

长江流域全新世环境考古研究进展

朱 诚¹, 吴 立², 李 兰³, 郑朝贵⁴, 李中轩⁵, 马春梅¹, 谭 艳¹, 赵泉鸿⁶, 王坤华¹, 林留根⁷,
江章华⁸, 丁金龙⁹, 孟华平¹⁰

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 安徽师范大学国土资源与旅游学院, 芜湖 241002;
3. 四川大学历史文化学院, 成都 610065; 4. 滁州学院地理信息与旅游学系, 滁州 239000;
5. 许昌学院城市与环境学系, 许昌 461000; 6. 同济大学海洋地质国家重点实验室, 上海 200092;
7. 南京博物院江苏省考古研究所, 南京 210016; 8. 成都文物考古研究所, 成都 610000;
9. 苏州市考古研究所, 苏州 215005; 10. 湖北省文物考古研究所, 武汉 430077)

摘要: 长江流域是我国重要的经济区和人类文明孕育、诞生和发展区, 也是水旱等自然灾害频繁发生的地区, 在该区开展全新世环境考古研究, 对弄清全新世 10.0~3.0 ka BP 无文字记载期的环境演变和人地关系互动影响有着重要的科学意义。近年来, 长江流域全新世环境考古主要以古洪水和海面变化事件地层学为依据和线索, 从遗址时空分布学研究、典型遗址考古地层学研究, 以及区域内自然沉积地层记录的环境演变背景特征研究这三个方面入手, 在长江流域的上、中、下游地区均获得了有重要意义的进展, 表明长江流域全新世环境考古正在向更深更广的领域发展。同时, 国际环境考古研究也在不断深入发展, 新出版的 PAGES Magazine 杂志就特别关注了分辨率高达一年至数月的过去沉积记录; 遥感、GIS 等技术和 DNA 等分子生物学技术正不断在环境考古领域得到应用。

关键词: 长江流域; 全新世; 环境考古; 研究进展

DOI: 10.11821/dlxb201409003

1 环境考古的学科性质及其形成过程

环境考古 (Environmental Archaeology) 是考古学与年代学、第四纪地质学、动物学、植物学、微体古生物学、沉积学、地层学、地球化学、遥感与 GIS 等自然科学融合产生的一门新兴交叉学科, 它主要是通过对考古遗址地层、自然地层剖面沉积物的分析研究, 揭示人类形成以来, 尤其是全新世以来与人类有关的环境问题, 认识当时自然环境如何制约古代人类的生存, 而古代人类又是如何在适应环境的基础上生存和发展同时给环境施加影响, 研究的重点是与人类文明发展密切相关的环境演变及人地关系^[1]。

收稿日期: 2014-05-06; 修订日期: 2014-06-07

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41371204, 41171163); 国家科技基础性专项重点项目 (2013FY111900); 湖泊与环境国家重点实验室开放基金项目 (2012SKL003); 黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金项目 (SKLLQG1206); 国家社会科学基金重大项目 (11&ZD183); 国家科技支撑计划项目 (2013BAK08B02); 江苏高校优势学科建设工程基金项目 (PAPD); 国家基础科学人才培养基金项目 (J1103408) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41371204; No.41171163; National Key Science and Technology Infrastructure Program, No.2013FY111900; Open Foundation of State Key Laboratory of Lake Science and Environment, No.2012SKL003; Open Foundation of State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, No.SKLLQG1206; Major Program of National Social Science Foundation of China, No.11&ZD183; National Key Technology R&D Program, No.2013BAK08B02; Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions, No.PAPD; Training Foundation for Natural Basic Science, No.J1103408]

作者简介: 朱诚 (1954-), 男, 安徽歙县人, 博士, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员 (S110002572M), 主要研究方向为全球变化与第四纪环境考古。E-mail: zhuchengnj@126.com

当前全新世环境演变与人类活动相互关系已成为全球变化中 PAGES (过去全球变化) 研究的核心内容。纵观近年国内外研究的进展,环境考古在全新世环境演变与人地关系研究中无疑扮演了重要角色并已获得丰硕的成果。正如著名考古学家苏秉琦先生所言^[2]:“环境考古是一门新产生的交叉学科,它的任务不是单纯研究自然界的进化,而是研究人与自然的关系。环境考古学的目的在于从历史的角度阐述人类依附自然、利用自然、保护自然、最终回归自然的辩证关系”。

20 世纪初,美国地质联合会主席 Pumperly^[3]首次对恢复史前遗址的古环境进行了尝试,并预言了日后环境考古研究发展的必然趋势。Bryan^[4-5]在 20 年代研究了新墨西哥史前人类生活与自然环境的发展,并在 40 年代探讨了美国印第安人史前社会气候变化和环境演变对农业生产的影响。Sandford^[6]对埃及尼罗河谷进行了考察,并对河流变化与旧石器时代人类文明发展演变的关系进行了探讨。美国耶鲁大学地学家 Huntington 曾在北美和中美洲地区利用对考古遗址地层分析及其周边的地形地貌来综合研究古环境和气候变化^[7]。

在中国,环境考古学萌芽于 20 世纪 20 年代。1921 年瑞典学者安特生^[8]在河南省渑池县仰韶村考古发掘时对其所处地貌、气候等自然环境进行了研究。20 世纪 50 年代,自然科学方法如孢粉学、年代测定、动植物遗存分析、沉积物分析等技术开始在考古学中逐渐应用。在此背景下,考古学家开始注重与地质学、地理学、生物学、环境学等学科专家合作,进行有关古文化与古环境相互关系的研究,从而促进了环境考古在中国的开展。20 世纪 60 年代之后,更多学者开始关注文化遗址的环境背景,如考古学家裴文中^[9]利用动物化石对古人类的生活环境进行了研究;周昆叔^[10]对半坡遗址进行了孢粉分析和古气候环境研究。20 世纪 70 年代,竺可桢^[11]应用考古、动植物和古文献资料,对中国近 5000 年来的古环境与古气候进行了分析。20 世纪 80 年代后,欧美许多环境考古学的理论和方法对中国考古界和地学界影响逐渐增大,中国环境考古研究进展加快,不仅孢粉等植物学家关注古遗址的环境背景,地质学、地理学、动物学等学科的许多学者也逐渐加入到环境考古研究的行列中,并在各自的研究领域内获得了丰硕的研究成果^[12-13]。

2 中国环境考古研究进展概况

1990 年 10 月,在陕西西安临潼召开了第一届“中国环境考古学术讨论会”,这是一次真正以总结和交流环境考古学术成果为目的的大会,成为中国环境考古科学发展最初的里程碑,标志着考古学的一个新分支学科“环境考古学”在中国正式建立,也预示着中国环境考古学大发展的来临,中国环境考古学进入蓬勃发展的新阶段。此后,1994 年 9 月在河南洛阳,2002 年 9 月在山东济南,2006 年 11 月在浙江浦江,2012 年 9 月在甘肃兰州分别召开了第二届、第三届、第四届和第五届环境考古学术讨论会,对不同阶段的全国环境考古学发展进行了系统总结。其中,在“中国第四届环境考古学大会”上,周昆叔先生提出了中国环境考古的根本任务:从中国环境的特点去诠释中国文化的特点,这为中国环境考古学的发展指明了方向^[1]。

根据学界多年研究的情况来看,环境考古研究主要包括三个方面的内容^[12]:一是对研究区内人类遗址时空分布变化演替规律的研究,二是对研究区内典型遗址考古地层学的研究,三是对研究区内典型自然沉积地层环境演变背景的研究。其中,第一项研究有助于了解人类文明从诞生到发展的过程(即考古学文化源与流的问题),以及人类遗址时空分布变化与地质、地貌、地形等自然地理要素和社会变革之间的关系;第二项研究有助于从垂向地层学和时空变化角度揭示研究区内不同时代的人地关系;第三项研究是对第二项研究的延伸或补充,因为人类遗址地层在形成过程中或多或少、不可避免的会因人为扰动而造成某些时代地层的缺失,因而只有通过与研究区内典型自然连续沉积地层环境演变背景记录

的集成对比研究,才能较好地揭示区域古人类活动与古环境之间的相互关系。

此外,由于人类发展阶段不同,环境考古研究的内容和重点也有差别。旧石器时代由于生产力水平低下,人类对自然环境的影响较小,因而研究重点主要集中考察人与自然的关系;新石器时代至商周时期是中华文明起源和文化发展的关键阶段,但当时社会总体上仍处于较原始的状态,人类对自然环境的依赖性很强,对环境所造成的影响还较为有限,对此,环境考古可以在揭示古地理环境特征方面发挥更加明显的作用。总而言之,文明之初或文明起源的史前时期,环境考古注重研究环境演变对人类生存、繁荣及衰落等的影响,着重考察环境与人类社会、文化之间的关系,把环境与人类活动有机结合起来,为人类文化发展提供环境上的解释^[14]。如今,国际环境考古界尤其关注气候变化及气候突发事件对人类活动、文化发展及文明进程的影响^[15-16]。在历史时期,由于社会已进入有严密组织和高度智慧的时代,人类已具备相当强的改造自然环境的能力,而且有了文字,因此对该时期的环境考古研究可以更多的依赖于历史地理学和文献考证。以上表明,环境考古学的主要研究对象应是新石器时代至商周时期人类文明起源和发展与自然环境之间的耦合关系。

