

一种反后坐装置温度自动测量技术及其控制方法研究

周世海, 范鹏飞, 杨雨迎

(装甲兵工程学院 兵器工程系, 北京 100072)

摘要: 温度是反映装甲车辆火炮反后坐装置性能的重要参量, 而目前反后坐装置温度等关键参数主要依靠人工测量获取, 仍没有用于实装的自动化检测装置; 为提高火炮维修保养自动化水平, 使成员方便快捷地掌握反后坐装置的工作状况, 提出了一种基于单片机的反后坐装置温度自动测量记录技术; 通过详细给出温度自动测量技术的主体思路, 温度信号的采集处理流程, 单片机的设计方法, 提出一种反后坐装置温度自动测量技术控制方法, 并据此设计开发了火炮反后坐装置温度自动测量记录装置; 实验证明, 该自动测试技术和方法可实现反后坐装置温度的自动、快速测量, 且具备过温报警功能, 对反后坐装置的使用保养具有重要应用价值。

关键词: 反后坐装置; 温度; 测试; 设计

Research on Automatic Testing Technology and its Controlling Method for Recoil System Temperature

Zhou Shihai, Fan Pengfei, Yang Yuying

(Department of Arms Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: Temperature, which is one important parameter that reflects on the recoil system performance of armored vehicles, is mainly obtained through the work done by hand. And now it lacks automatic diagnosing device used for equipment. In order to improve automation level of the cannon maintenance and simplify the acquiring process of working condition, it puts forward the automatic testing technology for recoil system temperature. Via giving the principal thinking, the signal collection and transaction procedure and SCM design method, it also puts forward a kind of automatic measuring controlling method for recoil system temperature. Based on this new method, it designs and develops the measuring and recording device of temperature for recoil system. It verifies that the automatic testing technology and controlling method can realize the function of automatic and rapid testing temperature for recoil system, and can also give an alarm when the temperature is high enough, it has important application value for the recoil system maintenance.

Keywords: recoil system; temperature; testing; design

0 引言

反后坐装置由复进机和驻退机两部分组成, 主要用于消耗火炮后坐时的后座动能, 并使其后座控制在一定范围内, 保证火炮正常工作。反后坐装置主要将火炮后座动能的大部分转化为不可逆的热能, 使驻退机内的液体及驻退机各零部件温度上升。实验表明, 某型坦克炮的驻退机, 每发射一发炮弹温度升高 2.5°C 。通常, 驻退液温度是衡量反后坐装置性能的重要参量^[1-4]。

目前, 驻退液温度主要依靠人工测量记录的方式获取, 在火炮射击使用过程中存在不便于操作、记录, 且效率低下, 难以满足火炮维修保养的自动化水平。因此急需开展火炮反后坐装置温度自动测量技术研究, 实现火炮反后坐装置温度的自动测量、采集、储存、报警等功能, 为火炮的维护保养自动化提供技术基础。

本文基于单片机技术, 提出了一种反后坐装置温度自动测量技术, 通过设计自动测量的主体方案、分析信号通道、程序

编写, 并开展了控制方法分析, 实现了反后坐装置温度的自动测量、采集、储存和报警功能, 从而促进火炮维护保养工作的高效进行。

1 自动测量技术总体方案

以反后坐装置的驻退机作为获取信号的对象, 自动测量技术总体方案中包括测温模块, 其设置在反后坐装置的驻退机下方, 包括光学系统和探测器, 当火炮后坐驻退液辐射的红外能量通过大气媒介传输到测温模块时, 光学系统将目标辐射的能量汇聚到探测器; 清尘装置, 其设置在反后坐装置与测温模块之间, 用于清洁空气介质内的灰尘, 提高测量精度。校准模块, 其设置在火炮后坐附近, 并包括用于测量环境温湿度的温湿度传感器; 系统模块, 其连接所述探测器和温湿度传感器, 用于记录探测器和温湿度传感器传递的电信号, 同时根据传递的电信号计算被测物体的真实温度; 报警装置, 其与所述系统模块连接, 内部设置有蜂鸣器, 用于过温报警。自动测量技术总体方案图 1 所示。

当火炮工作后, 火炮驻退机和复进机协同工作将火炮复进到原来位置, 安装在驻退机正下方的红外测温传感器会探测驻退机内释放出来的红外信号, 红外测温传感器接收信号送至系统板, 系统板收到信号通过 D/A 转换将模拟信号转换为数字信号并在数码管中显示, 计数器记录一次火炮工作后驻退机的

