

基于地理探测器的黄土高原地区传统村落空间分异及影响因素研究 ——以晋陕黄河沿岸为例

薛靖裕¹, 高元²

(1. 西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055; 2. 西部绿色建筑国家重点实验室, 陕西 西安 710055)

摘要: 传统村落是中华文明的重要载体, 其空间分布及其影响因素研究, 一直以来是传统村落保护的重要方向, 地理探测器在空间分异方面的分析能够有效刻画影响因子对于传统村落空间分布作用关系。因此, 本文以整体性和关联性研究方法为理论基础, 通过核密度分析与地理探测器等模型, 系统构建了黄河晋陕沿岸传统村落空间分布影响因素指标体系, 分析了传统村落的多尺度下的空间分布特征及影响因素的作用机制。结果表明: ①在地域文化影响下, 黄河晋陕沿岸传统村落在空间分布上表现出明显的沿黄、沿边分布特征; ②黄河晋陕沿岸传统村落局部分异受到多因素共同作用, 且多为双因子增强型。同时, 通过对于主导因子的识别与解析, 对未来黄河晋陕沿岸已有传统村落整体性保护以及潜在传统村落识别与发现具有重要意义。

关键词: 黄河晋陕沿岸; 传统村落; 空间分布特征; 地理探测器

中图分类号: TU982

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2022)06-0873-08

Spatial divergence and influencing factors of traditional villages in loess plateau based on geodetector: A case study of the area along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

XUE Jingyu¹, GAO Yuan²

(1. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China

2. State Key Laboratory of Green Building in Western China, Xi'an 710055, China)

Abstract: Traditional villages are important carriers of Chinese civilization, and the study on their spatial distribution and influencing factors has always been an important direction for the protection of traditional villages. The analysis of Geodetector in spatial differentiation can effectively depict the effect of influence factors on the spatial distribution of traditional villages. Therefore, based on the research methods of integrity and relevance, this paper systematically constructs the index system of the influencing factors of the spatial distribution of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi through the models of nuclear density analysis and geodetector, and analyzes the spatial distribution characteristics of traditional villages at multiple scales and the mechanism of influencing factors. The results show that: (1) under the influence of regional culture, the spatial distribution of traditional villages along the Shanxi-Shaanxi bank of the Yellow River shows obvious characteristics of distribution along the Yellow River and along the edge of the river; (2) the local differentiation of traditional villages along the Shanxi-Shaanxi bank of the Yellow River is influenced by a combination of factors, and most of them are two-factor enhanced. At the same time, the identification and analysis of the dominant factors is of great significance for the future conservation of existing traditional villages along the Shanxi-Shaanxi bank of the Yellow River, as well as the identification and discovery of potential traditional villages.

Key words: area along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi; traditional villages; spatial distribution characteristics; Geodetector

收稿日期: 2022-11-08

修改稿日期: 2022-11-20

基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目(2022-XZ-38); 西部绿色建筑国家重点实验室自主研究课题(LSZZ202216); “十三五”国家重点研发计划课题(2019YFD1100904)

第一作者: 薛靖裕(1995—), 男, 博士生, 研究方向为本土城乡规划理论与方法、文化遗产保护规划等。E-mail: 753622790@qq.com

通信作者: 高元(1988—), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为本土城乡规划理论与方法、文化遗产保护规划等。E-mail: 912865617@qq.com

黄土高原地区是中国传统村落的集中连片区之一,然而长期以来的快速城镇化进程中,这些传统村落仍然是以各自发展为主,未能从区域整体层面进行统一谋划,传统村落集群优势尚未显现,亟需以系统性思维来寻求区域传统村落保护传承与发展的路径。由此,黄土高原地区传统村落集群空间分异特征是急需解决的首要问题。

近年来,已有学者从国家、流域、省域等多个空间尺度,应用最邻近指数、核密度分析等方法探讨了传统村落的空间分布特征^[1-3]。但是,针对特征的影响因素研究的定性多定量少,难以客观真实的反映空间分布特征与影响因子间的作用关系。与此同时,针对一定区域内传统村落整体研究,从重视遗产的整体性保护^[4]、加强关联性研究^[5]以及集群式保护^[6]等多个角度,探讨了传统村落整体性问题,对于研究空间分布特征及其影响因素提供的新的视角。其次,地理探测器^[7]模型的出现,提供了自变量与多重因变量、因变量间相互作用的系统分析方法,解决了常见的空间分布研究中常见的共线性问题,对于空间分布特征及其影响因素的相互作用关系的研究有着较高的应用价值。

