

中文引用格式:崔京辉,董国宇,张亮,等. 油气长输管道企业 QHSE 管理体系审核模式比较与应用[J]. 中国安全科学学报, 2025, 35(10): 17-23.

英文引用格式:CUI Jinghui, DONG Guoyu, ZHANG Liang, et al. Comparison and application of audit modes of QHSE management system in oil and gas long-distance pipeline enterprises[J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(10): 17-23.

油气长输管道企业 QHSE 管理体系审核 模式比较与应用*

崔京辉¹高级工程师, 董国宇², 张亮³, 徐智³, 佟瑞鹏^{**2}教授

(1 国家管网集团 北京管道有限公司, 北京 100101; 2 中国矿业大学(北京)应急管理
与安全工程学院, 北京 100083; 3 北京天泰志远科技股份有限公司, 北京 100102)

中图分类号:X937

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.10.0461

基金项目:国家自然科学基金资助(52074302); 国家管网集团科学技术研究总院科研项目(GWHT20250000101)。

【摘要】 为提升油气长输管道企业的安全管理效能, 系统比较分析国际安全评级审核、全要素量化审核及体系认证审核等传统审核模式, 并进一步探讨数据驱动审核和人工智能(AI)审核等新兴模式的特点与适用场景; 构建涵盖传统方法和现代智能技术的综合审核框架, 并提出分阶段选择审核模式、突出风险导向、加强能力建设、推进数字化智能化转型以及建立闭环整改机制等优化策略。结果表明: 不同的审核模式适用于企业发展的不同阶段。在企业风险管理需求不同的情况下, 审核模式的效果也有所差异。企业资源能力的强弱, 也会影响审核模式的选择与实施效果, 各种审核模式在实际应用中各有优势, 也存在一定的局限性。案例分析结果证明, 多模式融合审核体系能显著提升油气长输管道企业的安全绩效。

【关键词】 油气长输管道; 质量、健康、安全、环境(QHSE)管理体系; 审核模式; 数据驱动; 人工智能(AI)审核

Comparison and application of audit modes of QHSE management system in oil and gas long-distance pipeline enterprises

CUI Jinghui¹, DONG Guoyu², ZHANG Liang³, XU Zhi³, TONG Ruipeng²

(1 Beijing Pipeline Limited Company, Pipe China, Beijing 100101, China; 2 School of
Emergency Management and Safety Engineering, China University of Mining and
Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 3 Beijing Tiantai Zhiyuan
Technology Limited Company, Beijing 100102, China)

Abstract: Safety management of long-distance oil and gas pipeline enterprises has been regarded as essential for ensuring energy security and maintaining social stability. As a key approach to enhancing safety management efficiency, audits of QHSE management systems are increasingly emphasized. In this study, traditional audit modes—including international safety rating audits, full-factor quantitative audits,

* 文章编号:1003-3033(2025)10-0017-07; 收稿日期:2025-05-14; 修稿日期:2025-07-18

** 通信作者:佟瑞鹏(1977—),男,黑龙江穆棱人,博士,教授,主要从事行为安全管理、职业心理健康、环境风险评估等方面的研究。E-mail: tongrp@cumt.edu.cn。

and system certification audits—were systematically compared and analyzed. Additionally, the features and applicable contexts of emerging audit modes, such as data-driven audits and AI-based audits, were further explored. It was found that each audit mode presented distinct advantages and limitations, depending on the enterprise's stage of development, risk management demands, and resource capabilities. Accordingly, a comprehensive audit framework integrating conventional methods and intelligent technologies was constructed. Optimization strategies were proposed, including phased audit mode selection, risk-oriented focus, capacity enhancement, digital and intelligent transformation, and the establishment of a closed-loop rectification mechanism. The findings show that a multi-mode integrated audit system significantly improves the safety performance of long-distance oil and gas pipeline enterprises. The conclusions provide theoretical guidance and practical reference for the selection and optimization of QHSE audit modes in the oil and gas industry.

