

## 离心铸管机高温作业区气路改造

刘润泽 韩志彬 李德智

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

**[摘要]** 由于现代工业生产中, 特别是在高温环境下进行的铸造工艺中, 气路系统的稳定运行对设备的正常工作和生产效率至关重要。离心铸管机作为关键的铸造设备之一, 其在铸造过程中面临着高温铁水的快速处理和运输, 因此其气路系统的设计和运行质量直接影响了生产效率和设备的可靠性。文中分析永通公司离心铸管机高温作业区气路改造的过程, 介绍设备改造前存在的问题, 探讨改造过程中采取的技术措施和具体改进方案, 分析在改造中应注意的关键问题和解决方案, 以及在操作和维护中的安全性和经济性考量, 总结改造后系统的运行效果和生产效率提升情况。

**[关键词]** 离心铸管机; 高温作业区; 气路改造; 降低故障率

DOI: 10.33142/sca.v7i9.13413

中图分类号: TG231

文献标识码: A

### Gas Path Renovation in High-temperature Operation Area of Centrifugal Pipe Casting Machine

LIU Runze, HAN Zhibin, LI Dezhi

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

**Abstract:** In modern industrial production, especially in casting processes carried out in high-temperature environments, the stable operation of the gas path system is crucial for the normal operation and production efficiency of equipment. As one of the key casting equipment, the centrifugal pipe casting machine faces the rapid processing and transportation of high-temperature molten iron during the casting process. Therefore, the design and operation quality of its gas path system directly affect production efficiency and equipment reliability. The article analyzes the process of gas path renovation in the high-temperature operation area of Yongtong Company's centrifugal casting machine, introduces the problems that existed before the equipment renovation, explores the technical measures and specific improvement plans adopted during the renovation process, analyzes the key issues and solutions that should be paid attention to during the renovation, as well as safety and economic considerations in operation and maintenance, and summarizes the operational effect and production efficiency improvement of the system after the renovation.

**Keywords:** centrifugal pipe casting machine; high-temperature work area; gas path renovation; reduce failure rate

#### 引言

离心铸管机作为铸造行业中的关键设备, 广泛应用于各类管道和零部件的生产过程中。其主要工作原理是利用离心力将高温铁水快速注入管模, 并通过高速旋转使铸件形成所需的壁厚和形状。在整个生产过程中, 离心铸管机需要处理高温高压的铸造环境, 对设备的稳定性和耐高温能力提出了极高的要求。随着工业自动化程度的提升和生产效率的需求增加, 离心铸管机的气路系统显得尤为关键。气路系统负责控制运输链的顺畅运行, 确保铸管从铸造到后续处理的高效传输。然而, 在高温铸造过程中, 常常面临砂芯和残铁环的脱落问题, 这些杂质不仅会损坏气路系统的关键部件, 还可能导致设备停机和生产效率下降。因此, 针对离心铸管机气路系统的稳定性和耐高温能力进行改造和优化, 不仅是提升设备性能和生产效率的关键一步, 也是适应现代工业制造发展需求的重要举措。

#### 1 离心铸管机高温作业区气路改造的必要性

##### 1.1 安全性提升

离心铸管机在高温作业环境中运行, 其气路系统的安全性直接关系到设备运行的稳定性和操作人员的安全。原有的

气路系统存在多种安全隐患, 不仅增加了设备运行的风险, 还可能造成生产中断和事故的发生。通过气路改造项目, 公司引入了耐高温的金属材料和更为可靠的设计方案, 有效解决了原有系统存在的安全问题。改造后的气路系统能够抵御高温砂芯和残铁环的冲击, 避免了气管烧穿漏气的情况发生。此外, 新设计的气路系统还优化了安全防护措施, 确保操作人员在工作过程中的安全性, 减少了意外事件的发生可能性。

