

普通天文學

伐·格·費辛柯夫 著
畢 黎 譯

中華書局出版

本書內容提要

本書作者蘇聯科學院士費辛柯夫，係著名的天文學界權威。作者對本書的編制與其他天文書籍有所不同，計分天文座標、時間、地球、行星、萬有引力、天體物理學的測量方法、原子和量子、太陽和星球的物理性質、銀河系的組成等九章，共一百四十三節。內容均參以作者研究的獨到之處，並充分發揮天體和原子學說相關的最新觀點。

* 有著作權 · 不得翻印 *

一九五二年六月初版

印數〔滬〕1—1,500

普通天文學 (全一冊)

◎ 定價人民幣一萬一千二百元

譯者 畢 黎

原書名 *Общая Астрономия*

原著者 *В. Г. Фесенков*

原書出版處 *Огиз Гостехиздат*

原書出版年月 1946年

出版者 上海河南中路二二一號
中華書局股份有限公司
上海澳門路四七七號

印刷者 中華書局上海印刷廠
三聯·中華·商務·開明·聯營聯合組織

發行者 中國圖書發行公司
總管理處：北京絨線胡同六六號

分發行者 中國圖書發行公司各地分公司

總目編號(15490)

(五二·滬型·三二開·九八頁)

原 序

作者所提供的這本普通天文學，和一般所採用的相倣，分成二個部份。在第一部份裏，闡述古典天文學 (Классическая астрономия) 的基本的方法和假定，在第二部份裏，是天體物理學 (Астрофизика) 的基本問題。

全書內容，爲了易於瞭解起見，分成九章，計143節，各章所冠的主要標題是：(I)天文座標；(II)時間；(III)地球，它的移動、大小和形狀；(IV) 行星的移動，太陽中心和地球中心的世界系統；(V)萬有引力；(VI)天體物理學的測量方法；(VII)原子和量子；(VIII)太陽和恆星的物理性質；(IX)銀河系的構造。

第一部份所寫的，是按照一般的普通天文學教科書上所採取的編製計劃，祇有一小部份的刪改。

例如，關於月球圍繞地球的移動、日蝕和月蝕、月球交點的移動、月球軌道對赤道的傾斜度的測量等問題，全部都併合在「萬有引力定律」一章裏，却並不像其他的書籍，分成單獨的幾章；這因爲在月球的例子裏，可以特別清楚地說明一種受太陽影響的攝動力量的基本特性。在這一部份裏，作者企圖給予明晰而正確的見解，並且避免作沒有解答方法而獲得的結果。例如，在本文中，在確定時差 (Уравнение времени) 和平太陽的概念之後，提供了一種對首先兩項用時差表現之結論的簡單動力學上的略圖，這樣便充分剖析了這些概念的複雜性質。爲了使中學程

度的學生根據簡單的物理學來作判斷，便提供了對天文學上的折光差(Рефракция)的公式結論；說明了三角網計算的原理和子午線弧長的決定；引申了在天球上因一年光行差(Годичная абберация)的結果而被星球所描繪出的視動軌道；說明了托萊梅(Птолемя)系統在其時代裏所表現的寶貴研究計劃和提供了決定星球移動的圓周半徑的比例方法；解釋着從地球系統到太陽系統的轉變的自然方法，從這裏面使人明瞭動力學上的二個系統是完全均等的；提供了從萬有引力定律裏對橢圓體運動在數學上的結論；最後，提供了最簡單的、不用關於重力的勢能這一概念來解釋潮和汐的推算方法。

在第二部份裏，材料的分配和一般的天文書籍不同。在這部份裏啓發了在我們所觀察到的廣大宇宙中的規律性。對於宇宙，特有着足以使在現代人們研究的二個廣大集團的現象：在星球裏的物質的蓄積和在銀河系裏的物質的蓄積。在我們這一個銀河系統裏，含有了一千萬萬顆星球，並且它們大都用同類的形態組成和具有同一的特性。整個星球的特性對在原子和量子中間，在物質和能力中間的相互作用有關。在近年來，正是在這個天文物理學的部門裏達到了廣大的開展。除此以外，星球構造的研究(連我們的太陽也歸屬在內)，使人們能最深切地探明物質的基本特性的自然界。這些判斷決定了第二部份學科的敘述。在「原子和量子」和「太陽和星球的物理性質」二章裏，提供了從太陽表面上或在它的周界裏所觀察到的各種現象和能力射線

