

基于 ATmega8515 的低热电势程控扫描开关

胡永建

(西部钻探吐哈钻井工艺研究院, 新疆 鄯善 838202)

摘要: 介绍了一种低热电势程控扫描开关的设计。单片机 ATmega8515 通过步进电机控制 12 路波段开关的转动, 实现标准热电偶的测量通道切换功能。该扫描开关可手动操作, 也可程控操作, 已成功应用于全自动温度校准系统。测试结果表明, 该扫描开关极大降低了测量通道的热电势, 在计量检定领域具有良好的应用前景。

关键词: 扫描开关; ATmega8515; 热电势; 检定

中图分类号: TB942

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)07-0016-03

A program controlled scanner with low thermal EMF based on ATmega8515

Hu Yongjian

(TuHa Drilling Technology Research Institute of XDEC, Shanshan 838202, China)

Abstract: This paper introduced a design of a kind of program controlled scanners with low thermal EMF. The MCU ATmega8515 controls rotation of a 12-channel band switch using a step motor in order to achieve the switching function of standard thermocouple measurement channels. The scanner can be operated with either manual mode or remote mode, the designed scheme has been applied in an automatic temperature calibrator successfully. The result indicates that the scanner has decreased thermal EMF of measurement channels greatly. The experiments show that the design is very promising in metrological verification field.

Key words: scanner; ATmega8515; thermal EMF; verification

根据标准热电偶检定规程^[1]的要求, 在检定过程中使用的转换开关的寄生电势应不大于 $0.4 \mu\text{V}$ 。为了满足自动检定的需要, 可通过计算机控制的程控扫描开关已逐渐成为应用趋势。

程控扫描开关的核心是多路切换开关, 一般使用银触点低热电势波段开关。杨平^[2]等人探讨了使用通用继电器代替低热电势切换开关的可能性, 但认为常规继电器由于接点电动势过大, 尚无法取代低热电势切换开关; 王磊^[3]等人研制了用于标准电池检定的程控开关, 使用轻压力旋转开关作为开关部件, 其热电势低于 20 nV ; 易晓林^[4]使用恒流源法检测低热电势扫描开关的接触热电势, 认为扫描开关点的筛选及定期检测是有必要的。

本文设计的低热电势程控扫描开关不使用常规继电器完成开关切换, 而是通过接触热电势检测筛选, 其使用的 12 路轻压力旋转开关完全符合标准热电偶检定的要求。该扫描开关具有接触热电势低、性能稳定、体积

小、重量轻、自动与手动两用的特点, 与自动热电偶校准系统软件配合, 可以同时完成 10 只一等标准热电偶或 11 只二等标准热电偶的自动检定。

1 系统结构

图 1 是低热电势程控扫描开关的结构示意图, 其外观及手动使用方法与常规手动转换开关类似。

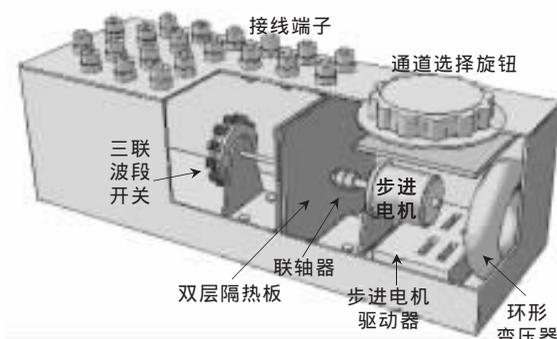


图 1 低热电势程控扫描开关结构示意图

使用通道选择旋钮可以手动选择测量通道,一共有12路测量通道,组成 2×12 的切换开关。测量通道的接线端子由纯铜制成,与三联波段开关通过粗铜线直接相连,以降低接触热电势。在三联12路波段开关中,有一联波段开关专门用于开关的定位检测。三联波段开关经过柔性联轴器与步进电机相连,以消除可能的非同轴传动带来的影响。步进电机的特点是低转速时扭矩大,适合于克服波段开关转动的静摩擦力。步进电机由步进电机驱动器控制,单片机每发送一个脉冲,步进电机就转过一个细分角度。环形变压器将220V交流电压经全桥堆整流后,为步进电机提供24V直流电压。

