

关于石油储运安全管理的策略研究

刘 锋（山西泽泰安全技术咨询有限公司，山西 太原 030024）

摘要：石油储运是保障国家能源安全的重要环节，其安全管理工作至关重要。文章从管道完整性管理、智能化监测、腐蚀防护与缓蚀等关键技术入手，结合某管道工程实际，分析了目前存在的风险隐患、技术与管理短板、应急响应能力不足、人员操作规范性待提升等问题，并从技术、管理、应急响应、人员培训等层面提出了相应的安全管理优化策略，以期为提升石油储运安全管理水平提供参考。

关键词：石油储运；安全管理；管道完整性；智能化监测；腐蚀防护

中图分类号：TE88

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）019-0138-03

Strategic Research on Safety Management of Oil Storage and Transportation

Liu Feng (Shanxi Zetai Safety Technology Consulting Co., Ltd, Taiyuan Shanxi 030024, China)

Abstract: Petroleum storage and transportation is an important link to ensure national energy security, and its safety management is crucial. The article from the pipeline integrity management, intelligent monitoring, corrosion protection and corrosion inhibition and other key technologies, combined with the actual pipeline project, analyzes the existing risks and hidden dangers, technology and management short boards, emergency response capability is insufficient, the personnel operation standardization to be improved and other issues, and from the technology, management, emergency response, personnel training and other levels put forward the corresponding optimization of the safety management strategy, with a view to enhance the safety management level of oil storage and transportation. In order to improve the safety management level of petroleum storage and transportation, it provides reference.

Keywords: petroleum storage and transportation; safety management; pipeline integrity; intelligent monitoring; corrosion protection

石油作为国家战略资源，其安全稳定供应关乎经济社会发展和国家能源安全。而石油的储存和运输是连接上游开采和下游消费的关键环节，其安全管理工作至关重要。近年来，虽然我国石油储运行业不断发展，但仍面临诸多安全风险和管理挑战。为此，亟须加强石油储运安全管理研究，采取有效策略提升安全管理水平，保障石油储运系统安全平稳运行。

1 石油储运安全管理的关键技术

1.1 管道完整性管理（PIM）

管道完整性管理是通过对管道系统全生命周期的风险评估和管控，最大限度地降低管道失效可能性，确保管道安全运行的一种管理方法。其主要内容包括：收集管道数据，识别管道风险，评估失效可能性和后果，制定并实施预防和缓解措施，持续监测管道状态等。通过 PIM，可以准确掌握管道健康状态，及时发现和处理潜在风险隐患，有效提高管道安全运行水平。

1.2 智能化监测技术

传统的人工巡检和定期检测已难以满足日益复杂的石油管道运行监测需求，亟需引入智能化监测技术。如在线检测、分布式光纤传感、无人机巡检等技术的应用，可实现对管道泄漏、变形、腐蚀等状态的实时监测和预警，大幅提升管道安全监管效率和风险预控能力^[1]。同时，监测数据的分析挖掘还可为管道完整

性管理、风险评估、维护策略优化等提供数据支撑。

1.3 腐蚀防护与缓蚀技术

腐蚀是导致石油管道失效的主要原因之一。为控制和减缓管道腐蚀，需采取有效的防腐蚀措施，如合理选用管道防腐材料、优化阴极保护方案、强化防腐层检测与修复等；同时，还需重视管道内部腐蚀防治，通过优化输送介质、应用缓蚀剂、定期清管等方式，减缓内腐速率，延长管道使用寿命。科学的腐蚀防护与缓蚀技术是确保管道长周期安全运行的有力保障^[2]。

2 XX 管道工程安全管理问题分析

2.1 典型风险案例

众所周知，石油管道运输是一项高风险行业。从世界范围看，因管道腐蚀、自然灾害、第三方破坏等引发的管道泄漏、火灾、爆炸事故时有发生，造成了人员伤亡、财产损失、环境污染等严重后果。我国石油管道建设起步虽晚，但近年来事故多有发生，暴露出管道工程安全管理方面还存在薄弱环节。以 XX 支线原油管道为例。该管道于 2010 年建成投产，设计输量为 1000 万 t/a，穿越地区地形地貌复杂，地质条件多变。2020 年汛期，受连续强降雨影响，穿越某河流的管道段周边发生严重冲刷，导致管道出现悬空长达 10 余米。所幸发现及时，迅速采取应急处置，避免了原油泄漏事故。事后调查发现，事发河段两岸植

被破坏较为严重，防护能力减弱，汛期洪水来袭时河床变化剧烈，冲毁了管道防护工程。与此同时，由于管道地理信息系统不完善，未能及时发现周边环境变化；管道完整性评价不到位，风险防控措施针对性不强；抢险物资储备不足，应急处置效率有待提高。种种因素叠加，酿成了管道重大安全隐患。该案例反映出，尽管 XX 管道工程在设计施工阶段按照有关标准规范进行了环境影响和风险评估，但在运行阶段的动态管理和隐患排查方面还存在短板，特别是对不可控外部风险因素的识别和防范有所欠缺。

