

# 空间关联视角下山区乡村社区生活圈的模拟构建及基本服务要素供给效率评估\*

Simulation Construction of Community Life Circle and Evaluation of Basic Service Supply Efficiency in Mountainous Rural Communities from the Perspective of Spatial Correlation

袁昕 邵润泽 陈会宴 YUAN Xin, SHAO Runze, CHEN Huiyan

**摘要** 乡村社区生活圈的规划配置通常采用“自上而下”的技术方法。山区地形复杂、交通不便,使得该方法得到的社区生活圈划定与现实有较大偏差。针对山区乡村社区生活圈的构建问题,计算乡村社区之间的空间关联度,同时基于空间关联度构建空间关联关系视角下的社区生活圈。以重庆市石柱县为例,在构建社区生活圈后,对乡村基本服务要素——幼儿园和小学进行社区生活圈供给效率评估。结果表明,对空间分散分布的小学类要素依托下的社区生活圈构建,空间关联关系影响不大,可通过构建乡村社区生活圈快速提升全域的基本生活要素基础保障供给能力;对空间集聚分布的幼儿园类要素依托下的社区生活圈构建,则与空间关联关系紧密,需要在乡村社区生活圈中纳入空间关联关系,才可有效提升基本生活服务要素的共享服务效能。

**Abstract** Due to the complex topography and inconvenient transportation in mountainous areas, the community life circle obtained by using the "top-down" method has a great deviation from the reality. In order to solve this problem, the study firstly calculates the spatial correlation of rural communities, and then constructs the community life circle from the perspective of spatial correlation. Taking Shizhu County of Chongqing as an example, the study calculates the supply efficiency of kindergartens and primary schools after the construction of the community life circle. The results show that spatial correlation has little influence on the construction of community life circles when service elements are spatially dispersed such as primary schools. In this way, constructing rural community life circles can rapidly improve the basic security supply capacity of the whole area. In contrast, when service elements are spatially agglomerated such as kindergartens, it is necessary to incorporate spatial correlation relationships into the construction of rural community life circles in order to effectively improve the sharing service efficiency of basic service elements.

**关键词** 空间关联;山区乡村;社区生活圈;服务效能

**Key words** spatial correlation; mountain villages; community life circle; service effectiveness

文章编号 1673-8985 (2024) 01-0110-06 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j.supr.20240116

## 作者简介

袁昕  
北京清华同衡规划设计研究院有限公司  
院长,高级工程师,博士, yuanxin@thupdi.com  
邵润泽  
北京清华同衡规划设计研究院有限公司  
技术创新中心研究室项目经理,工程师,硕士  
陈会宴  
北京清华同衡规划设计研究院有限公司  
技术创新中心研究室主任,工程师,硕士

## 0 引言

乡村服务设施的配置是我国乡村振兴战略的重要内容。2023年2月中央一号文件提出“全面建设社会主义现代化国家,最艰巨最繁重的任务仍然在农村”,其中“扎实推进宜居宜业和美乡村建设”“加强农业基础设施建设”是全面推进乡村振兴重点工作中的两个重要组成部分。为指导乡村规划建设及对应的

服务设施配置,我国先后颁布《镇规划标准》《乡村公共服务设施规划标准》两项引导村镇公共服务设施配置的规范标准<sup>[1]291</sup>。2021年,《社区生活圈规划技术指南》<sup>[2]1-28</sup>(以下简称“《指南》”)发布,其对乡村社区生活圈规划配置做出明确的技术划定和布局要求。这些“由上而下”制定的技术划定方法是指导建制镇建制村生活圈配置的主要依据<sup>[3]</sup>,但在具体方

\*基金项目:自然资源部智慧人居环境与空间规划治理技术创新中心项目“多源时空大数据质检标准工具研发”资助。

法实践中对我国地域差异的考虑不够充分。在乡村实际建设过程中,通常需要结合当地实际发展情况进行更加细致的生活圈划定及服务设施配置<sup>[1]292</sup>。

为更好地划定社区生活圈,合理规划村镇公共服务设施,学者们做了大量研究。乡村社区生活圈研究由简单的距离半径划分<sup>[4]</sup>转向基于生活圈层级理论的乡村生活圈综合构建<sup>[1]293-294</sup>,在城乡公共服务设施“千人指标”配置模式的基础上,根据乡村之间的发展差异<sup>[5]</sup>、乡村居民的行为规律及服务需求<sup>[6]</sup>等因素进行了改进。同时王慧颖等<sup>[7]</sup>基于马斯洛需求模型研究欠发达地区村镇级生活圈构建及公共设施的分布需求特征问题。但在乡村社区生活圈划定过程中,乡村聚落间的空间相互作用依然没有得到充分的重视。

