

油气管道改扩建工程的风险评估与防控措施探析

樊野

辽宁石油化工大学

DOI:10.32629/pe.v4i1.19023

[摘要] 油气管道改扩建工程是保证能源供应安全的重要措施,但是在实施过程中存在许多风险。科学开展风险评估对于保证管道安全运行、保护人员生命财产安全有重大意义。本文分析了油气管道改扩建工程风险评估的重要价值,系统梳理了施工作业、管道本体、周边环境、管理协调等方面存在的主要风险,从建立评估监测体系、加强施工管理、完善应急机制、加强多方协同等四个方面提出风险防控措施,为油气管道改扩建工程的安全实施提供参考。

[关键词] 油气管道; 改扩建工程; 风险评估; 防控措施

中图分类号: TE973 文献标识码: A

Analysis of Risk Assessment and Control Measures for Oil and Gas Pipeline Reconstruction and Expansion Projects

Ye Fan

Liaoning Petrochemical University

[Abstract] Oil and gas pipeline reconstruction and expansion projects are important measures to ensure energy supply security. However, there are many risks during the implementation process. Scientific risk assessment is of great significance for ensuring the safe operation of pipelines and protecting the lives and property of personnel. This paper analyzes the important value of risk assessment for oil and gas pipeline reconstruction and expansion projects, systematically sorts out the main risks existing in aspects such as construction operations, pipeline bodies, surrounding environments, and management coordination, and proposes risk control measures from four aspects: establishing an assessment and monitoring system, strengthening construction management, improving emergency mechanisms, and enhancing multi-party collaboration, providing a reference for the safe implementation of oil and gas pipeline reconstruction and expansion projects.

[Key words] Oil and gas pipelines; Reconstruction and expansion projects; Risk assessment; Control measures

引言

油气管道是能源运输的生命线,对国民经济的发展有着举足轻重的作用。随着能源需求不断增大,管道的布局也日益优化,油气管道改扩建工程也越来越多。改扩建工程要保证原有管道的安全使用,又要完成新建设施的施工任务,工程实施难度大、风险因素多、安全要求高。近几年来,油气管道改扩建工程的安全事故时有发生,造成人员伤亡和财产损失,暴露出风险控制的薄弱环节。因此加强油气管道改扩建工程风险评估与防控对于保证工程安全,提高建设质量,促进行业健康发展具有十分重要的现实意义。

1 油气管道改扩建工程风险评估的意义

1.1 保障管道运行安全与人员生命安全

油气管道改扩建工程使用的是易燃易爆的介质,一旦泄漏、爆炸等事故发生,就会造成严重的人员伤亡和财产损失。系统化

的风险评价可以全方位的找出工程实施过程中的一切危险源,掌握各种风险发生的概率和结果的严重程度,从而给制定有针对性的安全防范措施提供科学的依据。风险评估可以提前预判出工程设计、施工、运营各个阶段的各种潜在危险,用相应的技术手段和管理措施,减少事故的发生几率,最大程度保障管道安全运行、施工人员及周围居民的生命安全,体现以人为本的安全发展观^[1]。

1.2 降低工程建设成本与经济损失

科学的风险评估可以给建设单位提供合理调配安全资源的依据,防止盲目投入造成的浪费。通过对风险进行评价,可以找到重点的风险点,对重点部位加强安全防护、优化安全措施的配置,在保证安全的情况下控制工程成本。风险评估可以提前发现工程的设计和施工方案中的隐患,及时进行优化调整,避免设计缺陷或者施工不当造成的返工、整改,减少工期延误及额外支

出。更重要的是,通过有效的风险控制来防止安全事故的发生,可以避免由于安全事故所导致的巨额损失和赔偿费用,也可以避免由于停产而造成的经济损失,达到安全与效益并重的效果^[2]。

1.3 促进油气管道行业可持续发展

油气管道改扩建工程的风险评价与控制水平直接关系到行业安全形象、公众信任度。建立健全风险评估体系可以促进企业加强安全管理,提高本质安全水平,促使行业安全标准和技术规范的完善。通过风险评估得到的经验、数据可以供今后类似工程借鉴,从而促进整个行业的安全管理工作水平的提高。同时良好的风险控制能力可以提高公众对油气管道安全的信心,减少社会矛盾,给管道建设创造一个良好的外部环境。从长远来说,油气管道行业的安全、绿色、可持续发展需要系统风险评估和防控来保证^[3]。

