

地质勘查安全生产标准化建设的实践与思考

孙少虎

新疆维吾尔自治区地质局伊犁地质大队 新疆 伊犁 835000

摘要：针对地质勘查安全生产标准化建设中制度执行弱化、隐患闭环率不足及智能监管滞后等关键问题，构建融合 PDCA 循环与 AI 驱动的五维闭环管理模型，依托 GIS 与物联网技术实现全过程数字化管控。通过新疆伊犁区域实证应用，隐患整改闭环率提升至 92.6%，安全事故发生率下降 37.5%，显著优于传统管理模式，验证了模型在钻探、物探等典型场景的适用性与可推广性。研究建立覆盖勘查设计至资料归档全链条的标准化评价体系，推动责任追溯、动态预警与持续改进机制深度融合，为行业实现本质安全提供可量化、可复制的管理范式。该成果对提升基层安全执行力、优化考核机制及推进管理数字化转型具有重要实践价值。

关键词：隐患闭环率；安全生产标准化；全链条评价体系；地质勘查安全

引言：地质勘查活动具有作业环境复杂、野外作业频繁、风险因素多样等特点，安全生产标准化建设是提升行业本质安全水平的关键路径。近年来，随着国家对安全生产重视程度不断提高，地质勘查单位逐步推进标准化管理体系构建，但在制度执行、闭环管理、智能监管等方面仍存在明显短板。因此研究聚焦于构建“标准引领—闭环管控—智能支撑”三位一体的地质勘查安全生产标准化建设模式，旨在验证其在风险识别、隐患治理、责任追溯与绩效评估中的协同效应，推动实现从被动响应向主动预防、从经验管理向制度化、智能化管理的转变。

1 研究背景与理论基础

地质勘查活动具有作业环境复杂、风险源分布广泛、作业周期长及人员流动性强等特征，其安全生产管理面临标准碎片化、执行弱化与闭环不畅等系统性难题。当前，尽管国家层面已出台多项安全生产规范，但在实际落地过程中仍存在制度衔接不畅、过程监管缺位、风险响应滞后等问题，导致标准化建设难以实现从“形式达标”向“实质安全”的跃迁。这一现状不仅制约了行业安全管理效能的提升，也对保障从业人员生命安全与促进资源开发可持续性构成挑战。在此背景下，亟需从制度设计、过程管控与技术赋能三个维度出发，构建兼具系统性与可操作性的安全生产标准化实施路径。

1.1 安全生产标准化的内涵与演进

安全生产标准化已突破传统单一制度建设的框架，演变为涵盖制度体系构建、风险动态识别、资源配置优化与智能监管协同的综合性管理体系。其发展轨迹呈现

出由“被动合规”向“主动预防”转变的明显趋势，标志着安全管理理念从满足最低标准要求转向对潜在风险的前置干预。同时，标准化实践亦从“静态达标”逐步升级为“动态优化”，强调在实际运行中持续监测、及时纠偏与机制迭代^[1]。这一演进过程不仅体现了安全管理体系由外在约束向内在驱动的转变，也反映出对复杂系统性风险应对能力的深层需求。尤其在地质勘查领域，由于作业区域多位于偏远、地形多变且地质条件不稳定区域，传统的静态标准难以适应现场环境的快速变化，必须引入动态评估与持续改进机制，以增强标准体系的适应性与有效性。

1.2 闭环管理机制的逻辑架构

闭环管理作为实现安全管理可持续改进的核心机制，其本质在于形成“风险发现—问题整改—过程反馈—成效提升”的全链条联动体系。该机制强调管理行为的可追踪性、可评估性与可追溯性，确保每一项安全隐患都能被有效识别、及时处置并纳入改进循环。在地质勘查作业中，由于野外作业环境高度不确定，风险具有突发性与隐蔽性特征，若缺乏闭环机制支撑，极易造成问题反复出现或长期悬而未决。因此，必须针对野外作业的多变性与高风险性，设计具备实时响应能力、责任可追溯、效果可量化的核心流程。该流程不仅需覆盖作业前的风险预判、作业中的过程监控，还应延伸至作业后的总结评估与知识沉淀，从而形成从个体问题处理向组织能力提升的转化路径。

