

东北师范大学文库

# 自然地理过程

许嘉巍 刘惠清 著

东北师范大学出版社  
长 春

---

图书在版编目 (CIP) 数据

自然地理过程/许嘉巍, 刘惠清著. —长春: 东北  
师范大学出版社, 2005.11  
ISBN 7 - 5602 - 4352 - 5

I. 自... II. ①许...②刘... III. 自然地理过程  
IV. P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 105319 号

---

责任编辑: 王宏志   封面设计: 李冰彬  
责任校对: 曲颖   责任印制: 张允豪

---

东北师范大学出版社出版发行  
长春市人民大街 5268 号 (130024)

销售热线: 0431—5687213

传真: 0431—5691969

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: [sdcbs@mail.jl.cn](mailto:sdcbs@mail.jl.cn)

东北师范大学出版社激光照排中心制版  
印装

2005 年 11 月第 1 版   2005 年 11 月第 1 次印刷  
幅面尺寸: 148mm×210mm   印张: 10   字数: 286 千  
印数: 0 001—1 000 册

---

定价: 20.00 元

## 前 言

自然地理学的核心任务就是要确定地理事物的位置，说明其分布的原因。为此，自然地理学建立了经典的研究范式：第一，根据地理事物特征的相似性将地理事物类型化，由此简化了研究对象；第二，调查各类型地理事物的分布区域；第三，概括出各分布区域共有的自然地理特征，特别是气候特征、地貌特征等，并将这些特征作为该类地理事物形成的条件和分布的原因。

例如，将种类丰富、存在寄生层片、无季节变化、高位芽植物占绝对优势的植被统称为雨林，通过对雨林分布的区域对比，发现雨林生长区域的共同特征是高温多雨，认定高温多雨是雨林形成的条件，得出热带由于高温多雨而生长雨林的结论。

利用经典的自然地理学研究范式，从 17 世纪至 20 世纪，自然地理学完成了对岩石、地貌、土壤、生物、气候、水以及自然综合体的地理学分类，确定了各类地理事物分布规律及表现出的区域特征，从而建立起自然地理学的科学体系。目前，自然地理学绝大多数书籍均以此体系为基础。

从上世纪起，地理学者就不满足于经典范式的研究，试图确定地理事物形成的物理、化学机制。为此，开始了自然地理事物形成与变化过程的研究，其中，主要以能量转换过程与物质迁移过程为核心。经过一百年来努力，取得了丰硕成果，通过理化机制分析说明地理事物分布的原因正成为地理学界的共识。这是自然地理学中的革命性变革，但这些成果尚未系统地表现在地理学书籍之中，特别是各类教材中，自然地理研究与教学相对脱节。本书立足于地球表层物质迁移与能量转换过程，系统地解释地理事物形成、发展、消亡的内在机制与外部条件，依据机制作用的过程而不是条件分析来确定地理事物分布的规律和原因，

将地理事物的类型特征转化为机制作用下不同发展阶段同一地理事物的不同表现特征，由此消除人为对地理事物的割裂，纠正地理学过于强调外因忽视内因的问题。

本书容纳了东北师范大学自然地理专业诸多师生对自然地理过程的认识与思考。全书由许嘉巍、刘惠清主编，庄长伟、王春连、乔雪、孙永光、宫燕、樊政霖、闫宝华、丁立新、姚艳玲、刘晓辉、许振文、赵丽娜参编。本书由于具有很强的探索性，加之作者对自然地理过程的认识存在一定的偏颇，因此，错误与不足之处在所难免，诚望读者批评指正。

作 者

2005年8月

# 目 录

第一章 地球表层.....	1
第一节 地球表层的组成因子.....	1
一、岩石地形复合体 .....	1
二、大 气 .....	2
三、水 .....	2
四、生 物 .....	3
五、土 壤 .....	4
第二节 地球表层整体性特征.....	4
一、物质与能量的交换 .....	4
二、产生新功能 .....	5
三、统一的演化过程 .....	5
四、牵一发而动全身 .....	6
五、稳定的空间结构 .....	7
第三节 地球表层的空间结构.....	7
一、地球表层的垂直结构 .....	7
二、地球表层的水平结构 .....	7
第四节 地球表层的进化.....	9
一、地球表层进化的阶段性 .....	9
二、地球表层进化的物理论基础 .....	9
三、地球表层进化的方式.....	13
第五节 地球表层的功能 .....	14
一、功能因子.....	14
二、地球表层的功能类型.....	15
三、结构与功能的关系.....	18
第六节 地球表层的信息反馈结构与稳定性 .....	19
一、地球表层的信息反馈结构.....	19

