

配电房母线槽配电干线的绝缘电阻测量系统

根据配电房母线槽配电干线的特点,设计了可根据被测绝缘电阻大小自动切换分压电阻的绝缘电阻测量自动化系统,详细阐述了系统的硬件和软件实现过程及后台的显示界面。系统避免了传统兆欧表读数和测量不准确的情况,满足了配电房母线槽配电干线绝缘电阻的要求,对提高整个配电系统的安全稳定运行有着重要的意义。

洗 冀/广东电网有限责任公司茂名高州供电局

彭 湃/广东电网有限责任公司肇庆供电局

0 引言

母线槽因载流量大、寿命长及安装灵活而常用作配电房的输配电干线。由于母线槽以金属保护外壳、导电排、绝缘材料及其他附件紧凑构成,且导电排紧压一起,因而对其绝缘性能要求较高^[1]。但随着各类现代化用电设备的广泛应用,配电房的母线槽输配电干线超负荷运行引过高发温升损坏其绝缘的现象仍时有发生,严重威胁了其他相关设备的安全运行^[2-3],影响了整个配电系统的安全稳定,因而有必要对配电房输配电干线的绝缘性能进行监测。目前虽然不少学者专家对绝缘电阻展开了研究,如文献[4]从手摇式兆欧表方面分析影响绝缘电阻测量的因素,文献[5-7]阐述了绝缘电阻测量的基本方法,文献[8]分析了湿度对绝缘电阻的影响并提出一些相应的措施,但对配电房母线槽输配电干线的绝缘电阻测量均未有较好的针对性。本文则根据配电房母线槽输配电干线的特点,设计了可根据被测绝缘电阻大小自动切换分压电阻的绝缘电阻测量自动化系统,主要由系统

电源、绝缘电阻测量电路和数模转换等组成。

1 绝缘电阻测量基本原理

由于电力系统中的各类绝缘体并不是绝对不导电的,只是流经其泄漏电流很小而已,而且由于受温度、湿度及老化各类因素的影响,其绝缘电阻会减小、泄漏电流变大^[9-11]。因此,文中根据这一特性展开了研究分析。

目前常用的绝缘电阻的测量方法主要有以下几种:串联法、并联法、电容充放电法、电压比较法及电桥法,而应用的最广泛是串联法^[11],本系统设计则以此为基础展开。本文采用的绝缘电阻测量原理图如图1所示,因配电房的输配电母线槽干线用在低压侧,根据绝缘电阻测量的电气规范,故图1中的高压直流测试电源 V 为500 V, R_s 为高压直流测试电源内阻,在本系统设计其值为430 k Ω ,其待测得出绝缘电阻为 R_x ,采集电压为 V_x , R_1 、 R_2 和 R_3 分别为10 M Ω 、100 k Ω 和1 k Ω 的分压电阻,其中 $R=R_1+R_2+R_3$,故由基尔霍夫第二定律KVL可得

$$\frac{VR_x}{R+R_x+R_s}=V_x \quad (1)$$

$$R_x=\frac{(R+R_s)V_x}{V-V_x} \quad (2)$$

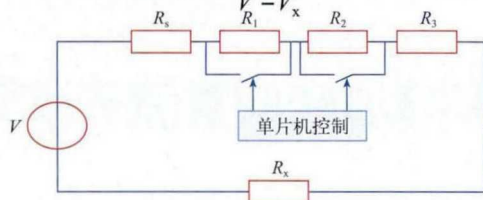


图1 绝缘电阻测量基本原理



洗 冀/助理工程师

关键词/Keywords

绝缘电阻·
配电房母线槽配电干线·
测量系统·

2 系统整体设计

系统整体原理如图2所示，主要包括了电源模块、分压部分、采集及A-D转换部分、按键显示部分、报警及控制部分等。系统电源模块主要

提供系统的工作电源和测试高压直流电源，系统将根据采集到的电压信号控制调整分压电阻，使ADS1110完整采集电压信号，并将A-D转换处理后的数据送至系统，经系统运算处理后通过串口

