

古植物学与孢粉学文集

GUZHIWUXUE YU BAOFENXUE WENJI

第 1 号



4-5
2

江苏科学技术出版社

古植物学与孢粉学文集

GUZHIWUXUE YU BAOFENXUE WENJI

第 1 号

中国科学院南京地质古生物研究所 编辑



江苏科学技术出版社

1986

内 容 简 介

本书为《古植物学与孢粉学文集》的创刊号, 收辑十一篇文章, 包括四方面的内容: 1) 植物大化石论文有四篇, 论述东北亚中生代独特的松柏类扇杉属 (*Rhipidiocladus*) 的属征和分类位置; 首次记述似麻黄属 (*Ephedrites*) 在我国青海下侏罗统小煤沟组的发现; 描述安徽含山晚侏罗世柏型木属一个新种 *Cupessinoxylon hanshanense* sp. nov.; 综述我国及北半球白垩纪植物群面貌和演变。2) 孢粉学的论文有五篇, 分别论述我国新疆塔里木盆地西部晚白垩世早期被子植物花粉发展序列; 山东临朐中新世尧山组孢粉组合; 山西大同早、中侏罗世孢粉组合; 湖南衡阳晚三叠世杨柏冲组孢粉组合; 安徽芜湖始新世双塔群孢粉组合。3) 轮藻化石的论文一篇, 描述四川盆地中、晚侏罗世轮藻化石5属17种。4) 古植物研究方法的文章一篇, 介绍有关矿化、压模和印痕化石研究中所适用的切片、撕片、氢氟酸处理、舒尔茨液氧化浸解、高压碱煮软化、橡胶制模和燃烧去炭、针剔, 以及丝炭化材料研究法。本书附化石照相图版31幅。

本书可供古生物、地质学工作者参考。

古植物学与孢粉学文集

第1号

中国科学院南京地质古生物研究所 编辑

出版: 江苏科学技术出版社

发行: 江苏省新华书店

印刷: 江苏徐州新华印刷厂

开本787×1092毫米1/16 印张11.25 插页19 字数277,600

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数 1—620

书号: 13196·227 定价: 4.48元

发 刊 词

人类对植物化石的发现和认识，在中国已有悠久的历史。早在北宋，我国著名的博物学家沈括（1029—1093），在他的巨著《梦溪笔谈》第21卷中，关于“竹笋”化石（即中生代木贼类新芦木的髓模化石）的较详记述和解释，在当时应该说已达到很高的水平。这不仅是我国古代最早的一篇古植物的珍贵文献，也堪称世界古生物学发展史上首先正确认识化石的一篇无可比拟的重要记录。

但自世界进入近代以后，将植物化石作为一门科学来研究，则和其它大多数自然科学一样，我国古植物学的发展比较晚，明显地落后于欧美各国。直到五四运动以后，与地质学、古生物学的其它分支学科相仿，我国才有少数学者逐步开展古植物学方面的工作。但是，到解放前夕，专门从事这项研究工作的人员，依然寥寥无几，著述不多，能为国家经济建设参考利用者很少。

新中国成立后，在党的正确领导和重视下，我国古植物学有了飞跃的发展，研究人员和图书、设备迅速增长，特别是解放前原属空白领域的化石孢粉学，在五十年代中期迅速开展起来。接着，前寒武纪微生物，叠层石，钙藻，硅藻，沟鞭藻，疑源类，球石等门类化石的研究工作，也先后开始；轮藻化石的研究也得到更大的发展。这些化石门类的研究成果和著述，在我国社会主义经济建设中起了积极的作用。目前，仅中国科学院南京地质古生物研究所古植物专业（包括孢粉、藻类等）工作者就有五十余人，研究成果累累。

根据我国古植物学各分支学科蓬勃发展的形势和需要，便于研究成果的推广和国内外学术交流，我们创办《古植物学与孢粉学文集》，作为发表古植物学、孢粉学研究成果的新园地，开辟我国古生物学中有别于古动物学的独立的新出版品。限于当前的条件，本刊暂不定期出版，所刊载的文章也限于我所或与我所专业人员合作的研究成果。由于我们的知识、经验不足，热诚地希望广大读者对这个新办的刊物多加关心，给予指导，使这个刊物能够健康地成长，不断提高质量，为我国古植物学、孢粉学的发展，为我国四化建设，多出人才多出成果做出贡献！

李星学

谨于南京，一九八六年六月

Inaugural Statement

The «ACTA PALAEOBOTANICA ET PALYNOLOGICA SINICA» is published in line with the requirements of popularizing scientific results and entering into academic exchanges both at home and abroad amidst the vigorous development in various branches of palaeobotany. This journal, as a new and independent edition dealing exclusively with palaeontology but differing from palaeozoology, aims at opening up a new field for publishing those research achievements in the study of palaeobotany and palynology. Being limited to the current situations, this journal comes out nonperiodically and only papers written either by workers in this institute or in cooperation with those in other institutions are eligible. As we are not sufficient in experience and knowledge, we earnestly hope that the broad masses of readers will render to this new edition as much concern and guidance as possible so that we'll make it grow healthily to maturity and enhance constantly its quality, and contribute to the development of palaeobotany and palynology and the construction of four modernizations with more qualified personnel and more fruitful results.