Keywords: long-distance oil and gas pipelines; quality, health, safety and environment (QHSE) management system; audit modes; data-driven; artificial intelligence (AI) audit

0 引言

油气长输管道作为国家能源战略设施,承载着能源高效运输和供应保障的核心职能。随着管网规模扩大、技术复杂度提升及运行环境多变,企业在安全、环保与职业健康管理方面,面临更严峻的挑战^[1]。近年来,泄漏和爆炸事故暴露出传统管理在风险识别与过程控制上的不足,亟需构建科学、系统的质量、健康、安全、环境(Quality, Health, Safety and Environment, QHSE)管理体系。QHSE管理体系是指企业为了保障产品质量、员工健康与安全、环境保护的一系列管理活动和程序的综合体系。

自20世纪90年代末起,国内油气企业陆续建立了一体化QHSE管理体系^[2],并采用多种审核模式进行评估与优化,包括国际安全评级审核、全要素量化审核及体系认证审核等。这些方法在推动体系规范运行、隐患排查与持续改进方面发挥了积极作用^[3]。然而,面对工业数字化、智能化的趋势,传统审核模式在时效性、敏感性与预测性方面逐渐显露不足,推动审核模式创新成为行业研究热点。

当前研究多聚焦于单一审核方法的实践经验,如尹健等^[4]指出,强化内部审核有助于持续改进QHSE管理体系的绩效。曹晓林等^[5]分析了某油田QHSE体系审核中存在的问题并提出了改进建议。王全林^[6]探讨了企业QHSE管理体系有效性审核的新工具和实践。张健威等^[7]提出,应加强QHSE体系审核工作的思考与建议。综上,合理选择并优化审核模式有助于提升体系运行效能,但缺乏对不同模式的系统比较,尤其是融合数据驱动与智能化手段的路径。

鉴于此,笔者拟以油气长输管道企业为研究对象,比较传统与新兴审核模式的特征与适用场景,构建融合型审核框架,并通过案例实证验证多模式审核体系在提升企业QHSE绩效中的实际效能,以期为油气长输管道行业提供理论支撑与优化路径。

1 不同审核模式比较与适用性分析

油气长输管道企业常用的QHSE体系审核模式主要包括国际安全评级审核、全要素量化审核和体系认证审核等,它们分别从不同角度检查和评估企业的QHSE管理^[8]。

1.1 国际安全评级审核模式

国际安全评级系统(International Safety Rating System, ISRS)源自安全管理体系成熟度模型^[9]。ISRS已成为全球认可的安全与可持续性管理评级体系,ISRS将风险管理相关要求划分为15个要素程序,每个程序嵌入计划-执行-检查-改进(Plan, Do, Check, Action, PDCA)循环。借助分级评价体系量化评估组织在各管理环节的成熟度。

审核人员通过与各级管理人员和员工访谈,检查文件和记录,评估各要素流程的完整性及关键绩效指标的实现程度^[10],以打分方式确定企业QHSE管理体系的成熟等级,如图1所示。

