



第6章 激光显示技术 (Laser projection display LPD)

- 6.1 激光基本知识
 - 6.1.1 激光技术简介
 - 6.1.2 激光的特性
 - 6.1.3 常用激光器
- 6.2 激光显示器件
 - 6.2.1 激光显示原理
 - 6.2.2 常用激光显示器件
 - 6.2.3 激光显示技术展望
- 习题六



6.1 激光基本知识

6.1.1 激光技术简介

激光译自英语**Laser**。即为光的辐射放大。激光辐射具有一系列与普通光不同的特点，直观地观察，**激光具有高定向性、高单色性或高相干性特点**。用辐射光度学的术语描述，激光具有高亮度特点；用统计物理学的术语描述，激光则具有高**光子简并度**特点；从电磁波谱的角度来描述，激光是极强的紫外线、可见光或红外线相干辐射，且具有波长可调谐（连续变频）等特点。



光子简并度是描述光子系统基本特性及动力学行为的重要物理量，光子属于波色子，大量光子集合遵从波色-爱因斯坦统计规律，处于同态的光子数不受限制。虽然处于同一光子态的光子数并非严格的不随时间的变化，但其平均光子数是可以确定的。这种处于同一光子态的平均光子数称为**光子简并度**。显然，光子简并度具有以下几种相同的含义：同态光子数；同一模式的光子数；处于同一**相格**，偏振状态相同的光子数。

相格是同一光子态的一种说法，等价于同一模式，同一简并度。



激光是**20**世纪以来，继原子能、计算机、半导体之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”。

光是从组成物质的原子中发射出来的，原子获得能量后处于不稳定状态（也就是激发状态），它会以光子的形式把能量发射出去。而激光，就是被引诱（激发）出来的光子队列，这些光子队列中的光子们，光学特性一样，步调一致。打个比方就是，普通光源，比如电灯泡发出来的光子各不同，而且会各个方向乱跑，很不团结，但是激光中的光子们则是心往一处想，劲往一处使，这导致它们所向披靡，威力很大，以至于，人们过去常把激光称为“死光”。



激光最初的中文名叫做“镭射”、“莱塞”，是它的英文名称**LASER**的音译，是取自英文**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**的各单词头一个字母组成的缩写词。意思是“通过受激辐射光扩大”。激光的英文全名已经完全表达了制造激光的主要过程，激光的原理早在**1916**年已被著名的美国物理学家爱因斯坦发现。**1964**年按照我国著名科学家钱学森建议将“光受激辐射”改称“激光”。激光应用很广泛，主要有激光打标、激光焊接、激光切割、光纤通信、激光光谱、激光测距、激光雷达、激光武器、激光唱片、激光指示器、激光矫视、激光美容、激光扫描、激光灭蚊器等等。



激光发展史：

1960年7月7日，梅曼（美国物理学家）宣布世界上第一台激光器由诞生，梅曼的方案是，利用一个高强闪光灯管，来刺激红宝石。由于红宝石其实在物理上只是一种掺有铬原子的刚玉，所以当红宝石受到刺激时，就会发出一种红光。在一块表面镀上反光镜的红宝石的表面钻一个孔，使红光可以从这个孔溢出，从而产生一条相当集中的纤细红色光柱，当它射向某一点时，可使其达到比太阳表面还高的温度。



1961年，(1) 2月 (A. Javan) 贝尔实验室，研制成了He—Ne混合气体激光器。

(2) Q调制技术提出，并制成第一台调Q激光器。

(3) 制成了钕玻璃脉冲激光器。

1962年，美国三个研究小组几乎同时分别发布砷化镓 (GaAs) 半导体激光器运转的报道。

1963年，建立了激光的半经典理论。对激光的频率特性和功率特性进行了比较完善的探讨。(兰姆)



1965年，实现了铌酸锂光学参量振荡器，借助半经典理论预言了**锁模效应**的存在；

1966年，研制成了固体锁模激光器，激光器获得了**超短脉冲**；

1970年，研制成了**准分子激光器**；

1977年，研制成了**红外波段的自由电子激光器**；

1984年，研制出**光孤子激光器**。



近20年来，形成一系列新的交叉学科和应用领域：

信息光电子技术，激光医疗与光子生物学，
激光(微)加工，激光检测与计量，激光全息技术，
激光光谱分析技术，非线性光学，超快光子学，
激光化学，量子光学，激光雷达，激光制导，
激光分离同位素，激光可控核聚变，激光武器，

.....



我国激光的发展

1961年，长春光机所 Ruby Laser；

1962年，长春光机所 He-Ne Laser出光；

1964年，上光所成立；

1971年，华工开始激光研究；

1977年，华工成立激光所，大功率CO₂激光器世界领先水平。

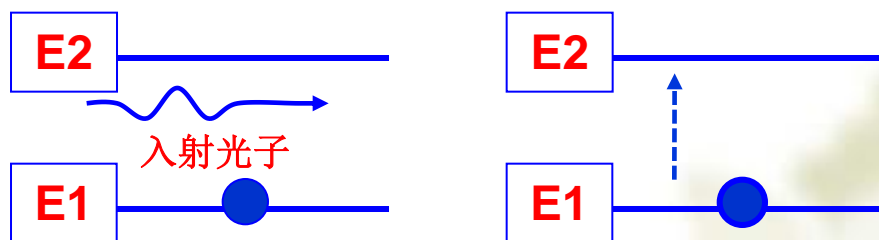
1984年-现在，华工先后成立激光国家重点实验室，国家激光加工工程中心，国家光电子实验室



激光产生原理

激光在产生过程中始终伴随着以下三种状态：

a. **受激吸收**（简称吸收）：处于较低能级的粒子在受到外界的激发，吸收了能量时，跃迁到与此能量相对应的较高能级。

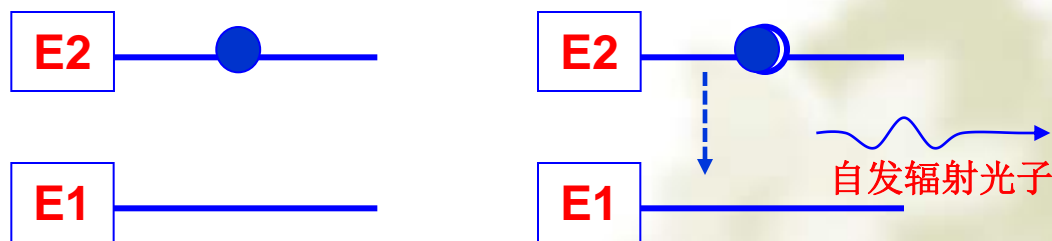


受激吸收跃迁



激光产生原理

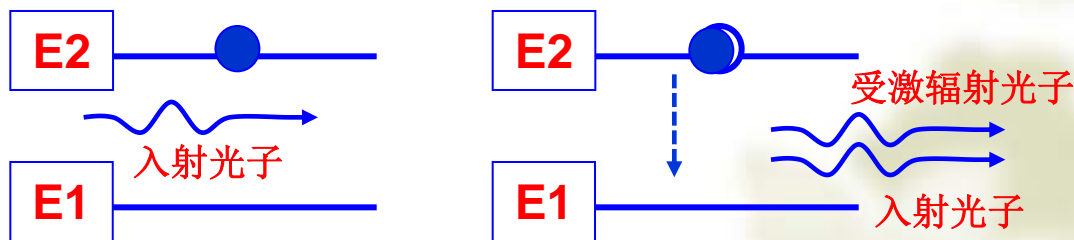
b. 自发辐射：粒子受到激发而进入的激发态，不是粒子的稳定状态，如存在着可以接纳粒子的较低能级，即使没有外界作用，粒子也有一定的概率，自发地从高能级激发态（ E_2 ）向低能级基态（ E_1 ）跃迁，同时辐射出能量为（ E_2-E_1 ）的光子。



自发辐射跃迁



c. 受激辐射（激光）：当频率为 $\nu = (E_2 - E_1) / h$ 的光子入射时，会引发粒子以一定的概率，迅速地从能级 E_2 跃迁到能级 E_1 ，同时辐射一个与外来光子频率、相位、偏振态以及传播方向都相同的光子。



受激辐射跃迁



激光器内部机构

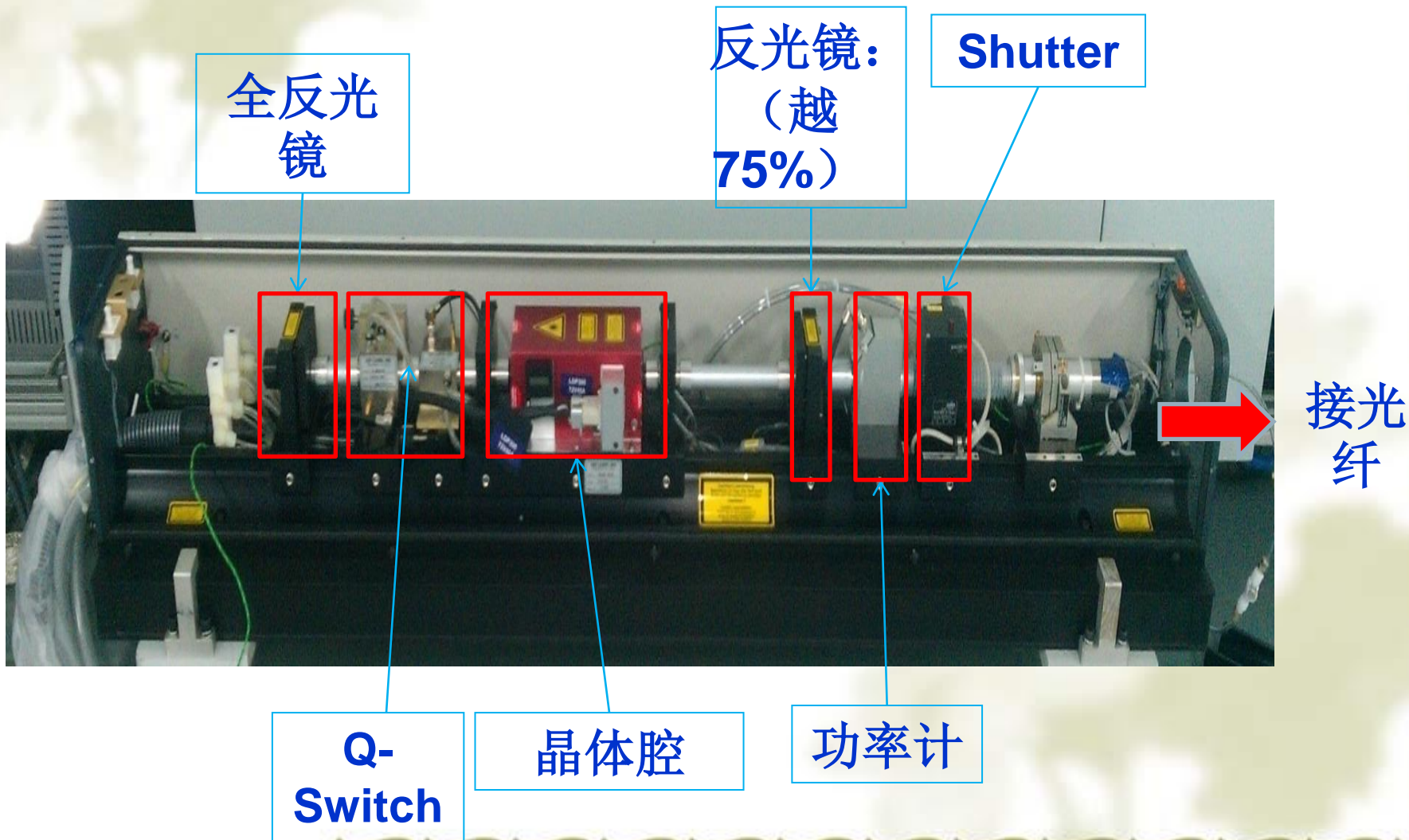
- **晶体腔**：产生最原始的激光（包含YAG（钕铝石榴石）晶体，LED光源，电源）；
- **全反光镜**：使光完全反射回去，增大光强度；
- **半反射镜**：反射75%的光，只有满足一定直线性，能量和波长的光才能通过，大约25%；
- **Q-Switch（光量开关）**：分X轴和Y轴，控制激光输出能量，得到能量较强，持续时间较长的光束；
- **功率计**：量测输出的激光能量大小；
- **Shutter（快门、遮光器）**：控制激光输出的一个开关。

