

水洞沟遗址沉积-地貌演化与古人类生存环境

高星^①, 袁宝印^②, 裴树文^①, 王惠民^③, 陈福友^①, 冯兴无^①

① 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;

② 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

③ 宁夏文物考古研究所, 银川 750001

E-mail: gaoxing@ivpp.ac.cn

2008-01-07 收稿, 2008-04-24 接受

国家自然科学基金面上项目(批准号: 40472016)和国家重点基础研究发展计划项目(批准号: 2006CB806400)资助

摘要 宁夏水洞沟遗址是中国北方具有特殊学术意义的旧石器时代晚期遗址, 该遗址剖面是中国宁夏-内蒙干旱区晚更新世-全新世具有代表性的标准地层, 它蕴含古人类活动遗存, 保存丰富的孢粉和脊椎动物化石记录, 建议将该遗址晚更新世剖面定为“水洞沟组”标准剖面. 旧石器时代古人类在水洞沟地区活动的年代为 30~24 ka BP, 属 MIS3 阶段晚期. 当时气候较现今温暖湿润, 植被为阔叶疏林草原, 食草动物繁盛; 水洞沟小河已经形成. 由于降水较多, 沿河形成一些积水洼地, 水草丰盛, 环境条件适于古人类狩猎和栖息. 新石器时代古人类在此活动年代为 9~5 ka BP, 环境条件与 MIS3 阶段时大致相同, 适于古人类生存. 由于尚未发现末次冰期冰盛期古人类生存的证据, 推测气候进入盛冰期时, 人类一度离开本区, 说明气候环境变化对人类活动具有重要的影响和制约作用.

关键词

水洞沟遗址

旧石器时代晚期

古人类生存环境

水洞沟组

水洞沟是中国发现最早的旧石器时代晚期遗址之一, 不仅出土大量石制品, 还发现古人类用过的火塘等遗迹和装饰品等遗物, 以及丰富的动物化石 [1~6] (图 1). 由于该遗址在旧石器文化和古人类生存环境方面具有丰富的内涵, 自 20 世纪 20 年代发现以来, 中外学者对其发掘和研究陆续不断. 尤其是近年来中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和宁夏文物考古研究所在该遗址开展了一系列多学科系统发掘和研究, 发现了一些新的遗迹、遗物和文化层位 [6], 进一步确定水洞沟遗址是研究和诠释晚更新世人类在东北亚迁徙、扩散和文化交流的枢纽, 将水洞沟文化的研究带入一个新的高潮 [7]. 该遗址的地层剖面貌似简单, 却由复杂地质过程和环境变迁所形成的多种类型沉积物所构成. 长期以来, 该遗址及邻近地区沉积、地貌和环境方面的研究相对薄弱, 影响了对古人类迁徙、演化等方面的研究和对古人类生存行为的理解和诠释. 为此, 本文在前人工作的基础上, 结合近年来的野外调查、发掘所获得的资料, 对遗址区域新

生代沉积类型、地层划分及古人类生存环境等问题进行探讨, 希望能对相关的古人类学研究有所推进.

1 水洞沟遗址沉积-地貌演化

1.1 第四纪沉积与地貌特征

水洞沟遗址位于宁夏灵武县城东北约 30 km, 地处鄂尔多斯地块的西缘, 西距黄河约 10 km. 黄河的一条名为边沟(局部称作水洞沟)的细小支流经此从东南向北注入黄河, 遗址分布于小河两岸. 灵武县城东北有一座南北走向的低山, 名为东山, 海拔 1500~1400 m, 向北至水洞沟以西, 高程降低为 1305 m, 称为黑山, 东距水洞沟遗址约 3 km. 灵武东山东坡发育南北走向的黑山-风咀子坡冲断层 [8], 山体西侧沿断层向西掀揭, 东侧下降. 断层活动错断了上新世古黄河形成的剥蚀-侵蚀平原而形成灵武东山, 两侧山坡保留古黄河砾石层, 成为本区最高的第 V 级黄河阶地(T₅). 西侧表现为多条向黄河倾斜的山梁, 上覆 3~5 m 砾石层, 砾石成分复杂, 与下伏渐新统地层不

