

凉山山原区山地特征要素数据集

胡金龙¹, 罗明良^{2,3*}, 唐梦鸽⁴, 魏 兰⁵, 晏自红², 秦子晗²

1. 西南石油大学土木工程与测绘学院, 成都 610500

2. 西华师范大学地理科学学院, 南充 637002

3. 西华师范大学四川省干旱河谷土壤侵蚀监测与控制工程实验室, 南充 637002

4. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

5. 荣经县自然资源和规划局, 雅安 625200

摘 要: 平均高度较大、面积广阔、构造复杂且总体上完整的大高原称为山原。凉山山原区位于四川盆地西南缘, 是我国典型的山原区之一。本文基于川西凉山山原区 90-m 分辨率的 SRTM3 DEM 数据, 采用山峰-山脊线-控制范围一体化的算法, 识别山脊线及其等级、山原区范围, 然后运用模糊隶属度方法和谷歌影像等数据对结果进行验证, 最终得到凉山山原区山地特征要素数据集。该数据集包括: (1) 凉山山原区范围; (2) 各级山系范围; (3) 各级山脊线; (4) 模糊隶属度方法得到的山脊线; (5) 等高距为 100 m 的等高线数据。该数据集存储为.shp、.tif 和.txt 格式, 由 55 个数据文件组成, 数据量为 29.6 MB (压缩为 1 个文件, 14.9 MB)。

关键词: 山地特征要素; 山脊线; 凉山山原区

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2022.01.19>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2022.01.19>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志 (中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2021.10.09.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.10.09.V1>

1 前言

山地是影响气候和动植物地理分布的重要地形之一^[1,2]。山地特征要素表征着山地地形和起伏变化, 是用以描述区域地貌特征的重要指标^[3,4]。近年来, 特征要素提取与分析成为数字地形分析 (Digital Terrain Analysis, DAT) 的研究热点之一, 但现有研究集中于单一特征要素的提取及其分析, 如山顶点^[5-7]或特征线^[8-10], 而提取所得到的山地特征要素间缺乏紧密联系。胡金龙等^[11]提出了一种以 DEM 为数据源, 同时提取山地地貌分区和山地特征要素的一体化山地特征要素提取方法, 得到的山地地貌区划完整, 特征要素之间耦合良好, 符合地貌学认知。

收稿日期: 2021-11-05; 修订日期: 2022-01-21; 出版日期: 2022-03-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41871324)

*通讯作者: 罗明良, 西华师范大学地理科学学院, lolean586@163.com

数据引用方式: [1] 胡金龙, 罗明良, 唐梦鸽等. 凉山山原区山地特征要素数据集[J]. 全球变化数据学报, 2022, 6(1): 142-148. <https://doi.org/10.3974/geodp.2022.01.19>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2022.01.19>.

[2] 胡金龙, 罗明良, 唐梦鸽等. 凉山山原区山地特征要素数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.10.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.10.09.V1>.

平均高度较大、面积广阔、构造复杂且总体上完整的大高原称为山原。它包括山脉、山系、高原和山间盆地等，形成一个复杂的综合体^[12]。凉山山原区是我国西南部典型的山原，其位于四川盆地西南缘；北至大渡河，西至普雄河、尼日河、曼滩河、牛日河，东南以金沙江河谷为界，面积近 9,000 km²。该区域地表切割破碎，地形起伏大，山高坡陡，在山地研究中具有较高的典型性。本数据集基于胡金龙等^[11]提出的山地特征要素提取方法获取凉山山原区山地特征要素，并在此基础上进行加工整理，最终得到凉山山原区 9 个主山系。数据集结果能够反映区域总体地貌结构，山地地貌分区符合地貌学认知，特征要素结构符合山系-山脉-山峰的隶属结构，且二者之间耦合关系良好。数据集可辅助凉山山原区地貌类型划分和地貌分区，在山地特征要素提取及地貌分区细化等方面进行了有益尝试。

