

单片机控制 LCD 在激光精密温控仪中的应用

邹宏新, 王尚廉

(山西大学光电研究所量子光学与光量子器件国家重点实验室, 山西省太原市 030006)

【摘要】 利用单片机编程灵活方便的特点, 通过在程序中对温控仪的热敏电阻反馈回来的电压值进行线性逼近, 弥补由于热敏电阻的非线性问题所造成的影响, 将修正后的结果在液晶显示屏(LCD)中显示, 以利于对终端被控对象的温度控制及适时监测。文中介绍了硬件原理、A/D 转换器和 LCD 的应用, 以及软件滤波和线性逼近方法。

关键词 液晶显示屏, 温度控制仪, 激光测量
中图分类号: TP274.5

0 引言

要获得高效而稳定的激光光源, 对泵浦源及腔内各晶体进行高稳定、高精度控温是至关重要的^[1]。特别是在非线性光学领域, 晶体的温度直接影响到相位匹配条件^[2]。本文就是针对该需要对已有的控温模块 MPT5000 的设定值和监测值进行采样, 通过 A/D 转换后进入单片机, 然后由程序对其进行处理后在液晶显示屏(LCD)上显示出来。以往使用成熟的 LED 模块对温度值进行显示, 由于其自带 A/D 转换器 ICL7135, 用户只需将模拟电压值输入即可得到相应的显示, 使用方便, 但是它却只能线性地反映输入的模拟电压。而我们所使用的是热敏电阻, 其阻值随温度变化是非线性的, 故使用该 LED 模块只能很粗糙地反映实际温度值, 而且范围很窄(约 7 °C), 不能任意调节。对于特定需要的某温度值, 在温度波动不大的情况下才可以勉强使用该模块。这样, 在很大程度上限制了温控仪的使用, 而且当多路控温时, 需要用机械开关进行切换显示, 难免会带来接触噪声, 影响控温效果。

目前, 单片机控制系统已成为嵌入式系统的主流, 用其控制 LCD 的技术已经很成熟, 在国内也已开始普及。由于单片机是由程序来控制其输入和输出的, 在对硬件进行一般通用的连接后, 一切工作均由程序完成, 从而简化了硬件设计, 减少了硬件出错的可能性。通过在程序中对所采集的数据进行查表转换, 可以相当精确地反映实际温度值。这样, 可以直接通过观察 LCD 上显示的温度值来任意调节温度设定值, 使得该温控仪不再局限于某几个特定值的控温。而且, 通过

编程和加入多路复用器, 可以对多路温度值时分复用, 把它们同时显示在 LCD 上, 增加了其可读性, 避免了由切换开关带来的接触噪声。

1 硬件连接框图及工作原理

硬件连接框图如图 1 所示。MPT5000 为专用控温模块, TEC 为半导体制冷块, CD4051 为多路复用器。控温模块上的“模拟输入端”为外部设定温度所对应的模拟电压输入, 当使用热敏电阻作为传感器时, 该电压为:

$$V_{\text{setpoint}} = I_{\text{ref}} R$$

式中 I_{ref} 为给定热敏电阻的恒定电流源, R 为设定温度所对应的电阻值(由热敏电阻生产厂商提供)。

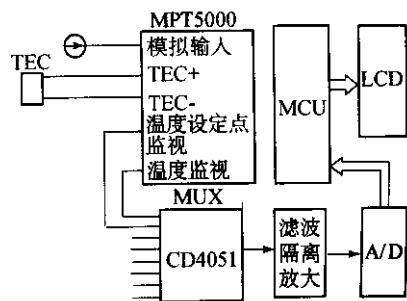


图 1 电路结构框图

我们的工作主要是完成对“温度设定点监视”端和“温度监视”端的采集, 对于多路控温系统, 则将多个控温模块的监视端接到多路复用器 CD4051 上。输出信号经过滤波、隔离、放大网络(见图 2)后接入 A/D 转换器。

