

福建政和早白垩世南园组植物化石*

曹正尧

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

梁诗经 马爱双

(福建地质矿产局区域地质调查队, 福建三明 365001)

内 容 提 要

描述福建政和南园组的植物化石 12 属 22 种, 包括 4 新种: *Cladophlebis daxiensis*, *Zamites lanceolatus*, *Zamiophyllum?* *minor* 和 *Sphenobaiera fujianensis*。该植物群的面貌与永安坂头植物群相近, 时代为早白垩世早期。

关键词 植物化石 福建 政和 南园组 早白垩世

福建的南园组不整合伏于坂头组之下, 岩性以中酸—酸性火山岩为主, 曾与下伏长林组合称兜岭群。其中的植物化石, 除王国平(1982)描述过 3 种: *Zamiophyllum buchianum* (Ettingshausen) Nathorst (即本文 *Zamites lanceolatus* sp. nov.), *Ptilophyllum zhengheense* Wang 和 *Taeniopteris yangyuanensis* Wang 外, 还有少数属种散见于一些地质报告中。本文描述的化石标本, 与王国平所描述的产自同一地点同一层位, 即闽北政和县城以东大溪村附近南园组中段厚约 231m 的沉积岩层中(插图 1, 2)。据福建区调队资料, 其层序自上而下为:

上覆地层: 南园组上段流纹质晶屑凝灰熔岩。

~~~~~喷发不整合~~~~~

南园组中段

- |                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| 14. 掩盖                                       | 14. 3m |
| 13. 浅灰色中层状含砾粗砂岩夹浅绿色中—薄层状流纹质晶屑凝灰岩             | 21. 4m |
| 12. 灰白色中层状凝灰质细砂岩, 顶、底部夹较多薄层状粉砂岩, 中部夹少量中、粗粒砂岩 | 21. 7m |
| 11. 浅灰色中层状中、粗粒长石石英砂岩                         | 11. 5m |
| 10. 灰黑色薄层状粉砂质泥岩                              | 23. 4m |
| 9. 大部掩盖, 底部为浅灰色中、厚层状中、粗粒砂岩与浅灰色薄层状砂质泥岩互层      | 23. 9m |
| 8. 灰黑、浅灰薄—中层状泥岩                              | 9. 5m  |
| 7. 浅灰色粗粒长石石英砂岩                               | 8. 3m  |
| 6. 浅灰、灰黑色薄层状粉砂质泥岩夹薄层状粉砂岩、硅质泥岩、页岩及中、粗粒砂岩      | 47. 3m |
| 5. 浅灰色薄层状中、粗粒凝灰质砂岩                           | 30. 0m |
| 4. 掩盖                                        | 11. 8m |

\* 中国科学院所长基金资助。

3. 灰黑色薄层状碳质页岩夹灰色薄层状砂岩14.2m
2. 大部掩盖,底部为灰色薄层状泥质粉砂岩10.7m
1. 下部灰紫色流纹质晶屑凝灰岩,上部为浅灰紫色层凝灰岩9.9m
- ~~~~~喷发不整合~~~~~
- 下伏地层:南园组下段浅灰、灰白色斜长流纹岩

植物化石产自上述剖面的第2层和第8层,经笔者鉴定有下列属种: *Gleichenites?* sp., *Cladophlebis* cf. *browniana* (Dunker) Seward, *Cl. daxiensis* sp. nov., *Otozamites* sp. [cf. *O. klipsteini* (Dunker) Seward], *Ptilophyllum zhengheense* Wang, *P* cf. *boreale* (Heer) Seward, *P.* sp.1, *P.* sp.2, *Zamites lanceolatus* sp. nov., *Z.* sp.1, *Z.* sp.2, *Zamiophyllum?* *minor* sp. nov., *Sphenobaiera fujianensis* sp. nov., *S.* sp., *Czekanowskia* sp., *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow, *C. gracilis* (Sze) Chow, *C.* sp., *Brachyphyllum obesum* Heer, *Pagiophyllum* sp., *Carpolithus* sp. 等。共生的尚有满洲鳄(*Monjurosuchus*)、鳖(*Trionychoidea*)等动物化石。

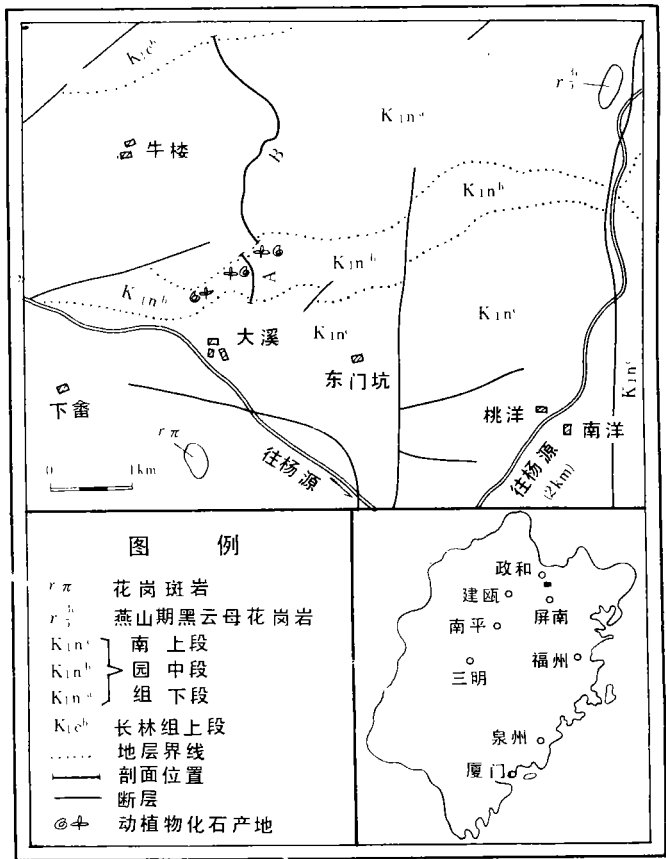


插图 1 福建政和大溪附近地质略图

Sketch showing geology near Daxi of the Zhenghe county

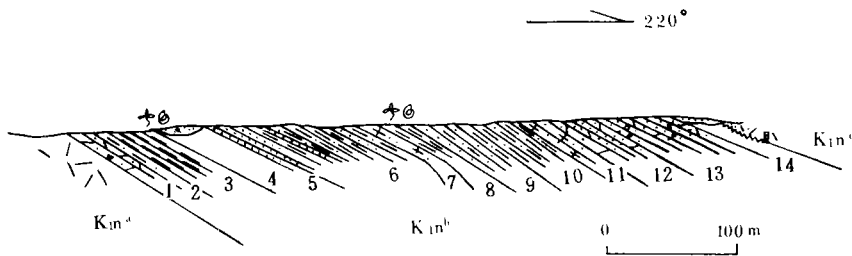


插图 2 福建政和大溪村附近早白垩世南园组中段剖面

Section of the middle member of the Early Cretaceous Nanyuan Formation  
near the village Daxi of Zhenghe, Fujian