纵观我国多年来环境考古的研究进展,主要集中于长江和黄河两大流域。例如:夏正楷^[17-19]、莫多闻^[20-21]、周昆叔^[1]、陈发虎^[22-23]、黄春长^[24-26]、靳桂云^[27-29]、安成邦^[30-31]、侯光良^[32-33]、刘峰贵^[34]、李中轩^[35]等过去已对黄河流域新石器时代以来环境考古做过深入研究,获得了丰硕成果,本文在此主要介绍长江流域新石器时代以来环境考古研究进展的概况。

3 长江流域全新世环境考古研究概况

长江是中华民族的母亲河,该流域是我国重要的经济区和人类文明孕育、诞生和发展区,也是水旱等自然灾害频繁发生的地区,在该区开展全新世环境考古研究,对弄清全新世 10.0~3.0 ka BP 无文字记载期的环境演变和地人关系互动影响有重要科学意义。长江上游河流落差大、多急流险滩,除四川盆地成都平原地区外,人类生存空间和环境较中下游恶劣;长江中游多平原湖泊,有利于人类农业耕作和文明发展,因此长江流域年代最早的新石器时代遗址和稻作遗存出现在该区,如湖南道县玉蟾岩遗址和江西万年仙人洞、吊桶环遗址等;长江下游虽有广阔的平原,但受洪涝、海侵、风暴潮等自然灾害事件的影响较大^[36]。近年来长江流域全新世环境考古主要以古洪水和海面变化事件地层学为依据和线索,从遗址时空分布学研究、典型遗址考古地层学研究,以及区域内自然沉积地层记录的环境演变背景特征研究这三个方面入手,在长江流域的上、中、下游地区都获得了有重要意义的成果。

3.1 长江上游地区

从长江上游环境考古进展看,主要是对长江三峡地区巴文化和四川盆地成都平原蜀文化区的环境考古研究,其中尤以长江三峡地区全新世典型遗址与自然沉积的研究较为成熟。

3.1.1 长江三峡巴文化区 本区的进展主要是朱诚等^[37-40]利用长江三峡工程抢救性考古发掘的时机,围绕国家自然科学基金重点项目,开展了对忠县中坝、丰都玉溪、巫山张家湾和双堰塘 4 处新石器时代以来典型遗址与神农架大九湖泥炭地层记录对比的环境考古研究,其中最主要的研究集中于中坝遗址,该遗址由于具有从新石器→夏商周→春秋战国→汉代→六朝→唐宋明清→近现代长达 5000 年各历史时代几乎完整无缺的考古文化层^[37],又因出土器物多达 20 多万件,并发现数量极多的动物骨骼^[41](在 200 多个探方中,仅一个探方就发现了 20 多万件含哺乳类、鱼类、鸟类、两栖类和爬行类至少 42 个以上种属的动物骨骼),故该遗址被评为 1999 年全国十大考古发现之一。朱诚等^[37]首先根据对该遗址地表

保留的1981年现代洪水沉积物与地层中自然淤积层沉积物物源、重矿物组分和锆石微形态等沉积学特征比对分析,探索出一套判定考古遗址中古洪水沉积事件较可靠的研究方法,重现了遗址新石器时代以来古洪水事件的过程和序列;并通过对玉溪遗址地层沉积物与现代洪水沉积物的比对、AMS¹⁴C测年、粒度、重矿物与锆石微形态、磁化率、Rb/Sr等地球化学指标分析发现,7.6 ka BP以来水位在吴淞高程147.02 m以上的古洪水至少在玉溪遗址T0403探方的新石器时代地层中留下了16次沉积记录^[38];此外对中坝遗址出土动物骨骼揭示的动物多样性及环境变化特征^[41]、牙釉质和骨骼化石碳—氮—氧同位素在重建中坝遗址哺乳动物过去生存模式中的应用^[42-43]、新石器时代生产工具演变所反映的人地关系^[44]、中坝遗址剖面磁化率异常与人类活动的关系^[45]、中坝遗址地层Na-Ca元素揭示的制盐业兴衰史^[46]以及Hg、Rb、Sr、P、Ca、Mg和TOC记录的中坝遗址约4250 a BP以来人类活动的三个不同演变阶段和古气候的关系^[47]等也作了较详细研究。在人地关系和考古学文化源与流的研究方面,主要采用GIS空间分析的方法^[48],发现长江上游三峡库区旧石器时代至唐宋时期677处遗址时空分布的总趋势是从西往东、从高往低逐渐增加的;遗址多沿江河分布且在河流交汇的区域呈聚集状态,旧石器和新石器时代遗址的分布高度明显高于历史时期,分析认为这是由以下原因所致:①各时代人类都需要选择既靠近水源、又便于抵御洪水的河流1~2级阶地为生存地点,全新世以来,受区域构造抬升作用,河流相对下切,时代较早的史前遗址往往被置于较高海拔位置;②支流入干流处水流对上游来水有顶托作用,使得浮游生物增多,鱼类较多,故河流交汇处成为有利于人类生存的渔猎经济场所,这是河流交汇处遗址数较多的原因。

3.1.2 成都平原蜀文化区 对长江上游成都平原蜀文化区的研究,主要是朱诚目前主持的在研国家自然科学基金“四川三星堆文明消失和金沙文明兴起成因的环境考古研究”。最新的考古材料^[49-50]表明,长江上游成都平原的新石器时代至古蜀文明主要分为桂圆桥文化(5.1~4.6 ka BP)、宝墩文化(约4.8~3.7 ka BP,即西汉扬雄《蜀王本纪》中传说的蚕丛至柏灌时期,相当于中原龙山文化至夏代早期)、三星堆文化(约3.7~3.0 ka BP,即《蜀王本纪》中传说的鱼凫时期,相当于中原夏代晚期至商代后期)、金沙—十二桥文化(3.0~2.5 ka BP,即《蜀王本纪》中传说的蒲泽即杜宇时期,相当于中原商代后期至春秋时期)和晚期蜀文化(2.5~2.3 ka BP,即《蜀王本纪》中传说的鳖灵即开明时期,相当于中原战国时期)等五个时期。公元前316年,秦灭巴蜀。至西汉中期汉武帝时期,巴蜀文化最终融入汉文化中,古蜀王国历史至此结束,古蜀文明最终成为中华文明共同体的有机组成部分。从器物考古看,由于新石器时代至古蜀文明中的桂圆桥文化、宝墩文化、三星堆文化和金沙文化这几个主要阶段均缺乏文字记载^[51],因此,目前对长江上游古蜀文明以上重要阶段文明兴衰过程的确切成因至今尚未得到令人信服的科学解释。该项目在前期预研究基础上,正以多学科合作方式,通过对桂圆桥遗址、三星堆遗址和金沙遗址等遗址群的考古地层和该区全新世自然沉积地层记录的年代学、地层学、沉积学、微体古生物学等的环境考古和历史考古考证相结合研究,揭示该区新石器时代以来古蜀文明兴衰的真实成因。

3.1.3 长江上游典型自然沉积地层环境演变背景 在遗址分布和遗址地层与自然沉积的对比研究方面,朱诚等^[52]利用神农架地区采集的121个表土样品孢粉鉴定结果,结合对应采样区7个相关气象站30年来连续观测的气象资料库,选取55种常见孢粉,采用空间拟合与逐步回归方法建立了神农架地区孢粉—气候因子年平均温度的转换函数,并利用对大九湖297 cm厚度148个泥炭样品的孢粉百分比含量数据对上述函数做了检验,重建了大九湖15753 a BP以来年平均温度变化序列,对研究末次冰期以来的气候变化有着重要参考价值。同时,大九湖泥炭腐殖化度与千亩田泥炭腐殖化度^[53]、贵州董哥洞石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 记录^[54-55]以及神农架山宝洞石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 等高分辨率记录^[56]的对比,揭示了神农架地区全新世气温和季风雨降水变化特征:本区早全新世总体较为冷湿,其中10.6 cal. ka BP前后出现较显著的干

旱事件,并经历过8.2 cal. ka BP前后的降温事件;6.7~4.2 cal. ka BP为中全新世最适宜期,4.2 cal. ka BP前后经历了降水急剧下降的季风衰退事件,表现为气候由温暖湿润快速转向凉干,可能导致了本区新石器时代文化的崩溃并催生了夏代文明;在3.7 cal. ka BP前后达到最干旱的峰值后又快速回升;3.5~0.9 cal. ka BP季风降水强度整体较弱;0.9 cal. ka BP以来泥炭吸光度值逐渐降低,季风降水增多,上述变化响应了北半球夏季太阳辐射的统一驱动^[57-58]。将上述自然沉积记录与中坝和玉溪两处遗址地层的研究^[37-38]进行综合分析发现,在8.2~6.7 ka BP期间出现有10个古洪水层:即玉溪遗址的第12、14、16、18、20、22、24、26、28和30层;在6.7~4.2 ka BP全新世最适宜期遗址地层中出现有8个古洪水层:即玉溪遗址的第4、5、6、7、8、10和中坝遗址的76-2和50-1地层;在3.5~0.9 ka BP降水减少的时期,中坝遗址中仅出现2个洪水层:即西周时期的37-1和战国早期的第21层;在0.9 ka BP以来降水较多的时期,中坝遗址中存在3个洪水层:即宋代中期的11C-1层、清代的5-1层和1981年的2B-2层。上述对比充分体现了考古遗址地层与自然沉积记录的契合。

