

河北宁晋泊地区2600年来古气候变化研究

郭盛乔 石英 杨丽娟 曹家栋 张文卿 张静 林防 何建新

摘要：依据宁晋泊南王庄剖面的孢粉、粘土矿物、粒度等数据和Porter等的粒度年龄模型建立时间标尺，划分出2600年来的气候冷暖变化阶段。基本特征如下：孢粉带，大约200aBP~630aBP，气候冷干；带，大约630aBP~1010aBP，气候温暖，上部偏干，下部潮湿；带，大约1010aBP~1165aBP，气候稍冷较湿；带，大约1165aBP~1350aBP，气候温暖潮湿；带，大约1350aBP~1790aBP，气候偏凉干；带，大约1790aBP~2250aBP，气候温暖偏干；带，大约2250aBP~2580aBP，气候寒冷干旱。这与华北地区古文史资料记录的古气候变化有较好的一致性，并具有全球变化意义。

关键词：高分辨率；湖泊沉积；古气候；2600年；华北平原

中图分类号：P532 **文献标识码：**A

A STUDY OF PALEOCLIMATIC FLUCTUATIONS IN THE LAST 2600 YEARS IN THE NINGJIN LAKE AREA, HEBEI PROVINCE

GUO Sheng-qiao^{1,2}, SHI Ying¹, YANG Li-juan¹, CAO Jia-dong¹
ZHANG Wen-qin³, ZHANG Jing¹, LIN Fang¹, HE Jian-xin⁴

(1. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, CAGS, Zhending Hebei 050803, China; 2. Open Laboratory of Lake Sediment and Environment, Chinese Academy of Sciences, Nanjing Jiangsu 210008, China; 3. Institute of Hydrogeological Methodology, MLR, Baoding Hebei 071000, China; 4. Luoyang University, Luoyang Henan 471000, China.)

Abstract : Based on the data of spore pollen assemblages, clay minerals, and grain size of the Nanwangzhuang section in the Ningjin lake area, and the timescale established from the age/grain size model by Porter et al, the climatic fluctuations in the last 2600 years are brought out to light as reflected by the seven spore pollen zones. Zone representing a cold and dry climate was ca. 200 ~ 630 aBP in age, Zone formed in a warm and humid climate in ca. 630 ~ 1010 aBP, Zone indicative of a cold and humid climate was of an age of ca. 1010 ~ 1165 aBP, Zone again warm and humid in ca. 1165 ~ 1350 aBP, Zone, being characteristic of a slightly cool and dry climate was ca. 1350 ~ 1790 aBP old, Zone, warm and a little dry in ca. 1790 ~ 2250 aBP, Zone cold and dry in ca. 2250 ~ 2580 aBP. Such climatic fluctuations well accord with the historical records and may be of a global significance.

Key words: high-resolution; lake sediment; paleoclimate; 2600 years; North China Plain

宁晋泊地区位于华北平原中西部的河北省宁晋、隆尧、新河和巨鹿4县境内，主要是指宁晋县东南部和隆尧县东北部，因而称宁晋泊。其位置为 $37^{\circ}00' \sim 37^{\circ}30' N$ ， $114^{\circ}40' \sim 115^{\circ}15' E$ ，古时与任县南泊相连，统称为大陆泽。两泊之间，与滏河、滏阳河相通，形似葫芦，故俗称葫芦河。其北泊即宁晋泊，《水经注》称泚湖，南泊称永年洼^[1,2]。西侧山前有滏阳、滏、泚、沙、洹、槐、午、七里等小型河流流入，河流短小，流域面积小，物源颗粒细而不丰富，在山前形成小型洪积扇。南北两侧分别是漳河和滏阳河，两河均发源于太行山分水岭西侧的大河，流量大，物源丰富，在山前形成规模宏大的漳河洪积扇群和滏阳河洪积扇群，由于堆积差异而在其间形成地形上相对低洼地区。构造上西侧是太行山山前断裂，此段呈SN走向，东侧为沧县隆起。NNE向的沧西断裂通过宁晋泊东部边缘，南北两侧受NW向石家庄-德州断裂和磁县-范县断裂的控制，新构造活动强烈，曾发生过如1966年邢台地震等大地震，第四纪以来一直是沉降地区，地势低洼，现今海拔为24m~28m，是典型的扇前、扇间洼地，湖泊发育延续时间较长。近几百年来受新构造活动和气候变干的影响，湖泊范围明显缩小，随着人类活动的加剧，山区水土流失严重，湖泊中泥沙堆积速度加快，于1839年(清道光二十年)湖泊最终消失^[3,4]。此后，该区很难终年积水，成为季节性湖泊。60年代末治理海河时，在湖床下人工深挖数米，地表才完全干涸，但在1996年夏季又被淹没，近半年方退为旱地。

