



国家科学技术学术著作出版基金资助

中国化石植物志

Fossil Flora of China

崔金钟 主编
Jinzhong CUI

第三卷 中国化石裸子植物 (上)

Volume 3: Fossil Gymnosperms in China (I)

孙克勤 崔金钟 王士俊 主编
Keqin SUN Jinzhong CUI Shijun WANG

高等教育出版社



国家科学技术学术著作出版基金资助

中国化石植物志

Fossil Flora of China

崔金钟 主编

Jinzhong CUI

Zhongguo Huashi Luozi Zhiwu

第三卷 中国化石裸子植物(上)

Volume 3: Fossil Gymnosperms in China (I)

孙克勤 崔金钟 王士俊 主编

Keqin SUN Jinzhong CUI Shijun WANG

参加编写人员

李 杏 马 婧 袁 宁
张 龙 黄 纳 许哲平

植物标本标准化整理、整合及共享平台建设(2005DKA21401)资助

Supported by the Plant Specimen Digitization and Chinese Virtual Herbarium Establishment (No. 2005DKA21401)

高等教育出版社·北京

内容简介

本书系统介绍了中国化石裸子植物的分布、研究历史和组成特征等。上册内容包括前裸子植物门、种子蕨植物门、苏铁植物门、银杏植物门,共涉及115属,673种,含化石图版224幅;下册内容包括松柏植物门、买麻藤纲和分类位置未定的裸子植物,共涉及170属,627种,含化石图版280幅。

本书适合从事古植物学、植物学、地质学等领域的研究人员参考和借鉴,同时也适合高等院校相关学科的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国化石裸子植物.上 / 孙克勤, 崔金钟, 王士俊
主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2016.9
(中国化石植物志 / 崔金钟主编; 3)
ISBN 978-7-04-044160-4

I. ①中… II. ①孙… ②崔… ③王… III. ①裸子植物亚门—植物化石—植物志—中国 IV. ①Q914.87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 211038 号

策划编辑 高新景 责任编辑 高新景 封面设计 王 洋 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京汇林印务有限公司

开 本 889 mm×1194 mm 1/16
分册印张 24.75
总 印 张 51.5
分册字数 650 千字
分册插页 112

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2016 年 9 月第 1 版
印 次 2016 年 9 月第 1 次印刷
定 价 320.00 元(上、下册)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 44160-00

前言

科学的进化理论促进了生物学的发展,化石材料的积累和研究又为生物进化理论提供了更多的实证。古植物学家的主要研究目的是追溯植物界的演化历史。古植物学是生物学和地质学彼此交叉渗透而产生的边缘科学,其研究内容也是多方面的。

从生物学角度看,古植物学研究是重建地球表面植物界系统发育史的重要途径,可以重现植物界的发展史、各发展阶段和各类植物的系统发育关系。重现地质历史时期植物界的主要方法就是研究岩层中的植物化石。各种研究成果证明,地壳上最初的生命是海洋中的植物,自太古宙海洋原核生物发展到早古生代海洋真核生物,进而由海洋进征陆地。古植物学在这一生命起源研究中扮演着重要的角色。

从地质学角度看,古植物学的研究也有多方面的重要意义。地球上最早出现的生命广义上是属于植物界的,对于自元古代至新生代的地层(尤其是陆相地层)划分,古植物起着重要的作用。一些古植物本身亦参与了成矿,因此植物化石也是划分、恢复地质历史时期古大陆、古气候和植物地理分区的主要标志。

中国地大物博,蕴涵着众多的生物化石资源,随着对化石认识的逐渐深入和全面拓展,我们可以获得愈来愈多地史时期生物化石资料,从而极大地推动了生物科学的发展。一个多世纪来,经过一代又一代古植物学家的努力,中国的古植物学研究对分散和浩繁的化石植物资料进行了系统的收集和整理工作。比如,20世纪六七十年代出版的《中国中生代植物》(斯行健、李星学等,1963)、《中国古生代植物》(中国科学院南京地质古生物研究所、植物研究所,1974)、《中国新生代植物》(中国科学院植物研究所、南京地质古生物研究所,1978)等是较为系统的化石植物专著。然而,近30年来,我国尚未出版过系统的化石植物志,这与当今生物科学的迅猛发展极不协调。为完善我国古植物学的科研和教学工作,与国际化进程接轨,中国科学院植物研究所组织相关学者编写了这套《中国化石植物志》丛书。

本套丛书是在中国科学院植物研究所马克平研究员“植物标本标准化整理、整合及共享平台建设(国家科技基础条件平台工作重点项目)”项目的支持下完成的,并得到国家科学技术学术著作出版基金资助。希望通过本套丛书的出版,能够规范化石植物资源的收集、保存、鉴定、评价、研究和利用工作,并借此实现这些资源的充分共享和可持续利用,以便广大相关科学工作者检索、查询和使用。这是一项对古植物学

