

# Quantitative Analysis of Spatial Distribution Characteristics of Traditional Villages in Hunan Province

Yao Wang<sup>1</sup>, Sun Yuan<sup>1,\*</sup>, Yin Xi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Architecture, Tianjin University, Tianjin, China

<sup>2</sup>Institute of Urban Planning, Tianjin University Research Institute of Architecture Design and Urban Planning, Tianjin, China

## Email address:

tjyaowang@163.com (Yao Wang), sunyuan2019@tju.edu.cn (Sun Yuan), 664993267@qq.com (Yin Xi)

\*Corresponding author

## To cite this article:

Yao Wang, Sun Yuan, Yin Xi. Quantitative Analysis of Spatial Distribution Characteristics of Traditional Villages in Hunan Province. *Science Discovery*. Vol. 9, No. 6, 2021, pp. 290-296. doi: 10.11648/j.sd.20210906.13

**Received:** October 10, 2021; **Accepted:** November 9, 2021; **Published:** November 12, 2021

**Abstract:** This study takes 658 traditional villages in Hunan province as the research object. Relying on ArcGIS geographic information system, the traditional villages in Hunan province were abstracted into point sets with attribute information. By means of average nearest neighbor distance analysis, kernel density analysis and intercity distribution comparison, the basic geographical characteristics of traditional villages in Hunan province were summarized, that is, significant agglomeration distribution, three agglomeration areas and uneven intercity distribution. Multiple types of natural geographical factors were superimposed, such as elevation, slope aspect, slope, river, water systems, annual precipitation and annual average temperature, so as to analyze the impact of elevation topography, river system and climate conditions on village site selection. With the help of geographic detector tool, the correlation between elevation, slope, water system, annual average temperature, annual precipitation and village distribution was quantitatively analyzed. Through the analysis of correlation degree, interaction and single factor characteristics, it is concluded that natural geographical factors are related to village distribution and multiple factors interact with each other. Based on the quantitative analysis of interactions between traditional villages and the natural environment, the distribution characteristics of traditional villages have been summarized, providing reference for the subsequent systematic research and protection of traditional villages.

**Keywords:** Hunan Province, Traditional Villages, Spatial Distribution, Quantitative Analysis

## 湖南省传统村落空间分布特征量化分析

姚旺<sup>1</sup>, 孙源<sup>1\*</sup>, 尹茜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>天津大学建筑学院, 天津市, 中国

<sup>2</sup>天津大学建筑设计规划研究总院名城规划所, 天津市, 中国

## 邮箱

tjyaowang@163.com (姚旺), sunyuan2019@tju.edu.cn (孙源), 664993267@qq.com (尹茜)

**摘要:** 以湖南省658个传统村落为研究对象, 依托ArcGIS地理信息系统将传统村落抽象成为带有属性信息的点集, 通过平均最邻近距离分析、核密度分析与市际对比, 总结出湖南省传统村落显著集聚型分布、有三处集聚区且市际分布不均的基础特征; 叠加多种自然地理要素, 分析高程地形、河流水系以及气候条件对村落择址的影响; 再借助地理探测器工具, 量化分析自然环境要素中高程、坡度、水系、年均温、年降水与村落分布的关联性, 通过关联程度、交互作用和单因子特征分析, 得出自然地理要素与村落分布相关且要素间交互作用。从定量分析传统村落与自然环境的互动关系出发, 总结传统村落分布特征, 为后续传统村落的系统研究和保护提供参考。

**关键词：**湖南省，传统村落，空间分布，量化分析，关联性

1. 引言

传统村落是指民国以前建村，建筑环境、建筑风貌、村落选址与民俗民风未有较大变动，且至今仍为人们服务的乡村聚落[1]。作为我国农耕文明的纪实见证与历史记忆的物质载体，传统村落是隐性社会文明的显性空间实体，其空间分布是先民在特定的社会文化背景下与自然环境双向选择的结果展现[2]。2012年起，住房与城乡建设部共公布五批中国传统村落名录并据此指导传统村落的保护与发展工作[3]。名录中6819个传统村落是古代先民相地择址后，历经战乱、发展而遗存，且被当代价值观所选择的复杂结果[4]。

