

城镇管道燃气改造难点分析与应对

朱神平 崔知几 曹祝贵（深圳市燃气集团股份有限公司，广东 深圳 518000）

摘要：深圳市城中村因建筑密度高、管线复杂等特点，面临燃气改造工程中施工滞后、管理复杂等难题。本研究以光明区燃气改造项目为例，通过鱼骨图分析法识别出白天入户困难、地下管线复杂、施工组织等20项关键因素，并对13个在建项目实地调研，采用排列图法分析，筛选出入户困难（12.38%）、沟通机制不足（11.55%）、资金短缺（11.22%）等7项主要影响因素，针对性提出解决方案。实施后项目进度提升69.22%，验证了方法与措施的有效性，具备推广价值。

关键词：城中村；管道天然气；施工；主要因素；解决措施

中图分类号：TU996.7 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）022-0112-03

Difficulty Analysis and Countermeasures of Urban Pipeline Gas Reconstruction

Zhu Shenping, Cui Zhiji, Cao Zhugui (Shenzhen Gas Group Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518000, China)

Abstract: Due to the characteristics of high building density and complex pipelines in the urban villages of Shenzhen, they face difficulties such as construction lag and complex management in gas reconstruction projects. Taking the gas reconstruction project in Guangming District as an example, this study uses the fishbone diagram analysis method to identify 20 key factors, including difficulties in entering households during the daytime, complex underground pipelines, and construction organization. Through on-site investigations of 13 projects under construction and analysis using the Pareto chart method, 7 main influencing factors are screened out, such as difficulties in entering households (12.38%), insufficient communication mechanism (11.55%), and shortage of funds (11.22%). Corresponding solutions are proposed. After implementation, the project progress has increased by 69.22%, verifying the effectiveness of the methods and measures, which have promotion value.

Keywords: Urban villages; Pipeline natural gas; Construction; Main factors; Solutions

深圳城中村承载了超三分之一在深租住人口的居住需求^[1]，这类居住形态深刻影响着城市治理与居民生活品质。然而，伴随社会发展进程中人居标准的提升，城中村长期存在的燃气安全隐患问题日益凸显——黑煤气、液化石油气管理不规范、燃气器具使用不合理等现象^[2-3]，不仅威胁居民生命财产安全，更成为制约城市治理现代化的突出短板。2017年深圳市采用“三个一点”（即政府、燃气企业、用户各承担一点）的模式大规模开始城中村管道天然气改造，同年光明区顺利完成了第一批1023户小范围管道天然气改造试点项目，并于2018年开始了光明区第二批管道天然气改造项目，但大规模改造面临着施工进度难以推进的问题。本文以光明区第二批管道天然气改造项目为研究对象，分析施工中的难点及解决措施，旨在为其他同类项目提供可行性参考。

1 城中村管道天然气改造难点

城中村燃气管道改造面临多重结构性难题：其一，物理空间层面存在建筑结构复杂^[4]、密度高、地下管线系统错综复杂^[5]、场地条件动态变化等客观制约，形成先天性的改造障碍；其二，社会生态层面呈现居住人口高度密集且构成复杂、租户流动性高、商业业态多元等特征，进一步加剧了工程实施的复杂性。尽

管政府通过前期政策宣导、财政投资和专项规划为项目立项与方案设计提供了有力支撑，使前期工作得以高效推进，但核心矛盾仍集中于施工阶段——相较于新建住宅区标准化燃气管道敷设，城中村改造需应对不可控因素多、多方利益协调、施工安全风险管控等特殊挑战导致工程难以推进，其中光明区管道燃气改造项目工程进度滞后率达40%以上。

2 施工难点分析

为找出影响施工进度的主要因素，以针对性提出解决措施，文本先采用鱼骨图一一找出制约项目施工的因素，再通过现场调研、排列图找出主要影响因素。

2.1 鱼骨图分析

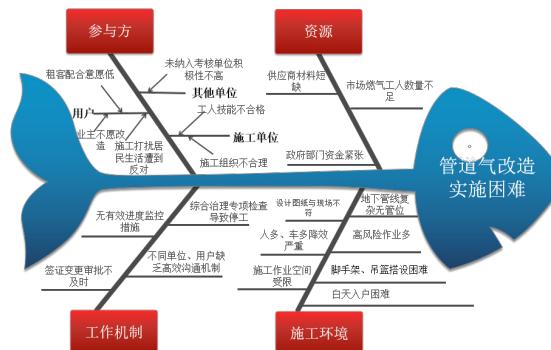


图1 影响项目实施的因素

采用鱼骨图从参与方、工作机制、资源和施工环境四个方面进行分析，共找出 20 个影响项目实施的因素，如图 1 所示。

2.2 影响因素分析结果

在完成鱼骨图因果分析后，共识别出项目施工过程中存在的 20 项影响因素。为找出主要影响因素，本研究设计了问卷调查，并对 13 个在建项目实施多角色分层抽样调研。调研对象覆盖每个项目的监理工程师（1 名）、施工单位管理层（2 名）及一线施工人员（3 名），要求参调者从 20 项因素中勾选 5–10 项对其项目进度产生显著阻滞的核心因素。数据回收后，对反馈结果进行累积频率分析及优先级排序，得出施工影响分析统计情况。

