

# 火电厂除灰系统仓泵堵管故障检修技术与预防措施研究

马意娇 由震 李德隆

锡林郭勒热电有限责任公司 内蒙古锡林浩特 026000

**摘要:** 本文围绕火电厂除灰系统仓泵堵管故障展开研究。详细阐述了除灰系统仓泵的工作原理与结构,介绍了针对仓泵堵管故障的检修技术,包括故障诊断方法和具体的检修技术措施。同时,从设备管理、气源管理和运行管理三个方面提出了有效的预防措施,旨在提高火电厂除灰系统的稳定性和可靠性,降低仓泵堵管故障的发生概率,保障火电厂的正常生产运行。

**关键词:** 火电厂; 除灰系统; 仓泵堵管故障; 检修技术; 预防措施

## 引言

火电厂在电力生产过程中,煤炭等能源的燃烧会产生大量的灰尘、废气等排放物,除灰系统对于保障火电厂的正常运行以及减少对环境的污染至关重要。以锡林郭勒热电有限责任公司为例,其2×660MW机组采用的汽轮机型号为CJK660/651-28/0.4/600/610,由东方电气集团东方汽轮机厂有限公司生产,是660MW、超超临界、一次中间再热、单轴、高中压缸分缸、三缸两排汽、间接空冷抽汽凝汽式汽轮机。锅炉型号为HG-2114/29.3-Y M14,采用哈尔滨锅炉有限公司设计生产的660MW超超临界褐煤塔式锅炉,该锅炉为超超临界参数、变压运行直流炉,单炉膛、一次再热、平衡通风、紧身封闭布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构塔式锅炉,二分仓容克式空气预热器、八角切圆燃烧方式。在这样的大型火电机组中,除灰系统仓泵的稳定运行是保证整个电厂高效、环保生产的关键环节之一。然而,仓泵堵管故障是除灰系统中常见且影响较大的问题,因此对其检修技术和预防措施进行深入研究具有重要的现实意义。

## 一、火电厂除灰系统仓泵工作原理与结构

### (一) 除灰系统概述

火电厂除灰系统主要功能就是对锅炉燃烧过程中产生的飞灰、炉渣以及其他废弃物进行及时、高效的收集,并且运输至指定位置进行处理。除灰系统通常是由若干部件构成的,主要有除尘器、仓泵、输送管道和灰库。

**作者简介:** 马意娇(1984.02—),男,蒙古族,锡林浩特市人,毕业于北京华北电力大学,大学本科,电气工程及其自动化专业,工程师,现就职于内蒙古锡林郭勒热电有限责任公司,研究方向为热动专业。

除尘器担负着锅炉烟气中灰的初步分离与收集任务,仓泵以气力输送形式把收集来的灰送入灰库。整个除灰系统能否平稳运行,对保证锅炉正常燃烧、减少环境污染、提高电厂经济效益等方面有着十分重要的作用。不同火电厂根据其机组容量和燃料特性可能选用不同型式的除灰系统,但其总目标均为达到高效可靠除灰运行。

### (二) 仓泵的工作原理

仓泵作为火电厂除灰系统的关键设备,它的工作原理是建立在气力输送技术基础上。仓泵一般为正压密相输送,其工作流程分为进料、加压、输送及吹扫4个环节。进料阶段仓泵进料阀开启,灰斗内灰尘靠重力下落至仓泵。仓泵中灰位到达设定高度后,关闭进料阀进入加压阶段。这时,进气阀开启,压缩空气流入仓泵,使得仓泵内部压力逐步增大。仓泵内部压力到达设定输送压力后,出料阀开启,仓泵内部灰尘由压缩空气驱动,经输送管道输送到灰库中。在运输结束时,持续通入一定压缩空气吹动管道,保证管道中无残留灰尘,避免堵塞。该工作模式使仓泵能有效地将灰尘运送至目的地,而降低灰尘在运输过程中漏出、飞扬等问题。

