

总 序

“工欲善其事，必先利其器”。科学思想和方法就是科学研究的“器”，是推动科学技术创新的武器。科学技术发展历程中每一次重大突破，都肇始于新思想、新方法的创新及其应用。科学思想和科学方法上的创新意识和系统研究不足，已经制约着我国科技自主创新能力的提高。加强科学思维、科学方法和科学工具的研究和创新，是建立创新型国家的必然选择。因此，“推进学科体系、学术观点、科研方法创新”写入了党的“十七大”报告。

科技部原拟从编制《科学方法大系》入手来贯彻和推进中央的这个精神，并拟先从《地球科学方法卷》开始，但后来的思路大为扩展。2007年5月29日《科技日报》发表地理学家刘燕华（时任科技部副部长）题为“大力开展创新方法工作，全面提升自主创新能力”的文章。2007年6月8日，我国著名科学家王大珩、叶笃正、刘东生联名向温家宝总理提出“关于加强创新方法工作的建议”。2007年7月3日，温总理就此意见批示：“三位老科学家提出的‘自主创新，方法先行’，创新方法是自主创新的根本之源，这一重要观点应高度重视”。遵照温总理的重要批示精神，科学技术部、国家发展与改革委员会、教育部、中国科学技术协会于2007年10月向国务院呈报了“关于大力推进创新方法的报告”，中央有关领导人批转了这个报告。2008年4月，科学技术部联合国家发展和改革委员会、教育部、中国科协发布了“关于加强创新方法工作的若干意见”（国科发财【2008】197号），明确了创新方法的指导思想、总体目标、工作任务、组织管理机构和保障措施。

“关于加强创新方法工作的若干意见”部署了一系列重点工作，并启动了“创新方法工作专项”。主要工作包括：加强科学思维培养，大力促进素质教育和创新精神培育；加强科学方法的研究、总结和应用；大力推进技术创新方法应用，切实增强企业创新能力；着力推进科学工具的自主创新，逐步摆脱我国科研受制于人的不利局面；推进创新方法宣传普及；积极开展国内外合作交流。其中“加强科学方法的研究、总结和应用”旨在“着力推动科学思维和科学理念的传承，大力开展科学方法的总结和应用，积极推动一批学科科学方法的研究”，这就是《科学方法大系》要做的事。

作为国家“创新方法专项”中首批启动的项目之一，我们承担了《地理学方法研究》重点项目。项目的总目标是“挖掘、梳理、凝练与集成古今中外地理学思想和方法之大成，促进地理学科技成果创新、科技教育创新、科技管理创新”。我们认为这是地理学创新的重要基础工作，也是提高地理学解决实际问题的能力，更好地满足国家需求的必要之举。我们组织了科研和教学第一线的老、中、青地理学者参与该项目研究。经过四年的努力，做了大量工作，取得了丰富的成果，包括发表了一系列研究论文、凝聚了一支研究团队、锻炼了一批人才、举办了多次研讨会和培训班、开发了一批软件、建立了项目网站等；而最主要的成果就是呈现在读者面前的这套《地理学思想与方法》丛书，包括专著、译著和教材三大系列。

《地理学思想与方法》丛书专著系列包括《地理学方法论》《地理学：科学地位与社会功能》《理论地理学》《自然地理学研究方法》《自然地理学研究范式》《经济地理学思维》《城市地理学思想与方法》《地理信息科学方法论》《计算地理学》等。

《地理学思想与方法》丛书教材系列包括《地理科学导论》《普通地理学》《自然地理学方法》《经济地理学中的数量方法》《人文地理学野外方法》《地理信息科学理论方法与技术》《地理建模方法》《高等人文地理学》等。

《地理学思想与方法》丛书译著系列包括《当代地理学方法》《地理学生必读》《分形城市》《科学、哲学和自然地理学》《地理学科学研究方法导论》《经济地理学指南》《当代经济地理学导论》《经济地理

学中的政治与实践》《理解正在变化的星球——地理科学的战略方向》《空间行为的地理学》《人文地理学方法》《文化地理学手册》《地球空间科学与技术手册》《计量地理学》等。

“地理学方法研究”项目的成果还包括一批已出版的著作，当时未来得及列入《地理学思想与方法》丛书，但标注了“科技部创新方法工作资助”。它们有：《Recent Progress of Geography in China: A Perspective in the 21st Century》(The Commercial Press, 2008)、《地理学思想经典解读》(商务印书馆, 2011)、《基于 Excel 的地理数据分析》(科学出版社, 2010 年)、《基于 Mathcad 的地理数据分析》(科学出版社, 2010 年)、《地理数学方法：基础和应用》(科学出版社, 2011)、《世界遗产视野中的历史街区——以绍兴古城历史街区为例》(中华书局, 2010)、《地理学评论(第一辑)：第四届人文地理学沙龙纪实》(商务印书馆, 2009)、《地理学评论(第二辑)：第五届人文地理学沙龙纪实》(商务印书馆, 2010)、《地理学评论(第三辑)：空间行为与规划》(商务印书馆, 2011)、《我国低碳经济发展框架与科学基础》(商务印书馆, 2010) 等。

科学思想和科学方法的不断总结对于推动地理学发展起到不可小视的作用。所以此类工作在西方地理学中历来颇受重视，每隔一段时期(5~10 年)就会有总结思想和方法(或论述学科发展方向和战略)的研究成果问世。最近的一个例子是美国全国研究委员会 2010 年发布的《理解正在变化的星球——地理科学的战略方向》。中国地理学者历来重视引进此类著作，集中体现在商务印书馆出版的《当代地理科学译丛》和以前的一系列译著中(甚至可上溯到 20 世纪 30 年代出版格拉夫的《地理哲学》)。但仅引进是不够的，我们需要自己的地理学思想和方法建设。有一批甘坐冷板凳的中国地理学者一直在思索此类问题，这套《地理学思想与方法》丛书实际上就是这批人多年研究成果的积累；不过以前没有条件总结和出版，这次得到“创新方法工作专项”的资助，才在四年之内如此喷薄而出。“创新方法工作专项”的设立功莫大焉。

学科思想和方法的建设是一个长期的工作，伴随学科本身自始至终，这套丛书的出版只是一个新起点。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”。

蔡运龙

2011 年 4 月

前 言

科学方法是科学研究的工具，是推动科学技术创新的武器。地理学思想与方法的挖掘、梳理、凝练与集成，是地理学创新的重要基础工作，也是提高地理学解决实际问题的能力，更好地服务国家需求的必要之举。

自然地理学是地理学的重要分支，是研究地理环境的成分及各成分之间的物质、能量交换及其地域差异的科学。自然地理学把组成自然地理环境的各种要素相互联系起来进行综合研究，以阐明自然地理环境的整体、各组成要素及其相互间的结构功能、物质迁移、能量转换、动态演变和地域分异规律。现代自然地理学在不断地发展和变革，包括地理学综合思维的变革——从洪堡“自然要素的编整”（恩格斯语）到自然资源、自然环境、自然灾害和人类影响综合研究；自然地域分异与空间格局思想的变革——从自然地带学说到自然地域结构理论；地表变化过程思想的变革——从进化论与地貌轮回、大陆漂移与板块构造到人类活动干预下的自然地理和陆地系统科学、地球系统科学、全球环境变化。这些都使自然地理学在方法论上面临着挑战与机遇。同时，科学技术的发展，也给自然地理学研究方法的现代化提供了契机。