斯行健(1945)曾研究永安坂头组的植物化石,共有:*Sphenopteris* sp. (cf. *Ruffordia goepperti* Dunker), *Onychiopsis*? sp., *Cladophlebis* sp. (cf. *C. dunkeri* Schimper), *Sagenopteris yunganensis* Sze, *S. ? dictyozamioides* Sze (应属 *Dictyozamites*), *Ptilophyllum boreale* (Heer) Seward, *Otozamites* sp. (cf. *O. klipsteini* Dunker), *Nilssonia* sp., *Brachyphyllum obesum* Heer, cf. *Sphenolepidium elegans* (Chow) Sze [即 *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow], *Pagiophyllum gracile* Sze [即 *Cupressinocladus gracilis* (Chow) Chow], *Thuites*? sp. (《中国中生代植物》改定为 *Cupressinocladus*? sp.), *Podozamites*? sp., *Baiera* sp., Fructification 等。地质时代定为早白垩世早期。本文所研究的植物化石,其总的面貌与坂头植物群相近,它们都以具鳞片状叶的松柏类和本内苏铁占主导地位,真蕨类都是以小羽片小而质厚为特征,都缺乏木贼类。两者相同或相似的种有6个,即 *Otozamites* sp. (cf. *O. klipsteini*), *Ptilophyllum* cf. *boreale*, *Cupressinocladus elegans*, *C. gracilis*, *Brachyphyllum* cf. *obesum* 和 *Sphenobaiera fujianensis* (斯氏的 *Baiera* sp. 似应属此种)。 *O. klipsteini*, *Ptilophyllum boreale*, *Brachyphyllum obesum* 都是早白垩世植物的代表分子,在我国南方的早白垩世地层中也都有发现。*Cupressinocladus elegans* 原产于山东早白垩世莱阳组,也是浙江建德群最为常见的化石。永安坂头组曾发现类似 *Ruffordia goepperti*, *Onychiopsis* 和 *Cladophlebis dunkeri* 等欧洲 Wealden 植物群重要分子的标本。当前材料中则有类似欧洲 Wealden 期另一个重要植物 *Cladophlebis browniana* 的标本,这种化石频繁地出现于浙江早白垩世地层。

根据以上所述,政和南园组植物群的地质时代也应是早白垩世早期。因其层位在坂头组之下,似应比坂头组的略早些。

值得注意的是,在当前材料中有多种银杏类化石出现,计 *Sphenobaiera* 2 种和 *Czekanowskia* 1 种。银杏类是原苏联西伯利亚和我国东北地区早白垩世地层中最常见的化石,类型很多,在欧洲和日本外带则很少见到,完全没有茨康目。原苏联南滨海区仅有 *Baiera*, *Ginkgoites* 和 *Sphenobaiera* 各 1 种。我国迄今只报道有出自山东莱阳组的 *Ginkgoites* cf. *sibiricus* (蓝善先等,1982)、福建坂头组的 *Baiera* sp. (可能为 *Sphenobaiera*; 斯行健,1945)及浙西寿昌组的 *Solenites murrayana* L. and H. [据 Harris and Miller, 1974, 种名应改用 *Solenites vinuineus* (Phillips) Harris; 蓝善先等,1982]。 *Solenites* 和 *Czekanowskia* 都属茨康目,两者无论外形还是表皮构造都十分相似,但以前者叶不分叉后者叶分叉彼此容易区分。还应提及的是,浙江寿昌组和磨石山组 C 段有多种 *Dictyozamites* 存在(蓝善先等,1982; 曹正尧,1987),福建坂头组中斯行健鉴定的 *Segenoptes? dictyozamioides* 似属 *Dictyozamites*。我国东南部的早白垩世植物群,其基本面貌与欧洲 Wealden 植物群及日本外带的领石植物群相一致,但有自己的特色,即存在着欧洲和日本外带都缺乏的 *Dictyozamites* 和茨康目分子。由于前者是日本内带石彻白植物群(Kimura, 1976)和原苏联南滨海区尼坎植物群(Красилов, 1967)的重要属,数量和种类都很多,后者是早白垩世西伯利亚植物地理区的标志植物(Бахрамеев, 1988),也出现在日本内带。表明我国东南部的早白垩世植物群与上述两地的同期植物群之间存在着某种联系。不过目前还难确定这种联系的性质和真正原因。

## 属种描述

### 似里白? (未定种) *Gleichenites?* sp.

(图版 I, 图 1, 1a)

1 枚倒数二次裸羽片碎片, 约 1.7cm 宽, 4cm 长。羽轴细, 其宽度不到 1mm。最后一次羽片小, 长约 9mm, 基部宽略大于 2mm, 呈剑形, 直或弯作镰刀状, 顶端钝尖, 排列较松, 互生, 与轴成宽角或直角。小羽片下边先出, 很小, 除基部下边第一枚略呈三角形外, 均作舌形, 具宽圆形的顶端, 上边第一枚小羽片较大, 一般约 1mm 长, 0.7mm 宽, 互生, 紧密排列, 以整个基部与羽轴相交成  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  角。叶脉清晰, 中脉以宽角自羽轴伸出, 直抵小羽片的顶端, 向两边各伸出 3—4 条侧脉; 侧脉直, 与中脉约  $40^{\circ}$  相交, 通常不分叉, 有时小羽片基部的分叉一次。

从总的形态来看, 当前标本似可归于 *Gleichenites*。它以羽片和小羽片都很小, 小羽片短而宽和侧脉数目少、直、一般不分叉为特征。产自湖北大冶灵乡组孟繁松 (1981) 定为 *Cladophlebis* sp. 1 (图版 I, 图 1—4, 8b) 和 *Gleichenites* sp. (图版 I, 图 8a, 8c) 的标本, 羽片和小羽片的形态和大小完全一致, 且保存在一起, 它们应是同一植物的营养羽片和生殖羽片。当前标本各级羽片的形态和大小与湖北的标本很接近, 但后者小羽片呈三角形至镰刀形。

### 布朗枝脉蕨(比较种) *Cladophlebis* cf. *browniana* (Dunker) Seward

(图版 IV, 图 2A)

1 块末级羽片碎片。羽片近线形, 上半部向亚尖的顶端徐徐收缩, 基部未保存; 羽片宽约 5mm, 保存的长度为 3cm。小羽片小, *Pecopteris* 型, 略呈镰刀形, 紧密排列但不互相接触, 互生, 与羽轴相交成  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  角。中脉明显, 达于小羽片顶端附近; 侧脉因保存关系不清楚。

当前标本与浙江下白垩统定为 *Cladophlebis* cf. *browniana* (Dunker) Seward 或 cf. *Klukia browniana* (Dunker) 的标本(徐仁, 1954; 李星学, 1959, 1964; 斯行健等, 1962) 比较, 羽片和小羽片的形态和大小相同。*Cladophlebis browniana* 原名 *Pecopteris browniana* (Dunker, 1846; Schenk, 1871)。实羽片化石至今未在德国的标准地点发现。Michael (1936) 在修订德国 Wealden 植物群时, 根据 Zeiller (1914) 在秘鲁早白垩世地层发现的定为 *Pecopteris* (*Klukia*) cf. *browniana* 的标本, 将其改为 *Cladophlebis* (*Klukia*) *browniana*, 但标本十分破碎, 小羽片的叶脉也不清楚, 秘鲁标本和德国标本是否真正为同种尚难确定。因此, 欧洲 Wealden 期的此种植物宜保留形态属名。

### 大溪枝脉蕨(新种) *Cladophlebis daxiensis* sp. nov.

(图版 I, 图 2—7)

蕨叶小, 至少三次羽状分裂。倒数二次羽片剑形, 长度不超过 5cm, 宽度不超过 1cm, 具有相对较粗的羽轴, 互生, 与主轴相交约  $60^{\circ}$ , 羽片指状或伸长三角形, 略向前方弯曲, 小, 上边第 1 枚羽片较大而下边第 1 枚羽片较小, 一般的长度不超过 5mm, 基部宽约 1mm, 紧密排

