

基于 TMS320VC5509A 的埋地长输管线 杂散电流检测仪

施泽钦¹, 黄琦¹, 罗敏²

(1. 电子科技大学自动化工程学院, 四川成都 610054; 2. 西南油气田分公司输气管理处工艺技术研究所, 四川成都 610213)

摘要:针对目前市场上埋地长输气杂散电流测试仪普遍采用传统的英文字符显示屏作为人机交互界面, 以及仪器操作显示的信息量大的问题, 设计了全中文界面显示的杂散电流测试仪。设计中, 采用 TMS320VC5509A 作为主控芯片, 并选用 320 × 240 点阵字符显示屏, 能方便直观地完成杂散电流的测试、实时波形显示、参数设定, 提高了维护效率, 降低了维护成本。

关键词:长输管线; TMS320VC5509A; 杂散电流; 检测仪器; 中文界面

中图分类号: TP216 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004 - 9614(2009)03 - 0017 - 02

Stray Current Tester for Underground Metal Pipeline Based on TMS320VC5509A

SHI Ze-qin¹, HUANG Qi¹, LUO Min²

(1. College of Automation, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China;

2. Technics Graduate School of Southwest Natural Gas & Petroleum Co., Ltd., Chengdu 610213, China)

Abstract: In light of large amounts of the information available and the English user interface of the stray current tester in the market, this paper introduced a Chinese user interface tester. It adopt TMS320VC5509A, as micro control unit. With the help of 320 × 240 LCD display, it can directly accomplish the stray current test, parameters setting display and real-time waveform display without so much effort. This can improve the work efficiency and lower the maintenance cost.

Key words: metal pipeline; TMS320VC5509A; stray current; apparatus; Chinese user interface

0 引言^[1]

管线腐蚀是造成管线泄漏的主要原因。目前, 广泛应用的抑制腐蚀的方法是阴极保护技术。该技术通过阴极极化的电化学手段, 可以保证被保护金属体的电化均匀性, 从而抑制腐蚀电池的产生。

杂散电流, 也称为迷流, 是指管线上流过的阴极保护电流以外的电流。直流电源、高压交流输电线、第三方阴极保护设备等均可能在其附近的埋地管线中产生杂散电流。由于杂散电流在管线上造成了两个外加电压差而构成腐蚀电池, 抵消了阴极保护的效果, 因此杂散电流成为埋地长输金属管线腐蚀泄漏的重要原因。根据法拉第电解定律, 如果铁金属表面通过 1 A 直流杂散电流, 则 1 年可以溶解约 10 kg 铁^[2]。由此可见, 杂散电流具有来源广泛、腐蚀强度高、危害大的特点, 其检测与防治是管线防腐部门的一个重要工作。

1 杂散电流检测的基本方法

目前, 应用的杂散电流测试方法有如下 2 种^[3]:

1.1 管地电位连续监测法

长输管线与大地之间的电位可以用于反映管线阴极保护的水平。根据有关行业标准, 当管地电位在 -0.85 ~ 1.25 V 区间时, 管线处于阴极保护状态。当杂散电流流过管线的时候, 管地电压将发生变化。通过测量管线上的电压以及对管地电位进行长时间的监测, 可以实现对杂散电流强度、出现时间和部位的监测。

1.2 电位梯度监测法

电位梯度是指沿管线方向以及与管线垂直方向上一定距离(通常是 20 ~ 30 m)处的两组参比电极(Cu/CuSO₄ 参比电极)的电位差值。电位梯度与杂散电流的强度成正比, 与土壤电阻率呈反比, 方向与杂散电流的方向相同。通常, 国内行业标准要求埋地金属管线上的直流杂散电流梯度不大于 1 mV/m。

由于杂散电流可以由多个杂散电流干扰源产生, 不同的干扰源具有不同的电压幅值、频率以及和管线的距离。因此, 建立准确的埋地管线杂散电流数学模型对其进行理论分析是非常困难的。

2 国内外杂散电流检测仪的现状

杂散电流检测一直是管道运输业界的一个热点问题,国内外很多专家学者对此问题进行了比较深入的研究,并且有比较成熟的产品出现。经过实际调研,国外产品基本都能够进行电位梯度测量、管地电位长时间测量,在此基础上实现杂散电流的定位、强弱分析、管道防腐层破损点定位等功能。国内的产品能够进行管地电位长时间监测,在测量数据基础上,实现管道腐蚀状况的评估和定位杂散电流的流入流出点。总的来说,国外产品的功能比较强大,并且已有多年实际工程应用经验。但国外产品价格高,并不适宜在国内管线防腐部门大面积的推广。国内产品的功能比较单一,但价格方面具有一定的优势。

