

第 30 届国际地质大会论文集



第 21 卷

第 四 纪 地 质

安芷生 主编



地 质 出 版 社

第 30 届国际地质大会论文集

第 21 卷

第四纪地质

安芷生 主编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书内容涉及第四纪海相-非海相地层的对比,冰期旋回记录和更新世下界的讨论,新构造运动和地貌演化,黄土和其他第四纪沉积物所记录的古季风、古气候和古环境,晚新生代与环境变化相关的植被带的移动和动物群的迁徙,以及古人类和考古地质学及年代测定等。它们从不同侧面反映了第四纪地质学的迅猛发展情况,提出了许多有价值的新问题和新见解。

本书内容丰富,涉及面较广,可供研究院所的科技人员及大专院校师生查阅参考。

图书在版编目(CIP)数据

第四纪地质/安芷生主编.-北京:地质出版社,1999.7

(第30届国际地质大会论文集;第21卷)

ISBN 7-116-02808-0

I. 第… II. 安… III. 第四纪地质-国际学术会议-文集 N. P534.63-53

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第19670号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:刘淑春 周继荣

责任校对:黄苏晔

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:8 字数:184000

1999年7月北京第一版·1999年7月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:18.00元

ISBN 7-116-02808-0

P·2016

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

第 30 届国际地质大会论文集英文版共 26 卷,已由荷兰国际科学出版社(VSP)于 1997 年全部出版。中文版由第 30 届国际地质大会组织委员会编辑,地质出版社出版。

第 30 届国际地质大会论文集卷目

- 第 1 卷:地球的起源和历史
- 第 2 卷:地学与人类生存、环境、自然灾害
- 第 3 卷:全球变化
- 第 4 卷:岩石圈构造和深部作用
- 第 5 卷:现代岩石圈运动 地震地质
- 第 6 卷:全球构造带 超大陆的形成与裂解
- 第 7 卷:造山带 地质填图
- 第 8 卷:盆地分析 全球沉积地质学 沉积学
- 第 9 卷:21 世纪能源矿产和矿产资源 矿床地质 矿产经济学
- 第 10 卷:地学新技术方法
- 第 11 卷:地层学
- 第 12 卷:古生物学 地史学
- 第 13 卷:海洋地质学 古海洋学
- 第 14 卷:构造地质学 地质力学
- 第 15 卷:火成岩岩石学
- 第 16 卷:矿物学
- 第 17 卷:前寒武纪地质学和变质岩石学
- 第 18 卷:化石燃料地质——石油、天然气和煤
- 第 19 卷:地球化学
- 第 20 卷:地球物理
- 第 21 卷:第四纪地质
- 第 22 卷:水文地质
- 第 23 卷:工程地质
- 第 24 卷:环境地质
- 第 25 卷:数学地质和地质信息
- 第 26 卷:比较行星学 地质教育 地质学史

前 言

本卷论文集由 17 篇论文(包括 3 篇摘要)组成。内容涉及第四纪海相-非海相地层的对比,冰期旋回记录和更新世下界的讨论,新构造运动和地貌演化,黄土和其他第四纪沉积物所记录的古季风、古气候和古环境,晚新生代与环境变化相关的植被带的移动和动物群的迁徙,以及古人类和考古地质学及年代测定等。

这些论文分别从古人类演化、古季风、古气候、古环境、南北半球的黄土、宇宙粉尘、气候模拟和一些第四纪测年技术等方面反映了第四纪地质学的迅猛发展情况,提出了许多有价值的新问题和新见解。

在本卷中文版论文集编撰过程中,我们从实际出发,既注意保持与英文版论文集(第 21 卷)的一致性,又注意反映第 30 届国际地质大会之后作者取得的最新研究成果,以提高本论文集的学术价值。其中有 3 篇论文由于在国内期刊上已全文发表,此次只以摘要形式列出,以保持与英文版的一致性。

在此,对参与本文集的编辑、翻译、制图的高万一、台益和、李小强、卢雪峰、李力、张英文、曹军骥、蔡演军等同志致以衷心的感谢。

安芷生

1998 年 10 月 15 日

目 录

洛川黄土粒度组成的古气候意义(摘要)	
..... 鹿化煜, 安芷生, J. Vandenberghe, G. Nugteren(1)	
提高分辨精度的高密度生物记录	L. J. Flynn, 王伴月(3)
更新世—全新世中国人类牙齿特征的连续性及蒙古人种的起源	
..... 刘武, 杨茂有(14)	
早更新世发生在华北的一次显著降温和哺乳动物迁移事件	
..... 程捷, 田明中, 曹伯勋(22)	
长江三角洲 20 万年来的环境变迁——兼论汤山动物群的气候背景(摘要)	
..... 南京人遗址综合研究组(28)	
中国西部晚中新世草原/干旱气候大发展的沉积学、地球化学和孢粉学研究	
..... 李吉均, 方小敏, 马玉贞(29)	
热带黄土	M. Iriondo, D. M. Kröhlhling(40)
我国黄土-古土壤序列中有机质对磁化率分布的作用与意义	
..... 贾蓉芬, 彭先芝, 戴顺英, 李荣森, 孙有斌, 刘海春(55)	
中国郑州附近黄土记录的气候事件及其与 Heinrich 事件的对比	
..... 肖华国, 蒋复初, 吴锡浩, 薛滨, 王苏民(60)	
黄土替代性气候指标之一——全铁含量之转换	
..... 孙建中, 张骏, 李同录, 卢玉东, 李萍, 周明富(66)	
末次冰期以来中国黄土中的宇宙尘	赵济湘, 肖永林, 安芷生, 鹿化煜(76)
蜗牛壳的放射性碳测年的可靠性	周卫建, 王富葆, 卢雪峰, J. Head(84)
南极燕窝湖沉积物陆生苔藓 ¹⁴ C 年龄测定	
..... 沈承德, 孙彦敏, 姜漫涛, 刘东生, 袁宝印, 郑洪汉(92)	
青藏高原东部若尔盖盆地过去 140ka 的古环境重建	王苏民, 薛滨(97)
中国全新世海滩岩分布与气候变迁	杨守仁, 姜钦华, 杨松(104)
地质学中的时间观	姜绍文, 张选阳, 刘荣谟(114)
大气环流模式与地质记录中末次冰盛期的东亚古气候(摘要)	
..... 刘晓东, 安芷生, 吴锡浩, P. J. Valdes, B. Dong(121)	