的過程本質。在這類的敘述時，行星和彗星的物理特性的簡略描寫，便直率地提供在第八章的各節裏，在這章中，論及太陽射線對周圍媒質的作用。可是，還存在着很多不可能說明理由的細微現象。例如，簡直不能說明，為什麼火星有二個衛星，而木星却有十一個衛星等現象。教科書並不是依據天文學而產生的縮本，因此有無數天文學上已知的而從不能被人理解的、應該用力學來補充的事實，便已從本文裏刪去。教科書的最後一章貢獻了第二個大問題——銀河系的構造。現在已知有幾百萬個銀河系存在着，並且它們全部都包含着同一的分類和結合成共同的構造外貌。綜合各種不同的現象，可以指出，我們的銀河（Млечный путь）是一個代表我們的銀河系（Галактическая система，即內銀河系）的遠景圖。我們的銀河系也就是和無數別個銀河系相類同並且和它們不相從屬的。這樣，研究着我們的銀河裏的現象和各個在它境界外面的星球系裏的現象的關聯，可以直率地揭示出廣大的宇宙空間裏的共同的物質構成。讀者在我們的學科的第二部份的學習結果裏，可以明瞭這種真理，就是太陽是在一定的演進所經過的一定外部構造的星球之一；我們的銀河系是一個繞着自身的軸回轉的漩渦，並且和無數漩渦相似地含有着很多特殊構造的性質。結果，使人對宇宙獲得了一種毫無特殊偽裝的正確一致的概念。

不論在本書的天體物理學部門的敘述的邏輯性和甚至現實性方面，它因為尖銳地違反了過去傳統慣例，顯然會遭遇到有些

天文學著者們的反對。這些著者們通常開頭就描寫對太陽所觀察的現象；再進而轉移到月球、行星、宇宙，此後才闡述到一切有關恆星的現象等等。

這樣的闡述祇看到了膚淺的表面現象。可是，這一類闡述的性質首先已經不適合於現代的天文學的水準了。在最近十年裏，天文學有了廣大的進展和緊密地聯繫着原子物理學；第二，這種闡述的性質對教學的觀點上，並不合理化，因為要強迫學生記住很多他們以前所未知的和最後對他們不需要的各種事實。

本書是供給一般初學天文學者們的讀物。尤其是沒有數學根底的，例如未學立體幾何學的讀者，可以把較繁複的幾節（如§14、§54、§65、§73、§74、§75、§77、§87等八節）略去不讀；這些部份對本書內容的貫通，並無割裂之處。

伐西里·格里高也維契·費辛柯夫。

普通天文學

目 錄

原序	1
緒論	7
第一章 天文座標	9
第二章 時間	32
第三章 地球，它的移動、大小和形狀	48
第四章 行星的移動 地球中心和太陽中心的世界 系統	70
第五章 萬有引力	82
第六章 天體物理學的測量法	110
第七章 原子和量子	120
第八章 太陽和恆星的物理性質 太陽系的產生	137
第九章 銀河系的構造	175
譯者附言	193



普通天文學

緒 論

天文學是一種討論天體的科學，它分做古典天文學或天體法則學(Астрометрия)和天體物理學(Астрофизика)兩大類。在天體法則學裏，天體被認作是一種只受着萬有引力作用的質量；在天體物理學裏，除此以外，還研究到物質和射線能力中間的相互作用。在發展着天體法則學的研究方法的天文學中，可分爲：球體的和實際的天文學(確定天體在天球上的位置)、理論天文學(決定一般星體，尤其是行星軌道的方法)、天體力學(天體互相發生作用的一般問題)。

