

# 自然地理学

## 原理与实践



李继红 宁静 梅晓丹 辛颖 编著



科学出版社

# 自然地理学原理与实践

李继红 宁 静 梅晓丹 辛 颖 编著

东北林业大学地理信息系统重点专业建设项目



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

自然地理学主要研究“地、气、水、土、生”的自然规律、自然地理环境整体的综合特征,以及人类与自然地理环境之间的相互作用。全书分为上、下两篇,上篇讲述了自然地理学原理,介绍各自然地理要素的特征、结构、成因、动态和发展规律,以及各组成要素间的相互作用和规律。下篇为自然地理学实践,旨在提高学生运用自然地理学原理解决实际问题的能力。

全书内容深浅有度、结构紧凑、图文并茂、联系实际,可作为高等院校地理科学、地理信息系统、环境科学、土地科学、农林水利和工程建设等专业本科生教材,同时也可供相关专业科学研究工作者参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

自然地理学原理与实践/李继红等编著. —北京:科学出版社, 2016.3  
ISBN 978-7-03-047480-3

I. ①自… II. ①李… III. ①自然地理学 IV. ①P9

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第043751号

责任编辑:文 杨 程雷星/责任校对:张小霞

责任印制:赵 博/封面设计:迷底书装

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>

天津市新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张:19 1/2

字数:499 000

定价:58.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

自然地理是研究自然地理环境的组成、结构、功能、动态及其空间分布规律的学科，是地理学的一个重要分支，涵盖天文、地质、水文、地貌、气候、土壤、生物、生态环境等诸多内容，是一门实践性很强的学科。理论教学和实践教学对于培养高水平地理学相关人才都十分重要。因此，积极探索自然地理学综合的途径、培养具有地理学综合素质的人才在自然地理学的发展中是十分必要的。

本书结合自然地理学的学科特点和发展状况，介绍了自然地理系统整体功能和地域分异规律，较为全面、系统地阐述了自然地理学的基本原理和研究方法，并提出典型案例，加强学生实践能力的培养。在已出版的普通自然地理学、各部门自然地理学、综合自然地理学教材内容的基础上有所取舍，保留了自然地理的基础知识、基本理论，同时又有所创新，吸收了一些新的实际问题。

本书分为上下两篇：上篇为自然地理学原理，分为三部分。第一部分为部门自然地理学原理，包括第一至第八章。主要讲述自然地理学绪论、地球系统、地质、地貌、气候、水文及土壤、生物等知识。第二部分为综合自然地理学原理与实践，包括第九和第十章。详细讲述了自然地理规律和自然地理区划的相关知识。第三部分为人类与自然地理环境，包括第十一至第十三章。讲述了人类与自然地理环境之间的关系，以及“人类-环境系统”的可持续发展问题。下篇为自然地理学实践，包括第十四至第二十三章。主要为综合技能和创新技能的实践。

本书编写分工如下。

上篇第一、第二、第九、第十、第十二和第十三章由东北林业大学李继红编写，第三、第四章由黑龙江工程学院梅晓丹编写，第五、第六、第七章由东北农业大学宁静编写，第八章由宁静和梅晓丹共同编写，第十一章和下篇第十四至第二十三章由东北林业大学辛颖编写。

在本书中，笔者努力在知识的讲解中融入近年来的研究成果及当代社会所面临的实际问题，希望广大读者能够通过本书对自然地理方面的知识有更进一步的了解，共同研究问题，在对知识的探索中培养兴趣、提高能力、有所创新。与此同时，本书的编写可能会存在着一些不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年5月

