


Proceedings
of the Seventh Annual Meeting
of the Chinese Society
of Vertebrate Paleontology



第七届 中国古脊椎动物学 学术年会论文集

王元青 邓 涛 主编

 海洋出版社



责任编辑: 马凤珍
封面设计: 郭子芳



ISBN 7-5027-4538-6



9 787502 745387 >

ISBN 7-5027-4538-6/Q · 145

定价: 52.00 元



第七届中国古脊椎动物学 学术年会论文集

Proceedings of the Seventh Annual Meeting of
the Chinese Society of Vertebrate Paleontology

王元青 邓 涛 主编

海洋出版社

1999年·北京

内 容 简 介

本书收集了参加第七届中国古脊椎动物学学术年会的 31 篇学术论文。这些论文观点新颖, 内容丰富, 主要讨论了古脊椎动物学、旧石器考古学、生物地层学和第四纪地质学等方面的热点问题。书中有关辽西地区脊椎动物化石与地层、泥盆纪鱼类化石、恐龙及其他中生代爬行动物、新生代哺乳动物与古环境、华北旧石器文化以及地球化学方法在古脊椎动物学中的应用等方面的论文, 展示了中国古脊椎动物学的最新学术成果, 具有十分重要的价值。本书可供古生物学、古人类学、地层学、第四纪地质学和考古学研究者、博物馆工作者以及高等院校有关学科教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

第七届中国古脊椎动物学学术年会论文集 / 王元青, 邓涛主编. -北京: 海洋出版社, 1999.4

ISBN 7-5027-4538-6

I.第... II.①王... ②邓... III.古生物学-脊椎动物门-学术会议-中国-文集
IV.Q915.86-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 07957 号

责任编辑: 马凤珍

特约编辑: 史立群

责任印制: 常玉峰

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大惠寺路 8 号)

北京民族印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1999 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.625

字数: 451 千字 印数: 1~800 册

定价: 52.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

2000. 2. 22

古脊椎动物与古人类研究所

No. 6628530

序

自从 1997 年中国古脊椎动物学会第六届学术年会召开以来，在短短的两年时间内，中国的古脊椎动物学和古人类学又取得了长足进步，在国际上为中国的自然科学发展赢得了巨大声誉。

在这两年里，辽西地区中生代脊椎动物的发现和研究仍然是中国古脊椎动物学最夺目的一个亮点，一系列的研究成果在世界上著名的自然科学杂志《Nature》和《Science》上发表，继续在全球同行中引起轰动。辽西的中生代化石宝库包括了鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类脊椎动物，尤其是早期鸟类化石的发现和研究的，不仅打破了 100 余年来始祖鸟对早期鸟类研究一统天下的格局，而且使人们的目光从单一始祖鸟形态结构的描述和推断，进而转向早期鸟类的起源和演化上。有的国外学者把中国早期鸟类的发现比作“中生代原始鸟类的灯塔”，并认为科学界对早期鸟类演化的了解，真正革命性的变化发生在中国最近几年，这些丰富的鸟类化石的发现改写了鸟类进化的历史。

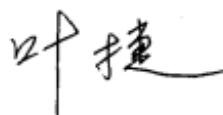
中国学者不仅在鸟类的起源和进化上作出了突出贡献，而且在古脊椎动物学和古人类学的其他方面也都取得了很大的成绩。古脊椎动物学方面，在云南曲靖泥盆系发现的斑鳞鱼为揭开硬骨鱼起源之谜提供了一把钥匙，填补了硬骨鱼类和非硬骨鱼类之间缺失的环节，使学术界不得不重新考虑早期脊椎动物的进化史；辽西发现了中生代的滑体两栖类化石，对解决怎样从古老的两栖类进化、发展成现代类型提供了重要的线索；恐龙仍是一个热点，一系列恐龙考察活动发现大量新材料，《Nature》上也报道了在中国发现的带“毛”的兽脚类和世界上最早的虚骨龙；中生代哺乳动物研究成绩明显，发现了世界上最完整的一具对齿兽骨架化石，对它的研究证明原兽类在很久以前就从哺乳动物演化的主干上分化开了。古人类学方面，最大的突破是在重庆巫山和安徽繁昌。对于巫山龙骨坡遗址，利用多种测年方法得到的结果都显示巫山人及其石制品的年代落在大约 200 万年前的层位上，最新的发掘再次出土多种石料打制的石制品和被石制品砸击的动物骨骼，这些发现代表了一种混沌初开的石器工业，说明 200 万年前的中华大地已经有了人类的足迹。繁昌孙村最新的发现也表明存在属于早更新世早期的石制品和骨器，伴生有丰富的哺乳动物化石，其中有相当数量的较大型灵长类化石，其时代与龙骨坡遗址大致相当，甚至稍早，可能是亚洲地区目前已知人类最早的活动遗址之一，对于揭开亚洲人类起源具有十分重要的意义。通过脊椎动物化石进行地层划分对比、探索气候环境演变等方面也取得了突出的成绩。例如，对甘肃兰州盆地晚新生代生物地层学的研究，为了解青藏高原的隆升过程及其对气候环境的

AA056/01

影响提供了大量新证据；根据对内蒙古高原老第三纪哺乳动物的演化和全球气候环境的演变及其相互关系提出了“蒙古重建”的假说和论据，与欧洲的“大间断”相呼应。

在 21 世纪即将到来之际，本次古脊椎动物学年会具有承上启下，继往开来的作用。面对新世纪的召唤，我们任重而道远，还有许多重大的科学问题等待我们去发现和解决，脊椎动物各个门类的起源和进化仍然是需要深入探索的课题。为适应古脊椎动物学在我国的进一步发展，本次年会首次出版学术年会论文集，以便于会员们展示研究成果，交流最新学术见解。为使文集能容纳各种学术观点，更具有朝气，特聘了两位青年学者为主编。由于他们的辛勤工作，使得本文集在较短时间里得以出版，表明了我们的事业后继有人，真是令人欣喜。

