

旧石器时代的火塘与古人类用火

周振宇^{1, 2, 4}, 关莹^{1, 2}, 王春雪³, 高星¹

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 人类演化实验室, 北京 100044; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 吉林大学边疆考古研究中心, 长春 130012; 4. 中国社会科学院考古研究所, 北京 100710)

摘要: 火塘作为旧石器时代反映古人类行为的重要遗迹一直受到学术界的关注。迄今为止, 我国已经发现了丰富的火塘遗迹及其相关遗留物, 但早期发现的火塘受限于本身保存不完整、当时技术手段的缺乏等客观因素及研究者的重视程度不够, 对其研究并不深入。近年来, 随着新遗址、新发现的增多, 发掘、保存和信息提取手段的完善, 越来越多的火塘信息被保存下来, 为开展旧石器时代火塘研究提供了基础和机遇。本文主要介绍近年来学术界对火塘及其遗留物的研究手段和成果, 同时列举了西方一些学者的研究实例, 简要论述火塘在研究史前人类行为中的重要作用。

关键词: 旧石器时代; 火塘; 类型; 功能; 人类行为

中图分类号: K871.11; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1000-3139 (2012) 01-0024-17

使用并控制火是人类在数百万年的进化过程中, 区别于其他生物成为优势物种的重要技术。火塘是这一技术与行为的物质表现, 也是人类使用火留下的最重要的遗迹。目前并没有明确的关于火塘的定义。民族学和历史时期考古学所指的火塘多为用天然石块或人工砖石构建的有一定形制的火坑或灶, 大多位于室内, 功能明确, 遗迹清晰, 相对容易辨认, 该类型的火塘也见于部分史前考古遗址, 但是史前时期, 特别是旧石器时代, 由于功能的不同, 火塘的大小、形状、持续时间等都不相同, 不同遗址发现的火塘也存在一定差异。为避免概念混淆和文字表述造成的误解, 我们认为, 一切被人类有目的地使用、维护并存在燃烧过程的有控制火堆都可以称之为火塘, 不论结构的繁简和使用时间的长短。自然燃烧事件产生的火堆不属于火塘的范畴, 在保存环境较差的遗址中, 自然火堆与火塘可以通过文化遗存背景和科学检测手段相结合的办法加以区分。本文中的碳屑指在燃烧作用下变黑、一定程度碳化的植物性物质, 其化学性质和物理结构均发生了一定程度的改变。

虽然一些学者主张, 早在 150 多万年前的旧石器时代早期, 古人类就已经开始使用火, 在肯尼亚、埃塞俄比亚、南非等地都发现了疑似用火的证据^[1-4], 比如发生过燃烧事件的地层, 火烧过的石制品、动物骨骼等, 但是这些痕迹是否与古人类主动用火行为相关, 目前仍存在较大争议^[5]。以色列距今 79 万年的Gasher Benot Ya' aqvo遗址发现了迄今为止年代最早且证据相对确凿的火塘遗迹^[6, 7]。与早、中更新世零星用火遗迹相比, 中更新世末期以来^[2], 特别是现代人行为出现以后, 古人对火的使用更加普遍, 相关证据也更少争议, 火塘也因此成为旧石器时代考古研究的重要材料。火塘从设计、构筑到使用、废弃的整个

收稿日期: 2011-01-20; 定稿日期: 2011-05-13

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-Q1-04)、中国科学院战略性先导科技专项(XDA05130301)和国家重点基础研究发展计划(2010CB950203)资助

作者简介: 周振宇 (1983—), 男, 湖北省黄石市人, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生, 主要从事旧石器考古学研究。E-mail: zzy529@msn.com

过程很大程度上受到人类行为模式、文化特征乃至自然环境的作用与影响(图 1)。应该说,火塘遗迹及其所反映的功能与使用方式在研究人类行为演化、饮食结构变革、社会组织形态发展及人类-环境相互作用等方面具有独特的作用,因此一直是学术研究的热点。本文主要介绍学术界过去几十年来关于火塘类型、功能的相关研究,特别是针对火塘中包含的遗留物所进行的有关人类行为和人地关系的分析和阐释,旨在抛砖引玉,推动我国的同类研究,使已发现的火塘资料发挥其应有的学术价值。

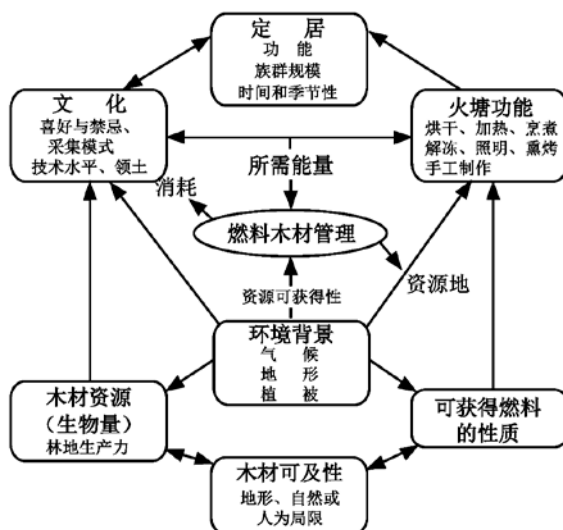


图 1 火塘与人类文化、自然环境关系图 (据Théry-Parisot *et al.*, 2010^[8])

Figure 1 Firewood management, interactions between natural and societal factors.

1 国内旧石器时代火塘的研究现状

旧石器时代的火塘类型多样,功能复杂,由于年代久远,往往在埋藏过程中遗失较多信息,保存状况差。这种局限性导致国内学者对于旧石器时代火塘大多停留在简单的形态描述阶段,或止步于利用火塘遗留的碳屑等进行测年。少数研究会依据火塘残留物鉴别动植物种属,复原古环境,至多将火塘材料与人类行为简单地加以联系,很少在人类生存方式、人地关系等重要科学问题上做深入地探讨。以下按时代顺序简单介绍我国已发现的旧石器时代火塘及相关研究成果(图 2)。

1.1 早中更新世火塘

早、中更新世文化遗址中的用火遗迹一般难以保存,证据确凿、痕迹明显的火塘更加珍贵,除云南元谋、山西西侯度等遗址零星发现存在争议的烧骨、鹿角外^[9],目前仅周口店、金牛山和龙牙洞 3 处遗址发现火塘。

北京周口店第 1 地点的洞穴堆积中保存有灰烬层、烧土、烧石、动物骨骼及木炭等与用火直接相关的遗物^[10-12]。但是Binford和Weiner等学者通过不同角度对北京人用火遗迹提出过质疑^[13, 14],因此对周口店遗址用火遗迹的研究更多地集中在“北京人”有没有使用火。综合用火遗迹、遗物的分布、原始发掘的描述,及各种科学手段的检测,包括近年使用元

素分析仪检测周口店发掘获取的烧土样品的“元素碳”浓度较大气沉降天然火“元素碳”浓度高出数倍^[15-19]，我们认为周口店第1地点存在过燃烧事件确凿无疑。同时，遗址出土的破碎的烧石和烧裂的马牙可以间接反映该燃烧事件是古人类有意识为之，笔者在进行火塘燃烧模拟实验时发现，将岩石烧碎至少需要 500℃ 以上的温度长时间加热，一般的自然火很难提供这样的燃烧环境，因此我们认为周口店第1地点存在火塘。自上世纪被发现以来，周口店第1地点虽然已经成为国内用火遗迹研究最深入的遗址之一，但是，由于遗址本身的年代较早，且发掘时间距今久远，相关信息散失严重，特别是由于发掘手段的限制，灰烬层的堆积没有完整保留，导致无法进一步得出关于人类用火行为的结论。

