

Theory and Practice of Mountain Environment

山地环境 理论与实践

钟祥浩 刘淑珍 等 著

山地环境理论与实践

钟祥浩 刘淑珍 等 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

中国是山地大国,起伏度小于200m的丘陵面积占中国陆地面积的18.2%,起伏度大于200m的山地面积占55.2%。随着人口的快速增长和经济的迅速发展,山地资源过度开发带来的山地环境与生态问题日趋突出,山地环境保护与退化生态建设成为当今山地科学研究的热点问题之一。本书系统地总结了作者近三十年来在山地环境与生态领域的研究成果,主要内容涉及如下方面:①山地研究历史进程和近代山地科学研究进展;②山地科学分类体系框架、中国山地分类和山地环境学理论;③特殊环境下的生态过程特征;④山地生态退化与生态建设;⑤高原山地生态安全屏障保护与建设;⑥山地环境与发展。

本书可供山地科学和环境与生态学研究、高等院校相关专业师生以及广大从事山地环境保育工作的相关人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

山地环境理论与实践 / 钟祥浩等著. —北京:科学出版社, 2014.11

ISBN 978-7-03-042353-5

I. ①山… II. ①钟… III. ①山地-环境地质学-研究 IV. ①P941.76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 254084 号

责任编辑:张 展 / 封面设计:四川胜翔
责任校对:陈 靖 / 责任印制:余少力

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>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2015年1月第一次印刷 印张:40 3/4 插页:36面

字数:1000千字

定价:198.00元

前 言

本书作者钟祥浩、刘淑珍为中国科学院成都山地灾害与环境研究所研究员和博士生导师，于1966年毕业于北京大学地质地理系，毕业后先后进入中国科学院成都山地灾害与环境研究所从事科研工作。在“文化大革命”期间由于正常的科研工作难于开展，只是零敲碎打地做了些研究所安排的有关环境地理方面的地方性临时应急任务。“文化大革命”结束，迎来了科学的春天，开始步入山地科学研究领域。自20世纪70年代末至21世纪初的30年，作者全身心地投入以山地环境与生态和山地环境与发展为中心的科研工作中，作为负责人和负责人之一承担完成多项国家和地方有关山地环境领域的重大科学研究项目，在此基础上，出版专著9部，发表一百多篇中外文论文。本书是作者在三十年来从事山地环境领域研究中的部分成果的总结。

撰写本书的目的：①通过对山地环境领域研究中的学术思想与理论的疏理、补充和完善，期望能为山地环境学乃至山地学科理论体系的形成与发展起抛砖引玉的作用；②对在山地环境领域研究中积累的宝贵资料，期望能更好地发挥作用，成为后人深化山地研究的铺垫，起到承上启下的作用。

本书内容的特点：①体现了理论来自于实践及把文章写在大地上的精神。本书选编的内容多数是在完成国家和地方科研项目基础上的总结，是紧密结合国家和地方需求的研究，具有当时历史条件下的先进性、创新性和前瞻性。②突出了荣获国家和地方科技成果进步奖的内容。作者在三十年来共计获得国家科技进步奖二等奖和三等奖各1项，获省(部)级科技进步奖一等奖2项、二等奖3项和三等奖5项，对作者在国家奖和省(部)级一等奖成果的贡献部分作了重点介绍。③突出了在开拓山地环境领域新方向研究中的贡献。通过横断山和贡嘎山环境地理综合考察与研究，以及作为贡嘎山站筹建负责人和第一任站长的科研工作，开拓了贡嘎山高山生态研究领域，为贡嘎山站进入中国科学院生态网络和成为国家级高山生态站奠定了基础。通过云南省与中国科学院省院合作项目的研究，推动了以沟蚀为研究对象的元谋干热河谷沟蚀观测研究站的建设。通过西藏高原有关高原环境与生态、环境与发展等多个项目的研究，揭示了西藏高原生态安全空间分异规律，提出了西藏高原生态安全屏障保护与建设理论，在此基础上负责编制的《西藏高原生态安全屏障保护与建设规划》得到国务院批准实施，为此，开拓了以西藏高原生态环境与发展可持续性为方向的西藏高原生态安全屏障结构、功能动态过程机理及环境效应的监测研究领域。同时，开拓了高寒环境冻融侵蚀研究领域，使我所成为国内这两大领域研究的领头单位。④本书的“总论”部分，在对前人山地研究历史和研究成果做系统总结的基础上，提出了山地科学分类体系框架，对以山地环境系统为研究对象的山地环境学基础理论和重点研究领域作了阐释，首次研究了中国山地分类系统，对影响山地形成、演化的山地环境学重大基础理论问题之一，即山地环境动力系统特征进行了系统分析，这些内容将有助于推进山地环境学科理论体系的建设。

