

长输天然气管道第三方施工破坏与管控

郭金铭（山西天然气有限公司，山西 太原 030032）

摘要：本文围绕第三方施工破坏的风险特征、影响因素及风险评估展开分析，揭示了管控盲区、监管漏洞、监测失灵及教育薄弱等问题对管道安全的影响。在此基础上，提出了健全法规制度、升级监测技术、强化现场管控及优化教育培训等防范与管控措施，并结合实际应用场景提出了具体的实施路径。研究结果可为相关单位进一步完善管道安全管理机制、提高风险防范能力及提升事故应急处置水平提供科学依据和实践指导。

关键词：长输天然气管道；第三方施工破坏；风险管理；防范措施

中图分类号：TE88

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）016-0148-03

Third party construction damage and control of long-distance natural gas pipelines

Guo Jinming (Shanxi Natural Gas Co., Ltd., Taiyuan Shanxi 030032, China)

Abstract: This article analyzes the risk characteristics, influencing factors, and risk assessment of third-party construction damage, revealing the impact of control blind spots, regulatory loopholes, monitoring failures, and weak education on pipeline safety. On this basis, preventive and control measures such as improving regulatory systems, upgrading monitoring technology, strengthening on-site control, and optimizing education and training were proposed, and specific implementation paths were proposed based on practical application scenarios. The research results can provide scientific basis and practical guidance for relevant units to further improve pipeline safety management mechanisms, enhance risk prevention capabilities, and improve accident emergency response levels.

Keywords: long-distance natural gas pipeline; Third party construction damage; Risk management and control; Preventive measures

长输天然气管道作为国家能源供应的重要运输通道，其安全稳定运行对社会经济发展具有重要影响。针对长输天然气管道第三方施工破坏风险特征复杂、破坏形式多样、管控难度较大的问题，本文对第三方施工破坏的风险特征及成因进行了深入剖析，并围绕管控盲区、监管漏洞、监测失灵及教育薄弱等方面揭示了当前安全管理中的关键问题。基于问题导向，提出了法规健全、监测升级、现场管控及教育培训等防范与管控措施，并结合实际需求提出了相应的实施路径，以期为相关单位进一步优化长输天然气管道安全管理提供科学依据和实践参考。

1 第三方施工破坏的风险评估

1.1 风险特征，源头解析

长输天然气管道第三方施工破坏的风险特征多样，其主要风险特征集中在空间特征、时间特征以及破坏形式特征三个方面。这三方特征既相互依存，同样又相互独立，任何一方特征都能够对长输天然气管道第三方施工造成极大破坏。空间特征方面，长输天然气管道工程经常沿着人口密集区、工业园区进行施工建设，由于这些区域在日常生产建设中会不定时进行土地开发、基础设施改造等市政工程，这些工程在实际的施工中会对管道施加一定程度的压力，进而破坏管道的整体结构性能。一些地区的地质条件较弱，如果在施工过程中管道填埋在植被稀少的施工区域，

同样也会增加管道的破坏风险。时间特征方面，大部分地区的长输管道破坏情况集中在“施工旺季”，所谓的施工旺季是指每年的4~10月之间。这一时期的气候条件良好，大部分城市会在此时间内进行基础设施建设、市政工程维修以及农田灌溉等工作。各单位在施工过程中会出现交叉施工的情况，这种所谓的交叉施工会加剧管道受损以及破坏的风险指数^[1]。

1.2 影响因素，成因剖析

长输天然气管道第三方施工破坏具有明显的内、外因素，且两种因素在整个破坏过程中相互存在，进而加剧管道的受损程度。内在因素是指管道自身的物理特征，所谓的物理特性是指管道自身的材质、抗拉强度、抗弯性能以及抗冲击能力等四个方面。管道在实际填埋以后，其自身性能会随着时间的流逝而逐渐衰弱。这种“性能衰弱”主要以材料老化、抗压性能减弱以及壁厚降低为主，如果设计人员在前期设计阶段将管道的填埋深度设计较浅，再加上前面的各种性能衰减，一旦受到外力攻击，管道将出现明显的变形、断裂。同样，外在因素主要表现在地质条件、环境变化以及施工行为三个方面。由于不同地区的地质条件有所差异，一些地质条件较差的地区会出现岩层破碎、土壤稀松的情况，这些情况的出现会加剧管道变形速度^[2]。

1.3 模型引入，评估精细

长输天然气管道第三方施工破坏的风险评估需基

于具体模型来构建相应的评估体系，在模型的引入与建构阶段，相关技术人员需明确各种模型、分析方法的技术原理以及使用要求。Bow-tie 分析法是现阶段较为成熟的一种事故风险管理模型，其在实际的分析过程中能够整合风险诱因、事故后果以及控制措施等多种因素，并基于此来进行所谓的“双向分析”。此分析方法的架构主要以“蝴蝶结”形式为主，以两侧相同的形式来监测不同的内容。其中，左侧以检索第三方施工破坏的潜在风险来源为主，右侧则以分析所发生破坏事件后的影响为核心。Bow-tie 分析法的科学应用能够综合分析整个事故的成因路径以及防控关键点，以此来构建科学的防范机制以及应急处置体系^[3]。

