

油气田企业“三全”数字化隐患管理模式构建与实践

伍志倦¹, 鄢杰¹, 陈露¹, 梁开武²

¹中国石油西南油田分公司蜀南气矿, 四川 泸州

²重庆科技大学安全科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2026年7月7日; 录用日期: 2026年8月24日; 发布日期: 2026年9月7日

摘要

针对油气田传统隐患管理存在的数据标准不统一、跟踪督办困难、决策支撑不足、全员参与度不高等问题, 本文提出“三全”数字化隐患管理模式, 即构建“全流程闭环、全周期管控、全员参与”的隐患治理体系。通过建立隐患标准化数据库、构建“六位一体”监督体系, 引入关联分析、聚类分析及时间序列分析等方法, 实现隐患智能预警与风险趋势预测, 并以某气矿为例开展应用验证。结果表明, 数字化隐患管理平台上线后累计管理隐患7620项, 隐患处理效率提升80%, 月度整改率由85%提高至92%, 年均整改率达到97%, 员工参与率由55%提升至92%。研究表明, 该模式能够有效提升油气田企业隐患管理水平, 为油气田企业隐患管理数字化转型提供支撑。

关键词

油气田企业, 隐患管理, 数字化转型

Construction and Practice of the Three-All Digital Hazard Management Model for Oil and Gas Field Enterprises

Zhijuan Wu¹, Jie Yan¹, Lu Chen¹, Kaiwu Liang²

¹Shunan Gas Mine, PetroChina Southwest Oil & Gas Field Company, Luzhou Sichuan

²School of Safety Science and Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: July 7, 2026; accepted: August 24, 2026; published: September 7, 2026

文章引用: 伍志倦, 鄢杰, 陈露, 梁开武. 油气田企业“三全”数字化隐患管理模式构建与实践[J]. 石油天然气学报, 2026, 48(3): 457-468. DOI: 10.12677/jogt.2026.483050

Abstract

To address the problems of inconsistent hazard data standards, difficulties in hazard tracking and supervision, insufficient decision support, and low employee participation in traditional hazard management of oil and gas field enterprises, a Three-All Digital Hazard Management Model is proposed, which consists of full-process closed-loop management, full-cycle management, and full participation. The model establishes a standardized hazard database and a Six-in-One Supervision System, and integrates association analysis, cluster analysis, and time-series analysis to achieve intelligent hazard early warning and risk trend prediction. The proposed model was validated through its application in a gas mine. The results show that, after the implementation of the digital hazard management platform, a total of 7620 hazards were managed, hazard handling efficiency increased by 80%, the monthly hazard rectification rate improved from 85% to 92%, the annual average rectification rate reached 97%, and employee participation increased from 55% to 92%. The results demonstrate that the proposed model effectively improves the hazard management capability of oil and gas field enterprises and provides practical support for the digital transformation of hazard management in the oil and gas industry.

Keywords

Oil and Gas Field Enterprise, Hazard Management, Digital Transformation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

随着油气生产规模持续扩大、无人值守场站广泛应用以及生产作业区域不断延伸,传统以人工巡检、纸质填报、层级汇总为主的隐患管理模式已难以适应现代化油气田安全生产和高质量发展要求。国家“数字中国”战略与中国石油集团智能化建设部署,均要求以数字化、智能化手段提升安全风险管控能力[1]-[3]。某气矿作为大型油气生产企业,具有生产过程复杂、专业性强、风险等级高等特点。目前拥有8个油气勘探开发区块,矿权范围覆盖川、渝、滇、黔4省(市)15个市(州)48个区(县)。生产作业场所分布广泛,部分场站地处山区和偏远地区,作业环境复杂多变,亟需借助数字化技术手段,实现隐患管理全过程数字化、智能化管控。

针对传统隐患管理模式的局限性,国内外学者在数字化、智能化隐患管理领域进行了广泛探讨[4]-[6]。一方面,部分学者聚焦于智能化平台的搭建,何宁等[7]针对煤矿环境构建了由“人员-设备-环境”安全管理体系和“执行力保障体系”组成的煤矿安全生产管理智能化体系;李爽等[1]针对煤矿环境构建了智能双重预防机制及安全管控平台;孔令峰[8]阐述了化工企业如何利用数字化手段进行风险分级管控与隐患排查;吴军[9]结合大型炼化企业实际,探讨了隐患排查治理信息化闭环机制的构建与应用;王龙康等[10]构建了煤矿安全隐患动态分级闭环管理方法,提高了煤矿安全隐患的治理能力;张宇[11]设计了安全隐患排查闭环管理数字化平台,实现了隐患排查工作的智能化、信息化与网络化,提升了企业安全生产管理水平。另一方面,基于隐患大数据的事故风险演化预测成为近年来的研究热点,郭对明等[12]利用文本挖掘技术,对矿山安全隐患的大数据进行了深度挖掘与可视化分析,证明了数据驱动安全决策的可行性;张洪财[13]以事前管理为准则,建立了隐患排查管理体系,通过归类分析对比,发现了隐患排查中

