

中国北方晚更新世环境

D 534.63-92

地质出版社

9210950



9210950

P534.63
922



● 郑洪汉 等著

中国北方晚更新世环境

(中国科学院自然科学基金资助项目)

重庆出版社1991年

责任编辑 陈敬章
封面设计 姚长辉
技术设计 忠 凤

郑洪汉 等著

中国北方晚更新世环境

重庆出版社出版、发行（重庆长江二路205号）
新华书店经销 重庆新华印刷厂印刷

开本850×1168 1/32 印张6.625 插页10 字数162千
1991年8月第一版 1991年8月第一版第一次印刷
印数：1—1,500

ISBN 7-5366-1580-9/P·27

科技新书目：249-351 定价：6.25元



重庆出版社科学学术著作
出版基金指导委员会

主任委员： 钱伟长

委员（以姓氏笔划为序）：

于光远	马 洪	王梓坤
冯之浚	卢 云	卢鸣谷
汝 信	刘大年	刘东生
李振声	张致一	宋叔和
邱式邦	季羨林	周光召
罗涵先	郎景和	费孝通
胡亚东	钱伟长	程理嘉

内 容 提 要

本书系对中国北方晚更新世环境研究的系统总结。它在详细的野外地质测量和地层岩相分析的基础上,应用 ^{14}C 、TL、ESR和U系年龄测定、孢子花粉、碳氧同位素、化学成分、微量元素和稀土元素分析以及地貌构造分析等方法,对中国北方许多具有代表性地段的第四纪典型地质剖面进行了系统研究。建立了中国北方晚更新世以来的黄土与河湖相连续地层的沉积序列和年龄系列;提出了黄河中游地区环境演化中的古水文、古植被、古气候与古构造变化曲线;阐述了黄土与河湖相沉积的相互关系,构造与火山活动分期,寒暖动物化石的混杂出现以及若干重要化石层位年龄等。

本书可供从事地质、地理、地球化学、第四纪地质、地层古生物、水文地质、环境地质与土壤等学科的研究、生产人员和有关高等院校师生参考。

谨以此书献给第13届国际第四纪研究联合会INQUA大会。

序

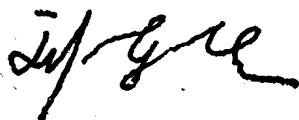
研究地质体中记录的环境信息，以揭示出地球及其环境的更长历史，是国际地球圈—生物圈全球变化研究计划内容的重要组成部分。研究晚更新世环境记录，在国内外学者中，从地质学、生物学、土壤学等角度都做了许多工作，已有大量成果报道。晚更新世环境之所以吸引着众多学者去研究和探索，一个原因是这一地质历史较新，它与当今人类生存和活动的的环境最密切，而且地质体中保存的环境信息也最完整；另一原因则是随着现代科学技术的进步，晚更新世环境研究的条件最充分，这是较老时代地质体研究、旨在揭示或重建环境历史所不及的。研究中国北方晚更新世环境有许多优越条件，这里地层发育，其中保存有丰富的环境信息。因此这类工作早在数十年前便已开始而且有过许多成果报道，例如许多地点的动物化石、孢子花粉、化石土的分布、地质时期的人类及其文化等。这些工作和成果为进一步深入研究打下了重要基础。

《中国北方晚更新世环境》一书是中国科学院地球化学研究所广州分部郑洪汉等提出的最新成果。他们在前人工作基础上通过大量野外工作，对中国北方、主要是黄河中游地区许多具有代表性的典型地层剖面的观察和测量，建立了晚更新世连续堆积地层——黄土与河湖相地层的沉积层序；根据 ^{14}C 、TL、ESR及U系年龄测定的大量结果，提出了近13万年来黄土高原区黄土/古土壤系列及其年龄，近20万年来河湖相地层沉积层序、对比关系及其年龄，从而确立了马兰黄土与河湖相地层的同期异相关系，

根据沉积相的分析、孢粉分析、氧碳同位素分析、化学元素(常量、微量和稀土元素)分析,提出了黄河中游地区古水文、古植被、古气候等曲线;根据获得的地质与年代学的大量证据,提出了近20万年来中国北方的构造活动和火山活动分期的认识。以上数据和结论对于解决数十年来在地学界中为之争论不休的黄土与河湖相地层关系、寒暖动物属种的化石混杂出现、以及许多地点的人类化石及石器时代等许多问题都是十分重要的。这一成果使认识北方晚更新世环境及其变化深入了一大步。