的发展具有战略意义的工作,并将推动古植物学研究进程,同时对其他相关科学的研究也具有重要的理论意义和应用价值。

丛书第三卷《中国化石裸子植物》由于内容较多,分为上、下两册出版。本册内容包括前裸子植物门、种子蕨植物门、苏铁植物门、银杏植物门,涉及 115 属, 673 种,含化石图版 224 幅。尽管前裸子植物不属于裸子植物,但考虑到前裸子植物内容较少,不能独立成册,因此编入本卷。裸子植物其他门类,包括科达类、松柏类、买麻藤类、木材,以及分类位置未定的种子、球果等在下册呈现。本书适合从事古植物学、植物学、地质学等领域的人员参考和借鉴,同时也适合高等院校相关学科的师生参考。

书中材料汇自中外古植物学家一个多世纪来出版的相关专著和发表的论文,引用的研究成果已在书中一一注明。我们在编写本书的过程中得到了周志炎院士、李承森研究员、孙春林教授、孙柏年教授、邓胜徽教授级高级工程师、金建华教授、王宇飞研究员、王祺研究员等许多古植物学者的指导和帮助,在此表示诚挚的谢意。在这里,我们衷心地感谢一个世纪以来中外古植物学家为我国的古植物学发展所作出的巨大贡献,没有他们的研究成果,我们不可能完成本书的编撰工作。

由于资料整理较为繁杂,加之作者水平有限,本书不可避免地会存在一些疏漏或错误,恳请各位专家、学者、读者提出批评和指正。

作 者

2014 年 7 月于北京

上册目录

第一章 前裸子植物门	<i>Progymnospermophyta</i>	1
第一节 古羊齿目	<i>Archaeopteridales</i>	2
古羊齿属	<i>Archaeopteris</i> Dawson, 1861	2
第二节 瓢叶目	<i>Noeggerathiales</i>	4
丁氏蕨属	<i>Tingia</i> Halle, 1925	4
丁氏蕨穗属	<i>Tingiostachya</i> Kon'no, 1929	10
拟丁氏蕨属	<i>Paratingia</i> Zhang, 1987	11
拟丁氏蕨穗属	<i>Paratingiostachya</i> Sun, Deng, Cui et Shang, 1999	11
袁氏叶属	<i>Yuania</i> Sze, 1953	12
贝叶属	<i>Conchophyllum</i> Schenk, 1883	14
盘穗属	<i>Discinites</i> Feistmental, 1879	15
斜羽叶属	<i>Plagiozamites</i> Zeiller, 1894	17
第二章 种子蕨植物门	<i>Pteridospermophyta</i>	19
第一节 芦茎羊齿目	<i>Calamopityales</i>	20
三裂羊齿属	<i>Triphyllopteris</i> Schimper, 1869	20
楔叶羊齿属	<i>Sphenopteridium</i> Schimper, 1874	21
第二节 皱羊齿目	<i>Lygonopteridales</i>	21
异茎木属	<i>Heterangium</i> Corda, 1845	21
王冠籽属	<i>Coronostoma</i> Neely, 1951	21
锥形籽属	<i>Conostoma</i> Williamson, 1877	22
第三节 髓木目	<i>Medullosales</i>	22
厚壳籽属	<i>Pachytesta</i> Brongniart, 1874	22
冠籽属	<i>Stephanospermum</i> Brongniart, 1874	22
肉柄籽属	<i>Sarcospermum</i> Deevers, 1937	22
萨克利夫木属	<i>Sutcliffia</i> Scott, 1906	22
脉羊齿属	<i>Neuropteris</i> Brongniart, 1825	23
偶羽羊齿属	<i>Paripteris</i> Gothan, 1941	26
网羊齿属	<i>Linopteris</i> Presl, 1838	29

