

## 红宝石和钽玻璃激光器的内部自破坏

P. V. Avizonis T. Farrington

通过几个“Q—开关”激光振荡器和放大器实验已发现激光棒内部会形成气泡，并且最后发生断裂。这种破坏与通常在中等功率水平( $10^7$  到  $10^8$  瓦)下出现在红宝石镀膜和布儒斯特面上的情况是不同的。

本文所收集的內破坏数据最先在西屋公司<sup>[1]</sup>观察到。这些资料是在去年一年内用一个激光“Q—开关”振荡放大器装置(已在文献[2]中描述)系统地积累起来的。简单说来，此装置是由转镜或克尔盒“Q—开关”，一根直径0.6吋、长7吋的红宝石振荡器和一或两个同样大小的红宝石放大器组成。用二级放大器在单脉冲中得到超过60焦耳的能量(33焦耳/厘米<sup>2</sup>)。用肉眼即可看到在这种输出水平下的内部破坏，即是宝石棒中出现几个裂面和气泡。用高于通常泵浦的能量来抽运红宝石，但不发生激射，从而确定这种破坏系完全来源于激光。没有观察到泵光引起的破坏(用  $\text{CuSO}_4$  甘油溶液外套滤掉紫外辐射从而防止棒被辐照)。

由图1可看见典型的破坏图样。

用气体激光照明时则红宝石的破裂和气泡更为明显。 $60^\circ$ 和 $90^\circ$ 取向(晶轴对光轴)的红宝石都出现破坏。所用的红宝石主要是林德“Station-C”，测试过一些较老的红宝石(光学质量差得多)。它们在比“Station-c”低30%的能量水平下就出现破坏，但在较老的红宝石上没有足够的的数据以得到系统的曲线。有趣的是裂断面看来是顺着红宝石晶轴的。 $60^\circ$ 和 $90^\circ$ 红宝石都如此。 $60^\circ$ 红宝石的破坏阈值比 $90^\circ$ 的高20~30%。只要注意到 $60^\circ$ 方向是红宝石的优先生长方向，由这种事实看来这也是无须惊奇的。

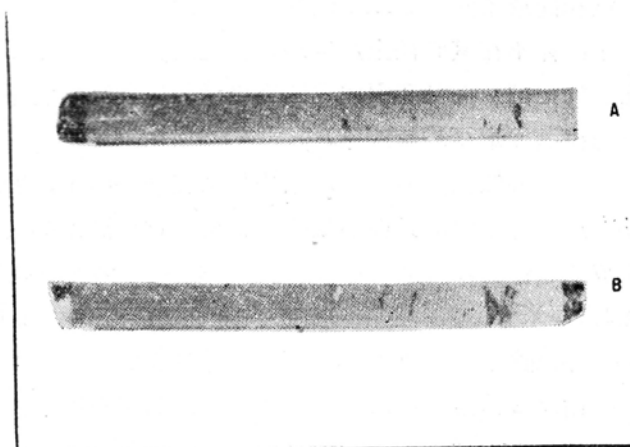


图1 单次发射的红宝石内破坏引起击断  
A—轻破坏；B—重破坏。

能量破坏的阈值是通过激光棒第一次激射时在激光工作物质内部出现内气泡来判断的。

换句话说，就是新棒中开始出现气泡的能量阈值。图 2 代表约 20 根红宝石棒的结果。这些棒是在一组与别的一组主题有关的实验中破坏的。将每平方厘米破坏的能量阈值对释放能量的脉冲长度作图。用克尔盒开关振荡器得到 0.009 和 0.015 微秒的脉冲，使用转镜开关并变化振荡腔长，就得到更长的脉冲。在所有的例子中，都利用了一个或两个放大器来提高输出能量。

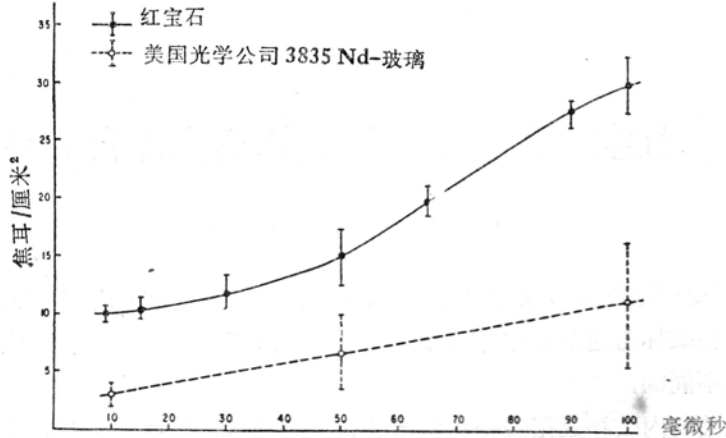


图 2 激光器内破坏的阈值能量与脉冲长度的关系

在第二个放大器棒输出端最先看到初始的破坏。在振荡器和放大器中的其他点上很少看到后生破坏。随着一次次的激光操作，观察到的破坏将向第二个放大器低能量端不断地延伸。因为图 2 代表“阈值”情况，这里只考虑了最初的破坏。

