

全新世以来钱塘江流域遗址时空分布特征及其与环境变化的关系

张雅薇 曾蒙秀 章千惠 叶丹怡 羊翠婷 徐萍萍 任心雨 江润祺 李凤全¹

(浙江师范大学 地理与环境科学学院, 浙江 金华 321004)

【摘要】钱塘江流域是中国东部早期人类活动最重要的场所之一, 其考古学文化发展序列完整, 是中华文明的重要源头。目前学者广泛探索了黄河流域和长江流域史前人地关系, 而对钱塘江流域的研究相对薄弱。基于全新世以来考古遗址及其所处环境的资料, 运用GIS空间分析技术对遗址数据进行核密度估计、地形地貌因子提取及其方向性分布计算等, 探讨了遗址时空演变特征、规律及其与环境变迁的关系。研究发现: (1)自然和人文因素不同程度影响了遗址数量及其延续性, 其中海平面升降、气候变化等要素显著影响钱塘江流域遗址的分布、迁移和考古学文化演替。(2)新石器时代早期到夏商时期, 钱塘江流域遗址数量呈现出变形的倒“N”型, 垂直空间上主要倾向分布在高程200m以下区域, 水平空间上聚集性显著, 分布中心在钱塘江干流附近; (3)钱塘江流域各时期遗址通过坡度、坡向、距河远近等要素对环境变迁进行响应, 遗址主要分布于坡度为0°~7°、坡向为90°~180°、濒河距离小于7km的区域。随着生产力的提高, 人类对水资源依赖度增加, 受自然环境限制程度降低。

【关键词】钱塘江流域 考古遗址 时空分布 人地关系 新石器时代

【中图分类号】:F592.7 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1004-8227(2022)09-2022-13

人地关系是环境考古研究的核心内容, 而探究考古学文化演变与环境变迁之间的关系是人地关系研究的重点之一。通过揭示遗址的时空演变过程及其影响因素, 能够获得史前的人地关系等方面的信息^[1]。例如通过对印度Midnapur地区东部和西部的土壤环境与考古遗址的空间分布格局关系进行研究, 发现不同时期聚落分布具有地域性差异^[2], 气候变化对印度中北部史前遗址的迁移和分布也具有重要影响^[3]。在国内, 西安地区新石器时代聚落遗址的时空分布特征与海拔高程、坡度、坡向、离水距离四种环境因子密切相关^[4];晚更新世—全新世峨嵋台地的人类聚落分布及演变与自然环境变化之间存在着紧密联系^[5]。因此, 开展遗址分布与地形地貌等环境要素的关系研究, 有助于从时空演变的角度认识过去的地球表层系统, 为现今如何协调人地关系提供借鉴。然而, 目前针对遗址时空分布的研究多集中于黄河流域^[6,7,8]、长江流域^[9,10,11]、青藏高原^[12,13,14]等区域, 而对位于中国东部的钱塘江流域的研究较为薄弱。

钱塘江流域是中国东部人类活动最重要的场所之一, 也是中华文明的主要发源地之一。钱塘江流域经济发展历史悠久且产业发达, 遗址分布众多^[15], 人地关系矛盾较为突出, 是研究地理环境要素与人类社会互动关系的理想地带, 也是探究生态文明演进过程的重要场所。近年来, 上山文化、跨湖桥文化、良渚文化等史前文化的遗址被不断发掘, 钱塘江流域已经初步建立起完整的新石器时代文化发展序列^[16]。然而, 针对钱塘江流域的环境考古研究, 多集中于新石器时代某类考古学文化^[16,17]或单一典型遗址的考古地层学研究^[18,19,20]或某时间段内考古学文化演化的自然环境背景方面^[21], 对钱塘江流域整个考古学文化演变过程及其与

¹**作者简介:**张雅薇(1999~),女,硕士研究生,主要研究方向为环境考古。E-mail:1806470040@qq.com;曾蒙秀, E-mail:mengxiuzeng@zjnu.edu.cn

基金项目:浙江省自然科学基金项目(LY22D020002);国家级大学生创新训练计划项目(202010345031);国家自然科学基金项目(42007400;41971111)

环境要素的关系缺乏系统地探讨^[22]。

充分认识长时间尺度上地形等环境要素对人类活动的影响，能为区域空间发展和规划提供参考依据，这对人类活动密集区，如钱塘江流域具有重要意义。GIS 空间分析是研究遗址时空演变和聚落考古的有效技术手段^[23]，能帮助分析文化的传承轨迹和古环境演变规律，为理解和发现人类文化遗产的形成和演变过程、考古学文化发展通道变迁提供科学手段，并能为历史文化遗址的保护和开发利用提供科学依据。本文基于 GIS 空间分析方法以及环境考古研究体系，在钱塘江流域气候条件、海平面升降等环境变迁的大背景下，探讨钱塘江流域新石器时代和夏商时期遗址的时空分布特征及考古学文化演变的原因，以期更好地了解现在和预测未来。

1 研究区自然概况及考古学文化演变序列

1.1 研究区自然背景

钱塘江流域位于中国东南沿海(图 1a)，介于 $117^{\circ} 37' E \sim 121^{\circ} 52' E$ 、 $28^{\circ} 10' N \sim 30^{\circ} 48' N$ 之间，跨越安徽、浙江、江西和福建 4 省(图 1b)，流域面积为 $55491 km^2$ ，其中浙江省 $44467 km^2$ ，主流长 $609 km$ ^[24]，分属杭州、绍兴、金华、衢州、丽水 5 个市，27 个县(市、区)。钱塘江是浙江省流域面积最大、长度最长、水量最大的河流，是浙江省的母亲河。钱塘江北源为新安江，南源为马金溪，上游为新安江、中游为富春江、下游为钱塘江，经杭州湾注入东海。在浙江省境内，钱塘江水系流域面积 $100 km^2$ 以上的支流有 123 条，其中一级支流 51 条，二级支流 46 条，三级支流 23 条，四级支流 3 条^[25]，重要支流有兰江、婺江、分水江、浦阳江、曹娥江等。

钱塘江流域整体呈西高东低之势(图 1b)，除东北角入海口地区外均由中、低山构成的分水岭包围；地貌形态主要有山地、盆地和平原三大类，河谷盆地散布^[26]。山地丘陵面积占总面积的 70% 左右，是流域内地形的主要类型，主要包括白际山地、黄山山地、仙霞岭山地等。平原主要包括杭嘉湖平原、三北平原、萧绍平原等，而盆地主要包括常山盆地、金衢盆地、新峰盆地等。流域内土壤类型多样，主要以红壤、黄壤和水稻土为主^[26]。流域处于中国东部暖温带和亚热带过渡区域，为亚热带季风气候，年平均降水量 $1600 mm$ ，其中 6~7 月降水量在 $800 mm$ 左右，占总降水量的 50%，年平均温度 $17^{\circ}C$ ^[27]。

