

极寒地区空冷机组石灰石制浆系统常见故障及解决办法

安健

国能内蒙古呼伦贝尔发电有限公司，内蒙古 呼伦贝尔 021025

摘 要： 本文主要介绍了极寒地区空冷机组石灰石制浆系统的概述、常见故障及解决办法。先是阐述了系统的组成、工作原理、运行特点以及影响稳定运行的因素。之后列举了系统在极寒环境下常见的故障，包括石灰石振动给料机堵塞、称重皮带给料机故障、石灰石浆液泵故障、湿式球磨机不出力等问题。接下来，对各类故障的原因进行了深入分析，并提出了相应的解决办法和预防措施。

关 键 词： 极寒地区；空冷机组；石灰石制浆系统；故障；解决办法

Common faults and solutions of limestone slurry preparation system for air-cooled units in extremely cold regions

An Jian

China Energy Inner Mongolia Hulunbeir Power Generation Co., Ltd. Hulunbeir, Inner Mongolia 021025

Abstract： This article mainly introduces the overview, common faults, and solutions of limestone slurry preparation system for air-cooled units in extremely cold regions. Firstly, the composition, working principle, operational characteristics, and factors affecting stable operation of the system were explained. Afterwards, common faults of the system in extremely cold environments were listed, including blockage of the limestone vibrating feeder, failure of the weighing belt feeder, failure of the limestone slurry pump, and non output of the wet ball mill. Next, a thorough analysis was conducted on the causes of various malfunctions, and corresponding solutions and preventive measures were proposed.

Keywords： extremely cold regions; air cooling unit; limestone pulping system; fault; terms of settlement

引言

随着我国能源结构的调整和环保要求的提高，空冷机组在电力、化工等行业的应用越来越广泛。尤其在极寒地区，空冷机组具有明显的优势，能有效适应低温、干燥的环境。然而，极寒地区的特殊气候条件对空冷机组石灰石制浆系统的稳定运行带来了诸多挑战。本文旨在探讨极寒地区空冷机组石灰石制浆系统的常见故障及其解决办法，为现场维护人员提供参考，确保机组安全、高效运行。

一、极寒地区空冷机组石灰石制浆系统概述

在我国北疆的呼伦贝尔，温度常常低至冰点以下，风速强劲，且冰雪覆盖，为工业活动带来了前所未有的挑战。在这片极端寒冷的环境中，空冷机组的石灰石制浆系统不仅肩负着环境保护的重要使命，而且在提升能源利用效率方面扮演着至关重要的角色。

在呼伦贝尔这样的极寒地带，石灰石制浆系统的稳定运行显得尤为关键。因为它为电厂的脱硫工艺提供必要的化学物质，直接关系到电厂的环保排放标准和能源利用效率。然而，由于呼伦贝尔地区极端的气候条件，这些系统在运行过程中可能遇到石灰石振动给料机堵塞、称重皮带给料机故障、石灰石浆液泵故障、湿式球磨机不出力等问题，给工业生产带来了诸多挑战。

（一）系统组成及工作原理

石灰石制浆系统是工业脱硫工艺中的关键组成部分，由一系

列精心设计的功能单元构成。该系统包括石灰石的储存与输送模块、浆液制备单元、浆液储存与输送系统，以及一套先进的过程控制系统。

在系统启动阶段，精选的石灰石颗粒通过输送皮带被送入湿式球磨机。在此，颗粒与水按照精确的比例混合并进行研磨，从而生成均匀细腻的浆料。研磨操作结束后，混合浆料从磨机出口自然溢流至再循环箱，为后续处理步骤做准备。随后，磨机再循环泵将混合浆料送入石灰石浆液旋流器，以实现有效的颗粒分选。为确保旋流器分离效率，浆液的密度和压力必须维持在预定范围内。通过闭环控制系统精确调节流向浆液罐的工艺水流量，从而确保浆料密度的稳定性。分选过程中，底流部分被重新送回球磨机进行进一步研磨，而溢流部分则顺利进入石灰石浆液储存箱^[1]。在工艺流程的终端阶段，经过精确配制的石灰石浆料通过吸收塔供浆泵的作用，被输送到吸收塔，为脱硫反应提供了关键的原料。

