



普通高等教育“九五”  
国家教委重点教材

ZIRAN DILIXUE



高等学校教材

---

# 自然地理学

---

【第三版】

伍光和 田连恕 编著  
胡双熙 王乃昂

---

高等教育出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

自然地理学/伍光和主编;田连恕,胡双熙,王乃昂  
编著. - 3版. - 北京:高等教育出版社,2000(2002重印)  
ISBN 7-04-007973-9

I. 自… II. ①伍… ②田… ③胡… ④王…  
III. 自然地理学 IV. P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 26413 号

自然地理学 (第三版)

伍光和 田连恕 编著  
胡双熙 王乃昂

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
传 真	010-64014048		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	新华书店北京发行所	版 次	1978 年 12 月第 1 版
排 版	高等教育出版社照排中心		2000 年 7 月第 3 版
印 刷	天津新华印刷一厂	印 次	2002 年 9 月第 7 次印刷
开 本	787×1092 1/16	定 价	20.90 元
印 张	24.75		
字 数	600 000		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

# 前 言

本书的主要对象是地理学各专业学生。在教学计划中,自然地理学课程起着先导课、基础课的作用。它既担负着向学生介绍自然地理学在地理科学体系中的地位和作用的任务,也担负着阐述自然地理学的性质和特征,并且适当介绍地貌学、气候学、水文地理学、植物地理学等分支学科的基础理论和基础知识的任务。同时还必须帮助学生从表面上看起来杂乱无章的知识堆砌中跳出来,认识自然地理环境的整体性,认识到一个自然要素的变化可能使其他要素甚至整个自然地理环境也随之发生相应变化,从而建立人与自然协调发展,以及社会经济持续发展的观念。

本书出版以来,被许多院校地理系及相关专业广泛选作本科教材,并被指定为硕士、博士生入学考试必读参考书。由于需求量大,先后重印 11 次。并于 1994 年获得首届全国优秀地理著作二等奖。这对我们无疑是巨大的鼓励和有力的鞭策。

本书第二版于 1985 年出版。15 年匆匆而过。主编潘树荣及编者陈传康、俞序君三位教授已在 20 世纪最后 10 年内相继辞世,使我们一次次陷入深深的悲痛。三位先生为我国地理教育事业鞠躬尽瘁,死而后已,永远是我们崇高的榜样。

本书原编者雍万里先生年事已高,表示不能再参与第三版编写;李爱玲先生调离南京大学并已退休,也表示不参与本书的修订。这样,第二版编者中就只有伍光和(副主编)、田连恕二人了。

我们经高等学校理科地理教学指导委员会同意,于 1997 年组成新的编写班子,开始修订工作。按照教学大纲要求,本书仍保持了一、二版的基本框架,但对具体内容作了较大幅度的更新。例如:

一、改孤立的天文知识介绍为地球的天文或宇宙背景论述,避免与后续内容脱节。讲授自然地理学离不开首先介绍地球。故一般自然地理教材的第一章常常是介绍天文知识。它与后续内容不免有脱节之感。修订中,我们立足于论述地球的天文背景或宇宙背景,着重介绍对地理环境有显著影响的宇宙-行星因素。如近 20 年广受关注的小行星、月球、彗星对地理环境的可能影响等。

二、强化部门自然地理章节间的联系,适当压缩有关内容。部门自然地理内容之间缺乏有机联系,是同类教材最常见的弊病。这次修订,适当压缩了地壳、水圈等章节内容,并强化章节间的内在联系。某些综合性强且涉及范围广的问题,如厄尔尼诺、全球变化与海平面升降等,都做了比较详细的介绍。

三、生动阐述学科要义、激发学生兴趣。枯燥乏味是理科教材的常见弊病。本书将力图以优美、生动、活泼的语言,科学而准确地阐述自然地理学的要义,激发学生浓厚的学习兴趣。

四、更新内容、反映学科新面貌。近十余年来自然地理学及其分支学科在理论、研究手段和应用诸多方面都有较大的发展,相比之下,第二版内容已显得陈旧,此次修订中更新了数据、观点,力图反映 20 世纪末的学科水平。

