



陕西省传统村落可达性特征及影响因素的空间分异

夏伊凡^{1,2}, 黄晓燕^{1,2}, 康晨晨^{1,2}, 徐旭³

(1. 陕西师范大学 西北国土资源研究中心, 陕西 西安 710119;

2. 陕西师范大学 西北城镇化与国土环境空间模拟重点实验室, 陕西 西安 710119;

3. 温州大学 建筑工程学院, 浙江 温州 325035)

摘要 传统村落是推进乡村振兴和新型城镇化建设的重要载体。以陕西省182个国家级传统村落为研究对象,分析其空间分布特征,并运用ArcGIS网络分析和地理加权回归模型,深入剖析县级和镇级尺度下传统村落可达性特征及影响因素的空间分异。研究结果表明:①陕西省国家级传统村落呈集聚型空间分布,在空间上形成了4个主要集聚区。②传统村落可达性整体水平较低,呈现以关中为中心的阶梯状递减特征。③不同空间尺度下的传统村落可达性与影响因素存在着较强的空间不稳定性。县级尺度下,高程与传统村落可达性基本呈正相关关系,但在镇级尺度下,两者正负向关系并存,且呈现以榆林西北部和渭南中部为中心向外围圈层逐渐增强的特点。县级尺度下,近水体最短距离与传统村落可达性水平呈负相关关系,但在镇级尺度下,其对可达性水平的影响呈现出从陕南和陕北向中部逐步递减的趋势。④高程、坡度和近水体最短距离是影响陕西省国家级传统村落可达性的主要因素,且在不同地区具有不同的影响效应。传统村落可达性特征和影响因素的研究可以为不同地区传统村落可达性的改进和传统村落保护利用策略的制定提供科学依据。

关键词 传统村落;可达性;GWR模型;不同尺度;陕西省

中图分类号: C912.82; K901 **DOI**: 10.16152/j.cnki.xdxzbzr.2024-02-014

Spatial differentiation of accessibility characteristics and influencing factors of traditional villages in Shaanxi Province

XIA Yifan^{1,2}, HUANG Xiaoyan^{1,2}, KANG Chenchen^{1,2}, XU Xu³

(1. Northwest Land and Resources Research Center, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China;

2. Key Laboratory for Urbanization and Environment Simulator in Northwest China, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China;

3. College of Civil Engineering and Architecture, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China)

Abstract Traditional villages are an important carrier for promoting rural revitalization and new urbanization construction. The spatial distribution characteristics of 182 national-level traditional villages in Shaanxi Province were analyzed as research objects. Using ArcGIS network analysis and GWR model, the spatial different-

收稿日期: 2023-11-08

基金项目: 国家自然科学基金(41831284);“十三五”国家重点研发计划课题(2019YFD1100901);浙江省软科学项目(2021C35117)。

第一作者: 夏伊凡, 女, 从事城市交通地理研究。

通信作者: 黄晓燕, 女, 教授, 博士生导师, 从事城市地理与城乡规划研究, hxiaoy@snmu.edu.cn。

ation of traditional village accessibility characteristics and influencing factors at the county and town scales were analyzed in depth. The results of the study show that: ① The national-level traditional villages in Shaanxi Province are characterized by agglomeration spatial distribution, forming four main agglomeration area in space. ② The overall level of accessibility is low, showing a stepwise decline centered on Guanzhong. ③ There is strong spatial instability in the accessibility and influencing factors of traditional village accessibility at different spatial scales. At the county level, the elevation has a positive correlation with the accessibility of traditional villages. However, at the town level, both positive and negative relationships coexist, and are characterized by a gradual increase from the northwestern part of Yulin and the central part of Weinan to the peripheral circles. At the county level, the distance to neighboring rivers is negatively correlated with the level of accessibility of traditional villages. However, at the town level, its impact on accessibility shows a decreasing trend from southern and northern Shaanxi to the central part of the country. ④ Elevation, slope, and the distance to neighboring rivers are the main factors in the accessibility of national-level traditional villages in Shaanxi Province and have different influencing effects in different areas. Research on the accessibility of traditional villages can help reveal the ways to improve the accessibility of traditional villages in different regions, and can provide a scientific basis for the formulation of future conservation and utilization strategies for traditional villages.

Keywords traditional villages; accessibility; geographically weighted regression model; different scales; Shaanxi Province

传统村落是指形成较早,拥有较丰富的传统资源,具有一定历史、文化、科学、艺术、社会和经济价值,应予以保护的村落^[1]。传统村落作为传统文化景观的重要载体^[2],是推进乡村振兴和新型城镇化建设极为重要的资源。长期以来,我国高度重视传统村落的保护与传承。自2012年起,全国开展了6次传统村落摸底调查,截至2022年底,共认定传统村落8 171个。然而,在社会经济快速发展的冲击下,当前传统村落保护和利用仍面临着空心化、过度商业化、民族传统文化遗失、非物质文化景观衰落和生态环境恶化等一系列问题,传统村落的保护和利用迫切需要相关研究的支撑。

我国传统村落研究起步相对较晚,但成果丰富。学者从建筑学、地理学、生态学、管理学等不同学科视角,对传统村落开展了大量研究。研究内容主要集中在传统村落空间格局及形态特征^[2-5]、价值评价^[6-10]、保护与利用策略^[11-14]、旅游发展及影响因素^[15-18]和景观基因^[19-20]等方面。总体而言,现有研究侧重于对传统村落的空间分布、价值解读和开发策略的讨论,对传统村落空间可达性的深层次分析相对不足。

便携的交通是地区发展的前提条件。传统村落大多分布在位置偏远、交通基础设施相对较差的地区,传统村落的保护利用高度依赖于交通条件和可进入性。传统村落的可达性水平反映了其

进入的交通便利程度,会对传统村落的社会经济发展与文化保护传承产生重要影响。准确把握传统村落可达性空间分布特征及其影响因素是对传统村落进行高效保护利用的前提。当前的可达性研究主要关注区域尺度的可达性测度、格局变化及其对经济、人口或产业的影响^[21-23],或在城市内部分析公共服务设施可达性差异及其效应^[24-25]。关于传统村落交通条件和可达性的研究相对有限,且已有研究多侧重于采用缓冲区或空间句法分析,探讨传统村落可达性空间分布特征。如张忠训等^[26]运用空间句法模型分析得出贵州少数民族聚居区市域内传统村落全局可达性与传统村落分布成正比,局部可达性高的传统村落普遍具有极为便利的高等级公路通达性。胡金龙等^[27]运用空间句法及GIS空间分析方法研究了桂林市传统村落可达性特征,发现自然环境复杂、社会发展滞后区域的传统村落可达性相对更低。窦银娣等^[28]采用时间成本分析法研究发现湖南省传统村落的整体可达性较好,市域尺度的传统村落可达性差异较大。在传统村落可达性的影响因素方面,现有研究主要采用相关性分析或线性回归模型,认为传统村落可达性受海拔、坡度、离水距离、道路等级、社会经济发展及民族属性等因素的共同影响^[27,29-30]。然而,在传统村落研究中,缺乏对可达性空间分布特征影响因素的深入挖

