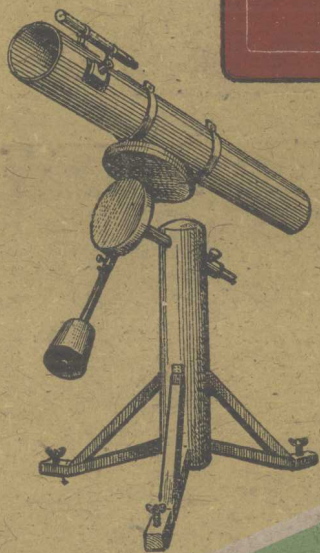


少年科技活动丛书

天文望远镜

TIANWEN WANGYUANJING

南京市少年之家編著



少年儿童出版社

天文望远镜

南京市少年之家 編著

少年儿童出版社出版

(上海延安西路1538号)

上海市书刊出版业营业许可证出014号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

大东集成联合印刷厂印刷

书号: 活0054 (初中) 开本 787×1092 耗 1/28 印张 1 6/7 字数 30,000

1960年1月第1版 1960年1月第1次印刷 印数 1—10,000

统一书号: R10024·2448

定价: (6) 0.15 元

写在前面

当你翻开这本书以前，也许你早已想自制一架天文望远镜，用它去观察一下奇妙而美丽的星辰世界：那儿有充满着神话的月亮；有戴着草帽般的光环的土星；有绚丽的银河；有无穷遥远的河外星系；有……

也许你还准备将来长大了要去探索宇宙，做第一批打通星际航行的尖兵，实现征服宇宙的偉大理想。

我們也和你一样，被那奇妙而美丽的星空强烈地吸引着，对天文逐渐产生了浓厚的兴趣，怀着一个长大了要去探索宇宙的理想，渴望着在課余学习天文的机会。

生长在毛澤东时代的青少年，希望总是不会落空的，党很快地把我們的希望变成了现实。1955年六一节，南京市少年之家成立时，在少年之家設立了天文小组，并且聘请了紫金山天文台的張俊德、楊世杰、張家祥三位同志做天文小组的指导員。1956年春天，我們幸运地参加了天文小组，成为第一批組員。

三年多来，我們天文小组在党的关怀和指导員的具体指导下，开展了各种各样丰富而有意义的天文活动，如制作望远镜观察天体、举行天文晚会、展覽会以及参观、上課等；其中占时间較多的，就是制作天文望

远鏡。

我們自制的第一架口徑 13 厘米的天文望遠鏡，就是花了四個多月時間在紫金山天文台上磨制成功的。後來，我們又在 1957、1958 兩年內陸續制成了三架望遠鏡。第一、二兩架是地平式，第三、四兩架是赤道式。在制作過程中，我們遇到過困難，遭到過失敗，但是，由於少年之家和指導員對我們的教育和鼓勵，及各有關方面的大力幫助，我們還是克服了大大小小的困難，把望遠鏡制作了出來。

這四架望遠鏡，最小的是口徑 13 厘米，最大的是口徑 21 厘米，它們都能夠用來作一般的天文觀察。當我們第一次用眼睛靠近目鏡，從親手磨制出來的望遠鏡中，清晰地看到月亮上的環形山、木星的四個衛星、土星美麗的光環時，我們的心情是无法形容的。

雖然我們的制作僅僅是開始，成績還很小，但黨和政府却很重視我們，第一架望遠鏡在 1956 年六一節後被選送至民主德國展覽，第二、三架望遠鏡在 1958 年夏天被選送至北京，分別在“教育與生產勞動相結合展覽會”及“全國青年社會主義建設成就展覽會”上展覽，這對我們來說，是一個多么大的鼓勵呀！

在這本書里，我們將從四架望遠鏡制作過程中得來的經驗教訓，並根據指導員編寫的“怎樣自制反光望遠鏡”一稿，把我們認為效果較好的制作方法介紹出來。在制作方法上，特別是圖樣設計上，由於很多是我們自己大膽設計的，一定存在不少缺點，希望大家在制作時修正。

