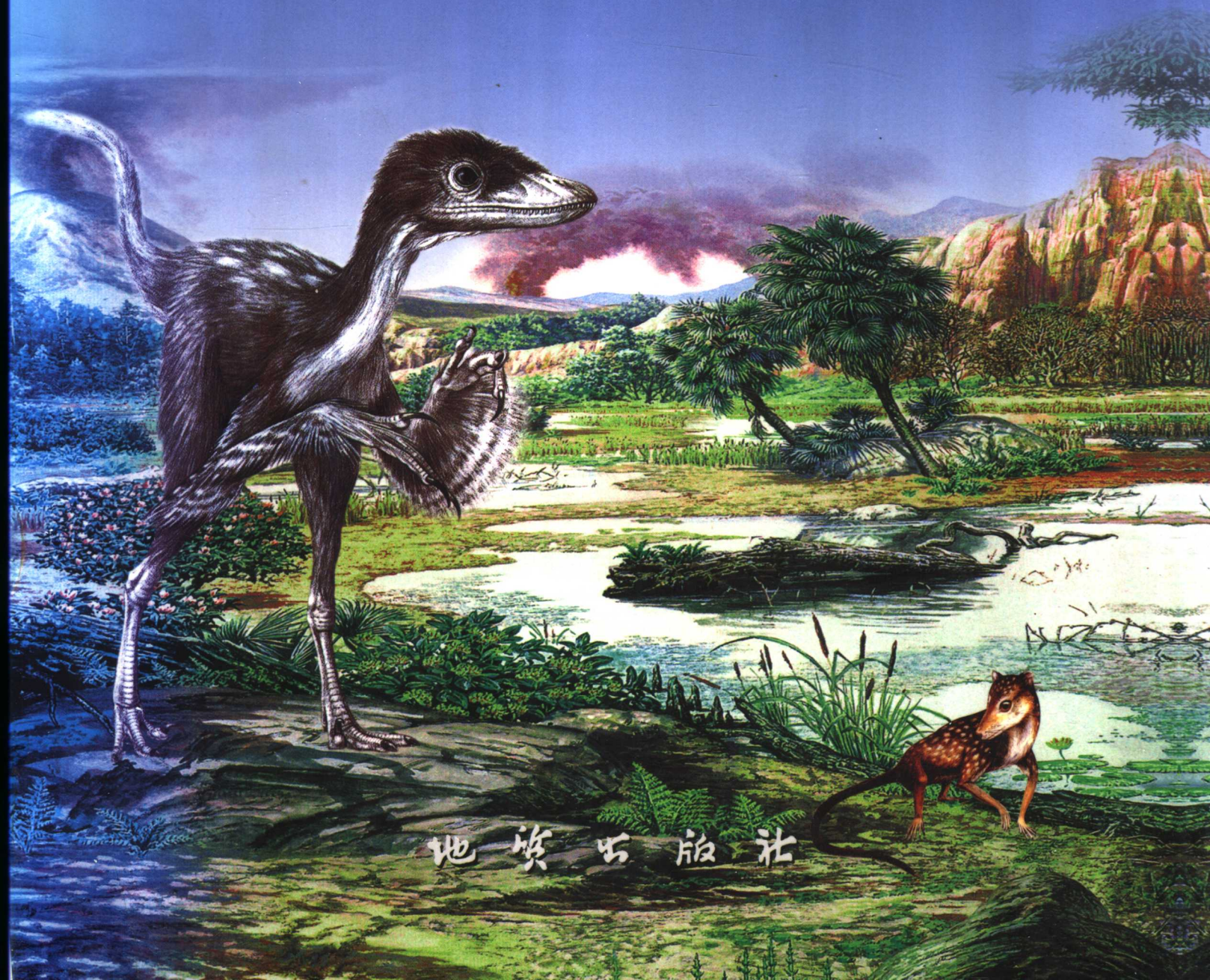


# 中国辽西 中生代热河生物群

季强等著



地质出版社

中國圖書

中生代湖泊生物群

· · ·





# 中国辽西 中生代热河生物群

季强等著

地质出版社

·北京·

# 内 容 提 要

中国辽宁西部是研究中生代陆相地层和热河生物群的经典地区。近年来,由于发现了大量长羽毛的恐龙、原始鸟类、哺乳动物等珍稀化石,辽西热河生物群已蜚声国内外,引起国际科学界的广泛关注。

