

电厂烟气净化系统技改工程施工过程安全管理探讨

成文俊

太原环晋再生能源有限公司 山西 太原 030000

摘要：电厂烟气净化系统技改工程施工复杂，安全风险高。通过剖析发现，人员安全意识与技能欠缺、设备设施隐患、施工环境风险管控难等问题突出。为保障施工安全，需强化人员安全培训教育，加强设备设施管理，优化环境风险管控，并完善安全监督与应急管理体系。经实践验证，这些策略可有效降低安全事故发生率，提升施工安全管理水平，对同类工程安全施工具有重要参考价值。

关键词：电厂烟气；净化系统；技改工程；施工；安全管理

引言

随着环保要求日益严苛，电厂烟气净化系统技改工程成为提升污染治理能力的关键。然而，该类工程施工涉及高空作业、电气操作、受限空间作业等复杂环节，安全管理难度大。当前，施工过程中暴露出人员安全意识淡薄、设备老化、环境风险难控等问题，严重威胁工程安全推进。本文聚焦电厂烟气净化系统技改工程施工安全管理，深入分析现存问题，针对性提出优化策略，旨在为保障工程安全、高效实施提供理论与实践指导。

1 电厂烟气净化系统技改工程概述

电厂烟气净化系统作为控制大气污染物排放的关键设施，其技术革新对提升能源企业环境治理效能、推动行业绿色低碳发展具有核心价值。当前，伴随电力生产规模扩张与环保标准趋严，传统烟气净化系统在应对复杂工况适应性、污染物协同脱除效率及设备运行稳定性等方面逐渐显现短板，亟待通过系统性技术改造实现性能跃升。电厂烟气净化系统技改工程围绕脱硫、脱硝、除尘三大核心功能模块展开深度优化。脱硫环节采用先进的石灰石-石膏湿法脱硫工艺升级方案，通过改良吸收塔内部喷淋层结构、优化浆液循环系统参数，增强对二氧化硫的吸收能力，将脱硫效率由原有的90%提升至98%以上，同时降低浆液循环泵能耗。脱硝系统摒弃传统单一选择性催化还原（SCR）技术，引入SCR与选择性非催化还原（SNCR）相结合的分级脱硝工艺，针对锅炉不同温度区间布置反应装置，实现氨逃逸率控制在3ppm以下，氮氧化物排放浓度稳定低于50mg/Nm³。除尘设备则选用高效脉冲布袋除尘器替代电除尘器，凭借其对细颗粒物的优异捕集能力，将粉尘排放浓度由50mg/Nm³降至10mg/Nm³以内，同步提升对重金属及二噁英等痕量污染物的协同去除效果。技改工程通过智能化控制系统集成，构建覆盖全流程的监测-分析-调控体系。运用物联网

传感器实时采集温度、压力、污染物浓度等运行数据，经大数据分析模型动态优化各子系统运行参数，实现烟气净化系统的精准控制与自适应调节。配套建设的余热回收装置将净化后烟气携带的热能转化为蒸汽或热水，用于厂区供热或发电，显著提升能源综合利用率。该技改工程实施后，电厂烟气污染物排放全面优于超低排放标准，设备年运行故障率降低40%，为电力行业清洁生产提供可复制的技术示范。

2 电厂烟气净化系统技改工程施工过程安全管理存在的问题

2.1 人员安全意识与技能不足

在电厂烟气净化系统技改工程施工现场，作业人员安全意识淡薄与技能缺失形成安全管理的重大缺口。部分施工人员未充分认知技改工程特殊风险，将常规建筑施工经验简单套用于烟气净化系统复杂作业环境，对设备内部残留腐蚀性气体、高空交叉作业的潜在危险缺乏预判。这种认知偏差导致在拆卸旧设备时，忽视气体检测流程，直接使用金属工具敲击管道，引发残余硫化物剧烈反应，产生有毒烟雾，危及人员生命安全。技能不足体现在复杂工况应对能力薄弱。当烟气净化系统管道突发泄漏时，多数作业人员仅能机械执行切断阀门的基础操作，无法运用专业知识判断泄漏物质特性，采取针对性防护与堵漏措施。有限空间作业中，施工人员对通风设备的使用存在严重误区，未持续监测氧气含量与有害气体浓度，盲目进入未达标空间，极易造成窒息或中毒事故。在电气焊作业环节，部分焊工不熟悉净化系统防爆要求，未对作业区域可燃气体进行有效置换，焊接火花引发可燃气体爆燃的风险始终存在。应急处置能力匮乏，面对突发火情时，施工人员不能熟练操作灭火器，甚至错误使用灭火器类型，延误最佳扑救时机，导致火势蔓延扩大。新老员工技能衔接断层加剧安全风险

