

天文基本知識 恆星世界

賀天健



中華全國科學技術普及協會出版

天文基本知識 恆星世界

趙天健

中華全國科學技術普及協會出版
1955·北京

科 普 小 冊 子

苏联天文学的成就

Б. А. 伏龍卓夫—維略明諾夫著 1角9分

哥白尼在近代科学上的貢獻 竺可楨著 1角2分

卓越的俄罗斯天文学家布列基兴

Ф. Ю. 齐格尔著 1角9分

天上有多少星 К. Ф. 奧高洛特尼可夫著 1角5分

天文台 П. П. 巴連那果著 2角1分

太陽的構造和演化 А. Г. 瑪謝微琪著 1角2分

新星和超新星 Б. А. 伏龍卓夫—維略明諾夫著 1角1分

人類怎样認識了宇宙

С. К. 符謝赫斯維亞茨基著 2角1分

天文知識 戴文賽著 1角4分

中國古代天文学的成就 陈遵媯著 1角8分

出版编号: 213

恒 星 世 界

著 者: 賀 天 健

責任編輯: 鄭 文 光

出 版 者: 中華全國科学技术普及協會
(北京市文津街3号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第053号

發 行 者: 新 華 書 局

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠
(北京市西便門南大街乙1号)

開本: 31×43 $\frac{1}{2}$ 印張: 1 $\frac{3}{4}$ 字數: 22,000

1955年12月第1版 印數: 11,500

1955年12月第1次印刷 定價: 1角3分

本書提要

本書是「天文基本知識」的一本，介紹恒星世界的知識。首先，它告訴我們，恒星都是發光、發熱的太陽，而且許多恒星都比太陽大，比太陽亮；然後介紹恒星的情況，它的亮度、星等和光譜類型；最後又介紹恒星的集團——星團，由氣體、塵埃和碎石組成的瀾漫星雲，星系，星系團等。讓我們對宇宙的構造有一個基本的認識。

目次

恒星	1
我們的銀河系	19
無限的宇宙	28

恒 星

一. 恒星都是大大小小的太陽。

我們在夜晚仰望天空，看到許多星星。如果我們對現代天文學的知識一點也不知道的話，便很難想到點點繁星和光芒万丈的太陽之間有什麼關係。也許會認為，微弱的星星要比太陽小得多甚至於比月亮還要小吧。的確，幾千年來甚至有史以來人們一直都是這樣想的，現在還有不少人也這樣想。

人類逐步地認識了恒星的真面目，還沒有多少年的歷史。大約 360 年前，天才的思想家布魯諾曾經推想恒星是遙遠的、類似於太陽的天體，以後偉大的學者牛頓也有相仿的想法，但是他們都還沒有超出推想、揣測的範圍。到十七世紀二十年代，天文學家哈雷才第一次發現了恒星在天空中的移動。雖然人類用望遠鏡觀測星體已將近有 350 年的歷史，而真正測出個別恒星的距離，那還是不到 120 年以前的事。至於先後用分光和照像的方法研究恒星，歷史就更短，到現在還不過 100 年。在這短短的 100 年特別是最近的 50 年中，隨着大望遠鏡的逐漸

裝置和各种觀測儀器的陸續發明，我們對於恒星世界的知識獲得了空前未有的進展，這是前代的人所夢想不到的。

現代天文學的研究成果肯定地告訴我們：恒星都是發熱放光的由熾熱氣體組成的天體，都是大大小小的太陽；並且無論就哪一方面來說，太陽在無數的恒星中只是很平凡的一個。恒星離我們都很遙遠。研究遙遠的恒星，將豐富我們對於宇宙的認識。

二、恒星的數目有多少呢？

「天上的星星數也數不清」——這是一般人的印象。事實上即令在沒有月亮而又極晴朗的夜裏，眼力很好的人最多也

不過看得見3,000顆星。一年四季全部天空所能看見的星星，只有6,500顆左右。這比一般人所想像的要遠遠少得多！可是幾千年來，我們的祖先卻只憑肉眼觀測這很少幾千顆星，便建立起一部有豐富內容的天文學和精密完善的曆法。

