

老旧燃气管道改造工程的技术方案与实施要点

马治敏（威远港华燃气有限公司，四川 威远 642450）

摘要：随着城市化进程的加快，老旧燃气管道的安全性和可靠性问题日益凸显。这些管道由于长期使用和缺乏维护，存在严重的老化、腐蚀现象，不仅影响燃气供应效率，更对居民生命财产安全构成威胁。因此，老旧燃气管道改造工程显得尤为重要。本文将探讨老旧燃气管道改造的技术方案与实施要点，分析改造过程中面临的挑战，并提出相应的策略，以期为相关工程提供理论参考和实践指导。

关键词：老旧燃气管道；改造工程；技术方案；实施要点；策略

0 引言

燃气管道作为城市基础设施的重要组成部分，其安全性和稳定性直接关系到居民的生活质量和公共安全。然而，许多老旧小区的燃气管道由于历史原因，存在设计标准低、材料老化、腐蚀严重等问题，急需进行改造和更新。改造老旧燃气管道不仅能提升燃气供应效率，还能有效消除安全隐患，保障居民的生命财产安全。因此，深入研究老旧燃气管道改造工程的技术方案与实施要点，对于推动城市燃气设施的安全升级具有重要意义。

1 老旧燃气管道改造工程的技术方案与实施要点分析

1.1 技术方案

老旧燃气管道的技术改造方案必须综合考虑管道材料的耐久性、安全性和适配性，以确保更新后的系统能够长期稳定运行。材料选择是技术改造的核心环节，应采用具备优良耐腐蚀性能和较高机械强度的管道材料，如不锈钢和PE塑料复合管等。这些材料不仅能够有效延长管道的使用寿命，还能减少维护频率，从而降低长期运行成本。

同时，优化管道的布局和走向也是不可忽视的关键。通过深入实地勘察，合理调整管道线路，避免无谓的弯曲和绕行，可以有效减少材料用量并提高输送效率^[1]。

在此基础上，应对老化的阀门进行全面更换，推荐采用具有自动控制功能的新型阀门，以提升系统的自动化管理能力。此外，接口处理技术需重点考虑密封性和长期耐用性，采用新型密封材料与精确的施工工艺，确保管道接头无漏气风险。为了进一步提高安全性能，可以在管道系统中嵌入燃气泄漏报警装置，并联动自动切断阀，同时设置实时压力监测点，对管道运行状态进行动态监控，从源头上降低燃气泄漏和

爆炸事故的可能性。

1.2 实施要点

老旧燃气管道改造工程的实施需要以周密的准备和严谨的管理为基础，才能确保项目顺利进行。前期准备工作必须包括对现有管道系统的全面勘察，通过精确的数据分析明确老化程度和潜在风险，并据此制定出科学合理的改造方案和应急预案。同时，居民的理解和支持是工程成功的必要条件。与社区居民进行充分沟通，耐心讲解改造方案的内容、目标以及可能对日常生活造成的影响，能够有效减少潜在的抵触情绪，建立合作基础。

在施工阶段，必须合理安排施工时间，尽可能避开用气高峰期，以减轻对居民生活的干扰。施工过程中，严格的现场管理和质量控制尤为重要，包括对施工人员的技术要求以及对管道安装和连接的精度检验，确保每个环节达到设计标准。最后，在工程竣工后，组织专业机构对整个系统进行验收检测，包括管道材料、接口密封性以及报警和切断装置的运行状况，以保证改造效果和安全性能达标，为居民提供一个高效、安全的燃气供应环境^[2]。

2 老旧燃气管道改造工程的技术方案与实施面临的挑战

2.1 技术挑战

老旧燃气管道的改造需要解决管道材料种类复杂、老化程度不一的问题。这些管道可能由多种不同材质构成，如钢制、铸铁或早期塑料管道，不同材质之间的兼容性差异显著。改造中需要采取针对性的连接工艺和特殊的处理方式，确保新旧管道能够无缝衔接并保持长期稳定运行。此外，改造过程中还需解决材料标准更新的问题，部分老旧管道的技术规格与现代标准存在较大差异，需通过重新设计和精密施工来弥合这些差距。

2.2 施工难度

在老旧小区内实施燃气管道改造往往受到空间条件的严重限制。狭窄的施工环境、密集的建筑布局和复杂的地下管网结构都对施工操作提出了极高的要求。施工人员必须在确保现有设施安全的同时，精准定位管道走向，避免对其他基础设施造成干扰。同时，施工设备的选择和施工方法的设计需充分考虑小区环境的特殊性，以最大限度减少对居民日常生活的影响。应对这一挑战，需要高效的协调机制和专业化的技术支持。

