

极寒地区火电机组深调对环保设备的影响与应对措施

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：本研究针对极寒地区火电机组深度调节对环保设施的影响及对策进行了探讨，以呼伦贝尔地区为例。文章阐述了该地区极端气候特征、火电机组深度调节原理及现状，并详细分析了环保设施在火电机组中的应用、作用、工作机制和性能标准。进一步，研究了极寒条件下深度调节对脱硝、除尘、脱硫等环保设施的影响及其对运行成本的作用。最终，提出了一系列针对极寒地区火电机组环保设施的对策，包括设计优化、运行方式改进、耐寒性能增强和维护管理加强。

关键词：极寒地区；火电机组；深调；环保设备；影响

Impact of Deep Regulation of Thermal Power Units in Extremely Cold Regions on Environmental Protection Equipment and Countermeasures

An Jian

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

Abstract： This study explores the impact of deep regulation of thermal power units in extremely cold regions on environmental protection equipment and the corresponding countermeasures, taking the Hulunbeir region as an example. The article describes the extreme climatic characteristics of the region, the principles and current status of deep regulation of thermal power units, and provides a detailed analysis of the application, role, working mechanism, and performance standards of environmental protection equipment in thermal power units. Furthermore, it investigates the impact of deep regulation under extremely cold conditions on environmental protection facilities such as denitrification, dust removal, and desulfurization, as well as its effect on operating costs. Finally, a series of countermeasures for environmental protection facilities of thermal power units in extremely cold regions are proposed, including design optimization, improvement of operation modes, enhancement of cold resistance performance, and strengthening of maintenance management.

Keywords： extremely cold regions; thermal power units; deep regulation; environmental protection equipment; impact

引言

在能源需求不断扩张与环境保护压力倍增的背景下，火电机组作为我国能源架构中的关键环节，其运行效率及环保表现已成为业界关注的焦点。特别是在气候极端寒冷的呼伦贝尔地区，火电机组的稳定操作及其环保排放控制显得尤为重要。面对电网调峰的紧迫需求，火电机组必须实施深度调节，这对环保设施的性能提出了更高的要求。本文将围绕脱硝、除尘、脱硫等环保设施，深入分析火电机组深度调节过程中环保设施遭遇的问题，并提出切实可行的对策。

一、极寒地区火电机组深调概述

在广袤的祖国北疆，有一片神秘而壮丽的土地——呼伦贝尔。这里，极寒的气候条件对火电机组的运行提出了严峻挑战。接下来，本文将深入探讨极寒地区火电机组深度调节的概要。

（一）极寒地区特点

呼伦贝尔地处我国最北端，冬季漫长且寒冷，气温可降至零

下40摄氏度以下。这里的地理环境特殊，冰雪覆盖期长，导致土壤冻土层深厚，给火电机组的稳定运行带来了极大考验。极寒地区的低温、大风、干燥等特点，使得火电机组在启动、运行、维护等方面面临诸多难题。此外，极寒气候对设备材料的抗冻性能、保温措施以及人员操作技能都提出了更高要求。

（二）火电机组深调原理

随着国家层面的能源结构转型，特高压主干网架和新能源的

规模化并网,受端电网机组调峰和新能源的消纳都需要火力发电机组向下扩展调峰空间,参与深度调峰运行^[1]。火电机组深调原理,简而言之,就是通过调整机组运行参数,实现负荷的快速响应和稳定输出。在极寒地区,火电机组深调技术主要包括燃烧调整、汽轮机调节、锅炉水比例控制等方面。通过优化这些参数,火电机组可以在满足电网负荷需求的同时,降低能耗,提高运行效率,确保机组在极端环境下的安全稳定运行。

(三) 火电机组深调现状

在我国呼伦贝尔这样的极寒地区,火电机组的深度调峰技术已经取得了令人瞩目的进展。得益于国家政策的坚定支持和科研团队的持续奋斗,这项技术已经在多个关键领域取得了显著成效:它不仅显著提高了能源的利用效率,有效减少了污染物的排放,还保障了电网的稳定运行,为地区的能源安全和环境保护做出了重要贡献。

