

普通高等教育“九五”国家级重点教材

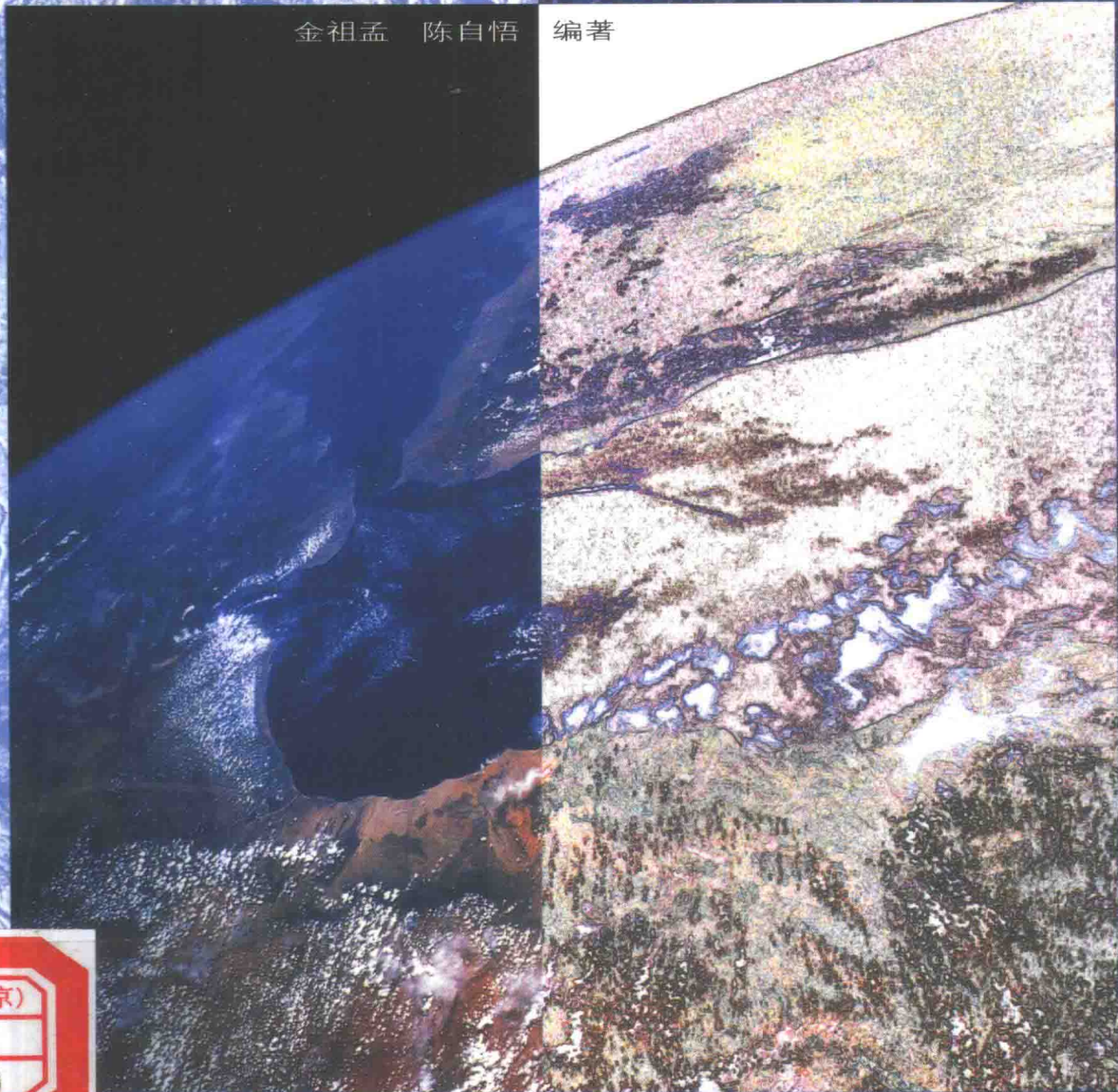
九五



地球

概论 (第三版)

金祖孟 陈自悟 编著



学(北京)

3
(3)

高等教育出版社

高等学校教材

地球概论

(第三版)

金祖孟 原著

陈自悟 修订

高等教育出版社

内 容 简 介

《地球概论》是高等师范院校地理系的一门先行的基础课程。它的内容是关于行星地球的基础知识。它与相关后续课程不同的是:《地球概论》讲述的是地球的整体;而其它课程所讲的是关于地球的某一圈层,如地球的大气圈、水圈、岩石圈和生物圈。

《地球概论》的内容分为两个方面,即地球的天文学和地球的物理学。前者主要讲述地球的运动(自转和公转)及其地理意义(四季五带、历法和时间),以及地球和月球的关系(日月食与天文潮汐),这是本课程的重点所在;后者简要讲述地球的形状大小,内外结构以及它的物理性质。

地球的天文学还包括地球的宇宙环境。从远到近,由大及小,这部分普通天文学知识,被概括为恒星和星系,太阳和太阳系,月球和地月系。此外,为了地理定位和表示天体——特别是太阳和月球的视运动,《地球概论》首先要讲述的是地理坐标和天球坐标。

图书在版编目(CIP)数据

地球概论/陈自悟编著. — 3版. — 北京:高等教育出版社,1997(2001重印)
ISBN 7-04-005899-5

I. 地… II. 陈… III. 地球-概论 IV. P183

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 16280 号

出版发行	高等教育出版社		
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	邮政编号	100009
电 话	010-64054588	传 真	010-64014048
网 址	http://www.hep.edu.cn		
经 销	新华书店北京发行所		
排 版	高等教育出版社照排中心		
印 刷	天津新华印刷一厂	版 次	1978 年 3 月第 1 版
开 本	787×1092 1/16		1997 年 7 月第 3 版
印 张	13.5	印 次	2001 年 5 月第 6 次印刷
字 数	330 000	定 价	14.30 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

