

内蒙古中部达尔罕茂明安联合旗腾格尔诺尔湖泊沉积物记录的全新世晚期环境演变

赵志丽, 王 永, 姚培毅, 迟振卿, 关友义

ZHAO Zhi-li, WANG Yong, YAO Pei-yi, CHI Zhen-qing, GUAN You-yi

中国地质科学院地质研究所, 北京 100037

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China

摘要:通过对内蒙古中部腾格尔诺尔湖泊沉积、粒度组成、孢粉组合等特征的综合分析,重建了该地区全新世晚期 1700aBP 以来的环境演变过程。结果表明,该地区 1700aBP 以来的气候环境变化可以分为 4 个阶段:1700~1170aBP, 气候温暖较湿润; 1170~840aBP, 为温干气候期; 840~200aBP, 气候转为温暖湿润, 间有短期的冷干波动; 200aBP 以来气候以温干为主, 晚期气候有向凉干转变的趋势。

关键词:内蒙古中部; 环境变迁; 全新世; 孢粉

中图分类号: P534.63⁺2; X141

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2011)08-1251-05

Zhao Z L, Wang Y, Yao P Y, Chi Z Q, Guan Y Y. Environmental changes recorded by lacustrine sediments since Late Holocene in central Inner Mongolia. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(8):1251-1255

Abstract: Based on a study of sedimentary features, grain sizes and pollen assemblages, the authors reconstructed a record of climatic and environmental changes in the past 1700 years for the Tengernur Lake in central Inner Mongolia. Some results have been obtained: From 1700 to 1170a, the climate was mainly warm and humid, and the water level of the lake was rising. From 1170 to 840a, the climate was arid and warm. From about 840 to 200 cal yr ago, a relatively warm and humid climate period existed, as evidenced by higher A/C ratios and finer grain sizes, and it was interrupted by a short cold and dry climate interval. Since 200a, the climate has been mainly warm and arid, with a tendency to dryness and coolness at the late stage.

Key words: central Inner Mongolia; environmental changes; Holocene; pollen

内蒙古中西部地区属于温带大陆性气候区, 是中国的生态环境敏感带, 对该地区气候环境演变的研究对于正确认识东亚季风的演变规律具有重要意义^[1-2]。本文通过对内蒙古中西部腾格尔诺尔湖泊沉积物的粒度、孢粉组合等指标的综合分析, 探讨本区全新世晚期约 1700a 以来的气候环境演化特征。

腾格尔诺尔位于内蒙古中西部达茂旗境内, 是艾不盖河的终端湖, 为一封闭湖泊, 目前已经干涸,

成为季节性湖泊。在腾格尔诺尔湖区北部(40°28' 1.3"N、110° 40' 11.1"E), 采用人工方式挖掘 185cm 深度的浅井剖面(图 1), 以 5cm 间隔同步采集粒度与孢粉样品。样品的孢粉分析在中国地质科学院水文地质环境地质研究所进行, 粒度分析在中国科学院南京地理与湖泊研究所 Mastersize 2000 激光粒度仪上进行, 粒径测量范围为 0.02~2000μm。在浅井剖面 70cm、170cm 深度处, 用 OSL 方法测得年龄分别

收稿日期: 2010-11-22; 修订日期: 2011-04-20

资助项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目《内蒙古中部晚新生代湖泊演化与古气候研究》(编号: 1212010611703)和《蒙古高原中部二万年以来环境变迁研究》(编号: 1212010911027)

作者简介: 赵志丽(1984-), 女, 硕士, 从事古环境方向的研究。E-mail: zllcj@163.com

为 0.4 ± 0.1 ka BP 和 1.5 ± 0.2 ka BP, 由中国地震局地质研究所新年代学实验室用细颗粒红外释光法测定。根据 2 个 OSL 年龄数据, 计算平均沉积速率, 获得各岩性界线的年代。

1 湖泊沉积特征

整个剖面由灰黄色、浅灰色粘土质粉砂、粉砂质粘土组成, 其沉积特征自上而下可分为: 0~8cm, 棕黄色粘土质中细砂; 8~35cm, 灰褐色粘土质细砂; 35~65cm, 灰黄色粉砂质粘土; 65~82cm, 灰黄色粘土质粉砂; 82~121cm, 灰褐色粉砂质粘土; 121~178cm, 浅灰色粘土; 178~185cm, 浅褐色粘土质细砂, 分选较好。

