

DOI:10.3963/j.issn.1671-7953.2009.02.015

基于 MSP430 单片机的主滑油温度控制器的设计

肖航

(海军工程大学 船舶与动力学院, 武汉 430033)

摘要:对某船舶滑油温度控制器进行改造设计,在不改变原系统执行机构的前提下,用单片机 PID 控制系统代替原有的模拟电路构成的 PID 控制系统,实际使用表明,新系统提高了系统的控制精度,增强了系统的可靠性。

关键词:滑油;温度;单片机

中图分类号:U663.82

文献标志码:A

文章编号:1671-7953(2009)02-0053-04

温度是船舶机舱中重要的控制参数之一,传统的液体温度控制器由大量模拟电路来实现,电路复杂,控制精度较低,故障率高,维护困难。随着轮机自动化的提高,无人机舱的普及,对温度控制器控制精度要求日益增高,对其可靠性也提出了更高的要求。以某船主滑油温度控制器的国产化为例,设计了满足滑油温度控制要求的智能控制器。

1 某船主滑油温度控制器分析

1.1 系统组成

某船舶的滑油温度控制器的系统原理见图1。

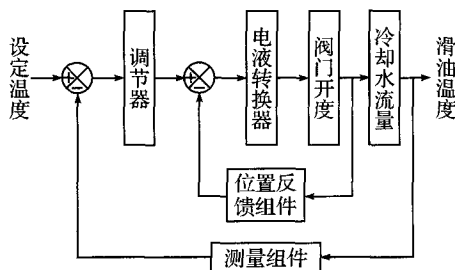


图1 控制器系统原理图

测量组件由 PT100 温度传感器和温度变送器组成;由模拟电路组成 PID 调节器;电液转换器见图2;位置反馈组件由连杆机构、旋转变压器和相关转换电路组成。

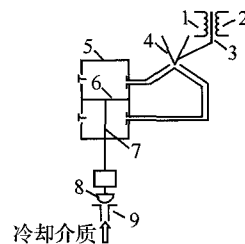
收稿日期:2008-07-21

修回日期:2008-12-10

作者简介:肖航(1963-),男,硕士,副教授。

研究方向:热动力系统检测与控制方向。

E-mail: xiaohangwh163@163.com



1-升温控制线圈;2-降温控制线圈;3-衔铁;4-射流管;5-伺服马达;6-活塞;7-阀杆;8-柱塞;9-阀座

图2 控制器的电液转换器原理图

1.2 控制器的功能

本调节器的执行机构由电液转换器和阀门组成,与常见的伺服电机控制阀门开度有区别,它不能根据输入的信号进行线性控制阀门开度,而只能进行开关作用控制阀门,这种执行机构在可靠性和运行寿命方面有优势,控制系统与传统 PID 控制有差异。

工作过程如下:由 PT100 将温度值转换成电阻值,温度变送器将 PT100 电阻值转换成 4~20 mA 的电流信号;通过 I/V 电路转换为成比例的电压信号;此电压信号与设定温度值对应的电压信号进行比较,得出偏差;偏差信号进入调节器进行 PID 控制;PID 控制量与位置反馈信号进行比较。其中,位置反馈信号把电液转换器的阀杆位移通过旋转机构转换为成比例的角度信号;角度信号通过旋转变压器转换成交流电压信号;再通过电路把此交流信号转换成直流电压信号;此直流电压信号与阀杆位置成正比,在控制器一上电的时候,便将阀杆初始位置信号送到了调节器的积分部分。对控制信号与位置反馈信号比较得出偏差值的符号进行判定,根据符号选择是对电液转换器的升温控制线圈 1 还是对降温控制线圈

通电 2。如果有一个线圈通电,那么衔铁 3 由中间位置向通电线圈一侧偏转,进而带动射流管 4 由中间位置向一边偏移;射流管的偏移引起活塞 6 上下腔室压力的改变,从而带动活塞移动;活塞移动改变柱塞 8 与塞座 9 的面积,实现冷却介质的流量的改变,达到滑油的温度的稳定。