3.2 长江中游地区

从长江中游环境考古进展看,主要是对以两湖平原(江汉平原与洞庭湖平原)为中心发展起来的屈家岭-石家河文化系统的区域环境考古研究,此外汉江流域亦有不少可圈可点的相关研究成果。

3.2.1 长江中游人类遗址时空分布 朱诚等^[59]采用将考古界多年发掘和实地调查获得的湖北省1362处考古遗址时空分布情况,按其地理坐标填绘于用MapInfo软件矢量化绘制的该省不同海拔分层设色的地形图上,并结合地貌以及该区大九湖晚冰期以来连续沉积的泥炭地层的孢粉记录^[40,60],探讨了区域人类活动与地貌和环境演变的关系,发现该区遗址时空分布变化主要受到水文状况、河流阶地和气候条件等变化的多重影响。Liu等^[61]采用沉积学和地学考古相结合的手段,探讨了洞庭湖地区新石器聚落遗址的迁移变更对湖面和季风气候变化的响应关系。邓辉等^[62]则利用ArcGIS软件,从环境考古学的角度,系统分析了8500 a BP以来整个两湖平原地区7534个古文化遗址分布的演变,研究结果显示不同时代文化遗址的空间分布特征存在显著差别,反映了不同生产力水平下人类活动对自然环境变化的响应特点。除两湖地区以外,同样处于长江中游的汉江流域亦有不少值得关注的研究成果。李中轩等^[63]用趋势面方法讨论了汉江中下游地区新石器时期大溪文化、屈家岭文化和石家河文化遗址的空间过程,发现汉江中下游地区新石器文化的空间演化大致分两阶段:屈家岭文化时期遗址沿汉江干流、沮水向上游扩散,而石家河时期文化遗址则以收缩为特征,主要集聚在丹江—枣阳—随州一线;结合本区中全新世气候和地貌变迁过程,认为汉江中下游遗址分布格局和遗址高程变化主要受古洪水和湖面扩张胁迫影响,遗址扩散与集聚过程特征和农业生产、文化融合等社会因素密切相关。Li等^[64]则对汉江上游地区新石器文化遗址时空分布与地理环境背景的关系做了系统研究,发现构造与地貌条件制约了该区新石器遗址的分布,进一步的对比分析还表明汉江上游的文化兴衰与全新世环境演化有着很好的耦合关系,反映了本区新石器时代复杂而动态的人地关系系统演化。

3.2.2 长江中游典型遗址考古地层学研究 日本学者Yasuda等^[65]根据对湖南省城头山遗址地层的¹⁴C测年和对遗址地层出土的稻谷、植物大化石、孢粉及植硅石的鉴定统计,发现澧阳平原新石器时代大溪文化、屈家岭文化和石家河文化的结束均对应于气候恶化时期,也是夏季风变弱的时期;认为4200~4000 cal. a BP欧亚大陆上广泛发生的夏季风减弱与气候干旱事件造成农业灌溉所需的降水量减少,从而导致石家河新石器时代文化的衰落。然而,Li等^[66]、吴立^[67]通过对位于江汉平原地区的沙洋钟桥、天门石家河古城谭家岭和三房湾等中全新世晚期典型遗址古洪水事件考古地层学和年代学、孢粉、锆石微形态、粒度、磁化率、地球化学等多环境代用指标的综合研究,结合研究区现代洪水沉积物特征

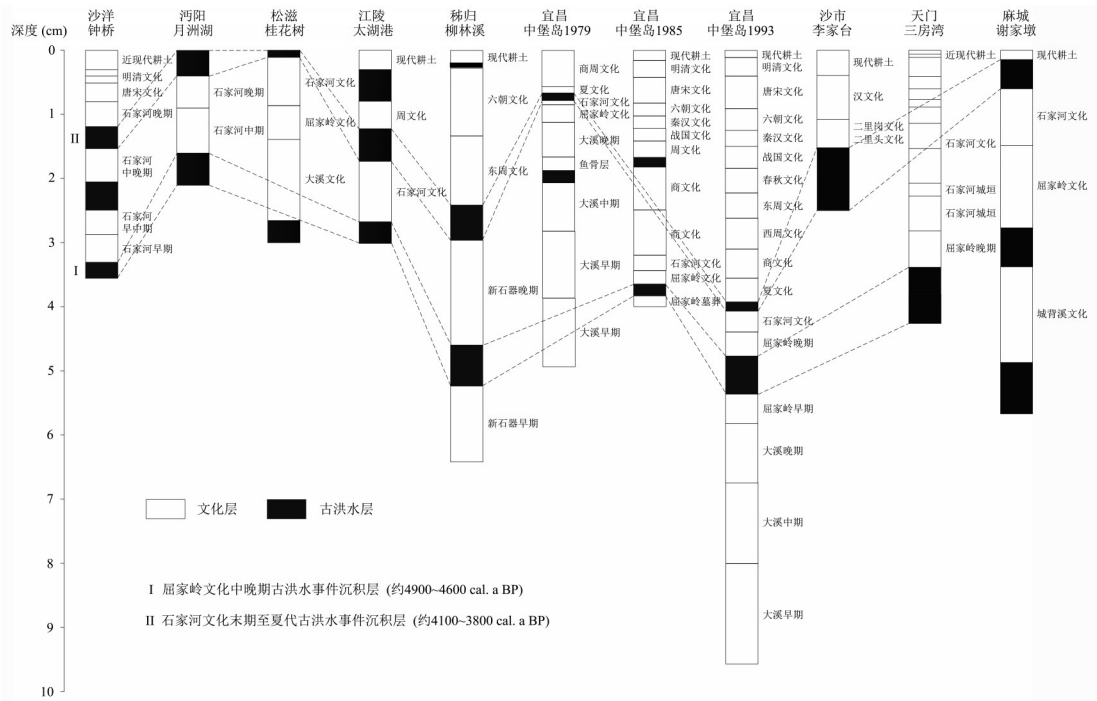


图1 江汉平原及其周边地区部分考古遗址典型古洪水事件沉积层时代综合对比

Fig. 1 Typical palaeoflood deposit layers of some late Neolithic sites in and around the Jiangnan Plain area

指标的对比分析、文化遗址数量变化、时空分布、地层堆积特征、区域遗址变动情况及江汉平原众多中全新世考古遗址的地理位置、年代学数据、地貌高程、古洪水层埋深和文化层厚度等资料的统计，发现江汉平原地区分别在屈家岭文化中晚期 (4900~4600 cal. a BP) 和石家河文化末期至夏代 (4100~3800 cal. a BP) 发生较大范围的极端洪水事件 (图 1)，遗址高程变化与古洪水事件、湖面变化三者间的关系是相一致的，指出 4000 cal. a BP 前后气候异常引起的特大洪水事件是长江中游区石家河文化消亡的重要环境因素^[68]，并采用多种技术手段论证了三个典型考古遗址中存在多期古洪水沉积层。Li 等^[66]还通过对谭家岭遗址地层孢粉及总有机碳 (TOC)、总氮 (TN) 和有机碳同位素 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) 的综合分析，恢复了该区石家河文化时期的植被演替与环境变化过程，并发现石家河古城最初在防御洪水及外敌入侵方面发挥了较大作用^[69]；4.2 ka BP 前后气候持续凉干，影响了当地农业和渔猎业的发展，同时导致地下水位和洪水位下降，防洪压力减小，城址的防御作用被自然削弱，壕沟逐渐被填平，古城废弃，加之气候转型期极端灾害事件频繁发生，使得石家河文化发展停滞。此外，李中轩等^[70]还对汉江中上游的辽瓦店遗址进行了环境考古研究，其采用元素地球化学方法恢复了遗址地层中夏代、东周和明清文化层记录的环境变化和人类活动特征，并发现东周时期以来汉江洪水和季节性山洪发生频率不断增加，区域原始生态系统遭到破坏，人类活动对自然的正反馈效应愈加明显。刘涛等^[71]则通过深入的野外考察，在汉江上游郧县五峰段含有石家河、周代和汉代文化层的李家咀和庾家洲等剖面发现了全新世古洪水事件的沉积学记录，并基于地层对比、文化层的考古断代和 OSL 测年，确定了该区全新世以来的四期特大古洪水事件，推算恢复了古洪水水位和洪峰流量。

