

天然气长输管道运行安全风险及巡护方法

肖静文（山东省天然气管道有限责任公司，山东 济南 250000）

摘 要：长输管道作为天然气能源供给的主要通道，安全稳定运行对于国家能源安全 and 经济发展至关重要。然而，天然气长输管道面临着如管道腐蚀、第三方破坏、自然灾害等诸多安全风险，一旦发生事故将会产生重大经济损失和社会负面影响。为及时发现和处置各类问题，确保管道安全可靠运行，管道巡护工作显得尤为关键。通过对管道巡护方法的研究与应用，可以有效识别和处置潜在的管道安全风险。

关键词：天然气；长输管道；运行安全；风险；管道巡护

0 引言

长输管道是天然气输送供给的主要通道，是保障国家经济发展、社会稳定的能源命脉。天然气长输管道具有输送距离长、压力高、介质易燃易爆特性，运行安全风险随之而来，一旦发生事故将导致人员伤亡、环境污染和经济损失。因此，对天然气长输管道的安全风险进行全面评估和有效巡护至关重要。

1 概述

1.1 天然气长输管道安全运行的重要性

天然气是居民生活、工业生产中不可或缺的清洁能源，对节能减排、经济发展具有重要意义。长输管道输送是高效、重要的天然气输送方式，是国家的能源命脉，管道运行安全与国家能源安全和社会稳定息息相关。随着经济快速发展，天然气长输管道已形成了规模较大、跨度较长的干线管网，所面临着安全风险因素也复杂多样，如管道腐蚀、第三方破坏、自然灾害、占压隐患、高后果区和老旧管道等都是亟待解决的问题。

天然气长输管道一旦发生事故可能引起火灾、爆炸，造成将环境污染、人员伤亡和经济损失。随着能源需求的增长和能源供应链的延伸，管道安全管理的复杂性也在不断提升。如何加强天然气长输管道管理与维护，有效保障其安全稳定运行，已成为当前能源领域及国家经济运行的当务之急，需管输企业、政府部门和社会各界共同关注和努力。

1.2 管道巡护对于保障管道安全的意义

通过定期开展管道巡护检查，可以及时发现管道腐蚀、机械损伤和设备老化等问题，从而提前预防和化解安全风险，减少事故发生的可能性。巡护过程中可以对管道周边环境进行全面观察，及时发现和处理水土流失、占压和第三方破坏等情况，有效防止自然和人为破坏等外部因素对管道安全造成的影响。巡护

人员还能收集实时的运行数据和异常情况，为管道运行状态的监测和管理提供重要依据，使管道的运行更加稳定可靠。通过巡护技术与方法的应用，可以提高巡护效率和精度，降低人为巡护活动对环境和生产造成的干扰，实现智能化巡护管理。管道巡护是保障天然气长输管道安全运行的重要手段，不仅能够最大限度地降低事故发生的概率，保护人民生命财产安全，也有助于维护能源供应的稳定和国家经济的持续发展。

2 天然气长输管道运行安全风险分析

2.1 管道腐蚀风险

腐蚀导致管道金属材料的减薄和强度减弱，容易引发管道泄漏或爆炸事故，造成巨大的人员伤亡和财产损失。腐蚀的原因多种多样，可能是介质中含有腐蚀性物质、土壤湿度过高、电化学反应等。有效防止管道腐蚀，需要采取一系列综合措施，如在管道建设阶段选用抗腐蚀材料、涂敷外防腐涂层隔绝土壤接触、实施阴极保护、增设排流桩等，管道日常运行期间定期开展腐蚀检测，监测阴保系统数据，落实施工期间防腐保护措施等。管道腐蚀风险不容忽视，需采取有效措施加以管控，为管道安全稳定运行提供有力保障。

2.2 第三方破坏风险

第三方破坏如恶意破坏、非法挖掘或盗窃管道设施、管道保护范围内施工作业等可能导致管道泄漏、爆炸等严重后果，给人员生命和财产安全带来巨大威胁。第三方破坏行为往往难以预测和防范，尤其在管道穿越人口密集区域、交通干线等场所更易发生。管输企业应加强日常巡护，全面掌握管道沿线第三方施工作业情况，严格第三方施工管控，做到“提前预控、全程监控、风险受控、有效保护”。有效防范第三方破坏，还需要加强社会监管，强化普法宣传，提高公众安全意识，应在具备条件的地区加装警示标牌，完善监控技术和设备，建立应急响应机制。加强与相关

部门的协作和信息共享，加大对违法破坏行为的打击力度，也是有效应对第三方破坏风险的关键。针对第三方破坏风险的防范工作至关重要，需多方通力合作，全面提升管道安全保障水平。

