

● DIQIU GAILUN



● 高等学校教材

地球概论

● 【第二版】

● 金祖孟 编著

● 高等教育出版社

高等学校教材

地 球 概 论

(第 二 版)

金祖孟 编著

高等教育出版社

出版前言

《地球概论》是高等师范院校地理系试用教材。1978年3月初版以来受到师生的欢迎,在教学中起了积极作用。几年来,各院校在教学实践中对教材提出了许多宝贵意见和建议。编者根据这些意见和建议,以及1980年教育部颁布的教学大纲,对教材作了全面修订,调整了教材体系,充实了内容,增加了插图。教材修打后经有关同志和三十多所高师地理系的有关教师参加的审稿会的审查,分别提出了修改意见,编者又作了某些修改。

高等学校教材

地 球 概 论

(第二版)

金祖孟 编著

责任编辑 黎勇奇

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

四川省金堂新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 插页 1 字数 311 000

1978年3月第1版

1983年1月第2版 1991年4月第16次印刷

印数 139 301—143 026

ISBN 7-04-000531-X/K·29

定价 3.80 元

前 言

《地球概论》是高等师范院校地理系的一门基础课。它的内容是关于行星地球的基础知识。除《地球概论》外，地理系还有其它关于地球的课程。《地球概论》同它们的差别在于：《地球概论》所讲的是地球的整体，而其它课程所讲的是地球的某一圈层。因此，《地球概论》是地理系其它课程的先行课程。

地球首先是一个物体，因而有它的物理学；同时，地球也是一个天体，因而有它的天文学。因此，《地球概论》有两方面的内容，即地球的物理学和天文学。在目前情况下，《地球概论》的内容首先是地球的天文学，其次是地球物理学。前者主要地讲解地球的宇宙环境(第二章)、地球的运动及其地理意义(第三、四章)以及地球和月球的关系(第五章)，而以地球、太阳和月球的相互关系为主；后者主要地讲解地球的形状、结构和物理性质(第六章)。在说明所有这些问题以前，我们要首先说明地理座标和天球座标(第一章)。

目 录

前言

第一章 地球和天球

第一节 地球和地理座标	1
101 地球及其经纬线	1
101.1 地球上的经线和纬线	1
101.2 地球上的方向	2
101.3 地面上的距离	4
102 经度和纬度	5
102.1 纬度	5
102.2 经度	6
102.3 地理座标	6
课堂实习:地理座标	7
复习题和思考题	7
第二节 天球和天球座标	8
103 天球	8
103.1 天穹和天球	8
103.2 天球上的大圆和小圆	9
103.3 天球上的方向和距离	10
104 天球座标	11
104.1 球面座标系概说	11
104.2 地平座标系:高度和方位	12
104.3 第一赤道座标系:赤纬和时角	13
104.4 第二赤道座标系:赤纬和赤经	14
104.5 黄道座标系:黄纬和黄经	15
104.6 各种天球座标的区别	16
课堂实习:天球座标	18
复习题和思考题	19

第二章 地球的宇宙环境

第三节 恒星和星系	21
201 恒星	21
201.1 恒星	21
201.2 星际物质、星际云和星云	23
201.3 星座	23
201.4 恒星的发光和光谱	25
201.5 恒星的亮度和光度	26
201.6 恒星的多样性	28
202 星系	30
202.1 银河和银河系	30
202.2 太阳在银河系的位置和运动	31
202.3 总星系	32

202.4 宇宙	33
复习题和思考题	34
第四节 太阳和太阳系	34
203 太阳	34
203.1 太阳的距离、大小和质量	35
203.2 太阳的热能、温度和能源	36
203.3 太阳的大气	38
203.4 太阳活动	39
204 太阳系	40
204.1 太阳系及其行星和卫星	40
204.2 行星的绕日公转	41
204.3 类地行星和类木行星	43
204.4 彗星	44
204.5 流星体	45
204.6 太阳系的起源问题	46
复习题和思考题	47
第五节 月球和人造地球卫星	48
205 月球和地月系	48
205.1 月球的距离和大小	48
205.2 月球和地月系的绕转	49
205.3 月相和朔望月	50
205.4 月面上的自然条件	51
205.5 月球上的变化	53
206 人造地球卫星	54
206.1 人造地球卫星的速度	54
206.2 人造地球卫星的轨道	54
206.3 人造地球卫星的发射	55
206.4 人造地球卫星的目视观测	56
206.5 人造地球卫星在地理学上的应用	59
复习题和思考题	59

第三章 地球的运动

第六节 地球的自转	60
301 地球自转及其证明	60
301.1 地球自转的发现	60
301.2 地球自转的证明	60
302 地球自转的规律性	63
302.1 地轴和极移	63
302.2 地轴的进动	64
302.3 地球自转的周期	67
302.4 真太阳日和平常太阳日	69
302.5 地球自转的速度	71

303 地球自转的后果	72
303.1 不同天体的周日运动	72
303.2 不同纬度的周日运动	73
303.3 水平运动的左右偏转	75
复习题和思考题	76
第七节 地球的公转	77
304 地球公转及其证明	77
304.1 地球公转的发现	77
304.2 地球公转的证明	79
305 地球公转的规律性	81
305.1 地球轨道	81
305.2 地球的轨道面	82
305.3 地球公转的周期	83
305.4 地球公转的速度	84
306 地球公转的后果	85
306.1 恒星的周年视差位移	86
306.2 太阳的周年运动	87
306.3 行星同太阳的会合运动	88
306.4 月球同太阳的会合运动	92
复习题和思考题	93

