

恒星

席泽宗

科学普及出版社

目 次

第一章 天文和人們的生活	1
第二章 研究宇宙的工具	3
第三章 星空巡禮	11
第四章 恒星的光譜型	20
第五章 恒星的物理性質	26
第六章 變星	38
第七章 雙星	46
第八章 星際物質	53
第九章 星團和星協	58
第十章 星云	65
第十一章 銀河系	71
第十二章 河外星云、總星系	76

第一章 天文和人們的生活

恩格斯在“自然辯証法”里說：“必須研究自然科學各個部門的順序的發展。首先是天文学——單單為了定季節，游牧民族和農業民族就絕對需要它。”是的，天文学是一門最古的科學，當人類開始有歷史的時候，對天文已經有相當的研究了。古時候，人們就注意觀看美麗的星空。他們所以要觀看星空，完全是從生活的實際需要出發的。例如，當某一明亮的恒星繼日落而上升的時候，宜從事於農作；在某個一定的地方，某個星座在夜半“中天”（經過天球子午綫）的時候，是雨季的開始；以及太陽位置的變化對於氣候的影響等，這些都是他們最注意的事情。

他們在長期觀測太陽出沒的過程當中，便漸漸發覺太陽在地平綫上升起和沉沒的地方，並不是天天一樣，而是作周期性的變化的；又發覺晝夜的長短，也是按一定的規則循環的；還發覺這些變化和農事上最重視的季節有密切的關係。接着，他們便將太陽於某期間以後再回到原先的那個位置，所經過的時間定為一年。在我國，更利用太陽位置的變化，定出二十四節氣。二十四節氣對農事很重要。

一年，這是多么長的時間單位，把它用在紀錄人類活動的歷史中，那還可以，但是在日常生活中却不適用。事也湊巧，由於地球的自轉而發生的晝夜也作有規則的循環，可以當做測量時間的小的天然單位，叫作一天或一日。但是一天的長短，又隨着季節而有相當的變化：冬至時最短，夏至時最長。後來為求更準確起見，又把太陽中天和下次再中天相

隔的時間，叫作一個“視太陽日”。這種視太陽日的長短還是不固定的；於是又把一年中各視太陽日平均起來，得到“平太陽日”。^①在日常生活上所謂一日就是一個平太陽日。再將一日分為二十四小時，一小時分為六十分，一分分為六十秒。時、分、秒可用精細的鐘錶表示出來。但無論如何，鐘錶總要受溫度和空氣摩擦等影響，而不能準確，故須由天文台用中星儀觀測天體來校正。上海徐家匯觀象台就是專門從事測時和報時工作的。上海電話公司報時台的标准鐘有專綫和徐家匯觀象台的天文鐘相連。各廣播電台所廣播的标准時間，也都是根據觀象台得來的。所以除非我們取消時間與曆法而不用，否則是不能有一天與天文脫離關係的。

由於地球的自轉，我們所見的日、月、星辰總是在那里東升西沒；所以天體的同一現象所發生的時間，在東西兩地便有遲早的不同。例如當北京已經是正午十二點時（這時太陽正在子午綫上），蘭州還在上午十一點（太陽在頭頂以東約十五度）。這種時間的差別，恰好和兩地的東西距離成比例。說具體些，就是經度每差一度，時間差四分。所以兩個地方的東西距離，可以根據天體的觀測來決定。另一方面，兩地的南北距離，也可以由觀測某一定的天體來決定。例如北極星，它在地平綫上的高度，隨地方而不同。在北半球越北的地方北極星越高，越南的地方越低，在北極的地方是九十度（就是正好在頭頂上），在赤道的地方是0度（就是在地平綫上）。這種變化恰好和兩地的南北距離成比例。所以北極星不但可以幫助我們測定方向，而且可以幫助我們測定緯度。