本书面向研究人员，重在阐述自然地理学的方法论和重要研究方法，启发应用和创新。本着“守正创新”的原则，将传统研究方法与现代研究方法相结合，集成与研发相结合，对自然地理的研究方法进行挖掘、梳理、凝练、集成、创新。不求面面俱到，但求突出重点；关注当代自然地理学的重大问题，凝练每一章的主要论题及研究方法，并配有典型案例。

本书分为上、下两篇。除绪论部分对自然地理学方法论和研究方法体系进行概述外，上篇为自然地理学分支学科及系统研究方法，包括：地貌学研究方法、气候学研究方法、水文学研究方法、土壤地理学研究方法、生物地理学研究方法、海洋地理学研究方法、综合自然地理学研究方法、自然地理学的系统研究方法。下篇为学科交叉综合与应用研究方法，包括：自然地理界面研究方法、专门对象综合研究方法、人类活动与环境影响研究方法、全球和区域地理综合研究方法、自然地理学应用研究方法、自然地理学研究方法的创新。

参与编写的各位教师都是工作在教学、科研第一线的相关领域专家。同时在研究生教学中开展了自然地理学研究方法的讨论，吸收了部分博士和硕士研究生以及访问学者参加编写。各章的编著者为：

第1章，许学工；第2章，李有利；第3章，赵昕奕；第4章，王红亚；第5章，郭大立、王辉；第6章，刘鸿雁、李宜垠；第7章，张振克；第8章，许学工、宋治清、徐丽芬；第9章，李双成；第10章，许学工、张振克、赵昕奕、王红亚、朱高儒；第11章，许学工、王红亚、谢正磊、马禄义；第12章，许学工、赵昕奕、王红亚、刘鸿雁、张振克、谢正磊、马宗文；第13章，许学工、赵昕奕、王红亚、李琰、段晓峰、徐丽芬、黄娇、周鑫、冯喆；第14章，许学工、王红亚、赵昕奕、刘鸿雁、李宜垠、张振克、李春梅、徐丽芬、马禄义、冯喆、卢亚灵；第15章，许学工、马振刚、陈正雄。全书由许学工整编统稿。

封面作者是各章的责任教师，以在书中出现的先后排序。其中张振克教授来自南京大学，其他人均来自北京大学；郭大立研究员后调入中国科学院地理科学与资源研究所，可惜他尚未看到本书问世就不幸英年早逝，特表悼念。

本书是科学技术部创新方法工作专项“地理学方法研究”下设课题“自然地理学方法”的一项成果。感谢科技部创新方法工作专项的资助；感谢项目主持人蔡运龙教授的组织和指导；感谢其他课题组的周尚意教授、柴彦威教授、刘卫东研究员、王铮研究员、齐清文研究员等在多次项目交流中的启发；感谢

自然地理课题组内本书编写者的通力合作和其他专题的老师们的相互支持；感谢黄润华教授、肖笃宁研究员等老先生的指导建议；同时向所用参考文献的作者一并致谢。本书的出版还得到国家科学技术学术著作出版基金的资助，在此深表感谢。

本书的定稿用了较长时间，先后进行了三次大的补充和修改，读者可以从不断增补的参考文献看出研究方法关注点的演进。囿于我们的工作能力和学术水平，本书无疑存在许多不足之处，恳请专家、同仁和广大读者不吝指正。

许学工

2025年4月于燕园

目 录

总序

前言

第1章 绪论	1
1.1 自然地理学的学科体系	1
1.1.1 自然地理学的性质	1
1.1.2 自然地理学研究的主要论题	3
1.1.3 自然地理学研究的尺度	5
1.1.4 自然地理学研究的特点	6
1.2 自然地理学的方法体系	7
1.2.1 自然地理学研究方法的哲学基础	8
1.2.2 自然地理学研究的科学思维方法	9
1.2.3 自然地理学的专业技术方法	11
1.2.4 自然地理学研究的基本过程	16
1.3 自然地理学及研究方法的发展与展望	18
1.3.1 自然地理学的学科发展及方法变革	18
1.3.2 自然地理学的学科展望与方法创新	21
参考文献	23

上篇 自然地理学分支学科及系统研究方法

第2章 地貌学研究方法	27
2.1 地貌学方法论	27
2.1.1 地貌学研究对象与内容	27
2.1.2 地貌学学科结构	28
2.1.3 地貌学研究方法体系	29
2.1.4 地貌学科学方法的变革	29
2.2 主要论题及研究方法	30
2.2.1 地貌形态研究	30
2.2.2 地貌物质研究	33
2.2.3 地貌过程研究	36
2.3 主要技术手段	46
2.3.1 相对定年方法	46
2.3.2 绝对定年方法	47
2.3.3 其他定年法	52

2.4 典型案例：祁连山北麓河流阶地对气候变化和构造运动的响应	53
2.5 研究方法的创新	55
2.5.1 学科发展趋势展望	55
2.5.2 方法创新点和创新思路	56
参考文献	56
第3章 气候学研究方法	67
3.1 气候学方法论	67
3.1.1 气候学研究对象的基本特点	67
3.1.2 学科结构和研究方法体系	68
3.1.3 研究方法的发展历程	71
3.2 主要论题及研究方法	72
3.2.1 不同尺度的气候研究方法	72
3.2.2 特殊气候研究方法——城市气候研究	72
3.2.3 气候变化研究方法	74
3.2.4 气候影响评价研究方法	76
3.3 主要技术手段	77
3.3.1 常规技术手段	77
3.3.2 关键技术和新技术	78
3.4 典型案例：气候变化对中国荒漠化影响预估	80
3.5 研究方法的创新	82
3.5.1 学科发展趋势展望	82
3.5.2 方法创新点和创新思路	82
参考文献	83
第4章 水文学研究方法	84
4.1 水文学方法论	84
4.1.1 水文学研究对象的基本特点	84
4.1.2 水文学的学科结构和研究方法体系	85
4.1.3 研究方法的发展历程	86
4.2 主要论题及研究方法	88
4.2.1 蒸发的研究及其方法	88
4.2.2 下渗的研究及其方法	96
4.2.3 径流及河流的研究及其方法	98
4.2.4 河流泥沙研究及其方法	102
4.2.5 湖泊（水库）水文研究及其方法	110
4.2.6 河口水文及其研究方法	113
4.2.7 地下水水文及其研究方法	115
4.2.8 古水文研究方法	119
4.3 主要技术手段	121
4.3.1 常规技术手段	121
4.3.2 新技术手段	122