的薄弱环节；朱海树[14]探讨了企业如何依托 FORUS 体系与双重预防机制开展隐患排查治理实践，通过构建分级整改责任体系与数字化闭环管理，显著降低了安全隐患数量并形成了 PDCA 持续改进机制。这些研究为高风险行业提升隐患管理奠定了基础。

然而，通过对现有文献的梳理发现，针对油气田企业的数字化隐患管控研究仍存在以下不足：一是研究对象局限，多数研究集中于煤矿、化工厂、单体场站，缺乏油气田企业方面的探讨研究。二是研究内容局限，多数聚焦平台建设，而缺少数据挖掘和风险预测。三是管理机制局限，缺少激励机制和全员参与机制。

因此，针对油气田企业作业区域广、隐患类型复杂、多主体协同管理难以及风险预警能力不足等问题，本文提出“三全”数字化隐患管理模式，即构建“全流程闭环、全周期管控、全员参与”的隐患治理体系，形成集隐患标准化数据库、数据分析、智能预警于一体的数字化隐患管理平台，并以某气矿为例开展应用验证。以下重点介绍“三全”数字化隐患管理模式的构建思路、实施路径及应用成效，以期油气田企业隐患管理数字化转型提供实践参考。

2. “三全”数字化隐患管理模式构建

隐患治理具有持续发现、整改、检查和改进的动态管理特征。PDCA 循环理论强调通过“计划(Plan) - 实施(Do) - 检查(Check) - 改进(Act)”四个阶段不断循环，实现管理工作的持续优化。基于 PDCA 持续改进理念，本文构建“全流程闭环、全周期管控、全员参与”的“三全”数字化隐患管理模式(见图 1)。其中，全流程闭环是隐患管理运行载体，对应 PDCA 的计划和实施过程，实现隐患从发现、上报、整改到验收销项的全过程跟踪；全周期管控则基于全过程积累的数据开展分析、预警和决策支持，对应 PDCA 的检查与改进，实现风险动态识别与超前防控；全员参与是隐患发现和治理的基础，为 PDCA 的全过程运行提供保障，通过激励约束机制和培训体系提升员工主动发现隐患的能力。三者共同构建了“隐患发现 - 闭环治理 - 数据分析 - 风险预警 - 持续改进”的运行机制，形成数字化隐患治理闭环。

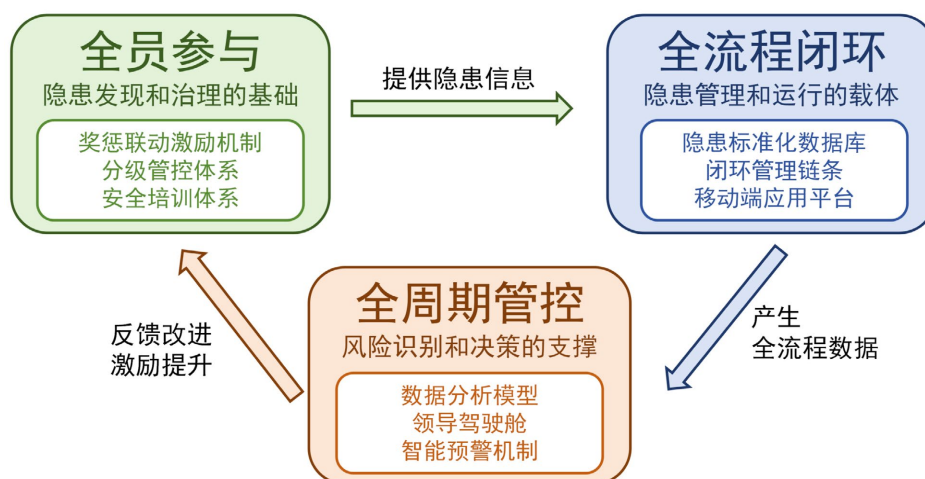


Figure 1. Relationship of the three-all digital hazard management model

图 1. “三全”数字化隐患管理模式关系图

2.1. 搭建全流程闭环管理平台

全流程闭环管理平台“三全”数字化隐患管理模式运行的载体，由隐患标准化数据库、全流程闭环管理链条和移动端应用平台三个部分组成。其中，隐患标准化数据库为隐患识别、分级提供统一的判定

标准；全流程闭环管理链条实现隐患发现、上报、审核、整改、验收和销项全过程闭环管理；移动端应用平台实现隐患排查、现场上报、整改反馈等业务线上办理。三者相互支撑、协同运行，实现了隐患管理标准统一、流程闭环和现场协同。

