

# 山地科学的重点问题与学科框架

程根伟 钟祥浩 郭梅菊

( 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所 四川 成都 610041 )

**摘 要:** 现代社会面临全球性的人口、资源、环境与发展问题的严重挑战,山区作为我国未来发展的战略后备地将具有更加重要的地位。山地资源利用、生态环境与生物多样性保护、山地灾害防治以及山区国土整治等一系列问题的解决需要科学的指引。从山地的概念和属性入手,论述了山地科学在地理科学中的地位,讨论了山地科学与山地学的联系与区别,构造了山地科学的学科框架,提出山地科学近期应关注的 5 个重点领域: 1. 山地环境演变过程与作用机理; 2. 山地自然资源开发与保护关系; 3. 山区城乡关联发展模式; 4. 山地自然灾害形成机理与减灾途径; 5. 数字山地与虚拟现实技术。加强山地基础科学问题和分支学科的研究,将进一步丰富和发展地理科学,并为山区资源和环境的科学管理奠定基础。

**关键词:** 山地属性; 山地科学; 学科框架; 重点领域

**中图分类号:** K90

**文献标识码:** A

中国是世界山地大国,山区面积约占陆地国土总面积的 70%,山地人口约占全国的 48%<sup>[1]</sup>。山地生态和环境系统的稳定与安全,关系到国家生态安全与未来发展前景。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 世纪新山区和实现全面小康社会的宏伟目标,具有重大的科学价值与现实意义。

## 1 山地的主要属性与山地科学

### 1.1 山地的基本属性

#### 1.1.1 山地的定义

山(或山体: Mountain)是具有一定高度、相对高度和坡度的陆地单元,在地貌上呈现独立突出的高大地形特点。山地是彼此关联的山体总称,是山体群控制下的地域综合体,是山岳概念的推广,具有垂向的突出性和水平的延伸性。山地有广义和狭义之分。广义的山地包括高原、盆地和丘陵;狭义的山地仅指山岳、山脉及其分支。社会上广为使用“山区”

一词,指由山地控制下的地面关联区域,具有地域的连通性和空间的延展性,并包括地面之上的生物种群和社会载体。但是其边界并不十分清楚。

国内外关于山地的定义众多, Messerli 和 Ives (1996) 在 Mountain of the World - A Global Priority 一书中界定了山地的两个特征,即坡度和高度的组合<sup>[2]</sup>。 UNEP - WCMC 提出,海拔高于 2 500 m 的区域被认为是山地;而针对海拔介于 300 ~ 2 500 m 之间的区域,如果表现出较陡坡度或在小范围内的大起伏(相对高度)很大,也被认为是山地<sup>[3]</sup>。南京大学等单位主编的《地理学辞典》认为,山地是许多山的总称,由山岭和山谷组合而成,其特点是具有较大的绝对高度和相对高度<sup>[4]</sup>。王明业等在《中国的山地》一书中定义山地为具有一定高度和坡度的地面<sup>[5]</sup>。肖克非在《中国山区经济学》一书中采取量化的山地定义,即高度起伏 > 200 m 的地段均归入山地<sup>[6]</sup>。赵松乔在《我国山地环境的自然特点及开发利用》一文中<sup>[7]</sup>,将山地确定为下面两种情形:

1. 具有较大的高度,海拔一般在 500 m 以上,如超

收稿日期( Received date ): 2011 - 03 - 13。

基金项目( Foundation item ): 中国科学院西部行动计划项目( KZCX2 - XB3 - 08 )。 [ Western action plan project of Chinese Academy of Sciences ( KZCX2 - XB3 - 08 ) . ]

作者简介( Biography ): 程根伟( 1956 - ) ,男,博士,研究员,主要从事水文学与森林生态研究。 [ Cheng Genwei( 1956 - ) , male, research professor, engaged in the research on hydrology and ecology. ] E-mail: gwcheng@imde. ac. cn

