

DCVG+CIPS 外检测技术在两佛线的应用^{*}

张燃 罗文华 王毅辉 高健

(中国石油西南油气田公司长输管道检测评价中心)

张燃等.DCVG+CIPS 外检测技术在两佛线的应用.天然气工业,2008,28(9):105-107.

摘要 DCVG+CIPS 测量技术是输气管道外防腐完整性检测评价的主要方法。目前中国石油西南油气田公司输气管道防腐层外检测技术主要依靠 PCM 法,但该方法不能提供防腐层破损程度、修复期限及优先级等关键信息,造成管道完整性管理的盲目。介绍了 DCVG+CIPS 测量技术的检测原理和设备配置情况;利用 DCVG+CIPS 测量技术对两佛线管道外防腐层、杂散电流和阴极保护系统进行综合检测评价与开挖验证,取得了较好的检测评价效果。DCVG+CIPS 综合测量技术能提供管道防腐层老化情况、破损位置、破损状况、修复优先级、修复期限、阴极保护水平、杂散电流分布等关键信息,为管道的维护、维修与监控提供及时、准确的科学依据。

关键词 埋地管道 防腐层 组合 腐蚀检测 阴极保护 漏泄电流

一、引言

输气管道外防腐层完整性检测与评价必须包括外防腐层和阴极保护系统等两大方面,只有这样才能为管道维护、维修与监控提供及时、准确的技术保障。管道外防腐直接检测评价方法主要有:直流电压梯度测量(DCVG)+密间隔电位测量(CIPS)法,管中电流测量法(PCM),皮尔逊法等。中国石油西南油气田公司在输气管道检测方面具有较高的技术水平,目前主要依靠 PCM 法。但该方法容易受环境因素的影响,不能提供缺陷的破损程度、缺陷修复时间和阴极保护有效性等信息。而 DCVG+CIPS 技术不受上述因素的影响,是目前输气管道外防腐完整性检测评价的先进方法。两佛线 DCVG+CIPS 外检测先导性试验为大面积推广该项技术提供了宝贵的经验,对提高川渝地区输气管道防腐层地面检测技术水平具有重要的意义。

二、CIPS 技术简介

测量原理如图 1 所示。在管道上测量埋地管道的管地电位沿管道的变化(一般是每隔 1~3 m 测量一个点)。在有阴极保护的管道上,测量时能得到两种管地电位:一是阴极保护系统电源开时的管地电位(V_{on} 电位);一是阴极保护电源瞬时关时的管地电

位(V_{off} 电位)^[1-3]。

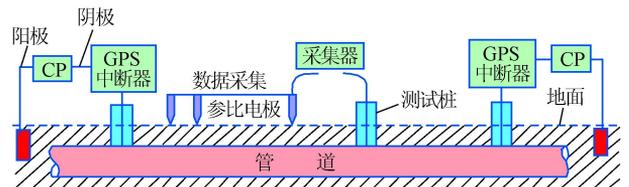


图 1 密间隔电位测量原理图

通过对全线管地电位的数据处理与变化趋势分析,可了解管道防腐层的总体质量状况;可判断防腐层的状况和阴极保护是否有效;确定管线阴极区、阳极区的分布及可能正在发生腐蚀的位置,评估阳极区的腐蚀状态;测定杂散电流分布情况,判定杂散电流干扰的区域及杂散电流干扰源。

三、DCVG 技术简介

DCVG 测量是采用直流脉冲技术与阴极保护技术相结合的埋地管道防腐层缺陷检测技术,通常用于管道防腐层完整性评价。其原理为:一个直流信号如阴极保护信号,加载到管道上之后,当管道的防腐层存在破损时,电流通过管道破损点向土壤中流去;由于土壤的电阻存在,在破损点周围的土壤中电位梯度就随之形成,在接近破损点的部位电位梯度增大,电流密度也随之增大。一般情况下,破损面积

^{*} 本文受到教育部博士点基金课题(编号:20040615004)的资助。

作者简介:张燃,女,1981年生,硕士;现从事长输天然气管道检测和完整性管理等领域的科研工作。地址:(610213)四川省成都市双流县华阳输气大院。电话:13982031623。E-mail:ranzl@163.com

