



# 中国东北中生代

## 昆虫化石珍品

任 东 史宗冈  
高太平 姚云志  
赵云云  
等著



科学出版社

# 中国东北 中生代昆虫化石珍品

任 东 史宗冈 高太平 姚云志 赵云云 等著



科学出版社  
北 京

## 内 容 简 介

本书展示了我国东北地区距今1.65亿年至1.20亿年的昆虫化石珍品。全书不仅仅着眼于昆虫化石的分类或形态学描述,更侧重阐述这些珍贵化石标本背后所蕴涵的科学意义,同时还包括了化石的地质层位、系统演化、伴生动植物、古生态环境、访花与授粉、拟态等知识。栩栩如生的化石标本、精美绝伦的现生昆虫照片、生动有趣的文字叙述、回味无穷的小故事等为我们揭开了亿万年前地球上这些渺小而强大的精灵——昆虫的秘密。在恐龙称霸的时代,昆虫已经分化成许多的类群,它们在生态系统中扮演着极为重要的角色,成为了生物演化上一个非常成功的典范,我们将透过这些稀有的化石珍品一探究竟。书中用语浅显易懂,又不失严谨确凿,既能够为专业人士提供参考,又适合大众闲来品读,激发大家对自然科学的浓厚兴趣。

### 图书在版编目(CIP)数据

中国东北中生代昆虫化石珍品 / 任东等著. —北京: 科学出版社, 2012  
ISBN 978-7-03-032911-0

I. ①中… II. ①任… III. ①昆虫纲—动物化石—东北地区—中生代 IV. ①Q915.81

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第246395号

责任编辑: 胡晓春 韦 沁 / 责任校对: 包志虹  
责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号  
邮政编码: 100717  
<http://www.sciencep.com>

北京华联印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年2月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2012年2月第一次印刷 印张: 26 1/2

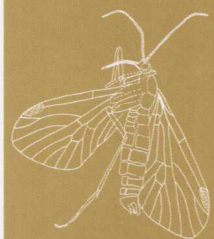
字数: 848 000

定价: 368.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



# 前言



上世纪90年代中期以来，我国河北、辽宁以及内蒙古地区（本书简称我国东北）发现了大量科研价值很高的中生代晚期化石珍品，包括爬行类（有羽恐龙、翼龙等）、鸟类、哺乳类、两栖类、昆虫、植物等。这些化石的研究极大地扩展了人们对古生物学、分类学、进化论、生态学以及其他自然科学的认识，修正甚至改写了这些领域相关的教科书，促进了相关学科的发展，激起了人们浓厚的兴趣。其中，昆虫化石以其极佳的保存状态、丰富的类群组合，逐渐成为了我们探求生物演化及生态变迁不可或缺的一支。

从中侏罗世到早白垩世的这段时间里，昆虫的繁衍、兴盛对整个生态系统都起到了极其重要的作用。在当时频繁的火山喷发中，有毒气体和火山灰致使昆虫突然死亡，它们中的少数代表历经自然界的沧桑变迁，最终变成了一块块精美的化石标本。当我们轻轻翻开一层层岩石，面对这些种类丰富、栩栩如生的自然界“精灵”时，我们不由自主地陶醉于它们亿万年前的故事……

十多年来，首都师范大学昆虫演化与环境变迁重点实验室收集了大量的昆虫和植物化石标本，并对这些标本展开了多方位的研究，其中的一些已经先后发表报道，取得了初步的成绩，为今后的发展奠定了基础。目前整个团队已经有20多人，我们每天都勤勉自律，不敢有半点懈怠，期望能把更精美、更有价值的昆虫化石标本展示给大家。多年来，国内外兄弟院校、科研单位的同行专家们给予了我们极大地支持，他们热情而无私地加入了我们的工作，工作效率大大提高，研究的深度和广度也得以不断拓展。我们交流互访，共享化石标本资源，努力寻求合作契机。这种和谐共进、相互学习的方式已经形成了一个良好的机制，今后也必将一直持续下