高等教育出版社建议本书绪论仍采用二版陈传康先生原稿。我们同意并对原稿作了一些文



字加工。其余章节分工情况为：第一、二、四、五、八章伍光和，第七章田连恕（西北大学），第六章胡双熙，第三章王乃昂，最后由伍光和统稿、定稿。

教育部与兰州大学分别对本书编写给予经费支持，高等教育出版社黎勇奇编审作为本书责任编辑在书稿审查、加工上做了大量工作，郝林同志清绘插图，特此一并致谢。

本书不可避免会有缺点甚至错误，我们真诚欢迎批评、指正。

编者

1999年12月

前言 .....	1	一、构造运动的特点与基本方式 .....	36
绪论 .....	1	二、构造运动与岩相、建造和地层接触关系 .....	37
<b>第一章 地球</b> .....	5	三、地质构造 .....	38
<b>第一节 地球在宇宙中的位置</b> .....	5	<b>第三节 大地构造学说</b> .....	45
一、宇宙和天体 .....	5	一、板块构造学说 .....	45
二、太阳和太阳系 .....	6	二、槽台说与地洼说 .....	49
三、地球在天体中的位置 .....	9	三、地质力学学说 .....	50
<b>第二节 地球的形状和大小</b> .....	10	<b>第四节 火山与地震</b> .....	50
一、地球的形状及其地理意义 .....	10	一、火山 .....	50
二、地球的大小及其地理意义 .....	12	二、地震 .....	51
<b>第三节 地球的运动</b> .....	13	<b>第五节 地壳的演变</b> .....	53
一、地球的自转 .....	14	一、地质年代 .....	53
二、地球的公转 .....	16	二、地壳演化简史 .....	55
三、岁差、章动和极移 .....	19	主要参考书 .....	58
<b>第四节 地理坐标</b> .....	20	<b>第三章 大气和气候</b> .....	59
一、纬线与纬度 .....	20	<b>第一节 大气的组成和热能</b> .....	59
二、经线与经度 .....	21	一、大气的成分 .....	59
<b>第五节 地球的圈层构造</b> .....	21	二、大气的结构 .....	61
一、地球的圈层分化 .....	21	三、大气的热能 .....	66
二、地球的内部构造 .....	22	四、气温 .....	70
三、地球的外部构造 .....	23	<b>第二节 大气水分和降水</b> .....	73
<b>第六节 地球表面的基本形态和特征</b> .....	24	一、大气湿度 .....	73
一、海陆分布 .....	24	二、蒸发和凝结 .....	76
二、海陆起伏曲线 .....	25	三、水汽的凝结现象 .....	77
三、岛屿 .....	26	四、大气降水 .....	80
四、地球表面的基本特征 .....	27	<b>第三节 大气运动和天气系统</b> .....	85
主要参考书 .....	28	一、大气的水平运动 .....	85
<b>第二章 地壳</b> .....	29	二、大气环流 .....	91
<b>第一节 地壳的组成物质</b> .....	29	三、主要天气系统 .....	98
一、化学成分与矿物 .....	29	<b>第四节 气候的形成</b> .....	103
二、岩浆岩 .....	31	一、气候和气候系统 .....	103
三、沉积岩 .....	33	二、气候的形成 .....	106
四、变质岩 .....	35	三、气候带和气候型 .....	114
<b>第二节 构造运动与地质构造</b> .....	36	<b>第五节 气候变化</b> .....	118
		一、气候变化简史 .....	118

二、气候变化的原因	121	第九节 冰川	178
三、未来气候的可能变化	125	一、成冰作用与冰川类型	178
主要参考书	126	二、地球上冰川的分布	180
<b>第四章 海洋和陆地水</b>	127	三、冰川对地理环境的影响	181
第一节 地球水循环与水量平衡	127	主要参考书	182
一、地球上水的分布	127	<b>第五章 地貌</b>	183
二、水循环与水量平衡	128	第一节 地貌成因与地貌类型	183
第二节 海洋起源与海水理化性质	131	一、地貌成因	183
一、海洋的起源	131	二、基本地貌类型	185
二、世界大洋及其区分	132	三、地貌在地理环境中的作用	186
三、海及其分类	133	第二节 风化作用与块体运动	187
四、海水的组成	133	一、风化作用	187
五、海水的温度、密度和透明度	134	二、块体运动与重力地貌	190
第三节 海水的运动	135	第三节 流水地貌	194
一、潮汐与潮流	135	一、流水作用	194
二、海洋中的波浪	137	二、坡面流水与沟谷流水地貌	194
三、洋面流和水团运动	139	三、河流地貌	196
第四节 海平面变化	144	四、准平原与山麓面	205
一、7万年来的海平面变化	144	第四节 喀斯特地貌	207
二、近百年的海平面变化	145	一、岩溶作用	207
三、21世纪海平面上升预测	146	二、喀斯特地貌	207
第五节 海洋资源和海洋环境保护	147	三、喀斯特地貌发育过程与地域分异	210
一、海洋资源	147	第五节 冰川与冰缘地貌	211
二、海洋对地理环境的影响	149	一、冰川地貌	211
三、海洋环境保护	149	二、冰缘地貌(冻土地貌)	216
第六节 河流	150	第六节 风沙地貌与黄土地貌	220
一、河流、水系和流域	150	一、风沙作用	220
二、水情要素	152	二、风沙地貌	221
三、河川径流	156	三、黄土与黄土地貌	225
四、河流的补给	160	第七节 海岸与海底地貌	226
五、流域的水量平衡	162	一、海岸地貌	226
六、河流的分类	163	二、海岸的分类	231
七、河流与地理环境的相互影响	165	三、海底地貌与海底沉积	232
第七节 湖泊与沼泽	165	主要参考书	235
一、湖泊	165	<b>第六章 土壤圈</b>	237
二、沼泽	168	第一节 土壤圈的物质组成及特性	237
第八节 地下水	169	一、土壤及土壤肥力的概念	237
一、地下水的物理性质和化学成分	169	二、土壤圈在地理环境中的地位和作用	237
二、岩石的水理性质	172	三、土壤形态	240
三、地下水的动态和运动	174	四、土壤物质组成	242
四、地下水按埋藏条件的分类	175	五、土壤组成物质之间的相互作用	244