本开关使用的步进电机是北京斯达微步控制技术有限公司生产的17HS001型两相步进电机,其最大静转矩为0.15 Nm,步距角为 1.8° ,空载启动转速为390 r/min。步进电机驱动器为配套的SH-2H042型驱动器,驱动器电压为直流24V,电流为1.6 A,细分数为5。经实际使用,可达到控制要求。

本开关的步进电机、驱动器及环形变压器均是发热较多的器件,除了使用散热孔外,还使用双层隔热板与开关部分隔开,以减轻对三联波段开关的温度影响。三联波段开关被单独隔离在具有散热孔的电磁屏蔽空间内。

2 设计实现

2.1 控制电路

低热电势程控扫描开关的控制电路如图2所示。MCU使用Atmel公司的8 bit AVR单片机ATmega8515。图2包含了除电源及RS232之外的所有电路。P1是用于MCU在线下载程序的Atmel标准IDC6接头;R1、C1组成开机复位延迟电路;使用外部4.915 2 MHz晶体的目的是准确配合9 600 b/s串口通信速率。

ATmega8515的PD2数字I/O口配置为输出,发送脉冲以控制步进电机转动;S1是三联12路波段开关中用于开关定位的检测开关,由MCU的PA及部分PG数

字I/O口检测。这些数字I/O口配置为开启上拉电阻的输入口,这样可节省检测所需的上拉电阻;S2是手动通道选择旋钮,是一个普通的12路波段开关,用于选择及指示当前测量通道,其检测方法与S1相同。ATmega8515可以直接驱动发光二极管,4个发光二极管分别用来指示系统状态:LED Running点亮表示步进电机正在转动中;LED Ready点亮表示到达开关位置;LED Error点亮表示系统出错;LED Remote点亮表示扫描开关处于计算机遥控状态。

从图2中可以看到,系统使用了ATmega8515大多数端口,其功能、速度可满足控制需要,符合嵌入式设计够用、好用的思想。

2.2 波段开关的步进电机控制

低热电势程控扫描开关控制的核心是如何使步进电机准确转动到相应开关触点位置。

根据所用步进电机及驱动器参数,步进电机的步距角为 1.8° ,经过细分数为5的驱动器细分控制后,单个控制脉冲的转动角为 0.36° 。对于一个通道切换过程,需要连续发出83.333...个脉冲后才能达到转动 30° 的要求。因为步进电机的最小转动角与通道之间的角度不能满足整倍数关系,会导致转动角度偏差。例如,如果一个通道发出83个脉冲,转动一圈带来的误差为 1.44° 。由此可见,选择带有细分功能的驱动器可以提高控制精度。如果使用步距角为 1.5° 的步进电机,可以只发送20个脉冲就使其转动 30° ,从而消除转动误差。

步进电机可以准确地控制转动角度,但在控制脉冲因干扰等原因出错时,其转动角度就无法确定了。同时,步进电机的转动导致的积累误差也会影响转动角度的确定。而本文设计的波段开关定位方法可以准确定位开关触点的位置。

