

打孔检测与皮尔逊检测叠加分析法 在埋地燃气管道泄漏定位的应用

□ 北京市燃气集团有限责任公司高压管网分公司(100011) 田川 侯可庆 李红波

摘 要: 燃气管道由于腐蚀、老化、施工质量、第三方破坏等原因会引发泄漏事故,燃气管道泄漏将直接造成能源浪费、经济损失及严重的社会影响。因此在燃气管道的运行、应急管理过程中,需快速处置燃气管线漏气事件,准确判断燃气管线泄漏部位,避免路面二次开挖。本文采用了实践与理论相结合的研究方法,阐述了城镇地势及市政管线错综复杂对漏气点定位的影响;目前广泛应用的十字打孔检测方法的利与弊;皮尔逊破损点检测法的局限性以及两者结合在实际案例中的应用及分析过程。

关键词: 燃气管道 十字打孔法 皮尔逊破损点检测 泄漏检测及定位

北京市自1997年起,大规模引进天然气,经过近20年的发展,天然气年购入量从1.3亿 m^3 增长到146亿 m^3 ,成为全球第三大天然气消费城市。20年间,北京市累计消费天然气超过1 000亿 m^3 ,高峰日天然气消费量超过1亿 m^3 ,天然气用户数超过500万户,年人均用气量超过600 m^3 。天然气在北京市能源消费结构占比达22%,远高于中国5.9%的平均水平。

《G20能源部长会议北京公报》指出:天然气可以作为一种相对低排放的化石能源,在减少低温室气体排放方面,将起到重要且有效的作用。

随着北京城市燃气化进程加快,燃气管道安全运行问题日益突出。开展燃气管道系统泄漏检测定位的研究,不仅可以保证城市燃气供应系统的安全性,降低事故的危害,而且可以提高城市燃气供应系统的安全管理水平,延长城市燃气供应系统的使用寿命,进一步提高城市燃气供应系统的经济效益和社会效益。

1 十字打孔法应用及分析

在日常泄漏燃气管线查漏方法中,以管线泄漏检测(手推车HS660及激光检测车)与周边五米线^①检测应用最为普遍。当判断一定范围内燃气管线的疑似漏点时,采用两者相结合的方法——“十字打孔法”。

1.1 十字打孔法的应用

当在检测过程中通过HS660的乙烷分析,已确认为天然气泄漏时,采用十字打孔法确认燃气管线漏气位置,如图1所示。检测孔的间距一般为0.5m,打孔的范围应涵盖整个泄漏扩散区域,直至最外侧的检测孔内燃气浓度检测为0为止。分别对每个打孔点进行编号,对打孔点内燃气浓度进行比较分析,选择高浓度集中的区域进行开挖。

1.2 应用弊端

经过长期实践,发现采用十字打孔法定位燃气

① 五米线检测就是以燃气管线为中心轴,对管线两侧5m范围内的市政闸井做井口检测

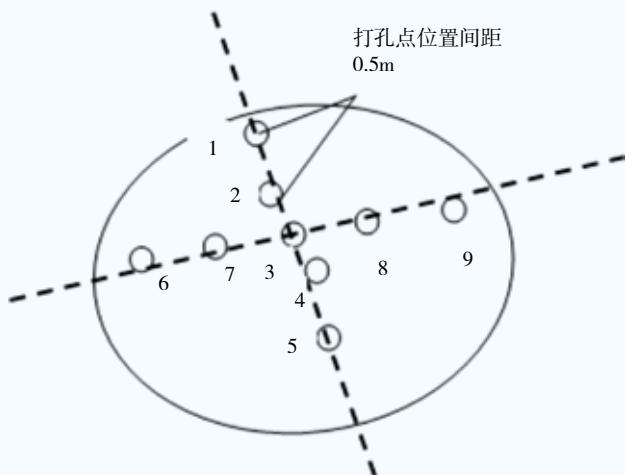


图1 十字打孔法图例

管线漏气部位，往往由于地势的复杂、地形土质的疏松而导致开挖点判断错误或增大开挖范围。特别是草丛与道路的并行路段，或者地下管廊的交错区域，严重影响了打孔检测数据的分析过程，如图2所示。有的时候某个区域漏气浓度偏高，但漏气点却在10m以外。泄漏气体会从地下土层结构串入管沟或向土质疏松的地方流动，如图3所示。

