

城市燃气输送工程阀门井泄漏风险评价及分类管理研究

杨子淳（山东实华天然气有限公司，山东 青岛 266000）

王 霖（寿光实华天然气有限公司，山东 寿光 262700）

摘 要：燃气管线作为一种不可缺少的建筑材料，在城市的工业和人民的生活中起着举足轻重的作用。燃气管线的安全与稳定是一座城市可持续发展的基础，而燃气管线的渗漏问题直接关系到燃气的正常利用与社会的正常运行。因此，必须针对燃气管线在使用中出现渗漏的问题进行深入地剖析与研究，从而制定出有效的防治方法，从而为燃气管网的安全稳定运行提供良好的环境。

关键词：城市发展；燃气管道；燃气泄漏；安全措施

在我国的燃气产业迅速发展的今天，燃气越来越成为我们日常生活的一项基础设施，燃气管线作为一种主要的燃气运输手段，在我国的每一个地方都得到了广泛的应用。然而，燃气具有很强的可燃性，如果没有对管线进行有效的防护，或者在使用过程中没有得到很好地保护，就会导致燃气的泄漏。所以，要保证燃气供应的平稳和安全，就需要加强对城镇煤气安全事故的紧急处理。

1 城市燃气管道泄漏的危害

燃气管线泄漏严重威胁着城镇燃气运输的安全，其渗漏程度可划分为小漏，中漏，大漏三种类型。其中，微小渗漏即当管线的实际漏失量小于正常输送时的3%时，由于管线的防腐涂层受到损伤，受土壤及其他介质的电学腐蚀作用，使管线内壁发生了腐蚀，并最终贯通整个管线。中等泄漏是将真实泄漏率控制在常规泄漏流量的3%~10%之间。但是，大泄漏的情况下，其泄漏的流量超过了常规流量的10%。在燃气管线运行中，主管线的操作不当或回流不当，都会造成管线渗漏。为了确保燃气管线的安全运行，必须对其进行快速准确地检测和定位。

2 燃气管道泄漏的特点

目前通过管线运输的矿物能源有两种：原油和燃气。原油泄漏是比较容易察觉的，并且很有可能是人类蓄意的损害。然而，管线内的气体泄漏却表现出很强的“隐蔽性”，一是因为燃气这类燃气在官方网站上容易发生细微泄漏；二是因为燃气管道受到的伤害要小得多。尽管燃气管线泄漏一般是“微小渗漏”，不易察觉，但其造成的伤害却比原油泄漏要大得多。作者在长期的工作中发现，一般情况下，煤气在经过一定的“泄漏路径”后，会不断在管道中流动和富集。

“泄漏路径”通常是因城区内各类复杂的地下管网和地质条件而出现的管网裂纹。

此外，输气管线的渗漏也表现出显著的滞后特性。延迟特性是燃气从管道中溢出，进入地表，直至发生富油和爆炸的过程。由于气体类型、渗漏环境和气体扩散情况等因素的影响，其滞回特性也不尽相同。

3 城镇煤气管线渗漏的原因分析

一座城市的燃气管网大多位于城区的地下，并且大多采用直接埋置的形式，另外，由于市政煤气管道、凝水缸、调压站等辅助设备分布的地区，周围的环境条件对燃气管线的影响很大，很有可能导致煤气管线泄漏。煤气管线由于受侵蚀而发生穿孔，导致煤气管线泄漏。燃气管线之所以会渗漏，最重要的是由于燃气管线的建设不满足建设标准，致使煤气管线的外壁遭到破坏，或与土层发生化学反应，才会形成电化学的腐蚀。另外，煤气管道长时间处于寒冷湿润的状态，受腐蚀介质的作用很大，这也是造成燃气管道穿孔的原因。燃气在传输时，由于气体中所含的腐蚀性气体会对其内壁产生侵蚀，从而使其发生穿孔。由于煤气设备的陈旧，导致煤气管线泄漏。在城市燃气管网的运营中，如果不进行定期的维修保养，那么就会使其更多地存在着安全隐患，特别是如果设备长期老化，就会引起如调压器失效等原因，使管网的压力增大，使燃气管线上的用气设备受到损害，进而引起煤气泄漏，引起重大的经济损失和安全事故。

4 浅析城镇煤气泄漏事故隐患

4.1 燃烧性能

燃气的闪点很小，一般遇到火焰就会着火，由于其可燃性，所以它的危险性大大提高。若不注意这一问题，就会对自己产生重大的安全风险。所以，施工

人员在采取相应的防护措施时,要针对可燃物本身的可燃性,采取相应的预防措施。

4.2 外部冲击

随着我国城镇化速度的快速发展,大量的公路改建和扩建项目也随之增加,这导致燃气管线上面的土地从原来的人行道变成机动车道或违规建设,在重型汽车的持续碾压之下,地下燃气管道的界面很有可能会产生松动、开裂等问题,甚至会产生断裂。另外,在市政给排水和电力通信等项目建设过程中,一些建设公司在未调查清楚地下燃气管线的具体方位前,就盲目采用机械方式进行挖掘,从而导致煤气泄漏。