① 參看我社出版的“陰曆、陽曆、陰陽曆”。

在天文学的範圍里，除以上所說的实用天文之外，最活躍并且發展最快的便是天体物理学。在这本書中介绍的，都属于这个方面。天体物理学是利用物理的方法来研究天文資料的科学。这門學問素來被人看作是純粹科学，換句話說，就是实用的价值很少。但是自从雷达發明和原子能發現后，它的重要性立即提高。現在許多国家都把天体物理学中的某些成就，当作国防秘密而不公开发表。这是因为：（一）太陽上面的变化对地面上的無綫电交通有巨大的影响，而在軍事上很重要的雷达（無綫电定向測距仪）和短波通訊等都是利用無綫电波的；（二）星球供給了物理学以各种在實驗室所不能實現的关于物質的密度、温度和压力等条件，由这些条件而产生的光譜，对于研究原子的内部構造有很大的帮助。正如英国天文家爱丁頓所說的：“原子的結構固然闡明了恒星的組成，而恒星的行动又說明了原子的性質。”关于这一点，在这本書里，將提出若干例証。

对于人类思想的进步，天文学也起着不朽的作用。哥白尼的地动說，宣告了为宗教和神学服务的經院哲学的破产。牛頓的万有引力定律，初步說明了物質运动的規律。哈雷关于恒星并非不动的發現，也提供了宇宙中一切物質都在运动的例証。現有的天文知識，如天体的运动，恒星的演变过程等，都可以幫助我們建立正确的唯物主义宇宙觀。

第二章 研究宇宙的工具

天空里的日、月、星辰，既不像矿物可以放在試管里加以化驗，又不像植物可以拿来培植。天上的东西，除去落在地面的隕石以外，都是非常遙远的。要研究宇宙，唯一可依靠的东西，便是从各种天体發出来的光。

光，也是一种电磁波，它具有双重性质，既有微粒性，也有波动性。这种波从光源出发，向外传播开来；在路上被历次遇到的各种物体所散射、反射或吸收。但不论怎样，只要它一进入我们的眼睛，便可以告诉我们关于光源以及在路上所经历的种种情形，因而可使我们看见那个物体。

每当晴朗的夜晚，我们抬头向天空望去，所看到的星固然不少，但是人的肉眼，视力毕竟有限，要想看见月亮上面的高山深谷，或银河里密集的星辰，便非利用望远镜不可。望远镜不只有着比人的瞳孔（在黑暗中也不超过7—8毫米）大得多的镜头（口径可达几米），而且具有巨大的放大能力。

现代天文台所用的望远镜可以分为三大类：折射望远镜、反射望远镜和史密特-马克苏托夫型望远镜。折射望远镜，简单地讲，就是由一对大小透镜组合而成，前面大的叫物镜，后面小的叫目镜，两者之间的距离可以随意变更，以便对准焦距。它的作用原理是这样：物镜集合星光成为像，目镜把像放大，如图 2.1。折射望远镜的好处，是可得清晰

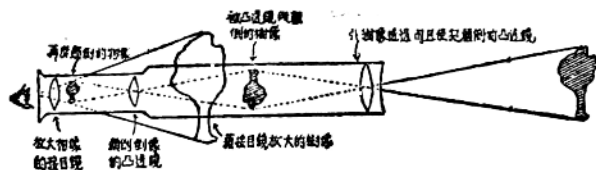


图 2.1 折射望远镜。上图是普通地上用的；构成的像是正直的，天文用的折射望远镜与此不同的只是中间没有把倒像颠倒回来的凸透镜。

的物像和得到比相同口径的反射望远镜要大的视场以及放大倍率，所以多用作放大观测和天体直接照相。

把折射望远镜的物镜，代以具有抛物线形的凹面镜，就

成为反射望远镜。反射望远镜又因目镜装置的不同，大概可分为三类：（一）卡塞格林式：星光被凹镜反射以后，又被一个小凸面镜反射。因为这样而造成的像，可从镶在凹镜中心的目镜处观测，如图 2.2。（二）牛顿式：用一个小的平面镜以四十五度角放在物镜的焦点前，使由物镜所反射的光线，再经小平面镜反射而到它旁边的目镜处来观测，如图 2.3。（三）罗蒙诺索夫——赫歇耳式：它的特点是把反射镜倾斜（对镜筒轴来说的），使像成于镜筒之外，这样就不需要像前两式那样前面加上一小镜子而把入射光线挡住一部分，如图 2.4。反射望远镜的优点是制造起来比较经济，而且没有色差。^①

