



国家自然科学基金研究专著
NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA



中国东北地区 早白垩世真蕨类植物

邓胜徽 陈 芬 著



地质出版社

 **国家自然科学基金研究专著**
NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA



中国东北地区 早白垩世真蕨类植物

邓胜徽 陈 芬 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书对产于中国东北地区下白垩统的包括紫萁科、膜蕨科、海金沙科、蚌壳蕨科、铁线蕨科、分类不明的三缝孢类、蹄盖蕨科、鳞毛蕨科、铁角蕨科、凤尾蕨科、分类不明的单缝孢类,以及形态属等共 19 属 48 种真蕨类植物进行了描述,展示了其中 14 属 36 种的原位繁殖器官,包括孢子囊群、囊群盖、孢子囊和孢子等的研究结果;阐述了主要属、种的地质及地理分布及其古生态特点;探讨了部分科、属的起源与演化问题;还总结了我国早白垩世植物群的基本特点,讨论了中国早白垩世南、北植物地理区的界线,论述了中国早白垩世真蕨类的基本特点及演替。

本书可供从事区域地质学、地层学、古植物学、孢粉学和现代植物学研究的科技人员及有关院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国东北地区早白垩世真蕨类植物/邓胜徽, 陈芬著. -北京:地质出版社, 2001.11

ISBN 7-116-02961-3

I. 中… II. ①邓…②陈… III. 真蕨纲-植物化石-研究-东北地区-白垩纪 IV. Q914.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 077574 号

责任编辑:王 璞 祁向雷 王明超

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 29 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); 82324572 (编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbe@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂印刷

开 本:787×1092¹/16

印 张:16.25 图版:62 页

字 数:378000

印 数:1—700 册

版 次:2001 年 11 月北京第一版·第一次印刷

定 价:70.00 元

ISBN 7-116-02961-3/Q·16

(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)

序

对化石进行自然分类是古生物学最重要的研究内容之一，也是古生物学研究的难点。繁殖器官是化石植物自然分类最为重要的依据。20 世纪后期，随着扫描电镜的普及和应用，通过研究繁殖器官微细构造来进行化石植物分类已成为国际古植物学的发展趋势而受到古植物学者的重视。

中国东北地区下白垩统含煤地层发育，煤炭资源量巨大，而且植物化石丰富，为国内、外古植物学界所关注，研究历史长达百年。但是，过去对植物营养叶化石的研究较为系统，而对繁殖器官的研究较零星。主要原因之一是研究的材料中具有繁殖器官真体的标本较少。植物的繁殖器官，除了分散保存于岩石中的孢子花粉外，保存为化石的几率要比相应营养部分少得多，因而获得繁殖器官真体化石的机会也少得多。然而，化石材料是古生物研究的重要物质基础。自 20 世纪 50 年代末期开始，陈芬教授结合教学和东北地区煤炭资源勘探的需要，开始对辽宁阜新盆地下白垩统的植物化石进行采集和研究。20 世纪后期，东北地区进入了一个煤炭资源的大开发时期，对地层研究提出了新的要求。而大批煤矿的兴建与开发，特别是一些露天煤矿的开采为植物化石的采集创造了难得的机遇。陈芬教授及研究组抓住了这一有利时机，开展了大量的植物化石采集和研究工作，并及时出版了新研究成果，为解决煤炭资源勘探中的地层划分对比及其时代问题提供了重要依据，还培养了多名硕士生和博士生。邓胜徽同志在陈芬教授的指导下自 1987 年开始在东北各地采集和研究植物化石，特别注意收集真蕨类植物繁殖器官的真体材料，连续十余年不间断。总之，作者经过数十年坚持不懈的艰苦努力，积累了大量植物化石标本，包括一批保存精美的带原位繁殖器官真体的真蕨类标本，为深入研究东北地区早白垩世真蕨类植物创造了必要的条件。

近年，作者又在国家自然科学基金的资助下，采用了以扫描电镜为主的先进技术方法，对真蕨类植物繁殖器官的形态和结构进行了系统而细致入微的研究；重点对 14 属 36 种作了深入研究，从原位孢子囊群、囊群盖到孢子囊及孢子等逐次观察；并选取了相关的部分现生类型作比较研究，还将原位孢子与地层中的分散孢子进行了对比，并据此论述了原位孢子与分散孢子的关

系，综合大化石和孢粉的资料阐述了各属种的地层学及古气候学意义；还以大量精美的扫描电镜、生物显微镜照片详尽展示了各属种繁殖器官的特征。

本书是上述研究成果的总结，是作者数十年工作的积累和近十年潜心研究的结果，是十年磨一剑功夫所致，也是产、学、研相结合的一项重要成果。本书能获得国家自然科学基金委专著出版基金的资助出版，可喜可贺，也说明其已得到同行的认可和推崇。

尽管国内外在真蕨类化石繁殖器官微细构造研究方面有过不少实例，但总体上还比较零星，且主要针对于原位孢子，而对孢子囊群、孢子囊等全面研究的并不多，如本书对一个植物群近十个科数十个属种进行系统研究的例子还未见到过。本书展示的是一项具有国际水平的重要成果，对化石及现生真蕨类植物的分类、起源和演化研究，对中生代陆相地层的划分与对比均有重要的意义；无论是对现代植物学还是古植物学或地质学都是一份重要的参考文献。

杨遵仪 2004.11.

