

岩溶槽谷区农村居民点的时空分布特征及其驱动机制

唐芳^{1,2}, 李阳兵¹, 王权¹, 刘秀明², 王世杰²

(1. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵阳 550025; 2. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550081)

摘要: 深入分析岩溶槽谷区农村居民点的时空分布特征及驱动机制, 对复杂地形、经济滞后地区建设美丽新农村有重要意义。在GIS技术支持下, 基于核密度、网格、重心模型、样带及地形剖面相结合的方法, 以2005年、2010年、2014年和2017年槽谷区农村居民点为数据源, 对其时空演变特征及其规律进行对比分析。研究表明: (1) 槽谷区农村居民点呈“西部集聚组团量少规模大, 而中、东部零散错落量多规模小”的空间分布模式。(2) 西部槽谷农村居民点垂直和坡度重心均有向槽坝迁移的趋势, 而中、东部则相反。(3) 西部槽谷农村居民点布局呈槽坝高、山坡两翼低的倒“U”型格局, 而中、东部则相反。(4) 槽谷区农村居民点分布格局与地形间存在密切的空间响应关系。

关键词: 农村居民点; 演变特征; 空间变化; 槽谷区; 贵州省

农村居民点作为一个自然与社会经济有机结合的复杂综合体, 其发展趋势不仅体现自然系统的演化, 也是人类认识和改造自然的反映^[1]。在我国城镇化快速发展的过程中, 一系列的规划与整治政策的实施, 深刻地影响农村居民点的演变趋势^[2]。目前农村居民点布局零散、破碎化程度高、形状混乱且无序等现象日益突出^[3], 这极大地阻碍了城乡一体化的推进, 在此情形下, 要合理规划农村居民点的空间布局, 依赖于对农村居民点长期演化规律的把握^[4]。尤其是在地势起伏大、地形复杂多变的岩溶槽谷区, 境内温差、日照时长和水土涵养保持功能的差异, 加强了地形因子对土地利用类型的限制作用^[5], 进而对社会经济的发展产生一定的影响。有研究表明, 我国70%的贫困县位于平均地面坡度高于10°的地区, 72%的贫困县位于地形起伏度大于50 m地区^[6]。在大规模扶贫开发工作进程中, 环境要素对西部贫困地区的制约较为突出, 主要分布于西南石灰岩区、横断山脉、武陵山区等^[7]。由此, 深入分析地形因素对岩溶槽谷区农村居民点分布的影响, 探究不同地形上农村居民点的布局 and 演变趋势, 对于促进岩溶槽谷区石漠化的综合治理、山区脱贫及乡村振兴尤为重要。

在以往的研究中, 不同学者从评估农村住区的良好理论框架、调整聚居结构、驱动机制研究以及优化农村布局研究等内容进行了研究^[8-10]。不少学者采用核密度分析、重心迁移、空间自相关、景观格局等方法, 揭示居民点空间分布特征及演变规律^[11-13], 对农村

收稿日期: 2019-11-20; 修订日期: 2020-04-01

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2016YFC0502300)

作者简介: 唐芳 (1996-), 女, 贵州毕节人, 硕士, 研究方向为自然资源保护与开发管理。

E-mail: 1510040202@qq.com

通讯作者: 李阳兵 (1968-), 男, 重庆潼南人, 博士, 教授, 研究方向为土地利用变化与生态过程研究。

E-mail: li-yapin@sohu.com

居民点布局特征的描述大致可分为两类：总体描述和分类描述^[14]；研究区域涵盖了平原、山区、丘陵等多种地形^[15-17]，而对岩溶槽谷这种地貌的研究甚少；农村居民点的驱动机制一方面是海拔、坡度及河流等空间属性的不同^[18-20]，另一方面是城镇化进程和社会经济发展等时间属性的差异^[21]。综合看来，农村居民点大都被视为单一图层，对其重心迁移方向多从平面出发，而综合考虑高程和坡度地形要素的多维研究甚少，且对农村居民点分布的空间地理位置仅做定性的描述，这致使某些地区的农村居民点规划和管理实践过于粗糙，难以实现精细化管理。

综上，本文选取贵州省铜仁市德江县、印江土家族苗族自治县和沿河土家族苗族自治县交界处的岩溶槽谷区这一典型地貌单元为研究对象。一方面农村居民点用地扩展极大地受地形的限制，另一方面在经济迅速发展和乡村振兴战略积极推进的背景下，研究区作为乡村旅游扶贫的重点区域，其农村居民点的布局是否在一定程度上得到了优化，以及其未来演变的趋势如何？值得深入分析。因此，本文从微观尺度着手，结合典型样带和地形剖面图，对比分析2005—2017年槽谷区农村居民用地的分布特征和区域差异，尝试为解析农村居民点分布的变化规律寻求新的空间视角，进而为区域农村优化土地资源配臵、实现“多规合一”的农村规划编制目标、新农村建设以及促进人口与居住用地转移相适应提供参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

研究区（图1）地处贵州省东北部，拥有独特的岩溶地貌和一系列东北向的三条梳状紧密褶皱，地形上是向斜为槽、背斜为谷山—槽交替出现的平行岭谷，地理位置在 $108^{\circ}21'48''\sim 108^{\circ}32'37''E$ 、 $28^{\circ}12'41''\sim 28^{\circ}26'35''N$ ，高程为380~1280 m，坡度为0~74°，境内地势落差显著。本文大致将研究区内德江县枫香溪镇、沿河土家族苗族自治县谯家镇划分为西部槽谷；印江土家族苗族自治县杉树镇为中部槽谷；印江土家族苗族自治县沙子坡镇为东部槽谷，槽谷区是连接三县的“黄金接点”。槽谷区总面积为503.39 km²，其中山坡占总面积71%，槽谷占总面积29%^[22]。下辖4个乡镇，包括91个行政村，其中西部槽谷21个村、中部槽谷45个村及东部槽谷25个村。属亚热带湿润季风气候，平均气温17.5℃，平均降雨量1000~1200 mm。

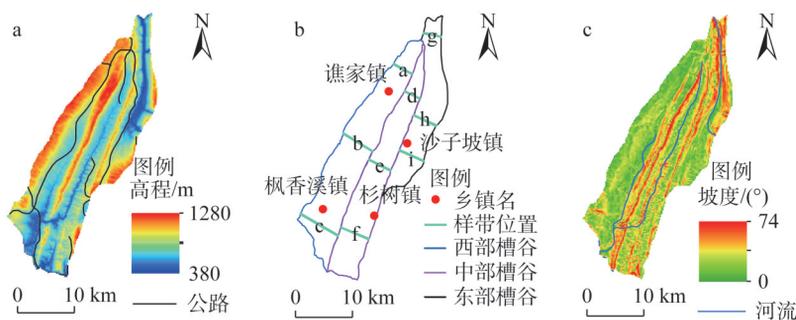


图1 研究区示意图及样带选取

Fig. 1 Schematic diagram of the study area and sample selection

1.2 数据来源

数据包括：槽谷区 30 m×30 m DEM 数据来源于 ASTER GDEM；2005 年、2010 年、2014 年、2017 年四期 Google earth 影像（0.53 m）。在 Eradas imagine 9.0 软件支持下，将 2005 年、2010 年、2014 年、2017 年影像进行几何校正、拼接裁剪、配准（误差控制在 0.5 个像元内）预处理后，先人工解译 2014 年槽谷区土地利用现状图，之后将其与 2005 年、2010 年、2017 年的影像进行叠加显示，采用矢量底图影像对比判读的方法依次提取各年份的土地利用数据，赋予每个斑块属性值，然后进行拓扑检查，最后得到槽谷区四期土地利用现状图。根据本文的研究目标，在 GIS 软件支持下，分别提取 2005 年、2010 年、2014 年、2017 年农村居民点的矢量数据。

