

中国东北平原 第四纪自然环境形成与演化

《东北平原第四纪自然环境形成与演化》基金课题组



哈尔滨地图出版社

中国东北平原 第四纪自然环境形成与演化

《东北平原第四纪自然环境形成与演化》课题组



哈尔滨地图出版社

中国东北平原第四纪自然环境形成与演化

*

哈尔滨地图出版社 出版、发行

哈尔滨地图出版社印刷厂印刷

*

787 × 1092 16 开 17.5 印张

1990 年 3 月第 1 版

1990 年 3 月第 1 次印刷

印数：1 — 1500 字数：39.5 万

ISBN 7 — 80529 — 086 — 5 / K · 73

定价：9.80 元

*

哈尔滨地图出版社地址：哈尔滨市南岗区保健路

电话：63925 电挂：0003 邮政编码：150086

**FORMATION AND EVOLUTION OF NATURAL
ENVIRONMENT OF
QUATERNARY IN NORTHEAST
PLAIN OF CHINA**

**“Formation and Evolution of Natural
Environment of
Quaternary in Northeast Plain of China”
Subject Group**

Harbin Map Publishing House

Chief editor

Qiu Shanwen

Associate editor

Sun Guangyou Xia Yumei Wang Peifang

Committee member

Wang Rongfen Sun Guangyou Wang Peifang

He Yan Xia Ywmei Qiu Shanwen

序 言

地球环境是人类生存和发展的基地，人类在地球上创造了文明，但也制造了不适于人类自身生存的环境因素。尤其是近若干年来，由于自然环境的变化和人类活动的影响，全球环境已遭受退化或恶化，地球上自然生态链的主要环节逐渐失去了平衡，使人类面临着许多困境。为了迎接这种挑战，国际科学联合会（ICSU）已决定开展“全球变化”的研究，涉及到大气圈、水圈、岩石圈、生物圈的变化机制和趋向的问题，其目的在于改善预测全球变化的能力。显然恢复和重建第四纪自然环境的演变过程，对探索人类近代环境演变因素和趋势，有其重大意义。

我国东北在第四纪冰期与间冰期中，在寒潮的强弱、夏季风进退的影响下，自然环境变化十分明显，开展东北第四纪自然环境变化的研究，对我国东部、以至“全球变化”探索都有重要意义。可喜的是，“东北平原第四纪自然环境形成与演化”课题组的同仁，在国家基金委的资助下，开展了这方面的研究，并已取得重要成果。这项研究包括第四纪地壳运动规律，第四纪地层及沉积环境、古水文网的变迁和平原发育、古气候特征及演变序列、渤海海平面在第四纪中的变化、古植物群和古动物群的生境和演替、以及湖泊的消长和沙漠变迁等许多方面，使东北第四纪自然环境的研究获得了新的突破，推向一个新的阶段。

还应提到的是，除了学科方面的意义而外，这些研究成果还将为东北平原大自然的科学开发和环境优化提供科学依据，而且对预测未来自然环境演变趋势具有深刻意义。因此，我祝愿本书的出版。

杨怀仁

杨怀仁

1988.2.13

前 言

东北平原面积约三十二万平方公里，是我国最大的冲积平原，周围有大、小兴安岭和长白山等山地呈半环状围绕，南临渤海。地处温带季风型气候带，自然区域属湿润、半湿润、半干旱地区，自然环境变迁的反映非常敏感和明显。不论是第四纪古环境，抑或现代自然环境，都具有与我国其它平原迥然不同的特色。尚且，东北平原又是人口集中，生产力比较发达的地区，是国家重要的农、牧业基地和石油产地。因此，开展东北平原第四纪自然环境变迁的研究，不仅具有发展学科的理论意义，而且还具有为国民经济建设服务的重大实践意义。

近几十年来，国内、外对自然环境的形成与演变的研究，尤其对晚更新世以来自然环境变迁的研究，取得了很大进展和突破，已成为地球科学的一个新的研究领域。自然环境的重大变化，都会给人类带来巨大的影响；反之，人类活动也会对自然环境发生影响。因此，只有认识自然环境的历史和现状，才能更好地利用自然和改造自然，预测自然环境演变的未来。

正因如此，我们获得了中国科学院自然科学基金的资助，后转为国家自然科学基金的课题。于1985年7月起开展工作，在前人的工作基础上，对东北平原的第四纪地层及其沉积环境；第四纪动、植物群的形成与演变；尤其对松嫩平原晚更新世以来的猛犸象—披毛犀动物群，暗针叶林群落的生态环境、迁徙和演替；古水文网变迁与平原的形成；湖泊消长；新构造运动的基本规律；科尔沁沙地的形成与演变，辽河下游平原的海、陆变迁；以及古气候的演变模式等进行了新的探索，并取得了新的进展。但是，东北平原第四纪一些基本问题仍需深入研究。

