

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2020.08.018

地形起伏特征对汉中市人口与经济的空间分布格局影响研究

张 珊, 查小春, 刘恺云

陕西师范大学 地理科学与旅游学院, 西安 710119

摘要: 通过提取表征汉中市地形起伏特征的地形起伏度、坡度和高程 3 个地形因子并进行分级, 在县域尺度和乡镇尺度上, 探究了地形起伏特征对汉中市人口与经济空间分布格局影响。研究表明: 汉中市的地形起伏特征为中部平缓, 四周陡高, 以小起伏缓坡中山为主。人口和经济密度的空间布局是以汉中市汉台区和南郑区为高值中心, 呈条带状向外逐渐变为低值。县域尺度上的人口和经济密度受坡度的影响最大, 其次是地形起伏度, 高程最弱。乡镇尺度上的人口密度和企业密度具有一定的空间耦合特征, 受地形起伏度的影响最强, 坡度次之, 高程最弱, 且乡镇尺度能有效降低县域人口和经济平均化趋向, 能更精确地表达人口和经济的空间分布。

关键词: 地形起伏; 人口和经济; 空间分布; 乡镇和县域尺度; 汉中市

中图分类号: K903

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2020)08-0138-11

地形是地球表面各种形态的总称, 是最基本的自然地理要素。地形条件是一个区域社会经济发展和进行人类活动的基础, 显著的地表起伏对区域的农业生产、人口分布、城镇建设与经济发展的影响最为明显^[1]。以往研究表明, 人口空间分布和社会经济发展方向与地形因子尤其是地形起伏度和坡度的关系最为密切^[2-10]。地形起伏度是描述地表形态特征的定量宏观指标, 能直观反映地形起伏特征^[11-13]。坡度是衡量地形起伏状况的微观指标, 还是生产力布局参考指标, 反映山坡倾斜陡峭程度^[14]。高程是描述地表起伏形状的最基本的几何量, 也能直接反映地表起伏状态^[15]。汉中市地处中国版图地理几何中心, 属中国西南地区, 是南北过渡带重要的生态屏障区, 生态系统多样, 地貌类型丰富^[16]。北部的秦岭山脉、南部的大巴山及中间的汉中盆地、丹江平原构成了汉中市特殊的“两山夹一川”的地貌特征。秦岭山脉山势巍峨, 北陡南缓, 巴山山脉峡谷深涧, 山高坡陡, 人迹罕至; 而汉江谷地则和缓开阔, 水陆交通发达, 人口数量和 GDP 总量高度集中。据统计, 15.68% 的人口集中分布在汉中盆地中部, 在只占据汉中市 2.00% 的国土面积上贡献了 21.56% 的 GDP。可见, 地形条件尤其是地形起伏度和坡度对汉中市人口和经济发展的空间分布格局影响明显。并且, 由于汉中市地形条件复杂, 生态脆弱, 汉中市 11 个县全部被列入秦巴山集中连片特困地区区域发展与脱贫攻坚规划扶持范围^[17-18]。因此, 开展地形起伏特征对汉中市人口和经济发展的空间分布格局影响研究尤为重要。

目前, 不同学者从国家层面、县域单元和乡镇街道等多尺度、多方面定量分析了地形起伏特征, 尤其是地形起伏度和坡度对人口和经济发展的影响。从国家层面和县域单元出发, Fang 等^[2]用海拔、相对高度和坡度对中国的山地类型进行了标准定义和划分, 并以县为基本行政单元, 将中国山区经济发展水平分为 4 种主要类型和 23 种亚型。封志明等^[3-4]基于人居环境评价的需要, 分析了中国地形起伏度的分

收稿日期: 2019-08-01

基金项目: 国家社会科学基金项目(14BZS070); 陕西省自然科学基金项目(2018JM4025); 科技基础资源调查专项(2017FY100905)。

作者简介: 张 珊(1994-), 女, 硕士研究生, 主要从事资源开发与环境演变等方面的研究。

通信作者: 查小春, 教授, 博士研究生导师。

布规律与人口分布的相关性, 表明中国的地形起伏度与人口密度有较好的对数拟合关系, 并且基于县域单元的分析结果表明, 相对于人口分布, 经济发展向低起伏地区集中的趋势更明显. 与此同时, 吕晨等^[5]从乡镇街道尺度出发, 研究了地理探测器方法下, 北京市人口空间格局变化与自然因素的关系, 结果表明对常住人口作用强度由大到小的自然因素分别是适宜建设用地面积、地形起伏度、坡度、海拔高程和河网密度, 对外来人口则分别是地形起伏度、适宜建设用地面积、坡度、海拔高程和河网密度. 刘彦随等^[6]从县域农村角度揭示出坡度是影响农村贫困化分异的一个主导因素. 可见, 不同尺度反映的地形起伏特征对区域人口和经济发展的影响各有差异. 同时, 有关地形起伏特征和人口与经济的研究方法也逐渐增多且不断趋于成熟, 形成了以空间统计分析法为主, 洛仑兹曲线法、半变异函数法、样带分析法、地理探测器等新方法不断涌现的新局面^[5-6, 11-12]. 然而, 这些研究或只采用地形起伏度单因子做分析, 或只集中单尺度加以分析, 二者兼顾者较少.

本文利用 ASTER GDEM v2 数据和汉中市人口、经济统计数据, 从乡镇和县域 2 种尺度来分析汉中市地形起伏特征对人口和经济发展的空间分布格局影响, 并与高程、坡度等其他地形因子的影响进行对比分析, 意图揭示汉中市人口和经济空间分布格局与地形条件的关系, 为汉中市脱贫攻坚工作以及人口、资源环境与社会经济的协调发展提供科学依据和决策支持.

1 研究区域概况

汉中市处于 $105^{\circ}30'50''\sim 108^{\circ}16'45''\text{E}$, $32^{\circ}08'54''\sim 33^{\circ}53'16''\text{N}$, 位于陕西省东南部, 最大直线长度东西为 260 km, 南北为 190 km, 总面积 2.72 万 km^2 . 汉中盆地北依秦岭山脉, 南屏巴山浅麓, 辖汉台区、南郑区、城固县、留坝县、勉县、佛坪县、略阳县、宁强县、西乡县、镇巴县、洋县 2 区 9 县 179 个乡镇、街道办事处^[19]. 全域海拔高度为 277~3 063 m, 平均高度为 1 135 m, 高差起伏较大(图 1). 地势中间低、四周高, 地貌类型多样, 以山地为主. 据统计, 中山区主要分布于汉中市的南北侧, 占总面积的 58%, 低山丘陵广泛分布于汉江及其支流经过的区域, 占总面积的 36%, 盆地面积约为 6%^[20]. 研究区 2017 年末户籍人口 381.85 万人, 常住人口 344.93 万人, 常住人口城镇化率 49.31%, 低于陕西省平均水平(56.79%), 人口密度为 140 人/ km^2 . 2017 年末生产总值为 1 333.30 亿元, 占全省(21 898.81 亿元)的 6.09%, 土地面积占全省的 13.23%, 经济发展水平排名全省第六^[20].