1.3 研究方法

1.3.1 网格分析法

单纯的农村居民点变化难以精确揭示其演变过程与规律，而 GIS 技术可以更好地描述地理事物的时空过程。据此根据研究区实际情况，采用 500 m×500 m 网格单元，对岩溶槽谷区农村居民点的分散程度进行统计。农村居民点分散度概念定义为每个统计网格内农村居民点用地斑块数量，其动态变化量能刻画农村居民点自身合并、新生以及消亡的时空过程^[23]。

1.3.2 样带及地形剖面分析

样带是具有明显不同特征的线状区域^[24]。本文为更好地展示研究区“槽谷阻隔”对农村居民点演变动态过程、演变趋势差异性、前瞻性预判的影响，分别在三条槽谷中选取年际变化较大的北、中、南部区域作为典型样带，宽皆约为 0.23 km，再绘制每条样带的地形剖面图。在选择样带时，由于研究区地形特征、交通密集程度及河流分布等的差异是造成其范围内居民点分布杂乱和梯度差异的重要因素，需将上述因素作为前提，并充分考虑农村居民点总体分布特征和数据冗余性。

1.3.3 农村居民点垂直重心模型

农村居民点垂直重心变化展现的是其在海拔上的变化，能够揭示农村居民点在海拔高度上的变化。本文采用的计算模型^[25]为：

$$H_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{pi} \times E_{pi})}{A_p} \quad (1)$$

式中： H_p 是 P 类土地利用类型垂直重心高度（m）； A_{pi} 是 p 类土地利用类型中图斑 i 的面积（ hm^2 ）； E_{pi} 是 p 类土地利用类型中图斑 i 对应范围内的平均高程值（m）； n 为研究区域 p 类土地利用类型图斑数（个）； A_p 是 p 类土地利用类型总面积（ hm^2 ）。

1.3.4 农村居民点坡度重心模型

农村居民点坡度重心变化展现的是其在地面坡度上的变化，能揭示农村居民点在坡度上的变化和对自然坡度的改造能力。本文采用的农村居民点垂直重心模型^[25]如下：

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{pi} \times S_{pi})}{A_p} \quad (2)$$

式中： T_p 是 p 类土地利用类型坡度重心（°）； S_{pi} 是 p 类土地利用类型中图斑 i 对应范围内的平均坡度值（°）。

1.3.5 农村居民点重心迁移速率

土地利用重心迁移速率能更直接揭示各土地利用类型空间变化速率，本文采用的重心迁移速率计算指标^[25]如下：

$$R_{p(t_2-t_1)} = \frac{B_{pt_2} - B_{pt_1}}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

式中： R_p 是 p 类土地利用垂直重心或坡度重心迁移速率； B_{pt_2} 、 B_{pt_1} 是 p 类土地利用类型在 t_2 和 t_1 两个时间段的垂直重心或坡度重心值； t_2 、 t_1 是截止时间和起始时间。

1.3.6 核密度分析法

核密度分析法是常用来反应点状要素的空间分布特征，是热点和冷区识别和分析的一种探测性方法^[26]，以此探索农村居民点空间分布的集聚状况。本文核密度的计算和图形的制作均在ArcGIS 10.4中进行，其计算公式如下^[27]：

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (4)$$

式中： $k(x)$ 称为核函数； $h>0$ 为带宽， h 的选择与确定会影响点密度曲面的光滑程度； n 为观测数量（个）； $x-x_i$ 为估计点到第 i 个观测点位置的距离（km）。

2 结果分析

2.1 岩溶槽谷区农村居民点密度分布特征

由图2可见，2005—2017年槽谷区农村居民点布局兼存差异性和相似性。差异性体现在：西部槽谷北、中部和中部槽谷北部居民点分布较集中，斑块规模变化幅度较明显，而东部槽谷和中部槽谷中、南部较稀疏，全局上呈现“西密东疏、北密南疏”的分布模式，表现出在大规模上分散而在局部上集聚的时空演变特征；相似性体现在：三条槽谷农村居民点均朝大规模集聚的趋势发展。

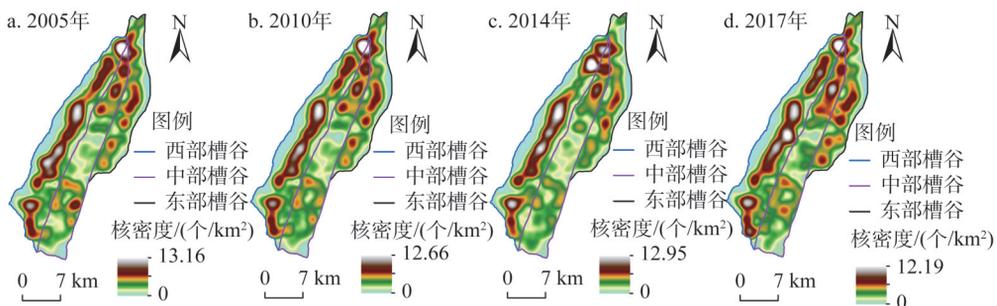


图2 2005—2017年岩溶槽谷区农村居民点核密度分布

Fig. 2 Nuclear density distribution of rural settlements in karst trough valley area from 2005 to 2017

2005年核密度最高值为13.16个/km²、2010年为12.66个/km²、2014年为12.95个/km²、2017年为12.19个/km²，槽谷区农村居民点呈现波动集聚分布，并相继出现新的核密度高值区和次值区。2017年，农村居民点核密度高值区数量和规模在增加，具有较明显的连片组团聚集的特征，分布在西部槽谷整个区域、中部槽谷北部和东部槽谷南部，而中部槽谷中部和东部槽谷北部，农村居民点分布较分散，密度较小，属于稀疏区。西部槽谷

中、南部居民点分布的集群特征越来越明显，即这些年岩溶槽谷区人口迁移和再分布存在圈层状特征，也就是人口迁移相似地选择已存在的集聚区，使得人口分布集聚规模效应越来越明显。

2.2 岩溶槽谷区农村居民点用地的时空变化特征

(1) 从时空格局来看，岩溶槽谷区农村居民点的分散度空间分异特征显著，均集中分布于槽坝区域（图3）。中、东部槽谷分散度整体较小，境内过渡区域较多，由于人们逐渐迁出不宜居住区和生态脆弱区，最终形成点状式的空间分布格局，这是人口迁移的客观规律，可作为人口有序迁移的指导，从而调整区域居民点的合理布局，但这也是导致槽谷区土地利用混杂低效的直接根源。西部槽谷是分散度高值集聚区，尤其2014年后深红色区域明显的增加，而西部槽谷也是农村居民点的高核密度值集聚区，说明研究区农村居民点总体斑块破碎度较大，组团连片式布局甚少，这也就全面地诠释了居民点分布规模会极大地受地形的限制，并且在短时间内，农村居民点无法进行大规模的扩建或重建。

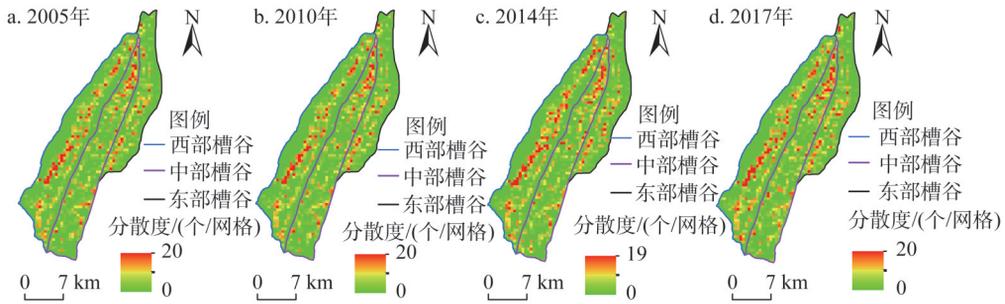


图3 基于500 m×500 m网格单元农村居民点分散度空间分布
Fig. 3 Spatial distribution of rural settlements based on 500 m×500 m grid units

