

基于单芯片传感器的箱式变电站温湿度监控装置的研制

黄绍平¹, 李玲¹, 聂渝磊²

(1. 湖南工程学院, 湖南湘潭 411101; 2. 西安微电机研究所, 陕西西安, 710077)

摘要: 介绍了一种基于单芯片数字式温湿度传感器的箱式变电站温湿度监控装置。该装置利用 AT89S52 单片机对温湿度传感器输出的信号进行采集和处理, 若温度或湿度值超限, 则由单片机发出控制信号, 通过固态继电器自动启动风扇散热或启动加热器和排气扇除湿, 以防止电气设备过热器和凝露的产生。同时, 装置还具有报警、液晶显示和 RS-485 通信功能。

关键词: 箱式变电站; 温湿度传感器; 凝露; 监控

中图分类号: TM591

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)05-0133-03

Development of Temperature and Humidity Monitoring Device for Box-type Substation Based on Single-chip Sensor

HUANG Shao-ping¹, LI ling¹, NIE Yu-lei²

(1. Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411101, China; 2. Xi'an Micromotor Reserch Institute, Xi'an 710077, China)

Abstract: A temperature and humidity monitoring device for box-type substations is introduced, which based on the single chip digital temperature and humidity sensor. By using microprocessor AT89S52, the device gathers and processes the signals from the temperature and humidity sensors. When the temperature or humidity is higher than preset value, by the solid satae relay (SSR), the microprocessor will turn the fan on for radiating heat, or turn heater and fan on for dehumidifying, preventing overheating and dewing of electrical equipment. Besides, the device has LCD display, alarm giving and RS-485 communication.

Key words: prefabricated substation; temperature and humidity sensor; dewing; monitor and control

0 引言

箱式变电站(预装式变电站)与传统土建变电站相比具有成套性强、体积小、占地少、能伸入负荷中心、提高供电质量、减少损耗、送电周期短、选址灵活、对环境适应性强、安装方便、运行安全可靠及投资少、见效快等一系列优点,因而应用日益广泛。但是,现有的箱式变电站在安全可靠方面还存在一些问题。主要是由于箱式变电站一般运行在户外,户内电器设备容易受到外界环境的影响。如高压室和低压室若发生凝露,则危及电器绝缘,导致闪络;变压器室的温度若超过一定限度,则会影响出力。为了保护预装式变电站免受外界环境的影响,需装设一些保护装置,如除湿机、调温装置、强迫排气装置等。总之,对高、低压室来说,主要防止凝露危害绝缘;对变压器室来说,主要监控温度,以免影响变压器的出力。

针对现有箱式变电站存在的上述问题,研制了

一种采用单芯片温湿度传感器和微处理器的箱式变电站温湿度监控装置。

1 装置的构成与功能

箱式变电站温湿度监控装置框图如图 1 所示。

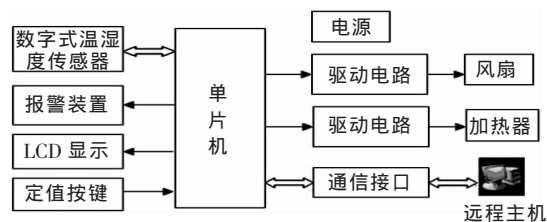


图 1 装置构成框图

该装置采用数字式单芯片温湿度传感器检测箱式变电站内高压室、低压室和变压器室的多点温度和湿度,用单片机控制加热器和风扇,并具有现场定值设置、液晶显示、报警以及 RS-485 远程通信功能。当监测到凝露产生的可能性时,控制器会发出警报,并自动驱动相应的加热及通风装置,阻止凝露的

收稿日期:2009-03-13; 修回日期:2009-06-14

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(07JJ6079)。

作者简介:黄绍平(1964),男,教授,主要研究方向为输变电设备。

发生;当变压器室的温度超过设定温度时,自动接通风扇,强迫排风散热,以达到降温的目的,确保电器设备的正常运行。各组成部分简单介绍如下。

1.1 AT89S52 单片机

AT89S52 单片机是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器,与工业 80C51 产品指令和引脚完全兼容。具有 8 k 系统可编程 Flash 存储器,256 字节 RAM,32 位 I/O 口线,看门狗定时器,2 个数据指针,3 个 16 位定时器/计数器,1 个 6 向量 2 级中断结构,全双工串行口,片内晶振及时钟电路。

1.2 MD12864C-1 液晶显示模块

它是一款 12864M 汉字图形点阵液晶显示模块,可显示汉字及图形,内置 8 192 个中文汉字(16×16 点阵)、128 个字符(8×16 点阵)及 64×256 点阵显示 RAM(GDRAM);使用 3.3~5 V 直流电源(内置升压电路,无需负压);可选用 8 位或 4 位并行/3 位串行与微处理器连接;通过软件设置可工作在睡眠模式。

