

文章编号: 1671-1505 (2011) 04-0467-06

## 宁夏银川水洞沟遗址 2 号点 晚更新世晚期孢粉记录的古环境\*

刘德成<sup>1</sup> 高 星<sup>1</sup> 王旭龙<sup>2</sup> 张淑芹<sup>3</sup> 裴树文<sup>1</sup> 陈福友<sup>1</sup>

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

3 吉林大学古生物学与地层学研究中心, 吉林长春 130026

**摘 要** 宁夏银川水洞沟遗址 2 号点剖面孢粉分析结果表明: 该地区在晚更新世晚期孢粉组合以草本植物花粉占绝对优势, 有 *Chenopodiaceae*、*Artemisia*、*Zygophyllum*、*Ranunculaceae* 和少量的 *Euonymus*、*Ephedra* 和 *Nitragria* 等, 木本植物花粉次之, 有 *Pinus*、*Picea*、*Abies*、*Betula* 和 *Ulmus* 等, 蕨类植物孢子较少, 有 *Lycopodium*、*Selaginella* 和 *Adiantum* 等。根据孢粉含量的变化, 可划分出 4 个孢粉带: I 带 (72—38 ka BP) 孢粉浓度较高, 反映区域植被属于生长有少量灌木的以 *Chenopodiaceae* 和 *Artemisia* 为主的温带草原环境, 局部地区生长有比较茂盛的水生或湿生植物, 为湿地环境; II 带 (38—29 ka BP) 孢粉浓度较低, 草本植物花粉占有绝对优势, 反映生长有少量阔叶树的以 *Compositae* 为主的温带草原环境, 较多水生及湿生植物的出现说明附近有湿地分布; III 带 (29—20 ka BP) 孢粉浓度极低, 表明该地区总体特征为生长有零星 *Betula*、*Ulmus* 的温带荒漠草原环境, 附近生长有水生或湿生植物, 周边山地上生长有少量 *Picea* 和 *Abies*; IV 带 (20—18 ka BP), 孢粉浓度极低, 反映区域植被面貌属于生长有零星 *Betula*、*Ulmus* 的温带荒漠草原环境, 山地上生长有较多的 *Picea* 和 *Abies*。

**关键词** 水洞沟遗址 2 号点 孢粉 环境变化 晚更新世晚期 旧石器时代晚期

**第一作者简介** 刘德成, 男, 1976 年生, 博士, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士后, 主要从事地貌与第四纪环境研究。通讯地址: 北京市西城区西直门外大街 142 号; 邮编: 100044。E-mail: liudecheng@ivpp.ac.cn。

中图分类号: P534.63<sup>+</sup>1 文献标识码: A

## Palaeoenvironmental changes from sporopollen record during the later Late Pleistocene at Shuidonggou locality 2 in Yinchuan, Ningxia

Liu Decheng<sup>1</sup> Gao Xing<sup>1</sup> Wang Xulong<sup>2</sup> Zhang Shuqin<sup>3</sup> Pei Shuwen<sup>1</sup> Chen Fuyou<sup>1</sup>

1 Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology,  
Laboratory of Human Evolution, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044

2 LLQG, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, Shaanxi

3 Research Center of Paleontology & Stratigraphy, Jilin University, Changchun 130026, Jilin

**Abstract** 27 sporopollen samples were obtained and analyzed from Shuidonggou locality 2 in Yinchuan, Ningxia. The statistic results show that herb pollens took absolutely advantage, including *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Zygophyllum*, *Ranunculaceae* and a small amount of *Euonymus*, *Ephedra*,

\* 国家自然科学基金项目 (批准号: 40902013, 40972124) 和中国科学院知识创新工程方向项目 (批准号: KZCX2-YW-Q1-04) 资助  
收稿日期: 2010-10-09 改回日期: 2011-03-15