该模式适用于管理体系较为完善、期望对标国际标准的企业,具有系统性强、标准统一、评估结果可比性高等优势^[11]。

1.2 全要素量化审核模式

全要素量化审核以风险管控为核心关注点,是一种自下而上、强调现场的审核模式。其实施思路

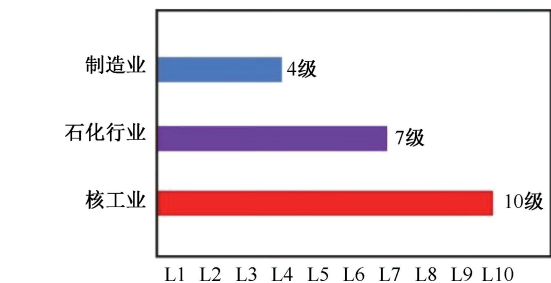


图 1 不同行业国际安全评级目标

Fig. 1 International safety rating targets for different industries

体现为:由现场到体系,通过现场问题倒推管理体系运行的适宜性、充分性和有效性^[12],如图 2 所示。

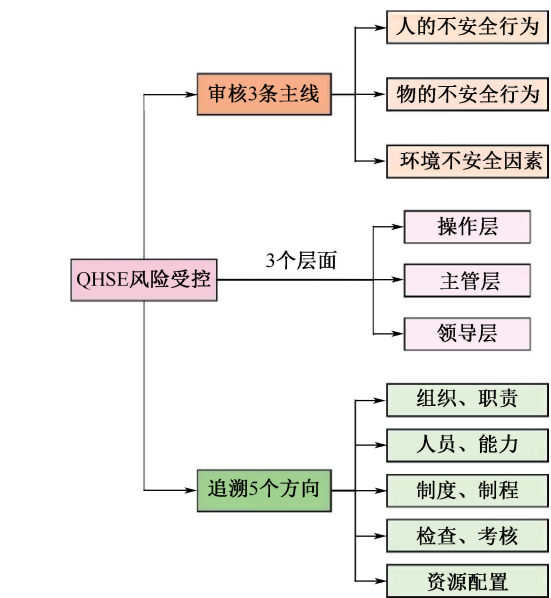


图 2 全要素量化审核实施思路

Fig. 2 Implementation idea diagram of full-factor quantitative audit

全要素量化审核适用于 QHSE 管理体系已经运行一段时间且需关注现场风险管控效果的情形。其优点是深入生产一线,敏锐发现现场存在的安全隐患和管理薄弱点,审核结果直接指导一线整改,对提高现场安全管理水平效果显著^[13]。其不足在于涉及管理要素众多、专业知识点广,审核执行需要投入大量时间和精力,否则难以面面俱到。

1.3 体系认证审核模式

体系认证审核以管理的依法合规为核心关注点。此模式依据国家或国际标准,如《质量管理体系》(GB/T 19001—2016)、《环境管理体系》(GB/T 24001—2016)、《职业健康安全管理体系》(GB/T 45001—2020)等要求,审核企业 QHSE 管理体系的

符合性^[14]。通常由外部第三方认证机构执行,也可在企业内部模拟认证审核。审核以文件审核(文审)为主,通过查阅体系文件、程序和记录,核对其与法律法规和标准规范的一致性,评估体系文件的适宜性和合规性^[15]。同时,审核员通过现场抽查和人员访谈,了解员工对体系文件的理解程度及执行情况,以验证管理要求在现场的落实,如图 3 所示。体系认证审核的核心在于确保企业的管理体系符合法律法规和标准要求,推动企业管理活动有章可循、有据可依。

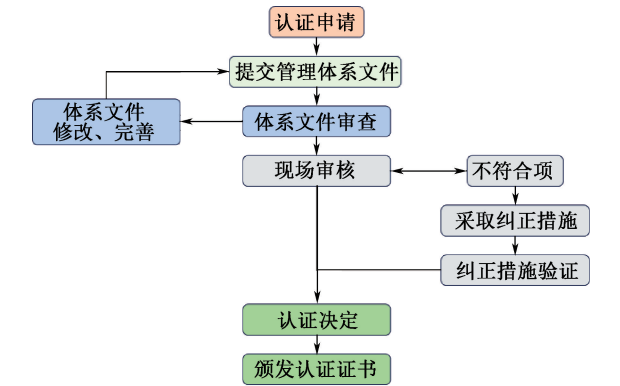


图 3 体系认证审核实施思路

Fig. 3 Implementation ideas for system certification audit

体系认证审核适用于企业建立或变更管理体系阶段,以及需要获得外部认证证明时。其优势在于有明确的标准对照,审核结论具有权威性和公信力,有助于企业规范管理、合法合规运营^[16]。其不足是偏重文件和过程符合性检查,可能对实际风险控制效果关注不够。

1.4 数据驱动审核模式

数据驱动审核模式是随着工业数字化转型而出现的新型审核方式,强调利用数据分析和信息化手段来辅助或替代传统审核活动。油气长输管道企业运营过程中产生大量有关安全、生产和环境的数据,如在线监测传感器数据、设备运行参数、员工培训和行为记录等^[17]。数据驱动审核通过构建数字化 QHSE 管理平台,将分散的数据加以集成和实时分析,提取出有助于安全管理决策的关键信息。基于历史审核发现和事故数据,预测潜在风险热点,从而有针对性地制定审核计划。

数据驱动审核适用于已建立信息化平台并希望提高审核效率与闭环管理水平的企业。该模式能减少主观偏差、提升审核频次与覆盖面,但对数据质量、系统稳定性和分析能力依赖较高,数据偏差或缺