望遠鏡發明以後，情形完全兩樣了。只要用一具最小的雙筒望遠鏡，整個天空就可以看到50,000顆以上的星

星。望遠鏡的口徑越大，能看見的星數更大為增多。現代最大的

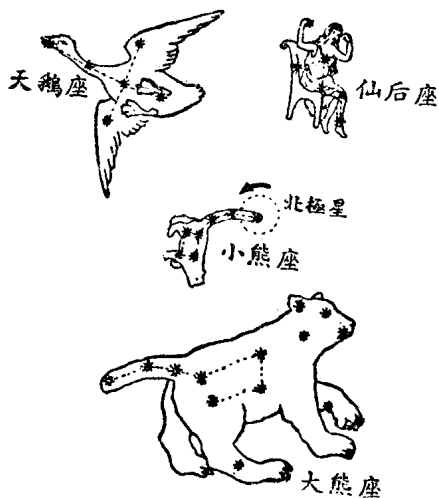


圖1 古代人把天上星星都想像為各種圖形。

望遠鏡能看到的恒星最少有 10 万万顆。雖然這樣多，可是實際上，這不過只是無數恒星中的一小撮而已。

天空的星星彼此間的位置在幾百年或一兩千年內幾乎沒有什麼顯著的變化，所以古人把它們稱為恒星。古人並憑想像把這些恒星組成各種各樣的幾何圖形，並劃分天空為若干區域，給予它們各種名稱，這就是星座。現代全世界通用的是把全天恒星

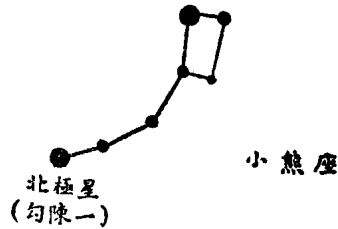
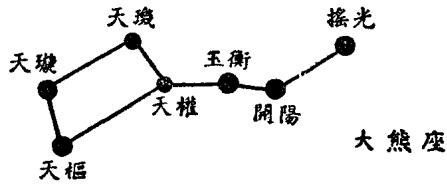


圖 2 大熊座和小熊座。

劃分為 88 個星座。如果我們要辨認個別恒星的方位，首先就得知道它是在哪一個星座裏，例如：北斗七星在大熊座，北極星在小熊座，織女星在天琴座……



圖 3 天琴座。

每人都有名字以便和別人區別，要辨認個別的恒星，也得給它們取個名字。較亮的恒星都有專名，例如天狼、織女、參宿七等都是。但是星星很多，像這樣一個個地取專名，應用很不方便。而且事實上也不可能這樣做。一般的命名法是每一個星座裏面的亮星按希臘字母排列，例如，大犬座 α 星（即天狼星）、天琴座 α 星（即織女星）、獵戶座 β 星（即參宿七）都是這樣命名的。希臘字母不夠時就用

數目字代替，例如天鵝座 61 星，室女座 78 星……等等。很多較暗的星是用某一星表中該星的編号來區別的，如 M31（梅西葉星表 31 号）等。

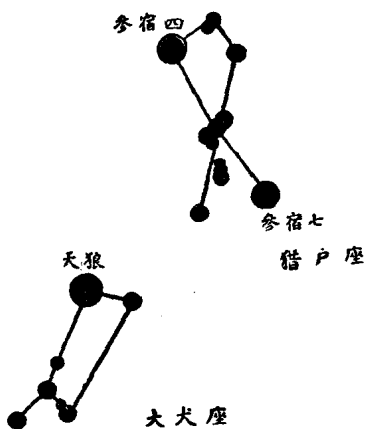


圖 4 天狼星和參宿七。

有好幾百萬顆星已分別載入各种各样的星表中。恒星的方位、距离、運動數據以及其他各种物理性質，可以从星表中找到。天文工作者在星表中查考个别恒星的种种數據，就好像公安人員在戶口册中了解个别住戶的情况一样，因此不妨說星表是恒星的戶口册，沒有它們，我們便沒法利用前人的研究成果來進行今後的天文