4.4 典型案例：梭磨河流域径流及其变化的研究	124
4.5 研究方法的创新	128
4.5.1 学科发展趋势的展望	128
4.5.2 方法创新点和创新思路	129
参考文献	131
第5章 土壤地理学研究方法	136
5.1 土壤地理学方法论	136
5.1.1 土壤地理学研究对象的基本特点	136
5.1.2 土壤地理学的学科结构和研究方法体系	136
5.1.3 土壤地理学研究方法的发展历程	143
5.2 主要论题及研究方法	144
5.2.1 土壤分类研究方法	144
5.2.2 土壤发生分布规律研究方法	147
5.2.3 土壤层次划分的研究方法	147
5.2.4 土壤系统物质循环研究方法	147
5.2.5 土壤侵蚀和水土保持研究方法	149
5.2.6 土壤污染和治理的研究方法	150
5.3 主要技术手段	150
5.3.1 常规技术手段	150
5.3.2 关键技术和新技术	151
5.4 典型案例	152
5.4.1 徐淮黄泛平原土壤有机质空间变异特征及主控因素分析	152
5.4.2 鼎湖山亚热带森林凋落物及矿质氮输入对土壤有机碳分解的影响	156
5.5 研究方法的创新	159
5.5.1 学科发展趋势展望	159
5.5.2 方法创新点和创新思路	160
参考文献	160
第6章 生物地理学研究方法	162
6.1 生物地理学方法论	162
6.1.1 生物地理学研究对象的基本特点	162
6.1.2 学科结构和研究方法体系	163
6.1.3 研究方法的发展历程	164
6.2 主要研究方法	165
6.2.1 区系地理学的方法	165
6.2.2 指示生物研究方法	166
6.2.3 生态系统研究方法	166
6.2.4 谱系生物地理学研究方法	167
6.2.5 地质古生物学研究方法	167
6.3 主要技术手段	168
6.3.1 常规技术手段	168

6.3.2 关键技术和新技术	173
6.4 典型案例	179
6.4.1 中国东北森林-草原样带 (North East China Transect, NECT)	179
6.4.2 东亚-北美间断分布	180
6.5 研究方法的创新	181
6.5.1 学科发展趋势展望	181
6.5.2 方法创新点和创新思路	181
参考文献	181
第7章 海洋地理学研究方法	184
7.1 海洋地理学方法论	184
7.1.1 海洋地理研究对象的基本特点	184
7.1.2 学科结构和研究方法体系	186
7.1.3 研究方法的发展历程	190
7.2 主要论题及研究方法	191
7.2.1 河口海岸地貌演变与动态研究方法	191
7.2.2 近海水文研究方法	194
7.2.3 海洋生态系统与环境研究方法	194
7.2.4 海平面变化研究方法	196
7.3 主要技术手段	198
7.3.1 常规技术手段	198
7.3.2 关键技术和新技术	201
7.4 典型案例	203
7.4.1 长江河口地貌动态研究	203
7.4.2 海洋科学考察和海底观测、海岸研究计划	205
7.5 研究方法的创新	207
7.5.1 学科发展趋势展望	207
7.5.2 方法创新点和创新思路	208
参考文献	208
第8章 综合自然地理学研究方法	212
8.1 综合自然地理学方法论	212
8.1.1 综合自然地理学研究对象的基本特点	212
8.1.2 综合自然地理学的学科结构	212
8.1.3 综合自然地理学的研究方法体系及发展历程	213
8.2 主要论题及研究方法	215
8.2.1 整体性和地域分异规律研究方法	215
8.2.2 自然区划研究方法	216
8.2.3 土地科学研究方法	219
8.2.4 景观生态研究方法	226
8.2.5 陆地表层系统自然地理过程研究方法	230
8.3 主要技术手段	232

8.3.1 数据采集方法技术	232
8.3.2 地图与 GIS 方法技术	232
8.3.3 数字与模型模拟方法技术	233
8.4 典型案例	233
8.4.1 黄土高原地区土地利用格局变化的水土流失效应	233
8.4.2 黄土高原社会-生态系统变化及驱动机制	237
8.5 研究方法的创新	239
8.5.1 学科发展趋势展望	239
8.5.2 方法创新点和创新思路	240
参考文献	241
第9章 自然地理学的系统研究方法	245
9.1 系统及自然地理系统方法论	245
9.1.1 系统及系统特征	245
9.1.2 系统研究方法论	246
9.1.3 自然地理研究中的系统方法体系和流程	247
9.2 自然地理研究的系统模拟方法	250
9.3 常用数学模型和关键技术	253
9.3.1 常用数学模型	253
9.3.2 GIS 技术	263
9.4 典型案例：系统热力学分析方法在自然地理系统研究中的应用	265
9.5 研究方法的创新	271
9.5.1 自然地理系统研究的创新研究领域	271
9.5.2 自然地理系统研究创新点和创新思路	273

下篇 学科交叉综合与应用研究方法

第10章 自然地理界面研究方法	279
10.1 界面研究概述	279
10.1.1 地球圈层交互作用与自然地理界面	279
10.1.2 自然地理深化、综合研究的重要切入点	279
10.2 主要论题及研究方法	280
10.2.1 陆-海界面（海岸带）及研究方法	280
10.2.2 海-陆-气界面及研究方法	284
10.2.3 水-土界面（河流和湖泊/水库消落带）及研究方法	286
10.2.4 农牧交错带及研究方法	288
10.3 典型案例：美国弗吉尼亚海岸带保护区陆-海-气交互作用与长期生态研究	290
参考文献	296

第 11 章 专门对象综合研究方法	299
11.1 专门对象综合研究概述	299
11.1.1 专门对象综合研究的来龙去脉	299
11.1.2 专门对象综合研究的独特性和普遍性	299
11.2 主要论题及研究方法	300
11.2.1 冰冻圈综合研究方法	300
11.2.2 沙漠与沙漠化综合研究方法	303
11.2.3 湿地综合研究方法	305
11.2.4 山地综合研究方法	312
11.3 典型案例：近百年鄱阳湖湿地格局演变及保护与恢复研究	313
参考文献	318
第 12 章 人类活动与环境影响研究方法	323
12.1 人-地系统综合研究概述	323
12.1.1 人类影响的自然地理学	323
12.1.2 自然-人文-环境地理综合研究	323
12.2 主要论题及研究方法	324
12.2.1 部门自然地理学如何研究人类活动的影响	324
12.2.2 人类活动的环境质量影响研究方法	327
12.2.3 土地利用变化的生态-环境效应研究方法	330
12.2.4 自然与人文要素综合效应的归因和调控研究方法	334
12.2.5 城市自然地理学研究方法	336
12.3 典型案例	339
12.3.1 上海城市降雨径流污染时空分布与初始冲刷效应研究	339
12.3.2 基于地理探测器的喀斯特不同地貌形态类型区土壤侵蚀定量归因	342
参考文献	346
第 13 章 全球和区域地理综合研究方法	352
13.1 全球与区域综合研究概述	352
13.1.1 全球自然地理学	352
13.1.2 区域自然地理学与全球变化的区域响应研究	355
13.2 主要论题及研究方法	356
13.2.1 全球自然地理研究方法	356
13.2.2 区域自然地理与区域综合研究方法	364
13.2.3 全球变化的区域响应研究方法	367
13.2.4 尺度依存与尺度转换研究方法	372
13.3 典型案例	375
13.3.1 基于卫星遥感数据全球森林对地表温度的影响和机制	375
13.3.2 全球变化背景下的青藏高原区域综合研究	381
参考文献	385

第 14 章 自然地理学应用研究方法	392
14.1 自然地理学应用研究概述	392
14.1.1 自然地理学的应用传统与现代发展	392
14.1.2 自然地理学应用的领域和类型	393
14.2 主要论题及研究方法	393
14.2.1 自然资源与环境管理研究方法	393
14.2.2 自然保护与生态建设研究方法	405
14.2.3 自然灾害与风险管理研究方法	413
14.2.4 生态系统服务价值与绿色核算研究方法	424
14.3 典型案例	433
14.3.1 海洋生态系统服务的内涵与价值评估	433
14.3.2 中国自然灾害生态风险综合评价	436
参考文献	439
第 15 章 自然地理学研究方法的创新	445
15.1 学科前沿与发展趋势	445
15.1.1 自然地理学研究的前沿方向	445
15.1.2 地理学研究范式的变迁	446
15.1.3 研究方法的发展趋势	447
15.2 主要论题及研究方法	448
15.2.1 混合方法研究	448
15.2.2 自然地理学的大数据研究	452
15.2.3 从定性到定量的综合集成	456
15.2.4 自然地理学及其研究方法的创新	458
15.3 典型案例：黑河流域生态-水文-经济集成研究及创新	466
参考文献	472

