

Try to analyze the engineering quality management strategy of petroleum and chemical construction projects

Hongwei Li

Sinopec Catalyst Co., Ltd., Beijing, 101102, China

Abstract

Petrochemical projects involve diverse technical disciplines and complex site conditions, which can significantly impact project quality. These operations carry notable safety risks including high temperatures, pressure, flammability, explosiveness, and toxic hazards. Therefore, during actual project implementation, relevant organizations must prioritize quality management initiatives. This entails analyzing project-specific influencing factors, establishing a robust HSE (Health, Safety, and Environment) management system, and ensuring effective control across all operational phases. Such comprehensive measures can guarantee both construction quality and secure, stable post-construction operations. To address these challenges, this study outlines the significance of quality management in petrochemical project development, examines common influencing factors, and proposes practical quality assurance strategies for industry professionals to reference.

Keywords

petrochemical industry; construction project; quality management

试析石油化工建设项目工程质量管理策略

李红卫

中国石化催化剂有限公司, 中国·北京 101102

摘要

石油化工项目涉及众多工种, 场地条件复杂, 会影响到工程项目的质量, 存在高温高压、易燃易爆、有毒有害等显著安全风险。因此在具体的工程项目中, 相关单位要关注质量管理工作的建设, 分析项目存在的影响因素, 建立健全HSE(健康、安全、环境)管理体系, 实现各环节的有效把控, 可以实现项目的建设质量和后续的安全稳定运行。鉴于此, 开展本文的研究工作, 简单概述石油化工项目建设中质量管理的意义, 分析常见的影响因素, 提出几点有效的质量管理措施, 以供相关人员参考。

关键词

石油化工; 建设项目; 质量管理

1 引言

石油化工建设项目施工过程中环境复杂、工艺多样, 导致施工难度大, 很容易出现风险隐患, 影响到施工人员的安全性和工程的整体质量, 因此实施全过程质量管控尤为关键。在质量管理工作中, 施工单位要从材料、设计等各个方面入手, 优化工程设计, 选择合适工艺, 开展全过程管控, 完善管理机制, 识别、评估、控制和消除质量与安全风险隐患, 从而保障施工作业的安全性和稳定性, 实现预期的质量目标。

2 石油化工建设项目工程质量管理意义

石油化工工程项目在建设的过程中加强质量管理工作,

有助于保障人员安全, 严格制定相关的规章制度和标准规范, 提高施工人员的重视, 强化他们的安全意识和质量管控意识, 确保施工队伍能够严格按照施工方案和技术标准进行操作, 可以减少人为因素的影响, 也能保障人员安全。

其次, 通过强化全过程质量管控, 有助于提高工程的建设效率。建设阶段, 随着质量控制工作的执行, 各参与主体能够在基础之上明确自身的具体职责, 严格履行责任, 加强有效管控, 可以减少安全事故的发生, 从而提升工程施工的效率和品质^[1]。

3 石油化工建设项目工程质量管理的影响因素

3.1 施工材料影响

石油化工工程项目建设过程中, 施工材料对工程质量有着重要的影响, 然而在具体的项目中, 材料与设备因素导致质量缺陷。首先在材料方面, 原材料的材质规格与设计要求并不符合, 或者一些材料存在出厂缺陷。然而在施工过程中

【作者简介】李红卫(1981-), 男, 中国河北保定人, 本科, 高级工程师, 从事工程项目管理研究。

中并未及时剔除这些不达标材料,因此导致石油化工项目出现管道腐蚀、设备失效等一系列质量问题^[2]。其次,在设备采购与验收环节存在疏漏的情况,大型设备采购时,单位并没有严格地审核供应商的资质。在进场验收时,并没有严格执行相关流程,因此一些不合格的设备进入施工环节,引发质量问题。此外,材料的存储与防护也有着特殊要求,一些材料的环境不符合要求会出现质量问题,直接影响后续的性能。例如,一些焊条、密封垫片的保存环境中,温度湿度控制不合理,导致焊条受潮垫片老化,影响后续的使用。

3.2 施工设计影响

石油化工建设项目有着极强的专业性,因此对设计单位的专业水平有着较高的要求。然而目前来说,在设计环节,石油化工企业的严选力度不足,选择的设计单位资质水平参差不齐。一些设计单位提交的方案并不合理,在施工中面临着频繁设计变更的问题,严重影响到石油化工建设项目的施工质量。在设计审查环节,特别是关键安全仪表系统(SIS)设计、HAZOP分析等高风险设计审查中,缺乏具备足够资质和经验的专业人员深度参与,审查流于形式,缺乏专业人员开展全面评审工作,难以及时发现其中存在的漏洞问题,也会影响到后续的施工进度和整体质量。设计阶段是进行HAZOP(危险与可操作性分析)、SIL(安全完整性等级)定级与验证的关键阶段,设计缺乏会引发源头性风险,必须严控。