2.3 自然灾害风险

地震、洪水、山体滑坡等自然灾害可能导致管道破裂、移位甚至断裂，造成天然气泄漏、爆炸等严重后果，给周边地区和居民带来巨大的安全隐患。自然灾害具有突发性、多样性和不可预测性，给管道安全管理带来诸多挑战。因此，加强对管道沿线地质环境的监测评估，采取相应的防护措施，制定应急处理预案，都是减轻自然灾害风险的关键。还需要做好与地方政府和应急救援部门的协作，提高应对自然灾害风险的能力和水平。应对自然灾害风险，需要从防范、监测、早期预警和紧急处理等多个方面全面提升管道系统的安全保障水平。

2.4 占压隐患风险

在城市建设和基础设施更新过程中，管道可能受到农作物大棚、道路铺设、厂房建设等活动的影响，导致管道保护空间被侵占、管道设施被压覆，形成直接占压、圈占圈档、定向钻类占压等隐患。占压隐患可能会引起管道沉降、变形、防腐层破损从而导致泄漏、破裂等安全事故，对周边环境和公共安全构成威胁，消除占压隐患时若涉及到管道改线，也将增加管道运营成本、影响管道生产安全。因此，管输企业需发挥日常巡护对管道占压风险的探头作用，规范化管道标志桩牌，排查地理位置空间准确度，严防管道上方修建大棚等形成密闭空间，确保管道巡护通道畅通，做到“早发现、早干预、早消除”。应对占压隐患风险，需要管道企业切实履行管道巡护责任，与城市规划、建设等相关部门沟通协调，健全监管机制，发现问题及时处理，杜绝事实占压形成，保障管道的安全稳定运行。

2.5 高后果区风险

高后果区是指管道沿线若发生管道泄漏可能对公众及环境造成较大不良影响的区域。高后果区作为天然气长输管道的管理重点，应做好风险识别与评价，进行重点跟踪和动态管理。重点针对人员密集型高后果区，需加强人防、物防、技防措施，如加密日常巡护频次、增设地面警示标识、安装全天候视频监控等，巡护人员应提高安全意识和警觉性，建立完善应急预案和救援机制。同时与当地政府、公共安全机构及相

关单位密切合作，开展定期演练和培训，应对潜在危险情况，确保能够及时、有效地处置风险事件。应对高后果区风险，需要综合考虑预防、监测、应急等多方面措施，全力确保天然气长输管道的安全和稳定运行。

2.6 老旧管道风险

随着管道使用时间的延长，管道金属材料可能出现腐蚀、疲劳等问题，管道设备和附属设施逐渐老化，增加了管道泄漏、爆炸等事故的风险。尤其在地质条件恶劣、管道埋设深、维修困难的区域，老旧管道问题尤为突出。因此，对老旧管道的安全隐患必须高度重视，老旧管道运营期间要增加管道巡护，对存在较大风险隐患以上的管段，积极采取“以新代旧”。

3 天然气长输管道巡护方法

3.1 巡护体系构建

为确保天然气长输管道的安全运行，构建科学有效的巡护体系至关重要，管输企业应构建完善覆盖全员的管道保护责任体系，建立健全管道巡护管理制度，确立管道巡护方案，落实非全日制用工巡护-巡线队巡检-管理人员巡护的三级巡护模式，明确各级人员职责分工，制定考核奖惩办法和应急机制，确保巡护工作开展有序。管输企业应借助先进的信息化技术，建立管道巡护信息数据库和监测平台，实现对管道运行数据、异常情况等信息的实时监控和管理。应结合所辖管道沿线地形地貌环境特点，合理设置巡护路线和巡护周期，明确两特两重期间巡护要求及管理措施，提倡巡护方式多样化，结合人员巡逻、无人机巡护、地面车辆巡检等多种手段，提升巡护的全面性和精准性，确保管道巡护全覆盖、无盲区。

同时，应积极探索应用智能化技术，如卫星定位、光纤振动、图像识别等，提高巡护效率和准确性。在巡护人员管理方面，除了加强对巡护人员的培训和技能提升，提高其对管道安全风险的认识和处理能力，还应进行信息源网格化建设，在管道巡护过程中择机对管道沿线农户、居民、机械手等开展管道保护宣传，将相关人员发展为信息员，扩大信息收集渠道。

此外，加强与管道沿线各级主管部门、相关单位的沟通协作，建立巡护与紧急处理的联动机制，确保在发现问题后能及时启动应急预案，快速处置突发事件。建立健全的天然气长输管道巡护体系需要综合考虑管理制度、信息技术、人员素质和装备设施等多方面因素，通过持续优化和改进，实现管道安全巡护工作的科学高效