(2) 从空间动态变化角度看，2005—2017年，岩溶槽谷区农村居民点斑块数量和规模以不同的速率保持增长，这将会对境内农业生产系统构成较大的威胁，并直接影响区域粮食生产和生态安全。如图4、图5所示，2005—2010年，农村居民点斑块数量和规模动态变化以小幅减少为主；2010—2014年，西部槽谷北、中部及中部槽谷北部斑块数量和规模动态增长最为显著，主要原因是均位于交通网密集、地面坡度较缓处，这将促

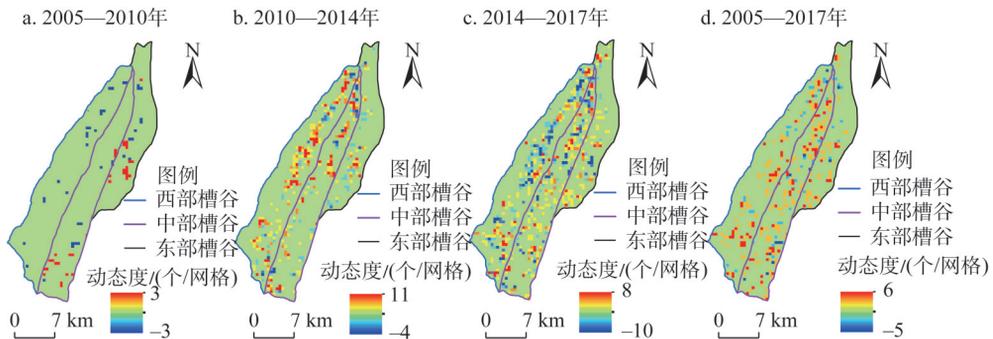


图4 基于500 m×500 m网格单元农村居民点斑块数量动态变化空间分布
Fig. 4 Spatial distribution of dynamic changes of plaques in rural settlements based on 500 m×500 m grid units

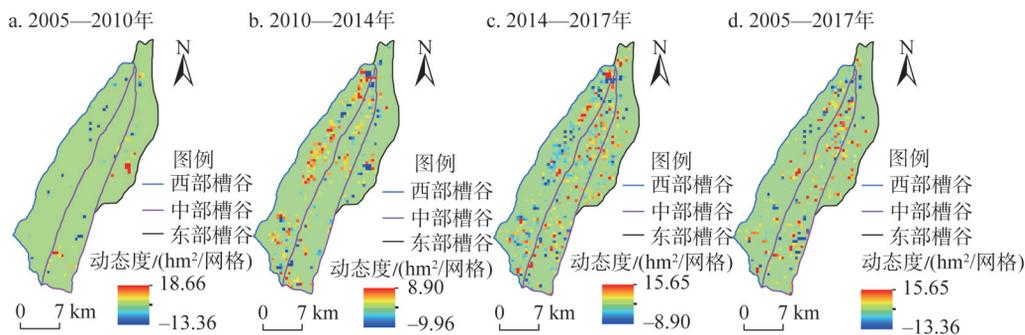


图5 基于500 m×500 m网格单元的农村居民点规模动态变化空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of dynamic changes of rural settlements based on 500 m×500 m grid units

进农村居民点持续扩张，显示出连片分布的布局特点；2014—2017年，农村居民点斑块数量和规模动态度有下降的现象，以西部槽谷中部最为显著。

农村居民点规模和斑块数量变化存在耦合关系^[28]，将图4d、图5d划分为三种类型的演变模式：（1）农村居民点规模和斑块数量高值分布在同一区域，说明农村居民点的演变可能同时存在自身扩展或合并和新生为主，这是东部槽谷南部和中部槽谷北部的演变模式。（2）农村居民点规模和斑块数量的高值不分布在同一区域，其中农村居民点斑块数量和规模的动态变化低值和高值的组合区域，说明农村居民点的演变以自身扩展或合并为主，中部槽谷中部就为这种演变模式；而对于农村居民点斑块数量和规模动态变化高值和低值的组合区域，说明农村居民点的演变以新生斑块为主，整个槽谷区南部即以这种演变模式为主。（3）农村居民点规模和斑块数量的低值分布在同一区域，说明此区域农村居民点演变以消亡为主，西、东部槽谷北部即以这种演变模式为主。

2.3 岩溶槽谷区农村居民点重心分布特征

三条槽谷垂直重心分布差异明显，呈现出较明显的垂直地带性（图6a）。中、东部槽谷垂直重心变化较西部槽谷显著，且2014年后农村居民点垂直重心逐渐呈现出向高海拔迁移的趋势，表明随着经济和城镇化的发展，农村居民点用地逐渐向高海拔扩张。西部槽谷农村居民点分布的垂直重心最高，主要集中在831~843 m间，但2014年后有下降趋势，主要是由西部槽谷所处区域的地理位置决定；中部槽谷垂直重心集中分布在780~791 m间；东部槽谷则最低，主要集中在740~765 m间，相较西、中部槽谷变化幅度大。三条槽谷垂直重心迁移速率差异较为显著（图6b）。西、中部槽谷垂直重心迁移以小幅度速率保持下降，而东部槽谷则以一定的速率保持上升，主要受到区域内地势落差差异和农村居民点用地规模较小的影响。垂直重心迁移速率动态变化量为：东部槽谷>中部槽谷>西部槽谷。

农村居民点用地坡度重心同样呈现出较为明显的分异特征（图6c）。西部槽谷农村居民点坡度重心波动幅度不明显，主要集中在8.5°~8.9°间；2014年后，中、东部槽谷农村居民点坡度重心有向陡坡迁移的趋势，主要集中在12.6°~13.8°间，这是由于相对平坦区域无法满足农村居民点用地空间扩展需求，并且随着科技的发展，直接导致坡耕地被占用或被改造。农村居民点坡度重心与垂直重心迁移速率动态变化量也呈现出一致性，表明

