

辽宁科协 资助
LIAONINGKEXIEZIZHU

看星星

辨方向 算时间

江厚 编著



辽宁科学技术出版社
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

看星星 辨方向 算时间

江厚 编著

辽宁科学技术出版社

沈 阳

© 2012 江厚

图书在版编目(CIP)数据

看星星 辨方向 算时间 / 江厚编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2012.7

ISBN 978-7-5381-7572-1

I. ①看… II. ①江… III. ①天文学—青年读物
IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第144948号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140 mm×203 mm

印 张: 4.5

字 数: 110千字

印 数: 1~3000

出版时间: 2012年7月第1版

印刷时间: 2012年7月第1次印刷

责任编辑: 李伟民 郑 红

特邀编辑: 王奉安

封面设计: 嵘 嵘

责任校对: 栗 勇

书 号: ISBN 978-7-5381-7572-1

定 价: 11.00元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

目 录

开头的话·····	1
一、地球和天球·····	3
1. 地球上的点、线、圈·····	3
2. 天球上的点、线、圈·····	7
二、方向和方位角, 时间和时刻·····	12
1. 方向和方位·····	12
2. 时间和时刻·····	16
三、利用太阳判定方向和时刻·····	24
1. 太阳及其能量来源·····	24
2. 日出于东而没于西·····	26
3. 日中为南, 立杆测影确定南北·····	28
4. 立杆测影确定经纬度·····	30
5. 手表定方向·····	32
6. 日晷定时刻·····	34
7. 真太阳时(视时)、平太阳时(平时)·····	36
8. 地方时、标准时、北京时·····	42
9. 日出、日没时刻的计算·····	49
10. 晨昏蒙影(暮曙光)和白夜·····	52
四、利用月亮判定方向和时刻·····	56
1. 月球的概况·····	57
2. 月球的运动与月相·····	59
3. 月相与我国的农历历法·····	64
4. 月相与方向、时刻·····	67
5. 利用月相计算出方向和时刻·····	72
6. 二十四节气和干支纪时法简介·····	75

五、利用恒星判定方向和时刻	81
1. 宇宙和天体	81
2. 恒星、行星、星座	84
3. 星图	90
4. 北极星和真北方	93
5. 根据恒星时计算方向	97
6. 根据恒星时计算时刻	102
7. 北斗星钟	107
8. 星盘测时	112
六、利用行星判定方向和时刻	115
1. 行星的分类	116
2. 行星运动的基本特性、黄道带	118
3. 星空中行星运行的规律	120
4. 行星出没与方向和时刻	125
七、尾 声	126
八、附 录	128

开头的话

太阳落山，群星闪烁。仰望夜空，那一颗颗明亮的星星好像钉在漆黑的夜幕上。

勤于思索，勤于探讨问题是人类固有的天性和习惯。大概从童年起就是这样的。面对夜空，头脑里总是有许多问题，向父母，向身边的好朋友提了出来，甚至刨根问底，弄个究竟。

夜幕黑漆漆的，你能判断方向和时间吗？你外出旅行，走在密密麻麻的大森林里，走在高楼林立、壁垒层层的大城市里，走在无边无际的戈壁沙漠中，漂泊在水天一色的茫茫海洋上，走在远离家乡、远离城市、杳无人烟的山区旷野里，能够辨别方向和时间吗？一连串的问题需要我们解答。其实，当你迷了路，利用粗大的树木，看看古老的庙宇和古老的民居是可以大致辨别方向的，也还可以利用你手中的手表。不过，利用天空上的日月星辰来判断方向和时间才是准确的。你看：西南方天空，那半个明晃晃的月亮，正在向我们微笑，挂在头顶的那颗璀璨的织女星，明亮的牵牛星，闪烁在北方夜空的北极星，西南方低空又亮又红的大火（心宿二）以及以大火为蝎子头弯曲排列成像一只大蝎子的天蝎座，正在向我们眨眼。它们高悬着、照耀着、闪烁着，陪伴着我们，都好像在向我们述说着什么。

