

长输天然气管道安全风险评估及本质安全优化措施探析

蒋 丹（贵州燃气集团股份有限公司，贵州 贵阳 550000）

摘 要：随着时代的发展社会的进步，天然气已经成为现代城市当中人们日常生活的必须，无论是工业生产还是日常生活，天然气的使用频率不断提高，已经成为不可或缺的一种能源。天然气长输管道作为输送天然气的重要载体通道，确保管道安全运行，做好安全风险评估及本质安全优化是保证天然气使用安全的前提，也是社会经济稳定发展和进步的重要基础。

关键词：天然气；长输管道；安全风险评估；安全优化

0 引言

伴随绿色发展理念的不断深入人心，整个社会的发展不断向着绿色协调可持续的方向发展，天然气作为一种清洁能源应用范围不断扩大，对社会经济的发展和人们的生活起到了积极作用。长输天然气管道为地区经济社会发展提供重要能源保障，规范长输天然气管道的管理和使用，做好长输天然气管道的风险预测，构建科学的天然气长输管道安全风险评估体系，进一步为地区经济社会发展提供重要能源保障，具有十分重要意义。

1 天然气长输管道安全风险评估的意义

1.1 有利于减少由于管道本体缺陷导致的风险

天然气管道大多深埋于地下，看不见摸不着，在管理过程中，要加强对于管道本体风险的排查以及风险评估，通过构建科学的风险评估机制，获取管道本体的真实指标，能够对管道的目前使用状况实时掌握，减少由于管道本体缺陷导致的潜在风险。通过对管道本体的内部外部进行系统性检查和分析，对那些可能导致泄漏、爆裂或其他安全事故的隐患进行及时修复改造，以减少和防止事故的发生，确保输气过程的安全性，还能减少因事故带来的经济损失和环境影响，确保天然气输送的稳定性和可靠性。此外，天然气长输管道本体的安全风险评估还涉及到对管道运行环境的全面考察，这包括对管道沿线的地质条件、土壤性质、气候条件、管道周围环境等因素的评估，以确保管道在这些复杂多变的外部环境中能够安全稳定运行。通过定期的风险评估可以及时调整和优化管道的维护计划，采取必要的防护措施，以应对管道本体可能出现的风险隐患。

1.2 有利于减少地质灾害造成的风险

地质灾害的发生具有突发性强、破坏性大、难以预测的特点，由地质灾害而引发的天然气管道事故后

果也非常严重。贵州省山地丘陵区 and 汛期多雨，是较为严重的暴雨型山体滑坡、泥石流地质灾害易发区，特别是在黔北地区管网沿线地质环境条件复杂，局部地段沟谷深切，地形高差大，岩坡陡峻，由于管道敷设在浅表层，较易受各类地质灾害的影响。当地质灾害发生时，土壤会发生大范围的错动、变形、失稳和振动，在土体的作用下，埋地管道会发生压缩、扭曲、拉裂等破坏形式，从而导致天然气管线停输，还有可能引发火灾、爆炸等事故，会造成严重的人员和财产损失等二次灾害，严重威胁地区社会安全稳定。鉴于埋地管道地质安全性研究的重要意义，同时，研究在地质灾害作用下对长输天然气管道的破坏规律和结构稳定性，可以为以后的长输管道工程在施工设计及防护方面提供科学的建议和依据，对保障管道的安全运行具有重要的意义。

1.3 有利于减少管道周边第三方施工造成的风险及时预警

近年来，随着城市建设步伐的不断加快，道路施工、市政基础设施改造、轨道交通建设、建筑施工、农田水利建设项目等工程逐渐增多，第三方施工损坏燃气管道的现象时有发生，并呈逐年上升趋势。随着第三方施工活动增多，管道的“生存环境”受到威胁和挑战，成为威胁管道安全的最主要因素。燃气管道一旦遭受损坏发生泄漏，不仅影响其安全平稳运行，更会对管道周围人民的生命和财产安全造成极大的威胁。在这个过程中，不可避免的要对城市建筑进行施工，施工过程中有可能就会对天然气管道造成损坏，这种损坏虽然是非主观为之，但其产生的影响也是非常严重的，不仅影响城市居民正常天然气的使用，同时也对周边环境造成了重大影响，甚至会产生爆炸风险。而通过风险评估机制，可以对由于施工引发的管道损坏风险进行及时的预警，相关部门能够第一时间

