



This is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship.

PALAEOWORLD Editorial Office

State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences

Beijingdonglu 39, 210008 Nanjing, PR China

e-mail: [palaeoworld@nigpas.ac.cn](mailto:palaeoworld@nigpas.ac.cn)

PALAEOWORLD online submission:

<http://ees.elsevier.com/palwor/>

PALAEOWORLD full-text (Volume 15 – ) available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/1871174X>

# 辽西热河植物群初步研究\*

吴舜卿

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

**提要** 中国晚侏罗世的植物化石长期以来只有零星记录,描述的热河植物群包括31属50种,分属于苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物,其中有6新属、24新种,为我国中生代一个新的、门类齐全的植物群。热河植物群的组成既不同于北方早中侏罗世的,也与早白垩世植物群的面貌有别。植物形体普遍细小,或根系发达,或具膜质叶,反映出内陆性暖温带干旱贫瘠的生态环境。

**关键词** 热河植物群 晚侏罗世 暖温带 干旱贫瘠

## 1 前言

本文研究的植物化石产自辽西北票上园乡黄半吉沟晚侏罗世义县组下部尖山沟层,共31属50种,其中有6新属24新种。化石门类包括苔藓植物门,蕨类植物门的石松类、有节类和真蕨类,种子植物门裸子植物亚门的苏铁类、银杏类和松柏类,有疑问的裸子植物买麻藤类,以及被子植物亚门双子叶植物纲和单子叶植物纲的植物等。为我国中生代一个新的、门类最齐全的植物群,也是现阶段被子植物出现最早的一个植物群。它使辽西成了被子植物的发源地之一,这也是目前热河植物群被国内外同行关注的原因所在。它与早期鸟类化石孔子鸟和长毛恐龍同层产出,与著名的热河动物群一起构成热河生物群(陈丕基、吴舜卿,1998,356页)。

辽西义县组植物化石的研究始于本世纪30年代。1934—1935年日人Yabe和Endo首先报道了凌源义县组的一个松柏类球果热河裂鳞果 *Schizolepis jeholensis* 和一个被子植物(单子叶植物)热河眼子菜 *Potamogeton jeholensis*。1964年另一日人Miki描述了一小批植物化石,有10属10种,它们是:

蕨类植物的真蕨目:*Sagenopteris bilobata* Yabe

有节类:*Equisetites nakdongensis* Tateiwa

裸子植物门银杏目:*Baiera lindleyana* (Schimper) Seward, *Czekanowskia rigida* Heer 和 *Schizolepis*

松柏目:*Eoglyptostrobus sabiooides* Miki (新属新种), *Pityophyllum longifolium* Nath., *Podozamites gramineus* Heer 和 *Drepanolepis*

\* 中国科学院资源与生态环境研究“九五”重大项目(KZ951-B1-410)和国家自然科学基金(49832020,49672085)资助课题。

买麻藤目 *Amphiephedra rhamnoides* Miki (新属新种)

被子植物门,双子叶植物纲 *Ranunculus jeholensis* (Yabe and Endo) Miki。

其中,建立了买麻藤目的一个新属新种,描述和建立了一个新联合种,把 Yabe 和 Endo (1935)定为 *Potamogeton jeholensis* 的种改归于毛茛属(双子叶植物) *Ranunculus* 中。

60 年代初我所陈丕基等在辽西进行侏罗白垩纪地层研究时采集和初步鉴定了 *Equisetites* sp., *Phoenicopsis* cf. *angustifolia* Heer, *Solenites* sp. 和 *Potamogeton?* sp. (可疑被子植物) 等属种(陈丕基等, 1980)。1991 年起,笔者等先后在北票上园乡黄半吉沟义县组尖山沟层收集到大量的、门类齐全的、保存精美的植物化石,最引人注目的是找到多种与被子植物关系密切的买麻藤类植物和可疑的被子植物及被子植物,动摇了被子植物起源于早白垩世的观念,为被子植物起源的研究提供了新的资料。

近年,曹正尧等(1997)、段淑英(1997)、孙革等(1998)率先报道了陈氏辽西草 (*Liaoxia chenii* Cao et Wu),常氏似画眉草 (*Eragrosites changii* Cao et Wu) 和单子叶植物叶化石 (*Monocotyledon leaf*); 梁氏朝阳序 (*Chaoyangia liangii* Duan); 辽宁古果 (*Archaeofructus liaoningensis* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou) 等进化上与被子植物关系密切的买麻藤类和被子植物,引起了国内外同行的关注,拉开了辽西义县组植物化石新一轮研究的序幕。

在我国中生代各时期植物群的研究中,晚侏罗世植物群是较薄弱的一环。在我国广大地区晚侏罗世时由于气候恶化,不适于植物的生长和化石的保存,使植物化石的发现和研究受到影响。有关我国南北晚侏罗世植物的研究概况,周志炎(1995)已作了总结,这里不再重复。对近年在辽西义县组发现的这个内容丰富而又新颖的植物群的研究,不仅在被子植物起源这个重大理论问题的研究有重要的价值;对填补我国晚侏罗世植物群的近乎空白的状况也有相当的价值;对陆相侏罗-白垩系界线的划分这个地质界老大难问题的解决也有裨益;对相关的古生态、古地理、古气候的研究都会有一定的帮助。

本文就近 10 年收集的植物标本的大部分作初步研究,发表于此,供国内外同行参考。本次收入本文的标本未能代表本植物群的全貌,但基本上能代表其概貌。进一步的工作将在今后陆续进行。

本文研究的标本除作者本人收集外,还承本所陈丕基先生和阜新辽宁 107 煤田地质队常征路及阜新矿业学院张平安先生相助,辽宁区测队的李杰儒女士也提供少部分标本。一些与现生植物相关的标本的鉴定得到植物学家、笔者的老师中山大学的王伯荪和同学李植华和陈克信先生的帮助。1998 年 10 月瑞典自然历史博物馆古植物学部 E. M. Friis 教授访问南京,笔者也就本植物群的一些问题与之作过讨论,交换过意见。

## 2 属种描述

### 苔藓植物门 *Bryophyta*

#### 似叶状体属 Genus *Thallites* Walton, 1925

#### 像钱苔似叶状体(新种) *Thallites riccioites* sp. nov.

(图版 I, 图 1-4a)

图版 I, 图 2 标本,植物体为叶状体,细小,长 1.1cm,宽 0.7cm。树枝状,有一主枝,作 3-5 次二歧分叉,顶端二叉状,分枝处和枝端较宽。枝扁平,作狭带状,宽不及 1mm,具中

肋,其上可见多个圆形印痕,可能为无性繁殖器官芽杯的印痕。

图版 I, 图 3, 4 标本不论叶状体形状、分叉角度、分叉次数、枝宽及具主枝等方面,均与图版 I, 图 2 标本酷似,属同一个种当无疑问。

图版 I, 图 1 标本也有主枝,作三次二歧分叉。植物体较长,大小为 1.5cm(长)×0.8cm(宽),枝较为细长,宽不及 0.5mm,分叉角度较小,可能为此种的未成熟标本。

根据上面描述,可以将当前植物的特征综合如下:植物体为叶状体,细小,大小为 1.2cm(长)×0.9cm(宽)、1.1cm×0.8cm、1.1cm×0.6cm、1.45cm×0.8cm,因个体及发育阶段不同而异。有主枝,作四次二歧分叉,分叉角在 40°–90°之间,分叉处枝较宽,顶端钝圆,枝极薄,作带状,宽 0.5–0.8mm,边缘作波状起伏,具中肋,其上可见多个圆形印痕(图版 I, 图 2),可能为无性繁殖器官芽杯的印痕。

当前标本叶状体作多次二歧分叉,具中肋和牙杯痕等特征与现生地钱属 *Marchantia* 的一些标本相似(高谦、张先初, 1981, 190–192 页, 图版 83, 图 1–6)。

### 厚叶似叶状体(新种) *Thallites dasyphyllus* sp. nov.

(图版 I, 图 5, 5a)

叶状体,肉质,宽且厚。有主枝,作 3–4 次二歧分叉,分叉角为 45°–60°,上有毛孔状印痕,顶端有数个泡沫状印痕。

当前标本外形近似现生的叉钱苔 *Riccia fluitans* L. (高谦、张先初, 1981, 196 页, 图版 85, 图 1)。

### 似叶状体(未定种) *Thallites* sp.

(图版 I, 图 6, 6a)

叶状体,作树枝状,薄而扁平,大小为 1.4cm(长)×1.1cm(宽)。作 3–4 次二歧分叉,分叉角为 40°–50°,枝宽不及 1mm,表面可见微细的纵向皱纹,中肋隐约可见。

### 似藓属 Genus *Muscites* Brongniart, 1828

#### 柔弱似藓(新种) *Muscites tenellus* sp. nov.

(图版 I, 图 7, 7a)

茎叶体,柔弱,茎宽约 0.6mm,保存部分长 2–4cm,直立(或倾立?),分枝,枝子极弱。叶螺旋排列,细披针形,细弱,单薄,长约 3–4mm,顶端作长毛尖状,叶缘全缘,具中肋,两侧似不对称。根未保存。

当前标本形态近似现生真藓亚纲、曲尾藓目、细叶藓科的一些植物(辽宁省林业土壤研究所, 1997, 51 页, 图 40),但内部构造和孢子体的形状不明,故归入似藓属 *Muscites*。

似藓曾见于河北张家口下白垩统青石砬组(王自强, 1984, 227 页, 图版 147, 图 8–9),从图版看,河北标本分枝频繁,枝子明显,叶子也较为粗壮。

### 镰状叶似藓(新种) *Muscites drepanophyllus* sp. nov.

(图版 II, 图 5, 5a)

茎叶体,直立,枝作不规则羽状分枝。叶片作镰刀状弯曲,基部下延,顶端渐尖,两侧对

称, 叶缘平滑, 具中肋。

当前标本与本文柔弱似藓的主要区别为茎较强直, 作不规则羽状分枝。叶作镰刀状, 具明显中肋, 两侧对称。

### 蕨类植物门 Pteridophyta

#### 石松类植物 Lycoposida

##### 石松属 Genus *Lycopodites* Lindley et Hutton, 1833

###### 多产似石松(新种) *Lycopodites faustus* sp. nov.

(图版II, 图 1-2a)