1 宁晋泊地区气候特点

本区属于暖温带半湿润季风气候，四季分明，雨季和旱季明显。冬季受大陆北方南下的冬季风控制，气候十分干燥寒冷，比同纬度其它地区温度偏低。夏季则受低纬度洋面吹来的夏季风影响，潮湿多雨，比同纬度其它地区温度偏高。由于每年夏季风的强弱和迟早不同，雨季早晚和雨量多少的变化也十分显著。因此，该区是全国旱、涝灾害最为频繁和强烈的地区之一^[5]。

宁晋泊地区的气候特点是冬、夏季长，春季短暂，年温差和日温差较大。年均温度在 $12^{\circ} \sim 13^{\circ}$ 之间，最高极端温度出现在1968年6月11日的巨鹿站，气温为 42.7° ，最低极端温度出现在1972年1月26日的隆尧站，气温为 -24.8° 。泊区受东亚季风影响，降水季节分配不均，年际变化大，属于半湿润气候区，水资源不足，干旱频繁，但降水多而集中的年份又常发生严重的洪涝灾害。该区的年降水量主要集中在夏季风盛行的季节，7~8月降水量占全年的50%以上，夏季风带来的丰富水汽是造成夏季多雨的最重要原因，而在冬季风控制的冬季，则雨雪稀少。各年夏季风进退的迟早和势力的强弱是造成本区降水年际变化偏大的基本原因。降水量的年际变化大小是反映一个地区降水的稳定程度，常用降水相对变率或降水极值来表示。一般而言，降水相对变率大则说明该地区降水稳定性差，易发生旱涝。宁晋泊地区以隆尧站为例，最大年降水量在1963年，为1121.1mm，最小年降水量在1972年，为249.7mm，两者之比为1:4.5^[6]。

2 区域地层特征及地层时代

古宁晋泊地区中心海拔约24m，一般在30m以下，地面起伏小，湖相地层的空间变化不大。该区的野外剖面一般都是近几十年开挖的人工剖面，主要是村边的取土坑、砖厂和治河下挖的河堤三种。较厚的人工剖面超过10m，揭露出全新世及部分晚更新世地层，整个区域地层分布比较稳定。其中南王庄剖面较为典型，上部4m地层是近2600年来

沉积的，从上到下的特点为：

(1)0~0.85m，棕色粘土，致密，含大量植物根孔和软体动物化石。它是古湖区大面积分布的地表土壤母质层，厚度随地表起伏略有变化，一般为0.5m~1.5m。

(2)0.85m~3.1m，黄色、锈黄色粉质粘土，水平层理极为发育，有2~3层纹泥层，其中1.855m~1.94m间厚9.50cm中的纹层可达83层，局部含小型斜纹层理。

(3)3.1m~3.7m，棕黄色、棕色粘土，可见水平层理，局部纹理极为发育。区内厚度稳定，一般为60cm。

(4)3.7m~4.0m，灰黑色、深灰色淤泥质粘土层，有机质含量丰富，含有大量植物根孔、根系，顶部含有大量的螺化石。地层分布极为稳定，它成为该地区的标志层，一般厚度20m~40cm，其顶底板¹⁴C年龄分别为1925 aBP ± 131 aBP和2642 aBP ± 96 aBP。

