

市政燃气工程中老旧管道改造技术探讨

周立波 潘佰洋 秦蒙（西安市长安天然气有限公司，陕西 西安 710100）

摘要：城市燃气工程中的老旧管道系统面临着安全隐患和运行效率低下的问题，因此对这些管道进行改造成为必要措施。本文主要探讨了老旧燃气管道改造的技术方法，包括管道材料的更换、衬里技术的应用以及智能监控系统的集成。通过对不同改造技术的比较与分析，提出了一系列优化方案，以提高管道的使用寿命和运行安全性。研究显示，先进的材料和技术能够显著降低漏气风险、减少维护成本，并提升整体系统的可靠性。结果表明，科学的技术改造不仅能有效延长管道的使用周期，还能大幅提升燃气供应的安全性和稳定性，为城市燃气工程的可持续发展提供了技术支持。

关键词：老旧管道；燃气工程；技术改造；安全性；衬里技术

0 引言

随着城市化进程的加快，燃气作为城市能源的重要组成部分，其供应系统的稳定性和安全性对城市生活至关重要。然而，许多城市的燃气管道系统已运行多年，老旧管道的安全隐患和效率低下问题逐渐暴露，成为城市燃气管理的重大挑战。老旧燃气管道不仅容易出现泄漏、腐蚀等问题，还可能引发严重的安全事故。因此，开展老旧管道的改造技术研究具有重要的实际意义。当前，传统的管道维护和更换方式逐渐显现出局限性，新兴的技术手段和材料，如高性能管道衬里和智能监控系统，为管道改造提供了新的解决思路。探讨和应用这些先进技术，能够有效提升老旧管道的安全性和使用寿命，为城市燃气工程的可持续发展奠定基础。

1 老旧燃气管道面临的主要挑战

老旧燃气管道在城市燃气系统中存在着众多问题，这些问题不仅影响系统的效率，还带来显著的安全隐患。随着使用时间的增加，管道内壁逐渐出现腐蚀和磨损，这种物理损坏使得管道更容易出现泄漏。管道的老化还可能导致结构强度下降，进而引发管道断裂或变形，影响正常的燃气输送。传统管道材料对外界环境的适应性较差，钢质管道在长期使用过程中容易受到环境腐蚀，进而影响其安全性。燃气管道的老旧问题还包括堵塞，部分管道由于沉积物或杂质积累而导致流通能力下降，进而影响燃气的供应稳定性。

老旧管道的检测和维护也面临挑战。由于管道长期埋设在地下，传统的检测方法往往难以准确发现潜在的隐患。管道的检修和更换需要挖掘地面，施工过程复杂且费用昂贵，这种方法不仅增加了城市运维的成本，也对周边环境造成了影响。加之，燃气泄漏的

隐患极大地威胁到公共安全，尤其是在高密度居民区或重要设施附近，任何细微的安全问题都可能引发严重的事故。因此，针对老旧燃气管道面临的诸多挑战，必须采取科学的技术手段进行改造，以确保燃气系统的安全和高效运行。

2 改造技术的选择与应用

在老旧燃气管道改造中，选择和应用适当的技术手段至关重要。针对传统管道的腐蚀和老化问题，管道更换和衬里技术是两种主要的改造手段。管道更换通常涉及将老旧管道完全拆除，安装新型耐腐蚀材料的管道。现代管道材料如聚乙烯（PE）和玻璃钢（FRP）具有优良的耐腐蚀性和机械强度，能够有效提高管道的使用寿命和安全性。虽然这种方法在解决长期问题上效果显著，但施工过程复杂，成本较高，并且需要对地面进行较大范围的开挖，对周围环境产生一定影响。

相比之下，衬里技术提供了另一种高效的改造解决方案。该技术通过在原有管道内部涂覆一层防护材料，如环氧树脂或聚氨酯，形成一层防腐蚀的衬里层。衬里不仅能修复内壁的损伤，还能提升管道的耐用性和流通能力。与管道更换相比，衬里技术施工周期较短，扰动较小，且成本相对低廉。该方法尤其适用于那些地面条件复杂或周围设施密集的区域，能够减少对环境的影响并降低施工成本。另一个重要的改造技术是智能监控系统的集成。通过在管道系统中部署传感器和监测设备，能够实时检测管道的压力、温度和流量等数据。

这些智能监控系统通过数据采集与分析，可以及时发现管道的异常情况，例如泄漏或压力异常，从而采取及时的维护措施。智能监控系统不仅提升了管道

管理的精确度，还能通过预测性维护减少突发性故障，降低维护成本。

还可结合现代的非开挖技术进行管道改造，如顶管技术和定向钻进技术。这些方法能够在不破坏地表的情况下进行管道更换或修复，适用于城市密集区域的管道改造。这些先进技术的应用减少了对交通和周边设施的干扰，同时提高了改造工程的效率和安全性。综合应用这些改造技术，可以根据具体的管道状态、环境条件及预算需求，选择最适合的改造方案，从而有效解决老旧管道面临的问题，提高燃气系统的整体安全性和运行效率。

