



地球环境学报

Journal of Earth Environment

ISSN 1674-9901, CN 61-1482/X

《地球环境学报》网络首发论文

题目：基于地理探测器的湖南新石器时期聚落遗址人居环境适宜度评价
作者：杜心宇，胡希军，金晓玲，曹诗怡，罗紫薇，韦宝婧
收稿日期：2020-06-09
网络首发日期：2021-07-07
引用格式：杜心宇，胡希军，金晓玲，曹诗怡，罗紫薇，韦宝婧. 基于地理探测器的湖南新石器时期聚落遗址人居环境适宜度评价. 地球环境学报.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1482.x.20210706.1625.002.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

论文类型：article

收稿：2020-06-09

录用：2020-11-14

DOI: 10.7515/JEE202021

基金项目：湖南省“十三五”重点学科（风景园林学）（湘教发〔2016〕21号）；湖南省“双一流”学科建设项目（风景园林学）（湘教通〔2018〕469号）

Foundation item: “13th Five-Year Plan” Key Discipline (Landscape Architecture) of Hunan Province (Xiang Jiaofa〔2016〕No.21); “Double First-Class” Discipline Construction Project (Landscape Architecture) of Hunan Province (Xiang Jiaotong〔2018〕No.469)

通信作者：胡希军，E-mail: 120795043@qq.com

基于地理探测器的湖南新石器时期聚落遗址人居环境适宜度评价*

杜心宇，胡希军，金晓玲，曹诗怡，罗紫薇，韦宝婧

中南林业科技大学 风景园林学院，长沙 410004

摘要：湖南地区是长江中游新石器时期文化发源地之一，为了更有效了解新石器时期的人地关系，以高程、坡度、坡向、水体、地貌、土壤和植被分布类型这7个指标构建新石器时期聚落遗址人居环境模糊指数综合评价体系。本文运用地理探测器的因子探测法确定各要素的权重，在ArcGIS中将各因子的权重值进行加权叠加和综合等级类型分类，最终得到湖南新石器时期聚落遗址人居环境适宜度评价结果。结果表明：宜居度中等以上的区域面积最大，总面积为18.59万km²，占湖南省总面积的87.66%；水体权重值占比最高。可以看出，古人偏爱聚水而居，且集中分布在洞庭湖区域，湘、资、沅、澧周边沿干流分布或分布在河流的交汇区域，适宜度等级较高遗址类型偏向于丘陵型、台地型和平原型，宜居度中等及以上的遗址多分布在地形较低、朝南、微斜坡、地貌、土壤和植被类型最为丰富的区域。为今后史前聚落遗址分布与自然环境分析提供借鉴意义。

关键词：湖南地区；新石器时期；遗址聚落；地理探测器；适宜度评价

* 未校改版本，可能与终稿有差异。

Evaluation of human settlement environment suitability of Neolithic settlement sites in Hunan province based on geographical detector

DU Xinyu, HU Xijun, JIN Xiaoling, CAO Shiyi, LUO Ziwei, WEI Baojing

School of landscape architecture, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China

Abstract: *Background, aim, and scope* Hunan is one of the cradles of Neolithic culture in the middle reaches of the Yangtze River. In order to more effectively understand the human-land relationship in the Neolithic period, the fuzzy index comprehensive evaluation system of human settlement environment in Neolithic settlements sites was established by seven indexes, including elevation, slope, aspect, water body, Physiognomy, soil and vegetation distribution type. *Materials and methods* The factor detection method of geographical detector was used to determine the weight of each factor. In ArcGIS, the weight value of each factor was classified by weight superposition and comprehensive grade type. Finally, the evaluation result of the suitability of human settlement environment of the Neolithic settlement sites in Hunan was confirmed. *Results* The results show that: the area with moderate livability was the largest, with a total area of 185900 km², which accounts for 87.66% of the total area of Hunan province. The weight of water body accounts for the largest weight ratio. *Discussion* It can be seen that ancient people preferred to living near water, and they were mainly distributed in the Dongting lake area, along the main stream around Xiang, Zi, Yuan, Li rivers or in the intersection area of rivers. The sites with higher suitability grade tended to be hilly, platform and plain type. *Conclusions* The sites with medium or above habitability are mostly distributed in the areas with low elevation, south facing, micro slope, and most abundant Physiognomy, soil and vegetation type. *Recommendations and perspectives* It provides reference for the analysis of the distribution and natural environment of the prehistoric settlement sites in the future.

Key words: Hunan area; Neolithic period; site settlement; geographical detector; suitability evaluation

史前聚落遗址是历史文化的重要组成部分，也是整合特定历史时期人居环境信息的关键物质资料，其空间分布和组织模式中蕴含了古代人类的居住繁衍、生产生活、人地关系，破解这些空间信息是解读地域文化的重要途径（刘文卿和刘大平，2019）。此外，自然环境是影响聚落遗址分布的重要因素，聚落位置的选择和更迭与环境有着密切的联系（邱士可，2019）。目前关

于古代聚落遗址的时空分布特征与自然环境关系的定量分析和模拟研究已成为探究人地关系的重要热点之一（姚付龙，2019）。

随着史前聚落研究工作的不断开展，在自然环境因素方面，国内学者在气候因素、地貌因素、土壤因素等方面分别进行了研究及探讨（武虹，2017）。而国外学者分别从气候变迁、自然灾害、植被类型、野生动植物（Sun et al, 2019）（Revelles et al, 2019）等方面论述自然环境因素对古人选址起到了重要作用。人为因素方面，国内相关研究集中在史前耕地格局和史前交通路线研究（牛奥运，2018）（朱燕等，2018），而国外学者从农田耕作、风俗文化、运河修筑等方面讨论了影响聚落遗址空间分布和聚落更迭的内在作用机制（Gauthier, 2019）（Nakajima et al, 2019）。本文通过运用地理探测器的因子探测法确定各因素的权重值，构建聚落遗址空间分析模型和适宜性评价体系，探讨湖南省新石器时期人类聚落遗址分布与自然环境之间的关系及特征。