因此,本文以黄土高原地区传统村落分布最为密集的晋陕两省黄河沿岸传统村落为研究对象,以整体性^[4,6,8-9]与关联性^[5]为切入点,融合地理地貌、气候、经济、人口等多源数据,利用地理探测器开展黄河晋陕沿岸传统村落空间分布特征及其影响因素研究,以期乡村振兴战略实施试点村落的选取提供决策支持,以及对潜在传统村落识别与发现提供相关参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

晋陕黄河沿岸的传统村落是黄土高原地区内传

统村落的主要聚集区,由于黄河两岸地形复杂,两岸的传统村落与黄河的关系也多种多样。因此,本文所指黄河沿岸为传统村落的所在县直接与黄河相邻,其行政边界内各类城乡建设的选址、建设或景观受黄河的直接或间接影响。因此,本研究主要以晋陕黄河沿岸传统村落为研究对象,共涉及晋陕沿岸28个市县,95个传统村落,具体村落分布位置见图1。



图1 晋陕黄河沿岸传统村落分布

Fig. 1 Distribution of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

1.2 研究框架

本文通过对类型化后的影响因子与传统村落空间分布密度数值,在地理探测器中通过对多尺度单因子分析与多因子耦合分析,研究不同影响因子对于传统村落空间分布密度数值的解释程度以及因子间的相互作用。依据影响因子的解释度确定主导因子并对其作用关系进行分析,见图2。

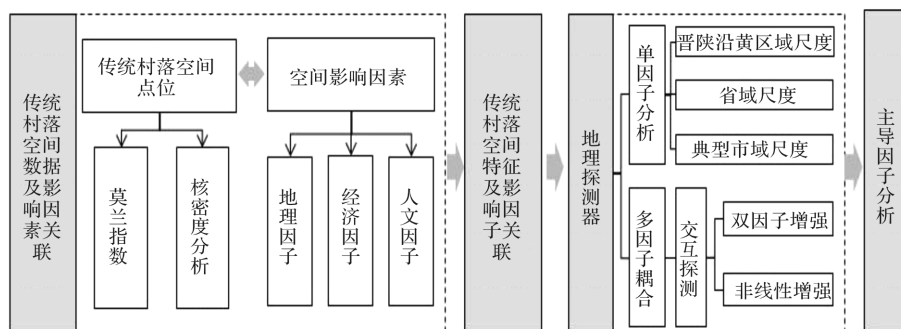


图2 研究框架

Fig. 2 Research framework

1.3 研究方法

首先通过“莫兰指数”判断一定范围内的空间实体是否在空间中表现出聚集特征。其次, 利用核密度分析计算一定范围内任意一点要素周围一定邻域

范围内, 可观测到的数据的密度来体现研究要素的空间分布特征, 并利用自然间断的方式对其聚集程度进行分级。最后, 利用地理探测器模型来判别空间分布特征与其潜在的影响因素间的相互关联性。

表 1 研究方法
Tab. 1 Research methods

研究方法	计算公式	公式说明
莫兰指数	$I = \frac{n}{s_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$	式中: Z_i 是要素 i 的属性与其平均值 $(x_i - \bar{X})$ 的偏差; w_{ij} 是要素 i 和 j 之间的空间权重; n 等于要素总数; s_0 是所有空间权重的聚合。
核密度分析	$P_i = \frac{1}{n\pi R^2} \times \sum_{j=1}^n k_j \left(1 - \frac{D_{ij}^2}{R^2}\right)^2$	式中: k_j 为传统村落 j 距离黄河距离的倒数, D_{ij} 为传统村落 i 与传统村落 j 之间的距离; R 为规则区域带宽; n 为带宽 R 范围内传统村落数量。 P_i 值越大, 核密度越高, 表明传统村落 i 附近的传统村落分布越密集、形成与黄河密切相关。
地理探测器	$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2$	式中: L 为因变量 Y 或自变量 X 的分层, 即分类或分区 N_h 和 σ_h^2 分别为层 h 内的单元数和方差; N 和 σ 分别为研究区整体的单元数和方差。 q 值的取值范围为 $[0, 1]$, 数值越大说明自变量对因变量的解释力越强。