方向，时间；时间，方向。这是我们日常生活、旅游、工作中经常碰到的问题，尽管有许多人都不在意。利用指北针，当然可以辨别方向。但是，走到磁铁矿区、磁场异常区，或者太阳活动强烈时地磁场受到强烈干扰，指北针就不灵了，会发生持久而剧烈的震颤，抖动不停，就不能正确指示方向了。依靠钟表当然可以掌握准确时间，但是，身边若无钟表，或钟表

出了毛病，该怎么办呢。

事实上，人类远古的祖先为了狩猎、游牧、农耕、航海、迁徙以及征伐、战争等军事活动的需要，早就学会了观察日月星辰的运行，来确定时辰、辨别方向了。而且在这方面，中国有许多独特的创造，至今仍流传于世界。

为了观察日月星辰，判定方向和时间，首先需要掌握一些预备知识，比如关于地球和天球，关于方向和时间知识。接着再进一步谈谈怎样利用太阳、月亮、恒星、行星来判断方向和时间的问题。

一、地球和天球

我们知道，人们赖以生存的地球是近似圆球状的。为了辨别时间、方向和自己所处的位置，我国自古以来就有“日出而作，日入而息”、“鸡鸣三更”、“黎明即起，黄昏掌灯”、“日头当顶歇晌，日头落山收工”、“日出于东而没于西”、“日中为南”、“夕阳西下，皓月东升”、“斗柄朝东，天下皆春；斗柄朝南，天下皆夏；斗柄朝西，天下皆秋；斗柄朝北，天下皆冬”……的说法。这仅仅是粗略的估计。若比较准确地判断方向和时间，还是要有科学的方法。

为了能够准确地掌握利用日月星辰判断方向和时间的方法，应当首先掌握地球上一些主要的点、线和圈。

1. 地球上的点、线、圈

地理事物、地理信息所在的位置往往用地理坐标来表示。这就是平常说的用经度、纬度表示地面某一点位置。地理坐标的实质就是表示某一点对于地球表面特定的点或线的方向和距离。为此首先要知道地球上一些重要的点、线、圈。

人们知道，地球是一个两极稍扁、赤道略鼓的不规则的旋转椭球体。为了简化，一般都假定它是一个标准的绕轴自转的正球体。

地球是绕轴自转不息的，这个轴就叫地轴。地轴同地表面相交的两点就是地球的两极：北极（N）、南极（S）。在北极点上四周皆为南，在南极点上四周皆为北。在极点上不分东、西。平分地轴的中心点就是地心（O）。通过地心且垂直于地轴的平面叫赤道面。赤道面与地球表面相交的大圆圈叫赤道。赤道把地球分为北半球和南半球。中国在北半球。

如果把地球仪沿地轴切开, 可以看到, 这个通过地轴的平面和地球表面相交成一个大圆, 这个大圆就是经线圈。一切经线圈都通过地球两极。每一个经线圈都被南北两极等分成2个 180° 的半圆。这样的半圆就叫经线, 也叫子午线。各条经线都是等长的半圆形, 其长度约为20 037.5 km。所有经线都交汇于南北两极。各条经线都不平行。2条相对的经线构成一个大圆, 就是前面说的经线圈。任何一条经线都代表地球上真正的南北方向, 北极是正北方向, 南极是正南方向。与经线垂直的方向就是东西方向(图1)。应当记住, 在同一条经线上, 纬度相差 1° 的水平距离约为111.3 km。

