

基于系统思维的钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理优化策略

杨月强 刘伟

日照市土地发展集团有限公司 山东 日照 276800

摘要：随着钢铁行业超低排放改造的深入推进，脱硫脱硝系统作为大气污染治理的核心环节，其安全管理面临多重挑战。本文聚焦基于系统思维的钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理优化策略。系统思维强调从整体视角看待问题，对钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理意义重大，关乎人员生命、设备运行、环保及经济效益。当前，该系统安全管理存在风险评估不全面、预防控制措施落实不到位、应急响应机制不完善、跨部门协作不畅、技术手段落后等问题。为此，并提出构建全面风险评估体系、强化预防控制措施落实、完善应急响应机制、加强跨部门协作与沟通、引入先进技术手段等优化策略，以提升钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理水平。

关键词：系统思维；钢铁厂；脱硫脱硝系统；安全管理；优化策略

引言：钢铁行业作为国民经济的重要支柱产业，在生产过程中会产生大量含硫、含氮污染物，脱硫脱硝系统成为钢铁厂环保的关键环节。然而，脱硫脱硝系统涉及复杂工艺与众多设备，安全管理面临诸多挑战。系统思维强调从整体出发，综合考虑各要素间的相互关系与作用，为解决脱硫脱硝系统安全管理问题提供了新思路。通过系统思维，能够全面审视安全管理中的各个环节，发现问题，制定更具针对性和有效性的优化策略。

1 基于系统思维的钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理的重要性

1.1 保障人员生命安全

钢铁厂脱硫脱硝系统涉及多种危险物质与复杂工艺，如高温、高压、有毒有害气体等。系统思维下，安全管理需全面考虑人员操作环境、设备安全防护及应急救援等环节。通过完善安全制度、加强培训教育、配备防护装备等措施，能有效降低事故发生概率，减少人员伤亡风险。保障人员生命安全是企业发展的基石，只有员工安全得到保障，才能全身心投入生产，为企业创造价值。

1.2 确保设备稳定运行

脱硫脱硝系统设备众多且相互关联，一个环节出现问题可能引发连锁反应，影响整个系统运行。系统思维强调从整体出发，对设备进行全生命周期管理，包括选型、安装、调试、运行维护等。通过建立设备监测体系、制定科学维护计划、及时处理故障隐患，可确保设备稳定运行，避免因设备故障导致的生产中断和环境污染，保障钢铁厂生产的连续性和稳定性。

1.3 提升环保效益

随着环保要求日益严格，钢铁厂脱硫脱硝系统承担

着重要的减排任务。系统思维将环保目标融入安全管理全过程，从源头控制污染物产生，优化工艺流程，提高脱硫脱硝效率。通过加强系统运行监控、及时调整参数、确保环保设施达标排放，可有效减少二氧化硫、氮氧化物等污染物排放，改善周边环境质量，提升企业环保效益和社会责任感。

1.4 促进经济效益提升

良好的脱硫脱硝系统安全管理能为企业带来直接和间接的经济效益。直接方面，稳定运行的设备和高效的环保处理可避免因环保不达标而产生的罚款，降低生产成本。间接方面，提升企业环保形象有助于增强市场竞争力，拓展业务领域，吸引更多客户和投资^[1]。

2 基于系统思维的钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理存在的问题

2.1 风险评估不全面

当前脱硫脱硝系统风险评估存在明显局限性。在评估范围上，多聚焦于系统主要设备与常规运行环节，对辅助设备、备用部件以及系统与外部环境的交互影响考虑不足。例如，未充分评估周边环境变化对系统进气质量的影响。评估方法上，过度依赖经验判断，缺乏定量分析与科学模型支撑，难以精准量化风险发生的概率与影响程度。而且，风险评估缺乏动态性，未随着系统运行时间、设备老化程度以及工艺改进等因素及时更新，导致一些新出现的风险无法被及时识别，为系统安全埋下隐患。

2.2 预防控制措施落实不到位

尽管制定了脱硫脱硝系统安全预防控制措施，但执行情况不容乐观。部分员工安全意识淡薄，对预防措施的重要性认识不足，存在违规操作行为，如未按规定进

行设备巡检、操作参数设置错误等。企业管理层对预防措施落实的监督力度不够，缺乏有效的考核机制，无法确保各项措施严格执行。

2.3 应急响应机制不完善

脱硫脱硝系统应急响应机制存在诸多漏洞。应急预案的编制缺乏科学性与实用性，多以理论框架为主，未充分考虑实际突发情况的复杂性与多样性，对应急处置流程、责任分工等描述不够详细。应急资源储备不足且管理混乱，应急物资的种类、数量不能满足实际需求，存放位置不合理，导致紧急情况下无法快速调配使用。同时，应急演练缺乏实战性，演练频率低且场景设置单一，员工对应急流程不熟悉，在真正发生事故时难以迅速、有序地开展救援工作，容易延误最佳处置时机，扩大事故损失。