通观本次学术年会的论文集，不少研究者是我国古脊椎动物学和古人类学战线的老战士，而更多的则是一些新面孔，还有一些关心我们的国外同行。文章的涉及面比较广泛，其中不少见解颇为精到。值得一提的是，本届学术年会由学会挂靠单位——中国科学院古脊椎动物与古人类研究所与云南省玉溪市政府文化局联合主办。希望古脊椎动物学界的同行把本学科的发展与国家的经济建设和科学进步紧密结合，在新世纪到来之际推动古脊椎动物学研究事业向更高的水平迈进。



1999年3月25日

目 次

辽西热河生物群脊椎动物化石组合序列与地层层序	汪筱林 王元青 金帆 徐星 王原 (1)
阜新盆地晚中生代地层及其有关问题的讨论	常征路 王元青 汪筱林 (13)
四川盆地沙溪庙组脊椎动物组合	彭光照 舒纯康 (27)
云南玉溪侏罗纪地层、古生物概要	杨庆科 (37)
日本西南部三重县鸟羽市的早白垩世脊椎动物化石	谷本正浩 (45)
云南玉溪地区的第三纪地层	林敏基 田化鑫 裴家董 陈炳富 (49)
灞河组生物地层学研究新进展	张兆群 郑绍华 刘丽萍 M. FORTELIUS J. P. LUNKKA A. KAAKINEN L. SELANNE (55)
湖南醴陵晚泥盆世浆鳞鱼化石	潘江 卢立伍 曾祥渊 (61)
孙氏伊克昭龙(<i>Ikechosaurus sunailinae</i>)鼻腔构造初步研究	吕君昌 朱奇志 程希侃 杜湘珂 周文莲 (67)
鸚鵡嘴龙化石研究及其地层学意义	徐星 赵喜进 (75)
中国的翼龙化石综述	姬书安 (81)
四川盆地侏罗纪恐龙化石的微量元素组合特征	李奎 张玉光 蔡开基 (89)
山西天镇晚白垩世恐龙骨骼化石的化学元素特征	王晓红 庞其清 殷纯焜 王毅民 程政武 张 昀 (97)
广东新发现的恐龙蛋化石地点	邱立诚 (105)
云南玉溪地区发现的恐龙动物群	白子麒 (109)
日本早白垩世三列齿兽类(爬行纲, 兽孔目)及三列齿兽类的系统演化重建	濑户口烈司 松冈广繁 松田美香 (117)
云南丽江中始新世哺乳动物群	黄学诗 (125)
中国的雷兽化石及研究回顾	王原 郭建威 王景文 (139)
记新疆准噶尔盆地北缘中中新世 <i>Turcocerus</i> 属一新种	叶捷 吴文裕 毕顺东 张翼 孟津 (149)
新疆准噶尔盆地北缘中中新世獭类化石	毕顺东 吴文裕 叶捷 孟津 (157)
甘肃宁县上新世小哺乳动物化石	张兆群 (167)
中国上新世和更新世早、中期的中华乳齿象	陈冠芳 (179)
中国早期古马型真马化石的新发现	邓涛 薛祥煦 (189)
有关中国古菱齿象的几个问题	祁国琴 (201)
泥河湾更新世哺乳动物牙齿釉质碳同位素组成与环境变迁	董军社 王杨 R. AMUNDSON 邓涛 (211)
贵州桐梓挖竹湾洞中更新世哺乳动物群及其古环境	董明星 (219)
大熊猫类牙齿的釉质结构分析	欧阳涟 黄万波 张文定 (231)

北京地区的旧石器文化.....	李超荣 冯兴无 郁金城	(239)
凤凰岭文化初探.....	徐淑彬	(249)
试论太行山区的旧石器文化.....	石金鸣	(259)
中国古脊椎动物学期刊的引文分析.....	曹 颖 史立群	(267)
编后记.....		(274)

CONTENTS

Vertebrate Assemblages of the Jehol Biota in Western Liaoning, China	
..... WANG Xiaolin WANG Yuanqing JIN Fan XU Xing WANG Yuan (1)	
Stratigraphic Sequence of the Late Mesozoic in Fuxin Basin, Western Liaoning, China ...	
..... CHANG Zhenglu WANG Yuanqing WANG Xiaolin (13)	
Vertebrate Assemblage of the Lower Shaximiao Formation of Sichuan Basin, China	
.....PENG Guangzhao SHU Chunkang (27)	
Jurassic Stratigraphical and Paleontological Outline in Yuxi, Yunnan, China	
..... YANG Qingke (37)	
The Early Cretaceous Vertebrate Fossils of Toba City, Mie Prefecture, Southwest Japan .	
..... Masahiro TANIMOTO (45)	
Tertiary Strata in Yuxi District, Yunnan, China.....	
..... LIN Minji TIAN Huaxin PEI Jiakuan CHEN Bingfu (49)	
Biostratigraphic Study on the Bahe Formation	
.....ZHANG Zhaoqun ZHENG Shaohua LIU Liping	
Mikael FORTELIUS Juha P. LUNKKA Anu KAAKINEN Leena SELANNE (55)	
Report of <i>Remigolepis</i> from Upper Devonian, Hunan, S. China	
..... PAN Jiang LU Liwu ZENG Xiangyuan (61)	
The Preliminary Study of Nasal Cavity of <i>Ikechosaurus sunailinae</i> (Reptilia, Choristodera).....	
.....LÜ Junchang ZHU Qizhi CHENG Xikan DU Xiangke ZHOU Wenlian (67)	
Psittacosaur Fossils and their Stratigraphical Implications.....XU Xing ZHAO Xijin (75)	
Brief Review on the Pterosaurs of China	
..... JI Shu'an (81)	
The Characteristics of Composition of Trace Elements in Jurassic Dinosaur Bones in Sichuan Basin	
..... LI Kui ZHANG Yuguang CAI Kaiji (89)	
The Chemical Element Characteristics of Dinosaur Bones from the Late Cretaceous of Tianzhen, Shanxi Province.....	
..... WANG Xiaohong	
PANG Qiqing YIN Chungu WANG Yimin CHENG Zhengwu ZHANG Yun (97)	
New Localities of Dinosaur Eggs in Guangdong, China.....	
..... QIU Licheng (105)	
Dinosaur Fauna from Yuxi Area, Yunnan Province	
..... BAI Ziqi (109)	
New Discovery of an Early Cretaceous Tritylodontid (Reptilia, Therapsida) from Japan and the Phylogenetic Reconstruction of the Tritylodontidae Based on the Dental Characteristics	
..... Takeshi SETOGUCHI Hiroshige MATSUOKA Mika MATSUDA (117)	
Middle Eocene Mammals of Lijiang Basin, Yunnan	
.....HUANG Xueshi (125)	

