

技术方法

地下探测技术在潍坊地下输油管道中的应用

于广婷¹,李秋扬²,卢晓龙¹,王晓东²,张志进¹

(1. 山东省地质测绘院, 山东 济南 250002; 2. 中石化潍坊输油处, 山东 潍坊 261000)

摘要:地下输油管道是国家经济发展的基础,是维持城乡正常运转的大动脉,为满足输油管道日常管理的需要,避免居民生活和国家财产损失,需及时提供准确、现实的管道探测成果。该文结合潍坊地下输油管道的实际探测工作,对探测仪器在实际工作中常遇到的近距离并行和交叉管道、管道防腐层破坏、非金属管道和高干扰区域等难题,进行了探讨和总结。

关键词:输油管道探测;管道并行与交叉;防腐层破坏;干扰区域

中图分类号:TU990.3

文献标识码:B

0 前言

近年来,作为国民经济五大运输部门之一的管道运输发展迅速,随着俄气南供,西气东输,陕京复线,忠武线,西南成品油管道,南成渝成品油管道,甬沪宁成品油管道,冀鲁宁管道,仪长管道等重大工程的实施,我国油气管道干线联网已经形成。管道运输在国民经济中的比重,是衡量一个国家文明和发达程度的重要标志^[1]。输油管道是国家经济发展的基础,也是维持城乡正常运转的大动脉,地下输油管道的安全是国家安全组成部分之一。随着我国经济建设日新月异,输油管道的改造、更新和埋设时时都在进行。因历史资料的不健全,给地下输油管道的管理和维修带来了很大麻烦。施工时经常会遇到由于地下管道的走向不明而挖断输油管道和电缆的情况,给生产和生活带来巨大的损失和不便。为满足输油管道日常管理的需要,避免居民生活和国家财产损失,需及时提供准确、现实的管道探测成果,准确地掌握各地市既有管道和新增、改建的输油管道的变化情况,为输油管道管理及地方城市规划和建设服务。该文结合潍坊输油处的管道探测工作,对地下输油管道的探测方法进行了探讨。

探测区域位于山东省东北部,共探测了5条线路,即东(东营市)黄(黄岛区)线及东(东营市)黄(黄

岛区)复线、东(东营市)临(临邑县)线及东(东营市)临(临邑县)复线,广(广饶)齐(齐都)线5条干线,管线位置穿越山东省7个地级市,22个县市区,总长度891 km。

1 地下管道探测

该次地下输油管道的探测,采用英国雷迪公司生产的RD4000管线探测仪和PCM管中电流仪,主要通过阴极测试桩运用直连法、配以感应法对地下管道及其附属设施进行详细地探查和记录、绘图。

开始管道探查前,对选用的仪器在不同物理场条件(陆地、水中、泥中3种条件)和有代表性的路段(不同管线与埋深情况下)进行方法试验,确定管中电流仪和方法的有效性及精度,选择最佳的工作方法、合适的工作频率、最佳收发距,并确定该仪器和方法测深的修正方法和修正系数。探测好管线位置后在实地设置标记,在管道探测成果表上记录点号、点位属性、埋深等相关数据,并在标记上标注上点号和埋深数据,方便管线点测量组迅速找到点位进行测量。为保证探测精度和连续性,探测人员每天早晨及中午开工时均对以前的探测点进行检查,检查的重合点个数在3点以上,并形成电子版的外业测量数据检查表。

* 收稿日期:2012-03-26;修订日期:2012-06-19;编辑:陶卫卫

作者简介:于广婷(1974—),女,山东济南人,高级工程师,主要从事测绘及地理信息工作;E-mail:sdyfs@163.com。

2 地下管道的测量

地下管道的测量工作主要包括控制网的建立、管线点的测量、带状地形图测绘、管道纵断面测量、专用地图制作等。

2.1 控制网的建立

随着国民经济的高速发展,输油管道沿线各省内均建立了 GPS 连续运营站,经检查其精度情况良好。该次测量在全面收集、分析利用已有资料的基础上,直接在 CORS 系统下利用网络 RTK 的方式进行加密图根控制测量,以满足纵断面及地形图测绘的需要。

