

# 对激光管着火电压降低的实验探讨

高全生 张玉芳 刘新

(天津市激光技术研究所)

**提要:** 我们进行了几组实验,证明了用改进型激光管可以把气体激光管的着火电压降低50%。

## Experimental study on lowering the breakdown voltage for laser tubes

Gao Quansheng, Zhang Yufang, Liu Xin

(Tianjin Research Institute of Laser Technology)

**Abstract:** A number of experiments have proved that the breakdown voltage for gas laser tubes can be dropped by 50% using the modified laser tubes.

### 引言

我们曾在“降低气体激光管着火电压的初步理论分析”<sup>\*</sup>一文(见本刊1980年第9期第18页)中对低着火电压激光管着火过程作了初步理论分析,为了与大家一起对激光管着火电压降低的机理进行深入讨论,现将我们在探讨低着火电压激光管实验过程中的部分实验及其结果介绍如下。

### 实 验

新结构低着火电压气体激光管大幅度降

低着火电压,这一实验结果已在国内若干研究所、高等院校及工厂重复验证。为了进一步寻找该结构中对降低着火电压起决定作用的因素并进行初步理论分析,我们做了些工作,并得出以下结论。在气体激光管中增加隔套管,使放电毛细管完全处于阳极区内,能达到预期降压效果,见图1。

那么,降低着火电压的决定因素是什么呢?从以下实验中可明显得出上述结论,并

收稿日期:1982年3月18日。

<sup>\*</sup>我们在该文中,为了讨论问题方便起见,借用属于辉光放电过程的“阳极区”、“阴极区”几个名词,决不是说“着火”过程是辉光放电过程。为和前文一致,本文仍沿用这几个名词。

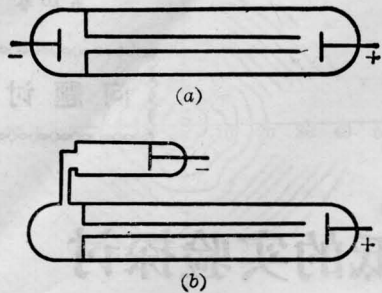


图 1

(a) 同轴型结构;  
(b) 傍阴极结构

给初步理论分析提供依据。

在新型管中, 阳极区体积增加到总体积的 1/2 左右 (旧型管中只占 1/25), 然而, 阳极区增大到多大才能大幅度降低着火电压呢? 请看表 1 实验结果。表中所列 No. 2~No. 4 仅是对同一支管的阳极区作了不同处理。实验数据表明, 只有 No. 2 降低到预想结果, 而 No. 3、No. 4 只是单纯地扩大了阳极区, 其结果着火电压没有降低。No. 2 是加了隔套管的低着火电压新结构管, 可是, 隔套管位置对着火电压又有什么影响呢? 从表 2 所列实验结果可以说明。

表 1

编号	腔长 (毫米)	$PN_0$ (毫米油柱)	$V_s$ (着火) (千伏)	$V$ (工作) (千伏)	$V_s - V_I$ (千伏)
No. 1	300	35	3.9	1.6	2.3
No. 2	300	35	1.9	1.3	0.6
No. 3	300	35	4.2	0.9	3.3
No. 4		30	(一)3.3 (二)3.5	0.9	2.4 2.6

实验数据表明, 从 No. 5~No. 7 均达到大幅度降低着火电压的目的, 其隔层到阳极距离对着火电压没有明显影响。

从以上两组实验得出两个实验结果, 一

表 2

编号	腔长 (毫米)	隔层到阳极距 (毫米)	$V_s$ (着火) (千伏)	$V$ (工作) (千伏)	$V_s - V_I$ (千伏)
No. 5	300	15	1.9	1.3	0.6
No. 6	300	82	1.78	1.2	0.58
No. 7	300	150	1.80	1.3	0.5