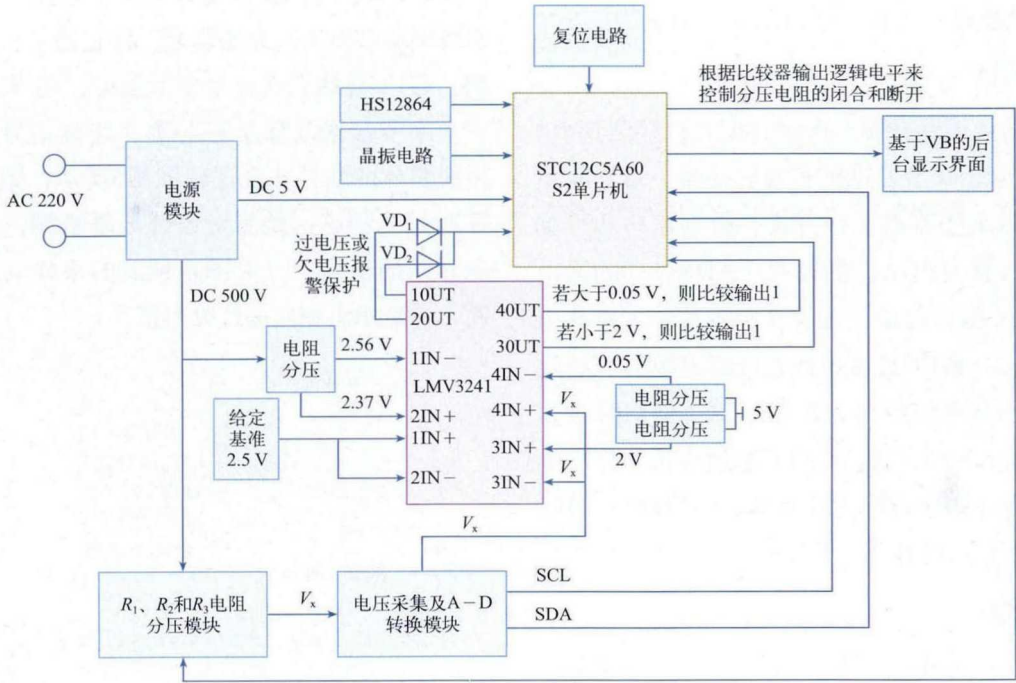


图2 系统结构图

发送到VB编写的后台显示界面。

2.1 系统电源

系统电源的基本原理如图3a所示，主要包括高频变压器与缓冲器、倍压整流电路、输出电压控制电路、欠电压和过电压报警电路，其中，A-D模块LH05-10B09分别为系统提供工作电压及倍压整流输入电源，通过自激振荡倍压整流电路提供500 V直流测量电压。

2.2 绝缘电阻测量电路

如图3b所示，500 V的直流测量电压通过待测绝缘电阻，分压电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 实现测量。单片机初始化时三个分压电阻均接入测量电路，避免因温湿度等因素影响绝缘电阻过低而引起测量回路过电流。若测量回路的采样电压小于50 mV，则超出了测量量程，并在显示界面显示相应的信息。若采样电压在规定范围内，则通过式（2）反求绝

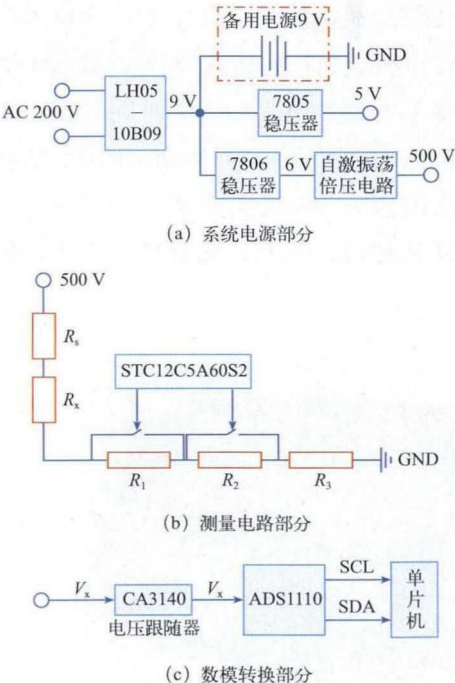


图3 部分电路图

绝缘电阻值。若采样电压大于2 V，说明分压过大，此时单片机根据相应的控制逻辑控制短路电阻 R_1 降低采样电压，若采样电压降得过大并小于50 mV，此时单片机控制接入电阻 R_1 和短路电阻 R_2 ，确保采样电压在50 mV~2 V，满足数模转换器的要求，求出相应的绝缘电阻并通过VB界面来显示。