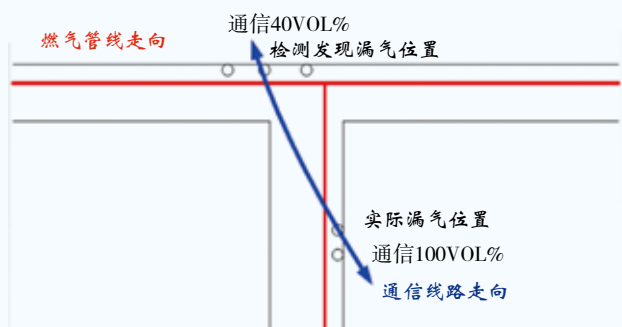


图2 市政管线对打孔检测的影响

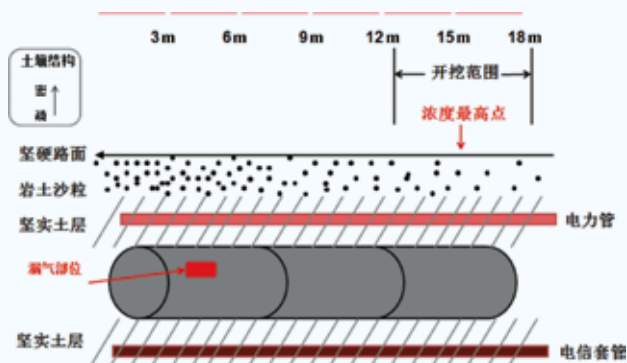


图3 漏气点定位的误判

2 皮尔逊检测法 (Pearson) 应用及分析

2.1 皮尔逊检测法

皮尔逊检测法，是在燃气管道上加载特定频率的交流电，交流会从燃气管道的防腐层破损处流出，形成以破损点为中心的电场。检测电场的存在及其中心位置，就能确定防腐层破损点的位置。

皮尔逊检测仪由管道探测仪、检漏仪、发射机及附件组成，管道探测仪用以查明管道的走向、位置，检漏仪用来发现管道的防腐层破损并定位。发射机用来发射特定频率的交流电。

2.2 应用弊端

在实际应用中，皮尔逊检测法适用于没有绝缘接头，能连接到信号源的管线，而且不能直接判断出燃气管线漏气事故点的准确位置。在处理漏气事件过程中防腐层出现破损并不代表是导致管线漏气的直接原因，只作为隐患需修复或控制的风险点存在。在剥离燃气管线的防腐层后，钢管本身很可能并没有受到腐蚀侵害。

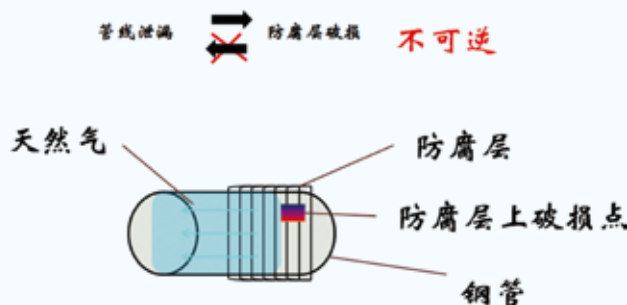


图4 皮尔逊检测法弊端

3 打孔及防腐层检测的综合应用

通过十字打孔法检测确定燃气管线漏气区域相对位置，在该区域利用皮尔逊防腐层检测定位破损点的绝对位置。通过这两种检测手段，将十字打孔分析数据与防腐层破损点位置综合考虑，如两者判断出的位置重叠，则进行燃气管线的开挖。否则，扩大漏气区域范围继续检测。