目 录

写在前面

第一章 要制作什么式样的望远镜.....	1
第二章 物鏡的磨制.....	4
材料和工具的准备.....	4
粗磨——磨球面.....	6
細磨——除砂痕.....	11
拋光和修改.....	14
第三章 目鏡及寻星鏡的磨制.....	20
第四章 鏡身的制作与安装.....	27
第五章 鏡架的制作与安装.....	37
第六章 怎样校正和使用望远镜.....	46

第一章 要制作什么式样的望远镜

指导員告訴我們：在尚未制作望远镜以前，首先对望远镜的结构和各部分的名称、作用都要有所了解，这样，在动手制作时更方便些。指导員画了一个简单的赤道式望远镜（如图 1），它的光学部分包括：物鏡、目鏡、寻星鏡；鏡身部分包括：鏡筒和鏡架等。

按照望远镜聚光成像的方式，可以分为“折射望远镜”和“反射望远镜”两类。折射望远镜是利用折射来聚光成像的；反射望远镜是利用反射来成像的。折射望远镜的物鏡是一个凸透鏡，光綫通过透鏡被聚集起来成像，然后再通过目鏡，把这个象放大后进行观察（图 2）。当我们只用一块凸透鏡作物鏡进行观察时，望远镜里所看到的天体都带着各种顏色，看起来很不清楚，这种毛病我們叫它“色差”。这种“色差”的毛病，如果用一个单片的透鏡作物鏡时，根本就沒法消除，只有至少是两种不同性质的光学玻璃制成的透鏡叠合而成的消色差透鏡，才能消除色差的毛病。假如要制一架折射望远镜，就得要两种光学玻璃的透

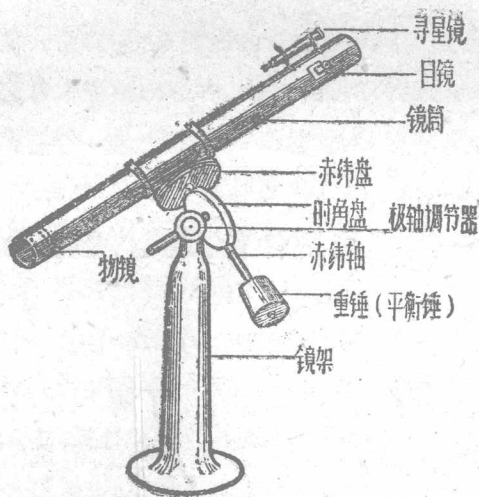


图 1

极轴调节器：调节极轴，使极轴平行于地轴。

重 锤：平衡整个望远镜。

镜 架：支持整个望远镜。

寻 星 镜：它的放大倍率小，视野大，容易找到所需要观察的天体。

目 镜：把天体给物镜反射后所成的象放大。

镜 筒：固定镜面及其他各种附件，并使内外的空气、光线等隔开，从而使得星象稳定。

赤 纬 轴：望远镜围绕此轴转动，可指向天空任一赤纬的天体。

极 轴：望远镜围绕此轴转动，可指向天空任一赤经的天体。

赤纬盘、时角盘：望远镜指向某一天体后，可从这两个盘上读出它的坐标（赤经、赤纬）来。或把刻度对准已知某一天体的坐标，望远镜里出现的就是那个天体。

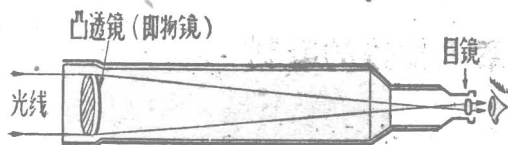


图 2 折射望远镜

鏡。目前，光学玻璃不容易买到，而且价钱很贵，磨制也比较困难。

反射望远镜呢，是光线射在凹面镜上反射后聚集成象的。它的最大优点可以完全避免色差。光线只是在表面上反射，并不需要通过透镜，所以不必采用光学玻璃。加工时，只要把一个表面磨成很准确的镜面就行了。在反射望远镜中，以牛頓式的反射望远镜构造最简单。它的光学部分主要由一个物镜、一个平面镜和一个目镜组成。光线从物镜反射到一个与物镜成 45° 角的小平面镜，然后折到镜筒旁边，通过目镜放大后进行观察(图 3)。

