

基于单片机的数字温度表设计

刘爱元, 姜 静, 皮之军

(海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001)



摘 要: 在介绍某型机电式温度表组成及工作原理的基础上, 论述了基于 MCS - 51 单片机的数字温度表的设计方法, 给出了硬件电路设计、模拟电源与放大器电路设计及软件设计, 用 AEDK51 仿真器完成了硬软件调试。该设计克服了机电式温度表摩擦、温度变化等因素引起的指示误差大的弊端, 提高了温度表的指示精度。

关键词: 温度表; 单片机; 硬件; 软件

中图分类号: TP274

文献标识码: A

文章编号: 1671-654X(2007)03-0074-03

引言

某型飞行器上的温度表用于测量发动机燃烧室的温度, 该温度值过高会烧坏发动机, 过低则说明燃料未得到充分燃烧而导致发动机推力减少。以前的温度表大都采用机电式温度表, 由于测量回路的总阻值 R 随环境温度变化易产生温差, 且接触电阻的增大、摩擦、空中震动等因素的变化, 均会导致温度表指示精度降低。为了提高温度表工作的可靠性和指示精度, 本文结合某型温度表的工作原理, 从硬件和软件两个方面设计了一种基于 MCS - 51 单片机的数字温度表。

1 机电式温度表

该型温度表由传感器和指示器两部分构成, 其工作原理如框图 1 所示。

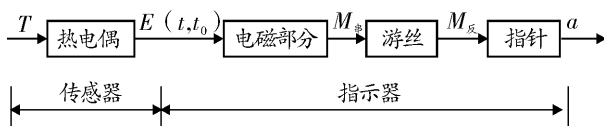


图 1 某型温度表原理框图

图中, 传感器为一个热电偶, 用来测量发动机燃烧室的温度。当发动机工作时, 热电偶的热端感受燃烧室的温度值 T , 产生相应的热电势。热电势的大小为^[1,2]:

$$E(t, t_0) = \int_{t_0}^t \frac{K}{e} \ln \frac{N_a}{N_b} dt \quad (1)$$

式中, N_a, N_b : 表示热电偶两根不同导体 a、b 的自

由电子密度;

e : 单位电荷量, 其值为 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$;

K : 波尔兹曼常数, 其值为 $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$;

t, t_0 : 表示热电偶热端和冷端温度。

由 (1) 式可知, 当热电偶材料一定、冷端温度保持不变时, 热电势大小取决于热端温度, 即:

$$E(t, t_0) = K(t - t_0) = f(t) - f(t_0) \quad (2)$$

式中 $K = \frac{K}{e} \ln \frac{N_a}{N_b}$

当热电偶冷端温度保持不变, 即 $f(t_0) = C$ (常数) 时, 则:

$$E(t, t_0) = f(t) - C = (t) \quad (3)$$

由 (3) 式可知, 热电偶产生的热电势的大小与热端温度 (即发动机燃烧室的温度) 成单值函数关系。温度越高, 产生的热电势越大, 温度一定时, 热电势的大小也一定。

指示器是一个灵敏毫伏表。热电偶产生的热电势加到指示器线框两端后, 线框中便有电流通过, 该电流产生的磁场与永久磁铁产生的磁场相互作用产生电磁转矩 $M_{电}$, 使线框带动指示器指针转动, 同时, 游丝也跟随转动而产生反转力矩 $M_{反}$, 当反转力矩与电磁力矩达到平衡时, 线框停止转动, 指针在刻度盘上指示相应的温度值。

