

激光甲烷遥测仪在天然气泄漏检测中的应用

冯健军 (国家管网集团西气东输公司合肥输气分公司, 安徽 合肥 230000)

摘要: 在当前天然气泄漏检测技术手段中, 激光甲烷遥测仪优势明显, 采用了目前较为先进的激光吸收光谱技术, 保证了检测结果的精确性, 灵敏度高、响应速度快、选择性好。激光甲烷遥测仪适用于多种场合下的天然气泄漏检测工作, 其使用便捷, 非接触测量, 可检测人员无法到达的区域, 并能够准确定位, 快速查找泄漏源, 提高了人员检测的效率。因此, 将其合理运用到天然气泄漏检测工作中, 有助于借助其优势来提升检测水平, 为管道安全平稳运行提供保障。

关键词: 激光甲烷遥测仪; 天然气; 泄漏检测

0 引言

“十三五”时期, 我国累计建成天然气长输管道 4.6 万 km, 全国天然气管道总里程达到约 11 万 km, 到 2025 年全国规划建设天然气管网里程将达到 16.3 万 km, 管道大规模建设投运后对管网安全平稳运行提出了更高的要求, 目前天然气泄漏检测手段主要依靠传统技术的可燃气体检测仪开展检测, 探头需要与天然气直接接触, 易受环境因素影响, 灵敏度不高, 不易发现微量气体的泄漏, 通常需要辅助借用肥皂水检漏的方法才能查找出泄漏点, 检测效率不高。因此需要利用新技术新手段对现有的检测手段加以补充完善, 激光甲烷遥测仪利用激光吸收光谱技术, 不需要近距离接触测试区域或点, 遥测仪不需要与天然气接触, 在远距离随时可以进行实时检测, 使用安全方便、检测效率及灵敏度高, 弥补了传统气体探测器的不足, 可以更好的保障天然气管网安全运行。

1 激光甲烷遥测仪的使用原理

激光甲烷遥测仪是基于可调谐半导体激光吸收光谱技术的一种新型高灵敏度的测量仪器, 可调谐半导体激光吸收光谱 (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) 技术主要是利用可调谐半导体激光器的窄线宽和波长随注入电流改变的特性实现对分子的单个或几个距离很近很难分辨的吸收线进行测量。一般是用单一窄带的激光频率扫描一条独立的气体吸收线。由于半导体激光器的高单色性, 可以利用待测气体分子的一条孤立的吸收谱线进行测量, 避免不同分子光谱交叉干扰, 从而准确辨别出待测气体。

通过查阅甲烷红外吸收光谱可以看出在 3300nm 波长附近甲烷具有最大的吸收强度, 但 3300nm 波长的可调谐半导体激光器机构较为复杂且价格昂贵, 所以一般甲烷遥测仪选用能产生 1653nm 左右波长激光的半导体激光器, 相比较而言其价格低廉、可靠性高。遥测仪发出特定波长 1653nm 左右的激光后, 激光穿过需要气体检测的区域, 到达反射面 (如墙面, 建筑物壁面、土地等) 并被反射回遥测仪接收单元, 若激光穿过的气体检测区

域中存在甲烷, 激光将被甲烷分子吸收, 激光强度的衰减与甲烷气体含量成正比, 甲烷浓度越高, 吸收量越大。遥测仪将检测到激光强度的变化并反馈至控制器, 经过信号单元处理分析, 最终得到检测甲烷气体浓度。由于泄漏的甲烷气体随风飘散、分布不均, 在时间和空间上都是时刻在变化的, 遥测仪距离反射面的距离不确定, 甲烷气体的厚度也不确定, 所以为了能够表示出其浓度值, 行业内基本都是使用单位浓度 ($\text{ppm} \cdot \text{m}$) 来表示, $100\text{ppm} \cdot \text{m}$ 表示 1m 厚度的气团上分布着 100ppm 的甲烷气体, 简单理解就是甲烷气体缩小或扩张到 1m 厚度区域中后的浓度。通过对其原理的分析可知甲烷遥测仪仅仅对甲烷组分气体反应, 具有选择唯一性, 不会受到其他气体组分的干扰影响, 因此可保证检测结果的准确性。

2 甲烷遥测仪激光吸收光谱技术应用优点

2.1 与电化学及催化燃烧式传感器应用的比较

首先遥测仪属于光学探测仪的一种, 不会发生仪器中毒或探头消耗问题, 而电化学及催化燃烧式传感器是借助检测元件直接与被测气体接触, 之后两者产生化学反应发出热或电来实现检测。作为一种消耗型的传感器件, 电化学及催化燃烧式传感器的使用寿命会随着检测气体频率及浓度增加而变短。使用激光遥测仪不需要与气体之间直接接触, 不会产生类似探测器中毒或老化问题, 从而延长了仪器使用寿命。

其次基于化学反应的特性, 电化学及催化燃烧式传感器会与检测气体相同类型的气体产生反应, 这种情况下就会频繁引起探测器误报警。同时, 化学反应又对湿度、温度等环境条件比较敏感, 探测器容易受到环境因素影响而发生检测数值漂移问题, 需要运维人员经常标定, 无形中增加了探测器维护的次数。激光遥测仪则不同, 其确定激光波长后只对相应波长的气体产生反应, 具有高选择性, 而且还不受温度、湿度等环境因素的影响, 所以误报率大大降低, 可靠性提高。

最后, 电化学及催化燃烧式传感器一般只能检测低浓度或高浓度的气体, 且检测时间相对较长, 当检测场

合需要检测浓度范围较广时,就需要搭配安装不同检测浓度的电化学或催化燃烧式传感器。激光遥测仪检测范围较大,高低浓度气体均能检测,检测过程响应时间快,其对于微小的气体泄漏也能很快捕捉,所以其适用性更广、灵敏度更高,在大多数场合都能够满足使用需求。