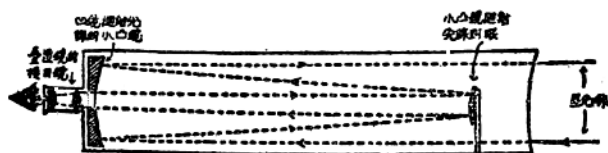


圖 2.2 卡塞格林式望远镜。

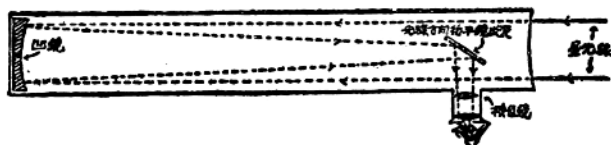


圖 2.3 牛頓式望远镜。

- ① 色像差：由于透镜对于波长不同的光线折射角不一样，所以通过透镜折成的像将是模糊的，并且边缘有颜色，这种现象就称为色像差或色差。

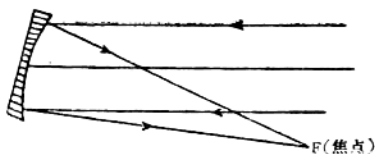


圖 2.4 羅——赫式望遠鏡。

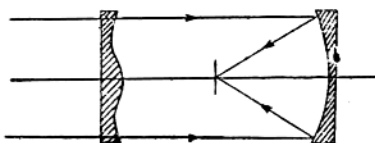


圖 2.5 史密特型望遠鏡。

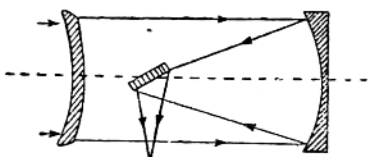


圖 2.6 馬克蘇托夫型望遠鏡。

1930年才發明的史密特型望遠鏡，是由折射望遠鏡和反射望遠鏡配合起來的，前端有個平凸凹透鏡，後頭有個凹球面鏡（比透鏡大些）。星光經過透鏡，被它稍為屈折，屈折的程度剛好使光線由那球面鏡反射回來之後，得到一個很清楚的像（見圖 2.5）。這種望遠鏡的好處是視場大、速度快；色像差、球面像差^①、彗星像差^②等幾乎消除。

1941年在蘇聯出現的馬克蘇托夫望遠鏡，是有望遠鏡以來最光輝的成就。馬克蘇托夫在他自己的著作里，客氣地說這是彎月形的史密特系統。不過事實上，史密特的透鏡只是近於球面，而馬克蘇托夫的是嚴格的球面。馬克蘇托夫型望遠鏡的構造如圖 2.5，它是由凹球面鏡和凹凸透鏡組合成功的。

凹凸透鏡（彎月形鏡）放在凹面鏡焦點之後離焦點不遠的地方，和史密特型望遠鏡相比，鏡筒幾乎可以縮短到一

① 球面像差：近於望遠鏡中心的光綫（近軸光綫）會聚於離鏡較遠的点，而近於鏡邊緣的光綫會聚成離鏡較近的点，於是使物體所成的像不在同一平面上，這種現象就叫球面像差。

② 彗星像差：如果光源所發生的光不和光軸平行，那麼所成的像就不是一點而是一個像彗星頭部的斑點，因此這種現象叫彗星像差。

半，这样制造起来就比较经济。并且，弯月形镜的两面都是球面，比较容易磨制，且可以磨得很准确，用普通的冕牌玻璃就可以做。史密特型望远镜所有的优点，它都有。

马克苏托夫型望远镜在苏联已被广泛地使用，最大的一个安装在阿拉木图天文台（图 2.7），它的弯月形镜的口径是 50 厘米，凹面镜的口径是 65 厘米。

一般地说，弯月形镜和凹面镜的口径比率约为 $\frac{2}{3}$ 。最大的一个史密特型望远镜安装在美国巴罗山天文台，它的透镜口径为 122 厘米，凹面镜口径为 183 厘米。最大的折射望远镜物镜的口径为 1 米，属于美国芝加