*Nitraria* and so on. Woody plant pollens stood in a secondary position, including *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Betula* and *Ulmus* etc. Fern spores were few, contained *Lycopodium*, *Selaginella*, *Adiantum* and so on. According to sporopollen assemblages, it can be divided into four strips. In the first strip (72–38 ka BP), the sporopollen content was high, water grown and hygic vegetable was prosperous, it belonged to temperate grassland zone with some marshes and relatively warm and humid climate. In the second strip (38–29 ka BP), the sporopollen content was low, herb pollen occupied absolutely advantage in this site. In the other hand, some deciduous broad-leaved trees such as *Quercus* and *Ulmus* grew with the coming ferns and *Urtica*. It belonged to temperate grassland zone mainly with Compositae and a small amount of broadleaf. Aquatic and hygic plants grew flourishing in part of the region which was a marsh environment. In the third strip (29–20 ka BP), the sporopollen content was very low. It should be a temperate desert steppe environment with some *Betula*, *Ulmus*. Aquatic and hygic plant grew flourishing in part of the region, marsh condition, a small amount of *Picea* and *Abies* trees grew surrounding hills. In the fourth strip (20–18 ka BP) the sporopollen content was extremely low. It showed a temperate desert steppe environment with some *Betula* and *Ulmus*. A lot of *Picea* and *Abies* trees grew on hills.

**Key words** Shuidonggou locality 2, sporopollen, environment change, later Late Pleistocene, Later Paleolithic

**About the first author** Liu Decheng, born in 1976, is a postdoctoral scholar of Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, and is engaged in geomorphology and Quaternary environment. Address: 142 Xiwaitajie Street, Beijing; Postcode: 100044. E-mail: liudecheng@ivpp.ac.cn.

## 1 概述

水洞沟遗址是中国重要的旧石器时代晚期遗址,蕴含着丰富的古人类活动遗物与古环境信息。孢粉分析是恢复该地区古环境的一个重要手段,早在1988年,周昆叔和胡继兰就在水洞沟遗址进行了孢粉分析,但由于孢粉样品数量较少,缺少地层年代数据的支持,导致晚更新世晚期的古环境特征和变化情况没有得到较好地反映。此后,通过对1号点剖面上部全新世湖相地层的孢粉统计(柯曼红等,1988;李秉成,2006),对该地区全新世古植被发育状况进行了较为详细地分析。水洞沟遗址12号点的孢粉统计数据(刘德成等,2008)主要集中于晚更新世末期,不能很好地反映该地区晚更新世晚期的古植被发育全部过程。由于该地区晚更新世地层孢粉含量低,地层年代数据偏少,因此水洞沟遗址古人类活动时期的古植被面貌目前仍缺乏系统深入研究。作者在2004—2007年间结合考古发掘,在该地区开展了地貌与第四纪地质调查,在地层发育连续的第2地点(SDG2)采集样品进行孢粉分析,结合最新获取的年代数据和地层分析结果,重建了这一时期古人类活动的环境。

## 2 地层特征

水洞沟遗址位于宁夏回族自治区银川市东南28 km处,行政区划属灵武市临河乡,地理坐标为38°17′N,106°30′E(图1),平均海拔约1200 m。该遗址地处银川盆地东部边缘、毛乌素沙地西缘,植被稀疏,雨水较少,年均温8℃,年降水量200 mm,现属于荒漠草原环境。

SDG2属于边沟河二级阶地堆积物,剖面厚度达10.5 m,沉积物主要由灰绿色—灰黄色粉沙组成,底部发育沙砾石层。发育水平层理和微波状层理,属于河湖相沉积(高星等,2008)。根据岩性特征可分为16小层,OSL和AMS<sup>14</sup>C测年数据结果来自于刘德成等(2009)(图2)。

地层特征自上而下描述如下:

1层 褐黄色粉沙,块状,较硬,发育水平层理。含有钙、泥质粉沙团块,直径一般不超过5 cm,局部呈长条状,分布没有规律;含有少量锈斑和炭屑。0~1.00 m

2层 浅黄色粉沙,含有石制品、动物化石和灰炆等,时代属于旧石器时代晚期,为SDG2第1文化层。1.00~1.14 m

3层 浅黄色粉沙,块状,发育水平层理,偶见灰白色钙质粉沙—黏土质粉沙团块,团块直径为5 cm左右。1.14~2.26 m

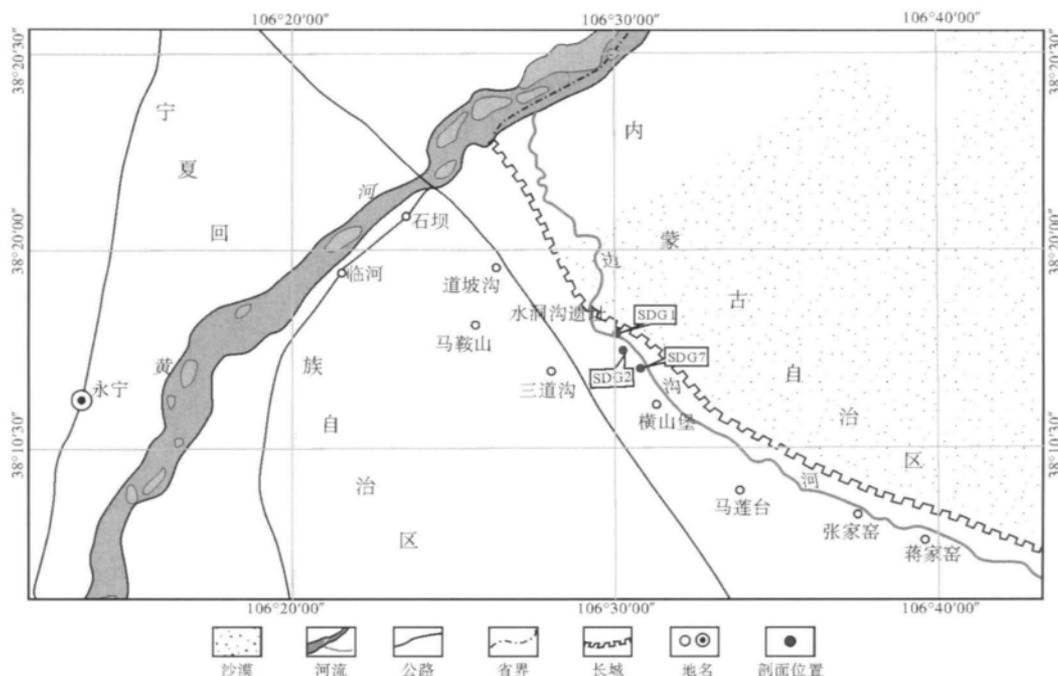


图 1 宁夏银川水洞沟遗址地理位置

Fig. 1 Geographic location of Shuidonggou locality in Yinchuan, Ningxia

4 层 浅黄色粉沙, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 时代属于旧石器时代晚期, 为 SDG2 第 2 文化层。2.26 ~ 2.70 m

5 层 灰黄色粉沙, 致密块状, 发育水平层理, 含有锈斑。2.70 ~ 3.26 m

6 层 浅黄色粉沙, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 时代属于旧石器时代晚期, 为 SDG2 第 3 文化层。3.26 ~ 3.36 m

7 层 浅灰黄色粉沙, 块状, 发育水平层理, 含有锈斑。3.36 ~ 3.80 m

8 层 浅黄色粉沙, 含有石制品、动物化石和灰烬等, 时代属于旧石器时代晚期, 为 SDG2 第 4 文化层。3.80 ~ 3.90 m

9 层 浅灰黄色粉沙, 块状, 发育水平层理, 局部有钙质团块, 锈斑较多。3.90 ~ 4.40 m

10 层 灰黄色粉沙, 块状, 发育水平层理, 含有较多锈斑。4.40 ~ 4.90 m

11 层 浅黄色粉沙, 含有石制品、灰烬和动物化石等, 时代属于旧石器时代晚期, 为 SDG2 第 5 文化层。4.90 ~ 5.20 m

12 层 浅灰黄色粉沙, 块状, 发育水平层理, 局部有钙质团块, 锈斑较多。5.20 ~ 5.80 m

13 层 灰绿色泥质粉沙, 块状, 具水平层理、微波状层理, 含有锈斑和钙结核。5.80 ~ 8.00 m

14 层 灰黑色泥质粉沙, 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。8.00 ~ 8.90 m