本书对作者在山地环境领域公开出版著作、论文及未发表的重大专项研究成果和文章作了具有一定逻辑性的选编与编排。在选编过程中，对部分内容作了修改与补充。从作者作为主著和主编之一出版的专著中选编的内容都是作者执笔完成的，部分是与合作者共同完成的，体现了作者的学术思想。选编的论文，多数是作者作为第一完成人(执笔人)完成的，同时选编了部分作者指导的博士生完成的论文。

鉴于涉及作者完成的有关山地环境领域方面的出版物和未公开出版材料较为丰富，选编排版过程中难免出现错误。论文选编过程中力求做到原论文的完整性，为此，就有可能出现有些论文之间有些重复现象。此外，选编的论文和有关专著的参考文献都未作删减，有利于体现其科学性，这样给本书增加了篇幅。总之，本书有许多不足之处，敬请读者指正。

本书图 1-5-1~图 1-15-14 山地分类彩图由李呈罡制作，其余彩图在陶和平指导下由高攀、杨莉协助完成，王小丹赞助了部分出版费，在此一并表示感谢！

钟祥浩 刘淑珍

2013 年 10 月

目 录

第一篇 总论

第一章 国内外山地研究历史进程综述	3
第一节 山地研究历史简述	3
第二节 山地研究历史进程评述	15
参考文献	17
第二章 近 30 年来中国山地研究进展与展望	19
第一节 《山地学报》(原《山地研究》)创刊的时代背景	19
第二节 山地综合性研究概述	20
第三节 中国山地研究展望	34
参考文献	39
第三章 山地科学体系构建	46
第一节 山地系统复杂性与特殊性	46
第二节 人—山关系地域系统复杂性	51
第三节 山地科学体系	52
参考文献	55
第四章 山地环境学研究	56
第一节 山地环境研究发展趋势与前沿领域	56
第二节 山地环境系统研究新框架	61
第三节 山地环境学研究对象、理论与重点领域	67
参考文献	74
第五章 山地分类	77
第一节 山地概念	77
第二节 中国山地分类	80
第三节 中国山地类型划分指标体系	87
第四节 中国山地分类体系与命名	95
第五节 基于 GIS 的中国山地大尺度分类	96
参考文献	99
第六章 山地环境动力系统	101
第一节 山地环境动力系统概述	101
第二节 山地构造动力系统	105
第三节 山地外营力系统	108

