

老旧小区燃气管网改造的结构性矛盾与治理路径

张启轩

北京建筑大学, 北京 100044

摘要:老旧小区燃气管网改造面临一个现实问题: 事故风险、居民需求和资金约束同时存在时, 项目顺序与治理责任应如何安排。本文以政策文件和北京、上海、合肥等地公开材料为基础, 采用政策分析与多案例比较方法, 讨论管网更新的安全价值、成本结构及运维衔接, 并归纳风险排序、建设协同和数据闭环三类做法。分析发现, 单纯提高更换里程并不足以保证长期安全; 如果运营费用没有稳定来源, 监测数据也未能进入处置流程, 改造效果可能随项目结束而衰减。把风险等级、全生命周期成本和运行绩效纳入同一管理框架, 能够为有限资源下的更新决策提供依据。

关键词:老旧小区; 燃气管网; 全生命周期成本; 风险分级; 运维绩效

DOI: 10.64649/yh.shfzykjcx.issn3078-8994.202609025

0 引言

“十五五”城市更新任务中, 地下管网和老旧小区改造被同步部署。全国规划建设改造城市地下管网约77万公里, 其中燃气管网约20万公里, 并要求同期推进11.5万个城镇老旧小区改造^{[1][2]}。城市燃气管道存量已达到104万公里^[4]。这些数字表明, 老旧小区燃气治理并不只是个别小区的修缮工作, 而是一项涉及大量存量资产的持续更新任务。管网埋在地下, 风险常在日常巡检中逐步显现; 改造完成后, 设备和数据又进入较长使用周期。本文主要依据公开政策文本和案例材料, 采用政策梳理与多案例比较的方法。受资料限制, 本文不对城市治理效果作严格因果判断, 重点分析工程实施与运行管理之间的连接问题。

1 改造的必要性及其边界

1.1 安全风险与居民生活

早期灰口铸铁管和普通碳素钢管经过长期运行后, 容易因腐蚀、沉降或接口松动形成泄漏隐患。老旧小区建筑密集, 地下管线交错, 抢修空间往往有限, 一旦燃气积聚, 事故后果会迅速扩大。及时发现高风险管段, 比事故后的应急抢修更具成本效益。居民的用气需求却并不整齐。低层住户更担心开挖影响出行, 老年住户更关注停气时间, 租户则可能缺少参与改造决策的动力。如果前期沟通不足, 技术方案再合理, 也可能在入户环节受阻。改造质量既要看管道本身, 也取决于服务安排能否被居民接受。

事故影响还会向周边扩散。一次泄漏可能导致临时封路、停气和人员疏散, 周边商户及公共服务也会受到牵连。对老旧小区而言, 居民年龄结构偏大, 紧急疏散所需时间通常更长, 改造决策不能只计算管道维修费用。

1.2 长期收益与投资约束

地下管网投资具有明显的跨期特征。建设阶段投入集中, 安全收益则要在多年运行中逐步体现。据测算, “十五五”时期相关建设改造投资预计超过5万亿元, 年均带动约280万个就业岗位, 投资乘数约为1.5~2倍^[4]。如果项目只计算建设成本, 忽视后期检修和设备更换, 实际收益容易被高估。北京提供了较大规模更新的观察样本。“十四五”期间, 北京更新老旧燃气管网1700余公里, 治理历史占压隐患5100余处, 入户巡检率超过97%, 并为632万余户天然气用户安装安全型连接软管和紧急切断装置^[8]。从结果看, 管网更新不仅降低事故概率, 也改变了居民家庭端的安全条件。

相比之下, 部分中小城市受燃气企业规模和财政能力限制, 项目更依赖上级补助。资金来源不同, 会直接影响更新节奏。规模较大的城市可以分批推进, 财力较弱地区则需优先处理漏气频繁、人口密集的管段, 避免资金平均分配。居民端设备同样存在更新时间问题。软管和紧急切断装置达到使用年限后, 如果更换责任不明确, 已有的安全收益会随时间下降。

2 项目实施中的主要矛盾

2.1 管网资料与现场判断

一些管线建成时间早于电子档案普及阶段, 图纸缺失、坐标偏差和材质记录不完整并不少见。缺少可靠底图, 设计人员很难判断是否需要整体更换, 施工单位也容易在开挖后临时调整。公开调查显示, 老旧管道和阀门锈蚀引起的漏气问题, 约占部分地区报修工单的78%^[5]。风险底数不清, 项目排序就容易受主观因素影响。管材差异又增加了现场判断的复杂度。灰口铸铁、碳素钢和聚乙烯管在接口方式、压力等级及焊接要求上并不一致, 同一小区还可能

