660MW火力发电机组气力输灰系统堵灰原因与处理对策

杨 俊
国能平罗发电有限公司 宁夏 石嘴山 750000

摘 要：660MW火电机组气力输灰系统是保障锅炉安全运行与厂区环保输灰的重要辅助设备，实际运行中频繁出现的堵灰故障严重制约机组稳定经济性。结合该型机组气力输灰系统结构原理与运行工况，从设备本体缺陷、飞灰物性变化、运行参数不合理及运维管理疏漏四个维度系统分析堵灰诱因。针对性提出设备检修优化、输送工况稳定、运行参数调整及运维制度完善等治理对策，全方位解决输灰管路积灰、板结与堵塞问题。研究成果可有效提升大型火电机组输灰系统运行稳定性，为同类机组堵灰故障治理与长效运维提供参考。

关键词：火力发电机组；气力输灰系统；堵灰原因；处理对策

引言：随着火电行业智能化、精细化、运维标准不断提升，660MW超超临界机组气力输灰系统的安全稳定运行成为电厂安全生产的重要保障。气力输灰系统负责粉尘的密闭输送与集中收纳，是锅炉除尘与环保排放的关键辅助系统。受设备磨损老化、燃煤品质波动、运行参数适配性差及运维疏漏等因素影响，现场堵灰故障频繁发生，严重扰乱机组正常生产秩序。系统梳理堵灰故障诱因并落实针对性治理措施，可有效降低设备故障频次，提升机组运行安全性与经济性，为火电机组长效稳定运行提供有力保障。

1 660MW 火力发电机组气力输灰系统概述

660MW火力发电机组配套气力输灰系统是电厂除尘的核心辅助系统，主要依托压缩空气作为动力介质，将锅炉燃烧产生的粉煤灰进行密闭输送与集中收纳，是保障机组洁净、稳定、高效运行的关键设施。该系统区别于传统机械输灰模式，具备密闭性强、输送距离远、环境污染小、自动化程度高的技术优势，广泛应用于大型火电发电机组生产运行中。整套气力输灰系统主要由气源设备、输送管路、仓泵组件、除尘装置、灰库及智能控制系统构成，各模块协同完成输灰全流程作业[1]。其中空压机、储气罐负责提供稳定洁净的压缩空气，为飞灰输送提供持续动力；仓泵作为核心输送设备，完成飞灰的收集、加压与推送工作；输送管道承担长距离物料传输任务，最终将粉煤灰输送至灰库完成集中储存。依据输送原理划分，该机组采用正压气力输灰模式，适配大容量机组的产灰量需求，可实现连续、批量的飞灰输送作业。系统搭载全自动控制程序，可跟随机组负荷变化自适应调节输灰频次与作业节奏，全程实现无人化值守运行。在火电生产体系中，气力输灰系统的稳定运行，能够有效避免锅炉积灰、烟道堵塞等问题，保障机组换热效率与运行安全性，同时实现粉煤灰资源化回收利用，提升火电厂生产的环保性与经济性。

2 660MW 火力发电机组气力输灰系统堵灰原因

2.1 输送设备本体存在缺陷

输送设备本体的缺陷是导致气力输灰系统堵灰的重要原因。（1）进料阀密封不严损坏。进料圆顶阀长期承受灰渣冲刷磨损，密封圈老化破损后关闭不严，输送过程中灰气外泄或倒流，导致罐内压力建立不起来，输送流速降低而引发管道堵灰。（2）输送泵磨损内漏严重。仓泵经过长期运行后内部磨损加剧，进料与出料部件间隙增大，出现内漏窜气现象，输送动力被削弱，灰气混合比失调，灰料易在泵体及出口处沉积堵塞。（3）出料阀动作失灵卡涩。出料阀因机械卡涩或气源故障无法正常开关，造成输送管路通流面积减小或中断，灰料在阀门口积聚板结，逐步发展成管道堵塞事故。（4）管道磨损漏气变形。输灰管道弯头及变径部位受高速灰气流冲刷，管壁减薄磨穿漏气，输送压力损失增大，局部流速下降，灰料沉降淤积，最终形成堵塞点。（5）气化装置失效退化。仓泵底部气化板堵塞或破损，流化风无法均匀进入灰层，灰料流动性变差呈板结状态，出料不畅导致输送中断堵灰。

2.2 飞灰物理性质发生改变

飞灰物理性质的变化直接影响其输送流动性，是引发堵灰故障的内在因素。（1）飞灰粒径分布变粗。锅炉燃烧工况调整或煤质变化导致飞灰粒径增大，粗颗粒比例上升，粗灰颗粒沉降速度快，在输送管道内易于离析沉积，造成管道局部堵塞。（2）飞灰密度与磨蚀性增强。煤源切换后飞灰真密度与堆积密度增大，灰颗粒硬度提高，对管道与阀门的磨蚀作用加剧，设备磨损漏气后输送能力下降，诱发堵灰故障。（3）飞灰含水率

