

# 中国山地科学发展构想<sup>\*</sup>

邓 伟 程根伟 文安邦

(中国科学院 成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)  
水 利 部

**摘要** 我国山地面积约占陆地面积的 70%, 是世界第一山地大国。我国人口与经济快速增长, 山区土地利用、矿产资源、森林资源等开发强度的增加与山区脆弱的生态环境难以承受的尖锐矛盾日益凸显, 严重影响国家未来经济和生态环境安全。当前, 国外重大研究计划(IGBP, IHDP, GTOS) 非常关注山地重大科学问题的探索, 山地研究已成国际热点和科学前沿。加强山地科学研究, 着力发展山地科学体系, 为新山区建设提供强有力的科技支撑, 确保山区发展又好又快, 同时对提高我国在国际地球系统科学领域的影响力和引领作用具有重大的战略意义。

**关键词** 山地, 山区发展, 生态屏障, 山地科学



邓伟研究员

中国是山地(包括所属山区)大国, 面积约占陆地国土总面积的 70%, 山区人口约占全国人口的 45%, 山地系统的健康与可持续性, 关系到国家生态安全的

现在与未来。1992 年在巴西环境与发展大会上通过的《21 世纪议程》, 明确阐述了山地生态系统的重要性与脆弱性, 强调山地生态系统管理与实现山地可持续发展的重要意义。加强山地科学研究与山地学科体系建设, 不断深入认知山地科学规律, 对服务国

家可持续发展, 建设 21 世纪新山区、全面实现小康社会发展目标, 具有重大的科学意义和保障国家生存安全的深远意义。

## 1 山地决定地球表层格局与演化

山地是具有一定海拔高度和坡度的陆地表面单元, 具有垂向的突出性和水平的延伸性<sup>[1]</sup>。山地系统是地球表饰演变/变化过程的主体, 控制和影响着地理生态格局与环境演变。

### 1.1 山地控制地理格局

山地系统与地理分异密切相关, 高山控制大的地貌格局, 低山影响局地地理特征。据不完全统计, 全球大的山系有 14 个, 对全球地理格局具有重大影响, 而我国青藏高原山系最具全球影响或区域控制性。喜马拉雅山脉与南极和北极共同成为地球的三极, 对全球的气候格局与地域分异起着支配作用。

在亚洲: 喜马拉雅山脉极大地改变了东

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008 年 2 月 24 日

亚地理格局与气候格局,是山地垂直地带性与纬度地带性、经度地带性相互交叉的地域综合体,也是长江、恒河等大河的发源地,成为亚洲大陆的“水塔”;在欧洲:阿尔卑斯山脉成为中欧温带大陆性湿润气候和南欧亚热带气候的分界线,发源了多瑙河、莱茵河等世界名河;在美洲:落基山脉是美洲科迪勒拉山系在北美的主干,被称为北美洲的“脊骨”,几乎所有河流都发源于此,最大河流为密西西比河;在南美洲:安第斯山脉是陆地上最长的山脉,发育了世界上流量最大、流域面积最广的河流——亚马逊河。

很显然,山地系统的空间结构导致全球尺度与区域尺度/流域尺度的地理分异。仅就我国山地系统与地理格局的关系而言,喜马拉雅造山运动导致青藏高原山脉群的形成,不仅塑造了我国三大阶梯地势格局,还相应地形成了东部季风区、西北干旱区和青藏高原高寒区三大自然区域,奠定了我国生态地理大格局。

## 1.2 山地控制水系发育

千山万水和山高水远是对山与水关系的绝好描述。山地之所以成为大江大河的发源地,主要缘于山地是空中水汽汇聚的中心,世界上降水最多的地方基本上都与山地有关,即地形抬升造成的所谓“地形雨”。降水的基本规律是山区多于平原。在高寒的山地大面积分布着冰川。据有关调查,我国目前冰川总面积约 6 万 km<sup>2</sup>, 占全球中、低纬度的 50% 以上。山地冰川成为江河发源地,所以,西部山地素有中国“水塔”之誉。没有山地就不会形成复杂的水系。澳大利亚 700 多万 km<sup>2</sup> 的国土,因缺乏高山的抬升作用,导致四面环海的澳洲中部极度的干旱,而日本岛国,因有富士山的存在,使其降水充沛,河湖体系发育。所谓山水/山河,皆是山为水之母,即“积土成山,风雨兴焉”。所以,山

