

# 青藏高原地貌形态总体特征的 GIS 识别分析

曹伟超<sup>1,2</sup>, 陶和平<sup>1</sup>, 孔博<sup>1</sup>, 刘斌涛<sup>1</sup>, 孙玉莲<sup>1,2</sup>

(1. 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; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 长期以来, 青藏高原都是国内外地质及地理学研究重点关注的地区。青藏高原范围不同于行政区划, 基于不同标准和目的得到的范围存在一定差异。基于地貌形态特征, 利用 SRTM 数据和数字地形分析方法, 在 ArcGIS 软件的支持下, 半自动地提取了青藏高原的边界, 并对青藏高原的地貌类型进行了自动识别划分, 获得了高原 16 种地貌形态分布图。研究表明, 青藏高原以高海拔丘陵、小起伏高山、中起伏亚高山和中起伏高山为主, 占到青藏高原总面积的 60.58%, 高原内部地势较平缓, 边缘起伏较大, 与其相邻区域在地貌形态表现出明显的差异性。

**关键词:** 青藏高原; 范围; 地貌形态; 地势起伏度; 指标

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2011)04-0163-05

中图分类号: P285.1, TP79

## Recognition of General Topographic Features in Qinghai-Tibet Plateau Based on GIS

CAO Wei-chao<sup>1,2</sup>, TAO He-ping<sup>1</sup>, KONG Bo<sup>1</sup>, LIU Bin-tao<sup>1</sup>, SUN Yu-lian<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS & Ministry of Water Conservancy, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** The study of Qinghai-Tibet Plateau has been a focus in geology and geography for researchers home and abroad for a long time. The range of Qinghai-Tibet Plateau is different from administrative division. There are many differences among the ranges based on different criteria and purposes. Based on the characters of topography, we used the data of Aster G-DEM and the method of digital terrain analysis to extract the boundary of Qinghai-Tibet Plateau semi-automatically with supporting of the ArcGIS, and its topography was identified and divided automatically. 16 kinds of geomorphic distribution maps were acquired. The results showed that the dominating topographies were high-elevation hills, low-relief high-hill, middle-relief subalpine and middle-relief high-hill, the areas accounted for 60.58% in Qinghai-Tibet Plateau. The terrain was quite gently in inner plateau, had a little large relief in marginal area, indicating significant difference between plateau and the adjacent regions in topography.

**Keywords:** Qinghai-Tibet Plateau; range; topography; relief amplitude; index

高海拔是青藏高原最大的自然特征, 同时高原特有的地貌特征也是近年研究的热点。青藏高原作为一个自然地理概念上的界限, 不同于行政界限, 基于不同的标准所获得青藏高原的范围是有所差异的。前人求得的青藏高原面积主要有: 约占国土面积  $1/4$ <sup>[1]</sup>, 约  $250 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[11]</sup>, 约  $2.27 \times 10^6 \text{ km}^2$ <sup>[2]</sup>, 约  $2.70 \times 10^6 \text{ km}^2$ <sup>[3]</sup>, 约  $2.6 \times 10^6 \text{ km}^2$ <sup>[4]</sup>,  $2.57 \times 10^6 \text{ km}^2$ <sup>[5]</sup>。其中  $2.50 \times 10^6 \text{ km}^2$  得到了较广泛的引用, 而只有  $2.57 \times 10^6 \text{ km}^2$  是通过计算得出的, 其余多是在小比例尺地图上经过量算所得<sup>[5]</sup>, 精度也缺乏可靠性。一个较高精度的青藏高原的范围在进行青藏高原地貌类型划分时是必要的。出于对青藏高原范

围的理解和自身研究需要的不同, 高原范围和面积在合理范围内的差异是可行的。

地貌形态的识别和划分是现代地貌学研究的重要内容, 国内外已有不少研究成果。赵洪壮等<sup>[6]</sup>基于 DEM 对北天山地貌形态, Kuhn 等<sup>[7]</sup>对瑞士阿尔卑斯山地貌形态以及汤国安<sup>[8]</sup>、肖飞<sup>[9]</sup>、Dragut L<sup>[10]</sup>等国内外学者的研究均取得了一些成果。不同研究区应选取不同的地理指标, 对于像青藏高原这种具有独特地貌形态特征的区域, 应选择出适当的地貌形态分级分类指标体系。考虑到青藏高原的高海拔特点, 应用于一般区域的地形分类分级体系对青藏高原具有一定的局限性, 比如以 5 000 m 作为高山和极高山

