

# 雷射的分類

## 一、依材料來分:

### 1. 固體雷射

Power: Varies widely; average up to 1,000 W or more

Ex: 紅寶石雷射、鈹石榴石雷射(YAG) 、鈹玻璃雷射

### 2. 氣體雷射

(1) 氦氖(He-Ne) laser Power: 0.5 to 10 mW (most common), up to 250 mW or more available

(2) 二氧化碳(CO<sub>2</sub>) laser Power: A few watts to 100 kW or more

(3) 氬離子(Ar<sup>+</sup>) laser Power: 10 mW to 10 W. Research lasers up to 100 W

(4) 氦鎘(He-Cd) laser Power: 10s to 100s of mW

(5) 準分子雷射:

### 3. 半導體雷射

Power: 0.1 mW to 5 mW (most common), up to 100 W or more

Cost: \$15 to \$10,000 or more

Ex: 二極體雷射(單異二極體、雙異二極體、分佈回饋二極體雷射)

### 4. 液體雷射(染料雷射)

Ex: 氬雷射、連續式染料雷射

## 二、依光的形式分類:

1. 單脈衝雷射
2. 連續性雷射

# 雷射光特性的應用

- (1)高強度：雷射光的高強度使受照的單位面積上每秒內獲得很高的能量，產生相當強的熱能、光動力（撞擊及光壓）、光化學、電磁場等作用。非線性光學的現象更使光脈波的脈寬、光波波長（頻率）得以調變，探測光譜時，可獲相當高的靈敏度及鑑別率。
- (2)單色光：物質吸收能量越多時，物質（結構或狀態）受到的影響也越多。但是，各種物質能吸收的電磁波頻率分布並不相同。例如，透明無色的物質不吸收可見光；綠色物質較能吸收紅色光。因此，單色性的光用在與物質作選擇性的交互作用，例如二氧化碳雷射之10.6 微米（1 微米=1000 奈米）的紅外光會被生物組織中的水份吸收，所以作用範圍較表淺；釹鈮鋁石榴石雷射之1.06 微米紅外光，則可作用到深層組織；紅寶石雷射所發出的紅光（波長694.3 奈米），不適合牙齒硬組織的處理。
- (3)同調性：雷射光的相干性高，可用於藉干涉效應反映物質狀態及分布，產生全像紀錄。而全像可應用在檢驗、資料的高密度存取、藝術、防仿冒標籤等。例如光纖導航儀，也是利用雷射光干涉效應的精密器件。
- (4)指向性(低擴散角)：雷射光束的低發散性可以讓雷射光照射到很遠的地方，仍保持相當高的強度，其中的光線很近似互相平行，可用在工程、軍事、環境、生物體等的遙測，例如測微血管內的血流速率，以及精密加工、光纖通訊、飛行器的光纖導航儀、光束武器等。

從衣食住行育樂到醫療、資訊與通訊、科技研發、工程施工及品管、藝術活動、文物維護、環境監測、國防攻守，雷射光的應用範圍逐漸增加，其中每樣用途都發揮了雷射光束的一種或多種特性。以下就其中幾項加以說明。

EX：光纖通訊、雷射醫療、雷射光碟、

## 光纖通訊

光纖通訊具有不受電磁波干擾、長距離傳輸以及通訊容量遠大於電纜線的優點，已逐漸成為通訊的主流，而其中光源主要是半導體雷射。當電的訊號經過驅動電路後，經由半導體雷射轉換成光的訊號，再經放大器放大及訊號處理器處理後，就成為輸出訊號輸出。目前，實用的光纖通訊光源是高穩定度的砷化鎵及砷化鋁鎵等半導體雷射，波長在0.8~1.5 微米之間。

通訊容量與傳輸訊號的頻率關係密切，頻率愈高，可傳輸的資料愈多。光波頻率約為 $10^{14}$  赫茲 (Hz，每秒振動的次數)，而電通訊用的無線電波頻率只有 $10^{10}$  赫茲，光波的頻率整整高出10000 倍。因此，使用雷射為主的光纖通訊，有驚人的通訊容量。

