

照片 3

### 分析与讨论

#### 1. 激光雕刻大理石的机理

从对大理石激光加工的观测、对飞溅物的分析和样品材料破坏状况的研究(参看照片3)初步认为:聚焦的激光束照射到大理石工件表面,被加工表面吸收并转换成热能,使照射斑点局部区域的温度迅速升高。材料被烧成粉末状并以爆炸性高速喷射出来,高速喷射的反冲压力又在工件内部形成一个方向性很强的冲击波,进而加大了凹陷的深度。在压缩空气喷射下,粉末状残渣被吹掉。在激光束所扫过的区域即呈现出清晰的刻痕。

#### 2. 几点注意事项

a. 当激光照射到大理石表面的微小部份时,由于在它的附近产生急剧的温度梯度而引起热应力,会发生“爆裂”从而出现裂痕,由照片3可观察到条带状花纹粗晶大理石中出现的“爆裂”现象,并在热应力影响下形成缺口。当激光束相对工件移动时,裂痕也跟着移动。然而,发生裂痕的范围极其有限,可以通过激光束的移动等方法来控制裂痕,这可称之为可控破坏。

b. 大理石激光雕刻工艺与通常的激光材料切割的区别:激光切割时材料被切断,残渣向断口下喷,反溅物不太多;在激光雕刻中,材料仅被刻画而不穿透,残渣乱射。这对价格昂贵的镀过增透膜硫化镓的透镜是一个严重威胁,因而必须采取工艺措施,予以保护。

c. 根据大理石雕刻的材料性质和加工深度等情况,应采用长焦距才能获得较好的刻画表面。

132厂张汉元等同志曾帮助进行实验,特此致谢。

(昆明工学院 张梓华

1986年2月26日收稿)

## $\mu\text{s}$ 级脉冲氙灯放电回路中的电感分析

**Abstract:** The inductance of some components in the discharge circuit of microsecond flashlamp have been measured with an instrument of novel design for measuring inductance in the nano-Henry range. It provides the pertinent parameters for the development of high power microsecond pulsed flashlamp.

### 一、引言

泵浦碘光解激光器、染料激光器和 HF/DF 化学激光器,或用闪光光解来研究快速的化学反应都需要短脉宽(FWHM=1~2 $\mu\text{s}$ )的脉冲光源。

通常,脉冲灯放电回路为 RLC 回路,回路中的总电感  $L_T$  为各元器件电感之和,它包括电容器电感  $L_C$ 、导线电感  $L_L$ 、火花隙电感  $L_G$  和闪光灯电感  $L_F$ 。在设计脉宽大于 10 $\mu\text{s}$  的脉冲灯放电回路时,  $L_C$ 、 $L_G$ 、 $L_L$ 、 $L_F$  都可略而不计。然而在设计脉宽小于 10 $\mu\text{s}$  的脉冲灯放电回路时,这些元器件的电感则必须加以考虑。

为了弄清这些元器件电感的大小,我们用自制的 nH 电感测量仪测试了  $L_C$ 、 $L_G$ 、 $L_L$  和  $L_F$ ,为研制脉宽小于 10 $\mu\text{s}$  的脉冲光源提供了必要的参考数据。

### 二、测量原理及装置

新型 nH 电感测试仪的测量原理为 LC 回路自由振荡。该仪器的电原理图如图 1 所示。仪器由四

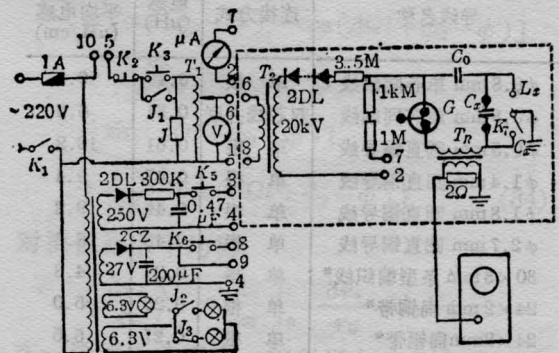


图 1 新型电感测试仪电原理图

部分组成: 高压充电单元、 $LC$  振荡单元、控制单元和显示单元。仪器的核心是  $LC$  振荡单元, 它由主放电电容  $C_0$ 、火花隙  $G$ 、待测元件  $M$  (图中  $M=C_x$ ), 电流测量线圈  $T_R$  及导线所组成。当  $M=C_x$  时, 开关  $K_1$  掷向  $C_x$  端使  $C_0$  和  $C_x$  串联。当  $M$  为在通常条件下不导电的火花隙和脉冲灯时, 开关  $K_1$  掷向  $L_x$  端, 以便形成  $C_0$  的充电回路。当  $M$  为导线时,  $K_1$  可任意掷向  $C_x$  或  $L_x$  端。

