

苏皖象山群下部一些裸子植物化石 及其表皮构造的研究^{*}

曹正尧

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提要 报道象山群下部的裸子植物 5 属 5 种: *Otozamites* sp., *Ptilophyllum hsingshanense* Wu, n. emend., *Nilssonia* cf. *saighanensis* Seward, *Pseudoctenis* sp., *Baiera* cf. *guilhaumatii* Zeiller, 对其表皮构造进行详细的描述。标本产自安徽宿松、屯溪和江苏南京、江都的象山群下部。

关键词 裸子植物 表皮构造 象山群下部 早侏罗世 苏皖沿江地区

1 前言

苏皖象山群系指长江中下游沿江地区的早中侏罗世地层,下部为含煤地层,在安庆地区称磨山组(曾用名武昌组),南京附近称南象山组(相当于原陵园组和紫霞洞组),时代为早侏罗世,内含很丰富的植物化石,所谓象山植物群几乎全产自这一地层。对象山植物群前人虽有零星的报道(Sze, 1931; 王国平等, 1982; 黄其胜, 1983, 1988),但未作详细的研究。笔者(1998)曾报道过其中的一些本内苏铁目化石的表皮构造,是有关象山植物群中保存有角质层标本的首次发现。由于我国南方中生代植物化石保存有角质层的标本极其稀少,故十分珍贵。本文是继这一报道后对象山植物群具角质层标本的又一报道,包括本内苏铁目的耳羽叶属(*Otozamites*)和毛羽叶属(*Ptilophyllum*)各一种,苏铁目的蕉羽叶属(*Nilssonia*)和假篔羽叶属(*Pseudoctenis*)各一种,银杏目的拜拉属(*Baiera*)一种,共 5 种。标本大多数产于安徽宿松县毛岭附近的武昌组,系安徽地质局 326 队所采;其它产自安徽屯溪市月潭村的象山群下部,南京石佛庵和江都砖桥地下的陵园组。

宋之耀为标本摄影,袁留平作电镜扫描,谨此致谢。

2 化石描述

本内苏铁目 **Bennettiales**

毛羽叶属 **Genus *Ptilophyllum* Morris, 1840**

兴山毛羽叶(新增订) ***Ptilophyllum hsingshanense* Wu, n. emend.**

(图版 I, 图 1-12A; 图版 II, 图 1)

羽状分裂,线形,叶宽约 1.8 cm,保存的长度为 5.5 cm。裂片以整个基部着生于羽轴的腹面,互生,与轴约成 60°,排列整齐而紧密;裂片线形,长约 1 cm,宽约 2.5 mm,裂片基部上端微微突起略呈耳状,下端略扩大作拖延状,往往被下一枚裂片的上端所覆盖,顶端斜圆形。叶脉自裂片底部以较小角度伸出后即向外弯,交于裂片的两侧和顶端边缘,分叉多次,在裂片基部有脉 7、8 条。

上表皮无气孔器,全由长方形、多角形的细胞组成,细胞多呈纵向排列但不成规则的纵行,长 17-177 μm ,宽 12.5-33 μm ,脉路上细胞略微狭长;垂周壁不规则弯曲或直。下表皮比上表皮薄,分成脉

收稿日期:1998-12-20

^{*} 中国科学院古生物与古人类学科基础研究特别支持费(920203)资助课题。

路区和气孔带。脉路区宽约 $240 \mu\text{m}$ 土, 表皮细胞呈多角形和纵长多角形, 不成纵行, 表皮细胞垂周壁强烈弯曲, 不见乳突但内面凹凸不平。气孔带宽约等于脉路宽, 气孔器较小, 呈圆形、横椭圆形或横长方形, 排成 2—3 不规则的纵行, 方向不定, 彼此相隔 1—3 个细胞; 气孔器间的正常表皮细胞及其垂周壁和水平壁的形态与脉路上的一致。保卫细胞下陷、角质化程度强, 呈半圆形或斧形, 长 $19-24 \mu\text{m}$, 宽 $10-14 \mu\text{m}$, 孔缝长 $8-10 \mu\text{m}$; 副卫细胞较多地覆盖在保卫细胞之上。毛基一般见于脉路区。

本种原先为吴舜卿等(1980)根据较多产自鄂西兴山县回龙寺, 秭归县泄滩、沙镇溪的香溪组标本建立的, 模式标本未作过表皮构造的研究。根据羽片和裂片的形态和叶脉特征, 当前标本属于 *Ptilophyllum hisingshanense* Wu 当无疑义, 根据对其表皮构造的研究结果, 将种的特征增补如上。

耳羽叶属 Genus *Otozamites* Braun, 1843

耳羽叶(未定种) *Otozamites* sp.