通过文史资料查证，南王庄是明朝建立的村庄，剖面位置在原来村庄的靠湖泊一侧，清嘉庆以前还是湖滩，随后宁晋泊向北后退。湖泊消失后剖面位置没有人工破坏的迹象，可以初步认定剖面顶部年代大约200 aBP，底部淤泥层以上整个剖面是连续的湖相沉积，其中没有发现有湖泊干涸的痕迹。对该剖面以间距为10cm取样，共41个样品进行粒度分析。根据Porter等^[7]设计的粒度年龄模型计算得：

$$A=0.0079C-0.11 \quad (R^2=0.96)(1)$$

式中：A为单个样品的堆积速率(m/ka)，C为粒径10~63 μm的百分含量，两个年龄控制点T₁和T₂之间的样品年龄t_m可用下式内插获得：

$$t_m = T_1 + (T_2 - T_1) \cdot \frac{\sum_{i=1}^m (1/A_i)}{\sum_{i=1}^n (1/A_i)} \quad (2)$$

(2)式中：n为T₁到T₂的样品数，m为T₁到T_m的样品数。表1是利用(2)式计算出的该剖面深度与年代之间的对应关系。

表1 南王庄剖面深度与年代表

Table 1 Showing the relations of the depth and age of Nanwangzhuang section

深度/cm	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
年代/aBP	256	348	412	459	525	589	678	741	785	815	907
深度/cm	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
年代/aBP	934	958	984	1008	1031	1054	1077	1101	1125	1151	1181
深度/cm	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
年代/aBP	1210	1235	1259	1282	1308	1338	1366	1396	1437	1512	1584
深度/cm	340	350	360	368	376	384	392	400			
年代/aBP	1673	1789	1855	1925	2573	2592	2618	2642			

3 孢粉记录与古气候变化

作者对宁晋泊地区南王庄地层剖面，进行了孢粉、微体、粘土矿物等方面的分析。其中孢粉、微体各取样83个，粘土矿物取样40个。分析出孢粉共计42科、45属，乔木主要有松属(*Pinus*)、桦属(*Betula*)、栎属(*Quercus*)、栗属(*Castanea*)、榆属(*Ulmus*)、椴属(*Tilia*)、胡桃属(*Juglans*)、漆树科(*Anacardiaceae*)；落叶灌木主要有杜鹃科(*Ericaceae*)、忍冬科(*Araliaceae*)、蔷薇科(*Rosaceae*)；旱生灌木为麻黄属(*Ephedra*)、怪柳属(*Tamarix*)；广域性草本有蒿属(*Artemisia*)；旱生或盐生草本为藜科(*Chenopodiaceae*)；中生和湿生草本主要有 FDA4·草属(*Hulumus*)、锦葵科(*Malvaceae*)、禾本科(*Gramineae*)、蓼科(*Polygonaceae*)、莎草科(*Cyperaceae*)、茄科(*Solanaceae*)、豆科(*Leguminosae*)、十字花科(*Cruciferae*)、百合科(*Liliaceae*)；水生植物主要有泽泻科(*Alismataceae*)、眼子菜科(*Potamogetonaceae*)、水鳖科(*Hydrocharitaceae*)；蕨类主要有里白(*Hicriopteris*)、水龙骨科(*Polypodiaceae*)、中华卷柏(*Selaginella Sinensis*)。全剖面的粘土矿物中，蒙脱石含量4%~12%，绿泥石8%~15%，蛭石0%~7%，伊利石61%~73%，高岭石7%~15%，其中伊利石含量比较稳定。剖面下部未见微体化石，剖面顶部85cm含有粗糙土星介(*Ilyocypris aspera* Galeeva)、东山土星介(*I. dunschanensis* Mandelstam)、玛纳斯土星介(*I. manasensis* Mandelstam)、布氏土星介(*I. bradyi* Sars)、放射土星介(*I. radiata* Yang)、开封土星介(*I. kaifengensis* Lee)、柯氏土星介(*I. corne* Mandelstam)、双折射土星介(*I. biplicata* Koch)、玻璃介未定种(*Candona* sp.)、近球形金星介(*Cypris subglobosa* Sowerby)、似轮藻(*Charites* sp.)、磨拉士似轮藻(*C. molassica* (Straub) Horn af. Rantzien)和戈壁轮藻(*Gobichara* sp.)。由于宁晋泊地区西侧是太行山，孢粉组合受陆源影响，部分反映太行山不同高度的植被状况[8,9]。经综合分析，可以将该剖面划分出7个孢粉带，反映了该地区2600年来古气候的冷暖和干湿变化(图1)。剖面上部是孢子植物优势带[10~12]，说明受陆源影响所致，并不说明湖泊本身及周边的植被状况，这与前人在华北地区的研究一致[9]。

