

天然气长输管道防腐层及阴极保护技术问题

郑 伟 (山西燃气产业集团有限公司管道分公司, 山西 太原 030000)

摘 要: 本文对当前天然气长输管道防腐层的作用和类型进行分析, 并以某段天然气管路防腐层问题进行剖析, 分析阴极保护在防腐层检测识别方面中所存在的缺陷, 提出极化探头改进措施, 并通过试验验证改进方案的可行性, 后将其应用于某段天然气管路防腐层检测过程中, 探究实际应用效果。

关键词: 天然气; 长输管道; 防腐层; 阴极保护; 极化探头

0 引言

天然气长输管道在长时间的使用过程中, 由于外界因素的影响防腐层老化破损问题较为常见, 如果没有进行及时处理将会严重影响天然气的安全输送。而阴极保护技术是目前天然气长输管道防腐层缺陷检测最常见的手段。检测人员能够根据电位变化情况对管道的防腐层情况进行判定, 但在检测过程中 IR 降会影响电位的准确性, 进而导致结果判定错误, 影响到检测效果。因此如何降低 IR 降对阴极保护电位变化的影响也成为相关行业人员所需要思考的问题。

1 天然气长输管道防腐层

1.1 天然气长输管道产生腐蚀的原因

天然气长输管道主要埋于地下, 受环境介质的影响, 管路会出现严重的腐蚀情况。通常情况下, 管路腐蚀情况可以分为三种: ①化学腐蚀。该种腐蚀类型指的是金属材料在气体和非电解质溶液中发生化学反应, 进而导致管路出现腐蚀情况; ②电化学腐蚀。管路金属材料与电解质形成了电池的电极, 从而形成腐蚀情况; ③生物腐蚀。管路被某种细菌生物腐蚀, 例如硫酸盐还原菌。

1.2 防腐层的作用与类型

在实际服役当中, 防腐层主要起到屏蔽外界离子流通、绝缘以及抗压的作用, 在一定程度上对管路起到保护作用。目前我国天然气长输管道防腐层主要有五种类型, 分别为石油沥青、环氧煤沥青、塑化沥青防蚀带、熔结环氧层、热收缩套, 不同防腐层具有不同特点, 其中石油沥青层管路由于服役时间相对较长, 在很多地段已经出现破损情况, 因此科学的检测也成为提高天然气安全输送的重要手段。

2 某工程防腐层阴极保护检测问题及改进方案

2.1 传统极化探头在评价管道阴极保护方面所存在的问题

某段天然气长输管道防腐层为普通石油沥青防腐

层, 总厚度在 4mm 以上, 结构为三油三布结构, 即管道上刷一层底漆, 后刷一层厚度在 1~1.5mm 的石油沥青, 之后包裹玻璃布, 依次涂刷石油沥青, 包裹玻璃布, 共五层, 外包保护层。在管道使用过程中, 采用阴极保护电位测量的方式来判断管路防腐层情况, 具体检测采用极化探头法, 相比较传统检测办法极化探头方式能够降低杂乱电流对管道检测参数的干扰。但在操作当中, 利用极化探头所检测的阴极保护电位指标是长输管道的通电和断点电位, 在通电电位检测当中会产生纯欧姆 IR 降误差, 这严重的影响了检测结果的准确性, 此外地下杂散电流也会对检测结果产生干扰。因此, 在具体的管道防腐层检测工作当中, 常出现防腐层状态评估错误的情况, 严重影响了天然气长输管道防腐层的检修和处理。