2 基于单片机的滑油温度控制器的设计方案

总的原则是在不改变控制器原有执行机构的情形下,把模拟电路 PID 调节器部分转换成由单片机为主控单元的数字 PID 调节器。由于执行机构的特殊性,与标准 DDC 的 PID 控制^[1]有所差异。下面分别对 PID 调节器部分硬件和软件设计进行说明。

3 调节器的硬件设计

调节器部分电路设计原理见图 3,硬件由温度采集转换单元、位置反馈采集转换单元、CPU 主控单元、输出控制单元、参数设定显示和报警单

元、通信单元组成。CPU 主控单元采用 TI 的 16 位单片机 MSP430F1611,该单片机外围丰富,功耗小^[2]。自带 12 位 AD 采集口,精度满足系统要求。

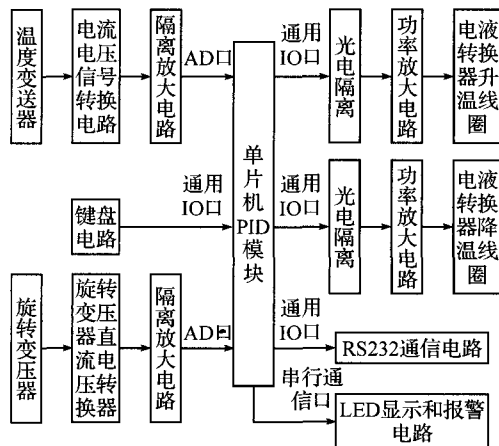


图 3 调节器硬件原理图

3.1 温度采集的工作原理

温度采集单元由温度变送器、电流-电压信号转换电路、隔离放大电路组成。温度变送器输出后的转换单元见图 4。

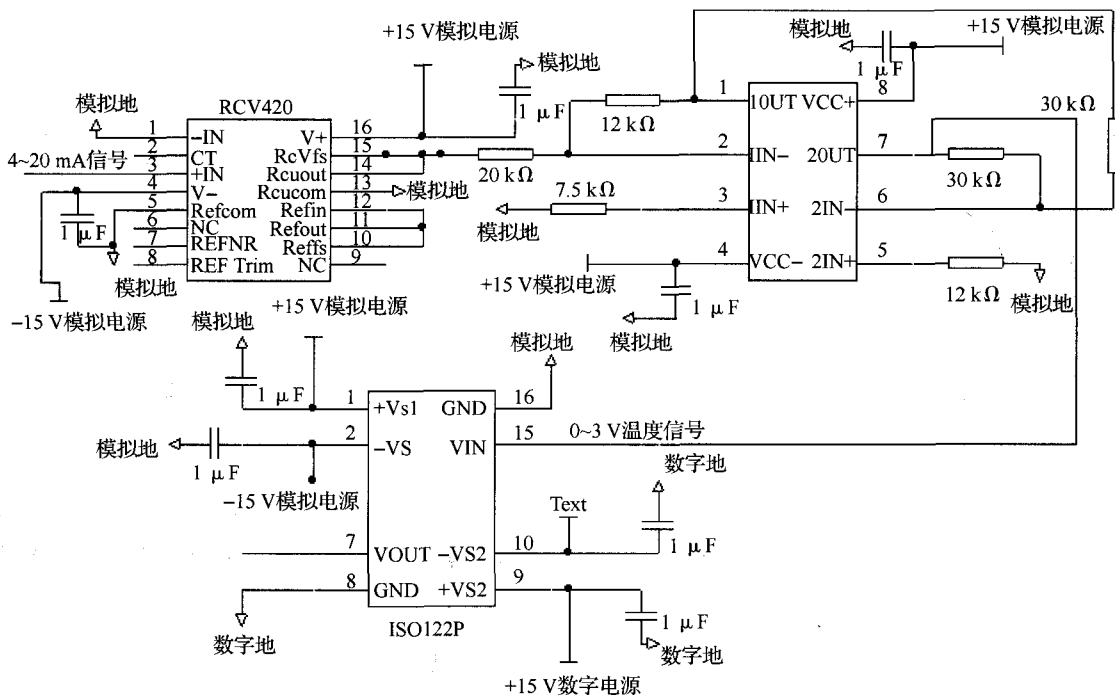


图 4 温度采集转换单元电路图

电流-电压信号转换采用的是 RCV420 芯片,该芯片能将温度变送器送来的 4~20 mA 电流信号转换为成比例的 0~5 V 电压信号,与采用单精密电阻转换电路相比,使用该芯片不仅使电路简

