

吕国军, 刘志辉, 张合, 等. 邢台紫山西断裂控制性钻孔第四纪孢粉组合及其古气候环境演变[J]. 华北地震科学, 2017, 35(1): 56-61.

邢台紫山西断裂控制性钻孔第四纪 孢粉组合及其古气候环境演变

吕国军¹, 刘志辉¹, 张合¹, 陈建强²

(1. 河北省地震局, 石家庄 050011; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要:通过对邢台紫山西断裂控制性钻孔中孢粉样品化验分析, 依据主要孢粉类型组合和成分含量变化, 结合控制性钻孔揭露的地层剖面岩芯的岩性、岩相、层序和热释光测年数据等综合分析, 划分出 5 个孢粉组合带, 并根据这 5 个孢粉组合带孢粉特征, 进一步得到邢台地区第四纪以来古气候特征及其变化过程。

关键词:控制性钻孔; 孢粉; 邢台地区; 古气候

中图分类号: P532

文献标志码: A

文章编号: 1003-1375(2017)01-0056-06

doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2017.01.009

0 引言

孢粉分析不仅有助于划分和对比第四纪地层, 而且孢粉还是揭示过去陆地生态环境变化最好的指标之一^[1]。通过孢粉学手段可以再造各种不同地貌单元上的植物景观, 恢复当时的古气候, 从而推论古气候的演变规律。因此, 此方法成为研究第四纪古气候和重建古环境的最有效方法。邢台地区第四纪古气候环境研究程度较低, 取得成果较少^[2]。本文主要利用中国地震局“十五”重点项目《河北省城市活断层探测与地震危险性评价项目(邢台市)》中在邢台紫山西断裂的上端进行的控制性钻孔资料^[3], 通过对钻孔地层剖面岩芯的岩性、岩相、层序分析, 并结合邢台控制性钻孔孢粉样本化验分析结果、测年数据等, 对邢台地区的古气候环境演变规律进行分析^[4]。

1 区域概况

邢台紫山西断裂北起邢台市西侧, 向南从西北留东过沙河, 经北掌, 顺延紫山西侧山前, 到鼓山的伯延一带消失, 全长约 70 km; 走向 NNE, 倾向 W, 倾角较陡。该区域第四系地层各统齐全, 成因类型

繁多, 厚可达数百米; 主要沉积层包括: 下更新统湖积、冰碛层, 中更新统冲积——坡积层, 中上更新统风积——残积层, 上更新统洪积——坡积层以及全新统坡洪积、冲洪积和人工填土分布为主。

控制性钻孔位于紫山西断裂上端点西约 10 m, 邢台市南三环路, 电厂路口西约 100 m 西由留加油站北侧空地上, 经纬度: 114°28′34.72″E, 37°00′52.90″。

钻孔平面位置见图 1。此次钻孔总进尺 121 m, 总回次数 50, 平均回次进尺 2.42 m, 总取芯长度 102 m, 平均取芯率 84.3%, 共采孢粉样品 80 件, 热释光样品 22 个。钻孔综合柱状图见图 2。

2 孢粉主要类型

邢台西由留控制性钻孔(XTK1)共采孢粉样品 80 件, 采样的深度范围是 0~120 m。孢粉分析共统计鉴定到孢子花粉 5 135 粒, 平均每样约 64.2 粒; 样品的孢粉平均浓度为 9.9 粒/克, 它们分属 78 个孢粉类型。孢粉组合以草本植物花粉为主(约占 65.9%); 乔木植物花粉次之(为 24.7%); 蕨类植物孢子和灌木植物花粉较少(平均含量分别占 7.8% 和 1.6%), 偶见少量水生植物花粉及藻类孢囊。

收稿日期: 2016-04-06

基金项目: 河北省地震局科技星火计划面上项目(DZ20150420026)