失可能影响审核结果的准确性。

1.5 AI 审核模式

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术的快速发展为 QHSE 审核带来了创新思路^[18]。AI 审核模式是指运用机器学习、知识图谱、计算机视觉等 AI 技术,对审核相关的信息进行自动获取、识别和分析,从而辅助甚至部分替代人工完成审核工作的模式。在 QHSE 管理中,AI 用于指导审核计划和重点。在审核实施阶段,AI 可实时识别不符合项。在审核后续阶段,AI 还可分析累计审核数据的趋势和根因,找出反复出现问题背后的深层原因。

AI 审核目前多处于探索和试点阶段,适合具备丰富数据积累和智能化基础的企业。其优势在于自动化程度高、覆盖范围广、响应速度快,有望提升审核效率与预测能力。但其实施成本高、模型依赖大,尚需解决算法透明性与人员替代等管理问题。

1.6 适用性分析

不同审核模式在关注重点、适用阶段与审核深度上各具优势。传统模式更适用于制度规范与执行评估,新兴技术则提升审核的实时性与智能化水平。归纳比较各模式的特点见表 1。

表 1 不同 QHSE 审核模式的适用场景与优劣比较

Table 1 Applicable scenarios and comparison of advantages and disadvantages of different QHSE audit modes				
审核模式	侧重点	适用场景	优点	局限性
国际安全评级审核	流程完整性、绩效指标	管理体系较健全,寻求对标提升	标准化评价,提供行业标杆,宏观指导改进	偏宏观,现场隐患发现相对不足,耗时长
全要素量化审核	风险受控、现场问题	体系有效运行,需要强化现场安全	深入一线,问题发现直观,促整改和能力提升	覆盖面广需大量资源,受审核人员能力影响
体系认证审核	依法合规、文件符合性	体系初建或需外部认证时	对照标准检查,规范管理,权威性高	注重文件合规,现场实效关注不足
数据驱动审核	数据分析、持续监测	信息化水平高,追求高效闭环管理	基于客观数据,实时预警,支持远程协同	依赖数据基础和分析能力,需防范数据偏差
AI 审核	智能识别、预测预警	数字化成熟企业试点智能安全管理	自动化高效,覆盖面广,预测风险防患于未然	技术投入高,算法可信度和数据需求高

从表 1 可以看出,不同审核模式在适用阶段、覆盖领域和效果上各有优势和不足。为充分发挥各类审核模式的作用,油气长输管道企业应根据自身管理成熟度和现实需求,选择恰当的审核模式组合并持续优化改进。

2 审核模式优化策略和综合框架

随着油气长输管道企业对 QHSE 管理体系运行成效要求的不断提升,传统审核模式在实际应用中逐渐暴露出覆盖面不足、敏感性不强、难以动态适应管理需求等问题。为此,基于系统比较各类审核模式,提出审核模式优化策略与综合框架。

2.1 审核模式优化策略

1) 分阶段选用适宜的审核模式。企业应根据管理体系的成熟度,合理匹配审核模式,实现“阶段匹配、目标导向”的审核路径。在体系初建或组织调整期,优先开展体系认证审核,确保基本制度合规与规范运行;体系稳定后,应重点采用全要素量化审核,强化现场执行与风险控制;当管理水平趋于成熟且希望对标国际标杆时,可引入国际安全评级审核,

从宏观层面对体系进行系统评估与持续改进^[19]。

2) 强化风险导向,突出审核重点。基于风险导向原则,企业将风险评估结果作为审核内容与频次安排的依据,聚焦高风险、问题集中和管理基础薄弱领域,实施专项审核。通过动态调整审核重点与资源配置,实现“以风险定深度”的审核机制,提高审核效率和问题发现的针对性^[20]。

3) 加强审核能力建设与资源配置。构建高水平的审核队伍是保障审核质量的核心。建立审核员遴选与培训机制,强化其系统思维、风险识别和跨专业协作能力。针对专业跨度较大的全要素审核,建议组建跨学科联合审核团队,提升识别问题的广度与深度。对于专项审核任务或新技术应用场景,可引入第三方专业机构提供外部支持。

4) 推动数字化智能化转型。积极推进审核手段的数字化升级,建设 QHSE 一体化审核平台,实现计划制定、问题跟踪与闭环整改的全过程信息化管理。引入 AI 图像识别、文本比对等工具,提升问题识别效率与数据处理能力,大幅提升审核的响应速度和精准度,推动审核由经验判断向数据驱动转变。