目 录

第一章 地理坐标与天球坐标	(1)	407 阴历	.....	(119)
第一节 地理坐标	(1)	408 阴阳历	.....	(120)
101 经线和纬线	..... (1)	409 阳历	.....	(124)
102 经度和纬度	..... (3)	第十节 时间	(127)	
第二节 天球坐标	(6)	410 时间和时间单位	.....	(127)
103 天球	..... (6)	411 钟表时刻与量时天体	.....	(129)
104 天球坐标	..... (12)	412 钟表时刻与地方经度	.....	(133)
第二章 地球的宇宙环境	(23)	第五章 地球和月球	(142)	
第三节 恒星和星系	(23)	第十一节 日食和月食	(142)	
201 恒星	..... (23)	501 日月食现象	.....	(142)
202 星系	..... (32)	502 日月食的规律性	.....	(145)
第四节 太阳和太阳系	(36)	第十二节 海洋天文潮汐	(151)	
203 太阳	..... (36)	503 潮汐现象	.....	(151)
204 太阳系	..... (43)	504 引潮力	.....	(153)
第五节 月球和地月系	(55)	505 海洋潮汐的规律性	.....	(156)
205 月球	..... (55)	506 潮汐作用	.....	(159)
206 地月系	..... (59)	第六章 地球的结构和物理性质	(161)	
第三章 地球的运动	(64)	第十三节 地球的形状和大小	(161)	
第六节 地球的自转	(64)	601 地球是一个球体	.....	(161)
301 地球自转及其证明	..... (64)	602 地球是一个扁球体	.....	(164)
302 地球自转的规律性	..... (66)	603 地球是一个不规则的扁球体	.....	(167)
303 地球自转的后果	..... (75)	第十四节 地球的结构	(168)	
第七节 地球的公转	(78)	604 地球的圈层结构	.....	(168)
304 地球公转及其证明	..... (78)	605 地球的表面结构	.....	(172)
305 地球公转的规律性	..... (84)	第十五节 地球内部的物理性质	(177)	
306 地球公转的后果	..... (87)	606 地球的磁性	.....	(177)
第四章 地球运动的地理意义	(94)	607 地球的质量和密度	.....	(182)
第八节 四季和五带	(94)	608 地球的重力和压力	.....	(184)
401 太阳的回归运动	..... (94)	609 地球内部的温度和热源	.....	(187)
402 昼夜长短	..... (98)	附录	(191)	
403 太阳高度	..... (107)	[一] 识星	.....	(191)
404 地球上的四季	..... (112)	[二] 牛顿修正开普勒第三定律	.....	(199)
405 地球上的五带	..... (115)	[三] 球面三角法简介	.....	(200)
第九节 历法	(118)	表一 天文数据	.....	(203)
406 历法概说	..... (118)	表二 经线和纬线的弧长	.....	(204)

表三 冬夏二至的昼夜长短	(204)	主要参考书	(206)
表四 我国主要城市的经纬度表	(204)	修订后记.....	(207)

第一章 地理坐标与天球坐标

第一节 地理坐标

101 经线和纬线

§ 101-1 地球上的经线和纬线

大地是一个球体,称为**地球**。作为太阳系九大行星成员之一,地球环绕中心天体太阳运动,同时绕轴自转。地球的自转轴叫**地轴**。地轴通过地心,它同地面相交的两个端点,是地球的两极,分别叫**北极**和**南极**。

为了地理定位的需要,人们设置地理坐标系。我们知道,二直线相交于一点,点的位置可以用纵横两线相交来确定。举例来说,人们凭入场券上的几排几座,就能在剧场里找到自己的座位。根据这个道理,人们在地球上划分许多纵横交叉的线——**经线**和**纬线**。

按中文意思,纬线意即横线,经线则是竖线。平面上的直线,到了球面上就成了弧线。所以,纬线和经线都是地球上大大小小的圆。在几何上,任何圆都代表一定的平面,因此,球面上的圆,都可以看作一定的平面同球面的截割线。纬线与经线的差异,在于各自平面同地轴的关系:前者垂直于地轴,后者则通过地轴(图 1-1)。

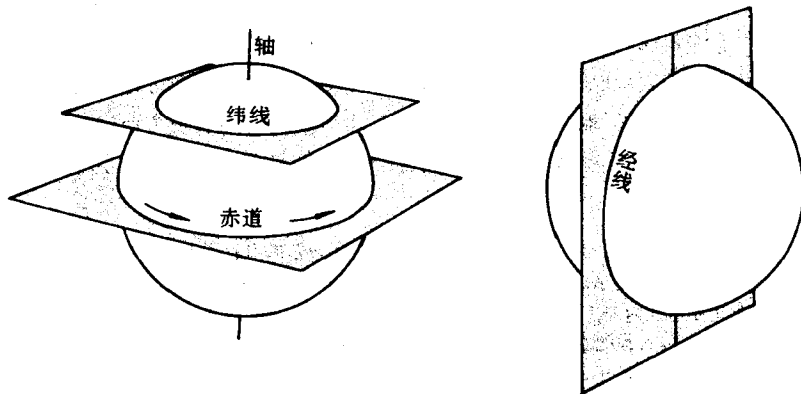


图 1-1 纬线和经线

纬线平面垂直于地轴,经线平面都通过地轴。

一切垂直于地轴的平面同地面相割而成的圆,都是纬线。所有纬线互相平行(它的西名 par-

lallel,意即平行线),大小不等。其中,垂直于地轴,且通过地心的平面同地面相割而成的圆,是纬线中的唯一大圆,名叫赤道*。赤道分地球为南北两半球,是地理坐标系的横轴。

一切通过地轴(也必通过地心)的平面同地面相割而成的圆,都是经圈。所有经圈都是大圆,因而有同样的大小。它们都在南北两极相交,并被等分为二个半圆,这样的半圆叫经线。其中,通过英国伦敦格林尼治天文台的那条经线,被公认为本初子午线**,即0°经线。它是地理坐标系的纵轴。

