

专题评述

刘仲礼

(烟台大学核装备与核工程学院, 山东烟台 264005)



刘仲礼(1973-),男,博士,烟台大学核装备与核工程学院院长,高级工程师。2008年1月博士毕业于清华大学材料科学与工程专业,进入烟台台海玛努尔核电设备有限公司工作,先后担任技术部长、总经理助理、副总经理兼总工程师等职位,负责技术与研发;2018年7月进入高校。现为世界铸造组织铁合金技术委员会委员、中国机械工程学会铸造分会铸钢及熔炼专业委员会委员、中国机械工程学会铸造分会电渣冶金专业委员会委员、中国铸造标准委员会委员、《China Foundry》编委、《铸造》编委、山东省新材料领域专家(山东省经信委)。主持参与国家科技部国际合作、国家重大专项、国家“863”、省、市以及横向课题20余项,发表论文30余篇,一篇为SCI期刊封面文章,获得授权发明专利9项。目前主要开展核电核岛主设备材料及成形工艺、新型Fe-Cr-B高硼耐磨白口铁以及高硬度、高韧性合金钢的研究。

铸钢是铸造铁合金家族里重要的一类材料,在工业体系中应用广泛,具有举足轻重的地位。铸钢材料种类繁多,造型方法多样,重量从几克到几百吨,国内中信重工曾组织829.5 t钢液浇注18 500 t油压机上横梁铸件,创造了世界纪录,而且在复杂结构的零部件上,铸钢还是不可取代的。

本专题特邀国内铸钢材料专家和国内知名铸造企业撰写了相关论文。其中1篇是研究临界回火热处理、时效热处理对高合金钢组织和性能的影响;1篇是研究多级泵体铸造工艺及实践;1篇是研究发热补贴在生产实践中的应用;2篇是关于3D打印在铸造中的应用问题。

铸钢材料是一类传统材料,近些年国内外研究的较少,主要的研究集中在特殊铸钢领域。清华大学陈祥教授课题组研究了一类组织为铁素体、奥氏体、马氏体新型铸钢材料,文章主要研究了临界回火处理和时效处理后高合金铸钢的显微组织与材料力学性能之间的关系。通过特殊的热处理制度,使其材料的抗拉强度可达1 046 MPa,而且具有很好的韧性(伸长率为18.2%)。

流体机械中的多级泵,由于其复杂的结构,在缺陷与尺寸控制上一直是铸造难度较高的部件。烟台台海玛努尔核电设备有限公司的张彬等人通过对多级泵铸造工艺设计的难点进行分析,针对性的进行工艺设计,成功生产出了该产品,并实现了产业化。

在铸造工艺设计上,增加“补贴”是常用的工艺手段,但“补贴”的增加不但降低了铸件的出品率,而且后期要采用不同的方式去除,增加了成本。安徽应流集团采用“发热补贴”来替代传统的补贴方式,对铸造工艺设计是非常有益的探索。

目前,3D打印技术作为一项新兴的技术,在铸造上的应用主要有三个方向。一个是先制造型砂模块,然后采用数控加工的方法加工成形;第二个是打印树脂材料的模型来替代木模,虽然树脂模型寿命较低,但基本可以满足生产的需求;第三是直接打印砂型,主要用来打印形状复杂的砂芯。在实际生产中,后两个方向目前都有广泛的应用。宁夏共享公司的两篇论文,一篇研究了打印砂型用砂和粘结剂的问题,这是砂型打印的基础问题,通过不同粘结剂和砂的对比试验,总结出了性能比较好的种类及配比,对砂型打印具有很好的借鉴作用;另外一篇介绍了3D打印砂型在实际生产中的应用,实践结果表明,采用该技术在保证产品质量的基础上,效率有较大的提高。

这次专题的文章主要集中在铸造工艺与热处理工艺方面,其他方向没有涉及,要生产出合格的铸件需要掌握很多技术。材料方面,主要研究方向是在现有铸钢材料基础上,通过成分的合理设计,研究性能更高的材料;在铸造工艺方面,数值模拟手段现在基本得到广泛应用,但基础材料数据不足,往往使模拟的结果偏离较大;另外,铸件实践生产的成本与效率问题也是未来的一个主要研究方向。

铸钢产业在钢铁铸造体系中,未来依然还有很大的市场需求。但铸造工作环境及待遇问题,使一线技术人才越来越匮乏,技术工人呈现老龄化趋势,另外高校、科研院所参与度较低,使铸造工艺技术的发展速度较慢,这是全世界的一个共性问题。国内外一些企业,已经开始进行传统铸造的“革命”,采用智能化、数字化技术,实现铸造生产的自动化,改善工作环境和提高生产效率,这是未来铸造发展的方向。