

[Address:](#)

[go: [up one dir](#), [main page](#)]

[Include Form](#)

[Remove Scripts](#)

[Accept Cookies](#)

[Show Images](#)

[Show Referer](#)

[Rotate13](#)

[Base64](#)

[Strip Meta](#)

[Strip Title](#)

[Session Cookies](#)

自製望遠鏡配件

關鍵字：自製天文望遠鏡、組裝天文望遠鏡、配件、DIY

配件是天文望遠鏡很重要的一個部份，尤其是天頂鏡以及加倍鏡，沒有天頂鏡，用折光鏡看較高角度的天空，脖子會受不了，沒有加倍鏡，有時看行星時很辛苦，用高倍目鏡透過一個小小的孔瞄了半天不一定準。如果用加倍鏡，就可以用比較長焦距的目鏡，出射光瞳直徑比較大，比較舒適。以下就來談一談筆者自己組裝這些配件的經驗。

天頂鏡

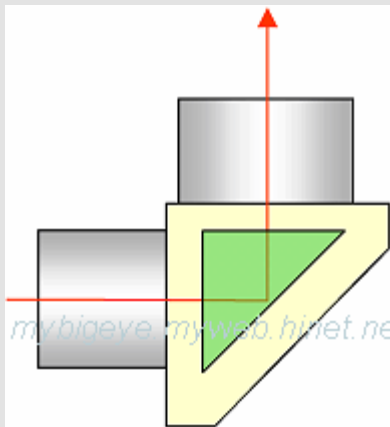


圖 1 天頂鏡的原理

前面說過天頂鏡是很重要的，但是很容易製作。天頂鏡的原理很簡單，見圖 1，基本上只是用一個直角稜鏡將光線由水平折往垂直，這樣在用折光鏡觀測天頂附近時才不會把脖子弄的很難過。

除了直角稜鏡以外加上接管、外殼就成了天頂鏡。如果要用直角稜鏡組裝成天頂鏡，要注意的是要把稜鏡裝的很正，不要用 AB 膠黏，不好拆。用南寶樹脂類的白膠比較好，可以拆下重黏。

直角稜鏡的斜面不需要鍍鋁或者鍍其他金屬，只要是直角，自然會形成全反射。



圖 2 是筆者自製的天頂鏡，右方接鏡筒，左方是目鏡座。這一具天頂鏡可以接到 1.25" 直徑的目鏡。外表是噴漆的。

圖 2 自製的天頂鏡

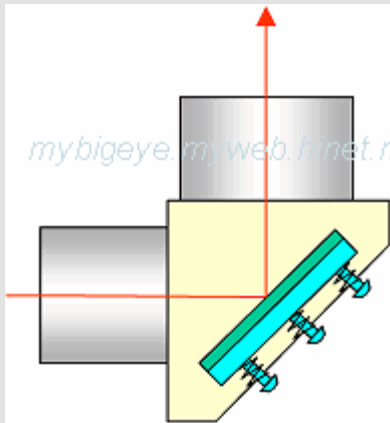


圖 3 自製天頂鏡結構

圖 3 是筆者自製天頂鏡的結構，因為沒有找到夠大的直角稜鏡，所以用面鏡來做，這片面鏡是用舊貨攤買的舊儀器裡的面鏡，本來比較大，自己用鑽石刀切小，再黏在一片厚鋁板上，整個外殼也是用厚鋁板，用電鋸裁切後，以 AB 膠黏合。因為光軸不容易做的準，因此面鏡背後有光軸調整裝置，用三顆小螺絲加上三個小彈簧就成了。

請注意這裡用的面鏡以及所有的望遠鏡裡用的面鏡都不是鏡子店裡賣的鏡子，是金屬直接鍍在反射面正面的才行，鏡子店的是鍍在反面。

用一般的直角稜鏡或者是面鏡，視野中所呈現的影像都是上下正左右反的影像。

加倍鏡



圖 4 自製的加倍鏡

加倍鏡對一些自製望遠鏡的朋友是滿需要的，因為自己找的物鏡有時焦距不夠長，或者自己做的目鏡焦距不夠短，無法放大到高倍數，這時加倍鏡就重要了。圖 4 是筆者自製的加倍鏡。表面貼了白色的塑膠貼皮，鏡片是以前在台中建國市場的舊貨攤買的舊光學儀器零件。效果比我在日本買的加倍鏡還好。

