

# 易維特科技股份有限公司

## 電動機車之車輪式直流無刷馬達開發

### 計畫執行目標

本計畫開發一款與機車後輪圈直接結合的直驅直流無刷馬達，不同於早期一般間接式無刷馬達的傳動系統。本電機之特色，因內置遊星齒輪減速裝置，行成一種體積小、效率高、扭力大之新形式直流無刷馬達。計畫之初擬定的無刷馬達開發技術規格如下：

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1：額定電壓：48V     | 4：額定扭力：20N.m |
| 2：額定功率：> 1200W | 5：電機效率：83%   |
| 3：額定電流：< 40A   | 6：最大功率：3500w |

搭配車輪式直流無刷馬達之電動機車的性能指標：

- 1：極速目標： $\geq 45\text{km/hr}$
- 2：加速性能： $0-30\text{米} \leq 5.3 \text{ sec}$
- 3：最大爬坡： $\geq 12^\circ$
- 4：整車電池消耗功率：定速 $30\text{km/hr} \leq 730\text{w}$ ；定速 $40\text{km/hr} \leq 128\text{w}$

### 新產品簡介

本計畫執行開發一款與電動機車後輪圈以側邊直接結合的直流無刷馬達，不同於一般間接式無刷馬達的傳動系統。設計架構為在高速薄型無刷電機內經特殊機構設計，內置遊星齒輪減速裝置，形成一型體積小、效率高、扭力大、馬達壽命長、免維護之新形式直流無刷馬達。此款新型無刷馬達因內置有適當的減速機構，所以有別於早期國內電動機車慣用的CVT巨型變速箱設計，因而可使電動機車之外觀設計做到輕巧流暢，電池置放空間保留最大之設計。因為這高功率輸出之車輪式無刷馬達技術，必須整合無刷馬達技術、無刷控制器技術以及精密齒輪加工等技術，所以藉此技術建立更高的技術門檻。

### 計畫創新重點

本計畫所研製的新款車輪式馬達有下列幾項特點：

1. 捨棄使用電動機車之大型CVT變速箱，將馬達與變速箱機構結合在一起，設計出一款最小體積、效率最高的電動機車用的直驅無刷直流馬達。
2. 使用遊星式減速機構，由於馬達與輸出軸可以是同軸線，因此安裝在電動機車之驅動輪側還是最佳設計，可以使輕型電動機車之設計空間增加許多彈性，將是目前國內輕型電動機車的一大改進。
3. 車輪式無刷馬達可以提升國內輕型電動機車所使用的馬達驅動系統技術，解決皮帶外露不美觀與會斷裂的最大問題點。
4. 為了與中國大陸電動自行車之低價產品上有所區隔，同時提升輕型電動車的技術性能，必須跟隨先進國家的電動車之設計。若能將無刷馬達、精密機械加工與無刷控制等

技術予以整合而成一款最新潮流的車輪式馬達，將會為台灣輕型電動車之產業帶來新時代。

### 公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

本計畫所開發的車輪式直流無刷馬達，符合先進國家設計潮流，具有體積小、效率高、扭力大、馬達壽命長、免維護，以及能增加電動車空間利用。本計畫所建立的車輪式馬達技術之後，改變傳統習慣使用巨型CVT變速系統。此技術開發完成後，先經過少量生產與驗證，接著即可逐步邁入量產階段，對本公司有下列正面的影響：

1. 提升馬達設計能量：本計畫執行期間，初期利用外部學校支援，以電腦模擬軟體來輔助與分析馬達設計之合理性。後期透過馬達的製作與測試，再回頭與電腦模擬數據做比較，修正一些很寶貴的馬達模擬的經驗參數，這無疑是大大提升本公司之馬達設計經驗與能量。
2. 整體技術創新：當電動車之電池能源有重大突破時，電動車時代就來臨了。本計畫之馬達與傳動系統對整車效率而言是最佳效率設計概念，同時整車空間是最大利用的設計，這皆是本產品最大優勢。藉本計畫之執行，運用此新技術觀念訂製一種新款車輪式馬達產品，以提升電動機車多年來傳動技術上的重大改進。
3. 提升公司整體形象：本產品技術研製完成後，是繼兩年前開發出以電子變速機構的直驅輪圈馬達之後，又進一步將馬達與傳動系統結合而成新式車輪式無刷馬達，使電動機車之整車效能更提升之外，在爬坡能力又有獨特創新方式改善。這項技術對本公司電動機車發展技術有相當程度的幫助，對產品技術形象在行銷上必能有許多助益。

### 人才培訓及運用效益

執行本計畫過程中，為使馬達設計更有效率，初期特別委託學術單位以電腦模擬軟體對設計的馬達做評估分析。在期中審查時委員也分享多項研究經驗的建議，所以使得本計畫執行馬達設計時，建立了對專業馬達模擬軟體之使用技術，這縮短了未來新馬達的設計時間，同時減少不必要的樣品試製費用，大大提升本公司之馬達設計能力。任何模擬軟體之準確度，皆需要實質產品之測試數據做修正，才能使模擬軟體更為實用化。本計畫之執行，不斷以馬達機體的測試數據，回頭修正原始模擬數據，於是獲得許多模擬軟體寶貴的經驗參數值，這對本公司在馬達設計能力上是相當重要。