##### 1.2 技术更新

通过气路系统的全面改造, 公司不仅更新了关键部件和材料, 还引入了先进的技术和工艺。改造后的气路系统采用了耐高温金属材料 and 先进的自动化控制技术, 例如单向节流阀的应用以代替传统的旋转调压接头, 实现了更精确的气流控制和调节, 不仅提升了设备的稳定性和可靠性, 还使得生产过程更加智能化和可控。技术更新还包括对设备监测与数据采集系统的优化, 通过实时监控和数据分析, 提升了对设备运行状态的实时了解和预测能力, 不仅有助于及时发现和解决潜在问题, 还能优化生产计划和资源配置, 最大限度地提高生产效率和产品质量。总之, 技术更新不仅是对设备性能提升的必然选择, 更是推动公司走向

智能制造和工业 4.0 的关键步骤。通过气路系统的现代化改造，公司不仅能够应对当前的生产需求，还为未来技术发展和市场竞争打下坚实的基础。

### 1.3 成本效益

在竞争激烈的市场环境中，公司需要不断优化生产流程、降低生产成本，以确保产品的竞争力和企业的可持续发展。改造后的气路系统通过优化设备运行稳定性和生产效率，有效降低了生产过程中的能源消耗和资源浪费。采用耐高温金属材料 and 先进的控制技术，不仅延长了设备的使用寿命，减少了维护和停机成本，还降低了因气路系统问题导致的生产线中断和损失<sup>[1]</sup>。技术更新和智能化管理的引入，提升了生产计划的灵活性和响应速度，使公司能够更加精准地满足客户需求，提升市场反应能力和品牌影响力。这些成本效益不仅体现在直接的运营成本节约上，还包括通过技术创新带来的市场竞争优势和长期价值的积累。

### 1.4 提高生产效率的需求

在现有系统中，气路系统的频繁故障和维修严重影响了生产效率。由于气管和调压接头在高温下容易烧坏漏气，生产线经常因气路系统故障而停工待命。为了提高生产效率，必须解决气路系统的漏气问题，确保气缸能够正常举升和下降，保证铸管的顺利传输。此外，改造后的气路系统应具备更高的耐高温性能，能够承受高温砂芯和残铁环的高温冲击，减少因高温导致的设备故障。改造后的气路系统还应具备更好的气流调节功能，确保气缸举升和下降速度的平稳和高效运行。在满足生产节奏的前提下，实现气缸的同步举升和下降，保证运输辊的平稳运行，从而提高生产线的整体效率。综上所述，提高生产效率是离心铸管机高温作业区气路改造的重要需求，通过改造气路系统，可以显著提升生产线的稳定性和生产效率。

## 2 改造前设备现状及存在的问题

### 2.1 设备现状

在改造前，永通公司的离心铸管生产线中，采用了 PE 气管和塑料调压接头，这些部件在常温环境下能够正常工作，但在离心铸管机的高温作业区却暴露出许多不足。离心铸管生产过程中，1450℃ 的高温铁水在极短时间内随着离心机的高速旋转，在管模内壁形成 6mm 壁厚的铸管。整个浇注、离心、拔管过程在 1 分钟内完成。铸管被提升机转运到运输链，温度在 700℃ 至 800℃ 之间。离心机运输链由三组可升降的辊子通过各自连接的气缸的伸缩实现举升回落动作，如图 1 所示。

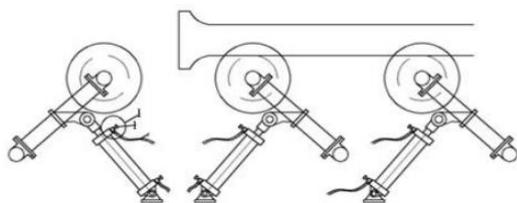


图 1 离心机运输链

在原装设备中，气缸通过旋转调压接头（型号 SL10-04）与 PE 气管（Φ10mm）连接（如图 2 所示）。当需要输送铸管到主运输链时，通过气路系统的气控换向阀（4V410-15）向气缸底部的气管输送压缩空气，使气缸举升辊子。当辊子到达最高点时，启动电机减速机，带动传动链条转动，辊子将成型的铸管输送至主运输链。铸管到达预定位置后，红外线感应器向气控换向阀发出信号，使气缸下降，铸管落在主运输链条上并被输送至退火炉。

