

天上有多少星

(苏联)K.中奥高洛特尼可夫著

中華全國科學技術普及協會出版

天上有多少星

(苏联) K. Ф. 奥高洛特尼可夫著
郭 恕 可译

中華全國科學技術普及協會出版

一九五五年·北京

出版編號: 173

天上有多少星

СКОЛЬКО ЗВЁЗД НА НЕБЕ

原 著 者: (苏联) К. Ф. ОГОРОДНИКОВ

原 編 者: В. А. МЕЗЕНЦЕВ等

原出版者: ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬ-
СТВО ТЕХНИКО - ТЕОРЕТИЧЕ-
СКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 1954

譯 者: 郭 恕 可

責任編輯: 卞 德

出 版 者: 中華全國科學技術普及
(北京市文津街三號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第053號

發 行 者: 新 華 書

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一
(北京市西便門南大街乙一號)

開本: 31×43 毫米 印張: 1 1/4 字數: 23,000

一九五五年七月第一版 印數: 20,500

一九五五年七月第一次印刷 定價: 1角5分

註一：指天空、星辰和月亮——譯者。

註二：一度等於 60 分，一分等於 60 秒。

註三：假如增加 1 個極限星等，那麼恒星的亮度正為我們已經知道的一樣，可以減小到 2.512 倍。這種恒星光度的減小，相當於它的距離增加 1.585 倍（光度和對我們的距離的平方成反比——編者）為了要使恒星的亮度減小到 2.512 倍，就得想像把恒星移動了。所有靠近某一極限星等的恒星，充滿着以這個距離為半徑的球體。如果極限距離增加到 1.585 倍，那麼球體的容積就會增加到 $1.585 \times 1.585 \times 1.585 = 3.981$ 倍。這樣一來，充滿球體內的星數也應當增加到這些倍了。

註四：這種數字，叫做對數。

註五：約在 100 萬年以前。

本書提要

本書告訴我們天文學家爲什麼要研究恒星，用什麼方法研究恒星的運動、分佈、光度和恒星世界的構造以及現代儀器還看不見的恒星，最後回答了天上有多少星的問題。本書幫助我們正確地認識宇宙。

目次

引言.....	1
爲什麼天文學家要統計恒星.....	3
最初的恒星世界的探測.....	8
無秩序中的一種秩序.....	14
斯特魯維的恒星天文学.....	17
恒星統計曲綫可以說明什麼.....	22
看不見的宇宙物質.....	27
天上有多少星.....	30

封面設計：沈左鳴

引 言

「田野量不尽，
綿羊數不清，
長着犄角的是牧人。」

（民間謎語）（註一）

在晴朗無雲的夜晚，那佈滿星辰的天空時常引起人們的注意。無數明亮的星辰，一面閃爍，一面發着銀白色的或淺藍色的光芒。但是，天空上还有不少微弱到剛剛可以看見的小星星呢！……在它們的周圍很多都跟隨着一些行星，而這些行星很可能就是我們還不知道的種種生物聚居的地方……擺在我們眼前的是一幅宏偉的無窮深遠的宇宙景象。

偉大的俄羅斯科學家洛蒙諾索夫把自己對於星空的印象表達得非常好：

「白晝遮住了自己的臉面，
昏沉的夜晚籠罩着田野，
登上了山頂的黑影，

驅走了我們的光綫。
展開了遼闊的天空，星辰滿佈；
數不清的點點繁星，深遠無邊。
常听到大智慧者傳說：
那裏有着許多不同的世界，
無數的太陽在那裏燃燒，
那裏的人類也生存了多少万年……」

要知道，我們用肉眼所看到的只是星空的極小部分。如果用一個平常的軍用望遠鏡的話，你們就會發現比肉眼看到的还要多到好幾十倍的星星。要是用一個即使是不很大的天文望遠鏡，那就可以看到更多的星星了。