在国内外双循环与乡村振兴的新时期时代背景下，传统村落的整体性研究与针对性保护尤为重要[5]。近年来传统村落空间分布的研究已有众多进展与突破。人文地理、自然地理与传统村落分布的内在关系被广泛关注与定性分析。众多学者也聚焦于传统村落的时空分布、分异格局及其影响机制分析[6，7]。但就全国及省际层面的传统村落分布研究而言，多数仅从空间出发对现状地理分布特征进行揭示，鲜少有对空间分布的影响机制的定量探究。

湖南省地处长江中游、东南腹部，共658个村落入选中国传统村落名单，数量位列各省市第三，分布密度位列第五，表1。且湖南省跨越我国地势的第一、二阶梯，自然环境多样，村落分布具有研究代表性，图1[8]。

表1 全国传统村落分布及密度前五省份信息表。

省份	第一批	第二批	第三批	第四批	第五批	总计	省域面积(万KM <sup>2</sup> )	村落密度(个/万KM <sup>2</sup> )
浙	43	47	86	225	234	635	10.2	62.25
贵	90	202	134	119	180	725	17.6	41.19
闽	48	25	52	104	263	492	12.13	40.56
晋	48	22	59	150	266	545	15.63	34.87
湘	30	42	19	166	400	657	21.18	31.02

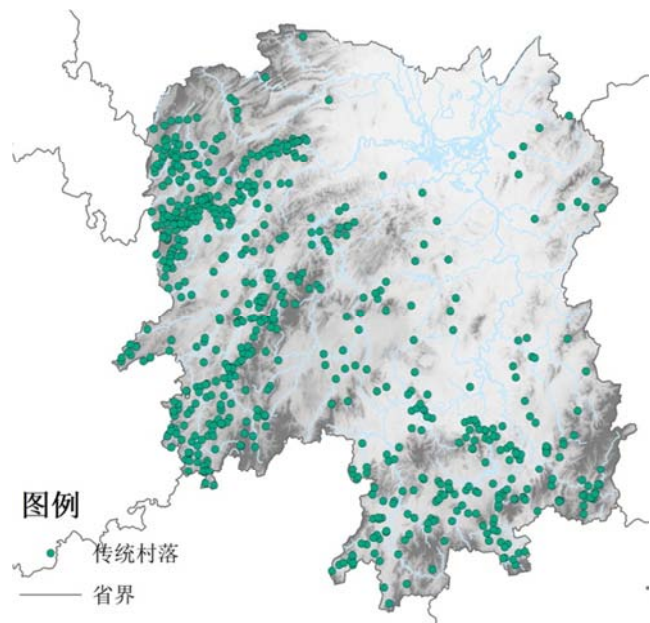
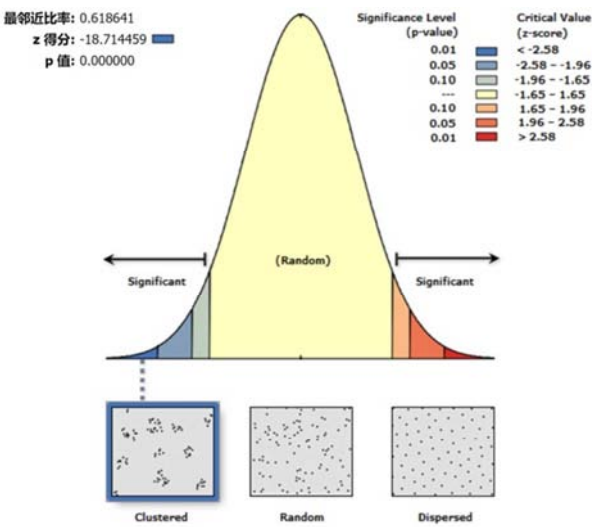


图1 湖南省传统村落分布。

本文依托ArcGIS地理信息平台，将658个湖南省传统村落抽象为带有属性信息的点集，采用定量和定性相结合的分析方法，分析传统村落空间分布的地理特性，进一步研究村落分布与自然地理要素间的空间关系与关联程度，探索传统村落遗存与选择的分布特征，为后续整体性保护实践提供参考。

