

文章编号: 1008-2786-(2019)4-475-13

DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000440

新疆地区全新世环境考古研究进展及未来趋势

姚付龙¹, 朱 诚², 马春梅²

(1. 伊犁师范大学 生物与地理科学学院, 新疆 伊宁 835000; 2. 南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210023)

摘 要: 新疆地区是开展全新世环境考古研究的理想地域之一。对新疆地区史前文化时空分布特征研究表明, 史前遗址分布空间增大趋势明显, 特别是早期铁器时代, 沿天山北坡, 自东向西不断向西天山扩展。史前文化的分布与环境变化存在密切关系, 史前文化演化与环境演变在时间上同步。对比该区域环境演变研究结果表明, 新石器时代遗址的分布与气候冷、干, 环境恶化有关, 早期铁器时代的向西扩展是在环境适宜背景下进行的。新疆地区史前文化发展、空间扩张与环境变化高度相关, 气候变化是引起这种变化的深层次原因。因此, 气候是引起新疆地区史前文化变迁的重要因素, 对文化的分布、传播等产生了重要影响。经过学者们近 20 年的努力, 该区域史前环境考古研究取得了重大成就, 文化演化的环境背景逐渐清晰, 数字环境考古也有所涉及, 人地关系综合集成研究取得一系列重要进展。但新疆地区史前环境考古研究仍然存在较大提升空间, 受研究材料和研究方法限制, 缺乏高分辨率古环境重建研究成果, 全新世环境演变过程仍有争议; 侧重自然环境变化对人类文明进程影响研究, 人类对环境变化特别是对气候突变事件所做的积极响应, 人类反作用于自然环境产生的环境效应研究略显单薄; 聚落环境考古也有待突破。另外, 随着“3S”技术在环境考古领域的应用, 人地关系数字化、模型化研究迫切需要更多学者加入研究队伍中来。

关键词: 全新世; 环境考古; 人类响应; 环境效应; 新疆地区

中图分类号: K901.6

文献标志码: A

新疆(34°N~49°N、73°E~96°E)地处中国西北边陲, 陆地边境线 5600 km 之多, 面积 166 万 km², 是中国面积最大的省。山系(阿尔泰山、天山、昆仑山及阿尔金山)与盆地(塔里木盆地、准噶尔盆地)相间排列, 形成“三山夹两盆”的独特地貌特征, 气候系统复杂, 自然环境具有强烈的不稳定性 and 过渡性。新疆是古丝绸之路的重要通道, 现为第二亚欧大陆桥的重要组成部分, 战略意义重大。特殊的地理位置、复杂的地貌形态和气候在天山两坡的绿洲及山间盆地孕育了独特的史前文化。

自然环境因素在史前人类生存和发展过程中起

着重要作用^[1-6], 年代越久远, 人类改造自然的能力越弱, 受周围环境和生态系统的影响就越明显^[7-8]。尽管人类在新石器时代已开始驯化动、植物, 但那时的生活资料主要还是来源于自然生态系统, 采集和渔猎占重要地位^[9]。另外, 气候演变过程研究表明, 在全新世, 新疆经历了多次干湿冷暖的变化^[10-11], 气候变化引起人类赖以生存的自然环境发生相应变化^[12-15]。因此, 揭示史前文化形成与演进的环境背景, 对该时期人地关系研究具有重要意义。

自然环境对气候变化反应的敏感性及天山两坡丰富的史前人类文化遗存, 使新疆成为内陆干旱区

收稿日期 (Received date): 2018-11-12; **改回日期** (Accepted date): 2019-05-31

基金项目 (Foundation item): 伊犁师范大学博士科研启动基金项目(2018YSBS02); 新疆维吾尔自治区高校科研计划项目(XJEDU2018Y044); 国家自然科学基金项目(41961013, 41571179)。[Ph. D. Programs Foundation of Yili Normal University(2018YSBS02); Scientific Research Foundation of Universities of Xinjiang Uygur Autonomous Region of China(XJEDU2018Y044); National Nature Science Foundation of China(41961013, 41571179)]

作者简介 (Biography): 姚付龙(1982-), 男, 山东临沂人, 博士, 主要研究方向: 全新世环境演变与环境考古。[YAO Fulong(1982-), male, born in Linyi, Shandong province, Ph. D., research on Holocene environmental evolution and environmental archaeology.] E-mail: njuwolf@foxmail.com

开展环境考古研究的理想地域。自然科学研究学者以湖泊沉积物、黄土-古土壤、石笋等为研究材料,采用孢粉学、沉积学、地球化学等方法,对新疆地区环境演变过程展开讨论,产生了许多有重要影响的研究成果^[10-11, 16-18]。社会科学研究学者对新疆各地区考古学文化内涵、分期、文化交流等问题进行了研究^[19-25]。然而,基于自然环境演变的史前文化遗址时空分布特征研究还没有引起学者们的重视。为更好地展现新疆地区文化变迁和环境演变之间的耦合关系,本文将总结过去新疆地区人地关系的研究现状,并对未来环境考古工作的重点领域和方向进行评价及展望,以期对未来环境考古研究提供思路。

1 新疆地区史前考古文化序列及时空分布特征

1.1 新疆地区史前考古文化序列

“史前”这一术语最早源于国外文献,史前文化是指有文字记录之前的人类社会所产生的文化^[22]。中原地区史前时期一般认为是夏朝以前的旧石器时代和新石器时代^[22, 26],但新疆地区则表现出区域性,张骞出使西域之前东西方文献中都没有明确的文字记载。因此,新疆的史前时期指汉代以前,即

200 B. C. 以前^[22, 27]。新疆地区史前时期文化遗存分布广泛、种类繁多,文化面貌复杂多样,依据生产工具的变革,笔者选用石器、青铜、早期铁器时代体系,新疆地区青铜时代介于2000~1000 B. C. 之间,在此之前为石器时代(本文主要以新石器时代为研究对象),自1000 B. C. 左右起进入早期铁器时代^[21-23, 27]。

1.2 新疆地区史前文化时空分布特征

将史前遗址数据^[27]与新疆的河流、城市分布图和DEM高程数据相结合,运用Arc GIS软件进行矢量化处理,制作相应的点、线、面文件,依据研究内容进行集成叠置,获得新疆地区史前文化遗址分布图(图1、图2、图3),研究和分析新疆地区史前文化空间分布规律。

新疆地区史前时期文化遗址呈点状分布,地域性明显,主要分布于天山、昆仑山山间盆地的河流附近,山前坡麓地带的绿洲内。这些区域地势平缓、土地肥沃,距水源近,便于日常及灌溉用水的取用。

石器时代遗址数量较少,全疆仅41处(图1)。其中:5处为旧石器时代遗址,最早在尼雅河和玉龙喀什河的河流阶地上被发现^[28],集中于塔里木盆地西南缘和田地区的洛浦县、民丰县,均为石锤、石片等石器。出土旧石器最多的为东天山南部吐鲁番雅