2.2 QHSE 审核综合框架

综合以上策略,构建以企业风险管理策略为导向、融合传统方法与智能技术的 QHSE 审核综合框架,如图 4 所示。

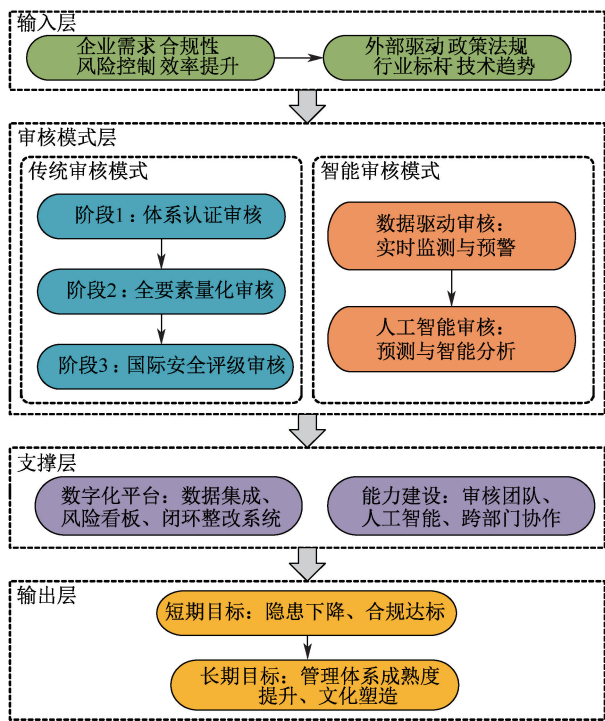


图 4 QHSE 审核综合框架

Fig. 4 Comprehensive framework of QHSE audits

该框架分为输入层、审核模式层支撑层和输出层 4 个层级。

在输入层,企业需充分考虑其管理体系成熟度、风险特征、外部环境变化(如政策监管、行业转型、技术趋势)等因素,直接影响审核计划的聚焦点与实施频次,明确审核工作的目标与重点。

在审核模式层,体系划分为传统审核模式与智能审核模式 2 个方向,分别对应不同管理阶段和审核需求。传统审核模式包含 3 个阶段:①体系认证审核,主要用于企业管理体系初建阶段,确保基本制度合规性;②全要素量化审核,突出现场问题导向与体系执行力验证;③国际安全评级审核,聚焦流程系统性和绩效对标,适用于体系较为成熟的企业。

智能审核模式强调信息化与智能化支撑。数据驱动审核通过信息系统整合与指标建模,实现动态分析、趋势识别与远程辅助审核;AI 审核利用图像识别、知识图谱等技术,实现审核任务智能分配、不符合项自动识别及预测性风险预警。

在 2 类模式的协同基础上,横向以“支撑层”提

供技术保障。审核结果能否有效转化为体系能力与文化演进,关键取决于支撑层的能力配置。该系统包括数字化平台建设、数据集成分析、风险建模与预警系统、整改闭环系统,以及审核团队的能力赋能与协同合作机制,构成审核效能提升的基础保障。

最终,在输出层,审核工作应服务于不同层次的管理目标,短期目标聚焦隐患识别、问题整改与操作行为优化;中长期目标侧重于体系能力提升、管理机制优化及安全文化建设的深化。通过人工审核与智能手段的有机融合,审核结果既能实现问题发现的全面性,又能提升问题识别的敏锐性与前瞻性,推动 QHSE 管理体系从合规性向本质安全性演进。

3 审核模式优化的实证分析

为验证审核模式优化策略的有效性,以某大型油气长输管道企业的实践为例进行分析。该企业经营数千公里的长输管道,具有典型的大型国有能源企业 QHSE 管理特征。

3.1 多阶段审核模式的应用实践

1) 在企业审核模式初期,企业建立 QHSE 管理体系伊始,主要采用体系认证审核来对照国家标准完善管理制度,并顺利通过质量、环境、职业健康安全“三体系”认证。这一阶段,通过体系认证审核发现并整改了大量文件和流程上的不符合项,确保持续管理体系的合法合规运行。