现将两年多来的研究成果，共三十篇论文，编辑成集，一方面作为《东北平原第四纪自然环境形成与演化》基金课题的研究成果，上报国家自然科学基金主管部门，汇报对基金课题任务的完成情况。另一方面，正值长春地理研究所建所卅周年之际，作为向所庆的献礼。同时，为迎接将在我国召开的第十三届国际第四纪大会（INQUA），被列为第四纪系列专著，奉献给大会！

该课题的研究工作得到我国多位著名学者的热忱帮助和鼓励。本课题由中国科学院长春地理研究所、长春地质学院、吉林省文物考古研究所、辽宁省地质矿产局第二水文地质与工程地质大队和辽宁师范大学等单位有关专业人员参加。所以，这一研究成果的取得和出版，是有关领导、专家的支持和帮助，多单位协作，多学科相互渗透、综合研究、全组同志共同努力的结果。

本文集的编辑、出版工作由编辑组裘善文（课题组长）、孙广友（课题副组长）、夏玉梅、汪佩芳、何岩、王荣芬等同志承担。文中插图由中科院长春地理所清绘组完成。在此向热忱支持和帮助我们的领导、学者和同志们深表感谢。

由于我们水平所限，在组织课题研究和文集的编辑、出版中也缺乏经验，不妥之处，敬请批评指正。

《东北平原第四纪自然环境形成与演化》课题组

目 录

序 言

前 言

松辽平原更新世地层及其沉积环境的研究	裘善文等(1)
松嫩平原晚第三纪-更新世孢粉组合及古植被与古气候的研究	夏玉梅 汪佩芳(12)
松嫩平原晚更新世猛犸象、披毛犀动物群与环境的研究	姜 鹏(24)
松辽分水岭的形成及其演化	张庆云(30)
下辽河平原周边冲积扇沉积模式与环境的探讨	杨文才(34)
松辽平原中部第四纪地壳运动与平原发育	
——兼论松辽分水岭的形成	孙广友(44)
我国东北平原晚更新世晚期植物群与	
古气候指标初探	王曼华(51)
松嫩平原晚更新世以来古植被演替的初步研究	汪佩芳 夏玉梅(60)
长春地区黄土状土沉积环境的初步研究	何 岩(68)
松辽平原晚更新世自然环境的基本特征	裘善文等(79)
松嫩平原莫莫格孔粘粒矿物组合及其古地理意义	颜秋兰(91)
东北更新世动物群与生态环境的探讨	姜鹏(99)
长春黄土成因的探讨	张庆云 解 磊(109)
科尔沁沙地南缘虻石沟黄土地层孢粉分析与	
古环境的探讨	夏玉梅(117)
内蒙库伦旗库伦沟黄土地层的孢粉分析及	
其古环境意义	汪佩芳(122)
营口常山洞穴堆积物中孢粉分析及古环境	夏玉梅 崔德文(126)
营口金牛山洞穴堆积物中孢粉化石的研究	汪佩芳 夏玉梅等(131)
长春地区黄土地层的孢粉分析与古气候	王曼华(136)
松辽平原中西部泥炭特征与古环境	宋海远(141)
松嫩平原湖泊的成因及其环境变迁	裘善文(146)
太子河冲积扇沉积特征及环境变迁	杨文才(155)
下辽河平原第四纪海、陆变迁	杨文才(164)
西辽河流域第四纪孢粉分析及其意义	汪佩芳(173)
松花江流域粘粒矿物的形成与地理环境	
演变的研究	颜秋兰(179)
科尔沁沙地的形成与演变的研究	裘善文(185)

东北三江平原古冰缘构造特征及其环境意义	李风华(202)
三江平原古冰丘湖泥炭地	宋海远 夏玉梅(209)
三江平原晚更新世晚期的埋藏泥炭及古环境	曾建平(217)
三江平原泥炭地类型区划及其一万年以来 环境变迁	宋海远(222)
三江平原地貌形成演化的初步研究	孙广友(228)