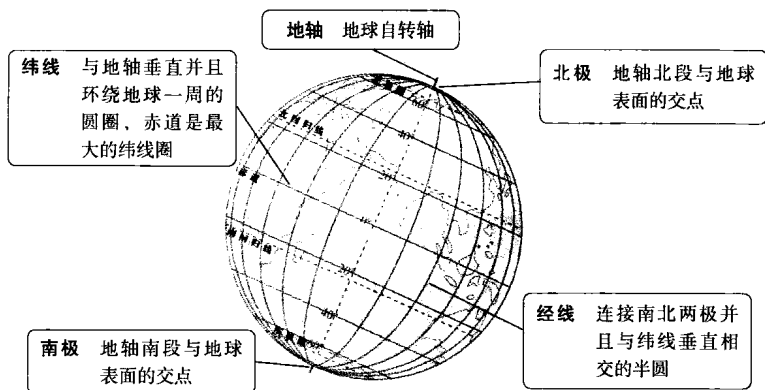


图1 地球上的经纬线

真实的地球表面上是没有经线和经线圈的, 只是人们为了方便在地球仪上设定的。因为可把地球看作是圆球状, 为度量方便起见, 1884年, 在华盛顿举行的国际子午线会议上决定, 采用英国伦敦格林尼治天文台原址埃里中星仪所在的子午线作为时间和经度计量的标准参考子午线, 把这条子午线定为 0° 经线, 称之为本初子午线, 或叫零子午线。图2中, 如果G是英国伦敦, 那么 $PGAP'$ 就是本初子午线。

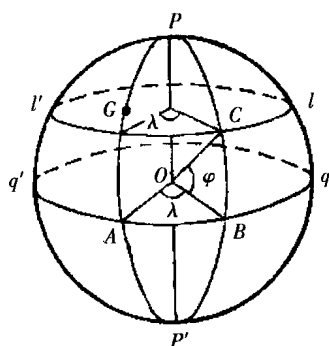


图2 地球上的基本点、线、圈

从本初子午线开始，向东划分 $0 \sim 180^\circ$ ，为东经度；向西划分 $0 \sim 180^\circ$ ，为西经度。如果你站在 0° 经线上，面向赤道方向，那么 0° 经线左边就是东，右边就是西，向东、向西各 180° ，合起来正好是 360° 的圆圈。向东称东经（E），向西称西经（W）。在 0° 和 180° 经线上不称东经或西经，不必标明E和W。本来通过 0° 和 180° 经线可以将地球等分为东西两半球。为了考虑一些国家的整体性而把东西半球的实际分界线定在西经 20° 和东经 160° 的海洋上。中国在东半球。

那么，什么是经度呢？对于经度的严格定义可以是这样，“地球上某点（C）的经度是该点所在的经线平面与本初子午线所在平面（即本初子午面 $PGAP'OP$ ）之间的夹角 λ ”。可见，经度是由一个二面角定出来的。沿东、西方向离开本初子午面的夹角越大，经度值就越大，反之越小。如，乌鲁木齐是 $87^\circ 37' E$ ，沈阳是 $123^\circ 26' E$ ，旧金山是 $122^\circ 26' W$ ，纽约是 $74^\circ 0' W$ ，等。

地球上与地轴相垂直的平面在地球表面相交所成的圆，就是纬线。所有纬线都是相互平行的，都指向东西方向，而且自成圆圈，称做纬线圈。赤道（ $qBAq'q$ ）是最大的纬线圈。由赤道向南向北，纬线圈的半径逐渐缩小，因此，越向两极纬线圈越小，到两极缩成一个点。在纬度为 φ 的纬线上，每一个经度

的纬线长度约为 $111.3 \cdot \cos\varphi$ km。赤道是通过球心垂直于地轴的平面和地球表面相交的大圆圈。赤道全长约 40 075 km，是地球上最长的纬线圈。它把所有的经线等分为 2 段，即这个大圆圈位于每条经线的中间位置，于是把赤道作为纬度的起算点，赤道就是零度纬线。它在地理坐标中起着横轴的作用。

关于纬度，可以这样来定义：地球上某一地点的纬度就是该点的铅垂线与赤道平面之间在地心的夹角 φ 。这个夹角越大，纬度就越高。比如新加坡 $1^{\circ}10' \text{ N}$ ，广州 $23^{\circ}07' \text{ N}$ ，哈尔滨 $45^{\circ}45' \text{ N}$ 。赤道上的纬度为 0° ，由赤道向两极各分为 90° 。赤道以北称北纬（N），赤道以南称南纬（S），南纬有时用负号表示，比如悉尼在 $-33^{\circ}53' \text{ S}$ 。北纬 90° 就是北极，南纬 90° 就是南极。在两极点上只有纬度（ 90° N 和 90° S ），没有经度，就是说在那里分不出东和西。

习惯上，将纬度 $0 \sim 30^{\circ}$ 地区叫低纬， $30 \sim 60^{\circ}$ 叫中纬， $60 \sim 90^{\circ}$ 叫高纬。中国大部分陆地在中纬度，小部分在低纬度。中国南海区域都属于低纬度。

