

山区县域聚落演化的空间分异特征及其影响因素 ——以豫西山地嵩县为例

段小薇^{1,2}, 李小建^{1,2}

(1. 河南财经政法大学资源与环境学院, 城乡协调发展河南省协同创新中心, 郑州 450046;
2. 河南大学环境与规划学院, 黄河文明与可持续发展研究中心, 开封 475004)

摘要: 综合运用GIS空间分析、地形起伏度和地形位指数等方法, 分析了1975-2015年嵩县聚落演化的空间分异特征, 进而运用因子分析、地理探测器和多元回归分析方法研究了影响因素及其变化。得出: ① 40年间嵩县聚落数量减少了将近四分之一, 而聚落总规模增加1.28倍, 其数量减少量以1975-1995年阶段居多, 规模扩张程度以1995-2015年阶段更为显著。② 受山区地形限制聚落在空间上多沿道路和河流呈条带状分布, 沿县城和乡镇中心呈团状分布, 且随时间变化具有很强的路径依赖性; 聚落空间分布呈现明显的低地、小地形起伏、平缓坡度和小地形位指向性, 且随时间趋于向丘陵、平起伏和微起伏、坡度 $< 6^\circ$ 、地形位指数 < 0.4 地区布局; 此外, 聚落区位的南坡指向性和聚落规模空间分布的南坡、东南坡和西南坡指向性趋于加强。③ 聚落区位主要受地形、生产条件以及道路、乡镇中心、县城中心和工矿企业的辐射影响, 但随时间变化, 地形影响在减弱, 而道路和乡镇中心的辐射影响在增强。④ 聚落规模空间分布受自然、社会和经济等方面因子的解释作用均较为显著并随时间有所变化, 其中, 地形的影响相对较大, 社会经济因子中乡镇和县城中心的影响次之; 但随城镇化进程的不断加快, 县城中心的影响逐渐增强, 而乡镇中心和地形的影响逐渐减弱。基于以上研究为山区聚落未来选址及规划布局提出几点建议。

关键词: 山区聚落; 聚落演变; 聚落区位; 城镇化; 豫西山地; 嵩县
DOI: 10.11821/dljy201812008

1 引言

中国山区面积约占国土陆地面积的70%, 山区县级行政单元约占全国的一半, 但其城镇化水平远低于全国平均水平。尽管如此, 全国仍有45%的居民生活在山区, 且农村聚落依然是中国人口的主要聚居形式^[1,2]。然而, 随着城镇化进程的推进, 农村人口大规模迁移, 很多村子逐渐消失, 这种现象在山区尤为显著, 引起山地聚落区位和规模在空间上发生着巨大变化。以豫西山区县嵩县为例, 自1975年以来40年里其聚落数量减少了将近四分之一, 而聚落总规模增加了一倍多。与此同时, 山地型聚落普遍存在规模小、数量多、布局散乱、土地利用率低等现象日趋加剧^[1,3], 成为当前城乡协调发展、新型城镇化建设乃至乡村振兴的制约因素。未来随着人口的大范围迁移这种现象将继续存在。怎样能够向着良好的方向发展? 研究山区聚落空间演变规律可为解决此问题提供一定的

收稿日期: 2018-06-15; 修订日期: 2018-09-05

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41471117, 41501134, 41601178); 教育部人文社科重点研究基地重大项目 (16JJD770021)

作者简介: 段小薇 (1989-), 女, 河南嵩县人, 讲师, 研究方向为城乡发展。E-mail: xwduan99@163.com

通讯作者: 李小建 (1954-), 男, 河南孟津人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为经济地理。

E-mail: xjli@henu.edu.cn

2459-2474 页

决策支撑。

自20世纪30年代以来,关于中国山区(通常包括山地、丘陵连同比较崎岖的高原)聚落空间格局及其演变研究成果逐渐丰富:研究区主要集中在西部大巴山区^[4,5]、西南山区(青藏高原边缘山区^[6-10]、云南高原^[11,12]、贵州岩溶山区^[13,14]、黄土丘陵区^[15-18],中部嵩山地区^[19-22],东部江南丘陵区^[23,24]、武夷山脉南麓和博平岭山脉间^[3]以及整个中国山区^[25]等;研究方法采取定性与定量相结合,越来越注重景观格局指数、遥感、GIS和空间计量方法;研究结果越来越精细化和科学化;研究内容涉及乡村聚落的数量、规模和等级空间分布形态以及数量变化、规模扩张、规模等级变化、演变模式、影响因素和驱动机制等。不同尺度研究所得结论有所不同:①中国山区聚落的宏观分布格局受到大的地貌单元和自然气候带控制而呈明显的东西海拔差异和南北地带差异^[25]。②中观分布格局因所处地貌类型不同有所不同:青藏高原边缘山区和云南高原聚落布局分散,但在低山平坝区和丘陵区数量相对较多,沿河谷呈线状分布且此处聚落密度最大并向边缘山区扩展,不同类型民族聚落垂直分异特征明显^[4-8,11,12,25];岩溶山区农村聚落分布形状复杂但沿交通线集聚^[13,14];黄土丘陵区聚落密度较高但分布分散,呈现出强烈的地形、交通和水系指向,同时受耕作半径和中心城市影响较大^[15-18];嵩山区聚落分布呈现地带性特征,分散和零碎分布的现象突出,沿河线状格局变化,核心聚落由沿河平原线状主导向平原丘陵片状转变^[19-22];江南丘陵区的聚落集中分布在低山盆地、河谷阶地等地区及道路、河流沿线^[23];武夷山脉南麓和博平岭山脉间的山地型农村聚落集聚与分散存在尺度效应,受坡度、水系与道路影响显著^[3]。③微观分布格局呈现小流域内形成以河流水系和道路为轴、聚落为点的山区聚落点轴体系^[25]。综观这些研究,可以概括出,山区聚落空间分布除遵从一般聚落分布规律之外,地形及其伴随的坡度、坡向、水系均有十分重要影响;交通条件常与地势较低地区或者河流迭加,影响聚落的分布;社会经济条件的影响在不同地形下会发生变异产生不同的空间效果。但具体到一个山区县域,这些条件究竟是怎样影响聚落空间格局的?自然因素和社会因素是怎样叠加的?尤其是在快速城镇化、工业化背景下,乡村聚落又是如何变化的?本文拟通过对位于豫西山地的嵩县进行研究,回答以上问题。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究区概况

豫西山地处于中国第二阶梯向第三阶梯过渡地带,地形千差万别,落差大,有集中连片的国家扶贫开发工作重点山区县——栾川、嵩县、洛宁、汝阳、卢氏、鲁山、南召、浙川等县。但由于鲁山、南召、浙川三县内均分布有不同面积的平原,且三县中山低山面积分别仅占到28.9%、34.4%和12.6%,因此研究区从另外五县中选取。嵩县行政区面积位居五县第二,自1992年以来人口总数稳居五县第一,且地处集中连片国家贫困山区县居中位置(图1)。地势由东北向西南逐渐隆起,海拔245~2211.6 m,垂直高差达1966.6 m。全县总面积3009 km²,其中中山、低山和丘陵分别占比22.3%、56.4%和21.3%。下辖城关、车村等10镇6乡,310个行政村12个社区,2016年总人口62万。境内有依托旅游、养殖、种植、金矿以及仅靠农业等谋生的村落,存在有村落消失、村庄整体或局部搬迁、空心村等现象。以嵩县为例进行研究具有较好的代表性。

