

# 紧凑式分段 TEA N<sub>2</sub> 激光器

郑克全 张思玉 靳玉玲

(兰州大学物理系)

**提要:** 本文叙述了以 Blumlein 电路分段激发的结构简单紧凑的 TEA N<sub>2</sub> 激光器的特性。研究了电容与电晕预电离对激光输出功率的影响。

## A compact and segmented TEA N<sub>2</sub> laser

Zheng Kequan, Zhang Siyu, Jin Yuling

(Department of Physics, Lanzhou University)

**Abstract:** This article describes the characteristics of a simple and compact transversely-excited atmospheric N<sub>2</sub> laser in which the Blumlein circuit is discretely excited. The experimental results for the laser operating at 3371Å have been achieved. The effect of capacity and corona preionization on laser output power are also studied.

我们对平行板传输线电路进行了改进, 实现了器件结构简单、紧凑、小型化。实验结果获得了 3371Å 波长的激光输出, 同时我们还对激光器的结构、储能电容、电极极距、预电离等对输出功率的影响作了一些讨论。

### 一、器件结构

横向激励大气压氮分子激光器的一个最主要问题是容易出现非均匀的弧光放电。由于弧光放电的出现会大大降低激光输出能量, 为了实现均匀的辉光放电, 一般对电极表面加工的要求非常严格, 同时对电极极距之间的平行度的调节亦要求更加仔细, 而且还要求有一个快速的电流上升速率。在我们的器件中, 储能电容采用了分段式结构, 这样每块板成为一个独立的储能电容器系统。并

且传输线做得很短(约 100 毫米), 因而降低了电流的传输阻抗, 使电流上升的速率很快。这种装置对电极表面加工的要求不严格, 通道的电极极距之间平行度也不必要求严格的控制, 这样给我们提供了一个获得均匀的辉光放电, 且结构简单而紧凑的装置。

激光器由脉冲形成电容器、储能电容、激光腔、火花隙、电源等五部分组成, 图 1 是放

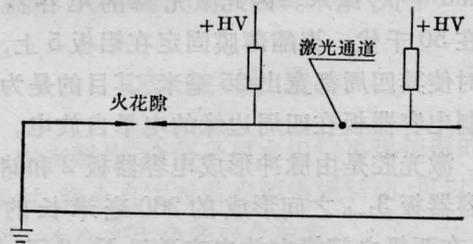
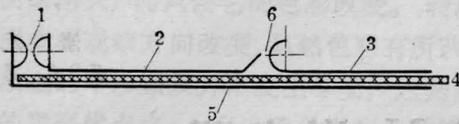


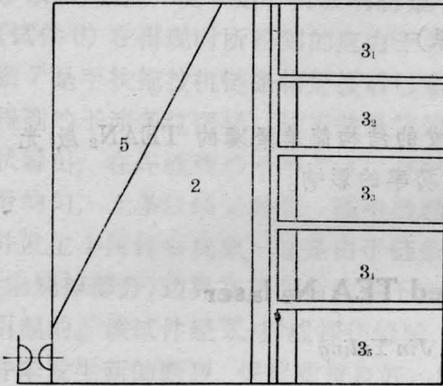
图 1 电路系统图

收稿日期: 1981年6月8日。



(a) 激光器结构侧视图

1—火花隙；2、5—脉冲形成电容器；3、5—储能电容器(相同五块)；4—电介质；6—激光腔



(b) 激光器结构俯视图

图 2

电线路图,图 2 是激光器的结构图。

脉冲形成电容器(见图 2)由一边厚为 2.5 毫米,长为 260 毫米和宽为 300 毫米的矩形铝板(5 的左半部分),而另一边是图示的同样厚度的不规则的五边形铝板(2)组成。目的在于减小系统的总电容和放电时间常数。储能电容器的一边是铝板(5 的右半部分),而另一边是用分段铝板( $3_{1-5}$ )构成。板  $3_1 \sim 3_5$  的结构完全相同,其厚度为 2.5 毫米,宽为 100 毫米,长 50 毫米。在板 2、 $3_{1-5}$  与板 5 之间采用 10 层聚脂薄膜绝缘。其总厚度为 0.2 毫米,这种介电材料的击穿电压为  $\sim 290$  千伏/毫米。因此激光器的电容器耐压在 50 千伏。聚酯薄膜固定在铝板 5 上,切割时使其四周都宽出 25 毫米,其目的是为了抑制电容器板在四周边缘的电晕自放电。