	座延羊齿属 <i>Alethopteris</i> Sternberg, 1825.....	32
	齿羊齿属 <i>Odontopteris</i> (Brongniart) Stnberg, 1825	37
	丽羊齿属 <i>Callipteridium</i> (Weiss) Zeiller, 1888.....	39
第四节	华丽木目 <i>Callistophytales</i>	41
	丽籽属 <i>Callospermation</i> (Eggert et Delevoryas, 1960) Rothwell, 1980.....	41
第五节	盾籽目 <i>Peltaspermales</i>	41
	鳞羊齿属 <i>Lepidopteris</i> Schimper, 1869	41
	美羊齿属 <i>Callipteris</i> Brongniart, 1849	43
	盾籽属 <i>Peltaspermum</i> Harris, 1937	54
	神州籽属 <i>Shenzhouspermum</i> Yang, Xie et Wu, 2006	55
第六节	盔籽目 <i>Corystospermales</i>	55
	钉羊齿属 <i>Rhaphidopteris</i> Barale, 1972	55
	丁菲羊齿属 <i>Thinnfeldia</i> Ettingshausen, 1852.....	58
	厚羊齿属 <i>Pachypteris</i> Brongniart, 1828	64
	叉羽叶属 <i>Ptilozamites</i> Nathorst, 1878	66
第七节	开通目 <i>Caytoniales</i>	68
	鱼网叶属 <i>Sagenopteris</i> Presl, 1838.....	68
第八节	大羽羊齿目 <i>Gigantopteridiales</i>	71
	华夏羊齿属 <i>Cathaysiopteris</i> Koidzumi, 1934	71
	准华夏羊齿属 <i>Cathaysiopteridium</i> Li, 1989	72
	单网羊齿属 <i>Gigantonoclea</i> Koidzumi, 1936, emend. Gu et Zhi, 1974.....	73
	羽叶单网羊齿属 <i>Pinnagigantonoclea</i> Yang, 2006.....	86
	大羽羊齿属 <i>Gigantopteris</i> Schenk, 1883, emend. Gu et Zhi, 1974.....	87
	网叶属 <i>Linophyllum</i> Zhao, 1980	89
	福建羊齿属 <i>Fujianopteris</i> Liu et Yao, 2004	89
	新准大羽羊齿属 <i>Neogigantopteridium</i> Yang, 1987	91
	原大羽羊齿属 <i>Progigantopteris</i> Yang, 1987	91
	织羊齿属 <i>Emplectopteris</i> Halle, 1927.....	93
	编羊齿属 <i>Emplectopteridium</i> Kawasaki, 1934	95
第九节	分类位置未定的种子蕨植物 <i>Pteridospermophytes Incertae Sedis</i>	96
	铲羊齿属 <i>Cardiopteridium</i> Nathorst, 1914.....	96
	髻籽羊齿属 <i>Nystroemia</i> Halle 1927.....	98
	枝羽叶属 <i>Ctenozamites</i> Nathorst, 1886, emend. Harris, 1964.....	100
	玛利羊齿属 <i>Mariopteris</i> Zeiller, 1879.....	105
	原始乌毛蕨属 <i>Protoblechnum</i> Lesquereux, 1880	106
	异脉羊齿属 <i>Comia</i> Zalesky, 1934.....	108

蕉羊齿属	<i>Compsopteris</i> Zalessky, 1930	115
本溪羊齿属	<i>Benxiopteris</i> Zhang et Zheng, 1980	116
苏柏羊齿属	<i>Supaia</i> White, 1929	119
奇脉羊齿属	<i>Hyrcaopteris</i> Kryshfovich et Prynada, 1933	120
新龙羽叶属	<i>Xinlongophyllum</i> Yang, 1978	121
分类位置未定的形态属	Form genus incertae sedis	123
带羊齿属	<i>Taeniopteris</i> Brongniart, 1832	123
第三章 苏铁植物门	Cycadophyta	131
第一节 本内苏铁目	Bennettitales	132
侧羽叶属	<i>Pterophyllum</i> Brongniart, 1824	132
异羽叶属	<i>Anomozamites</i> Schimper, 1870, emend. Harris, 1969	153
耳羽叶属	<i>Otozamites</i> Braun, 1843	161
毛羽叶属	<i>Ptilophyllum</i> Morris, 1840	175
假苏铁属	<i>Pseudocycas</i> Nathorst, 1907	180
似查米亚属	<i>Zamites</i> Brongniart, 1928, emend. Harris, 1969	181
新查米亚属	<i>Neozamites</i> Vachrameev, 1962	183
查米羽叶属	<i>Zamiophyllum</i> Nathorst, 1890, emend. Ôishi, 1939	185
尼尔桑带羽叶属	<i>Nilssoniopteris</i> Nathorst, 1909	186
热河似查米亚属	<i>Rehezamites</i> Wu, 1999	193
特尔马叶属	<i>Tyrmia</i> Prynada 1956, emend. Li, 1988	194
中国篦羽叶属	<i>Sinoctenis</i> Sze, 1931, emend. Wu et Lih, 1968	197
网羽叶属	<i>Dictyozamites</i> Oldham et Morris, 1863	200
梳羽叶属	<i>Ctenophyllum</i> Schimper, 1883	202
维特里奇属	<i>Weltrichia</i> Braun, 1849	202
威廉姆逊属	<i>Williamsonia</i> Carruthers, 1870	203
苏铁鳞片属	<i>Cycadolepis</i> Saporta, 1874, emend. Harris, 1953	204
瓦德克勒果属	<i>Vardekloeftia</i> Harris, 1932	206
本内苏铁果属	<i>Bennetticarpus</i> Harris, 1932	206
第二节 尼尔桑目	Nilssoniales	207
尼尔桑属	<i>Nilssonia</i> Brongniart, 1825	207
第三节 苏铁目	Cycadales	223
篦羽叶属	<i>Ctenis</i> Lindley et Hutton, 1834	223
假篦羽叶属	<i>Pseudoctenis</i> Seward, 1911, emend. Harris, 1932, 1964	236
大网羽叶属	<i>Anthrophyopsis</i> Nathorst, 1878	237
带叶属	<i>Doratophyllum</i> Harris, 1932	239

