

用强脉冲预电离提高激发染料激光器的闪光灯泵浦性能

郭东升 荣书琴 李秀芳

(中国科学院物理研究所)

提要: 本文探讨了用强脉冲预电离提高激发染料激光器的闪光灯泵浦性能, 并研究了最佳化的运转条件, 研制了一种简单可靠的电路, 可将激光效率提高一倍。

Improvement of pumping performance of flashlamps used for dye laser excitation with intense pulse preionization

Guo Dongsheng Rong Shuqin Li Xiufang

(Institute of Physics, Academia Sinica)

Abstract: Improvement of the pumping performance of flashlamps used in dye laser excitation with intense pulse preionization as well as the optimum conditions for operation are studied. A simple and reliable circuit has been developed and the laser efficiency has been doubled.

我们设计的脉冲预电离电路如图1所示。

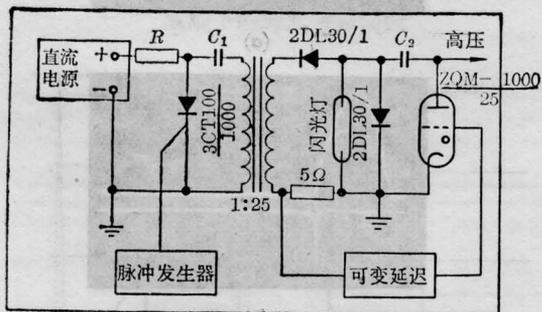


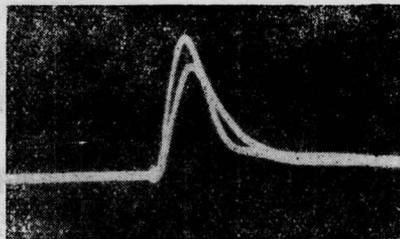
图1 脉冲预电离线路图

R—限流电阻; C_1 —预电离电容(实验数值 $0.94 \sim 10.94$ 微法); C_2 —主放电电容(0.2 微法)

该电路的特点是没有使用火花隙放电的脉冲预电离电路, 防止了放电干扰, 使电路工作稳定、可靠。预电离使用变压器耦合, 可延

长预电离电流脉冲宽度和前沿, 避免了闪光灯电极发生溅射, 从而延长了闪光灯的使用寿命。

强脉冲预电离可明显地提高闪光灯光效和脉冲前沿, 如照片1及表1所示。



照片1 有预电离与无预电离灯光波形比较
有预电离——幅度高, 前沿陡; 无预电离——幅度低, 前沿缓; 主放电电压15千伏; 横坐标: 1微秒/格

预电离可延长“封离式直管氙灯”的使用

收稿日期: 1980年2月20日。

表 1

主放电电压 (千伏)	灯光脉冲幅度(相对值)		灯光脉冲前沿(微秒)	
	有预电离	无预电离	有预电离	无预电离
15	42	32.5	0.69	0.81
12	27.5	18.2	0.63	0.75
8	21.5	11.5	0.71	0.79

寿命。在无预电离时，“封离式直管氙灯”不能起燃，而在有预电离时则能正常运转。从此意义上讲，预电离延长了闪光灯的使用寿命。

此外，预电离还可改善同步稳定性。用示波器观察结果，稳定性优于 100 毫微秒。

预电离脉冲与主放电脉冲之间存在着最佳延迟时间，只有闪光灯管内的气体产生均匀电离的时候，再加上主放电脉冲方能获得较好的效果。我们的实验结果是：主放电脉冲在预电离放电之后四十几微秒以上效果比较明显，如图 2 和照片 3 所示。

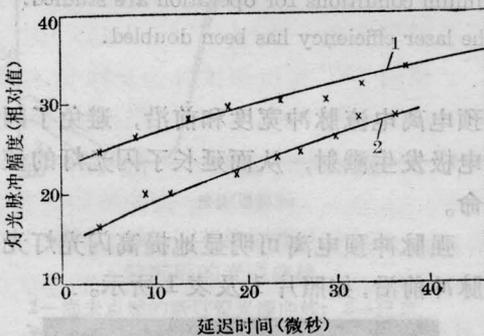
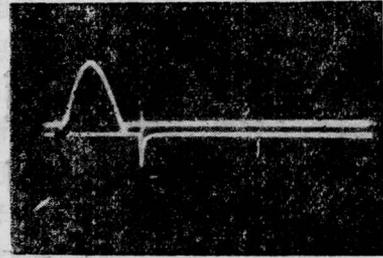


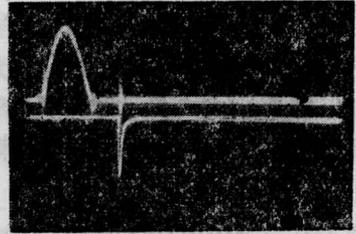
图 2 闪光灯光脉冲幅度与预电离延迟时间的关系
1—主放电电压 15 千伏；2—主放电电压 12 千伏

