

# 市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的应用与发展

过海

泰山燃气集团有限公司 山东 泰安 271000

**摘要:** 随着城市化进程的加快,燃气作为清洁、高效的能源,在市政工程中得到了广泛应用。然而,燃气泄漏问题不仅影响能源供应的稳定性,更对城市居民的生命财产安全构成严重威胁。因此,研究市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的应用与发展,对于保障城市燃气安全具有重要意义。本文综述了当前燃气泄漏检测技术的种类、应用现状及发展趋势,旨在为市政燃气工程的安全管理提供参考。

**关键词:** 市政燃气工程;燃气泄漏检测技术;应用现状;发展趋势

## 引言

燃气管道作为城市基础设施的重要组成部分,其安全性直接关系到城市的正常运行和居民的生活质量。近年来,由于管道老化、第三方施工破坏、自然灾害等因素导致的燃气泄漏事故频发,给社会造成了巨大的经济损失和人员伤亡。因此,加强燃气泄漏检测技术的应用与发展,提高燃气管道的安全管理水平,已成为当务之急。

### 1 市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的种类

#### 1.1 直接检测技术

##### 1.1.1 加臭法

加臭法是一种传统而直观的燃气泄漏检测方法。在燃气中添加具有刺激性气味的气体(如硫醇、四氢噻吩等),使得燃气在泄漏时能够散发出明显的异味。这样,当燃气泄漏时,人们可以通过嗅觉感知到异味,从而及时发现泄漏点。加臭法的实施相对简单,不需要复杂的设备,成本也较低。然而,其效果受主观因素影响较大。不同人对气味的敏感程度不同,有些人可能无法察觉到轻微的异味,从而导致泄漏点被忽视。此外,在燃气浓度较低或环境通风良好的情况下,异味可能不明显,难以准确判断泄漏位置。因此,加臭法通常作为其他检测技术的辅助手段。

##### 1.1.2 可燃性气体检测法

可燃性气体检测法是一种利用可燃性气体检测仪来检测燃气泄漏的方法。检测仪通过敏感元件对空气中可燃性气体的浓度进行实时监测,当浓度超过设定阈值时,仪器会发出警报,提示存在泄漏。可燃性气体检测仪通常具有便携式设计,方便操作人员携带和使用。在检测过程中,操作人员需要沿燃气管道进行排查,将检测仪靠近可能泄漏的位置,观察仪器显示的燃气浓度值。如果浓度异常升高,即可判断存在泄漏。可燃性气体检测法的优点在于能够定量地检测燃气浓度,为泄漏

点的定位和修复提供有力依据。然而,其检测效率较低,需要人工操作检测仪沿管道进行排查,耗时耗力。同时,检测仪的灵敏度和准确性也可能受到环境因素(如温度、湿度、风速等)的影响。因此,在实际应用中需要综合考虑其适用性和局限性。

##### 1.1.3 红外激光检测法

红外激光检测法是一种先进的燃气泄漏检测技术。它利用红外激光仪器对燃气管道接口及附近地区进行扫描检测,通过光谱分析来判断周围空气中甲烷等可燃性气体的含量。红外激光检测法的工作原理是基于甲烷等可燃性气体对特定波长的红外光具有吸收特性。当红外激光仪器发射出的红外光照射到泄漏的燃气上时,燃气会吸收部分红外光,导致光谱发生变化。仪器通过检测这种光谱变化,可以判断周围空气中甲烷的含量,从而判断是否存在泄漏。红外激光检测法具有检测精度高、响应速度快、受环境干扰小等优点。它可以实现对燃气管道的远距离、非接触式检测,大大提高了检测效率和安全性<sup>[1]</sup>。然而,这种方法所需的设备成本较高,且对操作人员的专业技能要求较高。操作人员需要接受专业的培训,熟悉仪器的操作方法和注意事项。

#### 1.2 间接检测技术

##### 1.2.1 压力法

压力法是一种通过观察燃气管道压力变化来判断泄漏的方法。在实际操作中,首先需要关闭燃气管道两端的阀门,将被检测管道段隔离出来。然后,向被检测管道内加压至一定压力值,并保持一段时间。通过观察压力值的变化情况,可以判断是否存在泄漏。在加压过程中,如果压力值保持稳定或变化范围在允许范围内,说明管道密封良好,不存在泄漏。如果压力值逐渐下降,且下降速度超过正常范围,则可以判断存在泄漏。压力法的优点在于操作简便、成本低廉,且不需要复杂的设

备。然而，它也存在一些局限性。首先，压力法需要对管道进行停气处理，这会严重影响居民的正常用气。其次，在泄漏量较小或泄漏点位置隐蔽的情况下，压力变化可能不明显，难以准确判断泄漏情况。

