

# 离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统设计

韩志彬 李德智 刘润泽

安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 河南 安阳 455000

**[摘要]** 离心浇注球墨铸铁铸管的生产过程包括多个工序, 如混铁、熔炼、浇注、喷涂等, 每个环节都可能产生不同类型的粉尘和气体。例如, 混铁炉和中频炉在熔炼过程中会释放烟尘, 而喷锌和喷涂工序则产生大量的锌粉尘和挥发性有机物。随着环保法规的日益严格和生产工艺的不断改进, 对车间环境的管理提出了更高的要求, 车间需要设计和安装高效的除尘系统, 不仅要满足相关的环保标准, 还要保证生产过程的连续性和操作人员的舒适性。通过对现有工艺的深入分析和除尘技术的不断研究, 可以实现车间环境的优化提升生产效率, 并为行业的发展提供支持。

**[关键词]** 球墨铸铁; 铸管; 除尘系统

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13699

中图分类号: TG255

文献标识码: A

## Design of Dust Removal System for Centrifugal Casting Ductile Iron Pipe Workshop

HAN Zhibin, LI Dezhi, LIU Runze

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

**Abstract:** The production process of centrifugally cast ductile iron pipes includes multiple steps, such as mixing, melting, pouring, spraying, etc. Each step may generate different types of dust and gases. For example, mixed iron furnaces and intermediate frequency furnaces release smoke and dust during the melting process, while zinc spraying and spraying processes produce a large amount of zinc dust and volatile organic compounds. With the increasingly strict environmental regulations and continuous improvement of production processes, higher requirements have been put forward for the management of workshop environment. Workshops need to design and install efficient dust removal systems, which not only meet relevant environmental standards, but also ensure the continuity of the production process and the comfort of operators. Through in-depth analysis of existing processes and continuous research on dust removal technology, the optimization of workshop environment can be achieved to improve production efficiency and provide support for the development of the industry.

**Keywords:** ductile iron; cast iron pipe; dust removal system

### 引言

在现代铸造车间中, 离心浇注球墨铸铁铸管因其优良的力学性能和广泛的应用领域而得到广泛应用。但生产过程中伴随而来的粉尘和烟雾不仅对车间环境造成污染, 还可能对操作人员的健康产生不利影响。因此, 设计和实施高效的除尘系统, 成为保障生产安全和环境友好的重要任务。

### 1 离心浇注球墨铸铁铸管车间工艺概述

离心浇注球墨铸铁铸管车间主要通过离心铸造技术生产高强度的球墨铸铁管。这一工艺首先将熔融的球墨铸铁倒入旋转的铸模中。模具在高速旋转的过程中, 使熔融铁液在离心力的作用下均匀地分布到模具的内壁形成管状铸件。这种方法不仅提高了铸管的致密性和强度, 还有效地减少了铸造缺陷。生产过程中, 车间内设有多种关键设备, 包括熔炼炉、中频炉、离心浇注机以及冷却系统等。熔炼炉用于熔化原材料, 中频炉负责球化处理, 确保铸铁中的石墨形态适合成型。离心浇注机则将熔融金属注入旋转模具中, 形成最终的铸管。在铸造后,

铸管会经历冷却、去毛刺、喷涂等后处理步骤, 以满足不同的使用要求。整个生产流程高效且精密, 但也伴随产生大量粉尘和烟雾, 这就需要通过有效的除尘系统进行管理, 确保车间环境的清洁与工人的健康。

### 2 车间环境与粉尘分析

离心浇注球墨铸铁铸管车间的环境特点决定了粉尘和烟雾的主要来源。车间中高温熔炼和高速旋转的铸造过程会产生大量的粉尘和烟雾, 这些主要来自熔化过程中的氧化反应、铸造过程中金属颗粒的飞溅以及砂型的使用。车间的环境污染主要集中在以下几个方面: 首先, 熔炼炉和中频炉的操作会释放大量的烟尘, 尤其是铁水与空气接触时的氧化反应, 会产生二氧化硫、氮氧化物等有害气体。其次, 离心浇注过程中, 熔融金属的高速喷射和模具的旋转会导致粉尘飞散, 尤其是在浇注环节, 可能会形成较高浓度的金属粉尘。最后, 后处理环节如喷涂和打磨作业, 也会释放挥发性有机物和粉尘, 对车间空气质量造成影响。为有效应对这些挑战, 车间应进行系统的粉尘源分析, 识别主要污染源并监控其浓度变