作者简介: 吕国军(1985—), 男, 河北大名, 工程师, 主要从事地震工程、地震应急等方面研究. E-mail: lvguojun4061@163.com

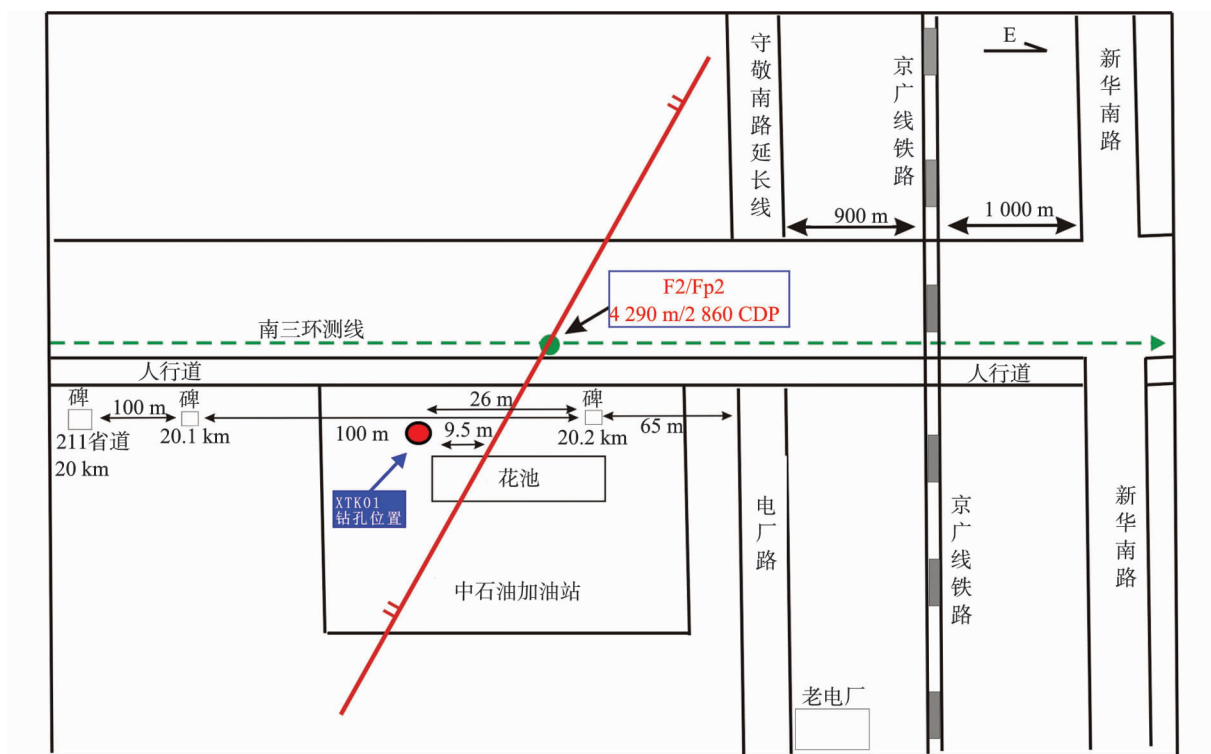


图1 紫山西断裂控制性钻孔位置图

孢粉主要类有：①草本植物花粉8类，以蒿(*Artemisia*)为主、禾本科(*Gramineae*)、菊科(*Compositae*)、蓼(*Polygonum*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、蔷薇科(*Rosaceae*)、及唇形科(*Labiatae*)等，其次有少量湿生草本莎草科(*Cyperaceae*)及水生草本植物香蒲(*Typha*)等分子；②乔木植物花粉8类，松(*Pinus*)居多，栎(*Quercus*)其次，此外还有云杉(*Picea*)、杉科/柏科(*Taxodiaceae/Cupressaceae*)、栗(*Castanea*)、桦/鹅耳枥(*Betula/Carpinus*)、胡桃(*Juglans*)及榆(*Ulmus*)等；③蕨类植物孢子6类，依次是铁线蕨(*Adiantum*)、真蕨纲(*Filicale*)、卷柏(*Sellaginella*)、中华卷柏(*Sellaginella sinensis*)、石松(*Selaginella*)及水龙骨科(*Polypodiaceae*)等；④灌木植物花粉3类：柳(*Salix*)、白刺(*Nitraria*)及麻黄(*Ephedra*)等。

