维普资讯 http://www.cqvip.com

半导体激光器的浪涌损坏及其消除方法

Surge damage to laser diode and its elimination

刘 澄

(国电环境保护研究所,江苏 南京 210031)

摘要:分析了浪涌产生的原因及其危害,介绍了几种有效的消除方法,提供了一种实用的半导体激光器电源电路,并对半导体激光器件在使用过程中应注意的问题提出建议。

关键词:半导体激光器;浪涌;滤波网络;慢启动

Abstract: Surge produced reason and its harmness is analyzed, a few effective methods to eliminate it are introduced. A practical power circuit for laser diode is provided. Some points should be care in laser diode application are suggested.

Key words: laser diode; surge; filter network; slow start

中图分类号:TN242　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1009 - 4032(2003)04 - 0049 - 02

半导体激光器(LD)是 20 世纪发展起来的一种新型固体光源。由于其单色性好、体积小、重量轻、价格低廉、使用方便、耗电省等一系列优点,越来越受到人们的重视,在光纤通信、光电检测、医疗等方面得到了广泛应用。然而,由于目前的半导体激光器在设计、材料、工艺等方面的原因,在实际使用过程中器件很容易损坏,也就是人们俗称的半导体激光器的"娇嫩性",降低了设备运行的可靠性,影响其进一步的推广应用,特别是在在线仪器中的应用。经器件分析和实验判断:半导体激光器易损的主要原因是供电电源在设计、制作等方面存在问题,从而产生浪涌导致器件损坏。

1 半导体激光器的结构特点和工作特性曲线

半导体激光器的结构如图 1 所示。

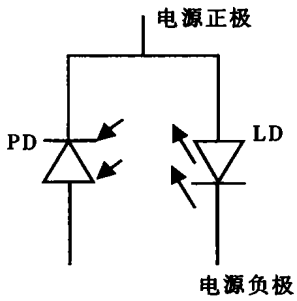

图 1 半导体激光器的结构简图

在许多情况下,LD 和 PD 是封装在 1 个管壳内的。LD 用于发出激光,PD 用于检测 LD 发出的激光强度并据此控制 LD 的光输出功率。

图 2 是一种典型的半导体激光二极管的输出光功率 P_0 与驱动电流 I_0 的关系曲线,I_W 是阈值电流。从图 2 可以看出:当驱动电流小于阈值电流时,激光二级管几乎不发光(为清楚起见,图示曲线比实际曲线的输出功率要高出一些);当驱动电流大于阈值电流时,激光二级管开始发出明亮的光线,输出功率与驱动电流近似呈线性关系。其特性曲线近似于普通的半导体二级管伏安特性曲线。

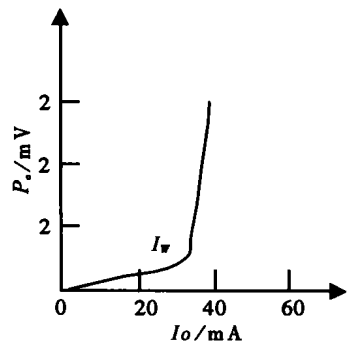

图 2 输出功率与正向驱动电流的关系

2 浪涌的产生

所谓浪涌,是一种突发性瞬态电压或电流脉冲,它的脉冲宽度甚至可以短到纳秒数量级,瞬时幅值可达到几万伏或几百安培。半导体激光器的核心是 PN 结,如果它承受的反向电压超出其允许值,将会发生击穿损坏;如果承受的正向电流超出了它的允

维普资讯 http://www.cqvip.com

许最大电流值,重则立即烧毁,轻则性能受到影响,发光暗淡,无法正常使用。

那些被浪涌击穿损坏的半导体激光器如果用万用表检测其正、反向电阻,表头反映的现象大多与普通二极管的正常情况相似,难以判断其好坏,但它发出的激光功率却大幅下降,有时甚至逐级下降,直至完全不发光。这是因为浪涌击伤的激光管的激活层中央部分受到了损伤。

在以下情况会产生浪涌:

(1)电源开、关瞬间;

(2)同一电网中其他用电设备的起、停或工作;

(3)雷电感应;