由于温度变化是一个缓慢过程, 故电压值近似直流。如图 2 所示, 在运算放大器输出端接上一个无源 Π 形 LC 低通滤波器, 其截止频率为 $1/\sqrt{LC}$ 。

收稿日期: 2003-07-17

基金项目: 国家基础研究基金(No. 2001 CB309304); 国家自然科学基金重点基金(No. 60238616)

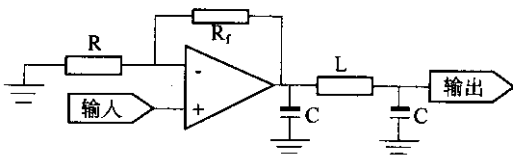


图2 滤波、隔离、放大原理

由于运算放大器不可避免地含有输出电阻,该滤波电路相当于L形RC滤波器和LC滤波器串联,整个电路构成一个三阶低通滤波器,有效地改善了波形特性。

设电感器L对直流的电阻为0,运算放大器的输出电阻为 R_1 ,其传递函数为:

$$A(s) = \frac{1 + \frac{R_f}{R}}{LR_1C^2s^3 + LCs^2 + R_1Cs + 1}$$

取 $R_f = 3\text{ k}\Omega$, $R = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = 25\ \Omega$, $L = 1\text{ mH}$, $C = 30\ \mu\text{F}$,其传递函数如图3所示。

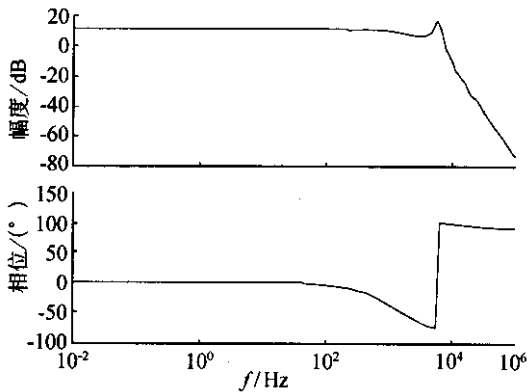


图3 运算放大器的传递函数

从图中可看出,该电路对频率超过100 kHz的干扰信号抑制很好。

采用同相端输入,输入电阻可达 $10^9\ \Omega$,可满足该放大电路与控温模块的有效隔离。电压放大倍数为 $A_u = (1 + R_f/R)$,根据A/D转换的需要,我们选取放大倍数为3~4。

经过整理后的模拟电压信号输入16位A/D转换器,转换完成后分两次将高8位及低8位转换结果读入单片机内。所读数据经过程序处理后,将最终的温度值(保留小数点后2位)在LCD上显示出来。由于该控温仪是专为全固化单频绿光激光器而配的,故LCD上显示了LD、YVO₄晶体、KTP晶体、腔体4个被控对象的温度设定值(Set)和实测值(Actual),同时也显示了LD的驱动电流。具体界面如图4所示。程序流程如图5所示。

	KTP	LD	YVO ₄	Cavity
Set	32.28	25.00	31.12	31.12
Actual	32.27	25.01	31.10	31.08
LD Current	2.58 A			

图4 界面显示

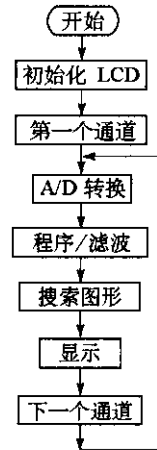


图5 程序流程

2 A/D转换器的使用

考虑到需要精确反映被控对象的温度值,并且使该温控仪有较宽的温度控制范围(0℃~80℃),我们选用Burr-Brown(BB)公司的16位A/D转换器ADS7825,该芯片与MCU的具体接口如图6所示。相应程序如下:

```

P15 = 1;
XBYTE[ 0x0000 ] = 0; //转换开始
while( P15 = = 0 ); //等待转换结束
Bu[ 1 ] = XBYTE[ 0x10ff ]; //取高8位
Bu[ 2 ] = XBYTE[ 0x50ff ]; //取低8位
voltage = Bu[ 1 ];
voltage << = 8;
voltage + = Bu[ 2 ];
    
```