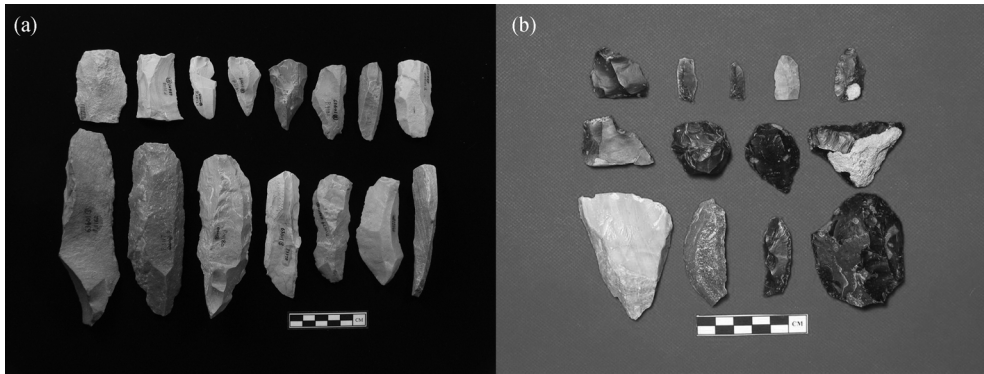


图1 出土于水洞沟第1地点(a)和第2地点(b)的旧石器时代石制品

整合, 高程从山顶 1400 m 向西降低为 1250 m, 高出黄河 300~150 m. 从 T_5 向西, 依次发育 IV~I 级黄河阶地(T_4 ~ T_1). T_4 高出黄河 100~60 m, 基座为渐新统清水营组. 上覆厚约 5 m 的阶地砾石层, 其中含磨圆很好的玛瑙砾石, 一般认为属上新世河流砾石的特征. T_3 ~ T_1 为堆积阶地, 高出黄河分别为 30, 20 和 10~15 m, T_3 和 T_2 由含砂质透镜体的砂砾层组成, T_1 阶地沉积下部为砂砾层, 上部为厚 10 m 的灰黄色亚砂土.

灵武山东侧同样发育 5 级阶地, 不同的是它们的阶地面平坦, 阶地组成物质与西侧阶地基本相同, T_5 ~ T_3 分别高出黄河 130~150, 130 和 110 m. 它们主要分布于水洞沟遗址以南和以西山麓地带(图 2). 水洞沟两岸发育 T_1 和 T_2 两级阶地, 它们与黄河 T_1 和 T_2 阶地受同样的构造因素控制而形成, 只不过发育于黄河的细小支流水洞沟两侧, 阶地沉积为水洞沟河流的沉积物.

鄂尔多斯北部的毛乌素沙地西延至水洞沟一带已有收敛之势, 明长城沿沙地南缘修建. 发源于清水营一条称为边沟的小河在长城以南沿长城流向西北, 过长城后称为水洞沟注入黄河(见图 2).

水洞沟遗址第 1 地点发现于边沟右岸冲刷的陡崖上, 剖面总厚只有 15 m 左右, 但却包括了渐新统至全新统等不同时代的地层, 自上而下可分为 10 层(图 3(a)), 描述如下:

全新统

⑩ 灰黄色粉砂、淤泥质亚黏土. 具水平层理, 疏松, 厚 2~3 m.

~侵蚀面 IV~

⑨ 灰绿、灰白色粉砂、亚砂土层. 具水平层理, 疏松, 含螺壳化石, 厚约 1.5 m.

⑧ 灰色亚砂土、亚黏土层. 含灰黑色炭质条带,

具平行层理, 含植物残体及螺壳化石, 疏松. 黑色条带从边缘向中心倾斜, 显示原来湖泊洼地地形. 本层最大厚度 1~2 m.

⑦ 淡黄色粉砂及底砾层. 粉砂分选好, 具水平层理, 疏松. 底部为薄层砾石层或砾石透镜体. 本层厚约 2 m, 于底部发现磨光石斧和磨盘, 称为上文化层.

~侵蚀面 III~

⑥ 黄土状粉细砂. 灰黄色, 疏松, 具水平层理, 垂直节理发育. 宏观上类似黄土, 粒度却比黄土粗的多. 其中发现旧石器时代石制品及披毛犀、普氏野马等动物化石, 称为“水洞沟文化层”或“下文化层”. 本层最厚可达 7~8 m, 顶部为 T_1 阶地面.

⑤ 灰绿色黏土、亚黏土. 具水平层理, 含铁质锈斑和骨化石碎片, 厚约 1 m.

④ 砾石层. 充填有土红色砂质黏土, 只在局部出露, 可见厚度小于 1 m.

~侵蚀面 II~

③ 灰黄色亚砂土及砾石层. 亚砂土具水平层理, 垂直节理发育, 较致密、坚硬, 含砾石透镜体. 本层厚 8~9 m, 顶面为 T_2 阶地面.

② 砾石层. 主要成分为红色石英砂岩、灰岩等, 分选磨圆较差, 厚约 1 m.

