

中国山地范围界定的初步意见

江晓波

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041)

摘 要: 中国山地的范围一直缺乏可操作的、准确的量化方法, 从而导致对山地及其内部资源、环境、人口和发展问题认识的不全面。同时, 准确界定山地范围是实施数字山地战略的一项基础性工作。在前人研究的基础上, 采用两种方案确定中国山地范围。方案一: 将满足以下两种情况的国土界定为山地, 1) 海拔 $\geq 3\,000\text{ m}$; 2) 海拔 $\geq 300 \sim 3\,000\text{ m}$, 同时相对高差 $> 200\text{ m}$ 或坡度 $> 25^\circ$ 。根据此标准计算, 中国山地面积为 $4\,000\,265\text{ km}^2$, 占中国陆地面积的 41.67% 。方案二: 根据 UNEP-WCMC 的标准, 将满足下述情况的国土定义为山地, 1) 海拔 $\geq 2\,500\text{ m}$; 2) 海拔 $\geq 1\,500 \sim 2\,500\text{ m}$, 坡度 $\geq 2^\circ$; 3) 海拔 $\geq 1\,000 \sim 1\,500\text{ m}$, 坡度 $\geq 5^\circ$ 或相对高差 $\geq 300\text{ m}$; 4) 海拔 $\geq 300 \sim 1\,000\text{ m}$, 相对高差 $\geq 300\text{ m}$ 。根据此标准计算, 中国山地面积为 $4\,426\,130\text{ km}^2$, 占中国陆地面积的 46.11% 。按两种方法计算所得的分省山地面积中, 前 5 名都是西藏、青海、新疆、四川和云南。将两种方案计算的山地面积按高程划分为六级: ① $300 \sim 1\,000\text{ m}$ (含 300 m), ② $1\,000 \sim 1\,500\text{ m}$ (含 $1\,000\text{ m}$), ③ $1\,500 \sim 2\,500\text{ m}$ (含 $1\,500\text{ m}$), ④ $2\,500 \sim 3\,500\text{ m}$ (含 $2\,500\text{ m}$), ⑤ $3\,500 \sim 4\,500\text{ m}$ (含 $3\,500\text{ m}$), ⑥ $\geq 4\,500\text{ m}$ 。根据两种方案的定义, 海拔 $3\,500\text{ m}$ 以上的山地面积相等; 除了方案一在 $300 \sim 1\,000\text{ m}$ 间山地较方案二多 $324\,508\text{ km}^2$ 外, 其余几个级别山地的面积均为方案二大于方案一的山地面积, 其中 $2\,500 \sim 3\,500\text{ m}$ 间多 $133\,432\text{ km}^2$, $1\,500 \sim 2\,500\text{ m}$ 间多 $336\,186\text{ km}^2$, $1\,000 \sim 1\,500\text{ m}$ 间多 $282\,273\text{ km}^2$ 。

关键词: 山地; 范围; 定义; 数字山地; 中国

中图分类号: P91, P942

文献标识码: A

中国的山地范围一直采用模糊和不清晰的概念和数据, 如占国土面积“三分之二”的提法。在这样模糊概念下, 对山地资源与环境等问题认识也是不准确的。我国政府目前正在全面推进“构建和谐社会”战略, 山地是这一战略得以顺利实施的难点和重点所在。在人类的历史时期, 由于居住在山地的人口较为稀少, 所以虽然山地本身很脆弱, 但人地却保持着较好的和谐共生关系。随着人口的增加, 人类对山地资源采取大范围无节制、掠夺式的利用, 破坏了山地生态环境, 导致一系列山地灾害, 如水土流失、山洪、泥石流、滑坡和雪崩等的加剧。当前如何协调中国山地的人口、资源、环境与发展问题是亟待

解决的问题。中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 作为国内乃至全球都为数不多的以山地(区)为研究对象的综合研究机构, 应该加强对山地空间地理信息的认识和规律的探索, 推动山地科学发展、促进“数字山地”战略的实施, 服务于国家山地可持续发展宏观战略。本研究通过对中国山地范围的准确界定, 为山地研究和数字山地战略提供基础和支撑^[1-8]。

1 关于山地的定义

研究山地, 需要首先面对的一个问题是什么是

收稿日期 (Received date): 2008-03-01。

基金项目 (Foundation item): “数字山地原型研究”和中国科学院西部之光“山区小城镇可持续发展决策支持系统”项目资助 [Supported by Foundation of Institute of Mountain Hazards and Environment “Study on Prototype of Digital Mountains” and West Light Foundation of the Chinese Academy of Sciences “Geographic Information System of Sustainable Development in Towns of Mountain Regions”].

作者简介 (Biography): 江晓波 (1973-), 男, 羌族, 四川茂县人, 副研究员, 博士, 数字山地实验室主任, 主要从事 RS & GIS 应用和数字山地研究, 已发表论文 10 余篇。[Biography: Jiang Xiaobo (1973-), male, associate professor Ph.D., research direction: application of remote sensing and geographic information system, and digital mountains theory. E-mail: jxl@imde.ac.cn Tel: 028-85222782]

山地? 如何确定山地的范围?

国内外关于山地的定义众多, Messerli和 Ives 在 *Mountain of the World A Global Priority* 一书中粗略的界定了山地的两个特征, 即陡坡和高度的组合^[9]。UNEP-WCMC认为, 海拔 $> 2\,500\text{ m}$ 的区域通常被认为是山地; 而针对海拔介于 $300\sim 2\,500\text{ m}$ 的区域, 如果表现出较陡坡度或在小范围内高程变化很大 (相对高差, 即 Local Elevation Range - IER), 以及具有以上两个特征, 也被认为是山地^[10]。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, 切割深, 切割密度大, 通常多位于构造运动和外力剥蚀作用的活跃地区, 地质结构复杂^[11]。王明业、朱国金在《中国的山地》一书中定义山地为具有一定海拔和坡度的地面。山地有广义和狭义之分, 广义的山地包括高原、盆地和丘陵; 狭义的山地仅只山脉及其分支而言^[12]。肖克非在《中国山区经济学》一书中采取完全量化的手段定义山地, 即起伏高度 $> 200\text{ m}$ 的地段均归入山地。其中起伏高度是指山地脊部或顶部与其顺坡向到最近的大河 (流域面积 $> 500\text{ km}^2$) 或最近的较宽的平原或台地 (宽度 $> 5\text{ km}$) 交接点的高差^[13]。赵松乔在《我国山地环境的自然特点及开发利用》一文中, 将山地确定为下面两种情形: 1) 具有较大的海拔, 一般 $> 500\text{ m}$, 如超过 $3\,000\text{ m}$ 则不论坡地或平地均可成为高山及“山原”; 2) 有一定的相对高度, 相对高度超过 500 m 的成为山地, 不到 500 m 的, 专称丘陵, 不管其海拔高度如何^[14]。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 $> 200\text{ m}$ 的区域, 在山地内部划分丘陵、低山、中山、高山、极高山和盆地^[15]。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^[16]。中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所在《山地学概论与中国山地研究》中, 综合评价了前人关于山地的定义, 但没有进一步给出自己的定义^[17]。总体而言, 目前对于山地的定义包含定性、定量以及介于二者之间三种方式。但即便是定量的定义, 也存在一些难以量化操作的实际问题, 如相对高差的计算方法。郭绍礼和张天曾在 1980 年代对中国山区进行了初步划分^[18]。需要指出的是, 其研究的主要成果之一是依据县级行政单元将全国划分为山区县、丘陵县和平原县。换言之, 此方法强调从社会人文的

角度认识山区, 在保证行政界线的完整性的同时降低了山地范围的准确性。

2 可操作的山地定义

2.1 可量化的山地定义

本研究提到的可量化的山地定义是便于计算机自动计算, 从而提高对山地范围界定的效率和准确性。本研究采取两种方案计算山地面积。

2.1.1 方案一

海拔 $\geq 3\,000\text{ m}$ 划分为山地; 海拔 $< 300\text{ m}$, 认定为非山地; 海拔 $300\sim 3\,000\text{ m}$ 间的, 综合考虑相对高差和坡度, 即相对高差 $\geq 200\text{ m}$ 或坡度 $\geq 25^\circ$ 的划分为山地。

2.1.2 方案二

UNEP-WCMC标准: 海拔 $\geq 2\,500\text{ m}$ 划分为山地; 海拔 $< 300\text{ m}$, 认定为非山地; 海拔 $300\sim 2\,500\text{ m}$ 之间的, 综合考虑相对高差和坡度。其中 $300\sim 1\,000\text{ m}$ 之间的, 相对高差 $\geq 300\text{ m}$ 属于山地; $1\,000\sim 1\,500\text{ m}$ 之间的, 相对高差 $\geq 300\text{ m}$ 或坡度 $\geq 5^\circ$ 属于山地; $1\,500\sim 2\,500\text{ m}$ 之间的, 坡度 $\geq 2^\circ$ 属于山地。

2.2 界定山地范围的几个基本原则

2.2.1 区域连续性

山地具有区域的概念, 应尽可能保证山地范围具有连续性。

2.2.2 内部同一性

对于山地内部面积较小的非山地或非山地内部面积较小的山地, 通常忽略不计。

2.2.3 符合山地的科学定义

山地的范围应基本符合目前对山地相对一致的归纳和总结, 即山地指具有一定的海拔, 同时相对高差较大或 (和) 坡度较陡的区域。

2.2.4 符合山地认识的传承性

山地范围原则上应符合学者和大众对山地的一贯认识。

2.2.5 便于计算机自动处理

由于基础数据量巨大, 因此山地范围的确定需通过计算机自动计算所得。

2.3 数据源

本研究的 DEM 数据主要源于热带农业国际中心 (International Center of Tropical Agriculture - IGT), 基本格网单元为 86 m 。行政界线数据源自于地球系统科学数据共享网西南分中心 (<http://www.cnki.net>)

in de. geodata. cn), 基本比例尺为 1: 25 万。

2.4 相对高差

相对高差, 亦称相对高度、地势起伏度或地形起伏度。相对高差是山地范围确定中最为困难的工作, 这是因为相对高差定义的模糊性造成的。相对高差被理解为“一定范围内海拔的变化”, 而恰恰是这“一定范围”很难确定。本研究定义这一相对范围为 50×50 个栅格单元的范围, 即 18.49 km^2 。相对高差的计算公式

$$LER_i = E_i - E_{min} \quad (1)$$

其中 LER_i 表示第 i 个格网的相对高差; E_i 表示第 i 个格网单元的高程值; E_{min} 表示第 i 个格网单元所在的区域范围内的高程最低值。本公式中 E_i 的值可以从 DEM 中直接获取, E_{min} 则需运用 ARCGIS 中栅

格数据的空间分析功能进一步计算获取。

根据相对高差的定义, 利用 DEM 数据, 计算中国陆地相对高差, 结果如图 1 所示。相对高差 $\geq 200 \text{ m}$ 以上的陆地面积为 $2\,609\,981 \text{ km}^2$, 占我国陆地总面积的 27.19%。相对高差 $\geq 300 \text{ m}$ 以上的陆地面积为 $1\,775\,242 \text{ km}^2$, 占我国陆地总面积的 18.49%。

2.5 计算模型

2.5.1 方案一

引入公式

$$M_{area} = M_{\geq 3\,000\text{ m}} + M_{300 \sim 3\,000\text{ m}} \quad (2)$$

式中 M_{area} 为山地面积, $M_{\geq 3\,000\text{ m}}$ 为海拔 $3\,000 \text{ m}$ 以上的国土面积, $M_{300 \sim 3\,000\text{ m}}$ 为海拔 $300 \sim 3\,000 \text{ m}$ 的山地面积。 $M_{300 \sim 3\,000\text{ m}}$ 的计算公式

$$M_{300 \sim 3\,000\text{ m}} = M_{ler \geq 200\text{ m}} + M_{M_{slope \geq 25^\circ}} \quad (3)$$

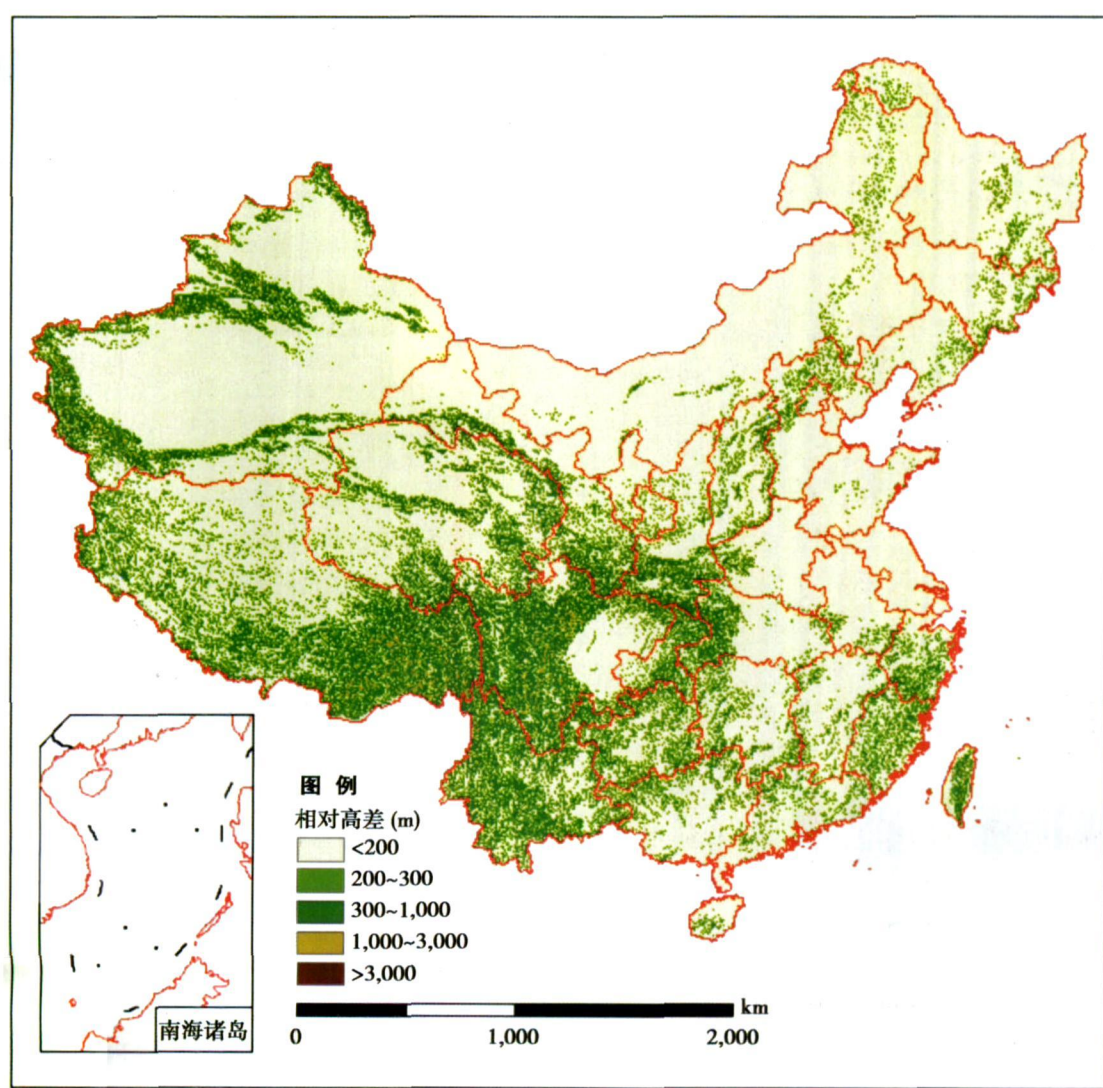


图 1 中国陆地相对高差

式 $M_{\text{ler} \geq 200\text{m}}$ 为相对高差 $\geq 200\text{ m}$ 的山地面积, $M_{\text{slope} \geq 25^\circ}$ 为坡度 $\geq 25^\circ$ 的山地面积。

2. 5. 2 方案二

引入公式

$$M_{\text{area}} = M_{\geq 2\,500\text{ m}} + M_{1\,500 \sim 2\,500\text{ m}} + M_{1\,000 \sim 1\,500\text{ m}} + M_{300 \sim 1\,000\text{ m}}$$
 (4)

式中 M_{area} 为山地面积, $M_{\geq 2\,500\text{ m}}$ 为海拔 $2\,500\text{ m}$ 以上的国土面积, $M_{1\,500 \sim 2\,500\text{ m}}$ 为海拔 $1\,500 \sim 2\,500\text{ m}$ 的山地面积, $M_{1\,000 \sim 1\,500\text{ m}}$ 为海拔 $1\,000 \sim 1\,500\text{ m}$ 的山地面积, $M_{300 \sim 1\,000\text{ m}}$ 为海拔 $300 \sim 1\,000\text{ m}$ 的山地面积。 $M_{1\,500 \sim 2\,500\text{ m}}$ 的计算公式:

$$M_{1\,500 \sim 2\,500\text{ m}} = M_{\text{slope} \geq 2^\circ}$$
 (5)

式中 $M_{\text{slope} \geq 2^\circ}$ 为坡度 $\geq 2^\circ$ 的山地面积。

$M_{1\,000 \sim 1\,500\text{ m}}$ 的计算公式

$$M_{1\,000 \sim 1\,500\text{ m}} = M_{\text{ler} \geq 300\text{ m}} + M_{\text{slope} \geq 5^\circ}$$
 (6)

式中 $M_{\text{ler} \geq 300\text{ m}}$ 为相对高差 $\geq 300\text{ m}$ 的山地面积, $M_{\text{slope} \geq 5^\circ}$ 为坡度 $\geq 5^\circ$ 的山地面积。

$M_{300 \sim 1\,000\text{ m}}$ 的计算公式

$$M_{300 \sim 1\,000\text{ m}} = M_{\text{ler} \geq 300\text{ m}}$$
 (7)

式中 $M_{\text{ler} \geq 300\text{ m}}$ 为相对高差 $\geq 300\text{ m}$ 的山地面积。

3 结果与讨论

为了更能反映山地连续分布的特点, 设定 $10 \times$

10栅格为基本运算单元, 将阈值确定为 0.37 km^2 , 对计算结果进行修正, 凡是面积 $< 0.37\text{ km}^2$ 的山地和非山地图斑都将其并入主要类型中。

根据方案一的模型计算, 中国山地面积为 $4\,000\,264.77\text{ km}^2$, 占中国陆地国土面积 ($9\,600\,000\text{ km}^2$) 的 41.67% , 分省 (包括直辖市、自治区、特别行政区) 的山地面积中, 绝对值超过 $5 \times 10^4\text{ km}^2$ 的省 (市、区) 为 12 个, 山地面积占本省 (市、区) 面积比例超过 50% 的省 (市、区) 为 7 个 (见图 2 和表 1)。

根据方案二的模型计算, 中国山地面积为 $4\,426\,130.34\text{ km}^2$, 占中国陆地国土面积的 46.11% , 分省的山地面积中, 绝对值超过 $5 \times 10^4\text{ km}^2$ 的省 (市、区) 为 10 个, 山地面积占本省 (市、区) 面积比例超过 50% 的省 (市、区) 为 9 个 (见图 2 和表 1)。

方案二和方案一比较, 有约 $1/3$ 的省 (市、区) 山地面积相当, 有约 $1/3$ 的省 (市、区) 山地面积增加, 还有约 $1/3$ 的省 (市、区) 山地面积略有减少。方案二的山地面积较之方案一增加了 $725\,865.57\text{ km}^2$ 。主要增加的省 (市、区) 为青海、甘肃、新疆、内蒙古和云南, 增加面积超过 $52 \times 10^4\text{ km}^2$, 还有部分省 (市、区) 山地面积有所减少, 但减少的幅度都不大 (见图 3 和 4)。在两种方案中, 上海是全国唯一没有山地的省级行政单元。

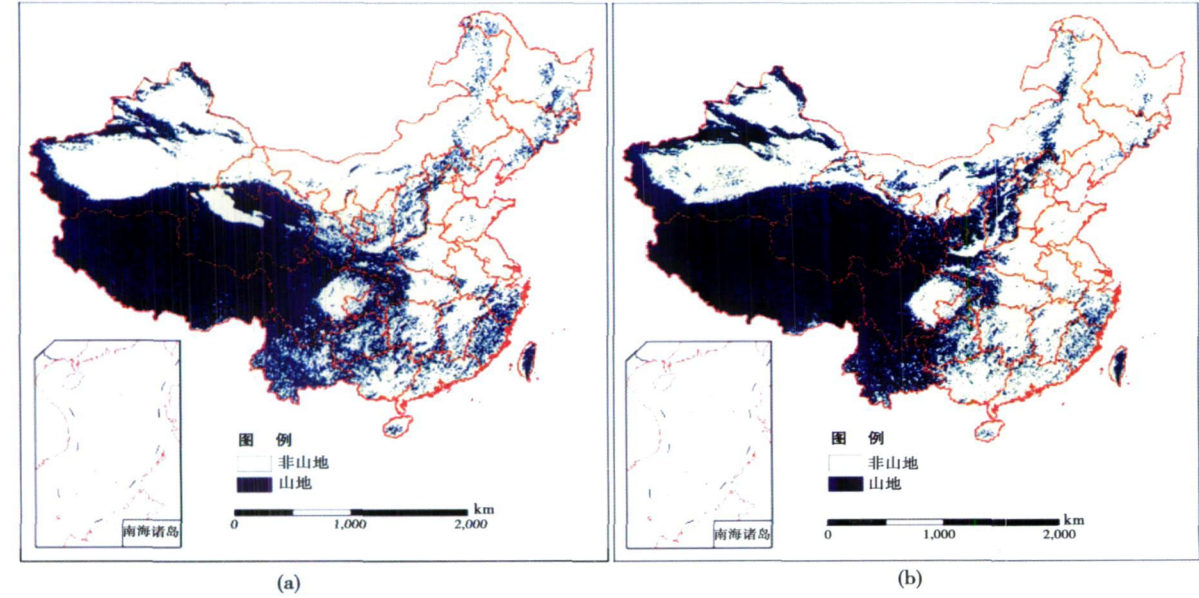


图 2 中国山地面积 (a 方案一, b 方案二)

Fig 2 Area of mountain regions of China (a Model 1, b Model 2)

将两种方案计算的山地按高程划分为六级 (见图 5): (1) 300~ 1 000 m(含 300m), (2) 1 000~ 1 500 m(含 1 000 m), (3) 1 500~ 2 500 m(含 1 500 m), (4) 2 500~ 3 500m(含 2 500 m), (5) 3 500~ 4 500 m(含 3 500 m), (6) $\geq 4 500$ m。计算结果如表 2所示。根据两种方案的定义, 海拔 3 500 m 以上的山

地面积相等; 除了方案一在 300~ 1 000 m 间山地面积较方案二多 324 508 km² 外, 其余几个级别山地的面积均为方案二大于方案一的山地面积, 其中 2 500~ 3 500 m 间多 133 432 km², 1 500~ 2 500 m 间多 336 186 km², 1 000~ 1 500 m 间多 282 273 km²。

表 1 两种方案计算的中国山地面积

Table 1 A rea of mountain regions in China based on two models

方案一			方案二		
省(市、 区)名	山地面积比例(占本省 (市、区)国土面积%)	山地面积 (km ²)	省(市、 区)名	山地面积比例(占本省 (市、区)国土面积%)	山地面积 (km ²)
西藏	99.36	1 209 310.73	西藏	99.25	1 207 730.88
青海	85.38	618 077.95	青海	99.91	723 326.42
新疆	32.65	542 211.96	新疆	40.21	667 474.07
四川	75.08	366 497.61	四川	73.56	359 208.85
云南	70.63	274 553.32	云南	90.53	352 507.93
甘肃	37.18	151 844.62	甘肃	64.98	265 393.22
贵州	55.00	96 708.93	内蒙古	12.58	146 459.91
陕西	40.54	84 494.96	陕西	61.44	128 137.14
广西	31.34	74 398.27	贵州	59.82	105 301.51
湖北	33.01	61 668.56	山西	58.53	93 467.26
湖南	27.14	58 222.81	湖北	24.64	46 039.29
福建	44.52	54 695.58	广西	16.30	38 751.21
内蒙古	4.03	46 972.93	河北	20.74	39 126.61
重庆	56.42	47 118.55	重庆	41.28	34 488.52
山西	28.11	44 855.66	福建	27.26	33 504.78
浙江	35.37	36 176.04	湖南	14.63	31 393.28
广东	19.65	34 634.39	宁夏	51.59	27 323.83
河北	17.22	32 483.82	浙江	22.53	23 039.28
江西	18.10	30 622.28	广东	11.00	19 393.14
黑龙江	6.20	28 411.66	江西	9.27	15 683.53
吉林	12.38	23 920.85	台湾	45.28	16 455.53
河南	11.07	18 582.38	吉林	6.31	12 196.39
台湾	52.04	18 916.82	河南	7.15	12 007.06
安徽	9.68	13 710.65	黑龙江	2.10	9 627.17
辽宁	8.68	12 596.69	安徽	5.32	7 539.52
宁夏	10.65	5 641.53	辽宁	2.63	3 813.68
海南	14.28	4 881.27	海南	8.62	2 946.88
北京	28.26	4 682.50	北京	16.39	2 713.86
山东	2.02	3 130.03	山东	0.60	922.74
香港	11.05	117.66	香港	10.06	107.00
江苏	0.07	74.28	江苏	0.04	36.12
天津	0.41	48.00	天津	0.10	12.26
澳门	3.48	1.48	澳门	3.48	1.48
上海	0.00	0.00	上海	0.00	0.00
合计		4 000 264.77	合计		4 426 130.34

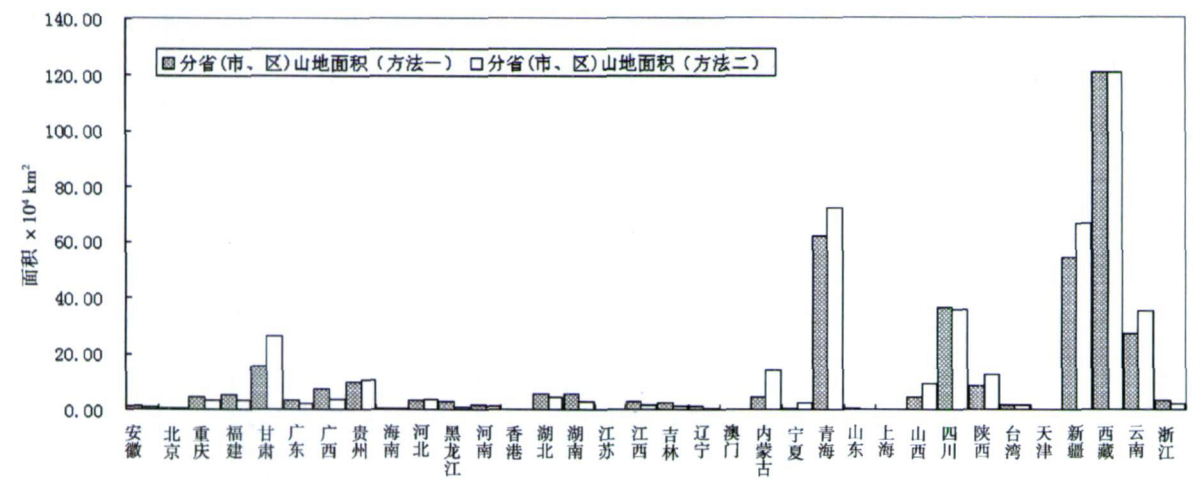


图3 两种方法计算的分省山地面积对比

Fig. 3 Comparison of mountain regions on provincial scale in two models

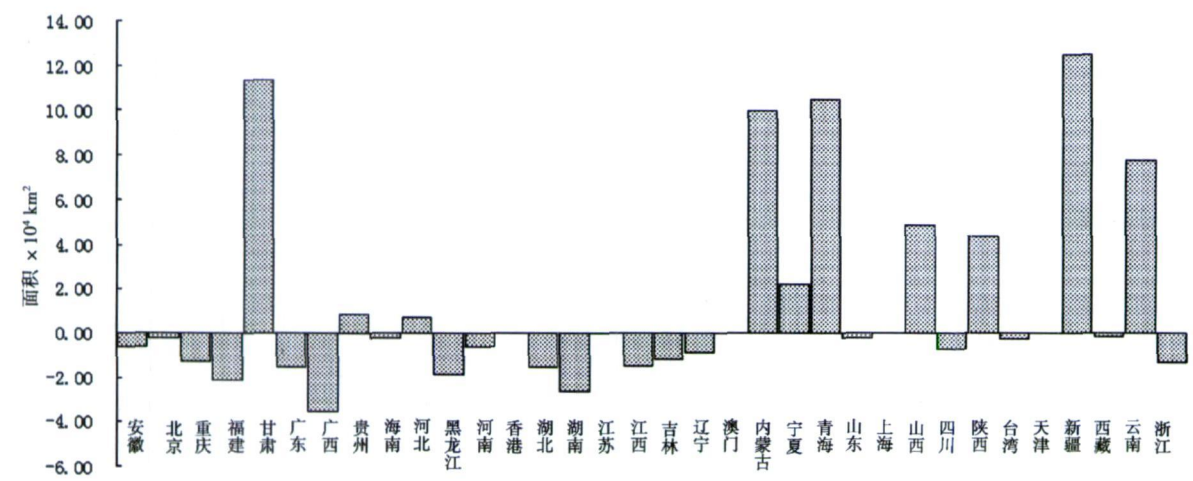


图4 两种方案计算的分省山地面积差值

Fig. 4 Area differentiation of mountain regions on provincial scale in two models

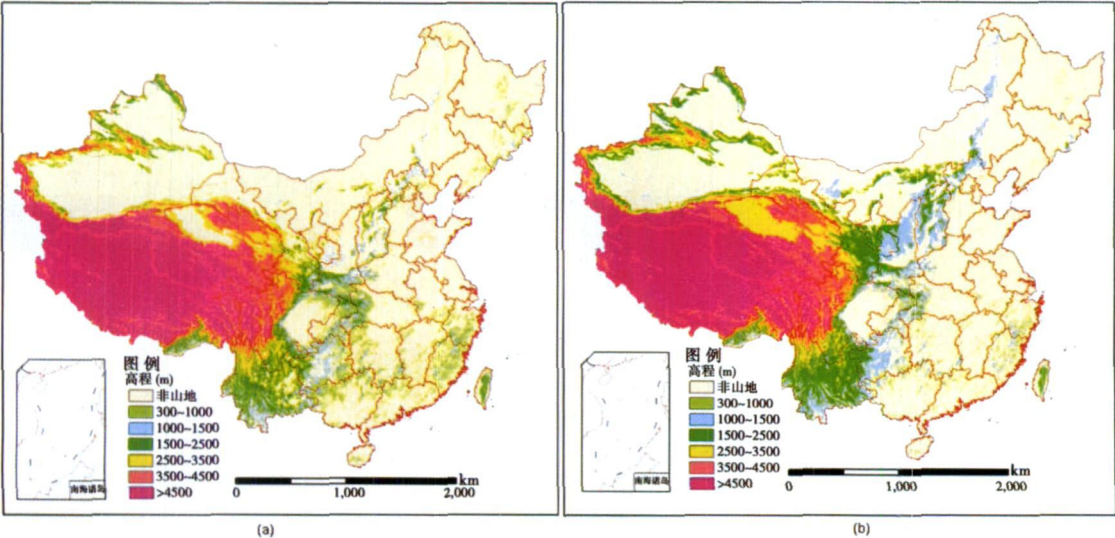


图5 中国山地等级(a:方案一, b:方案二)

两种方案计算的山地面积及其在不同山地等级的比例均有差异,孰优孰劣,很难确定。不过为了和国外山地研究保持一致,建议采用方案二计算的山地面积,即中国山地面积占陆地国土总面积的 46. 11%。

表 2 两种方案下分级山地面积
Table 2 Areas of different classes of mountain regions in two models

高程等级	中国陆地国土 面积 (10 ⁴ km ²)	方案一		方案二	
		山地面积 (10 ⁴ km ²)	占方案一计算 的全国山地总 面积比例 (%)	山地面积 (10 ⁴ km ²)	占方案二计算 的全国山地总 面积比例 (%)
≥4 500 m ¹⁾	1 466 301. 37	1 464 517. 61	36. 82	1 463 397. 71	33. 24
3 500~ 4 500 m ²⁾	756 579. 65	758 052. 72	19. 06	757 473. 05	17. 20
2 500~ 3 500 m	552 487. 16	418 647. 50	10. 53	552 079. 39	12. 54
1 500~ 2 500 m	940 092. 02	440 941. 39	11. 09	777 127. 51	17. 65
1 000~ 1 500 m	1 716 579. 47	331 542. 45	8. 34	613 815. 36	13. 94
300~ 1 000 m	2 259 236. 71	563 728. 06	14. 17	239 220. 32	5. 43

1)、2)理论上而言, 3 500~ 4 500 m 和 ≥4 500 m 两个级别的陆地国土面积和两种方案计算的山地面积值应该相等,但由于栅格计算的误差,其值略有差异。

4 未来工作展望

下一步的工作大致可以分为以下三个方面:
首先,在对社会经济人文领域问题进行探索和研究时,通常采用山区的概念,而山区和山地概念相似但并不相同,其出发点和侧重点都是不一致的。因此,在下一步的工作中,根据已经获取的山地范围数据,确定中国山区范围。

其次,准确界定山地范围是构建数字山地的基础性工作,在此项工作的基础上,下一步的工作目标之一是依托中国山地范围构建中国山地地理信息平台,从而进一步为数字山地奠定基础。

最后,进一步开展山地资源、环境、人口和发展等研究,深入分析和认识中国山地的历史、现状和未来趋势等基本规律。

参考文献 (References)

[1] Jia D. I and messerli B. Progress in theoretical and applied mountain research, 1973~ 1989 and major future needs [J]. *Mountain Research and Development*, 1990, 10(2): 101~ 127
[2] UNESCO, Programme on man and biosphere(MAB), working group on project 20~ 236 Impact of human activities on mountain and tundra ecosystem, Lillehammer, November 1973, Final report MAB report 14 [R]. UNESCO, Paris 1~ 132
[3] G. J. Chen, D. G. Yang, Research on Comprehensive Exploitation and

Sustainable Development in the Poverty-striking Regions located in Joint Parts of Chongqing, Hubei, Hunan and Guizhou [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, Ürmqi: Xinjiang Science and Technology Press, 2000: 2~ 3 [陈国阶, 杨定国. 渝鄂湘黔接壤贫困山区综合开发与持续发展研究 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2000: 2~ 3]
[4] G. J. Chen. Mountain Development of China in 2003 [M]. The Commercial Press, Beijing, 2004. [陈国阶. 2003 中国山区发展报告 [M]. 北京: 商务出版社, 2004]
[5] John G. Mountain Environments: An Examination of the Physical Geography of Mountains [M]. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1994.
[6] W. C. Zhou and X. B. Jiang. Developing Trace of GIS and Design of Digital Mountain [J]. *Journal of Mountain Science*, 2006, 24(5): 620~ 627 [周万村, 江晓波. 地理信息系统的发展轨迹与数字山地构建 [J]. 山地学报, 2006, 24(5): 620~ 627]
[7] Jiang Xiaobo. Digital Mountains: Towards Development and Environment Protection in Mountain Regions [A]. In *Geoinformatics 2007, Proceedings of SPIE*, 67521Q- 1~ 67521Q- 8.
[8] Xiaobo Jiang, Wancun Zhou. Digital Mountains: Concept, Architecture and Contents [A]. In *IWG IS[C]*, 2007.
[9] Messerli B. and Ives J. D. Mountains of the World——A Global Priority [M]. The Parthenon Publishing Group, New York and London, 1997.
[10] Price M. F. and N. Butt (eds). Forests in sustainable mountain development report for 2000 [R]. CAB International, Wallingford, UK: 4~ 9
[11] Nanjing university, etc. Dictionary of Geography [M]. Ver. 1. Beijing: The Commercial Press, 1982. [南京大学等. 地理学词典 [M]. 第一版. 北京: 商务印书馆, 1982.]

- [12] 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]
- [13] 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.]
- [14] 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]
- [15] 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.]
- [16] Cheng Hong. The exploitation of the mountain resources in China [J]. *Mountain Research (Journal of Mountain Science)*, 1983, 1(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]
- [17] Institute of mountain hazards and environment. Chinese Academy of Sciences. Outline to Mountainology and Mountain Research in China [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2000. 27~30 [中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 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. 27~30]
- [18] Guo Shaoli, Zhang Tianzeng. Preliminary study on regionalization and developmental direction of mountainous areas in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 1986, 1(1): 28~40 [郭绍礼, 张天曾. 中国山地分区及其开发方向的初步意见 [J]. 自然资源学报, 1986, 1(1): 28~40]

Preliminary Study on Computing the Area of Mountain Regions in China Based on Geographic Information System

JIANG Xiaobo

(Institute of Mountain Hazards and Environment Key Laboratory of Mountain Hazards and Surface Process
Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract It is lack of quantitative method to acquire the precise area of mountain region (MR) of China. Consequently, the viewpoints concerning to the natural resources, environment, population and development in mountain regions are partial even different. Calculate the area of the MR is a fundamental work to launching the Digital Mountains' strategy. Two models are chosen to determine the boundaries based on the previous work. Model one (M1): those regions are taken as MR if (1) the elevation is over 3 000 m (including 3 000 m), or (2) the local elevation range (LER) is over 200 m (including 200 m) or the slope is over 25° when the elevation is between 300 m (including 300 m) to 3 000 m. According to the M1, the area of the MR is 4 000 265 km², which accounts for 41.67% to the terrestrial land of China. Model two (m²): those regions are taken as MR if (1) the elevation is over 2 500 m (including 2 500 m), or (2) slope is over 2° when the elevation is between 1 500 m (including 1 500 m) to 2 500 m, or (3) the slope is over 5° or the LER is over 300 m (including 300 m) when the elevation is between 1 000 m (including 1 000 m) to 1 500 m, or (4) the LER is over 300 m (including 300 m) when the elevation is between 300 m (including 300 m) to 1 000 m. According to the m², the area of the MR is 4 426 130 km², which accounts for 46.11% to the terrestrial area of China. The areas of the MR in Tibet, Qinghai, Xinjiang, Sichuan and Yunnan are the largest in all provinces in the two models. The MR is classified into six classes according to the elevation: C1. 300~1 000 m (including 300 m); C2. 1 000~1 500 m (including 1 000 m); C3. 1 500~2 500 m (including 1 500 m); C4. 2 500~3 500 m (including 2 500 m); C5. 3 500~4 500 m (including 3 500 m); C6. $\geq 4 500$ m. Obviously the areas of the MR in two models over 3 500 m are equal (C5 & C6); except the area of C1 in M1 is larger than m² (the value is 324 508 km²), the areas of C2, C3 and C4 in m² are larger than M1 (the values are 2 273 km², 336 186 km² and 133 432 km², separately).

Key words mountain regions; area; concept; digital mountains; China