激光器
外形





激光器内部机构





激光器内部分解图



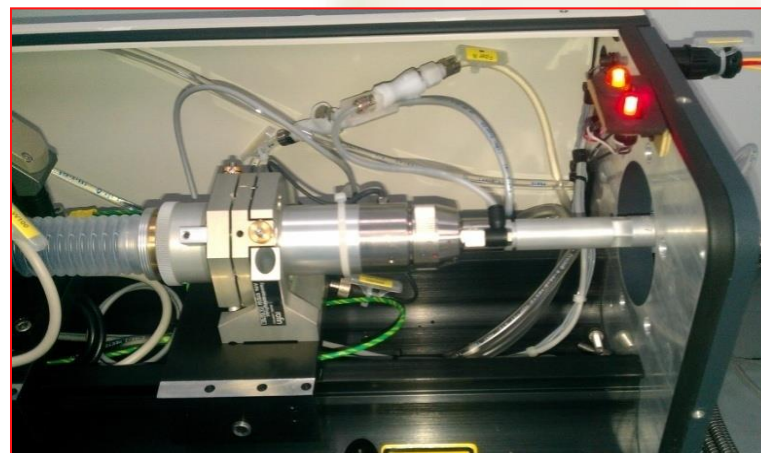
Q-Switch



晶体腔



半反镜



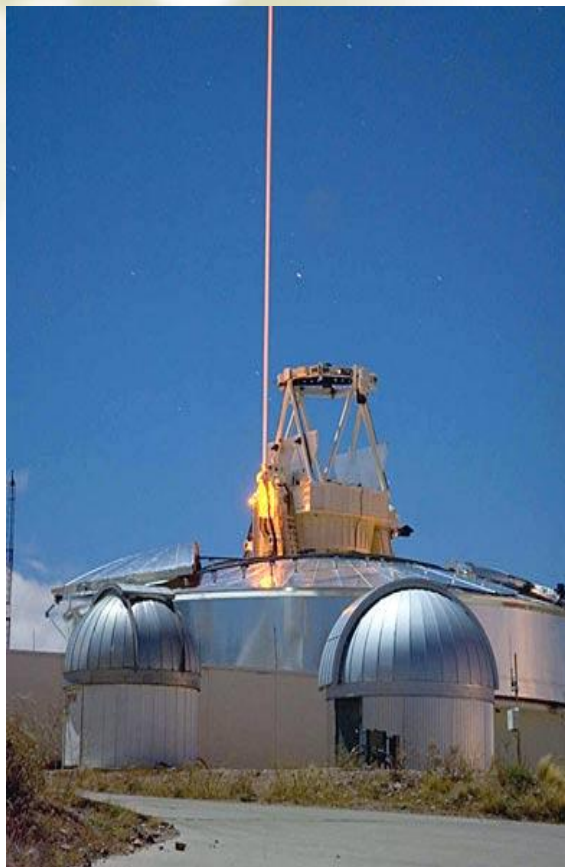
光纤耦合器



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

西方国家激光研究

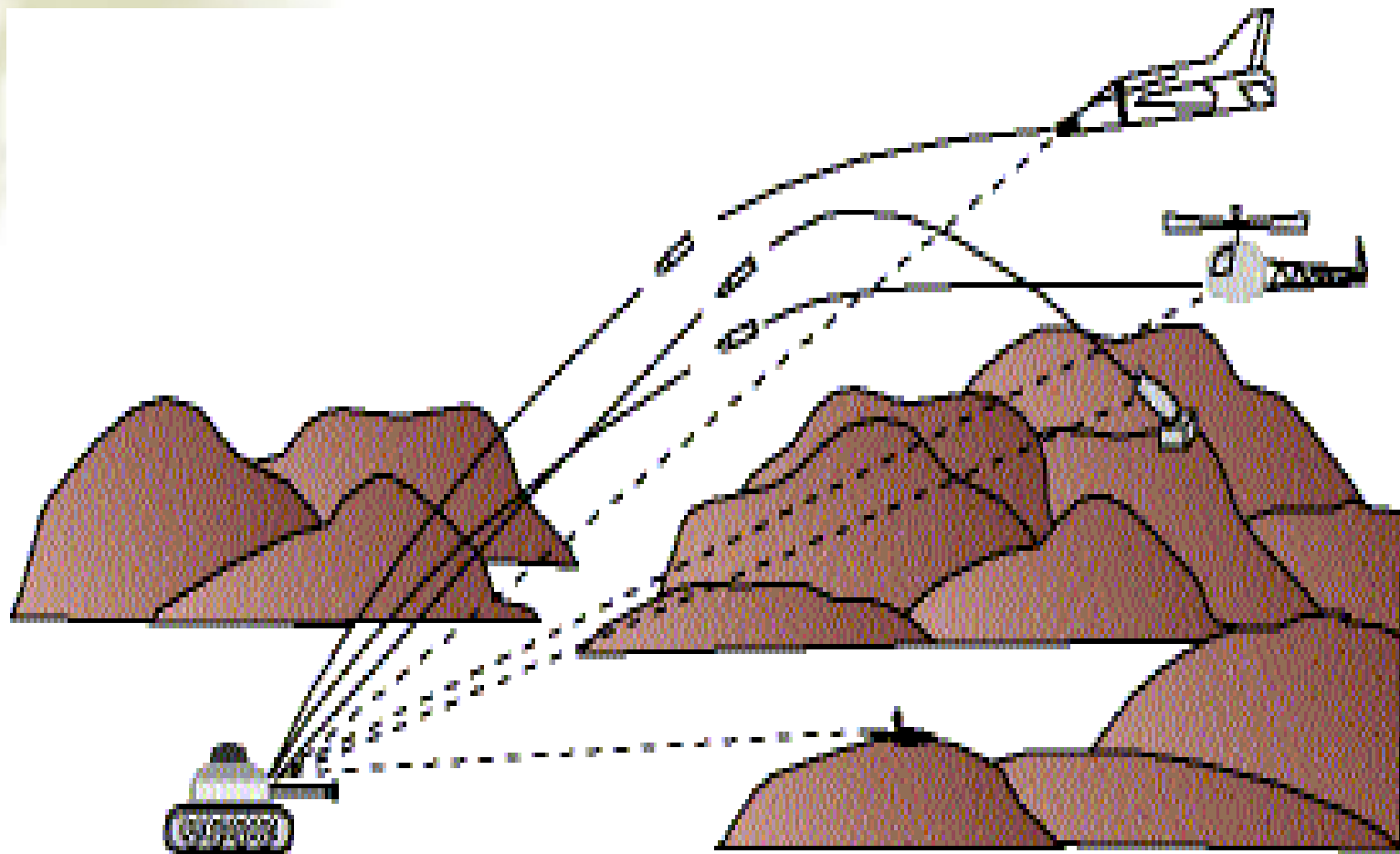


美国陆基战略级激光
反导反卫武器

美国进行大功率
激光束发射试验

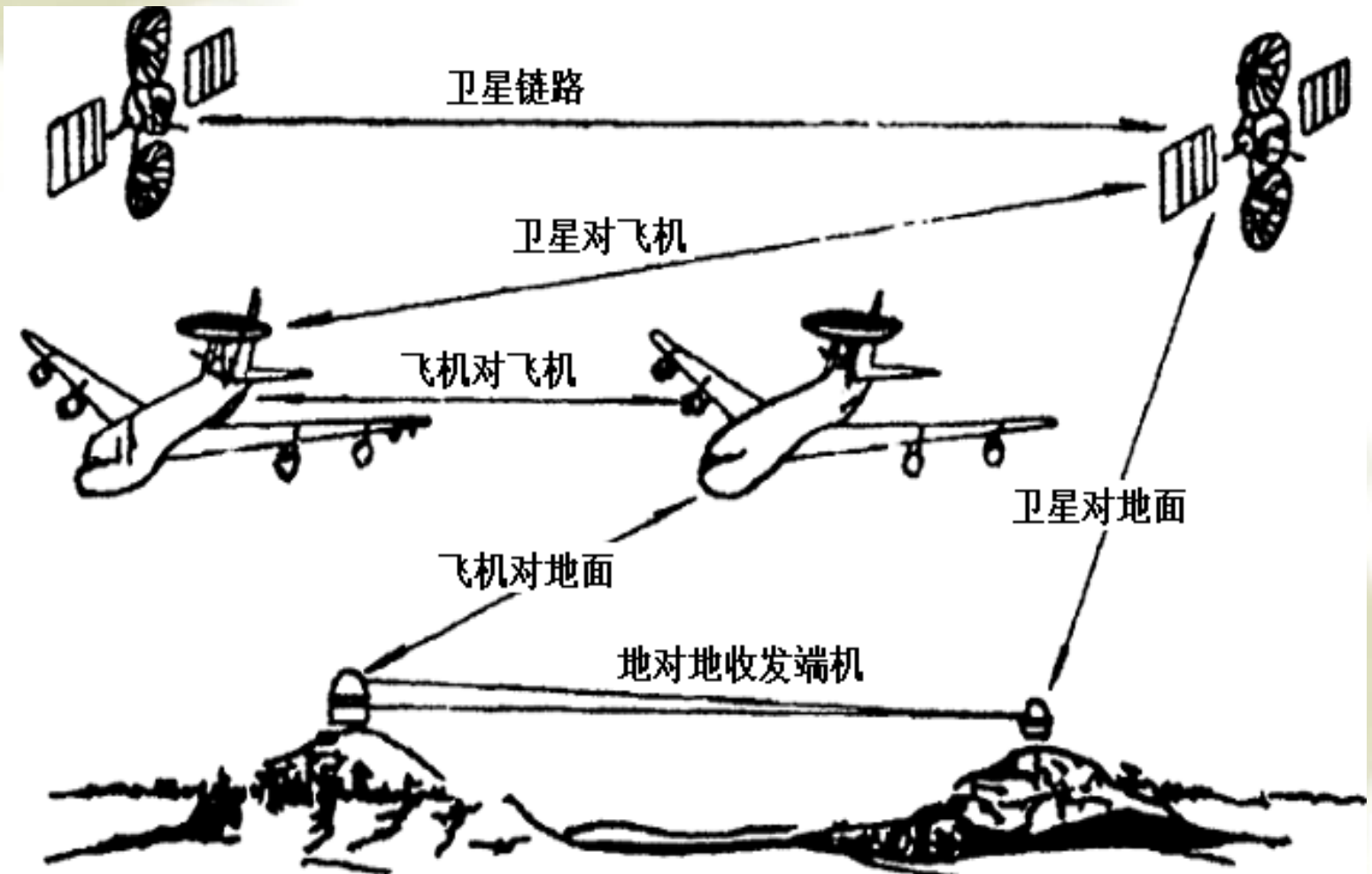


激光制导





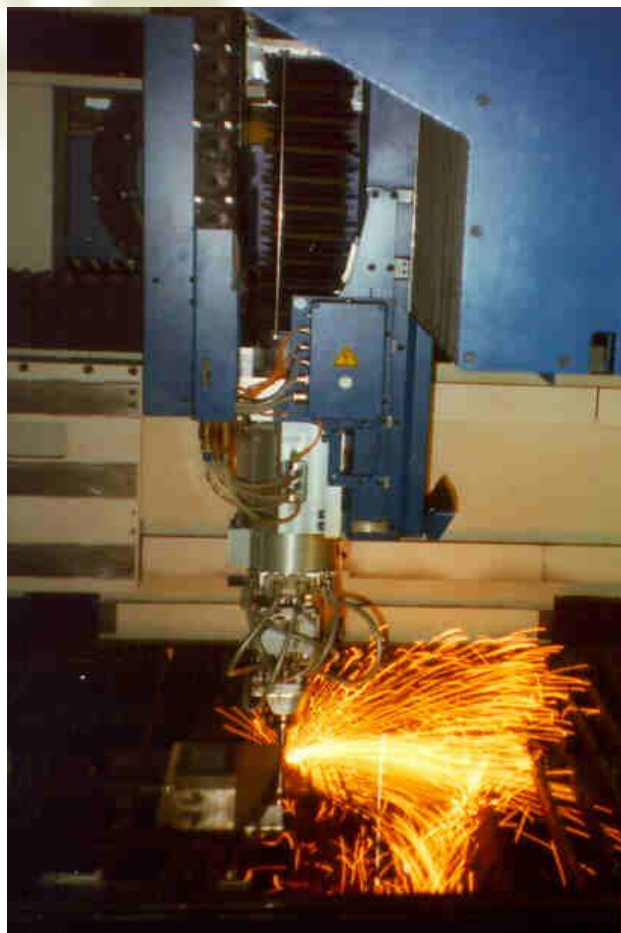
空间激光通信





激光切割

激光加工



激光
钻孔



激光加工



激光微处理



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE



采用激光刀的外科手术



1. 光波的调制

- ❖ **所谓光波调制**，是指改变载波（光波）的振幅、强度、频率、相位、偏振等参数使之携带信息的过程。光频载波调制和无线电载波调制在本质上是一样的，但在调制与解调方式上有所不同。
- 在光频区域多用于强度调制和解调，而在无线电频段则很少使用这种调制和解调方式。
- 在光频段还常使用偏振调制，并且很容易实现，而在无线电频段，这种调制几乎不可能实现。

因此，光频调制有其特殊性。它在光通信、光信息处理、光学测量以及光脉冲发生与控制等许多方面有越来越多的应用。



- ❖ **实现光调制的方法：**按其调制机理的不同可划分为激励功率调制、吸收调制、声光调制和电光调制等。

调制方式	调制方法	调制机理
内腔调制	电光调制	电光效应（普科尔、克尔效应）
外腔调制	声光调制	声光效应（拉曼、布拉格衍射效应）
	磁光调制	磁光效应（法拉第、电磁场移位效应）
	其它调制	机械振子、运动（调制盘）等
直接调制	电源调制	用激励功率改变激光输出功率

表6.1 光调制分类



2. 电光调制

电光调制的物理基础是电光效应。电光效应是指物质的折射率因外加电场而发生变化的—种效应，常用的电光效应有线性电光效应和二次电光效应两种。线性电光效应又称普克尔（**Pockel**）效应，它表现为折射率随外加电场呈线性变化；二次电光效应又称科尔（**Kerr**）效应，它表现为折射率随外加电场平方成比例变化。



3. 声光调制

超声波是一种弹性波，超声波在介质中传播时，将引起介质密度呈疏密交替地变化，其折射率也将发生相应的变化。这样对于入射光波来讲，存在超声波场的介质可以视作一个超声光栅，光栅常数等于声波波长。入射光将被光栅衍射，衍射光的强度、频率和方向都随超声场而变化，声光调制器就是利用衍射光的这些性质来实现光的调制和偏转的。



- ❖ 声波在介质中传播分为行波和驻波两种形式。行波所形成的超声光栅在空间是移动的，介质折射率的增大和减小是交替变化的，并以声速向前推进。折射率的瞬时空间变化可以用式（6-1）表示，即

$$\Delta \eta (z, t) = \Delta \eta \sin(\omega_s t - k_s z) \quad (6-1)$$

式6-1 ω_s 中为声波的角频率； k_s 为声波的波数。

- ❖ 驻波形成的位相光栅是固定在空间的，可以认为是两个相向行波叠加的结果，介质折射率随时间变化的规律为

$$\Delta \eta (z, t) = 2\Delta \eta \sin \omega_s t \cdot \sin k_s z \quad (6-2)$$

- ❖ 在一个声波周期内，介质出现两次疏密层结构。在波节处介质密度保持不变，在波腹处折射率每半个声波周期变化一次。作为超声光栅，它将以频率 $2f$ ，即声波频率的2倍交替出现。



❖ 4. 调Q技术

调Q技术的目的是获得窄的巨脉冲。

❖ 5. 锁模技术

调Q技术所能获得的最窄脉宽约为 10^{-9} s量级，而在非线性光学、受控核聚变、等离子体诊断、高精度测量等领域中，往往需要宽度更窄的脉冲（ $10^{-15} \sim 10^{-12}$ s）。锁模技术就是获得超短脉冲的一种技术。



❖ 6. 选模技术

激光器通常是多模振荡，包括多纵模和多横模。前者按频率区分模数，后者按空间区分模数。尽管谐振腔对纵模和横模都有限制作用，但是在有些场合，如要求提高相干长度时，仍然是不够的。这就需要进一步选模，即选择特定的模式允许振荡，按频率和空间区分的模数同时尽可能减小。极限情况下，则要求单波型，即单一频率、单一空间波型振荡。



7. 稳频技术

稳频目的：使频率本身稳定，即不随时间、地点变化。

激光的特点之一是单色性好,即其线宽 $\Delta\nu$ 与频率 ν 的比值 $\Delta\nu/\nu$ 很小。但由于各种不稳定因素的影响,实际激光**频率的漂移**远远大于线宽极限。在精密干涉测量、光频标、光通信、激光陀螺及精密光谱研究等应用领域中,要求激光器所发出的激光有较高的频率稳定性。

➤ **频率漂移**——激光器通过选模获得单频率振荡后,由于内部和外界条件的变化,谐振频率仍然在整个线型宽度内移动的现象。



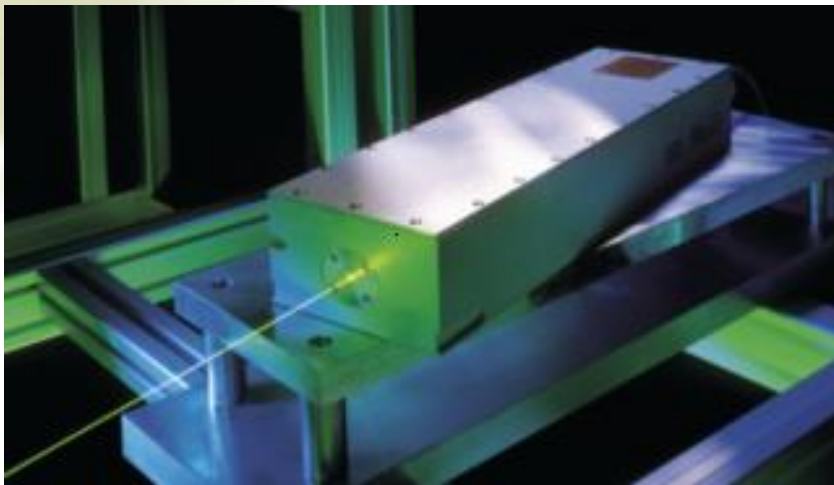
6.1.2 激光的特性

1. 高方向性（高定向性）和空间相干性
2. 单色性和时间相干性
3. 高亮度和光子简并度



激光与普通光有何区别？

激光



(1) 激光的单色性好；

单色性最好的氪灯Kr⁸⁶

$$\Delta\lambda=4.7\times 10^{-3}\text{ nm}$$

稳频He—Ne激光器

$$\Delta\lambda=1.0\times 10^{-9}\text{ nm}$$

普通光

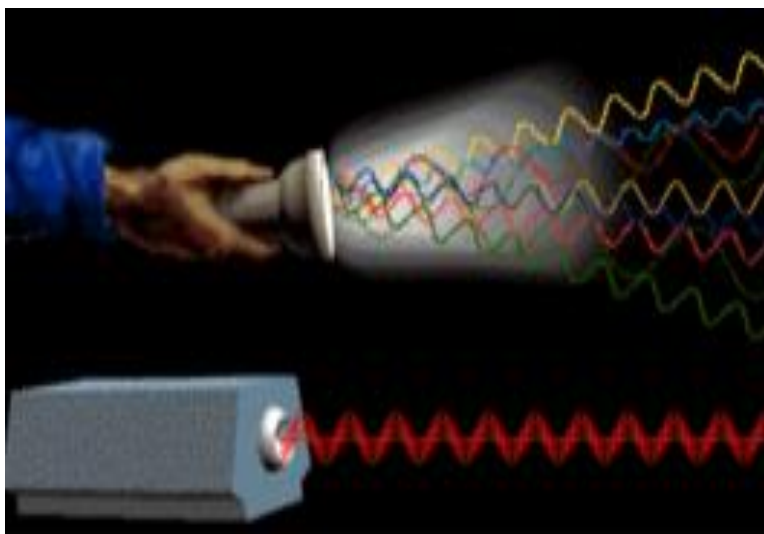




激光



普通光



(2) 激光的方向性好;

一束激光射到~38

万km的月球上,

光斑的直径只有

~2km

手电筒的光射到

~m处, 扩展成

很大的光斑。



(3) 激光的亮度高；

太阳表面的亮度几百倍于白炽灯；

普通的激光器的亮度**10**亿倍于太阳表面亮度；

激光是当今世界上最高亮度的光源。

(4) 激光是高相干光源





6.1.3 常用激光器

激光按其产生的工作物质的不同可分为**气体激光器、固体激光器、半导体激光器、液体激光器、化学激光器和自由电子激光器等。**

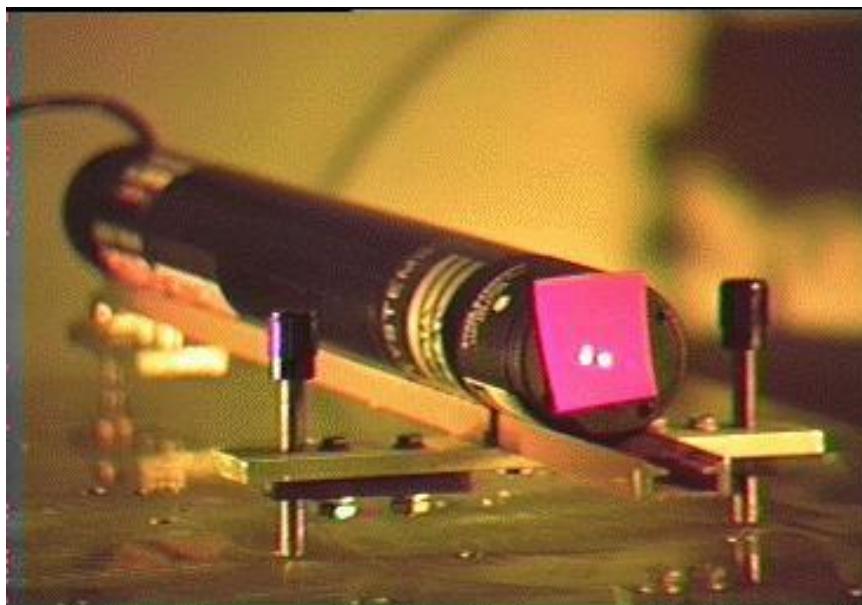
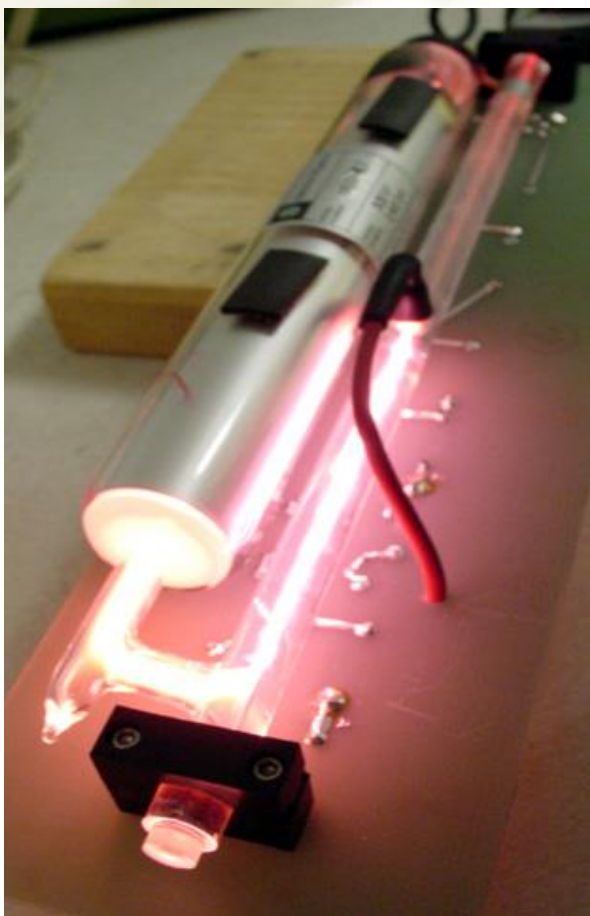
1. 气体激光器

