

关于老旧小区燃气管网更新改造中的设计问题探讨

潘 煜（国昇设计有限责任公司湖北分公司，湖北 武汉 430000）

摘要：老旧小区燃气管网更新改造是提升居住环境安全性和生活质量的重要工程项目。设计阶段面临的关键问题包括确定合理的用气量、选择恰当的管网布局和管道材料、更新老旧阀门和调压设施，以及考虑节能和环保措施等。每个问题的解决都需要基于详细的数据分析和科学的计算方法，以确保改造后的管网系统既安全可靠，又能满足现代生活的需求。改造过程中还应注意与社区居民的沟通和协调，确保改造方案的接受度和可操作性。

关键词：老旧小区；燃气管网；更新改造

0 引言

随着城市化进程的加速，老旧小区面临着设施老化、性能下降等问题，尤其是燃气管网，这些问题的存在严重威胁到居民的生活质量和安全。因此，对老旧小区进行燃气管网更新改造显得尤为重要，本文讨论改造设计中需要考虑的关键设计问题和研究方法，为后续的设计分析和技术选择奠定基础。

1 老旧小区燃气管网更新改造的范围与标准

根据《城市燃气管道等老化更新改造实施方案（2022-2025年）》，湖北省需在2025年底前完成城市燃气管道等老化更新改造任务。这包括对老旧、存在安全隐患的燃气管网进行更换或升级，以确保居民的生命财产安全。

应采用科学有效风险评估方式来决策管道的运行，特别是对于低压钢质燃气管道，需要进行安全状况分析，区分影响管道安全的主要因素和次要因素。考虑到老城区燃气管网的智能化改造，可以整合IT技术、远传系统、监控系统、计量系统等，实现更标准、智能、清晰的运行管理方式。

《燃气工程项目规范》GB55009根据GB55009-2021第6.1.7条的规定，当家庭用户管道或液化石油气钢瓶调压器与燃具采用软管连接时，应采用专用燃具连接软管。软管的使用年限不应低于燃具的判废年限（一般为8年）。这意味着在老旧小区的燃气管网改造过程中，必须选用能够满足至少8年使用寿命要求的不锈钢波纹软管来替换原有的橡胶软管。此外，《燃气用具连接用不锈钢波纹软管》GB/T41317-2022进一步明确了不锈钢波纹软管的具体技术要求。例如，该标准规定了软管两端接头应为螺纹连接形式，并且对于不同类型的连接方式有详细说明，这些规定确保了连接的安全性和可靠性^[1]。

2 老旧小区燃气管网更新改造中的设计问题分析

2.1 用气量确定

在老旧小区燃气管网更新改造项目中，确定合理的用气量需要收集历史用气数据，过去五年的燃气使用记录，这些数据可以通过与当地燃气公司合作获取。通过对这些数据的分析，可以了解小区居民的用气模式，包括高峰期的用气量和日常平均用气量。湖北某小区在过去五年中，冬季高峰期的平均日用气量为5000m³，而夏季的平均日用气量为2000m³。这些数据可以帮助设计人员预测未来的用气需求，并据此设计管网的容量。根据城市规划，该小区未来十年内将新增200户居民，每户预计增加10m³的日用气量，这意味着未来高峰期的用气量可能会增加2000m³。

因此，在设计新的燃气管网时，设计人员需要选择设计一个能够在高峰期处理7000m³日用气量的系统，这样可以确保即使在未来用气量增加的情况下，管网也能稳定运行^[2]。

此外，设计人员还需要考虑管网的布局和材料选择，确保管网能够有效分发燃气，并且材料能够抵御老化和腐蚀。通过这种综合分析和设计，可以确保老旧小区的燃气管网更新改造项目既经济又高效，满足居民的长期用气需求。

