

基于风险分析的 城市燃气埋地聚乙烯管道检测技术

□ 中国特种设备检测研究院, 国家质检总局油气管道工程技术研究中心(100029) 任 峰

摘 要: 聚乙烯管道已经普遍应用到城市燃气输配行业中, 对聚乙烯燃气管道的检测技术不能满足目前的市场需求, 将管道风险评估理念应用到埋地聚乙烯燃气管道上, 本文针对聚乙烯管道的危害因素提出了对应的检测技术, 主要包括管线探查、泄漏检测、管体检查、焊缝检测等, 在实际应用中取得了较好的成果, 为城市燃气埋地聚乙烯管道的检测与管理提供了参考依据。

关 键 词: 聚乙烯管道 检测 泄漏 焊缝

1 引言

聚乙烯管道因为具有良好的耐腐蚀性、物理性能、施工性能和经济性能, 越来越多的应用到城市燃气输配行业中, 并且逐步取代传统钢质管道, 在城市燃气输配行业中发挥越来越重要的作用。国际上欧、美、日等发达国家和地区已全部采用聚乙烯燃气管道, 国内目前新建的城市燃气中低压管道基本采用聚乙烯材质。

随着聚乙烯燃气管道的推广应用, 由于设计施工、运行管理过程中各种问题造成的事故也越来越多, 提高管理水平, 对潜在危险源进行风险分析和评估, 采用先进的检测技术发现尽可能多的安全隐患, 成为降低管道运行风险的迫切需要。

2 城市燃气埋地聚乙烯管道风险评估及检测流程

在进行风险评价之前, 首先要对城市燃气埋地聚

乙烯管道潜在的危险进行分析和危害辨识, 潜在危险包括:

(1) 与时间无关的危险, 如第三方破坏、误操作、外力机械损坏及不良地质条件等造成管道本体损伤等;

(2) 与时间有关的危险, 如在极端环境、化学物质作用下材料发生劣化、管件老化失效等;

(3) 固有危险, 如制造与安装、改造、维修施工过程中产生的管道本体缺陷焊缝缺陷, 管道位置不明确, 埋深不足, 安装质量不满足标准要求等^[1]。

城市燃气埋地聚乙烯管道风险分析与评估是对城市燃气聚乙烯管道失效可能性进行定性分析的基础上, 确定了四项一级风险影响因素即第三方破坏、管道本质安全质量、环境影响和设备(装置)及安全, 采用半定量的风险评价方法, 对管道失效可能性及失效后果按因素的权重值各自分配一个指标, 运用算术法将失效概率和后果严重程度指标组合, 从而形成一个相对风险指标, 依据该数据对检测进行指导。

城市燃气PE管道检测主要内容及流程如图1所示。

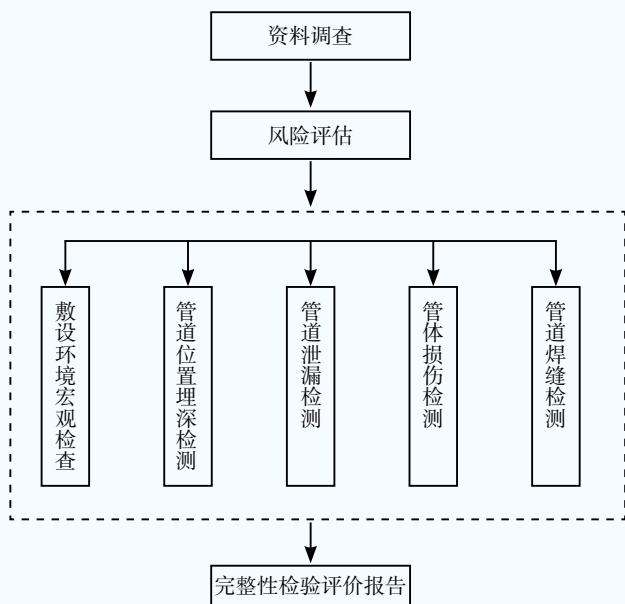


图1 埋地聚乙烯燃气管道检测流程图

3 城市燃气埋地聚乙烯管道检测技术

针对城市燃气埋地聚乙烯管道的风险分析,提出了城市燃气埋地聚乙烯管道检测技术,包括敷设环境宏观检查、管线位置与埋深探查、泄漏检测、管体检查和焊缝检测等。敷设环境宏观检查主要检查管道沿线有无占压、取土、塌陷等危害管道安全现象。