2.2 数据来源及处理

本研究根据中国城镇化的发展阶段^[26]选取了1975年、1995年和2015年三个时期的数

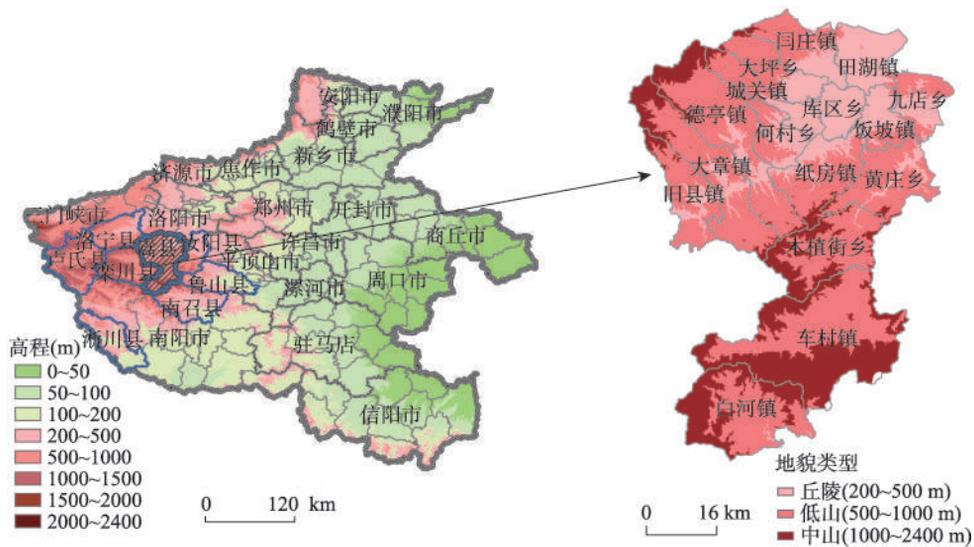


图1 研究区范围

Fig. 1 Scope of the study area

据进行分析。其中1975年嵩县的聚落斑块、道路和河流数据由中国人民解放军总参谋部测绘局1:5万嵩县地形图扫描矢量化而来;1995年的聚落斑块、道路和河流数据来自嵩县国土资源局;2015年的嵩县聚落斑块、道路和河流数据由GoogleEarth影像(0.99 m×0.99 m)数据提取而来,DEM数据采用GoogleEarth高程(7.93 m×7.93 m)数据。同时为了避免三个时期数据来源不一致引起结果的偏差,通过坐标投影转换将三个时期的数据统一到WGS84坐标系统下进行相关分析。

2.3 研究方法

主要利用探索性空间分析和指数运算方法。其中前者借助ArcGIS 10.1实现,主要包括:①用核密度估算(KDE)测度农村居民点或人口密度空间分布;在进行Kernel密度估计时,输出栅格尺度和搜索半径是比较重要的参数^[22],这里基于前人研究并结合研究需要,经过多次尝试,最终发现选择栅格尺度为300 m和搜索半径为2.5 km能达到较好效果,并利于不同时期结果对比分析。②用全局性聚类检验检测聚落规模的全局性空间分布模式;用空间“热点”探测聚落规模空间分布的“热点区”和“冷点区”^[22],其中距离阈值(distance band or threshold distance)是很重要的参数,这里通过Incremental Spatial Autocorrelation分析选出合适的距离阈值(8000 m)来进行分析。此外,还有地形起伏度和地形位指数:

(1)地形起伏度是区域内最高和最低高程值之差。本研究采用基于CUSUM算法的突变点分析方法,根据平均地形起伏度与分析窗口之间的关系确定最佳分析窗口^[27],经过反复尝试,最终确定比较合适的分析窗口尺度为44 m×44 m,即窗口大小为5056 m²。

(2)地形位指数由高程和坡度组合而成,能够综合反映地形条件的空间分异。借鉴喻红等构建的地形位指数^[28]来刻画本研究区不同地形位条件下乡村聚落的分布情况,其公式如下:

$$T = \log \left[\left(\frac{E}{\bar{E}} + 1 \right) \times \left(\frac{S}{\bar{S}} + 1 \right) \right]$$

式中: T 为地形位; E 及 \bar{E} 分别代表研究区内任一栅格的高程值和该栅格所在区域的平

均高程值； S 与 \bar{S} 分别代表研究区内任一栅格的坡度值和该栅格所在区域内的平均坡度值。显然，高程低、坡度小的地方地形位小，而高程高、坡度大的地方地形位大，其他组合情况（如高程低、坡度大，高程高、坡度小以及高程和坡度均属于中等水平地区）的地形位则居于中间值区间^[10,28]。

3 嵩县聚落空间分布特征及其演化

3.1 总体特征及其演化

(1) 聚落数量显著减少而聚落规模却明显增加。1975-2015年的40年间嵩县聚落数量从4249个减少至3219个，而聚落总规模从72.89 km²增加至166.19 km²。其中，1975-1995年和1995-2015年两个阶段相比，前一阶段聚落数量消失的更明显，而后一阶段聚落总规模增加和扩张更为明显，表现在，两个阶段每平方公里内聚落个数分别减少了0.19个和0.05个，而规模分别增加0.95%和1.18%，扩展指数分别为0.951%和1.176%。

(2) 受地形限制，聚落在空间分布上多数沿道路和河流呈线条状分布，其中沿道路集中分布趋势逐渐加强（图2a~图2c）。规模大的聚落除了道路旁外，在丘陵区 and 乡镇中

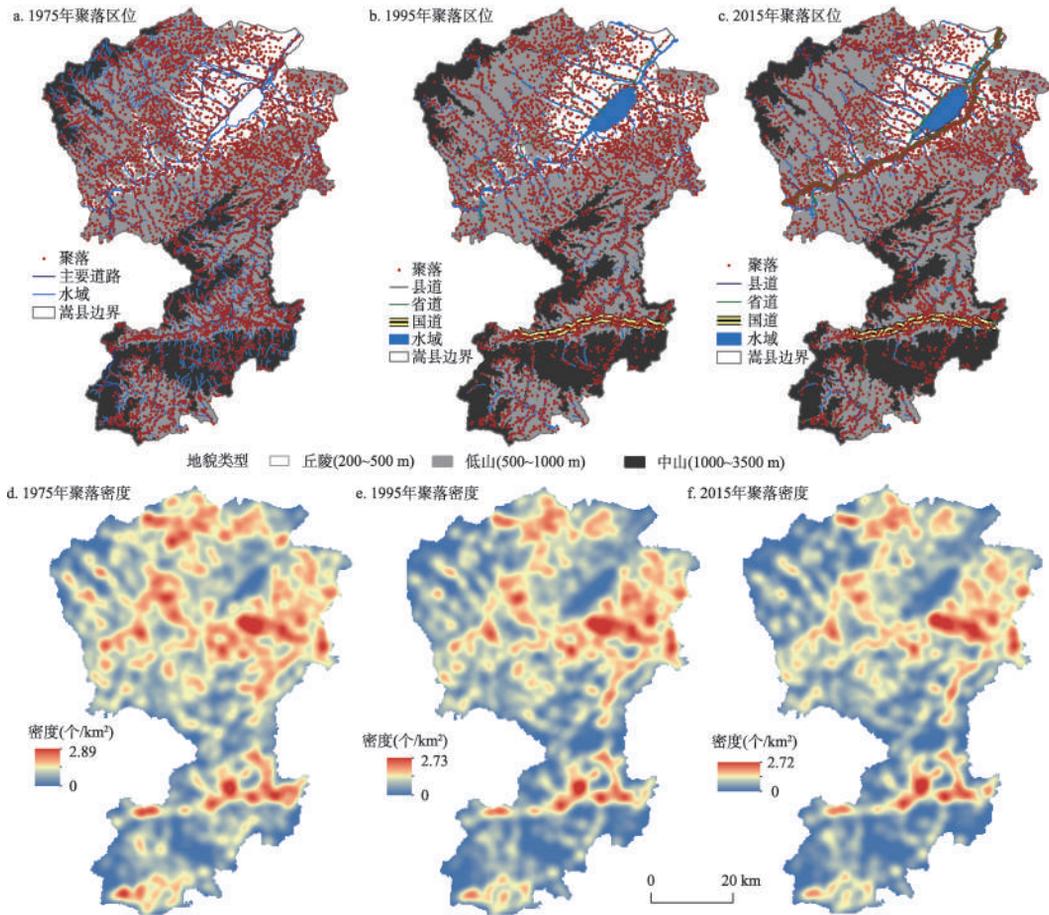


图2 1975-2015年嵩县聚落区位和密度空间分布图

Fig. 2 Spatial distribution of location and density of settlements in Songxian during 1975-2015

心附近较多,且随时间增加明显;两阶段中,1995-2015年聚落斑块扩张范围更大,且主要集中在县城、车村镇、饭坡镇以及库区田湖段洛栾快速周边(图3)。

(3) 聚落数量和规模在空间分布上均存在明显的高密度核集聚区,但前者三个时期的分布格局较为相似而后者的核集聚区逐渐减少并向县城附近集中。具体而言,聚落区位高密度核集聚区,在北部呈现围绕陆浑水库的多核团状分布且在纸房和黄庄乡内有一明显的带状高密度核集聚区,在南部车村镇和木植街乡内呈现以多个高密度核为节点的条带状分布、白河镇内呈现团状核密度集聚区(图2d~图2f)。而聚落规模高密度核集聚区,1975年北部县城附近呈现平行的带状分布、旧县镇呈现点状分布,南部车村镇呈现带状分布;1995年呈现多处点状分布;2015年围绕以县城为中心呈现出单核高密度核集聚区。同时发现,聚落规模空间分布在全局上存在集聚性但随时间变化不显著、局部上存在冷热点区且随时间发生明显变化,表现在:三个时期的全局性聚类检验结果均在5%水平下显著集聚,其General G值依次为0.000018、0.000019和0.000019;1975年热点区主要集中在丘陵以及旧县和车村镇镇区附近,冷点区主要在德亨、大章和大坪靠近嵩县西北边界以及白河、黄庄和木植街的部分地区,且随时间变化,县城附近热点区显著变大,而原车村和旧县镇热点区在减少,原冷点区也在逐渐缩减(图4)。