还应当看到对于晚更新世研究,近年来随着国际地圈与生物圈计划的开始实施,许多新的问题和新认识在不断的出现。特别是从古气候全球变化的观点对于古代环境变化的驱动力问题、同期性问题、生物界的繁衍与生物量变化对气候的影响等问题也都有赖于对于晚更新世进行深入的研究才能最后在建立气候模型和对于气候今后发展的预测等方面作出贡献。本书在这方面提供了详尽的材料,并为今后的研究提出了许多有意义的启示。

全球性的研究对指导区域性研究有理论意义,区域性研究从事实上证实或者说明、补充全球性研究的不足。这两方面结合起来才能使理论得到深入,事实能够得到概括和具有理性认识。本书在这方面作了很好的一个开端,对于以后的工作是有意义的。



1989年9月11日

前 言

人类生活在环境之中，环境存在着不同时间尺度的变化。变化着的环境对于人类生存和生产活动不无影响。时间尺度为数年、数十年或数世纪的环境变化对粮食生产、水资源和能源都具有重大影响。人类要适应这种环境变化，并使自身在这种变化着的环境中得以生存和发展，人们关注环境及其变化趋势是显而易见的。认识过去是了解现在和预见未来的最基本任务。现代环境可以通过仪器观测得以了解，例如，19世纪气象站的记录表明，近百年以来全球温度上升了约 0.5°C ，而北半球高纬度地区的增温幅度又比全球平均约大3倍；20世纪40—50年代，北半球温度有下降趋势，60年代全球温度又迅速回升。由于燃烧固体燃料使大气层中 CO_2 含量增加，从而导致一系列环境问题引起人们对人类活动的极大关注。历史时期的环境问题，人们可以通过史籍的记载得到了解，这对于中国这样一个具有5 000年文化的古国更具有许多有利条件。中国科学家在研究近5 000年来的气候波动（竺可桢，1963）、降尘频次（张德二，1984）等方面都取得了卓越成果，这些成果为认识环境的变化规律，并预见历史时期环境事件在未来重现的可能性上无疑是重要的资料积累和贡献。美国学者Hecht指出，在气候问题的研究上，如果我们要预见未来某一具有特征性的环境阶段，作为一种准则，我们便要取得长度至少10倍于所要说明的环境阶段的过去记录。那么，要说明未来数十年至数百年的环境状况，其起码要求则要取得数百年至数千年

环境变化的记录。从“极端事件”的观点出发，则要求有很长的环境记录进行分析，以便可靠地估价其重新出现的可能性(Hecht, 1978)。因此，把研究环境变化规律的时间尺度延伸到地质历史时期是环境规律研究内容的重要组成部分。近年，国际科学联盟理事会特设全球变化计划组在国际地球圈—生物圈全球变化研究计划中指出：“计划将包括进一步努力对地质记录和保存于树轮、冰和海洋沉积物中的记录进行研究，以揭示出地球及其环境的更长的历史，使我们认识数年至数亿年时间尺度的环境变化。”这是国际地球圈—生物圈全球变化研究计划(IGBP)内容的重要部分(ICSU, 1986)。可见，对地质体中环境变化记录的研究是国际科学工作者十分关注的问题。

我们开展《中国北方晚更新世环境变迁》课题的研究是基于下列考虑：

1. 这一历史阶段包括有一个完整的最 新 的冰期/间冰期旋回，这为研究环境的周期性变化规律提供了条件。同时由于这一时间段在地球史上最近，在沉积物中保存下来的环境信息比较好，世界各地都提出了许多有意义的资料，工作结果将有利于进行广域的对比。

2. 中国北方晚更新世地层发育，有成因不同的风积黄土和河湖相粘土或含砂砾粘土及砂砾石层堆积，地层剖面堆积连续，其间含有丰富的动植物化石，通过深入工作有可能取得中纬度地区陆相堆积系统的具有代表性的古环境变化历史的连续记录。

3. 数十年来，关于华北地区，特别是黄河中游地区晚更新世环境各个过程的定性描述已做了许多工作，如许多地点所做的动物化石(德日进等, 1924; Boule et al, 1928; 裴文中等, 1958; 裴文中, 1959; 祁国琴, 1975; 袁宝印, 1978; 丁梦林等, 1965; 薛祥煦等, 1982)、孢粉分析(周昆权等, 1982、1984)、土壤类型分布(朱显谟等, 1964)、人类及其文化(贾兰坡等, 1964)