2) 随着管理体系逐渐稳定,企业每年实施全要素量化审核,由总部安环部组织跨部门审核组,全面检查评估下属各管道管理处。审核中发现的现场隐患数量在初期较多,2018 年,共发现不符合项约 1 500 项,主要集中在一线作业风险控制;随后针对危险作业票证、防腐检测、应急演练等短板整改,不符合项逐年下降,2023 年降至约 600 项。自 2020 年全面推行该审核模式以来,不符合项较 2018 年累计下降约 60%。

3) 为动态评估企业 QHSE 体系在持续运行与优化过程中的成熟度演进,基于近 4 年该企业连续 4 轮 ISRS 结果,对体系 15 个核心要素的纵向发展变化进行可视化分析与对比研究,绘制得分总值及得分率的雷达图,如图 5、图 6 所示。

从图 5 可以看出,企业各项指标整体呈现稳定上升趋势。其中,领导、规划与行政、风险评价等战略类要素得分增长明显,体现出管理层对体系建设的重视程度不断加强;风险控制、资产管理、应急准

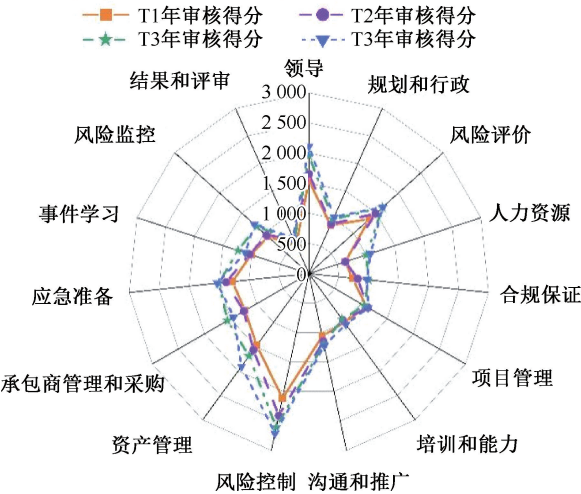


图5 近4年国际安全评级审核得分值
Fig.5 International safety rating audit scores
in the past four years

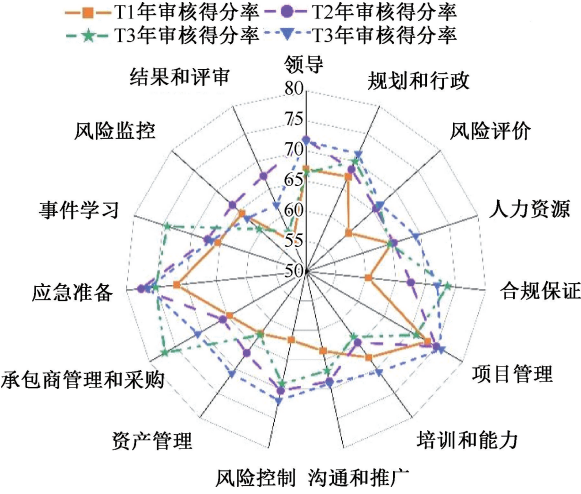


图6 近4年ISRS得分率
Fig.6 ISRS rate in the past four years

备等执行层要素随着全要素量化审核的深入推进而显著改善,表现出现场风险管控能力的实质提升。

从图6可以看出,各审核年度的评价线条呈现由收缩向外扩演变,表明体系运行的全面性和均衡性在逐步增强。特别是在风险控制、培训和能力、沟通和推广3个维度,T1—T4年分别提升8%~10%,显示企业在推动风险导向型管理和员工能力建设方面成效显著。

综上,通过分析近4年ISRS数据的趋势图可见:企业QHSE管理体系正在从制度导入阶段逐步迈向流程完善与绩效管理阶段,体系运行的成熟度、稳定性与数据支撑能力显著增强。

4) 近年来,该企业积极探索数据驱动和智能审核的新模式。2022年开始建设数字化HSE平台,在

重点管段安装物联网传感器实时采集压力、流量、泄漏监测等数据,并开发了风险预警模型。平台上线后的1年内,通过数据分析提前识别出3处管段阴极保护电位异常并及时维修,避免了管道腐蚀失效事故的发生。同时,企业试点应用AI图像识别技术分析现场作业视频,在一次现场摄像头检查中识别出施工现场人员未佩戴安全帽的行为并马上通知纠正。在企业中,自综合运用多种审核模式以来,生产安全事故率明显下降,近5年未发生重大泄漏和人身伤害事故,QHSE绩效持续改善。

