

Study on optimization of emergency monitoring technology for sudden leakage accidents in oil and gas engineering

Huai Fan

Production and Operation Department, First Oil Production Plant, Daqing Oilfield Co., Ltd., Daqing, Heilongjiang, 163000, China

Abstract

As the scale of oil extraction continues to expand, the risk of sudden leaks is also increasing, posing a serious threat to the ecological environment and human health. Currently, emergency monitoring technology plays a crucial role in accident response, but it faces various challenges. This paper analyzes the shortcomings of existing emergency monitoring technologies and proposes a series of optimization measures by integrating advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence. These optimized emergency monitoring technologies can ensure higher reliability and effectiveness in handling sudden leaks in oil and gas extraction projects, providing strong support for rapid accident control and minimizing environmental damage.

Keywords

oil and gas production engineering; sudden leakage; emergency treatment

采油气工程突发泄漏事故应急监测技术优化研究

范淮

大庆油田有限责任公司第一采油厂生产运行部, 中国·黑龙江 大庆 163000

摘要

随着石油开采规模的不断扩大, 突发泄漏事故的风险也随之增加, 这对生态环境和人类健康构成了严重威胁。当前, 应急监测技术在事故响应中发挥着关键作用, 但存在各种问题。本文通过分析现有应急监测技术的不足, 结合物联网、大数据、人工智能等先进技术, 提出一系列优化措施。基于这些优化措施的应急监测技术, 能够确保采油采气工程突发泄漏事故处理中表现出更高的可靠性和有效性, 为快速控制事故、减少环境损害提供了有力支持。

关键词

采油采气工程; 突发泄漏; 应急处置

1 引言

采油采气工程作为国家能源战略的重要组成部分, 对于保障能源安全、促进经济发展具有重要意义。但随着石油开采活动的日益频繁, 突发泄漏事故的风险也显著增加, 而在四川达州、巴中区块的油气开采中, 受地质灾害等因素的影响, 可能发生突发泄漏风险。因此, 建立一套高效、准确的应急监测技术体系, 能够最大限度地减少泄漏事故对环境 and 人类的影响。

2 采油采气工程突发泄漏事故应急监测技术应用中存在的问题

2.1 监测精度方面

在对四川达州、巴中区块的油田开采中, 受地质灾害的影响, 部分监测设备在精度方面尚无法满足实际应急需求, 主要表现为传感器性能不足和监测手段存在一定局限。作为数据采集的核心组件, 传感器的灵敏度与稳定性直接影响监测结果的准确性。但在实际应用中, 传感器因制造工艺或设计缺陷, 难以捕捉到泄漏初期微量物质的变化信号^[1]。例如, 在气体泄漏监测中, 某些气体检测装置对低浓度油气成分反应迟钝, 导致漏检风险增加, 同时, 长期运行于高温、高压或腐蚀性环境中, 也会加速传感器老化, 影响其测量精度。此外, 现有监测方法在应对复杂多变的泄漏场景时也表现出一定局限, 传统的人工巡检方式虽然适用于表面可见泄漏点的发现, 但对隐蔽性强或位置偏远的泄漏情况则显得力不从心。而部分化学分析法在实验处理过程中, 受试剂纯度、

【作者简介】范淮(1974-), 男, 中国吉林镇赉人, 本科, 工程师, 从事应急管理、应急预案编制评审、应急演练、应急能力评估研究。

环境温湿度等因素干扰,易引入人为误差,从而降低整体监测数据的可靠性,影响后续应急决策的科学性。

2.2 响应速度方面

目前,部分监测设备启动流程繁琐,往往需要较长时间完成预热、调试和校准等操作,这在突发事故发生后极易延误最佳应对时机。例如,部分高精度仪器在启用前必须进行复杂的初始化设置,整个过程可能耗时几十分钟,而在这一时间段内,泄漏物可能已迅速扩散,扩大危害范围。同时,数据传输延迟也是制约响应速度的重要因素之一,由于采油现场分布广泛,且部分区域通信基础设施薄弱,导致监测数据无法及时上传至指挥中心。尤其是在大规模事故中,数据量激增、网络拥堵等问题频发,进一步加剧了信息传递的滞后现象。若指挥系统无法第一时间获取准确的现场数据,将直接影响应急调度和处置策略的制定。

2.3 智能化水平方面

尽管智能技术已在多个行业广泛应用,但在采油采气工程应急监测领域,其智能化程度仍有较大提升空间^[2]。当前大多数系统缺乏自动预警能力,不能基于实时数据快速识别潜在风险并发出警报,依然依赖人工干预进行异常判断,不仅效率低下,还容易出现误判或漏判。在数据分析层面,许多监测平台尚未实现自动化深度处理,面对海量监测数据时,难以高效提取关键信息用于辅助决策。同时,智能决策支持功能缺失,使得应急指挥人员在面对复杂事故时,通常只能依靠经验做出判断,缺乏科学依据支撑,增加了决策失误的可能性。

