

城市燃气管道泄漏问题及其采取措施

王菲菲（陕西省燃气设计院有限公司，陕西 西安 710043）

摘要：伴随着我国基础设施的不断完善，城市燃气管道满足了人们的日常所需，为人们提供了必要的支持和保障。由于燃气是一种毒性较大的气体，若城市发生燃气管道泄漏，将会给人们的生命安全、财产安全、城市环境带来较大威胁。因此，开展对城市燃气管道泄漏问题的研究以及提出针对性的建议具有重要意义。本文从材料质量问题、施工问题、检测问题、维修问题入手，提出了提高材料质量、加强施工安全、实施创新检测方法和维修方法的对策，旨在控制和解决城市燃气管道出现的泄漏问题，保障燃气管网安全运行的同时保护好城市居民的生命安全。

关键词：燃气管道；泄漏问题；检测技术；维护技术

中图分类号：TU996.7 文献标识码：A 文章编号：1674-5167 (2025) 018-0091-03

Urban gas pipeline leakage problem and its measures

Wang Feifei (Shaanxi Gas Design Institute Co., Ltd., Xi'an Shaanxi 710043, China)

Abstract: With the continuous improvement of infrastructure in our country, urban gas pipelines meet People's Daily needs and provide essential support and assurance for people. Because gas is a kind of toxic gas, if the gas pipeline leaks in the city, it will bring a great threat to people's life safety, property safety and urban environment. Therefore, it is of great significance to carry out research on urban gas pipeline leakage and put forward specific suggestions. Starting with material quality problems, construction problems, detection problems and maintenance problems, this paper puts forward countermeasures to improve material quality, strengthen construction safety, implement innovative detection methods and maintenance methods, aiming to control and solve the leakage problem of urban gas pipelines, ensure the safe operation of gas pipe network and protect the life safety of urban residents.

Key words: gas pipeline; Leakage problem; Detection technology; Maintenance technique

1 城市燃气管道泄漏现状

近几年，居民用户、商业用户、大型工业用户燃气管道泄漏问题逐渐暴露，发生事故的风险不断加剧。就2024年3月廊坊三河市燕郊镇发生爆燃事故造成的7人死亡，27人受伤事件来看，其事故原因主要是输送中的管道泄漏导致，造成建筑基本坍塌，仅剩部分残破的框架。这一事故的发生引起了媒体、居民用户以及商业用户、政府行政部门等注意，并敲响了防范的警钟^[1]。

从燃气管道泄漏导致事故发生的比重来看，用户端（包括居民和工商）事故数量比重最大。在与居民的访谈了解到，大部分的居民用户在大范围使用燃气之前并没有进行专门的培训以及了解正确的用气操作方法、燃气使用过程中需要注意的各项安全事项，如定期更换管道设备、连接灶具的软管，定期检查燃气管道是否发生损坏等，从而导致燃气管道泄漏引起的事故频发，严重危及居民用户的生命安全。同时部分工商业用户虽然已经针对安全用气问题制定了严格的监管方案和排查方案，但是从对工商业用户的排检来看，工商业用户在管道实施方面存在的安全隐患问题比较严重，如：管道材料质量较差、施工安装不当等。因此，目前城市燃气管道泄漏问题仍需引起重视，只

有找出泄漏原因，实施应急方案和采用先进的管道泄漏检测方法等，以将风险防患于未然。

2 城市燃气管道泄漏原因

天然气用户发生燃气泄漏事故的原因主要集中在材料问题（如软管老化破损、脱落、鼠咬）以及用户私自接改燃气管道、维修和检测不足等，针对这些问题本文进行了详细的分析。

2.1 材料质量问题：腐蚀、破裂

材料质量问题作为燃气管道泄漏中最凸显的问题，管道长时间处于潮湿的环境之中或者受到化学物质侵蚀很容易出现腐蚀，管道壁随之变薄，管道泄漏或者管道破裂的发生概率将会明显提升。同时，管道受到外部力量的冲击以及超负荷运行也会出现破裂的情况，一旦施工中使用了不符合标准要求的管道材料，将会加重管道破裂的风险^[2]。针对这一问题，需要结合材料质量问题，提出预防城市燃气管道泄漏问题的有效对策。

2.2 施工安装问题：连接不牢固、泄漏和破损

燃气管道在安装过程中其工艺流程为：管道的布置、连接、焊接、测试等。受施工人员行为影响，部分施工人员在施工时并没有对管道连接质量引起重视，使得其连接处出现了严重的泄漏问题。针对这一

问题，选择合适的连接方式和连接技术，提升连接的质量尤为重要。同时，燃气管道施工过程中还出现了管道焊接工艺不当，如：焊接温度、焊接时间、焊接材料等不符合标准的现象，使得焊缝问题明显，进而引发燃气管道漏气。