### 1.2.2 流量法

流量法是一种通过对比被检测管道进出口的流量差来判断泄漏的方法。在实际操作中，需要分别测量被检测管道进口和出口的燃气流量，并计算两者的差值。流量测量可以通过流量计等设备进行。在测量过程中，需要确保流量计的准确性和可靠性。如果差值在允许范围内，说明管道流量正常，不存在泄漏。如果差值超过正常范围，则可以判断存在泄漏。流量法的优点在于操作简便、易于实现自动化监测。它可以实时监测燃气管道的流量变化，为泄漏点的定位和修复提供及时准确的信息<sup>[2]</sup>。然而，流量法也存在一些缺点。首先，它难以精确判断泄漏位置，只能确定泄漏发生在管道的某一段内。其次，在流量波动较大或管道存在其他异常情况时（如管道堵塞、压力波动等），流量差可能受到干扰，导致误判。

### 1.2.3 相关法

相关法是一种先进的间接检测技术，它通过在被检测管道的两端分别设置传感器来检测管道内燃气流动的声音信号。当燃气在管道内流动时，会产生一定的声音信号。如果管道存在泄漏点，声音信号在泄漏点处会发生反射和散射，导致两端传感器接收到的信号存在时间差或相位差。通过分析两端传感器接收到的声音信号的时间差或相位差，可以判断泄漏点的位置。相关法的优点在于定位准确、受环境干扰小。它可以实现对燃气管道的远距离、非接触式检测，大大提高了检测效率和安全性。然而，相关法所需的设备成本较高，且对操作人员的专业技能要求较高。操作人员需要熟悉声音信号的处理和分析方法，能够准确判断时间差或相位差与泄漏点位置的关系。同时，在管道内燃气流动速度较快或泄漏点位置较隐蔽的情况下，声音信号的检测和分析可能受到干扰，导致定位准确性下降。

## 2 市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的应用及发展现状

### 2.1 国内应用现状

近年来，随着我国城市化进程的加速，城市生命线安全工程建设日益受到重视，特别是在燃气管道安全保障领域，智能监测技术的应用需求愈发迫切。国内多家企业和技术团队在此领域进行了积极探索和实践。同创双子作为其中的佼佼者，构建了“AI智能感知管道风险

实时监测与预警可视化平台”。该平台深度融合了物联网技术、大数据采集与分析技术，以及AI智能算法，实现了对燃气管道的全方位、实时监测。通过物联网技术，平台能够实时收集管道运行数据；利用大数据算法，对这些数据进行深度挖掘和分析；最后，通过AI智能算法，对潜在风险进行预测和预警，为燃气管道的安全运行提供了有力保障。此外，百世通（浙江）安全科技有限公司在杭州市富阳区开展的“城市燃气管网风险监测预警及应急处置试验项目”也取得了显著成果。该项目采用了分布式光纤传感器技术，实现了对燃气管道的远程、实时监测。分布式光纤传感器能够沿管道铺设，对管道周围的温度、压力等参数进行实时监测，一旦发现异常，立即触发预警机制，为应急处置赢得了宝贵时间。

### 2.2 国外应用现状

相较于国内，国外在燃气泄漏检测技术的研究与应用方面起步较早，技术相对成熟。一些国外公司研制了空中检测燃气泄漏的技术，将高精度检测仪器安装在直升飞机上，通过高速飞行对地面燃气管道进行全面、快速的泄漏检查。这种技术不仅检测精度高，而且覆盖范围广，大大提高了燃气泄漏的检测效率。同时，内检测技术也在国外得到了广泛应用。内检测技术通过清管器搭载多种传感器，如超声波传感器、红外传感器等，实现了对管道内部情况的实时探查与检测。这种技术能够准确识别管道内部的腐蚀、裂纹等缺陷，为管道的维修和更换提供了科学依据。

## 3 市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的发展趋势

### 3.1 智能化与自动化

在电子技术、计算机技术和互联网技术的推动下，燃气泄漏检测技术正朝着智能化和自动化的方向发展。具体来说，智能化燃气检测设备内置了先进的传感器和智能算法，能够实时采集燃气浓度、压力、温度等关键数据，并对这些数据进行快速、准确的分析。一旦发现异常数据，设备会立即触发报警机制，及时通知相关人员进行处理。同时，这些设备还可以与云平台连接，实现远程监控和数据共享。燃气公司可以通过手机、电脑等终端设备随时随地查看燃气管道的运行状态，及时发现并处理潜在的安全隐患。自动化技术的应用也使得燃气检测过程更加高效便捷<sup>[3]</sup>。例如，一些先进的燃气检测系统已经实现了自动巡检功能。系统可以按照预设的巡检路线和时间表，自动对燃气管道进行巡检，无需人工干预。在巡检过程中，系统会实时记录巡检数据，并生成巡检报告，为燃气公司的管理和维护提供有力依据。

