

特别说明

此资料来自豆丁网(<http://www.docin.com/>)

您现在所看到的文档是使用**下载器**所生成的文档

此文档的原件位于

<http://www.docin.com/p-57592748.html>

感谢您的支持

抱米花

<http://blog.sina.com.cn/lotusbaob>

方向性好

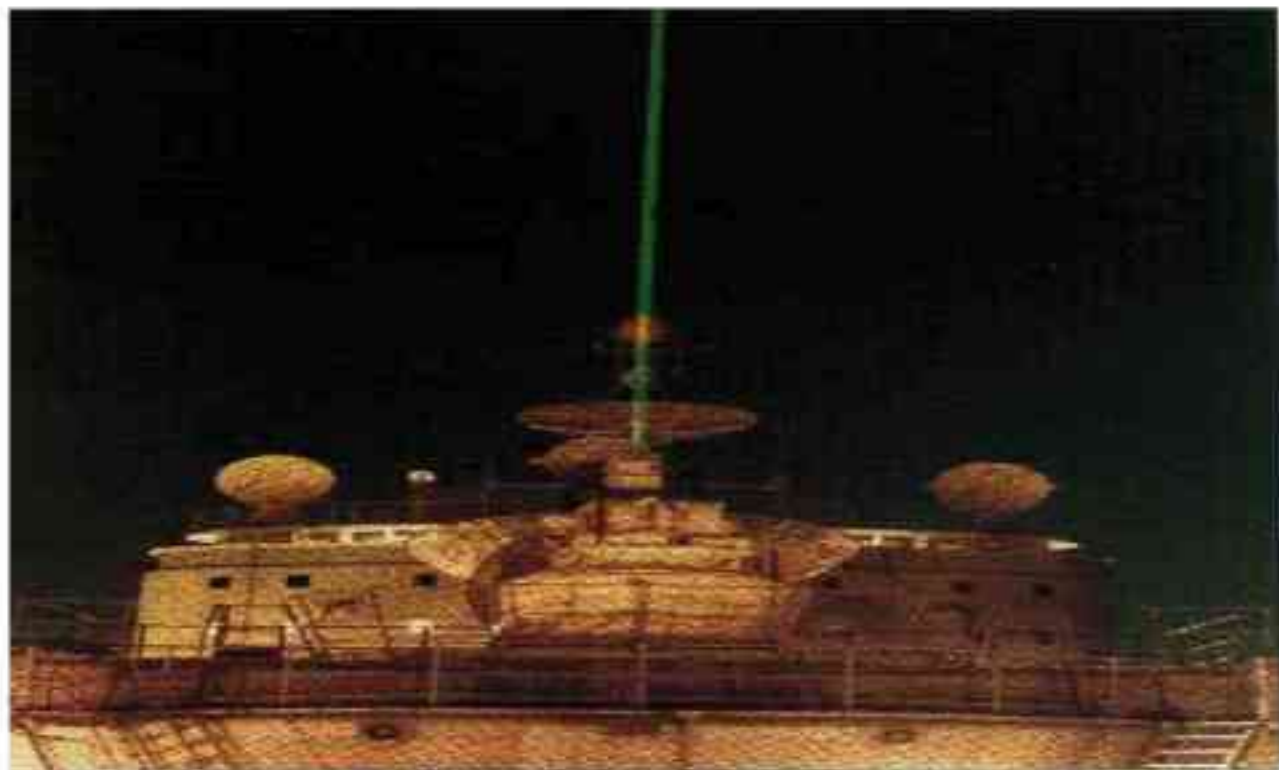
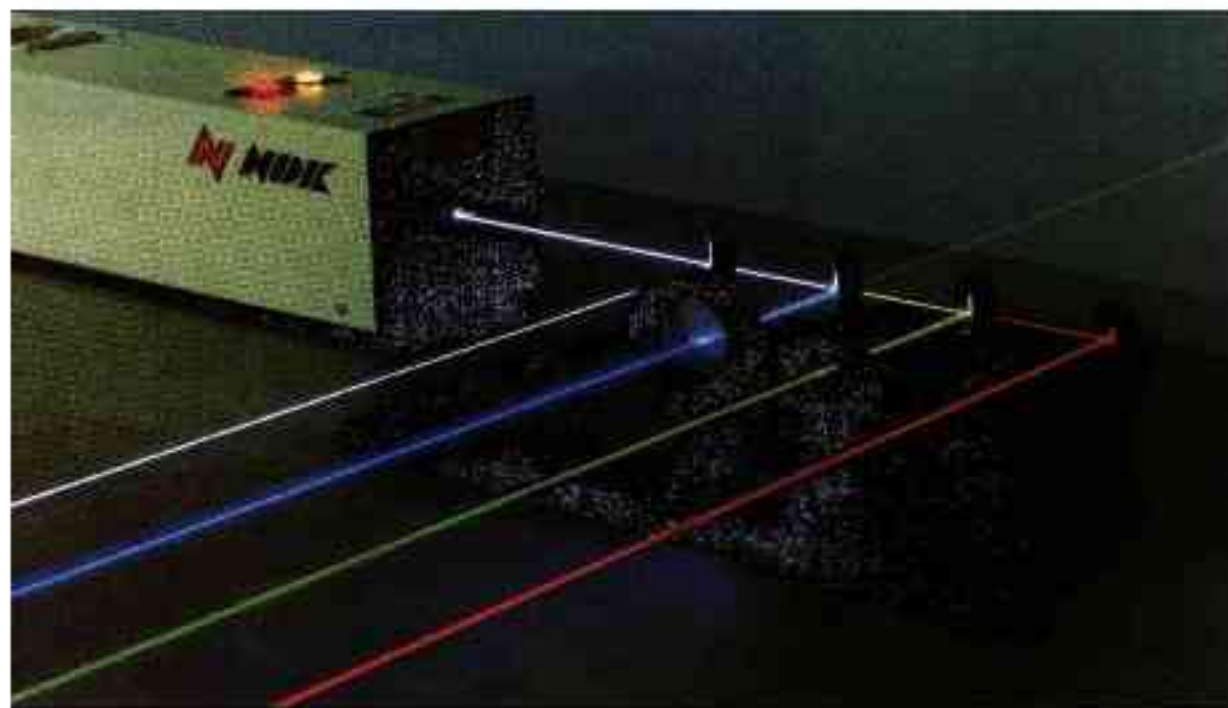


FIGURE 1. Operating on the Marine Nationale ship *H. Poincaré* the LIMA lidar system can monitor atmospheric temperature and density up to an altitude of about 100 km.

单色性好



高亮度





激光的空间相干性

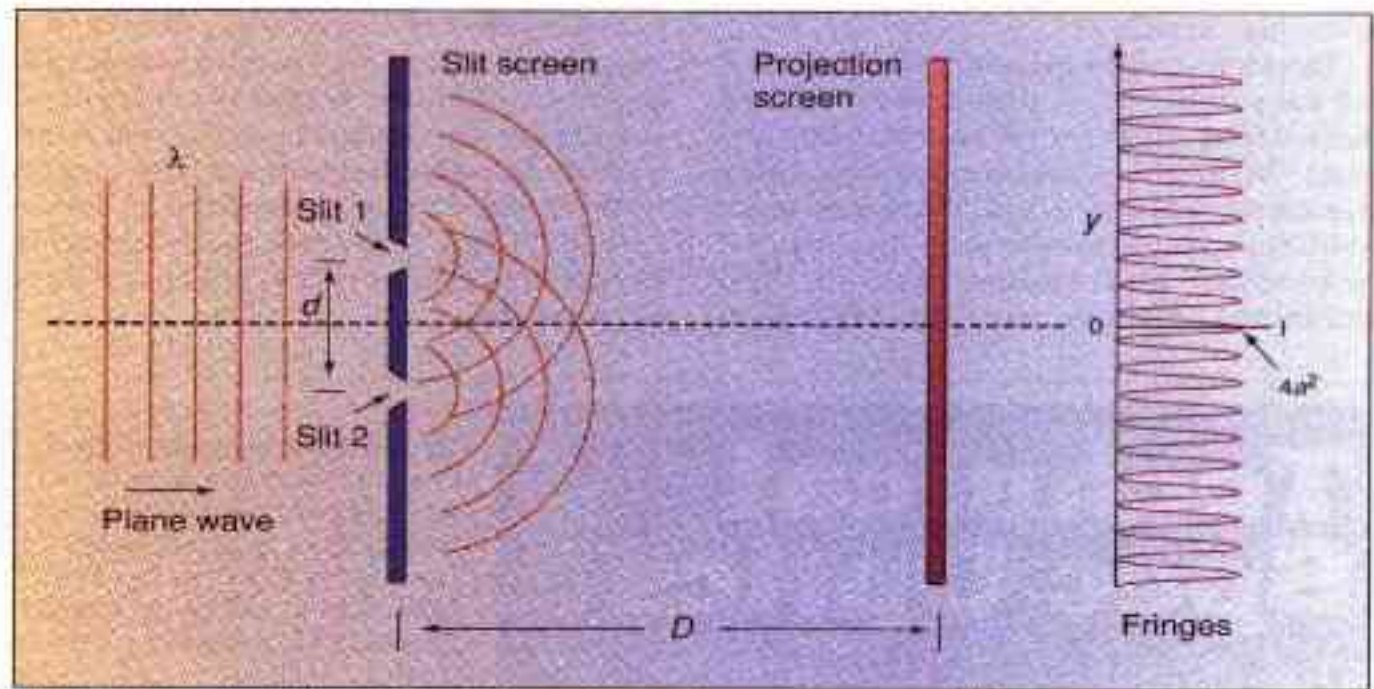
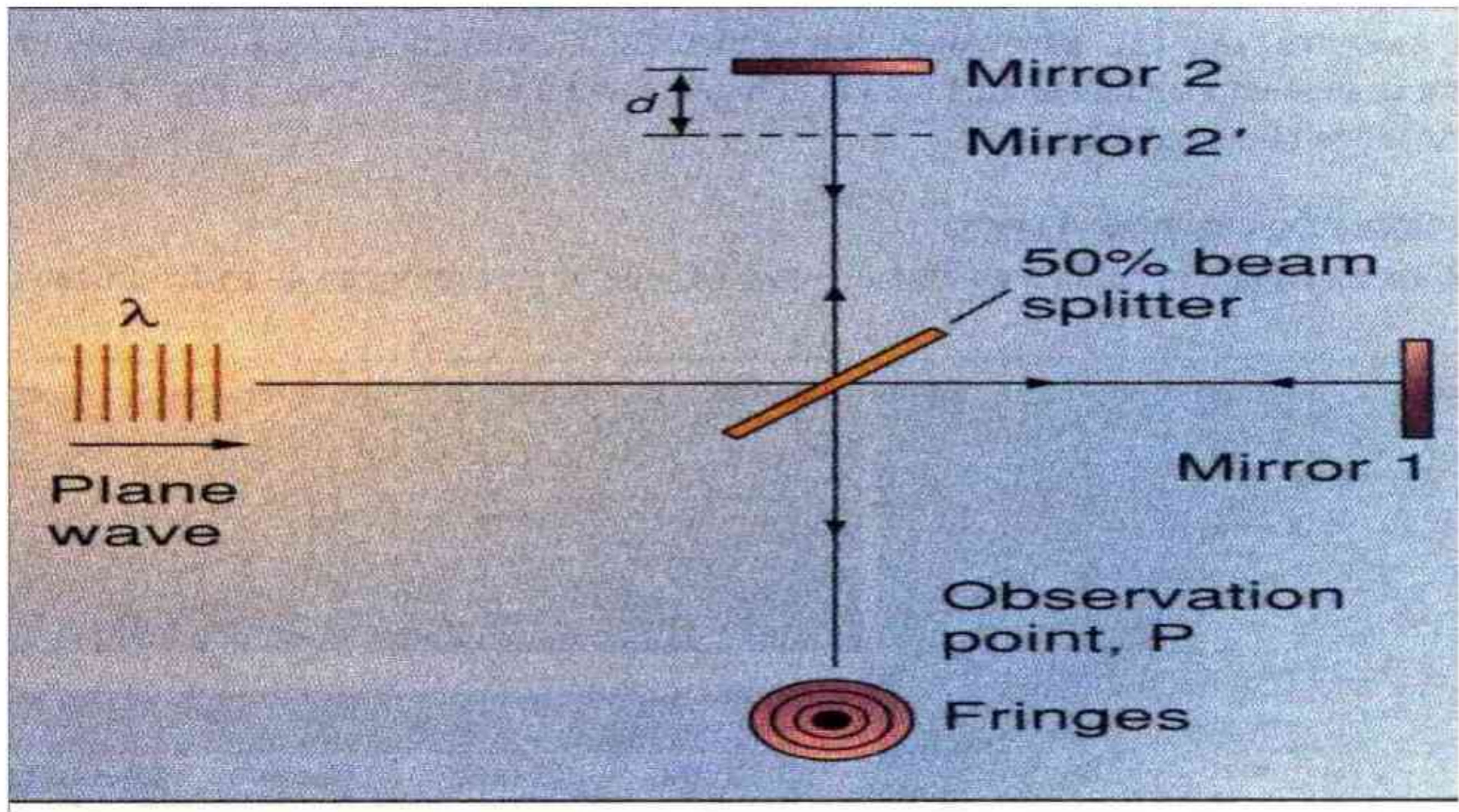
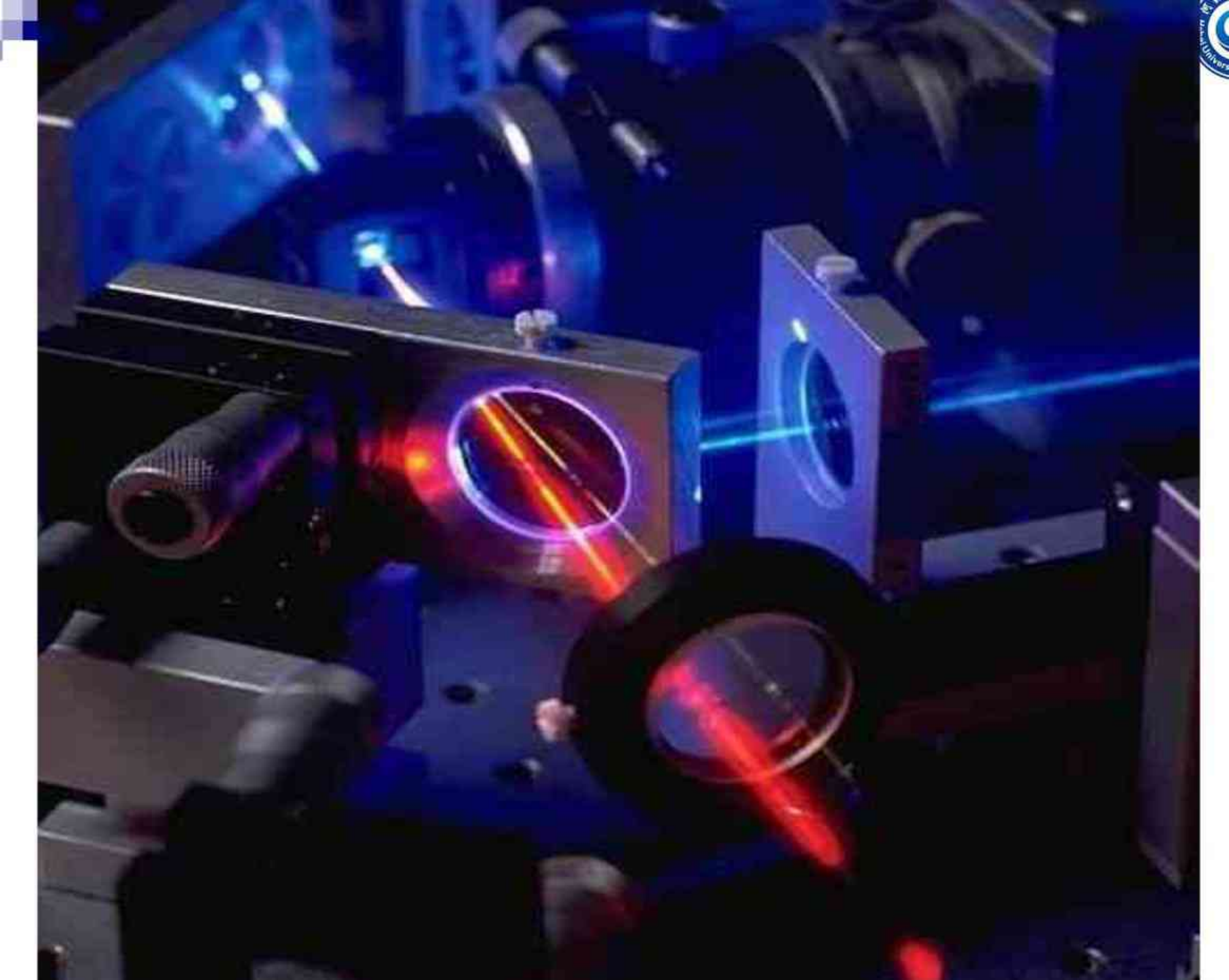