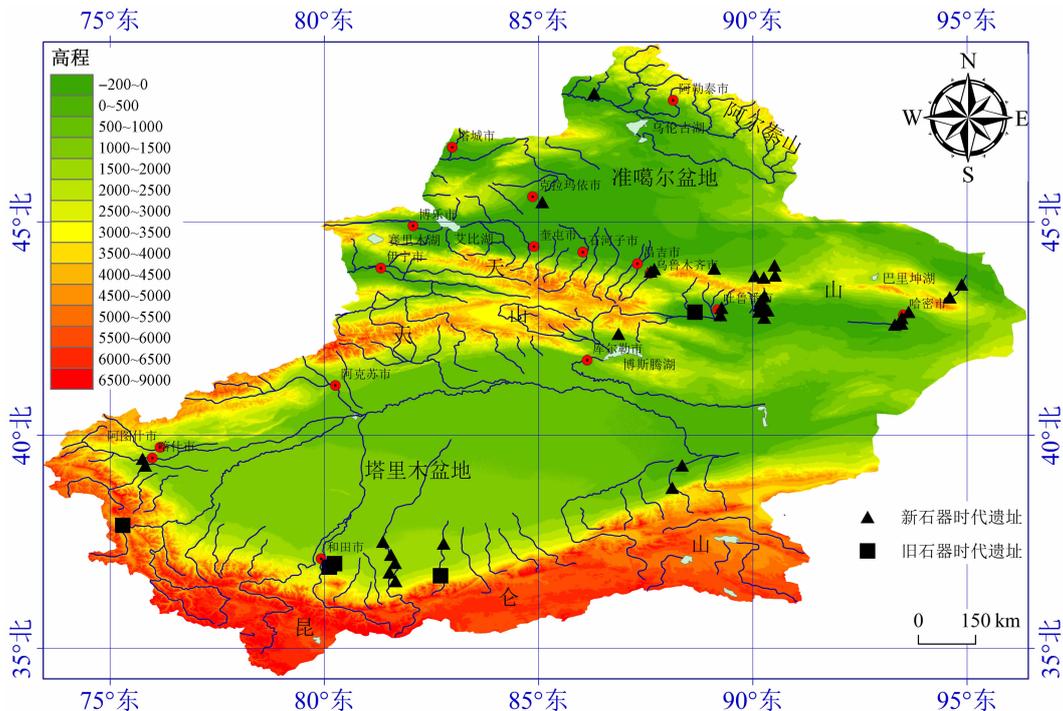


图1 新疆石器时代遗址分布图

Fig. 1 Distribution of relics sites of the Stone Age in Xinjiang, China

尔湖遗址,在 1000 m² 范围内采集到 600 多件打制石器,包括石核、尖状器、刮削器、石片等,推测为一处较大的旧石器时代晚期人类活动遗址^[27]。与旧石器时代遗址的零星分布相比新石器时代遗址较集中,东天山南北两坡和塔里木盆地西南缘数量最多。乌鲁木齐—鄯善—哈密一线集中了全部新石器时代遗址的 60%,为新疆地区新石器时代遗址最密集的区域。准噶尔盆地西缘和北缘较少,各有 1 处新石器时代遗址。

青铜时代遗址数量比石器时代增加了 1 倍之多(图 2、图 1),遗址空间分布呈现新特点。东天山南北两坡和塔里木盆地西南缘依然是遗址分布最集中的区域。哈密市(9 个)、巴里坤哈萨克自治县(13 个)、伊吾县(9 个)集中了东天山青铜时代遗址的 71%,其他分布于昌吉回族自治州的奇台县(8 个)、木垒哈萨克自治县(5 个)、吉木萨尔县(3 个)。塔里木盆地西南缘青铜时代遗址数量百分比(35%)与石器时代(34%)一致,变化最显著的是喀什地区塔什库尔干塔吉克自治县,石器时代遗址数量仅有 1 处,至青铜时代增至 15 处,增幅最大,和田地区自石器时代至青铜时代则明显减少。塔里木盆地东北缘的和静县、温宿县等地区也有遗址分布。准噶尔盆地西、北缘该时期遗址分布数量依然较少,仅在塔

城地区有 3 处。

早期铁器时代遗址空间分布与青铜时代一致,主要分布于东天山南北两坡和塔里木盆地西南缘(图 3)。东天山地区遗址数量所占百分比明显增加,由青铜时代的 54% 增至早期铁器时代的 66%,表现为遗址在原地域数量的增加和沿天山在空间上向西扩散,不仅乌鲁木齐、石河子等地区有多处早期铁器时代遗址分布,甚至还扩散到了伊犁河谷内,哈密市遗址数量增加最明显,青铜时代仅有 9 处而早期铁器时代则增至 30 余处。塔里木盆地西南缘遗址主要分布于喀什地区塔什库尔干塔吉克自治县、疏附县、英吉沙县及和田地区的且末县等地。塔里木盆地北缘遗址数量明显减少,仅在东北缘和硕县、和静县及轮台县有零星分布。准噶尔盆地西北缘至此一直处于地广人稀的状态,仅有 3 处遗址分布于此。