3 孢粉组合带划分

根据控制性钻孔所做花粉浓度图示中主要孢粉种属含量的变化趋势分析(图3)，结合地层剖面深度、岩芯的岩性、岩相、层序和热释光测年数据等综合分析，以及孢粉组合类型在钻孔剖面中的成分和含量变化，可以划分出5个孢粉组合带^[4]，其特征和组成叙述如下：

3.1 孢粉带 I (样号 1~21 号, 0~13.2 m)

孢粉丰富，浓度平均为 20.54 粒/克。孢粉组合中草本植物花粉^[6]占优势，平均含量达 66.05%，其中以蒿(28%)和禾本科(21.2%)的花粉为主；其次为藜科(9%)、菊科(1.23%)、狼毒(*Stellera*) (1.17%)；另还含有一定量的毛茛科、葎草(*Humulus*)等，少量湿生草本莎草科及水生草本植物香蒲花粉间或出现。

乔木花粉含量次之，平均为 25.29%，主要为松属(15.99%)和栎(4.01%)；其次是杉科/柏科(1.73%)、榆(1.31%)；另桦/鹅耳枥、山毛榉(*Fagus*)、栗也有出现，但含量均<1%。

蕨类植物孢子含量较少，仅为 7.19%，但仍是本剖面最高值。以真蕨纲(2.22%)、中华卷柏(1.6%)、铁线蕨(1.46%)为主要类型，另含少量卷柏、石松及水龙骨科等；灌木花粉含量最少不足 1%，偶见麻黄、白刺、八角枫(*Alangium*)等。

根据本带孢粉的波动特点，又可以把本带划分为 2 个亚带，分别为 I a 和 I b。

1) 亚带 I a (样号 1~9 号, 深度 0~5.8 m)

该亚带草本植物花粉含量较高，平均为 67.12%，其次为乔木植物花粉平均为 22.98%。蕨类孢子含量为 9.06%，灌木花粉的含量小于 1%。草本植物花粉以蒿(34.77%)占绝对优势，最高可达