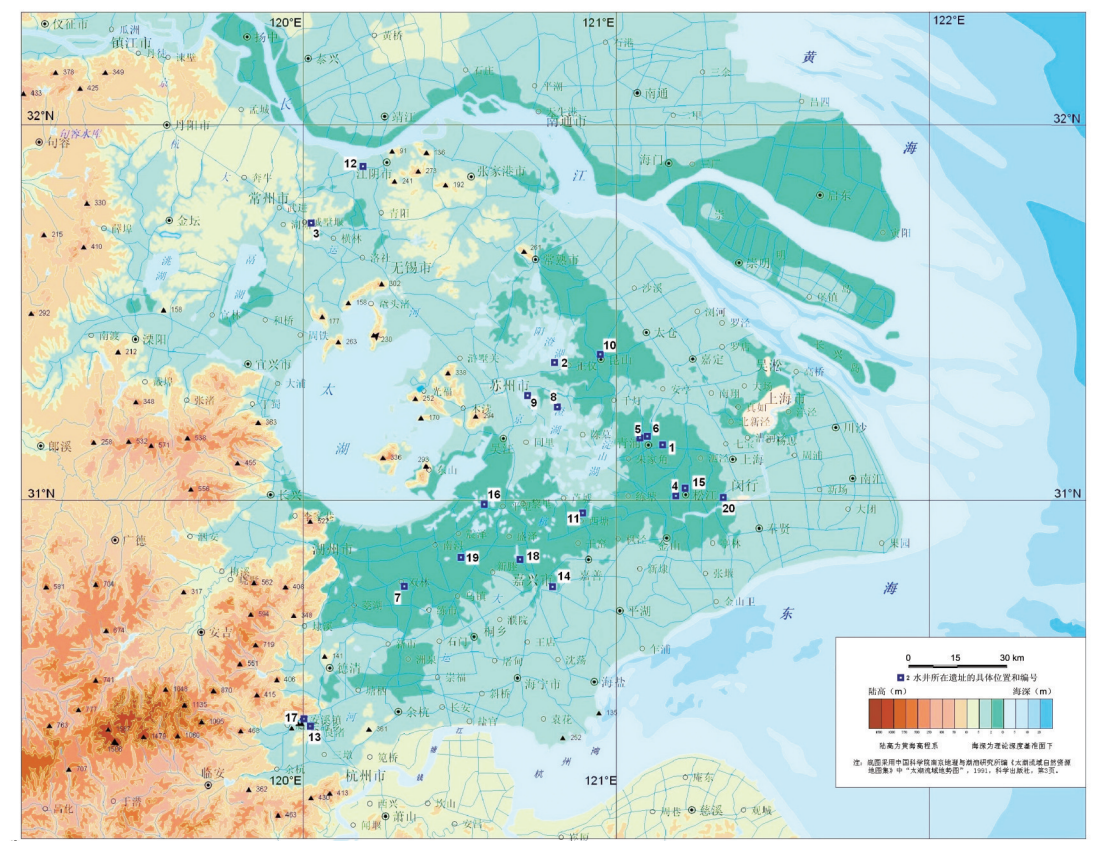
3.2.3 长江中游地区遗址分布和遗址地层与自然沉积记录的对比研究 这一方面的主要成果集中于江汉平原地区。顾延生等^[72-73]在对江汉平原钻孔沉积物、石笋、湖泊沉积进行大量野外调查与室内综合研究的基础上，结合前人在河湖沉积、考古地层学和遗址分布方面丰富的研究成果^[59, 74-78]，探讨了 2 万年来气候变化、人类活动与江汉湖群演化的耦合关

系。李枫等^[79]、王晓翠等^[80]以江汉平原荆州江北农场 JZ-2010 湖相沉积剖面为研究对象, 利用 AMS¹⁴C 测年建立了江汉平原 12.76 cal. ka BP 以来环境演变的时间序列; 其对湖相沉积物中元素 Rb 和 Sr 的差异分布、Rb/Sr 值、Ti 元素含量及磁化率、粒度等多项环境代用指标的综合分析表明, 江汉平原 12.76 cal. ka BP 以来环境干湿变化经历了晚冰期由偏干转向偏湿波动、全新世开始湿度增强、全新世中期偏湿到湿润再至干湿波动, 全新世晚期至现代偏湿到偏干的过程, 并发现磁化率波动与江汉平原新石器时代各文化类型的出现或转型相关^[81]。李枫^[82]还在上述研究基础上详细探讨了江汉平原 5.5~3.4 ka BP 环境变化及其对古文化演替的影响。洞庭湖地区在这一方面的研究成果主要是张建新等^[83]对澧阳平原 21 处遗址和 114 个不同时代的文化层、自然沉积地层及表土层样品的地球化学特征的综合研究, 结果反映了该区不同自然与文化阶段的古代自然和人文环境特征。可以看出, 目前对长江中游地区遗址分布和遗址地层与自然沉积记录的对比研究还亟待继续深入, 从而以此为切入点进一步探讨该区地理环境背景变化机制及其对考古文化演替的影响, 剖析考古文化中断或消亡的成因, 实现对该区域史前人地关系动态变化科学问题的解答。

3.3 长江下游地区

长江下游地区的环境考古研究, 在发展阶段上已处于成熟阶段, 其研究内容十分丰富, 既有针对典型遗址的多指标深入分析, 也有针对区域遗址时空分布变化规律的综合探讨, 既有史前时期人类生活环境的研究, 也有历史时期气候变化和环境演变对人类生活影响的分析; 不仅对古代人类生存环境的重建、考古文化的兴衰和文明演进的环境背景、全新世以来气候变化等问题有深入分析, 而且在地质地貌演变、人与自然相互作用的定量化信息等前沿问题方面也有较多涉及。研究方法亦十分多样, 不仅有传统的环境代用指标分析如地貌调查与填图、泥炭、贝壳堤、粒度、古土壤磁化率、土壤微形态、孢粉、动物遗骸、地球化学等鉴定与分析, 而且也有各种环境代用指标的相互印证研究以及基于地理信息技术对考古遗址三维时空和高分布的综合分析。

3.3.1 长江下游考古遗址与古水井遗迹时空分布研究 针对区域性遗址调查和时空分布规律的综合探讨方面, 朱诚等^[84]通过对长江三角洲新石器时代遗址时空分布和海相有孔虫鉴定特征的研究表明, 该区缺少全新世初至 7 ka BP 的新石器时代遗址, 7~4 ka BP 是该区新石器时代遗址连续出现、逐渐增多、史前文明大发展时期; 该区各遗址地层中海相有孔虫均出现在马家浜文化层之下的地层中, 除上海马桥岗身以东地区外, 在该区 7 ka BP 以来的地层中未能发现海相有孔虫的存在, 这一现象表明该区全新世最大海侵应发生在 10~7 ka BP 之间。吴立等^[85]则利用 GIS 方法对安徽巢湖流域新石器时代中晚期至汉代聚落遗址的时空分布特征进行分析, 主要探讨流域内古聚落变更对环境演变的响应关系, 研究结果显示随着时代推进, 巢湖区域聚落遗址从高海拔逐渐向低海拔地区转移并向湖泊靠近, 而各时期聚落遗址的分布格局则与流域东部极易受河道摆动和洪涝灾害影响的地貌条件有关。Wu 等^[86-88]还综合利用大量年代学、微体古生物学和沉积钻孔资料, 结合考古遗址调查和地理信息技术, 分别探讨了巢湖、上海和浙江地区全新世气候环境演变对史前文化兴衰与聚落变迁的影响。太湖地区新石器时代 (7~3 ka BP) 古水井分布特征的研究亦引人注目。最近, 笔者在考古部门的支持下, 对太湖地区 7 ka BP 至唐代出土的古水井的数量、分布位置、海拔高程做了统计 (图 2), 发现了一些重要规律: 从统计的太湖地区 7~3 ka BP 年代明确的 20 处遗址共 157 口水井来看, 良渚文化时期有 121 口, 占新石器时代水井总数的 77%, 是古水井发现最多的时期; 古水井分布以海拔 5 m 以下的东太湖平原 (即阳澄湖、澄湖、淀山湖一带) 最密集, 太湖流域其它地区明显偏少; 根据苏州澄湖和独墅湖两处遗址古水井深度标高的统计分析发现崧泽文化时期枯水期地下水位约在 -1.5~-1.8 m 之间, 良渚文化时期枯水期地下水位最低低于 -2.5 m, 马桥文化时期地下水位有所回升, 最深位于 -1.7 m 左右; 上述古水井井口标高的研究, 证实了该区在 7~3 ka BP 期间并不存在



(1. 青浦崧泽; 2. 吴县草鞋山; 3. 常州圩墩; 4. 松江汤庙村; 5. 青浦西洋淀; 6. 青浦寺前村; 7. 湖州花城; 8. 苏州澄湖; 9. 苏州独墅湖; 10. 昆山太史淀; 11. 嘉善新港; 12. 江阴阴塘埭; 13. 余杭庙前; 14. 嘉兴幕桥; 15. 松江广富林; 16. 吴江龙南村; 17. 安溪钵体山; 18. 嘉兴双桥; 19. 吴江广福村; 20. 上海马桥)

图2 太湖地区马家浜文化至马桥文化时期水井遗址分布图

Fig. 2 The locations of known well sites from the Majiabang culture to the Maqiao culture in the Taihu Lake area