目 录

序

第一章 绪 言	(1)
第二章 东北地区晚中生代地层概述	(4)
一、辽宁阜新盆地	(4)
二、辽宁铁法盆地	(7)
三、内蒙古霍林河盆地	(8)
四、内蒙古海拉尔地区	(8)
五、内蒙古平庄-元宝山盆地	(9)
六、其他地区	(10)
第三章 中国早白垩世植物群的特点	(13)
一、中国早白垩世南、北型植物群的特点及比较	(13)
二、中国早白垩世植物地理分区界线的讨论	(17)
第四章 中国早白垩世真蕨类的基本特点及分类	(23)
一、中国早白垩世真蕨类的总体面貌	(23)
二、中国东北地区早白垩世真蕨类繁殖器官的特征	(29)
三、中国东北地区早白垩世真蕨植物的分类	(32)
第五章 中国中生代真蕨类的兴衰	(39)
一、晚三叠世—早侏罗世莲座蕨科-双扇蕨科繁盛阶段	(40)
二、中侏罗世蚌壳蕨科首次繁盛阶段	(43)
三、早白垩世蚌壳蕨科再次繁盛阶段	(44)
第六章 紫萁科Osmundaceae	(45)
一、概述	(45)
二、化石描述	(46)
三、问题讨论	(47)
第七章 膜蕨科Hymenophyllaceae	(53)
一、概述	(53)
二、化石描述	(53)
三、问题讨论	(56)
第八章 海金沙科Schizaeaceae	(59)
一、概述	(59)
二、化石描述	(61)
三、问题讨论	(63)
第九章 蚌壳蕨科Dicksoniaceae	(76)
一、概述	(76)

二、化石描述	(78)
三、蚌壳蕨科植物繁殖器官的主要特点	(96)
四、蚌壳蕨科化石原位孢子与分散孢子的关系	(99)
五、与侏罗纪蚌壳蕨科的比较	(102)
六、与现生蚌壳蕨科的比较	(103)
七、早白垩世蚌壳蕨科的分布特点	(106)
八、蚌壳蕨科的起源、演化及地层学意义	(108)
第十章 铁线蕨科Adiantaceae	(112)
一、概述	(112)
二、化石描述	(112)
三、问题讨论	(113)
第十一章 分类位置不明的三缝孢真蕨类	(116)
一、概述	(116)
二、似卤蕨属 <i>Acrostichopteris</i>	(116)
三、龙蕨属 <i>Dracopteris</i>	(119)
第十二章 蹄盖蕨科Athyriaceae	(122)
一、概述	(122)
二、化石描述	(122)
三、问题讨论	(128)
第十三章 鳞毛蕨科Dryopteridaceae	(135)
一、概述	(135)
二、化石描述	(135)
三、问题讨论	(138)
第十四章 铁角蕨科Aspleniaceae	(141)
一、概述	(141)
二、化石描述	(141)
三、问题讨论	(144)
第十五章 凤尾蕨科Pteridaceae	(147)
一、概述	(147)
二、化石描述	(147)
三、问题讨论	(150)
第十六章 分类位置不明的单缝孢真蕨类	(153)
一、化石描述	(153)
二、分类与归属讨论	(154)
第十七章 早白垩世单缝孢真蕨类的特点及兴衰史	(156)
一、早白垩世单缝孢真蕨类的主要特征	(156)
二、我国早白垩世单缝孢真蕨类的分布规律及兴衰史	(157)
三、早白垩世单缝孢真蕨类的古气候学意义	(160)
四、现生单缝孢真蕨类的起源与演化	(162)

第十八章 分类位置不明的真蕨类 <i>Filices incertae sedis</i>	(163)
第十九章 早白垩世真蕨类原位孢子与分散孢子的对比	(168)
参考文献	(175)
英文摘要	(186)
图版及图版说明	(233)