本书以图文并茂的形式,系统介绍了辽西热河生物群的研究历史、区域地质背景、岩石地层、生物地层、同位素地质年代学、火山旋回与火山作用、沉积盆地分析、埋藏学及古生态学;对人们普遍关注的问题:热河生物群时代及侏罗系—白垩系分界,热河生物群发展及演化,热河生物群研究中“三大起源”问题——鸟类起源与鸟类的飞行起源、古兽类哺乳动物起源、被子植物起源——进行了系统论述;概略介绍了热河生物群的研究进展情况。

本书可供科学技术和国土资源有关管理部门、科研生产人员,以及广大古生物爱好者阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国辽西中生代热河生物群/季强等著. —北京:地质出版社, 2004.4

ISBN 7-116-04045-5

I.中… II.季… III.中生代—生物群—古生物学—华北地区 IV.Q911.65

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第019223号

ZHONGGUO LIAOXI ZHONGSHENGDAI REHE SHENGWUQUN

---

责任编辑:祁向雷 郁秀荣

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号, 100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324557(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889mm × 1194mm<sup>1/16</sup>

印 张:24.25

字 数:690千字

印 数:1-2700册

版 次:2004年4月北京第一版·第一次印刷

定 价:388.00元

ISBN 7-116-04045-5/Q · 22

---

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)





# 中国辽西 中生代热河生物群

科学顾问 郝诒纯

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 季 强 | 陈 文 | 王五力 | 金小赤 |
| 张建平 | 柳永清 | 张 宏 | 姚培毅 |
| 姬书安 | 袁崇喜 | 张 彦 | 尤海鲁 |







# 前言

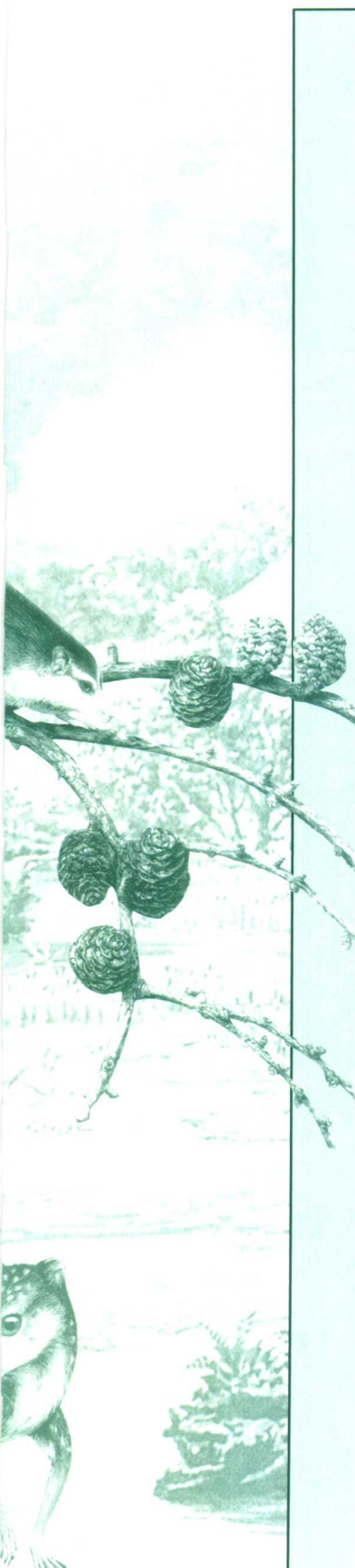
辽西及邻区是我国研究晚中生代陆相地层和热河生物群的经典地区，有着悠久的历史。近几年来，由于发现了大量长羽毛的恐龙、原始鸟类、哺乳动物等珍稀化石，辽西中生代热河生物群已蜚声国内外，引起国际科学界的广泛关注。