(图版 II, 图 2—11)

标本为羽叶的基部, 具柄, 其保存的长度约 2.2cm , 上面有 7 枚完整程度不等的裂片。裂片着生于轴上, 对生, 近卵形, 长仅约 2mm , 宽也只有 2mm 左右, 其基部下、下收缩成圆形, 上基角略扩张。叶脉以较少的角度伸出后即向外弯, 分别交于裂片两侧和前端边缘, 分叉一次, 在近基部处约有 5、6 条。

上表皮无气孔器, 脉路不明显。表皮细胞方形、纵长方形和多角形, 成不整齐的纵行, 垂周壁强烈褶皱, 曲弧呈蕈伞状使垂周壁成串珠状。下表皮比上表皮薄, 可分为边缘带、脉路区和气孔带。气孔带宽约 $300 \mu\text{m}$, 远大于脉路的宽度($100 \mu\text{m}$ 左右)。表皮细胞的轮廓不十分清楚, 表壁内面凹凸不平, 垂周壁的褶皱形态与上表皮细胞相同。气孔器成不规则的 2—3 纵行, 偶见 1 行, 彼此相隔 1—3 个细胞, 有时互相接触, 但不共有保卫细胞, 方位不定。气孔器呈圆形、横的椭圆形或长方形。保卫细胞略下陷, 较强地角质增厚, 斧形或新月形, 长 $22-30 \mu\text{m}$, 宽 $6.5-11.3 \mu\text{m}$, 孔缝长 $9-13 \mu\text{m}$ 。副卫细胞角质增厚, 半圆形至方形, 常较多地掩盖着保卫细胞, 表壁平滑。

当前标本只保存羽叶的基部, 其裂片的形态和大小以及表皮特征与湘西南早侏罗世塔坝口段的串珠耳羽叶 *Otozamites margaritaceus* (周志炎, 1984,

33 页, 图版 XIX, 图 1—4) 极为相似, 但后者叶脉较密(每毫米 3—5 条), 表皮细胞表壁平滑, 副卫细胞未角质增厚, 但具乳突悬垂气孔窝之上, 可与前者相区别。当前标本与定为 *Ptilophyllum bengalensis* (Oldh.) Schimper, *Otozamites abbreviatus* Feistmantel 的一些标本(Oldham and Morris, 1863, p. 27, pl. XIX, figs. 1, 2, 6. Feistmantel, 1879, p. 21, pl. VII, fig. 7; pl. VIII, figs. 6, 7; pl. IX, figs. 3, 12. Kilpper, 1968, p. 129, pl. I, fig. 1; pl. II, figs. 3, 4; Text figs. 2, 3, 6), 以及伊朗早侏罗世的 *Ptilophyllum minor* (Kilpper, 1968, p. 134, pl. III, figs. 1, 2; Text figs. 4, 5) 也难以区别, 但这些标本的表皮构造不清楚, 其与当前标本的关系无法判断。

苏铁目 Nilssoniales

蕉羽叶属 Genus *Nilssonia* Brongniart, 1825

赛甘蕉羽叶(比较种) *Nilssonia* cf. *saighanensis* Seward

(图版 III, 图 5—14)

2 枚叶片碎片, 均为叶片的中部, 宽 $2.3-3\text{cm}$, 保存的长度 $6-10\text{cm}$, 叶膜全盖住轴, 全缘不分裂, 轴宽 $2-3\text{mm}$ 。叶脉稀疏, 每厘米内含 12—15 条, 不分叉, 与轴成直角, 其顶部呈弧形弯向叶缘。