CONTENTS

A study on the Pleistocene strata and their depositional environment in the Songliao Plain of Northeast China	Qiu Shanwen et al. (1)
The paleobotany and paleoclimate in the Songnen Plain: A study on the Late Tertiary — Pleistocene spore-pollen assemblages	Xia Yumei and Wang Peifang (12)
Study on <i>Mammuthus</i> — <i>Coelodonta</i> fauna and environment of the Late Pleistocene in the Songnen Plain	Jiangpeng (24)
The formation and evolution of the divide between the Songhua River and the Liaohe River	Zhang Qingyun (30)
An approach to the deposition pattern and environment of the peripheral alluvial fan in the Xialiao River	Yang Wencai (34)
The crustal movement of the Quaternary and the plain development in the central part of the Songliao Plain — formation of Songliao divide ...	Sun Guangyou (44)
Preliminary study on paleovegetation and paleoclimatic index in the late period of the Late Pleistocene in the Northeast Plain of China	Wang Manhua (51)
The primary study on the vegetation succession in the Songnen Plain since the Late Pleistocene	Wang Peifang and Xia Yumei (60)
Primary study on depositional environment of loessal soil in Changchun area	He Yan (68)
The basic characteristics of the natural environment of the Songliao Plain in the Late Pleistocene	Qiu Shanwen et al. (79)
Clay mineral composition of Momoge drill hole in the Songnen Plain and palaeogeographical significance	Yan Qiulan (91)
Discussion on the Pleistocene fauna and its ecological environment in northeast China	Jiang Peng (99)
Discussion on genesis of loess in Changchun	Zhang Qingyun and Xie Lei (109)
The study on spore-pollen analysis and palaeoenvironment of loess stratum in Mengshigou in south edge of Horqin sandy land	Xia Yumei (117)
Spore analysis of loess stratum at Huregou in Hure Banner, Inner Mongolia and its significance	Wang Peifang (122)
Spore-pollen analysis and palaeoenvironment of cave sediment in Changshan, Yingkou	Xia Yumei and Cui Dewen (126)
Study on spore-pollen and fossils in sediment of cave in Jinniushan, Yingkou	Wang Peifang et al. (131)

Spore-pollen analysis of loess stratum and paleoclimate in Changchun area	Wang Manhua (136)
The features and paleoenvironment of the peat deposit in the central-west Songliao Plain	Song Hai Yuan (141)
Genesis of lakes and environmental changes in the Songnen Plain	Qiu Shan Wen (146)
The sedimentary characteristics and the environmental changes of the Taizi River alluvial fan	Yang Wencai (155)
The sea-land changes of the Xialiao River Plain in the Quaternary	Yang Wencai (164)
The spore-pollen analysis of the Quaternary in the Xiliao River basin and its significance	Wang Peifang (173)
A study on the formation of clay minerals and the evolution of geographic environment in the Songhua River valley	Yan Qiulan (179)
Study on formation and evolution of Horqin sandy land	Qiu Shanwen (185)
The palaeo-periglacial structure features and the environment in the Sanjiang Plain of northeast China	Li Fenghua (202)
Fossil pingo-lake peatlands of the Sanjiang Plain	Song Haiyuan and Xia Yumei (209)
The buried peat and palaeoenvironment of the late period of the Late Pleistocene in the Sanjiang Plain	Zeng Jianping (217)
Types of peatlands in the Sanjiang Plain and environmental change in past 10000 years	Song Haiyuan (222)
A primary study on formation and evolution of geomorphology of the Sanjiang Plain	Sun Guangyou (228)

松辽平原更新世地层及其 沉积环境的研究

裘善文 夏玉梅 汪佩芳 李凤华

(中国科学院长春地理研究所)

松辽平原位于东北的中部,面积约 $32 \times 10^4 \text{km}^2$,是我国最大的平原。平原周围出露的第四纪地层露头较多。平原中有些地区连续沉积了第四纪更新世各个时期的地层,是我国研究第四纪地层比较好的地区之一,亦是目前东北第四纪地层研究程度较高的地区。

1959 年全国地层委员会将黑龙江省龙江县朱家坎附近白土山的第四纪地层命名为白土山组,其时代为早更新世,其底界为第四纪的下限。将哈尔滨附近荒山的第四纪地层,命名为荒山组,其时代为中更新世^[1]。此后,白土山组和荒山组地层在东北被广泛地引用和对比。前者是松辽平原、三江平原第四纪孔隙水主要含水层之一,后者是松嫩平原(中更新世湖相粘土层)区域承压水隔水层。因此,研究它不仅具有认识自然环境变迁的理论意义,而且在地下水含水层组的划分、水资源的评价,以及对工、农业的发展方面具有重要的生产实践意义。