2 数据集元数据简介

《凉山山原区山地特征要素数据集》^[13]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《凉山山原区山地特征要素数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	凉山山原区山地特征要素数据集
数据集短名	Ridgeline&MountainareaLiangshan
作者信息	胡金龙 0000-0002-8123-7282, 西南石油大学土木工程与测绘学院, ltpai91@hotmail.com 罗明良, 西华师范大学地理科学学院, lolean586@163.com 唐梦鸽, 中国科学院地理科学与资源研究所, baymintang@hotmail.com 魏兰, 荣经县自然资源和规划局, 1324265289@qq.com 晏自红, 西华师范大学地理科学学院, 2327626923@qq.com 秦子晗, 西华师范大学地理科学学院, qinzihan2021@126.com
地理区域	凉山山原区
数据年代	2000 年（原始 DEM 数据采集于 2000 年）
空间分辨率	90 m
数据格式	.shp、.tiff、.txt
数据量	14.9 MB（压缩后）
数据集组成	凉山山原区山地特征数据；模糊隶属度数据；山原区边界、DEM、等高线数据；已知山顶点、河流和县级行政区划边界数据
基金项目	国家自然科学基金（41871324）
数据计算环境	ArcGIS10.2；Python2.7；ArcGIS Pro2.8
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据集和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[14]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

3 数据研发方法

制作本数据集的 DEM 数据为美国航天飞机雷达测绘的 SRTM3 DEM，该数据采集于 2000 年 2 月，经处理后的空间分辨率为 3 弧秒（在赤道附近分辨率约为 90 m）。本研究使用地理空间数据云¹提供的 SRTM3 数据，原始数据为 WGS84 坐标系，本研究中将数据投影为 WGS_1984_Lambert_Conformal_Conic 投影坐标系，并将分辨率重采样为 90 m。

3.1 算法原理

本数据集基于胡金龙等提出的基于 DEM 的一体化山地特征要素提取方法^[11]进行凉山山原区特征要素提取，主要流程包括：（1）地形自然剖分提取山顶点及山峰控制范围；（2）流域边界线过滤，提取山脊线；（3）各山脊线隶属度 W 计算；（4）各级山脊线等级编码；（5）山顶点、山脊线、山峰控制区耦合。其中，山脊隶属度 W 由地面坡度（Average Slope，AS）、海拔高度（Average Elevation，AE）及起伏高度（Average Deviation，AD）3 个指标确定^[15]，具体计算如式(1)所示。此外，为了验证山地特征要素提取正确性，使用模糊隶属度方法^[16]进行主山脊识别。

$$W = (AE - AD)^{(1-AS/90)}$$
 (1)