第四章 地球运动的地理意义

第八节 四季和五带	94
401 太阳的回归运动	94
401.1 太阳回归运动概说	94
401.2 太阳赤纬的周年变化	95
402 昼夜长短	98
402.1 昼夜长短概说	98
402.2 昼夜长短的纬度分布	100
402.3 昼夜长短的季节变化	103
402.4 昼夜长短的其它因素	105
402.5 晨昏蒙影	107
403 太阳高度	108
403.1 太阳高度概说	108
403.2 正午太阳高度的纬度分布	109
403.3 正午太阳高度的季节变化	110
404 地球上的四季	112
404.1 四季概说	112
404.2 四季的递变	114
404.3 四季的划分	115
405 地球上的五带	116
405.1 五带概说	116
405.2 五带的划分	116
405.3 五带分论	117
课堂实习: 昼长的纬度分布	118
课堂实习: 昼长的季节变化	119
复习题和思考题	120

第九节 历法	120
406 历法概说	121
406.1 历法起源	121
406.2 历法分类	121
407 阴历和阴阳历	122
407.1 阴历概说	122
407.2 回历太阴年	123
407.3 阴阳历概说	123
407.4 中国旧历	124
408 阳历	125
408.1 阳历概说	125
408.2 现行阳历	125
408.3 现行阳历的过去和未来	126
课堂实习: 历法原理	128
课堂实习: 中国旧历	128
复习题和思考题	129
第十节 时间	130
409 时间和时间单位	130
409.1 时间概说	130
409.2 时间单位	131
409.3 时段的换算	131
410 钟表时刻与量时天体	132
410.1 恒星时、视太阳时和平太阳时的区别	133
410.2 时差及其周年变化	134
410.3 恒星时、视太阳时和平太阳时的联系	136
10.4 恒星时和平太阳时的换算	137
411 钟表时刻和地方经度	138
411.1 地方时及其换算	138
411.2 标准时概说	139
411.3 理论时区和区时	140
411.4 现实时区和法定时	141
411.5 区时的换算	142
411.6 日界线和日期进退	143
411.7 从世界时到协调世界时	145
课堂实习: 地方时换算	147
课堂实习: 标准时换算	147
复习题和思考题	149

第五章 地球和月球

第十一节 日食和月食	150
501 日月食现象	150
501.1 天体的影锥	150
501.2 日食和月食的种类	151
501.3 日食和月食的过程	152
502 日月食的规律性	155
502.1 日食和月食的条件	155
502.2 日食限和月食限	156

502.3 日食和月食的周期	157
复习题和思考题	159
第十二节 海洋天文潮汐	159
503 潮汐现象	159
503.1 海面的潮汐涨落	159
503.2 地球的潮汐变形	160
504 引潮力	162
504.1 引潮力及其分布	162
504.2 引潮力的因素	164
504.3 太阳潮和太阳潮	165
505 海洋潮汐的规律性	165
505.1 海洋潮汐的周期性	165
505.2 海洋潮汐的复杂性	167
505.3 潮汐摩擦	168
复习题和思考题	169

第六章 地球的结构和物理性质

第十三节 地球的形状	171
601 地球是一个球体	171
601.1 地球是一个球体	171
601.2 地球引力和地球形状	172
602 地球是一个扁球体	172
602.1 地球是一个扁球体	172
602.2 地球自转和地球形状	173
602.3 地理纬度和地心纬度	174
603 地球是一个不规则的扁球体	175
603.1 地球是一个不规则的扁球体	175
603.2 地内物质分布和地球形状	176
复习题和思考题	177
第十四节 地球的结构	177
604 地球的圈层结构	177
604.1 地球的外部结构	177
604.2 地震波与地球内部结构	178
604.3 地球的内部结构	179
605 地球的表面结构	180
605.1 地球表面	180
605.2 陆地	183

605.3 海洋	184
复习题和思考题	185
第十五节 地球内部的物理性质	186
606 地球的质量和密度	186
606.1 地球的质量和平均密度	186
606.2 地球内部的密度	186
607 地球的重力和压力	187
607.1 地面重力及其纬度分布	187
607.2 地球内部的重力	189
607.3 地球内部的压力	190
608 地球内部的温度和热源	191
608.1 地球内部的温度	191
608.2 地球内部的热源和温度的演变	192
609 地球的磁性	193
609.1 地磁和地磁要素	193
609.2 地磁要素的分布	194
609.3 地磁要素的变化	195
609.4 地球磁层和辐射带	196
609.5 地球磁场的成因	197
复习题和思考题	198
第十六节 地球的演变	198
610 地球圈层的形成和演变	198
610.1 地核、地幔和地壳的形成和演变	198
610.2 大气的形成和演变	199
610.3 水圈的形成和演变	199
610.4 生物圈的形成和演变	200
611 地球表面的变化	201
611.1 外力改变地球表面	201
611.2 内力改变地球表面	202
611.3 沧海桑田的变化	202
简明的后语	203
复习题和思考题	204
修订后记	205
附录一: 球面三角定律	206
附录二: 天文数据	207
主要参考书	212

第一章 地球和天球

第一节 地球和地理座标

101 地球及其经纬线

101.1 地球上的经线和纬线

地球是一个球体；地球的球心叫地心。地球自转，就是地球的旋转；地球自转的轴线叫地轴。地轴通过地心，同地面相交于两点；这两点叫地极，即地球北极和地球南极，合称地球两极。

