

自然地理基本过程 和基本规律

赵济 张如一 赵焯 编著

人民教育出版社



责任编辑：杨爱玲

制 图：博 涛

中学地理教师相关地理知识专题丛书

《海洋研究、开发的现状与前景》

《人口·资源·环境·可持续发展》

《区域发展与经济全球化》

《文化的地理分布》

《自然地理基本过程和基本规律》

◇ 《世界政治多极化与地缘政治》

◇ 《全球气候变化》

◇ 《中国社会发展及其地理背景》

◇ 《信息技术与地理学》

《城市与城市地理》

(有“◇”标注的为全国中小学教师继续教育教材)

ISBN 7-107-14128-7



9 787107 141287 >

ISBN7-107-14128-7

G · 7220

定价：16.20 元

自然地理基本过程 和基本规律

赵 济 张如一 赵 烨

人民教育出版社

图书在版编目(CIP)

自然地理基本过程和基本规律/赵济编著. —北京:

人民教育出版社, 2002

(中学地理教师地理知识相关专题丛书)

ISBN 7-107-14128-7

I. 自...

II. 赵...

III. 自然地理—中学, 师资培训—教材

IV. P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 0941 号

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编:100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

大厂益利印刷厂印装 全国新华书店经销

2001 年 6 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

开本:890 毫米×1 240 毫米 1/32 印张:9.5

字数:240 千字 印数:0 001~3 000 册

定价:16.20 元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换。
(联系地址：北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编：100078)

编者的话

当今世界政治、经济、文化的发展日新月异，教育也面临一场深刻的变革。地理学研究的领域也不断扩展，内容愈益深入。为适应社会发展的要求，中学地理课程、教材也在不断的改革和创新。广大中学地理教师迫切需要学习、充实自己，以适应新的教学要求。

为此，我们依据教育部师范教育司制定的《中小学教师继续教育课程开发指南》的指导思想和基本原则，组织学科专家、教授编写了本套《丛书》。本套《丛书》共10本，内容包括了中学地理课程、教材中的新知识，旨在帮助广大中学地理教师更新和扩展知识，尤其是在人文地理、可持续发展、地理信息技术等方面的新知识。《丛书》力求反映最新的地理学科知识，深入浅出，联系实际，切实提高老师的业务水平和教学能力，以适应中学地理教学改革的需要。

本套《丛书》经教育部聘请的专家审阅后，作为全国中小学教师继续教育教材，推荐给教师使用。由于时间紧迫，书中可能会有疏漏之处，请老师们在使用过程中提出意见，以便再版时修改。

《中学地理教师相关地理知识专题丛书》编委会

主任 吴履平

委员(按音序排列)

樊 杰 高俊昌 胡兆量 李秀彬 王恩涌 韦志榕
吴履平 徐 岩 赵 济

吴履平

2001年7月

绪 论

自然地理学研究的空间范围是地球表层。这个表层是水圈、生物圈、大气圈和岩石圈共同作用的界面。在这个界面上有各圈层之间的相互联系和相互影响，有内力与外力的共同作用，有无机体与有机物的相互转化。很多自然现象、自然灾害和自然过程，如河床过程、坡面发育、风沙移动、滑坡、泥石流、水循环、化学元素迁移以及气象灾害等，都是在这个多圈层接触的界面上相互作用引起的。因此，要了解这些自然现象和自然灾害的形成、发展和变化，必须研究在界面上产生这些现象和过程的条件，内因和外因；还必须研究过程进行中物质迁移和能量转换的形式、速度和强度，并揭示出什么临界条件下量变引起质变。只有进行上述的深入研究，才有可能预测自然现象、自然灾害的动态变化过程和可能出现的结果。

