

# 基于 MSP430 单片机的高压开关柜 温度在线检测系统设计

## System Design of Online Detecting the High Voltage Switchgear Temperature Based on the MSP430 Microcontrollers

赵光兴 张帆

安徽工业大学电气信息学院 (安徽马鞍山 243002)

**摘要:**介绍基于 MSP430 单片机的高压开关柜温度在线检测系统。该系统采用超低功耗设计,具有可靠性高、性价比高等特点。

**关键词:**单片机 超低功耗 开关柜 温度 在线检测

**Abstract:** In this paper, system that online detecting the high voltage switchgear temperature based on MSP430 Microcontrollers is carried out. This system has the features of ultra-low power, higher reliability, higher performance-to-price and higher application value.

**Key words:** Microcontrollers Ultra-low power Switchgear Temperature Online detection

### 1 前言

在整个电力体系中,高压开关柜是很重要的一个环节。高压开关柜在长期的运行后,往往会产生触头弹簧松弛使触头接触不良,或者某些部位老化的现象,如果没有及时发现采取措施,触头温度将急剧增加,极易引起设备损坏,导致重大电力事故。

目前,开关柜温度检测方法有接触式测温和非接触式测温两类。接触式测温有电阻法,热电偶间接测温法,集成温度传感器法等,非接触式测温有红外传感器法,光纤温度传感器法等。这些方法有的成本较高,有的对测量的环境要求较高,有的精度较差,有的因采用从开关柜主回路工作电流感应的方式取电导致可靠稳定性差。本文设计了一种采用电池供电并使用集成温度传感器的开关柜温度在线检测系统。系统超低功耗的单片机硬件设计和二次询问红外通讯的超低功耗软件设计,对解决可靠性、稳定性和频繁更换电池问题具有意义。

### 2 系统结构和功能

系统主要由 3 部分构成:开关柜触头单片机测温、开关柜单片机数据中转和上位机数据处理部分。单片机之间通过红外通讯传递数据,单片机与上位机之间通过 RS485 总线传递数据。每个开关柜的触头都有一个独立编号,上位机可以在线实时通过 RS485 总线循环询问各个触点的温度,温度分辨率可以达到 12bit。上位机对每个触点的温度进行数据存储,如果温度超过上位机设置的报警温度,上位机将提醒使用者并生成温度报警记录。触头测温单片机和数据中转单片机可以在 4m 的距离之内进行可靠的数据传输。

### 3 系统的硬件设计

#### 3.1 单片机的硬件实现

开关柜触点测温单片机和数据中转单片机,均采用 TI 公司的 MSP430 系列单片机。MSP430 系列单片机是美国德州仪器 (TI),在 1996 年推出的一种 16 位

超低功耗的混合信号处理器,采用精简指令集(RISC)结构,电源电压采用的是1.8~3.6V电压,在1MHz的时钟条件下运行时,芯片电流200~400 $\mu$ A,时钟关断模式的最低功耗只有0.1 $\mu$ A。MSP430系列的单片机种类繁多,本系统的原则是在保证要求的前提下,采用价格便宜的型号。触点测温单片机采用最基本型号MSP430F1101A,3.6V电池供电,主频为8M。为了同时进行RS485和红外数据传输数据,中转单片机采用带有硬件串口的MSP430F123,主频为8M,中转单片机安装在开关柜的柜壁上,可以采用稳压电源供电的方式。

### 3.2 集成温度传感器的硬件实现

集成温度传感器采用DS18B20可以把温度信号直接转换成数字信号,直接送到单片机里进行处理。温度测量范围在-55~+125 $^{\circ}$ C,不需要任何外围原件,以“一线总线”方式把温度数据串行给单片机,在开关柜复杂的电磁环境中工作,有较好的抗干扰能力。

### 3.3 通讯部分的硬件实现

红外接收采用HS0038B接收模块,采用2.7~5.5V的供电,载波频率为38kHz,低电平输出,有很好的抗干扰能力。

RS485通讯具有良好的抗噪声性能,长传输距离和多站能力。系统的RS485通讯部分利用上位机的工业级RS232 $\leftrightarrow$ RS485转换器和单片机上的MAX485芯片构成系统的总线拓扑形式。总线结构简单,所需电缆少,可以节省成本,易于系统的安装和开关柜测量模块的增加。

## 4 系统的软件设计

### 4.1 单片机软件的设计

单片机软件采用IAR Embedded Workbench软件编写,触点单片机的软件设计分为DS18B20的温度测量和红外通讯的实现。单片机初始化完成后,进入LMP3休眠模式,当接收到红外信号时,单片机捕捉下降沿,进入中断模式,进行代码的判断;当接收到正确的代码时,退出LMP3休眠模式,进行温度测量,红外信号传输;然后再进入到LMP3休眠模式,等待中断。软件流程如图1所示。

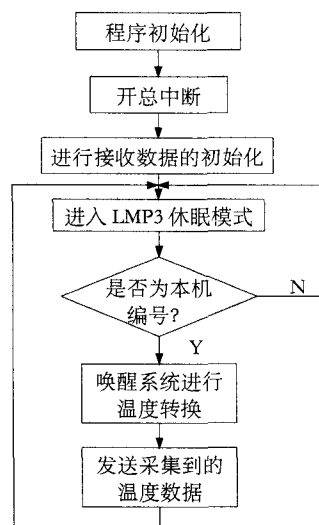


图1 触点测温单片机

数据中转单片机软件设计包括RS485总线的侦听和询问触点单片机两个部分。如果被询问的触点单片机在规定时间内没有反应,向上位机发送“FF”,表示询问失败。因为它采用稳压电源的供电方式所以不用进入休眠模式,软件流程如图2所示。