1.3 驱动电路

装置的驱动电路见图 2,采用固态继电器作为驱动元件。

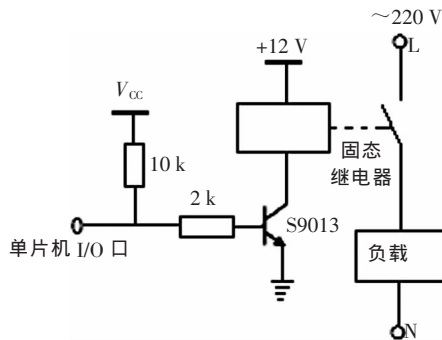


图 2 驱动电路接线图

固态继电器 (SSR) 是一种无触点通断电子开关,它是四端有源器件,其中两个端子为输入控制端,另两端为输出受控制端,采用光电耦合器实现输入与输出之间的电气隔离。当施加输入信号后,其主回路呈导通状态,无信号时呈现阻断状态。固态继电器具有以下主要优点:①驱动电流小,仅几毫安,易与 TTL、CMOS 等数字电路兼容。②无触点、无机械噪声、无抖动和回跳、开关速度快、寿命长、工作可靠、耐冲击、抗潮湿、抗腐蚀。

本装置采用的固态继电器的主要参数是:输入控制电压 DC3~32 V(自动限流);开启电流 5 mA;控制电流 <25 mA;工作电压 AC24~240 V;工作电流 1~5 A。如图 2 所示,其输入通过三极管 S9013 和一个 2 kΩ 的电阻与单片机的 I/O 口连接;输出端

接加热器和风扇。工作电压为 ~220 V,因而一个固态继电器可接功率最大为 1.1 kW 的负载。

1.4 加热器

本装置选用专为电力设备防潮除湿设计的梳状铝合金电加热器,它由加热电阻丝和梳状铝合金散热板材制成,工作电源 AC220 V,额定功率为 50~500 W,可按空间大小来选用,一般是每 1 m³ 空间温度每升高 1 °C 需要 25 W 功率。

1.5 RS-485 通信接口

由于一般的单片机标准配置 RS-232 串行通信接口,其有效距离只有十几米,满足不了供配电系统通信的要求。本装置配置了一个通信距离最大可达 1.2 km 的 RS-485 接口,采用 MAX485 转换器,将 RS-232 信号转换为 RS-485 信号,与远程计算机连接。其接线见图 3。

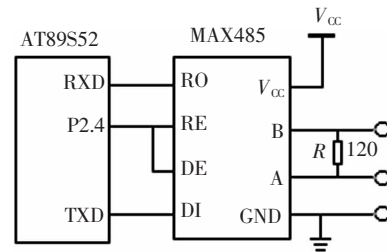


图 3 RS-485 接口电路

2 单片数字式温湿度传感器与温湿度计算

传统的模拟式湿度传感器一般都要设计信号调理电路并需要经过复杂的校准和标定过程,因此测量精度难以保证,且在线性度、重复性、互换性、一致性等方面往往不尽人意。本装置选用瑞士 Sensirion 公司生产的具有 I²C 总线接口的单片全校准数字式相对湿度和温度传感器 SHT11。

2.1 SHT11 单片数字式温湿度传感器的特点

SHT11 传感器采用独特的 CMOSens™ 技术,具有数字式输出、免调试、免标定、免外围电路及全互换的特点。SHT11 温湿度传感器的主要特性如下:

将一个电容性聚合体湿度敏感元件和一个用能隙材料制成的温度敏感元件以及一个 14 位的 A/D 转换器和一个串行 I²C 总线接口全部集成于一芯片 (CMOSens™ 技术); 可给出全校准相对湿度及温度值输出; 带有工业标准的 I²C 总线数字输出接口; 具有露点值计算输出功能; 湿度值输出分辨率为 14 位,温度值输出分辨率为 12 位,并可编程为 12 位和 8 位; 具有可靠的 CRC(循环冗余校验)数据传输校验功能; 片内装载的校准系数可保证 100% 互换性; 小体积 (7.65 mm×55.08 mm×

23.5 mm),可表面贴装。

SHT11 温湿度传感器可直接通过 I²C 总线与任何类型的微处理器、微控制器连接,从而减少了接口电路的硬件成本,简化了接口方式。图 4 是 SHT11 温湿度传感器与 AT89S52 单片机的电路连接。