2. 地理分布特征

地理学视角中点状要素有随机、均匀和集聚三种空间分布类型，本文采用最邻近距离的方法进行定量判别[9]。根据ArcGIS平台中的平均最邻近距离分析，采用欧几里得距离计算出湖南省传统村落分布的R值为0.619730小于1为凝聚型分布，Z分数为-18.632668，显著性水平p≈0，即随机产生此聚类模式的可能性小于1%，即说明前五批湖南省传统村落在省域范围内属于显著集聚分布类型。图2(a)



z 得分为 -18.714458775，则随机产生此 聚类 模式的可能性小于1%。

a 平均最邻近距离分析

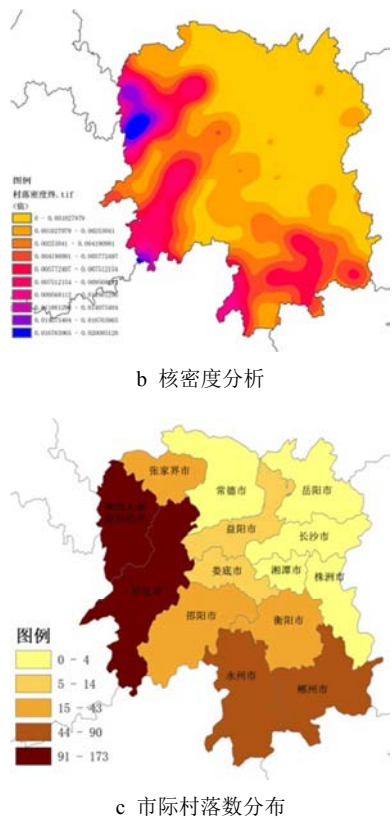


图2 地理分布特性分析。

核密度估计法是假设地理事件可以发生在空间的任一地点，但不同地理位置的发生概率不同。点密集则发生概率高，点稀疏则发生概率低[10]。根据ArcGIS平台中的核密度分析工具，由传统村落点集生成核密度图。由图可见，从湖南省整体来看，传统村落有3处明显的集聚区，村落最密集区域为湘西土家族土族自治县所在的湘西北山原山地区，次要密集区域为怀化市所在的湘西山区与永州、郴州市所在的湘南山区，其他区域的传统村落密度都较低，且密度最低值和最高值的极差较大。图2（b）

根据湖南省行政区划，梳理各市（区）传统村落分布数量[11]，可见：湘西土家族土族自治县传统村落数量最多，共172个，怀化市以169个位居其后，两市占据全省传统村落数量的51%；长沙、湘潭、常德市传统村落数量最少，均为3个。叠加市域面积后，根据分布密度的计算可见，湘西土家族土族自治县与郴州市的传统村落分布密度最高且与其他市悬殊较大，常德市密度最低，市际分布不均。图2（c）

3. 自然地理特性

因农耕生产生活的需求，传统村落的空间分布与自然地理环境中的高程地形、河流水系以及气候条件关系密切[12]，具体分析如下：

3.1. 高程地形

就高程叠加分析图可见，湖南省传统村落在地势较低的东北部地区分布稀少，在地势较高的西北部和南部地区分布密集；结合直方图可见，传统村落位于43-1500m海拔

范围内，且数量在240m的海拔附近达到最高值，随后呈现波动递减趋势，即随着海拔增加而分布减少。综合可知，传统村落整体集中于山地地区，但具体分布则位于山地中海拔较低的区域。

就坡向叠加与统计直方图可见，湖南省传统村落整体八个方位的坡向分布较为均匀，西向最多，东北向最少，但总体差异不大。就坡度叠加与统计直方图可见，湖南省传统村落所在地形均处于0.34°-52.77°坡度范围内，多数传统村落位于缓坡地带，且村落数量在坡度6°达到最高值随后波动递减，即随着坡度增加而分布减少。图3