第 1 章 | 绪 论^{*}

1.1 自然地理学的学科体系

1.1.1 自然地理学的性质

1. 自然地理学的研究对象

自然地理学研究自然地理环境的特征、结构及其地域分异规律的形成和演化，是地理学的一个重要基本学科。其研究对象是地球表面的自然地理环境，包括大气对流层、水圈、生物圈和岩石圈上部（中国大百科全书编委会，1999）。

自然地理环境是一个庞大的物质体系，存在不同的物质成分和气、固、液三相状态，位于不同的圈层或圈层界面。自然地理环境的能量主要包括太阳辐射能、地球内能和潮汐能三大类。自然地理各要素之间通过水分循环、大气循环、生物循环和地质循环等进行着复杂的能量转化和物质交换。现代自然地理研究面对的自然环境包括天然环境和人为环境。天然环境（原生自然环境）是指那些只受人类简单影响而自然面貌基本上未发生变化的地理环境；人为环境（次生自然环境）是指那些经过人类影响后，自然面貌已发生重大变化的环境。

自然地理学是关注地球表层（地理壳、景观圈）及其组成要素的自然地球系统（地理综合体或自然地域综合体）科学（Gvozdetzkiy et al., 1971）。自然地理学聚焦地球陆地表层及其外围的特征和形成过程，重视对于了解当代地球环境必不可少的空间变异和时间变化，其目的是认识地球自然环境怎样成为人类活动的基础并受人类活动的影响等（Gregory, 2000）。

2. 自然地理学的学科地位与分支结构

现代地理学是一门涉及自然科学、人文社会科学和工程技术科学的综合性学科，建立了相当完整而独特的学科体系。这个学科体系可以归纳为“三板块（三分法）”“三层次”“三重性”与“三时期（段）”（图 1-1）（陈传康，1987；蔡运龙，2019）。

1) 三板块：地理学包括自然地理学、人文-经济地理学和地理信息科学三大板块，各板块又包含一系列分支部门。

2) 三层次：即分支部门层次-板块综合层次-综合的地理科学层次三级组织水平。

3) 三重性：地理学每一层次都有相应的理论、应用理论、区域实践的三重性质，在最高层次就分别形成理论地理学、应用地理学、建设地理学（任美镔，1945）。区域地理学及地名学和方志学可纳入三重性的区域实践。

4) 三时期：各层次和各板块都可以从古地理、历史地理和时间地理（现代过程和动态）三个时间尺度来研究（蔡运龙，2019）。

从地理学的学科构成看，自然地理学是地理学的基本学科和重要组成部分。由于其研究对象自然地

^{*} 本章作者：许学工

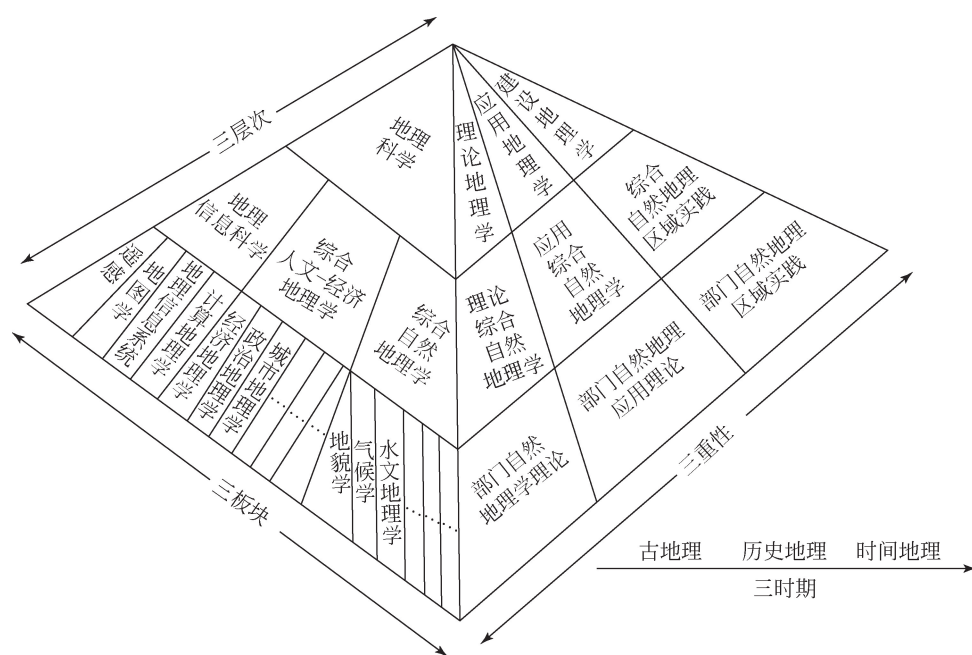


图 1-1 地理学的学科构成

资料来源：蔡运龙，2019

理环境是人文和经济地理及发展演化的基础，因此自然地理学的基础学科地位突出。

自然地理学所属的分支按研究特点可分为两组：一组是综合性的，包括综合自然地理学、景观生态学，以及区域自然地理学、历史自然地理学、古地理学等。一组是部门性的，基本分支包括地貌学、气候学、水文地理学、土壤地理学、生物地理学（含植物地理学和动物地理学）；还包括新近发展起来、同其他学科结合而成的一些边缘学科，如化学地理学、医学地理学，以及以特殊自然现象为对象的学科，如冰川学、冻土学（《中国大百科全书》编委会，1999）、沙漠与沙漠化研究、山地研究、城市自然地理学、海洋地理学、湿地研究、自然灾害研究等（中国地理学会，2009）。

3. 自然地理学与其他学科的联系

图 1-2 表明了自然地理学的研究对象及分支学科与相邻学科的关系，及其更广泛的学科联系。

1) 从地球系统看，自然地理学的各分支学科是地理学与地质学、大气科学、海洋科学、陆地水科学等地球科学和生物学、生态学等生命科学的交叉学科，因此与它们有天然的联系。

2) 由于自然地理学与人文-经济地理学关系密切，且日益面对人类活动的影响，因此与人文地理学、社会学、经济学、人类学、历史学、城市研究学科、区域科学等有联系。

3) 从方法技术看，自然地理学与以下学科有重要联系（中国地理学会，2009）：经典基础学科——数学、物理学、化学、生物学；“老三论”——系统论、信息论、控制论；“新三论”——协同学、耗散结构论、混沌论；非线性与复杂系统方法；地理信息科学、计算机科学和工程技术科学等。

自然地理学常常借鉴其他学科的科学思想、方法论和研究方法，以解决复杂的地理问题。

4. 自然地理学研究的性质

格雷戈里借用一个数学方程式来表达自然地理学研究的性质（Gregory，2000）：

$$F=f(P,M)dt \quad (1-1)$$

此方程的含义是：自然地理学所关注的自然地理环境形态或者说是结果（ F ），是自然地理过程（ P ）和自然环境物质（ M ）随时间（ t ）变化的函数。简言之，自然地理学研究聚焦时间 t 上自然地理过程依