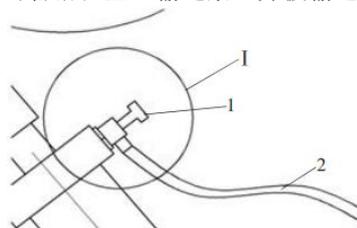


图 2 I 局部放大

### 2.2 高温砂芯的影响

在实际生产过程中，铸管承口残存的高温砂芯温度可达 400℃，在管子运动过程中由于震动会从铸管承口脱落。有时铸管浇注的插口残铁环也会掉落。这些高温砂芯和残铁环对气路系统造成了极大影响<sup>[2]</sup>。由于气缸通过塑料调压接头与 PE 气管连接，高温砂芯经常掉落在不耐高温的 PE 气管上，瞬间将气管烧穿，造成气管漏气，导致气压降低，气缸无法正常举升，运输链运转受限，离心机被迫停机待命。

### 2.3 气路系统的不足

PE 气管和塑料调压接头在高温砂芯的冲击下，容易被烧穿导致漏气。气缸通过塑料调压接头与 PE 气管连接，高温砂芯掉落经常烧穿气管和调压接头，导致频繁漏气。据统计，每班 8 小时的生产中，气路系统平均需要维修 10 次。漏气导致气压降低，气缸无法正常举升和下降，限制了运输链的运转，直接影响生产效率。由于铸管无法正常输送，平台的 4 台离心机被迫待命，严重影响高效生产。

### 2.4 调压接头的调节问题

气缸上下接头处安装旋转调压接头，其作用是调节进入气缸的压缩空气流量，从而控制气缸的举升与下降速度。然而，下部调压接头气流调大，提高了辊子举升速度，但也导致辊子下降时排气量增加，可能损坏设备。同样，上部调压接头气流调大，加快了辊子下降速度，但也增加了设备损坏的风险；气流量减小，虽然可以减小辊子下降时的冲击力，但也会降低辊子举升速度，影响生产效率。因此，上下调压接头的调节需相互平衡，以确保 3 台气缸同步举升下降，辊子举升下降平稳高效。

## 3 改造过程

### 3.1 初步尝试与问题发现

最初，永通公司尝试了几种防护方法以应对高温砂芯和残铁环对气路系统的破坏，虽然这些措施在一定程度上

能够保护大部分气管,但它们无法完全隔离气管和调压接头与外界的高温环境。塑料调压接头仍然会被烧坏漏气,尤其是气管与调压接头连接处由于无法完全包裹,仍然会被砂芯烧穿。此外,高温砂芯破碎后的细沙极具流动性,它能够从防护端口进入到防护层中,对内部的气管造成破坏。漏气点往往无法第一时间发现,要对其进行维修需要拆除防护层,这给及时维修带来了极大的困难。由于这些问题,生产效率难以提升,公司意识到必须对气缸的供气系统进行彻底改造,杜绝跑冒滴漏的发生,降低举升辊子的故障率,从而提高离心机生产线的生产效率。

### 3.2 确定改造方案

在总结初步尝试的经验教训后,永通公司提出了一套改造方案,如图3所示。改造的核心是选用耐高温的材料和优化气路设计,以彻底解决高温环境下的漏气问题。原有的PE气管被外编钢丝油管所替代。外编钢丝油管具备极强的耐高温性能,能够承受高达600℃的温度,远超原先PE气管的耐受能力,如图4所示。将原先不耐高温的塑料材质的旋转调压接头更换为相应的油管接头。这种接头采用金属材质,能够在高温环境下保持稳定,不会因高温砂芯或残铁环的掉落而烧穿漏气。在油管前端增加单向节流阀,以代替旋转调压接头的调节气流功能。单向节流阀不仅具备气流调节功能,还能保证运输辊的平稳运行。