15 层 灰黄色粉沙、细沙, 具斜层理, 有锈斑, 向下粒度变粗。顶部发育虫孔, 厚度有变化。8.90 ~ 9.30 m

16 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 1.20 m。9.30 ~ 10.50 m

### 3 孢粉分析

#### 3.1 实验方法和统计结果

从该剖面的第 1 ~ 15 层共采集 27 个样品, 每个样品长 10 cm。取干样 50 g, 加入 6000 粒石松孢子 (用于计算浓度), 进行 HCl → HF → HCl 处理, 再用 Zn + HI + KI 配制的重液浮选集中样品中的孢粉, 然后制片并在显微镜下鉴定。结果表明: 有 5 个样品含孢粉较多, 统计孢粉 300 粒; 有 1 个样品统计孢粉 200 粒; 其余 21 个样品含孢粉较少或极少, 统计孢粉 100 粒; 27 个孢粉样品共统计孢粉 3800 粒, 分属于 55 个科属, 其中木本植物花粉 16 个科属。样品孢粉浓度变化较大, 在剖面下部泥沼层中最高达 72 000 粒/g, 剖面上部最低仅 7 粒/g, 大部分样品孢粉浓度集中在 10 ~ 30 粒/g 之间。

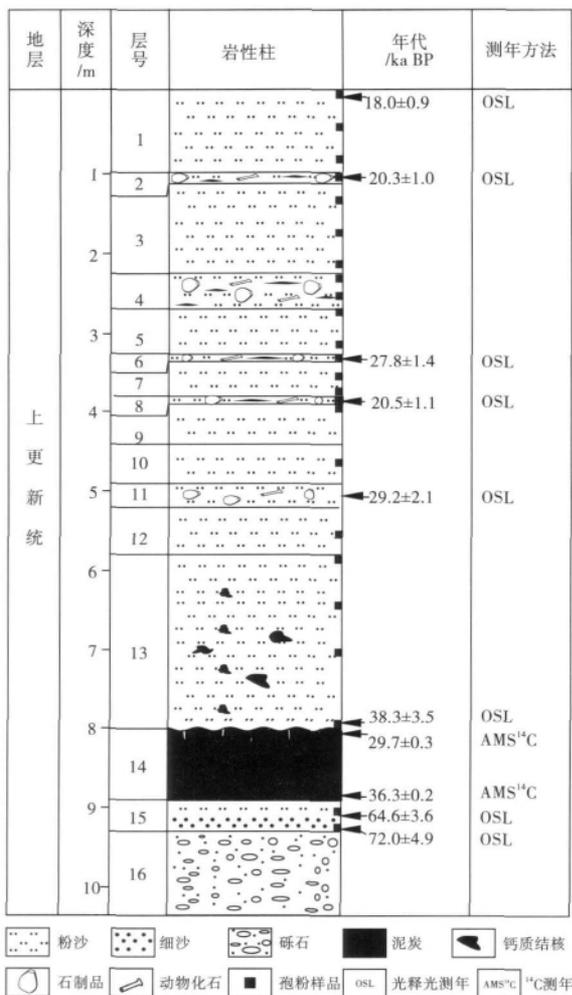


图2 宁夏银川水洞沟遗址2号点样品位置及测年

Fig. 2 Sampling position and dating of Shuidonggou locality 2 in Yinchuan, Ningxia

SDG2 剖面孢粉组合中, 木本植物 *Pinus* (松属)、*Picea* (云杉)、*Abies* (冷杉)、*Betula* (桦属) 和 *Ulmus* (榆属) 等花粉含量自底部向上逐渐增加 (1%~51%), 平均含量为 18.0%。草本植物花粉占有绝对优势 (44%~99%), 平均含量为 75.6%, 以 *Chenopodiaceae* (藜科)、*Compositae* (菊科)、*Ranunculaceae* (毛茛科)、*Artemisia* (蒿属)、*Zygophyllum* (霸王属) 为主, 平均占孢粉总量的 52.2%, 水生植物或湿生植物花粉次之 (10.6%)。少量蕨类植物孢子主要出现在剖面的中部和上部, 平均含量为 6.4%。