2.2 技术与管理短板

管道完整性管理机制尚不健全，高后果区、地质灾害多发段等重点管段的状态评估和风险监测频次不足，管道设计、检测、维修等数据分散，缺少数据整合应用，无法支撑高水平的完整性管理。管道安全监测手段相对落后，主要依靠人工巡检和定期检测，实时感知能力不强，极易漏检、违章施工等外部风险因素。部分管段和站场防腐设施老化失效，存在涂层脱落、阴极保护不足等问题，但受制于资金和技术条件限制，改造维护进度缓慢。而针对输送介质的缓蚀，尚未建立起完善的加药控制体系，作业尚不规范，缓蚀剂选型和加注方案有待优化，管道内部腐蚀控制水平参差不齐。企业对于管道事故的应急准备普遍重视不够，应急物资种类不齐全，储备规模偏小，尤其在一些偏远地区和管道沿线，应急物资调配不便，严重制约了现场处置能力。此外，先进的检测、堵漏、清污等抢修装备配备不足，多数装备需临时外租，装备水平难以适应复杂条件下的抢险需求^[3]。

2.3 应急响应能力不足

企业针对管道泄漏等典型事故制定了专项应急预案，但在预案编制和修订中，缺乏各相关方的充分论证，情景构建不全面，处置措施针对性不强，可操作性不足。预案与现场实际脱节，指挥协调、人员救助、工艺处置、装备调配、后勤保障等要素衔接不紧密，无法有效指导事故处置行动。企业内部应急组织架构不健全，应急指挥权责划分不明晰，部门间信息共享和联动协同机制不畅。同政府、公安消防、环保、医疗等部门的应急联动不充分，外部救援力量难以及时有序调度，多头指挥、各自为战现象突出，现场应急指挥协调效率不高。

2.4 人员操作规范性待提升

部分一线操作人员安全意识淡薄，责任心不强，在日常巡检、设备操作、工艺控制、维护保养等环节，不能严格按照规程标准作业，抱有侥幸心理，我行我素现象严重^[4]。如某管道工程阀室开关阀操作时，未

落实监护人制度，违章单人作业引发泄漏事故；某输油站在油罐清洗作业中，未执行动火审批制度，违规动火作业导致火灾事故。类似问题频发，反映出人的不安全行为已成为威胁管道工程安全的重要因素。基层操作人员业务技能不足，特别在老员工退休、新员工频繁流动的背景下，员工培训针对性不强，缺乏有效的师带徒、传帮带等机制，导致一些员工难以全面系统地掌握本岗位的安全操作技能，专业能力难以适应要求。

3 安全管理优化策略与实施效果

3.1 技术层面

建设全生命周期管理的管道信息系统。从设计、施工、投产、运维到废弃，收集管理管道材料、路由、埋深、壁厚、涂层、环境、检测评价、维护维修、事故等全生命周期信息，实现对管道物理属性、地理空间信息、环境状况等的一体化动态管理。信息系统为管道状态评估、风险预控、检测检维决策等提供数据支撑，是开展高水平管道完整性管理的基础。优化完善管道检测评价体系。增加高后果区、地质灾害多发段、老旧管段等重点区域的检测频次，加密关键节点的在线监测，及时掌握管道健康状态。引进磁记忆检测、声发射检测等新型检测技术，提高管道缺陷的探伤精度，实现更加精准到位的状态诊断。结合管道状况和周边环境风险，建立多层次、多维度的风险评估模型，提高风险定量化水平，为管道检维修、改造置换等完整性决策提供依据。

强化高风险区段的缓蚀防护。加强管道电化学防护，在腐蚀多发段增设阴极保护站，利用智能阴极控制器和在线参比电极实时调控阴极电位，消除管道局部腐蚀隐患。优化输送介质缓蚀工艺，建立缓蚀剂选型、加注量计算、效果评估等机制，实现缓蚀全过程质量管控，减缓管道腐蚀速率，提高管道剩余使用寿命。对高腐蚀风险的老旧管道实施更新改造，运用非金属内衬、金属溶射等强化防护措施，从根本上降低运行风险^[5]。

3.2 管理层面

健全安全管理制度。充分论证相关法律法规、标准规范，结合管道运行实际，系统修订安全管理制度体系，明确安全生产责任制、操作规程、隐患排查、事故管理、应急管理等要求，细化安全管理流程，形成可操作、可考核、可问责的闭环管理体系。定期开展安全文化教育，通过安全知识竞赛、事故警示教育等形式，增强员工安全意识。强化日常安全监管。加强对承包商、施工单位、物资供应商的安全管理，严格资质审核，规范施工监管，确保施工质量和安全。