为了使开关触点每次转动到某个通道都能停留在相同的触点位置,同时为了便于触点定位,本步进电机

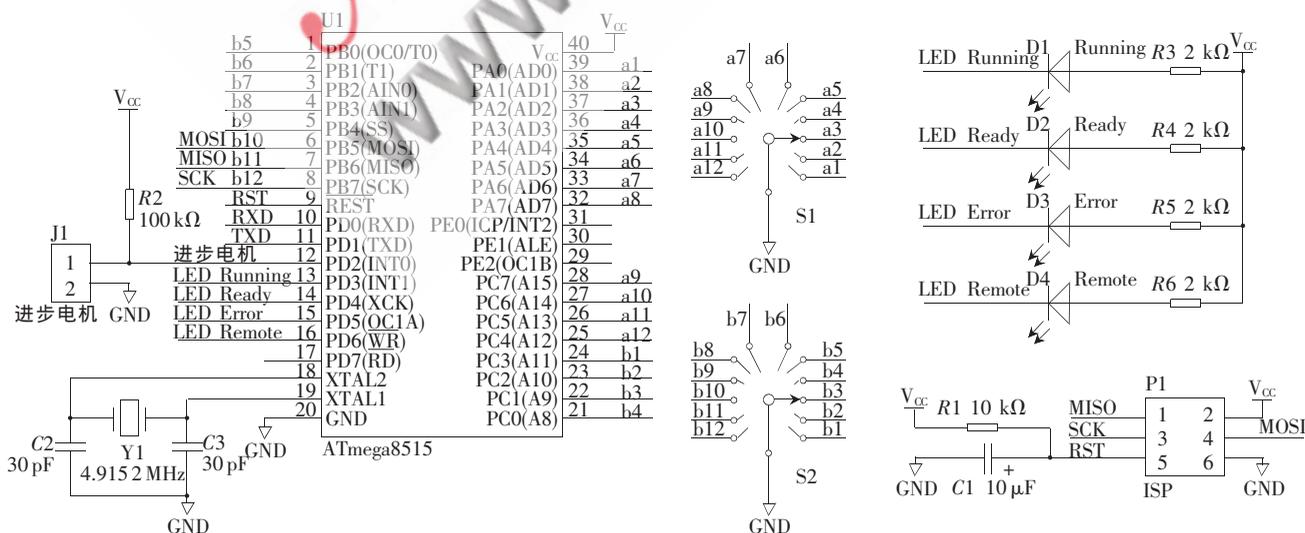


图2 低热电势程控扫描开关的控制电路图

设计为只朝一个方向旋转。在扫描开关开机初始化、开关触点设定为第一通道以及转过第一通道时,步进电机重新定位。定位的方法是:在步进电机转动时,同时检测三联波段开关的检测开关 S1,当检测到第一通道为低电平时,说明开关触点已经进入第一通道触点接触区,此时再控制开关触点转过半个接触区,使开关触点正好停止在接触区正中间来完成定位控制。

完成定位控制后,在一个转动周期内,只需要连续发出 83 个脉冲即可前进到下一个通道。这样转动误差只在一个转动周期内积累,不会影响下一个转动周期。在一个转动周期内,开关触点在各个通道触点的接触位置可保持不变。

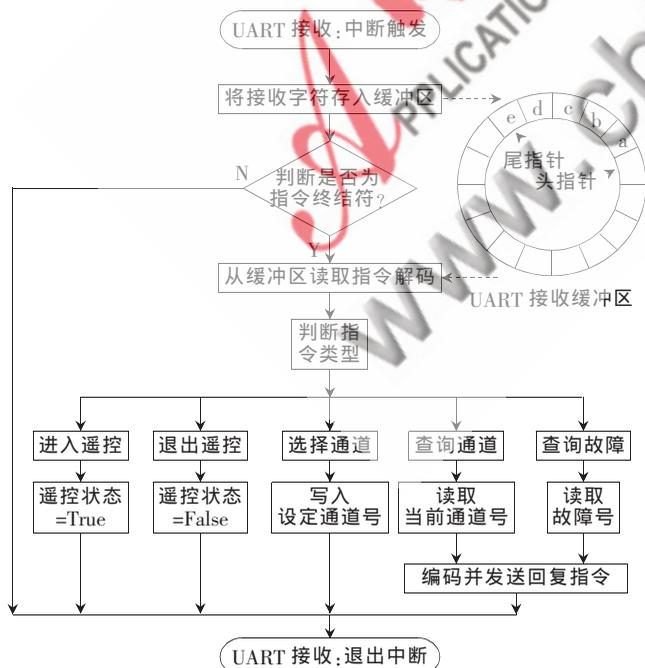
为了减少触点摩擦发热的影响,步进电机转速设定为 1 r/s,同时还考虑了步进电机的升降速曲线设计。