预电离电压与主放电电压之间也有一定关系。预电离电压应大于主放电电压，而且电压相差越大，预电离效果越佳。在相同条件下，预电离电压从 6 千伏升至 8 千伏，光强增加 81%。预电离电压越高，闪光灯发光效率就越高，如照片 2 所示。

预电离电流的大小对提高闪光灯光效有



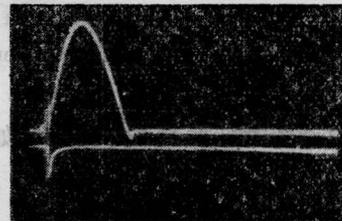
(a)



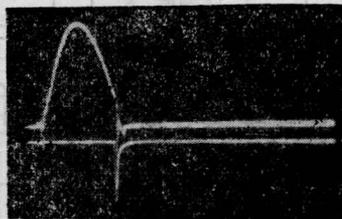
(b)

照片 2 预电离电压对闪光灯光强的影响
主放电电压 6 千伏；预电离电容 5.17 微法；
氙气灯气压 65 托

(a) 预电离电压 6 千伏；光脉冲延迟预电离电流 11.3 微秒 (b) 预电离电压 8 千伏；光脉冲延迟预电离电流 11.2 微秒。上为电流波形；下为光脉冲波形；横坐标：9 微秒/格



(a)



(b)

照片 3 预电离电压与主放电电压对
灯光强度的影响

主放电电压 6 千伏；预电离电压 8 千伏。上为电流波形；下为灯光波形；横坐标：6 微秒/格

明显影响，预电离电流增加，闪光灯光强增加，如图 3 所示。

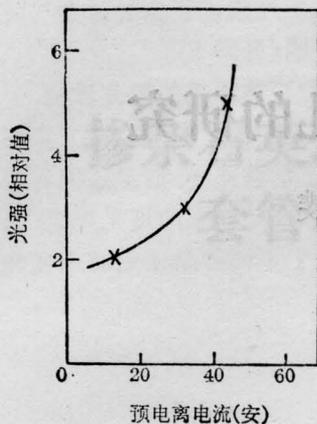


图3 预电离电流与光强的关系

脉冲预电离激发染料激光闪光灯性能, 在以上讨论较好因素条件下, 我们用两根低气压(70托)氙灯作为激励源。灯管长10厘米, 内径3毫米, 放在双椭圆聚光器中。染料管直径3毫米。有机染料用若丹明6G(乙醇溶液克分子浓度 2×10^{-4})。谐振腔的一端用全反射镜, 另一端用75%的反射镜。主放电电容0.2微法, 预电离电压20千伏, 预电离电流32安培。在此激光器上, 主放电脉冲与预电离脉冲有如图4所示的时间关系。主放电延迟预电离的时间为486微秒较好。测量激光器效率曲线如图5所示。在输入能量为19.6焦耳时, 没有预电离输出能量是27毫焦耳, 有预电离时是54.6毫焦耳, 激光效率提高一倍, 阈值在5焦耳以下, 如照片4所示(不是在较好的延迟条件下)。可以看到有预电离的激光输出波形是幅度高, 前沿陡; 没有预电离的激光输出波形是幅度低, 前沿缓慢。

我们设计的强脉冲预电离电路与文献[1, 2]的电路相比, 我们的方案简单可靠而安全, 预电离电源甚至可不用滤波器, 整个预电离电源可安装在 $60 \times 25 \times 50$ 厘米的体积内。

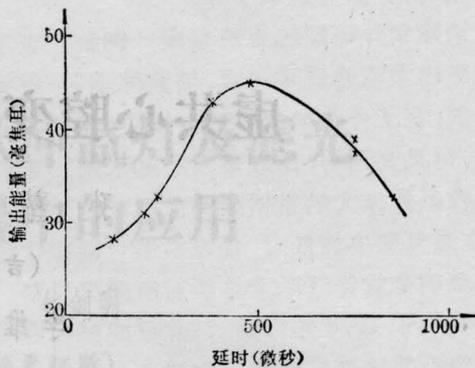


图4 激光输出能量与延时的关系

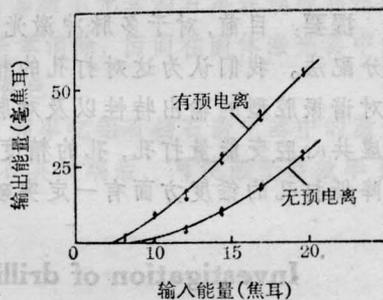
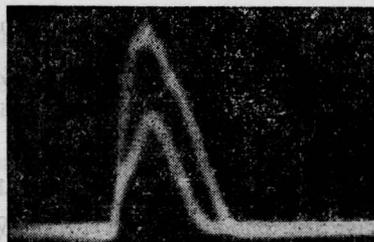


图5 有预电离与无预电离对激光输出的影响



照片4 激光波形

横坐标: 0.5微秒/格; 主放电电压12千伏

参 考 文 献

- [1] Steven CHU, Robert W. Smith; *Opt. Commun.*, 1979, 28, No. 2, 221.
- [2] M. H. Ornstein, V. E. Derr; *Appl. Opt.*, 1974, 13, No. 9, 2100.