

高等学校试用教材

自然地理学

上册

中山大学 兰州大学 南京大学
西北大学 北京大学地理系编

人民教育出版社

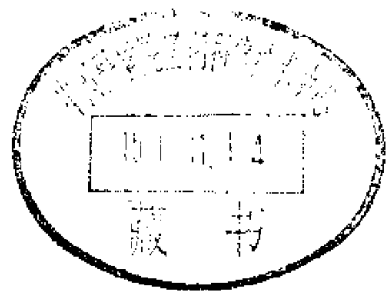
P21
ZSDX

高等学校试用教材

自然地理学

上册

中山大学 兰州大学 南京大学
西北大学 北京大学地理系编



人民教育出版社

000743

高等学校试用教材

自然地理学

上册

中山大学、兰州大学、南京大学、
西北大学、北京大学地理系编

*

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印装

*

1978年10月第1版 1978年11月第1次印刷

书号 12012·07 定价 1.20元

编 者 的 话

本书是供综合性大学地理系地图、经济地理、水文和地貌等专业使用的《自然地理学》试用教材,由中山大学(主编)、兰州大学(副主编)、南京大学、西北大学和北京大学五个学校地理系集体编写的。参加编写的是:绪论,雍万里、陈传康;第一章,魏晋贤、伍光和;第二章,雍万里、李爱玲、吴评生;第三章,魏晋贤、伍光和;第四章,潘树荣、俞序君、张哲夫、吴伯甫、许惠芳、刘亦频、张仁甫、伍光和、陈传康;第五章,潘树荣;第六章,田连恕、吴荔明;第七章,陈传康。附图由朱健梧、菅玉芬、徐玉铭、徐培生、张树华、李玉林、宗小明、王泽琛等同志清绘。全书分上下两册,上册包括绪论和一~四章,下册包括五~七章。全书初稿曾经五校有关教师参加审查,逐章讨论、补充修改,最后由潘树荣、伍光和、俞序君、陈传康负责统稿和定稿。

本书比较全面地介绍了部门自然地理学和综合自然地理学的基本知识、基本概念和基本理论。第一章着重介绍地球基本知识及其地理意义;第二章至第六章分别介绍各个自然地理成分的特征、形成机制和发展规律,属于各部门自然地理学的内容;最后一章介绍综合自然地理学有关地域分异规律的基本理论和在我国的一些实际应用,对中国综合自然区划作了简单介绍。

考虑到目前各大学地理系大部分专业(地貌、水文、经济地理、地图、环境保护方向的自然地理等专业)都不单独开设所有的部门自然地理学或地质学,因此本书不仅比较详细地介绍部门自然地理学,而且把必要的地质学基础知识也加以简单介绍,还适当介绍了综合自然地理学的内容,目的是希望使读者学完本教材后,可以对自然地理学各分科(包括部门的和综合的)有一个比较系统的了解。

《自然地理学》涉及范围很广,又要适应多专业基础课的要求,我们编写时感到困难不少,加以时间短促,错漏或取材不当之处,势难避免,希望读者多加指正,并将宝贵意见寄主编单位,以便再版时参考改正。

本书在编写过程中,曹廷藩、张同铸、林超、易绍桢、景贵和、陈述彭、张荣祖、廖克、苏映平、邓尚桐、覃朝峰、董汉飞、陈世训、陈家修、黄伟峰、李春初、程国佩、李吉均、徐叔鹰、董黎明、张云、王英华、刘继韩、黄广耀等同志曾给予大力支持和帮助,在此表示谢忱。

《自然地理学》编写小组

一九七八年五月于广州

目 录

绪 论

一、自然地理学的研究对象和分科..... 1	三、自然地理学与其他有关学科的关系..... 3
二、自然地理学的任务..... 2	

第一章 地球的基本知识

第一节 地球在宇宙中的位置..... 4	第五节 地球的构造.....16
一、宇宙和天体..... 4	一、地球的圈层分化.....16
二、太阳和太阳系..... 5	二、地球的内部构造.....17
三、地球在天体中的地位和联系..... 6	三、地球的外部构造.....18
第二节 地球的形状和大小..... 7	第六节 地球表面的基本轮廓.....18
一、地球的形状及其地理意义..... 7	一、海陆分布.....18
二、地球的大小及其地理意义..... 9	二、世界洋及其区分.....19
第三节 地理坐标.....10	三、大洋底部的基本形态特征.....20
一、纬线与纬度.....10	四、大陆和岛屿.....20
二、经线和经度.....11	五、大陆外表的基本轮廓.....22
第四节 地球的自转和公转.....11	六、海陆起伏曲线.....22
一、地球的自转.....11	第七节 地球的地质发展史和地质纪年.....23
二、地球的公转.....14	