2.2 与红外传感器应用的比较

红外传感器检测原理是大部分的气体在中红外区都有特征吸收峰,不同种类的碳氢类可燃气体对红外辐射的吸收与红外光谱的波长有关,利用红外线对气体有特定的吸收光谱,通过测量待测气体对红外线的吸收强度就可以实现气体浓度的检测。红外光源发出红外辐射光谱,通过滤光片进行波长选择,红外辐射在通过待测气体后会被气体吸收,相应谱线处就会发生能量衰减,未被吸收的辐射被接收,通过测量红外辐射能量的衰减量大小就能计算出气体的含量。它的优点是:选择性较好,只检测特定波长的气体,可以根据气体定制;采用光学检测方式,被测气体浓度过高时不会发生中毒问题,使用寿命较长;利用物理特性,没有化学反应。但易受雨水、烟雾、灰尘以及其他一些不利的环境因素影响,产生检测数值漂移问题,抗干扰能力相对较差,需要经常维护标定。

激光甲烷遥测仪采用的是 TDLAS 光谱吸收技术,通过分析激光被气体的选择性吸收来获得气体的浓度。虽然这两种类型仪器都是通过目标气体对红外光的吸收来进行检测,但他们主要的不同之处在于,半导体激光光谱宽度远小于气体吸收谱线的展宽,红外传感器通过干涉滤光片过滤热辐射光源气体的光谱分辨率要比可调谐半导体激光分辨率弱很多。因此,激光遥测仪要比红外传感器对气体的辨识度更高,如仅选用 1653nm 左右波长的激光,其只对甲烷气体能做出反应,相比红外传感器选择性更高。相对于红外的气体分析仪,激光不受雨水、烟雾、灰尘的干扰影响,抗干扰能力强,可靠性高,基本不会误报警,从而不需要经常维护,按照建议一般一年自行校准一次即可。

3 激光甲烷遥测仪在天然气泄漏检测中的实际应用

激光甲烷遥测仪在气体检测使用中优势明显,非接触测量,可检测人员无法到达的地方,实现远程检测,并能够准确定位,快速查找泄漏源。同时遥测仪可实时、准确地检测出所查位置的甲烷浓度值,并进行显示、存储,超过报警值时进行声光报警,用以警示检测人员。在天然气管输行业的主要应用包括:

3.1 特殊位置工艺管线检测

传统的气体检测方法是传感器放置在被测气体的环境中,这种测量方式受地理条件所限,只能测量传感器当前位置的气体含量,天然气场站和阀室内一些工艺管线位置比较特殊管线静密封点检测由于人员不易到

达,往往检测比较困难。将激光甲烷遥测仪制作为便携式设备,其检测距离可达 100m 左右,体积小方便人员随身携带,能随时远距开展检测,特别适用于像架空管道、外墙立管、狭小空间管道和地沟管道人员难以接近的位置燃气检测,也适用于危险区域的远程监测,有效保证了人员的安全。

3.2 埋地管线检测

埋地天然气管道发生大量气体泄漏能使人员听到明显气流声,也可能会有泥土飞溅的现象,通过这些现象可以帮助人员判断泄漏点位置,但是如果埋地管道出现微量泄漏,泄漏现象不明显,人员就难以快速锁定泄漏范围。激光甲烷遥测仪检测精度在 ppm 级(百万分之一),可有效检测到泄漏环境中微量至 5ppm·m 甲烷气体,所以借助激光甲烷遥测仪可以快速帮助人员定位确定泄漏点,为抢险争取时间,避免次生事故发生。

3.3 在天然气场站的应用

天然气场站面积较大,工艺区管线及生产设备众多,密封检测点也相应很多,使得场站员工日常巡检检漏工作量较大、速度较慢。而且传统检测仪器测量灵敏度不够高,不易发现微量泄漏,通常要辅助肥皂水的方法才能检出。便携式激光甲烷遥测仪能在远处进行测量,且灵敏度高,使用方便,能够大大提高微量泄漏的检出率,对于面积范围较大的场站、检测点较多的场合,能够极大提高员工工作效率。场站露天工艺区管道出现天然气泄漏往往不能及时发现,将激光甲烷遥测仪安装在可旋转云台上,云台按照人为设定的路径旋转扫描,利用场站周围围墙作为反射面,可实现 24h 不间断实时监测露天环境甲烷浓度,提升了场站的安全检测水平。

4 结语

天然气泄漏后如何能被安全及时有效检测长期以来一直是管道及燃气行业急待解决的问题,采用激光吸收光谱技术的甲烷遥测仪相比传统检测技术手段仪器在天然气泄漏检测使用中优势明显,其灵敏度高、抗干扰能力强、响应快、非接触测量,使用携带方便,能快速定位泄漏点,便携式及云台式激光甲烷遥测仪已在天然气管输行业内进行了推广应用,较好弥补的传统检测技术的不足,为燃气管道安全平稳运行奠定了基础。

参考文献:

- [1] 蒋兴富,文红军,唐华,田烁,李慧婷.移动激光甲烷遥测仪在天然气泄漏检测中的应用[J].石油工程建设,2016,42(06):78-80.
- [2] 郑庆呈,张鹏,魏影.可燃气体检测报警器的原理及其应用[J].计量与测试技术,2014,41(09):20-22.
- [3] 周海坤.基于 TDLAS 的激光甲烷遥测技术[J].煤炭安全,2015,46(07):113-115.