进行,为管道安全稳定运行提供坚实保障。

3.2 巡护技术与方法

管道巡护中利用先进的遥感技术结合地图和卫星图像,可以实现对管道周边环境的监测,及时发现土地变化、植被覆盖情况等异常,提高巡护的效率和精准性。对于管道穿越山区、河流等复杂地形的区域,采用无人机巡护技术,能够实现对管道全程的航拍监控,及时发现管道破损和外部影响。应用智能传感器和监测设备,结合物联网技术,可以实现对管道温度、压力、腐蚀情况等关键参数的实时监测和数据采集,为管道运行状态的评估提供重要支持。

同时,利用智能化巡护装备如无人机、机器人等,可以实现对管道设施的快速巡检和定位,有效提升巡护工作的水平和效率。结合视频监控和图像识别技术,对于城市区域和重点部位,可以实现对管道沿线的全天候监控,发现异常情况并及时处理。在巡护方法方面,除了常规的人员巡逻外,还可以采用车载巡护、航空巡护等方式,确保对管道全程的覆盖。巡护技术与方法的不断创新和应用是保障天然气长输管道安全运行的关键。

3.3 巡护过程中的风险识别与处置

在天然气长输管道巡护过程中,风险识别与处置是关键步骤,能有效预防事故发生,保障管道安全。首先,巡护人员应具备丰富的专业知识和经验,能够及时识别管道巡护中存在的潜在风险因素。例如,可能出现的管道腐蚀、占压、第三方破坏等问题,都需要在巡护过程中警觉并及时处理。一旦发现风险,巡护人员应立即采取相应的处置措施。对于普遍存在的管道腐蚀问题,可通过进行内、外检测等手段,评估腐蚀程度,并及时修复或更换受损部位。如果发现第三方破坏迹象,应迅速报警并与相关部门配合,开展调查处理。对于管道周围环境变化引起的问题,如土壤冲刷导致管道暴露,应及时加固保护。

另外,制定完善的应急预案也至关重要。在巡护过程中,若发现有爆炸、泄漏等紧急情况,巡护人员应第一时间启动应急预案,迅速组织疏散人员、联系应急救援队伍,并随时保持与调控中心的通讯畅通,协助进行紧急处理。要做好风险识别与处置工作,除了巡护人员的专业能力,还需要依托先进技术手段、完善管理制度和充分培训,确保在巡护过程中能够及时、准确地识别和处置各类风险,有效保障管道的安全运行。

3.4 巡护效果的评估与改进

为确保天然气长输管道巡护工作的有效性,需要进行巡护效果的评估与改进。可以通过建立完善的巡护巡检数据统计分析系统,对巡护过程中的关键数据进行汇总和分析,评估巡护的全面性和及时性。结合巡护记录和巡查报告,定期开展巡护效果评估会议,对巡护工作开展全面总结,发现问题并提出改进建议。在评估的基础上,应以持续改进的理念优化巡护工作。一是从管理制度方面优化,根据管道沿线实际情况动态更新巡护路线和巡护方案,实现从新建管道直至报废全过程巡护覆盖,突出抓好两特两重期间的巡护工作,合理提升关键部位的管道保护级别;二是从人员管理方面优化,结合实际合理增加巡护力量和频次,加强巡护人员安全知识及业务技能培训,加大考核力度,提高风险识别和处置的能力,打造专业化高素质管道巡护队伍;三是从技术应用方面优化,充分应用视频监控、无人机巡线、光纤预警等技术手段,确保巡护全路径、全角度、全时段覆盖,保障管道安全平稳运行。同时,定期组织模拟演练和实地演练,检验应急预案的有效性,并根据演练结果进行相应调整和改进。应建立健全的巡护改进机制,明确改进目标、时间表和责任人,确保改进举措的落实。建立巡护效果的长期跟踪评估机制,定期回顾评估结果,及时进行调整和改进措施,从而持续提升巡护工作水平,确保管道安全运行。

4 结束语

管道安全事关人民群众生命财产安全和社会大局稳定,随着经济发展,天然气长输管道安全生产形势愈加严峻复杂,需要有效识别和全面防范控制各项风险问题,确保天然气安全稳定供应和管道安全运行。管道巡护工作是保障管道安全的重要环节,通过持续的评估和改进,不断完善技术手段、加强人员培训,积极采纳先进经验,全面落实人物技及管理方面的防范措施,为管道安全保驾护航。

参考文献:

- [1] 张文馨.长输天然气管道安全防范及安全生产运行对策浅析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(04):37-39.
- [2] 张明.天然气长输管道运行安全风险及预防措施[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(04):87-89+92.
- [3] 强磊,金蓉.天然气长输管道运行中的风险及控制研究[J].中国石油和化工标准与质量,2023(7):2-4.