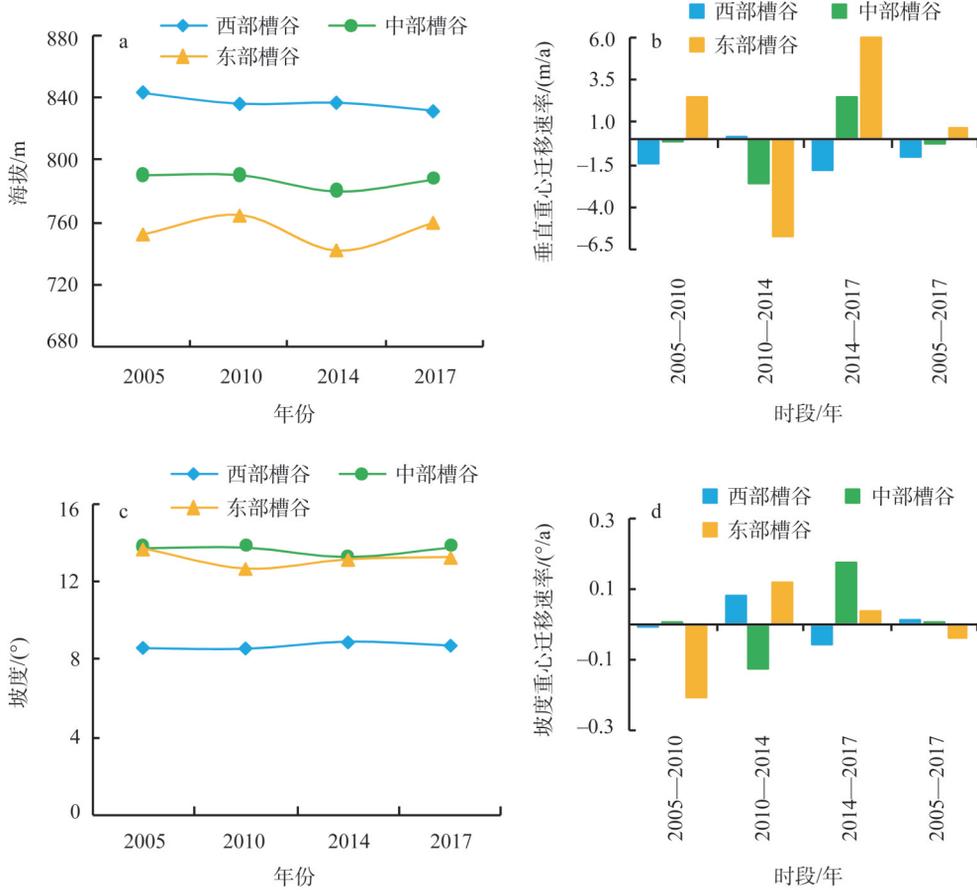


图6 岩溶槽谷区农村居民点垂直重心和坡度重心及其迁移速率

Fig. 6 Vertical and slope gravity centers of rural settlements in the karst trough valley and its migration rates

三条槽谷农村居民点整体所处的地势起伏为：东部槽谷>中部槽谷>西部槽谷（图6d）。

总体上，中、西部槽谷垂直重心迁移速率以一定的速率保持下降，坡度重心以更小的速率在上升，而东部槽谷则相反，说明槽谷区海拔和坡度之间并不是完全具有对应关系。

2.4 基于典型样带上岩溶槽谷区农村居民点的分布特征

为了多维展示槽谷区农村居民点分布的地形特征，利用GIS绘制出九条典型样带的地形剖面图（图7），将2005年和2017年农村居民点分布格局进行对比分析（图8），结果表明：地形剖面图兼呈正“U”型地貌格局，东西两翼山坡是灌木林地、有林地、草地等山地森林分布区域，垂直分异明显，成为样带中农村居民点分布最少的局限区域，以西部槽谷最为明显；各样带中新增的农村居民点大均以占用山地旱地而产生的新生斑块为主，主要分布在槽谷区北部。两个时段内，中、东部槽谷样带农村居民点用地规模均呈中部低、东西部高的正“U”型格局，而西部槽谷样带则呈东西部低、中部高的倒“U”型格局。从规模动态变化来看，西部槽谷样带表现为：样带a>样带c>样带b；中部槽谷样带表现为：样带d>样带e>样带f；东部槽谷样带表现为：样带g>样带i>样带h，表明槽谷区北部属于住宅选择的最佳适宜区。东部槽谷农村居民点垂直重心迁移有逐渐向高

海拔迁移的势头，山坡逐渐成为人们居住地的选择对象，而西、中部槽谷农村居民点垂直重心逐渐向低海拔迁移，表明因农村居民点用地大规模占用耕地，造成地理条件较好的北部区域不能满足需求，而不得不向地理条件相对较差的南部迁移。

通过对比分析得出岩溶槽谷区人口分布存在显著空间异质性。三条槽谷农村居民点用地南北分异比东西分异大，但中部槽谷更趋向山坡两翼分布，而东、西槽谷则相反，可见农村居民点分布格局与地形间存在密切的空间响应关系。

