

天然气管道周边施工活动对其安全风险的影响评估

李志明 李志宇

国家管网集团北京管道有限公司 北京 102101

摘要：本文聚焦于天然气管道周边施工活动对其安全风险的影响。首先阐述了天然气管道安全的重要性，接着详细分析了周边施工活动的类型，包括土木工程建设、市政工程施工等。深入探讨了这些施工活动对天然气管道安全风险的影响机制，从直接破坏、间接影响等多个角度进行剖析。通过实际案例分析，进一步验证了施工活动带来的安全风险。最后提出了降低安全风险的针对性措施，旨在保障天然气管道的安全稳定运行，减少安全事故的发生。

关键词：天然气管道；周边施工活动；安全风险；影响分析

1 引言

天然气作为一种清洁、高效的能源，在现代社会的能源结构中占据着越来越重要的地位。天然气管道作为输送天然气的重要基础设施，其安全稳定运行直接关系到能源供应的可靠性、人民生命财产的安全以及社会的稳定发展。然而，随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进，天然气管道周边经常会有各种施工活动开展。这些施工活动在促进地区发展的同时，也给天然气管道的安全带来了诸多潜在风险。一旦天然气管道因周边施工活动而遭受破坏，不仅会导致天然气泄漏，引发火灾、爆炸等严重事故，造成巨大的人员伤亡和财产损失，还会对周边环境造成严重污染，影响社会的正常秩序。因此，深入分析天然气管道周边施工活动对其安全风险的影响，并采取有效的防范措施，具有重要的现实意义。

2 天然气管道周边施工活动类型

2.1 土木工程建设施工

土木工程建设施工是天然气管道周边常见的施工活动之一，主要包括建筑物、构筑物的建设，如住宅、商业建筑、桥梁、隧道等。在建筑物建设过程中，需要进行地基开挖、桩基施工等作业。如果施工区域距离天然气管道较近，地基开挖可能会破坏管道的基础，导致管道悬空、变形甚至破裂。桩基施工时，桩锤的冲击力可能会对管道造成直接撞击，使管道受损。此外，在建筑物建设过程中，大量的建筑材料和施工设备的堆放也可能对管道产生挤压，影响管道的安全。

2.2 市政工程施工

市政工程施工涵盖了城市道路、排水、供水、供电、通信等多个方面。城市道路施工时，需要进行路面开挖、管道铺设等作业。如果施工人员在施工前没有对地下天然气管道进行准确的探测和标识，就可能在开挖

过程中意外挖断管道，造成天然气泄漏。排水管道施工时，若施工不当导致地下水渗入，可能会使天然气管道周围的土壤湿度增加，降低土壤对管道的支撑作用，增加管道破裂的风险。此外，市政工程施工中的大型机械作业，如压路机、挖掘机等，在靠近天然气管道作业时，如果操作不当，也可能对管道造成破坏。

2.3 地下空间开发施工

随着城市土地资源的日益紧张，地下空间开发越来越受到重视，如地下停车场、地下商场、地铁等建设。地下空间开发施工需要进行大规模的土方开挖和支护作业，这可能会改变地下土层的应力状态，导致天然气管道周围的土壤发生位移和沉降。如果沉降不均匀，会使管道承受过大的应力，从而引发管道变形、破裂等问题。此外，地下空间开发施工中的降水作业可能会降低地下水位，使管道周围的土壤失去水分，变得疏松，影响管道的稳定性。

3 天然气管道周边施工活动对其安全风险的影响机制

3.1 直接破坏影响

机械撞击：周边施工活动中使用的大型机械设备，如挖掘机、打桩机等，在操作过程中如果与天然气管道发生直接撞击，会对管道造成严重的物理损伤。管道可能会出现凹陷、裂缝甚至断裂，导致天然气泄漏。机械撞击的力度和角度不同，对管道的破坏程度也会有所差异^[1]。例如，打桩机的高强度冲击可能会使管道瞬间破裂，而挖掘机的碰撞可能会在管道上留下凹痕，随着时间的推移，凹痕处可能会发展成裂缝，最终导致管道泄漏。

挖掘破坏：施工过程中的挖掘作业是导致天然气管道破坏的常见原因之一。如果施工人员没有准确掌握管道的位置和埋深，在挖掘时可能会直接挖断管道。即使没有完全挖断管道，挖掘过程中对管道周围的土壤进行扰动，也可能使管道失去土壤的支撑，导致管道变形

