

# 甘肃省徐家城旧石器遗址的年代

李 锋<sup>1</sup>, 陈福友<sup>1</sup>, 高 星<sup>1</sup>, 刘德成<sup>1</sup>, 王 辉<sup>2</sup>, 张东菊<sup>3</sup>

1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044;

2. 甘肃省文物考古研究所, 兰州 730050; 3. 兰州大学西部环境与气候变化研究院, 兰州 730000

**摘 要:** 庄浪县徐家城遗址是甘肃省新发现的含丰富旧石器文化遗物的遗址, 主要埋藏于水洛河第二级阶地上覆的马兰黄土中。AMS<sup>14</sup>C 测年及气候事件对比相结合的综合年代研究显示, 遗址主要文化层时代集中在距今 4.6-2.3 万年间, 属于晚更新世晚期。遗址所在的陇西盆地发现近 50 处晚更新世旧石器遗址, 测年、黄土地层学等的综合年代学研究利于建立该地区晚更新世完整的年代学框架, 为我们进一步讨论晚更新世人类行为演化、人类行为与环境变化的互动等重要学术问题提供了基础。

**关键词:** 徐家城遗址; 旧石器时代; AMS<sup>14</sup>C 测年; 气候事件对比; 年代框架

**中图分类号:** K871.11; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1000-3193(2013)04-0432-09

目前, 中国境内已建立起完整且时间尺度较长年代序列的旧石器研究区域较少, 在缺乏细致的时间和空间控制的前提下, 讨论人类行为的演变, 尤其是晚更新世以来人类行为的演变, 会因时间的间断性以及空间的不连续性而错过较多的细节。晚更新世作为人类行为演变的重要时间段, 在旧大陆西部是讨论旧石器时代中期向旧石器时代晚期转变以及现代行为出现等学术问题的重要时段。旧大陆东部的中国经历了与西方不同的人类行为演化过程, 在相对连续的时间框架内讨论东亚人类行为自身的演变过程至关重要。近年来, 甘肃陇西盆地葫芦河中游地区已发现旧石器地点近 50 处<sup>[1-5]</sup>, 多属晚更新世, 该地区因此成为中国北方旧石器遗址的富集区之一。陇西盆地相对局限的地理区域以及潜在连续的时间框架为我们提供了讨论晚更新世中国北方人类行为演变的理想研究区域<sup>[5,6]</sup>。2009 年夏, 由高星博士领导的课题组对该地区新发现的一处遗物丰富的旧石器地点徐家城遗址进行了系统发掘和分析测试<sup>[6]</sup>, 以期逐步建立陇西盆地晚更新世旧石器年代框架, 并以此为基础讨论人类行为的演变。本文的材料与数据主要来自对该遗址的发掘与研究。

## 1 遗址背景

徐家城遗址位于甘肃省庄浪县万泉乡徐家城村东南缘(图 1), 南接秦安县, 西与静宁县毗邻, 地理坐标为 35°04'44.8"N, 105°47'49.0"E, 海拔 1398m。遗址发现于 2009 年 6 月 29 日, 2009 年 7-8 月中科院古脊椎所和甘肃省考古所联合对其发掘, 揭露面积约 15m<sup>2</sup>。

收稿日期: 2011-10-12; 定稿日期: 2012-04-12

基金项目: 国家自然科学基金(41272032); 中国科学院战略性先导科技专项(XDA05130202); 科技部科技基础性工作专项(2007FY110200)资助。

作者简介: 李锋(1984-), 男, 山东新泰人, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所助理研究员, 博士, 主要从事旧石器时代考古学研究。Email: lifeng@ivpp.ac.cn