由于测区跨度比较大,因此采取分段求取七参数方法,各段之间均有 1~2 个重合的高级控制点,各段参考点的转换残差均满足 CH/T 2009-2010《全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范》的要求。

2.2 管线点的测量

管线点坐标的测定,采用品牌 GPS 双频接收机在 CORS 系统下采用网络 RTK 方式进行采集,并用记录埋深、附属物、连接关系等。所有探测的管线点信息都写入“管道细部点探测成果表”,并在管线点连线草图上加以标绘,形成管道探测的原始资料。

外业测量结束后,根据管线点连线草图,利用 CASS7.0 软件进行编辑,形成管线走向图,并将管线点探测成果和测量成果进行整理,形成管道细部点探测成果表。检查无误后,打印成果表。

2.3 带状地形图测绘

2.3.1 成图比例尺及范围

(1)城市建城区及规划区内采用了 1:2 000 比例尺地形测量,测绘范围为输油管线中心两侧宽度各为 100 m,并将管道占压情况标注在地形图上。

(2)建城区以外采用 1:1 万比例尺,等高距 1 m,测绘范围为输油管线中心两侧宽度各为 500 m,并将管道占压情况标注在地形图上。

2.3.2 带状地形图测绘

(1)对已有 1:2 000 及 1:1 万比例尺地形图的地区,对地形图进行修补测。修补测采用 GPS-RTK 和全站仪极坐标测量 2 种方式进行采集。

(2)在没有资料的地区,采用 GPS-RTK 和全站仪极坐标测量 2 种方式进行全野外数据采集,对

地物、地貌进行分类顺序施测,并按图式符号绘制草图。每天及时对照草图检查所采集的数据,当日的工作当日清。

2.3.3 内业整理

(1)地形图编绘采用 CASS7.0 软件进行内业编辑。

(2)内业编辑时根据技术设计书要求对所采集的数据进行取舍和图面整理。

(3)图形整理完成后,打印出纸图由质检员进行 100% 检查。

(4)检查完毕后,根据要求形成图册。

2.4 管道纵断面测量

该次管道纵断面测量利用 GPS-RTK 技术测绘断面点坐标和高程;个别卫星信号状况不良,不能进行 RTK 作业的地区采用了全站仪进行纵断面测绘。

(1)断面点的取舍以能合理表达管道埋深的变化及地形变化为原则。局部高差小于 0.5 m 的沟坎或者密集的坎处予以综合取舍。

(2)复杂地段及管道中线通过小河流、水塘、冲沟、道路、管道等线状地物时断面点进行了加密测量,合理准确表达了管道所经区域地形、地貌的变化。

(3)断面点以探测仪准确探测点为观测目标进行测量,同时还对管线的分支、交叉点、弯头、弯管、截断阀室、岸(河)边阀室、分输室等附属物的三维坐标进行了采集。

(4)管道纵断面图利用 CASS7.0 软件进行绘制,水平比例尺为 1:10 万,垂直比例尺为 1:500。管道所经区域地表及管道中心各要素根据《长距离输油输气管道测量规范》的要求绘制齐全。所有断面图的高程均为输油管道中心点的高程,即测量所得地表高程减去管线深度。

2.5 专用地图的制作

1:1 万比例尺带状地形测量及管道纵断面测量结束后,根据目前管道沿线最新的各省市行政区划、山东省交通图、水系图、地震图,制作出管线在以上各类图上的相关位置,并进行装订;其比例尺为 1:25 万。

