

石油储罐防腐涂料施工策略

林 睿 (盘锦港集团有限公司第二分公司, 辽宁 盘锦 124211)

摘要: 本文以某厂石油储罐为例, 制定了详细的施工进度安排, 确保各环节有序衔接。遵循行业最高标准, 对涂料选择、表面处理、涂装环境等提出严格要求, 确保涂层与储罐基材的完美结合。通过实施本施工策略, 成功完成了石油储罐的防腐涂料施工任务。经检测, 涂层各项性能指标均优于设计要求。

关键词: 石油; 储罐; 防腐涂料

由于石油储罐长期暴露在复杂的外部环境中, 以及内部存储的石油产品本身具有腐蚀性, 这些都给储罐带来了严重的腐蚀风险。防腐涂料作为一种经济、实用的防腐手段, 在石油储罐的防护中扮演着不可或缺的角色。它通过形成一层致密的保护膜, 有效隔绝了储罐金属表面与腐蚀介质的直接接触, 大幅降低了腐蚀速率。要想充分发挥防腐涂料的功效, 合理的施工方案和严谨的施工过程控制显得尤为重要。

1 工程概况

表 1 石油储罐防腐涂料施工方案

项目	方案标准
防腐蚀要求	5 年以上
腐蚀因素分析	综合分析后确定涂料选择及施工方案
底材处理	人工打磨或喷砂除锈
底漆选择	氯磺化聚乙烯防腐蚀涂料 (改进型) 铁红底漆
底漆涂装道数	2 道
面漆选择	同类型氯磺化聚乙烯防腐蚀涂料 (改进型) 面漆
面漆涂装道数	2 道
涂层总厚度	120~140 μm
涂层厚度标准	符合大气防腐蚀涂层的一般厚度要求

本次施工目标是石油储罐, 底材为碳钢。储罐外壁面积 7000m^2 , 面临的主要腐蚀因素是大气、太阳紫外线、风雨等自然条件。为确保储罐长期稳定运行, 防腐蚀要求设定为 5 年以上。随后, 选用氯磺化聚乙烯防腐蚀涂料(改进型)铁红底漆进行两道涂装, 以形成坚实的底漆层。使用同类型的面漆进行 2 道涂

装, 形成面漆层。涂装完成后, 涂层总厚度将达到 $120\sim140\mu\text{m}$, 符合大气防腐蚀涂层的一般厚度要求。石油储罐防腐涂料施工方案见表 1。

2 施工进度安排

施工方应根据甲方的工期要求, 计划需要考虑到各种可能出现的意外情况, 并提前制定应对措施。只有管理有序, 才能保证施工进度不受影响。施工方应加强与甲方的沟通协作。在施工过程中, 应及时向甲方汇报工程进展情况, 并积极听取甲方的意见和建议。通过有效的沟通协作, 解决施工中遇到的问题, 确保工程按期完成。

先集中完成一个储油罐的全部防腐刷漆工作后再逐一完成其他各罐的防腐刷漆工作; 为确保甲方工期要求得到满足, 考虑到施工质量与技术性要求, 本次防腐涂料施工将采取“先集中、后分散”的原则。施工准备阶段, 完成所有施工材料的采购、检验与入库工作。对施工人员进行技术交底和安全培训。搭建临时设施, 包括脚手架、防护网等。对第一个储油罐进行彻底清洁和除锈处理。样板罐施工阶段, 集中全部施工力量, 优先对选定的样板罐进行底漆涂装。底漆涂装完成后, 进行必要的涂层厚度检测与修补工作。底漆干燥后, 进行面漆涂装, 同样保证涂层均匀、无缺陷。面漆涂装完成后, 进行整体检测, 包括涂层厚度、附着力等, 确保样板罐施工质量达标。在样板罐施工经验的基础上, 其他储罐按顺序进行施工。每个储罐都遵循“底漆涂装 - 检测 - 面漆涂装 - 整体检测”的流程。根据实际情况, 合理调配施工力量和资源, 确保施工进度均衡。防腐刷漆完成后, 进行整体验收和交接工作, 整理施工技术档案, 拆除临时设施并清理现场。