2.3 检修质量问题：检修手段和检修方法应用不足

城市燃气管道出现泄漏问题的根源还主要在于检修手段或者排查方法过于陈旧。例如：城市燃气管道并未进行一年或者半年的检修，导致一些重要管道部位出现了严重的腐蚀和损坏现象，增加了管道的漏气和破裂风险；排查过程“形式化严重”排查不彻底，留下较大安全隐患等。

由此可见，城市燃气管道泄漏问题需引起高度重视，从多个环节、多个方面、多个主体管控下提出解决城市燃气管道泄漏问题的优化对策。

3 城市燃气管道泄漏对策和技术方法

3.1 从加强材料质量入手，提高材料质量

燃气管道材料质量关乎燃气是否会出现泄漏或者破损，并且这一问题得到了学者向鹏成等人的证实，他们通过建立物理—事理—人理—环境分析框架，全识别出了管道泄漏事故的主要原因。其中关键要素主要是“物的因素”，管道质量差、管道规格不达标、焊接质量不合格、密封圈破裂、管道腐蚀等有关^[3]。因此，加强对燃气管道材料质量控制尤为重要。首先，在选材方面，燃气管道施工之前就要做好检测和优选的准备，确保选择符合标准要求的高质量管道材料，检验其管道的耐压性和抗腐蚀性，使得管道不易发生腐蚀或者破裂的可能性，选择密封性较好的密封圈等。其次，材料使用阶段，可使用无损检测技术开展全方位的检测，及时发现可能会出现腐蚀或者磨损的材料。同时，在投入使用阶段，还可以使用管道监测系统和监测设备，对管道的压力、管道的温度等参数进行监控，以及时发现这些参数的异常，采取相应的防范措施。最后，制定应急预案。对于材料质量问题所引起的燃气管道泄漏问题，还可做好停止供气、快速替换受损软管等措施，以将损失降至最低。例如：居民用户应及时更换家用连接橡胶软管，即使用燃气专用不锈钢金属波纹管。该软管采用不锈钢材质，外表包覆PVC防护层，具有阻燃、抗腐蚀、耐高温、耐鼠咬等优势。

3.2 从施工环节进行干预，降低用户户内泄漏隐患

施工环节使用创新的施工方法和施工技术，可保障燃气管道的质量，防止管道出现不同程度的泄漏风险。自动化焊接技术是将机械设备与控制系统实现焊接操作的技术，首先，工作人员对燃气管道进行清洁，

以确保焊接区域无杂质和污染，保证焊接质量。其次，根据焊接工艺规范和管道要求，设定自动化焊接系统的焊接程序，即确定焊接速度、电流、电压等参数，以确保焊接接头的牢固性和密封性。最后，启动自动化焊接系统进行焊接操作，系统将根据设定的程序自动进行焊接，保证焊缝的一致性和质量，减少人为操作的干预。在焊接过程中，通过系统监控焊接质量和参数，可帮助焊接人员及时发现问题并进行解决，确保焊接质量符合要求，减少焊接质量不高的问题。

对于密封性较差的问题，燃气管道在施工过程中应选择具有耐高温、耐压性强的新型密封材料，如：聚四氟乙烯密封材料、氟橡胶密封材料、金属复合密封材料、硅胶密封材料等^[4]。同时，为保障燃气管道接口的密封性，施工中还可以使用预热和热处理技术，以减少焊接应力和裂纹的出现，并在管道接口处使用高质量的密封垫片和紧固件。这些措施的应用均可保障燃气管道密封性能达到设计要求，防止燃气管道泄漏风险的发生。

3.3 从应用多种检测方法作为重点，及时检测泄漏问题

3.3.1 打孔检测法

专业检测人员在进行定期巡检过程中，通过使用打孔检测法，以了解到空气中的天然气含量，从而判断地下燃气管道是否出现了泄漏，找出具体问题。该方法的流程为：巡查管道上方路面每隔2m位置进行打孔，针对每个钻孔在进行吸真空处理之后，可检测其甲烷的浓度。如果某个打孔点位置出现了甲烷浓度升高的情况，则可以精准定位泄漏点的范围或者具体区域。工作人员再对这些具体的区域和打孔点进行开挖，确定其是否出现了泄露问题。

3.3.2 激光检测车

激光检测车的优势为“快速定位、高效性、非接触式检测、精度高”，这是一种大规模燃气泄漏普查的方式。我国已经研发出了关于激光检测车的相关成果，即ABB和Picarro公司研发出了高精度的激光检测技术、实时检测系统和远程遥控功能、数据分析和报告生成、环保技术等，这些成果可有效提高燃气管道系统的安全性和可靠性。这一检测方法与传统检测仪进行对比，其功能更加强大，如表1所示：

表1 激光检测车与传统检测仪对比

项目	灵敏度	检测距离	检测到的泄漏数目对比
激光检测车	高	100—200m	是传统检测仪的2-3倍
传统检测仪	一般	有限	-

由此可见,该激光检测车与传统检测仪进行对比,前者精度较高,激光检测车的灵敏度相对传统检测仪,其灵敏度提高了1000倍。检测人员可以60km/h的速度在广阔区域内实时检测天然气泄漏,通过观察移动终端显示的监测结果,作出预期判断。激光检测车还能够检测出距离泄漏源100m—200m范围内可能会出现的燃气泄漏,检测到的泄露数目是传统检测仪的2-3倍。

