

浅谈燃气管道穿越公路风险管控举措

袁 飞（安徽祥源科技股份有限公司，安徽 蚌埠 233000）

摘要：随着我国道路交通运输和燃气管道建设蓬勃发展，燃气管道与公路的交叉也随之增多，相互影响日益凸显，水平定向钻和顶管穿越施工是现阶段非开挖管道施工技术中应用比较广泛的施工工艺，文章分析了燃气管道穿越既有公路的相互影响，明确了穿越施工前所需准备工作，提出了风险管控措施，为类似涉路工程安全施工提供借鉴作用。

关键词：燃气管道；公路穿越；风险管理；应急响应

0 引言

随着我国城市化进程的加快，燃气作为重要的清洁能源在城市能源供应体系中的地位日益提升。燃气管道作为输送燃气的主要载体，其建设与运营的安全性、经济性与可靠性至关重要。在燃气管道网络布局中，不可避免地会遇到穿越公路的情况。本文将从燃气管道选线、地质条件、有无管道套管保护以及穿越参数等关键角度，对燃气管道穿越公路的影响因素进行深入分析。

1 燃气管道穿越公路风险分析

1.1 燃气管道选线因素分析

燃气管道穿越公路必须严格遵守国家及地方关于燃气工程、公路工程的相关法律法规，以及城市总体规划、交通规划、地下管线综合规划等。这些规划和政策规定了燃气管道与公路交叉时的最小安全距离、埋深要求、保护措施等，直接影响燃气管道的选线方案。公路等级越高，车流量越大，对燃气管道穿越施工及后期运行维护的影响越大。高等级公路通常对地下管线有更严格的管理规定，且施工期间可能需要进行交通管制，增加工程成本。同时，大流量公路下方的燃气管道应考虑采取更高级别的保护措施以降低外部冲击风险。燃气管道穿越公路时应尽量避开桥梁、涵洞、隧道、立交等复杂结构，以及学校、医院、居民区、重要公共设施等敏感区域，以降低施工难度、减少安全隐患，并便于后期运维。同时，应考虑与其他地下管线（如供水、排水、电力、通信等）的相互关系，避免冲突，降低协调成本。

1.2 地质条件因素分析

土质类型（如粘土、砂土、岩石等）、土壤密实度、含水率、渗透性、承载力等对燃气管道穿越施工方法、管道防腐、抗压能力、地基处理等均有直接影响。例如，砂土易产生流沙、塌陷，需采用特殊施工技术；岩石

则可能需要爆破或钻孔，增加施工难度。地质构造（如断层、褶皱、滑坡、泥石流等）可能导致地表变形、地裂、地下水位变化等问题，对燃气管道稳定性构成威胁。此外，地震活动区、采空区、矿产资源分布等特殊地质条件也需要在选线时充分考虑，避免潜在地质灾害对燃气管道的影响。

1.3 管道套管保护因素分析

套管类型与材质。套管分为刚性套管（如混凝土套管、钢管套管）和柔性套管（如HDPE套管），材质的选择应考虑其耐腐蚀性、强度、韧性、与燃气管道及周围环境的相容性等因素。选择合适的套管类型与材质能有效提高燃气管道穿越公路的安全性和耐久性。套管设计与施工。套管的直径、壁厚、长度、埋深、接口形式等参数应根据燃气管道规格、穿越方式、地质条件、公路状况等因素综合确定。合理的套管设计可有效防止路面荷载、地下水流、土体移动等对燃气管道的直接作用，降低管道受损风险。同时，套管的安装质量、密封性能、防腐处理等也是影响燃气管道穿越效果的重要因素。

1.4 穿越参数因素分析

穿越方式。燃气管道穿越公路的方式主要有开挖直埋、定向钻、顶管、盾构等。选择何种方式取决于公路等级、交通状况、地质条件、施工难度、成本预算等因素。不同的穿越方式对管道设计、施工工艺、设备要求、环境保护、交通影响等均有显著差异。埋深与覆土厚度。燃气管道穿越公路的埋深应满足公路管理部门及燃气行业规范要求，通常与公路结构层、冻土层深度、地下水位、地面荷载等因素有关。合理的埋深不仅能保证管道免受车辆荷载、外部冲击、地表变动等影响，还能降低第三方破坏的风险。覆土厚度则关乎管道保温、防腐、防机械损伤等性能。管道间距与排布。当有多条燃气管道穿越同一公路时，应

