMBLY AND SUSPENSION                                                                                                         |
| 1933110 | 電動自行車的傳動裝置                                                                                                                                             |
|         | TRANSMISSION DEVICE FOR ELECTRIC BICYCLE                                                                                                               |
| 1933077 | 自行車控制方法及自行車控制器                                                                                                                                         |
|         | BICYCLE CONTROL METHOD AND BICYCLE CONTROLLER                                                                                                          |
| 1932999 | 車輪固定器                                                                                                                                                  |
|         | WHEEL RETAINER                                                                                                                                         |
| 1932929 | 光檢測元件及光檢測裝置                                                                                                                                            |
| 1932805 | 座墊感測器總成、包含座墊感測器總成之人力交通工具控制系統、包含座墊感測器總成之座墊總成及包含座墊感測器總成之座管總成                                                                                             |
|         | SADDLE SENSOR ASSEMBLY, HUMAN-POWERED VEHICLE CONTROL SYSTEM COMPRISING SADDLE SENSOR ASSEMBLY, SADDLE ASSEMBLY COMPRISING SADDLE SENSOR ASSEMBLY, AND |



|         |                                                                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | SEATPOST ASSEMBLY COMPRISING SADDLE SENSOR ASSEMBLY                                                    |
| 1932789 | 使用感測器共享和集體感知的不端行為偵測                                                                                    |
|         | MISBEHAVIOR DETECTION USING SENSOR SHARING AND COLLECTIVE PERCEPTION                                   |
| 1932769 | 自行車驅動器與自行車                                                                                             |
| 1932760 | 攝像裝置                                                                                                   |
| 1932758 | 用於測距程序的感測器資料                                                                                           |
|         | SENSOR DATA FOR RANGING PROCEDURE                                                                      |
| 1932750 | 用於毫米波(MMW)通訊的多感測器輔助最大功率暴露(MPE)操作                                                                       |
|         | MULTI-SENSOR ASSISTED MAXIMUM POWER EXPOSURE (MPE) OPERATIONS FOR MILLIMETER WAVE (MMW) COMMUNICATIONS |
| 1932687 | 框架鎖                                                                                                    |
|         | FRAME LOCK                                                                                             |
| 1932630 | 聚酯樹脂，及包含其之樹脂交聯劑與樹脂組成物，以及預浸料、印刷配線板、半導體晶片封裝及半導體裝置                                                        |
| 1932616 | 用於應需定位的時間反轉                                                                                            |
|         | TIME REVERSAL FOR ON-DEMAND POSITIONING                                                                |
| 1932564 | 固態攝像元件                                                                                                 |
| 1932551 | 攝像裝置及受光元件                                                                                              |
| M685352 | 軸承                                                                                                     |
| M685348 | 整合式碗體組件                                                                                                |
| M685305 | 電動車用電瓶恆溫控制結構                                                                                           |
| M685304 | 電動自行車用電瓶座結構                                                                                            |
| M685247 | 具有自動變速功能之自行車                                                                                           |
| M685230 | 碟式煞車卡鉗座之銑面器                                                                                            |
| M685229 | 油針組件                                                                                                   |
| M685220 | 來令片預磨機                                                                                                 |
|         | BRAKE PAD BEDDING MACHINE                                                                              |
| M685185 | 碳排放量計算系統                                                                                               |
| M685119 | 氣嘴接頭                                                                                                   |
| M685093 | 具有拖車鉤的載人電動露營車                                                                                          |
| M685043 | 易於加工的升降裝置                                                                                              |
| 1932386 | 自行車的中軸與輪軸                                                                                              |
|         | BOTTOM BRACKET AND WHEEL SHAFT FOR BICYCLE                                                             |
| 1932375 | 自行車激磁發電系統                                                                                              |
|         | BICYCLE EXCITATION POWER GENERATION SYSTEM                                                             |
| 1932374 | 具有外殼定位結構的自行車輪轂馬達                                                                                       |
| 1932302 | 結合至空中載具組件中以偵測物理特性變化的感測器                                                                                |
|         | SENSORS INCORPORATED INTO AIRBORNE VEHICLE COMPONENTS TO DETECT PHYSICAL CHARACTERISTIC CHANGES        |
| 1932297 | 具電控油路開關之升降軸柱                                                                                           |
|         | HEIGHT-ADJUSTABLE POST WITH ELECTRICALLY CONTROLLED HYDRAULIC FLOW SWITCH                              |
| 1932288 | 適用於具有腰身之氣嘴之充氣連接構件                                                                                      |