3 高性能材料在管道改造中的作用

现代高性能材料因其优异的物理化学性质，正在逐步替代传统材料，成为改造工程中的关键组成部分。聚乙烯（PE）管道以其优越的耐腐蚀性和抗压力特性，在燃气管道系统中得到广泛应用。聚乙烯材料对土壤中常见的腐蚀介质，如氯化物和酸性物质，具有极强的抵抗力，使得其在各种恶劣环境下表现稳定。此外，聚乙烯管道的连接方式主要采用热熔接技术，这种连接方式不仅密封性能好，还能有效减少管道接口处的泄漏风险。由于聚乙烯材料的柔韧性，能够适应地面沉降或变形，减少了管道断裂的可能性。

另一个高性能材料是玻璃钢（FRP），其轻质和高强度的特点使其成为改造工程中的重要选择。玻璃钢管道具有极好的抗腐蚀能力，尤其适用于化学环境和湿润条件下。玻璃钢材料在施工过程中较为方便，因为其重量轻，安装更为简便。在高压力和高温环境中，玻璃钢管道能够保持良好的性能，确保燃气系统的安全性和稳定性。

此外，玻璃钢的耐久性还减少了维护频率，降低了长期运营成本。环氧树脂作为一种衬里材料，在管道内部防护方面发挥了重要作用。环氧树脂衬里能够有效封闭管道内壁的微裂纹，阻止外界腐蚀介质的侵入，延长管道的使用寿命。环氧树脂的高粘附性确保其与管道基体的紧密结合，防止衬里层脱落。其良好的耐化学性能使得该材料可以在多种环境下稳定工作，从而提升了燃气管道的安全性和可靠性。

为了应对极端环境条件，高强度复合材料如碳纤维增强复合材料（CFRP）也逐渐应用于管道改造。这些材料具有极高的抗拉强度和耐温性，能够承受更大的压力和更高的温度，同时保持相对较低的重量。碳纤维复合材料在管道的增强和加固方面表现出色，特

别是在高压和高温的工作环境中，其优势尤为明显。高性能材料的引入不仅改善了管道的耐久性和安全性，还提升了施工和维护的便捷性。

4 智能监控系统的集成与应用

在现代燃气管道系统中，智能监控系统的集成与应用极大地提升了管道的安全性和运行效率。这些系统通过实时数据采集和分析，为管道的管理和维护提供了强有力的支持。监控系统的核心在于传感器技术，这些传感器能够实时监测管道内部的多种关键参数，如压力、温度、流量及气体成分等。例如，压力传感器能够精确检测管道内的气体压力变化，及时发现可能导致泄漏或爆炸的异常压力波动。温度传感器则帮助监测管道的热状态，避免因温度过高或过低而引发的结构损坏或安全隐患。流量传感器能准确测量燃气的流速，确保管道的输送效率和燃气的正常供应。

除了基础传感器之外，现代智能监控系统还配备了数据处理和分析功能。这些系统通过数据融合技术将来自不同传感器的数据进行综合分析，识别潜在的风险和故障。例如，通过实时监测管道的压力和流量，可以识别出可能的泄漏点和堵塞情况，并及时发出警报。这种预测性维护大大减少了突发性故障的发生，避免了传统维修方法中频繁的人工检查和突发事件的处理。

数据传输技术在智能监控系统中也发挥了重要作用。利用无线传输、光纤通信或其他先进的网络技术，监控系统能够将现场数据实时传送到中央控制中心。这样，管理人员可以随时随地查看管道的运行状态，快速响应任何异常情况。这种远程监控和管理功能不仅提高了反应速度，还优化了资源的调配和运维决策。

视频监控技术也是智能监控系统的一部分，通过在关键位置安装摄像头，能够实时观察管道周边环境和现场情况。视频监控与传感器数据结合，可以进一步提高故障诊断的准确性。摄像头可以帮助确认传感器检测到的异常情况是否确实存在，从而避免误报警或漏报。

为了确保系统的可靠性和安全性，智能监控系统还需要具备高可用性和灾备功能。系统的设计应考虑到冗余配置和备份措施，确保在设备故障或网络中断时能够继续运行。此外，数据加密和访问控制技术也应被应用，以防止数据被非法篡改或泄露，保障系统的整体安全性。