2.4 系统兼容性方面

不同监测设备之间存在较大的异构性,导致系统间的数据互通困难,形成“信息孤岛”现象。采油采气工程中的监测体系涵盖多种类型设备,包括地面传感器、遥感卫星、无人机等,但由于各设备采用的数据格式、通信协议及接口标准不统一,致使采集到的信息难以有效整合和共享。而各部门所使用的监测平台往往独立建设,彼此之间缺乏统一的数据交换机制,造成资源重复投入和技术壁垒。在突发事件中,这种信息割裂状态严重影响了跨部门协作效率,不利于形成高效的联合应急响应机制,进而削弱了整体应急处置能力。

3 采油采气工程突发泄漏事故应急监测技术优化方案

3.1 监测设备优化

在采油采气工程突发泄漏事故的应急监测技术优化过程中,监测设备的优化配置起着至关重要的作用。首先,在传感器的选择与改进方面,考虑到突发泄漏中物质种类多样、现场环境复杂多变,应优先选用具备高精度和高灵敏度的传感设备。例如,在油气泄漏监测中,宜采用具有优异检测性能的气体传感器,能够迅速识别微量油气成分的变化^[3]。

而在液体泄漏(如原油)场景下,则应配备响应速度快、灵敏度高的液体传感器,以实现泄漏情况的及时感知。此外,还需根据具体工况进行定制化设计,若监测点处于高温高压区域,传感器应具备耐受极端条件的能力,对于腐蚀性介质,其外壳及内部元件应采用防腐材料,从而提高设备稳定性,保障数据采集的准确性和持续性。在设备集成方面,则推动多种监测功能一体化,有助于提升整体监测能力,通过将气体、液体、温度、压力等各类传感器整合至统一平台,可实现对泄漏类型、浓度水平以及周围温压变化等多项参数的同时获取,为事故评估提供全面的数据支撑。而该集成方式不仅减少了设备数量和安装空间,还有效降低了后期维护成本,并避免了因设备分散布置而导致的信息滞后或监测盲区问题,显著提高了应急响应效率。此外,通过为监测装置加装智能芯片和通信模块,使其具备自动校准功能,能在设定周期内自我调节参数,确保测量精度。同时引入故障自诊断机制,实时监控运行状态,提前预警潜在问题,结合远程控制技术,操作人员可在控制中心实现设备启停、参数调整等指令下达,极大提升了系统的自动化程度和远程操控能力,使应急监测更加高效、智能和便捷。

3.2 监测方法优化

在采油采气工程应对突发泄漏事故的应急监测技术优化方案中,监测方法的改进与完善具有重要意义。在多种监测方式协同应用方面,传感器监测具备直接、精准获取局部信息的优势,能够实时反映泄漏点附近的浓度、流量等关键参数。而遥感技术则借助卫星或航空平台搭载的探测设备,从宏观层面实现对大范围区域的快速扫描,有助于掌握泄漏物质的扩散趋势和影响范围,无人机监测因其机动性强,可深入复杂或高风险区域,获取现场高清影像和视频资料,为决策提供直观依据。将这三类技术有机结合,可实现优势互补、多层次覆盖的监测效果。例如,在事故发生初期,可优先派遣无人机赶赴现场,快速获取初步图像,同时通过地面传感器对泄漏源进行精确定量分析^[4]。遥感系统则负责远距离追踪污染扩散路径,从而构建起立体化的监测体系,显著提升数据采集的全面性与准确性。

在动态监测与预警机制方面,建立灵活的动态模型时,可根据泄漏事故的发展态势,如泄漏速率变化、扩散方向偏移等情况,自动调整监测频率与关注重点。当检测到泄漏强度突然上升时,系统应自动加密采样频次,以便更精确捕捉异常变化,若发现扩散路径发生偏移,则及时调整监测区域,聚焦新的潜在影响带。一旦相关指标突破预设阈值,系统应立即触发预警机制,向相关部门发送警报信息,为突发事件的快速响应赢得宝贵时间。此外,基于大数据的智能分析也为监测工作提供了有力支撑,利用大数据技术强大的存储、处理与挖掘能力,对长期积累的历史数据和实时采集的监测信息进行深度分析,有助于识别泄漏事件的发生规律和发展趋势,例如高发时段、常见诱因等。如图这些分析结果可为