第四节 山地重力动力系统	113
参考文献	117

第二篇 特殊环境下的生态过程特征

第七章 金沙江干热河谷环境特征与生态退化	121
第一节 金沙江干热河谷环境特征与生态系统演化	121
第二节 干热河谷元谋土地荒漠化特征及原因分析	131
第三节 干热河谷土地荒漠化评价指标体系	139
第四节 干热河谷生态退化及恢复与重建途径	145
第五节 干热河谷元谋盆地冲沟沟头形态学特征	152
第六节 干热河谷元谋盆地土地利用/土地覆盖对冲沟侵蚀的影响	157
参考文献	161
第八章 高山山地环境与生态	163
第一节 横断山环境特征及其资源、生态效应	163
第二节 横断山东缘中段地区垂直自然带	174
第三节 贡嘎山垂直自然带	181
第四节 贡嘎山暗针叶林带自然与退化生态系统的生态功能特征	193
第五节 贡嘎山高山生态系统观测试验站的科学意义及其应用前景	200
第六节 贡嘎山森林植被与冰川退化迹地的植被演替	205
第七节 贡嘎山晚更新世以来环境变化与生态效应	212
第八节 贡嘎山地貌特征及地貌发育史	221
参考文献	231
第九章 高原高寒山地环境与生态效应	233
第一节 青藏高原地质环境的演变与生态系统的形成	233
第二节 青藏高原地貌环境特征与生态系统的空间格局	237
第三节 青藏高原气候环境的复杂性与生态系统的分布	240
第四节 青藏高原土壤环境与生态系统	244
第五节 西藏高原雅鲁藏布江中游地区环境灾害成因分析	246
第六节 西藏高原洛扎冰湖溃决危险度评价	252
第七节 高原山区的一种特殊灾害生态现象	258
参考文献	262
第十章 高原高寒山地冻融作用与冻融侵蚀	264
第一节 寒冷环境土壤侵蚀类型	264
第二节 青藏高原土壤侵蚀类型	268
第三节 青藏高原土壤侵蚀评价体系及监测方法	273
第四节 界定西藏冻融侵蚀区分布的一种新方法	276
第五节 我国冻融侵蚀调查与评价方法	280

第六节	我国土壤冻融侵蚀现状及防治对策	285
第七节	我国水土流失调查评价方法若干问题的思考	291
参考文献	.....	294

第三篇 山地生态退化与生态建设

第十一章	中国山地生态系统	299
第一节	山地生态系统的地域分异	299
第二节	山地生态系统分区	302
第三节	山地生态系统类型及生物多样性	306
第四节	山地退化森林生态系统	315
参考文献	.....	324
第十二章	长江上游生态退化与对策	325
第一节	生态环境特点	325
第二节	生态退化现状与特点	329
第三节	退化生态恢复与重建原理与对策	340
第四节	退化生态恢复重建途径	343
参考文献	.....	348
第十三章	长江上游防护林体系建设与生态效应	350
第一节	川江流域地貌环境特征与林业生态评价	350
第二节	生态经济分区与防护林体系分类及其功能定位	363
第三节	江岸带防护林布局与发展前景分析	386
第四节	森林植被变化对洪水的影响分析	404
第五节	森林植被变化对削洪减灾功能的影响	409
参考文献	.....	415

第四篇 高原山地生态安全屏障保护与建设

第十四章	青藏高原生态环境现状调查与分析	419
第一节	生态环境现状调查技术路线与方法	419
第二节	气候变化与生态效应	420
第三节	土地利用与土地退化趋势	423
第四节	土地沙漠化现状与发展趋势	426
第五节	水土流失现状特点与变化趋势	428
第六节	植被状况与变化趋势	431
第七节	水生态现状及变化	435
第八节	农村与城市生态环境问题分析	441
参考文献	.....	445
第十五章	高原生态环境脆弱性与生态安全战略	446

第一节	西藏生态环境脆弱性特点	446
第二节	青藏高原生态安全战略	449
第三节	青藏高原土壤侵蚀敏感性分布规律及其分区	452
第四节	青藏高原生态环境稳定性评价	457
参考文献	.....	462
第十六章	西藏生态功能区划研究	464
第一节	研究背景	464
第二节	生态功能区划的原理、原则与流程	465
第三节	生态环境敏感性评价	467
第四节	生态服务功能评价	471
第五节	生态功能区划	474
第六节	分区功能评价	475
参考文献	.....	477
第十七章	青藏高原生态安全屏障保护与建设	478
第一节	生态安全屏障内涵	478
第二节	构建青藏高原国家生态安全屏障的必要性	478
第三节	生态安全屏障构建原理与基本思路	487
第四节	生态安全屏障功能分区与功能定位	490
第五节	生态安全屏障保护与建设的指导思想、原则与目标	497
第六节	生态安全屏障保护与建设工程布局	499
参考文献	.....	506
第十八章	中国山地生态安全屏障保护与建设	508
第一节	构建中国山地生态安全屏障的重要性	508
第二节	中国山地生态安全屏障的宏观构架	510
第三节	开展中国山地生态安全屏障亚区保护与建设研究的思路	515
参考文献	.....	518