单,而且提高了转换精度和抗干扰能力。RCV420 输出的 0~5 V 电压信号,经过放大电路转换成 0~3 V 电压信号,以满足单片机 AD 采集量程。放大器输出的信号经过线形隔离芯片

ISO122。为达到完全隔离的作用,ISO122 芯片信号输入和信号输出采用独立的供电系统,此供电系统由两片电源隔离芯片 DCP020515D 组成。

3.2 位置信号采集的工作原理

阀门开度位置信号通过连杆机构转换为旋转变压器的旋转角度,旋转变压器输出的是两路幅值与旋转角度成正比的正弦和余弦信号,要把它转换成与角度成正比的直流电压信号才能采集。采用角位变送器 FB900C 模块,该模块除了能将位置信号转换为相对应的高精度的电压输出,还能为旋转变压器提供 400 Hz 的励磁电流。其系统的接线图如图 5,FB900C 输出的是与旋转角度成正比的 0~10 V 的直流电压信号,故需先转换为 0~3 V 的信号后再经过线性隔离输入到单片机的 AD 采集口。

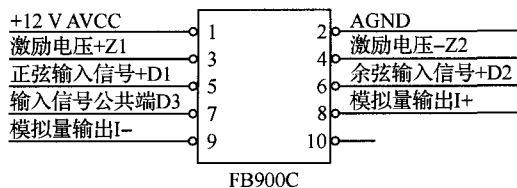


图 5 FB900C 模块系统接线图

3.3 参数设定显示设计

温度设定值、PID 参数等系统参数的设定,采用的是 4 个独立按键,布置在前面板。其中,1 个非自复位按键用来对其他 3 个按键使能控制,3 个自复位按键分别完成参数切换、参数加和减。在程序中,完成按键输入的去抖动和连击处理。当参数设定完成,按键输入非使能后,程序将新的参数保存到 MSP430F1611 的 FLASH 的信息存储区 INFA,完成掉电保存功能。系统每次上电,首先读取 INFA 的参数。显示电路用来显示采集参数和设定等,由两个 3 位高亮度 LED 数码管组成,显示 6 位值的数据。