~侵蚀面 I~

① 棕红色黏土. 具水平层理, 干后坚硬并裂成碎块. 该层在遗址地区组成 T_2 阶地的基座, 顶部为起伏较大的侵蚀面, 出露厚度约 5~7 m.

水洞沟遗址第 2 地点位于第 1 地点对岸, 两者相距约 200 m, 剖面出露⑤和⑥层, 厚约 15 m. 剖面向东, 底部出露①和②层^[7](图 3(b)).

对上述剖面的结构、沉积相及其时代的认识, 有一个不断变化、逐步深入的过程. 首先, 对①层棕红色黏土, 德日进早期的报告中将其划归蓬蒂期^[9], 相

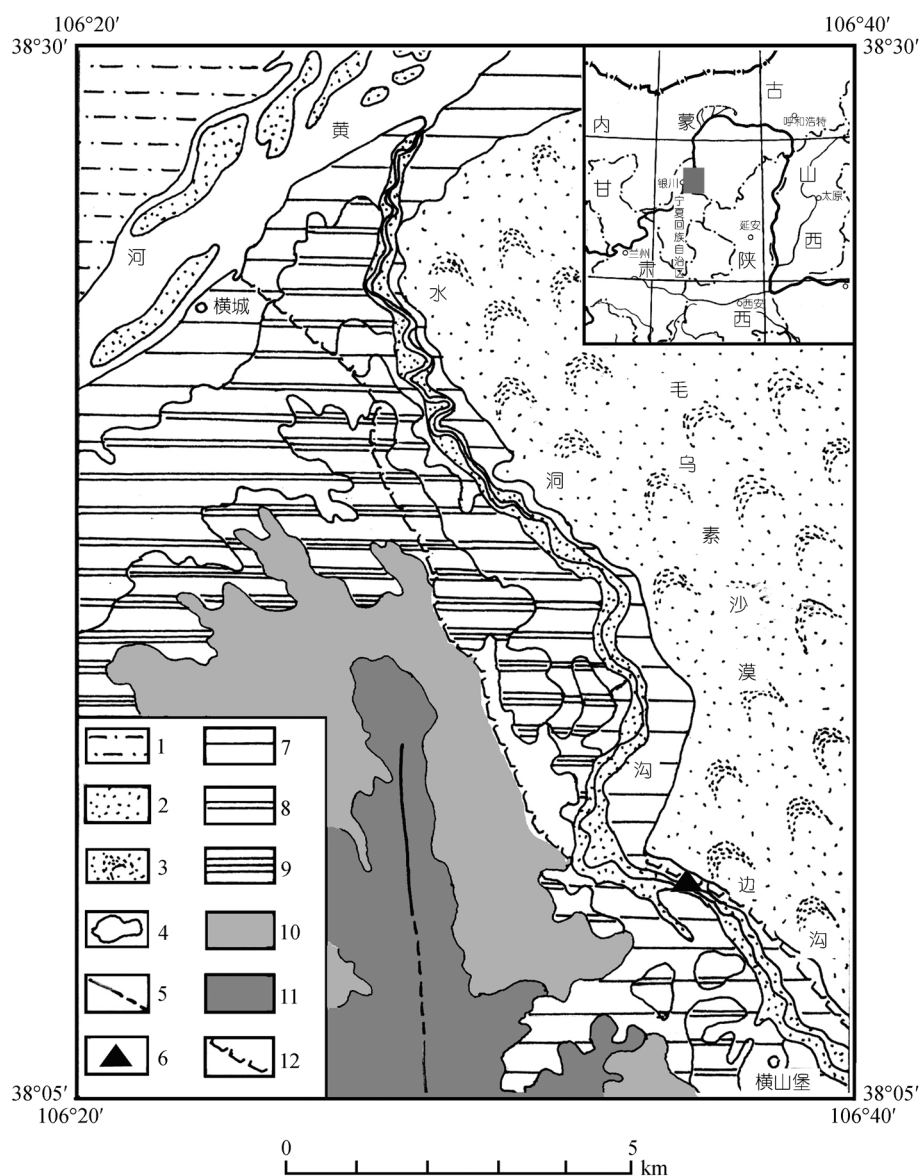


图 2 宁夏水洞沟遗址地貌略图

1. 冲积平原, 2. 沙洲及河漫滩, 3. 沙漠, 4. 阶地地貌单元界限, 5. 断裂, 6. 旧石器遗址, 7. 一级阶地, 8. 二级阶地, 9. 三级阶地, 10. 四级阶地, 11. 五级阶地, 12. 长城

