

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2011.10.003

阴极保护极化电位远程监测技术在城市燃气管线的应用研究

□ 深圳市燃气集团股份有限公司 (518055) 安成名

□ 北京安科管道工程科技有限公司 (100083) 牟南翔

摘要: 本文介绍了一种新型的阴极保护极化电位无线远传技术在深圳燃气管线上的应用研究。该技术采用极化测试探头监测管道极化电位,改变了传统采用通电电位判断阴极保护准则的观念。并通过无线远传系统,管理人员可实时、远程掌握管道阴极保护真实状态,实现对管线阴极保护的科学管理。

关键词: 无线远传 极化测试探头 阴极保护 燃气管线

Application of Wireless Remote Detection Technology for The Cathodic Protection Potential in City Gas Pipeline

Abstract: A new polarization potential detection technology for cathodic protection—wireless remote detection technology is introduced, which was applied in Shenzhen gas pipeline. This technology changes the concept of using on-potential as the criterion of cathodic protection. With this system we can monitor the true state of cathodic protection in pipeline and detect the insufficient protection pipeline in time.

Keywords: wireless remote test probe cathodic protection gas pipeline

1 前言

腐蚀是材料与环境相互作用而导致的失效^[1]。根据工业发达国家的调查统计,每年因腐蚀造成的经济损失约占国民生产总值的2%~4%^[2]。阴极保护与涂层的联合应用是国际上公认的埋地管道防蚀技术。根据现行国家标准^[3],管地界面极化电位是判断阴极保护有效性的现行标准。然而由于现场条件的限制以及极化电位本身较难准确读取等原因,在管道运行部门的日常管理中,通常是以管地通电电位来进行判断阴

极保护效果。通电电位值包含了极化电位和回路中的IR降,并不能真实的反映管地界面极化电位^[4],因而也无法准确的评价管道阴极保护的有效性。因此,准确便捷的测量和记录极化电位对于保证阴极保护技术的有效实施具有非常重要的意义。

2 极化测试探头技术与无线远传监测技术

埋地钢质管道采用阴极保护后,因电流在土壤介质中的IR降及杂散电流的影响使得真实极化电位很难

准确测量^[5]。目前消除IR降的常规测试方法是瞬间断电法。所谓瞬间断电法是指瞬间断开阴极保护电流（此时电流I值为零）而测得的断电电位值。瞬间断电法测得的断电电位近似等于极化电位。

瞬间断电法的准确测试需要具备以下3个基本条件：①多套阴保系统要实现同步断开；②所有与管道相连的均压线均应断开；③没有杂散电流的干扰^[6]。在管线的实际现场测试和管理中，特别是在牺牲阳极保护系统中很难将管线所有的阴极保护系统同步通断，这给断电电位的准确测试造成一定的困难。另外由于瞬间断电电位的测量不能排除杂散电流的影响，在存在杂散电流干扰的地方很难测试出准确的管地极化电位。有必要找到一种准确快捷的抗杂散电流干扰的埋地管线极化电位的测试方法。

近年来，一种新兴的阴极保护电位测量技术——极化测试探头技术以其独特的优势受到人们的关注。极化测试探头能够同时测量被保护构件的自然腐蚀电位和阴极保护断电电位，在测量中能够使测量通道上的IR降减至极小（工程上可以忽略不计）且不受杂散干扰电流的影响，所以，使用该探头测量得到的断电电位可以近似为极化电位。

极化测试探头由内置参比电极、自然腐蚀测试试样、极化测试试样、微渗封端、电缆等部件组成，可在不断开管道现有阴保系统连接的情况下实现自然腐蚀电位及阴极保护极化电位测量，具有抗杂散电流能力强、服役寿命长及实地测量简便易行等特点。极化测试探头采用与待测管道材质相同的1cm²–10cm²试片模拟管道防腐层缺陷。其中极化试片直接与管道直接相连，所测电位代表类似土壤环境与相同通电电位状况下管道破损点的极化电位；自然腐蚀试片不与管道连接，所测电位代表类似土壤环境中管道的自然腐蚀电位。极化测试探头中试片尺寸小，为一孤立的点，参比电极又与试片间通过合理结构使之尽可能接近，所以，断开电流后，阴极保护电流及其它电流（杂散电流、平衡电流及大地电流）影响可消除。若试片测得的断电电位符合阴极保护准则，那么当防腐层的缺陷小于试片的面积时，该缺陷也能得到有效的阴极保护。

