

*Ziran Dili Yu Dimao*

· 高等学校教材 ·

# 自然地理与地貌

王文福 孟庆武 朱春晓 主 编  
李 立 主 审



哈尔滨地图出版社

高等学校教材

# 自然地理与地貌

ZIRAN DILI YU DIMAO

主 编 王文福 孟庆武 朱春晓

副主编 赵 薇 王明爽 梁 欣

主 审 李 立

哈尔滨地图出版社

• 哈尔滨 •

## 内 容 摘 要

本书系统地介绍了自然地理与地貌的基本原理、基本概念,重点阐明了与陆地地貌有关的自然地理要素的基本性质、基本特征及其相互制约关系。全书既注意保持自然地理学科体系的完整性,又密切结合测绘专业的特点和需要,从测绘类学科应用的角度阐述了地貌的基本概念、基本特征、演变和形成过程,以及地形图上的表示方法,各种地貌大都配有等高线图。

本书可作为高等院校测绘工程、地理信息系统、遥感技术与应用等相关专业本科生的基础课教材,也可供其他有关专业的师生和测绘科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

自然地理与地貌 / 王文福, 孟庆武, 朱春晓主编. — 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2008.12

ISBN 978-7-80717-980-1

I.自…II.①王…②孟…③朱…III.①自然地理学—高等学校—教材②地貌学—高等学校—教材 IV.P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 199380 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

哈尔滨太平洋彩印有限公司印刷

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 21.25 字数: 530 千字

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

ISBN978-7-80717-980-1

印数: 1~3 000 定价: 35.00 元

# 前言

人类对客观世界的认识,从总体到局部,再到总体,从综合到分析,再到综合,是不断地、螺旋式地向着更广、更深层次发展的。自然地理与地貌在近现代经历了其各分支学科迅速发展之后,正面临一次新的综合。积极地探索自然地理与地貌综合的途径,培养具有综合素质的地学人才,是学科发展的需要。

本书的主要使用对象是地学测绘各专业学生。在教学计划中,自然地理与地貌课程起着先导课、基础课的作用。它既担负着向学生介绍自然地理与地貌在地学体系中的地位和作用的任务,也担负着阐述自然地理与地貌的性质和特征,并且适当地介绍气候学、水文学、植物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,从而树立人与自然协调发展,以及社会经济持续发展的观念。

地貌是自然地理要素之一,属地球科学重点研究内容之一,也是测绘专业学生必修知识之一,而地理信息系统专业、遥感技术与应用专业等领域中都需要掌握和了解地貌科学知识。地貌因其在自然因素中的独特地位和人类活动的需要,已为广大学者所接受。随着科学技术的发展、“数字地球”概念的提出,加速了地貌数字化表示、传输、模拟、分析和研究的进程,成为测绘学科不可或缺的必备知识。

本书根据测绘类专业的实际需要,对庞杂的地学内容进行了选择,精简了一些内容,突出了一些内容,同时注意强化各章节间的内在联系。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。

本书在编写中注意生动阐述学科要义、激发学生兴趣。枯燥乏味是理科教材的常见弊病。本书力图以通俗的语言,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,同时增加了插图,方便学生自学。

本书是为高等院校测绘工程、地理信息系统、遥感技术与应用等专业的学生学习地学知识而编写的。内容上,根据测绘专业的特点和我国测绘的具体实际,扼要介绍了自然地理的基本原理,对与地貌有关的基本内容,尤其是各类地貌的成因、形态特点及其等高线图形特征,进行了重点阐述。本书结构合理、内容广泛、文字简明、资料丰富、图文并茂、针对性强,突出了基础理论、基础知识与实践应用,符合新课程改革的要求。各章均备有复习思考题,以满足教学的需要。

全书除绪论外,共包括地球概述、地壳、地壳运动与地质构造、大气圈、水圈、构造地貌、流水地貌、岩溶地貌、冰川与冻土地貌、风成地貌、黄土地貌、海岸地貌、生物群落与植被土壤、自然地理环境的基本规律十五章。

本书编写分工如下:绪论、第二章、第九章、第十章、第十二章、第十五章内容由王文福编写;第四章、第十四章由孟庆武编写;第三章由朱春晓编写;第一章、第六章由王明爽编写;第七章、第八章由赵薇编写;第五章由赵晓明编写;第十一章第一节由司海燕编写,第二节由刘妍编写,第三节由张玉娟编写;第十三章由梁欣编写。全书由王文福策划并制订编写大纲,并对全书内容进行统稿、协调及定稿。

教材在编撰过程中,得到了诸多同行及专家的热情帮助。在确定教材的编写大纲及指导思想时,得到了许多同行的启发;梁欣老师对全书初稿进行了认真的审校,提出了许多中肯的建议;湖北省地理信息中心的赵薇高级工程师提供了一些研究数据,并参加了教材的编写;李立副教授担任了本教材的主审,对最终定稿提出了进一步的改进意见;梅晓丹老师参与了书稿中大量插图的设计及计算机处理,并参加了书稿的校对。所有这些,都对提高教材的质量起了重要的作用,是本教材面世必不可少的因素,我们谨对上述同志致以衷心的感谢。