列或彼此分离,以宽角或直角与倒数二次羽轴相交,下边的羽片先出。小羽片极小,近三角形—卵形,质厚而表面隆起,羽片基部的一对最大,长接近 1.5mm,宽约 1mm;小羽片互生,紧密排列,以宽角与羽轴相交。中脉细,侧脉简单,直或略向上弯,在中脉两侧各有 2—3 条。实小羽片与裸小羽片同形,但有些退缩,卵形一半圆形,全缘。每个小羽片背面各有一个直径 0.5—0.6mm 的圆形孢子囊群(?)。

本种小羽片很小和叶质较厚等特征与西藏早白垩世的 *Scleropteris tibetica* Tuan and Chen (段淑英等,1977;李佩娟,1982;周志炎等,1987)及 *Sphenopteris cretacea* Li (1982)相一致,羽片的形态也和它们接近。但后两个种小羽片 *Sphenopteris* 型,呈椭圆形至倒卵形,基部收缩然后下延,与羽轴成较小的角度,此外上边第 1 枚羽片和小羽片(或裂片)特别发达。又据周志炎等(1987)的研究,*Scleropteris tibetica* 应属于海金沙科,而本种长在小羽片背面的生殖器官似为囊群不像单个的孢子囊。*Sphenopteris cretacea* Li 与 *Scleropteris tibetica* 之间在各级羽片的大小和小羽片方面的差异很小,可视为种内的变化。本种与法国晚侏罗世的 *Sphenopteris lithographica* (Saporta) Barale (1981)也很接近,但小羽片的形状不同。

由于本种生殖器官的性质和结构尚不完全清楚,故暂置形态属名 *Cladophlebis* 之下。

### 耳羽叶(未定种) *Otozamites* sp. [cf. *O. klipsteini* (Dunker) Seward]

(图版Ⅳ,图 1,1a)

1 枚单独保存的裂片。裂片椭圆形,1.3cm 长,8mm 宽,其基部为耳状,不对称,上端基部成耳状的程度较下端的强,下端基部呈圆形。叶脉自裂片基部的一点呈放射状分出,斜交于裂片的两侧缘。

当前标本裂片的形态和大小及叶脉特征,与 Dunker (1946, p. 11, pl. IX, figs. 6, 7)、Schenk (1971, p. 23, pl. XXXI, fig. 6)描述的 *O. klipsteini* 的德国标本,以及 Seward (1895, p. 60, pl. 1, fig. 3)定为此种的叶片顶部的裂片和他同时定为 *O. sp.* (cf. *O. klipsteini*) (p. 69, pl. II, fig. 4)的叶片基部的裂片都很接近。相似的标本见报道于福建永安坂头组(斯行健,1945),浙江衢县劳村组也有发现。

### 北方毛羽叶(比较种) *Ptilophyllum* cf. *boreale* (Heer) Seward

(图版Ⅱ,图 1,1a;图版Ⅲ,图 4,4a)

图版Ⅲ图 4 和图版Ⅱ图 1 的标本互为印痕化石的正反两面,系羽叶的近基部。其上端宽约 3cm,向下逐渐收缩,标本保存的长度约 5.5cm。轴细,其宽度不到 2mm,表面具细纵纹。裂片互生,与轴相交近直角,呈刀形,上边直,下边基部略微下延,向前逐渐靠近上边,与上边形成亚尖的顶端,标本中央的裂片长 1.3cm,基部宽约 2.5mm。叶脉细,彼此相平行,一般不分叉,有时分叉一次,在裂片中部含 6—8 条。

当前标本与格陵兰早白垩世的 *Ptilophyllum boreale* (Heer) Seward 很相似。但此种的模式标本(Heer, 1874, p. 66, pl. XIV, figs. 14, 15; pl. XV, figs. 1, 2)的轴较粗,裂片较窄。斯行健(1945, 49 页,图 1, 2)描述为此种的福建坂头组的两块标本,一块为叶的基部碎片,羽片与轴相交的角度较小,另一块为叶的中部碎片,裂片较宽,都与格陵兰的标本不同。

**政和毛羽叶 *Ptilophyllum zhengheense* Wang**

(图版 III, 图 1—3)

1982 *Ptilophyllum zhengheense* Wang, 《华东地区古生物图册》(三), 259 页, 图版 131, 图 12, 13.

标本较多。图版 III 图 1 代表叶片的上半部, 图版 III 图 2 代表另一叶片的中、下部, 叶片基部的标本未找到。整个叶片呈线状披针形, 中部宽达 2.5cm, 长度估计大于 15cm。轴较粗。裂片舌形, 具钝尖或圆形的顶端和极窄的边缘加厚, 两基角直, 一般约 1.3cm 长, 3.5mm 宽, 以直角(叶片顶部为宽角)着生于轴的上面, 对生或亚对生, 排列整齐, 较紧, 但在叶的下部彼此分离。叶脉细密, 略呈放射状, 分叉 1—2 次, 在裂片中部有叶脉 12 条左右。

当前标本与此种的正模标本产自同一地点同一层位, 外部特征与正模标本完全一致。

**毛羽叶(未定种 1) *Ptilophyllum* sp. 1**

(图版 III, 图 5, 5a)

1 块叶片中部的标本, 其长度约 6cm, 宽约 1.5cm, 两侧边近于平行。裂片近似伸长长方形, 基部上边收缩, 下边下延, 顶端斜圆, 约 1cm 长, 2.5mm 宽, 对生, 着生于约 1.5mm 宽的轴上, 与轴成 50°—70°角, 互相紧挤。叶脉细, 不分叉, 有时分叉一次, 彼此平行地伸向裂片的顶端, 每个裂片含 8—9 条。

这块标本形态接近日本外带上侏罗、下白垩统中定为 *Ptilophyllum* ex gr. *pecten* (Phillips) Morris 的一些标本(Oishi, 1940, p. 348, pl. XXXII, figs. 1—4; Kimura and Matsukawa, 1979, p. 105, pl. 3, fig. 3)。日本的标本裂片的形状和大小都与英国 Yorkshire 的标本不同, 与 *Ptilophyllum pecten* 没有关系。当前标本与格陵兰早白垩世的 *Ptilophyllum arcticum* (Heer) Seward 也很接近, 但裂片要宽些。

**毛羽叶(未定种 2) *Ptilophyllum* sp. 2**

(图版 I, 图 2)

1 块叶片顶部碎片, 宽约 2.8cm, 保存长度 6.5cm, 顶端较快地收缩; 轴约 2mm 粗, 向顶端逐渐变细, 表面具细纵纹。裂片近似伸长长方形, 上边直, 下边与上边近于平行, 至前端向上弯曲, 基部略为扩大, 顶端斜圆, 裂片长约 1.5cm, 其基部宽约 3.5mm; 排列颇紧, 与轴成宽角或直角, 向叶的顶端交角逐渐变小。叶脉细, 只在个别裂片上隐约见 8—10 条平行脉。

此标本叶片宽度、裂片形状、大小及其与轴相交的角度和叶脉特征, 均与福建坂头组 *Ptilophyllum boreale* 的一块标本(斯行健, 1945, 图 2)相似。

**披针似查米亚(新种) *Zamites lanceolatus* sp. nov.**

(图版 II, 图 3—4a)

1982 *Zamiophyllum buchianum* (Ett.) Nathorst, Wang, 《华东地区古生物图册》(三), 266 页, 图版 131, 图 8.