有高于现代海面的高海面时期;澄湖中的水井遗迹时代从新石器一直延续到宋代,证明澄湖的形成是在宋代或宋代之后。

3.3.2 长江下游典型遗址考古地层学研究 在针对新石器时代典型遗址的深入研究方面,于世永等^[89]利用孢粉、粒度和磁化率分析等方法对太湖东岸平原苏州草鞋山遗址剖面进行研究,发现在约5.4 ka BP和5.2 ka BP前后遗址区域出现过两次短暂的干旱事件,并导致了崧泽文化的逐渐衰落和区域灌溉农业的出现。张强等^[90]通过对上海马桥遗址¹⁴C测年、环境地球化学、孢粉与磁化率分析,结合搜集的研究区部分考古地层与自然地层记录资料,研究了长江三角洲7000年来的环境变迁,发现7200~5300 a BP经历的一次海退过程为良渚时期人类活动提供了广阔空间。张瑞虎^[91]利用孢粉分析方法对江苏绰墩遗址的区域气候变化和生活环境进行过探讨,认为太湖地区新石器文化的兴衰与该区地势、气候、海平面变化以及太湖碟形湖盆体系的发育有密切关系。陈杰等^[92]利用粒度、孢粉、有机碳含量、土壤磁性特征、微体古生物、元素地球化学方法对上海广富林遗址地层剖面样品进行分析,结果发现在人类到此居住之前气候较为干燥,良渚文化时期气候较为温暖湿润,广富林文化时期气候向凉干发展,环境条件较为恶劣,战国至汉代的气温相对较高。李兰等^[93]在对江苏宜兴骆驼墩遗址考古发掘基础上,结合四个地层相关样品的¹⁴C测年数据,对遗址地层剖面中63个样品进行有孔虫、植物碎屑及种子化石等的鉴定,结果在第10层

的泥炭层中发现底栖有孔虫 2 种 1 属, 即压扁卷转虫和近亲卷转虫相似种; 卷转虫属于广盐性, 是现代海岸潮滩边半咸水常见种属。由遗址所处地形可知, 海相有孔虫是该区典型的异地埋藏类型, 可能是由海水上溯搬运至该区沉积下来, 由此推测全新世以来, 骆驼墩遗址及其附近马家浜文化出现之前的 7500~5400BC 之间曾经历过海侵事件。这一特征与 Lin 等^[94]根据钻孔样品鉴定得出的全新世镇江海侵层海相微体古生物特征是一致的, 表明全新世初至 7 ka BP 太湖地区确实经历过海相沉积环境。

就上海地区而言, 上海马桥遗址地层剖面共分 9 层, 2a、3、5 为文化层, 2b、4、6 为文化断层, 第 8 层为 6 ka BP 前后的古海岸贝壳堤。第 6 层中部年代为 5.5ka BP, 此层以上未见任何有孔虫, 是为上海地区成陆开始的标志层。根据对马桥遗址地层样品的 ^{14}C 测年、有孔虫和孢粉鉴定发现, 上海马桥地区在大西洋期 (4450~7450 a BP) 至少经历了内陆浅海→滨岸潮间带→滨岸潮上带→滨岸淡水湖沼环境; 亚北方期 (2450~4450 a BP) 经历了干凉滨岸环境→洪灾积水湖沼和暖湿滨岸环境; 亚大西洋期 (2450 a BP) 以来经历了洪涝湖沼环境以及伴有冷暖波动但整体呈现为暖湿的环境。本区成陆后曾经历 3 次明显不利于人类生存发展的环境, 即良渚文化形成之前及末期, 以及商周至唐代之间, 由此形成 3 次明显的文化断层。这些文化断层主要是因较长时间的陆地洪灾引起积水湖沼所致, 均与海侵无关^[95]。

长江三角洲地区玉器发达的良渚文化 (5.0~4.0 ka BP) 在 4.0 ka BP 前后突然消失, 在该时期遗址地层中此文化层之上为不含任何文化遗物的自然淤泥层, 淤泥层之上则常见夏商时期具有黄河流域文化器物特征的马桥文化层, 表明人类文明在当时曾遭受过严重的灾变事件影响。通过对上海马桥遗址良渚文化层之上的淤积层有孔虫和孢粉及沉积学研究^[95], 未发现孔虫的存在, 但有水生植物孢粉存在, 推测当时未出现海侵但经历过陆地洪涝灾变事件的影响。有关良渚文化在其末期突然消失的确切年代及其环境成因 (即良渚文化的去向) 和马桥文化的来源及其环境成因问题至今仍无确切定论, 该科学问题仍在继续深入研究中。

3.3.3 长江下游遗址分布和遗址地层与自然沉积记录对比研究 近些年来, 长江下游环境考古的自然沉积地层环境演变背景研究以天目山千亩田剖面为主^[53, 96]、南京林峰桥剖面为辅^[97], 通过孢粉、有机碳同位素 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$)、磁化率、Rb 和 Sr 的含量及其比值等气候环境代用指标的综合分析, 重建区域古气候环境演变背景, 并将它们与遗址地层和遗址分布作对比研究^[98]。

结果表明, 马家浜文化时期气候温热湿润, 千亩田沼泽泥炭剖面这一时期孢粉、有机碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 、磁化率、Rb/Sr 等多出现高值, 指示气候温暖湿润, 太湖地区海面相对稳定, 植被表现为常绿阔叶林, 其中 6.4 ka BP、6 ka BP 出现低温和洪水事件。

崧泽文化时期气候波动变化, 千亩田剖面的孢粉分析表明, 与马家浜文化时期相比, 常绿阔叶树种的含量在逐渐降低, 温带落阔叶属种含量逐渐上升, 草本植物花粉含量在中晚期增加明显, $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 、磁化率和 Rb/Sr 值在这一阶段均表现为全剖面最低值。这些都反映出这一时期气温与降水条件较前一时期有明显下降; 结合其他研究可见这一阶段海面较前一时期降低, 且存在一定波动, 气候存在着暖湿—温干—暖湿的变化, 尤其在中期的 5.5 ka BP 左右, 出现了强降温 and 洪水事件, 使得许多遗址剖面这一时段文化层缺失。

良渚文化时期气候温凉稍干, 千亩田这一时段地层的孢粉分析结果显示, 当时植被是以针叶树种为主的针阔叶混交森林草原, 反映为稍干暖凉的气候环境; 千亩田剖面地层 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 、磁化率和 Rb/Sr 值皆比上一阶段高, 呈波动上升趋势, 表明良渚文化时期除了早期有短暂暖湿阶段外, 气候总体趋于温干。其中良渚文化末期 (约 4 ka BP 前后) 发生明显的降温和洪水事件。

4 回顾与展望

回顾过去,长江流域全新世环境考古已从早先侧重于对个别典型遗址的单个研究,拓展至系统性的对长江上、中、下游全流域遗址时空分布和典型遗址考古地层学的研究。在研究方法上,已从早期比较单调的 ^{14}C 测年和孢粉鉴定,拓展到多种方法的综合运用,如AMS ^{14}C 测年、植硅体和淀粉粒鉴定等;对沿海考古遗址地层中反映海面变化记录的微体古生物有孔虫、硅藻等的鉴定;从将今论古角度采用重矿、粒度、Rb/Sr、磁化率、TOC、TN对比法,将现代洪水沉积物与遗址地层疑似古洪水沉积物作对比判定;建立地表孢粉与气候转换函数然后延伸到泥炭地层重建全新世古温度和古降水量;通过对出土器物鉴定统计分析人类生产力和生产方式;通过对考古遗址不同时代地层营养元素和重金属元素鉴定分析的方法弄清全新世人类活动对自然环境和环境质量变化的影响等。从研究队伍来看,已从早先以第四纪地质学研究人员为主,发展到由第四纪地质学家、考古学家和地理学家等组成的多学科交叉、密切协作的团队集体攻关。

以上进展表明长江流域全新世环境考古正在向更深更广的领域发展。同时,我们也应该看到,国际环境考古研究也在不断深入发展,如新出版的PAGES Magazine杂志中特别关注了分辨率高达一年至数月的过去沉积记录^[9],这些可以更好的剖析区域全新世环境演变与古人类活动之间时空耦合关系以及古文化对环境演变的响应方式和途径。同时,遥感、GIS等数字地球技术和DNA等分子生物学技术正不断在该领域得到应用。我们应继续瞄准国际前沿,充分利用我国历史悠久、遗址数量众多,同时又拥有多种保存完好的自然沉积记录载体的得天独厚条件,进一步推动长江流域和全国全新世环境考古研究取得更大的进展。

参考文献 (References)

- [1] Zhou Kunshu. Nature and Humanity. Beijing: Science Press, 2012. [周昆叔. 自然与人文. 北京: 科学出版社, 2012.]
- [2] Su Bingqi. Thinking about the reconstruction of Chinese prehistory. Archaeology, 1991, (12): 1109-1118. [苏秉琦. 关于重建中国史前史的思考. 考古, 1991, (12): 1109-1118.]
- [3] Pumpelly R. Explorations in Turkestan: With an account of the basin of Eastern Persia and Sistan. Washington D C: Carnegie Institution of Washington, 1905.
- [4] Bryan K. Recent deposits of Chaco Canyon, New Mexico, in relation to the lives of the prehistoric peoples of Pueblo Bonito. Washington Academy of Science Journal, 1926, 16: 75-76.
- [5] Bryan K. Pre-Columbian agriculture in the southwest, as conditioned by periods of alluviation. Annals of the American Association of Geography, 1941, 31: 219-242.
- [6] Sandford K S. Paleolithic Man and the Nile Valley in Upper and Middle Egypt: A Study of the Region during Pliocene and Pleistocene Times. Chicago: University of Chicago Press, 1934.
- [7] Herz N, Garrison E G. Geological Methods for Archaeology. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- [8] Andersson J G. Chinese cultures during ancient times, Geology Report, 1923, (5): 11-12.
- [9] Pei Wen-Chung. On the problem of the "Bone implements" of the Choukoutien Sinanthropus site. The Chinese Journal of Archaeology, 1960, (2): 1-9. [裴文中. 关于中国猿人骨器问题的说明和意见. 考古学报, 1960, (2): 1-9.]
- [10] Zhou Kunshu. Pollen analysis on the Banpo Neolithic Site in Xi'an. Archaeology, 1963, (9): 520-522. [周昆叔. 西安半坡新石器时代遗址的孢粉分析. 考古, 1963, (9): 520-522.]
- [11] Chu K-C. A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5,000 years in China. Science China: Mathematics, 1973, 16(2): 226-256.
- [12] Zhu Cheng, Li Lan, Liu Wanqing et al. An Introduction to Environmental Archaeology. Beijing: Science