本书是国内第一本自然地理与地貌学教材,本教材的面世,是编者在多年的教学实践的基础上的一次全新的探索和尝试,本书虽然力求做到系统性、全面性和科学性,试图展现现代地学的最新理论与应用成果,但作为一本新教材,必然会有学术观点的不同,也可能存在学识上的片面甚至错误。面对地学学科的迅猛发展与变革,还将会出现体系、内容上的不足和滞后。要使之成为一本好的教材,还要经过艰苦的努力不断完善。我们衷心地欢迎与期待使用本教材的读者提出宝贵意见。

本书在编写过程中,参阅了大量国内外有关地学的著作和作品,未及一一注明,请有关作者见谅。

编 者  
2008年12月

## 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 绪论 .....                   | 1   |
| 第一节 自然地理与地貌学的研究对象和任务 ..... | 1   |
| 第二节 自然地理与地貌学和测绘学科的关系 ..... | 4   |
| 第一章 地球基本环境与系统 .....        | 6   |
| 第一节 地球在宇宙中的位置、形状和大小 .....  | 6   |
| 第二节 地理坐标系和天球坐标系 .....      | 10  |
| 第三节 地球的运动 .....            | 17  |
| 第四节 地球的构造 .....            | 22  |
| 第二章 大气圈 .....              | 28  |
| 第一节 大气概述 .....             | 28  |
| 第二节 大气的热力状况 .....          | 34  |
| 第三节 大气的运动 .....            | 46  |
| 第四节 大气中的水分 .....           | 65  |
| 第五节 天气系统 .....             | 75  |
| 第六节 气候类型 .....             | 85  |
| 第三章 水圈 .....               | 97  |
| 第一节 地球水循环和水量平衡 .....       | 97  |
| 第二节 海洋 .....               | 101 |
| 第三节 河流 .....               | 113 |
| 第四节 湖泊与沼泽 .....            | 124 |
| 第五节 地下水 .....              | 126 |
| 第四章 岩石圈 .....              | 130 |
| 第一节 地质作用概述 .....           | 130 |
| 第二节 地壳的组成物质 .....          | 135 |
| 第三节 岩石 .....               | 138 |
| 第四节 岩石性质对地貌的影响 .....       | 145 |
| 第五节 地壳运动与地质构造概述 .....      | 148 |
| 第六节 火山与地震 .....            | 156 |
| 第七节 地质时代 .....             | 164 |
| 第八节 土壤 .....               | 165 |
| 第五章 生物圈 .....              | 170 |
| 第一节 生物群落和生态系统 .....        | 170 |
| 第二节 植被 .....               | 177 |
| 第六章 自然地理环境的基本规律 .....      | 181 |
| 第一节 自然地理环境整体性规律 .....      | 181 |
| 第二节 自然地理环境的地域分异规律 .....    | 183 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第三节 自然地理环境基本规律的应用.....  | 187 |
| 第七章 人类与自然地理环境 .....     | 193 |
| 第一节 自然地理环境对人类发展的影响..... | 193 |
| 第二节 人类发展对自然地理环境的影响..... | 198 |
| 第三节 自然地理环境与可持续发展.....   | 202 |
| 第八章 地貌要素与地貌形态 .....     | 210 |
| 第一节 地貌要素 .....          | 210 |
| 第二节 主要地貌形态 .....        | 211 |
| 第三节 我国地貌的基本轮廓 .....     | 222 |
| 第九章 构造地貌 .....          | 225 |
| 第一节 水平构造与方山地貌 .....     | 225 |
| 第二节 单斜构造地貌 .....        | 227 |
| 第三节 褶皱山地地貌 .....        | 230 |
| 第四节 断层地貌 .....          | 234 |
| 第五节 火山地貌 .....          | 236 |
| 第十章 流水地貌 .....          | 239 |
| 第一节 流水作用 .....          | 239 |
| 第二节 片流地貌 .....          | 245 |
| 第三节 沟谷地貌 .....          | 246 |
| 第四节 河流地貌 .....          | 250 |
| 第五节 流域地貌 .....          | 263 |
| 第十一章 岩溶地貌 .....         | 268 |
| 第一节 岩溶作用 .....          | 268 |
| 第二节 岩溶地貌 .....          | 269 |
| 第三节 岩溶地貌的发育 .....       | 278 |
| 第十二章 冰川与冻土地貌 .....      | 281 |
| 第一节 冰川的形成与作用 .....      | 281 |
| 第二节 山岳冰川的主要类型 .....     | 283 |
| 第三节 山岳冰川的基本形态特征 .....   | 285 |
| 第四节 山岳冰川形成的地貌 .....     | 288 |
| 第五节 冻土地貌 .....          | 292 |
| 第十三章 风成地貌 .....         | 294 |
| 第一节 风成地貌分布特点 .....      | 294 |
| 第二节 风成地貌的主要动力 .....     | 294 |
| 第三节 风成地貌形态 .....        | 296 |
| 第四节 荒漠类型 .....          | 302 |
| 第十四章 重力地貌与黄土地貌 .....    | 305 |
| 第一节 重力地貌 .....          | 305 |
| 第二节 黄土地貌 .....          | 309 |
| 第十五章 海岸地貌 .....         | 317 |

## 目 录

---

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 海岸概述 .....        | 317 |
| 第二节 海岸带水动力作用 .....    | 317 |
| 第三节 海岸侵蚀地貌与堆积地貌 ..... | 322 |
| 第四节 海岸的主要类型 .....     | 327 |
| 参考文献 .....            | 332 |

