

降低油气管道项目安全风险研究

An investigation of mitigating the safety and security risks allied with oil and gas pipeline projects

吴珮璐

国家管网集团科学技术研究总院分公司

作为现代能源基础设施不可或缺的组成部分,数百万千米的长输管道遍布全球,以满足不断增长的能源市场需求,服务国家经济、社会发展及人民福祉。在现有工程技术范式下,相比其他运输方式,管道是石油天然气最安全高效的运输方式,但仍然会因各种缺陷导致管道失效而造成经济损失及人员伤亡。管道和危险材料安全管理局(Pipeline & Hazardous Materials Safety Administration, PHMSA)调查数据显示:2004—2023年间,全球共发生12 724起管道事故,致278人死亡、1 083人受伤,直接经济损失超 1.1×10^{10} 美元^[1]。油气管道因途经区域自然环境和社会条件的复杂性,灾害事故随机性较强。例如,西西伯利亚冻土区天然气管道事故多发原因在于管段的隆起和冻胀^[2];在政治经济环境不安全的区域,油气管道等关键基础设施经常成为第三方破坏的目标^[3]。

发达国家通常建立有成熟的管道风险应急管理系统,包括相对完善的抢险标准、充足的科研与救援人员。与之相比,发展中国家与地区往往欠缺历史数据库与综合性风险管理系统,致使风险评估方法不够准确。基于此,英国利物浦约翰摩尔大学工程技术学院Layth Kraidi教授及其团队在《Journal of Pipeline Science and Engineering》期刊发表了《An investigation of mitigating the safety and security risks allied with oil and gas pipeline projects》^[4](降低油气管道项目安全风险研究)。该文以世界上最重要的油气生产国之一伊拉克作为案例研究地区,建立相关风险因素识别、分析与排序的综合性风险管理系统,并对风险缓解方法进行评估,以有效降低油气管道风险。

在数据不足的情况下,关键风险因素与风险缓解方法主要通过文献调研进行识别^[5]。将已识别风险因素划分为5个组别:安保与社会风险因素,管道位置风险因素,健康、安全及环境风险因素,运行限制风险因素,规章制度风险因素。已识别风险因素的影响程度则通过问卷调查进行分析,调查问卷采用定性分析方法进行设计,调查对象主要是具备丰富行业经验与洞察力的利益相关方^[6]。在文献调研及问卷调查基础上,采用模糊理论模型,计算油气管道项目风险因素发生概率、严重程度及风险缓解方法有效性并进行风险评估,从而降低仅根据文献调研与问卷调查结果对风险因素进行分析和排序的不确定性。

根据对管道项目失效原因与风险管理的全面分析,确定了30个风险因素和12种风险缓解方法。结果显示:恐怖主义、官员腐败、公众法律道德意识低下、区域不安全以及偷盗是最严重的5项风险因素。建议针对每一风险因素采取多种风险缓解方法进行管控。例如,避开不安全区域、采用反恐设计、设置防护屏障并进行巡逻,以及通过直接行动降低

恐怖行为及蓄意破坏的风险,而将管道敷设于地下可间接减少恐怖分子与破坏分子对其攻击的机会。政府与公共设施企业合作开展油气管道安全教育,可提升公民素质,强化公民对管道设施的保护意识。

第三方破坏被认为是阻碍在役油气管道系统安全可靠运行及新油气管道项目规划建设面临的主要风险之一。在文章最后, Layth Kraidi指出应从社会层面深入思考第三方破坏的动机,并将其作为研究确定风险缓解方法的主要依据。该研究结果同样适用于其他能源供应基础设施项目,但由于研究内容聚焦伊拉克及与其情况类似的地区/国家,而风险因素的影响程度及风险缓解方法的有效性因项目和地区不同存在差异,因此,建议全球研究者参考该模型针对不同地区/国家的油气管道项目开展深入研究,因地制宜提出更具针对性的意见与建议。

参考文献:

- [1] US DOT Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. All reported incident 20 year trend-Includes all reports submitted to PHMSA[EB/OL]. (2022-11-15)[2024-03-25]. <https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/pipeline-incident-20-year-trends>.
- [2] MARKOV E V, PULNIKOV S A. Theoretical study of methods of the engineering protection of underground pipelines from frost heaving at the areas of the noncontinuous distribution of permafrost soils[J]. Gas Industry, 2018, 5: 68-75.
- [3] WAN C F, MITA A. Recognition of potential danger to buried pipelines based on sounds[J]. Structural Control Health Monitoring, 2010, 17(3): 317-337. DOI: 10.1002/stc.302.
- [4] KRAIDI L, SHAH R, MATIPA W, BORTHWICK F. An investigation of mitigating the safety and security risks allied with oil and gas pipeline projects[J]. Journal of Pipeline Science and Engineering, 2021, 1(3): 349-359. DOI: 10.1016/j.jpse.2021.08.002.
- [5] MIRI LAVASANI S M, YANG Z L, FINLAY J, WANG J. Fuzzy risk assessment of oil and gas offshore wells[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2011, 89(5): 277-294. DOI: 10.1142/9789814504928_0001.
- [6] SA'IDI E, ANVARIPOUR B, JADERI F, NABHANI N. Fuzzy risk modeling of process operations in the oil and gas refineries[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2014, 30: 63-73. DOI: 10.1016/j.jlp.2014.04.002.

• 原文链接: <https://doi.org/10.1016/j.jpse.2021.08.002>