洛川黄土粒度组成的古气候意义(摘要)^①

鹿化煜 安芷生

(中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710054)

J. Vandenberghe G. Nugteren

(Faculty of Earth Science, Free University, Amsterdam, the Netherlands)

野外对经典的洛川坡头剖面 S_2 古土壤层以上的黄土地层以 5~10cm 间距采样, 全部样品在荷兰自由大学沉积实验室进行了粒度测量。测量仪器为德国生产的 Analysette22 激光粒度仪, 粒度测量范围为 0.1~1250 μm , 误差小于 2%。结果表明, 洛川黄土古土壤的粒径分布范围在 0~200 μm 之间, 把这段范围按等差 φ 值分为 42 个粒级, 作出每个粒级的百分含量随深度变化曲线, 共得到 42 条曲线。

通过黄土古气候代用指标变化曲线与具有代表意义的全球冰量变化曲线(SPECMAP)对比, 获得 S_2 古土壤层以上的黄土地层界线年龄; 根据粒度计算年龄的模式, 以粗颗粒的百分含量代表沉积速率在年代控制点内进行内插, 由此得到 S_2 以来约 250ka 的时间标尺。

将洛川 S_2 — S_0 剖面的 42 条分粒级颗粒含量变化曲线分别与记录全球冰量变化的深海氧同位素变化曲线(SPECMAP)对比, 结果表明, 31 μm (约等于 30 μm) 和 7.8 μm (约等于 8 μm) 是两条重要的粒级分界线(小于 2 μm 的颗粒受成壤作用影响较大, 在本文中不予考虑)。大于 30 μm 各粒级的高含量值对应于相对干冷的古气候阶段, 反之对应干冷程度较弱的阶段; 2~8 μm 各粒级的低含量值对应于较干冷的古气候阶段, 反之对应干冷程度较弱的阶段; 8~30 μm 各粒级的含量与古气候变化没有明确的对应关系, 其中 7.8~9.3 μm 和 11~13 μm 的颗粒含量变化曲线虽也与全球冰量变化曲线比较相似, 但在 L_1SS_1 和 S_1 中其含量几乎相当, 二者之间偏差不大, 与 SPECMAP 曲线中氧同位素阶段 5 和阶段 3 的偏差较大不相一致, 因此, 不宜作为冬季风强度的代用指标; 26~31 μm 粒级含量变化曲线也与全球冰量变化曲线类似, 但 L_1LL_2 中的含量与末次冰期极盛期的含量接近, 与 SPECMAP 曲线中阶段 2 所记录的全球冰量显著大于阶段 4 不相一致, 因此, 它也不宜作为冬季风强度的代用指标。把最近 250ka 以来代表东亚冬季风强度的大于 30 μm 和 2~8 μm 颗粒的百分含量(平均值分别为 26% 和 19.2%)变化曲线与代表全球冰量变化的深海氧同位素变化曲线对比, 可以发现它们之间有很好的对应关系, 而 8~30 μm 颗粒的百分含量变化曲线与它们缺乏良好的对应关系。

通过对以上实验证据的分析及与深海沉积物记录的全球冰量变化对比, 笔者认为黄土

① 本项研究为中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金和荷兰科学院科学研究基金资助项目。

高原中部黄土地层中大于 $30\mu\text{m}$ 粒级颗粒的含量可以作为东亚冬季风强度变化的一个较优的替代指标; $2\sim 8\mu\text{m}$ 粒级的含量与冬季风强度变化反相关, 其百分含量在洛川地区也小于 $>30\mu\text{m}$ 的百分含量, 虽可以作为冬季风变化的替代指标, 但似乎不如大于 $30\mu\text{m}$ 粗颗粒的含量作为冬季风替代指标更合适; $8\sim 30\mu\text{m}$ 粒级颗粒的含量与古季风变化没有直接对应关系。

(全文请参阅科学通报, 1997, 42(1): 66~69)

提高分辨精度的高密度生物记录

L. J. Flynn

(Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 02138, USA)

王 伴 月

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044)