工作。

三、恒星的距离。

恒星离我們都很远。最近的一顆是南部天空的半人馬座 α 星，中國專名是南門二，它的距离是 41 万万万公里。这个數字恐怕大得使我們感到很不方便了。但是你得記住这还只是最近的恒星！因此天文学家便採用一种很大的長度單位來量度，这种單位叫做光年。一光年就是光在一年中所經過的路程。我們知道，光的速度是每秒 30 万公里，一光年約等於 9.5 万万万公里，这段路途如果用每小時速率为 1,000 公里的飛機不停地飛，得 100 万年以上的悠久歲月才可以到達。

在採用這樣大的長度單位之後，最近的恆星南門二的距離便是 4.3 光年，換句話說，我們現在看見這顆星的光是四年多以前發出的。

南門二旁邊還有一顆比較暗的肉眼看不見的暗星，叫做比鄰星，它和我們的距離，很可能還要近一點，約為 4.2 光年。不妨想一想，太陽光到地球上來只需要 8 分多鐘，這比起 4.2 年來簡直可以說是微不足道哩。

怎樣測定恆星的距離呢？在地面上，如果要測量某一目標的距離，只要在兩個觀測基點分別觀測那個目標的方向，從這兩個方向的差別和兩個觀測基點的距離，就容易算出它和這兩個基點各相隔多遠。可是應用同樣的方法去測定恆星的距離，在地面上無論選擇相隔多遠的兩個觀測點，也絲毫看不出恆星的方向差別。因為這兩處的距離即令和最近恆星的距離比起來，也是短得太可憐了。天文學家便想出這樣的辦法來觀測，就是在前後相隔 6 個月時間分別觀測同一顆星，這樣可以使兩個觀測地點在地球軌道相對的兩側，這兩處的位置相隔將近 3 萬萬公里，是地球和太陽平均距離的兩倍。就算這樣，看恆星的方向改變還是極少，這種方向差的一半叫做這顆星的視差。最近一顆星的視差還不到 1 角秒（1 角秒就是 1 度的 $\frac{1}{3,600}$ ）！越遠的星，視差的值當然更小。這樣小的角度，難怪一百多年前的天文學家測不出來。

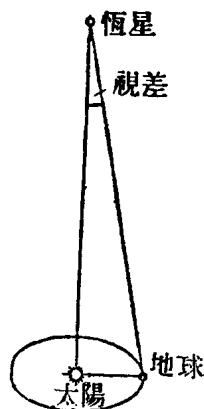


圖5 視差。

視差法的原理和平面測量的原理一樣，是直接測量恆星距

高的基本方法，距離在100—200光年以內的星都可以用這方法測量得相當準確。再遠些就逐漸靠不住，到了300光年以上，得用其他方法來測定了。

1838—1839年，有三位天文學家各自獨立地用視差法每人各測定了一顆恒星的距離，從此以後，人們才真正地把眼界擴張到太陽系以外，深入廣大的恒星世界中。

四、恒星的亮度、星等和光度。

恒星是有的亮、有的暗的。古代的人把肉眼能看見的星，按照它們光亮的程度分為六等，即一等星最亮，六等星最暗。望遠鏡發明以後，星等的劃分便推廣到很微弱的暗星了。現在公認一等星的亮度是六等星的100倍，並且連續各星等所表示的亮度的比值都等於 $\sqrt[5]{100}$ ，即約2.5。這種劃分可以推廣到小數和負數，例如1.6等的星比1.7等的亮，0等星比一等星亮，而-1等星又比0等星亮。全天看來最亮的天狼星，是-1.6等，織女星是0.1等，而滿月的星等平均是-12.6，太陽的星等是-26.8。因此，太陽的亮度是天狼星的120萬萬倍了。

用現代最大的望遠鏡，可以看到第20等的暗星，如用照像方法，可以拍攝到22等或23等的暗星。

上面所說的亮度和星等，只是我們表面上看到的印象，稱為視亮度和視星等。顯然，恒星的亮度和它們的遠近有關，看起來很亮的星未必一定真亮，黯淡的星也未必一定真暗。為了比較它們真實的光亮程度，天文學家把各種不同遠近的星，假定放在同樣的遠近，在這樣情況下看到它們的亮度和星等稱為絕對亮度和絕對星等。這個標準距離是32.6光年。太陽的絕