草本, 小型, 保存的为孢子枝, 直立, 高约 6cm, 多回(4-5)二歧分叉。枝宽约 0.5mm, 上有纵向条纹, 枝上有单生的、稀疏的钻形小叶。末回枝顶均长出棒状孢子囊穗, 有梗。孢子叶镰刀形, 孢子囊着生于孢子叶叶腋, 圆形, 大小在 2mm(宽)×9mm(长)及 1.5mm×15mm 之间。孢子枝上有孢子囊穗 18 个。

当前标本孢子囊形成孢子囊穗、孢子囊穗具梗、叶为线状钻形等特征与现生石松(*Lycopodium*)近似。但当前标本未保存营养枝, 叶子的形状和排列状况尚未能进行对比。

根据泰勒(1992), *Lycopodites* 最初用于第三纪的标本, 但那些标本的茎上有细小的鳞状叶, 后来被确认为松柏类枝条碎片。当今此属用以指具螺旋状或轮状叶的茎, 若有孢子囊则位于叶的近轴面, 着生于叶腋或具孢子囊的孢子叶穗。

根据前述当前标本的特征及与现生石松的对比, 以及参考当今 *Lycopodites* 的含义, 本文采用属名 *Lycopodites* 来命名当前的标本。

### 木贼类植物 Articulatae

#### 似木贼属 Genus *Equisetites* Sternberg, 1883

###### 长鞘似木贼(新种) *Equisetites longevaginatus* sp. nov.

(图版IV, 图 1-3, ? 4)

直立茎, 小, 宽仅 3-3.5mm, 分枝。节与茎等粗, 节间短, 长仅 4-5.5mm。叶鞘长于节上, 长, 长度为 4-4.5mm, 占据节间的大部分, 由联合的叶鞘和其前端分离的叶齿组成, 前者高 1-1.8mm, 后者 2.5-3mm。叶齿可见 4-5 枚, 顶端尖锐。叶鞘上在叶齿间的缝合沟附近可见硅质点痕(图版IV, 图 2)。枝比茎略窄, 基本形态与茎相同(图版IV, 图 1)。

图版IV, 图 4 标本为直立茎, 分枝, 茎宽 4mm。节略收缩, 节间短, 长约 8mm, 扁平, 上有 3 条宽平的纵脊。枝长于节上, 对生, 宽约 2mm, 可见分离的、细长的、顶端尖锐的叶齿 3-4 个。当前标本茎略宽、节略收缩、叶齿略少、也较尖锐, 与上述标本(图版IV, 图 1, 2)有不同, 这些差别是否为个体或种间差异尚不明了, 暂存疑地置于同一种名下。

鄂尔多斯盆地南部华亭志丹群定为 *Equisetites* spp. 的标本(刘子进, 1988, 94 页, 图版 I, 图 6-8), 茎的大小, 节间的长短、叶齿的形状及每轮的叶齿数都与当前标本近似。华亭标本不见分枝, 有可能系保存部位或植物年龄的不同, 两者可能属同一个种。

俄罗斯西伯利亚和远东侏罗纪及我国内蒙古、辽宁等地早白垩世定为 *Equisetites burejensis* (Heer) Krysch. 标本(Heer, 1876, pl. 22, figs. 5-7; 陈芬等, 1988, 31 页, 图版 I, 图 2-8; 图版 60, 图 2。邓胜徽, 1995, 11 页, 图版 1, 图 5-6; 图版 2; 插图 3A, B; 19

页, 图版 I, 图 10—14), 多为地下茎——根状茎和根瘤。保存较好的地上茎是邓胜徽, 1995, 图版 I, 图 6 标本, 与当前的地上茎相比显得更细, 但叶鞘(包括联合部分及分离的叶齿)却较长, 在节间所占的比例较大, 两者易于区别。

当前标本以形体较小及具有较长的叶鞘为特征, 故以长鞘 *longevaginatus* 作为其种名。

### 似木贼(未定种 1) *Equisetites* sp. 1

(图版Ⅲ, 图 1A)

茎干标本的背面, 茎分枝, 节与节间等宽, 节间短, 大小为 5mm(宽) × 8mm(长)。节上可见叶鞘, 由 4—5 个排列整齐的叶齿组成, 叶齿间的缝合沟清晰可见, 但叶齿顶端没有保存, 节间裸露的部分平滑, 隐约可见 4—5 条扁平的纵脊。枝较茎为窄, 枝上相邻两叶鞘的间隔也较短。

当前标本茎也分枝、节与节间也等宽、节间相对也较短、叶齿数也为 4—5 枚, 与前述的 *E. longevaginatus* 近似, 但叶齿没有保存, 其形状不明, 且植物的形体也较大, 是否两者属同种, 还有疑问, 暂分开描述。

当前标本与蒙古早白垩世植物群定为 *E. sp.* 的一块标本(Krassilov, 1982, p. 6, Text-fig. H)极其相似。

当前标本与 Potomac flora 的 *Equisetum virginicum* (Fontaine, 1889, p. 63, pl. 1, figs. 1—6, 8; pl. II, figs. 1—3, 6, 7, 9)相比, 茎的大小、节间的长短、叶鞘的大小及每轮的叶齿数等都较为相似。但当前标本叶齿形状不明, 难作进一步比较。

### 似木贼(未定种 2) *Equisetites* sp. 2

(图版Ⅲ, 图 9, 9a)

叶鞘标本, 可见 14 枚细长的, 顶端尖锐的叶齿从一折断的节上放射而出。叶鞘长 5mm, 基部 1mm 处相连, 上部 4mm 距离分离。

当前标本叶鞘相连部分极少, 分离部分则较多, 以及叶齿细长、顶端尖锐等特征, 与本文的长鞘似木贼 *E. longevaginatus* 近似。但后者叶齿不及当前标本细长, 顶端收缩也较急, 且在平面上看叶齿极少, 又未见较大的标本, 两者间的关系尚不明了。

### 似木贼(未定种 3) *Equisetites* sp. 3

(图版Ⅱ, 图 3, 4; 图版Ⅲ, 图 6—8; 图版Ⅷ, 图 8B)

地下茎(根茎)标本, 根茎宽 3—8.5mm, 节略收缩, 节间长 3—4cm, 上有 3—5 条纵脊与相间的纵沟。分枝, 枝轮生节上(图版Ⅲ, 图 8)。茎窄, 其节上长出块根(根瘤)及根, 块根圆形, 直径为 4—11mm。

由于在本地区所见地下茎(根茎)均单独保存, 故单独描述。又由于所见地上茎标本基本属于同一个种 *E. longevaginatus*, 故当前描述的根茎标本, 可能为这个种的地下茎。

在中生代前期的 *Equisetites*, 个体均较大, 且不见保存根瘤的标本。而晚中生代的 *Equisetites* 不但个体小, 而且常见根茎和根瘤标本。如英国、俄罗斯西伯利亚及远东下白垩统、日本 Rakuto 层, 内蒙古和阜新下白垩统则屡见这种保存状况的标本。这或许与该植物生存时气候干燥有关, 植物为适应环境, 尽量缩小其体积, 发展其根系, 以减少水分散失和多

汲取水分。

### 真蕨植物 Filices

#### 蚌壳蕨科 Dicksoniaceae

##### 锥叶蕨属 Genus *Coniopteris* Brongniart, 1849

###### 布列亚锥叶蕨 *Coniopteris burejensis* (Zalessky) Seward

(图版Ⅲ, 图 2-5)

营养叶标本。图版Ⅲ, 图 3 标本为羽叶的中下部, 叶作二次羽状分裂, 轴宽 1mm 左右, 上有纵纹。羽片以约 60° 着生于轴, 对生至亚对生, 基部下延。小羽片也以相同的角度与轴着生, 互生, 基部下延, 两侧整齐或作波状, 顶端尖锐。上侧基部第一枚小羽片与轴平行, 最大, 对应的一个则最小, 下行先出。叶脉为羽状脉, 分叉一次。

图版Ⅲ, 图 2, 4 标本也为二次羽状蕨叶, 为近顶部部分, 小羽片基部尚未分离, 顶端钝圆, 基本形态与前一标本相同。

图版Ⅲ, 图 5 标本为发育较成熟的最后一次羽片的上半部, 羽片作矩圆形, 长略多于 2.2cm, 宽则多于 1cm, 轴粗壮, 宽约 1mm。小羽片与轴斜交, 互生, 作纺锤形, 基部下延, 边缘浅裂或作波状。叶脉羽状, 中脉与侧脉粗细不分, 侧脉着生于轴, 分叉。

上述 4 个标本虽反映植物体的不同部位和不同发育阶段, 但羽片和小羽片的着生状况及形状, 特别是小羽片边缘的形状都大体相同, 故归入同一个种。这些标本的特征也都与 *Coniopteris burejensis* (Zalessky) Seward 相符 (Ôishi, 1940, p. 206, pl. III, fig. 4; pl. IV。斯行健、李星学等, 1963, 74 页, 图版 25, 图 6, 6a; 图版 24, 图 1-5)。

### 美丽锥叶蕨 *Coniopteris spectabilis* Brick

(图版 V, 图 1-3A)

二次羽状分裂羽片的片段, 羽叶细长, 带状, 轴强直, 羽片与轴成 60° 相交, 对生, 亚对生至互生, 披针形。小羽片以同样角度着生于轴, 下行先出, 菱形, 基部下延, 侧缘深裂成 2-1 对裂片, 两侧对称, 顶端钝圆或微尖。叶脉羽状, 中脉与侧脉粗细不分, 不分叉或分叉 1 次, 通常每个裂片有 1 条叶脉。

小羽片两侧对称, 边缘分裂数较深, 是当前标本的明显特征, 与东费尔干纳早、中侏罗世的 *Coniopteris spectabilis* Brick (Брик, 1953, стр. 20, табл. V, фиг. 1-6; табл. VII, фиг. 4) 较为相似。小羽片边缘较短, 裂片较少, 仅 1-2 对, 可能与标本保存部位及成熟程度有关。当前标本与同一产地中侏罗世的 *Coniopteris pulcherrima* Brick (Брик, 1953, стр. 23, табл. VII, фиг. 1-3.) 也有相似之处。但后者裂片边缘分裂数较频, 每个裂片分成 3 个丝状裂片。

