

带有半导体激光器寿命检测的驱动电源的设计

张书云,孔德超,李书蝶,梁勇,毛海涛*,李方正

(河南大学物理与信息光电子学院,河南开封 475001)

提要:作者研制了一种带有半导体激光器(LD)寿命检测的驱动电源,该电源通过高精度的采样电路和分步调整方式,不仅可以达到恒功率控制,而且能够检测 LD 的工作寿命,具有寿命预告警、失效保护功能,从而保证 LD 工作的可靠性、连续性。

关键词:半导体激光器;寿命检测;驱动电源

中图分类号: TN248.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2743(2007)05-0081-02

A design of driver with end-of-life detection for semiconductor laser

ZHANG Shu-yun, KONG De-chao, LI Shu-die, LIANG Yong, MAO Hai-tao, LI Fang-zheng
(School of Physics and Information Photoelectron, Henan University, Kaifeng Henan 475001, China)

Abstract: A new driver with end-of-life detection for LD is designed, which not only can achieve steady power control, but also can detect run longevity of LD, alarm end-of-life of LD ahead of time, protect the circuit when disabled with high precision sampling circuits and adjustable controls step by step, thereby, and ensure that LD runs reliably and safely.

Key words: semiconductor laser; end-of-life detection; power driven

目前,因而,能够检测 LD 的工作寿命并采取相应措施,已成为驱动电源的必要组成部分。目前一些驱动电源的参考文献^[1,2,3,4,5]中,还没有涉及这方面问题的研究。为此,我们设计出一种带有 LD 寿命检测的驱动电源,该电源一方面能够使 LD 输出恒定的光功率,另一方面能实时检测 LD 的工作寿命,并具有寿命预告警和失效保护功能,以提示用户及时维护。

1 理论依据及基本原理

随着 LD 工作时间的变迁和温度的增加,器件将会出现不同程度的老化,输出性能下降,光功率衰减,甚至失效。图 1a 所示为 LD 在不同状态下的 P-I 曲线。根据相关文献^[6],我们亦把 LD 在正常工作条件下的工作寿命定义为:器件恒流工作时,其功率下降 30% 时对应的时间,或器件恒功率输出时,其工作电流升高 30% 时对应的时间。由于 LD 在通常应用中工作于恒功率输出状态,因此我们依据后者定义进行其工作寿命检测。

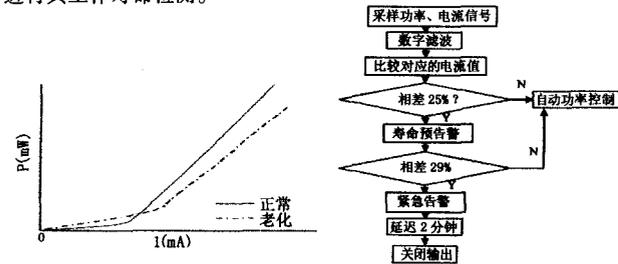


图 1a LD 在不同状态下的 P-I 曲线 图 1b LD 工作寿命检测流程图

一些参考文献中^[2,6],LD 驱动电源往往是通过检测输出光功率的大小,采用负反馈闭环回路方式来不断地改变驱动电流,以达到输出光功率的稳定。但当 LD 因长期老化而致使输出光功率下降时,如果继续采用加大电流的方式来稳定输出,往往会对 LD 造成永久性的损坏,在过流保护不当的情况下,甚至会烧毁驱动电源,严重造成工作延误和经济损失。因此,本设计针对 LD 的不同工作状态,采取分步调整的方式控制输出。同时采样 LD 的输出光功率和实际驱动电流信号,并将采样光功率对应的标准电流值与实际驱动电流值相比较,针对两者差值的不同范围进行不同的处理。由于 LD 老化是一个缓慢变化的过程,故本设计把恒功率输出时驱动电流升高 25% 作为 LD 的预失效判定标准,显示当前预失效状态并发出寿命预告警信号,提示用户及时更换器件;把驱动电流升高 29% 作为 LD 最后工作期限的判定标准,显示当前失效状态并发出紧急寿命告警信号,延迟 2 分钟后自动关闭输出,以保证电路免受过流影响。这样,在 LD 完全失效之前用户有充分的延迟时间进行器件更换或维护,从而保证了电路工作的连续性、可靠性。该部分工作流程如图 2 所示。