过3 000 m 则不论坡地或平地均可称为高山及“山原”;2. 有一定的相对高度 相对高度超过 500 m 的称为山地 不到 500 m 的称为丘陵。徐樵利、谭传凤在《山地地理系统综论》中确定广义的山地为相对高度大于 200 m 的区域,并在山地内部划分丘陵、低山、中山、高山、极高山和盆地。程鸿在《我国山地资源的开发》一文中定义山地是由一定绝对高度和相对高度组合的地域<sup>[8]</sup>。

根据相关学者的分析并结合我国山地的特点,我们建议采用的山地划分标准为:1. 海拔 $\geq 2\ 500$  m;或2. 海拔:1 000~2 500 m,坡度 $\geq 5^\circ$ 或相对高度 $\geq 300$  m;或3. 海拔 500~1 000 m,相对高度 $\geq 300$  m。

### 1.1.2 山地的基本属性

#### 1. 山地的自然属性

山地的类型及特点与地质成因有关,与岩土组成有关,还与气候条件有关。在构造运动和水文气象作用下,可以形成不同类型和规模的山系。按地质构造可划分为褶皱山、断块山、单面山、穹隆山、火山等;按岩石性质可划分为花岗岩山、石灰岩山、砂岩山、变质岩山、熔岩山等;按气候作用可划分为冰川作用的山地、寒冻作用的山地、侵蚀剥蚀作用的山地、溶蚀作用的山地以及风化剥蚀作用的山地等。无论哪一种类型的山地,其自然属性均体现为如下方面<sup>[9]</sup>:

1) 能量梯度变化性:这里的能量主要指势能、动能和热能。山越高所产生的重力势能越大,山体重力势能随山体高度升高而递变。动能指坡面物质运动能,受重力加速度的影响,坡面上运动的物体由上而下动能逐渐增大;另一方面由于坡面的摩擦阻力,动能又会迅速减弱。所以坡面物质的动能梯变特征取决于二者的平衡关系。热能梯变性表现为近地面气温和表土层土温的递变性。山地近地面气温随海拔的升高而递减。

2) 环境要素垂直分异性:垂直分异性表现为自然地理要素或生物生态要素的垂直演变或更替。最明显的表征是气候、土壤、植被沿高度方向呈现出类似于平面上由低纬度向高纬度的类型变化,而且其变化速度较平面快约 700 倍,即高度每增加 160 m 相当于纬度方向增加  $1^\circ$  即 115 km。由于地理要素变化显著,类型间距离短,每种类型看似横坡方向的一条条带子,由此而产生了地理学上著名的垂直地带性理论。

3) 地表物质迁移性:山坡上的风化物(例如土壤)特别是其中的养分物质和其他化学元素的易地迁移(位移)作用强。主要是由于坡面上物质的势能、坡面径流的输送以及上部物质对下部物质的挤压作用。通常,在自然状态下观察到的“侵蚀坡”基岩裸露或土层瘠薄,“堆积坡”、麓坡、谷底出现的厚层堆积物及冲洪积扇就是这种作用的产物;高含量的河流泥沙也是这种作用的结果。山地物质的易地迁移常常是通过水土流失、滑坡、崩塌、泥石流、河流输沙等表现的。山地的易地迁移作用也使肉眼不可见的化学元素特别是其中的可溶性物质大量淋失。

4) 环境要素空间异质性:这是通过高度、坡度、山体形状及地面起伏度、地质和土壤条件、风和降水等众多地质地理要素,相互作用表现出来的综合效应。任何一个因素的变化都可能导致环境效应的改变。这是山地不同于平原而具有明显异质性的本原所在。即使是在山区一个不大的范围内,也可能出现许多各具特色的生态带(岛)或小生境,不同生态带和小生境的生态适宜性不同,由此引起其上的生物群落形式和内容、作用和效果的差异。

5) 地表形态破碎性和自相似性:山地地表起伏大、切割深、切割密度大,因此从空中观察,山地分割破碎。看起来就像是杂乱无章的拼块的任意聚集。实际上,山地表面形态还是有某种规律的。按地貌中的分形理论观察,山地形态具有自相似性。朱晓华等对我国全国陆域和西南部区域进行对比研究发现,中国全国山系分维值为 1.63,西南部山系分维值为 1.35。山系分维值反映了山系在不同区域间的分布频度差异,分维值越大,长大山系出现或分布的频度越小。上述结果表明,中国西南部长、大山系出现的频度大于整个中国陆地区域的平均水平。