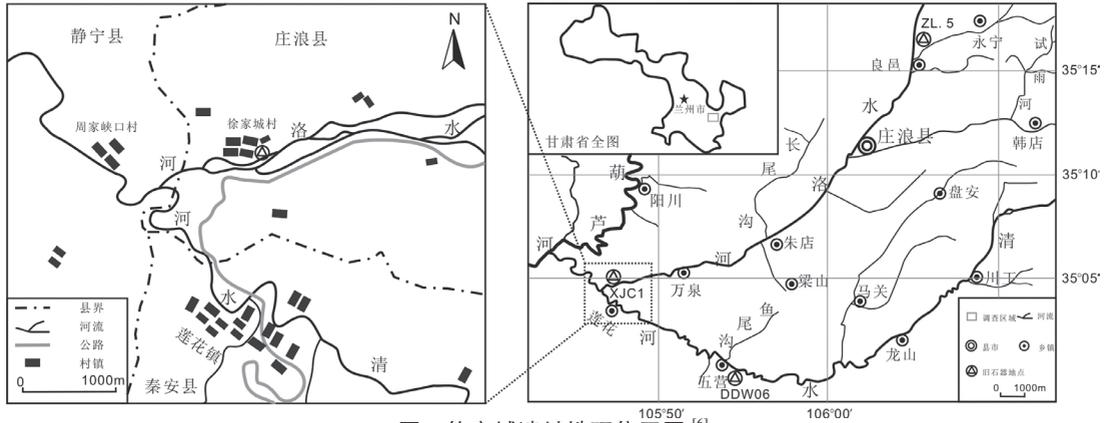


图 1 徐家城遗址地理位置图 [6]  
**Fig.1 Geographical position of the Xujiacheng site**

徐家城遗址主要埋藏于水洛河二级阶地前缘上覆的马兰黄土中，地层剖面可分为 9 层 [6]。对周边地层调查显示，砾石层之下为基岩。地层自上而下描述为（图 2）：

- 1) 耕土层，含较多植物根系、现代砖瓦等，厚约 0.3m-0.5m。
- 2) 近现代扰土层，中间夹杂一层砂砾石带，推测为原台地面，之上的堆积为后期的垫土。含较多植物根系、现代砖瓦等，厚约 1.5m。
- 3) 黄色粉砂，土质纯净，无层理，垂直节理发育。含少量蜗牛化石、石制品等，厚约 1.4m。
- 4) 灰黄色黏土质粉砂，无层理，垂直节理发育，中间夹灰色古土壤层。含大量石制品、动物化石及少量蜗牛化石等，厚约 1.25m。
- 5) 棕红色黏土质细砂，夹黄色粉砂土块。含少量石制品及动物化石等，厚约 0.55m。
- 6) 暗红色黏土质细砂，无文化遗物，厚约 0.45m。
- 7) 黄色细砂层，无文化遗物，厚约 0.25m。
- 8) 红色粗砂层，无文化遗物，厚约 0.25m。
- 9) 砾石层，砾石成分以花岗岩、闪长岩为主，无文化遗物，厚约 1m。  
 ~~~~~ 不整合面 ~~~~~
- 10) 基岩，花岗闪长岩，未见底。

遗址共出土文化遗物 6000 余件，经详细研究的标本计 6015 件 [6,7]。其中石制品 5442 件，动物化石 573 件。石制品以中、小型为主，类型包括搬入石材（7.1%）、石核（2.6%）、石片（24.6%）、断块（12.6%）、碎块/片（49.4%）、石器（3.2%）和无法分类者（0.4%）；石器以边刮器、尖状器为主要器类，石锥、砍砸器为重要器类，凹缺器、端刮器、锯齿刃器等很少。石器原料选自河滩砾石，以脉石英、花岗岩为主；剥片主要采用硬锤直接打击法，砸击法极少使用；石器毛坯以片状为主，修理采用硬锤锤击修理法，绝大多数为单面加工。

哺乳动物化石多为破碎的骨片，较为完整的牙齿化石仅 7 件。依据牙齿所做的种属鉴定显示，动物种类单一，主要为牛属（*Bos sp.*）、马属（*Equus sp.*）的成员。

遗物纵向上的分布因密集程度不同形成不同的分布带，据此将含文化遗物的堆积划分为 4 层（5、4C、4B、4A），代表 4 个阶段的人类生存活动时期 [6,7]（图 2）。

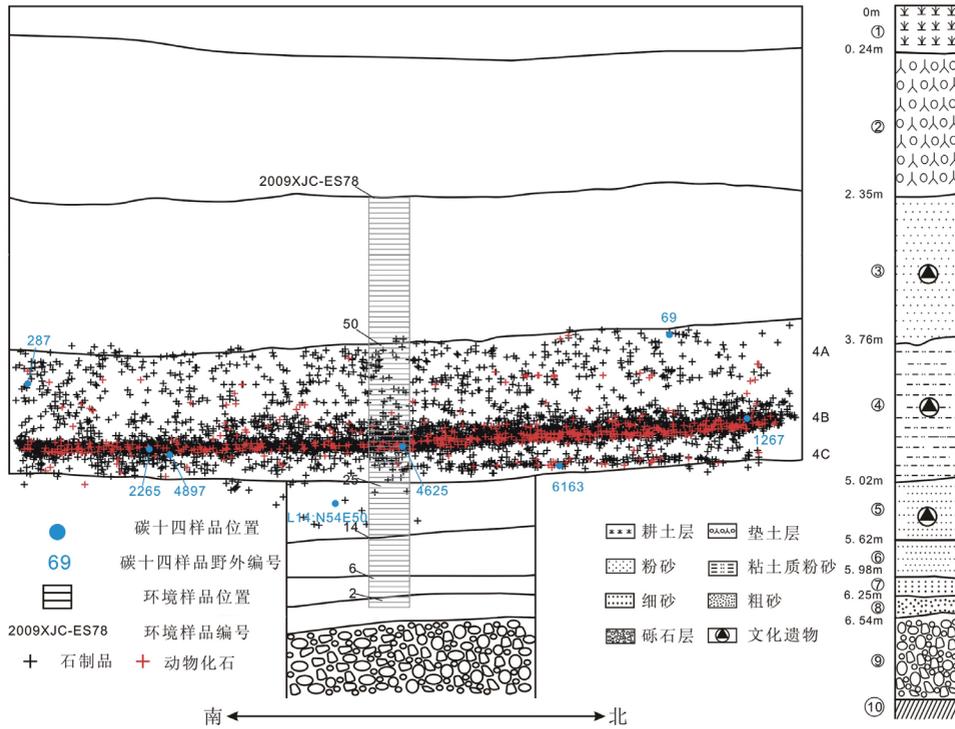


图 2 徐家城遗址地层、遗物分布及 AMS<sup>14</sup>C 年代样品位置  
 Fig.2 Stratigraphy and distribution of artifacts and AMS<sup>14</sup>C samples in profile

## 2 方法与材料

本文选取动物化石采用 AMS<sup>14</sup>C 测年技术测定遗址的年龄，同时利用磁化率指标所记录的气候事件对比相关遗址剖面的测年数据，从而加强年龄数据的可信性。

放射性测年原理由 Libby 等于 1949 年首先发表<sup>[8]</sup>。1977 年加速器质谱仪 (AMS) 的应用，给 <sup>14</sup>C 定年技术带来了重大进步<sup>[9]</sup>。AMS<sup>14</sup>C 测年的灵敏度高，已成为距今 5 万年以来史前考古遗址常用的测年方法。徐家城遗址所在的陇西盆地的马兰黄土有着较好的年代学基础，可分辨出次一级的黄土 - 古土壤序列<sup>[10,11]</sup>。据此我们选取遗址附近相同地貌位置的旧石器遗址剖面进行比较，将徐家城纳入黄土 - 古土壤序列，借助相应的环境指标重建其气候变化过程，进而通过气候变化曲线所反映的气候事件对比，使各遗址的年代相互印证。黄土磁化率的变化具有全球性的环境变化意义<sup>[12]</sup>，且能够很好的记录末次冰期内的季风气候事件<sup>[13]</sup>。石笋的精确测年则提供了末次冰期季风强弱变化的可靠年龄框架，获得新的末次冰期中间冰段和 Heinrich 事件的可靠标尺<sup>[14,15]</sup>。本文对磁化率指标所记录的气候事件进行对比，同时参考葫芦洞的石笋记录，探讨徐家城遗址的年代及相关问题。

本研究共选取 10 件 AMS<sup>14</sup>C 测年样品，其中动物化石 8 件 (图 2)，炭粒 2 件。遗址第 4B 层是主要的文化层位，共选取样品 5 件；第 4C 层 2 件；第 4A 层 2 件；第 5 层 1 件。全部 AMS<sup>14</sup>C 测定样品由北京大学第四纪年代测定实验室加速器质谱实验室测定。本

文采用 IntCal09 校正曲线对年龄数据进行校正<sup>[16]</sup>, 所用程序为 OxCal4.1。