Contents

Foreword

Chapter 1 Introduction	(1)
Chapter 2 Mesozoic strata and plant fossil localities in NE China	(4)
1. Fuxin Basin of Liaoning	(4)
2. Tiefa Basin of Liaoning	(7)
3. Huolinhe Basin of Inner Mongolia	(8)
4. Hailar District of Inner Mongolia	(8)
5. Pingzhuang-Yuanbaoshan Basin of Inner Mongolia	(9)
6. Other areas	(10)
Chapter 3 Brief introduction of the Early Cretaceous Floras in China	(13)
1. Main characteristics of the Early Cretaceous floras from North and South China	(13)
2. Discussion of the boundary between the South and North Phytogeographic Provinces in China	(17)
Chapter 4 Characteristics and taxonomy of the Early Cretaceous Filicopsida in China	(23)
1. Characteristics of the Early Cretaceous Filicopsida in China	(23)
2. Features of the reproductive organs of the Early Cretaceous Filicopsida in NE China	(29)
3. Taxonomy of the Early Cretaceous ferns in NE China	(32)
Chapter 5 Development of the Mesozoic Filicopsida in China	(39)
1. Late Triassic-Early Jurassic	(40)
2. Middle Jurassic	(43)
3. Early Cretaceous	(44)
Chapter 6 Osmundaceae	(45)
1. Introduction	(45)
2. Description of fossil	(46)
3. Discussion	(47)
Chapter 7 Hymenophyllaceae	(53)
1. Introduction	(53)
2. Description of fossil	(53)
3. Discussion	(56)
Chapter 8 Schizaeaceae	(59)
1. Introduction	(59)
2. Description of fossil	(61)
3. Discussion	(63)
Chapter 9 Dicksoniaceae	(76)

1. Introduction	(76)
2. Description of fossil	(78)
3. Main features of the reproductive organs of the Mesozoic dicksoniaceous ferns	(96)
4. Comparison between the spores in situ of the Dicksoniaceae and the dispersed spores	(99)
5. Comparison between the dicksoniaceous fossils from the Lower Cretaceous and Jurassic	(102)
6. Comparison between the dicksoniaceous fossils from the Lower Cretaceous and the extant Dicksoniaceae	(103)
7. Distribution of the Early Cretaceous dicksoniaceous ferns	(106)
8. Origin and evolution of the Dicksoniaceae and their stratigraphic significance	(108)
Chapter 10 Adiantaceae	(112)
1. Introduction	(112)
2. Description of fossil	(112)
3. Discussion	(113)
Chapter 11 Taxonomic position unknown trilete spore ferns	(116)
1. Introduction	(116)
2. <i>Acrostichopteris</i>	(116)
3. <i>Dracopteris</i>	(119)
Chapter 12 Athyriaceae	(122)
1. Introduction	(122)
2. Description of fossil	(122)
3. Discussion	(128)
Chapter 13 Dryopteridaceae	(135)
1. Introduction	(135)
2. Description of fossil	(135)
3. Discussion	(138)
Chapter 14 Aspleniaceae	(141)
1. Introduction	(141)
2. Description of fossil	(141)
3. Discussion	(144)
Chapter 15 Pteridaceae	(147)
1. Introduction	(147)
2. Description of fossil	(147)
3. Discussion	(150)
Chapter 16 Taxonomic position unknown monolet spore fern	(153)
1. Description of fossil	(153)
2. Discussion	(154)
Chapter 17 General discussion on the Early Cretaceous monolet ferns	(156)

1. Main features of the Early Cretaceous monolete ferns	(156)
2. Distribution of the Early Cretaceous monolete spore ferns in China	(157)
3. Climatic significance of the Early Cretaceous monolete ferns	(160)
4. Origin and evolution of some living monolete spore ferns	(162)
Chapter 18 Filices incertae sedis	(163)
Chapter 19 General discussion on the spores in situ of the Early Cretaceous Filicopsida and the dispersed spores	(168)
References	(175)
Summary in English	(186)
Plates and Explanations	(233)

第一章 绪 言

现存真蕨类植物有 300 余属 1 万多种, 广布于世界各地, 以热带和亚热带最多。真蕨类最早可能现于中泥盆世, 从石炭纪中晚期开始大为发展, 中生代是真蕨植物的繁盛时期, 不少科、属延续至今。据不完全统计, 在我国东北地区下白垩统已发现了近百种真蕨化石, 种数在植物群中占首要地位。其中一些属种分布较广, 而存在时间较短, 具有重要的地层时代意义。例如, 海金沙科的 *Ruffordia goepperti*, 蚌壳蕨科的 *canthopteris gothani*, *Coniopteris setacea*, *Dicksonia silapensis*, 蹄盖蕨科的 *Athyrium* 等等, 均是早白垩世植物群的代表属种和重要的时代指示分子, 在地层划分和对比中有重要的作用。另有一些类型因受到环境的控制, 分布上有一定的规律性, 具有古气候、古环境指示意义, 如单缝孢类型真蕨等。还有一些分子与现生真蕨科属有着密切的亲缘关系, 如鳞毛蕨科的 *Dryopterites*, 铁角蕨科的 *Asplenium* 以及蹄盖蕨科的 *Athyrium* 等, 对有关现生科属的起源与演化研究有重要的价值。