### 3.2 孢粉组合与环境分析

根据孢粉组合特征, 并结合地层情况, 可以将剖面由下向上划分为 4 个带 (图 3)。

I 带 (9.3~8.0 m, 72—38 ka BP) 孢粉浓度高, 平均为 16 734 粒/g, 最高达 72 000 粒/g、最低为 46 粒/g, 变化较大。木本植物花粉含量很少 (2.8%), 仅有少量的 *Pinus*、*Picea* 和 *Abies* 等乔木花粉, 还含有少量 *Euonymus* (卫矛属) (0.8%)、*Nitraria* (白刺属) (0.7%) 和 *Ephedra* (麻黄属) (0.1%) 等灌木花粉。草本植物花粉占绝对优势 (97%), 以 *Chenopodiaceae* (31.1%)、*Zygophyllum* (12.7%)、*Ranunculaceae* (11.7%)、*Cyperaceae* (莎草科) (11.3%)、*Artemisia* (11.0%) 和 *Saxifragaceae* (虎耳草科) (7.4%) 为主, 水生植物和湿生植物花粉占有很大的比例。该段孢粉组合反映的区域植被面貌是生长有少量灌木的以 *Chenopodiaceae* 和 *Artemisia* 为主的温带草原环境, 局部地区为湿地环境, 生长有比较茂盛的水生或湿生植物。

II 带 (8.0~5.2 m, 38—29 ka BP) 孢粉浓度较低, 平均为 7223 粒/g, 最高达 36 000 粒/g、最低为 10 粒/g, 变化较大。木本植物花粉含量较少 (4.7%), 含有少量 *Betula* (1.2%) 和 *Ulmus* (0.9%) 等落叶阔叶类乔木花粉。草本植物花粉占绝对优势 (93%), 以 *Compositae* (37.7%) 为主, *Chenopodiaceae* (13.6%)、*Cyperaceae* (10.8%) 和 *Artemisia* (9.4%) 次之, 少量 *Zygophyllum* (6.3%)、*Gramineae* (禾本科) (2.9%) 和 *Saxifragaceae* (1.6%)。蕨类植物孢子少量 (2.2%)。反映区域植被面貌是生长有少量阔叶树的以 *Compositae* 为主的温带草原环境, 局部地区为湿地环境, 生长有比较茂盛的水生或湿生植物。

III 带 (5.2~1.0 m, 29—20 ka BP) 该带孢粉浓度极低, 平均为 20 粒/g, 最高达 40 粒/g、最低为 7 粒/g。草本植物花粉所占比重略有下降 (64.4%), 木本植物花粉含量上升至 25.1%, 蕨类植物孢子所占比例进一步上升 (10.4%)。木本植物花粉以 *Pinus* (7.0%)、*Picea + Abies* (5.1%)、*Ulmus* (4.4%) 和 *Betula* (4.2%) 为主。草本植物花粉组合以 *Compositae* (13.6%)、*Chenopodiaceae* (9.7%)、*Artemisia* (6.5%) 和 *Zygophyllum* (5.4%) 为主, 含有少量的 *Gramineae* (4.2%) 和 *Ranunculaceae* (5.6%)。水生或湿生植物花粉组合基本未变, 但 *Typha* (香蒲属)、*Lemna* (浮萍属)、*Triglochin* (水麦冬属) 和 *Acorus* (菖蒲属) 所占比重增加 (合计 7.6%)。该时段的显著特征是木本植