沉积物粒度组成特征是湖水能量大小的重要指标, 输入湖泊水量的大小决定了沉积物粒度的粗细。因此, 粒度可以反映湖区降水的变化, 从而指示气候的干湿变化, 即细粒沉积物标志着湿润气候, 而粗粒沉积物反映相对于干旱气候^[3]。根据沉积物碎屑粒度的特征, 采用的粒级标准为: $<3.9\mu\text{m}$ 为粘土, $3.9\sim 62.5\mu\text{m}$ 为粉砂, $62.5\sim 250\mu\text{m}$ 为细砂, $>250\mu\text{m}$ 为中粗砂。

整个剖面的平均粒度特征为, 粘土占 47.79%, 粉砂 43.79%, 细砂 2.17%, 中砂 3.06%, 粗砂 3.19%。该剖面沉积物以粉砂和粘土为主, 含量平均为 91.58%; 细砂及以上颗粒含量仅占 8.42%。根据粘土含量和中值粒径(Md)的大小, 自上而下可以将该剖面综合分为 4 段(图 2):

0~35cm, 该阶段沉积物中值粒径最大, 砂粒含量为剖面最高值段, 可达 27.06%, 其中细砂含量 15.82%, 中粗砂 11.23%。向上部粘土和粉砂含量有降低的趋势, 而砂粒含量明显增加, 沉积物粒度总体变粗。

35~115cm, 该阶段沉积物粒度较细, 粘土和粉砂含量较高, 平均分别为 49.51%、46.63%; 该阶段砂粒含量减少, 仅 3.86%, 中粗砂 1.32%。不同粒度的含量波动变化明显, 其中 70~80cm 为粒度较粗值段, 砂粒含量达到 14.42%。

115~135cm, 粒度组成以粉砂和粘土为主, 其中粉砂平均含量达 52% 以上, 粘土含量 43.94%; 中值粒径较大, 沉积物颗粒较粗。

135~185cm, 该阶段沉积物粒度最细, 以粘土为主, 其平均含量可达 53.06%, 粗粒组分较少。粉砂

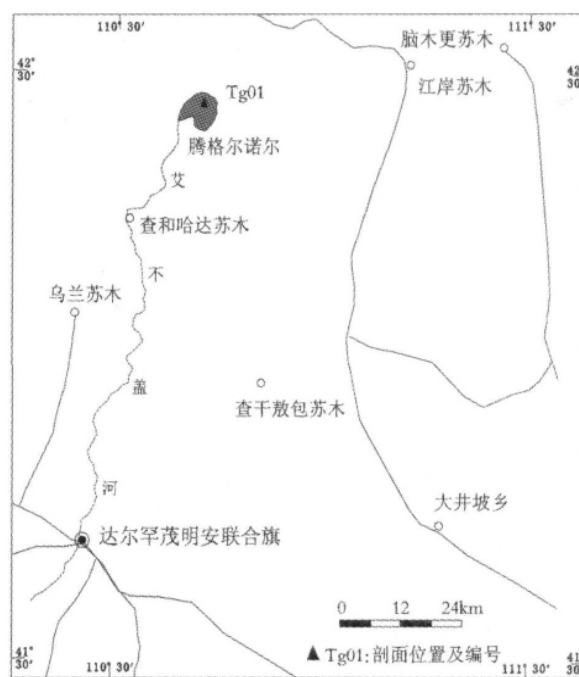


图 1 剖面的地理位置

Fig. 1 Location of the geological section

43.11%, 中细砂平均含量仅 3.01%。

在 70cm、170cm 深度处, 用 OSL 方法测得年龄分别为 0.4 ± 0.1 ka 和 1.5 ± 0.2 ka (表 1), 根据 2 个 OSL 数据, 计算平均沉积速率, 获得各岩性界线的年代。

2 孢粉组合和环境演变

该剖面孢粉组合以草本植物花粉占绝对优势(平均为 94.5%), 乔木植物花粉较少(4.2%), 灌木植物花粉和蕨类植物孢子很少, 含量分别为 1.1% 和 0.13%, 见少量水生植物花粉。乔木植物花粉以松(*Pinus*)为主(3.96%), 其次还有少量落叶栎(*Quercus*)、榆(*Ulmus*)等。灌木植物花粉主要有麻黄(*Ephedra*)、白刺(*Nitraria*)等。草本植物花粉丰富, 主要有藜科(*Chenopodiaceae*)、蒿(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)等, 少量菊科(*Compositae*)、茄科(*Solanaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、蚤缀(*Arenaria*)、莎草科(*Cyperaceae*)等。蕨类植物孢子主要为卷柏(*Selaginella*)、铁线蕨(*Adiantum*)、真蕨纲(*Filicales*)等。