(4)半导体激光器或其他电子元件管脚接触不良(如虚焊或插头连接松动),造成电源时通、时断;

(5)器件带电插拔;

(6)电子元件参数突变;

(7)示波器等检测设备在使用时探头带电;

(8)电烙铁、人体静电。

3 消除浪涌的方法

根据以上分析以及实践经验,采取以下方法可有效消除浪涌对半导体激光器的损伤:

(1)在交流市电到直流电的转换过程中,采用传统的工频隔离变压器时,变压器的屏蔽端应当正确接地;

(2)在隔离变压器的原边和副边加上 TVS 器件,利用其高速响应特性抑制过高的电网浪涌电压和雷电感应电压;

(3)在直流电源和激光器之间增加 II 型低通滤波网络,进一步滤除浪涌电压。如能采用屏蔽电感和无感突波吸收电容则性能更佳。在选用电感时,电感线径应能满足通过电流的要求;

(4)在直流电源和激光器之间增加慢启动电路,使供给激光器的电压缓慢升高,避免突然上电或断开电源时给器件造成的冲击,同时,此举还能避免电路中分布电感引起的浪涌冲击;

(5)根据不同型号器件的驱动电流—光功率特性曲线,在 LD 支路中串联适当阻值的限值电阻;

(6)在可能的情况下对整个激光器及供电电路加装屏蔽罩,屏蔽掉那些从空间传输过来的感应电;

(7)在应用单片机系统时,可考虑采用数字电位器取代模拟电位器,并选择合适的起始值。

4 其他应注意的问题

除了采取上述措施外,在装配和调试线路板时,还应注意以下一些问题:

(1)工作人员手腕上应带金属接地环;

(2)使用防静电材料的工作台面;

(3)电烙铁应有接地线连接到大地或室内的水管、暖气片等接地良好的设施上;

(4)示波器最好为液晶显示器。采用电子管显示的示波器探头上带有一定值的静电,可能会造成激光器的损坏;

(5)在使用面包板调试电路时,要使导线与面包板插孔有良好的电气连接。在需要改变连接方式时,应先断开电源;

(6)仪器应有独立的接地系统,不得与防雷网及大型用电设备共地;

(7)仪器应有独立的电源插座,不要和其他电器设备共用同一个插座;

(8)在 PCB 板布局上,应尽量远离高频电路和大功率电路。

5 实用电路

图 3 是采用某公司的 AL650T5 型激光二极管,并使用上述方法搭建的抗浪涌半导体激光器驱动电路。该型号管子的输出光波长是 650 nm,裸管额定功率为 5 mW。其工作特性曲线与图 2 所示数值接近。该电路在任意开、关电源并且在附近使用一定功率的电器设备时也能保持良好的工作状态,在抗电浪涌冲击方面取得了满意的效果。

图中 WY1TVS 二极管用于抑制交流 220 V 市电网络来的强冲击;工频变压器屏蔽层应可靠接地;WY2 TVS 二极管用于抑制变压器次级的冲击干扰;WY3 用于抑制三端稳压器输入端的尖峰干扰;WY4 用于抑制三端稳压器输出端的尖峰干扰;C3、C4、L1、C5、C6 和 C8、C9、L2、C10、C11 组成 II 形滤波网络,用于滤除电源纹波和抑制尖峰脉冲;R1、C7、Q1(达林顿三极管)组成电源慢启动电路,+5 V 电源给 R1、C7 组成的电路充电,以使 Q1 达林顿三极管中的 2 只三极管逐级导通,给激光二极管 LD1 缓慢供电,避免突然通电给 LD1 造成冲击,一般导通时间大于 100 ms;WY5 TVS 二极管进一步抑制残留的浪涌电压。