（二）系统运行特点

在地球的极端寒冷地带，石灰石制浆系统的操作与维护面临着严峻的挑战，导致整体效率受到严重影响。极低的气温条件使得设备启动困难重重，浆料易于沉淀，管道阻塞问题频发，同时，维护工作不仅任务繁重，还伴随着显著的经济成本。为了克服这些难题，必须实施一系列专业化的设计方案和管理策略。

在系统设计方面，应着重提升保温性能，采纳高效的伴热方式，确保浆料在低温环境中的流动性，防止浆料冻结。此外，应选用适应低温环境的材料和设备，以提升系统的耐寒性，减少故障发生的风险。同时，需制定一套严格而科学的维护保养程序，定期对管道和设备进行彻底的清理与检查，以防止管道阻塞和设备损坏。

（三）影响系统稳定运行的因素

在极寒地区的特定环境下，石灰石制浆系统的稳定运作面临着一系列挑战。外部环境的低温是首要考虑的因素，它可能导致设备和浆液的冻结，从而影响整个系统的流畅性^[2]。再者，如果保温措施不够完善，热量的流失将会加剧，这不仅会增加能耗，还可能影响浆液的质量。操作人员的经验和技能同样也是不可忽视的因素。在极寒条件下，缺乏经验的操作者可能无法有效应对突发情况，这可能会对系统的连续运行造成影响。

二、常见故障与原因分析

故障的发生往往不是偶然，而是多种因素交织作用的结果。在极寒地区空冷机组石灰石制浆系统中，这种交织作用尤为明显。

（一）石灰石振动给料机堵塞

在极端寒冷的气候环境中，石灰石物料倾向于因低温而出现结块现象，这一状况常常导致振动给料机的喂送通道发生阻塞。具体表现在给料机的给料量监测信号骤降至零，同时石灰石料仓的料位显示停滞不变。针对此问题，必须迅速执行停机程序，并对给料机进行彻底的清堵作业^[3]。此外，还需适当提升石灰石料仓的补料速率，以保障给料机能重新进入稳定的工作状态。

（二）称重皮带给料机故障

在极端的低温环境中，物料冻结的问题尤为突出，频繁导致落料口出现物料堆积，从而严重影响称重皮带给料机的正常功能。此外，皮带裙边的磨损不仅会引起物料的泄露，还可能造成机械部件的卡涩，最终激活设备的安全保护系统，导致设备跳闸停机。为了有效应对这些挑战，必须建立起一套严谨的定期检查和维修流程，确保皮带裙边的完好无损，并且及时清除落料口的冻结物料，以保障设备运行的连续性和工艺流程的稳定性。这些预防性措施是确保生产效率和维护设备性能的关键所在。

（三）石灰石浆液泵故障

在低温作业环境中，石灰石浆液泵的运行效能极易遭受挑战，其故障往往与浆液的凝固现象或泵内部元件因气温下降而出现的损伤密切相关。为了预防这些问题的发生，必须实施一系列全面的预防策略。这包括对泵体采取高效的保温措施，以抵御寒

冷气候的影响，以及定期对泵的内部结构进行精密的检查与维护工作^[4]。这些综合性的措施对于保障泵在严寒条件下的稳定运行和持久作业能力至关重要，从而确保整个生产流程的连续性和效率。

（四）湿式球磨机不出力

在严寒的工作条件下，湿式球磨机的钢球磨损速度可能会急剧上升，这种现象会引起钢球尺寸分布的失衡，进而对磨机的研磨效率和物料处理能力产生不利影响。为了保持球磨机处于最佳运行状态，定期的磨损监测变得尤为关键，同时需要根据磨损的具体情况，及时进行钢球的补充和更换工作。这种精细的维护策略对于保障球磨机在低温环境中维持高效运转具有决定性意义，它是确保生产流程顺畅和提升整体作业性能的关键所在。