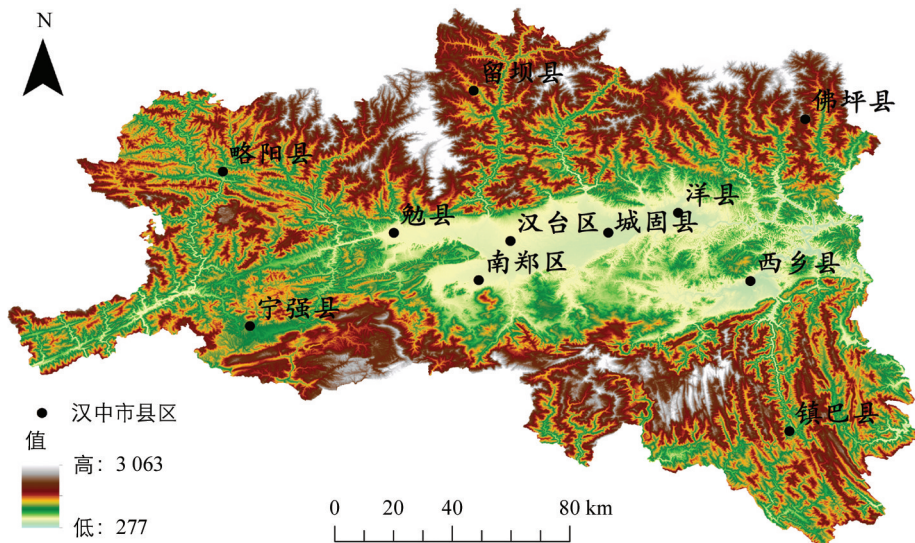


图 1 研究区范围及 DEM 空间分布图

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与预处理

本文采用的 DEM 基础数据为 ASTER GDEM v2(分辨率为 30 m), 来源于中国科学院计算机网络信息

中心国际科学数据服务平台, 经过投影转换、拼接、重采样、裁切而成, 格网大小为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$, 数据格式为 ArcGIS 的 grid 格式. 文中人口、人口密度和经济数据来源于《汉中统计年鉴》^[20] 和《陕西统计年鉴》^[19], 包含陕西省各市和汉中市各县域的常住人口、人口密度和生产总值统计数据. 汉中市县域各乡镇的人口、行政面积和企业个数数据来自《中国县域统计年鉴(乡镇卷)》^[21].

统计数据的空间化是根据《汉中统计年鉴》《陕西统计年鉴》以及《中国县域统计年鉴(乡镇卷)》的资料, 以乡镇、街道的常住人口数量为基础, 基于 2011 年《陕西省分乡镇行政区划图》对汉中市乡镇边界矢量化, 生成各行政单元的面积, 并对各县域乡镇、街道的人口和经济数据进行空间属性标注和添加, 进行可视化显示. 由于乡镇产业生产总值难以获取, 故采用企业个数/乡镇单元面积来表示乡镇企业密度, 以此来进行相关性和差异分析.

2.2 研究方法

最佳统计单元是确定区域起伏度的关键, 已有研究表明, 非人工判别法中的“均值变点法”能够快速有效、准确地计算最佳统计单元, 已被许多学者应用到地形起伏度最佳统计单元的研究中^[22-25]. 因此采用移动窗口分析和均值变点分析方法来确定汉中市地形起伏度的最佳统计单元. 具体方法是: 先计算统计单元, 找到变点; 再采用均值变点法对变点进行准确识别. 坡度提取则基于 Arcgis 的 Spatial Analyst 模块直接提取. 对于表征地形起伏特征的地形因子(高程、地形起伏度、坡度等)的分级除采用标准法分级外, 还可采用自然裂点法. 同时使用数理统计方法进行汉中市地形起伏特征和人口、经济发展的相关研究.

3 结果分析

3.1 汉中市地形起伏因子提取与分级

3.1.1 汉中市地形起伏度提取

采用移动窗口分析法首先得到汉中市不同网格面积(窗口、尺度)和平均起伏度的对应关系, 进行数据拟合(图 2a), 拟合曲线为 $y = 13.046x^{0.9458}$, 判定系数 $R^2 = 0.9811$, 拟合效果良好. 通过统计学检验, 可以看出, 研究区内的平均起伏度是随着网格面积增大而增大的.

利用均值变点分析方法对图 2a 拟合曲线上的拐点进行识别, 将样本数量分为 2 段, 计算出原始统计量总的离差和 2 段样本的离差平方和之差(图 2b), 得出在窗口大小为 19×19 时差值达到最大, 该点即为所要求的由陡变缓的拐点.

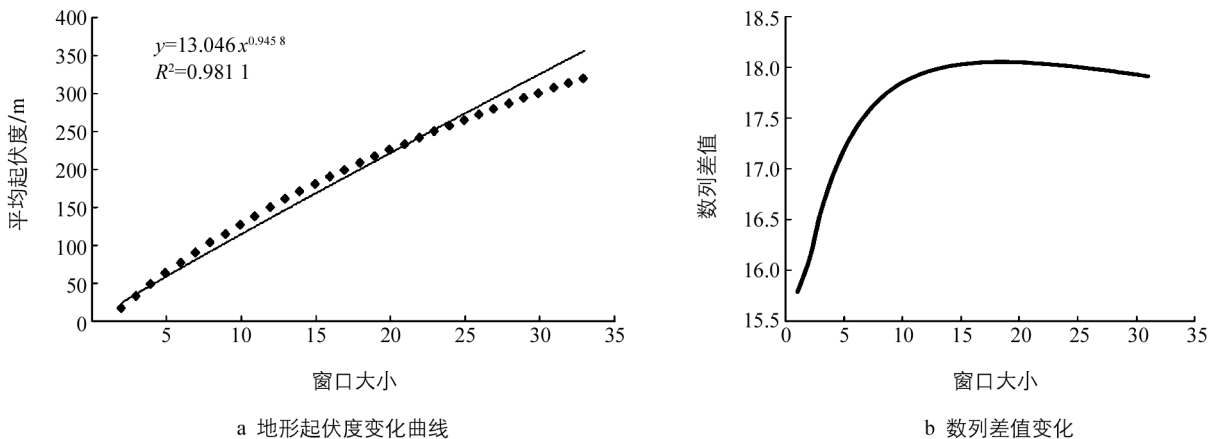


图 2 汉中市地形起伏度统计单元面积与起伏度拟合曲线图

3.1.2 汉中市地形起伏因子分级

表征地形起伏特征的地形因子主要有地形起伏度、坡度和高程等. 经提取统计结果显示(图 3a), 汉中市的高程范围为 $277 \sim 3\,063\text{ m}$, 按照常规的地貌类型划分, 可分为丘陵($200 \sim 500\text{ m}$)、低山($500 \sim 1\,000\text{ m}$)和中山($1\,000 \sim 3\,500\text{ m}$), 三者占比分别是 2.83% , 39.81% 和 57.36% .

