

水洞沟遗址地层划分与年代测定新进展

刘德成, 王旭龙, 高星, 夏正楷, 裴树文, 陈福友, 王惠民

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;

中国科学院人类演化与科技考古联合实验室, 北京 100044;

中国科学院地球环境研究所, 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075;

北京大学城市与环境学院, 北京 100871;

宁夏文物考古研究所, 银川 750001

E-mail: liudecheng@ivpp.ac.cn

2009-07-02 收稿, 2009-09-07 接受

国家重点基础研究发展计划(编号: 2006CB806400)、科技部科技基础性工作专项基金(编号: 2007FY110200)和国家自然科学基金(批准号: 40602020)资助项目

摘要 宁夏水洞沟遗址地层划分与年代测定(光释光测年和加速质谱碳 14 测年)结果表明, 水洞沟遗址 SDG1, SDG2 和 SDG7 地点含有丰富石制品的文化层主要埋藏于边沟河 级阶地, 沉积物以河流-浅湖-湖滨相堆积为主. 旧石器文化层时代集中在距今 3.5~2 万年之间, 属于旧石器时代晚期早段, 分析认为 SDG1 的旧石器文化层时代略早于 SDG2 文化层, 而 SDG2 文化层时代和 SDG7 的相当. 边沟河 级阶地粉砂质地层堆积时代跨度为 72~18 ka, 基本上对应于末次冰期地层堆积. SDG2 地层发育连续稳定, 沉积厚度大, 环境与文化信息丰富, 可视作为水洞沟地区晚更新世古人类生存环境研究的典型剖面.

关键词

水洞沟遗址

光释光年代

地层对比

沉积环境

旧石器时代晚期

水洞沟遗址自 1923 年被发现以来经过多次发掘, 出土丰富的旧石器时代文化遗物^[1~3]. 遗址的时代与文化性质长期以来一直受到国内外学者广泛关注, 早期西方学者把它纳入西欧的旧石器时代文化体系之中, 认为其属于发达的莫斯特文化和发展中的奥瑞纳文化之间^[4]. 国内学者最初将水洞沟遗址定为旧石器时代中期, 后来根据其发现的材料更改为旧石器时代晚期^[5]. 近年来, 随着放射性测年技术的广泛应用, 在水洞沟 1 号点(SDG1)利用铀系法和放射性¹⁴C 测年获得了 6 个年代数据, 显示文化层时代属于晚更新世晚期^[6,7]. 1999~2000 年夏, 中美两国的考古学家和地质学家对水洞沟遗址进行了新一轮考察, 对采自 2 号点(SDG2)第 2 文化层火塘中的木炭和鸵鸟蛋壳共 8 个样本做了加速器质谱(AMS)¹⁴C 测年, 取得的年代数据主要集中在 24~29 ka BP 之间^[8,9], 进一步指出水洞沟文化时代属于旧石器时代晚期早段.

然而, 以往的地层与年代研究主要集中于 SDG1, 各遗址点之间的地层或文化层对比仍然没有得到系统研究, 文化发展的时间跨度还不很明了. 为了进一步了解各遗址点地层发育特征和地貌演化过程, 我们在水洞沟地区开展了广泛的地貌与第四纪环境调查, 对水洞沟遗址地层进行详细的划分和对比, 并在水洞沟遗址 1, 2 和 7 号地点的地层剖面采集 22 个 OSL 和 2 个¹⁴C 样品, 为探讨该地区旧石器文化时代跨度和堆积过程建立更为扎实的年代框架.

1 地理概况

水洞沟遗址位于宁夏首府银川市东南 28 km 处, 西距黄河 18 km, 行政区划属灵武市临河乡, 地理坐标为 38°17'N, 106°30'E, 平均海拔约 1200 m, 地处银川盆地东部边缘, 毛乌素沙地西南端, 植被稀疏, 雨水较少, 现属于半干旱荒漠草原环境(图 1).

引用格式: 刘德成, 王旭龙, 高星, 等. 水洞沟遗址地层划分与年代测定新进展. 科学通报, 2009, 54: 2879~2885

Liu D C, Wang X L, Gao X, et al. Progress on the stratigraphy and geochronology of the Shuidonggou site, Ningxia, North China. Chinese Sci Bull, 2009, 54: 3880~3886, doi: 10.1007/s11434-009-0652-y

