

# He-Se 激光器用自动联锁控制电源

**Abstract:** This paper describes a power supply with automatic locking control for He-Se lasers and presents the complete circuit diagram and test results. This design may also be used in other types of metal vapor ion lasers when the circuit parameters are appropriately altered.

众所周知, He-Se 激光器具有广泛的应用前景。但由于其输出功率与工作电流、Se 离子浓度有明显的依赖关系, 使用中应保持工作电流和 Se 离子浓度均恒定于最佳值; 又由于工作时光腔窗口与工作区温差很大, 操作不慎易使 Se 蒸气凝结于较冷的窗口而严重影响激光器输出功率和寿命, 因此使用中还必须严格遵守一定的操作程序以免窗口污染。这给实际应用带来很大不便, 为此我们研制了具有自动联锁操作和恒温恒流特性的专用电源, 以简化操作手续和确保激光器安全、稳定地工作。

## 一、电路设计

整个电路考虑由自动触发与稳流单元、硒池加热与控温单元、自动联锁操作单元三部分组成。这里仅讨论各单元设计中的特殊环节, 一般常规电路设计在此不赘述。

### 1. 自动触发与稳流单元

本单元功率较大并要求较高的可靠性, 因此不考虑用可控硅或大功率晶体三极管作功率调整元件, 而用一只磁放大器。这样电路简单, 抗过载能力强, 不易损坏, 大大有助于提高整机的可靠性; 同时磁放大器工作平滑, 不产生附加干扰。对于将此激光器用于有微电平处理的场合很有利。为克服磁放大器响应速度慢的缺点, 加入了内正反馈, 同时将它与主变压器串联可减小电网瞬变对主变压器输出的影响。磁放大器的工作状态经适当设计可使电路直接完成自动触发而不需附加任何触发电路。

本单元电路程式如图 1 所示。

#### (1) 主变压器与磁放大器参数

按激光器正常工作时的最佳工作电流  $I_L=0.3$  安, 工作电压  $U_L=4$  千伏(包括限流电阻上压降), 功耗  $P_L=1200$  瓦的要求, 在桥式整流和  $\pi$  滤波下主变压器的次级绕组电压  $U_2$  应为:

$$U_2 = U_L / 1.2 = 4000 / 1.2 \approx 3300 \text{ 伏。}$$

为使磁放大器处于特性曲线的线性区(见图 3), 取

主变压初级绕组电压  $U_1=100$  伏, 得主变压器匝数比  $n$  为

$$n = U_2 / U_1 = 3300 / 100 = 33。$$

暂不计及整流、滤波和主变压器损耗, 则主变压器初级功率应为

$$P_T = P_L = 1.2 \text{ 千瓦}$$

于是主变压器初级电流  $I_1$  应为

$$I_1 = P_T / U_1 = 1200 / 100 = 12 \text{ 安}$$

由此得磁放大器功率  $P_m$  为

$$P_m = (U_0 - U_1) I_1 = (220 - 100) \times 12 \approx 1400 \text{ 瓦}$$

选择或设计主变压器和磁放大器时按此数据再加适当功率余量。

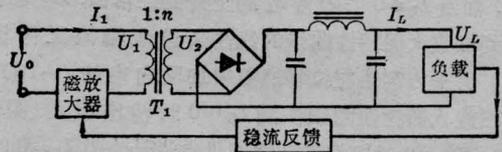


图 1 自动触发与稳流单元框图

下面核实按上述数据能否完成自动触发: 将磁放大器工作状态设计为激光器未点燃瞬时磁放大器处于饱和状态, 这时磁放大器感抗最小, 同时也由于在此瞬时激光器尚未被点燃, 激光器中无电流, 主变压器近于空载, 因此, 市电几乎全部加在主变压器初级上, 这时次级电压为

