

# Experiment 1、基礎光路系統架設

## 目的：

- (1) 認識常用的光學元件及機械元件。
- (2) 練習調整光路，並且學習如何讓光束準直。
- (3) 練習調整光學透鏡及空間濾波器。
- (4) 練習調整平行光波。

光學系統的校準有非常多種小技巧跟方法，能儘量減少使用元件，或是增加校準的精準度，就是好方法。本實驗介紹其中幾種技巧，未來也希望各位同學發展出自己的一套方法。

## 儀器：

雷射、optical bench/rail 光學軌或光學桌 1pc、Iris(光圈) 1 或 2 pcs、透鏡 1 pc、面鏡 2pcs，以及空間濾波器(SF, Spatial Filter)含：座 1pc、物鏡 1pc、針孔 1pc，板子數個，光學滑軌座(Carrier)數個。

## 步驟：

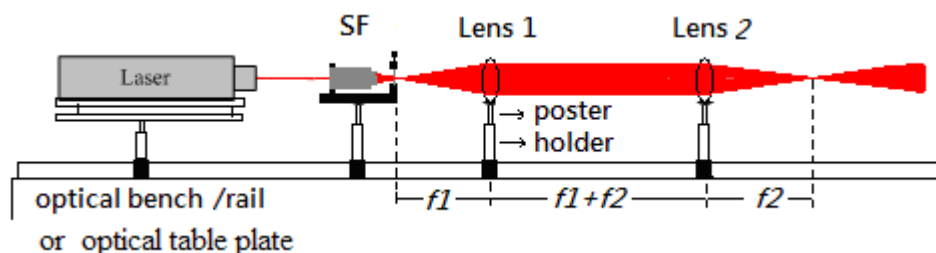
光學系統調整順序：

- I)訂出光學系統的光路高度，並大約想好要怎麼安排光學系統內的各元件→
- II)光束光路準直 → III)所有光學元件校準→ IV)空間濾波器擴束→
- V)透鏡的在光束光軸上的位置定位→VI)依系統所需調整各項元件的位置……等。

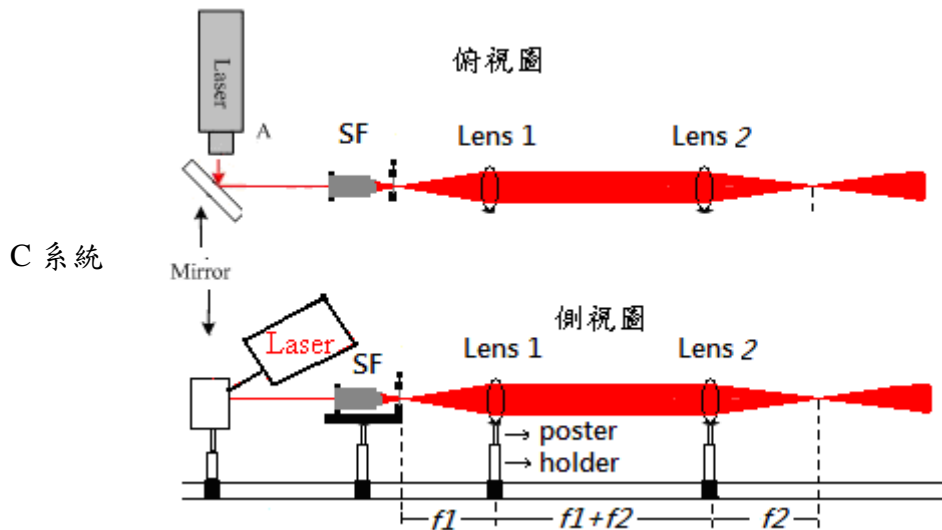
### I)訂光束高度，並粗略安排光學元件位置。

本實驗預計架設光學系統如下圖一。

1. 先將雷射、透鏡等架在 Post、Holder、板子或光學滑軌座上，並固定在光學滑軌或是光學桌板上，按圖所示，放在大約的相對位置上。
2. 將空間濾波器座(不含物鏡及針孔，見本實驗第 4 頁 IV)架在 Post、Holder 以及板子上，並固定在光學滑軌或是光學桌板上，按圖所示，放在大約的相對位置上。



