

燃气管道建设与现有管网改造升级的可持续运营机制研究

侯智强 胥永红 仇远远 万波 刘坤 (贵州燃气集团仁怀市燃气有限公司, 贵州 贵阳 550000)

摘要: 伴随城镇化快速推进和清洁能源需求持续上涨, 燃气管道系统规模不断扩大, 燃气管道建设及现有管网升级改造过程中的问题日益增多。本文以行业可持续性高质量发展为切入点, 探讨燃气管道建设及现有管网升级改造过程中, 可持续运营机制构建逻辑及实践策略。通过满足当前燃气行业在能源革命和城市发展过程中的需求为提高燃气管网的安全性、经济性、环境适应性提供借鉴, 以期服务燃气行业实现能源“双碳”目标, 促进城市能源供应系统可持续发展。

关键词: 燃气管网; 可持续运营机制; 管网改造升级; 全生命周期管理; 能源转型

中图分类号: TU996 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 036-0091-03

Research on the Sustainable Operation Mechanism of Gas Pipeline Construction and Existing Pipeline Network Upgrades

Hou Zhiqiang, Xu Yonghong, Qiu Yuanyuan, Wan Bo, Liu Kun (Renhuai Gas Co., Ltd., Guizhou Gas Group, Guiyang Guizhou 550000, China)

Abstract: With the rapid advancement of urbanization and the continuous increase in demand for clean energy, the scale of gas pipeline systems continues to expand, and issues arising during gas pipeline construction and existing pipeline network upgrades are becoming increasingly prominent. This paper, from the perspective of sustainable and high-quality development in the industry, explores the logic and practical strategies for constructing a sustainable operation mechanism during gas pipeline construction and existing pipeline network upgrades. By addressing the current needs of the gas industry in the context of the energy revolution and urban development, it aims to provide insights for improving the safety, economic efficiency, and environmental adaptability of gas pipeline networks. The goal is to support the gas industry in achieving the “dual-carbon” energy targets and promote the sustainable development of urban energy supply systems.

Keywords: Gas pipeline network; Sustainable operation mechanism; Pipeline network upgrades; Full lifecycle management; Energy transition

随着“双碳”目标的深入实施和新型城镇化建设的快速推进, 天然气作为清洁能源, 具有环保优势, 管网运行的安全与否直接关系到城市的能源保障和群众生活。目前我国城镇燃气管道建设规模不断扩大, 部分管网由于投入运行时间较长和技术标准更新换代, 造成管网老化损坏、风险防控难, 燃气管网补短板任务艰巨。燃气管道建设与改造升级涉及规划、管理和技术等, 传统运营机制无法适应其长期可持续发展需要。因此, 科学高效的燃气管道建设与现有管网改造升级可持续运营机制, 是解决燃气行业发展短板的关键, 是推动燃气行业提质增效的重要举措, 本文对这一课题进行研究探讨。

1 燃气管网可持续运营机制的重要意义

燃气管网可持续运营机制包含规划、建设、改造和维护等全流程的系统性工作, 并不是单方面的管理手段, 对燃气行业发展和城市运行意义十分重大, 具体体现在以下三方面:

1.1 筑牢城市能源安全防线的核心保障

燃气管网是城市能源供应的“生命线”, 安全稳

定运行关乎居民日常生活、工业生产和公共服务。可持续运营机制可以提前预判管网风险和协同优化改造升级, 可以有效减少泄漏和爆管等安全事故发生, 防止因管网故障而造成能源供应中断, 从而减少安全事故对社会秩序和经济发展的影响, 能够为城市能源安全供应提供保障。

1.2 推动燃气行业实现“双碳”目标的关键路径

低碳发展, 意味着在满足供气需求的同时, 减少碳排放。通过采用合理的管网设计、经济高效的管材设备、高效输送等措施, 使燃气在输送过程中的损失(如: 燃气泄漏等)降低, 可持续运营可以降低行业的碳排放。在进行管网改扩建和改造时, 顺应当前绿色环保的理念, 可以促使燃气系统和光伏、风电、水电、生物质等可利用能源的有效结合, 有利于能源结构的优化, 符合国家低碳发展理念。

1.3 提升燃气行业可持续稳健发展的重要支撑

传统燃气管网运营一直存在着建设、运行、维护分离, 资源配置效率低的问题, 导致行业经营成本居高不下。通过采用全生命周期成本管理、资源配置、

提高技术适配等措施，可持续运营可以避免管网建设与改扩建的“重建设、轻规划”，减少资金和资源的浪费，通过优化管网运营，提高服务水平，可以增强燃气公司的市场竞争力，有利于行业经济效益和社会效益的双重突破，为整个行业的长足健康稳定发展提供驱动力。