异常升高。省煤器或空气预热器泄漏、暖风器疏水进入灰斗，导致飞灰受潮含水率上升，湿灰颗粒间粘聚力增强，在管道与灰斗内粘附板结，流动性急剧恶化。（4）飞灰粘结性指标增大。燃用高硫高钙煤种时，飞灰中氧化钙等活性成分含量增加，灰颗粒吸潮后发生粘结硬化反应，在仓泵与管道内壁结垢累积，通流截面逐渐缩小。（5）飞灰温度异常波动。锅炉负荷波动导致排烟温度变化，飞灰温度过高时气体膨胀影响输送浓度，温度过低时灰中水分凝结，均会破坏灰气混合的稳定性，造成输送不畅堵灰。

2.3 系统运行参数设置不合理

660MW机组气力输灰系统依靠精准的风压、流量、输灰周期及吹扫时长等参数维持稳定输送状态，运行参数与现场实际工况适配性不足，是引发管道堵灰的主要人为诱因。部分电厂为控制厂用电耗，片面调低系统输送风压与供气流量，使得压缩空气动能无法抵消管道沿程阻力与飞灰自重，造成管内输送流速偏低。粉煤灰在低速流动状态下稳定性大幅下降，容易在管道弯道、变径、低洼等阻力集中区域逐步沉降堆积，长期积累便形成实质性堵灰故障。机组运行负荷处于动态变化状态，锅炉高负荷工况下飞灰生成量显著提升，固定不变的输灰循环周期难以适配激增的灰量，仓泵内部飞灰无法及时排空，持续造成物料滞留堆积，大幅增加管道输送负荷与堵塞风险[2]。同时，若系统吹扫时长设置偏短，单次输灰结束后管道内部残留的细微粉尘无法彻底清除，残留粉尘会反复粘附管壁，逐渐板结固化，不断缩小管道有效通流面积，加剧输送阻力与堵灰隐患。多数输灰系统参数长期固化不变，未能根据煤质波动、环境湿度、机组负荷变化进行动态调整，致使系统工况与实际生产需求持续脱节，显著降低气力输灰系统整体运行稳定性与可靠性。

2.4 运维管理工作落实不到位

在660MW火力发电机组长期运行过程中，不完善的运维管理模式会逐步放大气力输灰系统的运行隐患，间接引发持续性堵灰故障。现场日常巡检工作多流于形式，运维人员仅关注机组主体运行状态，忽视输灰管道、仓泵接口、排气装置等附属部位的细微异常，无法及时发现局部积灰、轻微漏风、部件卡滞等初期问题，使得小隐患逐步演变为大面积堵灰故障。系统定期检修工作缺乏标准化流程，检修周期安排较为随意，未根据机组年度负荷变化、燃煤工况差异灵活调整维保计划，长期带缺陷运行导致输灰系统整体工况持续劣化[3]。同时，班组技术交底与岗位培训力度不足，部分操作人员对不同工况下的输灰运维重点掌握不足，故障处置方式较为粗放。此外，设备运行台账记录不够细致完整，缺乏对堵灰隐患的数据分析与规律总结，无法提前预判系统运行风险，大幅降低了输灰系统故障预控能力。

3 660MW 火力发电机组气力输灰系统堵灰处理对策

3.1 检修优化输送系统设备

对输送系统设备进行检修优化是消除堵灰隐患的根本措施。（1）修复更换磨损阀门组件。定期检查进料阀、出料阀密封面磨损情况，及时更换破损的密封圈与球面部件，确保阀门开关到位、密封严密，恢复输送系统的压力保持能力。

（2）检修治理仓泵内漏缺陷。对仓泵内部磨损部件进行全面检查测量，更换进料三通、流化锥等超标磨损件，消除内漏窜气现象，保障仓泵出料顺畅与输送动力充足。（3）治理更新磨损输送管道。对管道进行测厚检查，重点检测弯头、变径管等易磨损部位，及时更换壁厚超标减薄管段，优化弯头曲率半径与材质，延长管道使用寿命。（4）恢复气化流化装置功能。清理或更换堵塞破损的气化板与流化元件，检查气化风管路严密性，调整流化风量至合理范围，确保灰料充分流化、出料均匀连续。（5）完善设备状态检修管理。建立输灰设备台账与磨损监测机制，利用停炉检修机会开展预防性检修，运用振动、压力等在线监测手段诊断设备状态，实现由故障检修向状态检修转变。

