

文章编号: 1001-5078(2004)06-0422-03

数字式半导体激光驱动电源控制系统设计

肖慧荣, 邹文栋, 朱泉水
(南昌航空工业学院测控系, 江西 南昌 330034)

摘要:介绍了一种单片机控制的半导体激光驱动电源控制系统。通过恒流源及光功率反馈控制半导体激光器的工作电流;采用数字式温度传感器测温,半导体制冷器作为制冷元件,对半导体激光器进行恒温控制;同时还采用了一系列的保护措施,从而实现了半导体激光器光功率稳定、可靠、准确输出。

关键词:半导体激光器;驱动电源;单片机;控制系统
中图分类号: TN248.4; TP273 **文献标识码:** B

Design of Digital Diode Laser Output Power Control System

XIAO Hui-rong, ZOU Wen-dong, ZHU Quan-shui
(Dept. of Measuring & Control Engineering, Nanchang Institute of Aeronautical Technology, Nanchang 330034, China)

Abstract: A diode laser output power system controlled by microprocessor is presented. The work current of diode laser is controlled by stable current source and light power feedback. To make diode laser working temperature invariant, the temperature control technology of semiconductor is applied. In the same time, a series of protecting measure are adopted. Therefore, the system can obtain a continuously adjustable optical power output with high accuracy and stability.

Key words: laser diode; output power; microprocessor; control system

1 引言

半导体激光器的运行与驱动电源有很大的关系,瞬态的电流和电压尖峰等许多因数都很容易损坏激光器,电流、温度的起伏会引起光功率的变化,影响输出的准确、稳定,^[1]甚至导致激光器在使用中被电流击穿,造成工作延误和经济损失。为此,我们设计了一种采用单片机控制的数字式半导体激光驱动电源,现已研制出第二代样机。

2 系统总体结构

系统采用 GT101 型光电二极管作为光功率传感器对激光器输出的光功率进行采样;温度传感器采用 DS18B20 数字式温度传感器对激光器的温度进行采样;采用 TES 系列半导体制冷器作为温控元件,实现系统的恒温控制。采用 MCS8032 系列单片机作为系统主机;并设有激光器的保护电路,以消除如静电、高压、浪涌电流以及电网冲击等对半导体激光器造成永久性损坏或缩短其使用寿命的影响。其原理框图如图 1 所示。

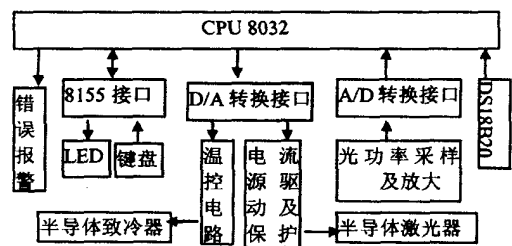


图 1 系统原理框图

3 恒电流、光功率控制及保护电路设计

为保证半导体激光器输出功率稳定,首先驱动电源应是一种高稳定、高可靠、高输出质量的恒流源;另外,由于半导体激光器长期运用之后,外微量子效率将发生变化,从而影响其输出特性,以及,每个激光管的特性曲线不完全一致,相同的工作电

基金项目:南昌航空工业学院测控工程研究中心开放基金资助(KC200204004);航空高校基金资助(EC200308035);2004年江西省工业公关项目。

作者简介:肖慧荣(1963-),女,高级工程师,学士学位,主要研究方向为传感器及自动化仪表。

收稿日期:2004-03-24;修订日期:2004-07-01

流驱动下的输出光功率并不相同^[1]。为此,本系统设计了一光功率反馈闭环控制电路。考虑到实际工作中静电、高压、浪涌电流以及电网冲击等都会对半导体激光器造成永久性损坏或缩短其使用寿命^[2],本系统设置了一有效的、功能齐全的保护电路。其电路如图2所示。

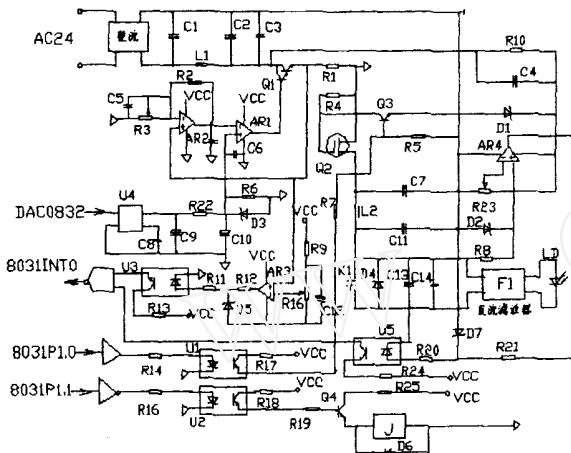


图2 光功率控制及保护电路

3.1 恒流源工作原理

其电路主要由复合调整管 Q1、运算放大器 AR1、AR2、电流取样电阻 R1 组成。由于电阻 R1 是与负载 LD 串联的,所以电阻两端电压的大小和变化就反映了负载电流的大小和变化;运算放大器 AR2、R2、电位器 R3 组成同相取样放大电路,对取样电压进行放大。图2中运算放大器(AR1)、D3、R6 等组成误差放大电路,取样后的放大电压输入到运算放大器的反相输入端,与基准电压相比较进行差分放大,得出的电压经过输出调整复合调整管的工作电流;如果取样电压小于基准电压,则调整管的导通程度加强,电流增加,反之减小。这样经过环路的作用使输出电流在要求的范围内达到动态平衡,起到稳定电流的目的。