地是水系发育的根基。

## 1.3 山地孕育丰富的生物多样性

山地系统复杂多样的生境条件创造了生灵万物的存在与神奇,形成了生物多样性的宝库或物种基因库。仅以植物为例,中国维管束植物有 353 科, 3 184 属, 27 150 种,其中约 90% 分布在山区。再如山地大省云南有陆栖脊椎动物 126 科 502 属 1 252 种,占全国陆栖脊椎动物种数的 58%。丰富的药用植物资源也绝大多数生长在山区。

## 1.4 山地是水土平衡的控制器

山地形态、地理环境和植被状况对其表层水土演变过程具有明显的控制作用。山地在气候、生物、水流作用下,其表层物质经过风化、剥蚀/侵蚀、搬运和沉积,塑造了广阔平原。而山地径流过程对以土壤为主的表层物质迁移起到了主导搬运作用,山地至平原构成了陆地表层动能与物质平衡过程的共轭关系,体现在流域侵蚀与河流水沙输移特征与规律中。

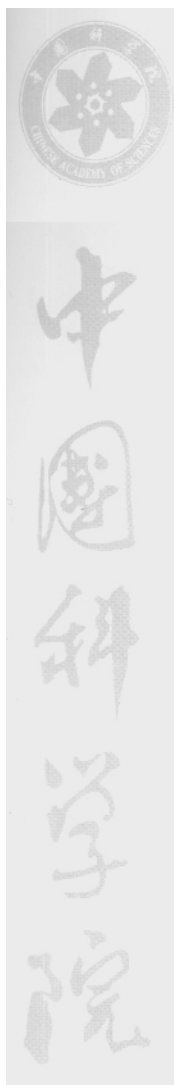
## 2 山地系统级联效应

山地复杂的地形使其水分与能量的差异十分明显,导致不同尺度下陆地表层过程的规律和特征的不同,进而在生态系统和环境系统方面产生着复杂的级联效应。

### 2.1 山地是多界面强烈干扰的交互作用区

山地无论是水平方向还是垂直方向,形态变化是急剧的,尺度效应十分明显。多尺度差异导致生态与环境过程复杂多变,存在很大的不确定性。

山地的地理界面、生态界面和环境界面相互作用和彼此影响,形成了千差万别的地理生态格局,在不同的尺度情形下,表现出不同的作用和效应。如山体的坡向、走向、峰岭和沟谷,不同空间尺度组合有不同的效应,并在景观上、生物多样性上和生态健康水平上,深刻表现出多种差异和空间尺度的



级联效应。

## 2.2 山地是陆地表层过程的策源地

山地表层碎屑物质在重力和水流作用下运动,不断改变陆地表层形态与物质组成。由于多重动力作用于山地,又使其过程的剧烈性造成自然灾害,如坡面侵蚀、滑坡、泥石流、山洪等。山地特殊的地质地貌和气候条件,控制着陆地表层时空变化的过程,决定了其它环境与生态过程的方向和规模。

## 2.3 极地是地球环境风险的预警区

全球气候变化对山地系统造成了最直接的影响,南北两极和青藏高原的冰盖与冰川短时间急剧融化与退缩,已成世界科学家关注的焦点,警示气候变化可能带来的全球性危机或灾难。不言而喻,极地是对全球环境变化响应最敏感区域,其变化也深刻影响着地球系统的整体变化,许多未知领域亟待加强深入系统的研究,以期对人类可持续生存与发展提供科学对策依据。

## 3 山地与经济社会发展

据统计,目前全国山区居住人口 5.8 亿,拥有 7 亿多亩耕地,16 亿多亩森林,23 亿多亩草场,水能资源 6.8 亿 kw,居世界第一位。此外,山区的风能资源、矿产资源、景观资源等都十分丰富,是支撑 13 亿人口的生存、发展的重要资源与环境基础。而山区经济总体发展严重滞后于全国平均发展水平,山区 GDP 仅为全国的 30%左右,并且生态环境问题日益明显。从科学发展观的视角看,全面实现小康社会和新农村建设目标,要求国家必须关注山地与经济社会发展关系的协调问题。