对星等是 4.8，这就是說，如果把太陽放在 32.6 光年的远处，它將是一顆肉眼勉强可以看得見的小星星。天狼星的絕對星等是 1.2，可見它的真实亮度比太陽亮些。恒星和太陽的絕對亮度的比值，称为那顆恒星的光度。天狼星的光度約为 25，那就是說，它是絕對亮度差不多是太陽的 25 倍。

今天已發現的真正最亮的星是南部天空劍魚座 S 星，它的絕對亮度在太陽的 30 万倍以上。和这样亮的星在一起，太陽真顯得黯淡無光。但是另一方面，也有很多星真比太陽暗，半人馬座比鄰星的絕對亮度只有太陽的 $1/25,000$ 。已發現还有更暗的星，絕對亮度只有太陽的幾十万分之一。恒星間光亮程度的差別是非常驚人的，最亮的恒星和最暗的恒星的光度之比远比任何一个大城市中全部电灯和一盞普通电灯的亮度之比大得多。

由此可見，視亮度很亮的星，要看它的距离远近，才能決定它是否真亮；而視亮度很暗的星，也要看它的距离远近，才能決定它是否真暗。因此，知道了恒星的真亮度，再測出恒星的視亮度，就可以知道這顆恒星和我們的距离*。

用这方法求得距离的星有好幾千顆。

用視差法直接測量星的距离在 60—70 光年以內的比較可靠，70 光年以上的就要讓位於这个方法了。

五、怎样研究恒星的物理性質和化学成分。

大約在 110 多年前曾經有一位哲学家这样說：「無論在什

* 恒星的絕對星等 M ，視星等 m 和距离 D 之間有一个很重要的關係式：

$$M = m + 5 - 5 \log D$$

麼時候和任何情況之下，我們都不能夠研究出天體的化學成分來。」可是在不到 20 年之後，應用光譜分析的方法，却解決了這個問題，不啻給這種唯心的理論——不可知論——一掌响亮的耳光。

光譜是什麼呢？原來我們通常所看見的光綫是由很多不同顏色的光合成的。使太陽光通過一塊三稜鏡，由於各種顏色的光綫偏折的程度不同，我們就會看到一條由各種顏色組成的彩帶，這就是光譜。光譜的顏色是逐漸改變的，依着次序大体有紅、橙、黃、綠、青、藍、紫等色，它們之間並沒有明確的界限。



圖 6 光 譜：

1—普通的連續光譜；2—光譜中鈉的譜綫的位置；3—光譜中氫的譜綫的位置；4—太陽光譜，其中有鈉和氫的譜綫，表示太陽上面有鈉和氫。

在氣體狀態下的各種元素都有它自己獨特的綫狀光譜。認識那些光譜綫在光譜帶上的位置或其他特徵，就會知道發光的到底是哪一種元素。如果光源是多種元素的混合氣體，那麼在光譜中組成這種混合氣體的各種元素的光譜綫便都會同時出現。太

陽和恒星的光譜就是這樣的。辨認這些光譜綫，就可以確定這些星體表面上的化學成分。由星體的光譜分析，我們從來沒有發現過一種地球上沒有的元素；人類智慧所能到達的星球世界，全部都是和我們地球上的一樣的一些元素組成的。

有時候，恒星的光譜綫向紅色那端移動，這表示恒星在遠離我們；相反，光譜綫向紫色那端移動，就表示恒星在向我們趨近了。因此，恒星的光譜還可以告訴我們恒星沿視綫的運動速度，就是恒星趨近或離開我們的速度。這種運動是任何其他方法測不出來的。

不但如此，由光譜的研究還可以知道恒星的大氣層大概有多厚，大氣壓力有多大，恒星表面的溫度有多高等等。

關於恒星的各種知識有許多是它的光譜告訴我們的，因此說，恒星的光譜好比是「無字天書」，這話一點也不過份。

恒星的光譜主要可以分為七大類型，它們依着次序是O型、B型、A型、F型、G型、K型和M型，這些大類又可以細分為若干小類。約有99%的恒星光譜是屬於B、A、F、G、K、M這六大型的。除了上面所說的七種類型之外，還有幾種比較少有的光譜類型。