磁化率样品采自遗址发掘区西壁。自第 8 层红色粗砂层开始, 每隔 5cm 采集一个样品, 一直到第 3 层顶界, 共采集 78 个样品(图 2)。第 3 层以上为扰动层和现代耕土层, 故未采集磁化率样品。磁化率使用 Bartington MS2 磁化率仪测量, 质量磁化率按照 Dearing<sup>[17]</sup> 描述的方法测量和计算。

### 3 综合年代研究

#### 3.1 AMS<sup>14</sup>C 测年结果

本研究对不同文化层出土动物化石及炭屑的测年共获得 10 个 AMS<sup>14</sup>C 数据(表 1)。其中第 5 层有年代数据 1 个, 为 41,675±255 BP; 第 4C 层 2 个, 分别为 33,390±240 BP、> 43,000 BP; 第 4B 层 5 个, 范围为 36,390±170-43,210±300 BP; 第 4A 层 2 个, 分别为 19,210±80 BP、23,300±105 BP。

#### 3.2 AMS<sup>14</sup>C 年代数据分析

在正常情况下, 地层由下向上的形成是由老到新发育的, 但若地层形成后发生构造作用、滑坡、冻融或生物改造等, 则可能引起扰动, 从而导致年代混乱<sup>[18]</sup>。徐家城遗址的堆积物主要分为两部分, 下部属河流相的阶地堆积(第 9-5 自然层); 上部属柱状节理发育的 马兰黄土堆积(第 4-3 自然层)。从沉积学上讲, 地层年代是遵循下老上新的原则排列的。然而对考古遗址进行年代测定时, 常出现下部比上部新或同一层位不同年龄数值的现象。一方面这是不同测年方法或技术的原因; 另一方面与考古遗址文化堆积形成的复杂性及所选取样本的性质有关。考古遗址所选取的测年样品主要有两类, 其一是自然沉积物, 如黏土、钙板等; 其二是文化遗物, 如陶片、动物化石、木炭等。自然沉积物较少参与遗址的文化过程, 且根据地质学野外观察和实验室分析比较容易排除人为扰动; 而文化遗物本身为人类活动的产物, 参与了复杂的遗址形成过程。

本文选取的 AMS<sup>14</sup>C 测年样品为古人类生活遗留的动物化石, 在假设测年数据可信

表 1 徐家城遗址碳十四年代数据表  
Tab.1 AMS<sup>14</sup>C data for the Xujiacheng site

| 实验室编号    | 样品类别 | 样品野外编号     | 层位 | 深度(m) | AMS <sup>14</sup> C 年龄(BP) | 校正后年龄 (95.4%) (cal BP) |
|----------|------|------------|----|-------|----------------------------|------------------------|
| BA091421 | 骨    | L1:0069    | 4A | 3.791 | 19,210±80                  | 22,925±426             |
| BA091423 | 骨    | L4:0287    | 4A | 4.235 | 23,300±105                 | 28,160±342             |
| BA091424 | 骨    | L7:1267    | 4B | 4.592 | 38,455±235                 | 42,822±451             |
| BA091425 | 骨    | L9:2265    | 4B | 4.821 | 36,390±170                 | 41,488±378             |
| BA091427 | 骨    | L10:4625   | 4B | 4.788 | 36,510±220                 | 41,563±416             |
| BA091428 | 骨    | L10:4897   | 4B | 4.843 | 43,210±300                 | 46,222±714             |
| BA091431 | 炭    | L7:N52E52  | 4B | 4.618 | >43,000                    | *                      |
| BA091432 | 炭    | L12:N54E52 | 4C | 4.966 | 33,390±240                 | 38,063±767             |
| BA091429 | 骨    | L12:6163   | 4C | 4.974 | >43,000                    | *                      |
