

城镇燃气管道天然气安全运维管理

王晋嘉¹ 左研哲² 蒋学伟¹

1.浙江浙能燃气股份有限公司 浙江 杭州 310000

2.北京松田程科技有限公司 北京 102400

【摘要】：城镇燃气管网作为城市关键基础设施，其安全运行主要面临两大挑战：一是大量运行超过20年的老旧管道因腐蚀、材质落后等问题隐患突出，且更新改造因资金需求大、涉及面广而实施难度高；二是城市建设工程密集，第三方施工破坏已成为燃气管网事故的首要致因，直接威胁管道稳定运行。为系统性提升安全水平，需采取多维度综合治理。核心举措包括：全面排查并消除现有管网隐患，重点对“带病运行”的老旧管道进行风险评估与管控；有序推进管道更新改造，积极应用新管材新工艺，并同步部署物联网感知设备以提升本质安全与智能监控水平；同时，强化对第三方施工活动的全过程监管，通过法规完善、审批严格、信息共享与技防结合，有效防控施工破坏风险。

【关键词】：城镇；燃气管道；运维

DOI:10.12417/3083-5526.25.04.021

1 城镇燃气管道安全运维管理要求

1.1 安全第一

燃气安全是城镇天然气管道运维管理的核心原则。作为城市能源供给的“血脉”，燃气管网承担着输送清洁能源的重要职能，其稳定运行直接关系到公众的生命财产安全，也是维持社会正常运转与和谐稳定的基础环节。

要筑牢这道安全防线，需要在管道系统的全生命周期中实施精细化管理。这意味从最初的设计规划、到施工建设、直至日常的运营维护，每一个阶段都必须建立严格的安全操作规程，并将责任明确到人，确保每一项操作都有章可循、有据可查，形成闭环管理。同时，要建立动态的风险评估机制，主动识别各环节可能存在的隐患，并针对性地采取预防和管控措施。

此外，提升运维团队的专业能力是保障安全的长远之策。通过持续的技术培训和应急演练，不断增强管理人员对复杂情况的判断能力和现场处置能力，才能为燃气管网的安全稳定运行提供坚实的人才支撑。

1.2 确保管道稳定运行

燃气管道的安全稳定运行，如同城市的“生命线”，直接关系到千家万户的能源供应保障与日常生活品质，也是支撑城市实现高质量发展目标的重要基础，需要在管网的日常运营中建立起一套系统化的巡检与维护策略。这套策略旨在通过规范、持续的检查，主动识别可能存在的隐患，并及时采取针对性的处置措施，防患于未然。

构建一个科学、高效的燃气管道安全运维管理体系至关重要，这个体系应能清晰界定管理、运营、巡检等各相关单位的职责与任务，确保责任落实到人。同时，它需要依托现代化的监控手段，对管道运行过程中的关键参数，如压力、温度等进行实时或定期的数据采集与分析。通过对这些运行状态的持续

监控和科学评估，运维人员能够更加精准地掌握管网的健康状况，从而在出现异常苗头时，能够迅速启动经过充分论证的应对方案，最大限度地保障供气安全与稳定。

1.3 减少事故发生

确保城镇燃气管网的安全稳定运行，是维护城市公共安全的基石。这类管网作为城市能源供应的“大动脉”，一旦发生泄漏或爆炸事故，不仅会严重扰乱社会经济秩序，造成巨大的财产损失，更会直接危及公众的生命健康。

为系统性地降低事故风险，必须在管网的全生命周期内实施严格的质量控制。这意味着从最初的设计规划、施工建设到日常的运营维护，每个环节都需遵循严谨的技术标准和管理规范。例如，在设计与施工阶段，就必须确保管道材质、焊接工艺及防腐蚀等关键指标满足长期安全运行的要求。同时，积极应用管道内检测、智能巡检车等先进技术手段，可以更早、更精准地发现管体腐蚀或第三方施工破坏等潜在隐患，从而将安全管理模式从被动的抢险救灾转向主动的预防预警。

此外，建立一套完善且高效运转的应急预案与响应体系至关重要。这包括针对不同场景制定专项应急预案和现场处置方案，并通过定期组织贴近实战的应急演练，持续提升运维人员在紧急情况下的快速响应、协同配合和科学处置能力。实践证明，这种“平战结合”的常态化训练，能确保在突发状况时应急力量能够迅速到位，有效控制事态，最大限度降低事故可能造成的影响。