第二节 土壤形成与地理环境间的关系	249	二、生态因子与生物	281
一、成土因素学说	249	三、生物对环境的适应	290
二、成土因素对土壤形成的作用	250	第三节 生物种群和生物群落	292
三、土壤形成的基本规律	254	一、种群及其一般特征	292
四、主要成土过程	254	二、生物群落	297
第三节 土壤分类及空间分布规律	256	第四节 生态系统	306
一、土壤分类	256	一、生态系统的概念	306
二、土壤空间分布规律	259	二、生态系统的组分和结构	307
三、土壤的地域分布规律	262	三、生态系统的功能	310
四、耕作土壤分布规律	263	四、生态系统的反馈调节与生态平衡	318
五、世界土壤分布	263	第五节 陆地和水域生态系统	321
第四节 土壤类型特征	264	一、陆地生态系统的主要特征与分布规律	321
一、有机土	264	二、陆地生态系统的主要类型	322
二、人为土	265	三、水域生态系统的主要特征与类型	328
三、灰土	265	第六节 社会-经济-自然复合生态系统	331
四、火山灰土	265	一、农业生态系统	331
五、铁铝土	266	二、城市生态系统	336
六、变性土	266	第七节 生物多样性及其保护	341
七、干旱土	266	一、生物多样性概念	341
八、盐成土	266	二、生物多样性的价值	342
九、潜育土	267	三、全球生物多样性概况及受威胁现状	343
十、均腐土	267	四、生物多样性的保护	348
十一、富铁土	267	主要参考书	349
十二、淋溶土	268	第八章 自然地理综合研究	351
十三、锥形土	268	第一节 自然地理环境的整体性	351
十四、新成土	268	一、自然综合体-地理系统-地理耗散结构	351
第五节 土壤资源的合理利用和保护	268	二、自然地理环境的组成与能量基础	352
一、土壤资源的概念	269	三、地理环境各要素的物质交换	354
二、世界及我国土壤资源概况	269	第二节 自然地理环境的地域分异	355
三、土壤资源开发利用中存在的问题	270	一、地带性分异规律	355
四、土壤资源的合理利用和保护	272	二、非地带性规律	359
主要参考书	274	三、地域分异的尺度	362
第七章 生物群落与生态系统	275	四、地域分异规律的相互关系	363
第一节 地球上的生物界	275	第三节 自然区划	368
一、原核生物界	276	一、自然区划原则	369
二、原生生物界	277	二、自然区划方法	370
三、植物界	277	三、自然区划的等级系统	371
四、真菌界	278	第四节 土地类型研究	376
五、动物界	278	一、土地的含义与土地分级	376
第二节 生物与环境	279	二、土地的分类	379
一、生态因子作用的一般特点	279	三、土地评价	380

第五节 人地关系研究 .....	381	三、人地关系的协调发展 .....	383
一、人类对地理环境的影响 .....	381	主要参考书 .....	383
二、地理环境对人类不合理行为的反馈 .....	382		



# 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环境。这个环境的范围是随着科学技术和社会生产的发展而不断扩大的。在古代,海洋并未包括在人类环境的范围内,随着航海事业的发展,海洋才成为人类活动的环境。现在,由于航天事业的发展,人类环境已超出地球表层,进入了高空和宇宙空间,从而出现了“空间环境”的概念。所以,地理环境和人类环境是两个不尽相同的概念。

地理学是研究地理环境的科学,即只研究地球表层这一部分人类环境。所谓地球表层,实际上是指海陆表面上下具有一定厚度范围,而不包括地球高空和内部的地球表层。这个表层内存在着人类社会及各种地理要素,具有独特地理结构和形式。

地理环境可分为自然环境、经济环境和社会文化环境三类。自然环境由地球表层中无机和有机的、静态和动态的自然界各种物质和能量组成,具有地理结构特征并受自然规律控制。自然环境根据其受人类社会干扰的程度不同,又可分为两部分:一为天然环境或原生自然环境,即那些只受人类间接或轻微影响,而原有自然面貌未发生明显变化的自然地理环境。如极地、高山、大荒漠、大沼泽、热带雨林、某些自然保护区、人类活动较少的海域等。二是人为环境或次生自然环境,即那些经受人类直接影响和长期作用之后,自然面貌发生重大变化的地区,如农村、工矿、城镇等地区。放牧草场和采育林地,虽然仍保留草原和森林外貌,但其原有条件和状态已发生较大变化,也应属于人为环境之列。人为环境的成因及其形式的多样性,决定于人类干扰的方式和强度,而其本身的演变和作用过程仍然受制于自然规律。因此,无论是人为环境还是天然环境都属于自然地理环境。

经济环境是指自然条件和自然资源经人类利用改造后形成的生产力地域综合体,包括工业、农业、交通、城镇居民点等各种生产力实体的地域配置条件和结构状态。生产力实体具有二重性,从自然属性来评价,这种地域特征属于人为环境;从技术经济角度考察,这种地域则属于经济环境或经济地理环境。