中国西北部干旱地区的表土花粉研究结果表明^[4-9], 表土花粉与植被群落之间具有一定的相关性, 其中松属、蒿属、桦属、藜科等为可以指示区域

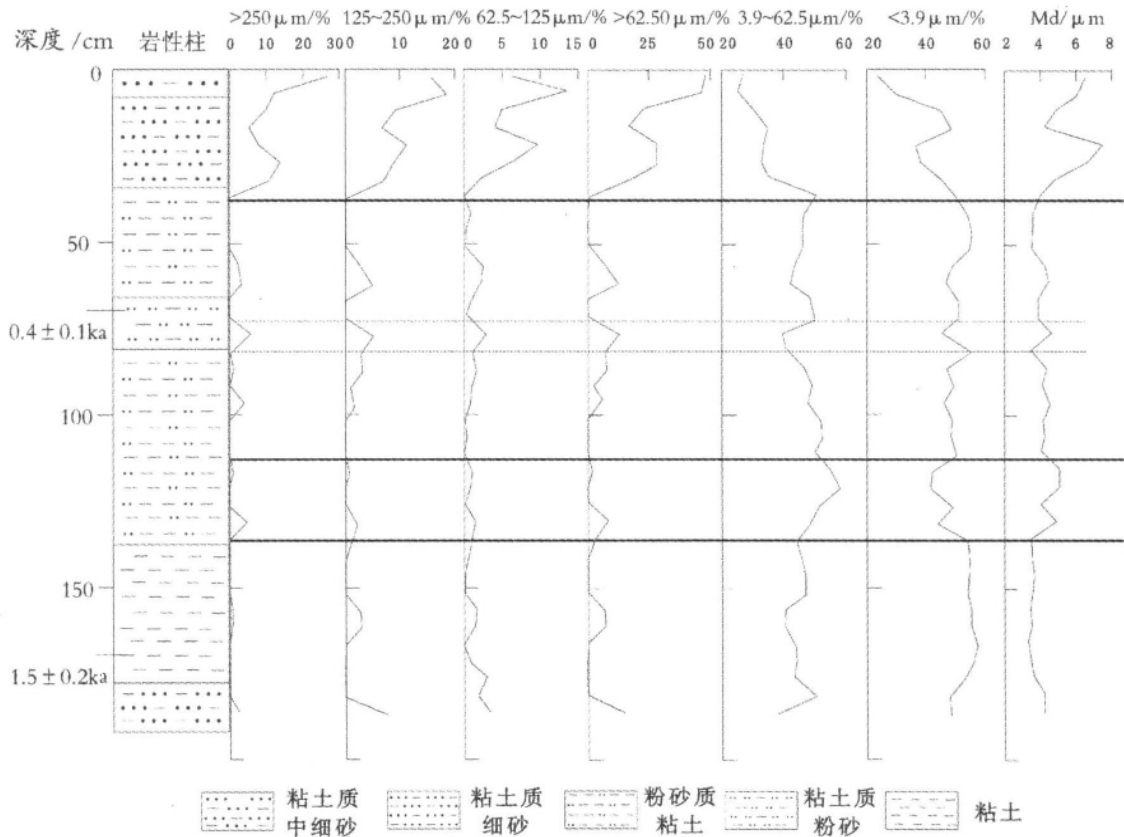


图 2 腾格尔诺尔湖泊沉积物粒度特征

Fig. 2 Grain size distribution of Tengernur lake sediments

表 1 腾格尔诺尔沉积物 OSL 测年结果

Table 1 OSL dating results of Tengernur lake sediments

样号	岩性	埋深 /m	等效剂量 /Gy	a 计数率 /cpks	K ₂ O /%	实测含 水量/%	a 系数	剂量率 /Gy·ka ⁻¹	年龄/ka
TG1	灰黄色粘土质 粉砂, 分选好	0.7	1.6±0.1	12.8±0.4	2.2	17	0.04±0.02	4.4±0.4	0.4±0.1
TG2	灰色粉砂质粘 土, 分选好	1.7	6.4±0.2	13.1±0.4	2.2	18	0.04±0.02	4.4±0.4	1.5±0.2