FIGURE 4.10 (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z)

激光的时间相干性

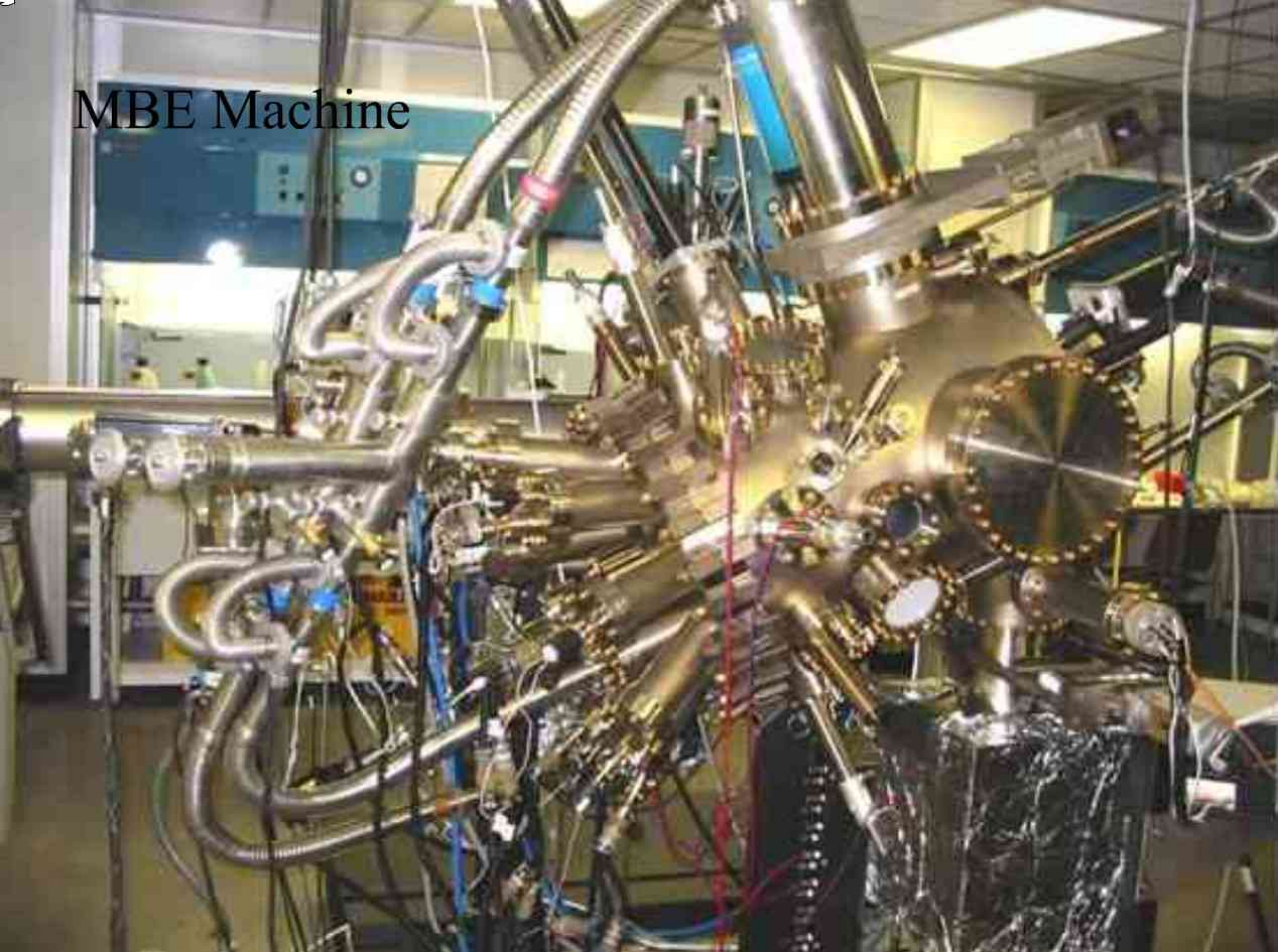








MBE Machine



按输出方式分:

- 连续激光器
- 脉冲激光器
- 重复脉冲激光器
- 模式可调激光器

按激励方式分:

- 光激励
- 电激励
- 化学激光器

按输出波长范围:

- 远红外
- 中红外
- 近红外
- 可见光
- 近紫外
- 真空紫外
- X光



按工作物质分:

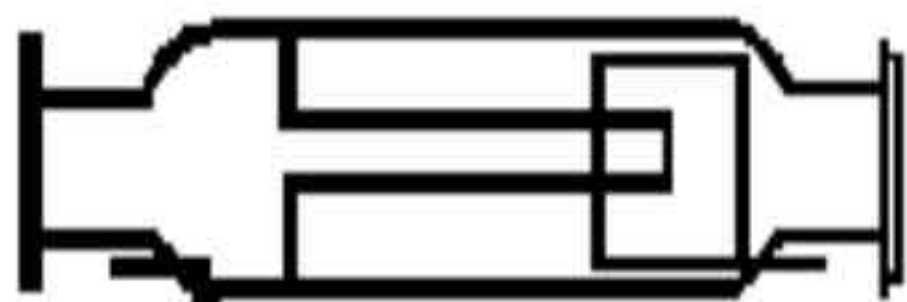
- 气体激光器: **He-Ne, CO₂, Ar⁺, Kr⁺**
- 固体激光器: **红宝石, 钕玻璃, 掺钕钇铝石榴石 (YAG)**
- 半导体激光器: **GaAs**
- 液体激光器: **若丹明6G染料激光器, 掺钕二氯氧化硒 (SeOCl₂:Nd⁺³)**
- 自由电子激光器



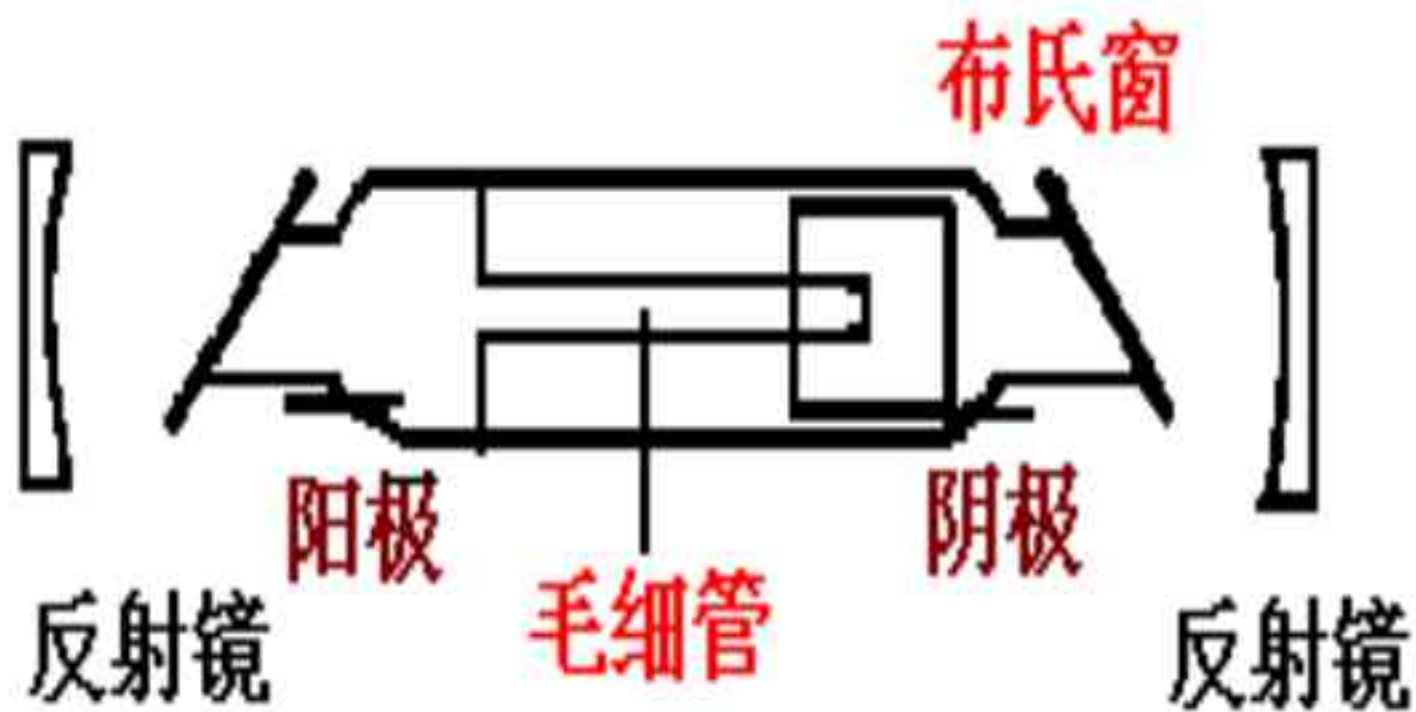
常见激光器及其特性

		名称	工作物质	波长(μm)	激励方式	特征
气体激光器	原子	He-Ne	He-Ne	0.6328	气体放电	广泛
	分子	CO ₂	CO ₂	10.6	气体放电	高功率输出
		N ₂	N ₂	0.3371	气体放电	无谐振腔
	离子	Ar ⁺	Ar ⁺	0.4880	气体放电	常用作泵浦源
		He-Cd	He-Cd	0.4416	气体放电	
固体激光器	红宝石	Cr ³⁺ - Al ₂ O ₃	0.6943	光泵浦	应用广泛, 可得到高功率输出	
	Nd ³⁺ -YAG	Nd ³⁺ -YAG	1.06	光泵浦		
	钕玻璃	Nd ³⁺	1.06	光泵浦		
液体激光器	染料	染料	0.32	激光泵浦	波长可调	
半导体激光器	GaAs/ GaAlAs	GaAs	0.85	电流注入	短波长通信	
	InP/InGaAsP	InP	1.30	电流注入	长波长通信	