当于保德红土。1956 年杨钟健等人^[10]发表了在清水营一带发现于该地层中保留完好的脊椎动物化石材料, 将其划归渐新统, 称其为清水营层, 现称清水营组; 其次, 对剖面结构的认识有较大改变。最早德日进所绘的剖面把②, ③层和④~⑥层视为同一阶地的沉积物, 时代相同。1991 年孙建中等人^[11]在对水洞沟遗址的研究中首先识别出②, ③层和④~⑥之间有一个侵蚀面, 属 2 个不同阶地的沉积。我们的野外调查结果与孙建中等人^[11]的一致, 认为②和③层属 T_2 阶

地沉积物, 并且在长城以北水洞沟河岸也找到存在 T_2 阶地的明确证据。④, ⑤, ⑥层属 T_1 阶地沉积物, ⑦层及其以上的地层被大多数研究者笼统地划归全新世, 孙建中等人^[11]的研究发现⑨和⑩之间存在侵蚀面, 这一观察深化了对遗址剖面的认识。

最后还应提到早期研究者把③层以上地层统称为“黄土”, 实际上它们的沉积相很复杂, ②, ③层为河流在山麓堆积的冲洪积相砂砾石层和夹砾石透镜体的亚砂土, ④层为河床相砾石层, ⑤层为小型湖泊

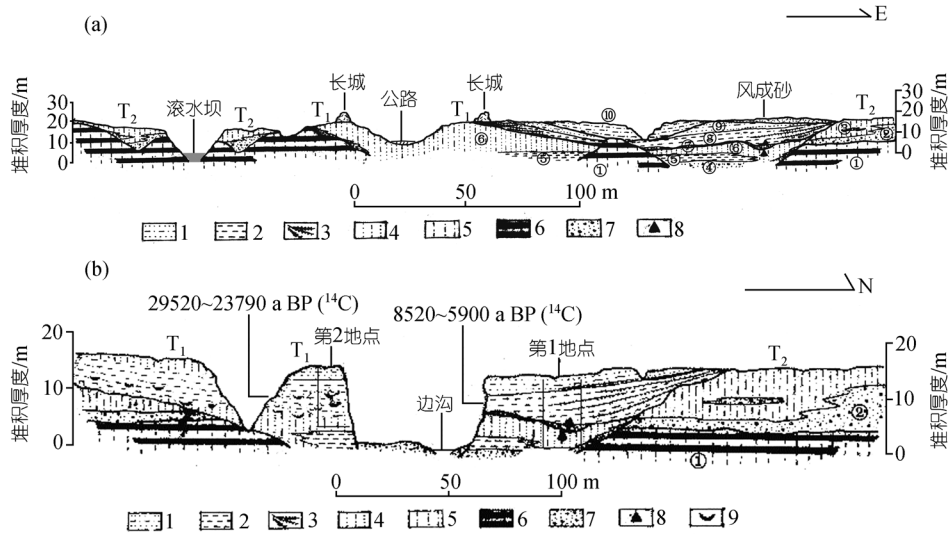


图3

(a) 水洞沟遗址第1地点第四纪地质-地貌剖面图; (b) 水洞沟遗址第1地点至第2地点第四纪地质剖面图。1. 亚砂土, 2. 亚黏土, 3. 炭质条带, 4. 粉砂, 5. 黄土状土, 6. 红黏土, 7. 砂砾, 8. 旧石器遗址, 9. 火塘

沉积物, ⑥层为河漫滩相的亚砂土, 具黄土状土的特征, ⑦~⑩层为阶地被侵蚀后形成的洼地内发育的浅湖静水沉积。由于其侵蚀面并未切穿 T_1 阶地沉积物, 所以并非溯源侵蚀所造成。它与 T_1 以及⑨和⑩层之间的侵蚀面均为气候原因所造成。

1.2 遗址地层的年代

为确定水洞沟遗址文化的年代, 自1984年以来, 许多年代学家应用各种方法、手段对遗址剖面开展过测年工作 [7,11~14]。表1列出了迄今为止水洞沟遗址测年结果的数据。

在表1测年数据中, 对第1地点的年代测定, 黎兴国等人 [13] 测式样品由周昆叔、刘景芝等提供, 宁夏博物馆1980年发掘报告发表的2个数据, 均明确指出来自旧石器层位 [15], 可能与黎兴国等人发表的PV-331和PV-317为同一组数据, 只是经过年龄校正。PV-331和PV-317两者差值大, 一般认为这个用鹿骨测得的 ^{14}C 年龄(16760 ± 210) a BP误差较大, 也可能有后期有机碳的污染, 年龄值偏年轻, 故研究者多采用后一个年龄值, 即(25450 ± 800) a BP。上文化层的测年数据则普遍认为可信度较高。陈铁梅等人 [12] 发表的下文化层铀系年龄在38000~34000之间, 与黎兴国等的的数据偏差较多, 需要更多的数据比较后方可确认其可信度。孙建中等人 [11] 发表的数据中, 上文化层在5940~81900 a BP之间, 与黎兴国等人 [13] 的数据一致, 可信度较高。高星等人 [7] 提供第2地点第2