3.2 技术路线

本数据集的生成流程包括数据预处理、山地特征要素提取和数据后处理等工作（主要流程如图 1 所示）。数据预处理主要由凉山山原区范围标定、DEM 裁剪、投影栅格等步

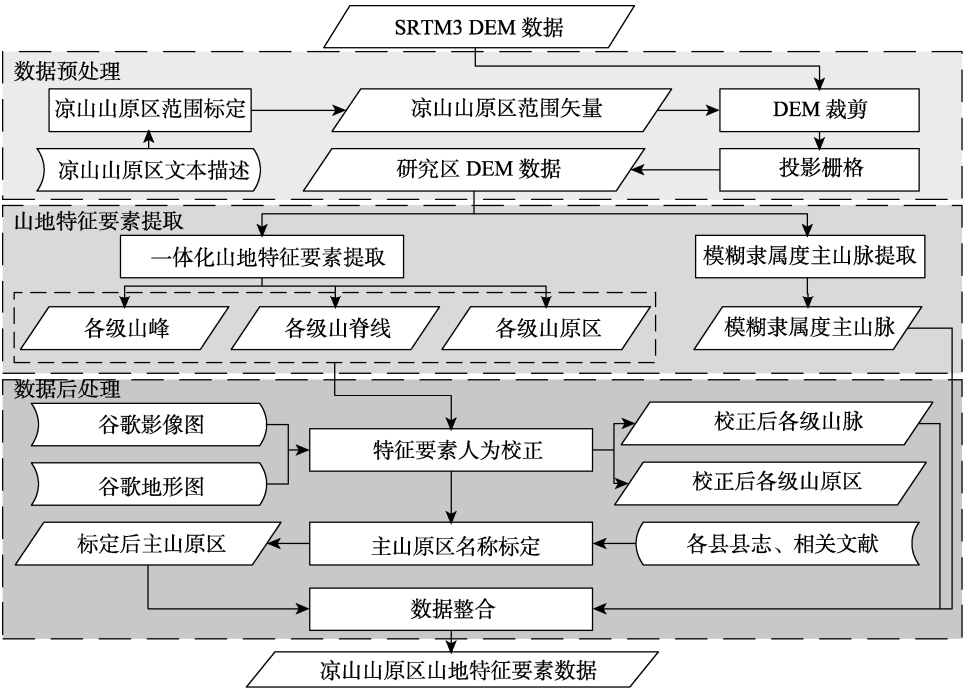


图 1 数据研发技术流程图

¹ 地理空间数据云[OL]. <http://www.gscloud.cn/>.

骤组成；山地特征要素提取主要由一体化山地特征要素提取和模糊隶属度方法主山脉提取两部分组成；数据后处理主要包括特征要素人为校正、主山原区名称标定和数据整合等步骤。其中，特征要素人为校正主要基于谷歌地图影像图、谷歌地图地形图数据和专家经验，按照传统地貌学认知，对山地特征要素进行校正，主要包括：（1）山脊线走向校正；（2）山原区边界校正；（3）无明显分割的相邻山原区合并；（4）凉山山原区边界校正等工作。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

数据集由凉山山原区范围数据、各级山系范围数据、各级山脊线数据、模糊隶属度方法得到的山脊线数据和间隔为 100 m 的等高线数据组成，详细信息见表 2。

表 2 《凉山山原区山地特征要素数据集》组成文件简表

数据	数据格式	数据内容	数据量
凉山山原区范围数据	.shp	矢量文件	81.63 KB
主山原区数据	.shp	矢量文件	226.42 KB
各级山原区数据	.shp	矢量文件	788.13 KB
主山脊线数据	.shp	矢量文件	197.07 KB
各级山脊线数据	.shp	矢量文件	2.09 MB
模糊隶属度方法得到的山脊线数据	.tif	栅格文件	753.05 KB
等高线数据	.shp	矢量文件	25.55 MB

4.2 数据结果

经过人为校正后，凉山山原区一体化特征要素共包含主山原区 9 个，各级山原区 232 个；主山系 9 条，各级山脊线 1,849 条；主峰和各级山顶点数据由于无已知数据进行验证，全部予以剔除，校正后的山地特征数据如图 2 所示。

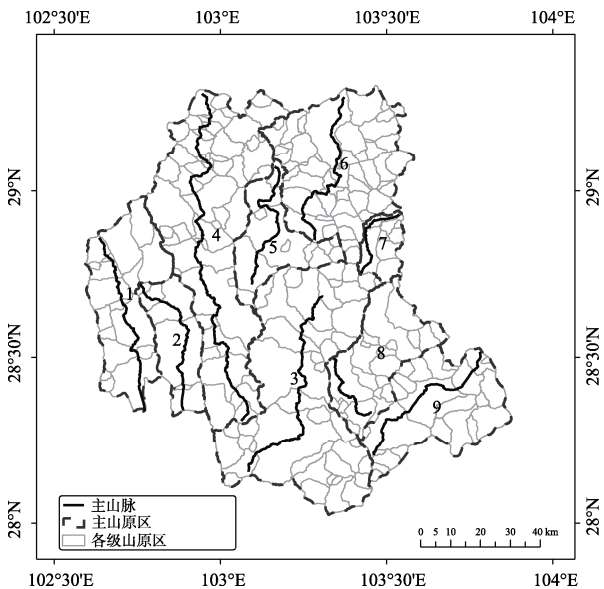


图 2 校正后的山地特征要素

为了进一步提升数据质量和便于数据的后续使用，查阅甘洛县、美姑县、马边县等地县志及相关资料确定校正后各主山山脉的名称，结果如表 3 所示。

表 3 凉山山原区主山脉命名及依据

编号	山脉名称	命名依据
1	凉山中部大山	甘洛县县志 ^[17,18]
2	凉山中部大山、阿米特洛	甘洛县、美姑县县志 ^[17-20]
3	大风顶、黄茅根、连渣果峨、鸡公山	美姑县、马边县县志 ^[19-21]
4	特克哄哄山	甘洛县资料 ^[22]
5	瓦侯能和	美姑县资料 ^[22]
6	药子山、大花梗	马边县资料 ^[22]
7	来司岗和大有岗	马边县县志 ^[21]
8	麻捏姑、茶条山	马边县县志 ^[21]
9	麻咪泽	马边县县志 ^[21]