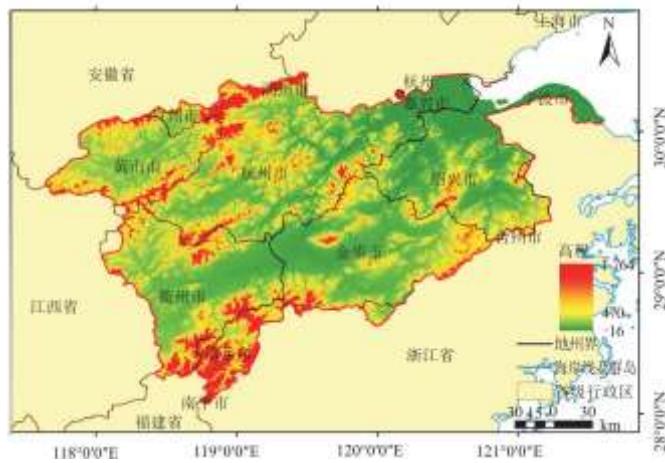


图 1 钱塘江流域的自然环境背景

1.2 考古学文化演变序列

钱塘江流域在新石器时代及夏商时期拥有极富地域特色的考古学文化序列，先后孕育了新石器时代早期的上山文化(11400~8500cal. aBP)和跨湖桥文化(8000~7000cal. aBP)，新石器时代中期的马家浜文化(7000~5800cal. aBP)——河姆渡文化(7000~5300cal. aBP)——崧泽文化(5800~5300cal. aBP)及新石器时代晚期的良渚文化(5300~4200cal. aBP)——钱山漾文化(4200~4000cal. aBP)——马桥文化(3900~3200cal. aBP)^[28]。各考古学文化前后相续，存在源流关系，但受到区域外文化的冲击与交流，谱系关系的具体内涵相对复杂^[22]。

钱塘江流域已知距今最早的考古学文化是上山文化，其是跨湖桥文化的直接源头，两文化间存在相对紧密的年代衔接^[22]。跨湖桥文化主要是本土的上山文化与东向挺进长江下游的彭头山文化相互交融发展形成^[29]。新石器时代中期，被誉为“江南文化之源”的马家浜文化^[30]成为钱塘江流域的主要文化。随后崧泽文化时期遗址出土的器物形态与马家浜文化时期的具有相似性，两个考古学文化一脉相承^[31]。此外，在考古过程中发现作为与马家浜文化地域接近、长期并存的河姆渡文化，继承了跨湖桥文化的许多因素，但又接受了来自以淮河下游地区为主体的北部新石器文化的直接影响^[22]。新石器时代晚期良渚文化成为流域的主流文化，是以大玉制器物、黑陶、先进的犁耕农业工具等为特征的文化^[32]。其后出现的钱山漾文化在主体上继承了良渚文化，好川文化则是良渚文化族群向西南扩展，在好川建立聚落并与当地土著文化结合而形成，具有鲜明的地域特色面貌^[33]。夏商时期的文化为良渚文化晚期、良渚——钱山漾文化过渡期和马桥文化等。其中马桥文化的主要来源是浙闽地区的肩头弄文化遗存单元，在良渚文化末期进入钱塘江流域，融合了部分良渚文化和夏商文化遗留因素^[34]。而这时期的马桥文化^[35]在继承了良渚文化的同时也与外来文化(大汶口文化)存在交集，晚期则延续至马桥文化时期。

2 研究数据与方法

2.1 研究材料与数据来源

钱塘江流域范围划分依照浙江省水利厅对钱塘江流域的规划范围图进行矢量化、裁剪及空间配准等处理得到，其地形数据来自中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台。其中利用 ArcGIS 软件进行拼接裁剪，能获得研究区的地形地貌要素特征，再进行重分类，制作分层设色图。

考古遗址点的数据资料主要来自于《中国文物地图集·浙江分册》、中国社会科学网统一检索服务平台、国内外文献资料等，最终建立钱塘江流域新石器时代到夏商各时期遗址点数据库，包括名称、地理位置、年代、文化层特征等方面信息，并得到整个研究区内古文化遗址的文化编年体系。由于新石器时代及夏商时期距今较为久远且受限于绝对测年的数量较少，大部分遗址的年代数据只能根据其地质年代或考古年代存续的最大值进行确定。

2.2 研究方法

利用 ArcGIS 软件，观察遗址点的分布特征并结合地形、河流数据，提取高程、坡向、坡度等要素的数据，生成钱塘江流域新石器时代到夏商各时期遗址点在海拔高程、坡向等底图上的分布图。通过邻域分析获取遗址点离河流的最短距离，基于缓冲区分析探讨遗址分布与河流的关系，结合核密度分析和方向性分布等了解遗址点的集聚情况。再通过分析遗址数量和叠置特征，以探讨不同时期钱塘江流域遗址文化发展是否具有继承性。具体见表 1。

3 结果分析

3.1 各时期遗址数量及其时间序列上的变化

新石器时代早期遗址数目少(21 处)且集中分布在钱塘江流域中游(图 2a)。新石器时代中期遗址数目急剧减少至仅有 6 处，零散分布在钱塘江流域的中下游(图 2b)。到新石器时代晚期遗址数目迅速增多到 49 处，分布范围遍及整个流域(图 2c)。夏商

时期遗址重新缩减到 16 处，并主要聚集在流域上游北部和中游南部(图 2d)。

3.2 各时期遗址分布的地形地貌特征

3.2.1 海拔高程

根据等级梯度将高程分为 7 级，包括 0~50、50~100、100~150、150~200、200~250、250~300、>300m。钱塘江流域新石器时代和夏商时期遗址空间分布范围广，大部分遗址主要分布在 250m 以下(图 3)，多位于海拔较低的平原和河流谷地(图 2)。其中在 50~100m 高程区间上分布数量最多，而在 200m 以上分布较少。新石器时代早期遗址平均高程为 77.76m，明显高于中期遗址平均高程(32.17m)。主要是因为新石器时代中期的遗址点数量少，分布零散，多位于河谷低地。而新石器时代晚期遗址高程相对较高，平均高程达到 113.82m。从新石器时代早期、中期到晚期，遗址分布有向高海拔地区转移的趋势。到了夏商时期较低海拔地区的遗址点占比增加，平均高程下降到 23.88m。