二是阳极区必须扩大; 二是毛细管要处在阳极区里。那么毛细管处在阳极区还是处在阴极区使着火电压降低得多呢? 图 2、表 3 列出实验结果。

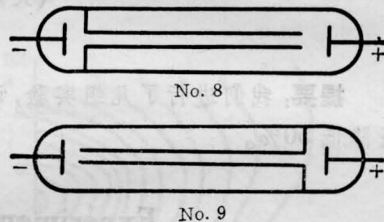


图 2 实验管型

表 3

编号	腔长 (毫米)	$PN_0$ (毫米油柱)	$V_s$ (着火) (千伏)	$V$ (工作) (千伏)	$V_s - V_I$ (千伏)
No. 8	530	30	2.9	2.2	0.7
No. 9	530	30	4.7	2.4	2.3

从表 3 所列数据看出毛细管必须处在扩大的阳极区里才能降低着火电压, 这也就说明了毛细管周围的带电性质对着火电压有着重要影响。

为了证明毛细管部分或全部处于阳极区的不同结构对着火电压的不同影响, 做了下一组实验, 结果见表 4。

表 4

编号	腔长 (毫米)	$V_s$ (着火) (千伏)
No. 2	300	4.3
No. 10	300	4.7
No. 11	300	2.8

实验证明, 毛细管部分处于阳极区而部分处于阴极区这种结构 (见 No. 10) 不能达到降低着火电压的目的, 只有在毛细管全部处于阳极区时才行 (见 No. 11)。

为了进一步证实毛细管周围的带电性质对着火电压有影响, 又安排了以下实验。

首先用验电器检验 No. 2 管的储气管外壁的电性, 结果是在阳极区阳性, 阴极区阴性。进而我们实验了一种特殊管型, 见图 3。在毛细管周围单独加上金属电极 3, 并与阳极区和阴极区都隔离开来, 并分别加上正电、负电或悬空不加任何电压, 得到表 5 所列出的实验结果。

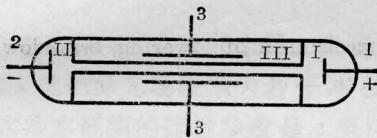


图 3

1—阳极; 2—阴极; 3—辅助电极;  
I—阳极区; II—阴极区; III—辅助区域

表 5

编 号	No. 12	No. 13	No. 14
腔 长 (毫米)	310	310	310
$P_{\text{He-Ne}}$ (毫米油柱)	24	24	24
$V_s$ 着火 (千伏)	6.4	2.0	7.6
$V$ 工作 (千伏)	1.3	1.4	1.4
$V_s - V_z$ (千伏)	5.1	0.6	6.2
最低气压 (毫米油柱)	13.0	2.0	20.0

从表 5 中看到, No. 12 管电极 3 悬空或与阴极联接 (见 No. 14), 其着火电压均和旧型管相同, 着火电压都没有降低, 而将电极 3 与电极 1 相联接 (见 No. 13) 时着火电压则大幅度降低。从这一结果可明显看到, 毛细管内表面均匀分布的电荷性质对毛细管内部带电粒子的运动状态起着重要作用。当然这一结论是针对在激光管着火过程而言的, 着火以后的正常工作状态不属我们讨论范围。

另外, 又对 No. 13 号管的区域 III 中充以不同气体并变化其气压 (与放电管内气压无关) 进行实验, 发现着火电压的大幅度降低不仅与毛细管周围带电性质有关, 而且还和毛细管周围的气压有关, 见图 4。

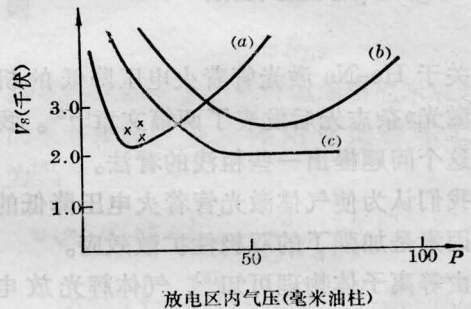


图 4

(a)—III 区充气: 55 毫米 He-Ne; (b)—III 区充气: 大气压空气; (c)—III 区充气: 13 毫米 He-Ne

## 结 论

综上所述, 低着火电压气体激光管的新结构要点是: 毛细管全部处在被扩大的阳极区, 才可以明显地使气体激光管的着火电压降低。