

# 多元化巡检在城市燃气管网运营维护中的应用

臧涛 (天津津燃公用事业股份有限公司, 天津 300041)

**摘要:** 燃气管网作为城镇居民生活、生产必不可少的重要基础设施, 其覆盖范围也随着城市的发展而越来越广并且覆盖的越来越密集。但因部分燃气管网的建设时日已久或是运营维护不到位等影响, 燃气泄漏时有发生, 因此, 积极采用多元化巡检、切实加强燃气管网运营维护极为必要。基于此, 本文结合笔者既往燃气管网运营经验, 就多元化巡检在燃气管网运营中的应用展开探讨, 以飨同仁。

**关键词:** 多元化巡检; 燃气管网; 运营管理

## 1 城市燃气管网运行的特点

①开放性。燃气管网覆盖城市的大街小巷, 可以说只要有生产生活的区域, 就存在燃气管网, 呈现点多、线长、面广的特点, 因此难以像其他设施实现封闭式、围挡式管理; ②隐蔽性。燃气管网一般埋设于地下, 其方向、路线只有建设单位、燃气管理单位熟悉, 具有一定的隐蔽性, 但同时也有一定的弊端, 如有的施工单位在管网附近施工时可能因管网资料不熟悉而造成意外损坏, 从而导致燃气管网被挖坏出现泄漏; ③危险性。燃气自身具有燃爆的危害性, 一旦泄漏不及时处理, 在一定的空间内浓度超限, 则有可能会引发重大安全事故, 并对人们的生命安全和财产造成损失; ④长期性。燃气管网一旦建设运营, 将会在很长时间内使用, 一直持续为生产生活供气, 因此, 务须要加强燃气管网安全检查, 保障燃气管网安全稳定运行。

## 2 城市燃气管网巡检工作现状

燃气管网为生产生活带来诸多便利, 但同时也存在潜在的安全风险, 须燃气工作人员定期做好巡检工作。

①巡检覆盖面更大。燃气管道铺设范围广泛, 巡检范围也随之扩大, 特别是城市郊区或新城的开发建设, 新增燃气管道更多。每新增一段管道, 即意味着需要投入更多的人力、物力开展燃气管网巡检; ②巡检频率更高。燃气管道与地下其他管道交叉多, 泄漏点的位置、泄漏量的大小需要反复多次检测才能确定。加之很多城市老城区的燃气管道建设年限过久, 受氧化、水蚀等外界不良影响的影响, 容易因管道老化、涂层腐蚀而出现破损等缺陷, 因此, 需要增大巡检频率, 及时查找管道泄漏隐患; ③巡检应急处置困难。燃气管道巡检重在预防, 在前期发现细微泄漏时就进行处理是最有效的, 一旦

发生较大面积泄漏, 既会影响周边环境, 也会存在燃爆危险, 且应急处理需要封闭交通, 进行交通管制, 往往会在一定程度上影响到周边居民的生产生活。

## 3 多元化巡检在燃气管网的应用

### 3.1 燃气检漏车

#### 3.1.1 设备组成

燃气巡检车通常是以轿车为载体, 配置相应的检测系统, 可以行进式、驻停式实施检测。该检测系统主要有3个单元构成, 即激光、电子及显示单元。其中, 激光单元组成部件包括二极管激光器、光学仪器等; 电子单元组成部件包括分析仪器、激光单元调节装置、电瓶等; 显示单元组成部件较为简单, 主要是易携带的笔记本电脑、IPAD等。三个单元都放置于车内, 其中, 激光和电子单元可以放置在车辆后备箱, 激光单元通过升降机运行起落, 作业时升起支架到车顶位置, 调节左右、前后、上下的角度, 作业完毕再收起支架; 显示单元可以放置在副驾驶位置, 以便随时监测情况。

