



普通高等教育“十五”国家级规划教材

自然地理学

杨达源 主编

 科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十五”国家级规划教材

自然地理学

杨达源 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

自然地理学研究“气、水、土、生、地”组成的地理环境开放系统相关部分的物质、物质运动及其各部分之间互联、互动、正负反馈作用及其客观效应。本书把非常复杂的、人类赖以生存发展的地理环境系统，在横向上分成八大部分，在纵向上列为 26 章，构成符合客观实际的内容体系。每个章节的内容均引进了最新研究成果，特别注重全球环境与自然过程的分析研究，既有深度，又有广度，而且提供了进一步研究的方向、方法及可选择的途径。

本书可作为高等院校地理科学、地球科学、环境科学、土地科学、农林水利科学和工程建设各专业的教材，并可供各专业科学研究者参考。

图书在版编目(CIP)数据

自然地理学/杨达源主编. —北京:科学出版社,2006

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-03-016951-4

I. 自… II. 杨… III. 自然地理学-高等学校-教材 IV. P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 014466 号

责任编辑:杨 红 李久进/责任校对:陈丽珠

责任印制:张克忠/封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2006年5月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006年5月第一次印刷 印张: 25

印数: 1—3 000 字数: 480 000

定价: 33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

目 录

绪论	1
----	---

第 1 部分 地球·地球环境·地球系统

第 1 章 地球环境	7
1.1 外部环境:地球在群星之中	7
1.2 地球内部的地热流及其地理环境效应	17
1.3 地球内部的圈层结构及其地理环境效应	22
1.4 地球的重力与磁场特征及其地理环境效应	24
第 2 章 地球系统	29
2.1 地球自转运动及其地理环境效应	29
2.2 地球表层系统	31
2.3 地球表层系统的细分	34
2.4 地球表层系统是个复杂的巨系统	34

第 2 部分 地壳·地质·全球构造

第 3 章 地壳成分与地壳结构	39
3.1 地壳的物质组成	39
3.2 地壳结构特征	48
第 4 章 地质构造	52
4.1 地质构造类型	52
4.2 地质构造发育史	57
4.3 区域地质构造	59
4.4 新构造运动	62
第 5 章 全球构造体系	64
5.1 大陆漂移、海底扩张与海底地貌体系	64
5.2 板块构造与全球构造地貌	68

第 3 部分 大气·气候·全球气候变化

第 6 章 大气成分	75
------------	----

6.1	大气成分	75
6.2	大气成分的变化	77
第7章	大气运动	87
7.1	辐射平衡与能量系统	87
7.2	热力均衡	91
7.3	全球大气环流	94
7.4	区域大气环流	95
7.5	地方性大气环流	96
7.6	特殊的大气运动	97
7.7	大气降水	100
第8章	气候与环境	104
8.1	气候	104
8.2	气候带与环境	106
8.3	气候类型与环境	108
8.4	小气候	110
第9章	全球气候变化	114
9.1	全球气候变化研究	114
9.2	过去的气候变化	116
9.3	近期的气候变化	121
9.4	人类活动对气候变化的影响	126

第4部分 水·水文·水环境系统

第10章	水循环与水量平衡	131
10.1	全球水循环	131
10.2	水量平衡	133
10.3	水循环水量平衡过程	134
第11章	陆地水环境系统	136
11.1	冰雪(水)环境	136
11.2	河流水环境	139
11.3	湖泊水环境	145
11.4	地下水环境	151
第12章	海洋水环境	158
12.1	海与洋	158
12.2	海洋水物质成分与物质循环	159
12.3	海洋水的运动与能量转移	161

12.4	海洋水环境变化	167
第 13 章	水环境演化	173
13.1	“水环境”特性	173
13.2	区域水环境演化	175
13.3	河湖水环境演化	178
13.4	城市水环境演化	180
13.5	海洋水环境演化	181