地球表层是人类生存与活动的惟一场所。随着社会经济的发展，人口的大量增加，生产规模与城市化规模的不断扩大和自然资源的加速开发利用，人类对自然环境的影响越来越大，人类面临的社会经济发展中环境问题越来越紧迫，人口、资源、环境之间的矛盾更加尖锐复杂。当今，研究人与自然环境的相互作用，研究它们之间的矛盾，研究不同类型地区人口、资源、环境与社会经济如何协调发展，使社会经济持续稳定发展，避免人类赖以生存的环境遭受破坏，这是世界各国共同关注的问题，也是我国亟待研究的课题。当然这些重大问题的研究不只是地理学家的任务。就地理工作者而言，我们可以从“人地系统”及其调控着手进行研究。如研究

不同类型地区人地关系的发展过程、现状和存在的问题，研究社会经济发展不同阶段内人与自然环境协调发展的目标、具体指标与调控措施，以及人口、资源、环境与社会经济协调发展的模式。

当前人类活动正加剧着全球变化的进程，使人类生存环境日趋恶化，开展全球变化研究得到全社会的关注。从科学角度看，全球环境问题的产生是地球表层大气圈、水圈、生物圈、岩石圈与人类活动相互作用的结果。全球环境是一个复杂巨系统，各圈层间相互作用极其复杂。探讨全球或区域环境在多因素影响下的变化机制成为全球变化研究的核心问题之一。只有全面地分析全球、区域多种要素，从不同时间尺度和空间尺度深入地探讨区域、全球变化，才能建立比较完善的区域环境预测的理论和方法，使自然地理研究更好地为社会服务。

自然地理学以其独特学科特点和特殊的研究对象——地球表层，在当今社会面临的主要问题——区域可持续发展和全球变化研究中起到越来越重要的作用。目前对地球表层自然过程的不甚了解，已经成为全球变化研究、合理利用、改造自然的瓶颈。自然地理学应当在这些领域研究发挥重要作用。

(1) 陆地表层自然地理过程研究是全球变化研究的重点。全球变化是多圈层相互作用的结果，陆地表层是全球、区域各圈层相互作用最强烈的地区。在垂直空间上，上部与大气圈、下部与岩石圈进行积极的物质和能量交换；在水平空间上，与海洋之间的作用非常活跃，造成海岸带极为独特的景观结构特征。另一方面，陆地本身表层结构十分复杂，深入开展陆地表层地理过程研究，是解决圈层相互作用的重要环节。

(2) 海洋—大气—陆地相互作用规律的研究是当今全球变化研究的重要内容。气候变异、气象灾害的形成是海—陆—气相互作用的结果，需要深入了解大气环流变动规律、海洋环流、陆面过程的季节、年际、年代际变动的演变规律。另外，海—陆—气相互作用

也是水分循环的根本原因，水分循环则是海—陆—气相互作用的重要纽带。陆地上的旱涝、酷暑、低温以及海洋温度、盐度、环流的变化均受水分循环的影响。与水分循环相联系的云是影响大气辐射收入的重要因子，云的辐射反馈的异常引起地球表面能量收支的再分布，从而改变了海—陆—气相互作用的状态，导致气候异常。因此，海—陆—气之间能量和物质的交换，是地球表层环境变化的关键因素。

(3) 地球表层生物地球化学过程研究是全球变化研究的重要环节。地表系统中的碳、氮、硫、磷等生命元素生物地球化学过程和全球二氧化碳等温室气体排放以及人类活动对其影响，可以揭示引起全球变化的一些根本原因。

(4) 人类活动对环境的影响是当今全球变化研究的重要问题。人地关系历来是地理学研究的核心问题。半个世纪以来，人类活动对地球表层的干扰、改变，显示出人类活动对地球表层的影响程度在逐渐加强。土地利用结构的变化及其驱动因素，城市化过程对区域环境的影响，生态濒临失衡，自然灾害频发等等都与人类活动密切相关。正确估计人类活动对现在和未来环境变化影响的程度以及叠加在自然变化上的幅度具有重大意义。

总之，在不同的地理环境中有不同的动力过程、不同的物质和能量迁移变化特征。自然地理学从地理环境的结构、形成与演变角度研究不同的地域分异规律。在此基础上，我们只要能对区域内自然、社会、经济的全局性问题有深入的研究，对区域发展有决定意义的环节有透彻的了解，就有可能在分析的基础上理论联系实际地做好区域开发的综合研究。此外，还要进行环境变化预测和对策研究。应用系统分析方法，建立预报模型，并根据对未来环境变化的估计，对社会经济的发展、资源、环境等重大问题提出对策或建议。选择敏感地区进行研究，将对全球环境变化有着预警意义。