（五）设备启动困难

在低温环境下，设备所依赖的润滑油会出现明显的黏度增加现象。这种物理性质的改变，会导致设备启动时电机承受的负荷急剧增加，进而可能引起设备启动困难，甚至出现启动失败的情况^[5]。为了有效预防这一情况，强烈推荐使用专为低温环境设计的润滑油，这些润滑油能够在低温下保持良好的流动性。此外，在设备启动之前，必须执行彻底的预热程序，以确保润滑油的流动性达到最佳状态，从而减轻电机的启动负荷，确保设备能够平稳、顺畅地启动并持续运行。

（六）管道磨损泄露

在持续浆液冲刷的影响下，管道内衬的橡胶材料易遭受磨损，这一状况可能引发管道泄漏的风险，威胁到整个系统的稳定运行。为了有效预防这一潜在问题，必须对管道系统执行定期的细致检查，以准确评估衬胶材料的磨损状况。针对那些磨损程度较为严重的衬胶部分，应采取及时的更换措施，以保障管道系统的完整性和运行安全性，确保其在操作过程中的密封性能不受损害。这种预防性的维护策略对于维持管道长期的稳定运行具有至关重要的意义，它是确保生产流程无间断和设备可靠性的关键所在。

（七）浆液浓度不稳定

在极端寒冷的环境中，石灰石制浆工艺面临着一个普遍且难以克服的挑战——浆液浓度的波动。这一问题的产生主要由以下因素引起：低温环境降低了石灰石的溶解度，从而影响了浆液的制备过程和浓度的精确控制；环境温度的波动导致浆液中颗粒的稳定性下降，进一步增加了浓度控制的复杂性；同时，低温还可能对测量控制设备的准确性造成影响，使得浆液浓度的监控和调整难以达到预期精度。除此之外，水质的变动，如硬度和pH值的波动，也会对浆液的制备产生不利影响^[6]。如果操作人员不能及时对温度变化和浆液特性进行调整应对，将会加剧浓度控制的不稳定性，这不仅会降低脱硫效率，还可能对环保效果产生负面影响。因此，确保在极寒条件下对浆液浓度进行有效管理，是提高脱硫工艺性能和环境保护效果的关键。

（八）管道堵塞

在极端低温条件下，浆液系统的管道堵塞问题频发，主要归因于水份的结冰现象，进而导致流体传输中断。除此之外，管道

内部的杂质沉积、流体流速减慢、系统设计不足以及维护操作的疏忽也是造成管道流通障碍的关键因素。低温环境下，水份结冰不仅增加了流体流动的阻力，而且不当的系统设计会削弱流体的动力特性，缺乏定期清洗则会导致杂质的累积。管道的堵塞不仅会严重影响物质的输送效率，还可能引发系统压力的异常波动，从而增大操作过程中的安全风险。

（九）保温措施不到位

在极端低温环境中，有效的保温策略对于维持工业设备运行至关重要。保温措施的缺陷会导致设备表面温度骤降，进而引起浆料凝固、机械结构损伤以及能源消耗的异常增加。此类问题通常源于保温材料的性能不符合低温要求、安装工艺不规范、定期维护更新滞后等因素。保温效果的不足不仅对系统的连续稳定运行构成威胁，同时也会对运营成本效益产生不利影响^[7]。具体而言，保温措施的专业性问题可能包括：选用保温材料的热阻值不适宜极端气候条件、保温层的施工质量不符合行业标准和规范、日常维护工作的忽视导致保温层完整性受损，以及预算约束造成保温系统投资不足，这些综合因素共同降低了保温系统的效能。

三、解决办法及预防措施

面对各种故障，主动探寻并实施有效的解决方案，无疑是确保设备持续稳定运行的核心所在。这不仅体现了对设备维护的高度专业性和责任感，也是保障生产流程顺畅、防止经济损失的重要措施。以下是对极寒地区空冷机组石灰石制浆系统常见故障的解决办法及预防措施的深入探讨。