你要是買不到消色凹鏡，就設法買一個二手的單眼相機用加倍鏡，鏡片組拆下後就是一組消色的凹鏡了。

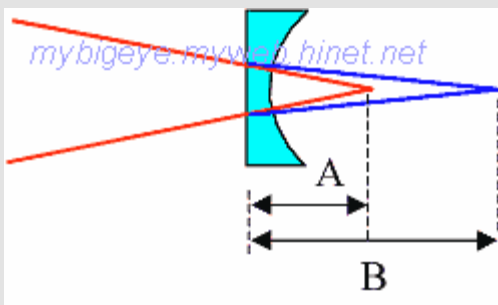


圖 5 加倍鏡原理

加倍鏡的原理很簡單，如圖 5 中，紅線是原來主鏡的光錐，藍色的線是用了加倍鏡後的光錐，光錐變長了。

加倍鏡的原理如何？其實很簡單，只是一片凹透鏡，將凹透鏡放在主鏡與焦點之間時，會將焦點拉長，凹透鏡愈接近主鏡，焦點就拉長愈多。

一般而言加倍鏡用一片平凹鏡就可以了，如果像我運氣好，找到一片消色差的平凹鏡就更好了。如果找到了凹透鏡，要放在那裡要怎麼做呢？

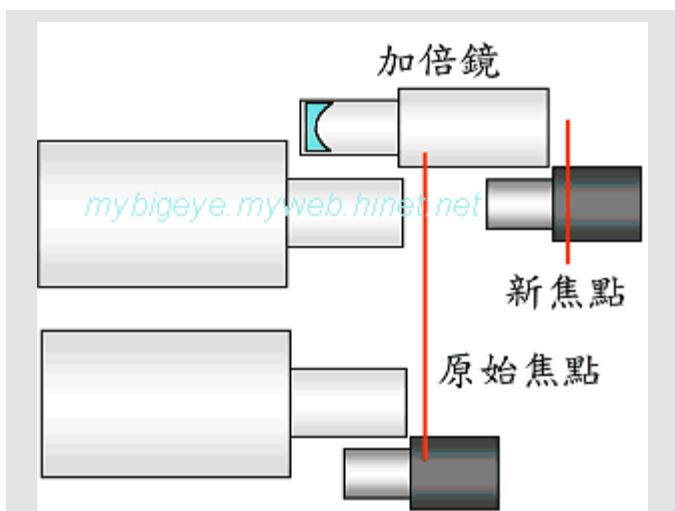


圖 6 加倍鏡實際結構

加倍鏡要如何計算呢？假設凹透鏡的焦距為 F ，希望使焦距變為原來的 N 倍，那麼：

$$B=(N-1)\times F$$

其中 B 就是圖 6 中凹透鏡到新焦點的距離，圖 6 是放大兩倍的設計，如果沒有消色差凹透鏡最好放大率在 1.5 倍以內，否則色差會使影像劣化。

由圖 6 可知加倍鏡鏡管是在主鏡與目鏡之間，用了加倍鏡會使焦點後移，凹透鏡則深入鏡筒，在折光鏡這樣的設計問題不大，只要實際畫一下光錐看凹透鏡口徑夠不夠大就可以了。在反光鏡就比較麻煩，要算一下凹透鏡會深入鏡筒多深，

太深了就會擋住主鏡的有效口徑，這時可能就要用焦距更短的凹透鏡了。

尋星鏡



圖 7 自製的尋星鏡

尋星鏡是天文望遠鏡必備的配件，沒有尋星鏡是很辛苦的，找半天也不容易找到要看的星體。

基本上尋星鏡就是一個低倍數的小口徑望遠鏡，一般在四倍到十倍左右，當然倍數再高一點也沒關係，但是我個人比較喜歡六倍以下的。

圖 7 是自製的尋星鏡與尋星鏡架，我的尋星鏡是有天頂鏡的，因為倍數低所以斜角的反光鏡是固定的，沒有調光軸的結構。物鏡與目鏡是來自舊貨攤買的一個雙筒望遠鏡，拆開來之後尋星鏡物鏡與目鏡都有了，中間的正像稜鏡剛好作為正像鏡之用。

我的尋星鏡沒有調焦點裝置，因為倍數低，目鏡用螺絲鎖緊就可以了，反正天上的月亮與星星都很遠，在低倍數時焦點差不了多少。

尋星鏡裡面應該有對正目標用的十字線或者靶標，市售的產品有些是有同心圓的靶標，有些是用十字線。十字線可以自己，只要在目鏡的視野環上交叉的黏上兩根頭髮即可，要找細一點的，否則在高倍數的目鏡裡看起來像鐵棍。交叉點不一定要對正中心，但是對正了看起來比較舒服，此外有些書上把