在20世纪90年代，我担任中国地质博物馆馆长，在原地质矿产部和国家自然科学基金委员会的支持下，开始组织科研队伍，着手研究辽西的热河生物群。我们根据当时的人力、物力和财力，在前人工作的基础上，一方面深化对辽西晚中生代陆相地层和热河生物群的认识，另一方面瞄准国际上的热点问题——鸟类起源问题——开展工作。在短短的几年中，我们先后发现了中华龙鸟、原始祖鸟、尾羽鸟等化石，在国内外引起极大的反响。尽管当时意见分歧较大，甚至一度争论相当激烈，但总的来看，研究工作没有受到太大的影响，鸟类起源的研究工作一直有条不紊地向前推进。

本世纪初，国土资源部进一步加大了对辽西中生代热河生物群研究的支持力度，设立了专项计划《辽西中生代热河生物群及相关地层的综合研究》项目，委托我组织国土资源部系统的科研力量联合攻关。客观地说，中生代陆相地层和古生物研究对我来说是一个全新的领域，当时我的精神负担和思想压力是可想而知的。我之所以硬着头皮接受和承担此项任务，目的只有一个，那就是为了科学事业和祖国荣誉。在我个人看来，这是一次利用自己所学专长报效国家的极好机会，根本就没有任何理由和时间去考虑个人的利害得失。我相信，只要有领导部门的支持，有老一辈科学家的支持，有同事们的支持，只要我们谦虚谨慎，实事求是，团结奋斗，大胆创新，我们就可以在某些方面有所作为，就能够比较圆满地完成此项研究。

值得指出的是，在项目的立项和早期实施过程中，我们有幸得到了我国著名古生物学家郝诒纯院士的大力支持和殷切教诲。她指出，辽西中生代热河生物群的研究不要局限于传统的门类古生物学研究范畴，要放开思路，要研究它的整体面貌和发展规律，要探讨层圈之间的关系和机制，要抓住热河生物群研究中的几个关键性问题。虽然后来郝诒纯先生不幸逝世，但我们在项目的整个实施过程中始终贯彻了郝先生的科学思想。在地层研究中，我们在充分消化和吸收前人资料的基础上，重点对辽西和冀北地区12条地质剖面进行了实测、解剖和分析，采用多专业、多角度和多手段的综合研究方法，探讨地层的划分与对比，力求使我们的认识符合或更加





接近于客观事实。在热河生物群的研究中，我们从演化生物学的角度出发，始终围绕鸟类起源、真兽类（哺乳动物）起源和被子植物起源三大主题开展工作，相继发现了中华龙鸟、原始祖鸟、尾羽鸟、长城鸟、全身长羽毛的奔龙（中国乌龙）、中华神州鸟、东方吉祥鸟、金氏热河兽、攀援始祖兽、毛兽、中华古果等具有重大科学价值的化石，大大促进和深化了热河生物群的研究，获得了国际科学界的认可和赞誉。实践证明，郝诒纯先生的科学思想是正确的，是具有前瞻性的。应该说，这几年我们所取得的一系列进展和成果是与郝先生的教诲分不开的。