上表皮由长方形和伸长多角形细胞组成, 没有气孔器, 脉路不明显, 脉路细胞似排成纵行。表皮细胞表壁内面平滑或具细小的乳突, 垂周壁直, 不均匀角质增厚。下表皮较薄, 分脉路区和介于其间的气孔带, 气孔带较窄, 宽 $200 \mu\text{m}$ 上下, 脉路区宽度约为气孔带宽度的两倍。表皮细胞轮廓不大清晰, 脉路区上的似呈长方形和纵长多角形, 气孔带上的多为多角形或长方形; 表壁内面具大小、数目不等和位置不定的乳状或丘状突起, 垂周壁直。气孔器椭圆形, 大致排成纵行, 方向不定。保卫细胞下陷, 呈半月形; 孔缝长 $15 \mu\text{m}$ 。副卫细胞约 6 个(2 个极细胞, 4 个侧细胞), 呈扇形, 有中空的乳突悬垂于孔窝上。

当前标本与阿富汗的 *Nissonia saighanensis* Seward (1912, p. 29, pl. 3, figs. 47—49; pl. 7, figs. 89—90) 十分接近, 但后者叶脉偶有在轴附近作一次分叉的, 表皮构造也不清楚。从叶片的形态、大小及叶脉的特征来看, 当前标本与 *N. orientalis* Heer, *N. tenuinervis* Seward 和 *N. taeniopteroides* Halle, 都极其相似, 区别只在侧脉的疏密和粗细上。上列相似的各种叶脉都比当前的密, 其中英国 York-

shire 中侏罗世的 *N. tenuinervis* Seward 最密(一般每厘米含 35—40 条,很少有少于 30 条和多于 50 条的);北半球晚三叠世至早白垩世较为常见的 *N. orientalis* Heer, 每厘米含 27—35 条;南极 Grahamland 中侏罗世的 *N. taeniopteroides* Halle (1913, p. 47, pl. 5, pl. 6, figs. 1—7; Text fig. 11), 每厘米含 15—20 条,叶脉比当前的标本稍密,且常有在不同位置上分叉一次的。此外,除 *N. tenuinervis* 外,表皮构造都不清楚。据 Harris(1964, p. 33)的描述,后者上表皮细胞表壁有细斑点;下表皮有毛痕,气孔带相对较宽,气孔器星散分布,保卫细胞不特化或多少具一颇平的乳突或突起成一中空的乳突,与当前标本是有区别的。

假篔羽叶属 Genus *Pseudoctenis* Seward, 1911

模式种 *Pseudoctenis cathiensis* (Richards) Seward

叶大,伸长形,一次羽状分裂。裂片或宽或窄,伸长形、披针形或带形,着生在轴的两侧,全缘,顶端截形或收缩,基部扩张或收缩。平行叶脉,简单或分叉。叶质厚。气孔下生,气孔器星散分布,方位不定或纵向,单唇型;保卫细胞下陷。细胞壁直或近于直。

假篔羽叶属(未定种) *Pseudoctenis* sp.

(图版 II, 图 12—14;图版 III, 图 1—4)

1 块羽叶碎片,只保存叶轴的一部分和一些狭带形的裂片。轴细,宽约 1.5 mm,上面有纵向条纹。裂片宽约 8 mm,长度在 5.5 cm 以上,以整个基部着生于轴的两侧,与轴以锐角相交,半对生,裂片基部略下延,顶部形态不明。叶脉不甚明显,彼此平行,似部分在裂片基部分叉,每个裂片有脉 9 条左右。叶质较厚。

上表皮细胞呈方形、长方形或多角形,垂周壁直,无气孔器。下表皮薄,表壁内面具很发达的乳突。脉路细胞方形或长方形,垂周壁直而角质加厚;脉间细胞轮廓模糊,似为多角形,垂周壁亦直。气孔器单唇型,只见于脉间区;方位不定,所见者与脉路垂直或斜交。保卫细胞下陷,位于由副卫细胞组成的孔窝中,呈半月形,宽 8—10 μm ,长约 30 μm ,孔缝长 20—25 μm ;副卫细胞 8(?)个(2 个极细胞,6 个(?)侧细胞),内壁角质加厚。

从叶和裂片的形态以及叶脉特征来看,当前标本极似 *Pseudoctenis* 属,表皮特征也显示属于苏铁

型,故其定为 *Pseudoctenis* 应无疑问。就外部形态而言,它与英国约克郡中侏罗世的 *Pseudoctenis herriesi* Harris (Harris, 1946, p. 829, Text figs. 4—6; 1964, p. 72, figs. 30—32) 十分相似,但后者叶脉比较细密(32—48/cm),不分叉,与前者是明显不同的。

银杏目 Ginkgoales

拜拉属 Genus *Baiera* F. Braun, 1843, emend. Florin, 1936

基尔豪马特拜拉(比较种) *Baiera* cf. *guilhaumatii* Zeiller

(图版 III, 图 15;图版 IV)

1931 *Baiera* sp., Sze, 1931, p. 38, pl. VI, fig. 7.