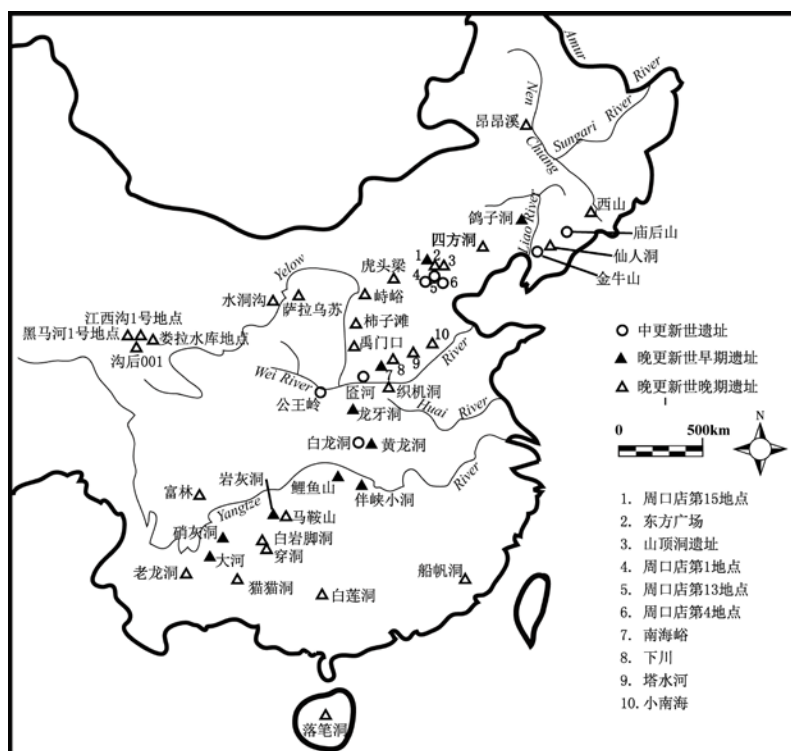


图 2 在中国发现的包含火塘遗存的旧石器时代遗址分布图

Figure 2 Distribution of Paleolithic hearth in China

相比周口店遗址，辽宁金牛山遗址用火遗迹较为清晰，保存有较完整的灰堆与灰烬层，且灰堆附近存在可能与用火行为相关的石块，发掘者还通过相应实验进行了验证^[20-22]。通过所见遗迹遗物可以推断当时人类不但开始利用火，甚至能够控制火，通过人为手段改善用火条件。

近年经过系统发掘的陕西洛南花石浪龙牙洞遗址也发现了较为明确的火塘遗迹，不但清理出了灰烬层、烧石、烧骨，还发现了火烧烤过的洞壁，明确了火塘的位置。同时火塘的周围及下部发现了可能起到助燃效果的大石块，进一步反映了人类主动用火的行为^[23]。

1.2 晚更新世早期火塘

晚更新世早期存在用火行为的遗址数量较中更新世多。但是保存有完整灰烬层、火塘并进行过系统研究的遗址仍然较少。北京周口店第15地点发现大量烧骨、烧石、红烧土等，充分证明当时古人类使用火加工处理食物，但由于发掘年代久远，目前没有更多关于周口

店第 15 地点人类用火行为的研究^[11]。

近年发掘的湖北黄龙洞遗址发现大量黑色地层物质, 通过微观形态观察、碳元素含量测定、地层高温事件检测等手段判断这些黑色物质是古人类用火行为的产物^[24], 可以判断为一处规模较大的火塘遗迹^[25]。黄龙洞遗址是目前少数几个通过先进科学技术, 针对人类用火遗存进行系统研究的实例, 虽然研究重点仍集中在当时人类是否用火上, 但新方法的成功应用为我们提供了良好的研究范本, 比如扫描电镜配合能谱仪既可以观察到燃烧物的微形态, 也能够较为精确的测定其元素含量, 同时测量地层的高温磁化率曲线可以初步得到燃烧温度, 这些手段能够帮助我们更精准、全面地了解人类用火行为。

辽宁喀左鸽子洞遗址灰烬层发现烧骨、木炭、烧土等与人类用火行为相关的遗物遗迹, 研究者针对出土遗物进行含碳量测试, 结果显示该灰烬层含碳量为 24%, 远高于一般土壤中的含碳量^[26], 上述证据综合指示了人类的用火行为。另外, 灰烬层厚度较大表明燃烧事件持续事件较长, 可以推断当时人类已经掌握使用并保存火的技术。

除上述遗址之外, 云南昆明呈贡龙潭山第 2 地点发现灰烬层, 其中包含烧骨、石器、碳粒和烧骨^[27]。贵州水城硝灰洞发现胶结坚硬的灰烬层, 含碳屑、烧骨、烧石等^[28]。此外, 三峡地区的长阳伴峡小洞和鲢鱼山遗址也发现火塘遗迹^[29]。

1.3 晚更新世末期火塘

旧石器时代晚期, 人类适应环境能力逐渐增强, 生存模式更加多样化。用火遗迹数量多、分布广成为这一时期人类行为多样性在物质上的表现之一。使用并控制火已经成为该时期古人类生活中普遍存在的行为。我国这一阶段的许多遗址保存有丰富的用火遗迹和完整、类型多样的火塘。

火塘是一种相对难以完整保存的遗迹, 因此在存在用火行为的旧石器时代晚期遗址中, 相当一部分仅发现了用火相关遗存而不是完整的火塘。比如: 北方地区, 北京周口店山顶洞遗址发现被火烧过的岩壁^[11], 辽宁海城仙人洞发现大量灰烬层和碳屑^[30], 河南安阳小南海遗址^[31]、陕西禹门口遗址^[32]、河北承德四方洞^[33]和山西塔水河遗址^[34]也都发现人类用火遗迹, 如小片灰烬和灰烬层等, 北京东方广场遗址也发现比较集中的灰烬、碳屑、烧石和烧骨等, 指示了较为明确的人类用火行为^[35]。山西峙峪遗址发现有灰烬层及可能作为火塘垒石的火烧砾石^[36]; 南方地区如贵州猫猫洞、马鞍山、穿洞、白岩脚洞遗址^[37-40], 云南老龙洞遗址^[41], 广西白莲洞遗址^[42], 福建船帆洞遗址^[43], 海南落笔洞遗址^[44]都发现了人类用火遗留的灰烬层及相关遗物。其中贵州马鞍山遗址发现灰烬层及烧石、红烧土块、烧骨、碳屑等, 数量较多^[45], 该遗址 2009 年的发掘中还发现了胶结坚硬的火塘遗迹(与发掘者交流)。云南富林遗址也发现应该为原地埋藏的用火遗迹^[46]。

相比上述遗址, 河北虎头梁遗址 20 世纪 70 年代则发现了三处清晰的火塘遗迹^[47]; 河南织机洞遗址发现 17 处灰烬堆^[48], 其中不乏界限清晰的火塘; 云南富源大河遗址不同文化层都发现了保存完好的火塘及古人类生活面^[49], 吉林抚松西山遗址发现了人类临时活动场所, 石圈遗迹的中部存在垒石和灰烬, 推测应该为人类临时使用的火塘^[50]; 穿洞和老龙洞发现的灰堆也应该为火塘遗迹^[39, 41]; 青海黑马河等地点也都发现了火塘遗迹及火烧砾石和火塘垒石^[51]。

值得一提的是, 近年来开展了大规模系统调查、发掘的宁夏水洞沟和山西柿子滩旧石器时代遗址存在多种形式的火塘、密集的石器地点、丰富的文化遗物, 这些遗迹遗物为进一步解读火塘所代表的人类行为提供良好的研究素材。水洞沟遗址在 2002 年调查时于 2 号

地点附近发现 7 处火塘遗迹，并在火塘旁发现木炭、灰烬、动物骨骼和石制品等^[52]，并在 2003 年至 2007 年 4 次正式发掘中发现多处火塘遗迹及烧骨。12 号地点于 2007 年及 2010 年 2 次发掘中发现灰烬层、碳屑、烧骨、大量烧石等^[53]。这些遗迹遗物明确反映了古人类的用火行为。

山西吉县柿子滩遗址 S9 和 S14 地点发现保存完好的火塘及灰烬、动物化石、石制品等。火塘遗迹保存完好，灰烬烧结成块状集中分布于直径 20cm 的区域内，同时发现丰富的烧石、烧骨、碳屑、石制品、蚌片等，反映古人类在遗址长期活动并存在用火行为^[54]（图 3）。最近一次的发掘过程中，亦发现了不同类型保存完好的火塘遗迹（与发掘者交流）。