3.2.2 坡向

坡向除影响区域气候、生态系统外，也是影响人类居住地选择的重要因素。根据坡向的定义及规律^[36]，将坡向分为 9 类，分别以 45° 为标准按顺时针依次划分，如 22.5° ~67.5° 、67.5° ~112.5° 、112.5° ~157.5° 等来指代东北、正东、东南等方向，同时将-1° 划分为平地。不同时期古文化遗址点在不同坡向上的数量及比例分布图显示(图 4)，坡向以东南方向(112.5° ~157.5°)范围内遗址最多(15 处)，不同时期遗址坡向分布存在差异。其中，新石器时代早期遗址坡向以西北方向分布居多(6 处)；新石器时代中期坡向以东南和正北方向分布为多；晚期以东南和正南方向偏多，分别达到 8 处和 9 处；夏商时期则以正东方向最多(4 处)。

表 1 主要统计分析方法

方法	步骤	公式	参数含义
数字地形分析	坡度	$Slope = \arctan \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$	f_x 为 x 轴方向高程变化率， f_y 为 y 轴方向高程变化率
	坡向	$Aspect = 270^\circ + \arctan\left(\frac{f_y}{f_x}\right) - 90^\circ \frac{f_x}{ f_x }$	
	地形起伏度克里金插值	$R = H_{\max} - H_{\min}$ $Z(s) = \mu + \varepsilon(s)$	R 表示某一区域范围下的地形起伏度； H_{\max} 为该范围内的最大高程； H_{\min} 为最小高程； μ 为已知常量， $\varepsilon(s)$ 为随机误差
缓冲区分析	距河流最近距离	$d_i = \sqrt{(x_{i1} - x_{i2})^2 + (y_{i1} - y_{i2})^2}$	d_i 为点 (x_{i1}, y_{i1}) 与点 (x_{i2}, y_{i2}) 之间的欧氏距离

方向性分布	圆心位置	$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$ $SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$	SDE _x 、SDE _y 分别表示椭圆 x、y 轴的长度；x _i 、y _i 代表空间对象 i 坐标 (x, y) 与椭圆质心 (\bar{x} , \bar{y}) 的偏离值；tan θ 表示椭圆的旋转角度
	旋转角度	$A = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2$ $B = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \bar{y}_i^2 \right)^2}$ $C = 2 \left(\sum_{i=1}^n \bar{x}_i \bar{y}_i \right)$ $\tan \theta = \frac{A + B}{C}$	
核密度	搜索半径	$f(x, y) = \frac{1}{n h^2} \sum_{i=1}^n \left\{ k \left \frac{d(x_i, y_i)}{h} \right \right\}$	f(x, y) 为位于 (x, y) 位置的密度估计；n 为观测数值；h 为带宽或平滑参数；d(x, xi) 表示两点之间的欧式距离 k() 表示核密度函数
叠置系数	空间位置	$C_{a/b} = \frac{n}{N}$	a 为早期文化遗址类型；b 为晚期文化遗址类型；n 为晚期文化遗址 b 中存在的 a 类文化遗址数量；N 为早期文化遗址 a 的数量

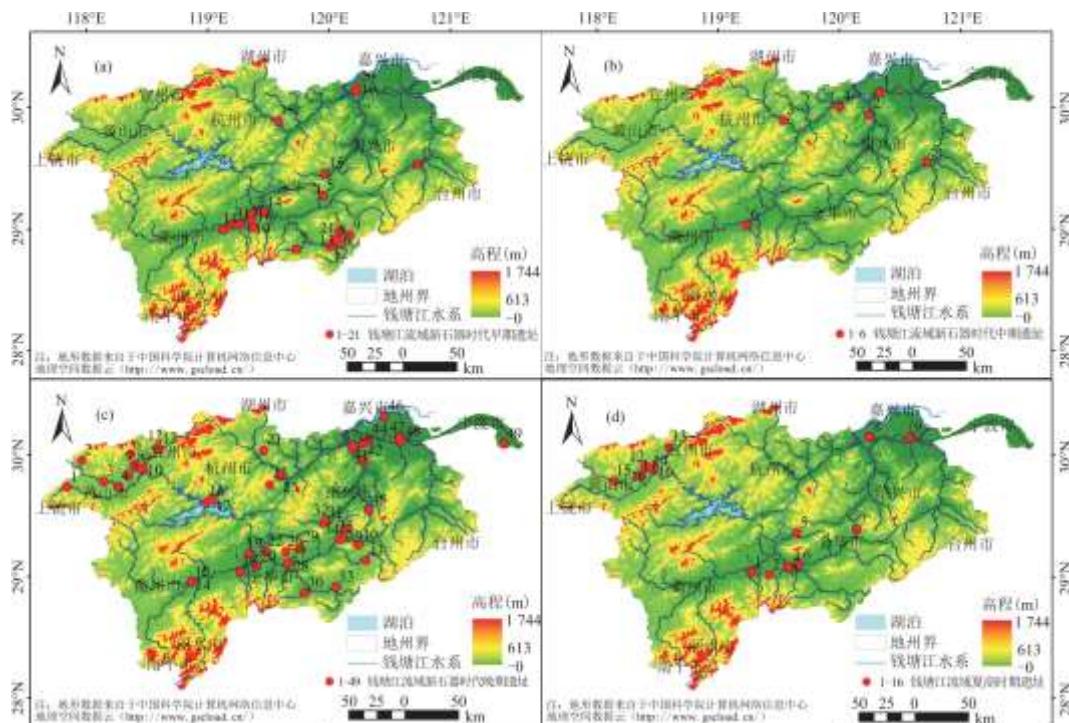


图 2 钱塘江流域不同时期遗址点分布

注: (a) 新石器时代早期 (11400~7500cal. aBP); (b) 新石器时代中期 (7000~5300cal. aBP); (c) 新石器时代晚期 (5300~4000cal. aBP); (d) 夏商时期 (3900~3300cal. aBP).