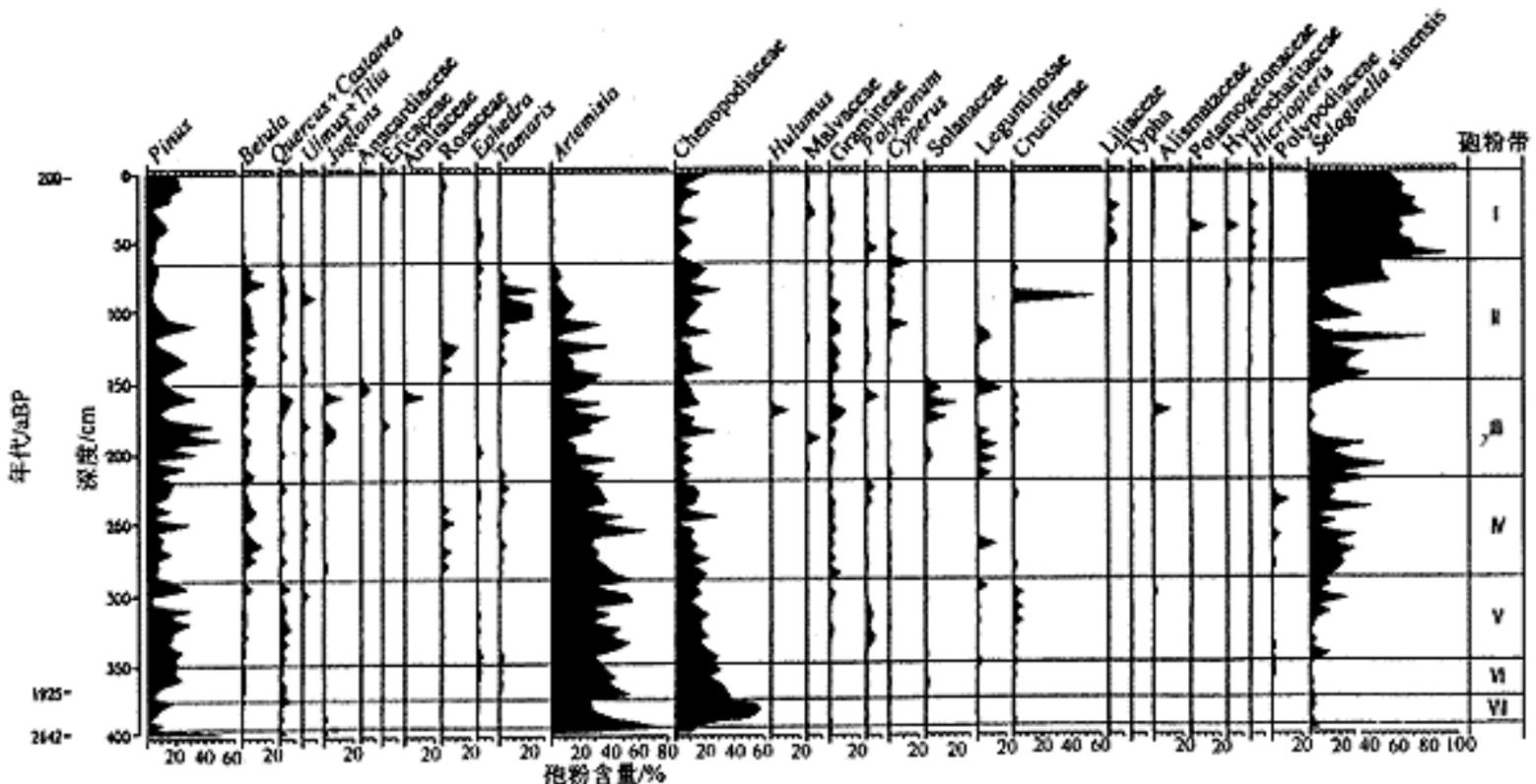


图1 南王庄剖面孢粉图式

Fig.1 Sporopollen diagram of the Nanwangzhuang section

孢粉带, 0~0.65m, 大约200aBP~630aBP。这是孢子高峰带, 中华卷柏占绝对优势, 还有少量里白。该带乔木很少, 约10%, 有少量的松、栗、栎。草本也较少, 主要为藜科, 少量禾本科, 下部有少量的锦葵科、蓼科、莎草科、百合科和少量旱生灌木麻黄。微体化石有粗糙土星介、崎岖土星介等; 粘土矿物中蒙脱石含量4%~9%, 绿泥石12%~15%, 蛭石0%~7%, 高岭石8%~15%, 说明此时气候冷干^[13, 14], 但该带下部稍湿。孢粉组合中的少量百合科, 可能是人工种植的葱。该带几乎没有蒿, 有一定量藜科和少量水生植物, 说明湖泊结束之前, 由于顶部地层是隔水性强的粘土, 地下水位偏高时, 地表盐碱化严重, 盐生性草本藜科发育, 而湖泊浅滩中生长水生草本, 这正好是湖泊结束时的环境状况。