2 新疆地区史前时期环境考古现状

2.1 史前时期文化发展的环境背景研究

新疆地处中纬度西风环流和季风环流的边缘地带,对气候变化反应敏感。因此,新疆史前时期特别是全新世环境演变过程引起了国内外许多学者的高

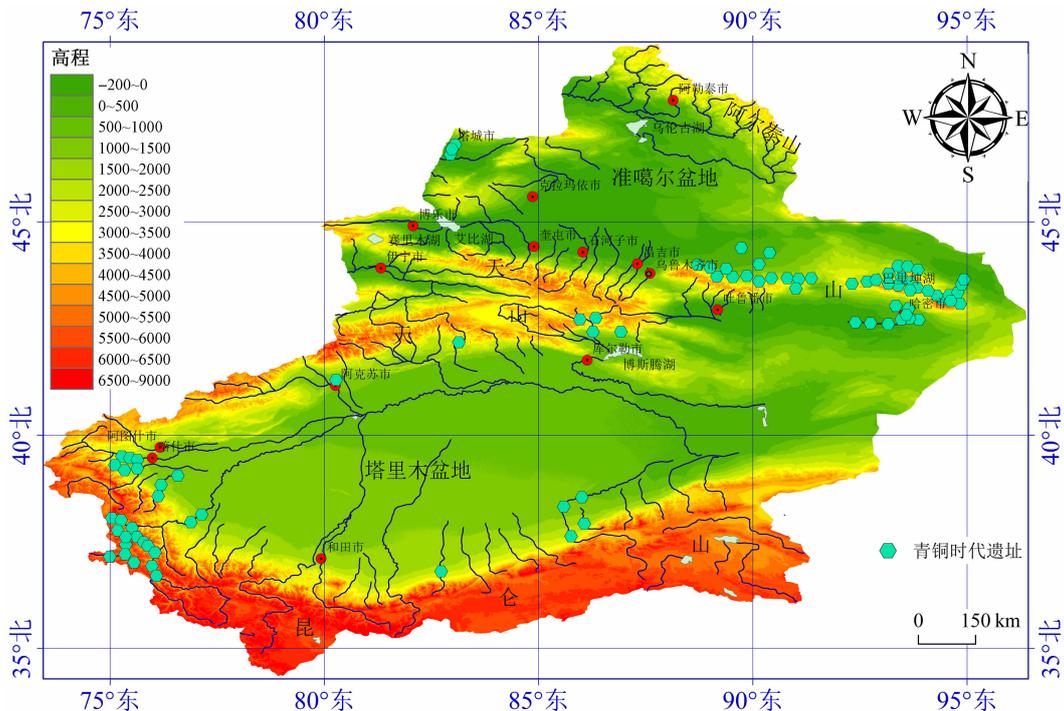


图 2 新疆青铜时代遗址分布图

Fig. 2 Distribution of relic sites of the Bronze Age in Xinjiang, China

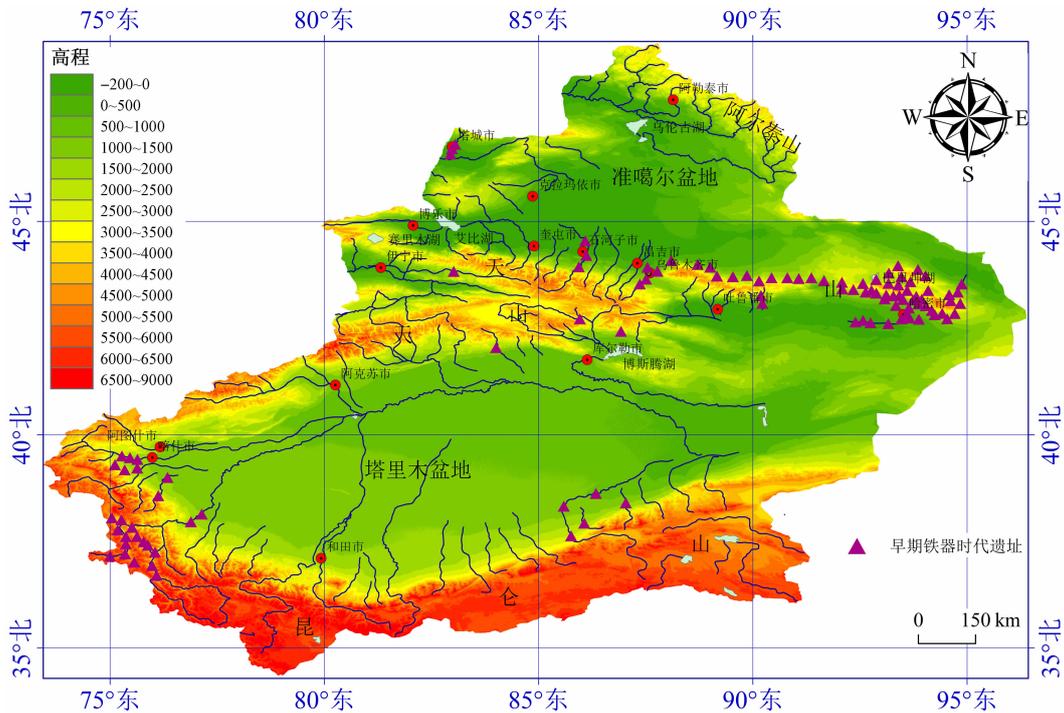


图3 新疆早期铁器时代遗址分布图

Fig. 3 Distribution of relic sites of the early Iron Age in Xinjiang, China

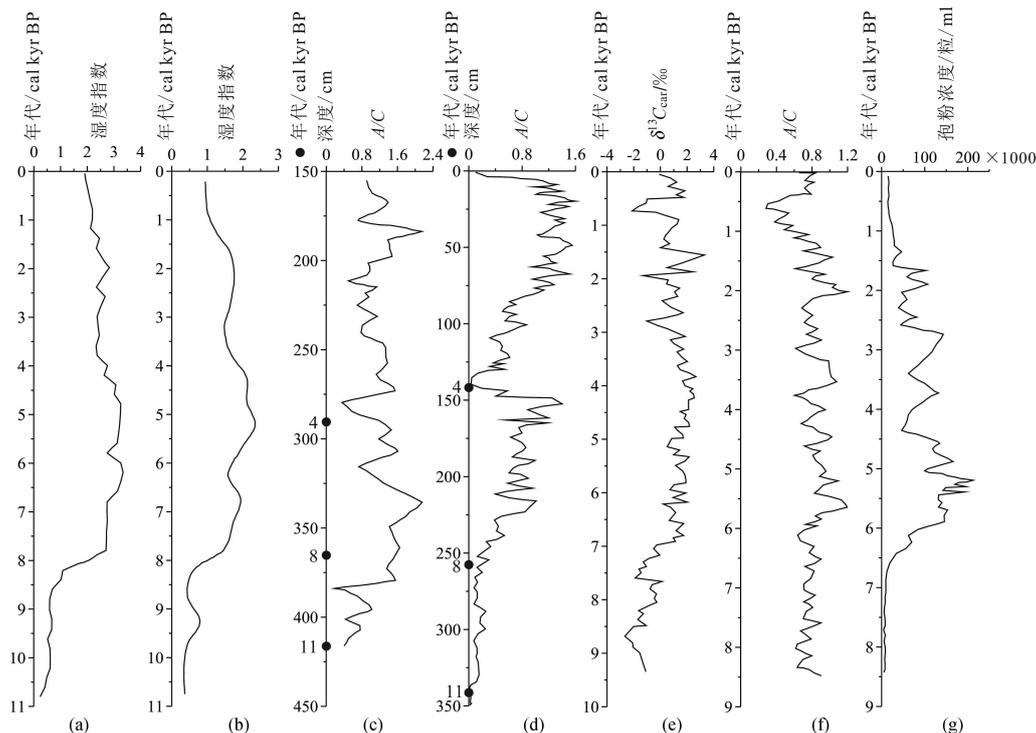
度关注,并开展了大量研究工作^[10-11, 16-18]。

目前最具影响的观点是新疆地区早全新世温干,中全新世最湿润,晚全新世湿度比中全新世略低。该研究集成了中亚干旱区 11 个具有可靠测年的湖泊沉积材料,通过对各类古气候代用指标综合研究后提出,与东部季风区相比有效湿度呈“反相位”变化,称之为全新世气候变化的“西风模式”^[35]。针对“西风模式”,众多学者展开深入研究并提供了大量佐证材料(图 4)。陈发虎等^[29]探讨中纬度亚洲现代间冰期气候变化时,重建了亚洲内陆干旱区 12 个湖泊的全新世湿度指数(图 4a),结果表现为中全新世 > 晚全新世 > 早全新世。中国西北干旱区湖泊全新世时期湿度指数(图 4b)与之类似。蒿属、藜科花粉比值(A/C)可被用作环境干湿状况的指标, A/C 值大,指示环境湿润,反之,环境干旱^[36-39]。玛纳斯湖、巴里坤湖、博斯腾湖等湖泊(图 4c、图 4d、图 4f) A/C 值都表现出中全新世最大的现象,巴里坤湖气候演变过程还得到 $\delta^{13}C_{car}$ (图 4e)的进一步证实。孢粉浓度也是表征气候干湿状况的重要指标,巴音布鲁克盆地天鹅湖孢粉浓度早全新世时期极低,中全新世迅速增加,6.0 ~ 5.0 cal kyr BP (calibrated kiloyears before the

present) 达到最大值后缓慢降低(图 4g),揭示了新疆地区早全新世以干旱为主的气候特征。

早期观点认为新疆地区全新世气候变化过程与东亚季风区一致。玛纳斯湖孢粉和 $\delta^{18}O$ 记录证实早全新世湿润,中晚全新世气候干旱^[40-41]。伊犁河谷研究结果支持该观点,科桑溶洞石笋 $\delta^{18}O$ 气候变化数值模拟结果表明,中亚干旱区早全新世最湿润^[42]。湖泊沉积物孢粉 A/C 比值表明,新疆在 10.6 ~ 7.6 cal kyr BP 期间是全新世最湿润的阶段,并且此时段内温度也较高,为全新世最适宜期^[16]。乌伦古湖孢粉变化表明,准噶尔盆地北部早全新世有效湿度比中晚全新世高,植物群落随湿度变化发生了演替^[44]。另外,同位于西风区的格鲁沙湖(Grusha)、阿克科尔湖(Akkolin)及库苏古尔湖(Hovsgol)的古生态和地球化学记录都表明早中全新世(11 ~ 6 cal kyr BP)气候最适宜^[45-46]。

随着测年精度和研究材料分辨率不断提高,又出现了不同于以上两者的新观点,新疆地区全新世不断增温增湿,晚全新世为最适宜期^[11, 47-48]。乌伦古湖地球化学指标(TOC)指示 9.5 cal kyr BP 以来该区域湿度增加,晚全新世开始增幅明显,气候适宜^[49]。赛里木湖、艾比湖孢粉证实新疆晚全新世有



(a) 中亚干旱区平均湿度指数^[29]; (b) 西北干旱区平均干湿指数^[30]; (c) 玛纳斯湖孢粉 A/C 比值^[31]; (d) 巴里坤湖孢粉 A/C 比值^[32]; (e) 巴里坤湖 $\delta^{13}C_{car}$ 指标^[33]; (f) 博斯腾湖孢粉 A/C 比值^[34]; (g) 天鹅湖孢粉浓度^[18]

(a) Average moisture index in arid central Asia^[29]; (b) Average moisture index in Northwest China^[30]; (c) Ratio of *Artemisia* to *Chenopodiaceae* in Manas lake^[31]; (d) Ratio of *Artemisia* to *Chenopodiaceae* in Balikun lake^[32]; (e) $\delta^{13}C_{car}$ in Balikun lake^[33]; (f) Ratio of *Artemisia* to *Chenopodiaceae* in Bosten lake^[34]; (g) Pollen concentration in Tiane lake^[18]

图4 新疆地区全新世气候环境变化沉积记录

Fig. 4 Climate and environment change records in sediments from Xinjiang area during the Holocene

效湿度相对较高,气候温凉湿润^[50-51]。基于 A/C 比值的湖泊标准湿度指数表明,全新世期间新疆湿度逐步增加^[52]。除湖泊记录外风成沉积剖面中也有新发现,天山山间盆地黄土-古土壤粒度、磁化率、TOC 含量等多种古气候代用指标都证实新疆地区晚全新世时期湿度最高^[17, 53]。

综上所述,新疆地区全新世环境演变过程存在以上三种观点。早全新世湿润的观点最早被提出,该观点的支撑材料少,分辨率不高,年代框架精度不高,还需有更多学者提供更有说服力的证据。另外两种观点表现为中、晚全新世湿度高,分歧的焦点在于中全新世最高还是晚全新世最高,认为中全新世湿度更高的研究材料主要为湖泊沉积物,支持晚全新世为最适宜期的观点不仅包括湖泊沉积物还包括天山山间盆地的自然沉积剖面,两种观点采用的主要研究方法均为孢粉、沉积学、地球化学记录等。据

