

科學圖書大庫

# 光學儀器叢書

(一~六全一冊)

譯者 王大庚 曹培熙

本叢書含下列各書：

1. 望遠鏡光學
2. 自製望遠鏡
3. 光學遊戲
4. 望遠照相鏡頭大全
5. 準直儀與準直
6. 紅外線及其應用

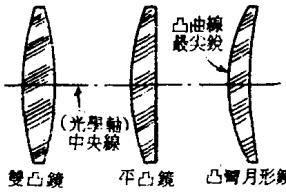
徐氏基金會出版

# 光學遊戲

譯者 王大庚

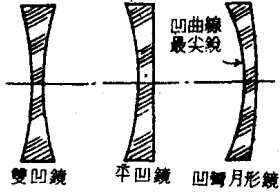
江苏工业学院图书馆  
藏书章

# 透鏡初步



雙凸透鏡 平凸透鏡 凸面最尖透鏡

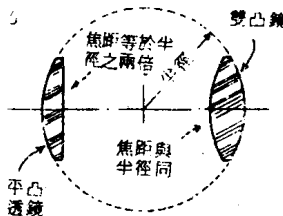
一個能將平行光線集聚成一點之透鏡稱為正鏡，假如該項透鏡是一單片鏡那就稱為單透鏡。



雙凹透鏡 平凹透鏡 凹面最尖透鏡

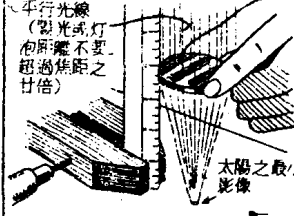
## 負鏡

負透鏡將平行光線散開不能集聚於一點。



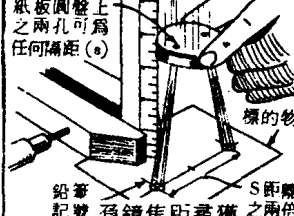
## 焦距

所有單透鏡都由圓曲面造成。曲面半徑支配焦距同時也限制透鏡直徑。



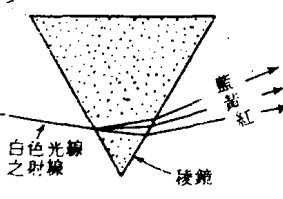
## 正鏡焦距尋獲

將透鏡擺在陽光下，鏡旁置一米突尺，上下移動透鏡以形成太陽最小影像，在尺上讀出焦距。



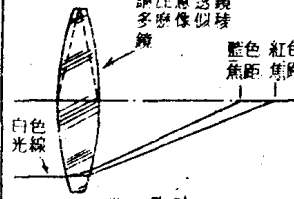
## 負鏡焦距尋獲

在紙板上以任何合適隔距做兩個小孔，將圓紙板放在透鏡上面，集聚光線在兩倍 S 隔距點標標的物。



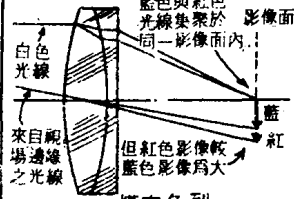
## 白色光線

白色光線是由各色光線的組合。狹窄光束透過轉鏡呈現出光帶一光譜。



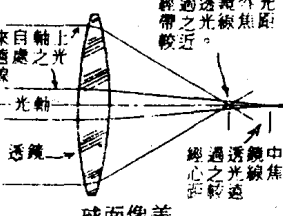
## 縱向色外

單正鏡就像轉鏡一樣將白色光線分散開，藍色光線焦距較紅色焦距近，此項弊病在整個視場中經常發生。



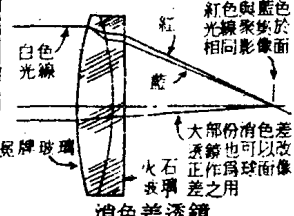
## 橫向色列

橫向色列是放大的結果同時也是望遠鏡的一般缺點，它增加了視場的大小，對軸向物體這種情形不存在。



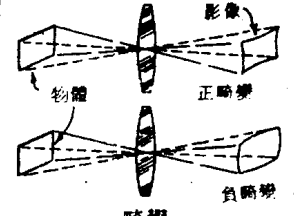
## 球面像差

來自外光帶之光線共焦點請總來自外光帶之光線為近，焦點動較透鏡直徑而變小透鏡之。



## 消色差透鏡

一個消色差透鏡被改正來集聚紅一個色與藍色光線於同一平面，當作色與藍色光線於同一平面，當作為球面像差之用。



## 畸變

此項慣常像差隨視場面增加，通常在狹窄視場內不明顯可見，其產生與透鏡厚度無關。

# 目 錄

透鏡初步.....	