由经线和纬线交织组成的网格就是经纬网。有了经纬网，就可进行空间定位，确定地球表面上任一地点的经纬度位置；给出了经度、纬度也可查出该处的地名和地理事物。经度和纬度都用度（ $^{\circ}$ ）、分（ $'$ ）、秒（ $''$ ）表示。例如，北京（ $39^{\circ}57' \text{ N}$ ， $116^{\circ}19' \text{ E}$ ）；沈阳（ $41^{\circ}46' \text{ N}$ ， $123^{\circ}26' \text{ E}$ ）。注意，标准写法是在括号内，先写纬度，后写经度，括号前冠以该地地名。阅读地图时要注意，有些地图上没有经纬网，而是用箭头表示北方，其相反方向就是南方，与其垂直方向就是东方和西方。

有了经纬网，可以判断方向：东经度增大的方向为东，反之则为西；西经度增大的方向为西，反之则为东。北纬度增大的方向为北，反之则为南；南纬度增大的方向为南，反之则为北。利用经纬网，还可以判断地区范围的大小、进行区时和地方时的计算、判断晨昏线位置。经纬网在国防、航海、航天航空、国土规划与开

发、工程施工以及其他各项事业上，都具有重要意义。

地球上的点、线、圈还比较容易理解，因为可以把它标绘在地球仪和地图上。可是，现在要利用天空中的日月星辰判断方向和时间，就不能不假想天上也存在一个类似地球的大球，也像地球仪上一样有点、线、圈。

2. 天球上的点、线、圈

夏季，一个星月皎洁的夜晚，如果来到一片旷野，特地来看星星。面向北方可以看到北斗七星，转向南方又可看到牛郎星和织女星，一出神话故事将浮现在眼前。

古人说，“天圆地方”。南北朝时的《敕勒歌》中不是有一句“天似穹庐，笼盖四野”吗？天像圆形的蒙古包，中间隆起，四面下垂，像个笼子盖住地上四方。如果你用手指在夜空中四周一划，可真有点像呢！那些闪烁的星星和明亮的月亮都漂浮在这座巨大的穹庐顶上。大约一个小时，你会发现天上的星星和月亮移动了位置，北斗斗柄原来朝东南，现在接近朝南了，织女星也偏西了。利用它们的位置及其变化可以较准确地判断出方向和时间来。

天像蒙古包的顶，仅仅是个想象，也是古代人、草原人对天空的朴素的认识。今天，我们仍然可以想象天空像个篮球的球皮，地球是篮球的球心，那么篮球的球皮所包围的天空部分就可看做是天球了。事实上正是这样，科学家们为简化研究星星的位置，就假想了一个类似地球的天球。地球的球心也是天球的球心。人们在这个天球内的地球上任何一个地方，总是看到天顶最高；平视四野，总是看到天地相连，好像一个巨大的球形天空笼罩住地球。太阳、月亮和其他天体（恒星、行星……）都镶嵌在它的内表面上，而观测者本身总觉得是处于它的中心。这个巨大的以地球为中心的球形天空，就叫做“天球”。

就是说，为了便于对天体位置和运动状况进行研究，人们

假想了一个以观测者为中心，无限大为半径的，内表面分布着各种各样天体的球面叫天球。实际上我们看到的在天体是在这个巨大圆球的球面上的投影位置。可见，天球是为了研究天体的位置和运动而引进的假想圆球。在天文学上，根据所选取的天球中心不同，可分为站心天球、地心天球、日心天球，各个天体日月星辰好像都分布在这个球面上，它们同地球上的观测者的距离都不相同。实际上，我们在观测日、月、星辰时一般是采用“站心天球”这个概念的。即以观测地点为中心，观测所能见到的天象。这时由于天体和观察者间的距离与观测者随地球在空间移动的距离相比要大得多，人的肉眼分辨不出天体的远近，所以看上去天体似乎都离我们一样远，仿佛散布在以观测者为中心的一个圆球的球面上。

我们也常常用到“地心天球”的概念，它是指以地心为球心的天球，通常所说的天球均为地心天球。由于位于地表面的观察者到地心的距离远远小于观察者到某颗恒星的距离，所以有时需要把站心天球和地心天球等同看待，统一于地心天球。