## 绪 论

### 第一节 自然地理与地貌学的研究对象和任务

#### 一、地理学

地球表层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。

所谓环境,是相对主体而言,指那些围绕着主体、占据一定空间、构成主体存在条件的诸种物质实体或社会因素。

在地理学研究的领域中,人类社会是主体,其“环境”就是构成以人类社会为主体存在条件的周围空间环境。

作为地理学研究对象的地理环境是由自然环境、经济环境和社会文化环境组成的相互重叠、相互联系的整体。

自然地理环境是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所组成,具有地理结构特征并受自然规律控制的环境整体(系统)。

自然环境或自然地理环境可分为两部分:一为天然环境(原生自然环境),二是人为环境(次生自然环境)。

经济环境是在自然环境的基础上由人类社会经济活动形成的一种地理环境。它主要指自然条件和自然资源经人类利用改造后形成生产力的地域综合体,包括工业、农业、交通和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。

社会文化环境,包括人口、社会、国家诸方面以及民族、民俗、语言、文化等方面的地域分布特征和组成结构关系,而且还涉及社会上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的实体为中心,由具有一定地域关系的各种事物的条件和状态所构成。这三种地理环境之间在地域上和结构上又是相互重叠、相互联系的,从而构成统一整体的地理环境。

系统论认为,现实世界归根到底是由某些规模大小不同、复杂程度有别、等级有高低之分、彼此交错重叠,并且互相转化变换的系统所组成,成为一个有层序性的网络系统。

采用系统论观点来讨论地理学的研究对象时,可将其分为三个主要的组织水平和相应的学科:

(1)研究整个地理环境综合特征的学科称综合地理学。

(2)分别研究自然地理环境、经济环境和社会文化环境的学科称综合自然地理学、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成分的学科统称部门地理学。例如,部门自然地理、部门经济地理(包括工业地理、农业地理等)、部门人文地理(社会地理、文化地理学),而感应地理和行为地理则是现代人文地理学的综合研究方向。

上述的划分是代表地理学分科中“三分法”(自然、经济、人文)和“三层次”(统一、综合、部门)的观点。

此外,还有人提出“三重性”的观点,即首先是理论性方面的地理的研究;其次是应用性方面的地理的研究;第三是区域性的地理方面的研究。这三者同样重要是相互关联的。

## 二、自然地理的研究对象

自然地理是地理学的一个分支学科,它的研究对象是地球表面的自然环境。

### 1. 自然地理环境的构成

宇宙中的地球是由一系列圈层组成的。整个地球的内层为地壳、地幔和地核,外层是水圈、大气圈、生物圈。

有些圈层彼此相距甚远,呈大致的平行状;而有些圈层彼此紧密接触,甚至呈交错或重叠分布,如水、空气、岩石和有机体互相包容、相互作用,共同形成一个复杂的物质体系。它们之间通过能量流通和物质传输,构成一个统一的有机体,并以自身特有的矛盾和规律,独立存在于地球体系中,构成了一个在质上不同于地球所有其他各圈层的特殊圈层,这个圈层有人称它为地理圈(或地理壳、景观圈、景观壳、表层地圈、生命发生圈、地球表层、自然地理面、自然地理系统等)。它就是自然地理所要研究的对象。

自然地理环境的物质组成从地域结构和其成分构成来分,可分为对流圈、水圈、沉积岩圈、生物圈。

自然地理环境的要素组成,它包括地貌、气候、水文、土壤、植物和动物,但不等于这些要素机械的叠加,正如糖是由碳、氢、氧元素组成的一样,一旦形成了糖,它的性质就不同于其中任一元素,而是形成了一种新的物质。自然地理环境把各要素当做一个统一的整体来研究,它强调各要素间相互联系、相互作用、相互制约的整体性。

整体性是研究自然地理综合体最主要的特征之一,其中每一个要素都影响整个综合体,而综合体本身也影响组成它的各要素,只要综合体中一个要素发生变化,就可能影响其他自然要素和整个环境发生变化。

例如,青藏高原的抬升是地貌要素的变化,它使气候、植被、土壤等要素发生相应的变化,从而形成一个独特的高寒景观区。因此,地理环境任一要素的改变,都会导致整个地理环境的改变,而各要素综合起来就成为一个不可分割的整体。所以,不同地区由于自然地理环境各要素的组合不同,就在空间形成了不同的自然地理区域。

### 2. 自然地理环境的范围和边界

我们知道,客观物体的边界有两种不同的类型,一是突变的明显边界,如水陆边界等,二是渐变的模糊边界,它有一个过渡区,相邻两物质并存,一方渐弱一方渐强。自然地理环境正是这种模糊边界,如它的两个边缘圈层——大气圈和岩石圈的厚度很大,要在这两个圈层中确定地理环境的边界是很不容易的事情。

长期以来,不少的自然地理学家就此进行了深入的探索,提出了许多不同的观点,直至如今,仍不断有新的观点被提出,它的确是一个值得探讨的科学问题。就全球尺度的自然地理环境而言,目前大多数自然地理工作者基本接受的观点是 A.Γ.伊萨钦科的划法。