在管线实际维护中，经常因种种原因导致极化电位的测量困难。比如：通过极化测试探头测量管道的

极化电位需要足够的极化时间，一般极化时间为48h或者更长的时间；在杂散电流干扰严重的地方，极化电位还会随时间不断的改变；在有些特定区域，由于自然条件的限制不方便进行断电电位的测试；此外，在某些重点腐蚀区域需要进行连续的电位监测。

在这些情况下，一种能在管理者办公区域对管线的极化电位进行远程监控的技术就变得十分必要了。阴极保护参数自动监测与远程传输系统能够实现埋地钢制管道阴极保护参数定时自动监测、采集，数据传输到管理部门的终端系统，由专业工程师进行数据的管理和分析。该系统大大提高了阴极保护数据的客观性，取得的数据更准确、及时，为分析阴极保护的实际情况提供准确的第一手资料。

3 无线远传终端监测系统在深圳燃气管线的应用

深圳市燃气集团股份有限公司采用某型号的无线远传终端监测系统对次高压管线进行了阴极保护极化电位的无线远传应用试验研究。该系统由无线远程数据终端和极化测试探头构成，辅以相应的软件。阴极保护电位无线远传系统是集成了阴保检测技术、智能仪表技术、无线通信技术和计算机网络技术等多学科领域的的数据监测系统。该系统可完成阴极保护电位的自动检测及预处理、无线数据传输和服务器数据管理等功能。

3.1 阴极保护无线远传监测系统的构成

构成包括远程检测终端、GPRS网络基站（对于采用GPRS的系统）和主站服务器三部分。系统拓扑结构如图1所示：

无线远传系统在阴极保护电位的检测中可实现如下功能：

- （1）自动完成自然腐蚀电位、通电电位和断电电位的检测，检测量程为-5V~+5V，精度大于±5mV；
- （2）按指令定时检测数据，并通过GPRS无线网络将数据发送到主站服务器，检测周期可设置为“月、周、日、时、分”；
- （3）控制中心的服务器可以统一接收和存储监测数据；
- （4）可以通过局域网内安装的客户端软件进行

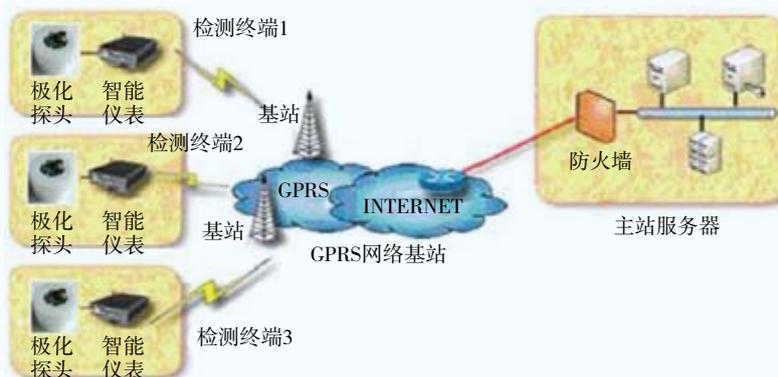


图1 阴极保护无线远传监测系统的拓扑结构

数据查询和管理；

(5) 由控制中心对远程监测终端的运行参数进行管理，可设置参数包括终端描述符、检测周期、断电间隔等参数；

(6) 采用电池供电，远程监测终端具有自动休眠和定时唤醒的节能功能。

无线远传终端及极化测试探头的安装结构如图2所示。在无线远传系统安装时，需要将无线远传终端埋设在需要安装的测试桩附近，按下图所示连接导线并将无线接收端天线引至测试桩顶部。