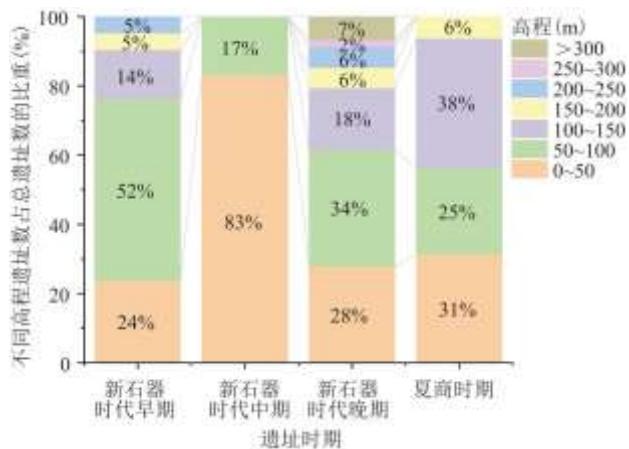


图 3 新石器时代和夏商时期不同高程遗址数占总遗址数的比重(%)

3.2.3 坡度

根据研究区的地形特点及 4 个时期遗址点的坡度变化, 将坡度划分为 4 个范围, 包括 $0^\circ \sim 3^\circ$ (平坡)、 $3^\circ \sim 7^\circ$ (缓坡)、 $7^\circ \sim 15^\circ$ (中坡) 以及 $>15^\circ$ (陡坡)。各个坡度范围内的遗址点数量及其占比图显示(图 5a), 90.2% 的遗址分布在坡度小于 10° 的地区, 体现出不同文化时期遗址分布对坡度选择具有倾向性。总体上随着坡度增加, 位于中陡坡的聚落比例逐渐减小。其中, 新石器时代晚期遗址分布的坡度有上升趋势。

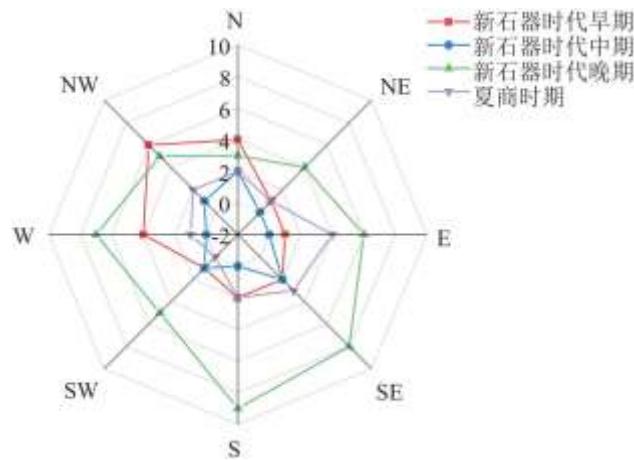


图 4 新石器时代和夏商时期遗址不同坡向统计图

3.3 各时期遗址分布的距河远近特征

为更好反映各遗址点与河流的关系, 对流域内水系分别进行 $0 \sim 1$ 、 $1 \sim 2$ 、 $2 \sim 5$ 及 $>5\text{km}$ 的缓冲区分析(图 6)。发现大部分遗

址位于距水源地 5km 以内范围, 遗址点分布与河流水系也呈现出一定的相关性。在新石器时代和夏商时期, 距钱塘江主干水系最近的遗址出现在龙游下库遗址, 距钱塘江主干水系最远的遗址出现在茂山遗址。从不同时期来看(图 5b), 新石器时代早、中期遗址主要分布在距河流 2~5km 范围内, 占比约 50%。新石器时代晚期遗址主要分布在距河流 0~1km 范围内, 且距离河流较远的 7km 以上也有所分布但相对分散。夏商时期遗址点则在 0~1km、2~5km 距离范围内分布较多。

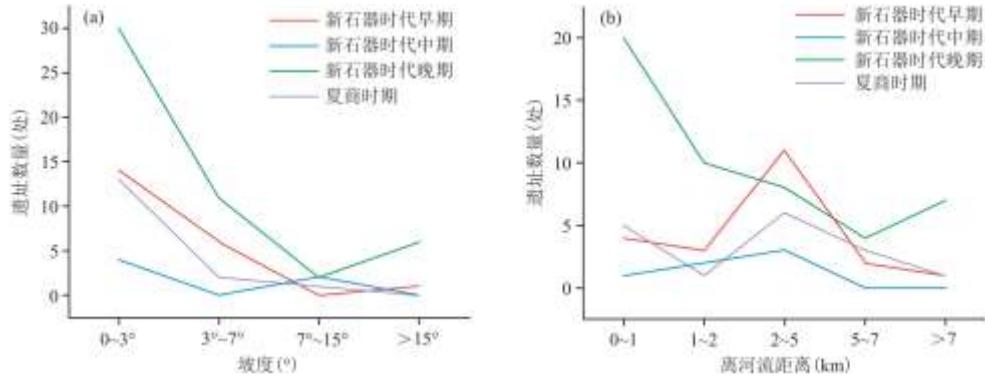


图 5 钱塘江流域各时期不同坡度(a)和离河流距离(b)的遗址数量分布图

3.4 各时期遗址分布重心、核密度和方向性特征

3.4.1 核密度空间分异

从各时期遗址的集聚情况来看(图 7), 新石器时代早期遗址集中分布的钱塘江流域南岸, 中心点位于金华市和衢州市。中期遗址主要分布在钱塘江流域北侧, 中心点位于杭州市和绍兴市。而晚期遗址有多个中心密集区, 分布在新安江、白沙江、钱清江水系等附近, 主要位于黄山市、金华市和杭州市。夏商时代遗址主要分布在钱塘江流域西北岸, 集聚程度高, 主要位于黄山市和金华市。

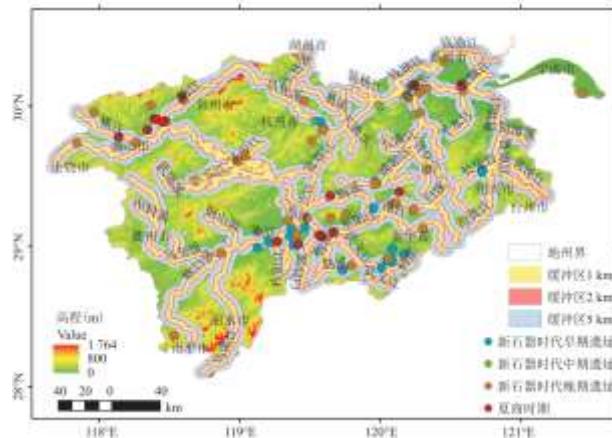


图 6 钱塘江流域遗址分布与河流相关性

3.4.2 遗址分布的方向特征

对新石器时代和夏商时期的遗址进行方向性计算和分析得出(图 7), 四期遗址均沿钱塘江干支流不同方向分布, 标准差椭圆

的旋转角度分别为 55.29° 、 61.84° 、 89.32° 、 101.51° 。新石器时代早、中期遗址分布呈东北—西南走向，晚期呈东西走向，夏商时期遗址分布略向西北—东南倾斜。其中新石器时代中期遗址的标准差椭圆扁率最大，方向性最为显著；新石器时代晚期遗址的分布方向与钱塘江流向最为接近，旋转角度最小。