我国东北地区早白垩世真蕨植物化石的研究历史久远。早在 20 世纪初期, 一些外国学者, 如 H. Yabe, S. Oishi, M. Yokoyama 等就描述过一些属种。1921 年, 瑞典人 T. G. Halle 发表的几种中生代蕨类, 包括带生殖器官的材料, 其中就可能来自我国境内的标本。1931 年我国古植物学的创始人, 杰出的古植物学家斯行健教授在阜新创建了 *Acanthopteris gothani* 新属新种。后来的研究表明该种是我国北方地区早白垩世植物群的重要代表分子之一。50 年代以后, 随着我国地矿普查、煤炭勘探开发和地质研究工作的全面展开, 古植物工作者采集到越来越丰富的植物化石, 包括大量真蕨类标本。斯行健等 (1963) 在《中国中生代植物》中记载了产自中国东北地区早白垩世 (一些地层时代当时被认定为晚侏罗世) 的蕨类有 *Ruffordia goepperti*, *Gleichenites nipponensis*, *Onychiopsis elongata*, *Cladophlebis argutula*, *Cl. delicatula*, *Cl. cf. exiliformis* 和 *Acanthopteris gothani* 等。更多且更系统研究成果主要是在 80 年代以后完成并发表的。中国科学院植物研究所陈晔、段淑英等, 南京地质古生物研究所的李星学、周志炎、曹正尧、叶美娜、厉宝贤、孙革和吴舜卿等; 高校系统的中国地质大学的陈芬及其研究生, 中国矿业大学梅美棠及其研究生, 阜新矿业学院的商平等; 地矿部门沈阳地质矿产研究所的张志诚、郑少林、张武等; 煤炭系统的杨学林、孙礼文等以及其他一些科研生产部门的古植物工作者在这期间做了大量工作, 并陆续发表了研究成果。在已出版的论著中, 《东北地区古生物图册, 二, 中生代分册》(张武等, 1980) 较系统地汇集了 80 年代以前采集到的植物化石图版, 其中记录了 14 属 38 种真蕨类植物。它们是: *Ruffordia goepperti*, *Gleichenites cycadina*, *G. gieseckianus*, *G. monosoratus*, *G. nipponensis*, *Coniopteris burejensis*, *C. depensis*, *C. nerifolia*, *C. nypharum*, *C. saportana*, *C. setacea*, *C. silapensis* (= *Dicksonia silapensis*), *cf. Gonatosorus ketovae*, *Dryopterites elegans* (= *Eogymnocarpium sinense*), *Onychiopsis elongata*, *O. psilotoides*, *Polypodites polysorus*, *Arctopteris rarineris*, *Palibiniopteris inaequipinnata*, *Acanthopteris acutata* (= *A. gothani*), *A. alata* (= *A. gothani*), *A. gothani*, *A. onychioides* (= *Coniopteris onychioides*),

Acrostichopteris? *baierioides*, *Cladophlebis acuta*, *Cl. dunkeri*, *Cl. exiliformis*, *Cl. hadaensis*, *Cl. obesus*, *Cl. shansongensis*, *Cl. spinellosus*, *Cl. (Gleichenites?) takeyamae*, *Cl. (Gleichenites?) waltoni* (= *Athyrium asymmetricum*), *Sphenopteris (Gleichenites?) erecta*, *Sp. interstifolia* 等。这些化石主要产自黑龙江省东部和吉林省, 而来自辽宁西部地区的较少。郑少林和张武(1982)又专文发表了黑龙江龙爪沟群和鸡西群的植物化石, 其中城子河组有真蕨类 12 属 31 种, 包括 *Ruffordia goepperti*, *Gleichenites*, *Dryopterites*, *Arctopteris*, *Acanthopteris gothani* 等重要分子; 滴道组有 7 属 10 种; 穆棱组的有 10 属 14 种。随后, 他们又报道了勃利盆地东山组的植物化石(郑少林和张武, 1983), 其中真蕨类有 11 属 16 种。同期, 张志诚和熊宪政(1983)也发表了东宁盆地东宁组的植物化石, 包括 7 种真蕨类。曹正尧(1983~1984, 1992a、b)多次发表了对黑龙江东部地区早白垩世植物群的研究论文, 记录了数十种真蕨类。李星学等(Lee et Yeh., 1980; Li Xingxue et al., 1986)对早白垩世晚期吉林杉松植物群进行了系统研究, 共描述了 9 属 14 种真蕨类, 还建立了蹄盖蕨科的 *Eogymnocarpium* 和铁线蕨科的 *Chiaohoella* 两个新属, 并对前者的原位孢子、孢子囊进行了研究。