合理安排管道间距，避免相互干扰，降低事故风险。同时，管道与公路设施（如路基、桥涵、隧道等）的距离也应符合相关规范，确保安全运行。

2 穿越施工前所需准备工作

燃气管道穿越公路施工前，为确保工程顺利进行、保障施工安全与工程质量，需进行一系列周密的准备工作。以下列出了穿越施工前的主要准备工作：

2.1 工程规划与设计

①选定穿越路径：根据燃气管网规划、公路线路、地质条件、周边环境、法律法规等因素，确定最优化的燃气管道穿越公路路径。②完成详细设计：编制穿越工程设计文件，包括管道选型、埋深、套管设计、穿越方式选择（如开挖直埋、定向钻、顶管、盾构等）、施工图等，确保设计符合相关规范和技术标准。

2.2 手续办理

①获取规划许可：向规划部门申请穿越公路的规划审批，确保工程符合城市总体规划、地下管线综合规划等要求。②办理施工许可：向公路管理部门、燃气监管部门等申请施工许可，取得挖掘公路、燃气管道建设等相关许可文件。③征得相邻权人同意：如涉及穿越私有土地或其他设施，需取得相关权属人的书面同意或签订协议。

2.3 地质勘查与风险评估

对穿越地段进行详细的地质勘察，包括土层分层、岩土性质、地下水位、地质构造、不良地质现象等，为施工方案制定提供依据。基于地质勘查结果，进行施工风险评估，识别可能面临的地质灾害、施工难题、环境影响等风险，制定相应的预防与应对措施。

2.4 施工组织与资源配置

①组建项目团队：任命项目经理，组建包含设计、施工、质量、安全、环保等专业人员的项目团队，明确职责分工。②编制施工组织设计：制定详细的施工进度计划、施工流程、质量控制措施、安全管理方案、环境保护措施等，形成施工组织设计文件。③筹备施工物资与设备：根据施工方案，采购或租赁所需的管道材料、套管、施工机械、检测仪器、防护用品等物资设备，确保按时到位。

2.5 交通组织与公众沟通

与公路管理部门协商，制定施工期间的交通组织方案，包括临时道路设置、交通标志标线调整、施工时段安排、信息发布等，尽可能减小对道路交通的影响。提前向社会公众发布施工公告，说明施工原因、

时间、范围、影响及应对措施，听取公众意见，做好舆情应对准备。

2.6 现场踏勘与场地准备

施工前对现场进行详细踏勘，核实设计资料与实际情况的吻合程度，发现并解决可能出现的问题。清理施工现场，清除障碍物，设置施工围挡，确保施工区域安全隔离。通过以上各项准备工作，为燃气管道穿越公路施工创造有利条件，确保工程按计划、高质量、安全、环保地推进。

3 燃气管道穿越公路风险控制举措

燃气管道穿越公路是一项涉及公路交通安全、燃气管道运行安全、地质环境稳定、社会经济影响等多方面风险的复杂工程。为确保工程顺利实施并有效控制各类风险，需采取系统、全面的风险控制举措。以下从规划设计、施工管理、质量控制、应急响应、后期运维五个层面，详细介绍燃气管道穿越公路的风险控制举措。

3.1 规划设计阶段风险控制

确保设计方案、施工方案、应急预案等文件符合国家及地方关于燃气工程、公路工程、地下管线管理等法律法规，以及行业技术规范和标准，通过合规性审查确保项目合法合规。综合考虑燃气管网规划、公路线路、地质条件、周边环境等因素，通过技术经济比较，选定风险最低、效益最优的燃气管道穿越公路路径。对穿越地段进行详细地质勘查，识别地质灾害风险，如断层、滑坡、地下溶洞、采空区等，根据评估结果调整设计参数或采取针对性防护措施。与公路管理部门合作，制定施工期间的交通组织方案，包括临时道路设置、交通标志标线调整、施工时段安排等，最大限度减少对公路交通的影响。

3.2 施工管理阶段风险控制

组建专业的项目管理团队，编制详细的施工组织设计，合理配置施工人员、机械设备、物资材料等资源，确保施工高效有序进行。对施工人员进行详细的技术交底，明确施工工艺、质量标准、安全规定、环保要求等，确保施工人员熟知并严格执行。利用现代信息技术，如GPS定位、无人机巡查、地质雷达探测等，实时监测施工过程中的地质变化、管道位置偏差、施工质量等关键指标，及时预警并处置潜在风险。严格按照交通组织方案实施交通管制，设置明显的警示标志和防护设施，配备专职交通疏导人员，确保施工期间公路交通安全。落实环保措施，控制施工噪声、扬尘、废水排放，妥善处