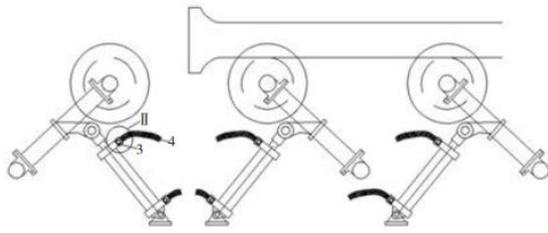


图3 改造后的离心机运输链

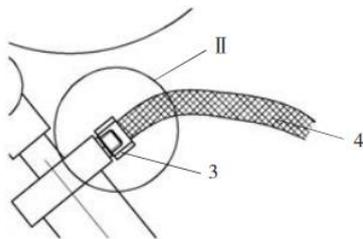


图4 II局部放大

### 3.3 改造实施与结果

改造过程顺利实施,公司对离心机的气路系统进行了全面升级。改造后的气路系统不仅具备了原先的气流调节功能,保证了运输辊的平稳运行,并且系统中的所有零部件均为耐高温的金属材质。即使是400℃的砂芯,甚至是600℃高温的残铁环直接落在系统上,也不会有丝毫的烧穿漏气情况发生<sup>[3]</sup>。

### 3.4 改造效果与收益

通过此次改造,永通公司成功解决了高温环境下气路

系统的漏气问题,大大提升了离心机的生产效率。改造后的气路系统在高温作业区表现出色,没有一根“铠甲气管”被烧穿,因供气原因导致的故障彻底解决。生产线的停机待修次数大幅减少,设备的稳定性和可靠性显著提高。具体数据表明,每班8小时的生产中,气路系统的维修次数从原先的平均10次降至0次,生产效率提高了约20%。此外,改造后的气路系统运行更加平稳,气缸的举升和下降速度得到合理控制,设备的使用寿命也因此得到延长。

## 4 改造中应注意的问题

### 4.1 材料选择

材料的选择是改造过程中最关键的环节之一。选择不当的材料可能导致改造失败,甚至带来安全隐患。在本次改造中,原有的PE气管被外编钢丝油管替代,这种油管具备极强的耐高温性能,能够承受高达600℃的温度。此外,选用金属材质的油管接头代替原先的塑料材质的旋转调压接头,也极大地提高了气路系统的耐高温性能。因此,在改造过程中,必须选择经过严格测试、能够在高温环境下稳定运行的材料,以确保气路系统的可靠性。

### 4.2 气路设计

气路设计是决定改造效果的重要因素之一。改造后的气路系统需要在保持原有功能的同时,具备更高的耐高温性和稳定性。在此次改造中,通过在油管前端增加单向节流阀以代替旋转调压接头的调节气流功能,实现了气流的稳定调节。在进行气路设计时,需要综合考虑系统的气流需求、气压分布、气流速度等因素。设计时还应确保各部件之间的连接牢固,避免因连接不紧密而导致的漏气现象。同时,应设置合理的气流调节机制,以保证系统在不同工况下均能稳定运行。

### 4.3 安装与调试

安装和调试是改造过程中的重要环节。即便设计再合理、材料再优质,若安装和调试不到位,也难以达到预期效果。在此次改造中,安装过程中需确保各部件的连接紧密,尤其是油管接头与气缸的连接处,必须确保无漏气现象。此外,调试过程中需要反复测试气路系统的气流稳定性和各部件的耐高温性能,确保系统在高温环境下能够稳定运行。

安装前应彻底清洁各部件和管道,确保无杂质残留。尤其是在更换油管和接头时,任何杂质都可能影响系统的气流稳定性。安装完成后,应进行密封性测试,确保各连接处无漏气现象。可以通过气压测试仪进行检测,确保系统在高压状态下依然保持良好的密封性。调试过程中,应对气路系统在不同温度下的运行状态进行测试,确保系统在高温环境下能够稳定运行。同时,应监测各部件的温度变化,确保其在高温环境下不会出现变形或损坏。