目前已有工作涉及湖南新石器时期的遗址分布（李意愿，2019），但没有采用定量的方法对新石器时期的环境适宜度进行评价。本文主要从气候、高程、地貌等七个方面的自然环境因素探究史前人类选择生活场地的影响。并通过对新石器时期聚落遗址与自然环境的综合评价，反应出人类与环境变迁的响应规律，从而分析新石器时期人类对自然环境的选择策略和意义，为今后史前人地关系的相关研究提供借鉴。

1 研究区概况

湖南省界于北纬 24°38'—30°08'、东经 108°47'—114°15'，位于长江中游，南邻岭南地区，北连江汉平原，西依云贵高原，东临华东丘陵。地势以东、西、南面高，北面低的开口马蹄形，大陆性亚热带季风湿润气候（谭远辉，2018）。全省总面积为 21.18 万 km²，分为五个区域，每个区域按地貌类型可大致分为：湘北平原地貌、湘西山地地貌、湘中丘陵地貌、湘南和湘东均为丘陵和山地地貌（胡最和聂阳意，2015）。且湖南的地貌类型多样，以流水地貌、岩溶地貌及湖成地貌为特色（黄国林，2019）。省内水系发达，河网密布，主要以湘、资、沅、澧四水及其支流由南向北汇与洞庭湖和长江。湖南地区史前文化时序完整，聚落类型全面，遗址数量较多，持续时间长，且在长江中游区域具有一定的代表性。新石器时期共经历了六个阶段，彭头山文化时期（9.0—7.8 ka BP）、皂市下层文化时期（7.8—6.8 ka BP）、汤家岗文化时期（6.8—6.3 ka BP）、大溪文化时期（6.3—5.3 ka BP）、屈家岭文化时期（5.3—4.6 ka BP）和石家河文化时期（4.6—4.0 ka BP）（吴小平和吴建民，1998）。从最早人类活动迹象上看，早在距今约 1.2 万年前的旧石器向新石器过渡时期在玉蟾岩遗址中发现了栽培稻的遗迹，说明此时社会特征发生了转变，从食物采集阶段逐渐向农耕文明过渡。5000 年前的新石器晚期形成了酋邦社会，出现了一种等级制度下的阶级生活形式，并以家庭生产生活方式定居繁衍在这片土地上。根据相关研究比对，湖南新石器时期的地形地势未有明显的变化（贾肖，2019）。

2 研究方法

本文拟选取高程、坡度、坡向、水系、地貌、植被类型和土壤这 7 项指标构建湖南省地区新

石器时期聚落遗址人居环境指数综合评价体系，共设为宜居度高、较高、中等、较低和低 5 个等级。确定权重的方法有很多，例如 AHP 层次分析法、主成分分析法、模糊数学模型、熵权法等（毕硕本等，2016），上述方法在确定权重时较为主观。本文运用地理探测器中的因子探测方法是因为地理探测器可以研究自然环境因素的影响机制；其次，该方法较为客观，且应用时没有过多的前提假设条件；最后，该方法避免了统计方法变量的局限性。因此，本文采用地理探测器的方法计算各因子的权重值并在 ArcGIS 中对聚落遗址分布和自然要素进行空间分析，探讨新石器时期聚落遗址和自然环境之间的人地关系。

2.1 数据来源及分析

本文所依据《中国文物地图集·湖南分册》中 1：350 万新石器时期地形图和聚落遗址分布图，以及地球系统科学数据共享平台和中国科学院资源环境科学数据中心的土壤、地貌、水系数据和前人对湖南省新石器时期的气候、土壤、地质地貌等研究成果(表 1)。以全国为基础下载的数据，在 ArcGIS 中利用裁剪（Clip）或按掩膜提取工具（extract by mask）提取湖南省的地貌和植被类型分布数据，基于湖南省 30 m 高程数据对湖南省的坡度坡向进行数据的提取和分析。将《中国文物地图集·湖南分册》中的‘湖南省新石器时期遗址分布图’进行扫描，在 ArcGIS 中进行地理配准，描出水系及遗址点分布，并分别对水系和遗址点做了密度分析（Density analysis）。将以上所有的指标层在 ArcGIS 软件对数据进行校准和配准，空间参考为 GCS-WGS-1984 地理坐标系。

表 1 数据类型及来源
Table1 Data type and source

数据对象 Dada objects	数据类型 Data types	数据来源 Data sources
高程 Elevation	30 m 湖南省高程数据 30 m elevation data of Hunan Province	中国科学院资源环境科学数据中心 Data Center for Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences (http://www.geodata.cn/)
土壤 Soil	湖南省 1：400 万土壤类型数据 1：4000000 soil type data of Hunan Province	中国科学院资源环境科学数据中心 Data Center for Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences (http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=284)
地貌 Physiognomy	湖南 1：400 万地貌类型数据 1：4000000 geomorphic type nationwide	—
水系 River	新石器时期遗址分布图 Neolithic site distribution map	《中国文物地图集·湖南分册》（1997 年） Hunan atlas of Chinese cultural relics (1997)
植被类型 Vegetation type	湖南 1：400 万植被类型分布 1：4000000 vegetation type	—

数据对象	数据类型	数据来源
Dada objects	Data types	Data sources
	distribution nationwide	
遗址点	1 : 350 万遗址分布图和地形图	《中国文物地图集·湖南分册》（1997 年）
Ruins sites	1 : 3500000 site distribution map and topographic map	Hunan atlas of Chinese cultural relics (1997)