作者运用天山山间盆地 12.0 cal kyr BP 以来高分辨率泥炭沉积物初步研究显示,新疆早全新世较为干旱,中、晚全新世湿度明显增加,晚全新世略高于中全新世(数据未发表)。因此,目前的研究资料更倾向于新疆地区早全新世干旱,中、晚全新世湿润的观点。

2.2 史前时期文化变迁对环境演变的响应

近几十年随着新疆考古资料不断充实和环境演变研究进一步深入,该领域内成果越来越丰富^[16-25]。新疆地处不同气候系统的过渡地带,气候变化在各种古气候载体中被客观记录下来,在文化变迁中甚至还可能被放大。

新疆史前文化遗存主要以墓葬为主^[27],从表 1 可知,史前时期文化遗址数量较少,并且增长幅度缓慢。新石器时代遗址在东天山南北两坡和田地区分布最密集,东天山遗址数目为 24 个,比重达 58%,

高于新疆其他地区遗址之和,而准噶尔盆地西、北缘仅在玛纳斯河下游干枯河道岸边的沙砾地带和额尔齐斯河沿岸各有 1 处遗址分布。新石器时代遗址分布特点与所在区域的气候环境存在密切关系^[54],巴里坤湖孢粉表明 8.9~7.9 cal kyr BP 东天山地区处于从干旱气候向较为湿润状态转变的过渡阶段,7.9~4.3 cal kyr BP 期间进入全新世最适宜期^[32]。而赛里木湖和乌伦古湖孢粉、地球化学指标、生物学指标则表明准噶尔盆地西、北缘该时段湿度较低,赛里木湖孢粉还揭示在 6.5~5.5 cal kyr BP 期间准噶尔盆地西缘植被由荒漠/草原迅速转变为荒漠,记录了一次高温干旱事件^[49, 51, 55]。由此可见,准噶尔盆地西缘、北缘此时的生态环境并不适合史前人类生存和发展。

表 1 新疆史前时期遗址数量

Tab. 1 Statistic of prehistoric culture archaeological sites in Xinjiang, China

文化时期	分布范围	遗址数量 / 个	比重 / %	遗址总数 / 个
石器时代	东天山南、北两坡	24	58	41
	塔里木盆地西南边缘	14	34	
	其他地区	3	8	
青铜时代	东天山南、北两坡	47	54	87
	塔里木盆地西南边缘	31	35	
	其他地区	9	11	
早期铁器时代	东天山南、北两坡	70	66	107
	塔里木盆地西南边缘	27	25	
	其他地区	10	9	

青铜时代遗址数量达到 87 个,东天山哈密区域分布最密集,塔里木盆地西南缘遗址分布重心由和田地区转向喀什地区。巴里坤湖孢粉显示自晚全新世(3.8 cal kyr BP)开始东天山地区气候环境适宜,降温、增湿趋势明显^[32-33]。喀什地区孢粉记录表明晚全新世该区域经历了 3 次相对温暖湿润期,4.0~2.6 cal kyr BP 湿度较高^[56]。邻区卡拉库里湖地球化学指标也表明此时该区湿度高、温度适宜^[57]。然而古里雅河和尼雅河流域的古气候演变研究却表明此时和田地区较为干旱^[58-60],推测是该区域气候恶化导致史前人类转向环境更为适宜的喀什地区。相反,罗布泊孔雀河下游地区沉积学、元素

地球化学记录却表明此时塔里木盆地北缘湿度较高,较为湿润^[61]。天鹅湖孢粉证实青铜时代塔里木盆地北缘温暖湿润^[18]。适宜的气候为史前人类提供了良好的生存环境。因此,青铜时代塔里木盆地北缘的巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区出现了早期的人类活动,促进了早期丝绸之路的贯通,形成了古丝绸之路的雏形^[62]。

早期铁器时代是青铜时代的延续和发展,该时期遗址的增加集中于天山两坡,北坡呈现连续分布的格局,一路向西延伸至西天山石河子、伊犁河谷地区,东天山遗址数量占该时期总数的 66%,哈密地区早期铁器时代遗址密度大幅度增加(表 1)。环境演变研究结果表明该时期气候变幅不大,有效湿度渐增,暖湿程度达到整个剖面的最高值^[32, 63]。西天山北坡孢粉、植硅石、炭屑等古气候代用指标也揭示了该时期暖湿的气候特征及逐步加剧的人类活动^[64-66]。天山北坡适宜的气候环境造就了该区繁荣的史前文化。博斯腾湖元素地球化学指标表明塔里木盆地北缘地区此时气候依然较为凉爽湿润,但在 3.1~2.8 cal kyr BP 期间为晚全新世最后一个高水位期,此后水位逐渐缩减^[67],而 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{18}O$ 、孢粉等多项指标却表明早期铁器时代气候并不稳定,存在气候干旱事件^[68-70]。气候干旱必然引起植被、生态环境等发生相应变化,区域内史前文化也将随生态环境的变化而转移或消失。

2.3 灾变事件的环境考古研究

史前时期生产力水平低下,人类被动地适应自然。因此,史前人类文化演进和更迭很大程度上受制于当时生存环境^[71-72],环境适宜促进文化繁荣和发展,反之则会造成文化衰落、转移,甚至消失,灾变事件在文化中断或文化面貌转变中更是起到了催化剂的作用^[73]。新疆地区史前文化变迁与环境演变之间的耦合关系研究目前处于起步阶段,灾变事件主要表现为干旱。

新疆地区全新世期间有多次气候突变,对文化发展产生了重要影响^[62]。发生在全球范围内的“新仙女木事件”(“YD 事件”)、“8.2 ka 事件”在天山南北坡均有显著记录,西天山湖泊沉积剖面孢粉 A/C 比值表明,11.8 cal kyr BP 左右湿度明显降低,指示干旱气候的藜科孢粉含量猛增^[16]。博斯腾湖同位素记录、孢粉记录、沉积学指标等在“YD 事件”期间都发生了突变^[67]。巴里坤湖孢粉、粒度、磁化

率等指标指示东天山地区8.0 cal kyr BP左右发生了一次变冷变干的气候突变事件^[62]。“4.2 ka事件”在新疆普遍存在,罗布泊孔雀河下游小河墓地环境考古研究表明晚全新世初期的冷、干事件严重制约了新疆地区青铜文化的发展^[32]。这些全新世期间以冷、干为特征的气候突变事件在不同区域持续时间长短不一,降温幅度也不一致,但在一定程度上却限制了史前人类活动的范围^[61, 74-76]。

3 新疆地区未来环境考古研究趋势

3.1 高分辨率古环境演变过程重建研究

古环境演变过程重建是开展环境考古的前提和基础,对过去人地关系研究有重要意义,特别是气候突变事件会对人类文明发展产生重要影响^[77]。但新疆地区的气候变化过程还没形成统一认识,与东部季风区古气候重建^[6]研究相比,测年数据少、采样间隔大、分辨率普遍不高。虽然近几年已有相关高分辨率^[16-17, 64]的研究成果出现,但距环境考古研究的精度要求还有提升的空间。另外,研究材料也较单一,主要为湖泊沉积物。据调查,天山、阿尔泰山等山间盆地有数量可观的,可供学者进行高分辨率古气候重建的泥炭层,年代下限多处于全新世或略早阶段^[78],对全新世气候演变过程研究是极为珍贵的材料,但目前采用泥炭开展全新世环境演变过程的成果稀缺^[18, 78]。所以,未来一段时间内新疆地区环境考古研究的基础和核心工作是寻找多种可靠的自然地质档案,开展多种高分辨率古气候代用指标的综合集成对比研究,形成对史前气候演变过程的统一认识。

3.2 史前时期人地关系耦合作用研究

目前,新疆地区环境考古侧重环境演变过程或文化演进一方的研究^[79],气候演变对人类活动的影响及人类活动产生的环境效应研究鲜有报道。人类活动是改变自然生态系统不可忽视的力量,国际环境考古研究界已将过去人类活动对自然界作用的过程、机理及两者间的相互作用规律研究提上日程^[80],新疆地区也应积极与国际接轨。夏正楷认为环境考古不应仅仅是环境变化对人类文化演进的促进或制约研究,还应包括对极端环境的适应研究^[81]。研究表明,全新世气候存在多次干湿冷暖的波动,一些气候突变事件甚至具有全球性,对人类文