在项目的实施过程中，我们本着“百花齐放，百家争鸣”的精神，既分工负责，又交叉合作，各课题组在工作中有了新的发现和新的认识，随时都可以以论文的形式发表各自的观点和认识。本专著是《辽西中生代热河生物群及相关地层的综合研究》项目的系统总结。专著中的学术思想是经过项目成员集体讨论协商后确定的，代表了该项目的主流学术观点。在一些问题上如有不同意见，这些意见将在各课题的报告中得以保留和体现。本专著共分十二章，“前言”和“热河生物群的研究历史”、“热河生物群研究中‘三大起源’问题”、“研究进展及问题讨论”三章由季强撰写；“生物地层”和“热河生物群时代及侏罗系—白垩系分界”两章由季强、姬书安、姚培毅、尤海鲁和袁崇喜撰写；“热河生物群的发展及演化”一章由季强、金小赤、张建平、王五力、柳永清和姬书安撰写；“区域构造背景”、“岩石地层”和“火山旋回与火山作用”三章由王五力、张宏等撰写；“同位素地质年代学”一章由陈文和张彦撰写；“沉积盆地分析”一章由金小赤和柳永清撰写；“埋藏学及古生态学”一章由张建平撰写。

《辽西中生代热河生物群及相关地层的综合研究》项目得到了国土资源部和科学技术部各级领导的热忱关怀和大力支持，我们表示衷心感谢。在科学研究和报告撰写期间，我们得到了中国地质调查局、中国地质科学院、中国地质科学院地质研究所、沈阳地质矿产研究所、中国地质大学等科研单位领导和老一辈科学家的支持和指导，在此我们深表谢意。由于我们水平有限，经验不足，本书中的认识错误和不足之处在所难免，敬请批评指正。

季 强

2003年9月18日于北京

# 目 录

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 前 言                               |     |
| 第一章 热河生物群的研究历史                    | 1   |
| 第二章 区域构造背景                        | 15  |
| 第一节 冀北—辽西地区燕山期构造—火山活动带的划分         | 16  |
| 第二节 冀北—辽西地区燕山期盆地构造特征              | 18  |
| 第三节 冀北—辽西地区燕山期盆地构造演化              | 24  |
| 第三章 岩石地层                          | 31  |
| 第一节 冀北—辽西地区义县组主要剖面                | 32  |
| 第二节 义县组岩石地层单位与对比                  | 68  |
| 第四章 生物地层                          | 79  |
| 第五章 同位素地质年代学                      | 95  |
| 第一节 同位素年代学研究现状                    | 96  |
| 第二节 本项研究所使用的同位素定年方法介绍             | 98  |
| 第三节 辽西义县组火山岩及北票四合屯化石层<br>同位素年代学研究 | 102 |
| 第四节 凌源大王杖子奔龙化石产出地层的同位素年代学研究       | 126 |
| 第五节 辽西底家沟王家屯组同位素年代学研究             | 133 |
| 第六节 道虎沟化石层同位素年代学研究                | 139 |
| 第七节 冀北张家口组火山岩同位素年代学研究             | 150 |
| 第八节 初步结论及下一步工作设想                  | 156 |
| 第六章 火山旋回与火山作用                     | 159 |
| 第一节 火山旋回                          | 160 |
| 第二节 冀北—辽西地区义县火山旋回对比               | 170 |
| 第三节 冀北—辽西地区义县期火山岩地球化学特征           | 174 |