第 5 部分 风化成土 · 土壤过程 · 土壤地理系统

第 14 章	风化成土	185
14.1	物理风化	185
14.2	化学风化	186
14.3	生物风化	188
14.4	风化速度	189
14.5	风化壳	192
第 15 章	土壤过程	196
15.1	新生土壤物质	196
15.2	成土过程	206
15.3	土壤退化	208
第 16 章	土壤环境	212
16.1	土壤发生层理化特征	212
16.2	土壤剖面	214
16.3	土壤与环境	216
16.4	时间进程与土壤年龄	220
16.5	人类活动与土壤过程	221
第 17 章	土壤地理	222
17.1	土壤类型	222
17.2	土壤类型的地理分布	223
17.3	土壤地理系统	235

第 6 部分 生物 · 生态 · 生态系统

第 18 章	生物群落	239
18.1	种群的基本特征	239
18.2	种群增长与种间关系	241
18.3	群落的外貌和结构	244

18.4	主要陆地群落类型	247
18.5	群落动态	250
第19章	生态环境	255
19.1	“生态”与“环境”	255
19.2	生态因子对生物的作用	257
19.3	生态环境的全球变化	264
第20章	生态系统	267
20.1	生态系统的组成与结构	267
20.2	生态系统的物质循环	271
20.3	生态系统的能量交换	277
20.4	湿地生态系统	279
20.5	河流、湖泊生态系统	284
20.6	海洋生态系统	289
20.7	全球变化的生态响应	298
第21章	生态修复	304
21.1	恢复生态学	304
21.2	“生态恢复”的认知	305
21.3	退化生态系统的恢复	308
第7部分 地貌·地貌过程·地貌体系		
第22章	地貌发育	313
22.1	地貌发育动力	314
22.2	侵蚀(剥蚀)过程	315
第23章	陆地地貌系统	319
23.1	构造地貌	320
23.2	重力地貌	324
23.3	岩石地貌	329
23.4	外动力地貌	334
第24章	海洋地貌系统	355
24.1	海岸地貌	355
24.2	海底地貌	358
第25章	全球地貌体系	360
25.1	地貌形态、地貌类型与地貌系统	360
25.2	全球气候地貌系统	363
25.3	全球构造地貌系统	368

25.4 全球地貌区系·····	369
------------------	-----

第 8 部分 自然地理环境 · 人与自然和谐

第 26 章 自然地理环境 ·····	373
26.1 自然地理环境的构成·····	373
26.2 自然地理环境的空间结构·····	374
26.3 自然地理环境区划·····	379
26.4 自然地理环境的顺时变化·····	382
26.5 人类与自然地理环境·····	383
26.6 人与自然和谐·····	386
主要参考文献 ·····	387
后记 ·····	392

绪 论

自然地理学是研究地球表层自然环境的一门学科，其研究对象主要是人类赖以生存发展的自然环境，包括人周围由“气、水、土、生、地”的物质与物质运动，以及由“气、水、土、生、地”错综复杂的相互关系共同构成的自然环境。

自然地理学的研究为国土资源开发、城乡建设规划、减轻自然灾害、巩固国防、推动科学技术的进步、提升哲学思想、实现“人与自然和谐”等都做出了重大贡献。

自然地理学起源于古人的狩猎、放牧、采集与避免自然灾害等各种各样的迁徙活动及对自然的探索。中国有一本古书叫《周易》，可能萌于殷周之际，其《易传》的部分大致是战国或秦汉时代的作品，实际上《周易》本系八个方面（天、地、雷、风、水、火、山、泽）种种自然现象的记录、统计及其相互关系的分析。“易”含多变之意，阐述的是“刚柔相推，变在其中”的道理，并借以推测自然和社会未来的变化。

《周易》阐述了自然地理学研究的基本思路 and 技巧，即“现象实录—统计过去—预测未来”。在科学技术水平比较低下的时代，人们无法揭示各种自然现象之间除时空对应之外更多的内在联系及其原因机制，有人就错误地把时间不太长的现象记录和统计，视为永恒不变的“经典”，编成“经书”指点迷津，以至于其八卦形式被某些后人神秘地推演为不可以理喻的迷信。

