

航翊科技股份有限公司

中空式碳纖曲柄組設計製造開發計畫

計畫執行目標

本計畫於追求輕量化、高剛性的自行車零組件之技術標的考量，開發一種中空式碳纖維自行車曲柄組，突破傳統碳纖維布疊層製作曲柄之方法，以內置高壓氣袋的方式發展一款新型中空式碳纖維曲柄，產品具備新穎美觀的造型、極致的輕量化、優良的結構剛性、耐疲勞、耐久等產品特性；吹氣成形的製程型式亦提供本計畫中空式碳纖維曲柄外布碳纖維殼狀層良好的成型品質，避免內部壓力的不足所導致的產品品質缺陷；本計畫執行過程所累積的中空式碳纖維曲柄設計與製造技術，將帶動本公司研發團隊研發能量的向上提升。

本計畫執行之目標乃追求並研究出極致輕量化與高剛性性能品質特性的碳纖維曲柄產品，計畫產出之新型中空式碳纖維曲柄，曲柄組成品重量在 600g 以下，產品除了具有極致輕量化的競爭優勢外，並具備可達到通過 EN14781 疲勞測試法規的優良品質性能表現。

新產品簡介

本計畫之中空式碳纖維曲柄以內置高壓氣袋的方式將氣袋埋入曲柄體心軸部位，當曲柄體外部碳纖維布包覆完成後即將高壓氣體通入氣袋內，碳纖維疊層緊密的貼合模具表面，曲柄體內部形成輕量化的中空腔體曲柄結構；新產品重點在於，在碳纖維疊層包覆之前已先內置一鋁合金或其它輕金屬之心軸，配合氣袋成型的方式，本計畫新碳纖維曲柄體橫截面會形成工型的斷面結構，金屬心軸提供新式碳纖維曲柄抵抗衝擊的能力，相較於發泡成型方式所製作的曲柄體結構，本計畫所產出之新型中空式碳纖維曲柄不論在重量上、產品剛性、製作成本、製作時間等都優於市面上其它碳纖維曲柄組，實為極具競爭優勢的新產品。



本計畫產品剖面情形



傳統發泡成型破壞情形

計畫創新重點

綜合本計畫之創新性技術具有下列特點：

創新 1：中空式輕量化設計

- ▶ 一般曲柄產品輕量化設計多以配合曲柄造型設計決定減重方式與區域，採用減重槽或鏤空的減重設計是最為常見的方式，這些方式雖然達到了減輕重量的目的，但也犧牲了產品剛性，而曲柄乃連結人體與自行車體的重要零組件，肩負力量傳遞的重要工作，剛性要求應為產品設計的首要考量，因此在輕量化與剛性之間本計畫所採用方式將尋求出最佳之平衡點。
- ▶ 以自行車曲柄受力型態而言，將自行車曲柄進行拓撲最佳化分析可得到曲柄體內部中空的材料分佈結果，也就是就結構剛性而言，移除內部材料對於自行車曲柄整體剛性影響最小，因此可以獲得重量最輕、結構剛性最強的曲柄體。

創新 2：中空式高強度碳纖維曲柄製造技術

- ▶ 本計畫碳纖維曲柄製作過程，在複合材料包覆時填入氣袋於曲柄內部空間，利用對氣袋通以高壓氣體的方式使複合材料疊層緊密貼合模具表面，此種成型方式內壓力大，複合材料層與層間緊密固化，不易出現間隙或氣泡，成品品質優良，固化強度均勻。
- ▶ 層間穩固的結合，更能減少操作人員黏著膠劑與補強的時間，縮短產品製作工時，減少人為錯誤發生。
- ▶ 內部空間形成中空型式的腔體結構，除了在結構剛性與輕量化設計上尋找出最佳的平衡外，內部材料的移除也就是減少複合材料疊層數量，減少產品製作材料成本。
- ▶ 曲柄內置鋁合金骨架於中心位置，形成特殊工型截斷面，曲柄剛性、結構性更為穩固。

公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

碳纖曲柄組一直是自行車難以著力之零組件之一，雖然近年來，大陸地區投入生產製造碳纖自行車之廠商眾多，然碳纖製品之設計製造技術是要靠長期之經驗累積而來，非一蹴可及。本公司因本計畫的順利執行獲得諸多產品研究能量的提升