如图 3b, 汉中市的坡度分级按照国际地理学联合会提出的六级坡度分类法^[14] 标准分级可分为: 平

坦的($<3^\circ$)、起伏的($3^\circ\sim 8^\circ$)、平缓的($8^\circ\sim 15^\circ$)、缓的($15^\circ\sim 25^\circ$)、陡的($25^\circ\sim 35^\circ$)、极陡的($>35^\circ$), 占比和面积如表 1 所示. 可见, 汉中市各坡度占比依次为缓坡 $>$ 陡坡 $>$ 极陡坡 $>$ 平缓坡 $>$ 平缓微倾斜坡 $>$ 平坦地. 平缓坡和平缓微倾斜坡(起伏的)主要分布于汉中盆地, 陡坡分布范围最广.

表 1 汉中市坡度分级统计表

坡度/ $^\circ$	$<3^\circ$	$3^\circ\sim 8^\circ$	$8^\circ\sim 15^\circ$	$15^\circ\sim 25^\circ$	$25^\circ\sim 35^\circ$	$>35^\circ$
面积/ km^2	919.78	2 471.09	4 144.11	7 981.33	7 292.85	4 390.85
百分比/%	3.38	9.08	15.24	29.34	26.81	16.14

如图 3c 所示, 汉中市地形起伏度提取结果范围为 $0\sim 858\text{ m}$. 依据起伏度分级^[26], 汉中市地形起伏度共有 4 级, 分别是: 低丘陵($<100\text{ m}$)、高丘陵($100\sim 200\text{ m}$)、小起伏山地($200\sim 500\text{ m}$)和中起伏山地($500\sim 858\text{ m}$). 为了探讨地形起伏度和坡度、高程的空间对应关系以及与人口和经济的影响, 参照人居环境适宜性评价背景下的提取方法, 对地形起伏度进行了标准化处理^[4]. 采用封志明等^[4]提出的将 500 m 视为中国基准山体的高度引入地形起伏度的计算中, 使其具有地理学意义: 当 $\text{RDLS}<1$ (起伏度 $<500\text{ m}$) 时, 表明低于一个基准山体的起伏, 当 RDLS 为 1 的若干倍时, 表明地形起伏为若干个基准山体的高度^[1, 4]. 将汉中市地形起伏度分级后, 得出汉中市 RDLS 范围为 $0\sim 1.72$, 小起伏山地所占比例最大(57.31%), 面积约为 $15\ 587.88\text{ km}^2$, 其次是高丘陵(29.40%)和低丘陵(12.93%), 面积最小的中起伏山地(0.35%)为 96.50 km^2 . 结合起伏度分布情况, 可知低丘陵主要分布在汉中盆地, 高丘陵和小起伏山地相间分布在汉中盆地四周, 而中起伏山地零星分布于汉中盆地外围, 且东南方向分布范围最广. 综合以上地形因子分级后各地貌类型所占比例可知, 汉中市主要的地貌类型为小起伏缓坡中山, 这为汉中市的人口空间分布和经济发展格局提供了下垫面和主要地形基础.

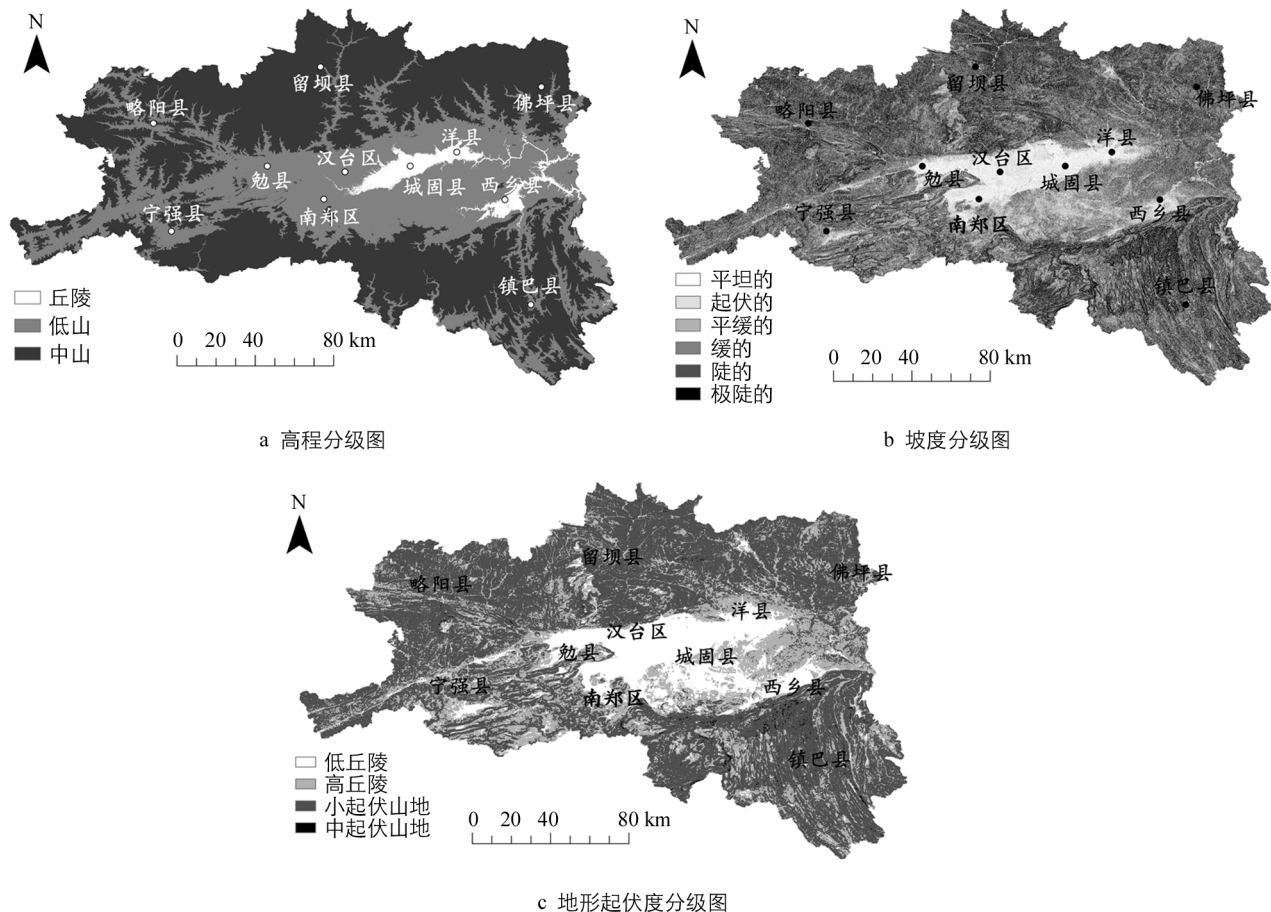


图 3 汉中市高程、坡度和地形起伏度分级分布图

3.2 地形起伏特征对人口与经济的空间分布格局影响分析

人口分布和经济发展格局是特定的时空背景下人地关系的一种反映,空间尺度是测度人口密度的一个基本参量^[27].因此,研究地形起伏特征对汉中市人口与经济的空间分布格局影响可从县域尺度和乡镇尺度两方面考虑.