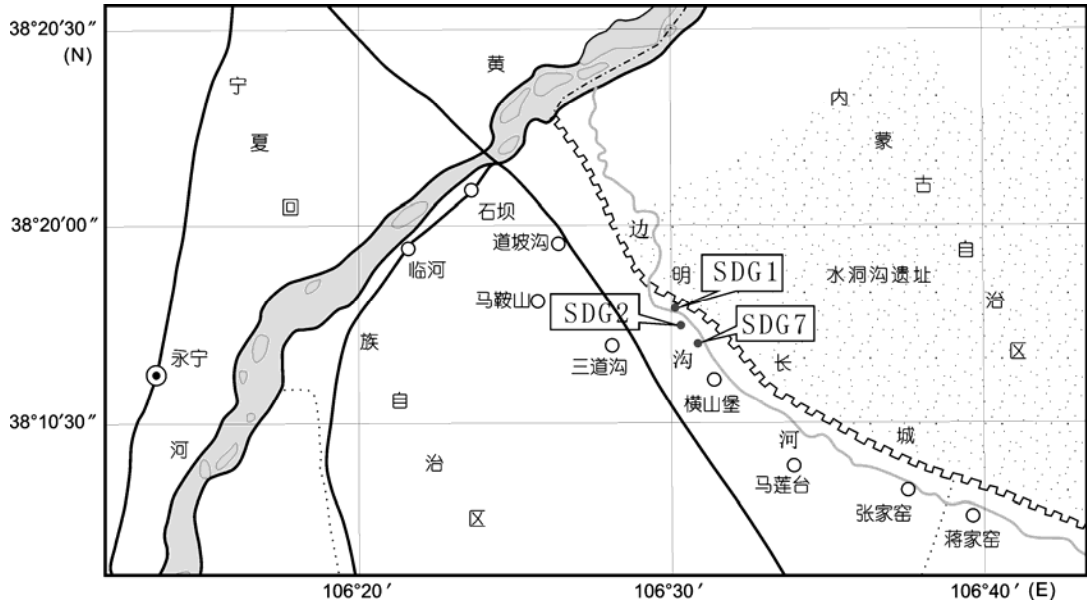


图1 水洞沟遗址地理位置图

发源于磁窑堡南部山区的边沟河由南向北流经水洞沟地区，最后汇入黄河。水洞沟遗址分布于边沟河下游两侧，目前在该地区共发现有多个遗址点，以1号点(SDG1)、2号点(SDG2)和7号点(SDG7)剖面出露较为完整。其中SDG1位于边沟河北侧，地理坐标为38°17'55.2"N, 106°30'06.7"E; SDG2位于边沟河南侧，与SDG1隔河相望，地理坐标为38°17'51.8"N, 106°30'09.6"E, 该地点共开挖了两个探方，分别命名为SDG2(1)方和SDG2(2)号方，SDG2(1)号方位于SDG2(2)号方南侧，相距仅10 m; SDG7位于SDG2的东约300 m的边沟河南侧，地理坐标为38°17'49.3"N, 106°30'45.0"E. 该地区共发育有6级阶地，水洞沟文化遗址主要埋藏于II级阶地粉砂层中(图2)。

2 地层划分与对比

据野外观察，研究的遗址点地层主要以辫状河为主的河流相和浅湖、湖滨相堆积为主，根据沉积物和所赋存的遗物特征，把3个地点的地层划分如下。

2.1 SDG1 地层

本文所描述SDG1探方剖面为1980年所发掘，目前剖面出露厚约15 m，由上至下可分为8层，包括了晚更新世河湖相和全新世湖沼相地层，下伏基岩为晚第三纪棕红色泥岩(图3(a))。

- 上部：全新世-----
- 1层 绿黄、绿灰色粉砂或泥质粉砂，水平层理发育，含有至少7层灰黑色泥炭条带，条带厚约20 cm，厚度变化大，局部呈丝缕状。地层发育点状、虫管状锈斑。底部粒度变粗，为灰黄色细砂，发育斜层理，小型波状层理。局部含有薄层砾石透镜体。该层含有磨制石器和陶片等新石器时代文化遗物，全新世堆积地层 0~6 m
 - 2层 杂色含粗砂砾石层，砾石成分主要为灰岩、硅质灰岩、红色石英砂岩，含有少量的硅质白云岩，浅灰色石英砂岩等。分选不好，砾石磨圆差，以次棱角状为主。砾石直径一般在3~10 cm之间，最大可达30 cm。砾石层与下伏地层为侵蚀接触关系，层间界面呈波状起伏，厚度变化较大，发育有侵蚀槽 6.0~6.5 m