### 大同锥叶蕨 *Coniopteris tatungensis* Sze, 1933. emend. Duan, 1987

(图版 IV, 图 5-7)

不育叶。蕨叶小, 大小为 0.9cm(长) × 0.5cm(宽)、0.8cm × 0.25cm 及 1cm × 0.65cm, 作圆形或矩圆形, 二次羽状分裂, 轴纤细, 弯曲, 上有纵纹, 基部宽 0.6mm, 向羽片顶端宽度逐渐减少。羽片以约 30° 着生于轴, 互生, 羽轴更小。小羽片以同样角度着生于轴, 也为互

生,叶膜退缩成顶端钝圆的短而细的线形裂片。叶脉简单,每个裂片接受一条叶脉。能育叶未保存。

当前标本个体细小,小羽片退缩成细而短的线形裂片,形状与 *C. tatungensis* (斯行健、李星学等,1963,78页,图版23,图4,5。陈芬等,1984,38页,图版10,图1—4。Duan Shuying, 1987, p. 26, pl. 5, figs. 4, 4a; pl. 6, fig. 1, Text-fig. 11)无异。

### 锥叶蕨? (未定种) *Coniopteris?* sp.

(图版V,图4,4a)

一个发育早期的二次羽状分裂蕨叶的顶端,细小,作菱形。羽片也为菱形,羽片及小羽片均与各自的轴斜生、互生。羽片下部的小羽片作条形,仅见1条主脉或1条分叉的叶脉,上部的小羽片互相融合,顶端作锯齿状。

### 爱博拉契蕨属 Genus *Eboracia* Thomas, 1911

#### 裂叶爱博拉契蕨 *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas

(图版V,图5,5a)

单独1个最后一次羽片的中、下部。轴宽不及0.5mm。羽片细小,条形,宽0.6cm,长1.9cm,保存未全。小羽片以60°着生于轴,互生,卵形,全缘,顶端尖锐,基部上边收缩,下边收缩后又下延。叶脉作枝脉蕨型,中脉下延,侧脉分叉2—1次。羽片右侧基部第一枚小羽片变态,较大,并分裂成裂片状,第二枚小羽片较小。

当前标本的形态特征,特别是变态的最后一次羽片基部右侧小羽片,及基部右侧第二枚小羽片较正常小羽片为小等,都与 *Eboracia lobifolia* 的特征相符(斯行健、李星学等,1963,79页,图版23,图3;图版25,图1—8a)。

### 阴地蕨科? *Botrychiaceae?*

#### 似阴地蕨属 (新属) Genus *Botrychites* gen. nov.

#### 热河似阴地蕨 (新属、新种) *Botrychites rehensis* gen. et sp. nov.

(图版IV,图8—10A, 10a; 图版VI,图1—3a)

图版VI,图2,2a为几近完整的一个植株,总柄长9cm,叶二型,营养叶(不育叶)和孢子叶(能育叶)分开。营养叶从总柄顶部长出,楔形,3—4回羽状深裂,可见2对对生或亚对生的二回羽片及一个顶端羽片,均作长椭圆形。二回羽叶长4.4cm,宽2.1cm,有短柄0.6cm。羽片近菱形,小羽片边缘以极小角度深裂成1—2对线形裂片,顶端钝圆或微尖,整个小羽片有裂片2—4个。中脉与侧脉等粗,每个裂片有1条侧脉。孢子叶长于总柄的中部,位于营养叶之下,孢子囊序长5.2cm,松散,为圆锥形的复总状(圆锥花序),孢子囊圆球形,开裂。

不育枝与能育枝异型,能育枝与不育枝分开,不长叶子,为化石蕨类所罕见;不育枝作大致的羽状分裂,主枝与侧枝粗细不分;叶脉简单,中脉与侧脉也粗细不分等等都是当前植物的明显特征。

当前标本营养叶,主要是小羽片的分裂状况及形状,与 *Ruffordia* 一属大体相同(Seward, 1894, p. 26, pl. 3, figs. 5, 6; pl. IV; pl. V, figs. 1—3),明显的不同是能育叶与不

育叶不同形,能育叶上不长不育叶,羽状,孢子囊长于羽状侧枝的两侧和顶端,圆球形,开口。而 *Ruffordia* 能育叶的羽片及小羽片较不育叶短而宽,叶膜退缩,孢子囊散布于小羽片背面。

从不育枝的分叉状况看,当前标本属于蕨类的可能性较大。根据叶二型,营养枝与孢子枝分开、孢子枝及孢子囊的形状等,当前标本较接近阴地蕨科 *Botrychiaceae* 的阴地蕨 *Botrychium*(中国科学院武汉植物研究所,1980,47页,图5;中国科学院植物研究所,1972a,119页,图138),因而用似阴地蕨 *Botrychites* 作为当前标本的属名。

从不育叶的小羽片分裂成线形裂片看,当前植物系生长于水分供给不足的较为干旱的环境。

#### 种子植物门 Spermatophyta

#### 裸子植物亚门 Gymnospermae

#### 苏铁类植物 Cycadophytes

#### 本内苏铁目 Bennettitales

#### 特尔马叶属 Genus *Tyrmia* Prynada, 1956

#### 尖齿特尔马叶(新种) *Tyrmia acrodonta* sp. nov.

(图版Ⅷ,图2-6)

单叶。羽叶作带状或带状披针形,向顶底端羽叶宽度逐渐变小,中段宽2.1—2.4cm,长度保存不全。轴强直,宽2—4.1mm。裂片质薄(膜质),以整个基部、以近乎直角着生于轴的腹面的一部分,不覆盖轴的全部,因而轴上尚有1—2mm裸露。裂片宽度不均一,作梳状排列,紧密而不整齐,彼此间有缝合沟相接,有的已分裂,有的紧紧相连,顶端中间下凹,两侧前突,以致相邻裂片在顶端衔接处形成锯齿状。叶脉平行,细而清晰,分叉一次,在羽叶的下、中或上部分叉前每个裂片的叶脉有4—6条,数目因裂片的宽窄而异。

裂片基部覆盖于轴的上表面(腹面)的一部分,不覆盖轴的全部,表明当前标本与 *Tyrmia* 的一致性。但裂片相连或分裂,尤其是相连裂片顶端形成锯齿状为当前标本的特征,故命以新种名。

黑龙江宾县下白垩统陶其河组的 *Tyrmia oblongifolia* Zhang(张武等,1980,272页,图版120,图1—3;图版172,图1)在叶为膜质,裂片相连等方面与当前标本近似。但叶缘的形状不同,当前标本叶缘作锯齿状,黑龙江标本叶缘整齐;叶脉的特征也不同,前者作一次分叉,后者特征不明。

当前标本叶为膜质,与一般的 *Tyrmia* 为革质和裂片边缘加厚不同,这样的差别反映生境的不同,不应视为属间差别,因此笔者仍将当前标本归入 *Tyrmia* 一属。

#### 威廉姆逊尼亚花属 Genus *Williamsonia* Carruthers, 1870

#### 美丽威廉姆逊尼亚花(新种) *Williamsonia bella* sp. nov.

(图版IX,图2,2a)

一个完整的本内苏铁雌花,有柄,长3cm,基部宽3.5mm,往上宽度迅速加大。柄顶有一轮放射状的、基部彼此分离的苞片,16枚,长约1.5cm,基部最宽,宽约1.5—2mm,向顶端宽度逐渐减少,顶端截形,表面平滑,隐约可见不规则纵纹。成轮排列的苞片中间有一凹

坑,周边及凹坑右下侧,花柄的右上侧可见密集的、极小的、类似种子的印痕。

在以往的文献中,与当前标本近似的是 Cutch 侏罗纪的 *Williamsonia blandfordi* Feistmantel (Seward, 1917, p. 445, fig. 558), 该标本为一个球果,被一圈线形的苞片所围绕,这一花与 *Ptilophyllum* 的叶保存在一起。当前标本与之相比形体略小,但属于同一个属是可以相信的。

当前标本单独保存,从与上述已知种的对比可知属本内苏铁无疑,但属于本内苏铁的哪一个属尚不清楚。在同一地层中我们找到本内苏铁的一个属 *Tyrmia* 和可能属于本内苏铁的一个叶部化石 *Rehezamites*,关于当前花化石与它们的关系尚不得而知。

### 可能属于本内苏铁者? Bennettitales?

#### 热河似查米亚属(新属) Genus *Rehezamites* gen. nov.

模式种 *Rehezamites anisolobus* gen. et sp. nov.

#### 不等裂热河似查米亚(新属、新种) *Rehezamites anisolobus* gen. et sp. nov.

(图版Ⅷ,图 1, 1a)

羽叶大,最宽处宽 4.2cm,长 10cm(仅是保存羽叶的中、下部)。轴粗壮,基部宽 5.8mm,向上宽度逐渐减少,轴上有细纵纹。裂片作矩圆形,以收缩的、平截的下基角,近乎直角着生于轴的上侧边,互生,自轴长出后即向下弯,两侧不对称。上侧边缘自底至顶深裂成多个顶端钝圆的小裂片,近基的 1-2 个最大,常再浅裂一次,小裂片的数目因裂片的大小及在轴上的位置不同而异。近轴基部的裂片较小,分裂出来的小裂片较少。往上裂片逐渐增大,小裂片数目也较多。到了羽叶顶部,裂片会较小,小裂片也会较少。裂片下侧较为平直,边缘分裂较少。小的裂片下侧不见分裂。大一些的裂片有的在距基部 1/3 处开始分裂,有的要到 2/3 处才开始分裂。叶脉为扇状脉,细而清晰,分叉多次,在裂片的下基角与轴接触处有 2-5 条主脉伸出,作扇状向前伸张,分叉 3-6 次。伸达每个裂片顶端。

与当前标本最接近的属是俄罗斯东西伯利亚,蒙古,我国内蒙古、东北和日本内带早白垩世的 *Neozamites*,两者相同处是裂片基部收缩,边缘分裂,叶脉扇状。主要不同是当前标本裂片以收缩的、平截的下基角着生于轴,两侧不对称。而 *Neozamites* 裂片基部作心形,以心形中间的一点着生,裂片两侧基本对称。

#### 热河似查米亚(未定种) *Rehezamites* sp.

(图版Ⅷ,图 1, 1a)