### 3.1 山区是人类的发祥地,重要生存空间,孕育着多民族文化

山区是中国古人类的起源地。如距今 200 万—240 万年前的“元谋人”化石,位于云南元谋山区;“北京人”、“繁昌人”、“汤山

人”和“蓝田人”等古人类化石遗址也均分布于山区。人类起源、演化与发展的规律在区域上是从山地到丘陵再到平原。

不同类型、形态的山地(山区)与人类生存的生产和生活方式密切相关。如贵州、广西岩溶山区和湖南、安徽花岗岩及砂岩山区的民居风俗与生产方式就存在许多差别。

山地也是我国多民族的聚居区,是多种文化的共存繁荣区。在云贵川山区居住的少数民族就有 40 多个,横断山区有 25 个民族。多样深厚的民族文化使山区乡村民俗丰富多彩,形成了灿烂的文化遗产,也构成了特有的旅游资源。

### 3.2 山地是社会发展的资源基地、生态屏障

我国山地是自然资源的主要赋藏地,具有重要的供给服务功能。除了山区农业生产外,山区每年产铁矿石 2 亿多 t、煤炭约 10 亿 t、木材 5 000 多万 m<sup>3</sup>,同时还是油气生产的重要基地。另外 119 个国家级风景名胜区中,名山就有 62 处,占 52%,成为发展生态旅游的重点区域。

另外,山地生态环境屏障功能不可低估,高大山脉本身就是水汽和动植物的屏障。分布在山地/山区的森林、草地、沼泽湿地、湖泊等不可替代的生态服务功能,对平原地区具有重要的生态环境屏障作用。

## 4 发展山地科学体系的重要性与紧迫性

我国人口与经济快速增长,不断增加的资源开发与山区脆弱生态环境难以承受的矛盾日益凸显,频发的山地灾害对国家重大工程的影响和对山区城镇安全的威胁等,都将严重影响国家未来经济和生态环境安全。山区的建设关乎国家全面小康建设总体目标的实现,山区生态建设与保育关乎国家发展的生态环境安全持久保障的基础。因此,

必须全面加强山地科学综合研究,不断破解山地开发和山区发展面临的重大基础性、应用性科学问题,为新山区建设提供强有力的科技支撑,确保山区发展又好又快。

#### 4.1 脆弱的山地系统亟待保育,科技支撑需求十分迫切

我国山地处在强烈的季风作用交互带上,在全球气候变化和不断加剧的人类活动影响下,山地脆弱性更为明显,正在发生巨大的变化。特别是近百年来,的短时限高强度的开发,原始森林几乎完全丧失,植被退化,冰川退缩,直接影响高山生态,并导致流域涵养水资源能力下降,河川径流变化加剧,水土流失严重,加上滑坡、泥石流、山洪等山地灾害的强烈影响,流域中上游城镇生产、生活安全受到严重威胁,也直接影响到山区重大基础设施建设与安全。许多涉及山区发展的重大科学问题亟待破解,特别需要在“中国山地格局、过程与功能”、“减缓和预警山地灾害机制”、“全球变化下山地系统演变对国家经济与环境安全的影响机理、评估及对策”、“山区人-地关系协调机制、战略与流域可持续管理”等方面推动理论与技术的创新和重大突破。

#### 4.2 全球高度关注山地问题

国外重大研究计划非常关注山地的综合性问题。1973年联合国教科文组织在人与生物圈研究计划中,就开展了“人类活动对山地生态系统影响”的专题研究。而后又在1974年发表了加强山地环境研究的“慕尼黑宣言”。在NASA固体地球科学未来25年研究设想中也指出,地球表面一直处于自然变化之中——地震、火山喷发、破坏性洪水、泥石流、滑坡和其它自然灾害,认识地球表面的这些变化是一个重大的科学挑战。这个地球表面变化很关键的区域就是山地表层系统过程<sup>[2]</sup>。IGBP、IHDP和GTOS委员会

