

# 粉煤灰分选系统改造项目的应用及改造后的思考

杨荣静

太原锅炉集团有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9350

**[摘要]** 粉煤灰作为煤燃烧过程中产生的副产品,其处理与利用一直是环保和资源综合利用领域中的研究重点。本文围绕粉煤灰分选系统的改造项目展开深入研究,分析了现有粉煤灰分选系统的组成及工作原理,根据现状提出了具体的改造方案,涵盖了关键设备的更新、工艺流程的优化以及环保设施的升级等。本文对比分析改造前后的情况,详细展示了改造的成效,并基于项目实施过程中的经验和存在的问题,对未来的发展方向和改进措施提出建议,旨在为同类粉煤灰处理项目提供参考与借鉴。

**[关键词]** 粉煤灰处理; 系统改造; 分选效率; 环保; 设备更新

## Application and Reflection on the Renovation Project of Fly Ash Sorting System

Yang Rongjing

Taiyuan Boiler Group Co., Ltd

**[Abstract]** As a byproduct generated during coal combustion, the treatment and utilization of fly ash have always been a research focus in the fields of environmental protection and comprehensive resource utilization. This article conducts in-depth research on the renovation project of the fly ash sorting system, analyzes the composition and working principle of the existing fly ash sorting system, and proposes specific renovation plans based on the current situation, covering updates to key equipment, optimization of process flow, and upgrading of environmental protection facilities. This article compares and analyzes the situation before and after the renovation, presents in detail the effectiveness of the renovation, and based on the experience and existing problems in the project implementation process, proposes suggestions for future development directions and improvement measures, aiming to provide reference and inspiration for similar fly ash treatment projects.

**[Keywords]** fly ash treatment; System renovation; Sorting efficiency; environment protection  
Equipment update

粉煤灰的处理与利用是解决煤炭广泛使用带来的环境问题的核心环节。随着环保标准的提升和资源循环利用的需求增加,传统的粉煤灰处理方式已难以满足现代工业的需求。粉煤灰不仅占用大量的堆放空间,而且其粉尘和有害物质的排放对环境构成威胁。随着工业技术的进步和生产需求的变化,对现有的粉煤灰分选系统进行技术改造,不仅可以提高粉煤灰的处理效率和利用价值,还可以降低环境污染,符合可持续发展的要求。

### 1 改造前粉煤灰分选系统的组成及工作原理

粉煤灰分选系统主要由进料装置、输送系统、分选设备、收集系统以及排放控制设备组成。进料装置负责将粉煤灰送入系统,通常包括喂料斗和输送带,这些设备保证了粉煤灰

能均匀且连续地进入系统。输送系统负责将粉煤灰输送至各个处理节点,常见的输送设备包括皮带输送机和螺旋输送机,主要任务是保障物料在整个分选过程中的流动性。分选设备是系统的核心,根据物料的物理和化学特性,分选设备可分为干式和湿式两种类型。干式分选设备通常采用气流分级技术,调节风速实现不同粒度和密度的粉煤灰粒子的分离目标。湿式分选设备通过水流分离粒子,依靠水流速度的差异,使不同特性的粉煤灰粒子得到分离。收集系统包括收集器和储存设施,收集器通常为旋风分离器或布袋除尘器,能有效地收集分选后的粉煤灰,防止粉尘的逸散。排放控制设备能保证系统操作过程中对环境的影响最小化,主要包括粉尘抑制和废气处理装置,它们共同工作,以达到环保标准要求。

分选系统的工作原理基于粉煤灰的物理性质差异, 利用物理分选方法实现资源的回收和利用。在干式分选过程中, 系统能够控制气流的速度和方向, 使轻质粉煤灰与重质粉煤灰基于密度和粒度的差异而被分离。轻质粉煤灰由于密度较小, 会随气流上升, 而重质粉煤灰因重力作用沉降。在湿式分选中, 加入水流后, 不同特性的粉煤灰粒子会因为在水中沉降速度的不同而被分离。这两种方法各有优势, 通常根据粉煤灰的具体成分和后续处理的需求选择适用的分选技术。

## 2 粉煤灰分选系统改造方案设计

### 2.1 选择与配置关键设备

在粉煤灰分选系统的改造中, 选择与配置关键设备是提升整个系统性能的基础。关键设备的更新主要集中在高效分选机、先进的输送装置和精密的控制系统上。引入高效分选机是为了替换老化的设备, 提高分选效率且降低能耗。新型分选机通常采用最新的气流分级技术或者是湿式分离技术, 能够根据粉煤灰的粒度和密度差异, 满足精准的分离要求。这些分选机还配备有自动反馈调节系统, 根据实际操作中的分选效果自动调整操作参数, 从而保证分选效率始终处于最优状态。

由于旧有的输送系统常因老化或设计不合理导致频繁故障和维护成本高昂, 新的输送系统选用耐磨材料和先进的驱动技术, 提高了系统的可靠性和运行效率。采用无级变速马达和闭环控制系统, 可以根据分选机的运行状态自动调整输送速度, 提高物料供给的连续性和稳定性。控制系统的更新采用了现代化的自动化和信息化技术, 集成了传感器、执行器和中央处理单元, 能够实时监控和调控系统的每一个环节, 快速响应各种操作条件的变化, 保证整个分选系统稳定运行。

