

脱硫吸收塔烟道导流板修复工艺改造

陈新昊 单俊洁

华电潍坊发电有限公司 山东潍坊 261000

DOI: 10.12238/ems.v7i11.16056

[摘要] 在工业烟气净化系统中,脱硫吸收塔烟道导流板长期承受高温、高湿及腐蚀性烟气的冲刷,面临严重的腐蚀与磨损问题,传统焊补和衬瓷修复工艺存在耗时长、安全风险高、维护成本大等弊端。本文针对这些问题,研发出一种无需动火的导流板修复新工艺,包括精细化诊断与预处理、PTFE 底层防护构建、复合材料加固及碳化硅表面强化等关键步骤。该工艺通过消除火灾隐患、提升导流板耐腐蚀性与抗磨损能力、缩短修复周期等创新点,实现了显著的经济效益、安全效益与社会效益。实践表明,新工艺可降低维护成本约 1 万元 / 次,大幅提升设备运行稳定性,为烟气净化系统的高效维护提供了全新技术方案。

[关键词] 脱硫吸收塔; 烟道导流板; 修复工艺; 无动火作业; 复合材料; 碳化硅涂层

一、背景介绍

在全球环保形势日益严峻的当下,烟气净化系统作为工业排放控制和环境保护的关键设备,其性能的稳定与高效至关重要。而脱硫吸收塔烟道导流板作为该系统的核心组件,在运行过程中面临着严峻的考验。

导流板长期处于高温、高湿的环境中,同时还要承受含有大量腐蚀性成分的烟气冲刷,这使得它极易发生腐蚀与磨损问题。这些问题不仅会降低烟气净化系统的运行效率,影响脱硫效果,还会对环保效果产生显著的负面影响。例如,导流板的损坏可能导致烟气流道不畅,使得部分烟气未经充分处理就排放到大气中,增加污染物的排放量。

传统的导流板修复方法主要有焊补和衬瓷两种。然而,这些方法存在诸多弊端。焊补工艺需要动火作业,在易燃的除雾器区域存在极大的火灾风险,一旦操作不当,可能引发严重的安全事故。衬瓷修复则耗时较长,且劳动强度大,会导致设备长时间停机,影响企业的正常生产运营。

2022年3月14日凌晨1时40分许,山东国舜公司在内蒙古包头市包钢稀土钢板材公司球团改造项目检修期间发生的重大事故,就为我们敲响了警钟。该事故起因于三组人员交叉作业时,第一组热切割作业产生的金属熔渣溅落至导流板后反弹引燃除雾器,触发初期火灾。由于火势迅速蔓延,引燃烟道内玻璃鳞片防腐层并释放有毒烟气,最终造成7人因有毒烟气中毒窒息死亡。这一惨痛的教训充分说明了传统修复工艺在安全性方面的严重不足,创新一种安全、高效的导流板修复工艺已迫在眉睫。

鉴于此,经过长时间的研究与努力,我们成功研发出一种无需动火的导流板修复工艺。该工艺有效规避了火灾等意外事件的风险,同时显著改善了导流板的整体性能,为环保

事业注入了新的活力,也为烟气净化系统的维护开辟了一条全新途径。

二、创新技术介绍

针对传统修复方法的不足,我们团队凭借专业知识和实践经验,明确了此次课题目标达成所需具备的核心功能,分别是安全性的提升、导流板结构的增强、环保效益的提高、运营效率的提升、劳动成本的降低以及维修成本的控制。

基于目标导向性原则,我们团队从以下步骤实施该创新修复工艺:

(一) 精细化诊断与预处理

在这一环节中,我们需要对导流板实施全面评估,确定受损区域,并彻底清洁导流板表面,确保材料附着力处于最佳状态,为后续修复工作奠定坚实基础。

具体步骤大致为塔体内部清洁、损伤诊断、修复方案设计等。首先,要对塔体内部进行彻底清洁,清除可能影响修复效果的杂质和污垢,如灰尘、烟灰、腐蚀产物等。可以采用高压水冲洗、机械清扫等方式进行清洁,确保导流板表面无任何附着物。

清洁完成后,进行损伤诊断。通过目视检查、超声波检测、渗透检测等手段,全面了解导流板的损伤情况,包括腐蚀程度、磨损深度、裂纹分布等。根据损伤诊断的结果,制定详细的修复方案,明确修复的范围、所采用的材料以及具体的施工工艺。

(二) 利用 PTFE 构建底层防护

将 PTFE (聚四氟乙烯) 板按照预定尺寸裁剪并粘贴在导流板表面。PTFE 具有优异的耐腐蚀性和耐磨性,能够有效隔绝腐蚀性烟气对导流板基材的侵蚀,从而延长导流板的使用寿命。

在粘贴过程中, 需要确保 PTFE 板与导流板表面紧密贴合, 避免出现气泡和缝隙。可以采用专用的粘结剂, 按照规定的施工工艺进行粘贴, 以保证粘结强度。同时, 对于 PTFE 板的接缝处, 要进行特殊处理, 确保其密封性, 防止腐蚀性介质渗入。