孢粉带, 0.65m~1.5m, 大约630aBP~1010aBP。该带乔木含量10%~30%, 主要为松、桦、栗、栎, 还有少量榆、椴。灌木有蔷薇科、麻黄、柽柳; 草本主要有蒿、藜科、禾本科、蓼科、莎草科、豆科、十字花科, 偶见水鳖科; 蕨类有少量中华卷柏和里白。该带中桦含量较高, 同时亦有少量栗、栎、榆、椴等落叶阔叶树, 这说明太行山区海拔较高地方气候较凉, 生长桦等树种。孢粉组合反映此时气候温暖^[14, 15]。该带下部乔木含量较高, 为20%~30%, 这时植物相对繁茂, 温暖湿润。但是上部麻黄和柽柳含量较高, 可能较干。

孢粉带, 1.5m~2.2m, 大约1010aBP~1165aBP。此带乔木15%~60%, 平均20%, 松占绝对优势, 有少量桦, 零星可见栎、榆、胡桃、鹅耳枥(*Carpinus*)、桤木(*Alnus*)。草本以蒿、藜科为主, 还有少量禾本科、蓼科、茄科、豆科, 蕨类几乎全为中华卷柏。由此反映这时气候比较凉爽偏湿, 少量的栎属可能来源于丘陵和扇上平原, 而平原则是以蒿、藜科为主的景观。其中1.8m~2.0m松含量较高, 可能有次一级的冷湿波动。