根据杂散电流的特点和工程应用的要求,应采用新技术来研制性价比高的杂散电流检测设备。经过充分调研之后,认为满足现场应用要求的杂散电流测试设备应具有下面2个功能:

(1)持续72 h采集计量管地电位数据,交流量程0~100 V,直流量程-30~30 V(并能耐受1 kV左右的冲击电压),自动零点调整和量程校正;采样频率1~5 kHz 自选;输入阻抗10 MΩ;数据存储容量1 G。

(2)实时显示测量曲线,自动调整坐标刻度,并对数据进行简单处理。这有助于现场人员通过观察曲线波形分析杂散电流强度及其特征。

3 杂散电流检测仪的硬件电路设计

硬件部分所考虑的主要因素包括测量精度、运算速度、仪器自校正、足够的存储数据容量、电磁干扰的影响和功耗。基本的电路结构如图1所示。

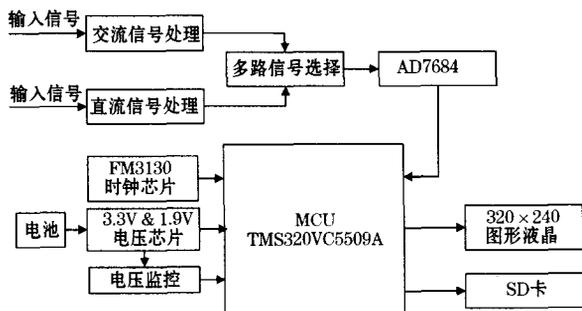


图1 杂散电流检测仪基本电路结构

3.1 信号调理电路

信号通过处理后,由多路信号选择器根据程序的设定选取某路信号送至A/D转换器。A/D转换器对输入信号进行转换,转换结束后将转换结果送入DSP进行处理。

3.2 中央处理器

TMS320C5000系列的特点是功耗很低,适合用于手持式设备。在杂散电流检测仪中,TMS320VC5509A的功能是根据送入信号的类型调用相应的程序和校正算法,以得到高精度的结果。DSP还要驱动液晶输出显示信号,将结果存储至SD卡,从FM3130获取时间信息,向看门狗提供控制信号,从而使整个仪表处于良好的运行状态。

3.3 存储与显示

数据存储采用了大容量的SD卡。TMS320VC5509A自带SPI模块,所以可以让SD卡工作于SPI模式下,减小DSP的运算强度,也降低了功耗。显示模块采用RA8803为主控的、像素为240x320的5寸(1寸=2.54 cm)液晶。

3.4 供电系统

由于该设备为手持式设备,因此选择了9 V电池并联供电。DSP内核工作电压为1.9 V,外设工作电压为3.3 V,而外接芯片为5 V供电。所以,先利用LM2576,使电压由9 V降到5 V,为外接芯片供电,再通过降压芯片TPS75733将电压降到3.3 V,TPS76B01Q将电压从5 V降到1.9 V,给DSP供电。

4 杂散电流检测仪的软件设计

依据功能完备、稳定可靠和界面友好的原则设计系统软件。软件系统由各功能模块有机组成。整个软件系统由键盘监视模块、电源管理模块、任务调度模块、毫伏表功能模块、DCVG检测模块、杂散电流数据记录模块、实时干扰分析模块、显示模块和存储管理模块组成。软件框图见图2。

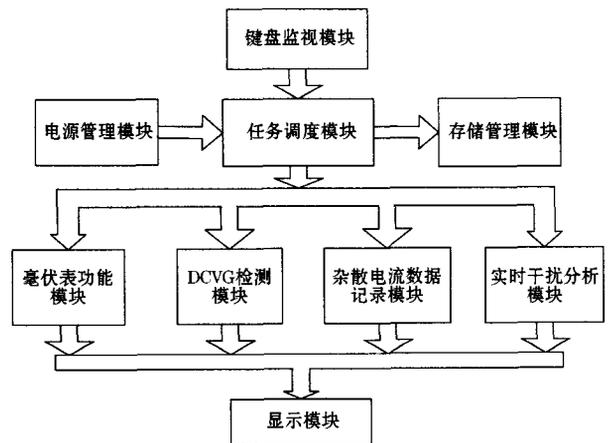


图2 杂散电流检测仪软件框图

4.1 任务调度模块

任务调度模块是整个软件系统的(下转第55页)