越大,电流密度也就越大,电压梯度也就越大^[4]。

通过埋地上方地表电场的测量以及对电压梯度的数据处理与分析,就可确定管线防腐层缺陷点位置,根据其腐蚀电流的流向,确定其腐蚀状态,评估阳极区的腐蚀程度。

四、DCVG+CIPS 综合测量技术

CIPS 与 DCVG 综合检测技术是近年发展起来的防腐层地面检测技术。CIPS 与 DCVG 综合检测技术利用电位梯度绝对值大小可以评价防腐层的优劣;利用破损点处的 IR 降百分比和管体的腐蚀倾向性,可确定防腐层破损点的破损程度,确定防腐层破损的修复优先级及修复期限;由电位梯度相对值的变化确定防腐层缺陷的准确位置;能够定量检测防腐层破损点处的等效圆半径,通过电位测量可判定管道的阴极保护效果^[5-7]。

DCVG+CIPS 综合测量技术主要由信号发射系统、测量系统和数据处理系统等三大部分组成。DCVG+CIPS 综合测量技术具有如下特点^[8]：

(1)全面检测外防腐层的现状,包括:防腐层老化情况、破损位置及破损状况,破损处管体的腐蚀电流的流向等,评价其完整性情况。

(2)全面掌握阴极保护系统的运行情况,对其保护水平(管道是否获得全面、合适的阴极保护,是否存在欠保护及过保护情况)给予评价。

(3)掌握杂散电流分布的情况,评价其对管道外腐蚀的影响。

(4)确定地面无损检测指示的严重性以及收集数据评价腐蚀活动。

(5)给业主提供全面、合理、科学的维护、维修管理方案。

五、DCVG+CIPS 现场检测实例

1. 两佛线 DCVG+CIPS 检测概况

两佛线管道(榕山站—佛荫站段)于 1977 年投产,其管道材质为 X52,规格为 $\varnothing 720 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 双面埋弧焊螺旋缝钢管、防腐层结构为石油沥青加强外防腐,并在榕山站、西阀站、佛荫站分别设有阴极保护站。管线穿越不同地形,土壤电阻率变化较大。在榕山站—佛荫站段,地形较为复杂,以水田为主,多处穿越道路、河流,个别地段管道起伏较大,部分区域还有房屋占压情况,测量过程中行进困难,测量难度大。为检验 DCVG+CIPS 综合测量技术

在西南油气田公司输气管线外腐蚀检测和阴保效果评价的适用性,2007 年 1 月长输管道检测评价中心开展了两佛线 DCVG+CIPS 综合测量技术先导性试验,取得了较好的检测效果,同时也揭示了该技术在川渝气田广阔的应用前景。

2. DCVG+CIPS 综合测量曲线分析

由外检测数据校正(图 2)可知,在两佛线 123~125 号检测桩段,通过 DCVG+CIPS 综合技术进行测量,共发现 8 个缺陷,具体情况见表 1。

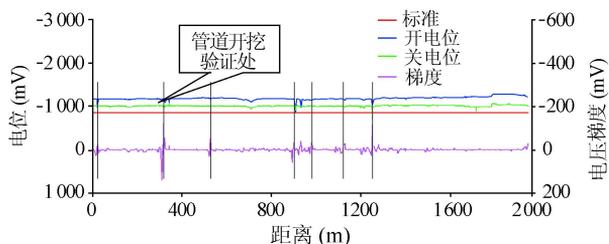


图 2 123~125 号检测桩外检测数据校正图

表 1 123~125 号检测桩检测结果表

序号	位置		IR (%)	V _{OFF} (mV)	分类级别	备注
	区间位置	GPS 坐标				
1	距离 123 号桩 14 m 处(顺气流)	28.48.5481 N 105.52.1862 E	12	-982	I	不必立即修复
2	距离 123 号桩 316 m 处(顺气流)	28.48.4671 N 105.52.0411 E	140	-980	IV	立即修复
3	距离 123 号桩 526 m 处(顺气流)	28.48.4103 N 105.51.9341 E	28	-975	II	重点监测
4	距离 123 号桩 895 m 处(顺气流)	28.48.3107 N 105.51.7507 E	27	-895	II	重点监测
5	距离 124 号桩 70 m 处(逆气流)	28.48.3022 N 105.51.7069 E	11	-975	I	不必立即修复
6	距离 124 号桩 34 m 处(顺气流)	28.48.2752 N 105.51.6244 E	13	-970	I	不必立即修复
7	距离 124 号桩 162 m 处(顺气流)	28.48.2456 N 105.51.5589 E	407	-682	IV	立即修复
8	距离 124 号桩 172 m 处(顺气流)	28.48.2438 N 105.51.5535 E	28	-888	II	重点监测