2 城镇燃气管道天然气安全运维管理难点

2.1 老旧管道存在安全隐患

城镇燃气管道在长期运行过程中，因使用年限增加，普遍面临管材老化、设计标准落后、运维管理不到位等现实问题，直接威胁城市公共安全。许多老旧管道在持续承受燃气输送压力的情况下，若发生破裂或气体泄漏，极易引发影响范围广、

后果严重的安全事故。

管道材质在自然环境和土壤腐蚀作用下会逐渐受损，导致管壁变薄、结构强度下降，从而增加泄漏甚至爆炸的风险。同时，早期建设的管道受当时技术条件限制，其设计规范已难以满足当前的安全运行要求，存在标准滞后的问题。此外，当前的安全运维管理体系在人员配置、资金投入和专业支持方面仍存在短板，制约了管理效能的提升，使得管道安全隐患难以被系统性地识别和消除。

2.2 老旧管道更新改造难

由于历史原因，很多城市地下燃气管网往往与供水、排水、电力等多种市政管线在地下空间内交错分布，形成了密集而复杂的网络体系。这种错综复杂的布局，加上部分管道建设年代较早，其原始的设计图纸、材质说明、施工记录等基础资料可能已经遗失或不全，给准确掌握管线实际状况、制定科学合理的改造方案带来了很大困难。在改造施工中，如果勘察不细致或方案考虑不周，极易因操作不当对现有管道造成损伤，从而引发新的安全隐患。尤其在城市建成区、商业中心等繁华地段进行管道改造，挑战更为突出。这些区域人口密集、交通繁忙，对施工过程中的噪音控制、振动影响、扬尘治理等环境保护措施要求极高。同时，施工还需尽力减少对周边居民日常出行和生活秩序的干扰。这些限制条件无疑增加了施工组织的难度和工程的整体成本，使得老旧管道的更新改造工作推进面临诸多现实制约。

2.3 第三方施工影响管道安全

城镇燃气管道的安全运行时常受到各类地下工程施工的干扰。随着城市持续开发，道路建设、管线敷设等第三方工程频繁动用大型机械进行开挖、钻探作业，若操作不当极易直接破坏燃气管道，造成气体泄漏，甚至引发火灾或爆炸。除了直接的物理撞击，施工机械产生的强烈振动同样会影响管道结构，长期作用下可能导致焊缝开裂、管道连接部位松动，进而削弱其承压能力与使用寿命。许多施工单位在作业前未充分探查地下管线分布，施工过程中也缺乏有效监护与安全意识，进一步增加了破坏风险。

因此，在推进城市基础设施建设的同时，必须重视对现有燃气管网的防护，通过规范施工流程、加强现场监督，降低第三方作业对燃气系统稳定性的负面影响。

2.4 公众管道保护意识和用户安全意识淡薄

许多城镇燃气事故的发生，与居民安全用气意识薄弱有直接关系。有部分用户对燃气危险性认识不足，日常使用中操作不规范，例如使用无熄火保护装置的灶具、燃气连接软管超期服役或连接不当，用气后未及时关闭阀门等，这些行为都极易引发燃气泄漏。更有甚者，为图方便擅自改动户内燃气管道或拆卸燃气表，不仅破坏了设施原有的密封性，也埋下了严重的

安全隐患。

除此此外，在燃气管线周边进行未经批准的挖掘、搭建等施工活动，也可能直接损坏地下管网。这种因第三方施工导致管道物理损伤的情况，会致使燃气泄漏，甚至引发火灾、爆炸等严重后果。因此，提升全民安全用气素养，规范燃气管道保护范围内的作业行为，是防范燃气事故的关键环节。

3 改进城镇燃气管道天然气安全运维管理的对策

3.1 消除老旧管道安全隐患

首先，应由专业机构对运营时间较长的管道进行全面的安全评估，针对腐蚀严重、管壁变薄的管段及时维修或更换。在改造过程中，应选用耐腐蚀性能更强的新型管材，并从结构设计上提升管道的耐久性与承压能力。

其次，可组织行业专家对原有管道设计方案进行复核，识别因历史技术条件限制所遗留的缺陷，并据此制定科学可行的改造施工方案。在施工中，应积极引入智能化监控设备，对管道运行状态进行实时监测，实现风险早期预警。

此外，必须建立健全的管道运维管理体系。这包括制定详细的定期巡检、清洗和检测计划，系统性排查消除隐患。同时，加强对运维人员的专业培训和安全教育，提升其技能水平与责任意识，从而为管道安全提供长效保障。

