

黄河源区 1000 年以来的环境演化

马寅生¹, 施 炜^{1,2}, 吴满路¹, 赵志中¹, 张春山¹

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要:黄河源区地处青藏高原东北部, 其环境变化一方面是青藏高原东北部环境变化的反映, 另一方面对研究黄河的发育和演变有着重要意义。本文详细研究了黄河源区鄂陵湖岸边剖面的第四系沉积特征、孢粉组合特征、磁化率和碳酸盐含量变化, 结合 OSL 测年, 将黄河源区 1000 年以来的环境演化分为三大阶段, 即 1000 年以前和 360 年以来气候相对比较干旱, 1000~360 年期间气候相对比较湿润, 显示出一个较大的干冷—温湿—干冷气候变化旋回。在后两大阶段中又可以进一步划分出 4 个相对温湿的气候段和 3 个相对干冷的气候段。

关键词: 青藏高原; 黄河源区; 环境变化; 孢粉组合; OSL 测年

中图分类号: X141 文献标识码: A 文章编号: 1671-2552(2004)09-10-1012-06

黄河源区是指青海省玛多县境内玛多黄河大桥以上河段的黄河流域。黄河源区地处青藏高原东北部, 其环境变化一方面记录了青藏高原东北部的环境变化, 另一方面对黄河的发育和演变, 甚至对黄河流域的环境变化都有着重要影响, 特别是近年来, 黄河源头地区水资源衰减, 引起黄河源区流域频繁断流, 对黄河流域的自然环境、人民生活 and 国民经济建设都造成重大影响。因此, 研究黄河源地区的环境变化不仅具有重要的理论意义, 而且具有重要的实际意义。

1 剖面沉积特征及年代测定

剖面位于黄河源头鄂陵湖西侧小湖与大湖之间的垅岗东侧(图 1、图版 I), 地理坐标为东经 97°38.820', 北纬 35°00.295', 海拔高度 4279 m。剖面为一垂直陡坎, 高 1.4 m, 自下而上分为 4 层(图 2)。

1. 砂砾层, 砾石扁圆形, 大小 3~5 cm, 分选很好, 砾石间为细砂, 未见底, 厚度不详
2. 含扁砾石的粘土, 砾石的扁平面水平排列 20 cm
3. 土黄色粘土, 含有菌丝和植物须根 82 cm
4. 砂砾层, 砾石为扁圆形, 大小 2~4 cm, 分选好、磨圆好, 与粉砂混杂为一体, 顶部有少量植物生长 28 cm

从剖面的沉积情况来看, 整个剖面均为湖相沉

积, 可分为上、中、下 3 个阶段, 早期阶段包括第 1 层砂砾层和第 2 层含砾粘土层, 沉积物为粗碎屑物; 中间阶段第 3 层为粘土沉积; 晚期阶段即顶部第 4 层砂砾层, 也是粗碎屑沉积, 与早期阶段在沉积环境上比较类似。反映该剖面在沉积环境上可分为 3 个阶段。

剖面沉积物的年代测定, 采用了光释光(OSL 法)测年方法。在剖面第 3 层的顶部和底部各取了 1 个光释光测年样品(图 2), 2 个样品均在开挖 20~30 cm 后的新鲜面上采集。光释光测年是由中国地震局新构造年代学开放实验室光释光测年实验室完成的, 测量仪器为 Daybreak 1100 型 OSL/TL 自动测量系统, U、Th、K 含量是用德国菲尼根玛特公司制造的 ELEMENT 高分辨率等离子质谱仪测定的。测年结果第 3 层土黄色粘土层顶部年龄为 0.36 ± 0.04 ka, 底部年龄为 1.0 ± 0.1 ka(表 1)。

2 碳酸盐含量和磁化率分析

由于降雨量大小和温度高低直接影响地层中碳酸盐的含量, 因此, 碳酸盐含量的变化可以作为区域降水量的一个替代指标。雨量充沛, 温度较高, 碳酸盐的淋滤作用加强, 沉积物中碳酸盐的含量就低。反之, 碳酸盐含量就高^[1-3]。此外, 研究表明, 黄土的磁