2 数字温度表硬件电路设计

依据上述机电式温度表工作原理, 设计数字温度表由模拟电源、运算放大器、A/D 转换器、8031 芯片、

收稿日期: 2006-10-17 修订日期: 2007-05-19

作者简介: 刘爱元 (1960-), 男, 山东招远人, 副教授, 研究方向为航空电子气仪表与飞控。

8155可编程 I/O接口、EOROM2764和 LED显示器等构成,其硬件电路如框图 2所示。

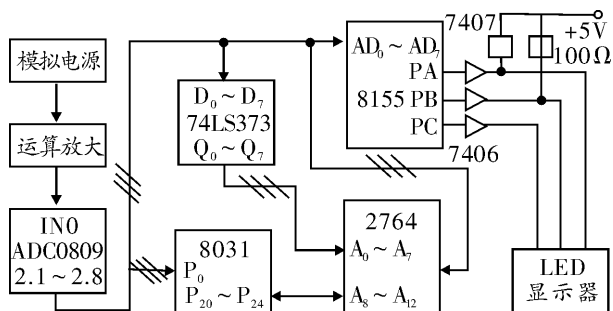


图 2 数字温度表硬件电路框图

图 2中,用模拟电源模拟热电偶产生的 1.8mV ~ 45.7mV可调电压信号。考虑该电压信号为毫伏级,易受干扰,影响系统精度,因此设计中将模拟电源输出的毫伏级电压信号进行放大。放大后的电压信号加到 ADC0809的模拟输入通道 N0进行 A/D转换。当 ADC0809的 START端为高电平时,A/D开始转换,在时钟控制下,逐位逼近。由于逐次逼近需要一定过程,在此期间模拟电源产生的电压信号应保持不变。ADC0809逐次比较,直到转换结束,此时,8031发出一个输出允许命令(OE端呈高电位),则可读出相应的数据。设计中将 ADC0809作为外部扩展并行 I/O口,采用线选法寻址;地址译码器引脚 A、B、C分别与地址总线的低三位 A₀、A₁、A₂相连,以选通 N0~N7中的一个通道;将 P2 5作为片选信号,在启动 A/D转换时,由 8031的写信号和 P₂ 5控制 ADC0809的地址锁存和转换启动,使选中 ADC0809的 N0通道地址为 DFF8H。8031的 P0口输出的低 8位直接与 8155的 AD₀~AD₇相连,既作为低 8位地址总线,又作为数据总线,其地址直接用 ALE在 8155中锁存;高 8位地址由 CE和 D/M的地址控制线决定。设计中将 8031的 P₂ 7和 P₂ 6分别与 8155的 CE和 D/M端相连,因此 8155的 RAM地址为 3F00H~3FFFH,8155的命令/状态寄存器、PA口、PB口、PC口的地址分别为 7F00H、7F01H、7F02H、7F03H,8155的定时器/计数器高、低字节寄存器地址分别为 7F05H和 7F04H。8031从 ADC0809读取的相应电压信号通过扩展 I/O接口芯片 8155实现 3位 LED显示,显示出相应的发动机燃烧室温度。

模拟电源与运算放大器的电路如图 3所示。

图中 R₁、R₂、R₃、R₄应选用高精度电阻,运算放大器选用专用仪表放大器 NA118,取 R_G = 505,则放大倍数为 100倍。实验证明采用该电路可精密地放大微弱电压信号,可以满足系统的精度设计要求。采用该