2.4 跨部门协作不畅

脱硫脱硝系统安全管理涉及多个部门，但部门间协作存在诸多问题。各部门往往以自身工作为中心，缺乏全局观念与协同意识，在处理系统安全问题时存在推诿扯皮现象。信息沟通不畅是突出问题，部门之间缺乏有效的信息共享机制，数据传递不及时、不准确，导致信息孤岛现象严重。例如，生产部门发现设备异常但未及时告知安全部门，影响安全隐患的及时处理。

2.5 技术手段落后

随着脱硫脱硝系统技术不断发展，现有安全管理技术手段已难以满足实际需求。监测设备精度不高、功能单一，无法实时、准确地获取系统运行的关键参数，如气体成分、设备温度等，难以及时发现潜在的安全隐患。自动化控制水平较低，对系统运行状态的调整多依赖人工操作，效率低下且容易出错。数据分析能力薄弱，缺乏先进的数据分析技术与智能决策系统，无法对海量监测数据进行深度挖掘与分析，不能为安全管理提供科学依据与决策支持，使得安全管理更多依赖经验，缺乏前瞻性与精准性^[2]。

3 基于系统思维的钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理优化策略

3.1 构建全面风险评估体系

(1) 拓宽风险评估范围。不仅要关注脱硫脱硝系统的主要设备，如脱硫塔、脱硝反应器等，还要对辅助设备、备用部件以及系统与外部环境的交互影响进行评估。例如，评估周边工厂排放对系统进气质量的影响，以及极端天气对室外设备运行的潜在风险。同时，考虑人员操作因素，分析不同技能水平员工操作设备可能引发的风险。(2) 采用多元化评估方法。结合定性分析与

定量分析，运用故障树分析、层次分析法等科学模型，精准量化风险发生的概率与影响程度。定期收集系统运行数据，通过大数据分析技术挖掘潜在风险模式，为风险评估提供数据支持。此外，引入专家评估与模拟实验，借助专业知识和实践经验，对复杂风险进行深入剖析，提高评估结果的准确性。(3) 建立动态风险评估机制。随着系统运行时间、设备老化程度以及工艺改进等因素的变化，风险状况也会发生改变。因此，要定期对风险评估体系进行审查与更新，及时纳入新出现的风险因素。同时，实时监测系统运行状态，当关键参数发生异常波动时，迅速启动风险评估程序，评估风险等级并采取相应措施，确保系统始终处于安全可控状态。

3.2 强化预防控制措施落实

(1) 加强员工安全意识培训。定期组织脱硫脱硝系统安全知识讲座与案例分析会，通过真实事故案例让员工深刻认识到违规操作的严重后果，增强其安全责任感与风险防范意识。开展针对性技能培训，根据不同岗位需求，制定详细的培训大纲，提升员工对设备操作、维护保养以及应急处理等方面的技能水平，确保员工能够熟练掌握并正确执行各项预防控制措施。(2) 完善监督考核机制。建立专门的监督小组，定期对预防控制措施的执行情况进行检查，包括设备巡检记录、操作参数设置、安全防护用品使用等方面。制定科学合理的考核指标与奖惩制度，对严格执行预防控制措施的员工给予物质奖励与精神表彰，对违规行为进行严肃处罚，形成有效的激励约束机制，促使员工自觉遵守安全规定。(3) 持续优化预防控制措施。成立由技术专家、一线员工等组成的研究小组，定期对系统运行数据与安全状况进行分析总结。根据分析结果，结合行业最新技术与管理经验，对现有的预防控制措施进行评估与改进，确保措施的针对性与有效性。同时，鼓励员工提出合理化建议，对于切实可行的建议给予采纳并实施，形成全员参与、持续改进的良好氛围。

3.3 完善应急响应机制

(1) 优化应急预案。组织专业人员结合钢铁厂脱硫脱硝系统的实际运行情况与潜在风险，对应急预案进行全面修订。细化应急处置流程，明确每个环节的具体操作步骤、责任人和时间要求，确保在紧急情况下能够迅速、有序地开展救援工作。同时，增加预案的灵活性，针对不同类型的突发事件，制定差异化的应对策略，提高预案的适用性。定期对应急预案进行演练和评估，根据演练中发现的问题及时进行调整和完善。(2) 强化应急资源管理。建立应急物资动态管理台账，详细记录