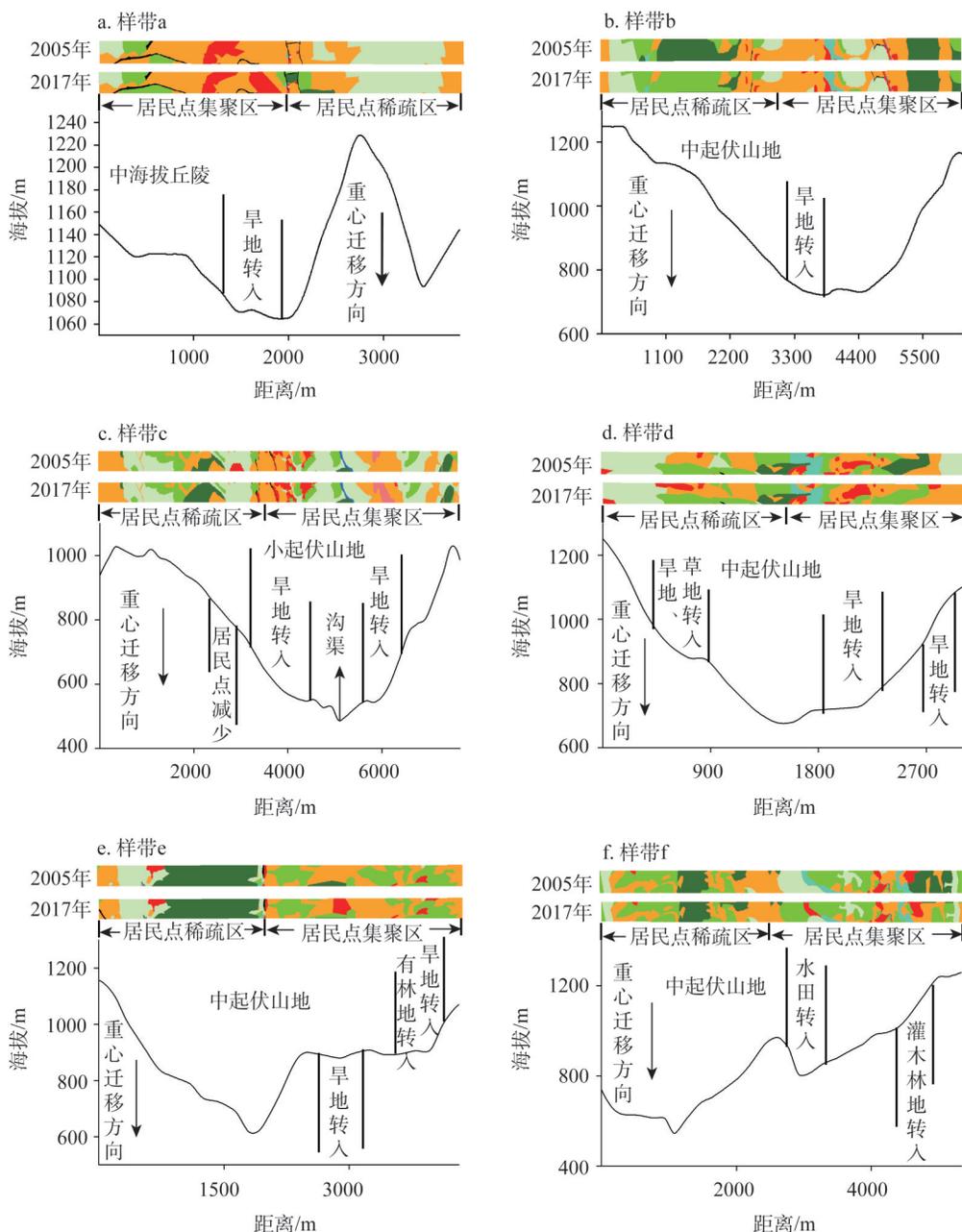


图7 岩溶槽谷区典型样带上农村居民点分布剖面

续图7

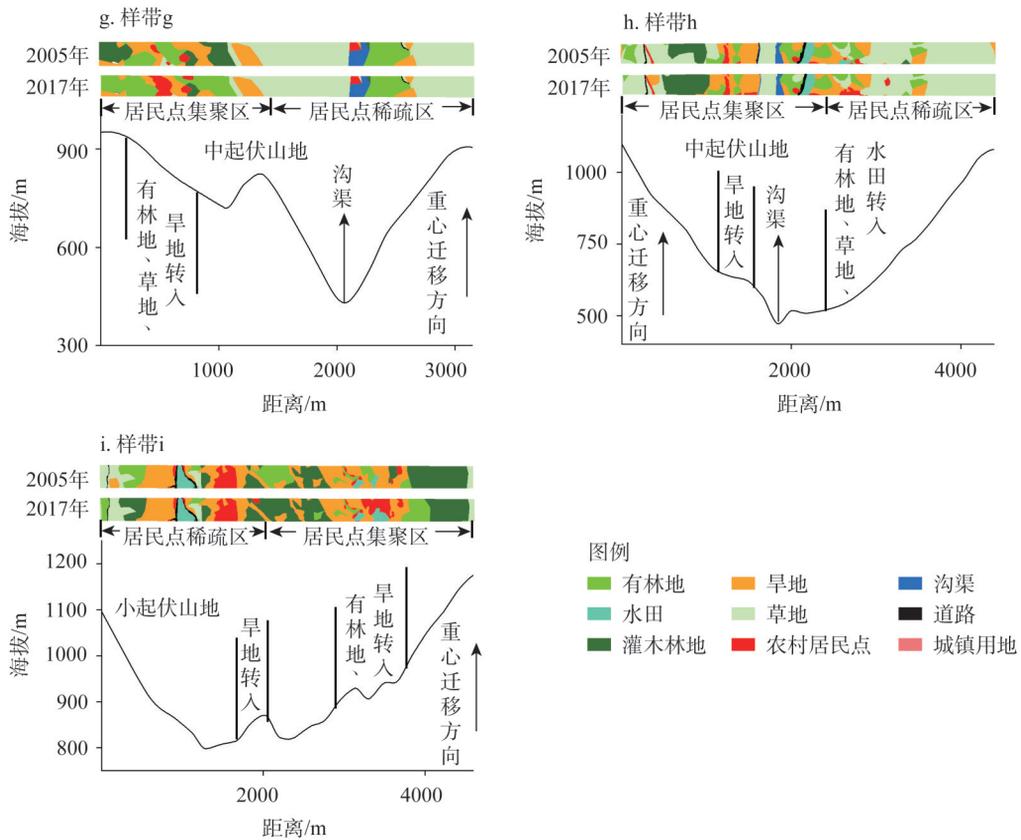


图7 岩溶槽谷区典型样带上农村居民点分布剖面

Fig. 7 Sectional distribution of rural settlements on a typical sample belt in the karst trough valley area

3 结论与讨论

3.1 结论

本文以铜仁市德江县、沿河土家族自治县和印江土家族苗族自治县三县交界处的岩溶槽谷为例,运用核密度分析法、重心模型以及典型样带结合剖面图的方法,详细探讨了岩溶槽谷这一特殊地貌的农村居民点时空分布特征及其驱动机制,主要结论如下:

(1) 2005—2017年三条槽谷农村居民点均集中分布在坡度缓、距河流和道路较近的区域,具有大规模稀疏而局部集聚的特征,扩展方式以新生斑块为主。三条槽谷居民点分布存在显著地域分异,分布规模为:西部槽谷>中部槽谷>东部槽谷,而用地强度则为:西部槽谷>东部槽谷>中部槽谷。

(2) 岩溶槽谷区农村居民点空间分布总体上沿南北方向呈带状布局,由于整个槽谷区农村居民点分布规模均较小,这也导致了高核密度值区域的分散度均较大,但集聚程度在不断增加。

(3) 三条槽谷农村居民点垂直重心和坡度重心有明显的差异。东部槽谷垂直重心和坡度重心变化较显著,呈现逐渐向高海拔和缓坡迁移的势头,而西、中部槽谷垂直重心和坡度重心均有趋向低海拔和陡坡迁移的趋同态势。

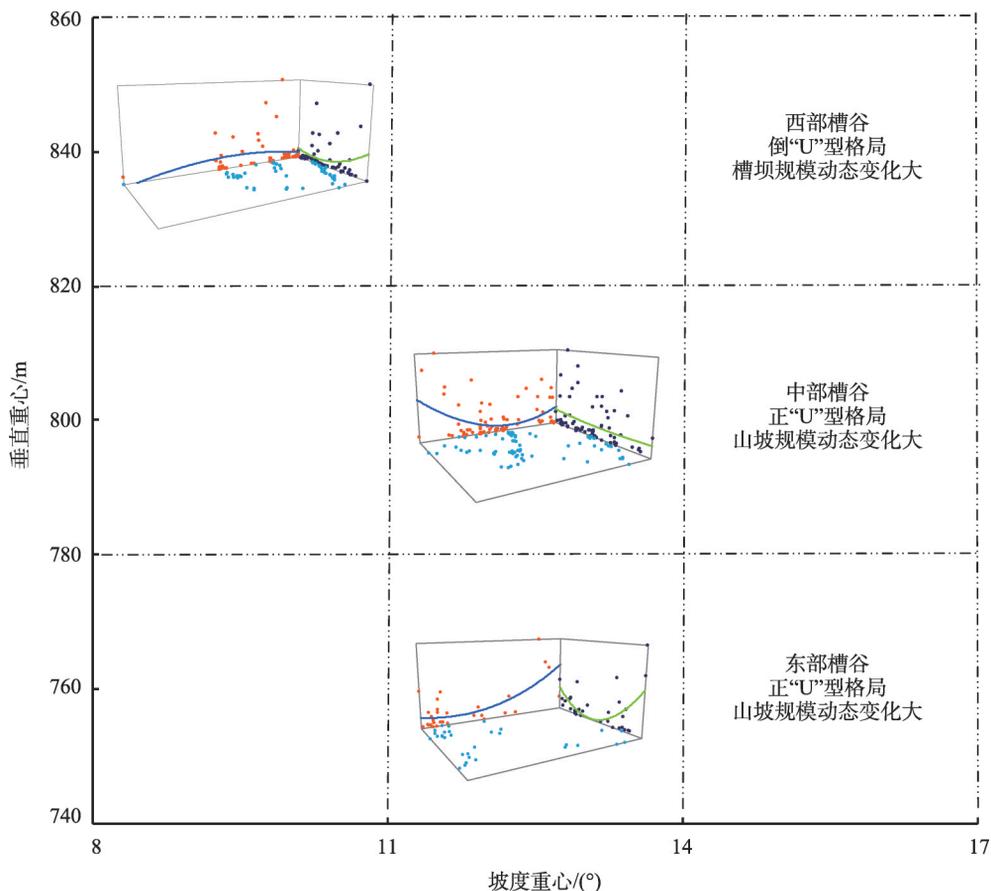


图8 岩溶槽谷区农村居民点的分布格局及演变趋势

Fig. 8 Distribution pattern and evolution trend of rural settlements in the karst trough valley area

(4) 岩溶槽谷区农村居民点垂直重心和坡度重心迁移速率动态变化量均为：东部槽谷>中部槽谷>西部槽谷，与农村居民点所处的地势起伏有相同的数量关系，但槽谷区海拔和坡度之间并不完全具有对应关系。