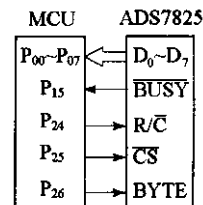


图6 A/D转换器与单片机的连接

程序运行时,BUSY、CS、R/C、BYTE引脚的时序如图7所示。

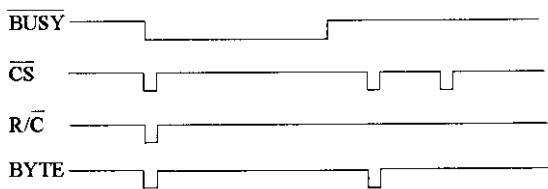


图 7 引脚时序

但在使用中需要特别注意,如果按照此时序工作,每次读到的数据并非当次转换的结果,而是前一次转换的结果,这是由芯片内部原因造成的。为了使电路尽量简单,避免使用接口芯片才按此接法,因此,在程序中必须对采集结果进行必要的处理才能使数据适合需要。

ADS7825 的输入电压范围是 $\pm 10\text{ V}$,由于该模块自带基准,外界基准并不能有效改变其量程,为了简化电路,我们只用 $0\text{ V} \sim +10\text{ V}$,故该模块实际转换精度是 15 位,但仍然满足需要。

3 字符型液晶显示模块的应用

字符型液晶显示模块由字符型 LCD、控制驱动电路、阻容元件及结构件等装配在印制电路板上而成。字符型液晶显示模块目前在国际上已经规范化,无论 LCD 规格如何变化,其电特性和接口形式都是统一的。因此,只要设计出一种型号的接口电路,在指令设置上稍加改动,即可使用各种规格的字符型液晶显示模块。我们选用清华蓬远的 MDLS40466 LCD,是以若干个 5×8 或 5×11 点阵块组成的显示字符群,每个点阵位为 1 个字符位。其与 MCU 的具体接口如图 8 所示,驱动程序可参考该液晶显示模块的使用说明,此处不再赘述。

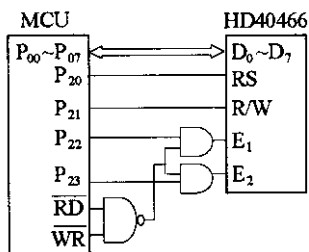


图 8 单片机与 LCD 的连接

4 软件滤波及线性逼近

4.1 软件滤波

尽管在输入前置电路中已经采取了一些滤波、抗干扰措施,但由于电源、布线、外界电磁场、器件噪声等一些未知原因,在 ADS7825 的输入端仍然可以检测到

少量高频干扰信号,而且还存在一些不可预知的随机干扰。为了较彻底地清除这些干扰信号,我们还采用软件抗干扰措施来改善输出结果。考虑到系统的有效资源,采用防脉冲干扰平均值滤波法^[3],这种算法占用系统资源较少,既可滤除有周期频率的干扰信号,又可有效防止随机干扰,适合本单片机系统。具体算法:每取 12 个数为一组,减去其中 1 个最大值和 1 个最小值,然后将剩余的数取平均,照此方法取 10 组数据,取其平均,即得到该次转换结果。经验证,输出结果明显改善。

4.2 线性逼近

热敏电阻的阻值-温度曲线(见图 9)呈非线性特性。为了让显示的温度值尽量准确地反映实际温度,我们按照热敏电阻的阻值-温度对照表在程序中进行查表转换。在 $0\text{ }^\circ\text{C} \sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内以 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 为单位,将其按热敏电阻的阻值分成 80 段,然后把每段再均分 100 份,显示精度可达到 $0.01\text{ }^\circ\text{C}$ 。具体做法是:先在头文件中建立一个热敏电阻的阻值和相应温度的对照表,将 $0\text{ }^\circ\text{C} \sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内,每 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 所对应的电阻值依次放到一个数组 $t2r[\cdot]$ 内,则数组的下标正好是与阻值相对应的温度。