# 目 录

前言

## 上篇 自然地理学原理

第一章 绪论	3	第三节 天气与气候	101
第一节 自然地理学的研究对象和任务	3	第四节 气候分类	106
第二节 自然地理学的研究内容	5	第六章 水文	109
第三节 自然地理学与其他学科的关系	6	第一节 水分循环与水量平衡	109
第四节 自然地理学的研究方法与技术	7	第二节 河流	113
第五节 现代自然地理学的研究领域	8	第三节 湖泊、沼泽、地下水	119
第二章 地球系统	10	第四节 海洋	121
第一节 地球的形状	10	第七章 土壤	128
第二节 地球的运动	12	第一节 土壤的物质组成及特性	128
第三节 地球的圈层结构	19	第二节 土壤的剖面	134
第四节 地球的时空表达	21	第三节 土壤的形成与发育	136
第三章 地质	28	第四节 土壤类型与分布	141
第一节 地壳的物质组成及结构	28	第八章 生物	145
第二节 地壳运动	47	第一节 生物的种群与群落	145
第三节 地质构造	55	第二节 生态系统	151
第四节 地质年代	57	第九章 自然地理规律	165
第四章 地貌	62	第一节 整体性规律	165
第一节 地貌成因与地貌类型	62	第二节 地域分异规律	167
第二节 构造地貌	67	第三节 地域分异的尺度	171
第三节 流水地貌	69	第十章 自然地理区划	174
第四节 风沙地貌与黄土地貌	72	第一节 概述	174
第五节 喀斯特地貌	78	第二节 土地类型	181
第六节 冰川地貌与冻土地貌	81	第三节 土地资源及其评价	186
第七节 海岸地貌	83	第十一章 人类活动与环境退化	190
第五章 气候	87	第一节 地质环境和地质灾害问题	190
第一节 大气的组成和结构	87	第二节 土地资源和土壤环境问题	195
第二节 大气运动	90	第三节 水资源破坏和水环境问题	197
		第四节 生物多样性的破坏问题	200

**第十二章 “人地系统”的全球性变化及对策** ..... 202

第一节 当前人类面临的重大全球性环境问题 ..... 202

第二节 大气二氧化碳浓度增加与气候变暖的关系 ..... 209

第三节 平流层臭氧耗损问题 ..... 210

第四节 面对全球环境变化国际社会及各国的对策 ..... 211

**第十三章 “人类-环境系统”的可持续发展** ..... 215

第一节 “可持续发展”的概念及内涵 ..... 215

第二节 走向可持续的“人类-环境系统” ..... 217

第三节 新的综合-可持续发展理论的操作化 ..... 217

**下篇 自然地理学实践**

**第十四章 地球系统实践** ..... 221

第一节 综合技能（案例） ..... 221

第二节 创新技能 ..... 224

**第十五章 地质实践** ..... 226

第一节 综合技能（案例） ..... 226

第二节 创新技能 ..... 235

**第十六章 地貌实践** ..... 237

第一节 综合技能（案例） ..... 237

第二节 创新技能 ..... 250

**第十七章 气候实践** ..... 254

第一节 综合技能（案例） ..... 254

第二节 创新技能 ..... 256

**第十八章 水文实践** ..... 259

第一节 综合技能（案例） ..... 259

第二节 创新技能 ..... 261

**第十九章 土壤实践** ..... 266

第一节 综合技能（案例） ..... 266

第二节 创新技能 ..... 274

**第二十章 生物实践** ..... 278

第一节 综合技能（案例） ..... 278

第二节 创新技能 ..... 283

**第二十一章 自然地理规律实践** ..... 288

第一节 综合技能（案例） ..... 288

第二节 创新技能 ..... 288

**第二十二章 自然地理区划实践** ..... 291

第一节 综合技能（案例） ..... 291

第二节 创新技能 ..... 294

**第二十三章 人类与自然地理环境实践** ..... 298

第一节 综合技能（案例） ..... 298

第二节 创新技能 ..... 302

**参考文献** ..... 303

# 上篇 自然地理学原理





# 第一章 绪 论

## 第一节 自然地理学的研究对象和任务

### 一、自然地理学的研究对象

自然地理学以人类赖以生存的地球表层自然环境（也可称地球表层自然系统）为研究对象。也有人将地球表层自然环境称之为地理环境的自然部分或自然地理环境，又有人称之为“景观圈”或者“地理壳”等。由于地球表层自然环境是由组成地表的大气、水、岩石、生物及其他派生的要素组成的，因此分别以它们为研究对象的气候学、水文学、地貌学、植物地理学、土壤地理学等学科，通常被认为是自然地理学的分支学科，又称为部门自然地理学。具体来说，自然地理学是以人类赖以生存的地球表层自然系统的区域特征、区域分异及其发生发展过程与变化规律为研究对象的。

自然地理学研究地球表层物质系统及其要素的组成、结构、功能、空间特征、时间动态及各要素之间相互作用的机理。由于地球表层物质系统及其组成要素的运动与变化过程主要由自然力量所驱使，受自然规律的支配，所以自然地理学通常归属于自然科学范畴。