A Review of Chinese Brontotheres	WANG Yuan GUO Jianwei WANG Jingwen (139)
A New Species of <i>Turcocerus</i> from the Middle Miocene of the Northern Junggar Basin YE Jie WU Wenyu BI Shundong ZHANG Yi MENG Jin (149)
Erinaceidae from the Middle Miocene of North Junggar Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China	BI Shundong WU Wenyu YE Jie MENG Jin (157)
Pliocene Micromammal Fauna from Ningxian, Gansu Province.....	ZHANG Zhaoqun (167)
<i>Sinomastodon</i> Tobien <i>et al.</i> , 1986 (Proboscidea, Mammalia) from the Pliocene and Early-Middle Pleistocene of China	CHEN Guanfang (179)
A New Species of Stenonid Horse from China	DENG Tao XUE Xiangxu (189)
On Some Problems of <i>Palaeoloxodon</i> of China.....	QI Guoqin (201)
Habitat Signals in the Carbon Isotopic Composition of Tooth Enamel Phosphate from Pleistocene Herbivores DONG Junshe WANG Yang Ronald AMUNDSON DENG Tao (211)
Mid-Pleistocene Mammalian Fauna in Wazhuwan Cave, Tongzi, Guizhou and its Paleoenvironment Significance.....	DONG Mingxing (219)
Enamel Microstructure Analysis of <i>Ailuropoda</i> OUYANG Lian HUANG Wanbo ZHANG Wending (231)
The Paleolithic Culture in Beijing Area LI Chaorong FENG Xingwu YU Jincheng (239)
A Preliminary Study on the Fenghuangling Culture	XU Shubin (249)
Preliminary Research on Paleolithic Culture in Taihang Mountain Area	SHI Jinming (259)
Citation Analysis of Chinese Journals on Vertebrate Paleontology..... CAO Ying SHI Liqun (267)

辽西热河生物群脊椎动物化石 组合序列与地层层序¹⁾

汪筱林^{1,2} 王元青¹ 金帆¹ 徐星¹ 王原¹

(1 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044)

(2 长春科技大学自然历史博物馆 长春 130026)

摘要 辽西热河生物群中包含 4 个脊椎动物化石组合: 义县组下部孔子鸟—中华鸟龙—张和兽(*Confuciusornis-Sinosauroptryx-Zhangheotherium*)组合, 义县组中部满洲鳄—潜龙—辽西鸟(*Monjurosuchus-Hyphalosaurus-Liaoxiornis*)组合, 义县组上部室井氏狼鳍鱼—满洲满洲龟(*Lycoptera muroii-Manchurochelys manchouensis*)组合和九佛堂组华夏鸟—朝阳鸟—鹦鹉嘴龙(*Cathayornis-Chaoyangia-Psittacosaurus*)组合。脊椎动物化石对比确定的时代为早白垩世。根据 Gradstein 等(1995)中生代地质年代表, 火山熔岩、沉凝灰岩 ⁴⁰Ar / ³⁹Ar 同位素年龄确定的含化石沉积夹层及脊椎动物化石组合的时代分别为 Barremian 中期、Barremian 晚期和 Aptian 期, 义县组、九佛堂组属 Valanginian 晚期—Barremian 和 Aptian 期。

关键词 辽宁西部 早白垩世 热河生物群 脊椎动物化石组合

1 引言

自本世纪 20 年代美国著名地质学家葛利普提出热河系^[1]和热河动物群(Jehol Fauna)^[2]以来, 辽西热河群及热河生物群(Jehol Biota)一直是中外地质学家和古生物学家研究的焦点。热河生物群主要产于辽西地区义县组、九佛堂组及其相当层位的岩层中, 是繁盛于东北亚广大区域的特殊动物群^[3-5]。

40 年代, 日本学者研究了发现于平泉—凌源盆地大新房子等地及阜新一义县盆地金刚山义县组和九佛堂组的爬行动物化石^[6,7]。70 年代以来, 古生物学家首先在北票一朝阳盆地梅勒营子、波罗赤九佛堂组发现鹦鹉嘴龙^[8]和以华夏鸟为代表的鸟类化石^[9-13]。近几年, 在金岭寺—羊山盆地四合屯、尖山沟义县组下部^[14], 发现大量保存精美的以孔子鸟为代表的早期鸟类化石^[13,15-17]、带“羽毛”的小型兽脚类恐龙^[18,19]、角龙类鹦鹉嘴龙^[20]、翼龙^[21,22]、蜥蜴类^[23,24]、龟鳖类^[24]、两栖类^[25,26]和哺乳类^[27]等; 凌源大王杖子首次发现长颈水生爬行类^[28]和个体娇小的鸟类^[29]。这些脊椎动物化石是热河生物群的重要组成部分。