收稿日期: 2003-09-05; 修订日期: 2004-03-04

地调项目: 中国地质调查局《黄河上游新构造活动与地壳稳定性调查研究》项目(编码 200012400103)的部分成果。

作者简介: 马寅生(1962-), 男, 研究员, 博士生导师, 从事构造地质、新构造、构造应力场研究。E-mail: mayinsheng@sohu.com

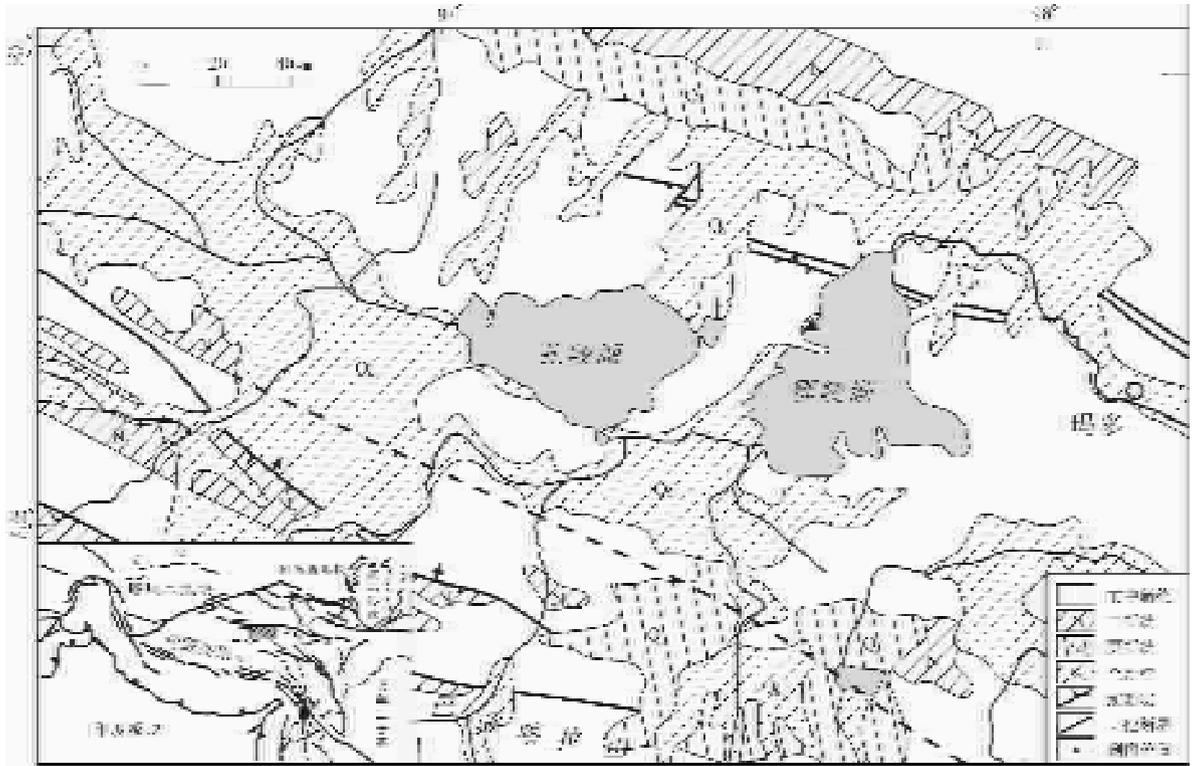


图1 黄河源区地质简图及剖面位置

Fig.1 Geological sketch map of the Yellow River source area and location of the section