(5) 从地形剖面图上看，西部槽谷农村居民点用地规模呈槽坝高、山坡两翼低的倒“U”型格局，而中、东部则呈槽坝低、山坡两翼高的正“U”型格局。

3.2 讨论

3.2.1 岩溶槽谷区农村居民点动态演变的规律

本文主要从网格尺度有效地揭示了槽谷区农村居民点的时空动态变化、分布格局、演变趋势、垂直重心和坡度重心及两者迁移速率的特征。研究发现槽谷区农村居民点在空间分布上存在着共同特征，也因各自地势、区位、资源禀赋、经济发展水平及人类活动等的区别，表现出一定程度的差异性。

(1) 农村居民点规模变化：三条槽谷农村居民点规模均朝更加集聚的方向发展，但由于地貌形态的不同，农村居民点的分布特征有明显的差异。西部槽谷地面平均坡度较小，自然地理条件较优越，人口分布的集聚效应显著；中部槽谷地势较严峻，居民点的分布极大地受到岩溶槽谷区地形的限制，景观破碎度大，主要分布在山坡两翼；东部槽谷新增居民点主要集中分布在南部。

(2) 农村居民点分布格局及演变趋势(图8): 槽谷区农村居民点均由北向南逐渐扩展。西部槽谷农村居民点用地规模呈现出槽坝高、山坡两翼低的倒“U”型格局, 垂直重心和坡度重心趋向低海拔和陡坡迁移的趋势, 但其年际变化不明显; 东部槽谷农村居民点用地规模呈现出槽坝低、山坡两翼高的正“U”型格局, 垂直重心和坡度重心演变趋势与西部槽谷相反; 中部槽谷农村居民点用地规模演变格局与东部槽谷保持一致, 而垂直重心和坡度重心演变趋势与西部槽谷保持一致, 表明在三条槽谷中西部槽谷地形地貌优异度及居住的适宜程度最佳。

(3) 农村居民点演变过程中的地貌特征及主要驱动因子(图9): 自然地理条件的优越程度是早期农村居民点扩展的驱动因子。西部槽谷北部以其相对优越的中海拔丘陵和中起伏山地地貌成为农村居民点的早期集聚区域, 又因交通网密集, 农村居民点的动态变化最为显著, 而中、南部成为农村居民点逐渐扩散的区域; 中部槽谷地势起伏较大, 均为中起伏山地地貌, 这就成为导致农村居民点布局分散的直接原因; 东部槽谷北部虽处于交通网密集区域, 但其中起伏山地地貌限制了农村居民点的集聚分布, 而南部以其小起伏山地地貌成为农村居民点逐渐集聚的区域。

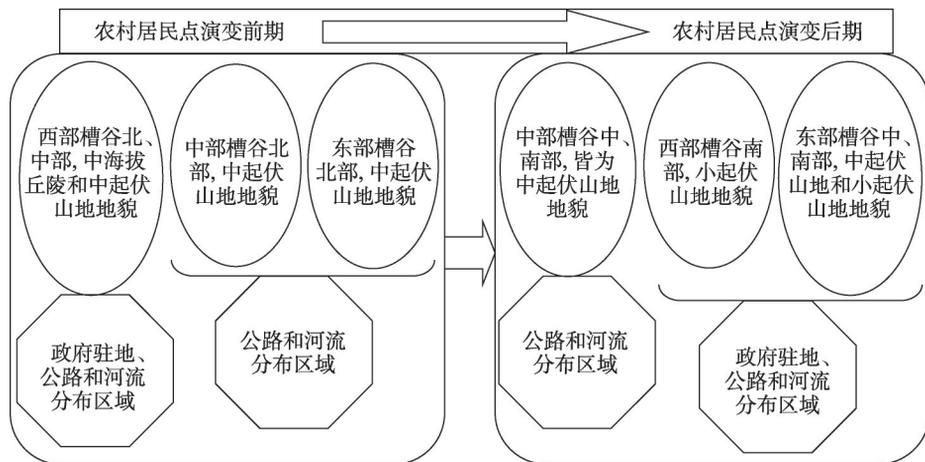


图9 岩溶槽谷区农村居民点演变过程的地貌特征及驱动因子

Fig. 9 Geomorphic characteristics and driving factors of rural settlements in the karst trough valley

3.2.2 岩溶槽谷区农村居民点演变的驱动因素

农村居民点是人类在其周边环境中所创造的产物, 其空间分布受到多种因子的影响^[29,30], 本文仅针对研究区三个重要的主要影响因子加以讨论(图10)。

(1) 自然因素。自然环境是农村居民点发生和发展的环境基础, 与此同时也影响着居民点的集聚形式、扩展方式和规模^[31], 极大地制约着区域人口的生产生活活动, 尤其是地形复杂的区域^[32]。前文分析表明, 西部槽谷出现人口分布悖论现象, 农村居民点大规模分布在平均海拔较高的槽谷区北部, 但由于拥有相对较小的地面平均坡度的区位优势, 故成为槽谷区人口集聚区, 而中、东部槽谷农村居民点分布规模较小, 斑块破碎度较高, 尤其是地势起伏较大的中部槽谷中部和东部槽谷北部较突出, 表明优越的自然地理条件是农村居民用地扩展的基础和动力。

(2) 社会经济因素。社会经济环境与农村居民点的发展是相互促进、互为因果的关

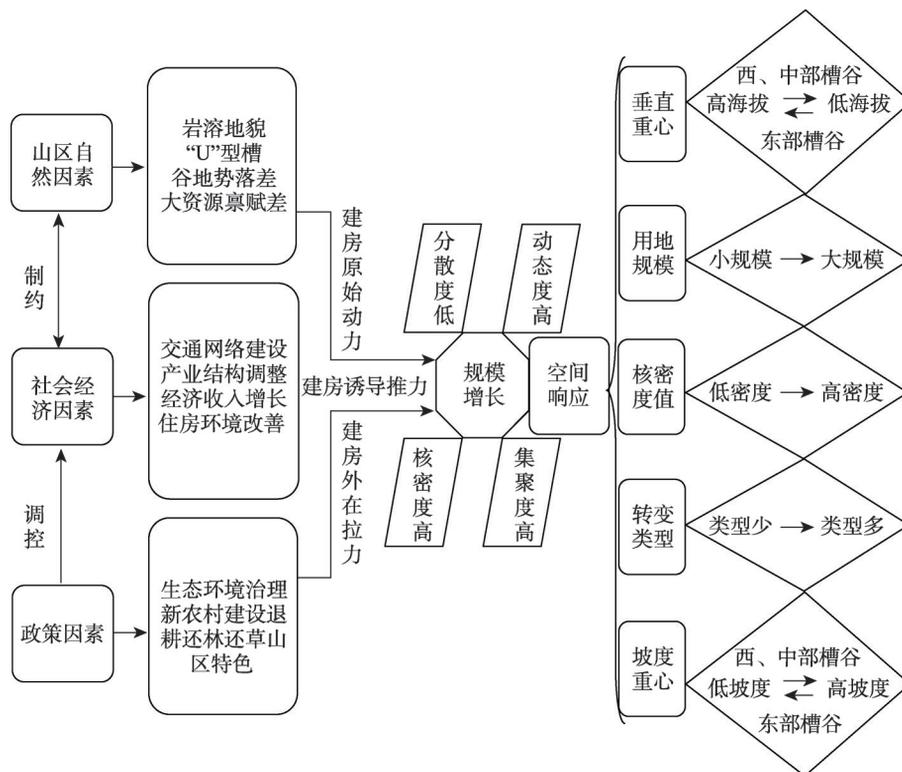


图10 岩溶槽谷区农村居民点演变的驱动机制

Fig. 10 Driving mechanism of rural settlement evolution in the karst trough valley area