2.2 因子探测器识别各要素权重

地理探测器是由王劲峰及其研究团队所开发，被用于探索空间分异和影响其分异的驱动因素，是一种新的统计学方法，其包含了四部分内容：风险探测、因子探测、生态探测和交互探测。其中，因子探测用于识别什么因素造成了风险（王劲峰和徐成东，2017）（成方龙等，2020）。本文采用因子探测法，以了解影响古人选择居住地的因素。

选择 R 作为研究区域， N 为遗址点分布特征。 N 被采集在 R 内由采样单元 e_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) (n 为总裁采样单元数) 组成的网格的系统 G 中。假设 H 为导致或影响该地理现象的因素，也就是风险因子。为检查地理现象 N 和风险因子 H 的空间相关性，叠置 N 和 H 图层，在风险因子 H 的每个子区域内， N 的离散方差记为 $\sigma_{N_{H,i}}^2$ ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)（黄涛等，2019）。

风险因子 H 对地理现象 N 的决定力大小 $P_{H,N}$ 定义为：

$$P_{H,N} = 1 - \frac{1}{n\sigma_N^2} \sum_{i=1}^m (n_{H,i} \cdot \sigma_{N_{H,i}}^2) \quad (1)$$

其中： $n_{H,i}$ 代表在风险因子 H 的子区域 i 的样本数， n 代表在整个研究区域 R 内的所有样本数， $n = \sum_{i=1}^m n_{H,i}$ 。 σ_N^2 代表整个区域的离散方差，当 H 对地理现象具有决定力，则每个子区域的离散方差 $\sigma_{N_{H,i}}^2$ 会很小，而子区域之间的方差则很大。当 $\sigma_{N_{H,i}}^2$ 趋近于 0，则是某种地理现象分布完全由该因子决定的理想状态。此时 $P_{H,N} = 1$ ，则该因素的权重值最大。反之，该因素的权重值越小。

2.3 各指标权重确定

将高程、坡度、坡向、水体、地貌、土壤和植被类型等 7 个因子在 ArcGIS10.5 中进行分析（如图 1—图 8）。首先使用核密度分析（kernel density）功能，设置像元大小为 10000 m×10000 m，搜索半径为 10000 m，生成新石器时期遗址点密度图。核密度分析原理为落入搜索区的点具有不同的权重，靠近中心点的权重值越大，反之则越小。其次再对绘制的水体进行线密度分析，将处理后的高程、坡度、坡向等 7 个因子和遗址密度值图多值提取至点（extract values to points）。然后将遗址点作为因变量 Y ，高程、坡度、坡向等 7 个影响因子作为自变量 X 导入到地理探测器软件中，分析得出各指标权重值：Weight={0.569366, 0.427024, 0.436147, 0.797112, 0.199278, 0.204762, 0.227746}。

2.4 综合加权等级值

在确定评价对象的等级隶属程度时，首先需要对各对象划分等级标准，这个等级标准即为某

评语对应因素的等级区间。分别将宜居度高的设为 1, 宜居度较高的设为 2, 宜居度中等的设为 3, 宜居度较低的设为 4, 宜居度低的设为 5, 得出指标隶属度分析结果。

当权重向量和模糊评价矩阵都为已知时, 利用加权平均型算子方法指出众多指标的总体趋势, 该模糊加权综合评价的数学模型为:

(2)

$$F=W \cdot B=(b_1, \ldots, b_j)=(w_1, \ldots, w_s) \cdot \begin{bmatrix} r_1^1 & \cdots & r_1^j \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_s^1 & \cdots & r_s^j \end{bmatrix}$$

其中: F 为评语集上的等价模糊子集, j 为评语等级数, s 为因素个数, b_j ($j=1,2,3, \ldots, n$) 为评价对象的综合隶属度, w_s ($s=1,2,3, \ldots, m$) 为各项权重系数。

将确定后的各权重值做归一化处理后得到个权重的占比为 20%、15%、15%、28%、7%、7%、8%。利用加权叠加的方法将各评语对象乘以其权重百分比, 得到综合加权平均等级值 Y 。其公式为: $Y=20\%$ 高程+15%坡度+15%坡向+28%水体+7%地貌+7%土壤+8%植被。