去。基于这些年来的研究成果以及相关参考文献提供的信息，我们精选了一些有代表性的、精美珍贵的昆虫化石珍品在这里为大家一一呈现。

我们希望这本书能传递三个方面的信息：自然科学（侧重昆虫学、昆虫形态、分类、进化、地质时代、生态系统、授粉、拟态等等），有趣的大众科普（来自我国和世界各地与昆虫相关的一些小故事）以及艺术审美（精美典雅的现生及化石昆虫带来的视觉享受）。我们也尽最大的努力维持这三者之间的和谐平衡。

前辈们已经在中国昆虫化石的研究方面取到了无数开创性的成果，我们很幸运能继续他们的工作。我们对这些伟大的古昆虫学家：葛利普教授、秉志院士、洪友崇研究员、林启彬研究员及那些默默耕耘于该领域的前辈们表示最崇高的敬意。这本书的出版得到学术界、企业界以及首都师范大学领导们的大力支持。我们真诚感谢首都师范大学的刘利民教授、刘新成教授、张雪教授、何奕骢教授、宫辉力教授、萧伟教授、张晓芳书记对我们团队的长期支持与鼓励；同样感谢埃克森化工 (Exxon Chemical Paramins) 公司和润英联 (Infineum) 公司的前任及现任首席执行官 Stan Tebbe、Tony Gaskell 及 Dominique Fournier 对史宗冈博士的支持与鼓励。我们感谢何德仲博士为改进本书所付出的努力，感谢史宗文先生提供的专业而充满艺术美感的现生昆虫照片，感谢姬书安博士、孙革博士、徐星博士和周忠和博士在第3章中提供的照片。此外，本书得到了国家自然科学基金 (Nos. 340872022, 30171964, 41010304025, 30800095)、国家重点基础研究发展计划 (973计划) 项目 (2012CB821906)、北京市教育委员会科技计划重点项目



(KZ200910028005)、北京市属高等学校人才强教深化计划高层次人才资助项目 (PHR20090509)、北京市优秀人才培养 (2011D002022000006)、中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学国家重点实验室开放课题 (Nos. 103109, 123114) 等的资助。

同行专家们为我们提供了很多重要的建议, 热情地加入了我们的工作并给予极大地支持, 为这本书的出版做出了很大的贡献, 在这里请接受我们最真挚的感谢, 他们是 (排名按姓氏字母顺序): D. S. Aristov, 白明, O. Béthoux, A. V. Bashkuev, 彩万志, D. L. Dilcher, M. S. Engel, C. L. Hotton, A. G. Kirejtshuk, W. Krzemiński, C. C. Labandeira, M. A. Logan, 卢立伍, 卢文华, V. N. Makarkin, A. Nel, J. D. Oswald, 庞虹, J. F. Petrulėvičius, A. Prokin, A. P. Rasnitsyn, J. A. Santiago-Blay, P. A. Selden, N. D. Sinitshenkova, A. Y. Solodovnikov, S. Y. Storozhenko, P. Vršanský, 杨定等。

我们对那些发表了研究成果却未能参与本书编撰的首都师范大学已经毕业的研究生, 还有参与了这本书的编撰却不是作者的研究生表示感谢, 他们是: 蔡亚萍、丁巧玲、方诗玮、高燕、关馨阳、郝剑英、李连梅、刘露茜、李艳丽、刘晨曦、刘平娟、刘明、孟祥明、乔潇、宋菁璟、孙建海、王田田、闫卓、杨光、俞雅丽、魏丹丹、张俊霞、朱琰。

鉴于本书涉及的范围比较广泛, 题材也很复杂, 而新的化石标本不断被发现, 相关的论文乃至整个知识领域也在不停地更新, 这本书可以看做是整个团队2011年4月之前工作的一个阶段性总结。遗憾的是, 我们正在研究的一些化石精品暂时还不



能在本书中展示给大家。在本书的准备过程中，所有的作者都感受到了自身知识的不足，担心难以担此重任。虽然我们已尽一切努力确保书中内容的准确无误，然而因为自己的知识匮乏或者疏忽大意引起的错误还是在所难免，我们真诚期待来自读者的批评、建议和指正。

在接下来的几年中，我们必将更加努力，与国内外的合作者们一道，在更宽领域、更高水平上深入研究。基于首都师范大学精美而丰富的化石收藏，我们欢迎更多的专家学者参与我们的工作。我们期待运用新的先进设备、技术方法提升我们的科研水平。