Li Xing-xue (H.H. Lee)

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*)

June, 1986

古植物学与孢粉学文集

第 1 号

目 录

发刊词	(i)
论东北亚中生代独特的松柏类——扇杉属 <i>Rhipidiocladus Prynada</i>	李星学 叶美娜 周克炎 (1)
似麻黄属 <i>Ephedrites</i> 在青海下侏罗统小煤沟组的发现	吴向午 何元良 梅盛吴 (13)
安徽含山木化石 <i>Cupressinoxylon</i> 的发现	张善桢 曹正尧 (23)
我国及北半球白垩纪植物群面貌和演变	郭双兴 (31)
新疆塔里木盆地西部晚白垩世早期被子植物花粉发展阶段	张一勇 詹家骅 (47)
山东临朐山旺尧山组孢粉组合	刘耕武 (65)
山西大同煤田早、中侏罗世孢粉组合	刘兆生 (85)
湖南衡阳杉桥杨柏冲组孢粉组合	尚玉珂 (125)
安徽芜湖咸保始新世孢粉组合	李曼英 (141)
四川盆地侏罗纪轮藻化石	黄仁金 (157)
古植物研究的若干方法	W. G. 钱 函 张善桢 (173)

ACTA PALAEOBOTANICA ET PALYNOLOGICA SINICA

NO. 1 CONTENTS

Inaugural Statement.....	(ii)
On <i>Rhipidiocladus</i> —A Unique Mesozoic Coniferous Genus from Northeastern Asia	
..... Li Xing-xue Ye Mei-na Zhou Zhi-yan	(11)
Discovery of <i>Ephedrites</i> from the Lower Jurassic Xiaomeigou Formation, Qinghai	
.....Wu Xiang-wu He Yuan-liang Mei Sheng-wu	(19)
On the Occurrence of <i>Cupressinoxylon</i> from the Jurassic of Anhui	
..... Zhang Shan-zhen Cao Zheng-yao	(29)
General Features and Successions of Cretaceous Floras in China and North Hemisphere	
..... Guo Shuang-xing	(44)
Evolution of Angiosperm Pollen of the Early Late Cretaceous in the Western Tarim Basin, South Xinjiang.....	
.....Zhang Yi-yong Zhan Jia-zhen	(60)
A Late Tertiary Palynological Assemblage from the Yaoshan Formation of Shanwang, Linju County, Shandong.....	
..... Liu Geng-wu	(77)
Early and Middle Jurassic Sporo-Pollen Assemblages from the Datong Coal-Field of Shanxi, North China.....	
..... Liu Zhao-sheng	(116)
Palynological Assemblage from the Yangbaichong Formation of Hengyang, Southwestern Hunan	
..... Shang Yu-ke	(137)
Eocene Pollen and Spore Assemblage from Wuhu, Anhui	
..... Li Man-ying	(150)
Jurassic Charophytes from the Sichuan Basin.....	
..... Huang Ren-jin	(168)
Some Recent Advances in the Techniques for Palaeobotanical Study.....	
.....W. G. Chaloner Zhang Shan-zhen	(178)

论东北亚中生代独特的松柏类 ——扇杉属 *Rhipidiocladus Prynada*

李星学 叶美娜 周志炎

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内 容 提 要

扇杉属自50年代建立以来,其分枝和叶序特点以及角质层构造仍很少为人们所知。本文根据吉林蛟河杉松早白垩世磨石砬子组产出的三种扇杉作了较详细的研究,证实此属的侧枝系统至少有三级分枝,分布在同一平面上。其长枝上着生两列状叶;短枝上则有时为掌状簇生叶。叶序是交互对生的。叶背面角质层上,气孔器不规则排列在狭窄的气孔带中。气孔器呈环状辐射型。副卫细胞多,其上的突起联合成穹窿状。从目前证据推测扇杉属隶属于紫杉目的可能性似大于松柏目。