叶中等大小, 可能倒披针形, 推测长可达 30cm, 宽 10cm, 具宽约 2.5mm 的轴(下部), 叶柄未保存。裂片狭而长, 披针形, 基部明显呈圆形收缩, 顶端尖锐; 裂片大小随其所处位置而异, 叶中部的裂片最长, 长度超过 5.5cm, 宽约 5.5cm; 裂片互生, 排列疏松, 以其基部的中央着生于轴的上面, 与轴成 60°交角。叶脉密, 或多或少放射状伸出, 斜交于裂片的两侧边, 在基部或中途分叉, 裂片中部含 18 条左右。

此种以裂片呈披针形,排列较松和叶脉密,或多或少放射状为特征。日本晚侏罗世的 *Zamites nipponensis* (Kimura and Ohana, 1988) 和它非常相似,但以其叶较大,裂片基部缓慢而不对称地收缩以及平行叶脉与本种区别。另一十分相似的种是主要产自欧洲晚侏罗—早白垩世地层的 *Zamites beneonis* (Brongniart) Unger (Ettingshausen, 1852; Schimper, 1872; Saporta, 1873, 1891; Carpentier, 1938, 1939; Barale, 1970, 1978, 1981), 但它的叶呈扁圆形或椭圆形,裂片较短而宽,与轴成宽角,排列较紧。

### 似查米亚(未定种 1) *Zamites* sp. 1

(图版 I, 图 5)

1 块叶片基部碎片,具一短粗的柄,轴宽约 3mm。裂片镰刀形,其基部圆形收缩,顶端尖锐,最下边的裂片长约 2.5cm,近基部宽约 5mm;近对生,紧密排列甚至互相覆盖,明显着生于轴上,与轴成 60°角。叶脉宽,自裂片基部放射状伸出,多次分叉,斜交于裂片的两侧边。

### 似查米亚(未定种 2) *Zamites* sp. 2

(图版 II, 图 6, 6a)

叶片碎片,其宽度达 12cm 左右,叶可能很大。轴细,宽仅 2mm 左右,表面具细纵纹。裂片窄披针形,近基部最宽,宽度仅 3.5mm,而长度达 6cm,基部对称收缩呈圆形,顶端尖锐;裂片排列较松,互生,以宽角或近直角着生于轴上。叶脉极细密,不断分叉,彼此平行地伸向前方,在裂片的中部约有 16 条左右。

### 较小查米叶?(新种) *Zamiophyllum?* *minor* sp. nov.

(图版 I, 图 8)

叶小,呈椭圆形,具一短柄,长约 9cm,宽 4.5cm,轴宽约 2mm,表面具不规则细纵纹。裂片线形,基部收缩,似呈半抱茎状,顶端亚尖,约 2.7cm 长,裂片中部宽约 2mm;对生—互生,排列疏松,与轴成宽角。叶脉细,彼此平行,每个裂片含 7—8 条。

*Zamiophyllum* 最初见于德国早白垩世 Wealden 期地层中,标本不很完整,Ettingshausen (1852) 定为 *Pterophyllum buchianum*。Nathorst 于 1890 年根据日本的标本为这个种建立了 *Zamiophyllum* 这一新属名,认为它与 *Pterophyllum* 的最大区别是其裂片比较斜地生于轴的两侧和向基部微微收缩并在基部略有加厚。Seward (1895) 详细观察了英国博物馆保存的标本,发现这种植物的裂片着生在轴的腹面上,因而主张把它归于 *Zamites*。1939 年, Oishi 对采自日本各地领石群的标本以及相关的文献作了彻底的研究后,认为所有保存良好的标本都显示裂片确是着生于轴的腹面上,裂片基部成半抱茎状,并有一颇显著的凹形硬结物,裂片的开展方向和轴不在一个平面上,而与轴面成一定的角度,这些是 *Zamiophyllum* 的本质特征,可以此与 *Zamites* 区别。近年来有些日本学者 (Kimura, 1976; Kimura and Kansha, 1978; Kimura and Matsukawa, 1979) 重将 *Zamiophyllum* 归入 *Zamites*。我们认为两者裂片着生于轴上的情况差别显著,还是分开为宜。

根据裂片的形态及其基部或多或少呈半抱茎状,当前标本应归属 *Zamiophyllum*。它以叶较小、裂片排列较疏松及其与轴成较宽的角度、叶脉较密等特征,区别于此属的已知种。

**福建楔拜拉(新种) *Sphenobaiera fujianensis* sp. nov.**

(图版Ⅲ, 图 6, 7)

1945 *Baiera* sp., Sze, p. 52, fig. 17.

叶宽楔形,基部收缩呈柄状,宽至少 7.5cm,高 10cm 以上。叶先中央深裂至基部而分成两半,然后每一半以极小的角度再连续分裂 3 次。末级裂片线形,其宽约 3.5mm,因裂片的顶端未保存,长度不明。叶脉明显,每个末级裂片含叶脉 4 条左右,彼此平行。

图版Ⅲ图 6 的标本比较完整,叶的整个分裂状态比较清楚,但其顶部和底部都不保存。图 7 保存着叶的下部,其基部收缩呈柄状,但没有真正的叶柄。当前标本叶片先从中间深裂成两部分,然后再多次深裂成线形的最后裂片,每个裂片叶脉较少等特征,都与 *Baiera* 相一致。但其叶片分裂的角度很窄,尤其是裂片在各处汇合后下延部分的宽度和趋势均颇为一致,以及基部没有明显的叶柄等特征,表明应属 *Sphenobaiera*。其形态特殊,在已知各种 *Sphenobaiera* 中找不到形态相同者。中生代著名的 *Sphenobaiera longifolia* (Pomel) Florin 的英国标本(Thomas, 1913; Harris and Millington, 1974)和当前标本接近,但叶片分裂的角度较大,基部较长(3cm 以上),而且叶脉也不太明显。定为 *Sph. longifolia* 的西伯利亚标本(Heer, 1876; Самылина, 1963, 1967)叶片分裂的次数较少(一般 2—3 次),表皮特征与英国标本很不一致,但 Harris(1974)仍将它们视为同种。如陈芬等(1988, 71 页)所指出,两者表皮特征区别较大,是不应定为同种的。当前标本与原苏联西伯利亚主要见于早白垩世地层的 *Sphenobaiera angustiloba* (Heer) Florin 也颇相似,但后者裂片要窄一些,从 Вахрамеев (1958, стр. 113, табл. XXVII, фит. 1—3)的标本来看,叶基部呈细柄状。

当前标本与北美早白垩世的 *Acrostichopteris expansa* (Fontaine) Berry (Fontaine, 1889, 1890; Berry, 1911)的小羽片很相像,但叶面较大,并且叶片基部的形态也不一样。后者作羽状自羽轴长出平展在一个平面上,叶为羽状复叶,当前标本不具有这一特征。

**楔拜拉(未定种) *Sphenobaiera* sp.**

(图版Ⅳ, 图 2B)

叶的基部碎片,可见顶端从中央裂成两半,保存长度为 5.1cm,最宽处约 1.8cm,向下作楔形收缩,最后成短柄状。叶脉粗而稀,除基部分叉外基本不分叉,3mm 距离内含叶脉 5 条。

当前标本与 *Sphenobaiera longifolia* (Pomel) f. *lata* Vachrameev, *Sph. pulchella* (Heer) Florin, *Sph. spectabilis* (Nathorst) Florin 和 *Sph. huangi* (Sze) Hsu 的叶片的基部形态都很相似。因保存太破碎,不能对当前标本作出种的鉴定。

**茨康诺斯基叶(未定种) *Czekanowskia* sp.**

(图版Ⅲ, 图 8; 图版Ⅳ, 图 3)

有 2 块标本。叶楔形,长达 11cm 以上,无柄,以尖锐的角度作 3 次叉状深裂,最后形成线形的裂片,顶端形态不明,裂片宽约 1mm,接近分叉处宽约 1.5mm,叶片 5—6 枚成簇状着生于短枝上。叶脉不清楚,但见 2—4 条像叶脉的纵线或一些极细的纵纹。鳞叶未保存,也未保存角质层。