吉林羽叶属	<i>Chilinia</i> Lee et Yeh, 1964	240
巴克兰茎属	<i>Bucklandia</i> Presl, in Sternberg, 1825	241
纤苏铁属	<i>Leptocycas</i> Delevoryas et Hope, 1971	241
第四节	分类位置未定的苏铁植物 Cycadophytes insertae sedis	242
镰羽叶属	<i>Drepanozamites</i> Harris, 1932	242
似苏铁属	<i>Cycadites</i> Sternberg, 1826	244
香溪叶属	<i>Hsiangchiphyllum</i> Sze, 1949	244
奇脉叶属	<i>Mironeura</i> Zhou, 1978	245
中国似查米亚属	<i>Sinozamites</i> Sze, 1956	245
楔似查米亚属	<i>Sphenozamites</i> Brongniart, 1849	246
第四章	银杏植物门 Ginkgophyta	249
第一节	银杏目 Ginkgoales	250
银杏属	<i>Ginkgo</i> Linné, 1771	250
准银杏属	<i>Ginkgoidium</i> Yokoyama, 1889	260
似银杏属	<i>Ginkgoites</i> Seward, 1919, emend. Florin, 1936	261
拜拉属	<i>Baiera</i> F. Braun, 1843, emend. Florin, 1936	271
楔拜拉属	<i>Sphenobaiera</i> Florin, 1936	279
条叶属	<i>Vittifoliolum</i> Zhou, 1984	287
假托勒叶属	<i>Pseudotorellia</i> Florin, 1936	289
桉叶属	<i>Eretmophyllum</i> Thomas, 1913, emend. Harris, 1974	290
银杏叶属	<i>Ginkgophyllum</i> Saporta, 1875	291
义马果属	<i>Yimaia</i> Zhou et Zhang, 1988	291
第二节	茨康目 Czekanowskiales	292
茨康叶属	<i>Czekanowskia</i> Heer, 1876	292
苦戈维里叶属	<i>Culgoweria</i> Florin, 1936	297
楔形叶属	<i>Sphenarion</i> Harris, 1974	298
拟刺葵属	<i>Phoenicopsis</i> Heer, 1877	300
哈兹叶属	<i>Hartzia</i> Harris, 1935	304
似管状叶属	<i>Solenites</i> Lindley et Hutton, 1834, emend. Harris, 1951	305
薄果穗属	<i>Leptostrobus</i> Heer, 1876	306
榭寄生穗属	<i>Ixostrobus</i> Raciborski, 1892, emend. Harris, 1974	308
第三节	分类位置未定的银杏植物 Ginkgophytes incertae sedis	311
舌叶属	<i>Glossophyllum</i> Kräusel, 1943	311
中国叶属	<i>Sinophyllum</i> Sze et Lee, 1952	312
扇叶属	<i>Rhipidopsis</i> Schmalhausen, 1879	313

狭轴穗属 <i>Stenorachis</i> Saporta, 1875	315
叉叶属 <i>Dicranophyllum</i> Grand' Eury, 1877	317
掌叶属 <i>Psymphyllum</i> Schimper, 1870	317
铲叶属 <i>Saportaea</i> Fontaine et White, 1880	318
参考文献 References	320
属种名称索引 Index	326
图版说明 Explanation of Plates	346
图版 Plate	

第一章

前裸子植物门

Progymnospermophyta

第一节 古羊齿目 *Archaeopteridales*

古羊齿属 *Archaeopteris* Dawson, 1861

乔木状, 高约 18 m, 基部直径 1.5 ~ 2 m, 向上变小, 顶部由大的羽状复叶或扁平蕨叶状侧枝系组成的塔形树冠。二次羽状复叶, 长达 0.9 ~ 1.5 m, 基部长有小羽片状或鳞片状的托叶, 互生于侧枝上。末次羽片对生或亚对生, 具间小羽片, 羽轴 (即枝) 平或具纵、横纹, 有时具小瘤。营养小羽片 (即叶) 螺旋着生于羽轴上成两行排列, 楔形、菱形或卵圆形, 长 1 ~ 5 cm, 全缘或具齿, 有时深裂成瓣状或流苏状, 叶脉多次二歧分枝, 扇状脉序。生殖小羽片与营养羽片交互或单独出现。生殖小羽片退化成细的丝状裂片, 顶端分叉一至多次。孢子囊纺锤形或长卵形, 具短柄或无, 丛状或成行着生于近轴面, 孢子囊 5 ~ 20 个, 大小一般为 1 mm × 3 mm, 无环带, 具有纵向裂口, 少数种为异孢, 多数为同孢。

茎、枝和根的内部构造属于 *Callixylon* 型。具髓, 中始式。次生木质部发育。径向壁具单列或多行排列的圆形具缘纹孔, 其间为无纹孔的管胞壁所分隔 (蔡重阳, 1981)。

模式种: *Archaeopteris hibernicus* (Forbes) Dawson。

分布和时代: 欧洲, 北美洲, 中国; 晚泥盆世至早石炭世。

广东古羊齿

Archaeopteris guangdongensis Feng

(图版 1, 图 1、2)