陈芬及其研究组对东北地区早白垩世真蕨类进行了较多而系统的研究。在 1981 年, 陈芬等发表了阜新盆地在早白垩世植物群的初步研究成果; 后来又出版了《辽宁阜新盆地和铁法盆地早白垩世植物群及含煤地层》专著(陈芬等, 1988), 其中描述了 11 属 23 种真蕨类, 分析出了 3 属 6 种的原位孢子, 首次研究了早白垩世蹄盖蕨化石; 1990 年应用扫描电镜对蚌壳蕨科的 *Coniopteris concinna* 进行了细致研究(Chen Fen et al., 1990); 1993 年又发表了 *Athyrium* 的两个新种。邓胜徽在陈芬的指导下, 自 1987 年开始研究中国东北地区早白垩世植物化石, 1992 年发表了辽宁铁法盆地的 8 属 11 种真蕨类的原位孢子(邓胜徽, 1992); 在 1995 年出版的《内蒙古霍林河盆地早白垩世植物群》中描述了 12 属 21 种真蕨类, 对其中 4 属 5 种的原位孢子等进行了扫描电镜观察; 最近在对内蒙古海拉尔地区早白垩世植物群的研究中又记录了 12 属 24 种真蕨类, 发现了 5 属 7 种的原位孢子囊、孢子等(邓胜徽等, 1997)。

毋庸置疑, 以上成果提高了我国早白垩世真蕨植物的研究水平, 但是, 除了少数属种外, 绝大多数研究主要针对营养器官, 即便是已做过繁殖器官研究的种, 也多限于对原位孢子的观察, 而对同样重要的孢子囊和孢子囊群等还没充分研究。

1993~1995 年, 笔者承担了国家自然科学基金项目《东北地区早白垩世真蕨植物繁殖器官原位繁殖器官微细构造研究》(批准号 49202017)。该项目经过多次野外采集标本, 加上笔者多年来积累的材料, 总的研究标本数超过了 1000 块。在研究过程中除了对各种的营养叶进行系统描述外, 主要的工作量集中在对生殖器官的解剖学研究方面, 对保存较好的属、种力求做到从孢子囊群、囊群盖到孢子囊及其结构如环带、囊柄等再到孢子逐次详细研究; 还采集了部分相关的现生标本作对比观察, 或参考了现代真蕨类研究的成果。主要研究手段为扫描电镜; 同时, 为了更清楚、全面地展示原位孢子的形态和结构特点, 也便于孢粉学工作者参考应用, 对每一个种都进行了光学显微镜下的观察, 展示了光学显微镜下的原位孢子照片。在原位孢子研究的基础上与地层中分散孢子作了对比研究, 重点对海金沙科、蚌壳蕨科、单缝孢类等的原位孢子与分散孢子进行了对比。

根据研究标本主要为压型材料的特点, 本次研究中主要采用的实验方法是浸解法, 邓胜徽等(1995)作过介绍, 其基本步骤如下: ①移离, 取含研究材料的小岩块用氢氟酸浸

泡 24 到 48 小时或更长时间,直到岩块溶解,而后用清水或蒸馏水清洗十数遍得到带繁殖器官的材料;②浸解,上述材料用次氯酸钠溶液或舒氏液(Schulze's solution)浸解数小时到数十小时,直到化石材料由黑转变为半透明的棕褐色,其中的舒氏液用“1 份的氯酸钾晶体加 2~3 份浓硝酸”或“1 份饱和氯酸钾溶液加 2 份冷浓硝酸或发烟硝酸”配制而成;用次氯酸钠溶液浸解时可加 1 到数滴浓盐酸以加快反应速度;③浸碱,上述棕色材料要用蒸馏水清洗十数遍,一部分保存较好的孢子囊或囊群留作生物显微镜下观察其孢子囊形态及环带用,在放置另一部分材料的器皿中滴入数滴 10% 左右的氢氧化铵、氢氧化钠或氢氧化钾,见样品上有云雾状物散开,再用水或蒸馏水清洗即可得到原位孢子;④制样及观察,上述各步骤获得的样品,清洗干净后均置于扫描电镜载物台上,镀金后在扫描电镜下观察,浸解后的孢子囊或孢子囊群以及最后获得的原位孢子可置于载玻片上在生物显微镜下观察。研究过程中,为观察到孢子囊的环带位置和方向,在上述第二步中要特别小心,不能处理太过。为了观察孢子周壁的有无及其特征,使用解剖针将孢子囊群直接从岩石中取下,并将其挑破,从中获得未经化学处理的孢子。此外,为了证实化学药品对孢子周壁和外壁纹饰的影响,对同一块标本上取下的材料分为若干份,分别采取不进行化学处理而直接通过物理方法获得孢子以及设计不同化学处理时间长度进行对比观察的方法。