许多经典著作或全部或部分，实为自然地理描述。如《尚书》中的《禹贡》篇，即用自然分区方法把全国分为九州，记述当时我国的地理情况，特别是该书的治水传说成为珍贵的古代地理记载。如《周礼》（亦称《周官》或《周官经》，可能出自战国时代）记载了当时的名山为“九州之镇山，在扬曰会稽，在荆曰衡，在雍曰华，在豫曰嵩，在兖曰岱，在青曰沂，在并曰恒，在幽曰医巫闾，在冀曰霍”。《水经》和《水经注》实为水系专著，前者载江河“百三十七”，并附《禹贡山水泽地所在》“凡六十条”，后者记载大江大河 1252 条，它所引用的书籍就多达 437 种，特别是《水经注》已有关于“川流戕改”与河道变迁研究的记载，其卷一《河水》记：“汉大司马张仲议曰：河水浊，清澄一石水，六斗泥。而民竞引河溉田，令河不通利。至三月，桃花水至则河决，以其噎不泄也。”指出了引黄河水灌溉的利弊。

明代潘季训（1521~1595 年）历时 27 年总理河道，著《两河管见》、《宸断

大工录》(在《四库全书》中改为《两河经略》与《河防一览》), 陈述其治黄(河)策略为筑堤防溢, 建坝减水速, 以堤束水, 以水攻沙, 河行旧道, 借黄通运(河)等。明代徐霞客(1586~1641年)一生游历名山大川, 创造了“地形之分类”(丁文江, 1928), 而且发展了实地考察自然、系统地描述自然、对比分析、探索本质的研究方法。《资治通鉴》(北宋司马光, 1019~1086年)、《天工开物》(明宋应星, 1587~1667)等重要著作详述了自然地理学研究用于灾害防治、国土整治等, 推动科学技术的进步, 对国家建设、经济发展和社会安定起着重要的作用。中国自然地理学发展的主流是前赴后继地考察实践、总结经验、不断提高。

国外的自然地理学研究, 最早是由古埃及亚历山大里亚城图书馆馆长埃拉托色尼(Eratosthenes)开始的。他把对地球的形状、大小与地球上的海陆分布等所做的探索性研究, 撰写为《地理学》专著三卷。他根据埃及塞恩(Svene, 即今阿斯旺城)与亚历山大里亚两地夏至日日影长度的不同, 计算两地之间地面曲度及地球的周长和直径等。之后, 继15世纪末期至16世纪初期的全球性地理大发现时代, 在1650~1750年间地理上的测地时期, 出现了定点天文测量和地理测量等, 在欧洲相继问世三部代表性著作, 即瓦伦纽斯(Varenius)的《地理学概论》(1650年), 其中的“绝对部分”讨论了地球起源; 里西奥利(Riccioli)的《地理学和水道改良论, 第十二卷》(1661年), 较详细地阐述了水文地理学; 基尔歇尔(Ath. Kircher)的《地下世界》(1664年), 不仅描述了种种自然现象, 而且突出了数理地理学。

近代自然地理学基本特点是追究存在于自然界的因果关系而出现了学科的越来越细的分化。洪堡(Alexander von Humboldt)与李特尔(Karl Ritter)开创了大学地理教学并建立了多门分支学科, 归纳了地理学的方法论等, 使地理学有了科学的性质和系统。这时期相继在几个国家创立了地理学会, 如巴黎地理学会(1821年)、柏林地理学会(1826年)和伦敦地理学会(1830年)等。中国地理学会始建于1919年。

近几十年来, 自然地理学的发展动态, 一是由于学科的分化而导致不断地重新讨论自然地理学的研究对象和目标, 以及与分支学科之间的区别。各门分支学科均有十分明确的研究对象、方向和目标, 所以发展很快, 相继创新了研究技术和日趋完善的基本理论。但自然地理学本身, 似乎被一点一点地抽空了, 它的研究对象与研究重心似乎捉摸不定了, 有的强调区域(A. Hettner, R. Hartshorne), 有的强调人地关系(Vidal de Blache, J. Brunhes), 前苏联的部分学者强调研究景观, 还有的提出研究自然综合体或地理环境、地理圈、地理壳等。