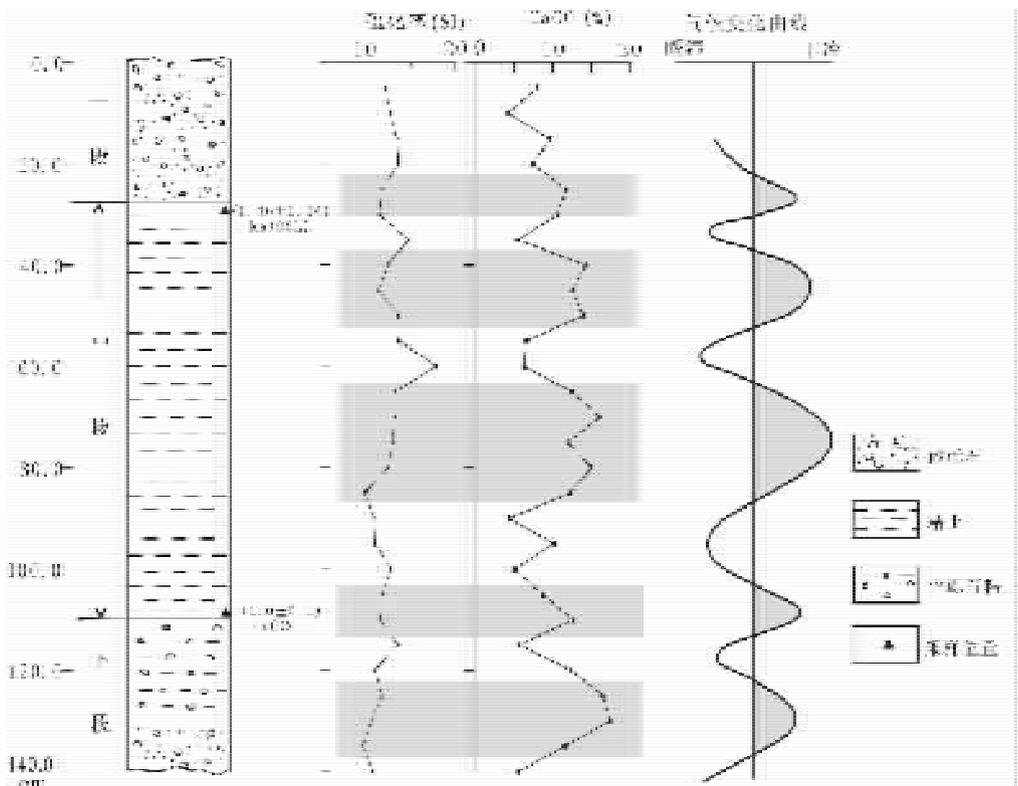


图2 黄河源区鄂陵湖西岸第四纪剖面碳酸盐含量、磁化率和气候变化

Fig.2 Carbonate content , susceptibility and climate changes at the Quaternary sedimentary section on the western bank of the Ngoring Lake in the Yellow River source area

表1 黄河源地区黄土样品光释光(OSL)法测年结果

Table 1 OSL dating of loess samples from the source area of the Yellow River

样品编号	岩性	地点	宇宙射线剂量率(mrad/a)	Th (10 ⁻⁶)	U (10 ⁻⁶)	K (%)	α 系数	环境剂量率(Gy/ka)	古剂量(Gy)	OSL年龄(ka)
HeOSL-1	黄土	青海省玛多县	13.9	7.90	2.31	1.45	0.082±0.014			1.0±0.1
									3.819	1.0±0.1
									3.712	3.9±0.4
									3.712	1.0±0.1
								3.514	1.1±0.1	
HeOSL-2	黄土	青海省玛多县	14.7	8.40	2.70	1.45	0.077±0.004			0.35±0.04
									4.018	0.36±0.04
									3.905	1.4±0.2
									3.905	0.36±0.04
								3.698	0.38±0.04	

化率是与气候密切相关的一个替代性指标,磁化率的增大与相对暖湿气候有关^[4-5]。在黄河源区鄂陵湖剖面上,按5cm的间隔均匀采集了28个碳酸盐和磁化率的新鲜分析样品,在地质力学研究所第四纪地质与环境实验室进行分析,测试分析结果见图2。剖面的碳酸盐含量和磁化率具有周期性的变化规律,显示1000年以来,黄河源地区发育4个相对暖湿的气候段,3个干冷气候段,形成3个暖湿—干冷—暖湿的气候变化旋回。

