

航 空 天 文 学

Н. Я. 康德拉契耶夫

科学出版社

航 空 天 文 学

И. Я. 康德拉契耶夫 著
刘 世 楷 译

科 学 出 版 社

1958

Н. Я. КОНДРАТЬЕВ
АСТРОНОМИЯ В АВИАЦИИ
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР
МОСКВА
1952

內 容 介 紹

本書开始扼要地介紹了星空与天体运动情况，然后根据天体运动知識敘述了怎样利用天体来测定方向、时间和飞机位置与航向等問題，最后敘述了天文学在飞行领航中的应用，指出了未来航空天文学的發展前途。

本書不但对航空人員有帮助，而且对具有高中文化程度讀者和一般科学工作者，亦可以从本書中得到航空、天文的有关知識。

航 空 天 文 学

Н. Я. 康德拉契耶夫著

刘 世 楷 譯

★

科学出版社出版 (北京明阳門大街117号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华書店总經售

★

1958年7月第一版 書号: 1204 字数: 107,000

1958年7月第一次印刷 开本: 850×1168 1/32

(京) 0001-4.055 印量: 4 3/8 印頁: 4

定价: (10) 0.95 元

目 录

前言	1
第一章 天球	8
§ 1 星空	8
§ 2 太陽系	15
§ 3 天球坐标	19
§ 4 天球的旋轉	25
§ 5 天球上太陽的周年运动	27
§ 6 机舱星空圖	30
第二章 時間	34
§ 7 時間的測量	34
§ 8 在地球上不同地点的时间計算	43
§ 9 時間的校对	48
§ 10 太陽表、曲線圖和月亮表	54
第三章 飞机位置的确定	57
§ 11 天体的等高圈	57
§ 12 确定位置線和飞机位置的方法	59
§ 13 天文用表	62
§ 14 航空六分仪及其应用	71
§ 15 測量天体高度的改正	81
第四章 飞机航向的确定	86
§ 16 天文罗盤及其应用	86
§ 17 根据天文罗盤測定磁罗盤自差及無標电自差	91
第五章 根据天体近似地測定四方点及時間	93
§ 18 根据太陽定向	94
§ 19 根据月亮定向	95
§ 20 根据恆星定向	97
第六章 天文学在飞行領航上的应用	99
§ 21 飞行的准备	102
§ 22 飞行的完成	110

第七章 未来的航空天文学	128
附录	131
1. 化时分为度和角分	131
2. 化大圆的角分为公里	132
3. 具有重大意义的数字和日期(近似的)	133
4. 1940—1980年每月第一个星期日的日期	134
5. 月相日期表	135
参考書籍	136

前 言

在很久以前的年代里，人們除了最簡單的農業器具以外，未曾具有任何技術工具的時候，他們就為了自己的實用目的而開始運用了對於天體的觀測。

人們觀察着每天的日出、日落，觀察着太陽在天球上的視運動；他們發現日中時候太陽達到了在天空中的最高點；發現日出和日落的時刻；還發現中午時候太陽在地平線上的高度，在一年四季中是有規律地改變着的。在夜間的觀察中，同樣地發現星空轉動的規律性；發現月球形象的變化，及月球運動的規律性。這些都使得人們有可能運用自己對天體的觀測去解決最重要的問題——用空間和時間的計算去確定方向。

在遙遠的年代里，從事農業的人們，為了準備和進行農業生產，必須知道晝夜交替的時間和四季的來臨。從事牧畜的人們，為了對自己所在的地方和鄰近的地方具有一定的概念，為了在很遠的距離內轉移畜羣，都必須藉於確定方向，至少要能夠近似地確定方向。