### (三) 仓泵的结构特点

仓泵主要由泵体、阀门和管道连接部件组成。泵体通常呈圆柱形,有一定体积,能盛放一定数量灰尘。仓泵装有进料阀、出料阀、进气阀和透气阀几种阀门,其精确动作对仓泵正常运行具有重要意义。进料阀一般为膨胀式蝶阀,能有效控制灰尘进料量;出料阀必须拥有出色的密封和耐磨特性,以确保在高压环境下能够稳定地开启和关闭。透气阀通常是陶瓷双插板耐磨阀,以平衡进、卸压时仓泵内部的压力。另外,仓泵还要连接多种管道连接部件,比如进气管道、出料管道等,它们之间的连接一定要稳固、封闭,以防压缩空气及灰尘外泄。

仓泵结构设计需充分考虑灰尘输送特点、压力变化和设备安装维护便利性。

## 二、火电厂除灰系统仓泵堵管故障检修技术

### (一) 故障诊断方法

#### 1. 现场巡视

检修人员应定期对除灰系统进行巡视,观察仓泵的运行状态、管道的外观以及阀门的动作情况。在巡视过程中,注意检查管道是否有明显的变形、泄漏等情况,阀门是否能够正常开启和关闭。同时,倾听管道内是否有异常的声音,如气流不畅的呼啸声或灰尘堵塞的摩擦声等。如果发现仓泵周围有灰尘泄漏的迹象,或者阀门的动作不灵活,可能意味着存在堵管故障的隐患。现场巡视还可以及时发现一些外部因素对仓泵运行的影响,如管道周围是否有杂物堆积、设备是否受到外力撞击等。

#### 2. 压力监测

仓泵进料、加压、输送及吹扫各阶段,仓泵内部压力也随之改变。通过对仓泵及输送管道设置压力传感器对其压力值进行实时监测,将其压力值与正常工作状态下压力曲线比较。若运输过程中仓泵内部压力不断上升并超出正常值,而运输管道端部压力并不随之改变,则可能说明管道出现堵塞现象。另外,可对除灰空压机出口压力进行监控,如果出口压力不正常上升,同样会因为仓泵堵管造成系统阻力上升。压力监测能及时准确反映仓泵及管道运行情况,对故障诊断具有重要的依据。

#### 3. 管道检查

当怀疑仓泵堵管故障时,需要对输送管道进行详细检查。可以采用分段检查的方法,从仓泵出口开始,依次检查各段管道。检查管道内部是否有异物堵塞、灰尘堆积等情况。对于一些难以直接观察到的管道部位,可以采用无损检测技术,如超声波检测、X射线检测等,检测管道内部是否存在裂纹、磨损等缺陷,这些缺陷可能会导致灰尘在管道内积聚,从而引发堵管故障。同时,检查管道的连接部位是否密封良好,是否有漏气现象,漏气可能会导致管道内的压力不稳定,影响灰尘的正常输送。

### (二) 检修技术措施

#### 1. 阀门检修

阀门是仓泵能否正常工作的关键零件,阀门失效可能造成仓泵堵管现象。所以阀门的定期大修与保养是非常关键的。检修人员有必要对阀门密封性能进行检验,以保证阀门关闭后能完全封闭,避免压缩空气及灰尘外泄。对磨损较重的阀门密封件应及时更换。同时对阀门动作灵活性进行考察,保证阀门能按设定程序精确启闭。对阀门内灰尘及杂物进行清理,避免影响阀门正常工作。另外,还要检查、调试阀门驱动装置,以确保它能提供

