

专题评述

吴国华

(上海交通大学轻合金精密成型国家工程研究中心与金属基复合材料国家重点实验室, 上海 200240)



吴国华(1964 -), 男, 博士, 博士生导师, 上海交通大学材料学院院长特聘教授。轻合金精密成型国家工程研究中心副主任, 上海航天先进材料及应用技术联合实验室主任。上海市领军人才, 上海市优秀学科带头人, 韩国机械与材料研究院高级访问学者。主要研究方向: 高性能镁合金、铝锂合金材料开发, 液态精密成形, 半固态成形, 材料能量场制备。科研工作重点是围绕国家战略需求, 聚焦于航空航天装备轻量化研究。已主持国家 863 计划、前沿创新特区、国家 973 计划、国家基础加强重点计划、航空航天重大专项、发改委新材料示范工程、科技支撑计划、国家重点研发计划、自然科学基金、国家博士点基金、总装预研、国防科工局军品配套、上海航天基金等科研项目 60 余项。科研成果在多个国家重大航天与航空专项中获得应用, 获国家及省部级科技奖励 9 项, 在国内外重要刊物上发表学术论文 200 余篇, 已授权国家发明专利 55 项。主要兼职: 中国镁合金材料与应用技术专业委员会副理事长, 中国机械工程学会铸造分会副理事长, 中国有色合金技术委员会副主任委员, 装备预研航天科技联合基金专家组成员, 《铸造》杂志编委会副主任等。

镁合金是实际应用中最轻的金属结构材料, 具有密度小、比强度比刚度高、减振性好、电磁屏蔽能力强等性能优势。特别是近年来所发展的新型镁稀土合金材料更是大幅提高了镁合金的绝对强度和耐热性能, 已逐渐成为航空航天、国防军工等领域的关键轻量化材料。然而该合金存在净化难度大、稀土元素收得率低、制备成本高等问题, 同时镁稀土合金大型复杂铸件成型困难、铸造缺陷多、性能不稳定, 严重限制了该系列合金在关键核心装备上的进一步应用。

基于上述现状, 本专栏以镁合金为专题进行报导, 重点介绍了镁稀土合金的熔体处理、铸造成型工艺及铸件性能控制、回炉料的组织遗传特性等方面的内容, 另外还针对镁合金消失模铸造的最新技术进行了总结与展望。共刊载 2 篇综述文章和 2 篇研究论文, 对镁稀土合金的工程化应用具有重要实践指导意义。

高品质合金熔体是获得高性能镁稀土合金铸件的根本保障。然而, 稀土元素化学性质活泼、原子比重大, 高品质镁稀土合金熔体制备困难。上海交通大学吴国华教授基于镁稀土合金的熔体特性, 系统归纳了镁稀土合金熔体处理的几个关键核心难点, 深入阐明了不同处理工艺对镁稀土合金熔体各项关键性能指标的影响, 为高纯净、强细化能力、高均质的镁稀土合金的熔体制备提供了理论指导。除保证熔体质量以外, 针对镁稀土合金特性选择合适的铸造成型工艺, 有利于减少铸造缺陷、提高铸件质量。中科院金属研究所陈荣石教授以 WE 和 VW 两个系列的高强耐热镁合金为分析对象, 系统对比了砂型铸造、金属型铸造、熔模精密铸造、低压熔模铸造和半固态触变成形等工艺制备的铸件的缺陷分布、显微组织及力学性能, 为镁稀土合金的工程化应用提供了重要的技术参考。

上海航天精密机械研究所肖旅研究员则主要确定了采用镁稀土合金回炉料作为部分原料制备高性能镁稀土合金铸件的可行性。研究发现 VW63Z 合金铸件回炉料中的 Zr 粒细小、分布均匀, 使用其作为原料不仅能够产生较 Mg-Zr 合金新料更为优异的细化效果, 而且对控制镁稀土铸件生产成本、提高其市场竞争力而言意义重大。

消失模铸造技术是一种适合生产大型复杂零件的近净成形精密铸造技术。但镁合金消失模铸造中存在充型能力差、孔洞缺陷严重、凝固组织粗大及力学性能偏低等问题。华中科技大学樊自田教授针对以上问题, 系统总结了真空低压消失模铸造技术、振动凝固消失模铸造技术、消失模壳型铸造技术、镁/铝双金属消失模铸造技术等几种最新的镁合金消失模铸造技术研究进展, 为实现并推广复杂镁合金铸件在相关领域的应用提供了技术指导。

我国镁和稀土产量均居世界领先地位, 在镁稀土合金研究应用方面具有独特的资源优势。本专栏针对当前镁及镁稀土合金的实际工程应用需求展开论述, 有利于发展我国的资源优势、推广镁稀土合金在关键领域核心部件上的进一步应用。