#### 3.1.2 工作原理

激光单元工作原理为: 激光发生器发射出波长约  $1.65\mu\text{m}$  左右的激光, 经玻璃透镜 I 校准, 再通过光学分光器, 一部分激光发射到地面物体或燃气管道上, 经过物体表面反射后被抛物柱面镜捕捉, 然后经过滤光器并汇集到光电探测器 I 的位置, 最终生成燃气管道的相关激光信号。另一部分激光在光学分光器的影响下, 被反射到由玻璃透镜 II、密封室和光电探测器 II 组成的参考光学信道。密封室内是由甲烷  $\text{CH}_4$  和氨气  $\text{N}_2$  组成的介质, 两者体积比为 1:3, 激光通过参考光学信道后, 甲烷  $\text{CH}_4$  吸收了含有特定波长的激光, 并形成参考光学信道的信号记录。激光单元工作原理如图 1。

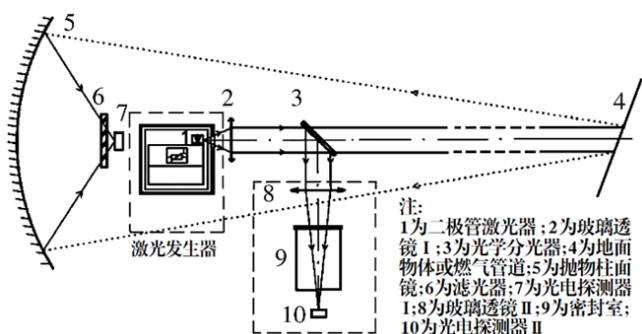


图1 激光单元作业原理

### 3.1.3 实际应用

①制定燃气检漏车管理使用规章制度，合理确定运行班次、工作任务，明确每辆巡检车辆的配备人员、工作时间、巡检管线、巡检公里数等指标。确定指标前，还要根据当地气温气候、交通状况、管网分布、气体种类、气源压力等情况综合分析，如遇到自然灾害较多、居民小区老旧、路面开挖建设等情况，要相应增加巡检频率。有的地区可以结合大数据，进行信息化智能化研判，以合理调整巡检路线，提高巡检效率；②车辆管理使用制度建立后，还要根据燃气检漏车的出厂说明、性能参数等确定行车速度，以有效提高查漏精度。行车速度过快容易造成查漏精度降低，速度过慢又会影响查漏效率。对初步行车速度，可以由燃气检测单位和燃气检漏车生产厂家沟通协商确认。基本参数确认后，再通过实地进行泄漏检测实践，以获得更加合理的行车速度参数，并作为执行参考标准。在燃气管道实地检测过程中，工作人员还要根据检测路段、天气情况进行合理调整，如在人工煤气区域、管道陈旧区域、历史泄漏区域等重点路段，或在雨雪大风、温度过高过低等不良天气条件下，要适当减缓速度，以增加查漏精度；③考虑到不同气体组成，要在燃气使用单位的配合下，对报警点进行多次试验检测，并由燃气使用单位提供相应的检测参数。在对现场报警点检测后，比对各类数据，并综合判断，以尽快确定漏气点；④燃气检漏车需要安装GPS和行车记录仪，有条件的单位工作人员也可以安装拍摄记录仪，以便检测中心统一调度指挥，并实时掌握燃气检漏车的实际运行情况。燃气检漏车检测的各项数据需及时上传至后台数据库，以为管道泄漏检测提供数据参考；⑤燃气检测单位还要联合燃气检漏车生产厂家开展岗前培训，检测人员和驾驶人员需理解和掌握各项操作规程，并持证上岗。在燃气检漏车每日工作前，还要做好技术和安全交底工作，以确保检漏工作安全有序进行。