3 管道测量中的几个问题讨论

3.1 金属管道并行和交叉地带

探测的 5 条线中,在东临老线和东临复线的商河段有管道并行的情况,在这 2 条线的滨州段有管道交叉的情况。同样,在东黄线和东黄复线上也有这种并行和交叉的现象。在实际探测中发现,当 2 条管道的间距小于 2 倍埋深,走向、埋深基本一致时,2 条管道会产生感应电流、磁场的相互重叠。这时,基于单一线电流源特征的定位、定深的方法误差比较大。因此,对近间距并行管道探测的关键是根据管道埋设的特点,灵活选择合适的激发方法,在要探测的管道上产生最大的电流,而在邻近的管道上产生的感应电流相对于目标管道而言可以忽略不计。这种情况,采用的方法有夹钳法、直接法、压线法及选择激发法。夹钳法和直接法一般能在目标管道中产生较强的电流,但对现场环境要求比较高,要有能够使用夹钳的条件^[2]。特殊情况下,待探测管道相对于临近管道的导电性较差,或与之构成回路,或通过互感在相邻管道中产生感应电流不能忽略时,用夹钳法或直接法也难达到理想效果。这种情况一般采用激发方法能取得较好的效果^[3]。少数情况下,如发射机放置的位置不能完全屏蔽对非目标管道的激发,或者非目标管道导电性较强,或埋深相对较浅等情况时,对目标管道探测数据的准确度就不能得到保证。用压线法,对近间距并行管道的探测会得良好效果,能基本上解决管道间相互产生的干扰问题,突出目标管道的信号,尤其以倾斜压线法的效果最好,适用范围最宽。

3.2 管道防腐层的破坏对管道探测的影响

在管道防腐层完好的情况下,使用电流法对管道进行探测时,由发射机向管道发射某一频率的信号电流,就会在管道周围产生一个磁场。随着管道的延伸,信号电流会较平稳,无电流流失现象或流失较少,因而在管道周围产生的磁场比较稳定,管道探测的精度比较高。反之,当管道防腐层破损或老化时,在破损处就会有电流流失现象,随着管道的延伸,其在管道周围产生的磁场就会变化,磁场的强度就会减弱^[4],管道探测的精度会降低。在实际的工作中针对每段管道腐蚀点的分布是非均匀的,在一个测段中可能有一部分防腐层腐蚀状况比较严重,当管道的防腐层出现破损时,检测信号电流会在破损点上因流入大地有额外的损耗,而其余部分却很

好。对于管道防腐层破坏比较严重的地方,可以采用人体电容法来检测。其原理:对地下管道发送一交变电流信号,当地下管道防腐层有破损时,在破损处形成电流通路,产生电流,向地面辐射,并在漏点上方形成场。用人体作为传感元件,检测人员在点附近时,检测仪的响声和表头指示开始反映,在漏点正上时反映最强烈,从而可准确地找到漏电位置,消除由于管道防腐层腐蚀点对管道探测造成的影响。

3.3 非金属管道探测

在输油管道项目探测中,会有一些非金属的管道附属设施。比如说:管道转弯、阴极地床、管道交会处等都有些非金属管道。非金属管道的探查是一个技术难题,可以采用将场源信号(探头)送入管道内,然后用磁偶极法在地面进行跟踪探测,探头运行路线即为管道走向。当管道周围有输电线路时,也可以采用 Power 模式进行测量。输电线路周围存在的感应电场,由于管中积水的导电性较周围介质的导电性要好很多,必将在管道内部产生电流,因此,管中的感应电流线在地表将产生相应的感应磁场,通过测量该磁场来确定管道的位置。但前提是管中要有一定的积水才行,如果是干枯的管道则最好用地质雷达等其他手段进行探测。