明的发展和演进产生了重大影响^[82]。“4.2 ka”气候突变事件已被证实在新疆地区普遍存在^[10],此时新疆地区正处于由新石器时代向青铜时代过渡的“黎明时期”,此次气候突变事件对新疆地区史前文化产生了怎样的影响?产生了多大影响?史前人类如何应对此次气候突变事件?这些都是值得环境考古学者深入研究的问题。以上问题已经引起了部分学者的关注,在他们的研究成果中有所涉及。研究表明,小河墓地文明兴衰与环境有着密切关系,尽管塔里木盆地边缘十分干旱但在特定阶段依然存在“成湖期”,暖湿期过后,人类从周围河流、湖泊中实施调水工程后文明又得以延续^[61]。新疆地区文化兴衰演化与自然环境之间存在高度相关性^[74]。

3.3 加强聚落环境考古研究

史前时期人类生存条件和活动范围很大程度上受自然环境的制约,甚至在一些特定时期自然环境还起决定性作用。个体为了获得更好的生存条件和更丰富的生活资料往往选择群居的方式集体向自然资源丰富、环境适宜的地区迁徙,大量遗址汇聚在自然条件优越的地区,形成一种独特的景观——聚落^[83]。以聚落为研究对象,探索其形态演变所折射出的社会形态演变轨迹^[84],对认识史前经济、社会具有重要意义,但目前新疆地区史前聚落研究成果稀缺,学者们主要围绕单个遗址进行研究,或对墓葬(群)进行研究^[79]。聚落研究在中国起步较晚,造成具有中国特色的相关聚落理论与方法缺失^[83],聚落环境考古在呼唤中国特色的理论和方法,新疆聚落环境考古研究学者应该以此为契机探索一条适合我国的聚落环境考古研究模式。

3.4 加强“3S”技术在环境考古中的应用研究

20世纪80年代,国际学术界将“3S”技术运用到沙漠遗迹的调查和寻找中^[85],我国也在同时将该技术运用到考古学领域^[86-87],至今,遥感识别仍被广泛应用于环境考古研究中^[7, 88]。“3S”空间分析技术在环境考古研究中的应用主要体现在两个方面:一是运用“3S”空间分析技术研究遗址分布与环境的耦合关系,该方法在对遗址分布与地质、地貌、水文等自然环境要素之间的关系进行分析时能取得良好效果^[89-90];二是运用“3S”空间分析技术分析史前人类改造自然过程中产生的环境效应,对史前人类土地利用/土地覆被变化研究是该技术在环境考古领域的一次大胆探索和尝试^[91-92]。总之,利用

“3S”技术从宏观角度对人类活动与自然环境间的耦合关系进行研究已成为当前环境考古研究的重要方法。国内外运用“3S”技术进行环境考古研究的案例仍较为稀少,但运用“3S”空间分析技术开展量化、模型化研究必将成为未来环境考古研究的重要手段之一。该技术在新疆环境考古研究中的应用还处于探索阶段^[74-76]。

4 结语

新疆是开展环境考古研究的理想地域。经过学者们数十年的努力,新疆考古有了丰富的积累并取得重要研究进展。文化演化的环境背景资料丰硕,但由于受研究材料和研究方法的制约,仍未形成统一认识,加强该区域高分辨率古环境演变过程研究,仍是未来一段时间内环境考古研究者的基本任务之一。人地关系研究中,前期成果更多关注环境演变对人类文明演化的影响,人类对环境的适应研究略显单薄。作为环境考古研究的基本内容之一,人地关系耦合作用研究应该得到加强,特别是针对人类反作用于自然所产生的环境效应研究应引起学者的足够重视。另外,气候突变事件对史前文化演化的影响研究也不容忽视。聚落考古同样是环境考古研究的重要内容,但新疆地区的聚落考古研究资料稀缺,随着考古遗址的发掘和考古资料的充实,聚落考古应该实现从无到有的转变,以实现新疆地区史前人类经济社会更深入的了解和认识。“3S”技术在环境考古领域的引入给环境考古研究方法带来了变革,环境考古资料的数量化、模型化研究是必然趋势,但该领域的研究在新疆地区还处于探索、起步阶段,今后需更多的学者采用新方法和新技术将环境考古研究不断向前推进。

参考文献 (References)

- [1] KINDER M, TYLMANN W, BUBAK I, et al. Holocene history of human impacts inferred from annually laminated sediments in lake Szurpily, Northeast Poland [J]. *Journal of Paleolimnology*, 2019, **61**(4): 419–435.
- [2] ROSEN A M, HART T C, FARQUHAR J, et al. Holocene vegetation cycles, land-use, and human adaptations to desertification in the Gobi Desert of Mongolia [J]. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2019, **28**(3): 295–309.
- [3] WU Wenxiang, LIU Tungsheng. Possible role of the “Holocene Event 3” on the collapse of Neolithic Cultures around the Central Plain of China [J]. *Quaternary International*, 2004, **117**(1): 153–166.
- [4] CHENG Yu, LI Xiangqian, SHU Junwu, et al. Sedimentary evolution and transgressions of the western Subei Basin in eastern China since the late Pliocene [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2019, **93**(1): 159–170.
- [5] DONG Guanghui, ZHANG Dongju, LIU Xinyi, et al. Agriculture facilitated permanent human occupation of the Tibetan Plateau after 3600 BP [J]. *Science*, 2015, **347**(6219): 248–250.
- [6] YAO Fulong, MA Chunmei, ZHU Cheng, et al. Holocene climate change in the western part of Taihu Lake region, East China [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2017, (485): 963–973.
- [7] DARON D, JEROME K. A GIS model for predicting wetland habit in the Great Basin at the Pleistocene-Holocene transition and implications for Paleoindian archaeology [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2014, **49**: 276–291.
- [8] LI Kaifeng, ZHU Cheng, JIANG Fengqing, et al. Archaeological sites distribution and its physical environmental settings between 260~2.2 ka BP in Guizhou, southwest China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, **24**(3): 526–538.
- [9] JIA Tianjiao, MA Chunmei, ZHU Cheng, et al. Depositional evidence of palaeofloods during 4.0~3.6 ka BP at the Jinsha site, Chengdu Plain, China [J]. *Quaternary International*, 2017, (440): 78–89.
- [10] CHEN Fahu, CHEN Jianhui, HOLMES J, et al. Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: a review, synthesis and comparison with monsoon region [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2010, **29**: 1055–1068.
- [11] WANG Wei, FENG Zhaodong. Holocene moisture evolution across the Mongolian Plateau and its surrounding areas: A synthesis of climatic records [J]. *Earth-Science Reviews*, 2013, **122**: 38–57.
- [12] 王兆夺, 黄春长, 查小春, 等. 淮河上游卢庄段全新世古洪水水文恢复研究 [J]. *干旱区地理*, 2018, **41**(2): 325–333. [WANG Zhaoduo, HUANG Chunchang, CHA Xiaochun, et al. Palaeoflood sedimentological and hydrological study of the Luzhuang section in the upper reaches of Huaihe River [J]. *Arid Land Geography*, 2018, **41**(2): 325–333]
- [13] 凌智永, 周亚辉, 李廷伟, 等. 东昆仑库木库里沙漠表层沉积物粒度特征、物源与沉积环境 [J]. *干旱区地理*, 2017, **40**(5): 1013–1019. [LING Zhiyong, ZHOU Yahui, LI Tingwei, et al. Grain-size characteristics, provenance discrimination and sedimentary environment of the surface sediments from Kumkol Desert of Eastern Kunlun Mountain [J]. *Arid Land Geography*, 2017, **40**(5): 1013–1019]
- [14] 周海鹰, 沈明希, 陈杰, 等. 塔里木湖流域 60a 来天然径流变化趋势分析 [J]. *干旱区地理*, 2018, **41**(2): 221–229. [ZHOU

