

TDLAS 技术在天然气泄漏检测中的应用研究

王广兴

西气东输管道公司苏浙沪输气分公司 江苏 苏州 215000

【摘要】随着全球对高压管道日益增长的需求,必须每天检查和维护,以确保管道输送系统正常运行,避免泄漏造成的社会和经济损失。随着目前管道网络数量的急剧增加,再加上传统的监测方法,无法提供持续监测、缓慢反应、低精度等。传统的检测方法不再符合目前天然气工业的发展需要。为此目的,本文将介绍一种在国外广泛使用的检测技术,具有高灵敏度、高精度、实时—可调激光吸收光谱 TDLAS。

【关键词】TDLAS 技术; 天然气泄漏检测; 应用

1. TDLAS 技术特点

独特优势使它在许多特殊领域具有潜在的重要性。这是近年来最欢迎的研究领域之一。主要应用:获取分子结构信息,研究其动态过程,监测和分析微量气体。可调红外光谱学具有高度灵敏度、实时、动态和多元化同时测量的优势,可以提供独特的技术和研究平台来研究灾难性环境污染的机制和条件以及灾难性污染的危险及其对全球环境的影响。因此,红外激光调制的新方法和环境污染监测研究对国家的可持续发展具有重要的科学和实践意义,并解决环境需要的新监测和分析技术的问题。一是通常情况下,TDLAS 会用一个狭窄的激光频率扫描独立的气体吸收线。为了达到最大的选择性,分析通常是在低压下进行的,因为压力不会扩大吸收线。目前,这种测量方法已成为一种高度敏感和广泛使用的跟踪气体技术。它的主要特征包括,高选择性光谱技术,高分辨率,由于分子光谱指纹的性质,它不受其他气体的影响。与其他方法相比,这种性质具有明显的优势。二是这是一种通用技术,适用于所有在红外线下吸收的活性元素,同样的仪器可以很容易地转换成测量其他部件的仪器,只要改变激光和标准气体。由于这个特性,它可以很容易地转换成一个同时测量多个组件的设备。它有快速速度和高灵敏度的好处。在不失去敏感性的情况下,它的临时分辨率可达到 ms 水平,分子光谱研究、工业过程监测和管理、燃烧过程诊断分析、发动机效率和汽车排气量测量。

2. TDLAS 技术在天然气泄漏检测中的应用

(1) 波长调制 TDLAS 系统目前有两种调制类型,波长调制谱和频率调制谱。在波长调制光谱被广泛使用,因为它的探测精度和效率很高。通过调制波长技术,可以避免背景噪声的影响,增加探测敏感度。波长调制光谱的主要特征是相对较低的调制频率通常从数万赫兹到数千赫兹,但高调制程度接近测量光谱宽度。因此,它可以产生相对较大的信号波,用更大的信号波测量小

的变化,增加检测的稳定性和敏感性。波长调制的光谱技术是 TDLAS 使用的一项重要技术。研究表明,在相同的调制条件下,气体光谱吸收次级谐波信号振幅与浓度成正比。由于大气中甲烷含量低,吸收信号弱,波长通过调制波长技术调制调制,光的强度通过相位放大器解调器调制,以获得吸收信号的初级谐波和次级谐波信号。

(2) 使用次级谐波信号探测广泛用于检测 TDLAS 天然气泄漏。由于分子结构和组成的差异,几乎每个气体分子都对应于相应的光谱吸收波长,而气体显然吸收了波长上的光,而不吸收其他波长上的光。由于天然气的主要成分是甲烷,足以调制足够长的光谱吸收波长来检测天然气泄漏。分子有数万条光谱吸收线,但其中许多不适合选择吸收线作为气体探测。因此,必须根据某些原则选择气体的光谱吸收线选择一个更强的光谱吸收曲线,以提高低浓度检测敏感度;如果气体浓度更高,反之亦然当选择测量气体分子的吸收线时,它必须与其他可能干扰这种吸收线的气体分开。选择的气体吸收谱线必须在可调节半导体激光波长内,从而使实际工作更容易。数据库在许多领域广泛使用,如大气微量、远距离气体探测、激光传输、雷达等。从数据库中查询再加上上述原则甲烷吸收线可能被用作检测天然气泄漏的吸收线。

(3) 可调半导体激光器的吸收光谱由一个或多个吸收线测量,它们相距非常近,很难区分,使用线宽特征和注入电流变化时可调半导体激光器波长。最重要的成分是可调半导体激光、激光、垂直辐射腔表面激光和外部半导体激光,有效地限制了宿主和光子向垂直跃迁平面的方向。激光的单调输出是通过布拉格的激光芯片格栅实现的。将光信号转化为电信号后,通过锁相放大器输出二次谐波信号,数据接口连接计算机,将数据保存在电脑中。由于激光材料和周围空气的折射率不同,激光芯片的表面被用作空腔,而激光芯片的后端是高反射层。现有的激光可以从 760 纳米到 2500nm 不等。

3. 前景展望

TDLAS 技术对发现天然气泄漏至关重要。尽管多年来进行了更多的研究,并在 TDLAS 技术上取得了一些进展但仍有一些问题需要解决:(1) 敏感性检测问题。波长调制技术虽然可以避免背景噪声的影响,但不能避免高频量子激光器噪声的影响,因此很难提高检测灵敏度。(2) 气体交叉干扰的问题。有时,更精确的探测需要同时测量两种或两种以上气体,这需要在检测过程中不干扰它们的结果,以确保多元化气体的测量精度。(3) 测定反应的速度和准确性。CH 在大气中平均浓度约背景浓度相对较低,而化工厂的 CH 在空气中蒸发。当泄漏发生时,浓度会略有上升,而这只是开始时的一小部分。气体浓度会发生微小的变化,使用 TDLAS 测试时,必须确保它的敏感度足够高,可以快速准确地警告,而不是迟缓的反应或错误的报告。虽然 TDLAS 的技术被应用于检测天然气泄漏并取得了一定的经济效益,但随

着传感器、计算机软件、信号处理和其他技术的快速发展,TDLAS 的技术无疑会更先进,应用范围也会更广。

4. 结论

根据特点开发了一种基于开放光波段的监测系统,提高了场地和设备的安全,并精确测量了现场浓度。根据波长调制技术的需要,开发了一个信号发生器。信号发生器产生的正弦信号可以有效调制 DFB 输出波长,信号可以执行输出波长的线性吸收线扫描;此外,信号发生器产生的加倍频率信号可以作为联锁放大器的标准信号信号,以提取气体吸收信号的二次谐振。

【参考文献】

- [1]王瑞锋.可调谐二极管激光吸收光谱二次谐波检测方法的研究.光学技术,2019,10:31.34
- [2]董文清.可调谐二极管激光吸收光谱技术及其在大气质量监测中的应用.量子电子学报,2019,3:1007—5461.