单独保存的一个裂片的背面,作矩圆形,长 1.9cm,宽 0.9cm,左右略不对称,基部收缩,平截。边缘深裂成多个顶端略尖的小裂片,裂片中上部每个小裂片顶端又浅裂成一对犬牙状的更小裂片。叶脉扇状,疏松,作连续二歧分叉伸达每个小裂片顶端。

当前标本裂片两侧不对称,基部收缩,平截,不作心形,边缘分裂及叶脉为扇形脉等特征与新种 *Rehezamites anisolobus* 相同,区别在当前标本叶缘分裂较多,常为二次;小裂片顶端为犬牙状与后者的钝圆状不同;叶脉也较为稀疏,分叉次数较少。当前标本可能为新种,因标本较少,暂作未定种处理。

当前标本裂片边缘具重齿(裂片边缘深裂一次后再作一次浅裂)的情况,与蒙古的

*Neozamites verchojanicus* Vakhrameev (Krassilov, 1982, p. 14, pl. 7, fig. 69, Text-figs. 4N, O) 近似。但蒙古标本叶齿为锯齿状, 当前标本则为犬牙状。裂片的形状和叶脉也有不同。根据描述蒙古标本基部作心形, 但从图片看则是保存不全, 形状不明。从其裂片中间的几条脉直伸达顶端的状况推测, 该标本系两侧不对称, 更接近当前新属 *Rehezamites*, 只是属不同的种而已。

日本 Tatori Series 定为 *Aphlebia nervosa* 的标本 (Ôishi, 1940, p. 418, pl. XLV, figs. 3—5), 叶子形状及叶脉的特征, 极像当前的属, 只是基部没有保存, 尚不能准确鉴定。

### 银杏类植物 *Ginkgophytes*

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

##### 纤细拜拉 *Baiera gracilis* (Bean MS) Bunbury

(图版 X, 图 7)

叶扇形, 两外侧裂片的交角为 95°, 具柄, 长 1.6cm, 宽 1.5mm, 基部略为膨大。叶自柄顶分裂成对称的两部分, 每一部分分别作 2—3 次分叉成 11 个最后裂片。裂片细长, 最宽处在中、上部, 宽 1.5—2mm, 顶端钝圆。叶脉纤细, 作一次分叉, 每个裂片可见 1—2 条叶脉。

当前标本形状大小及分叉状况与英国约克郡和我国山西大同及北京西山的 *Baiera gracilis* 相似 (Seward, 1919, p. 45, Text-figs. 649, 650 = Seward, 1900, p. 265, pl. IX, fig. 5。斯行健、李星学等, 1963, 233 页, 图版 79, 图 1; 图版 80, 图 7。Duan Shuying, 1987, p. 46, pl. 16, figs. 1, 2), 故定为同种。

#### 北方拜拉(新种) *Baiera borealis* sp. nov.

(图版 VIII, 图 3, 4)

叶楔形, 外侧两枚裂片的夹角为 20°—40°, 具柄, 长 2.2cm, 宽 1.8mm。叶在柄顶深裂成对等的两半, 然后以 20°—30° 作二次二歧分叉成 6—8 个最后裂片, 裂片宽 1.2mm, 自底至顶宽度均匀, 顶端钝圆。叶质厚, 叶脉不明显。

在 *Baiera* 已知各种中, 与当前标本较为接近的种要算 *Baiera furcata* (L. et H.) Braum (斯行健、李星学等, 1963, 231 页, 图版 78, 图 1—7), 两者相似之处是裂片为线形, 宽度变化不大, 分叉角较小, 叶膜较厚, 叶脉不明显。主要差别在当前标本:(1)裂片分叉次数较少, 只有 2 次, 而 *Baiera furcata* 则为 3—5 次, 多者达 6 次;(2)裂片更小, 整个裂片宽度均匀;(3)裂片的分叉角度更小。因此, 将当前标本命以新的种名。

#### 似银杏属 Genus *Ginkgoites* Seward. 1919, emend. Florin, 1936

##### 似银杏(未定种) *Ginkgoites* sp.

(图版 X, 图 6)

不完整的一个叶子, 大致作扇形, 具柄, 分裂 2 次, 先在距柄顶 0.8cm 处深裂为两部分, 然后左边的一半又在距前一分叉点约 0.7cm 处再分裂一次。裂片作楔形(左侧的裂片顶端浅裂)。叶脉清晰, 作 2—3 次二歧分叉。

茨康诺斯基叶属 Genus *Czekanowskia* Heer, 1876柔弱茨康诺斯基叶? (新种) *Czekanowskia?* *debilis* sp. nov.

(图版 X, 图 2)

叶簇生于短枝, 外侧叶的交角为  $12^{\circ}$ , 近基处有叶 9 枚。叶作细线形, 细长, 长 11.5cm 尚保存不全, 宽 0.4–0.8mm, 分叉, 分叉角  $10^{\circ}$ , 顶端有裂片 19 枚。每个裂片有一条中肋, 占据裂片  $2/3$  的宽度。

当前标本具中肋, 与本文定为 *Solenites murrayana* 的标本(图版 IX, 图 3, 3a)相似, 但叶细长, 常分叉, 叶质柔弱又与之不同。

与 *Czekanowskia* 的各种相比, 当前标本叶同样簇生于短枝上, 细长, 分叉。明显不同是叶质柔弱, 分叉后即呈曲线向前伸张, 而 *Czekanowskia* 各种, 不管叶子粗细, 都是直指前方。这一差别可能是生态环境不同造成的。主要的不同是每枚叶子和分叉后的裂片均具中肋。因此, 特存疑地把当前标本归于 *Czekanowskia*, 并以新种命名。

似管状叶属 Genus *Solenites* Lindley et Hutton, 1834, emend. Harris, 1951穆雷似管状叶 *Solenites murrayana* L. et H.

(图版 IX, 图 3, 3a, 4)

单独保存的一个短枝(图版 IX, 图 3, 3a), 其上簇生 10 枚线形的营养叶, 长 1.6–4.8cm, 中部宽约 0.5mm, 自基部至顶端宽度逐渐加大, 可达 0.8mm, 顶端钝圆。叶通常不分叉, 个别情况也有分叉的(左侧边缘的 1 枚叶子在中、下部作 1 次分叉)。不见叶脉, 仅见 1 条中肋。

图版 IX, 图 4 标本, 基本形态与上述标本相同, 叶 8 枚, 宽 0.5–0.8mm, 多数不分叉, 仅少数作一次分叉, 也具中肋。所不同的是叶较长(长 4.6–11cm)及叶面上可见 3–4 条纵纹。这些不同可能是个体差别及保存状况不同, 故与上述标本归入同一个种。

当前标本与英国约克郡中侏罗世 *Solenites murrayana* L. et H. (Seward, 1919, p. 64, fig. 660A) 相同, 除基部形态相同外, 叶子大小变化均在欧洲种的变化范围内, 因而直接用欧洲种名命名当前的标本。当前标本与辽宁凤城赛马集碾子沟及山西大同云岗群的 *Solenites cf. murrayana* L. et H. (斯行健、李星学等, 1963, 260 页, 图版 87, 图 9; 图版 88, 图 1) 相比, 基本形态大体相同, 仅叶宽度较小, 在 1mm 以下。

Seward(1919)曾视穆雷似管状叶为中侏罗世标准植物, 以前中国标本所在的地层一般也视为中侏罗世。

楔形叶属 Genus *Sphenarion* Harris, 1974均匀楔形叶(新种) *Sphenarion parilis* sp. nov.

(图版 X, 图 4, 8, 11, 13)

叶作楔形, 左右两侧裂片的交角为  $40^{\circ}$ – $50^{\circ}$ 。裂片簇生于被以鳞片的短枝上(图版 X, 图 11), 每簇叶基部可见裂片 6–9 枚, 细长, 顶端钝圆。长 12cm 尚保存不全, 宽度均匀, 宽 1.2mm, 分叉 2–4 次, 分叉角  $20^{\circ}$ 。大的叶子, 最后裂片多达 30 枚(图版 X, 图 4), 少的也有 15 枚(图版 X, 图 13)。叶脉细密, 不分叉或分叉, 叶基部的裂片有脉 6–8 条(图版 X, 图 11), 最后裂片则可见叶脉 4–6 条(图版 X, 图 4)。

与本属中亚和北京西山侏罗世常见也较为接近的种 *Sphenarion latifolia* (Turutanova-Ketova) Harris (Turutanova-Ketova, 1931, p. 335, pl. 5, fig. 6。陈芬等, 1984, 63 页, 图版 30, 图 4; 图版 31, 图 3—5。Duan Shuying, 1987, p. 50, pl. 19, fig. 1, Text-fig. 13) 相比, 当前标本的裂片较窄, 宽度较为均匀, 同一簇叶裂片宽度一致, 同一裂片自基部至顶端宽度变化也不大, 叶脉较为细密, 每簇叶裂片的数目也较多, 故定为新种。

### 松柏类植物 Conifers

#### 松科 Pinaceae

##### 松型枝属 Genus *Pityocladus* Nathorst

###### 密叶松型枝(新种) *Pityocladus densifolius* sp. nov.

(图版 XII, 图 4, 4a)

松柏类短枝。上有螺旋排列的扁圆形突起——皮孔, 矩状, 宽 6mm, 可见长度 9mm。顶端簇生针状叶, 宽不及 1mm, 最长者超过 4cm, 个别地方可见 1 条中脉。整个短枝可见针叶 24 枚。

当前标本叶作针状的特征, 与吉林汪清早白垩世的 *Pityocladus iwaiaenus* (Ôishi) Chow (斯行健、李星学等, 1963, 275 页, 图版 90, 图 9, 9a) 相似, 但吉林标本为松柏类长枝, 针叶长于枝子的不同部位, 而当前标本则为短枝, 叶簇生于枝顶, 也较吉林标本为大。

吉林营城早白垩世的另一标本 *P. yingchengensis* Chang (张武等, 1980, 295 页, 图版 184, 图 3), 与当前标本同为短枝, 但叶子较宽且长, 簇叶的数目却稀少, 不同于当前的标本。

###### 松型枝(未定种) *Pityocladus* sp.

(图版 IX, 图 1, 1a)

单独保存的松柏类短枝, 长 2.2cm, 中、下部宽约 4mm, 上部略为膨大, 顶端平截, 叶脱落。短枝上有螺旋排列的横向斜方形印痕, 斜方形的顶角有一深色的半圆形印痕, 可能为植物营呼吸作用的皮孔。