A.Γ.伊萨钦科认为:地理壳的上限在对流层顶,下限在沉积岩的底部(在地面以下 5~6 km),因为对流层和水圈参与着太阳能引起的地理壳的积极的物质循环,沉积岩则是由所有三个无机圈层和有机体相互作用的产物,而从对流层到沉积岩石圈的范围也是生命有机体可能生存的区间,在这一区域以外,自然地理环境的内部联系就显著减弱了。

值得一提的是,北京大学陈传康教授的观点在具体的研究中也是值得重视的。他认为自然地理环境的范围和界限不应作硬性的规定,而应视研究问题的性质而有所变化,因局

部地区的特点不一样，硬性规定一个统一的厚度未必符合客观实际。只有涉及全球性的问题，才有明确地理壳的必要。

### 3. 自然地理的分科

自然地理环境的物质组成具有相对独立性、整体性和区域性的特点。采用上述观点来讨论自然地理学的研究对象时，自然地理学可分为部门自然地理、综合自然地理和区域自然地理。

(1)部门自然地理 部门自然地理研究组成自然地理环境的各种自然要素与过程本身，强调以某个要素为核心的分析与综合，即研究这个要素的组成、结构、时空动态和分布等特征和规律。包括的学科主要有地貌学、气候学、水文地理学、土壤地理学和生物地理学。与部门自然地理学相关联的基础自然科学包括天文学、地质学、海洋学、气象学、水文学、植物学、动物学、土壤学、生态学、地球化学、大地测量学等。

(2)综合自然地理 综合自然地理研究自然地理环境的综合特征，即把自然地理环境作为一个整体来研究。着重研究其整体的各组成要素及各组成部分的相互联系和相互作用的规律。研究地球表层物质系统的形成历史、形成过程、类型特征、地域分异和发展演变，它是自然地理学的理论研究部分，强调综合性。随着本学科和相邻学科的发展，对地球表层进行整体性的研究，即研究地表系统的组成、结构、功能、空间特征、时间动态，以及各种自然要素与过程之间、人与生存环境之间相互作用的机理，已成为综合自然地理学的主要研究方向。

(3)区域自然地理 区域自然地理学研究一定区域自然地理环境的某个组成要素和自然地理环境的综合特征，即对区域的部门情况和区域的综合情况进行研究，故可分为区域部门自然地理和区域综合自然地理。前者如区域气候、区域水文、区域地貌、区域植被、区域动物等，后者是对某一具体区域进行综合自然区划和土地类型的研究。区域自然地理学要以部门自然地理学和综合自然地理学的基本理论为基础，它是部门自然地理学和综合自然地理学理论联系实际的具体体现。也是自然地理学为社会生产实践服务的衔接环节。

部门自然地理、综合自然地理和区域自然地理之间的关系，可用下列图式表示(图 0.1)。

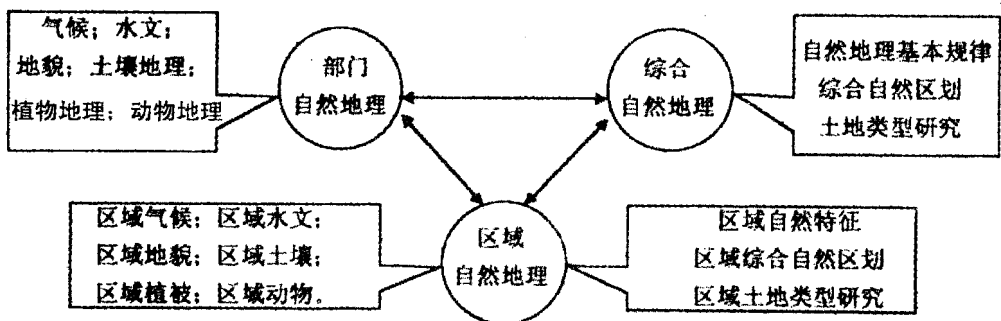


图 0.1 自然地理学学科关系图

### 4. 自然地理环境的基本特征

- (1)地球的内能和外能作用显著；
- (2)气体、固体和液体三相并存；
- (3)有机界和无机界相互转化；
- (4)人类聚居的场所。

### 三、地貌学的研究对象

地貌学的研究对象是地球表面的起伏形态。

地表形态是非常复杂的。地势高差悬殊,地貌形态多种多样。就以我国陆地地貌而言,有号称“世界屋脊”的青藏高原,那里耸立着许多著名的高大山脉,广泛发育现代高山冰川;我国西北是干旱和半干旱区,发育着塔克拉玛干大沙漠,有高差很大、形态复杂的各种流动沙丘,还有黄土高原,具有特殊的黄土地貌;在西南发育着岩溶地貌,广西的“桂林山水”举世闻名;东部、北部地区有中山、低山、丘陵和平原、沼泽……这些都是地貌学的研究对象。

地貌学研究地表各种地貌类型的起伏形态,研究它们的外形特征、形成的原因和分布规律。

地壳表面形态千变万化,不同的地理条件决定了地貌的形态、演变规律和发育阶段。因此,只有从不同的地理环境中去探索地貌形成和发育的规律,才能掌握地貌的基本形态。

综上所述,自然地理与地貌是一门以地球表层的自然地理环境为主要研究对象,重点研究在地理环境作用下地表形态的特征、成因、发展和分布规律的科学。

## 第二节 自然地理与地貌学和测绘学科的关系

### 一、测绘生产的 3S 技术、4D 产品离不开自然地理与地貌理论的支持

GIS 技术需要地理学科和地图学科的支撑,现代的 GIS 技术在表示现状静态的同时,加强了动态变化的表示,应具涵盖多部门自然地理知识和综合自然地理知识。例如,了解自然地理环境对某些要素分布的制约关系,以合理选择表示内容;了解各自然环境要素间的相互影响、相互制约的关系,以取得各要素的协调和统一。