当前标本叶的外形酷似 *Czekanowskia*,与 *Cze. ridiga* (Heer, 1876; Florin, 1936;



Долуденко и Рассказова, 1972), *Cze. setacea* (Heer, 1876; Florin, 1936), *Cze. nathorsti* (Harris, 1935), *Cze. hartzia* (Harris, 1926, 1935), *Cze. aciculata* (Красилов, 1972), *Cze. nipponica* (Kimura and Ohana, 1978), *Cze. elegans* (吴向午, 1988), *Cze. stenophylla* (李佩娟, 1988) 都可比较, 只不过裂片比有些种稍宽些, 每束叶片数目比有些种少些。但上述各已知种都作过表皮构造的研究, 其中多数种的建立完全是基于表皮构造的研究结果, 而当前标本叶的顶部形态不明, 叶脉不清楚, 也不保存角质层, 所以难作种的准确鉴定。

Harris 和 Miller (1974) 建立的 *Sphenarion* 与 *Czekanowskia* 的区别主要在表皮构造上。外形方面的区别, 他们认为前者叶脉多于 1 条, 而后者只有 1 条。关于 *Czekanowskia* 裂片的叶脉数目, 对产自正模标本产地的同一材料, Florin (1936) 有着与 Harris 等不同的认识, 他认为每个裂片有 2 条叶脉, 在近分叉处有 4 条。李佩娟、吴向午 (1988) 根据外形和表皮构造的研究建立起来的 3 个新种, 即 *Cze. elegans* Wu, *Cze. stenophylla* Li 和 *Cze. speciosa* Li, 叶脉为 2 条或可能为 4 条。由此可见, 不能将叶脉是 1 条还是 1 条以上作为外形上界定 *Czekanowskia* 和 *Sphenarion* 的唯一依据。一般说, *Sphenarion* 裂片较宽, 叶脉亦稍多 (2—4 条以上), 如原定为 *Baiera*, *Sphenobaiera* 及 *Czekanowskia* 后被 Harris 等改定为 *Sphenarion* 的一些旧种; 或裂片虽窄但较为短小, 如 Harris 等定的 1 个新种 *Sphenarion muiriae* 和我国辽西阜新组陈芬等 (1988) 定的 *S. parvum* Meng。青海柴达木盆地东北缘侏罗纪的 *Sphenarion dicrae* Li (李佩娟等, 1988), 标本极为破碎, 完全是根据表皮构造建立的。

### 雅致柏型枝 *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow

(图版 IV, 图 4)

松柏类营养枝。枝互生, 伸展在一个平面上, 末级枝线形, 倒数 2 次及 3 次枝均呈长卵形。倒数 2 次枝向两侧各以 90° 左右的角度分出 4 个末级枝。叶小, 鳞片状, 交互对生, 顶端呈一宽的尖角, 多数紧贴于枝轴。

当前标本虽因岩石变质, 标本较模糊, 但根据各级枝的形态、大小以及叶小、鳞片状、交互对生的特征, 仍可定为我国东部下白垩统中常见的 *Cupressinocladus elegans*。

### 纤细柏型枝 *Cupressinocladus gracilis* (Sze) Chow

(图版 IV, 图 5, 5a)

1945 *Pagiophyllum gracilis* Sze, 斯行健, 51 页, 图 13, 18。

1962 *Cupressinocladus gracilis* (Sze) Chow, 斯行健等, 285 页, 图版 91, 图 1—2a。

枝分叉多, 呈互生状, 末级枝短。叶交互对生, 略作三角形, 其上部伸展并微向后弯, 顶端较钝, 基部下延, 表面具细纵纹。

当前标本的形态与斯行健描述的此种的正模标本完全一致。

### 柏型枝(未定种) *Cupressinocladus* sp.

(图版 IV, 图 6, 6a; 插图 3)

标本为倒数 2 次小枝的近顶部。末级枝较长, 约 2.5mm 宽, 1.5cm 长, 互生状。叶鳞片状, 多数长大于宽, 交互对生, 紧贴于枝轴并盖住上面一对叶的基部, 中央的裸露部分呈盾形, 顶端宽角或圆形, 表面具细纵纹。

当前标本与 *C. elegans* 颇为相似,但后者末级枝要短小些,叶的显露部分大多呈菱形。

### 粗肥短叶杉(比较种)

#### *Brachyphyllum* cf. *obesum* Heer

(图版 IV, 图 7, 8)

图版 IV 图 8 的标本为倒数 3 次营养枝,主枝颇粗,约 5mm 宽,倒数 2 次和末级枝均以  $50^\circ$  左右的角度伸出,展开在一个平面上,呈互生状。由于保存太差,仅个别末级枝上显示叶形及叶的排列状况。末级枝较粗,约 3mm 宽。叶鳞片状,紧贴于枝轴并盖住上面的叶的基部,裸露部分呈菱形,其长度为 3mm,宽度为 2.5mm。图版 IV 图 7 代表另一块倒数二次枝的碎片。末级枝较长而粗,互生,宽约 2.5mm,长可达 2cm;叶紧贴于枝轴,螺旋形覆互状排列,其裸露部分呈菱形,背面具从顶端伸向基部的细纵纹。

上述标本其分枝方式和叶形与斯行健(1945, 图 3, 4)描述的坂头组标本相一致。和英国 Wealden 的标本(Seward, 1895)也很相似,而与产自葡萄牙下白垩统的正模标本(Heer, 1881, p. 20, pl. 17, figs. 1—4)比较,末级枝比较瘦长。为谨慎起见,定作比较种。

### 短叶杉(未定种) *Brachyphyllum* sp.

(图版 IV, 图 9, 10; 插图 4)

枝互生,伸展在一个平面上,末级小枝短而粗,约 4mm 宽,1.3cm 长,顶端钝。叶较疏松地螺旋状排列,宽鳞片状,不具棱脊,紧贴于枝轴,包裹着枝轴的一半左右,顶端呈  $130^\circ$ — $150^\circ$  的钝角,盖住上一枚叶的基部,背面似有从顶端伸向基部的纵纹。

以上描述根据图版 IV 图 9 的标本作出。图版 IV 图 10 的标本叶形及叶的排列状况与它接近。本种末级枝较短而粗,叶作宽鳞片状,排列较松,形态比较特殊,可能为一新种。

### 坚叶杉(未定种) *Pagiophyllum* sp.

(图版 IV, 图 11)

一些松柏类残枝,保存很差,只可作属的鉴定。因其为当前材料中 *Pagiophyllum* 的唯一

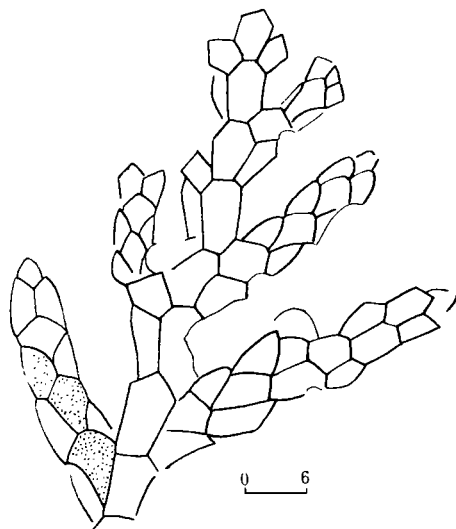


插图 3 *Cupressinocladus* sp.; 图版 IV, 图 6 的放大

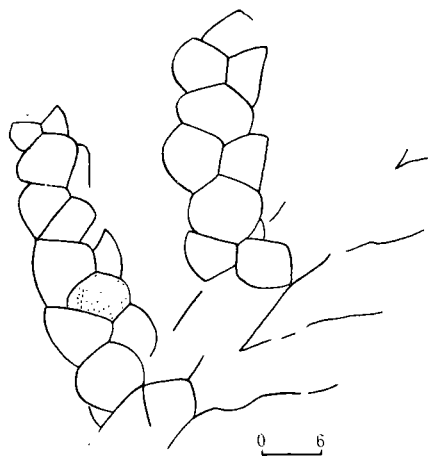


插图 4 *Brachyphyllum* sp.; 图版 IV, 图 9 的放大

代表,故选择较好的1块标本予以摄影和描述。叶以宽角自枝伸出,指状,较疏松地螺旋状排列,长约5mm,基部最宽,宽约1mm,背面可能有肋。

### 化石果(未定种) *Carpolithus* sp.

(图版IV,图12,12a)