3.3 施工工艺影响

施工过程中施工工艺的控制不当,会引发质量问题。尤其是石油化工建设项目,对专业性要求极高,因此需要严格遵守相关的技术规范,实现预期建设目标。焊接、热处理、压力试验、大型机组安装/对中的关键工序,需要进行工艺评定(PQR/WPQ)和焊接工艺规程(WPS),严格执行。然而在一些项目中,关键工序(如高压管道焊接、厚壁设备热处理、大型动设备安装)未严格执行经批准的工艺评定和工艺规程,或过程参数监控不到位。例如,在焊接时没有执行先预热再控制层间温度、后热的这一流程,导致焊接裂纹,影响到整体的质量^[3]。而一些并不成熟的新工艺的应用,由于缺乏相关的技术验证以及人员培训,因此使用时可能会出现操作不当的问题,引发质量风险。

3.4 管理漏洞影响

项目质量管理体系(尤其是QA/QC体系)存在架构不健全、职责不清晰、资源配置不足等问题。质量计划(ITP)未能有效覆盖所有关键活动,见证点(Hold Point/Witness Point)和停工待检点(Hold Point)执行不到位,导致过程失控。首先,石油化工建筑项目的管理体系,并没有覆盖到项目全生命周期阶段,制度内容更加倾向于后期管理,而缺乏在策划设计阶段的有效控制。而且一些项目会直接照搬成功的经验,并没有结合项目特点进一步优化,导致全过程质量管控体系存在漏洞。建设单位、施工单位、监理单位的质量责任

并没有明确,出现问题时互相推诿,难以及时追责,也会影响到施工过程中的严谨性。此外,全过程质量管控建设不足,缺乏对关键工序的过程管理。信息化工具的利用效果不佳,因此影响到质量管理的整体效率。

3.5 施工环境因素

石油化工建设项目在施工中会受到自然环境的影响,例如,一些极端天气导致混凝土浇筑的质量不佳,焊接出现问题。一些特殊的项目,例如海上、沙漠项目等环境特殊,如果防护不到位会影响设备的正常使用。沿海地区具有高湿度、高盐雾的环境特征,对金属具有一定的腐蚀性,严重腐蚀而出现结构强度下降。需要选择耐蚀金属材料,做好表面处理。高温地区太阳辐射强烈,环境温度常年较高,在这样的环境下,石油化工设备与管道内的介质温度升高,增加了设备的运行压力,对设备的密封性能提出了更高要求。高寒地区冬季漫长且寒冷,材料的物理性能会发生显著变化,金属材料的韧性降低,脆性增加,容易发生冷脆断裂。在外部环境中,相关的政策与标准变化,如果设计施工没有及时调整,导致项目投产后不达标,会耗费更多的资金和时间。

4 石油化工建设项目工程质量管理的有效措施

4.1 加强施工材料管理

为了保证石油化工建设项目符合预期的质量要求,施工单位需要加强对材料的管控,做好前期的准备工作。首先打造全链条管理模式。在前期采购阶段,施工方需要选择具有石油化工行业资质的供应商签订合同,明确材料的相关标准。严格执行材料进场验收程序,核对质量证明文件(MTC/MTR),进行外观检查、尺寸测量,必要时进行复验(如光谱分析、机械性能试验、无损检测),确保材料可追溯性。关键材料须经监理/业主批准,要及时剔除其中不合格的材料。考虑到材料特点,还需要采取商量的存储方案,设置合理的环境,加强材料管理,记录环境参数,保障材料的性能得到充分地发挥。其次,在设备方面,针对大型设备可以采用驻厂监造的方式,全程监督整个制造过程。设备进场以后,由专门人员检验设备情况,并进行性能测试,确保其符合要求才可投入使用^[4]。

4.2 优化工程设计

在工程项目的设计环节,需要加强质量控制,优化设计方案,做好充足准备工作,才能确保后续施工顺利进行,提高工程质量与安全管理的效率。首先,石油化工项目通过严格招标或议标程序,选择具备相应资质等级、丰富石化项目经验和良好业绩的设计单位,并明确要求其遵循的工程标准体系。针对设计方案,开展多专业联合评审,包括工艺设备、安全环保,并邀请行业专家参与到危险与可操作性研究分析中,避免其中存在缺陷^[5]。要及时发现问题,优化设计,减少后续变更的情况。其次,进行设计交底。施工前组织设计单位向施工监理单位交底,重点说明其中的关键工艺和质

量控制点,确保他们做好充足的准备。

4.3 加强施工过程管理

在施工过程中加强质量管控工作,需要关注施工工艺的合理应用。首先,评估技术方案的科学性和合理性,要严格参照国家级行业标准项目、可行性研究报告等。研究相关工艺的匹配路线,并进行模拟计算,专家评审进行验证。基于设计要求分析工程岩土地质资料,预测其中存在的不利因素。分析基坑降水、排水以及加固维护技术方案等的可行性,优化方案设计。施工前预测工程难度,指出其中难度比较大、位置特殊的节点,制定有效的检验方案,初期可增加检查密度,制定合理的检查时间表,做到及时发现问题、解决问题。

