

国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书

杨胜天 黄大全 罗娅 著

# Integrated 地理

## 综合实践教程

Practice in geography



科学出版社

“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地”项目(J1103403)与遥感科学国家重点实验室共同资助  
国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书

# 地理综合实践教程

杨胜天 黄大全 罗 娅 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书在叙述地理科学的历史、现状、发展趋势的基础上,介绍了地理过程的观测与调查、地理系统中水分能量平衡与营养物质迁移计算、区域生态水文过程分析、区域土地评价、人口与城镇化分析等方法,帮助读者学习地理环境系统观测、监测和分析技术,训练其对复杂地理系统的综合分析能力,提高读者应用地理学理论和方法来解决实际问题的水平。

本书适用于地理科学、资源科学、环境科学、水文学、生态学等专业领域的高校学生和科研工作者,以及相关专业的管理部门工作人员,还可以作为中学地理教育工作者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

地理综合实践教程 / 杨胜天, 黄大全, 罗娅著. —北京: 科学出版社, 2012. 6

国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书

ISBN 978-7-03-034125-9

I. ①地… II. ①杨… ②黄… ③罗… III. ①地理学—高等学校—教材 IV. ①K90

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 078389 号

---

责任编辑: 许 健 韩 芳 / 责任校对: 刘珊珊

责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靓

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>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 13 插页: 2

字数: 246 000

定价: 37.00 元

# 《国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书》 专家委员会名单

**主 任：**郑祥民(华东师范大学)

**副主任：**(按姓氏笔画排序)

王腊春(南京大学)

杨胜天(北京师范大学)

张建明(兰州大学)

曾从盛(福建师范大学)

**委 员：**(按姓氏笔画排序)

王 辉(华东师范大学)

过仲阳(华东师范大学)

李升峰(南京大学)

李志忠(福建师范大学)

李勋贵(兰州大学)

张文开(福建师范大学)

张兆干(南京大学)

张科利(北京师范大学)

陈松林(福建师范大学)

周立旻(华东师范大学)

周尚意(北京师范大学)

姜红梅(兰州大学)

高 超(南京大学)

程弘毅(兰州大学)

谭利华(北京师范大学)

# 序

“读万卷书，行万里路”。地学是一门非常注重实践的学科。野外实践教学遵循知识、能力、素质并重的培养模式，重视多学科交叉，是地学人才培养不可或缺的重要环节。选择具有代表性、综合性的典型区域和线路进行野外实习，能加深学生对课堂所学理论知识的理解，使其树立科学的地球观，掌握地理基础知识、基本技能及研究方法，实现注重综合思维、能力训练、创新意识的教学目标，培养具有全球视野、系统性思考、创新意识以及研究性自主学习能力的地学新型人才。

实习基地建设是提高野外实习质量的有力保证。我国地域辽阔，自然环境复杂多变，各地学高校分别根据地域优势，建设有各自特色鲜明的野外基地，开辟了各具特色的实习路线和野外实践教学体系。其中地理学人才培养基地高校因其深厚的历史工作积淀、较强的综合实力以及雄厚的师资队伍，野外实习基地建设走在前列，例如兰州大学西北三大自然过渡带实习基地、南京大学庐山实习基地、北京师范大学华北实习基地、福建师范大学海岸带实习基地和华东师范大学浙江实习基地等均历经数十年的建设，线路选取、实习点设置、实习内容安排等均凝聚了几代教师的心血。尤其是近几年随着国家自然科学基金委“国家基础科学人才培养基金能力提高项目(野外实践)”的实施，得到资金保障和政策支持，各野外基地建设明显加快，示范优势不断凸现，已逐步成为具有地域代表性的一流野外实习基地。