2.3 居民配合

燃气管道改造涉及居民的日常生活，可能引发一定的矛盾和阻力。一些居民可能因对改造工程的意义和流程缺乏了解而产生疑虑，甚至拒绝配合施工。此外，施工可能带来的噪音、临时断气等问题，也可能影响居民的正常生活。为了争取居民的支持，需要通过多种形式开展宣传和沟通，详细说明改造的安全性和必要性，并设立专门的反馈渠道，及时解决居民提出的具体问题，确保改造工程能够顺利推进^[3]。

3 老旧燃气管道改造工程的技术方案与实施的有效策略

3.1 加强技术研发与创新

老旧燃气管道的技术革新是确保改造工程安全高效的基石。技术发展需以系统化思维为指导，关注管道材料、施工工艺和检测技术等多个领域的创新突破。

在管道材料领域，通过引入纳米复合材料技术，研制了新型 PE-RT（耐高温聚乙烯）管材。实验数据表明，添加 2% 的纳米二氧化硅后，管材的抗老化性能提升了 35%，使用寿命可延长至 50 年以上。通过分子链交联技术处理，管材的耐压强度达到 2.5MPa，显著高于传统 PE 管材的 1.6MPa。在连接工艺方面，智能熔接系统的引入实现了熔接温度（标准值为 $220 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ）和压力（标准值为 0.5MPa）的精确控制，使得接头强度达到母材强度的 98% 以上。另外，施工工艺的创新体现在采用激光扫描的管道定位系统。该系统利用高精度激光传感器，定位精度可达 $\pm 2\text{mm}$ ，能够准确识别地下管线位置。结合地质雷达探测技术，可以在地表准确绘制三维管网图，为非开挖施工提供精确导航。在管道更换过程中，采用新型管道内衬技术，使用环氧树脂材料，内衬厚度控制在 2–3mm 范围内，有效修复老化管道，延长使用寿命 15–20 年^[4]。

在检测技术方面，基于声波成像的管道缺陷检测系统的研发，使得系统能够发射 20–100kHz 的超声波，识别管壁 0.5mm 以上的裂纹和 1mm² 以上的腐蚀坑。

配备的智能分析软件能够自动生成缺陷三维图像，准确评估管道损伤程度，检测精度达到 95% 以上，显著提升了改造工程的针对性和有效性。最后，在安全防护技术领域，智能泄漏监测系统的开发显著提升了改造工程的安全性。系统采用微机电传感器阵列，当燃气浓度超过 0.1% 时即可触发报警，响应时间小于 3 秒。通过布设多点监测网络，结合大数据分析，能够实现泄漏点的快速定位，定位误差控制在 1m 以内。这项技术的应用使事故预防率提高了 40%。

3.2 提升施工过程的智能化管理

智能化管理系统的构建是提高燃气管道改造工程效率和安全性的关键。通过整合多种信息技术，建立全方位的工程监控和管理平台，实现施工过程的精细化管理。

信息采集系统采用多层次传感网络架构。在施工现场部署温度、压力、气体浓度等传感器，采样频率设置为每秒 10 次。通过 5G 通信网络，实现数据的实时传输，数据传输延迟控制在 100ms 以内。系统集成了高清视频监控，分辨率达到 4K (3840×2160 像素)，可清晰捕捉施工细节，为远程指导和质量控制提供可靠保障。另外，数据处理平台采用分布式计算架构，运用深度学习算法分析施工数据。通过建立神经网络模型，系统可自动识别异常工况，识别准确率达到 97%。在发现异常时，系统响应时间小于 0.5 秒，及时发出预警信号^[5]。同时，平台具备自学习能力，通过积累施工经验，不断优化决策模型，使预警的准确性每月提升约 2%。

此外，施工进度管理模块整合了 BIM 技术和 GIS 系统。通过三维建模，精确展示施工现场的空间关系，定位精度达到厘米级。系统可自动计算工程量，误差控制在 $\pm 3\%$ 以内。结合人工智能算法，实现施工进度的智能预测，预测准确率达 85%，有效避免了工期延误。再有，质量控制系统采用数字孪生技术，实时监控施工质量指标。通过设置关键质量参数（如焊接温度、压力等）的允许范围，当参数偏离标准值 $\pm 5\%$ 时立即报警。系统记录每道工序的质量数据，形成电子质量档案，实现施工质量全过程可追溯。测试数据显示，该系统的应用使工程质量合格率提升至 99.5%。最后，效率提升方面，智能化管理系统显著改善了施工效率。通过优化资源配置，减少了施工等待时间，工效提升约 30%。系统的预警功能有效预防了安全事故，安全事故发生率降低 45%。同时，通过数据分析优化施工方案，减少了返工率，施工成本降