3 施工技术要求及验收标准

石油储罐在内底板及罐内壁下部沉积水部位, 采用表面电阻率不小于 10Ω 的绝缘防腐涂料, 并确保

涂层厚度不小于 $400\mu\text{m}$ ，以满足相关标准和规范的要求。根据安全和防腐需求，原油储罐的内壁部分应使用具有导静电功能的配合涂层，其涂膜厚度不宜低于 $350\mu\text{m}$ 。对中间产品罐，如粗汽油、粗柴油和石脑油贮罐等，可采取热喷涂层或导静电配合涂膜密封方式，或仅使用导静电配合涂料进行防护。涂层厚度根据区域不同，至少达 $400\mu\text{m}$ 。产品罐包括喷气燃油罐、汽油煤油柴油罐和苯类罐，选择合适的导静电防腐涂料。涂层总厚度不得小于 $200\mu\text{m}$ ，罐内底板及下部沉积水部位不少于 $300\mu\text{m}$ 。导静电防腐涂料中需添加非碳系导静电剂，如金属氧化物（如氧化锡包覆导静电剂）。涂料应具备良好的耐温稳定性，耐温性能不得低于 70°C 。

施工前彻底清洁储罐表面，确保无油污、锈蚀和其他杂质。涂料应充分搅拌均匀，无沉淀，确保涂层质量。严格控制涂装环境，避免在大风、雨雪、高湿度等恶劣天气条件下施工。涂层应平整、光滑、无气泡、针孔、流挂、开裂等缺陷。涂层颜色需一致，满足设计要求。使用涂层测厚仪检测涂层厚度，确保符合设计要求，并记录数据。若涂层厚度不足，需修补或重涂。

根据设计要求和标准，测试涂层的耐腐蚀性能。检查涂料生产厂家的质量证明文件，确保涂料质量达标。涂料应附带合格证、使用说明、检测报告等相关资料。

4 施工方法及施工工艺

经过深入的调研，发现国内在满足环保要求的同时，还需进一步优化储油罐除锈需求的施工方案。随着国家油罐建设的不断推进，大型储油罐的现场除锈和防腐喷涂工作需求日益凸显。

针对这一情况，公司采取了应对措施，为石化企业提供超高压水除锈机器人和喷涂机器人。这些机器人可以快速剥离并清洗罐体表面油污、锈蚀和旧漆层，配备的真空抽排系统还能回收废物。机器人除锈等级可达 $\text{Sa}2.5$ ，除锈效率为 $50\text{--}70\text{m}^2/\text{h}$ ，高效、环保、安全。

根据储油罐除锈规范，金属表面必须无锈蚀，满足相关标准。除锈需达到 $\text{Sa}2.5$ 级，即表面无油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层，仅允许轻微色斑。除锈后表面应平整均匀，无凹凸、划痕和锤击痕迹，粗糙度符合涂层施工要求。对焊缝、边角等难以除锈部位，需采取特别措施确保除锈质量。在喷砂除锈前，要彻底清洗储油罐，去除表面油污和其他杂质。除锈

完成后，要全面检查表面，确保除锈质量达标。对于除锈不彻底的部位，需修整或重新除锈，直至满足标准。检查时，用肉眼或 5 倍放大镜观察，对气孔、裂纹、脱落等缺陷需重新修整或补涂。

罐体表面涂前处理后，经过仔细清理、除锈之后，金属表面达到了理想的涂装状态，但此时的工作并未完成。为了确保防腐涂层能够充分发挥其保护作用，必须在规定的时间内进行底漆的涂装，而这个时间窗口通常被严格限定在表面处理后的 4h 之内。底漆在防腐涂层体系中不仅是整个涂层体系的基础，更是与金属表面直接接触的第一层防线。底漆能够有

涂装底漆时，应遵循“两底两面”原则，即涂装两遍底漆和两遍面漆。第一遍底漆封闭金属表面，防止氧化或污染；第二遍底漆增强涂层厚度和致密性，提高防腐性能。面漆则美化外观，提高耐候性。底漆应与金属和后续涂层相容，涂装前应清洁金属表面，涂装环境需适宜，涂装方法应合适，每遍涂层应有适当间隔时间。

5 施工安全措施

5.1 设专职安全员，负责安全管理，杜绝一切违章违规行为

表 2 专职安全员安全管理职责及绩效指标

序号	安全管理职责	绩效指标 / 数据
1	安全教育和培训	完成安全培训人数：100%
		培训时长：每人 8h
		通过安全考核比例：98%
2	施工现场监督检查	每日检查次数：3 次
		发现安全隐患数量：5 个 / 周
		隐患整改率：100%
3	安全规章 制度执行监督	违章违规次数：0 次 /d
		安全规章制度遵守率：100%
4	安全隐患排查与整改	重大隐患发现率：100%
		隐患整改及时率：95%
		整改后复查合格率：100%