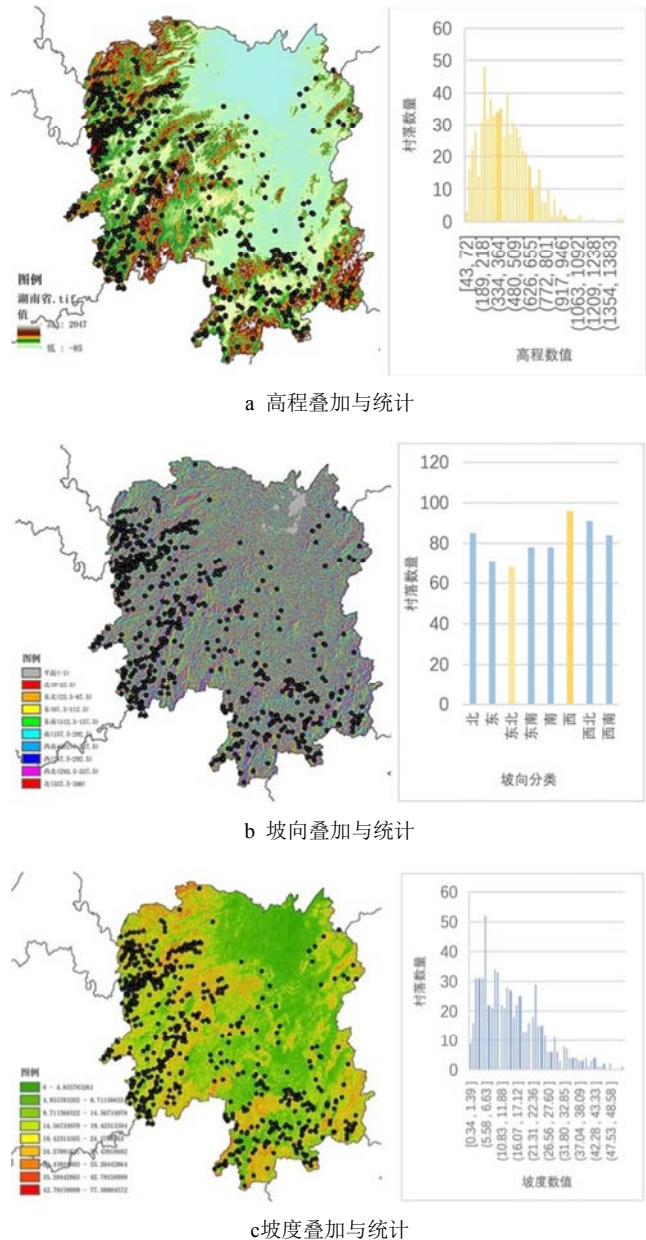


图3 高程地形要素叠加分析。

据以上现象，推测：

①湖南省东部地区交通便利、建设条件优良，多数历史村落较快发展为现代化城镇，而海拔高的西侧、南侧地



区因山脉阻隔而交通不便且用地较为有限、少数民族聚居，故保留着传统生活状态和历史风貌；

②山地地区传统村落择址会避开坡度大、海拔高的区域，而偏向于选择缓坡、海拔低的小起伏山地或中、低丘陵，但因山地地形的限制，对坡向无较强的要求。

### 3.2. 河流水系

根据湖南省河流与传统村落分布叠加分析可见，村落呈现依河散布的空间特征，且多避开干流。图4

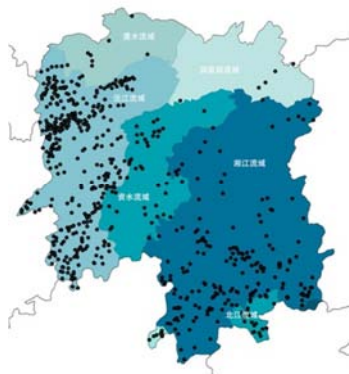


图4 河流叠加分析。

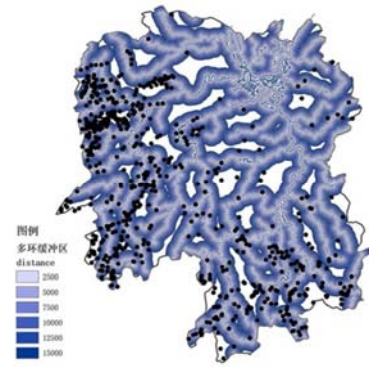
就流域叠加分析图可知，湖南省传统村落的分布在沅江流域最为密集，其次是湘江流域和资水流域。其中，澧水流域由于中上游与长江三峡属同一暴雨区，易涝易汛，故传统村落分布最为稀少；洞庭湖流域是著名的鱼米之乡，地势平坦、土壤肥沃、农业文明领先发展，可以推测此地历史聚落众多。但又因地理条件优良，也适合现代城市化的扩张，遗存的传统村落较少。图5

就河流缓冲区分析图可知，传统村落位于距离河流5000-15000 区间内的较多，少量村落位于河流的 5000 米缓冲区范围内。并且，位于河流 5000 米缓冲区范围内的传统村落多依附于低等级的小型支流，能够满足生产生活的用水需求又能保障防汛安全。图5