文

化层的年龄数据, 使用样品为火塘中的烧炭和鸵鸟蛋壳, 适于 ^{14}C 年龄测定, 测年工作在美国Beta Analytic和University of California的实验室应用AMS ^{14}C 测年技术进行, 数据比较稳定可靠, 经与黎兴国等人 [13]、陈铁梅等人 [12] 的数据比较, 认为第1地点下文化层和第2地点第2文化层年龄在29000~24000 a BP之间是比较可信的。需要指出的是, 第2地点发掘于近年, 对地层划分和控制严格, 辨识出多个文化层位, 其中第2文化层遗物与遗迹最为丰富, 可供测年的样品很多, 成为测年的主要目标。而第1地点发掘时间早, 对地层划分不如以后精细, 对旧石器时代遗存只作为一个层位单元处理, 实则包含了不同的层位。因而第2地点的第2文化层应对应于第1地点旧石器时代堆积的某个层位。

通过上述分析讨论可以认为旧石器时代古人类在水洞沟地区的主要活动时期大致在29000~24000 a BP, 相当于深海氧同位素阶段3(MIS3) [14], 而第1地点上文化层所代表的新石器时代古人类活动大致发生在5900~8520 a BP之间。

1.3 水洞沟地区地貌发育史

第四纪时期, 水洞沟地区由于地壳间歇性抬升和受黄河及其支流的影响, 形成多级阶地。大致在上新世晚期, 黑山-风咀子坡冲断层开始活动, 灵武东山开始出现, 并使东山西侧的阶地向黄河倾斜。至第

四纪晚期, 相当于 MIS5-MIS4 阶段, 可能由于降水量

表 1 水洞沟遗址地层测年数据^{a)}

样品号	材料	地点与层位	年龄数据/a BP	方法	数据来源
PV-330	骨化石	Loc.1④层(上文化层)	5900±70	¹⁴ C 法	黎兴国等人 [13]
PV-316	螺壳	Loc.1 上文化层	8520±150	¹⁴ C 法	黎兴国等人 [13]
PV-331	鹿骨化石	Loc.1⑧上部(原文)	16760±210	¹⁴ C 法	黎兴国等人 [13]
PV-317	钙质结核	Loc.1⑥层(下文化层)	25450±800	¹⁴ C 法	黎兴国等人 [13]
82042	马牙	Loc.1⑥层(下文化层)	38000±2000	铀系法	陈铁梅等人 [12]
82043	马牙	Loc.1⑥层(下文化层)	34000±2000	铀系法	陈铁梅等人 [12]
S25	淤泥	Loc.1⑧(上文化层)	5940±100	¹⁴ C 法	孙建中等人 [11]
S31	灰烬层	Loc.1⑧(上文化层)	7436±101	¹⁴ C 法	孙建中等人 [11]
S37	螺壳硅藻层	Loc.1⑧(上文化层)	8190±120	¹⁴ C 法	孙建中等人 [11]
	动物化石	Loc.1 下文化层	17250±210	¹⁴ C 法	宁夏博物馆 [15]
	钙质结核	Loc.1 下文化层	26230±800	¹⁴ C 法	宁夏博物馆 [15]
火塘 1	木炭	Loc.2 第 2 文化层	26350±190	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 2	木炭	Loc.2 第 2 文化层	25670±140	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 3	鸵鸟蛋壳	Loc.2 第 2 文化层	26930±120	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 4	木炭	Loc.2 第 2 文化层	26830±200	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 5	木炭	Loc.2 第 2 文化层	25650±160	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 6	木炭	Loc.2 第 2 文化层	26310±170	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 7	木炭	Loc.2 第 2 文化层	29520±230	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
火塘 10A	木炭	Loc.2 第 2 文化层	23790±180	¹⁴ C 法	高星等人 [2]☆
Beta207935	鸵鸟蛋壳	Loc.2 第 2 文化层	28420±160	¹⁴ C 法	高星*☆
Beta207936	木炭	Loc.2 第 2 文化层	28330±170	¹⁴ C 法	高星*☆