(1) 建立隐患标准化数据库

传统隐患管理过程中，隐患判定标准和描述方式不统一，容易造成管理尺度不统一的问题。为解决上述问题，本次对照 2024~2025 年国家、行业及集团公司最新标准，对隐患判定标准进行了系统更新。共整合隐患判定标准 365 项，其中一般隐患(现场通用) 75 项、一般隐患(管理部分) 120 项、较大隐患 50 项、重大隐患 120 项，并逐项标注对应标准依据，实现数据库与现行标准的动态衔接，构建的隐患判定标准(部分)，如表 1 所示。

Table 1. Selected hazard identification criteria
表 1. 部分隐患判定标准

一般隐患(管理部分)				
序号	隐患定级	隐患类型	隐患描述	详细标准、要求及内容
1	一般事故 隐患 E	工艺设备 设施	井口、工艺装置区仪表、 仪表连接管线、引压管、 堵头、各连接部位等可控 泄漏，现场员工通过注 脂、紧固、更换密封方式 等不能及时进行整改。	西南油气田分公司《一般安全环保事故隐患判定标准》 (物的不安全状态)第 1 条：井口、工艺装置区仪表、仪 表连接管线、引压管等有控部位渗漏。
2	一般事故 隐患 E	电气设备 设施	防爆电气设备电缆进线装 置未可靠密封	西南油气田分公司《一般安全环保事故隐患判定标准》 (物的不安全状态)第 40 条：防爆电气设备电缆进线装置 未可靠密封，不使用的线孔，未采用适合于相关防爆型 式的堵塞元件进行堵封；《中国石油西南油气田分公司 防爆电气安全管理实施细则》第十八条 安装过程中施 工人员及监理工程师应对防爆电气作符合性检查，防爆 电气设备应符合以下要求：(三) 多余的电缆引入口采用 适合于相关防爆型式的堵塞元件进行堵封。堵塞元件(弹 性密封圈和金属垫片、封堵件等)齐全，且安装紧固、密 封良好。一个引入装置存在 2 条及以上电缆；电缆未压 紧；未使用的电缆引入口使用非防爆堵丝封堵或未封堵 等属于未可靠密封。
3	一般事故 隐患 D	电气设备 设施	配电室内的配电屏(柜、 箱)设置不符合规范要求	西南油气田分公司《一般安全环保事故隐患判定标准》 (物的不安全状态)第 28 条：配电室内的配电屏(柜、箱) 设置不符合规范要求；GB 50054-2011《低压配电设计 规范》第 4 点：配电设备的布置。
5	一般事故 隐患 D	电气设备 设施	防爆电气设备存在不损坏 防爆性能的机械变形	GB/T 3836.1-2021《爆炸性环境 第一部分：设备通用要 求》26.4.4 设备的轻微损伤、表面漆皮的脱落、散热片 或其他类似部件的破裂和小的凹陷均可忽略。若不损坏 防爆性能，按规定巡检和检测即可。
...	...	...	...	...
74	一般事故 隐患 A	工艺设备 设施	锅炉安全阀未定期校验	西南油气田分公司《一般安全环保事故隐患判定标准》 (物的不安全状态)第 3 条：在用锅炉的安全阀每年至少 校验一次，校验后应加锁或者铅封，控制式安全阀应当 分别进行控制回路可靠性试验和开启性能检验。

续表

75	一般事故 隐患 A	工艺设备 设施	锅炉低水位联锁保护装置 或超压联锁保护装置缺失	西南油气田分公司《一般安全环保事故隐患判定标准》(物的不安全状态)第 4 条: 额定蒸发量大于或者等于 2 t/h 的锅炉, 应当装设低水位联锁保护装置, 保护装置最迟应当在最低安全水位时动作; 额定蒸发量大于或者等于 6 t/h 的锅炉, 应当装设蒸汽超压报警和联锁保护装置; 安置在多层或者高层建筑物内的锅炉, 每台锅炉应当配备超压(温)联锁保护装置和低水位联锁保护装置。
----	--------------	------------	----------------------------	--

同时, 系统梳理历年隐患数据, 按隐患系列标准(按问题、一般、较大、重大), 本着“不降低任何一个隐患层级”原则逐条梳理, 明确问题和隐患界限, 形成涵盖生产场站各个方面的隐患标准化数据库: 共 1024 项, 其中问题 665 项、一般隐患 267 项、较大隐患 65 项、重大隐患 27 项。用户可通过检索功能, 快速获取相关落地化标准并实现对标应用, 构建隐患标准化数据库(部分), 如表 2 所示。