种子长卵形,长5mm,宽2.5mm,扁平,表面无纹饰。

### 参 考 文 献

- 王国平、陈其爽、李云亭、蓝善先、鞠魁祥,1982: 华东地区古生物图册(三),古植物部分。地质出版社。
- 李星学、李佩娟、周志炎,1964: 华南区标准化石手册,古植物部分。科学出版社。
- 李佩娟,1982: 西藏东部多尼组早白垩世植物化石的初步研究。川西藏东地区地层与古生物,第二册,71—105页。四川人民出版社。
- 李佩娟、何元良、吴向午、梅盛吴、李炳有,1988: 青海柴达木盆地东北缘早、中侏罗世地层及植物群。南京大学出版社。
- 陈 芬、孟祥营、任守勤、吴冲龙,1988: 辽宁阜新和铁法盆地早白垩世植物群及含煤地层。地质出版社。
- 孟繁松,1981: 鄂东南灵乡群植物化石及其意义。宜昌地质矿产研究所所刊,地层古生物专号,98—105页。
- 斯行健、李星学、李佩娟、周志炎、叶美娜、沈光隆、吴舜卿,1962: 中国中生代植物。科学出版社。
- Barale, G., 1981: La paleoflore jurassique du Jura Francais: Etude systematique, aspects stratigraphiques et paleoecologiques. Docum. Lab. Geol. Lyon, **81**.
- Berry, E. W., 1911: Systematic palaeontology of the Lower Cretaceous deposits of Maryland. Maryland Geol. Surv.
- Cao Zhengyao, 1987: Early Cretaceous floral assemblages in Zhejiang. In: Abstracts of the first international symposium on nonmarine Cretaceous correlation (IGCP project 245), Urumqi, 15—16.
- Dunker, W., 1846: Monographie der norddeutschen Wealdenbildung.
- Florin, R. 1936: Die fossilen Ginkgophyten von Franz-Joseph-Land. 1, spezieller teil. Palaeontogr. B., **81**, Lief. 3—6, S. 71—713.
- Fontaine, W. M., 1889: The Potomac or younger Mesozoic flora. U. S. Geol. Surv., Monogr., **15**.
- Harris, T. M., 1935: The fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland. Pt. IV. Ginkgoales, Coniferales, Lycopodiales and isolated fructification. Medd. om. Gronland, **112**(1):1—176.
- Harris, T. M., Milington, W. and Miller, J., 1974: The Yorkshire Jurassic flora. 4, Ginkgoales, Czekanowskiales. London.
- Heer, O., 1874: Die Kreide-Flora der arctischen Zone, in Flora Fossilis Arctica, Bd. 3, heft 2. Kgl. Sven. Vet-Akad. Handl., **12**(6):1—138.
- Heer, O., 1876: Beitrage zur Jura-flora Ostsibiriens und des Amurlands, in Fl. Foss. Arctica, Bd. 4, heft 2. Mem. Acad. Imp. Sci. St.-petersbourg, 7 Ser., **22**(12):1—122.
- Heer, O., 1881: Contribution a la flore fossile du Portugal. Sect. Trav. Geol. Port., Lisbonne.
- Kimura, T., 1976: Mesozoic plants from the Yatsushiro Formation (Albian), Kumamoto Prefecture, Kyushu, Southwest Japan. Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. C (Geol. and Palaeont.), **2**(4): 179—208.
- Kimura, T. and Sekido, S., 1976: *Dictyozamites* and some other cycadophytes from the Early Cretaceous Oguchi Formation, the Itishiro Group, central Honshu, Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S., **101**:291—312.
- Kimura, T. and Matsukawa, M., 1979: Mesozoic plants from the Kwanto Mountainland, Gumma Prefecture, in the Outer Zone of Japan. Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. C, **5**(3):89—112.
- Kimura, T. and Ohana, T., 1978: *Czekanowskia nipponica* sp. nov. from the Upper Cretaceous Omichidani Formation, Ishikawa Prefecture in the Inner Zone of Central Japan. Proc. Japan. Acad., 54. Ser. B., **10**:595—600.
- Kimura, T. and Ohana, T., 1988: Late Jurassic plants from the Tochikubo Formation (Oxfordian), Somankamura

- Group, in the Outer Zone of Northeast Japan. Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. C., **14**(3): 103—133.
- Michael, F., 1936: Palaeobotanische und kohlenpetrographische Studien in der nordwestdeutschen Wealdenformation. Abh. D. Preuss. Geol. Landesanst., N. F., **166**:1—79.
- Oishi, S., 1939: On the morphology of the genus *Zamiophyllum*. Jub. Publ. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday, **1**:209—220.
- Oishi, S., 1940: The Mesozoic floras of Japan. Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. 4, **5**(2—4):123—480.
- Schenk, A., 1871: Beitrage zur Flora der Vorwelt—Die Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, Palaeontographica, **19**:203—266.
- Seward, A. C., 1894—1895: Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum. The Wealden Flora. London.
- Sze, H. C., 1945: The Cretaceous flora from the Pantou Series in Yungan, Fukien. Journ. Palaeont., **10**(1):45—59.
- Zhou Zhiyan and Liu Xiuying, 1987: *Scleropteris tibetica*, a schizaeaceous fern from the Lower Cretaceous of East Tibet (Xizang). Kexue Tongbao, **32**(6):399—401.
- Zeiller, R., 1914: Sur quelques plants wealdiennes recueilles au Peru. Rev. Gen. Bot., **25**:647—672.
- Вахрамеев В. А., 1958: Стратиграфия и ископаемая флора юрских и меловых отложений Вилуйской впадины и прилегающей части Приверхоянского краевого прогиба. Региональная Стратиграфия СССР. Том. 3.
- Вахрамеев В. А., 1988: Юрские и меловые флоры и климаты земли. Ордена Трудового Красного Знамени Геологический Институт Академия Наук СССР. Труды Вып. 430.
- Красилов В. А., 1967: Раннемеловая флора Южного Приморья и её значение для стратиграфии. Издательство Наука, Москва.

[1991 年 12 月 4 日收到]

## FOSSIL PLANTS FROM EARLY CRETACEOUS NANYUAN FORMATION IN ZHENGHE, FUJIAN

Cao Zheng-yao

(Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Liang Shi-jing and Ma Ai-shuang

(Regional Geological Survey Team of Fujian Province, Sanming 365001, Fujian)

**Key words** fossil plants, Fujian, Zhenghe, Nanyuan Formation, Early Cretaceous

### Summary

Since Sze, H. C. (1945) studied the fossil plants from the Early Cretaceous Pantou Formation in Yungan, little work on the late Mesozoic plants from Fujian has been done, with only a few specimens described by Wang (1982). The collection dealt with in this paper is obtained from the middle member of the Nanyuan Formation in Zhenghe county. In this region the Nanyuan Formation mainly consists of volcanic rocks with intercalations of

sedimentary rocks; it is eruptively in unconformable contact with the underlying Changling Formation characterized by sedimentary rocks intercalated with volcanoclastic rocks and is unconformably overlain by the late-middle Early Cretaceous Shimaoshan Group consisting of purple conglomerate, sandstone and volcanic rocks. According to the Regional Geological Survey Team of Fujian Province, the stratigraphical section of the middle member of the Nanyuan Formation is shown in Text-fig. 2.