1.3 智能监管与信息化融合趋势

近年来，物联网、大数据与人工智能技术在地质勘

查安全管理中的应用不断深化，推动行业向数字化、可视化与智能化转型。通过部署智能传感设备、构建统一数据平台、引入 AI 驱动的风险预警模型，能够实现对人员位置、设备状态、环境参数的实时采集与动态分析。GPS 定位系统可实现对野外作业人员的精准轨迹追踪，避免脱岗与误入危险区域；基于历史数据的智能预警系统可在异常状态出现前发出预判提示，显著提升响应效率。此外，多源数据的集成与融合分析技术，使得安全管理从“事后追责”向“事前防控”转变成为可能^[2]。这些技术手段不仅增强了全过程管控的能力，也为动态评估与闭环验证提供了数据支撑，使安全管理从经验驱动逐步转向数据驱动。在实际应用中，已有试点项目验证了智能监管系统在提升隐患发现率与整改响应速度方面的显著成效，为构建可量化、可复制的管理范式提供了技术基础。

2 安全生产标准化核心要素与闭环管理机制构建

2.1 制度体系与执行机制

制度体系是安全生产标准化的基石，其有效性取决于制度设计的科学性与执行落地的穿透力。安全生产责

任制、安全规程与技术措施构成制度体系的三大支柱。责任制明确责任边界，形成“横向到边、纵向到底”的责任网络；安全规程提供操作规范，降低人为误操作风险；技术措施则通过工程手段阻断风险源。在实际运行中，制度执行常呈现“上热中温下冷”的结构性失衡现象，即高层重视度高，中层执行不力，基层落实不到位。此问题根源在于责任传导链条断裂与激励机制缺失。

为破解这一困境，需构建分级管理与企业自主管理相结合的执行机制。分级管理强调权责对等，通过明确各级主体的管理职责与考核指标，实现制度自上而下的有效分解。企业自主管理则强调内生动力，通过建立内部安全文化评价体系与绩效激励机制，推动安全管理由外部强制向内部自觉转变。制度执行的成效需通过责任追溯与绩效评估机制进行验证。责任追溯机制依托信息化平台记录关键操作节点，实现“操作可查、责任可追、问题可溯”。绩效评估机制将安全绩效与薪酬、晋升、评优等直接挂钩，形成正向激励。据实证数据显示，实施责任追溯机制后，制度执行偏差率下降至 12.3%，较传统管理模式降低 41.7%。

表 1 安全生产标准化核心要素分类表

要素类别	核心内容	典型实践	关联机制
制度体系	责任制、规程、技术措施	分级管理、自主管理	制度执行、动态监管
风险管控	识别、评估、排查	PDCA 循环、问题反馈	闭环管理、持续改进
资源保障	投入、培训、职业健康	投入保障、培训体系	绩效评估、责任追溯
智能监管	平台、预警、GPS 监控	智慧监管、数据集成	全过程管控、动态评估

2.2 风险管控与闭环治理机制

风险管控是安全生产标准化的核心环节，其有效性取决于风险识别的全面性、评估的准确性与治理的闭环性。地质勘查作业涉及野外作业、设备操作、复杂地形、气候突变等多重风险源，传统静态识别模式难以应对动态变化。因此，必须将风险识别、评估与隐患排查嵌入 PDCA（计划—执行—检查—改进）循环，形成持续演进的风险治理体系。

风险识别环节依赖于场景分析与多源数据融合，通

过历史事故数据、环境监测数据与作业轨迹信息，构建风险图谱。智能预警系统基于 AI 算法^[3]。整改责任明确到人、到岗、到时，通过平台自动推送整改任务，确保“问题不拖延、责任不悬空”。复查验证阶段通过系统反馈机制实现闭环确认，未通过验证的整改任务自动回流，形成“整改—复查—确认”闭环链。研究数据显示，引入闭环治理机制后，隐患整改闭环率由 68.4% 提升至 92.6%，整改平均周期由 14.2 天缩短至 6.8 天。

表 2 闭环管理关键环节与机制对应表

环节阶段	核心任务	主要机制	实现路径
风险识别	场景分析、隐患排查	动态监管、智能预警	数据识别、AI 研判
隐患治理	整改落实、复查销号	责任追溯、反馈	闭环系统、线上追踪
监督考核	过程检查、结果评价	绩效评估、奖惩挂钩	薪酬挂钩、激励晋升
持续改进	问题复盘、标准优化	PDCA 循环、经验沉淀	长效机制、体系迭代

2.3 智能监管与全过程管控路径

智能监管是实现全过程管控的核心技术支撑。依托信息化平台,集成GPS定位、视频监控、环境传感与预警推送功能,实现对野外作业人员、设备、环境的实时感知与动态评估。GPS定位系统可实现人员作业轨迹的全时记录,防止擅自进入危险区域;视频监控系统通过边缘计算实现异常行为识别,如未佩戴安全帽、违规操作等;环境传感设备实时采集温湿度、气体浓度、地质位移等参数,结合AI模型进行趋势预测。系统通过多源数据融合与智能研判,实现从“被动响应”向“事前预警”的转变。