## 3.2 徒步检测

### 3.2.1 检测设备

对一些特殊地区、路段的管网以及附属设施，在燃气检漏车无法靠近或通过时，需要以人工徒步方式进行检测。徒步检测以小组方式，由2~4人组成，按照管网压力不同，对室外管网的泄露进行测量和精准检测。一般是中压管网按照1次/a的频次，低压管网按照2次/a的频次。与传统人工巡查方式不同的是，徒步检测小组配置激光甲烷遥测检测仪RMLD。RMLD设备使用二极管激光TDLAS吸收技术，可以远距离检测，具有检测覆盖面广、反应灵敏度高、查漏准确率高等优点，并且可以出地立管进行远程检测，改善了以前操作人员需紧靠管道进行检测的弊端，在提高检测质量和效率的同时，也保障了检测人员的人身安全。

### 3.2.2 工作原理

RMLD设备轻便易携带，在30m以内可以一次检测完成，对人和动植物没有伤害，安全可靠性强，通过调频能够迅速检测出附近气体中CO和CO<sub>2</sub>的含量，不用将探头放置到疑似的可燃气体中，可以实现远距离巡检，使以前不能到达的位置可以顺利完成检测。此外，RMLD设备启动后预热时间短，仅需要2~3min，最大检测距离为100m，在启动后设备里的甲烷CH<sub>4</sub>自动开启自检和标定，改变了传统巡检人员仅能用检测仪紧贴管道进行检测的不足，在保证检测质量的同时也显著提高了检测的效率。

## 3.3 无人机巡检

### 3.3.1 设备组成

无人机巡检主要是以无人机为载体，配载激光燃气巡检设备，远程测量甲烷CH<sub>4</sub>气体的综合系统。在检测时，无飞机起飞后，激光燃气巡检设备开始运行，同时发出两条激光束，其中一条为绿色激光束，用于指向标出检测区域，一条为红色激光束，用于在远距离检测甲烷CH<sub>4</sub>气体的浓度。

### 3.3.2 工作原理

甲烷CH<sub>4</sub>分子具有吸收特定波长光的性能，甲烷CH<sub>4</sub>气团的厚度、浓度与对光的吸收量成正比，即气团越厚、浓度越浓，吸收光量就越大。根据这样的原理，当特定波长的光束穿过甲烷CH<sub>4</sub>气团时，可以根据光束被吸收的量，即光束变弱的程度，判断出甲烷CH<sub>4</sub>气团的厚度、浓度。遥测设备对甲烷CH<sub>4</sub>具有唯一的响应性，在遥测检测中，遥测单元发出特定波长的光束穿过已出现泄漏的甲烷

CH<sub>4</sub>气团时,经过反射再返回穿过气团,被探测器捕获。遥测设备通过对捕获的光速进行测量,可以计算出该部位的甲烷CH<sub>4</sub>气团浓度值。考虑到泄漏部位的气流、压力以及周边干扰等情况,甲烷CH<sub>4</sub>气团可能会随风飘散,四处漫溢造成分布不均,加上反射物体与仪器间的距离不确定,且甲烷CH<sub>4</sub>气团厚度也不确定。为准确表达此种情况下的甲烷浓度值,行业普遍采用单位浓度(ppm·m)来表示甲烷CH<sub>4</sub>气团的浓度值,即甲烷浓度(ppm)×标准厚度(1m)。该检测设备工作原理如图2所示。

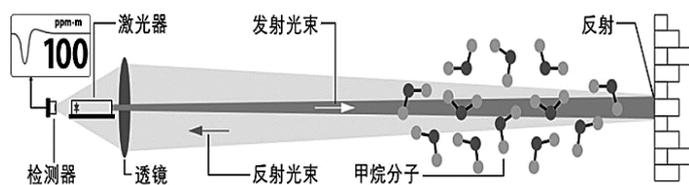


图2 激光甲烷遥测工作原理

### 3.3.3 实际应用

#### 3.3.3.1 实现立体化检测

现阶段城市燃气管网遍布,加上地下管网交错,传统的人工徒步、助力车代步等平面化巡检方式已经应用多年,已不能充分满足巡检的及时性、精准性等要求,而使用无人机巡检后,可以通过空中、地面等立体化方式,扩大巡检的覆盖面、提高巡检的有效性。此外,无人机巡检受制于气候、环境、空间等各项因素较少,基本可以全天候、随时随地巡检,而且巡检速度、效率都比人工方式更好,特别在疑似危险区域,可以有效减少操作人员的风险。