注: 由中国地震局地质研究所新年代学实验室用细颗粒红外释光法测定

性植被的花粉类型^[7], 藜科花粉对湿度较敏感, 其丰度随着干旱程度的增加而增大^[6]。研究也表明, 蒿属和藜科是草原区最主要的花粉类型^[10], 蒿藜比 (A/C) 可以作为研究区气候干旱的指标, 荒漠区 A/C 在 0.5 以下, 荒漠草原为 0.5~1.2, 而草原区一般大于 1^[10-12]。

依据孢粉组合类型和 A/C 的变化, 可将该剖面划分为 4 个孢粉带 (图 3), 结合沉积物粒度特征, 将

腾格尔诺尔 1700a 来 (185cm) 的气候环境演变划分为 4 个阶段。

1700~1170aBP (185~145cm): 该段为浅灰绿色粉砂质粘土, 粒度细, 中值粒径最小, 粘土含量为最高值, 反映流域内降水增加使湖面扩张。该阶段孢粉丰富, 孢粉浓度一般大于 8000 粒/g, 最高可达 12000 粒/g。组合中草本植物花粉占绝对优势, 含量一般>95%, 为剖面最高值。乔木植物花粉含量仅

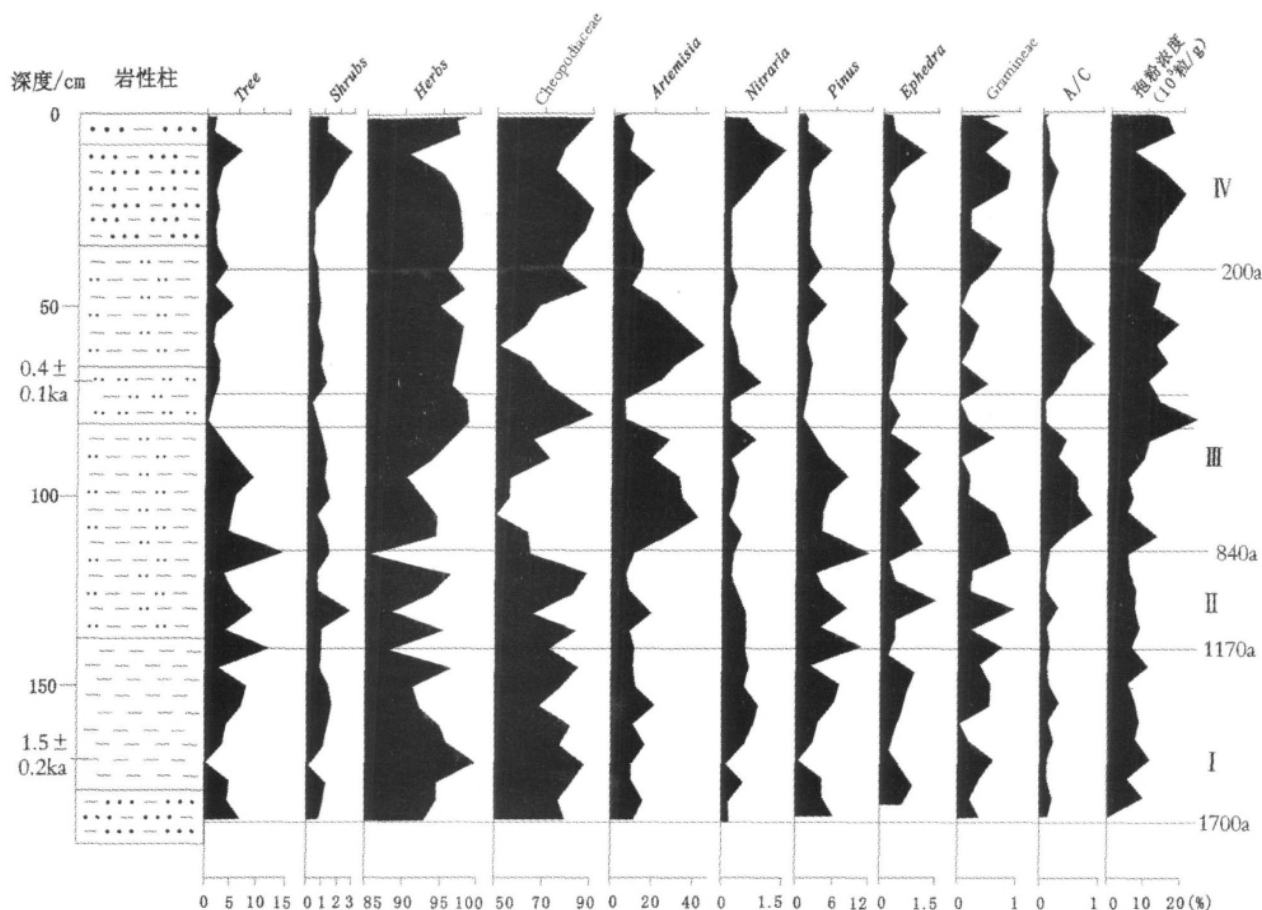


图3 腾格尔诺尔湖泊 1700a 以来孢粉百分比

Fig. 3 Pollen percentage diagram of Tengernur lake sediments since 1700a

2%~5%。灌木植物花粉和蕨类植物孢子很少。主要成分为藜科、蒿、A/C 低于 0.5,为荒漠植被。反映相对偏湿气候。

. 1170~840aBP (145~115cm): 该段岩性变化明显,粒度较粗,中值粒径增加,而粘土含量显著降低,反映湖水变浅,湖面缩小。该段孢粉较丰富,孢粉浓度一般为 6000~8000 粒/g,组合中草本植物花粉含量稍有降低,一般仍在 90%~96%之间。乔木植物花粉含量增加,一般为 5%~10%,主要是松浓度的增加,但平均仍不到 10%。灌木植物花粉及蕨类植物孢子较少。主要成分为藜科、蒿属,A/C 比值为剖面最低。反映湖区气候条件较差,以物理风化为主,该阶段相对于上一阶段气候偏干。

. 840~200aBP (115~45cm): 该段为浅灰色、灰黄色粘土层,粒度较细,中值粒径较小,粘土含量高,反映湖泊扩张,为较深水沉积环境,指示偏湿气候。该段孢粉浓度达到最大,草本藜科、蒿属占绝对优