经线和纬线处处相交。每一条经线通过所有的纬线;每一条纬线也通过所有的经线,而且相互垂直。地球上每一地点,都可以看成特定的经线和纬线的交点,从而确定它们的地理位置。

§ 101-2 地球上的方向和距离

地球上的方向,通常是指地平方向。地平圈上的东南西北四正点,代表地平方向的东南西北四正向。我国古代用十二地支(子丑寅卯……戌亥)表示地平方向,其中的子午和卯酉,分别就是南北和东西向(图1-2)。

在地球上,经线就是南北线(故经线也叫子午线)。所有经线都相交于南北两极,向北就是向北极,向南就是向南极。南北两极是世界的二个顶端,它们分别是南北方向的终点,同时又是二者的起点。北极是向南的起点,那里的四面八方都朝南,没有别的方向;南极则是向北的起点,与北极情形相反。因此,南北方向是有限方向,有其起始和终极。

东西线垂直于南北线,因而纬线(垂直于经线)的方向,就是东西方向。纬线都是整圆,没有起点和终点,因而东西方向是无限方向。一地如位于另一地的东方,它也必定位于该地的西方。当年哥伦布和麦哲伦等人都是向西航行,可他们的目的地却是东方!因为两地互为东西,所以,西行可以东达。但是,实际上人们总是采取两地之间的最短距离,即取圆的劣弧来定东西。任何地点不是位于另一地点的东方,就是位于它的西方,不能两者兼而有之。这样,两地之间,理论上是亦东亦西,实际上则是非东即西。

我国中原地区位于北回归线以北,太阳上中天为南中***,因此,我国古时把正南方定义为正午太阳所在的方向,而把日出和日没方向视为东西方向。由此看来,地球上的方向,是同它的自转相联系的。人们常说,地球向东自转;事实上,正是把地球自转的方向定为向东。旋转方向通常是按顺时针的方向来表述的。然而,在这样做的时候,观测者必须明确,他是立足在哪个半球来观测地球自转的。在

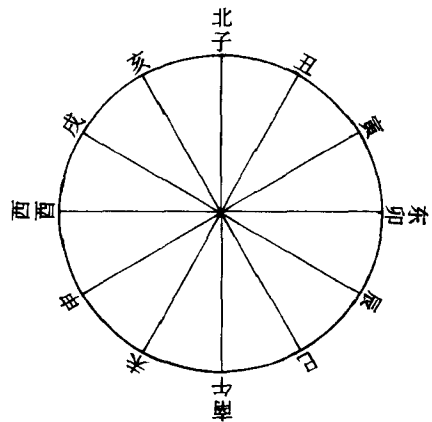


图 1-2 十二支表示地平方向。其中,子午表示南北;卯酉表示东西

* 赤道是地球的大圆。它的西名 Equator,意为“等分者”,它把地球等分为南北两半球。世界上有两个以赤道命名的国家:一个是南美洲号称“赤道之国”的厄瓜多尔。这个名称是西班牙语“赤道”一词的音译。它的首府基多,地处赤道附近,有“世界中心”之称。另一个是西非的赤道几内亚。它的面积很小,事实上,赤道并不经过这个国家。

** 格林尼治原是英国首都伦敦东南郊泰晤士河畔的一个港口要塞。1884年,在华盛顿举行的国际经度会议决定,以通过格林尼治天文台主要子午仪的那条经线为本初子午线。从此,格林尼治天文台成了经度和时间的基准。在此以前,许多国家都曾以通过各自首都的经线为本初子午线,而没有全球统一的本初子午线。

格林尼治天文台是英国皇家天文台,建于1675年,后因城市工业发展,环境污染,给天文观测带来困难。格林尼治天文台于1948年迁出伦敦,移至60英里外的赫斯特蒙镇,原址被辟为博物馆。现在,格林尼治已没有皇家天文台,但那里仍然是经度和时间的基准点。

*** 天体在周日视运动中,当它越过观测者子午圈的瞬间,叫中天。天体在一日内有二次中天,其中离天顶较近的一次叫上中天,这时,它的地平高度最大;离天顶较远的一次叫下中天。

北极上空看起来,地球是以逆时针方向自转的;而在南极上空看起来,则是顺时针方向自转(图 1-3)。这样的方向叫做向东,与此相反的方向便是向西。

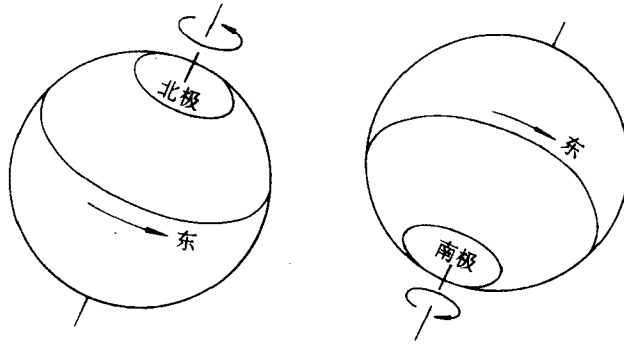


图 1-3 地球自转方向——向东。在北半球看,呈逆时针方向;
在南半球看,则为顺时针方向

地球是一个球体。在球面上,两点间的最短距离,是通过它们的大圆弧线。因此,求地面上两点之间的最短距离,首先是它的角距离,然后把角距离换算为线距离。在这种情形下,为度量地面上两点之间的线距离,要求所采用的长度单位同角度单位之间,最好有一种简单的换算关系。这样的长度单位,在近代自然科学精确测定地球的形状和大小之后,相继出现了。

在远洋航行中,航海家们常用球面三角法推算两点间的角距离。为了由角距离换算为直线距离的方便,人们创造了一种新型的长度单位——海里(n mile)。是经线 1 分的弧长。这样,地面上两地间距离的弧分值,等于其长度的海里数。采用这样的单位,经线的全长为 60 海里 \times 180 = 10 800 海里;赤道周长为 60 海里 \times 360 = 21 600 海里。

