

近40年来三峡库区农村人口与居民点用地演变脱钩及驱动效应分析

王兆林^{1,2}, 鄂施璇^{2*}, 陈军利²

(1. 教育部人文社科重点研究基地重庆工商大学长江上游经济研究中心, 重庆 400067;

2. 重庆工商大学公共管理学院, 重庆 400067)

摘 要: 三峡库区是以山地和丘陵为主而组成的独特的移民与生态敏感地理单元, 库区农村居民点因受自然条件影响及人类活动的双重扰动, 具有利用形态特殊性和驱动机制复杂性等特征。该研究基于人地关系视角, 构建分析框架, 采用核密度、Tapio 脱钩模型和对数平均迪氏指数分解法 (LMDI, Logarithmic Mean Divisia Index), 分析三峡库区 1980—2019 年农村人口与农村居民点用地演变脱钩及驱动因素, 揭示了库区人口变动与农村居民点演变的作用关系。结果表明: 1) 近 40 年来, 库区农村人口与农村居民点用地变化趋势相反。1980—2019 年间, 三峡库区农村人口持续减少, 近 40 年净减少 714.75 万人, 同期库区农村居民点用地净增加 11 992.88 hm², 农村居民点用地面积增加主要来源于耕地占用。2) 研究区衰退负脱钩和强负脱钩是农村居民点和农村人口动态变化的主要状态, 1990—2000 年及 2000—2010 年农村人口和农村居民点的强负脱钩区县数比 2010—2019 年和 1980—1990 年多, 农村居民点用地规模伴随着农村人口的减少, 不减反增趋势明显, 农村人口与农村居民点规模严重失衡。3) 城镇化效应和利用集约度效应为增量效应, 正向促进了农村居民点规模的扩张, 而城乡人口结构效应是抑制农村居民点规模扩张的主导因素, 区域总人口效应在 1980—1985 年间与 2000—2019 年间促进了农村居民点扩张, 1985—2000 年间抑制了农村居民点扩张, 农村居民点规模扩张主要受居民点集约利用粗放的影响, 区域总人口效应为减量效应的区县主要位于中部及东部区县, 明显受库区移民使人口流出的影响。研究结果有利于促进农村土地资源的有效配置与高效利用。

关键词: 农村; 模型; 人-地关系; 农村居民点用地; 农村人口; 脱钩分析; 驱动效应; 三峡库区

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.13.030

中图分类号: F321.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2022)-13-0273-12

王兆林, 鄂施璇, 陈军利. 近 40 年来三峡库区农村人口与居民点用地演变脱钩及驱动效应分析[J]. 农业工程学报, 2022, 38(13): 273-284. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.13.030 <http://www.tcsae.org>

Wang Zhaolin, E Shixuan, Chen Junli. Decoupling of rural population and settlement in the Three Gorges Reservoir areas in the past 40 years and its driving effect[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2022, 38(13): 273-284. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.13.030 <http://www.tcsae.org>

0 引言

全球来看, 发展中国家城镇化与工业化过程中, 由于城乡之间的机会差异, 导致农村居民向城镇迁移, 由此造成了农村人口减少, 进而导致农村居民点用地闲置、废弃等低效利用问题^[1-3], 该问题在转型期的中国显得尤为突出, 特别是在生态脆弱区域, 农村居民点因受自然条件影响及人类活动的双重扰动, 无论是形态特征还是利用程度都有其独特性, 成为中国国土空间治理的重点、难点区域。三峡库区是以山地和丘陵为主的独特地理单元, 生态环境敏感, 加上三峡工程建设的移民, 使得这一典型移民区和生态敏感区的人地关系发生了较大变化^[4-6]。因此, 探索库区农村居民点用地和农村人口变化, 分析

其驱动效应, 是平衡三峡库区城乡土地资源和优化国土空间格局的关键突破口。

人口因素是驱动土地利用覆被变化的重要人文因子, 尽管已有研究也开始聚焦农村人口变化与农村居民点演变关系^[7-10], 主要采用核密度法、重心迁移、空间自相关以及景观格局等方法, 揭示农村居民点空间分布特征及演变规律^[11-14], 但理论界对两者关系的研究更多基于空间相关性, 限于研究方法, 没有真正厘清两者耦合问题。从驱动机制研究来看, 已有研究认为农村居民点的布局多是由海拔、坡度及河流等空间属性的不同和城镇化进程中社会经济发展等时间属性的差异^[15-19]所驱动, 但对基于农村人口迁移因素的驱动分解关注不足。研究方法上, 现有研究多数采用定性分析或是定量回归分析等相关性分析模型^[20-24], 该类模型虽能探寻影响因素, 但是对于影响因素驱动机制的深层次效应研究受限。从研究区域来看, 已有研究区域涵盖了平原、山丘等地区^[25-26], 但基于人地关系视角, 针对库区这类受人类活动剧烈扰动的生态敏感区的居民点演变及驱动机制关注较少。

收稿日期: 2022-01-29 修订日期: 2022-06-28

基金项目: 国家社科基金一般项目 (20BJY120)

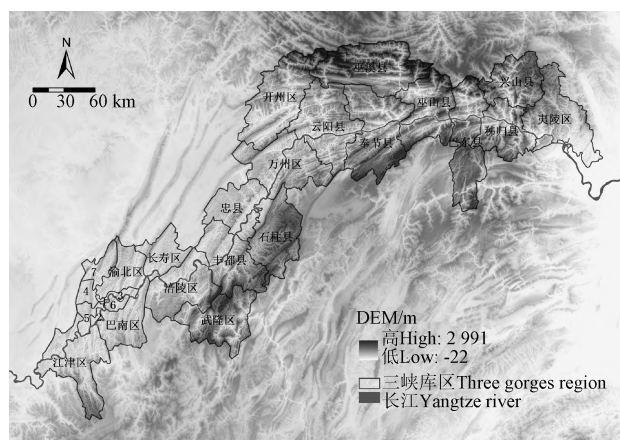
作者简介: 王兆林, 博士, 教授, 博士生导师。主要研究方向为宅基地利用管理与农村居民点优化配置。Email: wzhaolin@163.com

*通信作者: 鄂施璇, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为农村居民点优化与宅基地利用。Email: eshixuan@126.com

鉴于此,本文以三峡库区独特地理单元的农村居民点与农村人口演变脱钩特征及驱动效应为选题,基于近40年的时间跨度,探讨农村人地变化关系视角下农村人口与居民点用地演变脱钩及驱动效应。本研究主要思路:首先,分析1980—2019年三峡库区农村居民点与农村人口时空变化,进而采用Tapio脱钩模型计算1980—2019年三峡库区农村人口与居民点变化的脱钩程度及空间差异。最后,运用扩展Kaya恒等式建立农村居民点规模变化的因素分解模型,采用对数平均迪氏指数分解法(LMDI, Logarithmic Mean Divisia Index),定量测算各驱动效应对农村居民点规模变化的贡献度,探索三峡库区农村居民点用地变化的驱动机制。

1 研究区概况

三峡库区位于中国西南部,地处106°20′—110°30′E, 28°32′—31°50′N的长江上游下段,涉及范围包括湖北省4个区(县)和重庆市22个区(县),是一个受回水及三峡工程影响的独特地理单元。库区的地貌结构复杂,以山地、丘陵为主,是中亚热带湿润地区^[12]。截至2019年,三峡库区常住人口2118.52万人,其中农村人口624.62万人,占29.48%;1980—2019年由于库区移民、产业结构调整与城镇化等影响,近40年库区农村人口由1339.37万人,减少至624.62万人,年均减少率达到1.98%。2019年三峡库区农村居民点用地面积2.15万hm²,由于农民“建新不拆旧”“一户多宅”“超面积使用”等原因,1980年以来库区农村居民点用地面积不断增加,由1980年的0.95万hm²,增长到2019年的2.15万hm²,年均增长率达到2.1%。1980年以来,三峡库区农村人均居民点用地面积也呈现增长趋势,由1980年的7.13 m²,增长到2019年的34.50 m²。1997年重庆直辖以来,三峡库区城镇化快速发展,城镇化率由10.74%,快速提升到2019年的42.85%,农业转移人口迅速,由此剧烈改变着库区居民点用地形态、用地方式和效率。



1.渝中区 2.大渡口区 3.江北区 4.沙坪坝区 5.九龙坡区 6.南岸区
7.北碚区
1.Yuzhong district 2.Dadukou district 3.Jiangbei district 4. Shapingba district
5.Jiulongpo district 6.Nanan district 7.Beibei district

图1 研究区位置

Fig.1 Location of the study area

2 研究方法、理论及数据

2.1 研究方法

2.1.1 核密度分析

为深入探究三峡库区农村居民点空间分布特征,本文引入核密度估计(Kernel Density Estimation)进行分析。核密度分析工具用于计算要素在其周围邻域中的密度,既可计算点要素的密度,也可计算线要素的密度。它的原理为借助一个移动的单元格(相当于窗口)对农村居民点要素在其周围搜索半径中的密度进行估计,采用复杂的距离衰减函数测度农村居民点局部密度的变化情况,以此探索其空间分布的热点区域,常用Rosenblatt-Parzen核估计模型。

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

式中 $k()$ 为核函数; $x-x_i$ 表示估计点 x 到样本 x_i 处的距离, n 为图斑数; $h>0$,为搜索半径。其中, h 的选择对于计算结果影响很大, h 值增加,密度的光滑度上升, h 减小时,密度变化凹凸不平。在实际的应用中,需要对 h 值进行多次试验,寻找与实践情况吻合度较高的核密度曲面。