摘 要 对于特定地区生物事件的历史,长地层序列提供了事件发生的载体,它有别于孤立的化石点(不管那里化石是否丰富),可以加深对整个时段变化的理解。有时间控制的密集样品记录,允许检验有关变化的多种假说。如果采样密度足够大(百万年尺度下相当完整),那么,一些需要高分辨率才能解决的问题,诸如进化模式或更替速度等,或许能够通过有效分析来解决。中国的新生代能够构成脊椎动物进化的长而密集样品记录。两个这样的资料序列能直接处理脊椎动物进化问题,包括对哺乳动物生物年代的重新评估。甘肃省兰州盆地新生代中期的长尺度记录能够确认如长鼻目的迁徙事件和解释如进步的鼠超科等类别的进化。山西省榆社盆地晚新生代记录被用来分析生物的更替和亚洲与北美之间生物交换的时限。假如得到了良好的记录,迁徙事件和群体的变化能在数千年的尺度内被发现。为了推进中国和全亚洲的历史记录的工作,研究者们应当继续研究长尺度的、互为补充的资料库。我们从这些集中形成的综合记录中得到的东西比从它单独的组成部分所能得到的更多得多。

关键词 新第三纪 哺乳动物 啮齿类 生物年代 榆社 兰州 中国

1 引言

古生物学家们被他们所发现的化石深深吸引。由于每一块化石均存在固有价值,因此他们大部分的注意力用来进行细节描述。像我们这些系统学者,更乐于对手边的样品进行仔细分析,包括与别的组合细致比较,努力从得到的化石中理解生物的原始种群。通过现代生物形态,特别是依据行为上的证据和相关的种属,可以发现生物化石和现生生物形态相似,并且了解绝灭的种与其所处的古环境的其他成员之间的相互关系。

如果有好的化石组合便可以解决这些问题,但这不是古生物学家唯一的热情所在。我们也要了解这些种属与所研究的其他时代的相似种属有什么关系,需要得到这个历史问题的答案。这些问题可能从简单的“它是什么时代”到复杂的“它是如何进化的”。当问题变得更复杂时,如进化的形态、群落的变化或生物的交互作用等,要得到有意义的答案,我们更需要相关资料库。古生物学家们对于他们所研究化石特有的问题感兴趣,开始提出一些历史范畴的问题,这些问题的解决需要有大量的贯穿各时代的资料点才行。通常我们没能认识到现有资料库的局限性,这导致了对事件实际记录的类型等问题的错误解释^[1,2]。

对这些时间领域问题的兴趣是不可抗拒的。但是很多海洋或陆地的古生物记录,在历史的关键时刻是不完整或缺失的,分辨率越高越不完整^[3]。了解记录的局限性是相当重要的,除非资料反映的是完整样品的真实范畴,区域性的研究常得出错误的结论。了解历史事件的原因和结果要有足够多的资料库去界定这些事件的范围和时限。例如对于全球范围内气候变化影响晚新生代动物群更替的观点^[4],一本近期出版的专著正尝试估计其可信度。另外一个例子是在印度次大陆晚中新世时期,C₄草本的扩展引起了陆生食草动物改变的景象^[5]。但是目前越来越多的数据资料显示,在这个时段,Siwalik 脊椎动物群落却没有如此快速整体性的改变。

不管是区域性的生物年代,还是单一地区的历史研究记录的分析,由于其不完整性而分辨率较低。当要求更为精确的分辨率时,这些数据产生错误的机会便增加了。对北美陆相哺乳动物“期”或欧洲哺乳动物单元的分类单元的计数有两个假设:一是从未一起发现的单元是同时共存的;二是在整个生物年代中,这些分类单元是延续的。这在某些大尺度上是可以接受的,但是在更小的尺度,诸如动物群更替的动力等问题中则不能接受。在伊朗 Maragheh 生物地层的研究中,通过实际的历史记录,我们可以将生物年代置于一个可检验的框架中,以便理解由于记录不完整而引起的局限性。在 Maragheh 实例中,整个序列跨越几百万年,但是绝大部分形态可见的化石集中在较高的层位;在较低层位,其完整性不能用来确定出现的时期或阐明动物群是如何变化的。

古生物学要求我们不光要考察种属间的相互关系,还要研究种系演变的形式。这要求有一个保存良好的化石记录和尺度精确的古生物地层。如果有着百万年尺度的时间缺失,那么进化的“速度和方式”便难以研究,但仍可用于那些建立在分辨率达数百年的记录生物系统的研究。

据此,哈佛-巴基斯坦地质调查所的研究组设法建立巴基斯坦“波托瓦尔”高原 18~6Ma 时段的良好记录^[6]。根据明确的生物地层确定化石点相关位置。12Ma 记录包括超过 100 个小型哺乳动物化石点,其中一半已经被发掘并筛选出大量样品,这样就得到分布在整个时段的小哺乳动物资料点,它们的分辨率达到 0.1Ma(假如不绝对“定年”)。这些散布的点在有些时段很密集,而在其他时段,则有缺失^[7];这些组合与大多数陆生组合记录相比更精确。为弥补这些缺失,我们开始谈论那些迄今为止仅能间接证明的问题,如动物群的更替、古生态的变化以及种系进化等^[8,9]。

2 东亚的目标

来自许多研究所的研究人员努力将中国、蒙古、俄罗斯特别是西伯利亚和哈萨克斯坦新生代沉积合并为一个大湾区,以便建立东亚,尤其是东亚古北极的生物地理区域的古生物资料库。与周围地区(例如华南东部区域)相比,这些地区共有的种属代表一个大的、生物地理一致的地区^[10]。尽管还有很多工作要做,但与至少 20 年前的资料相比,越来越多的资料库能相互联系起来,可以给出一个更为清晰的陆生生物历史图画。20 年前,基于在亚洲几个点进行的少量研究^[11~13],提出了有关脊椎动物进化的很粗略的设想。对这些经典地点的重新研究以及一些其他地方新的调查,已经能够提高生物年代的综合水平^[14~16]。然而,大多数资料是以经典形式,即由若干生物年代组合而成的动物群的形式表示的。目前,动物群分布图