经过大家研究，认为牛頓式反射望远镜结构比较简单，对玻璃的要求也不太高，制作及检验也较容易，所以我们决定采用这种式样的望远镜。

现将我们制作过的望远镜和它的两种装置式样分别介绍出来。

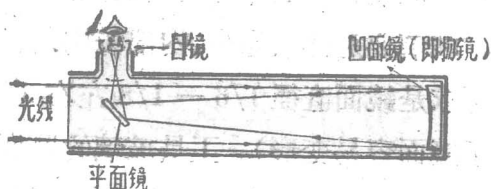


图 3 牛頓式反射望远镜

第二章 物鏡的磨制

材料和工具的准备

一架望遠鏡制作質量的好壞，很大程度決定于它的光學部分(即是各種鏡片)，而光學部分的主鏡就是物鏡。在反射式望遠鏡中，物鏡把射進來的光線加以反射，假如它的準確度和光潔度不夠或鏡面容易變形等，都會嚴重影響觀察的效果，甚至不能進行觀察。可以說，物鏡是整个望遠鏡的“心臟”；而磨制物鏡的工作，也同样是整个望遠鏡制作过程中最重要、最复杂的过程。在磨制物鏡以前，对材料和工具都要認真地選擇，作好准备。

1. 玻璃 磨制一个反射望遠鏡的物鏡，需要两块同样大小的圓形玻璃，一块作为要磨的鏡面，一块作为磨制鏡面时的工具。玻璃要選擇气泡少、內部較均勻、比較厚的。物鏡玻璃的厚度要求是鏡面直徑 $1/6 - 1/8$ 左右(鏡面玻璃不能太薄，因为薄了鏡面容易變形)。工具玻璃的厚度可以薄一点，但要求是鏡面直徑的 $1/8 - 1/15$ 左右。象磨制直徑 15 厘米的反射鏡面，玻璃的厚度應該是 1.9 —— 2.5 厘米，工具玻璃的厚度應該是 1 —— 2 厘米。我們都是在玻璃店里买船窗用的玻璃。买的时候，要請店中按鏡面所需的尺寸代為加工成圓形，并且把邊緣磨

滑,免得磨制时边缘崩裂,划花镜面。

2. 磨料 磨制物镜用的砂主要是金刚砂。金刚砂的主要成分是碳化砂,一般都是黑色或暗绿色的。粗磨时用60或80号的金刚砂大约一斤。用普通建筑用的黄砂也可以。不过由于黄砂硬度比金刚砂差,磨时所花的时间就较长。细磨时用150、180、240、280、302、303、304、305号金刚砂各四两或二两。抛光时不用砂而用红粉。红粉是极细的暗红色粉末,它的成分是氧化铁。我们必须去买质地极好而且非常细的光学红粉才可用,这种红粉常标为309号。抛光一个15厘米的镜面,只要用一两红粉就够了。这些砂和红粉我们都是在五金公司里买到的。买砂时应特别注意,各种砂一定要严格分装。

3. 柏油(即瀝青) 柏油一斤,抛光时使用。冬天用 60° 的,夏天用 90° 的。买时要选杂质少、软而有韧性、断面有光泽的,太硬的柏油不合用。柏油在建筑材料行可以买到。另外还要准备一些松节油和松香,以便调节柏油的硬度。松节油还可以用来洗去粘在工具上、手上、桌上的柏油。

4. 工作台 我们用比较结实的木头制作了一架三只脚

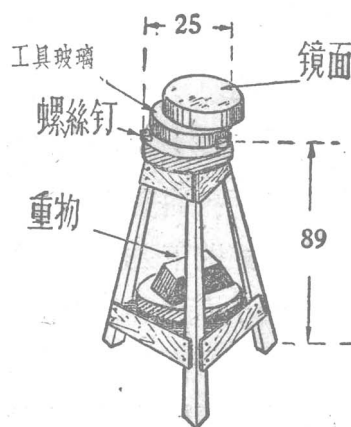


图4

的工作台(图4)。它的高度最好和工作者的腰部一样高。工作台圓面直径是25厘米左右,厚度約为2—3厘米。工作时为了讓它稳定,不使轉动,可用重物堆叠在工作台下面,增加架子下面的重力。工作台主要是放工具玻璃,用三只螺絲釘将工具玻璃夹紧在台面上。

