

石油管道装置检修过程中的安全管理措施研究

陈开林（中海石油宁波大榭石化有限公司，浙江 宁波 315812）

摘要：石油管道装置是能源传输系统的重要组成部分，其检修过程因涉及高温、高压、有毒气体等风险，检修过程中存在诸多安全隐患。本文聚焦石油管道装置检修中的安全管理问题，系统分析了当前存在的主要问题，并提出了针对性的安全管理策略：推行“安全积分管理”机制、建立能量隔离与上锁挂牌制度、运用智能化技术、实施严格的培训体系，以期降低石油管道装置检修事故风险，提高安全管理水平，为石油管道行业的稳定运行奠定坚实基础。

关键词：石油管道；装置检修；安全管理

石油管道装置作为能源输送的重要基础设施，其检修安全直接关系到能源供应链的稳定性。石油管道装置的运行特点决定了检修作业的复杂性，既需要面对多能量交互的物理特性，又需要处理作业现场潜在的安全隐患。有效的安全管理是减少事故发生、提高设备运行可靠性的重要保障。然而，传统安全管理模式在面对多样化的风险因素时，难以实现全覆盖，进一步凸显了科学化管理的重要性。随着行业技术水平的提升，优化石油管道装置检修过程中的安全管理已成为必要的发展方向。

1 石油管道装置检修过程中的安全管理问题

1.1 安全意识薄弱

石油管道装置检修工作由于涉及高风险作业，对员工的安全意识要求极高。然而，在许多企业中，员工对安全管理的重要性缺乏深刻认识，导致安全隐患长期存在。一些管理人员将生产效益置于安全之上，对安全检查流于形式，忽视了安全管理的基础作用。另外，企业对安全教育与宣传不到位，许多基层员工对基本安全规程的理解不足，导致违规操作频发。

1.2 管理制度缺失

一些企业未能建立系统化的安全管理手册，导致现场操作缺乏统一规范。检修过程中，规章制度执行力度不够，部分作业环节的管理漏洞较多，甚至出现无证操作的情况。另外，检修任务分包现象普遍，分包方的安全管理能力参差不齐，对安全要求的落实不够严谨。缺乏完善的监督机制使得许多问题难以及时发现并整改，这种制度上的空白直接导致检修工作中安全事故频发，企业的整体安全管理水平难以提高。

1.3 技术与设备滞后

石油管道装置检修对技术和设备的依赖性很高，但许多企业在这一方面投入不足，导致技术与设备滞

后问题突出。传统检修方法仍占主导地位，操作效率低，安全风险高，无法满足现代化检修需求。检修技术更新速度慢，企业缺乏使用智能检测设备的能力，无法实时监测管道运行状态。智能化设备的缺乏不仅增加了检修工作的复杂性，也使得事故应急反应能力明显受限。

1.4 人员素质参差不齐

一些企业为应对繁重的检修任务，聘用临时工以弥补人力不足，但临时工通常未经过专业培训，对安全规程了解有限。此外，企业内部员工的培训机制不完善，部分长期从业人员的技术水平停滞不前，难以适应复杂的检修需求。安全管理人员配备不足，专业能力薄弱，也无法为作业提供有效的技术指导。这种人力资源管理上的短板使得设备检修工作中违规操作现象频繁，安全隐患加剧，整体检修质量难以保障。

2 石油管道装置检修中的安全管理策略

2.1 推行“安全积分管理”机制提升员工安全意识

企业可设置积分加减规则，用于奖励安全行为和纠正违规操作。例如，员工按要求穿戴防护装备可获得加分，未遵守操作规范则扣分。以下是积分规则示例（如表1所示）：

表1 积分规则

行为类别	具体行为	积分变动
正向行为（加分）	按规定穿戴防护用品	+5
	主动报告重大安全隐患	+10
	连续一个月无违规记录	+20
负向行为（扣分）	不按规定穿戴防护装备	-10
	未按流程操作导致隐患	-15
	未经许可进入警戒区域	-20

每位员工初始积分为 100 分，积分动态调整后每日更新，并在班组内公示。员工可用个人工牌扫描积分系统查询当前积分情况，了解自身行为表现的改进方向。积分记录需借助电子系统进行自动化管理，确保操作规范、数据透明。具体实施时，企业可配备移动终端设备，用于现场安全监督员实时记录积分变动。监督员需在积分变动记录中填写事件描述和时间，避免信息模糊。以下是记录模板示例（如表 2 所示）：