2.2 改进方案

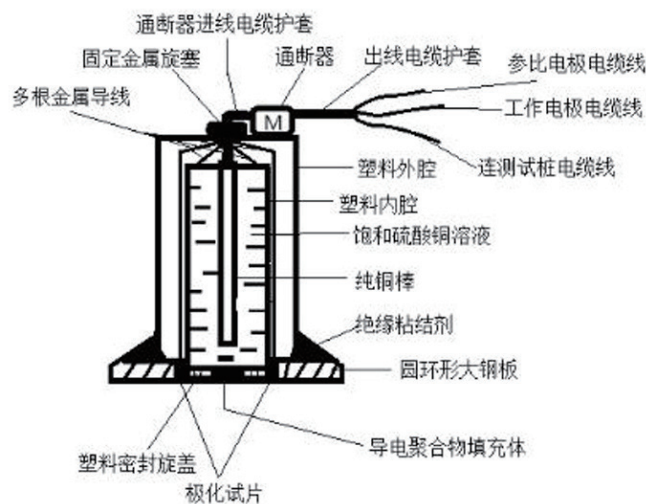


图1 改进极化探头结构图

传统极化探头在长时间的使用过程中, 受到试片材料以及面积大小的影响, 微孔陶瓷半透膜会出现堵塞, 影响到检测结果, 甚至参比电极溶液会出现泄露问题, 对检测区域的土壤产生污染。为了降低通电电

位检测过程中纯欧姆 IR 降误差对检测结果产生的影响,本次改造在极化探头上安装智能电路通断器,控制方式为联通 12s 断电 3s,阴极保护电位在 0.5~3s 的时间内测取断电电位,改造结构图如图 1 所示。

此外,将原极化探头底部密封盖改造为圆形大钢盘,这能够降低电极溶液泄露的可能性,还能够屏蔽杂散电流,进而解决非纯欧姆 IR 降误差对检查结果的影响。检测试片配备三种材料,分别为 Q235、X52、20 号钢,每种试片尺寸分别为 12mm 和 6mm。同种材质,不同尺寸的试片相近布置在计划探头底部,试片上焊接导线,导线与外部导线利用三向开关连接。在具体检测过程中,可以根据管路的材质利用三向开关选择合适的极化试片。

2.3 改进试验

2.3.1 纯欧姆 IR 降误差检测试验

为了验证极化探头改进试验的可行性,本次选用 Q235 和 X52 材质的埋地管道进行试验,管道防腐层缺陷孔大小设置为 3mm, 6mm, 9mm, 12mm, 15mm, 利用改进后的极化探头测量通电电位情况,测量方式与原极化探头测量基本方式一致,首先将极化探头试片上的两根连接线分别与管道和万用表正极连接,极化探头参比电极线与万用表负极连接;其次为了保证检测结果的准确性,极化探头的埋深需要与所测管路埋深一致;第三在测量前需要对管路的阴极保护状态进行检测,确保阴极保护能够正常运行,并且管道和试片均已极化;最后,联通极化探头设备电源,在 12s 后设备自动断电,此时立即读取万用表所显示的电位。经过检测,结果如图 2 所示。

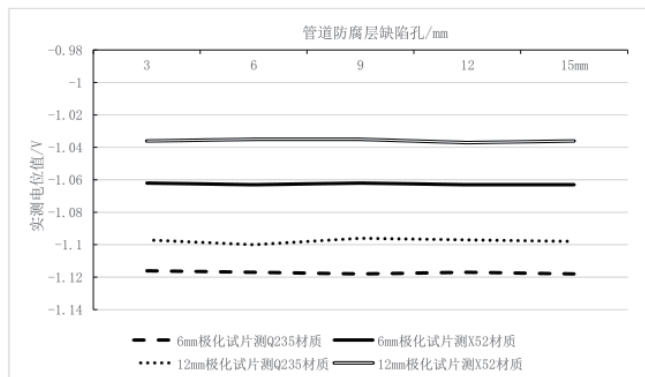


图 2 通电状态下改进极化探头对不同缺陷孔的电位检测结果

由图 2 可知,在通电状态下,改进极化探头对不同直径下防腐层缺陷孔进行检测,检测电位值基本保持一致,表面改进极化探头能够有效消除纯欧姆 IR 降误差。

2.3.2 杂散电流对测量精度影响试验

在本次试验中,选择材质为 X52 管道,杂散电流共设置五种强度,分别为 3V、6V、9V、12V、15V,检测方式采用三种方式,分别为 Cu/饱和 CuSO₄ 电极检测,传统极化探头检测、改进极化探头检测,结果如表 1 所示。