掘,对影响因素的空间异质性更是缺乏讨论。

鉴于此,本文以陕西省国家级传统村落为研究对象,运用地理加权回归(geographically weighted regression, GWR)模型,探究传统村落可达性的空间格局、影响因素及各影响因子的空间分异,揭示传统村落可达性空间分布规律和影响因素在不同地理空间背景下的影响差异,以期在传统村落的保护开发提供决策依据。

1 研究数据与方法

1.1 数据来源

通过对中华人民共和国住房和城乡建设部网站公布的第一批至第六批中国国家级传统村落名录进行梳理,截止 2022 年,陕西省共有国家级传统村落 182 个。传统村落的经纬度借助百度地图 API 拾取坐标系统获取。研究中的中国海拔高度(DEM)空间分布数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>),空间分辨率为 1 km。坡度数据通过 DEM 进行提取。水系和路网数据源于国家基础地理信息中心(<http://www.ngcc.cn/ngcc/>)提供的最新矢量数据。主要数据的处理采用了 ArcGIS 10.7 软件连接、叠合等空间处理工具。

1.2 研究方法

1.2.1 空间分布特征分析方法

1) 最邻近点指数。最邻近距离是表示点状要素的相互邻近距离的地理指标,反映点状要素在空间上的分布类型。计算公式为

$$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{\frac{n}{A}}} = \frac{1}{2\sqrt{D}} \quad (1)$$

$$R = \frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_E} \quad (2)$$

式中: $\bar{r}_E$ 为理论最邻近距离; $\bar{r}_1$ 为平均实际最邻近距离; n 为点要素的个数; A 为区域面积; D 为点要素的密度;当 $R < 1$ 时,说明点要素在空间上呈集聚型分布,当 $R = 1$ 时,说明点要素在空间上呈随机型分布,当 $R > 1$ 时,说明点要素在空间上呈均匀型分布。

2) 核密度估计法。本文采用核密度估计法判定陕西省国家级传统村落在空间上聚集的区域。核密度估计法认为地理事件可以发生在任何空间位置上,但地理事件发生的概率随空间位置的变

化而变化,其中点要素越集聚的区域,地理事件发生的概率越高^[32]。将陕西省 182 个传统村落抽象成点状要素,采用核密度分析法对其进行可视化表达,核密度越高意味着传统村落在空间上分布越集聚。

采用四次多项式核函数估计,设 p 处密度为 $\lambda_r(p)$,其估计值为 $\bar{\lambda}_r(p)$,计算公式为

$$\bar{\lambda}_r(p) = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi r^4} \left[1 - \frac{(p - p_i)^2}{n^2} \right]^2 \quad (3)$$

式中: p 为待估计传统村落的位置; p_i 为落在以 p 为圆心、 r 为半径的圆内的第 i 个传统村落的位置; r 表示步长,即以 p 为源点的曲面在空间上的延展的宽度。

1.2.2 可达性计算方法

可达性旨在对空间上某一要素实体(点、线或区域)的位置优劣程度进行度量。本文采用最短时间距离模型来测算陕西省国家级传统村落到研究范围内不同层级行政中心(县和镇)的便利程度。为便于分析,对结果数值取倒数,数值越大,说明该传统村落可达性越好。公式为

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (4)$$

式中: A_i 表示国家级传统村落 i 的可达时间; n 为不同尺度下的区域节点总数; d_{ij} 在表示传统村落 i 通过交通网络到区域节点质心 j 的最短时间。 A_i 值越小,表征传统村落 i 的可达性越好。反之则可达性水平相对较差。

本文在网络数据集的基础上对高速公路、国道、省道、县道和乡道等不同等级的道路设定不同的行驶速度。道路行驶速度结合陕西省道路通行情况,根据《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB—2006)》,按照高速公路 120 km/h、国道 100 km/h、省道 80 km/h、县道 50 km/h、乡道 40 km/h 进行设定。

1.2.3 GWR 模型

GWR 模型是在最小二乘法(ordinary least squares, OLS)基础上的进一步拓展,其考虑了空间数据的异质性特征,能够将模型的参数估计值反映在地图上,有助于探索空间变异特征和规律^[31]。GWR 模型考虑了数据的空间地理变化,在回归参数中纳入对数据地理位置的考虑,使回归参数变成空间可观测,从而解释因变量随自变量空间位置的变化^[32]。计算公式如下

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \quad (5)$$

式中: y_i 为传统村落 i 的因变量; x_{ik} 为第 i 个传统村落点上第 k 个变量的观测值; (u_i, v_i) 为第 i 个传统村落的地理坐标; $\beta_0(u_i, v_i)$ 是回归方程的截距; $\beta_k(u_i, v_i)$ 表示为第 i 个传统村落的回归参数; k 为传统村落数量; ε_i 则为误差项。

根据地理学第一定律,两个地物之间存在空间相关性,一般来说,空间相关性与两地物间距离正相关。因此,对样本点进行加权处理,“加权”通过权重矩阵来完成,利用加权最小二乘法估计参数的数学表达式为

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y \tag{6}$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2k} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix},$$

$$W(u_i, v_i) = W(i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_{in} \end{bmatrix},$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_n \end{bmatrix},$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \cdots & \beta_k(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \cdots & \beta_k(u_2, v_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \beta_0(u_i, v_i) & \beta_1(u_i, v_i) & \cdots & \beta_k(u_i, v_i) \end{bmatrix}。$$

式中: $\hat{\beta}$ 是 β 的估计值; n 是空间样本总数; w_{in} 表示随机位置 i 赋予第 n 个空间样本点的权重。参考已有研究^[33],采用 bi-square 权函数法确定带宽 b ,公式为

$$W_{ij} = \exp\left(-\frac{d_{ij}^2}{b^2}\right) \tag{7}$$

式中: d_{ij} 为点 (u_i, y_i) 到点 (u_j, y_j) 的欧氏距离; b 为带宽 (bandwidth),是用来控制权重随距离 d_{ij} 之间衰减的程度的参数。选择 AIC 信息准则 (akaike information criterion, AIC) 最小化来确定最佳带宽,公式为

$$A_{AIC} = 2n \ln(\sigma) + n \ln(2\pi) + n \frac{n + \text{tr}(S)}{n - 2 - \text{tr}(S)} \tag{8}$$

式中: A_{AIC} 值表示模型的赤池信息值,根据 AIC 准

则,AIC 最小的值对应的带宽即模型中的最优带宽; n 表示传统村落点的数量; $\text{tr}(S)$ 表示 GWR 的 S 矩阵的迹,是带宽的函数; σ 表示误差项估计的标准离差。