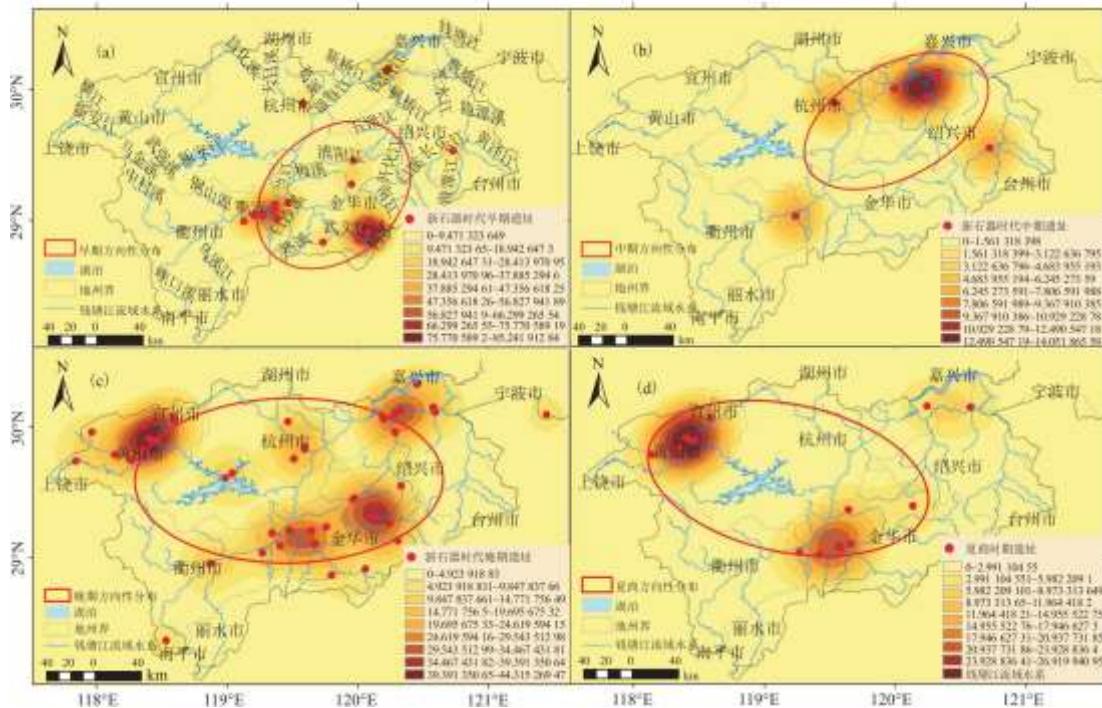


图 7 新石器时代和夏商时期遗址的分布密度和方向性分布

注：(a)新石器时代早期；(b)新石器时代中期；(c)新石器时代晚期；(d)夏商时期。

3.5 各时期遗址分布的叠置特征

从表 2 各时期文化叠置系数来看，上山文化至跨湖桥文化，及马家浜文化至崧泽文化的叠置系数较高，分别为 0.28、0.33。崧泽—良渚文化的叠置系数最高，为 0.5。而河姆渡至良渚、良渚至夏商的文化遗址叠置系数较小，分别为 0.17 和 0.08。考虑到钱塘江流域为文化发展的部分区域，数据量相对较少，不能完全代表该文化所有遗址的继承性，但一定程度上反映研究区部分文化遗址的延续和继承性变化较为明显。

表 2 钱塘江流域新石器时代至夏商时期文化叠置系数

时期	文化类型	叠置系数
新石器时代早期	上山—跨湖桥	0.28
新石器时代中期	马家浜—崧泽	0.33
新石器时代中期—新石器时代晚期	崧泽—良渚	0.50
新石器时代中期—新石器时代晚期	河姆渡—良渚	0.17

4 讨论

4.1 自然和人文因素对遗址数量及其延续性的影响

钱塘江流域各时期的遗址数量变化呈现一个变形的倒“N”型，在新石器时代晚期遗址数量最多而在新石器时代中期遗址数量最少，总体上经历了萌芽阶段—繁盛阶段—衰退阶段。遗址数量特征及其延续性受到自然和人文因素的双重影响，其中自然地理环境的影响是基础性的^[37]。气候的冷暖干湿波动将引起钱塘江及其支流的水位变化，遗址数量和延续性会随着水位的变化而扩展或收缩。同时，遗址的数量波动与河流侵蚀基准面及海平面变化也具有直接联系，而气候变化直接影响到这两者的变化。当侵蚀基准面下降时河流的侵蚀作用随之而加强，从而对遗址构成的威胁也加强。基于综合多个钻孔的孢粉记录的古气候定量重建结果^[38]、安徽南漪湖沉积物的Rb/Sr比值^[39]、江西九龙洞石笋的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 记录^[40]（图8），皆反映全新世以来气候波动明显，而这将影响到钱塘江流域文明的演进。早全新世气候条件由寒冷转变为温暖，人类文明从旧石器时代进入新石器时代，古人逐渐掌握彩陶、栽培稻等技术，产生了最早的初级村落^[41]，孕育了上山文化，并成为世界稻作文化的源头。最显著特点是遗址分布变广，密度增大（图2a）。受限于生产力水平，新石器时代早期居住模式存在较高的流动性，采集和狩猎仍为先民重要的生活来源^[42]。新石器时代中期对应于中全新世大暖期，年均降水量增加（图8b），南方涛动和厄尔尼诺影响减弱^[43]，其所带来的灾害性天气发生频率相应减少，沿海从事捕捞业的先民能够在相对稳定的条件下生活。从而遗址分布呈现向海靠近的趋势，大规模且零散分布在环太湖地区，较少分布在钱塘江流域（图2b）。全新世晚期气候偏干冷，海平面下降，岸线东扩，陆地面积进一步扩大，为史前人类的生存发展提供了广阔的活动空间，文化进入繁荣期。晚期较早阶段种植农业高度发展，特别是稻作生产水平的提升促进了人口增长^[22]，良渚文化蔚然兴起。夏商时期，特别是在4kaBP前后夏季风衰弱明显（图8c），期间伴随快速频繁的冷暖波动，大降温事件是导致遗址数量锐减的主要原因（图2d）。同时，原始居民改变生产方式，流域北部马桥文化的主要经济形态转变为狩猎和采集活动^[44]，稻作农业萎缩；而南部各史前文化由于海洋经济的衰落，农业经济重新变成更为重要的生产活动。