研究, 等等, 都对说明不同时期环境特点提供了许多珍贵资料, 为进一步工作建立了良好的基础。华北地区, 以往对于晚更新世环境问题有关的研究可以大致认为: 30—50年代主要是生物地层的工作, 发现了许多哺乳类化石地点和提出了相应地点的化石名单, 并根据动物群对其生存环境进行了若干讨论; 60—70年代, 生物地层工作进一步深入, 同时也提出了孢粉地层的一些材料, 对于黄土研究, 从地质学、沉积学和地球化学的角度, 根据地层的物质组成和结构特点, 提出了一些有意义的环境解释; 70年代以来, 随着科学技术的进步, 应用磁性地层学、 ^{14}C 年代学和热释光(TL)年代学等技术测定年龄, 并采用生物学和地球化学等环境标志开展了大量工作。成果都是很有意义的, 现在有可能在过去工作基础上进一步深入。

本研究是1985年底开展的, 由中国科学院自然科学基金资助, 着重提出了下列成果:

- 1) 对连续堆积的地层剖面进行了系统观测和沉积相分析;
- 2) 采用综合测年技术对典型剖面进行了 ^{14}C 、TL、ESR和U系年龄测定, 并提出相应的年代学结果;
- 3) 提出了与环境指标有关的氧碳同位素、孢子花粉、地球化学标志数据和构造活动解释。

参加本项工作的有郑洪汉、黄宝林、乔玉楼、裘秀华、刁桂仪、梁卓成、蔡秀成、卢良才、高三玫和朱照宇等。

本书各章节是由下列同志完成的: 第一章, 郑洪汉。第二章第一节, 郑洪汉、乔玉楼; 第二节, 卢良才、黄宝林、郑洪汉; 第三节, 黄宝林、蔡秀成; 第四节, 梁卓成、张子庚、郑洪汉。第三章第一节, 陈承惠、林绍孟、于永芬、高三玫; 第二节, 裘秀华、郑洪汉; 第三节, 刁桂仪; 第四节, 朱照宇。第四章, 郑洪汉。郑洪汉完成全稿各章节编排和文字校订。全面工作是在刘东生教授指导下完成的。在工作过程中, 得到文启忠、徐仲伦、孙

建中、安芷生、林树基、李平日、曹家欣、张虎男、黎兴国、周昆叔等的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

作 者

1989年12月

• 4 •

目 录

序

前言

第一章 沉积系列.....	(1)
第一节 古土壤发育和黄土堆积.....	(1)
第二节 河湖相堆积.....	(7)
第二章 堆积年龄.....	(18)
第一节 ^{14}C 年龄	(18)
第二节 热释光(TL)年龄	(24)
第三节 丁村剖面丽蚌的ESR年龄.....	(36)
第四节 铀系年龄.....	(46)
第三章 环境记录.....	(53)
第一节 孢子花粉.....	(53)
第二节 氧碳同位素.....	(79)
第三节 地球化学记录.....	(96)
第四节 新构造活动	(119)
第四章 晚更新世环境	(137)
附 中晚更新世哺乳动物化石	(142)
参考文献	(145)
英文摘要	(152)

第一章 沉积系列

第一节 古土壤发育和黄土堆积

一、黄土塬区第一古土壤

中国北方作为马兰黄土与离石黄土分界重要地层标志的第一古土壤层，形成于距今14—9.5万年(洛川塬坡头村剖面)。它在黄河中游地区广泛发育，成为区域地层对比的重要标志。刘东生等对这一古土壤层的分布、产状、发生层次，土壤类型、微形态特征、形成时代和古环境意义已做过较深入研究和详细讨论(刘东生等，1985)，其重要结论是：

第一古土壤层，厚度较大，褐红色，棱柱状构造较显著。在塬区呈水平产状，近沟谷地区略有倾斜，似构成侵蚀面，分隔了马兰黄土和离石黄土。洛川黄土剖面第一古土壤层的特点是：上部为黄褐色亚粘土，中、下部为棕红色-褐色粘土，具棱块状、棱柱状结构，隙壁表面可见白色钙膜，底部钙质结核直立成层，结核面积为 $15 \times 3 - 4 \times 2 \text{cm}^2$ 不等，形状多为圆锥形、长条形、椭圆形和树枝状等。有的呈同心圆状结构。在古老沟谷的两侧可见第一古土壤层披盖于不同时代的黄土-古土壤组合上，并比老的古土壤层有较大的弯曲度。根据土壤剖面发育的微形态、化学组分、碎屑矿物和粘土矿物变化所反映的风化程度等，该层古土壤在褐土系列中属于淋溶褐土，其发育的古气候特点年平均气温为 $11.5 - 14^\circ\text{C}$ ，年降水量为600—750mm，与现在相比，成土期的年平均气温和年降水量分别为 $+4^\circ\text{C}$ 和 $+280\text{mm}$ 。它与上覆的马兰黄土相