地球构造的一个显著特点是它的圈层性。整个地球是由一系列具有不同物理和化学性质的物质圈层所构成，这些地球圈层称为地圈。

地球的外部笼罩着大气圈，其中还可再分为散逸层、电离层、中间层、平流层和对流层；大气圈的下垫面是海洋和陆地水构成的水圈；地球固体部分的外层是岩石圈（包括地壳和地幔的刚体部分）。岩石圈的上部分布着很薄的一层沉积岩石圈及地表风化壳和土被层；岩石圈以下的地球内部是地幔的大部分和地核；此外，在海陆表面还存在生命物质，它们组成生物圈。所有这些地圈的组合形式具有两种类型：在高空和地球深部的地圈，其层内理化性质较为一致，圈层之间的关系较为简单，表现为上下成层的组合形式；而在海陆表面附近的大气圈（下部）、水圈、岩石圈（上部）和生物圈则表现为相互交织的组合形式。这后一种组合形式的四个地圈不仅紧密接触，而且多方面地相互渗透、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，从而形成一个新的、比地球其他圈层更具有独特地理意义的物质体系。这个物质体系不是大气、水体、岩石和生物等各种物质成分的有机组合，而是一个复杂的具有自己独特性质的物质体系，是自然地理学的研究对象。

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，一些自然资源就可以不断更新；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。所以，自然地理的研究对象也就包括了天然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。

自然地理学家曾使用不同的术语来表述自然地理环境，尽管表达的字眼及所包括的空间

范围不完全一致,但其所指的客观实体却基本相同。这些术语主要有地理壳、地理圈、景观壳、景观圈、表成圈、生物发生圈、地球表层和自然地理面等,这些名称突出了自然地理环境的外形和空间位置。

然而,要确定自然地理环境的空间位置,即要确定它的范围和边界,却是一个棘手的科学课题。客观物体的边界有两种不同的类型:第一类是突变的鲜明边界,这类边界在空间呈一个面,界面两侧物质体系的性质有明显区别,如海陆边界;第二类是渐变的模糊边界,这类边界在空间上呈现一个过渡区间,其内不同属性的相邻两物质体系并存,且一方属性逐渐消失,而另一方属性逐渐显著。自然地理环境的边界是一种具有一定过渡区间的渐变界限。例如,它的两个边缘圈层的厚度很大,而两者的物质组成和结构特性随高度或深度的不同又具有渐变的性质,所以,要在这两个地圈中确定自然地理环境的边界就很不容易。

长期以来,不少自然地理学家就自然地理环境的边界问题进行了深入的探索,提出很多不同的观点,概括起来主要有三类:第一类观点趋向于把自然地理环境的界限划定在一个巨大的空间范围,这类观点主要是原苏联地理学者所提出来的。一部分学者侧重在自然地理环境的“外部联系显著减弱之处”寻找边界和确定范围。C.B.卡列斯尼克 1947 年提出,地理壳的上限为臭氧层的高度,在海平面以上 25~30km 高度,因为臭氧层调节了到达地表的紫外线,使波长小于  $0.29\mu\text{m}$  的紫外线不能到达地表;下限应为普通震源所在的深度,即在海平面以下 15km 或 20km 到 40km 或 50km 的地方。一部分学者着眼于自然地理环境的“内部联系显著减弱之处”,他们认为地理壳的上限在对流层顶,下限在沉积岩圈的底界。因为对流层和水圈参与着太阳能引起的地理壳的物质循环,沉积岩则是三个无机圈层和有机体相互作用的产物,对流层到沉积岩圈的范围也是生命有机体可能生存的区间,在这区间外,自然地理环境的内部联系就明显减弱了。

第二类观点把自然地理环境的界限划定在较小的空间范围。以我国自然地理学者牛文元为代表,把自然地理环境限于一个较薄的空间内,作为一个开放性的系统,称为“自然地理面”。自然地理面的上限定在地表向上 50~100m 的近地面边界层,而下限在太阳能量影响地表的终止线(陆地为 20~30m,海洋可达 100m 深处)。

第三类观点认为自然地理学所研究的范围界限不应该作硬性规定,硬性规定的厚度未必都符合客观实际,应该根据研究问题的性质做相应的变化。通常随研究范围的不同,厚度也不同。研究小范围的问题,所涉及的厚度应该薄些;研究大范围的问题,厚度就应该厚些;研究全球性的问题,才可能涉及地理壳的厚度。