在几何上，任何圆圈都代表一定的平面。球面上的圆圈也代表一定的平面。因此，一切球面上的圆圈都可以看成是一定的平面同一定的球面相割而成的，都是一定的平面和一定的球面的相交线。

球面上的圆，分为大圆和小圆。二者的基本差别在于：大圆平面通过球心，而小圆平面则不然。因此，大圆是同一球面上的最大的圆；它们的半径就是球半径。在同一球面上，小圆总是小于大圆；它们的半径总是小于球半径，但是，小圆本身有不同的大小，因为它们所在的平面对于球心有不同的远近。

地球上的经线和纬线，都是地面的圆。在二者之间，唯一的差别在于它们所在的平面同地轴的关系：经线平面通过地轴，而纬线平面垂直于地轴。通过地轴当然通过地心。因此，一切经线都是地面上的大圆。同时，垂直于地轴，未必通过地心。因此，纬线未必是大圆。

一切垂直于地轴的平面同地球表面相割而成的圆，都是纬线。不同的纬线平面既然都垂直于地轴，就必然相互平行；它们同地球表面相割而成的纬线，自然也是相互平行的。地球上的纬线是无穷多的，赤道是其中唯一的大圆，因为赤道平面通过地心；它把地球分成南半球和北半球。一般的纬线都是小圆；距赤道愈远，它们就愈小。南北两极地面上是距赤道最远的两点，因而可以被看成两个最小的纬线。

一切通过地轴的平面同地面相割而成的圆，都是经圈。一切经圈都通过地球两极，因而都在南北两极相交。这样，每一个经圈都被南北两极等分成两个 180° 的半圆。这样的半圆叫经线，即子午线，以别于 360° 的经圈。经圈之所以必须分成两根经线，是因为这两根经线有不同

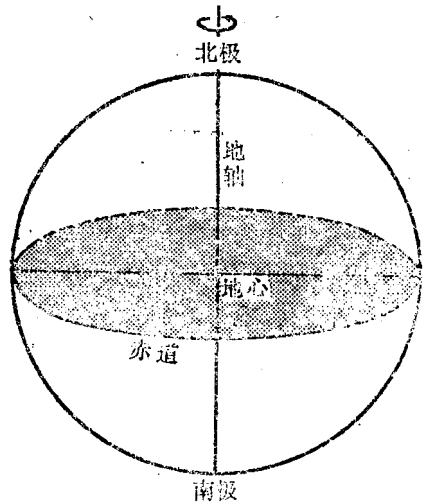


图 1-1 地心、地轴、地极和赤道

的经度(二者相差 180°),也就是说,是地理定位的需要。

经线是无穷多的。本初子午线是其中作为经度起算面所在的经线。我们知道,任何经线在本质上都是一样的。因此,本初子午线是人为选定的。在历史上,各国曾经使用各自的本初子午线。1884年,有关的国际会议决定以通过英国格林威治天文台的经线为全世界通用的本初子午线。



图 1·2 纬 线

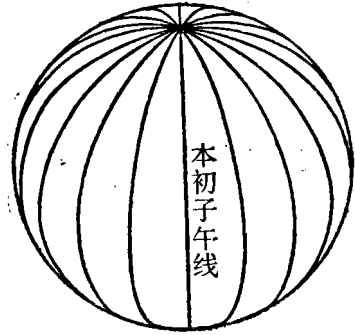


图 1·3 经 线

101·2 地球上的方向

地球上的方向,通常是指地乎方向,即地平面上的方向。这样的方向,首先是正东、正南、正西和正北,简称东、南、西、北,合称四正向。代表这四个方向的是罗盘仪上和地平圈的正东、正南、正西、正北四点,合称四正点。

在我国古代,地乎方向是用十二地支(子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥)表示的。这样,十二地支既表示一日内的十二时辰,又代表地乎上的十二方向。对于太阳来说,这两种定义是一致的。例如,太阳位于正南方(午)的时候,就是一日内的午时正;太阳位于正东方(卯)的时候,就

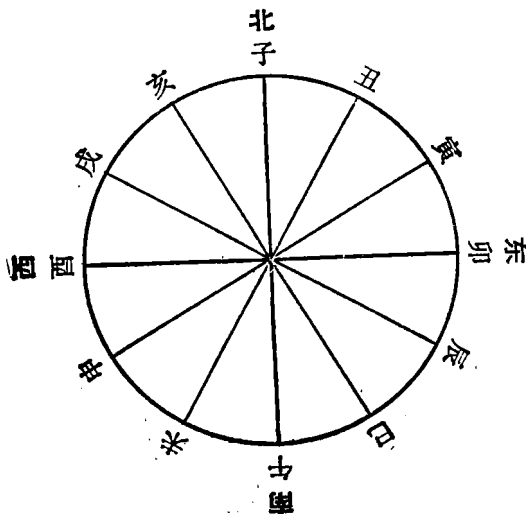


图 1·4 用十二支表示地乎方向

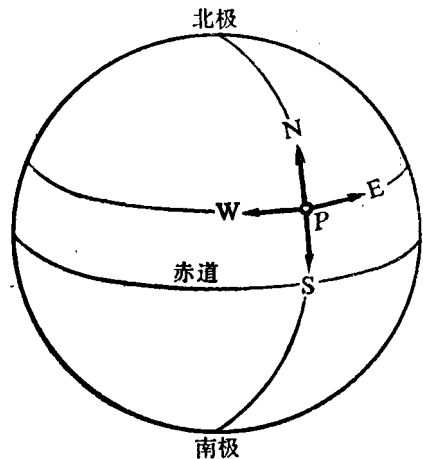


图 1·5 地球上的方向

是一日内的卯时正。

在地球上，南北线就是经线，即子午线。一切经线都相交于南北两极。因此，向北就是向北极；向南就是向南极。一切经线都是半圆，都是有起点和终点的；它们的起点和终点就是南北两极。因此，南北方向是有限方向。人们沿地球大圆向北的旅行，在到达北极以后，如果要继续向前，就自然而然地变成向南旅行。这是因为，地球北极是向南的起点；那里只有向南，而没有任何其它方向。同理，一个地点只能位于另一地点的南方或北方，而不能既位于它的南方，又位于它的北方。