1.4 指标体系

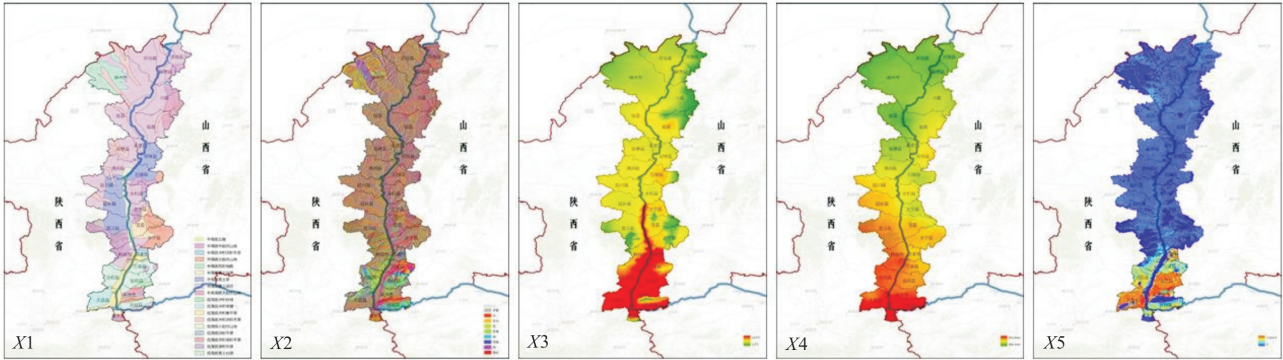
基于以往对于全国、省域等多尺度传统村落空间分布影响因素研究中提出的地形^[1]、社会经济^[3]、线性遗产^[3]、人文社会^[10]等因素, 本文对

于黄河晋陕沿岸传统村落空间分布影响因子主要从地理因子、经济因子、人文因子三方面构建(表 2 与图 3)。

表 2 传统村落空间分布影响因子
Tab. 2 Influencing factors of spatial distribution of traditional villages

因子类型	影响要素	指标	指标释义
地理因子	地形条件	X1: 地貌类型 ^[11]	提取传统村落所在区域的地貌类型
		X2: 坡向	提取传统村落的坡向
	气候变化 ^[12]	X3: 气温变化量/℃	提取传统村落的年平均气温
		X4: 降水变化量/mm	提取传统村落的年平均降水量
经济因子	耕地条件 ^[13]	X5: 农田生产潜力/kg · ha ⁻¹	提取传统村落村域范围内耕地生产潜力
	人口条件 ^[14]	X6: 人口密度/人 · km ⁻²	提取传统村落所处区域人口密度
	经济条件 ^[15]	X7: 人均 GDP/万元 · km ⁻²	提取传统村落所处区域人均生产总值
	区位条件	X8: 路网密度	衡量传统村落所处区域交通通达程度
文化因子	文化密度	X9: 文物保护单位富集度	提取传统村落所处区域历史文化遗产富集程度
	文化关联	X10: 距黄河空间距离	衡量传统村落与黄河的关联程度
	聚落景观 ^[16]	X11: 传统聚落景观区划	提取传统村落所处区域文化景观特征

注: 未标注来源的指标数据, 为笔者在 ArcGis Pro 软件中利用基础数据二次加工得到。



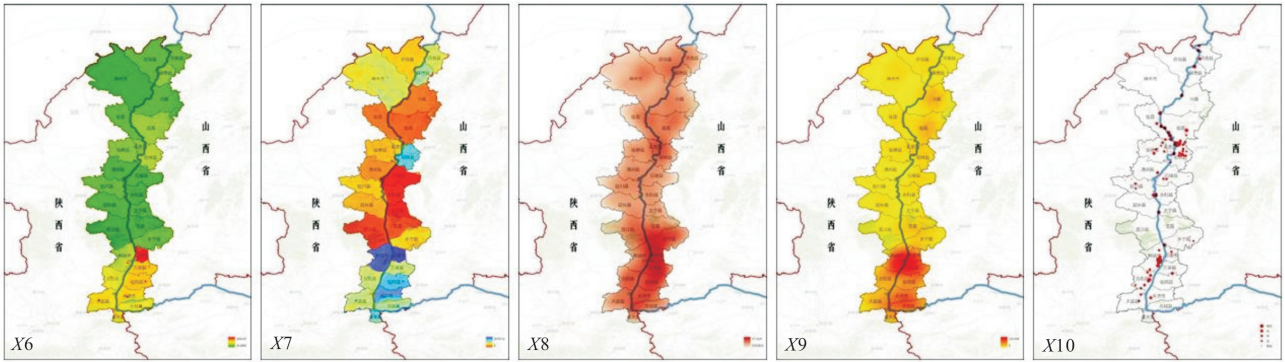


图3 影响因子图示

Fig. 3 Influencing Factors Illustrations

1.5 数据来源

本研究中传统村落数据主要来源于住房和城乡建设部先后公布的五批传统村落名录。由于研究区域面积过大传统村落面积过小,故将传统村落在空间中抽象为点,借助地理信息编码及 Arc-GIS Pro 工具,形成黄河晋陕沿岸传统村落数据库。此外,河流、路网、高程等数据来源于国家科技基础条件平台-国家地球系统科学数据中心 (<http://www.geodata.cn>),公里网格人口、GDP 等数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统(<http://www.resdc.cn>)。