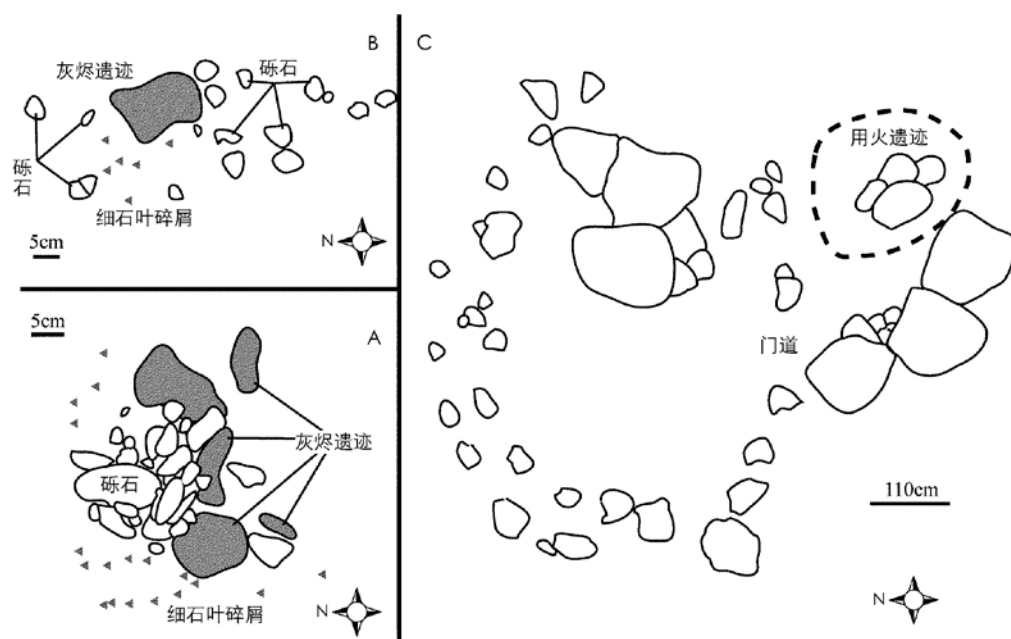


图 3 火塘遗迹平面图（A 青海姜拉水库遗址；B 青海沟后水库；C 吉林西山遗址）

Figure 3 Hearths found in Qinghai and Jilin

总体上，火塘作为人类行为的物质表现贯穿我国古人类和旧石器技术演化的历史，但由于材料保存条件的局限性，大部分针对早期人类用火遗留物的研究停滞于讨论当时人类是否用火，在这种相对薄弱的研究基础上探讨古人类用火目的、用火行为和用火方式等问题并不现实；另一方面，尽管我国目前发现了数量较多的更新世晚期火塘，其中不乏保存完整者，但对于火塘的研究仍处于起步阶段。造成这种现状的原因是多方面的：大部分遗址发现的火塘遗迹并不明显，多为灰烬层和烧骨烧石；受发掘时技术条件所限，除了简单的描述记录以外，难以开展更深入的工作；大部分发现用火遗迹的遗址多发掘于上世纪中后期，当时考古工作者对火塘的重要性认识不足，对火塘的研究手段了解不够全面。随着新遗址的发现和对原有遗址的深入研究，特别是各种科技手段的进步，近年国内学者开始意识到火塘对于遗址研究的重要性，比如近年发掘的水洞沟遗址和柿子滩遗址均发现了大量保存完好的火塘，发掘者的观测记录较完备，并将大多数火塘整体套箱采集，以进行全面的实验室分析。相信随着研究的深入，我们对于火塘的认识会更加透彻，掌握的相关人类行为信息会更加全面。

2 火塘的类型与功能

2.1 火塘的类型

旧石器时代, 古人类根据对火的各类需求构建不同的火塘。大部分火塘结构简单, 多在地面挖掘浅坑, 然后放入燃料使用, 或直接在地面架设火堆; 同时也存在结构相对复杂、形制规整、用岩石或圆木构建的火塘, 这种复杂的火塘在旧石器时代中期就已经出现^[55]。旧石器时代晚期, 距今约 3 万年左右, 甚至出现了用红黏土搭建的弧底形火塘^[56, 57]。在人类百万年的用火历史中出现了类型多样的火塘, 它们形制各异, 构建过程中随意性较强, 如果按形状、深度、面积等物理特征划分火塘类型难免陷入类型繁多、无法真实反应古人类行为意图的窘境。因此, 根据民族学田野调查实地观察狩猎采集人群用火过程的研究结果, 结合古人类用火遗迹划分火塘类型, 可以更加真实客观地反映人类用火行为。旧石器时代的火塘大多具备多重功能, 如烹制食物, 处理石料, 取暖以及驱逐野兽等, 古人类的生计方式、流动性等因素决定了他们对火的需求, 也决定了他们在构建火塘时投入人力物力的多少。根据建造火塘的投入我们可以将火塘分为: 低投入火塘, 指在平地上直接燃烧或挖掘浅坑燃烧的火塘; 高投入火塘, 指除了低投入火塘之外的所有火塘, 包括岩石垒砌火塘, 原木垒砌火塘和烤箱型火塘等^[58]。

低投入火塘是目前考古遗址中发现数量最多的火塘类型, 也是最难以保存的火塘类型。它既有可能出现在遗址内, 用以加工食物; 也可能出现于旷野之中, 满足古人类在狩猎采集过程中对火的临时需求。比如生活在纳米比亚北部的丛林人 (Bushman) 会在野外将狩猎到的豪猪用火预处理表皮, 并加热吃掉内脏等容易变质的部分, 仅将肉类带回营地。这种火塘没有固定的形制, 如果非有意掩埋, 暴露于地表的燃烧物将难以保存。但民族学研究表明, 人类有时也会刻意掩埋火塘, 比如丛林人在结束野外临时用火后会有意识地将火塘完全熄灭¹⁾。考古遗址中, 低投入火塘大多以小面积灰烬的形式出现, 由于使用地点及火塘用途的不同, 遗留物也不尽相同, 营地内低投入火塘一般含有烧骨、石制品、碳屑等。

高投入火塘是相对概念, 这种类型的火塘大多位于遗址营地内, 在平地上挖掘浅坑, 周围以石块或原木垒砌, 火塘俯视图多为圆形, 一般配以通风口和烟道, 提高燃料燃烧效率。如营口金牛山遗址^[21, 22]、洛南花石浪龙牙洞遗址^[23]、吉县柿子滩遗址^[54]等均发现该类型的火塘。石块垒砌的火塘在Floreins^[59]遗址也有发现, 并且火塘中发现 30 余种可鉴定种属的植物。垒砌火塘的石块共发现 224 块, 其中 51 块经过烧烤。由于垒砌火塘的石块一般不超过 10 块, 这表明该洞穴中火塘的数量不止一处; 完全封闭的烤箱型也属高投入火塘的一种, 民族学田野调查及发掘详细记载了吉尔伯特群岛 (Gilbert Island) 一处土著人约 400 年前使用的烤箱型火塘的使用过程^[60]。该火塘在沙土上挖掘深约 20cm, 平面直径为 50cm 的圆形弧底坑, 底部铺垫干燥的椰子皮, 之上覆盖椰子壳, 椰子壳层中间留出空间铺满干燥的椰子穗叶作为燃料; 燃料层上覆盖一层扁平砾石; 然后引燃燃料, 待无明火时, 将食物置于砾石之上, 然后用草席完全覆盖火塘, 其效果类似于现代用烤箱烘烤食物, 这种火塘的大小与加工食物的多少相关。以色列的Ohalo II旧石器时代遗址也发现用岩石构建成的近似封闭的烤箱型火塘, 推测可能与烤制植物种子相关^[61, 62]。烤箱型火塘能够长时间保

1) 与该工作参与者 Travis Pickering 交流, 研究成果尚未发表。

持一定温度，但其温度与明火火塘相比偏低^[63]。由于烤箱型火塘废弃后，石块与灰烬混杂，容易被误认为垒砌型火塘，因此在发掘中需要更加仔细的辨别，此类火塘的深入研究对于重建古人类食谱，复原古人类行为有重要意义。

2.2 火塘的功能

前文提到，火塘在长期的埋藏过程中会遗失大量信息，单纯依靠考古遗址中发现的火塘遗迹和相关遗物推测其功能不可避免受到研究者主观意识的影响。因此我们在探讨火塘的功能时，合理借助民族学田野调查取得的实证性资料，可以提高研究结果的可信度。