光學遊戲.....	1
自製放大鏡.....	3
放大鏡概念.....	5
雙集管放大顯微鏡.....	7
顯微鏡放大率.....	7
25 X 正像顯微鏡.....	9
幻燈片上看偏極色彩.....	9
伸長管法—使你顯微鏡獲得更高放大率.....	11
從顯微鏡變成 8 × 放大鏡.....	11
利用顯微鏡給你帶來的趣味—顯微鏡像.....	13
紙底片製作容易.....	15
孩童們喜愛此類簡單透鏡折射鏡—放大八倍的「天空發掘者」.....	16
四倍伽侖略望遠鏡.....	16
價格低廉之折射鏡.....	18
$4\frac{1}{4}$ 吋“無管”型天文望遠鏡.....	20
容易製作的 $4\frac{1}{4}$ 吋反射望遠鏡.....	22
五倍放大的“迷你”單目鏡.....	24
9 X 35 毫米單目鏡.....	24
消色的正像目鏡.....	25
從遠望鏡到顯微鏡.....	25
簡易 6 吋望遠鏡.....	27
架空式幻燈機.....	30
實用幻燈放映機.....	33
不透明照片放映機.....	35

## II

圖畫放映機—描繪圖案與圖畫的便利方法 .....	36
製一簡單分光鏡 .....	39
放大八倍之望遠鏡照相附件—試用這附件於35毫米照相機或雙透鏡反 射鏡上 .....	40
近距拍照 .....	42
幻燈片觀視器 .....	44
後方投影放映之簡單裝置 .....	46
附加透鏡 .....	46
使用雙目鏡照相法 .....	48
準直器目標器—角度直讀式 .....	50
路西達 (LUCIDA) 照相機把你變成一位美術家 .....	52
“JUMBD” 火鏡 .....	52
光柵分光鏡 .....	54
錯覺 .....	56

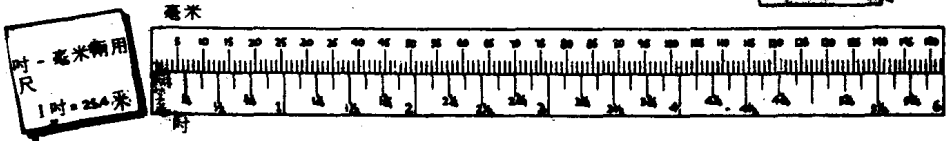
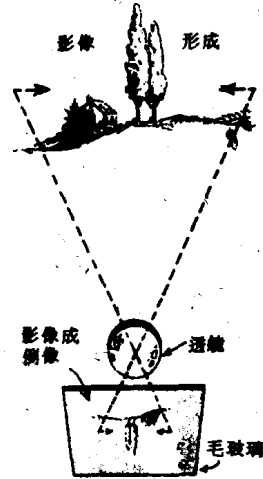


## 光學遊戲

光學器具早已一直深深地吸引著一般人們。可是製作這些器具所必需的透鏡，稜鏡與鏡子普遍地供應自製業餘光學器具愛好者還不過是近年來的事。大量戰後剩餘物資的透鏡與稜鏡材料帶來了業餘製作的開始，而今天業餘製作光學器具的興趣是如此地廣泛普及以至於商業上生產該項組合作以滿足自製者的需要就成為當世之務了。製作你自己的望遠鏡，自己裝配雙目鏡，自己製造放映機，在攝影機上加裝精巧光學小機械或是在你心愛的手鎗上裝上一個自製的瞄準放大器確是一件快意的事。

光學器具基本的作用是造像。假定你拿著任何一個中等焦距（5—6吋）的正鏡（positive lense），將它擺在如圖所示的台燈上方，你將很快地發現當透鏡擺在距燈光某一距離時，透鏡會在天花板頂形成招牌影像。所投影於天花板上的影像成放大的倒像。這便是顯微鏡與放映機成像的基本道理。

