

离心铸管机的生产效率提升技术研究

张振法 王琰 黄世雨

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要] 离心铸造是一种通过离心力使金属液体均匀分布于模具内壁的高效铸造技术, 由于该工艺独特的优势, 铸件的致密性与强度得到了显著提升, 因而在机械、化工及建筑等多个领域被广泛应用。尽管如此, 生产效率的提升仍受到设备性能、操作工艺及材料特性等多种因素的制约。近年来, 随着自动化和智能化技术的进步, 行业内对离心铸管机效率提升的研究不断深入, 这些技术的应用已逐渐成为推动行业革新的重要动力。通过深入分析离心铸管机生产效率提升的技术、关键因素及相应解决措施, 对行业发展具有重要意义, 这不仅促进了企业的技术进步也提升了整体市场竞争力, 为可持续发展奠定了坚实的基础。

[关键词] 离心铸造; 铸管机; 生产效率; 自动化技术

DOI: 10.33142/ect.v2i11.14331

中图分类号: TG249.

文献标识码: A

Research on Production Efficiency Improvement Technology of Centrifugal Pipe Casting Machine

ZHANG Zhenfa, WANG Yan, HUANG Shiyu

Angang Group Yongtong Ductile Cast Iron Pipe Co., Ltd, Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: Centrifugal casting is an efficient casting technology that evenly distributes metal liquid on the inner wall of a mold through centrifugal force. Due to the unique advantages of this process, the density and strength of castings have been significantly improved, and it is widely used in various fields such as machinery, chemical engineering, and construction. However, the improvement of production efficiency is still constrained by various factors such as equipment performance, operating processes, and material characteristics. In recent years, with the advancement of automation and intelligent technology, research on improving the efficiency of centrifugal casting machines in the industry has continued to deepen, and the application of these technologies has gradually become an important driving force for industry innovation. Through in-depth analysis of the technology, key factors, and corresponding solutions for improving the production efficiency of centrifugal casting machines, it is of great significance for the development of the industry. This not only promotes technological progress of enterprises but also enhances overall market competitiveness, laying a solid foundation for sustainable development.

Keywords: centrifugal casting; pipe casting machine; production efficiency; automation technology

引言

随着工业化进程的加速, 离心铸造技术因其优异的铸件性能与高效的生产能力, 已在管材制造领域得到广泛应用。面对日益增长的市场需求, 提升离心铸管机的生产效率成为行业发展的关键任务。在确保铸件质量的前提下, 如何优化生产流程与降低成本, 已成为各大企业亟待攻克挑战。

1 离心铸管机的工作原理

1.1 离心铸造的基本原理

离心铸造是一种通过离心力将液态金属成型的工艺, 基本原理在于模具的旋转产生强大的离心力, 使金属液体均匀推向模具的内壁。模具被固定在旋转设备上, 液态金属在高温条件下被倒入模具内, 当模具开始旋转时离心力促使金属液体快速流动并紧贴模具内壁, 最终形成所需的铸件形状。此工艺的主要优势在于显著减少铸件中的气泡和夹杂物, 同时提升金属的密度与强度。多种金属材料, 尤其是铸铁与铝合金均适合进行离心铸造, 因其流动性与

成形性能优良。与传统铸造方法相比, 离心铸造能够实现更复杂的几何形状, 且在壁厚控制上更为精确, 从而显著提高产品的质量与使用寿命。在管道、阀门及其他工业部件的生产中, 这种工艺被广泛应用, 已成为现代制造业中一种重要的金属铸造方式, 离心铸造不仅提升了生产效率, 还为工程应用提供了更加可靠的材料保障。

