

油气储运事故隐患的辨识分析及管控方法研究

陈亮宇¹ 刘玉幸²

1. 山东金岛勘察设计有限公司; 2. 陕西博天节能环保科技有限公司东营分公司

摘要: 随着油气管道规模的不断扩大, 传统安全管理方式难以满足其复杂运行环境的要求。双重预防机制作为一种主动式风险管理体系, 通过“风险分级管控”和“隐患排查治理”实现全流程、闭环式安全管理。本文结合系统化平台应用, 从理论构建、实践路径到优化策略三方面进行分析, 探讨信息化手段在管道安全管理中的应用价值, 提出智能化提升路径, 为提升管道本质安全水平提供借鉴。

关键词: 油气管道; 双重预防机制; 风险分级; 隐患治理; 安全管理

1 油气管道双重预防机制的理论基础

1.1 油气管道安全管理的现状与挑战

油气管道面临老化、外力破坏和自然灾害等多重风险, 传统安全管理难以实现全过程动态防控。事故频发不仅威胁人员安全, 还造成环境污染与经济损失。目前存在风险识别不全面、监测手段滞后、应急响应不足等问题。因此, 亟需构建科学、系统、高效的安全管理体系, 以提升风险应对能力, 实现事故预防前移^[1]。

1.2 双重预防机制的基本理论

双重预防机制通过“风险分级管控+隐患排查治理”两大核心体系协同运行, 实现安全闭环管理。风险分级以风险严重程度与概率为依据, 实施差异化管理; 隐患排查则侧重动态识别与及时整改, 确保潜在问题不转化为事故。两者相互支撑, 提高了事故防控的前瞻性和主动性, 是现代安全管理的重要模式。

1.3 油气管道双重预防机制的构成要素

该机制包括风险识别与评估、隐患排查、整改复查及信息化平台支持4个

关键要素。通过构建分级管理清单与隐患治理清单, 实现风险动态监控和隐患闭环处理。借助物联网、传感器和大数据等技术, 提升了风险识别的准确性和隐患治理的时效性, 为企业构建起全流程、可追溯的安全保障体系。

图1展示的是某工业设备管理系统中“点巡检”模块的功能菜单界面, 界面分为左右两栏, 左侧为主导航栏, 右侧为具体功能项。系统以点巡检为核心, 功能涵盖点检路线、ID位置管理、点检计划、今日任务、实绩与漏检查询、趋势振动分析、路线检查、临时测量、点检附件管理、点检附件统计、路线定位、异常管理和统计报表等内容, 形成了从任务规划到执行反馈再到数据统计的闭环管理结构。整体设计体现了工业设备巡检作业的信息化、标准化和智能化特点, 有助于提高运维效率、降低故障风险、保障设备安全运行。该系统适用于电力、化工、制造等行业的设备管理与智能运维场景^[2]。

图2展示的是一套工业设备管理系统中的“点检附件统计”界面, 主要用于对巡检过程中上传的附件数据



图1 设备管理系统“点巡检”模块界面

进行筛选与统计。界面顶部提供了筛选条件, 包括设备编号、时间区间、设备名称和设备类型, 方便用户根据不同需求快速定位所需数据。下方为附件统计表格区域, 目前处于空白状态, 可能是尚未进行查询或当前条件下无相关数据。左侧菜单栏则展示了

系统的功能模块，如点检管理、统计报表、趋势分析等，体现出该系统具备较强的巡检信息整合能力和数据可视化支持能力，可用于设备维护、巡检质量追溯与管理效率提升等场景^[3]。

图3展示的是工业设备运行状态与健康状态的可视化监控界面，分为两个图表。左侧为“设备运行状态”柱状图，显示共有6790台设备处于运行状态，370台停机，25台处于检修中，30台为备用状态，说明大部分设备处于正常运行。右侧为“设备健康状态”环形图，显示7275台设备处于正常状态，仅有251台被识别为报警状态，占比极小。整体来看，该系统能够实时监测设备的运行与健康情况，有助于运维人员快速掌握全局动态，提升设备管理的科学性与预警能力。