3.2.1 县域尺度的影响

1) 数理统计层面的相关性分析

基于数理统计层面运用矩阵表对汉中市县域人口、面积、人口密度、经济密度和表征地形起伏特征的地形因子(高程、地形起伏度、坡度)做了相关性分析.从表 2 可以看出,汉中市行政面积与各地形因子间没有很强的相关性,常住人口与高程、地形起伏度和坡度相关系数在 $-0.87 \sim -0.85$ 之间,相关性较好.县域 GDP 与地形起伏度、坡度的相关性最高,相关系数均为 -0.93 ,其次是高程,为 -0.82 .汉中市人口密度和经济密度的相关性接近 1,二者基于统计层面的拟合度达到高值,表明汉中市的人口和经济相关性强,这与封志明等^[4]的观点一致.

由表 2 可见,县域统计层面的汉中市人口密度和经济密度与地形起伏因子呈负相关,与坡度的相关性最高,分别为 -0.88 和 -0.86 ,其次是起伏度(-0.86 和 -0.84),与高程的拟合度仅为 -0.68 和 -0.66 ,且人口密度与地形因子的相关性高于经济密度,这说明地形起伏特征对人口密度的影响高于经济密度.同时,坡度对人口密度和经济密度的影响最大,其次才是地形起伏度,高程值的影响程度最弱.对汉中市 GDP 影响最大的首先是地形起伏度和坡度,其次才是人口密度和经济密度.

表 2 汉中市县域人口、面积与地形起伏因子相关系数分布表

相关系数	行政面积	常住人口	GDP	人口密度	经济密度	起伏度	坡度	高程
行政面积	1.00							
常住人口	0.02	1.00						
GDP	-0.30	0.92	1.00					
人口密度	-0.64	0.62	0.77	1.00				
经济密度	-0.68	0.58	0.76	1.00	1.00			
地形起伏度	0.46	-0.86	-0.93	-0.86	-0.84	1.00		
坡度	0.48	-0.85	-0.93	-0.88	-0.86	1.00	1.00	
高程	0.01	-0.87	-0.82	-0.68	-0.66	0.80	0.80	1.00

2) 空间分布格局影响分析

由图 3c 可见,县域地形起伏度由大到小依次为留坝县、镇巴县、略阳县、佛坪县、宁强县、西乡县、洋县、勉县、南郑区、城固县和汉台区,前 4 者分别位于汉中市的正北、东南、西北和东北角上.高程值大于 1 000 m 的县区由大到小分别为留坝县>佛坪县>镇巴县>略阳县>勉县>南郑区>宁强县>洋县.低山(500~1 000 m)主要分布在汉中市中部,包括汉台区、南郑区、城固县、洋县、西乡县、勉县的大部分,其中所有的县城都设置在海拔小于 1 000 m 的低山区,高山区则主要分布在汉中市南北两端.对比汉中市 11 个县区的人口和经济密度(表 3),显示人口密度和经济密度在县域角度具有一定的空间相关性,经济密度与人口密度总体保持一致变化.从排列位次上看,汉台区、城固县、南郑区、勉县、洋县和西乡县人口密度在 100 人/ km^2 以上,经济密度在 300 万元/ km^2 以上,位列前六,其他县都处于低值,而前者处于汉中市中部盆地,后者则位于秦岭大巴山山脉主体范围内,说明地形起伏特征对汉中市各县域人口和经济的影响程度各有不同,但与其地形条件紧密相关.

离散程度可以观测各个变量取值之间的差异程度,一般用标准差来反映数值的绝对波动,但由于地形因子的单位不一致,可以采用离散系数来反映其相对波动,即用地形因子的平均值/标准差来表示^[28],如表 3 所示.

结合图 3 和表 3 可知,留坝县平均高程值为 1 489.29 m,平均坡度值为 27.30° ,平均起伏度值为 67.04 m,三者数值均大于其他县区,但留坝县地形因子的离散系数却最小,其人口密度(22.29 人/ km^2)和

经济密度(80.47 万元/km²)也排在最后, 对比汉台区的平均高程值(759.69 m)、平均坡度值(11.99°)和平均起伏度值(29.45 m), 这 3 个数值在各县中最低, 而离散系数最大, 且人口密度最大, 为 996.37 人/km², 经济密度(5 295.41 万元/km²)是留坝县的 65.81 倍, 差距有统计学意义。汉台区地形总体较平坦, 高低差最大, 人口密度、经济密度均远远高于其他县区, 说明地势的平缓成就了汉台区人口和经济的发展。

表 3 汉中市县域人口和经济密度及高程、坡度和地形起伏度离散系数统计表

县(区)	人口密度/ (人·km ⁻²)	经济密度/ (万元·km ⁻²)	高程离 散系数	坡度离 散系数	地形起伏度 离散系数	县(区)	人口密度/ (人·km ⁻²)	经济密度/ (万元·km ⁻²)	高程离 散系数	坡度离 散系数	地形起伏度 离散系数
汉台区	996.37	5 295.41	0.49	1.06	1.04	佛坪县	24.07	78.12	0.29	0.43	0.27
南郑区	169.43	682.48	0.40	0.59	0.55	略阳县	71.27	240.29	0.26	0.40	0.27
城固县	213.10	1 112.98	0.44	0.67	0.69	宁强县	94.84	255.55	0.27	0.45	0.34
留坝县	22.29	80.47	0.25	0.39	0.27	西乡县	106.95	315.37	0.44	0.55	0.52
勉县	165.19	541.96	0.44	0.55	0.48	镇巴县	72.92	229.97	0.28	0.45	0.32
洋县	120.91	377.35	0.46	0.54	0.48						

县域坡度离散程度明显高于地形起伏度和高程, 表明县域坡度值的变化最大, 更能反映县域地形的起伏形态。根据 F. G 伦勒和 R. E. 霍顿的坡面侵蚀强度和坡度关系试验研究, 在 20°~60°之间的坡面侵蚀强度最大^[29]。据《中国典型县(市)地质灾害易发程度分区图集—西北地区卷》^[30]显示, 汉中市存在滑坡 1 785 处, 占地质灾害点总数的 85.4%; 崩塌 204 处, 占地质灾害点总数的 9.90%。因此, 汉中市陡坡及以上的区域(汉中盆地外围)应是水土流失防治的重点区域。一般当坡地相对高度超过 50 m 时, 就有可能出现大型崩塌^[31]。汉中市起伏度在 50 m 以内的地区主要在汉中盆地, 包含汉台区、南郑区、勉县、城固县和洋县的一部分, 因此, 汉中盆地之外的区域都应注意崩塌等地质灾害的发生。