联合提出了全球变化——山地研究倡议,相继开展4大研究行动计划<sup>[3]</sup>。这些行动已在全球范围提醒人们注意和关注山地问题。

#### 4.3 生存与发展的未来依托于山地/山区的可持续性

山地是人类文明的发祥地,也是多民族文化诞生与发展的根基。山地更是支撑未来人类生存的生态与环境基石。山区是国家经济未来发展必然的支撑空间区域,在资源、环境和生态,特别是旅游产业发展的空间更大。新山区建设关乎国家发展大局。

从人类生存与发展所面临的挑战看,生态与环境危机,特别是水资源危机,成为人类共同面对的难题,而解决这些难题必须基于系统认识山地过程及其规律,从科技层面、政策层面确保国家山地系统的可持续性管理。

#### 4.4 中国应当引领世界山地科学的发展

山地科学鲜明地继承了地理科学的核心,体现了地球系统科学的前沿性,是最复杂的交叉领域。我国是世界最大的山地国家,是地球上最复杂的山地系统分布区域,复杂的地质过程、地貌过程、气候过程、水文过程、表生地球化学过程、生态过程等,都极具山地的典型性和代表性,是山地科学研究的最好场所。其科学问题的认识与复杂机理的揭示,将有助于地球系统科学的发展。因此,中国应当引领世界山地科学的发展。

### 5 山地科学体系的构建

#### 5.1 山地科学体系的理论基础

著名地理学家丁锡祉先生曾明确提出:山地学是一个以山地为研究对象的学科群和复杂学科体系<sup>[4,5]</sup>。知名山地环境学家钟祥浩研究员对山地环境学的研究对象和内容也做了比较系统的阐述<sup>[6,7]</sup>。随着全球气候变化影响日益凸显和人类活动不断向山区空间扩展,使山地科学在研究方面有着更加丰





富的内容,除了要在自然科学领域的不断探索和新知识的发现外,也要在人文科学以及社会可持续发展研究方面不断地深入、交叉和综合。

山地科学体系的构建首先是基于地质学、地理学、气候学、灾害学、水文学、土壤学、生态学、环境学、资源科学和人文科学与信息科学等,针对山地研究的特殊性而形成的地球科学的分支学科理论与方法。

## 5.2 山地系统的要素研究与作用机理

山地的形成及演化/变化是山地科学研究的核心,对山地自然要素的认识(山地无机环境要素和有机环境要素)和山区人文要素的了解,是系统认识山地与山区的基础。有必要通过影响山地格局和演化作用的各个要素的研究,进而综合认识各个要素的变化特点,以及多要素组合相互作用/效应机理和变异的临界特征值,阐明多要素作用下山地系统变化基本规律与特征,并进行多情景模拟与预测,为山地和山区管理提供科学指导及依据。

## 5.3 数字山地与虚拟现实技术

建设数字山地信息平台,应用现代定量遥感技术,有助于山地的分类、山地与山区的划分,以及山地与山区统计标准与表征指标体系的建立,利于在中宏观尺度上研究山地系统的结构、功能,认识其变化规律,揭示其动力学机理,为山地系统变化的监测、生态与环境功能评估、预测及现实虚拟提供基础科学数据支持和技术。

## 5.4 全球气候变化与山地系统响应及反馈

山地与海洋是全球环境变化的双驱动系统,存在响应与影响的相互作用关系。尽管全球陆地面积仅有29%,但海-陆间水汽交换作用、地-气间能量交换作用都和山地相关联,特别是青藏高原的隆起对东亚季风的强化作用,极大地改变了水热平衡关系。

在全球变化作用下,不同尺度上的山地系统响应和级联效应机理亟待深入研究。

## 5.5 山区发展的地域特征与城镇空间体系

山区发展必然会促使人-地相互作用增强,对山地系统的影响与潜在风险和危机不容忽视。通过诊断山区发展现状、地域空间结构特征与差异及可持续性评价,指导山区城镇建设体系与产业布局,协调人口集聚度与山地保护关系,为解脱山区贫困实现小康,为山地系统生态与环境的健康和可持续管理提供科学指导。

