

20621

蘇聯青年科學叢書

趣味天文學

別萊利曼著

7120



中國青年出版社



蘇聯青年科學叢書

趣 味 天 文 學

別 萊 利 曼 著
滕 砥 平 譯
唐 克

中國青年出版社

一九五三年·北京

Я. И. ПЕРЕЛЬМАН
ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ
ГИЗТЕХН, МОСКВА, 1949

書號131 天文地質2 32開本 148千字 242定價頁

趣 味 天 文 學

著 者 蘇聯 別 萊 利 曼

譯 者 滕 砥 平 唐 克

原著版本 蘇聯國家技術出版局

青年・開明聯合組織

出版者 中 國 青 年 出 版 社

北京西總布胡同甲50號

發行者 中 國 圖 書 發 行 公 司

印刷者 北 京 市 印 刷 一 廠

印數12,001—22,000 一九五三年一月第一版
每冊定價8,500元 一九五三年六月第二次印刷

著者序言

天文學是一門幸福的科學，照法國天文學家阿拉哥的說法，這門科學已經不再需要什麼裝飾了。它的成就是這麼動人，我們已經用不到再去特別關心它應該怎麼樣引起大家的注意了。不過，關於天空的科學不只包括一些新奇的發現和聳聽的理論。這門科學的基礎實在還在於那些日常的、每天重覆出現的許多事實。除了愛好天文的人以外，大多數人對於天文學裏這些比較枯燥的部分，認識是不十分清楚的，大家對於這些事實也不感興趣，因此儘管這些事實擺在眼前，大家也很少注意。

這部‘趣味天文學’的主要內容（但並不是唯一內容）就是天文學裏這些日常現象的一部分，而且還只是這一部分的開頭幾頁而不是後面幾頁。它主要是幫助讀者明瞭天文學的基本事實。但這並不是說這本書就好像是一本學校的教科書。這裏處理材料的方法是跟教科書裏有基本區別的。在這裏講到這些日常的事實是用一種不平常的、往往是引人入勝的方式，提出了新的、出人意外的問題，來引起大家的注意和興趣。敘述的時候儘量避免應用專門的術語和牽涉到特別的儀器，這種專門術語或特別儀器往往會變成天文學書籍跟讀者之間的障礙物。

對於通俗讀物常常有這樣的責難，說從這些書籍裏不可

能真正的學到些什麼。這種責難在一定程度上是正確的，這也由於通俗讀物裏一般不像精確的自然科學著作裏有數字的計算。事實上即使書的內容很淺近，讀者也只有在學的時候能夠運用計算，才能真正掌握書裏的材料。因此在這部‘趣味天文學’裏，以及著者所寫的同類的幾本書裏，並不避免簡單的計算。不過也注意到把這些計算一式一式的列得很清楚，並且只限於用簡單的算術方法。這一類練習不但可以幫助讀者鞏固學到的知識，還幫助讀者準備進一步讀更精確的著作。

在這本書裏分章的講到地球、月球、行星、恆星和引力，特別講到那些在一般通俗讀物裏沒有講到的問題。在這本書裏沒有講到的材料，著者還想以後再整理起來寫一部‘趣味天文學’續編。可是就像本書這樣把現代天文學的豐富材料包羅得相當完備的，在同類的著作裏也已經不可多得了。

H. 別萊利曼

目 錄

第一章 地球：它的形狀和運動.....1

地球上和地圖上的最短航線 經度和緯度 安穩生是朝哪一方向飛的？ 五種時間 白晝的長短 奇怪的陰影 兩列火車 用懷錶找方向 白夜和黑晝 光明和黑暗的交替 北極上的一個謎 四季從哪一天開始？ 三個‘假如’ 再一個‘假如’ 什麼時候我們離太陽較近：中午還是黃昏？ 再遠一公尺 從不同的觀點來看 非地球的時刻 年月從哪裏開始？ 二月裏有幾個星期五？