RS 为人们研究地球上的各种自然地理现象增添了一个现代信息源,改变了古老地理学的面貌,而成为研究和发展自然地理学的重要手段之一。RS 技术的应用需要地理地貌知识作基础;任何遥感图像都是区域景观特征的一部分。由于其图像的不确定性,要识别和获得遥感信息,必须经过解译、提取和加工。因此,区域自然特征、各要素的分布规律及其相关性等自然地理地貌学的基本原理是遥感图像解译的基础。实践证明,遥感技术在各个领域应用的广度和深度,在很大程度上取决于人们对图像的解译程度和进行地理相关分析的水平,这就要求我们在应用 RS 技术进行判读和识别时,必须具备一定的自然地理地貌基础知识和有关的专业知识,以及丰富的实践经验,才会取得令人满意的成果。

### 二、自然地理和地貌的基本理论和知识对地图学的普通地图编制和专题地图编制具有指导作用

在普通地图编制中,采用的是制图综合方法,而任何地图综合的过程都包含着编者的主观因素,以及人对客观环境认识的程度。而制图的任何客体一般都有数不清的特征,有无数个层面,大量的因素交织在一起,大量的表面现象掩盖着必然性的规律和本质。所以,测绘工作者必须具备充实的地理理论知识,方能把握住制图区域的景观特征,对它进行思维加工,才能制作出高质量、高精度、高水平的 4D 产品来满足生产的需要。

作为测绘技术的实施,需要掌握处于不同发育阶段的地貌形态特征以及它们在地形图和航空遥感像片上的反映,为正确表示地貌提供理论依据。

地图上表示地貌的方法很多,常用的是等高线法,在测图和编图过程中,都存在着一

个根据地貌形态特征正确勾绘等高线图形的理论与技术问题。在利用 RS 技术测绘地貌时,只有深刻理解地貌形态特征,在符合数学精度的基础上对等高线图形进行合理的描绘,才能获得正确的地貌图形。同样在地图编绘过程中,根据地貌特征确定地貌的表示方法以及进行正确的等高线图形综合都是非常重要的。“等高线”这一名词的本质含义是一组线,而不是一条线,它既是高程线,也是形态线。等高线的双重职能既要求一定的数学精度,又要求客观反映地貌形态特征。我国自然条件差异很大,地貌形态变化复杂,只有掌握地貌学基本理论和熟悉各种地貌形态特征,才有可能进行正确的地貌表示。

另外,编图时地形图的分析需要有丰厚的地貌学基础知识,利用 3S 技术方法测制成的地形图含有丰富的内容,它的一个很重要特性就是具有地面“原始记录”的性质。地形图的地貌分析主要是建立在分析等高线图形基础上的。

等高线图形分析包括两个内容,即等高线高程关系的判别和等高线图形结构分析。地形图上等高线的高程判别随着地面破碎程度的加大而逐渐困难。等高线图形结构表现为等高线弯曲形状和等高线间的距离变化。一般说来,不同成因的地貌具有不同的图形特征,尤其是那些具有典型特征的地貌形态在地形图上是十分明显的。如果我们具备了一定的地貌学理论素养,可使我们提高编图质量。

### 三、测绘科学对自然地理与地貌学的发展也有很大的促进作用

测绘科学从自然地理等地学学科中获得丰富的“养料”,测绘科学也为自然地理等地学科学提供了许多有效的研究手段。这里特别要指出的是航空像片和地形图,它们在区域地貌研究方面具有很大价值。室内航空像片、地形图解译能迅速获得大范围的区域地貌概念。在某些情况下,还可取得区域地质情况、地貌发展动态以及发育阶段等方面的资料。航空像片和地形图清楚地显示出地貌形态的总体特征以及不同地貌形态的分布规律。在这些方面,航空像片和卫星像片已得到广泛应用,而大比例尺地形图的地貌分析工作还不够普遍。

综上所述,自然地理与地貌和测绘科学的关系极为密切,它们互相渗透、互相促进。从现代地理学的观点来看,测绘的最终产品——地图(包括 4D 产品),已不仅是地理信息的载体,而且是地理信息传输的通道。因为地图可以把客观环境的状况、内部关系、自然经济现象及其在某个系统内部所发生的过程,用图形的形式记载、表达和贮存在地图上。人们通过地图不仅可以使客观世界呈现在眼前,而且从地图上可以获取许多地理信息。它可以被人们理解、量测、感受、处理和利用,甚至通过地图信息的分析、推理,可以找出环境内部地理要素间的潜在信息,并从中获取某些新的地理规律。因此,自然地理学为各应用学科提供理论依据和信息源,各应用及相关学科的进一步发展,反过来又不断使自然地理等地学的传统理论不断丰富,使其在国民经济建设中的作用也相应增强。