这本书适合不同层面的读者，诸如古生物学家、昆虫学家、植物学家、进化学家、古生态学家、化石收藏家、昆虫爱好者、学生等。期待读者们都能饱含兴趣地阅读这本书，在欣赏化石珍品的同时收获知识。本着教学育人、传授知识的理念，我们坚信这本书能够为本科生和研究生带来更丰富多彩的自然科学知识和文化生活常识。我们也希望中学老师能把这本书作为一本参考书目推荐给学生，与他们共同探讨自然进化以及昆虫生存的奥秘，培养学生的意识与兴趣。通过这些方式，期待更多的青年学子能够立志将来成为一名昆虫学家或古生物学家，接过科研的火炬，照亮自然科学的未来之路。

史宗网 任东



# 目 录

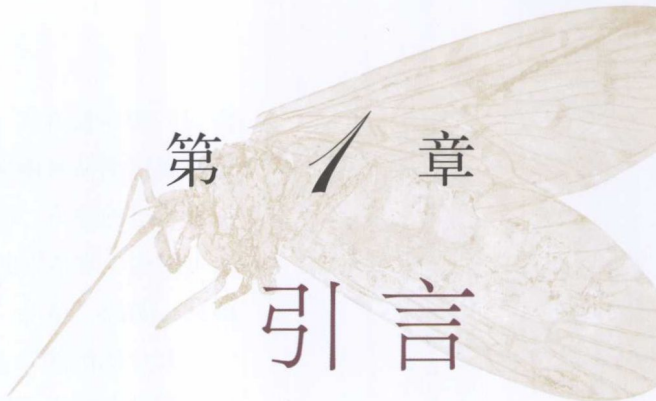


|                     |     |
|---------------------|-----|
| 前 言                 |     |
| 第 1 章 引言            | 1   |
| 第 2 章 中国东北中生代晚期地层特性 | 16  |
| 第 3 章 中生代与昆虫伴生的动植物  | 29  |
| 第 4 章 昆虫——聚光灯下的舞者   | 47  |
| 第 5 章 蜉蝣目——朝生暮死     | 60  |
| 第 6 章 蜻蜓目——优秀猎者     | 72  |
| 第 7 章 襀翅目——水质指示     | 87  |
| 第 8 章 蜚蠊目——适者生存     | 99  |
| 第 9 章 蛭蠊目——冰上行者     | 111 |
| 第 10 章 革翅目——夜生活者    | 117 |
| 第 11 章 直翅目——悦耳鸣声    | 125 |
| 第 12 章 蜉蝣科——水上精灵    | 139 |
| 第 13 章 螳螂目——伪装高手    | 147 |
| 第 14 章 同翅目——饮露鸣歌    | 152 |
| 第 15 章 异翅目——臭液自卫    | 173 |
| 第 16 章 蛇蛉目——翘首期待    | 200 |
| 第 17 章 脉翅目——虫中仙子    | 209 |
| 第 18 章 鞘翅目——甲行天下    | 233 |



|        |                  |     |
|--------|------------------|-----|
| 第 19 章 | 长翅目——狐假虎威·····   | 275 |
| 第 20 章 | 双翅目——恐龙“刺”客····· | 297 |
| 第 21 章 | 毛翅目——移动住宅·····   | 329 |
| 第 22 章 | 膜翅目——传粉使者·····   | 339 |
| 第 23 章 | 昆虫群落古环境重建·····   | 369 |
| 第 24 章 | 访花和授粉·····       | 376 |
| 第 25 章 | 拟态·····          | 395 |





## 第 1 章

# 引言

◎ 史宗冈 任东 高太平

**我**国东北地区<sup>①</sup>的中生代昆虫主要集中在中侏罗世到早白垩世，那是一个属于恐龙的时代。然而正是在这个恐龙、翼龙称霸的时期，昆虫却以其独特的生存方式繁盛扩张。自然界总是那样令人费解，小小的昆虫一直延续到了现在，甚至遍布于地球的每一个角落。而那些曾经叱咤风云的恐龙们却早已不见了踪影。穿越时空，这些现今在我国东北地区发现的化石生物正向我们述说着那沉寂多年的故事。