或移位，影响管道的正常运行。此外，挖掘作业还可能会破坏管道的防腐层，使管道更容易受到腐蚀，缩短管道的使用寿命。

3.2 间接影响

土壤应力变化：周边施工活动，如土方开挖、堆载等，会改变天然气管道周围土壤的应力状态。土方开挖会使管道上方的土壤压力减小，而堆载则会使管道周围的土壤压力增大。土壤应力的变化会导致管道承受不均匀的荷载，从而引起管道变形。如果变形超过管道的允许范围，就可能会使管道破裂，造成天然气泄漏。此外，土壤应力的变化还可能会影响管道与土壤之间的摩擦力，使管道发生位移，增加管道受损的风险。

地下水影响：施工活动中的降水、排水等作业可能会改变地下水位。地下水位的变化会对天然气管道产生多方面的影响。当地下水位下降时，管道周围的土壤会变得干燥、疏松，降低土壤对管道的支撑作用，使管道容易发生沉降和变形^[2]。当地下水位上升时，土壤会变得湿润，甚至出现饱和状态，这会增加土壤的浮力，使管道有上浮的趋势。如果管道的锚固措施不到位，就可能会导致管道上浮，破坏管道的连接部位，造成天然气泄漏。

振动影响：周边施工活动中的打桩、爆破等作业会产生强烈的振动。振动会通过土壤传递到天然气管道上，使管道产生动态应力。长期受到振动的影响，管道可能会出现疲劳损伤，导致管道的强度降低。此外，振动还可能会使管道周围的土壤发生松动，降低土壤对管道的约束作用，增加管道的振动幅度，进一步加剧管道的损伤。

4 实际案例分析

4.1 案例一：河北省安平县红旗街金色阳光小区沿街商铺爆燃事故

时间：2023年7月29日

事件概述：河北省安平县红旗街金色阳光小区沿街商铺发生爆燃，事故造成2人死亡，2人重伤。

原因分析：初步调查显示，事故因自来水公司二次管网改造施工中顶破天然气管道发生爆燃。在施工过程中，施工单位未充分了解地下燃气管道的分布情况，也未采取相应的安全保护措施，导致管道被顶破，燃气泄漏并引发爆燃。

影响与后果：该事故不仅造成了严重的人员伤亡，还对周边商铺和居民区造成了重大财产损失，同时引发了社会对天然气管道安全问题的广泛关注。

4.2 案例二：南阳市高新区中关村街道赵营社区长江银座小区燃气爆炸事故

时间：2024年7月3日

事件概述：南阳市高新区中关村街道赵营社区长江银座小区发生一起燃气爆炸事故，造成1人死亡、19人受伤，直接经济损失535万元。

原因分析：经调查认定，该事故是一起因非法施工造成的一般生产安全责任事故。南阳初冉酒店物业管理有限公司组织人员对长江银座小区自来水管维修时，在未查明施工范围内地下燃气管线的相关情况下盲目组织施工，未制定燃气设施保护方案和采取安全保护措施，在地下开挖作业时损坏地埋燃气管道，造成燃气持续泄漏并扩散至一楼沿街门店室内区域，与空气混合达到爆炸极限浓度后遇不明点火源发生爆炸。

影响与后果：该事故造成了严重的人员伤亡和财产损失，对小区居民的生活和周边商业活动产生了严重影响。同时，该事故也暴露了施工单位在天然气管道保护方面的严重疏忽和违法行为。

5 降低天然气管道周边施工活动安全风险的措施

5.1 加强施工前管理

5.1.1 详细勘察与规划

施工前，施工单位必须对施工区域展开全面且细致的勘察工作。要充分了解地下天然气管道的分布情况，包括管道的精确走向、埋深等关键信息。获取这些信息可通过多种途径，如查阅管道设计图纸，这是最基础且重要的资料来源，能直观呈现管道的初始规划布局；与管道运营单位进行深入沟通，运营单位长期负责管道的运行维护，掌握着管道在实际使用过程中的变动情况以及相关注意事项；运用专业的探测设备，借助先进的科技手段，能更精准地定位管道位置，尤其是在一些复杂地质条件下，探测设备可发挥关键作用。基于详细的勘察结果，施工单位要科学合理地规划施工方案^[3]。在规划过程中，优先考虑避开天然气管道，若无法避开，则必须制定切实有效的保护措施，确保施工活动不会对管道造成损害。

5.1.2 办理相关手续

施工单位在开展涉及天然气管道周边的施工活动前，必须严格按照规定向相关部门办理施工许可手续。这是合法施工的前提，相关部门会对施工方案进行审核，确保其符合安全要求。同时，施工单位要与管道运营单位签订安全保护协议，明确双方在施工过程中的权利和义务。管道运营单位应积极履行职责，向施工单位提供管道的相关技术资料，如管道材质、压力等级、防腐措施等，以及安全注意事项，为施工单位制定安全施工方案提供依据。并且，在施工过程中，运营单位要对