化。采用适当的除尘技术，如高效除尘器、局部排风系统及密闭操作环境，能够显著改善车间的空气质量。同时，定期的环境检测与维护也是保障车间环境符合标准的关键措施。

### 3 除尘系统设计原则与标准

#### 3.1 设计原则

除尘系统的设计原则主要包括高效性、经济性和可维护性。首先，高效性是设计的核心要求。系统必须能够有效捕集和去除车间内各类粉尘和烟雾，确保车间空气质量符合相关环保标准，保护工人健康。高效性不仅要求选择适当的除尘设备，如高效除尘器和集尘器，还包括合理布局管道和风口，最大限度地减少粉尘的扩散<sup>[1]</sup>。其次，经济性强调在满足功能要求的前提下，尽量降低系统的初期投资和运行成本。选择性价比高的设备和材料、优化系统设计以降低能耗以及减少维护费用，都是提升经济性的关键因素。合理的设计还应考虑系统的寿命和长期运行成本，避免因设备故障或维护不足而产生额外开支。最后，可维护性是设计过程中不可忽视的原则。系统应便于日常维护和检查，设备应具有良好的耐用性和易更换性，以减少停机时间和维护难度。此外，设计应考虑到便于操作人员的培训和操作，确保系统的长期稳定运行。

#### 3.2 相关标准与规范

在除尘系统的设计过程中，遵循相关的标准与规范是确保系统有效性和合规性的基础。首先，国家或地区的环保法规是设计的核心依据，例如《中华人民共和国大气污染防治法》和《工业炉窑大气污染物排放标准》等。这些法规规定了工厂排放的粉尘和有害气体的最大允许浓度，指导设计人员在系统中采取必要的除尘措施。其次，行业标准提供了设计和操作的具体技术要求。例如，针对除尘设备的标准，如《GB/T 15431—2017 工业除尘器技术条件》和《GB/T 18883—2002 室内空气质量标准》，为设备选型和性能评估提供了详细的指导。这些标准涵盖了除尘器的效率、滤材的选择以及系统的排风设计等方面，确保系统在实际应用中达到预期效果<sup>[2]</sup>。此外，设计过程中还需参考相关的国际标准，如《ISO 15797:2017 工业废气排放测试》和《ASHRAE 52.2 空气过滤器标准》，以获得先进的设计理念和技术方法。这些标准不仅提供了国际上认可的技术要求，还帮助在全球化的环境中保持设计的国际兼容性和竞争力。

#### 3.3 环保法规要求

环保法规要求在除尘系统设计中占据了重要地位，确保工厂的粉尘和气体排放符合国家和地方的环保标准。根据《中华人民共和国大气污染防治法》，企业必须对生产过程中的污染物排放实施有效控制，确保浓度不超过

规定的标准。车间排放的粉尘浓度和有害气体，如二氧化硫和氮氧化物，需满足《工业炉窑大气污染物排放标准》的限值。此外，地方性环保法规也对除尘系统的设计提出了具体要求，这些法规通常规定了更为严格的排放标准，以应对当地的环境挑战。设计方案需经过环境影响评价，确保在满足法规要求的同时，也能降低对周围环境的影响。在系统设计和设备选型时，还需考虑法规对污染控制技术的要求。例如，要求使用高效的除尘设备，如静电除尘器或布袋除尘器，来满足《GB/T 15431—2017 工业除尘器技术条件》中对设备性能的规定。同时，定期的环保检查和数据报告也是法规要求的一部分，确保系统持续符合标准并及时修正潜在问题。