2 脊椎动物化石组合

热河生物群中的脊椎动物化石大致可划分为 4 个组合。

1) 中国科学院资源与生态环境研究重大项目(编号: KZ951-B1-410)资助。

汪筱林, 男, 35 岁, 长春科技大学自然历史博物馆副馆长, 讲师, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生, 主要从事恐龙学、地层学、沉积学研究。

2.1 义县组下部孔子鸟—中华鸟龙—张和兽组合 (*Confuciusornis-Sinosauropteryx-Zhangheotherium*)

以北票四合屯脊椎动物群为代表,化石产自金岭寺—羊山盆地北票上园乡四合屯及其周边地区义县组下部第三段湖相页岩中^[14],大致相当于义县组尖山沟沉积夹层^[30]。目前发现的化石地点包括四合屯、尖山沟、张家沟、黄半吉沟、团山沟、李巴郎沟、黑蹄子沟、伍代沟、庙沟、大板沟、大北沟、青石梁、菅草沟等,呈北北东向分布在南北长约12~14km,东西宽约4~5km的范围内。包括四合屯下部和黄半吉沟上部2个主要脊椎动物化石层位^[14,31]。1997~1998两个野外年度,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所在四合屯西南沟和张家沟化石地点的下部化石层位,进行了大规模的发掘,并于四合屯—尖山沟一带进行了详细的野外地质调查。在四合屯和张家沟3个发掘点共600m²范围内,发现数十个重要的含脊椎动物化石层,系统采集了包括鱼类、爬行类(龟鳖类、翼龙类、兽脚类、蜥脚类、角龙类)、鸟类在内的数百件脊椎动物化石和大量的无脊椎动物及被子植物化石,并建立了四合屯及周边地区义县组下部地层层序,确认了脊椎动物化石层位和化石埋藏序列^[14,31],对动物群组合面貌有了一个整体的认识。该组合的脊椎动物化石有:

鱼类: *Peipiaosteus pani* Liu et Zhou, *P. sp.*, *Lycoptera sinensis* Woodward, *L. davidi* (Sauvage), *L. sp.*, *Sinamia sp.*;

两栖类: *Liaobatrachus grabau* Ji et Ji, *Callobatrachus sanyanensis* Wang et Gao;

龟鳖类: *Manchurochelys liaoxiensis* Ji, *M. sp.*;

蜥蜴类: *Dalinghosaurus longidigitus* Ji;

翼龙类: *Eosipterus yangi* Ji et Ji, *Dendrorhynchoides curvidentatus* Ji et Ji, *Pterodactyloidea* gen. et sp. nov.;

蜥脚类: *Sauropoda* indet.;

兽脚类: *Sinosauropteryx prima* Ji et Ji, *Protarchaeopteryx robusta* Ji et Ji, *Caudipteryx zoui* Ji et al., *Dromaeosauridae* gen. et sp. nov., *Therizinosauridae* gen. et sp. nov.;

角龙类: *Psittacosaurus* sp.;

鸟类: *Confuciusornis sanctus* Hou et al., *C. sunae* Hou, *C. chuonzhous* Hou, *C. sp.*, *Liaoningornis longiditris* Hou, *Eoenantiornithes buhleri* Hou et al.;

哺乳类: *Zhangheotherium quinquecuspidens* Hu et al.。

这一脊椎动物组合特征:脊椎动物化石门类齐全,包括鱼类、无尾两栖类、龟鳖类、蜥蜴类、翼龙类、蜥脚类、兽脚类、角龙类、鸟类和早期兽类,动物分异度高。孔子鸟类群极为繁盛,以大量相对原始的蜥鸟亚纲(Sauriurae)的 *Confuciusornis*^[15]为主,并出现少量进步的今鸟亚纲(Ornithurae)的辽宁鸟(*Liaoningornis*)^[16]和最早的反鸟类化石始反鸟(*Eoenantiornithes*)^[17],鸟类达到一个空前的发育阶段;首次出现与鸟类共生的带“羽毛”的小型兽脚类恐龙中华鸟龙(*Sinosauropteryx*)^[18]、原始祖鸟(*Protarchaeopteryx*)、尾羽鸟(*Caudipteryx*)^[19]及驰龙科(*Dromaeosauridae*)和懒龙类镰刀龙科(*Therizinosauridae*)成员等;数量较多的翼龙和鸚鵡嘴龙^[20]共生,翼龙以进步的、短尾的翼手龙亚目^[14,21,31]的成员为主,仍然保留少量相对原始的长尾的喙嘴龙亚目^[22]的分子。这一脊椎动物组合既保留了其原始性,又显示其进步性,动物群分异度大,是一个快速辐射的、复杂的综合性动物群。

脊椎动物化石主要发现于四合屯下部化石层位。岩性为灰黑色含火山灰页岩夹沉凝灰岩,厚度近12m,脊椎动物化石埋藏于下部7m(发掘剖面18~37层)的湖相沉积的页岩中,

主要富集在 25~29 层。大部分化石共生理藏于同一含化石层, 大量孔子鸟化石埋藏于厚度仅 5mm 的含火山灰页岩中^[14,31], 反映了动物群的快速辐射演化事件和集群死亡事件。

2.2 义县组中部满洲鳄—潜龙—辽西鸟组合 (*Monjurosuchus-Hyphalosaurus-Liaoxiornis*)

以平泉—凌源盆地义县组大新房子沉积夹层^[30]及其相当层位的脊椎动物化石组合为代表, 化石地点有凌源大新房子、宋杖子、二十里铺、大王杖子、范杖子、山嘴等。该组合脊椎动物化石有:

鱼类: *Peipiaosteus pani* Liu et Zhou, *Protopsephurus liui* Lu, *Lycoptera davidi* (Sauvage);

楔齿鳄类: *Monjurosuchus splendens* Endo;

离龙类: *Hyphalosaurus lingyuanensis* Gao, Tang et Wang;

蜥蜴类: *Yabeinosaurus tenuis* Endo et Shikama;

蜥脚类: *Sauropoda* indet.;

兽脚类: *Theropoda* indet.;

鸟类: *Liaoxiornis delicatus* Hou et Chen.