1.2 离心铸管机的构成与功能

离心铸管机是一种专门设计用于生产管状铸件的设备, 主要由旋转主体、液态金属供给系统、控制系统及冷却系统构成。旋转主体作为该设备的核心部分, 通过高速旋转产生强大的离心力, 将金属液体推向模具的内壁从而形成铸管。负责将熔融金属均匀输送至旋转模具的液态金属供给系统, 确保在铸造过程中金属流入的稳定性, 控制系统作为整个设备的“大脑”, 通过精准调节旋转速度、铸造时间及温度等参数, 保障了铸造过程的高效与安全。迅速降低铸件温度、加快凝固速度的冷却系统, 则显著提升了生产效率, 这些组成部分在彼此协作中, 有效减少了

铸件内部缺陷，提高了产品的整体质量。

2 离心铸管机生产效率的影响因素

2.1 设备性能

影响离心铸管机生产效率的重要因素之一为设备性能。旋转速度的稳定性直接关系到铸造过程的均匀性与精确度，通过高速旋转离心力得以有效增强，使液态金属迅速流动并均匀分布于模具内壁，从而减少铸件中的气泡和缺陷，提升成品率。模具的材料与设计对设备性能同样起着关键作用，优质模具材料不仅能够承受高温与高速冲击，还能改善铸件的表面质量及尺寸精度。而合理的模具设计则保障了金属液体的流动性与凝固过程，确保铸件在规定时间内顺利成型。生产效率的显著提高也源于自动化程度的提升，现代离心铸管机配备了先进的控制系统，能够实时监测并调整各项工作参数实现高效的生产流程。设备的维护与保养同样不可忽视，定期的检查与调整能够有效防止故障，提升设备的可靠性进而促进整体生产效率。

2.2 原材料特性

原材料特性对离心铸管机的生产效率及铸件质量至关重要。金属的流动性直接影响铸造过程的顺利进行，具有高流动性的金属能够在模具中迅速且均匀地分布，减少气泡及夹杂物的形成，从而显著提高铸件的致密性与强度。例如，因其优良的流动性，铝合金及某些铸铁材料被广泛应用于离心铸造。温度控制同样是关键因素，适宜的熔化温度确保金属液体在倒入模具时保持理想的流动状态，从而避免因冷却过快而导致的凝固不均。因此，在铸造前需对金属进行精确的温度调节，以确保其处于最佳状态。材料的化学成分也影响铸件的性能，合金元素的添加可提升金属的机械性能及耐腐蚀性，合理的原材料成分选择不仅能延长产品的使用寿命，还能满足特定应用领域的要求。

2.3 操作工艺

操作工艺在离心铸管机的生产效率中发挥着重要作用，直接影响铸件质量及生产的顺畅程度。铸造前的准备工作至关重要，涉及模具的清洁、涂层处理及温度调节，这些步骤的完成确保金属液体能够顺畅流动，并减少铸件与模具之间的粘附，从而提高成型的准确性。铸造过程中的细节同样不容忽视，金属液体的倒入速度与角度直接影响铸件的内部结构及表面质量。若倒入速度过快模具内的金属液体可能会剧烈波动，导致气泡及其他缺陷的产生。因此，根据具体情况操作者需仔细调节倒入速度，以确保金属的均匀分布。冷却过程也是操作工艺中的关键环节，合理的冷却速度能够有效避免铸件内部应力的形成，降低变形及开裂的风险，在选择冷却方式时需根据材料特性与铸件的几何形状决定使用自然冷却或强制冷却。操作人员的技能与培训同样至关重要，能够迅速识别并解决生产过程中出现问题的熟练操作工，确保生产流程的高效与稳定。因此，完善的培训体系与经验积累直接影响整体生产效率。