2.1.2 Tapio脱钩模型

为测度研究区农村居民点与农村人口时空变化的耦合状态,本文采用Tapio脱钩模型进行测度。Tapio脱钩模型可依据二者的弹性变化值将脱钩状态划分为多种类型,并有效避免因基期选择而引起的不稳定^[27-28]。计算式如下:

$$\phi L, P = \frac{\Delta L / L}{\Delta P / P} \quad (2)$$

式中 $\phi L, P$ 为农村居民点用地与农村人口变化的脱钩弹性指数; L 和 P 分别为农村居民点用地与农村人口的基期数值; ΔL 和 ΔP 分别为现期与基期差。

参考已有关于Tapio脱钩类型的划分以及脱钩模型的应用^[29-30],Tapio以0.8和1.2为依据,将脱钩程度划分为8种类型,分别为强脱钩、弱脱钩、衰退性脱钩、强负脱钩、弱负脱钩、扩张性负脱钩、衰退性耦合以及扩张性耦合^[31-33]。但实际上,农村人口随着城镇化的加速推进而逐渐减少。据此,参考已有研究,进一步将负脱钩类型细分为增长负脱钩、衰退负脱钩以及强负脱钩3种类型(表1),负脱钩由I到VI不断加剧,以反映农村居民点用地与农村人口的动态脱钩变化程度^[33-34]。

2.1.3 扩展的Kaya恒等式

Kaya恒等式是用来分析碳排放驱动因素的主流分析方法^[27-29],本文借用刘书畅等^[33]的研究,尝试运用改进的扩展Kaya恒等式,研究三峡库区农村居民点用地变化的驱动因素。具体从城乡人口结构、区域总人口、农村居民点利用集约度以及城镇化效应方面构建农村居民点用地变化的驱动因素分解模型,计算式如下:

$$S = \frac{S}{P_0} \cdot \frac{P_0}{P_1} \cdot \frac{P_1}{P} \cdot P = I \cdot T \cdot U \cdot P \quad (3)$$

式中 S 表示农村居民点总面积； I 为农村居民点集约度，采用人均农村居民点面积表示； T 为城乡人口结构，由农村人口规模与城镇人口规模之比表示， U 为区域城镇化水平； P_0 表示农村人口， P_1 表示城镇人口， P 为区域总人口。

表 1 农村居民点用地与农村人口脱钩状态判定标准
Table 1 Delineation of the degree of decoupling between rural population and rural residential land change

脱钩状态 Decoupling state	编码 Coding	农村居民点 面积增长率 Growth rate of rural residential area	农村人口增 长率 Rural population growth rate	脱钩弹性值 Decoupling elasticity value	状态解释 Explanation of status
增长 负脱钩 Incremental negative decoupling	I II III IV V VI	>0 >0 >0 >0 >0 >0	>0 >0 >0 >0 >0 >0	(1.2, 1.4) [1.4, 1.6) [1.6, 1.8) [1.8, 2.0) [2.0, 2.2) [2.2, ∞)	农村居民点 面积增加快 于农村人口 增加
衰退 负脱钩 Regressive negative decoupling	I II III IV	<0 <0 <0 <0	<0 <0 <0 <0	[0.6, 0.8) [0.4, 0.6) [0.2, 0.4) [0.0, 0.2)	农村人口减 少快于农村 居民点面积 减少
强负脱钩 Strong negative decoupling	I II III IV V VI	>0 >0 >0 >0 >0 >0	<0 <0 <0 <0 <0 <0	[-0.2, 0) [-0.4, -0.2) [-0.6, -0.4) [-0.8, -0.6) [-1, -0.8) [-∞, -1)	农村人口减 少，农村居 民点面积增加

2.1.4 LMDI 模型

为分析三峡库区农村人口与居民点用地脱钩效应，采用 LMDI 分解法的加法形式以及扩展的 Kaya 恒等式，从城乡人口结构效应、农村居民点利用集约度效应、城镇化效应以及区域总人口效应 4 方面建立基期到第 t 年的农村居民点用地变化总效应，运用扩展的 Kaya 恒等式和 LMDI 模型对农村居民点规模变化的影响因素进行分解，可以实现完全分解且无残差^[33]，其分解式如下：

$$\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S_I + \Delta S_T + \Delta S_U + \Delta S_P \quad (4)$$

式中 ΔS_{tot} 表示农村居民点用地变化总效应； ΔS_P 为区域总人口效应； ΔS_T 表示城乡人口结构效应； ΔS_I 表示农村居民点利用集约度效应； ΔS_U 为城镇化效应，基于 LMDI 分解法的加法分解计算式如下：

$$\Delta S_I = \frac{S_t - S_0}{\ln S_t - \ln S_0} \cdot \ln \left(\frac{I_t}{I_0} \right) \quad (5)$$

$$\Delta S_T = \frac{S_t - S_0}{\ln S_t - \ln S_0} \cdot \ln \left(\frac{T_t}{T_0} \right) \quad (6)$$

$$\Delta S_U = \frac{S_t - S_0}{\ln S_t - \ln S_0} \cdot \ln \left(\frac{U_t}{U_0} \right) \quad (7)$$

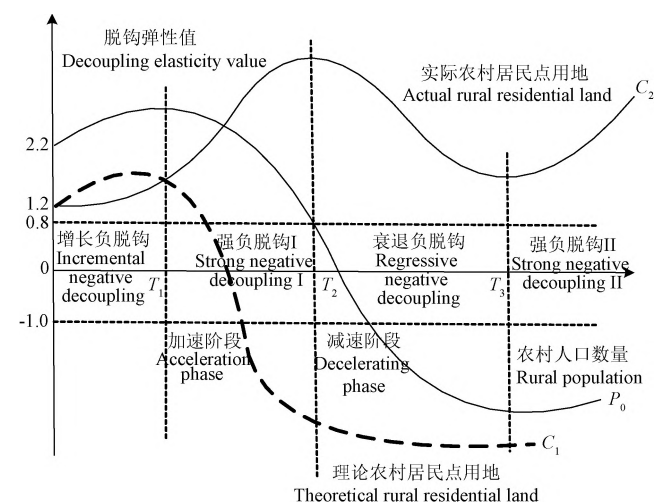
$$\Delta S_P = \frac{S_t - S_0}{\ln S_t - \ln S_0} \cdot \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \quad (8)$$

式中 S_t 为末期农村居民点面积； S_0 为初期农村居民点面积； I_t/I_0 、 T_t/T_0 、 U_t/U_0 、 P_t/P_0 ，分别表示研究期末/期初人均居民点面积、城乡人口比、城镇化率和区域总人口。若各因素值为正，则该因素值为促进农村居民点面积增

加的增量效应；若值为 0，则无显著影响；若各因素值为负，则该因素起到抑制作用，为负向效应。

2.2 人-地关系视角的理论简释

农村居民点是农村居民生活空间载体，其用地规模、布局与空间形态，受到自然因素、区域经济发展、社会政策、规划管制等众多因素影响。理论上，在经济社会发展初期阶段（ T_1 ），农民人口增长必然引致农村住房需求与农村居民点面积增加，此时农村居民点面积增加快于农村人口增加（增长负脱钩）；随着经济社会发展转型，由于农业效益偏低，农村劳动力逐渐向非农产业部门转移，城镇化进程加快阶段，农村居民点作为农村人口的生活载体，伴随城镇化进程中农村人口的减少，其用地规模也因闲置废弃居民点退出复垦而减少，理论上，应该呈现减少趋势（ C_1 ）。但实际上，该阶段由于受制度、观念等因素和规划管制缺乏等影响，导致存量居民点用地并未进行整治、整理和复垦而呈现闲置与废弃状态，从而形成农村人口减少而居民点面积增加的局面（ T_1 - T_2 阶段），两者呈现强负脱钩 I 趋势。进一步随着经济社会转型深入，农村人口进一步转移，此时政府通过规划管制等措施加大了农村闲置居民点整治复垦力度，此时农村人口与居民点两者均呈现减少趋势，且农村人口的减少快于农村居民点面积减少（ T_2 - T_3 阶段，衰退负脱钩）。最后阶段，针对农村人口的持续减少，农村的衰败，国家提出乡村振兴战略和农业产业化等吸引城市资本与人口下乡，形成了新的增量住房用地需求，从而引致农村居民点面积的进一步增加（ T_3 ），此时农村人口依然呈现转移趋势，将再次形成农村人口减少，农村居民点面积增加的局面（强负脱钩 II）（图 2）。这种现象在中国很多欠发达地区很普遍，不仅导致居民点用地低效利用，同时还增大了耕地保护压力。本文正是基于特殊现象开展三峡库区农村人口迁移与居民点用地演变脱钩及驱动效应分析。



注： C_1 、 C_2 分别代表农村居民点理论用地规模、实际用地规模； P_0 为农村人口规模。 T_1 、 T_2 、 T_3 分别代表不同时间点。

Note: C_1 and C_2 represent the theoretical and actual scale of rural residential land respectively. P_0 is the size of rural population. T_1 , T_2 and T_3 represent different time points.