气体激光器又可分为**原子、分子、离子气体激光器**3大类。原子气体激光器中，产生激光作用的是没有电离的气体原子，其典型代表是**氦氖激光器**。分子气体激光器中，产生激光作用的是没有电离的气体分子，分子激光器的典型代表是**CO₂激光器、氮分子（N₂）激光器和准分子激光器**。离子激光器的典型代表是**氩离子（Ar⁺）和氦镉（He-Cd）离子激光器**。



气体激光器

He-Ne Laser
(氦氖激光器)

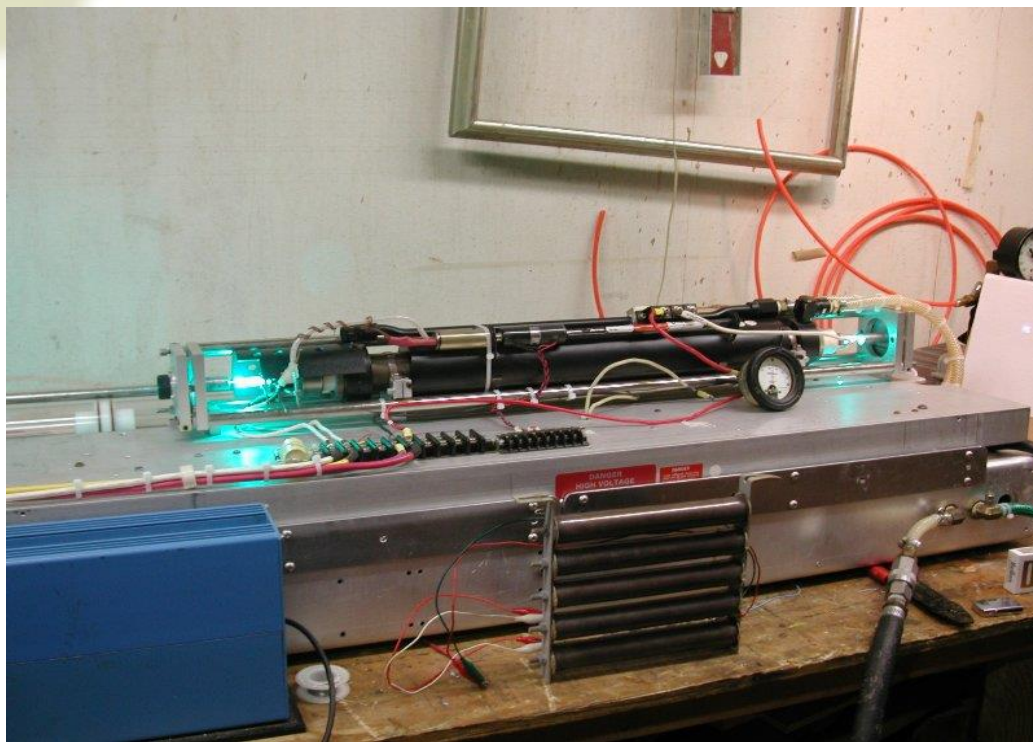


波长: 632.8nm
量子效率: 0.1%



气体激光器

❖ Kohlendioxidgaslaser (CO₂ 激光器)



波长: 10.6um
量子效率: 15%



气体激光器

❖ Argonionenlaser (氩离子激光器)



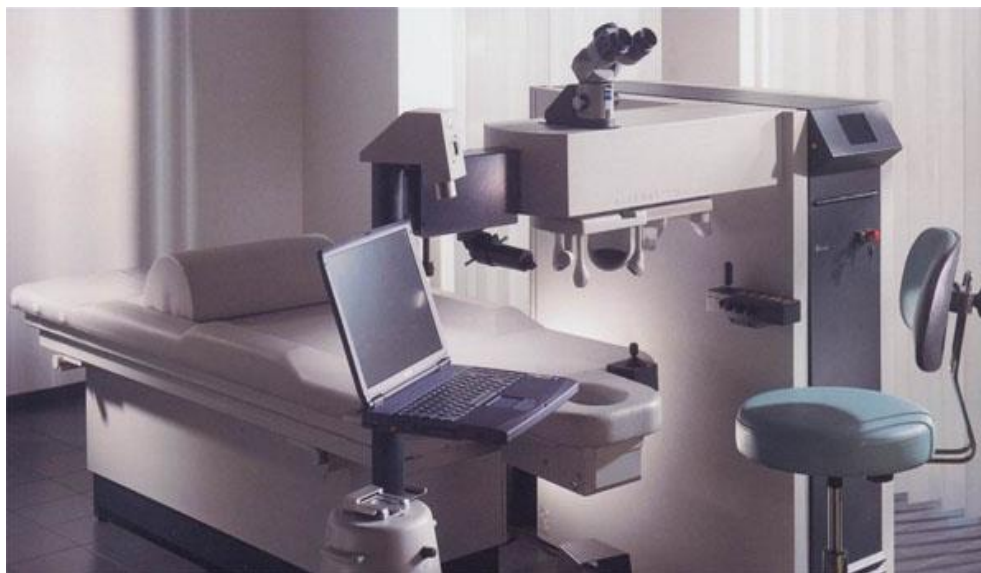
波长: 488nm, 514nm

量子效率: 0.02%



气体激光器

❖ 准分子激光器



准分子：物质在基态时以原子形式存在，在激发态结合为分子

例如：

Xe气： 波长176nm

Ar,F混合气： 波长193nm（用于近视治疗）



气体激光器有以下特点：

- ❖ (1) 发射的谱线分布在一个很宽的波长范围内，已经观测到的激光谱线不下万余条，波长几乎遍布了从紫外到远红外整个光谱区。
- ❖ (2) 气体工作物质均匀性较好，使得输出光束的质量较高。
- ❖ (3) 气体激光器很容易实现大功率连续输出，如CO₂激光器目前可达万瓦级。
- ❖ (4) 气体激光器还具有转换效率高、工作物质丰富、结构简单和器件成本低等特点。由于气体原子（分子）的浓度低，一般不利于做成小尺寸大能量的脉冲激光器。

由于气体激光器具有以上优点，已经被广泛应用于准直、导向、计量、材料加工、全息照相以及医学、育种等领域。



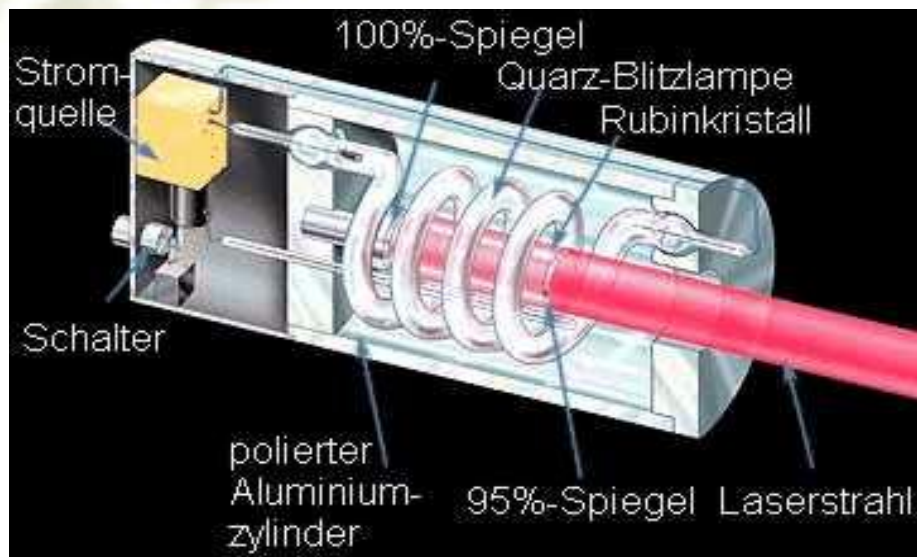
2. 固体激光器

固体激光器是将产生激光的粒子掺于固体基质中。工作物质的物理、化学性能主要取决于基质材料，而它的光谱特性则主要由发光粒子的能级结构决定，但发光粒子受基质材料的影响，其光谱特性将有所变化。固体工作物质中，发光粒子（激活离子）都是金属离子。



固体激光器

▪ Rubinlaser (红宝石激光器)



结构

波长: 694.3nm

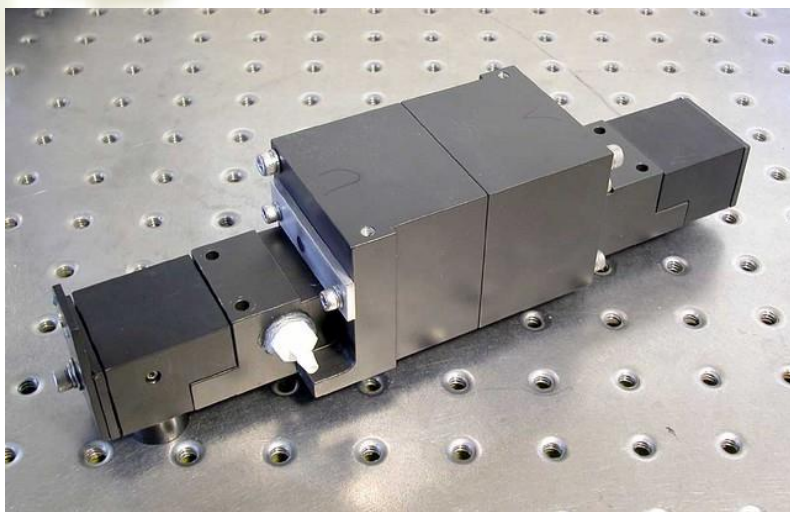
量子效率: 0.5%-0.7%

掺 Cr_2O_3 的 Al_2O_3 晶体



固体激光器

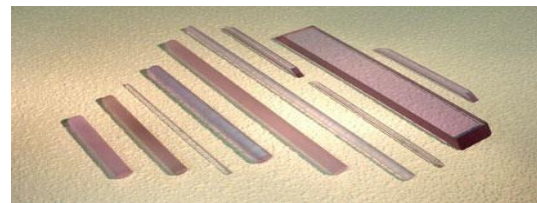
- Nd:YAG Laser (Nd:YAG晶体激光器)



钕铝石榴石晶体

波长：1064nm (倍频可得
532nm)

量子效率：1%



掺Nd³⁺的Y₃Al₅O₁₂晶体

掺钕钕铝石榴石



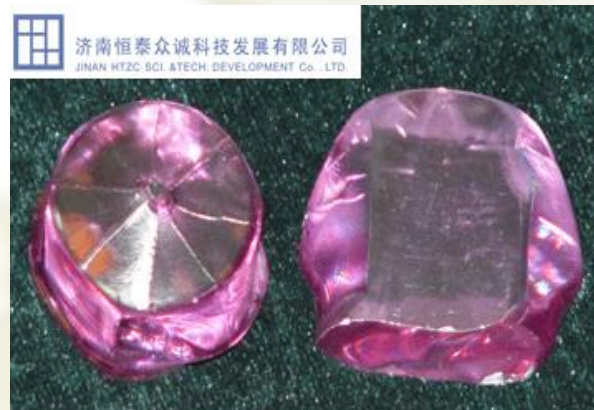
固体激光器



掺 Nd^{3+} 的 YVO_4 晶体
掺钕钒酸钇

波长：1064nm (倍频可得
532nm)

量子效率：大于**YAG**





- ❖ 固体激光器的**突出特点是**：产生激光的粒子掺于固体物质中，浓度比气体大，因而可获得大的激光能量输出，单个脉冲输出能量可达上万焦耳，脉冲峰值功率可达 $10^{13} \sim 10^{14} \text{ W/cm}^2$ ，因固体热效应严重，连续输出功率不如气体高。但是固体激光器具有能量大、峰值功率高、结构紧凑、牢固耐用等优点，已广泛应用于工业、国防、医疗、科研等方面。



3. 半导体激光器

半导体激光器是以半导体为工作物质的激光器。常用的半导体激光器材料是**CaAs**（砷化镓）、**CdS**（硫化镉）、**PbSnTe**（碲锡铅）等。半导体激光器有超小型、高效率、结构简单、价格便宜等一系列特点。在光纤通信、激光唱片、光盘、数显等领域有广泛应用。



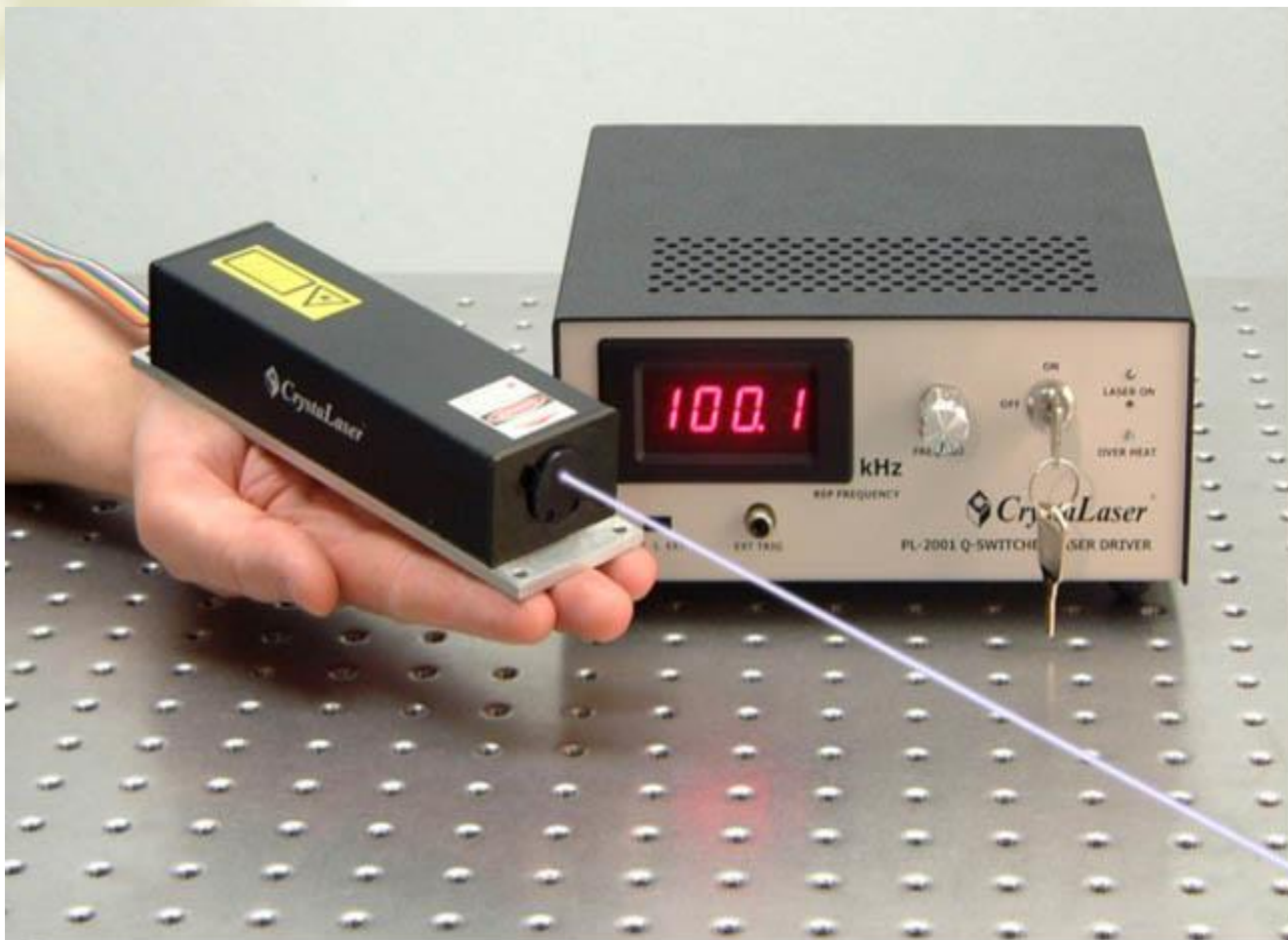
❖ Halbleiterlaser (半导体激光器)



Modul der Halbleiterlaser



❖ Halbleiterlaser (半导体激光器)





❖ Fiber Laser (光纤激光器)



掺稀土元素光纤 (Er, Nd.....)