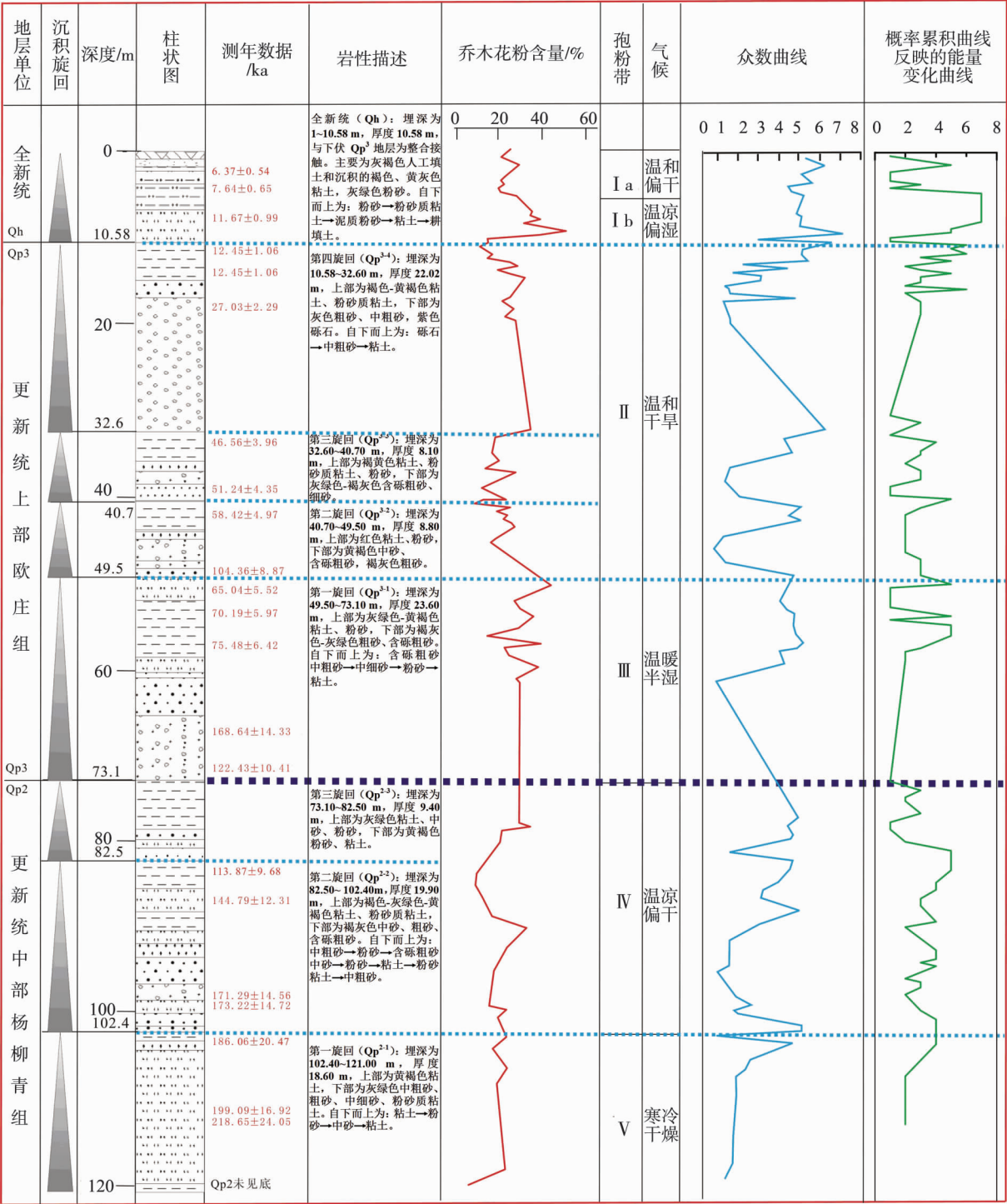


图 2 邢台紫山西断裂控制性钻孔综合柱状图

54.55%,其次是禾本科(17.63%)、藜科(6.8%)和菊科(2.13%),湿生莎草科及水生草本植物香蒲也有分布,但平均含量不超过1%。乔木植物花粉中针叶植物占孢粉总量的11.45%,其中松属(11.36%)占优势,无其它针叶属种;阔叶植物(11.53%)中以栎(7.37%)和榆(1.54%)为主,偶见少量的桦/鹅耳枥、山毛榉、胡桃等。蕨类孢子中有真蕨纲(2.44%)、中华卷柏(1.98%)、铁线蕨(1.07%)、水龙骨科(1.11%),卷柏、石松等少现,灌木含量甚少。