3.1 管线位置与埋深探查

管线探查主要检查管道位置、埋深和走向。由于聚乙烯管道的不导电性,传统的利用电磁感应原理探测钢质埋地管道的仪器无法应用,给聚乙烯埋地管道的探查带来很大困难,也是造成埋地聚乙烯管道经常遭受第三方破坏的主要原因(图2、图3是聚乙烯燃气埋地管道遭受第三方破坏的图片),造成了很大的经



图2 聚乙烯管道损伤



图3 聚乙烯管道挖断

济损失和社会不良影响,目前用于聚乙烯埋地管道探测定位的方法有:探地雷达法、示踪线探测法、声学定位法和静电力法。

3.1.1 探地雷达法

探地雷达是一种使用高频电磁波探测地下介质分布的非破坏性探测仪器,通过剖面扫描的方式获得地下剖面的扫描图像。雷达通过在地面上移动的发射天线向地下发射高频电磁波,电磁波遇到不同的电性界面时会发生反射、透射和折射,电介质间的电性差异越大,反射回波能量也越大。反射到地面的电磁波被与发射天线同步移动的接收天线接收后,通过雷达主机精确地记录下反射回波到达的时间、相位、振幅、波长等特征,再通过信号叠加放大、滤波降噪、图像合成等数据加工处理手段,形成地下剖面的扫描图像。探地雷达探测是勘察埋地聚乙烯管道的一种有效手段,但是受地质条件、其他管道、物体干扰大,需要检测人员具有专业基础知识和丰富现场经验。^[2]

3.1.2 示踪线探测法

示踪线探测技术是将电磁信号发射机与示踪线直接相连,在示踪线上产生一个电磁场信号,通过探测电磁场信号的中心位置来确定示踪线的位置和埋深(如图4所示)。该方法的优点是信噪比高,不易受临近管线干扰,探测结果比较准确,是目前探测效率最高、效果最好的探测技术,缺点是聚乙烯管道建设时需要随管敷设示踪线,且示踪线中间不能断开。^[3]

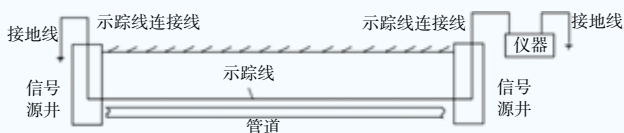


图4 示踪线探测技术示意图

3.1.3 声学定位法

声学定位技术是利用声波发射器向地面发射短波脉冲，遇到不连接界面时声波反射，管道外表面与土壤接触反射系数低，管道内表面与气体接触界面反射系数100%，接收器接收地表反射波和管道反射波（如图5所示），通过分析确定管道位置与埋深^[4]。

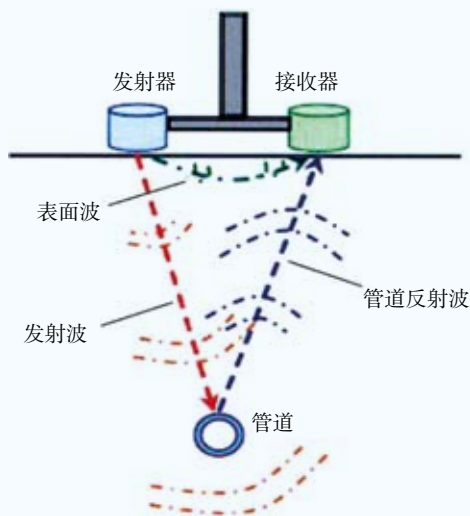


图5 声学定位探测示意图

3.1.4 静电力探测技术

静电力探测技术是通过捕捉管道内天然气物质核旋在其他电磁场作用下产生的静电力来进行探测的技术，具有很好的发展前景，其探测不受管道材质的影响，使用方便，可以探测金属和非金属管道，缺点是容易受到外界湿度、水塘、强电磁场干扰。

3.2 泄漏检测

泄漏检测主要包括三方面内容：阀井（包括燃气阀井和其他种类阀井）泄漏检测；调压装置泄漏检测；管道沿线（打孔）泄漏检测。一般采用燃气泄漏检测仪、激光甲烷遥距检测仪、燃气管网泄漏检测车等设备对管道沿线和装置进行巡查。按照《CJJ51-2006城市燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》中规定燃气管道泄漏普查检测每2年不少于一次。