## 二、自然地理学的任务

自然地理学把整个自然地理环境作为自己的研究对象,强调要素之间的联系,重视自然地理环境整体的时间演变规律和空间分布规律,并以人类合理利用自然和改造自然为最终目标。自然地理学在科学体系中肩负着独特的任务,是不可缺少的、不可替代的重要学科。随着资源、环境、生态等全球性问题的出现,自然地理学的重要性日益显现。

自然地理学的研究任务主要包括:

(1) 研究自然地理环境各组成要素(气候、地貌、水文、土壤、植被和动物界等)的基本特征、形成机制和发展变化规律。

这是自然地理学的基础性研究任务。只有对自然地理环境各组成要素有了基本的了解,

才能从整体上把握自然地理环境的运动规律。

(2) 研究自然地理各要素之间物质和能量联系的机制,揭示各要素之间相互联系、相互制约的基本规律,探求调控、优化自然地理结构和功能的途径和方法。

自然地理环境作为一个有机整体,其功能不是各要素简单的相加,因为各自然地理要素在相互作用、相互联系过程中出现了新的性质。所以,只有了解各自然地理要素相互联系的机制才能从整体上把握自然地理环境的结构与功能、状态与行为。

(3) 探讨自然地理环境的空间分布规律和时间演变规律。自然地理环境在空间上表现出明显的区域差异性,这是人类合理利用自然和改造自然的重要前提,所以揭示自然地理环境的地域分异规律是自然地理学的重要任务之一。现代自然地理环境的状态和行为是地球系统长期演化的结果,未来自然地理环境的状态和行为是现代自然地理环境的继续,只有正确把握自然地理环境的历史演变轨迹,才能真正理解现代自然地理环境的形成机理,才能预测自然地理环境的未来。

(4) 参与自然条件和自然资源的评价。参与自然资源综合开发利用、自然灾害防御与治理、生态环境建设等工作,为国土开发和区域经济发展提供理论依据,促进经济、社会和环境的可持续发展。

(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、发展动向和存在的问题,寻求更合理的利用、改造途径及整治方法。

自然地理学自诞生之日起就与人类的生产生活密切相关,因此要充分发挥自然地理学“区域性”和“综合性”优势,研究人为环境的变化特点、发展动向及存在的问题。

## 第二节 自然地理学的研究内容

地球是一个有生命的不断变化发展的星球,促使其变化的是自然环境要素。这些要素构成地球的岩石圈、水圈、生物圈、土壤圈和大气圈五大圈层,成为人类生存和社会发展的基础。自然地理学就是研究这些环境要素的形成、发展、形态特征及它们之间相互作用、相互影响的科学。

自然地理环境在组成上具有自己的特殊性,可概括为四个基本特征。

(1) 地球外能和内能作用显著。以太阳辐射为代表的地球外能,除部分被高空大气吸收和被云层反射回太空外,其余部分都投射到地球表层,并在这里发生多方面的转化和传输,成为自然地理环境中各种过程的主要能源。而以地热和重力为代表的地球内能也进入地球表层,它的作用多以间接的方式和途径反映出来。内外两种能量在自然地理环境中相互叠加、共同作用,支配了整个自然地理环境的结构、功能及动态发展。

(2) 气体、液体和固体三相物质并存。自然地理环境中三相物质并存,又以同心圈层分离形成一定界面:陆地表面是固态圈层和气态圈层的界面,海洋表面是液态圈层与气态圈层的界面,海洋底部是液态圈层和固态圈层的界面,海洋和陆地之间是特殊的气、液、固三态圈层界面。在这些界面之间,三相物质既相互分离又相互接触渗透,同时也发生多种形式的物质交换和能量转换。

(3) 有机界面和无机界面相互转化。无生命物质和生命体相互转化是自然地理环境的特殊过程。这种转化过程维持了地表自然界的生命现象和生命过程的永恒发展。生命的存在

是自然地理环境最典型的特征。

(4) 人类聚居的场所。自然地理环境是人类诞生、生存和发展的环境，也是人类活动的空间。虽然人造地球卫星和星际航事业的发展使人类的生存环境超出地球表层的范围，人可以进入高空和宇宙空间，但是现代航空技术没有从本质上扩大人类的生存环境。从根本上说，自然地理环境始终是人类各种活动的基本空间。