收稿日期: 2016-11-15; 修回日期: 2016-12-15。

基金项目: 原始创新基金项目(2014CJ26)。

作者简介: 周世海(1976-), 男, 讲师, 硕士, 主要从事武器系统运用工程方向的研究。

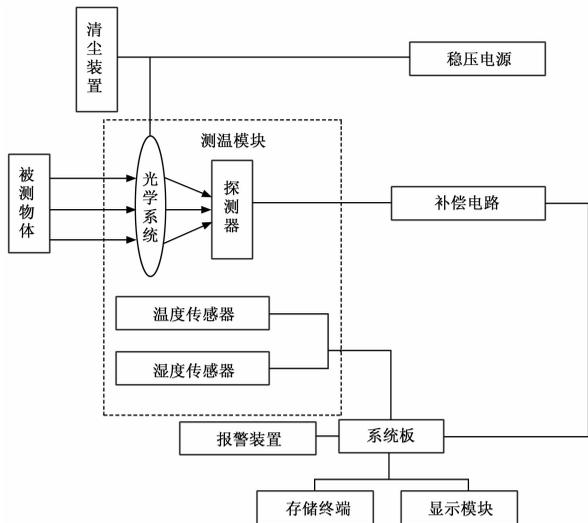
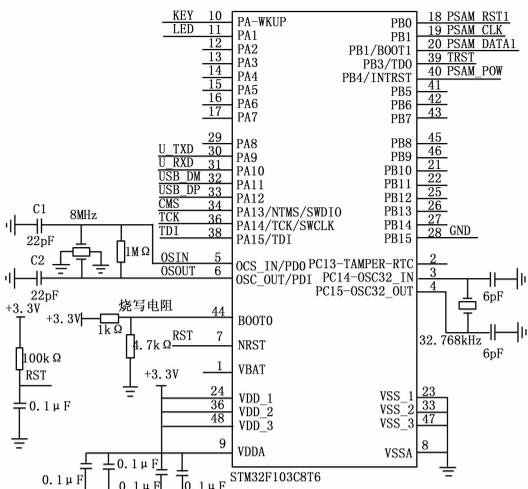


图 1 自动测量技术总体方案



主控模块以及相关的外围电路的原理图

图 3 STM32F103 单片机原理图

温度，将计数器记录值存入 EEPROM 备用。另设定极限值，当温度值超过这一极限值之后即行报警。

2 自动测量技术设计

2.1 红外测温传感器的采集与处理

采用红外测温传感器进行信号的采集，其优点是非接触式的采集信号，稳定性好，响应速度快。火炮工作后，红外测温传感器通过探头收集红外信号传送给系统板，其由 INT0 引脚来接受电信号，依靠数据处理系统整合数据^[5-6]。结构框图如图 2 所示。

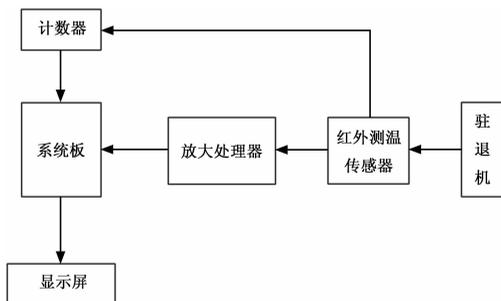


图 2 结构框图

2.2 装置系统板的选择

综合考虑系统板基本性能参数、存储介质、芯片的封装形式、芯片的功耗、芯片保密性能、抗干扰性能等多方面，选择 STM32F103 单片机。

STM32F103 在指令系统、硬件结构和片内资源上与标准 8051 单片机完全兼容，采用 LOFP48 系列封装。ARM 32 位的 Cortex-M3 最高工作频率可达 72 MHz，低功耗，不占用用户资源^[7]。单片机原理图如图 3 所示。

2.3 显示模块方案的选择与设计

采用 OLED 液晶显示器，其显示功能强大、清晰，且采用并行数据传输，电压低、省电效率高。采用 0.96 寸 OLED 显示屏的主要技术参数如表 1 所示。

2.4 装置红外接收电路

红外接收电路原理图如图 4 所示。

表 1 OLED 显示屏的主要技术参数

分辨率	128 * 64
可视角度	大于 160°
功耗	全屏点亮时 0.08W
工作电压	3V~5V
工作温度	-40℃~70℃
模块体积(长宽厚)	27.3mm * 27.8mm * 3.7mm
驱动芯片	H1106