基于引力模型的空间结构研究广泛应用于城乡聚落关联<sup>[8-9]</sup>分析。引力模型最早被经济学家由物理学万有引力引入,应用于区域经济联系<sup>[10]55</sup>中。之后引力模型被用于乡村问题研究,如新农村建设过程中农村居民点布局优化的迁村并点问题<sup>[11]</sup>;乡村生活圈划定中<sup>[12]</sup>也有引力模型的应用,但基于聚落规模与距离测度空间作用强度的引力模型,在地形错综复杂的山区需要进行实际关联情况的修正。

参考我国当前社区生活圈构建的相关技术规范,笔者提出一种基于山区乡村空间关联强度的社区生活圈模拟方法,对划定的生活圈进行基本服务要素的供给效率评估,以重庆市石柱县为例验证方法的可靠性与适用性,从而为我国广大山区乡村社区(村组)层面的社区生活圈划定及公共服务设施合理优化配置提供可供参考的具体方法,为山区乡村在乡村振兴背景下的集约共享发展提供可推广的实践范式。

### 1 研究区概况及数据来源

石柱土家族自治县(以下简称“石柱县”)位于重庆市东南部,其地理坐标为东经107° 59' —108° 34',北纬29° 39' —30° 32' 之间。县境南北长98.3 km,东西宽

56.2 km,总面积3 014.06 km<sup>2</sup>。石柱县地处山区,地形复杂多样,境内地势东高西低,形成“两山夹一槽”的主要地貌特征。石柱县境内服务设施发展不平衡,主要公共服务设施集中在中心城区,难以满足山区居民的生活需求<sup>[13]63</sup>。

本文研究数据包括NPP/VIIRS夜间灯光数据、石柱县各村组人口数据、石柱县服务要素空间数据以及石柱县各村组之间的交通联系数据。夜间灯光数据来源于美国国家海洋与大气管理局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA),其已广泛应用于城镇人类活动研究,可以反映区域内经济发展等信息<sup>[14-16]</sup>。近年来夜间灯光数据也被证明可以用于探测小于其像元尺度的农村居民点研究中<sup>[17]</sup>。笔者将NPP/VIIRS夜间灯光数据进行重投影和数据预处理,按照全年时间平均的方式聚合到村组行政区划,作为村组的夜间灯光的总聚合值(Total Night Light, TNL)<sup>[18]</sup>。石柱县各村组人口数据来源于统计年鉴。石柱县服务要素空间数据以及石柱县各村组之间的交通联系数据均来源于高德地图应用程序接口,其中村组间的交通联系数据具体为两个村组村委会间的导航距离。

### 2 研究方法

研究的技术路线有3个组成部分(见图1)。首先,对村际引力模型的参数和数据进行修正计算得到村际空间关联,基于人口规模和夜间灯光聚合值测算村组综合规模,利用交通联系数据修正山区乡村的村组间距离;其次,基于村际空间关联和村组综合规模通过循环遍历的方式确定村组关联模拟结果;最后,对确定的村组关联模拟结果进行不同要素空间关联关系场景下的供给效率评价,进而给出乡村社区生活圈构建的建议。

#### 2.1 基于引力模型的村际空间相互关联

广泛应用于城镇空间相互关联的引力模型是经典的跨学科模型之一。该模型基于牛顿万有引力模型发展而来,并得到广泛应用和推广。传统引力模型<sup>[10]55</sup>的形式为:

$$F_{ij} = G \frac{M_i \times M_j}{r_{ij}^2} \quad (1)$$

式中: $F_{ij}$ 表示城镇间空间作用相互强度; $M_i$ 和 $M_j$ 分别表示两个城镇的规模; $r_{ij}$ 表示两城镇之间的距离; $G$ 为常数,可当作常数1来处理。

