

城镇燃气管道泄漏定位技术研究

陈志庆 陈晓艳 (中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

摘要: 随着我国社会经济的不断发展, 对于天然气的需求量越来越高, 因此天然气受到了社会各界的高度关注。天然气在输送过程中具有易燃易爆的特点, 因此管道运输是天然气输送的重要方式。目前我国城镇化的建设速度一直在不断加快, 对于城镇燃气管道的建设规模也在不断扩大。相对于天然气长输管道, 城镇燃气管网位于人口密集地区, 从安全角度进行分析, 城镇燃气管道发生泄漏的危害性要远远高于天然气长输管道。然而城镇燃气管道的布局较为复杂, 分支多, 并且大多数城镇燃气管道会处于复杂多样的环境中, 这些特性的存在会导致城镇燃气管道在进行泄漏检测过程中的困难度逐渐上升。因此加强城镇燃气管道的泄漏检测以及定位技术的研究, 通过分析城镇燃气管道检漏技术的优劣势, 提出合理的解决方法, 能够有效减少城镇燃气在管道输送过程中所出现的安全事故。

关键词: 燃气管道; 泄漏; 定位技术

0 引言

城镇管道是燃气输送的重要环节之一, 城镇燃气管道的建设能够有效帮助人们的日常生产生活, 但是管道在实际运行过程中会受到外界因素以及人体因素的存在, 导致管道的泄漏概率逐渐上升, 泄漏隐患的存在会严重影响到居民的生命财产安全, 通过对当前城镇燃气管道泄漏定位技术的研究, 能够有效避免安全事故的发生, 减少城镇燃气管道泄漏所带来的影响, 确保居民的生命财产安全得到有效保护。

1 燃气管道泄漏检测技术概述

燃气管道泄漏检测技术分为多种类型。

第一, 根据燃气管道的检测位置不同, 可以分为管道内检测法和管道外检测法。漏磁检测法是管道内检测方法中的典型方法, 该方法在管道内壁与传感器之间形成紧密联系。管道内检测法一般会使用到录像、超声波等技术检测, 精确度较高, 适合管道检测的腐蚀状况以及微小泄漏等。如果管道口径较大, 则考虑使用管道内检测方法进行检测; 如果管道口径较小, 内检测法非常容易发生堵塞等情况, 在检测过程中所消耗的费用较高。

第二, 针对检测对象不同可以分为直接检测法和间接检测法。针对不同需求可以采用不同的检测方法, 当需要检测管道泄漏时所发生的各种现象时, 通常情况下会采用间接检测的方法, 该方法可以包括发射法、压力梯度法和质量平衡法等。当需要检测管道泄漏出的物质性质, 通常情况下可以采用直接检测方法, 直接检测方法包括示踪剂检测法、直接观察法和光纤纤维泄漏法。

2 燃气管道泄漏特点

城镇燃气管道如果进行埋地铺设, 当发生气体泄漏之后并不会像液体泄漏能够实现明显的观察, 尤其是管道细小的渗漏, 会导致监测难度上升, 因此燃气管道的泄漏危险程度要远远大于传统的液体泄漏。

燃气管道泄漏之后, 由于其密度不同, 周围环境不同, 所泄露的燃气会向着不同的方向发生扩散。例如如果泄漏的主要是含有 CH_4 的天然气, 那么当泄露之后会向上发生扩散, 而对于液化石油气其密度较大, 当发生泄漏之后会向着低洼处进行流动, 泄露的气体会沿着特定的通道进行扩散这些通道一般是燃气管道附近的裂缝, 排水管道等, 另外当燃气从管道泄漏之后需要在一定的时间段内才会泄露至地表。对于不同的气体和周边环境, 延时的时间也会存在明显的差异性。一般情况下, 深埋 1m 的地下管线, 泄漏燃气达到地面的时间约为 5h。此外燃气管道泄漏普遍存在先漏后爆的现象, 当燃气的泄漏点附近达到一定浓度时, 就有可能引发爆炸。例如, 天然气的爆炸极限是 5%–15%, 即天然气在空气中的浓度为 5%–15% 的范围内, 遇火即发生爆炸。

3 城镇燃气管道泄漏定位技术类型分析

3.1 直接检测

燃气管道传统的检测方法主要是依靠人力的方式来对管道进行巡视检查, 在该过程中需要对燃气的成分进行改变, 适当加入一些添加剂来确保检测人员能够进行有效区分。但是在实际应用过程中, 主要是依靠检测人员的嗅觉来发现天然气是否发生泄漏, 因此该方式在进行检测过程中所消耗的人力和物力相对较

大。如果在检测过程中出现意外情况,则会导致严重的安全事故发生,并且直接检测的方式具有很大的不确定性。为了能够使直接检测的结果更加具有准确性,就必须依靠科学手段来进行检测。例如扫描仪器的使用,能够直接检测出燃气是否发生泄漏,如果燃气在管道输送过程中出现微量泄漏,可以利用直接检测的方式来进行检测,能够有效提高检测效率,减少安全事故的发生。