为充分利用各地理学国家理科人才培养基地的成熟野外实习基地、

精品实习线路和优秀师资力量,达到资源共享、辐射示范的目的,在国家自然科学基金委和教育部的共同支持下,从2009年暑期开始,全国主要地理学人才培养基地自发开展了大规模、跨区域联合野外实习。2009年,首届联合实习在北京拉开帷幕,来自北京师范大学、兰州大学、南京大学、福建师范大学、华东师范大学5个地理学基地的70余名师生共同参加。野外实习穿越了北京、河北、甘肃、青海和内蒙古5个省(自治区、直辖市),学习考察了北京城市空间、河北坝上草原、西北祁连山-河西走廊等,行程近万千米。2010年,第二届跨区域联合实习在福建启动,规模进一步扩大,除首届5个基地外,又邀请了海峡两岸多所高校的师生代表参加。先后进行了福建平潭海岸地貌实习,江西庐山地貌、土壤和植被实习,浙江千岛湖、富春江流域综合自然地理实习,行程近3000千米。2011年,第三届跨区域联合实习又在北京师范大学和兰州大学启动。跨区域联合野外实习作为地理学人才培养与实践教学改革中的有益尝试和探索,是发挥地理学人才培养基地对外辐射作用的良好契机,取得了良好的示范效果,引起了广大院校师生的关注。

在总结长期野外实习教学经验的基础上,分别由南京大学、兰州大学、福建师范大学、华东师范大学、北京师范大学等几个地理学人才培养基地共同编写,并在科学出版社统一出版了这套《国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书》。该丛书是各基地精品野外实习教学体系的集中展示,凝聚了各基地几代教师的长期教学成果和智慧。这套兼具科学性、实用性和指导性的野外指导系列,注重突出野外实习特色,使学生在理论与实践相结合的实践教学过程中,既能系统掌握地理学的科学理论,又能更好地掌握野外知识、基本工作方法和基本技能,希望能为兄弟院校野外实习教学和地学人才培养提供有价值的借鉴和参考。

《国家理科人才培养基地地理学野外实习丛书》编委会

2011年5月

# 前言

地理学是研究地球表层的科学,实践是地理学人才培养的支撑性教学环节和创新素质养成的必备教学过程。作为一门包容自然科学、人文社会科学和工程技术科学的综合性学科,地理学在全球变化、国际关系、国家安全、产业规划、资源开发、环境保护、民生改善等方面作出了巨大贡献。随着地理学研究领域不断拓展、研究内容的日益深入、研究手段的不断革新,地理实践教学的内容和方法也有了相应的变化。具体说来,从实践对象和内容上,地理实践教学应坚持地理系统的综合性特征,更加关注地球表层系统物质能量循环转化的宏观与微观机制的理论,解析地理系统中各因子间的相互影响与相互制约;在实践方法上,随着定量研究的不断深入,以及遥感、遥测等对地观测技术的不断革新,地理实践教学也不断创新其实践手段和方法,不断吸收新技术、新方法,试验、监测和模拟地理系统中各因子间相互作用,分析地理系统的综合效应。

为推动我国教育的不断深入,国家相关部门高度重视教学实践,采取了积极的行动。2012年1月10日,教育部会同宣传部、财政部等七部委联合下发了《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》,明确提出“各高校要结合专业特点和人才培养要求,分类制订实践教学标准,增加实践教学比重……要全面落实本科专业类教学质量国家标准对实践教学的基本要求,加强实践教学管理,提高实验、实习、实践和毕业设计(论文)质量”。我们积极响应国家提出的“建设创新型国家,培养创新型人才”的号召,重视实践教学在高等地理教育中的重要地位,归纳总结多年来北京师范大学地理学理科基地综合实践教学的成果;依托国家科技支撑计划“中国河流水资源开发与安全保障关键技术研究”(2008BAB42B01-03)、国家重点基础研究发展计划(973)项目“酸沉降对森林植被和农作物的影响及其评价方法研究”(2005CB422207)、国家自然科学基金项目“岸边缓冲带对非点源污染控制效应的遥感解析”(40671123)、国家重点自然科学基金“三江平原农业活动胁迫下的区域生态环境过程及安全调控研究”(40930740)、海南省科学研究院项目“海南省非点源计