由於人們實用的需要，使得觀察出來的天體運行規律成為年曆和季節的計算基礎。天體乃是最初的方位標，太古時候的人們在他們的長途轉移中，就是按照天體去確定方向的。

最初的天文觀測記錄，大約在公曆紀元前三千年由亞洲人和非洲人開始的。

因此，天文學——關於天體的科學——乃是由人們實際的需要為基礎而發生的、最古老的科學。

②. 恩格斯在“自然辯證法”一書中，談到自然科學各個部門的

順序的發展時指出：首先是天文學——單單為了定季節，游牧民族和農業民族就絕對需要它*。

宇宙規律的研究，幫助了數學、物理學和其他科學的發展。同樣，天文學在幫助其他科學的同時，為了更深刻地認識宇宙發展的規律，它也運用其他科學的資料。譬如，在各種測量的計算中就必須要數學，在研究天體運動的規律和天體的構造時需要物理學等等。

天文學在它自己的長久歷史過程中，在與迷信及宗教偏見作鬥爭的唯物世界觀的發展里，特別起着重要作用。譬如，當人們知道了日食原因之後，就不再在這種現象面前感到迷信的恐懼了。

在現代，以辯證唯物主義為科學基礎的天文學，它揭露了偽科學的資產階級唯心主義的宇宙觀的錯誤。

隨着各個民族間的貿易關係的產生和發展，遠距離的旅行成為必要。在羅盤出現以前，要戰勝離海岸很遠的大海空間，只有借助於天體，觀察天體就能協助航行者得到自己所需要的方向，就能在大海中確定自己的位置。久而久之，人們對簡單的觀測感到不夠，他們開始研究天球，研究天體運動的規律性，進行愈準確的天文觀測和計算。

天文學的發展，使得人們有可能科學地去確定地球的形狀和面積，然後在此基礎上繪制地圖，這些地圖對於在陸上或在海洋里作長途旅行的人們是必需的。

在現代，天文學乃是最重要的一種工具，在它的幫助下，我們認識了自然界的各種不同的現象。在天文台，經常地進行着天球的觀測，對不同的天體運動進行測量，這些觀測結果在修正之後，便被使用在不同的科學和技術部門。借助於實用天文學，我們解決了一些問題，如果不解決這些問題的話，現代社會的正常生活就不堪設想了。

* 見恩格斯：“自然辯證法”人民出版社1955年版 第149頁。

譬如，观测天体的运动，能够准确地确定时间，及准确地校对钟表。

在苏联，莫斯科的史登堡天文研究所时辰站执行着这个工作，他们系统地进行着天体的观测，根据天体的位置，确定和维持时间的精确度到 0.001 秒。

在一定的时间里，按照准确时间的信号，由研究所播送到无线电台，再广播到全国去校对钟表。

钟表指针正确性的校对，已成为人们的日常生活习惯，如果现在没有正确时间的根据，那就是不堪设想的了。

人类需要时间准确性的程度是不同的。工人、机关工作者、集体农庄庄员，在他们日常生活中，需要时间的精确度到 1—2 分；对于航空、航海的领航，需要时间的精确度到几秒；对于大地测量工作来说，需要时间的精确度到百分之一秒。

在军事中，实用天文学具有特别重大的意义。每一个苏军战士都应当学会根据太阳、月亮、大熊星座和北极星判定出东西南北的方位，目测出时间和方向。

譬如，在砲兵里，为了确定射击目标的准确方向，非常成功地利用了天体位置的测量。

实用天文学在航海和航空中具有特别重大的用途，这里它被划分为独立的科学部门：“航海天文学”和“航空天文学”。航空天文学——它是新兴的科学，是在航海中运用天体的几百年的经验基础上产生和发展起来的。

航空天文学从航海天文学中接受了天文航行规定的基本方法，为了适合飞机航行的条件，将这些方法作了适当的修改。

在航空中是与航海中一样的，最重要是善于在飞行的任何时刻确定出自己所在的位置。

位于离岸很远的大洋中的海船，为了能够正确地获得开往指定地点的航向，那就必须准确地知道自己的位置，飞机——它是空

中的船舶，當它作遠距離飛行時，有時飛在看不到陸地時候，為了正確而及時地飛到指定地點，那也就必須要正確地確定出自己所處的位置。

根據天體去確定海船或飛機的位置，是航海和航空天文學的基本任務之一。

這些確定方向的方法和工具，是由數個世紀長時間的積累而成的。

古代希臘的航海者已經運用了根據天體確定海船位置的最簡單的和極不精確的方法。以後天文的儀器和方法逐漸被人們改善，特別是在十五、十六兩世紀偉大的地理發現時代，全世界的海船都開始從事於前所未有的大海航行。