脊椎动物组合主要特征: 鱼类化石极为丰富, 除大量的 *Lycoptera* 和 *Peipiaosteus*^[32]外, 首次出现原白鲟(*Protopsephurus*)^[33]; 淡水湖泊水生爬行动物繁盛, 出现数量较多的满洲鳄 (*Monjurosuchus*)^[6], 首次出现长颈水生爬行类凌源潜龙(*Hyphalosaurus lingyuanensis*)^[28]; 鸟类数量和种类减少, 出现个体较小、集原始和进步特征于一身的娇小辽西鸟(*Liaoxiornis delicatus*)^[29]。这一动物组合分异度较大, 也具有原始和进步的双重性。

2.3 义县组上部室井氏狼鳍鱼—满洲满洲龟组合 (*Lycoptera muroii-Manchurochelys manchouensis*)

以阜新一义县盆地义县组金刚山沉积夹层^[30,34]脊椎动物化石为代表, 化石地点主要在义县枣刺山。脊椎动物化石有:

鱼类: *Lycoptera muroii* (Takai);

龟鳖类: *Manchurochelys manchouensis* Endo et Shikama;

蜥蜴类: *Yabeinosaurus tenuis* Endo et Shikama.

这一脊椎动物组合比较单调, 鱼类化石仅有室井氏狼鳍鱼 (*Lycoptera muroii*)^[32], 爬行动物则以矢部龙 (*Yabeinosaurus*) 和满洲龟 (*Manchurochelys*)^[7]较常见。

2.4 九佛堂组华夏鸟—朝阳鸟—鸚鵡嘴龙组合 (*Cathayornis-Chaoyangia-Psittacosaurus*)

以北票—朝阳盆地波罗赤、梅勒营子九佛堂组脊椎动物化石为代表, 脊椎动物化石有:

鱼类: *Peipiaosteus pani* Liu et Zhou, *Protopsephurus liui* Lu, *Sinamia zdanskyi* Stensio; *Lycoptera davidi* (Sauvage), *Jinanichthys longicephalus* (Liu et al.), *Longdeichthys luojiaxiaensis* Su, *Huashia* sp.;

蜥脚类: *Sauropoda* indet.;

角龙类: *Psittacosaurus meileyingensis* Sereno et al., *P. mongoliensis*.

鸟类: *Sinornis santensis* Sereno et Rao, *Boluochia zhengi* Zhou, *Cathayornis yandica* Zhou, Jin et Zhang, *C. caudatus* Hou, *Longchengornis sanyanensis* Hou, *Cuspirostrisornis houi* Hou, *Largirostrornis sexdentoris* Hou, *Chaoyangia beishanensis* Hou et Zhang, *Songlingornis linghensis* Hou.

脊椎动物组合特征: 繁盛于义县组的 *Lycoptera* 锐减, *Peipiaosteus* 和 *Protopsephurus* 继续繁盛, 中华弓鳍鱼 (*Sinamia*)、吉南鱼 (*Jinanichthys*) 和隆德鱼 (*Longdeichthys*) 大量

出现^[32]；鸚鵡嘴龍繁盛，出現蒙古鸚鵡嘴龍（*P. mongoliensis*）和梅勒營鸚鵡嘴龍（*P. meileyingensis*）兩種^[8]；鳥類極度分化，既有以 *Cathayornis*^[10,13] 為代表的大量蜥鳥亞綱的保守和原始的分子，更有以 *Chaoyangia*^[11] 為代表的今鳥亞綱的進步成員。

3 脊椎動物地層對比與時代討論

熱河生物群及其產出地層的時代歸屬，一直存在爭議。地質學家和古生物學家根據不同門類和不同的研究角度，提出 3 種主要觀點：晚侏羅世^[3,4,15,30,34-44]；晚侏羅世—早白堊世^[18,19,24,45,46]；早白堊世^[1,2,20,47-55]。在此，僅從脊椎動物化石及其組合來討論其時代歸屬。

遼西熱河生物群脊椎動物組合中的魚類和爬行類分屬北票鱈—中華弓鱈魚—狼鱈魚群（*Lycoptera Ichthyofauna*）^[46]和鸚鵡嘴龍動物群（*Psittacosaurus Fauna*）^[49,56,57]；鳥類屬於 2 個單獨的鳥類群：孔子鳥類群（*Confuciusornis Fauna*）和華夏鳥類群（*Cathayornis Fauna*）。

3.1 北票鱈—中華弓鱈魚—狼鱈魚群（*Lycoptera Ichthyofauna*）

遼西北票鱈—中華弓鱈魚—狼鱈魚群普遍見於中國北方熱河群及其相當岩層的下部湖相地層中^[46]。魚群中的鱈形魚類 *Peipiaosteus pani* 與蒙古和俄羅斯外貝加爾同期的 *Stichopterus* 十分相似；*Protosephurus liui* 與美國蒙大拿晚白堊世的 *Paleosephurus* 最為相近，但後者已比前者進步；*Jinanichthys longicephalus* 與內蒙古固陽早白堊世固陽組的 *Kuyangichthys* 很相近；*Londeichthys luojiaxiaensis* 則與德國和法國 Kimmeridgian-Tithonian 的 *Leptolepides sprattiformis* 最為相近。