3.1 燃气管线腐蚀漏气定位实例

矿业大学次高压A燃气管线，于2016年9月19日对管线进行五米线检测时发现，学院宿舍楼周围绿地

检测雨水井有燃气浓度，最高30%VOL，使用HS660检测仪进行乙烷分析确认为天然气泄漏。

分析地势及周边管廊，检查雨水管线走向及联通，由于燃气管线与雨水管线并行，燃气串入雨水管道，不易确认漏气区域。

利用十字打孔法确定漏气区域。通过打孔数据分析，如图5所示。将高浓度的漏气部位勾选成环，发现漏气部位主要集中在两个区域，第一区域3号点、4号点、5号点、6号点；第二区域12号点、13号点。

利用皮尔逊检测法，在打孔检测确认的两个区域内进行防腐层破损点检测，将信号源连接到燃气阀室内，沿管线的方向探测及定位，如图6所示。检测三

处破损点，数据如表1所示。

表1 破损点数据及埋深

破损点序号	开始点位 (mV)	衰减后点位 (mV)	埋深
1	720	410	1.21
2	650	378	1.21
3	731	374	1.37

通过比对十字打孔法的检测数据及皮尔逊破损点位置，发现3处破损点与打孔数据点漏气浓度位置高度重合。最终将数据重合的位置定为燃气管线开挖

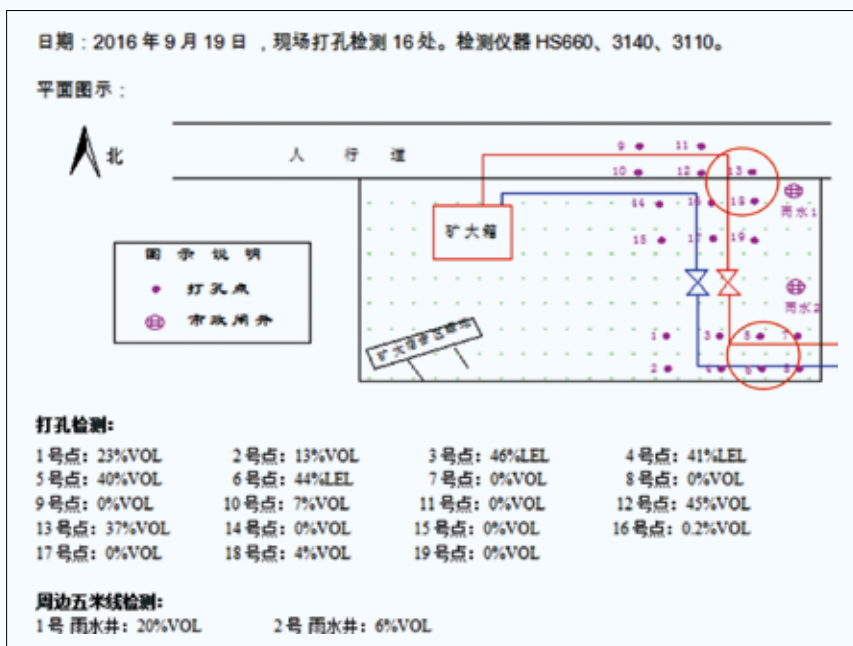


图5 矿业大学次高压A线图示

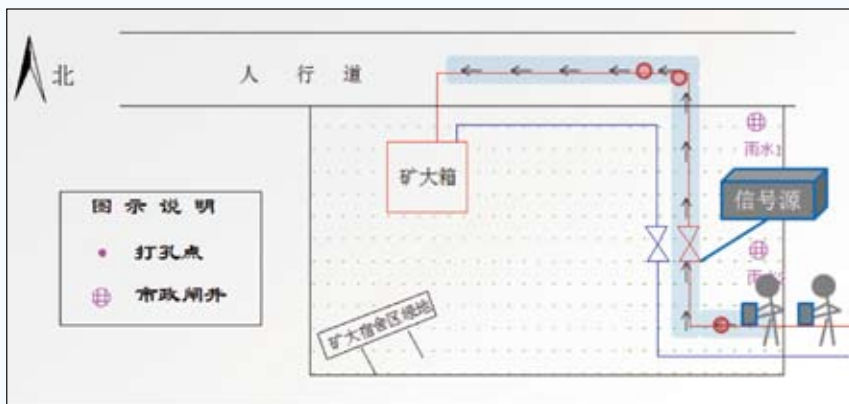


图6 使用皮尔逊检测法

位置。开挖后，燃气管体未见外力破坏，管道壁厚为5.8mm，管体出现两处腐蚀泄漏点，腐蚀坑最大深度为3.2mm，腐蚀位置出现沙眼。如图7所示。



图7 燃气管道腐蚀情况

3.2 高中压并行燃气管线漏气定位