|         | INFLATABLE CONNECTING COMPONENT SUITABLE FOR AIR NOZZLE WITH A WAIST                                   |
| 1932225 | 具承載裝置之擋泥板                                                                                              |
|         | THE MUDGUARD WITH A BEARING DEVICE                                                                     |
| 1932202 | 訂單處理方法、計算裝置及非暫時性計算機可讀記錄介質                                                                              |
|         | METHOD, COMPUTING DEVICE AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM FOR ORDER PROCESSING    |

|         |                                                                                                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1932178 | 用於鞋類製品的流體流動控制系統、足部支撐系統及包括足部支撐系統的鞋類製品                                                                                                         |
|         | FLUID FLOW CONTROL SYSTEM FOR AN ARTICLE OF FOOTWEAR, FOOT SUPPORT SYSTEM, AND ARTICLE OF FOOTWEAR COMPRISING A FOOT SUPPORT SYSTEM          |
| 1932168 | 具有顯示裝置的箱體                                                                                                                                    |
|         | BOX WITH DISPLAY DEVICE                                                                                                                      |
| 1932143 | 回轉過油車首結構及自行車                                                                                                                                 |
|         | ROTARY OIL-PASSING BICYCLE HEAD STRUCTURE AND BICYCLE                                                                                        |
| 1932098 | 自行車平衡機構                                                                                                                                      |
|         | BIKE BALANCE MECHANISM                                                                                                                       |
| 1932094 | 鞋面及鞋類製品                                                                                                                                      |
|         | UPPER AND ARTICLE OF FOOTWEAR                                                                                                                |
| 1932065 | 可調整高度之氣嘴組件                                                                                                                                   |
|         | ADJUSTABLE HEIGHT VALVE ASSEMBLY                                                                                                             |
| 1932058 | 輪轂                                                                                                                                           |
| 1931998 | 關於針對上行鏈路串流服務的服務品質(QoS)提示的考慮                                                                                                                  |
|         | CONSIDERATIONS ON QUALITY OF SERVICE (QOS) HINTS FOR AN UPLINK STREAMING SERVICE                                                             |
| 1931993 | 承載裝置與能承載載具的交通工具                                                                                                                              |
|         | CARRIER DEVICE AND VEHICLE-HOLDING VEHICLE                                                                                                   |
| 1931848 | 自行車後鏈輪總成及自行車傳動系統                                                                                                                             |
|         | BICYCLE REAR SPROCKET ASSEMBLY AND BICYCLE DRIVE TRAIN                                                                                       |
| 1931775 | 覆蓋物和具有覆蓋物的載具                                                                                                                                 |
|         | COVERING AND CARRIER WITH COVERING                                                                                                           |
| 1931730 | 基於工作流程建構的行銷圖文生成系統                                                                                                                            |
|         | MARKETING GRAPHIC AND TEXT GENERATION SYSTEM BASED ON WORKFLOW CONSTRUCTION                                                                  |
| 1931638 | 樹脂組成物、薄膜、光學透鏡、繞射光學元件、離子導膜、電池隔膜、二次電池、電路基板、振動板                                                                                                 |
| 1931562 | 電子裝置及電子系統                                                                                                                                    |
| 1931557 | 攝像裝置及電子機器                                                                                                                                    |
| 1931534 | 後鏈輪及後鏈輪總成                                                                                                                                    |
|         | A REAR SPROCKET AND A REAR SPROCKET ASSEMBLY                                                                                                 |
| 1931516 | 製造用於人體之支撐元件的方法(例如車輛的座墊)、依此方法獲得的支撐元件、及相關的成型單元                                                                                                 |
|         | METHOD FOR MAKING A SUPPORT ELEMENT FOR THE HUMAN BODY, SUCH AS A SADDLE OF A VEHICLE, SUPPORT ELEMENT SO OBTAINED AND RELATIVE MOLDING UNIT |
| 1931491 | 用於人力交通工具之前鏈輪總成                                                                                                                               |
|         | FRONT SPROCKET ASSEMBLY FOR A HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                          |
| 1931486 | 人力驅動車用控制系統                                                                                                                                   |
| 1931478 | 用於人力交通工具之前鏈輪總成                                                                                                                               |
|         | FRONT SPROCKET ASSEMBLY FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                            |
| 1931466 | 後鏈輪總成及鎖定裝置                                                                                                                                   |
|         | REAR SPROCKET ASSEMBLY AND LOCK DEVICE                                                                                                       |