其次,对关键施工过程(如焊接、热处理、大型设备吊装/安装)实施严格的过程参数实时监控与记录,建立自动报警机制,确保工艺参数严格控制在批准的 WPS/ 规程范围内。例如,焊接过程中,预热、层间温度和后热是预防焊接裂纹、改善接头性能的关键工艺参数。

第三,加强施工过程的检测工作,每道工序结束后,及时检测,确保其符合设计要求。例如,在焊接中,开展外观质量检测和内部质量检测。内部检测中使用无损检测技术,射线检测(RT)用于检测内部缺陷,如气孔、夹渣、未熔合、裂纹;超声检测(UT)技术可以检测内部缺陷,如裂纹、未熔合、分层;磁粉检测(MT)技术用于检测表面/近表面缺陷,如裂纹、气孔;渗透检测(PT)用来检测表面开口缺陷,如裂纹、针孔。

第四,加强人员管理。施工单位要做好对人员的技术培训和安全管理,上岗前定期培训,增强施工人员的安全意识和自我保护意识,同时掌握现场的各项设备操作方法和技术的要点。确保施工过程中施工人员能够严格操作,全面进行提高施工质量。与此同时也能减少安全事故的发生,保障人员的安全。

施工单位构建完善的全过程质量管控机制,开展管控工作,从而提高施工质量的管理效率。首先,建立并有效运行覆盖项目全生命周期(概念设计、FEED、详细设计、采购、施工、调试、交付)的、符合 ISO 9001 标准的项目质量管理体系,核心是制定和执行详细的质量计划(IIP)。其次,施工阶段严格执行三检制,包括自检、互检和专检三个方面,由监理单位对隐蔽工程进行旁站监督。验收阶段需要严格按照国家和行业标准组织验收,如果项目没有达标,不能进入下一阶段。第三,建设质量终身责任制。在石油化工建设项目的全生命周期内,对项目质量承担责任的相关主体,需对其履职过程中因违法违规、失职渎职等行为造成的工程质量缺陷或事故,终身承担相应的法律责任、行政责任

和经济责任,不受项目竣工时间、责任人岗位变动或退休等因素的影响。第四,引进信息技术,搭建信息化管理平台,开展施工全过程的管控工作,从而提高工程质量与安全管理效率。在互联网、BIM 技术、人工智能等各项先进技术的支持下,创新原有的管理模式,关注现场的实施情况,开展有效管理。将 BIM 技术应用于碰撞检查、施工模拟、进度/质量管理协同环节,优化项目设计和施工质量、进度管理;物联网(IoT)应用,实现多个传感器互联,实时监测应力、温度、振动、环境参数,设置预警阈值,做好实时预警;质量管理软件(QMS)可以应用于文档管理、NCR 跟踪、数据分析缓解,提高管理的信息化和数字化。

4.4 加强施工环境与外部条件风险管理

石油化工建设项目在施工过程中,还会受到环境因素影响,导致项目质量不佳,可能引发安全事故。因此在质量管控工作中,还需要制定环境风险监控方案,有效应对各类风险降低影响。首先,针对项目所在地具体环境(气候、地质、水文、生态)和潜在自然灾害,在设计和施工方案中制定专项环境适应性措施和应急预案,并确保资源配备到位。其次,动态跟踪政策和相关标准。安排专人跟踪国家及行业标准的更新情况,及时调整设计和施工方案,同时与环保、应急部门沟通,确保项目符合要求。

5 结语

综上所述,相关单位完善石油化工项目的质量安全管理体系的建设,可以保障施工人员安全,提高整体的建设质量,保障石油化工项目安全稳定的运行。在具体项目中加强施工材料、工程设计工艺的管理,应用管理机制和环境风险等各方面的管控工作,形成完善的质量管控机制。质量文化建设、持续改进理念(如利用 NCR 数据进行根因分析 RCA)、数字化智能化技术的应用,可以合理提升石化工程质量管理效能。减少质量通病和事故的发生,提高石油化工工程项目的建设质量,确保后期能够安全稳定运行。

参考文献

- [1] 赵纲. 石油化工建设项目管理办法应用[J]. 化工管理, 2023, (15): 8-10.
- [2] 别墅. 石油化工工程项目建设的质量控制及安全管理探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(04): 27-28.
- [3] 裘学. 石油化工建设项目工程质量管理策略[J]. 化工管理, 2021, (28): 183-184.
- [4] 叶军平. 石油化工工程项目建设的质量控制及安全管理[J]. 化工管理, 2020, (33): 140-141.
- [5] 刘德新. 石油化工建设项目工程质量管理研究[J]. 化工管理, 2020, (29): 174-175.