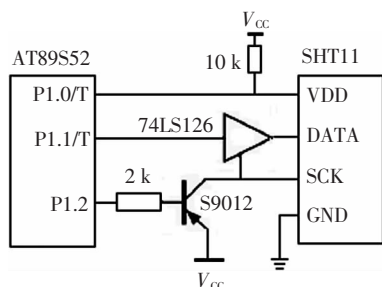


图 4 SHT11 温湿度传感器与 AT89S52 单片机的电路连接

2.2 数字输出量转换为物理量

2.2.1 相对湿度

SHT11 可通过 I²C 总线直接输出数字量湿度值,其相对湿度(RH)与数字输出量(SO_{RH})之间有一定的非线性,为了补偿湿度器的非线性以获取准确数据,可按式(1)进行修正

$$RH=c_1+c_2SO_{RH}+c_3SO_{RH}^2 \quad (1)$$

式(1)中, c_1 、 c_2 、 c_3 为修正系数,取值如下:12 位 SO_{RH} : $c_1=-4$, $c_2=0.0405$, $c_3=-2.8 \times 10^{-6}$;8 位 SO_{RH} : $c_1=-4$, $c_2=0.648$, $c_3=-7.2 \times 10^{-4}$;

2.2.2 温度

由能隙材料 PTAT(正比于绝对温度)制成的温度传感器的线性极好,可用式(2)将数字输出转换成实际温度值

$$T=d_1+d_2SO_T \quad (2)$$

式(2)中,当电源电压为 5 V,且温度传感器的分辨率为 14 位时, $d_1=-40$, $d_2=0.01$,当温度传感器的分辨率为 12 位时, $d_1=-40$, $d_2=0.04$ 。

2.2.3 露点计算

根据测量出来的相对湿度和温度值,可计算出空气的露点值(D_p)。具体的计算公式^[2]如下

$$\begin{aligned} \text{Loge}_w &= (0.66077 + 7.5T) / (237.3 + T) + [\log_{10}(\text{RH}) - 2] \\ D_p &= [(0.66077 - \text{loge}_w) \times 237.3] / (\text{loge}_w - 8.16077) \quad (3) \end{aligned}$$

2.3 用户命令

SHT11 传感器共有 5 条用户命令,具体命令格式见表 1。

3 监控装置软件设计

本监控装置采用 C 语言编程,这给温湿度数值计算程序的设计带来了很大方便。其主程序流程图见图 5。程序开始运行,首先进行初始化,液晶显示

表 1 SHT11 传感器的命令集

命令	编码	说明
测量温度	00011	温度测量
测量湿度	00101	湿度测量
读寄存器状态	00111	“读”寄存器状态
写寄存器状态	00110	“写”寄存器状态
软复位	01110	重启芯片,清除状态记录器的错误记录 11 毫秒后进入下个命令

屏上提示是否更改温度和湿度限定值。如需更改,可通过相应的小按键(本装置设置有 3 个小按键)进行“+、-”设定。每隔 5 s 采样一次高压室、低压室和变压器室 3 点的温度和湿度(也可以根据需要设置更多的点),传感器输出的数字量经单片机变换后得到实际的温度和相对湿度值,由安装在箱变外壳上的液晶显示器进行显示,同时通过 RS-485 通信接口上传到上一级计算机监控系统。测量值与设定值进行比较,如变压器室温度超限,则启动风扇排风散热;若相对湿度超过限定值(例如设定为 93%),则启动加热器加热和启动排气扇排气,防止电气设备产生凝露。

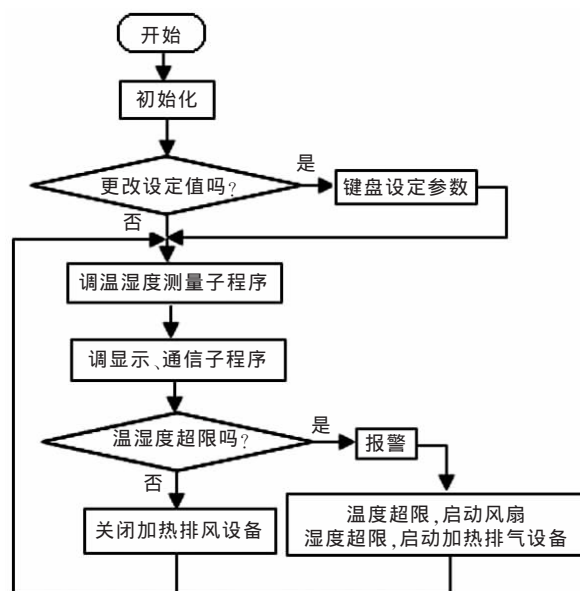


图 5 主程序流程图

4 抗干扰措施

由于装置运行于强电磁干扰环境,因此对装置采取了软、硬件抗电磁干扰设计^[3,4]。

4.1 硬件抗干扰措施

4.1.1 信号线的抗干扰措施

由于温湿度传感器分布在箱式变电站的各隔室中,距离监控装置 CPU 较远,处于强电磁干扰环境

(下转第 140 页)