MalloI等人对坦桑尼亚土著居民的火塘使用过程进行了长期的跟踪观察。根据他的研究成果，火塘以功能为标准可分为以下几类（表1）^[64]。

表 1 火塘类型与功能、包含物关系表
Table 1 Function, type, and remains of hearth

类型	边缘界线	功能	包含物
低投入火塘	不清晰	临时处理食物火塘	碳屑、烧骨
		狩猎火塘	碳屑
		蹲守火塘	碳屑
		引火型火塘	碳屑
		劈裂原料火塘	碳屑、石制品、碎石、砾石
高投入火塘	清晰	家庭营地火塘	碳屑、烧骨、石制品
		睡眠取暖火塘	碳屑、烧骨、石制品
		公用火塘	碳屑、烧骨、石制品
		热处理火塘	碳屑、石制品、砾石、碎石

家庭营地火塘：主要用于烹饪食物，火塘长期保持燃烧，不一定有持续明火，但添入燃料即可复燃，持续时间与占据该营地时间相当，约为 1-3 个月，包含物丰富。

睡眠取暖火塘：主要用于睡眠时取暖和驱赶野兽，也会用作烹饪，长期保持燃烧，白天无明火，持续时间长，取暖所需温度较低，因此该类火塘尽量保持较低温度燃烧。

公用火塘：主要用于部落成员聚集时的公共用火活动，包括烹饪食物和加工工具，以及聚会时取暖，此类火塘功能复杂，包含物丰富，使用时间不固定，不保持连续燃烧。

临时处理食物火塘：主要用于采集狩猎过程中临时加工食物，多位于营地外，此类火塘燃料类型多样，于狩猎处就地取材，使用时间短，结构简单，一般直接在平地上燃烧。包含物主要为烧骨、碳屑。

引火型火塘：主要用于火把等工具的临时引燃，此类火塘结构极为简单，草本类燃料占多数，使用时间短，引火结束即不再使用，有时难以与小规模自然野火区分。

蹲守火塘：主要用于野外埋伏狩猎时取暖御寒。野生动物为躲避肉食动物会选择夜晚到水源处饮水，狩猎者需在天黑前到水源附近遮蔽物如土堆后蹲守，长时间蹲守需要引燃火堆取暖。此类火堆持续时间约数小时，不重复使用，且无明火，温度较低，燃烧不充分。

狩猎火塘：主要满足于野外采集狩猎中各种临时需要，比如清理出地面观察猎物足迹，驱赶毒蛇等。此类火塘与引火型火塘类似，也难以与小规模自然野火区分。

热处理火塘：主要用于对石料的热处理，改善石料性能。一般将石料埋藏于火塘底部，长时间燃烧，对燃料需求较大。如位于美国德克萨斯州的 Gault Paleo-Indian 文化遗址，其中发现长时间热处理石制品的现象，崩断的原料碎块和碳屑混合物的堆积厚近 2m。

劈裂原料火塘：主要用于加热大块岩石使其劈裂成适合打制的原料。有时直接在大型岩石上架设燃料燃烧，有时将大块岩石放入火堆当中，此类火塘较热处理火塘随意性更强，使用时间较短。这两种火塘的共同点是堆积比较单一，主要为碳屑和热破裂碎片、碎块，在研究过程中易于辨认。

明确火塘功能的最终目的是通过其功能深入探讨古人类的用火行为。但是，火塘作为旧石器遗址中包含信息最多的遗迹单元之一，不仅仅能够为我们研究古人类用火行为提供素材，其丰富的包含物还能帮助我们解读古人类行为模式，社会组织形态及史前人地关系。

3 火塘与人类行为研究

火塘作为人类综合行为作用下产生的遗迹，其包含物不仅仅只是红烧土、碳屑、灰烬等与火直接相关的堆积，也包括了人类烹制食物的遗留物。各种人类用火行为所残留的遗物为我们重建古人类食谱，明确人类狩猎采集行为提供了研究素材；而火塘类型的多样性与分布范围，也蕴含了人类流动迁徙的信息；同时，关于火塘灰烬、碳屑的研究可以帮助我们了解燃料种类，复原古环境，进而推测人类适应环境的能力；各种研究结果的综合，最终能够帮助我们更深入地探讨人类在适应环境变化的背景下采用了怎样的生计模式。

3.1 人类用火行为

确定人类用火行为首先应将其与自然火区别开。通过火塘是否处于文化层中，与人类遗物、遗迹的共生关系，火塘中是否包含文化遗物等现象基本可以确定人工用火行为。缺乏上述相关证据的火塘，可以根据燃烧学实验来帮助区分自然火与人工火。根据遗址周边堆积环境，土壤微形态观察，矿物岩石学，碳、氧稳定同位素分析，碳元素含量测定以及通过岩石磁学的高温事件检测等手段都可以帮助我们确定是否存在火塘。比如以色列距今 38 万年的 Qesem Cave 遗址和湖北黄龙洞遗址均综合运用上述方法，有力地证实了古人类的用火行为^[18, 24, 56]。

火塘在使用过程中的温度变化是帮助我们推测人类用火行为的重要依据。植物燃烧碳化是由于隔离于或缺少氧气造成^[65]。实验表明，考古遗址中发现的黑色碳屑的形成需要经过至少 300℃，15 分钟以上的燃烧；碳屑的形成不仅仅和燃烧温度、时间相关，还跟燃烧速率和燃烧时间存在联系；碳屑的形态（通过显微镜观察结构变化）、化学成分分析和物理性质（碳屑反射比）研究可以确定其燃烬温度及火焰类型。通常，用作加热食物的火堆其燃料碳化温度多为 300–400℃；封闭式类似于烤箱的火塘，多选用燃烧值高的燃料，燃料碳化温度约为 450–500℃，碳化时间多为 24 小时以上；用于制作陶器等生产性的火塘，多选用燃烧值更高的原料，并人为输入氧气，其燃料碳化温度多在 600–900℃。通过上述方法测定碳屑的燃尽最高温度，可帮助推测人类的行为方式。借助环境磁学研究方法，测量模拟实验中火塘燃烧的包含物在一定温度燃烧条件下的等温剩磁(isothermal remanent magnetisation简称IRM)曲线，将结果与遗址中火塘包含物的测试结果对比可推测火塘的加热过程^[66]，从而推测人类用火的目的。

模拟实验和民族学调查同样可以帮助解释考古遗址中的人类用火行为。Mallol 在对坦桑尼亚 Hadza 部落进行民族学研究时，重点观察了他们对火塘的使用。研究发现，Hadza 人既构筑使用时间较长的营地火塘，也会在处理猎物时大量使用临时火塘等，同时火塘的

废弃时间也从 10 天到 1 年不等。通过对比研究现代火塘与考古遗址残留火塘包含物的土壤微形态,可以重建古人类火塘的使用次数、燃烧结构、燃烧强度、燃料种类等信息^[64]。

某些特殊用途的火塘同样能反映一定的人类行为。如南非距今 5.8 万年的 Sibudu 遗址中发现在胶结的火塘硬面上加工赭石的现象。当地产黄色和红色两种赭石, 250℃ 的温度即可令赭石变红, 火塘中同时出现黄色和红色两种赭石表明当时人类对赭石的加工是在火塘冷却时进行的^[67]。

3.2 人类消费行为

与火塘相关的人类消费行为包括两方面: 对燃料的消费和对食物的消费。对食物的消费行为相对直观, 受到研究者的更多关注, 火塘遗留物包含的动物烧骨, 植物种子等都是消费食物的直接证据。而学术界对于燃料的消费则研究较少, 近年针对火塘堆积的研究成果表明, 燃料的消费过程同样能够有效反映人类行为。

比如, 燃烧后的碳屑仍可判定该类植物在使用前是否感染病害。此方法应用于考古遗址火塘中的碳屑, 可判定古人类是主动砍伐树木作为燃料, 还是拾取因自然或病害死亡的树木作为燃料, 从而直接反映人类采集燃料过程中的行为模式。此外, 不同功能火塘使用时间长短不相同, 短时间使用的火塘包含的碳屑植物种属较长期使用的火塘多^[68]。如果火塘中包含碳屑的植物多生长于河边, 则可以推断当时人类在采集燃料时多选取顺河流漂流下的树木, 减少砍伐等行为以降低能量消耗。