4 调节器的软件设计

系统的软件主要包括采集模块、输入模块、显示模块、报警模块和主处理模块等。其中采集模块和显示模块由定时器中断完成,输入模块是 IO 口中断程序。

4.1 程序流程

软件主程序的流程图如图 6。

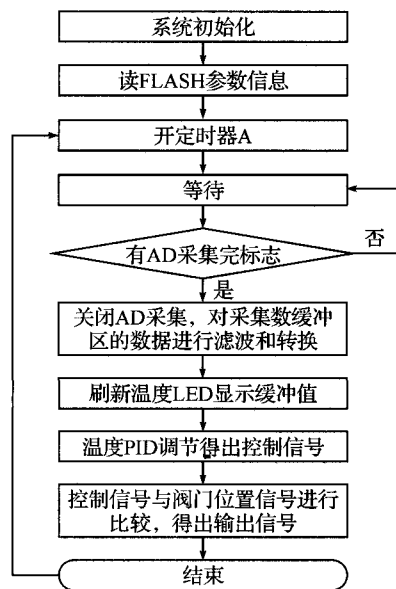


图 6 单片机程序流程图

单片机上电后,首先是系统初始化,包括各模块时钟设定、看门狗设定、定时器设定、端口设定及 AD 模块设定等。AD 采集模块中包含 AD 采集模式的设定,AD 采集模式选取多路联系采集模式,一路采集实际温度值,一路采集阀门位置值,采集的参考电压选取的是外部参考电压。本设计采用高稳定参考信号芯片 REF3133 为单片机提供 3.3 V 的参考电压。初始化之后,读取 FLASH 内的参数,参数包含设定温度值、PID 参数值等。这些数值保存在 FLASH 中,掉电之后还能保留。打开定时器 A 等待 AD 采集完成标志。AD 采集中断完成标志在中断程序中设定。主程序检测到 AD 采集完标志后将采集数据缓冲区的数据进行滤波处理后转换为温度值和阀门开度百分度,并刷新 LED 缓冲值。根据 FLASH 内读取的温度设定值与采集到的实际温度值进行比较,得出的偏差调用 PID 参数进行 PID 算法,得出控制信号;控制信号再与位置信号进行比较,根据比较结果的符号选择是否打开控制升温通道的 IO 口或打开控制降温通道的 IO 口。一次控制过程结束返回开定时器 A 中断处继续下一次控制过程。

4.2 中断程序

在程序中,包含四个中断程序。一个是定时器 B 设定时间 3 ms 产生的一个中断,用于 LED 位显示的刷新;一个是 IO 口输入的中断,由 3 个参数调整按键产生,用于调整参数;在主程序等待

过程中有两个中断程序执行;一个是定时器 A 中断程序;一个为 AD 采集中断程序。定时器中断在如图 7,AD 采集中断如图 8。

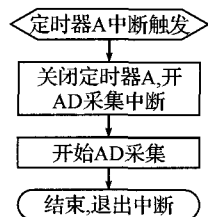


图7 定时器 A 中断程序流程图

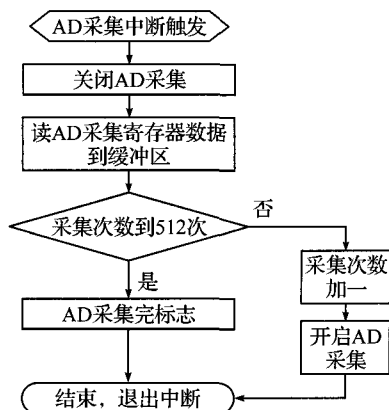


图8 AD 采集中断程序流程图

图7中,定时器 A 定时 3 s 中断后触发执行定时器 A 中断程序,首先关闭定时器 A,打开单

片机内部打开 AD 采集中断,打开 AD 采集开始 AD 采集,然后退出中断。AD 采集模式采取双通道连续采集模式,当两个通道采集完一次之后,会触发 AD 采集中断。

图8中,在 AD 采集中断中,首先关闭 AD 采集,读取 AD 采集转换存储寄存器内的数据到采集数据缓冲区,然后判定 AD 采集次数是否到达设定的次数 512 次。如果没有到达 512 次,则采集次数加一,打开 AD 采集,退出 AD 采集中断,等待下一次 AD 采集中断的到来;如果 AD 采集次数已经达到 512 次,则有 AD 采集完标志,AD 采集次数清零。

5 结束语

本文设计的滑油温度控制器已经在船舶中得到了成功的应用,提高了控制精度,其维护保养简单容易。本滑油温度控制器的设计,可以为机舱中其他温度控制单元的改进和国产化提供参考。

参考文献

- [1] 金以慧. 过程控制[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 秦龙. MSP430 单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社,2005.

Design of the Main Lubricating Oil Temperature Controller Based on MSP430 Single-Chip Microcomputer

XIAO Hang

(School of Naval Architecture and Power, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: The improvemental design of the lubricating oil temperature controller of a certain ship was introduced. In the case of not changing the actuating mechanism in system, the single-chip microcomputer PID control system was used to replace the original PID control system of simulating circuit. Actual usage indicated that the new system can raise the control accuracy and increase the system's reliability.

Key words: lubricating oil; temperature; single-chip microcomputer