以上特征说明良好稳定的河流水系条件有利于传统村落的选址和持续发展，且村落择址既会考量生产生活的用水需求，又需要保障汛期安全、避免洪涝灾害。



a 流域叠加



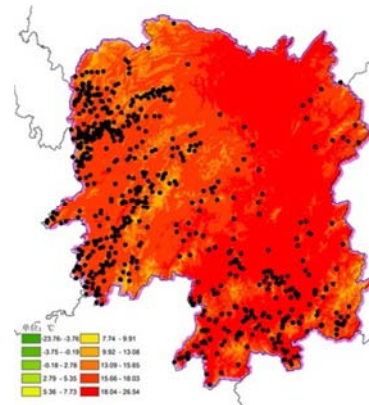
b 河流缓冲区

图5 河流水系要素叠加分析。

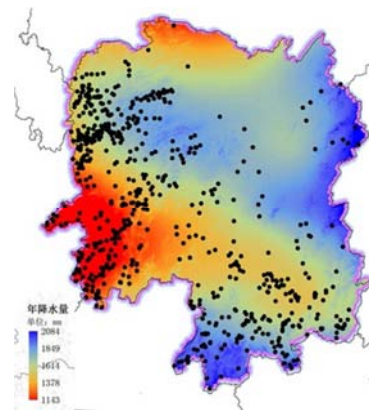
### 3.3. 气候条件

就年平均气温叠加图可见，湖南省地处中部且地势西高东低，故多数地区年平均气温都在15.66-18.03℃区间内，仅西部山区局部气温在7.74-15℃区间内，传统村落虽集中于山地，但避开气温低值的区域，位于气温适宜的区间内。

湖南为大陆性亚热带季风湿润气候，就年降水量叠加图可见，年降水量在1143-2084mm之内，呈现东多西少的分异状况，传统村落则集中于平均降水量较少的区域，以沅江流域为显著。图6



a 年平均温叠加



b 年降水叠加

图6 气候要素叠加分析。

据以上现象，推测：

- ①气候条件与村落分布的关联因先民对生活舒适度、农业种植需求的考量而产生；
- ②传统村落偏向于选择降水、气温适宜的区域；
- ③湖南省降水量较多的地区易于聚居地扩大发展，故历史村落遗存较少。

综上，湖南省传统村落多位于偏僻山区，但小范围内坡度、水源、气候条件良好，说明农业需求导向下自然环境对村落择址存在一定偏向性影响，但优越的自然环境在村落发展过程中则加速人口集聚、商业往来导致村落扩张更新，不利于传统村落的留存。

4. 要素关联性

自然地理中高程、坡度、坡向、水系、均温与降水等各要素与传统村落分布的关联程度以及关联模式有所区别[13]。采用地理探测器方法，分析各要素与村落分布的关联性，具体分析如下：

4.1. 方法与数据处理

地理探测器是探测空间分异性，以及揭示其背后驱动因子的统计学方法[14]。本文按照地理探测器基本原理<sup>①</sup>，以传统村落分布密度数值为因变量，将高程、坡度、坡向、水系、年均温与年降水[15]数据划分多级类型作为自变量，进行分异及因子探测<sup>②</sup>、交互作用探测<sup>③</sup>。

因变量数据处理步骤为依托Arcgis地理信息平台生成3000m分格的渔网及采样点，根据渔网将传统村落分布核密度数值进行分区统计，并将密度数值提取至采样点。

自变量数据处理步骤以高程数据为例，将原始湖南省dem数据按照渔网进行分区统计，后将数值重分类转化为类型值，级别设置1-20级，再将类型值提取至采样点，图7。坡度、水系、年均温与年降水数据均按照以上步骤处理；坡向数据重分类则按照八个范围分为1-8级。