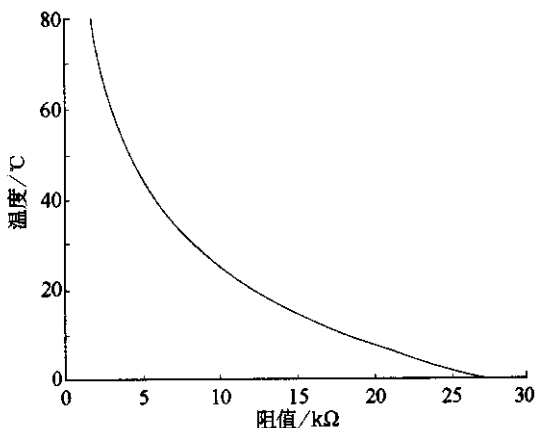


图 9 电阻-温度特性

在读得转换结果后,先让其同 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 所对应的阻值进行比较。如果不在该范围内则在 LCD 上显示 NC 字符,如果在该范围内,则用折半查找法找到它在表中的位置,如果是在第 N 个数和第 $N+1$ 个数之间,则相应温度值 T 的计算方法为:

$$T = \frac{t2r[N] - V}{t2r[N] - t2r[N+1] + N}$$

式中 $t2r[N]$ 表示数组 $t2r[\cdot]$ 中第 N 个元素即 N 摄氏度所对应的电阻值; V 为电压值。

相应的程序如下所示:

```
t2r[81] = {27280 26135 25044 24004 23013 22068 ,
```

```

21166 ,20307 ,19486 ,18704 ,17956 ,17243 ,..... 1765 ,
1715 ,1668 } ;
if( voltage < t2r[ 80 ] || voltage > t2r[ 0 ] )
{ for( i = 0 ; i < 6 ; i + + )
  DispBuf[ i ] = NCinf[ i ] ;
  goto SHOWSTR ; } //如果不在 0 ℃ ~ 80 ℃ 范围内 ,
  则显示 NC 字符
headnum = 0 ; tailnum = 81 ; //开始查表转换
while( 1 )
{ N = tailnum / 2 ;
  if( voltage > t2r[ N ] )
  { tailnum = N ; continue ; }
  if( voltage < t2r[ N + 1 ] )
  { headnum = N ; continue ; }
  if( voltage == t2r[ N ] )
  { integerT = N ; fractionT = 0 ; break ; }
  if( voltage == t2r[ N + 1 ] )
  { integerT = N + 1 ; fractionT = 0 ; break ; }
  voltage1000 = ( unsigned long )( t2r[ N ] - voltage ) ; //
  取两个温度值之间的电压差
  voltage1000 * = 100 ;
  voltage1000 / = ( unsigned long )( t2r[ N ] - t2r[ N +
  1 ] ) ;
  fractionT = ( unsigned int ) voltage1000 ; //取温度的小
  数部分
  integerT = N ;

```

```

break ;
}

```

5 结束语

在实际运用中,一定要做好电源的滤波工作,运算放大器最好不要采用开关电源,各控温模块使用独立的线性电源,由于采用数字模拟混合电路,而且对模拟信号的精度要求很高,所以在制作印制电路板时一定要注意地线的排列。本设计中将地线构成闭环环路,数字地和模拟地分区集中,一点接地^[4]。该设计样机已经实现,并达到了预想的效果。该温控仪的不足之处在于整体较重,价格昂贵,希望下一步能用全数字电路来取代目前所使用的控温模块。