1977 *Archaeopteris guangdongensis*, 冯少南等, 页 648, 图版 239, 图 2; 图版 253, 图 5

叶二次羽状分裂, 末二级羽轴粗 3 mm。羽片互生, 约以 30° 角伸出, 长 50 mm 以上, 线形。小羽片互生, 扁形, 以基部一点着生于轴上, 顶端呈钝齿状, 长 10 mm, 顶端宽 5 mm。在末二级羽轴上, 每侧着生两个间小羽片, 长 10 mm, 宽 2 ~ 3 mm, 顶端为锯齿状。叶脉扇状, 无中脉, 从基部伸出, 分叉数次, 伸入小羽片的顶端。间小羽片的叶脉和普通小羽片相同 (冯少南等, 1977)。

产地和时代: 广东中山县; 上泥盆统, 晚泥盆世。

马西伦达古羊齿

Archaeopteris macilenta (Lesquereux) Carluccio, Hueber et Banks

(图版 1, 图 3 ~ 11; 图版 2, 图 1)

1884 *Archaeopteris macilenta*, Lesquereux, 页 733, 775, 776

1900 *Archaeopteris fimbriata*, Nathorst, 页 153, 图版 6, 图 2, 3

1936 *Archaeopteris macilenta*, Arnold, 页 50, 图版 1, 图 1

1966 *Archaeopteris macilenta*, Carluccio et al., 页 725, 图 5, 6

1981 *Archaeopteris macilenta*, 蔡重阳, 页 77, 图版 1, 图 1~7

1987 *Archaeopteris macilenta*, 郝守刚和梅仕龙, 页 555, 图版 1, 图 1~8; 图版 2, 图 1~11

外部形态: 为一不完整的末二级生殖枝, 长 2.7 cm, 宽约为 5.0 mm。其左侧保留有一个不完整的末级生殖枝及二枚轴生叶 (即“间小羽片”)。一枚保存尚完整的轴生叶紧靠末级生殖枝之下, 长为 10.2 mm, 最宽处在中上部约 5.6 mm, 楔形, 基部收缩, 顶端具裂片深达叶片的 1/4 或较浅, 末端呈尖齿状。末级生殖枝以 50° 从二级枝上长出, 保存长 4.7 cm, 基部略下延宽约为 1.2 mm。末级生殖枝下部, 可见 4 枚营养叶, 仅一枚保存尚好, 其形态与末二级枝轴上的一致。在离分枝点约 2.7 mm 处始见生殖叶, 可见 5 枚, 呈相互对生或螺旋排列。窄的细片形的生殖叶近垂直着生在生殖枝上, 长 10~12 mm, 宽 0.5~1.0 mm, 末端至少分叉一次, 顶端尖。孢子囊近垂直着生在生殖叶分叉前得近轴面上。每枚叶上至少有 8~10 个孢子囊, 可能成两行排列, 为长椭圆形或尖纺锤形, 长为 1.5~2.0 mm。无柄或柄极短。

末二级枝宽约 7.5 mm, 末级枝及叶片以 40° 角自枝上长出, 末级枝基宽约 2.0 mm, 远端略细。叶为楔形或狭楔形, 长 12.0~20.0 mm, 中上部最宽可达到 8.0 mm, 基部收缩宽 1.0~1.5 mm, 下延。自叶基向上叶始分裂, 深度不等。裂片可呈楔形、宽带形、带形及线形。远端多呈叉角状 (15°~20°), 顶端尖细, 可呈毛缘状。叶脉扇形, 多次 2 分叉直达齿尖, 在末二级枝上可见到叶 (或枝) 痕。图 4 为末二级枝的一段, 在长约 2.3 cm、宽约 8.0 mm 的这段枝上可以观察到 2 个侧枝、3 枚叶片及 5 个叶 (枝) 痕。痕迹呈圆形至长椭圆形, 直径约 1.5 mm, 上下相邻的两个相距 5.0 mm, 每个痕的两侧各有一条炭迹向下延伸, 它们在压膜上形成一条凸的肋, 在外膜上为一条宽的凹槽。它是维管束放射状的脊在枝表面的反映, 这段枝显示了 4 条肋加上两侧的共 6 条肋, 结合副模上的叶 (枝) 痕来考虑, 表明在末二级枝上末级枝与轴生叶是螺旋发生的。

内部解剖: 一末级枝 (或末二级枝?) 的不完整的横断面, 直径约为 2.3 mm。中部是髓, 可能是由大小参差、直径近等的多面体薄壁细胞组成。不完整的髓腔椭圆形 (0.67 mm × 0.47 mm), 周围可观察到 4 个放射状木质部脊, 其中 2 个保存完好。每一个呈三角形 (底部宽 0.45 mm, 高约 0.55 mm), 顶角向外, 彼此分离。标本显示同一枝轴水平的另一个初生木质部脊的横断面, 可见两个较清楚的原生木质部区域, 一个靠近脊的基部, 另一个接近顶端, 后者可能代表了刚开始发生的叶迹。照片所显示的木质部束为初生木质部, 属中始式发生。