3.3.3 示踪剂法

从学者的研究成果上看,他们认为管道内如果注入气体示踪剂,能够准确地定位到管道泄漏点。其中要注意的是,注入的气体示踪剂比重较轻、粘度小。目前,气体示踪剂包含的种类较多,如:氢气、氦气等,这一方法是对打孔检测法的补充,检测人员通过在定位好的管道内或者设备系统中注入示踪剂,用来追踪泄漏点的位置。示踪剂可在泄漏点释放后通过其特定的性质(比如气味、颜色、化学性质等)被检测到或识别出来,从而帮助确定泄漏位置。这一方法一般用于停气检测泄漏点,帮助检测人员及早地发现问题并采取相应的解决措施。

3.3.4 监控系统的运用

新技术的加持为城市燃气管道泄漏问题提供了新的思路。检测过程中工作人员可使用自动化监控系统,实现对泄漏问题的自动报警。自动化监控系统主要由下位机数据采集控制系统和上位机数据处理服务系统构成,系统中应用了压力传感器系统和流量传感器系统。由于燃气管网在运行过程中会产生大量的数据,这些数据在进行处理整合之后,可传输到上位机之中,并对其进行分类处理,使得工作人员可灵活运用这些数据。上位机数据处理服务系统中的应用服务器或者数据服务器能够对异常的数据进行监测,并通过GPRS报警信息作出相应的指示,工作人员可通过短信的方式了解系统的异常。因此,这一技术的运用实现了智能预警,可帮助工作人员了解流量情况、浓度情况以及压力值,帮助工作人员了解燃气管道的运行现状。

3.4 从管理和预防措施上下足功夫,提升整改的及时性

居民、商用、工业等用户出现燃气泄漏主要与安全防范知识掌握不足、意识薄弱、管理力度不足等有关。针对这些问题,居民、商业、工业等用户应切实提升燃气管道泄漏预防的能力。其一,居民用户应使用智能燃气表,一旦出现燃气泄漏,则可进行远程切断供气;要求居民用户安装燃气报警器、自闭阀,帮助居民尽早做出防范措施,早期控制燃气泄漏问题。

工商业用户也需尽早安装燃气报警器、电磁阀、轴流风机等设备;安装报警监控系统,随时监控燃气管道系统的运行状态。通过使用这些智能化的设备和系统,以消除安全隐患。

其二,做好对居民用户燃气使用的管理工作,加大燃气使用安全性的宣传力度,避免用户出现私接、私改燃气设施的情况^[5]。而对于多次提醒仍出现私接或者私改燃气设施的人员,可与公安部门取得联系,加大对这一行为的处罚;增加对用户燃气泄漏隐患的检查频次,即从之前对居民进行2年一次的入户检查调整为1年一次的入户检查。

其三,工商业用户在检查时应重点对管道、接头、阀门、连接件、支架等所有关键部件的检查。例如:组建专业的检查队伍检查管道是否存在腐蚀、磨损、裂纹或其他损坏情况;检查管道连接处、阀门、支架等关键部件是否牢固、漏气情况;燃气压力和流量是否正常,是否存在其他异常等情况进行检查,如果发现可能存在这些问题,工商业管理人员可根据检查结果制定并执行必要的解决方案,修复或更换受损部件,必要情况下,需向当地相关部门提交检查报告,以确保符合相关法律法规和标准要求。

4 结束语

在城市燃气管道泄漏问题的处理中,施工人员、维护人员和检测人员的高度重视和及时响应至关重要,通过及时采取相应的措施防患于未然,降低城市燃气管道泄漏问题的发生。

本文通过分析城市燃气管道泄漏问题的解决对策,提出了多种检测和维修的方法、施工工艺优化以及质量控制,旨在确保城市燃气管道系统的安全运行,为城市居民提供安全可靠的燃气供应保障。

参考文献:

- [1] 向鹏成,张子薇,李卉,等.城市地下燃气管道泄漏事故致因素系统分析[J].中国安全科学学报,2023,33(12):140-147.
- [2] 丛深,张庆荣,赵冰,等.某高压燃气管道弯管腐蚀泄漏原因分析[J].石油管材与仪器,2023,9(06):65-70.
- [3] 果洪宇.几起燃气泄漏事故引发安全应急管理的思考[J].广东化工,2023,50(20):57-58+79.
- [4] 王瑞.燃气管道泄漏原因及扩散影响因素分析[J].化工设计通讯,2023,49(09):164-166.
- [5] 闫松,乔佳,马旭卿.城市燃气埋地管道泄漏点监/检测技术概况[C]//中国城市燃气协会标准工作委员会.2023年中国城市燃气协会标准工作委员会年会暨燃气安全运营和智慧建设研讨会论文集.北京市燃气集团研究院; 2023:6.