参 考 文 献

- [1] 张行愚,赵圣之,王青圃,等. 激光二极管抽运的激光器热透镜效应的研究. 中国激光 2000 27(9):777 ~ 781
- [2] Robert W Boyd. Nonlinear Optics. New York : Academic Press ,1992
- [3] Innocenzi M E , Yura H T , Fincher C L , et al. Thermal Modeling of Continuous - wave End-pumped Solid-state Laser. Applied Physics Letters ,1990 56(19):1831 ~ 1833
- [4] 王幸之,王雷. 单片机应用系统抗干扰技术. 北京:北京航空航天大学出版社,2000

Application of LCD Controlled by MCU in Precise Temperature Controller for Lasers

Zou Hongxin , Wang Shanglian

(Shanxi University , Taiyuan 030006 , China)

[Abstract] Based on the programmable character of MCU , we lineared the feedback nonlinear voltage values from the thermistor of temperature controller to compensate the influence of the nonlinearity . The corrected values are displayed on the LCD for instantaneously monitoring and controlling the temperature of controlled objectives.

Keywords : LCD , temperature controller , lasers measurement

欢 迎 投 稿

E-mail : radarnet @ publicl. ptt. js . cn Tel : 025-83772588

投稿前请仔细阅读本刊投稿简则,见本期第 80 页。

作者: 邹宏新, 王尚廉
作者单位: 山西大学光电研究所量子光学与光量子器件国家重点实验室, 山西省太原市, 030006
刊名: 电子工程师
英文刊名: ELECTRONIC ENGINEER
年, 卷(期): 2004, 30(2)
被引用次数: 1次

参考文献(4条)

1. 张行愚;赵圣之;王青圃 激光二极管抽运的激光器热透镜效应的研究[期刊论文]-中国激光 2000(09)
2. Robert W Boyd Nonlinear Optics 1992
3. Innocenzi M E;YuraHT;Fincher C L Thermal Modeling of Continuous-wave End-pumped Solid-state Laser 1990(19)
4. 王幸之;王雷 单片机应用系统抗干扰技术 2000

本文读者也读过(10条)

1. 卢松涛. 杨玉星 PSD813器件在单片机系统中的应用[期刊论文]-电子技术应用2000, 26(10)
2. 田景文. Tian Jingwen 单片机控制的游标型智能放大器[期刊论文]-电子测量与仪器学报2000, 14(1)
3. 王齐峰. 王维. WANG Qi-feng. WANG Wei 水利灌溉单片机控制系统的软件设计[期刊论文]-北京电子科技学院学报 2006, 14(2)
4. 李建武 单片机控制的便携式音乐电治疗仪的设计[会议论文]-1998
5. 韩洪照 单片机控制系统的抗干扰问题[期刊论文]-科技创业月刊2006, 19(6)
6. 宋起超. 邵国平. SONG Qi-chao. SHAO Guo-ping 基于单片机技术的压力测控仪的设计[期刊论文]-黑龙江工程学院学报(自然科学版)2007, 21(4)
7. 张雄. 李旭妍 硬件汉字库在80C196KC单片机系统中的应用[会议论文]-2007
8. 姜华 自动中药煎药机的设计与开发[期刊论文]-医疗卫生装备2003, 24(12)
9. 刘肃. 董艳荣. 翟艳东. LIU Su. DONG Yan-rong. ZHAI Yan-dong 单片机控制显示器接收电视节目[期刊论文]-河北工业大学学报2007, 36(2)
10. 何忠蛟. HE Zhong-jiao 单片机控制的恒流自动充电器[期刊论文]-邵阳学院学报(自然科学版) 2007, 4(4)

引证文献(1条)

1. 程相波 红外传感器的温度漂移和非线性补偿技术研究[学位论文]硕士 2006

引用本文格式: 邹宏新. 王尚廉 单片机控制LCD在激光精密温控仪中的应用[期刊论文]-电子工程师 2004(2)