5. 其他 找几块揩擦鏡面用的布。这些布必須清洁,最好是吸水能力强、不易掉毛的紗布。盛水用的盆子,化柏油的小鍋、小爐和刻柏油用的小刀等。

粗磨——磨球面

把玻璃、磨料、工作台准备好之后,我們就可以开始磨了。

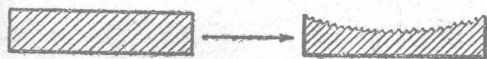


图5

最初是粗磨。粗磨的要求,是把物鏡的圓平面磨成所需要的粗糙的球面(图5)。

在磨球面之前,我們得先决定究竟要磨一个曲度多大的球面鏡。球面鏡曲度的大小决定于这个球面鏡的焦距:焦距越短,这个球面鏡凹下去的曲度越大;焦距越长,这个球面鏡凹下去的曲度越小。那么,什么是焦距呢?当我們拿一块凹面鏡正对着太阳(图6),太阳的平行光綫在鏡面反射以后,就会聚成一点(即F点)。如果把一小块紙片放在这一点,紙片上就現出一个小而亮的太阳的象,过一会儿,紙片就被燒焦。这个点,叫凹

面鏡的焦點。從焦點到凹面鏡中心的距離 OF 就是焦距。

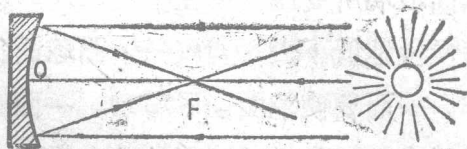


圖 6

我們在磨制物鏡之前，通常是按照我們對這架望遠鏡的使用要求，根據以下的原則來決定所磨制球面鏡的焦距的長度：如果要求放大倍率高，而所看的範圍不要太廣的望遠鏡，它的鏡面焦距是直徑的 10—15 倍；要求看的範圍較廣、放大倍率不需要很高的望遠鏡，它的鏡面焦距是直徑的 5—6 倍。

焦距的長度決定以後，我們就可以開始粗磨了。在粗磨最初的四、五小時內，可暫時不去理會鏡面磨下去多深，因為這時鏡面一般不會磨得太深。粗磨開始時，先在工具玻璃下面墊上布，固定在工作台中央，用三只螺絲釘或小方木塊把工具玻璃夾牢，

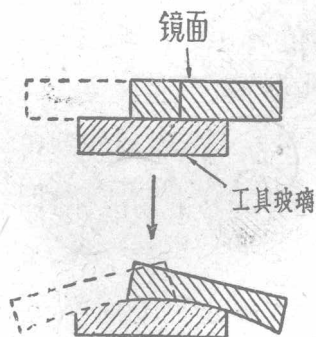


圖 7

但又可以隨時將工具玻璃取下。磨時工具在下，鏡面在上，中間加上金剛砂和水，把雙手放在鏡面上拿穩，加些壓力，推動鏡面，使兩塊玻璃互相磨蝕。因為金剛砂比玻璃硬，推時手上再加些壓力後，就把玻璃一塊塊地搓碎下來；又因工具玻璃邊上受壓力較大，

鏡面玻璃所受压力多在中央，所以經過一定時間后，鏡面中央就慢慢地低下去，便成一个凹球面(如图 7)。磨时要有三种动作，一面要使鏡面前后移动，一面又要使磨面慢慢地轉动，同时工作者自己还要繞着工作台慢慢地轉动。在前后移动时，第一种磨法是鏡面正对着工具中心推动，我們叫它为“徑动”；第二种磨法，是鏡面沿着工具的一个弦推动，我們叫它为“弦动”；第三种磨法，是鏡面中心繞着工具中心作一个椭圆运动。粗磨时要用“弦动”，因为“弦动”磨起来較快(图 8)。