以上因变量数值型数据与自变量类别型数据均提取至采样点后，将采样点属性表借助EXCEL表格导入地理探测器即获得探测结果。图8

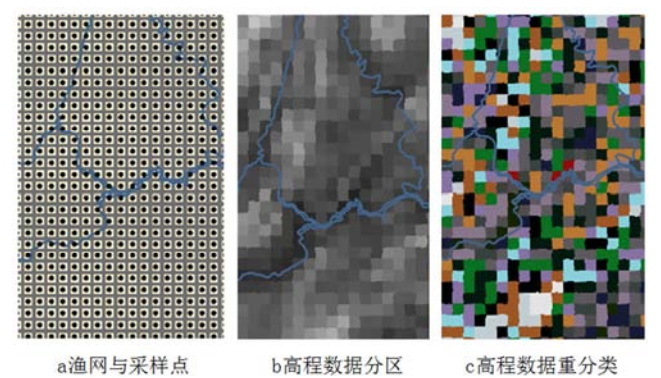


图7 数据处理步骤。

村落密度	高程	水网	熟制	人口	坡向	坡度	均温	降水
0.00958016	17	3	2	0	6	20	7	20
0.00989715	16	4	1	0	6	20	10	20
0.0101825	12	4	6	6	6	20	17	19
0.00947806	19	3	3	0	5	19	5	20
0.00981293	15	4	6	0	6	20	9	20
0.010153	13	4	7	0	6	20	15	19
0.0104396	10	4	11	0	6	18	19	18
0.00960502	17	3	1	0	6	19	8	20
0.00999957	14	3	2	0	6	20	14	19
0.0103548	13	4	6	0	6	18	16	19
0.0106542	9	4	13	7	5	15	19	18
0.0108273	10	4	5	6	7	14	19	18
0.00938671	12	3	3	0	5	19	14	19
0.0097438	11	3	2	0	6	19	15	19
0.0101504	11	3	9	5	5	18	17	19
0.010514	9	4	8	5	6	14	19	18
0.0108222	7	4	14	7	5	9	20	18
0.00953272	8	4	8	0	5	13	19	18
0.00987738	6	3	9	7	6	9	20	18
0.0102772	7	3	11	7	6	8	20	18
0.0106402	6	4	18	6	6	5	20	18

图8 属性表图示（摘取）。

4.2. 关联性分析

由于湖南省传统村落空间分异较明显，东侧地区村落样本量太少，故本文从省域范围与三个村落集聚区分别进行地理探测器分析，以进一步探究自然地理要素与传统村落分布的关联特征。

集聚区基于上述ArcGIS平台核密度分析结果，使用按属性提取（栅格）工具选取出。图9

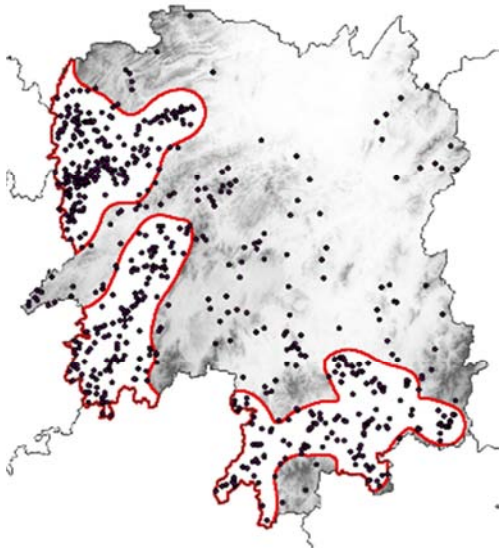


图9 集聚区区位图示。

4.2.1. 关联程度

下表为因子探测器所得的各区域全部风险因子的q值和p检验值的计算结果。根据地理探测器的原理，q值越大，其代表相关风险因子对因变量的解释力越强，反之则越弱[9]。本文在此阶段剔除了坡向这一变量（由于未通过p值检验），未将其纳入讨论。

从全省范围内的因子探测器结果看，高程、坡度、均温、降水和水网依次为省域范围内对村落分布密度的解释力最强的因子，其中主导因子为高程，其q值显著高于其他因子，而水网密度的解释力则为相对较弱。表2

表2 省域范围因子探测器结果。

	高程	坡度	均温	降水	水网
q statistic	0.2477	0.14507	0.13509	0.11045	0.07008
p value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表3 集聚区-北因子探测器结果。

	高程	降水	坡度	均温	水网
q statistic	0.1057	0.21951	0.0165	0.0582	0.0348
p value	0.000	0.000	0.0401	0.000	0.000

表4 集聚区-中因子探测器结果。

	高程	降水	均温	坡度	水网
q statistic	0.1260	0.1286	0.1100	0.0873	0.0936
p value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表5 集聚区-南因子探测器结果。