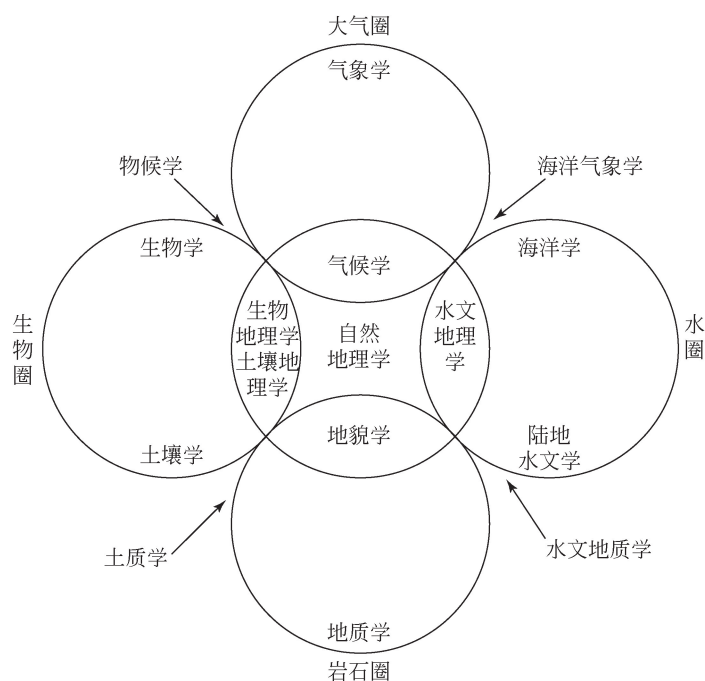


图 1-2 自然地理学与相邻学科的关系

资料来源：据全石琳（1988）绘制

赖物质运作而产生的结果，可将自然地理学的各种研究分成五个层次（Gregory, 2000；中国地理学会，2009；蔡运龙，2010）：

1) 研究该方程的要素或组成部分。分别研究组成自然地理环境的各个要素（例如地貌、气候、水文、土壤、生物等），或特殊的自然地理环境和自然地理现象（例如沙漠、冰川、灾害等）及其空间过程和区域差异。此类研究具有独立的意义，也常常被看成其他层次研究的基础。

2) 平衡该方程。研究不同尺度自然地理环境和自然地理学不同分支中过程、物质和结果相平衡的方式。例如在大陆尺度，将自然地理环境过程可得的能量与辐射联系起来，将可得的水分与当地可得的物质联系起来，从而解释如何实现物质、能量平衡。此类研究聚焦于过程、物质与结局或自然地理环境条件之间的相互作用。

3) 对该方程微分。分析该方程式随时间变化，即某种平衡状态被打破并被另一种平衡状态所取代过程中的各种关系。此类研究蕴含环境变化的概念，包括气候变化的影响和人类活动的影响，有赖于对不同时间尺度数据加以拟合。

4) 应用该方程。应用自然地理学的研究成果解决实际的资源、环境管理问题。预测是这种应用的基础，包括从已知的过去和正在认识的现在预知未来，将一定时间或空间尺度上获得的结果推演到其他尺度。

5) 鉴赏该方程。辨识和鉴赏自然过程和结果对文化的影响，也包括人类对自然环境和自然景观的反作用，及其影响环境管理和设计的方式。

1.1.2 自然地理学研究的主要论题

1. 特点、规律和机理

研究自然地理环境的各个要素及其各项指标的特点、分布和变化的规律，某种自然地理现象的特点和出现的规律，自然地理环境的区域特点和规律等，进而追寻形成和发展的机理，包括动力机制。即要

发现问题是什么 (What), 怎样表现 (How), 以及为什么 (Why)。

地球表层是一个复杂系统, 自然界 (无机界与有机界) 中的矛盾、对抗、联系、发展、变化、因果、动力、效应等层出不穷。解析自然地理环境的特点和规律, 探寻其形成和发展的机理机制是自然地理学研究基本的和重要的论题。

2. 分类

自然地理研究中很重要的方面是研究自然要素和总体状况的分类, 如地貌分类、植被分类、土壤分类、气候分类等。比较综合的就是土地分类, 而土地分类实际上就是小环境分类。

类型研究是从不同的研究目的出发, 选择对该目的有意义的属性及量度指标, 将一定级别的大量要素或景观个体概括成具有一定从属关系的种类等级系统, 然后分别认识和研究各个种类的特点。

3. 区域分异

可以通过自然区划来认识环境的区域分异, 即将地表按其自然情况的差异划分为区域。地表自然界存在着地区差异, 其空间分布具有由量变过渡到质变的性质。由此可将其划分为不同的区域, 并按从属关系得出一定的区域等级系统。根据区划对象分为部门自然区划和综合自然区划两类。前者按组成自然地理环境的各要素进行区划, 如地貌区划、气候区划、水文区划、土壤区划、植被区划和动物地理区划等。后者按自然地理环境的相似性与差异性, 将地域划分为各级区域单位, 以阐明地域自然综合体的特征、结构及其发生、发展和分布的规律。综合自然区划对全面比较和分析各种自然历史因素的相互关系, 完整地理解各项自然现象的特性、作用和分布有重要意义。其目的在于了解自然环境的区域分异、区域中自然资源与自然条件对生产和建设的利弊, 以及充分利用、改造自然的可能性。可为合理利用自然资源和自然条件、加强自然环境的保护, 以及拟订改造自然的规划提供必要的科学依据。

区划具有共轭性特征, 而地理类型在同一地域内可重复出现。二者的区别非常明显, 但这两个概念却常常被混淆。

4. 地域结构

所谓地域结构是指某一区域范围内自然、经济、社会等结构时空关系的总和, 包括地理系统中各个事物在数量上的比例、空间中的格局、时间上的联系方式, 及某地域与其外界互相关联地区之间关系的总和。各事物间的关系通常反映在以下几个主要方面: ①物质的组成。包括各组成成分的分配状况、各组成单位的变动概率特征、各组成要素的联系程度与联系方式。②能量的组成。包括能量的基态、表现方式、传输方式、组成情形等。③空间的表现。包括地理事物的层次、等级和联系, 地理实体的分布, 地理现象的空间格局与联系方式等。④时间的表现。包括地理流的方向、地理过程的联系方式、过程速率的非均匀组合等。

地域结构是反映自然和人类活动作用于地球表层所形成的空间组织形式和时间演替形式。它可影响地体与地象的质与量, 并制约地理系统的功能与成效。

5. 自然地理过程

强调地理事物随时间的变化特征。在可感知的和可测量的基础上, 按照不同的时间尺度即时段的长短, 建立依照时序的各类地理性质的表现, 而后把这些性质放在某个规定的范畴中进行分析, 得到在纵向上的表现规律。环境资料的时间序列及对此所作出的分析结果, 共同构成了自然地理过程的研究内容, 大致包括: ①认识有限时段内的变化规律。在一定的时间间隔内, 尽可能详尽地记录地理现象的依时行为, 从中发现变化规律, 以便推测该时段之前或之后的变化状况。②对于未来可能发生的地理行为进行模拟和预测。这是自然地理过程研究的最高层次, 也是地理学科学性与实用性的集中体现。③研究自然地理过程与分布格局之间的耦合关系, 从而把地理学的规律统一于时间与空间的共同基础之中。