险。经验丰富的老员工虽熟悉设备结构,但对新型检测仪器与智能防护装备操作生疏;新入职员工虽掌握一定理论知识,却缺乏实际作业场景的风险辨识能力。在新型环保设备安装过程中,新员工可能因不了解设备调试流程中的潜在风险,违规操作控制系统,致使设备异常运行,对周边人员造成机械伤害或高压气体冲击^[1]。

2.2 设备与设施安全隐患

电厂烟气净化系统技改工程涉及大量老旧设备拆除与新设备安装,设备与设施本身的安全隐患成为施工过程的重大威胁。老旧设备长期运行后,结构强度下降,金属部件出现严重腐蚀与疲劳裂纹,在拆除作业时,这些隐患部位可能突然断裂,导致设备坍塌。如脱硫塔的支撑钢架,因长期受酸性气体侵蚀,内部结构已发生质变,施工人员进行外部附件拆除时,钢架突然失去承载能力,造成人员被掩埋的严重事故。新安装设备在运输、存放与安装过程中也暗藏风险。大型除尘设备在吊装过程中,若吊具选型不当、吊装角度偏差,可能导致设备失衡坠落,砸伤周边人员与损坏其他设施。设备存放区域若未合理规划,电气设备与易燃易爆材料混放,在高温、潮湿环境下,极易引发短路起火或爆炸。安装环节中,设备基础预埋件精度不达标、螺栓紧固力矩不足,会使设备运行时产生剧烈振动,不仅影响设备性能,还可能造成连接部件松动脱落,形成高空坠物风险。施工临时设施的安全问题同样不容忽视。临时搭建的脚手架若未严格按照设计规范施工,立杆间距过大、横杆连接不牢固,在人员攀爬或搬运材料时,易发生脚手架整体倾覆。临时用电线路敷设不规范,存在私拉乱接、电线老化破损等现象,遇雨水浸湿后,漏电风险显著增加,严重威胁作业人员生命安全。临时防护栏杆高度不足、固定不牢,无法有效阻挡人员或物料坠落,特别是在高空作业区域,稍有不慎就会酿成坠落事故。

2.3 施工环境风险管控困难

电厂烟气净化系统技改工程施工环境复杂多变,给风险管控带来巨大挑战。作业空间狭窄且受限,设备内部检修通道仅容一人通过,施工人员进行管道焊接、设备调试时,行动极为不便,难以施展专业工具,增加了操作失误的概率。狭窄空间不利于紧急情况下人员撤离,一旦发生事故,救援难度大幅提升。高温、高湿与高粉尘的作业环境严重影响施工安全与人员健康。在脱硫塔内部检修作业时,即便采取通风降温措施,内部温度仍可高达50℃以上,施工人员极易出现中暑、脱水等症状,导致体力不支、注意力下降,进而引发误操作。高湿环境加速金属设备与工具的锈蚀,降低其机械性

能,使吊装索具、登高器具等关键设备的安全性大打折扣。烟气净化系统施工过程中产生的大量粉尘,不仅对人员呼吸系统造成损害,还可能在局部区域形成粉尘云,遇到火源即有爆炸风险。交叉作业频繁进一步加剧环境风险。在同一作业区域,管道安装、电气布线、设备调试等多项作业同时进行,不同工种人员相互干扰,施工机械与运输车辆穿梭其中,极易发生碰撞、挤压事故。不同作业产生的噪声、火花、废弃物等相互影响,焊接作业产生的弧光可能干扰电气调试人员的视线,高空作业掉落的工具可能砸伤地面施工人员,多种风险因素交织叠加,使得施工环境风险管控难度呈指数级上升^[2]。

3 加强电厂烟气净化系统技改工程施工过程安全管理的策略

3.1 强化人员安全培训与教育

(1) 针对电厂烟气净化系统技改工程的复杂性与特殊性,人员安全培训需围绕施工各环节展开。施工前,组织全体作业人员进行系统培训,结合工程实际案例,详细讲解高空作业、有限空间作业、电气操作等高风险作业的安全规范与操作流程,让作业人员清晰认识到潜在风险,熟练掌握正确操作方法,形成规范操作的肌肉记忆。(2) 培训过程中,注重实操演练环节。搭建模拟施工现场,模拟高空坠落、触电、中毒等突发场景,让作业人员在逼真环境中进行应急处置训练,提高其在紧急情况下的反应能力和自救互救能力。通过VR技术模拟危险场景,让作业人员身临其境感受违规操作带来的严重后果,增强其安全意识和风险防范意识。(3) 建立培训效果评估机制,通过理论考试、实操考核等方式,检验作业人员对安全知识和操作技能的掌握程度。对考核不合格的人员进行重点辅导和补考,确保每一位作业人员都具备安全施工的能力,从人员层面为工程施工安全筑牢防线。