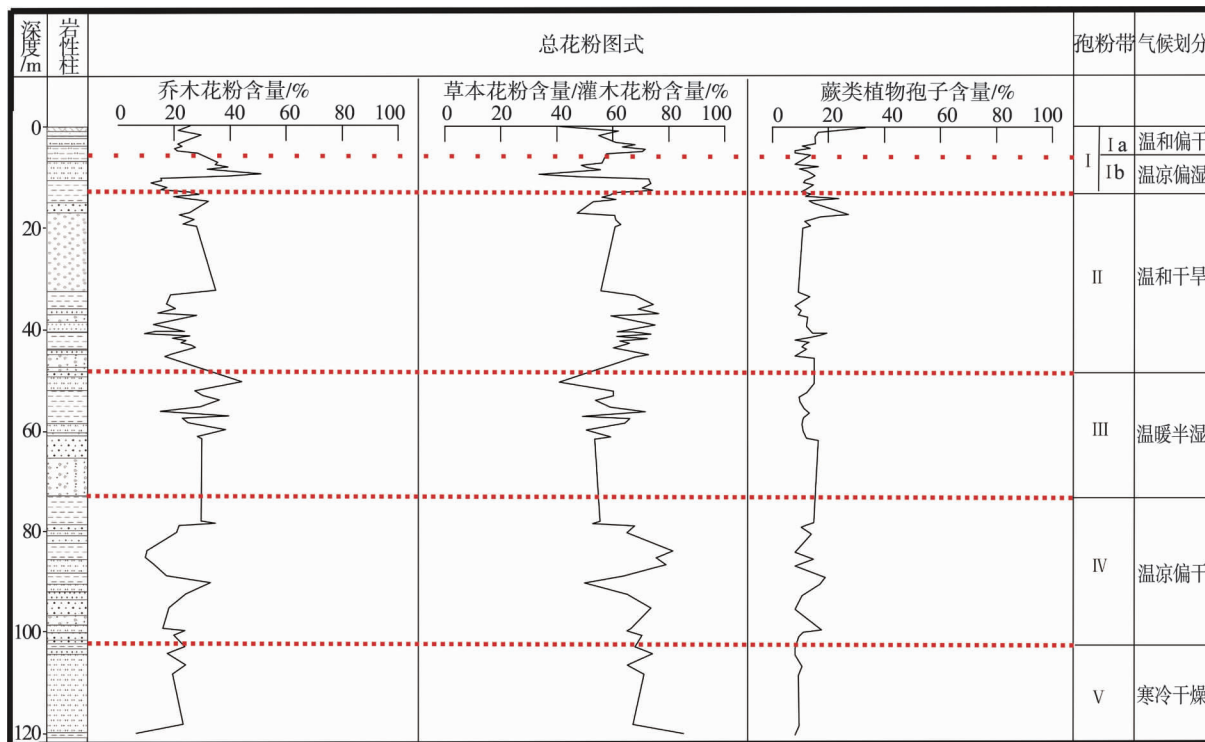


图3 邢台控制性钻孔第四纪孢粉总图谱

2) 亚带Ib(样号 10~21 号,深度 5.8~13.2 m)

本亚带仍以草本植物花粉为主,与上段相比略有下降,平均含量为 66.10%,但最高仍可达 84.48%,其种类稍有不同。草本植物花粉中的禾本科(23.87%)、藜科(10.64%)和狼毒(1.98%)与上段相比明显上升,但是蒿(22.92%)有明显下降,湿生莎草科及水生草本植物香蒲几乎消失。乔木植物花粉含量比上段增加,平均 28.12%,其中增加最明显的是针叶植物,占孢粉总量的 23.71%,其中以松属(19.46%)、杉科/柏科(2.97%)增加最多,另还有新属种云杉(1.01%)局部出现,且含量很高。阔叶植物下降到 4.41%,其中,以栎(1.50%)和榆(1.13%)下降最明显。蕨类减少为 5.8%,种类依旧是真蕨纲(1.64%)、中华卷柏(1.31%)、铁线蕨(1.60%)。灌木无明显变化,依旧<1%。

3.2 孢粉带 II(样号 22~48 号,13.2~48.5 m)

因本带含有一 12 m 左右的砾石层,所以孢粉浓度平均只有 9.85 粒/克。孢粉组合中草本植物花粉占绝对优势,平均含量高达 70.41%左右,比上一带略有增加。其中,蒿(27.37%)和禾本科(19.74%)的花粉含量较高,和 I b 带相比藜科的含量明显上升到 13.84%,菊科、蔷薇科、莎草科、十字花科花粉间或出现。