1964 *Baiera guilhaumatii*, 斯行健、李星学等, 235 页, 图版 79, 图 3。

叶倒楔形,具 2 mm 左右宽的叶柄。叶片先深裂至基部成不对称的两部分,每一部分继续分叉 1—2 次,有时 3 次;最后裂片长可达 4.5—6 cm,宽 3.5 mm 左右,最宽处在裂片顶部,顶端圆(?);最外裂片之间的夹角 35°—70°。叶脉稀疏,每个裂片含叶脉不多于 4 条,脉距 0.6—0.8 mm。

上表皮中等厚。脉路细胞比较狭长,无气孔器;脉间细胞呈纵长的长方形、斜方形、三角形和多角形,气孔器不多,不规则分布或成短的纵行,气孔器附近表皮细胞较短而宽,有时横宽。垂周壁直或稍微弯曲,不均匀角质增厚,水平壁无乳突,外面具不规则颗粒状突起。气孔器构造与下表皮的相同。

下表皮略比上表皮薄。脉路细胞呈长方形、斜方形、伸长的多角形和三角形,排成纵行;脉间细胞呈多角形、方形或长方形,无序排列。垂周壁直,不均匀角质增厚;水平壁亦无乳突,外面有不规则颗粒状突起。气孔器星散分布于脉路间,较多,有时相邻气孔器互相紧靠,但不共有副卫细胞。副卫细胞 5—7 个,多呈扇形,大小不一,部分地盖住保卫细胞,彼此联成圆形或卵形的环,孔口附近较强地角质增厚。保卫细胞略下陷或不下陷,斧形,长 22—26 μm ,宽 10—12 μm ,方位不定,孔缝长 11—15 μm 。周围细胞常见,不特化。

当前标本叶片分裂的方式和开展的角度,与越南上三叠统(Zeiler, 1903, p. 205, pl. 50, figs. 16—19)和江苏南京附近栖霞山象山群(Sze, 1931, p. 37, pl. VI, figs. 1—6)的 *B. guilhaumatii* Zeiller 十分接近,但叶和裂片较大,后者还未作过表皮构造的研

究,因此将它们暂定为 *B. cf. guilhaumatii* Zeiller, 以待该种表皮构造的研究结果,再来确定两者的关系。

参考文献

- 王国平,陈其爽,李云亭,兰善先等,1982. 华东地区古生物图册(三).中、新生代分册.北京:地质出版社,236-401.
- 吴舜卿,叶美那,厉宝贤,1980. 鄂西香溪群——晚三叠世及早、中侏罗世植物化石.中国科学院南京地质古生物研究所集刊,14: 63-78.
- 周志炎,1984. 湘西南早侏罗世早期植物化石.中国古生物志,总号165,新甲种第7号.北京:科学出版社.
- 黄其胜,1983. 安徽省沿江一带早侏罗世象山植物群.地球科学,1983(2):25-36.
- 黄其胜,1988. 长江中下游早侏罗世植物化石垂直分异及其意义.地质论评,34(3):193-202.
- 曹正尧,1998. 苏皖象山群下部一些本内苏铁目化石的表皮构造研究.古生物学报,37(3):283-294.

- 斯行健,李星学等,1963. 中国中生代植物.北京:科学出版社.
- Fiestmantel O, 1879. The fossil flora of the Upper Gondwanas. Outliers on the Madras Coast. Palaeont. Indica, 2, 1(4):191-242.
- Halle T G, 1913. The Mesozoic flora of Graham Land. Wiss. Erg. Schw. Sudpolar Expedition, 1901-1903 Unter leitung von Dr. Otto Nordenskjöld, 119(14):1-123.
- Harris T M, 1964-1974. The Yorkshire Jurassic Flora, II-IV British Museum (Nat. Hist.), London.
- Kilpper K, 1968. Einige Bennettiteen-Blätter aus dem Lias von Kar-mozd-Zirab (N.-Iran). Journ. Linn. Soc. (Bot.) London, 61 (384):129-135.
- Oldham T, Morris J, 1863. The fossil flora of the Rajmahal Series, Rajmahal Hills, Bengal. Palaeont. Indica, 2, 1(2):1-52.
- Seward A C, 1912. Mesozoic plants from Afghanistan and Afghanistan-Turkestan. Palaeont. Indica, N.S. 4(4):1-57.
- Sze H C, 1931. Beiträge zur Liasischen Flora von China. Mem. Nat. Res. Inst. Geol., 12:1-85.
- Zeiller R, 1902-1903. Flore fossile des gites de Charbon du Tontin-Paris. Études des minéraux de la France.