公里(Km)本来也是这样的长度单位。按照法国人原来的设想,地球全周分 400°,每度分成 100′,每分的弧长就是 1Km(=0.621n mile)。因此,地球的周长,论角度是 400°或 40 000′,论线距离是 40 000Km。每度折合 100Km,1Km 折合 1′,是周长的 1/40 000。这个办法也是十分完美的。后来,分全周为 400°的制度没能流传下来,作为长度单位的公里,却在全世界通行。这才形成经线 1°为 $\frac{40,000}{360} = 111.1\text{Km}$ 的情况。这是一个有用且容易记住的数字。

我国的华里也属于同样的情形。1 华里是指经线 1°之长的 1/200,即地球周长的 1/80 000。

总之,所有这些单位的定义,都把长度单位与角度单位直接联系起来,因为地球是一个球体,地面上两点间的距离首先是角距离。

102 经度和纬度

地球上有众多的经线和纬线,需要给每一条经线和纬线命名,以示互相区别。最简单的命名方式是编号。事实上,只有极少数的经线和纬线具有专名。除本初子午线、赤道、南北回归线和南北极圈外,其余所有的经线和纬线,都是采用编号的方式命名;而这种“编号”是按一个特定的角度大小为序,故称经度和纬度。按通俗意义说,本初子午线(0°经线)就是头号经线(它的西名 prime meridian 也含有这个意思);北纬 30°线,就是赤道以北第 30 号那条纬线……余类推。

§ 102-1 经度和纬度

在立体几何上,纬度是一种线面角,即直线同平面的交角。其中的面指赤道面,线指本地的

法线。本地法线同赤道面的交角,就是所在地的纬度。纬度在本地经线上度量,赤道面是起始面,所在地是终止点。由于赤道把地球分成南北两半球,纬度向南北两个方向度量:赤道以北叫**北纬**(以字母 N 表示);赤道以南叫**南纬**(以字母 S 表示)。南、北纬各从 0° — 90° 。人们通常以南、北纬 30° 和 60° 为界,把纬度分成低纬、中纬和高纬三段。但这种划分是相对的,没有严格的地理意义。综合上述纬度的南北方向和角度大小的两个方面,我们可以说,一地的纬度,就是这个地点相对于赤道面的南北方向和角距离,体现这一量度的是从赤道到所在地的一段经线(图 1-4)。

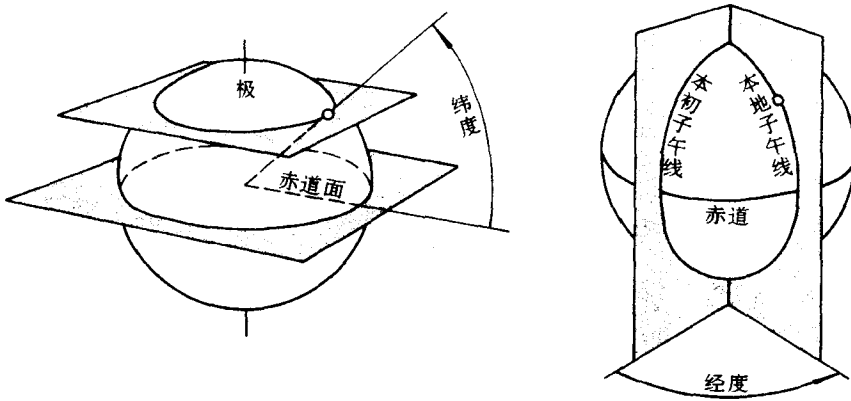


图 1-4 纬度和经度

纬度是线面角,即本地法线同赤道平面的交角;经度是两面角,即本地子午面与本初子午面的夹角。

值得指出的是,如果把地球当作一个正球体,那么,本地法线同时又是该地的地球半径,纬度既是地面上经线的弧段,又是地球的球心角。实际上,地球是一个两极稍扁的扁球体,地面法线与地球半径并不重合。地理上所强调的是地面法线和经线弧的度数,而不是地球半径和它的球心角(详见 § 602-3)。

经度是一种两面角:一个是本地子午线平面,另一个是本初子午线平面。两个平面的夹角,即为本地经度。经度通常在赤道上度量(也可以在所在地的纬线上度量),起始面是本初子午面,终止面是本地子午面。在赤道上度量经度是更为方便的,因为赤道是纬线中的唯一大圆,它使经度的度量不但有全球共同的起始面,而且有全球共同的起始点。这个点就是赤道与本初子午线的交点,即地理坐标系的原点。经度自原点起向东西两个方向度量:本初子午线以东叫**东经**(以字母 E 表示),本初子午线以西叫**西经**(以字母 W 表示),东西经各从 0° — 180° 。综合上述经度的东西方向和角度的大小,我们可以说,一地的经度,就是这个地点所在的子午面,相对于本初子午面的东西方向和角距离,体现这一量度的是这两个平面在赤道上截取的一段弧(图 1-4)。

经线都是大圆,所以,纬度的间隔大体上相同,每 1° 约为 111Km。同一经度的两地,根据它们的纬度差,就能估算它们之间的距离。纬线除赤道外,其余都是大小不等的小圆,因此,经度的间隔随纬度增高而减小(图 1-5)。具体地说,它与纬度的余弦成反比。例如,在南北纬 60° ,经度的间隔是赤道的一半(参见附录表一)。