在發光的、雲霧狀的帶子——銀河所經過的那些天空部分，可以看到特別多的星星。假如用天文望遠鏡仔細去看銀河，還可以分辨出來無數密集着的小星星。到底天上有多少星星呢？

信仰宗教的人們認為天上住着上帝。就他們說來，天上充滿着秘密。種種的宗教觀念都是在遠古時代產生的，當時，人們覺得對於不瞭解的自然現象是完全束手無策的；他們想像着，到處都有各式各樣的神靈，神靈有善、有惡，有陰險的也有照顧人的。古代人好像小孩子一樣，總以為周圍的整個自然界都是為了人而創造的：各個天體是為了發光，太陽是為了晒熱和照亮地球等等。這就是為什麼一切宗教都認為人所居住的地球是位於宇宙中心的緣故。

科學教導我們，宇宙中並沒有也不可能有任何秘密，不可能有任何人所不能理解的东西。凡是今天科學還不能瞭解的事物，將來總可以用科學來解釋。研究天體的科學——天文學可以

把种种宗教捏造的事情完全駁倒。它可以一步步地把恒星世界構造中的多种多樣的有科學根據的偉大景象展開在我們面前。

本書所要講的，就是關於科學家們怎樣來認識恒星世界的問題。

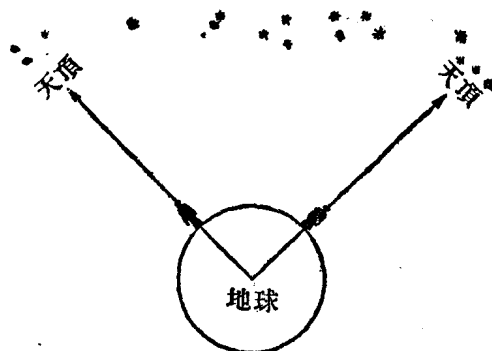
科學史証明，科學解決的問題越多，新的、具有同等重要意義的問題發生得也越多。在天文學中也是如此。

不然的話，這是不可能的。假使不是這樣，老的問題解決了，而新的問題沒有產生，那末，科學就將在自己的發展道路上停滯不進。但是，正像生命一樣，科學永遠也不可能在自己繼續不斷向前發展的道路上停留下來。

為什麼天文學家要統計恒星

自古以來，人們就學會了根據恒星的位置，來測定自己在地球上所居住的地點。這種方法很簡單。

假定有兩個人，位於地球上兩個不同的地點(圖一)。每個人「向下」的方向都通過地球中心。在我們的圖中可以看到，兩



圖一 地球上不同地點上的觀測者的天頂，可以落到天空中的不同部份。

個觀測者的鉛垂綫在「下方」相交於地心，但在「上方」却是彼此分開的。「向上」的鉛垂綫的方向決定着觀測者的天頂位置——恰好位於觀測者頭頂上的天空中的一點。地面上的每一個地點都相應地有自己的鉛垂綫和自己的天頂。如果在某一時刻，我們決定出了我們的天頂在星座之間的位置，那麼就可以知道我們在地面上所居住的地點。這也就是說，我們測定了我們的坐標。

地球繞着自己的軸旋轉（天空的周日旋轉就是地球自轉的結果）。一晝夜它轉一整圈，轉 360 度。所以，1 小時內地球轉 15 度，1 分鐘內轉 15 分（角度），1 秒鐘內轉 15 秒（角度）（註二），以下類推。

因為地球自轉，因此對於一個觀測者來說，天頂在星座之間的位置是隨時變動的，所以只有在一個一定的時刻，觀測者的天頂才能在星座之間有一個確定的位置。

總之，要測定地面上某一個地點的坐標，就需要準確地知道該地點的天頂在星座之間的位置，以及這觀察是在什麼時候進行的。

假定有一隻海船，在距離海岸很遠的廣闊的海面上航行。

這隻海船應當精確地尋找出它要駛往的那個口岸的航綫。如果它迷失了航綫，就可能觸礁或是擱淺。當然，船長是有航海羅盤的，根據羅盤可以保持不變的航向，也就是使海船總在一個一定的方向上行駛。但是，即使是最正確的行駛方向也不能保證這隻船一定到達它的海外目的地。要知道，它可能會被大風和海流吹離了方向。因此，爲了知道應該朝什麼方向行駛，就必須隨時檢查船隻是在什麼地方。假如在船的周圍看見的只是一片海浪，那麼怎樣才能辨清方向呢？