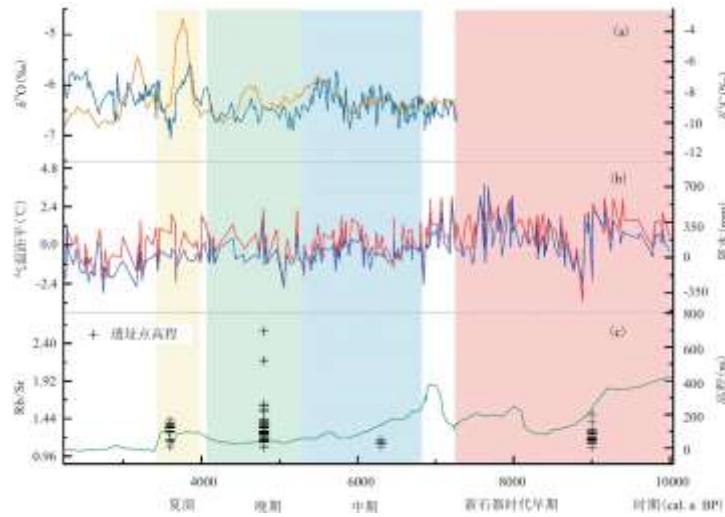


图8 全新世气候变化对钱塘江流域新石器时代和夏商时期文化发展的影响

注：(a)江西九龙洞 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 记录^[40]；(b)基于多组孢粉记录定量重建的长江下游地区年降水量和年均温波动曲线^[39]；(c)能够指示东亚夏季风强度的Rb/Sr比值变化^[39]。

上山文化至跨湖桥文化的叠置系数为 0.28(表 2), 表明两考古学文化间具有一定的继承性, 但早期文化处于萌芽阶段且气候不稳定(图 8), 先民为寻找适宜的生存环境被迫转移, 使部分遗址未能得到有效延续。马家浜文化至跨湖桥文化的叠置系数为 0.33, 而崧泽文化至良渚文化的叠置系数为 0.5(表 2)。这可能是由于环境条件的相对稳定(图 8), 促使遗址的延续性更为优良。河姆渡文化时期至良渚文化时期、良渚文化时期至夏商时期的叠置系数较小, 反映了绝大部分遗址可能由于局部环境条件变化、古人类生产方式改变等使其未能继承先前遗址的区位。夏商时期遗址的文化继承性最差, 除可能由于外来移民的影响促进了外来文化与本土文化相融合外, 也与夏季风衰弱和恶化的气候条件相关(图 8), 遗址继承使用的难度增加。此外, 当时伴随的极端风暴事件和高海平面导致晚期遗址大量消失, 遗址难以在原来基础上发展。

4.2 遗址在垂直和水平空间上的演变特征及其影响因素

垂直空间上, 钱塘江流域先民偏好在海拔 200m 以下选择居住地, 不同时期占比分别为 95.24%、100%、84.95%、100%(图 3)。同时, 遗址集中分布在地形起伏度 0~49m 之间支流密集的谷地及山麓地带(图 6)。此类选址的偏向性既方便取水用水又能规避泥石流、滑坡、洪水等自然灾害, 除能实现基本的物质生活保障外, 同时也有利于促进聚落间的文化交流和传播。

新石器时代早中期遗址平均高程相对较低, 到晚期时遗址的高程分布范围明显更高, 与早中期相比有向高海拔地区转移的趋势, 夏商时期遗址高程进一步增加(图 3)。早期遗址受新构造运动和海平面持续上升的影响(图 9), 岸线以较快速率大面积向陆地方向推进, 河谷低地被海水淹没, 只有少量剩余的丘陵岗地成为早期人类居住的重要场所。因而遗址多分布于河流两岸地势略高的山间盆地, 以阶地面为主, 距离海洋较远。大暖期鼎盛阶段的到来促使先民有目的地人工栽培水稻, 而农业生产极大地受到了地形等自然条件的影响, 先民更愿意前往海拔更低距河更近的滨海平原定居(图 2d)。从考古发掘的动植物遗存和孢粉分析结果来看, 流域下游湖沼地区自然资源丰富, 为原始先民从事采集和捕捞活动提供了物质基础^[45]。新石器时代晚期是气候波动的亚稳定期(图 8), 强烈海潮上涌顶托造成的水灾影响频繁, 人类活动范围由江湖边缘、水网密集的平原向丘陵山地等较高海拔地区扩展, 晚期遗址呈现出平均海拔高度最高的特征(图 3)。夏商时期海平面下降趋于稳定(图 9), 陆地面积扩大, 但为避免低洼地区受洪水泛滥的影响, 先民生活高度略微向下转移。

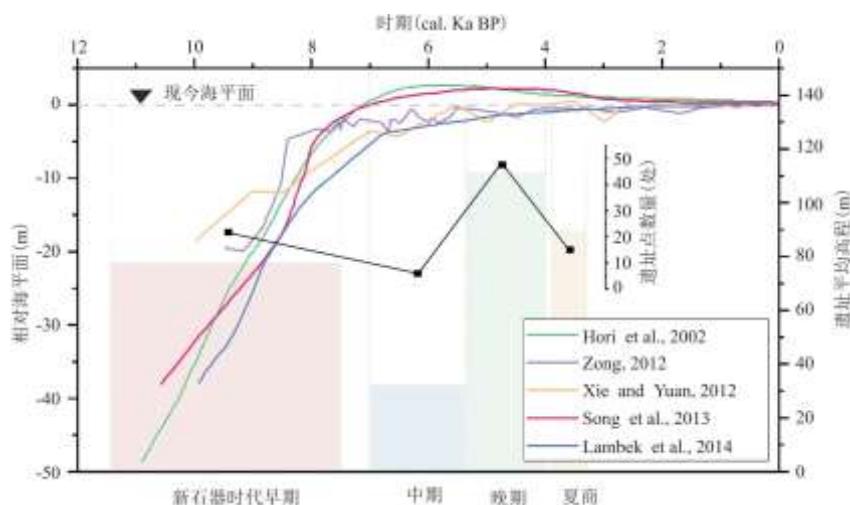


图 9 钱塘江流域新石器时代至夏商时期遗址平均高程与海平面变化的关系

水平空间上, 核密度分析揭示了钱塘江流域遗址点分布呈现集聚性和地域性特征, 以河谷、山间盆地为主要集中区域(图 7)。新石器时代早期深受海侵事件影响, 近海的钱塘江流域东侧易受极端天气袭扰, 生存空间有限, 促使遗址分布在钱塘江上游的金衢盆地, 其中部分遗址向东南分布至武义江上游河谷地区(图 7)。新石器时代中期气候稳定(图 8), 遗址主要分布在钱塘江中下游的河口平原。新石器时代晚期海平面上升速率降低(图 9), 海水退去, 河流携带大量沉积物堆积, 退海成陆为人类生产生活提

供了广泛空间, 遗址分布向整个流域扩散, 呈现出多中心分布, 分布方向与钱塘江水系方向最为接近, 方向性最为显著(图 7), 聚落联系可能更紧密。夏商时期因受极端气候事件影响, 东部沿海地区不再适合人类居住, 遗址大规模消失, 剩下少量遗址成两大中心区分布于钱塘江中上游, 但分布仍较为广泛(图 7)。总之, 遗址分布中心的变化在一定程度上反映了海平面变化引起的海进人退、海退人进的动态平衡过程。