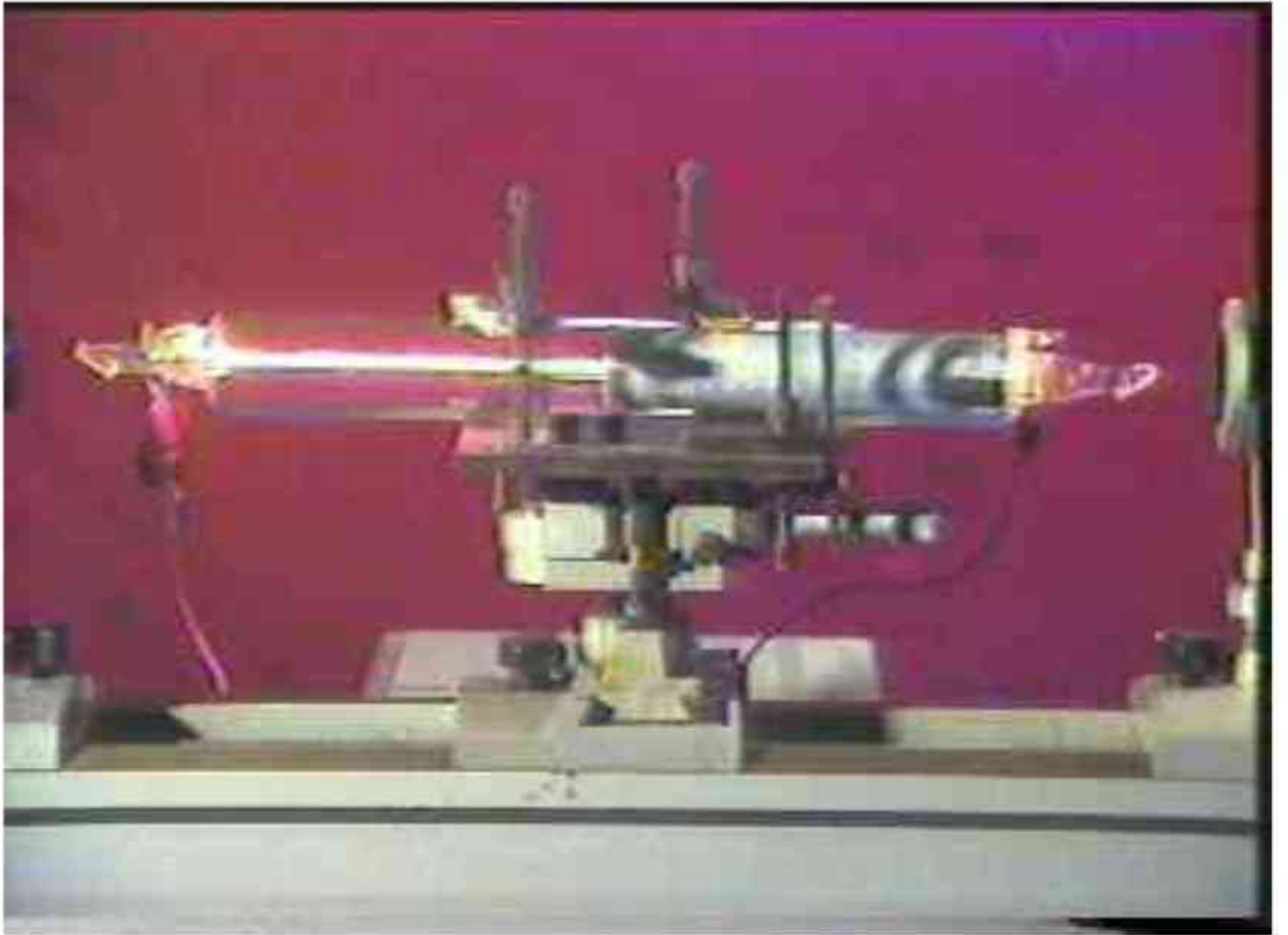
1. He-Ne 气体激光器



(a) 内腔式

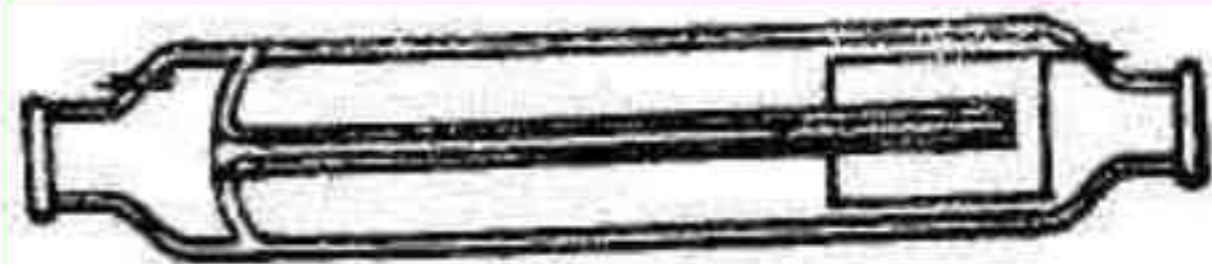


(b) 外腔式

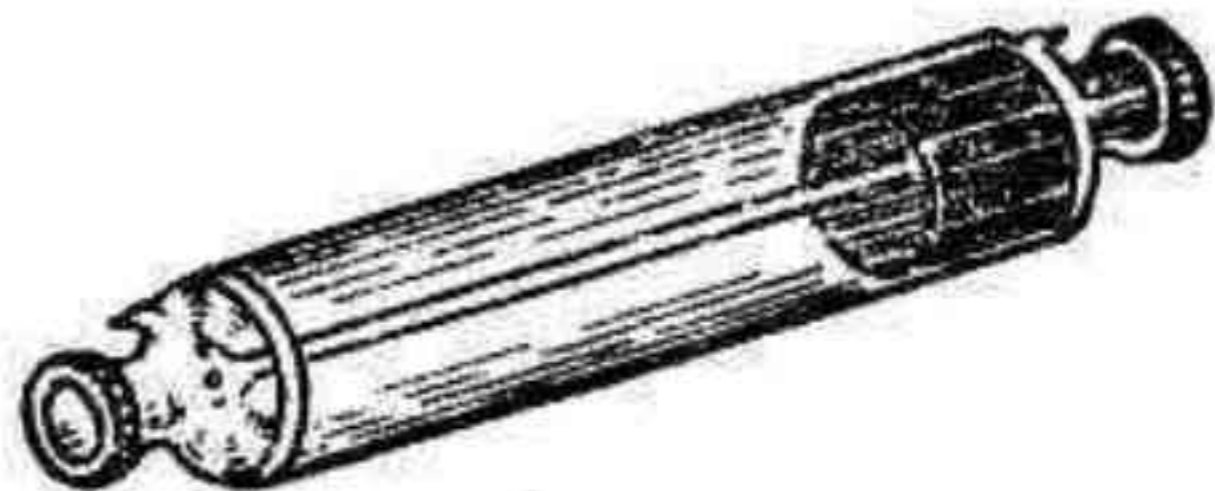


工作介质是封闭在放电管(毛细管)中的He-Ne混合气体. He-Ne激光器中He是辅助物质, Ne是激活物质。He的气压约为1mmHg, He与Ne之比为5:1~10:1.放电管越长,输出的功率就越高. 一端反射镜反射率为100%,另一端反射率为98%.