目前学术界关注的环境动态研究、全球变化研究都属于地理过程研究，都在探讨时空的耦合关系。

6. 地理环境系统

地理环境系统是在特定地理边界约束下，一组结构有序和功能互补的要素集合。遵从基本的自然规律，要素自身之间或与其周围环境之间，不断进行物质、能量和信息的交换和传输，且以“流”的形式（如物质流、能量流、信息流、人口流、货币流、经济流等）贯穿其间，既维系系统与外部环境的关系，又维系系统内部各要素间的关系，形成一个动态的、成等级的、有层次的、可实行反馈的开放系统。同时，地理环境系统应建立在可观测性、可比较性、可控制性的量化基础之上，并由此去探讨系统的行为与作用机制。一个完整的地理环境系统，是“自然-社会-经济”的复合体系，由自然子系统、经济子系统、社会子系统之间的联系与耦合，共同构成复杂的巨系统。地理系统研究的终极目标，要求精确地表达、优化、控制地理要素间的复杂关系。由此出发，可望对地理实体进行描述、模拟和预测（左大康，1990；黄秉维等，1996）。

7. 自然地理应用

地理学强调经世致用，一直有重视应用的传统。自然地理考察所取得的成果，不仅为学科本身的研究提供了极具价值的资料，也为自然环境和自然资源的利用和管理提供了科学依据。自然地理学各分支如综合自然地理学、地貌学、气候学、水文学、土壤地理学、生物地理学等都发展出自己的应用论题，在相关领域中发挥了重要作用。自然地理学的各项应用，可以归结为对自然资源、自然保护、环境、生态、灾害、工程项目、社会需求等的调查、评价、规划设计、监测、预测预警、管理、治理等。自然地理学家可以对特定地方的特殊问题提出解决方案，如自然资源利用、环境保护、减灾防灾、旅游开发、工程设计等方面（中国地理学会，2009）。面对全球环境变化和新时代的国家需求，作为地理学综合研究的基石，自然地理学在区域可持续发展、国土空间优化、资源环境保护、生态文明建设、灾害防治等方面均给予了强大的学科支持（傅伯杰，2018a）。

1.1.3 自然地理学研究的尺度

自然地理学研究的中心任务之一就是描述和解释空间格局和时间过程，而研究对象格局与过程的发生、时空分布、相互耦合等特性都是尺度依存的。也就是说，这些对象表现出来的特质是具有时间和空间抑或时空尺度特征的。因而，只有在特定的尺度上对其考察和研究，才能把握它们的内在规律（李双成，2013）。

1. 空间尺度

一般可将地球表层分为3个等级的空间尺度：①全球（世界）尺度，研究涉及整个地理壳的问题；②区域（包括国家）尺度；③地方（局地）尺度。虽然有不同的表述方式，也有人再加个地段（地点）尺度等，但总体上可称为大、中、小三级空间尺度。

大尺度研究关注全球或全大陆范围内的分异规律和内部结构特征，从而揭示世界级别的总体特征；中尺度研究关注国家或大区域范围内的区域总体特征和地域分异规律，以及与大尺度特征的关系；小尺度研究关注局地空间特征和分异规律，以及该地方对中尺度区域分异的作用或所受影响。自然地理学研究的论题除了尺度依存还有尺度联系和转换，如全球环境变化属于大尺度的研究，全球变化的区域响应和适应体现了大、中尺度的联系，一般是大、中尺度制约小尺度的变化，但小尺度环境问题的累积也会转换成中尺度甚至大尺度的问题。

不同比例尺的地图常用来表征不同空间尺度的地理事物的特征。

2. 时间尺度

在时间尺度上，我们把地理学分为古地理学、历史地理学、现代地理学。它们各自的时间尺度见表 1-1。

表 1-1 地理学研究的时间尺度

学科分支	研究时段	时间尺度
古地理学	地质年代	百万年
历史地理学	有人类文化年代以来	千百年到上万年
现代地理学	近现代	几年到上百年

在自然环境研究中，论题的界定与时间尺度有关，同时与空间尺度有关。有关时间的论题有演变研究、监测研究、预测与预报研究等。一般来讲，大空间尺度的论题，如全球变化，应与较长的时间尺度相联系；但也不一定长时间尺度一定对应大空间尺度，在一个小区域中，也可以研究它的古地理环境、历史地理环境及现代地理环境。在这种研究中，应该首先确定时间尺度，并确定相应的空间范围。

3. 时空尺度匹配

自然地理学研究必然会遇到时空尺度的选择和匹配问题，一些特定的时空尺度匹配对应特定的论题和地理特征，以表 1-2 为例。

表 1-2 地理时空尺度——结构与论题

空间尺度-结构	地理空间/时间尺度	结构组成	分析特点	地理规律
大尺度地带性结构	几百平方千米以上/几百年以上	温度带、自然地区、自然地带、自然区	不同地带、区域之间的不同要素类型的划分与组合	地带与非地带性规律
中尺度区域地理系统结构	几十到几百平方千米/几十到几百年	景观类型组合单元、景观类型单元	某区域内部不同景观类型单元各自组成要素类型之间的相互关系	地理现象的表现形式及其变化过程的动力学机制
小尺度地理景观结构	几到几十平方千米/几年到几十年	景观单元、基本功能单元、简单要素属性单元	某景观单元内部各基本功能单元的要素组成及其要素关系	地理现象的内在成因及其发生机理

注：据鲁学军等（2004），稍作改动

但是，地球表层系统的复杂性也决定了时空尺度的选择和匹配是复杂的。尝试发现研究对象的时空尺度依存关系，并使观测尺度与地理现象和过程的本征尺度相匹配，这样时空耦合研究才能达到一定的深度。

1.1.4 自然地理学研究的特点

自然地理学研究可以归纳出很多特点，其中最主要的是整体性、综合性、区域性、动态性。

1. 整体性

这一特点主要基于自然地理学的研究对象是地球表层的自然地理环境。地球表层系统的整体性是自然地理的基本规律，其基础是自然地理各组成要素综合交融，各自然地理过程紧密联系与相互影响，使得某一要素的变化可能引起整体格局的变化（吴绍洪等，2015）。自然地理环境系统是有内在联系的有机整体，地质地貌、气候、水文、土壤、生物等各自然地理要素不是孤立存在和发展的，而是作为整体的

一部分在发展变化。要从组分之间的相互联系和相互作用去认识自然地理学的整体性。在自然地理学研究中,即使是单要素的研究,也应作为环境整体系统的一个组分,关注相关要素的联系和作用。地球表层环境系统的整体功能不是各要素功能的简单叠加,而是遵循系统论基本定律,形成整体效应。

2. 综合性

综合性是地理学的基本特性,也是自然地理学研究的重要特性,这不仅基于自然地理环境是各自然地理要素综合作用的结果,还有与其他学科和要素的联系及影响。综合性研究包括:自然地理要素相互关系的综合研究(如气候和水文的关系,气候、土壤和植被的关系等);部门自然地理的综合研究(以整体地理壳为背景,从与其他成分相互联系中去研究其本身的对象);综合自然地理学研究(以自然综合体为对象研究综合性的问题如地域分异规律、自然区划、景观、土地等);区域地理的综合研究(各种自然地理要素综合作用形成的区域自然环境,进而有区域自然、经济、社会、文化的综合研究);专门对象的综合研究(将专门对象视为一个整体,通过多学科交叉综合研究,如冰冻圈研究、沙漠与沙漠化研究、自然灾害与风险管理研究等);学科交叉的综合研究已经形成一些与自然地理学密切相关的独立学科(如环境地理学、医学地理学、军事地理学等);地理学人地系统的高层次综合性研究将形成综合地理学(陈传康,1993;中国地理学会,2009;冷疏影等,2016)。