圖 8 尋星鏡

標線叫做蜘蛛絲，實際上用蜘蛛絲也可以，據說星光照到蜘蛛絲時，絲會發亮，我覺得沒什麼不同，而且城市裡的小蜘蛛絲太細，不好用，用頭髮就算了。

其實並不一定真要尋星鏡，像步槍上裝一個準星其實也可以，不過要對暗星時就無能為力了。近年來也有一種沒有物鏡的靶標式尋星器，個人覺得不好用。尋星鏡的物鏡最好用三公分口徑以上的，免得有些星雲星團太暗找不到。



圖 9 尋星鏡架

圖 9 是尋星鏡架，尋星鏡架是用來將尋星鏡的光軸與主鏡的光軸保持一致的架子，如果尋星鏡所對準的物體與主鏡不一致，那就沒有尋星的功能了。

在觀測星象以前，最好用很遠的目標，例如遠山的景物或者夜間遠處的燈光來調整尋星鏡，先將主鏡用高倍數將目標對準，再調整尋星鏡螺絲使得尋星鏡十字線的交叉處對準主鏡視野中的物體，這樣就完成了。

我的尋星鏡架是厚的塑膠管做的，當然用厚鋁管或鋁圈也可以，不過我的理由是塑膠管輕輕撞一下會彈回來，鋁製品可能就會凹了。如果用塑膠管厚度一定要夠，否則太軟就不能用。



圖 10 83mm主鏡與尋星鏡

圖 10 是筆者自組的83mm主鏡與尋星鏡。

正像鏡

天文望遠鏡其實並不需要正像鏡，反正天上的東西沒什麼正



圖 11 自行改裝的正像鏡

反，反了也沒關係，但是有時也許會想既然有了望遠鏡為何不能看地面，賞賞鳥之類的也不錯。

正像鏡其實很簡單，直角式的天頂鏡就是上下正像左右反像，所以如果要求不高時，天頂鏡可以代替正像鏡。

正規的正像鏡可以用稜鏡也可以用透鏡，用稜鏡必須有兩個夠大的直角稜鏡，最好是舊貨攤買的雙筒望遠鏡，那是現成的，但是一般鏡筒要縮短 15 公分以上，因為光線會在稜鏡組裡面折射好幾次。在設計時要注意，如果稜鏡不夠大會截掉主鏡光錐，但是一般焦比在 7 以上的主鏡應該還好。

圖 11 就是用舊雙筒望遠鏡改裝的正像鏡，前後各加了一段塑膠管，以便裝在鏡筒中，另一邊可以裝目鏡。

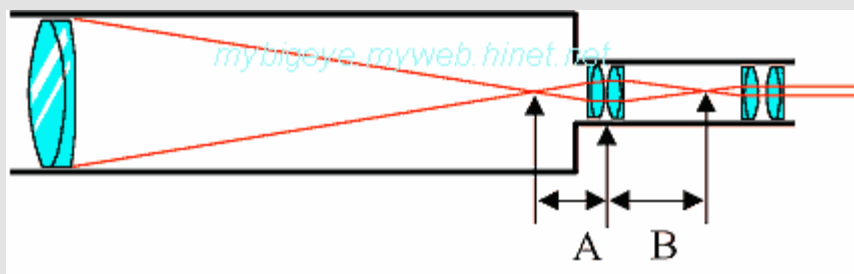


圖 12 透鏡式的正像鏡

另一種是透鏡式的，如果自己裝可以找一個消色差的照相機鏡頭，焦距大約五公分左右的標準鏡就可以，或者組裝一個朗式目鏡，原理如圖 12，用這種的正像鏡系統，整個鏡筒會加長不少。

透鏡式的正像鏡除了可以將影像轉正之外，還可以有放大的功能，也就是相當於增長焦距的功能，但是正像鏡本身品質要好，

否則影像會不清楚。

在圖 12 中，主鏡與目鏡中間加上了一組透鏡，一般正像鏡的焦距要短一點鏡筒才不會增長太多，所以很少用單透鏡來作為正像鏡，用兩個消色差鏡片或是一組鏡片都可以，實際效果要試試看。