- Haiying, SHEN Mingxi, CHEN Jie, et al. Trends of natural runoffs in the Tarim River Basin during the last 60 years [J]. *Arid Land Geography*, 2018, **41**(2): 221–229]
- [15] 谢海超, 魏海涛, 王强, 等. 新疆博斯腾湖全新世沉积磁性矿物组成与沉积环境探讨[J]. *干旱区地理*, 2017, **40**(30): 512–522. [XIE Haichao, WEI Haitao, WANG Qiang, et al. Relationship between magnetic minerals and their sedimentary environment of Holocene sediments from Bosten Lake, Xinjiang [J]. *Arid Land Geography*, 2017, **40**(30): 512–522]
- [16] LI Xiaoliang, ZHAO Keliang, DODSON J, et al. Moisture dynamics in central Asia for the last 15 kyr: new evidence from Yili Valley, Xinjiang, NW China [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2011, **30**: 3457–3466.
- [17] LONG Hao, SHEN Ji, CHEN Jianhui, et al. Holocene moisture variations over the arid central Asia revealed by a comprehensive sand-dune record from the central Tian Shan, NW China [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2017, **174**: 13–32.
- [18] HUANG Xiaozhong, CHEN Chunzhu, JIA Wanna, et al. Vegetation and climate history reconstructed from an alpine lake in central Tianshan Mountains since 8.5 ka BP [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2015, **432**: 36–48.
- [19] 陈弋. 略论焉不拉克文化[J]. *西域研究*, 1991, (1): 81–96. [CHEN Yi. A brief discussion on the culture of Braque [J]. *The Western Regions Studies*, 1991, (1): 81–96]
- [20] 陈弋. 新疆察吾呼沟口文化略论[J]. *考古与文物*, 1993, (5): 30–39. [CHEN Yi. A brief discussion on the culture of Chawuhu [J]. *Archaeology and Cultural Relics*, 1993, (5): 30–39]
- [21] 安志敏. 塔里木盆地及其周围的青铜文化遗存[J]. *考古*, 1996, (12): 70–77. [AN Zhimin. The bronze culture remains in the Tarim Basin and its surrounding [J]. *Archaeology*, 1996, (12): 70–77]
- [22] 邵会秋. 新疆史前时期文化格局的演进及其与周邻地区文化的关系[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 1–15. [SHAO Huiqiu. The development of the pre-historic cultures in Xinjiang and the interaction with neighbor cultures [M]. Beijing: Science Press, 2018: 1–15]
- [23] 李水城. 从考古发现看公元前二千年东西文化的碰撞和交流[J]. *新疆文物*, 1999, (1): 53–65. [LI Shuicheng. Thinking of the collision and communication of eastern and western cultures in 2000 BC from archaeological discoveries [J]. *Xinjiang Artifacts*, 1999, (1): 53–65]
- [24] 李水城. 西北与中原早期冶铜业的区域特征及交互作用[J]. *考古学报*, 2005, (3): 239–278. [LI Shuicheng. The regional characteristics and interaction of the early smelting copper industry in northwest China and central plains [J]. *Acta Archaeologica Sinica*, 2005, (3): 239–278.]
- [25] 林梅村. 吐火罗人的起源与迁徙[J]. *西域研究*, 2003, (3): 9–23. [LIN Meicun. The origin and migrations of Tokharians [J]. *The Western Regions Studies*, 2002, (3): 9–23]
- [26] 周昆叔. 上宅新石器文化遗址环境考古[J]. *中原文物*, 2007, (2): 19–24. [ZHOU Kunshu. Environmental archaeology of the Neolithic cultural relics in the upper house [J]. *Cultural Relics of Central China*, 2007, (2): 19–24]
- [27] 国家文物局. 中国文物地图集·新疆维吾尔自治区分册[M]. 北京: 文物出版社, 2012: 379–662. [State Administration Cultural Heritage. An atlas of Chinese culture relics in Xinjiang Province [M]. Beijing: Cultural Relics Press, 2012: 379–662]
- [28] 黄慰文, 欧阳志山, 瑞迪克, 等. 新疆塔里木盆地南缘新发现的石器[J]. *人类学学报*, 1988, (4): 294–301. [HUANG Yuwen, OUYANG Zhishan, Rui D K, et al. New discoveries of stone artifacts on the southern edge of the Tarim basin, Xinjiang [J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 1988, (4): 294–301]
- [29] 陈发虎, 陈建徽, 黄伟. 中纬度亚洲现代间冰期气候变化的“西风模式”探讨[J]. *地学前缘*, 2009, **16**(6): 23–32. [CHEN Fahu, CHEN Jianhui, HUANG Wei. A discussion on the westerly-dominated climate model in Asia during the modern interglacial period [J]. *Earth Science Frontiers*, 2009, **16**(6): 23–32]
- [30] 郭超, 马玉贞, 胡彩莉, 等. 中国内陆区湖泊沉积所反映的全新世干湿变化[J]. *地球科学进展*, 2014, **33**(6): 786–798. [GUO Chao, MA Yuzhen, HU Caili, et al. Holocene humidity changes in inland China inferred from lake sediments [J]. *Progress in Geography*, 2014, **33**(6): 786–798]
- [31] 孙湘君, 杜乃秋, 翁成郁, 等. 新疆玛纳斯湖盆周围近14000年以来的古植被和古环境[J]. *第四纪研究*, 1994, **14**(3): 239–248. [SUN Xiangjun, DU Naiqiu, WENG Chengyu, et al. Paleovegetation and paleoenvironment of Manasi Lake, Xinjiang, NW China during the last 14000 years [J]. *Quaternary Sciences*, 1994, **14**(3): 239–248]
- [32] TAO Shichen, AN Chenbang, CHEN Fahu, et al. Pollen-inferred vegetation and environmental changes since 16.7 ka BP at Balikun Lake, Xinjiang [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2010, **55**(22): 2449–2457.
- [33] XUE Jibin, ZHONG Wei. Holocene climate variation denoted by Barkol Lake sediments in northeastern Xinjiang and its possible linkage to the high and low latitude climates [J]. *Science China Earth Science*, 2011, **54**: 603–614.
- [34] 黄小忠. 新疆博斯腾湖记录的亚洲中部干旱区全新世气候变化研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2006: 83–85. [HUANG Xiaozhong. Holocene climate variability of Arid central Asia documented by Bosten lake [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2006: 83–85]
- [35] CHEN Fahu, YU Zicheng, YANG Meilin, et al. Holocene moisture evolution in arid central Asia and its out-of-phase relationship with Asian monsoon history [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2008, **27**: 351–364.
- [36] 许清海, 李月丛, 阳小兰, 等. 北方草原区主要群落类型表土花粉分析[J]. *地理研究*, 2005, **24**: 394–402. [XU Qinghai, LI Yuecong, YANG Xiaolan, et al. Study on surface pollen of major