已增加了更多的资料点,但时间尺度仍保留了较粗的分辨率。最近的动物群序列在尺度上更精细^[17],但是还没被高标准且独立的年代所证实。随着解析地方性组合在生物地层中的位置^[18,19]的野外项目的开展,这个状况已有所改善。

3 精确尺度的问题

第30届国际地质大会的一个明确的目标是开始评估新生代时期基于环境变化背景下的迁徙。这对于海洋地区是一个高要求,对陆生状况的要求则更高。全球环境变化最初是以海洋资料为基础解释的。海洋范围内动物变化包括迁移的良好记录能被界定并在时间上与环境变化联系起来。在陆地背景下,良好的化石记录同样相当重要,但在建立与假定的环境变化时代上有很大的不同,一般说来,这意味着需要精确的年代控制。这样就有必要通过建立的明确标准^[20]来确认哪些种属是真正的迁移者,即要求在研究区和源区有良好的化石记录、健全的种系和测年的方法。几份IGC报告为建立东亚化石记录给出了初步答案,同时下面还补充了我们最近的野外工作成果。然而,我们这篇文章的中心论点是,对于贯穿东亚的陆相化石记录,应当进行更深入的研究,以便能够对动物群的更替及其与环境变化的关系给出合适的答案。要达到这一目的,最需要的就是那些广泛分布的、叠加的、长时间的地层记录。

下面讨论一个晚新生代序列的资料库的提取问题,以便对这个问题进行评估。然后介绍甘肃的中新生代序列,以展示我们近于建立这一时期完整资料序列的方法。

3.1 榆社盆地——晚新生代的陆相标准

东亚晚新生代的研究受到动物群年代分辨率和样品不完整性的阻碍。很多历史的藏品出处是不确定或混乱的。古脊椎动物和古人类研究所(IVPP)把山西省榆社盆地序列作为建立晚中新世到上新世时期动物群事件序列的关键。榆社盆地化石组合已成为中国北方上新世概念的代表,涵盖了经典的“三趾马”动物群,如保德附近及以北的动物群^[11],和泥河湾类型“更新世”组合^[21]。IVPP对确定榆社组合的特点的探索越来越有兴趣,并与Richard H. Tedford(美国自然历史博物馆)合作,在磁性地层的框架中对地方性生物地层进行野外研究。而榆社盆地叠加的动物群可视为有年代地层价值的动物群单元的代表(榆社带I、II、III)^[12]。尽管那时整个动物群还没有完全被了解,在时代上也没有准确限定,但是榆社盆地各带总体上的时间关系还是精确的。榆社盆地大的哺乳动物群主要由鹿、羚羊、瞪羚、三趾马和类象长鼻目以及鬣狗和猫科食肉动物组成。小型哺乳动物包括鼯鼠和鼯鼠,鼠兔和至少两种野兔、鼯鼠、松鼠、沙鼠、仓鼠、田鼠和无处不在的似金沙龟的鼯鼠(鼠超科鼯鼠亚科,如原鼯鼠)。

古脊椎动物与古人类研究所和美国博物馆的研究主要集中在云簇亚盆地,该地区是复杂的榆社盆地组成部分之一,邱占祥划分了它的地层^[22,23]。云簇亚盆地有超过800m的河流相沉积,它们填充在一个切割了非海相三叠纪岩石的大河流峡谷中。含脊椎动物的层位很多,但其富集程度有变化。盆地地层的起始记录在最底部约200m(图1),基部是粗糙的崩积碎石,上覆疏松的混合有砂砾的砂和粉砂的河流相沉积物。粘土成分向上逐步增高,剖面顶部是硬的湖相泥灰岩层。云簇亚盆地沉积旋回基部构成马会组,它仅含有一定量的化石,底部50m粗粒层完全不含化石。