A 及 B 系統



圖一

3. 打開雷射光源的開關，調整各元件的高度，讓雷射大約通過各元件的中心。必要時，需更換 Post 或 Holder 的長度，以找出適合所有光學元件的光路高度。

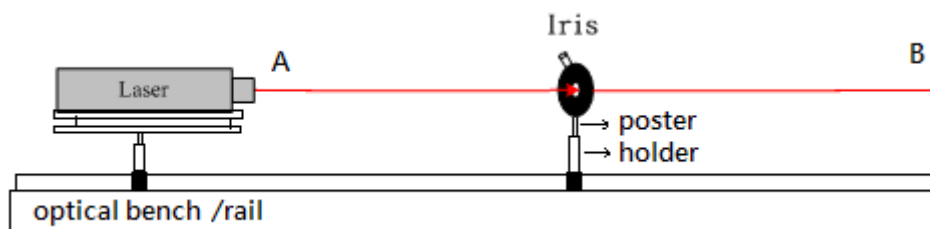
## II)校準光束

以下以幾種不同的系統跟架設方法，介紹如何校準光束與光學桌或滑軌間的相對位置。

### A.利用光學滑軌及 Iris 的系統

系統如圖二架設。本調整系統將讓光束的鉛直高度及橫向位置皆平行於光學軌的中心線。

1. 將 Iris 置於 A 處（儘量靠近雷射出口）。
  - (i)先調整 Iris 高度，使雷射光點打在 Iris 中心等高的位置處。
  - (ii)旋開 Iris 板子與滑軌座間的螺絲，調整板子與滑軌座間的相對位置，使雷射光點穿過 Iris 中心孔洞，鎖緊板子於滑軌座間的螺絲。
  - (ii)有時改變板子與滑軌座間的位置時，高度也會跟著改變，此時重複(i~ii)兩步驟，直到對準為止。
2. 將 Iris 移置於 B 處；B 點的設置依狀況而定，離雷射越遠，最後的精密度也越高。調整”雷射固定座”在鉛直及水平方向的微調旋鈕，使雷射光點穿過 Iris 中心孔洞。切記，此時 Iris 的鉛直高度及橫向位置絕對不可變動。
3. 來回重複步驟 1 及 2，直到鉛直高度及橫向位置皆不變的 Iris 在光學滑軌 bench/rail 的各處時，雷射光束皆通過 Iris 中心孔洞。

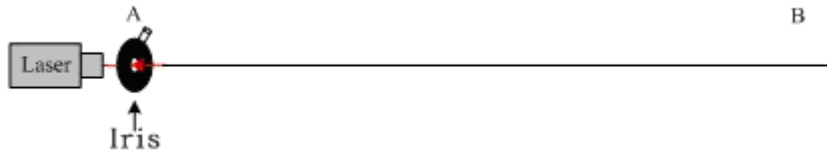


圖二

## B. 利用一 Iris 及光學桌板的系統

以下列步驟將光路架設如圖三。

本系統要調整光束的高度，在光學桌板的各處皆相同。此法只能確認光束的鉛直高度位在同一條線上，但無法確認光束的橫向位置位在同一條線上。



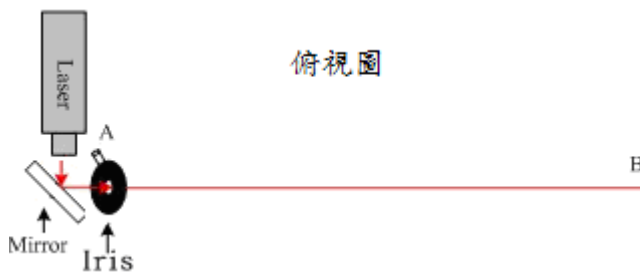
圖三

1. 將 Iris 置於 A 處（儘量靠近雷射出口）。  
先調整 Iris 高度，使雷射光點打在 Iris 中心等高的位置處。
2. 將 Iris 移置於 B 處；B 點的設置依狀況而定，離雷射越遠，最後的精密度也越高。調整“雷射固定座”在鉛直方向的微調旋鈕，使雷射光點穿過 Iris 中心孔洞。切記，此時 Iris 的鉛直高度絕對不可變動。
3. 來回重複步驟 1 及 2，直到鉛直高度的 Iris 在光路各處時，雷射光束皆通過 Iris 中心孔洞。