- steppe communities in northern China [J]. *Geographical Research*, 2005, **24**: 394 – 402]
- [37] 李月丛, 许清海, 阳小兰, 等. 中国草原区主要群落类型花粉组合特征 [J]. *生态学报*, 2005, **25**: 555 – 564. [LI Yuecong, XU Qinghai, YANG Xiaolan, et al. Pollen assemblages of major steppe communities in China [J]. *Acta ecologica Sinica*, 2005, **25**: 555 – 564]
- [38] 程波, 陈发虎. 西北干旱区石羊河流域表土花粉分析 [J]. *中国沙漠*, 2010, **30**(2): 350 – 356. [CHENG Bo, CHEN Fahu. Pollen analysis of topsoil samples from Shiyang River Drainage, Northwest China [J]. *Journal of Desert Research*, 2010, **30**(2): 350 – 356]
- [39] 罗传秀, 潘安定, 郑卓. 西北干旱地区表土孢粉与植被关系研究进展 [J]. *干旱区研究*, 2006, **23**(2): 314 – 319. [LUO Chuanxiu, PAN Anding, ZHENG Zhuo. Progresses about the studies on the relationship between topsoil spore-pollen and vegetation in arid areas of Northwest China [J]. *Arid Zone Research*, 2006, **23**(2): 314 – 319]
- [40] RHODES T E, GASSE F, LIN R, et al. A late-pleistocene Holocene lacustrine record from lake Manas, Zunggar (Northern Xinjiang, western China) [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1996, (120): 105 – 121
- [41] WEI K, GASSE F. Oxygen isotopes in lacustrine carbonates of West China revisited: implications for past glacial changes in summer monsoon circulation [J]. *Quaternary Science Reviews*, 1999, **18**: 1315 – 1334.
- [42] CHENG Hai, ZHANG Pingzhong, EDWARDS R L, et al. The climatic cyclicity in semiarid-arid central Asia over the past 500, 000 years [J]. *Geophysical Research Letters*, 2012, **39**(1): 1705.
- [43] CAI Yanjun, CHIANG J C H, BREITENBACH S F M, et al. Holocene moisture changes in western China, central Asia, inferred from stalagmites [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2017, **158**: 15 – 28.
- [44] 肖霞云, 蒋庆丰, 刘兴起, 等. 新疆乌伦古湖全新世以来高分辨率的孢粉记录与环境变迁 [J]. *微体古生物学报*, 2006, **23**(1): 77 – 86. [XIAO Xiayun, JIANG Qingfeng, LIU Xingqi, et al. High resolution sporopollenin record and environmental change since Holocene in the Wulungu Lake, Xinjiang [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 2006, **23**(1): 77 – 86]
- [45] BLYAKHARCHUK T A, WRIGHT H E, BORODVKO P S, et al. Late glacial and Holocene vegetational changes on the Ulagan high mountain plateau, Altai mountains, southern Siberia [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2004, (209): 259 – 279.
- [46] MURAKANI T, KATSUTA N, YAMAMOTO K, et al. A 27-kyr record of environmental change in central Asia inferred from the sediment record of Lake Hovsgol, Northwest Mongolia [J]. *Journal of Paleolimnology* 2010, **43**(2): 369 – 383.
- [47] RAN Min, FENG Zhaodong. Holocene variations across China and driving mechanisms: a synthesis of climatic records [J]. *Quaternary International*, 2013, 313 – 314, 179 – 193.
- [48] FENG Zhaodong, MA Yuzhen, ZHANG Hucai, et al. Holocene climate variations retrieved from Gun Nuur lake-sediment core in the Northern Mongolian Plateau [J]. *Holocene*, 2013, **23**: 1721 – 1730.
- [49] LIU Xingqi, HERZSCHUH U, SHEN Ji, et al. Holocene environmental and climatic changes inferred from Wulungu Lake in northern Xinjiang, China [J]. *Quaternary Research*, 2008, **70**: 412 – 425.
- [50] WANG Wei, FENG Zhaodong, RAN Min, et al. Holocene climate and vegetation changes inferred from pollen records of Lake Aibi, northern Xinjiang, China: A potential contribution to understanding of Holocene climate pattern in East-central Asia [J]. *Quaternary International*, 2013, **311**: 54 – 62.
- [51] JIANG Qingfeng, JI Junfeng, SHEN Ji, et al. Holocene vegetational and climatic variation in westerly-dominated areas of Central Asia inferred from the Sayram Lake in northern Xinjiang, China [J]. *Science China: Earth Sciences*, 2013, **56**: 339 – 353.
- [52] RAN Min, ZHANG Chenjun, FENG Zhaodong. Climate and hydrological variations during the past 8000 years in northern Xinjiang of China and the associated mechanisms [J]. *Quaternary International*, 2015, (358): 21 – 34.
- [53] CHEN Fahu, JIA Jia, CHEN Jianhui, et al. A persistent Holocene wetting trend in arid central Asia, with wettest conditions in the late Holocene, revealed by multi-proxy analyses of loess-palesol sequences in Xinjiang, China [J]. *Quaternary Science Reviews*, 2016, **146**: 134 – 146.
- [54] FENG Zhaodong, AN Chengbang, WANG Haibo. Holocene climate and environmental changes in the arid and semi-arid areas of China: a review [J]. *The Holocene*, 2006, **16**(1): 119 – 130.
- [55] JIANG Qingfeng, SHEN Ji, LIU Xingqi, et al. A high-resolution climatic change since Holocene inferred from multi-proxy of lake sediment in westerly area of China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2007, **52**(14): 1970 – 1979.
- [56] ZHAO Keliang, LI Xiaoqing, DODSON J, et al. Climate variations over the last 4000 cal yr BP in the western margin of the Tarim Basin, Xinjiang, reconstructed from pollen data [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2012, 321 – 322: 16 – 23.
- [57] AICHNER B, FEAKINS S J, LEE J E, et al. High-Resolution leaf wax carbon and hydrogen isotopic record of the late paleoclimate in arid Central Asia [J]. *Climate of the Past*, 2015, **11**: 619 – 633.
- [58] YANG Xiaoping, ZHU Zhenda, JAEKEL D, et al. Late Quaternary palaeoenvironment change and landscape evolution

- along the Keriya River, Xinjiang, China; the relationship between high mountain glaciation and landscape evolution in foreland desert regions [J]. *Quaternary international*, 2002, 97-98: 155-166.
- [59] ZHONG Wei, XUE J B, SHU Qiang, et al. Climatic change during the last 4000 years in the southern Tarim Basin, Xinjiang, Northwest China [J]. *Journal of Quaternary Science*, 2007, 22, 659-665.
- [60] TANG Zhihua, MU Guijin, CHEN Dongmei. Palaeoenvironment of mid-to late Holocene loess deposit of the southern margin of the Tarim Basin, NW China [J]. *Environmental Geology*, 2009, 58: 1703-1711.
- [61] ZHANG Yifei, MO Duowei, HU Ke, et al. Holocene environmental changes around Xiaohe Cemetery and its effects on human occupation, Xinjiang, China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(6): 752-768.
- [62] 安成邦, 王伟, 段阜涛, 等. 亚洲中部干旱区丝绸之路沿线环境演化与东西方文化交流 [J]. *地理学报*, 2017, 72(5): 875-891. [AN Chengbang, WANG Wei, DUAN Futao, et al. Environmental changes and cultural exchange between east and west along the Silk Road in Arid central Asia [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(5): 875-891]
- [63] AN Chengbang, LU Yanbin, ZHAO Jiaji, et al. A high-resolution record of Holocene environmental and climatic changes from Lake Balikun (Xinjiang, China): implications for central Asia [J]. *The Holocene*, 2011, 22(1): 43-52.
- [64] ZHANG Hui, ZHANG Yun, KONG Zhaochen, et al. Late Holocene climate change and anthropogenic activities in north Xinjiang: evidence from a peatland archive, the Caotanhu wetland [J]. *The Holocene*, 2015, 25(2): 323-332.
- [65] ZHANG Y, KONG Z C, NI J, et al. Pollen record and environmental evolution of Caotanhu wetland in Xinjiang since 4550 cal. a BP [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2008, 53(7): 1049-1061.
- [66] ZHANG Yun, KONG Zhaochen, NI Jian, et al. Late Holocene paleoenvironment change in central Tianshan of Xinjiang, northern China [J]. *Grana*, 2007, 46: 197-213.
- [67] ZHANG Chengjun, ZHENG Mianping, PROKOPENKO A, et al. High-resolution records of the Holocene paleoenvironmental variation reflected by carbonate and its isotopic compositions in Bosten Lake and response to glacial activities [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2009, 83(6): 1101-1115.
- [68] WUNNEMANN B, CHEN Fahu, RIEDEL F, et al. Holocene lake deposits of Bosten Lake, southern Xinjiang, China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48(14): 1429-1432.
- [69] WUNNEMANN B, MISCHKE S, CHEN Fahu. A Holocene sedimentary record from Bosten Lake, China [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2006, 234: 223-238.
- [70] ZHONG Wei, XIONG Heigang. Isotopic evidence for Holocene climatic changes in Bosten Lake, Southern Xinjiang, China [J]. *Chinese Geographical Science*, 1998, 8(2): 176-182.
- [71] 黄明, 马春梅, 朱诚. 成都平原中一晚全新世环境考古研究进展 [J]. *古地理学报*, 2017, 19(6): 1087-1098. [HUANG Ming, MA Chunmei, ZHU Cheng. Progress of the Mid-Late Holocene environmental archaeology in Chengdu Plain [J]. *Journal of Paleogeography*, 2017, 19(6): 1087-1098]
- [72] 蔡天赦, 朱诚, 孙智彬, 等. 长江三峡地区全新世典型遗址与自然沉积剖面环境考古研究的意义 [J]. *地层学杂志*, 2017, 41(1): 32-38. [CAI Tianshe, ZHU Cheng, SUN Zhibin, et al. Palaeoenvironments of Holocene archaeological sites in the Yangtze Gorges area [J]. *Journal of Stratigraphy*, 2017, 41(1): 32-38]
- [73] 张信宝. 青海民和喇家遗址的古地震与古洪决洪水质疑 [J]. *山地学报*, 2017, 35(3): 255-256. [ZHANG Xinbao. On the debate about the evidences of the ancient earthquake and the outburst great flood at Qinghai Minhe Lajia Ruins [J]. *Mountain Research*, 2017, 35(3): 255-256]
- [74] 栾福明, 王芳, 熊黑钢. 伊犁河谷文化遗址时空分布及地理背景研究 [J]. *干旱区地理*, 2017, 40(1): 211-221. [LUAN Fuming, WANG Fang, XIONG Heigang. Spatio-temporal distribution of cultural sites and geographic backgrounds in the Ili River Valley [J]. *Arid Land Geography*, 2017, 40(1): 211-221]
- [75] 栾福明, 熊黑钢, 王昭国, 等. 旧石器时期以来新疆文化遗址分布特征及驱动因素 [J]. *中国沙漠*, 2016, 36(5): 1496-1502. [LUAN Fuming, XIONG Heigang, WANG Zhaoguo, et al. The distributional characteristics and drive factors of cultural heritage sites and relics since the paleolithic age in Xinjiang, China [J]. *Journal of Desert Research*, 2016, 36(5): 1496-1502]
- [76] 王芳, 张小雷, 杨兆萍, 等. 历史时期伊犁河谷文化遗址时空特征及驱动力分析 [J]. *地理学报*, 2015, 70(5): 796-808. [WANG Fang, ZHANG Xiaolei, YANG Zhaoping, et al. Spatio-temporal characteristics of cultural sites and analysis of their driving forces in the Ili River valley in historical periods [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(5): 796-808]
- [77] 姚付龙. 羌申运河所经古中江流域全新世环境考古研究 [D]. 南京: 南京大学, 2017: 68-72. [YAO Fulong. Environmental archaeology of the Holocene in the Zhongjiang Basin through Wushen Canal, east China [D]. Nanjing: Nanjing University, 2017: 68-72]
- [78] 汤雨. 新疆阿勒泰地区泥炭地甘油二烷基甘油四醚化合物记录的全新世环境变化 [D]. 兰州: 兰州大学, 2014: 25-28 [TANG Yu. Holocene environment changes inferred from the GDGTs from the peatlands in Altai Mountains, Xinjiang [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2014: 25-28]
- [79] WANG Wei, WANG Yongqiang, AN Chengbang, et al. Human diet and subsistence strategies from the Late Bronze Age to historic times at Goukou, Xinjiang, NW China [J]. *Holocene*, 2017, 1-11.