## 雷射醫療

雷射在醫療上的應用，主要是利用雷射的熱效應、光生化效應、壓力效應及電離層的效應。例如，雷射手術刀就是利用熱作用，其原理是，當功率大於某一定值的雷射光照射在人體時，表皮內的水份吸收光能而蒸發，其周邊表面形成炭化層，炭化層內部形成變性層。炭化層與變性層愈薄，則傷口癒合得愈快。除了切割外，雷射熱效應也可應用在凝固，當雷射功率較小時，照射於血管組織，使其水分減少而達到凝固止血目的。另外，除去刺青、黑痣、雀斑、肝斑等，都可使用雷射來治療。

雷射的光生化效應可用在治療癌症，當適當波長的雷射光照射腫瘤時，使基態的氧分子激發到激發態，激發態的高能階的氧使惡性腫瘤組織產生氧化，而達到消除癌細胞的目的。當雷射光的波長不被皮膚表層所吸收，而能深入皮內組織，就可應用在治療疼痛上。

## 雷射光碟

光碟是將連續的類比聲波或影像，切成許多小間隔，再將這些小間隔依振幅大小變成十六位元的二進位數位信號。訊號經數位化後，利用雷射打孔成固定大小的孔，以1 和0 來代表孔的有無，而將聲波記錄下來。其音質的好壞取決於單位時間內波形的變化，以及聲音強弱分割的細微程度。讀取訊號時，雷射光照射光碟表面，反射回來的光經光檢測器接收後，依光量大小轉為強弱不同的電波訊號，而重現影像或聲音信號。

光碟除了容量大，還有許多優點，例如，因為是非接觸式的讀取，所以不怕磨損，很耐用，唱頭使用壽命長，諧波失真小等。

截至目前為止，雷射在科學研究上的應用，有物理基本常數的測量、高解析度光譜量測、高空間解析度偵測、原子的冷卻和捕捉、支持全球定位的原子鐘、導航用的光學陀螺儀、校正天文望遠鏡的鈉星、寬頻網路的光通訊、大氣層探測、同位素分離、基因排序、全像術、半導體製程、近視矯正等，其重要性可想而知。雷射在日常生活方面的應用，例如：雷射音響、雷射影碟、雷射印表機、雷射

光碟機等，都是一般人耳熟能詳的設備。而在超級市場結帳時的條碼判讀器，演講時使用的雷射指示筆，偵測車輛速度的雷射超速偵測器，雷射舞會等等均離不開雷射。此外，美國在雷根總統時代，曾經想利用大功率的雷射，經由衛星的反射而摧毀敵國的飛彈，可見雷射在軍事用途上，也有一席重要的地位。所以，我們可以預期，未來雷射在各行各業的應用將日益增廣，也就是說，雷射工業如旭日東升，前途無量，值得投入更多人力、物力去研發。