$$U_2 \approx U_0 \times n = 220 \times 33 = 7260 \text{ 伏}$$

此电压经整流、滤波后, 加在激光器两端的直流电压  $U_L$  为

$$U_L = \sqrt{2} E_2 = 1.4 \times 7260 \approx 10200 \text{ 伏}$$

此电压大于激光器之触发电压(8 千伏), 因此不附加触发电路就能完成自动触发。

#### (2) 磁放大器工作状态

磁放大器的特性曲线可通过位移磁阻任意改变, 如图 2 所示。适当选取  $I_{位}$  的大小和极性可使磁放大器的工作状态满足所要求。

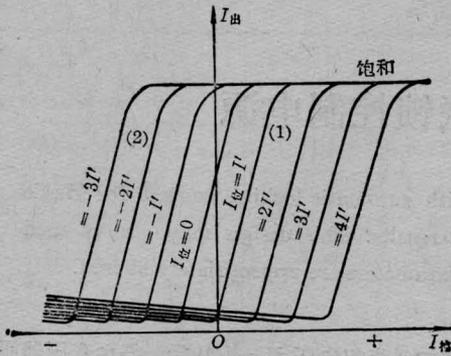


图2 磁放大器特性与位移绕组电流的典型关系曲线

本单元对磁放大器工作状态的要求设计为：当激光器电流为零时，磁放大器处于饱和状态，以给出完成自动触发所需之最大输出电压；在激光器点燃后正常工作时，磁放大器工作点处于特性曲线的线性区，以给出良好的稳流特性。由图2可看出，这时可有两种方案选择：一是在位移绕组中加正向电流，使磁放大器特性曲线移到 $I_{位}=0$ 时输出为最小的位置(图2曲线1)，这时应将控制绕组供电设计为当 $I_L=0$ 时 $I_{控}$ 最大，使磁放大器工作进入饱和区，而当 $I_L \neq 0$ 时随着 $I_L$ 的上升到正常值， $I_{控}$ 则下降到磁放大器特性曲线的线性区进入稳流工作状态。另一方案是在位移绕组中加反向电流( $-I_{位}$ )，使磁放大器特性曲线移到 $I_{位}=0$ 时输出最大(图2曲线2)，这时应将控制绕组供电设计为当 $I_L=0$ 时(触发瞬间) $I_{控}=0$ ，使磁放大器饱和，而当 $I_L \neq 0$ 时随 $I_L$ 上升到正常值， $I_{控}$ 也增加直至处于磁放大器特性曲线的线性区，进入稳流工作状态。第一种方案的优点在于所需之 $I_{位}$ 和正常工作时的 $I_{控}$ 都比较小，而第二种方案的优点在于对确保电源和激光器供电的安全有利，这从总电路图可看出，因为对第一种方案，本单元 $T_8-10$ 中任一晶体管被击穿则电源有最大高压输出，而对第二种方案，仅当 $T_8$ 被击穿才对应最大高压输出，为提高可靠性我们选择第二种方案。

本单元选用产品FC3-1400磁放大器，其实测特性曲线如图3所示。测试时以15欧姆电阻代替磁放大器负载，并按实用情况加入内正反馈。图3曲线示出在饱和区最大输出电压尚不到200伏，是因测试时电流过大，磁放大器内阻压降增加所致，实际工作时不会出现这种情况，因为实际使用中磁放大器饱和仅出现在激光器电流为零的时候，这时磁放

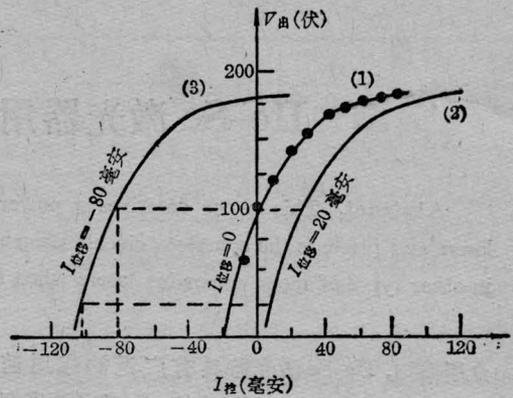


图3 FC3-1400磁放大器的实测特性曲线  
(1)—实测曲线；(2)、(3)—平移所得

大器输出电流也最小，内阻压降可忽略，因此输出电压可接近电网电压。此曲线除饱和和区外其他部分与实用情况基本一致。

按图3曲线(3)的工作状态，得到位移绕组电流 $I_{位} = -80$ 毫安，和稳流工作时( $I_L = 300$ 毫安)控制绕组电流 $I_{控} = -80$ 毫安(注意，这里电流取负值并不意味着需负电流供电，只是供电时将绕组头反一反)。激光器电源取100毫安时(关机程序中需要)，不难算出主变压器相应的初级电压为33伏，按图3曲线(3)得 $I_{控} = -100$ 毫安。根据这些电流值和位移绕组及控制绕组直流电阻可算得位移绕组及控制绕组的供电功率来设计其供电电路。

## 2. 硒池加热与控温单元

硒离子浓度用控制硒池温度来控制，控温相对精度保持在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 内能较好满足要求，为此简单采用控温继电器，用热敏电阻作控温元件。为提高可靠性硒池加热炉中埋入了二只特性基本一致的热敏电阻，这样，在一只损坏后可很快切换到另一只，确保电路正常工作，最佳出光温度既同激光器构造有关也同加热炉构造有关，需事先由实验确定。在我们所用的系统中为 $250^\circ\text{C}$ ，因此要求被控的温度值能在室温到 $300^\circ\text{C}$ 间连续调节。