3.2 基于不同地形条件的聚落空间分布特征及其演化

依据传统地貌划分方法,将嵩县划分为丘陵(200~500 m)、低山(500~1000 m)、中山(1000~3500 m);根据相关计算结果,将地形起伏度划分为平坦起伏(0~20 m)、微起伏(20~75 m)、小起伏(75~200 m)、中起伏(200~600 m)^[29];参考第二次土地调查,将坡度划分为0°~6°、6°~15°、15°~25°、25°~35°、35°~62°;参考相关研究将地形位划分为0~0.2、0.2~0.4、0.4~0.6、0.6~0.8、0.8~1.0、1.0~1.5;将坡向划分为平地(-1~

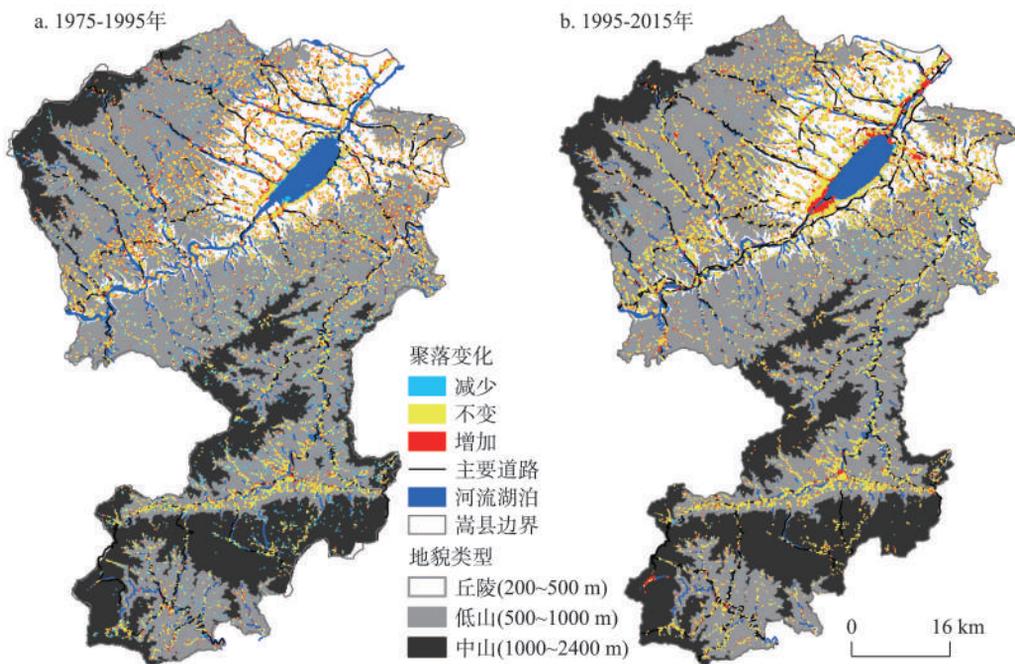


图3 1975-1995年和1995-2015年嵩县聚落斑块空间变化

Fig. 3 The spatial variation of settlement plaques in Songxian County during 1975-1995 and 1995-2015

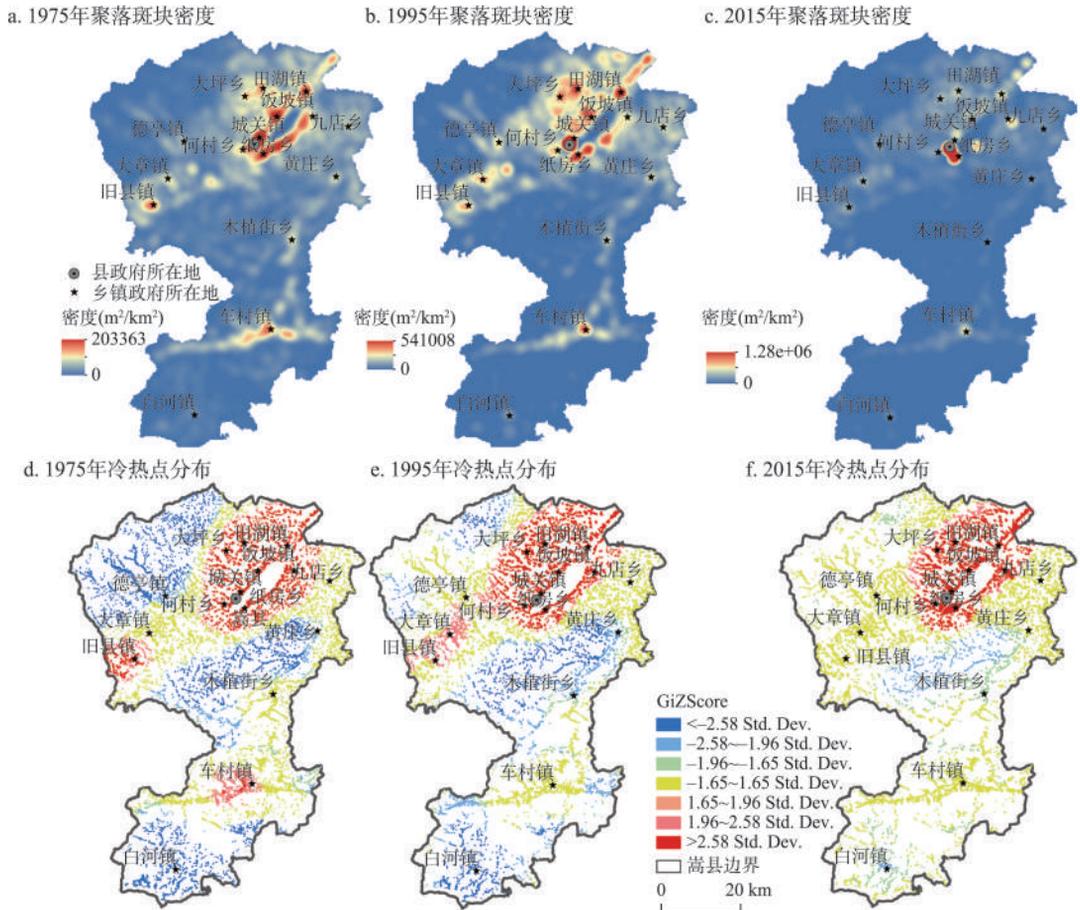


图4 1975-2015年嵩县聚落规模密度和冷热点分布图

Fig. 4 Distribution of Kernel density and Getis-Ord Gi* about settlement scale of Songxian during 1975-2015

0)、北 (0~22.5 和 337.5~360)、东北 (22.5~67.5)、东 (67.5~112.5)、东南 (112.5~157.5)、南 (157.5~202.5)、西南 (202.5~247.5)、西 (247.5~292.5)、西北 (292.5~337.5)。各地形下聚落空间分布呈现如下演化特征：

(1) 低地指向性明显并随时间变化趋于增强。三个时期聚落数量及其相对占比均呈现“低山区>丘陵区>中山区”，聚落密度、聚落斑块总规模及其相对占比以及平均规模均呈现“丘陵区>低山区>中山区”；随时间变化，仅有丘陵低山区聚落数量相对占比和丘陵区聚落总规模相对占比逐渐增加（表1、图5a、图6a）。

(2) 聚落区位的微小起伏指向性和聚落规模空间分布的微小起伏指向性显著，且随时间变化前者逐渐转向微小起伏地区而后者转向平微起伏地区。随着地形起伏度的增加，在三个时期聚落数量、聚落密度和聚落总规模及其相对占比均呈现出先增加后减少，而聚落平均规模均在逐渐减小，数量、密度和总规模及其相对占比的最高值分别在小起伏、微起伏和微起伏地区；随时间变化，仅有微起伏地区的聚落数量相对占比和平微起伏地区聚落总规模相对占比在逐渐增加；两阶段中平坦起伏、微起伏和小起伏地区聚落斑块整体扩张明显（表1、图5b、图6b）。