80 年代前后,在地层编表和断代总结工作中,对该区第四纪研究起到推动和促进作用。但也有些地层建组论据不足,有待于修正。

近年来,随着研究工作的不断深入,孢粉分析、 C^{14} 测年、热释光、古地磁、电子显微镜扫描、X 衍射等新技术和测试方法的应用,对更新统地层、尤其对中、下更新统地层的研究有了新的进展。

一、白土山组地层的成因及其沉积环境

50 年代以来,就以大兴安岭东坡的龙江县朱家坎附近的白土山剖面为模式剖面,建立了白土山组。

该组地层广泛分布在大兴安岭东坡河流出口处的山麓面(山前剥蚀台地)上,组成冲、洪积扇地貌(图 1),以及分布在松辽平原第四纪地层的底部,成为第四纪孔隙水主要含水层之一。

该组地层的岩性为灰白色砂砾石层夹粘土透镜体组成,厚数米至数十米,各地不等。在龙江县朱家坎附近白土山组的剖面,见厚 16m(图 2)。剖面下部的砂砾石层呈灰白色、灰黄色,夹有灰白色高岭土质粘土透镜体和砂质透镜体,水平层理清晰,局部斜交层理也较发育。其粒度成分以砾石为主,砾径一般 3—5 cm,最大达 10 cm,含量一般在

圆的居多,有分选,排列较规则,高岭土质和砂质胶结。砾石岩性以凝灰岩、流纹岩、安山岩等中酸性火山岩为主,占 56%。其次为脉石英、花岗岩等。凝灰岩、花岗岩的砾石风化强烈。重砂组份以绿帘石、钛铁矿和白钛石为主。该组地层过去曾认为其成因为冰川、冰水沉积^{[2][3]}。

关于白土山组地层的成因,笔者根据近年来的研究,提出了新的看法,并有专文论述^{[4][5]},本文仅归纳其主要论点:

1. 白土山组地层分布在大兴安岭山前各大河出山口地段, 组成古冲、洪积扇。被河流切割后形成相对高度 20-25 m 的台地, 相当于二级阶地。

2. 白土山组沉积物具有明显的河流相结构和产状。龙江县白土山组和白城平台的白土山组的沉积物有分选和磨圆、地层微向东南倾斜；砾石长轴方向与河流流向垂直或斜交，砾石主倾向为西北。应属山前河流的冲、洪积扇沉积。地层中发育斜交层理，尤其是前郭县王府屯西沟的白土山组剖面特别明显，属大型单向斜层理，各组平行，各斜层与层面交角为

12°—15°, 无明显的顶底层。斜交层由细砂组成, 分选好, 表面光滑, 以石英砂为主。这些具有平原型河流的河床, 滨河床相的沉积特征。

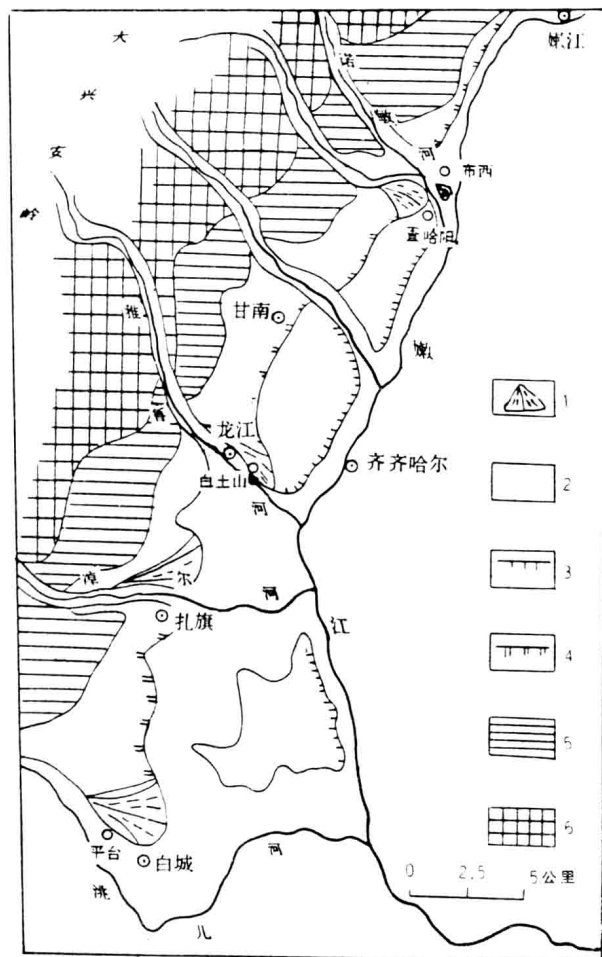


图 1 松辽平原西部白土山组地层分布及其与地貌关系图

1 白土山组地层的分布及组成的冲、洪积扇 2 河漫滩
3 一级阶地 4 二级阶地与剥蚀台地 5 布西期夷平面
(丘陵顶面) 6 兴安期夷平面(中、低山顶面)