3.2 间接检测

利用物质间的平衡关系是进行间接检测管道泄漏问题的主要应用原理,间接检测的方法需要检测人员利用专业的知识,计算物质平衡原理和管道内部的流入流出量,从而实现管道的泄漏检测。间接检测在实际应用中的科学性较强,对于燃气的微量泄漏非常有效果,并且在实际应用过程中的反应时效性较强。但是由于流量数据可能不准确,间接检测技术在实践中测量的效果并不明显,而且不能定位泄漏点。

另外的一种间接检测方式是利用压力信号的回馈方式进行泄漏检测。压力梯度检测法是目前我国燃气管道泄漏最为常见的一种检测方法,在实际检测过程中,依靠管道内部的压力变化实现泄漏检测,因此该法也称之为波动敏检测。当燃气管道出现泄漏时,管道内部的压力会发生改变,管道内输送流体的声速也会随之发生明显改变。因此只要将泄漏之前的压力数据来作为参考标准,就能及时获取相关的管道泄漏信息,管道泄漏之后会产生明显的减压波。另外为了能够更快地获取泄漏位置,需要在管道两侧安放压力变送器就能够实现泄漏位置的快速定位。

此外,利用放射性技术对管道进行检测,也是一种常见的间接检测方法,在实际检测过程中在管道内投入放射性物标来记录检测输送流体的情况。

3.3 声学原理检测法

声学原理检测方法在燃气管道泄漏检测方面得到了广泛的应用。利用声学原理检测方法的优势有很多,灵敏度较高、实用性较强、检漏时间短、成本低、而且操作简单。当燃气管道出现泄漏时,在泄漏点会产生泄漏声波,声波传播到管道的上下游,被声学传感器检测,利用声波传播到上下游的时间差,可以对泄漏点进行定位。

3.4 探测雷达技术

探测雷达技术主要是利用高频率的电磁波进行检测,当电磁波触碰之不同的电子器界面时,会形成反

射或者是折射的状态,反射到地面的电磁波会被天线接收利用雷达技术能够将整个反射记录进行明确记录工作人员,可以对反射波进行观察和统计,最终形成数据信息,能够对地表下的工作状况进行可视化的操作。探测雷达技术的应用范围较为广泛,是目前城镇燃气管道泄漏检测的重要技术之一,因此在进行实际操作过程中,能够对燃气管道的泄漏点进行实时定位,减少管道泄漏所带来的安全隐患。

3.5 自动定位检测技术

随着科学技术的不断发展,在信息技术飞速发展的背景下,我国的信息技术也在不断进步,计算机应用与研发也在不断完善,燃气管道运输工作并不在单纯依靠知识性技术。SCADA 系统的应用能够有效实现石油天然气的自动定位检测,利用 SCADA 系统可以进行实时在线检测,从根本上解决了大量的巡检工作人员的工作量。SCADA 系统最主要工作原理是利用管道模式建立自动定位检测技术。利用 SCADA 系统的数据收集以及检测原理能够实现管道监测。SCADA 系统监测具有较高的科学性和实效性,能够根据管道内压力的变化和管道内的流体速度来分析管道是否出现泄漏,国外一些先进的管道企业利用管道仿真模拟和运营状况进行分析,可以制定出良好的检测方案。

另外,管道企业建立 SCADA 系统方案以后,可以利用安全信息反馈机制来对获取的信息进行分析。管道企业可以建立安全工作的联动机制,该系统与多种设备进行相连,针对不同的安全问题可以做出相应的布防、撤防策略。当危险发生时可以及时对其他影响物进行控制,并且制定减灾手段。对管道企业安全生产工作中所存在的问题进行分析,利用信息技术可以对现场的安全状况进行掌握,在最大限度上避免安全事故的出现,帮助管道企业提高自动定位检测技术,从而减少安全事故的发生。

4 城镇燃气管道泄漏定位技术的实际应用

4.1 光纤传感器应用

光纤传感器可以有效监测管道的振动和温度变化,因此光纤传感器技术被广泛应用于城镇燃气管道的整体建设,针对燃气管道的泄漏定位技术,中签传感器的应用价值非常大。光纤传感器的类型不同,所呈现出的功能和性能也会存在明显的差一些。利用探测雷达技术将光纤传感器安装在城镇燃气管道的核心部位,利用信号的有效传输可以对城镇燃气管道进行实时监控,方城镇燃气管道的温度以及压力发生明显