- [80] 李开封, 马春梅, 高文华, 等. 河南地区全新世环境考古研究进展及未来趋势[J]. 地理科学进展, 2015, **34**(7): 883 - 897. [LI Kaifeng, MA Chunmei, GAO Wenhua, et al. Progress and trend of Holocene environmental archaeology in Henan Province [J]. Progress in Geography. 2015, **34**(7): 883 - 897]
- [81] 夏正楷. 环境考古学: 理论与实践[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012: 256 - 259. [XIA Zhengkai. Environmental archaeology: theory and practice [M]. Beijing: Peking University Press, 2012: 256 - 259]
- [82] 许俊杰, 莫多闻, 王辉, 等. 河南新密溱水流域全新世人类文化演化的环境背景研究[J]. 第四纪研究, 2013, **33**(5): 954 - 964. [XU Junjie, MO Duowen, WANG Hui, et al. Preliminary research of environment archaeology in Zhenshui River, Xinmi city, Henan [J]. Quaternary Sciences. 2013, **33**(5): 954 - 964]
- [83] 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. [CUI Yifu, LIU Yujia, MA Minmin. Spatiotemporal evolution of prehistoric Neolithic-Bronze Age settlements and influencing factors in the Guanting Basin, northeast Tibetan Plateau [J]. Science China Earth Science, 2018, **48**(2): 152 - 164]
- [84] 严文明. 关于聚落考古的方法问题[J]. 中原文物, 2010, (2): 19 - 22. [YAN Wenming. On means of settlement archaeology [J]. Cultural Relics of Central China, 2010, (2): 19 - 22]
- [85] MACAULEY J F, SCHABER G G, BREED C S, et al. Subsurface valleys and geoarchaeology of the eastern Sahara revealed by Shuttle Radar [J]. Science, 1982, **218**: 1004 - 1020.
- [86] 毕硕本, 计哈, 梁静涛, 等. 基于指数模型的郑州: 洛阳地区史前聚落遗址空间分布[J]. 地理科学进展, 2013, **32**(10): 1454 - 1462. [BI Shuoben, JI Han, Liang Jingtao, et al. Spatial distribution of prehistoric settlement sites in Zhengzhou-Luoyang region based on index model [J]. Progress in Geography, 2013, **32**(10): 1454 - 1462]
- [87] 李中轩, 朱诚, 袁胜元, 等. 南阳盆地新石器文化的地理分布、传播路径及生业模式[J]. 地理学报, 2015, **70**(1): 143 - 156. [LI Zhongxuan, ZHU Cheng, YUAN Shengyuan, et al. Geographical distribution, diffusion and subsistence variation of prehistoric cultures in Nanyang Basin, Henan Province [J]. Acta Geographica Sinica, 2015, **70**(1): 143 - 156]
- [88] LUO Lei, WANG Xinyuan, LIU Chuansheng. Integrate RS, GIS and GPS approaches to archaeological prospecting in the Hexi Corridor, NW China: a case study of the royal road to ancient Dunhuang [J]. Journal of Archaeological Science, 2014, **50**: 178 - 190.
- [89] 周志清, 陈剑, 刘祥宇. 区域系统调查方法在成都平原大遗址聚落考古中的实践与收获—以高山古城遗址为[J]. 中国文化遗产, 2015, (6): 32 - 37. [ZHOU Zhiqing, CHEN Jian, LIU Xiangyu. The practice and harvest of the regional system investigation method in the archaeological settlement of Chengdu plain: A case study of the Gaoshan ancient city [J]. Chinese Cultural Heritage, 2015, (6): 32 - 37]
- [90] 乔文文, 毕硕本, 王启富, 等. 郑洛地区龙山文化遗址预测模型[J]. 测绘科学, 2013, **38**(6): 172 - 174. [QIAO Wenwen, BI Shuoben, WANG Qifu, et al. Predictive model of archaeological sites of Longshan Culture in Zhengzhou-Luoyang area [J]. Science of Surveying and Mapping, 2013, **38**(6): 172 - 174]
- [91] MOREHART C T. Mapping ancient chinampa landscapes in the Basin of Mexico: a remote sensing and GIS approach [J]. Journal of Archaeological Sciences, 2012, **39**(7): 2541 - 2551.
- [92] ARIKAN B. Don't abhor your neighbor for he is a pastoralist: the GIS-based modeling of the past human-environment interactions and landscape changes in the Wadi el-hasa, west-central Jordan [J]. Journal of Archaeological Science, 2012, **39**(9): 2908 - 2920.

Research Review of the Holocene Environmental Archaeology in Xinjiang Area, China

YAO Fulong¹, ZHU Cheng², MA Chunmei²

(1. College of Biology and Geography, Yili Normal University, Yining 835000, Xinjiang, China;

2. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Xinjiang is one of the ideal area to carry out studies of Holocene environmental archeology in China. The study on the temporal and spatial distribution characteristics of prehistoric culture in Xinjiang showed the development and spatial expansion of prehistoric culture in Xinjiang were highly correlated with environmental

changes, and climate change was the underlying cause for the changes. The distribution space of prehistoric sites had been increasing obviously during the Holocene, especially in the Early Iron Age, when it continuously expanded to the western Tianshan Mountains from east to west along the north slope of the Tianshan Mountains. The evolution of prehistoric culture and environmental changes was synchronized in time. By matching the research results of environmental evolution in this region, it revealed that the distribution of Neolithic sites was related to a cold-dry climate and environmental deterioration, whereas the westward expansion during the Early Iron Age was occurring under a suitable environment. Therefore, climate was an important factor that caused the changes of prehistoric culture in Xinjiang, and had an important impact on the distribution and spread of culture. After nearly 20 years of efforts by scholars, great achievements have been made in prehistoric environmental archaeology in this region. The environmental background of cultural evolution in Xinjiang has gradually illuminated with involvement of digital environmental archaeology. A series of important research advances have been made on the comprehensive integration of human-land relations. Unfortunately, there is still much room for improvement in prehistoric environmental archaeology research. Due to the limitation of research materials and methods, the research results of high-resolution paleoenvironmental reconstruction are lacking, and the Holocene environmental evolution process is still controversial. Much researches had concerned about the impact of natural environment changes on the process of human civilization, i. e. the positive response of human beings to environmental changes, especially to abrupt climate changes, but the research on the environmental effects of human reaction to natural environment is slightly weak. Archaeology of settlement environment also needs to be broken through. In addition, with the application of "3S" technology in the field of environmental archaeology, more scholars are urgently needed to join the research team in the study of digitalization and modeling of human-land relationship.

Key words: Holocene; environmental archaeology; human responses; environmental effects; Xinjiang area