4 经验和体会

(1) 电缆故障测距的方法多种多样,没有一种方法可以解决所有的测距问题,因此应该具体问题具体分析,根据电缆的故障类型,电缆的敷设特点以及电缆所处的环境等因素综合考虑,采用合理的方法来进行故障的测距和定点工作。

(2) 在实际测量时,电缆结构可能比较复杂,存在着接头点、分支点或低阻故障点等。特别是低阻故障点的电阻相对较大时反射波形相对比较平滑,其大小可能还不如接头反射,更使得脉冲反射波形不太容易理解,波形起始点不好标定,对于这种情况,我们可以用低压脉冲比较测量法测试。

(3) 无论使用那种方法测试波形,若故障点距离测试端太近,均会产生盲区,使得波形难以判断识别,此时可尝试到电缆的另一端进行测试。

(4) 使用二次脉冲法粗测,若波形不明显,应该用高压脉冲进行多次充放电,一般为 5~10 min,在听到放电声清脆后,立即使用二次脉冲法,此时的波形一般较为典型,如还未出现典型波形,可重复几次。

(5) 随着电缆线路的增长和故障距离的增大,行

波传播距离增加,所受到的衰减作用越强,导致反射波真实的起始点可能会出现被“淹没”的现象。三次脉冲法和直流三次脉冲法采用了二次函数对测试结果进行修正,结果表明,经过误差修正,测距结果的绝对误差在正负 3 个采样点以内,并且不会随着故障距离的增加而增加。

参考文献:

- [1] 徐丙垠,李胜祥,陈宗军.电力电缆故障探测技术[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [2] 于景丰,赵 锋.电力电缆实用技术[M].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [3] 鹿洪刚,覃 剑,陈祥训,等.电力电缆故障测距综述[J].电网技术,2004,28(20):58-63.
- [4] 朱云华,艾 芊.电力电缆故障测距综述[J].继电器,2006,34(14):81-88.
- [5] 毕国轩,杨岳斌.电力电缆故障原因分析及探测方法探讨[J].山西电力,2005,125(2):16-19.
- [6] 魏万华.关于电力电缆故障及测试方法的探讨[J].机械研究与应用,2004,17(5):61-62.
- [7] 魏鸿建,伍秋喜.浅谈电力电缆故障及测寻[J].供用电,2006,23(2):32-33.
- [8] 洪 滨,李 明.高压电桥法探测电力电缆故障实测案例分析[J].电线电缆,2007(3):24-28.

(上接第 135 页)

下,本装置将传感器与 CPU 之间的两根信号线(双绞线)布置在专设屏蔽槽内,通过光电藕合器与 CPU 连接。

对于输出的控制信号,CPU 通过光电藕合器隔离后与固态继电器连接。

4.1.2 整流电源的抗干扰措施

采用稳压性能好、纹波系数小的整流稳压电源,并在整流电源的入线端串接电源滤波器模块。

4.2 软件抗干扰措施

为了防止电磁干扰导致程序运行紊乱,在程序设计时考虑了以下抗干扰措施:

4.2.1 设置错误陷阱

程序块、数据块尽量地分散于 Flash 存储器不同的空间地址,并在空闲的地址里写入空操作命令,最后再写入长转移指令。这样,即使程序错误落入空闲地址,也会遇到所设陷阱,转到出错子程序,重新正常运行。

4.2.2 指令间加入空操作指令

不用地址的空间全用空操作指令填充,而且在程序块中,每隔若干条指令也插入两条 NOP 指令,使后面的指令不易出现“胡乱拼凑”的情况,减少改写 RAM 数据的可能及其对外的输出错误。

4.2.3 设立标志判断

采用某存储单元作为判断标志。在主程序中,开始把该单元的值设为某个特征值,然后在主循环体的末尾判断该单元的值是否仍为该特征值,若不是,说明有错误,程序转入错误处理子程序进行处理。

5 结语

本箱式变电站温湿度监控装置由于采用性价比高的单芯片温湿度传感器,因而不仅装置硬件简单,容易编程,而且测量精度高,抗干扰能力强。本装置也完全可以用于高低压开关柜等各种需要进行防凝露控制的电力设备上。

参考文献:

- [1] 上海春长自动化设备有限公司.数字温湿度传感器 SHT1x/SHT7x[K].上海:上海春长自动化设备有限公司.
- [2] 孟 臣,李 敏,李爱传.IC 总线数字式温湿度传感器 SHT11 及其在单片机系统的应用[J].国外电子元器件,2004(4):34.
- [3] 王小华,荣命哲,贾申利,等.中压开关柜在线监测装置的研制及其抗电磁干扰设计[J].高压电器,2003,39(6):17.
- [4] 王幸之,王 雷,翟 成,等.单片机应用系统抗干扰技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1999.