Table 2. Selected contents of the standardized hazard database
表 2. 部分隐患标准化数据库

检查项目	检查分项	检查内容 (否定项语句)	隐患分级	检查标准及依据
计量仪表 装置完整 性管理	压力变送 器	压力变送器安装 不稳固, 有外漏 现象	重大隐患	中国石油天然气集团有限公司《重大及较大生产安全事故隐患判定标准》(集团安全环保〔2025〕6 号)重大生产安全事故隐患判定标准第 15 条: 涉及易燃易爆、剧毒介质的设备、管道及管件带“病”运行, 管道壁厚腐蚀减薄至不符合设计要求继续运行; 近 3 年管道线路因本体缺陷或腐蚀穿孔发生 2 次及以上泄漏情况未开展全面检测及整改的。
		压力变送器铭牌 无防爆标识	较大隐患	中国石油天然气集团有限公司《重大及较大生产安全事故隐患判定标准》(集团安全环保〔2025〕6 号)较大生产安全事故隐患判定标准(成品油销售业务)第 5 条: 爆炸危险区域作业未规范着装(穿着防静电工作服、防静电鞋), 使用非防爆工具; GB 50257-2014《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》第 3.0.10 条: 防爆电气设备应有“Ex”标志和标明防爆电气设备的类型、级别、组别标志的铭牌, 并应在铭牌上标明防爆合格证号。
		压力变送器接地 不符合规范要求 (外壳未接地、接 地线没有与已接 地的金属构件有 效相连、接地电 阻大于 4 Ω)	一般隐患	西南油气田分公司发布的《一般安全环保事故隐患判定标准》(物的不安全状态)第 31 条: 电气装置接地不符合规范要求; GB 50257-2014《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》第 7.1.1 条: 在爆炸危险环境的电气设备的金属外壳、金属构架、安装在已接地的金属结构上的设备、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护套等非带电的裸露金属部分, 均应接地; SH/T 3081-2019《石油化工仪表接地设计规范》第 7.1.1 条: 仪表及控制系统的接地电阻为工频接地电阻, 不应大于 4 Ω。
		压力变送器防爆 软管螺纹啮合深 度小于 5 mm	一般隐患	西南油气田分公司发布的《一般安全环保事故隐患判定标准》(物的不安全状态)第 26 条: 设备防护装置存在缺陷; GB 50257-2014《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》第 4.2.2 条: 螺纹隔爆结构当外壳净容积 $V \leq 100 \text{ cm}^3$ 时, 螺纹的最小啮合深度为 5.0 mm。

续表

监控仪表存在故障、失效等未制定控制措施、控制措施不具备针对性或措施未落实	一般隐患	西南油气田分公司发布的《一般安全环保事故隐患判定标准》(物的不安全状态)第 8 条: 锅炉、压力容器、压力管道的安全附件或监控仪表存在故障、失效等未制定控制措施、控制措施不具备针对性或措施未落实。
...	...	...
压力变送器标(铭)牌字迹不清晰	问题	JJG 882-2019《压力变送器检定规程》第 6.1.1 条: 压力变送器上的标识应完整、清晰, 并具有以下信息: 产品名称、出厂编号、生产年份、型号规格、测量范围、计量单位、准确度等级、额定工作压力、电源形式、信号输出形式、制造商名称或商标、型式批准标识及编号等; 防爆产品还应有防爆标识。
检定标识超期	问题	JJG 882-2019《压力变送器检定规程》第 7.5 条: 压力变送器的检定周期可根据使用环境条件及使用频繁程度来确定, 一般不超过 1 年。

(2) 构建全流程闭环管理链条

隐患管理是一个系统性工程, 涉及隐患的发现、上报、分析、整改以及验收等多个环节[8]。在实际工作中, 隐患发现后容易出现信息传递滞后、责任不清、跟踪不到位等情况。为解决这些问题, 数字化隐患管理平台建立起“六位一体”监督体系。如图 2 所示, 该体系将隐患上报人员角色细分为业务监督(业务部门、基层单位)、属地监督(现场班组)、专业监督(QHSE 监督站)、信息化监督、外部监督以及全员监督等六大类别[15]。通过智能算法自动关联监督类型、隐患等级、处置要求以及整改期限等关键信息, 实现了隐患从发现到整改的全过程可追溯管理。

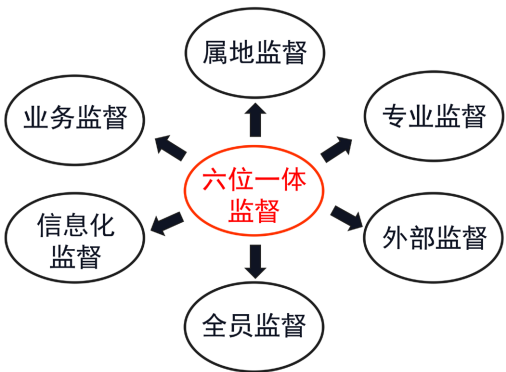


Figure 2. Six-in-one supervision system
图 2. “六位一体”监督体系

(3) 开发移动端应用平台

在数字化转型的浪潮中, 移动互联网技术的应用为企业带来了前所未有的便利[16]。针对基层员工现场作业分散、电脑使用不便的问题, 开发了移动端应用。如图 3 所示, 该应用程序支持现场实时拍照上传、快速填报以及在线处理等功能, 极大地简化了隐患上报与审核处理的流程。此外, 该应用程序通过与 PC 端数据的实时同步, 确保了隐患管理信息的及时更新与共享。