扇杉属(*Rhipidiocladus Prynada*)是一个迄今还不为人们所熟知的中生代晚期松柏类。其模式种 *R. flabellatus Prynada*¹⁾ (Принада 见 Кипарисова и др., 1956) 发现于苏联亚洲地区布列亚河流域的上侏罗统,所根据的只是一块极为破碎的标本。至1963年,在苏联西伯利亚北部勒拿河流域下白垩统发现另一块标本,也被定为同一个种(Сребродольская 见 Тахтаджян и др., 1963)。由于发现的材料太少,研究程度不高,有关它的分枝、叶序、表皮特征以及分类位置都不清楚。我们在1962—1964年研究东北中生代地层时,曾从吉林蛟河县杉松早白垩世磨石砬子组中采得一些保存较完好的扇杉和其它早白垩世植物化石,并作了初步研究和报道(杨学林等, 1978; Li et Ye, 1980),其成果还被引用转载于《东北地区古生物图册(二)》一书植物界部分(张武等, 1980)。本文拟就我们最近对该属的研究结果作一较详细的论述。

一、材 料 和 方 法

属于扇杉属的标本共有5块(不包括标本的负面在内),均保存在同一层灰色泥岩中。因岩石经自然风化,植物炭膜大都已失去。个别标本残留的一层角质层亦已变成浅黄色透明薄膜。这种薄膜一般不易取下,我们用硝酸纤维素膜撕片法制成薄片(叶美娜, 1981)进行观

1) 种名原用阴性形容词 *flabellata*, 现改其字尾为阳性 *-us*, 以和属名的性别一致。

察。所附插图一般都是用描绘仪在显微镜下所画，个别较大的插图是在放大照片上对照标本描绘后，再用透明纸誊下的。

二、系 统 描 述

紫杉目? Taxales?

扇杉属 *Rhipidiocladus* Prynada 1956

(扇状枝属, 张武等, 1980)

模式种 *Rhipidiocladus flabellatus* Prynada

修订属征 侧枝系统至少有三级分枝。枝条两型，分布在同一平面上，互生或对生；末级小枝生长有限，常呈短枝状。叶无柄，扁平，单脉，交互对生；在长枝的上部叶伸出后基部扭转和轴成一宽角并排成两列状，但在末级小枝顶端常成掌状叶簇，有时在末二级枝的顶端也呈簇状。先出叶有时存在。顶芽尖。芽鳞对生，宿存。

叶背面中脉两侧各有一条很狭窄的气孔带。气孔器单环式，在气孔带内不规则地排列，多数互相紧靠并呈纵向方位。副卫细胞多，几乎都呈同样形状和大小，其上的突起向上强烈伸长并互相联合成一覆盖气孔窝的穹窿。

小扇杉 *Rhipidiocladus flabellatus* Prynada

(小扇形扇状枝, 张武等, 1980)

(图版 I, 图 1—4; 图版 II, 图 7; 插图 1)

1956 *Rhipidiocladus flabellata* Prynada: Принадлежит к кипарисовым, стр. 249—251, табл. 42, фиг. 3, 4.

1963 ————. Сребродольская. Тахтаджян и др., стр. 300, табл. 27, фиг. 5, рис. 180.

1978 *Rhipidiocladus flabellata*, 杨学林等, 图版 3, 图 6.

1980 ————. 张武等, 305页, 图版 189, 图 4, 5.

1980 *Torreyocladus spectabilis* Li et Ye, Li & Ye, p. 10, pl. 4, fig. 5.

修订特征 侧枝系统至少由三级分枝构成，均分布在同一平面上；末三级枝（主轴？）和其次的两级枝宽度相近；末二级枝互生；末级小枝互生在末二级枝的下部，愈近侧枝基端的小枝愈短。叶序交互对生。叶排列疏密不一，在末二级侧枝上部因叶基扭转向侧方而与轴成70°—近90°角，并呈稀疏两列状，在最短的末级小枝上叶直伸并密生成掌状叶簇。叶簇由6枚以上的叶组成；在较长的末级小枝上则呈掌状一两列状的过渡型。先出叶未见。叶基座在各级枝的不同部位均可见到，下延至下面第二对叶的叶基座之上。叶痕位在叶基座的顶部，微微隆起。顶芽尖。

叶线状披针形至长椭圆形，大小颇有变化，一般在末级枝上较短和宽，可自不足10毫米长，1.5毫米宽至30毫米长，5毫米宽，除在枝顶端的叶，向前直伸外，一般均微微后弯；叶基部渐狭，但无柄，顶端尖至钝尖，具短尖头。中脉细。叶片表面平，无横向皱纹或其它纹饰；全缘，气孔带狭，靠近中脉。表皮细胞长方形，排列成规则纵行；细胞壁平直。



图1 *Rhipidocladus flabellatus* Prynada, $\times 1$ (据图版 I, 图7)