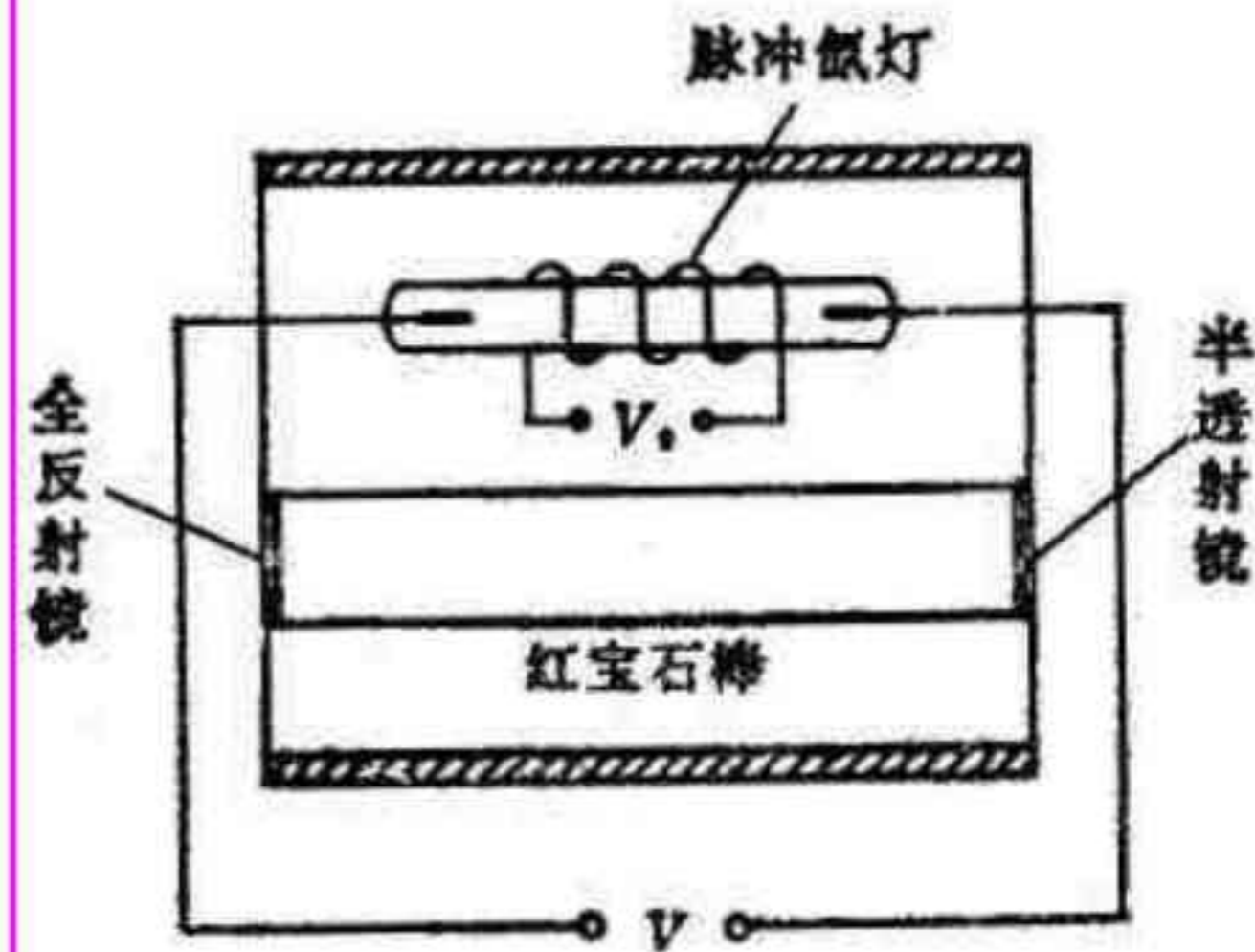
在氦氖混合气体中,产生受激辐射的是氖原子,氦原子只起传递能量的作用。



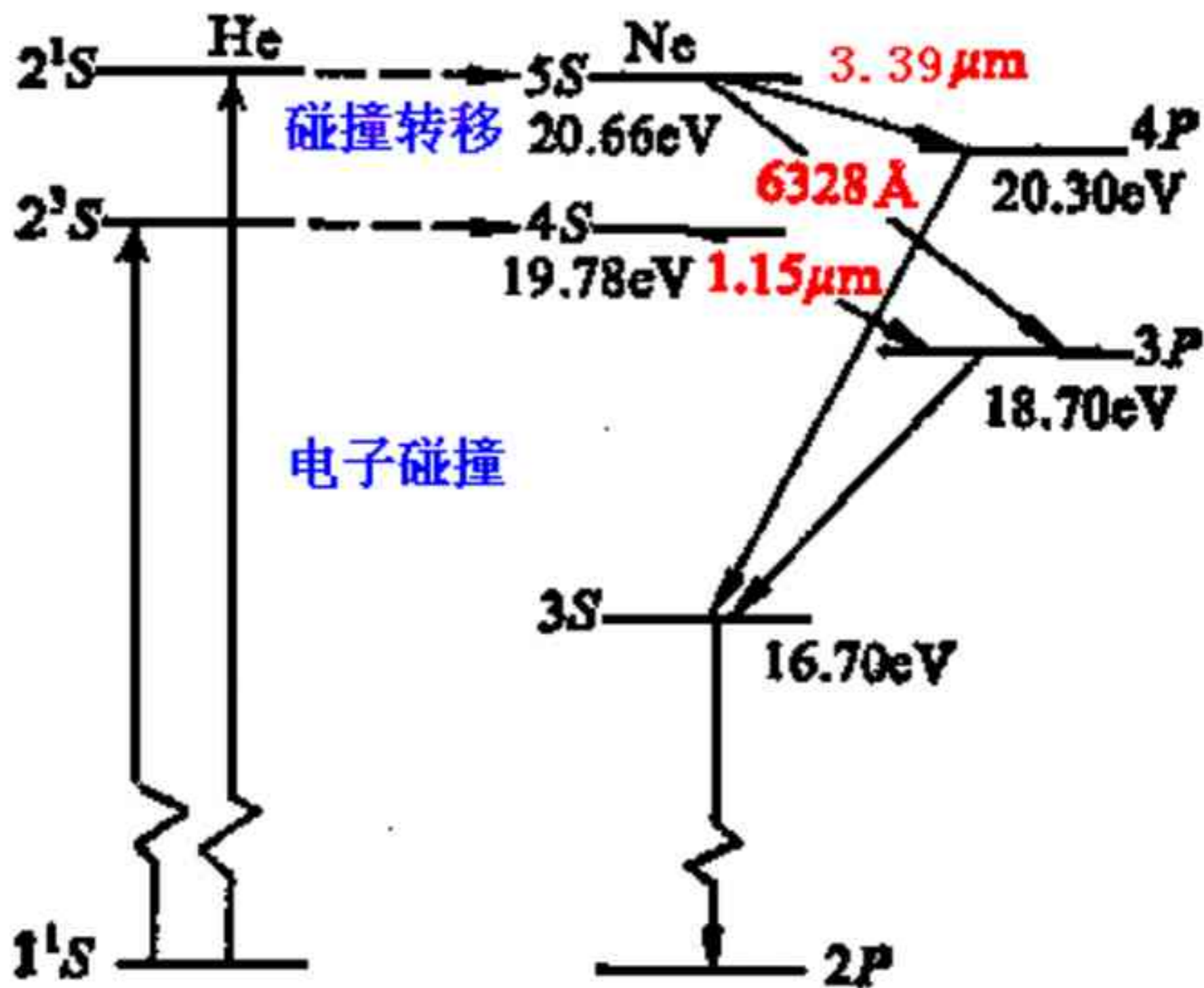
(a)剖面图



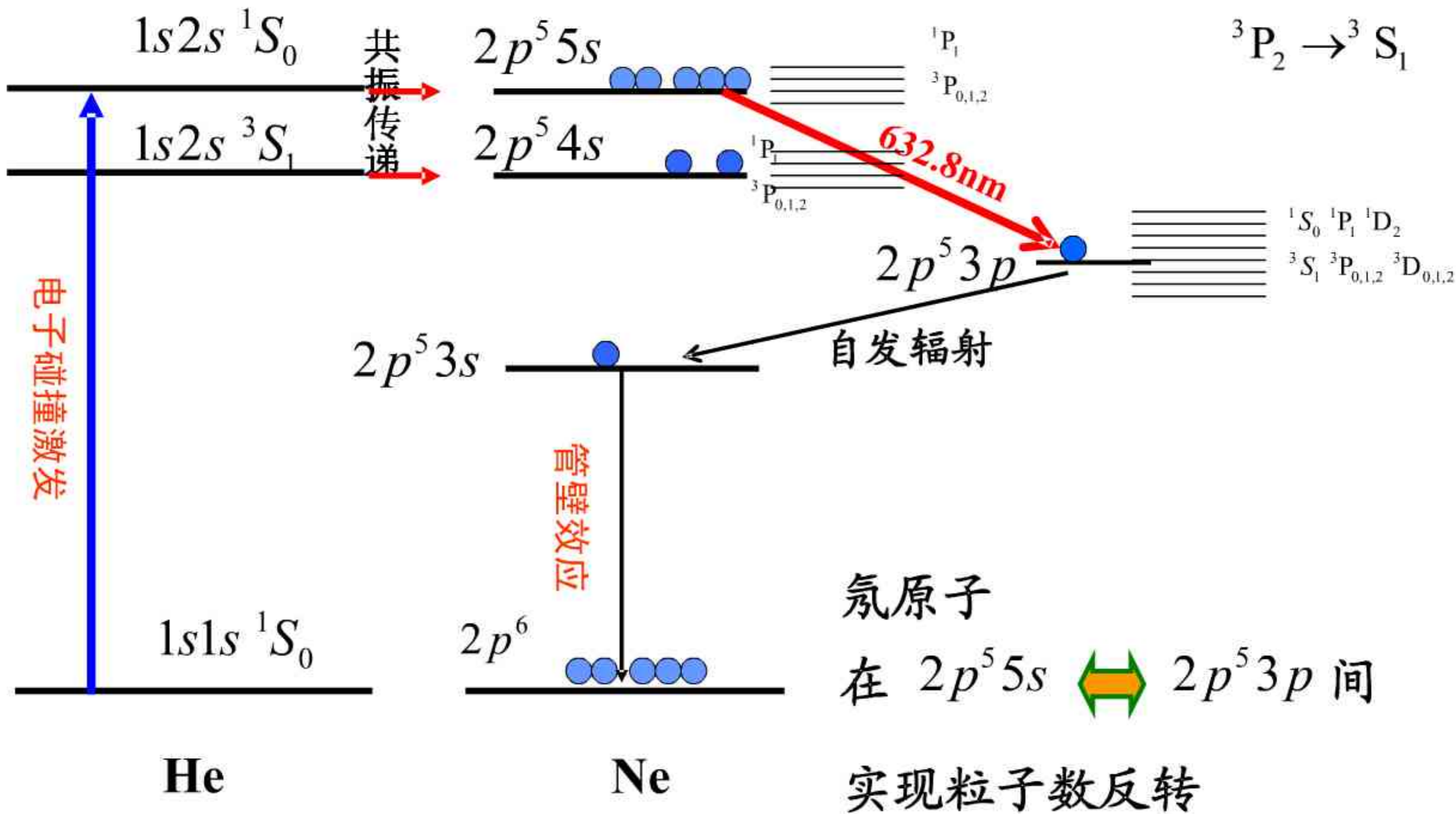
(b)实物图



He-Ne激光器能级图



氦氖气体激光器是四能级系统



He-Ne激光管的工作原理:

- 如何使Ne的高能级 $5S$ 和 $4S$ 上具有了较多的原子?
- ◆ 由于电子的碰撞, He被激发(到 2^3S 和 2^1S 能级)的概率比 Ne 原子被激发的概率大;
- ◆ He 的 2^3S , 2^1S 这两个能级都是亚稳态;
He的这两个激发态上集聚了较多的原子.
- ◆ 由于Ne的 $5S$ 和 $4S$ 与He的 2^1S 和 2^3S 的能量几乎相等, 当两种原子相碰时非常容易产生能量的“共振转移”;
- ◆ 在碰撞中 He把能量传递给 Ne而回到基态, 而Ne则被激发到 $5S$ 或 $4S$;

➤ 设法减少下能级的粒子数

- ◆ 正好Ne的 $5S, 4S$ 是亚稳态, 下能级 $4P, 3P$ 的寿命比上能级 $5S, 4S$ 要短得多, 这样就可以形成粒子数的反转.
- ◆ 放电管做得比较细(毛细管), 可使原子与管壁碰撞壁频繁. 借助这种碰撞, $3S$ 态的Ne原子可以将能量交给管壁, 发生“无辐射跃迁”而回到基态 $2P$, 以及时减少 $3S$ 态的Ne原子数, 有利于激光下能级 $4P$ 与 $3P$ 态的抽空.
- ◆ Ne原子可以产生多条激光谱线, 其中最强的有三条:
 $0.6328\mu\text{m}$; $1.15\mu\text{m}$; $3.39\mu\text{m}$; 它们都是从亚稳态到非亚稳态、非基态之间发生的, 因此较易实现粒子数反转.

He-Ne激光器是利用原子中的电子—电子能级之间的跃迁；它可以在 $0.6328\mu\text{m}$ ， $3.39\mu\text{m}$ ， $1.15\mu\text{m}$ 三个中的任何一个波长上实现激光振荡。

① $0.6328\mu\text{m}$ 振荡是由 $3S_2 \rightarrow 2P_4$ 跃迁形成的。上能级 $3S_2$ 寿命为 10^{-7}s 。下能级 $2P_4$ 寿命为 $1.8 \times 10^{-8}\text{s}$ ，比 $3S_2$ 寿命短得多，因而满足反转分布条件。

② $1.15\mu\text{m}$ 振荡是由 $2S_2 \rightarrow 2P_4$ 跃迁形成的。对激光上能级 $2S_2$ 的泵浦是通过与氖的 2^3S_2 的近共振能量转移来实现的。 $2S_2$ 的寿命为 10^{-7}s 。它的下能级与 $0.6328\mu\text{m}$ 跃迁过程所使用下能级的相同。

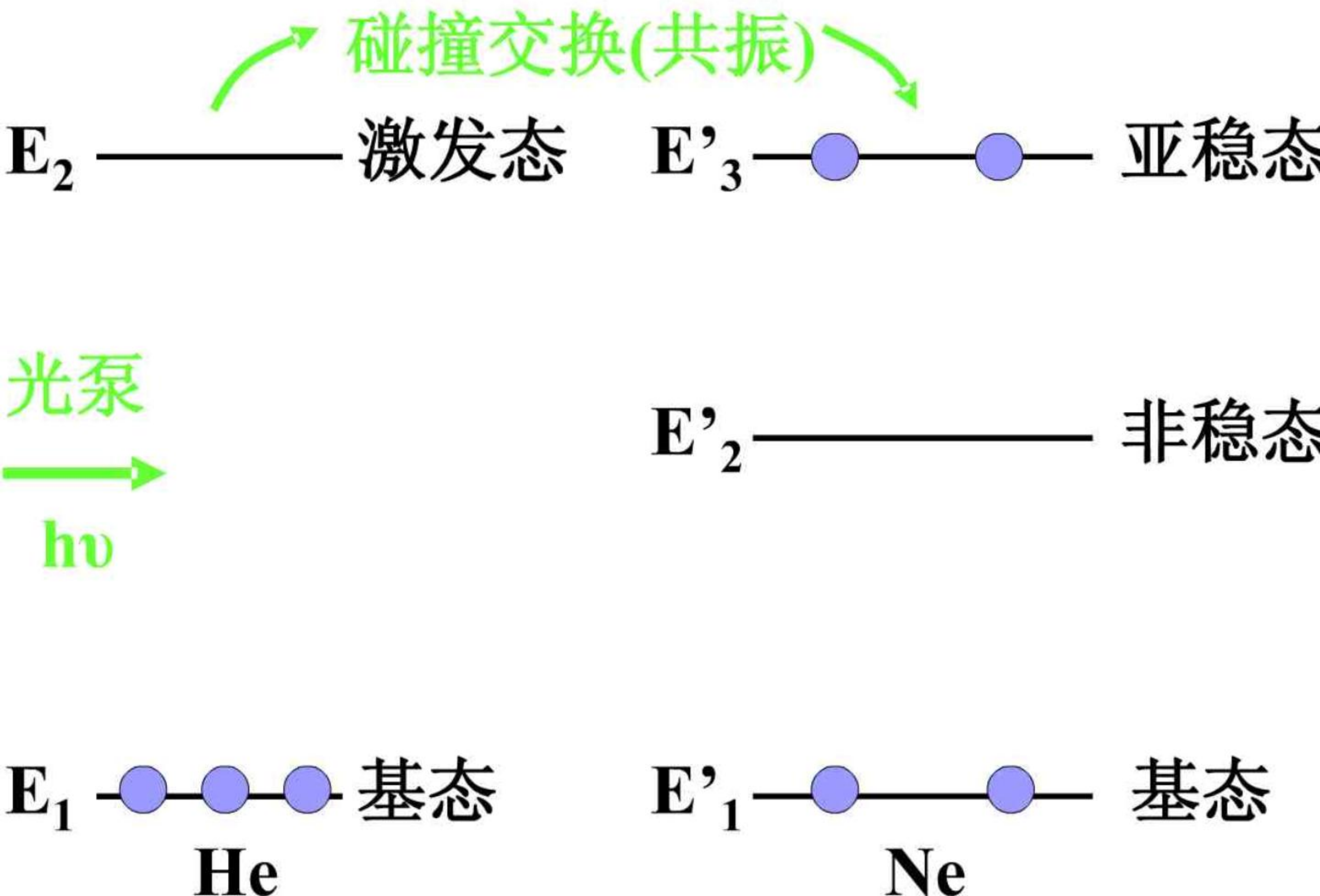
③ $3.39\mu\text{m}$ 振荡是由 $3S_2 \rightarrow 3P_4$ 跃迁形成的。其上能级与 $0.6328\mu\text{m}$ 振荡时的上能级相同；下能级 $3P_4$ 的寿命为 10^{-8}s 。