---

二、地球表层的稳定性.....	20
第二章 自然地理过程概述 .....	23
第一节 自然地理过程的普通性 .....	23
一、物理过程.....	23
二、化学过程.....	24
三、生物过程.....	25
第二节 自然地理过程的尺度 .....	26
一、自然地理过程的时间尺度.....	26
二、自然地理过程的空间尺度.....	30
第三节 自然地理过程的基本特点 .....	32
一、自然地理过程的统一性.....	32
二、自然地理过程的平衡与非平衡的转化性.....	34
三、自然地理过程的扰动.....	35
四、现代自然地理过程的特点.....	37
第四节 自然地理过程研究的意义 .....	39
一、现代自然地理过程研究的意义.....	39
二、全新世以来的自然地理过程研究的意义.....	41
三、自然地理过程研究的理论意义.....	41
第三章 自然地理过程的动力因子 .....	43
第一节 基本动力因子 .....	43
一、太阳能.....	43
二、地球内能.....	48
三、潮汐能.....	53
第二节 派生的动力因子 .....	57
一、水能对自然地理过程的影响.....	57
二、风能对自然地理过程的影响.....	59
三、生物能与自然地理过程.....	61
第三节 人工动力因子 .....	62
一、人工动力对自然保护区景观过程的影响.....	63
二、人类活动对农业区景观过程的影响.....	64
三、人类活动对城市景观过程的控制.....	65

---

第四章 物质迁移过程 .....	67
第一节 圈层间的物质迁移 .....	67
一、圈层间物质迁移形式 .....	67
二、圈层间物质迁移的影响因素 .....	69
三、圈层间重要的物质迁移过程 .....	73
四、圈层间物质迁移的地理意义 .....	77
第二节 区域间的物质迁移 .....	78
一、区域间物质迁移的影响因素 .....	79
二、区域间物质迁移过程 .....	82
三、区域间物质迁移的地域分异 .....	90
第三节 景观内物质迁移过程 .....	92
一、斑块性质对物质迁移过程的影响 .....	92
二、廊道、连接度和环通量对物质迁移的影响 .....	94
第五章 地理要素的变化过程 .....	96
第一节 大气过程 .....	96
一、大气的热力过程 .....	96
二、大气的动力过程 .....	99
三、大气过程与气候形成 .....	101
第二节 水文过程 .....	103
一、陆地表面的水文过程 .....	103
二、海洋的水文过程 .....	104
三、地下水的水文过程 .....	107
第三节 土壤过程 .....	109
一、土壤形成过程 .....	109
二、土壤演化过程 .....	111
三、土壤侵蚀退化过程 .....	112
第四节 地貌过程 .....	115
一、重力作用与重力地貌 .....	115
二、岩溶作用与岩溶地貌 .....	117
三、流水作用与流水地貌 .....	120
四、海岸带动力作用和海岸地貌 .....	122

第五节 植被过程.....	125
一、植物群落中的能量流动和物质循环 .....	125
二、影响植物群落的自然因素 .....	127
三、植被的动态变化 .....	129
第六章 要素间相互作用的演化过程.....	134
第一节 双圈层相互作用阶段.....	134
一、岩石风化过程与气候 .....	134
二、岩石圈变动与气候 .....	135
三、地貌与气候 .....	140
四、沙尘暴与黄土堆积 .....	142
第二节 三圈层的相互作用阶段.....	143
一、岩石圈与水圈的相互作用 .....	144
二、水圈与大气圈的相互作用 .....	151
三、水圈、大气圈、岩石圈的相互作用 .....	160
第三节 四圈层的相互作用阶段.....	165
一、生物与岩石圈的相互作用 .....	165
二、生物圈与大气圈的相互作用 .....	168
三、生物圈与水圈的相互作用 .....	178
四、水圈、大气圈、生物圈的相互作用 .....	190
第七章 常见的自然地理过程.....	196
第一节 海洋的形成过程.....	196
一、有关海洋形成的主要学说 .....	196
二、海洋盆地的形成与演化过程 .....	201
三、海水的形成过程 .....	203
第二节 陆地的形成与固化过程.....	204
一、陆地形成学说——槽台说 .....	205
二、陆地的演变过程及其海陆地貌格局 .....	205
第三节 地球表层空间结构的形成过程.....	210
一、地球表层的差异性的形成机理 .....	210
二、组合与分异 .....	210
三、地球表层的地域分异因素 .....	211
四、自然地理地带的形成过程 .....	212