隨着磁羅盤的出現，天文學對航海領航來說，並未失去其作用，因為磁羅盤讀數的精確性是隨着一些難以估計的誤差而改變着的。在1492年發現美洲的著名航海家哥倫布，在指出磁羅盤工作的可靠性時說過：“唯一的毫無錯誤的航海計算，就是天文的計算；誰知道天象，誰就是幸運者”。

在1819年，俄國的航海者到了人所未知的陸地附近，根據天體確定了他們的所在地，因而發現了世界上新的部分——南極洲。

上世紀的中葉，在航海領航幾世紀以來所積累的經驗基礎上，發現了確定位於大洋中海船位置的精確方法。這方面的偉大功勳是屬於俄國的學者和航海家：羅蒙諾索夫（Ломоносов）、舒伯特（Шуберт）、里特卡（Литка）、阿基莫夫（Акимов）等人。

1849年，海軍領航員單事學校的一位黑海海員米海依爾·阿歷克山大諾維奇·阿基莫夫中尉發表了一篇文章，他在文內提出了還在1839年就已研究出來的、完全新穎的、較為完善的根據天體確定海船位置的方法。

這個方法與美國商船船長桑聶爾所提出的方法相比較，要簡單方便得多。

根据桑森尔的方法，位置線也就是觀測者所在的路線，是根据認為近似的兩点来确定的，这近似的兩点或称为計算的經緯度。而阿基莫夫所提出的決定位置線的方法，是根据計算的点和天体的方位角。这个方法大大地減少了計算，並且得出的結果也很好。

阿基莫夫的方法迅速地為全世界的海員們所接受，並且在航海中成功地運用着。只有保守的英國海軍將校們，才繼續運用着那種陳旧的、分開來確定一個位置經緯度的繁重方法。根據舊法，通常是在中午根據太陽去確定緯度，在晚上或早晨確定經度。當然，在確定海船的真正位置時，用這樣的分開時間的確定坐標法，將會發生大的錯誤的。

在1864年，在阿基莫夫發表文章後的15年，英國的海軍軍官約翰遜以簡單的形式發表了阿基莫夫的方法，但是他並未提到真正發明者的姓名，而把這個方法偽稱是由自己所發現。這樣就直到今天，英國的教科書仍舊把阿基莫夫的方法命名為約翰遜法。

在現代，按照垂直計算出的天體方位角*而定出的位置線是天文學在航海和航空中實際應用的基礎。正因為這樣，所以至今阿基莫夫的方法仍為全世界航空航海的首航員們所運用。

現在，這個方法已經大加改善。蘇聯的首航員和天文學家Н. 加里金 (Калитин)、А. 沃羅霍夫 (Волохов)、В. 維特琴根 (Ветчинкин)、П. 古德利亞夫切夫 (Кудрявцев)、Л. 謝爾格葉夫 (Сергеев)、Р. 古尼茨基 (Гуницкий)、И. 容戈洛維奇 (Жонголович) 等人研究出了新的天文學用表，和位置線的計算法。

因此，海船或飛機的天文位置線構成的方法，在現代的概念里乃是集體勞動的成果；其中傑出的俄國學者和首航員的工作起着主要的作用，而阿基莫夫應該居首位。

蘇聯和全世界的飛行員們及海員們應當知道：現在所應用的

* 此處按原文譯，恐系“方位線”之誤——譯者注。

根据計算点和天体方位角構成位置線的方法,不应归功於桑聶尔和約翰遜,而应归功於俄国領航員阿基莫夫。“桑聶尔線”和“約翰遜法”的称呼是不符合实际的。

苏联的航空領航員們接受了自己海上同志航海的优良方法,並且不断地改善了它們。

世界上第一次确定气球在空中位置的天文測量法实验,是在1897至1898年由俄国航空家进行的。

同样,在飞机上应用天文仪器,也是俄国飛行員最初开始的;还在1913至1916年,重型飞机“依里亞·姆罗米茨”(Илья Муромец)式和“俄罗斯勇士”(Русский Витязь)式在長途飞行时就运用了它們。在这方面,远远地超过了外国的航空事業。