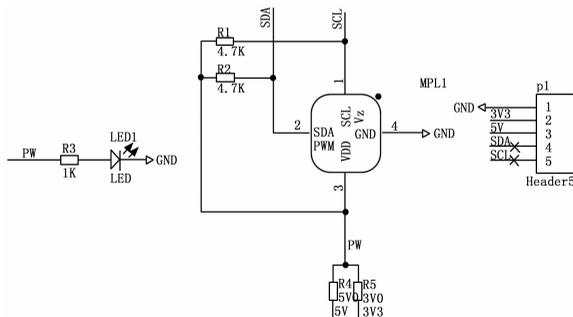


图 4 红外接收原理图

本设计中是利用芯片实现检测接收电路，实验证明用 OTP-538U 型红外测温传感器探头接收红外信号，具有很高的灵敏度和较强的抗干扰能力。

2.5 报警装置设计

反后坐装置温度自动测量装置可以设置驻退机温度的报警上限，超过这个温度将会报警，报警模块主要由单片机的 P2.6 口控制，当测距超出 100℃的时候，单片机上的 LED 灯亮起。

(1) 时钟电路的设计。

为了产生时钟信号，在 STM32F103 内部设置了一个反相放大器，PD0 是片内振荡器反相放大器的输入端，PD1 是片内振荡器反相放大器的输出端，也是内部时钟发生器的输入端。当接通电源时，PD0 和 PD1 外接石英晶振，使内部振荡器按照石英晶振的频率振荡，就产生时钟信号，本系统使用的石英晶振频率为 8 MHz。

产生时钟信号电路如图 5 所示。

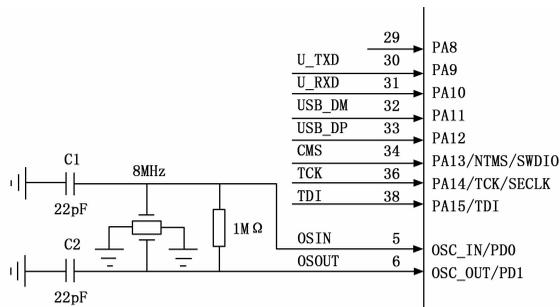


图 5 时钟电路

(2) 复位电路的设计。

复位功能的引脚是 RST7 脚, 在装置整个运行时, 温度传感器会持续不间断测量并记录温度, 全部工作完成后, 手动按下复位键按钮, 程序计数器全部清零, 如图 6 所示。

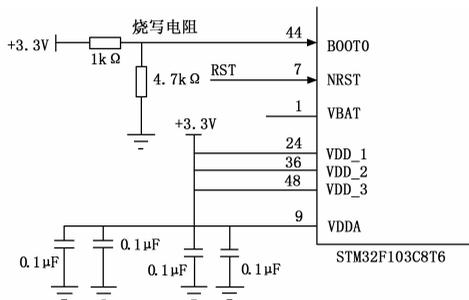


图 6 复位电路

2.6 电路工作原理及设计

本系统中使用到的主电源是来自车体自带 24 V 电源, 经过分压电路的处理接出一个 12 V 的电压。分压电路的电路图如图 7 所示。

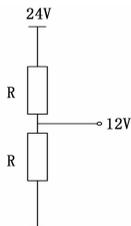


图 7 分压电压电路图

再用 L7805CV 为主的电路将 12 V 电压转换 +5 V 电压。电路原理图如图 8 所示。

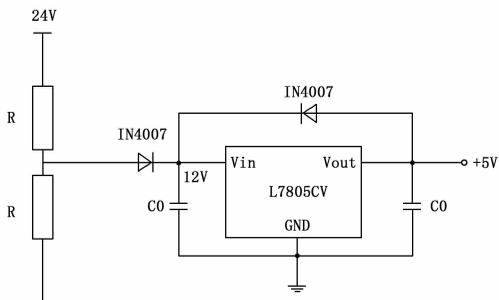


图 8 电路原理图

这是一个三端集成稳压电源应用电路, 电源电压经分压后得到的 +12 V 电压, 在输出端即可得到稳定的输出电压 +5 V。

2.7 装置程序设计

系统软件设计采用模块化设计, 主要包括主程序设计、温度处理子程序、OLED 显示子程序设计等。主程序首先是对系统环境初始化, 设置定时器 T0 工作模式为 16 位定时计数器模式。然后调用红外测温传感器接收制退液发出的红外信号。测出温度后结果将以十六进制 BCD 码方式送往 OLED 显示约 0.5 s, 然后再接收红外信号重复测量过程。