第五篇 山地环境与发展

第十九章	山地环境与农牧业发展	521
第一节	西藏“三农”现状分析及发展战略	521
第二节	西藏农牧业和农牧区经济结构战略性调整探讨	525
第三节	青藏高原草地退化沙化	532
第四节	青藏高原北部草地退化驱动力系统分析	545
第五节	基于ETM+影像的高寒草地退化评价模型	550
第六节	青藏高原草地退化及防治对策	558
第七节	基于山地农业地貌特点的陡坡耕地退耕对策	561
参考文献	.....	572

第二十章 西藏主体功能区划研究 573

 第一节 主体功能区划技术流程与方法 573

 第二节 经济社会发展水平 576

 第三节 生态系统保护程度 584

 第四节 国土空间开发支撑条件 594

 第五节 西藏主体功能区划方案 607

 第六节 西藏小城镇体系发展思路及其空间分布和功能分类 607

 第七节 西藏高原城镇化动力机制的演变与优化 615

 参考文献 622

第二十一章 青藏高原生态安全与可持续发展 624

 第一节 高原生态安全面临的压力与问题 626

 第二节 高原生态安全综合评价 630

 第三节 高原生态安全屏障的构建与可持续发展 636

 参考文献 639

彩色图版

第一篇 总论

第一章 国内外山地研究历史进程综述^①

第一节 山地研究历史简述

一、山地知识的记事时代与知识积累的早期阶段

人类对山的认识和研究经历了漫长的历史时期。在人类的早期,可以说对山地的认识是处于一种无知的状态。那时的人们把突如其来的山崩、山洪、滑坡和泥石流以及急风暴雨等山地自然现象视为妖魔作祟,为此把山视为神,把它当作神仙加以敬仰,祈求山神的保佑。那时的人们根据山峰形态和高度的不同,用带有神秘色彩的名称对山予以神化。

在人类社会早期漫长的时期中,人类对山地的了解和认识从无知逐渐转变到有知。在人类与山地的长期接触中,对山地的形态、岩石性状和动植物特征逐渐产生感性的认识,但知其然,不知其所以然。

到了有文字记载的历史时代,人类对山地的认识发生了极大的飞跃,把山地的各种自然现象和生产生活中的经验用文字记载下来,从此开始了山地知识的记事时期,这个时期经历的时间很长。大概距今 2300 年前,古希腊人在山地现象的记述方面做了较多的工作。古希腊人不仅对地中海沿岸诸国山地作了考察记载,并对小亚细亚、亚美尼亚、外高加索、阿特拉斯山、比利牛斯山、阿尔卑斯山等进行了详细的考察记述。在距今 2000 多年前的罗马帝国,在山地的考察和山地知识的记述方面也做过不少的工作。我国在距今 2000 多年前的战国时代,在山地知识记述方面已有杰出的贡献,集中反映在战国时代编写的《山海经》这部地理著作中。该书详细地记述了中国的山脉和河流,把当时中国的山地分为“中山经”、“南山经”、“西山经”、“北山经”和“东山经”。管子编著的《地员》篇中详细地记述了山地植物随高度变化的垂直分布特征,并指出山地阴阳坡植物有所不同,这种认识是当时世界上其他国家所没有的。在距今 1900 年前的中国东汉时代,著名的地理学家班固在其《汉书·地理志》中创立了以郡县政区为纲、山川物产为目的新体例,把山脉河流纳入政区之中,对中国山脉做了详细的记述,成为中国疆域地理志的始祖^[1]。在距今 1500~1600 年前的中国北魏时期,卓越的地理学家郦道元亲身考察和记述了 1200 多条河流源头山地特征及有关支流和河道情况,对每条河流流域内的山川特点及土壤、植物等情况作了记述。他的《水经注》,对火山作了生动形象的记述,对