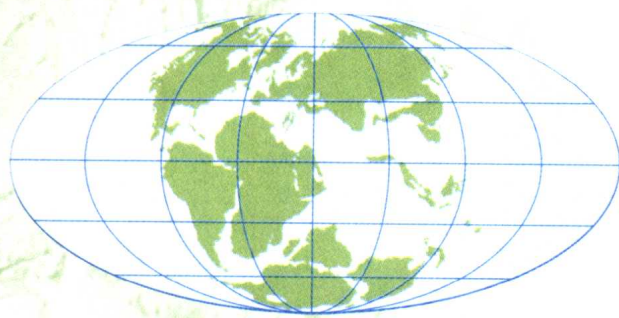
|             |                                |            |
|-------------|--------------------------------|------------|
| 第四节         | 义县组与张家口组火山岩地球化学特征对比            | 196        |
| 第五节         | 冀北—辽西地区义县期火山岩形成物质来源<br>和形成环境探讨 | 197        |
| 第六节         | 冀北—辽西地区三大构造火山活动区地球化学性质的差别      | 201        |
| 第七节         | 结论                             | 203        |
| <b>第七章</b>  | <b>沉积盆地分析</b>                  | <b>205</b> |
| 第一节         | 辽西地区含热河生物群沉积盆地发育的区域构造背景        | 206        |
| 第二节         | 盆地沉积建造充填特征                     | 207        |
| 第三节         | 辽西及冀北地区沉积序列及沉积相<br>沉积环境发育特征    | 213        |
| 第四节         | 辽西—冀北滦平晚中生代盆地发育演化规律            | 237        |
| <b>第八章</b>  | <b>埋藏学及古生态学</b>                | <b>241</b> |
| 第一节         | 埋藏学原理                          | 242        |
| 第二节         | 义县组埋藏学研究                       | 248        |
| 第三节         | 热河生物群的保存环境与特异埋藏学               | 275        |
| <b>第九章</b>  | <b>热河生物群时代及侏罗系—白垩系分界</b>       | <b>283</b> |
| <b>第十章</b>  | <b>热河生物群的发展及演化</b>             | <b>289</b> |
| <b>第十一章</b> | <b>热河生物群研究中“三大起源”问题</b>        | <b>295</b> |
| 第一节         | 鸟类起源与鸟类的飞行起源                   | 296        |
| 第二节         | 真兽类哺乳动物起源                      | 327        |
| 第三节         | 被子植物起源                         | 340        |
| 第四节         | 问题与思考                          | 343        |
| <b>第十二章</b> | <b>研究进展及问题讨论</b>               | <b>345</b> |
| <b>参考文献</b> |                                | <b>352</b> |



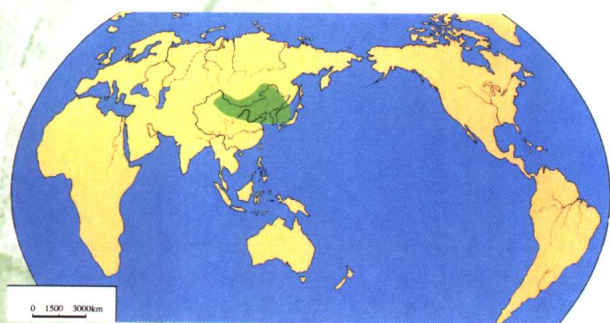
侏罗纪是中生代的第二个纪,也是地球发展历史中重要的地质时期之一。二叠纪末期形成的联合古陆在三叠纪末期开始出现开裂迹象,至侏罗纪,这种开裂趋势继续加强。从侏罗纪起,地壳构造运动开始进入一个新的发展阶段:特提斯带洋盆进一步扩张,其海域普遍明显地出现沉陷,世界范围内开始广泛出现海侵;环太平洋带发生强烈的板块俯冲、构造变动和火山活动,开始形成著名的环太平洋火山喷发带和内生金属成矿带。侏罗纪的生物群是最能体现中生代特征的,主要反映在菊石、裸子植物、爬行动物等繁盛发展。海洋中,无脊椎动物菊石、双壳类、箭石十分繁盛,棘皮动物、六射珊瑚、腕足类等亦很常见,此外还有脊椎动物鱼龙等。陆地环境生活的生物更加丰富多彩:水里有双壳类、腹足类、叶肢介、介形类、虾类等无脊椎动物,有龟类、蛙类、蝾螈、鱼类等脊椎动物,还有一些水生植物和藻类;空中飞行的有昆虫、翼龙、鸟类等;陆上生活的脊椎动物有爬行类、哺乳类等,其中爬行动物尤其繁荣昌盛,成为当时生物王国的霸主;陆生植物中的真蕨类和一些裸子植物,如松、柏、苏铁、银杏等,均十分繁盛,种子蕨类分子较少见。