充足驱动力使阀门能正常运转。

#### 2. 管道清理

管道清理在不同领域有不同的方式与特点。市政工程面对复杂堵塞,常采用分段清淤与人工清掏相结合的方式,这种方式能针对不同堵塞情况进行有效处理。同时,结合三维扫描技术可优化作业效率,精准定位堵塞位置,提高清理的针对性和准确性。在工业领域,更注重预防性维护,通过定期清洗来降低结垢风险,还能控制细菌滋生,保障管道的长期稳定运行。管道清理有标准化作业流程,涵盖检测、清洗实施与效果检验等环节,确保清理工作的质量和效果。部分案例显示,单次清理行动可疏通数公里管道并清理数百个检查井,展现出高效的清理能力,无论是市政还是工业管道,都能通过合适的清理方式和严格的流程保障其正常使用。

#### 3. 冷干机维护

冷干机维护需关注多方面以保障其稳定运行。日常要观察制冷系统,每天用手触摸压缩机,正常应冰凉、结霜,每周触摸干燥过滤器两侧感受温差,若进口热、出口凉则需更换。排水、排污系统的维护也关键,浮球排水器一周左右清洗一次,排污管每星期排污一次,防止积水影响排水,避免凝结水被空气流速带出到用户用气点,使气源含水。

对于冷干机的过滤器和冷凝器要定期清洗,Y型过滤器视水质情况半个月或每月清洗一次,水冷凝器每年清洗一次,风冷凝器每个月清洗一次。风冷凝器四周要保证通风散热,定期用压缩空气吹去散热片上的尘埃,避免在太阳光直射下工作。还要经常观察冷却水系统、压缩空气系统的进口温度,使冷却水水温、水压、流量以及压缩空气进气温度保持在合适范围。此外,设备表面和安装地面要定期保洁,清除油污、尘埃,保持环境整洁。

#### 4. 仓泵调整

仓泵的调节对火电厂除灰系统的平稳运行具有重要意义。称重进料方式可以实时监控物料重量、自动调节进料速度、将仓泵中的物料量控制在最优范围内、减少输送次数及气量损耗、提高输送效率、降低系统能耗等优点。控制进料量也是至关重要的一环,不能使用常规的满泵方式来输送灰。最好将进入仓泵的灰量控制在仓泵容积的1/3左右,这样可以避免罐体进料过多(超过80%容积)导致流化不良的情况发生,如果进料不足,会导致输送效率下降,而进料量可以通过料位计和进料时间来进行控制。同时输送压力对仓泵气力输送系统能量消耗有显著影响,利用压力传感器对输送过程压力变化情况进行实时监控并自动调节供气量,确保输送的压力始终处于最优状态,这不仅有助于减少能源消耗,还

能增强输送的效率和整体系统的稳定性。这些仓泵调整措施的实施，可以有效确保除灰系统的高效稳定运行。

### 三、火电厂除灰系统仓泵堵管故障预防措施

#### (一) 设备管理措施

设备管理措施是保障火电厂除灰系统稳定运行的重要基础。需铭记“维护保养为主、计划检修为辅、技术革新不断”的原则，增强员工主动维护设备的意识，使其熟练掌握设备结构、性能、保养技术以及故障排除能力，建立“自我维护”理念。设备管理要遵循“三好、四懂、四会”原则，“三好”即管好、用好和修好设备，“四会”要求能熟练使用、保养、检查和排除设备故障。同时，要认真执行设备清洁、润滑、紧固、调整和防腐措施，确保设备使用和管理的各项基础资料完整准确。

在设备操作方面，要凭操作证使用设备，严禁无证操作；定期清理设备，保持清洁状态；严格遵守交接班制度，明确责任；妥善保管工具和附件，防止遗失；发现异常情况立即停机检查，确保安全。此外，通过制定详细的维护与保养计划，可确保设备在整个生命周期内保持良好运行状态，提高生产效率，降低故障率。建立风险评估体系，对设备可能出现的故障和问题进行预测和评估，能更早发现潜在风险，采取针对性预防性措施，提高设备可靠性和稳定性。