4. 液体激光器

液体激光器可分为两类：有机化合物液体（染料）激光器（简称染料激光器）和无机化合物液体激光器（简称无机液体激光器）。虽然都是液体，但它们的受激发光机理和应用场合却有着很大的差别。染料激光器已获得了广泛的应用，已发现有实用价值的染料约有上百种，最常用的有若丹明**6G**、隐花青、豆花素等。

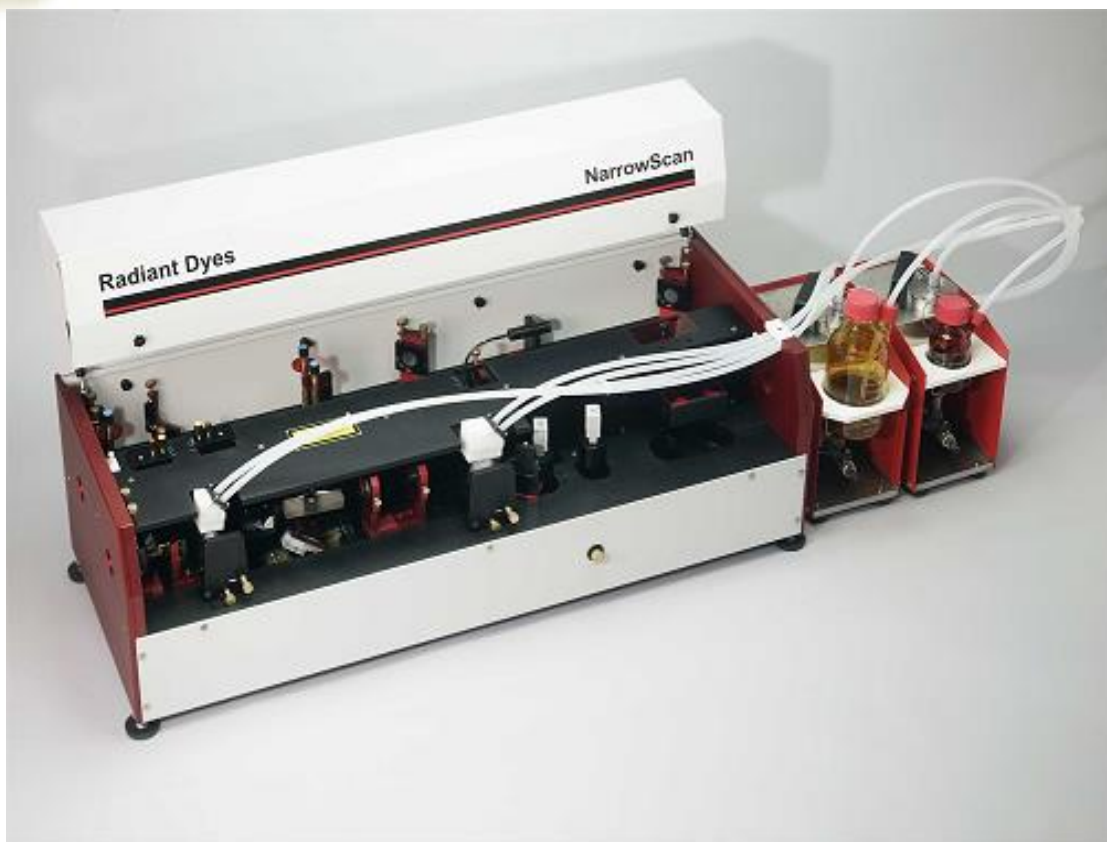


陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

液体激光器

❖ 燃料激光器





染料激光器的特点如下：

- (1) 激光波长可调谐且调谐范围宽广，它的辐射波长已覆盖了从紫外**321 nm**至近红外**1.3 μm** 谱线范围，一些染料激光波长连续可调范围达上百纳米。
- (2) 可产生极短的超短脉冲，脉冲宽度可压缩到 **$3 \times 10^{-15} \text{s}$** 。
- (3) 可获得窄的谱线宽度，线宽可达 **$6 \times 10^{-5} \text{nm}$** ，连续染料激光可达 **$10^{-6} \text{nm}$** 。



5. 化学激光器

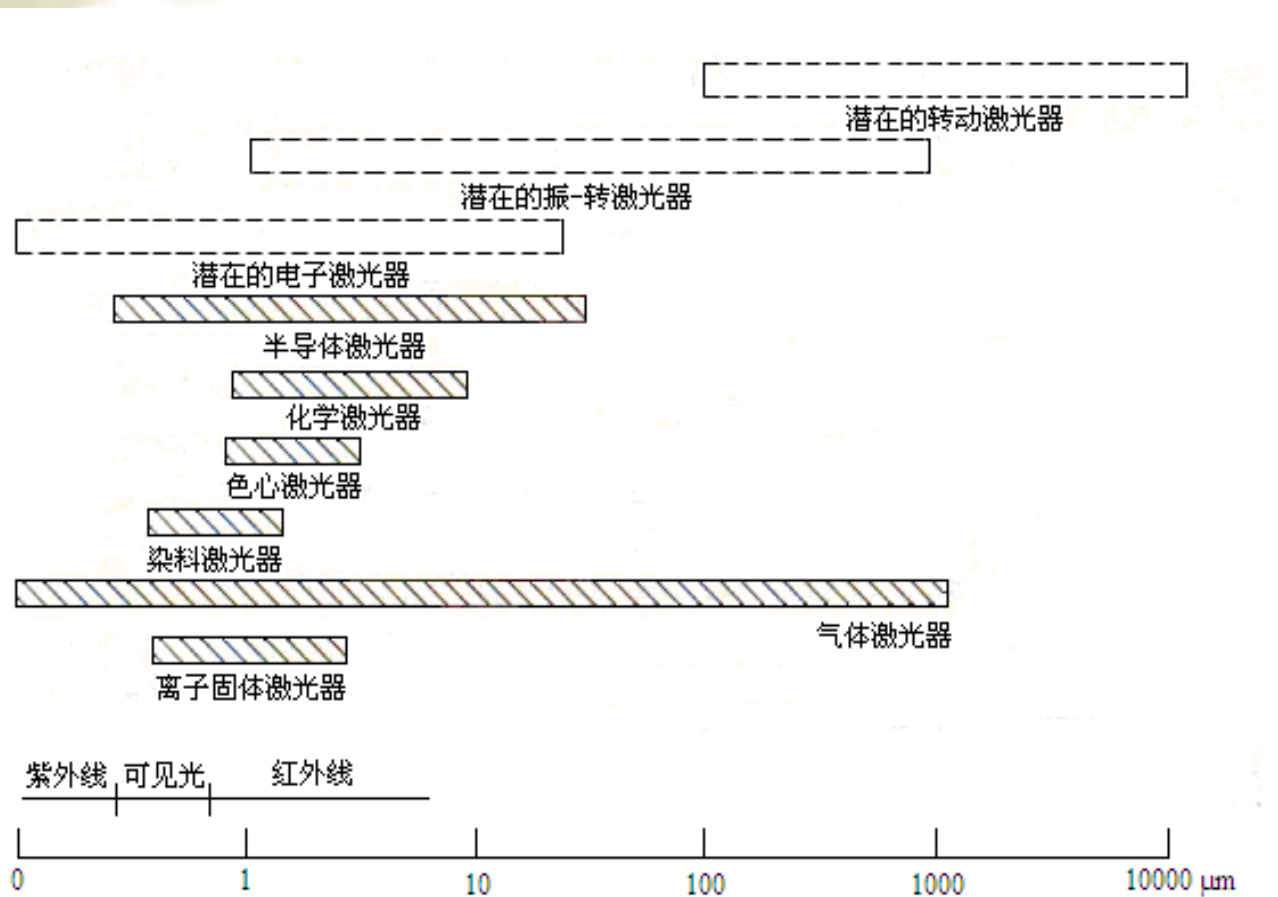
化学激光器是基于化学反应来建立粒子反转的，如氟化氢（HF）、氟化氘（DF）等化学激光器。化学激光器的主要优点是能把化学能直接转换成激光能，不需要外加电源或光源作为泵浦源，在缺乏电源的地方能发挥其特长。在某些化学反应中可获得很大的能量，因此可得到高功率的激光输出。这种激光器可以作为激光武器用于军事领域。

6. 自由电子激光器

自由电子激光器不是利用原子或分子受激辐射，而是利用电子运动的动能转换为激光辐射的，因此它的辐射波长可以在很宽的范围内（从毫米波直到X光）连续调谐，而且转换效率可达50%。



图6.2表示出了各类激光器的波长覆盖范围





6.2 激光显示器件

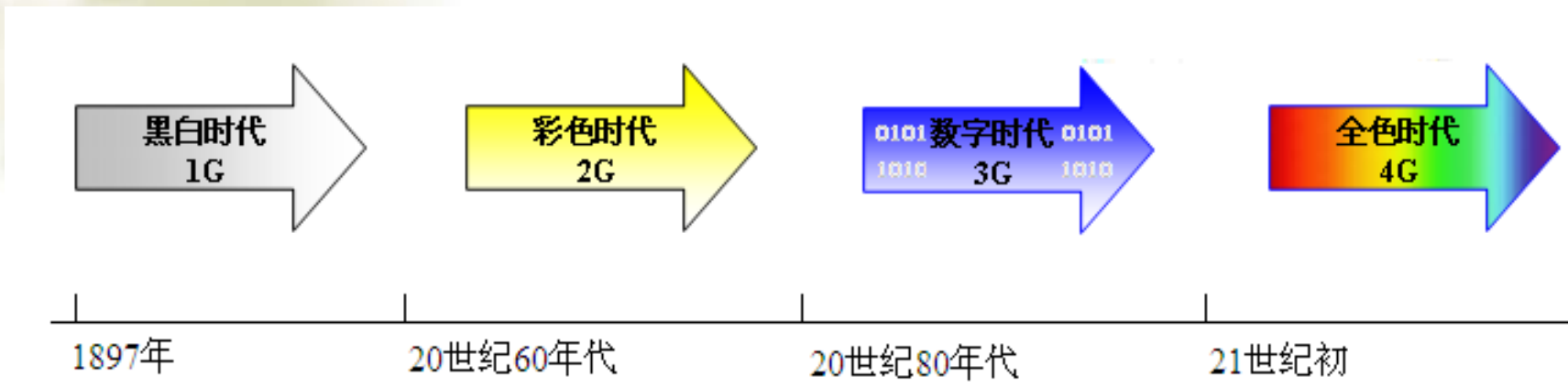
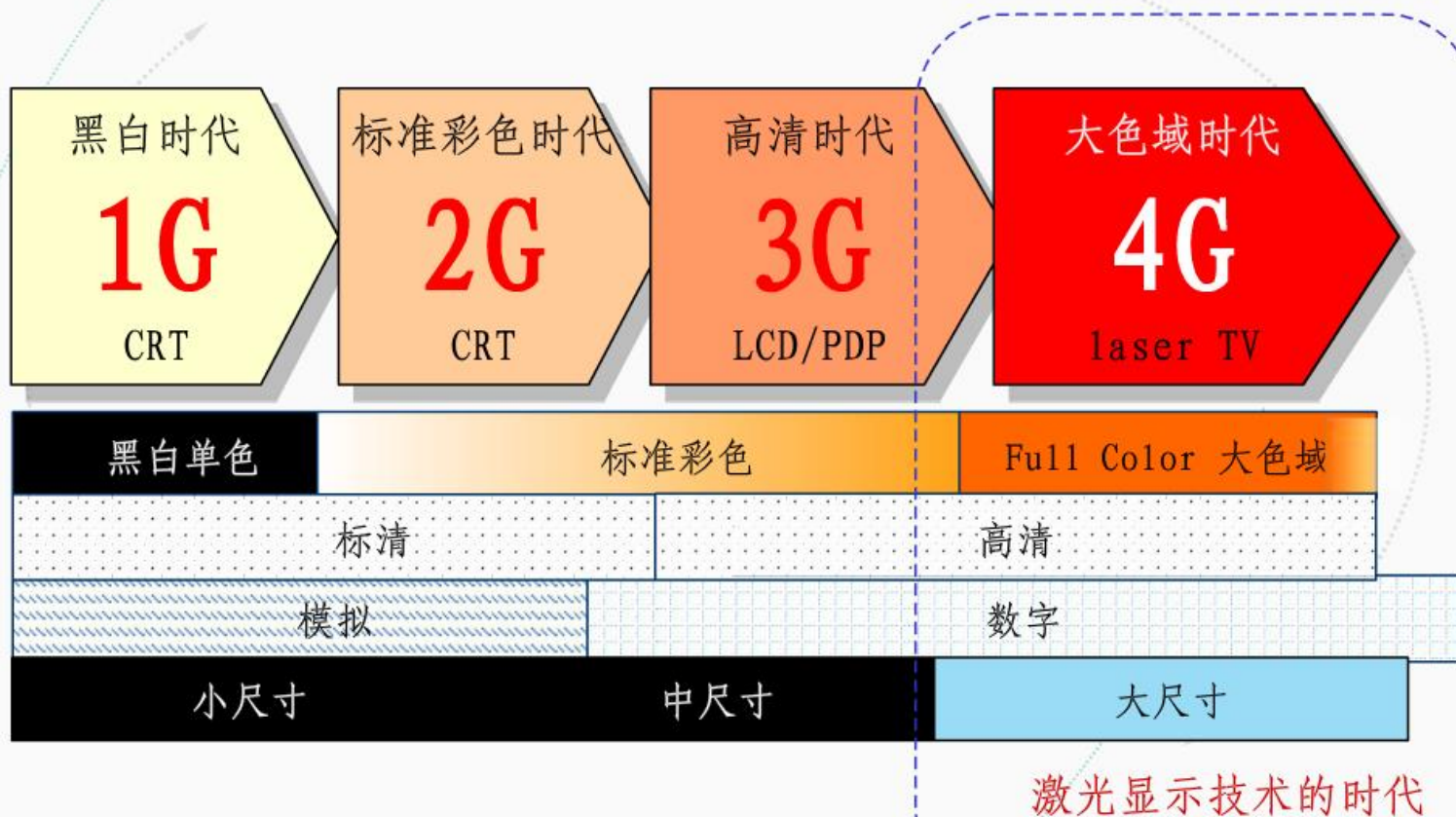


图6.3 显示技术的4个发展时代

在北京第**29**届奥林匹克运动会开幕式中，有一段激光背景表演，以蓝色为主色调，并有红、黄色激光穿插其间，激光还在背景台上打出了游动的鲸鱼，缶声阵阵加上闪烁的激光，瞬间将鸟巢变为璀璨的银河……，激光显示技术向中国和世界呈现了一场美轮美奂的激光舞台艺术魅力。



- 激光显示技术是第四代显示技术，是显示技术发展的必然趋势





激光显示技术

激光器发明不久，人们就开始了激光显示的研究，1996年以前使用气体激光器为光源，实现了扫描式激光全色显示，但因气体激光寿命短，效率低，体积庞大而不能实用化，近年来，由于半导体激光器（LD）和LD泵浦的全固态激光器（DPL）的快速发展，打开了激光显示技术向产业发展的的大门。



●激光具有单色性好、方向性好和亮度高等优点，用于显示具有以下优势。

➤（1）激光发射光谱为线谱，色彩分辨率高，色饱和度高，能够显示非常鲜艳而且清晰的颜色。

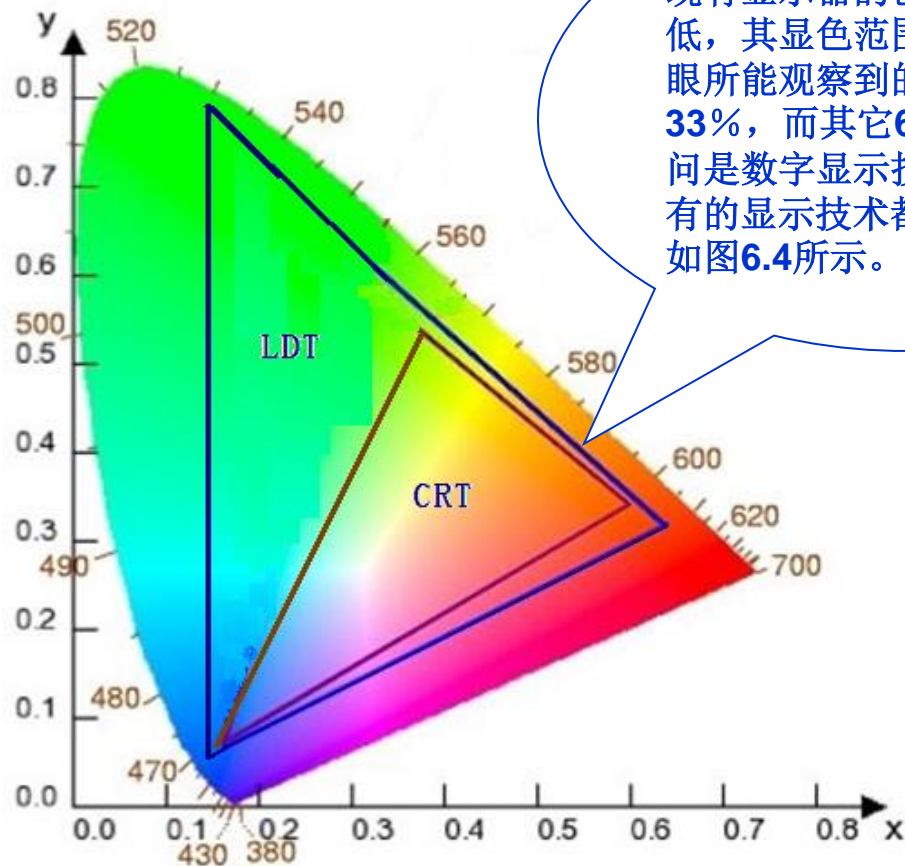
➤（2）激光方向性好，易实现高分辨显示。（3）激光强度高，可实现高亮度、大屏幕显示。