這時候就得求助於星星了。海員們都有一種帶着望遠鏡的不大的儀器，叫做六分儀（圖二）。用六分儀可以測定任何一個恒星和天頂之間的角度。如果測得的並不是一個恒星的這樣的角度，而是兩個或



圖二 利用六分儀來觀測天體。

三個恒星的這樣的角度，而這些恒星在天空上的位置已經事先知道的話，那就可以準確地定出天頂的位置，因此也可以測得這個未知地點的坐標了。在陸地上，同樣也可以用這種方法來測得自己的地點。

因此，爲了要測定坐標，就必須知道許多恒星在天空中的位置。不論你的天頂是在天空中的哪一部分，一定得有幾個已知位置的恒星在它附近。根據對這些恒星的關係就可以定出天頂的位置。

因此，老早人們就想準確地定出儘可能多的恒星的位置。

在星表上，就記載着已經算出的各個恒星在天空中的位置表。

遠古的希臘天文學家依巴谷，以及中國古代的石申，早在公元前幾世紀，就編製了最早的星表。依巴谷的星表包括有將近 1,000 個已經定出位置的恒星。以後，這個星表又經過另外幾個古代天文學家幾次的修正和補充。

在 15 世紀，中亞細亞的一位卓越的烏茲別克大科學家烏

魯別克編製了一份著名的星表，其中包括了 1,000 個以上的恒星位置。爲了編製星表，他在撒馬爾汗建立了一座大天文台，利用天文台中各種大型的測量角距的儀器，很精確地測定了恒星的位置。用烏魯別克的星表來決定地面上的位置，可以精確到 25—30 公里。

凡是有關編製陸上或海上用地圖的種種工作，也需要知道恒星在天空中的準確位置。

俄國的國家地圖是在 18 世紀開始繪製的。1727 年，在俄國建立了一座天文台。俄羅斯科學家們在國內各個地方進行着恒星的觀測。不久以後就繪製出了一份「俄羅斯地圖」，其中包括 19 幅精製的非常準確的地圖。

偉大的俄羅斯科學家洛蒙諾索夫，參加了該地圖的重新繪製及改善出版的大部分工作。在他最後的 7 年生活中，他一直領導着有關「地圖」的全部工作。在他的指示下，早期的俄羅斯天文學家克拉西里尼科夫、庫爾加諾夫、波波夫等人，多次的到遙遠而艰苦的地方去進行考察，進行天文觀測。例如，克拉西里尼科夫就參加過著名航海家白令的探險隊，在堪察加進行了 13 年之久的恒星觀測。

由於俄羅斯天文學家們的工作，正如當時著名數學家所說的那樣，俄國的製圖術是「比德國領土的地理測量所得的結果還精確得多」。

1839 年，在彼得堡（即現在的列寧格勒——譯者）附近，建立了一座世界上最新穎的最大的天文台——普爾科沃天文台。該台每隔 20 年就出版一部新的星表。

按其精確度來講，普爾科沃的星表到現在也是空前的。假

如說，17世紀末葉，用外國各種星表來決定地上的地點，能够精確到 300 到 400 公尺的話，那麼用普爾科沃的星表來決定，就可以精確到 2 到 3 公尺。

不过常常有这种情形，当一个問題好像完全解決了的時侯，就会另發生一些意想不到的新問題，需要科学進一步的發展來解決。

問題是這樣：恒星的準確位置的利用，只有在假定各恒星真正在自己位置上停留不動時才会有意義。从前大家就是這樣想的，所以才把它們都叫做「不動的星」，（恒星）用來和一些「會動的星」或行星相區別。事實上，「不動的星」也會在天空中移動的，只是比行星的移動要慢很多而已。这种新情况早在 18 世紀初葉就被人發現了。把新編的星表上的某些個別恒星的相对位置与烏魯別克或更早的依巴谷星表上的恒星位置比較時，天文學家們發現，一部分恒星已經从它們原來的位置上移動了。

自依巴谷製定星表後 2000 年以來，有一些恒星已經从自己原有的位置上移動了等於 1—2 個月亮視直徑那樣的距離。假如天文學家沒有發現这种情形，仍然繼續認為这些恒星都是不動的話，那麼在利用它們來測定船隻在海洋上的位置時，这些位置就会有 100—150 公里的誤差。当然，這樣就足以使船隻迷失航行的方向。