让我们假想一下中生代时这片土地上发生了什么事情。

时间退回到距今 1.65 亿年至 1.20 亿年，气候温暖而潮湿，高大的松柏、银杏、石松、树蕨在朝露的呵护下显得更加郁郁葱葱。阳光透过茂密的森林，投射在低矮的苔藓、真蕨以及那些正茁壮成长的小树苗上，光束随着地被植物表面上升的晨雾翩翩起舞，散发出五彩斑斓的光芒。地面上覆盖着一层厚厚的落叶，在湿气的笼罩下，大部分已经腐烂了，形成了肥沃的土壤。不远处，那清澈如镜的湖泊也好像刚刚从梦中醒来，慵懒而宁静，湖边的沼泽地布满了许多叫不上名字的植物。一阵微风划过树林的枝叶，轻抚着湖边的植被。白云在天空悠闲地飘过，在湖面撒下它清晰的身影。或许正是这样一个理想的环境，才能支撑着一个活力四射的生态系统，一个可以历经亿万年考验而生生不息的生态系统。

在这片辽阔的土地上，每一天都是那么的忙碌而喧闹，各种各样的生物在这个生态系统里繁衍生息。恐龙在地面游荡着，寻觅充饥的食物。翼龙盘旋高空搜寻着各种美味。蜥蜴在落叶、残枝和碎屑中快速地窜动，抑或栖息在低矮的树枝上静候着送上门来的昆虫，不时紧张地四处张望，不小心随时都会成为那些肉食性恐龙的美食。体型宛如家鼠一般大小，或者再略大一些的原始哺乳动物，躲藏在低矮树丛下，偷偷穿梭着寻找食物。鸟儿在枝头飞来飞去，物色着小昆虫和其他弱小的动物，有胆大者甚至冒险去湖水里捕食鱼、虾或小龙虾。五彩缤纷的昆虫在这片土地上忙碌地生活着，有的在警惕地瞄准眼前的猎物——其他更小的昆虫，有的飞舞着为植物授粉，有的默默无闻地清理着地面上的腐烂残骸，很多寄生的类

<sup>①</sup> 若无特殊说明，书中提到的东北地区用来指代辽宁省西部、内蒙古自治区东部、河北省北部以及北京周边化石层位相连或者相近的整个区域。



群则忙着寻找寄主……，在这个生态系统中昆虫起着不可替代的作用。湖泊中，鱼儿们成群结队自由地游玩着，威武的大鲟鱼炫耀着高超的泳技，在水中忽上忽下。靠近岸边的地方，簇拥着各种原始植物，浅水中挤满了淡水叶肢介、小虾、小龙虾、水生蜥蜴、水生甲虫、划蝽、仰泳蝽以及多种昆虫的稚虫、幼虫，它们飞翔、爬行、跳跃、游泳、争斗、交配、哺育、觅食，都在忙碌着自己的事情。

大片低沉的乌云从天边涌来，越来越近。这是一股不同往日的“浓云”。这些生物却没有意识到即将到来的危险，还在专注于自己的事情。由于火山喷发而形成的“乌云杀手”是由粉尘颗粒和有毒气体构成的，经过长距离飘浮，这些粉尘云的温度慢慢降下来。突然间，狂风大作，有毒气体和尘埃颗粒开始肆虐，飞行的鸟、翼龙和昆虫被毁灭性地从空中扫落到地面，有些落到了湖里。狂风裹挟着地表植物的枝叶。粉尘包裹了所有的一切，充斥着每一个角落，天空瞬间变得漆黑无比，恐龙的哀号声此起彼伏。湖泊由于缺氧，鱼、小龙虾、叶肢介、蜥蜴、幼虫、稚虫和水中的昆虫在这一刻都悄然窒息了。被狂风压制的尖叫和哀号很快就消失了。世界陷入一片沉寂，只有裹满灰尘的树枝在风中偶尔瑟瑟作响。