2 燃气管道建设与现有管网改造升级的现实问题

2.1 规划协同性不足

目前，燃气管道建设与现有管网改造升级在规划层面上没有做到有效的协同，使得管网系统整体效能无法充分发挥。一方面，燃气管道建设规划与城市总体规划衔接度不足，没有全面兼顾城市未来人口增长、产业布局调整和基础设施扩张等需求，易导致管道铺设位置不合理、管径与长期需求不匹配等问题，使得后续运行中燃气管道需不断调整或改造，增加运营成本和资源损耗。另一方面，目前的管网改造升级规划和新建管道规划缺乏协调，改造方案没同步适配新建管道的技术标准和布局要求，不仅造成新旧管网衔接受阻，难以形成统一高效的管网系统，燃气输送效能降低，还可能因技术标准不统一产生更多的安全隐患。另外，在规划过程中，忽视对管网全生命周期的考虑，只关注短期建设和改造目标，没有提前判断管网今后使用期间的维护和更新改造需求，规划缺乏足够的前瞻性，很难满足长期可持续运营需求。

2.2 运营管理精细化程度低

燃气管网运营管理的精细化程度不够，限制了可持续运营目标的实现。一是管网监测体系尚不完善，有些地方巡检力度不足，智能监测工具（如压力传感器、泄漏检测仪）的覆盖范围相对有限，不能做到实时和全面掌握管网的运行状况，从而造成泄漏等潜在风险不能及时发现，安全事故风险得不到有效控制。二是维护流程存在不规范，一些燃气企业并没有建立标准化的维护体系，维护周期和内容主要以经验判断为主，导致过度维护和维修不彻底的情况出现，从而不能实现维护效率和成本的平衡。三是数据利用效率不高，尽管有些企业引入信息化系统，但由于数据采集不够完整、各系统之间存在数据壁垒（如监测数据同维护数据相分离），难以通过数据分析来实现管网风险的预警和维护方案的优化，不能为生产运营决策提供科学支撑，从而影响管理精细化程度。

2.3 技术创新与应用滞后

由于技术创新和应用滞后，制约了燃气管网建设与改造升级的质量和效率。一方面，先进科技产品赋能未发挥有效作用，在新型管材领域（如耐腐蚀、高强度复合管材的研发）、智能监测技术方面（如分布

式光纤监测等技术）和管网修复技术领域（如非开挖修复技术的研究）尤为突出，前沿的科学技术产品应用不成熟，有些技术依赖常规方式，增加建设和改造成本。另一方面，技术推广应用难度大，中小燃气企业因资金短缺和技术人才的不足，难以引入先进技术。此外，目前的技术标准和规范更新相对滞后，一些新技术、新设备缺乏应用场景，新技术难以大面积推广，不能充分发挥技术在管网可持续运营中的支撑作用。同时，对新技术应用的系统性评估不足，一些地区在管网改造时盲目引进新技术，没有根据当地地质条件和管网现状等实际情况做出合理调整，造成技术应用效果不理想，甚至出现兼容性问题，增加运营的风险。

3 管网改造升级可持续运营机制优化路径

3.1 强化规划协同机制

针对规划协同性不足的现状，需要从多主体协同、全周期覆盖搭建规划协同机制，增强管网规划的系统性与预判性。首先，搭建多主体联动规划平台，整合燃气企业、城市规划部门、住建部门和交通部门等资源，明确在规划中的职责和分工，在燃气管道建设和管网改造升级规划制定前，进行多部门联合调研分析，以确保燃气管网规划与城市总体规划、产业布局规划、交通建设规划相吻合，实现燃气规划和城市发展需求高度匹配，防止规划脱节。其次，采用全生命周期规划思维，在规划过程中，将管网从建设、运营、维护到报废的全流程需求进行考量，根据城市未来人口增长和能源消费结构变化作为依据，预测管网负荷变化趋势，合理使用管道管径、铺设路径和管网压力，以增强规划前瞻性。同时，管网改造升级规划与新建管道规划同步编制，解决新老管网有效衔接问题，确保管网系统的整体性和高效性。最后，建立规划动态优化机制，对燃气规划周期性（如每1-3年）评估，根据城市实际发展、技术进步和政策调整等因素，及时调整规划内容，防止规划过于固化，保障规划始终满足可持续运营的需求。

3.2 完善精细化运营管理体系

为解决运营管理精细化程度不足的问题，需要搭建全流程和智能化的精细化运营管理体系，增强管网运营效率和安全性。首先，搭建智能监测体系，增加智能监测设备的投入，对人口密集区、敏感区、重要工业区等重点区域的管网全覆盖监测，引入物联网技术，将压力、流量和泄漏等关键数据实时传输到中控平台。同时，使用无人机巡检和管道内检测等先进技术，解决人工巡检的短板，实现管网运行状态的实时感知和动态监控，及时发现并处理安全隐患。其次，规范维护管理流程和标准，制定标准化维护规程，对

不同类型管网的维护周期、内容与技术提出相应的要求,根据监测数据和管网服役年限,制定个性化维护方案,防止过度维护和不到位的问题。建立维护管理档案,如实记录每次维护的内容、时间和人员等信息,实现维护过程的可追溯管理,便于指导后续优化维护决策。最后,推进数据融合应用,统一监测系统、维护系统和用户管理系统等相关数据,构建统一的数据管理平台,运用大数据、人工智能技术对数据进行分析,使得管网风险预警、需求预判与运营成本优化相协调,帮助生产运营决策提供科学依据,全面提高管理精细化程度。