第二章 月球和它的運動.....55

新月還是殘月？ 國旗上的月亮 月球的位相 學生的行星 為什麼月球不落到太陽上去？ 月亮的看得見的一面和看不見的一面 第二個月球和月球的月球 月球上為什麼沒有大氣？ 月球世界的大小 月球風景線 月球上的天空 天文學家為什麼要觀察日月蝕？ 為什麼日月蝕每隔18年重覆一次？ 可能嗎？ 關於日月蝕的幾個大家不很清楚的問題 月球上的天氣怎樣？

第三章 行星.....104

行星在白晝 行星的符號 畫不出來的東西 水星上為什麼沒有大氣？ 金星的位相 大衛 關於這一點，這本書不想談 是行星還是小型的太陽？ 土星上的環的消失 天文學上的字謎 海王星外的行星 小行星 我們的近隣 木星的同伴 別處的天空 數字中的太陽系

第四章 恆星.....143

為什麼恆星有光芒？ 為什麼恆星會閃爍而行星的光卻很穩定？ 白

天能看見恆星嗎？星等是什麼？恆星的代數學 眼睛和望遠鏡 太陽和月亮的星等 恆星和太陽的真實亮度 宇宙間最亮的星 行星的星等 望遠鏡為什麼不能放大恆星？怎樣測量恆星的直徑？極其龐大的恆星世界 出人意外的計算 最重的物質 為什麼把星叫做‘恆’星？ 恆星有互撞的可能嗎？ 恆星距離的尺度 最近的恆星 宇宙的比例尺

第五章 萬有引力181

鉛直上射的砲彈 高空中的重量 用圓規來求行星的軌道 行星向太陽上墜落 烏爾堪的鐵砧 太陽系的邊界 維恩小說裏的錯誤 怎樣稱地球的重量？ 地球的核心是什麼造成的？ 太陽和月球的重量 行星和恆星的重量和密度 月球上和行星上的重力 最大的重力 行星內部深處的重力 關於輪船的問題 月球和太陽引起的潮汐 月球和氣候

第一章

地球:它的形狀和運動

地球上和地圖上的最短航線

一位女教師用粉筆在黑板上畫上兩點，給小學生出了這樣一道題目：

‘在這兩點之間畫一條最短的路線。’

小學生想了一會，小心地在那兩點之間畫上一條曲曲折折的線（圖1）。

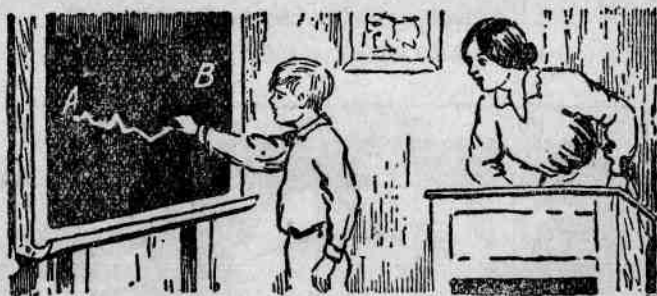


圖1. 在兩點之間畫一條最短的路線

‘這就是最短的路線!’女教師有些驚訝了。‘是誰這樣教你的?’

‘我的爸爸。他是公共汽車的司機。’

當然，這個天真的小學生所畫的是可笑的。但是如果有

人告訴你，圖2裏用虛線表示的那段弧線正是從好望角到澳大利亞南端的最短路線，難道你不發笑嗎？下面的說法恐怕更要叫你驚奇：在圖3上所畫的從日本到巴拿馬運河的半圓形路線，要比圖上所畫的那條直線短！

