

文章编号: 1005-5630(2011)01-0034-04

## 四通道 SLD 光源驱动技术研究\*

李广华, 刘 军, 殷建玲, 李太和

(军械工程学院 光纤技术研究所, 河北 石家庄 050003)

**摘要:** 为提高 SLD 光源的检测效率, 在 SLD 光源驱动技术的基础上, 研究了四通道 SLD 光源驱动技术。针对四通道 SLD 光源驱动可能面临的诸如电源供电、系统体积、面板显示、通道一致性等问题, 文中分别给出了相应的处理技术或解决方法, 并通过试验对四通道驱动技术的可实现性和可靠性进行了实际验证。研究结果对更多通道 SLD 光源驱动和类似电路系统的设计提供了参考。

**关键词:** 超辐射发光二极管(SLD); 驱动技术; 四通道; 恒流源

**中图分类号:** TP 273 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1005-5630.2011.01.008

### Study on four channels driving technology for SLD

LI Guanghua, LIU Jun, YIN Jianling, LI Taihe

(Fiber Optic Technology Institute, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

**Abstract:** In order to improve the efficiency of testing SLD light source, we study the four channels driving technology based on the SLD light source driving technology. Contraposing the problem with which the four channels driving circuit are faced, such as power supply, system volume, faceplate display, channel consistency, etc. We put forward corresponding technology or methods. The feasibility and reliability of the technology and methods have been confirmed. These results may provide reference for the design of much more channels SLD driving circuit and similar circuit system.

**Key words:** super luminescent diode(SLD); driving technology; four channels; constant current

## 引 言

超辐射发光二极管(SLD)因体积小、重量轻、功耗低、发出的光具有激光的特点而在光纤传感器、光纤通讯、相干光照明、临床医学等领域有广泛应用。特别是在光纤陀螺中, SLD 的宽谱特性非常利于降低光纤陀螺的光子噪声, 使其成为光纤陀螺中常用的光源之一。伴随光纤陀螺工程化应用的展开, 对 SLD 光源的需求不断增大。选用可靠性高、一致性好的光源成为必要, 这就需要对生产的光源进行检测。要对 SLD 光源进行检测, 最直接、有效的办法就是对生产的光源进行驱动控制, 监测其性能参数是否达标。为了能同时对多只光源进行检测, 提高 SLD 光源检测的效率, 现开展四通道 SLD 光源驱动技术研究。

## 1 SLD 光源驱动技术

SLD 光源的输出功率和平均波长是影响光纤陀螺性能和精度的关键因素<sup>[1]</sup>。由 SLD 光源的特性可

\* 收稿日期: 2010-07-12

作者简介: 李广华(1986-), 男, 河南漯河人, 硕士研究生, 主要从事光纤技术应用方面的研究。

知,其输出功率和平均波长主要受管芯的注入电流和温度的影响<sup>[2]</sup>。因此,对 SLD 光源的驱动控制可从稳定管芯注入电流和温度着手,一般采用“恒流源+温控”的方案<sup>[3]</sup>。

恒流源为 SLD 光源提供恒定的注入电流,其基本设计思想是使一个固定电阻两端电压差恒定。如图 1 所示,电路设计保证图中  $U_i = U_d - U_o$ ,由于电路中  $I \gg I_f$ ,  $I_f$  可忽略不计,则流过光源管芯  $D_1$  的电流为  $I_d = U_i / R$ 。这样光源管芯的注入电流仅与输入电压  $U_i$  和电阻  $R$  有关。若采用高精密直流电压作为输入电压  $U_i$  以及低温度系数的精密电阻作为图 1 中的电阻  $R$ ,则恒流源提供的注入电流可达到非常高的精度。