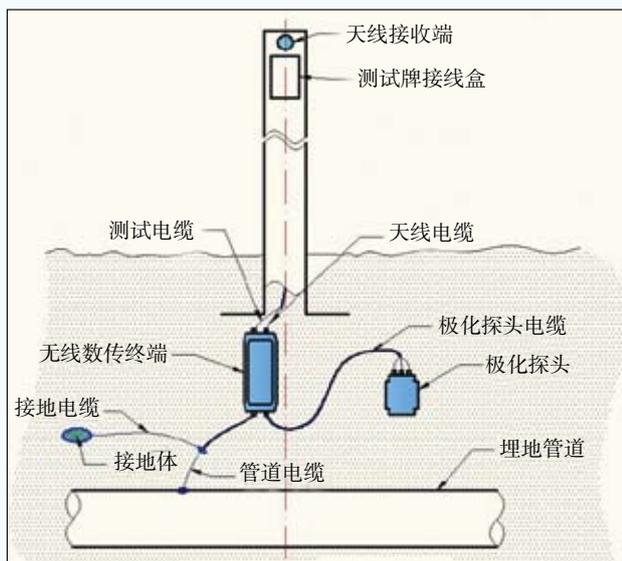


图2 无线远传终端及极化测试探头安装图

3.2 极化电位、杂散电流连续24小时监测数据分析

长输管线阴极保护系统中，除了日常运行所需要的阴极保护电流，绝大多数还不可避免的存在流动的

杂散电流。杂散电流来源主要分为3种情况：直流杂散电流、交流杂散电流和地电流。这种干扰常导致管道的异常快速电解腐蚀、电击腐蚀和系统严重干扰破坏。

直流干扰电流的危害主要存在以下2个方面：

(1) 腐蚀减薄：杂散电流由管道缺陷流向土壤，造成管道失去电子，腐蚀造成 Fe^{++} 离子进入土壤，导致金属减薄，甚至腐蚀穿孔。从电位值上表现为电位正移；

(2) 涂层剥离：杂散电流由土壤流向管道，造成系列获取电子的阴极反应过程，在涂层表面形成碱性环境，造成涂层剥离。从电位值上表现为电位负移。

交流干扰电流的危害除了超过安全电压可能会对人生安全造成的危害外，还有对管道造成点蚀的危害，越是防腐层好的管道越是强烈。

深圳次高压管线全线采用牺牲阳极的阴极保护方法，由于管线与地铁、高压电塔和交流电气化铁路平行或交叉，产生了严重的交直流杂散电流干扰，埋地管线的阴极保护电位（通电电位、断电电位）在地铁运行期间处于杂乱状态。为了全面掌握杂散电流干扰情况，防止可能发生的腐蚀，遂决定利用阴极保护电位无线远传技术对某段次高压管线进行24h连续监测。

该测试桩位于公路旁边，距电气化铁路200m，距高压电塔50m，距地铁2 500m，是一处受杂散电流干扰较为典型的测试桩。测试数据图形如图3：

比较通电电位、断电电位及自然腐蚀电位可见，在干扰严重时间段，通电电位变化幅度大于断电电位变化幅度，这是由于通电电位中包含杂散电流造成的

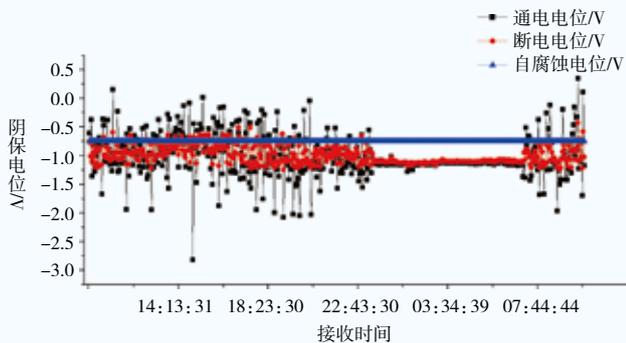


图3 某日10:00-第二日10:00数据图

IR降的影响，变化幅度从理论上要大于断电电位。由于自然电位的试片不与管道电连接，因此，其不受管道中流入流出杂散电流的干扰，电位稳定。有了自然电位，不仅可以用 -850mV CuSO_4 极化电位准则判定，而且可以利用 100mV 极化偏移准则对保护效果进行判断阴极保护效果。通过以上各个不同时期的数据分析可以看到，无线远程传输系统可以比较稳定的监测1天24h之内的自然电位、通电电位和断电电位的变化，对管线安全稳定运行提供了科学的管理依据。