示侧枝系统由三级分枝组成, 在同一平面上分枝; 末二级枝上部着生两列状的叶, 下部互生末级枝; 在最短的末级枝上, 叶常呈掌状簇生。

讨论 本文图版 I, 图 7 和插图 1 所示的标本, 其末级小枝顶端着生掌状叶簇的特征和苏联的模式标本 (Принала, 1956) 相同。着生在顶端的叶的整个形态, 特别是常微微后弯以及顶端钝尖等特点均十分相似。只是当前的标本叶一般较短、较窄, 各级枝条都相对地细得多 (很少有超过 1 毫米的)。这些似不足以成为把当前标本和小扇杉区别开来的标志。因为, 在同一种植物的不同个体和同一植株的不同发育阶段和着生部位, 枝叶的粗细大小方面的差异完全是可能的。在西伯利亚北部勒拿河流域发现的一块被归入同一种的标本 (Сребродольская, 1963), 枝叶就都比模式标本的细小。它的各级枝轴宽约 1.3—2 毫米; 叶片长约 15 毫米, 宽 2.5 毫米。这块标本在叶的着生方式、叶形以及各级轴宽度相近等方面和模式标本也并无多少区别。我们认为枝叶粗细和大小的差异只有同某些实质性的形态变化结合起来考虑, 才会有价值。当前标本无疑也应归属同一个种, 尽管并不排除它是新萌发的幼枝的可能性。当前标本着生在长枝上的叶通常呈披针形, 顶端渐尖, 这种叶的形状和着生在苏联和当前标本短枝上的叶有所不同。这一差异也应视为同一植物体上的不同部位所致。

需要着重讨论的是扇杉的枝系的分枝情况和叶序。苏联的两块标本上虽然也保留了一部分长枝, 但它上面叶的着生状况不明。当前标本则比较完整, 可能代表着这种植物的一个完整的侧枝系统。有意义的是在末二级枝上除了和苏联标本一样着生具叶簇的短枝以外, 在上部还着生两列状的叶。在稍发育的短枝上, 叶间距已渐增大, 除在顶部还较密集外, 在下部

已显出两列状排列的特征；在有的末级枝上，叶已呈明显两列状排列（插图1）。其实，苏联标本的末级枝也并非都具有典型的叶簇。象勒拿河标本（Сребродольская, 1963, табл. 27, фиг. 5右上）的一个短枝，叶的排列就是介于簇状和两列状之间的。由此可见，小扇杉的叶并非都是簇生的。簇生叶只在它的某些短枝上存在。只要枝的伸长速度超过叶形成的速度，簇生叶可以发展成为两列叶；反之亦然。

苏联作者未曾描述和讨论这种植物的叶序。正如Harris (1976)所指出的，这一特征虽然在松柏植物分类上极有意义，但常常被人们所忽视。仔细观察当前标本，不难看出叶片是明显地成对伸出的，而每一对叶和它前后的一对叶着生位置都恰好成 90° 角交错。在短枝上由于轴强烈缩短（可能因生长受抑制所致），叶间距变得十分紧密，故叶成簇状；但在过渡型的短枝上，叶交互成对的生长情况仍可见到。末级枝上着生的叶呈偶数，顶端有两枚形状、大小相同的叶。在末二级枝上也是如此。苏联的标本上由于没有带叶的长枝，叶序不易辨识，但短枝上的叶呈偶数（6或8枚），枝顶端有两枚形状、大小相同的叶，是同当前标本一样的。在个别较发育的短枝上，叶成对着生的情况也可看到。

至于本种短枝下部具鳞片状叶的问题，在当前材料中未能得到证实。这个特征在Прынада的原始特征和描述中未曾提及，但见于Сребродольская所给的特征中（见Тахтаджян и др., 1963, стр. 300），在他们发表的图影上是无法看到的。在下面描述的短尖扇杉的枝上，有时保存有完好的芽鳞（插图5）。它们与鳞片状叶是性质完全不同的器官，不能混淆。

当前标本没有保存叶的角质层。特征中关于表皮细胞的记述是依据苏联标本的描述。

短尖扇杉 *Rhipidocladus mucronatus* Lee et Yeh

（细尖扇状杉，张武等，1980）

（图版Ⅰ，图1—3，6；图版Ⅱ，图1，3，4，6；插图2—8）

1980 *Rhipidocladus mucronata* Lee et Yeh, 见张武等, 305页, 图版183, 图12; 图版191, 图9.

1980 *Rhipidocladus flabellata* Prynada, Li & Ye, p. 8.

1980 ————— Li & Ye, p. 8, pl. 5, figs. 4, 5.