- Press, 2013. [朱诚, 李兰, 刘万青 等. 环境考古概论. 北京: 科学出版社, 2013.]
- [13] Wu Weitang. Holocene Palaeogeography along the Hangzhou Bay as constructed on the basis of Neolithic cultural remains. *Acta Geographica Sinica*, 1983, 38(2): 113-127. [吴维棠. 从新石器时代文化遗址看杭州湾两岸的全新世古地理. *地理学报*, 1983, 38(2): 113-127.]
- [14] Binford M W. Climate variation and the rise and fall of an Andean civilization. *Quaternary Research*, 1997, 47: 235-248.
- [15] Weiss H, Courty M-A, Wetterstrom W et al. The genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian civilization. *Science*, 1993, 261: 995-1004.
- [16] DeMenocal P B. Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science*, 2001, 292: 667-673.
- [17] Xia Zhengkai, Yang Xiaoyan, Ye Maolin. Prehistoric disasters at Lajia Site, Qinghai, China. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48(11): 1200-1204. [夏正楷, 杨晓燕, 叶茂林. 青海喇家遗址史前灾难事件. *科学通报*, 2003, 48(11): 1200-1204.]
- [18] Xia Z K, Wang Z H, Zhao Q C. Extreme flood events and climate change around 3500 aBP in the Central Plains of China. *Science in China Ser. D Earth Sciences*, 2004, 47(7): 599-606.
- [19] Xia Zhengkai. *Environmental Archaeology: Principles and Practice*. Beijing: Peking University Press, 2012. [夏正楷. 环境考古学: 理论与实践. 北京: 北京大学出版社, 2012.]
- [20] Mo Duowen, Li Fei, Li Shuicheng et al. A preliminary study on the paleoenvironment of the middle Holocene in the Hulu River area in Gansu Province and its effects on human activity. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(1): 59-69. [莫多闻, 李非, 李水城 等. 甘肃葫芦河流域中全新世环境演化及其对人类活动的影响. *地理学报*, 1996, 51(1): 59-69.]
- [21] Mo Duowen, Wang Hui, Li Shuicheng. Effects of Holocene environmental changes on the development of archaeological cultures in different regions of North China. *Quaternary Sciences*, 2003, 23(2): 200-210. [莫多闻, 王辉, 李水城. 华北不同地区全新世环境演变对古文化发展的影响. *第四纪研究*, 2003, 23(2): 200-210.]
- [22] Chen F H, Fan Y X, Chun X et al. Preliminary research on Megalake Jilantai-Hetao in the arid areas of China during the Late Quaternary. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(11): 1725-1739.
- [23] Chen F H, Li G Q, Zhao H et al. Landscape evolution of the Ulan Buh Desert in northern China during the late Quaternary. *Quaternary Research*, 2013, doi: 10.1016/j.yqres.2013.08.005.
- [24] Huang C C, Pang J L, Zha X C et al. Extraordinary Floods of 4100-4000 a BP recorded at the late Neolithic ruins in the Jinghe River Gorges, middle reach of the Yellow River, China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010, 289: 1-9.
- [25] Huang C C, Pang J L, Zha X C et al. Extraordinary floods related to the climatic event at 4200 a BP on the Qishuihe River, middle reaches of the Yellow River, China. *Quaternary Science Reviews*, 2011, 30: 460-468.
- [26] Huang Chunhang, Li Xiaogang, Pang Jiangli et al. Palaeoflood sedimentological and hydrological studies on the Yongheguan reach in the middle Yellow River. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(11): 1493-1504. [黄春长, 李晓刚, 庞奖励 等. 黄河永和关段全新世古洪水研究. *地理学报*, 2012, 67(11): 1493-1504.]
- [27] Jin G Y, Zheng T X, Liu C J et al. An important military city of the early Western Zhou Dynasty: Archaeobotanical evidence from the Chenzhuang site, Gaoqing, Shandong Province. *Chinese Science Bulletin*, 2012, 57(2-3): 253-260.
- [28] Jin G Y, Yan S D, Tetsuro U et al. Neolithic rice paddy from the Zhaojiazhuang site, Shandong, China. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 52(24): 3376-3384.
- [29] Jin G Y, Liu D S. Mid-Holocene climate change in North China, and the effect on cultural development. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47(5): 408-413.
- [30] An Chengbang, Feng Zhaodong, Tang Lingyu et al. Environmental changes and cultural transition at 4 cal. ka BP in central Gansu. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(5): 743-748. [安成邦, 冯兆东, 唐领余 等. 甘肃中部4000年前环境变化与古文化变迁. *地理学报*, 2003, 58(5): 743-748.]

- [31] An C B, Ji D X, Chen F H et al. Evolution of prehistoric agriculture in central Gansu Province, China: A case study in Qin' an and Li County. *Chinese Science Bulletin*, 2010, 55(18): 1925-1930.
- [32] Hou Guangliang, Liu Fenggui. Pre-history and climate change of eastern Qinghai. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(6): 841-846. [侯光良, 刘峰贵. 青海东部史前文化对气候变化的响应. *地理学报*, 2004, 59(6): 841-846.]
- [33] Hou Guangliang, Wei Haicheng, E Chongyi et al. Human activities and environmental change in Holocene in the northeastern margin of Qinghai-Tibet Plateau: A case study of JXG2 relic site in Qinghai Lake. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(3): 380-388. [侯光良, 魏海成, 鄂崇毅 等. 青藏高原东北缘全新世人类活动与环境变化: 以青海湖江西沟2号遗迹为例. *地理学报*, 2013, 68(3): 380-388.]
- [34] Liu F G, Zhang Y L, Feng Z D et al. The impacts of climate change on the Neolithic cultures of Gansu-Qinghai region during the late Holocene Megathermal. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(3): 417-430.
- [35] Li Zhongxuan, Zhu Cheng, Wu Guoxi et al. Spatial and temporal distribution of prehistoric human sites and its driving factors in Henan province. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(11): 1527-1537. [李中轩, 朱诚, 吴国玺 等. 河南省史前人类遗址的时空分布及其驱动因子. *地理学报*, 2013, 68(11): 1527-1537.]
- [36] Zhu Cheng. Thinking of the research question on the environmental archaeology in the Yangtze River Valley since the Neolithic Age. *Progress in Natural Science*, 2005, 15(2): 149-153. [朱诚. 对长江流域新石器时代以来环境考古研究问题的思考. *自然科学进展*, 2005, 15(2): 149-153.]
- [37] Zhu C, Zheng C G, Ma C M et al. Identifying paleoflood deposits archived in Zhongba Site, the Three Gorges Reservoir region of the Yangtze River, China. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(21): 2493-2504.
- [38] Zhu C, Ma C M, Xu W F et al. Characteristics of paleoflood deposits archived in unit T0403 of Yuxi Site in the Three Gorges reservoir areas, China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 1-17.
- [39] Zhang Y, Zhu C. Environmental archaeology of the Dachang region in the Daning Valley, the Three Gorges reservoir region of the Yangtze River, China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 140-152.
- [40] Zhu C, Ma C M, Yu S-Y et al. A detailed pollen record of vegetation and climate changes in Central China during the past 16 000 years. *Boreas*, 2010, 39: 69-76.
- [41] Zhu C, Ma C M, Ouyang J et al. Animal diversities and characteristics of environmental change revealed by skeletons unearthed at Zhongba Site of Chongqing City, China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53 (Suppl. 1): 74-86.
- [42] Tian X S, Zhu C, Xu X W et al. Reconstructing past subsistence patterns on Zhongba Site using stable carbon and oxygen isotopes of fossil tooth enamel. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 87-94.
- [43] Tian X S, Zhu C, Sun Z B et al. Carbon and nitrogen stable isotope analyses of mammal bone fossils from the Zhongba site in the Three Gorges Reservoir region of the Yangtze River, China. *Chinese Science Bulletin*, 2011, 56(2): 169-178.
- [44] Zhu G Y, Zhu C, Shi G Y et al. Relations between man and nature reflected by the evolution of the Neolithic production tools in the Three Gorges region of Yangtze River, China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 95-106.
- [45] Shi Wei, Zhu Cheng, Xu Weifeng et al. Relationship between abnormal phenomena of magnetic susceptibility curves of profiles and human activities at Zhongba Site in Chongqing. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(3): 257-267. [史威, 朱诚, 徐伟峰 等. 重庆中坝遗址剖面磁化率异常与人类活动的关系. *地理学报*, 2007, 62(3): 257-267.]
- [46] Zhu C, Jiang F Q, Ma C M et al. Rise and decline of ancient salt industry revealed by Na and Ca concentrations in sediments at Zhongba site, Chongqing. *Journal of Geographical Sciences*, 2008, 18: 328-340.
- [47] Shi Wei, Zhu Cheng, Ma Chunmei et al. Records of Paleo-climate and mankind activities since 4250 a B. P. in Zhongba Site, Chongqing. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(5): 703-708. [史威, 朱诚, 马春梅 等. 中坝遗址约4250 a B.P.以来古气候和人类活动记录. *地理科学*, 2008, 28(5): 703-708.]
- [48] Zheng C G, Zhu C, Zhong Y S et al. Relationship between the temporal-spatial distribution of