3.2.2 乡镇尺度的影响

1) 数理统计层面的相关性分析

如图 4 所示, 在高程<500 m, 坡度在 3°~8°时, 起伏度表现为低值; 高程为 500~1 000 m 时, 起伏度值表现为低丘陵、高丘陵和小起伏山地; 当高程为 1 000 m 以上时, 起伏度值表现为以小起伏山地为主。坡度在 8°~15°时, 以高丘陵为主, 但也出现了部分起伏度低值; 在大于 15°时, 整体表现为小起伏山地为主, 高丘陵为辅。坡度超过 15°时, 起伏度值整体变高。在高程值为 2 500 m 左右时, 起伏度急剧下降, 这是因为该区域靠近秦岭山脉的主脊, 海拔较高, 但起伏度变化较小。图 5 显示基于乡镇尺度的汉中市地形起伏度与高程和坡度线性拟合度分别为 0.96 和 0.85, 表明地形起伏度与高程的相关关系高, 而二者的差异表现在整体海拔较高的区域, 地形起伏度可能比较低, 例如山间盆地; 而在一些沟壑峡谷地带, 可能海拔较低, 而地形落差较大。总体而言, 起伏度低值多出现在坡度和高程低值区, 起伏度高值多出现在坡度、高程高值区, 说明地形起伏度具有明显的坡度高程规律性。

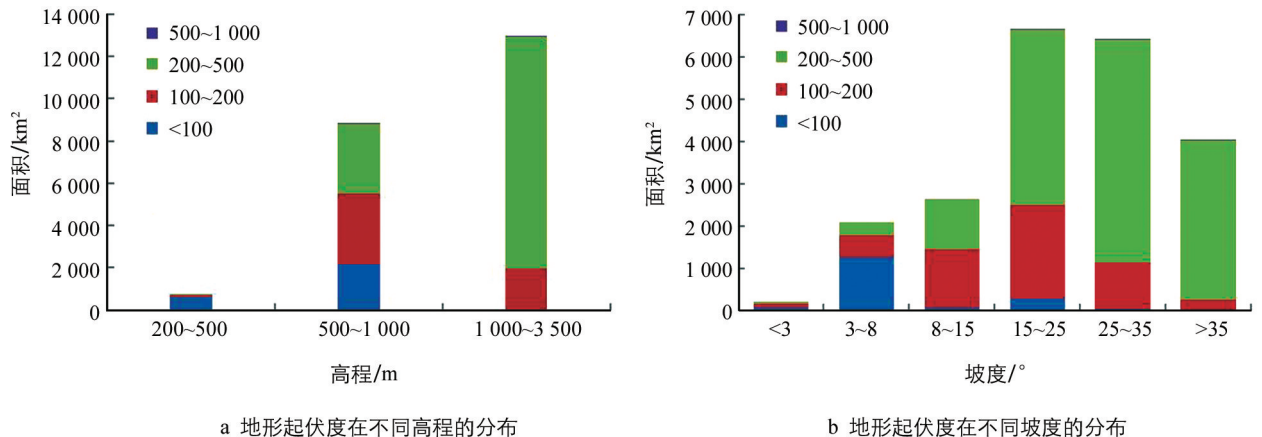


图 4 汉中市地形起伏度在不同高程和坡度的分布图

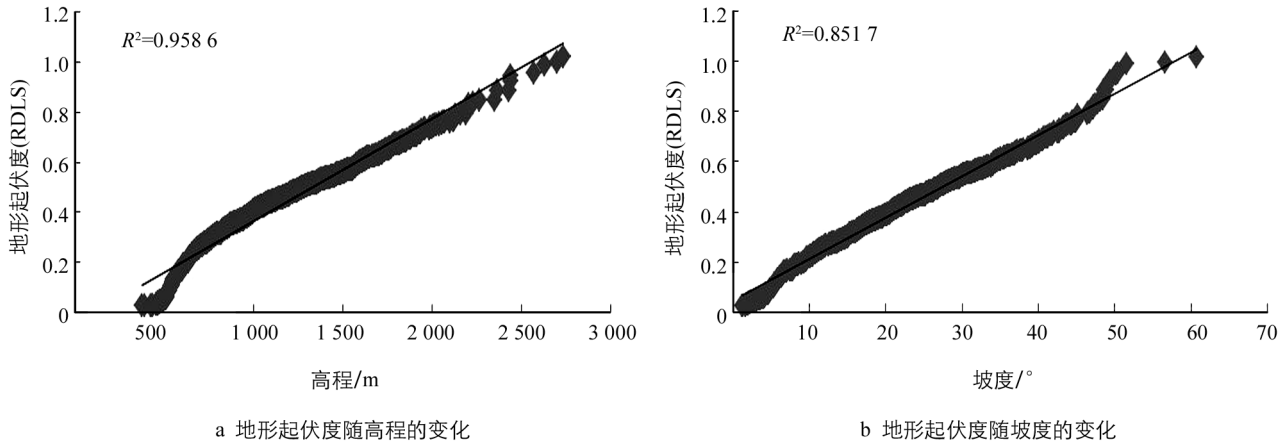


图 5 汉中市地形起伏度随高程和坡度的变化图

比较地形起伏度、坡度和高程对人口和经济空间分布的影响,进行曲线拟合.如图 6 所示,汉中市乡镇尺度的地形起伏度和坡度对人口密度的拟合度分别为 0.88 和 0.83,高程拟合关系最弱,仅为 0.56.对比企业密度(企业从业人数/乡镇面积),其与地形起伏因子的拟合曲线与人口密度一致,但与各地形因子的相关性超过人口密度,与地形起伏度的相关性最高,其次是坡度和高程.说明乡镇尺度上,基于数理统计层面的地形起伏特征对汉中市人口与经济的影响表现为地形起伏度>坡度>高程,且与企业密度的相关性更高.图 6 还显示出人口密度随高程、坡度和地形起伏度的变化趋势总体表现为随着起伏度(坡度、高程值)的增大,人口密度由大变小,且图 6a,6b 和 6c 表现为高度一致.综上所述,各地形因子对人口和经济密度的空间影响具有相似性,均表现为地形起伏度的影响最强,坡度次之,高程最弱.比起坡度和高程,地形起伏度影响汉中市人口密度和经济密度的作用更为明显,这与区域地形起伏度与行政区划和区域人口、经济发展具有密切的相关性的研究吻合^[11-12].