| BA091430 | 骨    | L14:N54E50 | 5  | 5.116 | 41,675±255                 | 45,167±524             |

注: 所用碳十四半衰期为 5568 年, BP 为距 1950 年的年代, 校正程序为 OxCal4.1, 校正曲线选用 IntCal09, \* 为无法校正者。

的前提下，辨别其参与的文化过程是年龄数据解释的关键。遗址的形成过程分析显示，遗址主要经历 4 个阶段的文化堆积过程。第 5 层为混杂堆积，显示了二次堆积的性质；4C 层文化堆积较薄（5-10cm）， 遗物较少，为古人类短期生活的遗存；4B 层堆积较厚且连续（20-30cm）， 遗物丰富，暗示古人类较为密集连续生活；4A 层虽遗物分布稀疏，但包含大小尺寸石制品的混杂，且地层堆积无明显自然扰动现象，代表此时遗址位于人类活动的边缘区域或者反映了人们活动的强度较弱（图 2）。

拼合分析显示（图 3）<sup>[7]</sup>，部分 4B 层与 4C 层的石制品可以拼合，显示了 4B 层形成时，扰动了部分 4C 层的堆积；而 4A 层下部也存在可与 4B 层上部相拼合的标本，表明 4A 层形成扰动了 4B 层上部的文化堆积，但这种扰动仅波及到 4B 层上部和 4A 层的下部，4A 层大部分可能并未经历强烈的扰动过程。4A 层文化堆积最厚，可达 70-80cm，代表了较长时段的人类活动历史。

遗址形成中及形成后的扰动既包括由下到上的，如下层堆积形成后，其上的翻扰会导致下层遗物上移；也包括因踩踏等因素而形成的由上到下的位移。实验研究表明，石制品可在自身重力和人类的踩踏作用下向下运移<sup>[19]</sup>，动物化石同样存在这种可能。

本次 AMS<sup>14</sup>C 测年共获得 10 个年龄数据。其中炭屑测年所得数据 2 个。遗址中仅发现 2 件炭屑，且发现于遗址边缘，此处有较多裂隙，难以确定原生与否，同时所得年代与其它年代数据不协调，故暂略去不用；骨化石测年所得数据 8 个，其中 4B 层 4 个，3 个数据集中于距今 41ka BP-42ka BP 之间（cal, BP, 下同），相互比较吻合。考古遗址的地层堆积是人类在一段时间内生活过程的产物，所以将文化层的时代看作一个时间段是合理的。第 4B 层样品 L10：4897 的年代为 46,222±714 BP，明显老于本层其它数据，且出土位置更接近 4C 层（图 2），暂认为代表 4C 层的年代。第 4C 层有 1 个测年数据（> 43,000 BP），与 46,222±714 BP 的年龄数据相协调，故而可认为 4C 层距今 46ka BP 左右。第 5 层为二次沉积的混杂堆积，发掘过程中，我们发现多数石制品出自红色粉砂堆积中的黄色土块中，显示了包裹在黄色土块中的石制品在被搬运到此之前历经了埋藏过程。这意味着该层石制品形成的年代应远大于 4C 层形成的时代。该层有年代数据 1 个，为 45,167±524 BP。我们可以将其看作是 4C 层遗物下移到 5 层的结果，代表 4C 层的年代，与 4C 层 46ka BP 左右的年龄相近。4A 层共有年代数据 2 个，分别为 22,925±426 BP、28,160±342 BP。该层相对较厚，可能代表较为长时间的堆积，目前测年样品集中于该层上部，故暂时可认为 4A 层上部年代为 22.9ka BP-28.1ka BP。

综合遗址形成过程分析和 AMS<sup>14</sup>C 测年结果（表 1）大体推测徐家城遗址各文化层的年代：5 层年代大于 46.2ka BP；4C 层为 45.1ka BP-46.2ka BP；4B 层为 41.4ka BP-42.8ka BP；4A 层上部为 22.9ka BP-28.1ka BP。

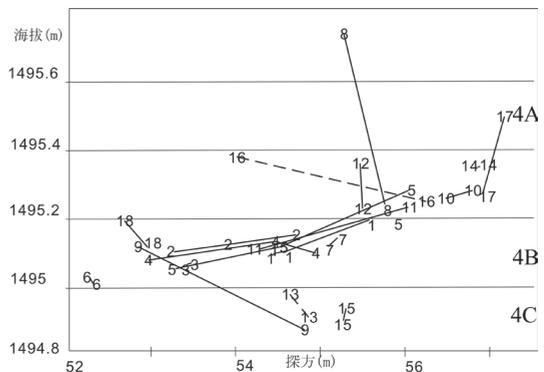


图 3 遗址主要文化层拼合组内标本的剖面分布

Fig.3 Distribution of refitting pieces in profile

（数字代表拼合组的编号，相同数字代表同一拼合组内的个体标本）

### 3.3 剖面对比

考古遗址的年龄需结合多种方法相互验证，单一测年方法给出的数据并不一定代表遗址的准确年代。每种测年方法都因所用的材料、被测事件的性质和给出年龄的方式而有一定的局限性<sup>[20]</sup>。本文采用的 AMS<sup>14</sup>C 测年在距今 3-4 万年的范围内的校正方面存在一些不确定性<sup>[21,22]</sup>。有鉴于此，作者选取该地区研究较为深入、并且与徐家城遗址地貌位置相同的晚更新世遗址——大地湾旧石器遗址<sup>[23]</sup>（主要埋藏于清水河二级阶地上覆的马兰黄土中）、庄浪 5 号地点<sup>[24]</sup>（主要埋藏于水洛河二级阶地上覆的马兰黄土中）作为比较对象，以夯实徐家城遗址的年代基础。