2 整体结构与微控制的实现

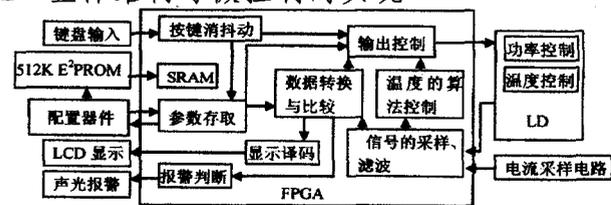


图 2 系统原理框图

该系统的整体原理框图如图 2 所示,它主要包括 LD 的输出光功率、温度和驱动电流的采样、现场可编程逻辑器件 (FPGA) 的控制、外围

输入与报警显示四大部分,通过硬件与软件的相互协调、相互配合,达到对 LD 的稳定控制,并实时检测 LD 的工作寿命。由于 FPGA 是一种并行执行器件,可以极大地提高运行效率^[3]。因此该系统的动态性能好,电路稳定、可靠。

本设计将 LD 在正常条件下恒功率输出时的驱动电流值作为标准值,它与输出光功率的关系通过实验标定的方式得到,并以列表的形式存入配置电路的 E²PROM 中。硬件将采样的光功率信号、实际驱动电流信号经过模/数转换后送入 FPGA 器件,输入的数字信号首先经过程序的软件滤波,然后将通过查表得到对应的标准电流值与测得的实际电流值进行比较,针对比较结果的浮动范围来判定 LD 的工作状态,从而转入不同的输出控制单元子程序。并且当测得的实际电流和功率信号值在一定时间 t 内恒为 0 时,判定为 LD 线路接触不良或处于开路状态,立即关闭输出,并进行无光报警。LD 温度控制系统中,采样的温度信号经过滤波处理后与设定值相比较,根据比较结果并结合模糊自适应整定的控制算法调整控制参数,以调整 LD 制冷器的工作状态,从而形成稳定的闭环回路控制。

配置器件由 P89C61X2 单片机来实现,它内部有 64K 的 Flash 存储器和 256 字节 RAM。由于 Flash 存储器可以分块擦写,因而前 32K 的存储块主要用来存放 FPGA 器件的配置时序,后 32K 的存储块主要用来存放用户的设置参数,系统再次上电后可以读取掉电前的各种设置,有效避免设置参数的多次修改。但因 P89C61X2 单片机的内存较小,需要外扩 512K 的 E²PROM 程序存储器用来存放 FPGA 器件的配置数据。键盘输入部分主要用来设定 LD 的输出光功率和工作温度值。显示器 LCD 可以直观地显示出 LD 的工作状况以及正常工作状态下的驱动电流值、温度值和监测光功率值。

3 电流驱动及信号采样

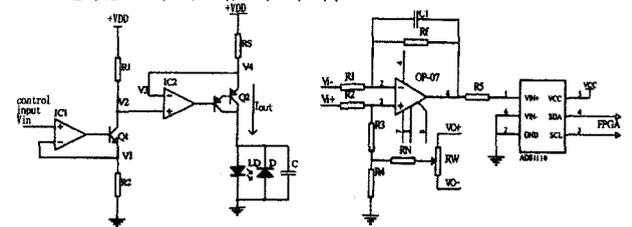


图 3a 电流驱动电路 图 3b 信号采样电路

保证 LD 输出稳定的光功率,并准确地检测其工作寿命是整个设计的关键。因此,设计电路中不仅要提供恒定的驱动电流,而且还要能够精确地采样电流、功率和温度信号。

驱动电路如图 3a 所示,IC₁ 和 IC₂ 为高输入阻抗的理想运算放大器,分别与三极管 Q1 和复合管 Q2 组成两级恒流源电路。根据理想运放的条件,由图可知:

3.1 电流驱动电路

$$I_{out} = \frac{V_{DD} - V_4}{R_s} = \frac{V_{DD} - V_2}{R_s}$$

$$V_2 = V_{DD} - V_{R1}$$

设计中选用 R₁ = R₂ = 10K,很容易得出:

$$I_{out} = \frac{V_{in}}{R_s}$$

从而可知,输出电流 I_{out} 只与电阻 R_s 有关,而与其它器件的输出特性无关。只要选用合适的 R_s 值,就可以通过简单的线性运算得到控制信号和输出电流间的关系。同时由于 Q2 采用的是复合管,可以有效地避免采用 MOSFET 管时因输入电容太大造成闭环延迟而产生自激振荡。