这些意外死亡的不幸生物，被粉尘包埋在湖底，在一个无菌且缺氧的环境下，极个别的甚至完全没有被分解腐烂。火山尘暴之后，沉积物继续沉向湖底。新的沉积层慢慢形成，生物就被压在沉积层之间，留下了一个永恒的记录。在这个黑暗的、相对静止的封闭密室中，这些生物开始连续地转化，无机矿物分子开始取代有机分子。经过上百万年的漫长时期，这些生物体形成了化石。直到1994年的一天，这间密室终于被人开启。辽宁省四合屯的一位村民无意中挖掘出一块岩石。当他敲开这块岩石时，一只带羽毛的恐龙化石展现在他的面前，从那时起更多的化石标本开始陆续被发现。亿万年后，这些寂静的生灵第一次暴露于阳光之下，它们优美的身姿终于展现在我们的面前。

## 1.1 故事的诉说

1994年的冬天，北票市上园镇四合屯的一位叫李荫芳的老乡在劈开一块石板时发现了一个清晰的“动物印模”。1996年，季强和姬书安报道了这块化石并命名为原始中华龙鸟 (*Sinosauropteryx prima*) (意为中国第一只有羽恐龙) (Ji and Ji, 1996)。这是第一块具有原始羽毛的恐龙化石，而事实上，这块世界上第一只带羽毛的恐龙化石令古生物学者震惊的同时也改写了恐龙和鸟类的历史。从那时起，这个地区随后又发现了许多有羽毛的恐龙，例如顾氏小盗龙 (*Microaptor gui*) (Xu et al., 2003)、奇异帝龙 (*Dilong paradoxus*) (Xu et al., 2004) 等；原始鸟类，例如圣贤孔子鸟 (*Confuciusornis sanctus*) (Hou et al., 1995) 等；最早的原始胎盘类哺乳动物，如攀援始祖兽 (*Eomaia scansoria*) (Ji et al., 2002) 等；以及最早的被子植物——辽宁古果 (*Archaeofructus liaoningensis*) (Sun et al., 1998) 和中华古果



(*Archaeofructus sinensis*) (Sun *et al.*, 2002) 等。这些化石的发现以及它们的科研价值在很多科学著作中都做了大量的描述说明, 科学界尤其是古生物学界为此感到万分震惊和兴奋。新闻媒体通过各种途径进行了报道, 新化石标本的报道也成了大家茶余饭后的热门话题。我们将在本书的第 3 章对这些动植物化石做一个简单介绍。

本书将通过昆虫化石珍品来展现距今 1.65 亿年至 1.20 亿年时期那个有趣而神秘的远古世界。这些昆虫与有羽恐龙、翼龙、原始鸟类和原始哺乳动物是如何共存的? 在这个生态系统中它们又是如何相互影响的? 这个植物区系中的植被都是什么? 当时的昆虫和植物是如何相互作用的? 昆虫进化到了什么样的程度? 哪些昆虫幸存了下来, 哪些又灭绝了? 在昆虫与植物的协同进化中, 授粉的互利共生机制是怎样的? 昆虫化石和它们所讲述的故事或许可以回答这些疑问, 或者提供证据支持一些假说。

本书的目的是对恐龙时代那个生态系统中的昆虫面貌进行全面的展示。内容上注重科学性、趣味性和观赏性。书中精选描绘了在中国东北地区发现的 18 个目的昆虫 (第 5 至 22 章)。与同一时期共存的恐龙、哺乳动物和鸟类相比, 它们在媒体和科普出版物上很少公开, 受到的关注也不多。然而, 它们却在这个生态系统中起着极其重要的作用, 种类多样的昆虫能够提供大量关于气候、栖息地、相互作用及进化的信息——这些知识构成了《中国东北中生代昆虫化石珍品》的主体。精美的现生和化石昆虫照片, 配合通俗易懂的描述将有助于读者了解当时环境中发生的那些故事。