当前标本与内蒙古固阳上侏罗统至下白垩统固阳组、黑龙江扎赉诺尔上侏罗统安岭群及内蒙古林河盆地早白垩世 *Pityocladus yabei* (Toyama et Ôishi) Chang 的标本近似(张志诚, 1976, 197 页, 图版 100, 图 3; 张武, 1980, 295 页, 图版 185, 图 1; 邓胜徽, 1995, 57 页, 图版 27, 图 1, 1a)。虽然单独保存 1 个短枝, 形状大小也有差别, 但与上述标本属于同一个属是可以相信的。

当前标本与 *Pityocladus zhalainoerensis* Chang (张武, 1980, 295 页, 图版 185, 图 8) 相比, 短枝顶端的形状较为接近, 但长短宽窄仍有差别。由于当前标本较为零碎, 暂作未定种处理。

与本文密叶松型枝对比, 当前标本短枝较长, 显然不属于同一个种。

##### 松型籽属 Genus *Pityospermum* Nathorst, 1899

###### 松型籽(未定种) *Pityospermum* sp.

(图版 VIII, 图 5)

松科的有翅种子,由种子及种翅组成,成对,并排,长2.2cm,宽1.4cm。种翅膜质,外侧浑圆成矩圆形,种子三角形。

### 柏科 *Cupressaceae*

#### 柏型枝属 *Genus Cupressinocladus* Seward, 1919

##### 柏型枝(未定种) *Cupressinocladus* sp.

(图版X, 图3, 3a; 图版 XII, 图2, 2a)

松柏类营养枝,保存的为倒数第二次枝,枝(连叶)宽2mm,长3.2cm,保存不全。枝上以约30°长出最后一次小枝,互生,排列稀疏,宽1.2mm,长2.5mm,顶端圆钝。两次枝上均满被以鳞叶,交互对生,作锐角三角形,顶端尖锐,大部分紧贴枝上,仅尖端游离。

当前标本形状大小类似于山东莱阳晚侏罗世至早白垩世被定为 *Cupressinocladus elegans* (Chow) Chow 标本中的一块(斯行健、李星学等,1963, 285页, 图版92, 图2),但分枝的频度及小枝的出生角度不同。

### 松柏类分类位置不明者 *Conifers incertae sedis*

#### 枞型枝属 *Genus Elatocladus* Halle, 1913

##### 薄叶枞型枝(新种) *Elatocladus leptophyllus* sp. nov.

(图版 XI, 图1, 5, 8, 8a)

松柏类枝叶化石,分枝(图版 XI, 图1, 5),分叉角30°~45°,或更大些。叶薄,作矩圆形,大小为1.6~2mm宽,8~10mm长,螺旋排列,基部下延,然后向外向前平伸,与轴成锐角,宽度均匀,仅顶端缓慢收缩作渐尖状,每枚叶子有中脉1条。

当前标本与 *Elatocladus manchurica* (Yokoyama) Yabe (斯行健、李星学等,1963, 297页, 图版95, 图1, 2)相比,差别在叶较宽短,同一叶子宽度也较均匀,叶子基部向前平伸,不像后者作强烈扭曲。

##### 枞型枝(未定种) *Elatocladus* sp.

(图版 XI, 图2)

枝叶化石。枝宽1mm左右,上有断续纵纹。叶螺旋排列,与轴成45°,或多于45°。披针形,细长,大小为0.8mm(宽)×12mm(长),基部下延,然后向前向后方弯伸。每一叶有一条明显中脉。

### 短叶杉属 *Genus Brachyphyllum* Brongniart, 1828

#### 斜方短叶杉(新种) *Brachyphyllum rhombicum* sp. nov.

(图版 XI, 图4, 4a)

松柏类枝条的中、上部,主枝宽4mm,长5.5cm,顶端微尖。叶鳞片状,紧贴枝上,作螺旋排列,边缘略相覆盖,裸露的部分为斜方形,长宽均为3.5mm,上有纵向直纹,聚于叶子顶端。主枝上以接近直角长出侧枝,侧枝上也以同样方式布满鳞叶。顶端有卵圆状球果,长12mm,宽7mm,外层大部脱落,右前方可见向上向侧的放射状物,左前方则见蜂窝状凹坑,详细构造不明。

当前标本与宁夏早白垩世的 *Brachyphyllum ninghsiaense* Chow et Tsao (周志炎、曹正尧, 1977, 165 页, 图版 I, 图 1–8; 图版 II, 图 18) 相比, 主要区别在叶形, 当前标本作斜方形, 而宁夏标本则呈低矮的三角形。当前标本没有保存角质层, 没法进一步比较。当前标本保存了球果则为 *Brachyphyllum* 所罕见。

**日本短叶杉(相似种) *Brachyphyllum cf. japonicum* (Yokoyama) Ôishi**

(图版Ⅲ, 图 2, 2a; 图版Ⅳ, 图 3, 3a)

松柏类营养枝, 小, 宽 1.5mm 左右, 分枝, 分枝角极小。叶鳞片状, 螺旋排列, 三角形, 顶端尖锐, 大部紧贴于枝上, 仅顶端游离。

当前标本具细小的枝及覆瓦状的、三角形的鳞叶, 与日本的 *Brachyphyllum japonicum* (Ôishi, 1940, p. 391, pl. XLII, figs. 2, 3, 3a) 极为相似。

**短叶杉(未定种) *Brachyphyllum* sp.**

(图版Ⅲ, 图 6, 6a; 图版Ⅳ, 图 2, 2a)

松柏类营养枝。小, 分枝, 互生, 枝上满被以小的鳞片状叶子, 螺旋排列, 斜方形, 紧贴于枝上。

当前标本外形与英国威尔登植物群定为 *Brachyphyllum obesum* 的一块标本 (Seward, 1895, p. 218, pl. XX, fig. 1) 相似, 但鳞状叶为斜方形, 与英国标本不同。

**准柏属 Genus *Cyparissidium* Heer, 1873**

**准柏(未定种) *Cyparissidium* sp.**

(图版Ⅲ, 图 6A, 6a)

松柏类枝条, 宽(连叶)约 1.5mm, 长 5.5cm, 保存不全, 分枝。叶小, 下部抱茎, 与枝紧贴, 上部作伸长三角形, 外弯, 顶端与枝分离。

**裂鳞果属 Genus *Schizolepis* F. Braun 1847, emend.**

**热河裂鳞果 *Schizolepis jeholensis* Yabe et Endo**

(图版Ⅲ, 图 4)

果穗标本, 具柄, 上有纵纹, 长 2.8cm, 保存不全。果穗圆筒形, 长 8.3cm, 宽 2.5cm。果鳞着生于果穗轴的不同部位, 作披针形, 长约 1.5cm, 宽约 3.5mm, 上有纵向皱纹, 似作二裂, 个别果鳞基部似有圆形(种子?)印痕。

上述标本大小形状与辽宁凌源九佛堂群的一块标本(斯行健、李星学等, 1963, 287 页, 图版 93, 图 4)酷似。

**北票裂鳞果(新种) *Schizolepis beipiaoensis* sp. nov.**

(图版 X, 图 1, 5, 9, 10, 12; 图版Ⅳ, 图 3, 6, 7;

图版Ⅴ, 图 1, 5; 图版Ⅵ, 图 1, 3, 3a, 5, 5a, 6, 6a, 7, 7a)

总状花(果)序, 长 5.5cm, 宽 1.8cm, 有长梗, 长达 4.1cm。果实为翅果, 草质, 扁平, 有梗, 卵形至椭圆形至披针形, 长 8–10mm, 宽 2–4mm, 呈锐角至直角张开, 仅一侧具翅, 翅长约为小坚果的 2 倍。叶子未保存。

在当前搜集的产自同一地区、相同层位的数十个单独保存的翅果中,形态各异,但也有与上述果穗上的翅果相似的,都把它们置于同一个种中。现把它们的综合特征描述于下:翅果,革质,有短梗,长0.6—1.2cm,宽3.5mm。均作二裂,但分裂的深浅不一,有在距顶约1/3处开始分裂,也有在翅果基部的短梗就开始分裂的,更多是介于这两者之间的。分裂的角度不一,个别有接近零度的,即两翅几乎是并排的,也有几成直角的,但更多是成锐角相交的。两翅的大小形状也各异,有半圆形的、椭圆形的和披针形的。都具有平行的,顶端向前的或略作放射状的纵纹或皱纹,多数标本(成熟的标本)两翅的基部,在短梗之上,约占翅的1/3处均有圆形或椭圆形拱起的印痕——种子的印痕,轮廓模糊,不成熟的标本则呈现扁平的状态。

当前标本翅果上种子的轮廓均不清晰,像是被翅所包裹,没有裸露,在众多标本中也未见掉下来单独保存的种子。这使笔者猜测这类植物的种子有可能包于翅中,不单独脱落。这就牵涉到这类植物是裸子植物还是被子植物的问题。加之果穗及翅果的形态与现生槭树科Aceraceae的相似性,使笔者怀疑其属裸子植物,而相信有属被子植物的可能性。然而时隔一亿多年,要找到很容易鉴别的特征是不太可能的,特别是对于演化较快的类群。虽说当前植物果实为翅果与槭树科的果实相似,但看到实际标本又会感到差别尚大。如槭树科翅果上翅的脉虽有指向前方的,但更多是指向两侧的;翅果的梗虽有短的,但更多是长的。加之化石标本保存和发掘的局限性给鉴定和对比上带来的困难就更大。笔者仅根据手头资料,对这类植物的归属提出质疑。要解决这个问题必须找到种子裸露的证据,或找到叶子和原位花粉,证实属裸子植物或被子植物。

辽西北票常河营子大板沟中侏罗统蓝旗组的 *Schizolepis dabangouensis* Zhang et Zheng (张武等, 1987, 313页, 图版11, 图7; 图版23, 图3—4; 图版26, 图1; 图版29, 图4), 果序的特征与当前标本近似, 但翅果的形状有不同, 翅大而果小。