4.3 遗址自身特征对自然环境变化的响应

史前时期人类生产力水平较低, 遗址分布及社会生产受制于自然环境。各时期遗址的坡度、坡向、距河流远近等分析结果, 能充分反映各时期人类活动与自然环境之间的耦合关系。钱塘江流域位于东亚季风区, 降水集中, 雨季较长, 选址偏向水热条件较好且坡度适中的地区。坡度大的区域土壤储水能力差, 雨季易发生泥石流、山体滑坡等自然灾害, 不利于开展农业生产活动。各时期遗址的分布变化体现了先民选址对坡度具有倾向性, 主要分布在坡度小于 10° 的地区, 约占总数的 90.2%(图 5a)。新石器时代晚期遗址分布高程相对增高, 部分先民选择在 $>15^{\circ}$ 的山前较陡坡居住(图 5a), 生活方式以迁移农业和狩猎业为主。除海侵和咸潮造成的影响外(图 9), 也可能是生产技术水平和生活经验提升的表现。

坡向影响山体植被、土壤、热量及采光等条件, 进而影响人类活动。新石器时代早期受夏季风影响显著, 温度高, 降水变率大, 为避免农业生产和生活受到气候的胁迫, 先民选址趋向于相对干燥凉爽的西北坡。新石器时代中期为了减弱高温高湿气候的影响, 遗址坡向较多分布于正北方向(图 4, 8)。钱塘江流域内的东南坡大多为迎风坡和半阳坡, 水热条件佳, 因此气候更为寒冷干燥的新石器时代晚期和夏商时期, 分布在光照条件偏好的东、东南和南坡方向遗址点明显增多(图 4)。

水源地及古河道等变化也会使人类选址做出相应的响应。国内外学者通过对不同流域聚落居址的研究, 普遍认为古人对住址的选择多为依湖、河、海、泉而居^[46], 而距海洋、河流等水体的距离则是最为直观的表现。新石器时代早期, 遗址主要分布在距离河流 2~5km 范围内的河谷盆地上(图 6)。早期人们以采集经济为主要生活来源, 要求人们居住靠近山区且取水便利地带。到新石器时代中期东亚季风强盛(图 8), 河流易改道和漫溢, 导致遗址距离河流偏远。晚期流域内遗址分布范围扩大, 但由于气候变化性加强, 特别是气候变干、降水变率加大, 使得河流水位下降, 人类选择距离河流更近的 0~1km 范围内生活(图 6)。同时随着人类活动范围的扩大, 距离河流大于 7km 外的遗址数量有所增加(图 5b)。海平面上升到一定程度, 地下水位相应增高, 高海拔地区取水更为便利。夏商时期由于气候不稳定处于降温期, 人类选择距离河流 7km 之内的生产生活区, 既接近水源又不易遭受水患灾害影响。

5 结论

基于新石器时代和夏商时期的考古遗址数据及海平面、气候等环境背景信息, 主要通过 ArcGIS 空间分析方法, 探讨钱塘江流域不同时期遗址数量的变化以及高程、坡度、坡向、距河远近等地形地貌要素对遗址分布的影响及人类活动的响应, 并探究各个时期遗址分布重心、核密度、方向性及叠置性特征等。结果表明:

(1) 自然及人文因素不同程度地影响了钱塘江流域遗址延续性及考古学文化演变, 以气候和海平面变化影响最为显著。从新石器时代到夏商时期, 其考古学文化经历了萌芽—繁盛—衰退的变化历程。

(2) 人类活动对选址具有偏向性, 以高程 200m 以下、坡度为 $0^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 、坡向为 $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 内的区域为主。遗址在垂直、水平空间上的变化及经济形态差异的产生在一定程度上体现了人类对流域自然环境发生变化的响应。随着生产力水平的提升, 环境因素对古人类生存的制约逐渐减弱。

(3) 新石器时代早期遗址分布主要受限于大面积海侵事件, 河流阶地成为先民的主要活动范围; 新石器时代中晚期气候和海平面变化均为影响聚落遗址分布的主导因素, 岸线东扩, 形成了一系列较为连续的由陆向海发展的文化序列, 但随后的海侵事件

和极端气候加速了晚期文化的衰亡；夏商时期气候恶化是影响聚落遗址分布的限制因素，大降温事件导致遗址数量锐减，人类活动地域缩小。

参考文献：

- [1] 金孙梅, 侯光良, 许长军, 等. 全新世以来青藏高原文化遗址时空演变及其驱动[J]. 干旱区研究, 2019, 36(5): 1049-1059.
- [2] SUMAN S, ASHIS K P, SOUMENDU C. Identification of archaeological remains around the “Rarha” region and littoral tract of Midnapur, West Bengal, India[J]. International Journal of Research in Social Sciences, 2016, 6(3): 463-482.
- [3] DEEPAK K J, PRASANTA S, ANNE P. Multi-proxy evidence of Late Quaternary climate and vegetational history of north-central India: Implication for the paleolithic to neolithic phases[J]. Quaternary Science Reviews, 2020, 229: 106121.
- [4] 赵晶, 冯健, 王洋. 西安新石器时代聚落遗址文化重心迁移与环境考古研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(5): 87-93.
- [5] 仇度伟, 公王斌, 闫纪元, 等. 山西运城盆地北部峨嵋台地晚更新世——全新世地质环境变化及其对人类聚落分布的影响[J]. 地质力学学报, 2021, 27(2): 326-338.
- [6] 陈诗越, 强柳燕, 张风菊, 等. 黄河下游地区堌堆遗址时空分布特征及其与黄河洪水关系[J]. 地理科学, 2020, 40(7): 1202-1209.
- [7] LI K, GAO W. Human settlement distribution patterns during the Longshan and Xinzhai-Erlitou periods and their hydrogeomorphic contexts in the Central Plains, China[J]. Catena, 2021, 204: 105433.
- [8] LV Z L, LI C H, DU Y F. Study on the distribution and evolution of prehistoric settlements in Shandong Province based on GIS[J]. Geographical Science Research, 2021, 10(1): 39-45.
- [9] WU L, SUN X, SUN W, et al. Evolution of neolithic site distribution(9.0-4.0 ka BP) in Anhui, East China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2020, 30(9): 1451-1466.
- [10] 陈瑞, 李凤全, 王天阳, 等. 长江中游新石器时代遗址规模的分布特征[J]. 地理学报, 2018, 73(3): 474-486.
- [11] 董惟妙, 胡耀武. 人骨稳定同位素视角下长江下游地区史前先民的生存方式及演变[J]. 南方文物, 2020(6): 253-260.
- [12] 崔一付, 刘雨嘉, 马敏敏. 青藏高原东北部官亭盆地新石器-青铜时代聚落时空演变及其影响因素[J]. 中国科学: 地球科学, 2018, 48(2): 152-164.
- [13] 王宗礼, 曹辉辉, 肖永明, 等. 青藏高原东北部沙隆卡遗址史前人群活动和生存环境基础[J]. 第四纪研究, 2021, 41(1): 201-213.
- [14] CHEN Y, HOU G, GAO J, et al. Microblade technology and site structure of the Late Mesolithic hunter-gatherers

in Donggi-Cona Lake Basin: New implications for human dispersals and interactions in the northeastern Tibetan Plateau during the Holocene [J]. *Quaternary International*, 2021, 574:43–51.

