

电位差法用于输油气管道阴极保护漏电检查

中国西南油气田分公司输气管理处合江输气队 黄先进

输气合江分公司管理输气干线(中国西南油气田公司输气南干线)214.616 km,东起重庆江津市长江边,西至泸州市纳溪区合面镇。管线规格有:Ø720 ×8(9)材质 16Mn;Ø610 ×8 材质 X-52;Ø508 ×7.14 材质 X-52。建有阴极保护站9座,平均保护长度 24 km。其中榕山、弥陀、大州驿自管道建成投产以来就存在严重的阴极保护漏电问题,多段管线得不到保护。虽经多次查找,均未找出漏电原因和漏电点位置。漏电处理前,三站恒电位仪输出情况见表 1。

表 1 榕山、弥陀、大州驿恒电位仪输出

防腐站	输出电压 (V)	输出电流 (A)	通电点电位 (- V)
榕山站	28.0	22.0	1.30
弥陀站	17.4	11.7	1.30
大州驿站	25.2	22.5	1.30

电位差法原理

电位差法就是在阴极保护的管道上找四个点,分别测出每两个点之间的距离和电位差,然后根据电学有关原理计算出阴极保护漏电点准确位置(见图 1)。

如图 1 所示:在采取阴极保护的管道上取四个点,即 A、B、C、D,测得 AB = a; CD = c; AD = b,设 BC 间的 E 点为漏电点(未知点),且 AE 间的距离假设为 x。

通常情况下,AB、CD 间距离比较小,控制在 10 m 以内;而 AD 间距离在 500 m 内的情况下,不考虑阴极保护电流经土壤流入管道对计算结果的影响。

用电位差计分别测得 AB 间的电位差为 V_a ; CD 间的电位差为 V_c ; AD 间的电位差为 V_b 。

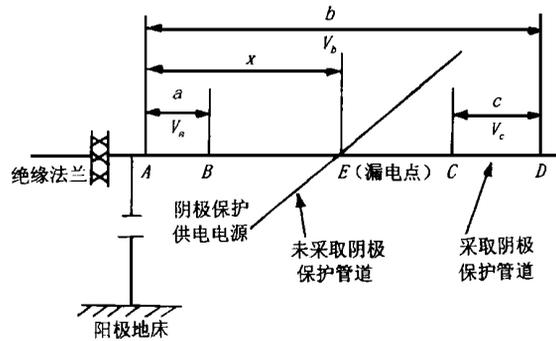


图 1 电位差法查找阴极保护漏电原理图

那么 $V_{ae} = \frac{V_a}{a} x$

$V_{ed} = \frac{V_c}{c} (b - x)$

因 $V_b = V_{ae} + V_{ed}$

即 $V_b = \frac{V_a}{a} x + \frac{V_c}{c} (b - x)$

解得 $x = \frac{a(V_b c - V_c b)}{V_a c - V_c a}$ (1)

式中: x 为 A 点距漏电点 E 的距离, m; a 为 A、B 两点之间的距离, m; b 为 A、D 两点之间的距离, m; c 为 C、D 两点之间的距离, m; V_a 为 A、B 两点之间的电位差, mV; V_b 为 A、D 两点之间的电位差, mV; V_c 为 C、D 两点之间的电位差, mV。

应用实例

用电位差法在输气合江分公司阴极保护漏电中成功查找了榕山站、弥陀站阴极保护的漏电问题,且准确性很高。使两个站二十多年的漏电问题得到了处理,提高了阴极保护效果和保护距离;降低了阴极保护运行成本,现将榕山站、弥