算与对策”等,以及北京经济技术开发区工业用地项目指标研究、北京市土地利用总体规划(1997~2010年)实施评价、三明市土地利用总体规划(2006~2010年)和北京师范大学自主科研重点项目“重大土地整治工程的区域效应仿真实验技术”等研究成果;以地理环境系统为研究对象,应用自然地理系统物质能量观测技术、社会经济调查方法和地理空间信息分析手段,从地理过程分析入手,以培养学生自然地理学、人文地理学和遥感与地理信息的综合分析能力为目标,编撰完成了这本《地理综合实践教程》。

本书主要呈现两个特点:

(1) 本书内容立足于当前我国生态经济建设中的重大问题,介绍了地理系统中的水分能量平衡、营养物质迁移、区域生态水文过程、区域土地评价、人口与城镇化等研究热点,前沿性和综合性特点突出。

(2) 本书介绍的实践方法来自作者已有的教学和研究工作实践,应用实践重于理论分析,结合案例阐述,可操作性强;以帮助读者学习地理环境系统观测、监测和分析技术,训练其对复杂地理系统的综合分析能力,提高其应用地理学理论和方法来解决实际问题的水平。

全书共分七章。第一章是全书的绪论部分,介绍地理科学的历史与现状、地理科学的发展趋势,并由此阐述开展地理综合实践教学的重要意义。第二章从总体上介绍地理综合实践方法,概述了自然地理系统物质能量观测技术、区域社会经济调查分析方法以及地理空间信息数据获取技术,以后各章再分别具体阐述相应内容。第三章具体从能量与水量原理出发,介绍了太阳辐射能量、地表蒸散与土壤水运移的计算方法。第四章具体介绍与生物循环相关的植被净第一性生产力计算与氮循环、磷循环过程计算的具体方法。第五章具体介绍流域水文过程的模拟方法、营养物质区域迁移转换过程以及非点源污染分析与评价方法。第六章具体介绍土地评价中的土地适宜性评价、土地集约利用评价和土地利用规划评价的相关技术和方法。第七章具体介绍了人口分析的相关内容,以及城市化与城市体系规模的基本概念。

全书构架和提纲由杨胜天、黄大全拟定,各章的参编人员如下:

- |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 第一章 | 杨胜天 | 吕俊荣 | 罗 姪 |     |     |     |
| 第二章 | 杨胜天 | 罗 姪 | 赵海根 | 胡晓磊 |     |     |
| 第三章 | 杨胜天 | 罗 姪 | 吕俊荣 |     |     |     |
| 第四章 | 杨胜天 | 罗 姪 | 吕俊荣 |     |     |     |
| 第五章 | 杨胜天 | 罗 姪 | 赵海根 | 董国涛 | 白 娟 | 吕 洋 |
| 第六章 | 黄大全 | 梁进社 | 万 为 | 洪丽旋 | 张文新 |     |
| 第七章 | 曹传新 | 金浩然 | 席 芳 | 李 菁 |     |     |



全书由杨胜天统稿,罗娅协助。在本书撰写和统稿过程中,大家认真负责,团结协作,保证了稿件如期完成,殷切希望本书的出版能引起对地理学实践教学的更大关注和支持。

本书稿的前期研究工作得到了水利部、科技部、国家自然科学基金委、黄河水利委员会、贵州省水利厅、海南环境科学院、北京延庆水土保持监测站、北京市国土资源局、北京市经济技术开发区、中国城市规划设计研究院、三明市国土资源局等单位的大力支持,也得到恩师刘昌明院士的指导,在此深表感谢!