➤（4）激光可供选择的谱线（波长）很丰富，可构成大色域色度三角形，能够用来显示丰富的色彩。

◆可以说激光显示是当今保真度最高的显示技术，可显示色彩最丰富、最鲜艳、清晰度最高的视频图像。



激光显示作为新一代显示技术，在继承了数字显示技术所有优点的基础上，以高饱和度的红、绿、蓝三基色激光作为显示光源，解决了显示技术领域长期难以解决的大色域色彩再现难题，其色域可覆盖接近90%人眼可识别色彩，从而最完美地再现自然色彩。



现有显示器的色彩重现能力低，其显色范围仅能覆盖人眼所能观察到的色彩空间的33%，而其它67%的色彩空间是数字显示技术和现在已有的显示技术都无法重现的，如图6.4所示。

图6.4 显示技术可以显示的色彩空间



激光投影机系列



激光电视



激光拥有高色纯度，能实现更高对比度



等离子电视

激光电视



激光显示器件的优势





安全免维护

传统投影机存在炸灯危险，影响使用安全

•传统投影机使用灯泡作为光源，由于灯泡结构不稳定易发生破裂或爆炸，对我们的人生安全造成损害。

传统投影机反复更换灯泡，影响使用效果

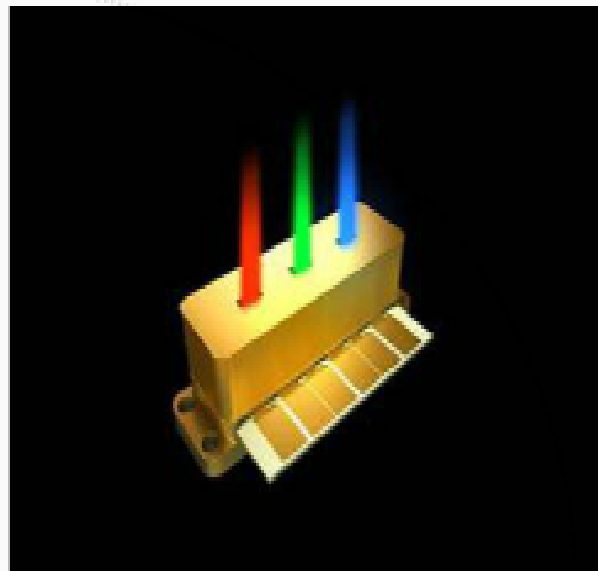
•我们以1万流明3000W氙灯投影机为例，其氙灯的理论寿命一般在1000-1500小时左右，但是，由于我们的操作技巧及环境因素（如灰尘、室温）等问题，在实际使用过程中的寿命会低于其理论值。如果我们以投影机一天工作4小时来计算，那么我们需要一年左右更换一次灯泡。这样既增加维护成本也增加了繁琐的维护工作。如果为了增加投影机的光通量而采用5000W或更高功率的氙灯，其寿命会更低、更换频率会更高。

激光投影机无炸灯危险，无需更换灯泡、零成本维护

•激光器为半导体、晶体元件，没有高压结构，无炸灯危险，无汞污染
•激光投影机采用最先进的激光光源技术，由于激光是属于冷光源，在使用的过程中发热量不大，温度非常低，其寿命可达20000小时以上，是传统投影机使用寿命的10倍以上。不管是1万流明还是5万流明的激光投影机，其光源寿命都能达到20000小时以上，真正可以做到长期免维护使用。



- 充有超高压气体的大功率汞灯有炸灯危险，且存在汞污染



- 激光器为半导体、晶体元件，没有高压结构，无炸灯危险，无汞污染



长久高画质

传统投影机光源衰减、光路易损、无法实现长久高画质

一方面，由于气态光源的光效率极低，为实现高亮度就必须提高灯泡的功耗，这样就会加速灯泡的衰减，大幅缩短了原本就不长的使用寿命，而灯泡的迅速衰减，势必会影响画面显示效果；另一方面，更高的功耗将产生极大的热能，在热应力的影响下，加速了光路系统的老化和性能上的改变，降低了显示效果，这就是为什么用户在更换灯泡后仍然感觉投影的显示效果不能完好如初；还有就是在高热的环境下，整个光路会产生大量的静电，粉尘的问题迎面而来。粉尘对投影机多部件的侵害，加速了关键部件的老化，使显示系统的寿命大大降低，同时粉尘问题大大限制了投影设备的应用环境。

激光投影机始终保持画面亮丽如新

激光投影机所使用的是激光器作为显示光源，其寿命可达20000小时以上，在超过20000小时，激光器效率（寿命）达到80%后，其衰退过程也是缓慢的，还能保持较好的图像显示效果。从光学成像系统来说，由于激光是属于冷光源，在工作过程中产生的热量几乎可以忽略不计，不会由于发热量过大而造成光学成像系统老化、衰减或变形。所以，激光投影机光源低衰减特性和冷光源特性使得其输出的画质长期保持高亮度、色饱和度和对比度，画面色彩始终亮丽如新。



色彩最亮丽

传统投影机色彩表现能力差，色饱和度低

• 由于传统投影机采用的是汞灯或氙灯做为光源，汞灯和氙灯由于光谱带宽太宽，导致其红、绿、蓝三基色不够纯正，所以在合成图像的时候有很多颜色都无法表现。因此，传统投影机只能表现自然界中30%左右的人眼可识别色彩，致使另外70%的色彩无法通过传统显示设备让我们感知。

激光投影机颜色表现更优秀，远超LED与传统投影机

• 激光投影机采用红、绿、蓝三基色激光作为光源，激光的光谱带宽窄，是真正的高纯色的红、绿、蓝三基色光源，激光投影机能实现自然界中90%以上的人眼可识别色彩，是传统投影的2倍，色饱和度是传统投影的100倍。



单机高亮度

传统投影机无法实现超高亮度，高亮度投影牺牲使用寿命与画质表现

•由于传统投影机采用的是氙灯或汞灯作为显示光源，目前氙灯或汞灯的最高功率只能达到6500W-7000W，而采用此灯泡的投影机单机最高只能达到33000流明，并且其灯泡寿命更是只有短短的800小时。

激光投影机轻松逾越亮度极限，寿命与色彩表现更长久

•由于激光投影机是采用的最先进的激光器作为显示光源，而激光是属于冷光源，不存在发热量过大而使其温度过高的因素，所以我们只需要通过增加激光器数量，就可以很轻松的将激光投影机单机的光通量达到50000流明以上，且其光源的使用寿命仍然可以达到20000小时以上，是传统33000流明投影机光源寿命的20倍以上。



真正数字化

传统投影机色温、亮度不可调，严重影响使用质量

一方面，传统光源随着使用时间的增加，光谱成分会发生相应的变化，造成偏色甚至缺色的现象，破坏显示效果；另一方面，传统光源三基色的配比是固定的，出厂后的投影机不能调节色温与亮度，如果想改变色温、亮度需求，只能更换投影机，新的成本、安装周期困扰用户，特别是在突发情况下，传统投影机无法及时根据需求达到使用状态。

激光投影机是真正数字化光源，色温、亮度随时可调，适应各种突发使用需求，使显示质量随时处于最佳状态

一般使用状态下激光投影机通过激光功率反馈控制系统，能保证激光光源在全寿命时间内颜色不偏，不缺，保证长时间的显示效果不变；

在有色温要求变换的场合，通过控制系统调整激光驱动功率，使激光光源一直保持高效的工作，达到调节色温与亮度的要求。可轻松灵活应对各种用户需求。



激光投影服务奥运会

由于激光投影机突出的色彩表现、超高的稳定性、连续工作、低噪声与良好的工程适应性，经过与传统气态光源投影机的严格测试比较及为期1年的“好运北京”系列测试赛试运行，由中视中科研制的激光前投影设备，打破了国外传统显示巨头在奥运会显示设备方面的垄断，最终于2008年7月20日至2008年9月17日期间，作为主显示设备成功运用于北京奥运会和残奥会主运行中心(MOC)。经过60天，每天超过12小时的全程使用，激光前投影设备运行稳定，色彩艳丽逼真，提高了MOC视频显示系统的显示效果，为赛事的指挥调度提供了有利支持，该项应用得到了奥组委的表彰。