3.4 高干扰区域的管道测量

由于地下输油管道探测有些地段是在城市中进行,探测工作受到了各种干扰。在工作时必须采取必要的技术手段,压制或削弱干扰因素的影响。干扰因素主要来源于以下几个方面:由于地处闹市、城市建筑区,故有高压线、变电站、变压器的电场及磁场干扰;各类交通工具如电车、汽车、火车和摩托车产生的脉冲型电磁场;各类通讯发射台、微波站辐射产生的噪声电磁干扰;大型铁质广告牌、铁栅栏、铁花栏围墙等铁磁性物体形成的干扰;各种地下隐蔽的非探测目标体产生的干扰。这些情况给地下管道探测时的正确定位、定深带来较大困难。由于干扰大,若采用单一的方法,误差都比较大。因此,采用多种探测方法,进行综合解释对比,提高了对管道的探测精确度。在管道探测过程中,首先进行方法有效性试验,其目的是确定方法技术和所用仪器的有效性、精度和有关参数。例如,在用感应法探查时,通过方法试验来确定最佳收发距、最佳工作频率以及定深修正系数。然后采用多种物探手段,对复杂

地区进行综合探测,在条件允许的情况下,进行开挖或钎探验证,提高探测准确性。根据工区的实际情况,可以采用了夹钳法、感应法、直接法和地质雷达,并结合开挖(或钎探)进行验证。

4 结 语

潍坊输油处所辖的 5 条共计 891 km 长的地下输油管道十分复杂。地下管道探测工程中采用多种地球物理方法,较好地解决了复杂场地条件下管道探测的问题,取得了良好的工程效果。通过技术分析与工程实践。

(1)在复杂场地条件下,不同的管道,应采用不同的探测方法技术。对钢质输油管,应采用感应法;对钢质或铁质输油管,应采用直接法;对管道附属设施中电力管、电信管,应采用夹钳法;对非金属材质管道,采用磁偶极法或地质雷达的探测方法进行探测。

(2)选择科学的工作方式,探测时遵循从已知到未知,从简单到复杂的原则,首选确定管道的走向和水平位置,然后确定其埋深。尽量采用直接法和夹钳法,提高方法的功效和可靠性^[5]。

(3)精心施工,精细解释,才能不漏掉微弱的有用信号。在复杂场地工作时,既要心细,又要结合理论和已有的经验,采用各种适合的方法,从干扰中识别有用的微弱的异常信号,并确定位置和深度,且在临近能开挖或钎探的地方进行验证。从而确定物探异常的可靠性。

(4)采用综合物探手段如利用管道仪和地质雷达,并结合钎探配合验证的方式,解决复杂条件下地下管道探测的问题。

参考文献:

[1] 袁厚明. 地下管道检测技术[M]. 北京:中国石化出版社, 2006.
[2] 侯征,王天意,宋洪伟. RD4000 仪在地下管线探测中的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2009,(36):64-65.
[3] 张汉春,黄昀鹏. 长距离深埋管线的探测效果[J]. 物探与化探, 2006,30(4):366-369,373.
[4] 潘杰,张明举,虞庆文. 快速查找埋地管道防护层破损点仪器选择与检测方法比较[J]. 腐蚀与防护, 2001,(5):218-219.
[5] 杨向东,聂上海. 复杂条件下的地下管线探测技术[J]. 地质科技情报, 2005,24(z1):129-132.

Application of Underground Detection Technology in Weifang Underground Oil Pipeline

YU Guangting¹, LI Qiuyang¹, LU Xiaolong², WANG Xiaodong¹, ZHANG Zhijin²

(1. Shandong Geological Surveying and Mapping Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Weifang Pipeline Pump Department of China Petroleum and Chemical Corporation, Shandong Weifang 261000, China)

Abstract: Underground pipeline is the basis for national economic development. It is the artery for maintaining normal operation in urban and rural areas. In order to meet the daily management of pipeline, avoid the loss of human living and property of the State, the achievements of pipeline detection must be provided timely and accurately. In this paper, combining with actual detection work of Weifang underground pipeline, some problems which will be met in real work frequently, such as near parallel and cross pipeline, pipeline anticorrosion layer damage, non metal pipeline and high interference area have been discussed and summarized.

Key words: Oil pipeline detecting;electromagnetic induction;parallel and overlapping pipeline;anticorrosion level destruction;interference region