2 油气管道双重预防机制的应用分析

2.1 风险分级管控在油气管道中的应用

在实际应用中，企业通过风险识

别、分级评估与动态控制，提升了安全管理的科学性与精准性。以高压输送管道为例，系统将其识别为高风险区域，部署全天候监测与预警装置。借助信息平台，管理人员可实时查看风险等级与处置建议，实现重大风险全过程可控，避免安全事件发生^[4]。

2.2 隐患排查治理体系的实施

隐患排查体系基于“发现—整改—复查—闭环”模式运行，依托智能化设备如无人机、红外探测器，实现全覆盖排查。隐患整改过程采用责任人制管理，确保问题落实。平台还通过数据分析自动生成隐患趋势图，辅助评估高频问题及易发区域，持续推动隐患治理规范化与效率化。

2.3 双重预防机制在油气管道中的应用案例分析

某油气企业构建了基于双重预防机制的安全管理平台，实现了隐患闭环率、风险识别率、重大岗位培训率“三个100%”。企业借助大数据平台及时识别管道异常，实现事故从“事后处

理”向“事前预警”的转变。事故频率明显下降，人员伤亡和设备损失得到了有效控制，为行业提供了可复制的成功范例^[5]。

3 油气管道双重预防机制的优化研究

3.1 双重预防机制的优化需求与方向

现有机制中仍存在风险识别颗粒度粗、信息孤岛、隐患处理滞后等问题，难以支撑复杂场景下的动态安全管理。优化方向应聚焦智能化与信息化建设，如加强数据融合、推动各模块联动，实现从静态管控向动态预测的转变，为实现智慧安全管理奠定基础。

3.2 风险识别与评估模型的优化

传统风险评估主要依赖人工经验，效率低且误差大。借助机器学习与大数据算法，可对历史事故数据建模，构建多维度风险预测模型。评估周期大幅缩短，风险等级判定更精准。系统还能自动推荐控制措施，实现“识别—评估—响应”一体化处理，提升整体应急响应效率。

3.3 隐患排查治理体系的优化

隐患排查治理体系可通过无人机巡检、智能传感器等技术提升自动化水平，替代人工高强度排查。建设隐患信息管理平台，实现问题实时上传、指派、跟踪、复查与关闭全流程可视化。定期生成隐患分析报告，提供趋势判断和预警支持，推动从“经验处理”向“数据驱动”转型。

3.4 双重预防机制优化的技术支持

物联网、人工智能与边缘计算为机制优化提供坚实支撑。通过部署智能终端与传感设备，实现现场数据实时采集与联动分析。AI算法可识别异常模式并快速发出预警，保障响应时效。统一信息平台整合风险控制、隐患排查和巡检任务，打通管理链条，形成数据闭环，提升系统联动能力。

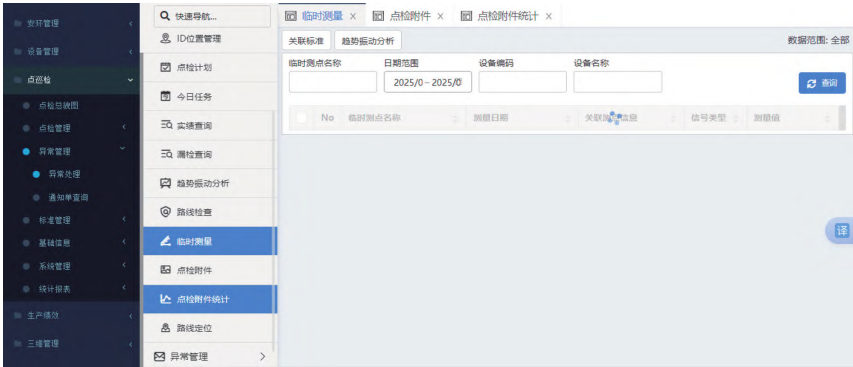


图2 “点检附件统计”界面



图3 设备运行状态与健康状态监控界面

4 双重预防机制实施效果评估

4.1 评估指标体系的构建

为科学评估机制效果，需构建多维指标体系，涵盖风险识别准确率、隐患整改完成率、事故发生率等量化数据。指标设计应结合管道运行环境、区域风险等级与设备特性，确保分类清晰、管理精准。同时，系统应支持动态调整与指标可视化，便于管理者实时掌握风险态势与治理进展。

