

信息技术在城镇燃气管道完整性管理的应用

刘亚琦 郑昕宇（成都市郫都区兴能天然气有限责任公司，四川 成都 611730）

摘要：燃气是现代社会不可缺少的一种重要能源，而燃气管道是燃气运输的主体，也是国民经济发展的的重要组成部分。近年来，随着燃气管道运行里程的增长和某些管道的年龄的增长，燃气管道事故频发，因燃气本身的性质一旦发生泄露就会引发重大的爆炸，造成巨大的危害性和社会影响。因此对输气管线进行安全评价已成为国内外学者研究的焦点。

关键词：城镇燃气管道；完整性管理；信息技术；智能化

燃气能源由于它具有环境污染少、热量高等优点，因此被广泛地用于生活中。城镇燃气管道具有很高的复杂性和系统性，因此其系统中的不确定性因素很多。要确保燃气管网的运行安全，就必须对其进行有效的控制。但城镇燃气管道是管道网中的重要组成部分，如果发生泄漏就有可能引起火灾或爆炸的危险，这不仅会严重威胁着人们的生命和财产，容易对社会产生较大的影响，这对社会的健康和稳定发展不利。因此，对城镇输气管线进行定期检查对于保证输气管线的安全运行起到了积极的作用。

1 城镇燃气管道完整性管理的重要性

燃气能源是城镇能源配置与基建方面最主要的一种，它是保障居民用能需求的主要能源。为进一步提升管线装备的使用寿命、减少事故发生率、提升输送效率，需通过对管线进行扩容、有选择的加长来实现。合理地采用耐高温、无污染的建材，将危害性较大的有害建筑材料淘汰掉，在输送管线工程中，采用科学的施工工艺，可有效地提高输送管线工程的施工效率和质量。通过对输气管线与地下工程的间距进行控制，可以进一步增强输气管线的防护能力，增强输气管线在运行中的稳定性。

2 城镇燃气管道完整性管理现况分析

2.1 城镇燃气管网特征

我国各城镇、各燃气公司所建立的城镇燃气管道的使用年限有很大的差别，尽管有些管线是在同一时间建造的，但所用的材料也有很大的不同，管线沿程变化的次数比较多，沿管道使用者的类型相对复杂。目前，城镇燃气管网输送管线的外部已进行了防腐处理，但在输送过程中，由于杂散电流的影响，对其产生的影响较大。与长距离输油管线相比，我国城镇燃气管网的自动化程度还不高，不能很好地对管线的安全运行进行预警，大部分的管理都处于被动状态。在

检修或紧急抢修管道的过程中，所需的工作人员数量很多，大多数的城镇燃气公司都面临着人手短缺的问题，因此，对城镇燃气管网输送系统进行安全管理是十分必要的。

2.2 当前完整性管理情况

当前，虽然城镇燃气管道管理已有长足发展，但其管理水平还比较低，各项业务工作不能很好地联系起来，对风险问题的评价技术还不够完善，城镇燃气管道的管理主要是以巡检为主要内容。我国城镇燃气管网具有“面广、点多”的特点，受其自身技术水平制约，燃气企业不能对其在运营过程中生成的数据进行有效分析，从而不能对其进行全面的完整性管理，也不能对其运营过程中存在的风险问题进行有效的辨识。同时，由于城镇燃气管网的建设与运营需要大量的政府职能部门参与，审批手续繁杂，给城镇燃气管网的管理带来了更大的困难。随着城镇规模的扩大，一些城镇的燃气管网需要进行改建，而在改建的过程中往往会发生“无法通过”的情况，这就为城镇燃气管网的完整性管理提出了新的挑战。

3 燃气管道完整性管理中存在的问题

3.1 管道数据收集装置

在管道本体数据采集阶段，因为煤气管道的网络布图，开挖难度大，而且还会受其他市政工程的干扰，煤气管道的非开挖检测和内部检测方法难以在所有煤气管道中推广，因此管道主体参数，如管道的残余壁厚、腐蚀缺陷的尺寸，只能通过挖掘来获取。由于管线本体数据的不完备，给管线完整性的量化评估带来了困难。