$M_i$ 通常可以用地区人口、GDP规模等社

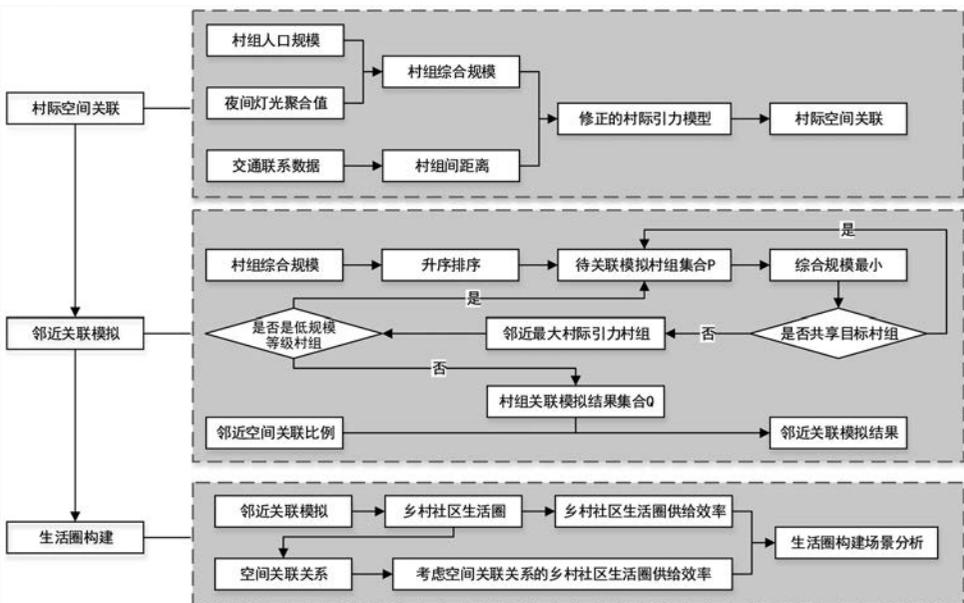


图1 研究技术路线图  
Fig.1 Methodological workflow

资料来源:笔者自绘。

会经济指标来表征<sup>[10]65</sup>。研究采用TNL与乡村人口Pop的乘积的开方来表示村组的综合规模,具体公式为:

$$M_i = \sqrt{TNL_i \times Pop_i} \quad (2)$$

对城镇间距离 $r_{ij}$ 进行修正。引力模型中的城镇距离通常是指直线距离,是一种相对理想的距离形态,难以表现山区村镇之间的实际联系,因此采用村组间的交通联系数据 $OD_{ij}$ 进行修正。经过修正后的引力模型如下:

$$F_{ij} = \frac{\sqrt{TNL_i \times Pop_i} \times \sqrt{TNL_j \times Pop_j}}{OD_{ij}^2} \quad (3)$$

## 2.2 邻近村组关联模拟

基于引力模型进行城镇连接从而进行城镇空间聚类,是引力模型常见的应用领域,这些研究往往可以建立不同的区域空间结构,同一空间结构内部联系紧密、资源共享。因此研究针对《指南》对村/组层级乡村社区生活圈的特殊描述,制定了基于地理空间邻近关系的邻近村组关联模拟策略,依次将村组综合规模较低的村组与邻接村组中对其引力最大的村组进行空间关联,构成局部关联社区生活圈,直至所有村组均完成迭代。具体步骤如下:

①将村组按照村组综合规模 $M_i$ 进行从小到大排序排列,作为待关联模拟村组集合P。

②创建一个村组关联的模拟结果集合Q:

$$Q = \{(x, y) | x \in V, y \in V\} \quad (4)$$

式中: $x$ 表示村组关联模拟中村组综合规模较低的村组; $y$ 表示村组关联模拟中村组综合规模较高的村组; $(x, y)$ 表示村组关联模拟关系; $V$ 表示村组集合。

③从集合P中确定 $M_i$ 最小的村组为邻近关联共享的低综合规模村组 $x_i$ 。若低综合规模村组已经被村组综合规模更低的村组作为共享目标的村组,则从集合P中移除该村组,并重新选择低综合规模村组直至确定 $x_i$ 。

④确定低综合规模村组 $x_i$ 的邻近关联共享目标村组 $y_i$ 。从村组网络中与之邻接的村组

中,找到对其村际引力最大的邻域村组进行空间关联,若该引力最大的邻域村组已经作为低综合规模村组存在于集合Q中的 $x$ ,则重新选择村际引力次之的村组作为邻近空间关联目标村组,直至确定 $y_i$ 。若遍历该低综合规模村组 $x_i$ 的邻接村组后,仍未找到与之邻近空间关联的目标村组,则从集合P中移除该村组,重新开始步骤③。

⑤记录当前空间关联关系 $(x_i, y_i)$ ,并将该节点按顺序放入集合Q,同时从集合P中移除村组节点 $x_i$ 和 $y_i$ 。

⑥根据更新的集合P和集合Q重新开始步骤③,直至集合P中所有村组均完成迭代。

⑦设定邻近空间关联比例 $\alpha$ ,值域范围为0至100%,按照放入集合Q的先后顺序依次取出比例为 $\alpha$ 的空间关联关系,作为最终结果。特别地,0表示不进行空间关联,村组关联模拟集合为空,100%表示村组关联模拟集合Q为最大。