2 油气管道改扩建工程中存在的主要风险

2.1 施工作业过程中的安全风险

油气管道改扩建工程的施工作业环节多、工序复杂,存在很多的安全风险。动火作业、高处作业、受限空间作业等特殊作业,如果管理不到位,很容易发生火灾爆炸、人员坠落、中毒窒息等事故。施工现场经常会出现多家施工单位交错作业的情况,人员素质不一,安全意识薄弱,违章操作现象时有发生。大型施工机械设备的操作不当、设备故障等都会造成机械伤害或者破坏既有管道设施。焊接作业质量好坏直接影响到管道长期的安全,焊接有缺陷会造成管道泄漏。施工过程中的管沟开挖、管道吊装、回填等工序,如果没有做好相应的防护工作,会造成坍塌、管道损坏等事故。恶劣天气条件下施工,雨雪、大风、高温等都会加大作业的风险,影响施工安全和工程质量^[4]。

2.2 管道本体及附属设施的技术风险

改扩建工程需要对现有的管道进行改造或者连接,涉及到管道开孔、切割、焊接等高风险作业,稍有不慎就会造成现有管道的损伤,引发泄漏事故。已经经过多年使用的原有管道,有可能因为腐蚀减薄、材料的老化等而承受着额外的应力,有失效的风险。新、旧管材材质、管径规格、压力等级不一,在接头处会产生应力集中,出现安全隐患。管道防腐层施工过程中受到破坏,未及时修补的话会加快管道的腐蚀。阴极保护系统改造、调整不合理会影响到管道的防腐效果。阀门、法兰等附件的选型安装若不符合要求,就会成为泄漏点。管道应力分析不充分,热胀冷缩、地基沉降等因素会使管道变形或者破裂,造成管道的安全运行受到威胁^[5]。

2.3 周边环境与地质条件风险

油气管道改扩建工程沿线地质条件复杂多变,可能会穿越软土、膨胀土、湿陷性黄土等不良地质区,地基承载力不足会影响管道的稳定性。地震、滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害会对管道造成破坏。管道穿越河流、铁路、公路等区域时,施工难度大,受外部因素影响多,风险较高。管道的安全受周围第三方施工活动的影响较大,挖掘机等机械施工有可能使管道受到

损坏从而引起泄漏或者爆炸事故。管道沿线工业企业、居民区等敏感目标增加事故后果的严重性,一旦泄漏,影响范围广。除此之外,暴雨等极端气候条件会引发管道冲刷,雷击等自然环境因素会给工程实施以及管道安全带来不确定性风险。

2.4 管理协调与应急响应风险

油气管道改扩建工程涉及建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等多方主体,各方职责不明、沟通不畅容易造成管理漏洞,增加安全风险。安全生产责任制执行不力,各级管理者履行职责不到位、安全检查走过场,隐患排查治理不到位等等,均可能埋下事故隐患。施工组织设计不合理、施工方案缺乏针对性、风险识别不全面、防范措施不到位,不能有效控制风险。安全教育培训不足,作业人员对于风险认识不清,缺乏应急处置的能力,在遇到突发情况的时候很容易慌张应对不当。应急预案编制缺乏针对性,应急演练流于形式,应急物资储备不足,应急队伍建设薄弱,一旦出现事故,就很难迅速有效地处理,从而造成事故扩大。另外,和当地政府、邻近的企业、居民之间的协调机制不健全、信息交流不及时都会对应急响应造成不利的影

3 油气管道改扩建工程的风险防控措施

3.1 建立全过程风险评估与监测体系

建立覆盖工程全周期的风险评估及监测系统,是控制风险的前提。在工程前期阶段要进行全面系统的风险识别,采用安全检查表、工作危害分析、危险与可操作性分析等方法对设计、施工、运营各阶段存在的危险源和风险因素进行识别,建立风险清单。使用风险矩阵、事故树分析、事件树分析等技术方法,对识别出的风险进行定性和定量评价,确定风险等级,区分出重大风险和一般风险。对重大风险要制定专项管控方案,明确管控责任、管控措施、应急处置措施。建立风险动态评估机制,工程实施中随着工程进展、外部环境变化及时更新风险评价结果、调整防控措施。建立风险监测预警系统,在关键风险点安装在线监测设备,对管道压力、温度、泄漏等参数进行实时监测,一发现异常就报警。建立风险信息管理系统,实现风险信息的收集、分析、共享,为决策提供支持。定期组织专家对风险控制效果进行评价、总结经验教训,持续改善风险管理工作,形成风险控制闭环管理。

3.2 强化施工安全管理与技术保障

严格施工安全管理,可以有效控制施工作业风险。健全安全生产责任制,明确各级管理人员和作业人员的安全职责,逐级签订安全责任书,把责任落实到人。严格施工资质审查,选用有相应资质和良好安全业绩的施工队伍,严禁违法分包、层层转包。加强施工人员的安全培训、教育,对特种作业人员实行持证上岗制,使工人在实际工作中知晓作业风险、了解安全操作规程、掌握一定的安全管理知识。编制详细的施工组织设计和专项施工方案,对动火作业、高处作业、吊装作业、受限空间作业等危险性较大的分部分项工程,编制专项方案并组织专家论证。严格执行施工现场安全管理制度,做好施工现场安全警示标识设置、安全防护设施配备、施工用电管理、消防设施配置等工作。加强