把光譜型分類有着特殊的重要意義。它表示着恒星本身的各种物理情況。

普通金屬或合金的熔點，約在攝氏2,000度左右。這是很高的溫度，但是比起恒星表面的高溫來卻不算什麼了。把恒星上比喻為「火焰山」，還是遠遠不足以形容它們的炎熱的。光譜類型不同的恒星具有不同的表面溫度。一般來說，O型星的表面溫度約自30,000度至50,000度以上，B型星平均有20,000

度，A 型星約有10,000度，F 型星約8,000度，G 型星約 6,000 度（太陽就是G 型星），K 型星約 4,000 度，最冷的M 型星，它的表面溫度也有 2,000—3,000 度。此外，還有一些特殊的恒星，表面溫度甚至達到 10 萬度以上。

至於恒星內部的溫度，那就遠比它們的表面溫度高得多了。越近中心，溫度越高，核心部分最低的也有幾百萬度，一兩千萬度的很普遍。我們的太陽中心就有1,500—1,600萬度的高溫。這樣熾熱的世界，我們簡直不能想像了。

和恒星的表面溫度有關聯的是它們的顏色。我們看見天上各種不同顏色的星星。一般地說，O 型和B 型星是藍白色的，A 型星是白色的，F 型和G 型星黃色，K 型星橙色，M 型星紅色。可見溫度低的星是紅色的，溫度漸高，顏色就由紅色變為橙色、黃色，溫度更高就成白色或藍白色了。這和燒熔一塊鋼鐵或其他金屬所看到的顏色變化過程是很相像的。

六、恒星的大小和輕重。

恒星的光度是很懸殊的。我們曾經說過恒星間光度的差別很大，有的星比太陽亮幾10倍或 100 倍以上，有些星比太陽亮幾百倍、幾千幾萬倍甚至於幾 10 萬倍，相反地有不少星的光度只有太陽的 20—30 倍。也有很多星，光度只有太陽的幾分之一、幾十分之一……甚至於幾十萬分之一。天文學家把光度小的星稱為「矮星」，光度大的稱為「巨星」，光度非常大的稱為「超巨星」。

至少就我們太陽附近幾千光年以內的星來說，B 型星幾乎全是巨星；A 型的大多數也是巨星；黃色和橙色星中巨星和矮星的區別就逐漸明顯，不過也有一些光度不大不小的星；至於

在紅色的M型星裏，巨星和矮星的光度差別就非常懸殊，光度可以相差1萬倍，有的可以相差到100萬倍或者更多。各種光譜型的巨星的平均光度大致相差不多，而矮星的光度則隨着顏色由白到紅的改變有規則地減少。這是現代天文學告訴我們的一件重要事實，它和恒星的演化問題有極密切的關係。

我們在天上所看見的亮星大多數是巨星。這是因為矮星離我們遠了就會看不到。實際上，在恒星世界中，矮星的數目是遠比巨星為多的。例如，在太陽鄰近的空間，據統計，大約65萬顆恒星中，光度比太陽亮10,000倍的超巨星只有1顆，比太陽亮1,000倍的超巨星只有50顆，和太陽差不多亮的却有4萬顆，光度只有太陽的 $1/10$ 的則有5萬顆， $1/100$ 的有10萬顆， $1/10,000$ 的那就有25萬顆之多了。實際上，矮星的比例數，可能還要多。

恒星的大小也是很懸殊的。如果知道恒星和我們的距離，並且能測出它們的角直徑，即它們的圓面對於我們的張角，我們便很容易算出它們的直徑是多少。但是，因為恒星離我們太遠了，無論用多大的望遠鏡，我們也只能看到恒星是一顆光點，而不能看到像行星一樣的圓面。

應用特殊的儀器附在大望遠鏡上，曾經測出12顆恒星的大小。蘇聯的學者還想出了一個直接測量恒星大小的方法。除此以外，我們現在所知道關於恒星大小的數據有很多是用間接方法得來的。

