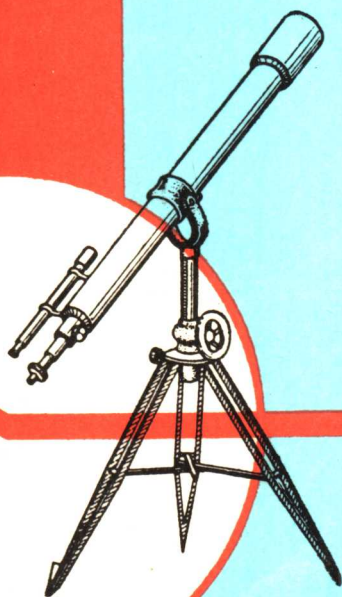


# 自製望遠鏡

李 明 編 著



萬里書店出版

# 自製望遠鏡

李明編著

香港萬里書店出版

---

自製望遠鏡

李 明編著

出版者：萬里書店有限公司

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：嶺南印刷公司

香港德輔道西西安里13號

定價：港幣四元二角

版權所有 \* 不准翻印

---

(一九七八年九月印刷)

## 出版說明

青少年朋友對模型製作大多具有濃厚興趣。

模型製作是一項有益身心的活動。通過一輛架空纜車、一台起重機、一艘活動船艇的製作活動，可以啓發青少年的智慧、了解機械結構的原理、認識材料和工具的使用、養成熱愛科學、喜歡自己動手的好習慣。

有關模型製作的書籍，我們準備陸續出版幾個專集，供青年朋友選擇自己所喜歡的。諸如模型車、模型船、模型機械、飛機、遙控玩具，等等……。所有模型都是會動的，動力大都採用小型電動機。

在選材方面，我們盡量注意到趣味性和富有啓發性，工具簡單、材料趨向時代化，都是易於籌措的輕木和塑膠，說明文字力求清楚明瞭，簡要地介紹科學原理，插圖多用實體圖解方式，使能一看便通其原理結構。

這幾本書的出版目的，是希望能對青少年們的科學活動起些微的幫助和促進作用，竭誠希望熱心人士不吝賜教，或提出意見，或提供材料，或直接給我們幫助。

## 目 次

---

### 出版說明

|                     |    |
|---------------------|----|
| 1. 開普勒式望遠鏡·····     | 1  |
| 2. 地面觀察用的望遠鏡·····   | 13 |
| 3. 稜鏡式望遠鏡·····      | 21 |
| 4. 附有十字綫的望遠鏡·····   | 36 |
| 5. 全回轉經緯儀·····      | 47 |
| 6. 天文望遠鏡的工作原理·····  | 56 |
| 7. 折射式天文望遠鏡的製作····· | 80 |

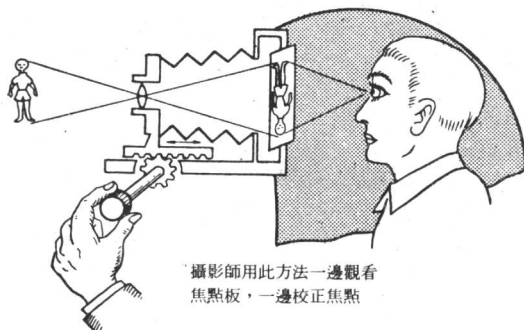
## 1. 開普勒式望遠鏡

### 從攝影機談起

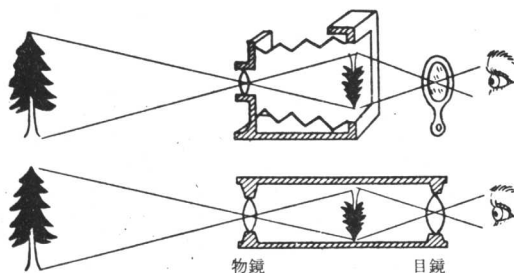
相信大家都有在「影樓（照相館）」裏照像的經驗。一般「影樓」的照相機都比較大型，拍照時，攝影師便如圖 1 的樣子來校準焦點，然後在感光板外框的毛玻璃（焦點玻璃）後面觀看鏡頭前方的景物。大家都知道，用這樣的方法，看到焦點玻璃外面的景物都是顛倒着的，這便是光學上的所謂「小孔成像」原理。用這種焦點玻璃所映到的影像，攝影機鏡頭的焦點距離越長，影像即越大。而且，如果使用倍率較高的放大鏡觀看影像，便會發覺所看到的影像比肉眼看到的影像放大了好幾倍。此時，如果將焦點玻璃取出來後再觀看，又會發覺，即使沒有焦點玻璃，在攝影機鏡頭裏所得到的實像仍然在原來的位置存在着，如再加上放大鏡，實像也可以透過放大鏡看到，這就是俗稱的開普勒(Kepler)望遠鏡原理。