(3) 平缓坡度指向性明显且随时间变化趋于向坡度<6°地区集中。随着坡度增加，在三个时期的聚落密度和聚落总规模及其相对占比均逐渐减小；随时间变化，仅有坡度

表1 1975-2015年不同地形条件下嵩县聚落数量和斑块面积占比及斑块规模扩展指数

Tab. 1 The proportion of Songxian settlement quantity and scale as well as the expanding index of settlement scale under different terrains during 1975-1995

地形因素	分级	占比(%)						聚落扩展指数(%)	
		1975年		1995年		2015年		两阶段	
		数量	面积	数量	面积	数量	面积	1995-1975年	2015-1995年
高程	丘陵	26.27	53.87	28.09	59.50	28.29	61.52	3.098	3.647
	低山	65.83	43.38	66.07	39.49	66.09	37.35	0.551	0.680
	中山	7.91	2.75	5.84	1.01	5.62	1.13	-0.087	0.074
地形起伏度	平坦起伏	2.45	9.68	2.21	10.96	2.17	11.54	5.270	2.632
	微起伏	40.81	61.65	43.59	66.39	45.09	67.83	2.466	3.386
	小起伏	54.70	28.00	52.75	22.29	51.55	20.35	0.186	0.300
	中起伏	2.05	0.68	1.45	0.36	1.18	0.28	-0.018	0.011
坡度	0°~6°	35.07	61.14	36.29	65.66	37.73	68.13	3.502	4.337
	6°~15°	49.45	33.46	50.63	31.22	49.72	28.94	0.660	0.713
	15°~25°	15.04	5.28	12.79	3.07	12.42	2.90	-0.023	0.091
	25°~35°	0.45	0.13	0.29	0.05	0.12	0.02	-0.012	-0.006
	35°~62°	0	0	0	0	0	0	0	0
地形位指数	0~0.2	1.41	7.83	0.70	12.32	0.87	13.59	1.019	12.664
	0.2~0.4	34.88	58.83	36.52	59.76	38.54	60.76	3.878	3.000
	0.4~0.6	45.73	27.72	48.59	25.08	47.20	23.21	0.593	0.683
	0.6~0.8	17.53	5.52	13.87	2.81	13.17	2.41	-0.053	0.051
	0.8~1	0.45	0.10	0.32	0.025	0.22	0.035	-0.008	0.005
	1~1.21	0	—	0	—	0	—	0	0

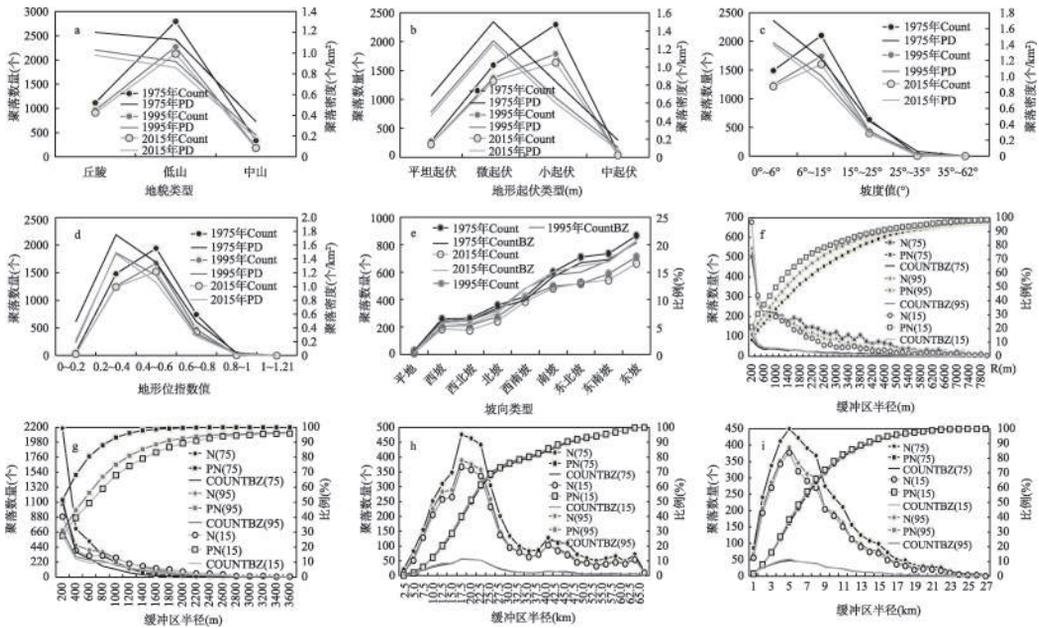
<6°地区聚落数量和总规模相对占比逐渐增加; 两阶段里坡度为0°~6°和6°~15°地区聚落斑块整体扩张明显, 且以1995-2015年阶段和坡度<6°地区扩张更为显著(表1、图5c、图6c)。

(4) 小地形位指向性明显且随时间变化向地形位指数<0.4地区集中趋势加强。随着地形位指数的增大, 在三个时期的聚落数量、聚落密度和聚落总规模及其相对占比均呈现出先增加后减少, 且数量、密度和总规模及其相对占比最大值分别为0.4~0.6、0.2~0.4和0.2~0.4地区; 随时间变化, 仅在地形位指数<0.4地区聚落数量和总规模相对占比逐渐增加; 两阶段中地形位指数<0.6地区聚落斑块整体扩张较为明显, 其中0~0.2地区扩张程度显著增强(表1、图5d、图6d)。

(5) 聚落区位的南坡指向性和聚落规模空间分布的南坡、东南坡和西南坡指向性显著, 且随时间变化趋于增强。坡向是影响丘陵山地农业生产及居民生活的重要因素, 对农村居民点分布产生重要影响。1975年、1995年、2015年在东坡、东南坡、东北坡、南坡和西南坡的聚落数量总和分别为78.5%、79.4%和80.7%, 分布在东南坡、南坡、西南坡以及东坡的聚落斑块面积之和均超过聚落总规模的一半; 随时间变化, 南坡聚落数量相对占比和东南坡、南坡、西南坡聚落总规模相对占比逐渐增加(图5e、图6e)。

3.3 基于道路通达性的聚落空间分布特征及其演化

利用ArcGIS 10.1的缓冲区分析功能, 对主要道路图层(包括国道、省道、县道和乡级道路, 其中1975年时统称为公路)以200 m为间隔创建缓冲区, 范围为0~8000 m, 并



图a~图e中, Count表示聚落数量, PD表示聚落密度; 图f~图i中N为各缓冲内的聚落个数, PN为聚落个数累计算叠加比例, COUNTBZ为各缓冲区下聚落数量相对比例。

图5 不同地形、道路、河流、县城和乡镇中心影响范围内聚落分布差异及变化

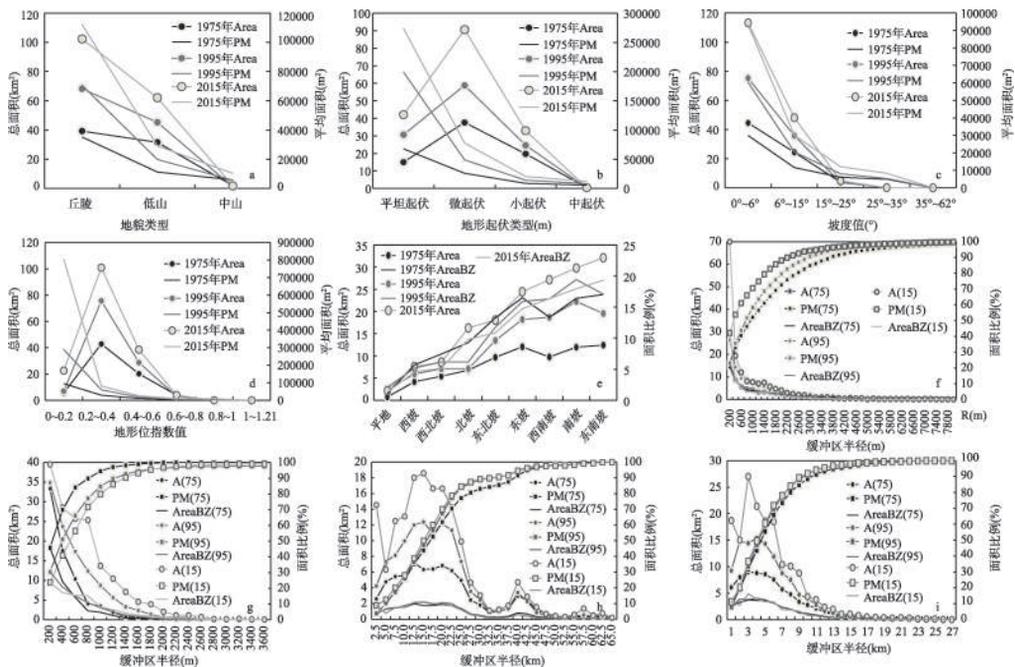
Fig. 5 The distribution differences and changes of settlements in various affected zone of different terrains, roads, rivers, county towns and township centers