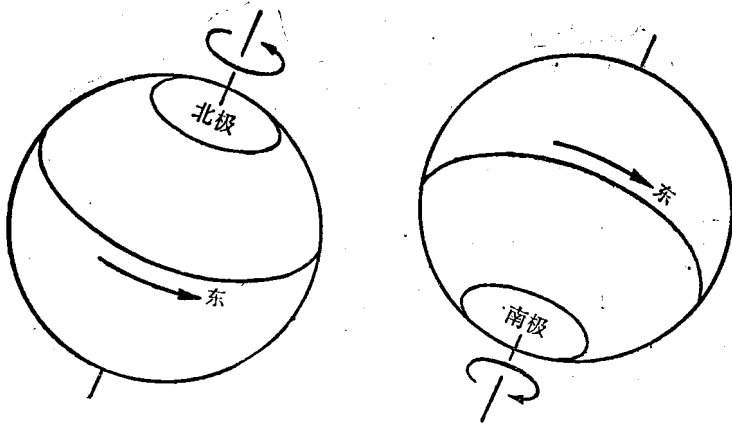


图 1-6 向东——地球自转的方向

东西线同南北线(经线)相垂直，在地面上表现为纬线。一切纬线都是全圆，都是没有起点和终点的。因此，东西方向是无限方向。人们沿所在地的纬线向东方或向西方旅行，可以周而复始地永远继续下去，而不会改变方向。这样，一个地点如果位于另一个地点的东方，就必然同时位于该地点的西方。这是因为，人们既然可以向东航行到达这个地点，就必然可以通过环形纬线从相反的方向到达同一地点。

我国中原地区位于北回归线以北。因此，我国古人把正南方定义为正午太阳所在的方向，而把东西方向分别定为日出方向和日没方向。其实，太阳之所以从东方升起，在西方下落，正是

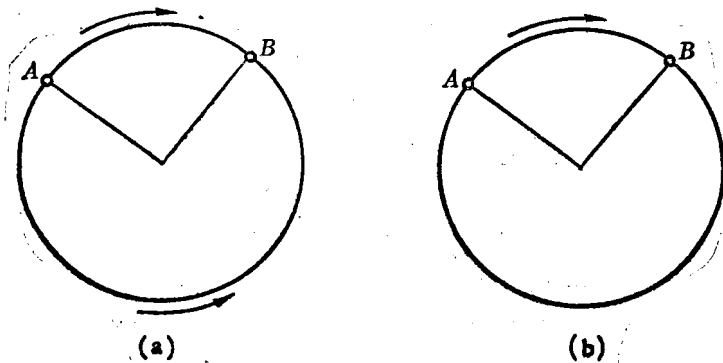


图 1-7 地面上 A、B 两点间的东西方向
(a) 理论上的“亦东亦西”； (b) 实际上的“非东即西”。

因为地球自转是自西向东的。因此,东就是地球自转的方向,西就是同地球自转方向相反的方向。那么,地球自转方向是怎样的方向呢?那只能用逆时针方向或顺时针方向来表达。但是,在这样做的时候,观测者必须明确他自己是在地球的北极还是南极的上空观测地球自转的。这样,同地球自转相联系的,不仅是东西方向,而且是南北方向。具体地说,在北极上空看地球,逆时针方向就是向东,顺时针方向就是向西。反之,在南极上空看地球,顺时针方向就是向东,逆时针方向就是向西。

明确了南北方向和东西方向的意义,就可以根据地图上的经线和纬线,判断地面上两点间的相对方向。需要特别注意的是东西方向的问题。由于东西方向是无限方向,如果某一点位于另一点的东方,那么,它必然也位于它的西方。这是因为,从某一点出发,无论向东或向西,都可以到达另一点。但是,人们在实际应用上总是采取最短的路线。这样,任何一点不是位于另一点的东方,就是位于它的西方,而不能二者兼而有之。概括地说,前一点是理论上的“亦东亦西”;后一点是实际上的“非东即西”。

101·3 地面上的距离

地球是一个球体。如果我们所着眼的不是一个狭小的地区,那么,地面上两点间的连线,都是球面上大圆的弧段。因此,两点间的最短距离,首先是角距离,直线距离通常是根据角距离推算出来的。例如,北京市中心距离赤道大约 2397 海里,因为从那里到赤道的角距离是 $39^{\circ}57'$ 。在这种情况下,如果要用长度表示地面上两点间的距离,那么,所采用的长度单位和角度单位最好有简单的换算关系。

在历史上,人们曾经长期把地面看成平面。因此,古人在制订地面长度单位的时候,也就不可能考虑它同角度单位的关系。当人类终于发现地球的球形的时候,这样的长度单位显然不能如实反映地面的距离。为了协调地面上的长度和角度的关系,近代自然科学在搞清地球圆周的基础上,创造了一批新型的长度单位。在它们之中,典型的代表就是海里。