在中国, 1981年牛文元在《自然地理新论》中提出, 自然地理学的研究对

象是地球上某个特定的“范围”；1985年潘树荣等在《自然地理学》（第二版）中认为，自然地理的研究对象是包括天然的和人为的自然地理环境，它是具有一定组分和结构的开放系统，分布于地球表层并构成一个地理圈；1986年，中国科学技术协会主席钱学森，在看清了“地理科学”应用现代科学技术、趋向综合化的前提下，提出地理科学研究的对象是地球表层。

新时代自然地理学最重要的变化：一是科学技术和科学理论有了显著的、越来越快的进步；二是自然地理科学知识有了广泛的社会宣传与普及，使得许多人有一定能力积极参与讨论，并对某些自然地理现象进行粗线条地分析和动态预测，尽管有可能存在偏差；三是以系统分析指路，设定理论体系；四是多学科大综合趋势；五是走进人类生活，敢于以“研究过去，预测未来”，实现“人与自然和谐”为己任。



第 1 部分 地球·地球环境·地球系统

地球的形状与大小：地球极半径 6356.78km

南极比北极半径短 42m

地球赤道半径 6378.14km，某些地方相对高出 430m

地球平均半径 6371.03km

地球表面：地球赤道圆周长 39 840km

地球表面积 $5.028 \times 10^8 \text{ km}^2$

海洋——面积 $3.524 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球表面约 71%

平均水深 3729m，最深点 -11 033m

海洋水面的隆高最高 +76m

海洋水面的低洼最低 -104m

陆地——面积 $1.484 \times 10^8 \text{ km}^2$ ，占地球表面约 29%

南半球陆地面积约占 17%

北半球陆地面积约占 39%

陆地平均高度 875m

陆地上的最高点珠穆朗玛峰 +8844.43m

陆地上的最低点死海水面 -392m

地球的圈层结构：

- 大气层
 - 散逸层，约大于 800km
 - 热离子层，约 80~800km
 - 中间层，约 52~80km
 - 平流层，约 10~52km
 - 对流层，约 0~10km（极地上空 8km，赤道上空 16~18km）
- 地壳层平均厚度 17km，平均密度 2.8 g/cm^3
- 地幔层平均厚度 2900km，平均密度 4.48 g/cm^3
- 地核平均厚度 3470km，平均密度 10.7 g/cm^3

地球质量： $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$

地球平均密度： 5.52 g/cm^3

地球年龄： $46 \times 10^8 \text{ 年}$

第1章 地球环境

地球，在宇宙空间中是一颗十分平常的星球。2004年“勇气”号与“机遇”号飞赴火星的考察与“惠更斯”号飞赴土卫六的考察，发现它们留有水或甲烷液作用的痕迹，土卫六星地貌酷似地球的地貌。宇宙中有的星球上可能真的有类似于地球上的某些生物的东西。

但是，地球在宇宙空间中又是一颗十分神奇的星球，从阿波罗（Apollo）宇宙飞行器发来的地球影像看，它是由蓝色的海洋、绿或褐色的陆地以及卷曲的白云组成的彩球。也就是说，与其他星球环境相比，地球环境已演化到一个非常神奇的且宜于人类诞生和人类生存的阶段。

2005年4月27日，俄罗斯宇航员夏利波夫在莫斯科郊外的记者招待会上说：“（在宇宙中）看到被工厂制造出的烟雾污染的地球，真是一件很令人悲伤的事情。”他还说：“到了宇宙中后，我第一次理解到我们的地球是多么容易被破坏掉。我们必须尽快致力于保护环境。”2005年7月26日升空的“发现”号航天飞机机长艾琳·柯林斯，8月4日与日本官员交谈时说，她从“发现”号上观测到地球的污染状况已非常严重，“有时候，你能够看到地球受到了怎样的侵蚀，地球上有多少森林遭到了砍伐，这种情况在世界一些地方非常普遍”，“从宇航员的观点出发，我们希望人们能够善待地球，填补上那些已经被消耗的资源”，“大气层就像是鸡蛋的蛋壳一样，非常薄”，“我们没有太多的空气，我们需要保护我们所拥有的。”