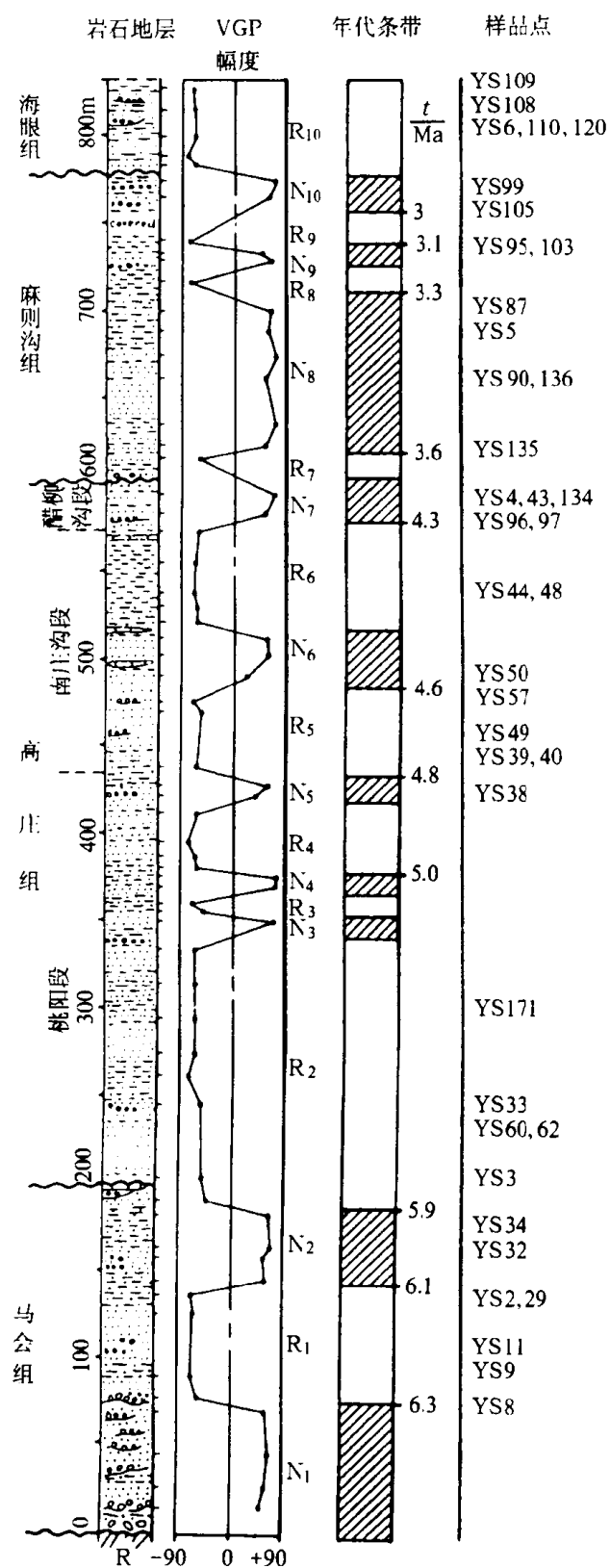


图1 榆社盆地实测地层剖面

左边标明了岩石地层和组名;其右边是古地磁柱和年代柱,年代带据先前的研究^[10],相应地给出了年龄标志;右边标出小哺乳动物的层位(前缀是YS)

上覆的高庄组有 400m 厚,底部呈假整合(区域性不整合)接触,这个组由向上变细的桃阳、南庄沟、醋柳沟 3 个地层段组成。厚层的桃阳段含化石少量;上覆单元均有化石分布。其上 200m 厚的麻则沟组岩性独特,序列向上为逐渐变细的薄层并有大量粘土。麻则沟组似乎整合在高庄组之上,但是根据磁学数据来看,似乎底部有缺失。这个单元的动物群与高庄组上部的相似,但在种的水平上则截然不同。显著的特点是首次发现了似鼠兔属、猫属、猓属、豺属、剑齿虎、狐、犬、麝鹿、水鹿、几种牛类和猛犸古菱齿象属。

一个角度不整合分割了水平产状上覆的海眼组和向西北方倾斜的麻则沟组。这 80m 厚的部分湖泊相给合的动物群,与麻则沟组的有相当大的不同。具有终生生长颊齿的鼯鼠、旱獭、Borsodia 和麻则沟属的进步种类与小哺乳动物不同。Equus 马属、肉食动物豺和巨颚剑齿虎都是有名的。大型鹿类,如梳枝鹿、四不象鹿,以及大型的牛科类,如野牛和麝牛等都在海眼组出现。这个动物群,即 Teilhard 和 Trassaert 的第 III 带,尽管它很可能比一些泥河湾动物组合要早一些,但属于泥河湾型。

我们在最能反映榆社盆地生物地层的地方性云簇地层(见图 1)既采集了古地磁样品又记录了化石点磁化率样品。榆社 I 带动物群的年代基本属晚中新世,来自马会组和相当层位的岩石中。榆社 II 带动物群来自早、中上新世的高庄组和麻则沟组。在整个时段,他们主要在种的水平^[24]有一些变化并且已作为认识榆社生物年代的基础^[16]。榆社 III 带动物群产自晚上新世的海眼组岩层。由于磁极倒转,年代估计不能做出比限定在 2.6Ma 到 2.0Ma 更精确的时代。图 1 表明了已观察到的年代带和使用最新的地磁极性年表^[25]标定的时代。

解决有关种的更替、系统发育和迁移事件的时间问题,我们用所能找到的尽可能多的化石点来着手确定和综合成组合柱。精确地记录化石层位和分区地方性组合是重要的。对于富含化石的层位进行工作后,我们把注意力集中到化石记录间断的层位,在复合体中加入新化石点。这些点在化石的富集程度上不同,在对记录进行解释时,这也是一个要考虑的因素。正如榆社课题的结果所揭示的,小哺乳动物点在图 1 的右侧标出,38 个小哺乳动物化石点非常平均地分布。它给出比现有的三分带更完善的生物地层记录。例如:它能把多种多样的鼠科(6Ma)的出现、田鼠(4.6Ma)的出现或鼠兔属(首次出现在 YS5,约 3.4Ma)出现时间分开来。因此我们能够在比几百万年精确得多的尺度上讨论相互的变化^[24];这对那些资料只能分辨到亚期(如早上新世)的研究是一个很大的进步。把这项研究扩展到榆社其他亚盆地,依据与独立的磁性地层剖面的对比,我们已在组合中插入了更多新的和经典的化石点^[26]。