## 1.2 我国东北地区的代表性化石产地

本书中提到的化石均采自我国东北地区, 主要集中在辽宁省西部、内蒙古东部、河北省北部以及北京周边的广大区域。在辽宁省西部, 锦州市应该算一个比较大的城市了, 人口 80 万左右, 从锦州出发前往这些偏远的化石产地, 需要半个小时到两个小时左右的车程。这里分布着很多重要的化石产地, 其中管理最严格、最重要的当属北票市上园镇四合屯 (图 1.1), 这里因发现大量鸟类、有羽恐龙、翼龙、蟾蜍、乌龟、蜥蜴、鱼类、植物、哺乳动物和昆虫化石而闻名中外。2005 年, 为了保护化石剖面, 四合屯在原挖掘地点建立了一个博物馆 (图 1.2), 展出了很多精美的化石标本。黄半吉沟 (图 1.3、图 1.4) 和尖山沟离四合屯不远, 同样位于北票市上园镇, 也是两个非常著名的化石产地, 这儿发现了很多保存精美的鱼类、鸟类、哺乳动物、昆虫、被子植物和其他植物化石标本。其他重要的化石产地包括: 内蒙古宁城市的道虎沟村 (图 1.5、图 1.6), 发现叶肢介、植物、昆虫、蝶螈、哺乳动物、恐龙等化石; 辽宁省凌源市周边 (图 1.7、图 1.8), 发现有羽恐龙、鱼类、小龙虾、鳄鱼、水生蜥蜴、昆虫、鸟类、被子植物等化石; 凌源市大王杖子, 发现植物、鸟类和昆虫化石; 朝阳市周边地区 (图 1.9), 发现恐龙、鸟类、植物和昆虫化石; 义县, 发现恐龙、翼龙、蜥蜴、鸟类、鱼、乌龟、昆虫、蟾蜍、被子植物等化石。



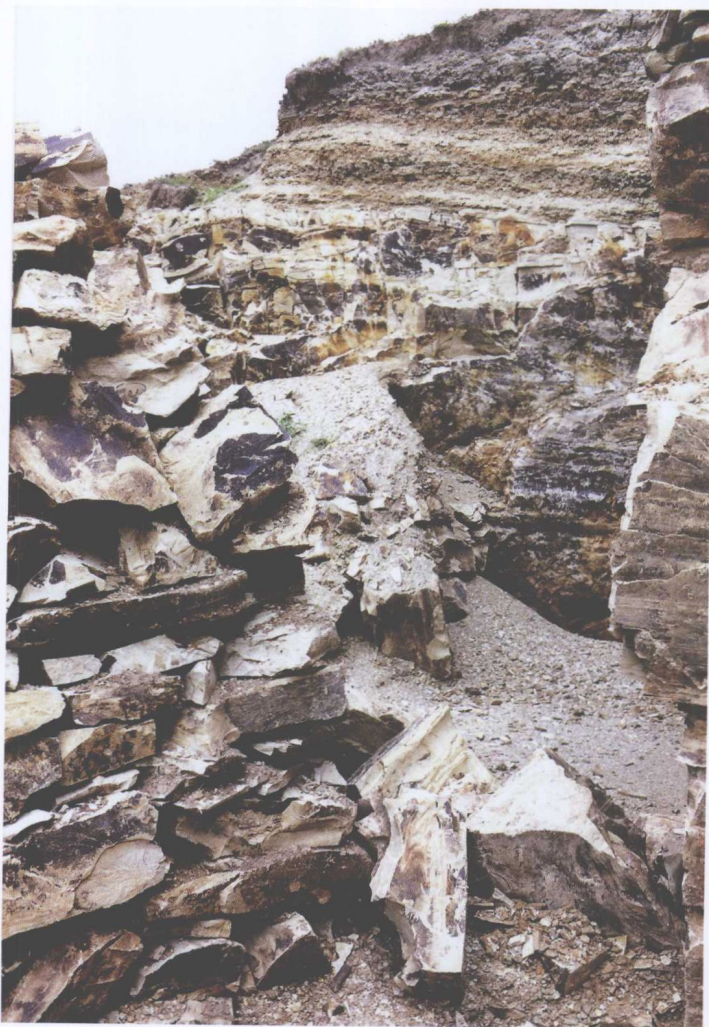
▲ 图1.1 四合屯化石产地的两条深沟 (1999年8月) (史宗冈博士摄影) |