### 2.2 优化调整工艺流程

工艺流程的优化旨在通过科学的流程设计和技术创新, 达到提升处理能力、降低能耗和增强系统稳定性的目的。在改造项目中, 需提前评估与分析原有流程, 确定各环节的瓶颈和效率低下的原因, 根据这些分析结果进行调整。例如, 减少不必要的转运和中转步骤, 直接降低物料处理过程中的能耗和时间损失。在某些操作环节引入先进的监控和调控技术, 如在线监测系统, 实时控制分选条件, 提高分选效果, 减少人为操作误差。精确控制一些关键的操作参数, 如风速、水流量和物料的投料速度, 提高整个分选过程的均匀性和可重复性。还引入了模块化的设计理念, 模块化设计允许系统在未来根据需要快速调整或替换特定的模块, 不需要大规模的改动, 提升了系统的灵活性和未来的可扩展性。

### 2.3 环保设施的改进措施

在粉尘控制方面, 改造项目中引入了高效的收集技术和设备, 如先进的布袋除尘器和电除尘设备, 这些设备能够有效地捕捉在分选过程中产生的细小粉尘颗粒, 显著减少了空气污染。除尘系统的改进还包括增强封闭措施和风险管理设

施, 在设备故障或意外情况下能够迅速采取应对措施, 防止粉尘外泄。增强废气处理设施着重于处理分选过程中可能产生的有害气体, 如二氧化硫和氮氧化物。改造后的系统采用了最新的废气处理技术, 如催化氧化和吸附技术, 不仅效率高, 而且运行成本低。这些技术利用化学或物理手段有效地转化或去除有害气体, 符合严格的环境排放标准。系统还设有自动监测和报警系统, 能够实时监控废气的成分和浓度, 一旦发现异常即可启动应急处理程序, 保证排放气体的持续合规。

## 3 粉煤灰分选系统改造后的应用效果

### 3.1 改造后的分选效率分析

改造后的粉煤灰分选系统引入先进的分选设备, 优化调整工艺流程, 实现了更高的处理能力和更好的分选精度。在具体表现上, 分选效率的提升体现在两个方面: 处理能力的增加和分选精度的提高。处理能力的增加主要得益于新引进的高效分选机和改进后的输送系统, 这些设备和系统的高效率运转缩短了粉煤灰的处理时间, 使得单位时间内处理的粉煤灰数量增多。分选精度的提高指利用更精细的控制系统和分级技术, 准确地根据粉煤灰的物理特性进行分离, 从而有效提升了精细分级的比例, 减少了未能正确分离的粉煤灰量。而提高了分选效率意味着更少的原材料浪费和更低的能源消耗, 直接降低了生产成本。

### 3.2 设备运行稳定性分析

在改造项目完成后, 系统中的关键设备如分选机、输送装置和控制系统的稳定性都有了显著提升。具体来讲, 新引进的设备采用了更加耐用和先进的材料和技术, 这些设备的设计和制造都符合现代工业标准, 能够适应连续、高强度的工作环境。相较于改造前, 系统的故障率大大降低, 设备的正常运行时间延长, 减少了因故障导致的停机时间和维修成本。应用集成化的控制系统和自动监控技术, 系统可以实时监控设备状态和工作参数, 一旦发现异常即可迅速进行调整或报警, 从而避免了可能的设备损害或生产事故, 提高了生产过程的安全性。

### 3.3 经济环境效益评价

经济效益和环境效益是衡量粉煤灰分选系统改造成功与否的关键指标。在经济效益方面, 系统的改造提升分选效率和设备稳定性, 直接降低了生产成本和维护成本, 增强了企业在激烈的市场竞争中的竞争力。提高粉煤灰的资源回收率, 企业能够从原本视为废物的粉煤灰中获得更多的可用资源, 这不仅提高了资源的利用效率, 也为企业开辟了新的利润增长点。

在环境效益方面, 采用先进的除尘技术和废气处理设施, 系统能够符合甚至超过现行的环保标准, 减轻了生产活动对周围环境的影响。高效的资源回收模式减少了对原材料的依赖, 进一步减少了生产活动的环境足迹。

## 4 粉煤灰分选系统改造后的思考与展望

#### 4.1 改造项目的成功经验

粉煤灰分选系统改造项目的成功经验主要体现在多个关键领域。第一, 项目管理团队在项目前期进行了充分的市场和技术调研工作, 提升了改造方案的科学性和先进性。与行业内的技术专家和经验丰富的工程师密切合作, 管理团队确立了一套行之有效的技术路线和实施方案。第二, 项目在实施过程中采取了高度的标准化和模块化设计理念。应用标准化的设计方案, 提高了各个系统组件的互换性和可扩展性, 降低了系统维护的复杂性和成本。模块化的设计使得系统在未来的升级和调整过程中更加灵活, 迅速适应市场和技术的变化, 减少了后期运行中可能出现的问题。第三, 项目团队在实施过程中注重环保和安全标准的执行。在所有的改造活动中, 团队都严格遵守相关的环保法规和安全操作规程, 确保改造活动不会对环境造成不良影响, 不仅提升了其环保和安全性, 也增强了企业的社会责任感, 提升了企业形象。