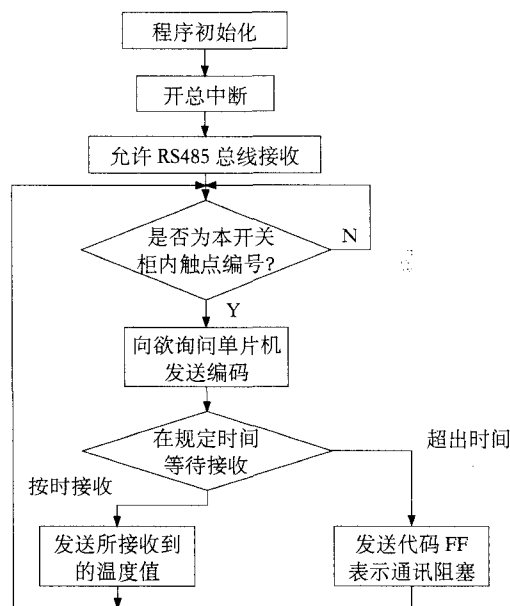


图2 数据中转单片机

### 4.2 上位机软件的设计

系统上位机软件采用VC6.0编写,利用MSComm控件来实现和单片机的通讯,上位机可以在线实时监控开关柜内的触点,也可以分析某个触点过去时间的温度变化情况,让使用者直观了解开关柜温度大致的变化,上位机软件可以方便地设置报警温度,选择报

警的方式。

#### 4.3 二次询问式红外通讯的设计

对于整个系统来说,除了采用超低功耗的 MSP430 单片机以外,还需要超低功耗的软件设计。实现系统的超低功耗,就是实现触点单片机的超低功耗。实现触点单片机超低功耗就需要单片机尽可能的工作于休眠状态,因此系统采用询问式红外通讯的设计,也就是触点单片机在被询问的时候才需要工作,只有触点单片机接收到了正确的代码,才开始进行温度转换和红外数据的传输。系统的询问式红外通讯为二次询问方式,即单片机之间的一个简单的二次握手协议。如果采用一次询问机制,温度数据的接收误码率很高。如果采用多次询问机制则会浪费单片机资源,造成温度测量的迟滞。

在进行红外数据传输时,需要将数据调制到 38kHz 的载波上进行发送。系统利用 MSP430 单片机的 Timer A, 软件方式实现 38kHz 载波的调制。数据“1”用 1.2ms 高电平和 240ms 低电平表示,数据“0”用 0.6ms 高电平和 1.2ms 低电平表示,引导码用 9ms 的高电平表示。对于红外数据的接收,则利用 Timer A 的捕捉模式,来捕获电平的高低变化,根据判断下降沿和上升沿之间的时间差来判断数据“1”,数据“0”或者引导码。

实际应用中的单片机红外接收波形会发生畸变。为了增加系统数据传输的可靠性,在单片机捕捉的下降沿和上升沿之间,加入一定的时间延迟,使单片机在波形的畸变部分处于休眠状态。

### 5 实验结果及分析

系统的超低功耗主要是由 MSP430 单片机的硬件设计和二次询问式红外通讯的软件设计实现的。触点测温单片机采用进口的 3.6V 电池供电。在理想状态下,MSP430 单片机在 LMP3 休眠模式下工作电流仅有几微安,400mAh 容量的电池足可以供单片机工作三年以上,而不用更换电池。

系统在实验运行中工作很稳定,误码率低于 0.01%,图 3 是系统对触点采用一次询问红外通讯方式和二次询问红外通讯方式获取温度值的变化曲线。

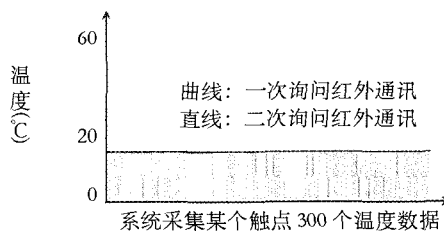


图 3 触点温度的变化曲线

从图 3 可以看出系统采用的二次询问红外通讯方式,可以很稳定的获得触点温度,大大降低了一次询问红外通讯方式的误码率。系统在低功耗的状态下运行的同时,也保证了开关柜温度在线检测的可靠性和稳定性。

本文的在线检测系统,经过长时间的实验运行结果表明:该系统稳定性好、可靠性高。

#### 参考文献

- 1 郑道宏,刘念等.高压开关柜触头光纤智能测温.高压电器,1995,(4).
- 2 侯凡,赵宇.基于 MSP430 单片机的高压电力设备温度在线检测系统.工业控制计算机,2007,20(3).
- 3 关永刚,徐国政,钱家骊.一种高压开关柜隔离触头过热的检测方法.电工技术杂志,2001,(10).
- 4 李泰军,肖成钢,王章启.开关柜母线温度的在线检测.高压电器,2001,37(3).
- 5 许一声,顾霓鸿.高压开关柜触头温度在线检测仪.高压电器,2005,41(2).
- 6 张艳,田竞,叶逢春等.基于红外传感器的高压开关柜温度实时检测网络的研制.高压电器,2005,41(2).
- 7 胡春海,邹晓红,王玉田.光纤荧光温度传感器用于高压设备温度在线检测的研究.工业仪表与自动化装置,2004,(5).
- 8 钱祥忠.高压开关柜内接头温度在线检测系统的设计.仪表技术与传感器,2007,(2).
- 9 孟庆民.光纤温度传感器在电力高压开关在线检测中的应用.传感器世界,2005,(7).
- 10 沈建华,杨艳琴,翟晓曙.MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用.清华大学出版社,2004.

作者简介:赵光兴,博士,教授,主要从事现代光电检测,计算机控制及无线远程通信技术的相关研究。