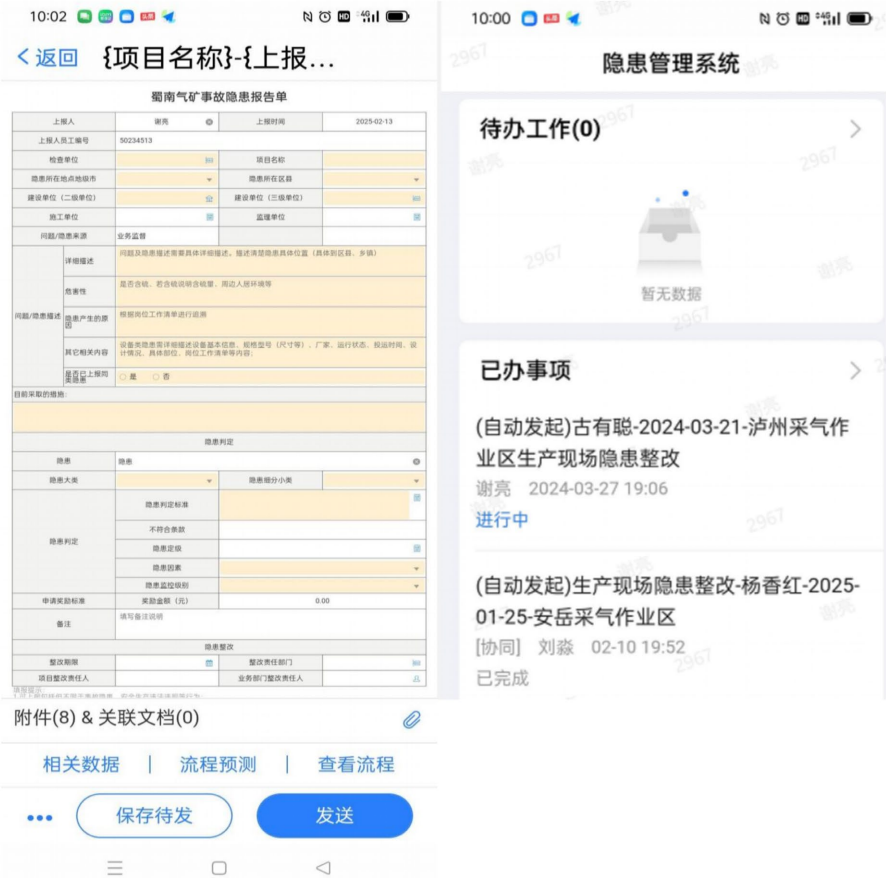


Figure 3. Hazard reporting via the mobile application
图 3. 手机移动端管理隐患上报工作

2.2. 构建全周期管控机制

全周期管控机制是风险识别、分析和决策的核心机制，由多维度数据分析模型、领导驾驶舱和智能预警机制共同构成。依托全流程闭环管理平台形成的数据，多维度数据分析模型对隐患数据进行深度挖掘，识别隐患分布特征、变化趋势和风险规律；领导驾驶舱将分析结果进行可视化展示，帮助管理人员实时掌握隐患态势；智能预警机制结合历史数据和风险变化趋势，对重点区域、关键环节和重复性隐患进行动态预警，推动风险防控由事后整改向事前预防转变。三者相互协同，形成集数据分析、风险研判、智能预警于一体的全周期管控机制。

(1) 多维度数据分析模型

隐患管理的核心在于对隐患数据的深度挖掘与分析[12]。数字化隐患管理平台整合了隐患发生的时间、地点、隐患类型、专业设备分类、隐患等级、整改单位、归口业务部门等多维度数据，通过先进的数据分析方法，如关联分析、聚类分析、时间序列分析等，深入挖掘数据背后的潜在规律和价值。

关联分析用于识别不同隐患之间的内在联系，例如，某些隐患是否经常同时出现，或者某一隐患是否是另一隐患的前兆。平台选用 Apriori 关联规则算法对企业历史隐患数据进行分析，该算法能够有效挖掘隐患之间的潜在关联关系。首先，对某气矿两千条隐患文本进行数据清洗、集成和分词处理；其次，设置支持度、置信度和提升度等参数，挖掘隐患关联规则。其中，高支持度规则揭示了频繁出现的隐患；

