

石油化工工程安装安全技术质量管理对项目成效的影响及优化

汤斌

浙江嘉吉石化工程有限公司, 浙江 湖州 313100

DOI:10.61369/ME.2025110049

摘 要 : 本文围绕石油化工工程安装的安全技术质量管理展开。阐述其涵盖的安全、技术、质量三方面及集成性、系统性、动态性特征, 介绍特殊工况下的应对措施, 分析对施工进度和经济效益的影响, 还提及相关标准差异、多种技术应用以及管理体系构建等内容。

关 键 词 : 石油化工; 安全技术质量; 工程安装

The Impact and Optimization of Safety Technology Quality Management in Petrochemical Engineering Installation on Project Effectiveness

Tang Bin

Zhejiang Jiaji Petrochemical Engineering Co., Ltd, Huzhou, Zhejiang 313100

Abstract : This paper focuses on the safety technology and quality management of petrochemical engineering installation. On the three aspects of the safety, technology and quality of the cover and integrated, systematic and dynamic characteristics, introduce measures under special working conditions, analysis of the influence of the construction progress and economic benefits, also reference to relative standard difference, a variety of technology application and management system to build content.

Keywords : petrochemical industry; safety technology quality; engineering installation

引言

石油化工工程的安全技术质量管理至关重要, 涵盖安全、技术和质量三个核心方面, 具有集成性、系统性和动态性特征。近年来, 我国相关部门陆续颁布一系列政策加强化工行业安全管理 (如《危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》2020年)。在此背景下, 安全技术质量管理在石油化工工程中的作用愈发凸显, 从工程安装面临的特殊工况, 到对施工进度、经济效益的影响, 再到与国际国内标准适配、新技术应用以及管理体系构建等方面, 都需要深入研究和探讨, 以确保石油化工工程的安全、高效和高质量完成。

一、石油化工工程安全技术质量管理基本理论

(一) 安全技术质量管理内涵与特征

安全技术质量管理是石油化工工程的关键环节, 它涵盖了安全、技术和质量三个重要方面。安全是基础, 强调在工程建设中对人员、设备和环境的保护, 预防事故发生^[1]。技术是手段, 涉及工程所采用的工艺、设备及操作方法等, 确保工程符合行业标准和规范。质量是目标, 追求工程在功能性、可靠性和耐久性等方面达到预定要求。其具有集成性特征, 将安全、技术和质量要素有机融合, 相互关联和影响。系统性体现为它贯穿工程的规划、设计、施工和验收等各个阶段, 形成一个完整的管理体系。动态性表现在需根据工程进展、技术发展和外部环境变化不断调

整和优化管理策略, 以适应新的要求。

(二) 石油化工安装工程的特殊要求

石油化工安装工程常面临高温高压、易燃易爆介质等特殊工况。在高温高压环境下, 材料的性能可能发生变化, 如强度降低、变形增大等, 这就要求在选材上严格把关, 确保所选材料能适应这种恶劣条件^[2]。同时, 安装过程中的焊接、密封等工艺也需要更高的标准, 以防止泄漏等安全隐患。对于易燃易爆介质, 要特别注意防火、防爆措施。安装区域需合理规划, 设置防火分隔, 电气设备应具备防爆性能。在施工过程中, 严禁烟火, 严格控制动火作业, 并配备完善的消防设施和应急救援设备, 以保障人员和设备的安全。

二、安全技术质量管理对项目成效的作用机制

（一）对施工进度的影响路径

石油化工工程安装中，安全技术质量管理对施工进度有着重要影响。质量控制方面，严格的质量标准确保各工序符合要求，避免因质量问题导致的返工，从而保障施工进度的连续性^[3]。例如，精确的管道焊接质量控制，能减少后续泄漏检测不合格而进行的返修时间。安全隐患整改同样关键，及时排查和消除安全隐患，可避免因安全事故造成的停工整顿。如对施工现场的电气设备进行定期安全检查，防止因电气故障引发火灾等事故导致施工中断。同时，安全隐患整改过程中合理的措施安排，也能与正常施工工序有效衔接，不至于过度影响施工进度。总之，质量控制和安全隐患整改通过保障施工的正常进行和工序的有效衔接，对施工进度起到了积极的推动作用。

（二）对经济效益的综合作用

安全技术质量管理对项目经济效益有着重要的综合作用。构建质量成本模型可有效量化相关影响。质量缺陷返工直接增加成本，包括材料、人工及时间成本等，这会降低项目的利润空间，从而对投资回报率产生负面影响^[4]。安全事故损失更是涉及多方面，如人员伤亡赔偿、设备损坏维修或更换、工程延误导致的机会成本等。这些都会大幅增加项目的支出，严重降低投资回报率。只有通过有效的安全技术质量管理，减少质量缺陷和安全事故，才能提高项目的经济效益，确保投资回报率的稳定和增长。