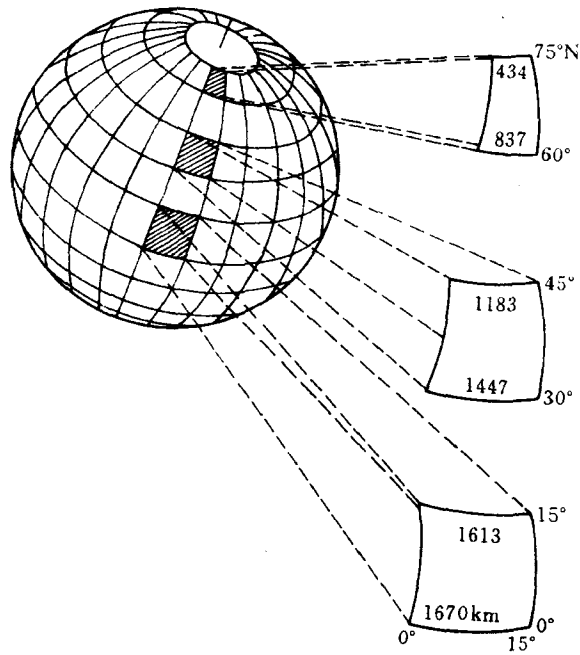


图 1-5 经线的间隔随纬度增大而减小

§ 102-2 地理坐标

一地的纬度,表示该地相对于赤道的南北位置;一地的经度,则表示该地的子午面相对于本初子午面的东西位置。二者相结合,标志一个地点在地面上的特定位置,被叫做这个地点的**地理坐标**。度量全球各地的地理坐标,需要一个统一的制度,叫做地理坐标系。按照这样的制度,地面上同一个特定地点的地理坐标相联系的有三个大圆,它们就是赤道、本初子午线和本地子午线。赤道是纬度度量的自然起点所在,是地理坐标系的横轴;本初子午线是经度度量的人为起始所在,是地理坐标系的纵轴;二者的交点即为坐标系的原点。它们是坐标系的框架,都是一成不变的。本地子午线则随地点的不同,可以在本初子午线的东西两侧变动,而点在本子午线上的具体位置,则随地点的不同可以在赤道的南北两侧变动。通过这二种变动,同一坐标系可以用来表示地面上任何一个地点的地理位置。

地理上有一个约定俗成的规矩:在读取和书写地理坐标时,总是纬度在先,经度在后;数字在先,符号在后。例如,北京的地理坐标是:40°N,116°E。它表示,北京的地理位置在北纬 40°的那条纬线与东经 116°的那条经线的交会处。

用地理坐标系的纬度和经度来表示特定地点的地理位置,是一种科学的方法。它不但表示一个地点的位置,而且还表示各个地点之间的方向和距离。在大海上航行的船只和在天空中飞行的飞机,通过纬度和经度的测定,就可以确定它们在海上和空中的位置及航行的方向。

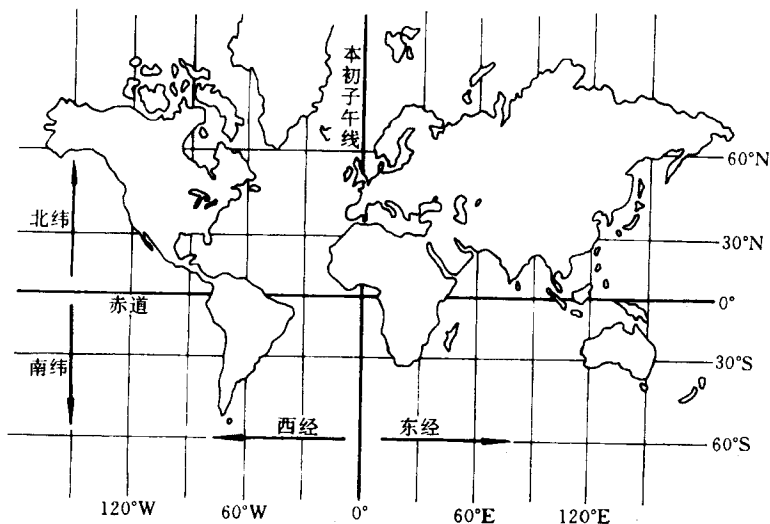


图 1-6 在墨卡托投影图上的经线和纬线。经线互相平行,纬线的间隔由赤道向两极增大,以致格陵兰岛比南美洲还大。如果把地面比作一座剧场,那么,北京便坐落在赤道以北第 40 排(40°N)和本初子午线以东 116 座(116°E)

复习与思考

- 什么是纬线和经线? 什么是纬度和经度? 它们有何区别与联系? 为什么纬线是整圆,而经线是半圆?
- 为什么南北方向是有限方向,而东西方向是无限方向? 怎样理解地面上两点间的东西方向既是理论上的“亦东亦西”,又是实际上的“非东即西”?

第二节 天球坐标

103 天球

§ 103-1 天球和天穹

天空呈球形,这是有目共睹的。众星列宿布满天空,对于这些极其遥远的天体,人眼无法分辨它们的相对远近,似乎是等距的。它们同观测者的关系,犹如球面上的点同球心的关系。既然天空看起来像个球面,人们就把广漠的宇宙当作球体看待,并把天体在天空中的视位置,当作它们的真实位置。这对于那些无需考虑距离因素,如对时间、纬度的测定来说,带来极大的方便。这样一个假想的球体,叫做天球。天空的昼夜旋转表明,天球不但存在于地平之上,而且还有一

半隐入地平之下。人们所能直接观测到的地平之上的半个球形的天空,又被叫做天穹*。

天文上在定义天球时,规定了两个条件:一,天球的球心是观测者或地心;第二,天球的半径是任意的。它包容一切,不论天体如何遥远,总可以在天球上有它的投影。这样,既承认天体事实上的距离悬殊;又可以利用天球上的视位置对于地球的等距性。概括地说,天球就是以地心为球心,以任意远为半径的一个假想的球体(图 1-7),天文学用作表示天体视运动的辅助工具。