为了保证 $0.6328\mu\text{m}$ 振荡，必抑制 $3.39\mu\text{m}$ 振荡。在中小功率He-Ne激光器中使用玻璃材料的布儒斯特窗，会强烈地吸收 $3.39\mu\text{m}$ 的光而不吸收的 $0.6328\mu\text{m}$ 光，或者给腔镜镀多层介质膜时，使其对 $0.6328\mu\text{m}$ 有最大的反射率；对于较长的激光器，在腔内加色散冷却或放置甲烷吸收盒，甲烷在 $3.39\mu\text{m}$ 处有一强吸收峰。

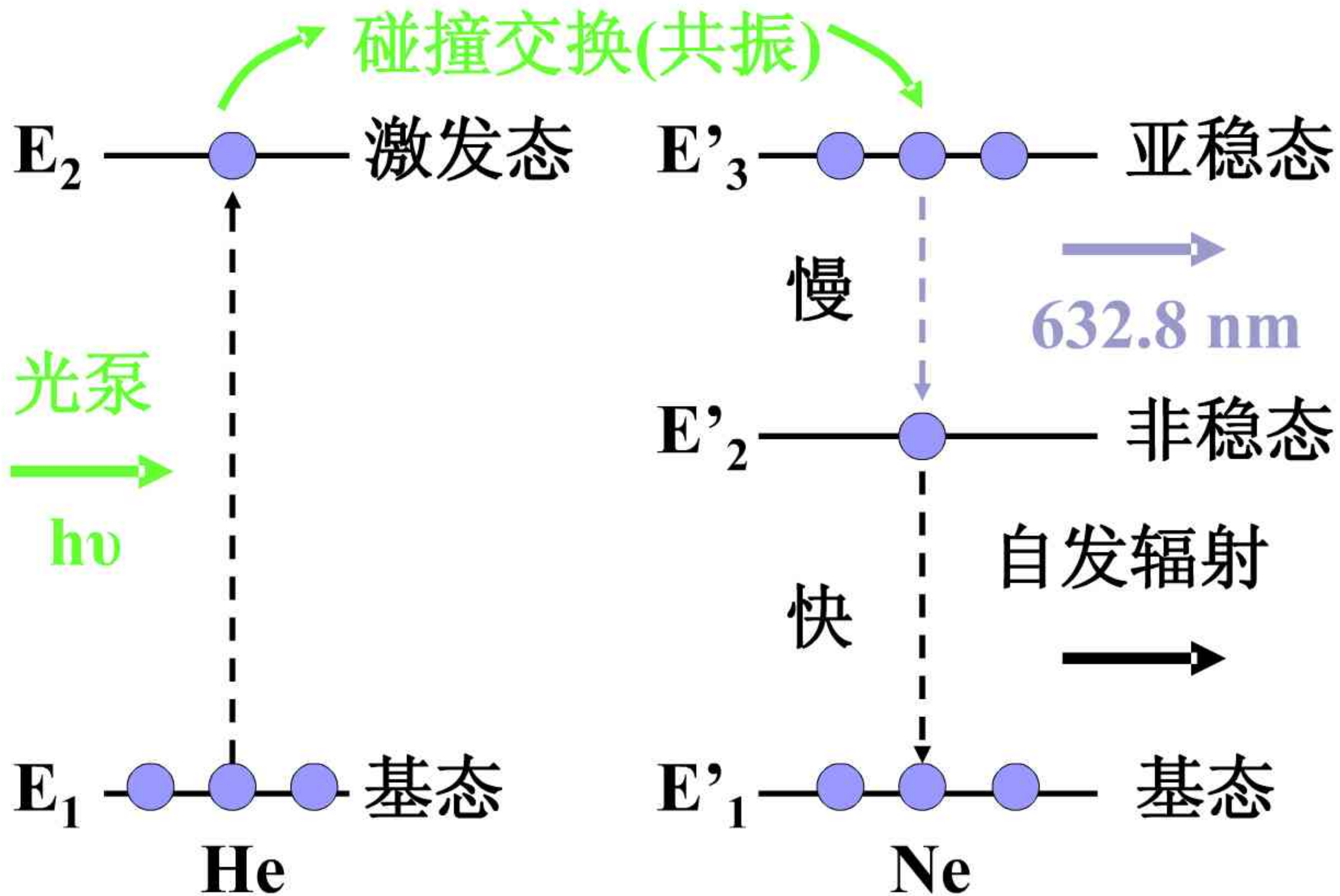
$0.6328\mu\text{m}$ 与 $1.15\mu\text{m}$ 两种振荡使用同一个下能级，因此也存在谱线竞争。它们较上一种竞争弱一些。在采取上述抑制 $3.39\mu\text{m}$ 振荡的措施后， $1.15\mu\text{m}$ 振荡也将被抑制。



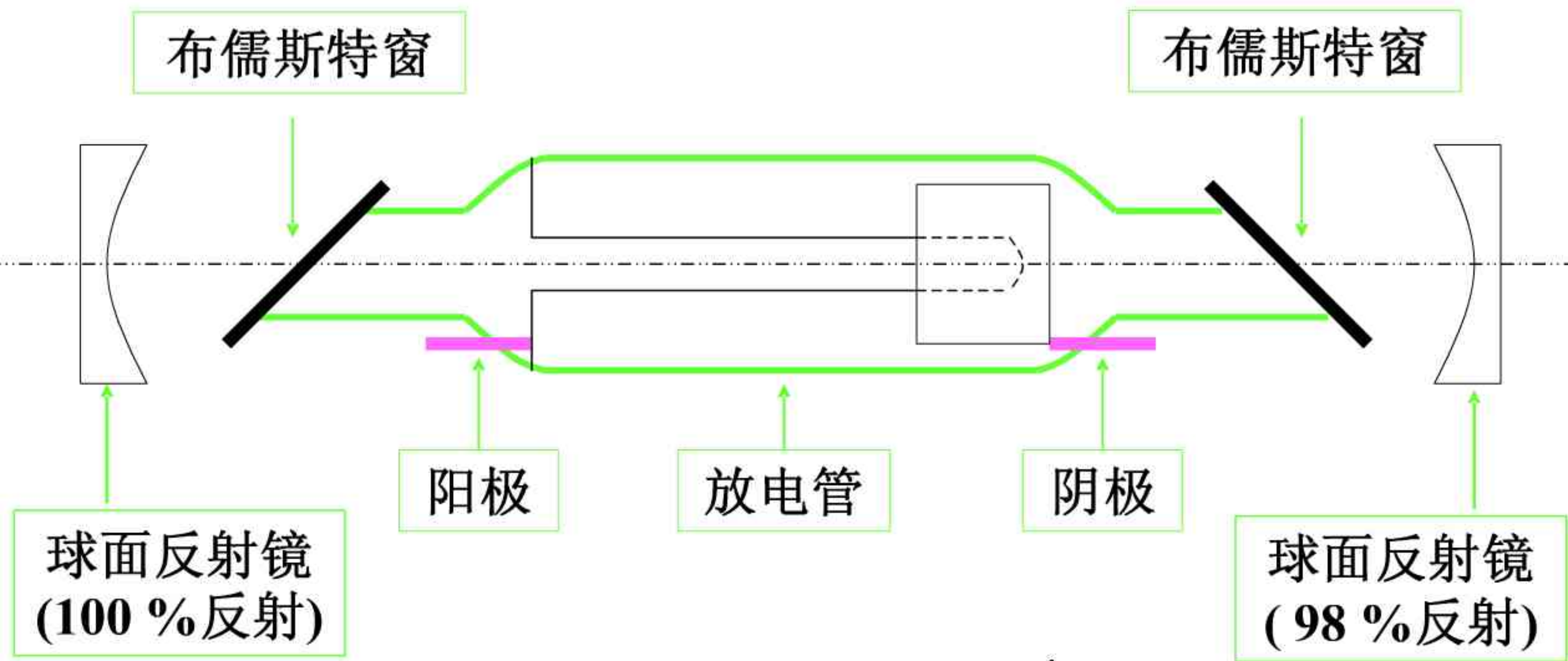
例：He - Ne 激光器原理示意图



例：He - Ne 激光器原理示意图



He - Ne 激光器结构示意图



2.N₂分子激光器

氮分子激光器是以脉冲放电的方式激励的。管道内通过氮气，近来也出现了封闭式的氮分子激光器。从基态向激发态**C**跃迁的几率要比向**B**跃迁的几率大很多，所以会在**B, C**间形成粒子数反转。但是**C**的寿命远小于**B**，所以粒子数反转只能在激励开始的很短时间内形成，过后激光振荡将自行终止，这类激光器称为自终止激光器。通常使用Blumlein电路来产生快速的放电。

氮分子激光器脉宽大约10ns，单脉冲能量大约几个mJ，输出波长为337.1nm，重复率可以超过100Hz。

氮分子激光器增益高，粒子数反转持续时间短，即使不使用谐振腔也可以得到放大的自发辐射（ASE）。通常在一端使用全反射镜，另一端使用高透射的窗口。

3. 准分子激光器

准分子是一种在激发态结合为分子，在基态离解为原子的不稳定缔合物。跃迁发生在束缚的激发态和排斥的基态之间。准分子跃迁到基态以后立即解离。意味着只要激发态存在分子，就处于粒子数反转状态。由于下能级不是确定的能级，跃迁是宽带的，所以准分子激光器常常可以调谐运转。准分子可由异类或者同类原子构成。

稀有气体类	Xe ₂ (169~176) Kr ₂ (145.7) Ar ₂ (126.1)
稀有气体氧化物类	XeO(550) KrO(557.8) ArO(557.6)
稀有气体卤化物类	XeF(351.1) XeCl(308) KrF(248.4) ArF(193.3) Xe ₂ F(610) Xe ₂ Cl(490) Kr ₂ F(420) Ar ₂ F(285)
金属蒸气卤化物类	HgCl(558.4) HgBr(498.4)

主要的准分子激光器

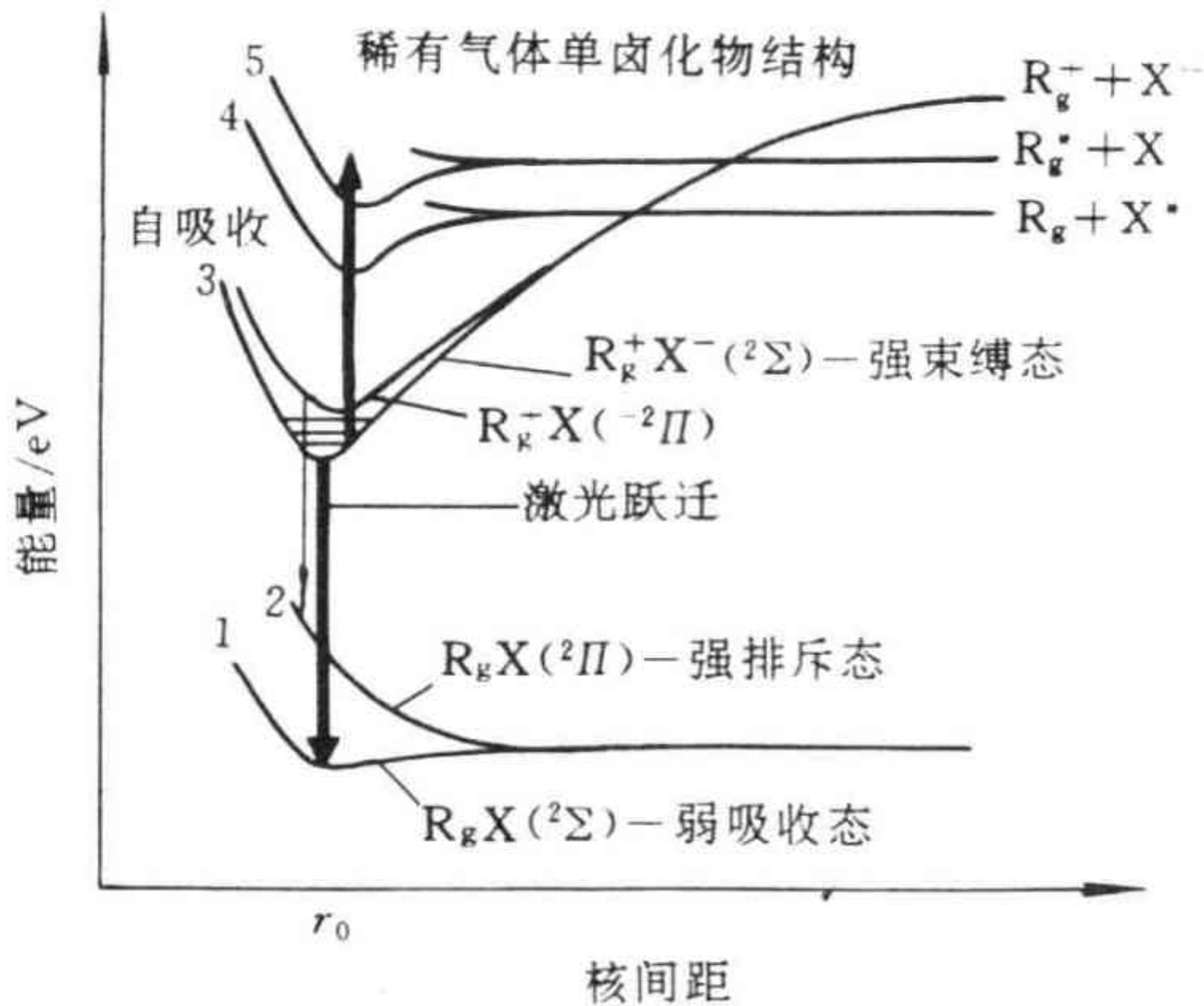
- 准分子指在激发态能够暂时结合成的不稳定分子 (Excimer)
- 高重复率
- 可调谐
- 量子效率高
- 波长短，紫外到可见区