3.2 科学应对老旧管道更新改造

面对城市老旧燃气管道改造的复杂挑战，需在全面把握复杂布局、资料完整性不足及现场施工限制等因素的基础上，制定科学合理的更新方案。现代化探测与评估技术是精准开展工作的关键支撑，例如通过地质雷达、三维激光扫描等先进手段，能够精确获取地下管线的三维空间关系，为后续设计提供可靠依据。

在资料管理方面，若管道建设年代久远导致图纸缺失，应组织专业团队尽力搜集原始设计、施工及验收记录，力求还原管线初始状态。当确实无法获取完整资料时，在更新改造设计中需秉持审慎原则，为管道系统预留充足的安全裕量，确保其长期运行的可靠性。

改造工作的顺利推进，离不开高效的跨部门协作。积极与设计、施工、城市规划、环保、交通等各单位保持密切沟通，构建协同工作体系，对于快速获取施工许可、统筹安排工程时序至关重要。在实际施工中，需严格落实低噪声、低振动操作要求，并采取必要的沉降控制措施，最大限度减少对现有管道安全及周边居民生活的干扰。

通过这一系列科学、协同、精细化的方法，能够系统性地提升老旧燃气管道更新改造工作的质量与安全性。

3.3 防控第三方施工对管道安全的影响

为有效防控第三方施工对城镇燃气管道的安全影响，需要

建立系统性的管理措施。首要环节是完善施工审批制度，确保任何涉及燃气管道区域的工程方案都经过严格审查，从源头杜绝因方案不当引发的管道损坏风险。在施工前，燃气经营企业需与施工单位保持密切沟通，明确施工范围、作业时间和具体工艺，并共同落实管道防护的具体要求。

施工过程中需推行精细化管理。施工团队需对管道的运行状态进行全程监控，例如通过安装视频监控设备和应力、位移传感器，实时采集管道振动、位移等数据，为安全管理提供依据。同时，应加强现场巡查力度，对违规操作及时纠正并追究责任，防止因操作不当对管道安全造成持续威胁。

此外，应建立高效的应急响应机制，根据施工现场特点制定有针对性的应急处置方案，并加强对施工人员的应急技能培训，确保在突发情况下能迅速采取有效措施，保障管网运行安全。

3.4 提升用户燃气安全意识

提升用户安全意识是城镇燃气安全管理的关键环节。通过系统化的宣传教育与精准化管理，能够有效降低人为因素引发的安全风险。

在具体实施上，可以结合社区活动、媒体渠道和线上平台等多种方式，向居民普及燃气具安全使用方法、燃气泄漏识别技巧以及日常自查要点等实用知识，帮助大家将安全规范转化

为自觉行动。同时，组织专业人员进入社区、学校及企业开展安全培训和应急演练，能显著提升用户的实操技能和应急反应能力。

针对老年人、儿童等需要特别关注的群体，宣传教育工作需更加细致，宜采用通俗易懂的语言和案例进行讲解，确保信息有效传递。此外，建立完善的用户安全管理档案，记录燃气使用情况和安全活动参与记录，有助于识别安全意识薄弱的用户，为其提供更具针对性的指导。

为形成持续改进的安全管理氛围，可考虑将安全监督与正向激励相结合，例如对积极参与安全管理的用户给予适当鼓励，从而提升整体群防群治效能。

结语

随着城镇化进程加速，燃气需求持续增长，管道基础设施建设步伐加快。在此背景下，必须系统化提升城镇燃气管道的运维安全管理水平，通过规范化的隐患排查与治理，确保管网运行安全。

构建完善的安全管理体系是重要基础，这包括加强运维人员的专业技能培训、广泛开展公众燃气安全知识宣传，并打造高效可靠的应急管理机制。这些措施共同作用，能够有效管控燃气管道运营中的各类风险，保障天然气输配系统的稳定性和可靠性。

参考文献：

- [1] 黄佳丽. 城市燃气管网运行安全现状分析与措施建议[J]. 城市燃气, 2025(1): 38-42.
- [2] 城镇燃气埋地老旧管道风险评估研究与运用[J]. 煤气与热力, 2025(10): 45-49.
- [3] 李新宏, 李媛. 基于物理信息神经网络的燃气管道泄漏扩散智能预测方法研究[J]. 可靠性工程与系统安全, 2025(12): 101-105.
- [4] 徐笑蓉, 邵瑾. 城镇燃气管道智能应急管理模型与阴极保护系统改进研究[J]. 中国安全科学学报, 2025(9): 76-80.