*Schizolepis* 一属曾出现于内蒙古、河北、辽宁的九佛堂组及黑龙江的早白垩世地层。

### 有疑问的裸子植物 Problematic Gymnosperms

#### 买麻藤目 Gnetales

##### 辽西草属 Genus *Liaoxia* Cao et Wu, 1997

##### 陈氏辽西草 *Liaoxia chenii* Cao et Wu

(图版XIV, 图3, 3a; 图版XV, 图3, 3a)

1997 *Liaoxia chenii* Cao et Wu, 1764页, 图版1, 图1—2, 2a, 2b, 2c。

**描述与讨论** 见同义名表所列文献(略)。

**产地及层位** 辽西朝阳北票上园义县组下部尖山沟层。

##### 常氏辽西草 *Liaoxia changii* (Cao et Wu)

(图版XV, 图1, 4)

1997 *Eragrosites changii* Cao et Wu, 1765页, 图版II, 图1—3, 插图1。

**描述与讨论** 见同义名表所列文献(略)。

**产地及层位** 辽西朝阳北票上园义县组下部尖山沟层。

朝阳序属 Genus *Chaoyangia* Duan, 1997

梁氏朝阳序 *Chaoyangia liangii* Duan

(图版 XIV, 图 1, 1a, 2, 2a, 4, 4a; 图版 XV, 图 2, 2a)

1997 *Chaoyangia liangii* Duan, 519 页, 图 1—4。

描述与讨论 见同义名表所列文献(略)。

产地及层位 辽西朝阳北票上园义县组。

被子植物亚门 Angiospermae

双子叶植物纲 Dicotyledoneae

古果属 Genus *Archaeofructus* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou, 1998

辽宁古果 *Archaeofructus liaoningensis* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou

(图版 XV, 图 5)

1998 *Archaeofructus liaoningensis* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou, p. 1695, fig. 2.

描述与讨论 见同义名表所列文献(略)。

产地及层位 辽西朝阳北票上园义县组下部尖山沟层。

菱属 Genus *Trapa* Linné, 1732

菱? (未定种) *Trapa?* sp.

(图版 XVI, 图 1—2a, ? 6, ? 6a, ? 8)

坚果,小,三角形,连角宽 7—9mm,坚果上方左右有 2 枚呈尖刺状的角,斜向前方。坚果顶端中央有尖锐突起(喙),似有果柄,叶未保存。

当前标本果实形态近似 *Trapa silesiaca* (Gothan, 1954, p. 422, Abb. 401), 及细果野菱(菱角) *Trapa maximowiczii* Korsh(中国科学院植物研究所, 1972b, 1012 页, 图 3754)。

伊伦尼亚属 Genus *Erenia* Krassilov, 1982

狭翼伊伦尼亚 *Erenia stenoptera* Krassilov

(图版 XVI, 图 5, 5a)

核果,果近圆形,大小为 4.5mm 长,3.5mm 宽,由果皮和果核两部分组成。果皮肉质,浅棕色,厚 0.6—1mm,顶端开裂作漏斗形。核木质,棕色,宽 3mm,正面可见两个房室,基部有柄。

当前标本与蒙古的 *Erenia stenoptera* (Krassilov, 1982, p. 33, pl. 18, figs. 238—239) 外形颇为相似。当前的标本果核保存的为内面观,可见中间的纵隔,可能为子房室的隔壁。蒙古标本保存的为果核的外面观,也能见到纵隔。两者或许属同一个种。

Krassilov 归这个种于被子植物(Angiosperm)中。

单子叶植物纲 Monocotyledoneae

类香蒲属 Genus *Typhaera* Krassilov, 1982

纺锤状类香蒲 *Typhaera fusiformis* Krassilov

(图版 XVI, 图 3, 3a; 图版 XVIII, 图 3, 3a, 6, 6a)

小穗,颖果? 纺锤状,宽 0.9mm,长约 3mm,顶端未保存,有长约 0.5mm 的柄。边缘光

滑,有2-3条平行脉,脉间有横隔(类似于禾本科种子外壳的硅质横隔),果柄周围(基盘)长出众多长达1.6cm的丝状毛。

从形态上看,当前标本类似于现生单子叶植物禾本科蜀黍族 Andropogoneae 的小穗。

当前标本形态与蒙古 Gurvan-Eren 早白垩世植物群的 *Typhaera fusiformis* (Krassilov, 1982, p. 36, pl. 19, figs. 247-251) 极其相似。仅有的不同是当前标本在颖果上可见数条平行脉,脉间有横隔,及蒙古的颖果(Krassilov 描述为传播体 diaspore)顶端折断,未保存下来。Krassilov 将蒙古标本与现生单子叶植物香蒲科香蒲属对比,归入被子植物。

鄂尔多斯盆地西南部华亭志丹群( $K_1$ )定为长纤毛石籽 *Carpolithus longiciliatus* Liu(刘子进, 1988, 97页, 图版1, 图22)标本,与当前标本极为相似,有可能属同一植物。刘子进将其与现生双子叶植物菊科蒲公英及萝藦科马利筋属的成熟种子对比,认为可能代表一种早期的被子植物。

#### 似百合属(新属) Genus *Lilites* gen. nov.

##### 热河似百合(新属、新种) *Lilites rehensis* gen. et sp. nov.

(图版 XVIII, 图 1, 1a, 2, 4, 5, 7, 7a, 8A)

草本,茎直立,粗,宽达4mm,上有极细直纹,不分枝。有叶,叶茎生,单叶,抱茎,无柄,对生,卵状披针形,最宽处在基部,顶端尖锐。叶脉为弧形脉,基出,分叉,细而清晰,果顶生,卵形,顶端微尖,宽1.2cm,高1.7cm,上部两侧可见高出果实的2个萼片(?)。

当前标本单叶,抱茎,对生,弧形脉和顶生花(果)等特征,均与百合科 Liliaceae 的特征相符,有可能属这个科。

#### 似兰属(新属) Genus *Orchidites* gen. nov.

##### 线叶似兰(新属、新种) *Orchidites linearifolius* gen. et sp. nov.

(图版 XVI, 图 7; 图版 XVII, 图 1-3)

营养枝,草本,叶茎生,单叶,抱茎,小,螺旋排列,革质,线形,宽1.2-1.8mm,长3.5mm左右。叶脉为平行脉,分叉,纤细而清晰,脉间宽平,每枚叶子有脉4-7条。

当前标本叶抱茎,细长,叶脉为平行脉等特征,与单子叶植物,尤其兰科 Orchidaceae 极为相似,故以似兰 *Orchidites* 作为其属名。

#### 披针叶似兰(新属、新种) *Orchidites lancifolius* gen. et sp. nov.

(图版 XVII, 图 4, 4a)

草本,叶基生,成束,披针形,顶端尖锐,长约2.1cm,宽1mm左右。叶脉为平行脉,分叉,脉间宽而扁平,每枚叶子有脉5、6条。

当前标本叶子的着生方式、形状及叶脉的特征等,与兰科的一些植物,如兰属 *Cymbidium* 近似。

#### 可疑被子植物 Problematic Angiosperms

##### 似蓼属(新属) Genus *Polygonites* gen. nov.

##### 多小枝似蓼(新属、新种) *Polygonites polyclonus* gen. et sp. nov.

(图版 XVI, 图 4, 4a; 图版 XIX, 图 1, 1a, 3A-4a)

直立茎, 草本? 有节, 节间光滑或有不规则的、不明显的条纹(干缩的结果), 在保存的标本下部, 节间宽约 2mm, 长 7.5mm, 向着植物体的顶端节间的长度和宽度逐渐减少。茎分枝, 枝自节长出, 成对或单生, 近植物体顶端分枝较为频繁。没有叶子。

茎分节, 叶子或有或无是蓼科 Polygonaceae 的特征, 当前标本在这方面与蓼科相近, 故用似蓼 *Polygonites* 作属名。

似木贼 *Equisetites* 的标本茎也分节, 但茎的分枝形式、节间的纹饰, 尤其是叶鞘的特征均与当前标本不同。

**扁平似蓼(新属、新种) *Polygonites planus* gen. et sp. nov.**

(图版 XIX, 图 2)

草本, 茎直立, 上有细密直纹。枝扁化, 散生, 细长, 披针形, 宽 3-5mm。分节, 节间长 1-2.5cm, 上有细密纵纹 13-15 条。没有叶子。

乍看起来, 当前标本茎两侧茂密的、扁平的分枝很像是线形或披针形的叶子。但进一步观察就会看到每个细长的“叶子”都分节, 与蓼科的竹节蓼属 *Muehlenbeckia* (江苏植物研究所, 1982, 93 页, 图 863) 极其相似。

**根状茎属(新属) Genus *Rhizoma* gen. nov.**

**椭圆形根状茎(新属、新种) *Rhizoma elliptica* gen. et sp. nov.**

(图版 XVI, 图 9, 10)

根状茎, 大, 有节, 节间椭圆形, 长 2.1cm, 宽 1.2-1.4cm, 上有 2-3 条宽平的纵脊及相间的凹沟, 形态类似现生睡莲科 Nymphaeaceae, 莲属 *Nelumbo* 的根状茎(江苏植物研究所, 1982, 156 页, 图 792), 节间的凹沟可能为孔道于根状茎干缩后在表面留下的痕迹。由于植株, 主要是叶和花等没有保存, 准确的鉴定尚为时过早。

**花果化石分类位置不明者 *Fructus incertae sedis***

**化石花属 Genus *Antholithus* Brongniart, 1822**

**卵形化石花(新种) *Antholithus ovatus* sp. nov.**

(图版 XX, 图 2, 2a, 5, 5a, 7, 7a)

单独保存的 3 个雄花序, 花序轴似为肉质, 长约为 2cm, 宽 1.2-1.6mm, 自下而上宽度逐渐减少, 上有数条纵纹。轴上以略小于直角伸出花丝, 花丝长 1mm 或不及 1mm, 基部扩张, 向上逐渐狭缩。花丝顶端着生多个花药(花粉囊), 最多者 5 个, 花药似为基着药(花药基部着生于花丝顶部), 纵向开裂。

当前标本外形近似当今仍存活的银杏 (*Ginkgo biloba* Linn) 的雄花序。

从形态上看, 当前标本近似于 Seward 引用的归于银杏目的雄花, 定为 *Antholithus* 的两个标本 (Seward, 1919, p. 52, Text-fig. 654A, B)。但当前标本花序轴较为粗壮, 花丝却较为细弱, 花药为卵圆形也与后者的长椭圆形不同。