三、石油化工项目安全质量影响因素分析

（一）管理机制的影响

1. HSE 管理体系实施效能

HSE 管理体系在石油化工项目中至关重要。其实施效能受多种因素影响。从 PDCA 循环角度来看，在计划（Plan）阶段，需明确安全质量目标及标准，但部分企业可能计划不完善，导致后续执行偏差^[5]。在执行（Do）过程中，人员对 HSE 体系的理解和执行力度不足，如操作不规范等问题时有发生。检查（Check）环节，监督机制可能存在漏洞，无法及时发现所有违规行为。而在处理（Act）阶段，对发现的问题整改不彻底，未能形成有效的经验反馈，使得类似问题反复出现，影响 HSE 管理体系的实施效能，进而对石油化工项目安全质量产生不利影响。

2. 技术标准规范适用性

国际 API 标准与国内规范在特殊装备安装中存在适配差异。API 标准具有广泛的国际认可度，其在一些特殊装备的设计、制造和安装细节上可能更为灵活和先进，能更好地适应某些高端或复杂工艺的要求^[6]。例如在深海石油开采装备安装方面，API 标准可能对特殊环境下的材料性能和安装工艺有更详细的规定。而国内规范则是结合我国国情和行业发展特点制定的，更注重对普遍性问题的规范和解决，在一些通用装备安装上可能适用性更强。在实际石油化工项目中，需根据项目具体情况和需求，合理参考两种标准规范，以确保特殊装备安装的安全质量达到最佳效果。

（二）技术执行的影响

1. 焊接工艺质量管控

数字化射线检测技术在石油化工压力管道焊缝检测中具有重要作用^[7]。该技术能够对焊缝内部缺陷进行精确检测，通过对焊缝图像的分析，确定是否存在气孔、夹渣、未熔合等缺陷。与传统检测方法相比，数字化射线检测具有更高的分辨率和灵敏度，可有效提高检测的准确性和可靠性。同时，该技术还能实现检测数据的数字化存储和管理，便于后续的查询和分析。在实际应用中，需合理选择检测参数，如射线能量、曝光时间等，以确保检测效果的最佳化。通过运用数字化射线检测技术，可显著提升压力管道焊缝合格率，从而保障石油化工项目的安全质量。

2. 防爆电气安装监管

在石油化工项目中，防爆电气安装监管对安全质量至关重要。ATEX 认证体系为设备选型与安装验收提供了标准流程^[8]。在设备选型方面，要依据 ATEX 认证要求，确保所选设备适用于特定的危险区域，其防爆性能符合相应等级。对于安装验收，需严格检查电气设备的安装是否符合 ATEX 标准规范，包括布线是否合理、接地是否良好等。同时，监管过程要涵盖设备的整个生命周期，从采购到安装后的定期维护与检测，任何环节出现问题都可能影响防爆性能，进而危及项目的安全质量。只有严格执行 ATEX 认证体系下的相关流程，加强防爆电气安装监管，才能有效保障石油化工项目的安全稳定运行。

四、安全技术质量管理的优化路径

（一）技术创新应用

1. 智能化监测系统构建

在石油化工工程安装中，构建智能化监测系统至关重要。基于物联网开发实时应力监测与预警平台是关键举措^[9]。通过在关键部位安装应力传感器，可实时获取应力数据。利用物联网技术，将数据传输至监控中心。在监控中心，借助智能算法对数据进行分析处理。当应力值超出安全范围时，系统能及时发出预警信号。同时，该平台还可实现对历史数据的存储与分析，为后续工程安装提供参考依据。通过这种智能化监测系统的构建，能有效提高石油化工工程安装的安全技术质量管理水平，保障项目的顺利进行。

2. 数字孪生技术应用

数字孪生技术在石油化工工程安装安全技术质量管理中具有重要应用。通过构建物理实体的虚拟数字模型，可对工程安装过程进行全面模拟^[10]。该模型能够精确反映工程实际情况，包括设备布局、管道走向等。利用该技术可提前发现潜在的安全隐患和质量问题，如设备安装空间冲突、管道连接不合理等。同时，在模拟环境中可对不同的安装方案进行测试和优化，选择最佳方案以确保工程安装的顺利进行和高质量完成。这不仅提高了工程安