3 剖面孢粉分析

沉积物中的孢粉组合是地质历史时期古植被类型的物质记录,通过分析沉积物中的孢粉组合及其变化可以推断沉积物形成时的古植被类型及古气候^[6-9],进而研究地质历史时期的气候变化。

本次研究的孢粉样品按10 cm的间隔采自黄河源区鄂陵湖同一剖面,孢粉分析是由国家地震局地质研究所孢粉分析室完成的,样品采用第四纪的孢粉分析方法进行化学分析和处理,剖面上分析出比较丰富的孢粉化石。经分析、显微镜下检查和鉴定,整个剖面上共获得各类孢粉1917粒,可归入45个植物自然分类科属之内。

孢粉中花粉含量占绝大多数(图3),占总数的95.8%,孢子含量很少,仅占总数4.2%。花粉中以蒿属花粉最多,占总数的28.6%,其次为松27.8%、藜10.1%、桦7.6%、冷杉4.3%、麻黄4.0%、禾本科3.0%。

剖面的孢粉组合中灌木及草本植物花粉约占总数的52.3%,乔木植物花粉约占总数的43.5%,蕨类

植物孢子含量很少,仅占总数的4.2%,而且其中又以卷柏属孢子较多。反映在该剖面沉积时期,古植被以灌木和草本植物为主,其次为乔木植物。其中,灌木和草本植物可占总数的略多于1/2,乔木植物平均超总数的2/5。此外,在灌木及草本植物中主要是习性中生、旱生的蒿、藜、禾本科及麻黄等。在乔木植物中也以性喜温干环境的松较多。这样的植物组成和性质,显示在该剖面沉积时期的植被应属温带性质的森林草原,气候温和偏干或较干。

根据孢粉类型、孢粉数量和孢粉指数在剖面上的变化(图4),可以划分出3个孢粉带。

在剖面底部砂砾层、含砾石粘土层和剖面顶部砂砾石层中,灌木及草本植物花粉明显多于乔木植物花粉,灌木及草本植物花粉和乔木植物花粉分别约占总数的56.5%和40%,蕨类植物孢子约占3.0%。在中部的土黄色粘土层中,灌木及草本植物花粉则略多于乔木植物花粉,灌木及草本植物花粉和乔木植物花粉分别约占总数的55%和45%,蕨类植物孢子约占总数的4.6%。

草本指数、藜蒿比值在剖面底部和顶部较高,中部相对较低。冷杉含量的变化情况则相反,剖面中部冷杉含量相对较高,底部和顶部相对较低。

剖面孢粉组合和孢粉指数的上述变化特点表明,剖面顶部和底部沉积时期的气候及环境比较接近,与剖面中部土黄色粘土层沉积时期的古环境差异较大。根据剖面中部喜冷湿树种冷杉含量相对较高,草本指数和旱生、半旱生的藜蒿比值相对较低,可以推断,剖面顶部和底部沉积时期的气候比土黄