#### 3.3.3.2 不受时间、空间限制

无人机巡检依靠后台人工操作、遥控式飞行、自助式检测,可以根据需要随时起飞、随时检测,对起飞地点、检测地点要求不高,并且飞行速度、检测速度较快,只要保持充足的电能,便可以实现较长时间的作业。

#### 3.3.3.3 快速扫描既定区域

根据GPS导航、后台编程,无人机可以按照预定的路线对城市燃气管网进行巡航式检测,沿着管道方向,实现管道及周边区域的定向、定高飞行扫描。如配上智能化探测设备,还可以同步实现图像录制、区域扫描、检漏分析、漏点研判等,并将有关图像数据直传后台,供工作人员查看并做出提示。

#### 3.3.3.4 提高检测准确率

无人机巡检时,如果发现燃气管道某部位疑似

泄漏,可以使用激光燃气检测设备对泄漏位置进行检测、分析,如果确认,则可以将结果迅速传至后台工作人员,由检测单位安排抢修人员进驻修复。在这个检测——修复的过程中,可以实现精准检测、迅速响应、及时处理等功能。

#### 3.3.3.5 有效降低检测成本

在城市燃气管网的泄露检测中,以25km距离为例,如采用人工徒步巡检的方式,大约需要一天时间才能完成巡检;如采用助力车代步方式,大约需要半天时间完成巡检;如采用燃气检漏车巡检,大约需要2~3个小时完成;如引入无人机巡检,在设定好编程坐标后,大约需要1个小时就能完成。如果考虑往返时间、人工成本、时间成本等,折算设备的损耗,无人机巡检成本约为人工徒步方式的1/3,比燃气检漏车成本略低。

## 4 结语

随着燃气管网的不断建设、发展,其巡检维护任务也变得愈发繁重。而得益于数字信息技术、智能化技术等新兴科技的发展与突破,使得燃气管网的巡检维护模式也迎来了变革,多元化巡检应运而生,以往过于辛劳的人工巡检得以“解放”、“减负”,巡检维护变得更加迅速、更有效率、成效更好。相信随着多元化巡检的愈发广泛普及,燃气管网运管维护势必将更加科学、高效、可靠,从而使得人们的生产、生活更加的安全、可靠、便捷。

### 参考文献:

- [1] 韩惠波,刘晴晴,柳承伟.多元化巡检方式在燃气管网管理中的应用[J].城市燃气,2021(04):35-39.
- [2] 刘松涛.车载激光甲烷泄漏检测系统用于燃气管网巡检[J].煤气与热力,2014,34(9):82-83,87.
- [3] 肖良武.二十一世纪最先进的车载式燃气泄漏巡检系统[C].//2015年中国腐蚀控制技术大会暨油气管道检测技术交流会论文集,2015:30-32.
- [4] 许振裔.分析无人机技术在燃气管网安全运行上的应用[J].科技创新导报,2018,15(22):16-17.
- [5] 王国栋,康熙,姚三刚,伏双智,毕瑞龙.无人机电载激光燃气巡检系统在农村燃气管道应用探究[J].城市燃气,2021(04):26-30.
- [6] 臧涛,虞康.燃气管网的巡维抢闭环管理及巡线检漏抢修分析[J].工程建设与设计,2019(02):73-75.
- [7] 邹明铭.基于“互联网+”的城镇燃气管网巡维管理和智能化改造[J].城市燃气,2020(8):27-32.
- [8] 叶晖.行业级无人机替代人工巡检的可行性分析[J].煤气与热力,2021,41(3):4-7.