树木学 (dendrology) 也为我们理解古人类消费行为提供了有力证据, 比如通过对火塘残留碳屑的树木学研究可判断古人类对植物性燃料的使用策略, 通过对树皮、木髓碳屑进行测量, 可以推测用作燃料的树木的尺寸; 通过对畸形木 (reaction wood) 的碳屑鉴定, 可以推测古人类是否使用树枝作为燃料; 通过碳屑甲基纤维素可以判断燃料是来自树木的边材还是芯材; 通过观察碳屑是否包含真菌菌丝以及鉴定碳屑中是否存在病虫害痕迹 (比如蛀洞等) 可以判断燃料使用前的状态; 通过对碳屑径向裂纹的观察可以推测燃料使用前的含水量信息; 通过判断碳屑玻璃化程度可以获取燃料使用前的体积大小等信息^[69]。

测定燃料的燃烧温度同样可以帮助我们了解古人类使用燃料的行为策略。不同类型燃料在 400℃ 和 800℃ 下燃烧, 其矿物成分、基质矿物结构、有机矿物含量等会发生不同变化, 据此, 可以了解燃料的种类和燃烧温度^[70], 将之运用于古人类燃料使用方略的研究中去, 进而推断出人类有目的的区别使用不同燃料所指示的行为方式。考古学家通过统计土耳其安纳托利亚中部的史前岩厦遗址植物燃料种类出现的频率和 2mm 以上碳屑种属的比例, 以及对碳屑密度、多样性进行统计学多变量分析, 发现史前人群不同时期采集的燃料种类并未发生大的改变, 多以中小型圆木为主, 以减少砍伐消耗的能量和时间^[71]。同时根据遗址发现的燃料类型可推测古人类是否季节性地占据遗址, 以及是否按一定标准采集燃料。

分析用火加工食物的遗留物为我们判断人类消费食物行为提供了有力证据。南非的 Sibudu 岩厦遗址发现了距今 6 万年的多层叠压的火塘, 该火塘反映了人类综合消费行为。火塘的直径多为 40cm 左右, 灰烬厚约 5cm, 形制不一。实验对比和考古发现表明当时人类将水果种子埋于火塘下 5cm 处进行加热, 同时消费食物剩余的动物骨骼也被刻意扔进火塘燃烧^[72, 73]; 位于亚非两大洲之间的西奈半岛, 其南部的旧石器晚期遗址同样发现这种现象, 该遗址发现数十处火塘, 火塘大小不一, 最大的直径超过 1m, 最深的火塘深 30cm, 火塘内遗留各种动物骨骼和灰烬。部分火塘内残留动物骨骼较少, 被推断为以取暖照明为主要功能^[74]。火塘在加工处理食物及其他生产生活活动过程中, 不仅保存了碳屑, 植物性或动物

性的油脂也会残存在诸如垒石或土壤中，通过油脂化合物GC-MS（气谱-质谱）分析可判断油脂的性质^[75]，推断火塘的加工对象，进而解释人类对动物资源的加工行为。

3.3 人类空间利用行为

推测古人类对遗址空间利用的方略，需要综合各种人类行为信息，比如遗址性质、人类生产生活行为、文化遗物等。通过对不同类型火塘的空间分布研究，以及火塘附近石制品的类型分析、微痕分析可以帮助判断遗址性质；特别是结合微痕分析确定石制品加工对象和火塘遗留物的动植物种属鉴定，可以了解古人类的具体行为；石制品在火塘周围的分布状态在一定程度上反映了古人类的遗址空间利用状况，比如根据碎屑、石片、石核和工具在火塘周围的分布可以推测古人类的活动范围^[76]。

对含火塘遗址的数据分析表明，火塘类型与古人类在某地生活时间长短无直接关系，而是与人群流动性存在线性关系，流动性越高的人群会更多地使用低投入火塘。火塘的数量大小与人群的规模不存在直接关系，其数量大小的变化与不同部落的生活习惯相关^[77]。

Goldberg Paul等对南非旧石器时代中期Sibudu洞穴遗址的堆积进行微形态学和岩石学分析，通过土壤微型态观察、物质组成、有机物成分、微相构成观察可以推测古人类对遗址的空间利用情况，及不同类型火塘的使用方式。比如土壤的微相观察可以推测堆积是否经过踩踏、睡卧，对土壤内不同类型碳屑的判断，可以推测火塘的功能^[78]。Sergant等针对欧洲西北部平原发现的大量中石器时代经过火烧的石制品进行模拟实验，通过石制品过火程度的不同判定出因年代久远而模糊难辨的地表构建型火塘的位置。该研究根据火烧程度不同将过火的石制品分为：轻度破损、中度破损和重度破损。实验结果表明，离火塘中心越近，破损越严重，因此根据破损石制品的空间分布，可推测火塘的中心位置^[79]。

3.4 人地关系

人类面对环境采用何种行为模式是旧石器考古研究的重点，通过对遗址中出现的植物遗存进行种类鉴定，结合行为生态学方法可以有效地解读人类行为模式。植物种类的鉴定可通过对考古遗址中发现的直径不小于4mm的碳屑断面进行显微镜下观察判定。火塘中残留的碳屑为这种研究提供了良好的素材，有效的鉴定结果也能促进关于遗址人群对植物资源的利用情况，及其人类在不同环境下的行为响应机制等学科重点问题的探讨。目前，这种研究局限于保存较好火塘。

将人类行为生态学（human behavior ecology）应用于火塘遗留物的研究，可以有效地推测当时人类的生存模式^[80]。比如土耳其安纳托利亚史前遗址发现了大量的火塘时间约跨度2000年，其中残留的碳屑成为了研究古人类行为的重要材料。研究者通过体式显微镜和金相显微镜观察直径2cm以上的碳屑新鲜断面，鉴定出15个植物种属均来自安纳托利亚本地。根据民族学研究和与以木材为燃料的实验数据，结合行为生态学最优选择的理论，以植物的分布密度、运输成本（transport cost）和处理时间（handling time）作为参数，建立当地符合行为生态学理论假说的燃料类植物分级体系，同时根据单位重量、体积的植物所含的卡路里（即燃烧值）将遗址内发现的碳屑种属分级。为检测遗址中碳屑与现生植物分级的各种变量关系是否符合行为生态学的最优理论，研究者通过双变量肯德尔（Kendall）相关系数分析，建立遗址碳屑与现生植物在与遗址间距、密度、重量、分布之间的关系。结果显示，无论是按碳屑重量还是普遍性建立的顺序都不与现生植物的密度、重量及距离遗址距离直接相关，而取决于植物的分布，即在自然环境内容易遇到和出现频率

高的植物, 会更多地被人类使用作为燃料。研究结论反映了当时人类在生产生活中遵循最少能量投入的原则, 即大规模采用丰富易得的资源, 资源本身的价值高低及距离远近则不是首要考虑的因素。

民族学中也存在类似的研究案例, 前文提到的太平洋中西部的吉尔伯特群岛发现的一处土著人使用过的火塘内富含大量碳屑, 经过鉴定发现, 火塘中发现的 6 种植物, 仅占当地生长的近两千种可作为燃料的植物的极小一部分^[60], 可见当地土著人群有选择地采集原料; 在这 6 种原料中, 又以当地一种质地坚硬的木材为主, 民族学记载这种木料同时也广泛用于制作木船、房屋的主构件等。虽然详细的民族学记载为明确火塘的使用方法、加工对象提供了重要证据, 但是该研究实例证明了, 通过对残留碳屑的筛选、鉴定和推测, 我们能够有效准确地推测火塘所蕴含人地关系的信息。

火塘中保留的体积较大的炭屑可以为我们提供更多更准确的环境背景信息, 比如体积不小于 4mm 的碳屑可以通过放大设备观察其树轮曲率, 一般来说, 曲率高的碳屑代表了小口径的树木燃料或者树枝, 反之, 则指示了燃料为大口径的树木; 由于树轮可以指示树木的生长环境, 间接反映树木生长时期的环境, 因此对树轮的测量可以推测相应的古环境^[69]。树木中 $\delta^{13}\text{C}$ 同位素值可以反映比如温度, 湿度和降雨量等气候因素, 通过测量保留在碳屑中的 $\delta^{13}\text{C}$ 值变化趋势可以推测古气候^[81]。