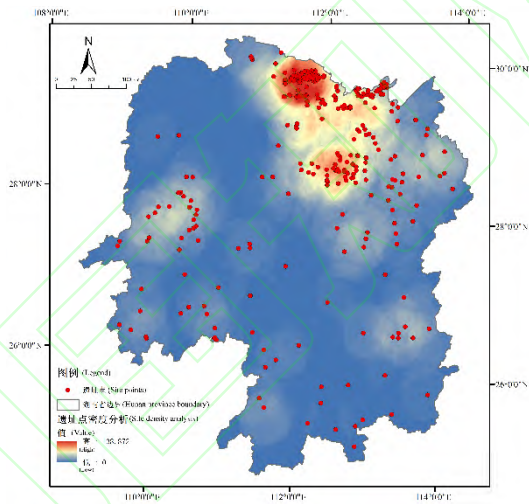


图 1 遗址点密度分析

Fig.1 Sites density analys

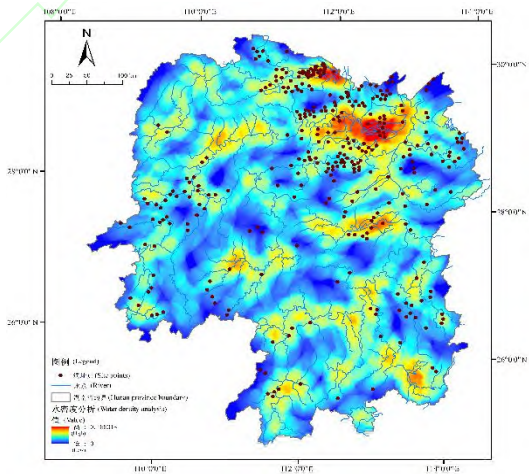


图 2 水体线密度分析

Fig.2 Linear density analysis of water body

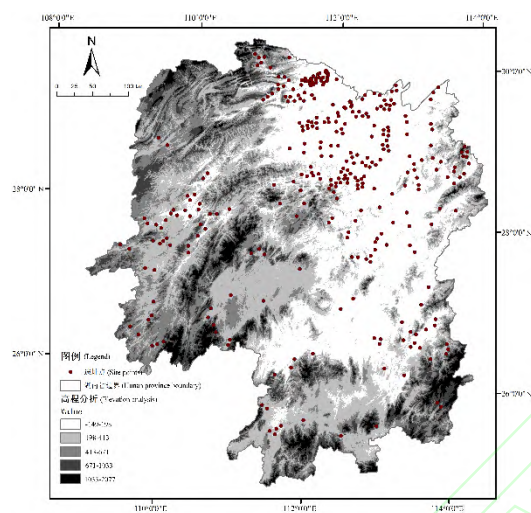


图3 DEM 高程分析图

Fig.3 DEM analysis chart

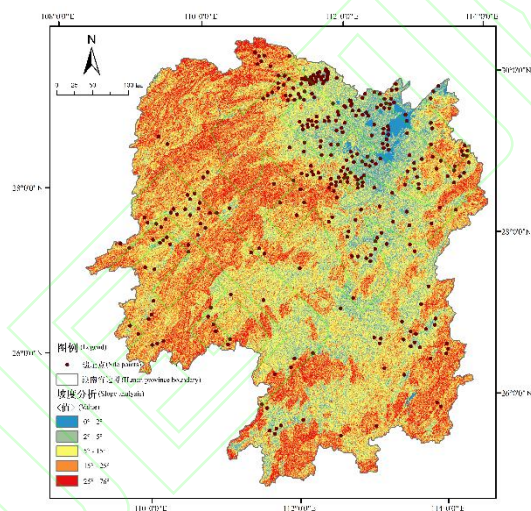


图4 坡度分析图

Fig.4 Slope analysis chart

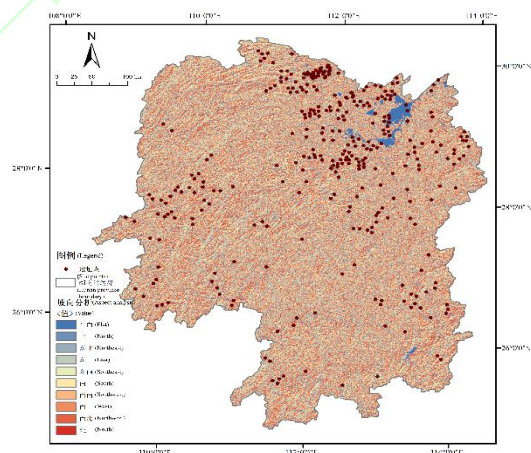


图5 坡向分析图

Fig.5 Aspect analysis chart

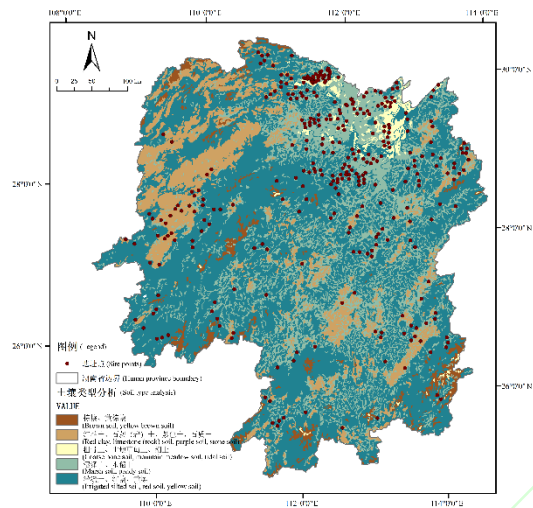


图6 土壤类型分析图

Fig.6 Soil type analysis chart

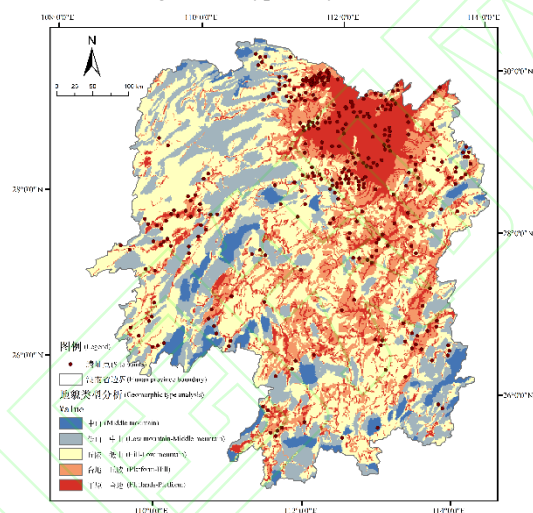


图7 地貌分析图

Fig.7 Geomorphic analysis chart

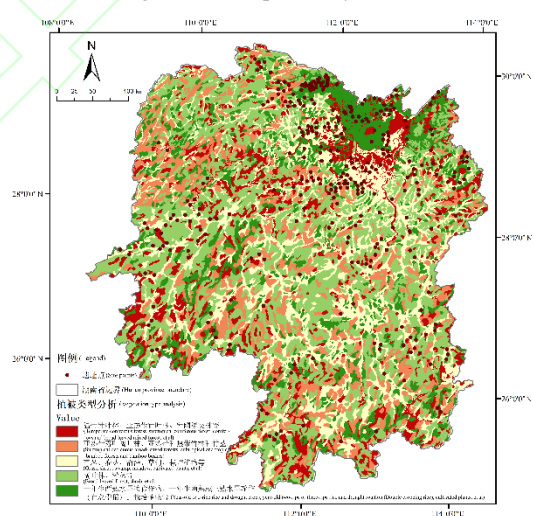


图8 植被类型分布图

Fig.8 Vegetation distribution type chart

3 结果与分析

本文运用自然断点法，将等级分成 5 级，5 类区间分别为 (0, 0.1], (0.1, 0.25], (0.25, 0.5], (0.5, 0.75], (0.75, 1], 得到湖南省新石器时期聚落遗址宜居度指数综合评价等级，并由高到低对应的综合等级值分别为 1, 2, 3, 4, 5。

3.1 遗址点空间分布与自然环境的关系

影响遗址点分布的因素众多，从上述的权重结果可以得知，海拔和水体所占的权重值最大，从表 2 遗址点数量及比例的分布规律上看，分布在海拔在-149—198 和 198—413 的遗址点数量有 237 个，占总遗址数量的 89.11%。对比地貌的类型来看平原到台地，台地到丘陵的遗址点个数较多，总占比 64.12%，也就是说遗址点的空间分布趋向于海拔在较低的地区，海拔约高遗址点分布的数量就越小。从水体密度和遗址点分布的规律上看，遗址点多分布于水体密度中等偏高的区域，其比例达到了一半以上。从图 2 可以看出，水体密度高的区域主要集中在洞庭湖区域，水体密度中等及较高的区域为湘、资、沅、澧及其支流和交汇的部分地区。

土壤关系着植被的生长类型和生长条件，从植被类型上看，遗址点分布较多的区域植被类型为草丛、灌丛、栽培植被等，且遗址点分布数量占总数量的 81.47%，土壤类型灌淤土、沼泽土和水稻土的遗址分布的数量最多，其数量有 280 个，占总数量的 82.94%。因此遗址点较多分布在适于种植农作物的土壤类型。

坡度、坡向是选择聚居地的重要因素，一般朝南向日照充足，适宜植被和农作物的生长。湖南省为亚热带季风性湿润气候，夏季盛行东南风、冬季盛行西北风，因此西向、东向、西南向和东北向的四个方面均不适宜居住，而南、东南向为最适宜居住方向，北向和西北向为较适宜居住的方向(孔琪等, 2019)。由表 2 可知，适宜居住的坡向遗址点总个数 178 个，所占比例为 52.35%，即超过一半以上的遗址点分布在适宜居住的坡向。从坡度这一因子分析，遗址点多分布于斜坡到平原之间，且遗址点个数总比例达到了 81.18%，说明多数遗址点分布的区域较为平坦。

表 2 不同因子遗址点数量及比例