3.2 稳定控制飞灰输送工况

想要从根源上遏制气力输灰系统堵灰问题，必须全面优化并稳定飞灰整体输送工况，最大限度削弱外部环境、煤质变化等各类干扰因素对输灰流程的负面影响。火电厂需搭建规范化的煤质管控体系，严格筛查入炉燃煤的各项指标，根据机组运行工况开展科学配比掺烧，有效稳定锅炉燃烧工况，缓解煤质大幅波动带来的不良影响。此举能够有效减少大颗粒飞灰、高黏性飞灰等劣质物料的产生，从源头优化飞灰粒径结构与堆积性能，为平稳输送奠定物料基础。针对南方潮湿气候、设备渗漏水汽引发的飞灰受潮板结问题，可在灰斗及输灰系统前端增设保温、除湿及密封防护装置，有效隔绝外界水汽侵入，杜绝飞灰吸潮粘结、管壁积垢等现象[4]。同时结合机组实时发电负荷动态调节仓泵落灰速率与落灰总量，规避单次落灰过量造成的瞬时输送压力激增问题，保证飞灰以均匀松散的状态进入输送管路。通过全方位优化飞灰生成条件与输送环境，持续稳定物料输送品质，可显著降低管道积灰、板结与堵塞的发生概率，切实强化660MW机组气力输灰系统运行的稳定性与连续作

业能力。

3.3 调整优化系统运行参数

科学调整系统运行参数是保障气力输灰稳定运行的重要手段。（1）优化输送压力与时间匹配。根据灰量与输送距离合理设定仓泵输送压力及出料时间，压力不足时适当延长输送周期，防止灰料未送净即进入下一循环，造成管道积灰堵塞。（2）合理调整流化风量配比。通过试验确定最佳流化风量，风量过小灰料流化不充分易沉积，风量过大浪费气源且流速衰减，应将流化风与输送风配比调至灰气混合均匀的经济区间。（3）控制灰气比在合理范围。根据管道阻力特性调整出料阀开度，将灰气比控制在设计范围内，避免浓度过高导致输送阻力骤增堵管，兼顾输送效率与系统安全稳定。（4）优化吹扫与清堵程序设置。合理设定输送结束后的管道吹扫时间与吹扫压力，确保管内残灰清除干净，完善堵管自动检测与程序清堵逻辑，缩短堵灰处理时间。（5）实施参数动态跟踪调整。结合煤质变化与机组负荷波动，持续跟踪输送压力曲线与输送时间变化趋势，动态修正运行参数设定值，保持系统始终处于最佳输送工况。

3.4 健全常态化运维管理制度

常态化运维管理是规避气力输灰系统反复堵灰、保障机组长期稳定运行的核心保障，需构建标准化、精细化的全周期管控体系。结合660MW机组输灰设备运行特性，制定分级分类的定期巡检方案，明确管道节点、压力组件、仓泵设备等关键部位的检查频次与检查标准，细化巡检职责到人，杜绝形式化巡检导致的隐患遗漏。建立设备周期性维保台账，根据机组运行时长、负荷变化规律科学规划检修周期，针对性开展管道清堵、气密性检测、部件磨损校验等维保工作，及时消除潜在运行缺陷[5]。同步完善班组运维考核与技能培训机制，定期开展输灰系统故障研判、规范运维操作等专项培训，提升运维人员隐患识别与应急处置能力。依托运行数据记录总结堵灰故障规律，持续优化运维预案，形成巡检、维保、分析、优化的闭环管理模式，从制度层面大幅降低堵灰故障发生率。

结语

未来，随着火电运维智能化、数字化技术的持续升级，660MW机组气力输灰系统的堵灰治理体系将进一步完善优化。传统被动式故障处理模式将逐步被智能预判、动态调控的新型运维模式替代，依托在线监测技术可实时捕捉输灰工况细微变化，提前规避积灰堵塞隐患。设备结构优化、智能参数自适应调节与标准化运维机制的深度落地，将持续提升输灰系统运行稳定性。各类防控措施的常态化应用，能够有效降低设备故障损耗，缩减运维成本，助力火电机组实现安全、高效、低碳的长效运行发展目标。

参考文献

[1]陈立奇,杨昱,吴超.基于先导式输灰阀的某电厂输灰系统优化研究[J].中国设备工程,2026,(8):85-86.

[2]王益嗣,闫哲,王乃嘉.火力发电厂气力除灰系统输灰性能优化策略[J].电力系统装备,2025,(4):56-57+87.

[3]樊英杰.火力发电厂干除灰系统输灰性能优化策略[J].中国科技期刊数据库工业A,2025,(2):021-024.

[4]段新潮,李世民,王本兴.火力发电厂先导输灰系统自动化控制设计研究[J].自动化应用,2025,66(23):210-212.

[5]宋小红.火力发电厂输煤系统安全控制与运行管理[J].中国科技信息,2025,(13):156-158.