其中在距离 123 号检测桩 316m 处(顺气流)电压梯度出现较大的变化,振幅较强,表明此处管道防腐层出现了缺陷。此破损处的 V_{on} 电位值为 -1 024 mV, V_{off} 电位值为 -980 mV, 电压梯度值为 19 mV, V_{off} 电位高于 -850 mV 的保护标准,阴极保护有效,计算破损点处的缺陷点 IR 值为 140%。根据 NACE 标准中管道外腐蚀直接评价法 ECDA 的规定,此破损点要立即进行修复,否则很有可能对管道的完整性造成严重的威胁。

3. 开挖验证

根据 DCVG+CIPS 综合检测结果,选择 123 号桩顺气流 316 m 处进行开挖验证。该管道位于旱田中,其埋深 30 cm;管道的上半部存在多处破损,破损面积大小不等,且涂层已部分严重剥离,并出现很多的植物根系,涂层部分已经脆化,无黏结力。

在多处破损面积较大的缺陷点,管体出现了极化产物——保护膜,表明阴极保护有效;但是在破损面积较大附近的小缺陷处,管体均出现了腐蚀程度不等的腐蚀坑,说明此处阴极保护不足,主要原因就是阴极保护电流密度分布不均。

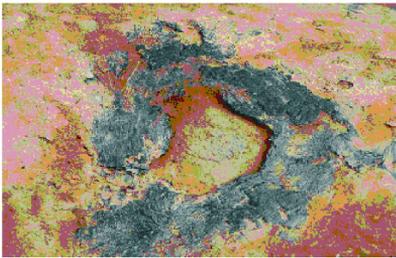


图3 管体极化产物——保护膜图

4. 杂散电流检测曲线分析

由杂散电流标准偏差图 4 可看出:118~128 号检测桩间波动趋势较小,在 133 号—佛荫阴极保护站间基本上没有波动,反映出这两段间管线没有杂散电流的干扰。在 128~133 号检测桩段间(管道穿越赤水河、居民区、公路,管段附近人的活动较频繁,

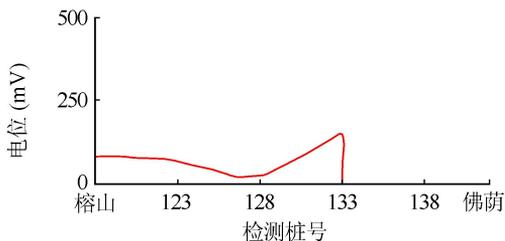


图4 两佛线榕山—佛荫杂散电流标准偏差图

尤其是 133 号检测桩附近)波动稍微大一些,可能与此处机动车、电动船活动有关;最大的交流干扰电位 $-1.52 \sim 1.19$ V,地表土壤为中性土壤,按照相关标准规定:最大的交流干扰电位小于 8 V,此段管道杂散电流干扰严重性程度应属于弱级。

六、结 论

(1)DCVG+CIPS 综合测量技术能提供管道防腐层老化情况、破损位置、破损状况、修复优先级、修复期限、阴极保护水平、杂散电流分布等关键信息,为管道的维护、维修与监控提供及时、准确的科学依据。

(2)两佛线 DCVG+CIPS 综合测量技术先导性试验取得了较大的成功,为大面积推广该项技术提供了宝贵的经验。

参 考 文 献

- [1] 刘冰,张宏,何仁洋,等.埋地钢质管道外覆盖层组合检测技术[J].油气储运,2006,25(2):1-6.
- [2] 张勇,翁永基.由阴极保护测量参数评价管道覆盖层质量[J].油气储运,1999,18(2):53-56.
- [3] 刘福顺,汤明.无损检测基础[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002,9:73-84.
- [4] 王亚平,高鹏,王仓,等.在役燃气埋地钢管外壁腐蚀状况的直接评价方法[J].材料保护,2007,40(6):66-68.
- [5] 韩兴平.埋地管线腐蚀、涂层缺陷检测技术[J].天然气工业,2001,21(1):108-111.
- [6] 刘海锋,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,2004,24(11):147-150.
- [7] 郑利锋,杨小雪,张平.管道内腐蚀监测系统的设计与实现[J].西南石油学院学报,2002,24(2):68-70.
- [8] 涂明跃,葛艾天.陕京管道外腐蚀直接评价(ECDA)实践[J].腐蚀与防护,2007,28(7):369-372.

(修改回稿日期 2008-07-10 编辑 罗冬梅)