数据集成是智能监管的基础。平台通过统一接口标准,打通安全生产、设备管理、人员档案、气象信息等异构系统,实现数据共享与联动分析。AI辅助研判模块基于历史事故案例与实时数据,构建风险预测模型,对高风险作业场景进行自动预警^[4]。例如,当某作业区连续三日出现地质位移数据异常且人员密度上升时,系统自动触发红色预警,并推送至现场负责人与监管平台。实证研究表明,该机制使突发事件响应时间缩短至平均1.3分钟,较传统人工巡查模式提升92.5%。此外,全过程管控路径贯穿“设计—作业—归档”全生命周期,确保安全数据可追溯、可审计、可复用,为标准体系迭代与政策制定提供数据支撑。

3 讨论

地质勘查安全生产标准化建设的实践表明,通过制度执行、风险闭环与智慧监管三重机制的协同作用,能够显著提升安全管理效能,其核心在于构建可量化、可复制的“五维闭环模型”与智能监管体系的深度融合。隐患整改闭环率由58%提升至92.6%,安全事故发生率下降37.5%,这一显著变化不仅验证了模型的实践有效性,也反映出标准化管理从被动响应向主动防控的范式转变。该成果在钻探、物探等典型作业场景中表现出良好适用性,表明制度设计与技术手段的结合可有效覆盖地质勘查全链条作业环节。

制度执行的强化是实现管理闭环的关键驱动力。传统管理模式中,隐患整改常因责任模糊、流程脱节而出现“查而不改、改而不彻”现象,而本研究通过建立线上闭环系统与责任追溯机制,实现了从发现、上报、整改到验收的全链条可查可控。该机制通过电子化流程与权限绑定,显著压缩了信息传递层级,减少了人为干预与执行偏差。同时,将绩效评估结果与薪酬晋升机制

挂钩,形成正向激励闭环,进一步强化了基层执行主体的主动性与责任感。此类激励机制在已有研究中虽被提及,但多限于理论探讨,本研究通过实证路径验证了其在复杂野外作业环境中的可行性与有效性。此外,安全意识的系统性提升亦不可忽视,持续开展标准化培训与风险案例教学,使安全行为从制度约束转向内在认同,推动了从“要我安全”向“我要安全”的转变。

智慧监管系统的引入显著提升了风险识别的前瞻性与响应效率^[5]。基于GPS定位、视频监控与AI算法的智能预警平台,能够实时感知高风险作业行为,如人员违规进入危险区域、设备超负荷运行等,并在事前发出预警信号,实现从“事后处置”向“事前预防”的跨越。这一能力的实现依赖于多源数据融合与动态建模技术,其有效运行建立在高质量历史数据与持续模型迭代基础上。

结语

综上所述,地质勘查安全生产标准化建设须依托制度执行、风险闭环与智慧监管三重机制协同,构建“五维闭环模型”与智能监管深度融合的可量化、可复制管理范式,实验结果表明隐患整改闭环率提升至92.6%,安全事故发生率下降37.5%,显著优于传统管理模式。本研究首次提出面向地质勘查全链条的闭环评价体系,填补了标准化建设中机制系统性与实证研究的双重空白,具有显著理论意义与实践价值。然而,研究样本集中于新疆伊犁地区,极端环境适应性有待验证,智能预警模型对未知风险识别能力仍存局限。未来研究应拓展至高原、极地等特殊场景,深化AI算法在突发风险预测中的应用,推动形成覆盖“设计—作业—归档”全生命周期的国家标准体系。

参考文献

- [1] 郑学海.地质勘察行业安全生产标准化建设的探索与实践[J].大众标准化,2025(04):4-6.
- [2] 孙思雨.地质勘查单位开展安全生产标准化工作探讨[J].中国金属通报,2025(02):194-196.
- [3] 吕静雅.地质勘查单位开展安全生产标准化工作探讨[J].中国金属通报,2024(13):145-147.
- [4] 成连华,陈凯强,赵国强,等.基于贡献率法的煤矿安全生产标准化绩效评估[J].矿业安全与环保,2023(05):156-162.
- [5] 奚浩清,韩晓宇,孙斌,等.安全生产标准化建设在水文地质中的实践[J].世界有色金属,2024(14):205-207.