智能监控系统的集成不仅提升了管道的管理水

平，还推动了燃气行业的技术进步。通过实时的数据监测和分析，能够更加准确地评估管道的运行状态，优化维护策略，从而有效减少管道故障的发生频率，提高燃气供应的安全性和稳定性。这种技术的应用使得燃气管道系统更加智能化、自动化，为现代城市的能源管理提供了坚实的技术支持。

5 技术改造的效果评估与实践案例

技术改造后的效果评估对于确保燃气管道系统的安全性和运行效率至关重要。这一过程不仅涉及改造技术的实际效果，还包括对实施后运行情况的综合分析。通过对改造效果的全面评估，可以验证技术方案的有效性，并为未来的改造提供参考。改造效果的评估通常从管道系统的运行性能开始。

改造前，管道的安全隐患和故障频率是评估的重点指标。改造实施后，通过对这些指标的变化，可以清晰地了解技术改造的实际效果。例如，对于采用高性能材料的管道，其耐腐蚀性和抗压能力通常会显著提升，运行中的故障率明显下降。监测数据表明，改造后的管道系统在正常运行条件下，漏气、堵塞等问题发生的频率大幅降低，说明改造措施取得了预期的成果。

另一项重要的评估指标是维护成本的变化。技术改造往往能够减少管道的维护需求，降低维护频率及相关费用。衬里技术和智能监控系统的应用，使得管道的定期检修需求减少，同时通过实时监测和预警功能，能及时发现潜在问题，防止故障扩展，从而降低了突发事件的发生频率及其带来的高额修复成本。

在实践中，改造效果的验证往往依赖于具体的案例研究。例如，在某市区燃气管道的改造项目中，采用了聚乙烯管道替代传统的钢质管道，经过几年的运行，发现聚乙烯管道在耐腐蚀性和使用寿命方面表现优异，且管道维护的工作量显著减少。此外，安装的智能监控系统能够实时反馈管道的运行状态，并通过数据分析预测潜在的故障点，有效避免了多起可能的安全事故。

另一个成功的案例涉及玻璃钢管道的应用。在某工业区改造项目中，传统的钢质管道由于长期受化学腐蚀，存在严重的安全隐患。通过更换为玻璃钢管道，显著提升了管道的耐腐蚀性，并且由于玻璃钢材料的轻质特性，施工和安装过程较为简便，大大减少了施工时间和成本。

在实际使用中，该区域的燃气供应稳定性得到了

明显改善，同时管道的维护成本也有所降低。在评估过程中，还需要考虑技术改造对环境和社会的影响。非开挖技术的应用能够减少对地面和交通的干扰，提高了施工的环境友好性和社会接受度。这类技术的成功应用案例表明，通过优化施工方法和改造技术，可以有效平衡工程需求和环境保护之间的关系。

6 结语

老旧燃气管道的改造技术在提升城市燃气系统安全性和效率方面发挥了至关重要的作用。通过采用高性能材料如聚乙烯、玻璃钢和环氧树脂衬里，管道的耐腐蚀性和机械强度得到显著改善，从而有效延长了管道的使用寿命。智能监控系统的集成使得管道管理更加精准，能够实时监测系统状态并预测潜在故障，大大减少了维护成本和突发性故障的发生。综合应用这些先进技术，不仅提高了管道系统的安全性，也提升了燃气供应的稳定性。实践案例证明，这些技术改造措施在实际应用中表现出色，验证了其在降低维护成本和环境影响方面的显著优势。未来，随着技术的不断进步和创新，燃气管道改造将迎来更加高效和环保的解决方案，为城市能源管理的可持续发展提供强有力的支持。

参考文献：

- [1] 张伟 . 城市燃气管道系统的智能化改造研究 [J]. 能源工程 ,2021,43(2):45-52.
- [2] 李明 . 高性能材料在燃气管道中的应用现状与发展 [J]. 材料科学 ,2022,40(6):78-85.
- [3] 王静 . 老旧管道改造技术的效果分析及实践案例 [J]. 建筑科学 ,2020,38(5):101-108.
- [4] 赵强 . 智能监控系统在城市燃气管理中的应用 [J]. 系统工程 ,2023,45(3):60-67.
- [5] 刘洋 . 聚乙烯管道的性能与应用研究 [J]. 化工设备 ,2021,37(4):123-130.
- [6] 马建平 . 谈燃气老旧管道改造工程施工过程中存在的安全问题及对策 [J]. 四川水泥 ,2017(6):1.
- [7] 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(6):82-83.
- [8] 刘德萍 . 市政工程建设中燃气管道的创新技术分析 [J]. 探索科学 ,2020(10):7-8.

作者简介：

周立波（1987.08-）男，汉族，陕西汉中人，西安建筑科技大学，本科，中共党员，中级市政工程师，研究方向：市政工程。