在偉大的十月社会革命以后,特别是在斯大林五年計劃的年代里,航空天文学开始有了飞速的發展。

在1936年至1937年,根据斯大林拟定的航線,在經過北極的英勇飞行里,苏联勇敢的領航員們善於运用各种最新的飞行領航的技术工具,卓越地完成了最复杂的飞行。

在这些飞行里,天文仪器的运用起着特别重要的作用,因为在高緯度北極地帶飞行的条件下,为了飞行領航的目的,只有利用天体,才可能經常具有决定自己所在的位置的根据,才能够可靠地确定和保持其飞行的方向。

苏联傑出的軍事領航員 А. В. 別利雅科夫(Беляков)、С. А. 达尼林(Данилин)、И. Т. 斯比林(Спирин)、Б. В. 斯捷尔里戈夫(Стерлигов)和著名的領航員 В. И. 阿克庫拉托夫(Аккуратов)等人,由於具有航空天文学的深刻知識,並能於飞行中巧妙地运用它們,因而在飞行領航事業中达到了巨大的成就。

在我們的时代里,航空技术的發展,具有空前未有的規模,那是与党和斯大林同志本人都極端重視我国科学和技术的发展分不开的。現代苏联的飞行領航天文仪器,保证了飞行的高度准确性

和安全性。它們能够解决飞行中两个基本的领航任务：确定飞机的位置，确定飞行中的航向。

天文飞行领航的方法与别的航行方法比較有很大的区别，它在飞行领航中最宝贵的优点是：这些仪器結構簡單、使用方便，而仪器的工作是离开陆地和地面設備而独立进行的。

完成飞行领航任务的天文方法，是以天体运动規律的知識，来測量天体位置及与之相应的领航計算的知識作为基础的。因此，对于每一个领航員来说，除了具有天文方法的知識和善于应用它們而外，十分重要的是还必须知道星空，了解天体运动的实质，并且善于在飞行中对得到的这种或那种航行要素进行計算。

基本的教科書——星空——經常地出現在每个研究天文学的人的眼前，常常地观测它吧！常常地讀这本偉大的自然教科書吧！

第一章 天 球

为了飞行领航的目的,利用的天体是有限的;白天是太陽,有时是月亮;夜里是月亮和較亮的行星及恆星。航空用的亮星是:北極星、織女、五車二、大角、南河三、河鼓二、參宿四、畢宿五、角宿一、天津四、軒轅十四、玉衡及壁宿二。較亮的行星是:火星、木星、土星、金星。

飞行在緯度 14° 至 28° 时,还能利用恆星參宿七、心宿二、北河三及北落师門。

通常在同一時間,用一个或兩個天体的位置来与飞机相比較,可以給出确定航行要素的最大准确性,並且也是在那种飞行条件下进行测量的最方便的方法。

在天空找出太陽和月亮是不困难的。至於要找到恆星和行星,就必須善於在星空中确定方向。

§ 1. 星 空

我們感觉星空的形式好像一个倒悬在我們上面的圓頂,在那里一切恆星彼此之間是不动的。由可見的恆星所構成的圓頂狀星空或天球,是繞着称为天軸的軸而旋轉的,这个軸平行地通过地球的旋轉軸*。

天球的旋轉所表現的現象,实际上是我們的錯覺。事实上是地球在繞着它的旋轉軸旋轉,我們隨地球旋轉,才覺得星空在旋轉。不管是星空旋轉或是地球旋轉,对飞行领航的目的來說,是沒