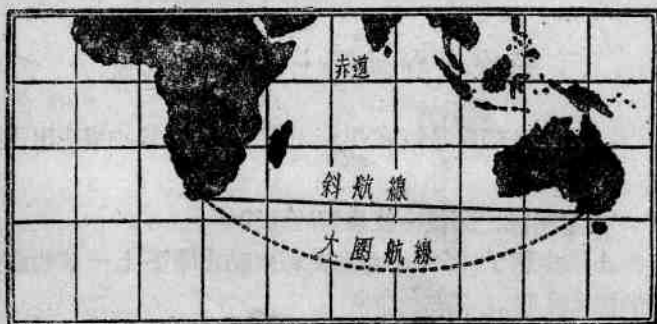


圖2. 在航海圖上從好望角到澳大利亞南端的最短航線不是直線（斜航線），而是曲線（大圓航線）

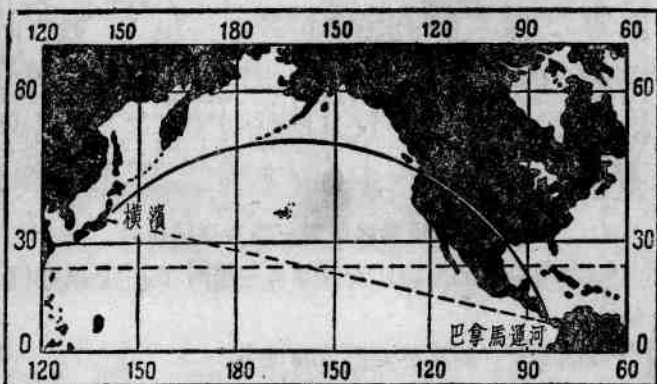


圖3. 在航海圖上連結橫濱和巴拿馬運河的曲線航線，竟比這兩點之間所畫的直線航線短

這些好像都是開玩笑，事實上卻正是不容爭辯的真理，這在繪製地圖的人們已經知道得很清楚。

爲了解釋這個問題，得先大概談一談地圖的情形，尤其是航海圖的情形。要在紙上畫出一部分地面，在原則上也不是一樁簡單的事情，因爲地球是個球體，而球面的任何部分不可能毫無重疊或破裂地展開成平面。因此，在地圖上就不得不遷就一些不可避免的歪曲。人們曾經想過許許多多繪製地圖的方法，總是擺脫不掉這樣的缺點：不是有這一種歪曲，就是有那一種歪曲。要沒有歪曲的地圖根本就沒有。

航海家所用的地圖，是按照十六世紀荷蘭地理學家麥卡托的方法繪製的。這種方法叫做‘麥卡托投影法’（圖3和圖6）。這種有方格的航海圖很容易看懂：它的經線都用平行直線表示，而緯線同樣用垂直於經線的直線表示。

現在大家想一想，從某一海港到同一緯度上的另一海港的最短航線應該怎麼求。海洋上隨便依哪一條路線航行都可以，只要我們知道最短航線的方向和位置，就可能照着這條航線走。在這種情況下極其自然地會想到，順着這兩個港口所在的那一條緯線走，一定是最短的航線了。況且在圖上緯線是用直線表示的，又有什麼會比直線還短的呢？可是，這樣想的確是錯了：順着緯線的航線並不是最短的一條。

事實上，在球面上兩點之間最短的路線是通過它們的大圈弧線^{*}。而緯線卻是小圈。大圈弧線的曲率要比任何一個經過這同樣兩點的小圈弧線小，因爲圓的半徑大，圓的曲率就小。如果我們在地球儀上通過這兩點拉緊一條細線（圖4），

*所謂球面上的‘大圈’是圓心跟球心相合的圓。球面上所有其他的圓叫做‘小圈’。



圖 4. 求得兩點之間真正最短路線的簡便方法：在地球儀上的這兩點之間拉緊一條細線

可以看到這條細線絕對不是順着緯線的。一條拉緊的線無疑是代表最短的航線，如果它在地球儀上並不跟緯線相合，那在航海圖上也一定不會是直線：因為在這種地圖上的緯線是用直線表示的，那麼所有不跟直線相合的線，就一定是曲線了。

說到這裏，大家大概就可以明白，為什麼在航海圖上的最短航線不是直線，而是曲線。

據說在帝俄時代，爲了修築從列寧格勒到莫斯科的十月鐵路（那時叫尼古拉鐵路），有過不斷的爭論，不能決定應該採取怎樣的路線。結果由俄皇尼古拉一世親自來解決這次爭論，他對於這項問題的決定就只說是‘直線’的：把列寧格勒和莫斯科用一條直線連起來。如果他所用的是麥卡托地圖，結果會出他意外：敷設的鐵道並不是直線，而是曲線。