2 传统村落空间分布及可达性特征

2.1 空间分布特征

通过计算陕西省国家级传统村落的最邻近点指数,发现呈现集聚型空间分布特征。计算得出的理论邻近距离 $r_e = 25.52 \text{ km}$,实际邻近距离 $r_1 = 16.50 \text{ km}$ 。最邻近指数 R 约为 $0.65 < 1$,表明陕西省国家级传统村落在空间分布上成集聚状态。

选取带宽 150 km 的核密度工具生成陕西省国家级传统村落空间分布的核密度热点图。如图 1 所示,由于地区地理环境不同,陕西国家级传统村落在空间分布上呈现出较强的不均衡性,形成了 4 个主要的空间集聚区,分别是陕北中东部传统村落集聚区、关中东北部传统村落集聚区、陕南中南部传统村落集聚区以及陕南西北部传统村落集聚区。

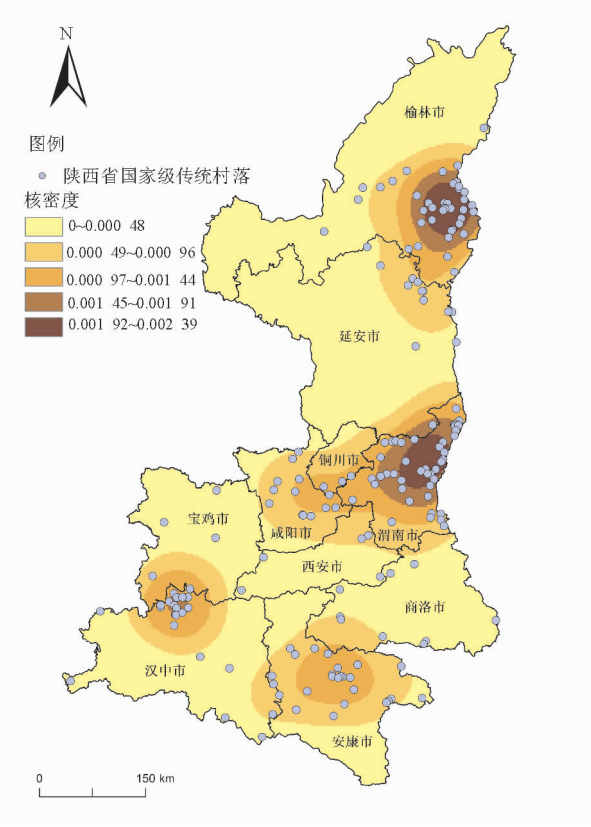


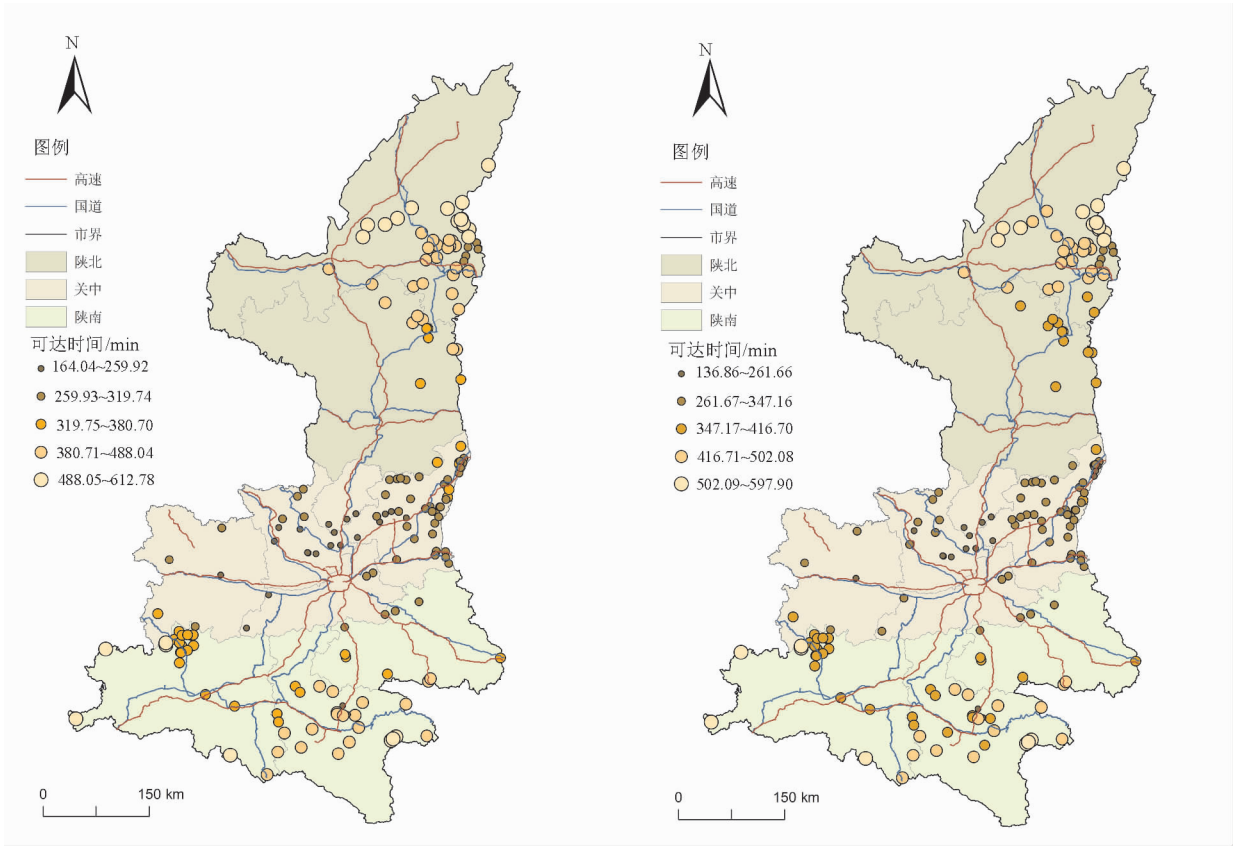
图 1 陕西省国家级传统村落核密度图
Fig. 1 National-level traditional villages in Shaanxi Province kernel density map

呈现该空间格局分布特征主要有两方面原因:对于关中平原地区,由于其社会经济发展水平较高,具有良好交通和区位条件,传统村落的保护利用水平相对较高;对于陕北黄土高原及陕南秦巴山地,地形条件导致对外交通联系较少,传统村落受外来影响小,众多的传统村落得以保留。

2.2 可达性空间特征

传统村落的可达性可衡量外界进入村落的难易程度。本文采用最短时间距离模型计算可达性,分别测算 182 个陕西省国家级传统村落到研究范围内 107 个县城、1 398 个乡镇的可达性水平。

为分析传统村落可达性的空间分布特征及其差异,按照最短时间距离划分可达时间等级,利用 ArcGIS 软件对陕西省国家级传统村落的可达性进行可视化处理。通过测算得出县级和镇级尺度下各传统村落的可达性均值为 363. 97 min 和 377. 86 min,可达性空间格局基本相似,陕西省国家级传统村落的可达性等级总体上呈现以关中地区为中心的阶梯状向四周递减的圈层式结构(见图 2)。具备较高可达性的区域主要分布在关中中部的西安市、咸阳市和渭南市,而陕北地区和陕南地区的可达性相对较差。这与自然地理条件、道路基础设施和经济发展水平密切相关。



