

祥鼎鋁業股份有限公司、大葉大學

高冠高 6069 鋁合金輪圈設計開發

計畫緣起

自行車產業是台灣的亮點產業之一，但在 Made in Taiwan 的成分減少，進口的高階零組件數量卻提高的壓力下，零組件廠商面對外部競爭者來勢洶洶，國內產業發展瓶頸的內外夾擊下，將無法持續於 OEM、ODM 領域扮演高階產品代工者的角色，也迫使產業加速思考如何讓台灣成為全球中高階產品研發設計生產中心之情境發展。

自行車車輪位於自行車外觀重要位置，屬於中高等級自行車較為重視的部品，而輪圈屬於車輪重要組件，自行車常用的輪圈，從早期鐵圈改良到現在普遍使用的鋁合金輪圈，鋁合金輪圈製程不外乎抽拉擠製成型、捲圓機成型、銲接以及表面加工等程序，係裁切一段預定長度尺寸之鋁擠型金屬條，然後以捲圓機將鋁擠型彎捲成圓環狀，續在鋁擠型金屬條兩端藉由插栓來做接合，形成鋁合金輪圈；其中，鋁合金輪圈段落本身會抽製成具有空心空間，之後在空心空間周邊再分別製有孔，以供插栓兩端分別位在空心孔中來做固定接合，以構成完整的輪圈外觀，輪圈的重重量影響自行車的駕駛性能表現極大，因此輕量化是輪圈設計的重點所在。

市場上自行車鋁合金輪圈產品雖然已經相當多，但仍存在下列問題：

1. 輪圈在擠壓過程中，為提高生產能力，往往希望在接近臨界擠壓速度下生產，但在實際生產中，擠壓開始階段，只有盛錠筒持續加溫，鋁錠與擠型模分別依照材質進行預熱，鋁錠頭部與模具接觸後，推桿之力量逐漸增加，變形抵抗力增大，內部產生高溫，塑性隨之提升，呈現半流體之狀態，在分流後進入匯流室中，最後擠出成型，期參數設定與模具的設計都與成形結果有絕對之關係，其中又以高冠高之輪圈成形愈難。故針對擠型之模擬分析，來縮短開發模具之時程，與擠少模具的開發成本，導致型材沿長度方向組織性能不均勻，在擠型中後期型材表面出現裂紋。
2. 輪圈的同心率不足，如上述製造過程所述，條狀的鋁擠型金屬條雖然彎折為圓形，但經過插栓連接後，實際上的輪圈並不是很接近圓形，則當自行車在高速行駛時，便容易產生晃動或轉動不順狀況。
3. 高冠高鋁合金輪圈為未來的開發趨勢之一，因鋁製

祥鼎鋁業股份有限公司

經營理念

秉持顧客第一的經營理念，提供客戶完整而系統化的服務，共同提升，創造雙贏，創造高競爭力且優質化的商品。造高競爭力且優質化的商品。

成立日期：86年12月

負責人：廖英宏

資本額：17,000千元

員工人數：43人

技轉單位：財團法人自行車暨健康科技工業研究發展中心。

大葉大學

經營理念

建立一所德國式工業大學，以「理論與實務並重」、「人文與科技整合」的理念，透過「師徒傳承」與「產學合作」的作法，培育具有「創意與品質」的專業人才。

成立日期：民國79年3月

負責人：歐嘉瑞

員工人數：533人

高冠高鋁圈成型困難，技術難以突破，因此目前高冠高輪圈都是採用複合材料，近幾年，除了環保意識抬頭，輪圈燒框導致意外事件發生頻傳，國內外大廠也開始針對鋁製高冠高輪圈進行研究與開發，希望在未來可以取代複材輪圈，提高市占率。



圖 1. 產品圖

新產品簡介

高冠高鋁製輪圈其技術門檻較高，本計畫主要針對製程之模擬，來減少製程中的 try error，以提高良率及降低生產成本，其特點為低風阻、高冠高，詳細規格如下：

1. 輪圈尺寸(直徑)：跑車 700C。
2. ETRTO：632mm。
3. BSD 尺寸：622mm。
4. 輪框冠高：45mm。
5. 重量：570g。
6. 材料：AL6069。
7. 煞車邊寬度：20.5mm。
8. 輪胎搭配介面：700*19C-25C。
9. 輻絲孔：16孔。
10. 風阻值：327gf。

計畫創新重點

本計畫之創新重點主要在於高冠高之鋁擠製輪圈之成型相當困難，為了縮短開發時程與降低開發成本，所以導入製程的模擬分析，可以從分析結果中得到一些知識，並從中累積經驗，提升公司的能量。