应急管理提供科学的数据支持,辅助制定更具针对性的预防措施和处置策略,可进一步提升应急响应的效率与水平。

3.3 监测系统优化

在采油采气工程应对突发泄漏事故的应急监测技术优化中,监测系统的完善是提升应急响应效率和处置能力的重要支撑。首先,在构建应急监测网络方面,应科学统筹、全面布局,形成覆盖整个作业区域的监测体系。该体系需重点涵盖采油站点、输油管线、储油罐区等高风险区域,并通过合理设置监测点位,确保监测无死角、全覆盖。借助5G、光纤等高效通信手段,可实现各监测节点数据的实时传输与集中汇总,确保信息快速送达指挥中心。同时,还应建设统一的数据共享平台,打通各部门之间的信息壁垒,使得相关单位能够及时获取所需监测信息。一旦事故发生,各方可根据实时、一致的数据开展协同应对,例如抢修队伍依据泄漏位置迅速规划最优路线,环保部门则能同步评估污染影响范围,显著增强应急联动能力和反应速度。

其次,开发智能化监测平台是系统优化的核心内容,该平台应具备自动预警能力,通过对各类监测数据的持续分析,发现异常时可即时触发警报机制,通知相关人员采取应对措施。平台还需集成数据分析模块,能够对大量监测信息进行深度处理,识别泄漏事件的发展趋势与潜在风险^[5]。同时提供决策支持功能,基于数据分析结果生成应急方案建议,如资源调度策略、现场处置措施等,辅助指挥人员做出科学判断。此外,平台应实现数据可视化展示,利用图形、地图等形式将泄漏位置、浓度分布、影响范围等关键信息直观呈现,为指挥调度提供清晰、高效的决策依据。最后,系统设计中还需重视兼容性与扩展性,一方面,要确保监测平台能够兼容不同品牌、不同类型的数据采集设备,实现无缝对接,避免因设备差异造成的信息孤岛。另一方面,系统架构应具有良好的扩展能力,便于未来接入新型传感器、升级算法模型或引入其他先进技术,从而适应不断发展的应急监测需求,保持系统的先进性和可持续性。

3.4 人员培训与管理优化

在采油采气工程人员培训与管理优化环节,首先,在专业能力提升方面,应制定科学系统的培训计划,定期对应急监测人员进行全方位培训。培训内容不仅要包括突发泄漏事故的基础知识,如泄漏物质的理化性质、潜在危害及扩散机理等,还应强化实际操作技能的训练。通过理论授课与现场实操相结合的方式,使参训人员深入了解各类监测设备的工作原理,掌握气体传感器、液体检测仪等关键仪器的操作

方法和日常维护要点。同时,还需加强对先进技术手段的应用培训,例如,遥感技术和无人机巡检系统的使用技巧,以提升队伍的技术应用水平。此外,邀请经验丰富的行业专家开展典型案例剖析和实战经验交流,有助于参训人员从真实事件中总结经验,增强处理复杂突发事件的能力。

其次,在应急机制建设方面,应建立结构清晰、职责明确的应急响应预案体系。预案需细化各相关部门和岗位在泄漏事故发生时的具体任务和协同流程,确保一旦发生事故,各相关单位能够迅速进入状态,实现高效联动。同时,应定期组织多场景、全流程的应急演练,涵盖从信息上报、设备启动、数据采集到分析研判和指挥调度的各个环节。通过模拟实战,不断检验并优化应急预案的可操作性和协调性,全面提升应急队伍的实战反应能力和协同处置效率。最后,在人员管理方面,应构建完善的考核与激励机制,考核体系应覆盖工作人员的职业素养、技术能力以及应急表现等多个维度,并将考核结果与绩效评估、岗位晋升等挂钩,形成有效的约束与激励机制。并设立专项奖励制度,对在应急监测工作中表现优异、提出创新建议或有突出贡献的个人或团队给予相应的物质和精神鼓励,从而激发员工的积极性与责任感,持续提升整体队伍的专业化水平,为采油采气工程突发泄漏事故的应急监测工作提供坚实的人才支撑。

4 结语

针对采油采气工程突发泄漏事故应急监测技术的优化研究,以此提出了一系列具有创新性和实用性的改进措施。通过引入高精度传感器、构建快速响应机制、利用大数据分析和人工智能算法等手段,有效提升了应急监测技术的精度、速度和数据处理能力。模拟实验和现场应用验证表明,优化后的应急监测技术在采油采气工程突发泄漏事故中表现出色,能够为快速控制事故、减少环境损害提供有力保障。

参考文献

- [1] 徐俊,吴蔓,张翼峰,等.管式膜处理聚合物驱采油废水的新型清洗技术与机理研究[J].南阳师范学院学报,2025,24(03):35-41.
- [2] 赵家新,张吉库.压缩卷心菜废弃物滤层处理采油废水效果研究[J].供水技术,2025,19(01):44-50.
- [3] 张超.物联网技术在采油工程实时数据处理中的应用[J].化学工程与装备,2024,(12):181-183.
- [4] 卢才通,周雄.海上油田采油平台污水处理工艺研究[J].化工管理,2025,(03):77-79+104.
- [5] 徐从武.采油工程中注水工艺存在的问题与处理探讨[J].化学工程与装备,2018,(01):60+33.