

文章编号: 1671- 251X(2009) 01- 0017- 04

BGP9L- 6G 高压配电开关柜的 温度监测系统设计*

甘 辉

(宜春学院理工学院, 江西 宜春 336000)

摘要: 针对井下变电所采用的 BGP9L- 6G 高压配电开关触点、母线温度监测这一难题, 文章提出了一种基于光纤传感技术的主动式温度监测系统设计方案。该系统采用 AVR 单片机控制光源发出光信号, 光信号经输入光纤进入光纤温度传感器, 光纤温度传感器内部的双金属片受环境温度影响产生的变形转换为上下位移, 使耦合到输出光纤的光强发生变化; 经过调制的光信号与未经光纤传感器调制的光信号经过光电转换后进入 LOG114 进行对数放大、差动放大, 并输出二者的电流比; 之后通过 A/D 转换、数据分析计算等得到温度值。在高低温试验机上的实验结果表明, 该系统检测灵敏度高。

关键词: 高压配电开关柜; 温度监测; 光纤传感器; AVR 单片机; BGP9L- 6G

中图分类号: TD611. 2; TP277

文献标识码: B

Design of Temperature Monitoring System of BGP9L- 6G High voltage Switchboard

GAN Hui

(Technical Institute of Yichun University, Yichun 336000, China)

Abstract: Aiming at the problem of temperature monitoring of contacts and bus in BGP9L- 6G high voltage switches for underground substation, the paper proposed a design scheme of active temperature monitoring system based on optical fiber sensing technology. The system used AVR single-chip micro-computer to control optic source to emit optical signal and the optical signal entered optical fiber temperature sensor through input optical fiber. Bimetallic strip in the optical fiber temperature sensor changed deformation caused by environmental temperature effect to upper and lower displacement, and optical intensity coupled into output fiber would change. After photoelectric conversion, the optical signal modulated and the non-modulated one by optical fiber temperature sensor entered LOG114 to be logarithmic and differential amplified, then LOG114 exported their current ratio. After A/D conversion and data analysis to the current ratio, the temperature value was obtained. The experiment result on high-low temperature test cabinet showed the system had high detecting sensitivity.

Key words: high voltage switchboard, temperature monitoring, optical fiber sensor, AVR single-chip micro computer, BGP9L- 6G

0 引言

在煤矿井下, 高压配电开关柜是保证煤矿电力

收稿日期: 2008- 07- 27

* 基金项目: 国家“十一五”资助课题(F1B070335- A8- 19)

作者简介: 甘 辉(1973-), 男, 江西丰城人, 讲师, 1997 年毕业于南昌大学应用电子专业, 现为华东交通大学交通信息工程专业在职硕士研究生, 主要从事嵌入式系统的教学与研究工作, 已发表文章十余篇。E-mail: ganhui_56@163.com

系统安全运行的重要设备之一。在长期运行过程中, 高压母线因超负荷运行, 会出现过热现象; 另外, 开关柜中的触头接触不好或因产品制造、运输以及安装等原因也会引起接触电阻过大, 导致温度升高, 产生过热现象。触头和母线排连接处等部位因过热引起绝缘老化甚至击穿, 从而引发短路的现象在大电流开关柜(如进线柜)中尤为突出且影响极大。因此, 对这些发热部位进行温度监测十分必要。目前的测温工作方式基本上采用被动式测温方式, 即接

收被测量点辐射出的远红外波, 通过判断远红外波长确定测量点温度。该方式的优点在于通过凸透镜直接接收测量点发出的远红外波, 接收器(传感器)可远离测量点, 解决了高压隔离以及传感器环境温度高的问题, 系统结构简单; 缺点是只可测量在传感器直视范围内的测量点温度, 这往往成为致命的弱点。而另一种主动式测温方式则是通过埋设在测量点的温度传感器直接测量温度。该方式的优点在于测量点位置不受限制, 传感器布置灵活; 缺点是必需解决传感器在高温、强电场、强磁场环境下的工作可靠性、传感器与主机之间的高电压隔离问题。

近年来, 随着光纤传感技术的不断发展, 单晶光纤成为目前在高温、强电场、强磁场环境下最适用的光波导材料之一, 其测量温度高达2 000 ℃, 温度分辨率为0.1 ℃^[1~2]。因此, 本文应用光纤传感技术, 采用主动式测量方法, 结合高速AVR单片机系统, 设计了一种针对变电所BGP9L-6G高压配电开关柜应用的温度监测系统。