在项目进行过程中,作者即时对部分结果作了简要报道(Deng Shenghui, 1994、1997; Deng Shenghui and Chen Fen, 1997; 邓胜徽, 1995a、b, 1996; 邓胜徽等, 1995、1997; 陈芬和邓胜徽, 1996; Chen Fen et al., 1997)。这些文章仅是本课题进行过程中的阶段性结果或某一结果的初步报道,缺乏系统性,为全面系统地反映该课题的研究结果,在课题完成后,进行了系统的总结,写成此书。

本书主要内容包括以下几个方面:①中国东北地区早白垩世地层的基本特点;②中国早白垩世植物群的特点;③以原位繁殖器官微细构造为主要依据结合营养、生殖羽叶形态特点的东北地区早白垩世真蕨植物的分类系统;④中国早白垩世真蕨植物群的基本特点及中国中生代真蕨类的兴衰演替;⑤对包括紫萁科、膜蕨科、海金沙科、蚌壳蕨科、铁线蕨科、分类不明的三缝孢类、蹄盖蕨科、鳞毛蕨科、铁角蕨科、凤尾蕨科、其他单缝孢类以及分类不明的形态属等共 19 属 48 种真蕨类进行了描述,展示了其中 14 属 36 种的原位繁殖器官等的研究结果;⑥与现生相关类型进行了对比,讨论了原位孢子与地层中分散孢子的关系,论述了主要属种的地质、地理分布和古生态特点,探讨了部分科属的起源与演化。

本书是国家自然科学基金资助项目的成果,其出版又得到国家自然科学基金研究成果专著出版基金的资助;研究材料除了笔者自己采集的外,还包括陈芬的研究生孟祥营、任守勤做论文期间采集的一部分标本;在野外工作中得到阜新矿务局、铁法矿务局、霍林河矿务局、大雁矿务局、扎赉诺尔矿务局、辽源矿务局等及所属各煤矿及原阜新矿业学院等的支持和帮助;中国科学院植物所的张宪春博士提供了部分现生蕨类的标本,并对一些标本的分类归属提出了宝贵意见;扫描电镜照片由中国地质大学电镜实验室和石油勘探开发科学研究院实验中心电镜实验室完成,手标本照片由中国地质大学王树元、张建英摄制;有关专家在项目申请及文稿的评审中给予了支持和鼓励,并提出了十分宝贵的意见和建议,杨遵仪院士、田宝霖教授为本书稿的出版向国家自然科学基金委进行了热情推荐,杨遵仪院士还为本书作序鼓励,对以上单位和个人提供的支持和帮助笔者在此一并表示诚挚的谢意。由于水平所限,文中错误之处敬请批评指正。

第二章 东北地区晚中生代地层概述

东北地区晚中生代陆相地层极为发育,而海相、海陆交互相地层仅限于黑龙江省东部很小的范围。众所周知,在燕辽地区无争议的侏罗系,如土城子组、白旗组、张家口组之上发育了著名的热河群。随着研究的深入,热河群的范围从原来的广义热河群演变为现在普遍承认的狭义热河群,即包括义县组和九佛堂组,在冀北地区还包括相当于义县组之下的大北沟组。热河群中产著名的热河生物群。这一地层或相当地层在东北地区非常发育。近年热河生物群的研究取得了一系列极为重要的进展,许多成果举世瞩目。热河生物群被进一步划分为早、中、晚三期,早期热河生物群产于冀北地区大北沟组,时代属晚侏罗世无太大争议;晚期热河生物群产于辽西九佛堂组及相当地层中,属早白垩世的意见也已基本一致;但产于义县组的中期热河生物群的时代仍有争议,或认为属晚侏罗世,相当于提塘晚期,或认为属早白垩世早期,也有认为是晚侏罗世到早白垩世最早期,以第二种意见占多数,笔者认为属早白垩世的可能性大。中期热河生物群中含有丰富的植物化石,包括早期被子植物(Sun Ge et al., 1998)及其他类别(段淑英, 1997; 曹正尧等, 1997)。最近,吴舜卿(1999)系统报道了 31 属 50 种植物化石,其中包括苔藓类、蕨类、银杏类、苏铁类、松柏类及被子植物,引人注目的是归入被子植物或可能的被子植物有 8 属 10 种之多,真蕨类有 3 属 6 种。我们也采集到一批植物化石,包括一些真蕨类,加上吴舜卿(1999)的记录,该植物群中约有 10 种真蕨类。但这些真蕨植物大多没保存实体,尚未经详细研究,本书不作进一步介绍。