3.3 推动技术创新与应用体系建设

加强技术创新与应用,可以构建“研发-推广-适配”体系,提升技术对管网可持续运营的保障能力。首先,强化关键技术研究。加强燃气企业、高校、科研机构之间的协作,建立“产学研”协同创新平台。针对新型管材、智能监测、非开挖修复等关键领域,提升研发投入,突破核心技术,创造成果。政府设立专项研发基金、税收优惠等研发扶持政策,鼓励技术研发项目,增加行业创新力。其次,加快技术推广应用。建立技术推广服务的平台,为中小燃气企业提供技术咨询、培训等服务,降低企业引入新技术所面临的成本。制定技术推广激励政策,对采用先进技术的企业给予补贴、奖励,加快新技术推广应用。还需定期更新标准与规范,及时修订燃气管网建设和改造标准,满足新技术应用的要求。最后,强化技术适配性评估。在技术引入前,联合专家对技术的适配性进行评估。考虑地区地质状况、管网现状和气候特点等地方差异性因素,对技术进行优化,防止照搬照抄、盲目跟风。另外,技术应用效果反馈,及时跟踪新技术应用后运行情况,按时总结,为以后技术优化和推广提供依据,实现技术创新真正服务管网可持续运营。

4 总结

本文对燃气管道建设及现有管网升级的可持续运营进行研究,证实其能够有效保障城市能源安全、促进行业低碳转型、提升行业竞争力。并从行业当前面临的问题入手,提出加强协同规划、健全精细化管理、推进技术应用创新等改善措施,从而构建从规划、建设到升级、运维的全生命周期可持续运营解决方案。行业各企业应结合实际情况和发展趋势,多维度协同构建可持续运营机制,才能有效解决建设及改造中的重大问题。在能源转型及技术进步的持续推进下,燃气行业需进一步改善可持续运营机制,从而持续提升管网运行水平,助力城市高质量发展和“双碳”目标落地。

参考文献:

- [1] 徐凡, 寄玉玉. 城市老旧燃气管网改造工程施工难点及对策研究 [J]. 低碳世界, 2025, 15(07): 55-57.
- [2] 刘芳, 刘栋国. 城市燃气管网的老化评估与更新改造技术 [J]. 石化技术, 2025, 32(03): 445-446.
- [3] 张大杰, 刘苗. 城市道路老旧燃气管网改造工程施工问题难点及对策 [J]. 城市管理与科技, 2024, 25(04): 31-32+45.
- [4] 徐国平, 冯如意, 朱峰. 城市老城区主干道老旧燃气管网改造方法探讨 [J]. 城市燃气, 2024, (08): 35-38.
- [5] 何剑雄. 城镇燃气老旧管网改造中的安全隐患与防范措施 [J]. 工程建设与设计, 2023, (15): 83-85.
- [6] 武艳秋. 互联网+背景下燃气管网运维管理及智能化改造研究 [J]. 智能城市, 2024, 10(07): 92-94.
- [7] 王涛, 寄玉玉. 老旧小区燃气管网改造工程设计要点 [J]. 上海煤气, 2023, (01): 9-12.
- [8] 王辉, 张德久, 葛楠. 城市燃气管道老化更新改造分析 [J]. 煤气与热力, 2023, 43(08): 27-29.
- [9] 唐立君. 城镇燃气老旧管网改造存在的问题和对策 [J]. 城市燃气, 2022, (10): 23-27.
- [10] 史平洋. 城市燃气老化管道改造的实施路径 [J]. 上海煤气, 2025, (03): 1-3.
- [11] 周洋洋, 王国华, 周墨寒. 老旧小区燃气管网改造优化策略 [J]. 住宅与房地产, 2025, (25): 108-110.
- [12] 梁玉龙. 老旧小区燃气设施改造中的工程技术难点与标准化施工对策 [J]. 石化技术, 2025, 32(09): 389-390+367.
- [13] 江山. 老旧小区燃气管道改造中的安全隐患与风险评估 [J]. 石化技术, 2025, 32(09): 371-373.
- [14] 李鹏飞, 陈晓阳. 基于全生命周期的城市燃气管网完整性管理研究 [J]. 煤气与热力, 2024, 44(05): 38-41.
- [15] 孙悦, 高波. 智慧燃气背景下管网运行安全与效率提升策略 [J]. 油气储运, 2025, 44(01): 105-110.
- [16] 郭伟, 董伟. 城市燃气管网系统韧性评估与提升框架研究 [J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(12): 88-95.
- [17] 肖立群, 冯江华. 基于大数据驱动的城市燃气管网风险智能预警模型研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2024, 20(03): 45-51.
- [18] 傅忠, 王海明. 非开挖技术在城镇燃气老旧管道更新中的应用与经济效益分析 [J]. 地下空间与工程学报, 2024, 20(S1): 425-430.

作者简介:

侯智强 (1989-), 男, 汉族, 贵州贵阳人, 大学本科, 高级工程师, 研究方向: 油气储运工程。