了解到风险发生的地点与时间，最快到达现场处理，将负面影响降到最低。在评估过程中专业人员会运用丰富的实践经验和结合相关技术手段，对每一个环节进行细致研究，以确保管道系统能够抵御各种外部和内部因素的冲击，保持其稳定性和可靠性。因此需要综合分析第三方施工损坏发生的原因，并应用先进的科学的管理制度，采取措施，达到预防事故发生的目的。加强管道运行日常巡查、做好管道环境风险辨识、防止第三方损坏，成为保障天然气管道安全运行的关键所在。

2 长输天然气管道安全风险评估维度

2.1 构建长输天然气管道安全风险评估体系

长输天然气管道的安全对于天然气的正常传输和使用是非常重要的，通过对风险评估，能够提升天然气使用的安全性，而对于这种风险的评估首先就要构建相应的评估体系，以识别和评估各种潜在的风险因素。构建评估体系需要明确评估的目标和范围，确保涵盖所有相关的风险因素，这包括管道的设计、施工、运行和维护等各个环节，评估体系应具备全面性，能够识别出各种可能导致事故的风险点。同时，评估体系应具备科学性和系统性，通过采用先进的风险评估方法和技术，可以对各种风险因素进行定量和定性分析，这有助于准确评估风险发生的概率和可能造成的后果，从而制定出有效的风险控制措施。此外，评估体系还应具备动态性和可操作性，随着管道运行环境的变化和新技术的应用，评估体系应能够及时更新和调整，以适应新的风险因素，并且评估结果应能够为决策者提供明确的指导，帮助他们制定出切实可行的风险管理措施和应急预案。

2.2 确定长输天然气管道安全风险评估体系各级指标权重

长输天然气管道安全风险评估体系构建完成后要对体系内的各级指标进行具体的落实，这是一项复杂且准确性要求极高的工作，要保证各级指标设计的科学合理，通过赋予不同级别的权重能够真实的反应出不同指标代表的安全等级，以确保在后期的使用中能够根据指标的变化对天然气长输管道的状态进行准确的分析。通过科学合理地分配各级指标的权重，可以确保评估过程更加全面和客观，从而为管道的安全运行提供有力保障。确定这些指标的权重需要综合考虑各种因素，以确保评估结果的科学性和实用性，在进一步细化天然气长输管道安全风险评估体系各级指

标权重的过程中，首先要进行的是对各个指标的深入分析和理解，同时，采用科学的方法来确定各级指标的权重，以常用的层次分析法为例，它通过将复杂的问题分解为若干个组成因素，并根据因素间的相互关联影响以及隶属关系将因素按不同的层次聚集组合，形成一个多层次的的分析结构模型，对一层次元素进行两两比较，定量描述其重要性，最后利用数学方法反映判断要素间重要次序的定量关系，计算反映每一层次元素的相对次序的次序权值，通过所有层次之间的总排序计算所有元素的相对权重并进行排序。在确定不同级别的指标权重过程中，要确保权重的分配符合实际情况，避免主观臆断和偏见，并且要考虑不同指标之间的相互影响和制约关系，确保权重的合理分配，避免在评估过程中出现频繁变动。

3 天然气长输管道本质安全优化措施

3.1 把控设计质量，加强长输天然气管道的施工质量工作

在设计阶段，应该尽量选用此类工程具有丰富设计经验的单位来进行设计，请权威性的设计单位来进行审核与把关。在长输天然气管道项目申请获批后，在进行设计调研时，应综合性与当地政府的建设规划内容进行参考，避免新建管道与多个工程出现交叉施工的问题，进而影响到长输天然气管道的运行安全。

在管道施工前，也应该从材料选购的环节上进行监督，像管材、阀门等设备的采购，务必要做到严格审查，还有施工单位是否有此类工程项目经验，同时，在施工中也要聘请专业的监理公司及飞行检查公司，并将公司那些经验相对丰富的人员安置在施工的第一线，层层把关，确保每一道工序符合设计标准，这样可以对管道施工质量进行切实的监督。

3.2 加强监管力度，健全完善天然气长输管道管理体系

长输天然气管道的安全运行管理首先需要建立完善的安全管理体系。这包括根据国家相关法律法规和标准要求，建立长输天然气管道的安全管理制度、操作规程和安全管理程序，明确责任部门和责任人员，确保安全管理工作有效开展。

长输天然气管道的运行本质安全优化首要因素就是要不断健全管理体制，加强管理力度，从而保障天然气传输和使用的安全。建立严格的监督管理机制，确保各个环节都符合安全标准，明确责任范围，将责任逐级分配到每个人员身上。对现有的天然气长输管道管理体制进行全面的审查、改进和总结，第一时间