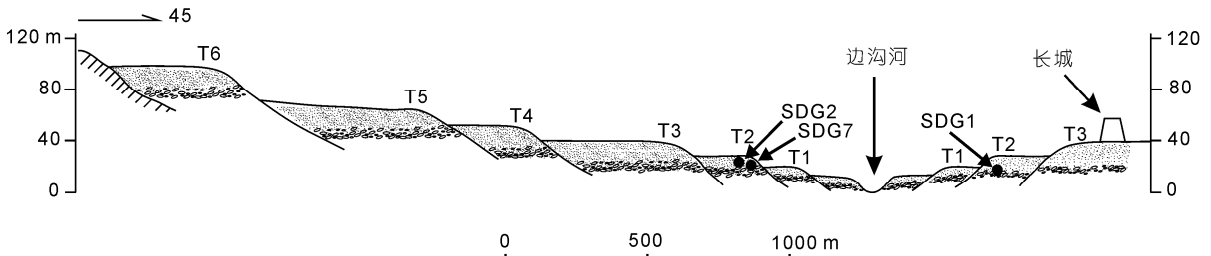


图2 水洞沟地区第四纪地貌示意图

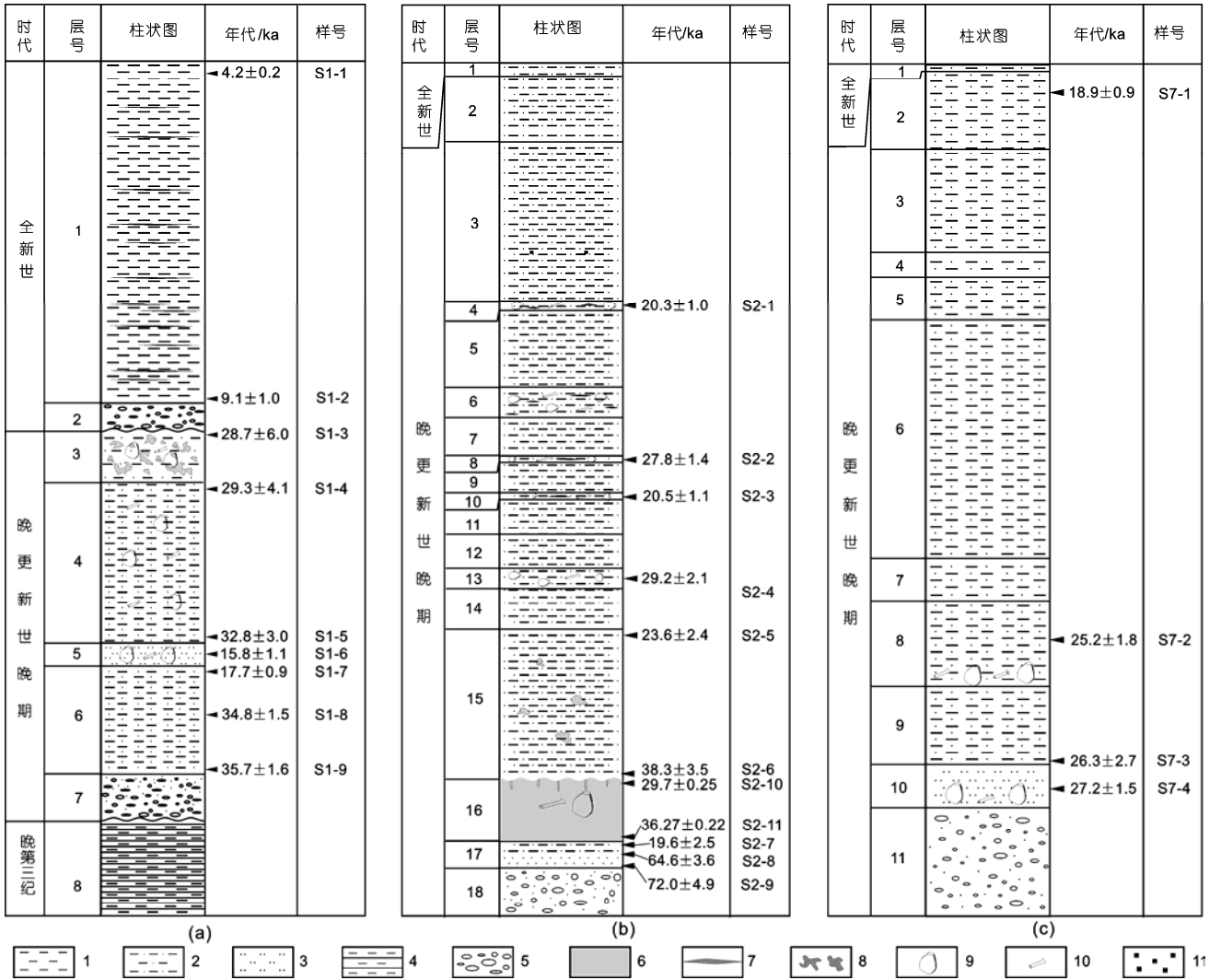


图3 水洞沟遗址地层与年代位置图

1, 泥质粉砂; 2, 粉砂; 3, 细砂; 4, 泥岩; 5, 砾石; 6, 泥炭; 7, 泥炭条带; 8, 钙质结核; 9, 石制品; 10, 动物化石; 11, 炭屑