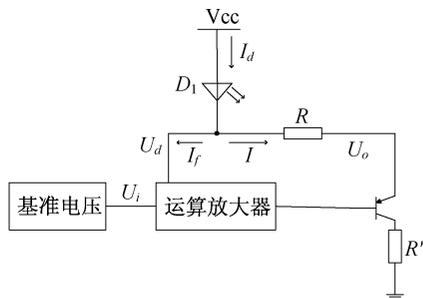


图 1 恒流源示意图

Fig. 1 Diagram of constant current

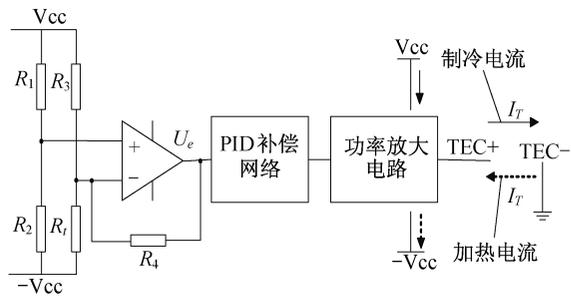


图 2 SLD 光源温控电路示意图

Fig. 2 Diagram of SLD temperature control circuit

SLD 光源多采用组件结构,其组件由超辐射发光管管芯、半导体热电致冷器(TEC)、负温度系数热敏电阻、热沉和尾纤组成<sup>[4]</sup>。SLD 光源驱动控制电路是通过监测热敏电阻,自动调节驱动 TEC 的电流大小和方向对光源模块进行加热或制冷,实现对光源管芯温度的控制。温控电路示意图如图 2 所示,主要分为桥式温度误差采集放大模块、PID(比例-积分-微分)补偿网络和功率放大模块。桥式温度误差采集放大模块的主要功能是采集温度误差信号并转换放大为电压信号  $U_e$ ;PID 补偿网络主要对误差电压进行相位和幅值补偿;功率放大模块把电压信号转换为电流信号并进行功率放大,给 TEC 提供制冷或加热电流  $I_T$ 。

## 2 四通道 SLD 光源驱动技术

四通道 SLD 光源驱动电路能同时对四只光源进行驱动控制,其设计是在 SLD 光源驱动技术的基础上进行的。但在设计时需要综合考虑,需要解决诸如电源供电、系统体积、面板显示以及通道一致性问题。

### 2.1 电源供电设计

四通道 SLD 光源驱动电路能同时对四只光源进行驱动控制,通道数的增加将同时增加对电源供电电流和功率的要求。尤其是在高低温时,由原来单路的 1A 的温控电流增加到 4A,这给供电带来沉重负担。为此,采用“共轭法”设计四路,即在同样一种极端(大电流)状态时,分别由正、负电源完成均衡供电。具体来说共轭法主要是:温控电路中通常制冷用正电流,由正电源提供,为减小正电源的负担,可将另一路用负电源制冷。同理加热时,一路由负电源提供加热电流,另一路则用正电源提供。总之,不论制冷还是加热,均由正负电源共同承担。类似地,恒流源的供电模式也可采用共轭法实现。采用“共轭法”供电要比单纯采用单路电源供电对电流和功率的要求降低一倍。

为保证正负电源共轭供电,对四通道中相邻两路的设计如下:假设图 1 中的恒流源和图 2 中的温控电路是四通道 SLD 光源驱动电路中的 A 路,则与 A 路相邻的另一路 B 路的恒流源和温控电路分别如图 3、图 4 所示,可称之为共轭恒流源和共轭温控电路。A、B 两路的差别之处已在图中用虚线圈标出。恒流源的差别为 A 路中的驱动电流  $I$  由 +Vcc(正电源)端流向接地端,B 路中则由接地端流向 -Vcc(负电源)端。温控电路的差别在于电桥两臂与运算放大器的接法不同、TEC 的正负端接法不同。制冷时 A 路中

桥式温度误差采集放大电路的误差电压  $U_e$  为正,温控电流  $I_T$  由 +Vcc 端经 TEC+ 端流向接地端, B 路中的  $U_e$  则为负,温控电流由接地端经 TEC+ 端流向 -Vcc 端;加热时 A 路中桥式温度误差采集放大电路的误差电压  $U_e$  为负,温控电流  $I_T$  由接地端经 TEC- 端流向 -Vcc 端, B 路中的  $U_e$  则为正,温控电流由 +Vcc 端经 TEC- 端流向接地端。因此, A、B 两路的供电模式为共轭供电。四路中的另外两路分别对应 A 路和 B 路,可称这两路分别为 C 路和 D 路。由此完成了四通道中电源供电的优化设计,将通道数增加对供电电源的要求降到最低,大大减小了供电电源的体积。

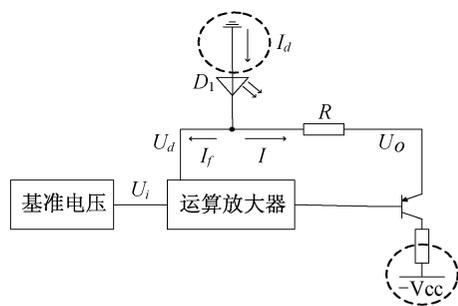


图 3 共轭恒流源示意图

Fig. 3 Diagram of conjugate constant current source

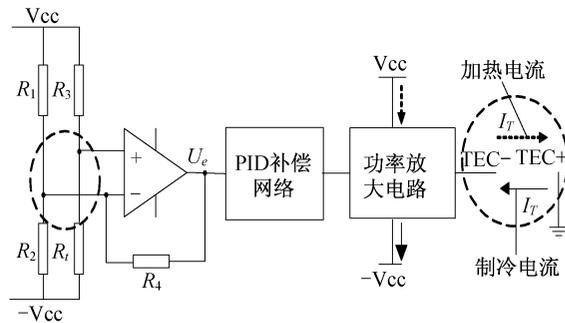


图 4 共轭温控电路示意图

Fig. 4 Diagram of conjugate temperature control circuit

### 2.2 PID 补偿网络的优化

由于 SLD 光源的温度控制过程不属于大滞后系统的范畴,故可省略主要针对大滞后系统过程的微分环节,仅利用比例和积分即可达到良好的控制效果。为进一步减小电路中的元器件数、简化电路,现设计了一级积分器来完成比例和积分两种功能。该电路仅需要一个运算放大器、一个电阻和一个电容,大大简化了通常所用的独立线性和积分电路,见图 5。该电路的输出表达式如式(1)所示,其比例系数为 1,积分系数为  $\frac{1}{RC}$ 。在实际的参数整定中,一方面可以根据经验来选取积分系数,还可以利用 MatLab 系统辨识工具箱得出 SLD 光源温控对象数学模型,通过仿真整定出积分系数<sup>[5]</sup>。