社会文化环境,包括人口、社会、国家、民族、民俗、语言、文化等地域分布特征和组成结构,还涉及各种人群对周围事物的心理感应和相应的社会行为。社会文化环境是人类社会本身所构成的一种地理环境。

上述三种地理环境各以某种特定实体为中心,由具有一定地域关系的各种事物的条件和状态构成。三种地理环境在地域上和结构上相互重叠、相互联系,从而构成统一整体的地理环境。

系统论认为,现实世界是由规模大小不同、复杂程度互异、等级高低有别、彼此交错重叠,并且互相转化的系统组成的一个有序网络系统。我们可以从不同角度,根据系统的组成和结构把

客体分为一系列的层次,每一个层次就是一个等级的系统。此级别系统是由比它低一级的子系统组成;而其本身又是更高级系统的一部分。因此,系统和子系统的关系是整体与部分之间的关系,而且整体的功能大于部分的总和。这是由于各子系统之间存在着相互作用所构成的网络关系,这个网络结构完成一定的整体功能,形成集体效应,并起着协同作用。这种结构关系叫总体组织。在系统层序中,有些层次间关系较密切,有些层次间则可能出现质变。根据其层序组合的质变可以把各级层次分为不同的组织水平。

依据上述观点讨论地理学的研究对象和分科,可将地理学分为三个主要组织水平和相应学科,即1)研究整个地理环境综合特征的,称综合地理学;2)分别研究自然地理环境、经济环境和社会文化环境的为综合自然地理学、综合经济地理学和综合人文地理学;3)分别研究上述三种环境中各要素的学科统称部门地理学。例如部门自然地理学,部门经济地理学(包括工业地理学、农业地理学、交通地理学、商业地理学等);部门人文地理学(包括人口地理学、政治地理学、社会地理学、文化地理学等)。

上述划分被陈传康称为地理学的“三分法”(自然、经济、人文)和“三层次”(统一、综合、部门)。此外,在地理学分科中还应该考虑“三重性”的观点,即首先是理论地理学研究,即对基本的原理和方法论进行重点阐述;其次是应用地理学研究;第三是区域地理学的研究,即对特定区域进行具体描述。三者的内容和重点虽不同,却同样重要,而且是相互关联的。

## (二) 自然地理学的研究对象

前面已经指出,自然地理学研究地球表层的自然地理环境。这个“表层”是具有独特的物质结构状态和一定厚度的圈层,地理文献中称为“地理圈”、“地理壳”、“景观壳”或“地球表层”。

地球构造具有分层性,即整个地球是由一系列具有不同物理化学性质的物质圈层所构成。例如,地球外部覆盖的大气圈,还可再分为对流层、平流层、电离层、逸散层等,大气圈之下是由海洋和陆地水构成的水圈以及疏松的土被层;地球固体部分的外壳称为地壳,地壳以下又分地幔和地核。此外,地球上还存在生命物质,生物的总体及其分布范围称为生物圈。这些圈层的组合分布具有两种特点:一是高空和地球内部的圈层呈独立的环状分布;二是地球表面附近各圈层相互渗透。地球表层或地理圈正是由大气圈和岩石圈的一部分以及水圈、生物圈和土壤层组成,并使它具有一系列不同于地球其他部分的结构特性。这里的岩石、气候、水体、生物、土壤等组成成分之间存在着密切的相互联系和相互作用,通过水循环、大气循环、生物循环、地质循环等进行着复杂的能量转化和物质交换。在物质能量转化和交换过程中,还伴随着信息传输,从而形成一个完整、有序的自然地理系统。该系统还从地球内部和外层空间输入一定的能量和物质,以维持其各组分和各区域间的有序结构,并保持其平衡状态。

人类是干扰和控制自然地理系统的一个重要因素。在人类作用下,现代自然环境已经发生不同程度的变化,许多地区在天然环境背景下变为人为环境。历史经验表明,人类活动如果遵循自然界的客观规律,人类就受益于自然界,人与自然环境的关系就比较协调,一些自然资源就可得到不断更新;相反,资源就会受到破坏,环境质量下降,生态失调,人类必将受到自然界的惩罚。

总之,自然地理的研究对象包括天然的和人为的自然地理环境,它具有一定组分和结构,分布于地球表层并构成一个地理圈。

## (三) 自然地理学的分科

按照上述“层次性”观点,自然地理学的分科主要涉及两个层次:即研究自然地理环境整体特

征的,称为综合自然地理学;研究自然地理环境各组成要素的,称部门自然地理学。它们包括该系统的两级组织水平的研究。

部门自然地理学包括气候学、地貌学、水文学、土壤地理学、地植物学、动物地理学等。它们以组成自然环境的某一要素为具体对象,着重研究这个要素的组成、结构、时空动态、分布特征和规律。虽然部门自然地理学各有分工,但是每一个研究对象的存在和发展变化,都是以整体的自然地理环境为背景,而且不同程度地以其他组成要素为因素或条件的。各部门自然地理学中的分支是更低一级的层次。

综合自然地理学以各部门自然地理学为基础,综合研究自然地理环境的整体性特征及整体各部分的相互联系和相互作用,阐明这个环境整体的结构特点,形成机制、地域差异和发展规律。