表 1-3 雷射應用和相關科技之關係表

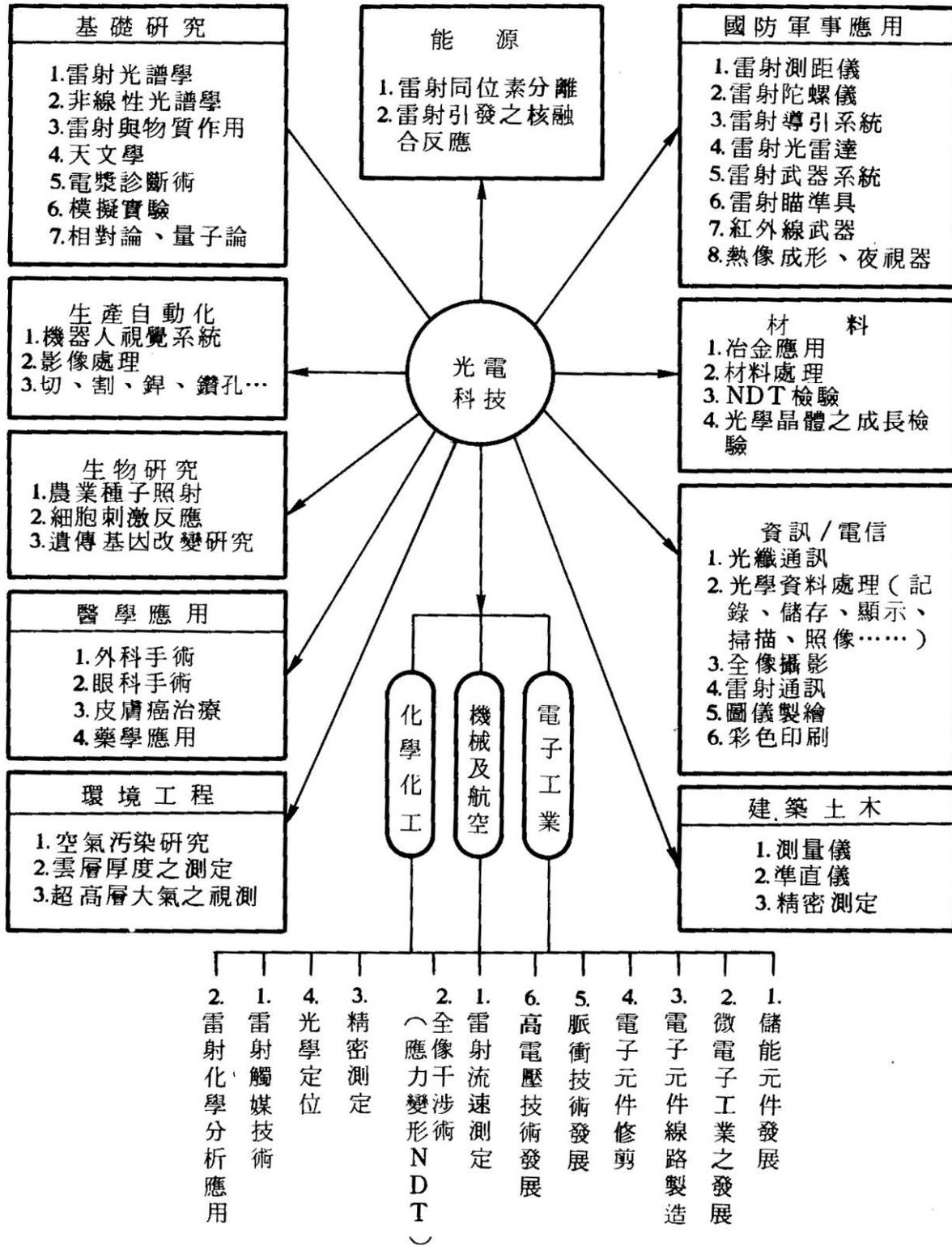


表 1-4 雷射光的特性及應用領域

雷射特性 應用領域	相干性	單色性	指向性 (方向性)	大強度	通用雷射
精密測定長度	○	○			氣體
測定回轉角速度	○	○			氣體
雷射通訊	○	○	○	○	氣體
影 像	○	○			氣體
雷射顯示器			○	○	氣體
電漿測定	○	○			氣體
拉曼分光		○		○	氣體
高分解能分光	○	○			氣體
散亂光測定		○		○	氣體
測量應用			○	○	氣體
雷射雷達			○	○	固體
電漿發生				○	固體
發光分光分析				○	固體
非線型光學效果	○	○		○	固體、氣體
醫療方面應用			○	○	固體、氣體
加工、銲接、穿孔			○	○	固體、氣體