正像透鏡要放在何處？距離怎麼算？請看下式，**A** 是主鏡焦點到透鏡組中央的距離，**B** 是透鏡組中央到二次焦點的距離，**N** 是放大率，如果你只想得到正像而不想放大，那 **N** 就是 1。**F** 是透鏡組的焦距。

$$B=(N+1)\times F$$

$$A=B/N$$

另一種是用類似朗式目鏡來作正像鏡，組合如圖，**A** 是鏡片到主鏡焦點的距離，與前方鏡片的焦距相同，**B** 是鏡片到第二焦點的距離，與後方鏡片焦距相同。兩鏡片間距可任意。

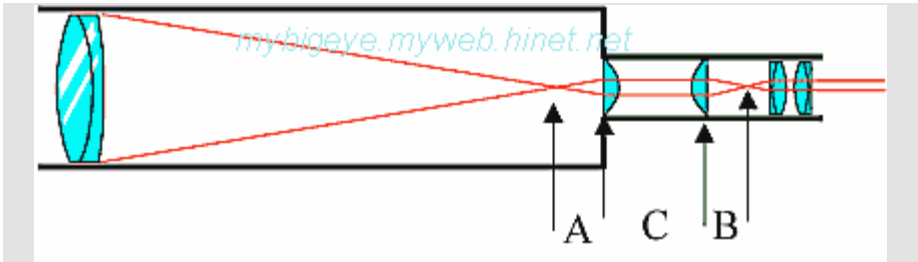


圖 13 另一種正像鏡

太陽稜鏡

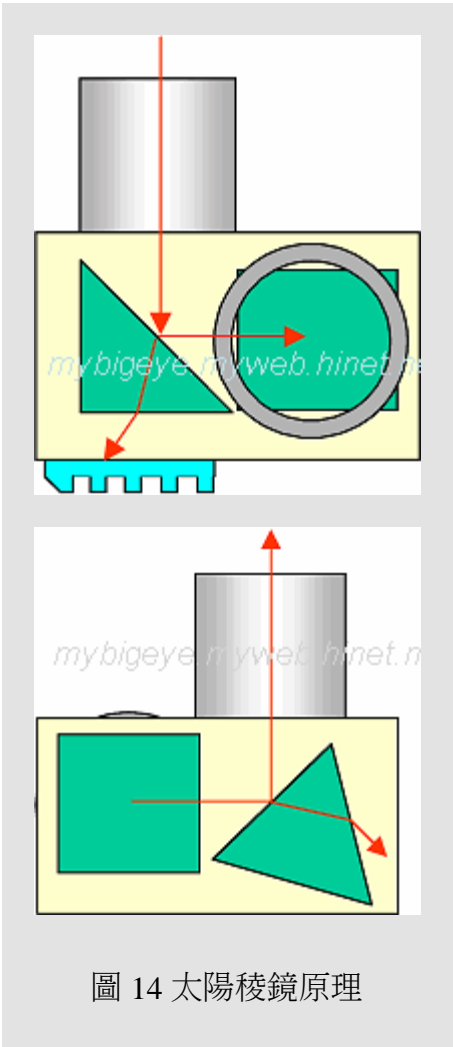


圖 14 太陽稜鏡原理

天文望遠鏡玩一玩，一定想去看太陽，但是一開始我就說望遠鏡不能看太陽，必須有裝備，哪些裝備呢？一是太陽墨鏡，太陽墨鏡可以買現成的，裝在目鏡裡，但是太陽墨鏡不能用在大口徑設備，六公分以上的鏡子有時墨鏡會很燙，我很擔心墨鏡會燒壞。另有一種裝在物鏡前面的濾鏡，國內好像沒人賣，我不很確定。還有一種是把玻璃燻黑放在主鏡前，但效果不好。

看太陽絕不能像看月亮那樣把主鏡用挖洞的紙板把口徑遮小一點就直接看，即使用挖洞紙板遮小也要用墨鏡。

還有一個辦法就是製作太陽稜鏡，說說簡單，要做也很麻煩，要先找兩個稜鏡，不一定要直角的，組合如圖 14 上圖，光線由前方主鏡射入，經過稜鏡表面反射一部份到右方，大部分會進入稜鏡射出，射出光線處要有一片金屬板，最好表面有突起像散熱片，才不易把人燙傷。沒有這一片，射出的太陽影像可能照在自己身上，可能燙傷。