其基准电压电路由高性能的采样保持器 U4、滤波电路 C9、C10、R22 组成。其作用是采样从单片机系统中 DAC0832 输出的高精度的稳定控制基准电压并保持;单片机通过人机交换,设置和改变 DAC0832 的输出电压的大小,从而就可以控制电路输出电流大小。

3.2 控制保护电路

控制保护电路主要由 Q2、Q3、Q4 和 J1 组成,其受单片机系统 8031 的 P1.0 和 P1.1 脚控制。当 P1.0 输出高电压时,光偶 U1 偶合作用输出一个高电压到 Q3,使 Q3 导通,开关场效应管 Q2 的 G 极电压为 0, Q2 不导通。相反,当 P1.0 为 0 电压时,光偶 U1 无电压输出, Q3 不导通,则 Q2 导通工作。当 P1.1 输出高电压时,经过一非门后到光偶 U2 的电压为 0, U2 不输出电压, Q4 不导通,继电器不工作,开关

K1 处于闭合状态(保护状态)。相反,当 P1.1 输出低电压时, U2 工作输出高电压, Q4 导通,继电器工作,开关 K1 就处于打开状态(工作状态)。

K1 为常闭继电器,与半导体激光器 LD 并接, Q2 为 MOSFET 开关场效应管,与激光器串接。这样激光器两端可以通过 K1 与地短路等电位,即未开机,也可以保护激光器避免静电的破坏。又由于浪涌电流在电源接通和断开时大量出现,通过控制 Q2 和 K1 的开关顺序和时间,就可以避免浪涌电流对激光器的冲击。具体是,通过设计程序,系统启动时使 Q2 和 K1 都处于关闭状态,大约 0.5s 左右待系统浪涌后再打开 Q1,此时如果还有浪涌,则它将从 K1 流过,大约 0.5s 过后打开 K1,激光器得电开始工作,系统进入光功率的慢升启动过程。而在系统关闭时,它们的关闭顺序正好相反。另一方面,通过程序设计,系统采取的慢启动和慢关闭措施,使电源开和关引起的激光器工作电流的变化成为一种缓慢的过程,也有效避免浪涌电压。系统在运行过程中改变设置功率值时,也必须是慢调整电流的过程。

3.3 过流过压监测电路

电路中 AR3、D5、R12、R16 等元件组成了过流监测电路;AR4、R23 等元件组成了过压监测电路。在系统中通过调节电位器 R16 的电阻值大小,可以设置需要限制的电流大小。当系统中流过激光器的电流升高时,采样电阻 R1 两端的电压就会升高,这样反映在 AR3 的同相端上的电压就会升高,当它超过反相端的比较电压时(既系统电流超过了设定的值), R11 就输出了一个高电压,以驱动光偶 U3 发光工作,然后 U3 输出一个高电压经过或门后到单片机系统 8031 的高优先级中断 INT0,进行中断处理。在系统中通过调节电位器 R23 的电阻值大小,可以设置需要限制的过压电压大小。系统中过压电压信号从半导体激光器的两端取出。当由于某些原因(比如连接激光器的线断开等)半导体激光器两端的电压突然升高时,超过了正常工作的值。反映在 AR4 上就是 AR4 同相端的电压大于反相端的电压,这样 AR4 就输出一个高电压,通过光偶 U5 偶合后, U5 输出一高电压经过一或门后到单片机系统中 8031 的 INT0 中断,进行中断处理。

4 温度控制设计

由于工作温度的变化,输出波长发生漂移,导致激光器泵浦效率下降,输出功率不稳定^[3]。为保证其输出功率的稳定性,本系统设置了一闭环温度控制电路对半导体激光器的温度进行控制。

4.1 传感器选择

为提高系统的测量精度,抗干扰性及可靠性,本系统选用了美国 Dallas 公司最新推出的 DS18B20 数字式温度传感器。该传感器有 3 脚、6 脚和 8 脚三种