Table 2 The number and proportion of sites with different factors

因子类型 Factor type	区间类型 Interval type	遗址数量 Ruins sites number	比例 Proportion /%
高程 Elevation	-149—198	237	69.70
	198—413	66	19.41
	413—671	26	7.65
	671—1033	7	2.06
	1033—2077	4	1.18
坡度 Slope	平原及微斜坡 (0°—2°) Plains and microslopes (0°—2°)	53	15.59

因子类型 Factor type	区间类型 Interval type	遗址数量 Ruins sites number	比例 Proportion /%
	缓斜坡 (2°—5°) Gentle slope (2°—5°)	103	30.30
	斜坡 (5°—15°) Slope (5°—15°)	120	35.29
	陡坡 (15°—25°) Steep slope (15°—25°)	44	12.94
	急陡坡 (≥25°) Sharp slope (≥25°)	20	5.88
地貌 Geomorphic	平原—台地 Plains — Platform	116	34.12
	台地—丘陵 Platform — Hills	102	30.00
	丘陵—低山 Hills — Low mountain	96	28.24
	低山—中山 Low mountain — Middle mountain	23	6.76
	中山 Middle mountain	3	0.88
植被 Vegetation	栽培植被等 hemerophyte et al	84	24.71
	灌丛等 Bushwod et al	92	27.06
	沼泽、草甸、栽培植被等 marsh, grassy marshland, hemerophyte et al	101	29.70
	阔叶林、竹丛等 Broad-leaved forest, bamboo et al	30	8.82
	针叶林、针阔混交林等 Coniferous forest, theropencedrymion etal	33	9.71
坡向 Aspect	北 North	44	12.94
	东北 Northeast	45	13.24
	东 East	48	14.12
	东南 Southeast	44	12.94
	南 South	51	15.00
	西南 Southwest	34	10.00
	西 West	35	10.29
	西北 Northwest	39	11.47
水体密度 Water density	高 High	29	8.53
	较高 Superior	116	34.12
	中等 Medium	103	30.29
	较低 Inferior	56	16.47
	低 Low	36	10.59
土壤 Soil	灌淤土、红壤等 Anthropogenic-alluvial soil, red earth et al	147	43.23
	沼泽土、水稻土等 Boggy soil, paddy soil et al	135	39.71
	粗骨土、潮土等 Rhogosol moisture soil et al	20	5.88
	红粘土、石灰土等	34	10.00

因子类型 Factor type	区间类型 Interval type	遗址数量 Ruins sites number	比例 Proportion /%
	Red clay, limestone soil et al 棕壤、黄棕壤	4	1.18
	Brown soil, yellow brown soil		