第二章 大 气 圈

第一节 大气的组成与构造.....26	三、凝结.....64
一、大气的组成.....26	四、大气降水.....67
二、大气的范围与构造.....28	第五节 天气.....71
第二节 大气的热力状况.....30	一、天气概念.....71
一、辐射.....30	二、气团及其分类.....73
二、气温.....36	三、锋与天气.....75
三、热量带.....42	四、气旋和反气旋.....79
第三节 大气的运动.....43	五、影响我国的几种主要的天气过程.....83
一、气压.....43	第六节 气候.....88
二、风.....48	一、气候及其形成因素.....88
三、大气环流.....54	二、气候带与气候类型.....91
第四节 大气中的水分.....59	三、气候变迁.....95
一、大气湿度.....59	四、地方气候和小气候.....99
二、蒸发.....62	

第三章 海洋和陆地水

第一节 地球上的水分循环与水量平衡	105	三、河流的补给	126
一、地球上水的分布	105	四、河川径流	129
二、水分循环	106	五、流域的水量平衡	134
三、水量平衡	106	六、河流的分类	135
第二节 海洋	108	第四节 地下水	137
一、海水的组成	108	一、地下水的物理性质和化学成分	137
二、海水的温度、密度和透明度	109	二、岩石的水理性质	141
三、海水的运动	110	三、地下水的动态和运动	142
四、海底的沉积物	118	四、地下水按埋藏条件的分类	143
五、海洋资源和人类对海洋的影响	119	第五节 湖泊与沼泽	146
第三节 河流	120	一、湖泊	146
一、河流、水系和流域	120	二、沼泽	148
二、水情要素	122		

第四章 地壳及其表面形态

第一节 地壳的组成物质	151	六、河流劫夺	215
一、矿物	151	七、流水作用地区的地貌发育	216
二、岩石	157	第六节 岩溶地貌	218
第二节 地壳构造运动及其表现	163	一、岩溶作用	218
一、地壳构造运动与构造地貌概述	169	二、岩溶地貌	220
二、地质构造的基本形式及其地貌表现	170	三、岩溶地貌的发育	224
三、大地构造及其地貌表现	182	第七节 冰川与冻土地貌	225
第三节 风化作用	185	一、冰川地貌	225
一、风化作用的类型	185	二、冻土地貌	230
二、风化产物的基本特征	188	第八节 风成地貌	233
三、风化壳及其分布	189	一、风力作用	233
四、风化作用的意义	191	二、风成地貌	234
第四节 重力地貌	192	三、影响风成地貌发育的因素	239
一、崩塌及其形成的地貌	192	第九节 海岸地貌	240
二、滑坡	193	一、海岸带的动力作用	240
三、泥石流	195	二、海岸地貌	243
第五节 流水地貌	197	三、海岸的分类	243
一、坡面流水地貌与沟谷流水地貌	197	第十节 地貌类型的划分	250
二、河谷地貌	202	一、地貌形态类型	250
三、河谷的发展	208	二、地貌成因类型	251
四、河谷类型	210	三、气候地貌	251
五、三角洲与冲积平原	216		

绪 论

一、自然地理学的研究对象和分科

(一) 地理学

地球表面是人类赖以生存的地理环境。地理学是研究地理环境的科学。

围绕人类的环境是一个历史唯物主义概念。随着人类科学技术的发展,其范围日益扩大,内容也日益复杂。在航海事业未发达时,大洋并未包括在人类环境范围内。随着人造卫星和星际航行事业的发展,人类环境则超出了地球表面的范围,进入了高空和宇宙空间,但这种环境不属于地理学的研究范围。

作为地理学研究对象的地理环境,包括天然环境、人类作用于自然界后发生变化了的环境和人类社会本身所形成的经济环境等,因此地理学也相应地出现自然地理学、经济地理学等分科。此外,还有综合这些分科的综合地理学,也是地理学的一个独立分科。

(二) 自然地理学的研究对象

自然地理学着重研究地理环境的自然方面,即未经人类作用的天然环境,和经人类作用后而发生了变化的环境。

由于人类的长期作用,现代地理环境已经发生了很大的变化,大部分地面转变为开垦、种植、养殖和放牧的地面(耕地、林场、牧场、种植园、养殖场等),充满了各种各样的人类技术产物(房屋、道路、堤坝、堤防、交通工具、生产和通讯设备等)。这种经过人类作用而发生了变化的环境,称为人为环境。人为环境也受自然规律所制约,仍然属于自然环境范畴。地理环境的自然方面(天然状况和经过人类作用后的人为状况),统称为自然地理环境。

自然地理环境分布于地球表面。但地球表面并不是纯粹的几何表面,而是具有一定厚度的圈层或壳层。因此有人把它称为地理圈、地理壳或景观壳等。

地球构造最主要特征是具有分层性,即可把地球划分为一些具有不同物理化学性质的圈层。例如,地球的外部覆盖有大气圈(大气圈还可再划分为对流层、平流层和一些更高空的层次),大气圈的下面是由海洋和陆地水构成的一个不太连续的水圈,地球的固体部分的外壳称为地壳,地壳以下的地球内部还可进一步划分为地幔、地核等。此外地球上还分布有生物,生物分布的范围,称为生物圈。