- archaeological sites and natural environment from the Paleolithic Age to the Tang and Song dynasties in the Three Gorges Reservoir of Chongqing area. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 107-128.
- [49] Jinsha Site Museum of Chengdu. Jinsha Site Museum. Chengdu: Sichuan People's Publishing House, 2010. [成都金沙遗址博物馆. 金沙遗址博物馆. 成都: 四川人民出版社, 2010.]
- [50] Jinsha Site Museum of Chengdu. The Jinsha Site. Beijing: China Intercontinental Press, 2006. [成都金沙遗址博物馆. 金沙遗址. 北京: 五洲传播出版社, 2006.]
- [51] Zhao Dianzeng. The Sanxingdui Culture and Ba-Shu Civilization. Nanjing: Jiangsu Education Publishing House, 2005. [赵殿增. 三星堆文化与巴蜀文明. 南京: 江苏教育出版社, 2005.]
- [52] Zhu C, Chen X, Zhang G S et al. Spore-pollen-climate factor transfer function and paleoenvironment reconstruction in Dajiuhu, Shennongjia, Central China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(Suppl. 1): 42-49.
- [53] Ma C M, Zhu C, Zheng C G et al. Climate changes in East China since the Late-glacial inferred from high-resolution mountain peat humification records. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2009, 52 (1): 118-131.
- [54] Dykoski C A, Edwards R L, Cheng H et al. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China. *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, 233: 71-86.
- [55] Wang Y J, Cheng H, Edwards R L et al. The Holocene Asian Monsoon: Links to solar changes and north Atlantic climate. *Science*, 2005, 308: 854-857.
- [56] Shao X H, Wang Y J, Cheng H et al. Long-term trend and abrupt events of the Holocene Asian monsoon inferred from a stalagmite $\delta^{18}\text{O}$ record from Shennongjia in Central China. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(2): 221-228.
- [57] Ma C M, Zhu C, Zheng C G et al. High-resolution geochemistry records of climate changes since late-glacial from Dajiuhu peat in Shennongjia Mountains, Central China. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53 (Suppl. 1): 28-41.
- [58] Shi Wei, Zhu Cheng, Li Shijie et al. Climatic and environmental changes as well as ancient culture response in the Yangtze Gorges Region. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(11): 1303-1318. [史威, 朱诚, 李世杰 等. 长江三峡地区全新世环境演变及其古文化响应. *地理学报*, 2009, 64(11): 1303-1318.]
- [59] Zhu Cheng, Zhong Yishun, Zheng Chaogui et al. Relationship of archaeological sites distribution and environment from the Paleolithic Age to the Warring States time in Hubei Province. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(3): 227-242. [朱诚, 钟宜顺, 郑朝贵 等. 湖北旧石器至战国时期人类遗址分布与环境的关系. *地理学报*, 2007, 62(3): 227-242.]
- [60] Zhu Cheng, Ma Chunmei, Zhang Wenqing et al. Pollen record from Dajiuhu Basin of Shennongjia and environmental changes since 15.753 kaB. P. *Quaternary Sciences*, 2006, 26(5): 814-826. [朱诚, 马春梅, 张文卿 等. 神农架大九湖 15.753 kaB.P. 以来的孢粉记录和环境演变. *第四纪研究*, 2006, 26(5): 814-826.]
- [61] Liu T, Chen Z Y, Sun Q L et al. Migration of Neolithic settlements in the Dongting Lake area of the middle Yangtze River basin, China: Lake-level and monsoon climate responses. *The Holocene*, 2011, 22 (6): 649-657.
- [62] Deng Hui, Chen Yiyong, Jia Jingyu et al. Distribution patterns of the ancient cultural sites in the middle reaches of the Yangtze River since 8500 a BP. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(9): 1113-1125. [邓辉, 陈义勇, 贾敬禹 等. 8500 a BP 以来长江中游平原地区古文化遗址分布的演变. *地理学报*, 2009, 64(9): 1113-1125.]
- [63] Li Zhongxuan, Zhu Cheng, Yan Hui. Spatial pattern of the Neolithic cultural sites in the middle and lower reaches of Hanjiang River. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(2): 239-243. [李中轩, 朱诚, 闫慧. 汉江中下游新石器文化遗址的空间格局. *地理科学*, 2011, 31(2): 239-243.]
- [64] Li F, Wu L, Zhu C et al. Spatial-temporal distribution and geographic context of Neolithic cultural sites in the Hanjiang River Basin, southern Shaanxi, China. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40: 3141-3152.
- [65] Yasuda Y, Fujiki T, Nasu H et al. Environmental archaeology at the Chengtoushan site, Hunan Province,

- China, and implications for environmental change and the rise and fall of the Yangtze River civilization. *Quaternary International*, 2004, 123-125: 149-158.
- [66] Li B, Zhu C, Wu L et al. Relationship between environmental change and human activities in the period of the Shijiahe culture, Tanjialing site, Jiangnan Plain, China. *Quaternary International*, 2013, 308/309: 45-52.
- [67] Wu Li. Environmental archaeology of the mid-Holocene palaeofloods in the Jiangnan Plain, Central China [D]. Nanjing: Nanjing University, 2013. [吴立. 江汉平原中全新世古洪水事件环境考古研究[D]. 南京: 南京大学, 2013.]
- [68] Leng Shuying, Zheng Yuanming, Zhao Xiaorong et al. An analysis of projects managed by Division of Geography, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2013. *Advances in Earth Science*, 2013, 28(12): 357-369. [冷疏影, 郑袁明, 赵小蓉 等. 2013年度地理学基金项目评审与成果分析. *地球科学进展*, 2013, 28(12): 1357-1369.]
- [69] Li B, Liu H, Wu L et al. Linking the vicissitude of Neolithic cities with mid Holocene environment and climate changes in the middle Yangtze River, China. *Quaternary International*, 2014, 321: 22-28.
- [70] Li Zhongxuan, Zhu Cheng, Zhang Guangsheng et al. Relationship between human activity and environment of the Liaowadian Site in Hubei Province. *Quaternary Sciences*, 2008, 28(6): 1145-1159. [李中轩, 朱诚, 张广胜 等. 湖北辽瓦店遗址地层记录的环境变迁与人类活动的关系研究. *第四纪研究*, 2008, 28(6): 1145-1159.]
- [71] Liu Tao, Huang Chunchang, Pang Jiangli et al. Hydrological reconstruction of the pre-historical great floods in the Wufeng reach of Yunxian County in the upper Hanjiang River. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(11): 1568-1577. [刘涛, 黄春长, 庞奖励 等. 汉江上游郧县五峰段史前大洪水水文学恢复研究. *地理学报*, 2013, 68(11): 1568-1577.]
- [72] Gu Yansheng, Ge Jiwen, Huang Junhua et al. Climate Change and Human Activity and its Relationship with the Evolution of the Jiangnan Lakes over the Past 20000 Years. Beijing: Geological Publishing House, 2009. [顾延生, 葛继稳, 黄俊华 等. 2万年来气候变化人类活动与江汉湖群演化. 北京: 地质出版社, 2009.]
- [73] Gu Y S, Wang H L, Huang X Y et al. Phytolith records of the climate change since the past 15000 years in the middle reach of the Yangtze River in China. *Frontiers of Earth Science*, 2012, 6(1): 10-17.
- [74] Zhu Cheng, Yu Shiyong, Lu Chuncheng. The study of Holocene environmental archaeology and extreme flood disaster in the Three Gorges of the Changjiang River and the Jiangnan Plain. *Acta Geographica Sinica*, 1997, 52(3): 268-278. [朱诚, 于世永, 卢春成. 长江三峡及江汉平原地区全新世环境考古与异常洪涝灾害研究. *地理学报*, 1997, 52(3): 268-278.]
- [75] Wang Hogxing. The distribution rule of Neolithic sites and the transfer of cultural center with their relationships with environmental evolution in the middle reach of Yangtze River. *Jiangnan Archaeology*, 1998, (1): 53-61, 76. [王红星. 长江中游地区新石器时代遗址分布规律、文化中心的转移与环境变迁的关系. *江汉考古*, 1998, (1): 53-61, 76.]
- [76] Xie Yuanyun. Climatic environment change over 9 kaBP: Evidence from Jiangling Area, Jiangnan Plain, China [D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2004. [谢远云. 江汉平原江陵地区9 kaBP以来的气候演化[D]. 武汉: 中国地质大学, 2004.]
- [77] Guo Lixin. Initial Social Complexity in the Middle Reaches of the Yangtze River (4300B.C.~2000B.C.). Shanghai: Shanghai Classics Publishing House, 2005. [郭立新. 长江中游地区初期社会复杂化研究. 上海: 上海古籍出版社, 2005.]
- [78] Guo Lixin. On the environmental changes of the Neolithic age in the middle reaches of the Yangtze River. *Collections of Essays on Chinese Historical Geography*, 2004, 19(2): 5-16. [郭立新. 长江中游地区新石器时代自然环境变迁研究. *中国历史地理论丛*, 2004, 19(2): 5-16.]
- [79] Li Feng, Wu Li, Zhu Cheng et al. A high-resolution study of moisture evolution in the Jiangnan Plain since 12.76 cal. ka B.P. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(7): 878-884. [李枫, 吴立, 朱诚 等. 江汉平原12.76 cal. ka B.P.以来环境干湿变化的高分辨率研究. *地理科学*, 2012, 32(7): 878-884.]
- [80] Wang Xiaocui, Zhu Cheng, Wu Li et al. Grain-size characteristics and sedimentary environment change