比是一个气候相对温湿的时期。大量资料表明,它可与深海沉积的 $\delta^{18}\text{O}$ 地层的第5阶段对比。A. G. Wintle根据北京附近斋堂剖面第一古土壤层顶部的热释光年龄为8.5万年(Lu, 1987)指出,第一古土壤层似乎应与 $\delta^{18}\text{O}$ 地层的5e阶段对比,而不是与整个第5阶段相当(Wintle, 1987)。

作为特定地质阶段产物的第一古土壤层,在不同地区其土壤性状和发育年龄是否相同的,许多问题还值得进一步工作和深入探讨。同一塬区的第一古土壤,其上限年龄和物质来源是否相同?在讨论晚更新世环境过程中也是值得探讨的问题。下面提出的马兰黄土底部黄土石英砂的 $\delta^{18}\text{O}$ 值和热释光年龄测定结果将有助于对这些问题取得进一步的认识。

二、马兰黄土及其再分层

马兰黄土最早见于文献是指斋堂阶地砾石层上的土状堆积(巴尔博, 1930)。之后,人们逐渐采用马兰黄土一词作为地层单元术语(刘东生, 1962),泛指覆于离石黄土上的经风力搬运堆积形成的原生黄土,其特点是呈灰黄色,多大孔隙,柱状节理发育,富含碳酸盐,一般没有层理,岩性比较均一,但有区域的变化和剖面上的变化,见不到砂砾石的夹层。马兰黄土在我国北方分布极广,主要分布在北纬 34° — 40° 之间,大致呈东西方向的带状。根据中国黄土分布图的测量,其覆盖面积约为440 000 km^2 (刘东生, 1965)。在这一黄土带内的马兰黄土以黄土高原的最典型,研究也最详。

黄土高原上的马兰黄土分布于沙漠的外围,构成自西北而东南由戈壁、沙漠到黄土的渐次变化的带状。由于它与沙漠紧密相连,物质又主要来源于沙漠,因之被称为沙漠型黄土,有别于西北内陆盆地区与冰川研磨作用相联系的托木尔峰型黄土和东部沿海与海洋堆积物相联系的蓬莱阁型黄土(刘东生等, 1985)。

马兰黄土的厚度自西北而东南递减,最大厚度位于黄土高原

西北部，六盘山以西一般为30—50m，在陇东和陕北的北部也较厚，一般多在30m以上，往南至绥德一带为10m左右，再南翻过黄龙山之后其厚度仅5—6m(刘东生，1965)。

刘东生等对马兰黄土的物质成分和结构作了许多深入研究(刘东生，1966)，其结果表明：马兰黄土的粒度组成，主要为粉砂(0.05—0.005mm)，其含量常 $>50\%$ ，变化在37.2—70.0%之间，细砂($>0.05\text{mm}$)含量一般为15—30%，粘粒($<0.005\text{mm}$)含量为10—25%，绝大多数属于粉质亚粘土。马兰黄土的碎屑矿物成分在 $>0.01\text{mm}$ 粒级中有50多种，主要是石英、长石和碳酸盐矿物，它们的含量常 $>95\%$ 。各地黄土中矿物成分基本相似，但其中重矿物成分则有自西北而东南比重较大的矿物(比重4.5—5.0)逐渐减少，比重较小的矿物(比重3.0—3.5)则有逐渐增加的趋势。马兰黄土的化学成分主要是 SiO_2 和 Al_2O_3 ，含量常 $>60\%$ ，其次为 Fe_2O_3 和 CaO ， Fe_2O_3 的含量一般为3.0—6.0%， CaO 含量多为7.5—10.5%。化学成分也呈现出自西北而东南渐次变化的趋势，如 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 自西北而东南逐渐增加。

关于马兰黄土的形成时代和堆积环境，早在60年代及以前多是根据出露的地层位及其所含哺乳动物化石定为晚更新世或晚更新世晚期地层，例如刘东生等的《黄土的物质成分和结构》一书指出，马兰黄土常掩覆于离石黄土之上，二者呈不整合接触，在河谷区则常覆于不同时代的阶地之上。在第二级超河漫滩阶地上的马兰黄土常直接覆于晚更新世早期的萨拉乌苏组地层之上(刘东生，1985)。70年代以来，随着年代学技术进步和工作深入，马兰黄土已被认为应包括自9.5万年以来的一整套堆积，许多地方可以黑垆土为分层标志划分出全新世黄土(郑洪汉，1984)，而晚更新世的马兰黄土本身还可以三分为马兰黄土上(L_{1-1})、下(L_{1-3})粗粒层和马兰黄土中部细粒层(L_{1-2})(刘东生等，1985)。 L_{1-2} 细粒层的碳酸钙含量较低，含有较多的桉(*Alnus*)、桦