根据“三重性”观点,无论部门自然地理学或综合自然地理学都需要对其基本原理与方法,实际应用以及具体区域等方面进行研究。

## 二、自然地理学的任务

自然地理学的任务包括:1) 研究各自然地理要素(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) 研究各自然地理要素之间的相互关系,彼此之间物质循环和能量转化的动态过程,从整体上阐明它的变化发展规律。3) 研究自然地理环境的空间分异规律,进行自然地理分区和土地类型划分,阐明各级自然区和各种土地类型的特征和开发、利用方向。4) 参与自然条件和自然资源评价。5) 研究人为环境(受人类干扰、控制的自然地理环境)的变化特点、发展动向和存在问题,寻求合理利用和改造的途径及整治方法。

## 三、自然地理学与其他学科的关系

作为地理学分科的自然地理学,与地理学的其他分科有密切关系。区域经济地理研究必须与区域自然地理研究结合进行。自然地理研究如果能考虑区域经济开发的要求,则可更好地为生产实践服务。

自然地理学与其他地学和生物科学也有密切关系。部门自然地理学便是自然地理学与相邻科学之间的边缘学科。例如,地貌学是自然地理学与地质学的边缘学科,气候学是自然地理学与气象学的边缘学科,地植物学是自然地理学与植物学的边缘学科,等等。自然地理学正是通过部门自然地理学与其他地球科学或生物科学处于紧密联系之中。

当代环境污染的严重性以及人们保护和改善环境的迫切性,导致一门新的综合性学科即环境科学的形成。它汇集了自然科学、技术科学以及社会科学,共同对这个新领域进行综合研究。自然地理学也责无旁贷参与其中。环境科学具有涉及面广、综合性强、学科之间交叉与渗透较多等特点,并曾一度侧重于污染物在环境中的运动规律、环境质量变化、污染物的生物效应对人体健康的影响、及其控制和改善方法等研究。现已进而研究与人类活动有关的环境破坏问题,诸如水土流失、土壤盐碱化、风沙危害、大自然保护以及环境规划和管理等问题。其中许多问题与地理学有关,于是出现环境地学——环境科学与地学的边缘科学。自然地理学既可运用自己的原理和方法研究环境问题,也可以从中得到促进和提高,使本门学科更具有生命力。

#### 四、本书的内容和结构

本书的任务是较全面地介绍各部门自然地理学和综合自然地理学两方面的基本知识、概念和原理。书名为《自然地理学》而不采用《普通自然地理学》名称,是因为既可把它理解为学习自然地理学的入门基础课,也可理解为专门研究地理圈本身一般规律的学科。

本书内容一方面包括阐述地球表层各自然地理要素的形成过程、基本特征、类型和分布,并注意说明该要素与其他要素的相互关系;另一方面还专门分出一章论述综合自然地理学的基本概念和基本理论,力求使读者对整个自然地理学有全面的了解。此外,对自然资源、环境问题、生态系统等方面也做了必要的介绍。

本书共八章。第一章对整个地球的形态、动态特征、内层和外层构造作简单的介绍,旨在说明它作为自然环境形成发展重要背景的地理意义。第二、三两章论述地壳和大气两大圈层的特性和运动形式。它们作为构成景观的基本成分,既是地球内部与外部物质能量输入的主要表现者,也是支配景观形成发展和分异的两大基本因素。第四章介绍水圈的各组成部分,尤其突出了海洋的地位和作用。水圈与上述两个圈层,在景观圈中形成了固、液、气三相的多种界面,进行着复杂的无机过程。它们之间的相互作用在地貌上表现最为鲜明。因此第五章接着介绍地貌成因类型、特点及其发育规律。在此基础上,第六章描述了介于无机与有机成分之间的土壤,它是反映陆地景观属性的典型。第七章叙述生物群落和生态系统,重点说明生物与环境之间的相互联系与相互作用。通过生态系统的型式把有机界与无机界组合成一个整体来描述。最后一章系统论述景观的整体性、地域分异规律、自然区划、土地类型等方面的基本概念和基本原理。

总之,本书的内容结构是从自然地理环境的整体性出发,通过从“部门”至“综合”的叙述方式,从地表的无机界到有机界乃至自然生态系统,从景观圈的上下边层至核心层,逐步揭示各要素间的相互联系,达到对其整体性和地域之间的联系与差异性的认识。我们认为,采用这种方式便于初学者循序渐进地学好这类入门性的基础课程。自然地理学的内容既包括“部门”也包括“综合”,两者同等重要,不可偏废。

# 第一章 地球

## 第一节 地球在宇宙中的位置

### 一、宇宙和天体

宇宙是一个巨大无比的物质世界,其中包含着无数的天体和极其广阔的空间。战国时代晋国人尸佼(约公元前 390—公元前 330)曾定义“上下四方曰宇,古往今来曰宙”。汉代张衡(公元 78—139)则以“宇之表无极,宙之端无穷”表述宇宙在空间上无边无际,在时间上无始无终的特点。