3.2 兰州盆地——有潜力的中新世地区

一些年来,甘肃省博物馆和中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的研究人员对兰州北部第三纪盆地化石点的兴趣越来越浓厚^[27](图 2)。这个地区出产古脊椎动物化石早为人知^[13],但是其生物记录的度还没有被广泛的评估。地方性剖面包括白垩纪和早新生代的沉积,其上堆积了厚层的夹石膏的栗色粘土泥岩。这套岩石(即野狐城组)的时代大致是一个平静沉积和蒸发的大盆地时期,它们的制约因素很弱。这里的化石也属早渐新世或更老的年代。

原的野狐城组单调的特征显示了一个长时期缓慢的沉积。与之相反的是随后的复杂的层状黄色砂岩,厚约 10m,含丰富的化石。其上是 60m 的红色泥岩(无石膏),然后是一系列白色砂岩和红色粉砂岩。另 100m 以浅黄色为主到褐色的粉砂和粘土,夹杂细小砂粒,构成兰州盆地向斜地层。所有这些单元均有化石产出并以咸水河组而闻名。

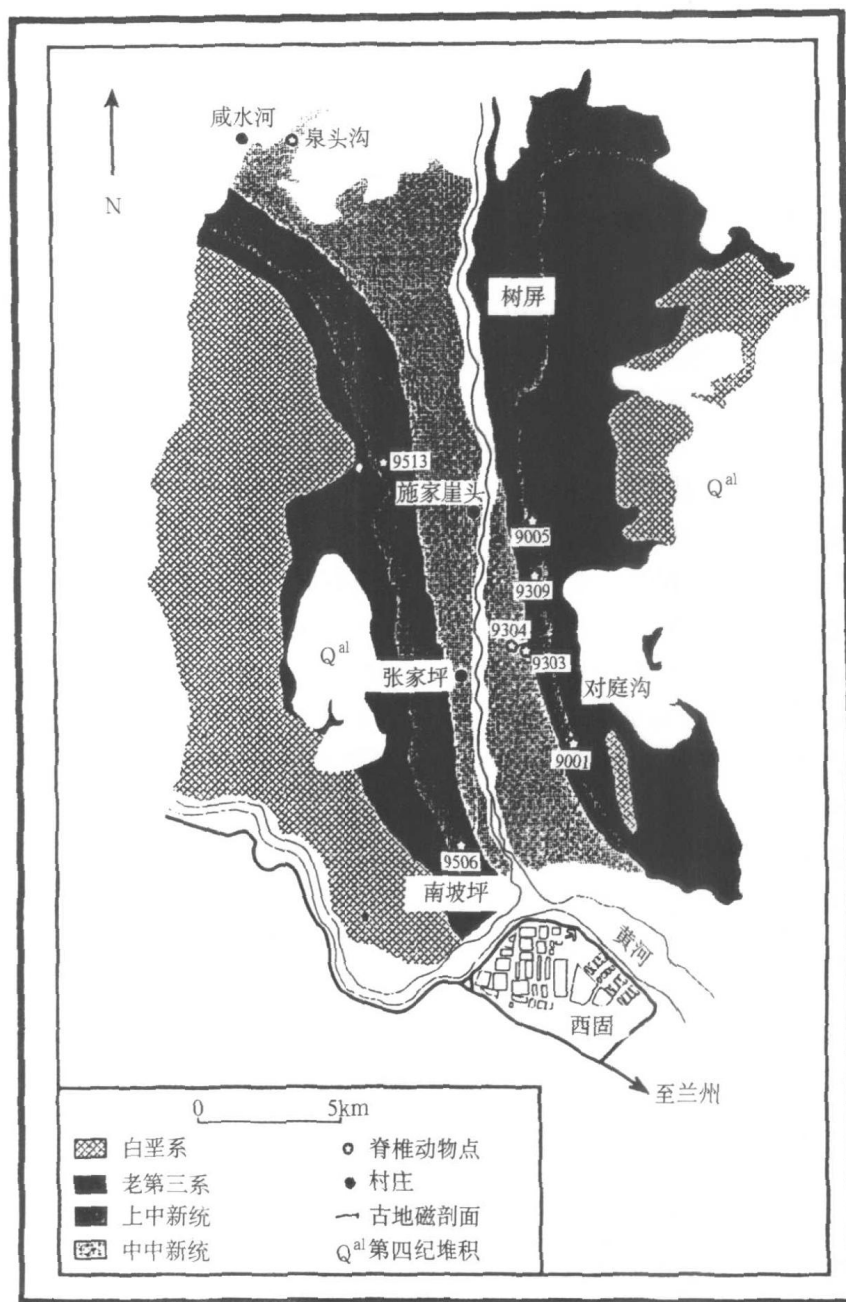


图2 兰州盆地地理图

表示了与古地磁剖面有关的主要化石点的位置,这些点被选来表明建立高密度生物地层的可能性

Will Downs 和 Everett Lindsay 在 1993 年获得美国国家地理学会基金(#5085-93),随同中国科学院古脊椎动物与古人类研究所同仁进入兰州盆地,试图建立第三纪中期小动物化石群的详细记录。这一切都取决于我们进行过的榆社盆地各动物群的分析和对整个中国新第三纪的分析研究。我们在所有岩石单元中确定新的化石点(图3)。把它们汇集起来可以比一个单个孤立的点告诉更多有关动物群的稳定性、种的更替以及迁移时间等信息。通过分析地层剖面的古地磁样品,可以提高古脊椎动物组合的年代控制程度。