根据统计结果，本研究采用帕累托分析法绘制了施工关键影响因素排列图（图 2），以直观呈现各因素对工程进度的贡献度。根据帕累托原则（累计频率 80% 临界值），结合工程实际需求与研究目标，最终确定 7 项主要影响因素，其中包括：①白天入户困难；②不同单位、用户缺乏高效沟通机制；③政府部门资金紧张；④脚手架、吊篮搭设困难；⑤高风险作业多；⑥设计图纸与现场不符；⑦供应商材料短缺。

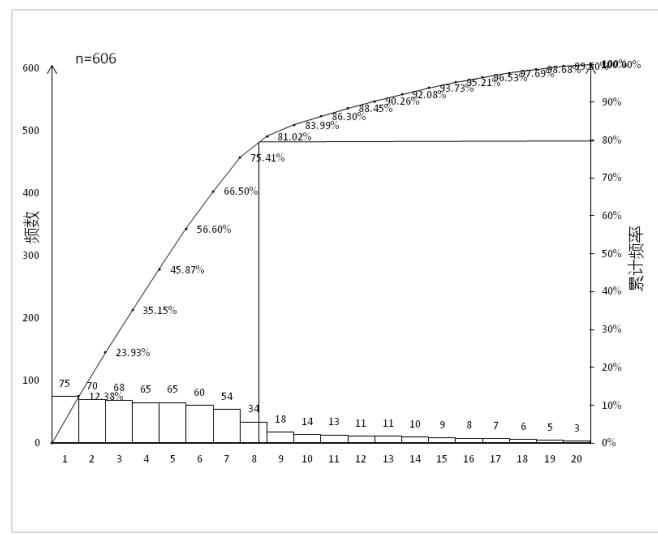


图 2 施工关键影响因素排列图

3 施工进度优化措施与分析

3.1 施工进度优化措施

基于主要影响因素，从施工组织、资金保障、技术协调、安全管控、材料供应五个维度构建系统性解决方案，具体实施路径如下：

3.1.1 施工组织优化

影响因素一：白天入户困难

①弹性施工计划管理：建立“预约施工 + 动态调整”机制，施工单位提前 7 日向业主推送可选施工时段（含周末及 18:00–21:00 夜间时段），根据业主选

择时段上门施工；

②全时段监管体系：实施“5+2 监管模式”（工作日与周末监管结合）及“白 + 黑巡查制度”（日间常规检查 + 夜间突击抽查），建设单位与监理单位联合明确关键控制节点。

影响因素二：不同单位、用户缺乏高效沟通机制

成立了包括建设单位、代建单位、监理单位、施工单位、街道办、村股份公司等单位领导在内的工作领导小组，建立“常规问题 24h 响应、重大争议 48h 会商”的决策机制。

①施工问题及时上报：施工单位每日下班前上报当日施工中存在的问题，并将问题分类汇总上报到工作领导小组；

②工作领导小组及时协商解决：工作领导小组针对收集到的问题，通过现场会议或者微信群沟通，及时协调解决施工难题。

3.1.2 资金保障机制

影响因素三：政府部门资金紧张

①资金需求计划提前申报：建设单位设立资金管理专员，每月收集施工单位下月资金需求计划，进行整理汇总后报送给政府部门，提前申请资金下拨；

②资金专员跟踪项目需求：及时跟踪各项目的施工进展，根据合同付款约定判断各项目资金需求，指导各施工单位工程款申请，协调政府部门予以支付，并跟踪项目资金是否支付到位。

3.1.3 技术协调方案

影响因素四：脚手架、吊篮搭设困难

影响因素六：设计图纸与现场不符

①技术方案比选机制：对无法搭设脚手架楼栋启动“3E 评估法”（Engineering 工程技术 /Equipment 设备替代 /Economic 经济分析），组织设计、施工、监理三方进行方案比选论证；

②动态设计变更流程：建立“现场勘查 – 方案预审 – 专家论证 – 变更签发”四级审批制度，施工单位提前勘察现场，对无法搭设脚手架而需变更施工方案的，限定常规变更 3 个工作日内完成审批，重大变更由工作领导小组监督执行。

3.1.4 安全管控强化

影响因素五：高风险作业多

①由建设单位、监理单位和施工单位组织多方培训，从不同角度提高工人技术能力和安全意识；

②强化施工安全交底和现场监管，保证交底内容全面、切实，保证工人理解安全交底内容并按规定开展工作；

③高风险作业提前报送计划：施工单位提前向领

导小组报送高风险作业计划和专项施工方案，由领导小组提前告知并协调社区和居民，提供高风险作业场地，划定安全施工范围。

3.1.5 材料供应保障

①供应链协同策略：深圳市管道天然气大部分主材由深圳市燃气集团股份有限公司供应链中心专供，施工单位提前向建设单位报送材料需求计划，由建设单位提交供应链中心提前备货，施工单位按计划购买材料；