---

五、自然地区的形成过程 .....	214
六、自然区的形成过程 .....	216
第四节 湿地生态系统的形成过程.....	219
一、湿地的形成条件 .....	219
二、湿地的形成过程 .....	222
第八章 人类干扰下的自然地理过程.....	225
第一节 沙漠化过程与盐碱化过程.....	225
一、沙漠化的概念 .....	225
二、沙漠化过程 .....	226
三、人类活动与沙漠化 .....	227
四、盐碱化概念 .....	229
五、盐碱化阶段性过程 .....	229
六、人类活动与盐碱化过程 .....	230
第二节 水土流失过程.....	231
一、水土流失概念 .....	231
二、人类活动与水土流失过程 .....	232
三、水土流失阶段性过程 .....	232
第三节 地球表层的污染过程.....	233
一、土壤污染 .....	233
二、水体污染 .....	235
三、大气污染 .....	237
四、污染过程 .....	240
第四节 人类干扰下的景观过程.....	240
一、景观破碎化过程 .....	240
二、景观的逆向演替过程 .....	242
第五节 全球变暖过程.....	245
一、全球变暖 .....	245
二、全球变暖的原因 .....	246
三、全球变暖的影响 .....	248
第六节 臭氧层破坏过程.....	250
一、臭氧层破坏 .....	250
二、臭氧层破坏的原因 .....	251

三、臭氧层破坏的影响 .....	253
第七节 森林萎缩和物种灭绝过程.....	255
一、森林萎缩和物种灭绝的阶段性特征 .....	255
二、森林萎缩和物种灭绝的原因 .....	256
三、森林萎缩和物种灭绝的危害 .....	259
第九章 人地关系演变过程.....	261
第一节 人类的产生过程.....	261
第二节 人类与地理环境相互作用的演化过程.....	262
一、种植业产生以前的人地关系演化过程 .....	263
二、原始农业至小农经济发展阶段的人地关系演化过程 ...	265
三、工业化阶段人地关系的演化过程 .....	267
四、建设人地系统协调发展的阶段 .....	268
第三节 人类与地理环境关系的协调过程.....	269
一、环境建设的目标 .....	269
二、协调人地关系的过程 .....	270
第十章 自然地理过程研究方法.....	278
第一节 GIS 方法 .....	278
一、GIS 的概述 .....	278
二、GIS 的功能 .....	279
三、GIS 在自然地理过程中的应用 .....	283
第二节 野外研究方法.....	283
一、野外资料的采集管理 .....	284
二、野外考察研究应用 .....	287
第三节 实验室方法.....	288
一、实验室功能 .....	288
二、实验室研究应用 .....	290
第四节 数学方法.....	291
一、数学方法的概述 .....	291
二、主要的数学方法的应用 .....	292
参考文献.....	300

# 第一章 地球表层

地球表层是由大气、土壤、岩石、水以及生物等地理要素相互间通过复杂的物质、能量联系，组成的开放性整体。

自然地理过程发生于地球表层之中，不但地球表层的基本属性控制着自然地理过程，而且地球表层中各要素的性质、联系方式、排列组合的构型及外界环境对地球表层的作用对自然地理过程也都有极其深刻的影响。不了解各要素及环境与地球表层之间的关系，就无法了解自然地理过程，同样，不了解地球表层的基本属性，也无从认识自然地理过程。

## 第一节 地球表层的组成因子

地球表层是由各要素组合而成的整体。如果把地球表层作为一级系统，那么它的各个组成要素，如大气系统、岩石系统（岩石地形复合体）、水文系统、土壤系统、生物系统就是它的子系统。这些子系统也有自己的组成要素和组成单元，因此，各要素既有自身性质，同时作为子系统又可在一级系统层面上，体现出相应的地位与作用。