将其分别与1975年、1995年和2015年的聚落图层进行叠加, 经过计算并在Excel里面制图得出各缓冲区下聚落数量及其相对占比以及累计占比变化图和聚落规模及其相对占比以及累计占比变化图(图5f、图6f)。研究发现:

越来越多的聚落向道路靠拢, 且离道路越近聚落斑块规模越大。表现在: ①空间上, 距离道路越远, 聚落数量越少、占比越低, 聚落总规模及其相对占比越小。②时间上, 离道路近的聚落数量及其相对占比逐渐增加, 聚落总规模逐渐增大, 例如距道路200 m内, 三个时期聚落数量分别为503个、545个和678个, 聚落总规模相对占比分别为20.74%、23.04%和42.08%; 1400 m以内, 三个时期聚落数量相对占比依次为43.9%、51.29%和60.43%; 1800 m以内, 各缓冲区半径下聚落斑块面积均逐渐增加。③各道路缓冲区下聚落数量和聚落规模累计占比值均呈现出“1975年 < 1995年 < 2015年”, 且三个时期聚落数量和聚落规模累计占比初次达到90%以上所对应的道路缓冲区半径分别依次为5400 m、4800 m、4400 m和3800 m、3000 m和2400 m。

3.4 基于亲水性的聚落空间分布特征及其演化

对河流图层以200 m为间隔创建缓冲区, 范围为0~3600 m, 并将其与聚落图层进行叠加。结果表明: ①空间上, 距离河流越近聚落分布越多, 聚落斑块面积越大。②时间上, 离河流近的聚落数量逐渐减少、数量和规模相对占比均逐渐降低。例如, 距离河流≤600 m地区, 三个时期聚落数量依次为3426个、1935个和1588个, 对应相对占比依次为80.63%、56.27%和49.32%; 而距离河流≥800 m地区, 三个时期聚落数量依次为823个、1384个和1500个, 对应相对占比依次为19.37%、40.24%和46.58%。③各缓冲区下聚落数量和规模累计占比均呈现出“1975年 > 1995年 > 2015年”, 但三个时期聚落数量



图a~图d中Area代表聚落斑块面积, PA代表平均聚落斑块面积; 图f~图i中A为各缓冲内的聚落斑块面积, PM为聚落面积累计叠加比例, ARaBZ为各缓冲区下聚落面积相对比例。

图6 不同地形、道路、河流、县城和乡镇中心影响范围内聚落规模分布及其变化

Fig. 6 The distribution differences and changes of settlement scale in various affected zone of different terrains, roads, rivers, county towns and township centers

和聚落规模累计占比初次达到90%以上所对应的缓冲区半径分别为1000 m、1800 m和1000 m、1200 m、1400 m (图5g、图6g)。

3.5 基于县城乡镇中心影响下的聚落空间分布特征及其演化

对县城和乡镇中心图层分别以2.5 km和1 km为间隔创建缓冲区, 范围分别为0~62.5 km和0~27 km, 并将其与聚落图层进行叠加。结果表明: ① 空间上, 随着离县城中心距离的增加, 在三个时期聚落数量和聚落规模均呈现出波动变化, 其中数量变化的最大峰值在17.5 km处, 而聚落规模变化的最大峰值则在12.5~15.0 km处; 随着离乡镇中心距离的增加, 在三个时期, 聚落数量及其占比均呈现出偏正态分布且峰值在5 km处, 聚落规模及其相对占比整体也均呈现出偏正态分布且峰值3~4 km处 (2015年的2 km缓冲区除外)。② 时间上, 距离县城中心32.5 km以内的各缓冲区距离内聚落数量均呈现出“1975年 > 1995年 > 2015年”, 而距离县城中心40.0 km以内的各缓冲区距离内聚落总规模均呈现出“1975年 < 1995年 < 2015年” (5.0 km缓冲区除外); 距离乡镇中心多数缓冲区距离内聚落数量均呈现出“1975年 > 1995年 > 2015年”, 而距离乡镇中心15 km以内的各缓冲区距离内聚落总规模呈现出“1975年 < 1995年 < 2015年” (2 km缓冲区除外) (图5h、图5i、图6h、图6i)。

4 嵩县聚落空间分异的影响因素及其变化

聚落区位和规模空间分布均受到多方面影响, 借鉴以往学者的研究成果, 针对区域

的特性,并根据研究需要以及数据的可获得性选取海拔(X_1)、地形起伏(X_2)、坡度(X_3)、地形位(X_4)、坡向(X_5)、道路可达性(X_6)、河流可达性(X_7)、县城中心可达性(X_8)、乡镇中心可达性(X_9)、工矿企业可达性(X_{10})、户数(X_{11})、人数(X_{12})、劳动力人数(X_{13})、耕地面积(X_{14})、大家畜数量(X_{15})、猪数量(X_{16})、山绵羊数量(X_{17})、全年粮食总播种面积(X_{18})、全年粮食总产(X_{19})、夏粮面积(X_{20})、夏粮总产(X_{21})等自然、人文社会经济等方面21项指标因子来分析二者的主要影响因素及其变化。其中,在分析聚落区位主要影响因子时,将和聚落规模密切相关的人口指标剔除,仅保留 $X_1\sim X_{10}$ 、 $X_{13}\sim X_{14}$ 这12个指标,且指标 $X_1\sim X_{10}$ 采用的实测数据;而分析聚落规模主要影响因子的作用力强弱时将21个指标全部纳入自变量,但指标 $X_1\sim X_{10}$ 采用的是等间距缓冲区半径值。

4.1 嵩县聚落区位的影响因素及其变化

因子分析方法能够实现将原始多个变量综合为若干公共因子变量,已有学者将其用于聚落景观空间格局和聚落用地的影响因素分析^[30,31],在此用以分析聚落区位的主要影响因子并探究其变化。借助SPSS 19.0实现因子分析,首先进行KMO和Bartlett检验,得出三个年份的KMO值分别为0.725、0.828、0.839,均大于0.7,且Bartlett的球形度检验均在1%水平下显著,表示变量适合进行因子分析,为了更好地突出各个因子的典型代表变量,在因子分析时选择最大方差方法将因子载荷进行旋转处理。最终,三个时期均分别提取了4个因子,分别代表不同时期聚落区位的主要驱动因子(表2),其中第1、第2、第3、第4因子的重要程度依次减弱。

结果表明,聚落区位主要受到地形、生产条件以及道路、乡镇中心、县城中心和工矿企业的辐射影响。其中,地形的影响作用先减弱后变动不大,道路和乡镇中的辐射影响作用先有所减弱后显著增强,生产条件的影响作用变动不大,县城中心的辐射影响作用先显著增强后又明显减弱,此外,1995年和2015年时期均受到工矿企业的显著影响,但变动不大。

4.2 聚落规模空间分布的影响因素及其变化

4.2.1 主要影响因素的作用力大小 地理探测器是探测地理现象空间分异性并揭示其背后驱动力的一组统计学方法,已被广泛运用于自然、社会等领域^[32],已有学者将其应用于

表2 1975年、1995年和2015年三个时期聚落区位选址主要影响因子

Tab. 2 The main factors influencing settlement location in three periods of 1975, 1995 and 2015

年份	因子	相关性较高的变量	表征
1975年	1	地形起伏(X_2)、坡度(X_3)和地形位(X_4)	地形的影响作用
	2	道路可达性(X_6)和乡镇中心可达性(X_9)	道路和乡镇中心的辐射作用
	3	劳动力(X_{13})和耕地面积(X_{14})	生产条件
	4	县城中心可达性(X_8)	县城的辐射作用
1995年	1	县城可达性(X_8)、工矿企业可达性(X_{10})	县城中心和工矿企业的辐射作用
	2	坡度(X_3)和地形位(X_4)	地形的影响作用
	3	道路可达性(X_6)和乡镇中心可达性(X_9)	道路和乡镇中心的辐射作用
	4	劳动力(X_{13})和耕地面积(X_{14})	生产条件
2015年	1	道路可达性(X_6)、乡镇中心可达性(X_9)和工矿企业可达性(X_{10})	道路、乡镇中心和工矿企业的辐射作用
	2	地形起伏(X_2)、坡度(X_3)和地形位(X_4)	地形的影响作用
	3	劳动力(X_{13})和耕地面积(X_{14})	生产条件
	4	县城中心可达性(X_8)	县城的辐射作用