收稿日期: 2010-11-17

修回日期: 2011-01-13

资助项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目“西南山区情势与资源环境安全战略研究”(KZX2-YW-333)

作者简介: 曹伟超(1986—), 男(汉族), 陕西省咸阳市人, 硕士研究生, 主要从事数字地形分析方面的研究工作。E-mail: caowei chao@imde.ac.cn。

指标,由于高原西部平均海拔在 5 000 m 以上,会使整个区域连成一片,无法体现出高程的变化。本研究基于高原地貌形态特征,从高原范围的探讨和地貌形态指标体系的建立进行了分析,最终综合考虑高程和起伏度,得到高原 16 种地貌形态分布图。

## 1 青藏高原地理背景分析

### 1.1 数据来源

本研究采用的 DEM 为 SRTM 数据,经过重采样后像元大小为 100 m × 100 m,青藏高原地区省、市及县级行政区划图、山系分布图以及居民点分布图来源于国家遥感应用工程技术研究中心西南分中心,基本比例尺为 1:25 万。

### 1.2 青藏高原范围探讨

高原范围基于地貌形态特征实现,是为地貌形态识别做准备,有必要确定一个适合地貌形态识别的准确青藏高原范围,要求在范围划分时遵循 3 项原则。

(1) 高海拔原则。高海拔是青藏高原最突出的地貌特征,根据《现代地貌学》<sup>[11]</sup>中使用的高海拔标准取 3 500 m,考虑到完整性原则比如峡谷或高原盆地,局部低于 3 500 m 是允许的;(2) 完整性原则。主要是指山体完整性和地貌完整性。山体完整性主要是通过山谷线和山脊线来控制,而地貌完整性则是通过地形阴影图和山脊线(分水岭)来控制,需要注意的完整性地貌有高原盆地、大峡谷、台地和一些低起伏度地区;(3) 差异性原则。青藏高原与其周边区域在地貌形态上差异明显,这种差异性应在高原边界两侧得到体现。

### 1.3 青藏高原范围

在 3 个原则基础上,基于 DEM 获取海拔分类图、山谷线、山脊线、地势图以及地形阴影图,将以上多个地理要素进行叠加处理,可以对高海拔、完整性和差异性原则很好的表达和限制,可精确得到青藏高原中国部分的界限;同时附图 1 中可以明显看出青藏高原与起周边地区的显著差异,也说明了基于地貌形态高原范围的可识别性,最后以人机交互方式,较精确地确定出青藏高原中国部分的界限,为下一步高原地貌形态识别提供一个可参考的范围。

青藏高原中国部分的范围如图 1 所示,该范围是基于地貌形态完整性,不考虑行政区划完整性得到的结果。跨 31 个经度,13 个纬度,总面积  $2.55 \times 10^6$  km<sup>2</sup>,占全国面积的 26.6%,涉及到新疆维吾尔自治区,甘肃省,青海省,四川省,云南省和西藏自治区 6 个省级区划中 37 个市级行政区划和 212 个县级区划,西藏和青海地区是主体,分别占到总面积的 46.17% 和 27.98%,两者之和达到总面积的 74.15%,而涉及面积最小的省份云南省只占到总面积的 1.27%。



图 1 青藏高原范围示意图

## 2 青藏高原地貌形态总体特征 GIS 识别分析

### 2.1 地貌形态特征 GIS 识别技术路线

首先使用滑动窗口算法获取一系列起伏度,应用最大高差法<sup>[12]</sup>获得最佳统计单元大小,其所对应起伏度则为最佳起伏度,根据具体地貌形态特征建立高原地貌形态分类分级指标体系;接着进行叠加处理得到初步地貌类型图;进行重编码合并类别,并分类后处理,最后通过居民点和道路进行逻辑判断,得到最终的地貌形态分布图,技术路线见图 2。

### 2.2 高原地貌形态识别指标体系的建立

地貌形态识别关键是建立分类分级体系,地貌形态识别可基于高程和起伏度进行。高程揭示不同高度山地的热、水、生、土垂直差异;起伏度揭示坡面环境能量特征和环境灾害危险性程度。高程分别以 500, 1 000, 3 500 和 5 000 m 作为指标,将地形分为低山、中山、高山和极高山共 4 大类,小于 500 m 的又分为丘陵、台地和平原。相对高程分别以 100, 200, 500, 1 000 和 2 500 m 作为指标,将地形分为微起伏、缓起伏、小起伏、中起伏、大起伏和极大起伏 6 大类<sup>[13-14]</sup>。该指标体系在全国范围内具有指导意义,具体研究区应用中有一定局限性,应结合实际地形地貌特征建立分类分级指标体系。

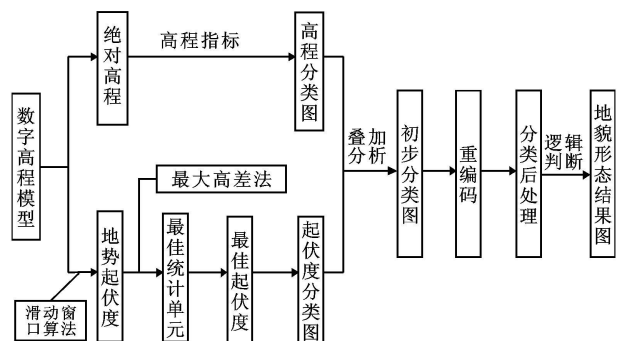


图 2 地貌形态识别技术路线

2.2.1 高程 考虑到高原地貌形态的几个特征: 青藏高原是我国地势的第三台阶, 3 500 m 高程正反映了这一点, 同时 3500m 也是现代冰川和古冰川作用的下限; 4 500 m 和 5 500 m 分别代表了高原东西部的雪线差异<sup>[15-16]</sup>, 同时高原西部海拔普遍在 5 000 m 以上; 2 000 m 可作为高原低海拔、峡谷的区分标准,

可以确定出高程分级指标体系。

2.2.2 起伏度 在 DEM 中, 用地势起伏度来表示地面起伏的大小。考虑到高原面整体起伏不大, 局部(东南和西北)起伏度较大, 可以确定出起伏度分级指标体系。结合绝对高程指标体系可得到适合青藏高原的地貌形态分类分级指标体系(表 1)。

表 1 青藏高原地貌形态划分指标体系

指标类型	低海拔 ( < 2 000 m )	中海拔 ( 2 000~ 3 500 m )	亚高海拔 ( 3 500~ 4 500 m )	高海拔 ( 4 500~ 5 500 m )	极高海拔 ( > 5 500 m )
丘陵(< 200 m)	低海拔丘陵	中海拔丘陵	亚高海拔丘陵	高海拔丘陵	—
小起伏山地(200~ 500 m)	小起伏山	小起伏中山	小起伏亚高山	小起伏高山	—
中起伏山地(500~ 1 000 m)	中起伏地山	中起伏中山	中起伏亚高山	中起伏高山	中起伏极高山
大起伏山地(1 000~ 2 000 m)	大起伏山地	大起伏中山	大起伏亚高山	大起伏高山	大起伏极高山
极大起伏山地(> 2 000 m)	—	极大起伏中山	极大起伏亚高山	极大起伏高山	极大起伏极高山

2.3 地势起伏度计算与其最佳统计单元确定

(1) 地势起伏度是指在 DEM 中某一个范围内最高点和最低点之间高程的差值。明显随着“某一个范围”的增大, 地势起伏度必会增加。确定地势起伏度的关键是确定这一范围的大小。以  $n \times n$  像元大小为模板算子进行计算, 从  $5 \times 5$  像元一直计算到  $33 \times 33$  像元, 对整个研究区进行窗口滑动计算, 对每个算子

分别计算其邻域内最大值和最小值, 并取其差值, 即起伏度大小, 公式为:

$$QFD = H_{max} - H_{min}$$

式中: QFD——分析窗口的起伏度大小;  $H_{max}$ ,  $H_{min}$ ——分别表示分析窗口中的最大值和最小值。据此可以得到  $n \times n$  像元与平均地势起伏度的对应关系(表 2)。

表 2 平均起伏度与统计单元大小对应关系

格网大小	5×5	7×7	9×9	11×11	13×13	...	27×27	29×29	31×31	33×33
面积/(10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> )	25	49	81	121	169	...	729	841	961	1 089
地势起伏度/m	125.4	174.9	218.6	257.9	293.7	...	483.3	505.5	526.2	546.0

地势起伏度与统计单元大小间关系曲线的模拟, 可通过建立 Logarithmic 回归分析对起伏度进行对数回归分析, 可用对数函数很好地拟合(图 3):

$$Y = 113.99 \ln x - 274.67, R^2 = 0.9874$$

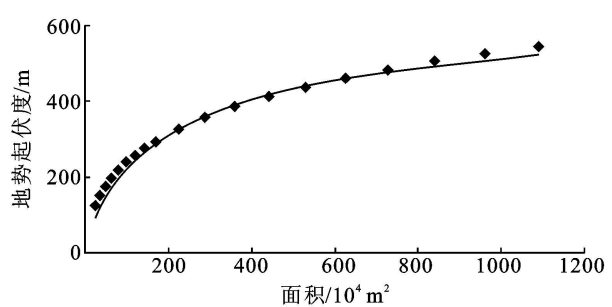


图 3 起伏度和统计单元大小的拟合曲线

(2) 涂汉明等<sup>[17]</sup>使用 21 km<sup>2</sup> 统计单元大小, 张军<sup>[18]</sup>等在分析新疆地区地势时使用 2.56 km<sup>2</sup>, 不同区域和不同分辨率的 DEM 所使用的统计单元大小是有区别的。从图 3 可知平均起伏度起初随着统计

单元的增大而迅速增大, 当达到一定的阈值后增加速度开始减缓, 最后趋于平稳, 这个趋势开始减缓的阈值就是需要寻找的最佳统计单元, 且这个阈值是唯一的。确定阈值的方法一般可以采用手工作图或目视确定法, 但是考虑到主观因素的不确定性, 使用最大高差法<sup>[12]</sup>: 该方法认为在临近尺度间地形起伏度变化最大时, 拐点出现。数学表达在数据集(x, y)中, 有样点 x 在 y 面积处高差变化值为:

$$dH_y = \Delta H_y - \Delta H_{y-1}$$

式中:  $dH_y$ ——y 面积处的起伏度变化值, 比较 x 样点的所有  $dH_y$ , 其中的最大值即为最佳统计单元所对应的单元大小。为使效果更加明显, 对  $dH_y$  进行 2 次差方处理, 对结果按顺序为统计单元大小排序, 计算得出变化值与统计单元顺序间的关系。并确定出基于该 DEM 进行青藏高原地势起伏度计算的最佳统计单元为  $29 \times 29$  像元即 8.41 km<sup>2</sup>。

2.4 地貌形态 GIS 识别分析

综合海拔和地形起伏度, 以表 1 中指标体系建立

各自分类分级效果图,将二者分类结果进行叠加,得到初步的地貌分类结果图。产生了 25 种不同的地貌类型,与表 1 中 22 种分类结果是有差异的,考虑到高原海拔除一些峡谷低地外都在 2 000 m 以上,将小于 2 000 m 高度的 5 类合并为一类——峡谷、中低地丘陵,且将具有极大起伏的山地作为一个类型——极大起伏山地,对生成的地貌分类结果进行重编码,得到具有 16 种地貌类型的地貌类型图。

为去除分类后产生的部分零星像元,使用聚类分析和剔除分析将零星像元综合到周围的大图斑中。其思想是为每个类型定义一个保留的最小图斑面积,将小于该面积的图斑合并到大图斑中。为了统计分析需要,这里取  $20 \times 20$  像元大小,即最小图斑面积为  $4 \text{ km}^2$ 。最终青藏高原地貌形态分类结果(附图 5)。

### 3 结果分析

各种地貌形态分布广泛且较均衡(表 3),局部比较破碎,特别是高原东南部的横断山区其中面积较大的高海拔丘陵、小起伏高山、中起伏亚高山和中起伏高山均超过总面积的 10%,其和达到总面积的 60.58%,说明高原总体起伏不大,多在 1 000 m 以内,在东南部的横断山区和西北部的喀喇昆仑山脉与昆仑山脉结合部地形起伏最大,局部起伏度达到 2 000 m 的极大起伏,总体上内部地势平缓,周边起伏较大。峡谷区主要分布在横断山区、雅鲁藏布江及西

藏两江一河流域,这是由于大江如澜沧江、金沙江以及雅鲁藏布江等长期剧烈的切割作用造成,该地区表现出极大的切割度和起伏度。高原海拔 4 000 m 以上区域达到 73.91%,而低于 2 000 m 的区域不到总面积的 1%,仅为 0.61%,多分布在横断山区深切峡谷和雅鲁藏布江峡谷之内。区内海拔从峡谷处不足 2 000 m 到喜马拉雅山脉主峰 8 000 m 以上,除了在东南部横断山区以及区内主要高大山脉分布区起伏变化较大,起伏度 1 000 m 以上区域面积为  $3.30 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,占到总面积 12.93%,而在高原内部的高原面上总体呈一个渐变的过程。综上高原的地貌形态特征总体上可描述为:高原海拔是西高东低,边缘起伏大而内部较平缓,青藏高原上几大标志性地域在图中都得到显著表现。高原东北部的柴达木盆地、青海湖盆地、共和盆地、贵德盆地以及若尔盖盆地在地貌类型上都表现为亚高海拔、中海拔丘陵地区,高原内部的羌塘高原主要表现为高海拔丘陵区,说明地势起伏度一般低于 200 m,和实际地貌吻合。几条巨大山脉:喜马拉雅山、冈底斯山、喀喇昆仑山、昆仑山、阿尔金山以及祁连山都表现出了较大的起伏度。

进一步分析发现研究区内 153 个县级及以上行政中心中,有 147 个分布在丘陵、盆地以小、中起伏山地区域中,占到总数的 96.08%,说明人口和城市空间分布与地貌形态之间存在明显的相关性,与人口空间分布的规律<sup>[19]</sup>也十分吻合。

表 3 青藏高原地貌形态统计

地貌类型	面积/ $\text{km}^2$	占总面积比例/%	地貌类型	面积/ $\text{km}^2$	占总面积比例/%
峡谷、中低地丘陵	15 555.30	0.61	中起伏亚高山	263 135.90	10.32
中海拔丘陵	164 082.10	6.44	中起伏高山	364 725.70	14.31
亚高海拔丘陵	118 182.20	4.64	中起伏极高山	68 241.75	2.68
高海拔丘陵	472 542.30	18.54	大起伏中山	89 586.94	3.51
小起伏中山	58 118.53	2.28	大起伏亚高山	129 881.10	5.10
小起伏亚高山	194 857.50	7.64	大起伏高山	82 206.93	3.23
小起伏高山	444 046.20	17.42	大起伏极高山	12 135.55	0.48
中起伏中山	67 261.09	2.64	极大起伏山地	4 745.87	0.19

与陈志明<sup>[20]</sup> 1993 年 1:400 万中国地貌图中地形形态子数据集进行对比分析,由于所选区域和方法的不同,差异是可以预见的,有必要对产生差异的原因进行阐述与分析:(1) 研究区及范围不同,本研究只取地貌意义上的青藏高原,该研究对青藏高原更具有针对性;(2) 计算地势起伏度单元大小不同,前者以  $21 \text{ km}^2$  作为统计单元大小,本研究经过分析以  $8.41 \text{ km}^2$  作为统计单元大小,在数值准确性上能更好表现研究区地势起伏状况;(3) 具体分类分级指标体系不同,前者在全国范围内建立分类分级体系,对本

研究具有借鉴价值。本研究以青藏高原具体地貌特征为基础,建立了适合该研究区的分类分级体系,分类精度有所提高,对于青藏高原的研究更加具有针对性,在数据准确性和分类结果精度上均有明显的提高。

### 4 结语

(1) 获得了基于地貌形态可分性的青藏高原范围,面积为  $2.55 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,占国土面积的 26.6%,为青藏高原地貌形态的识别提供了一个可供参考的范

围依据。

(2) 以 DEM 为基础, 较好地拟合出统计单元大小和起伏度之间的对数曲线关系, 并获得青藏高原最佳起伏度。

(3) 通过综合分析, 确定了适合青藏高原进行地貌形态识别的分类分级指标体系, 得到了较好的实验结果, 具有一定的参考价值。

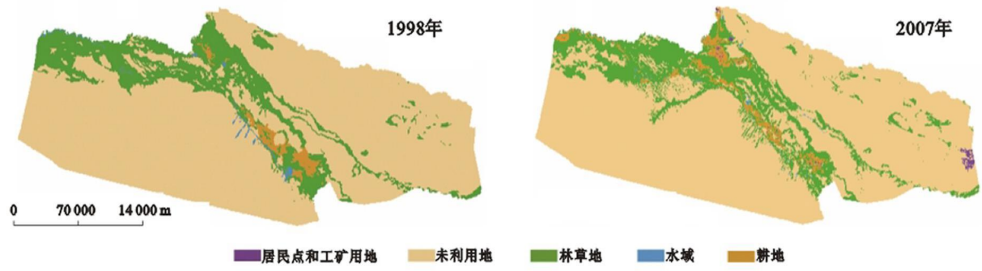
(4) 青藏高原的地势和起伏具有一定的规律: 高原海拔整体呈西高东低, 边缘起伏大而内部较平缓, 同时应考虑到高原东部横断山脉地区和南部的冈底斯山脉对起伏度的影响。

(5) 基于该 DEM 数据获得的青藏高原的地貌类型划分的结果在精度(像元大小为 100 m)上存在一定的局限性, 无法对地貌形态的细部进行较好的描述, 但对于大区域的青藏高原来说 DEM 可以较好地描述其地貌类型的整体趋势。对高原局部进行更细致的地貌划分时可使用更高精度的 DEM, 并结合遥感影像进行分析。

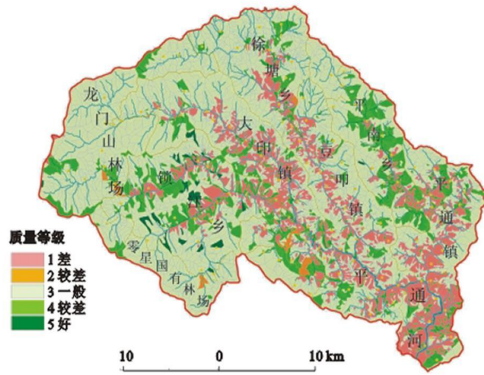
(6) 本研究进行地貌类型划分的指标仅仅基于高度和起伏度, 尽管起伏度和坡度、粗糙度、高程变异系数具有较大的相关性, 考虑到实际地形的复杂性, 可使用更多的地形因子比如坡度, 地表切割深度, 高程变异系数等因子等, 作为地貌划分的多种指标进行综合分析。使用结合多因子的最佳因子组合进行地貌类型划分和地貌类型的自动识别将是以后研究的方向。

#### [ 参 考 文 献 ]

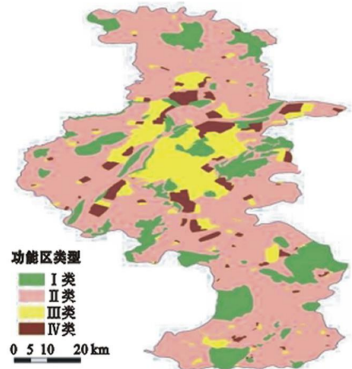
- [ 1 ] 王瑶. 青藏高原对区域气候的影像[ J ]. 中国科技信息, 2005(20): 164.
- [ 2 ] 任美镔, 包浩生. 中国自然区划区域及开发治理[ M ]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [ 3 ] 鲁兵, 李永铁, 刘忠, 等. 青藏高原的盆地形成与分类[ J ], 石油学报, 2000, 21(2): 21-26.
- [ 4 ] 邢宇, 姜琦刚, 王坤, 等. 青藏高原 DEM 的生成与应用[ J ]. 世界地质, 2007, 26(4): 479-483.
- [ 5 ] 张镜铨, 李炳元, 郑度. 论青藏高原范围与面积[ J ]. 地理研究, 2002, 21(1): 1-9.
- [ 6 ] 赵洪壮, 李有利, 杨景春, 等. 基于 DEM 数据的北天山地貌形态分析[ J ]. 地理科学, 2009, 29(3): 445-449.
- [ 7 ] Kuhni A, Pfrltner O A. The relief of the Swiss Alps and adjacent areas and its relation to lithology and structure: Topographic analysis from a 250 m DEM [ J ]. Geomorphology, 2001, 4: 285-307.
- [ 8 ] 汤国安, 杨玮莹, 杨昕, 等. 对 DEM 地形定量因子挖掘中若干问题的探讨[ J ]. 测绘科学, 2002, 28(1): 28-32.
- [ 9 ] 肖飞, 张百平, 凌峰, 等. 基于 DEM 的地貌实体单元自动提取方法[ J ]. 地理研究, 2008, 27(2): 459-466.
- [ 10 ] Dragut L, Schauppenlehner T, Muhar A, et al. Optimization of scale and parametrization for terrain segmentation: An application to soil-landscape modeling [ J ]. Computers & Geosciences, 2009, 35: 1875-1883.
- [ 11 ] 张根寿. 现代地理学[ M ]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [ 12 ] 涂汉明, 刘振东. 中国地势起伏度最佳统计单元求证[ J ]. 湖北大学学报: 自然科学版, 1990, 12(3): 266-271.
- [ 13 ] 周成虎, 程维明, 钱金凯. 数字地貌遥感解析与制图[ M ]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [ 14 ] 苏时雨, 李钜章, 苏映平, 等. 中国 1: 100 万地貌图设计中若干问题的探讨[ J ]. 地理学报, 1982, 37(1): 8-16.
- [ 15 ] 刘宗香, 谢自楚. 青藏高原内陆水系冰川粒雪线 with 中值高度趋势面的绘制与主要特征[ J ]. 冰川冻土, 1995, 17(4): 356-359.
- [ 16 ] 吴锡浩. 青藏高原东南部现代雪线和林线极其关系的初步研究[ J ]. 冰川冻土, 1989, 11(2): 113-124.
- [ 17 ] 涂汉明, 刘振东. 中国地势起伏度研究[ J ]. 测绘学报, 1991, 20(4): 311-318.
- [ 18 ] 张军, 李晓东, 陈春艳, 等. 新疆地势起伏度的分析研究[ J ]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2008(S): 10-19.
- [ 19 ] 李雨婷, 丁四保, 王荣成. 地理成本与人口空间分布格局研究[ J ]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(5): 82-87.
- [ 20 ] 陈志明. 论中国地貌图的研制原则、内容与方法: 以 1: 400 万全国地貌图为例[ J ]. 地理学报, 1993, 48(2): 105-113.



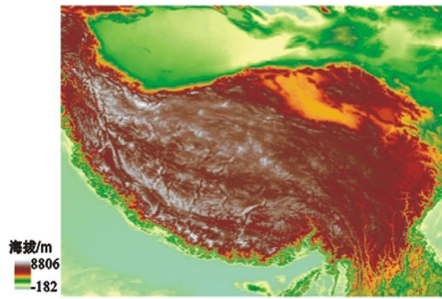
附图1 新疆自治区尉犁县1980和2007年土地利用和覆被图



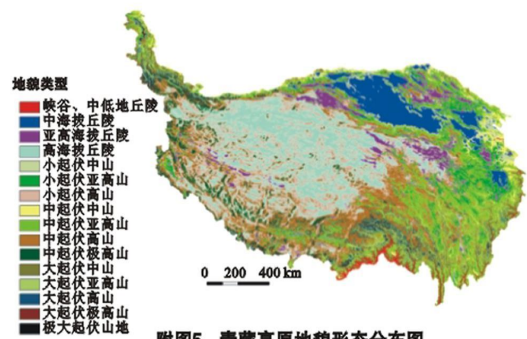
附图2 平通河流域防护林质量评价结果



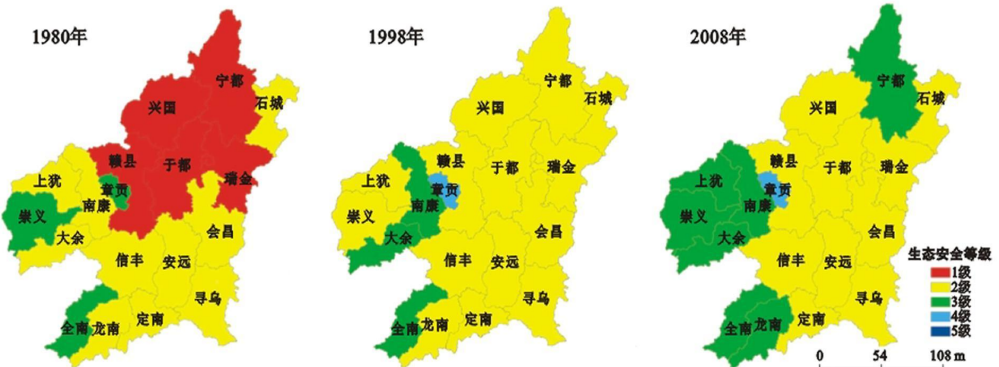
附图3 南京市土壤环境功能分区



附图4 青藏高原地形特征示意图



附图5 青藏高原地貌形态分布图



附图6 赣州地区生态安全等级分布