這些研究結果告訴我們，恒星間大小的差別是非常驚人的。紅色巨星是最龐大類型的恒星，它們的直徑一般都比太陽大得很多。天蠍座心宿二的直徑大約是太陽的330倍，獵戶座

參宿四的直徑最少有太陽的 360 倍。如果把太陽放在這兩顆星的中心，那麼火星的軌道還不會越出這個龐大身軀的範圍。武仙座 α 星的直徑大約比參宿四還要大 1 倍。還有更大的，例如仙王座 V 星，直徑比太陽要大 1,200 倍。現在我們知道還有更大的恒星，它的直徑大約有太陽的 2,000 倍，換句話說，它的異常龐大的身軀至少可以容納得下 80 萬萬個太陽。

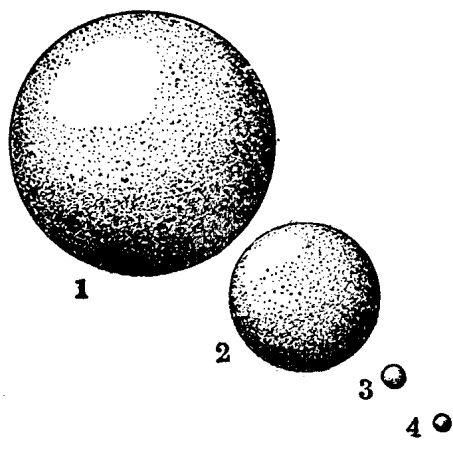


圖7 恒星大小的差別。

比太陽的直徑大幾十、幾百倍的巨星為數很不少，一般 B 型和 A 型巨星的直徑大約自太陽的 2 倍到 30 倍不等。這樣說來，巨星不但比太陽亮，而且也比太陽大，的確是恒星世界中名符其實的巨人。

相反地，有些矮星和太陽差不多大

小。紅色矮星大都比太陽小，直徑約為太陽的 $1/2$ — $1/30$ 。白矮星的個子更小，直徑只有太陽的 $1/10$ — $1/200$ ，也就是說，它們中有的甚至比地球還要小，小到只和火星差不多大。這樣小的恒星 800 萬個合起來才有一個太陽大，雖然如此，它們還算是恒星，因為它們還能發熱放光。

從這些事實可以看出，太陽的大小，在恒星間也算是中等的。

恒星中的巨人和矮子間體積的極端差別，遠比最大的鯨魚

和最小的螞蟻的身軀差別大得多。

恒星間質量的差別却远比光度和體積的差別要小得多。只有一些成雙成對的恒星，已經測出它們的質量。這些結果告訴我們，一般恒星的質量和太陽差不多，絕大多數的恒星的質量介於太陽的 $\frac{1}{5}$ 和 5 倍之間，質量比太陽大幾十倍的很少遇見。根據統計，除白矮星外，真正亮的恒星，它的質量也大。如果我們知道某一顆恒星的光度，也可以由這個關係粗略地估計出它的質量來。

知道了恒星的大小和質量，便可以算出它們的平均密度是多少；此外我們還可以用旁的方法求得某些星的平均密度。這些資料顯示出恒星密度間的差異却更令人驚奇。太陽的平均密度是每立方厘米 1.4 克，也就是水的密度的 1.4 倍；一般恒星的密度大概和太陽的差不多。體積異常龐大的紅巨星，它們的體積在太陽的幾百萬、幾千萬甚至到 80 萬萬倍以上，而它們的質量却比太陽大不了多少倍，因此組成這類星球的物質，極為稀薄：像參宿四和心宿二這些巨星的平均密度，只有水的幾十萬分之一或幾百萬分之一，比空氣還要稀薄得多；至於像御夫座 ϵ 星，密度就更小得多，只有水的一萬萬分之一。像這樣稀薄的程度，我們簡直很難形容了。很可以想像這類的星是密度比空氣稀薄很多很多的、異常龐大的熾熱氣體球。

相反的，另外有一類星叫做白矮星，它們的平均密度，卻處在另一個極端。天狼星的伴星是最亮的一顆白矮星，也是最先發現的一顆白矮星，它的質量和太陽差不多，可是它的直徑只有地球的 4 倍，因此不難估計出它的密度大約有水的 40,000 倍，那就是說，比白金的密度要大 2,000 倍。這樣緊密的物質，