开展定期隐患排查治理，推行隐患分级管控，健全隐患闭环管理机制，防患于未然。严格落实动火、受限空间等高风险作业安全措施，强化作业现场“三同时”管理。严肃查处各类违章指挥、违章作业行为，加大违章问责力度，形成高压震慑。规范应急管理工作。完善应急预案体系，细化各类事故情景下的处置措施，提高预案的可操作性。明确应急组织架构，科学划分应急指挥决策权责，建立上下贯通、横向协同的应急指挥体系。定期开展应急演练，增强员工应急处置能力。加强应急物资储备和调配，优化装备配置，提高抢险救援能力。健全应急救援保障体系，完善医疗、通讯、运输、治安等保障机制，确保应急处置的高效有序。

加强内外部协调联动。强化企业内部各部门间的信息沟通和工作协同，建立安全联席会议制度，及时研判安全形势，协调解决安全管理问题。加强与地方政府、公安消防、环保等部门的应急联动，建立联合应急指挥、信息共享、联合演练等机制，形成强大的应急合力。加强与周边社区、企业的沟通互动，做好管道沿线的安全宣传和教育，提高公众安全意识，构建良好的外部安全环境。

3.3 应急响应体系优化

完善应急预案体系。系统修订管道泄漏、火灾爆炸、自然灾害等综合应急预案和专项应急预案，细化各风险场景下的情景构建、应急处置流程、现场抢险方案、保障机制等，使应急预案更加符合管道实际，可操作性更强。加强各专项预案间的衔接配套，形成分工明确、相互支撑的应急预案体系。定期组织应急预案演练，查找预案中存在的问题，持续改进完善。优化应急组织指挥体系。成立应急指挥中心，下设综合协调、抢险救援、技术支持、医疗救护、后勤保障等专业小组。建立企业、属地政府、公安消防、环保、医疗等多方联动的扁平化指挥体系，明确各方职责分工和协同机制。依托管道地理信息系统，建设应急指挥信息平台，实现灾情会商、资源调度、救援指挥的可视化智能化。

强化应急值守和信息报告制度，确保灾情第一时间掌握，启动指令快速下达。强化专业抢险救援能力。组建管道检测、堵漏、清污等专业抢险队伍，配备先进实用的抢修装备。制定抢险作业规程和安全防护要求，规范抢险救援行动。定期开展实战化演练，锤炼队伍协同作战能力。整合社会应急资源，建立灾害信息员、现场疏散员等志愿者队伍，形成军地联动、专群结合的抢险合力。储备充足的抢险物资，优化物资储备布局，完善物资紧急调拨机制，确保关键时刻调

得出、用得上。

3.4 人员培训与考核强化

分层分类开展全员安全教育。针对管理人员、操作人员、检维修人员、施工人员等不同岗位，有针对性地开展安全知识和技能教育，增强员工的安全风险意识。通过网络培训平台、VR体验馆等新颖方式，提高培训的吸引力。采取事故警示教育、反面典型曝光等方式，敲响员工安全警钟，筑牢安全防线。利用班前会、安全日等时机开展安全教育，营造浓厚的安全文化氛围。强化关键岗位实操培训。开展阀室操作、防腐作业、智能检测等关键工种的定期培训，提高作业技能水平。采用情景模拟、实操演练等方式，强化员工在异常状况下的应急处置能力。鼓励员工参加行业专业技能竞赛，以赛促学、以赛促训。实行“师带徒”传帮带，发挥老员工传、帮、带作用，帮助新员工尽快熟悉设备性能和操作规程，掌握必备的安全技能，尽快成长为业务骨干。加大问责追责力度。建立健全安全生产责任追究制度和事故问责机制。对于发现的苗头性、倾向性问题，及时预警提示，跟踪整改落实；对于威胁管道安全运行的突出问题，严肃问责相关责任人，绝不姑息迁就。事故发生后，按照“四不放过”原则，严查事故原因，严惩相关责任人，以儆效尤。同时，公开曝光事故警示案例，用身边事教育身边人，推动全员吸取教训、引以为戒，不断提高安全意识和责任意识。

4 结语

石油管道作为关系国计民生和能源安全的重要基础设施，其安全稳定运行至关重要。面对当前严峻复杂的安全生产形势，石油企业必须树立本质安全理念，坚持管道完整性管理，加快智能化改造升级，健全长效管理机制，着力构建集约高效、技防人防、预防预警的安全防控体系。

参考文献：

- [1] 王玉. 建设期管道完整性管理探索与现场应用 [J]. 石化技术, 2025, 32(1):364-366.
- [2] 李辉. 石油天然气管道储运的安全管理研究 [J]. 工程建设, 2024, 7(1):76-78.
- [3] 陈艳昕. 油田油气管道储运的安全防范建议探讨 [J]. 石油石化物资采购, 2025(2):118-120.
- [4] 唐晓文, 沈宏, 冯禹, 等. 油气管道完整性管理与安全管理体系整合研究 [J]. 工业安全与环保, 2017, 43(2):59-62.
- [5] 张华兵, 周利剑, 杨祖佩, 等. 中石油管道完整性管理标准体系建设与应用 [J]. 石油管材与仪器, 2017, 3(6):1-4.