激光腔是由脉冲形成电容器板 2 和储能电容器板  $3_{1-5}$  之间形成的 260 毫米长的通道,在两极之间横向放电来激励  $N_2$  分子。板 2 被弯曲成  $45^\circ$  角在激光腔的左侧作为一个电极,而板  $3_{1-5}$  在右边做成直径为 12 毫米的

半圆形作为另一个电极。为了在火花隙间距确定的条件下,保证适当极距获得输出最大激光能量,因此两电极之间的距离作成任意可调节的。

火花隙是采用直径为 20 毫米的两个紫铜半球组成的。它们分别与铝板 5 和铝板 2 相联接。两半球之间距离可任意改变,用以调节放电电压并形成自触发火花隙。整个激光器件放在一个  $350 \times 280 \times 90$  毫米<sup>3</sup> 的有机玻璃方盒内,在方盒的一个侧面开了一个直径 15 毫米的圆孔,作为激光束的引出口,氮气从方盒的另一端流入,从激光束引出口自由地流出。方盒内的氮气压为一个大气压。火花隙装在方盒内,这就无需专门为火花隙作一个充氮的装置,从而保证了火花隙在一个大气压的氮气下工作,同时还达到了降低火花隙间放电电感的目的。

## 二、实验结果及其讨论

### 1. 放电极距对输出功率的影响

实验采用如图 2 的装置,火花隙的间距为 5 毫米。放电电压固定在 17.5 千伏,氮气流量为 4 升/分,实验结果如图 3 所示。放电电极极距在 1.4~3.5 毫米范围内变化。在 1.4 毫米以下输出激光强度较弱,从 1.4~2.8 毫米之间输出随极距增加而线性地增加,在 2.8 毫米以后随极距增加而输出功率降低,输出随极距的变化存在一个最佳值。这个最佳值随外加电压变化而变化。

### 2. 储能电容对输出的影响

我们采用了两种激光器件进行对比。第一种装置如图 2 所示,第二种装置如图 4 所示,它与第一种装置的区别在于铝板  $3_{1-5}$  的后面分别联接了长 50 毫米、宽 100 毫米的薄紫铜片,使储能容量比第一种装置约增加一倍,实验结果如图 5 所示。

从实验曲线可以看出,两种装置的输出都随外加电压的增加而线性增加,第二种装

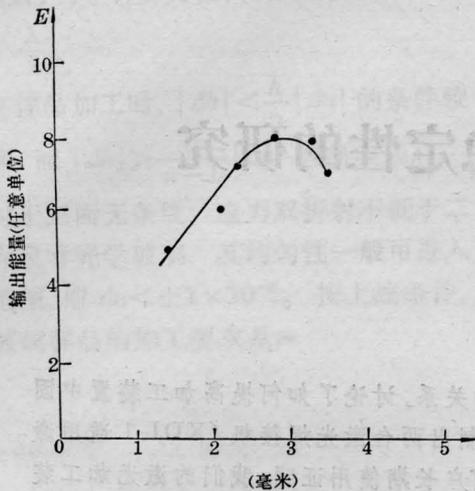


图3 极间间距与输出能量的关系

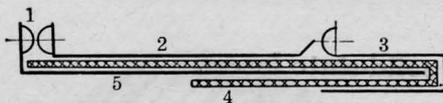


图4 侧视图

1—火花隙；2—脉冲电容；3—储能电容板(相同五块)；4—电介质(聚脂薄膜)；5—铝板

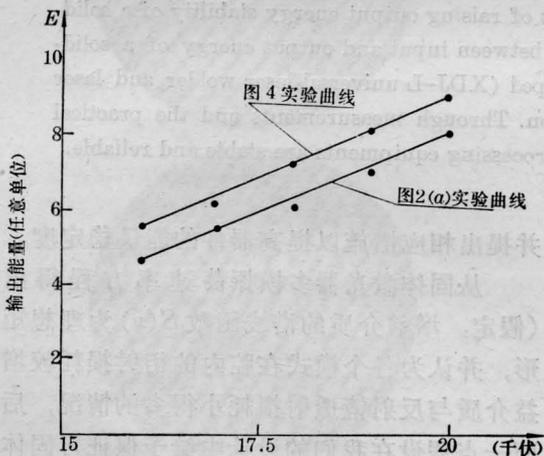


图5 输出能量与电压的关系

置储能电容比第一种增加一倍，而输出激光能量并未成倍增加。在电压很高时，第二种装置比第一种增加输出能量相对值减小了，如在17.5千伏时，第二种输出能量比第一种增加1/6倍；在20千伏时，第二种约比第一种增加1/10倍。出现这种现象的原因我们认为：第一，虽然第二种装置的储能电容比第