### 4 离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统设计

#### 4.1 混铁炉烟尘控制系统

混铁炉是离心浇注球墨铸铁铸管车间的关键设备之一，熔炼过程会产生大量的烟尘和有害气体。为了有效控制这些排放，混铁炉烟尘控制系统的设计必须从源头减少烟尘生成，并通过高效的处理设施实现清洁排放。首先，源头控制是关键，优化熔炼工艺减少熔化过程中的过量空气供应和铁水与氧化剂的接触，可以显著减少烟尘的产生。此外，混铁炉内应配置密闭系统和引风装置，防止烟尘泄漏到车间环境中。其次，烟尘收集系统需要高效，采用引风机和管道将烟尘从炉口和熔炼区有效地引入集尘装置。集尘装置通常选用高效布袋除尘器或静电除尘器，这些设备能够高效捕捉细小的粉尘颗粒，确保排放符合环保标准。最后，系统还需配备在线监测设备，以实时检测烟尘浓度和气体成分，确保系统运行的有效性和合规性。定期维护和清理除尘设备也是保持系统高效运行的重要措施。

#### 4.2 中频炉与球化站的除尘技术

中频炉和球化站是离心浇注球墨铸铁铸管车间中的重要设备，它们在铸铁的熔化和球化过程中会产生大量的粉尘和烟雾。有效的除尘技术对于保持车间空气质量和保护操作人员的健康至关重要。在中频炉的除尘系统中，首先需要设置高效的烟尘收集装置，中频炉操作过程中，熔融金属与空气接触会产生氧化烟雾。通过在炉口和炉体周围安装引风罩和排风系统，可以将这些烟雾有效地导入集尘装置。常见的技术选择包括布袋除尘器和静电除尘器，这些设备能有效去除高温烟尘和金属颗粒，保证炉烟的清洁排放。对于球化站主要处理的是在熔炼过程中添加球化剂时产生的烟尘，球化站通常配置局部排风系统，将烟尘直接引导到除尘设备中。由于球化过程中的烟尘具有较高的温度和腐蚀性，设备材料和技术选择需要特别注意，以确保系统的耐用性和长期稳定性。使用高温布袋除尘器或耐腐蚀静电除尘器，可以

有效处理这些特殊烟尘。此外，实时监测系统对于保证除尘效果和及时调整系统运行状态也是必不可少的。监测系统能够提供烟尘浓度的数据支持，帮助优化除尘设备的工作状态和维护计划。

#### 4.3 离心浇注机的粉尘收集方案

离心浇注机在铸造过程中会产生大量的粉尘，主要来源于熔融金属的飞溅和铸模表面的摩擦。为了有效收集这些粉尘，必须设计高效的粉尘收集方案，以保持车间环境的清洁和工人的健康。首先，离心浇注机周围应安装密闭的罩体，覆盖主要的粉尘产生区域，这些罩体可以有效地将粉尘引导至集尘系统。罩体的设计需要确保能够适应离心机的旋转运动，并且在操作过程中不会干扰设备的正常运行。其次，配置高效的局部排风系统至关重要，通过在离心机的关键位置设置引风口，可以直接捕捉到生成的粉尘。引风系统应与集尘装置连接，常用的设备包括高效布袋除尘器或旋风分离器，这些设备能够高效地处理细小粉尘颗粒，并降低车间内的粉尘浓度。此外，定期的清理和维护也是确保粉尘收集效果的重要环节。离心机及其周边的集尘设备应定期检查和清理，防止粉尘积累影响设备性能和工作环境。同时，建立系统的监测机制，实时监测粉尘浓度，以便及时调整和优化粉尘收集系统的运行状态。

#### 4.4 炉前吹砂过程中的除尘措施

炉前吹砂是离心浇注球墨铸铁铸管车间的一个重要工序，过程中会产生大量的砂尘和细小颗粒。有效的除尘措施对于控制车间空气质量和保护操作人员健康至关重要。首先，应在吹砂作业区安装局部排风系统，通过设置风罩和吸尘罩，将砂尘从吹砂区域迅速引导至集尘系统。这些设备需要覆盖整个吹砂区，并根据砂尘的产生特点进行合理布置，以确保能够最大限度地捕捉到飞散的砂尘。其次，采用高效的集尘设备来处理捕集的砂尘，常用的设备包括布袋除尘器和旋风分离器。这些设备能够有效去除细小的砂尘颗粒，保持车间内的空气清洁。为了应对吹砂过程中产生的高尘浓度，集尘系统应具有较高的处理能力和可靠性。此外，定期维护和清理除尘系统也是必要的，吹砂过程中产生的砂尘可能会在集尘设备中积累，定期检查和清理设备，确保其正常运行，并能持续保持高效的除尘效果。最后，优化吹砂工艺也是减少粉尘排放的有效措施。例如，使用适当的砂料和调节吹砂参数，可以减少砂尘的产生和扩散。