横断面上, 原生木质部由薄壁细胞和孔径较小的环纹管胞或螺纹管胞所组成, 圆形或窄椭圆形轮廓, 纵向伸长, 直径一般为 8.5~16.8 μm, 伸长可达 18.6 μm。后生木质部和原生木质部分界不明显, 它的管胞横切面为长方形、方形或不规则的多边形。径向方向往往比切向方向略长, 切向直径一般 23.0~36.7 μm, 径向直径最大为 62.0 μm, 管胞壁厚 2.2~8.4 μm, 并可见到复合中层。沿着径向方向, 大体上环纹 (或螺纹)、梯纹、网纹状次生壁加厚的管胞, 以及具缘纹孔的管胞和以上管胞的中间类型所组成。此顺序并不是绝对的, 网纹管胞可直接和原生木质部的管胞相接触; 具缘纹孔管胞也可出现在离初生木质部仅 2~3 个管胞直径距离之外的管胞壁上。此外, 管胞的类型与孔径并无关系, 某个环纹 (或螺纹) 管胞的孔径可远比含具缘纹孔管胞的孔径要大。

纵断面上, 由内向外由长方形可能木质化的薄壁的细胞、环纹管胞 (或螺纹管胞)、梯纹管胞、网纹管胞及具缘纹孔管胞等所组成。木质化的薄壁的细胞长 52.6~76.5 μm, 宽 18.3~30.6 μm, 与其相邻的孔径较小的环纹管胞, 环纹状加厚之间的距离较大。后生木质部

环纹管胞孔径增大, 次生壁加厚之间的间距小, 密集。环纹状加厚可局部连接成螺纹, 这可在同一管胞的不同部位观察到。那些较规则、整齐地成竖行排列的, 且纹孔横向伸长的, 为梯纹管胞。它们的次生壁加厚陡峭, 垂直着生在初生壁上, 高度可达 $4.2\ \mu\text{m}$, 顶端平整, 宽 $0.9\sim 2.2\ \mu\text{m}$, 在同一管胞中, 相邻两列 (多为管胞不同的面) 的梯纹状加厚互生排列。网纹管胞最显著的特征是加厚的次生壁排列交织呈网状, 纹孔横向伸长, 两端尖或圆, 彼此也为互生排列。网纹管胞中可观察到 8 个面。随着纹孔的收缩, 次生壁的平展, 出现了网纹向具缘孔过渡的类型, 此时纹孔腔已形成, 纹孔横椭圆形, 纵向逐渐排列成整齐的列, 每个管胞的面上 1~2 列。进一步发展成为圆形具缘纹孔对, 孔缘直径可达 $13.0\ \mu\text{m}$, 对列纹孔式或互列纹孔式, 分布有时不均匀。管胞末端斜尖, 在这里纹孔排列紧密。纹孔口往往具一窄脊, 有时在纹孔的上下具不明显加厚的脊。管胞内壁可观察到横向延伸的细瘤纹, 偏离横轴 $15^\circ\sim 20^\circ$ 。可能为瘤纹层。偶见纹孔膜, 未见纹孔塞 (郝守刚和梅仕龙, 1987)。

产地和时代: 湖北省长阳县, 黄家蹬组; 晚泥盆世。

第二节 瓢叶目 *Noeggerathiales*

枝条羽叶状。叶瓢状或卵形, 大都呈两行斜生于扁平的枝上, 具二歧分叉的放射脉。孢子叶穗呈长穗状。孢子叶互生至近对生, 平展如盘, 在其腹面上长一些孢子囊。囊脱落后, 留下椭圆形孔状印痕 (《中国古生代植物》编写小组, 1974)。

关于瓢叶目归属有多种观点, 目前多数学者倾向认为瓢叶目属于前裸子植物, 因此本书暂将瓢叶目放在前裸子植物门中。

本目植物分布于晚石炭世至二叠纪, 晚石炭世至早二叠世较盛。

丁氏藤属 *Tingia* Halle, 1925

枝条羽叶状, 具背腹性。叶具不等叶性, 四行排列, 两行在上, 两行在下。上面的两行叶较大 (大叶), 呈宽楔形, 倒卵形, 长椭圆形或线形, 基部下延, 呈半抱茎状, 伸出后即扭曲, 与轴位于同一平面上, 侧边全缘, 顶部常不规则地分裂成齿状; 下面两行叶较窄而小 (小叶), 位于枝的背面, 常紧贴于枝, 并直指向枝的前方。在同一枝条上, 中部叶较长而大, 两端的叶较短而小。叶脉平行, 在叶的基部分叉较多, 向上大致平行地直达叶的顶端, 并伸入齿内 (《中国古生代植物》编写小组, 1974)。