在远洋航行中,人们常用球面三角的方法来推算两点间的距离。推算的直接结果总是角距离。为了由角距离推算直线距离的方便,人们创造了海里这个长度单位。所谓海里就是经线一分的长度。因此,地面上一段弧的分数和海里数,实际上是一样的。采用这样的单位,从南极到北极的经线全长是 $60 \text{ 海里} \times 180 = 10800 \text{ 海里}$;赤道的全长是 $60 \text{ 海里} \times 360 = 21600 \text{ 海里}$ 。北京对于赤道的距离之所以是 2397 海里,因 $39^{\circ}57' = 2397'$ 。这样,形式上的长度,实质上是角度。

其实,公里本来也是这样的单位。根据法国人本来的设想,将地球全周分成 400° ,每度分成 $100'$,每分的弧长就是 1 公里。因此,地球的圆周,论角度是 $40,000'$,论长度是 40,000 公里。这本来也是十分完美的。只是因为全周分为 400° 即 $40000'$ 的制度,没有流行开来,才出现 $360^{\circ} = 40,000 \text{ 公里}$,即经线一度大约等于 111.1 公里的情况。根据这样的对应关系,北京市中心对于赤道的距离,大约是 4438 公里。

类似的单位还有华里和德里等等。华里本来是指经线一度之长的 200 分之一;德里是指赤道 $4'$ 之长。所有这些单位的定义,都把长度单位和角度单位直接地联系起来。在明确地球是球形以后,这样做是合情合理的。这就说明,地球上两点间的距离首先是角距离。

102 经度和纬度

地面是一个球面。因此，点在地面上的位置，是它在这个球面上的位置。我们已经说过，在这个球面上，存在着无数的经线和无数的纬线，其中包括地球赤道。有了它们，我们就有条件说明点在地面上的位置。

在地面上，每一地点都有它自己的经线和纬线。因此，每一地点都可以看成特定的经线和特定的纬线的交点。两个不同的地点可位于同一经线，或同一纬线。但是，任何两个地点，不可能既位于同一经线，又位于同一纬线。从这个意义上讲，经线和纬线的设定是地理定位的需要。没有经线和纬线就说不清任何地点在地球上的确切位置。

不同的经线和不同的纬线，分别以不同的经度和不同的纬度互相区别。在同一经度上，一切地点的经度是相同的；在同一纬线上，一切地点的纬度是相同的。因此，经线就是等经度线；纬线就是等纬度线。那么，什么叫做经度？什么叫做纬度？

102.1 纬度

在立体几何上，纬度是一种线面角，即一条线同—个面的交角。其中的面是地球赤道平面，是纬度度量的起点所在；其中的线是本地的地面法线，即在本地同地面的切平面相垂直的直线，是纬度度量的终点所在。这样，本地法线和赤道平面的交角，就是本地的纬度。纬度是在本地子午线上度量的。如果某地点 P 所在子午线同地球赤道相交于 B ，那么，本地子午线上从 B 点到 P 点的 \widehat{BP} 就是本地的纬度。赤道把地球分成南北两半球。因此，纬度也分为南纬和北纬。值得注意的是，如果地球是一个正球体，那么，上述的线既是地面的法线，又是地球的半径；上述的纬度既是地面上经线的弧段，又是地球的球心角。考虑到地球是一个扁球，地理学上的纬度所强调的是法线，而不是球半径，是地面上的弧，而不是球心角。

纬度度量的起点都位于赤道面。因此，赤道上的点的纬度都是 0° 。纬度的度量只有全球共用的起算面，而没有全球共用的起算点。每一经线(全长 180°)各以它同赤道的交点为纬度的起算点，并且分南北两个方向度量。因此，纬度以赤道之隔分为南纬和北纬，都以 90° 为极大值。南北两极是地面上距赤道最远的两点。因此，它们的纬度分别是南纬 90° 和北纬 90° 。南纬和北纬都可以分成低纬、中纬和高纬。这只是相对的说法，没有客观上的分界线。人们有时以南北纬 30° 和 60° 为三者之间的界线。但是，这种分法并没有特殊的意义。综合纬度的南北方向和度数大小这两个方面，我们可以说，一个地点的纬度，就是这个地点相对于赤道平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。

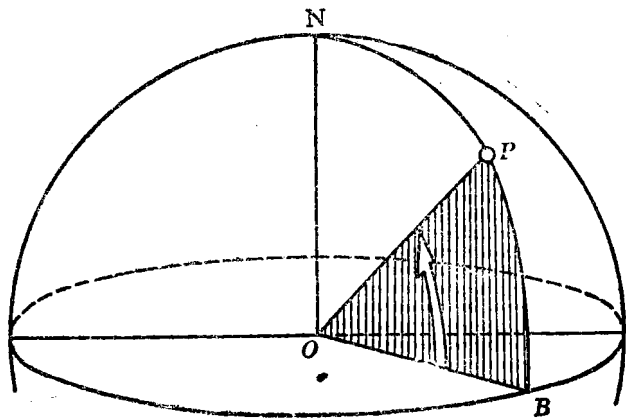


图 1.8 纬度

102.2 经度

经度的说明需要用本初子午线。对于经度的度量来说,本初子午线的选择是人为的;而设置本初子午线的必要性是绝对的。这是因为,赤道(和一切纬线)是无头无尾的圆圈;没有本初子午线,就没有经度,没有原点,也就无所谓球面座标。