尽管如此,面对日益提高的环保标准和电力市场不断变化的需求,火电机组深调技术仍面临着持续的挑战^[2]。在极寒的特殊环境下,这项技术需要进一步地优化和升级,以适应更加严苛的运行条件。在呼伦贝尔这样的地区,冬季低温可达零下四十摄氏度以下,这对火电机组的运行稳定性、材料耐寒性以及操作人员的技能都提出了更高的要求。

二、环保设备在火电机组中的作用

在当今社会,环保已成为我国能源产业发展的重要议题。火电机组作为能源产业的重要组成部分,其环保设备的配置与运行显得尤为重要。以下将从环保设备分类、重要性以及运行原理及性能要求三个方面,结合检修维护的角度,探讨环保设备在火电机组中的作用。

(一) 环保设备分类

随着环保技术的不断发展,火电机组配套的环保设备种类繁多,主要包括脱硫设备、脱硝设备、除尘设备。这些设备各司其职,共同为火电机组的环境治理发挥着关键作用^[3]。脱硫设备通过石灰石-石膏湿法、氨法等,有效去除烟气中的二氧化硫,降低酸雨发生概率;脱硝设备采用选择性催化还原(SCR)等技术,降低氮氧化物排放,减轻大气污染;除尘设备通过电除尘、布袋除尘等方式,捕捉烟气中的粉尘,改善空气质量。这些环保设备的合理配置,为火电机组实现绿色、可持续发展提供了有力保障。

(二) 环保设备在火电机组中的重要性

在火电机组运行过程中,环保设备的重要性不言而喻。一方面,环保设备能够有效降低污染物排放,满足国家及地方环保政策要求,避免因环境污染问题导致的生产受限;另一方面,环保设备有助于提高企业形象,增强企业社会责任感,为企业在市场竞争中赢得优势^[4]。此外,环保设备的正常运行还能降低环境污染事故风险,保障人民群众生命财产安全。因此,从检修维护的角度来看,确保环保设备的高效、稳定运行,对于火电机组具有重要意义。

(三) 环保设备运行原理及性能要求

环保设备的运行原理及性能要求是检修维护工作的关键。以脱硫设备为例,其运行原理主要是通过吸收剂与烟气中的二氧化硫发生化学反应,生成硫酸钙等副产品。在这个过程中,脱硫设备的性能要求包括脱硫效率、吸收剂利用率、设备阻力等。检修维护人员需密切关注这些指标,确保设备正常运行^[5]。同样,脱硝、除尘等设备也有各自的运行原理和性能要求,如催化剂活性、极板极线寿命等。在日常检修维护中,要针对不同设备的特性,制定合理的维护保养计划,确保环保设备在火电机组中发挥出最佳作用。

三、极寒地区火电机组深调对环保设备的影响

在我国北方的极寒地区,火电机组在冬季承担着重要的供暖任务。然而,在保证供暖的同时,火电机组需要实施深度调节,以满足电网负荷需求。这一过程中,环保设备承受着巨大的压力。以下以呼伦贝尔为例,从检修维护的角度,探讨极寒地区火电机组深调对环保设备的影响。

(一) 深调对输灰系统的影响

在深调峰工况下,输灰系统的稳定连续运作面临严峻挑战,机组负荷的波动直接导致系统压力和流量的变化,迫使输灰系统不断适应以维持输送效率。压缩空气系统的控制精度,包括压力、含油量、含水量等参数的调整,成为影响输灰系统性能的关键因素。负荷波动带来的输送周期调整需求,尤其在低负荷阶段,对减少无效运行和预防管路磨损至关重要。此外,低负荷运行时,灰斗气化风的风温和风量管理对积灰流动性的影响,是防止蓬灰和高料位问题出现的重要考量。这些因素共同作用于输灰系统的稳定性和环保设施的整体运行效果。