孢粉带, 2.2m~2.9m, 大约1165aBP~1350aBP。此带乔木占15%~25%, 为松、桦、栎、椴, 少量栗、榆, 偶见无患子科(*Sapindaceae*)。灌木为蔷薇科, 上部有少量旱生灌木麻黄、柽柳。草本主要有蒿、藜科、禾本科、蓼科、莎草科, 断断续续有菊科出现。蕨类主要为水龙骨科和中华卷柏。粘土矿物中高岭石含量达9%~12%, 综合反映此时气候温暖潮湿^[16]。

孢粉带, 2.9m~3.5m, 大约1350aBP~1790aBP。该带乔木含量为20%~30%, 以松为主, 少量桦、云杉(*Picea*)、栎、栗。旱生灌木有麻黄、柽柳。草本为蒿、藜科、蓼科, 断续有禾本科出现。此带气候偏凉偏干。

孢粉带, 3.5m~3.76m, 大约1790 aBP~2250 aBP。该带乔木20~25%, 以松、栎为主, 少量桦木。旱生灌木为少量麻黄、柽柳。草本主要有蒿、藜科、伞形科(*Umbelliferae*), 禾本科和蓼科含量较低。蕨类有少量水龙骨科, 偶见水蕨科(*Parkeraceae*)。它们总体上反映气候可能比较温暖偏干。

孢粉带, 3.76m~3.96m, 大约2250 aBP~2580 aBP。此带以蒿、藜科为主, 少量菊科, 是藜科高峰段。乔木仅含2%~11%, 有少量松、栎、栗。上部有少量麻黄, 偶见卷柏。粘土矿物中蒙脱石含量7%, 绿泥石11%, 蛭石4%, 高岭石8%。反映此时气候寒冷干旱。

上述7个孢粉带反映的气候特征, 大致可与满志敏等^[17]据文史资料划分的气候期进行对比(表2), 也与其它据文史、物候资料所做的历史气候研究的结果^[18~22]基本一致。

表2 孢粉气候特征与文史资料对比表

Table 2 Correlation of the sporopollen climatic features with the historical data

孢粉带	气候特征	年代/aBP	满志敏等据文史资料的划分

	寒冷干旱	2580 ~ 2250	公元前5世纪中叶 ~ 前2世纪中叶
	温暖偏干	2250 ~ 1790	前2世纪中叶 ~ 2世纪末
	偏凉偏湿	1790 ~ 1350	3世纪初 ~ 6世纪中叶
	温暖潮湿	1350 ~ 1165	6世纪中叶 ~ 8世纪初
	凉爽偏干	1165 ~ 1010	8世纪初 ~ 9世纪末
	温暖偏湿	1010 ~ 630	10世纪初 ~ 13世纪末
	寒冷偏干	630 ~ 200	14世纪 ~ 19世纪末

4 结语

作者在宁晋泊地区进行高分辨率取样，利用Porter等的粒度年龄模型计算，建立了高精度时间标尺，为百年尺度古气候变化研究作了一次初步尝试。

在建立高精度时间标尺基础上，对孢粉和粘土矿物等资料进行综合研究，结果反映2600年来的气候有4次冷凉期、相间3次温暖期的波动。这与前人对文史、物候资料的研究结果基本吻合。由于该剖面2000年来沉积的样点时间分辨率已达25年左右，故如对孢粉资料作进一步古气候重建，则有可能揭示十年尺度的气候波动。

该项研究自始至终得到了张宗祜院士、王苏民研究员、吴锡浩研究员、孔昭宸研究员和吴忱研究员的支持和指导；孢粉分析得到了孔昭宸研究员、董国榜研究员和许清海研究员的指导和帮助；粘土矿物X衍射测定得到了赵杏媛高级工程师和曹密华高级工程师的帮助，粒度分析是在夏威岚工程师帮助下完成。参加野外工作的有徐建明、蒋雪中、王成敏、王玉海、肖宇等同志，在此一并表示衷心感谢。

基金项目：国家自然科学基金资助项目(49402033)；中国气象局气候研究开放实验室项目和地质矿产部“九五”重点基础项目(9501113)