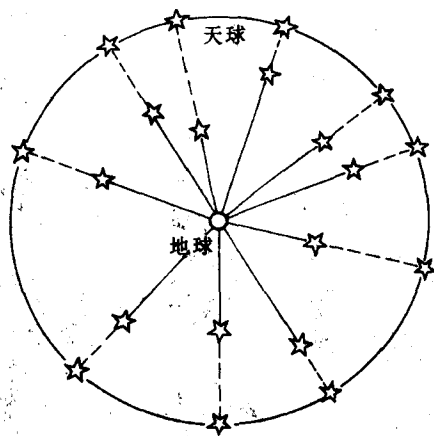


图 1-7 天球示意图。天球的半径是任意的,所有天体,不论多远,都可以在天球上有它们的投影

以上所说是地心天球。在说明地球或行星公转的时候,人们也使用以太阳中心为球心的天球,叫日心天球。通常所说的天球,皆指地心天球。

§ 103-2 天球的视运动

在地球上的观测者看起来,整个天球像是在围绕着我们旋转。这种视运动是地球自转的反映。地球绕地轴由西向东自转。这种运动是人类感官无法直接感觉到的,人们所感觉到的,却是地外的天空,包括全部日月星辰,概无例外地以相反的方向(向西)和相同的周期(1日)运动。这种视运动被叫做天球周日运动。

在北半球看起来,天球的周日绕转中心是天北极。紧靠天北极有一颗较明亮的恒星,被称为北极星。

天体周日运动行经的路线叫周日圈。从图 1-8 中可以看出,天体愈近天极,其周日圈愈小;离极愈远,周日圈愈大。这里要先提请注意:天体的周日圈,就是它所在的那条赤纬圈。

地球在自转的同时,还绕太阳公转。地球公转的方向与其自转方向相同,都是向东。这种运动同样是不能被感觉到的。在地球上的观测者看来,倒是像太阳在绕地球运动。如图 1-9 所

* 天穹有别于天球。天球是整球,天穹是半球;天球是圆的,而天穹是扁的。“天似穹庐,笼盖四野”,我们日常所见的蔚蓝色的天空,其实是包围地球的大气层,沿地平方向,似乎距离很遥远;沿天顶方向,距离较近。

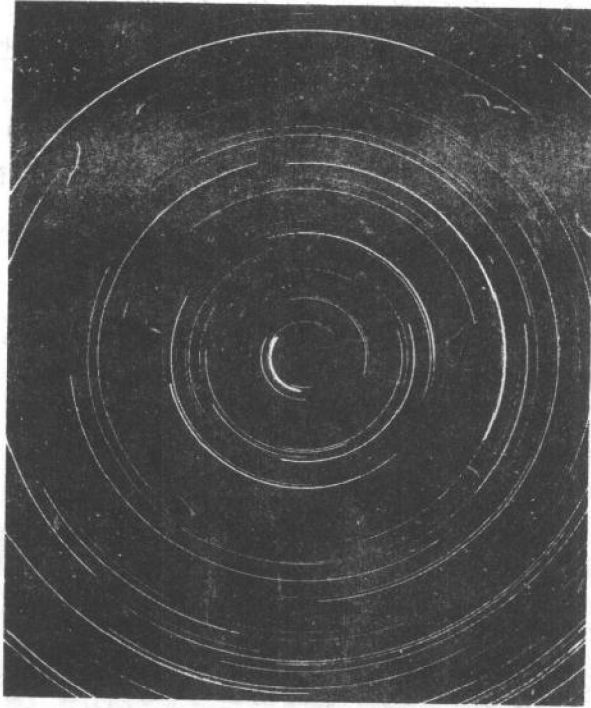


图 1-8 天球周日运动。把摄像机镜头对准天北极，经长时间曝光摄成的照片。恒星都绕转天北极。距极愈近，周日圈愈小。亮星画出的弧线较粗，暗星的弧线较细，但所有弧段的弧度相等。北极星周日圈最小(距极近)最粗(亮度大)

示,当地球在其轨道上由 E_1 公转到 E_2 ,从地球上看来,太阳在天球上的投影便从 S_1 移到 S_2 。一年后,地球公转一周回到 E_1 ,太阳则以相同的方向(向东)和周期(1年),在众星间巡天一周。这叫**太阳周年运动**,其视行路线被叫做**黄道**。

太阳周年运动的图解是十分明显的。但是,这种天象却是无法直接观测到的(在天象馆里能清楚地演示),因为太阳的眩目光辉掩蔽了星空背景。因此,古代天文学家从观测夜半**中星**的变化*,间接地推出太阳的周年运动。我们知道,中星大多位于“天南”,夜半太阳沉入“地北”。夜半中星不断改变,证明太阳在恒星间不断移动。例如,北半球的观测者在每年春分(3月21日)夜半,看到狮子座中天。这时,从地球的另一侧看来,太阳在天球上位于飞马座方向(图 1-10)。随着地球轨道位置的改变,夏至(6月22日)、秋分(9月23日)和冬至(12月22日)的夜半中星,分别为天蝎座、飞马座和猎户座;这些日期的太阳,相应地位于猎户座、狮子座和天蝎座方向。