可靠

稳定

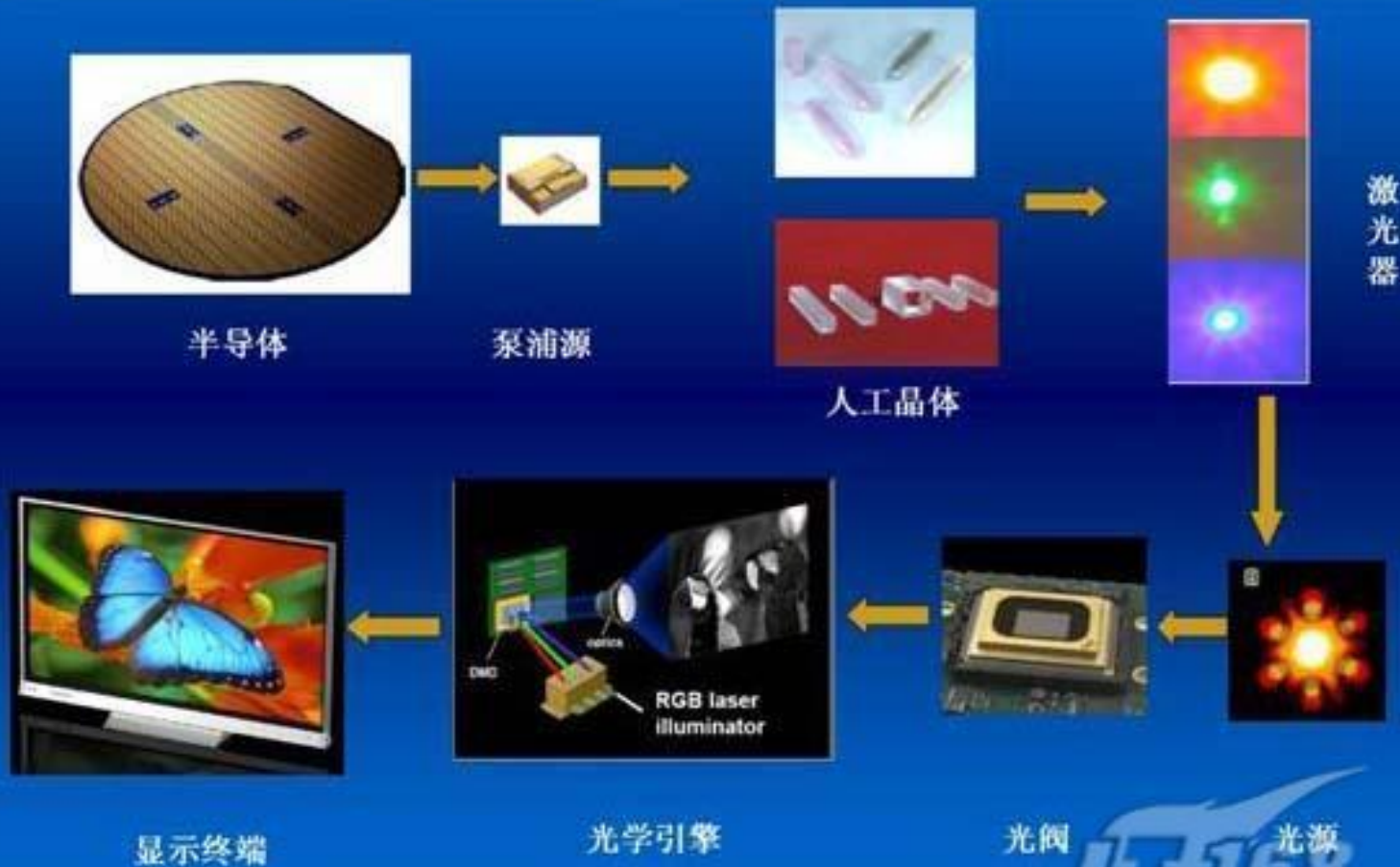


连续工作

高画质



激光显示核心产业链



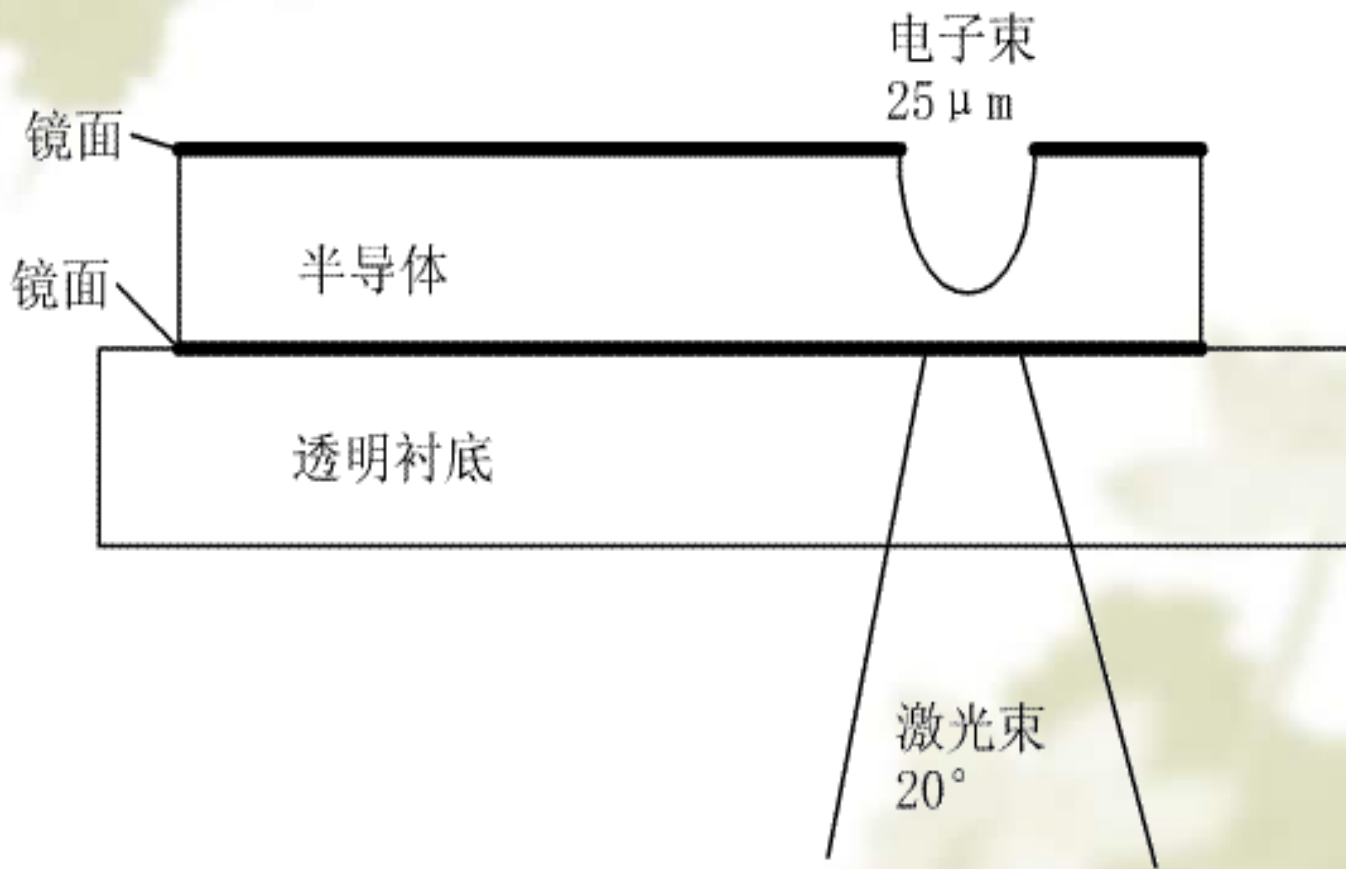


❖ 激光显示技术分为三种类型：

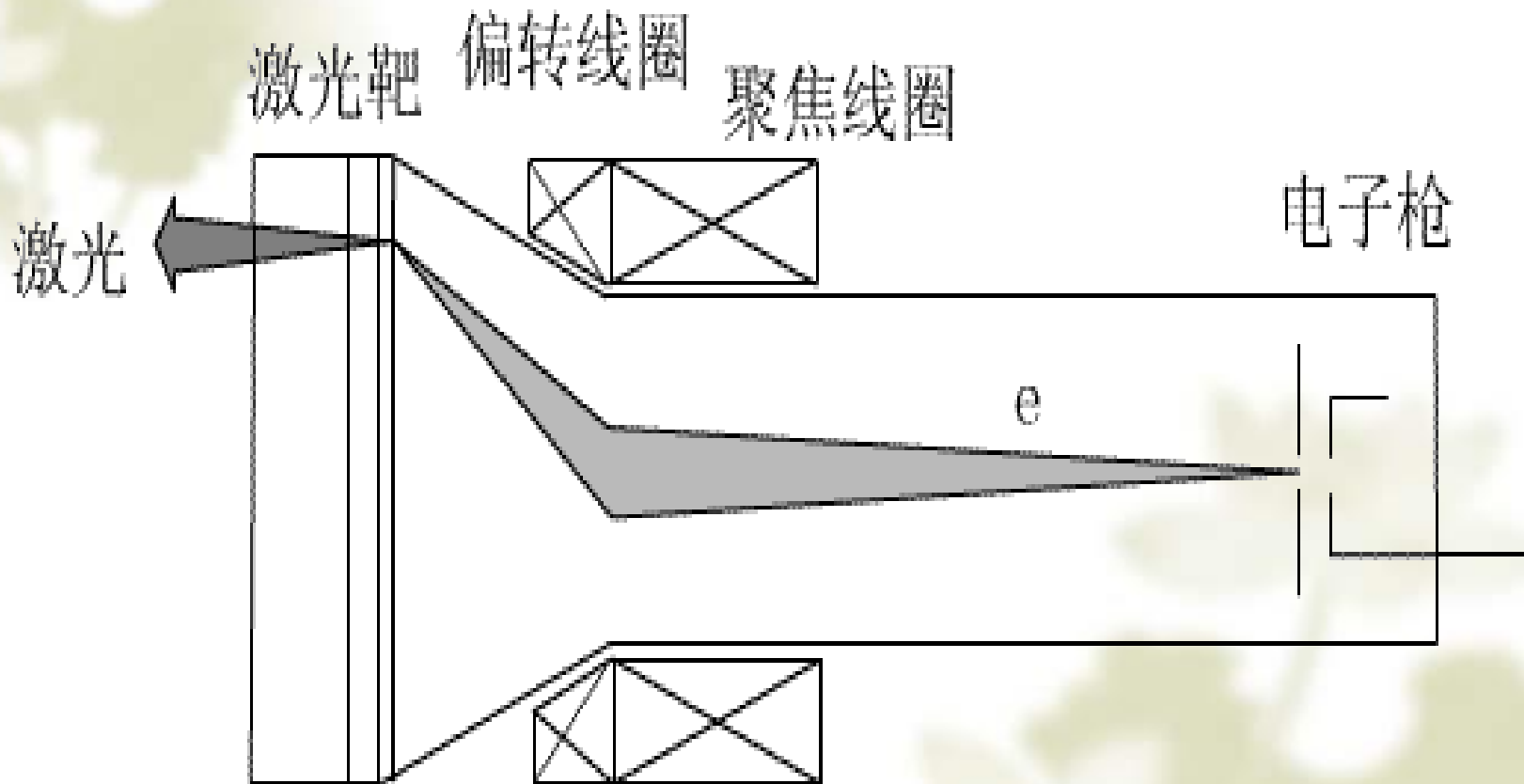
- ❖ （一）是激光阴极射线管LCRT（Laser Cathode Ray Tube），基本原理是用半导体激光器代替阴极射线显像管的荧光屏来实现的一种新型显示器件。
- ❖ （二）是激光光阀显示，基本原理是激光束仅用来改变某些材料（如液晶等）的光学参数（折射率或透过率），而再用另外的光源把这种光学参数变化而构成的像投射到屏幕上，从而实现图像显示。
- ❖ （三）是直观式（点扫描）电视激光显示，它是将经过信号调制了的RGB三色激光束直接通过机械扫描方法偏转扫描到显示屏上。



激光阴极射线管LCRT显示



激光面板基本结构



LCRT结构图

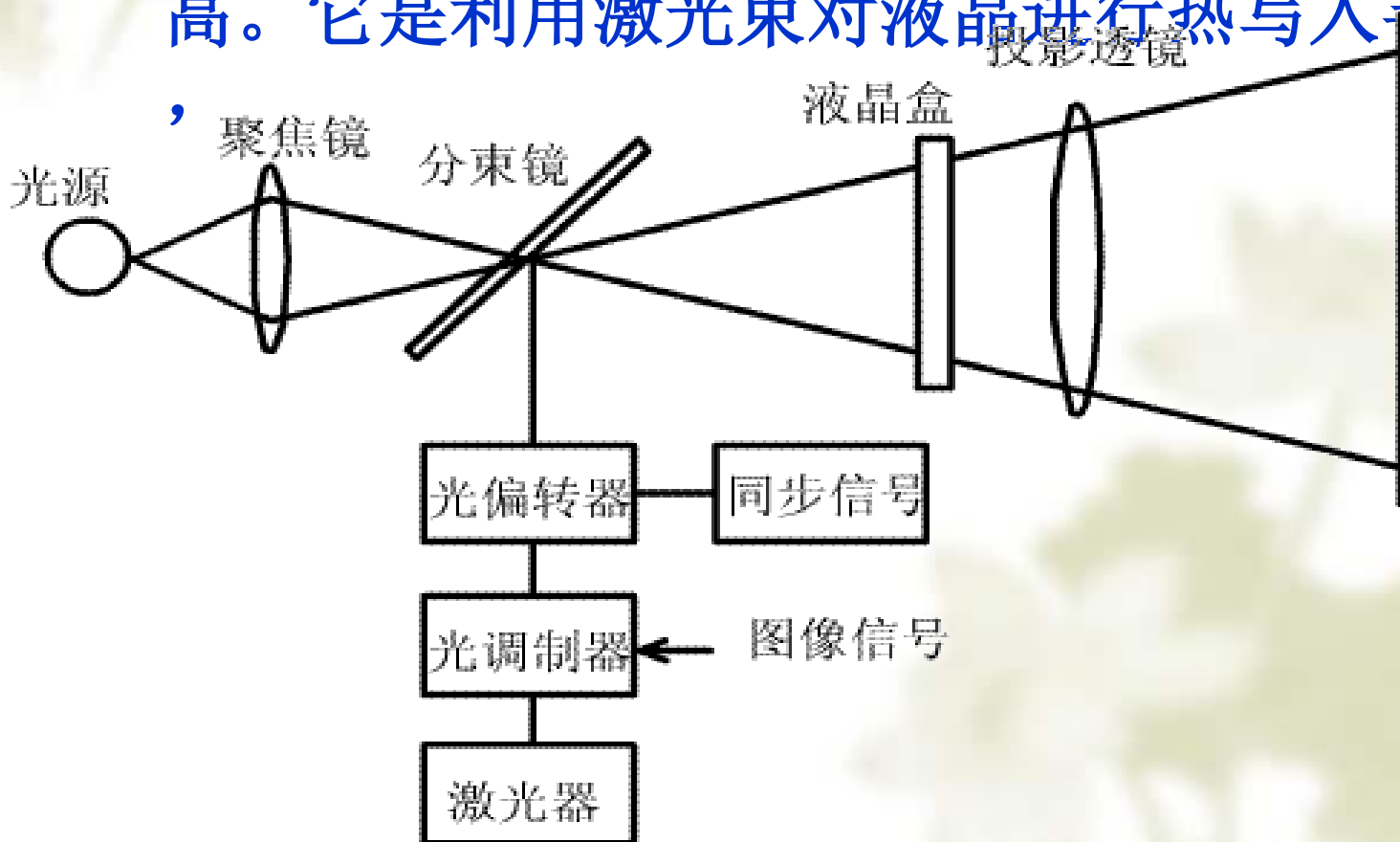


- ❖ LCRT的工作原理除了用半导体激光器代替荧光面板外，激光CRT实质上就是一个标准的投影用阴极射线管。
- ❖ 半导体材料的两面与镜面相邻接从而形成一个激光器的谐振腔，并与一片衬底相结合从而形成一块激光面板。用电子束扫描激光面板时，在电子束轰击到的地方就产生出激光来。这种激发的物理机制和荧光CRT相似，只是产生的是激光而不是荧光。



激光光阀显示

- ❖ 如图所示为激光光阀显示。优点是清晰度极高。它是利用激光束对液晶进行热写入寻址





- ❖ **激光束写入原理为：**把介电各向异性为正的**近晶相液晶**夹于两片带有透明电极的玻璃基板之间（其中一片玻璃基板内涂有激光吸收层），构成**液晶光阀**。
- ❖ 把聚焦约为**10 μ m**的**YAG**（**钇铝石榴石**）**激光束**照射到液晶光阀上，被吸收膜吸收后变成热能并传给液晶。于是照射部分的液晶随温度上升，从**近晶相**，经由**向列相**变成各向同性液体。

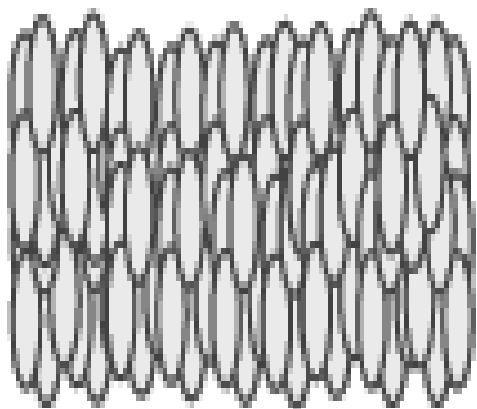


- ❖ 当激光束移向他处，液晶温度急剧下降，出现由各相同性液体-向列液晶-近晶相的转变的相变过程。由于速冷作用，相变过程中形成一种具有光散射的焦锥结构，这种结构一直保持到图像擦除。别一方面没有照射部分的液晶仍为垂直于表面取向的透明结构。这样通过对激光束的调制和扫描，便可在整个画面上形成光散射结构和透明结构的稳定共存。
- ❖ 擦除过程是：用电擦除法，即在液晶层上施加高于条件阈值（约**70kV/cm**）的高电场**E**，使之反加到初始的透明结构。这种擦除方式速度极快，已被广泛使用。

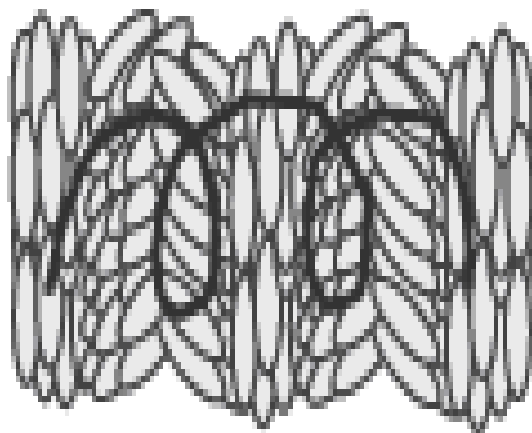


液晶的晶相

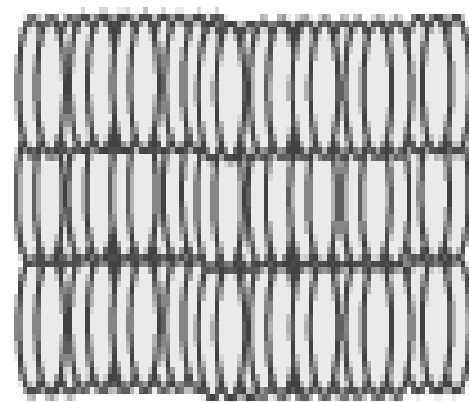
常见液晶的晶相有向列相（**nematic**）、胆甾相（**cholesteric**）和近晶相（**smectic**）等。



(a) 向列相



(b) 胆甾相



(c) 近晶相



近晶型液晶：分子在排列的有序程度上和晶体相近的液晶，称为近晶型液晶，又称做**近晶相液晶**。

结构特征：

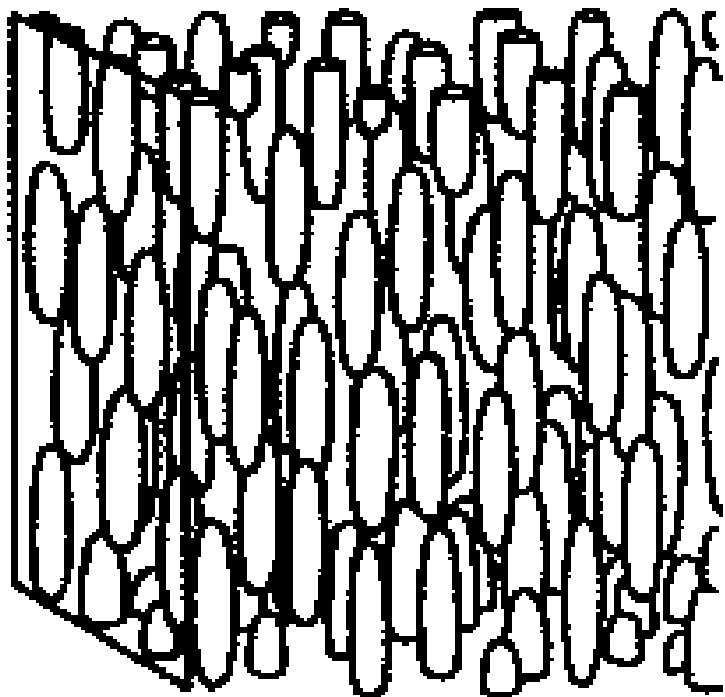
其结构是由液晶棒状分子聚集一起，形成一层一层的结构。其每一层的分子的长轴方向相互平行，且此长轴的方向对于每一层平面是垂直或有一倾斜角。棒状分子依靠官能团提供的垂直于分子长轴方向的相互作用，相互平行排列成层状结构，分子的长轴垂直于层面。分子可以在层内运动，不能来往于各层间。其结构非常近似于晶体。



向列相亦称丝状相。它由长、径比很大的棒状分子组成。分子大致平行排列，质心位置杂乱无序，具有类似于普通液体的流动性。

特点：

- 向列液晶由于其液晶分子重心杂乱无序，并可在三维范围内移动，表现出液体的特征——可流动性。
- 所有分子的长轴大体指向一个方向，使向列液晶具有单轴晶体的光学特性（折射系数，沿着及垂直于这个有序排列的方向而不同），一般是单轴正性。
- 而在电学上又具有明显的介电各向异性，
- 由于向列相液晶各个分子容易顺着长轴方向自由移动且分子的排列和运动比较自由，致使向列相液晶具有的黏度小、富于流动性、对外界作用相当敏感等特点。



可利用外加电场对具有各向异性的向列液晶分子进行控制，改变原有分子的有序状态，从而改变液晶的光学性能，实现液晶对外界光的调制，达到显示目的。



点扫描激光电视

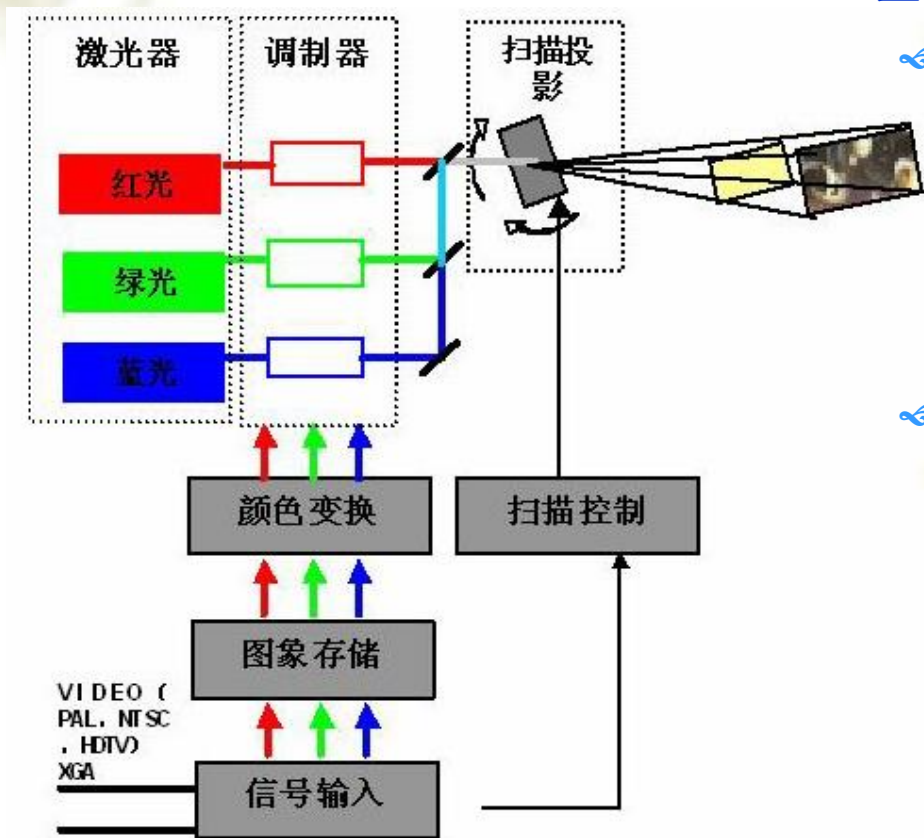
❖ 直接扫描式激光电视系统如图所示。其中应包括**RGB激光光源**，扫描装置，光强调制，和扫描同步控制部分。