## 2.3 乡村社区生活圈基本服务要素供给效率评估

社区生活圈是在一定的日常范围内满足城乡居民全生命周期工作与生活等各类需求的基本单元。《指南》明确了对村/组层级乡村社区生活圈“宜加强与邻近中心村服务要素的衔接,纳入同一乡村生活圈统筹考虑”等引导建议。具体来说,《指南》要求强化乡村层面对农村基本公共服务供给的统筹,需要配置满足就近使用需求的服务要素,并注重相邻村庄之间服务要素的错位配置与共享使用<sup>[2]5</sup>。

据此,研究开展基于邻近村组关联的乡村社区生活圈模拟构建,在此基础上对相邻村组共享要素的效率加以评价。首先定义村组层级乡村社区生活圈现状基本公共服务要素供给效率,具体公式为:

$$\eta = n_{gj}/n \times 100\% \quad (5)$$

式中: $\eta$ 为村组层级的乡村社区生活圈服务要素供给效率; $n$ 表示研究区内乡村社区生活圈的数量; $n_{gj}$ 表示满足基本公共服务要素

供给需求的乡村社区生活圈数量。其次为对满足相邻村庄之间服务要素共享使用的效率评价,引入考虑邻近空间关联关系<sup>[13]62</sup>的乡村社区生活圈基本公共服务要素供给效率,具体公式为:

$$\eta_\alpha = m_{gj}/m \times 100\% \quad (6)$$

式中: $\eta_\alpha$ 为村组层级考虑到空间关联关系的乡村社区生活圈服务要素供给效率; $m$ 表示研究区内乡村社区生活圈的数量; $m_{gj}$ 表示满足基本公共服务要素关联供给需求的乡村社区生活圈数量。因此,考虑到空间关联关系的乡村社区生活圈提供的服务要素供给效率提升 $\Delta$ 表达为:

$$\Delta = \eta_\alpha - \eta = m_{gj}/m \times 100\% - n_{gj}/n \times 100\% \quad (7)$$

## 3 重庆市石柱县社区生活圈构建实践

### 3.1 村际空间关联测算

首先测算村组单元的综合规模,以石柱县各村人口和夜间灯光测算综合规模,进而辅助村际空间关联强度的测算。2020年的石柱县人口数据、夜间灯光数据及由此测算的石柱县村组综合规模如图2所示。石柱县综合规模最高的地区集中在石柱县西南部的城区周围,该地区人口稠密且人类活动活跃,能够为周边村组提供一定范围内较好的基本生活服务。

采用村组间交通联系数据作为引力模型的距离数据,以充分体现山区地形对村际引力的影响。基于村组邻域测算的村际关联强度如图3所示,可以看出,石柱县村际空间关联强度有明显的空间分化,其中西南部主要受较高的村组综合规模和相对发达的村际交通影响而表现为较强的村际关联。同时,人口稠密的村组和人类活动相对较强的地区也表现出对周边村组更强的村际关联。在行政区的东部和南部,受地形影响交通相对不便,村组间联系相对薄弱。