往右方的光線如圖 14 下圖，射入另一個稜鏡，也是一部份反射，反射光線的方向是裝目鏡。

因為玻璃反射率大約 $1/20$ ，所以這樣的組合大約會得到原來主鏡 $1/400$ 的光線，可以使用看日蝕的墨鏡來看目鏡。

整個的結構是裝置在一個鋁板做的小盒子中，看來像天頂鏡。成品如圖



圖 15 太陽稜鏡的成品

太陽投影板

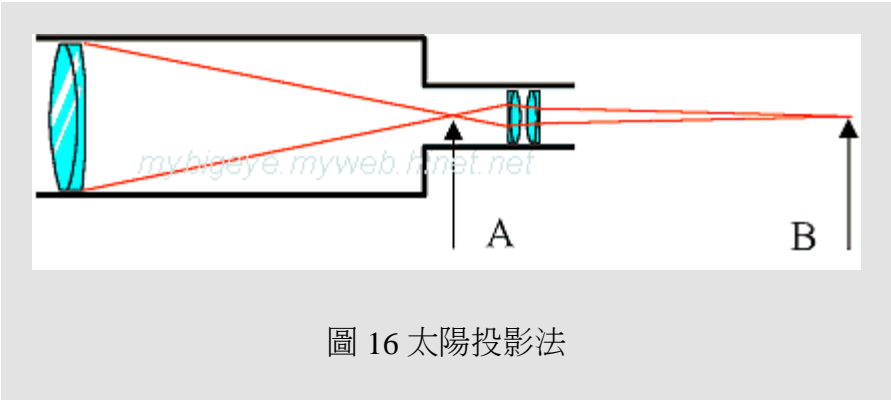


圖 16 太陽投影法

其實用眼睛看太陽都不安全，那天墨鏡破了，眼睛會受傷。用太陽投影比較好，就是對準太陽，將目鏡當放大鏡，將太陽影像投影在地面或一張白紙上，原理如圖 16，A 為主鏡的一次成像位置，B 為經過目鏡的二次成像位置。但是要注意太陽投影時不要用太貴的目鏡，有時太陽的熱量會使目鏡中的膠合鏡片脫膠，目鏡就壞了，所以盡量用便宜的單片組合

透鏡，如朗式目鏡或者惠更斯目鏡。



圖 17 太陽投影板

太陽投影板原理大約如圖 17，在望遠鏡筒上固定一隻支持架，有時會利用尋星鏡架，下方有一塊白板，白板上也可以自己夾上一張紙來描繪所投影出來的太陽黑子之類的影像。

做太陽投影時，不要用眼睛看尋星鏡，尋星鏡中的十字線如果是自製的會燒壞，眼睛也會灼傷瞎掉，所以尋星鏡要蓋上，找太陽要看主鏡的影子，調整鏡筒方向使影子面積最小時就對準了。太陽投影時不要太久，也不要

用太貴的目鏡，有時膠合型的目鏡鏡片會被太陽強光燒壞，一般可以使用惠更斯型式的目鏡，沒有膠合面，也比較便宜。

相機接環



圖 18 相機接頭的完成品

星星看久了，總是想把一些景象拍攝下來，因此天文望遠鏡就需要接相機的接環，但是一般自己做的赤道儀，如果不是很結實，因為不夠穩定，其實很難裝配追蹤馬達。但是至少太陽黑子與月亮一定可以拍下來，不過先提醒各位，不要隨便拍太陽，可能會損壞相機。

拍攝太陽時要像太陽投影時一樣的方法來找太陽，千萬別用尋星鏡或相機本身的觀景窗。但要事先對好焦點，不要對著太陽調焦，眼睛與相機可能都會壞，先把相機裝好對著一般地面景物，選很遠的景物來對焦，目標越遠越好。調好之後將焦點固定好，將主鏡口遮住，看太陽影子來對準太陽，對準後再將主鏡開口打開，迅速按下快門，立刻將主鏡轉移不要再對著

太陽，以免相機受損，如果主鏡口徑在 8cm 以上，可以將主鏡口徑用挖洞的紙板擋小一點。至於拍攝太陽應該用什麼快門，請自行到網站或書中查閱，這些資料到處都是。

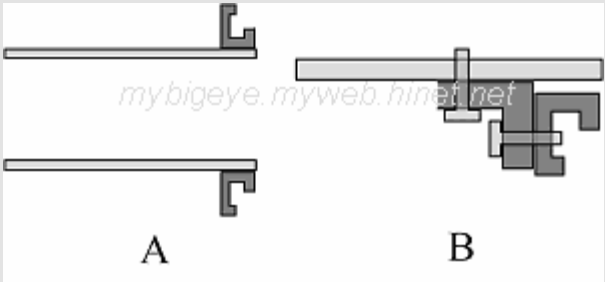


圖 19 機身蓋與管接頭

要做相機接環，首先要有一台單眼相機，或者自製的相機。以下先談單眼相機的接法，首先要買一個機身蓋，就是可以緊密蓋在機身上的蓋子，一般是塑膠品，將中心挖空，再將塑膠管或鋁管接在蓋子中央，如圖 19A。如果直徑不合湊不起來，可以用圖 19B 的方法來接，用 L 型的鋁片加上螺絲固定。