(二) 深调对除尘设备的影响

在机组处于深度调峰工况运行期间,由于除尘器入口烟温会有所降低,如长时间低温运行,后续烟气系统的低温腐蚀风险会增加。在投油稳燃阶段,烟尘物理特性会受到影响,包裹油污的飞灰粘附性将会增加,有可能粘附在极板、极线上,形成电晕线肥大和极板粉尘堆积,导致电晕封闭而影响除尘效率。机组低负荷投油稳燃运行工况下,飞灰的粘附性变化会严重影响飞灰流动性,存在灰斗板结蓬灰风险,导致灰斗高料位的发生。一旦因飞灰的粘附性变化原因而引发个别除尘器灰斗高料位的出现,必须及时消除。如果高料位故障发现不及时或处理不及时,除对灰斗的安全可靠性造成隐患以外,还将会导致该灰斗所对应的电场跳闸,最终影响环保指标的达标排放。另外,飞灰的粘附性变化有可能造成除尘器入口气流均布板挂灰板结,导致除尘器内部气流变化,严重时破坏内部流场,影响除尘效率。

(三) 深调对脱硫设备的影响

机组深调期间,由于负荷降低,烟气流速减慢,导致脱硫剂与烟气的接触时间变短,影响化学反应充分进行,从而降低脱硫效率。此外,低负荷时烟气温度较低,不利于脱硫反应的进行,进一步影响脱硫效果。在低负荷运行状态下,烟气中的酸性气体

浓度相对增加，对脱硫系统的设备腐蚀风险加大。同时，由于烟气流速降低，浆液中的固体颗粒容易沉积，造成设备堵塞，影响系统的正常运行。调峰机组的启停次数和极低负荷运行时段增多，对于采用燃油点火以及投油助燃的机组而言，燃油产生的油污颗粒物可能造成吸收塔浆液污染中毒。

（四）深调对环保设备运行成本的影响

在深度调节模式下，环保设备的运行成本受到显著影响，这一因素不容小觑。在此模式下，环保设备承受着极大的操作压力，这不仅直接导致了设备故障率的提高，同时也显著增加了维修保养的成本^[7]。由于设备需在频繁的负荷变化中持续运作，其磨损速度加剧，进而可能导致设备使用寿命的缩短。此外，为了应对负荷的波动，环保设备往往需要消耗更多的能源和材料，这不仅加剧了日常运行的成本，还可能带来额外的经济负担^[8]。总而言之，深度调节对环保设备的财务影响是多方面的，它不仅涉及日常的维护支出，还包括长期资产折旧等多个层面，对企业的整体运营成本构成了深远的影响。

四、极寒地区火电机组深调环保设备主要调整措施

在极寒地区的火电机组进行深度调峰作业时，环保设备的适应性调整至关重要，以确保在极端气候条件下，污染物排放依然能够满足环保标准。以下为针对不同环保系统的主要调整措施：

（一）输灰系统

在深调峰工况的挑战下，保持环保设施的连续稳定运行至关重要，这要求对输灰系统实施一系列精细化的调整策略。第一，必须加强对压缩空气系统的全面控制，包括压力、含油量和含水量等关键参数，以确保供应的压缩空气品质达到最优标准，进而提升输灰系统的整体性能^[9]。随着机组负荷的波动，需实时调整各输灰单元的输送周期，以优化输灰效率，特别是在低负荷阶段，由于飞灰产生量的减少，适当延长输送周期成为必要，此举可以有效减少输灰系统的无效运行，防止管路因频繁输送而加速磨损。

此外，在低负荷运行期间，还需特别注意维持灰斗气化的风温和风量，确保灰斗内积灰保持良好的流动性，防止因气流不足导致的蓬灰现象，进而避免高料位问题的发生。通过这些综合性的调整措施，不仅能够确保输灰系统在深调峰工况下的高效运行，还能有效保障煤电机组的环境保护性能和经济效益。