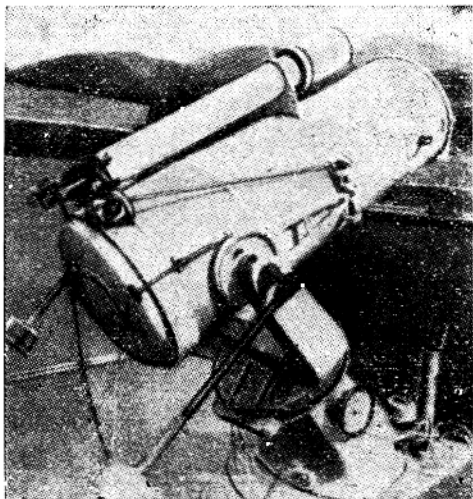


图 2.7 苏联阿拉木图天文台的弯月形望远镜。

哥大学叶凯士天文台。最大的反射望远镜为 1948 年安装在美国巴罗山天文台的口径 5 米的望远镜。我国的最大反射望远镜在科学院南京紫金山天文台，它的物镜口径为 60 厘米，见图 2.8 甲；最大的折射望远镜在紫金山天文台附属的佘山观象台，口径为 40 厘米，见图 2.8 乙。

把照相底片放在望远镜的目镜的地方，来代替人的眼睛，望远镜便可以有照相机的作用。很多的天文研究，都是利用这种方法来做的。

由日常照相的經驗，我們知道：（1）當照相的對象正在運動的時候，露光的時間便要減到極短；（2）凡光綫較弱的景物，要想在底片上得到影像，使得加長露光的時間。天上的星辰，東升西沒，時刻不停。要想給它們照像，露光的時間必須很短；但星光又是那麼弱，非加長露光的時間不可。在這種矛盾的情形下，便得想出補救的方法：用轉儀鐘

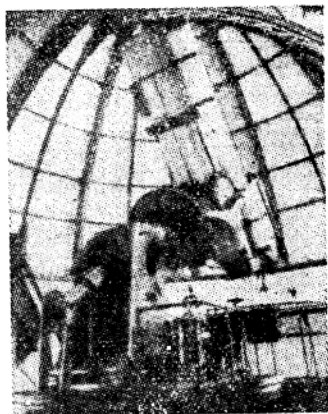


圖 2.8 甲 紫金山天文台的反射望遠鏡。

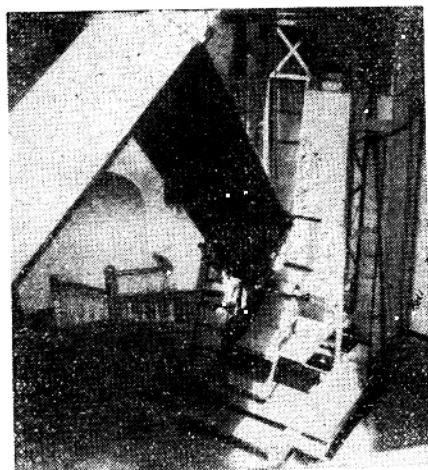


圖 2.8 乙 佘山現象台的折射望遠鏡。

使望遠鏡的鏡頭跟着所要照相的天體跑，速度既不快也不慢，正好和天體的相等。這麼一來，露光的時間，便可以無限延長，因此在望遠鏡里目力所看不到的微弱之星，也可以在底片上留下痕迹。用口徑 5 米的反射望遠鏡拍照，可以拍到第二十三等的星；但目力最好的人也只能看到第六等的

星！

就是望遠鏡加上照相的設備，若不和光譜儀結合，所起的

效用仍然不大。最簡單的光譜儀，如圖 2.9，是利用一只三角形的玻璃柱（三稜鏡）。先使所要研究的光綫，譬如說是電燈的光，通過三

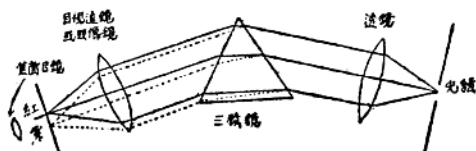


圖 2.9 光譜儀原理。

稜鏡前面一個狹窄長方形的光縫，在光縫和稜鏡之間放一個凸透鏡，使光綫通過以後變為平行的。平行光綫經過三稜鏡的折射，便形成由紅而橙而黃而綠而青而藍而紫的七彩光帶（光譜）。在三稜鏡的另一面，裝置一個小的目視望遠鏡，以便對光譜作精細的研究。或者擱一個照相機在焦面上來拍取光譜。普通常用第二種方法，這樣光譜儀加上照相設備的儀器，名叫“攝譜儀”。