势,且蒿属明显增加,而藜科又相对降低,A/C 比值也是剖面中的最高值段,为较典型的草原植被,气候较湿润。约 450a 左右粒度和孢粉指标有一次明显的波动,其特征为:粘土和粉砂为低值,中值粒径和中细砂含量增加,A/C 比值显著减小,指示湿度降低,为相对干旱期。

. 200aBP 以来 (45~0cm): 本段沉积物以灰黄色中细砂为主,粒度最粗,中值粒径趋于增大,而粘土含量明显降低,指示湖区降水减少,湖泊退缩。该段草本占绝对优势,藜科显著增加,而蒿有降低的趋势,A/C 比值较低。晚期粗砂急剧增加而粘土含量明显降低,灌木麻黄和白刺增加,禾本科也明显增多,气候明显向干旱转变。

3 结论和讨论

内蒙古中西部地区属于气候敏感带^[1,13],受季风活动影响较大,特别是夏季季风带来的降水对该地

区的气候环境变化影响比较明显。腾格尔诺尔湖泊沉积物粒度特征(粘土含量,中值粒径)与孢粉组合等,可以作为该地区气候环境变化的代用指标。粘土含量高时,A/C 比值相对较高,指示相对暖湿的气候。1700a 以来,内蒙古中西部地区气候环境发生了多次波动,经历了偏湿—偏干—湿润—干旱的气候演变过程。这一变化过程与中国西部其他记录有一致性,同时也存在差异。

研究表明,中国北方农牧交错带在 1.6~1.0ka 期间,为以沙丘固定、生草成壤和湖泊水位上升为标志的湿润时期^[14];岱海湖泊沉积物孢粉记录显示,1700~1350a BP 为全新世晚期干冷期之间的相对暖湿阶段^[15];巴丹吉林沙漠在 1300~1200aBP 为湿润期^[16],与腾格尔诺尔湖泊记录的干湿状况较一致。

中国西北不同地区湖泊沉积记录的气候环境演变,可能在不同时间尺度上存在差异,特别是近 2000a 以来干旱和半干旱地区气候环境变迁的研究表明,气候变化除了受全球气候变化影响外,区域性的差异也是比较明显的。例如 2000a 来全球最重要的气候事件——中世纪暖期(1100~700aBP)在中国西部的记录^[17-19],主要表现为流域化学风化的显著增强、湖泊水位大幅度的抬升等,在本地区并不显著。近千年来岱海的环境重建表明,980~740a BP 为湿润时期^[2,20],而本区为相对偏干的时期。西藏纳木错深水湖 800~300a BP 期间 CaCO_3 出现高值指示较强的干旱过程^[21],但是钻孔的记录显示为湿润期。青海湖记录的近 800a 以来的降水变化表明近 300a 来有效降水总体增加,与本孔记录的干旱化趋势存在着明显的差异^[22]。