表 1 杂散电流对测量精度影响试验结果

杂散电流强度 (V)	6mm 极化试片				12mm 极化试片			
	Cu/饱和 CuSO ₄ 电极检测	传统极化探头检测	改进极化探头检测		Cu/饱和 CuSO ₄ 电极检测	传统极化探头检测	改进极化探头检测	
	通 (V)	通 (V)	通 (V)	断 (V)	通 (V)	通 (V)	通 (V)	断 (V)
3	-1.558	-1.158	-1.107	-1.093	-1.533	-1.152	-1.106	-1.084
6	-2.344	-1.174	-1.11	-1.093	-2.265	-1.17	-1.11	-1.085
9	-3.15	-1.175	-1.120	-1.097	-3.021	-1.175	-1.119	-1.09
12	-4.02	-1.202	-1.13	-1.1	-3.832	-1.2	-1.13	-1.094
15	-4.9	-1.239	-1.135	-1.107	-4.6	-1.23	-1.134	-1.097

由表 1 可知,在 Cu/饱和 CuSO₄ 电极测量检测方式下,检测电压结果波动较大,检测电位值与杂散电流成正比,最大差值达到 215%;在传统极化探头检测方式下,检测电位值受杂散电流影响相对较小,最大差值 7.0%;在改进极化探头检测方式下,检测电位值受影响最小,通电情况下最大差值为 2.5%,断电情况下最大差值为 1.3%,电位值基本保持一致,这主要是由于改进后的极化探头试片材质与埋地管路材质一致,并且断电模式检测下结果更为准确。由此可见,改进极化探头基本屏蔽杂散电流对阴极保护检测电位值的干扰,能够有效提高检测结果的准确性。

3 改进极化探头的实际应用

某段天然气长输管道材质为 X52,该管道所在区域地质情况相对较为复杂,并且有杂散电流的干扰,在管道长时间服役当中,防腐层可能会出现一定破损。本次利用 Cu/饱和 CuSO₄ 电极、传统极化探头、改进极化探头对该段天然气长输管道进行检测,检测桩位置分别设置在 4km、7km、12.2km、20.1km、22.1km、24km,检测结果如图 3 所示。

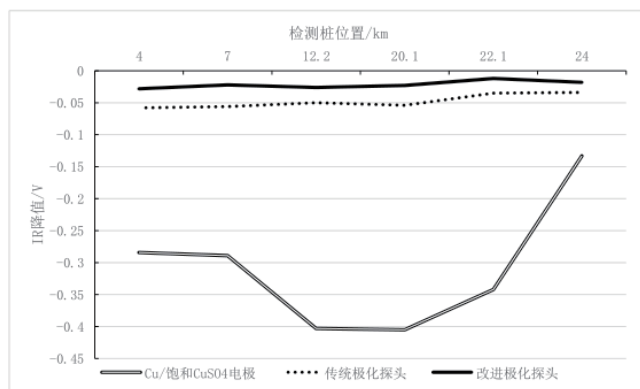


图3 不同检测方式下天然气长输管道的IR降值

由图3可知,改进后的极化探头所测得的IR降值最小,平均为-0.0215,相比较传统极化探头检测IR降值降低122.3%,相比较Cu/饱和CuSO₄电极检测IR降值降低1338.6%,由此可见,改进完成后的极化探头在管路阴极保护方面的检测准确性更高。在利用改进极化探头检测管路防腐层时,所测得的断电电位均在-0.85V以内,由此可见该管路阴极保护状态良好。如果采用传统电位检测方式,会导致技术人员对管道防腐层的状态判断错误,进而做出错误的修缮方案,严重浪费人力物力。