地球表层是地球系统过程各要素最活跃的空间，又是人类活动

最为集中的区域。因此，人类必须对它有深入的了解。发生在地球表层的物理的、化学的和生物的过程和人类活动，以及它们之间的相互作用，主导着地球表层的演化历史，并直接影响大气、水、土、生物环境的质量和人类的生活质量与可持续发展。

近年来，可持续发展的观念受到人们高度的重视。正确认识人地关系，正确认识人口、资源、环境、发展之间的协调关系，决定着人类发展的未来。地理学是研究可持续发展问题的基础学科，地理过程、地理规律的掌握有助于人们形成新的认识世界的观念及新的发展观念。应用综合分析、时空尺度分析，有助于人们了解地理环境分异变化的规律和分析问题、解决问题能力的提高。在提高国民素质教育中，地理学将日益发挥其应有的作用。

目 录

绪论	1
第一章 地球表层系统的组成	1
第一节 岩石圈	1
一、地球内部的圈层结构	1
二、地壳的组成和结构	5
三、岩石圈的变形与变位	10
四、板块构造学说	16
五、板块构造与地质作用	22
第二节 大气圈	26
一、大气的组成与大气圈的结构	27
二、大气的热力状况	34
三、大气的运动	40
四、大气中的水分	49
五、天气与气候	56
第三节 水圈	62
一、水圈的结构	62
二、水分循环和水量平衡	65
三、陆地水	69
四、海洋	80
五、冰川与冰冻圈	85
第四节 土壤圈	89
一、土壤的组成	90
二、土壤的性状	97

三、土壤形成·····	103
第五节 生物圈·····	106
一、地球上的生物界·····	107
二、生物与环境·····	110
三、生态系统·····	120
四、全球生态类型及其生产力·····	126
第六节 智能圈·····	134
一、智能圈的概念·····	134
二、人类在地球表层的能动作用·····	134
三、人类生态系统的结构·····	136
四、人类与地理环境相互作用的特点·····	137
第二章 自然地理过程·····	139
第一节 能量转换与传输·····	141
一、地球表层中的能量来源·····	141
二、地表的热量平衡·····	143
三、地表的热量输送·····	147
四、自然地理过程的动力因素·····	149
第二节 地貌过程·····	152
一、风化作用·····	153
二、流域地貌过程·····	158
三、喀斯特作用过程·····	167
四、冰川作用过程·····	172
五、风沙作用过程·····	174
六、海岸带动力作用过程·····	179
第三节 水文过程·····	184
一、水量转化过程·····	185
二、水量调控·····	190
第四节 生物过程·····	192

一、生物圈中的能量流·····	192
二、生物圈中的物质循环·····	194
三、土壤—植物系统中物质循环模式·····	199
第五节 地理环境中化学元素的集散过程·····	204
一、地理环境的化学元素及其演化·····	204
二、地理环境中化学元素的迁移·····	213
三、地表化学元素的地域分异与地方病·····	219
第六节 人文地理过程·····	224
一、人地关系·····	224
二、人文过程对自然环境的影响·····	225
第三章 基本地理规律·····	232
第一节 自然地理环境的地域分异规律·····	232
一、自然地域分异规律的基本特点·····	232
二、地理地带性规律学说·····	236
三、地理地带性周期率·····	242
四、垂直自然带·····	245
五、三维地带性·····	250
六、地方性、隐域性及微域分异·····	252
第二节 地理环境的演化规律·····	255
一、现代地理环境形成的历史背景·····	256
二、自然地理环境演化的特征·····	265
三、各种时间尺度的节律变化·····	268
第三节 自然地理环境的系统性·····	276
一、地理系统学说·····	276
二、开放的地球表层系统·····	278
三、地球表层的动力系统·····	280
四、地球表层圈层间的强相互作用·····	281
五、地理系统时间空间尺度的层次性·····	283