$C_0$  充上电以后, 由控制单元发出脉冲触发信号, 使火花隙  $G$  导通, 于是  $C_0$  通过待测元件  $M$  放电, 用  $T_R$  来测量放电电流的振荡周期, 而  $C_0$  是已知的, 于是可求出  $L_x$ 。

### 三、测试结果

#### 1. 测量电容器电感 $L_G$

我们测量了国产和进口的高压脉冲电容器的电感 (试验电压为 16 kV), 测试结果见表 1。

表 1 几种电容器的电感

$C_x$ ( $\mu\text{F}$ )	0.01	0.047	0.2	0.3*	0.5	0.7*	2.0
$U_{\text{额定}}$ (kV)	30	30	30	100	30	50	50
$L_x$ ( $\mu\text{H}$ )	0.030	0.025	0.060	0.037	0.060	0.025	0.171
单位容量具有的电感 $\mu\text{H}/\mu\text{F}$	3.0	0.5	0.3	0.12	0.12	0.03	0.09

\* 为美国 Maxwell 公司产品

#### 2. 测量导线电感 $L_L$

为了寻找电感小使用方便的导线, 我们对一些常用导线的电感进行了测量。导线长度均为 50 cm, 试验电压 16 kV, 导线都垂直放置。其结果见表 2。

从表 2 可见, 编织线、扁铜带、扁铝带的电感最小, 其单位长度的平均电感约为 5 nH 左右。导线电

表 2 各种导线的电感

导线名称	连接方式	电感 ( $\mu\text{H}$ )	单位长度的平均电感 ( $\mu\text{H}/\text{cm}$ )
$\phi 0.8$ mm 单芯同轴线	单根	0.49	9.8
$\phi 0.8$ mm 单芯同轴线	双芯线并联	0.31	6.2
$\phi 0.5$ mm 圆直铜导线	单根	0.61	12.2
$\phi 1.4$ mm 圆直铜导线	单根	0.47	9.4
$\phi 1.8$ mm 圆直铜导线	单根	0.46	9.2
$\phi 2.7$ mm 圆直铜导线	单根	0.43	8.6
30×3 mm 条型编织线*	单根	0.24	4.8
24×2 mm 扁铜带*	单根	0.25	5.0
24×2 mm 扁铝带*	单根	0.27	5.5

\*  $a \times b = 30 \times 3$ 。a—带宽; b—带厚。

感和它的长度之间的关系是非线性的, 但在比较短时 (例如 50 cm 以内) 可以认为二者之间基本上呈线性关系。从图 2 可以明显地看到这一点。因此在导线比较短时, 以单位长度的平均电感来进行相对比较是合适的。

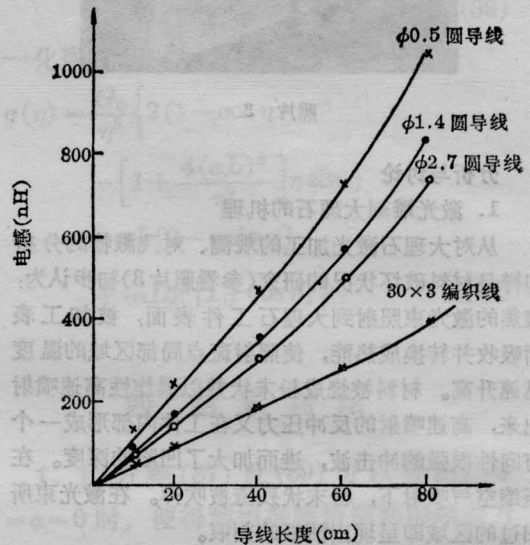


图 2 各种导线的电感

由图 2 还可看到对于圆直铜导线, 随线径增加, 导线电感下降。这些常用的圆直导线虽然使用方便, 但其电感都偏大, 在实际工作中不宜使用。而同轴线则由于它的芯线端离屏蔽端太近, 在实际工作中难以利用其同轴特性来连接灯, 因此也不宜使用。从减小电感和使用方便这两个方面来考虑, 宜采用编织线作导线。当然在使用时, 导线越短越好。

#### 3. 火花隙电感 $L_G$ 的测定

经测试发现, 结构不同的火花隙其电感也不同。电极杆长度对火花隙电感的影响较大, 杆长电感也大。

#### 4. 闪光灯电感 $L_F$ 的测量

我们测量了两种直管脉冲氙灯的电感并用二级 Marx 发生器 ( $C_0 = 0.7/2 = 0.35 \mu\text{F}$ ) 研究了尺寸相同但结构不同的灯的电感, 发现: i)  $L_F$  要比  $L_G$  和  $L_C$  大, 即使用  $\phi 5 \times 60$  这么短的灯, 其电感竟达 144 nH 左右。ii) 尽管灯的几何尺寸都相同, 通过灯的峰值电流密度相近, 但由于结构形状不同, 会使灯的电感产生较大的差别。从表 3 可知, 单螺旋形灯的电感比 Z 形灯大一倍多。Z 形灯的结构可能有助于消电感, 因此这三种结构的灯相比, 它的电感最小, 所以要减小  $L_F$ , 灯的结构形状也很有讲究。