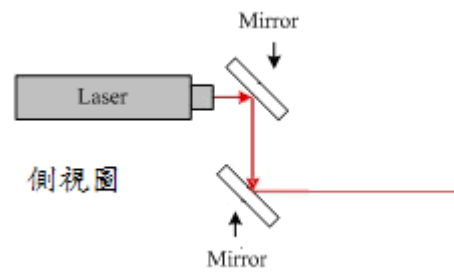
## C. 利用面鏡及 Iris 的系統

以下列步驟將光路架設如圖四。

本系統與要調整光束的高度，在光學桌板的各處皆相同。此法只能確認光束的鉛直高度位在同一條線上，但無法確認光束的橫向位置位在同一條線上。本系統與 B 類似，但是藉由面鏡調整雷射光束的傾斜度，所以適用於當雷射座無法調整時。另外，若雷射原輸出的高度與光學系統所需不吻合，可再外加一個面鏡，利用兩個面鏡來調整光束的高度，如圖五。



圖四



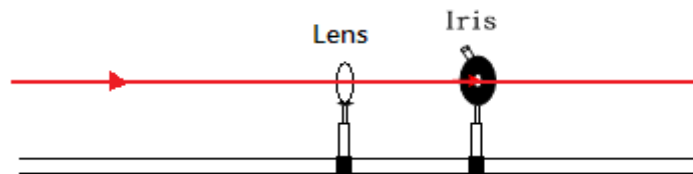
圖五

1. 將 Iris 置於 A 處，儘量靠近雷射出口方向。雷射可儘量靠近面鏡，A 處可為雷射與 Mirror 間，或是 Mirror 後。先調整 Iris 高度，使雷射光點打在 Iris 中心等高的位置處。
2. 將 Iris 移置於 B 處；B 點的設置依狀況而定，離雷射越遠，最後的精密度也越高。調整“雷射固定座”在鉛直方向的微調旋鈕，使雷射光點穿過 Iris 中心孔洞。切記，此時 Iris 的鉛直高度絕對不可變動。
3. 來回重複步驟 1 及 2，直到鉛直高度的 Iris 在光路各處時，雷射光束皆通過 Iris 中心孔洞。

以下校準透鏡前，將面鏡放入光路中，並調整面鏡座的旋鈕，讓反射光束回雷射的光束出口處。調整好後的面鏡，連 poster 及 holder 先置於光路最末端。此面鏡將用於擴束後的平行光波調整。

### III)校準透鏡:

1. 將透鏡放上光學軌/光學桌，光路如圖六。調整其中一透鏡位置及傾斜度，直到光束垂直入射透鏡中心。此時：(i)光束仍會穿過 Iris 中心孔洞；(ii)以眼睛看進透鏡內部，將可發現透鏡兩邊、兩表面及中心會有數個光點，所有光點皆落在一條線上。(iii)透鏡表面的反射光點將落在雷射的光束出口處。
2. 共有兩個透鏡分別需要校準。調整好後的透鏡，連 poster 及 holder 先置於光路最末端。



圖六

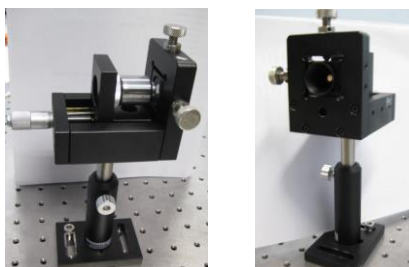
### IV)空間濾波器擴束

空間濾波器含座、物鏡及針孔(圖七)。空間濾波器原理請參閱-實驗八:Fourier Optics。  
(物鏡的倍率) $\times$ (針孔孔徑) $\sim 200$ 。例如:(物鏡 20X) $\times$ (針孔孔徑 10 $\mu\text{m}$ ) $\sim 200$ 。