綜合考慮北票鱈—中華弓鱈魚—狼鱈魚群的魚類化石，發現其總體面貌與西歐晚侏羅—早白堊世 Purbeckian—Wealdian 期的魚群面貌相近。近年來發現於日本北九州早白堊世關門群脇野亞群地層中的魚群^[58]，亦為中國相近時期魚群的時代確定提供了依據。日本北九州早白堊世的魚群與中國東南沿海地區館頭組及其相當岩組中的魚群的面貌基本相似，而中國東南沿海地區這一魚群的重要分子陸續發現於中國北方的北票鱈—中華弓鱈魚—狼鱈魚群中^[46]。脇野亞群因含有海相夾層，時代確定為 Hauterivian-Aptian 早期^[59]。因此可以較為肯定地認為，熱河生物群中這一魚群的生存時代為早白堊世。

3.2 鸚鵡嘴龍動物群（*Psittacosaurus Fauna*）

遼西盆地群中 4 個脊椎動物組合中的爬行動物均可歸於鸚鵡嘴龍動物群。該動物群分布於東北亞廣大地區相當於熱河群的岩層中^[50,57,60-62]，是熱河生物群的重要組成部分，為早白堊世繁盛於東北亞地區的一個土著型動物群。最近報道鸚鵡嘴龍發現於泰國早白堊世地層中^[63]，熱河生物群的其他屬種也遷移至其鄰近地區^[3,64]。

鸚鵡嘴龍動物群在遼西地區包括下列爬行動物屬種：*Manchurochelys manchouensis*, *M. liaoxiensis*, *M. sp.*, *Monjurosuchus splendens*, *Yabeinosaurus tenuis*, *Hyphalosaurus lingyuanensis*, *Dalinghosaurus longidigitus*, *Eosipterus yangi*, *Dendrorhynchoides curvidentatus*, *Pterodactyloidea* gen. et sp. nov., *Sauropoda* indet., *Sinosauropteryx prima*, *Protarchaeopteryx robusta*, *Caudipteryx zoui*, *Dromaeosauridae* gen. et sp. nov., *Therizinosauridea* gen. et sp. nov., *Theropoda* indet., *Psittacosaurus mongoliensis*, *P. meileyingensis*, *P. sp.*。

遼西義縣組的 *Manchurochelys* 與新疆吐谷魯群勝金口組的 *Dracochelys* 和內蒙古志丹群羅漢洞組的 *Sinemys* 有較近的親緣關係^[65]。*Yabeinosaurus* 屬 *Ardeosauridae*，這一科的化石多見於歐洲的上侏羅統。最近分別發現於遼寧北票四合屯和凌源義縣組大王杖子的大凌河龍（*Dalinghosaurus*）^[23]與 *Hyphalosaurus*^[28] 均有很長的尾，後者還有 19 個頸椎構成的長頸，

但这两个新属种的系统关系尚在研究之中。翼龙类以短尾类型的翼手龙亚目 (Pterodactyloidea) 为主, 四合屯义县组下部的东方翼龙 (*Eosipterus*)^[21] 与鄂尔多斯盆地志丹群环河—华池组的环河翼龙 (*Huanhopterus*)^[66] 最为相似, 后者归于 *Ctenochasmatidae*。义县组的 *Eosipterus* 和新发现的其他标本与欧洲晚侏罗世的 *Pterodactylus*、*Ctenochasma*、*Gnathosaurus*、*Ornithodesmus* 相比较, 总体上保留了一些晚侏罗世翼龙的原始特征, 同时亦具备了许多白垩纪翼龙的进步特征。新报道的弯齿树翼龙 (*Dendrorhynchoides*)^[22] 虽然具有较长的尾巴, 具有相对原始的晚侏罗世翼龙的有关特征, 但考虑到四合屯义县组下部这一脊椎动物组合兼有原始和进步的双重性, 综合分析整个动物群化石组合, 将其时代归于早白垩世是合理的。

恐龙以角龙类的鸚鵡嘴龙和兽脚类恐龙繁盛为特征。在中国北方早白垩世相当于热河群的地层中, 迄今已记述有 9 种鸚鵡嘴龙。在四合屯义县组下部湖相沉积中发现大量的鸚鵡嘴龙^[14,20,31], 这也是迄今为止鸚鵡嘴龙的最低层位。另一个鸚鵡嘴龙的层位是九佛堂组, 九佛堂组的 *Psittacosaurus mongoliensis* 发现于中国和蒙古的早白垩世 Aptian-Albian 的地层中^[8,60,61,67]。

义县组兽脚类恐龙至少已发现了 3 属 3 种^[18,19], 以及 2 个正在研究的归于 *Dromaeosauridae* 科和 *Therizinosauridae* 科的化石。最近发现的兽脚类恐龙均体披“羽毛”, 这批似乎向鸟类方向发展的小型兽脚类恐龙在系统发育关系上均比德国晚侏罗世 Tithonian 早期的始祖鸟原始^[19], 但同类化石以前主要见于亚洲和北美白垩纪中晚期的地层中^[61,67-69]。*Sinosauropteryx* 归于 *Compsognathidae*^[18], 该科的化石仅见于德国索伦霍芬晚侏罗世的地层中, *Protarchaeopteryx* 和 *Caudipteryx* 的系统位置有待于进一步的深入研究。*Dromaeosauridae* 的已知属种全部见于亚洲和北美的白垩纪地层中^[67,68,70], 如新疆早白垩世吐谷鲁群的 *Phaedrolosaurus*、*Tugulusaurus*^[70], 蒙古晚白垩世 Campanian-Maastrichtian 的 *Velociraptor*^[71]、*Adasaurus*^[72]、北美 Aptian-Albian 的 *Dromaeosaurus*^[73]、*Deinonychus*^[74]。*Therizinosauridae* 仅见于中亚白垩纪地层中, 其中大部分时代为晚白垩世^[67,69,75-77], 如甘肃马鬃山早白垩世新民堡组和南雄晚白垩世的 *Nanshiungosaurus*^[75,76], 内蒙古阿拉善沙漠的 *Alxasaurus*^[78], 蒙古晚白垩世 Cenomanian-Turonian 的 *Segnosaurus*^[79]、*Enigmosaurus*^[80]、*Erlikosaurus*^[77,80]。