以下就依地心天球进行表述。为了说明某个天体的位置和运动状况，也是人为地规定了天球上的点、线、圈（图3）。天球是巨大的球，其半径无限远，直指宇宙深处。将地球的地轴无限延长就是天轴。

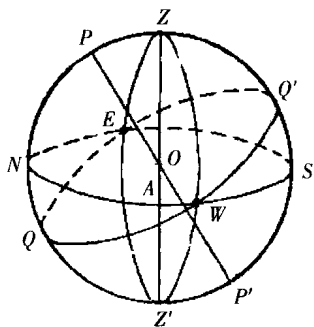


图3 天球上的基本点、线、圈

天轴与天球相交于两点，在北极上空的叫天北极 (P)；在南极上空的叫天南极 (P')。地球赤道无限扩展与天球相交的大圆圈，就叫天赤道 (QQ')。天北极、天南极、天赤道是天球上固定的基本点和圈。从观测者 A 点 (假定观测者 A 就在地心 O , A 、 O 合而为一) 作垂直线，向上延伸与天球相交的点，叫天顶 (Z)；向下延伸与天球相交的点，叫天底 (Z')。连接天球两极和观测者的天顶、天底的大圆圈，也叫子午圈 ($PZP'Z'P$)，是天球上的经圈。因为以天赤道为基本圈，有个“赤”字，因此这个子午圈也加个“赤”字，叫赤经圈。时间的迟早与它有关，所以也叫时圈。它是通过天北极、天南极且与天赤道垂直的大圆圈。

人们又规定：取春分点 (Y) (它在天赤道上，是太阳从南纬向北纬运动的路径与天赤道的交点，即升交点) 所在的赤经圈 PYP' 为主圈， Y 为原点 (图4)。

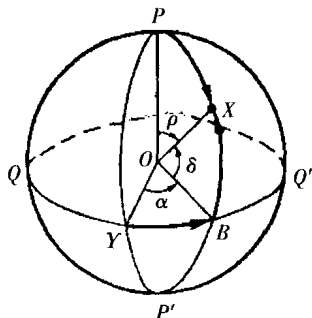


图4 赤道坐标系

某天体 X 所在的赤经圈平面与 Y 所在赤经圈 (即赤经 0°) 平面之间的夹角，就是天体 X 的赤经 (α)。所以赤经就是通过天球上的两极和某一天体的大圆在天赤道上相交的点与春分点之间的角距离。以春分点为赤经 0° ，从春分点开始沿着天赤道 (在北半球看) 按逆时针方向向东度量，其角度仍用 $0 \sim 360^\circ$ 表示。也可用时角表示法，即用 时、分、秒 表示。赤经 0° 为 0

时。一周 360° ，赤经为24时。赤经 120° 即8时。如织女星的赤经 279° ，用时角表示就是18时36分。同一时圈上的天体都有相同的赤经（时角）。

某天体 X 与天赤道之间的角度就是该天体 X 的赤纬（ δ ）。赤纬的度量从天赤道起算，向北至天北极为 $0\sim+90^\circ$ ，向南至天南极为 $0\sim-90^\circ$ 。有了赤经、赤纬的度量方法，那么任一天体（日、月、星辰）在天球上的位置就可以标定了；反之，给出了某一组赤经、赤纬值，就可以找出某天体在天空中的位置。

地球自转自西向东，人们看到恒星在天球上的视运动是自东向西。在地球上的人看来，由于天球每天自东向西旋转一周，天球上的恒星也围绕地球自东向西旋转一周。把恒星在天球上旋转一周（ 360° ）的时间，作为1个恒星日（23 h 56 min 4.1 s），是地球真正的自转周期。与1 d 24 h相差3 min 55.9 s。由此可粗略地认为恒星在天球上1 h自东向西运行的角速度为 15° ，每4 min 1° ，每1 min $15'$ ，每4 s $1'$ ，每1 s $15''$ 。记住这些简单的数字和概念对于将来计算方向和时刻是十分有用的。