高置信度表明当前项隐患发生时，后项隐患发生的概率较高，两者具有较强的关联性；高提升度用于衡量前项与后项隐患之间关联程度是否高于随机共现水平。当提升度大于 1 时，说明两类隐患之间存在正向关联，提升度越大，关联性越强。本文选取支持度前 3 位的“吊装作业”相关隐患为例(表 3)，当系统识别到“作业许可证”隐患时，有 31.7%的概率同时伴随“吊装作业”隐患；当出现“风险管控表”隐患时，该概率提高至 68.9%；当出现“钢丝绳”隐患时，同时出现“吊装作业”隐患的概率为 45.5%。结果表明，上述隐患具有较强的关联性，可作为吊装作业排查的重要对象。

Table 3. Association rules with high support for lifting operation-related hazards
表 3. 高支持度“吊装作业”相关隐患的关联规则

前项	后项	支持度	置信度	提升度
作业许可证	吊装作业	0.006636	0.317	25.88
风险管控表	吊装作业	0.004594	0.689	30.50
钢丝绳	吊装作业	0.004594	0.455	11.72

聚类分析将隐患按照相似性进行分类，帮助管理人员快速识别隐患的集中区域或类型。时间序列分析则通过分析隐患数据随时间的变化趋势，预测隐患的未来发展趋势。基于这些分析方法，数字化隐患管理平台能够自动生成各类统计报表和趋势图表，实现隐患态势分析的可视化。管理人员可以通过直观的图表快速了解隐患的分布情况、发展趋势和潜在风险，从而为管理决策提供坚实的数据支撑。通过对历史隐患数据进行分析发现，设备设施类隐患和现场标准执行不到位类隐患占比较高，且部分区域存在重复性隐患集中出现的情况。针对这一特点，平台从隐患类型、区域分布、专业类别和时间变化等维度开展分析，自动识别高发区域和重点风险点，形成专项治理建议。管理人员可据此调整检查重点和资源投入方向，提高隐患治理的针对性和有效性。

(2) 打造领导驾驶舱

在现代企业管理中，领导驾驶舱已成为管理层获取关键信息的重要工具，解决了传统管理过程中信息分散、统计周期长的问题。数字化隐患管理平台开发了领导驾驶舱模块，实时展示隐患总量、分布情况、整改进度、重点领域等核心指标。平台能够自动识别频发隐患区域和设备，通过历史数据和趋势分析，预测潜在风险，并为管理层提供预防性维护建议。通过直观的可视化界面，管理层可以迅速掌握隐患管理的整体状况，及时发现潜在问题并采取相应措施。此外，领导驾驶舱模块已成功接入气矿综合智能指挥中心大屏，实现了隐患管理数据作为 QHSE 管理板块其中一部分进行统一展示，并通过与综合智能指挥中心的无缝对接，可以将隐患管理数据与其他生产运营数据进行综合分析应用。

(3) 建立智能预警机制

预警机制是隐患管理中不可或缺的重要环节[17]。数字化隐患管理平台基于历史数据分析，自动识别高发、重复性隐患，并对重点区域、关键环节进行风险预警。平台通过智能算法，实时监测隐患数据的变化，一旦发现异常情况，立即发出预警信号。同时，平台还具备对即将到期和逾期未整改隐患的自动推送功能，通过平台以及内部软件将消息推送给相关部门单位负责人员，同时自动记录超期未整改的情况，并形成报表推送给相关单位，根据管理制度进行考核。通过设置合理的提醒机制，确保整改措施能够及时落实，避免隐患因整改不及时而引发安全事故。比如，平台连续监测发现某区域同类隐患连续增长，自动触发预警并推送责任单位开展专项排查。

2.3. 完善全员参与机制

全员参与机制是隐患发现和治理的基础，由奖惩联动激励机制、分级管控体系和在线安全培训体系

共同构成。其中，奖惩联动激励机制通过正向激励与反向约束相结合，激发员工主动发现和上报隐患的积极性；分级管控体系按照岗位责任制要求，将隐患整改划分为班组、基层单位和气矿三级，实现隐患整改责任分级落实；在线安全培训体系持续提升员工隐患识别和风险防控能力。三者相互促进、协同运行，形成集激励引导、责任落实、能力提升于一体的全员参与机制，推动隐患排查治理由少数部门负责向全员共同参与转变。

(1) 建立奖惩联动激励机制

为激发员工参与隐患管理的积极性，制定了科学合理的隐患上报奖励标准。该标准综合考虑了隐患的风险等级、发现难度以及潜在影响，并通过智能算法自动计算奖励金额，定期在企业内部进行公示，确保奖励过程的透明化和公正性。同时，还建立了隐患排查不力的反向考核机制。对于未能及时发现或整改隐患的单位和个人，数字化隐患管理平台会自动记录并进行考核扣分。这种正向激励与反向约束相结合的机制，有效倒逼各单位加强隐患管理，确保隐患排查与整改工作的落实到位[18]。