2) 空间分布格局影响分析

如图 7a 所示,基于乡镇尺度的人口密度表现为中部高,四周低.人口密度高值区多集中在汉中市汉台区、南郑区和城固县,其余分布在各县城城关镇中心.结合图 3a,3b 和 3c,这些人口密度高值区地形条件表现为高丘陵,坡度都较为平缓,汉江沿途通过,为乡镇的人口聚居提供了有力的地形条件.然而,人口密度最大的是佛坪县十亩地镇,达 27.62 人/m²;最小的是佛坪县岳坝镇,为 0.06 人/m².结合图 3b 和 3c 可知,佛坪县十亩镇地处高丘陵地带,地形平缓,人口集中,且由于该镇行政面积较小,导致人口密度值最高.结合图 3a 和 3b,佛坪县岳坝镇之所以人口密度最低,是因为该镇海拔高,且地形陡峭,地形起伏度为中起伏中山,不利于人口的集中,地形条件对该地的人口密度影响显著.

如图 7b 所示,企业密度高值区只分布在汉中市汉台区的铺镇、南郑区的大河坎镇和协税镇,城固县的博望办事处.企业密度最大的是南郑区大河坎镇,为 0.17 个/m²,结合图 3b 和 3c,大河坎镇地形平坦,处于低丘陵地带,汉江从北岸穿过,对企业的区划起到了重要的作用,因此企业密度最高.企业密度最小的是留坝县火烧店镇,统计数据显示没有企业存在.对照图 3a、3b 和 3c,火烧店镇海拔超过 2 000 m,表现为中起伏山地,坡度较大,地形陡峭,不利于企业的设置,同时该镇镇域面积大,因此企业密度值最低.

综上所述,乡镇人口密度和企业密度受地形条件影响显著,平坦低丘陵有利于人口和企业的集中,陡坡中起伏中山不利于人口集中和企业设立.同时,乡镇人口密度和企业密度总体表现为以汉中市汉台区和南郑区为中心,呈条带状向四周发散,对应的密度值也不断变小,说明人口密度和企业密度具有一定的空间耦合特征,表明汉中市的人口分布与经济发展呈现一定的协调性.

3.2.3 两种尺度差异分析

基于县域和乡镇尺度的汉中市人口和经济空间分布均显示出疏密不均的现象,为比较二者差异,从县域和乡镇 2 种不同尺度上,分析汉中市人口和经济密度等极值的变化情况.

由表 4 可见,县域尺度上,汉中市 11 个县区中人口密度最大的是汉台区,最小的是留坝县,前者是后

者的 45.3 倍. 以乡镇尺度计算, 人口密度最大的是佛坪县十亩地, 最小的是佛坪县岳坝镇, 前者是后者的 460.3 倍. 县域经济密度最大的是汉台区, 最小的是佛坪县, 前者是后者的 67.9 倍. 以乡镇尺度计算, 企业密度最大的是南郑区大河坎镇, 最小的是留坝县火烧店镇, 这表明空间尺度缩小能有效降低平均化趋向, 能更精确地表达人口的空间分布, 这与文献[32-33]的研究相符.

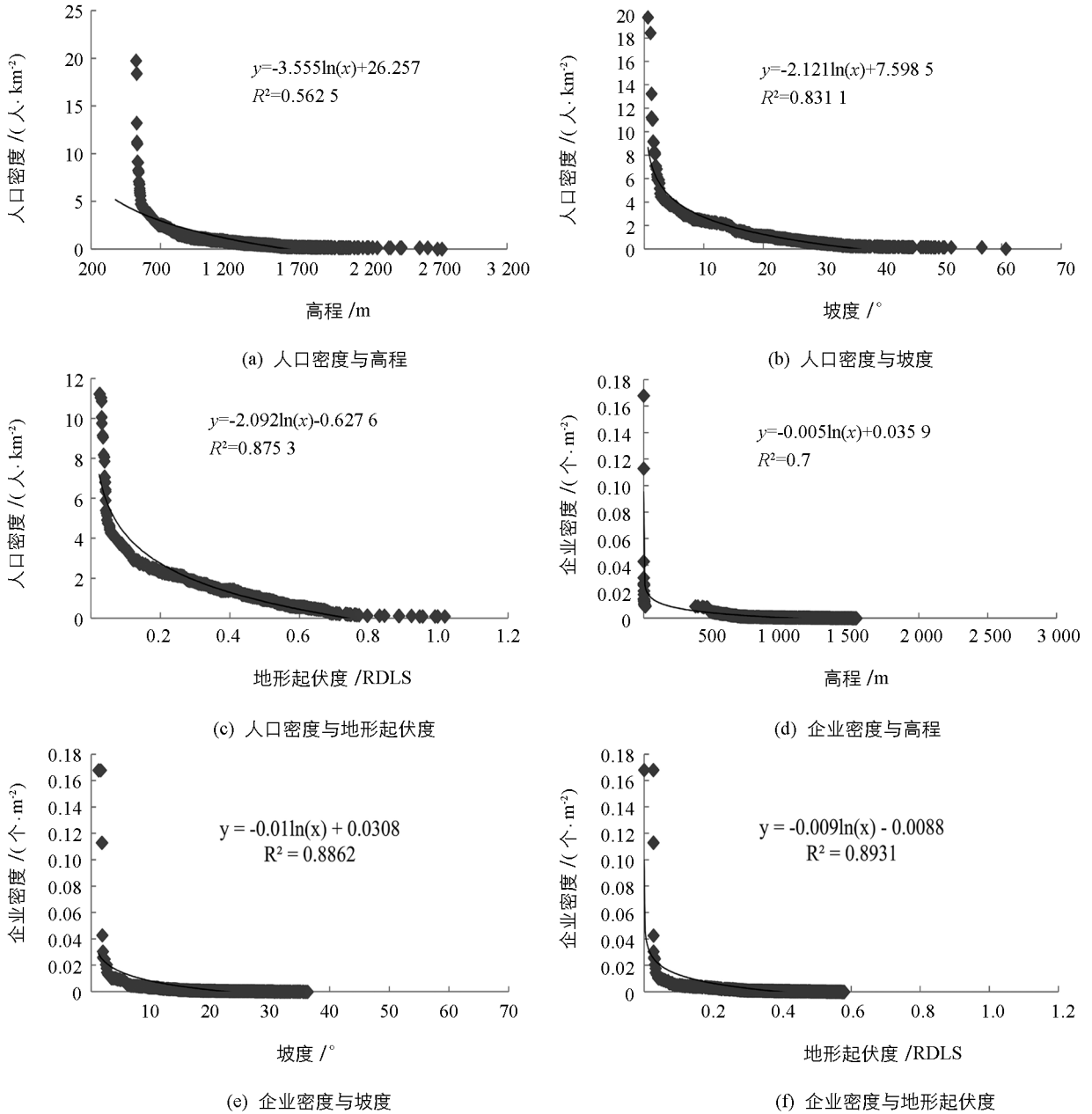
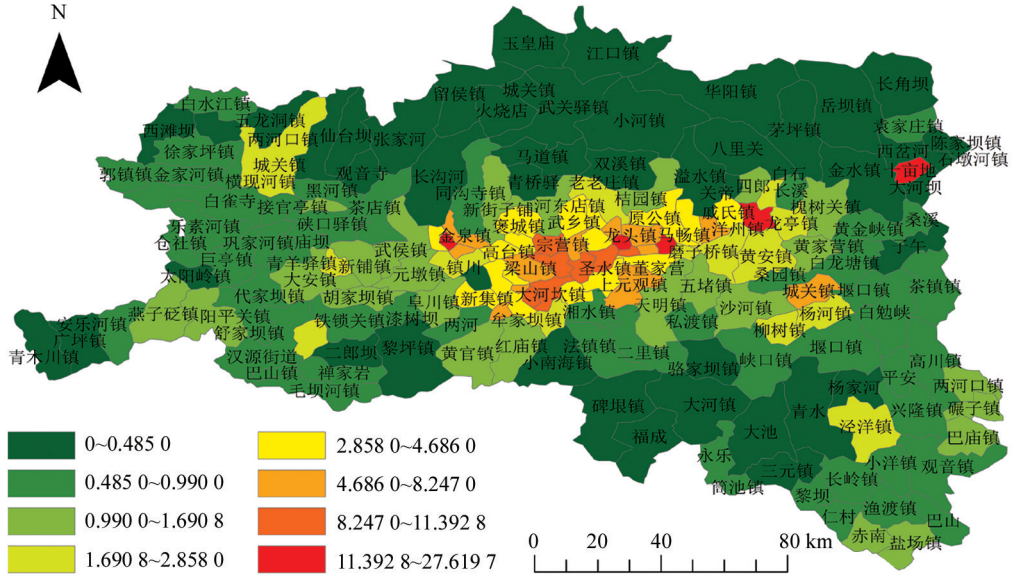