-----下部: 晚更新世-----

- 3层 灰黄色粉砂, 块状, 钙质胶结, 质地较硬, 含少量钙结核. 本层埋藏有旧石器时代晚期石制品和动物化石等
6.5~7.4 m
- 4层 灰黄色粉砂, 块状, 含有少量锈斑. 含有石制品和动物化石等, 属于旧石器时代晚期堆积
7.4~10.2 m
- 5层 灰黄色细砂、粗砂层. 发育水平层理, 含有石制品、炭屑和动物化石等
10.2~10.6 m
- 6层 浅灰黄色粉砂, 发育水平层理, 含有点状、管状锈斑
10.6~12.5 m
- 7层 含粗砂条带砾石层. 砾石以灰岩, 红色砂岩为主. 砾径在 3~20 cm 之间, 多呈次棱角状, 与下伏地层为侵蚀接触关系
12.5~13.3 m
- 8层 红色泥岩, 块状, 易干裂. 局部发育薄层石膏, 本层未见底
13.3~15.0 m

2.2 SDG2 地层

该点以北侧探方 SDG2(2)剖面揭露比较完整. 剖面厚度达 12.5 m, 以湖沼相堆积为主, 底部是细砂层和砾石层, 下部为灰黑色泥炭沉积, 中部为浅灰绿色的粉砂, 上部为浅灰黄色粉砂状土(图 3(b)). 根据岩性特征可分为 18 层, 自上而下描述如下:

- 1层 灰黄色粉砂, 为现代表层松散状土 0~0.2 m
- 2层 褐黄色粉砂, 块状 0.2~1.16 m
- 3层 灰白色粉砂, 块状, 较硬, 发育水平层理. 含有钙、泥质粉砂团块, 块径一般不超过 5 cm, 局部呈长条状, 分布没有规律. 2.7~3.5 m 之间含有少量锈斑和炭屑 1.16~3.5 m
- 4层 浅黄色粉砂, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 属于旧石器时代晚期, 为 SDG2(2)第 1 文化层 3.5~3.64 m

- 5层 浅黄色粉砂, 块状, 发育水平层理, 偶见灰白色钙质粉砂-黏土质粉砂团块, 团块直径在5 cm左右 3.64~4.76 m
- 6层 浅黄色粉砂, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 属于旧石器时代晚期, 为SDG2(2)第2文化层 4.76~5.2 m
- 7层 灰黄色粉砂, 致密块状, 发育水平层理里含有锈斑 5.2~5.76 m
- 8层 浅黄色粉砂, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 属于旧石器时代晚期, 为SDG2(2)第3文化层 5.76~5.86 m
- 9层 浅灰黄色粉砂, 块状, 发育水平层理, 含有锈斑 5.86~6.3 m
- 10层 浅黄色粉砂, 含有打制石器、动物化石和灰烬等, 属于旧石器时代晚期, 为SDG2(2)第4文化层 6.3~6.4 m
- 11层 浅灰黄色粉砂, 块状, 发育水平层理, 局部有钙质团块, 锈斑较多 6.4~6.9 m
- 12层 灰黄色粉砂, 块状, 发育水平层理, 含有较多锈斑 6.9~7.4 m
- 13层 浅黄色粉砂, 含有石制品、灰烬和动物化石等, 属于旧石器时代晚期, 为SDG2(2)第5文化层 7.4~7.7 m
- 14层 浅灰黄色粉砂, 块状, 发育水平层理, 局部有钙质团块, 锈斑较多 7.7~8.3 m
- 15层 灰绿色泥质粉砂, 块状, 具水平层理、微波状层理, 含有锈斑和钙结核 8.3~10.5 m
- 16层 灰黑色泥炭, 块状, 有揉皱现象, 顶层发育较多虫孔. 含有大量植物残体和少量螺壳化石, 偶见石制品和动物化石 10.5~11.4 m
- 17层 灰黄色粉砂、细砂, 具水平层理, 有锈斑, 向下粒度变粗. 顶、底面皆不平. 厚度有变化 11.4~11.8 m
- 18层 杂色砾石层, 砾石主要为灰岩、石英岩. 砾石松散, 分选较差. 磨圆也较差, 表面有铁染现象. 偶含红色黏土团块. 未见底, 出露厚度为0.7 m 11.8~12.5 m

2.3 SDG7 地层

SDG7 经过 2003~2005 年连续 3 a 的发掘, 揭露出比较完整的剖面. 剖面出露厚度超过 12.0 m, 可分为 11 层, 代表了晚更新晚期的地层堆积, 以河湖相沉积环境为主(图 3(c)).