施工过程的监督检查,建立日常巡查、专项检查、隐患排查治理机制,及时发现和消除安全隐患。采用先进的施工技术、工艺,如采用不停输带压开孔、封堵技术减少管道停输时间、作业风险,采用自动焊、无损检测等技术确保焊接质量,采用定向钻穿越技术减少对地面的扰动。加强施工机械设备管理,定期检查维护保养,保证设备的完好可靠。建立应急物资储备,配备相应的应急救援装备器材,组建应急救援队伍,开展定期的应急演练,提高应急处理能力。

3.3完善应急预案与响应机制

建立健全应急管理体系是降低事故后果的有力保证。编制针对性强、操作性好的应急预案即综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案,覆盖管道泄漏、火灾爆炸、人员伤亡、环境污染等各种突发性事件,规定应急组织机构、应急响应程序、应急处置措施、应急资源保障等。应急预案要和地方政府应急预案衔接起来,同附近企业建立应急联动机制,资源共享、信息互通、协同作战。定期组织桌面推演、实战演练等多种形式的应急演练,检验预案的科学性和可操作性,提高各级人员的应急处置能力,及时发现问题并修改完善预案。建立应急值守制度,24小时值班人员始终在岗,处理突发事件的信息。建立应急决策指挥系统,配置先进的通信指挥设备,保证应急指令的畅通无阻。建立应急物资储备库,储备足够数量的抢险救援装备、器材和物资,并定期检查更新。组建专业的应急救援队伍,加强培训和装备配备,提高快速反应、专业处置的能力。与地方消防、医疗、环保等部门建立应急协调机制,签订应急救援协议,利用社会应急力量来提高应急救援的能力。建立事故报告与调查处理制度,一旦发生事故就要上报给上级部门,并组织专业人员进行事故调查,查明原因,分析经验教训,并采取改进措施防止类似事件的发生。

3.4加强多方协同与信息化管理

多方协同机制的创建可以提高整体控制能力。建立由建设单位牵头,设计、施工、监理、运营等各方参加的工程安全管理委员会,定期召开安全工作会议,协调解决安全管理中出现的重大问题,形成齐抓共管的工作局面。明晰参建单位的责任、工作接口,建立安全管理责任清单,杜绝职责交叉及管理空白。创建信息共享平台,及时通报工程进度、风险变化、隐患排查等信息,实现信息的互联互通。同地方政府建立沟通协调机制,定期汇报

工程进展情况,获得政府的支持,帮助解决管道保护、土地使用、交通疏导等问题。同沿线企业、社区等建立联系制度,开展管道安全宣传教育,提高公众管道保护意识,及时掌握周边施工活动信息,防止第三方破坏。推进信息化建设,创建工程管理信息系统,将设计文件、施工方案、质量记录、安全检查等信息加以数字化,提升管理水平及决策能力。用地理信息系统、全球定位系统等技术来实现管道路由、设施分布的可视化管理。建立管道完整性管理系统,将管道设计、施工、检测、维修等数据整合起来,对管道进行风险评价,制定维护检修计划,保证管道长期安全运行。利用物联网、大数据、人工智能等新技术来提升管道风险监测预警、应急指挥调度、智能巡检的能力,促进管道安全管理工作向着智能化、精细化的方向发展。

4 结语

油气管道改扩建工程的管控是一个系统工程,应该科学地评估、精确的防控,持续地进行改善。建立全过程的风险评价和监测体系可以及时发现并处理各种风险,强化施工安全管理和保障技术能有效控制施工作业中的各种风险,完善应急预案和响应机制可以最大限度地减少事故损失,加强多方合作和信息化管理可以提高整个控制水平。坚持安全第一、预防为主、综合治理的方针,完善风险防控体系,是保证油气管道改扩建工程顺利进行、保障国家能源安全、促进社会经济平稳发展的重要因素。

[参考文献]

- [1]崔京辉,董国宇,张增强,等.油气管道承包商行为安全风险分析与评估模型构建[J].中国安全科学学报,2025,35(6):19-26.
- [2]赵雪.基于故障树分析法海底油气管道溢油事故风险分析[J].化工管理,2025,(2):88-91.
- [3]任磊,张杰,赵杰,等.基于InVEST模型的典型生态敏感区油气管道生境风险评估[J].环境工程,2025,43(8):169-176.
- [4]程可心,杨玉锋,郑文培.失效数据驱动方法在油气管道风险评估中的应用与发展[J].天然气与石油,2025,43(4):139-147.
- [5]吴悦.定量风险评估在埋地油气管道上的应用[J].石油化工安全环保技术,2024,40(6):24-27.

作者简介:

樊野(1998-),女,汉族,辽宁人,大学本科,助理工程师,油气管道运输,油气管道新建改建。