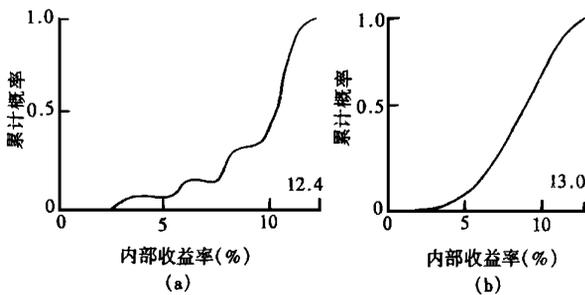


图 4 项目内部收益率累计概率分布图

参考文献

- Behrens W, Hawranek P M. 工业可行性研究编制手册. 北京:化学工业出版社,1994
- 陶树人. 技术经济学. 经济管理出版社,1999

(收稿日期 2000 - 08 - 01 编辑 赵 勤)

陀站漏电查找情况及结果分别介绍如下：

1. 榕山站

榕山站为佛两输气管线,管线规格 $\varnothing 720 \times 8(9)$,材质 16Mn 螺旋焊缝钢管。防腐站输出电压 28.0 V、电流 22.0 A,通电点电位 - 1.30 V;经断开进站方向连接跨条,只向出站方向送电,恒电位仪输出电压 7.3 V、电流 5.2 A,通电点电位 - 1.30 V。说明阴极保护漏电在进站方向(见图 2)。在进站明管段上选取 A、B 两点, A 点为通电点,在站外选取 C、D 两点开挖露出管顶,测得 $AB = 3.7 \text{ m}$ 、 $CD = 40.6 \text{ m}$ 、 $AD = 78.0 \text{ m}$;再用电位差计测得 AB 间电位差 $V_a = 0.594 \text{ mV}$,其电位梯度为 0.16054 mV/m ;CD 间电位差 $V_c = 2.648 \text{ mV}$,其电位梯度为 0.06522 mV/m 。AB 间电位梯度远大于 CD

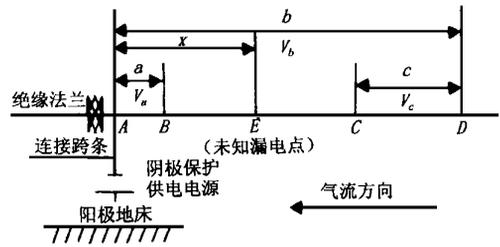


图 2 榕山站漏电查找示意图

间电位梯度,那漏电点在 BC 之间。在调定恒电位仪输出的情况下,分别测得 V_a 、 V_b 和 V_c ,然后改变恒电位仪输出分别测得 5 组数据,根据式(1)将计算结果列于表 2。

表 2 榕山站阴极保护漏电查找测试计算成果表

测试时间	恒电位仪输出			测试数据 (mV)			计算值
	V (V)	I (A)	V (- V)	V_a	V_b	V_c	
1999 年 10 月 28 日	28.0	22.0	1.30	1.094	15.337	4.864	34.07
1999 年 10 月 28 日	25.0	18.0	1.20	0.895	12.528	3.978	33.95
1999 年 10 月 29 日	22.4	16.0	1.15	0.796	11.177	3.537	34.23
1999 年 10 月 29 日	16.7	12.0	1.00	0.597	8.299	2.653	33.35
1999 年 10 月 29 日	14.2	10.0	0.96	0.495	6.934	2.214	33.82
平均	21.3	15.6	1.122	0.775	10.855	3.449	33.88

根据测试计算结果,于 1999 年 10 月 30 日至 11 月 2 日,在距 A 点 32~36 m 段开挖,挖开结果证实在距 A 点 34.04 m 处川南矿区 $\varnothing 25$ 进站管线与 $\varnothing 720$ 输气干线同沟敷设绝缘层严重破损搭接在一起,两管线搭铁面积达 15 cm^2 。为了处理阴极保护漏电问题,经现场决定采取将 $\varnothing 25$ 管线改线处理的办法,因两管线靠得很紧,决定增加开挖长度,在距 A 点 26.42 m 处,两管线还有一处靠在一起,但绝缘层未破损,没有引起漏电。将 $\varnothing 25$ 管线改线处理后,恒电位仪输出电压 10.0 V;输出电流 7.2 A;通电点电位 - 1.30 V。在相同通电点电位的情况下,整改后比整改前恒电位仪输出功率下降了 544 W,下降率 88.3%,一年就可节约用电量 4 765 kW·h,节约电费 3 000 元左右;保护距离从 15 km 增加到 34 km;管线上电位得到提高,均达 - 1.0 V 以上(见图 3)。