2.3 通信指令集与工作流程

低热电势程控扫描开关使用 RS232 串口与计算机相连,计算机发出指令控制扫描开关通道选择。按照 SCPI 可编程仪器标准命令集^[5]的要求规范,设计了如表 1 所示的指令集(其中小写字母主要用于助记,实际使用

表 1 指令集

指令格式	说明
REMOte	进入遥控状态
LOCal	退出遥控状态
CHAnnel<通道号>	选择通道(1~12)
CHAnnel? <通道号>	查询通道(1~12)
ERRor? <故障号>	查询故障



(a)UART接收中断流程图

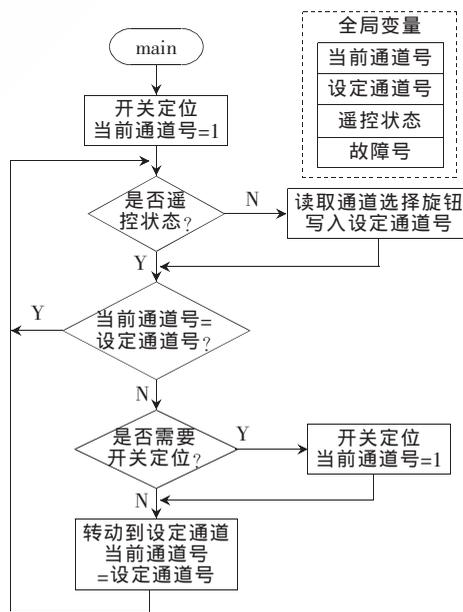
中可以省略)。

可以使用通道选择旋钮手动控制扫描开关,选择旋钮的位置同时指示了所选择的通道,此时的使用方法与传统转换开关一致。与此同时,也可以通过上位机发送指令来选择通道,并查询当前通道。图 3 是工作流程图(为了清晰起见,不含故障判断及 LED 状态显示等部分)。

为了快速响应上位机的指令,指令的应答在 UART 接收中断中处理,中断设定为每收到一个字符就触发一次,接收的指令字符存入 UART 接收缓冲区(一个有双指针的循环队列)。在收到指令终结符(设定为换行符)时,从 UART 接收缓冲区提取完整指令解码,根据指令类型进行不同操作,如果需要回复指令,也在中断中完成编码及发送。

程序主循环过程采用依次判断处理的方法。系统设定了若干全局变量用来保存相关设定值,上位机的控制指令通过这些全局变量在 UART 中断中与主循环过程交换信息。

本文设计的低热电势程控扫描开关既可手动控制,也可由上位机通过串口控制。经测量,各触点热电势小于 0.4 μV,达到了标准热电偶检定的要求。通过增加 12 路波段开关的并联,该扫描开关也可用于标准热电阻的检定。该产品结构简单、性能稳定、使用方便。在实际应用中,作为自动标准热电偶检定系统的转换开关部分,配合定点炉的使用,可同时完成多只标准热电偶的自动检定工作。标准热电偶自动检定的实现提高了生产率,降低了检定人员的工作强度。



(b)主循环过程

图 3 工作流程图

参考文献

- [1] JJG75-1995. 标准铂铑 10-铂热电偶[S]. 北京: 国家质量技术监督局, 1995.
- [2] 杨平, 许兆龙, 何毅, 等. 通用继电器取代低热电势切换开关的可行性[J]. 仪器仪表学报, 1997(18): 644-660.
- [3] 王磊, 刘瑞珉. 多路低热电势程控开关的研制[J]. 电测与仪表, 2004, 41: 44-46.
- [4] 易晓林. 扫描开关检测方法探讨 [J]. 宇航计测技术,

2006(26): 68-72.

- [5] SCPI Consortium. Standard commands for programmable instruments manual version 1990[S]. 1990.
(收稿日期: 2010-11-01)

作者简介:

胡永建, 男, 1970 年生, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 热工计量仪器仪表设计。