当天文学家檢查了一下其他的恒星的位置以後，馬上發覺，这些恒星也都在移動。實際上，各恒星位置的移動並不很大。要想用肉眼看出它們的位移，勢必經過幾千年的期間。可是，要是用了很好的望遠鏡，不但就能够看出各恒星的位移，

甚至也可以測定它們在一年中的位移的大小。恒星在天空的周年位移叫做自行。

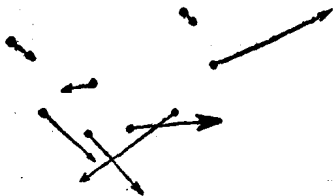
恒星的自行表示出它在一年中移動了一個什麼樣的角度。這個角度一般是以秒的百分之幾來計算的。這是很小的一個角。1秒的角度也只等於從20公尺距離外，所看見的人的頭髮那樣粗細的角度。蛇夫座裏的一個暗淡的恒星，有着最大的自行，但是也只在170年期間，才在天球上移動了像月亮視直徑那樣大小的一段距離。

一個問題擺在天文學家們的面前——如何更精確地測出各恒星的自行，才能够事先推算出它們的位置來。要解決這個問題，就需要研究恒星在空間的分佈情況，也就是說，需要研究恒星世界的構造。而爲了要做好這些工作，也需要統計恒星的數目。

最初的恒星世界的探測

將近18世紀末，已經測出了幾百個恒星的自行。但

是，天文學家們沒有能够在這些自行中，發現出有什麼規律性。在天空的任何區域內，恒星都是按着不同的方向運動着。



圖三 北冕座中恒星的自行。

圖三表示的，是北冕座中9個明亮恒星的自行。每個恒星旁邊的箭頭，表示它們自行的多少和方向。這就可以看

出，在這個星座裏，每個恒星各依照自己特有的方向在運動。

科學家們都知道，太陽系中各行星和它們的衛星都按照與圓形相差無幾的封閉曲線運動。大家也知道，所有的行星以及它們大多數的衛星幾乎都位於同一個平面上，都朝着同一個方向運動。結果，科學家們証明了，太陽系內各星体的速度怎樣，要看太陽和行星之間的距離或行星和衛星之間的距離而定。

因此，太陽系內各星体都服從於已知的、完全肯定了的規律而運動。

在星系中的情形就不一樣。星系的範圍大得簡直無法和我們太陽系相比。當然，在龐大的恒星世界中也应当有它自己的規律。要尋找各恒星運動的規律，要確定星系的形狀、大小和它的中心，這可不是一件容易的事。

要研究恒星世界，需要有一些完全新的研究方法。應當去尋求這些方法。不然的話，領航員爲了做好海洋上的領航工作所需要的，以及測地學家爲了繪製地圖所需要的，那種編製星表的巨大工作就幾乎等於白費了。

認識恒星世界的構造，可以擴展人類的知識範圍，人類也可以在征服自然的鬥爭中，在和種種宗教偏見進行的鬥爭中把自己武裝起來。

但是要从那裏開始研究呢？

一般說來，在打算開始某項巨大工作的時候，就得在着手之前先進行一些探測，其目的就是要大體上能够先定出這項工作的範圍和性質。

譬如說，有一個建築師，打算在河上築一條堤壩，如果他不在未來的這個堤壩地區內去預先鑽探土壤，那將會發生什麼

樣的故事呢？往好裏講，以後他就得不只一次來變更工作計劃。但是也可能，該地點根本不適於修築堤壩，那就得在另外一個新地方去開始全部工作了。

當然，在關於恒星世界構造的科學中，也需要先从探測天空開始。

1757年，有一個姓赫歇耳的德國青年，從漢諾威到英國來僑居。他的職業本來是音樂家。早在成年的時候，威廉·赫歇耳就在學習音樂的餘暇中特別愛好製造天文望遠鏡，而且在這項工作上達到了很高的技術水平。