表 1-5 光電技術應用領域

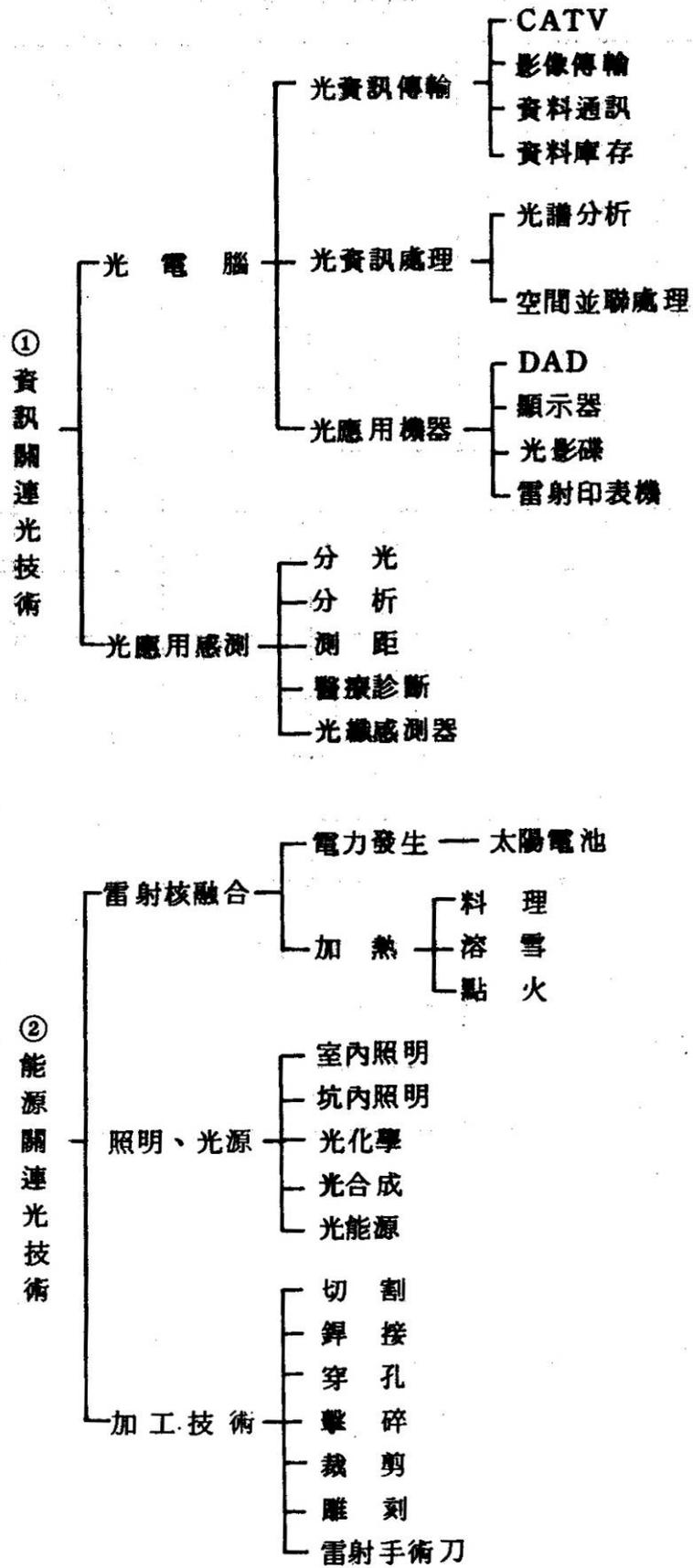


表 1-6 各種雷射的不同用途

用途 種別	檢 測 用	加 工 用	能 源 用	醫 療 用	資 訊 通 訊	備 考 ( 用 途 目 的 )
He - Ne	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 長度、距離測定</li> <li>● 照準器</li> <li>● 都卜勒流速儀</li> <li>● 影像測定</li> <li>● 缺陷檢出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加工點目視探測器</li> <li>● 位置決定光束</li> <li>● alignment 光源</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 位置決定光束</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 眼底檢查</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印表機</li> <li>● OCR</li> <li>● POS</li> <li>● 空中電報通訊</li> <li>● 顯 像</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小型價廉</li> <li>● 取携簡單</li> <li>● 小功率光束</li> </ul>
Ar	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 影像測定</li> <li>● 都卜勒流速儀</li> <li>● 拉曼分光儀</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IC面罩加工</li> <li>● 雷射製版</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 皮膚治療</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印表機</li> <li>● 光記憶</li> <li>● 顯 像</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 馬上可干涉性</li> <li>● 中功率光束</li> </ul>
CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 都卜勒流速儀</li> <li>● NO<sub>x</sub> 之分析測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各種材料之切割</li> <li>● 銲接、淬火處理</li> <li>● 陶瓷材之 scabing</li> <li>● marking</li> <li>● 非接觸加熱處理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 核融合</li> <li>● 原子爐之廢棄處理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雷射手術刀</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小~大功率光束</li> <li>● 高效率 CW/PW 控制安定</li> <li>● 紅外熱利用</li> </ul>
Eximer (準分子)		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 微細化學加工</li> <li>● 氣體反應(化學工業)</li> <li>● 微小孔加工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鈾濃縮分離 (Cu 蒸氣雷射正研究中)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● IC/LSI 之 Resography (曝光轉寫)</li> <li>● 微細化學加工 (submicro 加工)</li> <li>● etching</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 光勵起化學反應應用機械設備新展開中</li> <li>● 小~中功率之脈波光束</li> </ul>