3. 区域性

任何地理现象都离不开其坐落的区域。由于地球表面自然现象空间分布不均的特点,各地理区尽管其组成的自然要素是相同的,都包括气候、水文、地貌、土壤、生物,但是几乎可以说,没有任何两个自然区会绝对相同,每一个自然区都有各自所具有的特点(王恩涌等,2008)。从古希腊到现在,区域一直是理解自然环境、人类社会和文化及其互动的一个中心概念(Claval,1998)。有很多自然地理学者认为,区域研究是“地理学研究的核心”(蒙古军等,2013)。自然地理学的区域性研究主要有两方面:一方面是试图建立每个区域自然综合体的具体特征;另一方面则集中于区域划分,研究区域之间的差异性 & 区域之间的相关性。在此基础上进行区域开发、资源利用、环境保护等实践活动。区域大小与空间尺度相关联,研究地理现象和规律,不仅要与所在的区域联系起来,还应与其更大的区域背景相联系。

4. 动态性

地球表层是不断变化的,因而自然地理学研究具有动态性特点。地理学不仅是空间的科学,也是时间的科学。地理现象无论是自然的或人文的,都是不断变化的。这种变化有周期性的,也有非周期性的;有长周期的,也有短周期的。所谓“沧海桑田”就反映了自然环境的历史变化。用动态的观点研究自然地理学,要求把现代自然地理现象作为历史发展的结果和未来发展的起点,要求研究不同发展时期和不同历史阶段自然地理现象的发生、发展及其演变规律(蒙古军等,2013)。尤其工业化以来,化石燃料的大量使用,排放的 CO_2 等使得大气增温,引起的气候变化已成为全球性的环境问题。地理学被赋予了“解释过去,服务现在,预测未来”的新使命(傅伯杰等,2015)。自然地理学的格局过程研究、时空耦合研究、环境变化的监测预测及管理应用研究越来越受到重视。

1.2 自然地理学的方法体系

自然地理学的方法体系包括具体方法(Method)与方法论(Methodology)。具体方法是指从理论或实践上认识和把握研究对象所选取的手段、途径和活动方式,是研究过程中具体的实现程序。方法论是关于方法的学问,是贯穿学科或研究过程始终的哲学立场和逻辑线索,是关于研究方法的基本理论。方法论与方法有着必然的渊源和紧密联系(过宝兴,2001;贾文毓,2013;蔡运龙等,2011)。

1.2.1 自然地理学研究方法的哲学基础

1. 本体论、认识论与方法论

本体论 (Ontology)、认识论 (Epistemology) 和方法论 (Methodology) 是哲学的三大范畴。本体论指哲学中研究世界的本原或本性问题的部分。认识论是关于人类认识的来源以及认识发展过程的哲学学说。方法论是关于认识世界和改造世界的方法的理论 (辞海编辑委员会, 1979)。

方法论在哲学层面, 受本体论和认识论的双重制约。本体论是关于世界 (或研究对象) 本来面目的理论, 决定着研究的宏观方向, 它是认识论和方法论的基础; 认识论告诉人们如何去认识世界, 它是方法论的基础, 认识论可以归为主要的几类: 经验主义、实证主义、人本主义、结构主义等; 方法论是如何去进行研究的方法指引, 它是在本体论与认识论指导下的分析框架, 同时又是认识本体的工具; 等等。每一种学科的哲学一定包含着某种认识论又包含某种本体论, 同时, 它们一起被用来限定着某种方法论, 一套指示研究和争论将如何在学科内进行的规则和程序 (齐清文等, 2016)。

从整体学科的角度看, 地理学方法论是对地理学学科的性质、范围和任务的整体考察, 集中关注学科的核心概念, 与学科基础密切相关。它与地理学研究方法论之间存在着差别。地理学研究方法论则侧重于就某一问题 (或专题), 探讨如何有效地组织知识和素材, 论证整个研究过程是否合理, 此时的方法论是贯穿一项研究始终的逻辑线索。另外需要注意的是, 实际的一项研究可能综合好几种方法论 (蔡运龙等, 2011)。

由于地理学本体 (地球表层) 的复杂性, 地理学方法论的范畴也很多, 如科学与人文、空间与时间、还原论与整体论、主观与客观、归纳与演绎、可能与现实、静态与动态、宏观与微观、例外与普适等, 体现了研究方法的哲学背景与对立统一范畴。以下仅阐述两组与自然地理学研究密切相关的方法论。

2. 还原论与整体论

还原论 (Reductionism) 认为某一给定实体是由更为简单或更为基础的实体所构成的集合或组合; 或认为这些实体的表述可依据更为基础的实体的表述来定义。

还原论的思想以机械唯物主义认识论为基础, 研究中将高层的、复杂的对象分解为较低层的、简单的对象来处理。它在许多领域的许多情况下行之有效, 分子物理学的统计规律更使这种还原论获得了精致的形式。在还原论影响下, 随着工业技术的发展, 科学技术的分工日益趋向精密化, 科学分工越来越细, 不断形成一些注重深入分析研究的专门科学, 进而形成了一个缺乏相互联系的分析性科学体系 (陈传康, 1984)。

长期以来, 在自然科学研究中, 还原论占据支配地位。还原论的方法对科学发展贡献很大, 但局限性也十分明显。还原论主要用于解决简单系统的问题。复杂系统是不可还原的系统, 还原论的方法就无法有效解决复杂系统问题。地理系统主要是复杂系统, 因而还原论的地理学应用受到很大的局限。

与还原论相反的方法论是整体论 (Holism)。整体论把宇宙看作神秘的“整体系统”, 强调并宣称“整体”不能归结为它的组成部分 (辞海编辑委员会, 1979)。因此应该以整体的系统论观点来考察事物。把事物或行为作为一个整体而不是分解为各种构成元素进行研究。主张各部分为一有机之整体, 不能割裂。

科学界几度挑战还原论, 试图发展基于整体论的方法论。第一次挑战是一般系统论的发展 (Batty, 2000), 第二次挑战就是复杂性科学的兴起 (Gallagher and Appenzeller, 1999; Batty, 2000)。一般系统论偏重静态的结构分析, 而复杂性理论则强调动态的动力学分析。到目前为止, 地理学方法论的主流思想依然是还原论。由于复杂性理论的崛起, 地理学的空间复杂性研究也在逐步发展壮大。探索空间复杂性, 将是地理学任重而道远的课题之一 (蔡运龙等, 2011)。现代科学发展最明显的特点就是既高度分化, 又

高度综合。对任何复杂的科学,我们越是从整体角度对各个部分(元素)做出精确的理解和掌握,就越能正确地进行研究(齐清文等,2016)。因而,将还原论与整体论进行功能互补的深度融合在这个过程中具有必然性。

与还原论与整体论相关的研究方法包括分析与综合、局部与整体、简单与复杂、区域分析与系统方法等(蔡运龙等,2011)。

3. 归纳与演绎

归纳(Induction)和演绎(Deduction)是科学研究中非常基本的逻辑方法,也是一对相辅相成、功能互补的方法论范畴。它们的认识论基础是经验主义(Empiricism)和实证主义(Positivism)。