2 第三方施工破坏的现状分析

2.1 管控盲区，隐患丛生

长输天然气管道的施工位置相对较为复杂，且在设计过程中无法有效避免沿线的多样化地质环境，这种情况的出现直接导致相关管控工作存在诸多安全隐患。区域盲区是造成管道破坏的主要原因之一，因部分管道在安装过程中需要穿越大量的偏远山区，这些山区的地质条件极其复杂，常规的检查手段无法进行有效检测。部分管道设置在城市密集区域，这些区域的内部管线较为复杂，一旦相关指示牌、地面标识被覆盖和掩埋，管道极容易受到第三方施工单位的大型施工器械破坏。所谓的管控盲区还包括夜间施工、节假日作业两个方面，一些施工单位选择在夜间进行工程作业，由于夜间的各项安全管控措施受限，一旦施工人员出现走神的情况，管道就会受到相应破坏。夜间抢救工作不同于白天的抢救工作，如果没有系统的应急预案，将造成无法挽回的严重后果^[4]。

2.2 监管漏洞，责任不清

受传统管理理念影响，现有的长输天然气管道安全管理体系存在明显漏洞，这种所谓的漏洞即来源于相关企业，同样也包括各地区相关管理部门所落实的管理条例。例如，部分地区管理部门所落实的施工备案机制并不符合实际要求，且在实际落实过程中存在明显的漏洞，这种情况的出现直接导致某些施工单位故意绕过“备案机制”而擅自进行开挖、钻探等工作。同样，现有的备案管理制度中缺少有效的施工监管方案，整个监管方案中缺乏针对短期、临时施工项目的备案要求。一旦出现安全问题，将造成无法挽回的严重后果^[5]。

2.3 技术滞后，监测失灵

技术监测方面，现有的长输天然气管道安全监测管理系统仍采用最传统的监管体系，系统各个节点未按照相关规范要求进行定期更新。这种情况的出现，

直接导致相关部门无法及时且有效地监测出第三方施工单位所造成的各种破坏情况。部分地区的监管部门对于管道监测系统没有明确的管理条例，相关技术人员对于设施、设备的监测也并未定期进行。由于各部分的监测设备老化，进而造成设备失效的严重情况，技术人员无法在第一时间获取监测节点所传输回的各项数据信息。监测手段方面，部分地区的管道企业仍采用最传统的人工监测方法，这种传统的监测方法所呈现的监测效率极为低下，其所巡检的范围、面积以及质量无法达到现阶段的实际要求^[6-9]。

2.4 教育薄弱，意识缺失

长输天然气管道第三方施工破坏问题的出现不仅受监管体系、技术水平等方面的制约，同时还包括相关技术人员安全意识的影响。部分地区第三方施工单位的施工技术人员安全意识较为薄弱，其在整个施工过程中并未按照相关管理规范进行管道的保护工作。第三方施工单位在人员培训过程中，其只是将“施工安全”进行简单的培训，所谓的培训内容也只是围绕自身安全展开。施工人员在进行机械开挖、钻探以及桩基作业时缺乏安全风险的辨别意识，不仅容易破坏地下掩埋的管道，同时还容易引起一些不必要的安全隐患。由于施工人员的安全意识薄弱，在实际施工过程中，即使发现小范围的安全隐患问题，其也会将其判定在“安全范围”之内。

3 第三方施工破坏的防范与管控措施

3.1 法规健全，制度完善

为确保长输天然气管道第三方施工工作的有效推进，各地区应结合内部实际施工情况科学落实相应的法规体系。在现有管理机制的基础上，细化落实施工备案的各项工作。备案工作的落实可基于“电子化备案管理平台”进行落实，此平台应由地区政府部门、管道管理企业以及第三方施工单位共同组成。三个单位应按照相关管理规范定期上传各项施工信息，同时通过此平台来落实备案申请、工程审批、风险评估以及现场核查等各项工作。其中，各项工作的开展可通过此平台来进行联动沟通，监管部门由此平台发布各项监管信息，进而上传审批结果。责任划分方面，可基于此平台来细化详细的责任制度，进而确保各部门能够担责、认责。施工备案阶段管理部门需要求管道企业上传管道的各项数据信息，然后组织各单位进行安全技术交底。

3.2 监测升级，科技赋能

各管理部门应加快配备现阶段较为成熟的监测设备，针对实际需求落实各项监测工作。要加强对现代化智能监测技术的使用力度，结合管道沿线现有的监

测体系构建基于“GIS技术”与“物联网监测技术”的智能化监测平台。此平台能够通过GIS技术对管道沿线的地理环境、地质条件以及人口密度等各项数据进行严格检测，并综合研判各项数据是否符合规范要求。在实际落实中，技术人员可在管道沿线附近增设多样化的监测节点，此节点需重点分布在施工密集区、工业园区这种高风险区域。一旦出现安全问题，监测传感器能够通过无线网络回传各项异常数据，以此来帮助监管人员快速定位异常位置，进而快速制定解决方案。同时，各监测单位应加强对无人检测设备的投入力度，通过无人监测设备来规划全方位、立体化的监测范围。