### 3.2 面向山区乡村的邻近村组关联模拟

在测算村际空间关联和村组综合规模

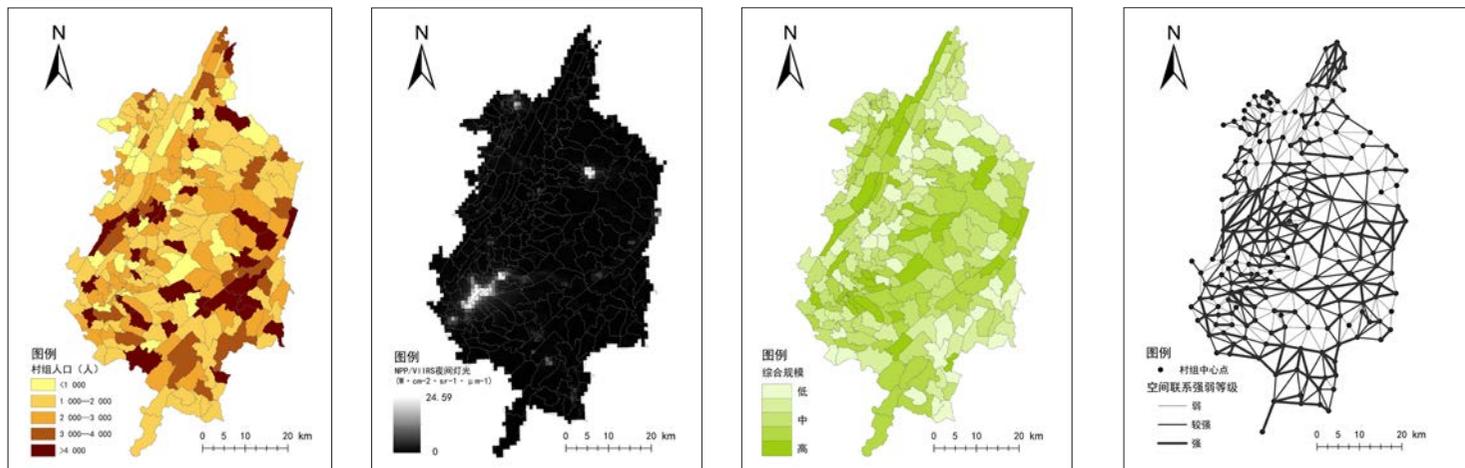


图2 石柱县人口、夜间灯光及综合规模分布图  
Fig.2 Distribution of population, night time light and scale class in Shizhu

图3 石柱县村际空间关联强度分布图  
Fig.3 Distribution of spatial correlation intensity of villages in Shizhu

资料来源:笔者自绘。

资料来源:笔者自绘。

后,进行邻近村组关联模拟,测算从综合规模较低的村组向综合规模较高的聚合。图4展示了不同邻近空间关联比例下的邻近村组关联情况。通过邻近空间关联比例 $\alpha=20\%$ 时的空间关联模拟,可以发现功能聚合首先发生在石柱县中部和东南的小部分区域。这些地区人口较少,经济基础相对薄弱,生活必须的基本服务要素也相对欠缺,因此优先构建这些村组的社区生活圈可快速提升落后地区的基本生活要素基础保障供给能力。随着邻近空间关联比例的提升,全域参与到邻近村组关联的村组数随之增多,直至达到100%的邻近空间关联比例。

在邻近空间关联比例 $\alpha=100\%$ 情形下,石柱县全域下辖的236个村组中,共建立132组村组空间功能关系,参与关联的村组有229个,占全部村组总数的96.29%,行政区内绝大多数村组都参与到邻近村组空间关联构建,同一生活圈内的服务要素可基本满足其基础保障供给。

### 3.3 石柱县社区生活圈基本服务要素供给效率评估

分别以石柱县的幼儿园和小学要素为例进行社区生活圈视角下的服务要素基础保障能力评估。当前石柱县共有39所幼儿园、53所小学,主要基于2014年发布的《重庆市城乡公共服务设施规划标准》<sup>[19]</sup>并依据千人指标进行

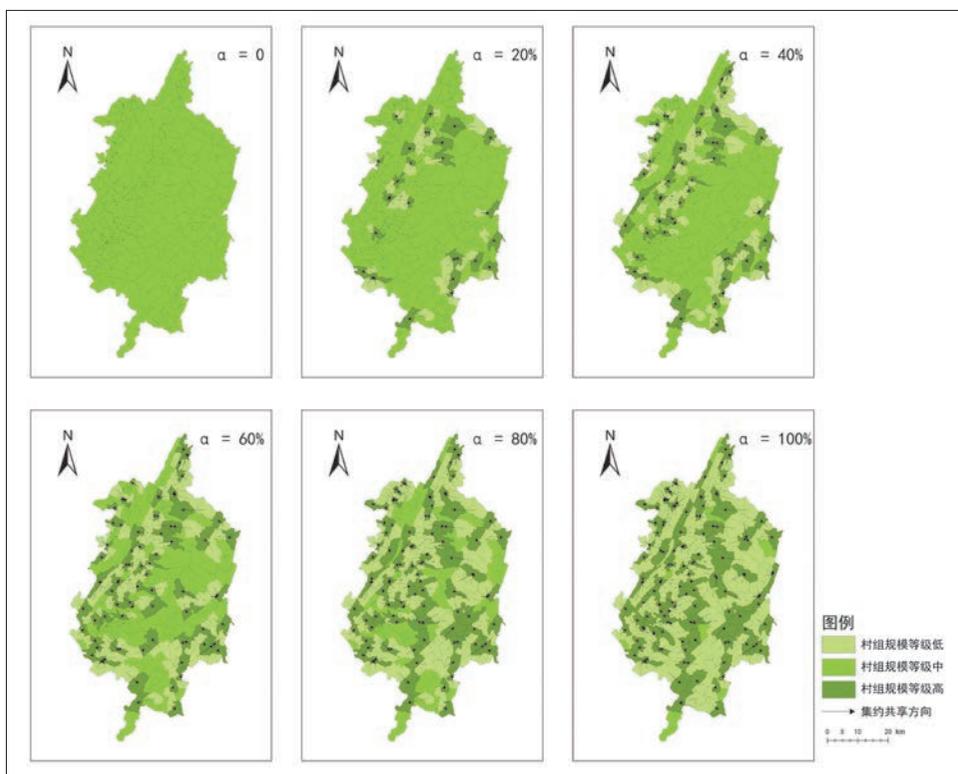


图4 不同邻近空间关联比例下石柱县邻近村组空间关联模拟结果图  
Fig.4 Results of spatial correlation simulation of adjacent villages with different spatial correlation proportions in Shizhu