如果像圖 2 那樣，將攝影機透鏡及放大鏡的鏡片用一個長筒連接在一起，便已經是一個望遠鏡了。在圖中，我們稱與被觀察物體直接相對的透鏡為對物透鏡（物鏡），另一端用作觀看的透鏡則叫做接眼透鏡

圖 1



攝影師用此方法一邊觀看  
焦點板，一邊校正焦點



用放大鏡所看到的影像和攝  
影機菲林中的影像相同

圖 2

(目鏡，或為對眼目鏡)。

由於攝影機透鏡的焦點距離越長，所拍攝到的影像越大，而放大鏡則是焦點距離越短，放大倍率則越高的關係，所以開普勒望遠鏡的倍率與對物透鏡的焦點距離成正比例，與接眼目鏡的焦點距離成反比例，從上述的比較，便馬上可以明白，望遠鏡倍率的計算

公式應為：

$$\text{倍率} = \frac{\text{物鏡的焦點距離}}{\text{目鏡的焦點距離}}$$

例如：用焦點距離 300mm 的對物透鏡及焦點距離 15mm 的接眼目鏡組合而成的望遠鏡，倍率應為：  
 $300 \div 15 = 20$ ，即為20倍。

### 用老花眼鏡做物鏡

現在讓我們用一個焦點距離較長的老花眼鏡的鏡片作為對物透鏡，而焦點距離短的放大鏡之鏡片作為接眼目鏡，組合成一個望遠鏡來作一個簡單的實驗。首先，依照圖 3 所示，測量好老花鏡及放大鏡的透鏡焦點距離，然後用厚圖畫紙製兩個大小口徑不同，套入後可以伸縮的圓紙筒，在紙筒的兩端各裝配上準備好的透鏡。

在放大鏡(即是接眼目鏡)的一端一面向外觀看，一面伸縮性地校對好遠方的景物，便可以看到遠處的景色被放大得很大，此時紙筒的長度，正確的說法，測量出的物鏡及目鏡的透鏡間隔即成為「物鏡焦點距離 + 目鏡焦點距離 = 鏡筒的長度」。另外如圖 4 的圖樣，用沒有觀看着望遠鏡的一眼觀看遠處的物體，另一眼則用遠鏡觀看遠處的同一個物體，將兩眼所看到的物體大小比較，便可以知道用望遠鏡看到的物體大小比肉眼看到的物體大多少倍，所得到的倍數，將與