(2) 完善分级管控体系

隐患整改的高效执行是隐患管理的关键环节[19]。按照岗位责任制要求，将隐患整改工作细分为班组、基层单位和气矿三个层级(图 4)。当隐患审核通过后，根据隐患级别，自动将班组级隐患派发至岗位实现“立查立改”，基层单位级派发至专业维修队伍，气矿级派发至管理层进行统筹规划。这种分级管控体系通过分层级相互监督，责任捆绑，确保了隐患整改工作的有序进行，避免了责任推诿和整改不及时的问题。

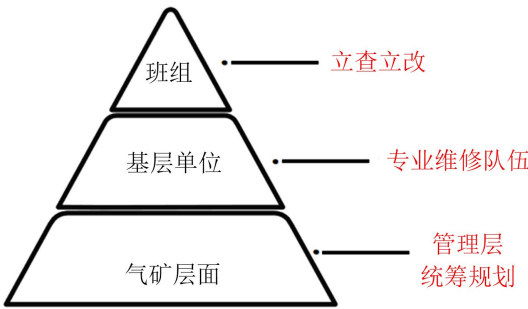


Figure 4. Hierarchical hazard rectification management system
图 4. 隐患分层级整改管理体系

(3) 搭建在线安全培训体系

为提升员工的隐患管理能力，数字化隐患管理平台内置了隐患管理制度规范、典型案例、考试题库等丰富的学习资料，支持员工随时随地进行在线学习。员工可以通过平台进行自主学习、在线考试，并查看自己的学习进度和考试成绩，平台会自动记录培训过程并生成培训档案，确保培训效果的可追溯性。

3. 数字化管理模式的实施路径与成效分析

3.1. 实施路径与运行保障

本文构建的数字化驱动隐患管理模式在气矿落地实施，遵循了“试点验证 - 分布推广 - 长效运维保障”路线。首先，选择涵盖了不同业务领域和工作环境的三个基层单位(中心站)作为试点，通过问卷调查、访谈座谈等多种形式，广泛收集用户意见和建议。定期对反馈问题进行分析研究，及时优化数字化隐患管理平台功能，提升用户体验。同时，组织开展数字化隐患管理平台操作培训，编制详细的操作手册，选派技术骨干进行现场指导，确保试点单位员工能够熟练操作。在试点取得预期成效后，将该模式全面

推广至气矿辖区内的全部作业区以及机关部门，覆盖 22 个中心站，实现基层单位全覆盖。由信息技术人员和业务骨干组成专业的运维团队，定期开展数字化隐患管理平台运行监测，对平台性能、数据质量、用户使用情况等进行全面评估，及时发现和解决问题。数字化隐患管理平台累计完成 12 次功能升级优化，解决用户反馈问题 89 项，稳定性达到 99.9%。

3.2. 实施成效

经过数字化隐患管理平台的上线运行与长效保障机制的触发，该数字化管理模式取得了显著的管理成效。基于平台运行前后的对比分析，具体表现如下：

(1) 管理效能显著提升

数字化隐患管理平台上线后，隐患管理由传统人工统计转变为智能化管控模式。2024 年，气矿通过系统累计管理隐患 7620 项，其中一般隐患 7610 项，较大隐患 10 项；完成整改 7115 项。平台具备自动预警和跟踪提醒功能，能够实时监控隐患整改的进度，确保隐患得到及时处理，使隐患月度整改率由 85% 提升至 92%，年均整改率达 97% (表 4)。与传统人工统计相比，平台上线后隐患处理效率提升 80%，人工统计工作量减少 90%，数据准确率达 99%。

Table 4. Management performance
表 4. 管理效能

指标	实施前	实施后
月整改率	85%	92%
年整改率	93%	97%
数据准确率	90%	99%

(2) 隐患治理能力持续增强

通过系统的智能化管控，及时发现和处理隐患，有效降低了安全风险，保障了企业的安全生产。系统建立智能预警机制后，风险预警准确率达到 90%，月均隐患增长率由 15% 下降至 9%，实现了隐患治理由事后整改向主动预防转变。

(3) 全员参与水平明显提高

通过建立奖惩联动机制、在线培训体系和移动端应用平台，有效激发了员工参与隐患管理的积极性。2024 年，22 个中心站隐患管理全员参与率由 2023 年的 55% 提升至 92% (表 5)。移动端应用程序极大地提高了隐患管理的便捷性和效率，移动端使用率达 95%，基层员工能够随时随地上报隐患，平均每人每月上报隐患 2.5 项，较实施前提升 150%。同时，累计发放隐患奖励 130 万元，进一步营造了全员参与隐患管理的良好氛围。

Table 5. Comparison of employee participation
表 5. 全员参与水平

指标	实施前	实施后
员工参与率	55%	92%
人均上报量	1.0	2.5

(4) 经济与社会效益显著

数字化隐患管理平台运行以来，气矿未发生较大及以上生产安全事故，经测算，避免直接经济损失

约 300 万元, 创造间接经济效益 600 余万元。同时, 该模式将“六位一体”监督体系与数字化技术深度融合, 形成了具有推广价值的隐患管理新模式, 为油气田企业数字化转型提供了实践参考。