2.3 数模转换

数模转换电路如图3c所示，ADS1110是16 bit带片内电压2.048 V基准的模数转换器，可用8 bit配置寄存器来控制其工作方式、数据速率和可编程增益放大器（PGA）的设置。ADS1110的输出通过一个I²C接口通信，支持多个器件与主机共用一条总线，一条I²C总线由两条线路组成：SDA线和SCL线。其中SDA传送数据，SCL提供时钟，所有数据以8 bit为一组通过I²C总线传送。分压电阻采样的电压则经高阻态特性的CA3140电压跟随后，进行数模转换并送至单片机处理。

2.4 整体硬件

根据《国家电气安全标准》和《电气设备交接和预防性试验》的规定，结合配电房母线槽输配电干线的特点及分压电阻大小的影响，故对本绝缘电阻测量系统的量程设计在0~300 MΩ，其中当绝缘电阻低于1 MΩ时，则界面显示绝缘低，判定绝缘不合格，高于50 MΩ时则显示绝缘电阻正常，在绝缘电阻值1~50 MΩ时则需要结合其他外部影响因素进一步判定。图4为本系统设计的实物图，采用模块式封装，其每模块的功能如图中描述。



图4 绝缘电阻测量系统实物图

3 系统软件

绝缘电阻测量系统的软件是根据相应的硬件模块来实现的，因而编程时在同一个工程中建立不同功能的C文件，包含在主函数中即可。A-D转换中I²C总线的基本操作子程序包括：初始化两总线SDA和SCL、开始信号、停止信号、应答位检测、向I²C总线发送一个字节数据、向I²C总线接受一个字节数据以及发送连续/不连续信号。而整个系统整体的软件实现逻辑如图5所示，先对各子程序初始化程序，接着对系统电源检测，在系统电源正常的情况下，对测量回路的采样电压进行判断，并显示出相应的绝缘阻值。

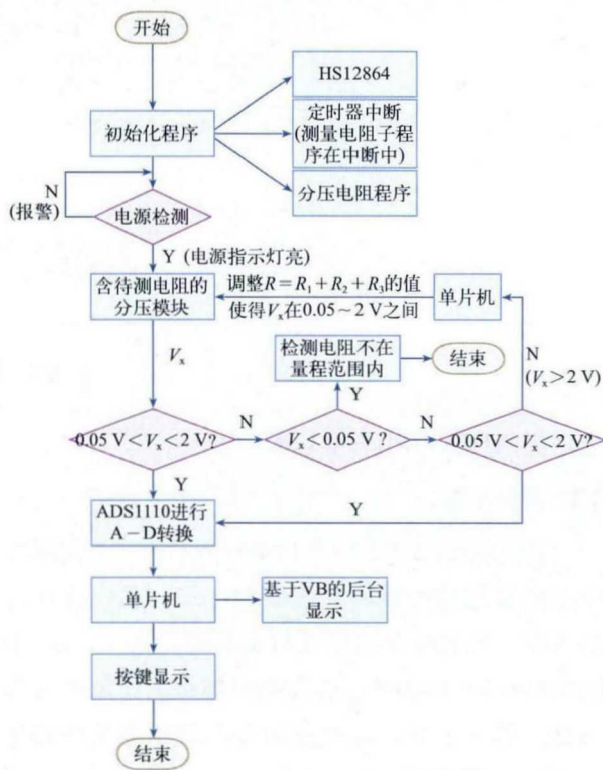


图5 系统整体控制程序流程图

4 绝缘电阻显示界面及数据分析

由于所测的原始数据需要送至后台，故本测量系统将采集的数据通过串口发至后台，并采用VB6.0调用MSComm控件接收数据、处理数据和显示数据。采用C语言编写的界面如图6所示。此软件界面包括三个Label控件、两个Text控件、四个