YAG	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雷射雷達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 薄板材之切割</li> <li>● 微銲接</li> <li>● marking</li> <li>● scrabing</li> <li>● trimming</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 雷射手術刀</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IC/LSI 之 beat 救濟</li> <li>● high brid IC之 trim</li> <li>● mask lipear</li> <li>● laser liflow</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小~中功率光束</li> <li>● PW/CW 控制安定</li> <li>● 紅外熱利用</li> </ul>
(紅寶石)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測距離</li> <li>● 影 像</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電漿檢測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電漿檢測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 診 斷</li> <li>● core curetter .</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大功率脈波 (Q 開關)</li> </ul>
玻 璃		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 微銲接</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 核融合</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大功率脈波 (Q 開關)</li> </ul>

## 雷射都普勒之發展

都普勒效應通常存在於在運動中的聲源接近與遠離時，這時觀察者所觀察到的頻率與聲源本身的頻率都會有所出入。接近時觀察到較高頻的效果，而在遠離時觀察到較低頻的現象。

首先考慮聲源不動的情形，當觀察者靠近聲源時，將會收到比靜止時更多的波數。此額外多收到的亦即高出來的頻率，即觀察者在單位時間內靠近聲源時所走的距離內的波數。設聲源波長為  $\lambda$ ，頻率為  $f_0$ ，

波數為  $V$ ，則  $f_0 = \frac{V}{\lambda}$ ，而觀察者之速度為  $V_0$ 。

而高出的頻率即為

$$\Delta f = V_0 / (\lambda),$$

亦即所收到的頻率為

$$f = f_0 + \Delta f = f_0 \left(1 + \frac{V_0}{V}\right)$$

如果觀察者以  $V_0$  速度遠離聲源時，將少收一些波，這些少收到的頻率亦為

$$\Delta f = \frac{V_0}{\lambda}$$

若觀察者靜止不動，聲源以  $V_0$  接近觀察者而運動時，可想像各波前之間的距離縮短了，設聲源之距離為  $T$ ，波前之間距離縮短的量為

$$v_s T = \frac{V_0}{f_0}$$

亦即觀察者所收到聲波的波長  $\lambda'$  為  $\lambda' = \lambda - V_0 T = \frac{V}{f_0} - \frac{V_0}{f_0}$

故觀察者所收到的頻率  $f$  因而提高

$$f = V / (\lambda') = \frac{f_0}{1 - \frac{V_0}{V}} \quad (\text{接近})$$

$f_0$  聲源頻率  
 $V_0$  觀察者速度  
 $f$  收到頻率  
 $V$  波速

若聲源以  $V_0$  遠離觀察者而運動時，同理可推得觀察者所收到的頻率  $f$  因而降低為

$$f = \frac{f_0}{1 + \frac{V_0}{V}} \quad (\text{遠離})$$