

## 安全生产视域下石油管道防腐装备技术应用策略论述

郑建红, 齐永刚, 李涛, 李辉, 王建文

中油宝世顺(秦皇岛)钢管有限公司 河北秦皇岛

**【摘要】**本文聚焦安全生产视域下石油管道防腐装备技术应用策略,构建“概念解析-应用需求-核心策略-保障措施”的研究体系,提出基于装备选型适配、施工应用规范、运维监测智能、应急处置协同的应用策略,及支撑策略落地的保障措施。研究表明,科学应用防腐装备技术可使石油管道腐蚀故障率降低50%以上,安全运行周期延长60%,应急响应效率提升45%,为石油管道安全生产提供坚实技术支持,对保障能源运输安全具有重要意义。

**【关键词】**石油管道; 安全生产; 防腐装备技术; 应用策略

**【收稿日期】**2025年12月14日

**【出刊日期】**2026年1月5日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20260010

### Discussion on the application strategies of anti-corrosion equipment technology for oil pipelines from the perspective of work safety

Jianhong Zheng, Yonggang Qi, Tao Li, Hui Li, Jianwen Wang

Zhongyou Baoshishun (Qinhuangdao) Steel Pipe Co., LTD., Qinhuangdao, Hebei

**【Abstract】**This paper focuses on the application strategies of anti-corrosion equipment technology for oil pipelines under the perspective of safety production, establishing a research framework of "conceptual analysis - application requirements - core strategies - supporting measures." It proposes application strategies based on equipment selection compatibility, construction application standards, intelligent operation and maintenance monitoring, and coordinated emergency response, along with supporting measures to ensure the implementation of these strategies. The study demonstrates that the scientific application of anti-corrosion equipment technology can reduce the corrosion failure rate of oil pipelines by over 50%, extend the safe operation cycle by 60%, and improve emergency response efficiency by 45%. This provides robust technical support for the safe production of oil pipelines and holds significant importance for ensuring the security of energy transportation.

**【Keywords】**Oil pipeline; Work safety; Anti-corrosion equipment technology; Application strategy

石油管道作为能源运输的核心载体,其运行安全直接关系到能源供应稳定与周边环境安全。腐蚀是导致石油管道泄漏、破裂的主要隐患,可能引发火灾、爆炸、环境污染等安全事故,因此防腐装备技术的科学应用是安全生产的关键环节。当前石油管道防腐装备技术应用存在选型与环境适配不足、施工操作不规范、运维监测滞后等问题,约40%的管道安全事故与防腐装备应用不当相关,35%的防腐装备未充分发挥安全防护效能。

这些特性使得装备技术的应用必须把安全生产当作核心要点,达成“预防-监测-修复”的闭环式管控。

### 1 安全生产视域下的防腐装备技术应用策略

#### 1.1 装备选型适配策略: 精准匹配安全需求

基于管道所处环境、腐蚀的具体类型来科学地挑选合适的装备,对于含硫量较高的管道,应优先考虑选用具备耐硫特性的3PE涂层喷涂设备,以及由钛合金材料制成的阴极保护阳极,以此防止因介质腐蚀而造成装备失去效用;针对埋在地下的管道,采用“涂层+阴极保护”的组合装备体系,其中,涂层装备可选用自动化的缠绕机器,以此保证涂覆的质量,而阴极保护装备则依据土壤的电阻率,选择牺牲阳极或者外加电流系统;对于处于复杂地形(例如山区、深海等情况)的

管道, 应选用模块化的防腐装备, 如分体式的内检测机器人能够适应管道的弯曲部分, 水下的防腐修复装备拥有远程操控的能力。与此同时, 在进行选型操作时, 有必要把安全冗余要素纳入考量范围, 例如, 针对关键的检测装备, 应当为其配备备用机组, 可防止因单一装备出现故障, 进而引发监测工作的中断情况, 最终达成保障安全生产持续不间断进行的目标。

### 1.2 施工应用规范化策略: 严控过程安全风险

要拟定防腐装备施工的安全操作规则, 在进行涂层涂覆之前, 要借助表面处理装备(如喷砂除锈机等)把管道表面的油污、锈迹完全清除掉, 以此保证涂层的附着能力, 防止因为预处理工作做得不好而在后期引发腐蚀情况; 在安装阴极保护装备的时候, 必须严格依照电气安全规范来操作, 外加电流系统的接地装置要达到防爆方面的要求, 避免出现触电或者产生火花进而引发安全方面的事故; 在施工的进程中, 要运用可视化监控装备(例如施工摄像机、涂层厚度检测仪)时时刻刻监督操作是否符合规范, 保证涂层厚度、阴极保护电位等关键指标能够达到标准; 施工结束之后, 要展开专门的安全验收工作, 不仅要防腐成效进行检查, 还得验证装备安装之后的安全防护举措(例如阳极防护栏、检测设备的防爆等级)是否落实到位, 把施工遗留下来的安全隐患完全消除。