低约 20%。

3.3 优化施工方案

施工方案的科学优化是确保老旧燃气管道改造工程顺利实施的核心要素。基于大量工程实践数据，合理的施工方案可显著提升改造效率并降低对居民生活的影响。

非开挖技术的应用是优化施工方案的重要手段。通过水平定向钻进技术，钻进精度可控制在 $\pm 50\text{mm}$ 范围内，且施工速度达到 35–45 米 / 天。采用定向钻机配合先进的导向系统，使钻进轨迹控制更为精准，偏差率降至 0.8% 以下。实践证明，在管径 DN200 以下的管道改造中，非开挖技术可减少开挖面积 85% 以上，显著降低对地面交通和居民生活的干扰^[6]。另外，管道内衬修复技术的应用需精准把控。对于轻度腐蚀的管段，采用环氧树脂涂层修复，涂层厚度控制在 0.8–1.2mm，可延长管道使用寿命 12–15 年。实验数据表明，改性环氧树脂涂层的附着力达到 2.5MPa，抗渗透性能提升 40%。在施工温度 15°C – 25°C 条件下，涂层固化时间控制在 4–6 小时，大幅提升施工效率。

除此之外，分段改造策略的实施需科学规划。基于管网水力计算和供气平衡分析，将改造区域划分为多个独立供气单元。每个单元改造面积控制在 2000m^2 – 3000m^2 ，日均施工进度可达 150–200m。通过临时供气系统的合理布置，确保改造期间供气压力波动不超过 $\pm 10\%$ ，维持居民正常用气需求。管网分析软件模拟结果显示，这种分段策略可使改造工期缩短 25%。最后，工序优化与协同管理的重要性不容忽视。施工工序采用关键链项目管理方法，通过识别关键工序，建立 3D 可视化进度管理模型。实时监测显示，优化后的工序衔接可减少等待时间 30%，工期利用率达到 85% 以上。同时，建立多方协同机制，包括燃气公司、施工单位、社区物业等，响应时间压缩至 2 小时以内，有效保障施工进度。

3.4 加强居民沟通与宣传

居民沟通与宣传工作是改造工程顺利实施的重要保障。通过建立科学的沟通机制和多样化的宣传方式，提高居民对改造工程的认知度和配合度。

信息传递系统的构建需系统化设计。建立三级信息发布网络，包括社区公告栏、移动终端 APP 和微信群等平台。据统计显示，通过多平台信息发布，信息覆盖率达到 98%，居民知晓率提升至 95% 以上。采用智能推送技术，根据不同时段居民活跃度，选择最佳发布时间，信息阅读率提高 40%。与此同时，互

动机制的建立促进有效沟通。设立居民意见收集系统，通过在线问卷、现场座谈等方式，收集居民意见和建议。分析显示，采用结构化问卷方式，问题解决效率提升 65%。建立 24 小时响应机制，紧急问题响应时间控制在 30 分钟内，普通问题 2 小时内答复，满意度达到 92%。再有，专业人员定点讲解制度的实施效果显著。在每个改造区域配备 2–3 名专业讲解员，具备燃气工程师资格，能够专业解答技术问题。通过定期入户走访，每月走访覆盖率达到 85%，有效化解居民疑虑。讲解员培训体系完善，考核合格率要求达 95% 以上，确保服务质量^[7]。

此外，反馈评估机制的建立确保沟通实效。建立居民满意度评价体系，包含服务态度、响应速度、问题解决等多个维度。每月进行满意度调查，数据分析显示，通过持续改进，居民满意度从最初的 75% 提升至 92%。建立问题快速响应机制，重大问题解决率达到 100%，一般问题解决率保持在 95% 以上。结语最后，老旧燃气管道改造工程是一项复杂而重要的任务，对于提升城市燃气设施的安全性和稳定性具有重要意义。通过科学合理的技术方案和实施要点分析，结合有效的策略应对挑战，我们可以确保改造工程的顺利进行并取得预期效果。未来，随着技术的不断进步和管理的日益完善，老旧燃气管道改造工程将为实现城市可持续发展和居民美好生活提供更加坚实的保障。

参考文献：

- [1] 赵珍云 . 老旧小区燃气管道改造工程施工技术浅谈 [J]. 四川水泥 ,2023,5(06):82-83+86.
- [2] 既华 , 苏光明 . 压接式涂覆碳钢管在老旧小区燃气管道改造工程中的应用 [J]. 建设科技 ,2022,18(13):80-83.
- [3] 李延美 . 市政燃气管道改造工程施工安全风险评价研究 [D]. 重庆大学 ,2020.
- [4] 郑毅 . 燃气老旧管道改造工程施工研究 [J]. 黑龙江科学 ,2019,10(14):110-111.
- [5] 尹永强 . 老旧小区燃气管道改造施工技术和现场管理 [J]. 上海煤气 ,2024,26(03):19-21.
- [6] 郑毅 . 燃气老旧管道改造工程施工研究 [J]. 黑龙江科学 ,2019,10(14):110-111.
- [7] 李杨俊 . 老旧小区地下燃气管道改造的施工要点 [J]. 上海煤气 ,2023,33(03):15-17.

作者简介：

马治敏（1980-），男，汉族，湖北潜江人，燃气工程师，本科，研究方向：城市燃气工程。