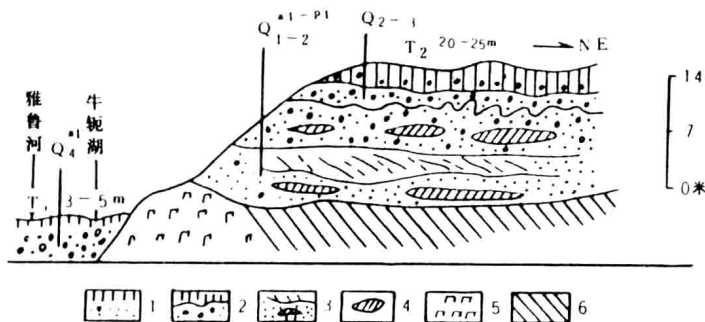


图 2 龙江县西白土山第四纪地质剖面图

1 粉、细砂层, 砂砾石层 2 亚粘土层、砂砾石层 3 砾质砂层夹透透镜体, 发育斜交层理(白土山组地层中), 4 砂砾石层夹透透镜体(白土山组地层中), 5 玄武岩 6 基岩

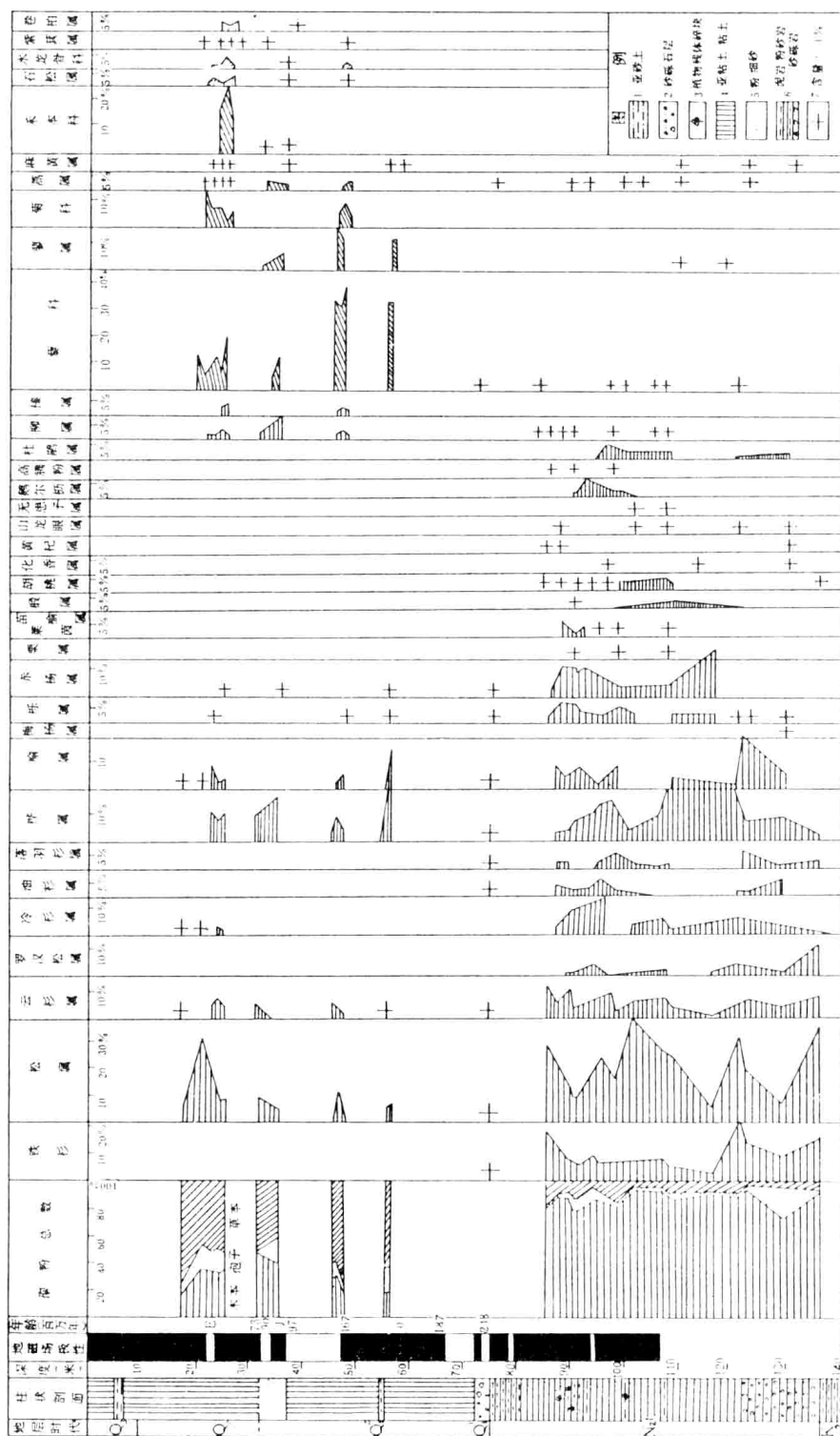


图3 黑龙江省大庆前进村7901孔磁性地层、孢粉图式

3. 白土山组地层粒度累积曲线呈单峰型, 并非冰积物粒度曲线类型。

4. 白土山组地层的矿物组合以重砂矿物和稳定矿物为主^{〔4〕}, 且种类多, 具有一定磨圆, 说明经过流水作用的搬运。

5. 经差热和 X 衍射分析, 粘土矿物主要由多水高岭石和少量蒙脱石组成^{〔4〕}, 反映了温暖的气候环境。

6. 对白土山组沉积物进行多次孢粉分析【夏玉梅, 1963, 1964, 1980, 1982; 汪佩芳, 1980, 1981】。该组沉积物孢粉较贫乏, 但少数层段孢粉较丰富。在龙江县白土山剖面中, 孢粉组合主要特征为: 草本植物花粉中, 以蒿属 (*Artemisia*)、藜科 (*Chenopodiaceae*) 苧麻属 (*Urtica*) 为主, 其次有百合科 (*Liliaceae*)、菊科 (*Compositae*)、麻黄属 (*Ephedra*)。木本植物花粉较少, 主要为桦 (*Betula*)。蕨类孢子有水龙骨科 (*Polypodiaceae*), 其次是紫萁科 (*Osmundaceae*)。在查哈阳分水闸的白土山组剖面中还有木本植物花粉, 主要为鹅耳枥属 (*Carpinus*) 和栎属 (*Quercus*)。白城平安镇的白土山组剖面中孢粉含量比较丰富, 草本植物花粉以蒿属、藜科、禾本科 (*Gramineae*) 为主, 占 99—100%; 木本花粉较少, 主要有桦、栎, 仅占 0.43—1.1%; 禾本科植物花粉和蕨类孢子较少^{〔6〕}。