乡村聚落空间格局及农村居民点用地变化动态度影响因子的“决定力”强度分析^[33,34]。运用该方法能够保证其对多变量共线性的免疫,但分析前需要将数值类型自变量做离散化(即类型化或称空间分区)处理。变量 $X_1 \sim X_{10}$ 均采用原分类方法,其余变量 $X_{11} \sim X_{21}$ 需进行类型化处理,经过多次尝试结合本研究需要采用自然断裂分类方法将其依次分为20类。最终分析结果见表3。

结果表明,各因子对聚落规模空间分布的决定作用均较为显著,但解释作用存在差异且随时间有所变化。具体而言,①自然因素:地形位的解释作用最强,接着是地形起伏和高程。随时间变化,高程、坡度和地形起伏的解释作用逐渐减弱,地形位先减弱而后有轻微增强,坡向和河流的解释作用均呈现出先增强后减弱。②社会因素:人口规模的解释作用呈现出先增强后减弱,三个时期户数和人口的解释程度分别超过80%、90%和70%;道路和乡镇中心的解释力度逐渐减弱,同时道路解释作用的显著性水平也有所下降;县城中心的解释作用呈现出先减弱后增强。③经济因素:生产条件的解释力度逐渐减弱,两个阶段相比耕地因子的解释作用分别减少了9.19%和13.63%,2015年和1995年相比全年粮食总产和夏产解释作用也有不同程度降低;工矿企业的解释作用呈现出先增强后减弱;畜牧养殖的解释作用存在分异,其中,大家畜和养猪的解释作用逐渐减弱,分别减弱了9.26%和5.72%,而山羊的解释作用逐渐增强,增强了0.07%(表3)。

表3 三个时期高县聚落规模空间分布影响因子地理探测器分析结果

Tab. 3 The analytical results of factors influencing spatial distribution of Songxian settlement scale in three periods based on geographical detectors

指标	1975年		1995年		2015年	
	<i>q</i> statistic	<i>p</i> value	<i>q</i> statistic	<i>p</i> value	<i>q</i> statistic	<i>p</i> value
X_1	0.1071	0.000	0.0761	0.000	0.0349	0.000
X_2	0.1357	0.000	0.1272	0.000	0.0460	0.000
X_3	0.0833	0.000	0.0592	0.000	0.0257	0.000
X_4	0.1637	0.000	0.1308	0.000	0.1393	0.000
X_5	0.0101	0.000	0.0190	0.000	0.0066	0.0196
X_6	0.0531	0.000	0.0263	0.000	0.0212	0.0034
X_7	0.0137	0.000	0.0144	0.000	0.0103	0.0173
X_8	0.1126	0.000	0.1012	0.000	0.1433	0.000
X_9	0.0980	0.000	0.0637	0.000	0.0469	0.000
X_{10}	0.0355	0.000	0.0446	0.000	0.0329	0.000
X_{11}	0.8106	0.000	0.9519	0.000	0.7284	0.000
X_{12}	0.8002	0.000	0.9395	0.000	0.7244	0.000
X_{13}	0.7307	0.000	0.9282	0.000	0.2954	0.000
X_{14}	0.4855	0.000	0.3936	0.000	0.2573	0.000
X_{15}	0.3463	0.000	0.2537	0.000	-	-
X_{16}	0.6967	0.000	0.6395	0.000	-	-
X_{17}	0.1080	0.000	0.1781	0.000	-	-
X_{18}	-	-	0.4416	0.000	0.2429	0.000
X_{19}	-	-	0.4833	0.000	0.2722	0.000
X_{20}	-	-	0.4532	0.000	0.2398	0.000
X_{21}	-	-	0.5273	0.000	0.2692	0.000

4.2.2 聚落规模空间分布的影响因素及其变化 地理探测器分析可以探测出某一因子在多大程度上可以解释聚落规模的空间分异,而这种作用力是正向还是负向仍需进一步进行分析。基于此,在前面分析的基础上,借助SPSS 19.0进行多元回归分析以探讨主要影响因子的方向性。在多元回归分析时,首先要对变量做共线性检验,经多次尝试将存在共线性的指标舍去,最终仅保留 X_2 、 $X_4 \sim X_{10}$ 这八个影响因子,处理之后得出VIF均小于5,表明不存在共线性;最终得到三个模型的拟合优度 R^2 分别为0.16、0.12和0.06,虽然比较低但模型均非常显著,可以用于分析各因子对聚落规模的影响,结果见表4。

结果表明,聚落规模主要受到地形以及距离乡镇和县城中心远近的负向影响,其中地形的负向影响相对较大且地形位的负向影响尤为显著,但随时间变化逐渐减弱;此外,乡镇和县城中心的影响也较大,但乡镇中心的影响逐渐减弱,而县城中心的影响逐

表4 三个时期聚落规模影响因素多元回归分析结果

Tab. 4 The results of the multivariate regression analysis of influencing factors of settlement scale in three periods

年份	变量	系数		<i>t</i>	Sig.	VIF
		非标准化系数	标准化系数			
1975年	(常量)	59830.72		28.903	0.000***	
	X_2	-77.602	-0.11	-5.454	0.000***	2.032
	X_4	-62745.609	-0.261	-11.896	0.000***	2.422
	X_5	-2.55	-0.007	-0.465	0.642	1.032
	X_6	-0.002	0	-0.008	0.993	1.526
	X_7	-0.313	-0.004	-0.243	0.808	1.049
	X_8	-90.582	-0.038	-2.304	0.021**	1.378
	X_9	-477.239	-0.067	-3.744	0.000***	1.62
	X_{10}	-0.005	-0.001	-0.081	0.935	1.315
	1995年	(常量)	133356.809		22.096	0.000***
X_2		-227.895	-0.12	-5.469	0.000***	1.871
X_4		-140045.388	-0.209	-8.766	0.000***	2.221
X_5		-10.483	-0.011	-0.646	0.519	1.04
X_6		0.31	0.008	0.42	0.674	1.477
X_7		1.319	0.023	1.363	0.173	1.073
X_8		-389.179	-0.063	-3.036	0.002***	1.663
X_9		-1088.241	-0.058	-2.832	0.005***	1.653
X_{10}		0.037	0.003	0.138	0.89	1.816
2015年		(常量)	221556.591		14.302	0.000***
	X_2	-303.476	-0.064	-2.771	0.006***	1.825
	X_4	-243319.58	-0.151	-5.903	0.000***	2.228
	X_5	-29.317	-0.012	-0.695	0.487	1.035
	X_6	0.279	0.003	0.129	0.897	1.518
	X_7	2.17	0.017	0.912	0.362	1.129
	X_8	-691.442	-0.046	-2.434	0.015**	1.233
	X_9	-1060.192	-0.023	-1.045	0.296	1.699
	X_{10}	-1.756	-0.027	-1.222	0.222	1.635

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

渐增强。表现在,地形位指数、地形起伏度和离县城乡镇中心的距离每增加1个单位,聚落斑块面积减少的绝对量均有不同程度的增加;但受道路、河流、工矿企业以及坡向的影响均不显著(表4)。具体而言:①1975年时期主要受到距离乡镇和县城中心远近、地形位和地形起伏状况的负向影响,即离乡镇和县城中心的距离越远聚落规模越小,地形位指数和地形起伏度越大聚落规模越小,这四个变量的系数均为负值,除了县城中心在5%水平下显著之外其他均在1%水平下显著;②1995年时期也主要受到距离乡镇和县城中心远近、地形位和地形起伏状况的负向影响,其系数均为负值且均在1%水平下显著;③2015年时期主要受到距离县城中心远近、地形位和地形起伏状况的负向影响,其系数均为负值且地形位和地形起伏在1%水平下显著,而县城中心在5%水平下显著。

5 结论与讨论

在山区,聚落分布有一定特殊性:受地形限制,社会经济因子与自然因素叠加对聚落格局产生特殊影响,且随时间的变化,山区聚落的演化也具有特殊性。本文对豫西山地嵩县1975年以来城镇化进程中聚落的演化进行研究,有以下发现:

(1)嵩县聚落的空间演化具有如下特征:①聚落数量显著减少而聚落规模却明显增加,1975-2015年的40年间聚落数量减少了近四分之一,而聚落斑块面积增加了1.2倍多。其中,1975-1995年聚落数量消失更明显,1995-2015年聚落总规模增加更明显。②山区聚落在空间上多沿道路和河流呈条带状分布,沿县城和乡镇中心呈团状分布,且随时间的变化,多数河流道路沿线聚落仍在原位置发展,规模逐渐增大,同时向县城以及各镇区附近集聚,其中向县城集聚尤为显著。③聚落空间分布的低地、平缓坡度、小地形位指向性明显,且随时间变化趋于向丘陵、坡度 $<6^\circ$ 和地形位指数 <0.4 的地区布局;此外,聚落区位的微小起伏指向性和聚落规模空间分布的微起伏指向性显著,且随时间的变化,前者向微起伏地区集中而后者向平微起伏地区集中;聚落区位的南坡指向性和聚落规模空间分布的南坡、东南坡和西南坡指向性显著,且随时间变化趋于增强。

(2)运用因子分析、地理探测器和多元回归分析方法,对聚落演化空间分异特征的影响因素定量分析表明:①聚落区位主要受地形、生产条件以及道路、乡镇中心、县城中心和工矿企业的辐射影响,其中地形影响有所减弱而道路和乡镇中心的影响在增强;②聚落规模空间分布中自然、社会和经济等方面因子的解释作用均显著并随时间有所变化,地形对聚落规模的负向影响相对较大,但随时间变化逐渐减弱;乡镇和县城中心对聚落规模的影响也很大,其中县城中心的影响逐渐增强,乡镇中心的影响逐渐减弱。

(3)各个时期影响因素差异的主要原因在于城镇化、工业化背景下人民生活水平逐渐提高,追求生活质量和良好公共服务的愿望越来越强烈,更多的居民趋于向海拔低、地形起伏度小、地形位小和软硬件设施配套相对完善的城镇地区集中。随着社会的发展,与外界交流沟通越来越重要,使得越来越多的聚落向道路沿线集中。

基于以上结论,对嵩县未来聚落选址及规划布局提出以下建议:①聚落新建应该着重考虑地理位置良好、交通便利的低地形起伏地区;②聚落规模的规划上,应着重考虑当地的生产、生活、生态条件所能承载的人口数^[35];③山区宜居的土地面积有限,应该充分利用闲置的土地资源,做好统筹规划引领作用,适当鼓励山区村落人口外迁,将原村落恢复为耕地或者林地。

参考文献(References)

- [1] 邓伟, 方一平, 唐伟. 我国山区城镇化的战略影响及其发展导向. 中国科学院院刊, 2013, 28(1): 66-73. [Deng Wei, Fang Yiping, Tang Wei. The strategic effect and general directions of urbanization in mountain areas of China. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2013, 28(1): 66-73.]
- [2] Zhou Guohua, He Yanhua, Tang Chengli, et al. Dynamic mechanism and present situation of rural settlement evolution in China. *Journal of Geographical Sciences*, 2013, 23(3): 513-524.
- [3] 余兆武, 肖黎娜, 郭青海, 等. 城镇化过程中福建省山区县农村聚落景观格局变化特征. 生态学报, 2016, 36(10): 1-11. [Yu Zhaowu, Xiao Lishan, Guo Qinghai, et al. Mountain county rural settlement landscape pattern change and spatial characteristics in rapid mountain urbanization process in Fujian province. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(10): 1-11.]
- [4] 林超, 楼桐茂, 郭令智. 大巴山地理考察简报. 地理学报, 1935, 3(3/4): 1-4. [Lin Chao, Lou Tongmao, Guo Lingzhi, The geographic investigation report of Daba Mountain. *Acta Geographica Sinica*, 1935, 3(3/4): 1-4.]
- [5] 李胜坤, 张毅, 闫欣, 等. 基于GIS的秦巴山区乡村聚落空间格局研究: 以湖北省竹溪县为例. 农业现代化研究, 2014, 35(6): 780-785. [Li Shengkun, Zhang Yi, Yan Xin, et al. Using GIS techniques to assess spatial pattern of rural settlements in Qinba Mountainous region: A case study in Zhuxi county, Hubei province. *Research of Agricultural Modernization*, 2014, 35(6): 780-785.]
- [6] 刘恩兰. 川西之高山聚落. 地理学报, 1948, 15(2-4): 27-29. [Liu Enlan. The high mountain settlements of western Sichuan. *Acta Geographica Sinica*, 1948, 15(2-4): 27-29.]
- [7] 朱炳海. 西康山地村落之分布. 地理学报, 1939, 6(0): 40-43. [Zhu Binghai. Village distribution observed in Sikang mountain region. *Acta Geographica Sinica*, 1939, 6(0): 40-43.]
- [8] 王青, 石敏球, 郭亚琳, 等. 岷江上游山区聚落生态位垂直分异研究. 地理学报, 2013, 68(11): 1559-1567. [Wang Qing, Shi Minqiu, Guo Yalin, et al. The vertical differentiation of the mountain settlement niche in the upper reaches of Minjiang River. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(11): 1559-1567.]
- [9] 闵婕, 杨庆媛. 三峡库区乡村聚落空间演变及驱动机制: 以重庆万州区为例. 山地学报, 2016, 34(1): 100-109. [Minjie, Yang Qingyuan. Spatial evolution and driving mechanism of the rural settlement in the Three Gorges Reservoir area: A case in Wanzhou district. *Mountain Research*, 2016, 34(1): 100-109.]
- [10] 樊天相, 杨庆媛, 何建, 等. 重庆丘陵地区农村居民点空间布局优化: 以长寿区海棠镇为例. 地理研究, 2015, 34(5): 883-894. [Fan Tianxiang, Yang Qingyuan, He Jian, et al. Spatial distribution optimization of rural residential land in hilly areas: A case study of Haitang town in Changshou district. *Geographical Research*, 2015, 34(5): 883-894.]
- [11] 王传胜, 孙贵艳, 孙威, 等. 云南昭通市坡地聚落空间特征及其成因机制研究. 自然资源学报, 2011, 26(2): 237-246. [Wang Chuansheng, Sun Guiyan, Sun Wei, et al. Spacial characteristics and formation mechanism of slope settlements in Zhaotong of Yunnan province. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(2): 237-246.]
- [12] 霍仁龙, 杨煜达, 满志敏. 云南省掌鸠河流域近300年来聚落空间演变. 地理研究, 2016, 35(9): 1647-1658. [Huo Renlong, Yang Yuda, Man Zhimin. Pattern evolution of settlement space in the Zhangjiuhe basin of Yunnan province, during the past 300 years. *Geographical Research*, 2016, 35(9): 1647-1658.]
- [13] 李阳兵, 罗光杰, 邵景安, 等. 岩溶山地聚落人口空间分布与演化模式. 地理学报, 2012, 67(12): 1666-1674. [Li Yangbing, Luo Guangjie, Shao Jing'an, et al. The evolving models of rural settlements and population distribution in karst mountains. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(12): 1666-1674.]
- [14] 罗光杰, 李阳兵, 谭秋, 等. 岩溶山区聚落格局变化及其LUCC响应分析: 以贵州省为例. 资源科学, 2010, 32(11): 2130-2137. [Luo Guangjie, Li Yangbing, Tan Qiu, et al. Analysis of changes in settlement patterns and its LUCC response in karst mountainous areas: A case on Guizhou province. *Resources Science*, 2010, 32(11): 2130-2137.]
- [15] 郭晓东, 马利邦, 张启媛. 陇中黄土丘陵区乡村聚落空间分布特征及其基本类型分析: 以甘肃省秦安县为例. 地理科学, 2013, 33(1): 45-51. [Guo Xiaodong, Ma Libang, Zhang Qiyuan. The spatial distribution characteristics and the basic types of rural settlement in loess hilly area: Taking Qin'an county of Gansu province as a case. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(1): 45-51.]
- [16] 郭晓东, 张启媛, 马利邦. 山地—丘陵过渡区乡村聚落空间分布特征及其影响因素分析. 经济地理, 2012, 32(10): 114-120. [Guo Xiaodong, Zhang Qiyuan, Ma Libang. Analysis of the spatial distribution character and its influence factors of rural settlement in transition-region between mountain and hilly. *Economic Geography*, 2012, 32(10): 114-120.]
- [17] 马利邦, 郭晓东, 张启媛. 甘谷县乡村聚落时空布局特征及格局优化. 农业工程学报, 2012, 28(13): 217-225. [Ma Libang, Guo Xiaodong, Zhang Qiyuan. Spatio-temporal distribution and optimization of rural settlements in Gangu County of loess hilly area. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(13): 217-225.]
- [18] 李寿国, 石培基, 刘春芳, 等. 黄土丘陵区乡村聚落时空演变特征及格局优化: 以七里河区为例. 经济地理, 2015, 35(1): 126-133. [Li Qianguo, Shi Peiji, Liu Chunfang, et al. Spatial-temporal evolution characteristic and pattern optimiza-