6) 环境结构的脆弱性:这里的脆弱性是指对干扰或内外力作用敏感,原来的性状易于发生不稳定变化的属性。脆弱性是山地的重力势能、环境异质性等原生属性的连带效应。从本质上说,脆弱性是多种“力”(不同方向、不同性质、不同大小的力)的不平衡性。复杂的地质构造和岩性也是导致山地异质性的重要原因。山地地质构造和岩性复杂多变,所以山地环境基底的抵抗力和稳定性的时空差别大而呈现出严重不平衡状态,导致山地整体的脆弱性。

#### 2. 山地的人文属性

1) 边缘性:山地作为江河流域的分水岭和源地,远离主流、干流和下游低平地,因此一般成为开

发较晚,开发程度较低的边缘区域。相对于开发较早、经济发达、社会文化方式先进的平原地区而言,山地可被看作是边缘区。从经济意义上说,即使在当代全球经济一体化进程步伐加快的形势下,因其边缘性而阻碍了外界的投资热情。

2) 难达性:由于山地具有高、陡、险和灾害多发及交通不便等特点,严重地阻碍了山地对外联系以及山地内部的社会交流,增加了内外交流的时间和成本。这种难达性还导致文化意识方面的不易接近性和先进技术的难达性。

3) 封闭性:边缘性和难达性导致山地与平原、山区聚落与城市之间交流少,进而形成山地居民思想的封闭性、文化的封闭性、生产方式的封闭性,乃至滋生思想上的保守性。山地的封闭性既具有很高的抵抗外部干扰的能力,又显示出对外部驱动的情性和响应的滞后性。

## 1.2 山地科学与山地学

山地的自然和人文属性决定了山地科学问题的复杂性和山地学作为一门学科形成与发展的必然性。山地科学问题的复杂性表现为山地组成要素复杂多样,空间结构跨度大,地域差异非常明显,山地自然地理过程与人类社会经济活动互为作用,山地科学问题牵涉到自然科学、社会科学和技术科学。现代山地面临全球性的人口、资源、环境与发展问题的严重挑战,山地资源利用、生态环境与生物多样性保护,山地灾害防治和山地国土整治等一系列问题都有待山地科学工作者去调查、研究、规划和协调。这样山地科学要解决的问题牵涉到地球系统科学,包括山地地质学、山地地貌学、山地气候学等和山地人文地理学,还涉及山地社会学、山地经济学、山地人口学、山地民族学等。可见,山地科学问题既有山地自然地理环境问题,又有山地人文环境问题,前者着重研究山地自然规律,后者需要研究山区社会规律。显然,山地科学研究的内容十分庞杂,是一个以山地研究为对象的学科群,这些学科群都有各自要研究解决的科学问题,具有相对独立性,但是它们彼此之间都有交互联系,因此,山地科学内涵可概括为性质相近和具有相互联系的不同特质的多门或多层次学科知识的集合。山地科学是涉及有关山地自然、经济、社会乃至人-山哲理等客观规律的多学科的知识体系,具有结构复杂、外延宽广而内涵较浅的特点。

作为山地科学体系中的核心学科,山地学则是

按照自然科学思想方法组成的学科门类。遵循按照学问的性质来划分学科门类的原则,山地学作为一门学科应有其明确的研究对象和要解决的具体的学问,其研究对象可规范为“作为自然-人文综合体而存在的山地地域系统”,该系统包括了人文因素或有人文价值和人文活动影响的山地系统,它不同于作为“山链、山岳及其分支的总称”的自然属性的山地系统,而是具有了人地系统的特性<sup>[9]</sup>。因此,研究以人地系统为核心的山地地域系统结构、功能、演化与调控的山地学,具有不同于山地科学的深刻内涵。