资料来源:笔者自绘。

基础教育设施的配置(见图5)。在空间分布上,幼儿园主要集中在石柱县县城区域,在山区村组分布稀疏,服务供给能力不足;小学则在石柱县域内分布较为广泛,服务覆盖面积大。

平均最近邻(Average Nearest Neighbor, ANN)分析是集聚特征显著性分析的常用方

法<sup>[20]15</sup>,据此评估石柱县的幼儿园和小学要素的空间分布格局。表1展示了石柱县幼儿园和小学平均最近邻指数分析结果,石柱县幼儿园的Z-score得分为-3.47,在99%的置信度上有空间聚集分布特征,石柱县小学的Z-score得分为1.99,在95%的置信度上有空间分散分布特

征<sup>[20]15</sup>。因此所选取的这两类要素代表了不同的服务能力情景,即幼儿园要素代表了要素服务能力相对集聚但覆盖能力欠缺的情景,小学要素代表了要素服务能力相对完善且分布广泛的情景。

进一步对比不同空间分布情景下服务要素的供给效率及空间关联关系对供给效率的影响,辅助不同空间分布情景服务要素的供给

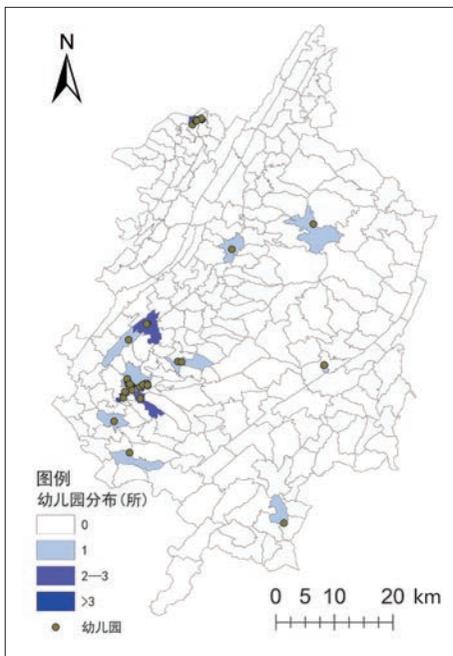
效率评估。图6展示了不同邻近空间关联比例下的社区生活圈供给效率,对比不考虑空间关联关系的社区生活圈要素供给效率,空间关联关系可显著提升服务要素供给效率。同时,随着邻近空间关联比例的提升,服务要素供给效率基本呈现线性增加的趋势。但两类服务要素在不考虑空间关联关系的社区生活圈提供的服务要素供给效率和考虑空间关联关系的社

区生活圈提供的服务要素供给效率表现出来的规律不同:以幼儿园为代表的集聚性服务要素表现出更为明显的供给效率提升,而以小学为代表的分散性服务要素的社区生活圈供给效率变化与邻近空间关联比例关系不大。因此针对已有服务要素覆盖范围较为分散且广泛的情形,建议构建乡村生活圈即可快速提升全域的基本生活要素基础保障供给能力;针对已有服务要素覆盖范围存在明显集聚性的情形,建议需要在乡村社区生活圈的基础上进一步考虑服务要素的空间关联关系才可有效提升基本生活服务要素的服务效能。

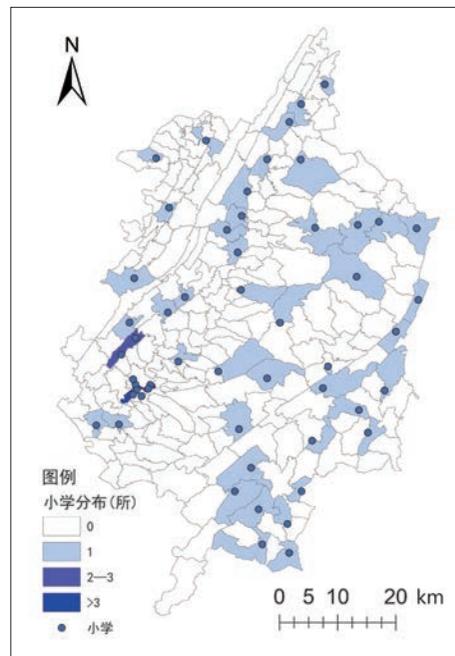
表1 石柱县服务要素平均最近邻指数分析表  
Tab.1 Average nearest neighbor ratio of service elements in Shizhu