图 2 农村居民点人-地关系变化趋势

Fig.2 Change trend of rural population and rural residential land

2.3 数据来源及处理

本文涉及的 1980、1990、2000、2010 和 2019 年三峡库区农村居民点矢量数据 (1:5 万), 来源于中国科学院资源环境数据库的全国土地利用数据库 (http://www.resdc.cn)。区域经济社会数据, 来源于 1981、1991、2001、2011 和 2020 年《湖北统计年鉴》、《重庆统计年鉴》以及《中国农村统计年鉴 (1997—2020)》。

首先本文提取各期土地利用矢量数据中村庄用地, 进而统计形成 5 个时点的库区农村居民点用地面积。其次利用核密度分别对比分析库区 1980 年和 2019 年居民点总体分布状况, 统计分析库区农村居民点用地数据转化特征; 再次基于统计数据, 分析近 40 年库区农村人口迁移变化特征; 最后基于前述分析, 利用 Tapio 脱钩模型、扩展的 Kaya 恒等式和 LMDI 模型, 分析三峡库区农村人口与居民点用地演变脱钩及驱动效应。

3 结果分析

3.1 三峡库区农村居民点用地时空变化

3.1.1 三峡库区农村居民点时空分布特征

本文利用核密度函数, 估算 1980 年和 2019 年三峡

库区农村居民点现状分布核密度图 (图 3), 从区域因素看, 库区农村居民点分布总体呈现“西南-东北”减弱趋势, 密集的地区主要分布在重庆市主城区的北碚、沙坪坝、璧山、九龙坡、巴南、长寿等区和湖北的夷陵区等区县, 主要原因是地形较为平坦。总体来看, 东北方向的三峡库区下游山区的农村居民点分布比较稀疏, 尤其是武隆、云阳、巫溪、巴东、秭归和兴山等区县, 主要原因是地形较为复杂。受地形影响, 库区居民点总体呈现成片集聚、组团分散的演变趋势, 这也是我国山区农村居民点分布的普遍规律。

从资源因素看, 三峡库区农村居民点密度沿长江走向呈现衰减趋势, 离水源越近, 其环境越适合人类居住和生活, 居民点分布越密集。另一方面, 农村居民点的形成与耕地资源密切相关, 重庆主城区以及重庆万州、开州及和湖北的夷陵区耕地资源较丰富, 其农村居民点分布密度较大。

从经济发展看, 库区农村居民点呈现“西南-东北”减弱、重庆主城区密度远大于边缘地区以及沿长江分布的特征, 与库区区域经济发展的中心在西南区域并沿江分布的特征相匹配。

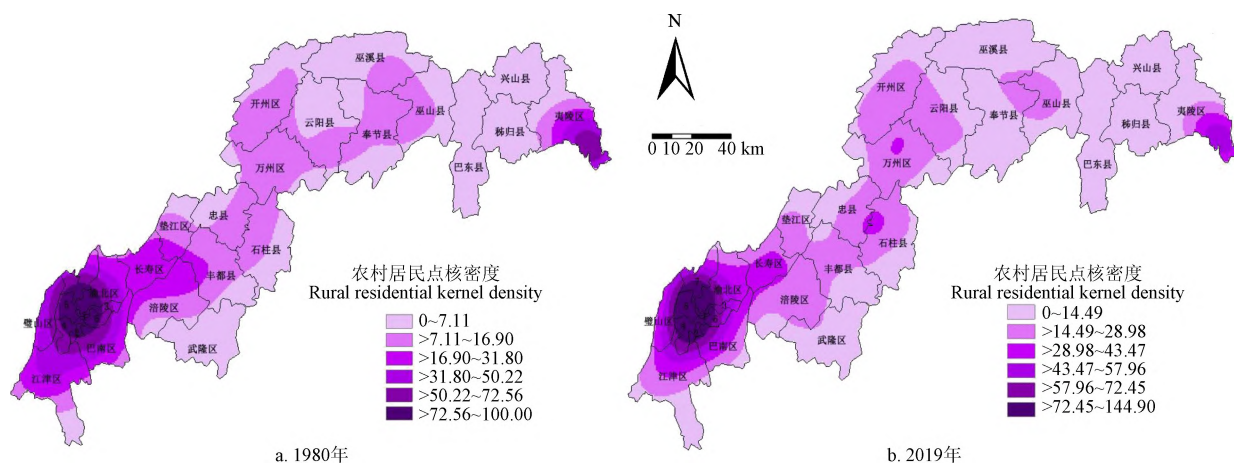


图 3 三峡库区 1980 和 2019 年农村居民点核密度

Fig.3 Kernel density of rural settlements in the Three Gorges Reservoir area in 1980 and 2019

3.1.2 三峡库区农村居民点用地时空变化

从 1980—2019 年库区农村居民点用地增长率变化可得 (图 4), 1980—2019 年三峡库区农村居民点用地整体呈持续增长趋势, 近 40 年净增加 11 992.88 hm^2 。1980—1990 年及 2010—2019 年间农村居民点用地增速分别为 6.17% 和 10.54%, 1990—2000 年和 2000—2010 年间研究区农村居民点用地增长率分别为 35.57% 和 41.78%, 农村居民点用地变化呈加速增长趋势。三峡库区农村居民点用地增长呈现“两头低”的根本原因在于, 改革开放初期, 库区经济社会发展相对缓慢, 居民点用地需求较少, 而近 10 年随着村庄规划编制, 国家加大农村存量闲置建设用地整治, 农村闲置居民点数量呈现降低趋势。具体区县来看, 1980—1990 年间研究区 15 个区县的农村居民点用地均处于负增长, 其他区县增长率均小于 20%, 整体农村居民点用地变化相对较少; 1990—2000 年期间整体增长率都比较高, 其中万州区和忠县两地农村居民点用地变化最大, 增

长率分别为 134.65% 和 147.83%; 2000—2010 年间农村居民点用地增长更加明显, 增长活跃区主要分布在巴东县、奉节县、石柱县、巫山县、武隆区、云阳县和秭归县, 增长率均超过 100%, 农村居民点用地呈倍数增加; 2010—2019 年间农村居民点用地增长率大部分在 10%~40% 间, 相对较高的地区是巫溪县, 农村居民点增长率为 51.62%。

从农村居民点转入和转出分析, 由 1980—2019 年三峡库区农村居民点演变桑基图 (图 5) 可得, 1980—1990 年农村居民点用地新增总量为 132.00 hm^2 , 转出总量为 109.42 hm^2 , 小于转入总量, 农村居民点新增用地主要由耕地转入; 1990—2000 年农村居民点用地转出总量为 225.36 hm^2 , 新增总量为 3 619.18 hm^2 , 农村居民点新增用地较多, 新增农村居民点主要由耕地转入, 少部分由林地和草地转入; 2000—2010 年农村居民点用地转出总量为 2 614.13 hm^2 , 新增总量为 8 436.67 hm^2 , 净增 5 822.52 hm^2 , 其中农村居民点用地转为城镇用地

1 029.11 hm², 而耕地转入 6 716.48 hm²; 2010—2019 年农村居民点用地转出量为 97.87 hm², 新增总量为 2 152.09 hm², 农村居民点面积增长速度相比前 10 年稍有

放缓。总体看, 近 40 年来三峡库区农村居民点用地增加主要来源于耕地转入, 农民建房主要来源是占用耕地, 这为库区耕地保护带来严峻的挑战。

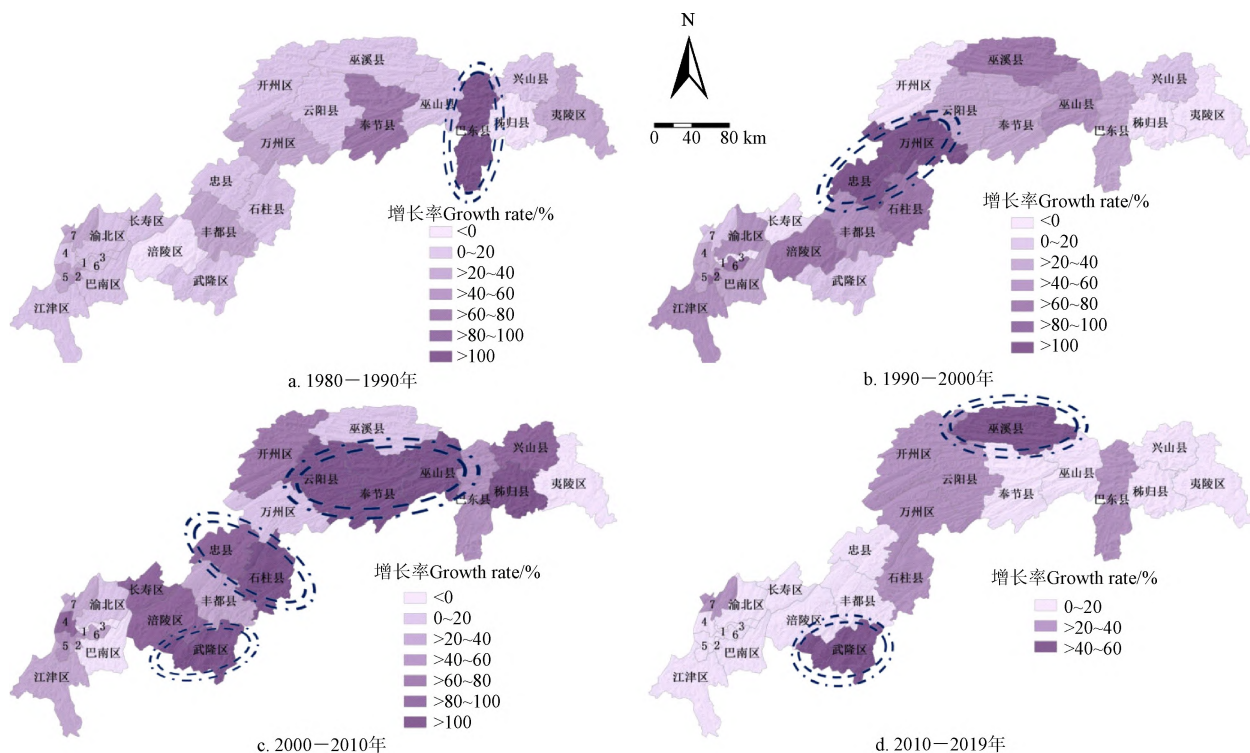


图 4 1980—2019 年三峡库区农村居民点用地增长率

Fig.4 Growth rate of rural residential land in the Three Gorges Reservoir Area from 1980 to 2019