## 3. 自动联锁操作单元

考虑到操作方便和安全，本单元设计仅让操作人员完成开机和关机两个动作，其他动作均由电路自行执行。按激光器特性由实验定出的自动操作程序如下：

开机——

① 电网接入并自动完成激光器触发；② 激光器触发后，激光器电流自行稳定于最佳值(300毫安)；

③ 硒池开始加热并自行稳定于最佳出光温度(250°C)。

关机——

① 切断硒池加热供电并维持激光器电流不变(300毫安);②当硒池温度下降到100°C时,激光器电流自行降到100毫安(目的在于加速激光器冷却,防止硒再蒸发)③ 硒池温度下降到60°C后(或取硒池温度从100°C下降到60°C的时间),自动切断电网供电。

此外,程序中还设计了一“复原”(即“中途开机”)按钮,使电源能从关机程序中回复到开机程序。以适应按下关机按钮后又需要使用激光的情况。

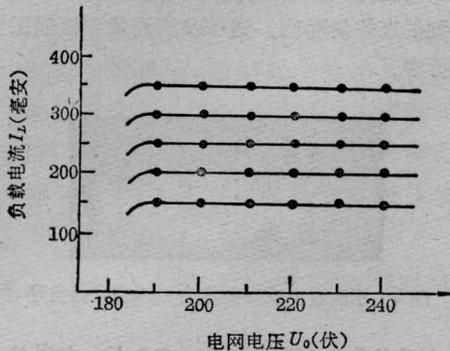


图4 不同负载电流下电网电压变化时的稳流特性

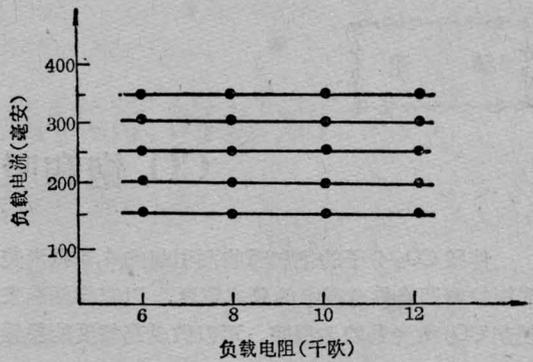


图5 不同负载电流下负载变化时的稳流特性

## 二、测试结果

按上述设计的电源,稳流性能的测试结果示于图4、图5。图5结果是以电阻代替激光器测得的,因为用一只激光器无法测试负载特性。

本工作曾得到我室郭嘉荣、张松祥、徐高钺及上海计量局实验工厂张波平、奚皆红、张恒拥等同志协助,复旦大学光学系提供了He-Se激光器的数并同王兆永等同志进行了有益的讨论,一并致谢。

## 参 考 文 献

- [1] 复旦大学编;《氦-硒激光器》,激光短训班资料。  
(上海交通大学激光研究室 殷琛豫  
1980年8月28日收稿)

## 简 讯

# 新型激光防护眼镜

激光技术的广泛应用,引起了人们对激光防护的关注。为了使激光工作者既能保护眼睛又能有一个比较清晰的视野,这对完成激光技术的研究和应用都是需要的。由中国科学院上海硅酸盐研究所制成的掺铁高硅氧玻璃,既能滤去红外和紫外光,又能保持一个清晰的可见度,这就是我们所要介绍的新型防护激光的眼镜材料。

含铁  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  的高硅氧玻璃,是利用钠硼硅酸盐玻璃经热处理相及酸处理、沥滤,而制成高硅氧多孔玻璃,再将多孔玻璃浸渍于铁铝离子溶液,在还原条件下绕结成含  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  高硅氧玻璃。

这种玻璃的特性:在红外和紫外光吸收方面具有特殊的性能,即在1.1微米处透过5%,而可见光范围约透过80%,在波长小于0.33微米的全部截去(对含0.76%铁、厚度为4.5毫米的样品而言)。化学稳定性及抗热震性与石英玻璃差不多。玻璃的

软化点高于1400°C,线膨胀系数约 $8.6 \times 10^{-7}$ 。这种玻璃所以有这种特性,主要是  $Fe^{2+}$  和  $Fe^{3+}$  电荷转移吸收带的一部分,即是由电子在  $Fe^{2+}$  或  $Fe^{3+}$  与氧配位间转移时造成的吸收。电荷转移谱带强度比过度金属离子3d轨道能级间的自旋允许跃迁强度要强一百到一千倍。硅酸盐玻璃中  $Fe^{3+}$  的电荷转移吸收带中心位于230毫微米,克分子消光系数为7000,  $Fe^{2+}$  在紫外区也具有一电荷转移吸收带,中心位于210毫微米,克分子消光系数为3000。

根据光谱和Mössbauer效应的研究认为,在硅酸盐玻璃中  $Fe^{3+}$  处于四配位。

玻璃内层有时出现乳白色薄层,经X射线粉末衍射鉴定,证明是低温方石英,它们的存在会降低玻璃可见光透过率。

(上海硅酸盐所 姚鹿苹 上海海员医院  
张一帆 1981年3月19日收稿)