表 2 记录模板

时间	员工姓名	行为描述	积分变动	剩余积分
2025-01-10	XX	未按规定佩戴安全帽	-10	90
2025-01-11	XX	报告重大安全隐患	+10	110

实施过程中，企业需定期汇总积分数据，用于制定针对性措施。例如，发现某类违规行为高发，可以增加该类行为的扣分力度。这种动态调整既能提升制度的科学性，也能使积分管理与现场实际紧密结合。同时，积分管理机制需要明确的奖惩措施，企业应根据员工积分表现设立奖励制度，例如对于积分排名靠前的员工提供物质奖励；对于积分低于一定标准的员工，安排专项教育。奖励措施不宜仅限于物质层面，还可给予精神激励，如“月度安全明星”称号，增强员工参与安全管理的积极性。

2.2 建立能量隔离与上锁挂牌制度确保检修安全

首先，企业需明确石油管道装置中需隔离的能量类型，包括液体压力、气体压力、电能、热能以及机械能等。为此，企业应对所有装置进行能量源识别，标明各设备的能量输入点和隔离点，制定详细的能量隔离操作清单，并在检修前分发给检修团队，确保每位操作人员熟悉隔离方法。制度实施需配备专用的锁具和警示牌。石油管道的能量隔离点常包括阀门、开关和断路器等，需为每个隔离点准备合适的锁具，确保其能够长期稳定地应用于高温、高湿或含油气环境。每个锁具需附加标明责任人的警示牌，警示牌上应清楚标注“正在检修，禁止操作”字样，以及责任人和联系方式，便于作业协调。

执行过程中，每次检修前需召开安全交底会议，明确责任分工。检修负责人根据清单逐项隔离设备能量源，例如关闭管道阀门、释放管道内残余压力、断开电源开关等。每项操作完成后，立即在隔离点安装锁具并悬挂警示牌，随后由其他团队成员进行复核，确保能量完全隔离。对于多工种协作的复杂任务，可采用多锁联锁管理系统，每名作业人员需在完成自身任务后解除其专属锁具，所有锁具解除后才能恢复设备运行。为增强隔离效果，需对锁具和隔离状态进行验证。管道阀门关闭后，可利用检测仪器检查管道内是否存在残余压力；对于电力设备，需使用电压表确认断路状态。所有验证结果应记录在能量隔离日志中，并由检修负责人和安全监督员共同签字存档。对高风险装置，企业可引入智能传感器实时监控隔离状态，若发现设备异常开启，可立即报警并锁定操作权限。同时，针对石油管道检修的特点，企业需对所有参与人员进行能量隔离与上锁挂牌的专项培训。培训内容包括管道介质的物理性质与风险、阀门类型及操作方法、上锁挂牌工具的使用技巧以及隔离效果的验证流程。企业可根据实践操作考核检验员工掌握情况，未通过考核者不得参与高风险作业。

2.3 引入智能管道检测机器人提升技术保障

在石油管道装置检修中，引入智能管道检测机器人需要从设备选型、操作规范、数据管理和设备维护四个关键环节着手，确保其在安全管理中的有效应用。设备选型必须针对石油管道的具体工况，选择具备多传感器组合功能的机器人。例如，应选配红外成像、

表 3 智能管道检测机器人技术规格与功能对比

机器人类型	传感器类型	适应环境	特点
多功能型	红外成像、超声波探测、高清摄像头	高温、高压、腐蚀性环境	能够在复杂环境中检测裂纹、腐蚀及泄漏点
紧凑型	高清摄像头、超声波探测	狭窄空间、小直径管道	适用于小尺寸管道，灵活穿越弯曲管段
重载型	红外成像、压力和温度传感器	极端温度和压力环境	适合长时间作业，耐高温高压
快速检测型	高速摄像头、基本环境传感器	广泛适用，快速检测	高效率覆盖大面积管道，快速识别问题区域

超声波探测和摄像头等设备，用于识别管道内部的裂纹、腐蚀或泄漏点。机器人需具备耐高温、防腐蚀及抗压能力，以适应石油管道内的复杂环境。同时，其结构需适应不同管道直径，能够灵活穿越弯曲管段及狭窄空间。下表（表3）是几种智能检测机器人的技术规格与功能对比，以助于选择适合的设备。