特征 整个侧枝系统分枝情况不明。末三级枝（主轴？）平滑，未见残留的叶基座和叶痕，宽2毫米。末二级枝宽1.5毫米；其上叶的排列呈现节奏性的疏密和间隔，排列紧密的近似掌状，稀疏的则呈两列状。末级小枝宽也约1.5毫米，顶端掌状簇生叶5枚，其中一枚先出叶小。在末二级枝的顶端，最后萌出的具两列状叶的长枝下部有时也见先出叶一枚。叶交互对生，在末二级枝上一般伸出后即扭转向侧方，和轴成 70° — 90° 角，但在末二级和末级枝顶端则成对地斜向前伸，并排列较紧密。在末二级枝和末级小枝上均具叶基座。叶脱落处可见微微隆起的叶痕。芽鳞对生，在萌生枝条的基部有时可见。顶芽尖。

叶直，披针形，基部狭细，最宽处在中、下部；向前方渐渐狭细，顶端收缩成一钝尖至尖的顶端；短尖头存在。在末级枝顶端的叶常较短而宽，呈长椭圆形，顶端也较钝。在末二级枝上，叶基座下延至下面第二对叶的叶基座之上。叶片长可达25—28毫米，宽4—5毫米（先出叶仅6—9毫米长，3.5毫米宽），表面平，全缘。中脉细。气孔带细线形，靠近中脉两侧各有一条。



图2 *Rhipidiocladus mucronatus* Lee et Yeh, $\times 1$ (据标本PB8976)
示侧枝系统的分枝。黑色系植物保存的部分, 虚线是推测的部分。

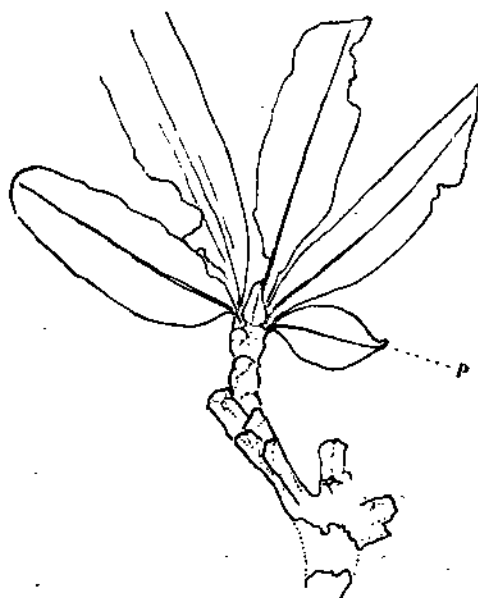


图3 *Rhipidiocladus mucronatus* Lee et Yeh,
 $\times 2.5$ (图版I, 图2放大)
一个具掌状叶簇的末级短枝, 可见顶芽及先出叶(P)。

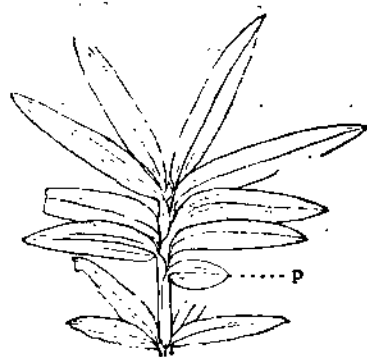


图4 *Rhipidiocladus mucronatus* Lee et
Yeh, $\times 1$ (据图版I, 图3)
一个具有两个生长周期的长枝, 上部的叶呈两
列状排列, 下部叶近掌状排列。第二个周期
开始, 有一枚先出叶(P), 叶序为交互对生,



图5 *Rhipidiocladus mucronatus* Lee et Yeh, $\times 2.5$ (图版I, 图1放大)

一个具有三个生长周期的长枝。每一个周期的始端均可见一对宿存的芽鳞(B)。

仅保存的叶背面的角质层,经自然作用氧化呈薄膜状,色浅黄,厚约1.5微米,其上可见中间脉路、两条侧位的气孔带和宽的边缘带。中间脉路上可见规则的长方形细胞(10—30微米 $\times$ 20—80微米),规则地排列成约20纵行;在叶的下延部分,细胞较狭长(在30—90微米之间)。边缘带(特别是近叶缘部分)所含的表皮细胞形状和大小与脉路上的相近,只是常较短宽,有时近正方形(直径大体在15—30微米之间),也呈纵行排列。所有细胞的垂周壁直,表壁上无角质乳突或其它增厚现象。

气孔带很狭,在每一横断面上仅可见到1—3个气孔器。气孔器圆形至椭圆形,直径在60—120微米之间,以90微米左右为常见,排列不规则,常紧挤并以副卫细胞相接触,但从不同共有副卫细胞,方位常为纵向。在叶的下延部分气孔器稀少,方位不规则。副卫细胞多,一般为7、8个至11个(9个常见),彼此形状大小相近,极位和侧位的无明显区别,向上伸出突起并联合成倒漏斗形的穹窿;穹窿顶部明显角质增厚呈环状围绕气孔窝口。保卫细胞低陷在副卫细胞组成的气孔窝下。周围细胞未能见到。