地理科学的综合性强,研究领域众多,研究内容较为复杂;随着科学技术的不断发展,地理实践的方法和手段也将得到不断更新和改进。虽然研究团队做出了很多努力,但限于作者知识水平和研究时间,仍有许多工作有待深化,书中定有不妥之处,敬请各位读者不吝赐教。

杨胜天

2012年2月于北京

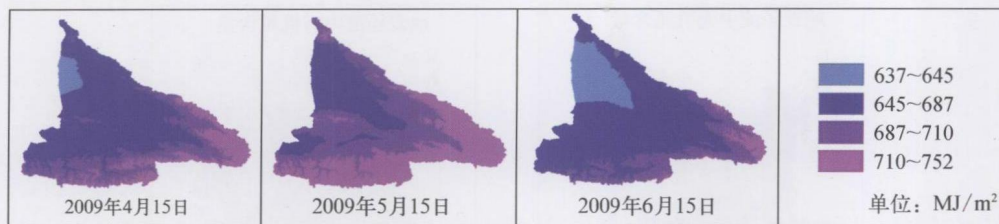


图 3-1 模型计算的太阳辐射空间分布图

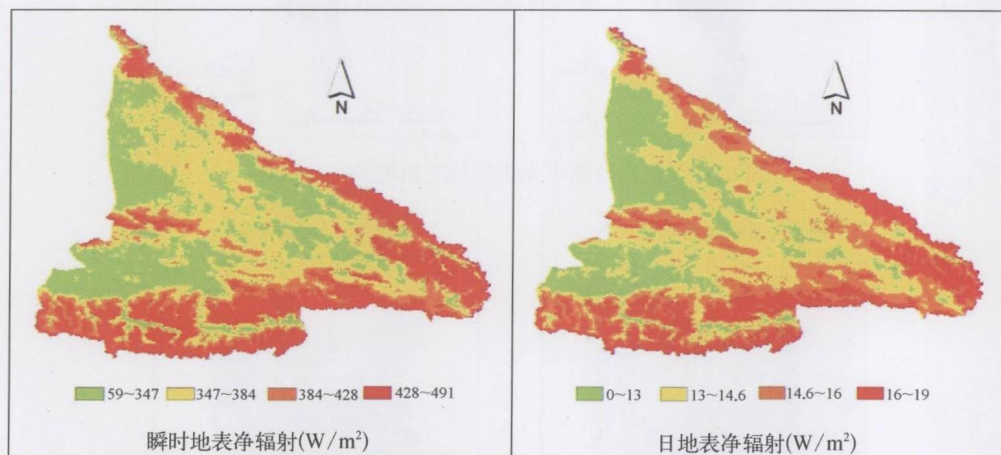


图 3-2 2009 年 5 月 15 日瞬时净辐射与日净辐射对比图

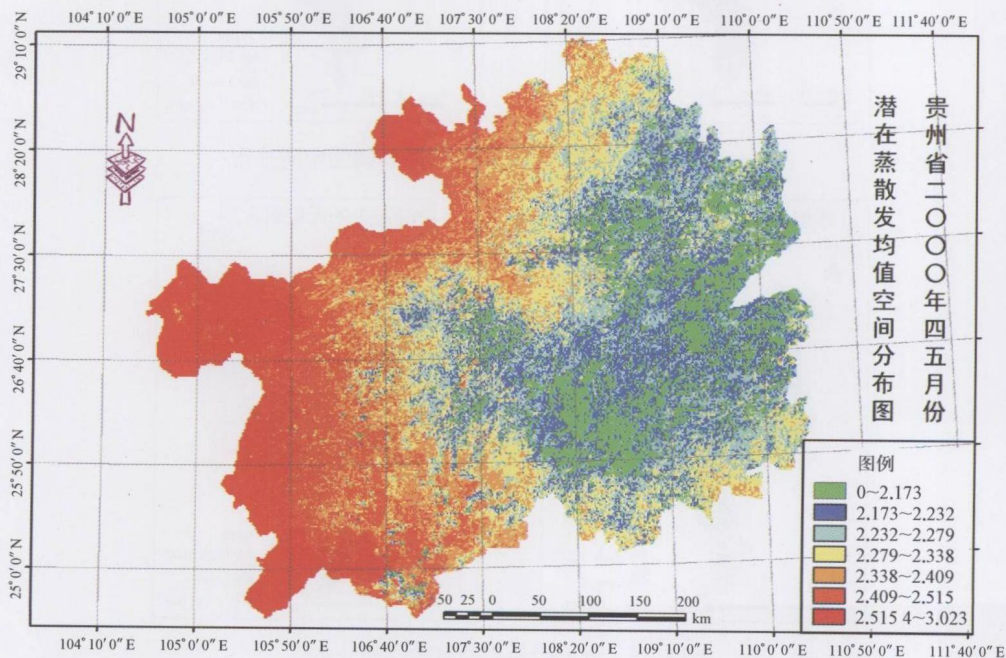


图 3-4 潜在蒸散发量  $E_{tp}$  空间分布图( $\text{mm}/\text{d}$ )