作者简介：郭盛乔(1963—)，男，副研究员，从事第四纪地质学、全球变化和地貌学研究。

作者单位：郭盛乔 石英 杨丽娟 曹家栋 张静 林防 中国地质科学院水文地质工程地质研究所，河北正定 050803；郭盛乔 中国科学院湖泊沉积与环境开放实验室，江苏南京 210008；张文卿 国土资源部水文地质方法研究所，河北保定 071000；何建新 洛阳大学，河南洛阳 471000。

参考文献

- [1] 清朝唐县县志·河渠卷[M].
- [2] 清朝隆平县县志·河渠卷[M].
- [3] 张治怡.海河志·卷一，自然地理，水文[M].北京：水利电力出版社，1992.35~35.
- [4] 中华地理志编辑部编纂.华北区自然地理资料[M].北京：科学出版社，1957.35~

50.

- [5] 顾庭敏.华北平原气候 [M] .北京：气象出版社，1991.1 ~ 90.
- [6] 河北省农业区划办公室，河北省气象局.河北省农业气候及其区划 [M] .北京：气象出版社，1988.36 ~ 40.
- [7] S C Porter, An Zhisheng. Correlation between Climate Events in the North Atlantic and China during the Last Glaciation [J] . Nature, 1995, 375: 305 ~ 308.
- [8] 《河北森林》编辑委员会.河北森林 [M] .北京：中国林业出版社，1988.1 ~ 35.
- [9] 许清海，等.华北平原北部现代不同沉积相孢粉组合特征研究 [M] .西安：西安地图出版社，1994.64 ~ 70，109 ~ 122.
- [10] 孔昭宸，杜乃秋，张子斌.北京地区10000年以来的植物群发展和气候变化 [J] .植物学报，1982，24(2)：172 ~ 180.
- [11] 许清海，陈淑英，孔昭宸，等.白洋淀地区全新世以来植被演替和气候变化初探 [J] .植物生态学与植物学学报，1988，12(2)：143 ~ 151.
- [12] 周昆叔，陈硕民，陈承惠，等.中国北方全新统花粉分析与环境 [A] .第四纪孢粉分析与环境 [C] .北京：科学出版社，1988.25 ~ 53.
- [13] 张德二.中国的小冰期气候及其与全球变化的关系 [J] .第四纪研究，1991(2)：104 ~ 112.
- [14] 张德二.我国“中世纪温暖期”气候的初步推断 [J] .第四纪研究，1993，(1)：7 ~ 15.
- [15] 王绍武.公元1380年以来我国华北气温序列重建 [J] .中国科学(B辑)，1990，(5)：553 ~ 560.
- [16] 满志敏.唐代气候特征再探讨 [A] .施雅风等主编.中国气候与海面变化研究进展(一) [C] .北京：海洋出版社，1990.20 ~ 21.
- [17] 满志敏.夏商以来中国东部气候的冷暖变化 [A] .施雅风，张丕远主编.中国气候与海面变化及其趋势和影响(1.中国历史气候变化) [C] .济南：山东科学技术出版社，1996.283 ~ 307.
- [18] 王 村，王松梅.近五千年来我国中原地区气候在年降水量方面的变迁 [J] .中国科学(B辑)，1987，(1)：104 ~ 112.
- [19] 竺可桢.中国近五千年来气候变迁的初步研究 [J] .中国科学，1973，(2)：168 ~ 189.
- [20] 张丕远，王 铮，刘啸雷，等.中国近2000年来气候演变的阶段性 [J] .中国科学，1994，24(9)：998 ~ 1008.
- [21] 满志敏，张修桂.中国东部近4500年以来气候冷暖分期 [A] .施雅风等主编.中国气候与海面变化研究进展(二) [C] .北京：海洋出版社，1990.25 ~ 26.
- [22] 汤仲鑫，赖叔彦，等.海河流域冷暖史料分析 [M] .北京：气象出版社，1990.23 ~ 34.

收稿日期：1999-10-13