2 黄河晋陕沿岸传统村落空间分布特征

莫兰指数分析结果(图4)显示晋陕黄河沿岸传统村落全局 Moran's I 指数为 0.439, p 值(P-Value)为 0.000, Z 值(standard score)8.54,说明晋陕黄河沿岸传统村落空间分布上具有明显的聚集特征,随机产生此类聚集模式的可能性小于 1%。同时,通过对于传统村落空间分布影响因子解析,可以发现晋陕黄河沿岸传统村落呈现出明显的“空间聚集性”和“空间指向性”两个特征。

2.1 空间聚集性

黄河晋陕沿岸主要分布在中高海拔地区,在此范围内地貌特征类型丰富,主要有黄土梁峁、黄土台塬、起伏山地、冲积平原等数十种地貌类型。其中,中海拔黄土梁峁、中海拔黄土塬、中海拔大起伏山地这三类地貌传统村落占比超过 71.91%,反映出传统村落在选址时具有明显的择地而居的倾向。究其原因主要是晋陕黄河沿岸所在区域处于季风气候区域,秋冬季节极易受到季风影响,因此,其选址大多集中在黄土梁峁、塬以及大起伏山地上,这类地表起伏多变易阻挡西北季风,秋冬季节区域小气候环境适宜居住。例

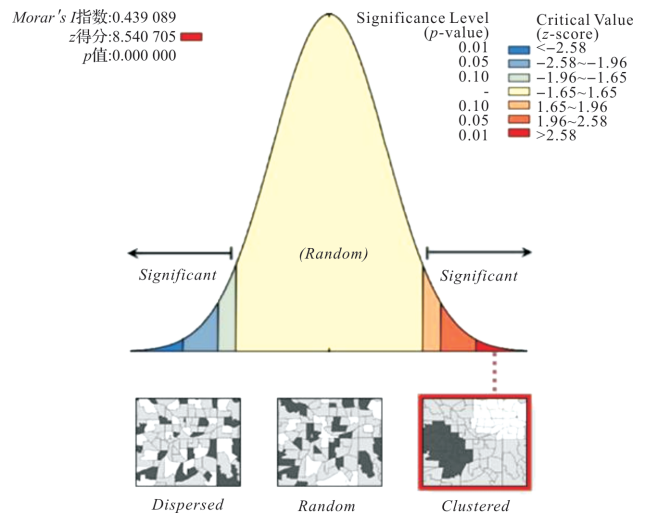


图4 黄河晋陕沿岸传统村落 Moran's I 分析

Fig. 4 Moran's I analysis of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

如,陕西省佳县泥河沟村,其选址位于典型的黄土梁峁区域山坳东南方向,利用山坳来调节秋冬季节西北季风的影响,以此来达到宜居的目的。

2.2 空间指向性

(1) 沿黄分布

黄河晋陕沿岸是一个同黄河发展、演变密切相关的区域,范围内传统村落的分布也表现出明显的黄河指向性。将传统村落点位数据与黄河干流矢量数据在 GIS 中进行最临近指数分析,利用自然间断法将相邻距离分为极近、近、中、远以及极远五个类别。其中极近、近的村落占 48.4%、中等距离村落占 22.1%,反映出黄河对于村落选址时的重要影响,本质是黄河晋陕区域的传统村落在过去大多是沿黄河渡口分布,以两岸间商贸、人力运输为谋生手段,从而产生了大量离黄河一定距离的村落。例如,山西省柳林县三交村,村落依黄河渡口码头而建,保存了完整的明清古街,是晋陕两岸沟通交流以及红军东渡的重要渡口之一,也是红军东渡后在山西省建立的第一个苏维

埃政权的所在地。

(2)沿边分布

区域内沿省、市、县行政边界一定范围内分布特征明显。利用省级行政边界,以 5 km 缓冲区分析发现,缓冲区内数量分别为 32 个、37 个,以 10 km 缓冲区分析发现,缓冲区内数量分别为 56 个、65 个。可以看出区域内传统村落整体分布趋向于晋陕省界,这与传统选址具有明显指向性有关。其次,也多数沿着市界、县界分布,这一点可能与行政边界临近区域整体发展相对落后整体更新速度较慢,因而村落格局、民居保护状况相对较好有关。