系。一个地区经济发展阶段、经济增长周期、乡村户数、总人口数等都显著影响农村居民点的发展，而农村居民点的发展状况又制约着区域社会经济的发展^[33]。在一定区位范围内，经济发展状况越好，居民点分布规模越趋于集聚。通村油（水泥）路建设项目、农村公路招呼站等交通网络的建设，推动了槽谷区农村居民点集中分布在西、中部槽谷北部交通网较密集区域，而经济实力较弱、距道路及城镇较远等村庄，其农村居民点规模和斑块数量变化幅度较小，如中部槽谷的大量村落。

(3) 政策因素。土地利用还受土地分配、退耕还林还草、扶贫生态移民等各种制度的影响，在一定程度上促使农村向城市的迁移和土地利用类型的转变^[34]。近年来，铜仁市大力推进新农村建设、农村危房改造项目、加快发展现代农业、打造山区特色旅游等各项举措相继启动，促进了槽谷区农村居民点集聚度和分布规模逐年提高。铜仁市还引导对外务工人员返乡创业就业的扶持，这加快了农村人口的涌入，经济发展势头强劲，内部吸引力高，逐渐出现兴盛迹象，这将对农村居民点景观格局、分布规模和功能的演变产生持续的影响。

3.2.3 岩溶槽谷区农村居民点研究的启示意义

尤其是在乡村振兴背景下，对岩溶槽谷区农村居民点优化布局 and 分布规律展开探讨具有重要意义。槽谷区在未来新型城镇化发展的过程中，应重点考虑西部槽谷中、南部，其农村居民点规模扩张明显，可以优先考虑作为新型城镇化建设的重点区域；而对中、东部槽谷南部居民点斑块破碎度较大、规模动态变化小及道路通达度低等一系列问题，政府在科学规划基础设施的同时，还应考虑到区域脆弱的生态环境，并结合人口分

布的空间差异特征,以期能因地制宜地改善研究区居民点建设与发展,积极推进乡村旅游扶贫政策的实施。理论上,伴随着城镇化的持续推进,农村人口非农化,对农村居民用地的需求会相对减少。然而自2005年以来,槽谷区农村居民点以一定的速率在槽坝与山坡间双向迁移,其中西、中部槽谷农村居民点由山坡向槽坝迁移,而东部槽谷则相反,居民点外延式扩展特征明显,规模增长方式均以新生斑块为主,而且居民点的坐落方位参差不齐,排列无规律可寻,造成整体景观上的杂乱无序,规划上多规混杂的状况明显。要解决这些问题,迫切需要对居民点的适度规模进行规划和高效管理,同时减少对耕地的大规模占用,促进山区土地可持续利用。

参考文献(References):

- [1] 任平,洪步庭,周介铭. 基于空间自相关模型的农村居民点时空演变格局与特征研究. 长江流域资源与环境, 2015, 24(12): 1993-2002. [REN P, HONG B T, ZHOU J M. Research of spatio-temporal pattern and characteristics for the evolution of rural settlements based on spatial auto correlation model. Resources and Environment in the Yangtze River Basin, 2015, 24(12): 1993-2002.]
- [2] 刘继来,刘彦随,李裕瑞,等. 2007—2015年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系. 自然资源学报, 2018, 33(11): 1861-1871. [LIU J L, LIU Y S, LI Y R, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007-2015. Journal of Natural Resources, 2018, 33(11): 1861-1871.]
- [3] 原野,赵中秋,师学义,等. 基于乡镇地域主导功能定位的农村居民点整理策略研究. 自然资源学报, 2017, 32(12): 2089-2099. [YUAN Y, ZHAO Z Q, SHI X Y, et al. Strategy of rural residential Land consolidation based on the dominate function of township. Journal of Natural Resources, 2017, 32(12): 2089-2099.]
- [4] 李换换,宋伟,陈百明,等. 农村居民点时空格局演化模拟研究综述. 中国农业资源与区划, 2019, 40(1): 79-88. [LI H H, SONG W, CHEN B M, et al. Review of the research on the evolution simulation of spatial-temporal patterns in rural settlements. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(1): 79-88.]
- [5] 臧玉珠,刘彦随,杨园园. 山区县域土地利用格局变化及其地形梯度效应:以井冈山市为例. 自然资源学报, 2019, 34(7): 1391-1404. [ZANG Y Z, LIU Y S, YANG Y Y. Land use pattern change and its topographic gradient effect in the mountainous areas: A case study of Jinggangshan city. Journal of Natural Resources, 2019, 34(7): 1391-1404.]
- [6] 周蕾,熊礼阳,王一晴,等. 中国贫困县空间格局与地形的空间耦合关系. 经济地理, 2017, 37(10): 157-166. [ZHOU L, XIONG L Y, WANG Y Q, et al. Spatial distribution of poverty-stricken counties in China and their natural topographic characteristics and controlling effects. Economic Geography, 2017, 37(10): 157-166.]
- [7] 刘彦随,周扬,刘继来. 中国农村贫困化地域分异特征及其精准扶贫策略. 中国科学院院刊, 2016, 31(3): 269-278. [LIU Y S, ZHOU Y, LIU J L. Regional differentiation characteristics of rural poverty and targeted poverty alleviation strategy in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2016, 31(3): 269-278.]
- [8] ZHAO X, SUN H B, CHEN B, et al. China's rural human settlements: Qualitative evaluation, quantitative analysis and policy implications. Ecological Indicators, 2019, 105: 398-405.
- [9] TIAN Y S, KONG X S, LIU Y L, et al. Restructuring rural settlements based on an analysis of inter-village social connections: A case in Hubei province, Central China. Habitat International, 2016, 57: 121-131.
- [10] HOSSEINI S B, FAIZI M, NOROUZIAN M S, et al. Impact evaluation of rural development plans for renovating and retrofitting of rural settlements. Environmental Earth Sciences, 2015, 73(7): 3033-3042.
- [11] 周海涛,宁小莉,那晓东,等. 包头市达茂旗居民点空间分布变化及其影响因素分析. 农业工程学报, 2019, 35(11): 276-286. [ZHOU H T, NING X L, NA X D, et al. Spatial distribution variation of rural settlements in damao banner of baotou city and its impact factors. Transactions of the CSAE, 2019, 35(11): 276-286.]
- [12] 宋文,吴克宁,刘浩然,等. 基于地理空间适宜性指数自相关的农村居民点整理分区. 农业工程学报, 2016, 32(19): 249-257. [SONG W, WU K N, LIU H R, et al. Zoning of rural residential land consolidation based on spatial auto correlation of geographical spatial suitability index. Transactions of the CSAE, 2016, 32(19): 249-257.]
- [13] 程荣,段永红,王萍. 兖州矿区农村居民点景观格局变化分析. 山西农业大学学报:自然科学版, 2019, 39(3): 50-57. [CHENG R, DUAN Y H, WANG P. Landscape pattern change analysis of rural residential zone in Yanzhou Coal Mining Area. Journal of Shanxi Agricultural University: Nature Science Edition, 2019, 39(3): 50-57.]
- [14] 邹利林,王建英. 中国农村居民点布局优化研究综述. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(4): 59-68. [ZOU L L, WANG