一种增加一倍，但相应的传输电路长度也增加了，传输电路的阻抗也会增加，放电电流上升速率下降了。因此脉冲宽度变宽，脉冲的峰值功率变小，影响了功率的输出。第二，我们知道平行板电容器储能关系式为

$$W = \frac{1}{2} Cu^2,$$

储能是与电容一次方、外加电压的平方成正比的，输出能量随电压增加比随电容增加快(假定激光器件转换效率为一定时)。实验结果是符合客观规律的。

### 3. 预电离对输出的影响

实验装置如图4所示。放电电极距固定在2.8毫米，氮气流量为4升/分。在上述条件下进行了四种情况的测量，测量结果如图6所示。

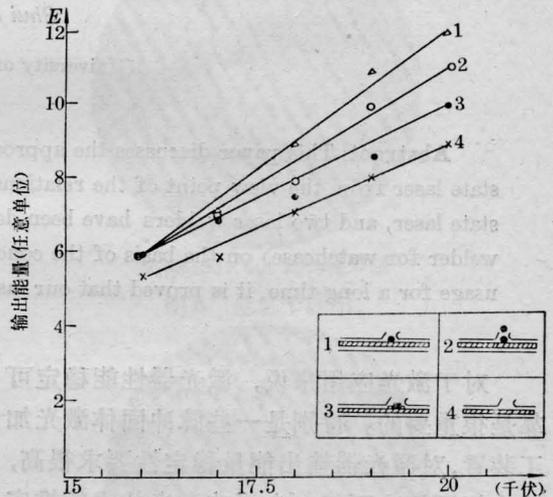


图6 预电离输出能量与电压的关系

图6中曲线1是在放电电极的下面放了一根直径为1.2毫米的漆包线；曲线2是在放电电极的上下各放了一根直径为1.2毫米的漆包线；曲线3是在放电电极的下面放了一块单面印刷板，在印刷板两边剥去铜皮，中间留下一条2.5毫米宽的铜皮；曲线4是未加任何预电离。这些装置分别画在图6的右下方。从四条曲线看来，以放一根铜线为最佳。从实验中现察到，在主电极放电之前铜丝

# 固体激光器能量稳定性的研究

水 金 城

(西北大学)

**提要:** 本文从固体激光器输入与输出能量的关系, 讨论了如何提高加工装置中固体激光器输出能量稳定度。并以此结论指导研制出两台激光焊接机 (XDJ-1 通用激光焊接机, 激光手表表面焊接机), 通过测试及用户长期使用证明, 我们的激光加工装置性能稳定可靠。

## Study of energy stability of solid-state lasers

Shui Jincheng

(University of Northwest China)

**Abstract:** This paper discusses the approaches of raising output energy stability of a solid-state laser from the view point of the relationship between input and output energy of a solid-state laser, and two laser welders have been developed (XDJ-L universal laser welder and laser welder for watchcase) on the basis of the conclusion. Through measurements and the practical usage for a long time, it is proved that our laser processing equipments are stable and reliable.

对于激光应用来说, 激光器性能稳定可靠是很重要的。特别是一些脉冲固体激光加工装置, 对激光器输出能量稳定性要求很高, 这个问题解决不好, 会影响激光技术的推广应用。本文试从固体激光器输出与输入能量关系, 找出影响激光器输出能量稳定的因素,

并提出相应措施以提高器件的能量稳定度。

从固体激光器多模振荡速率方程得出 (假定: 增益介质的谱线函数  $S(\nu)$  为理想矩形, 并认为各个模式在腔内的衍射损耗较增益介质与反射镜透射损耗小得多的情况, 后面一点假设在我们的设计中给予保证), 固体

上就有放电现象, 这些放电引起氮分子预电离作用。放入印刷板后在主电极放电之前, 铜皮与电极之间出现的放电较强, 这是铜皮宽度较大引起的, 这种放电削弱了主电极的放电, 所以它的预电离效果最次。从曲线还可以看出, 在高电压下比在低电压下的预电离

效果好, 出现这种现象的原因是在高电压下, 对铜丝放电产生火花, 因而对氮气产生充分预电离的效果, 而且还保证了主电极放电的能量, 所以输出能量相对地大一些, 在较低的电压下几种预电离效果相同。