在高空和地球内部的这些圈层大致是上下平行分布的,在地球表面附近的地理圈中的这些圈层是互相渗透,甚至重叠分布的。这一特点具有非常明显又非常重要的地理意义,它使地理圈具有一系列不同于地球其他各处的性质。

总之,现代自然地理学以包括天然环境和人为环境的自然地理环境作为研究对象,而自然地理环境的全球整体构成一个圈层,位于海陆表面上下,具有一定的厚度,称为地理圈。

(三)自然地理学的分科

地理圈是一个复杂的物体系统,它可以划分为一些更低一级的系统,而它本身又是更高一级系统的一部分。宇宙是一个复杂的多级镶嵌体系,也就是说,宇宙是由一些大小有不同、等级有高低、内部组织复杂程度有差别的物体系统逐级镶嵌组合起来的。为了区别高低镶嵌等级,通常使用组织水平这一概念来区分大小不同的各级物体系统。组织水平概念相当于结构等级或结构层次。

地球是一个围绕太阳旋转的行星,是太阳系的一员,因此,太阳系的组织水平便比地球高一级,地球是比太阳系低一级物体系统。地球的各个圈层,包括地理圈在内是比地球的组织水平低一级的系统。地理圈本身也由一系列圈层所组成,包括大气圈的对流层、地壳、水圈(海洋和陆地水)、生物圈等。这些组成成分是比较地理圈(自然地理环境)的组织水平更低一级的系统。

自然地理学既研究自然地理环境的综合特征,也研究其各组成成分的特征,即包括两级组织水平的研究,前者称综合自然地理学,后者称部门自然地理学。部门自然地理学包括气候学、地貌学、水文学、地理土壤学、地植物学、动物地理学等。

部门自然地理学针对本身的研究对象,既强调分析研究,同时也要进行综合研究。例如,气候学既研究各气候要素(气温、气压等)的特征,也研究气候的全面特征,即气候分类研究。除此之外,某一部门自然地理学还要研究某一自然地理成分与其他成分的相互关系,它不是脱离自然地理环境这一整体来研究它的某一组成成分,而是把环境整体看作是所研究的组成成分的存在和发展的背景。

综合自然地理学强调在部门分析基础上,对自然地理环境进行综合的系统研究。这种在高一级的组织水平上进行的综合研究,是着重研究自然地理环境各组成成分的相互关系,以回答环境的综合特征、形成机制、地域差异和发展规律。

不论部门自然地理学,还是综合自然地理学,除了研究基本原理外,都还进行区域研究,例如区域地貌、区域水文等方面的研究;综合自然地理学的区域研究指某一具体区域的综合自然区划和土地类型研究。通常所称的区域自然地理学包括了各部门的和综合的区域研究。

二、自然地理学的任务

自然地理学的任务有下列几方面:

1. 研究各自然地理成分(气候、地貌、水文、土壤、植被和动物界等)的特征、形成机制和发展规律。
2. 研究各自然地理成分的相互关系,彼此之间的物质和能量相互转化的关系,特别是调节和控制这些关系的机制。
3. 参与对自然条件和自然资源的评价。
4. 研究自然地理环境的空间分异规律,进行自然地理分区,阐明各级自然区的特征,存在的主要矛盾和发展趋向。
5. 研究人为环境是怎样形成的,怎样更合理地去利用和改造环境。

三、自然地理学与其他有关学科的关系

自然地理学作为一门地理学的分科而与经济地理学等有密切的关系。区域经济地理研究必须与区域自然地理研究结合进行,自然条件和自然资源的评价是经济地理研究的前提。同时在自然地理研究中,如果能考虑区域经济开发的要求,可以使自然地理学更好地为生产实践服务。

自然地理学作为地学的一门分科也与其他地学有密切的关系。部门自然地理学是自然地理学和其他地学科学或生物科学之间的边缘科学,例如,地貌学是自然地理学和地质学之间的边缘科学,气候学是自然地理学和气象学之间的边缘科学,地植物学是自然地理学和植物学之间的边缘科学,等等。自然地理学正是通过这些部门自然地理学而与其他地学科学或生物学处于紧密的联系中。

由于环境污染问题的提出,导致一门新的自然科学——环境科学的形成。环境科学的研究范围相当广泛,包括污染源调查、工程处理、污染检测、环境质量调查、评价和预测,污染对生物、食物和人体的影响等方面,其中,地理环境的污染过程,即环境的质量调查、评价和预测,污染的生态影响等,都是环境科学和地理学共同研究的任务。

地理学所研究的环境是广义理解的,指的是人类社会所定居的地理环境;环境科学所研究的环境是狭义理解的,指的是受污染的环境,这是区分地理学和环境科学的根据。地理学(包括自然地理学)作为一门综合研究地理环境的科学,它的一些基本原理也是环境污染研究,首先是环境质量调查、评价、规划和管理等研究的基础。当然环境科学的深入研究又将大大充实和提高地理学理论的内容和水平。也就是说,地理学(包括自然地理学)与环境科学有互相交错的地方,是互相促进和共同发展的。