置施工废弃物,保护施工现场及周边生态环境。

3.3 质量控制阶段风险控制

严格检查燃气管道、套管、防腐材料、焊接材料等的出厂合格证、检验报告,必要时进行现场抽检,确保材料质量符合设计要求。执行严格的工序质量验收制度,对管道焊接、防腐处理、套管安装、回填压实等关键工序进行旁站监理,确保施工质量达标。对管道敷设、套管安装等隐蔽工程进行拍照、录像、测绘等记录,留存验收资料,确保隐蔽工程质量可追溯。按照国家及行业标准进行竣工验收,包括外观检查、无损检测、压力试验、功能性试验等,确保燃气管道穿越公路工程整体质量合格。

3.4 应急响应阶段风险控制

根据风险评估结果,编制燃气管道穿越公路施工期和运营期的应急预案,涵盖地质灾害、管道泄漏、交通事故、环境污染等各类突发事件。定期组织应急演练,提高施工人员、管理人员的应急反应能力和协同作战能力,检验应急预案的有效性和可操作性。配备必要的应急救援装备、器材、物资,建立应急救援队伍,确保突发事件发生时能迅速启动应急响应。建立与公路管理部门、燃气公司、消防、医疗、环保等部门的信息通报机制,确保突发事件信息快速、准确传递,协同开展应急处置。

3.5 后期运维阶段风险控制

制定燃气管道穿越公路段的定期巡检计划,利用智能化巡检手段,如无人机巡检、智能传感器监测等,及时发现并修复管道缺陷。对于地质条件复杂、存在地质灾害风险的穿越路段,持续进行地质监测,一旦发现异常变化,及时采取加固、修复等措施。定期进行管道防腐层检测与修复,确保管道防腐效果;采用内窥镜、超声波、磁粉探伤等无损检测技术,监测管道内部状态。保持应急响应体系的常态化运行,定期更新应急预案,维护应急资源,定期开展应急培训与演练,确保在运营期突发事件中能迅速、有效地应对。综上所述,燃气管道穿越公路的风险控制需贯穿于规划设计、施工管理、质量控制、应急响应、后期运维全生命周期,通过科学规划、精细施工、严格质检、高效应急、智能运维等手段,实现对各类风险的有效管控,保障燃气管道穿越公路工程的安全、可靠、经济、环保。

4 结论

本论文聚焦燃气管道穿越公路工程的风险管控,从规划设计至后期运维全程展开探讨。结论要点如下:

①强调合规审查与路径优化,确保项目合法合规,规避法律风险;综合评估选定低风险穿越路径,防范地质灾害、环境影响及社会经济成本风险。地质风险评估与环境影响评价前置,识别并预控潜在风险,指导后续设计与施工。②注重施工组织与资源配置、技术交底、现场监控预警及交通安全管理,保障施工高效有序,降低施工风险;严格执行质量控制,严把材料关、工序验收、隐蔽工程及竣工验收,确保工程质量达标。③构建完备应急预案体系,定期演练提升应急能力,储备应急资源,确保突发事件快速有效应对;建立信息通报机制,强化多方协同应对能力。④实行定期巡检、管道防腐检测及地质监测,及时发现并修复问题,保障管道长期安全运行;保持应急响应体系常态运作,持续更新预案,提升运营期风险防控能力。

综上,本论文提出的燃气管道穿越公路风险管控举措覆盖项目全生命周期,旨在通过科学规划、精细施工、严格质检、高效应急及智能运维,实现对各类风险的有效识别、评估、预防与应对,确保工程安全、可靠、经济、环保,为城市燃气供应与公路交通的和谐共存提供有力保障。

参考文献:

- [1] 刘新峰,刘福林,尹泽政.天然气管道定向钻穿越高速公路质量控制与安全措施[J].公路与汽运,2023,(04):75-80.
- [2] 徐大伟,李薇,叶成等.天然气管道顶管穿越高速公路安全影响分析[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(12):314-316.
- [3] 赵俊杰,陈忠锋,朱玉玉等.管道下穿既有公路施工方案比选及评价方法研究[J].市政技术,2022,40(04):156-164+181.
- [4] 施如芳.长输管线公路穿越施工技术研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2017(04):158-161.
- [5] 洪荣琳,赵菲.川渝地区天然气长输管道定向钻穿越风险及控制措施[C]//中国管道完整性管理技术会议.中国石油学会,2012(03):123-125.
- [6] 马瑞.浅析天然气输气管道安全运行方面存在的风险及管控措施[J].石油石化物资采购,2020(5):1.
- [7] 赵国庆,范小霞,杜德飞.浅谈高压燃气管道风险与管控措施[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(23):2.

作者简介:

袁飞(1991-),男,汉族,安徽濉溪人,工程师,主要从事安全生产和应急管理工作。