2.2 管径确认

在老旧小区燃气管网更新改造设计中，确认合适的管径是一个复杂且关键的步骤。这个过程通常涉及详细的数据分析和计算，以确保管网的性能和安全性。首先，需要收集小区的历史用气量数据。湖北的某老旧小区的日均用气量为1000m³，峰值用气量（通常在冬季）达到1500m³。根据用气量数据计算所需的燃气流量。流量（Q）可以通过公式计算，公式如下：

$$Q=V/t$$

其中 V 是体积 (m^3)， t 是时间 (h)。峰值用气量为 $1500m^3$ ，且峰值持续时间为 4h，那么流量为：

$$Q=1500/4=375m^3/h$$

根据流量和预设的流速（通常在燃气工程中设定为不超过 $20m/s$ 以减少噪音和磨损），可以使用流体力学公式来计算所需的管径。公式 $D=\sqrt{(4Q/\pi v)}$ 可以用来计算管径 D ，其中 Q 是流量， v 是流速， π 是圆周率。假设流速为 $15m/s$ ，那么 $D=\sqrt{(4*375/(\pi*15))} \approx 0.178m$ ，即大约 $178mm$ 。在实际设计中，通常会引入一个安全系数来确保管网的可靠性。如果选择一个 1.2 的安全系数，那么实际设计的管径可能会增加到约 $214mm$ 。在确认管径后，还需要考虑管道的材料（如钢管、PE 管等）及其成本。不同材料的管道具有不同的耐压和耐腐蚀性能，这也会影响最终的选择。如图为改造后的管道图。



图 1 燃气管网改造示意

2.3 燃气阀门改造

一个老旧小区的燃气管网中有 20 个阀门，其中 10 个已经超过 20 年，存在不同程度的老化和腐蚀问题。之后根据新的用气量需求和管网设计，确定阀门的新性能标准。例如，新的设计要求阀门能够在最大流量 $1500m^3/h$ 的条件下稳定工作，并且具有快速关闭功能以应对紧急情况^[3]。根据性能需求，选择合适的阀门类型。对于高流量的燃气系统，通常会选择球阀或蝶阀，因为它们具有较好的流量控制能力和快速的开关特性。

根据计算，每个阀门需要能够处理至少 $150m^3$ 的

流量，因此选择了球阀。根据管径和流量，确定阀门的具体规格。如果管径为 $178mm$ ，那么选择的球阀直径也应为 $178mm$ 。此外，阀门的压力等级应与管网的设计压力相匹配，通常选择不低于 16 巴的压力等级。

在阀门更换或安装后，需要进行严格的测试，包括泄漏测试和性能测试。例如，每个新安装的阀门都需要进行至少 30min 的泄漏测试，确保无任何泄漏。

考虑到老旧小区可能存在管道老化、阀门锈蚀等问题，安装燃气自闭阀的需求尤为迫切。目前市场上常见的燃气自闭阀有无泄漏型、智能型等，其中无泄漏型适用于所有用户，而智能型具有远程监控和自动切断功能，适合对安全性要求较高的用户。假设选择了具有自动关闭和报警功能的智能燃气自闭阀，能够在检测到泄漏时自动切断气源并发送信号到居民家中或物业管理中心。燃气自闭阀应安装在离地面一定高度的地方，通常建议距离地面不超过 $1.5m$ ，以便于居民操作和维护。同时，应安装在容易接触到的地方，如靠近燃气表或燃气管道的立管上。

2.4 调压设施改造

调压设施的改造是确保燃气供应稳定性和安全性的重要环节。调压设施包括调压器、调压箱等，它们的性能直接影响到整个管网系统的稳定运行。首先需要对现有调压设施进行全面检查和评估，在一个有 5 个调压箱的小区中，发现其中一个因长期未维护，内部零件严重老化，导致压力不稳定，时常出现燃气泄漏。

根据更新后的燃气管网设计，确定新的调压设施性能要求，新的调压设施需要能够在最大用气量 $1500m^3/h$ 的条件下，保持压力在 2 巴至 4 巴之间。考虑到老旧小区的空间限制，可能需要选择体积较小的设备或集成式调压站。假设选择了体积较小的垂直式调压器。合理规划调压设施的布局，确保每个分区都能得到稳定的气压供应，将新的调压站安装在小区的中心位置，以便于向四周的分区均匀供气。

改造后的调压设施需要具备必要的安全防护功能，如过压切断、泄漏报警等。例如，新的调压站配备了压力传感器和远程监控系统，一旦检测到压力超出安全范围或发生泄漏，系统会自动切断燃气供应并发送报警信号。在调压设施更换或安装后，进行严格的安装调试工作。

2.5 安全设施改造

根据《A 老旧小区燃气管网安全风险管理研究》，

通过建立住宅小区燃气失效事故树，并结合贝叶斯网络模型，可以有效地识别和评估室外及室内的关键风险因素。例如，对于室外燃气管网，主要的风险因素包括第三方损害、腐蚀、设计和施工因素、材料设备因素以及自然因素。