	水网	坡度	降水	均温	高程
q statistic	0.0704	0.04515	0.1827	0.0798	0.0457
p value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

为准确揭示研究范围内相关因子的解释力，本文依据前文所提取的北、中、南三个村落集聚区分别进行分析。分区域来看，不同范围中相关因子对村落分布密度的解释力有所不同。与省域范围内不同，各集聚区内对村落分布密度解释力最强的主导因子为降水。其余因子对村庄分布密度的解释力分别是：集聚区-北、集聚区-中内依次为高程、均温、水网、坡度；集聚区南则依次为均温、水网、高程、坡度。表3、4、5

#### 4.2.2. 交互作用

下表为交互探测器所得的分析结果，其内容为任意两变量交互作用后的p值计算结果，此计算结果代表交互因子对因变量的解释力强弱，通过分析此结果，能够为全面分析各因子间的交互作用提供依据[9]。

表6 省域范围交互探测器结果。

	高程	水网	坡度	均温	降水
高程	0.2477				
水网	0.3064	0.0700			
坡度	0.2914	0.1927	0.1451		
均温	0.3427	0.1977	0.2473	0.1351	
降水	0.3517	0.1854	0.2500	0.2832	0.1104

从省域范围来看，各因变量两两交互作用后得到的p值（对村落分布密度空间分异的解释力）均大于二者独自作用时的p值之和，即符合非线性增强。其中降水与高程、均温与高程、水网与高程、坡度与高程、降水与均温、降水与坡度等交互因子对村落分布密度的解释力最强（ $p > 0.25$ ），这表明本文选取的高程、坡度、水网、降水和均温等因子间存在显著且较强的交互增强作用，形成各交互因子对村落分布密度的较强解释力。表6

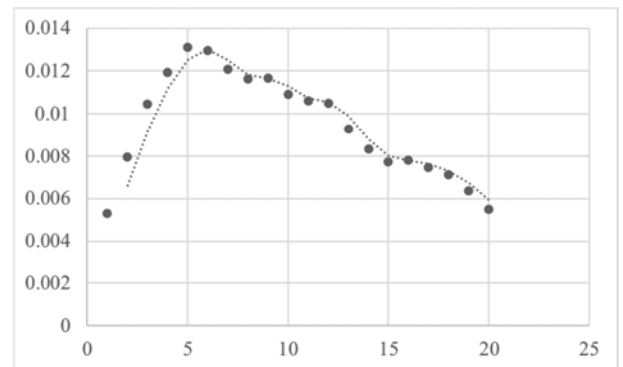
表7 集聚区-北交互探测器结果。

	高程	降水	坡度	均温	水网
高程	0.1057				
降水	0.5270	0.2194			
坡度	0.2579	0.3740	0.0165		
均温	0.2873	0.5194	0.2224	0.0581	
水网	0.2883	0.4020	0.2165	0.2455	0.0347

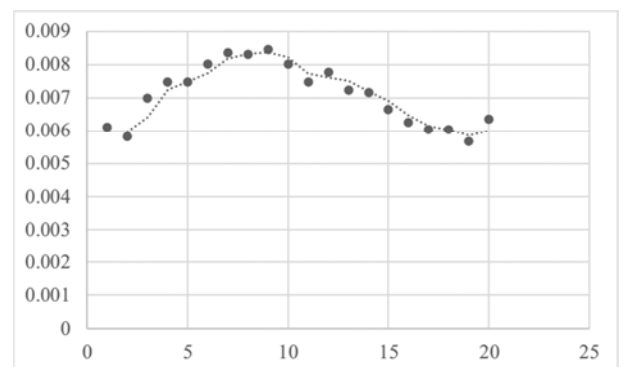
分区域来看，各集聚区交互探测器分析结果类似。以集聚区-北为例，各变量间同样显示出显著的非线性增强特征，其中对村落分布密度最具解释力的主导交互因子依次为降水与高程、降水与均温、降水与水网、高程与均温、高程与水网等，这表明高程、降水等因子与均温、水网、坡度等因子通过强交互作用，共同形成对村落空间分布的强解释力，此结果与省域范围内的分析结果相似（具有一致性）。表7