图 6 汉中市地形起伏度、坡度和高程与人口和经济密度的关系图

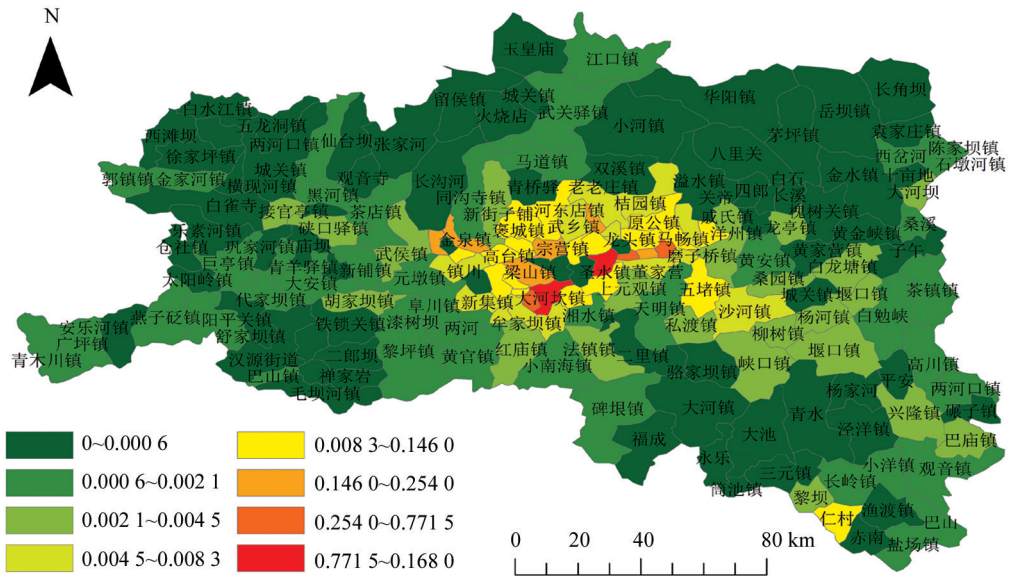
汉中市 11 个县区中行政面积最大的是镇巴县, 最小的是汉台区, 人口总数最大的是汉台区, 最小的是佛坪县. 对比乡镇尺度, 行政面积最大的是洋县关帝镇, 最小的是佛坪县十亩地镇. 人口总数最大的是西乡县城关镇, 最小的是佛坪县石墩河镇. 表明人口和经济(企业)密度在不同尺度上也存在着较大差异, 不以县域发展程度为转移.

将汉中市县域人口和行政面积进行对比可发现, 汉中市 29.53% 的人口集中分布在汉中市汉台区和南郑区 12.41% 的土地面积上. 而基于乡镇尺度计算, 大约 32.95% 的人口主要分布在县城或乡镇中心以及区位条件较好的建制镇, 同时也是地形起伏较平缓的丘陵或低山地区, 但它们只占据 0.15% 的土地面积, 这些地区同时为人口和经济高密度区. 通过这 2 种尺度的对比分析可直观地反映人口在空间分布上的不均衡

现象,这种不均衡现象与汉中市的地形起伏特征紧密相关。



a 人口密度图



b 企业密度图

图 7 汉中市不同地形起伏特征下乡镇人口和企业密度空间分布图

表 4 汉中市县域和乡镇 2 种不同尺度上人口和经济密度等极值的变化分析表

空间尺度	行政单元个数	行政面积/km ²			常住人口总数/人			人口密度			经济(企业)密度		
		Max	Min	比值	Max	Min	比值	Max	Min	比值	Max	Min	比值
县域	11	3 414	543	6.3	540 760	30 193	17.9	996	22	45.3	5 295	78	67.9
		镇巴县	汉台区		汉台区	佛坪县		汉台区	留坝县		汉台区	佛坪县	
乡镇	179	19	7.1×10 ⁻⁵	2.7×10 ⁵	91 377	1 812	50.4	27.62	0.06	460.3	0.17	0	无穷
		洋县	佛坪县		西乡县	佛坪县		佛坪县	佛坪县		南郑区	留坝县	
		关帝镇	十亩地		城关镇	石墩河镇		十亩地	岳坝镇		大河坎	火烧店	

4 结 论

本文基于 ASTER GDEM v2 数据对表征地形起伏特征的地形因子进行了提取与分级,并以县域和乡镇 2 种尺度,从数理统计层面和空间分布层面探究了地形起伏特征对汉中市人口与经济的影响.结果显示:

1) 提取汉中市地形起伏度的最佳统计窗口大小为 19×19 . 汉中市地形起伏总体特征为“两山夹一川”,中间低,四周高,以小起伏缓坡中山为主.汉中市人口和经济密度的空间分布格局是以汉中市汉台区和南郑区为高值中心,呈条带状向外逐渐变为低值.

2) 县域尺度上,表征地形起伏特征的地形因子和人口与经济密度具有一定的空间相关性,总体保持一致变化;影响程度为坡度 > 地形起伏度 > 高程,且对人口密度的影响大于经济密度.乡镇尺度上,基于空间分布的人口密度和企业密度具有一定的空间耦合特征,地形起伏度具有明显的坡度高程规律性.从总体上看,地形起伏因子的影响程度为地形起伏度 > 坡度 > 高程,且对企业密度的影响大于人口密度.