如图所示，在给定的脉冲长度下破坏阈值的点范围很大。这是因为在给定能量水平下，产生或不产生破坏是不确定的，此外一旦红宝石被破坏了，它就不能再用来测量（不论脉冲长度相同或不同）第二个破坏阈值。因此，点的范围代表大量红宝石特有的变化。它也可以表示：棒不在其直径上产生均匀强度的激射，强光面积也不能重复。因此，它不仅能提供数据点的范围，而且还引起比图 2 表示的还要高的能量密度破坏阈值（如果所表示数据的能量是对棒截面取平均值的话）。

有用的钕玻璃激光器数据<sup>[3]</sup>也画在同一图上。所用的是美国光学公司的硅玻璃，由于玻璃在熔化过程中渗铂而引起破坏。得到这些数据的实验是用玻璃“Q—开关”振荡放大装置来完成的。值得注意的是，非“Q—开关”钕玻璃内破坏的数据点对毫秒脉冲也是适用的（约 200 焦耳/厘米<sup>2</sup>）。消除了铂的特制玻璃的最初数据表明，破坏阈值在 0.1 微秒时大于 100 焦耳/厘米<sup>2</sup>，在毫秒数量级时为 1,000 焦耳/厘米<sup>2</sup>。

由图 2 注意到，破坏不是在一定的功率输出下出现的。实际上，当脉冲加长时，破坏阈值的功率输出显著地下降；另一方面，容许的能量密度却显著增加。现在还不知道红宝石内部破坏的机理。可能是由于晶体中含有杂质引起的。显然它是脉冲宽度和能量两者的函数。最后，在很高的功率时（10<sup>9</sup> 瓦或更高），反馈布里渊散射可起主要作用。根据图 2 的曲线，似乎有理由预言，一旦得到很大能量的微秒脉冲，破坏阈值将增加很多（2 倍或更多），特别是从毫秒脉冲长度的阈值来看更是如此。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] I. Basil, Private Communication, Westinghouse Corp., Baltimore, Md.(1963).  
 [ 2 ] P. V. Aviyonis and R. L. Grotbeck, *Submitted to J. Appl Phys.*(1965).  
 [ 3 ] E. Dixon, Private Communication, American Optical Co., Southbridge, Mass.(1965).

原载 *Appl. Phys. Lett.*, 1965, 7, №8, 205~206 (唐武译, 向立人校)

# 用内透镜进行气体激光器选模并使模体增大

T. Li, P. W. Smith

我们把一对通光孔径显著不同的平面镜放在一个会聚透镜的两个焦点内组成共焦结构, 使可见光氩-氟气体激光器工作在基本的横向模内。这就是伯奇(Burch)<sup>[1,2]</sup>为了在激光器内选模和加大模体积所提出的“猫眼”系统。伯奇<sup>[1]</sup>, 贝克(Baker)和彼得斯(Peters)<sup>[3]</sup>, 斯金纳(Skinner)和吉西克(Geusic)<sup>[4,5]</sup>用脉冲红宝石激光器验证过这种系统的修正方案。特别值得注意的是斯金纳和吉西克<sup>[4,5]</sup>的实验获得了单模输出。

图 1a 说明该系统的几何结构。焦距为  $f$  的会聚透镜  $L$  放在离镜  $M_1$  的距离为  $d_1$ 、离镜  $M_2$  的距离为  $d_2$  的位置上。

在“猫眼”结构中  $d_1 = d_2 = d = f_1$ , 因而这种系统与共焦放置两个透镜等价, 透镜焦面上的孔径大小可以改变。

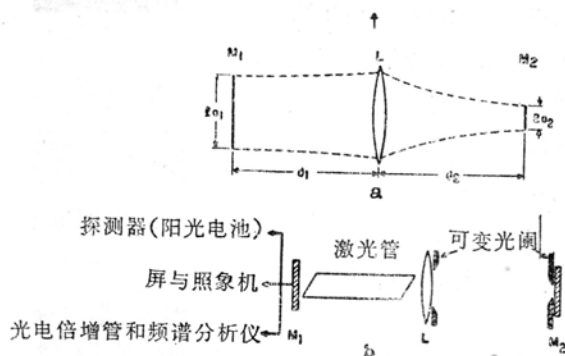


图 1

a—“猫眼”系统的几何结构; b—实验装置。

托腊耳多(Toraldo)<sup>[6]</sup>已经证明, 相应于平面镜模的积分方程与博伊德(Boyd)和科格尔尼克(Kogelnik)<sup>[7]</sup>讨论过的共焦谐振腔相同。

因此“猫眼”系统具有共焦式谐振器的所有属性, 即高斯-厄密型模花样、简并模谱、损耗低、模能很好地分辨、容易对准等等。为了单模操作, 镜子的孔径  $a_1$  和  $a_2$  应该使得系统的