### 4.4 操作培训

改造完成后,操作人员的培训同样至关重要。由于改

造后的系统在结构和操作方式上有所变化,操作人员需要接受系统的培训,以熟悉新系统的操作流程和注意事项。在此次改造中,永通公司对操作人员进行了全面的培训,内容包括新系统的工作原理、操作步骤、常见故障处理方法等。操作人员应严格按照操作规程操作,避免因操作不当导致的设备故障。培训中应讲解新系统的日常维护和保养方法,确保设备长期稳定运行。特别是对高温环境下的设备,应定期检查各部件的磨损情况,及时更换损坏部件。操作人员应掌握常见故障的应急处理方法,确保在出现故障时能够迅速处理,减少停机时间。

#### 4.5 安全防护

高温环境下的作业存在诸多安全隐患,因此在进行改造时,必须采取必要的安全防护措施。在此次改造中,永通公司采用了多种安全防护措施,包括安装防护罩、设置安全警示标志、配备必要的防护设备等。为操作人员配备必要的防护设备,如高温手套、防护面罩等,确保人员在高温环境下作业的安全。在高温作业区设置明显的安全警示标志,提醒操作人员注意安全。同时,应设置安全警戒线,禁止无关人员进入高温作业区。制定详细的应急预案,确保在发生意外情况时,能够迅速采取措施,保障人员和设备的安全。应急预案应包括火灾应急处理、高温烧伤应急处理等内容。

#### 4.6 持续改进

改造并非一劳永逸的过程,而是一个不断改进和优化的过程。改造完成后,永通公司需要对改造后的气路系统进行持续监测和分析,及时发现和解决可能出现的问题。在实际运行过程中,应不断收集系统的运行数据,分析各部件的工作状态,发现潜在的问题并及时采取措施进行改进。建立完善的数据收集和分析系统,定期对气路系统的运行状态进行监测,分析各部件的工作状态和磨损情况,及时发现潜在的问题。制定详细的定期检查和维修计划,确保各部件处于良好的工作状态。对于高温环境下的设备,

应特别关注其耐高温性能,及时更换磨损部件。建立操作人员与技术人员之间的反馈机制,操作人员在日常操作中发现的问题应及时反馈给技术人员,技术人员根据反馈情况进行分析和改进,不断优化系统的运行状态。

#### 5 结束语

通过对离心铸管机高温作业区气路系统的彻底改造,永通公司成功解决了原有系统在高温环境下频繁出现的气路漏气和设备损坏问题。新的气路系统不仅提升了系统的耐高温性能和稳定性,还显著提高了生产效率,降低了设备维护成本和停机时间。改造过程中,公司不仅选择了适合高温环境的优质材料和先进设备,还通过严格的安装、调试和操作培训确保了系统的可靠性和安全性。在未来,将继续关注气路系统的持续改进和优化,通过定期的监测和维护,进一步提升系统的运行效率和耐用性。

#### [参考文献]

- [1]康建明,梁海成,赵大志,等. 镁合金离心铸造工艺数值模拟研究[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(4):452-456.
- [2]寻梦华,骆合力,李尚平,等. L605 离心铸管凝固组织数值模拟及试制研究[J]. 特种铸造及有色合金,2023,43(6):800-804.
- [3]寻梦华,骆合力,韩少丽,等. 卧式离心铸管充型过程中夹杂物运动规律数值模拟研究及应用[J]. 稀有金属材料与工程,2023,52(7):2559-2564.

作者简介:刘润泽(1993.12—),毕业学校:河南化工职业学院,专业:连锁经营管理,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;韩志彬(1993.1—),毕业学校:景德镇学院,专业:会计,单位:安钢集团球墨铸铁管有限责任公司,职称,助理工程师;李德智(1997.7—),毕业学校:东北师范大学,专业:行政管理,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。