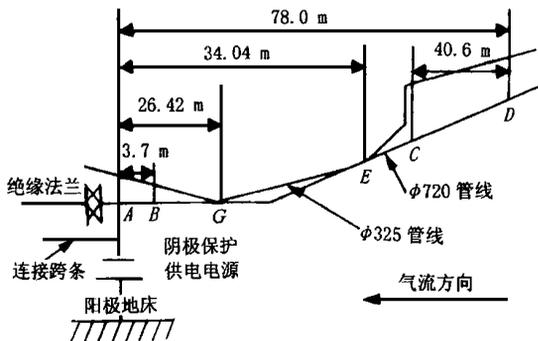


图 3 榕山站阴极保护漏电情况示意图

注: G 点为两管线搭接未漏点; E 点为两管线搭接的漏点

2. 弥陀站

弥陀输气管线为佛纳输气干线,管线规格 $\varnothing 508 \times 7.14$,材质 X-52;恒电位仪输出电压 17.7 V、输出电压流 12.0 A、通电点电位 - 1.30 V;断开阴极保护进站方向连接跨条,只向出站方向送电,恒电位仪输出电压 6.9 V、输出电流 3.5 A、通电点电位 - 1.30 V。漏电点位置在进站方向。如图 4 所示:经查进站明管段电位梯度不相等,而知其材质不同,把进

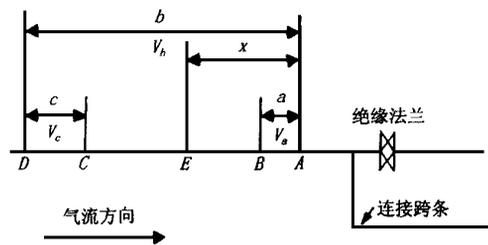


图 4 弥陀站阴极保护漏电查找示意图

站出入地挖开选取 A、B 两点,在进站围墙外选择 C、D 两点开挖露出管顶。测得 $AB = 1.20 \text{ m}$ 、 $CD = 6.50 \text{ m}$ 、 $AD = 26.50 \text{ m}$ 。用电位差计测得 AB 间电位差 0.188 mV,其电位梯度为 0.1567 mV/m ;CD 间电位差 0.130 mV,其电位梯度为 0.020 mV/m ;AB 间电位梯度远大于 CD 电位梯度,漏电点就在 BC 之间。在调定恒电位仪输出的情况下分别测得 V_a 、 V_b 、 V_c ;然后改变恒电位仪输出的情况下分别测得 3 组数据,根据式(1)将计算结果列于表 3。根据测试结果于 1999 年 12 月 25 日至 30 日在距 A 点 9.0~10.0 m 开挖,结果证

流沙地段埋地输油气管道施工中存在的问题及处理方法

中石化管道储运公司胜利处管道管理站 熊 靖 谢 健

长距离埋地输油气管道的设计埋深,主要考虑到管道的稳定性及输油气温度场等因素,一般为1.2 m左右,加上管子直径(这里以 $\varnothing 111$ 管线为例),管沟开挖深度多在2 m左右,这就给在流沙地段敷设管道及日后的维修大修带来了很大的困难。因此,解决好流沙地段管线施工中存在的问题,对今后的管道管理工作来说是至关重要的。现根据东营地区埋地输油管道大修时遇到的问题谈一点看法。