1 理论依据

1.1 光纤温度传感器结构

光纤温度传感器结构如图1所示。光通过自聚焦输入光纤后产生平行光, 双金属片感受环境温度变化产生的挠曲变形转换为上下位移, 从而使耦合到输出光纤的光强发生变化, 实现了光的强度调制, 再经光电检测部件将变化的光强转换为相应的电压, 达到检测温度的目的^[3]。针对不同的应用, 选择适合的导热材料, 改变光纤口径及形状, 使得测量电压值随温度变化有良好的线性关系, 从而确定定标曲线。由于测温部分采用双金属片、导热块等机械部分, 因此, 不可避免地对整个测温系统带来迟滞性的缺点, 如果采用导热性能良好的材料, 其响应温度变化的速度就会加快, 则系统迟滞性程度就会减小。

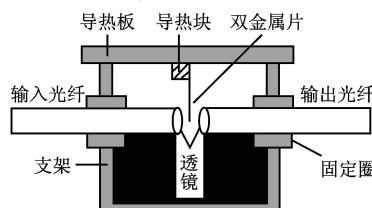


图1 光纤温度传感器结构图

1.2 测温原理

设 a 、 L 、 s 分别为双金属片温度挠度、长度、厚度, 其长度变化 Δx 与温度 Δt 之间的关系为

$$\Delta x = \frac{aL^2}{s} \Delta t \quad (1)$$

设 r 为平行光束的半径, 调整双金属片下沿, 使其在20 ℃时位于平行光束的中心轴线处, 则此时输入光强 I_0 与输出光强 I 之间的关系为 $I = I_0/2$ 。当温度 t 增加时, 双金属片伸长 $\Delta x > 0$, 输出光强减小; 反之, $\Delta x < 0$ 时, 输出光强增加, 由此可得输出光强 I 与输入光强 I_0 之间的关系为

$$\frac{I}{I_0} = \frac{\frac{1}{2}\pi r^2 - r^2 \arcsin \frac{\Delta x}{r} - a \sqrt{r^2 - \Delta x^2}}{\pi r^2} \quad (2)$$

从式(1)、(2)得出, 温度的变化量与出射光强和入射光强的比值成单值关系。因此, 只要测量出射光强与入射光强即可得出温度值。由于传感器除了对被测参数敏感外, 还受光源激励、压力以及整个光路损耗的影响, 从而带来测量误差。为了消除这些影响, 系统采用双光路测量方式, 以自动补偿光源激励以及环境等因素对测量精度的影响。双光路测量结构如图2所示。

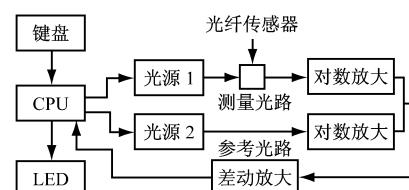


图2 双光路测量结构图

2 硬件设计

2.1 控制电路

控制电路由CPU、RAM、74LS373、LCD、键盘、发光二极管等器件组成, 如图3所示。

CPU采用ATMEL公司的AVR单片机ATmega128, 它是高性能、低功耗的8位嵌入式处理器, 采用先进的RISC结构, 工作于16 MHz, 性能高达16 MIPS^[4]; 利用定时器0控制PD1引脚产生周期为10 kHz的方波来控制光源; 由于AVR内部集成128 KB的可编程FLASH, 可擦写10 000次, 因此, 不需扩展程序存储器, 大大节省了电路板的制作面积, 提高了集成度; RAM采用8 KB×8的6264存储芯片; CPU与RAM之间采用74LS373锁存; 显示部分由122×32的图形点阵式液晶EW12A03GLY组成, 液晶的读写引脚E1、E2、A0分别由CPU的PB1、PB2、PB0控制; VLED、VLSS为液晶提供屏背光电压; 由于ATmega128内部集成高精度10位A/D转换, 因此, 不需要另外增加A/D芯片。输入信号经滤波后接至ATmega128的ADC i $(i=0\sim7)$ 进行A/D转换。