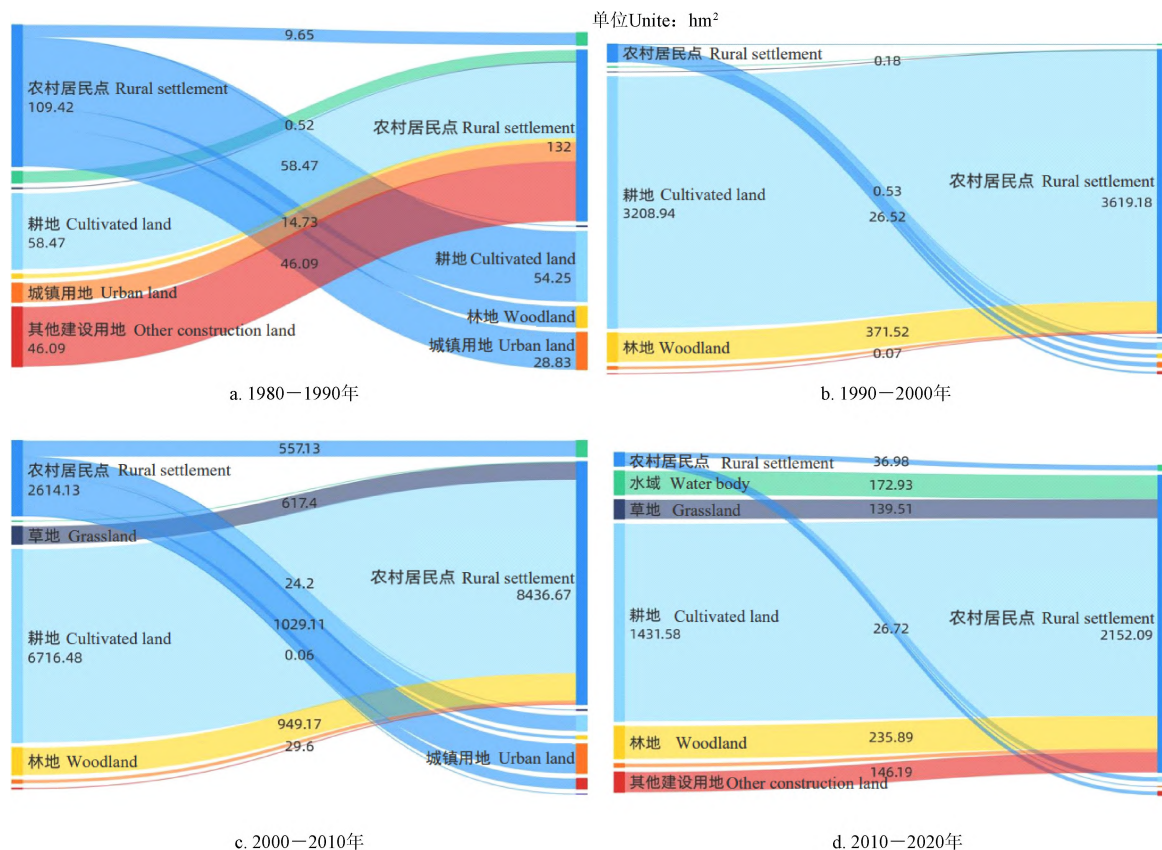


图 5 1980—2019 年三峡库区农村居民点用地变化

Fig.5 Evolution of rural settlements in the Three Gorges Reservoir Area 1980—2019

3.2 三峡库区农村人口的时空变化

从 1980—2019 年三峡库区农村人口增长率变化可知(图 6), 1980—2019 年间, 三峡库区农村人口持续减少, 净减少 714.75 万人。其中 1980—1990、1990—2000、2000—2010、2010—2019 年 4 个时间段, 库区人口分别减少 114.88 万人、130.31 万人、265.80 万人和 203.76 万人, 其增长率分别为-8.58%、-10.64%、-24.29%和-24.60%, 近 40 年三峡库区农村人口呈现快速减少趋势。三峡库区农村人口快速减少的原因, 一方面是库区城镇化的快速推进, 库区腹地人口向重庆主城区和湖北夷陵区等经济发达地区快速转移; 另一方面是库区大规模的移民导致库区农村人口的急剧下降。具体区县来看, 1980—2019 年 4 个时间段几乎所有库区区县的农村人口呈现负增长趋势; 1980—1990 年库区农

村人口负增长区域主要集中在湖北段的兴山和重庆段的武隆和渝北。1990—2000 年库区农村人口负增长区域主要集中在湖北段兴山和重庆段的万州、渝北和巴南。2000—2010 年库区农村人口负增长区域主要集中在库区重庆腹地的云阳、开州、万州, 同时也涉及江津和巴南。2010—2019 年库区农村人口负增长区域主要集中在库区重庆腹地的奉节、丰都以及重庆主城周围地区。尽管各时段库区农村人口主要转出区域存在一定差异, 但主要集中在库区东北部和西南部周边区域, 主要原因是三峡库区东北区域湖北省宜昌市经济较为发达, 西南部重庆市主城区也是发达区域。随着城镇化的快速推进, 经济发达地区对周边欠发达区域农村人口“虹吸效应”明显; 除此之外, 三峡库区移民也对库区农村人口缩减产生了重要影响。

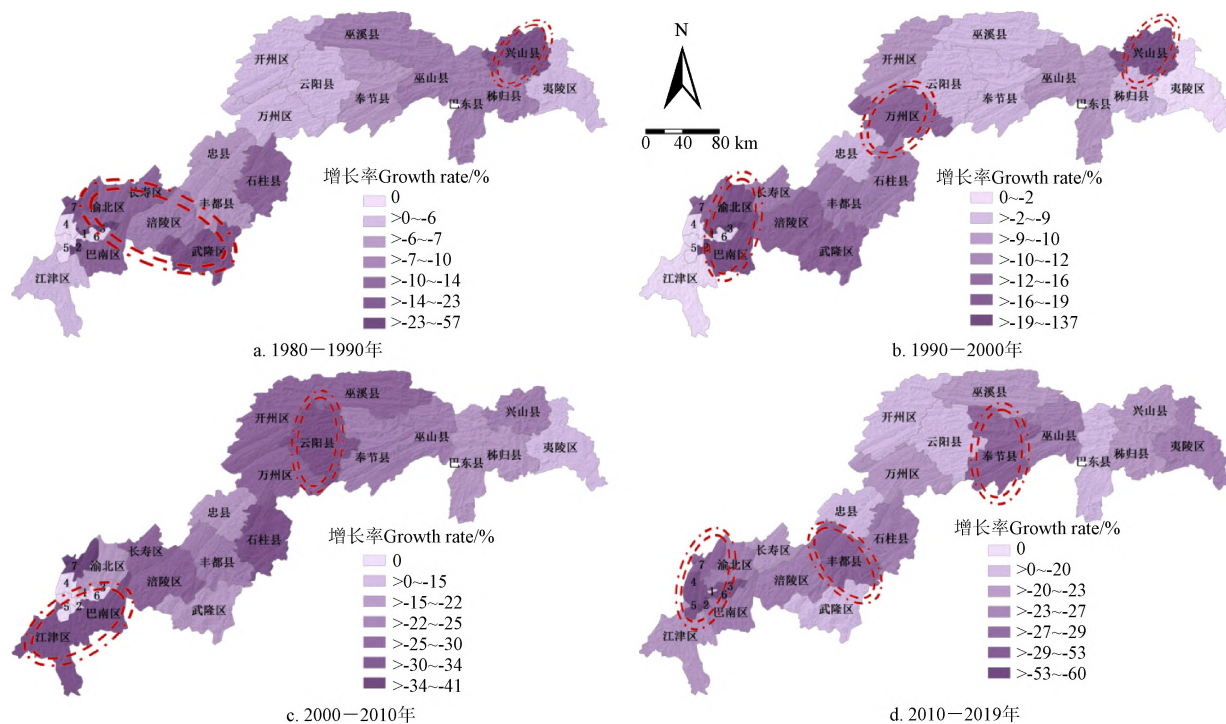


图 6 1980—2019 年三峡库区农村人口增长率

Fig.6 Growth rate of rural population in the Three Gorges Reservoir Area from 1980 to 2019

3.3 农村居民点用地与农村人口变化脱钩分析

3.3.1 农村居民点与农村人口变化脱钩特征

基于 Tapio 脱钩模型, 计算获得库区农村居民点与农村人口变化脱钩特征(表 2)。表 2 表明衰退负脱钩和强负脱钩是三峡库区农村居民点和农村人口动态变化的主要状态。具体看, 1980—1985 年库区农村人口与农村居民点用地均减少, 但农村人口减幅更快, 两者处于衰退负脱钩状态; 1985—2019 年研究区农村人口用地增加, 而农村人口减少, 二者处于强负脱钩状态, 农村人地关系处于最不理想的状态, 主要原因是改革开放以来, 库区城镇化快速推进, 导致库区腹地农村人口向重庆主城区快速转移, 同时受村域规划缺位、用地管理制度执行不严和传统观念等因素影响, 农村存量居民点用地规模不降反增, 由此形成了库区人地关系极不协调的局面。