综上所述, 对火塘的深入研究可以从一定程度上阐释古人类的行为模式, 对传统石器分析研究起到了重要的补充和辅证作用, 特别是在人类用火行为、消费行为的研究中, 火塘更是为我们提供了直接证据。火塘的遗留物通过实验室分析还可以从另一个角度传递古环境信息。除此之外, 对火塘燃料的植物种类判定可以使考古学家在挑选测年碳屑样本时, 尽可能地选择与燃料同种类的碳屑, 避免误用后期混入的碳屑^[82]。面对信息量如此丰富的火塘遗迹, 尽快开展相应的深入研究, 发挥火塘所应有的学术价值, 是我国考古学者刻不容缓的学术任务。

4 问题和展望

4.1 存在的问题

随着发掘手段的不断规范和科技检测方法的日益进步, 关于火塘信息的记录愈发完善, 研究也不断深入。但我们同时也要意识到, 火塘在使用、废弃及埋藏的过程中受到多方面因素的影响会流失许多信息(图 4), 无限放大火塘的研究意义可能因主观推断导致结论有失偏颇。因此对其研究需要注意以下问题。

首先, 考古遗址中发现的火塘包含物通常不会保存完整。比如, 火塘残留的植物遗存多以碳屑的形式存在, 而草本植物及其他可燃尽物质经过彻底燃烧后质量较轻, 短暂地暴露即可能造成大量流失, 因此通过火塘残留物的研究探讨古人类行为、遗址性质等问题时要充分考虑到遗迹保存的不完整性。

其次, 通过前文介绍, 我们知道营地外短暂使用的火塘难以被发现和定性, 即使遗址生活面内发现的火塘, 保存完整者也只占少数。大多火塘在埋藏过程中消失或被破坏。因此, 判断火塘类型、功能时, 应尽量考虑多方面的影响因素, 有节制地推测火塘的功能。通过火塘推测古人类的空间使用方略和流动迁徙策略时要注意结合文化遗物和遗址形成过

程的研究, 尽量避免依据零散信息进行主观推测。

最后, 旧石器时代遗址特别是旧石器时代早中期遗址距今年代久远, 大部分关于社会组织形态的信息缺失, 难以像新石器时代及历史时期遗址一样, 可以就人类活动范围、社会组织形态、器物生产方法等问题对火塘进行有针对性的研究^[83-88]; 也无法像民族学那样针对火塘进行部族成员生活方式, 社会关系和文化传播等方面的研究^[89, 90]。

此外, 采样过程中的污染可能影响检测的准确性; 年代较早的遗址和古今环境面貌差距较大的遗址, 其火塘碳屑植物种属鉴定存在困难; 长时间使用的火塘, 包含物不断堆积, 可能代表了多次燃烧行为, 而现今研究手段仅能针对包含物的整体研究, 无法确定具体燃烧事件等问题都需要我们在研究过程中加以注意。

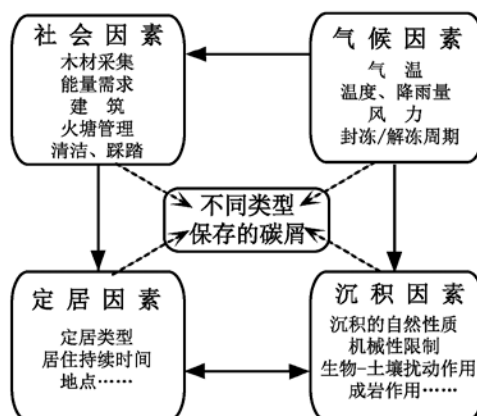


图 4 碳屑埋藏保存影响因素图 (据 Th  ry-Parisot *et al.*, 2010^[8])

Figure 4 Charcoal differential preservation: interaction of parameters

4.2 未来工作的方向

根据我国旧石器时代火塘的研究现状, 将来可以重点开展以下几方面的工作:

1) 考古发掘工作中提高对用火行为相关遗迹、遗物的关注度, 特别注意分辨和大规模揭露居住面, 留意人工制品和动植物遗物、以及灰烬和红烧土的采集与分布关系研究, 将研究目的引入到野外工作中。

2) 通过对火塘包含物的实验室分析进行古人类消费行为的研究。我国目前发现的多数存在火塘的遗址都伴随发现有灰烬、碳屑、烧骨等。由于动物考古、植物考古相关技术条件成熟, 我们目前有能力对火塘包含物进行动植物种属的鉴定, 相关研究可以帮助我们推测古人类在消费动植物资源及采集燃料过程中的具体行为, 并在此基础上对史前人地关系进行初步探讨。

3) 结合考古遗址开展有针对性的火塘实验考古研究。针对遗址发现的火塘及其燃料进行模拟实验, 掌握火塘燃烧温度的变化和燃烧效率以及出现的各种现象。在模拟实验的基础上针对火塘进行有的放矢的研究, 结果会更加客观准确。

4) 合理结合交叉学科的技术手段对遗址发现的火塘及其包含物进行检测研究, 比如燃烧学、树木学、土壤微形态学与火塘研究密切相关; 稳定同位素分析、电子显微镜扫描、X射线衍射等手段能够有效地检测出与使用火相关遗存的状态和性质。

5) 紧密结合文化遗存, 有效利用火塘研究成果。遗址空间分析, 行为生态学模型都可

以将火塘与文化遗存有机结合,互相印证,互为补充。

我国发现火塘遗迹的遗址数量多,年代跨度大,旧石器早、中、晚期均有发现;遗址类型多样,既有洞穴遗址也有旷野遗址;不同石器工业的遗址都发现了火塘遗迹;火塘类型多样,文化内涵丰富;近年规范的考古发掘揭露了大量完整的火塘。这些有利条件为旧石器时代火塘的研究提供了物质基础,显示了广阔的研究前景和潜力。相信结合科学手段对火塘的深入研究,可以为我国乃至东亚地区人类行为演化的研究做出重要贡献。

参考文献

- [1] Brain CK, Sillen A. Evidence from the Swartkrans cave for the earliest use of fire [J]. *Nature*, 1988, 336: 464-466.
- [2] Gibbon A. Food for thought [J]. *Science*, 2007, 316: 1558-1560.
- [3] Delson E, Tattersall I, Couvering V, *et al.* *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory* [M]. New York: Garland Publishing Inc, 2000: 268-269.
- [4] McBrearty S, Brooks A. The revolution that wasn't: A new interpretation of the origin of modern human behavior[J]. *Journal of Human Evolution*, 2000, 39(5): 453-463.
- [5] James S. Hominid use of fire in the lower and middle Pleistocene [J]. *Current Anthropology*, 1989, 30(1): 1-26.
- [6] Goren-Inbar N, Alpers N, Kislev M, *et al.* Evidence of hominid control of fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel [J]. *Science*, 2004, 304: 725-727.
- [7] Balter M. Earliest signs of human-controlled fire uncovered in Israel[J]. *Science*, 2004, 304: 663-664.
- [8] Théry-Parisot, Lucie Chabal, Julia Chrzavzez. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010, 291:142-153
- [9] 张森水. 关于西侯度的问题[J]. *人类学学报*, 1998, 17(2): 81-93.
- [10] Wu X. Investigating the possible use of fire at Zhoukoudian, China[J]. *Science*, 1999, 283-299.
- [11] 张森水, 宋惕冰. 北京志·世界文化遗产卷·周口店遗址志[M]. 北京: 北京出版社, 2004.
- [12] 裴文中, 张森水. 中国猿人石器研究[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [13] Boaz NT, Ciochon RL, XU Qinqi, *et al.* Large mammalian carnivores as a taphonomic factor in the bone accumulation at Zhoukoudian [J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 2000,19:224-234
- [14] Boaz NT, Ciochon RL, Dragon Bone Hill: An Ice-Age Saga of Homo Erectus[M]. New York: OXFORD University Press, 2004: 90-107
- [15] Weiner S, Xu Q, Goldberg P, *et al.* Evidence for the use of fire at Zhoukoudian, China [J]. *Science*, 1998, 281: 251-253.
- [16] Binford LR, Ho CK. Taphonomy at a distance: Zhoukoudian, "the cave home of Beijing man?" [J]. *Current Anthropology*, 1985, 26(4): 413-442.
- [17] 刘东生, 张森水, 吴新智等. 对美国《科学》杂志关于周口店第 1 地点用火证据的文章的评论[J]. *人类学学报*, 1998, 17(4): 317-329.
- [18] 沈承德, 易惟熙, 杨英等. 周口店猿人遗址样品“元素碳”浓度及其应用于人类用火证据探究的可能性[J]. *科学通报*, 2004, 49(3): 275-278.
- [19] Wuethrich B. Geological analysis damps ancient Chinese fire [J]. *Science*, 1998, 281: 165-166.
- [20] 吕遵谔. 金牛山猿人的发现和意义[J]. *北京大学学报 (哲社版)*, 1985 (2): 111-113.
- [21] 张森水, 韩德芬, 郑绍华. 金牛山(1978 年发掘)旧石器遗址综合研究[J]. 见: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所集刊第 19 号, 北京: 科学出版社, 1993: 1-163.
- [22] 顾玉才. 金牛山遗址发现的用火遗迹及相关的几个问题[J]. 见: 东北亚旧石器文化. 韩国国立忠北大学先史文化研究所等. 1996.
- [23] 陕西省考古研究院, 洛南县博物馆. 花石浪(II)——洛南花石浪龙牙洞遗址发掘报告[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