第一章 地球表层系统的组成

第一节 岩石圈

一、地球内部的圈层结构

(一) 地球内部圈层的划分

对于地球内部的研究，通常采用的是地球物理方法，尤其重要的是利用地震波的传播变化进行研究。地震波分为纵波（P）和横波（S）。纵波质点振动方向与传播方向一致，它在传播时只引起物质的疏密变化，不要求物质有固定的内部结构，因此可以通过固体和流体，并且传播的速度比较快；横波的质点振动方向与传播方向相垂直，传递的速度比较慢，只能通过固体。这是由于固体可以具有稳定的晶体结构，当质点的振动方向与传播方向不一致时，晶格内紧邻的、有序排列的质点可以将振动传播开去。而在液态或气态物质中，质点位置不固定，并且质点之间间距较大，不能传递剪切变形，横波就无法传递。地震波的传播速度随着所通过介质的刚性和密度的变化而改变。

根据地球内部地震波传播曲线分析，可以看出震波在向深部传播过程中，一般情况下波速随深度而增加，并且沿多种曲折路线传播，在有些地方还发生突然变化，由此反映出地球内部物质具有不均一性，而且还存在许多界面。地震波在地下若干深度处，传播速度发生急剧变化的面，称为不连续界面（图 1.1.1），其中最主要的不连续界面有两个。

莫霍洛维奇面：简称莫霍面或莫氏面，是 1909 年由克罗地亚地震学家莫霍洛维奇（Mohorovicic, 1857～1936）最先发现的。

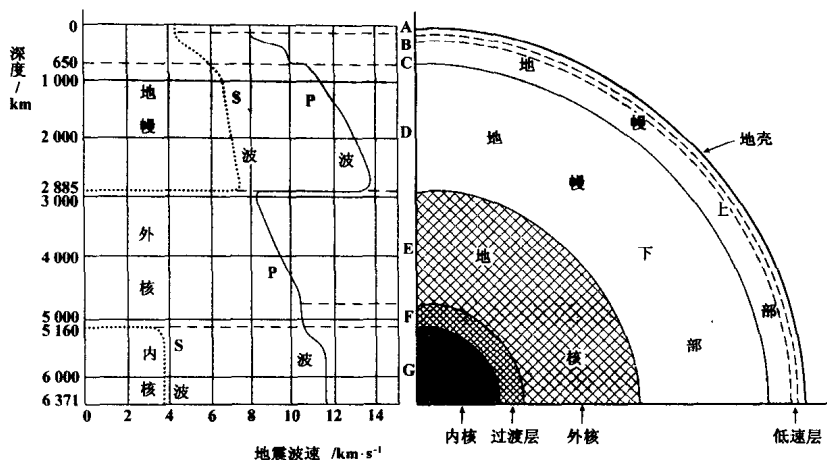


图 1.1.1 地球内部结构及 P 波和 S 波的速度分布

P 波为纵波 S 波为横波 A 层为地壳

B、C、D 层为地幔（其中 B 层为上地幔，D 层为下地幔，C 层为地幔过渡层）

E、F、G 层为地核（其中 E 层为外核，G 层为内核，F 层为内外核过渡层）

莫霍面的深度（自海平面算起）全球平均为 33km，在大洋之下平均仅为 7km。在此不连续面以上，纵波速度为 7.6km/s，以下稳增到 8.0km/s；横波速度则由 4.2km/s 增加到 4.4km/s 左右。莫霍面以上的地球表层即为地壳。

古登堡面：是 1914 年由美籍德裔学者古登堡（B. Gutenberg, 1889~1960）发现的。这一界面位于地下 2885km 的深处。古登堡面上下，纵波速度由 13.6km/s 突然降低到 7.98km/s；横波速度从 7.23km/s 到突然消失。古登堡面以下到地心之间的地球内部称为地核。