具体看, 1980—1990 年脱钩状态经历了衰退负脱钩→强负脱钩的过程, 由二者相和谐状态向不协调状态转变; 1990—2000 年脱钩弹性系数为-3.79 和-2.48, 这一时期农村人口与农村居民点的关系表现为强负脱钩II, 农村人口减少的同时, 农村居民点快速扩张, 二者处于极不协调状态; 2000—2010 年和 2010—2019 年脱钩弹性系数分别为-1.43、-1.59 和-0.24、-0.89, 农村人口与农村居民点的关系均表现为强负脱钩I, 农村人口减少, 而农村居民点面积不减反增问题突出, 农村人口与农村居民点用地处于不协调状态, 但相比 1990—2000 年二者关系有所缓解。

3.3.2 农村人口与农村居民点变化脱钩状态的空间差异

基于前述计算结果, 绘制 1980—2019 年三峡库区脱钩类型分布图(图 7)表明, 1990—2000 年及 2000—2010

年库区农村人口和农村居民点的强负脱钩的区县较 2010—2019 年和 1980—1990 年多。

表 2 三峡库区农村居民点用地与农村人口变化的脱钩状态
Table 2 Decoupling state of rural residential land and rural population in the Three Gorges Reservoir Area

时期 Period	农村人口变化率 Rate of change in rural population $\Delta P/P/\%$	农村居民点 面积增长率 Growth rate of rural residential area $\Delta L/L/\%$	脱钩弹性系数 Elasticity coefficient of decoupling $\phi L_r P$	脱钩状态 Decoupling state
1980—1985	-0.94	-0.70	0.75	衰退负脱钩
1985—1990	-0.81	0.77	-0.96	强负脱钩
1990—1995	-0.87	3.28	-3.79	强负脱钩
1995—2000	-1.32	3.27	-2.48	强负脱钩
2000—2005	-2.97	4.25	-1.43	强负脱钩
2005—2010	-2.22	3.52	-1.59	强负脱钩
2010—2015	-3.92	0.95	-0.24	强负脱钩
2015—2019	-1.56	1.38	-0.89	强负脱钩

1980—1990 年各区县农村人口与农村居民点用地变化的脱钩状态主要有强负脱钩和衰退性脱钩 2 种类型，农村人地关系表现为强负脱钩的区县共 10 个，其中夷陵区的强负脱钩程度处于IV级，相对严重，农村人口与农村居民点增减变化趋于失衡。农村人地关系表现为衰退性脱钩的区县共 11 个，分别为兴山、巫溪、奉节、巫山、云阳、秭归、长寿、涪陵、武隆、江津以及渝北，这些区县农村人口与农村居民点均减少，但农村居民点表现为小幅缩减，尚未达到合理状态。

1990—2000 年各区县农村人口与农村居民点用地变化的脱钩状态主要有强负脱钩、衰退性负脱钩和衰退性耦合 3 种类型，农村人地关系表现为强负脱钩的区县共 16 个，其中兴山县的强负脱钩程度处于I级，大渡口区的强负脱钩程度处于V级，而巫溪、奉节、巫山、云阳、万州、忠县、石柱、丰都、涪陵、武隆、江津、渝北、巴南和北碚的强负脱钩程度处于VI级，农村人口与农村居民点严重不协调。衰退性负脱钩的区县为秭归、开州以及长寿，农村居民点与农村人口均减少，但农村居点减幅较慢。夷陵区的脱钩关系为衰退性耦合，农村人口与农村居民点用地协调性减少。

2000—2010 年各区县农村人口与农村居民点用地变化的脱钩状态主要有强负脱钩和衰退性负脱钩 2 种类型，农村人地关系表现为强负脱钩的区县共 18 个，其中 13 个区县处于强负脱钩程度VI级，农村人口与农村居民点严重不协调。巴南区 and 夷陵区的脱钩关系为衰退性负脱钩，农村居民点表现为小幅缩减，但与农村人口尚未达到合理状态。

2010—2019 年三峡库区农村人地变化脱钩类型空间分布上均呈强负脱钩状态，其中巴东、巫溪、云阳、万州、开州、石柱及武隆的脱钩状态为强负脱钩VI级，农村人口减少，而农村居民点用地面积增加，二者严重失衡。夷陵、忠县、秭归、南岸、丰都、九龙坡、渝北、大渡口、沙坪坝及巴南的脱钩状态为强负脱钩I，强负脱钩程度有所缓和，但农村居民点用地面积仍快速扩张，农村人地关系失调。

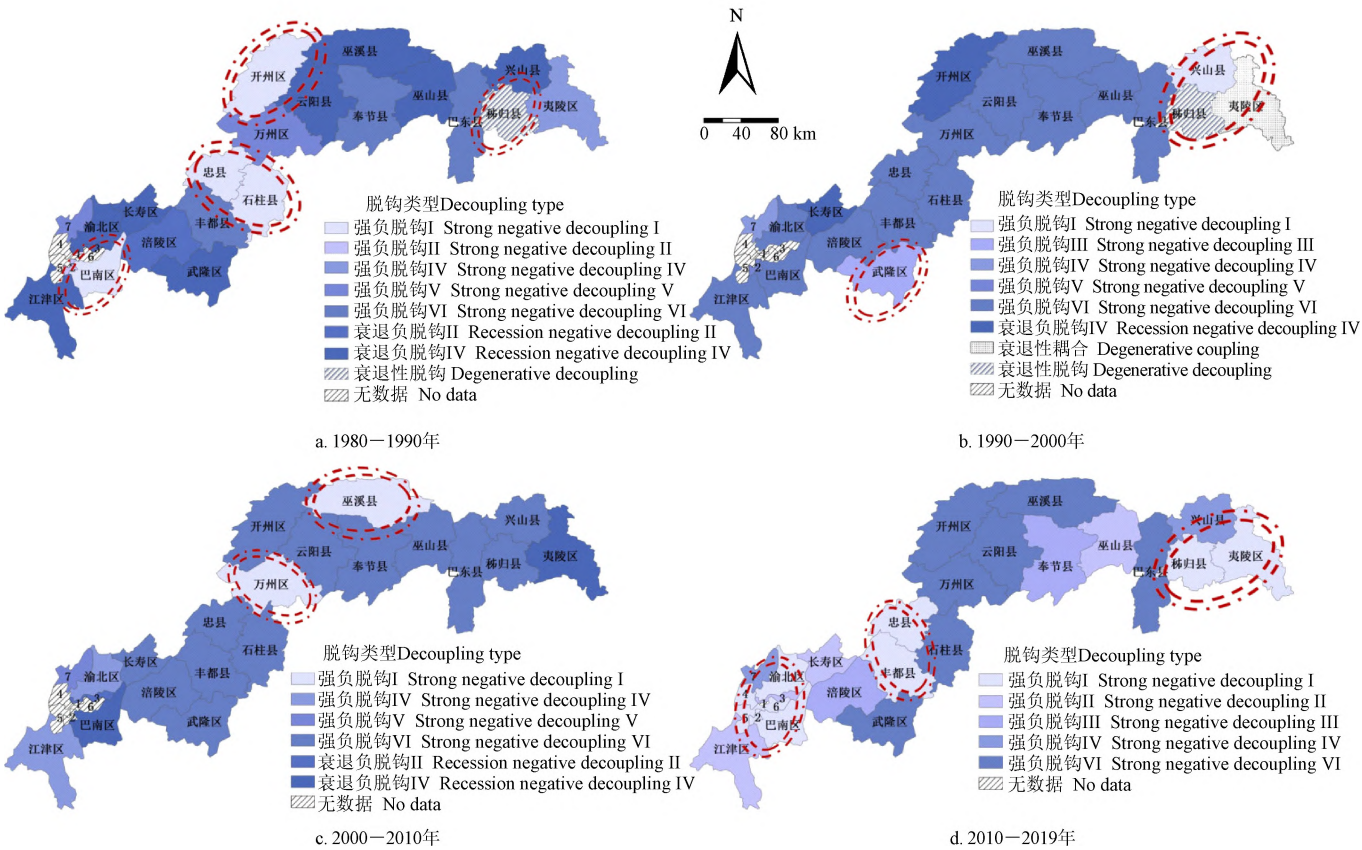


图 7 1980—2019 年三峡库区脱钩类型分布图

Fig.7 Spatial distribution of decoupling types in the Three Gorges Reservoir area from 1980 to 2019

3.4 农村居民点用地变化驱动效应测度

运用扩展 Kaya 恒等式, 建立三峡库区农村居民点规模变化的因素分解模型, 采用对数平均迪式指数分解法 (LMDI), 定量测算各驱动效应对农村居民点规模变化的贡献度, 分析三峡库区农村居民点变化的驱动效用。

3.4.1 时间差异

1980—2019 年三峡库区农村居民点用地变化驱动效应分解结果 (表 3) 可以看出, 农村居民点集约度在各时期均促进了农村居民点用地规模的扩张, 均表现为增量效应, 城镇化效应和区域总人口效应分别有 1 期和 3 期为减量效应, 其他时期均为增量效应, 城乡人口结构效应有 1 期为增量效应, 其他时期为减量效应, 总体来说对农村居民点扩张有阻碍作用。

农村居民点规模缩减最主要是受城乡人口结构效应的影响。城乡人口结构效应分解值仅 1980—1985 年为增量, 1985—2019 年城乡人口结构效应的分解值都为负值, 农村人口与城镇人口的比值从 2.14 下降到 0.42。主要由于同期城镇常住人口规模不断扩大, 而农村常住人口不断缩减。可见, 农村与城镇人口比值下降会促进农村居民点用地规模的缩减。

表 3 1980—2019 年三峡库区农村居民点用地变化驱动效应分解

Table 3 Driving effect decomposition of rural settlements in the Three Gorges Reservoir Area from 1980 to 2019

时期 Period	ΔS_I	ΔS_T	ΔS_U	ΔS_P	ΔS_{tot}
1980—1985	215.44	47.41	-81.68	558.58	739.75
1985—1990	214.79	-67.18	118.67	-525.68	-259.40
1990—1995	336.25	-286.66	182.93	-34.07	198.45
1995—2000	383.95	-440.11	485.91	-56.01	373.74
2000—2005	580.59	-1 039.91	412.57	4.16	-42.59
2005—2010	364.26	-199.01	489.30	1 309.63	1 964.19
2010—2015	402.05	-47.92	165.68	418.03	937.85
2015—2019	420.45	-129.58	298.28	636.91	1 226.07

注: ΔS_I , 集约度效应; ΔS_T , 城乡人口结构效应; ΔS_U , 城镇化效应; ΔS_P , 区域总人口效应; ΔS_{tot} , 农村居民点变化总量。下同。

Note: ΔS_I , Intensity effect; ΔS_T , Effect of urban and rural population structure; ΔS_U , Effect of urbanization; ΔS_P , Regional population effect; ΔS_{tot} , Total change of rural residential area. Same as below.