但是,现代人类理解的宇宙,则是大约发生于 100 亿年前的大爆炸所形成的,范围相当于 130 亿光年的巨大空间。很显然,这里所指的应是人类已知的宇宙。随着人类科学技术水平的提高,已知宇宙范围必将逐渐扩大。

宇宙中存在着无数的天体。根据它们各自的特点可归纳为恒星、行星、卫星、流星、彗星、星云等类。恒星质量很大且能发光。凭肉眼能看到的天体,99%以上都是恒星。从地球上,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。行星自己不发光,质量也远较恒星小,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,受到引力作用时,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,少数落到地面上即成为陨石。彗星是一种很小的,但具有特殊外表和轨道的天体。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氮的混合物。

鉴于用普通的长度单位,甚至用地球和太阳的平均距离( $14\,960 \times 10^4$  km,称为天文单位),都难以表示宇宙空间的距离,人们把光在一年中传播的距离( $94\,600 \times 10^8$  km),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 130 亿光年的空间。在可以观察到的这部分宇宙中,约有  $10^{22}$  个恒星。数十亿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。其直径约为  $10 \times 10^4$  光年,中心厚度约 10 000 光年,其余部分厚度约 1 000 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  $300 \times 10^4$  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

室女座星系团,包含 2 700 个星系,直径可达  $850 \times 10^4$  光年。已知宇宙的总体称为总星系。

## 二、太阳和太阳系

银河系直径约有  $10 \times 10^4$  光年,包含  $1\,500 \times 10^8$  颗恒星,太阳只是其中之一。太阳位于距银河系中心(银心)约 27 000 光年、距边缘 23 000 光年的地方,并以 250 km/s 的速度绕银心运动,大约  $2.5 \times 10^8$  年绕行一周。

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 6 000 K,中心温度更高达  $1\,500 \times 10^4$  度。在已知宇宙中,太阳是一个中等大小的恒星,直径约为  $140 \times 10^4$  km,相当于地球直径的 109 倍;表面积约为地球的 12 000 倍;体积约为地球的  $130 \times 10^4$  倍;质量约  $1.989 \times 10^{27}$  t,相当于地球的  $33.3 \times 10^4$  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 1/1 000 000,中心部分的密度比水的密度大 85 倍,而平均密度则为  $1.4 \text{ g/cm}^3$ ,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,而太阳位于太阳系的中心。

太阳系包括 9 个大行星,50 个卫星,和至少 50 万个小行星,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。如果以冥王星轨道作为太阳系的边界,则太阳系直径为 79 个天文单位,即约  $120 \times 10^8$  km。如果把彗星轨道计算在内,则太阳系直径将达到  $6 \sim 8 \times 10^4$  个天文单位,即  $9 \times 10^{12} \sim 12 \times 10^{12}$  km。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,体积小而平均密度大,自转速度慢,卫星数少,称为地组行星;木星、土星、天王星、海王星和冥王星,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	扁 率	质 量 地球 = 1	密 度 $\text{g/cm}^3$	恒星日长	赤道对轨道 道倾斜	卫星数
地 组							
水 星	2 440	0.0	0.05	5.46	58.6 d	$< 10^\circ$	0
金 星	6 050	0.0	0.82	5.26	243 d	$6^\circ$	0
地 球	6 378	0.003 4	1.00	5.52	23 h 56 min	$23^\circ 27'$	1
火 星	3 395	0.005 2	0.11	3.96	24 h 37 min	$24^\circ 55'$	2
木 组							
木 星	71 400	0.062	317.94	1.33	9 h 50 min	$3^\circ 4'$	16
土 星	60 000	0.108	95.18	0.70	10 h 14 min	$26^\circ 45'$	23
天王星	25 900	0.01	14.63	1.24	约 24 h	$97^\circ 53'$	5
海王星	24 750	0.026	17.22	1.66	约 24 h	$28^\circ 48'$	2
冥王星	1 350		0.002 4	1.5	6.3 d 9 h		1

太阳系中行星及其卫星绕太阳的运动,具有几个共同特征,即① 所有行星的轨道偏心率都很小,几乎都接近圆形;② 各行星轨道面都近似地位于一个平面上,对地球轨道面即黄道面的倾角也都不大;③ 所有行星都自西向东绕太阳公转;除金星和天王星外,其余行星自转方向也自西



向东,即与公转方向相同;④除天王星外,其余行星的赤道面对轨道面的倾斜都比较小,⑤绝大多数卫星的轨道都近似圆形,其轨道面与母星赤道面也较接近;⑥绝大多数卫星,包括土星环在内,公转方向均与母星公转方向相同。有关行星轨道运动的数据见表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 km/s	偏心率	对黄道面 倾 斜
水星	0.387 1	88 d	47.89	0.205 6	7°0'
金星	0.723 3	225 d	35.03	0.006 8	3°23'
地球	1.000 0	365.25 d	29.79	0.001 7	
火星	1.523 7	686.98 d	24.13	0.093 3	1°51'
木星	5.203	11.862 a	13.06	0.048 3	1°18'
土星	9.539	29.457 72 a	9.64	0.055 89	2°29'
天王星	19.181 8	84.013 a	6.81	0.047 2	0°46'
海王星	30.057 9	164.79 a	5.43	0.008 5	1°46'
冥王星	39.44	247.9 a	4.74	0.249 4	17°10'