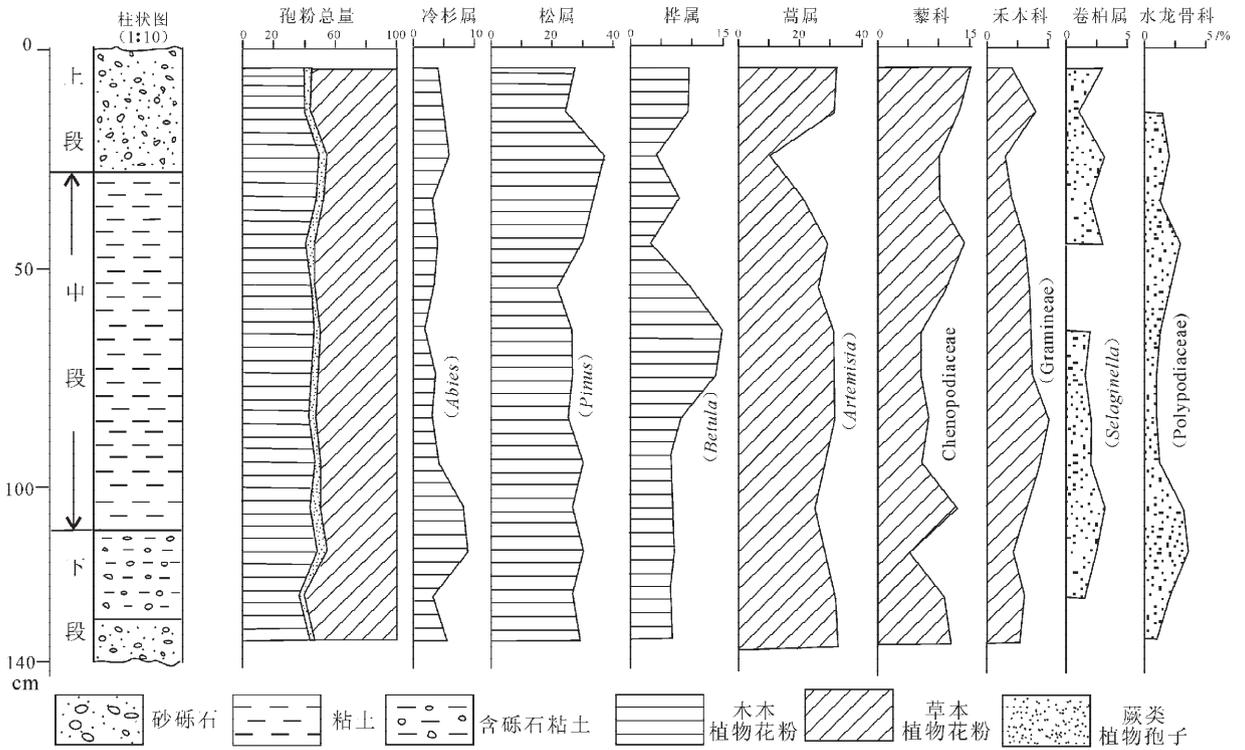


图3 鄂陵湖西岸剖面孢粉图式

Fig.3 Diagrams showing the sporopollen assemblage at the section of the western bank of the Ngoring Lake