城镇化效应在一定程度上促进了农村居民点规模的扩张。农村居民点空间结构伴随着城镇化进程的推进呈现出多样化和复杂化现象。据统计, 1980—2019 年三峡库区城镇化率从 27.09% 增长到 65.64%, 农村固定资产随着城镇化发展和建设的带动而增值, 农村居民点价值逐渐显化, 农民对农村居民点用地需求旺盛。除此之外, 由于库区村民风俗习惯以及对住房质量提升的需求, 部分常年务工农民返乡对其房屋进行改造扩建, 导致农村居民点面积增加。

区域总人口效应在 1980—1985 年间的值为正, 促进了农村居民点规模的扩张; 1985—2000 年间的值为负, 区域总人口为农村居民点规模扩张的负向效应; 主要由于库区大规模的移民导致库区农村人口的急剧下降, 抑制了农村居民点规模的扩张; 2000—2019 年间效应值为

正, 此阶段区域总人口对农村居民点规模扩张起到促进作用, 其中 2000—2005 年间效应值仅为 4.16, 该期间区域总人口对农村居民点规模的影响相对较小。区域总人口效应对农村居民点规模扩张的影响主要体现在农户对住房的需求。2000—2019 年三峡库区城镇化率从 41.71% 增长到 70.52%, 农民非农收入的增加, 导致其对农村住宅的改造及扩建需求强烈, 进而增加了农村居民点用地规模。

农村居民点集约利用效应在 1980—2019 年间始终为增量效应, 并且呈现波动增长趋势, 促进了农村居民点面积的增加。库区人均农村居民点面积由 1980 年的 7.13 hm^2 增加到 2019 年的 34.49 hm^2 , 可见, 库区农村居民点粗放发展, 集约利用水平较低。主要由于我国村庄规划长期缺位与宅基地管理制度执行不到位, 导致农民“建新不拆旧”及用地规模大量超标, 同时由于农村闲置宅基地退出等盘活利用机制尚未系统建立, 形成了库区居民点粗放利用的局面。

3.4.2 空间分异

从库区农村居民点变化总效应区域分布 (表 4) 看, 1980—2000 年间, 农村居民点总面积减少的区县共 12 个, 分别为巫山、奉节、丰都、武隆、长寿、渝北、巴南、北碚、夷陵、秭归、兴山以及巴东, 其他区县的农村居民点面积增加, 说明三峡库区中部及西部部分区县对农村居民点规模的管控整体好于东部地区。2000—2019 年间, 大部分区县农村居民点面积增加, 农村居民点面积减少的区县仅为巫溪、万州、丰都、渝北、巴南、江津、北碚、江北和夷陵。可见, 该时期研究区农村居民点呈现区域差异性扩张。

城乡人口结构效应对各区县农村居民点用地转出的影响贡献度最大, 且均表现为减量效应, 一定程度上抑制各区县农村居民点用地扩张。其中 1980—2000 年间, 巴南区城乡人口结构效应的绝对值大于其他区县, 是巴南区农村居民点规模缩减的最主要驱动因素, 而巴东县城乡人口结构效应在各区县城乡人口结构总效应中减量作用贡献最小; 2000—2019 年, 江津区城乡人口结构效应的绝对值大于其他区县, 是江津区农村居民点规模缩减的最主要驱动因素, 而兴山县城乡人口结构效应的绝对值最小, 受本身农村常住人口相对较少的影响, 农村人口与城镇人口的比值对农村居点规模缩减的影响相对较小。

农村居民点集约利用效应在 1980—2000 年间, 除长寿区、江北区和秭归县为减量效应, 其余区县均为增量效应, 2000—2019 年农村居民点集约利用效应均为增量效应。其中万州区和沙坪坝区分别在 1980—2000 年和 2000—2019 年间的农村居民点利用集约度总效应的增量作用中贡献最大, 说明万州区和沙坪坝区人均农村居民点面积加速扩张, 农村居民点粗放利用趋势明显; 而长寿区、江北区和秭归县在 1980—2000 年间为减量效应, 农村居民点集约利用效应对农村居民点规模的扩张有一定抑制作用, 农村居民点呈节约集约利用趋势。

城镇化效应在 1980—2000 年间均为增量效应，一定程度上促进了农村居民点用地规模的扩张，其中开州区城镇化效应最大，而秭归县、兴山县和巴东县等区县城镇化效应值相对较小，表明这些地区城镇化效应对农村居民点规模扩张的影响相对较弱。2000—2019 年间，除了沙坪坝区、南岸区、九龙坡区和大渡口区城镇化效应为减量效应，其余区县均为增量效应，其中江津区在此阶段城镇化效应最高，而这四个区的城镇化效应对该阶段农村居民点规模扩张有一定的抑制作用。

区域总人口效应在 1980—2000 年间，除了沙坪坝、南岸、九龙坡、大渡口、江北和夷陵为增量效应外，其余区县均为减量效应，减量效应的区县在该时期相对较多，表现为大部分区县区域总人口效应抑制农村居民点规模的扩张。2000—2019 年间，巫山、巫溪、奉节、云阳、开州、忠县、丰都、武隆、石柱的区域总人口效应为减量效应。整体来看，区域总人口效应为减量效应的区县主要位于研究区中部及东部，这些区县总人口明显流出，区域总人口的减少一定程度上抑制了农村居民点规模的扩张。

表 4 研究区各县农村居民点用地变化驱动效应分解
Table 4 Driving effect decomposition of rural residential land change in each district and county in the study area

区县 Counties	1980—2000					2000—2019				
	ΔS_I	ΔS_T	ΔS_U	ΔS_P	ΔS_{tot}	ΔS_I	ΔS_T	ΔS_U	ΔS_P	ΔS_{tot}
巫山 Wushan	3.80	-12.36	8.13	-1.70	-2.13	25.19	-37.35	27.89	-3.53	12.20
巫溪县 Wuxi	3.14	-5.77	4.26	-0.79	0.84	4.13	-18.15	14.40	-2.03	-1.66
奉节县 Fengjie	2.89	-15.24	10.54	-0.89	-2.70	19.72	-33.99	24.62	-3.24	7.11
云阳县 Yunyang	1.48	-8.57	9.04	-1.09	0.85	33.41	-35.02	25.23	-2.79	20.83
开州区 Kaizhou	0.01	-15.44	21.22	-1.65	4.14	21.35	-44.78	31.16	-0.58	7.15
万州区 Wanzhou	28.11	-23.30	14.02	-3.37	15.46	17.60	-73.79	35.52	3.56	-17.10
忠县 Zhongxian	12.94	-12.92	10.52	-1.93	8.62	18.68	-42.62	29.61	-0.51	5.16
涪陵区 Fuling	8.66	-18.38	12.55	-2.15	0.68	24.61	-46.29	21.00	4.01	3.33
丰都县 Fengdu	8.81	-28.01	18.14	-3.34	-4.40	11.15	-47.96	33.44	-3.52	-6.89
武隆区 Wulong	0.35	-5.29	2.80	-1.00	-3.13	9.39	-11.20	7.83	-0.12	5.89
石柱县 Shizhu	4.77	-11.31	11.79	-1.74	3.51	23.61	-42.08	31.23	-4.26	8.50
长寿 Changshou	-0.61	-19.63	10.27	-2.19	-12.16	23.24	-50.36	24.85	4.29	2.01
渝北区 Yubei	7.99	-16.32	5.32	-1.90	-4.91	3.90	-50.99	17.57	20.30	-9.22
巴南区 Banan	10.76	-36.23	16.92	-5.21	-13.76	0.37	-84.72	25.98	18.39	-39.98
江津区 Jiangjin	21.54	-17.11	19.31	-5.88	17.86	24.95	-118.06	54.78	5.67	-32.66
渝中区 Yuzhong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
北碚区 Beibei	4.42	-30.21	10.43	-0.76	-16.12	29.21	-86.59	25.14	12.76	-19.48
沙坪坝区 Shapingba	11.82	-	17.65	0.54	-	39.62	-	-2.57	23.28	-
南岸区 Nanan	10.57	-	6.95	2.61	-	5.50	-	-1.14	12.28	-
九龙坡区 Jiulongpo	7.89	-	15.13	3.74	-	20.99	-	-2.63	14.31	-
大渡口区 Dadukou	5.27	-	1.38	1.84	-	3.86	-	-0.29	4.71	-
江北区 Jiangbei	-0.04	-5.76	8.69	0.56	3.44	0.55	-17.73	1.31	4.62	-11.24
夷陵区 Yiling	2.44	-24.69	16.39	4.64	-1.22	2.79	-64.31	34.70	-2.27	-29.09
秭归县 Zigui	-1.15	-2.69	2.05	0.25	-1.54	4.26	-5.07	3.59	-0.18	2.60
兴山县 Xingshan	0.01	-2.86	2.37	-0.45	-0.93	2.13	-3.37	2.16	-0.31	0.61
巴东县 Badong	0.01	-0.91	0.73	-0.08	-0.26	8.45	-7.21	5.50	-0.15	6.59