3 自动测量控制方法

3.1 实现方法

文中提出的反后坐温度自动测量技术还可以由一种反后坐装置温度自动测量控制方法来实现, 如图 9 所示。

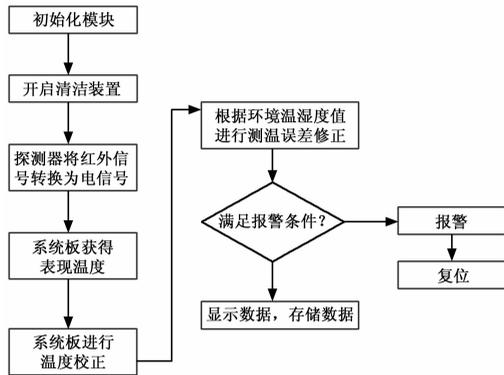


图 9 控制方法流程图

该方法包括以下步骤:

步骤 1: 开启所述清尘装置, 对光学系统表面的透镜及周围空气介质中的粉尘进行吸附清除;

步骤 2: 通过检测电压确定被测物体的表现温度;

$$T_{mea} = \sqrt[4]{\frac{V_{in}}{R \cdot \alpha_{air} \cdot \epsilon \cdot \sigma \cdot RE_H}} \quad (1)$$

式中, V_{in} 为检测到的电压值, R 为探测器的灵敏度, α_{air} 为与衰减距离有关的常数, ϵ 为辐射率, σ 为斯蒂芬—玻尔兹曼常数, RE_H 为光学系统的分辨率;

步骤 3: 线性化处理得到物体的表现温度 T_{mea} , 进行辐射率校正为中间温度,

其校正式为:

$$T_{mid} = \frac{T_{mea}}{\sqrt[4]{\epsilon(T)}} \quad (2)$$

式中, $\epsilon(T)$ 为辐射率, 取值 0.1~0.9;

步骤 4: 根据温度传感器测得的环境温度 T_{env} , 湿度传感器测得的相对湿度 RH_{env} , 其为百分数, 修正测量误差, 计算被测物体的真实温度,

$$T_{real} = e^{(RH_{env} - RH_{rul})} \cdot \left[\frac{\epsilon(T) \cdot T_{mid}^4 - \epsilon(E) \cdot T_{env}^4}{\epsilon(T)} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (3)$$

式中, RH_{rul} 为常规相对湿度, 取值为百分数, $\epsilon(E)$ 为温度传感器的修正值, 取值 0.1~0.9;

步骤 5: 被测物体的真实温度 T_{real} 显示在显示屏上, 当 $T_{real} \geq T_{pre}$ 时, 蜂鸣器开关开启, 进行报警。 T_{pre} 预先存储在单片机中, 测得的 T_{real} 实时记录在存储单元中。

3.2 软件编程

为了有利于程序结构化和容易测量温度, 主程序采用 C 语言编写, 其满足的主要功能包括:

1) 系统控制初始化 OLED、初始化温度处理部分, 清除计数值;

2) 红外测温传感器接收红外信号;

3) 红外测温传感器解算红外信号转换电信号传输给单片机;

4) 单片机处理温度值;

5) 单片机将测量温度进行处理后的温度值, 显示在 OLED 上;

6) 当测量温度大于 100℃ 时, 报警系统灯亮;

7) 当按下复位键时, 启动复位功能。

主程序的部分代码如下所示:

.....

```
void MLX90614_Init(void)
{
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE);
    _SCL_IO();
    _SDA_OUTPUT();
    SCL(0);
    delaysms(3); // 转换 PWM 模式到 SMBUS 模式
    SCL(1);
}
void MLX90614_Read(MLX90614 * p)
{
    // u8 slaveaddress;
    u32 DATA;
    // slaveaddress = MEM_READ(0x00, 0x2E);
    // 在 EEPROM 上存储从地址 "0Eh"
    // DATA[4] = MEM_READ(0x00, 0x20);
    DATA = MEM_READ(0x00, 0x07);
    // 从 MLX90614 RAM 07h 阅读对象的温度
    p->obj_tmp = CALTEMP(DATA);
```

(上接第 114 页)

AT+CMGS=

" 00310038003000310032003300340035003600360038"

5) 最后, 将需要发送的内容通过串口传给 SIM900A, 例如本文发送“烟雾报警”四个字到接收短信的手机, 需将这四个字转换成 Unicode, 指令如下:

70DF96FE62A58B66。

当系统监测出危险气体含量超标时, 需要发出报警短信。首先, PLC 内置以上 AT 指令, 并将上位机设置的手机号码加入 AT 指令, 需要报警时, PLC 通过 CP340 将短信报警的 AT 指令发送给 GSM 模块, 从而实现短信报警功能。

5 总结

本文设计了基于 ZigBee 和 PLC 的建筑和楼宇室内环境实时监测与控制系统, 系统可以对室内各环境参数进行准确的采集与传输, 进而根据预设的参数来调节和控制室内环境。目前市场上多数同类控制器为成套装置, 扩展新设备比较困难, 本装置增加了学习功能, 使其具有更强的通用性, 终端模块化可使用户可根据实际需求灵活选择。经过测试运行表明, 该系统具有组网灵活, 实用性强, 可靠性高, 通用性好以及低功耗等特点, 无线通信方式也可以很好地解决布线麻烦和维护困难等缺点, 在环境检测行业领域具有良好的市场前景和应用价值。

.....

3.3 试验结果与分析

坦克射击时往往伴随着强烈震动等恶劣工作环境, 因而给测试仪器的正常工作增加了一定难度。在实车测试中, 火炮反后坐装置温度自动测量记录装置能够完成对应的测试功能, 与人工测量相比, 它能够实现对火炮反后坐温度更加精确的自动化测量。下一步应当继续改进其总体结构, 在加装防护壳的同时, 使其更加紧凑, 更加容易安置于坦克内部。

4 结束语

通过提出一种温度自动测量技术及其控制方法, 利用红外辐射测温装置, 能够显示火炮反后坐装置温度, 同时具备存储温度数据功能, 从而可通过大量的数据研究其后坐规律, 更好地维修保养火炮反后坐装置; 当火炮后坐温度超过预设值时, 装备具有报警功能, 提高装备的使用寿命; 利用温湿度传感器对环境湿度进行检测, 进而修正了测量误差, 实现了火炮后坐装置温度的精准测量, 对射手正确操作使用也起到了监督和安全作用, 在未来装备使用和保障上将具备较大的应用价值。

参考文献:

- [1] 王国辉. 装甲车辆武器系统 [M]. 北京: 装甲兵工程学院, 2014.
- [2] 高跃飞. 火炮反后坐装置的设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2010.
- [3] 谢克瑜, 袁伟群, 徐蓉, 等. 电磁轨道发射系统后坐力研究及反后坐装置设计 [J]. 弹道学报, 2014, (4): 98-101, 106.
- [4] 杜中华, 狄长春. 某火炮复杂反后坐装置工作特性仿真分析 [J]. 机械工程师, 2011, (2): 96-99.
- [5] 郁有文. 传感器原理及工程应用 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [6] 猛立凡. 传感器原理与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [7] 杨代华. 单片机原理及应用 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2003.

参考文献:

- [1] 赵玉民. 数字家庭的应用业务及其系统设计研究 [J]. 电视技术, 2013, S1: 21-30.
- [2] 陈立伟, 杨建华, 曹晓欢, 等. 物联网架构下的室内环境监控系统 [J]. 电子科技大学学报, 2012 (2): 265-268.
- [3] 何雪勤. ZigBee 技术在智能家居系统中的应用研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2015.
- [4] 尹纪庭, 袁佳, 焦志曼, 等. 基于 ARM 和 ZigBee 的智能家居控制系统研究与开发 [J]. 计算机测量与控制, 2013 (9): 2451-2454.
- [5] 张琰, 李吴松, 张荆沙, 等. 物联网环境下基于 PLC 的远程控制系统设计 [J]. 微电子学与计算机, 2016 (2): 130-134.
- [6] 王风. 基于 CC2530 的 ZigBee 无线传感器网络的设计与实现 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- [7] 刘毅力, 焦尚彬. 基于 CC2530 无线传感网络系统的设计 [J]. 现代电子技术, 2013 (3): 43-46.
- [8] 李瑾瑞. 学习型红外控制器的设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [9] 杨路明, 雷亚军. 组态软件 WinCC 在自动监控系统中的应用 [J]. 计算技术与自动化, 2003 (4): 21-24.
- [10] 刘主链, 宋跃, 何志辉, 等. 无线模块与 GSM 实现的智能远程家居控制系统 [J]. 计算机测量与控制, 2011 (9): 2133-2135.