[15] 蒋乐平. 钱塘江史前文明史纲要 [J]. *南方文物*, 2012(2):86–97.

[16] ZHENG Y, ZHENG H, GUO Q, et al. Dating the hemudu neolithic rice cultivation site, east China, by paleomagnetic chronostratigraphy [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2021, 569:110297.

[17] XU Y T, LIN Z, JIANG L P. The correlation between landscape characteristics in Qu River and the site selection of Shangshan Culture [J]. *Advances in Geosciences*, 2020, 10(8):778–791.

[18] HE K Y, LU H Y, SUN G P, et al. Multi-proxy evidence of environmental change related to collapse of the Liangzhu Culture in the Yangtze Delta, China [J]. *Science China (Earth Sciences)*, 2021, 64(6):890–905.

[19] 李永宁, 吴敬, 丁风雅, 等. 宁波市奉化区下王渡遗址第III发掘区发掘简报 [J]. *江汉考古*, 2021(1):42–49.

[20] 张枫林, 林森. 从龙游荷花山遗址东区的陶器类型谈对上山文化分期的新认识 [J]. *江汉考古*, 2021(1):88–96.

[21] 周慧, 吴立, 马春梅, 等. 巢湖杭埠河流域湖相沉积物多指标揭示的全新世以来环境演变 [J]. *湖泊科学*, 2020, 32(6):1869–1881.

[22] 蒋乐平. 钱塘江流域的早期新石器时代及文化谱系研究 [J]. *东南文化*, 2013(6):44–53.

[23] 王琳, 武虹. GIS 位置建模在环境考古中的应用现状和前景展望 [J]. *世界科技研究与发展*, 2017, 39(2):174–181.

[24] 徐红权, 陈振飞, 毛肖钰. 钱塘江流域防洪减灾数字化平台建设与应用实践 [J]. *中国水利*, 2021, (16):53–55.

[25] 田文婷, 王飞, 王新, 等. 钱塘江流域蒸散发遥感估算 [J]. *浙江水利科技*, 2015, 43(6):84–89.

[26] 夏芳. 钱塘江流域气候变化及其对水文径流的影响 [D]. 2016, 博士学位论文, 浙江大学, 杭州: 197.

[27] XU Y P, PAN S L, GAO C, et al. Historical pan evaporation changes in the Qiantang River Basin, East China [J]. *International Journal of Climatology*, 2016, 36(4):1928–1942.

[28] WU L, LU S, ZHU C, et al. Holocene environmental archaeology of the Yangtze River Valley in China: A Review [J]. *Land*, 2021, 10(3):302.

[29] 韩建业. 试论跨湖桥文化的来源和对外影响——兼论新石器时代中期长江中下游地区间的文化交流 [J]. *东南文化*, 2010, 218(6):62–66.

[30] 张兴龙. 从起源角度看江南文化精神 [J]. *江南大学学报(人文社会科学版)*, 2008, 7(6):51–54.

[31] 穆东旭. 器物视角下的社会组织形式与分化——以新岗崧泽文化聚落为例 [J]. *东南文化*, 2020, 275(3):122–133.

-
- [32] LIU B, LING Q. Liangzhu culture: Society, belief and art in neolithic China[M]. Taylor and Francis, 2018.
- [33] LI H, SUN J, MA C, et al. Paleoenvironmental evolution and Human activities at the Hejia site on the Ningshao coastal plain in eastern China[J]. *Frontiers in Earth Science*, 2021(8):609912.
- [34] 赵东升. 环太湖古文化演进与水域变迁关系初论[J]. *南方文物*, 2016(3):201-207.
- [35] 郭梦雨. 试论钱山漾文化的内涵、分期与年代[J]. *考古*, 2020(9):69-80.
- [36] 闫明, 刘鹏举, 蒋育昊, 等. 基于 DEM 与太阳辐射的北京市山地坡向提取方法研究[J]. *北京林业大学学报*, 2018, 40(1):67-73.
- [37] WANG F, YANG Z, LUAN F, et al. Spatiotemporal characteristics of cultural sites and their driving forces in the Ili River Valley during historical periods[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2015, 25(9):1089-1108.
- [38] LI J Y, DODSON J, WANG W M, et al. Quantitative Holocene climatic reconstructions for the lower Yangtze region of China[J]. *Climate Dynamics*, 2018, 50(3-4):1101-1113.
- [39] LIU J, SHEN Z, CHEN W, et al. Dipolar mode of precipitation changes between north China and the Yangtze River Valley existed over the entire Holocene: Evidence from the sediment record of Nanyi Lake[J]. *International Journal of Climatology*, 2020, 41(3):1667-1681.
- [40] ZHANG H, CHENG H, SINHA A, et al. Collapse of the Liangzhu and other Neolithic cultures in the lower Yangtze region in response to climate change[J]. *Science Advances*, 2021, 7(48):i9275.
- [41] 马黎. 跟着上山文化, 起底浙江万年稻作史[J]. *文化交流*, 2020(12):30-34.
- [42] 徐紫瑾, 陈胜前. 上山文化居址流动性分析: 早期农业形态研究[J]. *南方文物*, 2019, 112(4):165-173.
- [43] 李姝童, 靳建辉, 吴卫, 等. 闽江下游黄岐屿遗址的光释光测年[J]. *热带地理*, 2021, 41(4):790-800.
- [44] 吴立, 朱诚, 郑朝贵, 等. 全新世以来浙江地区史前文化对环境变化的响应[J]. *地理学报*, 2012, 67(7):903-916.
- [45] 王斌. 马家浜文化研究[D]. 2019, 博士学位论文, 上海大学, 上海: 362.
- [46] 胡珂, 莫多闻, 毛龙江, 等. 无定河流域全新世中期人类聚落选址的空间分析及地貌环境意义[J]. *地理科学*, 2011, 31(4):415-420.