* 天軸也可以認為是地球旋轉軸的延長部分。因为地球的大小与最近恆星的距离比較,小到可以略去——譯者註。

有关系的。因此，为了叙述的简便，今后我们将认为天空是在旋转着的。天球每一日旋转一整周。

我们同样似乎觉得：一切恒星距我们都很远，并且其距离也是相同的。事实上，由地球到各恒星的距离都很大，但是这些距离的大小是各不相同的。不过，对于飞行领航来说，恒星距离的大小不同，也是没有关系的，因为我们使用的不是对恒星的距离，而是使用角度变化的量。因此，我们将假定认为：一切恒星都好像位置在称为天球的内部表面上而绕着地球旋转。夜里，我们仔细观察天空，就会看出天空完全不是我们看第一眼时那样千篇一律的模样。我们要注意到：有些恒星较为明亮，另外一些较为苍白，天空的这一面是一幅恒星的图画，而另一面又是另一幅图画。

按照恒星的亮度可以把它们分成不同的星等。普通以比肉眼能见到亮度最弱的星还明亮一百倍的星称为一等星；亮度较差的星属于二等星，它们比一等星的亮度弱 2.5 倍；亮度更差的星属于三等星，它们比二等星的亮度弱 2.5 倍；以下类推。总之，凡是星等后一级的星，其亮度比前一级星的亮度弱 2.5 倍。能够用正常目力看见亮度最弱的星属于六等星。为了更准确地区分星的亮度，要用星等的分数表示，例如，北极星星等是 2.1，织女星是 0.1，玉衡星是 1.7 等等。星等数小于 1，或为负数时，那就属于更亮的星了。例如天狼星的星等为负 1.6。对正常目力的人来说，在地平线上能看到的星将近 3,000 颗。

如以星等表示天空中更明亮的其他天体，则太阳的星等为负 26.8，月亮（满月）负 12.6，金星负 4.3，火星负 2.8，木星负 2.5。整个的天空被划分为若干区（参看附录 6）。这些区称为星座。天空中的星座总共是 88 座。每个星座都有自己的名称。远在古代，人们就根据星体集团分布的轮廓形式给星座以各种名称。在这些不同的形式中，人们找到了与某些动物、物体或神话里的英雄相似的地方。这些名称一直保存到今天。

譬如，在古代星圖上的大熊星座是被描繪成一個熊的形式的（圖 1）。獵戶星座就像圖 2 所指出的那樣。在每一個星座里面的恆星都用希臘字母表示，而它們之中最亮的還有專有的名稱。

為了研究星空，必須要有一些尋找星體的方法。下面便是其中的一種方法。為了方便起見，在整個天球中將具有特征的明亮的星座和恆星劃分為三大區域。

在天空的第一個區域里，首先必須善於找出大熊星座。它由七顆明亮的恆星組成一個杓子的形式（圖 3）。

由於星空的旋轉，這個杓子的把柄有時指向左，有時指向右，有時向上，有時向下；有時這個杓子顛倒過來，那時候差不多是在

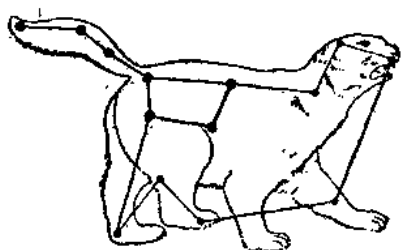


圖 1 大熊星座圖



圖 2 獵戶星座圖

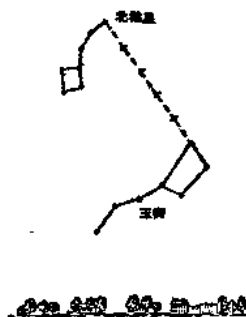


圖 3 大熊星座與北極星

頭頂上看到它*。

自杓柄末端起的第三顆星(玉衡)是航空星體。如果假想把與大熊星座杓柄相對的邊上兩顆星聯成一線到杓口,然後向上(杓口以上)延長這條線,則在約與原線長度相當於五倍的空間,我們就看到了北極星。北極星差不多位在天球北極點附近,因為它繞天軸的旋轉是在我們普通不能察覺中進行的,所以它能夠成為確定北方方向的可靠的方向標。北極星位於小熊星座內。這星座的形式也像一個杓子,只是範圍較小些;它是由亮度比大熊星座弱的七個恆星所組成的。如果延長大熊星座杓柄的另一想像的線,那末,在這條線上,我們就會看見位於牧夫星座內的亮星大角。如果再延長這條線,我們又會遇到位於室女星座內的亮星角宿一。