装的安全性和质量，还能有效减少后期的整改成本和时间延误，对项目成效产生积极影响。

（二）管理模式升级

1. 全过程协同管理机制

在石油化工工程安装中，构建全周期的质量责任追溯体系至关重要。这一体系涵盖设计、采购、施工到调试的各个环节。在设计阶段，明确设计标准和规范，确保设计文件的准确性和完整性，为后续工作提供坚实基础。采购过程中，严格把控设备和材料的质量，对供应商进行资质审核和产品检验。施工阶段，加强现场管理，规范施工操作，确保施工质量符合要求。调试阶段，对系统进行全面检测和调试，及时发现并解决问题。通过这样的全周期质量责任追溯体系，能够实现各环节的有效衔接和协同管理，提高工程安装的安全技术质量水平，保障项目的顺利实施和成效。

2. 风险分级管控体系

实施 JHA+SCL 组合分析法开展动态风险评估是优化风险分级管控体系的重要举措。JHA（工作危害分析）侧重于对作业活动的每一步骤进行潜在危害识别，SCL（安全检查表分析）则针对设备设施等进行系统检查。通过两者结合，能全面且动态地评估风险。在石油化工工程安装中，对于复杂的工艺流程和众多设备，这种组合分析可精准定位风险点。例如在管道安装作业中，JHA 分析焊接步骤可能出现的烫伤、弧光伤害等风险，SCL 检查表确保焊接设备的安全性。依据分析结果，对风险进行分级，采取针对性的管控措施，从而有效提升安全技术质量管理水平，保障项目顺利进行。

（三）制度保障建设

1. 标准化作业程序优化

在石油化工工程安装中，需制定模块化施工方案与标准化验收清单以优化安全技术质量管理。模块化施工方案应依据工程特点与需求进行科学规划，明确各模块的施工流程、技术要求及质

量标准，确保施工过程的有序性与规范性。同时，标准化验收清单要涵盖工程的各个环节，包括设备安装、管道铺设、电气系统等，详细列出验收项目、标准及方法。通过严格执行该清单，可及时发现施工中的安全与质量问题，并采取有效措施加以解决，从而保障工程安装的安全与质量，提升项目成效。

2. 应急响应机制完善

建立三级响应体系，明确各级职责与响应流程。一级响应针对重大安全技术质量事故，迅速启动全面应急措施，集中资源进行处理；二级响应针对较严重情况，相关部门协同应对；三级响应针对一般性问题，基层人员及时处理并上报。同时，推进桌面推演与实战演练的常态化机制。通过定期的桌面推演，模拟各种可能的安全技术质量事故场景，让各部门熟悉应急流程和自身职责。实战演练则在实际环境中检验和提升应急能力，包括人员的应急操作技能、部门间的协调配合能力等，确保在实际发生事故时能够迅速、有效地响应，保障石油化工工程安装的安全与质量。

五、总结

石油化工工程安装安全技术质量管理对项目成效至关重要。通过加强安全技术质量管理，能有效保障工程的顺利进行，提高项目的质量和效益，同时确保施工过程的安全。在实际操作中，技术创新可提升安装的精准度和效率，管理优化能合理调配资源、减少浪费，制度完善则为安全和质量提供坚实的保障。三者协同作用，可实现质量效益与安全绩效的共同提升。未来，随着大数据技术的发展，基于大数据的全过程智能管控系统具有很大的研究潜力。通过该系统，可实时监测工程安装的各个环节，及时发现并解决安全和质量问题，进一步提高石油化工工程安装的整体水平。

参考文献

- [1] 张佳琦. NY 集团 JG 换热站项目机电安装工程质量管理体系研究 [D]. 山东大学, 2023.
- [2] 刘直. LZ 项目机电安装工程施工管理优化研究 [D]. 吉林大学, 2021.
- [3] 张鑫. S 公司住宅接管项目的安装工程质量管理研究 [D]. 中国科学院大学, 2021.
- [4] 何小刚. GC 大厦机电安装工程项目施工安全风险管控研究 [D]. 兰州交通大学, 2022.
- [5] 李秀莲. HL 项目乙二醇装置安装工程的施工安全管理研究 [D]. 山东建筑大学, 2021.
- [6] 崔斌, 李志远. 石油化工设备安装技术及项目管理研究 [J]. 清洗世界, 2021, 37(06): 109-110.
- [7] 张庆瑞, 于海涛, 王云霞. 浅析石油化工设备安装技术及项目管理 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(14): 66-68.
- [8] 王宁. 石油化工设备安装技术及关联的项目管理探究 [J]. 中国设备工程, 2022, (04): 110-111.
- [9] 周健生. 石油化工安装工程施工质量管理分析 [J]. 石化技术, 2021, 28(01): 153-154.
- [10] 明希娟, 隋旭东. 石油化工项目安全管理的现状及优化研究 [J]. 现代职业安全, 2023, (07): 69-71.