### 复习思考题

1. 地理环境包括哪些?环境学、生态学、地理学中“环境”的含义都有哪些差别?
2. 按系统论观点来划分地理学时,可以把地理学划分为哪些学科?
3. 简述地理环境中自然环境、经济环境、社会文化环境的含义。
4. 为什么说人为环境和天然环境同属于自然环境?
5. 自然地理环境的要素有哪些?
6. 自然地理环境有哪些基本特征?
7. 自然地理与地貌和测绘学科有什么关系?
8. 简述自然地理环境要素间的关系。

# 第一章 地球基本环境与系统

地球是自然地理环境存在的基础, 地球的形状、大小及地球表面的基本特征、地球的运动和地球的构造及其与其他天体的相互作用, 对自然地理环境的形成和发展具有极为重要的影响。

## 第一节 地球在宇宙中的位置、形状和大小

### 一、地球在宇宙中的位置

#### (一) 宇宙和天体

宇宙是无比广大的空间, 是物质世界的整体。宇宙的基本特点是: 在空间尺度上无边无际, 没有尽头; 在时间尺度上, 没有起始, 没有终止; 宇宙是物质的, 物质在运动、变化发展中。

宇宙中充满着物质, 其中有一部分物质形成各种各样的星辰, 我们统称为天体。宇宙中主要天体有以下几类, 它们是恒星、星云、行星、流星体和彗星。天体与天体之间的广大空间, 称为星际空间。星际空间充满着极为稀薄的弥漫物质, 称为星际物质。

**恒星** 是宇宙中的主要天体。恒星具有很高的温度, 是由炽热的气体组成的能自己发光的天体。恒星有很大的质量和引力, 能够吸引质量较小的天体围绕它运动, 如牛郎星、织女星、北极星等, 都是恒星。太阳是离地球最近的一颗恒星, 地球与太阳的平均距离为 14 960 万 km, 天文学上把日地平均距离叫做一个天文单位。把光在一年中传播的距离 94 600 亿 km, 称为一个光年, 以此作为量度天体间距离的单位。

**行星** 围绕恒星转动的主要天体称为行星, 行星与恒星相比质量很小, 它本身不会发光, 如地球就是绕太阳公转的一颗行星。

**卫星** 质量比行星更小, 它是环绕行星运转的天体。月球就是地球的卫星。

**流星** 它和上述天体相比是质量更小的天体。流星在空间运行, 当接近地球, 受到地球引力而进入大气层时, 与空气剧烈摩擦, 产生高温, 发生燃烧。有时流星数量多, 状如焰火, 刹那间从星空某一点迸发出来, 称为流星雨。多数流星在燃烧中成为灰烬(图 1.1), 少数落至地面成为陨石。

**彗星** 俗称扫帚星, 天空中不常见, 古人见其外貌奇特, 拖着一条长长的尾巴(图 1.2), 来无影去无踪, 在相当长时期, 对它怀有极大的恐惧心理。目前已发现一千多颗彗星, 它有云雾状外表, 主要由冰物质和尘埃组成。它虽然貌似庞然大物, 质量却很小, 平均密度比地球上的空气还要稀薄, 是宇宙中奇特的天体。

彗星同行星一样, 在太阳引力作用下, 也是沿椭圆形轨道绕太阳运行。所不同的是, 其轨道的偏心率很大, 轨道显得又扁又长, 如著名的哈雷彗星(图 1.3)。

**星云** 是由气体和尘埃物质组成的、具有云雾状外表的天体, 和恒星相比, 星云的体积和质量都比较大, 而密度和温度又特别低。

宇宙中的恒星集中又组成了星系。例如银河系, 就是一个包括一千多亿颗恒星的星系,

太阳仅是银河系中的一颗恒星。在银河系之外，还有许许多多和银河系类似的恒星星系，称为河外星系。目前人们已发现约 10 多亿个这样的星系，它们与银河系同属于一个称为总星系的巨大的星系集团，而总星系也只是无限宇宙的物质世界中的一个极其有限的部分。总之，宇宙是无限的，宇宙中的一切天体都在不断的运动着，宇宙在空间和时间上是无穷无尽的。