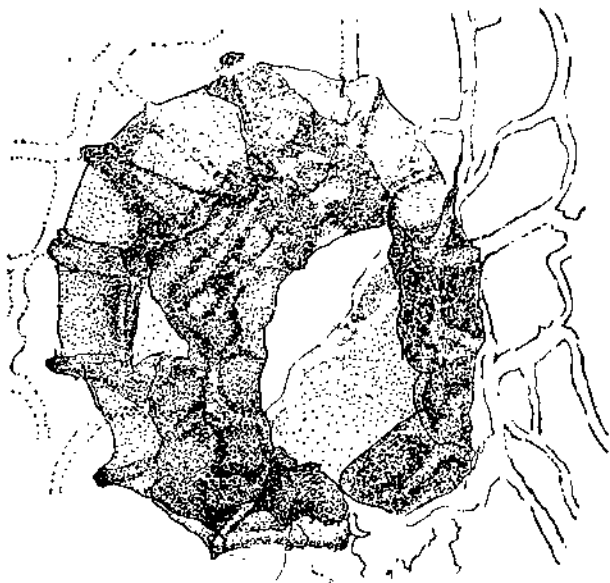


图6 *Rhipidiocladus mucronatus* 叶下延部分的气孔器， $\times 640$ （据标本PB8975）

讨论 此种现有的标本均不完整。整个侧枝系统的分枝情况不明，只图版Ⅰ，图2，插图2，3所示的一块标本上保存了分枝的迹象。图中部为一较粗的枝，我们认为它应是末三级枝或侧枝系统的中轴。其上部成对地向两侧各分出一个次一级（末二级）的枝。在左侧的一个分枝上着生一个末级小枝，顶端着生5枚掌状簇生的叶。在这块标本的末二级枝上虽有叶基座和叶痕，未见有叶着生。

图版Ⅰ，图1，3和插图4，5所示的两块标本被认为是末二级枝上部的碎片。前一块标本的枝条上叶的排列自上而下呈现出三次节奏性的疏密。每一生长周期为一个基部常保留有对生芽鳞的萌发枝，其上部有3—4对两列状排列的叶，靠近顶端枝稍增粗，同时叶排列趋于紧密，多少显示出掌状簇生的形态。另一块标本上也可清晰地看到两个生长周期（下面一个未保存完全）。在这两块标本上叶呈交互对生的特点都很明显。叶伸出后除顶端的向前直伸外，其余的即扭转向侧方呈两列状。可惜，没有一块标本保存有着生簇生叶的末级小枝。我们根据叶的形状和大小以及轴的宽度推测它们和前述的具掌状叶簇的短枝的标本是同一种植物不同部位的碎片。和扇杉属的模式种小扇杉的较完整枝系相类比，这两块标本若保存完整在其下部也很可能会有短枝状的末级小枝着生。比较图版Ⅰ，图2，插图3和图版Ⅰ，图3，插图4的两块标本，可以看到在枝条的下部或叶簇中最下位的一枚叶，都特别短小，应属低位叶——先出叶或下出叶。它们形态的近似和着生部位的一致，不只为这两块的相互隶属关系提供有力的佐证，而且还再次表明具掌状叶的枝和具两列状叶的枝可由枝顶端向上生长的速度不同造成的。在短枝上，叶序虽然不易辨认，但除了先出叶以外的叶都成对地伸出的特征还是可以看到。

短尖扇杉是本属中唯一的已知其气孔器形态和分布情况的种。由于保存状况所限，角质

薄膜难以取下,无法作切片观察气孔器的剖面。前面对气孔器的描述是根据光学显微镜下薄片观察和理解的结果。应该说明的是:即使是这样的描述也是根据不多的气孔器作出的,因为绝大多数气孔器都保存极差,保卫细胞很少能见到;另外,副卫细胞向上伸出突起联合成穹隆状的结构也未能有扫描电镜的立体图象来证实。不过,当前种和榧属某些种在气孔器图影上的惊人相似性(见本文结论部分),可以间接地证实它的气孔器构造。具有这样特殊构造形态的环状辐射型(actinocytic)气孔器在松柏类中是相当罕见的。

本种形体较大于*Rhipidiocladus flabellatus*,而且本种的叶较劲直,最宽处在中下部。另外,由于先出叶的存在使短枝上的叶呈奇数也是和小扇杉的不同处。本种的末二级枝可能呈对生的现象也异于模式种。

渐尖扇杉 *Rhipidiocladus acuminatus* Lee et Yeh

(渐尖扇状枝,张武等,1980)

(图版I,图5;图版II,图4,5;图版III,图5;插图7)

1980 *Rhipidiocladus acuminata* Lee et Yeh, 张武等, 305页;图版191,图9。

1980 _____ Li & Ye, p.10, pl.1, fig.6; pl.3, fig.5.