3.2 审核模式优化的改进策略

结合案例中某油气长输管道企业在多阶段审核模式应用过程中的经验与问题,尤其是阶段性改进成效与局部薄弱环节暴露的情况,提出以下几点改进措施:

1) ISRS审核数据显示,企业在培训与能力方面已取得阶段性提升,但培训工作的系统性与精准性仍有进一步优化空间。建议在巩固既有成果基础上,构建培训闭环机制,涵盖计划—实施—验证—调整全过程,确保培训内容有效转化为员工实际操作能力与风险防控水平。

2) 针对整改效果改善不均衡的现象,建议将审核结果纳入部门绩效考核体系。激励整改及时、问题闭环有效的单位,问责整改滞后、问题反复的部门,通过奖惩联动机制推动整改质量提升,强化责任落实。

3) 目前,全要素量化审核广度大、专业跨度高,审核人员在知识结构上可能存在偏科问题。建议构建“工艺+安全+设备+环境”等多学科联合审核团队,实施交叉审核机制,提升问题识别的全面性与审核覆盖深度,降低审核盲区风险。

4 结 论

1) 系统比较5类QHSE审核模式的核心特征、适用场景与实施效果,指出不同审核方法在管理体系不同发展阶段、资源条件与风险偏好背景下各具优势,明确传统模式与新兴技术之间的互补关系。

2) 通过实证分析某大型油气长输管道企业,验证多种审核模式在实际运行过程中的差异化功能与组合适应路径,发现阶段性策略组合与信息化能力匹配对审核覆盖范围和风险识别敏感度具有显著影响。

3) 智能审核模式在提升审核连续性、实时性和预测性方面具有潜在优势,但其在数据完整性、模型可信性与适应性推广方面仍存在关键技术难点。未来研究应聚焦于跨行业审核数据标准体系构建。