准分子激光器普遍采用电子束或者快速放电泵浦。

准分子激光器中常加入He, Ne等惰性气体，其作用是降低电子温度，以便产生更多的激发态粒子，避免产生过多离子。与缓冲气体的碰撞还可以使高振动能级的准分子向低振动能级弛豫。

准分子激光器脉冲能量可以达到几百mJ，平均输出功率可以超过100W。

准分子激光器工作原理



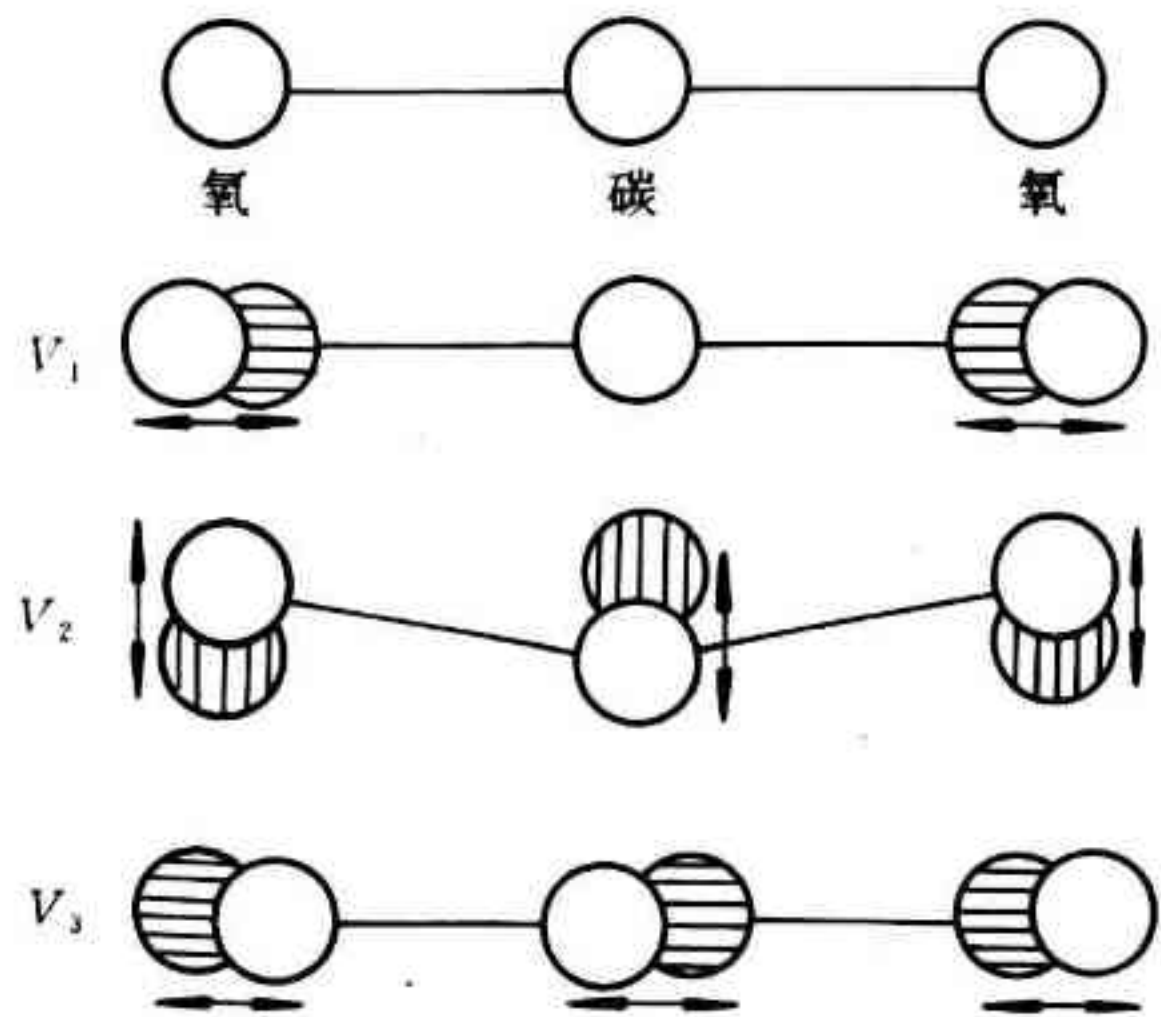
稀有气体卤化物准分子的势能曲线

4. CO₂激光器

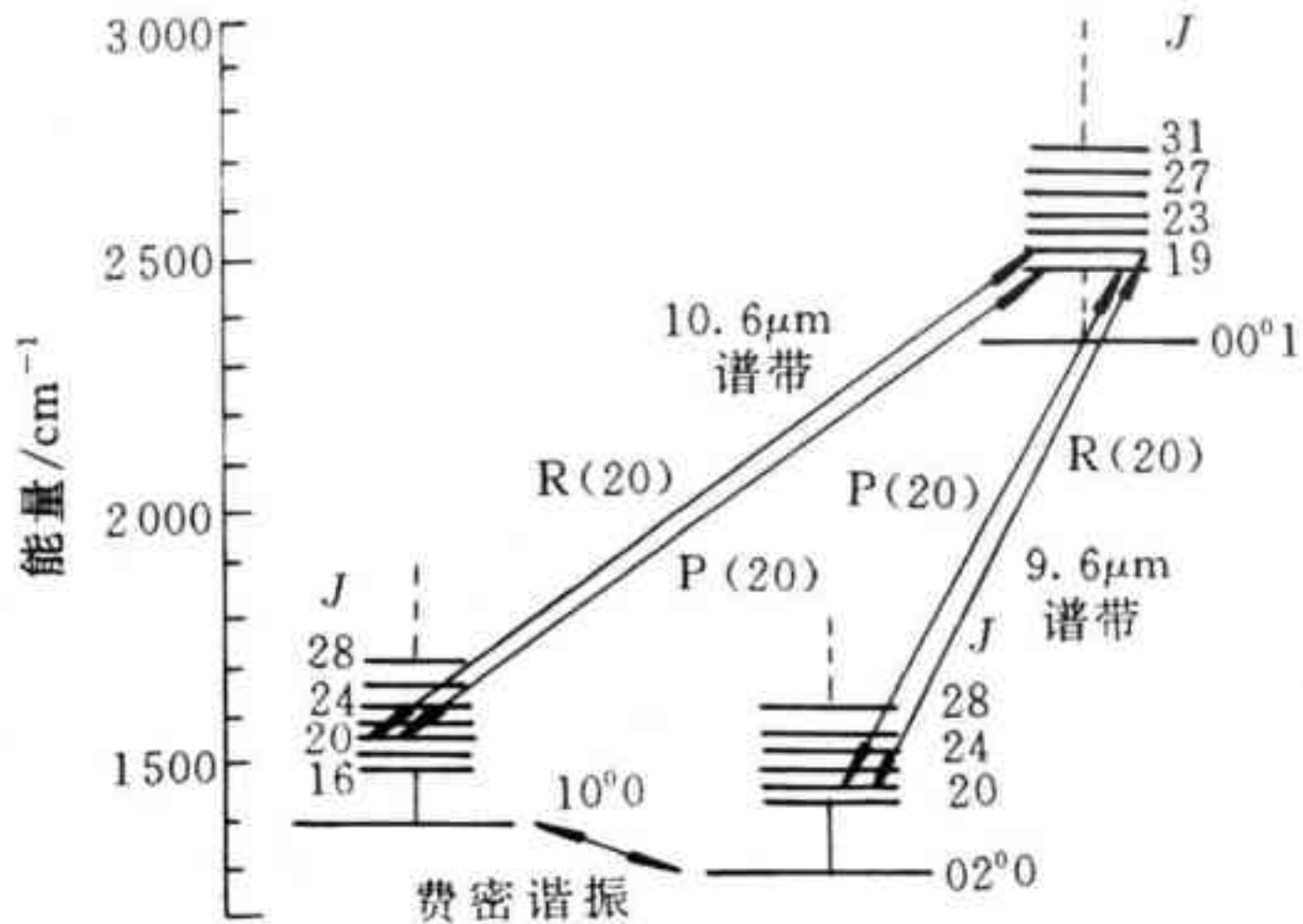
- 属于气体激光器，分子激光器
- 波长 9—11 μm ，最常见10.6 μm
- 效率高
- 光束质量好
- 功率范围大（几瓦~几万瓦）
- 运行方式多样
- 结构多样



CO₂激光器工作原理



CO₂ 分子的振动模型



CO₂ 分子的振动能级图

因为与加入的 N_2 分子的碰撞，(001)模式充分布居。由放电使得氮分子布居于第一振动能级。由此形成与低能级(100)，(020)之间的粒子数反转。

激光发射可能在子转动能级间发生，并形成位于 $10.2\sim 10.8\mu\text{m}$ 和 $9.2\sim 9.7\mu\text{m}$ 的几个光谱带。

其中最强的谱线为 $10.59\mu\text{m}$ 。

可以使用光栅来选择其一为输出波长。

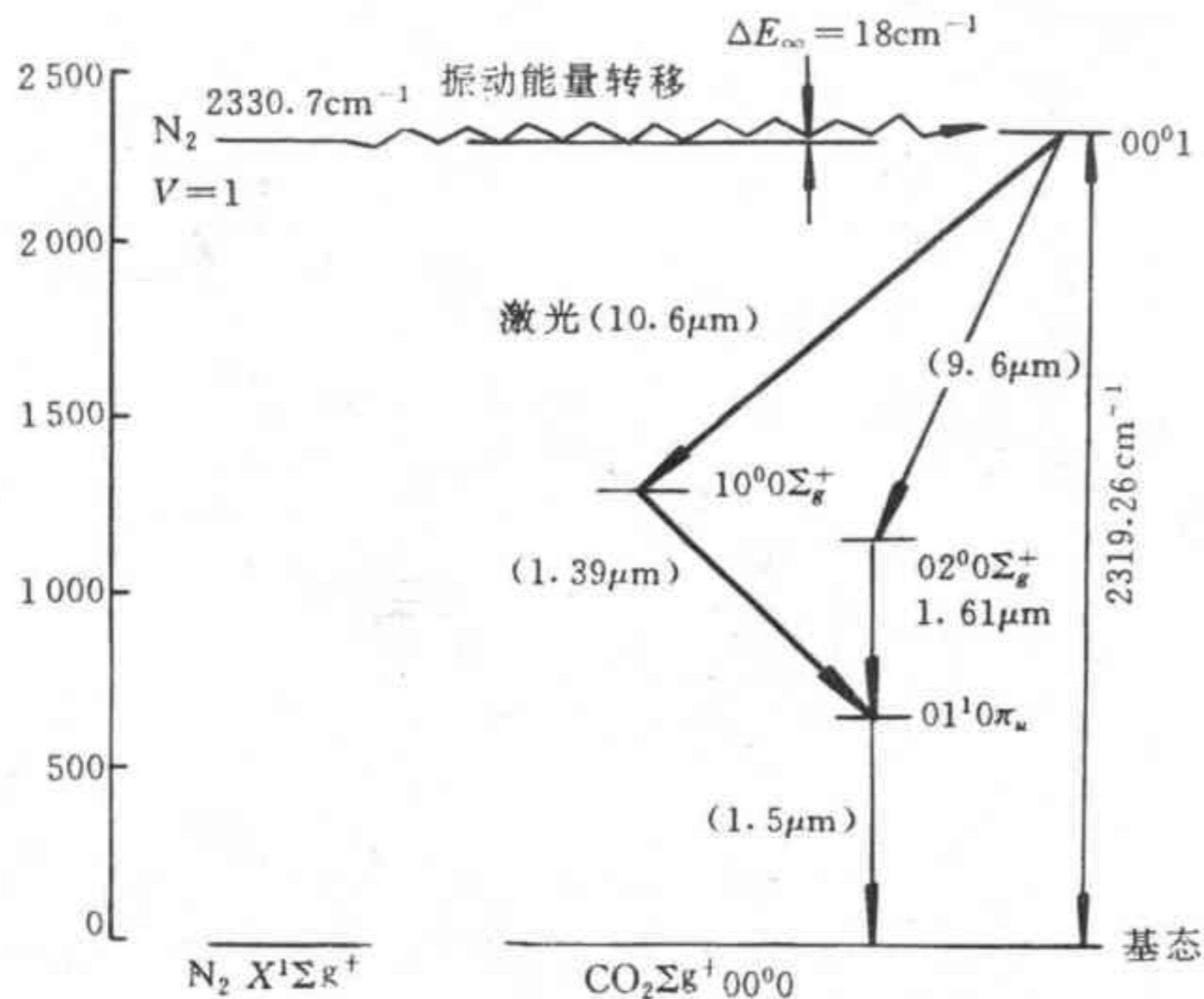
如果使用同位素分子 $^{13}\text{CO}_2$ ，则可以增加可选的波长。