在研究天體物理學方法的天文學中可分爲：星光測量學(決定天體亮度的方法)、天體光譜學(天體的光譜的研究)、比色學和光力測量學(研究射線的絕對能力和顏色)、理論天體物理學(研究在星球的空間和在宇宙體中間的物質和射線能力的互相作用，和在宇宙體自身中間的互相作用的一般問題)。天文學的方法所獲得的實際資料，爲檢查方便起見，便被綜合在敘述天文學裏和在星球天文學裏，這些並不作爲天文學的獨立部門。

天文學起源於遠古時代，由於適應各種不同的實際應用需要而發展(計算時間，決定年曆和一年的季節，這些都對農村耕

作有關；還有在旅行期間的定位，決定地理上的座標等)。到現代，因為航空的發展和應用天文學上的迅速方法來繪製廣大空間的圖樣等的需要，天文學的實際應用便更加廣泛了。除此以外，現代天文學的重要使命，針對着宇宙(Космос)的研究，在這範圍裏，遇到了各種異乎尋常的條件，遠遠地跨出了我們萬能的地球實驗室的境界。

第一章 天文座標

§1 空間的座標系統 天文學的第一個問題，就是天體座標的決定。要在每一時間裏表示出分佈在巨大體積的宇宙空間裏的天體位置，就必需在空間裏定出座標系統來。在天文學裏，通常都利用球體的座標——用決定方向的二隻角度和目的物的距離。大部份的距離是個未知數。在這種情形裏，祇能用視線所作成的球體座標和角度來限定。爲了研究球體座標方便起見，便引用了一種所謂天球 (Небесная сфера) 的假定。這是一種以觀察者爲中心而用任意的半徑圍繞他所作成的球體。在這個球體的表面上，很便於勾繪出被觀察到的天體。

應該把看得到各種不同的天體 (太陽、月球、星球) 所處的天穹 (Небесный свод) 和天球分辨清楚。由於遠景的效果，使觀察者感到，天穹在靠近地平線處的距離似乎比對天頂的距離要更加遠離些。因此，天穹便不像是一個半球形的，而很像是扁球體的。

§2 天球上的基本圓周 鉛垂線向上延長便遇到天球的天頂 (Зенит)，向下 (在觀察者的脚下) 便遇到天底 (Надир)。在地球表面的每一點上都可以引出一條鉛垂線，由此決定天頂之點。與鉛垂線垂直和通過觀察者眼睛的平面，把天球分割成一個大圓 (Большой круг)，叫做天文學上的水平線 (Астрономический горизонт)。

大家知道，星球在天球上描繪成一個視動圓，反映出地球自身每晝夜的自轉運動。在地球的每晝夜的自轉時，自轉軸始終是固定不動的。因此，穿經球體中心的延長線的方向和平行於地球自轉軸的一條線，便和天球相遇，成兩個固定的點，叫做天球的極（Полюс мира），就是天球南極和天球北極。天球北極對地球的北半球上的各地都是處在地平線以上，因此也就是一切天體的晝夜的圓穹的總的中心。離開它不遠的距離（ $1.^\circ$ 的距離）有一顆在小熊星座（Созвездие малой медведицы）裏的主星「 α 」，它的名稱叫做北極星（Полярная звезда）。

天頂和天球的極，是天球的兩個基本的點。和經過觀察者眼睛（天球的中心）到天球的極的方向線垂直相交的平面，延長相交於天球成一個大圓，叫做天球赤道（Небесный экватор）。天球赤道平分着在天球北極和天球南極中間的距離。最後，經過天頂和天球的極的一個大圓，便叫做子午圈（Меридиан）。

天文學上的水平線、天球赤道和子午圈，都是天球上的基本圓周。

§ 3 水平的座標系統 我們來探究天球、天文學上的水平線和子午圈。倘使我們知道了天體對天頂距離的角度（天頂距離 Z ，見圖 1）、沿着圓周 ZEK 而計算出的它的高度、和一隻在高度圈與子午圈中間用水平圓弧 KS 測得的角度（稱做方位角 «Азимут»），那末便可決定任何天體的方向。天頂距離通常用 h 來代表，符號是從水平線向上到天體的高度為正，而向下的