The fossil plants are recognized as follows: *Gleichenites*? sp., *Cladophlebis* cf. *browniana* (Dunker) Seward, *Cl. daxiensis* sp. nov., *Otozamites* sp. [cf. *O. klipsteini* (Dunker) Seward], *Ptilophyllum zhengheensis* Wang, *P. cf. boreale* (Heer) Seward, *P. sp. 1*, *P. sp. 2*, *Zamites lanceolatus* sp. nov., *Z. sp. 1*, *Z. sp. 2*, *Zamiophyllum*? *minor* sp. nov., *Sphenobaiera fujianensis* sp. nov., *Sph. sp.*, *Czekanowskia* sp., *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow, *C. gracilis* (Sze) Chow, *C. sp.*, *Brachyphyllum obesum* Heer, *Pagiophyllum* sp. and *Carpolithus* sp.; in addition, fossil animals such as Trionychiodea, *Monjurosuchus*, Teleostei and Araneida also have been found. This flora is identical in general features with the Pantou flora; both of them are mainly composed of ferns bearing small and thicker pinnules, conifers with scaly leaves closely attached to the stems, and Bennettitales, with the absence of Sphenopsida. The Nanyaun flora also contains *Cladophlebis* cf. *browniana* in addition to *Otozamites* sp. (cf. *O. klipsteini*), *Ptilophyllum* cf. *boreale*, *Cupressinocladus elegans*, *C. gracilis*, *Brachyphyllum obesum*, and *Sphenobaiera fujianensis* (i.e. Sze's *Baiera* sp.) which are common to both, while in the Pantou flora there appear the specimens probably belonging to *Ruffordia goepperti*, *Onychiopsis* and *Cladophlebis dunkeri*. Many of them are generally believed to be characteristic forms of the Lower Cretaceous in the world and South China, and therefore the Nanyuan flora should be assigned to the Early Cretaceous or early Early Cretaceous in age. Since the Nanyuan flora sits below the Pantou flora in horizon, it is slightly earlier than the latter in age.

It is noteworthy that in the present collection there are some forms of ginkgophytes, including two species of *Sphenobaiera* and one species of *Czekanowskia*, which are flourishing in the Jurassic. Ginkgophytes, especially *Czekanowskia*les, are considered as characteristic of the Siberian floristic realm; however, they are also found in the Leiyang Formation of Shandong (Lan, 1982), the Shouchang Formation of western Zhejiang (Chen, 1982) and the Pantou Formation (Sze, 1945).

### ***Cladophlebis daxiensis* sp. nov.**

(Pl. 1, figs. 2—7)

Frond at least tripinnate, small, with whole shape unknown. Penultimate pinnae linear-digital in shape; with distal portion tapering gradually toward the apex, attaining about 5cm long and about 1cm wide with comparatively stout rachis, alternate, less close-

ly set, normally attached to the main rachis at an angle of about  $60^\circ$ , but about  $45^\circ$  on the distal part of antepenultimate pinna. Ultimate pinna falcate, with obtuse apex, small, about or under 5mm long and about 1mm wide at the base, closely or separately set, attached to the penultimate pinna rachis at a large angle. First ultimate pinna on the acroscopic side slightly well-developed, parallel to or lying obliquely on the antepenultimate pinna rachis; those on the basiscopic side smaller than the rest. Towards the distal end of penultimate and antepenultimate pinnae, ultimate pinnae becoming less developed, either with lobed margin only or even pinnule-like. Pinnules small, thickening substance, ovate-slightly deltoid in form, with convex surface, katadromic in order; basal pair largest in size, with a length of nearly 1.5mm and a breadth of about 1mm. 11—15 pinnules in each pinna, alternate, closely set, with possibly adjacent pinnules confluent at the base, obliquely attached to the rachis with the whole base. Midvein thin; lateral veins simple or occasionally forking once at the base of pinnule, straight or slightly arching upwards, with 2—3 on each side of midvein.

Fertile pinnules similar to the sterile but slightly reduced, ovate-semicircular, with entire margin. Fructification borne on the abaxial surface of pinnule, with only one on each pinnule, 0.5—0.6mm in diameter, consisting of elongate cells; no annulus seen.

Some specimens with fertile and sterile pinnae are found in this collection. In the general habit of pinnae, the small size of pinnules and the thick lamina, the present species is similar to *Scleropteris tibetica* Tuan et Chen (Tuan and Chen, 1977; Li, 1982; Zhou and Liu, 1987) and *Sphenopteris cretacea* Li (Li, 1982) from the Lower Cretaceous of Tibet, China, but in the latter two species, the pinnules are of the *Sphenopteris*-type, elliptical to obvate in shape, with a contracted and then decurrent base attached to the pinna-rachis at a smaller angle, while the first pinna and pinnule (or lobe) on the acroscopic side are very well-developed. It may be pointed out that these two Tibetan species should belong to the same plant, because there are no specifically significant difference in the size of pinnae (including pinnules) and in the shape of pinnules between them. According to Zhou and Liu (1987), *Scleropteris tibetica* is a schizaeaceous fern. The present species is also similar to *Sphenopteris lithographica* (Saporta) Barale from the Upper Jurassic of France (Barale, 1981), but differs from the latter in the shape of pinnules.

It is difficult to decide whether the fructification of the present species is isolated sporangia or sorus, because its nature and structure are not yet well recognized and no spores have been found due to the unsatisfactory preservation. Thus the authors use the name of the form-genus *Cladophlebis* to include the present species.

***Zamites lanceolatus* sp. nov.**

(Pl. II, figs. 3—4a)

1982 *Zamiophyllum buchianum* (Ett.) Nathorst, Wang, p. 226, pl. 131, fig. 8.

Leaf medium-sized, possibly oblanceolate in outline, presumably attaining 30cm long and 10cm wide, with rather slender axis 2.5mm wide below; petiole unknown. Pinnae long and narrow, lanceolate in outline, with obviously contracted base forming two rounded basal angles, gradually narrowing to the acuminate apex; length of pinnae varying with their position on the leaf; longest pinnae on the middle portion of leaf over 5.5cm in length and about 5.5mm in width. Pinnae alternate, very remotely set, attached with the central region to the upper surface of axis at an angle of 60° but only partly covering it. Nerves dense, arising more or less divergently from the narrow base, dichotomously forking near the base or in mid-course, mostly almost parallel to each other and ending on the lateral margins of pinna, typically with about 18 in number on the middle portion of pinna.

This species is characterized by very remotely set and lanceolate pinnae with acuminate apex and rounded base and by the crowded and more or less divergent veins. *Zamites nipponensis* from the Upper Jurassic of Japan (Kimura and Ohana, 1988) most closely resembles ours, but may be distinguished by the larger leaf, the asymmetrically contracted base of pinna and the parallel veins ending on the margins at apical half of pinna. Another very similar species is *Z. feneonis* (Brongniart) Unger mainly from the Upper Jurassic—Lower Cretaceous of Europe (Ettingshausen, 1852; Schimper, 1872; Saporta, 1873, 1891; Carpentier, 1938, 1939; Barale, 1970, 1978, 1981); however, in *Z. feneonis* the leaf is oblate or elliptical in outline, and the pinnae are broader and shorter, attached a little closely to the rachis at a large angle.