SOME SPECIMENS OF GYMNOSPERMAE FROM THE LOWER PART OF XIANGSHAN GROUP IN JIANGSU AND ANHUI PROVINCES WITH STUDY ON THEIR CUTICULES

CAO Zheng-Yao

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Abstract

This paper deals with some specimens of Gymnospermae derived from the lower part of Xiangshan Group in Jiangsu and Anhui provinces, paying particular attention to characteristics of their cuticular structures. These specimens include *Ptilophyllum hsingshanense* Wu, n. emend., *Otozamites* sp., *Nilssonia cf. saighanensis* Seward, *Pseudecten* sp. and *Baiera cf. guilhaumatii* Zeiller, being collected from four localities respectively: 1) Maoling of Susong County in Anhui Province (Wuchang Formation); 2) Yutan of Tunxi City in Anhui Province (Yutan Formation); 3) Shifoan of Nanjing City in Jiangsu Province (Lingyuan Formation) and 4) Zhuangqiao of Jiangdou City in Jiangsu Province (Lingyuan Formation). All the plant-bearing strata are generally con-

sidered to be Lower Jurassic in age.

图版说明

标本及薄片和扫描样品均保存于中国科学院南京地质古生物研究所.未注明倍数者为原大.

图版 I

1-12A. *Ptilophyllum hsingshanense* Wu, n. emend.

1. 1个羽叶的中部.安徽省宿松毛岭;武昌组.采集号: NAM-009;登记号: PB17611b. 1a. 1的部分放大, $\times 3$, 示裂片形状及其着生方式和叶脉. 2. 上表皮, $\times 50$, 示脉路. 3. 下表皮, $\times 50$, 示气孔器分布及毛基. 4. 上表皮内面, $\times 120$. 5. 图4的部分放大, $\times 300$, 示表皮细胞形态, 垂周壁略弯曲. 6. 上表皮内面(左边)和外面(右边), $\times 220$. 7. 气孔器外面观, $\times 1000$. 8. 下表皮内面, $\times 120$, 示表皮细胞形态和气孔器分布(成不规则纵行). 表皮细胞垂周壁强烈弯曲. 9, 10. 图8的部分放大, $\times 800$, $\times 1000$, 气孔器内面观. 11. 1个气孔器的放大, $\times 800$.
- 12A. 羽叶的中、下部.安徽省宿松毛岭;武昌组.采集号: NAM008上;登记号: PB17613. 2, 3, 11. 为光学显微镜照片. 4-11.

10. 为电镜扫描照片, 样品全取自图 1 的标本。

12B. *Amonozamites quadratus* Cao

羽叶基部的碎片。

图版 II

1. *Ptilophyllum hisingshanense* Wu, n. emend.

气孔器内面观, $\times 1\ 000$ 。电镜扫描照片, 样品取自图版 I, 图 1 的标本。

2—11. *Otozamites* sp.

2. 1 枚羽叶的基部, $\times 3$ 。安徽省宿松毛岭; 武昌组。采集号: NAM-009; 登记号: PB17611a。3. 上表皮, $\times 120$, 示表皮细胞形状。4. 下表皮, $\times 120$, 示气孔器分布。细胞轮廓不清楚。5. 1 个气孔器的放大, $\times 800$, 副卫细胞角质增厚。6. 上表皮内面观, $\times 400$, 示垂周壁强烈褶皱呈串珠状。7. 下表皮内面观, $\times 220$, 示气孔带内气孔器分布和表皮细胞垂周壁强烈褶皱。8, 9. 图 7 的气孔器放大, $\times 1\ 000$, $\times 800$; 9. 示 2 个相邻但不共有副卫细胞的气孔器。10. 下表皮内面观, $\times 300$ 。表皮细胞强烈褶皱呈串珠状。11. 图 10 的 1 个气孔器放大, $\times 1\ 000$ 。3—5. 为光学显微镜照片。6—11. 为电镜扫描照片, 样品都取自图 2 的标本。

12—14. *Pseudoctenis* sp.