图 4 显示，徐家城与大地湾 06 探方剖面在深约 4.55m 处皆有一磁化率低谷，徐家城该磁化率低谷下约 10-20cm 处的 AMS<sup>14</sup>C 测年在 41.4ka-42.8ka 之间，大地湾磁化率低谷处的绝对年代在 38.5ka-40ka 之间。对比葫芦洞的石笋记录，此低谷记录了末次冰期间冰段中的 H4 弱季风事件，相应的石笋时标年龄为 39ka，三者相近年代所反映的气候事件比较吻合。庄浪 5 号地点深约 7.7m 的位置上有一磁化率高峰（图 4），但底部为河流相堆积，该高峰下磁化率数值可能因此而有所降低，河流相的堆积期与葫芦洞 D-O 旋回中的 A4 强季风事件相对应<sup>[25]</sup>，<sup>14</sup>C 年龄为 29.5ka。徐家城遗址在深约 4m 的位置有一磁化率高峰，该段有两个测年数据，分别为 22.9ka、28.1ka，28.1ka 的年龄数据与庄浪 5 号地点 A4 事件对应的年代相近，并与葫芦洞对应的 A4 时标年龄（29ka）相近，可能反映了徐家城遗址此处的磁化率高峰是 A4 事件的反映。考虑到徐家城遗址此段相对较厚的堆积暗示历经了较长的沉积时间，故而该段两个相差较大的年龄可作为一个时间段看待。

徐家城第 4B 层与 4A 层 AMS<sup>14</sup>C 年龄数据所对应的气候事件，与同一地貌位置的大地湾遗址、庄浪 5 号地点相同年龄对应的气候事件比较一致，并且与葫芦洞石笋记录中相近年代所反映的气候事件也较为一致。这一方面说明了陇西盆地马兰黄土很好的记录了晚更新世气候变化过程；另一方面反映徐家城遗址的 AMS<sup>14</sup>C 绝对年龄数据较为可信。

## 4 讨论与结语

本项研究显示，由于考古测年样品的特殊性，我们在分析年代数据时应关注所选取测年样品的性质以及考古遗址的形成过程，综合考虑上述因素后对年龄数据进行解释。在考古遗址中选取测年样品进行年龄测定会因地层扰动、样品本身属性等因素具有一定的不确定性。野外工作中容易识别地层堆积的扰动现象，然而测年样品本身所经历的自然与文化过程往往少为研究者所重视。考古遗址中遗物共生并不意味着同时，它们经历了复杂的遗址形成和形成后的改造过程。当不同层位的文化堆积较为连续，中间未有较长时间的人类活动间断时，很难绝对的根据堆积性质分辨不同的文化层位，并且在不同人类活动层交界的位置会存在一些上下混杂的遗物。在未探明测年样品历经的形成过程的前提下，依照样品年代推断所在文化层的年代需要谨慎。

本文对徐家城遗址的形成过程进行剖析，将考古遗址形成的不同阶段进行区分，辨析不同文化层位所经历的人为及自然过程，揭示不同层位之间的互动关系。在此基础上，

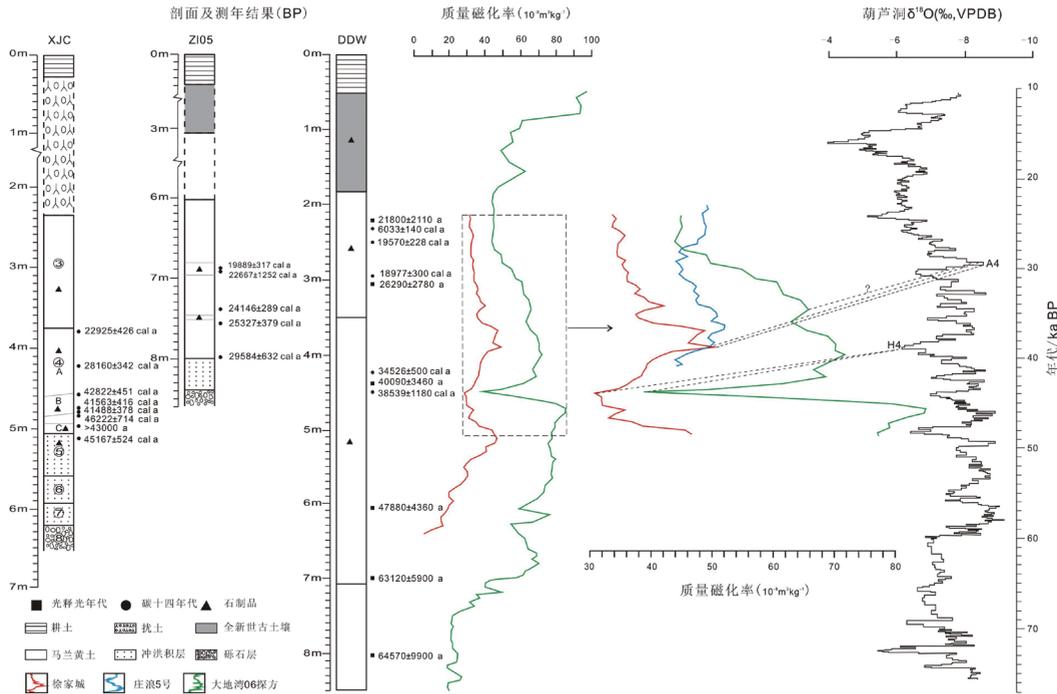


图 4 徐家城遗址、庄浪 5 号地点、大地湾 06 探方气候事件与年代对比

Fig.4 Comparison of climatic events and dates for the Xujiacheng site, ZL05 site and Unit 06 at the Dadiwan site

作者对年代数据进行解释；同时遗址附近大地湾遗址 06 探方、庄浪 5 号地点剖面磁化率记录的气候事件对比显示相近年龄所反映的气候事件较为一致，这表明徐家城遗址的 AMS<sup>14</sup>C 年龄数据较为可信。综合年代研究表明，徐家城遗址 5 层年龄大于 46,222±714 BP；4C 层年代为 45,167±524 BP-46,222±714 BP；4B 层年代为 41,488±378 BP-42,822±451 BP；4A 层上部年代为 22,925±426 BP-28,160±342 BP。

刘东生曾提出“黄土地质考古带”的概念<sup>[25]</sup>，倡导利用黄土 - 古土壤序列建立旧石器考古学的年代序列。近年来，“黄土地质考古带”的研究，尤其是依据黄土 - 古土壤序列确定遗址的年代等方面取得较大进展<sup>[23,26-28]</sup>。陇西盆地的旧石器遗址多埋藏于马兰黄土中，该区马兰黄土有坚实的年代学和高分辨率的气候事件研究基础，通过磁化率等气候代用指标反映的气候事件对比验证测年数据的方法利于得出更可信的旧石器考古学年龄框架，从而为探讨晚更新世以来古人类行为模式及其演化、人类演化的机制与气候变化的关系等重大学术问题提供精确的时间标尺。

考古遗址的年代是考古学研究的基础，人类行为的演化必须在合适的年代框架下进行讨论，如此才能较为细致的观察到人类行为的变化并进而探讨变化的原因。考古学材料本身是人类活动的部分遗留，所包含的信息在漫长的形成过程中有着大量的损失；并且考古发掘也是取样工作，故而研究者所能获得的信息是不完整的。若以此不完整的材料进行大范围跨区域和跨时间的对比研究及行为模式总结，虽可了解粗略的人类行为框架，但无益于了解人类行为的细节；同时没有这些人类行为细节的支持，依据大范围、长时间尺度对比所得的框架也不会十分坚实。中国旧石器研究力量相对比较分散，目前建立起完整并