乔木花粉含量占花粉含量的 21.21%,其中针

叶植被的含量为 15.06%,和 I b 带相比明显减少,主要为松属(13.47%),个别时段时有杉科/柏科(1.34%)出现;阔叶植被含量占 6.15%,主要成分的栎(2.81%)与桦/鹅耳枥(1.27%)含量都增加,唯有榆(0.95%)减少。

蕨类植物孢子含量较少,仅为 7.00%,与 I 带相比略有下降,以真蕨纲(1.46%)、中华卷柏(1.28%)、铁线蕨(2.30%)、石松(1.32%)为主要类型;灌木花粉含量有明显增加但仍不足 2.00%,偶见麻黄、柳等。

3.3 孢粉带 III(样号 49~60 号,48.5~73.1 m)

与前 2 带相比,本带花粉总浓度明显减少,一般小于 3 粒/克,平均只有 2.93 粒/克。孢粉组合中虽然仍以草本植物花粉为主,占总孢粉量的 61.91%,但却是降至了剖面最低。乔木花粉含量为 31.95%,灌木与蕨类孢粉的含量为 1.02% 和 5.12%。草本植物中藜科含量增加明显,达到剖面最高为 20.33%,而蒿与禾本科则降到最低分别为 19.94% 和 10%,个别时段出现的还有狼毒、唇形科、菊科、旋花科等,其含量在 1%~3%之间。乔木植物中针叶植物平均含量为 24.93%,成分仍以松属(21.37%)为主,另杉科/柏科的平均含量为 3.18%,2 者均达到剖面的最高值,其它成分几乎没有出现;阔叶植物含量平均为 7.02%,比上一带略

有增加,主要成分是栎(2.91%)和桦/鹅耳枥(1.38%),另有,榆(0.82%)、胡桃(0.88%)。灌木偶见麻黄、白刺、沙棘(Hippophae)。蕨类以中华卷柏(1.41%)、真蕨纲(1.12%)为主,另可见少量铁线蕨、石松、卷柏。

3.4 孢粉带Ⅳ(样号 61~74 号,73.1~102.4 m)

孢粉贫乏带。平均浓度只有 2.77 粒/克,孢粉组合波动较大,但仍以草本植物花粉占优势,平均高达 71.85%。主要类型有蒿(21.40%)、禾本科(18.85%)、藜科(15.23%),常见的还有香蒲、毛茛科、毛茛(Ranuncula)、豆科(Ranuncula),另还有新出现的紫苑(Aster)、锦葵科(Abelmoschus)、蓼科(Polygonaceae),含量均>1%。乔木植物含量多低于 20%,平均为 19.09%,与上一带相比下降幅度较大。其中针叶植物占 13.55%,以松属为主,其它成分迅速降低,甚少出现。阔叶属种占 5.54%,其中主要成分是栎(2.28%),另常见榆(1.19%)、和胡桃

(1.05%)。蕨类中常见中华卷柏(2.65%)铁线蕨(1.29%)石松(1.23%)。灌木以白蜡树(Fraxinus)和麻黄为主。

3.5 孢粉带Ⅴ(样号 75~80 号,102.4~120 m)

孢粉不够丰富,浓度平均为 3.17 粒/克。乔木花粉下部有明显较少的趋势,平均为 16.75%。以松属(10.43%)和栎(2.14%)为主,有时少见云杉、枫香(Liquidambar)、山毛榉等。草本植物与灌木孢粉含量均达到最高分别是 75.88%和 6.44%。其中草本植物的种类算丰富,蒿(24.25%)、禾本科(11.58%)、藜科(15.33%)为主要类型,另菊科、十字花科、毛茛、锦葵科含量均大于 2.00%。灌木种类明显增多,有白蜡树含量高达 2.36%,柳和木犀科(Oleaceae)也大于 1.00%,偶有绣线菊(Spiraea)、麻黄、白刺出现。蕨类含量甚低,只是偶现铁线蕨。