誰若是不怕計算的麻煩，他就可以從下面的計算證實，在圖上我們所看到的似乎是曲線的航線，真要比我們看成直線的那條航線短。假定我們所要談的兩個港口同在列寧格勒的緯度上，就是在北緯 60° ，兩個港口之間的距離假定是 60° 。（事實上是否有這麼兩個港口，對於我們的計算來說，反正是沒有關係的。）在圖 5 上， O 點是地球中心， A, B 代表兩個港口，在通過 A, B 的一條緯圈上， AB 段弧長 60° 。這條緯圈的圓心是 C 點。再以地球中心 O 點

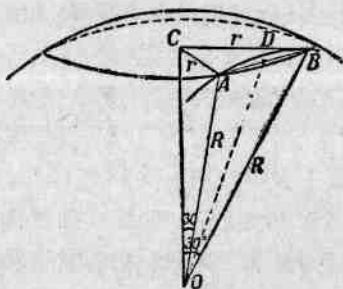


圖 5. 地球上 A, B 兩點間緯圈弧線和大圈弧線哪一條長？

作圓心，經過 A, B 作一大圈弧線；它的半徑 $OB=OA=R$ ；這條弧線靠近上面所說的緯圈弧線 AB，但是並不重合。現在讓我們計算每一弧線的長度。因為 A 點和 B 點都在緯度 60° 上，因此半徑 OA 和 OB 都跟 OC（地軸）成 30° 角。在直角三角形 ACO 中對 30° 角的 AC 邊（等於緯圈半徑 r ），應該等於直角三角形的弦 AO 的一半；就是， $r=\frac{R}{2}$ 。

緯圈弧線 AB 長 60° ，就是緯圈長

度（ 360° ）的六分之一。既然緯圈半徑是大圈半徑的一半，緯圈長度也應該是大圈長度的一半。而大圈全長是 40,000 公里，所以緯圈弧線 AB 的長度， $=\frac{1}{6} \times \frac{40,000}{2} = 3330$ 公里。

現在要算出經過 A, B 的大圈弧線的長度（就是兩點之間的最短路線），必須知道 AOB 角的大小。對小圈 60° 弧的弦 AB 是這個小圈內接正六边形的一邊，所以 $AB=r=\frac{R}{2}$ 。作直線 OD 連接地球中心 O 和 AB 弦中點 D。三角形 ODA 是直角三角形，D 角是直角，而 $DA=\frac{1}{2}AB$ ，又 $OA=R$ 。

$$\text{可知} \quad \sin AOD = \frac{DA}{OA} = \frac{\frac{R}{4}}{R} = 0.25$$

查三角函數表，得

$$\angle AOD = 14^\circ 28' .5$$

因此

$$\angle AOB = 28^\circ 57'$$

有了上面這個數目，求這最短航線的長度已經不難。如果我們知道地球大圈一分的長度等於一哩，或約 1.85 公里，算法更可以簡化。由此， $28^\circ 57' = 1787' \approx 3210$ 公里。

這樣，就可以看出：在航海圖上依緯圈的直線航線長 3330 公里，而照大圈的航線（在圖上是曲線）卻是 3210 公里，後者比前者短 120 公里。

* $\approx$ 是‘大約等於’的符號，以下仿此。——譯者註

如果有一根線和一個地球儀，就可以用來檢查圖2和圖3所畫的是否正確，就是大圈弧線的位置是否確實跟圖上所畫的一樣。在圖2上所畫的彷彿是‘直線的’從非洲到澳大利亞的航線是6020哩，而那條‘曲線的’卻只5450哩，就是要短570哩，或1050公里。在地圖上從倫敦到上海所畫的‘直線的’航空線是要穿過裏海的，然而事實上最短的航空線應該經過列寧格勒的北面。這類問題對於節省時間和節省燃料起着怎樣的作用，是十分明顯的。

倘若我們還是在應用帆船的航海時代，也許不一定把時間看得很重要（在那個時代還不能把‘時間’看做‘金錢’），但是自從出現了輪船之後，多燒一噸煤，就得多花一噸煤的錢。這就是為什麼在我們的時代裏，輪船一定要依着真正的最短航線走，而所利用的地圖往往不是麥卡托地圖，而是一種所謂‘心射’投影的地圖。在這種地圖上大圈弧線是用直線表示的。