较为精确年代框架的研究区域相对较少。徐家城遗址所在的陇西盆地已发现大量的晚更新世遗址,特有的黄土堆积不仅保存了较为理想的动物化石材料可供 $^{14}\text{C}$ 测年,并且黄土本身也是较为理想的光释光测年材料,同时黄土-古土壤序列的研究也有助于建立完整、精确的年代学框架。虽然旷野遗址多是单个文化层堆积,或延续时间较短的文化堆积,然而陇西盆地晚更新世不同年代旧石器旷野遗址的存在,可以支撑我们在此特定的区域内拼接起相对较长的年代框架,以“空间”换取“时间”。大量旧石器遗址的发现及潜在的完整且相对高分辨率的年代框架使得该区域提供了讨论晚更新世人类行为演化、人类行为与环境变化的互动关系等重要学术问题的理想场所。该区域有着良好时空框架限定的旧石器考古学研究将给我们提供一个研究旧石器时代人类行为变化的良好案例,从而有助于理解晚更新世中国古人类行为的变化和适应模式。

**致谢:** 本项研究得到“中国科学院古生物化石发掘与修理专项”经费资助。徐家城遗址的发掘工作得到国家文物局、甘肃省考古研究所、庄浪博物馆、徐家城村委会等单位的大力支持;甘肃省文物考古研究所赵雪野研究员、郑友荣、王山等为发掘工作提供了大力帮助;AMS $^{14}\text{C}$ 测年由北京大学第四纪年代测定实验室加速器质谱实验室完成;参加野外调查、发掘的还有中科院古脊椎所关莹和山东省文物考古研究所李罡,在此特致谢意。

## 参考文献

- [1] Bettinger RL, Barton LW, Elston RG. Report on 2002 Archaeological Fieldwork in Gansu and Ningxia Provinces, PRC, 2005 (unpublished)
- [2] Bettinger RL, Barton LW, Brantingham PJ. Report on 2004 Archaeological Fieldwork at the Dadiwan Site, Shao Dian Village, Gansu Province, PRC, 2005 (unpublished)
- [3] 吉笃学, 陈发虎, Bettinger RL, 等. 末次盛冰期环境恶化对中国北方旧石器文化的影响[J]. 人类学学报, 2005, 24(4): 270-282
- [4] Barton LW, Morgan CT, Bettinger RL, et al. The archaeology of archaic and early modern humans in northwest china report on the 2007 Paleolithic Survey Project in eastern Longxi Basin, Gansu, 2008 (unpublished)
- [5] 李锋, 陈福友, 高星, 等. 甘肃省水洛河、清水河流域 2009 年旧石器考古调查[J]. 人类学学报, 2011, 30(2): 137-148
- [6] 李锋, 陈福友, 王辉, 等. 甘肃省徐家城旧石器遗址发掘简报[J]. 人类学学报, 2012, 31(3): 209-227
- [7] 李锋. 陇中盆地徐家城旧石器时代遗址初步研究[D]. 中国科学院研究生院硕士学位论文, 2010, 1-181
- [8] Libby WF, Anderson EC, Arnold JR. Age determination by radiocarbon content: World-wide assay of natural radiocarbon[J]. Science, 1949, 109: 227-228
- [9] Linick TW, Damon PE, Donahue DJ, et al. Accelerator mass spectrometry: The new revolution in radiocarbon dating[J]. Quaternary International, 1989, 1: 1-6
- [10] 陈发虎, 马玉贞, 李吉均. 陇西黄土高原马兰黄土划分与末次冰期气候变化研究[J]. 冰川冻土, 1996, 18: 111-118
- [11] 陈发虎, 张维信. 甘青地区的黄土地层学与第四季冰川问题[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [12] Han JM. Palaeoclimatic impact on the magnetic and stable isotopic characteristics of the Chinese loess[D]. PhD Thesis, Vrije Universiteit Brussel, 1991, 190-191
- [13] Chen FH, Bloemendal J, Wang JM, et al. High-resolution multi-proxy climate records from Chinese loess: Evidence for rapid climatic changes over the last 75 kyr[J]. Paleogeogr Paleocl, 1997, 130(1): 323-335