注：甘洛县等地方县志为查阅当地县志获得。

4.3 数据结果验证

数据后处理的主山原区和各级山脊线数据如图 3 所示，为了验证山原区数据边界和山脊线数据走向的正确性，选取 3 个样区，分别与谷歌地图影像图和谷歌地图地形图数据进行叠加分析，叠加效果如图 4 所示。

从图中可以看出：（1）数据集的山脊线数据与模糊隶属度提取的山脊线数据吻合良好，二者的主山脊基本重合，且在模糊隶属度方法未提取山脊线的区域也取得了较好的效果；（2）数据集的山脊线、山原区边界多分别位于等高线指示的山脊上或山谷内，且多与等高线垂直相交，符合地貌学认知；（3）数据集的山脊线、山原区边界多分别位于影像所示坡顶或道路、河流区域，与光学影像、地貌晕渲图叠加效果良好。综上，经过数据后处理后的山脊线与山原区数据，符合地学认知，精度较高，能够满足应用和研究需要。

5 讨论和总结

本文选取凉山山原区作为实验区，运用胡金龙等^[11]提出的一体化山地特征要素提取算法获取实验区山地特征要素数据，以模糊隶属度方法提取的主山系数据及等高线数据为验证，并结合谷歌地图影像图、谷歌地图地形图和各县县志及相关资料进行校正和命名。校正后的山脊线与模糊隶属度方法提取结果基本吻合，且山脊线基本山脊上，山原区边界基本河流和沟谷内，山地特征要素空间位置基本正确，各级要素间耦合良好，符合地貌学认知。该数据集反映了凉山山原区总体地形和地势特征，可为区域地貌类型划分、区域地理规划等相关应用和研究提供参照。

作者分工：罗明良对数据集的开发做了总体设计；胡金龙实现了算法并提取了山地特征要素数据；唐梦鸽、魏兰、晏自红、秦子晗做了数据验证；胡金龙和罗明良共同完成了数据论文撰写。