在立体几何上,经度是一种两面角,即两个平面的夹角。在两者之中,起点面是本初子午

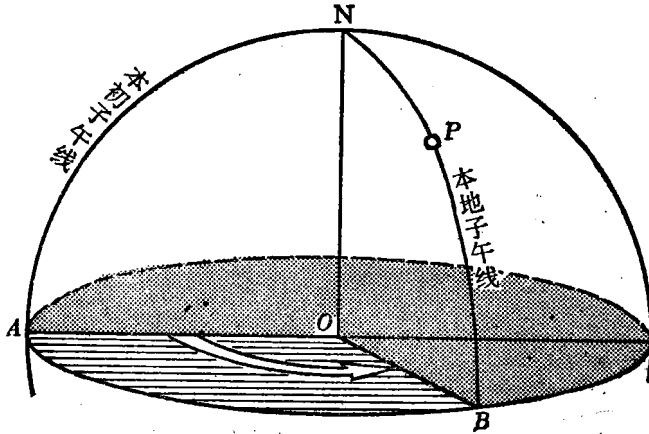


图 1.9 经 度

线平面,简称本初子午面,终点面是本地的子午线平面,简称本地子午面。两个子午面的夹角通常是在赤道上度量的。如果本初子午线同赤道相交于A点,本地子午线同赤道相交于B点,那么,赤道上 \widehat{AB} 或其所对应的球心角,就是本地的经度。经度也可以在所在地的纬线上度量,也可看成是纬线上的一段弧,或其圆心角,因为纬线平面和赤道平面都同所有的子午面相垂直。但是,在赤道上度量经度是更加方便的,因为赤道是纬线中的唯一大圆。

如果经度是在赤道上度量的,经度的度量不但有全球共用的起算面,而且有全球共用的起算点。这个起算点就是本初子午线和赤道的交点,位于大西洋几内亚湾,在球面坐标系中一般称为原点。原点的设置,把无头无尾的赤道,在经度的度量中变成有头有尾的赤道。经度的度量通常以原点为起点,向东西两个方向度量,各以 180° 为极大值。因此,经度以本初子午线为起始线,分为东经和西经,各自 0° 到 180° 。本初子午线的经度是 0° ,无所谓东经和西经。 180° 的经度,根据具体情况,可以被看成东经或西经。使用这样的经度,在东西向的环球航行中,轮流出现经度度数持续增加和持续减少的过程;为了避免这样的情况,经度的度量以采用自西向东 0° 到 360° 为宜。综合经度度量的东西方向和度数大小这两个方面,我们可以说:一个地点的经度,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。体现这一量度的是赤道上的以本初子午面为起点、以本地子午面为终点的一段弧。

102.3 地理座标

纬度(记作 φ)表示地点相对于赤道的南北位置;经度(记作 λ)表示地点所在的子午面相对于一个特定子午面(本初子午面)的东西位置。两个地

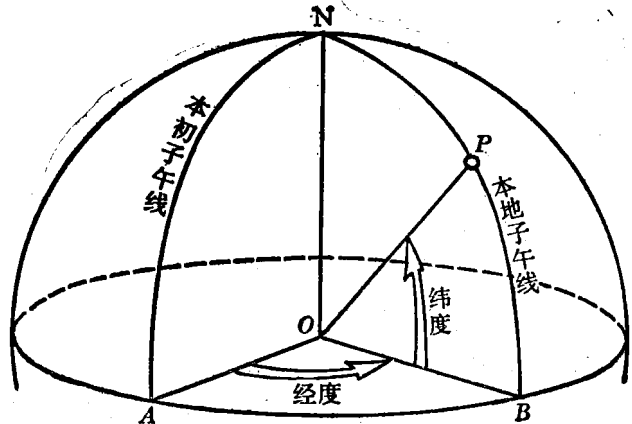


图 1.10 地理座标:经度和纬度

点可能有相同的纬度或相同的经度,而不可能既有相同的纬度,又有相同的经度。因此,一定纬度和一定经度的结合,标志着一个特定地点在地球表面上的位置,因而被称为这个地点的地理坐标。

一个地点的纬度和经度,叫做它的地理坐标。度量全球任何地点的地理坐标,需要一个统一的制度。这样的制度,叫做地理坐标系。按照这样的制度,在地球表面上,同一个特定地点的地理坐标相联系的,有三个大圆。它们是:赤道、本初子午线和当地的子午线。赤道是纬度度量的自然起点之所在;本初子午线是经度度量的人为起点之所在。二者是坐标系的横轴和纵轴;二者的交点是坐标系的原点;它们都是一成不变的。本地子午线可以作东西方向的运动;点在这个子午线上的具体位置可以作南北方向的运动。通过这两种运动,同一坐标系可以用来表示地面上任何地点的位置。

课堂实习: 地理坐标

(1) 在地球仪上读取下列地点的纬度和经度。

已 知 地 点	读 取 纬 度(φ)	读 取 经 度(λ)
北 京		
堪 培 拉		
纽 约		
利 马		

(2) 已知纬度和经度,在地球仪上读取地名。

已 知 纬 度(φ)	已 知 经 度(λ)	读 取 地 名
31°N	140°E	
41°S	175°E	
44°N	79°W	
55°S	58°W	

(3) 仿照课本有关插图,图示上列地点相对于赤道平面和本初子午面的位置。

(4) 互为对跖点的两地的纬度的度数相等,而南北方向相反;两地的经度的度数之和为 180° ,而东西方向相反。已知上海的纬度是 $31^{\circ}12'\text{N}$,经度是 $121^{\circ}26'\text{E}$,试求它的对跖点的纬度和经度。

答: 纬度_____ ; 经度_____。

复习题和思考题

(1) 比较大圆和小圆。除了经线和纬线以外,地球上是否还有其它的大圆和小圆?