距離為負，同時 $h + Z = 90^\circ$ 。方位角是用從子午圈向西展開，以 0° 到 360° 來計算的。因此，表明對天體的固定方向的水平的座標，就是天頂距離 Z 和方位角 A 。

§4 第一種赤道座標系統 天體的方向也可以用天球赤道和子午圈的關係來決定。同理，我們可得到二個球體的座標——一個是從赤道起算的距離角度，就是傾斜度（或赤緯度） δ ，它是沿着傾斜圈 PQ 向北作為正的，從赤道向南是負的（見圖2）；另一個是時角（Часовой угол） t ，代表着子午圈和傾斜圈中間所夾的角度。時角是以逆對着地球晝夜自轉的方向，就是自東到西的角度來計算的。

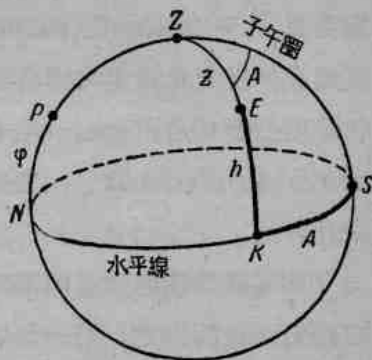


圖1 水平的座標系統。

§5 黃道的座標系統 在一切天體中間，對我們具有最重大意義的便是太陽。在古時候已經有了對太陽的觀察，指出了太陽每年在星空中間移動時，描繪成一個和赤道平面傾斜作 $23\frac{1}{2}^\circ$ 一角度的大圓。這個角度叫個黃赤道交角。這個圓周叫做黃道（Эклипика），它在字義上的解釋是蝕圓（Круг затмений），這就因為在月球接近黃道時，能夠產生月蝕和日蝕的現象（見圖3）。太陽沿着黃道的移動，便決定了四季（Времена года）的交替。在春季開始時的3月21日，太陽正沿着黃道從南半球移到北半

球，和赤道相交於一點，叫做春分點（Точка весенего равноденствия）。

這一個點，被採用作天球的基本點之一。在古代，天體在天球上的位置大部份取決於對黃道的關係。天體到黃道平面的角度距離 b ，叫做黃緯度（Эклиптикальная широта）；它按着緯度圈 QD 以向北的方向作為正，向南的方向作為負。在春分點 γ 和緯度圈對黃道相交的 D 點中間的圓弧 l ，叫做黃經度（Эклиптикальная долгота），它是用沿着黃道的反時針方向的移動來計算的。

§6 第二種赤道座標系統 可以利用春分點和赤道的關係來作對座標的固定。第一個座標——傾斜度 δ ——仍舊沒有變更。第二個座標，便可以採用傾斜圈和赤道的相交點 Q 和春分點 γ 中間的角度距離 γQ （圖2）。這個座標叫做赤經（Прямое

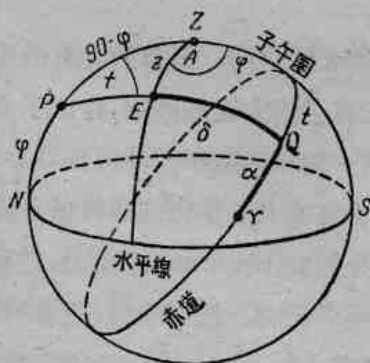


圖 2 赤道的座標系統。

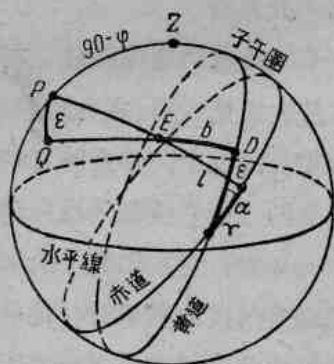


圖 3 赤道和黃道的座標系統。

восхождение) α ; 它是從春分點起沿着赤道向東的反時針方向計算的。

§7 各種座標系統的應用 水平座標系統適用於測量角度的儀器(經緯儀 «Теодолит» 或萬能儀 «Универсальный инструмент») 方面的座標決定。這個座標不適用於天體的高度和方位角不斷地和不平均地隨着時間變更的情形。