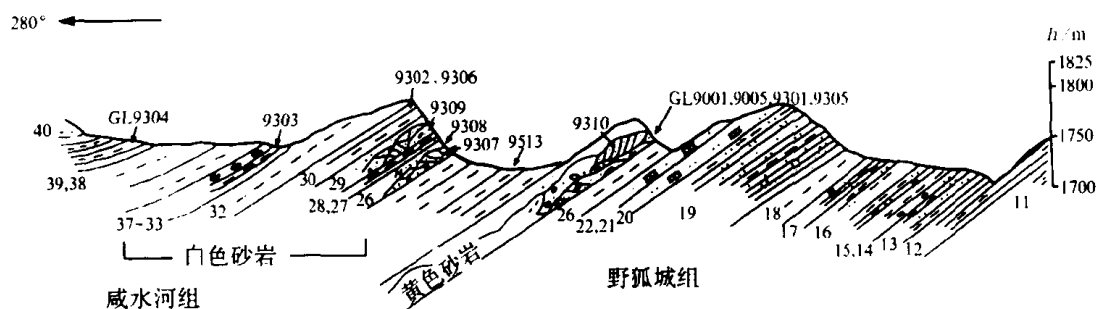


图3 兰州盆地沿古地磁剖面的岩石地层
已标出化石点,内插了一些远到5km以外的点,用来表示化石在整个剖面的分布

表1 按地层单元分类的化石一览表

黄色砂岩	白色砂岩
<i>Equisetales</i> sp.	<i>Lepidodesma langullati</i>
Trochodendraceae	<i>Lepidodesma ponderosa</i>
Cercidiphyllaceae	<i>Cuneopsis oblonga</i>
Hamamelidaceae	
Ulmaceae	<i>Sinolagomys pachygnathus</i>
Betulaceae	<i>Sinolagomys</i> sp.
Salicaceae	<i>Tsaganomys</i> sp.
Anacardiaceae	<i>Tachyorctoides</i> sp.
Oleaceae	<i>Tataromys plicidens</i>
Leguminosae	<i>Tataromys</i> sp.
<i>Unio wendii</i>	<i>Yindirtemys</i> sp.
<i>Cuneopsis oblonga</i>	<i>Yindirtemys gobiensis</i>
	? <i>Sayimys</i> sp.
<i>Desmatolagus pusillus</i>	Amphicyonidae
<i>Ordolagus teilhardi</i>	<i>Ictiocyon</i> cf. <i>socialis</i>
<i>Anomoemys lohculus</i>	<i>Hyaenodon</i> sp.
<i>Eucricetodon asiaticus</i>	<i>Plesictis</i> cf. <i>vireti</i>
<i>Parasminthus tangingoli</i>	Proboscidea
<i>Parasminthus parvulus</i>	Indricotheriinae
<i>Tsaganomys altaicus</i>	<i>Aprotodon</i> sp. nov.
<i>Tataromys plicidens</i>	" <i>Metaschizotherium</i> "
<i>Tataromys sigmodon</i>	Cervidae
<i>Tataromys minor</i>	Bovidae
<i>Bounomys bohlini</i>	
<i>Bounomys ulantatalensis</i>	GL 95013 红层
<i>Karakoromys</i> sp.	
" <i>Monosaulax</i> " sp.	<i>Parasminthus</i> sp.
<i>Aprotodon</i> sp.	<i>Tataromys</i> sp.
cf. " <i>Metaschizotherium</i> "	<i>Yindirtemys</i> sp.
	<i>Didymoconus</i> cf. <i>berkeyi</i>

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和甘肃省博物馆的古生物学家已从咸水河组的黄色砂岩和白色砂岩中分析出植物、无脊椎动物和哺乳动物(表 1)。依据王伴月^[28]卓有成效的小动物群分析及已得到的古地磁数据的佐证,黄色砂岩中的动物群系列已清晰地表明为渐新世。白色砂岩体的大型哺乳动物似乎是中新世,长鼻类和动物群的其他成员(像犀的 *Aprotodon*)的存在,表明它们与巴基斯坦布克提早中新世地点可对比(邱占祥,个人通信)。在小型哺乳动物中我们也考虑到与黄色砂岩完全不同的种属,从小化石点表层收集的样品中有 *Sinolagomys*、*Yindirtemys*、*Tachyoryctoides* 和? *Sayimys* 等,大致可以考虑在黄色砂岩沉积与白色砂岩体之间有缺失。这就使得对整个剖面中大量小型哺乳动物特征进一步分析更

表 2 按产出地点分类的化石(从左到右年龄变老)