#### 4.2.3. 单因子特征

就单因子特征而言，各因子作用方式存在一定相似性，基本呈现村落分布密度随自变量数值的提高先升后降的特征。以集聚区-北降水单因子分析为例，当降水量为第5类时，村落分布密度最高，此后随降水量的增长，因变量村落分布密度显著下降。以集聚区-中高程单因子分析为例，当高程为第9类时，村落分布密度最高，而后随高程的升高和降低，村落分布密度有所下降。图10



a集聚区-北 降水因子



b集聚区-中 高程因子

图10 单因子特征图示。

综上，就湖南省传统村落分布而言，自然地理层面高程与降水要素与村落分布的关联性较强；且高程、降水、

坡度、均温与水网要素之间相互作用,使得自然地理要素与村落分布的相关关系显著增强;自然地理要素的作用方式相似,出现分布密度随着降水、高程要素的增加而先增后降的典型相关关系。

## 5. 结论

本文以中国传统村落名录中湖南省658个传统村落为研究对象,分析得出湖南省传统村落地理分布特征表现为显著集聚分布、组团分区集聚与市(区)间不均;与自然地理要素叠加发现,舒适优越的自然条件在传统村落发展中存在两面性,即虽利于先民择址定居但更加速村落扩张更新;量化自然地理要素关联性,得出自然地理要素间交互作用于传统村落分布。

## 致谢

本文为国家自然科学基金项目(51878437、51878439、51908179);教育部人文社科基金17YJCZH095的阶段性成果之一。

感谢中国城市规划设计研究院信息中心的数据支持!

## 参考文献

- [1] 张浩龙,陈静,周春山.中国传统村落研究评述与展望[J].城市规划,2017,41(04):74-80。
- [2] 住房和城乡建设部、文化部、国家文物局、财政部关于开展传统村落调查的通知.住房和城乡建设部等四部委.[建村[2012].58号].2012。
- [3] 关于公布第一批列入中国传统村落名录村落名单的通知.中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国文化部,中华人民共和国财政部。

<http://www.mohurd.gov.cn/zcfg/jsbwj0/jsbwjczghyjs/201212/t20121219212340.html>.2012。

- [4] 曹迎春,张玉坤.“中国传统村落”评选及分布探析[J].建筑学报,2013(12):44-49。
- [5] 王小明.传统村落价值认定与整体性保护的实践和思考[J].西南民族大学学报(人文社会科学版),2013,34(02):156-160。
- [6] 刘大均,胡静,陈君子,许贤棠.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(04):157-162。
- [7] 梁步青,肖大威,陶金,冀晶娟,卓晓岚,黄翼.赣州客家传统村落分布的时空格局与演化[J].经济地理,2018,38(08):196-203。
- [8] 李伯华,尹莎,刘沛林,窦银娣.湖南省传统村落空间分布特征及影响因素分析[J].经济地理,2015,35(02):189-194。
- [9] 佟玉权.基于GIS的中国传统村落空间分异研究[J].人文地理,2014,29(04):44-51。
- [10] 康璟瑶,章锦河,胡欢,周琨,熊杰.中国传统村落空间分布特征分析[J].地理科学进展,2016,35(07):839-850。
- [11] 李严,姚旺,张玉坤,彭藏.中国传统村落空间分布特征[J].中国文化遗产,2020(04):51-59。
- [12] 李江苏,王晓蕊,李小建.中国传统村落空间分布特征与影响因素分析[J].经济地理,2020,40(02):143-153。
- [13] 杨忍,刘彦随,龙花楼,王洋,张怡筠.中国村庄空间分布特征及空间优化重组解析[J].地理科学,2016,36(02):170-179。
- [14] 王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017,72(01):116-134。
- [15] 国家生态系统观测研究网络/中国生态系统研究网络.国家生态系统观测研究网络科技资源服务系统[DB/OL].<http://www.cnern.org.cn>.2015。

① 基本思想是:假设研究区分为若干子区域,若子区域的方差之和小于区域总方差,则存在空间分异性;若两变量的空间分布趋于一致,则两者存在统计关联性。地理探测器 $q$ 统计量,可用以度量空间分异性、探测解释因子、分析变量之间的交互关系。

② 分异及因子探测:探测Y的空间分异性;以及探测某因子X多大程度上解释了属性Y的空间分异(图1),用 $q$ 值度量。

③ 交互作用探测:识别不同风险因子Xs之间的交互作用,即评估因子X1和X2共同作用时是否会增加或减弱对因变量Y的解释力,或这些因子对Y的影响是相互独立的。