2.4 人员培训与管理

在提升离心铸管机生产效率的过程中，人员培训与管理显得尤为重要，通过系统化的培训，操作工能够掌握设备使用技巧与工艺要求，从而有效减少操作失误与事故的发生。培训内容应涵盖设备的基本原理、操作流程及常见故障的排查与处理方法，定期进行培训不仅更新员工的技术知识，还能增强团队的合作意识，提升整体工作效率。明确的管理制度是提升生产效率的关键因素之一，通过制定详尽的操作规程与工作标准，确保每位员工能够按照统一流程进行作业，此种规范化管理能够有效减少因个人习惯导致的差异，进而保障产品的一致性与质量稳定性。在人员管理中激励机制也发挥着重要作用，适当的激励措施能调动员工的积极性与主动性提升工作满意度，进而促进生产效率的提高。设定合理的绩效考核标准并对表现优秀的员工给予奖励，有助于激励大家在工作中更加努力。有效的沟通渠道同样至关重要，定期召开生产会议鼓励员工反馈操作中的问题与建议，这有助于及时识别并解决潜在的生产瓶颈，通过增强员工的参与感与归属感，营造出更加积极向上的工作氛围。

3 离心铸管机生产效率提升的技术措施

3.1 自动化与智能化技术

在提升离心铸管机生产效率的过程中，自动化与智能化技术发挥了至关重要的作用。引入自动化控制系统后，铸造过程中的参数调节变得愈加精确，例如旋转速度、倒入速度及温度控制，这种精准的控制不仅提高了生产效率，还确保了铸件的一致性与质量。智能化技术的应用使铸造过程更加灵活与高效，通过数据采集与分析，智能系统能够实时监测生产状态，迅速识别并解决潜在问题。例如，系统根据实时数据自动调整工艺参数优化生产流程，减少资源的浪费，结合机器学习算法，智能系统能够持续学习与改进，从而增强整体铸造性能。此外，自动化显著降低了人工干预，提高了工作安全性。在高温与高压的生产环境中，大部分危险操作均由自动化设备承担，从而有效减少了工伤风险，这一变化不仅保护了员工的安全还提升了生产的连续性，进一步增强了效率。智能化的远程监控与故障诊断功能，也极大地方便了维护与管理，管理人员能够通过远程系统随时检查生产状态进行故障排查，甚至实施远程调整设备，这种高效的管理方式使设备的运行更加稳定，显著提升了生产效率。

3.2 设备的改进与升级

提升离心铸管机生产效率的关键措施之一，在于设备的改进与升级。针对旋转系统的优化可以通过增强电机功率及改进传动机制，提高设备的运行稳定性与旋转速度，这类改进将有助于缩短铸造周期，进而提升铸件的均匀性与质量。模具材料与设计的升级同样重要，采用耐高温、抗磨损的新型合金材料，不仅能够延长模具的使用寿命还

能降低更换频率,优化模具的流道设计,确保金属液体在铸造过程中快速、均匀地流动,有助于减少铸件缺陷率提升生产效率^[1]。集成先进监测技术也是设备改进的重要部分,在设备中安装传感器可以实时监控温度、压力及旋转速度等关键参数,这些数据为操作人员提供了及时调整工艺的依据,也为后续的设备维护奠定基础,从而降低故障率确保生产的连续性。升级控制系统增强智能化与自动化功能,实现生产流程的精细化管理亦显得至关重要,引入可编程逻辑控制器(PLC)与人机界面(HMI),使操作人员能够更直观地监控生产状态迅速做出反应,进而提升整体生产效率。

3.3 优化工艺参数

优化工艺参数在提升离心铸管机生产效率中扮演着重要角色。铸造过程中的旋转速度作为关键因素之一必须适宜,适当的旋转速度能够产生足够的离心力,使金属液体均匀分布在模具内壁从而减少气泡及缺陷,通过实验与数据分析,最佳旋转速度得以确定,从而确保铸件的致密性与强度。金属液体的倒入温度同样不可忽视,温度过高或过低均会影响铸件的质量,选择最佳倒入温度确保金属在流动时保持良好的流动性,并在凝固过程中降低内应力,对于提升铸造稳定性至关重要^[2]。冷却速度的调整亦为工艺优化的重要方面,合理的冷却速度能有效防止铸件在凝固时出现裂纹与变形,根据不同材料的特性,自然冷却或强制冷却的选择,将有助于适时调整冷却时间以适应铸件的几何形状,进而提升成品质量。定期评估与调整工艺参数以适应不同批次原材料的变化,也是保持生产效率的关键,这种灵活性不仅提高了生产效率,还确保了铸件质量的一致性。