山地学需要关注和了解发生于山地的各种自然和社会经济过程与规律,如坡面过程、气候过程、生态学过程以及人口与经济变化过程,这些过程是山地地貌学、山地气候学、山地生态学和山地社会学及山地经济学研究的内容,但这些过程影响到山地地域系统结构与功能,因此需要把这些学科研究成果纳入山地地域系统调控与优化的研究中。山地学有其明确的研究对象和方法,既是山地科学体系中区域性和综合性最强的一门学科,同时又是引领山地科学发展的关键学科。

## 2 山地科学在地理科学中的地位

“地理科学”这一概念是在1986年由钱学森提出的。他思考并提出地理学应当是与自然科学、社会科学、数学科学等并列的大科学体系,故称“地理科学”<sup>[10-11]</sup>。可以分为三个层次,即基础理论层次(基础科学)、技术理论层次(技术科学)、技术层次(工程科学)。基础理论层次包括理论地理学、区域地理学、部门地理学(如自然地理学、人文地理学及其分支);技术理论层次主要是研究应用的地理理论,如建设地理学、应用地貌学、应用气候学等;技术层次包括灾害预报、生态设计、区域规划、计量地理学、地理制图、遥感技术、地理信息系统等方面的实际应用技术。山地是一个特殊的地理单元,对山体、山地、山区的研究涉及地球科学、技术科学、工程技术以及社会科学等方面,因此山地科学是地理科学重要的组成部分。

### 2.1 对山地的观察催生了地理科学

地理科学是关于地球表面形态与人类生存关系的科学,它的研究需要从地理环境多样性中发现规律性的东西,而山地提供了最为丰富的地理要素,地

理科学的主要结果大都来源于对山地和山区的观察,其结论也主要是对山地自然环境特点的系统归纳。

以山脉为分界,流域成为人类认识的基本地理单元,河流是贯穿在山地与平原上的骨干;山地的高度和坡度作为地理上最重要的自然要素,影响了人类的生存环境;山脉划分了局部气候区,不同山地的岩石组成决定了土壤类型;土壤与气候又决定了植物的生存环境,导致了生物多样性的差异;山地具有不同高度和气候类型,既是天然的自然生境隔离带,又是各种生物的庇护所。对这些问题的研究是地理科学初期的重要内容,因此,地理科学许多理论的提出都来源于对山地问题的考察。

## 2.2 山地气候的研究阐明了垂直地带性

温度计和气压计的发明,推动了地理学的定量发展,山地的高度由此有了客观的标准,并且直接获得了气温的高度递减律。在山区气候的变化的支持下,土壤的垂直分带,植物的垂直分带,景观的垂直分带等特点获得观测证据,山地的垂直地带性规律得到了阐明;而垂直地带性与水平地带性的比较,深化了对人类生存环境的认识,这是地理学的重要结果,丰富了地理学的基本理论体系。

## 2.3 山区径流的观测验证了水文循环

水文循环是地理学的重要假设,在平原区由于无法进行全部水量的计量观测,难以获得明确的结论。山区流域地面分水线和地下分水线重合,并具有地下径流能够回归到河槽的特点,为分析降雨和径流的关系提供了较好的实验场所。根据山区对降雨和径流的观测,在考虑到流域蓄水的情况下,可以得到多年平均的径流量与蒸散发之和等于降雨量。山区降雨径流的观测结果证明了局部水文循环的假设,更大尺度的研究更支持了全球水文循环的理论。

## 2.4 山地是人类的发祥地,孕育着多民族文化

我国山区是中国古人类的起源地。如距今  $800 \times 10^4$  a 前的森林古猿化石位于云南高原的禄丰;距今  $170 \times 10^4$  a 左右的“元谋人”化石位于云南元谋;“北京人”(距今  $40 \sim 50 \times 10^4$  a)、“繁昌人”(距今  $200 \sim 240 \times 10^4$  a)、“汤山人”和“蓝田人”(距今  $65 \times 10^4$  a 左右)等古人类化石遗址也均分布于山区<sup>[12]</sup>。

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 个,横断山区就居住着 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。