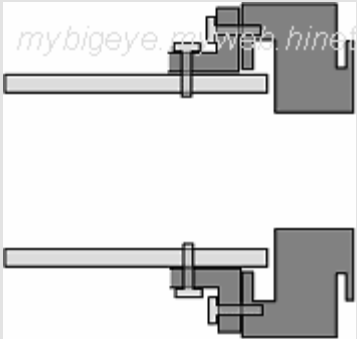


圖 20 用相機近照環改裝

有些廠牌的機身蓋不容易蓋緊，這時比較麻煩，可能要買近拍用的接環來改裝，大意如圖 20。

望遠鏡與數位相機的接合

此部份請參閱望遠鏡攝影光學章節。

齒條對焦系統改裝



望遠鏡雖然可以用自製的螺紋對焦管來對焦，但是如果用天頂稜鏡時則會造成不便，因此如果能自製齒條對焦系統的話會比較方便，不過如果訂做齒條會很貴，根本划不來。

真的無法自製齒條系統嗎？其實也未必，在拍賣網站中有許多廉價的小型望遠鏡，幾百元就可買到。那種望遠鏡雖然光學品質不怎樣，但是齒條對焦系統倒是可以用來改裝。

左圖中是一具五公分口徑的玩具望遠鏡，如圖中將齒輪對焦座以及齒條鋸下來，這種東西只能用手慢慢鋸。鋸下來之後，齒條的部份要用沙紙或是銼刀將兩邊磨成一樣寬。



這是完成圖，上方為外管，齒輪座鎖在外管。外管要開個槽，槽的寬度要與齒條一樣，不要太緊也不要太鬆才好用。

下方為內管，齒條用兩隻螺絲鎖在內管上，內管可以伸縮。這個成品是用於接相機，所以內管為相機接環。

請注意內管上面的齒條，右方靠物鏡的方向，那隻螺絲要突出一點，以便卡住齒輪，免得轉到最長時內管掉出來。



這是分解圖，左圖是齒輪座，鋸的時候兩側要多留一點，以便鎖在鏡筒外管上，裡面的弧度如果與外管的弧度不一致，可以磨一下。磨的時候可以用沙紙包在塑膠管外管上，然後將齒輪座在上面磨，磨完了就是剛好相合的弧度。

另外一個方式是將側面多出來的部份都鋸掉，然後用一塊鋁板彎個角度鎖螺絲到外管上。



將齒輪裝上後就像這樣。



這是齒輪座的蓋子，這個蓋子是有學問的，下方的凹槽會頂住齒輪軸，上面的螺絲鬆緊度可以調整齒輪的鬆緊度，太緊的話不好轉動，太鬆當然也不好。

將蓋子用螺絲鎖在齒輪座上之後就像這樣。



這是齒條，有些小望遠鏡的齒條雖然表面鍍的亮晶晶，但是其實還是塑膠的。



這是裝配組合的樣子。

齒條與齒輪座在裝配時要注意高度，一般而言，要先量測一下齒輪座的高度，先模擬裝在外管上，試試看齒條裝在內管上時能否碰到齒輪，如果碰不到，要在內管與齒條中間用塑膠板或是木條等等墊高。如果是不用墊就已經碰到齒輪而且太緊的話，那就要將齒輪座墊高。一般而言，因為隔著外管的厚度，都需要將齒條墊高。

齒條是靠兩端的螺絲鎖在內管上，但重要的是齒條靠物鏡方向的那隻螺絲要突出一些，這樣在轉到最長時，內管的螺絲與齒輪會卡住，內管才不會掉出來，不過要注意螺絲要嘛就長一點，不要只長一點點，那樣容易將齒輪卡壞。

本頁最後修改日期： 2006/6/8



[巨眼之門首頁mybigeye.myweb.hinet.net](http://mybigeye.myweb.hinet.net)