参 考 文 献

- [1] LU Hongfang, XI Dongmin, QIN Guojin. Environmental risk of oil pipeline accidents[J]. Science of the Total Environment, 2023, 874: DOI:10.1016/J.SCITOTENV.2023.162386.
- [2] 刘华炜, 胡景梅. 一体化管理体系融合构建方法研究[J]. 安全、健康和环境, 2025, 25(2): 50-55.
- [3] LIU Huawei, HU Jingmei. Research on the method of integration construction of integrated management system[J]. Safety, Health and Environment, 2025, 25(2): 50-55.
- [4] WANG Zhenjia, LI Pei, HE Zhanyou, et al. Theoretical framework and practical exploration: application and development of QHSE management system in Changqing oilfield[J]. Engineering Advances, 2023, 3(4): 342-349.
- [5] 尹健. 强化内审在 QHSE 管理体系中的作用[J]. 石油化工安全环保技术, 2007, 23(3): 3-5, 67.
- [6] YIN Jian. Promoting management improvement continuously by planning carefully and strengthening internal review[J]. Petrochemical Safety and Environmental Protection Technology, 2007, 23(3): 3-5, 67.
- [7] 曹晓林. 浅谈渤海油田 QHSE 体系审核存在问题及改进建议[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(17): 1-3.
- [8] CAO Xiaolin. A brief discussion on the existing problems and improvement suggestions of QHSE system audit in Bohai oilfield[J]. China Petroleum and Chemical Standards and Quality, 2023, 43(17): 1-3.
- [9] 王全林. 企业 QHSE 管理体系有效性审核工具探索与实践[J]. 安全、健康和环境, 2023, 23(2): 47-51.
- [10] WANG Quanlin. Exploration and practice of effectiveness audit tool of QHSE management system in enterprises[J]. Safety, Health and Environment, 2023, 23(2): 47-51.
- [11] 张健威, 熊运实, 郭璐. 关于加强 QHSE 管理体系审核工作的思考与建议[J]. 油气田环境保护, 2020, 30(4): 1-3, 74.
- [12] ZHANG Jianwei, XIONG Yunshi, GUO Lu. Thoughts and suggestions in enhancing the audit work of QHSE management system[J]. Environmental Protection of Oil and Gas Fields, 2020, 30(4): 1-3, 74.
- [13] IQBAL H, WAHEED B, HAIDER H, et al. Mapping safety culture attributes with integrity management program to achieve assessment goals: a framework for oil and gas pipelines industry[J]. Journal of Safety Research, 2019, 68: 59-69.
- [14] GUASTELLO S J. Some further evaluations of the international safety rating system[J]. Safety Science, 1991, 14(3/4): 253-259.
- [15] TIAN Chenning, LI Hongxia, TIAN Shuicheng, et al. Risk assessment of safety management audit based on fuzzy TOPSIS method[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2020, 2020: 1-11.
- [16] HALE A R, HEMING B H J, CARTHEY J, et al. Modelling of safety management systems[J]. Safety Science, 1997, 26(1/2): 121-140.
- [17] FORTEZA F J, CARRETERO-GÓMEZ J M, ESTUDILLO B, et al. From Risk assessment on site to how to improve safety: an easy "App" to control construction site conditions[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(5): DOI: 10.3390/IJERPH20053954.
- [18] 郭俞辰, 王冰, 于敏. 基于 ANP 的施工现场安全管理可拓评价研究[J]. 安全, 2020, 41(10): 57-63.
- [19] GUO Yuchen, WANG Bing, YU Min. Research on extension evaluation of construction site safety management based on ANP[J]. Safety & Security, 2020, 41(10): 57-63.
- [20] 杨保平, 刘俊. 谈 GB/T19001 与 GB/T24001 整合后质量环境手册的结构[J]. 中国标准导报, 2002(5): 24-26.
- [21] 谢庆楠. 浅谈管理体系的内部审核[J]. 中国纤检, 2020(9): 44-45.
- [22] XIE Qingnan. Discussion on internal audit of management system[J]. China Fiber Inspection, 2020(9): 44-45.
- [23] 乔辉, 臧晓峰, 刘胜鹏, 等. 提高质量管理体系认证审核有效性的方法探析[J]. 价值工程, 2023, 42(1): 44-47.
- [24] QIAO Hui, ZANG Xiaofeng, LIU Shengpeng, et al. Exploring the methods of improving the effectiveness of certification audit of quality management system[J]. Value Engineering, 2023, 42(1): 44-47.
- [25] 罗自治, 张传涛, 杨勇, 等. 国外管道失效原因分析及对我国管道管理建议[J]. 煤气与热力, 2011, 31(3): 79-82.
- [26] LUO Zizhi, ZHANG Chuantao, YANG Yong, et al. Cause analysis of foreign pipeline failures and suggestions on domestic pipeline management[J]. China Safety Science Journal, 2011, 31(3): 109-115.
- [27] 赵亮, 孙魁元, 韩宝虎, 等. 基于人工智能视频分析的选煤厂安全管理研究[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(增 1): 19-23.
- [28] ZHAO Liang, SUN Kuiyuan, HAN Baohu, et al. Research on safety management of coal preparation plants based on artificial intelligence video analysis[J]. China Safety Science Journal, 2021, 31(S1): 19-23.
- [29] 张利亚, 孙宁昊, 丁俊刚, 等. 立足文化自信的油气管道行业特色安全管理研究[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(6): 35-40.
- [30] ZHANG Liya, SUN Ninghao, DING Jungang, et al. Research on characteristic safety management in oil and gas pipeline industry based on cultural self-confidence[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(6): 35-40.
- [31] 龚远平, 阴彬, 杨建业, 等. 大型水电工程构建双重预防机制的探索与实践: 以白鹤滩水电站为例[J]. 中国安全生产科学技术, 2020, 16(2): 155-160.
- [32] GONG Yuanping, YIN Bin, YANG Jianye, et al. Exploration and practice of constructing double prevention mechanism for large hydro-power projects: a case study of Baihetan hydropower station[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2020, 16(2): 155-160.

作者简介: 崔京辉 (1972—), 男, 天津人, 工程硕士, 高级工程师, 主要从事安全管理、环境保护方面的工作。E-mail: Cuijh02@pipechina.com.cn。