3.2 管道数据管理过程

管道数据资料管理主要是对各类管线数据资料进行存储与管理。针对各个业务环节传输的流水线数据，采用统一的编码系统，将管线数据分开存储于不同的

专用数据库,建立公共资料中心,为管线资料提供联合的数据存取服务。管道数据资料管理部分主要存在两个问题:①有数据壁垒。燃气管线的整个使用年限内生成的数据,分散在每个企业的业务管理系统中。因为缺乏统管平台,所以每个业务连结中生成数据都不能被有效率地分享和更新,给全面掌握管线运行状况带来了不便;②缺乏数据对齐。燃气管道的完整性管理是一个系统的工程,必须在整个管线的寿命周期内进行。从数据管理角度来看,从设计施工,运行监测,维修抢修,到报废的整个寿命周期的数据资料分布在各业务部门的操作制度中,并且各连结的代码都不一样,使得由不同业务部分产生的数据难以与管道对齐。

3.3 管道数据应用阶段

管线大数据的应用,旨在通过对管线大数据的深度挖掘,实现管道智能调度、风险评估、智能应急等功能,但仍面临诸多技术难题。①没有充分地分析管道数据。在风险评估过程中,传统的诚信管理方法多采用定性分析和半定量分析方法,但这种方法太过依赖于专家的经验,且缺乏客观性。由于缺少对管线运行过程中的大数据分析,导致管线隐患识别和事故预警能力不足;②燃气管道管理的视觉效果不足。随着燃气管线的覆盖面和复杂性的提高,对可视化管理的要求也随之提高。例如在输配管线抢修操作、紧急演习及应急指挥等工作中,如果不能对现场的状况进行实时的监控和分析,就不能对调度指挥进行及时有效的辅助。

4 信息技术在城镇燃气管道完整性管理的应用

4.1 全智能激光燃气检测车巡检

全智能激光燃气检测车以检测器为载体,采用国际先进的激光检测技术,利用北斗精密服务网络和大数据建模算法,对检测器的气体浓度、地理坐标以及风速传感器的测量数据进行联合运算,对检测器的泄漏范围和气体性质进行准确、快速的判定。检测车巡检是一种适用于大型煤气管道及工厂站场的气体泄露检测,能迅速确定漏点位置的设备。其检测精度是气体泄漏检测器的1000倍,可检测到 10^{-9} 个量级的气体含量。该检测车的试验速度可以达到60km/h,检测范围大,可检测到100~200m以内的气体泄漏。例如,安徽芜湖市南陵县在2022年3月运用全智能激光燃气巡检车对煤气进行了首轮煤气泄漏监测。巡检车可以在30km/h的行驶条件下,对地下的燃气管线进行动态的检测(如图1所示)。该车拥有在不能确定管

线确切位置的情形下,用于执行漏损检测的功能强大的系统,并且左右两个方向都可探测到100m,能分辨出甲烷和乙烷,并能对其进行成分分析,通过对监控数据进行辨识和评价,可以对潜在的危害因素进行预判,并能及时发现和消除潜在的危害。



图1 全智能激光燃气检测车巡检

4.2 燃气防爆智能巡检机器人

目前我国燃气突发事件应急处置面临着专业检测设备匮乏、协同调度复杂、风险高等难题。防爆智能巡检机器人可以全方位地代替人工,完成生产现场的安全隐患巡察和探测工作。它可以实现对在不同的工业情景中整天高频率的巡检,还可以对环境数据和管道运行数据进行采集,并将探测数据资料进行即时传送。在工作中用防爆机器人取代人力,深入到危险区完成大量的检查工作,可以保证工作人员的人身安全,提升企业生产力,以此减少安全风险。集多维传感器、人工智能、机器人、物联网、北斗技术于一体的燃气防爆智能巡检机器人,内部运用不同的算法,适用于天然气供应站、液化石油气站、以及易燃易爆的地方,实现自动化巡检,阀门、智能识别仪表、侵入者,能全天候进行煤气泄漏巡查,紧急处理,厂站边界保护等工作。例如,2022年9月中国燃气集团在芜湖将北斗燃气防爆智能巡检机器人“U7卫士”(如图2所示)引入执行安保巡查、泄漏巡检等多种类型的任务,按照预先设定的巡检路线,利用北斗定位自动完成日常巡检工作,辅助或代替工作人员对煤气场站等重点地区进行气体泄漏的检查,并对特殊部位或重要仪器设备的视频和图像进行实时采集,也可以设置对场站周边进行定期的视频巡查。“U7卫士”在行进过程中碰到障碍时,可以自动避开障碍,并持续进行巡视和检查,从而完成巡视和检查的全过程。这表明在燃