通 古 尔	泉 头 沟	9304	9303
Chiroptera indet.			
Soricidae indet.		indet.	
<i>Mongolosorex qui</i>			
Talpidae: <i>Quyania</i> sp.		indet.	indet.
<i>Yanshuella</i> sp.			
<i>Proscapanus</i> sp.			
Erinaceidae	Erinaceid indet.	Diff genus	? <i>Tiny</i> sp.
<i>Mioechinus</i> (?) <i>gobiensis</i>	aff. <i>M. gobiensis</i>		aff. <i>M. gobiensis</i>
<i>Mioechinus</i> (?) larger sp.			
Large erinaceid	同样大种	<i>Metexallerix</i> sp.	与 Chuantougou 相似
Ochotonidae	Ochotonid indet.		
<i>Alloptox gobiensis</i>			
<i>Bellatona forsythmajori</i>		cf. <i>B. forsythmajori</i>	相同
<i>Desmatolagus</i> (?) <i>moergenensis</i>		cf. <i>Sinolagomys</i>	相同(?)
Sciuridae		Large indet.	相同(?)
aff. <i>Eutamias ertenensis</i>			
<i>Sinotamias primitivus</i>		cf. <i>S. primitivus</i>	
<i>Atlantoxerus orientalis</i>		<i>A. orientalis</i>	
Aplodontidae: <i>Ansomys</i> (?) sp.			
Dipodoidea			
<i>Heterosminthus orientalis</i>	<i>H. orientalis</i>	<i>Heterosminthus</i> n. sp.	
<i>Protalactaga grabaui</i>	<i>P. grabaui</i>	cf. <i>P. grabaui</i>	
<i>Protalactaga major</i>	Big(如 <i>P. major</i>)		
Muroidea			
<i>Plesiodipus leei</i>	aff. <i>P. leei</i>		cf. <i>Eucricetodon</i> sp.
<i>Gobicricetodon flynni</i>			<i>Tachyoryctoides</i> sp.
<i>Democricetodon tongi</i>	cf. <i>D. tongi</i>		
<i>Democricetodon lindsayi</i>		Robust. bigger sp.	无(?)
<i>Megacricetodon pusillus</i>			
<i>Megacricetodon sinensis</i>	Large mega	与 Chuantougou 类似	与 9304 类似
Eomyidae: <i>Keramidomys fahlbuschi</i>			
Gliridae: <i>Miodromys</i> sp.			
<i>Microdyromys wuae</i>			
Castoridae: <i>Hystricops</i> (?) sp.		Ctenodactylidae	
" <i>Monosaulax</i> " <i>tungurensis</i>		<i>Prodistylomys</i> sp.	
<i>Anchitheriomys tungurensis</i>			

为重要。我们在图 3 中列出了小化石点的分布,但仅给出那些靠近古地磁剖面的点(图 2)。更多有潜力的地区已经显示出来。最近在黄色砂岩之上的贫瘠的红层中发现了新的重要的小化石点(GL95013)。这些发掘为小型哺乳动物的研究开创了一个新天地(表 1 给出了我们的一些发现),它可同谢家动物群(通常认为是中新世最早期^[29])进行对比。

在咸水河组的更高层位,白色砂岩之上的沉积中,在一个大的区域里出产化石。9304 化石点是从古土壤中发掘的,它包括多种啮齿类动物以及早期反刍动物 *Stephanocemas* cf. *S. thomsoni* 的部分骨架。发掘这样的点很可能有大量的化石。在每一次兰州盆地的考查中,新的化石点展现出咸水河组沉积具有更完整的时间跨度。尽管白色砂岩之上的地层很好地出露于最初的磁性地层剖面附近,而更高层位的出露则在北边很远处。我们已发现了几个小化石点,并把它们与内蒙古通古尔经典的中中新世化石点比较。表 2 所列的内容是我们的同事邱铸鼎研究的^[30]。通古尔点与杨钟健最初研究的泉头沟组合^[13]极为相似。两个化石点均比古地磁剖面的 9304 和 9303 点年轻一点。将更多小哺乳动物化石点与盆地北部磁性地层的补充研究结合起来,会产生良好的、连续的年代标定的早—中中新世时期小哺乳动物组合的结果。

4 讨论

为什么提高生物学记录的采样密度是重要的呢?因为只有通过积累那些有良好分辨的生物地层和百万年尺度以下的化石代表单一地区的资料,我们才能在使时间分辨率的数量级符合问题的要求时,对那些化石记录问题给出不致令人误解的、有意义的答案。这样的问题实际上也许是系统发育的或古生物方面的,也可能就是年代学本身的。一个对于亚洲,尤其是中国的挑战是重新评估哺乳动物的生物年代。那些文献中的年代应当根据生物地层的证据重新确定。另外,生物年代可以通过比较远距离、独立标定年代的生物地层记录^[31],在整个生物地理区域内检验他们的有效性。

对于兰州盆地,诸如鼠形啮齿类的起源和分异性等问题可能是革命性的。兰州化石记录显然与 *Democricetodon*, *Megacricetodon* 和 *Plesiodipus* 的早期历史有关。确定他们的出现和测定其形态变化的时间对于理解这些世系的历史,尤其是广布于欧亚大陆的前两种的历史是重要的。而亚洲部分似乎是 Ctenodactylid 和 Dipodoid 啮齿类进化的中心。*Yindirtemys* 和 *Sayimys* 的起源可能在兰州有记录,并且 *Heterosminthus* 的早期历史在 9304 点和泉头沟有显示。兰州可能具有有趣的种属如 *Tachyoryctoides* 和 *Prodistylomys* 相当晚期的记录。

高密度的记录对迁移也提供了有说服力的年代。例证之一是长鼻目,一个中新世时期假定的指标化石。在白色砂岩中有这一类的记录(表 1),我们的调查试图发现更老的记录。一个精密的古地磁年龄可以动摇长鼻目在“Burdigalian”时期以前没有进入亚洲的观念。

另外,要想对动物群的变化更替的本质作出结论,也得依赖良好的记录。在甘肃特别是兰州盆地,动物群的更替很可能是青藏高原的隆起所致。要了解动物群变化的动力学和现代动物群的来源需要百万年以下良好精确的年代记录。目前我们不知道群落是如何进化或动物群如何被快速或缓慢或随机地替代的,仅仅因为我们缺乏足够精确的资料来回答这些问题。

我们能够对榆社盆地晚新生代时期中国北方动物群如何变化获得一些认识。首先,我们