设备实际制造后,在焊缝开裂位置存在6 mm的错边,见图3,管板所开的圆角槽已经远离应力集中区,使管板与管箱封头之间产生棱角,造成结构不连续,形成应力集中源,当热应力存在时,不能使管板与壳体连接处的尖角所产生的峰值应力得到充分释放。而应力集中源的存在容易引起材料的突然脆性断裂,此时设备开裂处的峰值应力已超过了材料的二倍屈服限值,既设备开裂处焊缝金属失去了安定性,致使设备在运行了一段时间后发生破断。

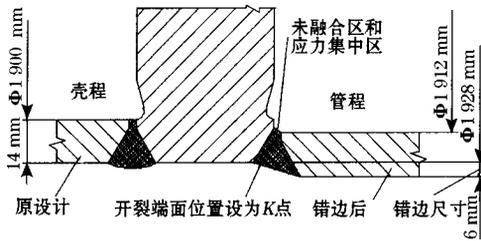


图3 管板与壳体和管箱焊接详图

由于奥氏体组织塑性极好,开裂前需要相当大的变形,这时过大的主应力不均匀性已经得到缓解。而开裂处贴近管板的断口很齐平,可见断裂是由局部峰值应力过高造成的,而不是由一次薄膜主应力引起。

4.2 焊接工艺的影响

由于设备自身结构较大,加上实际焊接过程中一般都选用较大的焊接线能量,这样在热影响区,由于容易产生过热组织,使这部分金属晶粒粗大,降低了

焊接接头的抗裂性能,导致裂纹的产生。

焊接时,金属加热到很高的温度,加上结构大、散热快,较大的冷却速度使金属内部组织发生很大的变化。由于各种金属成分密度不同,冷却后体积变化也不相同,这种体积变化也受到周围未经组织变化金属的约束,其结果使金属内部产生较大的组织应力,也会导致裂纹的产生。

在清理焊缝时发现,整圈焊道的不同焊层内部都有不同程度的裂纹,说明原有焊缝存在严重的焊接质量问题。这些裂纹在拉应力及热应力的作用下,会逐渐蔓延,直至导致焊缝开裂。

5 结束语

以上分析表明,焊缝开裂由制造过程中错边量大和焊接裂纹所致。在设备制造过程中应采取以下措施保证设备的焊接质量。应制定合理的焊接工艺,严格控制焊接顺序,采用小电流多层多道焊;应加大监检力度,严格管理,加强检查。

参考文献:

- [1] GB 150—1998 钢制压力容器.
- [2] 余国宗. 化工容器及设备. 北京: 化学工业出版社, 1983.
- [3] 刘鸿文. 材料力学. 北京: 高等教育出版社, 1987.
- [4] 张金昌. 锅炉、压力容器的焊接裂纹与质量控制. 天津: 天津科学技术出版社, 1985.

作者简介:陈福利(1965—),工程师,长期从事设备设计工作。

(上接第18页)指挥中心,统一协调各功能模块的工作。任务调度模块根据从键盘传来的用户指令,安排相应的功能模块完成检测任务。该模块也能根据功能模块的请求,调用存储管理模块,实现数据的永久保存。

4.2 毫伏表功能模块

毫伏表功能模块的任务就是处理并显示电压信号,如同一个普通的电压表。

4.3 直流电压梯度(DCVG)检测模块

直流电压梯度检测模块将实时比较来自两个探头的电压信号,并滤出干扰杂波。当检测到杂散电流形成的电压梯度场时,屏幕上将显示提示信息,并比较两者的电压差,有助于确定破损的准确位置。

4.4 杂散电流数据记录模块

杂散电流数据是干扰分析的基础。杂散电流数据采集通常要长时间进行,人工采集耗时耗力,管道电位检测分析仪采用自动方式记录波形数据,能连续记录一个测试点的72 h的干扰电流的波形数据,为以

后寻找干扰源和采取保护措施提供原始数据。

4.5 实时干扰分析模块

管道电位检测分析仪的一个特点就是能够简单实时分析,包括杂散电流幅值、最大值、最小值等,这有助于现场分析杂散电流干扰源和杂散电流的强度。

5 结束语

测试结果表明,该设备达到预定的设计目标。目前,该设备正在中石油西南油气田作业区进行现场测试,并将根据现场测试结果做进一步的改进。

参考文献:

- [1] 米琪,李庆林. 管道防腐蚀手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994: 30-40.
- [2] 曹晓斌,吴广宁,付海龙,等. 地铁杂散电流的危害及其防治. 城市轨道交通, 2006(4): 32-34.
- [3] 杜文平. 杂散电流的防治与检测方法研究:[学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2007.

作者简介:施泽钦(1983—),硕士研究生,研究方向为检测技术及仪器仪表。