第一章 地球的基本知识

第一节 地球在宇宙中的位置

一、宇宙和天体

宇宙是无限的,在空间上无边无际,在时间上无始无终。宇宙中存在着无数的天体,根据它们各自的特点可以归纳为恒星、行星、卫星、流星、彗星和星云六大类。恒星质量很大,自己能够发光,凭肉眼能看到的天体,99%以上都是恒星。从地球上看来,恒星的相对位置似乎是固定不变的,但实际上,一切恒星都在不停地运动着。行星自己不发光,质量也远较恒星为小,并且绕恒星运动。地球便是绕着太阳运动的行星之一。卫星质量比行星更小,绕行星运动,并随着行星绕恒星运动。流星的质量就更小,也不发光。流星在行星际空间运行,当接近地球,受到引力时,可以改变轨道,甚至陨落。当它进入地球大气层后,因与大气摩擦,迅速增温至白热化,发生燃烧。绝大部分流星在到达地面以前就已完全烧毁,少数能落到地面上,成为陨星。彗星是一种很小的,但具有特殊外表和轨道的天体。它由彗核、彗发和彗尾三部分组成。彗核是相对集中的疏松固体物质。彗发是彗核释放的分子和原子,成一团气体围绕着彗核。彗尾是由电离的分子和固体小粒子组成。这些分子和小粒子受到太阳光压的作用,形成一条背向太阳的尾巴,即彗尾。星云是一种云雾状的天体。离地球非常遥远的河外星云,是一些恒星系统,而作为银河系组成部分的银河星云,则是极端稀薄和高度电离的氢和氦的混合物。

鉴于用普通的长度单位,甚至用地球和太阳的平均距离(14960万公里,称为天文单位),都难以表示宇宙空间的距离,人们就把光在一年中传播的距离(94600亿公里),即一个光年,作为量度天体距离的单位。

现有的仪器已经能够观察到远离地球100亿光年的空间,而没有观察到的部分仍然是无限广大。在可以观察到的这部分宇宙中,约有 10^{23} 个恒星。几十亿个到上千亿个恒星的集合体是一个星系。例如银河系,就是一个包括一千多亿个恒星的星系。银河系是一个旋转着的扁平体,绝大多数星体都密集在它的中心平面附近。它的直径约为10万光年,中心厚度约1万光年,其余部分厚度约1000光年。到目前为止,已经发现了十亿多个类似银河系这样的星系。星系表现为成对或成群的聚集状态,组成星系群。例如,银河系和包括比邻星系以及大、小麦哲伦云在内的近二十个星系,组成本星系群。本星系群直径约300万光年。比星系群更大,包括几百个到几千个星系的集团,称为星系团。例如室女坐星系团,包含2700个星系,直径可达850万光年。已知宇宙的总体称为总星系。现代最先进的天文望远镜只能观察到100亿光年,远远没有超出总星系的范围。

二、太阳和太阳系

银河系直径约有 10 万光年, 包含 1000 亿颗以上的恒星, 太阳只是其中之一。太阳位于距银心(银河系中心)约 27000 光年、距边缘 23000 光年的地方, 并以每秒 230 公里的速度绕银心运动, 大约二亿年可绕行一周。

太阳是一个炽热的发光球, 它的内部不断进行着巨大的热核反应。太阳表面温度高达 6000K, 中心温度更高, 达 1500 万度。在已知的宇宙中, 太阳是一个中等大小的恒星, 直径约为 140 万公里, 相当于地球直径的 109 倍, 表面积约为地球的 12000 倍, 体积约为地球的 130 万倍, 质量约 1.989×10^{27} 吨, 相当于地球的 33.3 万倍, 并且占整个太阳系质量的 99.86%。它的外层可见部分的密度约为水密度的 1/1000000, 中心部分的密度比水的密度大 85 倍, 而平均密度则为 1.4 克/立方厘米, 约相当于地球密度的 1/4。质量很大的太阳, 以其巨大的引力维持着一个天体系统绕着它运动。这个天体系统就是太阳系。太阳位于太阳系的中心。

太阳系包括 9 个大行星, 34 个卫星, 和成千上万个行星, 还有少数彗星。9 个大行星中, 距太阳最远的冥王星, 约为 39.5 个天文单位。如果以冥王星轨道为太阳系的边界, 则太阳系直径为 79 个天文单位, 即约 120 亿公里。如果把彗星轨道计算在内, 则太阳系直径将达到 6-8 个天文单位, 即 9-12 万亿公里。9 个大行星按其物理性质可以分为两组。水星、金星、地球和火星, 一般体积小, 平均密度大, 自转速度慢, 卫星数少, 称为地组行星; 木星、天王星、海王星和冥王星, 一般体积大, 平均密度小, 自转速度快, 卫星数多, 叫做木组行星。它们的性质见表 1-1。