#### 4.2 改造中存在的问题与不足

尽管粉煤灰分选系统的改造项目取得了一定的成功, 但在实施过程中也暴露出一些问题与不足。在项目初期, 由于市场波动和原材料价格的不确定性, 实际支出与预算有较大的出入。一些未预见的技术难题导致了额外的研发和调整费用, 这些因素都对项目的成本控制构成了压力。虽然改造方案在理论上是先进的, 但在实际操作过程中, 由于设备的特殊性和工艺的复杂性, 部分改造措施的实施效果未能完全达到预期目标。例如, 在新技术的应用过程中, 操作人员的技能和经验不足, 导致系统运行不稳定, 影响了整个系统的效率和稳定性。

项目在实施过程中的沟通和协调也存在不足。改造项目涉及多个部门和外部供应商, 在项目推进过程中, 部分关键信息的传递不够及时或不够准确, 导致了资源配置的不合理和工期的延误。这些问题和不足表明, 尽管项目在多方面取得了成绩, 但在项目管理、技术应用和团队协作方面还有待进一步优化和提升。

#### 4.3 对未来改进与发展的建议

##### 4.3.1 进一步优化分选技术

虽然改造项目已经取得了一定成效, 但为了应对未来环保标准的提升和市场需求的变化, 需要进一步优化粉煤灰分选技术, 着重提高分选精度和增强处理能力。

提高分选精度的技术优化主要是指改进分选设备和精细调整分选参数。目前, 干式分选技术和湿式分选技术是处理粉煤灰的两种主要方式。干式分选技术利用气流分级机进行作业, 可以针对不同密度和粒径的粉煤灰进行有效分离。为了提高这种技术的分选精度, 可以采用多级分选系统, 细分每个级别的分选条件, 例如调整气流速度和方向, 适应不同类型粉煤灰的物理特性。此外, 湿式分选技术可以调整水流的速度和水量优化分离效果, 适用于那些含水率较高或粒径

较细的粉煤灰。

增强处理能力的技术优化涉及整个分选系统的流程重构和设备升级。流程重构的目的是简化处理流程, 减少中间环节, 从而减少能耗和提高处理速度。例如, 将原料的初步处理和精细分选集成在一个连续的生产线上, 可以显著提高生产效率。设备升级方面, 引入更高效的分选机和更先进的输送系统, 不仅可以处理更多的粉煤灰, 还可以降低能源消耗和维护成本。

##### 4.3.2 持续提升自动化与智能化水平

自动化与智能化技术的持续提升是粉煤灰分选系统未来发展的重要方向。引入更先进的控制系统和信息化管理, 可以有效提高系统的操作效率和可靠性, 降低人力成本和操作错误。

自动化水平的提升首先体现在控制系统的升级方面。现代工业控制系统, 如可编程逻辑控制器 (PLC) 和分散控制系统 (DCS), 提供了高度灵活和可靠的操作方式。应用这些系统, 可以精确控制分选设备, 例如自动调整分选参数和监测设备状态。此外, 这些控制系统还可以与企业的信息系统 (如 ERP 系统) 集成, 实现数据的实时交换和分析, 为决策提供支持。

提升智能化水平指更多地依赖于人工智能和机器学习技术。利用在系统中集成传感器和相机, 可以收集关于粉煤灰的详细信息, 如粒度分布和含水率, 这些数据可以用于训练机器学习模型, 使得分选系统能够根据实时数据自动调整操作参数, 从而优化分选效果。智能化系统还可以预测设备故障和维护需求, 提前进行干预, 避免生产中断。

## 5 结语

分析本次粉煤灰分选系统的改造项目, 系统分选效率显著提升, 设备运行稳定性得到加强, 经济和环境效益也有了显著提高, 充分证明了改造方案的有效性和先进性。改造过程中也暴露出一些问题与不足, 如成本控制和技術应用的挑战, 这些问题需要在未来的工作中得到更多关注和解决。随着技术进步和市场需求的变化, 分选系统的持续优化和升级将是一个长期过程。继续提升系统的自动化和智能化水平, 将是提高粉煤灰分选系统性能的重要方向。

### [参考文献]

- [1] 徐金戈. 铁路粉煤灰装卸系统的研究 [J]. 中国设备工程, 2023, (04): 108-110.
- [2] 王波, 郑磊, 陈欣. 粉煤灰定量装车控制系统的设计研究 [J]. 机电信息, 2022, (21): 41-45.
- [3] 牛东风, 么颖林. 某钢铁企业自备电厂粉煤灰分选系统的优化改造 [J]. 山西冶金, 2021, 44 (06): 225-226.
- [4] 李何栋, 张攀. 浙江石化粉煤灰分选及磨细项目的工程设计特点 [J]. 绿色科技, 2021, 23 (14): 214-215+220.
- [5] 李鹏. 发电厂粉煤灰接卸智能电气控制系统设计 [D]. 大连理工大学, 2020.