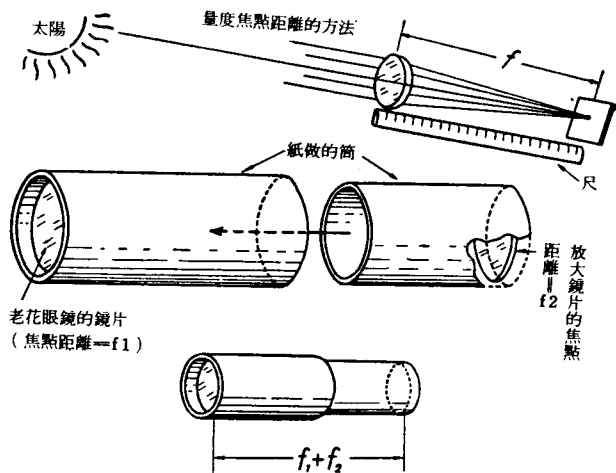


圖 3

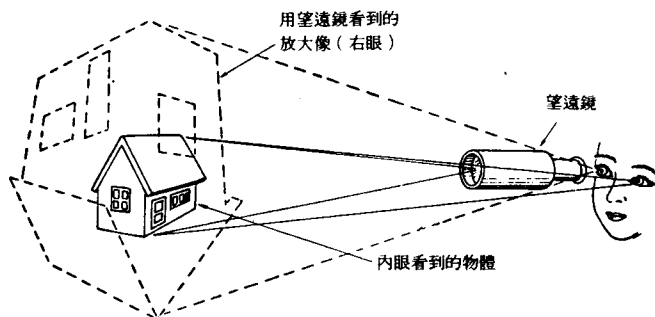


圖 4

用焦點距離計算方法所得到的倍率相同。不過，用這種簡單的老花鏡片及放大鏡片製作的望遠鏡觀看遠處之物體時，無論怎樣加減圓筒的長度，或如何校對焦點，影像的周圍都會出現如天虹的顏色光，而且影像總是不能鮮明清晰，這種現象，就是由於光線的折射率引起的色差現象。

### 消色差對物透鏡與接眼目鏡

爲了消除色差的現象，要採用其他特別設計的消色差對物透鏡 (Achromatic Lens)。這種透鏡的構造如圖 5 的樣子，是用毛玻璃 (Ground glass, 即磨砂玻璃) 作爲凸透鏡及火石玻璃 (Flint glass) 作爲凹透鏡所組合成的一個凸透鏡構件，望遠鏡的對物透鏡，便是採用這種消色差透鏡來消除色差現象，而接眼目鏡同樣也可以利用其他的方法來消除色差現象。

其中的一個方法，就是由惠更斯 (Huygens) 所發明的利用兩個平凸透鏡組合成。如圖 6 [ I ] 所示，①的焦點距離是②的二倍，而且①②兩個透鏡的間隔  $d$



圖 5

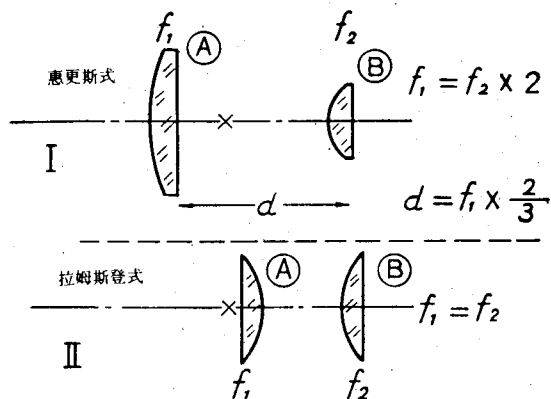


圖 6

是①的焦點距離之 $\frac{2}{3}$ ，用上述方法組成可以消除色差現象。舉個例子來說：當作①的焦點距離是 60mm，②是30mm 的兩個平凸透鏡，這樣所得的結果為 $60 \times \frac{2}{3} = 40(\text{mm})$  的間隔擺設時，便成為一個惠更斯式的消色差接眼目鏡。

英國人拉姆斯登(Ramsden)用另一種方法組成消色差目鏡。如圖 6〔II〕所示的方法，由兩個焦點距離相同的平凸透鏡①及②凸面相對地組成。它們的間隔  $d$  與焦點距離相等，這種方法可以縮短鏡頭的長度。

由於惠更斯式、拉姆斯登式的構造特別簡單，故被廣泛地利用，但此二式的最大缺點，便是視界不能太廣。經過不斷地研究，已發明了更多的優質接眼目鏡裝置，其中較有代表性的裝置如圖 7 所列出之示例。有的接眼目鏡是由數個鏡片組成的，目鏡的叫法則以接近對物透鏡的方面算起，最接近的第 1 個透鏡