1. 存在的主要问题

东营地区属黄河冲积平原细沙地质,地下水位高,一般在地面下1 m左右,个别地段仅0.6 m,当敷设管线和大修管线开挖管沟时,管沟两侧坍塌淤积严重,地下水大量渗出,使管沟开挖深度难以保证,因而造成敷设管线时,埋深达不到要求;管线大修时,难以保证管线防腐质量。

2. 处理问题的方法

国内目前在流沙地段施工,大多仍采用埋入式(即直埋式)敷设方式,见图1。这样对管沟的深度要求就高,为达到

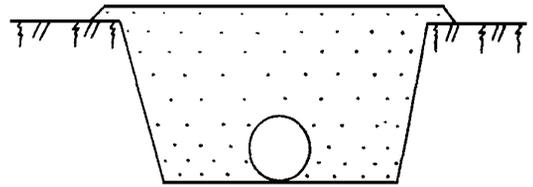


图1 埋入式

设计标准,就必须采取一些必要的措施,比如:大开挖:即加大管沟开挖宽度,并使管沟开口呈阶梯状况(见图2);井点降水:即在管沟两侧(或单侧)或基坑四周布置一定数量的管井,见图3。采取上述措施均需配置抽水泵,借助于水泵,直接将不断渗入管井和管沟里的地下水抽走,从而达到降低地下水位,减缓管沟坍塌,保证管沟开挖深度的目的。

3. 改变处理方法

以上方法虽然可行,但需增加很多施工费用,施工工期

表3 弥陀站阴极保护漏电查找测试计算成果表

测试时间	恒电位仪输出			测试数据 (mV)			计算值
	V (V)	I (A)	V (- V)	V_a	V_b	V_c	
1999年12月24日	18.2	12.0	1.315	0.188	1.745	0.130	8.93
1999年12月24日	15.4	10.0	1.224	0.158	1.445	0.071	9.57
1999年12月24日	12.7	8.0	1.131	0.127	1.142	0.044	9.72
平均	15.4	10.0	1.223	0.158	1.444	0.082	9.41

实在距A点9.5 m处有一 35 mm^2 的铝芯电缆将本管线与川南矿区 $\varnothing 73$ 管线连接在一起而漏电;断开电缆后,恒电位仪输出降为:输出电压6.8 V、输出电流3.4 A、通电点电位-1.30 V。在相同通电点电位的情况下,恒电位仪输出功率下降了195.28 W,下降率89.4%,一年就可节约用电量1710 kW·h,节约电费近2000元。保护距离从17 km增加到了32 km。管线电位得到提高,均达-1.0 V以上(见图5)。

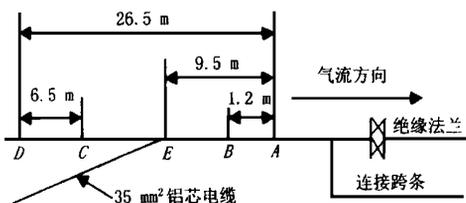


图5 弥陀站阴极保护漏电情况示意图

注: E点为漏电点

影响因素及对策

电位差法查找阴极保护漏电操作简单、费用少、快速、高效、准确、实用,但在查找过程中要注意以下几点。

1) 根据恒电位仪输出电流大小,AB间、CD间距离选定在10 m以内,能测出其电位差。AD间距离控制在500 m以内,那电流经土壤流入管道的电流对计算公式的影响可不计。

2) 若测试出CD间电位梯度与AB间电位梯度相等或接近,且接近于恒电位仪向测试侧管道所送电流,那漏电点还在D点之外,再以C、D两点作A、B,在适当位置再选两点作C、D,以这四点再进行测试,直到AB间电位梯度远大于CD间电位梯度,最终把漏电点控制在B、C之间。

3) 在整个测试段上,管线的规格和材质应相同,以确保测试段上管道的纵向电阻相等。

4) 在测试同一组数据时,恒电位仪输出必须保持稳定。

5) 测试AB、CD、AD间距离时,必须清楚管线走向,测量准确,以保证测试计算结果的准确性。

(编辑 王瑞兰)