❖ 显示原理

外部视频/PC信号被分解为三原色经颜色转换后调制三束激光的强度；被调制的光信号经过光缆传输到扫描系统，激光束被偏转（行扫描：转镜，帧扫描：振镜）投射到屏幕上，“写”出图像。

❖ 基本结构

- ❖ RGB激光光源
- ❖ 激光调制
- ❖ 扫描投射系统
- ❖ 图像变换光学系统
- ❖ 光导传输
- ❖ 电子控制和软件





6.2.1 激光显示原理

激光投影显示系统包含红、绿、蓝3色的激光光源、照明系统、光阀、投影物镜和投影屏。如图6.5所示，由激光出射的光束，经照明系统，均匀照明光阀。被均匀照明的光阀经投影物镜，将光阀上的图像，成像至投影屏上供人们观赏。人眼接收投影屏上散射后的光束，并在视网膜上形成投影屏的图像，这个图像才是观众观察到的图像。

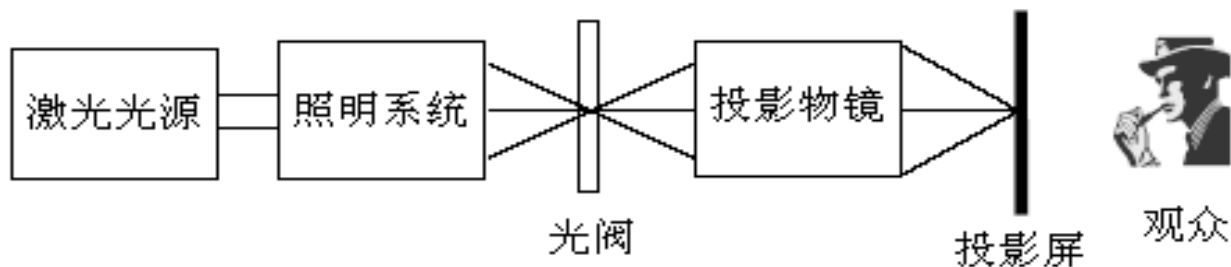


图6.5 激光投影显示原理



实现显示**3**基色激光的方案有多种，如每个激光显示器件采用三种波长的激光二极管（**Laser diodes, LD**）以发出红、绿和蓝色波长的激光，采用非线性频率变换技术的**LD全固态激光器**通过腔内倍频、腔外倍频或自倍频等方案获得红、绿、蓝激光。

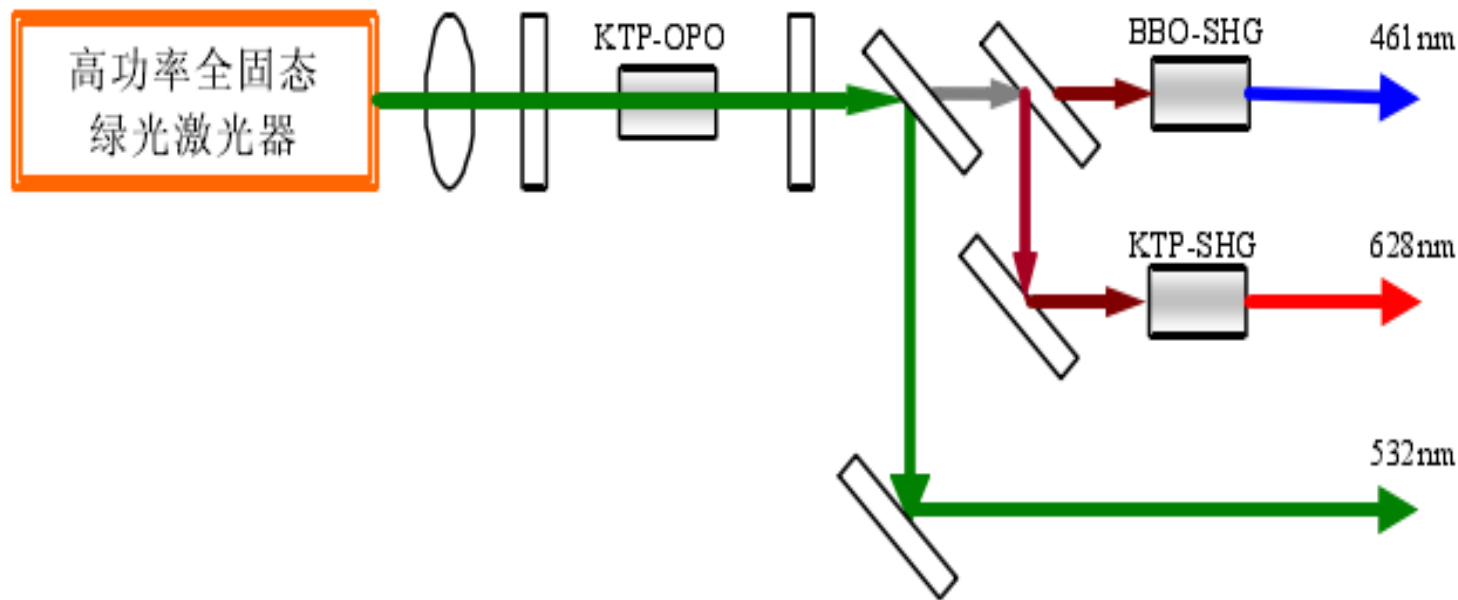


图6.6 实现**RGB**激光输出的激光显示系统方案



❖ LPD的优点:

- (1) **体积小**。可以做到烟盒般大，携带非常方便。
- (2) **亮度高，颜色鲜艳**。因为LPD采用的投射介质是激光，所以在亮度和色饱和度方面表现很突出。
- (3) **制造工艺简单**。因为它的原理非常简单，所以所需元器件较少，成本也低，很容易建成一条生产线。
- (4) **功耗低**。它与传统的投影仪有所不同，只需要产生小功率的激光即可。
- (5) **显示速度快，视角范围广**。
- (6) **显示颜色丰富**。它的色彩采用三基色调制方法，显示颜色数与CRT相当。
- (7) **造型灵活**。它可以做成前投型和背投型或背投一体化型。根据具体应用，可做成大型机（形成超大尺寸画面），也可做成微型机（形成一般尺寸画面）。



❖ 影响LPD显示质量的因素主要有以下两点

(1) 激光束的纯度和波长；

(2) 激光控制阀门和控制激光偏转的效率与速度。设计的关键问题是如何有效控制激光束的大角度偏转。



表6.2 LPD与其它显示器的对比

参数 种类	显示效果	体积	显示尺寸	功耗	工艺复杂度	制造成本	价格
CRT	好	庞大	较小	大	较简单	较高	一般
等离子	较差	轻薄	大	大	复杂	高	昂贵
液晶	较差	轻薄	大	小	复杂	高	昂贵
LPD	好	很小	大	小	简单	较低	一般



6.2.2 常用激光显示器件

1. 激光背投电视机

激光显示技术的原理与**CRT**显示相似。激光束从上到下，从左到右进行扫描。水平偏转(行扫描)通过放映头中的一个多面旋转镜实现，垂直偏转(帧扫描)通过一个倾斜镜实现。工作过程和**CRT**的电子束在荧光屏上扫描类似，不过电子束是通过磁场偏转完成扫描，而激光靠棱镜进行偏转。

视频信号经过放大并调制到激光发生器和激光阀门控制器，分别控制激光器和激光阀门，激光亮度和输入亮度信号成正比，进行同步变化。激光阀门按照输入视频信号的变化控制激光束的水平 and 垂直偏转，然后投射到屏障上，形成图像。

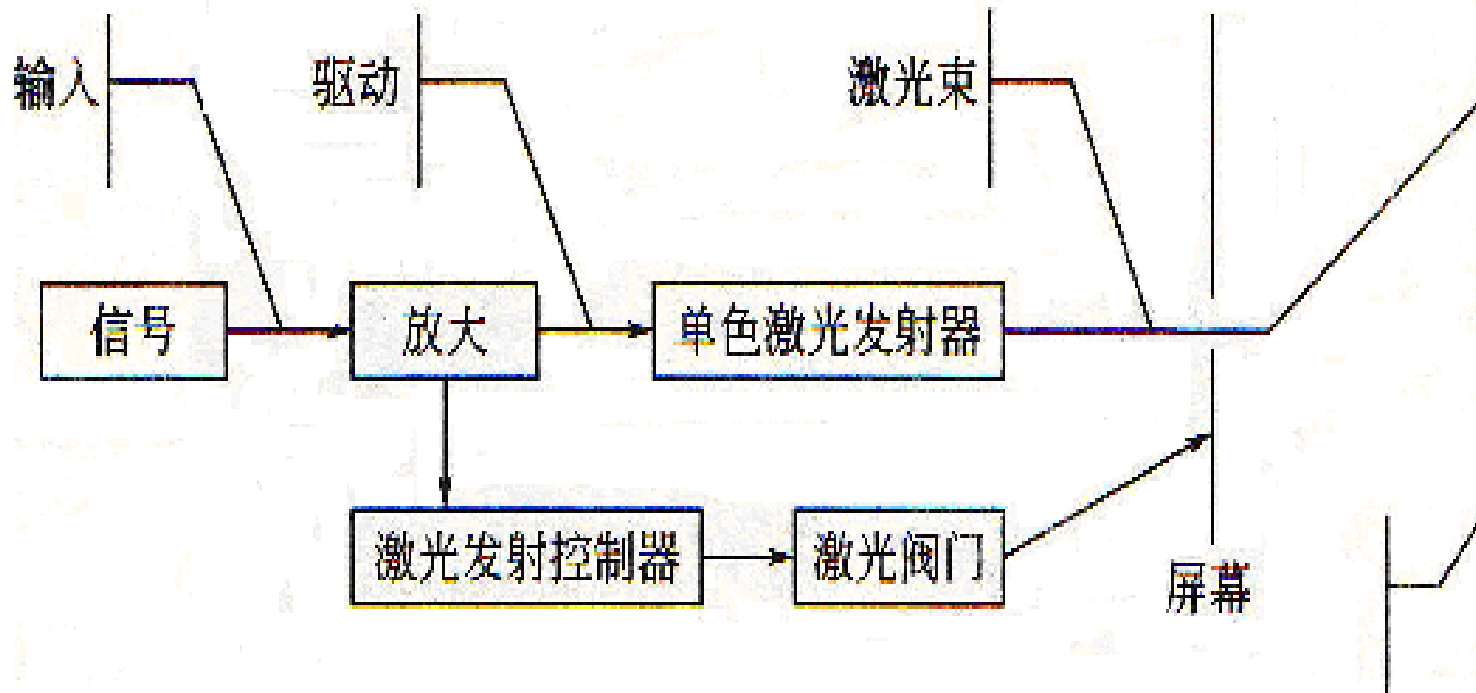


图6.7 激光背投电视机显示原理

LPD的结构很简单，容易建立生产线。只要激光功率足够大，亮度就可以很高；当激光束足够细，显示分辨率就可以非常高；提高控制阀门的控制速度，就可以得到很高的刷新率，避免闪烁。



激光电视机有3种光线处理方式:

一种是**激光扫描技术**，扫描技术需要很精细的镜片加工和装配；另外两种是**阵列激光技术**和**激光光纤导入技术**。它们都需要使用成像设备，不过不是控制激光本身，而是改进激光光源的利用方式。通过使用阵列激光技术，把**RGB 3色**激光分别做成大规模的阵列，通过硅片加工技术实现成本的大幅度降低，既保证了单个激光头满足公开环境下的使用，又提高了整体的光效输出。由于要使用成像芯片，体积无法做到很小，而且需要保证激光模块与成像模块的角度，否则无法呈现大尺寸的画面。把激光通过光纤导入一个扩散器，使得激光的面积成百倍放大，并且重新适当聚焦之后，投射到成像元件上成像输出。



2. 激光前投电影放映机

激光电影放映机、激光投影机基本上基于普通的投影技术，将原有的**UHP**（**Ultra High Performance**，超高压）汞灯泡换成了激光器，在前投显示中方便应用。



全色激光放映机、投影机是一种体积小（可以做到烟盒般大小）、画面大，与CRT色彩还原能力相当的前投型显示器，它用红、绿、蓝三束波长极短的激光束分别打到屏幕的目的，

从图可以看出，其原理非常简单。只要激光的功率足够大，激光束足够细，那么其投影图像尺寸将会非常大，画面将会非常细腻、亮度足够亮。

原真彩图像

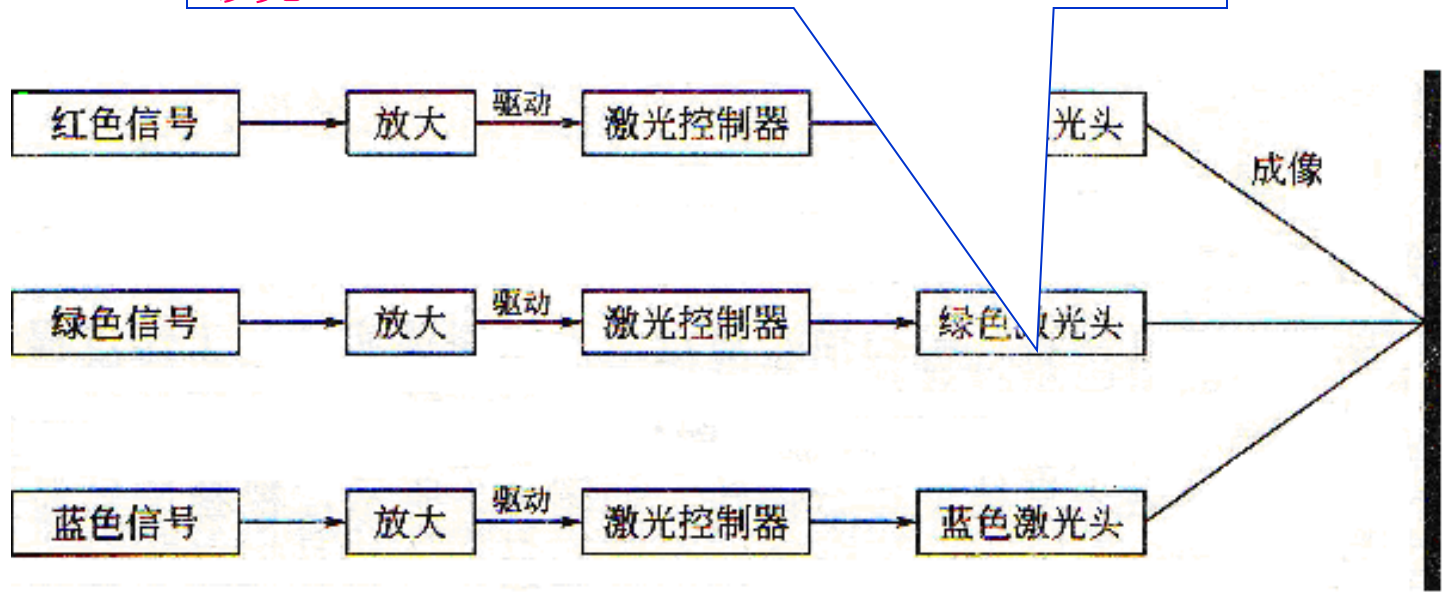
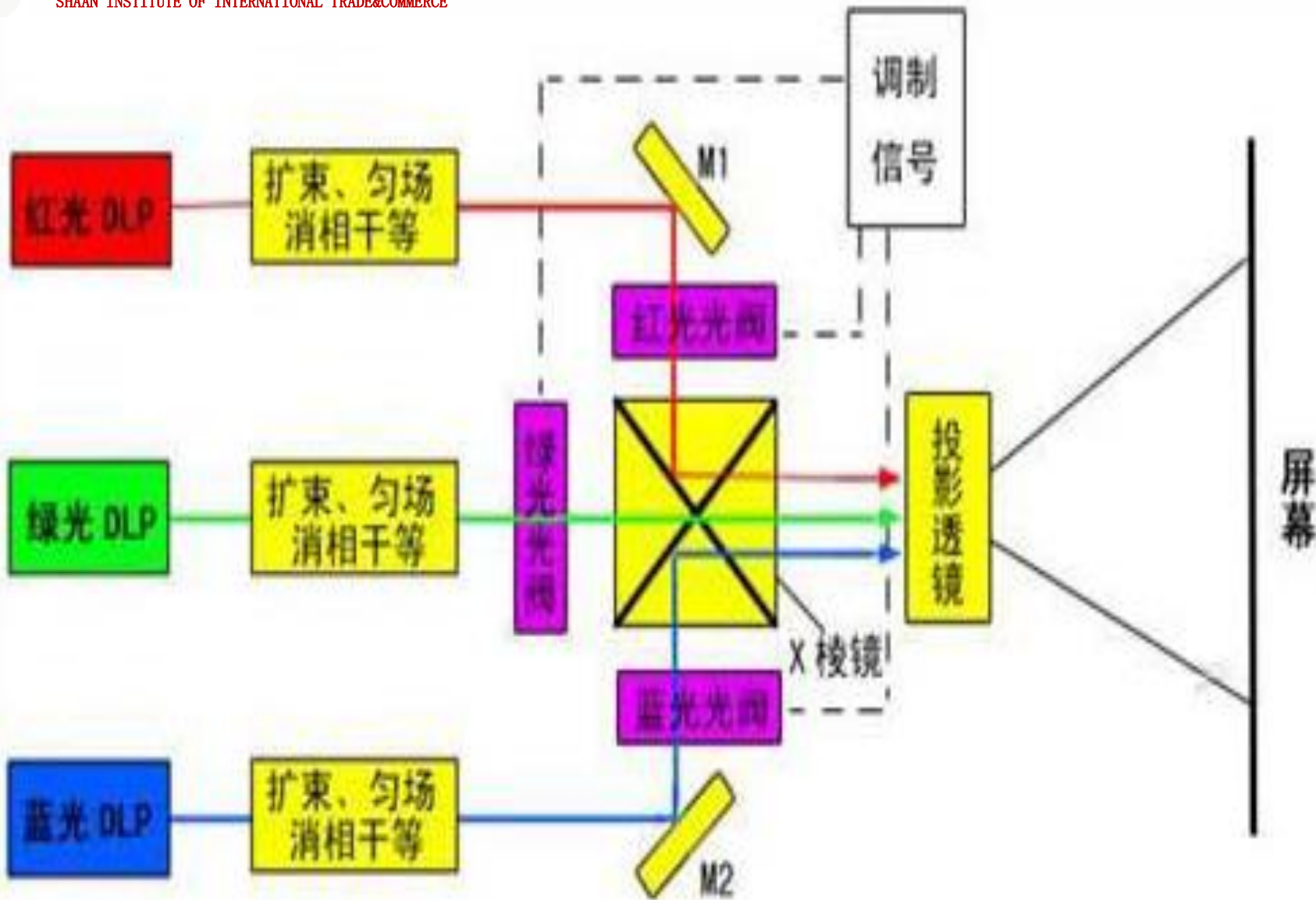