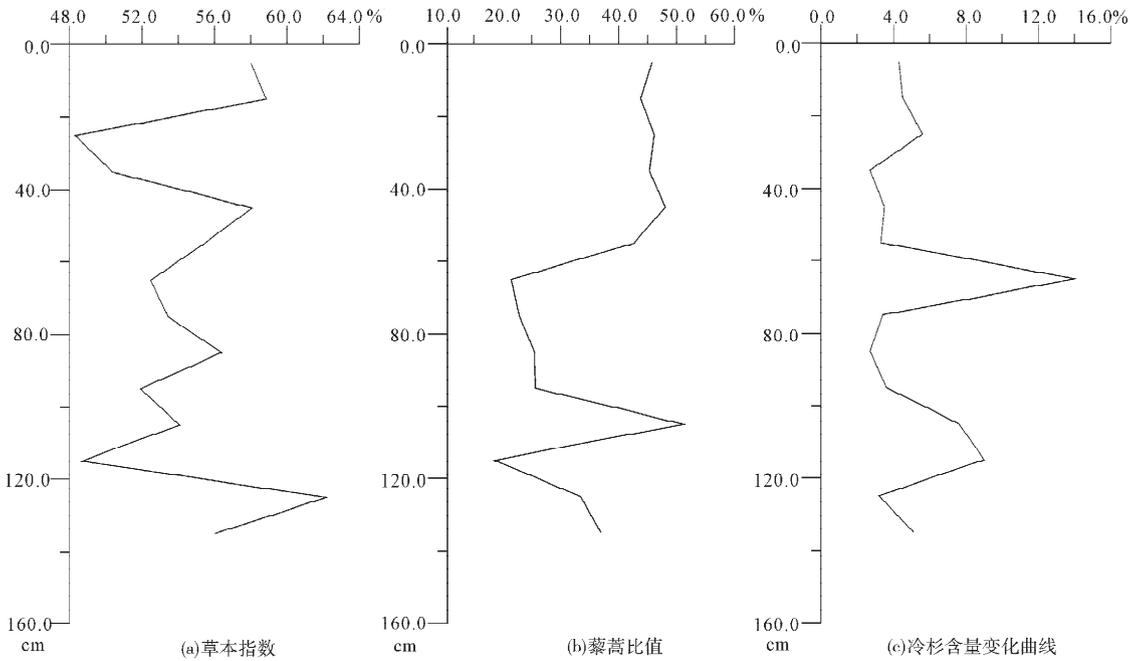
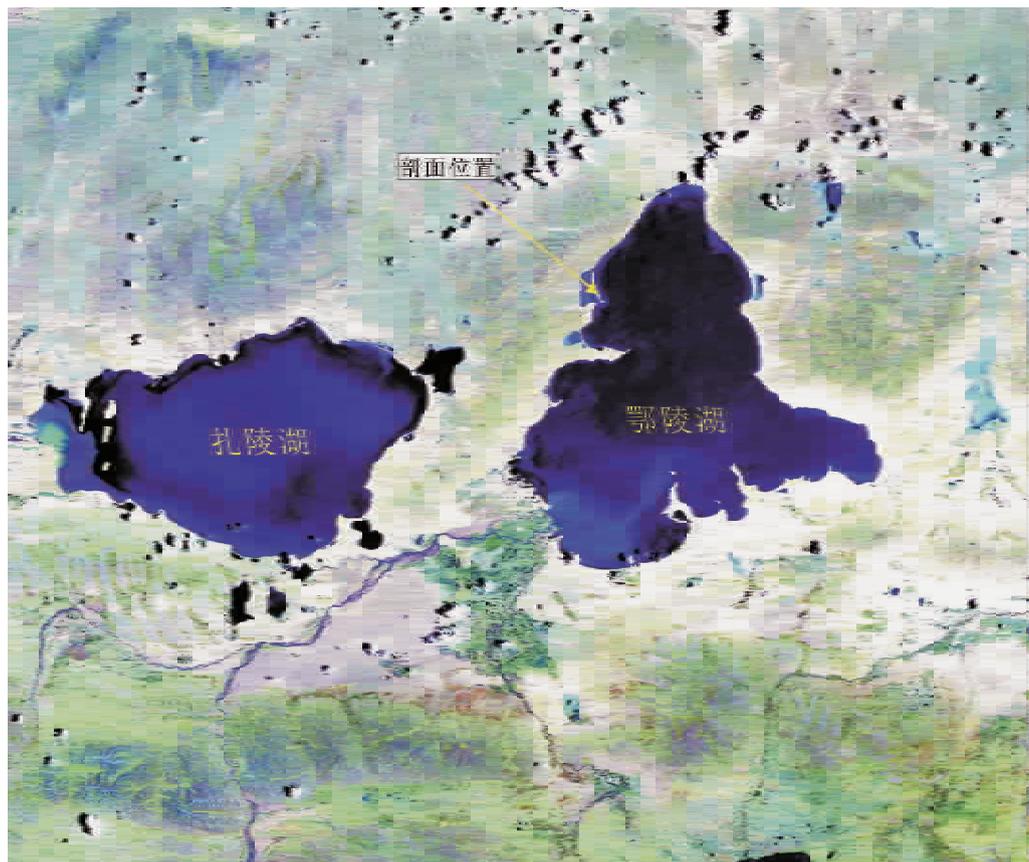


图4 鄂陵湖西岸剖面孢粉指数图

Fig.4 Diagrams showing the palynological index at the section of the western bank of the Ngoring Lake