此外, 前郭尔罗斯蒙古族自治县王府屯、扶余市仲仕屯和乾安县令字井等钻孔剖面中, 草本植物花粉占绝对优势, 主要有蒿属、藜科。木本植物花粉主要为松 (*Pinus*)、桦, 禾本科和蕨类, 含量较少。

孢粉组合特征表明, 当时大兴安岭山前及松嫩平原西部主要植被为草原和疏林草原。在草原景观中, 耐旱的蒿、藜占优势, 明显地反映出温暖偏干的古气候环境。

由此可见, 经典的白土山组地层的成因和沉积环境, 是在温暖偏干的古气候条件下, 大兴安岭山前地带为冲积、洪积沉积。

而在松辽平原第四纪地层底部的白土山组地层, 如大庆 7901 孔 (图 3), 孔深 72—75m 的白土山组地层中 (古地磁测年 2.48—2.01Ma 前), 见到松、冷杉 (*Abies*)、柏 (*Cupressaceae*)、桦、榆 (*Ulmus*)、栎和少量榛 (*Corylus*)、椴 (*Tilia*) 等木本花粉, 蒿、大戟科 (*Euphorbiaceae*)、茜草科 (*Rubiaceae*) 等, 蕨类孢子主要是水龙骨科, 反映出早更新世早期气候变冷的特点, 这一冷期为第四纪的开始。另据张庆云等的研究, 在松嫩平原的白土山组堆积物有的为湖相沉积^{〔6〕}。

综上所述, 白土山组地层的成因, 在松辽平原各地各不相同, 在大兴安岭山前为冲积、洪积; 在平原湖相粘土层的底部为冲积、湖积。

二、白土山组地层的时代

白土山组地层, 过去认为, 属早更新世, 其底界为第四纪下限。近年来, 对松辽平原一些钻孔岩芯进行了古地磁测年等的研究, 以大庆 7901 孔和乾安县令字井孔为例加以说明 (图 4)