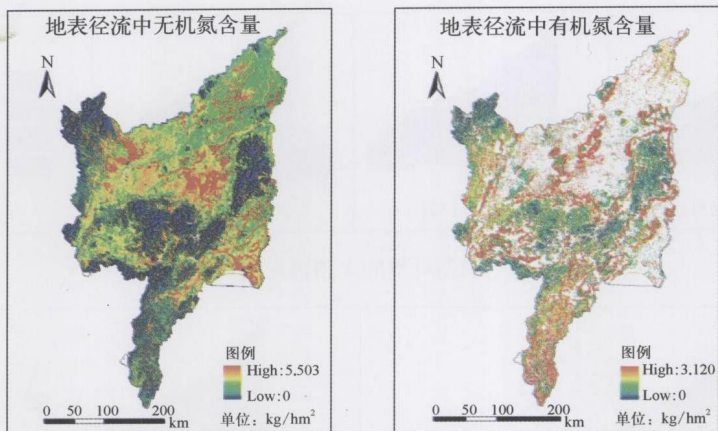


图 5-3 地表径流中无机氮和有机氮的空间分布

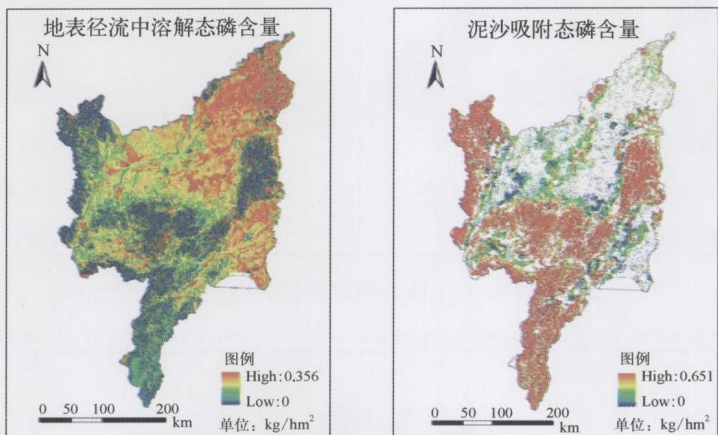


图 5-4 地表径流中溶解态磷和吸附态磷的空间分布

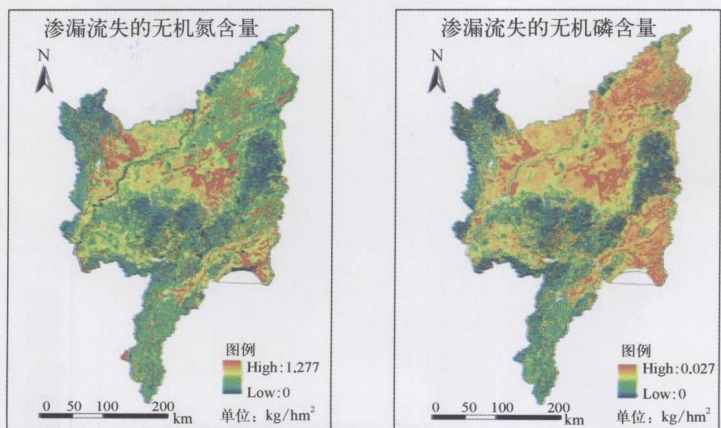


图 5-5 渗漏中流失的氮磷空间分布

# 目 录

## ■ 序

## ■ 前 言

|                           |    |
|---------------------------|----|
| ■ 第一章 地理科学的现状与发展 .....    | 1  |
| 第一节 地理科学的历史与现状 .....      | 1  |
| 第二节 地理学的发展趋势 .....        | 3  |
| ■ 第二章 地理过程观测与调查方法 .....   | 7  |
| 第一节 地理环境系统数据获取体系 .....    | 7  |
| 第二节 自然地理系统物质能量观测技术 .....  | 9  |
| 第三节 区域社会经济调查分析方法 .....    | 24 |
| 第四节 地理空间信息数据获取技术 .....    | 33 |
| ■ 第三章 地理系统中水分能量平衡计算 ..... | 43 |
| 第一节 能量与水量原理 .....         | 43 |
| 第二节 太阳辐射能量计算 .....        | 47 |
| 第三节 地表蒸散计算 .....          | 53 |
| 第四节 土壤水运移计算 .....         | 58 |
| ■ 第四章 地理系统中营养物质迁移计算 ..... | 67 |
| 第一节 地理系统中物质迁移转化过程 .....   | 67 |
| 第二节 植被净第一性生产力计算 .....     | 68 |
| 第三节 氮循环过程计算 .....         | 77 |

|              |                             |            |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 第四节          | 磷循环过程计算 .....               | 92         |
| <b>■ ■ ■</b> | <b>第五章 区域生态水文过程分析 .....</b> | <b>97</b>  |
| 第一节          | 区域生态水文过程 .....              | 97         |
| 第二节          | 流域水文过程模拟 .....              | 99         |