(三) 利用复合材料加固

在 PTFE 板基础上, 运用高性能复合材料进行加固处理。这些复合材料通常由树脂基体和增强材料(如玻璃纤维、碳纤维等)组成, 不仅具有高强度、高韧性, 还能适应复杂多变的烟气环境, 显著提高导流板的整体强度和抗冲刷能力。

施工时, 将复合材料按照一定的比例混合均匀后, 涂抹在 PTFE 板表面, 并采用适当的固化方式(如常温固化、加热固化等)使其固化成型。在涂抹过程中, 要保证复合材料的厚度均匀, 避免出现局部薄弱环节。

(四) 利用碳化硅表面强化

通过涂刷覆盖含碳化硅(SiC)粒子的防护层, 借助其高硬度与优异的耐腐蚀性, 大幅提升导流板表面的抗侵蚀与防磨损能力, 显著延长其使用寿命。

碳化硅粒子具有极高的硬度和耐磨性, 能够有效抵抗烟气中固体颗粒的冲刷和磨损。在涂刷过程中, 要确保防护层均匀覆盖导流板表面, 厚度达到设计要求。同时, 要保证防护层与底层材料之间具有良好的附着力, 避免出现脱落现象。

施工结束后, 对修复区域进行适度降温固化, 确保其完全固化, 防止任何可能的结构损伤。此外, 制定定期检查和保养计划, 及时发现并处理潜在问题。同时, 对修复后的导流板进行定期性能评估, 确保其长期稳定运行。通过精心实施这些步骤, 我们不仅能快速、高效地修复受损导流板, 还能显著提升其性能。

三、技术创新点

我们的创新工艺在多个方面取得了重大突破, 具体如下:

(一) 安全性显著提升

无需动火作业, 从根本上消除了火灾隐患, 显著降低了事故发生的概率, 极大地保障了作业人员的生命安全。传统的焊补等修复工艺需要进行动火操作, 而在存在易燃物的除雾器区域, 这种操作极易引发火灾事故, 给作业环境和人员带来极大的风险。然而, 我们的创新工艺完全避免了动火环节, 从根本上杜绝了火灾的可能性, 使得作业环境的安全性得到了质的飞跃, 为作业人员提供了一个更加安全可靠的工作环境。

(二) 结构得到有效强化

碳化硅涂层的应用显著提升了导流板的耐蚀性和抗磨损能力。碳化硅材料具有极高的硬度和优异的化学稳定性, 能够有效抵御高温、高湿及腐蚀性烟气的长期侵蚀, 确保导流板在恶劣环境下依然保持卓越的性能表现。此外, 复合材料的加固作用也显著增强了导流板的整体结构强度, 提高了其抗变形能力, 使得导流板在使用过程中更加稳固耐用, 延长了其使用寿命。

(三) 成本得到有效控制

采用复合材料进行修复, 显著降低了原料及时间成本。与传统的衬瓷修复方法相比, 复合材料的价格相对较低, 且施工工艺简单便捷, 能够大幅缩短修复时间, 减少设备停机带来的经济损失。此外, 由于修复后的导流板使用寿命得到延长, 减少了后续的维护和更换频率, 进一步降低了长期的维护费用, 实现了经济效益的最大化, 为企业节约了大量的运营成本。

(四) 运营效率大幅提高

通过采用我们创新的修复工艺, 设备的停机时间得到了显著缩短, 这一变化直接促进了企业生产效率的全面提升。在传统的修复工艺中, 往往需要耗费较长的时间来完成设备的修复工作, 这不仅会导致企业的生产流程被迫中断, 还会对企业的经济效益产生不利影响。然而, 我们的创新工艺能够在相对较短的时间内高效完成修复任务, 使得设备能够迅速恢复至正常运行状态, 从而间接地推动了企业收入的稳步增长, 为企业带来了更为可观的经济效益。

(五) 劳动力成本降低

我们创新的修复工艺通过简化操作流程, 有效降低了对高技能工人的依赖, 同时也大幅减少了相关的培训成本。在传统的焊补等修复工艺中, 通常需要技术娴熟、经验丰富的焊工来进行操作, 而培养一名合格的焊工不仅需要投入大量的时间和精力, 还需要承担较高的培训费用。相比之下, 我们的创新工艺操作简便, 普通工人只需经过短期的培训即可胜任相关工作, 这不仅极大地提高了企业的经济效率, 还为企业节约了可观的人力成本。

(六) 环保效益突出

我们的创新工艺在环保方面表现尤为突出, 显著减少了能源消耗和有害气体的排放, 完全符合绿色生产的理念。在修复过程中, 该工艺无需动用大型设备, 也无需消耗大量的能源, 从而有效降低了能源的消耗量。此外, 由于修复后的导流板在净化烟气方面表现出更高的效率, 大幅减少了污染物的排放, 这不仅体现了企业对环境保护的重视, 也彰显了