3.2 信号采样电路

电流、功率和温度的采样信号经过多路模拟开关后进入如图 4 所示的电路。接收到的转换来的电压信号,经过低失调运放 OP07 的

收稿日期:2007-04-09

作者简介:张书云(1979-),女,在读硕士,主要从事激光电源的研究。

线性驱动后进入 D/A 转换器,转换后得到的数字信号再送入 FPGA 器件进行控制。图示中,由 R_3 、 R_4 、 R_N 和可调电阻 R_0 构成电路的调零部分,实现了同相端的偏斜电流补偿。D/A 转换部分采用的是德州仪器生产的 16 位的高精度器 ADS1110,它是一种 $\Sigma-\Delta$ 架构的转换器,可以对模拟输入进行过采样,经过数字处理后以 PC 总线接口方式输出数字信号。由于该种结构的转换器采用过取样频率,而且闭环反馈回路有噪声整形作用,因而其信噪比远大于其他 A/D 转换器^[7]。所以,采用数字处理技术的该电路具有采样精度高、线性优越、无需微调等优点。

4 恒温控制

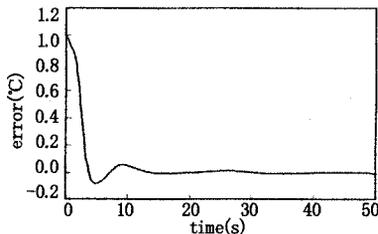


图4 温度控制误差曲线

温度是 LD 性能恶化、寿命减少的主要因素,温度升高不仅使输出功率下降,并且影响波长的稳定性^[8]。因此,为保证 LD 工作的稳定性,本系统设置了闭环温度控制系统,结合前面提到的硬件执行电路,在软件中亦采用了自适应整定的控制算法,自动调整控制参数来驱动制冷器件。

本控制算法是一种模糊自适应整定 PID(Fuzzy-PID)控制算法。根据有关文献^[9],它是在传统的增量式 PID 控制算法:

$$\Delta u(k) = k_p[e(k) - e(k-1)] + k_i e(k) + k_d[e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)]$$

的参数预整定的基础上,通过找出 PID 控制器的 k_p 、 k_i 、 k_d 三个参数与当前系统误差 e 和误差变化率 ec 之间的模糊关系,在运行中通过不断地检测 e 和 ec ,利用模糊规则实时在线整定 PID 控制器的三个修正参数 Δk_p 、 Δk_i 、 Δk_d ,以满足不同 e 和 ec 时对控制参数的不同要求,达到对温度的优化控制。图 4 给出了本温度控制系统在一定时间内测得的温度误差曲线。可以看出,该温度控制系统具有很好的动态品质,可以明显降低模拟控制引起的超调和小幅振荡。经测定,可将控温精度控制在 $\pm 0.10^\circ\text{C}$ 以内,LD 的输出光功率波动度小于 0.15%。

总之,该系统融入了工作状态分步调整方式,并结合其高精度的信号采样电路,以及完善的温度控制系统,实现了 LD 工作的高度稳定。经实验证明,该驱动电源既能在 LD 正常状态下保持恒定的输出光功率,又能实时检测 LD 的工作寿命,及时发出寿命警告信号,并对电源无损害,不延误工作,从而保证了 LD 应用的可靠性。

参考文献

- [1] 苏美开,高雅允,左口方等.激光二极管寿命测试方法研究[J].激光与红外,2004,34(2):124-127.
- [2] 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):70-71.
- [3] 潘卫军,郭云霄,冯马理等.带有温度自适应调节的 LD 阵列驱动电源的设计[J].激光技术,2006,30(3):295-297.
- [4] 林咏海,毛海涛,张锦龙等.一种半导体激光器驱动电源的设计[J].激光杂志,2006,27(1):14-17.
- [5] 肖慧荣,邹文栋,伏燕军等.大功率半导体激光驱动电源的研制[J].激光杂志,2005,26(4):38-39.
- [6] 路国光,套格格,尧舜.大功率半导体激光器的可靠性研究[J].激光杂志,2005,26(4):14-15.
- [7] 秦世才,高清运.现代模拟集成电子学[M].北京:科学出版社,2003.
- [8] Anderoni E, Xu J H. A Simple System of Thermal Control and Frequency Stabilization of Solitary Diode Lasers[J]. Review of Scientific Instrument, 2000, 71(10): 3648-3652.
- [9] 刘金琨.先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真[M].北京:电子工业出版社,2003.

·激光医学与医学·

内镜下行鼻胆管引流术前及术后的观察护理

刘唯佳,赵国策,李春花*

(第三军医大学新桥医院消化内科,重庆 400037)

摘要:鼻胆管引流是指在十二指肠镜直视下施行的胆管引流减压术,是在逆行胰胆管造影的基础上开展的胆道治疗新技术。应用于各种急、慢性胆道疾病,在国内外引起越来越多的内外科医生的重视。现将术后观察护理总结如下。

关键词:胆道疾病;内镜治疗;护理

1 资料与方法

1.1 临床资料

本组患者系 2007 年 1 月至 2007 年 7 月,共 34 例,其中男 16 例,女 18 例。年龄 33-78 岁,平均年龄 53.1 岁。急性胰腺炎 23 例,胆总管取石术 7 例,胆总管狭窄伴梗阻 4 例。