在磨制物鏡的过程中，两手用力一定要均匀。推动时动作不要太快，大約一分鐘鏡面来回推动 50—80 次。工作者繞着工

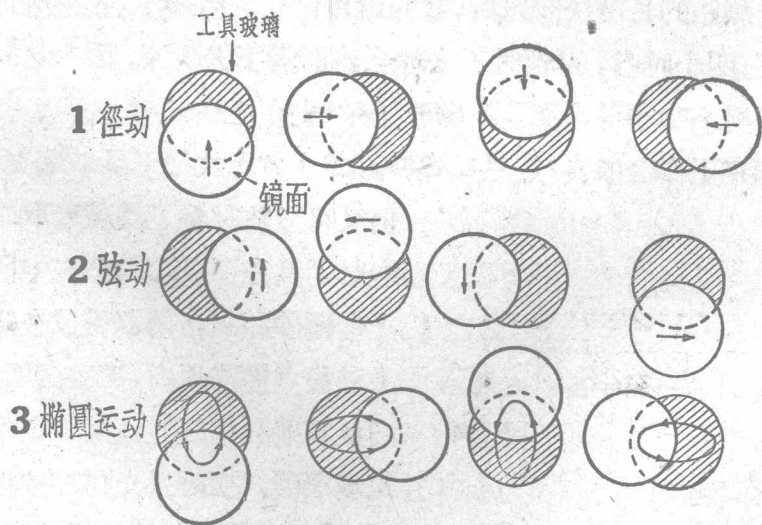


图 8

作台慢慢轉动的次数約每分鐘 2—3 轉。

粗磨时一般是用 80 号砂,也可以用黃砂。但太粗的黃砂要用篩子篩过,約比 60 号砂粗一些。用黃砂时,要加砂常洗。加砂时可先用白鉄皮剪一只小杓子,形状如图 9。用这个小杓子盛 2 平杓的干砂,撒在工具玻璃上,滴上几点水。水的多少是以不因水少砂子容易从边上滚下,又不因水多砂少容易从边上流下为合适。磨时需要不断地加新砂。在加砂以前,要把鏡面和工具用水洗干净,不然象浆糊一样的砂和玻璃粉的混合物会减少新砂的磨削效力。一般在粗磨过了四、五小时以后,就应經常檢查鏡面的曲度是否合乎要求。檢查的方法:

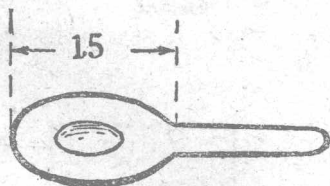


图 9

1. 用型板檢查。找一根长度等于 2 倍焦距的木条或竹竿,平放在平地上,一端用木板垫住,用釘子釘住,不要釘得太紧,使能在地面上轉动画圓圈;另一端固定住一支鉛笔,鉛笔下面放一張馬糞紙或薄的鉄皮,按着鏡面直徑的大小,旋动木条,在馬糞紙或薄的鉄皮上画条弧,剪下后就是我們要用的型板(图 10)。檢查时先将鏡面上的水擦干,然后将型板放在鏡面直徑的地方。图 11 是表示鏡面曲度还不够大,图 12 是表示鏡面曲度太大了。

2. 直接用太阳光量出焦距。方法是先在鏡面上涂些水,讓它能够反射太阳光。然后把它放在太阳光下面,鏡面对着太阳,

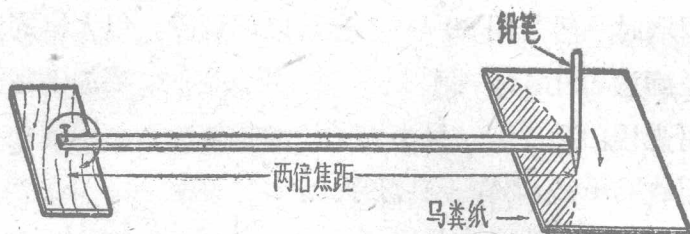


图 10



图 11



图 12

拿一張厚紙或一本厚書，在鏡面前後移動。隨着紙片前後移動，太陽的象大小亦有所變化，當我們找到太陽光象的最小一點時，從這点到鏡面的距離就是焦距(圖 13)。這個方法比較簡便，而且也較為精確，我們多採用這個方法。