电路的部分实验数据如下表所示。

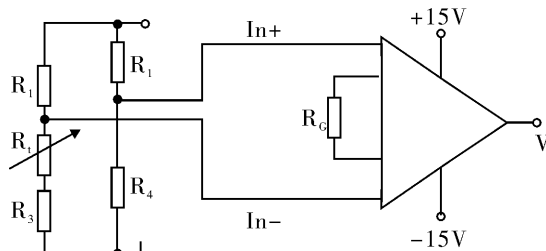


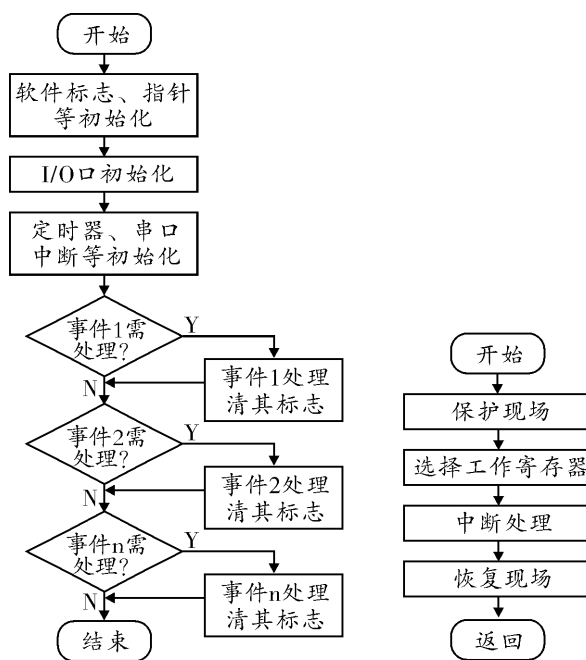
图 3 模拟电源与放大器电路

模拟电源与放大器电路实验数据表

温度 (°C)	理论电压 (mV)	实测电压 (mV)	放大后电压 (V)	放大误差 (%)
300	1.8	1.79	0.176	1.1
600	21.6	21.59	2.159	0
900	45.7	45.70	4.57	0

3 数字温度表软件设计

数字温度表软件设计采用了顺序程序设计的方法。本设计中 ADC0809与 8031采用中断方式连接,0809的 EOC端与 8031的 INT1相连,软件编程允许 8031响应外部中断 1,并将其设置为高中断优先级,且设置响应方式为边沿触发。整个系统软件包括主程序、中断服务子程序和动态显示子程序等。系统主程序和中断服务程序框图如图 4所示。



a. 主程序框图

b. 中断服务程序框图

图 4 主程序与中断服务程序框图

主程序和中断服务程序之间的信息交换采用数据

缓冲器和软件标志(置位或清零位寻址区的某一位)的方法。例如,调整图 3 中的模拟电源电位计,使其输出一个响应温度的电压信号,经放大器放大后送至 0809,此时,主程序初始化以后置位 8031 的中断控制位 EA,使 CPU 开放中断,然后启动 0809 对 N0 通道的模拟输入量进行 A/D 转换。转换完毕后,0809 向 8031 的 N1 送入一个信号,8031 接到该信号响应中断,调用中断服务程序,先压栈保护现场,读取来自 0809 输出的 8 位数字量,然后调用 EPROM2764 中的查表程序,取出与输入信号相对应的温度值,并将其转换为 BCD 码送入显示缓冲器,接着出栈恢复现场。最后将显示缓冲区的首地址送入 R0,位选指向百位 LED,扫描模式指向 8155 的 PB 口,选通百位;段数据送到 8155 的 PA 口,百位 LED 显示百位数据,延时 1ms 后,扫描口转到十位 LED,显示十位数据,依次类推,逐次燃亮一位 LED,在三个 LED 上即可显示出相应的温度值。

4 结束语

数字温度表硬、软件设计在实验室用 AEDK51 仿

真器进行了调试,实现了对飞行器发动机燃烧室温度的采集、放大、数模转换、信号处理及显示。设计中将毫伏电压信号进行放大,提高了抗干扰能力;设计摒弃了传统的机电式结构,避免了摩擦;所选用元器件不受温度影响,减小了温度误差。使系统精度得到了较大提高。设计过程中应注意以下三点:a 设计电路和片选时,要考虑芯片和电路的驱动能力,以免造成工作不正常或设计失败;b 模拟电源电路中构成电桥的电阻值不易过大,且应采用精密电阻;c LED 动态显示应采用软件扫描显示方式,因人眼的视觉暂留时间约为 100ms,因此每位显示时间间隔不能超过 20ms,且注意段选码、位选码每送入一次应延时 1ms,这样人眼看上去每个 LED 总在亮。

参考文献:

- [1] 朱家海. 航空仪表 [M]. 西安:空军工程学院出版社, 1997.
- [2] 刘元扬. 自动检测和过程控制 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1998.

Design of a Digital Thermometer Based on SCM

LIU Ai-yuan, JIANG Jing, PI Zhi-jun

(Naval Aeronautical Engineering Institute, Yantai 264001, China)

Abstract: In this paper the composing and principle of one type electromechanical thermometer are introduced, then the design of digital thermometer based on SCM is discussed in detail, the design and debugging using AEDK51 simulator of the hardware circuit and software are also given. The digital thermometer with high indication precision overcomes the large indication error shortage of electromechanical thermometer because of friction and temperature variation.

Key words: thermometer; SCM; hardware; software