(a) 传统村落县级可达性

(b) 传统村落镇级可达性

图 2 陕西省国家级传统村落的县级和镇级可达性的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of county, and town-level accessibility of national-level traditional villages in Shaanxi Province

同时,高可达性的传统村落与陕西省经济地理空间格局具有明显耦合性,这些传统村落所在地区的地理区位、道路基础设施和经济发展水平具有明显优势,人口密度较高、经济活动相对较为活跃。

3 传统村落可达性的影响因素及空间分异

3.1 OLS 回归结果

陕西省各国家级传统村落交通可达性为被解

释变量。参考已有研究^[29-30],选取传统村落所在地高程、坡度、近水体最短距离、路网密度和河网密度等5项指标作为解释变量。为避免指标出现多重共线性,引起模型拟合错误,首先,计算回归模型参数的方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)。结果表明,VIF最大值是1.28,远小于7.5,变量未出现多重共线性问题,5项指标均可作为解释变量。其次,建立OLS经典线性回归模型初步测度解释变量对被解释变量的影响。由表1可知,传统村落县级和镇级可达性均受到高程和近水体最短距离的显著影响,其中高程均通过了1%的显著性检验。此外,传统村落县级可达性还受到坡度的显著影响。

表1 传统村落可达性 OLS 回归结果
Tab.1 OLS regression results for traditional village accessibility

模型参数	县级系数 (<i>t</i> 值)	镇级系数 (<i>t</i> 值)
截距	5.054 *** (14.742)	5.307 *** (16.309)
高程	0.001 *** (3.143)	0.001 *** (3.108)
坡度	0.023 ** (2.008)	0.021 (1.973)
近水体最短距离	-0.004 ** (-2.384)	-0.01 ** (-2.124)
路网密度	-0.022 (-1.203)	-0.017 (-0.981)
河网密度	-0.021 (-0.726)	-0.016 (-0.597)
<i>R</i> ²	0.134	0.129
Adjusted <i>R</i> ²	0.111	0.105
Jarque-Bera Test	7.117	25.632
AICc	695.869	676.804

注:***表示在1%水平上显著,**表示在5%水平上显著,*表示在10%水平上显著。

本文使用Jarque-Bera检验方法考察样本数据是否具有符合正态分布的偏度和峰度的拟合优度。县级和镇级尺度Jarque-Bera检验结果不显著,可知县级和镇级尺度下的回归方程均服从正态分布假设,可以进行下一步的GWR模型参数

回归。

3.2 GWR 回归结果

借助GWR模型进一步分析地理位置对传统村落可达性水平的影响。运算得出县级和镇级尺度下传统村落可达性水平的Moran's *I* 值分别为0.72和0.65,*Z* 得分为16.32和14.68,*p* 值均为0.00,可得知不同尺度下传统村落的可达性水平存在显著的空间集聚特征。

运用GWR 4软件构建GWR模型,选择Adp-tive bi-square为权重函数,带宽确定准则选择AICc,输出得到回归结果(见表2)。县级尺度和镇级尺度GWR模型的AICc值分别为575.854和575.332,远小于一般OLS回归产生的AICc值695.869和676.804。县级和镇级尺度的矫正模型优度(Adjusted *R*²)分别为0.603和0.549,均高于OLS回归的总体拟合优度0.111和0.105。因此,本研究使用的GWR模型结果更优。

表2 GWR 模型结果
Tab.2 Results of GWR model

模型参数	参数值(县级)	参数值(镇级)
Bandwidth	62.012	60.012
AICc	575.854	575.332
Sigma	1.065	1.072
<i>R</i> ²	0.687	0.644
Adjusted <i>R</i> ²	0.603	0.549

为探究各变量对传统村落可达性的影响,对GWR模型分析结果进行整理,分别选取最小值、上四分位数、中位数、下四分位数、最大值和平均值6个统计项目绘制表3。GWR各变量的回归系数的平均值反映了各因素对可达性的平均贡献程度。变量的回归系数有正有负,回归系数为正说明该变量对传统村落可达性产生正向影响,反之亦然。

GWR回归结果表明,县级和镇级尺度下,高程、坡度和近水体最短距离的回归系数较大,且回归系数的波动较大,表明3个变量对传统村落可达性空间分布有较大影响。同时高程、坡度和近水体最短距离的回归系数有正有负,表明这3个变量对部分地区的传统村落可达性有正向促进作用,对部分地区的传统村落可达性有负向牵制作用。

表 3 GWR 模型结果统计
Tab. 3 Statistics of geographical weighted regression model results

变量	层级	高程	坡度	近水体最短距离	路网密度	河网密度
最小值	县级	-0.000 86	-0.025 35	-0.000 07	-0.465 16	-0.488 93
	镇级	-0.001 10	-0.021 45	-0.000 08	-0.433 46	-0.407 81
上四位分数	县级	0.000 67	0.017 47	-0.000 01	-0.007 19	0.057 71
	镇级	0.000 07	0.017 97	-0.000 03	-0.004 75	0.050 86
中位数	县级	0.000 26	0.009 26	-0.000 03	-0.029 25	0.005 91
	镇级	0.000 19	0.006 30	-0.000 02	-0.021 73	0.011 22
下四分位数	县级	-0.000 16	-0.021 56	-0.000 05	-0.058 85	-0.034 14
	镇级	-0.000 25	-0.018 45	-0.000 05	-0.052 18	-0.031 42
最大值	县级	0.001 57	0.088 20	0.000 03	0.031 93	1.095 67
	镇级	0.001 82	0.083 67	0.000 04	0.030 36	0.888 17
平均值	县级	0.000 26	0.004 31	-0.000 03	-0.047 71	-0.021 37
	镇级	0.000 23	0.004 56	-0.000 02	-0.040 65	0.015 76

3.3 影响因素的空间异质性

采用 ArcGIS 软件对 GWR 模型结果中各变量的回归系数进行可视化分析,得到各变量系数的空间分布图,进而研究各变量影响效应的空间差异。

3.3.1 高程

绘制山体高程与传统村落的叠加图〔见图 3(a)〕。运用栅格提取技术得到各个传统村落的高程,最高地势属西安市周至县厚畛子乡老县城村,高程达 1 758 m。而渭南市华阴市岳庙街道双泉村的高程只有 344 m。得出陕西省国家级传统村落的高程极值差异较大。

县级尺度下,高程的回归系数有正有负,但高程与传统村落可达性基本呈现正相关关系〔见图 3(b)〕。正值区集中分布在关中西部及关中渭南东北部、陕北延安市及榆林东部、陕南。负值区集中分布在关中渭南中西部、陕南安康西部、陕北榆林西部。正值区地形类型多样,包括平原、高原及山地。