关于太阳系中的天体,有必要着重介绍彗星、小行星和月球。

### (一) 彗星

彗星是在万有引力作用下绕太阳运动的一类质量很小的天体,是太阳系的成员之一。肉眼可看到的彗星大多由彗核、彗发、彗云和彗尾组成。彗核近似球形,是彗星头部密集而明亮的部分,由冰、甲烷、氨和尘埃组成。彗发分布于彗核四周,呈球形云雾状,半径可达数十万千米,由气体和尘埃组成。彗云包围在彗发外面,直径约自  $100 \times 10^4 \sim 1\,000 \times 10^4 \text{ km}$ ,主要由氢原子组成。彗核、彗发和彗云合称彗头。彗尾是彗核背向太阳一侧长达  $1 \times 10^8 \sim 2 \times 10^8 \text{ km}$  的尾巴,由彗核在太阳风作用下抛出的尘埃和气体组成。

依据彗星远日点的距离,可将彗星分为四个族,即木星族、土星族、天王星族和海王星族。木星族彗星回归周期为3~10年,已知有67颗;土星族周期为10~20年,已知有8颗;天王星族周期为20~40年,已知有3颗;海王星族周期为40~100年,已知有9颗。目前共发现1600余颗彗星,其中600余颗被准确计算出运行轨道,但这只是彗星的极小部分。据计算,在海王星轨道以内,至少应有170万颗彗星,而回归周期为4万年的彗星,则至少应有1000亿颗。

人们对于彗星存在不少误识,以致长期把彗星当做某种灾难的象征。近代则有人担忧彗星可能碰撞地球,造成地极移动,改变地球运动速度、引起巨大潮汐和全球洪水泛滥,甚至认为彗尾的“毒气”可能污染大气等等。实际上彗核碰撞地球的机率仅为千万年一次,且即使碰撞也不可能造成大灾难。至于彗尾扫过地球,则已发生过无数次,其含氰基和一氧化碳对地球高层大气的污染微不足道,远远不及工厂废气和汽车尾气对城市的污染,根本不可能对人类造成危害。

值得注意的是,近年来有的科学家研究认为地球上的水可能来自彗星。果如此,地球水圈的形成在一定程度上依赖于彗星物质(冰),彗星就非但不是所谓灾星,而是地球的福星了。

### (二) 小行星

1766年德国天文学家提丢斯首先提出,1772年波得进一步完善了关于行星和太阳距离的经

验公式

$$R_n = a + b \times 2^n$$

式中,取  $a = 0.4; b = 0.3; n = 1, 2, 3 \dots$

这个公式称为提丢斯 - 波得定则。按照这一定则,在火星与木星轨道之间,距太阳约 2.8 天文单位处应该有一个大行星。经过长期搜索,始终没有发现这颗未知大行星,却发现了一个小行星带,1801 年,谷神星被发现,1802 年智神星被发现,直到 1854 年 7 月共发现 30 颗小行星。1868 年,小行星数目突破 100,1879 年突破 200,1890 年突破 300。至今已编号的小行星达 2 600 余颗。据计算,冲日亮度超过 19 等的小行星约有 4.4 万颗。如果算到 21.2 等,小行星总数将达到 50 万颗。

有关小行星起源的最初假说是爆炸说。爆炸说认为,在提丢斯 - 波得定则规定的火星、木星间区域,原来确有一个大行星。该行星后来突然发生爆炸,其大部分碎裂成为小行星,小部分碎片成为流星。假说的提出者没有阐述爆炸的原因,小行星的形态和运动轨迹也不符合爆炸理论,因此这一假说已被摒弃。

许多学者认为,小行星的早期形成过程与其他行星并没有本质区别,只是其“行星胎”后期未能顺利发育成为大行星。我国天文学家戴文赛指出,九大行星形成之前,太阳系只是一个星云盘,其物质可分为三类:气体物质为氢、氦之类的气体,占 90% 以上;冰物质为水、氨、甲烷等;土物质为高熔点金属氧化物及硅酸盐之类,约占 1%。在行星凝聚阶段,木星区内的小星子掠夺了小行星区域 99.9% 的物质,因而这个区域不可能形成大行星,而只能形成为数众多的“半成品”。这就是著名的“半成品说”。

人类关注小行星,是因为小行星与地球的地理环境和人类本身都有密切关系。具体地说,就是小行星曾经多次并可能再次撞击地球。

1978 年,诺贝尔物理奖获得者路易斯·阿尔瓦雷斯提出,6 500 万年前一颗直径为 8 ~ 10 km 的阿波罗型小行星撞击地球引起大爆炸,其能量相当于 100 万亿吨 TNT 炸药。尘埃弥漫空中致使大量植物枯死,恐龙灭绝。后来美国学者推测该小行星直径为 11 km,撞击点在太平洋。这次撞击造成淡水生物的 19%、海洋生物的一半和陆地上体重超过 30 kg 的动物死亡。