4 结论与讨论

4.1 结 论

本文基于近 40 年的时间跨度，探讨农村人地变化关系视角下三峡库区农村人口与农村居民点用地演变脱钩及驱动效应，结果表明：

1) 三峡库区 1980—2019 年农村人口与农村居民点用地变化趋势相反，三峡库区农村人口持续减少，近 40 年净减少 714.75 万人，同期库区农村居民点用地整体呈持续增长趋势，近 40 年间净增加 11 992.88 hm²，农村居民点用地面积增加主要是占用耕地的结果。城镇化加速推进及社会经济转型背景下，面对经济发展用地需求与耕地保护双重压力，盘活农村闲置居民点规模已成为库区国土治理问题的关键。

2) 三峡库区衰退负脱钩和强负脱钩是农村居民点和农村人口动态变化的主要状态。从时序变化看，1980—

1990 年脱钩状态经历了衰退负脱钩—强负脱钩的过程，由二者相和谐状态向不协调状态转变；1990—2000 年脱钩弹性系数为-3.79 和-2.48，农村人口与农村居民点的关系表现为强负脱钩Ⅱ，农村人口减少的同时，农村居民点快速扩张，二者处于极不协调状态；2000—2010 年和 2010—2019 年脱钩弹性系数分别为-1.43、-1.59 和-0.24、-0.89，农村人口与农村居民点的关系均表现为强负脱钩Ⅰ，农村人口减少，而农村居民点面积反增不减，农村人口与农村居民点用地处于不协调状态，但相比 1990—2000 年二者关系有所缓解；从空间差异性看，库区 1990—2000 年及 2000—2010 年农村人口和农村居民点的强负脱钩的区县比 2010—2019 年和 1980—1990 年相对较多。库区农村居民点用地规模伴随着农村人口的减少，非但不减少反而呈现增加趋势，农村人口与农村居民点规模严重失衡。

3) 城镇化效应和利用集约度效应为增量效应，均促

进了农村居民点规模的扩张。区域总人口效应在 1980—1985 年间与 2000—2019 年间为增量效应,促进了农村居民点规模的增加,1985—2000 年间为减量效应,对农村居民点规模扩张有一定抑制作用。城乡人口结构效应为减量效应,抑制了农村居民点规模扩张。空间差异上,1980—2000 年库区中部及西部部分区县对农村居民点规模的管控整体上好于东部地区。2000—2019 年大部分农村居民点表现为加速扩张,且各区县的差异性在不断拉大。农村居民点用地规模扩张主要受居民点集约利用粗放的影响;区域总人口效应为减量效应的区县主要位于中部及东部区县,明显受总人口流出的影响,其一定程度上抑制了农村居民点规模的扩张;城乡人口结构效应对各区县农村居民点面积缩减的贡献度最大,且均表现为减量效应,一定程度上抑制各区县农村居民点用地扩张。

4.2 讨 论

本研究基于人地关系视角,运用 Tapio 脱钩模型、Kaya 恒等式和 LMDI 模型等,研究近 40 年来三峡库区农村人口与居民点用地演变脱钩及驱动效应,为区域加强三峡库区农村居民点用地规划管理提供新方法和新思路。通过该系列方法的集成运用,能够很好地解决以往方法中存在的分解不完全和残差问题,而且更易于比较各效应对农村居民点变化的作用量和贡献度。同时研究发现近 40 年三峡库区农村居民点用地面积增加主要来源于耕地占用,库区农村人口与农村居民点用地之间存在显著的脱钩关系,且这种脱钩存在显著的区域差异,两者之间脱钩关系的形成,是区域经济发展不平衡、城镇化快速推进、用地管理制度执行不严、村庄规划缺位等综合因素作用下形成的“人地分离”“建新不拆旧”“超面积占用”的结果。

本研究认为三峡库区农村人口与居民点用地的脱钩效应研究结果与刘书畅等^[33]有关西部地区农村人口与居民点用地脱钩关系的研究结果基本一致,总体反映了经济欠发达地区农村人口减少与居民点用地增加之间不协调的现状。针对近 40 年三峡库区农村居民点占用耕地增长的模式,应强化村庄规划的引导,加大存量农村建设用地整治、复垦、复绿的力度。此外,本研究也发现三峡库区农村人口与居民点用地演变脱钩的驱动因素与我国其他区域存在一定的差异性,这种差异性一方面体现在移民因素对农村人口缩减的影响,另一方面也体现在三峡库区消落带和生态脆弱区的生态移民搬迁可能对库区农村人口减少的推动作用。

除此之外,本研究仅从城乡人口结构效应、区域总人口效应、农村居民点利用集约度效应及城乡人口结构等效应进行了农村居民点规模变化因素分解模型的构建,由于数据可得性及量化困难等原因,并未将政策因素及区域经济水平纳入到分解模型进行探讨,这也是未来深化研究的方向。

【参 考 文 献】

[1] 龙花楼,刘彦随,邹健. 中国东部沿海地区乡村发展类型

及其乡村性评价[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 426-434.

Long Hualou, Liu Yansui, Zou Jian, et al. Assessment of rural development types and their rurality in eastern coastal china[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(4): 426-434. (in Chinese with English abstract)

[2] 李裕瑞,刘彦随,龙花楼,等. 大城市郊区村域转型发展的资源环境效应与优化调控研究:以北京市顺义区北村为例[J]. 地理学报, 2013, 68(6): 825-838.

Li Yurui, Liu Yansui, Long Hualou, et al. Village transformation development, resources and environment effects and their optimal regulation in the metropolitan suburbs: The case of Beicun in Shunyi District, Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(6): 825-838. (in Chinese with English abstract)

[3] Loew F, Lamers P A J, Abdullaev I, et al. Measuring rural settlement expansion in Uzbekistan using remote sensing to support spatial planning[J]. Applied Geography, 2015(62): 29-43.

[4] 张晓娟,周启刚,王兆林,等. 基于 MCE-CA-Markov 的三峡库区土地利用演变模拟及预测[J]. 农业工程学报, 2017, 33(19): 268-277.

Zhang Xiaojuan, Zhou Qigang, Wang Zhaolin, et al. Simulation and prediction of land use change in Three Gorges Reservoir Area based on MCE-CA-Markov[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2017, 33(19): 268-277. (in Chinese with English abstract)

[5] 周启刚,张晓娟,王兆林. 基于正态云模型的三峡库区土地利用生态风险评价[J]. 农业工程学报, 2014, 30(23): 289-297.

Zhou Qigang, Zhang Xiaojuan, Wang Zhaolin. Land use ecological risk evaluation in Three Gorges Reservoir Area based on normal cloud model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(23): 289-297. (in Chinese with English abstract)

[6] 勾蒙蒙,刘常富,李乐,等. “三生空间”视角下三峡库区土地利用转型的生态系统服务价值效应[J]. 应用生态学报, 2021, 32(11): 3933-3941.

Gou Mengmeng, Liu Changfu, Li le, et al. Ecosystem service value effects of the Three Gorges Reservoir Area land use transformation under the perspective of “production-living-ecological”[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2021, 32(11): 3933-3941. (in Chinese with English abstract)

[7] Porta J, Parapar J, Doallo R, et al. A population-based iterated greedy algorithm for the delimitation and zoning of rural settlements[J]. Computers Environment and Urban Systems, 2013, 39(5): 12-26.

[8] Fesenko S, Jacob P, Alexakhin R, et al. Important factors governing exposure of the population and countermeasure application in rural settlements of the Russian Federation in the long term after the Chernobyl accident[J]. Journal of Environmental Radioactivity, 2001, 56(1): 77-98.

[9] Arnall A. Presenting rurality: The Land Settlement Association in interwar England[J]. Journal of Rural Studies, 2020, 9(11): 177-186.

[10] Qu Y B, Jiang G H, Ma W, et al. How does the rural settlement transition contribute to shaping sustainable rural development? Evidence from Shandong, China[J]. Journal of Rural Studies, 2021, 82(22): 279-293.

[11] Qu Y B, Jiang G H, Zhao Q L, et al. Geographic identification, spatial differentiation, and formation mechanism of multifunction of rural settlements: A case study of 804 typical villages in Shandong Province, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 166(11): 1202-1215.