封装形式,本系统选用3脚封装形式,其外部形状如图3所示。其中DQ为数据线,用于和CPU连接传送串行数据,GND是地线,VDD是3.0~3.5V电源。由于DS18B20具有寄生电源的特性,在实际应用中,当检测温度小于100时,VDD常可接地。该传感器具有以下主要特点:单线接口,只有一根信号线与CPU连接;传送串行数据,不需要外部元件;分辨率高,并可由程序员设定,最高可达0.0625;温度测量范围从-55~+125,-10~+85时测量精度为±0.5;用户可自设定非易失性的报警上下限值,如果被测温度超过用户设定的值,DS18B20的内部报警位就被置位,通过报警搜索命令,使相应的报警设备报警;零功耗等待;通过编程可实现9~12位的数字值读数方式(出厂时被设置为12位);在93.75ms和750ms内将温度值转化为9~12位的数字量;现场温度直接以“一线总线”的数字方式传输,大大提高了系统的抗干扰性。

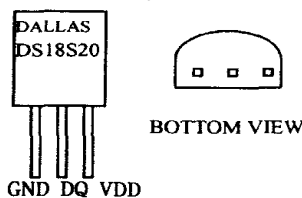


图3 DS18B20外型

4.2 恒温控制原理

本系统采用了半导体制冷器作为制冷元件,实现系统的恒温控制。半导体制冷器是依据帕尔帖效应制作的,当制冷器有电流流过时,在它的两个面上将分别产生吸热和放热现象,并且电流流向相反时,吸热面和放热面也将相反,只要控制流过制冷器电流的方向和大小,就能对激光器进行冷却和加热,从而控制激光器的工作温度。半导体制冷器的制冷过程实际上是温度的抽运过程,既半导体制冷器把制冷器的一面温度抽运到另一面的过程,所以半导体制冷器必须加散热片才能起到散热效果。设计的散热片应尽量满足理想热阻^[4]。

$$R_h = (T_h - T_e) / Q_h \quad (3)$$

式中是半导体制冷器热端温度,为环境温度, Q_h 为总功耗(包括制冷器功耗、传感器功耗、LD功耗等)

本系统采用了两片北京鑫宇凯盟电子有限公司生产的TESI-04705T125半导体制冷器,一片用于制冷,一片用于制热。当传感器检测到的LD工作温度信号设定温度值相比,当检测信号小于设定温度值时,单片机发出制热温控信号,当检测信号大于设定温度值时,单片机发出制冷温控信号。控制信号的大小通过软件来控制,具体方法是采样后经滤波所得值与温度极限值比较,如果采样值大于激光器温度的极限值,则系统转入温度异常程序进行处

理,如果采样值小于温度极限值,则计算温度的设定值与采样值之间的差,如果差的绝对值大于系数,则调用调温控PID算法子程序进行计算,将计算所得控制量送入D/A转换器,控制制冷器的工作电流用来稳定激光器的温度;如果差的绝对值小于系数,则不用进行调用调温控PID算法子程序,而直接保持原来的控制量送入D/A转换器中。如果在数据滤波后得到的采样值大于激光器温度的极限值,则温度异常程序进行处理,重新采样温度数据,进行滤波后再将采样值与温度极限值进行比较,如果还是大于温度的极限值,则调紧急中断,系统立刻关闭开关,停止激光器的工作。

5 实验结果及分析

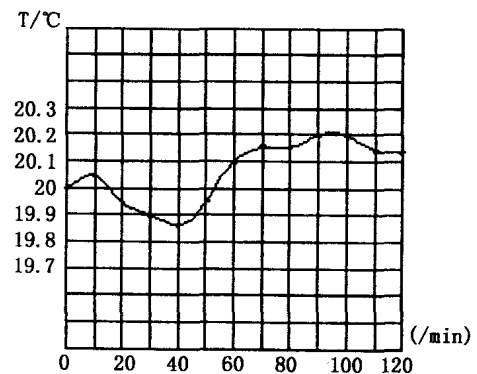


图4 温度稳定度曲线

本系统在室温0~40的环境下,对2W的半导体激光器进行了实验,其室温为20时,温度控制稳定度测试结果如图4,光功率稳定度测试结果如图5所示。

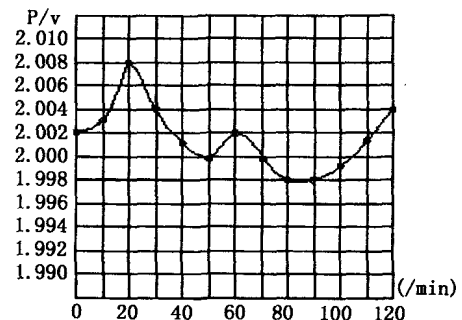


图5 光功率稳定度曲线

根据实验结果可知,系统的温度控制精度优于0.3,光功率稳定度优于0.5%,完全满足半导体激光器的要求。

参考文献:

- [1] 邹文栋,高益庆. 单片机控制的半导体激光驱动电源[J]. 激光杂志. 2002. 23(4):70.
- [2] 邹文栋,魏森泉,等. 一种大功率半导体激光治疗仪的设计[J]. 应用激光. 2002. 22(4):147.
- [3] 李季,陈结祥,等. 大功率半导体激光器驱动电源[J]. 量子电子学报. 2003. 20(1):30.
- [4] F Schumann, K H Tietgen. Elektronik[J]. 1984, No. 11:59.