大庆 7901 孔, 终孔 140 m, 自下而上可分 9 层, 取古地磁样品 63 个点共 233 块。令字井孔, 终孔 112.5 m, 自下而上可分 10 层, 取古地磁样品 58 个点共 232 块。综观 7901

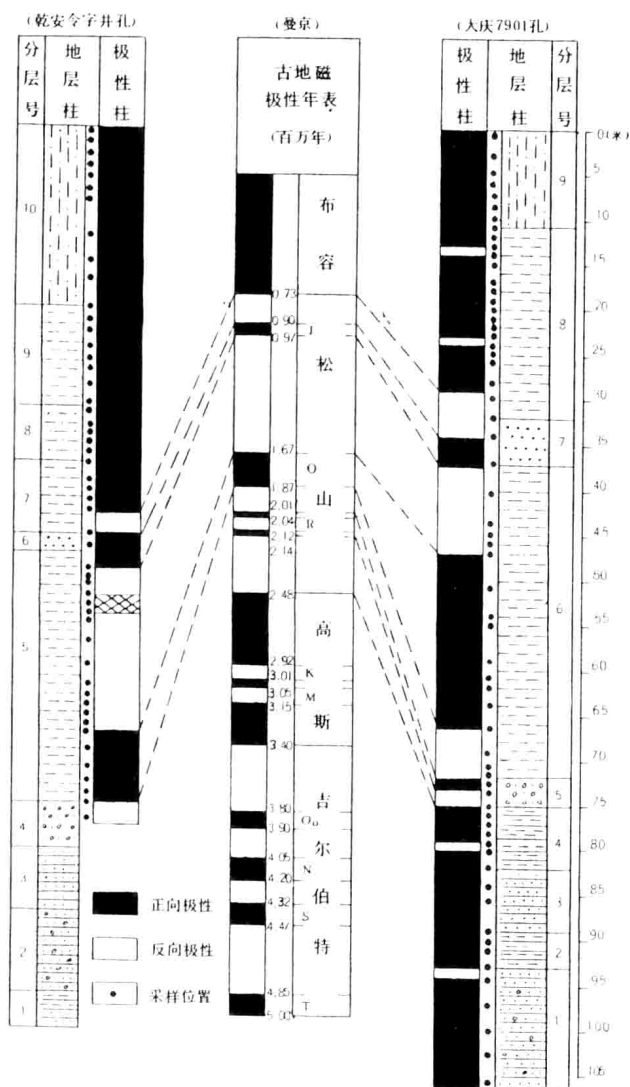


图4 地层极性柱状图

由此可见，经典的白土山组地层的年代受到了动摇，分布在松辽平原过去统称为下更新统白土山组地层的年代，各地各不相同分布在松辽平原第四纪地层底部的白土山组地层，其时代为更新世早期。分布在平原西部边缘（大兴安岭山前）的白土山组地层，时代为早更新世晚期。从白土山孔的地层测年可知^[7]，在大兴安岭山前白土山一带，上新世沉积泥岩以后，经历了一百多万年的沉积间断和剥蚀、侵蚀时期，以后才开始沉积白土山组地层。

三、松辽平原厚层粘土层的成因及其沉积环境

厚层粘土层大致分布在齐齐哈尔—双辽—肇源—林甸—齐齐哈尔这一长椭圆形内，面

孔和令字井孔地层极性柱，用 7901 孔为主进行分析，以 7901 孔第 5 层为界，下部为正向磁化；上部为反向磁化，中间夹有 3 个正向磁化条带；顶部又有一个正向磁化带。从地层沉积上看，7901 孔第 5 层以下，正极性为主，以上到第 7 层，地层以负极性为主，都代表了一段相当长的时间。因此，认为 7901 孔的第 5 层底面，是两个地磁极性时的界面。所以，它应当是由松山反向极性时转变为高斯正向极性时的界线，其年代为 2.48 Ma。据此，7901 孔的白土山组地层，位于孔深 72–75m，其极性地层置于松山反向极性时（M）的尼留旺正向极性亚时（R）的顶界以下，松山反向极性时与高斯正向极性时（G）的分界线之上，其时限距今 2.48–2.01 Ma 前。令字井孔的白土山组地层，位于孔深 75 m 以下，其极性地层置于松山反向极性中的奥都维极性亚时（O）的底界以下，其时限大于 1.87 Ma 前^[5]。但是，另据缪振棣等对经典的白土山剖面的白土山组地层热释光测年结果，年龄距今 $0.81 \pm 0.042\text{Ma}$ ， $0.857 \pm 0.13\text{Ma}$ 。综合古地磁和热释光测年，其时限为距今 1.0–0.8 Ma 前^[7]。