镇级尺度下,高程对传统村落可达性是正负向影响并存,且市际差异较大,形成以陕北榆林西北部和关中渭南中部为核心向外逐渐递增的圈层结构〔见图 3(c)〕。高程回归系数负值集中在关中渭南中西部、陕北榆林南部,表明上述两个地区的绝大部分传统村落可达性受到高程的阻碍。其

原因可能是榆林南部地处黄土高原丘陵沟壑区,较高的周边地势影响了传统村落可达性,而渭南受到华山山脉影响,致使部分传统村落可达性的水平较低。

将传统村落可达性数值进行对比可发现,村落的高程与传统村落的可进入程度具有明显耦合关系,即高程较高的传统村落的可进入程度较差。高程对传统村落可达性的影响程度较大,且影响程度与高程大小相关。

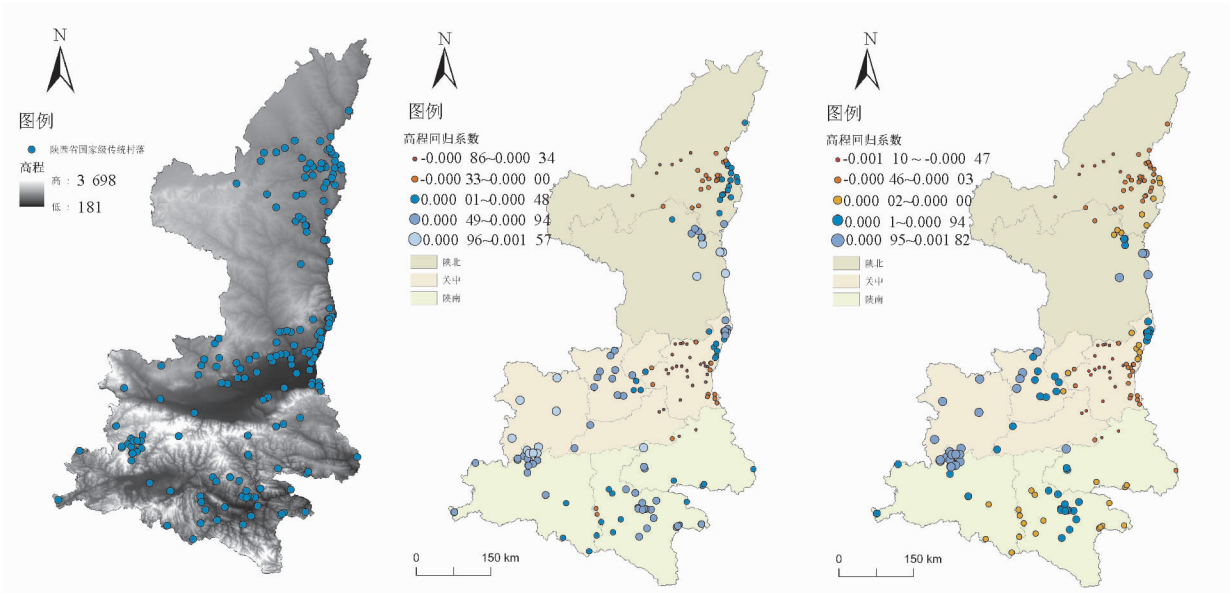
3.3.2 坡度

坡度对传统村落可达性具有重要影响。将坡度与传统村落空间数据在 ArcGIS 软件中进行叠加,进一步分析坡度对传统村落可达性的影响,如图 4(a)。

县级尺度下,坡度对传统村落可达性水平的影响呈现较为显著的正向与负向空间分区特征〔见图 4(b)〕。回归系数呈现以陕南商洛为核心向外逐渐递减的圈层结构,即陕南商洛受坡度的影响最强。陕南商洛的坡度最高为 16.19°,较高的坡度降低了传统村落可达性水平。由于高值区的坡度相对较高,坡度的降低对提高传统村落的可进入性水平效果显著。回归系数最高值每提升 1 个坡度水平,传统村落交通可达时间数值将减少 0.088 min,即降低坡度,传统村落的可进入程度将会得到大幅度提升。