此外，深度在 60~250km 之间有一低速带。在低速带内，地震波速度不仅未随深度而增加，反而比上层减小 5%~10% 左右。低速带的上、下没有明显的界面，波速的变化是渐变的；同时，低速带的埋深在横向上是起伏不平的，厚度在不同地区也有较大变化。横波的低速带是全球性普遍发育的，纵波的低速带在某些地区

缺失或处于较深部位。低速带在地球中所构成的圈层被称为软流圈。软流圈之上的地球部分被称为岩石圈。

因此，地球的内部构造可以以莫霍面和古登堡面划分为地壳、地幔和地核三个主要圈层。根据次一级界面，还可以把地幔进一步划分为上地幔和下地幔，把地核进一步划分为外核、过渡层及内核。在上地幔上部存在着一个软流圈，软流圈以上的上地幔部分与地壳一起构成岩石圈。

（二）地球内部各圈层的物质组成

推断地球内部各圈层物质组成的主要依据有以下几方面。

- 根据各圈层密度和地震波速度与地表岩石或矿物的有关性质对比进行推测。

- 根据各圈层的压力、温度，通过高温高压模拟实验进行推测。

- 根据来自地下深部的物质进行推断。火山喷发和构造运动有时能把地下深部（如上地幔）的物质带到地表，为认识深部物质提供了依据。

- 与陨石研究的结果进行对比。

根据上述各方面的综合研究，获得对地球内部各圈层物质组成的认识。

1. 地壳 地壳是莫霍面以上的固体地球表层。其厚度变化在5~70km之间。其中大陆地区厚度较大，平均约为33km；大洋地区厚度较小，平均约7km；总体平均厚度约16km，约占地球半径的1/400，占地球总质量的0.8%。地壳物质的密度一般为 $2.6 \times 10^3 \sim 2.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，其上部密度较小，向下部密度增大。地壳为固态岩石所组成，包括沉积岩、岩浆岩和变质岩三大岩类。

2. 地幔 地幔是地球的莫霍面以下、古登堡面以上的中间部分。其厚度约2850km，占地球总体积的82.3%，占地球总质量的67.8%，是地球的主体部分。从整个地幔可以通过地震波横波

的事实看，它主要由固态物质组成。根据地震波的次级不连续面，以 650km 深处为界，可将地幔分为上地幔和下地幔两个次级圈层。

• 上地幔 上地幔的平均密度为 $3.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。上地幔由相当于超基性岩的物质组成，其主要的矿物成分可能为橄榄石，有一部分为辉石与石榴子石，这种推测的地幔物质被称为地幔岩。

上地幔上部存在一个软流圈，约从 70km 延伸到 250km 左右，其特征是出现地震波低速带。据估算，软流圈的温度可达 $700 \sim 1300^\circ\text{C}$ ，已接近超基性岩在该压力下的熔点温度，因此一些易熔组分或熔点偏低的组分便开始发生熔融。因此，它成为岩浆的主要源地之一。

• 下地幔 下地幔的平均密度为 $5.1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，由于这里经受着强大的地内压力作用，使得存在于上地幔的橄榄石等矿物分解成为 FeO 、 MgO 、 SiO_2 和 Al_2O_3 等简单的氧化物。与上地幔相比，其物质化学成分的变化可能主要表现为含铁量的相对增加（或 Fe/Mg 的比例增大）。由于压力随深度的增大，物质密度和波速逐渐增加。

3. 地核 地核是地球内部古登堡面至地心的部分，其体积占地球总体积的 16.2%，质量却占地球总质量的 31.3%，地核的密度达 $9.98 \times 10^3 \sim 12.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。根据地震波的传播特点可将地核进一步分为三层：外核（深度 2 885~4 170km）、过渡层（4 170~5 155km）和内核（5 155km 至地心）。在外核中，根据横波不能通过、纵波发生大幅度衰减的事实推测其为液态；在内核中，横波又重新出现，说明其又变为固态；过渡层则为液体—固体的过渡状态。

综合多方面推测，地核应主要由铁、镍物质组成。近年来的进一步研究还发现，在地核的高压下，纯铁、镍的密度略显偏高，推测地核最合理的物质组成应是铁、镍及少量的硅、硫等轻元素组成的合金。