另一種影像形成的方式中，透鏡檢聚來自遠處物體的光線，將物像重組成於磨光玻璃或置於透鏡背後的描圖紙上。你會立即察覺到這是照像機造像的原理。這種成像方式也被應用於望遠鏡與雙目鏡上。在這些器具中影像形成於望遠鏡內之“空中”，在該處再利用任何型式的放大鏡或目鏡就可看到所形成的影像。凹鏡也能調聚光線形成影像。很多望



## 2 光學遊戲

遠鏡製作者喜歡這種型式的構造。理由是因為光線僅受反射不受彎曲或折射，故鏡子可以完全沒有色差現象。

大部份光學結構的量度均以吋與其分數表示之。但例外情形是小透鏡的直徑與焦距通常均以毫米表示之。一旦你對1吋約等於25毫米的觀念建立起來之後對這個制度的瞭解就沒有什麼困難之處了。一個透鏡的直徑與焦距常是表示在一起，為“25×75 mm”透鏡。第一個數字為透鏡之直徑，第二個數字為焦距。將其轉換成吋，則本例就變成約為“1”（直徑）×“3”（焦距）”了。

光學器具的構造可用木材、紙板，或金屬製成以配合你的技巧與設備。或許可以說從事此項工作最有力的工具該算是金屬車床了。但是，假若你沒有此項設備，你可以利用手工具一樣做出漂亮的東西來。事實上，由於很多成套組件的可利用，使得大部份光學器具的建造只是比起子工作多不了太多的一種工程了。

# 自製放大鏡

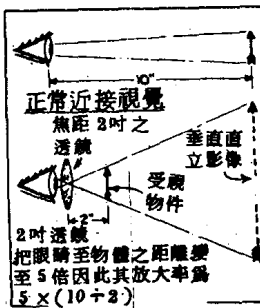
做一個放大鏡意思也就是說把透鏡安置在恰當的架框上。製作這樣放大鏡的一個簡單方法就是製作一個包括三片紙板的“三明治”，然後將透鏡（如圖一所示）緊密地裝置在當中紙板的圓孔上。最好只用一層可塑體（熱塑形的可塑體，例如透明合成樹脂）在可塑體上切割一個較透鏡直徑為小的圓孔。現在你把可塑體鏡架放在廚房電爐上烘熱，它就會變軟而具伸縮性。之後你便可很輕易地將鏡架套上透鏡，當可塑體冷卻時你便可獲得一個與專業性同樣美觀的自製放大鏡了。在圖二中告訴你怎樣將兩片塑膠框架鉸合成一個含有三種不同放大率—— $\frac{1}{2}$ 倍， $\frac{1}{3}$ 倍，與 $\frac{1}{4}$ 倍的組合放大鏡。



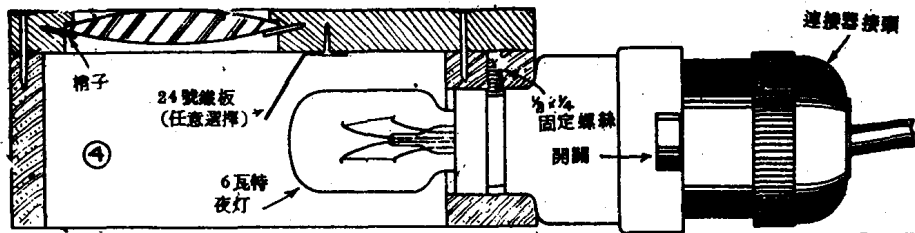
## 放大鏡之放大率

得任何放大鏡之放大率的簡單法則是將其焦距除以10吋。這種放大率的標示法對目鏡及其他把眼睛近接透鏡背後之應用上是正確的。手用之放大鏡，可由眼睛置於透鏡後數吋處而獲得較大之放大率。在此種使用情形下，一個10吋的透鏡將放大約2倍，甚至焦距20-30吋的透鏡將顯出 $1\frac{1}{4}$ 倍或更高一點之放大率。

透鏡焦距	放大率
吋 = 毫米	
1"	10倍
2"	5倍
3"	3.3倍
4"	2.5倍
5"	2倍
6"	1.7倍
7"	1.4倍
8"	1.3倍
9"	1.1倍
10"	1倍