▼ 图1.2 四合屯古生物化石馆 (2010年8月) (史宗冈博士摄影) |





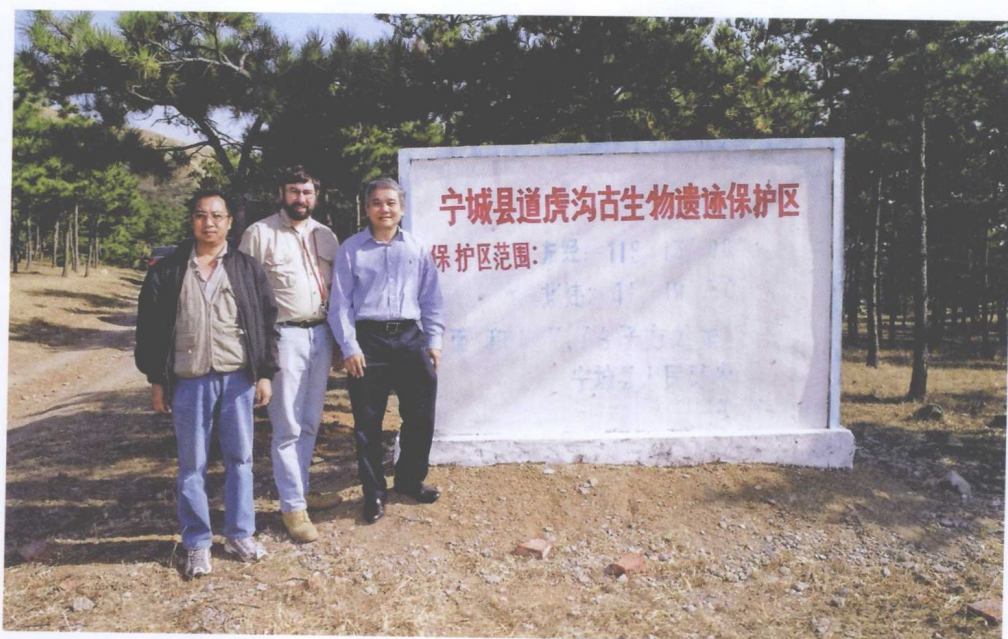
▲ 图1.3 黄半吉沟化石产地 (1999年8月)  
(史宗冈博士摄影)



► 图1.4 黄半吉沟的化石挖掘 (1999年8月)  
(史宗冈博士摄影)



► 图1.5 任东、Conrad C. Labandeira和史宗冈（从左至右）于2005年10月前往道虎沟化石产地考察



▼ 图1.6 道虎沟化石产地 (2005年10月) (史宗冈博士摄影)