- 1层 土黄色粉砂, 质地疏松, 为现代风化层 0~0.1 m
- 2层 浅灰黄色粉砂, 致密块状, 发育微波状层理, 与下层接触面不平 0.1~1.2 m
- 3层 灰白色粉砂, 块状, 钙质胶结, 较硬. 上部发育水平层理, 下部发育微波状层理 1.2~2.65 m
- 4层 土黄色粉砂, 块状, 发育波状层理, 含有少量锈斑. 顶部、底部接触面不平, 呈波状 2.65~3 m
- 5层 土黄、褐黄色粉砂, 发育水平层理, 偶见灰白色泥质粉砂团块 3~3.6 m
- 6层 浅灰黄色粉砂, 致密块状, 层理不明显, 普遍发育灰白色粉砂条带, 与下伏地层呈缓波状接触 3.6~6.95 m
- 7层 灰黄色粉砂, 致密块状, 发育水平层理, 厚度不均, 底界面不平, 呈缓波状 6.95~7.55 m

- 8层 浅灰黄色粉砂, 块状, 发育水平、波状层理, 下部含有钙质结核. 局部含有灰白色泥质粉砂条带, 水平状, 长约 40 cm, 厚 5 cm. 在 8.50~8.75 m 间富含石制品和动物化石等, 属于旧石器时代晚期 7.55~8.75 m
- 9层 浅灰黄色粉砂, 致密块状, 较硬, 局部夹黑色灰土 8.75~9.85 m
- 10层 浅灰色细砂, 含有石制品和动物化石等, 属于旧石器时代晚期 9.85~10.45 m
- 11层 砾石层, 砾石成分以灰岩、石英砂岩为主. 个别砾石较大, 直径可达 25 cm 左右. 本层未见底 10.45~12 m

2.4 地层对比

3 个地点地层总体可分为两个部分, 代表不同的沉积体系. 上部以粉砂沉积为主, 普遍发育水平层理和微波状层理, 局部发育泥沼, 地层以灰绿、浅灰绿或灰黄色为主, 有机物含量较高, 反映了水动力条件较小的湖沼或湖滨相沉积环境; 下部为厚层的砾石层, 砾石呈定向排列, 砾石层上部发育有细砂或粗砂层, 常见水平层理和斜层理, 指示为水动力能量较大的河流相沉积环境. 在上部地层中含有多期文化层, 表明古人类在此有过多次活动, 持续时间较长. SDG1 剖面上部还发育了全新世湖沼相沉积地层, 在全新世地层下部为厚层的砾石层, 与下伏地层有明显的侵蚀槽, 为侵蚀接触关系, 指示该剖面缺失部分晚更新世晚期地层. 而 SDG2 和 SDG7 的地层堆积主要在晚更新世晚期, 上部没有发育全新世地层, 说明在晚更新世末或全新世初, 边沟河下切, SDG2 和 SDG7 不再接受河湖相堆积, 河流下切过程中侵蚀了部分 SDG1 附近早期沉积的地层, 在全新世早中期局部滞水并发育湖沼地层. 因此, SDG1 的下半部分形成时代和其他几个地点下部相近. SDG2 和 SDG7 相距不远, 地层水平发育并且连续, 可进行对比, 相同高度的地层形成时代应当相差不大. 发育有旧石器时代晚期文化 3 个地点地层处于同一地貌单元上, 即埋藏于边沟河 级阶地地层中, 地层形成时代属于晚更新世晚期.

SDG1 旧石器时代文化层主要埋藏于地层剖面下部, SDG2 的文化层主要赋存于地层剖面中部, SDG7 的文化层分布于出露剖面中下部. 在绝对高度上, SDG2 和 SDG7 的文化层基本处于同一水平上, 而 SDG1 略低于前两个地点. 仅从各遗址点文化层在剖面中分布的位置, 我们初步认为 SDG1 文化层略比 SDG2 号点中部文化层早, SDG2 文化层和 SDG7 号点文化层时代相当.

3 地层年代研究

为了确定各遗址点地层与文化层的绝对年代,我们对水洞沟遗址进行系统的年代样品采集和测试工作,采用光释光(OSL)和 ^{14}C 同位素两种年代分析方法,其中 OSL 样品在中国科学院地球与环境科学研究所释光测年实验室进行测定,AMS ^{14}C 样品年代测定由北京大学考古文博学院 ^{14}C 年代分析室完成。

3.1 测年结果

我们对这 4 个地点的地层剖面共取得了 24 个年代样品,OSL 样品 22 个, ^{14}C 样品 2 个。其中 SDG1 剖面 9 个;SDG2(2)剖面 9 个 OSL 样品,2 个 AMS ^{14}C 样品;SDG7 剖面 4 个 OSL 年代样品。这些样品基本控制了每个剖面的关键层位,对地层和文化层形成的时代有较好的定位。结果表明年代数值在地层上基本上按上新下老的顺序排列,相同层位的年代数据