那麼，為什麼從前的航海家竟要使用那些不正確的地圖，又選擇了那些不適當的航線呢？誰要以爲古時的人不了解我們剛才所談到的航海圖的特點，他就錯了。事情的關鍵不是在這一點上，而是因爲用麥卡托法繪製的地圖雖然有某些缺點，對於航海家卻有極大的價值。首先，這種地圖所表示出來的地面上個別的小區域沒有歪曲，保持原來輪廓的角度。不過這一點在離赤道遠的地方就不對了，那裏的地面輪廓要比實際的大。在高緯度地方，輪廓擴大得相當利害，這樣一張航海圖給不清楚它的特點的人看到，會使他對於某些地方的真正大小得到完全錯誤的印象。譬如說，在這種航海圖上好像格陵蘭和非洲一樣大，阿拉斯加比澳大利亞還要大，而事實上

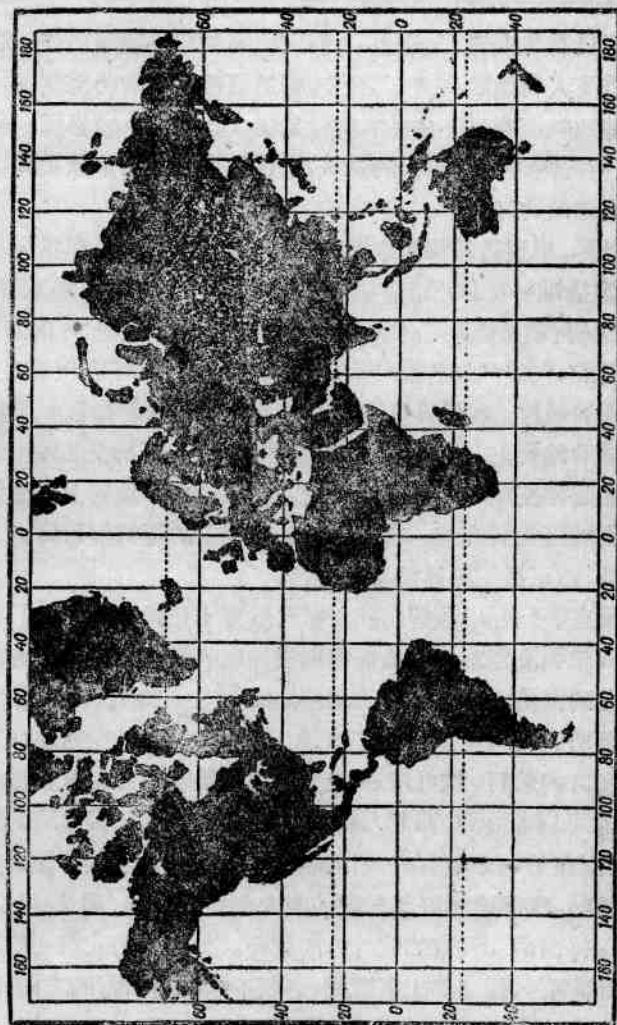


圖 6. 全球航海圖或麥卡托地圖。在這幅圖上，高緯度地方的輪廓擴大得相當利害

格陵蘭只有非洲的 15 分之一，而阿拉斯加和格陵蘭加在一起還只有澳大利亞的一半。不過，對於這種地圖的特點認識得很清楚的航海家就不會受到這樣欺騙。他們能够容忍這一種缺點，何況對於範圍不大的區域，這種航海圖上的形狀也跟實際極其相似的（圖 6）。

此外，用這種航海圖來解決實際的領航問題，是非常容易的。這是唯一可以用直線表示輪船的定向航線的一種地圖。‘定向’航行就是保持一個固定不變的方向，一定的‘方向角’，換句話說，輪船的航線跟所有經線相交的角度都是相等的。而這樣的航線（也叫斜航線），只有在所有經線都是互相平行的直線的地圖上，才能够用直線表示出來*。因為在地球上緯圈跟經圈相交所成的角度是直角，所以在這種地圖上緯圈就是垂直於經線的直線。這樣，在這種圖上的經緯線就繪成了方格網，這正是這種航海圖的特色。