积约五万平方公里，沉积了厚 30–70 m 的粘土层。它的粒度分布，从平面上看，从椭圆形外围向圆内，沉积物粒度由粗变细，即由砂砾石层→砂层→亚砂层→淤泥、亚粘土。从剖面上看，下部细，上部略变粗，即由下部的淤泥质亚粘土向上部变为粉砂质亚粘土，仅在上下部之间夹一层厚 2–5 m 的薄层粉细砂层。在时空分布上连续沉积了厚层的粘土层。该沉积物平均粒径 ϕ 值为 8 左右，分选差，粒度频率曲线近于对称或负偏态，尖度常态至平坦，粒度对数累积曲线比较平直（高振义，1982），说明不同粒级含量分配均匀，属于比较稳定的湖相沉积环境中的沉积物。此外，厚层粘土层中发现大量喜湿性盘星藻（*Pediastrum*）和少量转板藻（*Mougeotia*），并发现淡水环境中生活的个体较少的螺、贝类化石。粘土层中含有菱铁矿（ FeCO_3 ），粘土层中普遍含有机质较高，并具有腥臭味。这都说明该粘土层是比较稳定的静水环境条件下的湖相沉积。

此外，还对松辽平原的许多钻孔岩蕊进行了孢粉、粘土矿物等的分析。现以令字井孔和大庆 7901 孔为列（图 5），以令字井孔地层为主加以说明。令字井孔深 20–75 m 的粘土层，可划分为六个孢粉组合，并可同大庆、舍力、大安、长春等地的孢粉组合进行对比。

孔深 75–47 m，时限 1.87–0.9 Ma 前，自下而上可划分为两个花粉带：

(1) 桦—蒿—禾草类组合，时限包括奥都维极性亚时前后。

(2) 云杉—柳—蓼—杂类草组合，时限包括查拉米洛极性亚时前后。

两组合的差别在于后者木本花粉含量有所增加，云杉（*Picea*）占 23%，形成该孔云杉花粉曲线的第一高峰。柳（*Salix*）占 9.6%，芦苇（*Phragmites*）占 3.8%。说明早更新世晚期湖沼发育，气候温和稍湿。这一暖期为早更新世的顶界。

孔深 45–20 m，时限 0.8–0.2 Ma 前，可划分为四个孢粉组合。

(3) 麻黄—桤柳—藜组合，位于孔深 45 m 上下，藜科含量高达 27.2–33.6%，主要以碱蓬（*Suaeda*）、驼绒蒿（*Eurotia*）、藜属花粉为主，组成以麻黄和桤柳参加的干草原。盐生植物大量出现，气候干冷，多年冻土发育，促进了土壤盐渍化的发生。这一冷期为中更新世的底界，即 B/M 分界线稍上的位置。

(4) 松—桦—榆—菊组合，出现在孔深 43–30 m 处，阔叶树中桦最多，占 6.6%，榆、栎、胡桃（*Juglans*）、椴相继增加，并有少量喜湿性水生植物花粉和转板藻，以及大量盘星藻的出现。其植被为桦林草原，阔叶疏林草原，古气候温和湿润。

(5) 松—云杉—藜—禾草组合，孔深 30–25 m，裸子植物花粉占 65%，其中松占 40%，云杉占 38%，说明松和云杉组成的暗针叶林得以扩大和发展，气候冷湿。

(6) 松—桦—柳—禾草组合，孔深 25–20 m，与第 (4) 组合相似，气候温湿，这一暖期为中更新世的顶界。

另据大庆 7901 孔，孔深 11–72 m 与字令井孔层位相当的粘土层的 X 衍射分析，可划分出三个粘土矿物组合带（颜秋兰，1981）：

(1) 水云母—绿泥石—蒙脱石—高岭石组合，时限 2.01–1.67 Ma 前，位于孔深 72–54 m，粘土矿物较多，结晶度变好，又出现少量蒙脱石，高岭石矿物。但是，代表风化程度较差的水云母、绿泥石为主体的矿物，表明当时转为凉、干的气候。

(2) 蒙脱石—水云母—绿泥石—高岭石组合，时限 1.67–0.4 Ma 前，位于孔深 54–22 m，地层中蒙脱石、水云母和绿泥石含量较多，结晶也好，也出现少量的高岭石，但蒙