具有可比性,测试结果如表 1 和 2 所示。

OSL 年代样品是先后分两批进行测定的,样品号上标 # 的铀、钍和钾为 ICP-MS 和 OES 测定,无标 # 为中子活化分析结果。等效剂量测定方法为简单多片再生法^[10]和单片再生法^[11],预加热温度为 260 °C,10 s,试验剂量预加热条件为 220 °C,10 s。22 个光释光测年结果集中在(4.2±0.2)~(72.0±4.9) ka 之间,地层堆积属于晚更新世晚期至全新世中晚期。SDG1 剖面上部有全新世早中期地层堆积,时代在 9~4 ka,下部地层时代跨度为(28.7±6.0)~(35.7±1.6) ka;SDG2 剖面年代数据在(72.0±4.9)~(20.3±1.0) ka 之间,属于晚更新晚期堆积,仅在顶部有薄层的现代风化松散堆积层;SDG7 剖面年代数据在(18.9±0.9)~(27.2±1.5) ka 之间,也是为晚更新世晚期堆积(图 3)。

2 个加速质谱 ^{14}C 年代样品采自于 SDG2 剖面下部的泥炭层上部 and 下部,放射性年龄分别约为 30 和

表 1 光释光独立测年表

样号	U/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Th/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	K(%)	剂量率/ $\text{Gy}\cdot\text{ka}^{-1}$	等效剂量/Gy	年龄/ka
S1-1#	5.36±0.16	10.32±0.31	1.68	4.22±0.17	17.5±0.6	4.2±0.2
S1-2#	2.32±0.07	10.32±0.31	1.50	3.14±0.11	28.7±2.9	9.1±1.0
S1-3	2.37±0.09	10.13±0.23	2.00	3.30±0.14	94.8±19.3	28.7±6.0
S1-4#	2.38±0.07	11.43±0.34	1.75	3.48±0.12	101.8±14.0	29.3±4.1
S1-5#	2.41±0.07	11.37±0.34	1.92	3.64±0.12	119.4±10.2	32.8±3.0
S1-6#	2.30±0.07	11.56±0.34	1.85	3.55±0.12	56.2±3.2	15.8±1.1
S1-7#	2.18±0.07	10.62±0.32	1.84	3.42±0.12	60.6±2.4	17.7±0.9
S1-8	2.38±0.10	11.63±0.27	2.10	3.51±0.15	121.9±0.8	34.8±1.5
S1-9	2.36±0.09	10.75±0.24	2.04	3.38±0.14	120.8±1.6	35.7±1.6
S2-1	2.92±0.11	12.51±0.28	2.08	3.72±0.17	75.3±1.5	20.3±1.0
S2-2	2.82±0.11	11.18±0.25	2.10	3.60±0.16	100.1±2.4	27.8±1.4
S2-3	2.88±0.12	11.92±0.26	2.17	3.73±0.17	76.6±2.1	20.5±1.1
S2-4	2.89±0.13	12.74±0.28	2.18	3.81±0.17	111.0±6.1	29.2±2.1
S2-5#	3.36±0.10	11.93±0.36	1.79	3.86±0.14	91.1±8.6	23.6±2.4
S2-6#	2.87±0.09	11.69±0.35	1.82	3.71±0.13	142.1±12.0	38.3±3.5
S2-7#	2.74±0.08	11.79±0.35	2.11	3.94±0.14	77.5±9.5	19.6±2.5
S2-8	2.53±0.11	10.23±0.23	2.10	3.44±0.15	222.0±7.8	64.6±3.6
S2-9#	1.99±0.06	9.79±0.29	1.76	3.23±0.11	232.1±13.8	72.0±4.9
S7-1	2.51±0.11	11.23±0.25	2.18	3.58±0.15	67.6±1.0	18.9±0.9
S7-2	4.99±0.16	15.64±0.34	2.05	4.54±0.23	114.3±5.5	25.2±1.8
S7-3	5.01±0.16	13.16±0.29	2.00	4.30±0.22	113.±10.2	26.3±2.7
S7-4	3.75±0.14	11.84±0.26	2.18	3.98±0.19	108.3±2.5	27.2±1.5

表 2 ^{14}C 测年表

样号	材料	放射性年龄/a BP	样品位置
S2-10	泥炭	29759±245	2 号点 16 层上部
S2-11	树枝	36329±215	2 号点 16 层下部

36 ka BP, 处于晚更新世晚期, 由于年代较老, 未对其进行校正。

3.2 年代数据分析

地层由下向上的形成时代通常是由老到新发育的, 若在堆积地层形成后发生构造作用、滑坡、冻融或生物等改造作用, 则可能会引起地层年代的混乱。本文研究的3个剖面地层发育以水平层理为主, 堆积稳定, 人为干扰作用小, 从沉积学上来说地层年代是遵循下老上新的原则排列。这种地层新老关系在野外地层划分或对比中不会出现矛盾, 然而在进行绝对年代测定的时候往往会出现下部比上部新的数值, 这可能是由于古人类遗址地层堆积复杂等原因造成。