a) * 未发表数据, ☆应用 AMS¹⁴C 法测年, Loc.1 第 1 地点, Loc.2 第 2 地点

和暴雨的增加, 冲洪积平原广泛发育. 大致在 MIS3 阶段之前, 本区地壳抬升导致河流下切, 冲洪积平原成为 T₂ 阶地. 当 MIS3 阶段到来时, 气候湿润温和, 降雨量增加, 河道局部地区出现湖泊, 形成⑤层灰绿色黏土. 同时因构造稳定, 较厚的河流相沉积发育, 再次出现起伏较小的冲洪积平原地形. 到冰后期距今 8000~5000 年之间, 气候适宜, 降水量增加, 小河上游侵蚀加强, 中下游却出现堆积, 使上游形成小型积水洼地, 发育⑦~⑩层全新世湖相沉积, 而且⑨和⑩层之间还出现过一次气候变化导致的轻微侵蚀过程. 大约在距今 4000 a 左右, 地壳再次抬升, 较强烈的溯源侵蚀形成现今地貌景观. 上述地貌发育历史表明该区晚第四纪虽然没有剧烈的构造运动, 但由于特殊的地质环境, 一些轻微的地壳升降和气候变化都能在沉积和地貌上留下清晰的印记.

2 水洞沟晚第四纪环境

2.1 孢粉记录

周昆叔等人 [4]、孙建中等人 [11]、李秉成 [16] 对水洞沟遗址剖面进行过较深入的孢粉分析. 周昆叔等人 [4]

所做的孢粉分析结果显示, 木本花粉占孢粉总数的 24.4%, 草本占 75.4%, 孢子偶见. 木本植物以松、云杉、白刺为主, 还有栎、桦、槭、柳等. 小灌木和草本植物以麻黄、藜、蒿为主, 还有禾本科、豆科、虎耳草科、茜草科、唇形科、黑三棱属、香蒲属、莎草属和菊科等. 孢粉记录显示草本植物占优势, 白刺、麻黄、藜等为干旱区植物, 代表了草原为主的环境. 栎、香蒲、黑三棱属等植物代表较湿的气候. 总体来看, 当时当地生态环境大致为阔叶疏林草原. 年代测定表明该地层形成于 29~24 ka BP, 正值 MIS3 阶段. 当时本区虽仍然为干旱草原地带, 但降水有所增加, 栎、槭、柳等阔叶树也能局部生长, 甚至有挺水植物繁殖, 总体环境条件较好.

全新世阶段的孢粉分析最为详细, 不同研究者分析结果基本一致 [4,11,16], 李秉成 [16] 将全新世孢粉图式划分为 3 个孢粉带, 总体为干旱草原环境, 但因降水增加而局部出现阔叶乔木和水生植物.

上述孢粉分析结果表明, 水洞沟下文化层和上文化层都分别形成于本区环境较好的时期, 适宜的气候为各种动植物繁殖和古人类生存提供了便利的条件.

2.2 脊椎动物化石记录

遗址的上、下文化层都曾出土丰富的动物化石^[5], 上文化层脊椎动物化石有普氏野马(*Equus przewalskyi*)、鹿(*Cervus* sp.)、普氏羚羊(*Gazella przewalskyi*)、野驴(*Equus hemionus*)、鸵鸟(*Struthis* sp.)等。下文化层脊椎动物化石有披毛犀(*Coetodonta antiquitatis*)、普氏野马(*Equus przewalskyi*)、野驴(*Equus hemionus*)、鹿(*Cervus* sp.)、牛(*Bubalus* sp.)、普氏羚羊(*Gazella przewalskyi*)和鸵鸟(*Struthis* sp.)等。

1928年Boule等人^[17]发表的著作, 提到水洞沟遗址脊椎动物化石有野驴、犀牛、鬣狗、羚羊、非洲羚羊、牛属、鸵鸟等, 但对化石未进行具体描述和讨论。现根据上述动物化石材料, 对其生存时代和环境讨论如下:

首先, 下文化层的动物化石的种属都曾见于萨拉乌苏动物群, 应属晚更新世, 测年数据进一步证明这一判断。其次, 几乎全部动物均为生活于草原地带的种属, 大部分能耐干旱和寒冷。其中水牛适应温暖气候, 说明该区 MIS3 阶段气候比较适宜, 夏季可能相当温暖。现代鸵鸟是亚热带沙漠和草原动物, 当时能有鸵鸟生存, 应有较高的气温。因此, 可以推测当时气候较干旱, 但比冰期时要温暖湿润许多, 适宜这些草原动物的繁衍。孢粉分析提供的植被证据也支持上述判断。