2017年2月4日，四环北沙滩路段检测高中压并行燃气管线，检测电信井1为10%VOL，电信井2为5%VOL，电信井3为0%VOL。经过与电信部门人员联系，勘探查明电信管廊走向，并绘制现场图如图7所示。在进行十字打孔过程中，发现高压B燃气管线南侧有浓度为5%VOL的4号点。中压线南北两侧均有达到10%VOL的浓度，9号点、10号点。安排对北沙滩高压B线进行皮尔逊检测，高压B管线无防腐层破损点。判断为中压漏气可能性较大。次日中压部门连续两天夜间开挖，找到漏气点，确认中压燃气管线泄

漏，漏气部位在10号点。

4 结论

通过十字打孔法与皮尔逊检测数据进行比对，并将地下管廊的市政管线纳入综合分析。经开挖验证后，漏气点定位准确率能达到80%，防腐层破损点准确率能达到85%以上，大幅提高了城镇燃气管线抢险抢修的效率。

由于近些年北京城镇地下管线及设施发展迅速，地铁、光缆、雨污水管线错综复杂，加快了燃气管线腐蚀速度，干扰了管线漏气检测和定位的准确性。本文的综合检测及分析方法，能够全面掌握防腐层的性能、状态，同时能准确定位燃气管线漏气点，为开挖和后续的防腐修复作业提供可靠依据，为企业的安全运行提供科学有效的数据，为城镇燃气管线稳定供气保驾护航。

参考文献

- 唐林华, 蔡英华, 路芳等. 川西气田输气管道防腐层检测调查分析[J]. 天然气与石油, 2008; 04
- 刘晓亮. 埋地钢质管道外防腐层的检测与评估[J]. 价值工程, 2011; 32
- 刘海峰, 胡剑, 杨俊. 国内油气长输管道检测技术的现状与发展趋势[J]. 天然气工业, 2004; 11
- 于克涛, 王力. 埋地管道防腐层检测技术在燃气管道检测中的应用[J]. 价值工程, 2015; 29

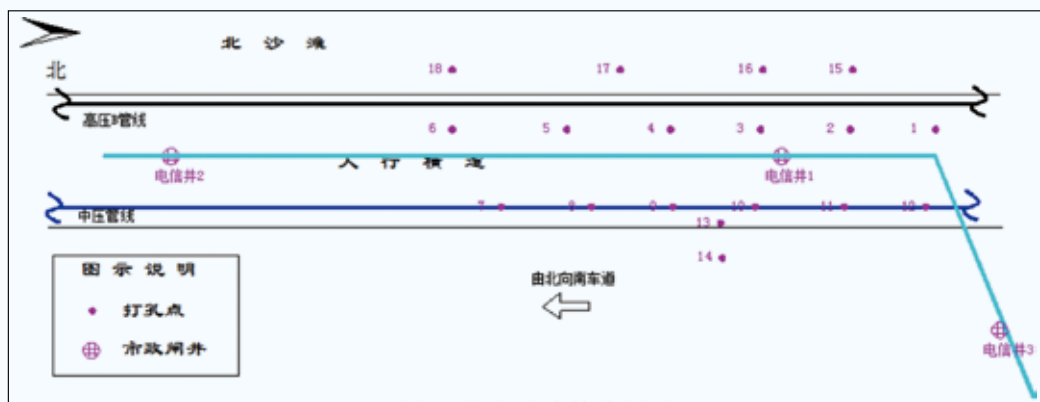


图8 北沙滩路管线图示