

【鎂產業】鎂合金助推長征七號火箭首發

2016-08-02



6月25日，我國新一代運載火箭長征七號在海南文昌航太發射場點火升空，約603秒後，載荷組合體與火箭成功分離，進入近地點200千米、遠地點394千米的橢圓軌道。這標誌著長征七號運載火箭首次發射圓滿成功。據悉，中科院金屬所設計研製的鎂合金重要部件應用于長征七號火箭，為其首發成功提供了重要技術支撐，也顯示了高強鎂合金熔鑄技術及應用取得關鍵進展。

鎂合金具有低密度、高比強度、高比剛度等優點，小型、非承力或次承力砂型精密鑄造件已有小規模應用，但砂型精密鑄造大尺寸、薄壁、承力結構件的製造和應用在技術和工藝上仍受到限制。主要技術和工藝困難源於鎂合金自身的物理、化學特性，例如：液態鎂合金容易氧化燃燒，一次夾雜和二次夾雜傾向都很高；鎂合金凝固溫度區間寬，凝固時體積收縮大，加之冒口自重小導致補縮效率低，鑄件疏鬆傾向高；鎂合金的（比）熱容小，凝固速率比鋁等其它金屬材料相對快，容易形成冷隔、澆不足、微裂紋等缺陷；鎂合金線收縮也比鋁合金大，熱處理時更容易變形；鎂合金表面容易腐蝕。因此，鎂合金砂型精密鑄件的冶金品質和缺陷、鑄件力學性能均勻性、穩定性控制以及表面處理技術一直是大尺寸薄壁承力結構件應用的關鍵瓶頸技術。





長征七號運載火箭上設計的鎂合金鑄件採用高強度鎂合金製造，尺寸大、結構特殊且複雜，且鑄件冶金品質要求高，需有承載能力，曾被定為“短線風險的技術瓶頸”，其研製進度始終受到有關各方的高度關注。

中國工程院院士、中國科學院金屬研究所研究員柯偉，中國科學院金屬所研究員陳榮石、單大勇、韓恩厚帶領鎂合金及其應用創新團隊經過六年多的艱苦努力，全流程自主設計了工藝總方案、鑄造工藝方案、熱處理工藝方案、機械加工工藝方案、表面處理工藝方案等，完成了樹脂砂型準備、熔煉鑄造、化學分析、力學分析、缺陷處理、夾雜檢測、熱處理、數控機械加工、X-射線探傷、表面螢光檢測、三座標尺寸檢測、零件表面打磨拋光、表面處理等十五道大工序的研究開發任務。

在產品研製過程中，研究人員系統且細緻地研究和設計了鑄造工裝模具、澆注和補縮冒口系統，冷鐵、鑄造圓角和加強筋、型腔排氣孔佈置方案；砂型阻燃劑，冶煉工藝方案，澆注保護和砂型型腔保護，防熱處理變形工藝、機械加工防變形工藝及專用工裝，表面處理工藝及工裝等。由於鎂合金鑄件的冶金品質對工藝參數高度敏感，為了精確控制每道工序的工藝參數，課題組制定了 19 個工藝檔及 18 個生產記錄檔來控制研製過程的工藝技術狀態。即使如此，每進行一步，研究人員都需現場確認工藝方案和工藝參數並親自動手實施。從工藝預研、初樣研製到試樣研製的三個階段共經過三次工藝方案論證，兩次轉段工藝方案評審和論

證，兩次工藝歸零管理和論證，共進行了 80 多次實驗。目前，已可以基本穩定獲得組織緻密，化學成分、力學性能、尺寸精度、重量及表面防護均滿足設計要求的產品。