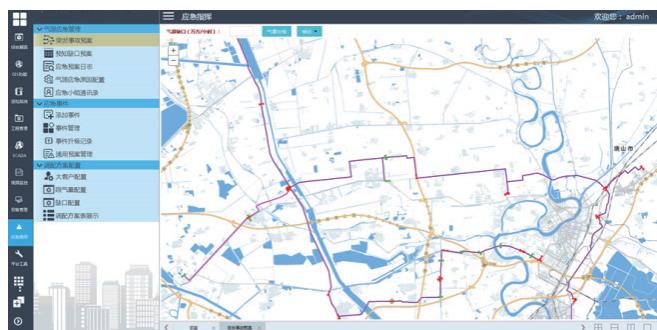


图 1 智慧应急监测系统

3.3 现场管控，预防为主

除前期所落实的监管体系、监测设备外，各监管单位应加强对管道沿线第三方施工的管控力度。此部分管控工作应以人员管控为主，并针对第三方施工的规模、设备数量来构建前、中、后的精细化管理体系。施工前期，管理人员应根据管道的实际情况将对应施工地段划分为不同的风险等级，然后安排不同的监管人员进行实际监管。需着重关注所划分的高风险施工区域，该区域在施工前应提交详细的探测报告以及风险处置预案。

施工过程中，现场需有专门的管理人员进行实时监管，并配合使用无人监测设备进行实时监测。通过此种方式能够实时监测高风险作业人员的行动轨迹，进而防止其误入危险作业区。施工结束后，相关施工单位应按照前期所明确的各项要求，将施工地区恢复原状。同时，应提交各项施工监测报告，并组织相关监管人员入场检查，以此来系统排查管道附近的各种安全隐患。

3.4 教育培训，意识提升

各地区管理部门应加强对长输天然气管道沿线第三方施工单位的审查力度，核心审查内容既要包含技术水平，同时还应涵盖技术人员、施工人员的安全意识以及应急处置能力。要定期组织相关人员的教育培训

训工作，并根据每节培训工作的实际内容来设定相应考核标准，进而确保各单位施工人员能够真正掌握相应技术要求。

同时，需要求施工单位在提交各项备案时，将内部施工人员的安全培训记录以及考核合格证明一同上交，其中应包含培训考核时的图片、视频等影像资料。对于考核内容的设定，既要针对不同地区的实际情况分类设限，同时还应根据不同工种设定具体的实操内容，以此来快速提升技术人员的技术水平以及安全处置能力。在智能监管领域，各单位应提高内部技术人员的技术操作水平，要确保内部工作人员能够熟练使用VR、GIS、GPS等智能化设备。

4 结语

长输天然气管道作为国家能源输送的重要基础设施，其安全稳定运行直接关系到社会经济发展与民生保障。第三方施工破坏已成为影响管道安全的主要风险源之一，且具有风险特征复杂、影响因素多样、破坏形式隐蔽等特点。通过分析管控盲区、监管漏洞、技术滞后及教育薄弱等问题，揭示了当前管道安全管理中存在的关键隐患。基于问题导向，提出了健全法规制度、强化监测手段、优化现场管控及提升安全教育水平的管控对策，并结合实际应用场景提出了具体的实践路径。本研究围绕第三方施工破坏的风险特征、影响因素及管控措施进行了系统分析，为相关单位进一步优化管道安全管理提供了参考。

参考文献：

- [1] 张昆宇 . 长输天然气管道腐蚀的形成与防腐保护措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2025,45(01):31-33.
 - [2] 王玉 . 基于内检测技术的长输天然气管道完整性评价 [J]. 石化技术 ,2024,31(12):339-341.
 - [3] 耿峰峰 . 天然气长输管道施工建设中的安全管理研究 [J]. 石化技术 ,2024,31(12):359-361.
 - [4] 孔丹丹 . 浅谈天然气长输管网安全运营中存在的问题及对策措施 [J]. 石化技术 ,2023,30(12):109-111+100.
 - [5] 陈凯, 何国生 . 基于第三方施工的长输天然气管道保护探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2023,43(14):28-30.
 - [6] 赵延平 . 长输天然气管道腐蚀与防腐措施探讨 [J]. 石化技术 ,2023,30(07):104-106.
 - [7] 李伟, 王建国 . 基于深度学习的天然气管道第三方施工动态风险预警模型 [J]. 石油学报 ,2023,44(5):892-903.
 - [8] 周利剑等 . 基于贝叶斯网络的管道第三方破坏动态风险评估 [J]. 安全与环境学报 ,2024,24(3):1-9.
 - [9] 张圣柱等 . 天然气管道第三方施工智能监控平台开发现状 [J]. 油气储运 ,2024,43(1):12-20.