发现潜在安全隐患,为及时处理运行隐患提供有力支持。同时,需要加强对天然气长输管道从业人员的培训和教育,让从业人员具备丰富的专业知识和实践经验,能够熟练掌握管道的运行和维护技能,加强从业人员安全意识和责任感,确保将安全的理念放在首位,严格遵守安全操作规程。此外,天然气长输管道的安全问题关系到广大人民群众切身利益,多到群众中去参与宣传,需要得到社会各界的广泛关注和支持,要主动接受社会和群众监督,保证沟通渠道的畅通,积极与政府部门、社区组织、媒体等各方加强沟通和合作,形成联防机制,共同推动天然气长输管道本质安全优化工作的深入开展。

3.3 科学制定预案,做好天然气长输管道应急工作

长输天然气管道的运行安全一方面需要完善机制的保障,另一方面则需要未雨绸缪,加强应急预案和定期演练工作。建立健全的应急预案明确各类突发事件的处置流程和责任分工,及时组织演练,提高各类应急事件的处置能力,最大限度减少事故损失。确保一旦出现突发情况能够及时发现、及时处理,采取有效的措施将产生的损失降到最低,从而保证社会经济的稳定发展。

科学地制定预案包括对潜在风险进行全面评估,制定详细的应急预案确保在发生紧急情况时能够迅速有效地应对,基于这些风险制定相应的应对措施。应急预案应当涵盖预警机制和应急响应流程等多个方面,预警机制要求能够实时监测管道的运行状态,一旦发现异常情况立即启动预警程序,通知相关人员和部门,应急响应流程则明确了从接到预警到实际处置的各个步骤,确保应急响应工作能够有序进行,并且能够实现有效的资源调配,资源调配方案需要考虑到各类应急物资和设备的储备和调配,确保在紧急情况下能够及时到位。此外,为了提高应急响应的效率和准确性,需要建立完善的通讯联络机制,确保各部门和人员之间能够迅速沟通信息共享,对于可能受到事故影响的周边居民和单位,也需要提前制定好人员疏散安排,确保他们的安全。天然气长输管道的本质安全优化需要从多个方面入手,并不断提升相关人员的应急响应能力和安全意识。

3.4 借助信息技术,强化天然气长输管道安全管理

随着科技的发展,越来越多先进的技术应用于长输天然气管道的安全管理当中,为长输天然气管道的安全运行提供了极大的保障。通过引入先进的信息技

术可以实时监控管道的运行状态,及时发现潜在的安全隐患,并迅速采取相应的预防措施。

通过对管道进行通球定期内检测,分析管道壁厚老化、腐蚀、变形、压力变化等潜在风险因素,为管道的维护和保养提供科学依据,这显著提升管道安全管理的精确性和效率。在贵州山区管道地段,引入无人机巡线,极大提高了管道巡检效率、巡检质量和节省人力。在高后果地段和第三方施工点,安装高清摄像头,划定电子围栏区域,实时传入管道周边动态,时刻该处管道情况。在地灾风险地段,埋入地质灾害检测系统,监测内容为管道周边地表位移沉降、裂缝宽度、管道表面应力应变、降雨量等,了解可能存在潜在危险,从而及时预警,采取有效措施。

同时,信息技术的引入不仅仅局限于监控和预警系统,更深入到天然气长输管道的日常管理和维护之中通过物联网技术的应用可以实现天然气长输管道的智能化管理,实时采集管道运行参数,并通过网络传输至监控中心,监控中心利用先进的数据处理和分析软件,对收集到的数据进行实时分析和处理,实现对管道运行状态的全面掌控,一旦发现异常情况系统将立即发出预警信号,并自动启动应急预案,确保问题得到及时解决。此外,通过搭建信息化平台可以加强安全知识的宣传和教育,提高员工的安全意识和操作技能,并且可以利用信息化手段开展安全培训和演练活动,增强员工的应急响应能力和团队协作能力,信息技术的应用将有效提升天然气长输管道的安全管理水平,为管道的长期稳定运行提供坚实保障。

4 结束语

长输天然气管道的安全运行十分重要,不仅可以保护人们的人身财产安全,维系社会的稳定,还可以为企业带来巨大的经济效益。因此,确保安全运行、提高安全风险预估能力及采取本质安全化措施等手段以保障对长输天然气管道运行安全的管理,势在必行。

参考文献:

- [1] 张明.天然气长输管道运行安全风险及预防措施[J].中国石化和化工标准与质量,2024,44(04):87-89+92.
- [2] 徐像雄,孙甲岐,赵良波.天然气长输管道安全风险预估及本质安全优化措施[J].四川化工,2023,26(06):43-46.
- [3] 张燃,梁峻.加强管道风险管理,确保长输管道本质安全[J].中国石化和化工标准与质量,2023(11):101-103.