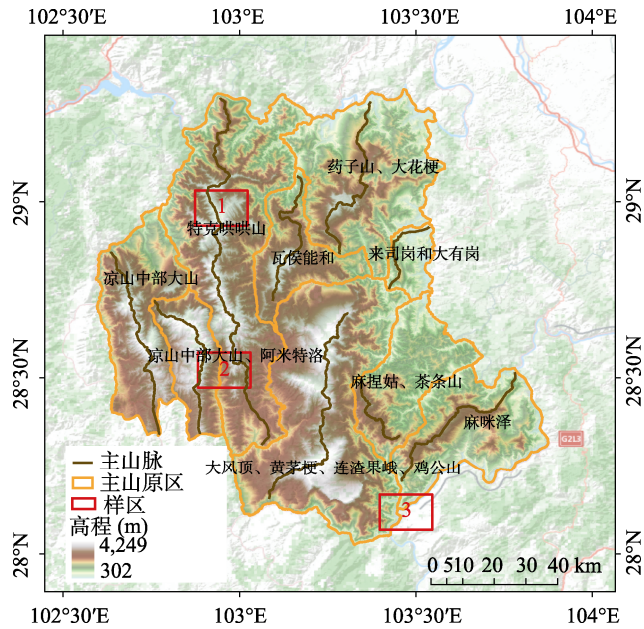


图 3 命名后凉山山原区主山系

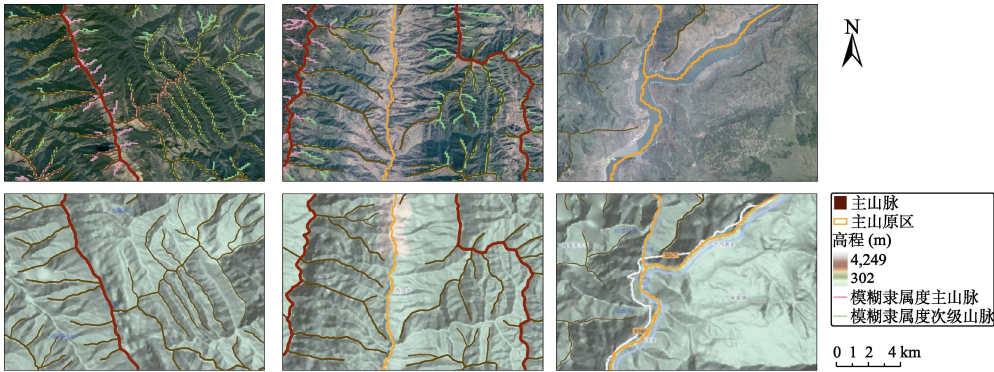


图 4 样区叠加分析

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

[1] Hammond, E. H. Analysis of properties in land form geography: an application to broad-scale land form mapping [J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 1964, 54(1): 11–19.

[2] 王襄平, 王志恒, 方精云. 中国的主要山脉和山峰[J]. *生物多样性*, 2004(1): 206–212.

[3] 汤国安, 李发源, 刘学军. 数字高程模型教程[M]. 北京: 科学出版社, 2016.

[4] 薛凯凯, 熊礼阳, 祝士杰等. 基于 DEM 的黄土峁塬提取及其地形特征分析[J]. *地球信息科学学报*, 2018, 20(12): 1710–1720.

[5] Wood, J. The geomorphological characterisation of Digital Elevation Models [D]. Leicester, UK: University of Leicester, 1996.

[6] 顾留碗, 王春, 李鹏等. 利用 DEM 提取山顶点精度研究[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2016, 41(1):

- 131–135.
- [7] 陈盼盼, 张友顺, 王春等. 基于 DEM 的山顶点快速提取技术[J]. 现代测绘, 2006(2): 11–13.
- [8] Menduni, G., Pagani, A., Rulli, M. C., *et al.* A Non-conventional watershed partitioning method for semi-distributed hydrological modelling: the package ALADHYN [J]. *Hydrological Processes*, 2002, 16(2): 277–291.
- [9] Mantilla, R., Gupta, V. K. A GIS numerical framework to study the process basis of scaling statistics in river networks [J]. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2005, 2(4): 404–408.
- [10] 周毅, 汤国安, 习羽等. 引入改进 Snake 模型的黄土地形沟沿线连接算法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2013, 38(1): 82–85.
- [11] 周成虎. 地貌学辞典[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006
- [12] 胡金龙, 唐梦鸽, 罗明良等. 基于 DEM 的一体化山地特征要素提取[J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(3): 422–430.
- [13] 胡金龙, 罗明良, 唐梦鸽等. 凉山山原区山地特征要素数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.10.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.10.09.V1>.
- [14] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. [https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05\(2017年更新\)](https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05(2017年更新)).
- [15] 罗寅. 宏观山脉线抽取及其辅助技术研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2012.
- [16] Fisher, P., Wood, J., Cheng, T. Where Is Helvellyn? Fuzziness of multi-scale landscape morphometry [J]. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2004, 29(1): 106–128.
- [17] 四川省甘洛县地方志编纂委员会. 甘洛县志[M]. 成都: 四川人民出版社, 1996.
- [18] 四川省甘洛县地方志编纂委员会. 甘洛县志[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
- [19] 四川省美姑县志编纂委员会. 美姑县志[M]. 成都: 四川人民出版社, 1997.
- [20] 四川省美姑县志编纂委员会. 美姑县志 1991–2009[M]. 北京: 方志出版社, 2017.
- [21] 马边彝族自治县地方志编纂委员会. 马边彝族自治县志[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1994.
- [22] 王林吉. 凉山彝族自治州志[M]. 北京: 方志出版社, 2002.