4.3 燃气管线自身的问题

目前,我国的燃气管网主要采用的是铸铁管,其最大的优点是耐腐蚀性强,使用寿命长,而且在施工中几乎无需进行任何防护。但在实际操作中,由于缺乏水分,管路连接部位的密封材料会发生脱水,从而导致气体泄漏。另外,有些地方的燃气管线采用的是钢管,尽管在管线建设中也做了相关的防腐处理,但是因为管线长期埋在地下,如果管线的防腐涂料遭到损坏,与土体发生了化学侵蚀,就会造成管线的腐蚀穿孔,从而导致煤气泄漏。

5 管线危险度评估的研究

5.1 国际上的研究状况

美国首先提出了管线危险评估,现在已经广泛运用于欧美等先进国家。从 20 世纪 70 年代到现在,已经发展了 50 多年,在进行管线风险评价时,主要采用了危险性和可操作性研究法,成分分析,模糊综合评判法,肯特法,事故树法,故障树法,灰色关联度法等。在 2011 年, Y.Han et al. 将 Kent 方法与事故树方法和故障树方法联合起来进行了研究。研究结果表明,量化分析技术更适合用于有害气体的传播、喷溅燃烧等危险评价,其计算模型的选取依赖于管线的真实基本参数以及对危险评价准确性的需求。Zhou et al. 在 QRA 模型基础上,对各类主要安全事件的影响进行了研究。同时按照健康、安全、环保等方面对每个人进行危险分区,以达到在降低危险程度的前提下,使用地得到最大限度地使用。Tsinidis et al. 在此基础上研究了相应的管线失效形式,并应用易损性曲线对管线在强震作用下的危险性进行了评价。研究发现,目前常用的抗震设计方法与抗震设计中的抗震性能指标存在较大的偏差,因此,在抗震设计中,必须对各种抗震设计方法进行修改。在此基础上, Zhang et al. 于

2019 年提出管线失效概率 P 和资产损失 L 的关系,并基于 ALARP 准则对管线失效造成的影响进行统一的定量描述,建立管线失效的可承受程度。

5.2 在我国的研究状况

国内对管线的危险评价从 90 年代初期开始,借鉴国外的研究成果,并结合国内实际情况加以完善,采用层次分析法、模糊评判法、肯特法、灰色理论法和贝叶斯概率法等。黄小美等在 2008 采用 AHP 方法,采用专家评分法,对市政燃气管线的总体危险等级进行评估,并采用加权方法对其进行评估。王敏等在分析城镇煤气安全事件具有一定概率性的基础上,提出利用灰色系统进行火灾风险预报的方法。根据上海实际发生的交通安全事件的实际情况,利用该方法构建一种新的交通安全预警系统,并对该系统的可靠性和精度进行验证。2014 年,杨燕鹏对 2005 年 -2012 年的压力管线人员死亡和死亡资料进行线性回归,并将 F-N 曲线和 ALARP 判据联合起来,建立一套适用于中国压力管线的安全评价标准。赵新伟根据 ALARP 原理,对中国石油和燃气管线的历史事故资料进行统计学和实证研究,建立中国石油燃气管线安全可承受标准,并建立基于 F-N 曲线的石油燃气管线安全评价标准,确定相应的评价指标。王文,等在 2018 年首次提出贝叶斯网络对燃气管道进行动态风险评估,建立了燃气管道故障蝶形模型,并将该模型转换成贝叶斯网络。提出一种基于故障信息的管网故障预测方法,并对其进行故障预测。

6 危险评估法

6.1 基础程序

通过对现有的研究成果及实际应用的分析,提出一种基于危险结果与危险程度的综合评估方法。管线的危险评估有多种方式,有着各自的优点和不足,基本程序可以归纳为:①界定体系及规模,识别危害因素,并对其进行定量说明;②建立交通事故危险指数的数学表达式,并对事件发生的场景及场景结果进行分析;③结合气象、地理位置、周边建筑等环境条件,对危险因子进行校正,并对其进行全面的危险度估算;④按照危险度及社会可承受性,对危险进行分级,并采取相应的降低行动,直到其降低到可以承受的限度为止。

