

機慶實業股份有限公司

鈦合金手工工具開發

金

屬

機

電

計畫目標

開發產出台灣第一套包含扳手與螺絲起子之鈦合金手工工具組，使台灣手工工具產業邁進鈦合金材質運用行列，提昇整體產業之國際地位。

執行成果

- 完成 4 種規格之鈦合金開口梅花扳手開發，建立扳手相關之模具設計、鍛造、熱處理及機械加工技術。
- 完成一字、十字及星字三型式共 11 款鈦合金螺絲起子開發，克服鈦合金車削及銑削等加工問題。

新產品／新技術／新設計／新材料簡介

目前國內手工工具業者生產選用材料仍以碳鋼為主，於鈦合金材質領域尚無涉入。鈦合金最具代表性的特點為其比強度（強度 / 密度比值）高居所有商業合金之冠。以鈦合金 Ti-6Al-4V 為例，密度 4.43g/cm³ 約為鋼鐵材料的 56%，而抗拉強度則相對較一般合金鋼高出 50%；鈦的另一個顯著特點為耐腐蝕性強，其穩定性比不銹鋼和其他有色金屬都好，可適用在海水和化學藥品環境；另外因鈦為無磁性金屬，在很大的磁場中不會被磁化，因此鈦合金工具很適合應用於高精密檢測儀器、高磁場感應等場所，如電廠或核磁共振等設備的維護場合。

技術合作單位及合作內容

技術合作單位為金屬工業研究發展中心金屬成形組，主要合作內容是鈦合金扳手鍛造設計與扳手及螺絲起子後加工處理技術指導。

成果應用領域

我國素有手工工具王國之稱，近一、二十年來一般手工工具出口值均蟬連全球第一。2002 年中國大陸出口值成長率達 20.2%，已擠下美國、德國，成為全球一般手工工具第二出口國；2003 年出口值更已超過台灣，使得台灣蟬連多年的一般手工工具王國寶座拱手讓與大陸。國內手工工具業者持續面臨來自中國大陸的競爭，以往憑藉的低價優勢已不在，因此唯有朝新產品開發，來與中國大陸產品作區隔方能維持競爭力。產品與市場的轉型已是必然，從手工工具產品生命週期及近幾年國內外產品



鈦合金扳手鍛件



鈦合金扳手成品

發展趨勢來看，在已經相當成熟的手工具業中，廠商大都朝人體工學設計、多功能及複合化設計、個性化商品與新材質應用方向努力，而其中輕量化材質的導入及特殊場合用工具，為未來潛力產品發展之最佳投資標的，其中鈦合金手工具即具有此一特性。就鈦合金手工具製品而言，所牽涉之技術包含鍛造成形、熱處理、機械加工等專門領域。藉由鈦合金手工具的開發，除了能促使傳統手工具產業提昇技術層次外，也能帶動其週邊產業的發展，從上游的材料產業，中游的模具、鍛造及後處理到最後的檢測產業都有其極其密切的關係。本計畫研究開發方向與全球手工具產業發展方向一致，且因為本土化全製程關鍵技術的建立，並無國外廠商技術壟斷之困擾，有利於其他種類的手工具產品開發衍生。

■ 專案執行績效說明

- a. 目前全世界在鈦合金產品之研發與應用均屬高科技之先進國家，其產品範圍大都侷限在航太、國防和醫療等領域。歐美及日本之手工具大廠現已逐漸投入鈦合金相關產品開發行列，其鈦製產品均列於最高等級位置。國內針對鈦合金仍以大型研發機構為主，且國內尚無將鈦合金運用於手工具之案例，故此次計畫為手工具業界導入鈦合金研究的開啓，有助於日後技術的延續與深耕。
- b. 本計畫案的推行集結公司研發、品管、品保、技術、製造及企劃各項專才人員的全程參與，並透過金屬中心技術的轉移，培訓公司參與人員學習鈦合金手工具相關製程技術，建立公司更完整的鈦合金產品研發機制。
- c. 鈦合金手工具高附加價值產品的開發，除可增加獲利外，亦可豎立公司技術指標，提昇公司整體企業形象和國際市場競爭力，以爭取全球接單機會，幫助公司產品對外之行銷擴展。

■ 專案執行重要心得

- a. 鈦合金成形性受到成形溫度的影響極大，且於加熱的過程中極易受到氫、氧、氮等元素的污染，因此其成形性較一般鋼鐵為差。鈦合金扳手鍛造時為確保成形溫度的維持，除須儘量縮短素材從加熱爐取出放置模具的時間外，亦須注意模具溫度以避免鍛胚因模具接觸所造成的溫度流失；鈦合金較差的鍛性直接影響到模具使用的壽命，其因磨損而須修模的鍛打次數遠低於鋼材鍛件。
- b. 鈦合金之機械加工特性異於合金鋼材料，經實作發現，切斷、研磨、拉削等作業其速度需較慢且刀具耗損較大，導致加工成本提高。如扳手梅花端拉削時，即需減半原先每次切削量，並以多次加工來克服切屑附著刀具等問題。另外切削刀具選用之改進，將有助於機械加工技術的提昇。
- c. 鈦合金之固溶析出熱處理試驗結果發現，為減緩氧化影響所選用之真空爐處理，無論以氮氣或氫氣冷卻均無法提高其硬度性能，唯經水淬爐急速冷卻機制之試件可符合要求；然而亦須顧及其熱處理後表面氧化及尺寸變形等後續加工問題，以達產品功能為目標，評估衡量製程之可行性。



鈦合金螺絲起子(膠柄未射出成形)