图6是利用燃起泄漏仪通过打孔检测方式在某燃气企业发现2处钢塑转换接头处钢质管道焊缝漏气。

由于燃气与沼气的主要成分都是甲烷，在实际检测中发现的疑似泄露可能是沼气造成的干扰，对发现的疑似泄露采用气相色谱分析可以快速判断是否真



图6 钢塑转换接头钢质管道焊缝处漏气

正存在燃气泄漏。对河北省某燃气企业的聚乙烯燃气管道检测时发现阀井有疑似燃气泄漏现象，开挖后对阀门检测并未发现漏气，利用气相色谱分析确认泄漏气体含有乙烷，排除沼气引起的干扰，继续对管道开挖，在距阀门1m左右的地方发现鞍型三通（如图7所示），打开鞍型三通顶盖，涂抹肥皂水发现大量气泡涌出，确认为鞍型三通泄漏。



图7 阀门附近发现鞍型三通漏气

3.3 管体检查

聚乙烯管道在施工过程中容易造成凹坑、划痕、变形等损伤，聚乙烯管体检测主要采用目视法检查外观和超声法检查管体壁厚，目视法是通过阀井、探坑观察管体表面有无凹坑、划痕等损伤，按照标准要求管材划伤不能超过管材壁厚的10%才能合格使用^[5]，图8是管体损伤图片，用超声波检查管体壁厚看是否满足设计要求。



图8 聚乙烯管体划伤

3.4 焊缝检测

焊缝检测包括聚乙烯管道焊缝检测和钢塑转换接头钢质管道焊缝检测两方面内容。钢质管道焊缝检测主要包括外观检查和按照标准《NB/T 47013-2015 承压设备无损检测》进行无损检测。

聚乙烯管道焊缝检测包括外观检查 and 无损检测, 其中外观检查主要按照标准《CJJ63-2008 聚乙烯燃气管道工程技术规程》进行, 图9是现场拍到的聚乙烯管道热熔对接焊缝的图片。

无损检测采用超声相控阵动态聚焦和成像技术对接头焊缝部位进行扫描^[6], 图10是超声扫查形成的图像, 检测按照《JB/T 10662-2006 无损检测 聚乙烯管道焊缝超声检测》、《GBT 29461-2012 聚乙烯管道电熔接头超声检验》标准进行, 检测结果按照《GBT 29460-2012 含缺陷聚乙烯管道电熔接头安全评定》标准进行评价。



图9 聚乙烯管道焊缝错边

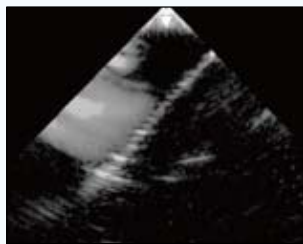


图10 聚乙烯管道焊缝扫描图像

4 结束语

定期分析可能影响管道安全运行的各种因素, 并提出针对性预防措施, 采用先进的管理理念和先进的检测设备消除安全隐患, 是预防管道事故发生, 降低管道运行成本、提高管道管理水平的有效途径, 随着先进的检测设备和技术的不断开发和运用, 聚乙烯埋地管道的检测评价技术也将不断完善, 为管道的安全运行提供保障。

参考文献

- 1 全国锅炉压力容器标准化技术委员会. 基于风险的埋地管道外损伤检验与评价GB/T 30582-2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014: 5
- 2 张同全. 浅析地下PE 管道的探测方法. 建筑科学[J], 2013; 9: 233-234
- 3 任峰, 何仁洋, 孟涛等. 城市燃气埋地聚乙烯 (PE) 管道检测技术研究. 第一届压力管道等承压设备安全运行及检测评价技术学术交流会议, 南昌: 2014
- 4 曾岳梅, 贾向炜, 李英杰. 埋地PE管道声学定位探测技术应用研究[J]. 煤气与热力, 2015; 35 (7): 30-32
- 5 聚乙烯燃气管道工程技术规程CJJ63-2008 [S]
- 6 石秀山, 何仁洋, 任峰等. 埋地聚乙烯管道安全检验关键技术及工程应用[J]. 管道技术与设备, 2011; 1: 23-25

标准快讯

《液化气体汽车罐车》等6项 移动式压力容器新标准将举办宣贯班

为便于规范移动式压力容器的设计、制造、充装、检验以及使用等工作, 使设计、制造、充装、检验及其他使用单位及时掌握新标准要求, 全国锅炉压力容器标准化技术委员会移动式压力容器分技术委员会将于2018年4月1~4日在常州举办GB/T 19905-2017《液化气体汽车罐车》等6项新标准宣贯班。

详情咨询移动分会:

联系人: 施锋萍 (18917930481)

滕俊华 (13764537350)

电话: 021-64479813*12, 021-64477797*19

地址: 上海市广元西路309号306室

邮编: 200030

E-mail: fengping.shi@sgia.com.cn

全国锅炉压力容器标准化技术委员会
移动式压力容器分技术委员会秘书处

2018年2月28日