从自然地理学的研究对象出发，自然地理学的研究内容主要包括下述五个方面。

- (1) 人类赖以生存的地球表层自然环境的组成、结构及其区域分异规律。
- (2) 人类赖以生存的地球表层自然环境的成因与变化规律。
- (3) 人类赖以生存的地球表层自然环境系统的运行机制（物质循环、能量转换、信息传输）。
- (4) 人类与地球表层自然环境的相互作用、相互影响。
- (5) 地球表层自然环境的评估、预测、规划、管理、优化、调控。

### 第三节 自然地理学与其他学科的关系

自然地理学作为地理学的一门分支学科，与其他分支学科（如经济地理学等）有密切的关系（图 1-1）。区域经济地理研究必须与区域自然地理研究相结合进行，自然条件和自然资源的评价是经济地理研究的前提。同时，在自然地理研究中，如果能考虑区域经济开发的要求，可使自然地理学更好地为生产实践服务。

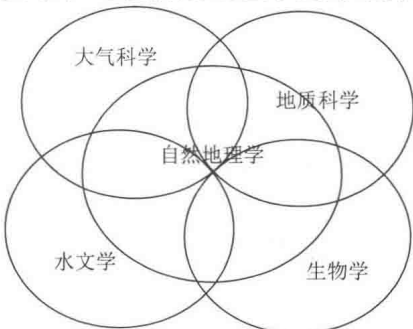


图 1-1 自然地理学与其他学科的关系

自然地理学与其他地学和生物科学也有密切的关系。部门地理学便是自然地理学与这些相邻科学之间的交叉学科。例如，地貌学是自然地理学与地质学之间的边缘学科，气候学是自然地理学与气象学之间的边缘学科，地植物学是自然地理学与植物学之间的边缘学科等。自然地理学正是通过这些部门自然地理学而与其他地球科学或生物科学处于紧密的联系之中。

当今环境污染的严重性及人们要求保护和改善环境的迫切性，导致了一门新的综合性学科——环境科学的形成。它汇集了自然科学、技术科学及社会科学的有关方面，共同对这个领域进行了综合研究。自然地理学也责无旁贷地参与到这一行列之中。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，其目的是环境质量的研究及对其的控制和改善。环境科学的研究，前一阶段侧重于污染物在环境中的运动规律、环境质量变化、污染物的生物效应和对人体健康的影响，以及对其控制和改善的方法等方面，现在进而研究与人类活动有关的环境破坏问题，如水土流失、土壤盐碱化、风沙危害等，并提出关于大自然的保护及对环境进行规划和管理等问题，即由“点”到“面”、从局部到整体。其中，许多问题与上述自然地理学的内容有关，于是出现环境地理学——以环境科学与地理学为主体的边缘科学。自然地理学既可运用自己的原理和方法去研究环境问题，也可以从中得到促进和提高，使本门学科更具有生命力。

## 第四节 自然地理学的研究方法与技术

自然地理环境是复杂的开放系统,可以用系统科学的方法对其开展研究,有助于把复杂的、难理解的、庞大的自然地理环境划分为人们可以认知的低级次的自然地理环境,有助于理解自然地理环境内部各要素之间的联系及对环境整体行为的贡献,有助于理解自然地理环境的形成和发展演变规律,有助于正确认识人与自然地理环境的关系,有助于建立科学的人工调控、优化自然地理环境的理论和方法。

自然地理学研究的主要方法如下。

### 1. 资料搜集与分析

在自然地理学研究的论题确定之后,就应该立即着手进行相关资料的搜集与分析工作。这项工作自然地理学研究最基础的、不可缺少的工作。目的在于了解前人在该论题的研究方面所做的工作,明确下一步研究工作的重点,避免重复性研究。自然地理学资料非常丰富,包括文字、数据、影像和图件资料等。这些资料可以从专著、教材、学术论文、统计年鉴、报纸杂志、地图集、政府部门的研究报告等多种渠道获得。现在还可以通过互联网获取丰富的国内外最新的研究资料,可大大减少收集资料的时间,在阅读资料的同时,要对其真实性、可靠性进行分析,通过比较,去伪存真,得到有用的可靠的资料,并要对重要资料进行妥善保存。

### 2. 野外调查

野外调查是自然地理学最基本的研究方法,也是最有特色的研究方法。其主要目的是针对所研究的论题获得最直接的感性认识,进一步验证所获资料的真实性和可靠性,补充所缺的资料信息。野外调查工作一般分为准备工作、野外工作和内业整理工作三个阶段。准备阶段主要是制定野外调查计划,包括调查的内容、路线、目的要求和方法等,准备必要的物资和人员。野外工作是研究人员在实地对研究对象进行观察、描述和访问等,是野外调查最关键的环节。内业整理包括调查资料的整理分类、图表的制作、得出结论。