3 多尺度的传统村落空间分异机理

从区域总体空间分布特征可以看出,黄河晋陕沿岸传统村落空间分布上存在明显的空间分异特征,多数传统村落集中分布在中海拔黄土梁峁、黄土塬等特殊地域。为了定量研究黄河晋陕沿岸传统村落分异机理,本文运用地理探测器模型探测影响黄河晋陕沿岸传统村落空间分异的主导因子及其交互作用机理。

3.1 空间分异特征

在黄河晋陕沿岸传统村落聚类分布分析的基础上,进一步对传统村落进行整体核密度分析(图 5),发现晋陕黄河沿岸区域内出现两种分异的聚集特征,一是北部的佳县、吴堡县、绥德、临县、柳林县的团状聚集特征,二是南部的合阳县、韩城市、河津市、乡宁县的带状聚集特征,同时聚集度也没有北部聚集区高。在省域尺度中,山西、陕西两省的传统村落分布也表现出相异的特征,即陕西省沿岸传统村落聚集程度较高的分布在南部关中平原区域,而山西省沿岸传统村落聚集程度较高的分布在北部吕梁山区。

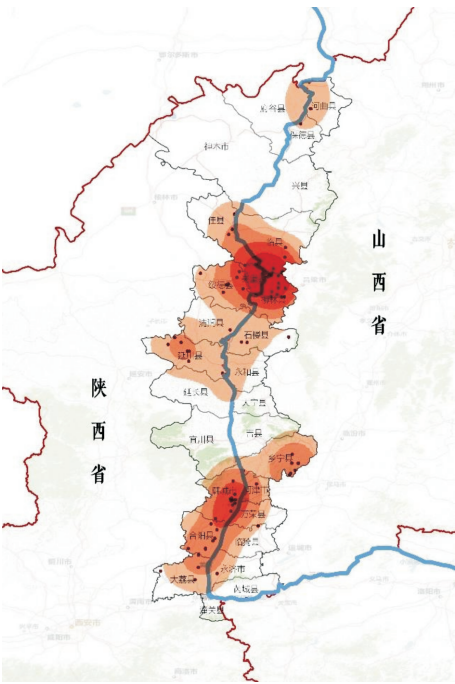


图 5 晋陕黄河沿岸传统村落核密度分析
Fig. 5 Nuclear density analysis of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

3.2 多尺度因子探测

因子探测可定量探测自变量对因变量的因子驱动力,通过比较因子驱动力大小识别某个要素空间分异的主导因子^[17]。将传统村落核密度值(Y)作为因变量,11 个影响因子作为自变量。在地理探测器中,因变量是数值量,自变量是类型量;当自变量是数值量时需要进行离散化处理,通过分级或分类方法将其转化成类型量。除自变量本身已是类型量的地貌类型($X1$)、坡向($X2$)、传统聚落景观区划($X11$)外,其余变量均采用自然间断法分为 8 类。

(1)晋陕黄河沿岸区域尺度

将晋陕黄河沿岸传统村落空间分布相关变量输入模型,因子探测结果如表 3 所示。

表 3 晋陕黄河沿岸传统村落空间分布因子探测结果

Tab. 3 Detection results of spatial distribution factors of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
q statistic	0.344	0.132	0.142	0.125	0.060	0.099	0.043	0.297	0.213	0.126	0.340
p value	0.000	0.256	0.012	0.017	0.557	0.042	0.575	0.000	0.024	0.028	0.000

注: q 值越大代表该因子驱动力越强, p 值越小代表结果越显著。

地貌类型($X1$)、聚落景观分区($X11$)、交通区位($X8$)、历史文化富集程度($X9$)是晋陕黄河沿岸传统村落空间分布的主要影响因子,对应的 q 值分别为 0.344、0.340、0.297、0.213,显著性较高,实验结果可靠。这表明晋陕黄河沿岸传统村

落空间分布主要受地理地貌、文化景观、交通区位、历史文化遗产等因素影响。除此之外,年平均降雨量、年平均气温以及距离黄河的空间距离均对晋陕黄河沿岸传统村落空间分布有一定影响,但驱动力相对较小。

(2) 省域尺度

在省域层面, 因子探测结果如表4, 与区域探测结果发生明显变化. 陕西省黄河沿岸传统村落分布主要驱动因素为地貌类型(X1)、年平均降雨量(X4)、交通区位(X8)、历史文化富集程度(X9)、距离黄河空间距离(X10); 山西省黄河沿岸传统村落分布主要驱动因素为交通区位(X8)、地貌类型(X1)、年平均气温变化(X3)、历史文化富集程度(X9)、聚落景观分区(X11).