3.3 孔子鸟类群 (*Confuciusornis* Fauna) 和华夏鸟类群 (*Cathayornis* Fauna)

孔子鸟类群和华夏鸟类群是 2 个分别发育于义县组和九佛堂组独立的鸟类群。

孔子鸟类群包括蜥鸟亚纲的 *Confuciusornis sanctus*、*C. chuonzhous*、*C. sunae*、*C. sp.*、*Liaoxiornis delicatus*、今鸟亚纲的 *Liaoningornis longiditris* 和反鸟类 *Eoenantiornithes buhleri*。孔子鸟类群已知的 4 属 6 种发现于北票四合屯、黑蹄子沟及凌源义县组。

世界范围内已知的早期鸟类化石稀少, 因此可以与孔子鸟类群对比的种类十分有限。就目前所知, *Confuciusornis* 与德国晚侏罗世 Tithonian 早期的 *Archaeopteryx* 较为接近, 两者共有不少特征^[15,81-83]。但是, *Confuciusornis* 同时已具备一些明显比 *Archaeopteryx* 进步的特征, 如上下颌的牙齿已消失, 代之以角质喙, 胸骨较为发育, 肱骨近端有一气囊孔, 尾椎数目已大为减少并有愈合现象等^[15]。孔子鸟类群中的 *Liaoningornis* 是迄今已知最早的今鸟亚纲的化石, 其形态特征较辽西九佛堂组的 *Chaoyangia* 和蒙古早白垩世中晚期的 *Ambiortus* 原始, 但其具有很多进步特征^[16]; *Eoenantiornithes* 是辽西最早的反鸟类 (*Enantiornithes*) 的化石记录, *Enantiornithes* 一般生存于白垩纪。从鸟类的进步性、分异度和数量巨大, 反映这一鸟类群已有较强的分异和辐射能力。从整个孔子鸟类群的性质看, 其生存时代应属

早白垩世。

华夏鸟类群包括蜥鸟亚纲的 *Sinornis santensis*、*Boluochia zhengi*、*Cathayornis yandica*、*Cathayornis caudatus*、*Longchengornis sanyanensis*、*Cuspirostrisornis houi*、*Largirostrornis sexdentoris* 和今鸟亚纲的 *Chaoyangia beishanensis*、*Songlingornis linghensis*。华夏鸟类群 8 属 9 种的化石全部产自辽宁朝阳波罗赤及周边地区的九佛堂组。

华夏鸟类群已比孔子鸟类群的属种丰富。除中国外，蒙古、西班牙、澳大利亚、美国 and 阿根廷也陆续发现了一些白垩纪的鸟类化石，目前对这些化石的形态学和系统学研究尚在进行之中。就世界各地已发现的中生代鸟类化石看，白垩纪的鸟类以 *Enantiornithes* 繁盛为特征。华夏鸟类群中蜥鸟亚纲的 6 属 7 种大多亦为 *Enantiornithes* 化石，其中的 *Sinornis*、*Cathayornis* 与西班牙早白垩世 Barremian 的 *Iberomesornis*、*Concornis*、*Noguerornis* 均很相似。华夏鸟类群中今鸟亚纲的 *Chaoyangia*、*Songlingornis* 亦各自具有一些向现生鸟类方向发展的进步特性。从华夏鸟类群的总体面貌以及与世界其他地区鸟类化石的初步比较推测，该鸟类群的生存时代应为早白垩世。

综上所述，辽西热河生物群以北票鲟—中华弓鳍鱼—狼鳍鱼群、鸚鵡嘴龙动物群、孔子鸟类群和华夏鸟类群为代表的脊椎动物组合面貌，具有比德国索伦霍芬晚侏罗世 *Archaeopteryx*—*Compsognathus* 为代表的脊椎动物组合更进步和更丰富的特征，反映了晚侏罗世生物绝灭之后，早白垩世的一次重要的生物群辐射演化事件。

4 同位素年代与地层层序

辽西含热河生物群的义县组、九佛堂组分布于辽西中生代断陷盆地群中，是晚中生代东北亚断陷盆地系^[84]的组成部分，火山活动异常频繁、强烈。义县组主要由火山熔岩和 3~4 个沉积夹层组成^[30,34]，受到后期火山活动的强烈改造，因而给盆地间的岩石地层对比，地层层序的建立及火山岩同位素年龄取样和测试带来很大困难。许多学者已进行了大量年代学研究^[49,53-55]。近几年的义县组火山岩和凝灰岩⁴⁰Ar / ³⁹Ar 同位素年龄测定和脊椎动物化石的发现，已使我们能够初步建立起辽西地区热河生物群中脊椎动物化石组合序列与地层层序对应关系。

4.1 义县组同位素年龄

Smith 等^[53]和 Swisher 等^[55]利用激光 ⁴⁰Ar / ³⁹Ar 法分别测定了凌源大新房子、二十里铺，义县金刚山和北票尖山沟、四合屯等地义县组火山岩、火山碎屑岩的同位素年龄。

北票义县组玄武岩年龄样品，取自义县组基底之上 230m 的位置，全岩年龄为 $121.4 \pm 0.6\text{Ma}$ ^[53]。北票四合屯义县组下部层序^[14]中第三段含脊椎动物化石层位——四合屯发掘剖面 18 层底部，*Confuciusornis sanctus* 层之上 3.40m 的沉凝灰岩 (P1T-2) 18 个透长石单矿物年龄为 $125.42 \pm 0.08\text{Ma}$ ，尖山沟剖面 *Zhangheotherium quinquecuspidens* 层之上 50cm 的沉凝灰岩 (P4T-1) 24 个透长石单矿物年龄为 $125.52 \pm 0.07\text{Ma}$ ^[55]。进一步的测试研究正在进行中，但 P1T-2 和 P4T-1 样品矫正后的年龄不应有大的变动 (Swisher, 个人通信, 1998)。这一年龄代表了尖山沟—四合屯层 *Confuciusornis*-*Sinosauroptryx*-*Zhangheotherium* 组合的时代。