通过上面的连续监测可以看出，无线远程终端监测系统运行后，能够定时收集该测试桩的数据，在所监测的时间段内，由10:30至23:35及由6:30至10:30，管道阴极保护通电电位和断电电位均有较大的波动，其中通电电位的波动幅度明显大于断电电位，而在23:35至次日6:30时间段内，监测得到的管道通电电位及断电电位数据稳定，通电电位负于断电电位，二者存在 20mV 左右的电压差。对照该测试点附近地铁的运行时间表可见，每天地铁的运行时间为从早上6:30至晚上23:30，从晚上23:30至次日6:30，处于

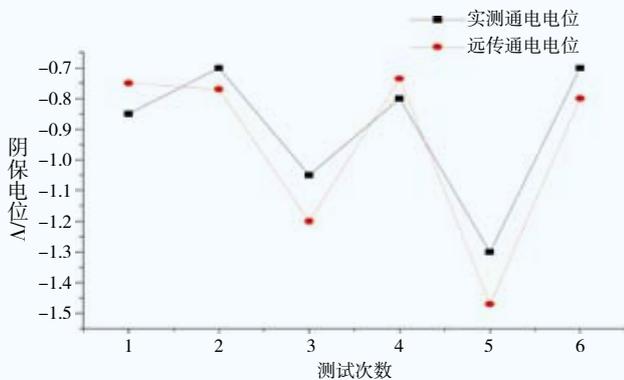


图4 现场数字式万用表与远传系统通电电位数据对比

停运时间。对照所监测的阴极保护参数及地铁运行时间可见，在地铁运行期间，管道阴极保护通/断电电位波动较大，而在地铁停运期间，管道电位稳定，基本说明地铁运行对管道造成了杂散电流干扰。

因此，采用阴极保护极化电位无线远传监测技术不仅可以全天候的实时监测管道电位，还能准确的测量出更具有参考价值的管道极化电位，便于管理者做出正确的判断干扰源的位置和来源，具有非常好的应用价值。

3.3 阴极保护无线远程监测系统准确性测试及验证

燃气管线在受到杂散电流的影响后，也有可能对阴极保护无线远程终端监测系统产出影响，导致采集的数据不准确，从而影响阴极保护效果的判定，为此我们对无线远程监测系统准确性进行了测试及验证。

在现场利用数字式万用表（Fluke型）和无线通信设备对同一时间点的数字式万用表数据和无线远程传输系统数据做对比分析，数据如下：

由图4和图5所示，由无线采集系统和数字万用表测得的通/断电电位数据是很接近的，通电电位数据误差在15%之内，这可能是由于此处管道受干扰较大，电位变动很快，人工记录的时间无法完全精确同步，所以，存在一定的人为引入误差，不完全是仪器的误差。而断电电位误差基本在5%之内。这说明所采用的无线远传系统测量结果是准确的，相对于数字式万用表测量，采用无线采集传输系统在测量通/断电电位时可避免人为读数造成的误差，在长时间连续监测数据时能够大大减少工作人员的劳动强度，提高效率，因此，对于杂散电流干扰区的测量，无线采集传输系统具有明显优势。