4 古气候演变分析(表 1)

表 1 邢台紫山西断裂控制性钻孔第四纪孢粉组合与气候演化表

地层年代	孢粉组合带		孢粉组合特征	植被类型	气候阶段
全新统(Qh)	I	I a	草本植物花粉含量为主,蒿的含量达到剖面最高,乔木以松和栎为主,且榆的含量也达到剖面最高。	针阔混交疏林草原	温和偏干
		I b	乔木花粉含量增多,但阔叶植被孢粉降至剖面最低	偏针叶的疏林草原	温凉偏湿
更新统上部 欧庄组(Qp ³ O)	II		乔木植物孢粉含量明显下降,针叶植物下降明显,但阔叶树种中的栎和桦/鹅耳枥有少量增加。草本及灌木孢粉含量较前一亚带有所增加	温带草原	温和干旱
		III	乔木孢粉含量增至剖面最高	森林草原	温暖半湿
更新统中部杨柳青组(Qp ² Y)	IV		乔木含量较低,草本及灌木孢粉含量上升	温带草原	温凉偏干
	V		草本和灌木孢粉含量增至剖面最高	温带草原	寒凉干燥

孢粉组合带 I a:该孢粉带乔木植物以松和栎为主,且榆的含量也达到剖面最高,表明气温较温和。本亚带的草本植物花粉含量为 67.12%,其中蒿的含量达剖面最高 34.77%,其次是禾本科、藜科和菊科。故呈现出针阔混交疏林草原景观。反映了温和偏干的气候,相当大西洋期亚北方期^[7]。

孢粉组合带 I b:和 I a 相比植被中乔木花粉含量增多,但阔叶植被孢粉降至剖面最低,松属和杉科/柏科的含量明显增加,说明气温比上一带明显降低。草本植物孢粉的总量比重无明显变化,只是禾本科与藜科的含量有所上升,而蒿的含量下降至 22.92%,另还含有少量狼毒。植被组合为偏针叶的疏林草原,反映的气候为温凉偏湿,相当前北方期、

北方期。

孢粉组合带 II:乔木植物孢粉含量明显下降,其中针叶植物由上一亚带的 23.72%下降到 15.06%,只有阔叶树种中的栎和桦/鹅耳枥有少量增加。草本及灌木孢粉含量较前一带均有增加,其中,草本植物中的藜增加较多,说明气候进一步变干,植被组合是温带草原,周边有稀疏的针阔混交林,其所反映的气候是温和干旱,相当于第四纪的末次冰期(沧州海侵期)。

孢粉带 III:下部有几米砾石层,本带孢粉浓度不高,从图上可以看出孢粉组合有明显的变化。其中,乔木孢粉含量增至剖面最高,主要有松属、杉科/柏科及阔叶植被栎、桦/鹅耳枥、榆和胡桃等。草本植

物孢粉含量虽然大于乔木,但是却降至剖面最低,只有 61.91%。主要成分仍为藜科、蒿、禾本科,呈现出森林草原景观,反映了温暖半湿润的气候,并发生了大规模海侵(即白洋淀海侵期),相当于第四纪以来第 3 次冰期气候。

孢粉带Ⅳ:乔木含量较低,以松属为主,阔叶植物以栎为主,其它属种甚少出现。草本植物比Ⅲ带明显增加了 10%左右,以藜科、蒿、禾本科且 3 者含量相差不多。另还出现了一些新的属种,如:紫苑、锦葵科、蓼科等。灌木含量上升,主要是白蜡树和麻黄。植被组合为疏林草原向草原过渡。反映的气候是温凉偏干,属冰期气候环境,是第四纪以来第 2 次冰期。

孢粉带Ⅴ:孢粉组合十分单调,以蒿、藜、禾本和松为优势,其次含少量的栎。灌木孢粉含量增至剖面最高。该孢粉类型表现的植被类型为草原。反映了寒凉干燥的气候类型,属冰期气候环境,是第四纪以来第 1 次冰期。