凌源大新房子安山岩全岩年龄为 $122.9 \pm 0.03\text{Ma}$ ^[53]。二十里铺湖相沉积夹层 (相当于大新房子层) 的层位高于大新房子安山岩，其中沉积岩全岩年龄为 $122.2 \pm 0.2\text{Ma} \sim 122.5 \pm 0.3\text{Ma}$ ^[53]。该年龄代表了凌源大新房子—大王杖子层 *Monjurosuchus*-*Hyphalosaurus*-*Liaoxiornis* 组合的时代。

义县金刚山沉积夹层的火山角砾岩中斜长石和黑云母单矿物的年龄分别为 $121.4 \pm 1.1\text{Ma}$ 、 $121.6 \pm 0.4\text{Ma}$ ^[53]，这一年龄值代表了金刚山层 *Lycoptera muroii-Manchurochelys manchouensis* 组合的时代。金刚山的辉绿岩全岩年龄为 $120.9 \pm 0.4\text{Ma} \sim 120.8 \pm 0.4\text{Ma}$ ^[53]，与沉积夹层年龄较为接近，可能大致为同期异相的产物。

另外，在邹家沟剖面上，第三沉积夹层（相当于大康堡夹层^[30]）之上大约 10m 的玄武岩全岩年龄为 $121.3 \pm 2.3\text{Ma} \sim 121.4 \pm 0.7\text{Ma}$ ^[53]，这一年龄值比凌源二十里铺湖相沉积夹层较新，但与金刚山沉积夹层年龄一致。

迄今为止，未见到九佛堂组确切的同位素年龄报道，仅有内蒙古太博齐含热河生物群的九佛堂组之上的玄武岩 $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ 年龄为 $110 \pm 0.52\text{Ma}$ ^[86] 的报道，这一年龄大致代表了九佛堂组及其 *Cathayornis-Chaoyangia-Psittacosaurus* 组合时代的上限。

陈义贤等^[54]比较系统地分析了义县地区义县组火山岩 K-Ar、Rb-Sr、U-Pb 和部分样品的 $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ 年龄，其中义县上底家沟为 $133.0 \pm 5.0\text{Ma}$ ，砖城子为 $129.0 \pm 0.3\text{Ma}$ ，三百垅为 $125.5 \pm 0.1\text{Ma}$ ，朱家沟为 $124.5 \pm 4.9\text{Ma}$ ，何家沟为 $119.9 \pm 10.0\text{Ma}$ 。义县组的年龄范围大约在 133~120Ma 之间，与 Smith 等和 Swisher 等的年龄值比较吻合。

4.2 地层层序与时代

辽西义县组以火山熔岩为主，夹有 3~4 个湖相沉积夹层^[30,34]，沉积夹层中富含热河生物群。陈丕基^[30]划分出的 4 个沉积夹层，从下至上依次为尖山沟层、上圆层、大康堡层和金刚山层，王五力等^[34]划分出的 3 个沉积夹层分别为刀把子层、砖城子层和金刚山层。其中下部的尖山沟层对应刀把子层，上部均为金刚山层，中部的上圆层、大康堡层和砖城子层的对应关系和层序不清。此外，陈丕基^[30]还划分出一个大新房子夹层，并认为与尖山沟层相当，属于义县组最下部的沉积夹层^[3,30]。在这些沉积夹层中，尖山沟层、大新房子层、金刚山层发现大量脊椎动物化石，分别代表了 3 个脊椎动物组合。从脊椎动物化石来看，尖山沟层的化石最为丰富，孔子鸟类群和与之共生的小型兽脚类恐龙为其特有，结合同位素年龄数据，层序上应该属于义县组最下部沉积夹层。大新房子层的脊椎动物化石中，除了继续保留尖山沟层的一些属种外，首次出现了一些新的分子，如 *Protopsephurus*、*Monjurosuchus*、*Hyphalosaurus* 和 *Liaoxiornis*。*Protopsephurus* 在九佛堂组大量出现，同位素年龄也显示其层位高于尖山沟层。金刚山层脊椎动物化石比较单调，但出现特殊的种类 *Lycoptera muroii*，其与上部的九佛堂组可以见到连续的剖面，属于义县组最上部的沉积夹层应无疑问，同位素年龄数据也吻合。

其他沉积夹层至今未发现脊椎动物化石，无法与之对比。同位素年龄数据提供了一些证据，可以大致理顺其层序：砖城子火山岩同位素年龄为 $129.0 \pm 0.3\text{Ma}$ ^[54]，虽然不清楚采样层位与砖城子沉积夹层的上下关系，但大致可以反映砖城子层的时代相对较老，应该与尖山沟层相当；大康堡沉积夹层之上 10m 处的玄武岩 $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ 全岩年龄为 $121.3 \pm 2.3\text{Ma} \sim 121.4 \pm 0.7\text{Ma}$ ^[53]，这一年龄值较凌源大新房子层为新，与金刚山层相当，可能反映大康堡层与金刚山层属同一沉积夹层，但仍然需要进一步的野外工作来确认。

九佛堂组在层序上高于义县组没有疑问，脊椎动物化石组合也明显不同。九佛堂组鱼类出现大量的新的成员 *Jinanichthys*、*Longdeichthys*、*Sinamia zdanskyi*、*Huashia*，华夏鸟类群为其特有，动物群组合与义县组的 3 个脊椎动物组合存在较大的差异。

根据同位素年龄、脊椎动物化石组合，采用 Gradstein 等^[87]中生代地质年代表（J/K 界线为 144.2Ma），辽西热河生物群脊椎动物化石组合序列、地层层序及其时代：义县组下部