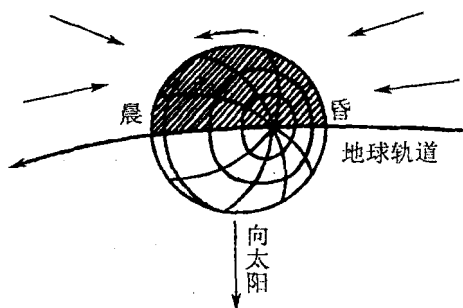


图 1.1 下半夜的流星多而且明亮

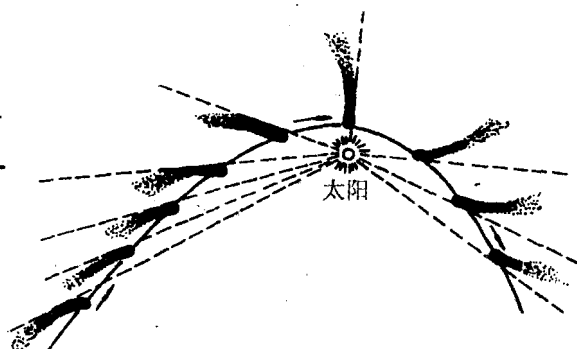


图 1.2 彗尾总是背向太阳

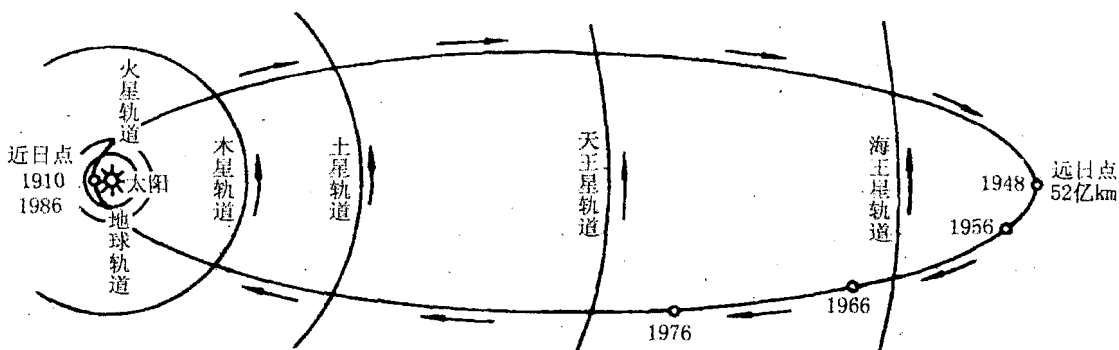


图 1.3 哈雷彗星轨道

## (二)地月系和太阳系

**地月系** 地球质量比月球大 81 倍，在万有引力作用下月球绕地球转，形成地月系。

月球是地球唯一的天然卫星。月地平均距离为 384 400 km，月球是距离地球最近的天体。月球直径 3 476 km，为地球直径的 1/4，体积相当于地球的 1/49，密度为地球的 3/5。

月球表面温度变化剧烈，当受到太阳照射时，月面中心温度可达 110~130℃；没有太阳照射时，温度降至零下 150~170℃，白天与夜间温差悬殊。月球上既无大气，也无水分，所以也就不会出现地球上常见的大气现象，更不会有生物存在。

**太阳系** 太阳质量比地球大 33 万多倍，所以地球连同月球绕太阳公转，地球成为一个行星，而月球绕行星转，成为地球的卫星(图 1.4)。此外，还有其他行星、彗星等，也因质量小并在太阳引力作用下围绕太阳转。这样，太阳和所有围绕太阳转的全部天体形成以太阳为中心的太阳系。

太阳系的 8 个大行星，按其 与太阳的距离，由近到远为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。

太阳系的行星，以地球轨道为界分为两组：水星和金星的轨道位于地球轨道以内，称为地内行星；地球轨道以外的行星，称为地外行星。八大行星还可以小行星带为界，分成

两组：水星、金星、地球和火星为内行星，意即带内行星；木星、土星、天王星、海王星为外行星，意即带外行星。

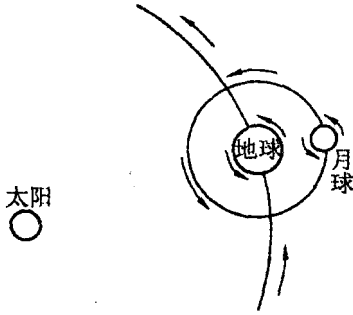


图 1.4 地球、月球的自转和公转方向

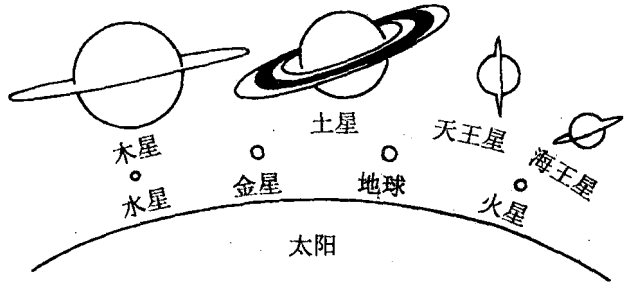


图 1.5 行星的大小对比

根据质量、大小和化学组成的不同，行星又可分为另外的两大类：一类以地球为典型代表，称类地行星，包括水星、金星、地球和火星，它们的体积较小(如图 1.5)，平均密度较大，自转速度慢，卫星数少；另一类以木星为典型代表，称类木行星，包括木星、土星、天王星和海王星，它们的体积较大，平均密度小，自转速度快，卫星数较多。近来，人们又把类木行星分成巨行星(木星和土星)和远日行星(天王、海王)两类。

### (三)地球具有独特的优越条件

在太阳系八大行星中地球具有其他行星所不具备的优越条件。首先，地球与太阳距离适中，使地球能适量地、均匀地接受太阳辐射(在大气与水共同作用下)，地表平均温度为  $15^{\circ}\text{C}$  左右，非常适合生物生长，并可使地球上的水保持液态。水星和金星离太阳较近，所接受的太阳辐射分别是地球的 6.7 倍和 1.9 倍，以致水星和金星表面温度过高。木星和土星离太阳较远，所接受的太阳辐射分别只有地球的 4% 和 1%。其次，地球质量适中，体积虽不大，密度却较高，由重元素组成，表面是坚硬的岩石外壳，可以储存液态水。此外，在地球引力作用下，气体、液体被紧紧地吸引在地球周围。第三，地球上大气以氮和氧为主，高层大气还在太阳紫外线作用下形成臭氧层。这样，低层大气有利于生物生存发展，高层大气中的臭氧吸收了绝大部分太阳紫外辐射，使地球上的生物不致遭到伤害。大量的科学探索资料表明，在太阳系中，只有地球上生命活动，其他行星没有生物至少没有高等生物生存，更没有人类，因此地球在太阳系中具有特殊的地位。太阳系以外的天体是否有生命，尚无定论。