图6.9 全色激光放映机、投影机显示原理





3. 激光空间成像投影机

激光空间成像投影机由激光器（包括光学系统、激光电源、声光电源、制冷系统）和扫描系统（包括控制计算机、图形输入设备、数据转换 D/A 卡、振镜驱动电源、透镜）组成，其结构如图6.11所示。激光投影使用具有较高功率（瓦级）的红、绿、蓝（三基色）单色激光器为光源，混合成全彩色。它把用户信息输入计算机加以编辑，然后配合音乐来控制高速振镜的偏转，反射激光投向空间或屏幕（如水幕、建筑物表面、山岩、云层等），快速扫描形成文字、图形动画、光束效果等特殊的激光艺术景观。有多种方法实现行和场扫描，当扫描速度高于所成像的临界闪烁频率，就可满足人眼“视觉残留”的要求，人眼就可清晰观察。临界闪烁频率是观察周期性目标时恰好不能感觉出其闪烁的频率。在激光投影系统中，临界闪烁频率应不低于**50 Hz**。

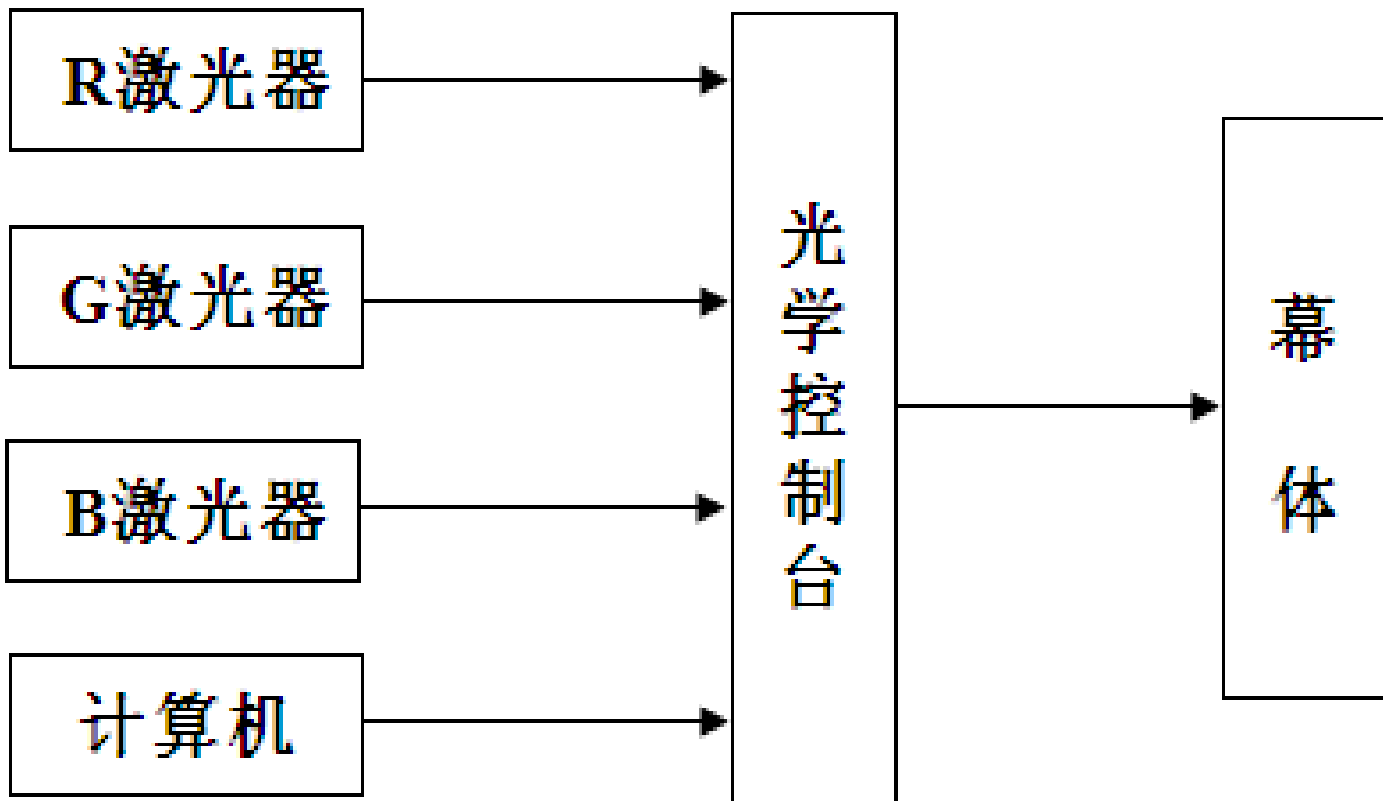


图6.11 激光空间成像投影机结构图



❖ 激光空间成像投影具有以下应用:

- (1) 可以在庆典、娱乐场所形成二维静态或动态的图像，渲染热烈欢庆气氛。
- (2) 可为音乐喷泉加彩，产生更好的声光效果。
- (3) 可以在报告厅、展览会造成引人入胜的激光显示效果。
- (4) 可在靶道测量中模拟形成一个具有逼真形态和动态的虚拟靶标，来测量靶标弹着点位置。



❖ 由于激光具有亮度高、方向性好等特点，使激光空间成像投影所具有的远距离超大屏幕显示的优点是其它方法无可比拟的：

- (1) 投影表面可以是平面也可以是曲面，可以是雾幕（烟雾和气雾）、水帘，也可以是墙面、布幕或平板毛玻璃，只要是光散射物质就行。
- (2) 由三基色混合成的彩色色调丰富饱和。
- (3) 无余辉磷光，背景干净，对比度高。
- (4) 因为不需要庞大笨重的屏幕，因此整个系统小巧轻便，便于携带。



陕西国际商贸学院

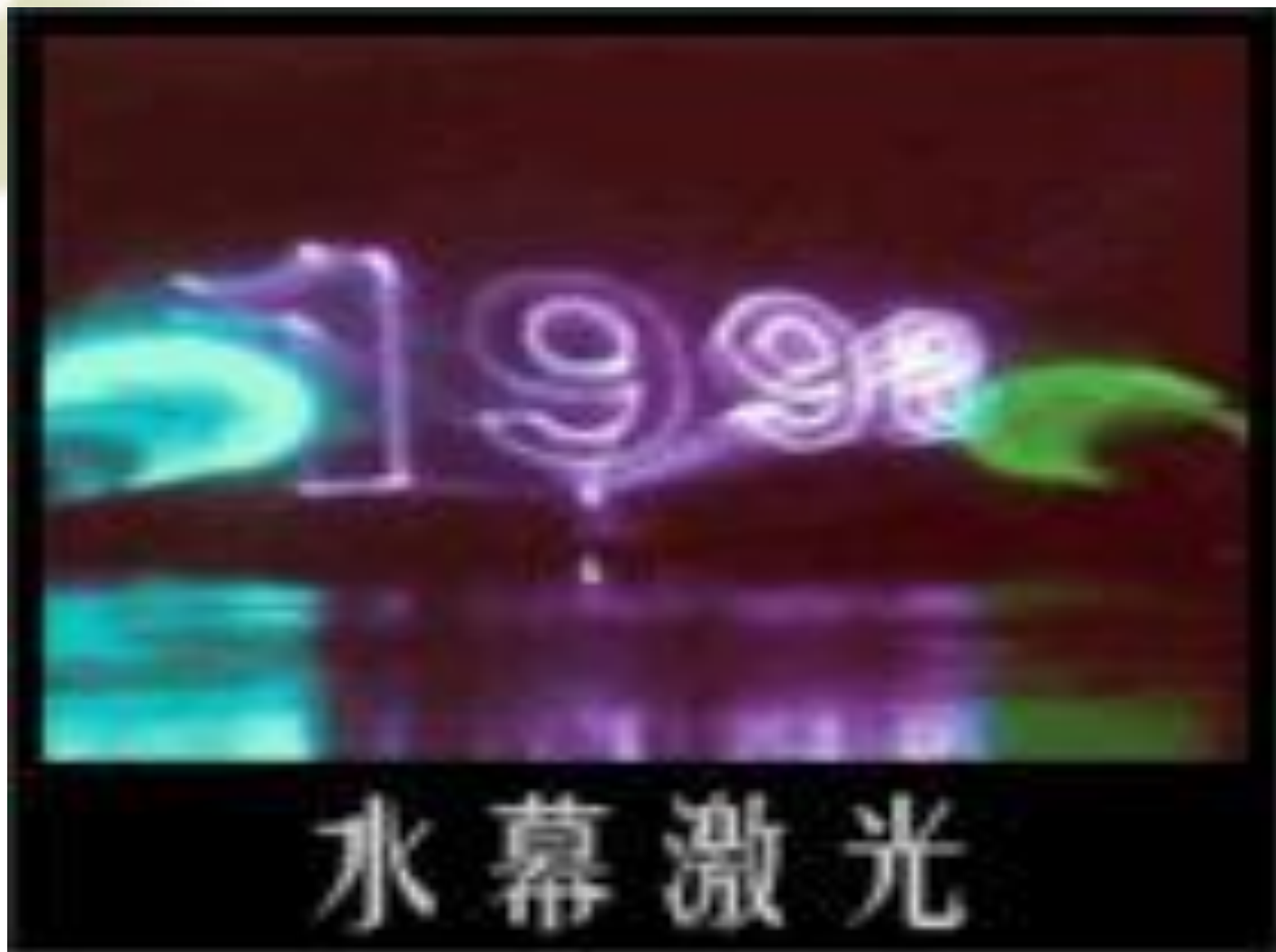
SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

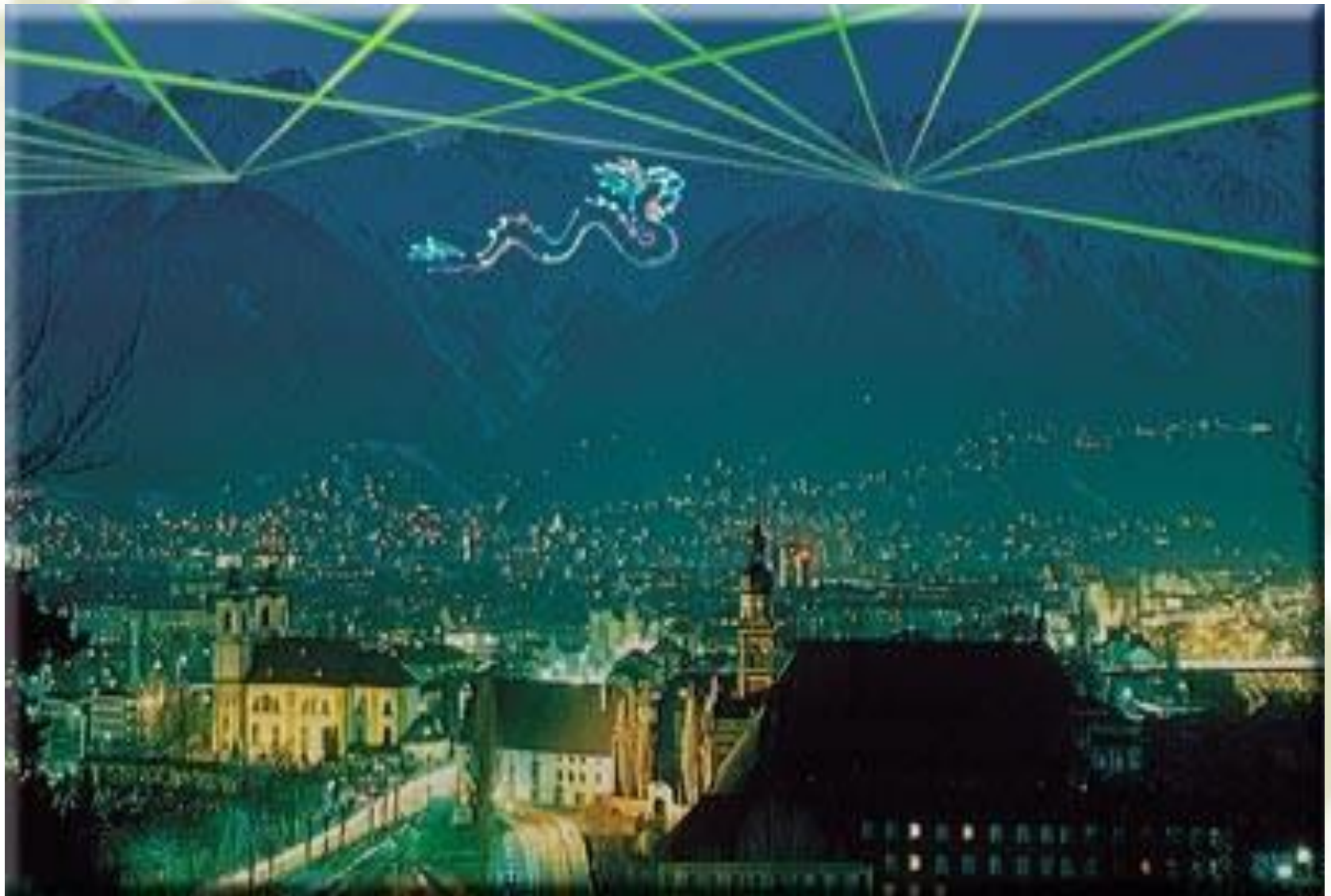
SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE





6.2.3 激光显示技术展望

激光显示技术的开发是显示技术的一次革命，它的显示原理和内部结构完全不同于传统显示技术，它具有更稳定的运行性、更方便的应用性，且采用激光显示技术的产品体积比目前任何一种技术的产品都小，因此激光显示器可内嵌于手机、PDA、游戏机，甚至是车载设备。激光显示技术可能改变目前显示设备，尤其是投影显示设备的市场格局，打破目前的技术垄断。因为该显示技术从原理、材料和制造上都没有特殊的要求，从理论上来说大大降低了电子市场的门槛。



制约激光显示器件广泛应用的，除了厚度外，还有功率无法大幅度提高等问题。尤其是功率超过一定数值就无法在开放空间使用，并且有可能带来安全隐患。日亚光电已经公布了能够达到**90 lm/W**的固体激光技术，这就意味着激光完全可以作为照明的设备来用，这样可以大大降低同亮度下的激光危险程度，但这也限制了激光在大尺寸上的应用。**Symbol**的激光投影机不仅不需要成像设备，甚至连本身的发热量也比较低，仅有的一个很小的风扇也主要是给投影机的声光模块准备的。



- ❖ 虽然激光显示技术代表了投影机未来的发展方向，但如果光源技术没有本质的改变，有可能使得激光投影机本身无法摆脱现有竞争的格局。其原因在于：
 - **激光光源并不是尽善尽美的。**单就“光”的利用来说，激光一定要比通常的光源好，尤其是相干特性优良，能够到达屏幕的光线比率要比通常的光源高得多。因为光线的波长是固定的3种，所以实现的颜色层次更好、颜色饱和度更高，这是其他光源所无法相比的。但是，固态激光光源尚存在发光效率太低的问题，无法与现在的一些发光技术相提并论，而且因为安全问题无法把功率无限制提高，这在一定程度上限制了它的应用范围。



- 另一方面，激光的频率是固定的，在光线到达屏幕时，反射回来的光线会改变相位，因而可能导致射入与射出光线之间的干扰，可能加强也可能减弱。这可能让敏感的用户看到亮点或者暗点，这是激光无法改变的现实状态，也是激光作为光源的最大弱点之一。



习题六

- ❖ 激光的主要特性有哪些？
- ❖ 简述并画图说明激光的显示原理。
- ❖ 画图说明实现三基色激光显示的方案。



陕西国际商贸学院

SHAAN INSTITUTE OF INTERNATIONAL TRADE&COMMERCE

谢谢!