表 1-1 太阳系行星物理性质比较

行星	赤道半径 Km	偏 率	质 量 地球=1	密 度 克/厘米 ³	恒星日长	赤道对轨 道倾斜	卫 星 数
地 组							
水 星	2434	0.0	0.653	5.5	58.646 日	<10°	0
金 星	6050	0.0	0.815	5.3	242.95 日	6°	0
地 球	6371	0.0034	1.000	5.52	23 时 56 分	23°27'	1
火 星	3394	0.0032	0.107	3.94	24 时 39 分	24°56'	2
木 组							
木 星	69663	0.062	318.00	1.327	9 时 50 分	3°4'	13
土 星	56800	0.108	95.22	0.7	10 时 14 分	26°46'	10
天 王 星	25640	0.01	14.55	1.21	10.8 时	97°53'	5
海 王 星	24950	0.026	17.23	1.57	15.8 时	28°48'	2
冥 王 星	1200		0.9	>6.1	6.39 日		1

太阳系中行星和卫星绕太阳的运动, 具有以下几方面的共同特征:

1. 所有行星的轨道偏心率都很小, 几乎都接近于圆形;

2. 它们的轨道面都近似地在一个平面上,对太阳轨道面(黄道面)的倾斜都不大;
 3. 所有行星环绕太阳的公转方向都是自西向东;除天王星外,所有行星的自转方向也自西向东,即和公转方向相同;
 4. 所有行星的赤道面对轨道面的倾斜都比较小,只有天王星例外;
 5. 绝大多数卫星的轨道都近似圆形,其轨道面接近母星的赤道面;
 6. 绝大多数卫星,包括土星环,公转方向都和母星的公转方向相同。
- 有关行星轨道运动的资料见表 1-2。

表 1-2 行星轨道运动资料

行 星	轨道半长轴 天文单位	公转周期	平均轨道速度 公里/秒	偏 心 率	对黄道面 倾 斜
水 星	0.3871	88 日	47.9	0.2056	7°0'
金 星	0.7233	225 日	35.1	0.0068	3°23'
地 球	1.0000	365 1/4 日	29.8	0.0017	
火 星	1.5237	686.98 日	24.1	0.0933	1°51'
木 星	5.203	11.862 年	13.1	0.0483	1°18'
土 星	9.539	29.45772 年	9.7	0.05589	2°29'
天 王 星	19.1818	84.013 年	6.8	0.0472	0°46'
海 王 星	30.0579	164.79 年	5.43	0.0085	1°46'
冥 王 星	39.44	248.4 年	4.74	0.2494	17°10'

除上述 9 个大行星外,太阳系中还有许多小行星绕太阳运动。它们大多数处于火星与木星的轨道之间,并在那里形成一个独特的小行星带。近来已发现并有可靠记录的小行星数目已达几千个,其中较大的直径约为数百公里。小行星形状很不规则,它们绕太阳公转的周期,短的约 1 年,长的约 14 年。

三、地球在天体中的地位和联系

有过一个很长的时期,人们认为地球是宇宙的中心,一切天体都绕着地球运行。直到公元 1543 年,哥白尼的《天体运行论》发表,“日心学说”创立,这个观念才逐渐被抛弃。但是,太阳也不是宇宙的中心,因为无限广大的宇宙根本没有中心。作为太阳系中心的太阳,在银河系中只不过是旋涡臂上的一个小点,是一个普通的恒星罢了,而地球又是太阳系中一个普通的行星。

地球沿着椭圆形轨道绕太阳运行,太阳处在椭圆的一个焦点上。每年 1 月初地球和太阳最接近,距离约为 14710 公里;7 月初离太阳最远,距离约为 15210 公里,平均距离为 14960 公里。

地球并不是孤立地存在于宇宙之中的。它和其他天体之间有着密切的相互联系和相互影响。例如,太阳辐射能是地球表面的主要热量来源;海、陆、大气和有机体中的许多过程,都以

这种辐射能为基本的动力。水力能、风能都是由太阳能转化来的。当代地球上最重要的能源——煤和石油，则是长期积累的太阳能。太阳还把各种带电粒子流传送到地球上。具有极高能量而眼睛看不见的宇宙线，从宇宙中侵入地球的大气上层，对地球上的极光、磁暴、大气中的某些气体分子从分子状态转变为离子状态等一系列现象，都产生影响。陨石从星际空间落到地球上，或地球大气外层的气体质点扩散到星际空间，都表明地球与星际空间在进行着直接的物质交换。至于地球在月球和太阳引力的影响下形成的潮汐现象，以及大气和地壳的弹性变形，就更是人所共知的了。

第二节 地球的形状和大小

一、地球的形状及其地理意义

大地测量中所谓的地球形状，是指一种假想的、用平均海面来表示的、平滑的封闭曲面形状。这个封闭曲面被称为大地水准面。所以，地球的形状也就是指大地水准面的形状。研究地球的形状，无论是对人类的生产实践还是科学实践，都有重要意义。

证明地球是球形的简单证据有：一个人沿南北方向旅行时，发现地平线上的星的高度不断变化，一些星星消失，另一些星星出现；驶离海岸的船只，总是船身首先从观察者的视野中消失；月食时，出现在月球上的地影总是圆形，等等。