檢查出來的鏡面曲度，比原來要求的焦距長一些時，就可以

結束粗磨而過渡到細磨。我們磨的一個直徑 15 厘米、焦距是它直徑 10 倍的鏡面，用太陽光檢查，焦距在 170 厘米左右時，就結束粗磨而改用細砂磨了。

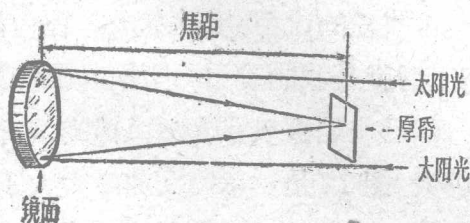


图 13

細磨——除砂痕

粗磨結束時，鏡面是一個粗糙的毛玻璃的球面。這時如果把這個鏡面對着開亮了的電燈泡，用眼睛觀察反射在玻璃面上的電燈泡裏面的鎢絲，我們就會發現：當眼睛與電燈泡反射出來的光綫成 1° 或 2° 角度時（幾乎眼睛與玻璃面成平面），才能看得見鎢絲（圖 14），

這是因為鏡面太粗糙，反光很差的原故。細磨的要求，就是將鏡面上粗糙的砂痕磨掉。用眼睛觀察時，眼睛與電燈泡反射出來的光綫成 30° 以上角度時，就可以看見鎢絲，這時就成一個半透明的鏡面（圖 15）。

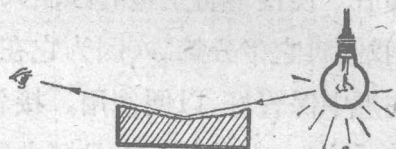


圖 14

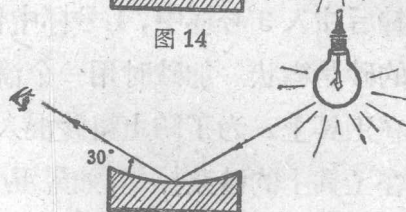


圖 15

因為細磨的目的只是把砂痕磨去，所以推動的方法是由“弦動”改為“徑動”，動程約為半徑的 $1/3$ 或 $1/4$ 。細磨要用許多級的砂，一級比一級細下去，如 150、240、280、302、303、304 號。那末應該在什麼時候換下一級的砂呢？每當鏡面上看不出上一級砂痕時，如用 150 號磨時，看不到 80 號的砂痕，就可改換下一級的砂；而且每一級砂還得加幾次，才能把上一級砂的痕迹去掉。

最好一小时以上换一次砂。加砂的方法和时间与加砂的分量,在302号以前与粗磨相同;在303号以后为了防止细砂中夹有粗砂,我们把砂都洗过。洗砂的方法是:取几个洗净的玻璃杯,编上1、2、3……号。首先给1号杯放些砂加些水(砂与水之比为1:20左右)搅匀,半分钟后注入2号杯中,再将1号杯底里留下的砂弃去,并把杯重新洗净。接着用棒搅匀2号杯内的砂,待一分钟后,慢慢地将上边的砂注入1号杯中,留在2号杯底下的砂,我们叫它半分钟砂(因为它在水中半分钟没有沉下去),把它放在瓶中保管好,以便使用。接着用棒搅匀1号杯内的砂,等两分钟后注入3号杯中,1号杯中留下的砂我们叫它1分钟砂。洗过的砂是糊状。加砂时用一个滴眼药水用的橡皮头的吸管把砂滴在工具上。为了防止粗砂混入,每次加砂时我们都用手指把滴在工具上的砂浆摸匀,如果混入粗砂,就可以摸出。加砂后磨一会儿,觉得推动费力,和工具边缘出现因缺砂浆而干涸的现象时,就另加新砂。加新砂时把镜面及工具等都洗净揩干,以免灰尘混入而划出道子。

在工作进入细磨以后,直至抛光修改,清洁工作是十分重要的。特别进入303号砂以后,凡是与镜面直接或间接接触的东西,如工具、工作台、水盆、揩布、衣袖、地面都要保持高度清洁。如果清洁工作做得不好,在镜面上会划出道子,造成返工。

在细磨的时候,还要经常检查焦距。检查时仍可用前面粗磨时用太阳光量出焦距的方法。但是如果不是晴天,而又为了