

明安國際企業股份有限公司

高值化之鈦鋁合金鑄造發動機引擎渦輪轉子開發計畫



成立日期：76年7月
負責人：鄭錫潛
資本額：1,333,757千元
員工人數：902人

經營理念

「營造熱情、卓越的環境，整合產業供應鏈，創造客戶滿意的服務，豐富人類生活品質」，不但為全體同仁提供共同努力的方向與希望，更是突

破困境，開創新局的基石。提供客戶全方位的解決方案，以四項營運策略：研發專業化、生產彈性化、服務滿意化、經營策略化來實現明安的願景。透過充分運用資訊科技，建立貫穿各通路成員功能的供應鏈(Supply Chain Management, SCM)，以提升體系供應優勢，加強成本競爭優勢。企業核心價值中，明安強調「三意」與「六大信念」。

三意分別為誠意、創新、滿意；對客戶誠信，不斷精益求精，製造客戶滿意的產品是明安持守的原則。而且明安相信優質產品需要注入多樣化的創新，而高客戶滿意度來自於品質優良的產品。好的經營互動關係，在於對客戶的誠信原則及互動良好的伙伴關係。

六大信念包含誠信分享、以人為本、持續創新、追求卓越、全員滿意、共創雙贏；「經營公開」與「利潤分享」是明安集團對股東及員工的承諾；明安集團內部管理以「以人為本」為原則；「持續創新」是明安集團對客戶永遠的承諾；「追求卓越」是追求永恒價值的過程；明安集團以謀求「客戶」、「股東」、「員工」同時且最大的滿意作為集團經營的總目；而共創雙贏則是互利、持續成長的保證。

計畫緣起

因應節能減碳的需求日益增加，如何降低碳排放量已是各家汽車生產廠商在極力思考的問題。除了在市面上越來越常見的油電混合車及純電動車外，如何讓原有的汽油/柴油引擎在降低排氣量的同時，又不影響引擎的馬力輸出，甚至於還擁有比原引擎更大的馬力輸出，是這些汽車生產廠商多年來不斷在研究的課題。因應小排氣量大馬力的輸出，渦輪增壓引擎的應用可以說是最佳的方案之一。其中在渦輪增壓引擎中最重要的零件，就是渦輪轉子(Turbine Wheel)。因渦輪引擎運作的環境都是屬於高溫的環境，所以在材質的選用上，主要是以鎳基合金(Inconel Base)的材料為主。但是鎳基材料自身的比重為8.3左右，所生產出的渦輪轉子有一定的重量。當要再更進一步地提升渦輪引擎的運轉效率，就必須要尋求輕量化的材質來製作這個關鍵的零件。

新產品簡介

近年來鈦鋁(Ti-Al)的個材質開始運用在渦輪轉子(Turbine Wheel)的製作上，如下圖一。鈦鋁這個材質除了擁有優異的耐高溫特性外，又同時擁有鈦合金的強度及鋁合金的輕量特性。以尺寸大小相同的渦輪轉子，其重量可較傳統鎳基合金所生產的渦輪轉子減輕至少30%的重量。因此採用鈦鋁合金渦輪轉子的渦輪引擎在運轉上會比使用傳統鎳基合金渦輪轉子的引擎來得更有效率。因此，採用鈦鋁合金渦輪轉子的渦輪引擎可說是下一代渦輪增壓引擎的最佳解決方案，如下圖二。這個需求也隨者要求提高燃油效率的趨勢而逐步上昇。



圖 1. 鈦鋁合金渦輪轉子



圖 2. 渦輪轉子應用於引擎

計畫創新重點

1. 採用特殊合金材料“鈦鋁基”，不同於其重量可較傳統鎳基合金所生產的渦輪轉子減輕至少30%的重量。
2. 導入最新科技“3D列印技術”，改良開發流程，可縮短20~30%之開發時程。

研發成果及衍生效益

1. 民國106年估計車用輕量化材料或零件產品需求，約可提供平均每年2000萬元以上之產值，對明安公司產品結構轉型有相當大之助益。
2. 沿伸相關超合金金屬鑄造商品，預估經濟效益每年約2億元以上。

專案執行重要心得

本次『鈦鋁基合金鑄造渦輪轉子』計畫對本司在生產技術方面提升有很大幫助，首先在3D列印技術方面，在計畫中，先利用廠內RP機產出ABS RP，發現RP表面粗糙，而且無法利用現有脫蠟製程進行脫蠟作業，必須用燒臘來克服脫臘問題，結果導致ABS膨脹，將殼模撐開，鑄件表面除了粗糙問題外，ABS膨脹會造成殼模裂痕於鑄造時出現金屬穿透現象且鑄件尺寸會因殼模變形而NG。尋找與廠內類似的量產WAX材料，利用一套以蠟為成型材料的RP系統，使用高精度堆疊的方式製作出表面細緻的WAX，這種純蠟可使用標準的脫蠟鑄造流程生產出品質良好的鑄件。此次比較廠內3D列印蠟胚(材質:ABS)以及委託廠商提供3D列印蠟胚(材質:蠟)發現廠商提供的蠟胚不管在品質上還是製程上都有較大的優勢，且對於公司在其他鑄件快速打樣部分有明顯的幫助，所以後續將建議公司參考此項設備提升公司的競爭力。

在製殼製程中為提高鑄件品質，嘗試了新的殼模物料氧化鈮，因鑄件要使用在高溫高轉速的環境下，所以要使用穩定性較高的氧化鈮的材料，盡可能減少氧化層產生降低了鑄件強度，在泡製漿體的時候容易受污染而膠化，作業過程要非常小心，使用淋漿的方式製殼，減少污染的機會與浪費，因為氧化鈮物料成本較高。在計畫中調整膠液與氧化鈮粉的比例配製漿體，並觀察Ti-Al合金的氧化層深度比較，發現調配三種不同膠與粉比例的面層漿，在金相中都沒有明顯的氧化層存在。故考量氧化鈮粉價格昂貴且比例較低即可滿足沒氧化層的需求。

在後續機械性質檢驗過程中發現Ti-Al合金是非常硬脆的材料且加工製作試片時完整度不佳，在拉伸試驗過程中常斷裂在標點外造成數據無法參考，必須精挑細選出沒有任何瑕疵的試棒加工並拉伸檢測，才能呈現出較佳結果，這對於本司在生產鑄件的品質上也是一大考驗，所以能生產出符合進行拉伸試驗的試棒，表示我們產出的鑄件品質也有很大的提升。

參與本次計畫後得到的結果整理出鋁含量對鈦合金的性質及熔煉特性的影響，並且隨著鈦合金製造相關產業的進步，高鋁含量鈦合金的應用越來越廣泛，所以針對高鋁含量鈦合金的相關技術與經驗的開發，對公司未來在此產業的發展就相當的重要，此次的經驗及資料對後續生產高鋁含量鈦合金鑄件有很大的幫助，可大大的節省開發初期所耗費的時間及成本，並且對後續生產可能產生的問題有了提前的預警，同時本司目前在開發的新材料也有遇到與此次計畫中的缺陷類似，所以計畫中提出的解決方法也能套用到目前開發的新材料，從而提高本司在同業中的競爭力，且對於目前生產的鈦合金鑄造技術有一定的提升，所以未來本司能生產的產品將更多元化，不須在侷限在以高爾夫球頭為主的產業上。