应急物资的种类、数量、存放位置和使用状态等信息，确保物资管理清晰有序。根据系统运行特点和风险评估结果，合理储备应急物资，并定期进行检查和维护，保证物资的质量和性能。加强与供应商的合作，建立应急物资快速供应渠道，确保在紧急情况下能够及时补充物资。此外，还要配备专业的应急救援设备，并定期组织培训，使相关人员能够熟练掌握设备的使用方法。（3）提升应急演练实效。制定科学合理的应急演练计划，增加演练的频率和场景设置，涵盖各种可能的突发事故情况。采用实战化演练方式，模拟真实的事故场景，让参与人员在紧张的氛围中锻炼应急处置能力。演练结束后，及时组织复盘总结，分析演练中存在的问题和不足，提出改进措施，并将演练成果转化成实际应急能力，不断提高应急响应水平。

3.4 加强跨部门协作与沟通

（1）搭建统一沟通平台。借助信息化技术，构建一个涵盖脱硫脱硝系统相关各部门的综合沟通平台，如专门的内部管理系统或即时通讯群组。在这个平台上，各部门可以实时共享系统运行数据、安全检查报告、设备维护计划等重要信息，打破信息壁垒，实现信息的透明化和及时传递。同时，设置专门的讨论板块，方便各部人员就系统安全问题展开交流与探讨，及时解决工作中出现的沟通不畅问题。（2）明确协作职责与流程。制定详细的跨部门协作工作手册，清晰界定每个部门在脱硫脱硝系统安全管理中的职责和权限，避免出现职责不清导致的推诿扯皮现象。同时，规范协作流程，明确在面对不同类型的安全问题时，各部门应如何启动协作机制、如何进行任务分配和协调配合等。通过明确的职责和流程，提高跨部门协作的效率和规范性。（3）开展跨部门培训与团队建设活动。定期组织跨部门的联合培训，让不同部门的员工了解彼此的工作内容和流程，增进相互之间的理解和信任。同时，开展团队建设活动，如户外拓展、主题聚会等，增强部门之间的凝聚力和协作意识，营造良好的合作氛围，使各部门在面对脱硫脱硝系统安全问题时能够心往一处想、劲往一处使，形成强大的工作合力。

3.5 引入先进技术手段

（1）运用智能监测技术。在脱硫脱硝系统的关键设

备和环节安装高精度传感器，如气体成分传感器、温度传感器、压力传感器等，实现对系统运行参数的实时、精准监测。借助物联网技术，将这些传感器与监控中心相连，使管理人员能够随时随地获取系统运行数据。同时，利用大数据分析技术对海量监测数据进行深度挖掘，通过建立数据模型和分析算法，及时发现数据中的异常波动和潜在风险，提前发出预警信号，为安全管理提供有力支持。（2）引入自动化控制技术。采用先进的分布式控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC），对脱硫脱硝系统的工艺流程进行自动化控制。根据预设的参数和逻辑，系统能够自动调整设备运行状态，确保各项指标稳定在安全范围内。此外，自动化控制技术还可以实现设备的远程操作和故障自诊断，减少人工干预，降低人为操作失误带来的安全风险，提高系统的运行稳定性和安全性。（3）借助虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术。利用VR技术开展安全培训和应急演练，为员工创造逼真的虚拟事故场景，让员工在沉浸式体验中学习应急处理技能，提高培训效果和员工的应急反应能力。AR技术则可用于设备维护和检修，通过在现实场景中叠加虚拟信息，为维修人员提供详细的设备结构、操作步骤和故障诊断提示，提高维修效率和准确性，保障系统的安全运行^[3]。

结束语

基于系统思维对钢铁厂脱硫脱硝系统安全管理进行优化，是保障系统稳定运行、实现企业可持续发展的必然要求。通过构建全面风险评估体系、强化预防控制措施落实、完善应急响应机制、加强跨部门协作沟通以及引入先进技术手段等一系列策略，能够从整体上提升系统安全管理的水平，有效应对各类安全风险。然而，安全管理是一项长期而艰巨的任务，需要持续投入和不断改进。

参考文献

- [1]陈超鹤.钢铁企业烧结烟气脱硫方法的分析与应用[J].科技创新与应用,2021(23):144-145
- [2]覃毅强,黎柳升,陈阳.我国钢铁工业烧结烟气脱硫工艺的应用[J].冶金环境保护,2022(4):241-245
- [3]周秀银,张志涛,闫涛.石灰-石膏法在烧结烟气脱硫中的应用[J].中国环境管理干部学院学报,2021,20(5):43-46