^① 本章作者钟祥浩,在 2000 年成文的基础上作了些补充。

山川景物的描述备受后人称赞,其中最脍炙人口的是《江水条》中对三峡山水的描述^[2]。距今 1300 年前唐朝时期的唐玄奘在其《大唐西域记》中详细地记述了他亲身经历和从传闻中得知的 100 多个国家、地区和城邦的山川形势及物产气候等情况,《大唐西域记》是研究古代中国西北地区和南亚地区山地变迁的宝贵资料。在距今 2000~1000 年前期间,国外在山地方面的考察记述资料很少。

在距今 1000~500 年前期间,国内外山地考察和记述方面较前期有显著的变化,在注重山地现象记述的同时,重视山地现象的分析。中国北宋沈括的《梦溪笔谈》一书^[3],对河流的侵蚀、搬运和堆积作用的相互关系及其形成的地形作了精辟的论述。中国宋代地理学家范成大对四川峨眉山进行了考察,通过考察详细地分析了山地气候的变化对植物垂直分布的影响。他发现山下生长许多阔叶高大茂密的森林,而山上却生长不怕寒冷“状似杉而叶似圆”的塔松之类的树木和状如乱发的苔藓植物,并对峨眉山植被垂直分布现象产生的原因作了分析。他认为山顶植被特征的形成是由于高山寒冷多风的高寒气候所致。中国元代郭守敬不仅在天文学、数学方面有卓越的成就,在山地研究方面也有卓越的贡献,其中在如何根据山地地貌特点进行水资源利用方面的贡献尤为突出^[1]。他根据山前河流洪积扇地形地貌特点,巧妙地将分布于山麓出露的分散小泉水汇集成渠,解决山前人们的用水问题。元代还有朱思本和汪大渊等旅行家对中国有关山地特色不同程度地作了论述。元代建立的包括中国、印度、阿富汗直至东欧平原的蒙古帝国为元代旅行家、探险家了解和认识中国和欧亚大陆国家山地状况起了重要作用,极大地丰富了人们对亚洲山地知识的积累。

在中世纪,国外对山地的考察和论述也做出了很大的贡献。阿拉伯伊斯兰教的传教士和旅行家对非洲北部、东部和南部进行了考察,同时漫游了中亚的叙利亚、美索不达米亚,考察了南俄罗斯有关山地,穿越阿富汗,途经印度、锡兰岛、东印度群岛到达中国。通过他们的考察访问,积累了大量有关山地方面的知识,其中阿拉伯人阿费森纳提出流水把地表刻出山地的思想。

二、山地知识积累的拓展时期

公元 15 世纪是人类开始进入地理大发现时期。15 世纪初,明朝郑和七下西洋,虽不能说对山地研究有什么重大贡献,但其伟大历史意义在于他的航海比哥伦布还要早 80 多年。他所到的国家达 30 多个,他不但促进了中国和这些国家友好关系的建立,还带去中国开发利用山地资源的先进技术,如矿山的开采与矿石的冶炼技术。既郑和下西洋后的 15 世纪末,进入地理大发现时期。这期间先后发现了北美大陆和南美大陆及太平洋中的许多岛屿。来自欧洲的许多探险家和旅行家们对北美和南美大陆内部的山地和高原进行了探险和考察,对其中的许多山地现象和山地动植物作了详细的描述,并首次对热带山地的各种自然、人文现象做了研究,为热带山地知识的积累作出了重要贡献。