图4是一套企业安全运行状态监测平台的可视化界面，主要用于实时掌握企业风险等级、在线监测状态及预警处理情况。从界面中可以看到，当前企业整体运行状态被评估为“低风险”，反映出安全管理较为有效。在在线监测板块中，涵盖了对危险源、设备、指标和视频监控等多个方面的分类监测，实现了全方位感知。左下角显示预警和督办处理模块，目前未发现待督办或待处理的预警信息，表明现场运行状态平稳；右下角的“当前报警指标”图表则为报警趋势和结构提供了可视化支撑。整体来看，该系统具备较强的监测、预警与可视展示能力，为企业实现智能化安全管理与风险防控提供了有力支持。

4.2 实施效果的定量分析

通过对实施前后的对比数据分析，发现双重预防机制显著改善了管道安



图4 安全运行状态监测平台界面



图5 企业风险分级管控与隐患排查治理系统的可视化大屏界面

全水平。例如，隐患整改率由70%提升至97%，事故发生率从每年5起降至1起。风险响应时间缩短67%，风险识别准确率提高至95%。这些数据反映出机制在风险预控和隐患治理方面具备良好的应用价值与推广意义。

4.3 优化效果的评估与反馈

评估优化效果需结合平台数据与人工反馈双向分析。系统可跟踪隐患从发现到关闭的完整路径，并以数据图表方式直观呈现。通过收集一线人员意见，不断调整优化策略，形成持续改进闭环。最终实现“机制自评估—数据支撑—反馈修正”的动态优化体系，确保管理水平持续提升。

图5一套工业企业风险分级管控与隐患排查治理系统的可视化大屏界面，整体以“风险双控机制”为核心展开。界面上方显示风险分级管控的覆盖率已达100%，风险点共99个，其中重大风险100%完成分级识别，表明企业已实现全面风险识别与分级。界面中部数据显示风险排查总数为3378条，隐患数为172项，说明隐患排查工作持续推进；同时，对重大风险岗位责任人培训情况也进行了量化，培训完成率达100%，体现出对关键岗位人员的管控落实情况良好。

界面下方展示了隐患治理进度、责任落实情况和趋势分析图，数据显示隐患闭环率达到100%，治理效率高，整体运行情况处于良好状态。该系统通过数据图表形式实现风险动态可视、

隐患治理可控，为企业提供科学决策依据与安全管理保障。

5 结语

双重预防机制作为油气管道安全管理的重要保障手段，已在实际应用中展现出显著成效。本文通过理论解析与实践案例相结合，明确了其在风险识别、隐患治理、平台支撑等方面的关键价值。随着信息技术的不断发展，智能化、数字化手段将进一步优化风险预控能力。未来应持续完善评估体系、强化反馈机制，不断推动双重预防机制在油气行业的高质量发展与深度融合。

参考文献：

[1] 李峰. 油气管道安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设[J]. 化工管理, 2022(19): 108-110.

[2] 张景飞,马亭亭,梁天水. 油气管道高后果区双重预防系统应用研究[J]. 现代电子技术, 2022, 45(08): 69-74.

[3] 余红,罗维宇. 油气管道地下通过权的法律性质与立法表达[J]. 西南石油大学学报(社会科学版), 2022, 24(01): 1-8.

[4] 马亭亭. 油气管道高后果区识别与管道失效风险评价[D]. 郑州:郑州大学, 2021.

[5] 余雨航,万玲. 油气管道项目合同与伙伴双重关系管理模式构建[J]. 石油工程建设, 2011, 37(06): 73-75+92.