Command控件、一个Timer定时器来控制接收数据的速率、一个Combo下拉菜单来控制串行口的选择以及一个MSComm通信控件。此软件载入窗口时首先初始化窗口，然后将单片机采集的电压和电流数据实时显示在相应的文本框中，通过添加命令按钮事件函数来计算电压与电流的关系，将值显示在电阻文本框中。下表给出了测量绝缘真实值和6次测量值，由表中数值可知，所测阻值均在真实值附近波动，且幅度不大，在允许误差范围内。算法上，可进一步增加采样测量次数进行平均化减小误差。

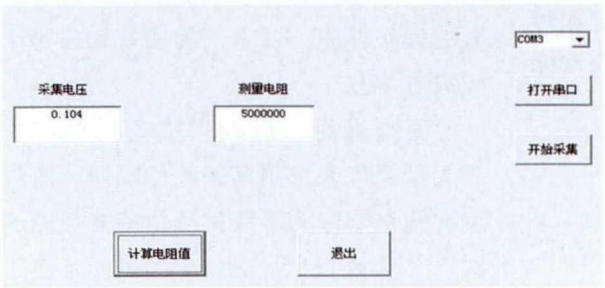


图6 绝缘电阻测量系统的显示界面

表 绝缘电阻测试数据

次数	1	2	3	4	5	6
阻值						
500 kΩ	499	500	500	500	499	501
5 MΩ	4.9	4.9	5.1	5	5	5
20 MΩ	19.3	20	19.4	20	20.2	20
200 MΩ	201	198	199	200	201	203

5 结束语

本文以配电房的母线槽配电干线绝缘电阻为对象，结合其特点设计了绝缘电阻测量系统，以提高配电房母线槽配干线的安全稳定运行。文中详细论述了该系统的各模块硬件和软件实现过程，同时程序上通过大量标准绝缘电阻的数据，

修正温湿度以及剩余电荷对测量准确度的影响，使其比较准确地实现绝缘电阻的测量，对提高配电房的可靠运行有着重大意义。

参考文献

[1] 洗冀，程汉湘，范垂豪，等. 楼宇母线槽配电干线的温湿度监控系统[J]. 测控技术, 2014, 33(9): 90-93.

[2] 武安波，张国刚，王建华，等. 基于磁场—流场—温度场耦合计算的母线槽热性能分析[J]. 电工电能新技术, 2002, 21(3): 62-66, 24.

[3] 褚明娟，林莘，李岩，等. 基于磁—热—应力耦合计算的密集型母线槽热性能分析[J]. 低压电器, 2005(3): 10-12, 24.

[4] 金月新，张彩霞. 绝缘电阻的测量[J]. 沈阳工程学院学报：自然科学版, 2009, 5(1): 59-61.

[5] 马晖，杨会民，陈珞. 绝缘电阻及其测量[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2009(4): 43-44.

[6] 王水成. 绝缘电阻测量技术[J]. 现代建筑电气, 2011, 2(5): 55-58.

[7] 欧阳润泽. 湿度对绝缘电阻的影响及解决方式[J]. 电气时代, 2001(12): 37-38.

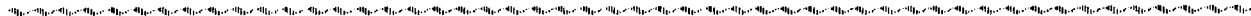
[8] 潘洪涛. 电线电缆绝缘电阻测量及其影响因素[J]. 江西建材, 2014(10): 220.

[9] 梁琰，李刚，陶兴华，等. 多路数字绝缘电阻测试仪的设计[J]. 计算机测量与控制, 2007, 15(12): 1858-1860.

[10] 侯晓东. 分析影响绝缘电阻测量的因素及应对措施[J]. 内蒙古科技与经济, 2014(10): 113-116.

[11] 陈杏灿，程汉湘，彭湃，等. 便携式绝缘电阻测试仪的设计[J]. 电工电气, 2015(7): 46-49.

(收稿日期：2016-10-11) EA



欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告