### 一、岩石地形复合体

岩石地形复合体既是地球表层的组成成分，又是自然地理过程形成的物质基础。并不是整个岩石圈都是岩石地形复合体，它只涉及岩石圈与地球表层其他组成成分相互作用所能达到的深度，即岩石圈的上层才是岩石地形复合体，才是地球表层的组成成分。作为地球表层组成成分的岩石地形复合体，随岩性不同以及与地表其他组成成分作用的范围不同，而深浅各异。

岩石地形复合体是地球表层的骨架，除了作为地球表层的固体基础外，更重要的是它通过风化作用、成土作用、岩石风化物的搬运及堆积作用，为地球表层提供疏松物质及化学元素，这不仅使岩石地形复合体这一“消极”成分被转变成为“活跃”的积极成分，而且使太阳能、大气、水分、有机体等地球表层的组成要素与岩石地形复合体之间相互渗透，相互作用，共同完成了自然地理过程。

不同类型的岩石地形复合体与各组成成分间，相互作用的性质是不同的。如花岗岩常有较厚的风化壳，其风化物的组成颗粒一般较粗；而石灰岩的风化壳较薄，其风化物的组成颗粒一般较细。相同的气候条件下，岩石地形复合体类型不同，自然地理过程就不同，当然其土壤类型、生物群落也就不同，地球表层的属性也就必然不同。

在地球表层五大组成要素中，岩石地形复合体抗人类干扰的能力最强，相对而言，稳定性最高，且较易辨识，因此，常作为复原无人类干扰的自然地理过程的指标。

## 二、大 气

大气在地球表层中的作用：一是通过大气的化学成分，尤其是碳、氢、氧、氮的物质循环，把地球表层各组成部分联结起来；二是大气作为流体，成为物质和能量的“载体”，通过大气环流把大陆、海洋各部分在水平方向上联结起来。

当然，也不是所有的大气圈都是地球表层的组成成分，只是大气圈与地球表层其他组成成分相互作用所能达到的高度，即大气圈的对流层部分才是地球表层的组成成分。

大气的对流层上受宇宙因素——太阳能的作用，下受行星因素——地球内力的作用，这两种力的共同作用才使得对流层成为地球表层最活跃的组成成分。

## 三、水

在地球表层中，水也是起联系作用的关键组成成分，这不仅因为水在常温常压下的三态变化，水分循环负载能量实现其在各个圈层中的转

化, 还因为水是地球表层中最大、最好的溶剂, 总是把推移质、悬移质从高处带到低处, 把溶于其中的化学元素从一地迁移至另一地, 在物质、元素的迁移过程中, 由于环境的变化, 某些元素淀积或流失, 由此给自然地理环境打上不同化学元素影响的烙印。此外, 水亦是有机体的重要组成成分, 通过绿色植物的光合作用过程, 水从无机界进入有机界, 并被分解成氢和氧, 通过植物的蒸腾, 水又从有机界回到无机界, 这是水区别于其他任何地表组成要素的特质, 也是其在各圈层联系和自然地理单元联系中所起的不可替代的作用。

正因为如此, 水通过集水区、小流域、中流域至大流域, 通过分水岭、斜坡、河谷平地和水域, 将地球表层中不同等级的自然单元, 在水平方向上联结起来。

水从外部环境进入地球表层的局部单元中, 往往是以降水和径流的形式输入的, 这些降水和径流成为输入变量。例如, 大气降水一部分被植物枝叶截获, 降到地面上的水一部分沿土壤表面流动, 一部分向地下渗透; 渗入土壤中的水分一部分被植物根系直接吸收, 成为光合作用的原料, 一部分形成侧流; 土壤表面也有水分蒸发; 植物的蒸腾作用也大量消耗水分。这与流出的径流一起成为输出变量。如果把这种单项的水分系统看做离散变量, 将水分输入表示为  $U_t$ , 水分输出表示为  $Y_t$ 。那么, 系统的特征可由变换方程  $Y_t = S U_t$  表示。交换算子  $S$  是系统传递函数符号, 它决定了系统的转换方式。在经过时刻  $t$  的任何一点, 系统的输入  $U_t$  经过该方式转换为系统的输出  $Y_t$ , 所以系统的传递函数也可以描绘系统本身。由于调节输入可以得到预期的输出, 因而在自然地理过程中, 水是最重要的环境控制器, 通过这一控制器, 可以掌握管理和控制自然的杠杆。

