

管件液壓成形技術的最新發展與金屬中心應用趨勢

Recent Developments and Applications in Tube Hydroforming

陳逸群*、莊志宇、李明富

金屬工業研究發展中心 金屬製程研發處 金屬成形組 工程師

摘要：液壓成形國內外發展多年，近年來國外發展我們將其歸納為三個方向，一為產品材料強度提高；二為液壓零件價格必須降低；三是產品應用朝微型化發展，以這三個大方向，業者與學者在技術研究上不斷投入資源，讓此技術可以發揮其優勢而應用在更多元的金屬零件上；金屬中心在台灣的液壓成型技術上扮演重要的推動角色，在自行車應用最多，因應國際趨勢並思考國內的利基市場，中心近來也提出一些最新成果，提供業者與相關研究單位做為參考。

Abstract : Hydroforming has been developed over many years. In recent years, there are three major directions in the applications of hydroforming; which are improved strength, reduced cost and miniaturization of product. Hydroforming becomes more widely used since this topic drew great attention to industrial and academic researchers. Tube hydroforming is frequently employed in bicycle frames manufacturing. The MIRDC played an important role in the technology development of tube hydroforming in Taiwan. This paper presents the latest research of MIRDC in tube hydroforming techniques.

關鍵詞：管件液壓成形、微型管件、吹氣成形強化

Keywords : Tube hydroforming, Micro tube, Blow molding

管液壓成形技術介紹

管材液壓成形技術是將管材置入模具內，利用軸向負載將管材封閉並灌入高壓液體使管材充滿內部後開始慢慢膨脹至充滿整個模穴為止，成形出所需之產品形狀，如圖 1 液壓流程所示，模穴依產品形狀分為上下模，放入直管材料經密封並利用高壓水成形 T 管產品。此技術提供金屬零件一體化且具備中空輕量化優勢，透過液壓成形技術，配合彎管技術與其他預成形如壓扁、擴口、旋壓等，可以製造各種特殊形狀或截面變化高的管件。

液壓成形在台灣發展超過十年，金屬中心在其中扮演重要的推動角色，藉由政府科專的資源，於 2002 年與國內油壓設備商連結公司打造一台國

產化的液壓成形機，具備 2000 噸的合模力與 4000 Kg/cm² 的內高壓成形液體壓力。十多年來與台灣眾多產業合作，包含自行車、機車、汽車、水五金、民生用品、綠能等產業進行合作開發、製程改善或導入新產品應用。國內尤以自行車產業發揮液壓優勢，將其應用於鋁合金擠製管，搭配各種不同的預成形方法，減少焊接工藝與零件數量，打造具備質輕且剛性佳等優點之車架，使產品的性能提升又可達到高度變化的設計造型，在國際上佔有蠻大的市場規模，也讓台灣具備自行車王國的美譽。

國外最新發展

液壓技術的應用爆發主要為國外汽車廠將其應用於汽車零件，因其封閉截面提供良好的車體

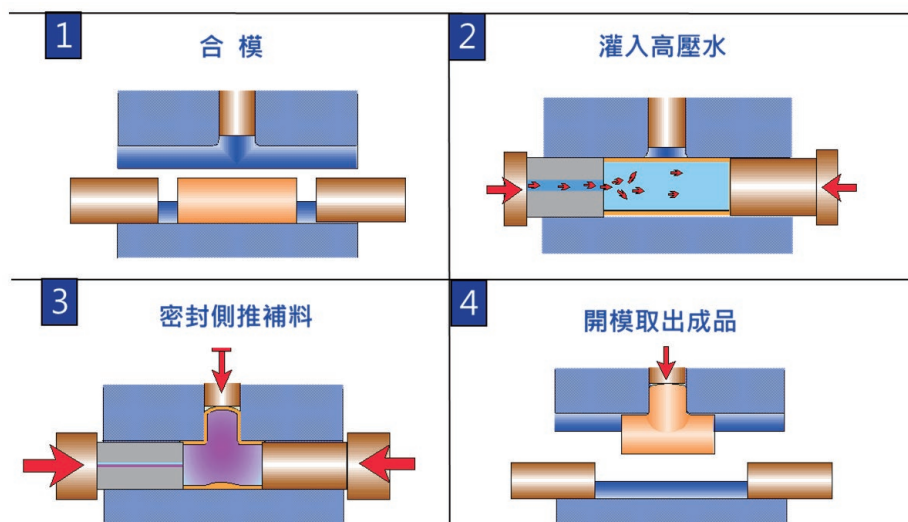


圖 1 管件液壓成形流程示意

剛性，並且減少組裝焊接，於歐美國家發展三十幾年，應用上蠻成熟，且產線投資趨於穩定。由研討會或論文發表觀察，目前國外針對液壓技術的研究趨勢主要可歸納幾個大方向，1. 產品材料強度提高，2. 液壓零件的價格必須降低，以及 3. 產品應用朝微型化發展，由這幾個大方向業者及學者提出不同的技術、製程方法或設備提升以朝向這幾個目標發展。

1. 產品材料強度提高

因應節能減碳的趨勢，產品輕量化的需求提升，因此液壓零件所使用的材料強度也逐年提高，從低碳鋼到高強度鋼以及一代二代先進高強度鋼，甚至發展超高強度鋼 (Ultra High Strength Steel)，材料本身的成形性也將影響塑性變形的程度，不過藉由補料機制改變成形參數路徑或利用熱成形方式，讓產品不致於受限於材料的成形性又能發揮液壓成形高度截面變化的優勢。

國外利用背壓鼓脹或複動模具方式在近年來也發表多篇論文及應用產品。M.Wada[1] 等人利用背壓模與移動模具搭配，成形出將近 3 倍鼓脹率的產品，且不需要加熱。Q.zhang 等人 [2] 使用在液壓成形的過程加入移動襯套的概念，讓成品的厚度更為均勻，成品圓角半徑縮短，內壓力有效降低從 180 MPa 降至 47 MPa，同時內壓力

的下降更讓原本傳統液壓成形常出現的折料缺陷發生的機率降低。Variform 公司利用其專利技術 (Pressure-Sequencing Hydroforming, PSH)，也可讓原本材料的厚度減薄降低，並擁有較佳的产品精度。

另一方面材料的加熱後成形對於鋁鎂鈦等輕合金也有顯著的提升，不少學者針對管材的熱態成形進行相關研究，如成形溫度影響、摩擦力、潤滑、成形速度等以及相關熱態模擬等研究，如大陸哈爾濱工大針對 Ti-3Al-2.5V 進行方形成形與溫控影響成形的實驗，有效顯示溫度對於鈦合金增加成形極限的優勢，以及輕合金對未來在航太、汽車等應用市場是未來趨勢 [3]。

另外汽車產業應用錳硼鋼熱沖壓的車體結構比率逐年提升，超強度鋼的加熱成形同時模內淬火機制在歐美也應用至中空零件上，其成形原理與熱沖壓雷同，但因中空零件必須密封鼓脹拉長成形時間，將會導致成形中材料溫降而變硬使成形困難或發生破裂情況，德國林德威曼 (Linde+Wiemann) 為此種材料零件的專門供應商，利用特殊 UO 製管方式製作接近產品造型的下料管，再利用氣體成形與模內淬火使產品達到高精度與 1400 MPa 以上的強度 [4]。

隨著材料強度提高使特徵造型更難以成形，

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 429 期 · 107 年 12 月號

機械工業雜誌 · 每期 **220** 元 · 一年 12 期 **2200** 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌 · 官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌 · 信箱：jmi@itri.org.tw