与区域探测结果相对比, 两省份中地貌类型

(X1)、聚落景观分区(X11)、交通区位(X8)、历史文化富集程度(X9)均在重要影响因素中, 仅解释度有所差异, 这是地理空间尺度效应下导致的正常变化. 但是, 陕西省影响因子中年平均降雨量(X4), 距离黄河空间距离(X10)解释度增强的原因是因为陕西省黄河沿岸传统村落距离黄河平均距离小于山西省, 因而对年平均降雨量因子更为敏感. 山西省影响因子中年平均气温(X3)的解释度增强的原因是因为部分传统村落分布于中海拔大起伏山地, 因而对于年平均气温因子更为敏感.

表4 陕西省、山西省因子探测结果

Tab. 4 Factor detection results in Shaanxi Province and Shanxi Province

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
陕西省 q statistic	0.352	0.151	0.137	0.333	0.129	0.072	0.174	0.325	0.193	0.188	0.045
山西省 q statistic	0.420	0.130	0.263	0.165	0.093	0.177	0.026	0.495	0.255	0.204	0.251

(3) 典型市域尺度

因子探测需要足够的样本量支撑以及各因变量类型取值至少大于等于2, 陕西省、山西省满足此条件的省份有榆林市、延安市、渭南市、吕梁市、临汾市, 其中最为典型的为渭南市及吕梁市. 通过对两市传统村落分布进行因子分析发现, 吕梁市未见显著差异, 渭南市的驱动因子与区域、

省域有较大差异.

随着研究尺度的缩小, 个别影响因子解释度进一步放大. 在渭南市中历史文化富集程度(X9)成为传统村落的主导因子, 与区域内历史文化遗产要素富集具有较高的正相关; 人均GDP(X7)的作用也开始显现, 表现出负相关, 即传统村落越密集人均GDP(X7)越低.

表5 典型市域因子探测结果

Tab. 5 Detection results of typical local factors

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
渭南市 q statistic	0.697	0.480	0.449	0.226	0.436	0.170	0.636	0.676	0.868	0.616	0.076
吕梁市 q statistic	0.273	0.118	0.182	0.225	0.136	0.000	0.000	0.633	0.055	0.396	-

注: 吕梁市传统聚落景观区划(X11)自变量类型一致, 未参与计算.

3.3 多因子耦合分析

在单因子探测基础上, 进行晋陕黄河沿岸传统

村落空间分布多因子交互探测, 得到晋陕黄河沿岸传统村落空间分布分异的交互探测结果(表6).

表6 黄河晋陕沿岸传统村落分布分异的交互探测结果

Tab. 6 Interactive detection results of distribution and differentiation of traditional villages along the Yellow River in Shanxi and Shaanxi

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
X1	0.344										
X2	0.525	0.132									
X3	0.391	0.327	0.142								
X4	0.528	0.441	0.290	0.125							
X5	0.372	0.272	0.167	0.192	0.060						
X6	0.415	0.270	0.345	0.319	0.320	0.099					
X7	0.366	0.188	0.230	0.205	0.168	0.140	0.043				
X8	0.703	0.519	0.659	0.711	0.616	0.518	0.419	0.297			
X9	0.489	0.455	0.412	0.421	0.347	0.281	0.275	0.574	0.213		
X10	0.525	0.471	0.357	0.441	0.318	0.219	0.221	0.435	0.516	0.126	
X11	0.631	0.438	0.443	0.421	0.375	0.408	0.381	0.712	0.446	0.648	0.340

注: 正常字体表示单因子作用, 加粗表示交互作用类型为双因子增强, 斜体表示交互作用类型为非线性增强.

研究表明,双因子交互作用的驱动力均比单因子作用强,交互作用类型以非线性增强为主.与单因子作用相比,每个影响因子与其他因子共同作用时的 q 值均有不同程度升高.其中,聚落景观分区(X_{11})、交通区位(X_8)、地貌类型(X_1)对其他因子作用力较强,在相互作用时均出现了成倍的增强.进一步说明这三项重要影响因素对于传统村落分布选址的主导作用.

3.4 主要影响因素解析

结合传统村落评价认定指标体系,以及中国传统村落价值内涵,从多个方面解析地貌类型、传统聚落景观分区、交通区位以及历史文化富集度四个主要影响因素对于传统村落分布的主要作用方式:

(1)地貌类型

在黄河晋陕沿岸传统村落中,地貌类型是传统村落分布分异的主要驱动因子, q 值为0.344.从地貌类型与传统村落空间分布特征来看,主要有两方面影响,一是从海拔角度来看,黄河晋陕沿岸传统村落主要分布在中海拔(1 000~2 000 m)区域,二是从地貌角度来看,黄河晋陕沿岸传统村落主要分布在黄土梁峁、黄土塬以及大起伏山地这三类地貌上.综合推断,在中海拔黄土梁峁、中海拔黄土塬以及中海拔大起伏山地这三类型地貌中,地理空间普遍变化较大、空间层次丰富,更易产生较为丰富的村落空间格局,同时这三类地貌又容易产生相对独立的单元,村落空间格局较长时间内不易受到外界因素影响而发生变化.