- [14] Wang YJ, Cheng H, Edwards R L, et al. A high-resolution absolute-dated Late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China[J]. Science, 2001, 294: 2345-2348
- [15] Wang YJ, Cheng H, Edwards RL, et al. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224,000 years[J]. Nature, 2008, 451: 1090-1093
- [16] Reimer PJ, Baillie MGL, Bard E, et al. Intcal09 and marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP[J]. Radiocarbon, 2009, 51(4): 1111-1150
- [17] Dearing J. Magnetic susceptibility[A]. In: Walden J, Oldfield F, Smith J, eds. Environmental Magnetism: A Practical Guide No.6[C]. London: Quaternary Research Association, 1999

- [18] 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 [J]. 科学通报, 2009, 54(19): 2879-2885
- [19] 王社江. 洛南花石浪龙牙洞 1995 年出土石制品的拼合研究 [J]. 人类学学报, 2005, 24(1): 1-17
- [20] Williams MAJ, Dunkerley DL, Kershaw AP, *et al.* 刘东生等编译. 第四纪环境 [M]. 北京: 科学出版社, 1997, 240-258
- [21] Bar-Yosef O. The Upper Paleolithic revolution [J]. *Annual Review of Anthropology*, 2002, 31(1): 363-393
- [22] Beck JW, Richards DA, Edwards RL, *et al.* Extremely large variations of atmospheric  $^{14}\text{C}$  concentration during the last glacial period [J]. *Science*, 2001, 292: 2453-2458
- [23] 张东菊, 陈发虎, Bettinger RL, 等. 甘肃大地湾遗址距今 6 万年来的考古记录与旱作农业起源 [J]. 科学通报, 2010, 55(10): 887-894
- [24] Barton LW, Brantingham PJ, Ji Duxue. Late Pleistocene climate change and Paleolithic cultural evolution in northern China: Implication from the Last Glacial Maximum [A]. In: Madsen DB, Chen FH, Gao X, eds. *Late Quaternary Climate Change and Human Adaptation in Arid China* [M]. Amsterdam: Elsevier, 2007. 105-128
- [25] 刘东生. 黄土石器工业 [A]. 见: 徐钦琦, 谢飞, 王建 主编. 史前考古学新进展 [C]. 北京: 科学出版社, 1999. 52-62
- [26] 夏正楷, 郑公望, 陈福友, 等. 洛阳黄土地层中发现旧石器 [J]. 第四纪研究, 1999, 19(3): 286
- [27] 杜水生, 刘富良, 朱世伟, 等. 河南卢氏发现黄土旧石器 [J]. 第四纪研究, 2008, 28(6): 1000-1006
- [28] 王社江, 鹿化煜, 张红艳, 等. 东秦岭南洛河中游地区发现的旧石器和黄土堆积 [J]. 第四纪研究, 2008(6), 28: 988-999