施工活动进行监督和指导，及时发现并纠正潜在的安全隐患。

5.2 强化施工过程管理

5.2.1 设置警示标识

在天然气管道周边的施工区域，必须设置醒目且明显的警示标识。这些标识应包含管道的位置、埋深、安全距离等重要信息，以直观的方式提醒施工人员时刻注意管道安全。警示标识要采用耐久性好的材料制作，确保在不同天气条件下都能清晰可见。同时，要定期对警示标识进行检查和维护，若发现标识损坏、模糊等情况，应及时进行修复或更换，保证其始终处于良好的警示状态。

5.2.2 加强施工人员培训

对施工人员进行全面且系统的天然气管道安全知识培训至关重要。培训内容应涵盖天然气管道的基本知识，如管道的结构、功能、输送介质特性等；施工安全注意事项，包括施工过程中禁止的行为、与管道保持的安全距离等；应急处理方法，使施工人员了解在发生管道泄漏、火灾等事故时，如何迅速采取正确的措施进行应急处置，以减少事故损失。通过培训，提高施工人员的安全意识和操作技能，使其在施工过程中自觉遵守安全规定，避免因人为失误对管道造成破坏。

5.2.3 实施现场监护

在施工过程中，管道运营单位要安排专业人员进行现场监护。监护人员需具备丰富的管道知识和现场经验，能够实时监督施工活动。他们要密切关注施工进度和施工方法，一旦发现施工人员有不安全行为，如违规操作、靠近管道安全距离过近等，应及时予以制止和纠正。同时，监护人员要配备必要的检测设备，定期对管道周围的天然气浓度进行检测^[4]。若检测到天然气浓度异常升高，可能预示着管道存在泄漏风险，此时应立即通知施工单位停止施工，并采取相应的措施进行排查和处理，确保施工安全。

5.3 完善应急管理体系

5.3.1 制定应急预案

管道运营单位和施工单位应共同制定完善、细致的应急预案。预案要明确在发生天然气管道事故时的应急响应程序，包括事故报警的方式、接警后的处理流程、各部门的协调机制等；详细规定救援措施，针对不同类型的事故，如泄漏、火灾、爆炸等，制定相应的救援方

案；明确人员职责，确保在事故发生时，每个岗位的人员都知道自己的任务和责任，能够迅速、有序地开展救援工作。应急预案制定后，要定期进行演练和修订，根据演练中发现的问题和实际情况的变化，不断完善预案内容，确保其有效性和可操作性。

5.3.2 配备应急物资和设备

在施工现场，要配备充足的应急物资和设备，如灭火器、防毒面具、堵漏工具等。这些物资和设备是应对突发事件的重要保障，必须确保其数量充足、质量合格。同时，要定期对应急物资和设备进行检查和维护，查看其是否损坏、过期等情况，及时进行更换和补充，保证在需要时能够正常使用。

5.3.3 加强应急演练

定期组织施工单位和管道运营单位进行应急演练是提高应急处置能力的关键环节。演练内容要涵盖事故报警、人员疏散、泄漏抢修、火灾扑救等各个环节，模拟真实的事故场景，让参与演练的人员熟悉应急处置流程和方法。通过演练，检验应急预案的可行性，发现其中存在的问题和不足之处，并及时进行整改。同时，演练还能增强各部门之间的协调配合能力，提高应对突发事件的实战水平。

结语

天然气管道周边施工对其安全风险影响大，有机械撞击等直接破坏，也有土壤应力变化等间接影响，可能致管道破裂泄漏，引发事故，造成巨大损失。实际案例表明，施工单位违规操作、安全意识淡薄是事故重要诱因。为降低风险，要加强施工前管理，做好勘察规划与手续办理；强化施工过程管理，设置警示标识、培训人员、现场监护；完善应急管理体系，制定预案、配备物资设备、加强演练，保障管道安全运行。

参考文献

- [1] 张晶,张增强,林聿明,等.天然气管道第三方施工不安全行为归因及防控对策研究[J].安全,2025,46(06):80-85+137.
- [2] 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.
- [3] 马玉宝.天然气管道高后果区第三方施工破坏风险分析及控制对策[J].石油工业技术监督,2020,36(06):55-58.
- [4] 苏杰,马国康,蒲虎兵.长输天然气管道第三方施工管理研究[J].化工管理,2019,(12):178.