从图4(a)可以发现SDG1剖面9个样品分为两个区段, S1-1和S1-2组成第1区段, 为全新世早中期堆积; 第2区段由S1-3, S1-4, S1-5, S1-8, S1-9组成, 时代集中在晚更新世晚期。两区段之间存在明显的不连续, 指示在晚更新世末或全新世初SDG1剖面地层发生过一次显著的侵蚀过程, 从地层发育特征也支持这一看法。S1-6和S1-7所测数值都小于1.8万年, 明显低于附近层位第2区段3万年左右的年龄值, 故认为是异常值, 予以剔除。

SDG2(2)所测的年龄值均早于距今1万年, 其中下部的S2-7的数值几乎小于上部所有测得年代值, 不符合地层新老关系, 故确定为异常值, 予以剔除(图4(b))。余下的10个年代值可以分为2个沉积时间段, 第1区间由S2-1~S2-6和S2-10~S2-11组成, 堆

积时段在距今41.8~19.3 ka之间; 第2区间由S2-8和S2-9组成, 堆积时段为76.9~61 ka之间, 处于晚更新早期。本剖面年代值分散度大, 在第一区间S2-3, S2-5和S2-11分别小于上部相邻的年代值, 但相差不大。在无法确认对错的情况下, 把年代值作为一个区间处理, 落在该区间内的年代值均认为是可信的。

SDG7的年代值在28.7~18.0 ka之间, 3个数据组成一个区间段, 年代深度图的线性关系较好, 指示比较稳定连续的沉积过程, 与地层发育特征相互印证(图4(c))。

根据沉积地层的年龄, 我们对各文化层的年龄有进一步了解: 其中SDG1文化层年代在(34.8±1.5)~(28.7±6.0) ka之间; SDG2点主要文化层年代数据集中在(29.2±2.1)~(20.3±1.0) ka之间; 7号点的文化层年代在(27.2±1.5) ka左右。因此, 水洞沟旧石器文化时代主要集中于距今3.5~2万年之间。同时在水洞沟SDG2(2)剖面下部的泥沼层发现有少量砍砸器, 地层年代在距今3.6~3万年之间, 可能与SDG1旧石器文化层为同期堆积。

4 结论与讨论

4.1 结论

通过对水洞沟遗址典型剖面地层的划分和年代测定, 就地层时代、沉积环境和文化层对比得出以下认识:

(1) 水洞沟遗址旧石器文化遗物主要埋藏于边沟河级阶地的河湖相地层中, 并有过多次活动, 延

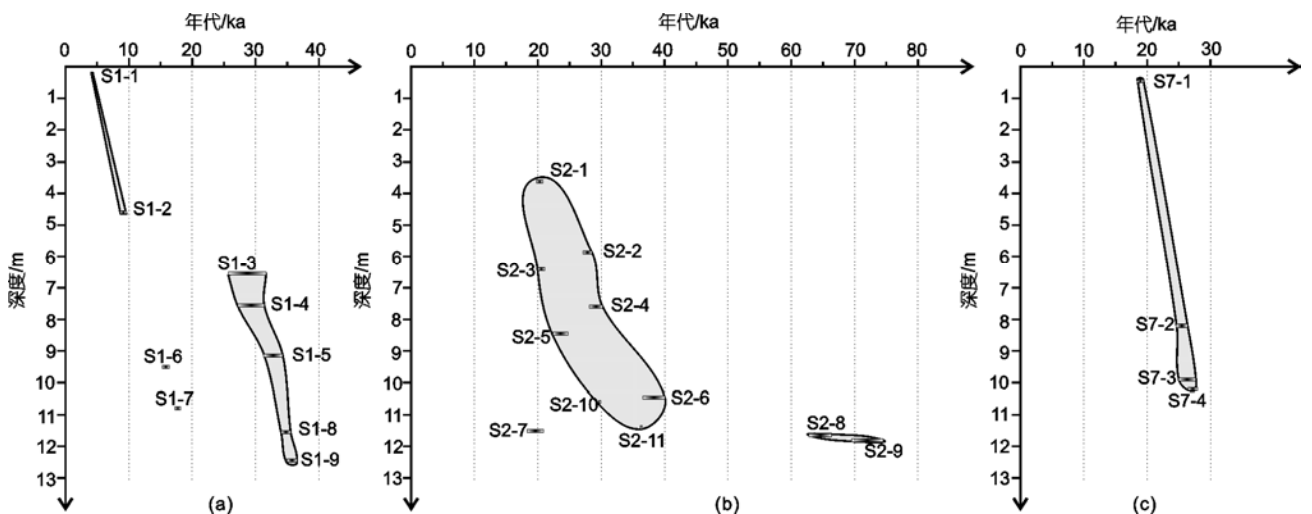


图4 年代深度趋势图
(a) SDG1; (b) SDG2(2); (c) SDG7

续时间长,文化时代在距今 3.5~2 万年之间,属于旧石器时代晚期早段文化,比早期研究对古人类活动年代的认识^[12]有所扩展和延伸。

(2) 地层对比与年代测定结果都支持 SDG1 的旧石器文化层时代略比 SDG2 文化层早,而 SDG2 文化层时代和 SDG7 的相当。

(3) SDG2 号点地层堆积连续,厚度大,沉积环境变化明显,埋藏有多个旧石器文化层,含有丰富的古环境与古人类活动信息,地层堆积从约(72.0±4.9) ka 到晚更新世末,时间跨度大。因此 SDG2 号点作为“水洞沟组”典型剖面更合适,可以作为该地区晚更新世地层的典型剖面。

4.2 讨论

水洞沟地区发现有埋藏旧石器时代文化遗物的地层(T2)主要为浅湖至湖滨相堆积,从现有地层调查情况来看,该段地层普遍发育水平层理、波状层理或

斜层理,地层颜色以灰绿或浅灰绿为主,在地层中发现有螺壳等水生生物。部分地区发育砾石层透镜体,与粉砂层互层,砾石具定向排列,为古代入湖三角洲堆积。在 T2 地层上部沉积物以灰黄、浅黄色为主,层理发育不明显,指示水洞沟古湖开始萎缩,其中不排除有风成堆积。

在晚更新末, T2 阶地形成,说明该地区发生了明显的河流下切过程,在局部地区滞水形成湖沼沉积,在全新世晚期又经历了一次显著的下切过程,两次大的地貌重塑过程都对应着气候转型期,似乎和第四纪的气候变化有一定的耦合。

水洞沟古人类活动活跃于深海氧同位素 3 阶段(Marine Isotope Stage 3)晚期,国内外研究表明这一时期全球绝大部份地区气候相对暖湿^[13,14],我国北方地区也出现气候明显增温增湿的现象^[15~18],水洞沟旧石器时代晚期文化的繁盛似乎暗示与这一时期的暖湿气候有一定联系。

致谢 2004~2007 年间曾参加水洞沟发掘的张晓凌、张乐、张双权、马晓凌、关颖、周振宇、马宁、彭菲、王春雪、张东菊、梅惠杰和朱之勇等在野外调查和样品采集过程中提供了热情帮助,谨此表示真诚的感谢。

参考文献

- 1 Licent E, Teilhard de Chardin P. The Paleolithic of China (in French). *Anthropology*, 1925, 35: 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 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. 1—233
- 4 Boule M, Breuil H, Licent E, et al. The Paleolithic of China (in French). *Arch Institute Human Paleontol*, 1928, 4: 1—138
- 5 李炎贤. 中国旧石器时代晚期文化的划分. *人类学学报*, 1993, 3: 214—223
- 6 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
- 7 黎兴国, 刘光联, 许国英, 等. ¹⁴C 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
- 8 Madsen D B, Li J Z, Brantingham P J, et al. Dating Shuidonggou and the Upper Palaeolithic blade industry in North China. *Antiquity*, 2001, 75: 706—716
- 9 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*, 2002, 21: 211—218
- 10 Lu Y C, Wang X L, Wintle A G. A new OSL chronology for dust accumulation in the last 130000 yr for the Chinese Loess Plateau. *Quat Res*, 2007, 67: 152—160
- 11 Murray A S, Wintle A G. The Single Aliquot Regenerative Dose protocol: Potential for improvements in reliability. *Rad Measure*, 2003, 37: 377—381
- 12 高星, 袁宝印, 裴树文, 等. 水洞沟遗址沉积-地貌演化与古人类生存环境. *科学通报*, 2008, 53: 1200—1206
- 13 Chlachula J. The Siberian loess record and its significance for reconstruction of Pleistocene climate change in north-central Asia. *Quat Sci Rev*, 2003, 22: 1879—1906
- 14 Antje Voelker H L. Global distribution of centennial-scale records for Marine Isotope Stage (MIS) 3: A database. *Quat Sci Rev*, 2002, 21: 1185—1212
- 15 姚檀栋. 古里雅冰芯氧同位素地层学. *第四纪研究*, 2000, 20: 165—170
- 16 施雅风, 于革. 40~30 ka BP 中国暖湿气候和海侵的特征与成因探讨. *第四纪研究*, 2003, 23: 1—11
- 17 马保起, 李德文, 郭文生. 晚更新世晚期呼包盆地环境演化与地貌响应. *第四纪研究*, 2004, 24: 630—637
- 18 景民昌, 杨革联, 孙乃达. 末次间冰期-末次冰期柴达木盆地东部气候演化形式. *地球科学与环境学报*, 2004, 3: 83—87