公元 16 世纪末至 17 世纪初的明末清初时期,中国著名地理学家徐霞客对中国许多名山进行了考察和描述,特别是对中国西南岩溶山地地貌的考察研究做出了卓越的贡献。写出了 56 万字的《徐霞客游记》,这是中国第一部研究石灰岩山地的巨著。他到过中国西南地区横断山脉,翻越许多大山,考察了金沙江、澜沧江,并以惊人的毅力对中国广西、贵州和云南等地的石灰岩山地进行了认真的考察,在洞穴学研究方面有独到的见解,

对山地岩溶学研究做出了不朽的贡献,是中国山地石灰岩地貌研究的先驱。在他的考察记述中,对山地地貌形态与岩性之间的关系进行了分析。

在16世纪前后,生产力在欧洲得到了快速的发展,进而促进了人类对自然界的认识。当时的意大利学者达·芬奇用唯物的思想对山地出现的一些特殊地质现象进行了解释。他认为大陆高地出现的贝壳是海陆变迁的结果,并依此对地球的变化进行了分析。同时他提出水流侵蚀山坡,侵蚀泥沙部分堆积于山谷,大部在河口三角洲淤积的山地演变过程。

到17世纪,中国地理学家孙兰是中国传统地理学家发展时期的代表人物,他虽没有专门对山地进行研究,但是与山地地貌演变有关的流水地貌的形成作出了科学的解释。他把侵蚀与堆积看成是地貌发育过程中的两个不可分的过程。他提出,在流水地貌的演变中既有渐变因素,也有突变因素,还有人为因素。他提出了“高岸为谷,深谷为陵”,“流水则损,损久则变”的山地地形演变规律^[1]。孙兰对山地自然现象的研究标志着中国山地研究由过去一般性的现象描述进入理性探索时代的开始。他的思想代表了17世纪后半期中国地理学研究的一种进步,也可以说是中国山地地貌研究的一种进步,他坚持唯物的学术思想,强调经世致用,讲求实际,反对迷信和灾异之说。到了18世纪末,俄罗斯学者罗蒙诺索夫提出内力作用对地球的发展和演化起着尤为重要的作用,对地球陆地的变化和高山的形成给予了科学的解释,并在此基础上建立了地貌形成的内外营力相互作用的理论。

三、山地知识积累的进一步拓展和山地知识的深化时期

19世纪至20世纪初是山地知识进一步拓展与积累和山地知识的深化时期。

19世纪的前半期开创了以德国洪堡为代表的世界性大规模科学考察和旅行记的时代。洪堡对中南美洲主要山地的自然现象以及社会人文情况进行了认真的考察和详细的记录,对南美安第斯山植物分带和气候分层进行了研究,其研究为山地地理学的建立起到了推动作用。他在安第斯山从事山地自然地理研究的方法,被后来的瓦堡应用于阿尔卑斯山和喀尔巴阡山以及世界其他山地的研究。在洪堡研究工作的影响下,世界其他国家的地质、地理和生物科学工作者,也相继开展了有关山地考察、探险和旅行的活动。这时期的考察更多的是对前人没有进行过探险、考察的山峰或更高更险的大山进行考察。欧洲人不再以攀登阿尔卑斯的各个险峰而满足,以斯文·赫定为代表的瑞典欧洲人深入青藏高原,对世界屋脊——喜马拉雅山开展考察,开拓了有关世界屋脊的高山与高原方面的知识。俄国人深入天山山脉进行山地科学的考察,了解和积累了许多有关天山自然地理方面的知识。此外,还有不少欧洲探险家考察了非洲和南北美洲未曾考察过的山峰。通过大量的新的山峰的考察,不仅拓展和丰富了山地方面的知识,而且对许多山地自然现象进行了研究与分析。与洪堡同时代的著名地理学家李特尔强调人类与自然之间的相互影响关系,提倡用地图的方法来显示山地系统中天然植物与气候之间的关系,由他编纂的《自然地理学》一书,是对山地地理知识的一次系统整理与分析。19世纪后半期,地质和地理工作者对地表形态、侵蚀与堆积作用做了大量记述和解释工作,但总的说来缺少系统性的理论,也没有提出和形成专门的研究方法。到19世纪末20世纪初,地貌学的发展进入了一个新阶段。美国戴维斯(W. M. Davis)创立了“侵蚀循环学说”。他把