## 二、地球的形状和大小

### (一)地球的形状

标准的球体是正球体，它具有统一的半径，因而具有统一的曲率和周长。地球并非是这样的球体，而是一个椭(扁)球体。

地球椭(扁)球体是通过钟摆被发现的。1672 年，法国一位天文学家里奇受巴黎(49°N)科学院派遣，到南美洲法属圭亚那首府卡宴(5°N)进行天文测量。他随身带去一架优质的摆钟。到达卡宴后，里奇发现他那走时很准的钟忽然变慢了，每昼夜减慢 2 分 28 秒。这是一个不小的误差。他不得不根据恒星的运动来校正他的摆钟，把摆长缩短 2.54 mm，摆钟恢复正常走时。两年后，里奇回到巴黎，却发现钟又走快了，加快的数值恰好就是当初在南美洲减慢的数值。他把钟摆恢复到原来的长度，于是，钟又走准了。

在此前，人们相信秒摆的长度应该到处都是一样的，有人还曾主张用它来作长度单位；

当年伽利略测定重力加速度值时，也没有怀疑到这一点。钟摆在赤道附近变慢，可以令人信服地用重力变小来解释。可是，重力为什么因纬度而改变呢？于是人们把它同地球的运动和形状联系起来。这是认识上的又一次飞跃。

椭(扁)球体的特征是，球半径随纬度的增高而变小：赤道半径最长，极半径最短。与这个特征相联系的是，在椭球体上，赤道和纬线仍是正圆，而经线都是椭圆，它们的曲率自赤道向南北两极减小(图 1.6)。

地球是一个不规则的椭(扁)球体。椭球体不及正球体简单，但它在几何上是有严格规则的。它的纬线都是正圆，经线都是椭圆。这样的球体，可以看成由椭圆绕它的短轴旋转而成，所以也叫旋转椭(扁)球体。

地球(大地水准面)的真实形状，严格说来，不是几何上的旋转椭球体。它的形状是不规则的：纬线不是严格的正圆，经线也不是真正的椭圆；地球的南北两半球并不对称，它的几何中心也不在赤道平面上。地球是一个不规则的椭(扁)球体。对这样一个不规则的球体，无法用简单的几何体或数学方法来表示，于是，人们改用它与一个理想的“模型”作比较来说明。

为了具体地表示地球形状的不规则性，可设想一个参考椭球体。它具有椭球体的严格规则性，而其形状和大小又十分迫近大地水准面。说它是参考“椭球体”，因为它是严格的椭球体；说它是“参考”椭球体，因为它代表了地球形状的基本方面。前述地球椭球体的各项数据，实际上都是参考椭球体的数据。

有了参考椭球体，地球的真实形状，便可以用大地水准面的各部分对于参考椭球体的偏离来表示。图 1.7 表示大地水准面的一个纵剖面，从图中可以看出，大地水准面与同它最迫近的椭球体相比，最大的偏离不过几十米。概括地说，北半球的高纬地区和南半球的低纬地区，大地水准面高出参考椭球体；而北半球的低纬地区和南半球的高纬地区，大地水准面稍低于参考椭球体。特别明显的对比是，南北两半球的极半径的差异：北极的大地水准面高出参考椭球约 10 m，而南极的大地水准面低于参考椭球体约 30 m。二者有 40 m 之差，比较起来，北半球略显凸起，南半球较为扁平。

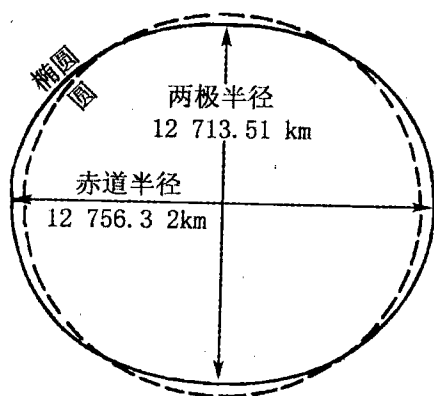


图 1.6 地球是椭球体

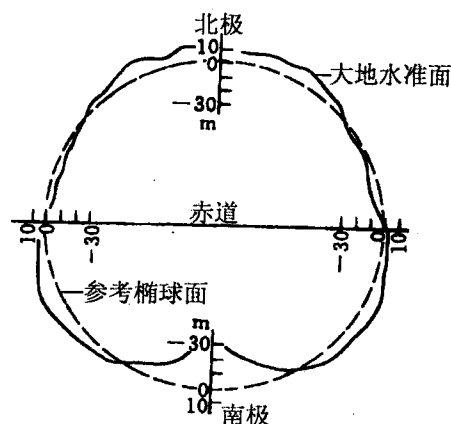


图 1.7 大地水准面对于参考椭球面的偏离

图 1.7 所表示的大地水准面的形状，曾给人以梨形的感觉。此图一出，人们以讹传讹，“梨形地球”的说法曾不胫而走。其实，该图只是用来说明大地水准面对于参考椭球体的偏离，因南北半球而不同，而不能表示地球的真实形状。这是因为：第一，它为突出这种