(*Betula*)、栎(*Quercus*)，榆科(*Ulmaceae*)等阔叶树花粉，指示了较为温凉湿润的气候期，与上、下马兰黄土粗粒层反映的气候显著干冷的事件形成对照(刘东生等, 1985)。

从晚更新世环境变化的角度认识马兰黄土，要求进一步查明：(1) 作为一个连续堆积的地质体，马兰黄土在地层剖面上表现出粗粒层与细粒层的交替和堆积厚度的区域变化，是不是说明马兰黄土堆积随着气候环境的周期性变化出现过相应的加速和减速的堆积过程，在水平分布上可否找到相应的地球化学或年代学证据。(2) 与黄土堆积加速和减速相对应的粉尘物质供给源是否曾发生过相对应的周期性变化？这些问题的解决显然要求进一步深入年代学的工作和物质成分的分析。本项研究将以黄土塬马兰黄土为典型提出相应的研究结果，并根据各地马兰黄土底部年龄讨论其发育过程和区域变化。

三、全新世黄土及其再分层

刘东生等早在50年代末和60年代初便已注意到不同时代黄土层中所夹古土壤类型的差异：新黄土(马兰黄土)中的古土壤是黑垆土，而老黄土中的(主要是离石黄土中的)则是褐色土型古土壤，并且指出，黑垆土之上可能存在全新世黄土(刘东生等, 1965)。朱显谟注意到有的地点的黑垆土发育于彩陶文化层之上，其发育年龄可能很新。1979年郑洪汉等在第三届全国第四纪会议上提出了《陕西岐山马江全新世黄土的初步研究》的报道。随着 ^{14}C 年龄测定技术在黄土研究中的广泛应用，愈来愈多的事实表明，黑垆土大多是在近1万年发育的，有的地点其上覆有黄土。上覆黄土的粒度、矿物和化学组成与马兰黄土一致。这样便有可能以黑垆土为标志把全新世黄土从马兰黄土中分开，另建一个独立于晚更新世马兰黄土的地层单元——全新世黄土。

黑垆土主要是在塬区，并以黄土为母质发育形成的。根据土壤剖面在地层中的出露，黑垆土可以分为残余的和埋藏的两类。

有的剖面可以见到两层黑垆土,其厚度和土壤成熟度都不尽相同,如陇西暖泉沟剖面所见。已有文献报道,作为分层标志的黑垆土在山东鲁中及鲁东南山地北麓益都一带,在山西的五寨、偏关、

表1 黄河中游黑垆土孢粉分析结果*

时代	地 点	孢 粉 含 量 (%)**	
		木 本 花 粉	草 本 花 粉
晚 全 新 世	环县 城东塬	<i>Betula</i> sp.	<i>Artemisia</i> sp. 77.9 <i>Polygonaceae</i> 2.0
	西峰 雷家峁	<i>Betula</i> sp. 25.0 <i>Pinus</i> sp. 37.5	<i>Chenopodiaceae</i> 26.0
	西峰 西李村		<i>Artemisia</i> sp. 76.2 <i>Polygonaceae</i> 12.7
	静宁 牛站沟	<i>Pinus</i> sp.	<i>Polygonaceae</i> 68.5 <i>Chenopodiaceae</i> 10.5
中 全 新 世	兰州 柳沟河	<i>Ulmaceae</i> 28.6 <i>Larix</i> sp. 28.5 <i>Quercus</i> sp. 14.3	<i>Polygonaceae</i> 6.1 <i>Artemisia</i> sp. 29.4
	会宁 白草塬	<i>Pinus</i> sp.	<i>Polygonaceae</i> 45.7 <i>Gramineae</i> 5.7
	陇西 暖泉沟(上)	<i>Betula</i> sp.	<i>Artemisia</i> sp. 61.9 <i>Gramineae</i> 19.1
早 全 新 世	陇西 暖泉沟(下)		<i>Artemisia</i> sp. 34.8 <i>Gramineae</i> 52.2
	洛川 坡头村	<i>Betula</i> sp. 22.3 <i>Pinus</i> sp. 11.1	<i>Artemisia</i> sp. 10.4 <i>Gramineae</i> 18.6

* 孢粉分析, 林绍孟

** 木本和草本分开统计, 算出的是主要种属含量