注：湖南省新石器时期遗址点总数为 340 个（参考《中国文物地图集·湖南分册》）。遗址点位置与各因子的叠加图示如图 1—8。

3.2 人居环境指数模糊综合评价

从模糊综合评价等级图来看（图 9），宜居度高及较高的地区主要在洞庭湖区域、湘、资、沅、澧及其支流周边分布。且总分布面积为 4.39 万 km²，占整个省总面积的 20.58%。该区域也是遗址点分布较为密集的区域（表 3）。

宜居度中等的区域在整区域面积中占比最大，且占湖南省总面积一半以上。该区域面积共 14.20 万 km²，占整个省总面积的 67.08%。

宜居度低及较低的区域主要分布在海拔较高的地区，如湘中、湘西和湘南的部分区域。且总面积为 2.59 万 km²，占湖南省总面积的 12.34%。

表 3 各等级总面积占比
Table 3 Total area ratio of each grade

宜居等级 Livable level	高 High	较高 Superior	中等 Medium	较低 Inferior	低 Low
总面积 Total area /10 ⁴ km ²	0.04	4.35	14.20	2.56	0.03
百分比 Percentage /%	0.02	20.56	67.08	12.19	0.15

注：湖南省总面积为 21.18 万 km²

3.3 遗址点分布的隶属度分析

综合等级划分结果可以看出（图 10），综合等级为 1 的地区，高程在 1033—2077 m，坡度在 33°—76°，坡向分布于东北向和北向，地貌类型为变质岩褶皱中山和砂页岩褶皱中山，土壤类型有棕壤、黄棕壤。植被类型为温带针叶林、亚热带针叶林、针阔混交林等类型，遗址点分布在水体密度较低的地区。有上朝园、称砣岭等，部分遗址点未有命名。

综合等级为 2 的地区，高程在 671—1033 m，坡度在 24°—33°，坡向分布在西南向和西向，地貌为变质岩砂页岩褶断中山（低山）、灰岩夹砂页岩峰丛中山（低山）等类型，土壤为红粘土、石灰（岩）土、紫色土和石质土等 8 种类型。植被类型有亚热带落叶阔叶林，亚热带和热带竹林和竹丛等类型。遗址点分布在水体密度中低地区。主要遗址点有小坳、上朝园、园山下、天子坪、坨上坪、大荒地、斗篷坡等。

综合等级为 3 的地区，高程在 413—671 m，坡度在 15°—24°，坡向分布在东南向和南向，地

貌为灰岩夹砂夹页岩峰丛低山（山丘）、变质岩砂页岩褶断低山等类型，土壤为粗骨土、山地草甸土和潮土等 7 种类型。植被类型为草甸、灌丛、沼泽、栽培植被等类型，遗址点分布在水体密度中等地区。主要遗址点有竹山岭、大树山、晒禾坪、太坪、车家堰、龙船坪和大洞坪等。

综合等级为 4 的地区，高程在 198—413 m，坡度在 7°—15°，坡向分布在东南向和东向，地貌为变质岩砂页岩褶断丘陵、灰岩夹砂页岩丘陵等地貌类型，土壤为沼泽土、水稻土等 4 种类型，植被类型有阔叶林、灌丛等类型，遗址点分布在水体密度中高地区。此区域为遗址点分布较为密集的区域，主要遗址点有彭头山、城头山、曹家棚、梅溪桥、状元洲、青洲坪等。

综合等级为 5 的地区，高程在 149—198 m，坡度在 0°—7°，坡向分布在北向和西北向，地貌类型为流水冲积平原、岩溶台地（平原）、侵蚀剥蚀丘陵（台地）、流水堆积台地等。土壤为灌淤土、红壤、黄壤等 6 种类型，植物类型有一年生两熟水旱粮食作物、一年两熟或三熟水旱轮作（有双季稻），遗址点分布在水体密度高的地区。主要集中在分布于洞庭湖附近或沿澧水、湘江周边分布，主要有梨树山、木鱼包、青龙咀、鸡公桥等。

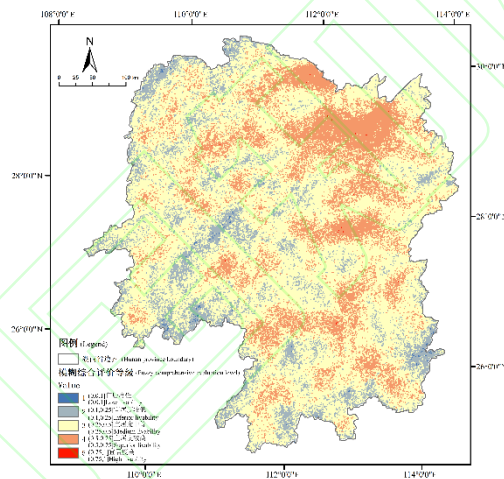


图9 人居环境模糊综合评价等级图

Fig.9 Comprehensive evaluation diagram human

从总体来看，聚落遗址点分布越密集的地区宜居度越高。且宜居度中等以上的总面积为 18.59 万 km²，占湖南省总面积的 87.66%。从综合结果来看，中等以上的遗址点比例达到 85%左右，中等以下的遗址点比例在 15%左右。另外，综合等级越高的遗址越靠近河流周边，沿洞庭湖区域、湘、资、沅、澧及其支流或河流交汇处分布。