以往馬達設計人才必須借重繁重的計算以及個人經驗的估算，所以年輕工程師根本無法勝任重要的馬達設計案。經由本計畫的執行，透過電腦模擬軟體的運用，縮短了工程師的養成時間，以及馬達設計經驗的傳承。電腦模擬軟體解決了繁複的電機設計計算工作，年輕工程師只要有正確的電機知識，對於馬達設計能力的培養，可以縮短很多年，這一點對本公司是另一項很重要的效益面。

### ● 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

本計畫執行之初雖未在計畫書上編列與學校的委託案，但在計畫執行期間，為縮短學習馬達模擬軟體的使用技術，計畫執行初期以勞務委託方式，委請成功大學電機系所來協助我們做馬達模擬分析。我們工程師藉由成大的個案例的分析，學習到馬達模擬軟體的優點，以及使用上的限制。學校在學術理論上是強項，但馬達在電動車上的使用條件卻不熟悉。所以本計畫執行中，遇到需要關於馬達理論方面的分析時，就包裝成專案方式，來委託學術單位幫忙。這個方式不但善用學術單位最強項的支援，同時縮短工程師閉門造車的胡亂摸索，也讓工程師的能力向上提升。

另外除了正式委託方式以外，我們執行本案遇到問題時，還請教了一些學校單位的教授，大都能獲得寶貴意見，例如：本案的委員葉勝年教授等。

### ● 新產品創造之技術效益及市場效益說明

本產品的主要市場目前還是以國外電動機車市場為主要目標，相較於其他以傳統cvt變速系統的電動機車而言，在省能源、騎乘性、續航力和製造成本上是本產品的最大優勢，因此只要透過本計劃開發後，本產品更可確保是非常有競爭優勢的產品。

本產品研製完成後，配合新款馬達與控制器，將運用與結合國內專業製造廠的分工能力予以量產這些關鍵零件，以減輕本公司初期的生產線投資。另外採策略合作、ODM、OEM等方式出口外銷，並積極在國外找尋有通路的大廠作為策略聯盟夥伴，以便能擴大銷售通路和產品知名度。本產品技術研製成功之後，預估三年後估計5,000台/年，本公司在電動機車的產值將有2.5億元，帶動相關投資約有3.5千萬元。

雖然電動機車目前技術瓶頸在於電池材料尚未有重大突破，但科技界人士皆認為電池材料新技術遲早來臨。因此可以預見電動機車業者必須經過這幾年困境的煎熬，但本公司仍對核心技術不斷持續改進，以等待電動機車時代的來到，才有機會苦盡甘來的一天。

### ● 計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

1.技術性成果效益：本計劃所開發之一型體積小、效率高、扭力大、馬達壽命長、免維護之新形式直流無刷馬達。此新型無刷馬達內置有適當的減速機構，所以有別於傳統電動機車必須慣用搭配CVT巨型變速箱設計，可使電動機車之外觀設計做到輕巧流暢。另外對於中國大陸成長倍速之電動自行車所使用的直驅式輪圈馬達，因其只能用於較低

功率需求的自行車工具，正好利用此產品技術與中國大陸之產品做區隔，因為這高功率輸出之車輪式無刷馬達技術，必須整合無刷馬達技術、無刷控制器技術與精密齒輪加工等技術，所以藉此可領先對岸電動車馬達技術之一大步。

- 2.產品競爭力：透過本計畫的研製，使本公司電動機車產品又建立一項電動機車之關鍵核心零件—車輪式直驅無刷馬達，將有助於產品外銷的競爭力。此技術未來可運用來開發芳鄰電動車（Neighborhood EV），因此對本公司之競爭力獲得很大提升。
- 3.提升馬達研發能力：藉由本計畫可培育馬達研發人力與經驗，建立結合科技軟體技術縮短新馬達開發時程與成本，此研發能量與研發制度，可作為未來新技術發展的能量。

### ● 專案執行重要心得

- 1.關鍵產品技術面：本計畫開發的內置行星減速齒輪組的新馬達技術，在技術面突破傳統電動機車馬達之結構設計，具有體積最小、效率最高、使用壽命更長等特點。根據計畫之執行成果來看，初期試做樣機還有許多必須克服的小缺點，但可證實此項馬達設計構想之可行性很高，值得推廣於業界。
- 2.提升研發能力：透過這次計畫的執行，經由委託學校單位，藉其設備能力與擅長的專業知識，分別解決關鍵技術點，使得本計畫順利完成。例如在計畫執行中，透過電腦模擬軟體的運用，縮短了工程師的養成時間，以及馬達設計經驗的傳承。電腦模擬軟體解決了繁複的電機設計計算工作，年輕工程師只要有正確的電機知識，對於馬達設計能力的培養，可以縮短很多年，這一點對本公司是另一項很重要的效益面。同時也使得計畫工程師獲得許多寶貴的技術知識，這對我們在馬達研發的能力有相當幫助。特別是縮短本公司在馬達模擬軟體的知識與運用面的學習時間，對未來新馬達設計上更能夠駕輕就熟了。
- 3.結合外部研究單位補己之所短：中小企業最欠缺的是人才，在這次執行計畫之經驗，公司不可能有足夠人才，同時技術是與時俱增，所以研發技術若能夠結合學術研究單位來協助，可以獲取不錯成果。研究單位的知識與技術可能偏重新穎、理論、分析，但若能結合自己製作能力與經驗，可以將研究單位擅長的部分以專案包裝，然後委託其執行，但在執行前後都有工程師參與其中，這樣除能解決研發能力之不足外，對工程師的能力培育也是很好方式，這是本次技術以外所獲得的寶貴心得。