(2)聚落景观分区

因子探测结果显示,聚落景观分区是对传统村落空间分布影响的次级因子, q 值为0.340.黄河晋陕沿岸主要位于晋陕豫黄土聚落景观区^[16],沿岸的传统村落聚落景观亚区的异同,主要反映出了村落选址、建筑建造等方面与山水人文环境利用方式方法的异同,体现了传统营建智慧的多样性.因而,聚落景观的异同能够体现黄河晋陕沿岸传统村落建筑建造以及选址方面的传统营建智慧,以及其所反映的科学、文化、历史、考古价值.

(3)交通区位

交通区位因子探测结果 q 值为0.297,且通过了显著性检验.从路网密度与传统村落分布的关系来看,两者存在着明显正相关关系,即路网密度越高的地方,传统村落分布越密集.侧面反映出传统村落营建之初在区位选址方面的智慧,同时交通区位较好的传统村落,也更容易保持其活性,是传统村落保护传承利用的重要支撑.

(4)历史文化富集度

历史文化富集度的 q 值为0.213,且通过了显

著性检验.从历史文化富集度与传统村落分布关系来看,两者具有高度的相关性.一般而言,村落内历史文化遗产越丰富或传统村落离历史文化遗产距离越近,越容易成为中国传统村落.同时,历史文化富集度也能够体现出传统村落文化的久远度与延续性,这两项内容对于传统村落的价值内涵具有重要的支撑作用.

4 结论与讨论

本文以黄土高原地区的黄河晋陕沿岸中国传统村落为研究对象,通过整体性与关联性的分析方法,构建了多尺度的空间分布影响因素分析框架.采用核密度分析、地理探测器等分析工具,分析了晋陕黄河沿岸传统村落空间分布特征及其影响因素.主要结论如下:

(1)受到地形地貌、历史文化富集等因素影响形成的地域文化景观特征,是区域内传统村落空间分布最主要影响因素,使晋陕黄河沿岸传统村落产生了沿边、沿黄的空间分布特征,体现出文化景观对于传统村落空间特色与风貌的直接影响以及空间选址上的智慧与经验,对于局部气候以及社会经济方面的综合考量;

(2)利用地理探测器进行多尺度的因子探测发现,地理因子、社会因子、文化因子在不同尺度上对于传统村落空间分布有着不同的影响力.同时具有多因子相互促进效应,通常表现出双因子增强,以及非线性增强的特征.

然而受村级行政边界、社会经济等数据获取难度较高,通常同大尺度的公里网格数据进行近似代替,因此,数据精度等因素往往会导致结果会出现一定程度的偏差.其次,各类影响因素与传统村落空间分布的作用是相互的,本文侧重于从影响因素来解释空间分布的特征.未来仍需进一步提高数据精度,并探讨空间分布对于影响因素的反作用,以此来精确刻画传统村落空间分布及其影响因素的相互关系.

参考文献 References

- [1] 许建和,柳肃,毛洲,等.中国传统村落的空间分布特征与保护系统方案[J].湖南大学学报(社会科学版),2021,35(2):152-160.
XU Jianhe, LIU Su, MAO Zhou, et al. Spatial distribution characteristics of traditional villages in China and protection system scheme [J]. Journal of Hunan University (Social Science), 2021, 35 (2): 152-160.
- [2] 赵宏波,魏甲晨,苗长虹,等.黄河流域历史文化名城名镇名村的空间分异与影响因素分析[J].干旱区资源与环境,2021,35(4):70-77.
ZHAO Hongbo, WEI Jiachen, MIAO Changhong, et al. Analysis of spatial differentiation and influencing