1.1 外部环境：地球在群星之中

夜空中群星闪烁，借助于哈勃望远镜还能看到更多的星星，它们组成多个庞大的星系，其中包含太阳系及其地球在内的一个星系称银河系。银河系是一个漩涡星系，与之相当的还有仙女座、大麦哲伦云、小麦哲伦云等19个星系，组成一个“本星系团”，相邻星系间的平均距离约 2000×10^4 光年（1光年等于 9.46053×10^{12} km）。银河系中大约有 $1 \times 10^{11} \sim 2 \times 10^{11}$ 颗恒星，总直径约 1×10^5 光年，圆盘的中心厚度约 2×10^4 光年。

1.1.1 银河系中的地球及其地理环境效应

地球随太阳在银河系中的位置(图 1.1), 目前距银河系中心约 3.3×10^4 光年, 在银道面一侧约 26 光年处, 位于银河系的一个旋臂-猎户臂的内侧边缘。太阳系的空间规模在银河系中延伸约几百亿千米。

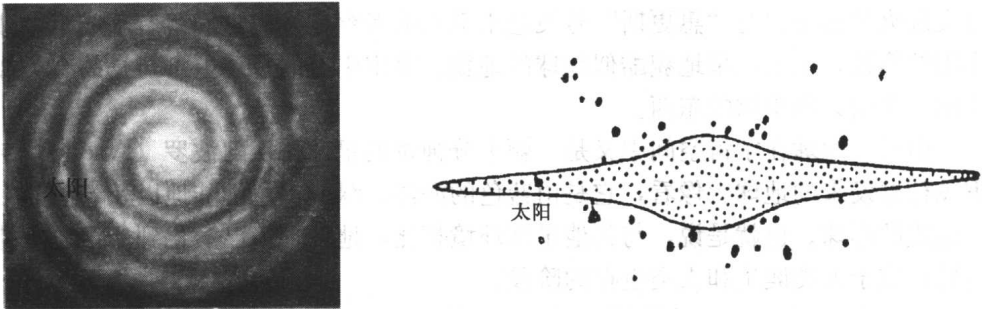


图 1.1 太阳在银河系中的位置示意图

1. 地球随太阳围绕银河系中心旋转运动

太阳绕银河系中心旋转一周约 $2.8 \times 10^8 \sim 3 \times 10^8$ 年, 平均速度约 250km/s, 轨道偏心率为 0.07~0.10, 它的近银点是退行的。同时, 太阳还在做追赶旋臂的相对运动, 并以 19.7km/s 的速度向着邻近恒星武仙星座的一个点做相对运动。与太阳绕银河系中心旋转周期相当的是近 10×10^8 年以来地球表面曾发生过四次大规模的冰川作用, 每次延续数千万年之久, 最盛时期的年代分别为 $9.5 \times 10^8 \sim 9.4 \times 10^8$ a BP、 $6.2 \times 10^8 \sim 5.7 \times 10^8$ a BP、 $3.2 \times 10^8 \sim 2.6 \times 10^8$ a BP、 0.1×10^8 a BP 至现代, 分别相当于前震旦纪—早震旦纪、前寒武纪—早寒武纪、石炭纪—二叠纪和晚新生代至今。1976 年伊尔文和普尔拉赫 (E. Irving and G. Pullaiah) 估算地磁极性最大熵谱中最显著的平均周期为 2.97×10^8 年 ($2.7 \times 10^8 \sim 3.03 \times 10^8$ 年), 似与上述大冰川作用周期较接近。有关学者认为地球上大冰川作用周期, 可能与太阳定期穿越高密度尘埃星云区有关。大冰川作用时期, 地球大气中二氧化碳的含量偏低。