气企业中“无人值守”和“少人值守”的站场巡查模式已成为一种潮流。



图2 燃气防爆智能巡检机器人“U7 卫士”

4.3 智能测试桩

在输配管网中检测桩基是重要的阴极保护设备，通常在输配管网中每隔 1-2km 布设 1 根检测桩基。在测试过程中，增加一个智能化测试桩，并对测试桩进行远程监控与管理，达到对测试桩的自动采集、传输、分析与处理的目的。智能测试桩在每天的时间内都会自动地收集起电电位、腐蚀电流、断电电位、智能桩基的电池电压等数据，并在一定时间内通过 NB-IoT 或者 4G 网络，将数据传输到监测中心。利用该智能检测桩基，运行人员可实时了解管线的阴极保护状况及腐蚀状况，减少由于腐蚀引起的管线泄露的危险。

4.4 超声波燃气表

以超声波燃气表的工作原理为基础，就确定其全电子结构的特征。它的内部没有机械传动部分，在进行气体计量的时候没有机械噪音，也不会受到故障和机械磨损的影响。它的内部没有磁感元件，因此在测量时不会受到磁场的干扰。它与传统的膜式机械表进行比较，无论是在精度、体积、重复性还是在使用寿命方面都具有特殊的优势。其仪器可靠性高、结构简单，以气管和超声波换能器为主要测量元件，组装过程也比较简单。该产品体积很小，只有常规表具的一半，这种特点使得本产品更适合在狭窄的环境下使用。超声气体流量计具有高精度，宽范围的特点，家用超声燃气计的测量范围很大，住宅用超声燃气表测值在 0.016-6m³/h 之间，测量精度在 ±1% 以内。在分界流量点之上，超声燃气表的计量稳定性更佳，结果表明各误差的变化范围均在 0.6% 以内。超声燃气表计具有很高的测量精度，其特殊的测量方法可以准确地测

量出燃气的微小流速。超声燃气表使用寿命长，没有机械损失，由于是用时间差异法测量的，除了时差法量测，没有机械移动元件，仅与呼吸道的机械大小有关。将超声燃气表装为整表后，由于其内部测量管道的力学大小没有改变，因此，整表不会因时间而产生误差。超声燃气表用电子数字计量的，其内部无磁感应元件不会受到磁场的影响，具有很好的抗干扰性能（如图 3 所示）。



图3 超声波燃气表

5 结束语

随着信息技术的飞速发展，城镇燃气管道完整性管理也朝着智能化方向发展。伴随着人工智能、大数据的广泛应用，大量智能化的终端机与系统不断地出现，大大地提升对燃气管道数据资料的收集、传送与分析能力。目前我国城镇燃气管线的安全管理工作已步入了智能时代。今后将持续与高度发展的智能化技术、信息化相结合，对燃气基础设施进行持续改进，为我国燃气管道“安全高效、低碳洁净、智能化”的发展做出贡献。

参考文献：

- [1] 马彬,王会师,马旭卿,马瑞莉.信息技术在城镇燃气管道完整性管理的应用[J].煤气与热力,2023,43(02):38-42.
- [2] 陈国龙.城镇燃气管道设计中 GPS 和卫星地图的应用[J].中国设备工程,2023(02):79-81.
- [3] 尤英俊,刘传庆,吕达,周吉祥,王俊强.城镇燃气管道完整性管理现状及发展趋势[J].中国特种设备安全,2021,37(08):6-9.
- [4] 张风桃,李志军.BIM 技术在城镇燃气管道工程中的应用[J].工程建设与设计,2021(06):95-97.