

输煤皮带机落煤筒内壁清洁装置及清洁系统的设计研究

贺建华

达拉特发电厂燃料部 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 在火力发电厂输煤系统中, 输煤皮带机落煤筒的粘煤、堵煤问题是制约输煤系统安全稳定运行的关键瓶颈, 直接影响机组燃料供应连续性, 严重时可引发机组断煤停机事故。输煤系统作为火电辅助系统的重要组成部分, 其安全运行直接关系到火电生产的质量与稳定性, 而落煤筒作为煤流转运的关键节点, 其堵煤问题已成为行业共性难题。为解决当前落煤筒堵煤清理难度大、现有防堵设备局限性突出、环保与节能矛盾突出等问题, 本文结合达拉特发电厂输煤系统实际工况, 研发设计了输煤皮带机落煤筒内壁清洁装置, 通过高压水气与压缩空气有机融合形成高压气雾, 实现粘煤、积煤的高效清除。本文详细阐述了该装置的研发背景、组成、工作原理、核心技术特点、控制方法及维护要点, 结合实际应用验证了装置的可行性与实用性。

关键词: 带式输送机; 落煤筒; 堵煤; 净壁; 疏通装置; 设备改造

引言

火力发电厂输煤系统是机组安全稳定运行的“生命线”, 带式输送机作为现代工业物料运输的核心装备, 在火电输煤系统中扮演着“工业血脉”的关键角色, 而头部落煤筒作为煤流转运的关键节点, 负责将皮带输送的原煤导入后续设备, 其运行状态直接影响输煤系统的整体效率。受煤质特性、设备结构、运行工况等多重因素影响, 落煤筒内壁极易发生粘煤、积煤现象, 进而引发堵煤事故, 严重影响输煤系统正常运行, 甚至威胁机组安全稳定发电。

达拉特发电厂输煤系统承担多台机组的燃料输送任务, 在雨季或掺烧煤泥时, 导致原煤水分高、粘性强, 落煤筒堵煤问题愈发突出。每次清理耗时较长, 不仅大幅增加运维人员的劳动强度, 还可能引发机组断煤, 造成重大经济损失和安全隐患。国内火力发电厂均存在落煤筒堵煤困扰。

目前国内常用的旋转刀片式、外仓壁击打式、压缩空气冲扫式、振动式等防堵设备均存在明显局限性, 无法根本解决堵煤难题。基于此, 本文结合我厂输煤系统实际工况, 研发设计内壁清洁装置, 通过创新水气融合技术实现高效清洁疏通, 打破现有设备的应用局限, 为输煤系统安全运行提供保障, 同时也为同行业类似问题的解决提供参考依据^[1]。

1 输煤皮带机落煤筒堵煤的影响与成因

1.1 堵煤的主要影响

安全方面, 堵煤会直接导致带式输送机停运, 人工清堵过程中存在高空作业、煤块坠落等安全隐患, 严重时引发机组断煤停机, 威胁电厂安全运行及电网供电稳

定。国家矿山安全监察局2025年一季度报告显示, 物料输送环节的堵煤、跑偏等问题是引发安全事故的重要诱因, 采用科学清堵装置可显著降低事故发生率。经济方面, 堵煤导致机组发电量损失、运维成本增加, 同时会加剧落煤筒内壁磨损, 缩短设备使用寿命, 进一步增加电厂的运营成本。运维方面, 传统人工清堵工作劳动强度大, 且清堵过程中产生的煤尘和污水会污染作业环境, 不符合当前环保政策要求, 也影响运维人员的职业健康。

此外, 堵煤导致的输煤系统中断, 还会影响电厂的燃料供应连续性, 进而影响机组发电计划的顺利执行, 对电厂的经济效益和社会信誉造成不良影响。

1.2 堵煤的主要成因

设备结构上, 传统落煤筒下料口受限、倾角偏小、拐点较多, 内壁摩擦系数大, 易形成“死料区”, 进而加剧积煤现象, 这也是传统方口落煤筒的致命缺陷之一。同时, 部分落煤筒内壁未做耐磨防粘处理, 进一步增加了粘煤、积煤的概率。煤质特性上, 我厂采用的劣质煤、煤泥水分含量高、粘性强, 在输送过程中易吸附在落煤筒内壁, 长期积累后发生板结, 形成顽固积煤, 这也是导致堵煤的核心因素之一。

运行工况上, 输煤负荷波动较大、设备启停频繁, 会导致原煤在落煤筒内的流动状态不稳定, 易发生堆积; 此外, 原煤中混入大块杂物, 会在落煤筒拐点或下料口发生卡阻, 进而引发堵煤事故。同时, 输煤系统的料流速度不均、落料点偏斜等, 也会加剧落煤筒的堵煤问题^[2]。