企业在可持续发展方面的坚定承诺。

与市面上类似的碳化硅卷材工艺相比,我们的创新工艺展现出了明显的优势。碳化硅卷材在实际应用中存在可塑性较差的问题,容易出现翘边、衔接处存在缝隙等现象,导致其无法完全贴合原导流板,进而影响修复效果。而我们的工艺则采用涂刷含有碳化硅粒子的防护层,这种防护层能够更好地适应导流板的表面形状,确保防护层与导流板之间实现紧密贴合,从而大幅提升了修复质量,为企业提供了更为可靠和高效的修复解决方案。

四、效益评估

从经济效益、安全效益及社会效益三个方面来看,我们的创新工艺均取得了显著成效:

(一) 经济效益

从长远的角度来看,复合材料修复技术所带来的经济效益是极为显著的。具体而言,在成本控制方面,该工艺通过优化材料使用和施工流程,在钢材采购、焊接材料消耗、焊工人工费用以及施工工时等多个环节上实现了综合节约,累计节省成本约1万元人民币。这不仅直接降低了企业的生产成本,更为重要的是,由于该工艺的应用,企业的运营效率得到了显著提升,劳动力成本也随之下降,从而为企业创造了更为可观的经济价值。此外,修复后的导流板因其优异的性能和使用寿命的延长,大幅减少了设备更换的频率和相关费用,进一步降低了企业的长期运营成本,为企业实现可持续发展奠定了坚实的基础。

(二) 安全效益

在安全效益方面,复合材料修复工艺展现了其独特的优势。该工艺从根本上消除了传统修复过程中动火作业所带来的火灾风险,大幅降低了安全事故发生的概率,为企业的安全生产提供了强有力的保障。通过避免动火作业,彻底根除了传统修复工艺中潜在的火灾隐患,有效保障了作业人员和企业的财产安全。与此同时,该工艺的应用还显著改善了作业环境,减少了有害气体排放和光污染,为作业人员营造了一个更加安全、健康的工作环境,提升了员工的工作满意度和企业的整体安全管理水平。

(三) 社会效益

在社会效益方面,复合材料修复工艺同样表现突出。首先,在环境保护方面,该工艺完全符合绿色生产和低碳发展的理念,有助于推动生态文明建设。通过提高烟气净化效率,大幅减少了污染物的排放,降低了对环境的负面影响,提升了企业的环保形象和社会责任感。其次,在就业促进方面,

该工艺的推广和应用带动了防腐产业链的快速发展,创造了大量的就业岗位,为缓解社会就业压力、促进经济增长做出了积极贡献。此外,该技术的广泛应用还产生了显著的技术溢出效应,激发了行业内企业的创新意识,推动了整个行业的技术进步和创新发展,为社会的科技进步和产业升级注入了新的活力。

五、结语

回顾创新历程,我们深感自豪。这项无需动火的导流板修复工艺不仅解决了传统修复方法的高风险问题,更为环保设备维护开辟了新途径。通过非热作业及高效复合材料修复方案,我们成功应对了长期存在的腐蚀挑战,保障了设备的稳定运行,为环保事业作出了积极贡献。

展望未来,我们将继续深挖技术潜力,推动技术革新。在材料方面,进一步研发性能更优异的复合材料和防护涂层,提高导流板的耐蚀性和耐磨性;在工艺方面,不断优化修复流程,提高修复效率和质量。同时,加强与企业和科研机构的合作,扩大该工艺的应用范围,为更多的企业提供安全、高效的导流板修复解决方案。让我们携手共进,共同为构建美丽中国、实现可持续发展目标而努力。

[参考文献]

- [1]郭俊海,袁洪涛,武彬,等.某发电企业660 MW燃煤机组脱硫吸收塔流场优化模拟研究[J].山东化工,2023,52(08):262-268.DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2023.08.038.
- [2]曹建军,庄文军,傅继敏.台山电厂5号(630 MW)机组脱硫系统提效改造及烟气流场数值模拟[C]//《环境工程》编委会,工业建筑杂志社有限公司.《环境工程》2019年全国学术年会论文集(下册).广东国华粤电台山发电有限公司;东南大学能源与环境学院;,2019:673-679.
- [3]刘文涛.脱硫吸收塔入口烟道积垢的原因分析及处理措施[J].河北电力技术,2012,31(S1):36-37.
- [4]雷达.FGD装置腐蚀与磨损防护应用分析[J].山东化工,2011,40(10):60-63+65.DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2011.10.019.
- [5]郑卫京,侯锐钢.烟气脱硫装置的腐蚀与防护[C]//中国工业防腐蚀技术协会,第三届中国国际腐蚀控制大会组委会,《全面腐蚀控制》编辑部,《中国防腐信息》编辑部.第三届中国国际腐蚀控制大会技术推广文集.天华化工机械及自动化研究设计院;华东理工大学华昌聚合物有限公司;,2005:288-310.