野外工作的主要任务有四个方面:一是野外观察与描述。对所见自然地理事物的特征、形成和分布等情况进行仔细的观察,特别要重视自然地理现象之间因果联系和过程的观察,并进行必要的文字记载、拍照、录像和素描。二是野外测量。要想获得自然地理事物的定量信息,必须开展野外测量工作,如地貌形体测量、植物样方调查、河流流速和流量的测定、土壤性质测定等。三是采集样品。由于野外工作条件限制,对那些在野外不易获得定量数据的项目,必须采集分析试样,运回实验室进行化学分析,有时还可以采集一些供室内对比分析和展览参观的样品或标本。四是访问调查。对于自然地理事物的历史情况或野外不易直接观察到的情况,直接向当地有经验的居民访问调查,获得尽量多的信息。另外,必要时还可以开展野外连续的定位或半定位观察研究,以求获得研究对象的动态变化信息。

### 3. 室内实验

室内实验主要有化学分析、模拟实验等。化学分析是根据研究需要,对在野外调查期间采集到的分析样品,如土壤样品、水样品、盐矿样品、植物样品、大气样品等,按照有关技

术规程、借助仪器进行室内化学分析,获得野外难以获得的精确数据。目前大型精密仪器如原子吸收分光光度计、紫外可见分光光度计、极谱仪、电子显微镜等均在自然地理学研究中得到广泛应用,大大提高了研究的精度。

常用的自然地理模拟实验包括尺度模拟实验和数学模拟实验两种模式。尺度模拟也叫缩放模拟,是把特定区域的自然地理环境按照一定的空间比例人工重建或缩小到利于实验观察的形式去研究的一种科学方法。它可以人为地加速自然地理发展过程,较快地获得实验结果,缩短研究工作周期。还可以人为地固定一些环境要素,改变另一些环境要素,获取自然地理现象发展过程的各种动态数据。例如,河流的曲流模拟实验,完全按照野外的地貌和物质组成特点等比例缩小,人工控制水流的流速和流量,观察曲流的发育过程,得到一系列科学数据,从而总结出曲流地貌发生概率。数学模拟是在深入研究自然地理现象和过程的基础上,得出比较科学的数学表达模型,然后借助计算机开展模拟运算的一种科学方法。数学模型可以通过将已被证明的正确的理论、原理和定律应用于被研究对象建立,也可以用类比的方法根据已知模型推演未知模型,还可以用数量统计的方法来建立。通过建立数学模型,可以开展自然地理过程的科学预测。应该注意自然地理环境参数特别多,关系复杂,用简单的数学模拟往往不能反映客观实际,在此基础上进行预测会得出不切实际的结论,所以在数学模拟过程中一定要将定量与定性相结合。

#### 4. “3S” 技术应用

“3S”是指GNSS、RS和GIS,对应英文全称分别为global navigation satellite system、remote sensing和geographic information system的缩写,中文译名为全球卫星导航系统、遥感和地理信息系统。“3S”技术不仅提高了自然地理学研究的精度,而且大大缩减了研究的周期,被认为是有效的自然地理学的研究方法。

RS是通过传感器接收地面物体电磁波信息来揭示被测物体性质和动态变化的技术。在自然地理学研究中,应用遥感影像标志可以准确、快速地确定自然地理事物的位置、范围,如利用遥感图像可以开展区域或全球性的自然资源调查和制图、自然灾害的监测和预报、全球变化研究、自然地理区域类型划分等。GIS是在计算机软件的支持下采集、搜集、存储、修改、分析和输出地理系统空间信息的技术,具有为各行各业建立不同尺度空间数据库和决策支持系统,向用户提供地图、数据、图表等多种形式的空间查询、空间分析和辅助规划决策的功能。在自然地理研究中,可以分别建立单要素或自然地理环境的GIS,为多种用户服务。目前,GIS已在自然资源管理和环境监测等方面得到了应用。GNSS是以卫星为基础的无线实时、快速定位和导航系统。它利用24颗卫星在20000km高空构成的卫星群发出的信号,采用三角测量原理,可以准确测定出地表物体空间坐标。在自然地理学研究中,利用GNSS可以确定自然地理事物的准确位置及动态变化,在监测地壳运动、冰川移动和地貌发育及大地测量等方面发挥着重要作用。目前已经出现了“3S”集成化或一体化的趋势。随着科学技术的发展,“3S”技术将在自然地理研究中发挥越来越重要的作用。

