

城市燃气管道完整性管理建设及展望

孙永文（大庆中石油昆仑燃气有限公司，黑龙江 大庆 163411）

摘要：本文分析了城市燃气管道完整性的目前现状，总结剖析近年来燃气管道完整性的管理经验和科学成果，对未来城市燃气管道完整性管理的展望，将数字化建设、可视化建设以及智能化建设作为新时代历史时期的建设重点。

关键词：城市燃气；完整性；数字化；智能化

1 引言

城市燃气管道的完整性管理是指职能部门对管道即将面临的安全风险进行检测和评估，依据科学技术手段，采取合理的风险管控，降低管道风险等级，保证管道安全运行。城市燃气管道完整性管理受城市建设步伐缓慢影响，认知及安全执行较为落后，它是建立在长输管道完整性管理的基础上而提出的管理意见。长输管道完整性管理起源于上世纪改革开放之初，当时西方欧美发达国家已经盛行于管道完整性实践，并取得了一定研究成果。截止目前经济效益及社会效益颇丰，尤其是部分国家的长输油气管道，30年时间内，出现泄漏的安全事故率下降了0.95次/10³km·a，每年的泄漏次数较上年同比下降30%。我国于2011年开始研究城市燃气管道的完整性，并颁布了城市燃气管道完整性管理的指导性意见，推进了城市燃气管道完整性的管理。我国燃气协会也尤为重视此次颁布关于城市燃气管道完整性的指导意见。并提出合理控制风险和环境管理，提高城市燃气安全管理工作的科学水平。

2 燃气管道完整性管理

城市燃气管道是满足人们生产生活的主要燃料供应来源，是天然气的运输配送系统，首要任务是满足城市天然气的供应，其可概括为“一张网、二个气源、三个级别压力机制”。在高压A、次高压A、中压A三个级别压力机制设计系统，地下管道互联互通，安全平稳满足城市用气需求。城市燃气管道完整性管理主要从数据的收集和管理、单元识别以及风险评估和控制等几方面来体现。管理文件明示了完整性管理的分项工作流程和控制标准，保证燃气管道的完整性管理有序运行和顺利建设。信息系统主要是运用前沿的信息化技术来达到完整性管理的数据采集录入以及后续的分析判断，风险评估和管控。本文将分别从城市燃气管道的完整性管理建设和信息智能化建设两个维度详述城市燃气管道完整性管理建设的收获成果和经验分享。

2.1 管道完整性管理体系建设

城市燃气管道完整性管理体系建设应结合自身管理特点，建立完整性管理系统文件，其主要包括概况、程序资料、作业流程。从整体的纲领性文件，到系统的要求、目标范围、组织架构以及职责划分和运行流程等多方内容。具体参考如下：

2.1.1 数据采集管理

精准系统掌握管道数据指标是准确评价管道安全情况的前提保障，也是应对风险管控措施的基础。不准确或不完整的数据可能会对安全评估做出错误决策，造成灾难性的后果。其中建设施工期的数据采集以及处于当前地理环境数据采集一定要在管道施工过程中，并及时录入电脑数

据库系统，以免造成数据损失。

2.1.2 单元识别

城市燃气管道建设地点多为人口密集区域，周边建筑物高耸林立，为方便城市管道的安全运行以及管理巡查，应采取单元识别的管理概念。主要从管道主体以及周边地理环境特点，人口稠密程度，周围环境信息，地表结构分析，防腐蚀措施，管道材料应用等多方面进行辨别。管道单元是对安全风险评估的最小检测单位，管道单元按照风险等级来划分单元大小，为后续管道风险评估及管控提供信息依据。

2.1.3 风险评估与控制

风险评估是建立在管道风险之上提出的，根据风险可能发生的可能性及后果预判，来科学引导风险防控措施，将风险管控在安全区间内。风险评估可根据管道的安全级别，预估管道失效可致后果来划定不同风险等级，并以区域填充色块形式提示风险级别。管理者可根据风险接受水平，从经济影响，社会影响以及风险发生可能性等几方面来考虑评定风险标准，进而形成城市燃气管道风险评估的具体办法与准则。

2.2 管道完整性管理系统信息化建设

从管道完整性管理体系的管理建设中，我们重点将管理体系建设完善，从数据管理采集，单元评估以及风险评估和控制几个方面系统建设，目的是实现管道实时风险的数据动态更新及风险判定，管道完整性管理系统信息化建设是开展管道安全评估和完整性智能认定的辅助工具，以实现完整性管理的运行评价和管道安全维护的经济利益最大化。

数据采集将启用世纪高通GIS系统以及完整性系统的风险控制运行模块，可使管道安全运行，维护精准录入。完整性系统还能将地质灾害情况和管道智能巡查的数据密切相连，达到管道内部数据信息共享及应用，乃至管道的建设期和应用期数据的保存和查阅。

管道单元识别和风险评估功能是建立在完整性系统基础之上，通过之前所建立的单元识别认定标准和风险评估等级划分模型，进行综合风险预估。制定管道风险评价，同时需绘制管道风险区域分布图，同时能够精准把控历史风险的溯源。

开发效能评估以及完整性智能决策系统，将管道的各项数据整合，包括检测巡查系统，GIS系统以及风险评估及应急预案资源，建立效能核定标准，评估完整性系统的管理效能，提升管道完整性管理的水平。

因此城市燃气管道完整性管理使管道使用年限数据更加规范合理，提高了城市燃气管道完整性（下转第22页）

X ⁻	82	104.0	212	205	82.0	26	56	82.0	87.0
Y ⁺	121	103.5	106	113	103.5	110	112	103.5	103.5
Y ⁻	156	178.0	137	168	156.0	43	205	156.0	173.0