3.4 材料选择与管理

材料选择与管理在提升离心铸管机生产效率中至关重要,合适的金属材料选择直接影响铸件的质量与生产效率,不同铸件需求依赖于不同材料特性。例如,因其优良的流动性和轻质特性,铝合金适用于高强度及耐腐蚀性管件,而铸铁则更适合传统重负荷应用。原材料的质量控制同样关键,在采购阶段需确保供应商提供的材料符合相关标准,并进行必要的化学成分及物理性能检测,避免因材料质量问题导致的生产中断或铸件缺陷,定期库存检查,有助于保持原材料的新鲜度与适用性,从而提升生产的稳定性。建立科学的材料管理系统,也能提高管理效率,通过信息化手段实时跟踪材料使用情况与库存水平,能够及时发出预警并优化采购流程,从而减少不必要的库存成本,这种管理方式不仅提升了资源利用率,也确保了生产的连续性。对材料使用记录的评估与反馈机制至关重要,通过分析每批次材料在生产中的表现,可以及时调整未来的材料选择与使用策略持续优化生产流程,进而提升整体效率。

3.5 质量控制与检测技术

在离心铸管机的生产过程中,质量控制与检测技术至关重要,直接影响着产品的合格率以及生产效率,建立一个全面的质量控制体系是确保铸件质量的基础,通过制定严格的生产标准与检测流程,可以在生产的每个环节进行有效监控,及时发现问题避免不合格产品流入市场。采用先进的检测技术,亦有助于提高质量控制的精确度^[3]。例如,超声波探伤与X射线检测等无损检测技术的使用,能够在不破坏铸件的情况下识别内部缺陷与结构问题,这些技术的应用使潜在风险得以及早发现,从而确保每件产品均符合质量标准。实施过程监控同样重要,在铸造过程中,温度、压力与旋转速度等关键参数的实时监控,可以保证工艺条件的稳定,这种实时监控不仅提升了生产的一致性,也为后续质量分析提供了数据支持。反馈机制在质量控制中扮演着关键角色,通过收集与分析生产过程中的质量数据,及时调整生产工艺与材料选择,可以形成持续改进的良性循环。这一机制不仅提高了当前生产的质量,还为未来的生产提供了宝贵经验。

4 结语

在现代离心铸造行业提升生产效率,已成为企业面临的重要挑战与机遇,通过引入自动化与智能化技术、持续改进设备、优化工艺参数,以及科学选择材料与进行质量控制,生产效率得以有效提高,同时确保了产品质量的稳定性,不仅减少了资源浪费还增强了生产能力,为企业在竞争日益激烈的市场中创造了更多机会。展望未来,随着技术的不断进步与市场需求的变化,离心铸造行业将面临新的发展方向,企业应持续关注新技术的应用与实践完善生产管理体系,适应不断变化的市场环境。唯有通过持续创新,才能在激烈的竞争中保持优势,为可持续发展贡献力量。

[参考文献]

- [1] 寻梦华. GH5605 离心铸管夹杂物控制技术研究[D]. 北京: 钢铁研究总院, 2024.
 - [2] 冯光弼. 提高铸管水冷离心铸造模具寿命的研究[J]. 山西冶金, 2022, 45(5): 38-40.
 - [3] 佚名. 福士科分享离心铸管制造中的金属液品质提升方案[J]. 铸造工程, 2021, 45(1): 80-81.
- 作者简介: 张振法(1996.2—), 毕业学校: 郑州职业技术学院, 所学专业: 汽车检测与维修, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职称: 助理工程师; 王琰(1995.4—), 毕业院校: 安阳工学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职称: 助理工程师; 黄世雨(1995.3—), 毕业学校: 安阳师范学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 单位: 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 职务: 离心机工段长, 职称: 助理工程师。