| 1931412 | 在網路中儲存定位相關能力                                                                                                                                 |
|         | STORING POSITIONING-RELATED CAPABILITIES IN THE NETWORK                                                                                      |



|         |                                                                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I931409 | 可重構智能表面的時間和頻率資源級靜默                                                                                                                  |
|         | TIME AND FREQUENCY RESOURCE LEVEL MUTING OF RECONFIGURABLE INTELLIGENT SURFACES                                                     |
| I931397 | 控制閥式鉛蓄電池及其製造方法、以及包括控制閥式鉛蓄電池的蓄電系統                                                                                                    |
| I931395 | 用於人力車輛的操作裝置                                                                                                                         |
|         | OPERATING DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                          |
| I931373 | 用於人力交通工具之控制裝置                                                                                                                       |
|         | CONTROL DEVICE FOR HUMAN-POWERED VEHICLE                                                                                            |
| I931342 | 定位測量資料                                                                                                                              |
|         | POSITIONING MEASUREMENT DATA                                                                                                        |
| M685015 | 天候感應式雙色溫車燈控制系統                                                                                                                      |
|         | WEATHER-RESPONSIVE DUAL-COLOR-TEMPERATURE VEHICLE LAMP CONTROL SYSTEM                                                               |
| M685004 | 雙迴圈相交型自行車賽道                                                                                                                         |
| M684918 | 模組化水壺                                                                                                                               |
| M684874 | 自行車用內走線工具                                                                                                                           |
| M684808 | 自行車升降座管                                                                                                                             |
|         | BICYCLE DROPPER SEATPOST                                                                                                            |
| M684792 | 車載解鎖及警報裝置                                                                                                                           |
| M684717 | 可升降之自行車維修架                                                                                                                          |
| M684651 | 用於卡鉗轉接座之前叉防鎖死裝置調整結構                                                                                                                 |
| M684634 | 油壓煞車器之位置感測結構                                                                                                                        |
| I931288 | 自熱界面材料形成合金之方法及包含熱界面材料之半導體總成                                                                                                         |
|         | METHOD OF FORMING ALLOY FROM THERMAL INTERFACE MATERIAL AND SEMICONDUCTOR ASSEMBLY COMPRISING THERMAL INTERFACE MATERIAL            |
| I931244 | 福利院所照顧能力分析與分配系統及其方法                                                                                                                 |
|         | WELFARE INSTITUTION CAPACITY ANALYSIS AND ALLOCATION SYSTEM AND METHOD THEREOF                                                      |
| I931182 | 腳踏訓練系統及其腳踏訓練設備                                                                                                                      |
|         | PEDALING TRAINING SYSTEM AND ITS PEDALING TRAINING DEVICE                                                                           |
| I931039 | 可攜式定值扭力裝置                                                                                                                           |
| I931035 | 座桿結構及自行車                                                                                                                            |
|         | SEAT POST STRUCTURE AND BICYCLE                                                                                                     |
| I931032 | 連動式腳柱裝置                                                                                                                             |
|         | KICKSTAND DEVICE                                                                                                                    |
| I930998 | 用於鞋類製品的流體流動控制系統、足部支撐系統及包括足部支撐系統的鞋類製品                                                                                                |
|         | FLUID FLOW CONTROL SYSTEM FOR AN ARTICLE OF FOOTWEAR, FOOT SUPPORT SYSTEM, AND ARTICLE OF FOOTWEAR COMPRISING A FOOT SUPPORT SYSTEM |
| I930966 | 正極活性物質、正極活性物質的製造方法以及二次電池                                                                                                            |
|         | POSITIVE ELECTRODE ACTIVE MATERIAL, METHOD FOR MANUFACTURING POSITIVE ELECTRODE ACTIVE MATERIAL, AND SECONDARY BATTERY              |
| I930873 | 為計算系統預先組態一致性協定之系統及方法                                                                                                                |
|         | SYSTEMS AND METHODS OF PRECONFIGURING COHERENCY PROTOCOL FOR COMPUTING SYSTEMS                                                      |
| I930867 | 自行車座桿結構                                                                                                                             |
|         | BICYCLE SEAT POST STRUCTURE                                                                                                         |
| I930715 | 複合材料與腳踏車零件及其形成方法                                                                                                                    |