图版 I Plate I



黄河源区TM影像特征

色粘土层沉积时期的气候可能相对较干。

4 黄河源地区1000年来的环境变化

综合鄂陵湖西侧剖面的沉积环境、磁化率、碳酸盐含量、孢粉分析和测年结果,可将黄河源区1000年来的环境变化分为三大阶段,1000年以前和360年以来气候相对比较干旱,1000~360年期间气候相对比较湿润,显示出一个较大的干冷—温湿—干冷气候变化旋回。而且,在后两大阶段中又可进一步划分出4个相对温湿的气候段和3个相对干冷的气候段,形成3个温湿—干冷—温湿的气候变化旋回。

黄河源区1000年来的环境变化研究结果显示,黄河源区的植被在距今360年左右(17世纪中叶)还为森林草原,与现今的荒漠草原相比已发生了很大变化,黄河源区1000年来的气候和环境变化的总体趋势是向干旱荒漠化方向发展的,这与昆仑山垭口附近3.5 ka古人类活动遗迹^[10]所反映的环境变化是

一致的。了解黄河源区和青藏高原北部全新世晚期环境变化的这一趋势,对黄河流域的可持续发展和西部大开发过程中的产业布局有重要实际意义。

在野外工作中得到甘肃省地勘局罗建民、徐军、段永民高级工程师的热心帮助,样品测试分析得到地质力学研究所第四纪实验室刘科、ESR实验室吴乃芬,国家地震局地质研究所孢粉实验室严富华、麦学舜,光释光实验室陈杰、张克旗等的协助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1]曹伯勋.地貌学及第四纪地质学[M].武汉:中国地质大学出版社,1995.171~173.
- [2]曹兴山.甘肃第四纪气候期划分[J].干旱区研究,1996,13(3):28~40.
- [3]赵景波.黄土形成过程的实质与环境[J].干旱区地理,2000,23:315~319.
- [4]An Z S, Liu T S, Lu Y C, et al. The long-term paleomonsoon variation recorded by the loess-paleosol sequence in central China[J]. Quaternary International, 1990, 7~8: 91~95.

- [5] Zhou L P, Oldfield F, Wintle A G, et al. Partly pedogenic origin of magnetic variations in Chinese loess [J]. *Nature*, 1990, 346:737~739.
- [6] 王开发, 徐馨. 第四纪孢粉学[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1988.
- [7] 郑卓. 第四纪孢粉分析的时间序列与空间模型[J]. *地球科学进展*, 1998, 13(3):300~305.
- [8] 宋长青, 孙湘君. 中国第四纪孢粉学研究进展[J]. *地球科学进展*, 1999, 14(4):401~406.
- [9] 杨振京, 徐建明. 孢粉-植被-气候关系研究进展[J]. *植物生态学报*, 2000, 26(增刊):73~81.
- [10] 崔之久, 伍永秋, 刘耕年. 昆仑山垭口地区新石器时代人类活动遗迹的发现及其环境意义[J]. *科学通报*, 1995, 40(7):624~627.

Environmental evolution in the Yellow River source area in the past 1000 years

MA Yinsheng¹, SHI Wei^{1,2}, WU Manlu¹, ZHAO Zhizhong¹, ZHANG Chunshan¹

(1. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;*

2. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: The Yellow River source area is located in the northeastern Qinghai-Tibet Plateau. Its environmental change on the one hand, reflects the environmental change in the northeastern Qinghai-Tibet Plateau, on the other hand, has great significance for the study of the development and evolution of the Yellow River. Based on an intensive study of the characteristics of Quaternary sedimentary sequences and sporopollen assemblages, susceptibility and carbonate content variation at a section on the western bank of the Ngoring Lake in the Yellow River source area, combined with OSL dating, the authors divide the Quaternary environmental change in the area in the past 1000 years into three major stages: before 1000 BP and after 360 BP the climate was relatively dry, and from 1000 to 360 BP the climate was relatively moist, showing a big dry and cold-warm and moist-dry and cold climatic cycle. Furthermore, the last two stages may be subdivided into four relatively warm-wet climatic intervals and three relatively dry-cold climatic intervals.

Key words: Qinghai-Tibet Plateau; the Yellow River source area; environment evolution; sporopollen assemblage; OSL dating