6.2 重大交通意外危险指数的测算

在危险评估的基础程序中,最重要的是确定事故影响因素的危险指数。城市燃气管线主要发生火灾

(射流火、闪火)、爆炸(受限空间、开放空间)等。对于发生意外的可能性,通常采用的是历史资料方法,也可以是专家赋值方法,在此就不详细介绍了。目前,对其危害程度的评估主要是通过试验或软件进行的。在获得了事故后果的致损范围指数之后,还要考虑到事故场景后果发生概率、人口密度、财产密度、天气等因素对事故造成的损害进行更详尽的统计,并对其进行量化的风险损失结果进行全面的分析。

评估结果的指导方针:风险接收指南是一个关键基础,用于评估先前产生的风险评估的结果。

7 城镇燃气管网进行全面评估的指标系统

建立一套适合我国国情的燃气管线安全评估方法。根据一系列综合评估指数,得出的评估结论才能更好预防管网的安全隐患。该方法可为燃气企业提供合理、有效的风险防范措施。因此,建立一套完整、科学的评估指标,对我国城市燃气管网的风险评估起到了重要的推动作用,而且可以促进我国城镇燃气管网的安全运行。在对城镇燃气管线进行危险评估时,将其归结为第三方破坏、腐蚀、操作不当和设计不当4种类型。根据各种指数之间的相关性和隶属度,较为系统地剖析了燃气管线故障的组成元素,建立了两层次的综合评估指标。

8 浅谈市政煤气管线渗漏的防治

8.1 加强对市政管道设施建设的重视

加强对燃气管线的补漏工作,是预防和控制燃气管线渗漏的重要手段。要保证燃气管线的正常运营,就要对燃气管线从设计、建设直至以后的维修等各个环节进行全程的监控与管理,既要综合提升自己的建设水平与能力,又要强化对其的质量进行管理与控制,减少安全事故的概率,消除各种安全风险,为实现一个城市的可持续发展以及社会的稳定运转打下坚实的基础。燃气管网的维修工作是一项非常有系统的工作,每年都要制订一份科学、合理的维修方案,根据燃气管线的服务年限、材料、安装地点、周围的地下设施等方面的差异,制订一套完整的检修周期和检修工作,对于寿命比较久的管线,要在一定程度上加大检漏的强度,再逐渐地进行推广和操作^[1]。为市政煤气管网补强,应配置足够的专业人才。要全面加强他们的技能训练,增强他们对新知识的吸收。依托科学技术的发展与进步。实现了对市政燃气管线的监测由过去的被动型向主动型的转变,促进了电力用户的管理水平的提高。从而达到预防、安全、快速、高效的市政燃

气管网堵漏工作,从而减小城市燃气管线渗漏的概率。

8.2 增加高科技投资

增加对先进技术和装备的利用,保证了城市燃气管道的良好运转,需要通过构建综合的地理信息系统和燃气管道档案,来提高对竣工数据的电脑管理和抢修维修的效率,让有关部门在对燃气管道进行普查时,对图纸数据进行进一步的改进,对缺失的数据进行修正,对缺失的数据修正错误的信息进行修正,将图档数据的完整性进行扩充和改进,为城市燃气管道的信息化管理和自动化管理奠定了良好基础,要增加对设备和人力的投资,强化设施的日常巡查和抽巡工作,制定健全的管线责任路段,确定责任人和发生事故的预警制度,动员居民群众来对管网泄漏进行有效地治理,同时要重视对基础设施的管理,对有关工作人员进行安全技能的培训,对燃气管道的安全进行监控^[2]。因此,对于燃气管线在使用中出现的渗漏问题,必须有针对性进行分析与研究,以便采取有效的防治方法,从而为燃气管网的安全稳定运行提供良好的条件。

8.3 加强对燃气管网的安全宣传,加强管网建设

要充分利用传媒的优势,做好宣传工作,加深公众对燃气管网的安全认识,增强其基本知识。与此同时,在燃气企业中工作的工作人员,也要提高自身的安全管理水平,从思想和行为习惯上,提高对燃气管线的安全意识^[3]。在燃气企业内部,还应主动进行各种安全技术的训练,让职工的整体素养和专业水平得到提升,为燃气项目的顺利运行奠定坚实的基础。

9 结语

因其易燃、易爆、有毒等特性,在燃气泄漏时,容易引发中毒、火灾、爆炸等严重安全事故。所以,燃气企业有义务和义不容辞保证燃气管线的安全,这是一项全时要尽的职责和义务,要增强安全意识、先进的安全技术和完备的安全保障体系,让市民们能够安心地享受到快速、经济的、干净的能源,促进都市的生态文明建设。

参考文献:

- [1] 孔祥辉,王彦勇.城市燃气管道泄漏原因分析和控制[J].中国新技术新产品,2009(23):73.
- [2] 李鸿志,张秀琴.城市燃气管道泄漏的检测与维修[J].煤气与热力,2010(7):29-34.
- [3] 孟庆淘.城市燃气管道泄漏的原因与对策分析[J].科技创新与应用,2014(5):288.