- of JZ-2010 section in Jiangnan Plain, Hubei Province. *Journal of Lake Sciences*, 2012, 24(3): 480-486. [湖北江汉平原JZ-2010剖面沉积物粒度特征与环境演变. *湖泊科学*, 2012, 24(3): 480-486.]
- [81] Li F, Zhu C, Wu L et al. Environmental humidity changes inferred from multi-indicators in the Jiangnan Plain, Central China during the last 12,700 years. *Quaternary International*, 2013, doi: 10.1016/j.quaint.2013.09.040.
- [82] Li Feng. Environmental changes and its impacts on archaeological culture evolutions in the Jiangnan Plain during 5.5-3.4 kyr BP [D]. Nanjing: Nanjing University, 2013. [李枫. 江汉平原5.5~3.4 kyr BP环境变化及其对古文化演替的影响[D]. 南京: 南京大学, 2013.]
- [83] Zhang Jianxin, Gu Haibin, Lu Jiang et al. Geochemical records of cultural layers in the Liyang plain, northern Hunan, China, and their significance. *Geological Bulletin of China*, 2007, 26(11): 1445-1452. [张建新, 顾海滨, 鲁江 等. 湖南北部澧阳平原文化层的地球化学记录及意义. *地质通报*, 2007, 26(11): 1445-1452.]
- [84] Zhu C, Zheng C G, Ma C M et al. On the Holocene sea-level highstand along the Yangtze Delta and Ningshao Plain, East China. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48(24): 2672-2683.
- [85] Wu L, Wang X Y, Zhou K S et al. Transmutation of ancient settlements and environmental changes between 6000-2000 aBP in the Chaohu Lake Basin, East China. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(5): 687-700.
- [86] Wu L, Wang X Y, Zhu C et al. Ancient culture decline after the Han Dynasty in the Chaohu Lake basin, East China: A geoarchaeological perspective. *Quaternary International*, 2012, 275: 23-29.
- [87] Wu L, Zhu C, Zheng C G et al. Holocene environmental change and its impacts on human settlement in the Shanghai Area, East China. *Catena*, 2014, 114: 78-89.
- [88] Wu L, Zhu C, Zheng C G et al. Impact of Holocene climate change on the prehistoric cultures of Zhejiang region, East China. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(4): 669-688.
- [89] Yu Shiyong, Zhu C, Qu Weizheng. Mid-Holocene climatic transition and rapid interruption in Neolithic cultures in the eastern plain of Taihu Lake. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(6): 549-554. [于世永, 朱诚, 曲维正. 太湖东岸平原中全新世气候转型事件与新石器文化中断. *地理科学*, 1999, 19(6): 549-554.]
- [90] Zhang Qiang, Zhu Cheng, Liu Chunling et al. Environmental changes in the Yangtze Delta since 7000 aBP. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(4): 534-542. [张强, 朱诚, 刘春玲 等. 长江三角洲7000年来的环境变迁. *地理学报*, 2004, 59(4): 534-542.]
- [91] Zhang Ruihu. Sporopollen record in Chuodun site in Suzhou, Jiangsu and palaeoenvironment in Taihu region. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2005, 44(2): 314-321. [张瑞虎. 江苏苏州绰墩遗址孢粉记录与太湖地区的古环境. *古生物学报*, 2005, 44(2): 314-321.]
- [92] Chen Jie, Chen Zhongyuan, Li Chunhai. Environmental analysis on the Guangfulin Site in Songjiang, Shanghai. *Archaeology*, 2007, (7): 71-79. [陈杰, 陈中原, 李春海. 上海松江区广富林遗址的环境分析. *考古*, 2007, (7): 71-79.]
- [93] Li L, Zhu C, Lin L G et al. Evidence for marine transgression between 7500-5400BC at the Luotudun site in Yixing, Jiangsu Province. *Journal of Geographical Sciences*, 2009, 19: 671-680.
- [94] Lin J X, Zhang S L, Qiu J B et al. Quaternary marine transgressions and paleoclimate in the Yangtze River Delta region. *Quaternary Research*, 1989, 32(3): 296-306.
- [95] Zhu Cheng, Song Jian, You Kunyuan et al. Cultural interruptions of the Maqiao Site in Shanghai. *Chinese Science Bulletin*, 1996, 41(2): 148-152. [朱诚, 宋健, 尤坤元 等. 上海马桥遗址文化断层成因研究. *科学通报*, 1996, 41(2): 148-152.]
- [96] Yin Qian, Zhu Cheng, Ma Chunmei et al. Holocene climate change recorded in peat humification in Tianmu Mountain region. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2006, 26(6): 117-122. [尹茜, 朱诚, 马春梅 等. 天目山千亩田泥炭腐殖化度记录的中全新世气候变化. *海洋地质与第四纪地质*, 2006, 26(6): 117-122.]
- [97] Zheng Chaogui, Zhu Cheng, Gao Huazhong et al. Paleoclimatic change recorded by $\delta^{13}\text{C}$ of peat stratum on north-bank of Changjiang River in Nanjing since last stage of Late Pleistocene Epoch. *Scientia*

Geographica Sinica, 2006, 26(3): 328-334. [郑朝贵, 朱诚, 高华中 等. 南京江北地区晚更新世末期以来泥炭层 $\delta^{13}\text{C}$ 记录的古气候变化. 地理科学, 2006, 26(3): 328-334.]

- [98] Zheng Chaogui. Environmental archaeology on the temporal-spatial distribution of culture sites in Taihu Lake area during 7~4 kaBP [D]. Nanjing: Nanjing University, 2005. [郑朝贵. 太湖地区 7~4 kaBP 文化遗址时空分布的环境考古研究[D]. 南京: 南京大学, 2005.]
- [99] Zolitschka B, Pike J, Gunten L et al. Annual recorders of the past. Past Global Changes Magazine, 2014, 22(1): 1-56.

Research progress on Holocene environmental archaeology in the Yangtze River Valley, China

ZHU Cheng¹, WU Li², LI Lan³, ZHENG Chaogui⁴, LI Zhongxuan⁵,
MA Chunmei¹, TAN Yan¹, ZHAO Quanhong⁶, WANG Kunhua¹, LIN Liugen⁷,
JIANG Zhanghua⁸, DING Jinlong⁹, MENG Huaping¹⁰

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241002, Anhui, China;

3. School of History & Culture, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

4. Geographic Information and Tourism College, Chuzhou University, Chuzhou 239000, Anhui, China;

5. Department of Urban and Environmental Sciences, Xuchang University, Xuchang 461000, Henan, China

6. State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092, China;

7. Jiangsu Provincial Institute of Archaeology, Nanjing Museum, Nanjing 210016, China;

8. Chengdu Institute of Cultural Relics and Archaeology, Chengdu 610000, China;

9. Suzhou Institute of Archaeology, Suzhou 215005, China;

10. Hubei Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Wuhan 430077, China)

Abstract: The Yangtze River Valley is an important economic zone in China with a long history of human civilization. However, natural disasters, such as floods and droughts, also frequently occur in this area. The study of Holocene environmental archaeology has important scientific significance for clarifying the interactive effects between environmental evolution and human activities during 10.0- 3.0 ka BP with no written records. In recent years, Holocene environmental archaeology was mainly based on the event stratigraphy of palaeoflood and sea-level change in the Yangtze River Valley. From the aspects of temporal-spatial distribution of archaeological sites, archaeological stratigraphy of typical sites, and regional environmental evolution archived from typical natural sedimentary strata, there have been significant progresses of Holocene environmental archaeology in the upper, middle and lower reaches of the Yangtze River, which indicate deeper and wider development of this research field. Also, the development of international research on environmental archaeology is deepening continuously, such as the new progress on annual recorders of the past in PAGES Magazine. New technologies, such as RS, GIS and DNA analysis, are also applied in the field of environmental archaeology. China has a long history, therefore many archaeological sites and well preserved natural sedimentary records are of great value in environmental archaeology research. In the future, we should keep pace with the international frontier, and take full advantage of above richly endowed conditions, which will further promote the progress on the Holocene environmental archaeology of the Yangtze River Valley.

Key words: Yangtze River Valley; Holocene; environmental archaeology; research progress