归纳是从个别到一般的推理法,即从个别事实中概括出一般原理。其以观察事实的陈述为前提,而以理论的陈述为结论(贾文毓,2013)。正如英国学者莫斯(R. P. Moss)所说:“归纳法一般是从事到概念、从观察到总结、从局部到总体,换句话说,是根据全部事实确定规律性。这种方法被许多学科采用,并在发展科学思维中占有重要的地位”(蒙吉军等,2013)。

归纳法可分为完全归纳法和不完全归纳法(贾文毓,2013)。如果观察了某类事物的全体对象并加以概括推理,那么所得出的理论应该是可靠的,此称为完全归纳。但一般不可能观察全体对象,往往只能根据部分对象具有某种属性而做出概括,即不完全归纳。此外,归纳法并无逻辑上的保证能将对于前提的信念扩展为对结论的信念。如在简单枚举归纳中,一旦发现反例,结论即被否定。因此归纳法是一种不严密、或然性的推理。尽管如此,归纳法在科学认识中还是具有重要作用,从大量观察、实验得来的信息中去发现规律、总结理论或原理,是科学研究中最初步和最基本的方法。科学史中的很多经验定律和经验公式都是运用归纳法总结出来的(蔡运龙等,2011)。

演绎是从一般到个别的推理法。演绎法的主要形式是三段论:大前提、小前提和推论。以地理学理论为例,大前提:地球表层系统及其各子系统内部皆具有差异性;小前提:长江流域是地球表层系统的子系统之一;推论:长江流域内部具有差异性。

由此可见,演绎推理是一种必然性推理。只要大、小前提正确,且合乎逻辑,则推出的结论就是可靠的。由于演绎的必然性推理性质,所以是逻辑证明的工具。

归纳和演绎都很重要,视情况而有不同的作用。归纳是从经验事实中找出普遍规律的认识方法,通过归纳可以推出科学假设、提出科学问题、寻找研究对象的因果关系、发现客观事物的规律性。演绎是从不证自明的公理或者普遍认可的事实推导出特殊结论的过程,通过演绎可以作出科学预见、进行逻辑证明或反驳、发展假说和理论。由特殊到一般,又由一般到特殊,这是科学认识的普遍过程。归纳和演绎是科学认识中的两种基本思维方式。一般来讲,归纳用于发现,演绎用于证明。与归纳和演绎方法论有关的研究方法包括定性与定量、具象与抽象等范畴的方法(陈传康,1988;蔡运龙等,2011;贾文毓,2013)。

地理学研究将归纳和演绎相结合,归纳思维和演绎思维往往在具体的研究方法中表现出来。归纳思维可以运用于定性比较、统计分析、模拟实验等研究过程,演绎思维则可以在模型分析、数学推导和假设-求证等过程中发挥作用(蔡运龙等,2011;贾文毓,2013)。

1.2.2 自然地理学研究的科学思维方法

1. 相关研究法

相关研究法包括以下三种方法:①地学相关法,就是探究不同条件下地理要素间的对应关系,根据地理要素组成的确定性关系,由一个或几个组成成分,就可以推导其他组成成分的特点。如根据一地的气象气候和地质地貌情况,便能推导出相应的水文、土壤、植被的特征,进而指导相关研究和应用。②

平衡和循环法,主要研究地球上诸如水循环和水平衡,地表热量收支和平衡,氧、氮、磷、碳等元素在自然界中的循环和平衡问题。③生态系统法,即把自然界的某一部分看作是一个生态系统,要维持其机能的正常运转,必须有能量和物质的输入和输出,并经常受外部环境和其本身反馈机制的自我调节能力的影响,保持其相对平衡状态。这是一个负熵过程,或称耗散结构。研究系统内部的生态是如何把输入转变为输出的,可以为我们观察研究复杂的自然界,充分发掘自然资源的潜力提供理论基础(陈传康,1988;过宝兴,2001)。

2. 比较分析法

为了对某种地理现象认识得更清楚,往往采取类比的方法,这是研究工作中比较通用的方法。李特尔就非常重视比较方法,将其广泛应用于地理学研究中,提出比较地理学的思想。比较分析法主要有时间比较法和空间比较法。时间比较法是不同阶段地理现象的比较,主要用于认识地理现象的发展过程,并进一步预测其可能的发展趋势,可称之为纵向比较,需根据研究问题特征确定时间尺度。空间比较法是同一时期不同地域地理现象的比较,通过比较可以发现环境、区域的差异和特点,这可称之为横向比较,在进行地域比较时,空间尺度的选择至关重要,相同尺度的地理现象才具有可比性(蒙古军,2013)。有时也可以通过空间换时间的比较,研究地理现象的演化规律。运用比较分析法要注意研究对象须有可比性。比较分析应用很广,如在土地评价研究中,比较土地利用需求和土地质量的关系、土地类型结构与土地利用类型结构的关系等。

3. 形态结构法

地理学研究中的形态结构法主要有两种:类型法和区划法,也是自然地域系统研究的主要思维方法。类型法就是研究各种“地体”的类型,进行分类,如地质构造分类、地貌分类、土壤分类、植被分类、土地分类等。在每种类型中,其属性上都彼此相似,在区域分布上则可彼此分离。区划法就是按照区域的内部差异,把自然特征存在差异的部分划分为不同的自然区,并确定其界线,进而对各自然区的特征及其发生、发展和分布规律进行研究。类型和区划都要按照从属关系建立一定的等级系统。自然地域系统研究,就是从地域角度出发,研究自然综合体,揭示地域分异规律,探讨不同尺度的地域单元划分和合并的学科。区域发展战略研究则以自然的镶嵌结构为基础,结合经济-社会文化结构,拟定一个与之相应的合理的产业结构等(陈传康,1988;蒙古军,2013)。

4. 演化研究法

根据地球表层各种自然综合体的变化规律,重建或“复原”过去自然地理环境,推导或预测其演变趋势,是自然地理学常用的思维方式。通常把时间过程分为三个阶段:地质年代、历史年代和现代。对人类尚未出现之前的地史研究称为古地理学,其演化研究重点以溯因法为基础。地球表层留下了一系列的“记忆”痕迹,如地壳晶体异常、矿物形成序列及形态和杂质组成、岩相、地质构造和大地构造、土质与土壤剖面、化石及残余物种(活化石)、孢子花粉、各种物质中的同位素组成比例、古地磁等。还存在一种时空结构记忆痕迹,如树木年轮、岩石层理、冰川纹泥、冰(湖)芯等。可以根据记忆痕迹,用溯因法重建演化过程,为环境和气候变化研究提供依据。对人类历史时期地理环境的研究称为历史地理学,大致有两种方法:一种是解释学方法,考察历史遗物,包括历史文献、史迹等,遵循解释的一般规律,通过一个反馈过程把古代人对环境和气候变化特点的认识和潜台词解释出来;另一种是使用历史遗物的溯因法。关于现代随时间变化的地理研究称为时间地理学,可使用形态比较法和结构分析法,根据演化规律进行预测。现代地理学研究中,古地理学、历史地理学的研究成果对现实人类改造、利用、建设环境都有重要的借鉴作用。在进行自然区划时,其遵循的发生统一性原则要通过古地理法来贯彻(陈传康,1988;过宝兴,2001)。