大约在侏罗纪—白垩纪之交,东亚地区出现了一个独特的生物地理区系,分布范围包括了我国北方大部分地区和东南沿海部分地区、蒙古南部地区和俄罗斯外贝加尔地区。这个生物地理区系以产有丰富多彩的陆地环境生活的动物和植物为特征,如叶肢介、介形虫、双壳类、腹足类、鱼类、龟鳖类、昆虫、爬行类、哺乳类、植物及孢粉等。它们构成了著名的东亚地区中生代陆相化石群——“热河生物群”。

冀北—辽西地区是我国中生代陆相地层和热河生物群研究的经典地区之一,研究历史可追溯到20世纪初。20世纪30年代之前是冀北—辽西中生代地层古生物研究的初期阶段,一般限于矿点和化石点的地质调查。其中翁文灏(1927, 1928, 1929)、葛利普(1923, 1928)、谭锡畴(1926, 1927)、王竹泉和黄汲清(1929)等人的工作对后来中生代晚期地层的命名、划分对比和时代确定颇有影响。20世纪30~40年代为冀北—辽西中生代地层古生物研究的早期阶段,研究范围在时间和空间上有所扩大,一些重要的地层单位均在这一阶段命名和建立,如“热河系”、“义县火山岩类”、“九佛堂统”、“孙家湾统”等。20世纪50~60年代是该区中生代地层古生物研究的重要发展阶段,目前常用的辽西中生代地层格架和名称均可在这一时期找到它们的雏形,其中顾知微(1962)、赵宗溥(1959)、赵宗溥和何铸文(1959)、刘宪亭等(1963)、刘宪亭和周家健(1965)、郝诒纯等(1958,



早白垩世全球古地理格局  
(据 Douglas Palmer, 1999)



热河生物群地理分布图  
(据张弥曼等, 2001)

1962) 等人的工作影响很大。20 世纪 70 年代至今是冀北—辽西中生代地层古生物研究发展最快的时期, 国内许多科研部门和科学家均在该区做了大量工作。

“热河生物群”源于“热河系”(“Jehol Series”), 是由葛利普 (Grabau, 1923) 首先提出的, 当时是指辽宁西部凌源附近产有叶肢介、狼鳍鱼 *Lycoptera*、双壳类 *Corbicula* 等化石的中生代沉积岩系。5 年后, 葛利普 (Grabau, 1928) 将“热河系”中产出的化石群称为“热河动物群”(“Jehol Fauna”), 常见的化石分子有叶肢介, 狼鳍鱼 *Lycoptera*, 拟蜉蝣 *Ephemeropsis*, 双壳类 *Corbicula* 等。此后, 热河动物群的化石分子在我国北方许多地区相继被发现, 因而“热河动物群”这一名称也被广泛采用。顾知微 (1962) 把我国北方地区产有狼鳍鱼的沉积地层称作“热河群”(“Jehol Group”), 并将以狼鳍鱼—三尾拟蜉蝣—东方叶肢介 (*Lycoptera*—*Ephemeropsis trisetalis*—*Eosestheria*) 为代表的化石群通称为“热河生物群”(“Jehol Biota”)。自那时起, 我国地层古生物学家均接受了这一概念, 将含有狼鳍鱼、北票鲟、三尾拟蜉蝣、东方叶肢介的化石群称为热河生物群。

在过去的几十年中, 中生代热河生物群以无脊椎动物化石为主, 脊椎动物化石相对较少。近几年, 我国热河生物群的研究取得了很大进展, 几乎每年都有具有重大科学价值的新发现, 如孔子鸟、中华龙鸟、原始祖鸟、尾羽鸟、中华神州鸟、东方吉祥鸟、张和兽、热河兽、攀援始祖兽、毛兽、辽宁古果、中华古果等, 引起了国际科学界的广泛关注。另一方面, 热河生物群的化石门类不断增多, 尤其是脊椎动物和植物, 真正成了名副其实的热河生物群。据不完全统计, 热河生物群目前已包括了恐龙、蜥蜴、鳄类、翼龙、鸟类、哺乳类、龟鳖类、蛙类、蝶螈、鱼类、叶肢介、介形虫、双壳类、腹足类、虾类、鲎类、蜘蛛、昆虫、植物、孢粉、藻类等 20 多个化石门类。显而易见, 热河生物群的组成远比以往认为的要丰富得多。就其丰富性、多样性, 以及保存情况而言, 我国北方地区, 尤其是冀北—辽西地区以中华龙鸟为代表的热河生物群完全可以与德国巴伐利亚州索伦霍芬地区以始祖鸟为代表的生物群相媲美 (曹正尧等, 1997; 段淑英, 1997; 洪友崇, 1998; 侯连海, 1997; 侯连海等, 1995; 季强等, 1996, 1997,