12. 上表皮, $\times 120$ 。13. 下表皮, $\times 120$ 。14. 下表皮的一个气孔器放大, $\times 500$ 。

全为光镜照片, 样品取自图版 III, 图 1 的标本。

图版 III

1—4. *Pseudoctenis* sp.

1. 1 个羽叶的碎片。江苏省江都砖桥; 陵园组。采集号: A-7; 登记号: PB17616。2. 下表皮内面观, $\times 167$ 。表皮细胞水平壁内面具乳突, 表皮细胞似呈多角形, 垂周壁直, 其间见 2 个气孔器; 左面边缘似为脉路, 表皮细胞呈方形和长方形, 垂周壁直而加厚。3, 4. 图 2 的 2 个气孔器放大, $\times 1\ 000$, 示保卫细胞和 8(?) 个副卫细胞。2—4. 为电镜扫描照片, 样品全取自图 1 的标本。

5—14. *Nilssonina* cf. *saighanensis* Seward

5. 羽叶的中部碎片。安徽省宿松毛岭; 武昌组。采集号: NAM-

009; 登记号: PB17614。6. 上表皮内面观, $\times 120$ 。7. 上表皮内面观, $\times 300$, 示表皮细胞形态, 垂周壁直而不均匀角质增厚, 水平壁内面具小的乳突。8. 下表皮内面观, $\times 153$, 垂周壁直, 具乳突。9. 图 8 的 1 个气孔器放大, $\times 1\ 000$, 示孔缝和副卫细胞, 保存细胞残存一部分。10. 下表皮内面观, $\times 220$, 示细胞形态和气孔器。11. 图 10 的 1 个气孔器内面观, $\times 1\ 000$ 。副卫细胞 6 个, 具中空的乳突, 亦见保卫细胞和孔缝。12. 下表皮, $\times 50$, 示气孔器分布, 气孔带较窄, 脉路区较宽, 表皮细胞轮廓不明显。13. 图 12 的 1 个气孔器, $\times 768$, 示孔缝和悬挂于孔窝上的副卫细胞的乳突。14. 羽叶印痕化石的一部分。安徽省屯溪月潭; 象山群下部(月潭组)。采集号: H378-33。登记号: PB17615。6—11. 为电镜扫描照片, 12, 13. 为光镜照片, 样品全取自图 5 的标本。

15. *Baiera* cf. *guilhaumati* Zeiller

上表皮的 1 个气孔器的外面观, $\times 1\ 000$ 。电镜扫描照片, 样品取自图版 IV, 图 1 的标本。

图版 IV

1—15. *Baiera* cf. *guilhaumati* Zeiller

1. 1 枚不完全保存的叶片。安徽省宿松毛岭; 武昌组。采集号: NAM-005; 登记号: PB17617。2, 3. 两块叶的印痕化石。江苏省南京石佛庵; 陵园组。采集号: SN1010; 登记号: PB17618, PB17619。4. 上表皮内面观, $\times 100$, 示细胞形态和脉路及脉间气孔器的分布状况。5. 图 4 的部分放大, $\times 267$ 。6. 图 4 的 1 个气孔器放大, $\times 1\ 000$ 。示保卫细胞及其周围的副卫细胞。7. 上表皮外面观, $\times 100$, 示表面具颗粒状突起。8. 下表皮内面观, $\times 100$, 示细胞形态和气孔器分布, 左面边沿为脉路。9. 图 8 的部分放大, $\times 400$, 示表皮细胞和气孔器形态。10. 下表皮外面观, $\times 100$, 左边为脉路, 右边为脉间区。11, 12. 图 10 的 2 个气孔器外面观, $\times 1\ 000$ 。13. 上表皮, $\times 50$, 示脉路和脉间区成行的气孔器。14. 下表皮, $\times 50$, 示气孔器星散分布, 较密; 左面边沿似为脉路。15. 图 14 的 2 个相邻的气孔器, $\times 500$ 。可见孔缝和 5—6 个副卫细胞, 孔口周围较强地角质增厚。4—12. 为电镜扫描照片。13—15. 为光镜照片, 样品全取自图 1 的标本。