2. 地球随太阳穿越银道面运动

太阳在银道面上上下下往返运动的距离约 $\pm 300 \times 10^{13}$ km, 时间周期为 0.67×10^8 年, 两次穿越银道面的时间间隔为 $(0.33 \pm 0.03) \times 10^8$ 年, 最近几次穿越银道面的具体时间为 2.59×10^8 a BP、 2.27×10^8 a BP、 1.97×10^8 a BP、 $1.66 \times$

10^8 a BP、 1.35×10^8 a BP、 1.00×10^8 a BP、 0.64×10^8 a BP、 0.31×10^8 a BP。特别有意义的是地球历史上中生代以来三叠纪、侏罗纪、白垩纪、第三纪之间的分界时代 1.95×10^8 a BP、 1.37×10^8 a BP、 0.65×10^8 a BP（有的分界时代与这些数字有点差别），地球上多次多量生物灭绝的时代 2.45×10^8 a BP、 2.17×10^8 a BP、 1.93×10^8 a BP、 1.76×10^8 a BP、 1.44×10^8 a BP、 0.91×10^8 a BP、 0.65×10^8 a BP、 0.37×10^8 a BP，均与太阳多次穿越银道面的时代大致接近。另外，据 1977 年菲舍尔等研究 2×10^8 年以来的地表温度变化，发现低温期的时间间隔为 0.32×10^8 年；1981 年阿格尔（D. V. Ager）研究中生代海面变化，发现主要的海退具有 0.3×10^8 年的周期，它们与太阳穿越银道面的时间间隔也大体相近。至于上述事件之间的相互关系，比较多的学者认为地球上的生物危机与太阳系行达银道面附近时遇陨星云而地球易遭陨星或其他天体撞击有关，有的学者还认为由于银道面附近恒星的分布比较集中，引力的异常也是导致地球上发生上列事件的原因（任振球，1990）。

3. 地球上可见流星与陨星

星际空间中较细小块体被称流星体，在它们闯入地球大气层时因摩擦而燃烧发光，才称流星。1999 年 8 月 12 日，当地时间 19:00，在北美见到每小时 50~150 颗流星燃烧着掠过天际，那是一年一度的英仙座流星雨。英仙座流星雨跟其他流星雨一样，本是彗星残骸。1999 年撞入澳大利亚沙漠的一颗流星，发出“难以置信的蓝色亮光”和“蓝白色闪光”历时数分钟之久。1833 年 11 月 13 日，北美见到了称为“狮子座流星群”型的流星雨，它看起来像是从狮子座中某一点辐射出来的，高空“焰火盛会”长达几小时之久。1873 年 11 月 27 日一夜间有 16×10^4 颗流星划过夜空，那是因为大批彗星尘闯入地球轨道。

陨星是指质量较大的流星体在地球大气层中未完全烧毁而落到地面上的碎块。《春秋·庄公七年》记有“夜中星陨如雨”。1834 年瑞典化学家柏泽里（J. Berzelius）率先对陨石进行化学分析。按化学成分，陨星分为五类即石陨星（陨石）、铁陨星（陨铁）和石铁陨星，三者的比例各约占 92%、6% 和 2%；另外，还有冰陨星（陨冰）和玻璃陨星。美国国家航空和宇宙航行局（National Aeronautics and Space Administration）的科学家还在 1998 年 3 月 22 日的一块陨石里发现蓝色的岩盐晶体以及在其中漂浮的小水泡。经测定，该块陨石原本生成于 45×10^8 a BP。目前已知最大的陨铁重约 60t，保存在纳米比亚。在新疆维吾尔自治区青河县境内的一块陨铁重约 30t。1976 年 3 月 8 日吉林地区的一场陨石雨散落范围达 500km^2 ，已收集到完整的陨石 100 多块，共重 2t 余，其中最大的一块重达 1.77t。1936 年美国天文学家尼宁格（H. H. Ninninger）曾提出，玻璃陨星可能是巨大的陨星撞击月球时从月球表面溅射出来的碎片，然后又被地球吸引