***Zamiophyllum? minor* sp. nov.**

(Pl. 1, fig. 8)

Leaf oblong in outline, with a short petiole, small, about 9cm long and 4.5cm broad. Axis about 2mm wide, with numerous fine striations on its surface. Pinnae linear in shape, with distal part gradually narrowing to the subacute apex and sometimes slightly arching upwards, and with the base asymmetrically contracted, about 2.7cm in length and about 2mm in width on the middle portion of leaf, opposite to alternate, somewhat remotely inserted to the upper surface of the rachis at a large angle by more or less semi-amplexicaul base. Nerves faintly preserved, parallel, with 7—8 in each pinna.

*Zamiophyllum* was established for some large fronds derived from Togodani of Japan by Nathorst in 1890, which were thought to be specifically identical with Ettingshausen's *Pterophyllum buchianum* from Wealden of Germany. After a close examination of many Japanese specimens from various localities, Oishi (1939) found that the pinnae are not attached to the lateral side but to the upper surface of the rachis with a semi-amplexicaul base, and the plane of pinnae forms an angle with that flank of the rachis. He pointed out this feature is the essential character of the genus *Zamiophyllum* which can easily distinguish it from *Zamites*, *Ptilophyllum* and *Pterophyllum*. The present specimen is similar to

*Zamites*, but in regard to the shape and the more or less semi-amplexicaul base of the pinnae it probably belongs to *Zamiophyllum*. It differs from all the known species of *Zamiophyllum* in the small size of leaf and in the pinnae which are remotely set and attached to the rachis at a large angle. Besides, its nerves are very crowded.

***Sphenobaiera fujianensis* sp. nov.**

(Pl. II, figs. 6, 7)

1945 *Baiera* sp., Sze, p. 52, fig. 17.

Only two incompletely preserved leaves in fan-shape, with a petiole-like base, up to 7.5 cm in width over 10 cm in height. Lamina divided into two parts by a deep sinus reaching the top of "petiole", and then each part subdivided by three successive dichotomies at varying intervals into 6—8 ultimate segments about 3.5 mm wide, apices of ultimate segments all missing. Veins distinct but slender, forking dichotomously 3 or 4 times, with about 4 parallel veins in each ultimate segment.

The species is characterized by the deep dissection of the lamina into very narrow, linear and parallel segments and by the petiole-like base. It is comparable with *Sphenobaiera longifolia* (Pomel) Florin from the Jurassic of England (Thomas, 1913; Harris and Millington, 1974), but in the latter the basal, undivided portion of leaf is longer (at least 3 cm and even up to 7 cm), gradually widening upwards to 1 cm below first dichotomy and the segments are more separated from each other, branching at a larger angle than ours. Our specimens are similar in appearance to the pinnules of *Acrostichopteris expansa* (Fontaine) Berry from the Lower Cretaceous of North America (Fontaine, 1889, 1890; Berry, 1911), but different in their larger size. Moreover, the latter are pinnately attached by a slender petiole on the leafy twig (pinnarachis), while the present specimen seems to be simple leaves due to the absence of this feature.

**图 版 说 明**

扫描电镜照片由茅永强摄制,其余为邓东兴所摄。标本保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

**图 版 I**

1, 1a. *Gleichenites?* sp.

1.  $\times 1$ ; 1a 为 1 的部分放大,  $\times 8$ , 示小羽片形状和叶脉。登记号: PB16826。

2—7. *Cladophlebis daxiensis* sp. nov.

2. 裸羽片,  $\times 1$ ; 2a 为 2 的部分放大,  $\times 5$ , 示小羽片形态和叶脉。3—5. 实羽片, 均  $\times 1$ ; 5a 为 5 的部分放大,  $\times 8$ 。6, 7.  $\times 33$ ,  $\times 100$ , 均系图 5 的电镜扫描照片, 示生殖器官微细构造。登记号: PB16827—16830。

8. *Zamiophyllum?* *minor* sp. nov.

$\times 1$ , 登记号: PB16831。

**图 版 II**

1, 1a. *Ptilophyllum* cf. *boreale* (Heer) Seward



1.  $\times 1$ ; 1a 系 1 的部分放大,  $\times 3$ , 示轴面上的纵纹和裂片上叶脉。登记号: PB16832。
2. *Ptilophyllum* sp. 2  
 $\times 1$ , 登记号: PB16833。
- 3—4a. *Zamites lanceolatus* sp. nov.  
均  $\times 1$ ; 4a 为 4 的下部放大,  $\times 3$ , 示裂片基部形态和叶脉。登记号: PB16834—16835。
5. *Zamites* sp. 1  
 $\times 1$ , 登记号: PB16836。
- 6, 6a. *Zamites* sp. 2  
6,  $\times 1$ ; 6a 为 6 的部分放大,  $\times 3$ , 示裂片基部形态和叶脉。登记号: PB16837。

## 图版 III

- 1—3. *Ptilophyllum zhengheense* Wang  
1, 2.  $\times 1$ ; 3.  $\times 3$ , 示裂片的着生状况和叶脉。登记号: PB16838—16840。
- 4, 4a. *Ptilophyllum* cf. *boreale* (Heer) Seward  
4.  $\times 1$ , 系图版 I 图 1 的反面。4a. 4 的放大,  $\times 3$ 。登记号: PB16841。
- 5, 5a. *Ptilophyllum* sp. 1  
5.  $\times 1$ ; 5a 为 5 的部分放大,  $\times 3$ , 示裂片形态和叶脉特征。登记号: PB16842。
- 6, 7. *Sphenobaiera fujianensis* sp. nov.  
均  $\times 1$ , 登记号: PB16843—16844。
8. *Czekanowskia* sp.  
 $\times 1$ , 登记号: PB16845。

## 图版 IV

- 1, 1a. *Otozamites* sp. [cf. *O. klipsteini* (Dunker) Seward]  
1,  $\times 1$ ; 1a 为 1 的放大,  $\times 2$ , 示放射状叶脉。登记号: PB16846。
- 2A. *Cladophlebis* cf. *browniana* (Dunker) Seward  
 $\times 1$ , 登记号: PB16847。
- 2B. *Sphenobaiera* sp.  
 $\times 1$ , 登记号: PB16848。
3. *Czekanowskia* sp.  
 $\times 1$ , 登记号: PB16849。
4. *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow  
 $\times 1$ , 登记号: PB16850。
- 5, 5a. *Cupressinocladus gracilis* (Sze) Chow  
5.  $\times 1$ ; 5a 为 5 的放大,  $\times 2$ , 示叶形和叶序。登记号: PB16851。
- 6, 6a. *Cupressinocladus* sp.  
6.  $\times 1$ ; 6a 为 6 的部分放大,  $\times 2$ , 示叶形、叶序和叶背面的细纵纹。登记号: PB16852。
- 7, 8. *Brachyphyllum* cf. *obesum* Heer  
7, 8.  $\times 1$ ; 7a 为 7 的部分放大,  $\times 3$ , 示叶形及叶背面的细纵纹。登记号: PB16853—16854。
- 9, 10. *Brachyphyllum* sp.  
 $\times 1$ ; 9a 为 9 的部分放大,  $\times 2$ , 示叶形及螺旋状排列叶序。登记号: PB16855—16856。
11. *Pagiophyllum* sp.  
 $\times 1$ , 登记号: PB16857。
- 12, 12a. *Carpolithus* sp.  
12.  $\times 1$ ; 12a 为 12 的放大,  $\times 3$ 。登记号: PB16858。