在狭义热河群之上的一套含煤地层,以辽宁阜新盆地沙海组和阜新组为代表,或称阜新群,是我国中生代的第二大含煤层系,也是中国四大含煤层系之一。其上被不含煤的孙家湾组覆盖。这一含煤层系在东北地区各盆地普遍发育(插图 1),但不同盆地所用地层名称各不相同(表 1),下文将分别介绍。地层中所含极为丰富的生物化石,被称为阜新生物群,其中植物化石种类繁多,以往研究较系统,成果较多,较重要的有陈芬等(1981、1988)、郑少林和张武(1982、1983)、张志诚和熊宪政(1983)、Li Xingxue et al. (1986)、邓胜徽(1995c)以及邓胜徽等(1997)等等,本书则对其中的主要真蕨类进行专门的论述。

一、辽宁阜新盆地

阜新盆地位于辽宁省西部,面积约 1400km²。晚中生代地层覆盖于元古宇之上,由热河群和其上的阜新群及孙家湾组组成。热河群由义县组和九佛堂组组成,阜新群由沙海组和阜新组组成。

义县组 火山岩、火山碎屑岩夹沉积夹层,含热河生物群,产硅化木等植物化石。厚上千米。

九佛堂组 一套灰黑色泥岩、页岩夹凝灰岩薄层,产大量水生动物化石及孢粉。厚数十米到数百米。

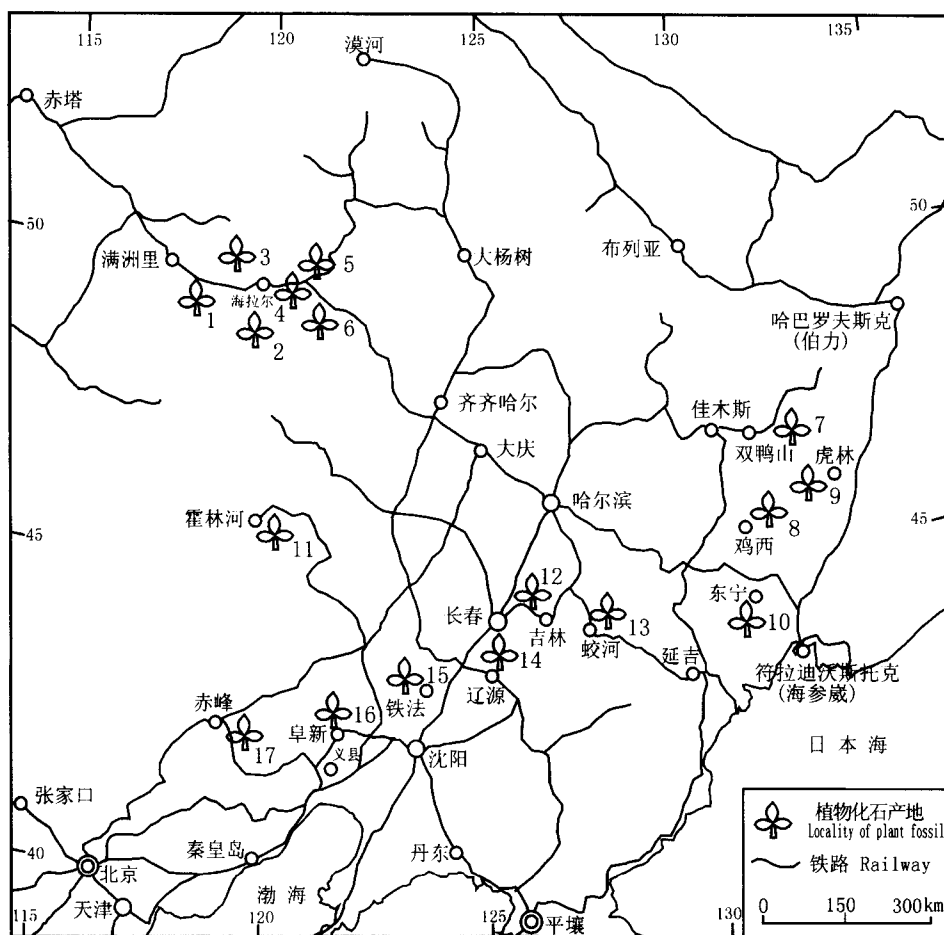


插图 1 东北地区早白垩世植物化石主要产地分布

Fig.1 Distribution of the main localities of Early Cretaceous plant fossils

1. 内蒙古海拉尔盆地扎赉诺尔坳陷; 2. 内蒙古海拉尔盆地伊敏坳陷; 3. 内蒙古拉布达林盆地; 4. 内蒙古大雁盆地;
5. 内蒙古五九盆地; 6. 内蒙古免渡河盆地; 7. 黑龙江三江盆地; 8. 黑龙江鸡西盆地; 9. 黑龙江龙爪沟地区; 10. 黑龙江东宁盆地;
11. 内蒙古霍林河盆地; 12. 吉林九台-营城地区; 13. 吉林蛟河盆地; 14. 吉林辽源盆地; 15. 辽宁铁法盆地;
16. 辽宁阜新盆地; 17. 内蒙古平庄-元宝山盆地

1. Jalai Nur, Hailar Basin, Inner Mongolia; 2. Yimin, Hailar Basin, Inner Mongolia; 3. Labudalin Basin, Inner Mongolia; 4. Dayan Basin, Inner Mongolia; 5. Wujiu Basin, Inner Mongolia; 6. Mianduhe Basin, Inner Mongolia; 7. Sanjiang Basin, Heilongjiang Province; 8. Jixi Basin, Heilongjiang Province; 9. Longzhaogou area, Heilongjiang Province; 10. Dongning Basin, Heilongjiang Province; 11. Huolinhe Basin, Inner