地貌发育分为幼年、壮年和老年三个阶段；又把构造、营力及阶段列为地貌的三要素。这一学说在地貌学的研究中影响较大，对山地地貌的深入研究起到了极大的推动作用。他同时于 1887 年写出了《山地气象学》一书^[4]，是有史以来关于山地科学知识的系统总结。19 世纪至 20 世纪初的一百多年中，有关山地生物学方面的系统论述成果与资料不多。在戴维斯理论的影响下，中国不少著名地质地理学家对中国江河地貌的形成演化作了深入的考察研究。如李四光、叶良辅和李春昱等对三峡地区长江河谷的形成与演变做了深入的考察研究^[5-7]；其他学者对黄河峡谷、珠江流域峡谷和金沙江石鼓大拐弯的成因进行了考察研究。这期间国外地貌学的研究出现空前活跃的气氛。当戴维斯侵蚀循环学说流行于英美地学界之际，欧洲大陆一些国家，如法国和德国，对地貌学的研究出现新的观点，其中影响较大的是 W. 彭克的《地貌分析》（1924 年），他用分析地貌的方法来确定地壳运动的性质，并提出地貌学的基本任务是根据形态特征来阐明地壳运动的最新历史。他把地貌发育看做是内外营力相互作用的结果，同时又根据山坡的发展过程来研究地壳运动的方向和速度^[8]。可以说，彭克的理论为山地地貌的深入研究和山地地貌学的建立奠定了基础。

四、山地研究从定性开始向定量方向发展

在 20 世纪前半期，苏联在山地研究方面做出了令人瞩目的成就，其中对山地垂直地带性方面的研究尤为突出。其中，20~30 年代，苏联地植物和土壤学家对山地垂直带结构进行了研究，到 30~50 年代，在典型山区开展了植被和土壤垂直地带性分类的尝试性研究，并将苏联植被和土壤划分为大陆型和海洋型两个基本垂直带系列。在此基础上进一步将苏联植被划分为 5 个垂直地带性型，即北极苔原型、北方型、湿润大西洋型、干燥型和堪察加型，同时把苏联土壤垂直带性结构从高到低分为三级，即带性纲，亚纲和带性型。带性纲反映由山地所处的地球某一纬度热力带位置所引起的垂直土壤带性差别；亚纲反映山地垂直土壤系列的相性差异；带性型是随高度而连续更替的土壤地带的一定总体^[9]。

在 20 世纪中期，国外在山地气候的研究方面取得了显著的进展。据 1931~1960 年期间山地气象观测站数量的不完全统计，全世界约有 20 个位于海拔 2000m 以上的长期定位山地气象观测站，另外还有 200 多个短期记录的高山气象观测站^[4]。通过山地气象的观测，为山地气象特征和气候过程的深入研究提供了基础。这期间众多山地气象观测站的建立与观测工作的开展，标志着世界山地气候与气象研究进入了一个新阶段。在气象学上研究最多的山脉是欧洲的阿尔卑斯山，其次为高加索山，圣埃利亚斯山和威廉山（巴布亚新几内亚）。其中阿尔卑斯山在山地辐射观测工作方面做得最为出色，是这个时期山地辐射时空分布资料最多的山区^[10]。此外在美国沿海山地、非洲北部山地、北美洲落基山、南美洲安第斯山和亚洲喜马拉雅山都开展了不同程度的气象、气候观测。通过实际观测资料的分析，对山地高度与温度关系、山地对降水的影响、山地能量收支等问题进行研究。自 1950 年以来，在欧洲每两年召开一次高山气象会议，集中交流和讨论山地天气和气候问题，其中近地层大气物理学、流体力学和动力气候学等成为学者们所关注的理论问题。