5 结语

1)通过对控制性钻孔中孢粉样品化验分析结果,依据孢粉类型组成和成分含量变化,结合钻孔所

揭露的地层剖面岩芯的岩性、岩相、层序和热释光测年数据等综合分析,划分出 5 个孢粉组合带,并确定孢粉组合带Ⅰ为全新统、孢粉组合带Ⅱ、Ⅲ为上更新统、孢粉组合带Ⅳ、Ⅴ为中更新统。

2)全新统(0~13.2 m),孢粉组合带Ⅰ(I a 为大西洋期亚北方期、I b 为前北方期、北方期),反映气候由温凉偏湿到温和偏干的变化;更新统上部(13.2~73.1 m),孢粉组合带Ⅱ(第四纪的末次冰期)、Ⅲ(第四纪以来第 3 冰期气候),反映气候由温暖半湿到温和干旱的变化;更新统中部(73.1~120 m),孢粉组合带Ⅳ(第四纪以来第 2 冰期气候)、Ⅴ(第四纪以来第 1 冰期气候),反映气候由寒凉干燥到温凉偏干的变化。

3)控制性钻孔通过与华北平原区第四纪地层的对比分析表明^[8],河北平原上更新统和全新统大致可以划分为 5~10 个孢粉组合带及其对应的冷—暖与干—湿气候类型,全新统的底界在 5~30 m,上更新统的底界为 50~200 m 不等,上更新统内识别的 2 次相对暖湿事件大致与白洋淀海侵事件和沧州海侵事件对应,全新世以来属于冰后期,孢粉及其植被类型反映气候的明显变暖。

参考文献:

- [1] Seppa H, Bennett K D. Quaternary pollen analysis: recent progress in palaeoecology and palaeoclimatology[J]. Progress in Physical Geography, 2003, 27(4): 548-579.
- [2] 王开发,王宪曾. 孢粉学概论[M]. 北京:北京大学出版社,1983:3-20.
- [3] 陈建强,李玉嵩,李欣,等. 河北省城市活断层探测与地震危险性评价项目邢台市控制性钻孔探测及目标区第四纪标准剖面建立[R]. 北京:中国地质大学,2010.
- [4] 赵徐,于洋,钟雷,等. 孢粉分析在第四纪环境演变研究中的应用[J]. 经济研究导刊,2010, (4): 178-179.
- [5] 姜立征. 孢粉分析与环境考古[J]. 生物学通报,1998, 33(7): 2-4.
- [6] 周昆叔. 华北区第四纪植被演替与气候变化[J]. 地质科学,1984, (2): 165-172.
- [7] 江能人,孙荣. 第四纪冰川与第四纪地质论文集(第七集)[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [8] 童国榜,柯曼红,于淑凤. 河北平原第四纪孢粉组合及其地质意义[J]. 海洋地质与第四纪地质,1983, 3(4): 91-103.

Controlled Drilling Quaternary Pollen Composition and Evolution of Ancient Climate and Environment of Xingtai Purple Mountain West Fault

LYU Guo-jun¹, LIU Zhi-hui¹, ZHANG He¹, CHEN Jian-qiang²

(1. Earthquake Administration of Hebei Province, Shijiazhuang 050011, China;

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

Abstract: In this paper, we analyze the assay results of pollen samples in controlled drilling in Xingtai Purple Mountain west fault according to thir main pollen type combinations and ingredients change. Combining with comprehensive analysis of the lithology, facies, sequence and TL dating data of of the stratigraphic section cores uncovered through the controlled borehole, the pollen samples are divide into five pollen combinations. According to the pollen features of the five pollen combinations, we obtain the paleoclimate characteristic and its changing process in Xingtai area since the Quaternary.

Key words: controlled drilling; pollen; Xingtai area; Paleoclimate