二氧化碳激光器也可以工作于高压（1个大气压到10个大气压）。

在较高气压下，谱线加宽，不同的振转谱线溶和在一起，从而可以在该波段范围内连续调谐激光。

工业上使用的二氧化碳激光器输出功率最高可以达到几十千瓦的量级。

CO₂激光器的激发机理



CO₂ 激光能级跃迁图

上能级的激发

下能级的激发

弛豫过程

辅助气体

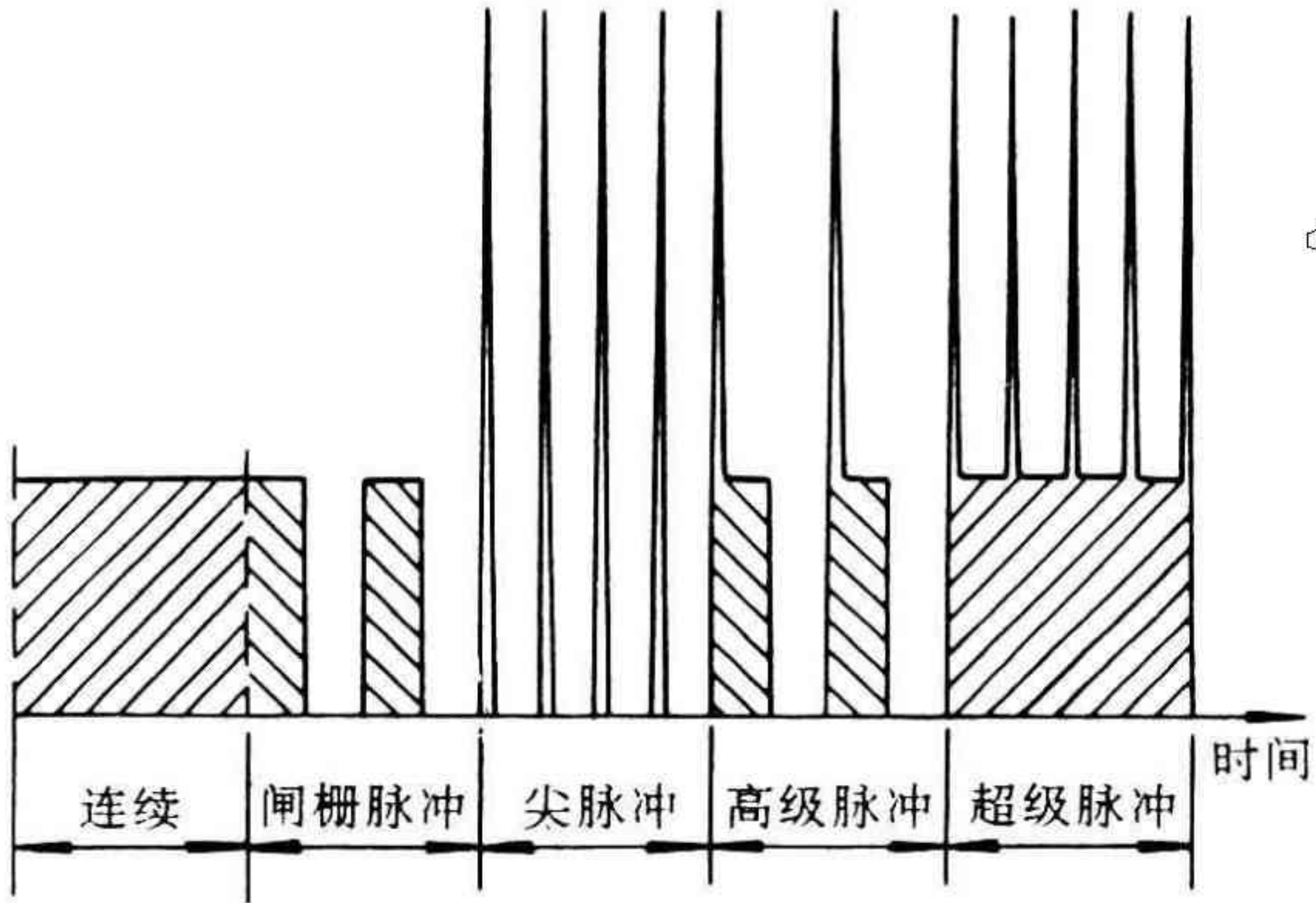
N₂ CO He Xe H₂

H₂O

CO₂激光器类型

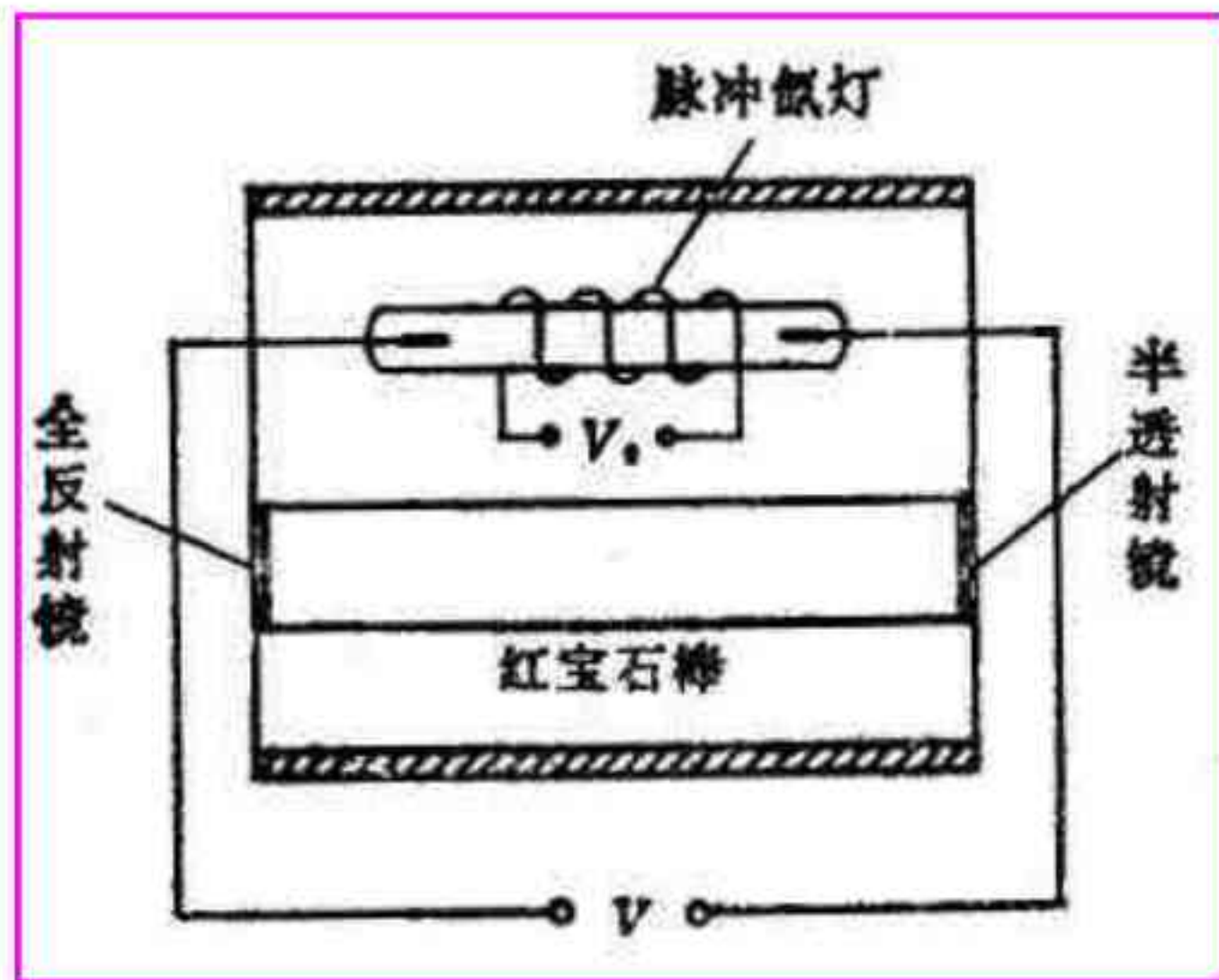
- 封离型纵向激励CO₂激光器
- 高功率轴快流CO₂激光器
- 高功率横流CO₂激光器
- 横向激励高气压CO₂激光器 (TEA)
- 波导CO₂激光器

CO2激光器运行方式

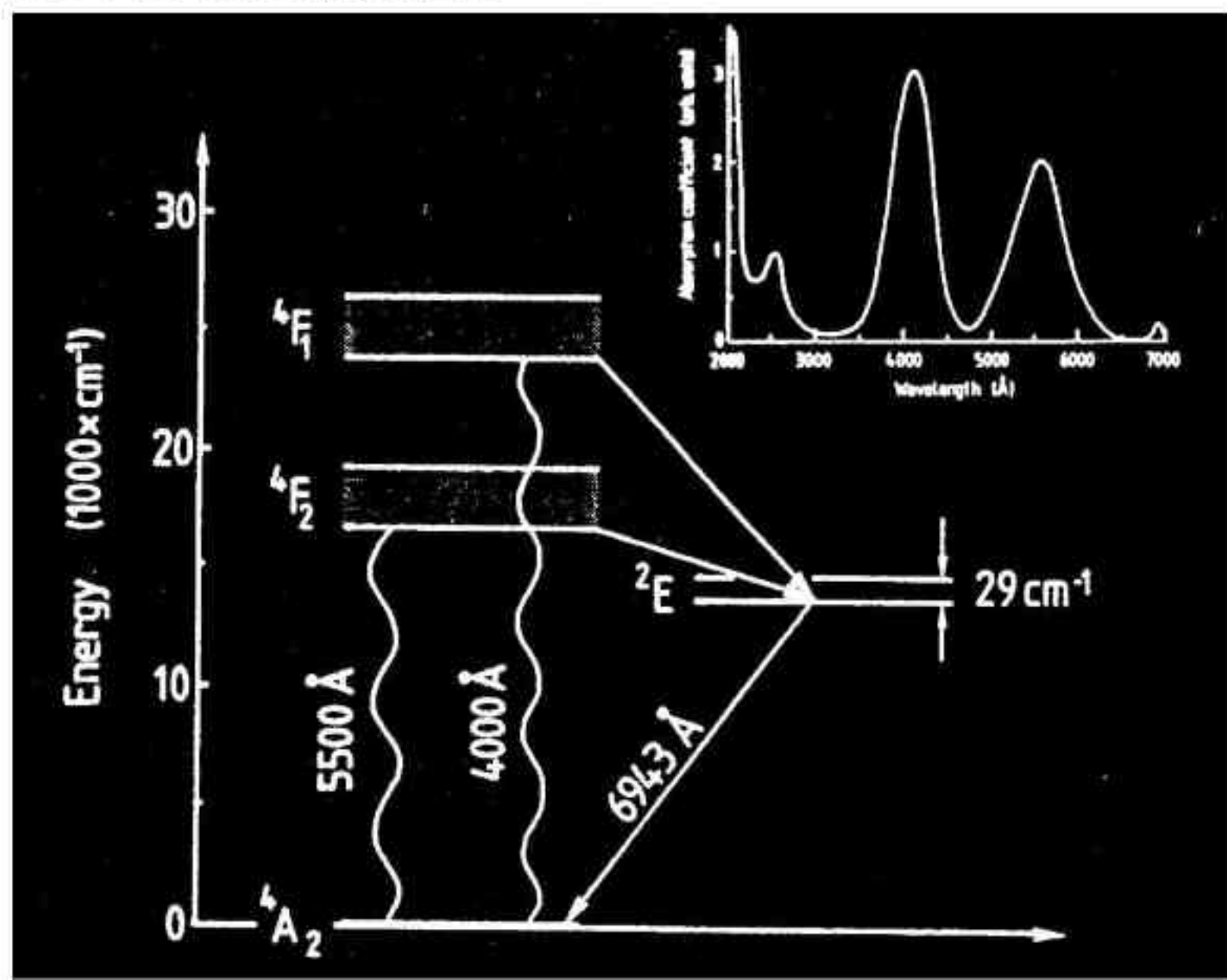


5. 红宝石激光器

工作物质是棒状的红宝石晶体。棒的两端面镀上反射膜。激励是利用脉冲氙灯发出强烈的光脉冲进行的。常装有聚光器，还附有冷却设备。



世界上第一台激光器就是红宝石激光器。红宝石是在 Al_2O_3 中掺有少量（0.05%） Cr_2O_3 的红色晶体。其中的铬离子参与产生激光的过程。基态上的离子吸收光子被激发到 4F 带，离子在 4F 能级上的寿命很短，迅速通过无辐射跃迁降落到 2E 能级， 2E 能级的寿命较长，它和基态之间很容易形成粒子数反转。 2E 能级分裂为两个能级，但其间有着极快的热弛豫过程，多数离子处于下能级，因而会产生694.3 nm激光。