#### 四、生物

自从地球表层出现了生物有机体, 才有了无机界与有机界的物质循环与能量交换, 地球表层才完成了从无机的地球表层向自然生态系统的飞跃。有机体尤其是绿色植物是太阳能和水的“转换器”, 绿色植物把太阳能转变成化学能并把它储存在地球表层中, 所以它又是太阳能和水

的“储存器”。绿色植物在光合作用中将光能、 $\text{CO}_2$  和水合成碳水化合物并释放出  $\text{O}_2$ ，改变了大气的组成成分，进而调节了大气、生物、水、土壤与岩石地形复合体之间的关系和赋存方式。与其他的组成要素相比，有机体对人类干扰的抗性最弱，对自然地理环境和其他组成要素的变化反应最灵敏，因此，常以有机体作为标识物，分析自然地理过程的动态变化。

人类利用自然的最终目的，就是建造一个既要适合于生物生存的良好环境，又能从中获取更多物质财富的能量。这就要求人们从系统整体的观点出发，协调生物与环境，生物与其他要素之间的关系，进而协调自然地理过程。生物有机体尤其是绿色植物是能量和物质的积极转换者，是地球表层生态建设中的关键因子。

## 五、土壤

在地球表层中，无机界与有机界的相互渗透、相互转化，主要是通过土壤来实现的。土壤既和生物群有密切的联系，又和岩石圈上层的风化壳有紧密联系。正是在土壤层中发生着无机界与有机界的物质与能量的交换和转化。土壤一方面反映大气、水、化学元素及岩石地形之间紧密的相互作用和综合影响，同时又反映植物、动物与微生物之间的相互作用，并且还反映生物与非生物之间的复杂联系。正因为如此，土壤是一面镜子，能清晰地反映出水、大气、生物、岩石之间的非常紧密而又长期的综合相互作用的结果，另一方面由于土壤储存了水和营养盐，所以又是地球表层的仓库。

## 第二节 地球表层整体性特征

### 一、物质与能量的交换

地球表层是由大气、水、岩石、生物和土壤五个圈层组成的，五个圈层间时刻都在进行着物质迁移和能量转换，发生着密切的相互渗透和相互作用，从而形成了一个整体。每一要素通过与其他要素的物质、能量交换，改变着自身及其他要素的性质，对地球表层整体性质的形成和

变化起着重要作用。

## 二、产生新功能

虽然地球表层的每个圈层都拥有自己独特的功能，但在各圈层的共同作用下，地球表层具有了各圈层均不具有的功能。圈层间相互作用产生的新功能，如生产功能、稳定功能等，表明地球表层是一个整体。

地球表层具有生产功能，生产功能是指具有合成有机物的能力。生产功能主要依赖于光合作用，在光合作用过程中，植物提供叶绿素，大气提供光、热和  $\text{CO}_2$ ，土壤、水圈及岩石圈提供水分及无机盐。光合作用通过物质、能量交换将生物、大气、水、土壤、岩石等圈层统一在一起，在一定条件下合成有机物。只有各圈层合理配置，提供数量恰当的水分、能量、无机盐及与之相适应的生物品种，才能生产出有机物。可以说，是各圈层提供物质能量的配置方式决定了合成有机物的数量。因此，一地生产功能的大小是由该地圈层的性质决定的，生产功能是整体功能而非单个圈层的功能。

稳定功能是指各圈层通过物质和能量交换，使自然圈层的性质保持稳定的能力。例如，大气本身不具有减缓  $\text{CO}_2$  增加的功能，但是，在地球表层中，通过各圈层的相互作用，却能消除部分新增的  $\text{CO}_2$ 。再如，在海洋生物作用下，大气中的  $\text{CO}_2$  和海水中溶解的钙，能加速形成碳酸钙沉淀，消除了部分新增的  $\text{CO}_2$ ，可见地球表层拥有各圈层本身不具备的稳定功能。

## 三、统一的演化过程

圈层间时时刻刻进行着大量的物质、能量和信息的交换，决定了圈层演化的统一性。地球表层不存在单一圈层的变化，也不存在脱离圈层变化的整体结构与功能的变化，各圈层及整体的变化在时间轴上具有同步性，也就是说整个地球表层具有统一的演化过程。