## 2.5 山地是社会发展的资源基地、生态的屏障

山地是中国自然资源的主要赋存地。除耕地资源外,中国的森林资源、草地资源、矿产资源、水资源、景观资源的多样性与赋存空间的多样性结合在一起,奠定和支撑了 13 亿人口的生存、发展的重要资源与环境基础。

山地生态环境屏障功能非常重要、不可低估。山地生态系统的健康不仅对山区有重要价值,而且对平原地区具有重要的生态屏障作用,特别是流域体系从高山源头到平原入海口,山地系统过程是牵动整个流域资源环境和生态演变的关键区域,直接影响平原区的水土平衡过程,决定了大河流域整体景观格局的变化。

# 3 山地科学体系框架和重点研究领域

## 3.1 山地科学体系框架

山地是不同于平原或低地的地球表层复杂系统,既是集岩石圈、水圈、大气圈、土壤圈、生物圈表层相互作用过程的复杂区域和对全球气候变化与人类活动响应的敏感区域,同时又是人类社会和经济发展的重要场所。因此,山地是由各种自然现象和社会活动耦合形成的复杂的地域系统<sup>[13]</sup>,这就决定了山地科学是以山地为研究对象、地理科学为母体的多学科交叉的横断科学,既包括与山地形成演化有关的山地地质学、山地地貌学、山地气候学等自然学科群,又有与人类社会和经济活动有关的山地社会学、山地(区)经济学、山地人口学等社会学科群。这些学科群都有其明确的研究对象和学科发展的方向、任务和方法。山地科学体系框架见图 1。

## 3.2 山地科学重点研究领域

山地科学是涉及地理学、生态学、工程学和社会学的学科体系,又在社会发展中具有科学指引的作用,近期需要重点关注和研究下面几个领域:

### 3.2.1 山地环境演变过程与作用机理

近半个世纪以来的人口快速膨胀和全球经济飞速发展,产生了威胁人类安全的环境问题,特别是 20 世纪 1980 年代以来的全球变暖,使得已有的山地环境的演变过程加快,环境问题的危害加重,表现为高山冰川和冻土消融加速、冻融侵蚀作用加强,土壤碳库作用减弱,病虫害增多以及山地土地干旱化程度和山地灾害危害加剧。这些环境问题的出现已经不同程度地危及山地和平原地区人类社会经济

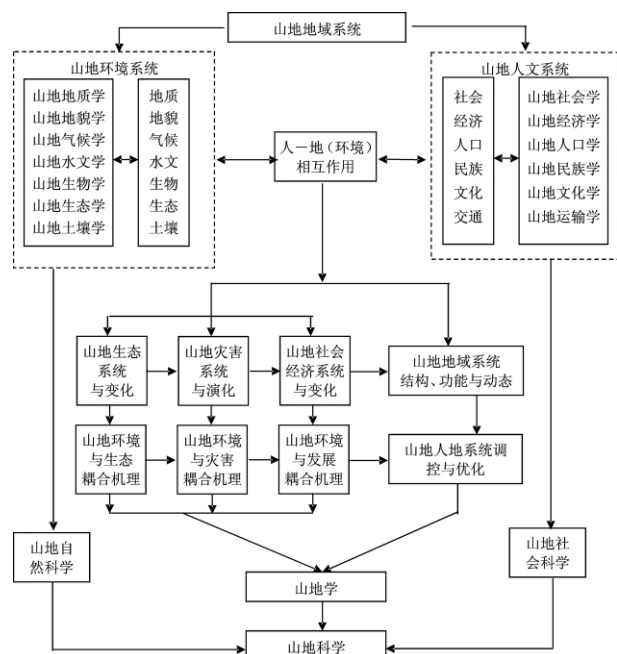


图1 山地科学体系框架及山地学科地位

Fig. 1 The framework and status of mountain sciences

发展。因此加强基于山地表层自然地理过程研究基础上的山地环境系统综合研究,即山地环境系统结构、功能及界面过程耦合作用与环境效应及对人类社会经济影响的研究,显得十分的必要。主要研究内容如下:

### 1. 山地环境过程与影响机制

重点研究山地坡面过程、气候过程、水文过程、成土过程和生物过程,揭示这些过程发生、发展的自然规律与作用机制。这些过程是具有特定方向性的复杂变化,表现为坡面物质流、能量流和信息流随高度、坡度、坡向和坡面形态而不同,而且这种变化处在地球内能和地表外能作用下,出现在地表的隆升与削蚀的矛盾过程中。因此,在单一环境要素过程研究基础上,认识山地环境系统各环境要素界面过程,是把握山地环境演变规律的关键。

### 2. 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。尽管陆地面积仅占全球的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,导致大区域的水分、能量的地理分异。在全球变化作用背景下,不同尺度上的山地系统响应和效应机理亟待加强探索,尤其是山地的垂直地带性,即垂直带谱变化特征、植被带谱对全球变化的响应与适应机理等方面都亟待研究。

### 3. 山地环境演变的动力学机制

山地斜坡环境是经受各种动力协同作用的一种不稳定的特殊环境,是陆地表层系统中岩石圈、水圈、大气圈和生物圈能量交换和物质运动界面过程最强烈的地区。在山地斜坡环境条件下,任何外力变化都可不同程度地影响或改变山地动力系统的平衡。可以说,山地环境演化是山地斜坡环境系统各种动力(地质应力、坡面物质重力、径流冲刷力、植物固结力、土壤粘聚力和斜坡梯度应力等)平衡态发生变化有关。处于动力协同作用下平衡态的破坏来自于关键动力要素的变化,因此,研究揭示引起动力协同作用平衡态破坏的关键动力要素可为山地斜坡环境灾害的预测与防治提供理论依据。

#### 3.2.2 山地自然资源开发与保护关系

山地拥有丰富水利水电、矿产、生物等自然资源。这些资源不仅是山区人类赖以生存和发展的物质基础,而且对平原地区乃至国家社会生产力发展有重大影响。世界许多国家和地区经济发展过程表明,工业的发展和实力的增加,都与自然资源的大规模开发利用有关。我国伴随人口的增长、工业化和城市化的迅速发展,对山地各种资源的需求量与日俱增,并导致某些不可再生资源枯竭。因此,如何深刻认识与科学预测山地资源赋存状态的演变和资源开发与保护的关系,需要加强山地自然资源综合性与区域性研究,提出山地自然资源合理开发利用的理论、方法与对策。重点研究内容如下:

#### 1. 重点山地地域自然资源综合评价

以我国自然资源富集区和对国家社会经济发展有重大影响的稀缺资源分布区为重点,以研究其数量、质量、时空变化、发展及开发利用条件为内容,从生态适宜性、经济合理性和技术可行性等方面开展评价,提出区域自然资源合理开发利用的方式与方向,分析对社会经济发展与布局的影响以及预期的经济效益与对策。

#### 2. 山地自然资源开发与保护

山地自然资源开发利用,在满足社会生产与生活需要,推动一定地区社会经济发展,同时也必然产生一定范围与不同程度的环境效应。为此,山地自然资源的开发利用,需把资源开发、区域发展和环境效应作为一个系统进行研究,分析资源需求与供给关系、资源开发环境效应与保护途径,以达到在最合理利用资源的基础上最有效地推动区域发展,同时又最大限度地产生产不利的环境效应,使山地环境

得到有效的保护。

### 3.2.3 山地城乡关联发展模式

山地固有的自然属性和人文属性限制了山地农村与城市的发展,时至今日,山地仍是全国发展最慢和贫困人口最集中的地区。随着我国改革开放的深入和小农经济向市场经济快速转变,山区农村模式和城镇发展途径存在许多亟待研究和解决的新课题,诸如产业结构调整、乡镇企业发展、小城镇建设与城乡一体化等,都需要山地科学从不同角度进行多方面的研究。重点研究内容如下:

#### 1. 山地农村区域功能定位

开展山地农村发展机制研究,首先应根据农村地区不同的发展条件和自然特点,划分农村区域功能定位,研究不同农村区域类型的形成、结构、水平及其空间分布规律,分析其资源优势及开发利用潜力,提出合理利用资源、调整产业结构、建立区域优化模式的方案与途径;探讨划分山地农村区域类型的原则、依据和指标体系,建立不同山区、不同层次的农村发展区域类型系统,作为国家和各地制定山地农村区域发展政策和调整生产力布局的依据。

#### 2. 山区产业结构与布局

山区产业结构类型,是农村区域功能的重要标志,也是农村发展机制研究的核心问题。为此,要依据不同山地生态环境特点、特色资源的优势与潜力,在明确农村区域功能定位基础上,研究确定与山地生态环境和资源优势相联系的产业结构模式和区域布局,提出不同山地区保护与发展的途径与对策,包括农村非农业与农业的协调发展和重要生态功能保护区生态补偿对策等。

#### 3. 山地农村城镇建设与城乡一体化

山地农村城镇是农村区域的经济活动中心,它与农村经济发展有密切关系。为此,要研究不同类型山地农村城镇的发展条件、城镇类型、职能、规模及空间分布规律,农村城镇体系的形成、特点及演变趋势;要开展山地农村集镇的区域差异研究,研究不同山地、不同层次农村集镇的类型与功能;研究在农村商品经济条件下,如何加强集镇建设与发展集市贸易问题;要研究新型的城乡关系及其机制,探讨山地城乡结合及经济一体化的途径。

### 3.2.4 山地自然灾害形成机理与减灾途经

山地特有自然灾害包括崩塌、滑坡、泥石流、山洪、雪崩和冰湖溃决等。这些灾害类型的发生发展与山地固有自然属性密切相关,随着人口增加和社

会经济发展地域的扩展,以山地为背景的人为自然灾害日益增多,危害日趋严重。山地科学参与山地特有自然灾害研究应着眼于自然灾害的区域性和社会性特征,从山地科学地域综合性的优势出发,综合研究山地自然灾害发生的地域背景、地域过程、形成机制、地域分异特征和空间分布与变化规律、划分灾害地域类型,进行灾害区划、区域灾害危险性评价与预警报,并结合不同山地区社会经济系统承受和防御自然灾害能力的差异,提出因害设防、因地减灾的区域减灾对策和区域综合减灾规划等。

### 3.2.5 数字山地与虚拟现实技术

山地的广域性和地形的复杂性都给山地研究带来了许多难以逾越的困难,特别是对山地系统的整体自然情况的全面了解和掌握,不依靠空间信息技术和数字化的刻画是不可能实现的。数字山地系统的建立,可为我国山地系统总体生态与环境功能评估提供基础科学数据支持,也为适时对重点山地系统动态变化监测提供基础技术平台。

数字山地信息平台建设,以及现代定量遥感技术,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,开阔研究的视野,也为山地系统变化的预测和山地灾害与环境影响的情景模拟提供技术途径。

## 4 结语

人类活动正在强烈地改变和影响地球系统,带来了前所未有的变化,山地系统是这些变化作用最敏感的区域。世界各国日益重视山地环境、山地生态与山区可持续发展的研究。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,强调山地生态系统的管理与实现山地可持续发展的重要意义,并编制了21世纪山地可持续发展行动计划。

过去我国在不同研究领域和方向上对山地问题作了很多研究,如有关山区生物多样性的一些研究计划,青藏高原的综合考察、调查,山地灾害专项研究等,但都是从学科的角度研究山地中的科学问题,从自然科学的角度讨论山地问题,对山地本身缺乏系统研究,没有形成有关山地的学科体系。山地科学应从山地的基本属性和功能出发,把山地特有的

问题和人类社会的需要紧密结合在一起,把山地研究融入到可持续发展的多学科交叉研究范围,吸收地球科学和社会科学的研究方法与成果,通过重点问题的突破推动学科快速发展。

### 参考文献(References)

- [1] Deng Wei, Cheng Genwei, Wen Anbang. The conception of mountain science development in China [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2008, 23(2): 156–161 [邓伟 程根伟 文安邦. 中国山地科学发展构想[J]. 中国科学院院刊, 2008, 23(2): 156–161]
- [2] Messerli B, Ives J D. Mountains of the World—A Global Priority [M]. The Parthenon Publishing Group, New York and London, 1997
- [3] Jiang Xiaobo. Preliminary study on computing the area of mountain regions in China based on Geographic Information System [J]. Journal of Mountain Science, 2008, 26(2): 129–136 [江晓波. 中国山地范围界定的初步意见[J]. 山地学报, 2008, 26(2): 129–136]
- [4] Nanjing University, etc. Dictionary of Geography [M]. Beijing: The Commercial Press, 1982 [南京大学等. 地理学词典[M]. 北京: 商务印书馆, 1982]
- [5] Wang Mingye, Zhu Guojin. Mountains in China [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1988: 1–2 [王明业, 朱国金. 中国的山地[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988: 1–2]
- [6] Xiao Kefei. Economics of mountainous regions in China [M]. Beijing: Land Press, 1988 [肖克非. 中国山区经济学[M]. 北京: 大地出版社, 1988]
- [7] Zhao Songqiao. Physical feature of China's mountain environment and economic problem of its utilization [J]. Mountain Research (Journal of Mountain Science), 1983, 1(3): 1–9 [赵松乔. 我国山地环境的自然特点及其开发利用[J]. 山地研究(现山地学报), 1983, 1(3): 1–9]
- [8] Xu Qiaoli, Tan Chuanfeng. Geographic system in mountainous regions [M]. Nanjing: Central China Normal University Press, 1994 [徐樵利, 谭传凤. 山地地理系统综论[M]. 南京: 华中师范大学出版社, 1994]
- [9] Zhong Xianghao. Institute of mountain hazards and environment, Chinese Academy of Sciences. Outline to montology and mountain research in China [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2000: 28–29, 44–50 [钟祥浩. 山地学概论与中国山地研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2000: 28–29, 44–50]
- [10] Qian Xueseng et al. View on the geographical sciences [M]. Hangzhou: Education Press of Zhejiang Province, 1994 [钱学森等. 论地理科学[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 1994]
- [11] Ma Ainai. Qian Xuesen's view on geographical science [J]. Chinese Engineering Science, 2002, 4(1): 1–8 [马蔼乃. 钱学森与地理科学[J]. 中国工程科学, 2002, 4(1): 1–8]
- [12] Cheng Hong. The exploitation of the mountain resources in China [J]. Mountain Research (Journal of Mountain Science), 1983, (2): 1–7 [程鸿. 我国山地资源的开发[J]. 山地研究(现山地学报), 1983, 1(2): 1–7]
- [13] Bi Siwen, Xu Qiang. Earth System Science [M]. Beijing: Science Press, 2002: 267–268 [毕思文, 许强. 地球系统科学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 267–268]

## The Outlines on Study Fields and Subject Framework of Mountain Sciences

CHENG Genwei, ZHONG Xianghao, GO Meiju

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

**Abstracts:** Modern society faces serious challenges in global population, resources, environment and development issues, mountain resources. It will be very important of mountains that are the strategic repertory region of China. A series of problems relative to environment variation, conservation of biodiversity, disaster prevention and national management in mountain regions are left for scientists to investigate and research. From the point of view of the concepts and properties of mountain, the authors analyzed the position of the mountain science in the geographical sciences, discussed the relationship and differences between the mountain science and montology. The framework of the mountain science is sketched in the paper. The authors proposed some key fields relative mountain science were need to pay high attention: 1) process and mechanism of mountain environment evolution; 2) development and protection of natural resources in mountains; 3) rural and urban development patterns in mountains; 4) Formation Mechanism of natural hazards in Mountains and mitigation approaches; 5) digital mountain and virtual Reality Technology. The studies on the basic scientific problems and sub-subject of mountain sciences may further enrich the geographical sciences, and provided the theoretic base for the scientific management of resource and environment in mountain.

**Key words:** mountain property; mountain science; subject framework; key fields