北半球的人，夜间可以看到，星空的星辰围绕天北极逆时针做周日运动；南半球的人看到，星空的星辰围绕天南极顺时针做周日运动，这表示恒星星空每日绕轴旋转一周，带动所有天体每天呈现出东升西落的运动。这都是地球自西向东自转一周的反映。

恒星不恒。在茫茫宇宙中，恒星的移动是很快的。比如北斗七星现在是勺形，10万 a前是烙铁形，10万 a后是撮子把上折钩的铁撮子形。仅仅是因为恒星距我们非常遥远，在人们相邻几代的有生之年甚至几个世纪之间看来是相对静止而已。恒星在恒星际的相对位置稳定，就为我们利用它们在天球上的周日运动来判断方向和时间提供了方便。

专家们早已把恒星的赤经（ α ）、赤纬（ δ ）测算出来了，载入星表或天文年历，供人们使用。注意的是，由于恒星的运

动，它们在天球上的赤经、赤纬位置也有微小的变化，查看星表或天文年历时一定要看一下是哪一年的，最好使用最新测定的。

“二分”、“二至”和“四立”在天文学中有重要意义，它们是太阳回归运行和确立四季的标准时刻，应该知道它们在星空中的位置。就是说应当记住太阳经过“二分”、“二至”、“四立”点的时间及表示其位置的赤经 α_0 、赤纬 δ_0 值，如表1。

表1 二分、二至、四立的赤经赤纬

日 期	赤 经 α_0	赤 纬 δ_0
3月21日，春分	0°或 0时	0°
5月 5日，立夏	45°或 3时	+16°22′
6月22日，夏至	90°或 6时	+23°26′
8月 8日，立秋	135°或 9时	+16°18′
9月23日，秋分	180°或 12时	0°
11月 7日，立冬	225°或 15时	-16°24′
12月22日，冬至	270°或 18时	-23°26′
2月 4日，立春	315°或 21时	-16°23′

如果不求精确，可以认为：太阳的赤经每月变化约30°或时角2 h，每日变化约1°或时角4 min。

在天球上，尤其春分点的位置非常重要。为了学习天文知识，要经常看星空，把天球和实际星空对应起来，记住天空中那些重要的点、线、圈的位置是必要的。比如春分点、秋分点、夏至点、冬至点、天赤道、黄道、天北极的位置等。

掌握天球的概念对今后的应用十分有益。这是学习天文学的入门，犹如学习地理必须掌握地球上的经纬度一样重要。

宇宙间有那么多奥妙，这仅仅是个开头。应当下定决心努力学下去，直至独立地熟练地掌握利用日、月、星辰判断方向和时刻的具体方法。

二、方向和方位角，时间和时刻

方向和时间是最普通的问题，但是许多人搞不清方向弄不清时间，错过机会，因此而贻误了办某种事情的时机，遗憾百年是常有的。方向、时间看似小问题，里面却有大学问。我们这一讲就专门讲讲这个问题。

1. 方向和方位

绝大多数人都知道东西南北四个方向，可是到了一个新地方，尤其是到了一个新城市，眼花缭乱，走转了向，不知道哪边是南哪边是北的，大有人在。如果在漆黑的夜里能辨别方向吗？站在旷野的一个高山之上密林之中，站在四周高楼耸立钢筋水泥的壁垒中，能辨别方向吗？

夜晚，面对北极星，那就是面对北方，相反方向就是南方；右手方向是东方，左手方向是西方。看来，这是由北极星作参照物，作为北的标准而判断出来的。如果看不见北极星的夜间呢？如果是在艳阳高照的白天呢？或者白天又有浓密的云层遮住了太阳，或者细雨连绵的雨天呢？情况并不像想象的那么简单。

古代，把日出的地方叫东，日落的地方叫西，所以有“日出于东而没于西”的说法。有了东、西，当然就有“日中为南”了。人们把白天太阳的升落作为标准，而定出东南西北，这是古代人们对方向最粗浅的认识，最朴素的判断。“日中为南”是说太阳在上中天，即通过北极和天顶连线的延长线方向是南方。这时也就是太阳通过当地经线（子午线）的时刻，是一天中太阳离地面的角度最高的时刻，此时刻面向太阳的方向就是南方。这时太阳正处于日出、日没的中间位置，因为我国