服务要素	平均最近邻距离/m	期望平均最近邻距离/m	平均最近邻比率(ANN)	Z-score	p-value	置信度/%
幼儿园	2 428.42	3 422.51	0.71	-3.47	0.00052	99
小学	4 567.46	3 996.71	1.14	1.99	0.04600	95

资料来源:笔者自制。

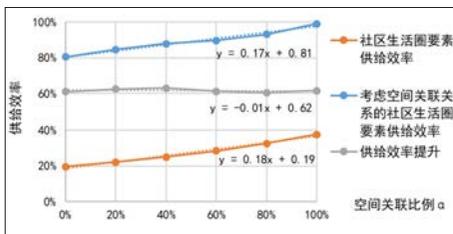


a 幼儿园

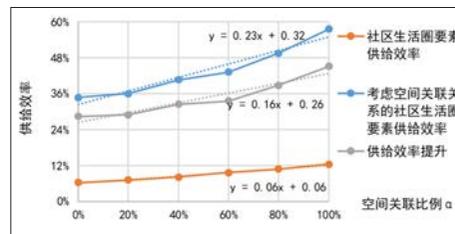


b 小学

图5 石柱县服务要素分布图  
Fig.5 Distribution of service factors in Shizhu



a 不同空间关联比例下小学要素供给效率折线图



b 不同空间关联比例下幼儿园要素供给效率折线图

图6 不同邻近空间关联比例下的社区生活圈服务要素供给效率折线图  
Fig.6 Supply efficiency of community life circle service elements with different spatial correlation proportions

资料来源:笔者自绘。

#### 4 结论

在乡村振兴和城乡融合的背景下,为优化乡村社区生活圈的构建,实现乡村服务设施的集约共享,提高山区乡村服务要素供给效率,本文基于空间相互作用理论,探讨了空间关联视角下的社区生活圈模拟构建及基本服务要素供给效率评估,并以重庆市石柱县为例进行了应用实践。在石柱县村组层级空间关联测算、邻近村组关联模拟的基础上,定量分析了不同空间集聚程度的服务要素在构建社区生活圈中供给效率的表现,为指导山区乡村社区生活圈构建及要素服务规划提供了针对性的方法和建议。未来,可将研究设计的社区生活圈构建方法与现有的要素配置方法相结合,为乡村规划建设提供更加科学的解决方案。

#### 参考文献 References

[1] 李林莲,赵守谅,陈婷婷.基于生活圈的山地小城镇公共服务设施规划策略——以恩施市三岔镇为例[C]//活力城乡 美好人居——2019中国城市规划年会论文集.北京:中国建筑工业出版社,2019:290-300.  
LI Linlian, ZHAO Shouliang, CHEN Tingting. Planning strategies for public service facilities in