[12] Li Y H, Li Y R, Westlund H, et al. Urban-rural transformation in relation to cultivated land conversion in China: Implications for optimizing land use and balanced

- regional development[J]. Land Use Policy, 2015, 47: 218-224.
- [13] Gosch M S, Parente L L, Santos C O, et al. Landsat-based assessment of the quantitative and qualitative dynamics of the pasture areas in rural settlements in the Cerrado biome, Brazil[J]. Applied Geography, 2021, 136: 102585.
- [14] Mt A, Sb A, Ef B, et al. Method for pluvial flood risk assessment in rural settlements characterized by scant information availability[J]. MethodsX, 2021, (8): 101532.
- [15] 商冉, 曲衍波, 姜怀龙. 人地关系视角下农村居民点转型的时空特征与形成机理[J]. 资源科学, 2020, 42(4): 672-684.
- Shang Ran, Qu Yanbo, Jiang Huailong. Spatiotemporal characteristics and formation mechanism of rural residential land transition from the perspective of human-land relationship[J]. Resources Science, 2020, 42(4): 672-684. (in Chinese with English abstract)
- [16] 杨斌, 王占岐, 张红伟, 等. 高山贫困地区农村居民点空间格局演变特征及驱动机制[J]. 农业工程学报, 2021, 37(4): 285-293.
- Yang Bin, Wang Zhanqi, Zhang Hongwei, et al. Spatial pattern evolution characteristics and driving mechanism of rural settlements in high mountain areas with poverty[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, 37(4): 285-293. (in Chinese with English abstract)
- [17] 魏璐瑶, 陈娱, 张正方, 等. 多情景视角下基于空间组合识别的农村居民点布局优化研究: 以江苏省新沂市为例[J]. 地理研究, 2021, 40(4): 977-993.
- Wei Luyao, Chen Yu, Zhang Zhengfang et al. Rural settlements layout optimization based on spatial combination identification from a multi-scenario perspective: Taking Xinyi city of Jiangsu province as an example[J]. Geographical Research, 2021, 40(4): 977-993. (in Chinese with English abstract)
- [18] 冀正欣, 许月卿, 卢龙辉, 等. 乡村聚落空间优化研究进展与展望[J]. 中国土地科学, 2021, 35(6): 95-104.
- Ji Zhengxin, Xu Yueqing, Lu Longhui, et al. Research progress and prospects for spatial optimization of rural settlements[J]. China Land Science, 2021, 35(6): 95-104. (in Chinese with English abstract)
- [19] 王兆林, 杨庆媛, 李计, 等. 山地都市边缘区农村居民点布局优化策略: 以重庆渝北区石船镇为例[J]. 经济地理, 2019, 39(9): 182-190.
- Wang Zhaolin, Yang Qingyuan, Li Ji, et al. Optimization strategy of rural settlement layout in mountainous urban fringe area: A case study of Shichuan Town in Yubei District of Chongqing[J]. Economic Geography, 2019, 39(9): 183-187. (in Chinese with English abstract)
- [20] 曲衍波, 董晓珍, 平宗莉, 等. 人地协调视角下农村居民点利用质量评价与提升策略[J]. 农业工程学报, 2021, 37(18): 252-262.
- Qu Yanbo, Dong Xiaozhen, Ping Zongli, et al. Quality evaluation and improvement strategies of rural residential areas utilization from the perspective of human and land coordination[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, 37(18): 252-262. (in Chinese with English abstract)
- [21] 吴俊, 郭熙, 傅聪颖. 南方丘陵区农村居民点离散度时空演变及其影响因素: 以江西省鹰潭市为例[J]. 中国农业大学学报, 2021, 26(10): 209-222.
- Wu Jun, Guo Xi, Fu Congying. Spatial-temporal evolution and impact factors of rural settlements dispersion in the hilly region of Southern China: A case study of Yingtan City, Jiangxi Province[J]. Journal of China Agricultural University, 2021, 26(10): 209-222. (in Chinese with English abstract)
- [22] 张佰林, 姜广辉, 曲衍波. 经济发达地区农村居民点生产居住空间权衡关系解析[J]. 农业工程学报, 2019, 35(13): 253-261.
- Zhang Bailin, Jiang Guanghui, Qu Yanbo. Trade-off of productive and dwelling space of rural settlement in developed areas[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2019, 35(13): 253-261. (in Chinese with English abstract)
- [23] Wang Z L, Ya S Y, Pu H X, et al. Simulation of spatiotemporal variation of land use in mountainous-urban fringes based on improved CA-Markov model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2020, 36(16): 239-248. (in English with Chinese abstract).
- [24] Jiang S, Zhu Y N, He G H, et al. Factors influencing China's non-residential power consumption: Estimation using the Kaya-LMDI methods[J]. Energy, 2020(201): 117719.
- [25] 唐芳, 李阳兵, 王权, 等. 岩溶槽谷区农村居民点的时空分布特征及其驱动机制[J]. 自然资源学报, 2021, 36(4): 978-992.
- Tang Fang, Li Yangbing, Wang Quan, et al. Spatio-temporal distribution characteristics and driving mechanism of rural residential areas in karst trough valley area[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(4): 978-992. (in Chinese with English abstract)
- [26] 何建华, 贾宁, 李亚静, 等. 青藏高原东北部河湟谷地农村居民点布局优化[J]. 农业工程学报, 2021, 37(14): 258-265.
- He Jianhua, Jia Ning, Li Yajing, et al. Layout optimization of rural residential areas in Hehuang Valley of northeast Qinghai Tibet-Plateau[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, 37(14): 258-265. (in Chinese with English abstract)
- [27] 禹湘, 陈楠, 李曼琪. 中国低碳试点城市的碳排放特征与碳减排路径研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(7): 1-9.
- Yu Xiang, Chen Nan, Li Manqi. Research on carbon emission characteristics and reduction pathways of low-carbon pilot cities in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(7): 1-9. (in Chinese with English abstract)
- [28] 王杰, 李治国, 谷继建. 金砖国家碳排放与经济增长脱钩弹性及驱动因素: 基于 Tapio 脱钩和 LMDI 模型的分析[J]. 世界地理研究, 2021, 30(3): 501-508.
- Wang Jie, Li Zhiguo, Gu Jijian. Decoupling analysis between energy consumption and economic growth in BRICS countries: Based on Tapio decoupling and LMDI model analysis[J]. World Regional Studies, 2021, 30(3): 501-508. (in Chinese with English abstract)
- [29] 黄国庆, 汪子路, 时朋飞, 等. 黄河流域旅游业碳排放脱钩效应测度与空间分异研究[J]. 中国软科学, 2021(4): 82-93.
- Huang Guoqing, Wang Zilu, Shi Pengfei, et al. Measurement and spatial heterogeneity of tourism carbon emission and its decoupling effects: A case study of the Yellow River basin in China[J]. China Soft Science, 2021(4): 82-93. (in Chinese with English abstract)
- [30] 王喜峰, 沈大军, 李玮. 水资源利用与经济增长脱钩机制、模型及应用研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(11): 139-147.
- Wang Xifeng, Shen Dajun, Li Wei. Research on the mechanism, model and application of decoupling between water resources utilization and economic growth[J]. China Population, Resources and Environment 2019, 29(11): 139-147. (in Chinese with English abstract)
- [31] Tapio P. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy, 2005, 12(2): 137-151.

- [32] Wang K F, Zhu Y L, Zhang J P, Decoupling economic development from municipal solid waste generation in China's cities: Assessment and prediction based on Tapio method and EKC models[J]. *Waste Management*, 2021(133): 37-48.
- [33] 刘书畅, 叶艳妹, 林耀奔. 基于脱钩理论与 LMDI 模型的农村居民点演化特征及驱动因素分解[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(12): 272-280.
Liu Shuchang, Ye Yanmei, Lin Yaoben. Evolution characteristics and decomposition of driving factors on rural residential land based on decoupling theory and LMDI model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2019, 35(12): 272-280. (in Chinese with English abstract)
- [34] Guo W B, Che Y, Assessing the efficiency of China's environmental regulation on carbon emissions based on Tapio decoupling models and GMM models[J]. *Energy Reports*, 2018(4): 713-723.

Decoupling of rural population and settlement in the Three Gorges Reservoir areas in the past 40 years and its driving effect

Wang Zhaolin^{1,2}, E Shixuan^{2*}, Chen Junli²

(1. *Research Center for Economy of Upper Reaches of Yangse River of CTBU, Chongqing 400067, China;*

2. *School of Public Administration, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)*

Abstract: The Three Gorges Reservoir area is characterized by ecologically sensitive, low mountains and hills in the world. The Three Gorges Reservoir area is also known as an immigration area. The rural residential lands are dominated by both natural conditions and human activities. As a result, there are special utilization form and complex driving mechanisms in this area. This study aims to reveal the functional relationship between the rural population change in the reservoir area and rural residential land evolution. From the perspective of the man-land relationship, an analysis framework was also constructed using the kernel density, Tapio decoupling model, and Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) method. A systematic investigation was made to determine the decoupling and driving factors of the rural population and rural residential land evolution from 1980 to 2019. The results show that: 1) There was the opposite change trend of the rural population and rural residential land. The rural population continued to decrease, with a net decrease of 7 147 500 people over the past 40 years. By contrast, the rural residential land increased by 11 992.88 hm² during the same period. The ever-increasing areas of rural residential land mainly originated from the occupation of cultivated land by construction land. 2) The negative and strong negative decoupling from recession were the main dynamic changes in rural settlements and rural populations in the study area. The number of counties with a strong negative decoupling of the rural population and rural settlements in 1990-2000 and 2000-2010 was more than that in 2010-2019 and 1980-1990. The scale of rural residential land was accompanied by a decrease in the rural population. There was an outstanding trend of increasing rather than decreasing. A serious unbalance was also found in the scale of the rural population and rural residential areas. 3) There was the incremental effect of urbanization and utilization intensity, indicating the positive promotion in the scale expansion of rural residential areas. The urban-rural population structure was the dominant factor to inhibit the scale expansion of rural residential areas. The regional total population promoted the expansion of rural residential areas from 1980 to 1985 and from 2000 to 2019. Nevertheless, the expansion of rural residential areas was inhibited from 1985 to 2000. Therefore, the scale expansion of rural residential areas depended mainly on the intensive and extensive use of rural residential areas. The regions and counties with the decreasing effect of the regional total population were located mainly in the central and eastern regions. It infers that there was a significant influence of the population outflow caused by the migration from the reservoir area. The finding can provide the basic ideas to coordinate the man-land relationship for the better management of territorial space.

Keywords: rural areas; models; man-land relationship; rural residential land; rural population; decoupling analysis; driving effect; the Three Gorges Reservoir area