对比图 4(a) 和 4(b) 可知,回归系数高值区部分集中在坡度相对较高的地区。总体来说,分布在关中地区的传统村落坡度与传统村落可达性

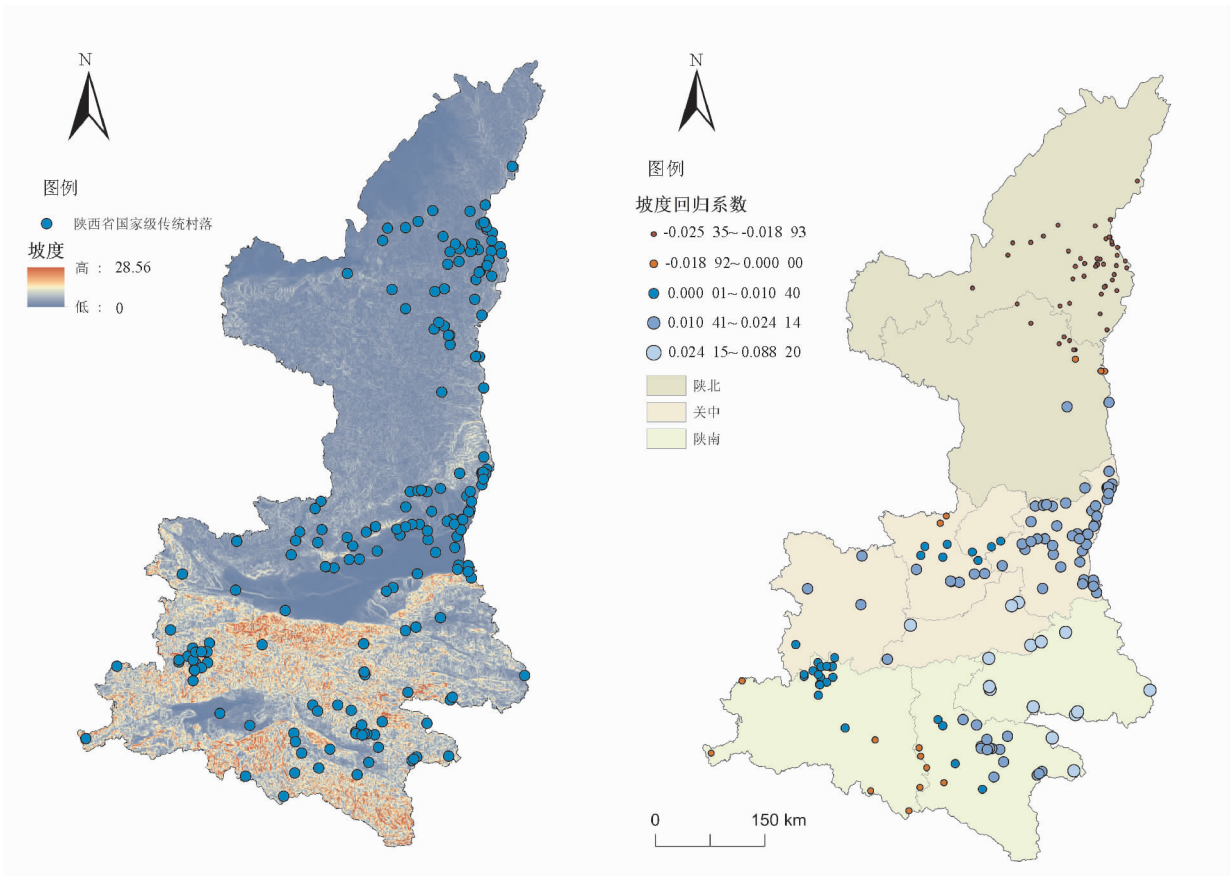
水平相耦合,即交通出行便利的关中地区传统村落具有较高的可达性水平。



(a) 传统村落与高程空间分布 (b) 县级尺度高程回归系数 (c) 镇级尺度高程回归系数

图3 高程对可达性影响的空间分异

Fig.3 Spatial differentiation in the effect of elevation on accessibility



(a) 传统村落与坡度空间分布 (b) 县级尺度坡度回归系数

图4 坡度对可达性影响的空间分异

Fig.4 Spatial differentiation in the effect of slope on accessibility

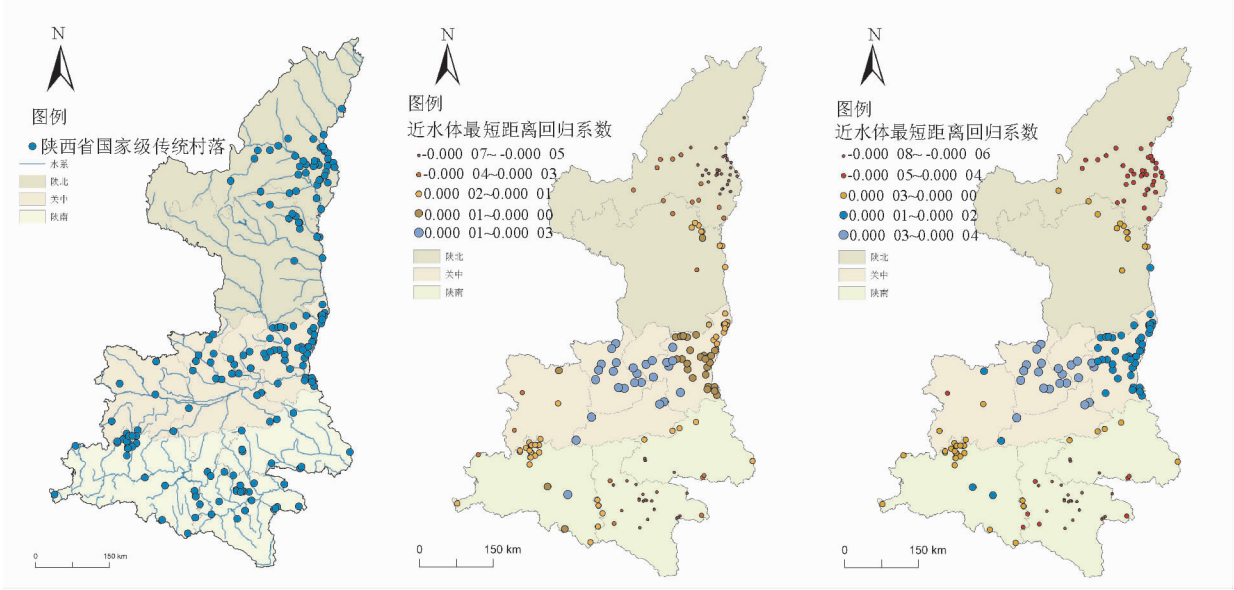
3.3.3 近水体最短距离

陕西省地跨黄河和长江两大流域,全省境内河流众多。利用 ArcGIS 10.7 软件绘制各水体与传统村落的叠加图〔见图 5(a)〕。从图中可观察到陕西省传统村落的空间分布存在明显的依水系发展的特征,大多传统村落分布在各水系两侧,已有研究也有类似发现^[33]。陕北、关中的传统村落分布在黄河支流附近,陕南传统村落聚集在长江支流——汉江、嘉陵江周围。陕西省传统村落大多集中在河边并沿河散布。沿河流分布的传统村落,可获得河流提供的水资源进行农业生产,因而获得了更好的生产和发展机会。

县级尺度下,近水体最短距离对传统村落可达性水平的影响基本呈现负相关效应〔见图 5(b)〕。即河流的存在对传统村落的可进入性具有限制作用。从回归系数的空间分布来看,正向影响主要分布在关中中部,负向影响分布在关中

东部、陕南汉中及安康、陕北,主要原因是河流能为村民生计发展提供充足水源,成为传统村落选址的必要条件,但河流往往是高原和山地地区道路建设的阻碍。河流的阻隔加上所处的地形导致道路系统的修筑成本增加,进而影响可达性。因此,陕北和陕南大部分距河流较近的传统村落可达性较差。

镇级尺度下,近水体最短距离对传统村落可达性影响的正负向效应并存〔见图 5(c)〕。回归系数基本呈现从陕南和陕北向中部逐步递减的趋势。关中中部及东部、陕北延安东南部、陕南汉中中部具有正相关效应。而关中宝鸡、陕北榆林以及延安北部、陕南安康及商洛具有负相关效应。正向效应集中分布区的回归系数绝对值较低,即随着与水体最短距离的增加,该区域的可进入性水平对近水体最短距离的敏感性减弱。



(a) 传统村落与水系叠加图 (b) 县级尺度近水体最短距离回归系数 (c) 镇级尺度近水体最短距离回归系数
图 5 近水体最短距离对可达性影响的空间分异

Fig. 5 Spatial differentiation in the effect of distance to neighboring rivers on accessibility

4 结论与讨论

4.1 结论

传统村落作为重要历史文化遗产和文化旅游资源,分析其可达性及影响因素对于促进传统村落所在地区的社会经济发展和文化传承具有重要意义。本文以 182 个陕西省国家级传统村落为研究对象,分析了传统村落的空间分布和可达性特

征,运用回归模型分析了传统村落可达性的影响因素,并基于 GWR 模型深入揭示了各影响因子的空间异质性。主要结论如下。

- 1)陕西省国家级传统村落呈集聚型空间分布特征,在空间上形成了 4 个主要的空间集聚区,分别是陕北中东部传统村落集聚区、关中东北部传统村落集聚区、陕南中南部传统村落集聚区以及陕南西北部传统村落集聚区。
- 2)陕西省国家级传统村落的可达性呈现出