- factors of famous towns and villages in the Yellow River Basin [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2021, 35 (4): 70-77.
- [3] 董艳平, 刘树鹏. 基于 GIS 的山西省传统村落空间分布特征研究 [J]. *太原理工大学学报*, 2018, 49 (5): 771-776.
DONG Yanping, LIU Shupeng. Study on spatial distribution characteristics of traditional villages in Shanxi province based on GIS [J]. *Journal of Taiyuan University of Technology*, 2018, 49 (5): 771-776.
- [4] 赵中枢, 胡敏, 徐萌. 加强城乡聚落体系的整体性保护 [J]. *城市规划*, 2016, 40(1): 77-79.
ZHAO Zhongshu, HU Min, XU Meng. Strengthening the overall protection of urban and rural settlement system [J]. *City Planning Review*, 2016, 40 (1): 77-79.
- [5] 张兵. 历史城镇整体保护中的“关联性”与“系统方法”——对“历史性城市景观”概念的观察和思考 [J]. *城市规划*, 2014, 38(S2): 42-48, 113.
ZHANG Bing. “Relevance” and “systematic method” in the overall protection of historic towns—observation and reflection on the concept of “historic urban landscape” [J]. *City Planning Review*, 2014, 38 (S2): 42-48, 113.
- [6] 何依, 邓巍, 李锦生, 等. 山西古村镇区域类型与集群式保护策略 [J]. *城市规划*, 2016, 40(2): 85-93.
HE Yi, DENG Wei, LI Jinsheng, et al. Regional types of ancient villages and towns in Shanxi and cluster protection strategies [J]. *City Planning Review*, 2016, 40 (2): 85-93.
- [7] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望 [J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134.
WANG Jinfeng, XU Chengdong. Geographic detector: principle and prospect [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72 (1): 116-134.
- [8] 张松. 作为人居形式的传统村落及其整体性保护 [J]. *城市规划学刊*, 2017(2): 44-49.
ZHANG Song. Traditional villages as a form of human settlements and their holistic protection [J]. *Urban Planning Forum*, 2017 (2): 44-49.
- [9] 杨豪中, 韩怡. 陕北乡村传统建筑环境与乡土文化的整体性保护研究 [J]. *中国园林*, 2011, 27(10): 85-88.
YANG Haozhong, HAN Yi. Research on the integrity protection of rural traditional architectural environment and local culture in Northern Shaanxi [J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2011, 27 (10): 85-88.
- [10] 周扬, 黄晗, 刘彦随. 中国村庄空间分布规律及其影响因素 [J]. *地理学报*, 2020, 75 (10): 2206-2223.
ZHOU Yang, HUANG Han, LIU Yansui. The spatial distribution of villages in China and its influencing factors [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75 (10): 2206-2223.
- [11] 中科院地图集编辑委员会. 中华人民共和国地貌图集(1:100 万) [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 149.
Geomorphology Atlas of Chinese Academy of Sciences. Atlas of Geomorphology of People's Republic of China (1: 1 million) [M]. Beijing: Science Press, 2009: 149.
- [12] 徐新良, 张亚庆. 中国气象背景数据集 [DB/OL]. 北京: 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
XU Xinliang, ZHANG Yaqing. China meteorological background data set [DB/OL]. Beijing: Data Registration and Publishing System of Resources and Environmental Science Data Center of China Academy of Sciences, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
- [13] 徐新良, 刘洛, 蔡红艳. 中国农田生产潜力数据集 [DB/OL]. 北京: 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, 2017. [2022-04-20]. <http://www.resdc.cn>.
XU Xinliang, LIU Luo, CAI Hongyan. China farmland productivity potential data set [DB/OL]. Beijing: Data Registration and Publishing System of Resources and Environmental Science Data Center of China Academy of Sciences, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
- [14] 徐新良. 中国人口空间分布公里网格数据集 [DB/OL]. 北京: 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
XU Xinliang. Grid data set of kilometers of population spatial distribution in China [DB/OL]. Beijing: Data Registration and Publishing System of Resources and Environmental Science Data Center of China Academy of Sciences, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
- [15] 徐新良. 中国 GDP 空间分布公里网格数据集 [DB/OL]. 北京: 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
XU Xinliang. Grid data set of kilometers of GDP spatial distribution in China [DB/OL]. Beijing: Data Registration and Publishing System of Resources and Environmental Science Data Center of China Academy of Sciences, 2017. [2022-04-20]. <https://www.resdc.cn>.
- [16] 刘沛林, 刘春腊, 邓运员, 等. 中国传统聚落景观区划及景观基因识别要素研究 [J]. *地理学报*, 2010, 65 (12): 1496-1506.
LIU Peilin, LIU Chunla, DENG Yunyuan, et al. Study on landscape zoning and landscape gene identification elements of traditional settlements in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65 (12): 1496-1506.
- [17] 周扬, 李寻欢, 童春阳, 等. 中国村域贫困地理格局及其分异机理 [J]. *地理学报*, 2021, 76(4): 903-920.
ZHOU Yang, LI Xunhuan, TONG Chunyang, et al. The geographical pattern and differentional mechanism of rural poverty in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(4): 903-920.