|         |                                                                                                                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | COMPOSITE MATERIAL AND BICYCLE COMPONENT AND METHOD OF FORMING THE SAME                                                                                         |
| I930711 | 用以控制自行車之電子變速之方法                                                                                                                                                 |
|         | METHOD FOR CONTROLLING ELECTRONIC SHIFTING OF A BICYCLE                                                                                                         |
| I930659 | 自行車後變速器                                                                                                                                                         |
|         | BICYCLE REAR DERAILLEUR                                                                                                                                         |
| I930614 | 自行車控制系統                                                                                                                                                         |
|         | BICYCLE CONTROL SYSTEM                                                                                                                                          |
| I930601 | 自行車龍頭與車把手的一體成型方法                                                                                                                                                |
|         | A METHOD FOR INTEGRALLY FORMING A BICYCLE FAUCET AND A HANDLEBAR                                                                                                |
| I930381 | 空心粒子、空心粒子之製造方法、樹脂組成物及其成形體                                                                                                                                       |
|         | HOLLOW PARTICLES, METHOD FOR PRODUCING HOLLOW PARTICLES, RESIN COMPOSITION, AND MOLDED BODY                                                                     |
| I930319 | 機動車輛的感測器資料共享                                                                                                                                                    |
|         | SENSOR DATA SHARING FOR AUTOMOTIVE VEHICLES                                                                                                                     |
| I930302 | 後鏈輪                                                                                                                                                             |
| I930254 | 自熱界面材料形成合金之方法及包含熱界面材料之半導體總成                                                                                                                                     |
|         | METHOD OF FORMING ALLOY FROM THERMAL INTERFACE MATERIAL AND SEMICONDUCTOR ASSEMBLY COMPRISING THERMAL INTERFACE MATERIAL                                        |
| I930212 | 用於自行車換檔機構的鏈條導引輥以及自行車換檔機構和自行車傳動系                                                                                                                                 |
|         | CHAIN-GUIDING PULLEY FOR BICYCLE DERAILLEUR, BICYCLE DERAILLEUR AND BICYCLE DRIVETRAIN                                                                          |
| I930209 | 纖維強化樹脂之製造裝置及纖維強化樹脂之製造方法                                                                                                                                         |
| I930161 | 輪子的輪緣、輪子、載具及製作輪緣的方法                                                                                                                                             |
|         | RIM FOR A WHEEL, WHEEL, VEHICLE AND METHOD OF MAKING A RIM                                                                                                      |
| I930153 | 隔熱多層片材、包含其之電化學電池單元、包含其之未連接陣列、以及包含其之電池組                                                                                                                          |
|         | THERMALLY INSULATING MULTILAYER SHEET, AN ELECTROCHEMICAL CELL COMPRISING THE SAME, AN UNCONNECTED ARRAY COMPRISING THE SAME, AND A BATTERY COMPRISING THE SAME |
| I930145 | 鏈條鎖及用於鏈條鎖的鏈條                                                                                                                                                    |
|         | CHAIN LOCK AND CHAIN FOR A CHAIN LOCK                                                                                                                           |
| I930078 | 經由 L 1 或 L 2 信令報告之定位測量資料                                                                                                                                        |
|         | POSITIONING MEASUREMENT DATA REPORTED VIA L1 OR L2 SIGNALING                                                                                                    |
| D246248 | 電動腳踏車                                                                                                                                                           |
|         | ELECTRIC BICYCLE                                                                                                                                                |
| D246105 | 自行車輪圈之部分                                                                                                                                                        |
| D245786 | 自行車前叉                                                                                                                                                           |
|         | BICYCLE FORK                                                                                                                                                    |
| D245785 | 自行車把手                                                                                                                                                           |
|         | BICYCLE HANDLEBAR                                                                                                                                               |
| D245784 | 自行車之車架                                                                                                                                                          |
|         | FRAME OF BICYCLE                                                                                                                                                |