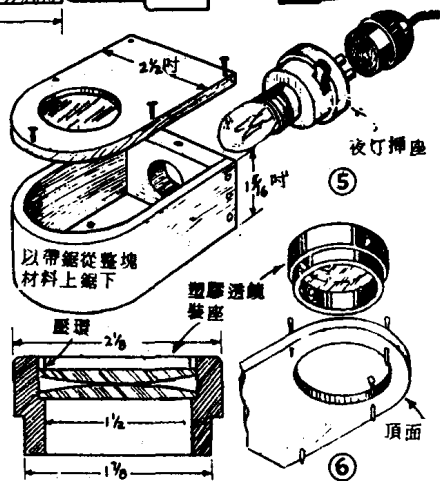






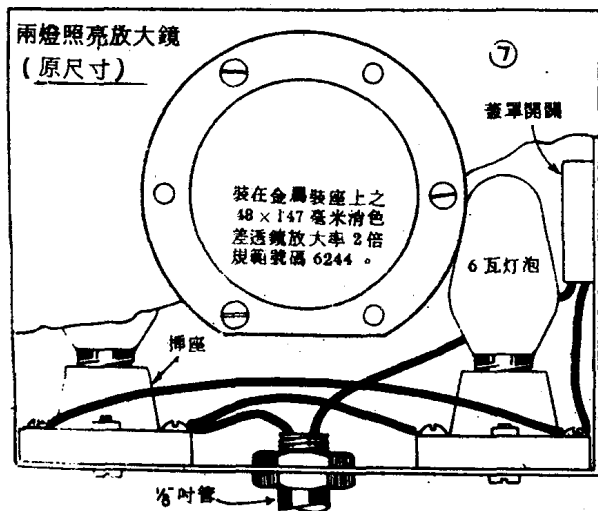
單燈照高放大鏡 (原尺寸) 建議使用透鏡直徑  $1\frac{5}{8}$  吋 焦距  $3\frac{1}{4}$  吋 (放大 3 倍)

假如你需要一個高度倍數的放大鏡，可使用兩片  $14 \times 48$  毫米的透鏡接合在一起。這樣就可獲得 10 倍的放大率。圖三說明安裝此項放大鏡於木材與金屬材料製成框子之情況。由於視場大小的縮減與短工作距離之所限，一個單放大鏡的放大率實際上只能達到大約十倍。可是，假若你需要一個二十倍的放大鏡，不妨