同时存在多种管材。施工团队既要满足技术规范,也要处理狭窄道路、临时停气和居民出入等现实问题,现场协调成本往往高于初期估算。

资料不完整还会改变施工方式。设计人员需要在现场采用探管、开挖验证或压力检测,工期和费用因此上升。若检测记录未形成统一编码,同一路段在后续项目中还要重复调查,既浪费人力,也增加不同项目之间数据矛盾的概率。

2.2 建设支出与维护支出

建设阶段的资金来源相对明确,财政补助、地方配套和企业自筹通常能够在立项时得到安排;运行阶段的巡检、维修和感知设备更换费用却容易被低估。部分燃气企业同时面临气价倒挂和经营压力,若缺少稳定的运维预算,管网竣工后仍可能出现“重建设、轻养护”的问题。从项目管理角度看,将运营费用提前纳入全生命周期成本更为合适。设备寿命、故障率和检修周期不同,维护支出也不会平均分布。只比较一次性报价,可能选中短期便宜、长期成本较高的方案。资金评价需要覆盖从建设到退役的完整周期。

成本错配还会影响设备选择。低价管材或低价施工方案可能在短期内降低预算,但如果耐腐蚀性、维护便利性和使用寿命不足,后续维修频率会上升。项目评审需要把采购、施工、维护和停气损失放在同一周期比较。

2.3 工程交付与后续责任

项目验收并不等于治理完成。管道、阀门和监测设备的资产信息如果没有同步移交,后续巡检人员很难判断设备位置和检修历史;监测平台产生预警后,若没有明确的企业响应和部门复核责任,数据也只能停留在系统内。这一问题在跨部门项目中更为明显。燃气企业、行业主管部门、街道和物业掌握的信息不同,但又需要在施工和运维中共同决策。接口责任不清,容易出现重复填报、处置延期或问题反复。工程完成后,责任链条必须随之建立。施工队撤场以后,设备和管理记录不能同时失去归属。

信息移交同样影响应急效率。抢修人员如果不能快速查到阀门位置、上游关断范围和历史维修记录,现场处置只能依靠经验逐项排查。信息越分散,停气范围和处置时间越难控制。

3 面向运行阶段的治理安排

3.1 先做风险排序

在资金有限的情况下,更新顺序更适合由风险排序决定,项目便利程度只能作为次要因素。可综合管段失效概率、事故后果和受影响

人口规模,建立分级清单:高风险管段优先处理,中风险管段加强监测,短期无法更换的区段设置过渡措施。风险数据发生变化后,清单随之更新。风险排序不必追求复杂模型。发生概率、后果严重性和受影响人数三个变量,已经能够形成初步分值。关键是把分值写入项目决策,而不是只用于汇报。同类管段可以使用统一口径,但不同城市之间的绝对数值不宜直接排名。

合肥的做法具有较强计划性。该市曾将585公里铸铁管和旧钢管列入首批更新范围,并同步治理752处占压和31处穿越箱涵隐患。上海徐汇则对运行超过30年的地下金属管逐段检测,再确定改造批次,并采用耐腐蚀聚乙烯管材和焊接连接。两地做法不同,但都先解决“改哪里、何时改”的问题。

3.2 把工程放进统一计划

燃气管网施工很少孤立发生。道路整修、雨污分流、供水供热改造往往在同一区域先后展开。如果各部门分别立项,居民会在短期内经历多次开挖。把管线更新纳入统一项目计划,在设计和施工阶段共享路由、工期与交通组织信息,可以减少返工和扰民^[2]。项目打包还影响单位施工成本。相邻小区和同一条道路的管线如果分散招标,设备转场、交通疏导和临时停气会重复发生;把能够共享作业面的工程集中安排,通常更经济,但前提是各部门的审批和资金到位时间能够衔接。

项目资金也需要与实施周期匹配。财政投入、专项债券、企业投资和用户分担各有适用边界,运营维护费用还需进入长期预算^[4]。杭州在基层协商中的做法值得参考,通过公示和意见征集处理出入、停车等具体问题^[6]。上海面对高层住宅时,将立管移至外墙,并在144米超高层工程中应用高空自动焊接,说明空间条件会直接改变技术路线。北京门头沟三家店片区717户完成通气,后续2000余户继续接入,朝阳区部分小区通过系统改造减少了反复抢修。上述项目所处条件并不相同,却反映出同一管理要求:燃气施工需要与建筑维修、道路安排和居民时间表同时协调。