1976 年 3 月 8 日发生在我国吉林的陨石雨,后来也被证明是一个直径 220 km 的小行星的一部分。近年还有人指出,我国华北沉降带的形成也可能与小行星撞击有关,撞击中心在山东低山丘陵区。

尽管国内外均有大量小行星撞击地球的报道或预测,但人类完全不必要为此担忧。科学家们的计算表明,5 万吨级的陨石撞击地球的机率为 10 万年一次;直径 10 km、质量 1 万亿吨的小行星撞击地球的机率则为 1 亿年一次。在现代科学技术条件下,人类完全有能力准确预测并事先消除撞击危险。

### (三) 月球

月球是地球唯一的天然卫星,半径为 1 738.2 km,相当于地球半径的 27.28%;质量为  $7.35 \times 10^{22} \text{t}$ ,相当于地球质量的 1.23%,即 1/81;平均密度为  $3.24 \text{g/cm}^3$ ,只及地球密度的 0.6。

月球外部没有大气层,这一特点至少造成了三种直接后果:一是月空永远黑暗,没有风云雷雨等天气现象;二是月面温度变幅巨大,在阳光照射下最高温度可达  $127^\circ\text{C}$ ,而夜间温度可降至  $-183^\circ\text{C}$ ;三是在缺乏大气层保护的情况下月面经常遭受陨石撞击。月球上也没有水,因而既无

生物,也不可能形成土壤。裸露的岩石与疏松的尘土共同构成荒凉死寂的外貌,与神话传说中的美景迥然相异。月球表面也有山脉、丘陵、平原和低地,由火山作用和陨石冲击形成的环形山尤其分布广泛。

月球沿着一个椭圆形轨道围绕地球自西向东运动。轨道远地点为405 500 km,近地点为363 300 km,月地平均距离为384 401 km。其轨道平面(白道面)与黄道面的交角约变化于 $4^{\circ}58'$ ~ $5^{\circ}20'$ 之间,平均为 $5^{\circ}9'$ 。绕地运动的周期为一个月,但是这里的“月”有三种含义:月心连续两次通过地心与日心连线的时问称为朔望月,时间是29日12时44分3秒;月心连续两次到达同一恒星方向为27日7时43分11.4秒,叫做恒星月;月心连续两次通过黄道与白道两交点之一需时27日5时0分35.8秒,则称交点月。

在绕地球运动的同时,月球还以一个恒星月为周期绕月轴自转。由于月球自转与公转“同步”,月球总是以同一面对着地球。

由于月球既有公转和自转,同时又跟随地球绕太阳运动,因而,月球既可位于日地之间,也可位于日地距离外侧。由此,其明亮部分在人类看来就有周期性盈亏圆缺之别,即有不同的月相。此外,当月球阻挡阳光照射地球时,就发生日食;当地球阻挡阳光照射月球时,则发生月食。但是,月球对地理环境最重要的影响仍在于使地球形成潮汐,尤其是海洋潮汐。

科学家们或认为月球与地球具有相同的起源,或认为是地球的引力俘获了月球使之进入现在的轨道,或主张月球曾是地球的一部分,是后来被撕裂出去而成为地球的卫星的。这些假说目前都没有得到公认。但有一点可以肯定,月球绝非某些伪科学著作所宣扬的,是外星人的所谓中空的人造天体,并且仅仅在3 000多年前才被放置于地球附近。

### 三、地球在天体中的位置

曾经有一个很长的时期,人们认为地球是宇宙的中心,一切天体都绕地球运行。直到1543年,哥白尼的《天体运行论》发表,“日心学说”创立,这个错误观念才逐渐被抛弃。但是,无限广大的宇宙根本不存在中心。太阳只是太阳系的中心。而太阳在银河系中,也只不过是旋涡臂上的一个小点,一颗普通的恒星罢了。地球则只是太阳系中一颗普通的行星。

地球沿着椭圆形轨道绕太阳运行,太阳处在椭圆的焦点之一上。每年1月初地球和太阳最接近,距离约为 $14\ 710 \times 10^4$  km。地球的这个位置称为近日点。7月初离太阳最远,距离约为 $15\ 210 \times 10^4$  km,这个位置则称远日点。日地平均距离为 $14\ 960 \times 10^4$  km,此数字被确定为一个天文单位。

地球并不是孤立地存在于宇宙中的,它与其他天体或宇宙空间之间通过能量和物质交换保持着密切的联系并相互影响。例如,地球的向阳半球面每秒钟接受太阳辐射物质2 kg,相当于燃烧 $4\ 000 \times 10^4$  t煤所产生的能量。正是太阳辐射能作为最主要的能量来源和基本动力,推动了地球表层的几乎全部自然地理过程,使地理环境得以形成和有序发展。太阳紫外辐射使大约高出地面20~25 km的大气中的氧分子分解为氧原子,两者经碰撞成为臭氧。正是这个臭氧层作为“遮光板”,阻挡了99%的紫外光达到地面,从而维护了地球生物圈的安全。同样是太阳辐射在大气中形成了电离层,才使世界的现代通讯成为可能。人类社会最重要的能源水能、风能、煤和石油,或由太阳能直接转化而成,或经过有机体长期积累和化石化过程转化而成。太阳光还把各