(下转第 61 页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

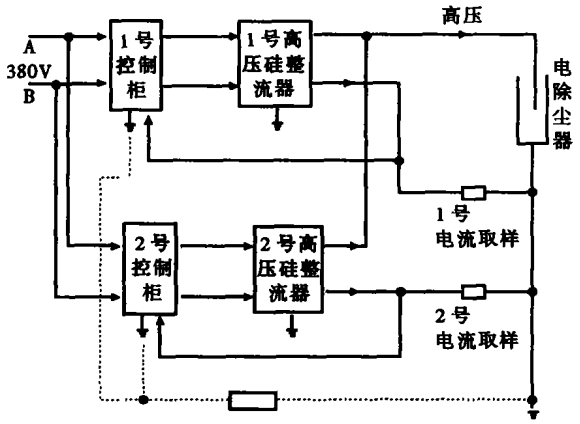

图 2　电除尘器强干扰原理

通过对接地系统的分析和现场电除尘设备的反复试验,在每台硅整流变压器反馈电阻接地端和变压器外壳接地点一起直接做一个辅助接地系统,作为辅助地线接到该台控制柜接地端,这样的独立辅助接地系统一点接地,使单套同一设备的接地电阻几乎为零,能非常有效地消除恶劣电场的闪络、拉弧引起的干扰。辅助接地如图 3 所示。

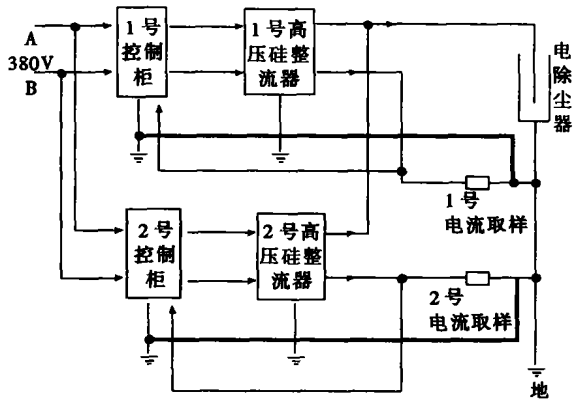

图 3　辅助接地示意

该辅助接地系统可极大地改善电场运行状态并消除爆快熔现象,使经常因频闪、爆快熔不能开机运行的电除尘器得以正常运行。

收稿日期:2003-09-22

作者简介:邱金成(1947 -),男,福建龙岩人,毕业于厦门大学物理无线电专业,工程师,主要从事电除尘器的调试、维修和质检工作。

(上接第 50 页)

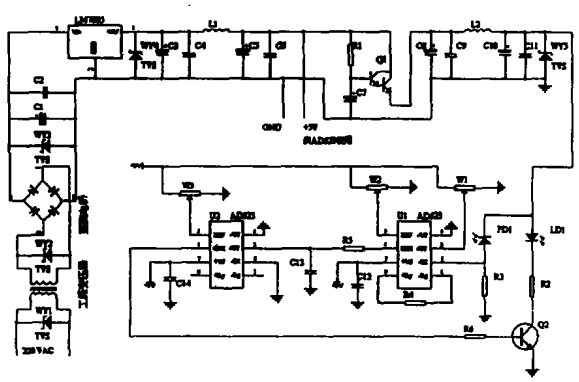

图 3　抗浪涌半导体激光器驱动电路原理图

电路图中其余部分为半导体激光器的输出光功率自动控制电路,它起着稳定激光器输出光功率的作用。

6　结束语

通过对浪涌产生原因及危害的分析,找到了解决问题的方法,并通过实验验证了方法的可行性。国电环境保护研究所在 20 世纪 90 年代初研制的 JYZ - 1 型烟气浊度在线监测仪,由于半导体激光器组件生产厂家的器件供货质量不稳定,部分仪器存在激光器易受浪涌冲击损坏的问题,导致整机不能工作,应用本文提出的方法,经实践证明能很好地解决该问题。

参考文献:

[1] 关荣峰,赵军良 . 实用半导体激光电源的研制[J]. 焦作工学院学报,16(4):71 - 73.

[2] 陆耀华 . 仪器用的高稳定半导体激光电源[J]. 电子技术,1994,(6):245 - 248.

[3] 孙香典 . 一种高精度可调节半导体激光管控制电路[J]. 大学物理实验,1996,9(2):18 - 20.

收稿日期:2003-09-18;修回日期:2003-10-16

作者简介:刘 澄(1962 -),男,江苏镇江人,高级工程师,主要从事烟气粉尘浓度在线监测仪的研制和除尘器除尘效率在线监测系统的开发工作,获两项国家专利并两次荣获部级科技进步获。