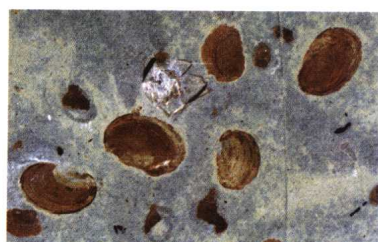
著名古生物学家  
葛利普 教授  
(据张弥曼等, 2001)



中国著名古生物学家  
顾知微 院士  
(据张弥曼等, 2001)



戴氏狼鳍鱼  
*Lycoptera davidi* Sauvage, 1880



卵形东方叶肢介  
*Eosestheria ovata* Chen, 1976



三尾拟蜉蝣  
*Ephemeropsis trisetalis* Eichwalds, 1864

白  
垩  
纪

侏  
罗  
纪

三  
叠  
纪

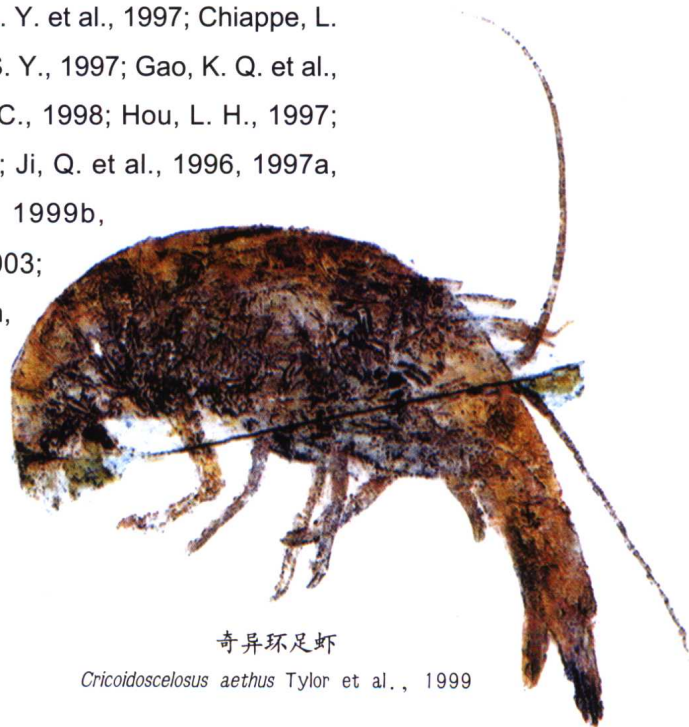
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250