施工时间的选择也需要精细安排。学校、医院和老年住户集中的楼栋,对停气时段的敏感程度不同,统一安排在白天或夜间都可能引发不便。按楼栋风险与居民结构分配作业窗口,比单纯压缩工期更符合实际。

3.3 让数据进入维修流程

监测设备只有进入处置流程,才能产生运行价值。管网电子档案需要记录材质、焊接、检测和维修信息,高风险节点接入压力或泄漏监测数据。当系统发出预警后,平台需要完成

派单、现场处置、结果回传和责任复核。数据本身不会降低风险,只有进入责任流程后才会产生安全价值^[7]。监测点如果长期没有校准,误报也会消耗值守人员的注意力,甚至削弱其对系统的信任。合肥在重点区域约每15米设置一个燃气监测点,甲烷超限后触发三级预警,由燃气企业处置并回传结果,相关监测体系已覆盖安徽16个地级市。这个案例的价值不在于传感器数量,而在于预警与维修之间形成了可追踪的联系。

监测数据还应与工单系统、地理信息和资产台账关联。若预警只能看到浓度,却无法确定阀门、管段和责任人,抢修人员仍要继续查找。数据之间的关联程度,决定了预警能否被快速响应。数据质量同样需要约束。若台账只在项目验收时集中补录,时间、位置和维修结果容易失真。将录入责任分散到日常巡检和维修环节,再由管理人员定期抽查,通常比事后统一整理更可靠。

运行绩效还可反向检验前期决策。故障率、平均修复时间、隐患销号周期、停气时长和居民投诉能够反映不同方案的实际效果。将上述

指标与项目台账关联,有助于修正下一轮风险排序,也能为同类小区提供更可靠的预算依据。

4 结论

老旧小区燃气管网改造的核心矛盾,是地下风险长期存在与项目资源阶段性投入之间的不匹配。只增加更换里程,无法自动解决资料、资金和责任衔接问题。把风险管理、全生命周期成本和运维绩效纳入同一决策框架,更符合工业工程与管理强调的资源优化和过程控制逻辑。本文主要使用公开资料,未能获得各城市燃气企业的完整运维成本和故障数据库,因此未对治理绩效作因果比较。对企业而言,资产台账、检修记录和停复气信息彼此脱节,也会推高日常运行成本。后续研究若能取得统一的资产、维修和停气数据,可进一步分析不同资金来源与组织模式对安全绩效的影响。

本文讨论的路径并不追求一次性消除全部风险。更现实的目标,是在预算约束下降低高风险管段存量,并保持责任、数据和管理能力的连续性。

参考文献:

- [1] 国务院. 国务院关于印发《城市更新“十五五”规划》的通知: 国发〔2026〕12号 [EB/OL]. (2026-05-28)[2026-09-29]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202605/content_7070540.htm.
- [2] 国务院新闻办公室. 未来五年城市这样更新! 四部门详解 [EB/OL]. (2026-06-08)[2026-09-29]. https://www.gov.cn/zhengce/202606/content_7071519.htm.
- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发《城市燃气管道等老化更新改造实施方案(2022—2025年)》的通知: 国办发〔2022〕22号 [EB/OL]. (2022-06-10)[2026-09-29]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-06/10/content_5695096.htm.
- [4] 李心萍. “十五五”时期将建设改造约七十七万公里城市地下管网 如何“强筋健骨” [N]. 人民日报, 2026-06-15(02).
- [5] 渠沛然. 焕新燃气管网“生命线” [N]. 中国能源报, 2025-07-28(08).
- [6] 徐文洁. 城市更新背景下杭州市老旧燃气管道改造实践与思考 [J]. 城市燃气, 2026(4).
- [7] 袁宏永. 提升城市基础设施生命线安全运行水平 [N]. 学习时报, 2026-07-01(07).
- [8] 北京市城市管理委员会. 我市召开北京市应急安全新闻发布会 市城市管理委介绍相关情况 [EB/OL]. (2025-05-12)[2026-09-29]. https://csglw.beijing.gov.cn/zmhd/hdft/202505/t20250512_4086916.html.

作者简介: 张启轩(2001.12—), 男, 汉族, 广西合浦人, 研究生在读, 研究方向: 工业工程与管理、能源与环境管理。