$$U_{out} = U_{in} + \frac{1}{RC} \int_0^t U_{in} d\tau \quad (1)$$

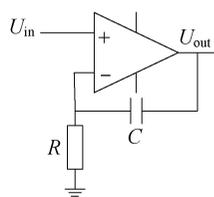


图 5 一级积分器

Fig. 5 One-stage integrator

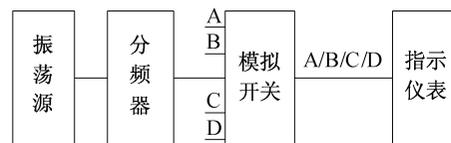


图 6 显示电路方框图

Fig. 6 Diagram of display circuit

### 2.3 显示设计

在系统中需要对驱动电流和温控电流等参数进行监视,如果每一路都单独采用独立仪表显示,各路参数显示实时性较好,但仪表数量多,占据体积也较大。为解决这一问题,可采用公共仪表轮流显示各路信息和手动切换某路信息相结合的办法,具体实现方法见图 6。如此,既减少了仪表的数量和整个系统的体积,又不影响对各路参数的监视。

### 2.4 一致性优化方法

在四通道 SLD 光源驱动技术中,需要解决各路之间的一致性。在不改变基本电路设计的情况下,为了尽可能提高各通道间的一致性,可采取的措施有:

- (1)正负电源设计时尽可能对称;
- (2)每路中桥式误差采集电路中选择精密电阻,使各路中的阻值大小尽可能一致;
- (3)功率放大电路中选择放大倍数相近的功放管;
- (4)合理布局电路板,采取抗干扰设计来降低各路间的相互干扰。

### 3 测试结果

利用上述四通道 SLD 光源驱动技术或方法,制作了四通道 SLD 光源驱动仪并进行了测试。测试表明四路均能正常工作,每路中恒流源的稳定度均能达到 1‰,温控精度能达到 0.01℃,和单通道驱动仪的指标基本一样。在 100mA 的驱动电流下,现对某所的某只 SLD 光源进行测试,四个通道的测试结果如表 1 所示,结果表明各路之间具有较好的一致性。

表 1 通道一致性测试数据  
Tab. 1 The data of channel coherence test

温度(℃)	A 路		B 路		C 路		D 路	
	功率 ( $\mu$ W)	温控电流 (mA)						
25	188.46	68	188.0	67	188.42	67	188.45	67
70	187.44	572	186.85	573	187.32	572	187.10	574
-40	190.90	-419	190.32	-419	190.25	-418	190.35	-418

### 4 结 论

SLD 光源在应用到光纤陀螺前,需要对其进行检测评估。为了提高检测评估的效率,在 SLD 光源驱动技术的基础上,研制了四通道 SLD 光源驱动仪。针对四通道 SLD 光源驱动所面临的问题,文中给出相应的技术设计或解决方法。“共轭法”供电将通道数增加对电源的供电电流和功率要求降低了一倍,同时减小了整个系统的体积;一级积分器可在不降低控制效果的基础上减少元器件的使用;轮流显示可以有效减少多通道数据测试中仪表的个数;一致性优化方法可在不改变电路设计的基础上显著提高各通道的一致性。试验表明,文中所提的技术和方法具有可行性和可靠性,这些技术和方法对更多通道 SLD 驱动电路和类似电路系统的设计提供了参考。

#### 参考文献:

- [1] 王贵甫,贺安之,李振华. SLD 光源对光纤陀螺性能的影响[J]. 传感器与微系统,2006,25(6):28-30.
- [2] 韦文生,张春熹,冯丽爽,等. 1.30 $\mu$ m-MQW-SLD 的性能与注入电流和温度的关系[J]. 激光与红外,2004,34(2):119-123.
- [3] 裴雅鹏,杨 军. SLD 光源驱动电路的设计与实验研究[J]. 光学仪器,2005,27(6):58-61.
- [4] 谢 辉,郑云生,马 宏. 超辐射发光二极管组件[J]. 光通信技术,2004(4):27-29.
- [5] 李广华,刘 军,殷建玲. 高适应 SLD 光源控制方法研究[J]. 电子测量技术,2010,33(6):23-26.