- (2) 比较经线和纬线。为什么经线是半圆,而纬线是整圆?
- (3) 比较南北方向和东西方向。为什么南北方向是有限方向,而东西方向是无限方向?
- (4) 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”?
- (5) 比较经度和纬度。为什么纬度不能大于 90° ,而经度可以大到 180° ,甚至大到 360° 。
- (6) 说明经度和经线、纬度和纬线的区别和联系。

第二节 天球和天球座标

103 天 球

103·1 天穹和天球

人眼不但能够察觉物体的存在,而且能够辨别物体的远近。但是,人眼辨别远近的能力是十分有限的。如果物体都是极其遥远的,那么,人眼就无法辨别它们在距离上的差别。

各种天体在距离上的差别是十分巨大的。但是,同地面物体相比较,它们都是极其遥远的,以致人眼无法辨别它们在距离上的差别。因此,在人的心目中,各种天体,不管它们的距离怎样千差万别,似乎都是等距的。

对于球心来说,球面上的点都是等距的。因此,天上的星和人眼的关系,就象球面和球心

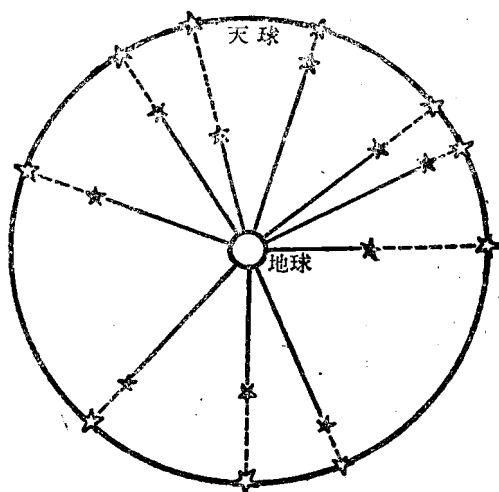


图 1-11 天球(示意图)

之间的关系。这就是说,在人们的心目中,天空似乎是一个球面,而人眼就是这个球面的球心。日月星辰的东升西落表明,这个球面不但存在于地上,而且存在于地下。但是,人眼所能直接观测的只是它的地上的部分,即半个球面。这样的半球形的天空,叫做天穹。

既然天空看起来似乎是一个球面,那么,人们就不妨把宇宙空间当作球体看待,并把天体在球体上的位置当作它们的真实的位置。这种做法给天文观测工作和计算工作带来了方便,因为它不必考虑线距离远近的因素。对于时间、经度和纬度的测量来说,天体的线距离本来是无需考虑的。这种假想的球体叫天球。

人们在设想天球时,既要利用天体在天穹中所构成的球面,又要承认天体事实上是远近悬殊的。因此,天文学家给天球规定了两个条件。第一,它的球心是地心。这样,天体在天球上的相对位置,大体上同它们在天穹上的相对位置是一样的。第二,它的半径是任意的。这样,不同天体怎样遥远都可以在天球上有它的投影。这就是在承认天体不等距的前提下,利用它们在天球上的投影位置对于地心的等距性。

通常所说的天球都是地心天球,即以地心为球心的天球。但是,在说明地球公转的时候,

人们也使用日心天球,即以太阳中心为球心的天球。

103·2 天球上的大圆和小圆

天球不是真实地存在着的球体。但是,天空给予人们的球形的印象却是真实的。因此,天球上也有圆圈,就象地面上有圆圈一样。而且,天球上的圆圈也有大圆和小圆之分;二者的差别,也在于它们所在的平面是否通过球心。

天球的大圆和小圆都是无穷多的。这里要说明的是大圆中的三个;它们就是地平圈、天赤道和黄道。地平圈就是通过地心并且垂直于当地铅垂线的平面无限扩大、同天球相割而成的天球大圆。地平圈把天球分成可见半球和不可见半球。天赤道就是地球赤道平面无限扩大、同天球相割而成的天球大圆。天赤道把天球分成南北两半球。黄道就是地球绕日公转轨道平面无限扩大、同天球相割而成的天球大圆。

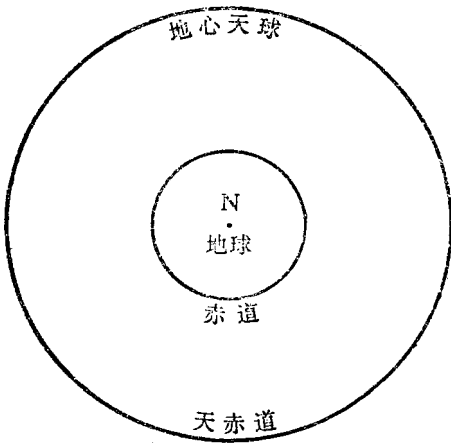


图 1·12 地球赤道和天赤道位于同一平面

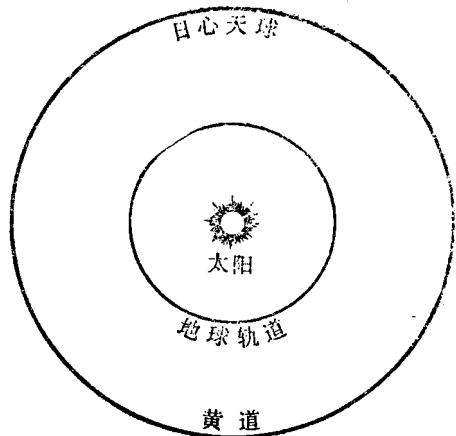


图 1·13 地球轨道和黄道位于同一平面

球面上任何圆圈(包括大圆和小圆)都有它的两极,即球面上距离这个圆圈最远的两点。连接两极的直线,通过圆心,并且同圆所在的平面相垂直。对于大圆来说,两极就是球面上距大圆 90° 的两点。这样,地球的南北两极,实际上就是赤道和一切纬线的共同的两极,也是距赤道 90° 的两点。