1. 高框 45mm 設計

本計畫採用 45mm 冠高之輪圈，目前市售產品中，大於 40mm 冠高以上多以複材為主，鮮少以鋁製為主，且目前業界少用 AL6069 之材質，技術領先業界。

2. 高強度及高剛性優點

本計畫採用 6069 T6 材料；降伏強度 310MPa；極限強度 342MPa，跑車高框輪圈設計採用鋁合金 6069 作為結構材料，在強度及剛性方面配合電腦輔助設計與分析使輪圈截面最佳化，但本產品因為設計高框及鋁合金 6069 特性，比起鋁合金 6061 在製造成型上相對之技術難度也較高，因此導入材料試片基礎資料建置及塑性模流模擬分析技術，使本產開發水準達到高級輪圈之需求。

3. 輕量化優點

本設計之 6069 跑車高框輪圈，因其內環壁之壁厚最薄處(中點)與壁厚最厚處(輻條穿孔處)之間並無轉折夾角產生，而是採取連續的弧線銜接，因此，內環壁不會有應力集中的現象產生，也因此使該輪圈在具備良好的結構強度下，也同時兼具輪圈輕量化之效果，本次開發重量目標 600g 以內，根據量測結果，其實際輪圈重為 570g。

4. 成型品質優良

傳統自行車輪圈在製作方式上，仍有技術上的困難存在，如：1. 框的剖面高度越高，在騎乘時切風阻的效果就越大，讓騎乘者更加省力，但由傳統製作方式將鋁條經由捲圓機加工捲圓時，若框高過高之鋁條，經由捲圓機加工時容易造成扭曲變形甚至無法捲成圓形；2. 由傳統製作方式將鋁條經由捲圓機加工捲圓，若成型之圓直徑越

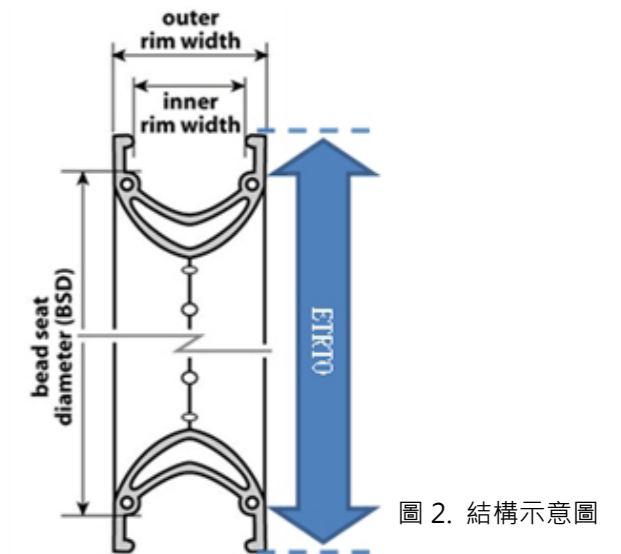


圖 2. 結構示意圖

小(捲圓加工弧度越大)，越有技術上的限制，經由捲圓機加工時容易造成扭曲變形甚至無法捲成圓形；3. 輪圈在擠壓過程中，為提高生產能力，本次計畫透過萬能試驗機進行拉伸試驗，並根據 ASTM E8 取得機械性質，瞭解材料在受到拉力時，材料在彈性範圍內及塑性範圍內，抵抗伸長變形的能力及斷裂的特性，透過 CAE 軟體分析了解結構的變化情形，促進金屬輪圈製程技術的提升及改進輪圈產品品質。

5. 低風阻優點

輪框的剖面高度越高，在騎乘時切風阻的效果就越大，騎乘者就越省力，風阻值目前測試結果為 327gf。

研發成果及衍生效益

本公司可藉由本計畫執 6069 跑車高框輪圈開發成功，衍生出用於自行車上或其他產品開發，例如車架管、車架附件、運動器材、醫療器材、電動車電池散熱結構、3C 機殼結構等。應用的範圍相當的廣，在提升的公司能量後，也提升產品的質與量。

專案執行重要心得

在本計畫案中，本公司突破以前土法煉鋼的方式，導入 CAE 軟體的模擬分析，在經過多次的模擬分析與比對，對於整體的製程的步驟，又有了更進一步之認識，任何一個步驟忽略掉，都可能導致產品良率受到影響，參數的設定也是相當的重要。在本計畫中，大葉大學在製程的 CAE 模擬能有效地了解輪圈內部的應力發生情形，與模具的內部設計對於擠出成形所造成的變形，不需要以實際開模的方式來進行測試而經多次修改後始可使用，大大的降低開發過程中的模具費與修改費，同時配合自行車中心的結構 CAE 模擬分析及實際的產品測試驗證，以符合安全法規，增加產品的可靠度，後續也會將此技術應用在公司目前的其他產品上，希望能使得產品品質更精進。