## A Report on Dating of the Xujiacheng Paleolithic Site in Gansu Province, North China

LI Feng<sup>1</sup>, CHEN Fu-you<sup>1</sup>, GAO Xing<sup>1</sup>, LIU De-cheng<sup>1</sup>, WANG Hui<sup>2</sup>, ZHANG Dong-ju<sup>3</sup>

*(1. Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 2. Gansu Provincial Institute of Archaeology, Lanzhou 730050; 3. Lanzhou University Research School of Arid Environment & Climate Change, Lanzhou University, Lanzhou 730000)*

**Abstract:** The Xujiacheng site, buried in the Malan Loess overlying the second terrace of the Shuiluo River in Zhuanglang County, Gansu Province, is a significant Paleolithic site yielding plenty of archaeological materials. AMS<sup>14</sup>C dating and climatic comparisons with other sites indicate that the entire suite of assemblages date roughly from 46,000 to 25,000 calibrated radiocarbon years BP. Site formation processes such as sediment movement and trampling in relation to the stratigraphic position of cultural materials are important to understand when dating multi-level sites such as Xujiacheng. The AMS<sup>14</sup>C method was used to date this site. The four cultural layers (4A, 4B, 4C and 5) provide the following dates: (22,925±426) - (28,160±342), (41,488±378) - (42,822±451), (45,167±524) - (46,222±714), and older than 46,222±714, respectively. Comparison with climatic events as indicated by magnetic susceptibility at Xujiacheng, Zhuanglang 5, and the Dadiwan site shows that they have similar ages of the same events (such as H4 and A4) that were well dated in Hulu Cave record. With these agreements, there is more confidence in our AMS<sup>14</sup>C dates for the Xujiacheng site.

A complete high-resolution chronology is vital for accurate archaeological dating, and the Longxi Basin where the Xujiacheng site is located in is an ideal area for using different dating methods and the loess-paleosol sequence analysis. Future Paleolithic work in this area with solid control of chronology will make a significant contribution to our understanding of the interaction between human behavior and environmental change in Late Pleistocene in North China.

**Key words:** Xujiacheng; Paleolithic; AMS<sup>14</sup>C; Climate; Chronology