以关中为中心阶梯状递减的趋势。各国家级传统村落的可达时间等级在空间上呈连续的圈层式分布,高可达时间等级的传统村落主要分布在关中中部地区,而其他可达时间等级的传统村落则依次分布于外围地区。

3)不同空间尺度下,传统村落可达性与影响因素间存在着较强的空间不稳定性。县级尺度下,高程对传统村落可达性基本呈现正相关关系;坡度对传统村落可达性水平的影响呈现以陕南商洛为核心向外逐渐递减的圈层结构;近水体最短距离对传统村落可达性水平的影响基本呈现负相关效应。镇级尺度下,高程对传统村落可达性水平的影响呈现以榆林西北部和渭南中部为中心向外围圈层逐渐增强的特点;近水体最短距离对传统村落可达性水平的影响基本呈现从陕南和陕北向中部逐步递减的趋势。

4)高程、坡度和近水体最短距离是陕西省国家级传统村落可达性的主要影响因素,且在不同地区具有不同的影响效应。高程是影响关中传统村落可达性的主要因素;影响陕北地区传统村落可达性的因素较多,包括高程以及近水体最短距离;坡度是影响陕南传统村落可达性的主要因素。

4.2 讨论

生态文明建设和乡村振兴背景下,传统村落的保护和利用面临着前所未有的机遇和挑战。交通作为地区发展的前提条件,是支撑传统村落保护和利用的基础。完善传统村落交通基础设施,提升可达性水平对于传统村落的保护利用至关重要。结合本文发现,从可达性的影响因素入手,可探究不同传统村落保护与振兴的差异化路径。

高程是影响关中传统村落可达性的主要因素。对于高程较低、容易进入的传统村落,可以采取优先发展策略。相关管理部门应积极整合各方资源,充分挖掘传统村落的文化资源,形成有机整体,全力打造生态旅游、全域旅游。对高程较高的传统村落,需要加强对其独特优势的深入挖掘与宣传,同时通过旅游线路规划设计,充分依托周边景点的带动辐射作用,与周边区域景点连接成旅游产品共同推向市场。

影响陕北地区传统村落可达性的因素较多,需制定有层次的发展策略来改善该地区传统村落可达性。坡度是影响陕南传统村落可达性的主要因素,建议依据坡度的高低,差异化构建传统村落的重点保护系统,从而为有目标、有层级地改善传

统村落的可达性夯实基础。

本文还存在以下不足。在探究陕西省国家级传统村落可达性时,将传统村落抽象为点要素,忽视了传统村落的内在价值和外在吸引力。未来研究可以对陕西省国家级传统村落的价值进行梳理,从不同价值层面对传统村落可达性及其影响因素进行研究。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 住房城乡建设部文化部财政部关于公布第一批列入中国传统村落名录村落名单的通知[EB/OL]. (2012-12-20)[2015-06-19]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201212/20121219_212340.html.

[2] 陶伟,陈红叶,林杰勇. 句法视角下广州传统村落空间形态及认知研究[J]. 地理学报, 2013, 68(2): 209-218.

TAO W, CHEN H Y, LIN J Y. Spatial form and spatial cognition of traditional village in syntactical view: A case study of Xiaozhou Village, Guangzhou[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(2): 209-218.

[3] 康璟瑶,章锦河,胡欢,等. 中国传统村落空间分布特征分析[J]. 地理科学进展, 2016, 35(7): 839-850.

KANG J Y, ZHANG J H, HU H, et al. Analysis on the spatial distribution characteristics of Chinese traditional villages[J]. Progress in Geography, 2016, 35(7): 839-850.

[4] 刘大均,胡静,陈君子,等. 中国传统村落的空间分布格局研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 157-162.

LIU D J, HU J, CHEN J Z, et al. The study of spatial distribution of traditional villages in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(4): 157-162.

[5] 陈志文,胡希军,叶向阳,等. 中国传统村落有机体生长内在逻辑研究[J]. 经济地理, 2020, 40(11): 225-232.

CHEN Z W, HU X J, YE X Y, et al. Internal logic of organic growth in Chinese traditional villages[J]. Economic Geography, 2020, 40(11): 225-232.

[6] 杨丽婷,曾祯. 古村落保护与开发综合价值评价研究:以浙江省磐安县为例[J]. 地域研究与开发, 2013, 32(4): 112-116,122.

YANG L T, ZENG Z. Research on evaluation of ancient village's integrated value of the protection and development: A case study of Pan'an County of Zhe-

- jiang Province [J]. Areal Research and Development, 2013, 32(4): 112-116, 122.
- [7] 汪清蓉, 李凡. 古村落综合价值的定量评价方法及实证研究: 以大旗头古村为例[J]. 旅游学刊, 2006, 21(1): 19-24.
- WANG Q R, LI F. On the quantitative evaluation method of ancient village's comprehensive value and demonstration study[J]. Tourism Tribune, 2006, 21(1): 19-24.
- [8] 何艳冰, 张彤, 熊冬梅. 传统村落文化价值评价及差异化振兴路径: 以河南省焦作市为例[J]. 经济地理, 2020, 40(10): 230-239.
- HE Y B, ZHANG T, XIONG D M. Evaluation on cultural value of traditional villages and differential revitalization: A case study of Jiaozuo City, Henan Province [J]. Economic Geography, 2020, 40(10): 230-239.
- [9] 康晨晨, 黄晓燕, 夏伊凡. 传统村落文化遗产价值分级分类评价体系构建及实证: 以陕西省国家级传统村落为例[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2023, 51(2): 84-96.
- KANG C C, HUANG X Y, XIA Y F. Construction and empirical evidence of graded and classified evaluation system of traditional village cultural heritage value: A case of national traditional villages in Shaanxi Province [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2023, 51(2): 84-96.
- [10] 王云才, 郭焕成, 杨丽. 北京市郊区传统村落价值评价及可持续利用模式探讨: 以北京市门头沟区传统村落的调查研究为例[J]. 地理科学, 2006, 26(6): 735-742.
- WANG Y C, GUO H C, YANG L. The discussion on evaluation and sustainable development models of traditional villages in the western mountainous area of Beijing: A case study of traditional villages in Mentougou District of Beijing[J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26(6): 735-742.
- [11] 刘春腊, 刘沛林. 北京山区沟域经济建设背景下的古村落保护与开发研究[J]. 经济地理, 2011, 31(11): 1923-1929.
- LIU C L, LIU P L. Probe into protecting and developing ancient villages while constructing valley economy in the mountain area of Beijing[J]. Economic Geography, 2011, 31(11): 1923-1929.
- [12] 祁嘉华, 郑晔梅. 新农村建设语境中的古村落保护与发展: 以陕西为例[J]. 西安建筑科技大学学报(社会科学版), 2011, 30(6): 36-41.
- QI J H, ZHENG Y M. The preservation and development of ancient villages in the new rural construction: Taking Shaanxi as the example[J]. Journal of Xi'an University of Architecture & Technology (Social Science Edition), 2011, 30(6): 36-41.
- [13] 吴琳, 余建忠. 浙江传统村落空间特征与保护利用探索[J]. 城市发展研究, 2021, 28(3): 32-39.
- WU L, YU J Z. Exploration on the spatial characteristics and protection utilization of traditional villages in Zhejiang Province [J]. Urban Development Studies, 2021, 28(3): 32-39.
- [14] 许建和, 乐咏梅, 毛洲, 等. 湖南省传统村落空间格局影响因素与保护模式[J]. 经济地理, 2020, 40(10): 147-153.
- XU J H, LE Y M, MAO Z, et al. Influencing factors and protection modes of the spatial pattern of traditional villages in Hunan Province [J]. Economic Geography, 2020, 40(10): 147-153.
- [15] 邵秀英, 刘亚玲, 王向东, 等. 黄河流域传统村落旅游响应度及影响因素研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(6): 200-208.
- SHAO X Y, LIU Y L, WANG X D, et al. Tourism responsiveness of traditional villages in the Yellow River Basin [J]. Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(6): 200-208.
- [16] 陈刚. 发展人类学视角下西部地区民族地区传统村落旅游开发[J]. 旅游学刊, 2017, 32(2): 11-12.
- CHEN G. Spatial form and spatial cognition of traditional village in syntactical view: A case study of Xiaozhou Village, Guangzhou [J]. Tourism Tribune, 2017, 32(2): 11-12.
- [17] 李连璞. 基于多维属性整合的古村落旅游发展模式研究: 以历史文化名村为例[J]. 人文地理, 2013, 28(4): 155-160.
- LI L P. Tourism sustainable development of villages based on multiattributes: A case study of national historical cultural village [J]. Human Geography, 2013, 28(4): 155-160.
- [18] 黄卉洁, 苗红, 王云. 西北地区传统村落旅游开发潜力评价研究[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(6): 106-110, 117.
- HUANG H J, MIAO H, WANG Y. Research on the tourism development potential of traditional villages in Northwest China [J]. Areal Research and Development, 2021, 40(6): 106-110, 117.
- [19] 杨立国, 刘沛林, 林琳. 传统村落景观基因在地方认同建构中的作用效应: 以侗族村寨为例[J]. 地理科学, 2015, 35(5): 593-598.
- YANG L G, LIU P L, LIN L. The effect of traditional village landscape genes in construction place identity:

- Taking the Dong minority village as an example[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(5): 593-598.
- [20] 李伯华,石凯霞. 传统村落景观基因识别及其特征分析:以张谷英村为例[J]. *衡阳师范学院学报*, 2018, 39(3): 1-7.
- LI B H, SHI K X. Landscape gene identification and its characteristic analysis of traditional villages: A case study of Zhangguiling Villages[J]. *Journal of Hengyang Normal University*, 2018, 39(3): 1-7.
- [21] 陈焱,金凤君,陆玉麒,等. 京津冀地区陆路交通网络发展过程及可达性演变特征[J]. *地理学报*, 2017, 72(12): 2252-2264.
- CHEN Y, JIN F J, LU Y Q, et al. Development history and accessibility evolution of land transportation network in Beijing-Tianjin-Hebei region [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(12): 2252-2264.
- [22] 路海艳,赵鹏军,董亚宁,等. 高铁站可达性与城乡居民收入差异空间分异研究[J]. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 131-142.
- LU H Y, ZHAO P J, DONG Y N, et al. Accessibility of high-speed rail stations and spatial disparity of urban-rural income gaps [J]. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 131-142.
- [23] 陈洁,陆锋,程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述[J]. *地理科学进展*, 2007, 26(5): 100-110.
- CHEN J, LU F, CHENG C X. Advance in accessibility evaluation approaches and applications [J]. *Progress in Geography*, 2007, 26(5): 100-110.
- [24] 翟石艳,何新新,孔云峰,等. 基于最优供需分配的公共设施空间可达性分析[J]. *地理学报*, 2022, 77(4): 1028-1038.
- ZHAI S Y, HE X X, KONG Y F, et al. Measuring the spatial accessibility of public services by optimal supply-demand allocation[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(4): 1028-1038.
- [25] 全德,孙裔煜,谢苗苗. 基于改进高斯两步移动搜索法的深圳市公园绿地可达性评价[J]. *地理科学进展*, 2021, 40(7): 1113-1126.
- TONG D, SUN Y Y, XIE M M. Evaluation of green space accessibility based on improved Gaussian two-step floating catchment area method: A case study of Shenzhen City, China [J]. *Progress in Geography*, 2021, 40(7): 1113-1126.
- [26] 张忠训,杨庆媛,王立,等. 少数民族地区传统村落交通可达性分析——以贵州省铜仁市为例[J]. *资源科学*, 2018, 40(11): 2296-2306.
- ZHANG Z X, YANG Q Y, WANG L, et al. Traffic accessibility analysis of traditional villages in minority areas: A case study of Tongren City, Guizhou Province [J]. *Resources Science*, 2018, 40(11): 2296-2306.
- [27] 胡金龙,艾烨,郑文俊,等. 基于空间句法的桂林市传统村落可达性研究[J]. *西安建筑科技大学学报(社会科学版)*, 2022, 41(1): 38-46.
- HU J L, AI Y, ZHENG W J, et al. A Research on the accessibility of traditional villages in Guilin based on space syntax [J]. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology (Social Science Edition)*, 2022, 41(1): 38-46.
- [28] 窦银娣,彭姗姗,李伯华,等. 湖南省传统村落空间可达性研究[J]. *资源开发与市场*, 2015, 31(5): 554-558,583,641.
- DOU Y D, PENG S S, LI B H, et al. Study on spatial accessibility of traditional village in Hunan Province [J]. *Resource Development & Market*, 2015, 31(5): 554-558,583,641.
- [29] 付强,杨壮,董锁成,等. 河南省国家级传统村落空间可达性及影响因素研究[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*. 2021, 49(6): 82-90.
- FU Q, YANG Z, DONG S C, et al. Research on spatial accessibility and influencing factors of national traditional villages in Henan Province [J]. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, 2021, 49(6): 82-90.
- [30] 马勇,黄智洵. 基于GWR模型的长江中游城市群传统村落空间格局及可达性探究[J]. *人文地理*, 2017, 32(4): 78-85.
- MA Y, HUANG Z X. Research on spatial distribution and accessibility of the traditional village in the urban agglomeration on the middle reaches of the Yangtze River based on GWR model [J]. *Human Geography*, 2017, 32(4): 78-85.
- [31] FOTHERINGHAM A S, CHARLTON M E, BRUNSDON C. Geographically weighted regression: A natural evolution of the expansion method for spatial data analysis [J]. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 1998, 30(11): 1905-1927.
- [32] BRUNSDON C, FOTHERINGHAM A S, CHARLTON M E. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity [J]. *Geographical Analysis*, 1996, 28(4): 281-298.
- [33] MCMILLEN D P. Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships [J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(2): 554-556.