### 第五节 现代自然地理学的研究领域

现代自然地理学起源于美国,当时很多地理学家对传统地理学的研究状况表示不满,他

们认为科学就是对法则的追求，地理学也不例外，也应该追求法则和探索规律。因此，掀起了一场地理学的“理论革命”和“计量革命”。

现代自然地理学的特点可以概括为以下几方面：第一，应用系统科学的思想对自然地理环境和各环境要素进行系统分析和研究。第二，以哲学语言和数学语言为主，运用定性和定量相结合的方法来揭示各种自然地理现象和过程的内在规律，并预测未来的变化，使模式化研究越来越广泛。第三，将现代先进技术广泛应用于自然地理调查、实验和数据处理中。第四，随着自然地理同其他相关学科之间的相互渗透逐渐增强，出现了一些新的交叉学科，如自然地理学与化学、生态学、环境科学和资源学之间互相渗透形成了化学地理学、生态地理学、环境地理学和自然资源地理学等交叉学科。

自然地理的综合研究包括自然地理学科内部综合，以及自然地理学科与其他学科之间的综合两个方面。学科内部的综合过去已经有长足的发展，今后研究重点是加强地域分异规律的物质能量基础研究、综合自然区划方法的讨论、深化对自然区域整体性和区际联系的认识、世界环境演变及预测等。自然地理学与其他学科的综合难度很大，目前尚处于探索阶段。主要任务是在大尺度层次上，运用系统科学的方法，将自然地理环境作为影响人类生存的因素之一，同经济、社会等因素结合起来共同研究，揭示地理系统的状态、行为和变化规律，主要研究领域是关于人地关系地域系统研究和地球（陆地）系统科学研究，建立科学的统一地理学及自然、经济和社会统一的区域地理学。

近几十年来，人地关系不协调所产生的全球性问题已经严重威胁人类的进一步生存和发展，而自然地理学以它研究内容的广泛性和综合性，在解决问题过程中具有其他学科不可替代的优势。自然地理学的主要应用领域有自然资源综合利用研究、自然灾害防御与治理研究、环境规划与管理研究、景观生态设计研究等。自然地理学和人文地理学等其他学科在区域可持续发展研究、区域开发与规划研究等方面的密切合作也将发挥越来越重要的作用。

## 第二章 地球系统

斯蒂芬·霍金在他的著作《时间简史》中认为宇宙起源于奇点，经过 150 亿年的不断演变形成今日之宇宙，鉴于用普通的长度单位，甚至用地球和太阳的平均距离（1.496 亿 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（94600 亿 km），即一个光年，作为量度天体距离的单位。现有的仪器，如威尔金森微波背景辐射各向异性探测器（WMAP）已经能够探测到宇宙的范围为 780 亿光年。在可以观察到的这部分宇宙中，约有 1000 亿个星系。几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 1500 亿个恒星的星系。

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、彗星和星云等。其中 99% 以上为恒星，恒星质量很大，自己能发光，凭肉眼能够看到。从地球上看来，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，质量也远比恒星小，并且绕恒星运动。地球便是绕着太阳运动的行星之一。卫星绕行星运动，质量比行星更小。流星在行星际空间运行，质量更小，也不发光，当接近地球时，受引力影响可改变轨道，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，燃烧而发光。绝大部分流星在到达地面以前就已完全烧毁，少数能落到地面上，成为陨石。彗星是一种很小但具有特殊外表和轨道的天体，它由彗核、彗发和彗尾三部分组成。彗核是相对集中的疏松固体物质，彗发是彗核释放的分子和原子，呈一团气体状围绕着彗核。彗尾是由电离的分子和固体小粒子组成，这些分子和小粒子受到太阳光压的作用，形成一条背向太阳的尾巴，即彗尾。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。

银河系是一个旋转着的扁平体，绝大多数星体密集在它的中心平面附近。它的直径约为 10 万光年，中心厚度约 1 万光年，其余部分厚度约 1000 光年。银河系有四条旋臂，分别是猎户座旋臂、人马座旋臂、英仙座旋臂、3000 秒差距旋臂，其中在猎户座旋臂上距离银河核球 3 万光年处存在一个恒星星系，即太阳系。太阳系共有 8 颗行星，50 个卫星，50 万个小行星及少数的彗星。到目前为止，已经发现了 10 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及大、小麦哲伦云在内的近 20 个星系，称为星系群。星系群直径约 300 万光年。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 2700 个星系，直径可达 850 万光年。已知宇宙的总体称为总星系。