1671年，里奇到赤道附近的圭亚那的开云 (Cayenne) 进行天文观测，发现他由巴黎带来的秒摆每天慢两分半钟。但回到巴黎后秒摆又恢复了正常。后来，牛顿运用万有引力定律对这一现象又做了解释。牛顿认为，秒摆变慢是由于重力加速度变小引起的。而重力加速度之所以变小，一方面是由于赤道附近的离心加速度增大，另一方面是由于地球的赤道部分凸出，致使那里所受的地心引力减小。

我们知道，当一个长度为 l 的摆的摆动的幅度与 l 相比很小时，摆动一次的时间 T ，可由下列公式算出：

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

式中， g 为重力加速度。如果摆长不变，时间 T 只可能随重力加速度的改变而改变。这就说明摆动变慢，是由于重力加速度减小，即赤道上的地表距地心较高纬地区地表距地心更远的缘故。

现代精密测量的结果告诉我们，通过赤道的地球直径比通过两极的地球直径长 42.5 公里。这就说明，地球不是一个正球体，而是一个两极比较扁平、赤道部分比较凸出的椭球体；通过地球两极的断面是椭圆形，而不是正圆形；椭球体的最大圆周在赤道上，而不在于通过两极的

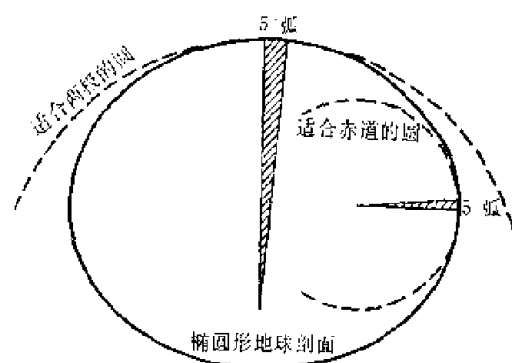


图 1-1 地球为球体

圆上(图 1-1)。由于地球两极扁平,那里的地面曲率就比赤道地面曲率小。从图 1-1 中可以看出,两极附近 5° 弧的弧长大于赤道上 5° 弧的弧长,相应于前者的圆半径,比相应于后者的圆半径大。

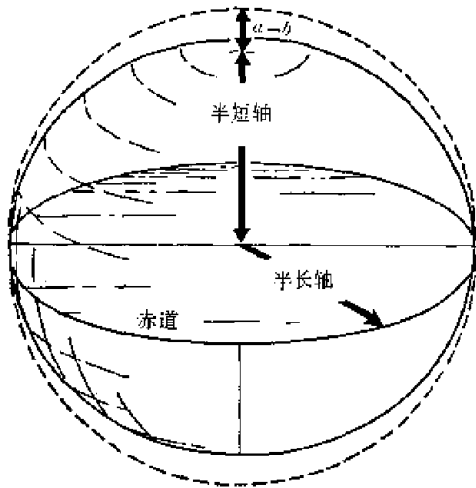


图 1-2 地球的半长轴和半短轴

地球两极扁平的程度称地球的扁率 α , 可用下式计算:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

式中 a 为地球赤道半径,即椭球体半长轴, b 为地球两极半径,即半短轴。地球半长轴与半短轴的关系如图 1-2。

18 世纪时测定地球扁率的工作就已开始。19 世纪以来,不同国家分别采用了许多种扁率。1924 年,国际大地测量和地球物理协会决议采用海福得椭球体。我国在 1952 年前也曾采用过。1940 年克拉索夫斯基提出了新的数据,并先后为部分欧洲国家所采用。我国自 1953 年开始也采用克拉索夫斯基的椭球体。人造地球卫星出现后,扁率测量的精确度大大提高。1971 年,第 15 届国际大地测量和地球物理协会决议采用人造地球卫星提供的最新数据。现将椭球体的有关数据列举如下:

	半长轴(米)	半短轴(米)	扁率
海福得(1924)	6,378,388	6,356,912	1/297.0
克拉索夫斯基(1940)	6,378,245	6,356,863	1/298.3
第 15 届国际大地测量和地球物理协会(1971)	6,378,160	6,356,755	1/298.25

在太阳系的九大行星中,地球的扁率是相当小的。木星、土星、天王星和海王星的扁率都比地球大。很可能,冥王星的扁率也比地球大,参看表 1-1。

虽然椭球体一词比较接近真实地反映了地球的形状,但是椭球体的曲面与大地水准面仍然有一些微小的差异。大地水准面以海平面为基准,在大陆部分,它因重力减小而上升,在海洋部分又因重力增大而下降。所以大地水准面实际上是一个不规则的起伏表面,在南北两半球,椭球体不同程度地偏离大地水准面,但以两极偏离为最大(图 1-3)。