- J Y. Review of research on layout optimization of rural settlements in China. *China Population, Resources and Environment*, 2015, 25(4): 59-68.]
- [15] 殷嘉迪, 雷国平, 乐容潮, 等. 三江平原农村居民点时空格局演变: 以富锦市为例. *水土保持研究*, 2017, 24(6): 300-312. [YIN J D, LEI G P, LE R C, et al. Spatiotemporal evolution of rural settlements in Sanjiang Plain: A case study in Fujin city. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(6): 300-312.]
- [16] 包颖, 王三, 刘秀华. 丘陵区农村居民点时空格局演变及其整治分析: 以重庆市北碚区为例. *西南大学学报: 自然科学版*, 2017, 39(8): 108-115. [BAO Y, WANG S, LIN X H. Spatial-temporal evolution pattern of rural settlements in hilly regions and their land consolidation: A case study of Beibei district, Chongqing municipality. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2017, 39(8): 108-115.]
- [17] 党国锋, 李艳玫. 山区农村居民点的空间格局差异研究: 以陇南市文县为例. *中国农学通报*, 2017, 33(23): 147-156. [DANG G F, LI Y M. Spatial pattern difference of rural residential areas in Wen county of Longnan. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017, 33(23): 147-156.]
- [18] TIAN G, QIAO Z, ZHANG Y. The investigation of relationship between rural settlement density, size, spatial distribution and its geophysical parameters of China using Landsat TM images. *Ecological Modelling*, 2012, 231(4): 25-36.
- [19] 乐容潮, 雷国平, 殷嘉迪, 等. 农村居民点空间分布及影响因素分析: 以庆安县为例. *中国农业大学学报*, 2017, 22(11): 173-180. [YUE R C, LEI G P, YIN J D, et al. Analysis on the distribution pattern and influence factors of rural settlements: A case study of Qing'an county. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(11): 173-180.]
- [20] 冯佰香, 李加林, 何改丽, 等. 农村居民点时空变化特征及驱动力分析: 以宁波市北仑区为例. *生态学杂志*, 2018, 37(2): 523-533. [FENG B X, LI J L, HE G L, et al. Spatial-temporal changes and driving forces of rural settlements: A case study of Beilun district, Ningbo. *Chinese Journal of Ecology*, 2018, 37(2): 523-533.]
- [21] 贺艳华, 曾山山, 唐承丽, 等. 中国中部地区农村聚居分异特征及形成机制. *地理学报*, 2013, 68(12): 1643-1656. [HE Y H, ZENG S S, TANG C L, et al. Differentiation characteristics and forming mechanism of rural settlements in Central China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(12): 1643-1656.]
- [22] 王权, 李阳兵, 刘亚香. 岩溶槽谷区山坡—槽坝土地利用变化的对比研究. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(1): 122-133. [WANG Q, LI Y B, LIUY X. Comparative study of land use change in karst hillside-trough dam area. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(1): 122-133.]
- [23] 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 R, LIU Y S, LONG H L, 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.]
- [24] 刘彦随, 杨忍. 中国县城城镇化的空间特征与形成机理. *地理学报*, 2012, 67(8): 1011-1020. [LONG H L, YANG R. The spatial characteristics and formation mechanism of the county urbanization in China. *Acta Geographica sinica*, 2012, 67(8): 1011-1020.]
- [25] 周启刚, 陈丹, 陈倩. 重庆山地都市区1985—2010年土地利用重心迁移研究. *水土保持研究*, 2013, 20(4): 189-193. [ZHOU Q G, CHEN D, CHEN Q. Research on the transfer of land use gravity centers from 1985 to 2010 in Chongqing Mountainous Metropolitan Area. *Research of Soil and Water Conservation*, 2013, 20(4): 189-193.]
- [26] 李骞国, 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 Q G, SHI P J, LIU C F, et al. Spatial-temporal evolution characteristic and pattern optimization of rural settlement in the Loess Hilly region: Take Qilihe district for example. *Economic Geography*, 2015, 35(1): 126-133.]
- [27] 刘锐, 胡伟平, 王红亮, 等. 基于核密度估计的广佛都市区路网演变分析. *地理科学*, 2011, 31(1): 81-86. [LIU R, HU W P, WANG H L, et al. The road network evolution of Guangzhou-Foshan Metropolitan Area based on kernel density estimation. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(1): 81-86.]
- [28] 李阳兵, 李睿康, 罗光杰, 等. 贵州典型峰丛洼地区域近50年村落演变规律及驱动机制. *生态学报*, 2018, 38(7): 2523-2535. [LI Y B, LI R K, LUO G J, et al. The evolution rules and the driving mechanisms behind rural settlement in the peak-cluster depressions of Guizhou province, China, over the past 50 years. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(7): 2523-2535.]
- [29] JEONG J S, GARCIA-MORUNO L, HERNANDEZ-BLANCO J, et al. Planning of rural housings in reservoir areas under (mass) tourism based on a fuzzy dematel-gis/mcda hybrid and participatory method for Alange, Spain. *Habitat international*, 2016, 57: 143-153.
- [30] ROMANO B, ZULLO F, FIORINI L, et al. Land transformation of Italy due to half a century of urbanization. *Land Use*

Policy, 2017, 67: 387-400.

- [31] 姜转芳, 颀耀文, 李汝嫣, 等. 基于 GIS 的干旱区绿洲农村居民点格局演变研究: 以甘肃河西地区为例. 生态与农村环境学报, 2019, 35(3): 324-331. [JIANG Z F, JIE Y W, LI R Y, et al. A study on evolution of rural settlements pattern of oasis in arid area based on GIS: A case of Hexi Area in Gansu province. Journal of Ecology and Rural Environment, 2019, 35(3): 324-331.]
- [32] 王权, 李阳兵, 刘亚香, 等. 基于地形梯度的岩溶槽谷区土地利用空间格局分析. 生态学报, 2019, 39(21): 7866-7880. [WANG Q, LI Y B, LIU Y X, et al. Analysis of spatial pattern of land use based on Terrain Gradient in Karst Trough Valley. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(21): 7866-7880.]
- [33] 杨勇, 邓祥征, 吴锋, 等. 华北平原农村居民点演变及社会经济影响因素分析. 人文地理, 2019, 34(2): 116-124. [YANG Y, DENG X Z, WU F, et al. An analysis of rural settlement evolution and socioeconomic affect factors in North China Plain. Human Geography, 2019, 34(2): 116-124.]
- [34] LIU Y S, HU Z C, LI Y H. Process and cause of urban-rural development transformation in the Bohai Rim region, China. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(6): 1147-1160.

Spatio-temporal distribution characteristics and driving mechanism of rural residential areas in karst trough valley area

TANG Fang^{1,2}, LI Yang-bing¹, WANG Quan¹, LIU Xiu-ming², WANG Shi-jie²

(1. School of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China; 2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang 550081, China)

Abstract: The in-depth analysis of the spatial and temporal distribution characteristics and driving mechanism of rural settlements in the karst trough valley area is of great significance for the construction of beautiful new countryside in complex terrain and economically lagging areas. This study, with the support of GIS technology, combined kernel density method, grid method, center-of-gravity model, transect and terrain profile, and used the data from rural settlements in trough valley areas covering years of 2005, 2010, 2014 and 2017, to conduct a comparative analysis of the spatio-temporal evolution characteristics of rural settlements in the study area. The results show that: (1) The rural settlements in trough valleys show a spatial distribution pattern of "small clusters and large scales in the western trough valleys, and large and small scales in the central and eastern trough valleys". (2) The rural residential areas in the western troughs have a tendency to migrate to the trough dam vertically, while the central and eastern troughs are opposite. The terrain of the rural residential areas is: eastern trough valleys > central trough valleys > western trough valleys. (3) The rural residential areas in the western trough valleys present an inverted "U"-shaped distribution pattern with large trough dam heights and low slopes on both sides of the hillside, while the central and eastern trough valleys are opposite. (4) There is a close spatial response relationship between the distribution pattern of rural settlements in the trough valley area and the terrains.

Keywords: rural residential areas; evolution characteristics; spatial change; trough valley area; Guizhou province