

【镁产业】镁合金助推长征七号火箭首发

2016-08-02



6月25日，我国新一代运载火箭长征七号在海南文昌航天发射场点火升空，约603秒后，载荷组合体与火箭成功分离，进入近地点200千米、远地点394千米的椭圆轨道。这标志着长征七号运载火箭首次发射圆满成功。据悉，中科院金属所设计研制的镁合金重要部件应用于长征七号火箭，为其首发成功提供了重要技术支撑，也显示了高强镁合金熔铸技术及应用取得关键进展。

镁合金具有低密度、高比强度、高比刚度等优点，小型、非承力或次承力砂型精密铸造件已有小规模应用，但砂型精密铸造大尺寸、薄壁、承力结构件的制造和应用在技术和工艺上仍受到限制。主要技术和工艺困难源于镁合金自身的物理、化学特性，例如：液态镁合金容易氧化燃烧，一次夹杂和二次夹杂倾向都很高；镁合金凝固温度区间宽，凝固时体积收缩大，加之冒口自重小导致补缩效率低，铸件疏松倾向高；镁合金的（比）热容小，凝固速率比铝等其它金属材料相对快，容易形成冷隔、浇不足、微裂纹等缺陷；镁合金线收缩也比铝合金大，热处理时更容易变形；镁合金表面容易腐蚀。因此，镁合金砂型精密铸件的冶金质量和缺陷、铸件力学性能均匀性、稳定性控制以及表面处理技术一直是大尺寸薄壁承力结构件应用的关键瓶颈技术。





长征七号运载火箭上设计的镁合金铸件采用高强度镁合金制造，尺寸大、结构特殊且复杂，且铸件冶金质量要求高，需有承载能力，曾被定为“短线风险的技术瓶颈”，其研制进度始终受到有关各方的高度关注。

中国工程院院士、中国科学院金属研究所研究员柯伟，中国科学院金属所研究员陈荣石、单大勇、韩恩厚带领镁合金及其应用创新团队经过六年多的艰苦努力，全流程自主设计了工艺总方案、铸造工艺方案、热处理工艺方案、机械加工工艺方案、表面处理工艺方案等，完成了树脂砂型准备、熔炼铸造、化学分析、力学分析、缺陷处理、夹杂检测、热处理、数控机械加工、X-射线探伤、表面荧光检测、三坐标尺寸检测、零件表面打磨抛光、表面处理等十五道大工序的研究开发任务。

在产品研制过程中，研究人员系统且细致地研究和设计了铸造工装模具、浇注和补缩冒口系统，冷铁、铸造圆角和加强筋、型腔排气孔布置方案；砂型阻燃剂，冶炼工艺方案，浇注保护和砂型型腔保护，防热处理变形工艺、机械加工防变形工艺及专用工装，表面处理工艺及工装等。由于镁合金铸件的冶金质量对工艺参数高度敏感，为了精确控制每道工序的工艺参数，课题组制定了 19 个工艺文件及 18 个生产记录文件来控制研制过程的工艺技术状态。即使如此，每进行一步，研究人员都需现场确认工艺方案和工艺参数并亲自动手实施。从工艺预研、初样研制到试样研制的三个阶段共经过三次工艺方案论证，两次转段工艺方案评审和

论证，两次工艺归零管理和论证，共进行了 80 多次实验。目前，已可以基本稳定获得组织致密，化学成分、力学性能、尺寸精度、重量及表面防护均满足设计要求的產品。