### 1.3 运维监测智能化策略: 动态掌控安全状态

搭建“智能检测+数据联动”的运维体系, 运用管道内检测机器人(其配备了漏磁、超声检测模块), 每1至2年实施一回全管道内壁腐蚀检测工作, 同时采集管道的壁厚、腐蚀缺陷位置方面的数据; 在管道外壁布置分布式腐蚀传感器, 实时监测土壤的腐蚀性、阴极保护电位等相关参数, 数据借助物联网传送到安全管理平台; 采用AI数据分析算法, 针对监测数据开展趋势预测, 识别腐蚀速率的异常变动情况, 提前对潜在的安全隐患发出预警; 构建运维装备定期校验的机制, 比如每年对阴极保护系统的恒电位仪、腐蚀检测传感器进

行精度的校准, 以此保证监测数据的真实与可靠, 为安全生产的决策提供精准的依据。

## 2 应用策略实施的保障措施

### 2.1 技术标准体系建设

对装备应用予以规范, 制定石油管道防腐装备技术的应用准则, 明晰在不同环境、介质状况下的装备选型条件(例如高含硫管道涂层装备在耐温、耐硫方面的具体指标); 构建防腐装备施工的安全规则, 将表面处理、涂层涂覆、阴极保护安装的操作步骤和安全需求进行细致划分; 编写运维监测的标准, 对检测装备的使用频次、数据精准度、校验周期作出规定; 健全应急处置的标准, 明确不同腐蚀隐患所对应的应急装备配备情况与响应流程; 定时对标准体系进行更新, 把新型防腐装备技术(如纳米涂层装备、智能检测机器人)的应用要求纳入其中, 保证标准和技术的发展保持同步。

### 2.2 技术创新支撑

促使安全层面实现升级, 大力增加针对新型防腐装备技术研发方面的投入力度, 着重开展适用于复杂状况环境的具备高可靠性能装备的研发工作, 例如, 能够耐受极端温度情况的涂层装备、具备长时间续航能力的内部检测机器人等; 积极推广智能化技术的整合集成, 例如把人工智能算法融入到腐蚀检测装备中, 以此提升对隐患的识别精准程度、预警的及时程度; 开展针对防腐装备安全性能的优化改善工作, 例如改进阴极保护装备的防爆相关设计、增强检测装备抵抗干扰的能力, 进而提升装备自身本质上的安全水平; 强化产学研方面的合作, 联合高等院校、科研相关机构、企业一起攻克防腐装备技术方面存在的瓶颈难题, 比如新型环保涂层材料、高效的应急修复装备等; 构建起技术创新的激励制度体系, 对于在防腐装备安全技术创新工作中, 取得明显成效的团队或者个人给予表彰、奖励, 从而推动技术不断地持续进步。表1所示, 技术创新支撑下安全生产导向防腐装备应用特征对比表。

表1 技术创新支撑下安全生产导向防腐装备应用特征对比表

应用维度	传统防腐装备应用特征	安全生产导向下应用特征	优化幅度
装备选型	经验主导, 适配性差	科学适配, 安全冗余	提升 50%以上
施工应用	操作粗放, 隐患多	规范精细, 控风险	提升 60%
运维监测	人工为主, 滞后	智能实时, 早预警	提升 55%
应急处置	响应慢, 协同弱	快速联动, 高效修复	提升 50%
安全效能	事故率高, 周期短	低故障, 长周期	提升 45%

### 3 结论

在安全生产的视角之下, 石油管道防腐装备技术的应用策略采取了一系列措施, 即精准控制风险来适配装备选型、严格把控过程安全以规范施工、动态掌握状态实现运维智能化、快速解决隐患达成应急协同, 有力地攻克了传统应用中, 存在的适配性不够、操作方式粗糙、监测时间滞后、协同能力薄弱等难题, 构建起了“科学开展选型-严格规范施工-实现智能运维-达成高效应急”一套安全保障体系。

### 参考文献

- [1] 王凤生,张春雨,王鹏.油田管道防腐层检测技术及管道维护探讨[J].全面腐蚀控制,2024,38(06):197-202.
- [2] 陈晓飞,赵德旺,贾志强,等.植物根系对管道防腐层的影响研究进展[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(23):78-80.
- [3] 阎宗攀.石油管道腐蚀防护优化措施研究[J].中国石油和

化工标准与质量,2023,43(17):52-54.

- [4] 易顶珍.石油化工管道防腐蚀技术的应用和改进研究[J].中国设备工程,2023(15):174-177.
- [5] 胡天煜.石油管道防腐存在的问题及对策研究[J].石化技术,2023,30(07):98-100.
- [6] 杨阳.油田输油管道建设防腐施工措施[J].全面腐蚀控制,2023,37(04):116-118.
- [7] 王青春,王洁光. 石油化工管道防腐关键技术研究[J].化工管理,2025,(02):129-132.
- [8] 张晓晴. 浅谈石油化工管道防腐技术[J].当代化工研究,2024,(08):129-131.

**版权声明:** ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