3) 受地形起伏特征影响,汉中市人口和经济空间分布不均衡,乡镇尺度能有效降低县域人口和经济平均化趋向,能更精确地表达人口和经济的空间分布.

参考文献:

- [1] 张静静,朱文博,朱连奇,等.基于栅格的豫西山区地形起伏特征及其对人口和经济的影响[J].地理学报,2018,73(6):1093-1106.
- [2] FANG Y P, YING B. Spatial Distribution of Mountainous Regions and Classifications of Economic Development in China [J]. Journal of Mountain Science, 2016, 13(6): 1120-1138.
- [3] 封志明,唐 焰,杨艳昭,等.中国地形起伏度及其与人口分布的相关性[J].地理学报,2007,62(10):1073-1082.
- [4] 封志明,张 丹,杨艳昭.中国分县地形起伏度及其与人口分布和经济发展的相关性[J].吉林大学社会科学学报,2011,51(1):146-151.
- [5] 吕 晨,蓝修婷,孙 威.地理探测器方法下北京市人口空间格局变化与自然因素的关系研究[J].自然资源学报,2017,32(8):1385-1397.
- [6] 刘彦随,李进涛.中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策[J].地理学报,2017,72(1):161-173.
- [7] 蔡道明,李 柏,许文盛,等.基于 ASTER GDEM 数据的湖北省地形起伏度及其与人口和经济的关系统研究[J].水土保持通报,2017,37(5):231-234,240.
- [8] 于 慧,邓 伟,刘邵权.地势起伏度对三峡库区人口及经济发展水平的影响[J].长江流域资源与环境,2013,22(6):686-690.
- [9] 于婷婷,宋玉祥,阿 荣,等.东北地区人口结构与经济发展耦合关系研究[J].地理科学,2018,38(1):114-121.
- [10] 马 婷,王 勇,廖和平,等.生态退化下三峡库区贫困农户生计脆弱性评价——以重庆市奉节县为例[J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(4):10-17.
- [11] 钟 静,卢 涛.基于地形起伏度的中国西南地区人口集疏格局演化研究[J].生态学报,2018,38(24):8849-8860.
- [12] 钟 静,卢 涛.基于地形起伏度的中国西南地区人口格局分析[J].干旱区资源与环境,2018,32(11):93-98.
- [13] 张 竞,杜 东,白耀楠,等.基于 DEM 的京津冀地区地形起伏度分析[J].中国水土保持,2018(9):33-37.
- [14] 翁才银,信桂新,杨庆媛.山地丘陵区社会经济数据空间化模型构建及应用[J].西南大学学报(自然科学版),2018,40(9):96-103.
- [15] 李振洪,李 鹏,丁 咚,等.全球高分辨率数字高程模型研究进展与展望[J].武汉大学学报(信息科学版),2018,43(12):1927-1942.
- [16] 向茂西,李永红,贺卫中,等.汉中市汉台区地质灾害防治对策研究[J].地质灾害与环境保护,2014,25(2):7-11.
- [17] 陕西省人民政府.陕西省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL].[2019-04-02].<http://www.jingbian.gov.cn/gk/zfwj/szfwj/38974.htm>.
- [18] 陕西省发改委,陕西省扶贫办.陕西省“十三五”农村脱贫攻坚规划(2016-2020年)[EB/OL].(2016-11-02)[2018-09-18].http://fpb.shaanxi.gov.cn/newstyle/pub_newsshow.asp?id=1030509&chid=100761.
- [19] 陕西省统计局.陕西统计年鉴-2017[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [20] 汉中市统计局.汉中统计年鉴-2017[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [21] 国家统计局农村社会经济调查司.中国县域统计年鉴(乡镇卷)-2018[M].北京:中国统计出版社,2019.

- [22] 汤国安. 我国数字高程模型与数字地形分析研究进展 [J]. 地理学报, 2014, 69(9): 1305-1325.
- [23] 查瑞生, 陈梦琳, 赵晓雪. 基于地形起伏度的南川区人居环境地形适宜性评价 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(10): 150-156.
- [24] 王让虎, 张树文, 蒲罗曼, 等. 基于 ASTER GDEM 和均值变点分析的中国东北地形起伏度研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(6): 49-54.
- [25] 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.
- [26] 赵 荣, 程维明, 刘纪平, 等. 中国陆地高精度地貌类型的划分 [J]. 测绘科学, 2019, 44(6): 248-255.
- [27] 张海霞, 牛叔文, 齐敬辉, 等. 基于乡镇尺度的河南省人口分布的地统计学分析 [J]. 地理研究, 2016, 35(2): 325-336.
- [28] 高守英, 吴泉源, 安国强. 基于 GIS 的龙口市泳汶河流域地貌形态定量分析 [J]. 遥感技术与应用, 2003, 18(2): 87-90.
- [29] 靳长兴. 论坡面侵蚀的临界坡度 [J]. 地理学报, 1995, 50(3): 234-239.
- [30] 中国地质环境监测院. 中国典型县(市)地质灾害易发程度分区图集-西北地区卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2011: 24-51.
- [31] 杨景春. 地貌学教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1985.
- [32] 王 露, 杨艳昭, 封志明, 等. 基于分县尺度的 2020-2030 年中国未来人口分布 [J]. 地理研究, 2014, 33(2): 310-322.
- [33] 闫东升, 杨 槿, 高金龙. 长江三角洲人口与经济的非均衡格局及其影响因素研究 [J]. 地理科学, 2018, 38(3): 376-384.

Research on the Influence of Topographic Relief on the Spatial Distribution Pattern of Population and Economy in Hanzhong City

ZHANG Shan, ZHA Xiao-chun, LIU Kai-yun

School of Geography and Tourism, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China

Abstract: By extracting and grading the three topographic factors (topographical relief, slope and elevation) of topographic relief characteristics of Hanzhong City, the paper analyzes the spatial distribution pattern of its population and economic development on the county scale and township scale. The results show that the topographic relief of Hanzhong is characterized by a gentle central part and steep surrounding areas, with a less undulation, slower slope and middle mountain. In spatial layout of population and economic density, Hantai district and Nanzheng district are the high-value centers of Hanzhong city, wherefrom they extend outward in a strip-shaped pattern and grow gradually into low-valued regions. At the county scale, slope has the greatest influence on population density and economic density, followed in order by topographic relief and elevation. At the township scale, population density and enterprise density exhibit some spatial coupling characteristics, and topographic relief has the greatest influence on population density and economic density, followed in order by slope and elevation. The township scale can effectively reduce the flattening trend of county population and economy, and it can more accurately express the spatial distribution of population and economy.

Key words: topographic relief; population and economy; spatial distribution; township and county scales; Hanzhong city