Mongolia; 12. Jiutai-Yingcheng Area, Jilin Province; 13. Jiaohe Basin, Jilin Province; 14. Liaoyuan Basin, Jilin Province; 15. Tiefert Basin, Liaoning Province; 16. Fuxin Basin, Liaoning Province; 17. Pingzhuang-Yuanbaoshan Basin, Inner Mongolia

沙海组 沙海组出露很少, 在其命名地沙海村仅出露数十米的黄绿色砂质泥岩及砂岩。在阜新盆地清河门覆盖区发育较齐全, 据钻孔揭露, 自下而上进一步分为下、中、上三个岩性段。

(1) 下段: 砂、砾岩段, 厚度大于 500m。

(2) 中段: 含煤段, 为灰色或深灰色泥岩或粉砂岩及灰色或灰白色砂岩夹少量细砾岩及煤层, 含有较丰富的植物化石, 其中蕨类有 *Coniopteris vachrameevii*, *Dicksonia silapensis*,

Acanthopteris gothani 等。厚 150 ~ 520m。

(3) 上部砂、泥岩段，以灰色或深灰色泥岩或粉砂岩、细砂岩为主，夹少量砾岩，厚 600 ~ 800m，含腹足类和介形类化石。

表 1 东北地区下白垩统对比表
Table 1 Correlation of the Lower Cretaceous in Northeastern China

阜新盆地	铁法盆地	霍林河盆地	海拉尔盆地	平庄-元宝山盆地	吉林营城	蛟河盆地	鸡西盆地	龙爪沟地区	三江盆地	勃利盆地	东宁盆地
孙家湾组	孙家湾组		呼伦组	黑水组	泉头组	保家屯组		桦山组		猴石沟组	龙井组
阜新组	小明安碑组	霍林河组	上含煤段	伊敏组	营城组	磨石砬子组	穆棱组	珠山组	穆棱组	东山组	东宁组
						乌林组	城子河组			穆棱组	
沙海组	柏家沟组		下含煤段	大磨拐河组	杏园组	奶子山组	滴道组				
九佛堂组				南屯组	上那不打组			云山组	城子河组	城子河组	屯田营组
义县组	大台组	杏仁组		铜钵庙组	下那不打组	火石岭组					
				阿尔公组							

阜新组 阜新组是阜新盆地的主要含煤地层，综合海州露天矿和煤田钻孔的资料，自下而上分为如下 5 个岩性段。

(1) 高德段：以深灰色或黑色粉砂岩、砂岩为主，夹泥岩、煤层及粗粒砂岩，含煤 3 ~ 8 层，厚约 25m。

(2) 太平段：由灰色或灰白色粉砂岩、砂岩夹泥岩、煤层组成，厚约 100m。

(3) 中间段：下部为灰白色含砾粗砂岩、中粒砂岩，向上部变为灰色或深灰色粉砂岩、泥岩及煤层，厚 120 ~ 170m。

(4) “孙家湾”段：以灰色或深灰色粉砂岩、细砂岩、泥岩为主夹多层煤，底部有细砾岩层，厚 130m 左右。

(5) 水泉段：下部以灰色或灰白色砂岩、粉砂岩、粉砂岩、砾岩夹泥岩及薄煤层及煤