上文化层的动物化石与下文化层基本相同, 所以它们的生态环境也应大致相同, 气候比现在温暖、湿润。

2.3 古人类生存环境

近期中国干旱半干旱区环境变化研究显示, 陕西渭南地区 MIS3 阶段和全新世最适宜期年均气温比现在高 1~2°C, 年降雨量高 100~150 mm^[18], 说明该阶段气候明显比现在温暖湿润。但是中国干旱区气候受控于西风带和东亚季风系统的相互消长, 因而存在气候不稳定性, 全新世曾发生过 4 次短尺度干旱事件^[19]。内蒙古萨拉乌苏河流域 MIS3 阶段也为温暖湿润气候, 但记录了 9 次冷干事件^[20]。巴丹吉林沙漠近 3 万年来气候变化也显示了基本相似的波动过程^[21,22]。

水洞沟地处西北干旱区, MIS3 阶段和全新世的气候环境特征应与上述地区大体一致, 气候比现今温暖湿润。孢粉分析结果和脊椎动物化石组合显示古人类在此活动期间, 植被为阔叶疏林草原, 局部地

区有积水洼地, 挺水植物较繁茂, 周边还适宜阔叶树生长, 显然气候条件优于现在; 附近地形平坦开阔, 并有沙漠出现, 总体表现为干旱区草原环境, 各类食草动物适于在此繁衍生息。这样的环境为古人类生存提供了基本条件, 他们应以狩猎为主要生产活动, 栖息于近水源的河边或湖边, 并遗留下他们制作和使用的石器、装饰品和火塘等。但是古人类生活期间也应经历过气候干冷事件, 采取怎样的应对方略, 还有待今后继续深入研究。

3 讨论与结论

水洞沟遗址地处中亚干旱区南缘向半干旱区过渡地带, 年平均气温 8°C, 年降雨量 200 mm, 植被为草原与荒漠过渡带, 生产力低下的古人类似乎很难在现今环境条件下生存。

本区地质构造上属鄂尔多斯稳定地块的西缘, 西临新生代持续沉陷的银川盆地, 东接广阔的毛乌素沙地, 地形平坦开阔, 第四纪沉积物堆积薄。但是水洞沟遗址剖面包含了多种成因类型的沉积物, 保存了丰富的孢粉和脊椎动物化石, 为恢复和重建古人类生存环境提供了丰富的材料和证据, 同时也使遗址成为宁夏-内蒙干旱区晚第四纪典型剖面。通过野外调查、年代测定、孢粉分析、化石鉴定等研究手段, 我们获得以下几点基本认识:

(i) 水洞沟遗址下文化层是中国西北干旱区东南边缘晚更新世典型剖面, 除古人类活动遗迹、遗物外, 孢粉、脊椎动物化石丰富, 沉积物类型多样且富于变化, 在宁夏-内蒙干旱区具有代表性。1983 年宁夏地矿局提出建议, 将旧石器时代层位划出, 建立“水洞沟组”^[8]。2006 年, 周昆叔^[23]建议将水洞沟遗址作为标准剖面, 袁宝印等人^[24]正式使用“水洞沟组”一词。本文再次提议建立“水洞沟组”, 其典型剖面为水洞沟遗址第 1、第 2 地点④~⑥层, 地质年龄大致在 30~24 ka BP, 形成于 MIS3 阶段后期, 比萨拉乌苏组稍晚, 大致相当于城川组。

(ii) 旧石器时代古人类在此活动时, 边沟小河已经出现, 不过它处于堆积时期, 河道游荡。毛乌素沙地已经出现^[25,26], 但气候比现今温暖湿润, 河道变化可形成积水洼地。植被为阔叶疏林草原, 干旱区食草动物繁盛, 适于古人类在此狩猎栖息。全新世气候适宜期环境条件大致与旧石器时代古人类在此活动时相似, 动植物种属和植被也大体相同, 因此新石器

时代的古人类又来到这里,开发利用自然资源,开展生产活动.

(iii) 旧石器时代古人类活动年代为 29~24 ka BP, 相当于 MIS3 后期, 新石器时代古人类活动年代为 9~5 ka BP, 相当于全新世气候适宜期. 而末次冰期冰

盛期时的古人类活动遗迹尚未发现, 似乎表明古人类活动受控于气候和环境变化. 可能不是由于人类不能耐受寒冷, 而主要是这个时期缺少动物和其他食物资源, 或许这也是今后人类在气候环境变化时所面临的主要问题.

致谢 钟侃、尤玉柱、夏正楷、周力平、张家富、马晓玲、张晓凌、张乐、张双权、曹明明、关颖、周振宇、刘德成和姚政权等参加了野外调查并参与讨论. 他们的工作成果和意见、建议对本文的写作提供了重要的帮助, 谨此表示深切的谢意.