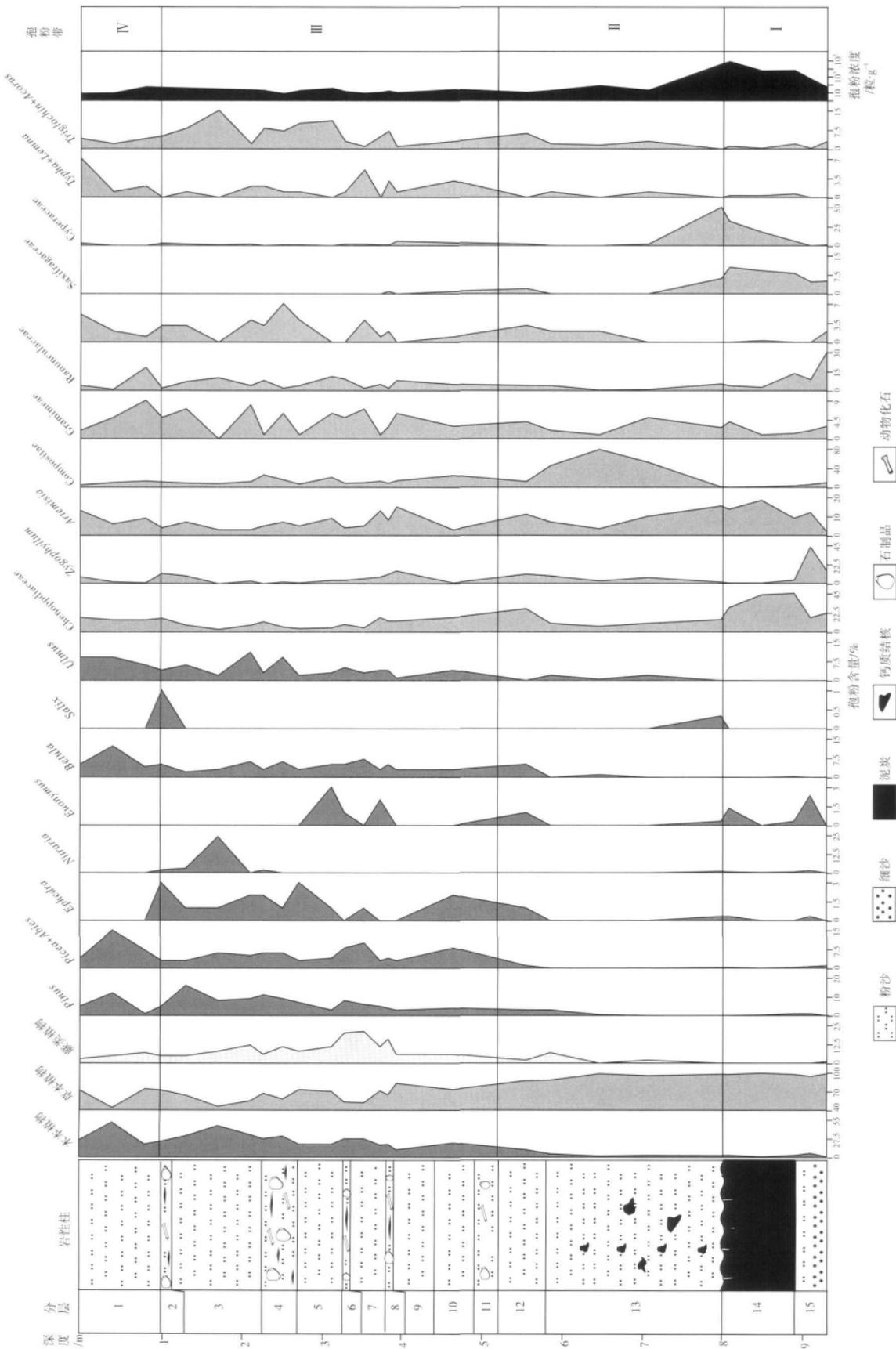


图 3 宁夏银川水洞沟遗址 2 号点孢粉百分含量  
Fig. 3 Sporopollen percentage content of Shuidonggou locality 2 in Yinchuan, Ningxia

物花粉开始增多 (11%~46%), 出现比较耐寒的 *Picea*、*Abies* 等针叶类花粉, 同时常见于温带地区的 *Ulmus* 和 *Betula* 花粉也占有一定的比例。该地区总体特征为生长有 *Betula* 和 *Ulmus* 的温带荒漠草原环境, 局部地区生长有比较茂盛的水生或湿生植物, 为湿地环境, 周边山地上生长有少量 *Picea* 和 *Abies*。

IV带 (1.0~0 m, 20—18 ka BP) 孢粉浓度极低, 平均浓度为 21 粒/g, 最高为 48 粒/g、最低为 7 粒/g。木本植物花粉平均含量增至 31.7%, *Pinus*、*Picea* 和 *Abies* 含量较高 (8%~27%), 含有一定量的 *Ulmus* (6%) 和 *Betula* (4%) 等阔叶类乔木花粉。草本植物花粉平均含量为 63.3%, 以 *Chenopodiaceae* (15.0%)、*Artemisia* (9.3%) 和 *Compositae* (9.3%) 为主, 含有少量的水生和湿生植物花粉。反映区域植被面貌属于生长有零星 *Betula* 和 *Ulmus* 的温带荒漠草原环境, 山地上生长有较多的 *Picea* 和 *Abies*。