因此,改进极化探头在天然气长输管道防腐层检测方面的应用也具有良好的经济性。

4 结论

对天然气长输管道防腐层的作用和类型进行分析,提出目前天然气长输管道防腐层所面临的问题。

以某段天然气长输管道防腐层为研究对象,采用传统极化探头检测阴极保护电位情况,分析其中存在的问题,提出极化探头改进方案,并进行试验。结果表明,利用改进极化探头检测管路阴极保护电位值,能够消除纯欧姆IR降误差,同时降低杂散电流对测量结果的影响,进而提高检测准确性。

将改进极化探头应用于某段天然气长输管道阴极保护电位值检测过程中,经过对比发现,改进后的极化探头所测得的IR降值最小,且断电电位均在-0.85V以内,由此可以判断该段天然气长输送管路阴极保护状态良好。

参考文献:

- [1] 郭永强,管子旭,王瑜等.埋地管道强制电流阴极保护系统检测方法[J].特种设备安全技术,2023(01):22-23+30.
- [2] 孙伟栋.近海海底管道阴极保护有效性的评估方法及应用[J].腐蚀与防护,2023,45(01):93-98.

- [3] 延旭博.浅谈长输天然气管道交流杂散电流的防护与治理[J].全面腐蚀控制,2023,37(12):39-42+97.
- [4] 刘冠一,姜子涛,董绍华等.管道阴极保护远程监测技术研究进展[J].腐蚀与防护,2023,44(12):8-20+37.
- [5] 华伟,刘俐俐,任勇等.燃气管道整体阴极保护评估方法研究[J].材料保护,2023,56(12):188-193.
- [6] 李政昊,任帅,胡正阳等.剥离涂层下X80输气管线钢阴极保护行为模拟研究[J].当代化工研究,2023(23):45-47.
- [7] 解静,刘超,李军等.天然气站场阴极保护设计运行关键技术探讨[J].全面腐蚀控制,2023,37(11):23-26.
- [8] 陈晓,李琳,张伯阳.考虑管道阴极保护的直接地极对管道干扰及防腐措施研究[J].电镀与涂饰,2023,42(22):48-56.
- [9] 沈光霁,诸海博,刘凯峰等.埋地管道阴极保护检测系统设计[J].管道技术与设备,2023(06):36-40.
- [10] 陈永清.天然气输送用热弯管化学反应与腐蚀机理分析及保护[J].粘接,2023,50(11):133-136.
- [11] 李佳轩,刘涛,杨晨璐等.长输管道阴极保护电流流失解决措施研究与应用[J].全面腐蚀控制,2023,37(08):1-7+31.
- [12] 丁淑娟,左婧,秦虹等.埋地管道阴极保护系统的优化分析与研究[J].石油工程建设,2023,49(04):42-47+54.
- [13] 战征.埋地管道保温层下阴极保护有效性[J].腐蚀与防护,2023,44(05):78-82+95.
- [14] 宋剑华,余翔.埋地管道阴极保护装置失效原因分析及建议[J].设备管理与维修,2022(24):68-69.
- [15] 吴靖.长输管道的阴极保护及故障探讨[J].石化技术,2022,26(06):356+364.
- [16] 胡铮.天然气长输管道防腐层及阴极保护技术中存在的问题及解决措施[J].全面腐蚀控制,2021(10):35.
- [17] 单庆伟.长输天然气管道防腐层及阴极保护技术分析[J].全面腐蚀控制,2021(09):21.
- [18] 陈泽康.长输天然气管线的腐蚀及防护措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022(1):1.
- [19] 李长勇.输气管道阴极保护系统存在的问题及解决方法[J].油气储运,2022,36(5):6.
- [20] 程浩.长输天然气管道防腐层及阴极保护常见缺陷及对策研究[J].特种设备安全技术,2021(5):3.

作者简介:

郑伟(1988-),男,山西朔州人,本科,工程师,研究方向:天然气长输管道。