致谢:孢粉鉴定由中国地质科学院水文地质环境地质研究所童国榜老师完成,成文过程中得到中国地质科学院地质研究所闵隆瑞老师的指导,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]杨志荣.中国北方农牧交错带全新世环境演变综合研究[M].北京:海洋出版社,1999:1-121.
- [2]曹建廷,王苏民,沈吉.近千年来内蒙古岱海气候环境演变的湖泊沉积记录[J].地理科学,2000,20(5):391-396.
- [3]陈敬安,万国江,唐德贵,等.洱海沉积物粒度记录与气候干湿变化演化[J].沉积学报,2000,18(3):341-345.
- [4]Liu H Y, Cui H T, Pott R. The surface pollen of the woodland-steppe ecotone in southeastern Inner Mongolia, China[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 1999, 105: 237-250.
- [5]Zhao Yan, Xu Qinghai, Huang Xiaozhong, et al. Differences of modern pollen assemblages from lake sediments and surface soils in arid and semi-arid China and their significance for pollen-based quantitative climate reconstruction[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 2009, 156: 519-524.
- [6]许清海,阳小兰,杨振京,等.孢粉分析定量重建燕山地区 5000 年来的气候变化[J].地理科学,2004,24(3): 339-345.
- [7]许清海,李月丛,阳小兰,等.中国北方几种主要花粉类型与植被定量关系[J].中国科学(D 辑): 地球科学,2007,37(2):192-205.
- [8]Xu Qing-hai, Li Yue-cong, Tian Fang, et al. Pollen assemblages of tauber traps and surface soil samples in steppe areas of China and their relationships with vegetation and climate[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 2009, 153: 86-101.
- [9]Liu Hongyan, Wei Fangling, Liu Kan, et al. Determinants of pollen dispersal in the East Asian steppe at different spatial scales[J]. Review of Palaeobotany and Palynology, 2008, 149: 219-228.
- [10]阎顺.新疆第四纪孢粉组合特征及植被演替[J].干旱区地理, 1991, 14(2):1-9.
- [11]李月丛,许清海,阳小兰,等.中国草原区主要群落类型花粉组合特征[J].生态学报,2005,25(3):555-564.
- [12]翁成郁,孙湘君,陈因硕.西昆仑地区表土花粉组成特征及与植被的数量关系[J].植物学报,1993,35(1):69-79.
- [13]苏志珠,董光荣,李小强,等.晚冰期以来毛乌素沙漠环境特征的湖沼相沉积记录[J].中国沙漠,1999,19(2):66-71.
- [14]史培军,哈斯.中国北方农牧交错带与非洲萨哈尔地带全新世环境变迁的比较研究[J].地学前缘,2002,9(1):121-128.
- [15]Xiao J L, Xu Q H, Nakamura T. Holocene vegetation variation in the Daihai Lake region of north-central China: a direct indication of the Asian monsoon climatic history[J]. Quaternary Science Reviews, 2004, 23: 1669-1679.
- [16]Ma J Z, Edmunds W M, He J H, et al. A 2000 year geochemical record of palaeoclimate and hydrology derived from dune sand moisture[J]. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2009, 276: 38-46.
- [17]Holmes J A, Cook E R, Yang B. Climate change over the past 2000 years in Western China[J]. Quaternary International, 2009, 194: 91-107.
- [18]金章东,沈吉,王苏民,等.岱海的“中世纪暖期”[J].湖泊科学, 2002, 14(3):209-216.
- [19]马春梅,王富葆,曹琼英,等.新疆罗布泊地区中世纪暖期及前后的气候与环境[J].科学通报,2008,53(16):1942-1952.
- [20]许清海,肖举乐,中村俊夫,等.孢粉记录的岱海盆地 1500 年以来气候变化[J].第四纪研究,2004,24(3):341-347.
- [21]朱立平,王君波,林晓,等.西藏纳木错深水湖芯反映的 8.4ka 以来气候环境变化[J].第四纪研究,2007,27(4):588-597.
- [22]张家武,金明,陈发虎,等.青海湖沉积岩芯记录的青藏高原东北部过去 800 年以来的降水变化[J].科学通报.2004,49(1):10-14.