对于机器人设备的使用，企业需制定标准化流程。检修前，需评估管道的介质压力、温度及潜在风险，明确重点检测区域，例如焊接点和法兰连接部位。在实际操作中，机器人经过无线控制系统进入管道，其运行状态实时传输至监控终端。操作员可根据检测实时结果调整机器人的位置，确保检测覆盖所有高风险区域。在数据管理方面，机器人采集的管道数据需分类处理，形成可视化报告。企业可利用算法分析管道内部的异常特征，并生成风险等级评估。针对检测发现的隐患，应建立问题清单并标注具体位置，为后续检修提供依据。历史检测数据需与当前结果进行比对，通过趋势分析预测管道运行的潜在风险，为设备检修计划提供科学支持。设备维护直接关系到机器人的长期使用效果。企业需为每台机器人制定维护计划，如定期检测滚轮和电池等关键零部件，以保证设备性能稳定。

2.4 开展专项技能培训提高临时工操作规范

为确保临时工在石油管道装置检修中能规范操作，专项技能培训需覆盖评估、课程设计、实践指导和考核四个环节，以提升其能力并减少安全隐患。

培训开始前，企业需对临时工的基本技能进行评估。利用问卷、模拟操作和安全知识测试，评估学员的设备操作、管道维修基础、安全规程掌握情况等，了解每位学员的能力水平。根据评估结果，将学员分为初级和进阶组，制定针对性的培训计划。初级组重点学习设备工具的正确使用；进阶组则强化焊接技术。课程设计需紧贴石油管道装置检修的实际需求，涵盖设备操作规范、危险辨识与防控、应急处理流程三大模块。在设备操作部分，重点培训管道系统的检测、拆装和维护方法，使用视频演示操作步骤。在危险辨识模块，通过案例讲解如何识别高压、易燃介质等风险源，配合实物展示正确的防护措施。在应急处理模块，讲解常见突发情况的应对方法，如处理泄漏、火灾或压力失控，结合案例强化临时工的应变能力。实践操作是培训的核心环节。企业需搭建模拟管道环境，设置如法兰更换、阀门修复等常见场景，让临时工进

行实际操作练习。导师全程监督，指导学员逐步完成任务，并纠正错误动作。例如，模拟高压管道泄漏情境，要求学员在规定时间内完成隔离、排压和修复任务。在复杂任务训练中，如焊接操作或密封检测，应安排经验丰富的技师进行分步示范，并提供一对一的操作指导，确保学员完全掌握技能。培训结束后需进行严格的考核，检验学员对操作规范的掌握程度。考核包括理论测试和现场操作评估，内容涉及安全规程、设备操作和应急处理能力。学员需完成指定任务，由考核员评分。未通过考核的学员需补训并重新评估，合格者授予检修资格证书。考核结束后，将所有结果记录归档，用于后续技能管理。通过专项技能培训，企业可以显著提升临时工在石油管道装置检修中的操作能力，为高效、安全的检修工作提供坚实保障。

3 结束语

通过分析检修过程中存在的安全意识薄弱、管理制度缺失、技术设备滞后以及人员素质参差不齐等问题，可以看出当前安全管理尚存诸多不足。基于问题导向，提出推行“安全积分管理”机制、建立能量隔离与上锁挂牌制度、引入智能监测技术以及强化专业培训等措施，可以构建系统化的管理框架。这些措施从规范员工行为、提升技术支持到优化流程管理，全面覆盖了检修作业的高风险环节，为提升管理水平提供实用路径。未来的安全管理需要不断结合现代化技术与管理理念，持续优化执行细节，确保风险控制更加精准有效。

参考文献：

- [1] 胡科杰. 石油化工装置设备检修过程中的安全管理措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(14): 62-64.
- [2] 周广启, 王金龙, 赵洪德, 等. 石油化工装置设备检修过程中的安全管理措施 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(03): 181-183.
- [3] 李金则. 石油化工装置设备检修过程中的安全管理措施 [J]. 化工管理, 2020, (08): 95-96.
- [4] 田建园. 石油化工装置检修过程中的安全管理措施研究 [J]. 石化技术, 2020, 27(01): 252-253.

作者简介：

陈开林（1992-），汉族，籍贯：四川巴中，大学本科，中级职称，研究方向：石油管道装置检修过程中的安全管理。