- [24] 刘武, 武仙竹, 李宜垠, 等. 湖北郧西黄龙洞古人类用火证据[J]. 科学通报, 2008, 53(24): 3096-3103
- [25] 武仙竹. 郧西人——黄龙洞遗址发掘报告[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [26] 鸽子洞发掘队. 辽宁鸽子洞旧石器遗址发掘报告[J]. 古脊椎动物与古人类, 1975, 13(2): 122-136
- [27] 邱中郎, 张银运, 胡绍锦. 昆明呈贡龙潭山第2地点的人化石和旧石器[J]. 人类学学报, 1985, 4(3): 233-241.
- [28] 曹泽田. 贵州水城硝灰洞旧石器文化遗址[J]. 古脊椎动物与古人类, 1978, 16(1): 67-82.
- [29] 湖北省清江隔河岩考古队. 清江考古[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [30] 黄慰文, 傅仁义主编. 小孤山——辽宁海城史前洞穴遗址综合研究[M], 北京: 科学出版社, 2009: 21.
- [31] 安志敏. 河南安阳小南海旧石器时代洞穴堆积的试掘[J]. 考古学报, 1965, 1: 1-27.
- [32] 刘士莪. 陕西韩城禹门口旧石器时代洞穴遗址[J]. 史前研究, 1984, 1: 44-55
- [33] 谢飞, 高星, 龙凤骧. 四方洞——河北第一处旧石器时代洞穴遗址[J]. 文物春秋, 1992, (S1): 98-120.
- [34] 陈哲英. 陵川塔水河的旧石器[J]. 文物季刊, 1989 (2): 1-12.
- [35] 李超荣. 北京王府井东方广场旧石器时代遗址发掘简报[J]. 考古, 2000 (9): 781-788.
- [36] 贾兰坡. 山西峙峪旧石器时代遗址发掘报告[J]. 考古学报, 1972 (1): 39-58.
- [37] 曹泽田. 猫猫洞旧石器之研究[J]. 古脊椎动物与古人类, 1982, 20(2): 155-164
- [38] 张森水. 马鞍山旧石器遗址试掘报告[J]. 人类学学报, 1988, 7(1): 64-73.
- [39] 张森水. 穿洞史前遗址(1981年发掘)初步研究[J]. 人类学学报, 1995, 14(2): 133-146
- [40] 李炎贤, 蔡回阳. 贵州普定白岩脚旧石器时代遗址[J]. 人类学学报, 1986, 5(2): 162-171
- [41] 白子麒. 老龙洞史前遗址初步研究[J]. 人类学学报, 1998, 17(3): 212-229
- [42] 柳州白莲洞洞穴科学博物馆, 北京自然博物馆, 广西民族学院历史系. 广西柳州白莲洞旧石器时代洞穴遗址发掘报告[J]. 南方民族考古, 1981(1): 143-160
- [43] 陈子文, 李建军, 余生富. 福建三明船帆洞旧石器遗址[J]. 人类学学报, 2001, 20(4): 256-270
- [44] 郝思德, 黄万波. 三亚落笔洞遗址[M]. 海口: 南方出版社, 1998
- [45] 张森水. 马鞍山旧石器遗址试掘报告[J]. 人类学学报, 1988, 7(1): 64-74.
- [46] 张森水. 富林文化[J]. 古脊椎动物与古人类, 1977, 15(1): 14-27.
- [47] 盖培, 卫奇. 虎头梁旧石器时代晚期遗址的发现[J]. 古脊椎动物与古人类, 1977, 15(4): 287-300
- [48] 张松林, 刘彦峰. 织机洞旧石器时代遗址发掘报告[J]. 人类学学报, 2003, 22(1): 1-17
- [49] 吉学平. 大河洞穴之魅——富源大河旧石器遗址揭秘[J]. 中国文化遗产, 2008(6): 78-83.
- [50] 陈全家, 赵海龙, 王春雪. 抚松新屯西山旧石器遗址试掘简报[J]. 人类学学报, 2009, 28(2): 147-153.
- [51] 高星, 周振宇, 关莹. 青藏高原边缘地区晚更新世人类遗存与生存模式[J]. 第四纪研究, 2008, (4): 1-9
- [52] 高星, 李进增, MadsenDB 等. 水洞沟的新年代测定及相关问题讨论[J]. 人类学学报, 2002, 21(3): 211-218.
- [53] 高星, 王惠民, 刘德成等. 水洞沟第12地点古人类用火研究[J]. 人类学学报, 2009, 28(4): 329-336.
- [54] 柿子滩考古队. 山西吉县柿子滩旧石器时代遗址 S14 地点[J]. 考古, 2002, (4): 1-28.
- [55] Toscano LV, Raposo L, Santonja M, *et al.* Environments and settlements in the Middle Palaeolithic of the Iberian peninsula [A]. In Roebroeks W, Gamble C ed. The Middle Palaeolithic occupation of Europe [M]. Leiden: University of Leiden, 1994: 23-48.
- [56] Karkanas P, Sharhack-Gross R, Ayalon A, *et al.* Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: Site-formation processes at Qesem Cave, Israel [J]. Journal of Human Evolution, 2007, 53(2): 197-212.
- [57] Karkanas P, Koumouzelis M, Kozlowski JK, *et al.* The earliest evidence for clay hearths: Aurignacian features in Klisoura Cave 1, South Greece [J]. Antiquity, 2004, 78: 513-525.
- [58] Galanidou N. Patterns in caves: Foragers, horticulturists, and the use of space[J]. Journal of Anthropological Archaeology, 2000, 19: 243-275.
- [59] Muniz MP, Hemmings AC. Hearths [A]. In S. David Webb ed., First Floridians and Last Mastodons: The Page-Ladson Site in the Aucilla River [M], 2006:517-521
- [60] Piazza AD. Archaeobotanical investigations of an earth oven in Kiribati, Gilbert Islands [J]. Vegetation History and