此外,智能化燃气检测设备还具备自我学习和自我诊断的能力。设备可以根据历史数据和运行经验,不断优化智能算法,提高检测的准确性和效率。同时,设备还可以对自身的运行状态进行实时监测和诊断,一旦发现故障或异常,会立即进行自我修复或报警,确保设备的正常运行。

### 3.2 多参数检测与溯源

传统的燃气检测技术主要依赖于单一参数的测量,如燃气浓度。然而,这种单一参数的测量方法往往难以全面反映燃气的真实状态。因此,多参数检测与溯源成为燃气泄漏检测技术发展的新方向。多参数检测意味着在燃气检测过程中,同时测量和分析多个与燃气状态相关的参数。除了燃气浓度外,还可以测量压力、温度、气体成分等参数。通过对这些参数的综合分析,可以更全面地了解燃气的状态,提高检测的准确性和可靠性。例如,当燃气浓度异常升高时,结合压力和温度的变化,可以判断是否存在燃气泄漏,并进一步分析泄漏的原因和位置。溯源技术则是对燃气泄漏源头的追踪和分析。通过结合多种检测手段和分析方法,如气体色谱分析、声学检测、红外热成像等,可以对泄漏源头进行精确定位和定性分析。溯源技术的应用有助于找出燃气泄漏的根本原因,为后续的维修和防范提供有力依据。

### 3.3 仪器选型多元化

随着燃气检测技术的快速发展,市场上出现了多种类型的燃气检测仪器。这些仪器各有特点和应用范围,满足了不同场景下的燃气检测需求。例如,智能速度流量计适用于测量燃气管道中的流速和流量,可以实时监测燃气的流动状态,为燃气公司的调度和管理提供数据支持。气体声学流量计则利用声学原理测量燃气流量,具有非接触式、无阻碍测量的优点,适用于对燃气流量进行精确测量。而文丘里管作为一种经典的流量测量装置,适用于测量低流速下的燃气流量,具有结构简单、测量准确的特点<sup>[4]</sup>。此外,还有一些便携式燃气检测仪,如手持式燃气泄漏检测仪、泵吸式燃气检测仪等。这些仪器体积小、操作简便,适用于现场快速检测燃气泄漏情况。多元化的仪器选择为燃气检测提供了更多的灵活性和适应性,可以根据具体的检测需求和场景选择合适的仪器。

### 3.4 标准化与规范化

随着燃气检测技术的广泛应用和发展,标准化和规范化成为必然趋势。通过制定和执行一系列的标准和规范,可以确保燃气检测结果的准确性和可靠性,提高燃气检测技术的整体水平。

具体来说,可以制定燃气检测方法的标准规范,明确检测的原理、步骤、要求等,确保不同检测机构之间的检测结果具有可比性。同时,还可以制定燃气检测设备标准规范,对设备的性能、精度、可靠性等进行规定,确保设备的质量和安全性。此外,标准化和规范化还可以推动燃气检测技术的国际交流与合作。通过制定国际通用的标准和规范,可以促进不同国家和地区之间的技术交流与合作,共同推动燃气检测技术的发展与进步。例如,可以组织国际燃气检测技术研讨会、交流会等活动,加强国际间的合作与交流,推动燃气检测技术的创新与应用。

### 结语

市政燃气工程中燃气泄漏检测技术的应用与发展对于保障城市燃气安全具有重要意义。当前,国内外在燃气泄漏检测技术的研究与应用方面均取得了显著成果,但仍需不断探索和创新。未来,随着智能化、自动化、多参数检测与溯源等技术的不断发展,燃气泄漏检测技术将更加成熟和完善,为城市燃气安全提供更加有力的保障。

### 参考文献

- [1] 闫松,乔佳,马旭卿.城市燃气埋地管道泄漏点监测/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.
- [2] 付国强.城市燃气设施泄漏检测设备应用效果评价[J].内蒙古石油化工,2024,50(08):34-37+124.
- [3] 李响.浅析城市埋地燃气管道泄漏原因和检测技术[J].化工装备技术,2023,44(03):37-40.
- [4] 汤满华,吴亮,闫竣博,等.浅谈提升燃气管网安全的多种燃气泄漏检测措施[C]//中国城市燃气协会安全管理工作委员会.2021第五届燃气安全交流研讨会论文集(下册).大连长兴港华燃气有限公司,2023:3.