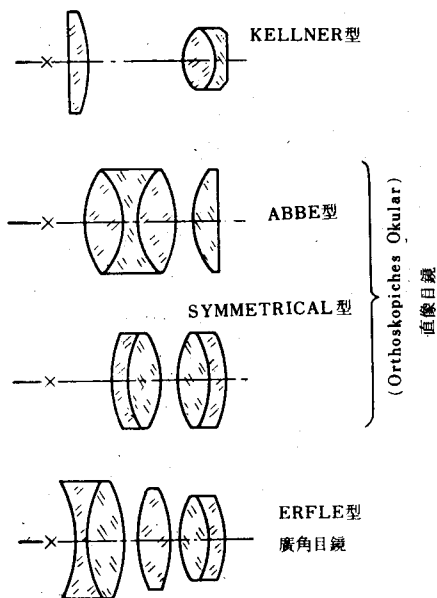


圖 7

各種目鏡的種類

稱為第一接眼目鏡，順序即稱為第 2、第 3、第 4 目鏡……。如果以惠更斯、拉姆斯登式為例，即圖 6 的 ④應為第 1 目鏡，⑤即為第 2 目鏡。如果將惠更斯式及拉姆斯登式中的第 1 接眼目鏡取去，而只剩下第 2 目鏡，望遠鏡的倍率沒有改變，但視界的周圍即變成較暗，觀看到的範圍立刻縮小了很多，所以在惠更斯式、拉姆斯登式中的第 1 目鏡之主要作用是用來擴大視界的範圍，因此第 1 目鏡又被稱為視界透鏡或稱為視野透鏡。

## 開普勒望遠鏡的製作

如果自己製作的對物透鏡焦點距離 60cm 以下的小型望遠鏡，鏡筒可以用厚紙板或厚圖畫紙捲作，方法既簡單，樣子又不難看。惠更斯式目鏡的天文望遠鏡的製作方法另文再作介紹，現在我們先行介紹採用拉姆斯登式目鏡的望遠鏡之製作方法。

**對物透鏡：**是使用焦點距離 350mm、直徑 35mm 的透鏡，如果採用消色差透鏡則最為上選，但採用普通的平凸單透鏡，甚至利用老花眼鏡的鏡片也可以。

**接眼目鏡：**採用兩塊焦點距離 25mm、直徑為 15mm 的平凸透鏡。如果所利用的透鏡焦點距離，直徑與上述的尺寸不同時，透鏡外框的內徑、物鏡和目

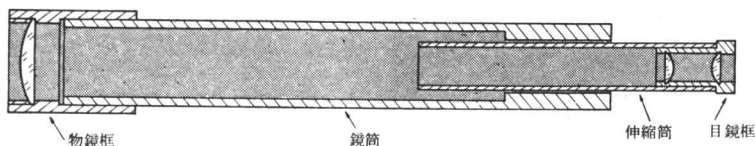
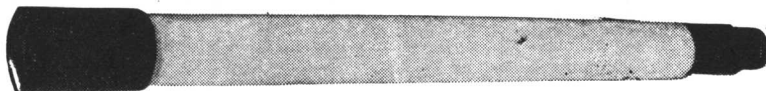


圖 8



照片一、自製開普勒式望遠鏡

鏡的焦點距離以及圓筒全體的長度，也要跟着加減改變製作尺寸。

依照圖 9 的圖樣，利用厚圖畫紙或舊明信片，先製作接眼目鏡外框。接眼目鏡框的外徑國際標準尺寸為 24.5mm。由於一般天文望遠鏡的接眼目鏡框的直徑統一規定為 24.5mm，所以相同的望遠鏡，只需改換接眼目鏡便可以改變倍率；如果採用自己用慣的

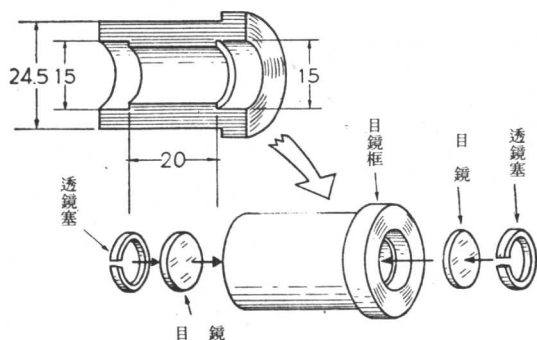
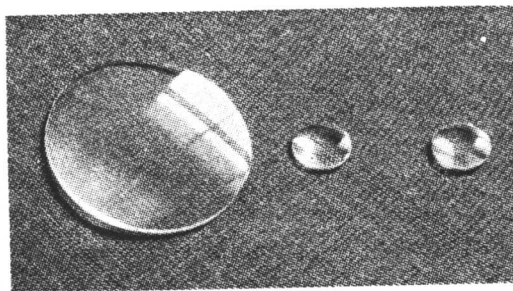