- Archaeobotany, 1998, 7:149-154
- [61] Dolores R Piperno, Ehud Weiss, Irene Holst, *et al.* Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis [J]. *Nature*, 2004, 430(7): 670-673
- [62] Weiss E, Kislev ME, Simchoni O, *et al.* Plant-food preparation area on an Upper Paleolithic brush hut floor at Ohalo II, Israel [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35(8): 2400-2414
- [63] Smith CS, Martin W. Sego lilies and prehistoric foragers: Return rates, pit ovens, and carbohydrates [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2001, 28(2): 169-183
- [64] Mallol C, Marlowe FW, Wood BM, *et al.* Earth, wind, and fire: ethnoarchaeological signals of Hadza fires [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2007, (34):2035-2052
- [65] Braadbaart F, Poole I. Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archaeological contexts [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35(9): 2434-2445
- [66] Linford N, Platzman E. Estimating the approximate firing temperature of burnt archaeological sediments through an unmixing algorithm applied to hysteresis data [J]. *Physics of The Earth and Planetary Interiors*, 2004, 147(2-3): 197-207
- [67] Wadley L. Cemented ash as a work surface for ochre powder production at Sibudu, South Africa, 58,000 years ago [J]. *Journal of Archaeological Science* 2010, 37 (10) :2397-2406
- [68] Moskal-del Hoyo M, Wachowiak M, Blanchette RA. Preservation of fungi in archaeological charcoal [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2010, 37 (9):2106-2116
- [69] Dominique Marguerie, Jean-Yves Hunot. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France[J]. *Journal of Archaeological Science*, 2007, (34): 1417–1433
- [70] Simpson IA, Vésteinsson O, Adderley WP, *et al.* Fuel resource utilisation in landscapes of settlement [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2003, 30: 1401–1420
- [71] Eleni Asouti. Woodland vegetation and fuel exploitation at the prehistoric campsite of Pinarbasi, south-central Anatolia, Turkey: the evidence from the wood charcoal macro-remains [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2003, 30: 1185–1201
- [72] Cain CR. Using burned animal bone to look at Middle Stone Age occupation and behavior [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2005, 32: 873-884.
- [73] Sievers C, Wadley L. Going underground: experimental carbonization of fruiting structures under hearths [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 2909–2917.
- [74] Phillips JL. The Upper Paleolithic of the Wadi Feiran, southern Sinai [J]. *Paleorient*, 1988, 14(2):183-200.
- [75] Heron C, Nilsen G, Stern B, *et al.* Application of lipid biomarker analysis to evaluate the function of ‘slab-lined pits’ in Arctic Norway [J]. *Journal of Archaeological Science*. 2010, 37(9):2188-2197.
- [76] Brinkkemper. The Early Neolithic site at Hoge Vaart, Almere, the Netherlands, with particular reference to non-diffusion of crop plants, and the significance of site function and sample location [J]. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1999, 8:79-86.
- [77] Nena Galanidou. Patterns in Caves: Foragers, Horticulturists, and the Use of Space [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2000, 19: 243-275.
- [78] Goldberg P, Miller CE, Schiegl S, *et al.* Bedding, hearths, and site maintenance in the Middle Stone Age of Sibudu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa [J]. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2009, 1(2):95-122.
- [79] Sergeant J, Crombe P, Perdaen Y. The ‘invisible’ hearths: a contribution to the discernment of Mesolithic non-structured surface hearths [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33: 999-1007
- [80] Marston JM. Modeling wood acquisition strategies from archaeological charcoal remains [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2009, 36: 2192–2200.
- [81] G Hall S, Woodborne MS. Stable carbon isotope ratios from archaeological charcoal as palaeoenvironmental indicators [J]. *Chemical Geology*, 2008, 247:384–400.
- [82] Liedgren LG, Bergman IM, Hornberg G, *et al.* Radiocarbon dating of prehistoric hearths in alpine northern Sweden: problems and possibilities [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34: 1276-1288.
- [83] Turan Takaolu. Hearth structures in the religious pattern of early Bronze Age northeast Anatolia [J]. *Anatolian Studies*, 2000, 50:11-16
- [84] Thomas Pozorski, Shelia Pozorski. Ventilated hearth structures in the Casma valley, Peru [J]. *Latin American Antiquity*, 1996,

- 7(4):341-353
- [85] Ian Kuijt, Nigel Goring-Morris. Foraging, farming, and social complexity in the pre-pottery neolithic of the southern Levant: A review and synthesis [J]. *Journal of World Prehistory*, 2002, 16(4): 361-440
- [86] Catherine MC. Pit structure abandonment in the four corners region of the American Southwest: Late basketmaker III and Pueblo I periods [J]. *Journal of Field Archaeology*, 1990, 17 (1):27-37
- [87] Smith AB, Halkett D, Hart T, *et al.* Spatial patterning, cultural identity and site integrity on open sites: Evidence from bloeddriest 23, a pre-colonial herder camp in the Richtersveld, Northern Cape province, South Africa [J]. *The South African Archaeological Bulletin*, 2001, 56:23-33.
- [88] Adi Eliyahu-Behar. An integrated approach to reconstructing primary activities from pit deposits: iron smithing and other activities at Tel Dor under Neo-Assyrian domination [J]. *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 2895-2908.
- [89] Carstern J. The substance of kinship and the heat of the hearth: feeding, personhood, and relatedness among Malays in Pulau Langkawi [J]. *American Ethnologist*, 1995, 22(2):223-241
- [90] 马丁琼斯著, 陈雪香译, 方辉校. 再现火塘边的故事[J]. *南方文物*, 2009, 3: 144-152.

Remains of Human Fire-Use: An Overview of Paleolithic Hearth and Human Fire-use Behavior

ZHOU Zhen-yu^{1,2,4}, GUAN Ying^{1,2}, WANG Chun-xue³, GAO Xing¹

(1. *Laboratory of Human Evolution,, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;* 2. *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039;* 3. *Research Center of Chinese Frontier Archaeology of Jilin University, Changchun 130012;* 4. *The Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710*)

Abstract: Fire utilization and control is considered as a distinguished characteristic of human beings within the evolutionary history. Hearth is the material representation of this characteristic, which is one of the most vital archaeological remains of ancient occupants. However, in the prehistoric time, especially in the Old Stone Age, because of the functional, size, shape, and the duration time varieties, hearths are diverse in dissimilar sites. In our study, we define the hearth as intentionally used, maintained and controlled fire, regardless of the physical structure or the duration.

Hearth remains play a considerable role in the study of the evolution of human behaviors, the innovation of ancient diet, the development of social formation, and the interaction of human and the environment. In this paper, we review the published achievement of hearth study regard of types, functions, and the human behavioral interpretations.

In the Lower and Middle Pleistocene, hearth is hard to be preserved, even the unearthed ones are normally not distinguished and defined. Only in Zhoukoudian Loc.1 (Beijing), Jinniushan Cave (Liaoning) and Longyadong Cave (Shaanxi) sites were found hearth remains. While in the Early Upper Pleistocene, more hearths were discovered in archaeological contexts, although rarely be systematic studied. Zhoukoudian Loc.15 (Beijing), Huanglongdong Cave (Hubei), Gezidong Cave (Liaoning), and the like, are all notable with defined earth hearths and

the associated remains, such as burnt bones and charcoals. Until the last stage of Pleistocene, which is associated with Late Paleolithic period, the adaptability of human beings was dramatically enhanced, as a result, the surviving mode subsequently varied. Therefore, fire-use activity became to be common and universal. One of the most notable sites from which distinguished hearth remains were found is Hutouliang open air site (Hebei). In Zhijidong Cave site (Henan), Dahe site (Yunnan), Shuidonggou site (Ningxia), Xishan site (Jilin), Chuandong Cave (Guizhou), Heimahe site (Qinghai), Shizitan (Shanxi), earth hearths were also found *in situ*. These findings provide abundant information of fire use and management in East Asia during the Pleistocene.

Based on the ethnographic record, prehistoric hearths are divided into two types: the low-investment category, covering the open hearths which is basically a shallow hole in the ground and set fire inside; and the high-investment category, which refer to any other type beyond low-investment category, including structured hearth and oven.

The hearth functions are strongly related to the daily activities of ancient occupants. Therefore, hearth could be used for multiple purposes, including cooking, sleeping by, giving warmth and light and acting as the point around which people relax, chat, social interaction, or perform ceremonies.

Hearth study would bring great significance to Paleolithic archaeology. As the product of comprehensive human behaviors, hearth does not only yield burnt soil, charcoal, ash, etc, but also provide the remains of the ancient cooking. These remnants could considerably help us in paleodiet reconstruction, and the pursuit of the hunting and gathering activities; the distribution and variety of hearth forms could offer the information of the movement of ancient population; meanwhile, the examination of charcoal and ash could help to figure out the fuel, and subsequently indicate the paleoenvironment, speculate the adaptability of ancient occupants.

However, there are several limitations of hearth study. First of all, hearth found in archaeological context is normally incomplete or destroyed, which takes a lot of information away; secondly, hearth with a very short duration in the temporary or seasonal camps are very hard to be preserved and defined. Most of hearths were destroyed during the post-deposit process. Thus, when estimating the properties and functions of a hearth remain, these factors should be considered, while the subjective speculation should be avoided; thirdly, the post-deposition and contamination issues could mislead the researchers and disturb our estimation.

In China, sites with hearths are abundant within large time range including Early and Late Paleolithic period; the sites were recovered in both open air and cave area; the types and forms of hearths are also various. Recent years, with the refining of excavation methods, more and more intact hearths were found. These materials provide the great potential and perspectives of hearth study, and would give great contribute to the interpretation of human behaviors evolution.

Key words: Paleolithic; Hearth; Typology; Human Behavior