（二）除尘系统

在煤电机组调峰运行中，环保设施尤其是静电除尘系统的调整与优化至关重要，直接影响机组的安全性、稳定性及运行效率。深调峰期间，应注意调整振打频次和周期，尤其是第一、第二电场，保证极板极线的相对清洁，防止极板大面积积灰和阴极线肥大现象的发生；同时对静电除尘器的精细检修尤为关键，包括彻底清除极板和极线上的粘灰，以提升除尘性能并防止灰斗内壁挂灰板结。同时，严格检查本体漏风情况，确保漏风率低于2%，以维持设备稳定运行。此外，全面排查电除尘器保温状况，防止低温结露引起的腐蚀和粘灰板结，保障效率。同样重要的是

检查入口均布板结垢情况，并及时清理或更换，以确保烟气流均匀，提高除尘效果，延长设备寿命，降低维护成本。

（三）脱硫系统

在深调峰工况下，为确保环保设施的有效运行，需采取一系列关键调整措施。通过优化机组深调期间的运行参数，如调整喷浆量和烟气温度，可以提高脱硫效率。针对脱硫系统，重点在于强化吸收塔浆液品质管理，防止氯离子浓度超标，通过优化脱硫废水处理 and 浆液置换策略来维持浆液品质^[10]。同时，根据二氧化硫浓度和pH值变化，动态调整石灰石浆液供给及设备运行参数，保障低负荷时至少两台浆液循环泵运行，高负荷时相应增加供给和循环泵数量。此外，低负荷期间需降低除雾器冲洗频率以防浆液溢流，并监测差压以预防结垢堵塞。定期对脱硫系统进行维护和检查，及时清理堵塞的设备和管道，可以有效降低设备腐蚀和堵塞的风险。同时，采用耐腐蚀材料制造关键部件，提高设备的抗腐蚀能力。这些措施共同保障了煤电机组在调峰作业中的环保性能和运行效率。

五、结束语

本研究对极寒地区如呼伦贝尔火电机组深度调峰对环保设施的影响及其应对措施进行了详尽分析，但研究仍存在一定局限性。未来研究可进一步深化，包括量化火电机组深调与环保设备性能的关系，以及针对不同极寒地区火电机组深调环保设备的适应性研究。同时，随着环保技术的创新，探讨新型环保设备在极寒环境中的应用潜力和挑战将成为关键研究领域。通过持续的研究与实践，旨在推动我国极寒地区火电机组环保事业的持续发展与进步。

参考文献

- [1] 虞国平, 张新胜, 屠海彪, 等. 火电机组深度调峰工况辅机安全控制技术[J]. 浙江电力, 2021, 40(02): 85-90. DOI: 10.19585/j.zjdl.202102015.
- [2] 王磊. 极寒地区智能巡检机器人在空冷岛上的研究与应用[C]//中国电力技术市场协会. 2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(下册). 京能(阳西)综合能源有限公司; 2023: 6. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.051219.
- [3] 宿崇. 极寒地区发电机组电气整套启动试运方案优化[J]. 山西电力, 2023, (05): 44-47.
- [4] 蒋梦媛. 浮式闸门在极寒地区防冰害的安全运行设计[J]. 水运工程, 2023, (06): 125-130. DOI: 10.16233/j.cnki.issn1002-4972.20230605.020.
- [5] 谭开宏. 极寒地区狭小场地单孔式进水塔快速安装技术. 云南省, 中国水利水电第十四工程局有限公司, 2023-05-12.
- [6] 刘小赫, 焦洋. “双碳”视域下极寒地区装配式轻钢农宅设计研究——以塔河县依西肯乡为例[J]. 当代建筑, 2023, (S1): 77-80.
- [7] 张建, 王晓林. 新能源车发展别落下极寒地区[N]. 经济参考报, 2022-11-25(007). DOI: 10.28419/n.cnki.njjck.2022.005212.
- [8] 杜宏瑞, 季连海. 贝氏体钢尖轨在极寒地区的应用研究[J]. 高速铁路新材料, 2022, 1(04): 61-63.
- [9] 毛大军, 高志森, 白国伟. 极寒地区仪表防冻措施研究[J]. 化肥设计, 2022, 60(01): 48-51.
- [10] 梁昊, 陈开军, 曹殿朕, 等. 极寒地区应用内环流控温技术的探索研究[J]. 粮油仓储科技通讯, 2022, 38(01): 20-23.