表3 几种脉冲氙灯的电感

灯型 (mm)	试验电压 (kV)	充电电容 ( $\mu\text{F}$ )	峰值电流密度 ( $\text{kA}/\text{cm}^2$ )	电感 ( $\mu\text{H}$ )
$\phi_{\text{内}}5 \times 60$ 直管灯	16	0.305		0.14
$\phi_{\text{内}}12 \times 200$ 直管灯	20	0.305		0.44
$\phi_{\text{外}}10 \times 900$ Z型灯	60	0.7/2	35.0	1.59
$\phi_{\text{外}}10 \times 900$ U型灯	60	0.7/2	34.0	2.23
$\phi_{\text{外}}10 \times 900$ 螺旋型灯	60	0.7/2	30.0	3.35

图3示出三种结构不同的灯,表3列出几种脉冲氙灯的电感。灯的充气压力均为100Torr。

通过对 $\mu\text{s}$ 级脉冲灯放电回路中各元器件电感的测量和分析,我们设计了脉冲快放电路,研制出

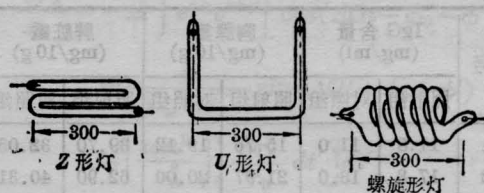


图3 三种结构不同的灯

脉宽(FWHM)为 $1.5 \mu\text{s}$ ,贮能1kJ的脉冲氙灯,并以它为光泵实现了光引发HF/DF链反应化学激光的高比能输出。

(中国科学院大连化学物理研究所)

董子丰 张允祿 陈锡荣 张存浩

1986年1月20日收稿

## 激光照射对皮肤及机体免疫功能的影响

**Abstract:** In order to investigate the safety of low-power  $\text{CO}_2$  laser therapy, experimental observation on mice and rabbits were carried out. The results showed that the irradiation of lowpower laser light has no adverse influence on skin and immunological function of organism.

我院自1977年开展低功率 $\text{CO}_2$ 激光治疗至今已有八年,在治疗多种疾病上取得一定疗效。为探讨我们所用的激光器对机体皮肤和免疫功能有无影响,我们选用小白鼠和家兔分别进行实验观察。

### 材料和方法

**实验动物:** 选用体重24.5~25g的JCR同族纯种健康小白鼠34只(雄18只,雌16只)和体重为1350~3650g的健康家兔15只(雄8只,雌7只)。

**激光器:** 采用广州玻璃搪瓷研究所生产的连续波 $\text{CO}_2$ 激光器。波长 $10.6 \mu\text{m}$ ,输出功率0.85~1.5W。

### 实验方法

小白鼠17只为照射组,照射胸部,距离100cm,一次照射。随机分为两组:第一组5只,照射2小时,输出功率为0.85W,光斑半径2.5cm。第二组12只,照射1小时,输出功率及功率密度同上。对这两组小白鼠进行照射后,相隔72小时取血清测定免疫球蛋白G(IgG)含量,解剖后取出胸腺和脾脏称出重量。其余17只没照射的白鼠,亦同样进行上述项目检查,并相应分为两组与两照射组作对照。

15只家兔接受激光照射臀部,照射距离80cm,输出功率1.5W,光斑半径1.9cm。每天照射一

次,每次1小时,连照5天。未照射前于左侧背部皮内注射植物血凝素(PHA)0.1ml(PHA浓度为0.66mg/ml),24小时后观察红斑反应。结束照射后72小时于右侧背部皮内注射PHA0.1ml,24小时后观察红斑反应。臀部皮肤照射后肉眼观察及切片进行病理组织学检查。

### 实验结果

小白鼠血清IgG含量、胸腺和脾脏重量测定结果

表1 第1组小白鼠检查结果与对照组比较

编号	IgG含量 (mg/ml)		胸腺重 (mg/10g)		脾脏重 (mg/10g)	
	照射组	对照组	照射组	对照组	照射组	对照组
1	10.8	10.0	15.00	22.19	31.67	66.25
2	9.6	10.0	26.78	19.00	35.93	34.33
3	6.4	10.4	16.90	19.33	60.34	49.67
4	9.6	3.6	21.31	28.92	30.82	28.62
5	18.0	11.6	22.71	31.43	29.49	34.64
$\bar{x}$	10.88	9.12	20.54	24.17	39.65	42.70
$\pm SE$	$\pm 1.92$	$\pm 1.41$	$\pm 2.1$	$\pm 2.54$	$\pm 5.40$	$\pm 6.84$
t	0.736		1.113		0.35	
P	>0.05		>0.05		>0.05	

注: 三项检查结果比较均无显著性差异( $P > 0.05$ )