- mountainous towns based on life circle - a case study of Sancha Town, Enshi City[C]/Vibrant urban and rural good habitats: proceedings of 2019 China Annual National Planning Conference. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019: 290-300.
- [2] 自然资源部. 社区生活圈规划技术指南TD/T 1062-2021[S]. 2021.  
Ministry of Natural Resources. Spatial planning guidance to community life unit TD/T 1062-2021[S]. 2021.
- [3] 耿健, 张兵, 王宏远. 村镇公共服务设施的“协同配置”——探索规划方法的改进[J]. 城市规划学刊, 2013 (4): 88-93.  
GENG Jian, ZHANG Bing, WANG Hongyuan. Coordinated distribution of public services in rural areas: approaches to improve the planning methodology[J]. Urban Planning Forum, 2013(4): 88-93.
- [4] 何虹媛. 耕作半径优化农村居民点布局的实证研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2014.  
HE Hongman. An empirical study on how farming radius could optimize rural residential layout[D]. Chongqing: Chongqing University, 2014.
- [5] 李小云, 杨培良, 乐美棚. 基于生活圈的欠发达地区乡村公共服务设施配置研究[J]. 中外建筑, 2021, 248 (12): 72-77.  
LI Xiaoyun, YANG Peiliang, LE Meipeng. Research on the allocation of rural public service facilities in under developed areas based on living circles[J]. Chinese and Overseas Architecture Magazine House, 2021, 248(12): 72-77.
- [6] 张贝贝. 新型乡村生活圈规划及其公共服务设施配置研究——以肥城市为例[D]. 济南: 山东建筑大学, 2018.  
ZHANG Beibei. New rural life circle planning and its public service facility allocation: take Feicheng as an example[D]. Ji'nan: Shandong Jianzhu University, 2018.
- [7] 王慧颖, 张晨阳. 山地村镇层级型生活圈的构建与评价[J]. 南方建筑, 2022 (11): 68-76.  
WANG Huiying, ZHANG Chenyang. Construction and evaluation of hierarchical life circle in mountain villages[J]. South Architecture, 2022(11): 68-76.
- [8] 江浩波, 李思梦, 黄建中. 贵阳都市圈的空间结构分析与优化策略研究[J]. 西部人居环境学刊, 2022, 37 (5): 106-114.  
JIANG Haobo, LI Simeng, HUANG Jianzhong. Research on spatial structure analysis and optimization strategies of Guiyang metropolitan area[J]. Journal of Human Settlements in West China, 2022, 37(5): 106-114.
- [9] 闫卫阳, 王发曾, 秦耀辰. 城市空间相互作用理论模型的演进与机理[J]. 地理科学进展, 2009, 28 (4): 511-518.  
YAN Weiyang, WANG Fazeng, QIN Yaochen. Analysis of the principle and evolvement of the theoretic models of urban spatial interaction[J]. Progress in Geography, 2009, 28(4): 511-518.
- [10] 王欣, 吴殿廷, 王红强. 城市间经济联系的定量计算[J]. 城市发展研究, 2006 (3): 55-59.  
WANG Xin, WU Dianting, WANG Hongqiang. An attempt to calculate economic links between cities[J]. Urban Development Studies, 2006(3): 55-59.
- [11] 何鑫茹, 胡业翠, 吕小龙. 基于引力模型的迁村并点问题研究——以北京市通州区为例[J]. 国土与自然资源研究, 2017 (2): 15-20.  
HE Xinru, HU Yecui, LYU Xiaolong. A research on the problem of village relocation based on gravity model: a case study of Tongzhou District, Beijing[J]. Territory & Natural Resources Study, 2017(2): 15-20.
- [12] 师莹, 惠怡安, 王天宇, 等. 设施需求导向下的黄土丘陵沟壑区乡村生活圈划定研究[J]. 小城镇建设, 2021, 39 (4): 5-13.  
SHI Ying, HUI Yian, WANG Tianyu, et al. Study on the demarcation of rural life circle in Loess Hilly-gully Region under the guidance of facility demand[J]. Development of Small Cities & Towns, 2021, 39(4): 5-13.
- [13] 陈会宴, 邵润泽, 李昊杰. 乡村公共服务要素的邻近共享配置研究[J]. 测绘地理信息, 2023, 48 (2): 60-65.  
CHEN Huiyan, SHAO Runze, LI Haojie. A study on proximity sharing allocation of rural public service elements[J]. Journal of Geomatics, 2023, 48(2): 60-65.
- [14] ZHOU Y, MA T, ZHOU C, et al. Nighttime light derived assessment of regional inequality of socioeconomic development in China[J]. Remote Sensing, 2015, 7(2): 1242-1262.
- [15] SHI K, YU B, HU Y, et al. Modeling and mapping total freight traffic in China using NPP-VIIRS nighttime light composite data[J]. GIScience & Remote Sensing, 2015, 52(3): 274-289.
- [16] YU B, SHI K, HU Y, et al. Poverty evaluation using NPP-VIIRS nighttime light composite data at the county level in China[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2015, 8(3): 1217-1229.
- [17] HOFFMAN-HALL A, LOBODA T V, HALL J V, et al. Mapping remote rural settlements at 30 m spatial resolution using geospatial data-fusion[J]. Remote Sensing of Environment, 2019, 233: 111386.
- [18] 胡为安, 刘传立, 詹淇雯. 中国区域NPP-VIIRS年度夜间灯光数据的合成方法与对比验证[J]. 桂林理工大学学报, 2021, 41 (1): 141-148.  
HU Weian, LIU Chuanli, ZHAN Qiwen. Synthesis method and comparative verification of NPP-VIIRS annual night light data in China[J]. Journal of Guilin University of Technology, 2021, 41(1): 141-148.
- [19] 重庆市规划局. 重庆市城乡公共服务设施规划标准DB 50/T 543-2014[S]. 2014.  
Chongqing Planning Bureau. Planning standards of Chongqing urban and rural public service facilities DB 50/T 543-2014[S]. 2014.
- [20] 闫超群, 刘亚静. 基于GIS的唐山市主城区医疗资源空间格局分析[J]. 华北理工大学学报(自然科学版), 2021, 43 (1): 15-20.  
YAN Chaoqun, LIU Yajing. Analysis of spatial pattern of medical resources in main urban area of Tangshan City Based on GIS[J]. Journal of North China University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2021, 43(1): 15-20.