参考文献

- 1 Licent E, Teilhard de chardin P, Le Paleolithique, de la Chine. *L'Anthropologie*, 1925, 25: 201—234
- 2 贾兰坡, 盖培, 李炎贤. 水洞沟旧石器时代遗址的新材料. *古脊椎动物与古人类*, 1964, 8: 75—83
- 3 汪宇平. 水洞沟村的旧石器文化遗址. *考古*, 1962, (11): 601—604
- 4 周昆叔, 胡继兰. 水洞沟遗址的环境与地层. *人类学学报*, 1988, 7(3): 263—269
- 5 宁夏文物考古研究所. 水洞沟——1980年发掘报告. 北京: 科学出版社, 2003
- 6 高星, 王惠民, 裴树文, 等. 水洞沟 2003~2004 发掘的主要收获. 见: 云南文物考古研究所, 编. “元谋人”发现 40 周年纪念会暨古人类国际学术研讨会论文集. 昆明: 云南科技出版社, 2006. 152—158
- 7 高星, 李进增, Madsen D B, 等. 水洞沟的新年代测定及相关问题讨论. *人类学学报*, 2003, 21(3): 211—218
- 8 宁夏地质矿产局. 1:20 万银川市幅区域地质调查报告. 兰州: 中国地质图制印厂出版, 1983
- 9 Teilhard de chardin. Mammifères Tertiaires de Chine et de Mongolie. *Ann de Paleon*, 1926, 15: 1—51
- 10 杨钟健, 周明镇. 甘肃灵武渐新世哺乳动物化石. *古生物学报*, 1956, 4(4): 447—459
- 11 孙建中, 赵景波, 等. 黄土高原第四纪. 北京: 科学出版社, 1991
- 12 陈铁梅, 原思训, 高世君. 铀子系法测定骨化石年龄的可靠性研究及华北地区主要旧石器地点的铀子系年代序列. *人类学学报*, 1984, (3): 259—269
- 13 黎兴国, 刘光联, 许国英, 等. ^{14}C 年代测定报告(PV). 见: 中国第四纪研究委员会碳十四年代学组, 编. 第四纪冰川与第四纪地质论文集. 第 4 集. 北京: 地质出版社, 1987. 16—38
- 14 Imbrie J, Hays J D, Martinson D G, et al. The orbital theory of Pleistocene climate: Support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record. In: Berger A, Imbrie J, Hays J D, et al, eds. *Milankovitch and Climate*. Netherlands: Reidel Dordrent, 1984. 169—305
- 15 宁夏博物馆, 宁夏地质局区域地质调查队. 1980 年水洞沟遗址发掘报告. *考古学报*, 1987, (4): 439—448
- 16 李秉成. 一万年来灵武水洞沟遗址古气候的新认识. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(4): 25—29
- 17 Boule M, Breuil H, Licent E, et al. *Le Pateolithique de la Chine*. Paris: Archives de l'institut de Paleontologie Humaine, 1928
- 18 Lu H Y, Wu N Q, Liu K B, et al. Phytoliths as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in China II: Palaeoenvironmental reconstruction in the Loess Plateau. *Quat Sci Rev*, 2007, 26: 759—772 [\[DOI\]](#)
- 19 吴海斌, 郭正堂. 末次盛冰期以来中国北方干旱区演化及短尺度干旱事件. *第四纪研究*, 2000, 20(6): 548—558
- 20 温小号, 李保生, 章典, 等. 萨拉乌苏河流域末次间冰阶气候. *地质学报*, 2007, 81(4): 553—562
- 21 杨小平. 近 3 万年来巴丹吉林沙漠的景观发育与雨量变化. *科学通报*, 2000, 45(4): 428—493
- 22 杨小平. 巴丹吉林沙漠腹地湖泊的水化学特征及其全新世以来的变化. *第四纪研究*, 2002, 22(2): 97—104
- 23 周昆叔. 水洞沟遗址是华北三万年以来的标准剖面. 见: 钟侃, 高星, 主编. 旧石器时代论集——纪念水洞沟遗址发现八十周年. 北京: 文物出版社, 2006. 57—68
- 24 袁宝印, 侯亚梅, Budja M, 等. 中国北方晚第四纪史前文化与地层划分框架. 见: 钟侃, 高星, 主编. 旧石器时代论集——纪念水洞沟遗址发现八十周年. 北京: 文物出版社, 2006. 8—16
- 25 耿侃, 单鹏飞. 银川地区: 过去、现在及未来. 北京: 文物出版社, 1992
- 26 袁宝印. 萨拉乌苏组的沉积环境及地层划分问题. *地质科学*, 1978, (3): 220—224