注: 本属与斜羽叶属的区别, 在于后者两侧的叶脉有放射状展开的趋势, 且与叶侧边斜交, 叶缘多具细齿, 叶不呈四行排列。

分布和时代: 中国和朝鲜; 晚石灰世至晚二叠世。

石炭丁氏蕨

Tingia carbonica (Schenk) Halle

(图版 2, 图 2~7)

- 1883 *Pterophyllum carbonica*, Schenk, 页 214, 图版 44, 图 4, 5
1925 *Tingia carbonica*, Halle, 页 5, 图版 1, 图 1~4
1927 *Tingia carbonica*, Halle, 页 231, 图版 62, 图 1~6; 图版 63, 图 3~5
1974 *Tingia carbonica*, 《中国古生代植物》编写小组, 页 63, 图版 36, 图 7; 图版 37, 图 2~6
1977 *Tingia carbonica*, 冯少南等, 页 647, 图版 239, 图 8
1983 *Tingia carbonica*, 刘子进和沈光隆, 页 489, 图版 162, 图 7; 图版 163, 图 4
1987 *Tingia carbonica*, 席运宏和阎国顺, 页 258, 图版 94, 图 6
1989 *Tingia carbonica*, 斯行健, 页 76, 图版 84, 图 2, 3; 图版 85, 图 1~3; 图版 86, 图 1~4; 图版 87, 图 1~4; 图版 88, 图 1~3; 图版 89, 图 1
1992 *Tingia carbonica*, 孙克勤, 页 28, 图版 8, 图 1~4
1993 *Tingia carbonica*, 王庆之, 页 220, 图版 III, 图 5; 图版 4, 图 2
2000 *Tingia carbonica*, Wang Jun et al., 页 83, 图版 3, 图 4, 5; 图版 4, 图 2; 图版 5, 图 5b
2006 *Tingia carbonica*, 杨关秀等, 页 121; 图版 26, 图 4, 5
2010 *Tingia carbonica*, 孙克勤, 页 201, 图版 2, 图 5

轴较粗, 宽 3~8 mm, 基部膨大。大叶与轴成 40°~60° 角, 偶有成 30° 角, 形状变化甚大, 自下而上由披针形、短楔形、倒卵形、长椭圆形至倒披针形, 最长的达 10 cm, 基部宽而微斜, 顶端截形, 一般分裂为 3~5 个不规则的钝或尖的长齿; 最长的齿达 8~10 mm, 较大的齿常再分裂一次。小叶顶端略呈截形, 亦分裂成齿状。叶脉细, 常在基部分叉, 有 2 或多条伸入齿中。轴基部的大叶剑形, 具单脉(《中国古生代植物》编写小组, 1974)。

产地和时代: 内蒙古, 山东淄博, 河北曲阳, 河南, 太原组、山西组和下石盒子组; 甘肃通渭, 通渭组; 东北南部; 云南会泽, 矿山场组; 湖南耒阳, 龙潭组; 广东梅县, 龙潭组; 晚石炭世至晚二叠世。

粗脉丁氏蕨

Tingia crassinervis Halle

(图版 3, 图 1)

- 1925 *Tingia crassinervis*, Halle, 页 6, 图版 2
1927 *Tingia crassinervis*, Halle, 页 234, 图版 61, 图 1~5
1974 *Tingia crassinervis*, 《中国古生代植物》编写小组, 页 64, 图版 40, 图 1
1989 *Tingia crassinervis*, 斯行健, 页 78, 图版 89, 图 2; 图版 90, 图 1~3

轴很粗, 达 1 cm。大叶与轴成 40°~50° 角, 形状变化甚大, 自上而下, 由短楔形, 倒卵形、长椭圆形至倒披针形, 最长的达 10 cm, 基部宽而微斜, 下延, 顶端钝圆或楔形, 分裂为若干不规则的短钝齿。齿半圆形(长 1~2 mm)至长椭圆形(长 5~7 mm), 大齿常再浅裂

一次。叶脉很粗,在基部6~8条,分叉2~3次,第一次分叉接近叶基,有2或多条脉伸入齿中。小叶在轴下部宽而短,在轴上部细而长,呈线形(《中国古生代植物》编写小组,1974)。

产地和时代: 山西太原,上石盒子组;内蒙古准格尔旗,石盒子群下部;二叠纪。

滨口丁氏蕨

Tingia hamaguchii Kon'no

(图版3,图2~7)

- 1929 *Tingia hamaguchii*, Kon'no, 页138, 图版23, 图1~5; 图版24, 图1~3
1934 *Tingia hamaguchii*, Kawasaki, 页181, 图版95, 图292, 293A, 294, 295; 图版96, 图296
1939 *Tingia hamaguchii*, Stockmans and Mathieu, 页118, 图版24, 图3; 图版32, 图4
1963 *Tingia hamaguchii*, 李星学, 页50, 图版45, 图1~3
1974 *Tingia hamaguchii*, 《中国古生代植物》编写小组, 页63, 图版38, 图4~10
1983 *Tingia hamaguchii*, 刘子进, 沈光隆, 页489, 图版162, 图4, 5
1987 *Tingia hamaguchii*, 赵修祜等, 页74, 图版9, 图1~5, 1~3a
1987 *Tingia hamaguchii*, 席运宏和阎国顺, 页257, 图版94, 图4, 5
1992 *Tingia hamaguchii*, 孙克勤, 页29, 图版8, 图5~7
1993 *Tingia hamaguchii*, 王庆之, 页221, 图版3, 图7; 图版4, 图1, 1a
2006 *Tingia hamaguchii*, 杨关秀等, 页122, 图版26, 图6