* 中星,指上中天的星宿;夜半中星,即夜半中天的星宿。文天祥《过零丁洋》:“辛苦遭逢起一经,干戈寥落四周星”,星即指中星。中星变化周期为1年,“四周星”即4年。

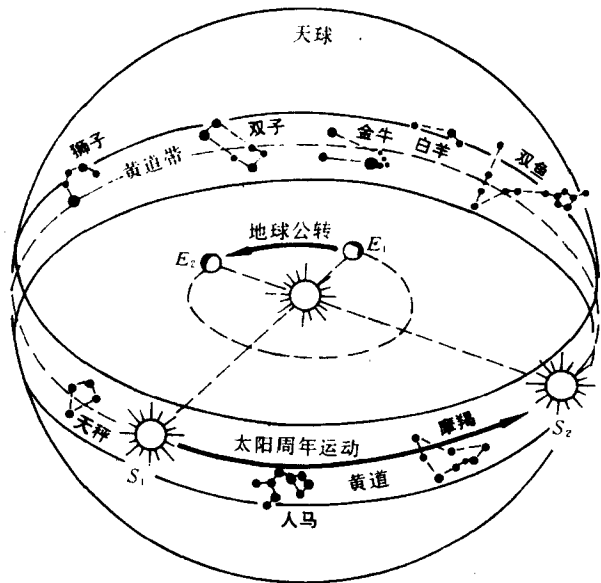


图 1-9 太阳周年运动,方向向东(与地球公转方向相同),其视行路线被叫做黄道

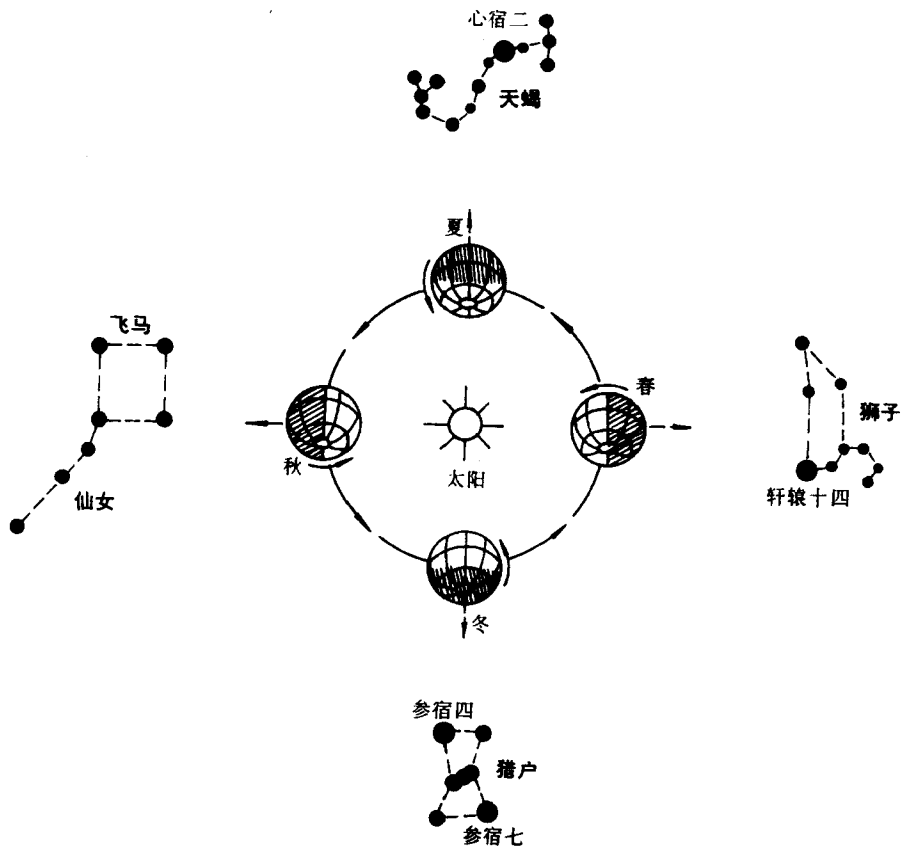


图 1-10 夜半中星随季节的变化,是地球公转的反映

这样,夜半中星的变化,反映了太阳在天球上从一个星座到另一个星座的巡天运动。历史上,人们就是根据太阳的周年运动,发现地球绕太阳公转的。

如此看来,天空中的太阳同时参与两种相反的运动:一种是由于地球自转,随同整个天球的运动,方向向西,日转一周;另一种是由于地球公转,表现为相对于恒星的运动,方向向东,每年巡天一周*。这后一种运动使太阳周日运动的速度比恒星每日延缓约 1° ,周期延长约4分钟。如果说,昼夜(太阳日)以24小时交替,那么,星空便以23小时56分(恒星日)轮转。于是,造成星空形象的季节变化。

§ 103-3 天球上的圆和点

天球虽是假想的,但天空给予人们以球形的印象却是逼真的。因此,同地球一样,天球上也有相应的圆(圈)和点。这里,首先要说明与建立天球坐标系相关的三个基本大圆,它们是地平圈、天赤道和黄道,以及各个大圆的极点和它们彼此间的交点和远距点。

——地平圈是通过地心,且垂直于当地铅垂线的平面的无限扩大,同天球相割而成的天球大圆。它把天球分成可见和不可见两部分。地平圈的两极是天顶(Z)和天底(Z')。

——天赤道是地球赤道平面的无限扩大,同天球相割而成的天球大圆。天赤道分天球为南北两半球。它的两极叫天北极(P)和天南极(P')。

——黄道是地球公转的轨道平面的无限扩大,同天球相割而成的天球大圆。它就是太阳周年运动的视行路线。黄道的两极是黄北极(K)和黄南极(K')。

上述三个基本大圆中,天赤道和黄道是唯一的,地平圈则因地而异;还应该注意,地平圈是天球的大圆,它属于天球,而不属于地球。

球面上任意二个大圆相交,必互相等分。它们有二个交点,彼此各有一对远距点。交点与远距点的间隔为 90° 。

* 人们常会产生这样的问题:太阳的周日运动和周年运动,都是一种视运动,分别是地球自转和公转的反映,但前者的方向向西,与地球自转方向相反;而后者的方向向东,与地球公转方向相同,为什么?