地球表层各圈层每时每刻都在演化，如我们熟知的气候变化、地貌变化(沧海变桑田)等。各个圈层的发展演化是同步的，一个圈层的演化伴

随着其他各个圈层的演化,或者说,每个圈层的演化都是地球表层演化的一个方面。例如,地貌发育过程同时也是水文发育过程、植被演化过程、土壤形成过程,它们之间没有主次,没有先后。地球表层具有统一的变化过程,保证了自然圈层的协调,是地球表层整体性的重要表现形式。

人们经常提到的水土流失,一般被认为是一种土壤的过度侵蚀。其实,水土流失同时导致了地貌的变化,河流的淤积与改道,植被的退化,地方气候特别是湿度也会产生一定的变化。因此,可以说水土流失是人类干扰下的一种统一的地球表层变化过程。

黄土高原是我国水土流失最严重的地区。黄土高原的土壤受流水侵蚀,逐渐失去了表层黑土层,土壤肥力日趋下降。在土壤受到侵蚀的同时,地面流水侵蚀出沟谷,这些沟谷在不断地加长加深,使平坦的高原面被沟谷切割成破碎状,甚至失去平坦顶面,形成黄土梁和黄土丘。通常认为黄土高原曾生长有森林或草原,目前已完全消失。除人工开垦导致的植被消失外,与水土流失同步,自然植被的高度逐渐变低,密度逐渐下降,最终可能与土壤中黑土层同步消失。河流携带的泥沙在黄河中下游沉积,河道日益提高,河流改道,形成泛滥平原。

总之,水土流失过程是地形、土壤、生物、水文同步变化过程,黄土高原景观正是在这一过程中形成的。

#### 四、牵一发而动全身

地球表层的整体性还表现在某一圈层的变化必然导致其他圈层及整个地球表层状态的改变。例如,第四纪时,地球上气候曾几次变冷,发生了四次大冰期。发生冰期时,地球上覆盖冰川的面积明显扩大,海洋中的水就相应减少,海平面降低,海岸线发生变化,陆地面积增大,同时河流侵蚀因海平面的降低而加剧,生物界中的动植物有的死亡,有的被迫迁移。土壤也要发生相应的变化。气候转暖时,冰川退却,从而引起海平面上升,海岸线后退,陆地缩小。同样,生物界、土壤也要相应地发生一系列变化。再如,采伐森林,破坏了植被,加大了土壤侵蚀,降低了降水的蓄存与滞留,增加了径流量的波动,同时还减少了空气湿度。以上例子都说明地球表层中的所有环节相互联系,相互制约,以致

“牵一发而动全身”，一旦某一环节发生变化，其他所有环节必将随之发生变化，最终改变整体的结构与功能。

### 五、稳定的空间结构

结构是整体性的重要表现形式，地球表层具有稳定的结构。结构即有序排列，地球表层的结构既表现在垂直方向上也表现在水平方向上。单就垂直方向而言，自上而下依次排列着对流层、水圈和沉积岩石圈。疏松多孔的固、液、气混合物——土壤圈则分布在岩石圈的上部和大气圈的下部。生物分布在上述四个圈层的交界部位。在水平方向上，也存在着热带、温带、寒带及湿润、干旱的有序分布。

## 第三节 地球表层的空间结构

地球表层的空间结构是系统中各组成部分的空间排列形态及各组成部分之间在空间上的相互联系和相互作用方式。按其联系与作用的方向可分为垂直结构和水平结构。

### 一、地球表层的垂直结构

地球表层在垂直方向上组成物质形态不同、性质不同的“千层饼”式的构型，称其为地球表层的垂直结构。这种垂直结构在不同等级的地球表层中表现出来的格局不尽相同。如等级较低的生物群落中的乔木层、灌木层、草本层及地下层。它们之间通过能量交换和物质循环（C，H，O，N的循环），组成生物群落的垂直结构。高层次的地球表层通过更复杂的物质和能量联系组成垂直方向上大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈的有序结构。尽管不同等级的地球表层其垂直结构的表现方式不同，但其共同特点是系统中异质要素在垂直方向上的物质与能量的内在联系决定了垂直结构的简单与复杂程度。

### 二、地球表层的水平结构

地球表层各组成单元在水平方向上的分布以及相互之间的联系关系