| 第三节          | 营养物质区域迁移转换 .....            | 111        |
| 第四节          | 非点源污染分析与评价 .....            | 119        |
| <b>■ ■ ■</b> | <b>第六章 区域土地评价 .....</b>     | <b>124</b> |
| 第一节          | 土地评价的理论基础 .....             | 124        |
| 第二节          | 土地适宜性评价 .....               | 131        |
| 第三节          | 土地集约利用评价 .....              | 141        |
| 第四节          | 土地利用规划评价 .....              | 152        |
| <b>■ ■ ■</b> | <b>第七章 人口与城镇化分析 .....</b>   | <b>161</b> |
| 第一节          | 人口与城镇化发展规律 .....            | 161        |
| 第二节          | 人口分析 .....                  | 163        |
| 第三节          | 城市化 .....                   | 168        |
| 第四节          | 城市体系和规模 .....               | 174        |
| <b>■ ■ ■</b> | <b>参考文献 .....</b>           | <b>181</b> |

## 第一章

# 地理科学的现状与发展

地理和历史是我们认识世界不可或缺的两个重要视角。正如所有现象在时间上都有其存在的历史,所有现象也在空间上都有其存在的地理(Rediscovery Geography Committee, 1997)。以人类环境、人地关系和空间相互作用为主要研究对象的地理学,已成为一门包容自然科学、人文社会科学和工程技术科学的综合性学科。钱学森院士(1994)认为,地理科学是与自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、军事科学、行为科学相并列的科学部门,将地理学推向了一个新的境界。

本章主要介绍地理科学的历史与现状,地理科学的发展趋势,并由此阐述开展地理综合实践教学的重要意义。其中,地理学的发展历史部分主要介绍地理学三个不同发展阶段的大致时间、标志性事件(或著作)等;地理学的发展现状部分主要从研究理论、应用前景、研究方法、研究手段等方面介绍地理学的现状特点;地理学的发展趋势部分在总结地理学未来发展方向和重点研究领域的基础上,介绍开展地理综合实践的重要性。