在天球上,不同的大圆有不同的两极。地平圈的两极,就是天顶和天底(分别记作 Z 和 Z');天赤道的两极叫做天极,即天北极和天南极(分别记作 P 和 P');黄道的两极叫做黄极,即黄北极和黄南极,分别记作 K 和 K' 。

在同一球面上,任意两个大圆,相交并且相互等分。地平圈和天赤道的交点是东点(记作 E)和西点(记作 W)。在任何地点,地平圈上的东点和西点,分别是当地正东方和正西方的标志。这两个大圆相距最远的两点,在地平圈上是南点(地平上正南方的标志,记作 S)和北点(地平上正北方的标志,记作 N),在天赤道上为上点(在地平以上,记作 Q)和下点(在地平以下,记作 Q')。以这些点为等分点,地平圈和天赤道都分为四个 90° 的弧。

天赤道和黄道的交点是白羊宫第一点 (first point of Aries, 记作 Υ) 和天秤宫第一点

(first point of Libra, 记作♎), 即北半球所说的春分点和秋分点。在北半球的春分日(3月21日)和秋分日(9月23日), 在黄道上运行的太阳分别经过春分点和秋分点。黄道上距天赤道最远的两点, 是巨蟹宫第一点(first point of Cancer, 记作♋)和摩羯宫第一点(first point of Capricorn, 记作♑), 即北半球的夏至点和冬至点。太阳于北半球的夏至日(6月21日)和冬至日(12月22日)分别经过夏至点和冬至点。天赤道上距黄道最远的两点, 还没有正式的名称。所有的这些点, 把天赤道和黄道都分成四个 90° 的弧段。

103.3 天球上的方向和距离

为了说明天球坐标, 我们有必要首先说明天球上的方向和距离。

天球上也有方向, 也有东南西北。天球上的方向, 也以地球自转为基础, 是地球上的方向的延伸。例如, 天轴是地轴的延伸; 天北极和天南极分别是地球北极和南极的天顶; 天赤道是地球赤道的扩大。

在地球上, 地球两极是南北方向的标志; 在天球上, 天球两极是南北方向的标志。在地球上, 向北就是向北极, 向南就是向南极; 同理, 在天球上, 向北就是向天北极, 向南就是向天南极。在天球上, 在点与点之间, 如果某一点比另一点更加接近天北极, 那么, 它就位于另一点的北方。

在地球上, 赤道和一切纬线都表示东西方向; 在天球上, 天赤道和一切赤纬圈都表示东西方向。无论在地球上或天球上, 东西方向都是无限方向。在天北极俯视地球北极, 向东是逆时针的旋转方向, 而向西是顺时针的旋转方向; 在地球北极仰视天北极, 向东是顺时针的旋转方向, 而向西是逆时针的旋转方向。

在地球表面上, 有角距离, 也有直线距离。但是, 在天球上, 只有角距离, 而没有直线距离。

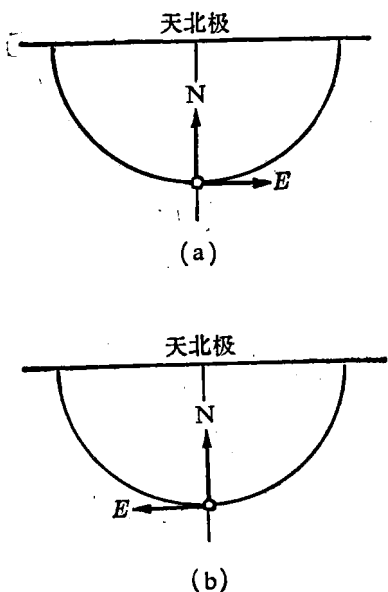


图 1.14 天球上的方向

(a) 在天外俯视天球; (b) 在地上仰视天球

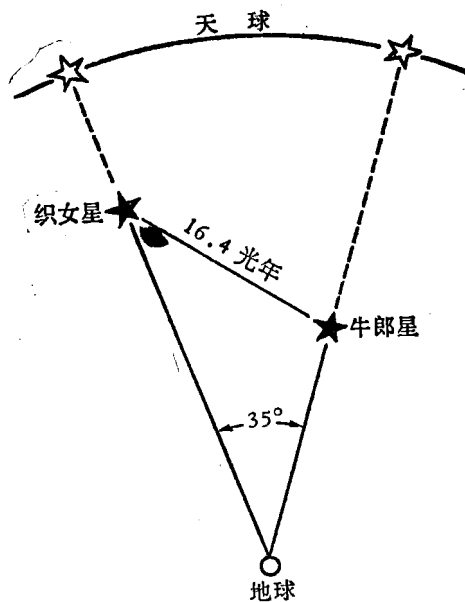


图 1.15 天球上的距离