1.2 方法:常规插入内镜到十二指肠降部,拉直镜身找到十二指肠乳头,而后胆总管造影,了解胆管宽度及结石部位、大小及个数,根据胆总管结石大小决定切开长度,对于插管顺利者,可采用乳头开窗术行前切开,术后留置鼻胆管引流。

1.3 结果:34 例患者经过内镜下行鼻胆管引流术治疗后,病情得到明显缓解,无 1 例并发症发生,经过抗感染、抑制腺体分泌、营养支持等治疗后,患者能取得满意疗效。

2 护理

2.1 术前护理:

①做好心理护理,对于新的治疗方法,患者既期待又担忧,担心手术是否安全有效,所以向患者及家属解释,介绍该治疗的安全性及注意事项,以获得患者在手术过程中较好的配合;②严密观察患者神志、生命体征、腹部体征变化,给予平卧位,在医生及护士的陪同下进入手术室;③建立静脉通道,静脉输注抗生素、补充营养及纠正水电解质紊乱,以观察血容量的改善情况;④术前 10 分钟肌肉注射 654-210mg、杜冷丁 50mg,以抑制胃肠蠕动,放松 Oddi 括约肌。对精神紧张的患者必要时推注安定 10mg 使之能安全的配合检查。

2.2 术中配合:

①操作过程中为避免器械给患者造成恐惧,护士可嘱其闭上眼睛,并让家属陪在床旁,以增加患者的安全感;②密切观察生命体征,注意呼吸、脉搏、血压及神志的变化,如出现呼吸急促、烦躁不安、血压下降、脉搏细弱等休克征象应积极配合医生进行处理;③用生理盐水加庆大霉素溶液反复冲洗鼻胆管至抽出澄清液,最后注射庆大霉素 8 万单位留置管内,接无菌负压引流器。

2.3 术后护理

2.3.1 一般护理

术后继续观察患者生命体征的变化,并认真记录,观察有无腹痛、腹胀如有不适及时报告医生配合处理;术后禁食 24 小时,如有并发胰腺炎应延长禁食时间,待淀粉酶正常,无恶心、呕吐等症状后再进无脂流质饮食;预防感染,应用抗生素 2-3 天,对于 ERCP、EST 后胰腺炎高危人群应给予抑制腺体分泌治疗。

2.3.2 鼻胆管引流的护理:

①鼻胆管的固定极为重要,要妥善固定并经常检查,一般采用体外双固定;及鼻翼处固定加耳廓处固定。嘱患者勿牵拉引流管,防止脱出,如怀疑有少许脱出,不宜强行往里输送导管,应固定好导管。引流袋应低于床边位置固定,引流管连接处要固定牢靠,防止两管脱离致引流液流失造成记录量不准及污染被服;②保持鼻胆管引流通畅 保持鼻胆管通畅及有效引流,每日观察并记录引流液的性状及引流量,如引流管无胆汁引出,应调整体位,保证引流通畅;有以下几种情况可予适量抗生素冲洗或及时报告医生:胆汁引流量 $< 100\text{ml/d}$,且黏稠或絮状物较多;胆汁引流量突然减少;合并化脓性胆管炎,患者出现寒战、高热、黄疸加重、白细胞计数增高时,用庆大霉素 16 万 U 或敏感抗生素加无菌生理盐水 20ml 冲洗鼻胆管,每日 4 次。冲洗时避免暴力抽吸,如无液体抽出,则怀疑鼻胆管堵塞或脱离引流部位,这时需及时处理,可行鼻胆管造影,必要时更换引流管;③鼻胆管引流液的变化 临床观察引流液的变化十分重要,如引流量少于 $100\text{ml}/\text{天}$,且色泽由淡黄色变为五色透明,则考虑导管可能置入胰管内,应及时向医师报告。通过临床观察引流液的变化,有利于医生掌握病情变化及调整治疗方案;④术后饮食护理,术后 12~24h 内禁食,注意观察病情变化,禁食期间做好口腔护理,保持皮肤清洁,术后患者常有咽喉部异物感、恶心并担心导管脱出,十分紧张,不敢进食,应反复耐心地病人及家属解释,鼓励患者正常进食及适当活动。一般患者 24h 后腹痛可减轻,腹部体征基本消失,24h 后可先饮温开水 50ml,若无不良反应,于 8h 后再饮温开水 100ml,无不适应者方可进食 100ml 米汤,以后酌情少量多餐,增加低脂、高蛋白、易消化的半流质饮食。

收稿日期:2007-04-05

*通讯作者:李春花.