

## 激光蒸汽云及其光源的探讨

陈丽娜

中南地勘局二三〇研究所

激光显微光谱分析法目前在地质、冶金、国防等科学和技术领域里得到了广泛应用，它已成为物质微区化学成份分析的一种重要手段。要使激光显微光谱分析法能迅速的发展，必须解决当前分析上存在的标样的制备、取样的代表性、分析的再现性及检测限等问题。除了在仪器装置和测试方法上进行大量的工作外，对激光蒸汽云及其辅助激发发光机理的研究探索也是极为重要的。

我们采用不同的辅助电极放电延迟时间对几种不同试样，进行了几十次试验，并对普通脉冲与巨脉冲激光分别照射不同性质的试样所产生的激光蒸汽云中各种发光粒子的均匀性进行了探讨。

### 实验条件

一、工作条件：LMA-10型激光显微光谱分析仪

氙灯电压 850伏

辅助电极电压 5000伏  
 电容 (II) 1200微法拉  
 电感 125毫亨  
 延迟时间 200—800微秒  
 电极间隙及电极与样品的间距均为 1—1.2毫米

### 二、试样的选择

人工标样（三硫化锑作基体，加10%的低压聚乙烯，在 140℃ 300 公斤/（厘米）<sup>2</sup> 的压力下，压饼成型）、电气石、陶瓷、Al-Mg 合金、钢材。

1. 普通脉冲激光
2. 巨脉冲激光
3. 基体对同一元素激发延迟时间的影响

### 讨论

1. 从表 1 可以看出，用普通脉冲激光蒸发激发试样时，同一种试样中同一种元素

## 1. 普通脉冲激光

Table 1 Ordinary pulse laser

试 样	电 气 石			人 工 标 样		
				Zr I 3392.0	Zr II 2620.6	III 2690.5
谱线(Å)	Al I 2652.5  I 3082.2	Al I 3064.3	Al II 2816.2  III 3601.6	La I 3392.0 Y II 3327.9 Sc II 2552.4	La III 3171.7 Y III 2817.9 Sc III 2699.0	III 3517.1  III 2946.0  III 2734.0
最佳延迟时间(μs)	200	400	500	400—500	700—800	
谱线(Å)		Si I 2506.9 I 2524.1	Si III 2531.8 III 3088.4			
最佳延迟时间(μs)	I	400	500			
谱线(Å)	Mg I 2852.1	Mg II 2928.8				
最佳延迟时间(μs)	200	400				
试 样	陶 瓷			Al—Ag合金		
谱线(Å)	Si I 2506.9 Al I 3082.2	I 2881.6  II 2816.2	III 2541.8  III 3601.6	Al I 3082.2  I 3092.7	Al I 2652.5  I 2660.4	Al II 2816.2  III 3601.6
最佳延迟时间(μs)		500		200 自 吸	300	400
谱线(Å)					Mg I 2779.8 II 2928.8	
最佳延迟时间(μs)					300	
谱线(Å)						
最佳延迟时间(μs)						

的不同类型谱线的最佳延迟时间并不完全一样,一般具有如下两种情况:激发电位低的原子线的最佳延迟时间比较短;元素的二次电离线的最佳延迟时间比原子线及一次电离线的最佳延迟时间推后几百微秒。因为激光聚焦在试样表面对其进行蒸发激发时,所产

生的等离子体中的近试样表面部分是连续光谱和二次离子线的发射区,而离试样表面较远部分则是原子线和一次离子线的发射区。当使用辅助火花延迟激发,电极到样品表面距离不变,随着延迟时间的变化(200μs~800μs),仅仅使激光所产生的蒸发蒸汽继续

2. 巨脉冲激光

Table 2

Giant pulse laser

试 样	人 工 标 样			陶 瓷		
谱线(Å)	Zr					
	II 3392.0	III 2620.6	III 2690.5			
	La			Al		
	II 3337.5	III 3171.7	III 3517.1	I 3082.2	II 2816.2	III 3601.0
	y			Si		
II 3327.9	III 2817.0	III 2946.0	I 2506.9	I 2881.6	III 2541.8	
Sc						
II 2552.4	III 2699.0	III 2724.0				
最佳延迟时间(μs)	← 500—600 →			← 500 →		

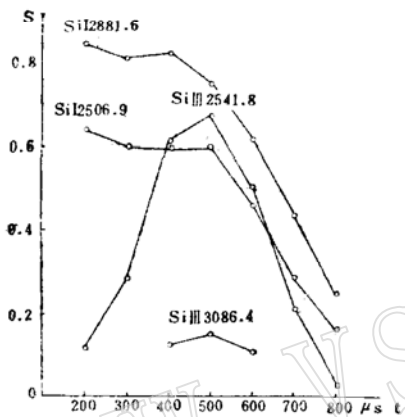


图 1—1 陶瓷普通脉冲延迟时间曲线  
Fig 1—1 The curves of delayed-time of ordinary pulse Laser (ceramics)