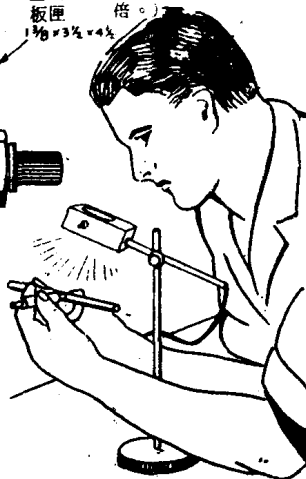


交變透鏡組

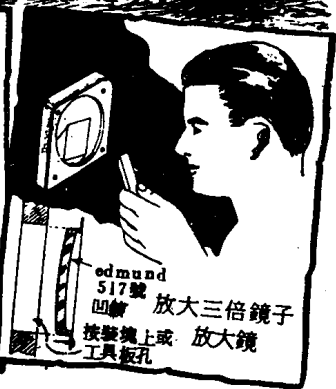
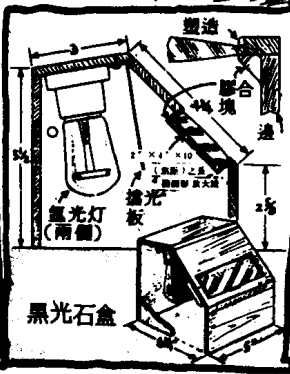
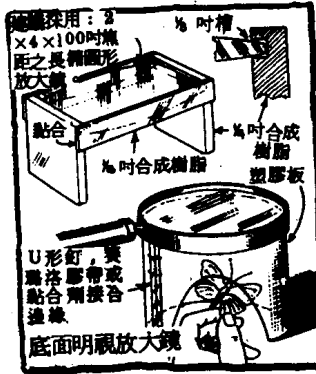
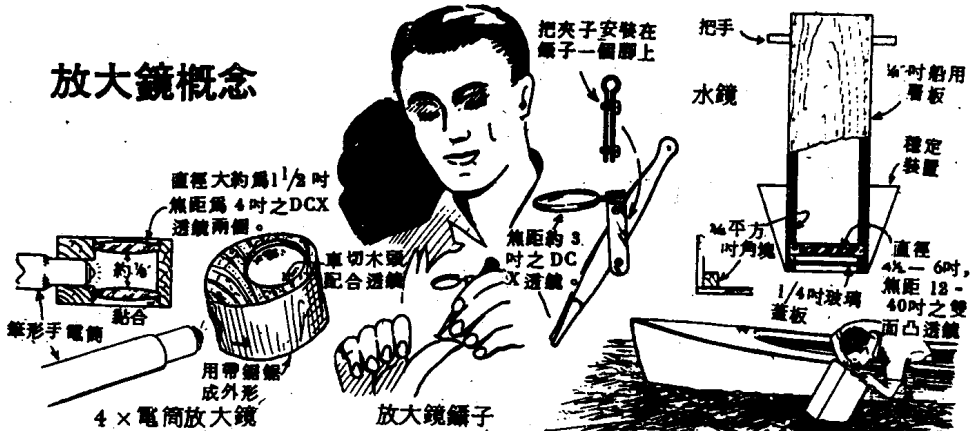
-建議使用：兩個 R.C.  $1\frac{1}{8}$  吋  $\times$  5 吋透鏡 (有效焦距 =  $2\frac{1}{2}$  吋 = 4 倍)



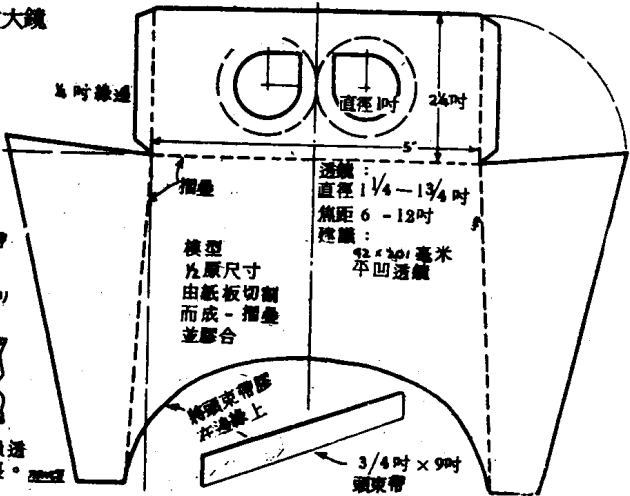
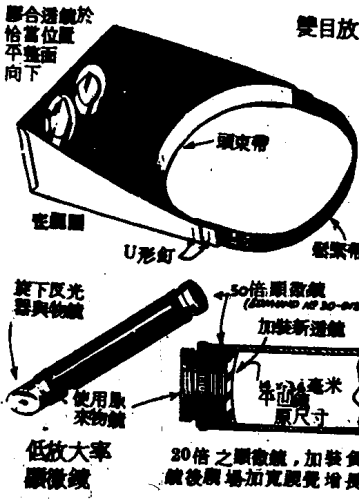
金屬板匣  $1\frac{1}{2}$  吋  $\times$   $3\frac{1}{2}$  吋  $\times$  4 吋