表 2 5min 时刻不同影响因素下最大窒息距离统计图

最大窒息距离 /m	风向			风速 / (m·s ⁻¹)			围堰高度 /m		
	45°	90°	135°	0.9	4.4	9.4	4	5	6
X ⁺	61.5	61.5	5.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
X ⁻	67.0	57.0	102.0	127.0	67.0	2.0	7.0	35.0	32.0
Y ⁺	102.0	57.0	97.0	103.5	103.5	103.5	89.0	103.5	103.5
Y ⁻	68.0	84.0	83.0	153.0	75.0	36.0	81.0	68.0	83.0

3.5 爆炸灾害效应受可燃气云意外点火的影响

本次研究的大型 LNG 接收站,可燃云覆盖情况受围堰高度的影响较大。因此在围堰高度为 4m,且处于常风的情况下计算爆炸流场。受到风和围堰的影响扩散的可燃气云会形成气云团,如果点火位置为可燃气云浓度较高处,此时在 5min 时进行点火爆炸。对可燃气云爆炸冲击波产生的威力进行分析,模拟结果表明,1.01bar 为意外点火爆炸造成的最大超压,该压力下可促使爆炸核心区域内工作人员当场死亡,且摧毁建筑物。

4 结论

重气扩散性是 LNG 泄漏形成气云扩散的主要特征,可

燃气云受到重力沉降特性的影响,最先在地面堆积,并且在竖直方向上呈现出明显的分层效应。距离地面越近浓度越大。建筑物、风会对可燃气云扩散产生影响,LNG 泄漏产生的窒息区域主要集中在储罐泄漏事故附近,但是窒息区范围相对较小。可燃气云覆盖范围内危险系数极高,可导致人员直接死亡。

参考文献:

- [1] 王志寰,李成兵,周宁.大型 LNG 接收站泄漏事故灾害效应分析与预测[J].天然气工业,2019,39(5):145-153.
- [2] 俞志东,吴建林.大型 LNG 储罐泄漏事故后果分析[J].广东石油化工学院学报,2016,26(4):90-94.
- [3] Alain Goy,Patrice Andre,Philippe Bouchy.LNG LEAK DETECTION BY INFRARED THERMAL CAMERA INSTALLATION AT FOS-CAVAOU TERMINAL[C].//17th International Conference and Exhibition on Liquefied Natural Gas 2013 (LNG 17): Houston, Texas, USA, 16-19 April 2013, Volume 3 of 3.2014:1930-1933.

作者简介:

孙洋(1988-),男,汉族,辽宁盖州人,本科学历,工程师。研究方向:液化天然气接收站储运与输送。

(上接第 20 页)的管理标准,保证了城市燃气管道的安全运行。

3 管道完整性管理展望

近年来我国越来越重视智慧型能源发展,并颁布了《能源生产与消费革命战略》,对未来能源提出了全面部署,能源发展将迈上新的台阶。以自动化控制系统、无线通信系统、大数据运行系统、云计算系统、人工智能系统等全新的信息技术将为智慧型能源发展提供技术保障。目前,城市燃气管道正在传统的信息数字化向智能化迈进,因此数字化管理、可视化管理、智能化管理将是未来智慧型燃气发展的主要技术依据。

3.1 数字化

通过管道结构所提前装置的各种数据监测系统,包括泄漏、变形的影像勘察,以及阴保数据采集以及 GIS 系统体现的数据信息,综合掌握管道运行的相关通讯、自控乃至工艺信息,实时掌握设备状态,并结合分布图所显现的地理位置所处环境信息,设备运行参数,AI 影像采集。制定标准的管道数据检测规范和运行标准,不断规范管道数据信息与管道内部结构相吻合。

3.2 可视化

管道可视化是将管道内部主体结构,以管道内部空间为坐标,从阀室阀井到三桩一牌,地质灾害关键点,人口稠密状况,建筑物分布等一系列数据与管道主体相融合,实现 AI 视觉效果。因此要采取二维或者三维的可视化科学技术,将基础管道信息及周边的辅助设施,数据维保信息,地质环境信息,运行信息数据进行归纳和总结;结合燃气管道主体,以阀室阀井、焊接缝隙、弯头部件等为重要考

核参数,将管道数据一一整合,燃气管道的动态数据将于管道实体结构完美结合,从而达到三维立体可视化管理。同时要做好各项数据的及时查询,为管道安全良好运行提供前提保障。同时应通过安全风险评估和完整性评价进行科学系统分析管道安全情况,科学判断管道发展前景,精准计算出管道剩余使用年限,全面掌控燃气管道的安全运行情况,实现管道安全预警,可视化指挥燃气管道的应急处置程序。

3.3 智能化

以燃气管道的数字化和智能化为契机,综合评估管道运行的安全系数和经济价值,建立智能决策辅助系统。将 SCADA、GIS 以及风险评估等燃气管道相关运行系统进行整合分析,并与管道应急处置相关资源相连接,依据管道体现的动态信息和体现的风险评估结果,准确把控管道风险。进而形成最佳的决策方案,包括维修方案在内的建议、计划、方式等等系统性信息。帮助指导管道运行和维保,减少人为因素带来的决策失误后果。最终达到燃气管道智能化运作管理,以管道安全运行为前提来提高经济利益。

4 结语

我国城市燃气管道完整性管理建设成果显著,智能化管控系统科学的避开了人为的操作失误,有效的保证了燃气管道安全。其中云抢修系统对标了国内外先同行,通过现代化应用远程监控,视频调度等便捷方法,科学合理的运用信息数字化手段解决了传统管理弊端。

参考文献:

- [1] 卢辰菲,詹淑惠.燃气管网完整性管理的数据收集与整理[J].云南化工,2020,47(11):163-165.