（一）常见故障的解决办法

同时，极寒地区的一系列生产难题也需相应对策。针对上述故障应对浆液浓度不稳定的问题，可以通过安装温度控制系统、使用高质量水源、定期校准测量仪器，以及加强操作人员培训来改善。管道堵塞可通过优化浆液制备、定期清洗管道、改进管道

设计，以及在易堵塞部位安装加热装置来解决。此外，保温措施不到位的问题，可以通过选用适合极寒地区的保温材料、加强施工质量管理、定期检查和维护保温层，以及增加预算来改善^[8]。通过这些综合措施，不仅能够确保生产效率，还能保障产品质量，从而在极寒环境中保持生产的连续性和稳定性。

（二）故障预防措施

为了确保极寒环境下生产系统的稳健运行，预防故障的发生，我们提出以下几项关键措施：

第一，应定期对系统进行全面隐患排查，这不仅仅是一种例行的维护，而是一次深入的诊断，旨在及时发现那些隐藏在表面之下的潜在问题，从而在它们演变成严重故障之前将其扼杀在摇篮之中。第二，建立健全的维护和保养制度是至关重要的^[9]。这意味着要制定一套详尽的维护计划，并确保每一项维护工作都得到严格执行，以此来保证设备各部件的完好无损，延长其使用寿命，并始终保持设备的最佳性能。第三，加强员工的技能培训。通过定期的专业培训，员工不仅能够深入了解极寒环境下设备的运行特性，还能掌握必要的应急处理技巧，提高他们在面对复杂情况时的判断力和操作能力。第四，制定一套周密的应急预案是必不可少的^[10]。这样的计划能够在突发事件发生时，提供一套清晰的行动指南，帮助团队迅速而有效地应对，从而最小化故障带来的影响，确保生产过程的不间断和安全。

四、结束语

极寒地区的空冷机组石灰石制浆系统运行面临着独特的挑战，但通过深入理解系统特性、准确识别常见故障、科学分析故障原因以及采取有效的解决办法和预防措施，我们能够确保系统在恶劣环境下的稳定运行。本文旨在为相关领域的工程师、技术人员和运维团队提供实用的参考和指导，希望能够帮助他们在实际工作中更好地应对极寒环境带来的挑战。

参考文献

- [1] 李奕颖. 脱硫石灰石制浆系统优化策略研究及应用 [D]. 华北电力大学, 2020. DOI: 10.27139/d.cnki.ghbdu.2020.000463.
- [2] 罗付忠, 孙福胜. 石灰石制浆系统的优化运行调整 [J]. 广西电力, 2016, 39(1): 70-72. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8380.2016.01.019.
- [3] 何伟, 危凤鑫, 邓保建. 火电厂湿法脱硫石灰石制浆系统优化改造 [J]. 内蒙古电力技术, 2016, 34(2): 53-55. DOI: 10.3969/j.issn.1008-6218.2016.02.013.
- [4] 杨楚才. 湿式球磨机石灰石制浆系统的运行调整及问题探讨 [J]. 科技创业家, 2013(16): 49-49, 51.
- [5] 周铁臣. 火电厂湿法脱硫石灰石制浆系统优化改造 [J]. 百科论坛电子杂志, 2018(23): 330-331.
- [6] 罗小平. 火电厂湿法脱硫石灰石制浆系统优化改造探讨 [J]. 环球市场, 2019(25): 178.
- [7] 张建国. 脱硫石灰石制浆系统漏粉故障分析及应对措施 [J]. 华东科技 (综合), 2019(8): 0369.
- [8] 张园林, 王培毅, 何军, 等. 某火电厂不同石灰石制浆系统综合性能对比分析 [J]. 节能, 2020, 39(4): 21-23. DOI: 10.3969/j.issn.1004-7948.2020.04.006.
- [9] 内蒙古上都发电有限责任公司. 一种脱硫石灰石制浆系统 : CN202211291776.4 [P]. 2023-01-31.
- [10] 北方联合电力有限责任公司达拉特旗发电分公司. 石灰石制浆系统 : CN202023288012.9 [P]. 2021-12-10.