变化时, 光纤传感器就会发出报警信号, 并将所收集到的信号传送至中央控制系统, 准确的判断出管道的泄漏地点, 进而实现对城镇燃气管道泄漏定位。

4.2 人工巡检应用

人工巡检是当前城镇燃气管道泄漏定位的主要应用手段, 该方法主要是利用全球定位系统, 依靠便捷的燃气管道泄漏设备, 对管道泄漏点进行定位。人工巡检应用需要结合相关巡检人员, 利用相关的技术设备对管道的泄漏点进行仔细排查, 另外示踪线随城镇燃气管道建设时同步敷设, 其探测技术在人工巡检中大多数采用探测信号类型的设备, 这种设备的应用就需要人力与物力来作为重要基础。该方法在使用过程中相对简单, 但在一定程度上会存在巡检人员的主观因素, 因此人工巡检一般应用于大型燃气管网的泄漏检测, 通过直接对泄漏点进行排查, 实现城镇燃气管道泄漏定位的高效性。

4.3 负压波检测应用

负压波检测应用是当前各个国家都广泛采用的一项技术, 能够有效对燃气管道的泄漏进行实时检测, 及时排查出燃气管道的泄漏位置负压波检测技术的应用原理, 主要是采取负压波对管道内部进行传播, 可以快速地传递泄漏信息, 利用压力变送器结合计算机分析定位技术, 相隔几千米也能够实现泄漏信息的有效传递。负压波检测技术的应用与压力变送器会呈现出一个配套的关系, 城镇燃气管道的工作人员在管道敷设土壤环境周围安放压力变送器, 在管道泄漏产生负压波时, 会将其信息传送至压力变送器上, 然后传递给数据控制中心。

5 燃气管道泄漏预防措施

燃气管道在试压和运输过程中经常会出现泄漏问题, 为了能够确保管道的安全运行, 提高管道的泄漏预防工作非常重要, 燃气管道泄漏需要从多方面进行考虑并采取有效措施进行预防, 主要包括以下几点:

①科学设计: 燃气管道在设计、施工之前需要合理规划管道位置, 确保管道能够有效抵抗外界的各种影响因素, 重点规避所可能出现的地质灾害, 如果无法规避地质灾害对管道的影响就需要利用保护措施, 确保管道能够处于安全的环境, 对于特殊危险区域要实行隔离和警戒标志。城镇燃气输配管网的规划, 应根据气源、用气量及分布、城市总体规划、地形地貌、施工和运行等多因素, 经过方案比选, 选取安全可靠、技术经济合理的方案;

②提高施工质量。管道的施工质量是确保管道安全运行的重要因素, 因此在施工过程中要加强对管道外防腐层完整性的检验, 同时要确保管道焊接部位的施工质量和焊缝无损检测的合格标准符合设计要求;

③做好燃气管道的安全预评价工作和运营抢险的应急预案, 管道在运行过程中一旦发生泄漏问题, 需要对管道进行及时处理, 采取抢修或者更换的方式来确保管道的正常运行;

④做好管道的检漏工作。管道发生泄漏是一个非常严肃的问题, 因此管道的运营管理企业需要利用科学化的检测技术, 定期对管道进行泄漏检测, 同时需要将多种技术进行有效结合, 排除管道在运行过程中所出现的各种安全隐患;

⑤加强人员培训工作。管道运营管理企业需要对工作人员的技术水平进行培训。使其能够掌握先进的管道施工方法和管道泄漏检测技术, 利用多元化的培训方式, 增强企业员工在工作过程中的积极性, 从而能够有效增加管道完整性的管理水平, 为企业创造出更好的管理效果以及经济效益。

6 结束语

综上所述, 随着我国城镇化水平的不断发展, 居民天然气气化率呈现出不断上升的趋势。燃气在为居民生活带来便利的同时, 也会对居民造成一定的负面影响。通过分析研究燃气管道泄漏定位技术, 利用相关的燃气管道定位技术可以及时发现管道泄漏问题, 采取科学的方法及时应对燃气管道的泄漏。从客观角度上讲, 燃气管道如果发生泄漏, 会直接影响到家家户户的生命财产安全, 燃气管道运营管理企业的管理人员一定要给予高度重视, 及时对城镇燃气管道的泄漏问题进行治理, 确保每家每户的生命财产安全能够得到有效保护。

参考文献:

- [1] 丁谢斌. 基于多因素的城市燃气管道泄漏警戒区域模拟研究 [J]. 消防科学与技术, 2022, 41(1): 76-81.
- [2] 严荣松, 赵自军, 高文学, 等. 城镇燃气管道泄漏检测技术现状与展望 [J]. 煤气与热力, 2021, 41(10): 5.
- [3] 贾盼龙, 王蕊, 谷国剑, 等. 管道泄漏报警定位技术应用综述 [J]. 仪器仪表用户, 2021(2).
- [4] 朱砂. 城市燃气管道泄漏检测技术的发展及应用 [J]. 化工设计通讯, 2021(13).
- [5] 姜文士. 城镇燃气管道泄漏事故应急处置失效原因及对策探析 [J]. 现代职业安全, 2022(2): 3.