第一種赤道座標系統(赤緯和時角), 特別適用在對實際上的天文學基本問題之一的時間的決定, 因為反映着一晝夜天穹自轉的時角與時間互相嚴格成比例地變更着。

第二種赤道座標系統, 適用在不和地球自轉發生關係的星球的座標, 並且祇由於別的原因和同時極緩慢地變更着的情形。因此, 在這個系統裏, 便構成了現代的星球位置表——星球目錄(Звёздные каталоги)。利用它便可繪製成一個星系圖(Звёздная карта)。

黃道座標系統, 專用在理論天文學中決定對整個和黃道平面有關的, 就是和地球軌道平面有關的軌道(Орбит)。

§8 地球面上和天球上的圓周的相互關係 天頂的一點是用鉛垂線的延長線來決定的。首先可近似地認作鉛垂線是延長而通過地球中心的直線。在這種情形裏, 天頂就是當地的(觀察者的地位的)地球半徑延長而和天球的相交點。天球赤道的平面顯然是平行於地球赤道的平面的(見圖4)。倘使假定天球極大而地球在和它比較上是可以略去不計的微小點, 就是說, 地球的

中心實際上相合於天球的中心,那末,天球赤道便將是一個地球赤道在天球體上的投影(Проекция)。

§9 視界水平線 視界水平線 (Видимый горизонт) 就是分離着地球表面和天空的界線。在海面上,視界水平線具有最有規則的輪廓。高於視界水平線的方向的視線穿過天空,低於它的方向的視線穿進地球。因此,視界水平線決定於從觀察者眼睛向地球表面所引的切線。地球表面可以認作是近似的球面。

假定觀察者站在A點的位置,離地面的高度是 h (圖5)。視界水平線被切線方向 AB 線所決定。天文學上的水平線便是經過觀察者的眼睛和鉛垂線互相垂直的線 KL 。因此,視界水平

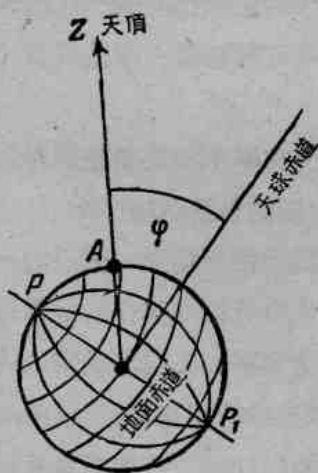


圖4 地球和天球的座標關係。

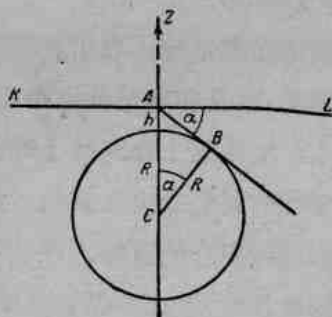


圖5 視界水平線的下方。

線和天文學上的水平線的關係是俯角 α 。從三角形 ABC 中，可得：

$$R = (R + h) \cos \alpha,$$

由此可得：

$$\cos \alpha = \frac{1}{1 + \frac{h}{R}};$$

但 $\frac{h}{R}$ 是一個極微小的數量。因此，俯角 α 可說是很微小的。我們用正弦(Синус)來計算它，要比較簡捷些。由此可得下式：

$$1 - \cos \alpha = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{h}{R}}{1 + \frac{h}{R}},$$

從上式可得相當正確的等式

$$\frac{\alpha^2}{2} = \frac{h}{R}.$$

因此用弧度法 (1 Радіан = $57^\circ 17' 44.8''$) 可得

$$\alpha = \sqrt{\frac{2h}{R}},$$

或用角度法，得

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \sqrt{\frac{2h}{R}}.$$

舉例如下：

設 $h = 6.37$ 公里和 $R = 6,370$ 公里，

代入上式得 $\frac{2h}{R} = 0.002$ ，由此可得 $\alpha = 2^\circ.5$ 。

AB 的距離又叫做水平線視距(Дальность горизонта)。在之前的計算中，以為光線在地球的大氣層裏面是直線傳播的。事