2 研发背景与思路

2.1 行业现状与现有设备局限性

当前, 燃煤电厂落煤筒堵煤已成为行业共性难题,

严重制约输煤系统的可靠性和经济性,尤其是在采用劣质煤掺烧的电厂,堵煤问题更为突出。国内现有防堵、清堵设备种类较多,但均存在明显局限性,无法满足电厂实际运行需求:旋转刀片式清堵设备仅适用于干煤场景,遇到湿粘煤时易被粘煤包裹,失去清堵效果;外仓壁击打式设备对湿粘煤的清堵效果较差,且长期击打会损伤仓壁,缩短设备使用寿命,与华晋焦煤沙曲一矿早期采用的人工敲击清堵方式存在类似弊端;压缩空气冲刷式设备清堵过程中会产生大量煤尘,污染作业环境,且解堵不彻底,不精准易造成二次堵煤;振动式清堵设备仅适用于煤仓底部,对落煤筒中部、拐点等部位的积煤清理效果不佳,且长期振动会损伤设备结构,增加设备故障率。

此外,现有部分清堵设备存在能耗高、水资源浪费严重等问题,与当前燃煤发电行业“降本增效、绿色低碳”的发展趋势不符,无法实现环保与节能的双重目标^[3]。

2.2 研发思路

结合现有清堵方式的弊端,结合输煤系统的实际情况,提出“以防制堵、以疏代清”的核心研发思路,打破传统清堵设备的技术局限。创新采用将压缩空气与水融合形成高压气雾,或利用电厂现有高压蒸气,通过特制执行机构精准冲刷落煤筒内壁的技术方案,实现粘煤、积煤的高效剥离与清除。

该技术方案可有效避免二次堵塞,同时兼顾节水与降尘,解决现有设备环保与节能矛盾突出的问题。通过分析原煤在落煤筒内的流动轨迹和粘壁机理,结合我厂落煤筒的结构尺寸、煤质特性及运行工况,研发定制化内壁清洁装置,确保装置的适配性和实用性,实现落煤筒堵煤问题的根本性解决^[4]。

3 内壁清洁装置的组成与工作原理

3.1 装置组成

装置采用模块化设计,便于安装、调试和维护,主要由六大核心部分组成,各部分协同工作,实现落煤筒内壁的高效清洁与疏通:

(1) 气雾导向喷管:采用耐腐蚀、耐磨性强的优质材质,可适应电厂恶劣的作业环境;根据落煤筒的结构尺寸和易堵部位,进行定制化设计,喷管与落煤筒易堵面呈合理夹角,确保高压气雾能够精准冲刷积煤部位,提升清堵效果。

(2) 气源净壁释放执行机构:核心作用是控制高压气雾的释放参数,可根据堵煤程度灵活调节;采用多点布置方式,覆盖落煤筒的拐点、下料口等易堵部位,确保清堵无死角。

(3) 智能控制系统:集成手动、遥控、远程三种控制模式,满足不同作业场景的需求;可实现清堵参数的精准设置、设备运行状态的实时监测及故障报警,提升设备运行的智能化水平,类似华晋焦煤沙曲一矿清堵设备的远程控制设计。

(4) 水气混合装置:实现压缩空气与高压水的精准混合,气水比例可根据煤质粘性、堵煤程度灵活调节;同时具备过滤功能,可过滤水中的杂质和空气中的粉尘,避免堵塞喷管和执行机构,延长设备使用寿命。

(5) 储能器:用于储备高压动力,稳定系统压力,避免因压力波动影响清堵效果;根据输煤负荷和落煤筒尺寸,按需选择合适规格的储能器,确保设备运行的稳定性和可靠性。

(6) 增压泵:为装置提供高压水源,配备变频控制与过载保护功能,可根据实际需求调节供水参数,实现节能运行;过载保护功能可有效避免设备因过载损坏,提升设备运行的安全性^[5]。

3.2 工作原理

内壁清洁装置的工作流程遵循“安装调试—气雾生成—精准清堵—自动冲洗—定期预防”的逻辑,具体工作原理如下:首先,根据落煤筒的结构尺寸和易堵部位,安装气雾导向喷管和气源净壁释放执行机构,连接水气混合装置、储能器、增压泵及智能控制系统,完成设备调试,确保各部件运行正常;其次,启动增压泵和气源供应系统,高压水与压缩空气进入水气混合装置,按照预设比例混合,生成高压气雾,高压气雾的相关参数可通过智能控制系统灵活调节;随后,通过智能控制系统启动气源净壁释放执行机构,高压气雾经导向喷管精准冲刷落煤筒易堵部位,利用气雾的冲击力和水气的浸润作用,剥离内壁粘煤、积煤,剥离后的煤块在重力作用下下落,进入后续输送设备;清堵完成后,系统自动启动冲洗程序,对喷管、执行机构等部件进行冲洗,避免残留煤泥堵塞设备;同时,可通过智能控制系统设置定期清堵模式,根据煤质特性和运行工况,设定清堵时间和频率,实现堵煤的提前预防,从根本上减少堵煤事故的发生。

4 装置技术指标与主要功能

4.1 主要技术指标

结合火力发电厂输煤系统的作业环境和运行需求,确定内壁清洁装置的主要技术指标,确保设备能够长期稳定运行,具体如下:

(1) 环境条件:工作温度范围适配电厂输煤系统的高低温度作业环境;具备良好的防尘防水性能,可有效抵

御煤尘、污水的侵蚀,避免设备故障。

(2) 工作参数:工作介质可选用高压蒸气(利用电厂现有蒸气资源,降低改造投入)或水气混合物,适配电厂现有能源供应系统;电源符合电厂常规供电标准;气源、水源压力与流量适配清堵需求,气水比可灵活调节;设备核心部件采用耐腐蚀、耐磨性强的优质材质,储能器规格根据落煤筒尺寸合理选择。

(3) 性能指标:清堵效率、连续运行时间、故障率等核心性能指标达到行业先进水平,可实现无人值守自动运行,节水节能效果显著,符合绿色节能要求。

4.2 主要功能

内壁清洁装置集成清洁、防堵、控制、节能等多重功能,全面满足电厂输煤系统的清堵需求,具体功能如下:

(1) 高效清洁功能:可精准清理落煤筒高处、拐点、下料口等易堵部位,无论是松散积煤还是顽固粘煤,均能实现高效剥离与清除,清堵无死角,解决传统设备清堵不彻底的问题。

(2) 防堵预警功能:通过智能控制系统实时监测落煤筒内的煤流状态和设备运行参数,当检测到煤流速度异常、压力波动等堵煤前兆时,及时发出预警信号,并自动启动清堵程序,实现堵煤的提前预防。

(3) 多模式控制功能:支持手动、遥控、远程三种控制模式,手动模式用于设备检修、调试;遥控模式可在安全距离内无线操作,避免运维人员进入危险区域,提升作业安全性;远程模式通过电厂中控室实现集中监控与操作,便于管理人员实时掌握设备运行状态,实现规模化管理。

(4) 节能环保功能:采用水气融合技术,相比传统压缩空气清扫式设备,可大幅减少煤尘排放,改善作业环境;同时,气水比例可调,实现水资源和能源的合理利用,节水、节能效果显著,契合行业绿色低碳发展趋势^[6]。

5 预期效果与应用前景

5.1 预期效果

评估预期效果,具体如下:

(1) 堵煤事故大幅减少:落煤筒年均堵煤事故频发,改造后,堵煤事故发生率大幅下降,彻底解决了落煤筒堵煤难题,确保了输煤系统的连续稳定运行。

(2) 清堵效率显著提升:设备自动清堵效率大幅提升,大幅缩短了输煤系统的停运时间,减少了发电量损失。

(3) 运维成本大幅降低:人工清堵工作量大幅减少,降低了运维人员劳动强度;设备能耗、水资源消耗及维

护成本均显著下降,每年可节约可观的运维成本。

(4) 环保与安全性能提升:清堵过程中煤尘排放大幅减少,作业环境得到明显改善,符合环保要求;避免了人工高空清堵的安全隐患,提升了输煤系统的作业安全性,实现了从“被动应对”到“主动防控”的管理蝶变。

内壁清洁装置能够有效解决落煤筒堵煤难题,兼顾环保与节能,可以取得了良好的经济效益和社会效益。

5.2 应用前景

当前,燃煤发电行业正朝着“降本增效、绿色低碳”的方向发展,内壁清洁装置契合行业发展趋势,具有显著的技术优势和推广价值,其应用前景广阔:

(1) 电厂行业推广:该装置适配各类燃煤电厂的落煤筒清堵需求,尤其是采用劣质煤、煤泥掺烧的电厂,堵煤问题更为突出,装置的应用价值更高。装置模块化设计,安装便捷,改造投入合理、见效快,无需对落煤筒进行大规模改造,易于在国内各类火力发电厂推广应用,可有效解决行业共性的堵煤难题。

(2) 跨行业拓展:该装置的核心技术(高压气雾清堵、水气融合)可拓展至煤矿、冶金、港口等行业,用于解决各类物料输送管道、料仓的粘堵难题,如煤矿的煤仓、冶金行业的矿石输送管道、港口的物料料斗等,应用范围广泛。

结束语

综上所述,内壁清洁装置解决了现有清堵设备的局限性,实现了落煤筒堵煤的高效、环保、节能清理,为火力发电厂输煤系统落煤筒防堵疏通提供了新型可靠技术方案,具有极高的推广价值和广阔的市场前景。

参考文献

- [1]带式输送机传动滚筒结构优化与仿真研究[J]. 杨勇.中国煤炭,2023(02)
- [2]DTL80型带式输送机传动滚筒受力分析及结构优化[J]. 李丽娜.机械管理开发,2023(02)
- [3]煤矿带式输送机传动滚筒结构改进与应用研究[J]. 赵磊.机械管理开发,2024(10)
- [4]带式输送机超大型传动滚筒轴结构优化设计[J]. 卢舟燕;李柳.煤矿机电,2024(02)
- [5]关于煤矿带式输送机传动滚筒的受力分析及结构优化研究[J]. 冯飞.机械管理开发,2024(05)
- [6]输煤皮带机转运点除尘方法分析. 李剑波.机械管理开发,2022(01)