1959 年,人造地球卫星测出赤道以南某些地点的凸出程度似乎比赤道以北某些地点高

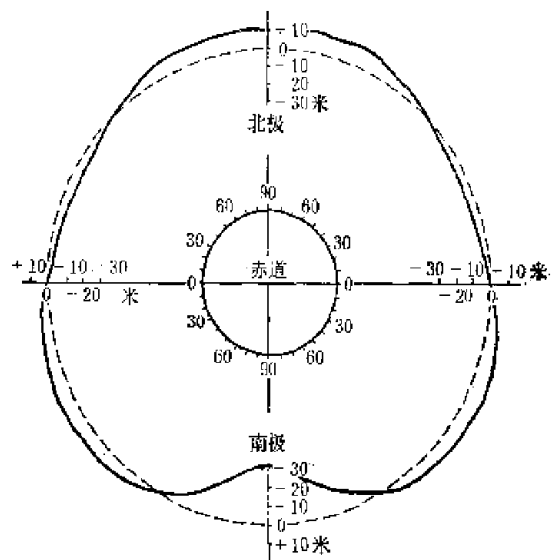


图 1-3 地球的形状
虚线代表椭球体;实线表示地球的实际

7.6 米。进一步的计算表明，南极离开地心的距离要比北极短 15.2 米，而赤道也不是一个正圆，赤道的直径在某些地方要比另外一些地方长 430 米。

地球的形状有着非常重要的地理意义。因为太阳辐射是地球表面热量的主要来源。太阳同地球的平均距离长达 14960 万公里，这样可把照射到地球上的太阳光线视为平行光线。当平行光线照射到地球表面时，在同一时刻、不同地点将具有不同的太阳高度角。太阳光线与地球自转轴的相对关系，决定了这种高度角有规律地从南北纬 $23^{\circ}27'$ 向两极减小。因此，太阳辐射使地球增暖的程度也按同样的方向降低，从而造成地球上热量的带状分布和所有与热量状况相关联的自然现象的地带性分布（图 1-4）。

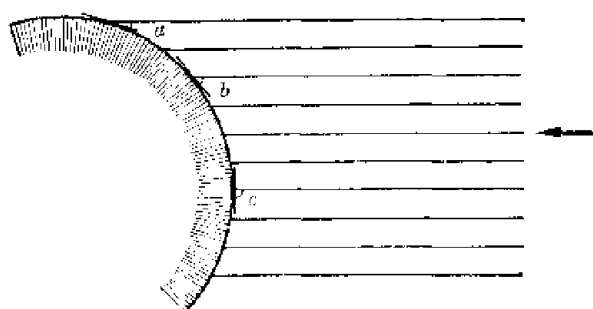


图 1-4 不同纬度太阳高度角不同
(角 c > 角 b > 角 a)

二、地球的大小及其地理意义

公元前 200 多年，埃拉托色尼测出了亚历山大和塞恩（Syene，即现在埃及的阿斯旺城）在 6 月 21 日这一天的太阳高度角相差 7.2° 。他认为这个角度正是亚历山大和塞恩两地间的弧距。根据这个数值和两地的估计距离，计算出地球的圆周长为 25 万斯台地亚。近代的学者们考证了斯台地亚这个古希腊长度单位后指出，埃拉托色尼计算出的地球圆周长非常接近 40000 公里。公元 723 年，我国唐朝的僧一行（张遂）、南宫说等人分别在十三个地方测量当地的地理纬度，测出经线 1° 的长度为 351 里（唐朝里）80 步，约等于现在的 132.3 公里。这个数值虽然比实际数值大了 20%，但仍然表明，我国当时大地天文测量技术达到了相当高的水平。

通常把与地球椭球体体积相等的正球体半径作为地球的平均半径。地球的平均半径等于 6371.110 公里，面积按整数计约为 51000 万平方公里，体积为 10830 亿立方公里，经线周长为 40008.548 公里，赤道周长为 40076.604 公里。地球的平均密度为 5.522 克/立方厘米，质量为 5983×10^{18} 吨。

地球的巨大体积和质量，使它能够吸着周围的气体，保持一个具有一定质量和厚度的大气圈。因为地球上的物体至少必需有每秒 11.2 公里的速度，才能脱离地球。而大气中最快的气体微粒——氢的运动速度也只达到上述数字的 $1/7$ ，这说明，地球的大气是不会逸散的。而如果地球没有现在这样大、这样重，就可能没有大气圈，因而也没有海洋和流水，没有风，也没有生

物。地表平均温度将比现在低得多，温度较差将大得多，紫外线辐射将强烈得多……总而言之，我们的地球就将呈现完全异样的景象。

第三节 地理坐标

一、纬线与纬度

地球南北极的连线是地球自转的轴线，即地轴。地轴的中点叫地心。通过地心并和地轴垂直的平面与地球表面相交而成的圆，就是赤道。赤道把地球分为北半球和南半球。所有与地轴相垂直的面，都和地球表面相交而成圆，就是纬线。很明显，所有纬线都是相互平行的。赤道是最大的纬圈，由此向北或向南，纬圈的半径作有规律的减小。按下列公式很容易求出不同纬度上经度 1° 的弧长：

$$L = 111.2 \times \cos \varphi$$

式中 φ 为当地纬度。表 1-3 为不同纬度上经纬线各 1° 的长度和面积。

表 1-3 经纬线各 1° 的长度和面积

纬度	纬度 1° 长(米)	经度 1° 长(米)	经纬 1° 面积(平方公里)
90	111,700.0	09.0	54.44
80	111,665.8	9,934.5	2,165.68
70	111,657.5	38,118.5	4,260.54
60	111,417.1	55,802.8	6,217.30
50	111,233.0	71,699.2	7,795.21
40	111,037.8	85,997.7	9,482.20
30	110,854.8	96,490.4	10,696.29
20	110,706.0	104,651.4	11,585.39
10	110,609.0	109,634.7	12,127.43
0	110,575.4	111,923.9	12,809.54