- tion of rural settlement in the loess hilly region: Taking Qilihe district for example. *Economic Geography*, 2015, 35(1): 126-133.]
- [19] 鲁鹏, 田燕, 陈盼盼, 等. 环嵩山地区史前聚落分布时空模式研究. *地理学报*, 2016, 71(9): 1629-1639. [Lu Peng, Tian Yan, Chen Panpan, et al. Spatial and temporal modes of prehistoric settlement distribution around Songshan Mountain. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(9): 1629-1639.]
- [20] 李小建, 许家伟, 海贝贝. 县域聚落分布格局演变分析: 基于1929-2013年河南巩义的实证研究. *地理学报*, 2015, 70(12): 1870-1883. [Li Xiaojian, Xu Jiawei, Hai Beibei. The changing distribution patterns of rural settlements during the process of urbanization: The case of Gongyi (1929-2013), China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(12): 1870-1883.]
- [21] 李君, 李小建. 综合区域环境影响下的农村居民点空间分布变化及影响因素分析: 以河南巩义市为例. *资源科学*, 2009, 31(7): 1195-1204. [Li Jun, Li Xiaojian. Study on the effect factors and distribution changes of rural residential under the multiple regional environment: A case study of Gongyi city in Henan province. *Resources Science*, 2009, 31(7): 1195-1204.]
- [22] 海贝贝, 李小建, 许家伟. 巩义市农村居民点空间格局演变及其影响因素. *地理研究*, 2013, 32(12): 2257-2269. [Hai Beibei, Li Xiaojian, Xu Jiawei. Spatio-temporal evolution of rural settlements in Gongyi. *Geographical Research*, 2013, 32(12): 2257-2269.]
- [23] 陈永林, 谢炳庚. 江南丘陵区乡村聚落空间演化及重构: 以赣南地区为例. *地理研究*, 2016, 35(1): 184-194. [Chen Yonglin, Xie Bingeng. The spatial evolution and restructuring of rural settlements in Jiangnan hilly region: A case study in South Jiangxi. *Geographical Research*, 2016, 35(1): 184-194.]
- [24] 金其铭. 太湖东西山聚落类型及其发展演化. *经济地理*, 1984, 4(3): 215-220. [Jin Qiming. The type and evolution of the Taihu east and west mountain. *Economic Geography*, 1984, 4(3): 215-220.]
- [25] 陈国阶, 方一平, 陈勇, 等. 中国山区发展报告: 中国山区聚落研究. 北京: 商务印书馆, 2007. [Chen Guojie, Fang Yiping, Chen Yong, et al. *The Mountain Development Report of China: Studying on Mountainous Settlements in China*. Beijing: The Commerical Press, 2007.]
- [26] 古杰, 岳隽, 陈小祥. 新中国城镇化的发展阶段及政策分析. *规划师*, 2015, 31(10): 74-81. [Gu Jie, Yue Juan, Chen Xiaoxiang. The stages and policies of Chinese urbanization since 1949. *Planners*, 2015, 31(10): 74-81.]
- [27] 王志恒, 胡卓玮, 赵文吉, 等. 应用累积和分析算法的地形起伏度最佳统计单元确定. *测绘科学*, 2014, 39(6): 59-64. [Wang Zhiheng, Hu Zhuowei, Zhao Wenji, et al. Extracting optimum statistical unit for relief degree of land surface with CUSUM algorithm. *Science of Surveying and Mapping*, 2014, 39(6): 59-64.]
- [28] 喻红, 曾辉, 江子瀛. 快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究. *地理科学*, 2001, 21(1): 64-69. [Yu Hong, Zeng Hui, Jiang Ziyang. Study on distribution characteristics of landscape elements along the terrain gradient. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(1): 64-69.]
- [29] 涂汉明, 刘振东. 中国地势起伏度研究. *测绘学报*, 1991, 20(4): 311-319. [Tu Hanming, Liu Zhendong. Study on relief amplitude in China. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 1991, 20(4): 311-319.]
- [30] 任国平, 刘黎明, 付永虎, 等. 都市郊区乡村聚落景观格局特征及影响因素分析. *农业工程学报*, 2016, 32(2): 220-229. [Ren Guoping, Liu Liming, Fu Yonghu, et al. Analysis of characteristic and influencing factors of rural settlement landscape pattern in metropolitan suburbs. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(2): 220-229.]
- [31] 胡贤辉, 杨钢桥, 张霞, 等. 农村居民点用地数量变化及驱动机制研究: 基于湖北仙桃市的实证. *资源科学*, 2007, 29(3): 191-197. [Hu Xianhui, Yang Gangqiao, Zhang Xia, et al. The change of land use for rural residency and the driving forces: A case study in Xiantao city, Hubei province. *Resources Science*, 2007, 29(3): 191-197.]
- [32] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. **Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.**]
- [33] 王曼曼, 吴秀芹, 吴斌, 等. 盐池北部风沙区乡村聚落空间格局演变分析. *农业工程学报*, 2016, 32(8): 260-271. [Wang Manman, Wu Xiuqin, Wu Bin, et al. Evolution analysis of spatial pattern of rural settlements in sandy area of northern Yanchi. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(8): 260-271.]
- [34] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 基于格网的农村居民点用地时空特征及空间指向性的地理要素识别: 以环渤海地区为例. *地理研究*, 2015, 34(6): 1077-1087. [Yang Ren, Liu Yansui, Long Hualou, et al. Spatial-temporal characteristics of rural residential land use change and spatial directivity identification based on grid in the Bohai Rim in China. *Geographical Research*, 2015, 34(6): 1077-1087.]
- [35] 李小建, 杨慧敏. 乡村聚落变化及发展型式展望. *经济地理*, 2017, 37(12): 1-8. [Li Xiaojian, Yang Huimin. The change of rural settlements and their future development patterns. *Economic Geography*, 2017, 37(12): 1-8.]

Spatial differentiation and its influencing factors of settlements evolution in mountainous counties: A case study of Songxian county in western Henan province

DUAN Xiaowei^{1,2}, LI Xiaojian^{1,2}

(1. School of Resources and Environment / Collaborative Innovation Center of Urban-Rural Coordinated Development in Henan Province, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450046, China;

2. College of Environment & Planning / Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development, Henan University, Kaifeng 475004, Henan, China)

Abstract: Combining GIS spatial analysis, topographic relief degree, terrain niche index and other methods, this paper analyzes the spatial differentiation of settlements evolution in Songxian, based on the settlement patches data of the county in 1975, 1995 and 2015. We then examine their influencing factors as well as their changes by using factor analysis, geographic detector and multiple regression analysis method. The results showed that: (1) The number of settlements decreased nearly a quarter while their scale increased more than 1.2 times over the past 40 years, however, the number during 1975-1995 reduced more than that from 1995 to 2015, while the scale expansion was more significant during the period 1995-2015. (2) Restricted by mountain topography, the settlements were mainly distributed along the main roads and rivers like ribbons, as well as distributed along the county seat and township sites forming massive texture, and their evolution followed strong path dependence; The settlements tended to be located on low land, smaller topography, gentle slope and small relief, or more settlements concentrated in the hilly region, flat and slightly undulating topography, and the areas where the slope degree is less than 6° and the terrain niche index less than 0.4. In addition, the south slope directivity of settlements' location and the south slope, southeast slope and southwest slope directivity of settlement scale's spatial distribution was gradually strengthened. (3) The location of settlements was mainly affected by topography, production conditions and the radiation effects of roads, town centers, township sites as well as proximity to industrial and mining enterprises. However, with the passage of time, the effects of topography were weakened while the impact of roads and township centers was gradually strengthened. (4) The spatial distribution of settlements scale was obviously affected by natural, social and economic factors, but the explanation effect of each factor changes over time; Among them, the influence of topography stood at the top, followed by the distance to township sites and county seat in social economic factors, but with the accelerating process of urbanization, the influence of the county center was gradually strengthened, while the influence of township sites and terrains was gradually weakened. Finally, based on the above research, some suggestions were proposed for future development and planning of the mountainous rural settlements.

Keywords: mountainous settlements; settlement evolution; settlement location; urbanization; the mountainous region of western Henan province; Songxian county