枝条线形;轴较细,很少超过3 mm。大叶常呈菱形或长椭圆形至倒卵形,与轴成40°~50°交角,基部狭窄,下延,顶端亚尖至钝圆,紧密排列呈覆瓦状或稍分离,两侧不对称,下边较长,上边较短,顶端全缘或具细尖齿。叶脉数条自轴伸入叶基后,分叉数次,大致与侧边平行,直达叶的前缘,伸入齿中;在叶中部有脉10~24条。小叶呈披针形,有时二歧深裂,与轴平行或成极狭的交角(《中国古生代植物》编写小组,1974)。

产地和时代: 山西、内蒙古、山东、河南、陕西及东北南部,太原组、山西组、下石盒子组;晚石炭世至二叠纪。

江西丁氏蕨

Tingia jiangxiensis He, Liang et Shen

(图版4,图1~6)

- 1996 *Tingia jiangxiensis*, 何锡麟等, 页37, 图版11, 图1, 2; 图版12, 图1, 2; 图版13, 图1, 2; 图版17, 图1

枝条呈羽叶状,具腹背性,羽轴粗,基部宽约5 mm,推测枝条可长达50 cm。叶4行排列,两行长于腹面,两行长于侧面;长于侧面的叶片较大,半抱茎状着生,呈长椭圆形至披针形,侧缘全缘,顶端钝圆至亚尖,微齿状,基部渐狭并扭转成半抱茎状。枝条基部的叶较

短宽，长 1~2 cm，宽约 0.7 cm，中部的叶最长可达 3.5 cm，宽约 1 cm，顶部的叶较窄，宽约 0.5 cm，向顶端长度逐渐变短，叶脉细密，自羽轴伸出后即二歧分叉，与叶侧缘平行伸至叶片的前缘和顶端；长于腹面的两行小叶往往仅出现于枝条的中部，小叶呈披针形，长 10 mm，宽约 2 mm，紧贴大叶的叶腋处，指向枝条的前方（何锡麟等，1996）。

产地和时代：江西安福北华山、高安英岗岭煤矿、八景煤矿、丰城八一煤矿、乐平鸣山煤矿，乐平组老山下亚段；二叠纪。

深裂丁氏蕨

Tingia partita Halle

（图版 5，图 1、2）

- 1927 *Tingia partita*, Halle, 页 235, 图版 63, 1, 2
1939 *Tingia partita*, Stockmans and Mathieu, 页 116, 图版 4, 图 1
1974 *Tingia partita*, 《中国古生代植物》编写小组, 页 63, 图版 37, 图 7; 图版 38, 图 1
1989 *Tingia partita*, 斯行健, 页 78, 图版 91, 图 1~3
1993 *Tingia partita*, 王庆之, 页 219, 图版 2, 图 1, 2; 图版 3, 图 1, 2
2006 *Tingia partita*, 杨关秀等, 页 122, 图版 26, 图 1, 2

轴粗 4~4.5 mm。大叶与轴成 50°~60° 角，楔形，长 2~2.5 cm，宽 1 cm，表面有微弱的纵折皱，顶端截形，分裂为 3~4 个钝齿；齿长 5~6 mm。小叶顶端深裂至全裂，成 3 个线形的裂片；裂片长达 5~6 mm。叶脉不很清楚，多次二歧分叉，平行，2 或多条伸入齿中（《中国古生代植物》编写小组，1974）。

产地和时代：山西太原，下石盒子组；河北开平，开平组；河北曲阳灵山，下石盒子组；山东淄博，山西组；内蒙古准格尔旗，石盒子群；河南平顶山矿，神垕组；二叠纪。

五裂丁氏蕨

Tingia pentalobata Shen

（图版 5，图 3）

- 1983 *Tingia pentalobata*, 刘子进和沈光隆, 页 489, 图版 162, 图 8

轴宽 0.2~0.3 cm，叶四行排列。大叶与轴成锐角相交，宽短楔形，长 2~2.5 cm，基部明显下延，呈叶鞘状抱茎着生，顶端平截状，裂为五个短舌状裂片。叶脉清晰，在叶基部和中部个分叉一次，平行叶侧边延伸至顶端，每一顶端小裂片有叶脉 3~5 条。小叶尖纺锤形，贴轴延伸，顶端不分裂（刘子进和沈光隆，1983）。

产地和时代：甘肃永昌大泉，山西组；早二叠世。