## 5.6 山地研究领域的重点方向

### 5.6.1 山地类型、格局与地理环境

研究山地形成的动力过程,建立山地系统分类指标体系,阐明山地定义、山区概念与空间界定,揭示山系格局与地理分异机理和特征。

### 5.6.2 山地表层结构、过程与环境功能

研究山地的地带性与地理生态差异、山地多界面系统物质输移、山地环境与河流、山地生态系统结构与环境功能评估,揭示山地健康生态系统维持与生物多样性保育及调控机制,阐明气候变化与山地响应及生态适应时空耦合关系。

### 5.6.3 山地灾害与环境管理

通过山地灾害形成动力学机理与减灾技术原理研究,进行山地灾害预测预警及其风险管理,认识环境变化下山地灾害频发性与时空规律,分析山地灾害对山地表层系统过程的影响,建立灾害环境治理与修复技术体系,指导山区环境安全建设与管理。

### 5.6.4 数字山地与山地遥感监测

基于多源遥感信息的山地系统基础数据库建设,提高山地信息认知技术能力,通过定量遥感与虚拟现实技术的支持,适时对典型/重点山地环境变化进行遥感监测,包括对滑坡、泥石流、水土流失监测与预警,为

山地综合研究提供技术支撑平台。

### 5.6.5 山区发展模式与综合管理

研究山地自然资源形成与分布规律和潜力及可持续机制,包括山地自然遗产的功能与潜力,规划山区城镇化建设体系与产业布局,发展环境友好的山地高效农业,开发山地特色资源与生态旅游,研究和建立山区资源输出与生态环境保护的补偿机制,指导‘21世纪新山区’的建设与管理。

致谢 衷心感谢郭梅菊提供有关信息资料,宋长青研究员、冯仁国研究员在撰写本文讨论时所给予的重要指导。

#### 主要参考文献

1 王明业.中国的山地.成都:四川科学技术出版社,

1988.

- 2 侯春梅等.NASA 固体地球科学未来 25 年研究设想.地球科学进展,2003,18(6):987-996.
- 3 孙成权等.国际全球变化研究核心计划与集成研究.北京:气象出版社,2003.
- 4 丁锡祉,郑远昌.初论山地学.山地研究,1986,4(3): 179-185.
- 5 丁锡祉,郑远昌.再论山地学.山地研究,1996,14(2): 83-88.
- 6 钟祥浩.山地研究的一个新发向—山地环境学.山地研究,1998,16(2):81-84.
- 7 钟祥浩.山地环境研究发展趋势与前沿领域.山地学报,2006,24(5):525-530.

## The conception of mountain science development in China

Deng Wei Cheng Genwei Wen Anbang

(Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS 610041 Chengdu)

China ranks first in mountainous areas in the world, with an area of mountainous regions occupying about 70% of the area of its land. The sharp conflict between the fast increase of population and economy highlighting the day-by-day increase of development intensity in land resources utilization, mineral resources and forest resources and vulnerable ecological environment difficult to bear it, will badly affect the foundation of the country in the future economy development and the security of the ecological environment. Mountain science should be stressed urgently. Meanwhile, the study on mountainous areas has become a hot research and scientific frontier in the world. For instance, the overseas major research programs IGBP, IHDP and GTOS pay much attention to the exploring of major science problems of the mountainous areas. Therefore, it is of great importance to energetically develop scientific system of mountainous areas, to supply strong scientific and technological support for the construction of new mountainous areas, to guarantee a better and more rapid development of mountainous areas and to improve China's leading action and influence in the field of Earth system science in the world.

Keywords mountainous areas, the development of mountainous areas, ecological protective defence, mountain science

邓 伟 中国科学院/水利部成都山地灾害与环境研究所所长,国际山地综合发展中心中国委员会秘书长,研究员,理学博士。1957年9月出生于沈阳。主要从事水文水资源与高原湿地生态研究,参与山地科学发展战略研究。E-mail: dengwei@imde.ac.cn