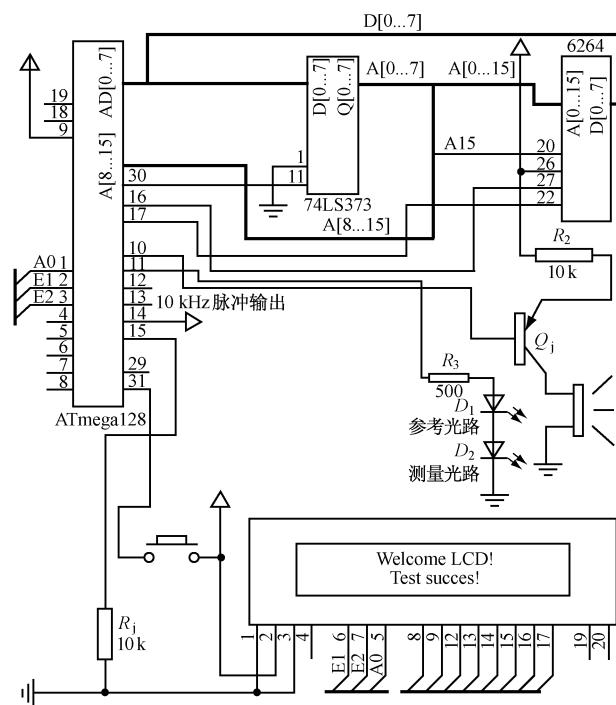


图3 控制电路图

2.2 光电转换和放大电路

根据理论分析, 将测量温度转化成测量光强比, 经光电转换后, 又转换成测量电流比。因此, 需采用对数放大和差动放大器件才能得到电流比。本系统选用 TI 公司的 LOG114 放大器, 其内部集成有 2 路对数放大器与 2 个独立的差动放大器以及 1 个 2.5 V 的内部基准电压, 可以满足检测需要; 支持 8 个数量级为 100 pA~10 mA 的动态范围, 且具有高速率、高精度的性能, 非常适合光控制系统, 从而避免了由分立元件构成的电路所带来的二次误差。光电转换和放大电路如图 4 所示, 2 路光信号分别从 1、3 脚和 4、5 脚输入, 放大倍数通过调节 R_1/R_2 的比值得到, 输出电压与输入电流的关系为

$$U_0 = 0.375 \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \log \left(\frac{i_1}{i_2} \right) \quad (3)$$

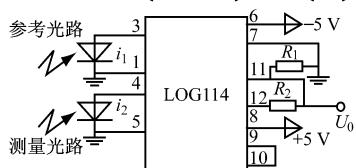


图4 光电转换和放大电路图

3 软件设计

系统软件主要由主程序、中断子程序及显示程序组成, 程序流程如图 5 所示。

基本流程: 按下启动键, AVR 的 PD1 引脚产生

10 kHz 的脉冲去调制光源, 使光源发出相同频率的脉冲; AVR 通过 MUX0、MUX1、MUX2 选择 ADCi 转换, 不断检测 ADIF 标志位, 当转换完毕后, ADIF 置 1 并申请中断; 在中断程序中将 ADC 产生的 10 位结果保存在数据寄存器 ADCH 和 ADCL 中; 采样 14 次后, 停止采样和脉冲发送。分析采样数据, 如果测量值超出安全临界值则声音报警提示, 同时将测量结果显示在 LCD 上, 并返回主程序继续等待下一次测量中断。

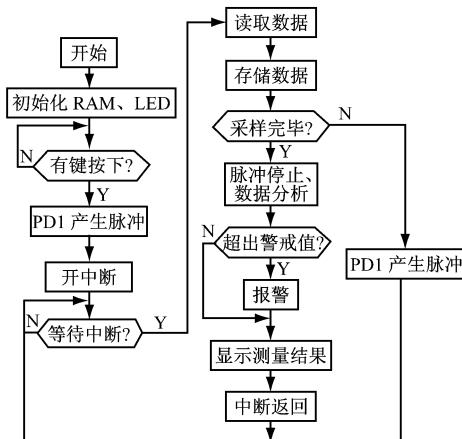


图5 程序流程图

4 系统测试

将该系统传感探头置于高低温试验机 GD(J) W-100 中, 从 20 °C 开始进行加温测试, 采样数据如表 1 所示, Matlab 拟合曲线如图 6 所示。