#### 4.5 内磨作业及相关岗位的除尘解决方案

内磨作业是离心浇注球墨铸铁铸管车间的重要工序，但其过程中会产生大量的磨削粉尘和颗粒。为了有效控制这些粉尘，确保车间环境的清洁和操作人员的健康，需采取一系列除尘解决方案<sup>[3]</sup>。首先，应在内磨作业区

域设置局部排风系统，安装专用的引风罩和吸尘装置，将磨削过程中产生的粉尘直接吸入集尘系统。引风罩应尽量靠近粉尘源以提高粉尘捕集效率，并设计为可调节形式适应不同的操作需求和工件尺寸。其次，布袋除尘器和旋风分离器是处理磨削粉尘的常用设备，它们能够有效去除细小的粉尘颗粒，保持车间空气的清洁。由于内磨作业中产生的粉尘具有一定的磨蚀性，集尘设备应具备良好的耐磨性和长期稳定性。此外，粉尘可能在集尘设备中积累，定期清理和更换滤袋，确保设备正常运转并维持最佳的除尘效果。同时，建立粉尘浓度监测机制，及时调整和优化系统设置，以应对不同工况下的粉尘排放情况。最后，对内磨工艺进行优化，如调整磨削参数和使用高效的磨具，也有助于减少粉尘生成和飞散。

#### 4.6 喷涂工序的除尘与空气净化

喷涂工序在离心浇注球墨铸铁铸管车间中用于提升铸件表面质量，会产生大量的喷涂雾和粉尘。有效的除尘和空气净化措施对维持车间环境的清洁和保障工人健康至关重要。首先，喷涂区域应安装封闭式喷涂罩和局部排风系统，喷涂罩能够覆盖喷涂工位，收集喷涂过程中产生的雾状物质和粉尘，并通过排风系统将其引导至集尘装置。局部排风系统的设计需要确保全面覆盖喷涂区域，并对喷涂产生的气流进行有效控制。其次，选择适合的集尘设备对于处理喷涂产生的粉尘至关重要，高效的布袋除尘器或静电除尘器可以有效去除喷涂过程中产生的细小粉尘和雾滴。这些设备应具有较高的处理能力，并能处理喷涂材料的腐蚀性和颗粒性，以保证长期稳定运行。此外，空气净化系统应配备活性炭过滤器或其他气体处理装置，以去除喷涂过程中释放的有机溶剂和挥发性有机化合物（VOC）。这些装置能够有效吸附和分解有害气体，改善车间空气质量。最后，定期对除尘和净化系统进行检查和维护，确保设备正常运行，并及时清理积累的粉尘和更换过滤材料，以保持高效的除尘效果和良好的空气质量。

### 5 结语

在离心浇注球墨铸铁铸管车间，除尘系统的设计和实施是保证生产环境清洁和员工健康的关键。通过对混铁炉、中频炉、离心浇注机等关键工序的粉尘控制，以及针对内磨和喷涂等环节的有效措施，可以显著降低粉尘污染，提升车间的工作环境。精心设计的除尘系统不仅能有效捕捉和处理粉尘，还能减少对设备的损耗，确保生产过程的顺畅与安全。未来，应继续关注除尘技术的进步，结合实际生产需求，不断优化系统应对新的挑战和要求。

#### [参考文献]

[1]张研,樊永辉.离心浇注球墨铸铁铸管车间除尘系统

设计[J]. 现代铸铁, 2021, 41(2): 58-60.  
[2]张研, 贾卫华, 杨万华. 离心球墨铸铁管车间除尘系统设计及优化[C]. 北京: 中国铸造协会第十五届中国铸造协会年会论文集. 安钢集团永通球墨铸铁管有限责任公司, 2019.  
[3]张济凡, 王亚飞, 刘路召. 安全闭锁系统在球墨铸铁管生产线中的设计及应用[J]. 中国铸造装备与技术, 2021, 56(6): 5-9.

作者简介: 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; 刘润泽(1993. 1—), 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。