②应急调配方案：材料无法及时供应时，由建设单位协调从材料富余的其他施工单位借调。

3.2 措施实施结果分析

为验证本文前文提出的措施实施效果，研究选取了包含措施实施前后的对比观测期。具体而言，以2019年9月1日政策实施日为分界点，将2019年6月30日至2020年6月30日划分为七个连续统计周期，统计周期含政策实施前的基准数据采集期，其中第一统计周期（自项目开工日至2019年6月30日）因涉及前期准备阶段，其时间跨度具有特殊性，其他每个周期跨度控制在两个月，第二统计周期为2019年7月1日-2019年8月31日，以此类推。

基于统计数据，本研究计算了各项目月均安装户数的环比增长率。需特别说明的是，期间五（2020年1月1日至2020年2月29日）因春节假期导致施工单位停工1-1.5个月，其安装户数较期间四显著下降（降幅为70.69%）。为排除季节性干扰并确保数据可比性，后续分析中采用期间六与期间四的对比数据，且未纳入期间五的增长率。措施实施后（期间三至期间六）的月均安装户数较实施前（期间一至期间二）增长显著（增幅达45%以上），表明措施实施对安装效率的积极影响。

根据各统计期间的安装户数平均增长率数据，本研究绘制了图3以直观展示趋势变化。如图3所示，在措施实施前（期间一至期间二），安装户数增长率仅为7.92%，处于较低水平；而措施实施初期（期间三对比期间二），增长率跃升至45.12%，表明措施调整的即时效果显著。随着措施逐步完善（期间四至期间六），增长率呈现边际递减趋势（期间六：2.22%；期间七：1.4%），这可能与施工力量、施工效率饱和度相关。若以期间二相比期间一的增长率（7.92%）为基准，计算得出期间七相比期间二增长率达69.22%。这一结果进一步验证了措施调整对管道燃气改造工程推进的显著促进作用。值得注意的是，尽管后期增速放缓（见图3），但绝对增量仍保持高位，表明措施具备可持续性。

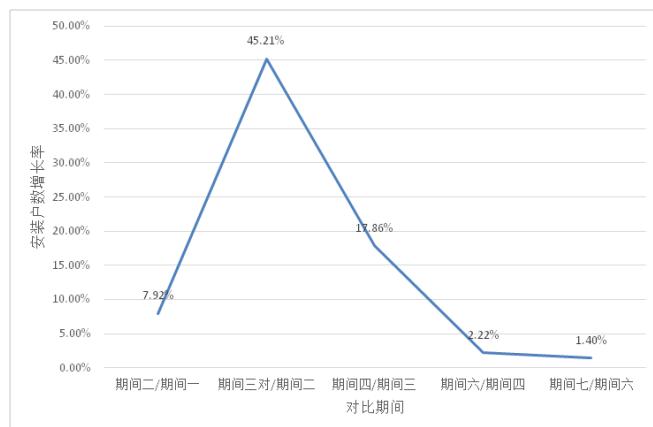


图3 各统计周期平均安装户数增长率

4 结论

深圳城中村复杂的空间形态与社会结构为管道燃气改造带来了多重挑战。本研究以光明区在建项目为样本，通过鱼骨图分析法与排列图法，结合建设单位、监理单位及施工单位的协同调研，识别出制约管道燃气改造进程的七大核心因素，即：白天入户困难；不同单位、用户缺乏高效沟通机制；政府部门资金紧张；脚手架、吊篮搭设困难；高风险作业多；设计图纸与现场不符；供应商材料短缺。并针对性提出了解决方案，并在项目中验证了方案的有效性——施工安装户数增长率达69.22%。

本研究的理论与实践价值体现在两个方面：其一，构建了城中村燃气改造的“问题识别-对策生成”方法论框架，为同类项目提供可复制的分析路径；其二，通过跨主体协同机制设计，探索了政府、企业与社区利益平衡的新模式，对城中村治理具有参考意义。

需指出的是，本研究受限于样本规模（仅覆盖光明区13个项目）与数据采集周期（2019年6月-2020年6月），结论的普适性仍需通过更大范围的研究验证，未来可在更大范围内进行研究。

参考文献：

- [1] 杨镇源,胡平,刘真鑫.村城共生:深圳城中村改造研究[J].住区,2020(03):81-86.
- [2] 赵原伟,祝益波.深圳市城中村管道天然气改造工作的思考[J].城市燃气,2018(09):39-41.
- [3] 王盈.城中村燃气改造的问题及其优化对策研究——以深圳市福田区为例[J].城市燃气,2023(07):30-35.
- [4] 王自辰.深圳市城中村管道天然气改造项目建设实践[J].城市燃气,2022(07):38-40.
- [5] 刘建辉,王浩.城中村天然气管道建设方案[J].煤气与热力,2015,35(09):5-7.