表1 试验采样数据表

$t/^\circ\text{C}$	U_0/V	$t/^\circ\text{C}$	U_0/V
20	1.980 5	70	2.580 5
25	2.063 6	80	2.612 2
30	2.140 4	90	2.663 7
35	2.210 7	100	2.707 1
40	2.274 7	120	2.776 0
50	2.385 4	140	2.835 0
60	2.476 1	150	—

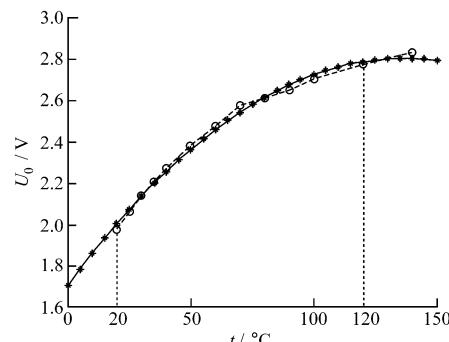


图6 采样数据的Matlab拟合曲线

文章编号: 1671-251X(2009)01-0020-03

基于 80C196MC 的智能软启动器的同步电路设计

郭 涛, 曾 毅, 张 晓, 李云霞

(山东大学控制科学与工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 文章详细介绍了一种以 INTEL 80C196MC 单片机为控制芯片的智能软启动器同步电路的硬件设计、相序检测原理以及软件实现。该电路利用单片机的捕获功能实现了三相电过零时刻的捕获, 既实现了相序检测, 又为 80C196MC 的波形发生器软件编制 PWM 波提供了基准时刻。实际应用表明, 该电路运行良好。

关键词: 软启动器; 同步电路; 80C196MC; 相序检测; 过零点捕获

中图分类号: TD614; TM343.3 **文献标识码:** B

Design of Synchronous Circuit of Intelligent Soft Starter Based on 80C196MC

GUO Tao, ZENG Yi, ZHANG Xiao, LI Yunxia

(School of Control Science and Engineering of Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: The paper introduced hardware design, principle of phase sequence measurement and software realization of synchronous circuit of an intelligent soft starter taking INTEL 80C196MC as control chip. The circuit realized three-phase electric capturing at zero moment by capturing function of single-chip microcomputer, which could realize phase sequence measurement and provide a benchmark moment for

收稿日期: 2008-07-26

作者简介: 郭 涛(1985-), 男, 山东兗州人, 山东大学控制科学与工程学院在读硕士研究生, 研究方向为现代运动控制系统。

E-mail: gregorygg@yahoo.cn

从图 6 可看出, 曲线在 120 ℃以下斜率较大, 系统对温度最为敏感, 120 ℃以上曲线斜率逐渐变小, 这主要是因为传感头为圆形所致。随着温度上升, 单位温度变化所引起的光强变化缓慢。如果采用宽口径光纤束, 可以增大测温范围和曲线的斜率, 从而改变灵敏度, 以满足各种不同温升要求的场合。

5 结语

基于光纤传感技术的 BGP9L-6G 高压配电开关柜温度监测系统, 利用光纤传感器测量温度高、能够在高温、强电场、强磁场环境下可靠工作的特点, 克服了传统主动式温度测量方法的弊端。该系统中光纤传感器体积小, 可埋设在高压配电开关柜触头和母线排连接处等狭小的空间进行温度测量, 同时温度测量部分采用全光电路, 保证了系统测量时的安全性。将该温度监测系统置于高低温试验机中进行温度测量试验, 结果表明, 该系统检测灵敏度高。

由于条件有限, 基于光纤传感技术的 BGP9L-6G 高压配电开关柜温度监测系统仅在高低温试验机上模拟高压配电开关柜的工作环境进行了部分试验, 因此, 温度测量范围较窄。下一步的工作是将该系统应用于 BGP9L-6G 高压配电开关柜, 对其工作灵敏度、精度以及可靠性进行实例验证, 从而指导实际的高压配电开关柜温度监测系统的开发。

参考文献:

- [1] 郑丰隆, 徐乐年, 乔志刚, 等. 对 BGP9L-6G 高压配电开关装置的系统监测和自动控制[J]. 煤矿机械, 2003(5): 62~64.
- [2] 郑淑丽. 煤矿井下变电所监控系统的试验分析[J]. 煤矿机械, 2004(10): 26~28.
- [3] 赵 勇, 荣 民. 基于半导体吸收原理的光纤温度传感器研究[J]. 光电子·激光, 2003, 14(2): 140~142.
- [4] 李长林. AVR 单片机应用设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.