5	安全事故应急处理	安全事故发生率: 0 次 /a
		应急预案演练次数: 2 次 /a
		应急响应时间: ≤ 5min
6	安全设施与劳保用品管理	安全设施完好率: 100%
		劳保用品发放率: 100%
		劳保用品使用率: 98%

在储罐防腐施工过程中,为了确保施工过程的安全,专门设立了专职安全员这一岗位。专职安全员将全面负责施工现场的安全管理工作,对施工现场进行不间断的监督检查,确保所有施工人员都严格遵守安全规章制度,杜绝一切违章违规行为。对于发现的安全隐患和问题,施工人员将立即采取措施进行整改和处理,以确保施工现场的安全。专职安全员安全管理职责及绩效指标见表2。

5.2 针对当天施工的具体情况,做好事故预想,并采取有效的防范措施

在储罐防腐施工过程中,由于施工环境的复杂性和不确定性,随时都可能发生各种意外情况。必须根据当天施工的具体情况,做好事故预想工作。包括对可能出现的危险因素进行识别和评估,建立了相关的应急预案和防范措施。需要对现场情况进行全面细致的了解和分析,同时也需要对各类事故的发生原因和机理进行深入研究。针对预想出的事故,应该建立应急预案,定期进行演练和培训,提高现场人员的应急处置能力。只有通过全面的预想和准备,才能确保储罐防腐施工的安全顺利进行。在施工前,安全技术人员需确保完成安全技术交底,让全体施工人员明白施工中的安全要求和注意事项。为保证安全,严禁携带火柴、打火机等易燃易爆物品进入厂区,同时禁止吸烟,以防火灾。违者立即清退,后果严重者追究刑事责任。特别注意,储罐防腐施工涉及易燃易爆物品和高温环境,必须遵守相关规定,严禁携带火源进入厂区,以防火灾或爆炸。违反规定者立即清退。

5.3 进入施工现场必须正确带好安全帽及劳动保护用品

所有在石油储罐防腐涂料施工现场的人员必须戴安全帽,确保帽带紧扣。根据环境选择合适的个人防护用品,并正确使用。高处作业、悬空作业或无安全

设施处,需佩戴安全带并确保保险钩扣好。作业中始终保持安全带佩戴,严禁解开或移除。禁止乱抛材料和工具。所有材料和工具应通过安全方式传递,防止物体打击。电动机械设备需安全检查,确保安全接地和防震装置有效。不符合安全要求的设备应停用维修或更换。非专业人员严禁使用机电设备。需专业培训并取得资格证后方可操作。

5.4 高空作业必须正确系好安全带,遇有大风天气超过6级时停止登高作业

在进行高空作业时,工作人员必须正确佩戴安全带。安全带应符合国家安全标准,且必须在使用有效期内。安全带应高挂低用,确保在发生意外时能够有效减轻冲击力,保护工作人员的安全。使用安全带前需检查,确保完好无损。登高作业前,检查脚踏物,确保承重能力强,无安全隐患。木电杆根部需检查,确保电杆稳定安全。严禁在易碎、易滑动顶棚上行走,以防坠落。遇6级以上大风,立即停止登高作业,因风力可能导致失稳和设施失效。大风过后,检查登高设施和安全设备,确认完好方可恢复作业。

6 结论

通过实施本施工策略,不仅成功完成了石油储罐的防腐涂料施工任务,而且经检测发现,涂层的各项性能指标均优于设计要求。本策略在提升涂层质量方面的显著效果。本石油储罐防腐涂料施工策略较为实用,它的成功实施不仅提升了储罐的耐腐蚀性能和使用寿命,还能为石油行业的安全生产提供施工基础。

参考文献:

- [1] 赵志广.石油储罐防腐措施的创新探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2023(017):043.
- [2] 李延军,卢少俊.储罐防腐蚀工程施工质量管理探讨[J].中国设备工程,2022(15):3.
- [3] 刘永昕.石油储罐防腐涂料施工策略[J].全面腐蚀控制,2022,36(1):2.
- [4] 胡新笛.大型原油储罐防腐涂装与施工工艺[J].全面腐蚀控制,2023,37(2):106-108.
- [5] 魏丽春.储油罐防腐施工方法及施工质量控制的策略[J].全面腐蚀控制,2022(008):036.
- [6] 卢少俊,等.高压水力除锈在大型金属原油储罐防腐施工中的应用[J].石油化工建设,2022(002):044.

作者简介:

林睿(1989-),男,汉族,辽宁盘锦人,中级职称,在职研究生,研究方向石油天然气工程。