#### 4 讨论与结论

水洞沟遗址古植被变化没有得到更为详细的划分, 这与孢粉样品数量较少、孢粉浓度低有关系, 同时也受制于地层的年代测定数据。但孢粉分析结果仍较好地复原了该地区长时间尺度上的植被变化, 为重建该地区的古生态提供了有价值的背景资料。根据上述孢粉组合特征可以看出, 该剖面可以明显的分为两部分, 其中下部 (I 和 II 孢粉带, 72—29 ka BP) 孢粉浓度较高, 草本植物花粉含量丰富, 且以 *Artemisia*、*Chenopodiaceae* 和 *Compositae* 为主, 木本植物和蕨类植物孢粉含量都较少, 属于湿地比较发育的温带草原环境, 气候相对比较温暖湿润。而上部 (III 和 IV 孢粉带, 29—18 ka BP) 孢粉浓度降低, 草本植物花粉含量减少, 出现较多的中性草本植物花粉, 且水生和湿生植物花粉含量减少, 木本植物和蕨类植物孢粉含量增多, 出现较多的 *Ulmus* 和 *Betula*, 山地上出现较多的 *Picea* 和 *Abies*, 属于湿地逐渐退化的温带荒漠草原环境, 气候相对比较温凉干燥。

末次冰期中国北方总体表现为比较干冷的环境, 然而在末次冰期的间冰阶即相当于深海氧同位素 3 阶段 (MIS 3), 中国北方及青藏高原地区表现为降水量增加、湖泊扩张 (施雅风和于革, 2003; 景民昌等, 2004; 马保起等, 2004)、“吉兰

泰—河套”古大湖发育 (陈发虎等, 2008)。宁夏银川水洞沟古湖持续的时间对应于 MIS 3 阶段, 它的发育与该地区相对暖湿的气候条件密不可分。29—18 ka BP 间, 该地区地层中 *Picea* 和 *Abies* 花粉含量明显增加, 孢粉浓度极低, 反映植被覆盖度低, 气温转冷干, 与童国榜等 (1995) 和范淑贤等 (2002) 对银川盆地古环境的分析结论相似。因此, 晚更新世晚期水洞沟地区的植被生长对全球气候变化有显著的响应。

致谢 2004—2007 年间曾参加水洞沟发掘的王惠民、张晓凌、张乐、张双权、马晓凌、关莹、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, 3 位评审人提出了有益的建议, 在此表示真诚的感谢!

#### 参 考 文 献

- 陈发虎, 范育新, Madsen D B, 等. 2008. 河套地区新生代湖泊演化与“吉兰泰—河套”古大湖形成机制的初步研究[J]. 第四纪研究, 28(5): 866—873.
- 范淑贤, 郑宏瑞, 刘平贵, 等. 2002. 银川盆地晚第四纪孢粉记录的快速气候波动事件[J]. 中国地质, 29(4): 431—434.
- 高星, 袁宝印, 裴树文, 等. 2008. 水洞沟遗址沉积—地貌演化与古人类生存环境[J]. 科学通报, 53(10): 1200—1206.
- 景民昌, 杨革联, 孙乃达. 2004. 末次间冰期—末次冰期柴达木盆地东部气候演化形式[J]. 地球科学与环境学报, 26(3): 83—87.
- 柯曼红, 孙建中, 章培生, 等. 1988. 孢粉浓度统计法在西北土类堆积物的应用[J]. 地球科学与环境学报, 10(4): 88—95.
- 李秉成. 2006. 一万年来灵武水洞沟遗址古气候的新认识[J]. 干旱区资源与环境, 20(4): 25—29.
- 刘德成, 陈福友, 张晓凌, 等. 2008. 水洞沟 12 号地点的古环境研究[J]. 人类学学报, 27(4): 295—303.
- 刘德成, 王旭龙, 高星, 等. 2009. 水洞沟遗址地层划分与年代测定新进展[J]. 科学通报, 54: 2879—2885.
- 马保起, 李德文, 郭文生. 2004. 晚更新世晚期呼包盆地环境演化与地貌响应[J]. 第四纪研究, 24(6): 630—637.
- 施雅风, 于革. 2003. 40—30 ka BP 中国暖湿气候和海侵的特征与成因探讨[J]. 第四纪研究, 23(1): 1—11.
- 童国榜, 石英, 范淑贤, 等. 1995. 银川盆地晚第四纪环境特征[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 20(4): 421—426.
- 周昆叔, 胡继兰. 1988. 水洞沟遗址的环境与地层[J]. 人类学学报, 7(3): 263—269.

(责任编辑 张西娟)