对于这样的问题,看下面的图解就会明白:对天球的周日运动来说,观测者同他所观测的天体,均位于转动中心(地心)的同侧;而对太阳的周年运动来说,观测者同他所观测的天体,分居于转动中心(太阳)的两侧。

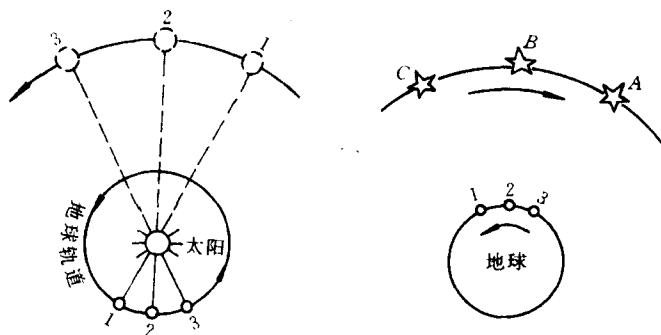


图 1-11 天球的视动

左:地球公转和太阳周年运动,二者都向东。

右:地球自转和天球周日运动,前者向东,后者向西。

——天赤道与地平圈的两个交点是东点(E)和西点(W)。它们的交角大小因纬度而不同(等于当地余纬)。地平圈对于天赤道的二个远距点是南点(S)和北点(N)。上述的东点、南点、西点和北点,是地平圈上的四正点;在任何地方,它们分别是东方、南方、西方和北方的标志。天赤道对于地平圈的两个远距点,一个在地平之上,可称作上点(Q);另一个在地平之下,故称为下点(Q')。(图 1-12)。

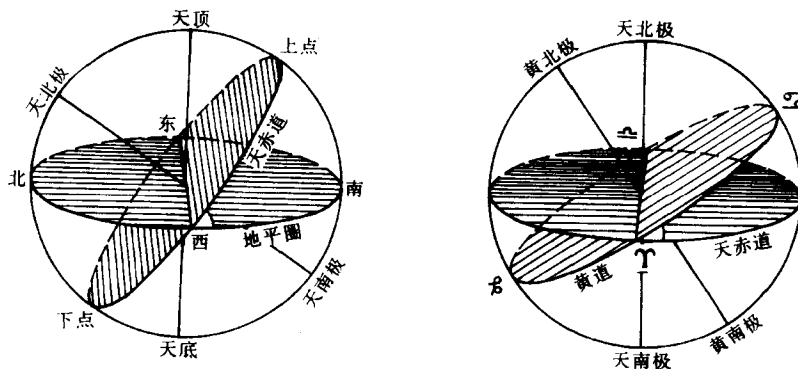


图 1-12 天球大圆的交点和远距点

左:地平圈与天赤道的交点(东点、西点)和远距点(南点、北点和上点、下点)

右:黄道与天赤道的交点(二分点)和远距点(二至点和无名点)。

——黄道与天赤道成 $23^{\circ}26'$ 的交角(称黄赤交角)。它们的两个交点称为二分点。对北半球来说,按太阳周年运动方向,黄道对于天赤道的升交点为春分点(γ),降交点为秋分点(ϵ);黄道上的两个远距点称为二至点,北至点为夏至点(σ),南至点为冬至点(δ)。沿黄道作周年运动的太阳,分别于 3 月 21 日、6 月 22 日、9 月 23 日和 12 月 22 日,依次经过春分点、夏至点、秋分点和冬至点,它们分别就是北半球的春分日、夏至日、秋分日和冬至日。天赤道对于黄道的两个远距点,尚无正式定名,暂称为无名点。

§ 103-4 天球上的方向和距离

天球上的方向也是以地球自转为基础的。简单地说,它是地球上的方向的延伸。天轴和南北天极是地轴的延伸;天赤道则是地球赤道的扩大。在地球上,南北两极是南北方向的标志,向北就是向北极,向南就是向南极。天球上的南北方向也是有限方向。若某天体比另一天体更接近天北极,那么,该天体就在它的北方,反之亦然。在地球上,赤道和纬线方向都表示东西。在天球上,天赤道和赤纬圈方向也表示东西方向。天球周日运动的方向,就是向西;与此相反的方向,则为向东。值得注意的是,若在天外俯视天北极,天球周日运动(向西)是顺时针方向旋转;而在地球上仰视天北极,则天球周日运动(向西)呈逆时针方向旋转(图 1-13)。

地球上的距离,有角距离和线距离。但在天球上,只有角距离而没有线距离,因为天球的大小是任意的。至于两天体间的实际距离,例如,牛郎星和织女星相距 16.4 光年,那是指空间的直线距离,而不是天球上的距离。天球上的任何一点,都只代表一个空间方向;任何两点间的弧长,实际上就是两个方向间的夹角。例如,牛郎星和织女星的角距离约为 35° (图 1-14)。

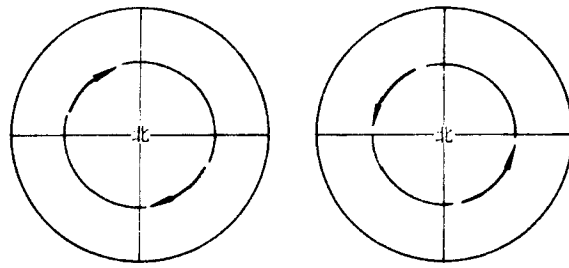


图 1-13 天球上的方向

左: 如在天球外俯视天球和地球, 那么, 天上和地上的东西方向一致, 顺时针为向西。

右: 在地球上仰望天极, 那么, 天上的东西方向同地上相反, 逆时针为西。

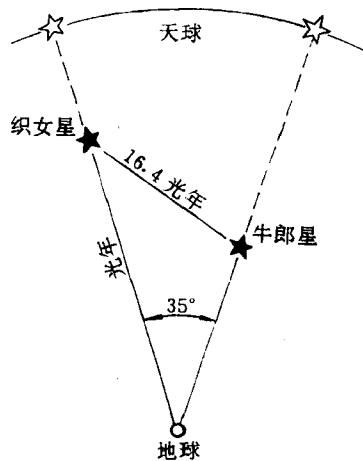


图 1-14 天球上的距离

牛郎和织女在地心天球上相距 35° , 它们的空间距离 16.4 光年, 无法在天球上反映出来。

104 天球坐标

§ 104-1 球面坐标系概说

为了确定一个地点在地球上的位置, 人们设置地理坐标系; 同理, 为了确定天体在天球上的位置, 需要设置天球坐标系。地理坐标系和天球坐标系, 都是球面坐标系。在天文学上, 根据不同的需要, 使用不同的天球坐标系。各种天球坐标系, 有不同的特点。但是, 它们都有球面坐标系的共同特点。这些特点是: