

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2016.05.036

基于 SRTM - DEM 的安徽省地貌分类研究

孙慧敏, 唐磊, 杨松, 柳青

(长江委水文局 汉江水文水资源勘测局, 湖北 襄阳 441022)

摘要: 基于分辨率为 90 m 的 SRTM - DEM 数据, 采用地理信息系统(GIS)技术, 提取安徽省的地貌特征要素信息, 并根据均值变点分析统计方法, 定量地获取研究区域内的最佳地势起伏度的统计面积。根据中国地貌类型划分标准, 将安徽省地貌类型划分为 11 种类型, 其中分布较广的主要为中起伏中山、中起伏山地、小起伏山地、低海拔丘陵、低海拔台地、低海拔平原, 并分别统计各类型面积。结果表明, 该研究方法能够定量、科学地对安徽省地貌形态进行分类。

关键词: SRTM - DEM; 安徽省; 地势起伏度; 变点分析; 地貌分类

中图分类号: P228.43

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2016)05-0189-04

Geomorphology Classification of Anhui Province Based on Digital Elevation Model in Shuttle Radar Topography Mission Data Format

SUN Huimin, TANG Lei, YANG Song, LIU Qing

(Hanjiang Hydrology and Water Resources Survey Station, Xiangyang, Hubei 441022, China)

Abstract: Based on the 90 m resolution SRTM DEM data, using geographic information system (GIS) technology, this paper extracted the geomorphic elements of Anhui province. based on the mean change-point analysis method, the best access to quantitatively study area relief amplitude of statistical area. According to Chinese landscape classification standard, the landscape type in Anhui province was divided into 11 types, which has a wide distribution of mainly for the low relief mountain, intermediate relief mountain, low relief mountain, low altitude hills, low altitude platform, low altitude plain statistics of each type of area. Results show that this research method can quantitatively and scientifically classify morphology in Anhui province.

Keywords: shuttle radar topography mission-digital elevation model; Anhui province; relief amplitude; change-point analysis; geomorphology classifying

数字高程模型(DEM)作为地形表面的一种数字表达形式,是地貌解译有力的辅助工具,同时也是对地形地貌分析研究进行量化表达的一个重要手段。对传统地貌特征分析方法的低效率性,如何利用易获取的 DEM 数据对地形信息进行充分的挖掘、地貌信息的合理分类研究具有重要的应用价值。本文基于现有免费获取的 90 m 的 SRTM - DEM 数据,采用 GIS 空间分析和统计方法对安徽省地貌特征进行定量分析以及科学划分,对于优化和配置资源、合理调整产业结构,预防地质灾害等研究提供量化的地

貌研究基础数据。

1 研究区概况及资料

安徽省地形地貌可以大致划分为淮北平原、江淮丘陵、皖西大别山区、沿江平原、皖南山区五个自然区域,海拔 1 860 m 以上主要位于黄山,海拔较低的区域主要位于沿江、沿淮地区,多为丘陵和平原。

本文采用的 SRTM - DEM 作为基础数据进行安徽省地貌分类研究,该数据分辨率为 90 m,2008 年更新全球范围内免费公开,其平面坐标采用 WGS -

收稿日期:2016-06-04

修稿日期:2016-07-07

作者简介:孙慧敏(1988—),女,江苏如皋人,助理工程师,主要从事河道测绘以及 GIS 方面的工作。E-mail: 782230908@qq.com

通讯作者:杨松(1987—),男,河南南阳人,硕士,助理工程师,主要从事河道测绘以及水文信息化方面的工作。

E-mail: 694901068@qq.com

84, 高程系统采用 EGM96 大地水准面。

2 地貌形态分类原理和方法

首先, 根据 SRTM - DEM 数据进行高程分类, 整体分析研究区域内的地貌形态, 确定分类指标; 其次, 基于 GIS 空间分析方法, 获取研究区域内一系列的平均起伏度, 采用均值变点分析法获得地势起伏度的最佳统计单元大小, 由此确定最佳地势起伏度, 进而为研究区域内的地貌形态特征分类分级提供基础数据; 最后, 根据地貌形态特征分类分级指标体系, 制作地貌分类图, 并统计各分区的面积。

本文以安徽省为研究区域, 采用 STRM - DEM 数据, 在 ArcGIS 软件的支持下, 以区域内的高程值以及地势起伏度为基础划分地貌分类, 基本流程如图 1 所示。

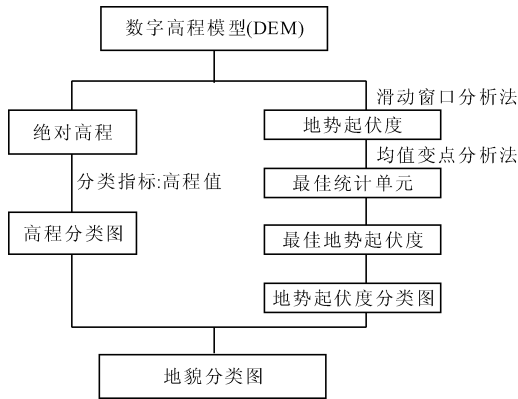


图 1 地貌分类基本流程图

2.1 高程值分类

高程值分类依据 SRTM - DEM 所提供的高程

值, 将研究区域内的高程范围划分为 < 50 m, 50 m ~ 200 m, 200 m ~ 500 m, 500 m ~ 1 000 m, 1 000 m ~ 1 500 m, > 1 500 m 共 6 个级别。

2.2 地势起伏度

地势起伏度是指一个地区地形在某一个确定面积内最低和最高点之间的高差, 该概念的关键是“某一确定面积”, 指的是某一个定量的面积能够接近真实地反映地势的完整性, 并且具有较强的一定范围内的代表性, 即普适性^[5-7]。

2.3 计算最佳统计单元

基于 ArcGIS 中的空间分析模块, 首先, 采用邻域分析(Neighborhood Statistic)工具, 以 $n \times n$ ($n = 3, 4, 5, \dots, 60$) 像元的矩形作为模版算子从 3×3 开始(一直计算到 60×60) 计算像元内的网格最大值和最小值; 其次, 再采用栅格计算器(Raster Calculator), 将像元内的网格最大值减去最小值, 计算某一 $n \times n$ 网格内的起伏度; 最后, 采用上述方法将网格单元从 $3 \times 3, 4 \times 4, \dots$ 一直计算到 60×60 , 统计不同网格单元内起伏度值的变化情况^[10-12]。用公式表述如下:

$$\Delta H = h_{ij, \max} - h_{ij, \min} \quad (1)$$

式中: $h_{ij, \max}$ 代表邻域内最高的像元高程值; $h_{ij, \min}$ 代表邻域内最低的像元高程值, ΔH 即为该邻域范围内的高差。

本次实验采用统计学上的均值变点分析法科学、定量地计算出网格单元与地势起伏度关系拟合曲线上由陡变缓的点, 以此能够确定一个最佳的统计网格单元表达研究区域内的地势起伏, 见表 1。

表 1 网格大小与平均地势起伏度的对应关系

网格大小	面积 /(10^4 m^2)	平均地势 起伏度	网格大小	面积 /(10^4 m^2)	平均地势 起伏度	网格大小	面积 /(10^4 m^2)	平均地势 起伏度
2	3.28	12.60	16	210.13	95.86	30	738.75	137.85
3	7.39	23.17	17	237.22	99.59	31	788.82	140.74
4	13.13	32.15	18	265.95	103.16	32	840.54	143.15
5	20.52	40.05	19	296.32	106.55	33	893.89	145.20
6	29.55	47.14	20	328.33	109.83	34	948.89	148.00
7	40.22	53.62	21	361.99	112.91	35	1005.52	150.16
8	52.53	59.50	22	397.28	115.97	36	1063.80	152.22
9	66.49	65.05	23	434.22	118.94	37	1123.72	154.38
10	82.08	70.27	24	472.80	122.02	38	1185.29	156.87
11	99.32	75.03	25	513.02	124.92	39	1248.49	158.87
12	118.20	79.52	26	554.89	127.73	40	1313.34	160.74
13	138.72	83.95	27	598.39	130.16	41	1379.83	162.72
14	160.88	88.01	28	643.54	132.83			
15	184.69	92.15	29	690.32	135.50			

均值变点分析法计算过程大致如下^[8-9]:设有样本序列 H_0

(1) 令 $i = 2, 3, 4, \dots, N$, 对每个 i 将样本分为两段: X_1, X_2, \dots, X_{i-1} 和 X_i, X_{i+1}, \dots, X_N 。计算每段样本的 \overline{X}_{i1} 和 \overline{X}_{i2} 及统计量:

$$S_i = \sum_{t=1}^{i-1} (X_t - \overline{X}_{i1})^2 + \sum_{t=i}^N (X_t - \overline{X}_{i2})^2 \quad (2)$$

(2) 计算总体样本的统计量:

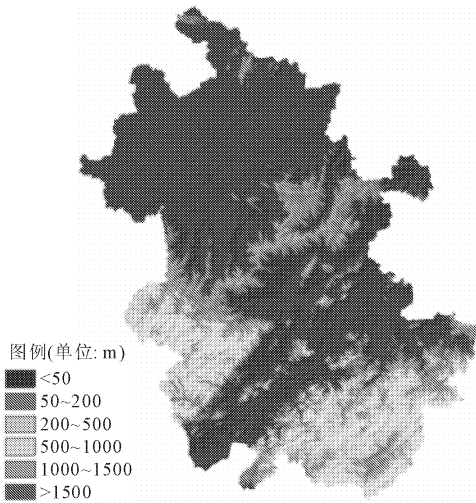
$$\overline{X} = \sum_{t=1}^N X_t / N \text{ 和 } S = \sum_{t=1}^N (X_t - \overline{X})^2 \quad (3)$$

均值变点法原理, 即变点的存在会使原始样本的统计量 S 与样本分段后的统计量 S_i 之间的差距增

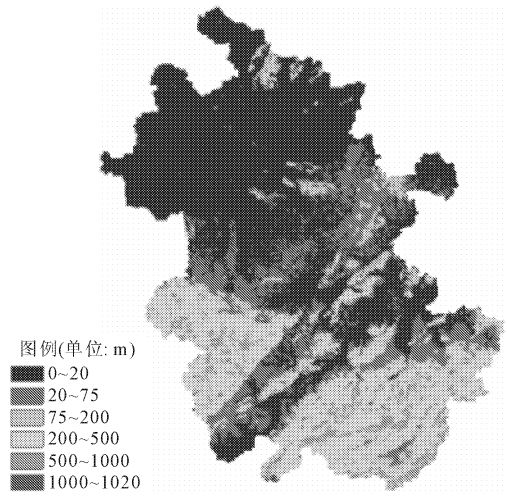
大, 见图 2。根据图 2 所示, 取 17×17 为最佳统计单元, 提取安徽省地势起伏度的最佳统计面积为 2.37 km^2 , 采用该最佳统计面积提取安徽省的地势起伏度分类图见图 3。



图 2 S 与 S_i 差值的变化曲线图



(a) 安徽省高程分类专题图



(b) 安徽省地势起伏度专题图

图 3 安徽省高程分类专题图和安徽省地势起伏度专题图

3 安徽省地貌分类

根据安徽省地形条件, 参考李炳元等^[2]《中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨》一文中提出海拔高度和地势起伏度两个指标组合对安徽省的地貌形态进行划分。根据本文前面的高程分类专题图和地势起伏度专题图(图 3)的分类标准, 可将安徽省地貌形态划分 11 种基本类型(表 2), 根据上述分类采用 ARCGIS 制作安徽省地貌形态分类结果图(见

图 4), 分别为大起伏中山、中起伏中山、小起伏中山、中海拔丘陵、中海拔台地、中海拔平原、中起伏山地、小起伏山地、低海拔丘陵、低海拔台地、低海拔平原, 安徽省总面积为 14.15 万 km^2 , 其中分布较广的主要为中起伏中山、中起伏山地、小起伏山地、低海拔丘陵、低海拔台地、低海拔平原, 分别统计各类型面积, 占全省总面积的 0.5% 、 3.5% 、 17.94% 、 10.19% 、 19.03% 、 48.7% 。

表 2 安徽省地貌基本形态

高程/m	平原起伏度/m			山地起伏度/m		
	平原 (< 20)	台地 (20 ~ 75)	丘陵 (75 ~ 200)	小起伏山地 (200 ~ 500)	中起伏山地 (500 ~ 1000)	大起伏山地 (1000 ~ 2500)
低海拔 < 1000	低海拔平原	低海拔台地	低海拔丘陵	小起伏山地	中起伏山地	—
中海拔 1000 ~ 2000	中海拔平原	中海拔台地	中海拔丘陵	小起伏中山	中起伏中山	大起伏中山

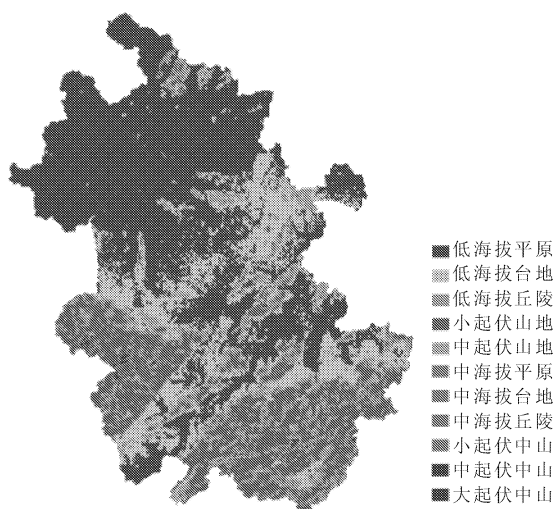


图 4 安徽省地貌形态分类结果图

4 总 结

(1) 本文基于 SRTM - DEM 对安徽省的地貌特征信息进行提取,定量分析地貌形态分类,结果跟安徽省的整体地势基本一致,大体为淮北平原、江淮丘陵、皖西大别山区、沿江平原、皖南山区,地貌分类主要为中起伏中山、中起伏山地、小起伏山地、低海拔丘陵、低海拔台地、低海拔平原,能够为安徽省的地貌分类提供准确的参考依据。

(2) 采用均值变点分析法定量地计算安徽省区域地势起伏度的最佳统计面积为 2.37 km^2 ,可将安徽省地势起伏度分为 6 级。

(3) 研究基础数据为分辨率 90 m 的 SRTM - DEM,不能够更加精细地表达地形特征信息,若能采用更高分辨率的高程数据进行地貌分析,这将能够提高地势起伏度研究以及地貌分类研究的实用性。

参考文献:

[1] 刘爱利,汤国安.中国地貌基本形态 DEM 的自动划分研究[J].地球信息科学,2006,8(4):8-14.

- [2] 李炳元,潘保田,韩嘉福.中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨[J].第四纪研究,2008,28(4):535-543.
- [3] 国际热带农业中心.90 m 空间分辨率的 SRTM - DEM 数字高程数据[DB/OL].[2011-06-28],<http://srtm.csi.cgiar.org/>.
- [4] 黄朝安.SRTM DEM 数据空洞插值填补方法对比分析[J].测绘与空间地理信息,2011,34(4):110-112.
- [5] 唐飞,陈曦,程维明,等.基于 DEM 的准葛尔盆地及其西北山区地势起伏度研究[J].干旱区地理,2006,29(3):388-391.
- [6] 付博,王忠礼.基于 DEM 的地势起伏度研究[J].吉林建筑工程学院学报,2013,30(6):16-18.
- [7] 张伟,李爱农.基于 DEM 的中国地形起伏度适宜计算尺度研究[J].地理与地理信息科学,2012,28(4):8-12.
- [8] 韩海辉,高婷,易欢,等.基于变点分析法提取地势起伏度——以青藏高原为例[J].地理科学,2012,32(1):101-104.
- [9] 项静恬,史久恩.非线性系统中数据处理的统方法[M].北京:科学出版社,1997.
- [10] 任静,陈亮.基于 SRTM - DEM 的河南省地貌特征分析与类型划分[J].河南科学,2011,29(9):1113-1116.
- [11] 曹伟超,陶和平,孔博,等.青藏高原地貌形态总体特征的 GIS 识别分析[J].水土保持通报,2011,31(4):163-167.
- [12] 赵斌滨,程永锋,丁士君,等.基于 SRTM - DEM 的我国地势起伏度统计单元研究[J].水利学报,2015,46(S1):284-290.
- [13] 陈学兄,毕如田,刘正春,等.基于 ASTER GDEM 数据的山西地形起伏度分析研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2016,36(6):208.
- [14] 常直杨,王建,白世彪,等.基于 DEM 数据的地貌分类研究——以西秦岭为例[J].中国水土保持,2014(4):56-59.
- [15] 胡最,聂阳意.基于 DEM 的湖南省地貌形态特征分类[J].地理与地理信息科学,2015,31(6):67-71.
- [16] 蒋国富.基于 SRTM DEM 与 ArcGIS 的南阳市地貌形态类型的自动划分[J].南阳师范学院学报,2015(12):43-46.