特征 整个侧枝系统的分枝情况不明。末二级枝和末级小枝宽度相近,为1.5—2毫米,末级枝近对生。叶4—5枚簇生顶端;枝和小枝下部有叶基座和叶痕。最低位的一枚叶(先出叶)小,单独伸出,其余的成对着生;所有的叶均直指斜前方。顶芽尖。

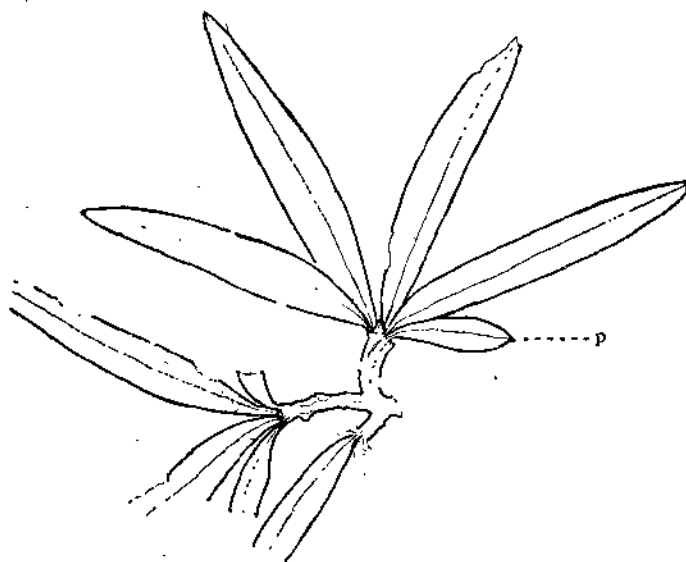


图7 *Rhipidiocladus acuminatus* Lee et Yeh $\times 1$ (据图版I,图5)

末二级枝具可能呈对生的短枝。短枝上叶5枚掌状簇生,其中一枚为先出叶(P)。

叶披针形,长达46毫米,最宽处在中、下部,达6毫米;向前方渐渐狭细,顶端尖或近钝圆,未见短尖头。先出叶最宽处在中上部,长20毫米,宽近5毫米。叶片全缘,表面平;中脉细但仍可辨别。气孔带未能看到。

叶下延部分角质层厚约1.5微米；细胞多数为长方形，长45—105微米，宽30—45微米，有时可细而狭长，宽仅6—15微米，长60—140微米，均排列成规则纵行。气孔器未见。

讨论 当前标本相当破碎，不过在已保存的部分上可以看出：其末级枝呈对生或半对生，末二级枝的顶端叶也呈簇状，先出叶存在等特征。本种和上述两种的主要区别在于叶较大而呈明显披针形。短尖扇杉虽然也具披针形叶，但在相应的短枝上叶近椭圆形。本种的末级枝近对生的现象在本属其它种内也未见过。至于末二级枝顶端叶呈掌状簇生的现象则可能是和发育程度和着生部位有关。

三、结 论

根据当前三个种的研究，我们对扇杉属的形态特征有了若干重要的新认识。首先，是它的分枝情况。扇杉属的侧枝系统至少有三级分枝。它们都分布在同一个平面上，互生或对生。它的末级小枝，特别是在末二级枝基部的末级小枝由于生长受到抑制，常呈短枝状，其上着生叶簇。有时末二级枝顶端也具簇生叶（如渐尖扇杉）。不过扇杉属的叶主要还是呈两列状排列的。在末二级枝上一般都是如此。在较发育的末级小枝上有时也呈两列状排列。扇杉属的有些枝条上保存了明显的周期性生长和休眠的痕迹，如：在末二级枝和末级枝上普遍存在顶芽，某些末二级枝上的叶呈疏密相间的现象，在枝的每一周期的始端有时具有宿存的芽鳞以及有时可见到先出叶等等都是。我们研究的三种扇杉的每一生长周期所分出的叶数都相当少，最多的只有7对，一般4—5对，最少的只有3对。这些似乎表明植株增长速度相当缓慢或者适合枝条增长的季节很短促。

第二是扇杉属的叶序。在小扇杉（模式种）和短尖扇杉的长枝上，叶明显地成对生出，每对叶和上、下两对叶成90°角交错。在小扇杉的侧生短枝上，这一特点也可看到，因为叶为偶数，而且有时还可看到叶呈两列对生的现象。在短尖扇杉和渐尖扇杉的短枝上只见簇生叶，而且叶为奇数，不过由于其最下位的一枚异常小型的是先出叶，正常叶同样是呈偶数成对生出的。将短尖扇杉的短枝和长枝作一比较（插图3，4），完全可以证实这一点。因此，可以肯定扇杉属已知的三个种的叶序都是交互对生的，在短枝上叶呈丛簇状，是由于枝生长缓慢所致，叶序并无改变。