**化石花(未定多种) *Antholithus* spp.**

(图版 XX, 图 4, 4a, 6, 6a)

图版 XX, 图 6, 6a 为花序化石, 由花序梗及其上的穗状花序组成。梗长 1.8cm, 宽 1.2mm, 向顶端宽度逐渐加大。穗状花序圆柱形, 长 1.8cm, 宽 0.9cm, 由小穗组成, 苞片膜质。当前花序标本, 外形近似禾本科 Gramineae 的花序。

图版 XX, 图 4, 4a 也为花序化石, 柄长 1.8cm, 保存不全。花穗椭圆形, 宽 1cm, 长约 3cm, 表面被以互相盖覆的、具细纵纹的草质苞片, 详细构造不明。这一标本外形近似禾本科 Gramineae 或莎草科 Cyperaceae 的花穗。

### 化石果属 Genus *Carpolithus* Wallerius, 1747

#### 化石果 (未定多种) *Carpolithus* spp.

(图版 XX, 图 1, 1a, 3, 3a)

果实化石。图版 XX, 图 1, 1a 标本为一小坚果, 具柄, 粟状, 长宽均为 7mm, 果皮已脱落, 留下木质边缘和圆形种子。种子单个, 上有弧形细纹。

图版 XX, 图 3, 3a 为小核果, 椭圆形, 宽 2.5mm, 长 3.5mm。果皮肉质, 呈浅棕色半透明状, 果核清晰可见, 似有一短柄。

## 3 结语

### 3.1 热河植物群的组成成分

本文描述的植物化石有 31 属 50 种, 其中有 6 新属 24 新种。另外, 本文还收入近年发表于国内外刊物的、与当前植物产于相同产地和层位、属于同一植物群、分属于买麻藤类和被子植物的 3 属 4 种。它们是 *Liaoxia chenii*, *L. changii*, *Chaoyangia liangii* 和 *Archae-fructus liaoningensis*, 总共 34 属 54 种。现分门别类把植物化石名单列述于下:

苔藓植物门 Bryophyta

*Thallites riccioites* sp. nov., *Th. dasyphyllus* sp. nov., *Th. sp.*, *Muscites tenellus* sp. nov., *M. drepaphyllus* sp. nov.。

蕨类植物门 Pteridophyta

石松类植物 Lycoposida

*Lycopodites faustus* sp. nov.。

木贼类植物 Articulatae

*Equisetites longevaginatus* sp. nov., *E. sp. 1*, *E. sp. 2*, *E. sp. 3*。

真蕨植物 Filices

蚌壳蕨科 Dicksoniaceae

*Coniopteris burejensis* (Zalesky) Seward, *C. spectabilis* Brick, *C. tatungensis* Sze, *C. sp.*, *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas

阴地蕨科? Botrychiaceae?

*Botrychites reheensis* gen. et sp. nov.

种子植物门 Spermatophyta

裸子植物亚门 Gymnospermae

苏铁类植物 Cycadophytes

本内苏铁目 Bennettitales

*Tyrmia acrodonta* sp. nov., *Williamsonia bella* sp. nov.

可能属于本内苏铁者? Bennettitales?

*Rehezamites anisolobus* gen. et sp. nov., R. sp.

银杏类植物 Ginkgophytes

*Baiera gracilis* (Bean Ms) Bunbury, *B. borealis* sp. nov., *Ginkgoites* sp.,  
*Czekanowskia?* *debilis* sp. nov., *Solenites murrayana* L. et H., *Sphenarion par-*  
*ilis* sp. nov.

松柏类植物 Conifers

松科 Pinaceae

*Pityocladus densifolius* sp. nov., P. sp., *Pityospermum* sp.

柏科 Cupressaceae

*Cupressinocladus* sp.

松柏类分类位置不明者 Conifers incertae sedis

*Elatocladus leptophyllum* sp. nov., E. sp., *Brachyphyllum rhombicum* sp.

nov., *B. cf. japonicum* (Yokoyama) Ôishi, *B. sp.*, *Cyparissidium* sp.,

*Schizolepis jeholensis* Yabe et Endo, *Sch. beipiaoensis* sp. nov.

有疑问的裸子植物 Problematic Gymnosperms

买麻藤目 Gnetales

*Liaoxia chenii* Cao et Wu, *L. changii* (Cao et Wu), *Chaoyangia liangii* Duan.

被子植物亚门 Angiospermae

双子叶植物纲 Dicotyledoneae

*Archaefructus liaoningensis* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou, *Trapa?* sp., *Erenia*

*stenoptera* Krassilov.

单子叶植物纲 Monocotyledoneae

*Typhaera fusiformis* Krassilov, *Lilites reheensis* gen. et sp. nov., *Orchidites lin-*  
*earfolius* gen. et sp. nov., *O. lancifolius* sp. nov.

可疑被子植物 Problematic Angiosperms

*Polygonites polyclonus* gen. et sp. nov., *P. planus* sp. nov., *Rhizoma elliptica*  
gen. et sp. nov.

花果化石分类位置不明者 Fructus incertae sedis

*Antholitus ovatus* sp. nov., A. spp., *Carpolithus* spp.

由上述这组植物化石名单可以看出当前植物群有如下几个特点:

1) 这是一个丰富多采的植物群,几乎包括了中生代所有化石门类。有苔藓植物门的苔类和藓类2属5种;蕨类植物门的石松类1属1种;木贼类1属4种;真蕨类3属6种;种子植物门裸子植物亚门苏铁类的本内苏铁和可能属于本内苏铁者,共3属4种;银杏类5属6种;松柏类7属12种;买麻藤目2属3种;被子植物亚门双子叶植物纲3属3种;单子叶植物纲3属4种;可疑被子植物2属3种;花果化石2属3种。

由于植物种类丰富,生态类型也多种多样。如有适于水分充足或湿度较大的环境生活的苔藓植物和生于湿地和沟边的陆生或沼泽植物木贼类;有广布于全世界,尤以热带和亚热带最为丰富的,喜生于温暖、阴湿的林下或溪边石缝,为森林植被草本层重要成分的蕨类植物;有适于北亚热带和暖温带的银杏类;有广布世界各地,主要分布于北半球,为温带森林主要树种的松柏类;也有分布于寒凉贫瘠和干燥荒漠或热带雨林的买麻藤类;更有广泛分布于山地、平原、沙漠、湖泊、河溪,少数还可在海水生活的被子植物。

2) 这是个生机勃勃的植物群,包括了近半(24个)的新种和多个新属(6个),如果包括近年已刊的4新种,3新属,总共有28新种,9新属。老种只有蕨类蚌壳蕨科的4种、银杏类的2种、松柏类的2种和被子植物的2种,共10种,和15个老属未定种,1个新属未定种。更重要的是出现了买麻藤类和被子植物。买麻藤类是介于裸子植物和被子植物间的一类植物。泰勒(1992, 307页)将其置于有疑问的裸子植物。它既有裸子植物的特征,即胚珠裸露,但缺乏树脂道,又有被子植物的特征,即次生木质部有导管,以及花有花被。被子植物则为现代植物界最高等,也是最繁荣的类群,约占植物界的一半以上。

3) 木贼类只有似木贼 *Equisetites* 一属,个体细小,根系却相对发达,且有根瘤。缺失新芦木 *Neocalamites*。

4) 蕨类的种类也极单调,老种主要是蚌壳蕨科植物,个体较小,小羽片边缘频繁分裂形成线形裂片。缺失双扇蕨科这类繁盛于湿热的热带亚热带的植物。甚至枝叶繁盛,称霸于北方早、中侏罗世林下的 *Cladophlebis* 也未见踪影。

5) 苏铁类只有本内苏铁的少数几个种,个体较小,裂片或频繁分裂或呈膜质。

6) 银杏类是这个植物群的重要组成分子,在数量上还较多,有5属6种。但叶子体积显著缩小,几乎都是线形叶,条状叶或片状叶(叶较宽的)极少。*Ginkgoites* 只有一个发育不全的叶子,且为膜质。*Sphenobaiera* 和 *Phoenicopsis* 未见。

7) 松柏类也是这个植物群的主要成员,有7属12种,多为鳞状叶,也有针状叶。仅 *Eladocladus* 的一种,叶为小披针形,但呈膜质。

### 3.2 热河植物群的对比与时代

#### 3.2.1. 对比

在“试论中国晚三叠世和早、中侏罗世的植物群及其地理分区”(吴舜卿,1983)一文中,笔者把辽宁、山东、山西、北京西山、内蒙古、陕西、甘肃、青海和新疆诸省区早中侏罗世植物群的分布区划为北方区(内陆区),气候带划为亚热带。热河植物群的产地位于北方区范围内,又是在早、中侏罗世北方植物区的基础上演化而来,因而暂置于同一个区,以便于讨论和比较。

#### 1) 热河植物群与我国北方中侏罗世植物群的对比

辽西中侏罗世(海房沟组+蓝旗组)植物群(张武、郑少林,1987)以苏铁类居首位(海房沟组有本内苏铁7属21种,苏铁类4属15种。蓝旗组有本内苏铁11属27种,苏铁类2属10种)。其次是真蕨类(海房沟组有10属34种,蓝旗组有8属17种)。再其次是银杏类(海房沟组有9属23种,蓝旗组有6属11种)。松柏类居第四位(海房沟组有8属10种,蓝旗组有4属5种)。居第五位的是有节类(海房沟组2属8种,蓝旗组有2属4种)。

而当前植物群除去买麻藤类(2属3种)、被子植物及可疑被子植物(8属10种)在辽西中侏罗世植物群未见外,居首位的是松柏类(7属12种),其次是银杏类(5属6种),第三是

蕨类(3属6种),只有蚌壳蕨科2属5种和1新属新种,未见双扇蕨科和*Cladophlebis*。苏铁类只有本内苏铁和可能属于本内苏铁的3属4种。木贼类只有小个体的*Equisetites* 1属4种,缺失*Neocalamites*。植物群所含各类植物的总数,及各植物门类在植物群中所占数量都远远不如辽西中侏罗世植物群。