## 第一节 地理科学的历史与现状

根据地理学的漫长发展历史,可将地理学大体分为古代地理学、近代地理学和现代地理学三个时期。自远古至 18 世纪末,是古代地理学时期,主要以描述性记载地理知识为主,而且这些记载多是片断性的,缺乏理论体系。这时期以中国的《山海经》、《水经注》和古希腊的一些著作作为代表。19 世纪初到 20 世纪 50 年代,是近代地理学时期。近代地理学形成的标志是德国洪堡的《宇宙》和李特尔的《地学通论》两本书的问世。现代地理学的发展包括 20 世纪 60 年代的数量运动、70 年代的行为研究、80 年代的综合趋势等,总称为地理学的理论化和数量化,其标志是地理数量方法、理论地理学的诞生和计算机制图、地理

信息系统、卫星等应用的出现。现代地理学强调地理的统一性、理论化、数量化、行为化和生态化。

随着科学技术的进步、各国各地区经济开发和建设以及环境管理和保护的需要,地理学已成为一门有坚实理论基础的基础性学科,也是一门与生产实际紧密联系的应用性学科,研究领域不断扩大,研究理论、方法、手段不断发展和革新,表现为以下4个特点。

#### (1) 理论和应用研究领域不断拓展

系统论、信息论和控制论为地理综合体的研究提供了武器。学科的汇合、理论和方法的移植,不断开拓新的研究领域,形成新的边缘学科和交叉学科。目前,地理学与生态学、环境科学、资源科学、社会学、行为科学、政治学等学科均有着不同程度的交叉融合,诞生了许多新的理论研究方向。同时,应用研究领域也得到不断拓展,在国家安全、产业布局、资源开发、污染控制、节能减排、民生改善等方面作出了巨大的贡献。

#### (2) 学科内部的综合研究得到加强

长期以来,自然地理和人文地理割裂对立的二元论阻碍了地理学整体综合研究的发展。事实上,自然地理研究原则上不是纯自然主义的,人文地理研究也离不开自然地理和生态学基础;统一的地理学和综合的地理学是客观存在的,也是社会发展所需要的。目前地理学关注的全球变化研究、地球系统科学、可持续性科学都在强调综合,强调与人类生产生活的环境紧密联系。

#### (3) 地理过程的微观研究日益深入

目前,地理学已逐步由静态、类型和结构的研究转向动态、过程和机制的研究。地理过程的研究如水热平衡、地形发育、径流形成、元素迁移转化、土壤发生形成、植被演替、荒漠化、城市化等过程、机制的研究得到深入(史培军,2003)。

#### (4) 研究手段不断革新

地理学由原来定性描述转向定量的研究和模型的建立分析,系统论、控制论、协同论、耗散结构论、突变论等在应用领域取得明显进展,推动了地理科学问题的深入研究(陈述彭,2001)。遥感、遥测,特别是对地观测系统、全球定位系统和卫星网络通讯系统的建立和应用,物质能量的定量测试与模拟,测年技术手段的新进展,为地理学研究水平的提高带来契机。地理信息系统作为传统科学与新技术相结合的产物,也大力推动着地理学快速向前发展(郑度,2001)。



## 第二节 地理学的发展趋势

当前,人类社会正面临着全球环境变化和可持续发展的一系列问题,地理学可在评价自然条件、协调人地关系、促进区域发展、改善生态环境、维护国家安全等方面作出积极贡献。

### 一、地理学的发展方向和重点研究领域

地理学利用现代化的信息技术如遥感、全球定位系统和地理信息系统等为解决实践问题作出更大贡献。地理学将从揭示复杂系统中的不平衡和动态,认识关于资源、环境、人口、经济、政府和文化等方面全球化的潮流及其影响,建立从地方到全球的空间连续系列研究,利用包括时间系列数据在内的纵向数据进行过程的比较研究,加强地理学理论、技术和研究成果对决策的影响,加强地理教育,努力提高一般人口的地理学能力等几个方面进一步发展。

伴随全球环境问题、经济全球化、区域发展问题、人类健康问题等的出现,地理学也从自身学科特点出发,不断积极寻求解决这些问题的科学途径,并相应形成了以下重点研究领域:

第一,人类对生态系统的影响及自然对人类社会的影响。环境变化已成为最重要的全球性研究主题,21世纪将是环境科学的世纪。全球环境变化受人类的影响,人类活动越是改变、支配甚至取代自然生态系统,越会增加气候变化和环境变化的脆弱性,或加剧极端事件的发生与规模。气候灾变和环境灾变之所以是灾害,完全是因为人类及其活动牵涉其中(吴传钧,1999)。人类社会在环境变化中的作用如此重要,以至于不仅要更好地认识地圈、生物圈和人类圈之间的相互作用,而且要更好地将研究成果应用到全球可持续发展的实际政策中。要研究好全球的环境变化问题,必须要加强研究人类对生态系统的影响及自然对人类社会的影响。

第二,全球化及其对空间层级关系的冲击(蔡运龙,2004)。全球化的发端可以追溯到1492年哥伦布发现新大陆,自那时以来,地理知识在全球化中的作用越来越至关重要。全球化的政治、经济过程极大地依赖地理知识的积累,全球化涉及生产、投资、贸易、金融和人才流动、环境变化、污染迁移等各方面,给国家、地方、企业和劳动力市场带来了深远的影响,将迫使原有空间层级之间的关系发生显著改变,全球化政治、经济体系的未来发展,将影响作为一门独特学



科的地理学和作为一种独特认知方式的地理知识;反之,地理学对这些问题的认识(例如,对环境限制的认识,对新资源和商业机会的认同,或对纠正不平衡地理发展的追求)也会影响未来政治、经济发展的道路。当代世界以政治经济不平衡、恶性循环的社会不平等、环境严重退化的多重信号为显著特征,已有的地理学理论和方法已不能解决新时期的此类问题,需要创新地理学以应对这种当代形式的挑战。

第三,社会—经济—环境变化与公共管理。公共领域大多与空间概念相关,因此,以政治—经济和社会—生态的变化为一方,以地理学的知识为另一方,双方相互需要、相互促进的辩证关系是一个令人激动的探索领域,于是地理学越来越多地介入到公共管理领域,论题包括自然资源规划与管理、环境保护规划与管理、城市管理与规划、自然灾害的减缓与防御、公共、行政、城市政府作用、地方政府间的合作、区域差异、人口与移民、突发事件的预警和处理、公共卫生、社会保障等。在国际尺度上的问题,如国家形成、殖民地化、军事行动、地缘政治、经济全球化、国家竞争力、国际资本流动、国际人才争夺等,也都需要从地理学视角来研究和解决(蔡运龙,2004)。

第四,环境质量、食物安全与人类健康。近年来世界上频频发生诸如疯牛病、口蹄疫、禽流感、SARS 等关系到食物安全的恶性事件,这些现象表明对食物的关注不能仅仅局限在数量上满足需求,而要进一步研究食物质量的发展变化及其对人类健康的影响,这显然不仅与环境变化有密切关系,也与农业、畜牧业的生产方式和生产技术发展的影响有关。例如,人工饲料增加了产量,却违反了牛本来吃草的自然规律,这样的食品反过来危害人类健康,成为一种“大自然的惩罚”(陆大道,2001)。地理学有责任,也有能力对这个问题的认识 and 解决作出贡献,地理学介入环境质量、食物安全、人类健康的论题,涉及食物盈余和短缺的地理因果、医疗卫生地理的新途径、气候变化与健康、环境与健康、健康与发展、疾病与健康的地理多样化、贫困人群的健康问题等。

第五,地理信息科学与技术。新技术及其应用一直是地理学发展的重要标志;凡是与空间位置有关的各种科学研究,地理信息系统软件和空间分析理论都将成为基本的研究手段和工具(郑度,2001)。地理信息科学展现三大领域,即地理信息的采集、处理和发布;同时还涉及更强能力的系统软件和应用系统研发,以及以各种地学和社会经济为广泛应用背景的空间信息分析理论的发展。

## 二、地理综合实践教学的意义

面对地理学的发展和社会需要,急需开设一门介绍地理环境系统,并综合