現在我們可以瞭解到航海家喜歡麥卡托地圖的道理。當領航人想要決定到指定的海港所應採取的航線時，拿一把尺在出發的海港和指定到達的海港之間畫上一條直線，量出它跟經線所成的角度。然後在大洋上，領航人將輪船永遠保持在這個方向航行，就可以一些不錯地將船駛到目的地。從這一點你可以看得到，雖然‘斜航線’不是最短的和最經濟的航線，然而在另一方面看來，對於航海家卻是一條極其方便的航線。譬如，我們要從好望角駛往澳大利亞的南端（圖 2），只要始終保持南 $87^{\circ}.50$ 東的航行方向就行。如果要想走最短航線（‘大圈航線’），從圖 2 上可看到，必須不斷改變航行的方向：開始時取南 $42^{\circ}.50$ 東的方向，到達時取北 $39^{\circ}.50$ 東的方向（在

* 實際上斜航線是一條螺旋線似的線，纏繞在地球上。

這裏最短航線實際上簡直不存在，因為要接觸到南極地區）。

這兩種航線（斜航線和大圈航線）也可能相重合，那只有當大圈航線在航海圖上恰巧是用直線表示的時候，也就是沿赤道或經線航行的時候。在任何別的情況下，這兩種航線都是不同的。

經度和緯度

〔題〕讀者對於地理學上經緯線一定都有相當的認識。可是我敢說，並不是所有的讀者對於下面的問題都能正確的回答：

是不是一度緯度總比一度經度長？

〔解〕大多數讀者都相信，每一條緯圈都要比經圈小。而經度是依緯圈的長度計算出來的，緯度是依經圈的長度計算出來的，那可以得出結論，一度經度的長度無論如何不會超過一度緯度的長度。可是這裏我們忘記了，地球嚴格說來不是圓球，而是橢圓體，在赤道上突出的。在這樣一個橢圓體的地球上，不但赤道要比所有的經圈長，就是靠近赤道的緯圈也要比經圈長。根據計算的結果，一直到緯度 5° ，緯圈上一度（就是經度）都要比經圈上一度（就是緯度）長。

安穆生是朝哪一方向飛的？

〔題〕安穆生從北極飛回時，是朝哪一方向飛出的？從南極飛回時，又朝哪一方向飛的呢？

請不要看這位探險家的日記，來回答這個問題。

〔解〕北極是地球上最北的一點。

在那一點上，我們無論朝哪一面走，都是朝南走。因此，

安穆生從北極飛回來時，只能朝南飛；再不能朝別的方向。下面就是他乘坐‘挪威號’飛船飛到北極所記日記中的一段：

‘挪威號在北極附近飛繞一週。然後我們繼續行程……航行的方向從那時起一直向南，直到飛船在羅馬城降落。’

安穆生從南極飛回時，也同樣只能朝北飛。

普魯特果夫有一篇滑稽故事，講到一個人落到‘最東的國家’裏。

‘前邊是東，左右兩邊也是東。那麼西邊呢？也許你以為他總會看得到，就好像看得到隱約在遠處擺動的任何一點那樣吧？……那可完全不對！就連後邊也是東。總之一句話，四面八方到處都是東。’

到處都是東的這樣一個國家，在地球上不會有。但是到處都是南的地方，在地球上的確是有的。同樣的，到處都是北的地點也是有的。在北極能够修建一座房屋，四面的牆都朝南。事實上，英勇的到過北極的蘇聯人民都能够做到這一點。

五 種 時 間

我們已經習慣於使用鐘錶，甚至根本就沒有想到這些鐘錶所指的時間是些什麼意義。我相信在讀者中間很少有人能够解釋出，當我們說‘現在是晚上七點鐘’的時候，到底想說明些什麼。

這難道就是說那枚時針剛巧指在七的數字上嗎？這個數字是什麼意思呢？是否說在中午之後又過去了一晝夜的 $\frac{7}{24}$ 呢？那麼是怎樣的中午之後呢？又是怎樣的一晝夜的 $\frac{7}{24}$ 呢？一晝夜又是什麼呢？在平常所說的‘白天和黑夜——過去了一晝夜’，這句話裏的所謂一晝夜，是指地球繞它自己的軸以