# 放大鏡概念



## 雙目放大鏡



## 6 光學遊戲

用 $\frac{1}{2}$ 吋焦距的透鏡或兩個1吋焦距的透鏡接合起來便可解決。

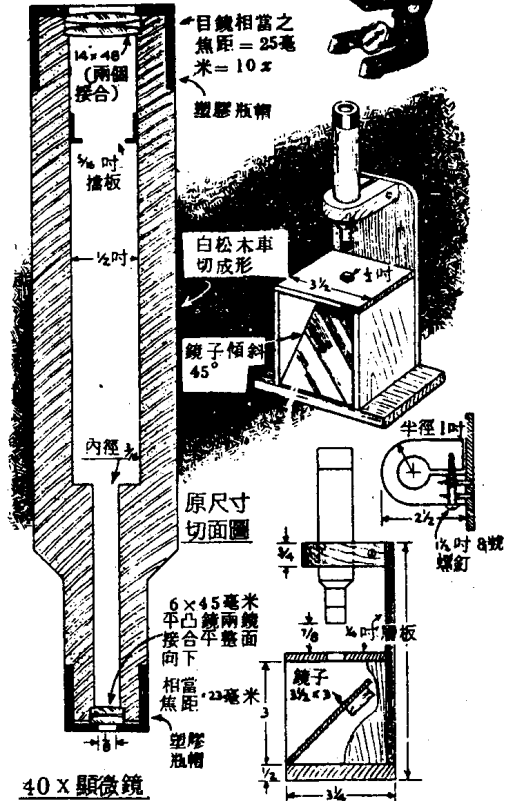
假若觀察的物體沒有適當的照明，那麼用什麼放大鏡都無法獲致良好的效果。故此爲了使放大鏡不依賴外界光源，時常把燈光裝置在架框內，如圖四，五即爲該項燈光裝置之標準形式。燈泡爲6或7瓦之燈泡裝在其本身之燈座內。至於這些材料都可從許多電器行內購得。爲獲致良好工作距離起見，此型放大鏡應以產生2,3倍或4倍之低倍數放大之放大鏡爲主。普通可採用單透鏡（圖四）或兩個透鏡（圖六）。圖七是一個由兩個燈泡照明的精巧放大鏡。使用一個6吋的消色差透鏡裝在金屬框上可產生大約兩倍的放大率。如圖所示之構造爲一金屬板結構，在標準瓷楔子承托上裝置6或7瓦特之燈泡。假若你對車床工作熟練，車製一個可調整之架框並不費事。也許這種架框可以買得到，或是，你可做一個非常美觀的架框配以購自一般電器行的鵝頸鉤（Gooseneck）。



## 雙集管放大顯微鏡

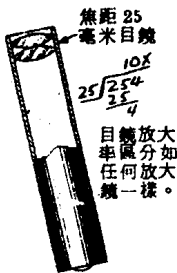
單放大鏡無法獲得之高放大率可由雙集管或複式放大而獲得。在這種光學裝置一顯微鏡中，一個透鏡用來產生物體之放大影像，另一個透鏡將經過放大後之影像再予放大。其總放大率為第一透鏡（物鏡）之放大率乘以第二透鏡（目鏡）之放大率。大部份專業性顯微鏡其最高放大率可達 3000x，但多數之最高限度均為 1500x。普通學生使用之上品顯微鏡放大率為 900x；低級或玩具顯微鏡可好達 450x。假如你僅僅為業餘興趣的話，300x 的顯微鏡就足夠應用的了。

簡單的自製顯微鏡其造價並不昂貴而且容易製作。如圖所示為一標準 40x 模型。此型顯微鏡



40 X 顯微鏡

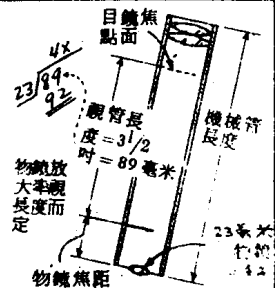
## 顯微鏡放大率



目鏡像任何放大鏡一樣地分成等級，那就是其等級以其焦距之毫米數除以 250。物鏡放大率視視管之長度而定。在大多數顯微鏡中視管長度為 160 毫米，但是並不都是如此。右方所示為一自製顯微鏡。廠家製造之物鏡放大率常是以視管長度 160 毫米作為評定標準。因而 10x 表示焦距為 16 毫米，總放大率可由下列公式計算之。

$$\text{放大率} = \text{目鏡放大率} \times \text{物鏡放大率}$$

本例所示：10x × 4x = 40x



可用作筆形顯微鏡或是裝在一個帶有  $45^\circ$  鏡子使光線反射而透過樣品玻璃的台子上。在低放大率範圍（ $150 \times$  以下）內，如圖所示之單透鏡其效果實際上與昂貴之消色差透鏡無異。此項製作需要在車床上車切一塊木頭，可是你也可用紙板製作其效果同樣地好。望遠鏡套筒管常被使用在此型顯微鏡裝置中，如此你由改變視管長度以變換放大率——視管越長放大率越高。假若使用更強力透鏡，最好使用較短焦距之物鏡而不用強力之目鏡。