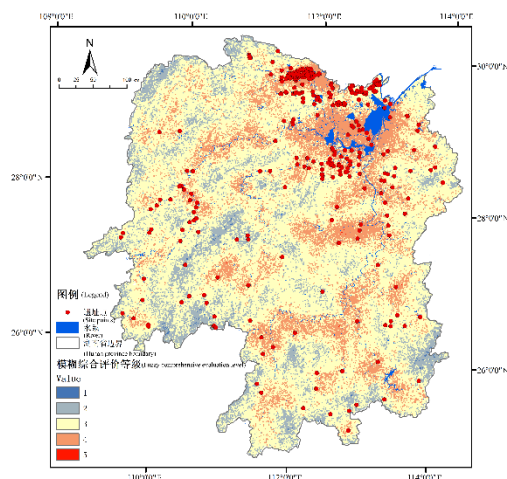


图 10 遗址点分布的隶属度分析图

Fig.10 Membership analysis diagram of site distribution
settlement environment

4 结论与展望

4.1 结论

本文将高程、水体、地貌、植被类型等 7 个因素作为探索聚落遗址和自然环境之间的关系，并对湖南新石器时期的人居环境适宜度进行了综合评价，并运用地理探测器来辅助分析各因子的权重，相较于其他确定权重的方法，该方法更为客观和有说服力。将获得的权重值归一化处理后，再使用加权叠加和自然断点法，将等级分为 5 级并得到湖南地区新石器时期聚落遗址人居环境适宜度综合评价等级。结果表明：

(1) 综合评价等级为 1 的地区为山地型、丘陵型遗址；等级 2 的地区为丘陵、丘陵型遗址；综合评价等级为 3 的区域类型最丰富，有平原型遗址、丘陵型遗址、山地型遗址、丘陵型遗址；综合评价等级为 4 的区域遗址点的类型为平原型、丘陵型遗址；综合评价等级为 5 的地区为丘陵型、台地型、平原型遗址。

(2) 宜居度中等的区域面积最大，占湖南省总面积的一半以上。且宜居度中等以上的区域总面积有 18.59 万 km^2 ，占湖南省总面积的 87.66%，宜居度低和较低的区域总面积为 2.59 万 km^2 ，占整个湖南省总面积的 12.34%。此外，将遗址点和综合评价等级图叠加发现，大多数的遗址点分布在中等以上的区域，也就是遗址点密度越高宜居度的等级也就越高。

(3) 根据综合评价等级结果来看，宜居度综合等级较高和高的地区分布在地势较低的区域，这些地区的地形地貌主要以冲积平原、丘陵、台地类型为主。有高程较低，土壤肥沃，植被类型丰富，动物类型多样等特色。且冲积平原土壤肥沃适于种植一些基础作物，丘陵地区森林资源和动植物资源丰富可开展取柴、采集果蔬和狩猎活动，同时木材也可以用作取火的工具，除了满足当时人类的温饱同时还可以取暖、防御野兽攻击等作用。

(4) 根据权重分析的结果可以看出，水体权重最高。并且通过对综合评价等级结果和遗址点分布对照可以看出宜居度中等以上的区域遗址点的密度较高，且沿着洞庭湖区域、沅江、澧水、

资水、湘江的周边及交汇处分布较多。原因是方便人类的日常用水、取水、捕捞等生活用途，且除了生活用途之外，水同样为提供了交通运输和指引方向等作用。

4.2 展望

目前多数关于聚落遗址的研究主要集中于某时期或特定时期的遗址时空分布格局、聚落遗址分布特征、聚落遗址时空数据模型构建、聚落形态等相关研究。因此，关于时间序列的遗址点分布和环境要素之间的相互影响关系将会成为未来新的研究课题和方向。针对本文研究的内容和不足做出以下几点讨论：

(1) 关于新石器时期数据资料较少，虽依据《中国文物地图集·湖南分册》确定各遗址点的空间分布，但遗址点的空间坐标准确性上仍存在偏差，且文章中的自然环境数据所采用的是现代监测数据，对分析结果及结论也会造成一定的影响。

(2) 新石器时期分为了早、中、晚期，包含了不同类型的文化时期，不少学者已对聚落形态、聚落扩张、社会因素等方面做了相关的研究，而按照时间序列来探讨遗址分布与环境之间的关系可作为下一步思考的方向。

本文主要分析了不同自然因素对古人聚落选址的影响，并探讨两者之间的关系。但不同文化时期的聚落遗址分布也受到人文因素的影响，例如不同时期的人口增长，生产工具的变革、稻作农业的发展造成了社会经济类型和社会等级分化。因此，对人文因素影响下的湖南新石器时期聚落遗址分布及人居环境适宜度分析将在未来工作中进一步深入研究。

参考文献

- Gauthier N E. 2019. Archaeological approaches to population growth and social interaction in semiarid environments: pattern, process, and feedbacks [D]. Tempe : Arizona State University.
- Nakajima T, Hudson M J, Uchiyama J, et al. 2019. Common carp aquaculture in Neolithic China dates back 8, 000 years [J]. *Nature Ecology & Evolution*, 3(10): 1415–1418.
- Revelles J, Ghilardi M, Rossi V, et al. 2019. Coastal landscape evolution of Corsica island (W. Mediterranean): palaeoenvironments, vegetation history and human impacts since the early Neolithic period [J]. *Quaternary Science Reviews*, 225: 105993.
- Sun Q L, Liu Y, Wünnemann B, et al. 2019. Climate as a factor for Neolithic cultural collapses approximately 4000 years BP in China [J]. *Earth-Science Reviews*, 197: 102915.
- 毕硕本, 周浩, 杨鸿儒, 等. 2016. 郑洛地区新石器时代聚落的演变及其与环境的关系 [J]. *中国科技论文*, 11(21): 2479–2485. [Bi S B, Zhou H, Yang H R, et al. 2016. Evolution of Neolithic settlement in Zhengzhou-Luoyang region and its relationship with environment [J]. *China Sciencepaper*, 11(21): 2479–2485.]