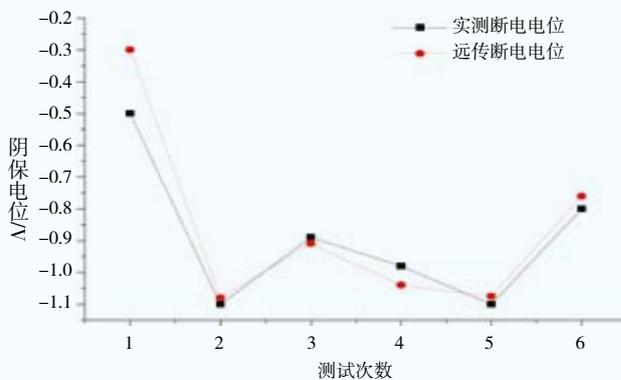


图5 现场数字式万用表与远传系统断电电位数据对比

4 结论

采用无线远传技术结合极化测试探头测试方法能够自动采集管线阴极保护的通电电位、极化电位和自然腐蚀电位,数据准确、真实、可靠,不受天气和时间的影响。对沿线管段的极化电位进行不间断测量,通过系统终端将阴保数据传输到专职部门的服务器,管理方可以准确便捷的掌控全线阴极保护系统运行状况,及时采取措施消除保护不达标的“死角”。对阴极保护数据进行科学的分析整理,从而对长输管线的阴保状况进行全面了解和掌控。这对提高阴极保护水平,减少管线腐蚀,延长管线使用寿命有着积极意义,能有效降低管道发生腐蚀失效事故的几率,提高管道的安全运行水平,将带来巨大的经济效益和社会效益。

参考文献

- 1 Peabody, A.W. 吴建华等译.管线腐蚀控制[M].北京:化学工业出版社,2004:1
- 2 胡士信.阴极保护工程手册[M].北京:化学工业出版社,1998:1
- 3 胡士信,张本革,石薇等.GB/T21448-2008埋地钢质管道阴极保护技术规范[S].北京:中国标准出版社,2008
- 4 张平,秦兴述,黄春蓉等.GB/T21246-2007埋地钢质管道阴极保护参数测量方法[S].北京:中国标准出版社,2008
- 5 Baeckman, A.W. 胡士信等译.阴极保护手册[M].北京:人民邮电出版社,1990;1:221-223
- 6 刘佳.阴极保护极化测试探头结构与性能研究[D].北京:北京科技大学,2010:9-10

企业管理消息

保定市燃气总公司预计年内新增天然气用户将超过2万户

截止2011年7月底,保定市区新增天然气民用户逾11 000户。目前天然气扩户工作仍在紧锣密鼓地进行,预计年底还将有更多居民使用天然气。

7月下旬,随着水谢花城南区等多个小区居民点火供气,我市2011年新增天然气用户已突破10 000户,达到11 738户。2011年公用事业局为该公司下达了市区新增20 000户天然气用户的任务。该公司提前部署,及时把握今年楼市建设回暖,新建住宅比往年有所提高的时机,于2010年年底就开始适时组织召开了“房地产开发商座谈会”详细了解今年房屋建设的具体情况,并通过市规划局了解的规划情况、走访市环保局、热力办、拆迁办等部门了解锅炉、采暖、拆迁安置工作的部署。同时,为缩短市区新开楼盘点火供气时间,该公司从扩户设计到施工点火供气的各个环节制定了衔接紧密的工作计划,实施“专人全过程跟踪服务”即在设计、施工、安装、验收、点火等各阶段派专人负责用户及各相关部门的沟

通、协调、解答、传递相关信息的工作,使扩户至点火之间各部门职能划分进一步精细化,点火供气时间大大缩短。

据保定市燃气总公司生产数据显示:自天然气入市至今,市区已发展近19万天然气民用户。发展速度是较快的。市区天然气管网覆盖范围也已从入市之初铁路以西的局部地区,扩展至东到七一路高速公路收费站、西到防洪堤、南到长城工业园、北到北三环的市区全境,天然气管线长度从2002年9月的339km延伸到2011年7月底的近877km。

据保定市燃气总公司最新消息,经过该公司干部职工共同努力,8月份新增1 800余户天然气居民用户。至此,保定市2011年共有13 538余户居民用上了清洁能源天然气。据公司有关负责人介绍,根据天然气市场开发工作走势,2011年新增天然气用户将超过20 000余户。

(门建芳)