3.2 加强设备与设施管理

(1) 在电厂烟气净化系统技改工程中,设备与设施的安全性直接关系到施工安全。施工前,对所有施工设备和设施进行全面检查与维护,包括起重设备、电气设备、防护用具等,确保设备性能良好,各项安全指标符合要求。建立设备档案,详细记录设备的型号、规格、购买时间、维护保养情况等信息,实现设备全生命周期管理。(2) 施工过程中,严格按照设备操作规程使用设备,严禁违规操作和超负荷运行。定期对设备进行巡检和保养,及时发现并处理设备隐患。对于关键设备,如起重机、焊接设备等,安排专人负责管理和维护,确保设备运行稳定可靠。对老旧设备进行评估,及时淘汰

存在安全隐患的设备,更换为性能更安全可靠的新型设备。(3)加强防护设施的管理,确保安全网、防护栏、警示标识等防护设施齐全有效。定期对防护设施进行检查和维护,发现损坏及时修复或更换。在施工现场设置明显的安全警示标识,提醒作业人员注意安全,防止意外事故发生。通过加强设备与设施管理,为工程施工提供安全可靠的硬件保障^[3]。

3.3 优化施工环境风险管控

(1)电厂烟气净化系统技改工程施工现场环境复杂,存在多种风险因素。施工前,对施工现场进行全面的风险评估,识别出高空作业、交叉作业、粉尘污染、噪声危害等潜在风险,并制定相应的风险管控措施。根据风险评估结果,合理规划施工区域,设置危险区域警示标识,限制无关人员进入。(2)针对高空作业风险,在作业区域下方设置警戒区,严禁人员通行和停留;为作业人员配备合格的安全带、安全绳等防护用具,并确保其正确使用。对于交叉作业,合理安排施工顺序,避免垂直方向上的同时作业;设置隔离设施,防止物体坠落伤人。加强对粉尘和噪声的治理,采取洒水降尘、安装隔音设备等措施,改善施工环境,保护作业人员的身体健康。(3)实时监测施工环境变化,如天气状况、地质条件等。遇到恶劣天气,如大风、暴雨、雷电等,立即停止相关危险作业,并将作业人员撤离到安全区域。定期对施工现场环境进行复查,及时发现并消除新出现的风险隐患,确保施工环境始终处于安全可控状态,为工程顺利施工创造良好条件。

3.4 完善安全监督与应急管理

(1)在电厂烟气净化系统技改工程施工过程中,建立完善的安全监督体系至关重要。安排专业的安全监督人员对施工现场进行全方位、全过程监督,及时发现并纠正作业人员的违规行为,督促各项安全措施的实施。安全监督人员要熟悉施工工艺和安全规范,具备较强的责任心和专业能力,能够准确判断安全隐患并提出有效

的整改措施。(2)定期对施工现场进行安全检查,检查内容包括设备运行状况、作业人员操作规范、安全措施落实情况等。对检查中发现的问题,建立隐患台账,明确整改责任人、整改措施和整改期限,跟踪整改情况,确保隐患及时消除。对安全监督工作进行考核,激励安全监督人员认真履行职责,提高安全监督工作的质量和效率。(3)制定科学合理的应急预案,针对可能发生的安全事故,如火灾、爆炸、中毒窒息等,明确应急处置流程和各部门、人员的职责。定期组织应急演练,检验和完善应急预案的可行性和有效性,提高作业人员的应急处置能力和协同作战能力。配备充足的应急物资和设备,如灭火器、急救药品、呼吸器等,并定期进行检查和维护,确保在紧急情况下能够正常使用。通过完善安全监督与应急管理,提高工程施工的安全保障水平,最大限度减少事故损失^[4]。

结语

综上所述,电厂烟气净化系统技改工程施工安全管理是一项系统且关键的工作。通过强化人员培训、设备管理、环境风险管控以及完善监督应急体系,可显著提升安全管理效能。但随着工程技术发展与施工环境变化,安全管理需持续创新与优化。未来应进一步探索智能化、信息化安全管理手段,深化安全管理研究,为电厂烟气净化系统技改工程及相关领域筑牢安全防线。

参考文献

- [1]贾灵.垃圾焚烧发电厂烟气净化系统的优化改造[J].电力系统装备,2021(11):103-104.
- [2]刘矿平,丁新方,杨旭峰.基于DCS的热电厂烟气净化系统研究[J].科技创新与应用,2024,14(5):117-120.
- [3]余坤.垃圾电厂烟气净化系统的设计与效率分析[J].建筑工程与设计,2024,3(6):89-91.
- [4]李发强.生活垃圾焚烧发电厂全工艺烟气净化处理系统探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(5):94-95,110.