- 成方龙, 赵冠伟, 杨木壮, 等. 2020. 集成地理探测器与随机森林模型的城市人口分布格网模拟 [J]. 测绘通报, (1): 76–81. [Cheng F L, Zhao G W, Yang M Z, et al. 2020. Simulation of urban population distribution grid by integrating geodetector and random forest model [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, (1): 76–81.]
- 胡最, 聂阳意. 2015. 基于 DEM 的湖南省地貌形态特征分类 [J]. 地理与地理信息科学, 31(6): 67–71, 129. [Hu Z, Nie Y Y. 2015. DEM-based landform taxonomic features of Hunan Province [J]. Geography and Geo-Information Science, 31(6): 67–71, 129.]
- 黄国林, 曾斌, 李卫东, 等. 2019. 基于地貌形态的湖南星级农庄空间分布 [J]. 江苏农业科学, 47(21): 28–32. [Huang G L, Zeng B, Li W D, et al. 2019. Study on spatial distribution characteristics of star-rated farms in Hunan Province based on geomorphology [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 47(21): 28–32.]
- 黄涛, 丁明涛, 蒋林宏, 等. 2019. 基于地理探测器的岷江上游泥石流影响因子相对重要性分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 44(9): 45–51. [Huang T, Ding M T, Jiang L H, et al. 2019. Relative importance analysis of debris flow influence factors based on geographical detectors: a case study in the upper reaches of Min River [J]. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition), 44(9): 45–51.]
- 贾肖. 2019. 洞庭湖区新石器时代人地关系研究 [D]. 长沙: 湖南师范大学. [Jia X. 2019. Research on man-earth relationship in Neolithic age in Dongting Lake area [D]. Changsha: Hunan Normal University.]
- 孔琪, 刘冰, 刘欢. 2019. 鲁东南新石器遗址时空格局与自然环境的关系 [J]. 测绘科学, 44(7): 88–95, 104. [Kong Q, Liu B, Liu H. 2019. Spatio-temporal pattern of Neolithic sites in the southeast of Shandong Province and its relationship with natural environment [J]. Science of Surveying and Mapping, 44(7): 88–95, 104.]
- 李意愿. 2019. 湖南临澧县条头岗旧石器时代遗址发掘简报 [J]. 考古, (3): 3–14, 2. [Li Y Y. 2019. The excavation of the Tiaotougang site of the paleolithic age in Linli County, Hunan [J]. Archaeology, (3): 3–14, 2.]
- 刘文卿, 刘大平. 2019. 景观考古学视野下的聚落空间组织信息阐释——以三江平原汉魏聚落遗址为例 [J]. 建筑学报, (11): 83–90. [Liu W Q, Liu D P. 2019. Interpreting the information of spatial organization and distribution of settlements from a perspective of landscape archaeology: a case study on the historic sites of settlements in Han and Wei Dynasties on Sanjiang Plain [J]. Architectural Journal, (11): 83–90.]
- 牛奥运. 2018. 河湟谷地史前聚落分布与耕地格局演变 [D]. 泉州: 华侨大学. [Niu A Y. 2018. The distribution of prehistoric settlements and evolution of cultivated land pattern in Hehuang Valley [D]. Quanzhou, China: Huaqiao University.]

邱士可, 鲁鹏, 陈盼盼, 等. 2019. 甘青地区史前聚落地理研究现状与展望 [J]. 地域研究与开发, 38(5): 164–168, 180.

[Qiu S K, Lu P, Chen P P, et al. 2019. Present status and prospect of prehistoric settlement geography research in Gansu-Qinghai area [J]. Areal Research and Development, 38(5): 164–168, 180.]

谭远辉. 2018. 湖南华容车轱山遗址第三次考古发掘简报 [J]. 湖南考古辑刊, (1): 49–72. [Tan Y H. 2018. Briefing on the third archaeological excavation of Chegushan Site in Huarong, Hunan Province [J]. Journal of Hunan Archaeology, (1): 49–72.]

王劲峰, 徐成东. 2017. 地理探测器: 原理与展望 [J]. 地理学报, 72(1): 116–134. [Wang J F, Xu C D. 2017. Geodetector: principle and prospective [J]. Acta Geographica Sinica, 72(1): 116–134.]

吴小平, 吴建民. 1998. 洞庭湖区新石器时代遗址的分布与古环境变迁的关系 [J]. 东南文化, (1): 35–40. [Wu X P, Wu J M. 1998. Relationship between the distribution of Neolithic sites and changes of paleo-environment in Dongting Lake area [J]. Southeast Culture, (1): 35–40.]

武虹. 2017. 多因子影响下的史前西辽河流域聚落空间格局演变研究 [D]. 泉州: 华侨大学. [Wu H. 2017. Study on the evolution of spatial pattern under the influence of multiple factors in the western Liao River area [D]. Quanzhou: Huaqiao University.]

姚付龙, 朱诚, 马春梅. 2019. 新疆地区全新世环境考古研究进展及未来趋势 [J]. 山地学报, 37(4): 475–487. [Yao F L, Zhu C, Ma C M. 2019. Research review of the Holocene environmental archaeology in Xinjiang area, China [J]. Mountain Research, 37(4): 475–487.]

朱燕, 侯光良, 兰措卓玛, 等. 2018. 基于 GIS 的青藏高原史前交通路线与分区分析 [J]. 地理科学进展, 37(3): 438–449. [Zhu Y, Hou G L, Lancuozhuoma, et al. 2018. GIS-based analysis of traffic routes and regional division of the Qinghai-Tibetan Plateau in prehistoric period [J]. Progress in Geography, 37(3): 438–449.]