圖 9

照片二、開普勒式望遠鏡的鏡片



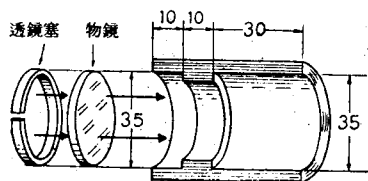
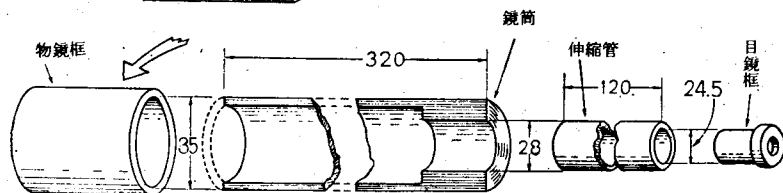


圖10



目鏡，也可以安置在各種不同的望遠鏡，使用上甚為便利。接眼目鏡框製成後，在框內側塗上墨汁，待墨汁乾後，便可以套入兩個接眼目鏡，安定牢固，便製成了目鏡部分。

對物透鏡外框也是用厚圖畫紙捲成的，同樣在內側塗上墨汁後，便可以用紙塞固定好對物透鏡（如圖10）。

鏡筒及伸縮管仍然是依照圖樣的尺寸用較厚的圖畫紙捲作而成，在接眼目鏡的一端捲成較厚的圓筒管，剛好套入伸縮管。在內側塗好黑墨汁，在鏡筒一端裝套入事先裝好的物鏡外框，另在伸縮管的一端則裝套上接眼目鏡外框，此時整個望遠鏡的裝配工作便告完成。

裝成的望遠鏡倍率約為9倍左右。一面觀看一面用伸縮管進出校準，遠處的景色以及月球的表面凹凸景色均被擴大清楚。

最後在物鏡框、目鏡框伸縮管的外側髹上黑漆，鏡筒部分則髹上白漆，這樣不但外表裝飾好看，而且可以保護筒的外側。

## 望遠鏡觀看太陽之方法

用上述自製的望遠鏡，已經可以充分地用來觀察月球的表面及太陽黑點。但是，絕對不能用望遠鏡直接觀看太陽，如果這樣，會使眼睛發痛，更嚴重的會令眼睛變盲。所以一定要在目鏡及物鏡的前部加上一塊黑色玻璃的太陽鏡片。

在白紙上觀察太陽影像的攝影時，如果加上太陽鏡片，不但可以安心地進行觀察，而且可與幾位朋友一起進行觀察太陽。

白紙攝影法如圖11所示，在望遠鏡的圓管上套上一塊厚紙板，當望遠鏡向着太陽的方向時，在接眼目鏡後面的白紙上，便可得到太陽的投影。如果將望遠鏡中的伸縮管逐漸地伸長，太陽影像馬上可以清楚地出現。同時，也可以清楚地看到投影的黑點。當白紙慢慢遠離望遠鏡時，白紙中的太陽影像越來越大，但如果投影像太大時，會變得模糊不清，光度也變暗，反而看不清投影像。適當大的投影像，可以與朋友一起觀察黑點的移動等各種變化。

（編者按：望遠鏡的鏡筒，除了按本文介紹的方法，用厚卡紙捲製之外，採用直徑相偌的「膠喉」來

代替可能更為方便，讀者可以因地制宜，使用不同的材料來仿製。）

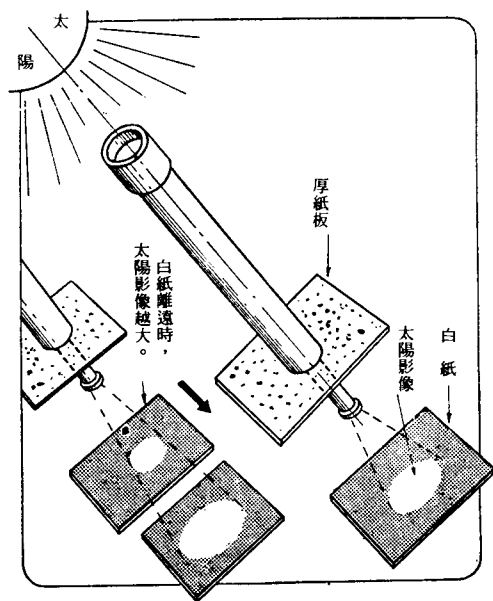


圖11