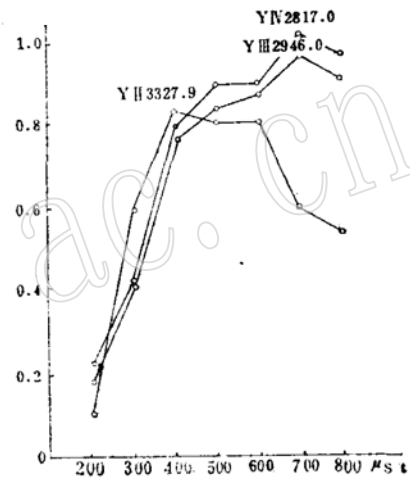


图 2—1 人工标样普通脉冲延迟时间曲线  
Fig 2—1 The curves of delayed-time of ordinary pulse Laser (synthetic samples)

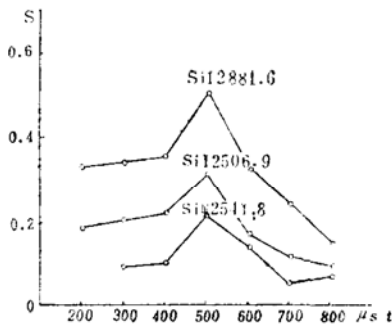


图 1—2 陶瓷巨脉冲延迟时间曲线  
Fig 1—2 The curves of delayed-time of giant pulse Laser (ceramics)

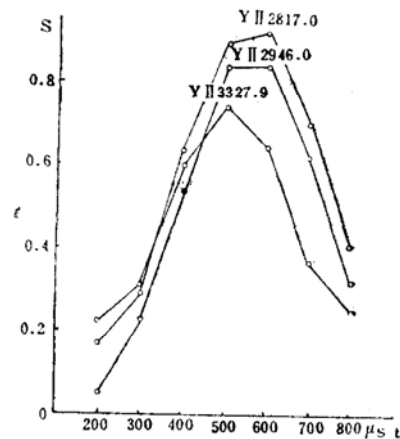


图 2—2 人工标样巨脉冲延迟时间曲线  
Fig 2—2 The curves of delayed-time of giant pulse Laser (synthetic samples)

上升, 延迟时间为 200 μs 时, 辅助电极间隙间的激光蒸汽云辐射的主要是原子线和一次离子线, 所以激发电位低的原子谱线强度最大。因蒸汽云中各种原子、电子、离子有着不同的上升速度, 随着辅助电极延迟时间的

## 3. 基体对同一元素激发延迟时间的影响

Table 3 Delayed effect on excitation of different matrix

试 样	人工标样		电气石		陶 瓷		Al—Mg合金	
	Al I	Al II	Al I	Al II	Al I	Al I	Al I	Al II
谱线(Å)	3082.2	2816.2	3082.2	2816.2	3082.2	2816.2	3082.2	2816.2
普通脉冲 最佳延迟时间(μs)	500	500	2000 (自吸)	500	200	400	200 (自吸)	400

变长, 激光所产生的蒸汽云不断上升, 二次离子线的发射区渐渐进入辅助电极间隙, 从而使得二次离子线的最佳延迟时间往后推迟。

2. 从表 2 可看出, 采用巨脉冲激光时, 同一种试样中不同元素的不同类型谱线, 它们的最佳延迟时间基本一致。因普通脉冲激光的功率密度低, 一部分试样被汽化激发, 而另一部分以液滴形式从喷口喷出, 同时在蒸汽云中会产生喷射效应。而巨脉冲激光是在极短的时间内给试样极大的能量, 使试样汽化, 蒸汽云中喷溅少。随着激光巨脉冲尖峰数的减少和尖峰间距的增大, 使激光所产生的蒸汽云变得均匀, 并在激发过程中保持相对稳定。同时提高了分析精度。

3. 不同试样的同种元素的同一类型谱线, 它们的最佳延迟时间也有差别。这是因为激光蒸汽云的喷射形状、蒸发速度和蒸发

量随着试样的种类不同而异所引起的。

4. 激光等离子体内的温度分布和原子浓度分布是不均匀的, 等离子体的中心温度很高, 粒子密度也大, 等离子体中心存在大量的激发态的粒子, 而边缘存在大量的基态原子。当试样中某种元素含量很高时, 它在等离子体中的浓度也大。等离子体边缘部位同一元素的原子处在基态的最多, 因而共振线及激发电位低的谱线在延迟时间为 200 μs 时产生了自吸

## 主要参考资料

1. 王昭宏: 激光显微发射光谱法的现状和展望, 长春地质学院岩化系 1982。
2. 李维华, 段玉然: 矿物激光显微光谱分析, 地质出版社 1981。
3. 肖裕民, 尹有祥: 国外激光显微光谱分析概况, 冶金工业部矿冶研究总院 1979。
4. 国外发射光谱分析资料选编 (下册)。

## Investigation on Laser Vapour Cloud and Its Light Source

Chen Li-Na

Ordinary pulse laser and giant pulse laser, being excited by auxiliary electrode discharge in different delayed-time, are used to investigate the homogeneity of luminous particles in laser vapour cloud produced by test-sample of various property.

The results showed that luminous particles in vapour cloud distribute more evenly and remain relatively stable by use of giant pulse laser. Therefore, analyse reproductivity can be improved.