#### (二) 气源管理措施

气源管理措施对火电厂除灰系统仓泵平稳运行起着至关重要的作用。确保压缩空气质量最重要，这是因为压缩空气中如果水分及杂质过多，容易造成灰尘结块而诱发仓泵堵管故障。空气压缩机需要定期维护，对空气过滤器的清洗是必须要进行的作业，这样可以避免杂质进入压缩空气系统中，保证气源的纯净。冷干机在正常工作也是不可忽视的，其应保持较好的制冷效果并将冷凝水及时地排出以减少压缩空气中水分含量。储气罐需要经常排水、清洗，以免罐内的积水、杂物对压缩空气的品质造成影响。

确保气源压力的稳定也是至关重要的。对空气压缩机运行参数进行合理调节，使其能够按照仓泵运行需要提供平稳压缩空气压力。气源管道中设置有压力调节装置可以对压力进行实时监控与调整，以免因压力波动过大而对仓泵输送效果造成不利影响。压力的不稳定性会造成灰尘的运输不畅而加大堵管的危险。另外，还应建立一套完整的气源监测系统对压缩空气质量、压力等参数进行实时监控，做到发现问题及时采取相应的处理方法。采取严格气源管理措施后，除灰系统稳定性与可靠性得以有效提升，减少了仓泵堵管失效几率，确保了火电厂正常生产与运行。

#### (三) 运行管理措施

运行管理措施是火电厂除灰系统的关键，可以有效地防止仓泵堵管故障的发生。操作员严格按照操作规程作业是根本，需要熟悉仓泵的工作原理及运行参数并准确设定进料、加压及输送时间。在运行过程中要密切注意仓泵及输送管道的情况，发现异常情况要及时处理。比如，如果仓泵压力不正常上升或者输送管道出现异响等情况，应快速检查原因以免扩大故障范围。

针对煤的燃烧情况及灰尘特性，对除灰系统的运行方式进行合理的调整也是至关重要的。飞灰量较大时，除灰系统的输灰参数应适时调整到最大值，以防输灰不顺畅而导致堵管。如果煤中含硫量较高、生成灰尘的粘性较大时，可以适当提高压缩空气的流量、压力以保证灰尘的平稳运输。

加强运行人员培训，可以提高运行人员的专业技能及应急处理能力。训练内容涉及设备操作、故障诊断和排除。通过对实际案例的分析及模拟演练使运行人员能够快速准确地应对故障。如对仓泵堵管失效的情景进行仿真，使运行人员能够按照流程进行操作，增强应对能力。健全的运行管理措施能够确保除灰系统的平稳运行，减少故障发生，提升火电厂生产效率与经济效益。

#### 结论

火电厂除灰系统仓泵堵管故障的有效解决意义重大。通过对仓泵工作原理与结构的深入剖析，明确了故障成因与特点。在检修方面，现场巡视、压力监测等诊断及阀门检修、管道清理等检修技术，能及时排除故障。预防措施上，设备管理、气源管理与运行管理多管齐下，可降低故障发生概率。随着火电厂发展及环保要求提高，需持续完善检修技术与预防措施，引入先进监测与控制技术，保障除灰系统稳定运行，为火电厂安全生产和可持续发展筑牢根基。

#### 参考文献

- [1] 姜志勇. 火力发电厂电除尘输灰系统节能改造应用与测试分析[J]. 资源节约与环保, 2024(6): 10-14.
- [2] 戴本俊, 贾晓媛, 张骏星. 气力输灰技术在电炉除尘系统的应用探索[J]. 冶金动力, 2024(4): 103-106.
- [3] 高文, 肖志敏, 陈书亮. 转炉干法除尘细灰堵塞处理技术应用研究[J]. 河南科技, 2023, 42(22): 49-54.
- [4] 尚东海. 气力输灰系统在焦化厂的应用实践[J]. 福建冶金, 2024, 53(4): 29-31.
- [5] 张立兴, 王利俊, 丰超. 利用石灰石系统改善锅炉外循环品质研究[J]. 东北电力技术, 2024, 45(8): 32-35.