

半导体激光器电源中的保护技术

胡宏伟 甘柏辉 胡企铨

(中国科学院上海光机所 上海 201800)

提要 在设计半导体激光电源时,利用继电器的工作特性对半导体激光器实施有效保护,可提高半导体激光器工作的安全性和延长激光器的使用寿命。

关键词 半导体激光器 继电器 慢启动

The Diode Laser Power Supply with Protective Method of Relay

Hu Hongwei, Gan Bohui, Hu Qiquan

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of sciences, Shanghai, 201800)

Key words diode laser, relay, slowly start

半导体激光器的应用范围越来越广泛。半导体激光器驱动电源的需求量也越来越大,对其性能、工艺、可靠性的要求也越来越高。驱动电源的性能不良或保护措施不当,很容易损坏激光器。以前在半导体激光器电源中,保护措施比较复杂,从电源电路的设计考虑不易推广。国外的一些指标较高的电源采用了比较完善的保护技术,但其性能价格比较高。

由于大功率半导体激光器的价格目前普遍较高,因而如何保护半导体激光器、延长半导体激光器的寿命是研制大功率半导体激光器驱动电源的重要问题。主要应考虑:

1. 半导体激光器及其驱动电流源的开关分开,只有在驱动电源的工作状态稳定、波形满足要求后才允许半导体激光器启动工作;
2. 半导体激光器关闭时,其正负两极短接;
3. 在预置及改变驱动电流时,能在预置负载上完成,半导体激光器此时可脱离驱动电流源回路而关闭;
4. 半导体激光器的启动及关闭时间可根据具体情况而定(如慢启动,慢关闭);
5. 脉冲驱动电流的前沿有一定的上升时间,同

时脉冲波形上无高频干扰。

工作原理

保护大功率半导体激光器电源的一种工艺、原理简单,但性能非常有效的技术措施——继电器保护法,原理如图 1 所示:

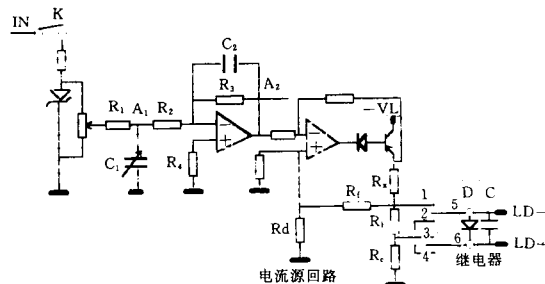


图 1 半导体激光器驱动电流源原理图

采用这一技术措施的半导体激光器电源包括电流源回路和保护回路两部分具有以下特点:继电器的触点(5,6)同半导体激光器的负、正两极相联,因为触点(2,4)是常闭的,而在继电器关闭时触点(2,4)分别和触点(5,6)相接,所以激光器正负两极在继电器关闭时短接;触点(1,3)接驱动电流源回路。半导体激光器的启动则由继电器的控制开关 K_1 (见图 2)控制,此开关和驱动电流源的开关 K (见图 1)分开,以

1997 年 10 月 25 日收稿

实现半导体激光器和电流源的启动不同步,继电器的控制开关 K_1 断开半导体激光器的 LD-(负)和 LD+(正),同继电器的触点(2,4)相接,而实现短接,当继电器的控制开关 K_1 闭合半导体激光器的 LD-(负)和 LD+(正),同继电器的触点(1,3)相接,即接入电流源回路,半导体激光器开始工作。加入电阻 R_b (大约为几十 Ω)的作用是在继电器断开时,驱动电流流过 R_1 、 R_b 、 R_c 、 R_2 、 R_d 组成的回路以降低触点(1,3)之间的压降,避免继电器重新开通时半导体激光器因两极压差过大而损坏。二极管 D 的作用是避免半导体激光器两端承受过大的反向压降。电容 C(几十 pF)的作用是滤掉流过半导体激光器电流波形上的高频干扰,电容 C_1 的作用是使脉冲波形的前沿有一定的上升时间 $\Delta t = R_1 C_1$,同时也起到去耦作用,适当调节 C_1 可使 Δt 满足要求,对直流则只起去耦的作用。

适当调节电容 C_2 可减弱驱动电流波形上的高频尖峰。因为第一级运放的输入 A_1 和输出 A_2 的关系如下:

$$A_2 = -\frac{Z A_1}{R_2}, Z = \frac{R_3 / j\omega C_2}{R_3 + 1 / j\omega C_2}$$

由上式可知运算放大器的放大倍数为 $(-Z/R_2)$,而 Z 与 C_2 、 ω 有关, ω 越高放大倍数越小;从而抑制高频信号的放大。

另外,如何实现半导体激光器在其驱动电流预置或改变其驱动电流时,脱离电流源回路,也由于继电器的使用而变得简单。我们使用一组开关 k_1 、 k_2 ,其工作状态是当 k_1 闭合 k_2 断开,反之当 k_2 闭合 k_1 断开,其接线图如图 2:

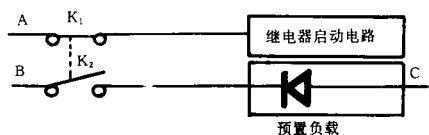


图 2 开关原理图

这里 A 端接 +12V 电源, B、C 端分别接继电器的触点(1,3),当电源驱动电流需要预置或改变时 k_2 闭合,这时预置负载 F(内阻及工作电流同半导体激光器相同的二极管、内阻为 1Ω)

接入驱动电流源回路进行电流预置,当预置完成后需要半导体激光器工作时 k_1 闭和 k_2 断开,继电器线圈有电流通过,常闭触点(2,4)和触点(5,6)断开,触点(5,6)则分别和触点(1,3)接通,使半导体激光器接入驱动电流源回路,使其工作在预置电流下,从而实现在用户预置电流或改变电流时半导体激光器的保护。

另外,由于继电器的使用也使半导体激光器工作所要求的慢启动、慢关闭也容易实现,参看图 3 的继电器启动电路。

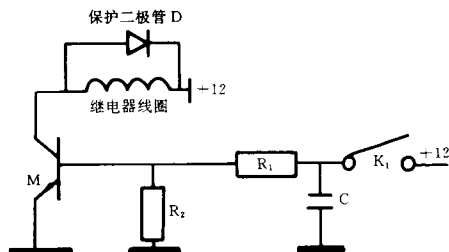


图 3 继电器启动电路

当继电器的控制开关 k_1 闭合时,三极管 M 的导通时间为 T_1 (T_1 也为半导体激光器的慢启动时间); $T_1 = CR_s$ (R_s 为电源内阻),适当调节电容值 C 即可达到慢启动的时间值。

激光器的慢关闭时间(三极管的截止时间)由 T_2 决定。当继电器的启动开关 K_1 断开后,三极管 M 需要 T_2 的时间截止,也就是激光器的慢关闭需 T_2 的时间: $T_2 = (R_1 + R)C$, $R = R_2 R_{be} / (R_2 + R_{be})$, R_{be} 为三极管基极到发射极的内阻,调节 R_1 、 R_2 即可使 T_2 满足要求。

通过实验,证明采用继电器保护技术措施的半导体激光器驱动电源非常可靠,用户所要求的脉冲前沿上升时间、慢启动时间、慢关闭时间和脉冲波等技术性能指标很容易实现,同时电路也比较简单。性能价格比较高,值得推广。

参考文献

- [1] R. F. 格拉夫,《电子电路百科全书》
- [2] 王家金,《激光加工技术》
- [3] 蔡伯荣,《激光器件》长沙,湖南科学技术出版社