一地的纬度就是该地铅垂线对赤道面的夹角。赤道的纬度为零度，由赤道向两级，各分为 90° ，北半球的称北纬，南半球的称南纬。但是，上述位于地心的夹角是不可能直接测量的，必须利用仪器进行间接的测量。

为了弄清这种间接测量的理论依据，首先应该了解关于天球的概念。从地球看来，那些极其遥远的天体似乎是嵌在一个很大的球体之上，这个假想的球体叫做天球。延长地轴线与天球相交的两点，就是天极。因为天球与地球的距离是无穷大的，所以，地球上的所有平行线都将在天球上相交。也就是说，地球表面任何一点与天极的连线都和地轴平行，而这条线与地平面间的夹角，就等于该地铅垂线对赤道面的夹角，也就是该地的纬度。例如天北极位于地球北极的正上空，地球北极的纬度为 90° 。赤道上与地轴平行的直线在天北极与地轴相交，但此线和地平面的夹角为零度，故赤道上的纬度为零度。在实际测量时，通常在北半球以接近天北极

方向的恒星——北极星的平均位置做为天极,测出北极星平均位置的高度角,就是各地的地理纬度。

二、经线和经度

所有通过地轴的平面,都和地球表面相交而成为圆,这就是经线。所有经线都在两极相交,所以,经线都是呈南北方向,长度也是相等的。由经线和纬线构成的经纬网,是地理坐标的基础。图 1-5 是简化了的经纬网。

经线的起始线最初是不统一的。1884 年经过国际协议,以穿过英国伦敦当时的格林尼治天文台的经线为本初经线,或称本初子午线。本初经线是经度的零度线。由此向东和向西,各分 180° ,称为东经和西经。东经和西经的 180° 线是重合的,通常就把它叫做 180° 经线。由此可知,某一地点的经度,就是该地点所在的经线与本初经线之间的角距,亦即这两个经线平面在地心的夹角。经度的长度是沿着纬线计算的。

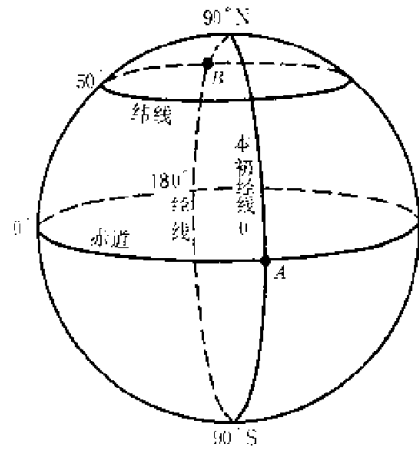


图 1-5 经纬线

在实际工作中往往凭借无线电信号来决定某个地方的经度。世界上许多电台每天都多次报告格林尼治时间或电台所在地时间。根据测点的地方时间与格林尼治时间或另一已知位置的地方时间的差值,即可求出经度的差数。

第四节 地球的自转和公转

一、地球的自转

地球是一个椭球体。这种现象与离心力的作用有关,而离心力又只在物体旋转时才可能产生,地球旋转的事实不断被科学实验所证实。

1851 年,傅科在巴黎众神殿上以长度为 200 英尺的一条线,悬吊一个重 60 磅的铁球,做成一个摆。并在铁球下装一细针,使球摆动时可以在地面铺的沙层上划出记号。根据力学定律,摆动物体都力图保持它原有的摆动平面。傅科在实验中发现摆动的方向总是逐渐向右偏转。在北纬 49° 的巴黎,每小时偏转 11° 多,每 32 小时偏转一周(360°)。后来的研究又认为,在极地这种摆动平面每小时偏转 15° ,每 24 小时偏转一周。但是,在赤道上却不发生偏转。既然摆动平面不变,这种偏转就只能是视偏转了。它说明不同纬度上的经线方向在不断变化。地球是在自西向东旋转的。由于在赤道上,经线的切线都平行于地轴,因此它的方向不因地球旋转而变化;在南北极,经线的切线都与地轴相垂直,因此它们的方向每天变化 360° ,每小时变化 15° ,即与地球旋转角速度相同;地球旋转是自西向东,所以看起来摆动平面是自东向西偏转,即在北半球向右或顺时针,在南半球向左或逆时针。

不同纬度上,摆动平面每小时偏转的角度 α 等于地球每小时自转的角度与所在纬度正弦