連結與北極星相對的大熊星座內杓子邊(鄰近玉衡星的)的兩顆星的連線並延長之,那末,我們就會找出第一個天空區域內最後的一個航空星體:位於獅子星座的軒轅十四。這個亮星位在這條線上,距大熊星座杓底的距離約為北極星至杓底距離的1.5倍(圖4)。

在第二個天空區域內,有明亮而美麗的獵戶星座,在它的大四角形的中央有三個並列的明星,稱為獵戶的腰

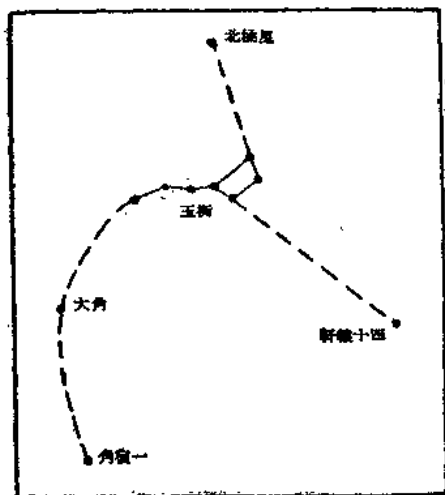


圖4 包括恆星玉衡、大角、角宿一及軒轅十四的天空區域

* 這是就蘇聯北部來說——譯者註。

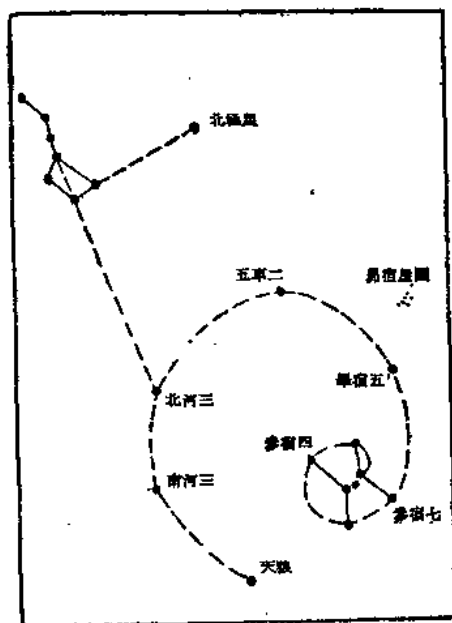


圖5 包括恆星參宿四、參宿七、畢宿五、五車二、北河三、南河三及天狼星的天空區域

帶。獵戶星座在冬天特別好看。這個星座內四角形的相對兩角，有兩個最亮的星——都是航空星體。這兩顆星中距北極星較近的一個稱為參宿四，距北極星較遠的一個稱為參宿七。從獵戶的腰帶出發，經過這星座四角各星的螺旋狀延長線上，我們將連續不斷地遇到幾個亮星：畢宿五、五車二、北河三、南河三及天空最亮的恆星天狼（圖5）。

第三個天空區域可以燦爛的恆星織女——作為特徵，這個星位在天琴星座內。

織女星在連結大熊星座內杓子邊的（靠近杓柄）兩顆中等恆星的直線的延長線上，位在恆星軒轅十四相對方向的一邊。

與織女一在一起的，是同星座內四顆光亮較弱的恆星，它們組成一個小的平行四邊形。

十字架形式的天鵝星座緊鄰着天琴星座，亮星天津四位在這個十字架的頂端。

類似飛機形式的天鷹星座中，並列着三顆恆星，這三顆星中間的最亮的一顆星是河鼓二（牛郎）；它與織女一和天津四組成一個大致的等腰三角形。把大熊星座外杓子邊（不連杓柄的邊上）兩星連線延長，光經過北極星，以後就延伸到距這些星座不遠處大致是