### 第一节 地球的形状

曾经有一个很长的时期，亚里士多德和托勒密的地心说认为地球是宇宙的中心，一切天体都绕着地球运行。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，



它在银河系中，只不过是一颗普通的恒星。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。每年1月初地球和太阳最接近，距离约为1.471亿 km，这一位置称为近日点。7月初离太阳最远，距离约为1.521亿 km，这一位置称远日点。

地球是一个赤道突出、两极扁平的椭球。大地测量中的地球形状，是指一种假想的，用平均海面来表示的、处处与铅垂线保持垂直的连续曲面，这个曲面叫做大地水准面，它以海面为基准，在大陆部分，它因重力减小而上升，在海洋部分又因重力增大而下降。所以，大地水准面实际上是一个不规则的起伏表面，不能用数学公式来表达，因此用来代替地球的是绕短轴旋转的椭圆构成的椭球，称为地球椭球体。

现代精密测量结果表明，通过赤道的地球直径比通过两极的直径长 42.5km（图 2-1），因此地球不是正球体，而是一个两极比较扁平、赤道部分相对突出的椭球体。通过两极的地球断面是椭圆形而不是正圆形，地球两极的地面曲率比赤道地面曲率小，两极附近 5°弧的弧长大于赤道上 5°弧的弧长（图 2-2）。

地球两极扁平的程度称为地球的扁率  $f$ ，可以用下式计算

$$f = (a - b) / a$$

式中， $a$  为地球赤道半径，即椭球体半长轴； $b$  为地球两极半径，即半短轴（图 2-1）。

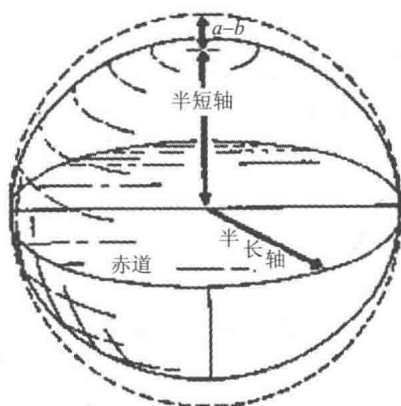


图 2-1 地球的半长轴和半短轴（据 Strahler）

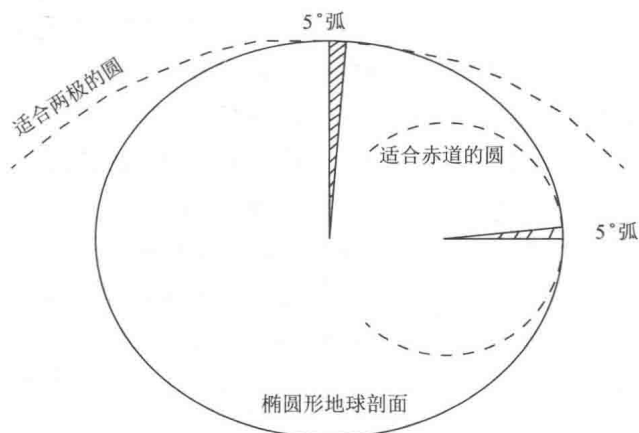


图 2-2 地球椭球体（据 Strahler）

19 世纪以来，不同国家分别采用了不同的扁率（表 2-1）。1924 年，国际大地测量和地球物理协会决议采用海福特椭球体。我国在 1952 年以前也曾采用过。1940 年克拉索夫斯基提出了新的数据，并先后被部分欧洲国家所采用。我国自 1953 年开始采用克拉索夫斯基的椭球体。人造地球卫星出现后，扁率测量的精度大大提高。1971 年，第 15 届国际大地测量和地球物理协会决议，采用人造地球卫星提供的最新数据。

表 2-1 椭球体的有关数据

不同观点	半长轴 (m)	半短轴 (m)	扁率
海福特 (1924)	6378388	6356912	1/297.0
克拉索夫斯基 (1940)	6378245	6356863	1/298.3
第 15 届国际大地测量和地球物理协会 (1971)	6378160	6356755	1/298.25