第三是扇杉属的表皮特征。苏联西伯利亚的标本只提供了极少情况，即：细胞大多为四方形排列成规则纵行，细胞壁平直。当前材料中的小扇杉没有保存角质层。短尖扇杉的叶背面气孔带是很狭窄的，靠近中脉；气孔器排列很不规则，通常紧挤并以副卫细胞相接触；气孔器单环式，由7或8个以上的副卫细胞及其上伸出的突起互相联合围绕气孔窝而成。当前材料中，渐尖扇杉叶的角质层上没有保存气孔器，不过其叶下延部分的细胞特征和排列状况与上述两种基本上没有区别。

扇杉属具有独特的混合特征。我们未曾在化石松柏类中见到有近似的属种。现在松柏植物中具有长、短枝的枝系和腹背性叶的属主要见于松科，象银杉、落叶松和金钱松等，在杉科中偶有出现，如金松（不过也有人主张金松独立成一科）。然而交互对生的叶序则是松科

现存种所未见的。这种叶序在柏科中是优势型,但柏科的叶通常是鳞片状的。在杉科(水杉)、罗汉松科(*Saxëgothaea* Lindley)以及紫杉科(穗花杉)中也有交互对生叶序,不过就角质层特征而言,扇杉属和上述各属的区别是很明显的(参看Florin, 1931)。从气孔器排列不规则,气孔器中副卫细胞多而且向上伸出突起联合成穹窿状等特征来看,和扇杉属最接近的松柏类植物是榧属,特别象*Torrëya taxifolia* Arnott (Florin, 1931, T. 26, Fig. 3)和化石种*T. ualida* Florin (1958, pl. 14, figs. 1, 2; pl. 15, fig. 1)。当然,扇杉属的中脉虽细,仍可在印痕上看到,是和榧属不同的。另外,气孔带好象不似榧属的那样深陷,而且迄今也没有在气孔带的表皮细胞上见到象榧属各种普遍具有的极为发育的乳突。就外部形态而言,榧属不具短枝,它的叶呈二重螺旋形(double helix),其开度都小于90°(Harris, 1976)。

扇杉属无疑是许许多多中生代已绝灭的松柏植物之一,这些化石属种因其所具的独特的混合特徵而很难确切地纳入到现代科属等分类单位中去。不过从现有的证据来看,特别是叶序和叶的角质层构造方面,它属于紫杉目的可能性似大于松柏目。

遗憾的是,到目前为止我们还未发现任何扇杉属的生殖器官,即使是枝叶和角质层的特征也还是所知不多的。我们希望在今后的采集中获得更多的完好标本,以便对它的确切分类位置再进行深入探讨。

扇杉属的叶可保留几个生长周期,故应是常绿植物。它的叶角质层不甚厚,表皮细胞壁平直无任何加厚和乳突,表示它不是旱生或盐生的。从气孔器和榧属的形似来推测,它很可能也是温暖湿润气候下山地生长的。在叶背面角质层上保存有子囊菌类的子囊壳(图版Ⅱ,图2),也指示着相同的气候环境。

参 考 文 献

- 叶美娜, 1981: 关于化石角质层的研究和技术处理方法。中国古生物学会第十二届学术年会议论文集, 170—179页。科学出版社。
- 张武、张志诚、郑少林, 1980: 东北地区古生物图册(二), 植物界, 221—403页。地质出版社。
- 杨学林、厉宝贤、黎文本、周志炎、文世宣、陈丕基、叶美娜, 1978: 吉林蛟河盆地晚中生代陆相地层。地层学杂志, 2卷, 2期, 131—145页。
- Florin, R., 1931: Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. I. K. Svensk Vetensk. Akad. Handl., Stockholm, Ser. 3, 10, pp. 1—588.
- , 1958: On the Jurassic Taxads and Conifers from North-Western Europe and Eastern Greenland. *Acta Horti Bergiani*, Uppsala, 17(10), pp. 257—402.
- Harris, T. M., 1976: Two neglected aspects of fossil conifers. *Amer. J. Bot.*, Columbus, Ohio, 63(6), pp. 902—910.
- Li Xing-xue and Ye Mei-na, 1980: Middle-late Early Cretaceous flora from Jilin, NE China. Pap. 1st Conf. Int. Organiz. Palaeobot., London & Reading.
- Кипарисова Л. Д., Марковская Б. П., Радченко Г. П. ред., 1966: Материалы по палеонтологии. Гостеолтехиздат Москва.
- Тахтаджян А. Л., Вахрамеев В. А., Радченко Г. П., 1963: Основы палеонтологии, том 15, Голосеменные и покрытосеменные, Москва.