4. 结论

(1) 构建了以全员参与为基础、全流程闭环为载体、全周期管控为支撑的“三全”数字化隐患治理体系, 实现了隐患发现、治理、分析和预警的全过程数字化管控。

(2) 通过建立多维数据分析模型和智能预警机制, 实现了隐患管理由经验驱动向数据驱动转变, 提高了风险预警和辅助决策能力。

(3) 通过构建“六位一体”监督体系, 建立奖惩联动、分级管控和在线培训机制, 有效提升了员工参与积极性和隐患治理能力, 形成了全员参与隐患治理的良好氛围。

(4) 应用结果表明, 数字化隐患管理平台上线后隐患处理效率提升 80%, 有效提升了大型油气田企业隐患治理水平, 对油气行业安全管理数字化转型具有一定推广价值。

与现有多侧重于平台建设、风险分析或单一管理环节的研究相比, 例如何宁等[7]、李爽等[1]主要围绕智能化安全管理体系和双重预防机制平台建设开展研究, 孔令峰[8]重点探讨了数字化技术在风险分级管控和隐患排查中的应用, 郭对明等[12]则利用大数据分析开展隐患风险预测, 本文结合大型油气田企业跨区域、多专业、多层级的隐患管理特点, 提出“全流程闭环、全周期管控、全员参与”的“三全”数字化隐患管理模式, 实现隐患治理全过程数字化管理, 为大型油气田企业数字化隐患管理提供了新的实践路径。

基金项目

蜀南气矿生产场站安全隐患识别与分级应用研究(项目编号 2025021)。

参考文献

- [1] 李爽, 贺超, 鹿乘, 等. 煤矿智能双重预防机制与智能安全管控平台研究[J]. 煤炭科学技术, 2023, 1(51): 464-473.
- [2] 王国法, 任怀伟, 富佳兴. 煤矿智能化建设高质量发展难题与路径[J]. 煤炭科学技术, 2025, 53(1): 1-18.
- [3] 刘峰, 郭林峰, 张建明, 等. 煤炭工业数字智能绿色三化协同模式与新质生产力建设路径[J]. 煤炭学报, 2024, 49(1): 1-15.
- [4] 李键. 人工智能技术在油气田生产行业的应用前景分析[J]. 化工管理, 2026(7): 57-60.
- [5] 周刚. 基于人工智能大模型的智能油气田一体化构建和实践[J]. 石化技术, 2026, 33(3): 411-413.
- [6] 焦永兴, 达蓉. 关于油气田高效开发数字化智能技术应用分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(19): 196-198.
- [7] 何宁, 杨昆. 煤矿安全生产管理体系智能化研究[J]. 中国矿业, 2020, 29(8): 82-85, 116.
- [8] 孔令峰. 化工企业双重预防机制数字化建设与实践[J]. 现代职业安全, 2023(8): 30-33.
- [9] 吴军. 大型炼化企业隐患排查治理信息化闭环机制的构建与应用[J]. 化工安全与环境, 2025, 38(10): 3-6.
- [10] 王龙康, 聂百胜, 蔡洪检, 等. 煤矿安全隐患动态分级闭环管理方法及应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13(6): 126-131.
- [11] 张宇. 安全隐患排查闭环管理数字化平台设计及应用[J]. 机电工程技术, 2024, 53(9): 257-260.
- [12] 郭对明, 李国清, 胡乃联, 等. 基于文本挖掘的矿山安全隐患大数据分析可视化[J]. 工程科学学报, 2022, 3(44): 328-338.
- [13] 张洪财. 安全隐患管理分析方法讨论与研究[J]. 现代矿业, 2020, 36(2): 148-150.
- [14] 朱海树. 隐患排查治理在企业安全管理中的探索实践[J]. 化工安全与环境, 2025, 38(7): 93-96.
- [15] 陈露, 李明国, 伍志倦, 等. “六位一体”监督模式在油气田基层单位的应用[J]. 现代职业安全, 2024(5): 61-63.

- [16] 屈金坡, 叶会师. 智慧冶金矿山安全建设构想[J]. 现代矿业, 2020, 36(4): 9-10.
- [17] 李春民, 王云海, 张兴凯. 矿山安全监测预警与综合管理信息系统[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2007(5): 655-657.
- [18] 王彦红, 蔡晓舟, 李伟, 等. 基于全寿命周期安全管控的设备设施本质安全提升探讨——以某企业为例[J]. 现代职业安全, 2026(2): 61-63.
- [19] 李芳芳. 冶金矿山安全隐患排查与治理机制的创新[J]. 世界有色金属, 2024(16): 198-200.