## 10 光學遊戲

作物鏡管與目鏡管。管子壓配在稜鏡架上挖妥凹槽之圓徑內。一個直徑半吋之紙板擋光板要裝在兩個稜鏡中間。稜鏡覆蓋着金屬罩（買稜鏡組帶有的）無需其他的保護，但必要時可將周邊塗漆。你可買一個金屬或木質的台架（如圖所示）；軸架裝向一邊偏移以使物鏡接近台座中心。

# 伸長管法

## 使你顯微鏡獲得更高放大率

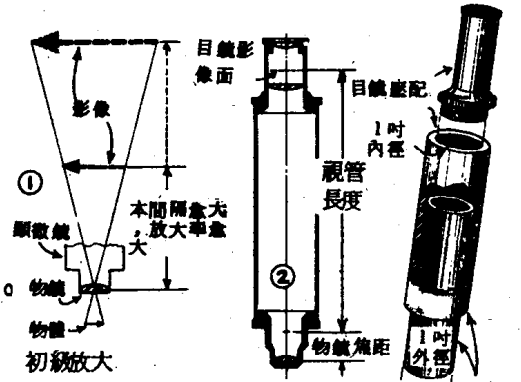


顯微鏡的視管越長你所得的放大率越高。其中所包括的實際技術上術語為圖二之「視管長度」

(optical tube length)。一個標準顯微鏡視管長度通常為160毫米或大約6½吋，在初級光學器具例如Edmund 300x顯微鏡則為5吋。

圖三為Edmund 300x顯微鏡裝有紙板製的望遠伸長管。如此則可伸長了3-5吋，再配着最強物鏡可得480-600x之放大率。假如你需要更高放大率，你所需要的是更長的伸長度。當然囉，假如你把放大倍數放得過大，你所得的影像品質就不夠理想了。

假如願意的話，伸長裝置可包含一個肘管。這種伸長設計可使用稜鏡或是首面反射之平面鏡



對原始放大率增加之計

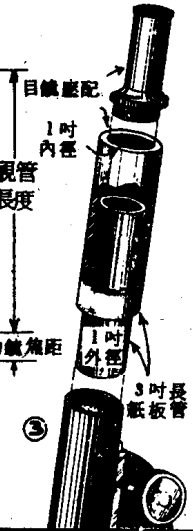
算公式：

$$\text{放大率增加} = \frac{\text{伸長管長度}}{\text{視管長度}}$$

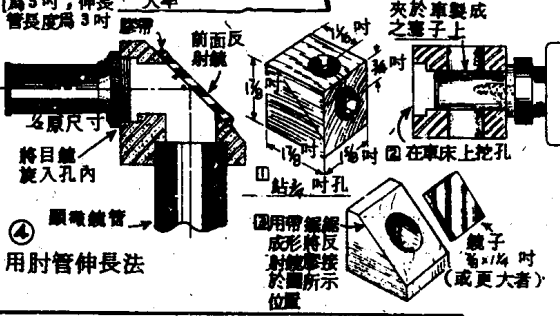
則：放大率 = 增加率 × 原始放大率

例子：一個Edmund 300x顯微鏡，其視管長度為5吋，伸長管長度為3吋

$$\text{增加率} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$\text{總放大率} = 300 + 180 = 480x$$


為EDMUND 300x顯微鏡使用之望遠鏡伸長管



用肘管伸長法

### 從顯微鏡變成8X放大鏡

顯微鏡的光學裝置與正像望遠鏡之後端構造相同。你可將諸如來福輪顯微鏡的物鏡移去使變成顯微鏡。反過來，假如你要變顯微鏡為望遠鏡，你必須加裝一如本圖所示之新物鏡。





## 12. 光學遊戲

，其設計如圖四。照圖四尺碼可獲得大約大三分之一的放大率，可增加原來放大率為 50, 150, 與 300 x 至 65, 200 與 400 x。製作肘管先照所示尺碼製一白松或桃心木的方塊。然後照圖所示尺碼施以一般機工工作。

有時候你可能要減低放大率俾使獲得較大視場。這可應用較原來目鏡焦距為長之目鏡（原為  $\frac{3}{4}$  吋）以達到此項目的。Edmund 編號 5223，焦距為 28 毫米之目鏡性能優越。同時該目鏡與顯微鏡主要配合甚佳。這將帶給上面三個標準物鏡減低放大率為 36x, 108x, 與 225x。但是主要特點為視場增加了三倍。