應用攝譜儀，得到了星的光譜以後，便可推出星的化學成分和溫度等物理情況，並可從事雙星的發現和新星爆發的研究（詳細情況將在第四章中介紹）。

望遠鏡和攝譜儀結合之後，就成為研究宇宙的強大的武器。但是必須注意，它們可能感到的只是光波。而各種天體不僅發出光波，也發出別的电磁波：波長比光波短的紫外綫、X 射綫和 γ 射綫等，波長比光波長的紅外綫和無線電波等。不過由於地球大氣層的吸收，比靠近光波的紫外綫更短的輻射綫，不能在地面上研究，只是近來才用火箭和人造地球衛星把自動攝譜儀送到高空，來紀錄太陽在紫外區的光譜。比光波更長的紅外光，可以應用特殊的照相方法來研究。對於天體發出的無線電波的研究，是最近十幾年來才發展起來的。它雖然很年青，但已成為天文學的一個重要分支——無線電天文學。

無線電天文学里所使用的儀器和前面所說過的儀器完全不同。無線電望遠鏡的主要部分是天綫和接受機。現在應用的無線電望遠鏡基本上有兩種類型。第一種常用來接受波長為若干米的無線電波，它的裝置是把由許多小的定向天綫組成的大型天綫安放在高架子上，並且可以自由轉動，指向天空的任何部分（圖 2.10）。第二種常用來接受波長為若干厘

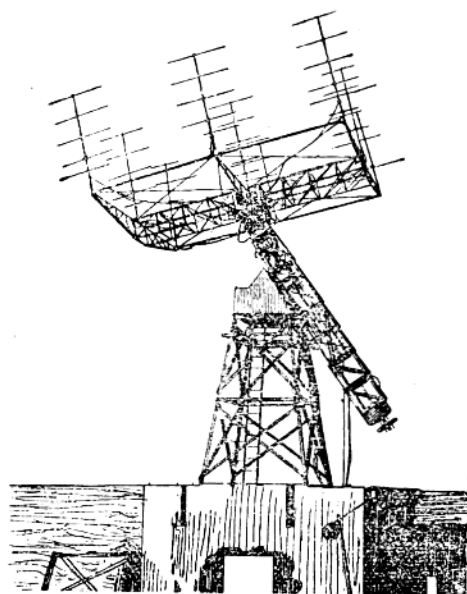


圖 2.10 由許多定向天綫組成的無線電望遠鏡。

米和若干分米的無線電波。它的天綫是由大的拋物面狀的金屬鏡子做成的，不過這種金屬鏡子往往不是一塊整片，而是由小的金屬網構成（圖 2.11）。在蘇聯，有許多無線電望遠鏡在工作着。世界最大的普爾科沃的分片調整鏡面式的無線電望遠鏡，全長達 130 公尺。

無線電望遠鏡的天綫是和靈敏的接受機聯在一起的。天體發出來的無線電波非常微弱，由天綫“捕捉”以後，必須經過多次放大，才能把它們在自動紀錄的儀器（如示波器）上紀錄下來。

在無線電天文学中，和觀測天體本身無線電輻射的同時，

还發展着其他的研究方法。这种方法是根据对从地球上發出、又經天体反射回来的無綫电波的觀測。对反射波的觀測可以定出天体的距离。現在已經用这种無綫电測位学的方法，重新測过月球的距离，將來随着仪器的改善，也会对行星来做。無綫电測位学也給对流星的觀測以極大的方便：在白天和陰天都能測定流星穿过地球大气的方向和速度。最近



圖 2.11 拋物面形的無綫电望遠鏡。

在人造衛星的觀測上也应用了無綫电測位学。尽管如此，無綫电天文学中最基本的和最主要的方向还是研究天体本身的無綫电輻射，这方向也正是自有天文学以来一直發展着的总方向的延續。