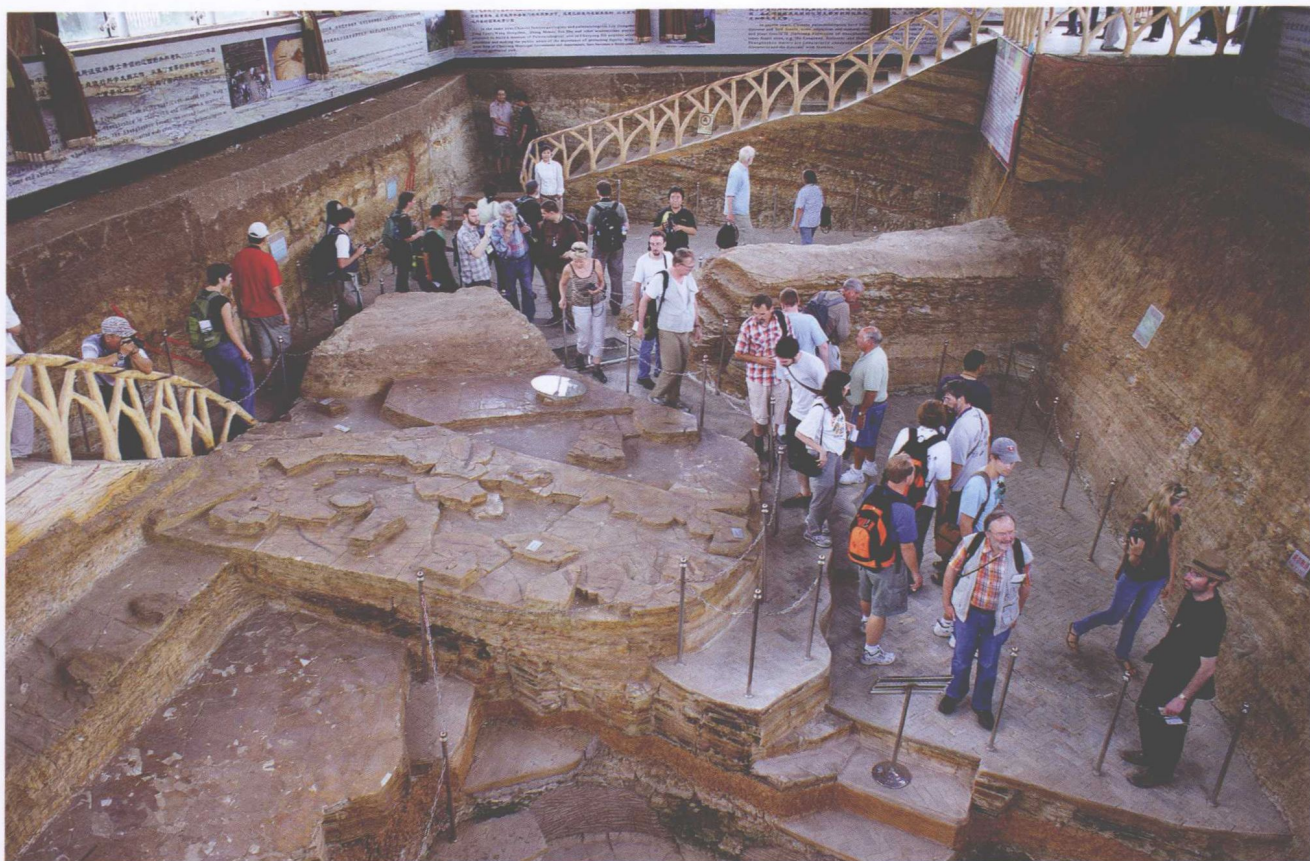




◀ 图1.7 凌源化石产地  
(2005年10月) (史宗冈  
博士摄影)

▼ 图1.8 任东(右)和 Conrad C. Labandeira 在凌源考察化石产地 (2005年10月) (史宗冈博士摄影) |





▲ 图1.9 朝阳鸟化石国家地质公园及朝阳化石博物馆 (2010年8月) (史宗冈博士摄影)

## 四合屯

四合屯是北票市上园镇的一个小村庄。1999年的8月，我们驱车从北票市前往四合屯，在崎岖不平的乡间小路上行驶了40多分钟，只见一棵高大的白杨树迎面扑来，司机告诉我说已经到了。汽车沿着村子继续前行，艰难地通过河床上的一条狭窄、铺满碎石子的小路。河道中的水流早已经干涸，稀稀拉拉的村舍错落在河床的两侧，有几间隐蔽在树的后面，依稀只能看到半堵墙沿。村民和孩子或蹲或坐在房前的阴凉处，闲聊着消磨时间，小孩们嬉闹着、追逐着。几只老母鸡在房前屋后悠闲地迈着步子。时而有一群牛羊从“街道”走过。穿过村庄继续往山上开，狭窄的小路越发难走，坑洼不平的路面上交替着很多陡坡，使行车变得非常危险，也许四轮驱动的汽车更适合这种路况。在半山腰处我们终于到达一块平地，显然这里是一个挖掘点，不远处堆满了大量挖掘时丢弃的灰白色岩石碎屑。再往远处看，山坡上的几道深沟应该就是之前的采集地点（图1.1）。通过不同色彩和颜色深浅度的变化，我们可以看出页岩的不同层理，这里的岩层略微有些发白，粉末状、易碎并呈现许多薄层（图1.10）。漫步在化石产地就像走进了一座图书馆，一本本书镶嵌在墙里，当然这里没有目录可以检索。这些页岩很好的保存了那些史前生物的化石记录，翻开页岩宛如打开了一本珍贵的书籍，随时随地都会有惊喜出现。

2010年的8月底，首都师范大学和中国科学院南京地质古生物研究所联合