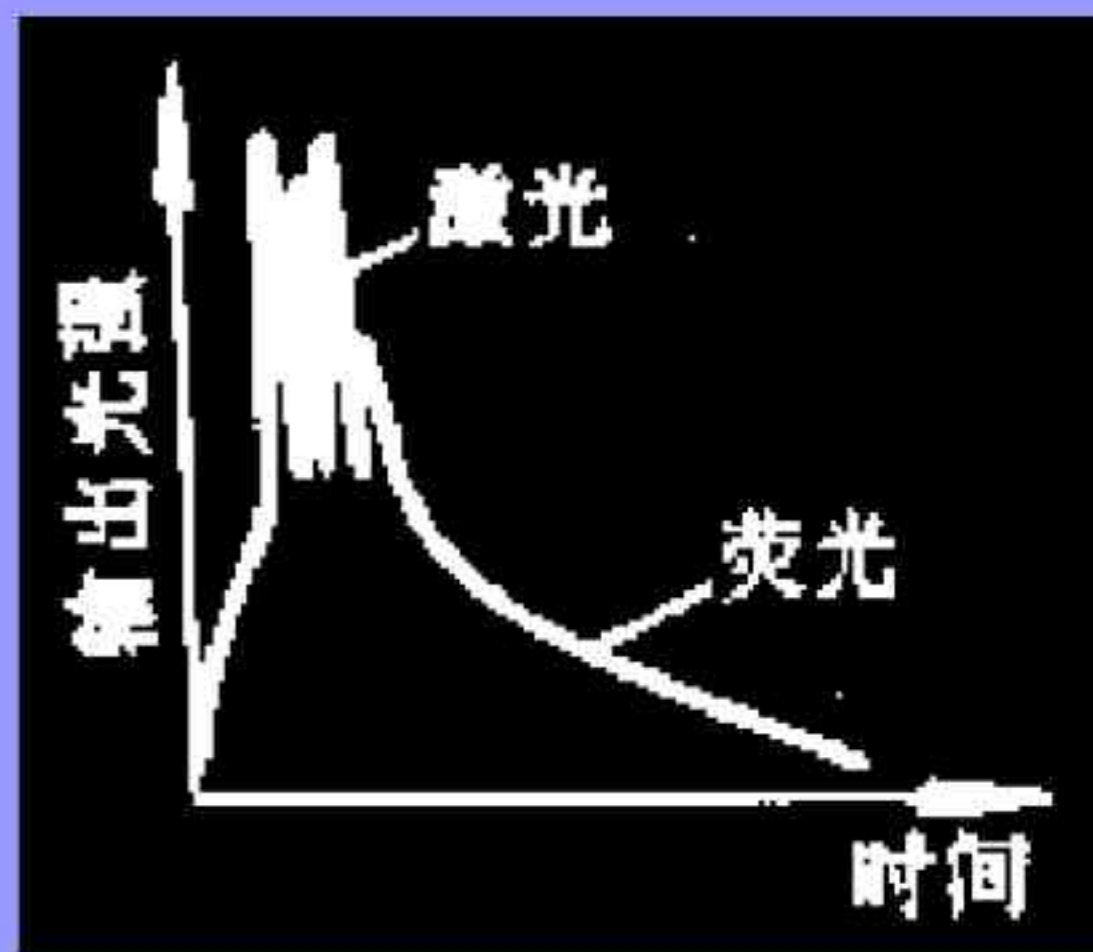


红宝石激光器是一个三能级激光器。因为基态是通常情况下粒子数布居最多的能态，所以要想在高能级和基态之间形成粒子数反转就需要非常有效的泵浦。




闪光灯大约打开1ms，大约0.5ms后受激发射从红宝石棒一端射出。一般观察到的输出为一个尖峰序列，每个尖峰宽度大约为1微秒。这种尖峰序列的输出一般是应该避免的。通常采用Q调制的方法。开始，通过一个放置在激光介质和反射镜之间的器件将光的通路阻断，此时，损耗很大，光无法产生振荡尽管已经产生足够的粒子数反转。如果阻断被迅速去除，则光得到放大，并产生一个巨脉冲。一般使用偏振的改变来阻断光路。

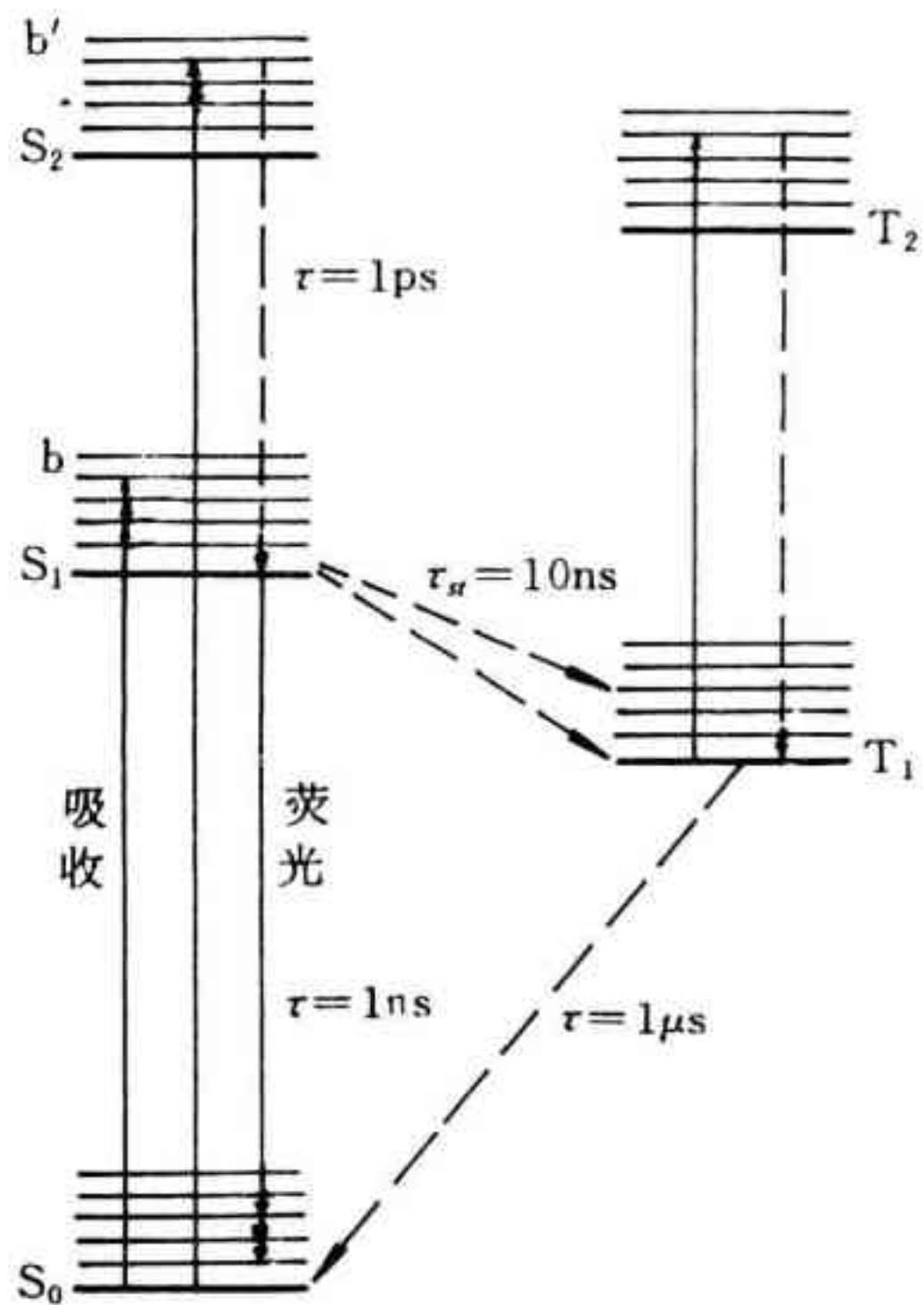
巨脉冲功率可超过 10^8W ，脉宽为ns量级。



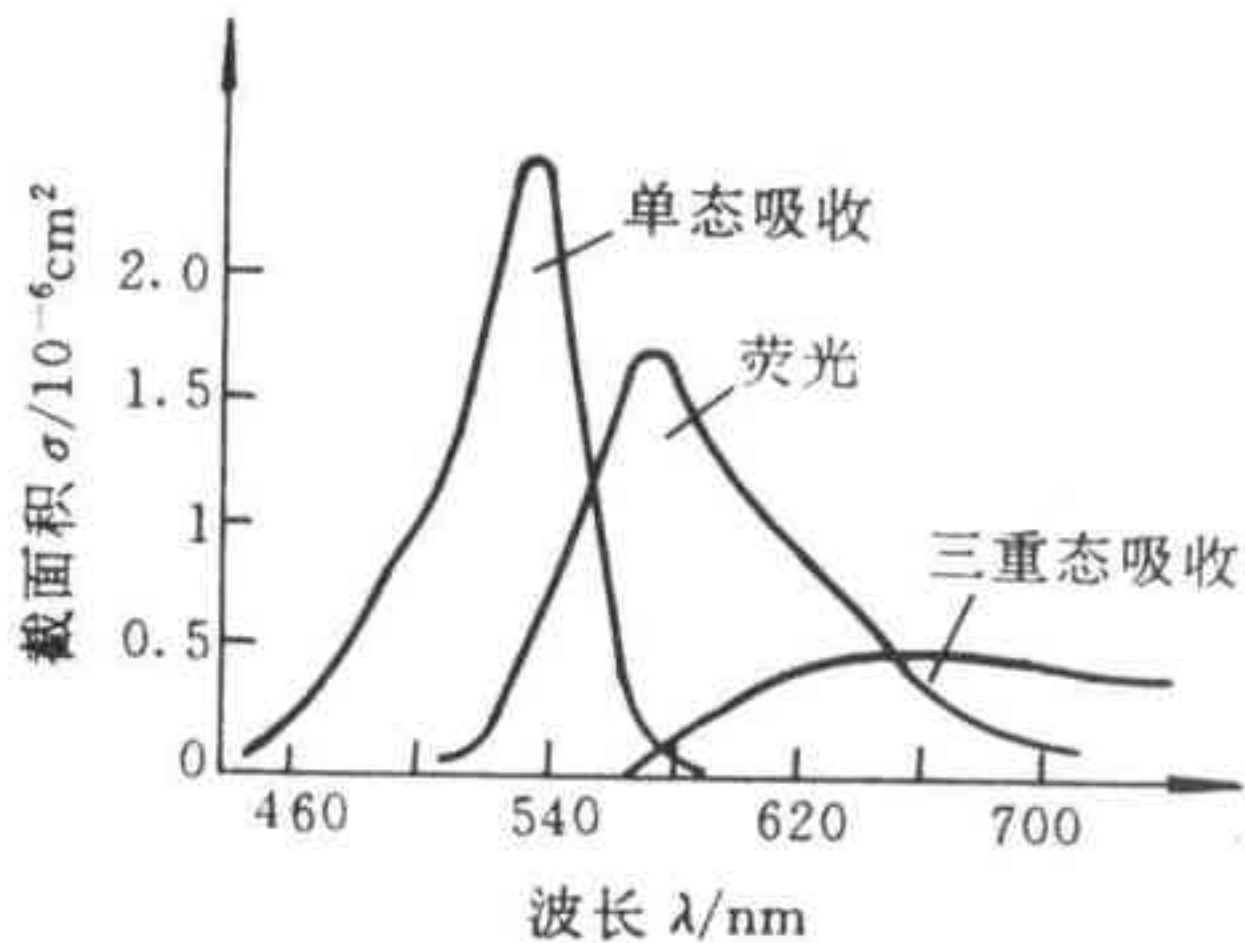
6. 染料激光器

- 以某种有机染料溶解于一定溶剂中作为激活介质的激光器
 - 波长可调谐，调谐范围宽
 - 光谱分辨率高
 - 结构简单
 - 价格便宜
 - 稳定性差
- 

染料激光器的工作原理



染料分子的能级图



若丹明 6G 吸收谱线和荧光谱

染料激光器的工作方式

■ 脉冲染料激光器

- 闪光泵浦

- 激光器泵浦

■ 连续染料激光器

■ 波长调谐

- 光栅

- 棱镜

- F—P

- 双折射滤光片

设计染料激光器应考虑的几个问题

■ 染料的选择

光谱特性，转换效率，化学稳定性，浓度，寿命

■ 溶剂的选择

■ 染料盒的结构

■ 泵浦源



7. 自由电子激光器



- 真空中自由电子通过与泵浦场（周期磁场或电磁场）相互作用产生激光。
- 高功率（MW）
- 高效率（理论上50%）
- 宽波长调谐范围（原则上从微波到X射线）

自由电子激光组成及类型

■ 组成

- 高能电子加速器
- 摆动器
- 光学谐振腔

■ 类型

■ 磁韧致辐射自由电子激光器

- 康普顿型自由电子激光器
- 拉曼型自由电子激光器

■ 切伦科夫辐射自由电子激光器



8.铜蒸气激光器



需要加热至高温来产生足够的铜蒸气，铜蒸气激光是有望用于微细加工的一种激光器。它可作为倍频YAG激光的取代器件。其波长为511~578nm的可见光，光脉宽20~60ns，重复频率2~32kHz，目前器件有实用价值的输出功率为10~120W，750W的器件也正在研究中。如果将铜换为金，则可以得到628nm的输出。