第三章 星空巡礼

当晴朗的夜晚，我們看見繁星滿天，似乎不可胜数，更不知从何認起。但仔細看起来，便会覺得星星的排列似乎也有系統可寻。它們有的排成斗狀，有的排成方形，非常觸目。我們的祖先便根据它們所排列的形狀，把天空划分为若干区域，叫做星座或星宿。經過了長時間的演变，到現在，全世界的天文学家，公定把天空分为八十八个星座。其中有十八座，位置在南極附近，我国永远看不見。我国人民最熟悉的主要算大熊座。

大熊座可以用北斗七星来代表。北斗七星，光輝燦爛，

排列整齐。只要你稍加寻觅，没有找不到的。在找到了北斗七星之后，将那距头柄最远的两颗星（指极星），在意想中联一直线，向有头柄的那一面延伸。当这线延长到大约等于那两星相距的五倍的时候，便可遇到一颗比较亮些的星，它的光辉大约和北斗七星相仿，这便是北极星（图 3.1）。



图 3.1 几个拱极星座。

北极星不只可以利用它来定出夜行的方向，就是地理上的纬度也常是利用它来测定的。这是因为北极星和天球真正北极的位置，只相距一度多，它们都是小熊星座里，或者说是小熊星座里。小北斗和大北斗的形状相似，位置相反。

北极星是小北斗的把子最末的一颗星；离开把子最远的那两颗星（相当于大北斗中的指极星），叫做“护极星”。它们整夜不落地围绕北极星兜圈子。像护极星这样整夜不落的星叫“拱极星”。一个地方所看到的拱极星的多少，和它的纬度有关，纬度越高，拱极星越多。拿北京来说（约北纬 40 度），较亮的拱极星座共有五个：大熊座、小熊座、天龙座、仙后座、仙王座，这五个星座合起来叫拱星群。关于拱星群的星，这里不再多讲，读者可在晚间九时左右，把图 3.1 转动，使本月份转到顶上，然后再按图向北天寻觅就可以了。

現在我們再轉身向南，選擇合乎我們觀測的星圖。先从春天講起。

春季的星座

春回大地，万象更新。銳利的鐮刀也从天空的东方升起，刀柄向南，刀背向东而弯上。它好像在督促正从事春耕的农民們，要加紧生产。

这把鐮刀便是獅子座的鐮刀。它和在它的东部的一个小直角三角形，組成獅子座。獅子座是黃道十二宮的一宮。地



圖 3.2 黃道十二宮的星座和紀号(最內圈)。当太陽出現在十二宮中时，例如1月1日在人馬座，这一星座和它鄰近的星座都不能看到，因為它們的出現恰好在白晝。

座里最亮的星。若再繼續延長下去，又可遇到一顆青白色的星，名叫角宿一，它是室女座里最亮的星。

大角和角宿一，再加上五帝座一（獅子座里最東端的那顆亮星），構成了一個大的等邊三角形；而角宿一和軒轅十四的聯綫，又差不多表示本區黃道的一段。軒轅十四就是鐮刀把子上那顆最亮的星，它是航海的人們所熟悉的。古代的人們選它為“王者四星”之一。所謂王者四星，也叫“座星”，是指頂容易辨認的四顆大星。另外三顆是北落師門、畢宿五和心宿二。心宿二是夏季里南天的一顆紅星。我們不妨就趁此機會來看看夏夜的星空。

夏季的星座

最多变换而又最有兴趣的是夏季的星空。牧夫座的东邻便是北冕座。这是由六、七颗星联成的一个半圆形，缺口朝向北方。其中最亮的那颗星，名叫贯索一，可以说是冕上的宝石。

在北冕和織女(織女是夏季里东天最亮的一顆星)之間，有个范围很广大的武仙座，其中几顆較亮的星联起来，構成

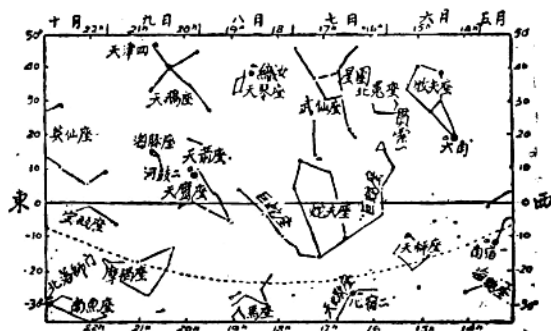


圖 3.4 夏季的星座。