這位未來的科學家用他自製的望遠鏡開始觀測恒星。

赫歇耳本來沒有學過專門的天文學知識。他是一個特別聰明的自修者。從一方面講，可以說這是赫歇耳有孜孜不倦的觀測精神，但從另一方面講，這也正是他的一些嚴重錯誤。在醉心於某種理想時，他一向不是本着適當的批評態度來作出自己的科學論斷。赫歇耳的同時代人——偉大的俄羅斯天文学家斯特魯維利用自己的精湛研究，完全肯定地指出：正是因此才造成了錯誤的結果。不過，關於這一點我們要在以後再講。現在我們先來看一看，赫歇耳在研究恒星世界時所提供的那種正確的觀點。

赫歇耳曾經開闢了一條唯一正確的道路，進而使天文学家們能夠洞察星系構造的奧秘。這位科學家完全正確地決定：研究每個單獨的恒星是不可能的，而且是不需要的——因為恒星的數量太多。本來需要知道的是恒星運動的一般規律，爲了這個目的，就應當全面地查明星系的形狀和恒星分佈的一般性質。

爲了測定星系的大小和形狀赫歇耳曾經採用了一種方法，關於這種方法他作了這樣的說明：「假定我們在一處不很大的樹林裏散步，樹林裏的樹木並不特別的密。再假定我們走進樹林以後，忘記了林邊在那一面了。要尋找回去的道路，我們就向自己周圍看一看。在樹林的那一面，我們能夠看到從樹木間透入些微光，我們就會覺得那一面樹木的密度比較小。相反地，在樹林所在的那個方向上，我們會看到許多樹木。這樣一來，在不同的方向上，測定了樹木的密度，就可以找到通往林邊的道路了」。

赫歇耳認爲，這種方法大概也適用於研究星系的構造，所不同的，就在於樹木裏的樹木能在各個方向上像是一座密集的牆，而在星系中就不會有這種情形。實際上，假如恒星在某一個方向上緊接着的話，那就是這部份的天空可能密佈着恒星。這一小塊天空就應當發出耀眼的光亮，因爲每個恒星都是和我們的太陽一樣的一個天體。但是由於觀測不到這種現象，所以赫歇耳就下了一個結論：大概是在所有的方向上，都可以一直看到星系的外邊。

究竟星系的外邊是什麼樣呢？

遠在 1755 年，德國哲學家康德提出了一項假定，他說，我們星系的形狀像一個巨大的磨盤，也就是，如果从上往下看它，是圓形的，如果从側面看它，是扁平的。爲了証實他自己的假定，他就以我們看到的銀河外形作爲實例。他肯定地說，銀河的樣子証明，我們是處在一個像磨盤形的恒星羣中的某個地方。因爲這一星羣的厚度比它的長度小得多，所以在「橫的」方向上，我們可以觀測到的恒星比較少。相反地，在「縱的」方

向上，我們可以看到大量的恒星。這些恒星就形成像銀河那樣的形狀。

不可以把銀河和磨盤狀的星系混為一談，也正如不可以把照片和它所顯示的人混為一談一樣。銀河——這只是我們處在星系裏面看出來的星系的一種景像。因此，天文學家們給這個星系本身定出了一個專名。他們把它叫做銀河系，至於銀河——對於處在銀河系裏面的觀測者來講，只是它的一種外貌。

赫歇耳抱定目的想把銀河系的形狀測定出來。為此他利用自製的一架望遠鏡去觀測；在這架望遠鏡裏，可以看到的天空，約等於月亮視面積的 $\frac{1}{4}$ 。赫歇耳把望遠鏡對準天空的某一定區域，隨後就統計所有他能夠看見的恒星。他推測到，如果在某一部份天空內，計算出來的恒星越多，銀河系的外邊在這個方向上就離我們越遠。

但是，這種方法並沒有使赫歇耳得到他所需要的結果。在這個望遠鏡裏所能看見的天空區域，一共才等於全部天空範圍的 $\frac{1}{200000}$ 。這位科學家試着計算了幾個區域中的恒星以後，他相信要數完天空中的所有恒星，就要不斷地工作40多年。於是他又決定使用幾種在當時還是年青的科學方法——統計學。採用這種方法以後，赫歇耳在4年內，就得出他所需要的結果了。

為了說明這位科學家怎樣縮短了他的研究時間，我們來引証一個實例，這個實例雖然與天文學相去很遠，但也是以赫歇耳所利用的那些統計方法為依據的。

假定說，某工廠的技術檢查科，打算在一大批貨物中，確