陈氏似麻黄

*Ephedrites chenii* (Cao et Wu) Guo et Wu X. W., 2000

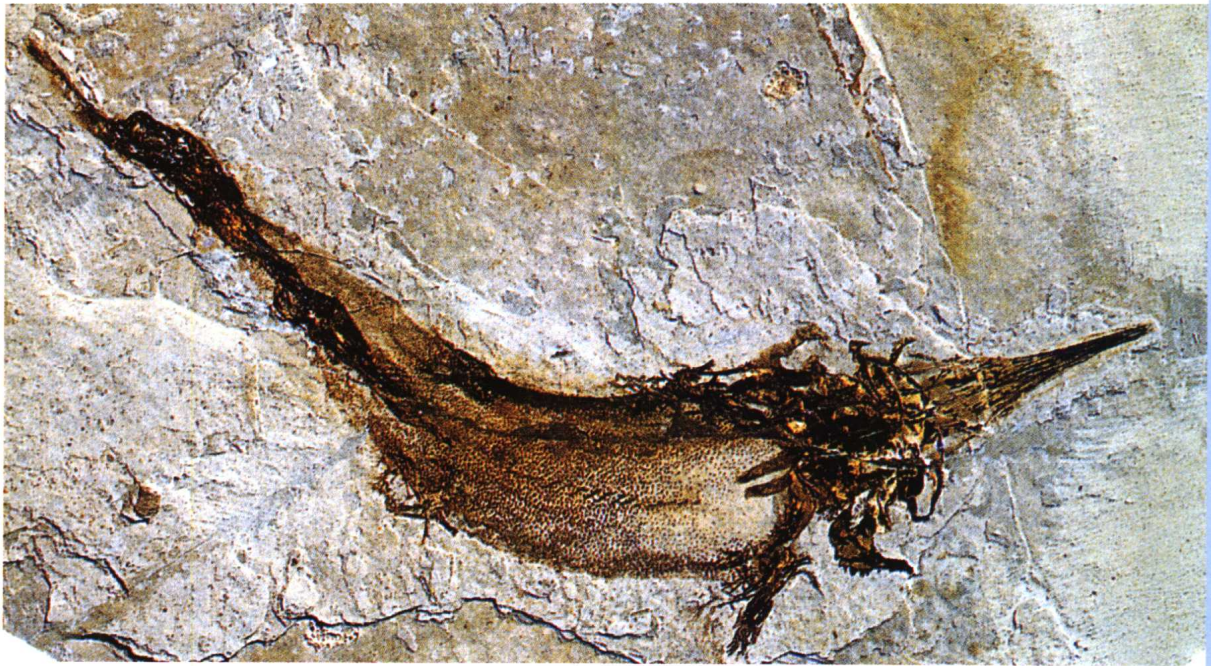
1999; 刘宪亭等, 1963, 1965; 庞其清, 1984; 任东, 1993; 任东等, 1995, 1997; 王思恩, 1990; 王五力等, 1989; 王宪曾等, 2000; Cao, Z. Y. et al., 1997; Chiappe, L. M. et al., 1999; Duan, S. Y., 1997; Gao, K. Q. et al., 1999, 2000; Hong, Y. C., 1998; Hou, L. H., 1997; Hou, L. H. et al., 1995; Ji, Q. et al., 1996, 1997a, 1997b, 1998, 1999a, 1999b, 1999c, 2001, 2002, 2003; Pang, Q. Q., 1984; Ren,



奇异环足虾

*Cricoidoscelosus aethus* Tylor et al., 1999

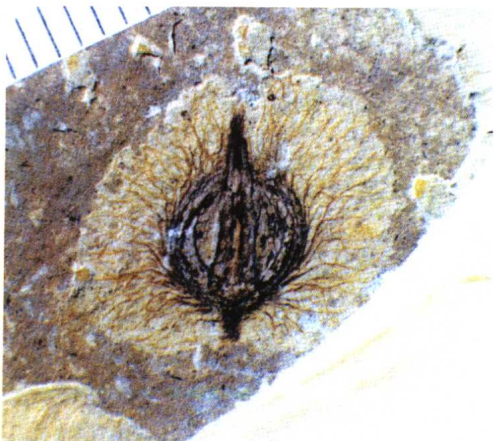




刘氏原白蛉  
*Protapsephurus liui* Lu, 1994



大型原棘蛉  
*Protapiocera megista* Ren, 1998



优美古尔万果  
*Gurvanelia exquisita* Sun, Zheng et Dilcher, 2001



多室中国蜓  
*Sinaeschnidia cancellosa* Ren, 1995

白垩纪

侏罗纪

三叠纪

70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250