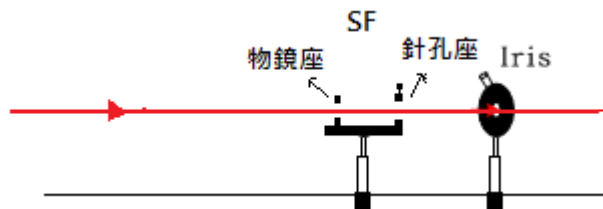
1. 將空間濾波器(SF)座放上光學軌，如圖八。SF 與雷射的相對位置參考圖一。調整 SF 座的位置直到雷射光束大約通過前後的針孔座及物鏡座中心。
2. 將物鏡轉入物鏡座中，再次微調 SF 座的高度位置，使光束垂直入射物鏡。

Note: 可利用調整透鏡的步驟 1。

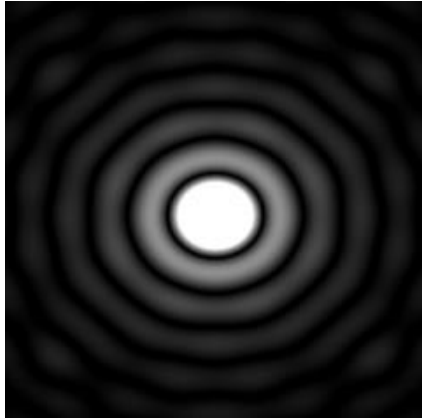
3. 將針孔轉入針孔座中，若步驟 2 調整的夠精確，針孔置入後，針孔後已經可以看到微弱的雷射光以及一圈一圈的 Airy disc(圖九)。
4. 一邊將物鏡座的位置像針孔推進，一邊微調針孔座的垂直及水平位置，直到 Airy disc 的圈數接近只剩下中心圓。



圖七、空間濾波器



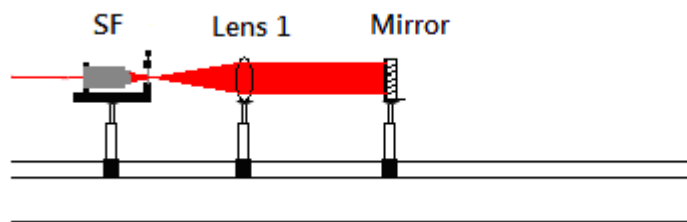
圖八



圖九、Airy disc

**V) 架設擴束後的平行光波，校準透鏡 1 在光軸上的位置：**

1. 將之前校準好的面鏡及透鏡 1 依圖十的順序放入光學系統中；相對位置可參考圖一。
2. 觀察面鏡反射光束回到針孔上的亮點大小，調整透鏡在光學軌道上的位置，直到針孔上的反射光點最小點，此時透鏡後的光束即為平行光波。
3. 將面鏡移走。
4. 量測透鏡 1 的焦距  $f_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



圖十

**VI) 平行光波聚焦，校準透鏡 2 在光軸上的位置：**

1. 將透鏡 2，依圖一的順序放入光學軌中。
2. 將一半透明的膠片置於焦點附近，觀察經過膠片後，光束內的光強度分佈。可以看到光束內有很多微點分佈，此稱為光斑。前後微移動膠片在光路光軸上的位置，使焦面後的光斑最大，此時膠片的位置及為焦點處。

NOTE: 光斑是光波經膠片上微粒物質的繞射圖形，當雷射光束直徑相對於膠片上的微粒物質比例最大時，也就是焦點住落在膠片上時，會造成最明顯的繞射。

3. 量測透鏡 2 到其後焦點處的距離， $f_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
4. 微調透鏡 2 位置直到與透鏡 1 距離 =  $f_1 + f_2$ 。