- ▶ 開發完成適用於場地、道路賽使用自行車之碳纖曲柄組，產品應用層面大。
- ▶ 開發完成中空碳纖曲柄組：曲柄組重 600g；本碳纖

維曲柄組適用 700C 公路跑車之規格。

- ▶ 高剛性中空碳纖維曲柄一體成型，無一般利用分段膠合的碳纖維曲柄強度問題。
- ▶ 克服難以著力之中空碳纖維曲柄設計製造，公司累積高品質的產品製程技術。

● 人才培訓及運用效益

本計畫以開發中空式碳纖維曲柄為標的，部份技術委託財團法人自行車暨健康科技研究發展中心執行，計畫合作過程研發中心除了提供技術上的支援外也可以提供本公司研發團隊對於產品設計評估的新視野，藉此累積對曲柄產品設計的敏銳度。

新製程與新產品的發展有助於刺激研發單位在產品發展的新思維，亦透過此專案計畫的有效執行，訓練工程師對於專案計畫時間控管與技術文件的產生，有助於內部員工整體本質學能的提升，並帶動研發團隊之創新設計能力。

● 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

自行車研發中心為經濟部工業局所轄之財團法人機構，從事輔導國內自行車等相關產業，已有相當一段時間，完成相關之研究工作也已具相當成效；該中心並建置有電腦輔助設計與電腦輔助工程分析技術能量，為業界產品研究之後盾。

本公司藉由此計畫產品結構分析之委託勞務，由自行車研發中心提供高階電腦輔助設計建構技巧與電腦輔助工程分析輔導，協助本公司研發團隊確認產品設計合理性，並發掘結構可能發生破壞位置，使研發團隊能夠快速的回應、即時的進行修正與補強；對於本公司研究團隊注入產品快速設計之新思維。

● 新產品創造之技術效益及市場效益說明

本公司已有車架、手把、前叉、曲柄等自行車碳纖零組件產品，若能完成本計畫，將補齊本公司之產品線，朝自行車全碳纖化之目標前進，而且對本公司將有下列技術與市場效益：

- ▶ 為業界首先開發完成曲柄大齒盤總重於 600 公克之

內的高剛性輕量化碳纖維曲柄組。

- ▶ 量產後預估每年可為公司創造 8000 萬元以上產值。
- ▶ 量產後預估每年可創造碳纖維曲柄組生產量 9000 組。

● 計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

- ▶ 保持台灣自行車業碳纖產品之設計製造技術領先，並擴大與國外業者技術差距至少 3 年以上。
- ▶ 為國內第一家擁有完整自行車碳纖零組件製品技術之公司，朝向自行車全碳纖化之目標邁出一大步，企業有形、無形價值提高，公司形象大大提昇。
- ▶ 為業界首先開發完成曲柄大齒盤總重於 600 公克之內的高剛性輕量化碳纖維曲柄組。
- ▶ 曲柄內置鋁合金骨架於中心位置，形成特殊工型截斷面，曲柄剛性、結構性更為穩固。

● 專案執行重要心得

隨著科技的發展與進步，人們對事物的要求也從『能用就好』的老舊思維，變得相當細膩和要求，唯有不斷進步或創新的構想，產生新的產品形態以提高產品之附加價值，並有效降低成本，才能在市場競爭激烈的考驗下生存。本公司於 1998 年成立至今，全心專注於跑車碳纖維零件的研發與生產（ODM 為主），技術上不斷創新並致力於本土技術的扎根，除了致力於提高產品品質外，更以歐洲高單價市場為主要目標。

傳統自行車碳纖維曲柄雖然以複合材料來取代部分的鋁合金，使曲柄體的重量得到大幅的減輕，然而比起鋁合金曲柄而言，碳纖維曲柄有容易斷裂與變形，損耗快，使用壽命短的缺點。本計畫改善碳纖維曲柄之製造方法，在曲柄體以一鋁合金骨架作為基礎，提高曲柄體結構強度，曲柄內部利用內置氣袋的方式形成兩個中空部，減輕產品的重量，達到兼具剛性與輕量化的優異產品特性。

在初胚樣品發展過程中，氣袋內置路徑與氣嘴入口的選擇可能影響曲柄結構強度，因此在曲柄體氣袋路徑的佈置上，本計畫參照曲柄體結構分析的結果，避免氣袋入口位置在高應力範圍區，借由有限元素分析技術的應用，使本計畫執行過程中具備快速評估產品結構與判斷的能量。