中国从 20 世纪 30 年代开始重视山地气候的研究，发表了不少有关山地气候方面的

文章,如徐近之的“拉萨今年之气候”^[11],朱炳海的“康南地理气候考察报告”^[12],严德一的“横断山脉中之气候蠡测”^[13],程纯枢的“黄土高原及内西北之气候”^[14],吕炯的“西藏高原上各地气压之年变化”^[15]和“西藏高原及其四周雨量的分布”^[16]等。1949年以后,中国山地气象与气候研究工作紧密结合国家经济建设需要,开展了大量山地农业气象与气候的考察、观测与研究工作,如华南热带作物的霜冻考察,西北黄土高原气候考察,三峡地区山地气候考察,南京地区山地地形小气候观测,武夷山山地气候观测,天山冰川气候与气象观测,秦岭山脉农业气候特征与气候资源研究等^[10]。中国在20世纪50~60年代,山地气候研究工作取得了很大的进步,如潘守文“长江上游地区的辐射特征研究”和傅抱璞的“山地气候特征研究”代表了当时的研究水平。但是,这期间在山地气候考察中所使用的仪器和技术装备还十分落后,山地气候的理论工作也显得比较薄弱。

20世纪50年代期间,重点开展了中国东北、西北和西南地区有关国土资源的专题考察与综合研究,调查和汇集了大量有关中国边远山区方面的地质、地貌、气候、土壤、植被、农业、水文等资料。这些工作较好揭示了中国自然地域分异规律,为中国山地资源的合理开发利用奠定了良好的基础,同时为中国山地垂直带谱结构分类及其空间分布规律的深入研究提供了依据。这期间国外重视山地地理现象与规律的总结,1965年英国地理学家贝第编著的《山岳地理》一书反映了当时山地研究工作的水平与特点。

20世纪50年代的中国地理大调查,所使用的手段和方法都比较简单和传统。通过这次调查已经意识到,只靠传统的方法进行考察和描述不能适应国家经济发展的需要。到50年代后期和60年代期间,中国科学院重视山地定位观测试验站研究,野外定点观测与试验站的建立和建设被提上日程,如1959年在新疆巩乃斯河上游的天山建立了积雪雪崩定位观测研究站,60年代初建立了云南东川泥石流观测研究站等。这些工作标志着中国山地研究进入了一个新阶段,为后来众多野外山地观测试验站的建立起到了积极的促进作用。中国山地研究在开始重视野外观测试验研究的同时,注意航空遥感新技术的应用,重视用遥感技术调查山地地理现象及其时空变化特点。

20世纪60年代期间,世界上出现地理学的数学革命,这种变化极大地促进了山地地理量化研究工作的深入,开始重视将相关分析、判别分析、因子分析与聚类分析等方法引入山地自然与社会问题的研究^[17]。这期间,山地作为一种区域,虽然还停留于传统区域学派的理论基础上开展山地资源调查与开发利用的研究上,但是以数字和数学方法为基础的山地量化研究上了一个新台阶。根据国际地理学和山地研究工作发展形势,当时的中国地学工作者深感需要对我国山地自然地理过程和资源合理开发利用做专门的深入研究。为此,中国科学院于1966年初正式批准在成都建立以山地为主要研究对象的中国科学院地理研究所西南分所,重点开展中国西南山区山地资源的开发利用与保护的研究。在60年代后期,国际地理学会成立了山地地生态学委员会。

五、山地研究的新时期

20世纪70年代山地研究进入了一个新的历史时代,可以说是山地研究提上世界议事日程的时代^[18]。这时国际上提出了涉及地球表层复杂系统的多学科综合研究大型项目,如《国际地圈—生物圈计划》,《人与生物圈计划》等。这些项目包含了多种自然要