室内则主要涉及第三方损害、腐蚀、设计和施工因素、材料设备因素以及违规操作。这些因素的存在可能导致燃气泄漏或爆炸等严重后果，因此在改造过程中必须予以重点关注和解决。在具体的设计和施工阶段，应采用先进的技术和材料来提高燃气管网的安全性。

例如，使用耐腐蚀的新型管材替换旧有的铸铁管道，这不仅可以延长管道的使用寿命，还可以减少因腐蚀引起的事故风险。此外，加强管道的监测和维护也是确保安全的关键措施。如《城市地下燃气管线运行安全评价系统的设计与实现》所述，通过建立基于J2EE的城市地下燃气管线运行安全评价系统，可以实时监控燃气管网的状态，及时发现并处理潜在的安全问题^[4]。

除此之外还需要安装可燃气体报警装置，可燃气体报警器由传感器、控制器与报警装置三部分构成。传感器通过探测环境空气中的可燃气体浓度来检测燃气泄漏的情况。在生产、储存或使用可燃气体的易燃易爆场所，应按规定安装可燃气体检测报警器，并将报警信号发送至现场报警器和有人员值守的控制室或现场操作室的指示报警设备，并且进行声光报警。可燃气体探测器应接入可燃气体报警控制器，不应直接接入火灾报警控制器的探测器回路。餐饮场所的液化石油气储瓶间和瓶组间应安装防爆型探测器和紧急切断阀。报警控制器应选用符合《可燃气体报警控制器》(GB16808—2008)的产品。

当接收到控制信号时，紧急切断阀能自动切断燃气气源，并能手动复位。使用燃气的暗厨房应在使用燃气时启动排气装置。可燃气体探测器常用于化工、石化、钢铁等危险区域的易燃易爆气体泄漏检测。其布置应避免将探测器安装在空气流动过大的地方。根据《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006)，依据检测气体的密度及风向确定探测器的安装位置。老旧小区内的小型幼儿园的儿童用房等场所以及商业服务网点等非居住场所内推荐使用独立式感烟探测报警器。

2.6 立管与引入管

在老旧小区燃气管网更新改造中，立管与引入管

的改造是确保居民安全和提升供气效率的关键环节。根据现有的研究和实践，我们可以从以下几个方面进行分析。立管的改造主要关注于解决锈蚀、漏气等问题。

随着使用时间的增长，立管的锈蚀问题日益严重，这不仅影响了燃气的正常供应，还存在安全隐患。为了有效解决这一问题，可以考虑采用户内挂表的方式进行改造。引入管的设计则需要考虑到老旧小区的具体情况。例如，在苏州市红旗新村的整改过程中，就遇到了燃气引入管设计的困难。这提示我们在设计引入管时，需要充分考虑小区的具体布局和建筑特点，以及可能存在的空间限制等因素。

此外，引入管的设计还应考虑到与现有管网的兼容性，确保新旧系统的顺利过渡。在施工技术方面，PE管因其接口安全性高、耐腐蚀性强等优点，已成为老旧小区地下燃气管改造的首选材质。PE管的整体改造技术、异径穿插技术等都是有效的施工方法。这些技术的应用可以大大提高施工效率，同时保证工程质量。此外，非开挖更新改造技术也是值得考虑的一种方法。这种技术可以在不破坏地面的情况下完成管道的更换或修复，对于老旧小区来说，这种方法具有明显的优势，因为它可以最大限度地减少对居民生活的影响。

3 结语

老旧小区燃气管网更新改造是一项关乎居民生活安全和城市可持续发展的重要工程。通过深入分析和探讨，不断优化设计方案，可以实现老旧小区燃气管网的更新换代，为居民提供更加安全、高效、舒适的燃气供应服务，进而推动城市的绿色发展和社会的和谐进步。

参考文献：

- [1] 梁冬.上海市老旧小区燃气管网改造实例 [J].上海煤气,2023,(04):13-15+34.
- [2] 杨朔.Y市老旧小区燃气管网优化研究 [D].兰州:兰州交通大学,2023.
- [3] 高国清,陆萍萍.加快城市管网更新改造筑牢城市燃气安全底线 [A]2022年第五届燃气安全交流研讨会论文集(下册) [C].中国城市燃气协会安全管理委员会,中国城市燃气协会,2023:3.
- [4] 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.