热河植物群与辽西中侏罗世植物群除了数量差别悬殊和优势植物不同外,明显的是出现了买麻藤类和为数较多的可疑被子植物和被子植物。

青海的中侏罗世植物群经研究(李佩娟等,1988,160页)有42属115种,以蕨类、银杏类和松柏类为主体。蕨类最发达,占33.83%,其次是银杏类,占32.24%,松柏类居第三位,占13.91%,第四位是苏铁类,占11.34%,其它占8.68%。当前植物群与之相比,差别也与辽西中侏罗世植物群类似,除了数量上的差别悬殊和出现被子植物外,优势植物也不大相同。

## 2) 热河植物群与蒙古早白垩世植物群的对比

这里要提到的主要是一些新的植物分子的对比。本文归入买麻藤类和被子植物的一些种,与蒙古早白垩世植物群(Krassilov, 1982)有较大的相似性,如*Liaoxia chenii* 与*Cyperacites* sp. (Krassilov, 1982, p. 34); *Chaoyangia liangii* 与 *Curvanella dictyoptera*。而*Erenia steroptera* 和 *Typhaera fusiformis* 二种则直接用蒙古的种名(Krassilov, 1982, p. 33, 36)。本文鉴定的一些木贼类和苏铁类与蒙古的也有一定的相似性,如*Equisetites* sp. 1 与 *E.* sp. (Krassilov, 1982, p. 6, Text-fig. H); *Rehezamites* sp. 与 *Neozamites verchojanicus* (Krassilov, 1982, p. 14) 等,相信这两个植物群有一定的亲缘关系。但是,在时代确定上有较大的差别,根据植物大类的组成及在植物群中的位置,以及鉴定出的老种,笔者认为当前植物群有较浓厚的侏罗纪色彩,把时代定在晚侏罗世,而蒙古的则定为早白垩世。这个问题在很大的程度上牵涉到中生代植物的起源和迁移问题。十几二十年前笔者在研究我国南方晚三叠世植物群时,就发现一些在欧洲(格陵兰和瑞典等)早侏罗世才出现的植物在我国南方晚三叠世就已出现(吴舜卿, 1999)。在查阅原苏联的有关中生代植物群的总结和植物区系划分的文献(Baxхамеев, 1964)时,发现他们的晚侏罗世植物群正和我国北方中侏罗世植物群相仿。曹正尧在研究黑龙江东部龙爪沟植物群时也谈到类似的问题(曹正尧, 1984)。这个问题远不是本文一时能够解决的。

### 3.2.2 时代

蚌壳蕨科的 *Coniopteris* 是这个植物群中蕨类的主要成员,这个属可以说是北方型侏罗纪的指示植物。始现于早侏罗世末期,大量出现于中侏罗世,中、晚侏罗世是其极盛期,至早白垩世逐渐消亡。本内苏铁是本植物群中苏铁类的唯一代表,这类植物始现于晚三叠世,中侏罗世达到顶峰,早白垩世开始衰退,晚白垩世绝迹。松柏类和银杏类是本植物群的优势植物,也是北方型中侏罗世植物群的主要组成部分,松柏类在晚侏罗世和早白垩世达到极盛期。由上面对蚌壳蕨科的 *Coniopteris*、本内苏铁、银杏类和松柏类在地史上盛衰情况的分析,可以看出当前植物群有着较为浓厚的侏罗纪色彩。

本植物群中能鉴定到种的老种虽不多,但尚能提供一些有关的时代信息。蚌壳蕨科的 *Coniopteris burejensis*, *C. spectabilis*, *C. tatungensis*, *Eboracia lobifolia* 和银杏类的 *Baiera gracilis* 和 *Solenites murrayana* 等都是北方植物区侏罗纪,主要是中侏罗世的常见种。其中 *E. lobifolia*, *B. gracilis*, *Solenites murrayana* 可分布至晚侏罗世, *C. burejensis* 还

延伸至早白垩世。松柏类的 *Brachyphyllum japonicum* 和 *Schizolepis jeholensis* 自晚侏罗世分布至早白垩世。本植物群中木贼类的 *Equisetites* 形体细小,与北方区中侏罗世中晚期的同类植物近似。*Tyrrmia* 一属的分布也以侏罗纪为主(可达 K<sub>1</sub>)。从上述各属种在地史上分布的分析,同样可以看出当前植物群浓厚的侏罗纪色彩。

根据上述分析,同时考虑到地层层序,热河植物群的时代以置于晚侏罗世较为合宜。

80 年代以来许多有关的著作都把辽西义县组置于晚侏罗世(陈丕基等,1980; 沈阳地质矿产研究所, 1982; 王五力、郑少林等, 1989; 侯连海等, 1995; 周志炎, 1995; 曹正尧等, 1997; 段淑英, 1997; Sun et al., 1998)。前面是笔者根据植物群的研究得出的看法,也是对上述意见的支持。因为是一个新的植物群,能够提供的信息不可能很多。

### 3.3 热河植物群的生态环境

早、中侏罗世(特别是中侏罗世前期)的北方植物区,为内陆性亚热带气候,气候温暖,水分充足,是个植物生长繁殖的优越环境。在那里南方区热带亚热带的优势植物双扇蕨科得以繁殖。南方区另一类热带亚热带树种苏铁类达到了其发展的顶峰。有着粗大茎干的新芦木 (*Neocalamites*) 也得以在那里生长。枝叶茂盛的枝脉蕨 (*Cladophlebis*) 成为那里林下草本层的主要成分。银杏类和松柏类更是种类繁多,枝繁叶茂,一派欣欣向荣的景象。中侏罗世中晚期的北方区,气候开始旱化,植物种类明显减少,属种分异,个体也显著缩小。晚侏罗世的北方区,气候突变,植物在恶劣的环境下(干旱、贫瘠)急速演化并顽强地生长繁殖,热河植物群就是这一时期、这一环境里的产物。

在本文开头笔者已作了简略的介绍:热河植物群是我国中生代的一个新植物群,也是迄今被子植物出现得最早的一个植物群。文中描述的有 31 属 50 种,其中 6 新属、24 新种。化石门类齐全,几乎包括了中生代所有化石门类。最重要的是有在进化上与被子植物关系密切的买麻藤类和被子植物(包括双子叶植物和单子叶植物)及可疑被子植物。

从组成植物群的属种数看,当前植物群的属种数不算多,仅 34 属 54 种,相对于植物门类齐全的特点来说尤其如此。与我国北方植物区中侏罗世前期繁茂的植物群相比也大为逊色。在辽西的中侏罗世早期(海房沟组)植物群,张武等(1987)描述了 48 属 124 种。在青海中侏罗世植物群,李佩娟等(1988)描述了 42 属 115 种。虽然本文研究的仅是植物群的概貌,各家对种的理解和掌握的尺度也不一致,但从上述数字还是可以看出数量关系。属种数的多寡,反映出环境的优劣,优越的环境(主要是水分充足和气候适宜),植物种类就多。因此,相对于前期植物群来说,繁育着当前植物群的不是一个优越的环境。

本植物群中新种占了一半左右,植物的急速演化,是适应环境变迁的结果。大量新种的涌现,说明此时此地,环境发生了重大变化。

从植物的形体看,当前植物群的成员,普遍是形体细小。如归于 *Erenia stenoptera* 种名下的标本是个完整的果实(核果),大小只有 4.5mm(长) × 3.5mm(宽)。定为 *Rehezamites anisolobus* 的标本是个较完整的苏铁类羽叶,最宽处宽不过 4.2cm,长度也仅 10 多厘米。*Batrychites reheensis* 的一个接近完整的蕨类植株,大小只有 4.5cm(宽) × 14.6cm(高)。木贼类的 *Equisetites longevaginatus*,地上茎粗仅 3–3.5mm,根系却比较发达,还有根瘤。不论是植物个体细小,或地上茎细小,根系却发达等等,都是植物对干旱环境的适应,虽然水分是植物生长的首要因素,光照、气候、养分等也是影响植物生长的因素。

从叶子形状大小和质地看,当前植物群蕨类小羽片边缘频繁分裂成细线形裂片。银杏

类的叶子几乎都是线形叶。松柏类则以鳞状叶为主。这些都是对干旱环境的适应。因为供水不足，植物尽量缩小其体积。苏铁类 *Tyrmia* 和 *Rehezamites* 及松柏类的一些标本 (*Elatocladus*) 叶为膜质，是温带植物的特征。

喜生于湿热的热带、亚热带的双扇蕨科植物在本植物群不再出现。北方区晚三叠世至中侏罗世的具粗大茎干的新芦木 (*Neocalamites*) 也不再出现。枝叶繁茂的枝脉蕨 (*Cladophlebis*) 也未见。适生于热带亚热带的苏铁类仅剩本内苏铁的少数种，且叶为膜质。喜生于北方亚热带—暖温带的银杏类虽然仍是本植物群的主要成员，但属种已明显更替。

综上所述，繁育着热河植物群的是个内陆性温带（主要是暖温带）干旱贫瘠的生态环境。正是由于晚侏罗世环境的突变，适者存，不适者亡，才引发了植物迅速演替和出现了被子植物这类当今称霸于植物界的植物类群。

### 参 考 文 献

- 王五力, 郑少林, 张立君, 蒲荣干, 张武, 吴洪章, 具然弘, 董国义, 元红等, 1989. 辽宁西部中生代地层古生物(一). 北京: 地质出版社. 1—168, 表 1—14.
- 王自强, 1984. 植物界. 见: 地质矿产部天津地质矿产研究所主编, 华北地区古生物图册(二), 中生代分册. 北京: 地质出版社. 224—302, 图版 108—178.
- 中国科学院武汉植物研究所编著, 1980. 神农架植物. 武汉: 湖北人民出版社. 1—467, 图 1—403, 照片 1—63.
- 中国科学院植物研究所主编, 1972a. 中国高等植物图鉴, 第一册. 北京: 科学出版社. 1—1157, 图 1—1730.
- 中国科学院植物研究所主编, 1972b. 中国高等植物图鉴, 第二册. 北京: 科学出版社. iv + 1312, 图 1—3954.
- 辽宁省林业土壤研究所, 1977. 东北藓类植物志. 北京: 科学出版社. ix + 604, 图版 1—261.
- 叶美娜, 厉宝贤, 1982. 中国侏罗纪含植物化石地层的划分与对比. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所编著, 中国各纪地层对比表及说明书. 北京: 科学出版社. 241—253. 1 图, 2 表.
- 邓胜徵, 1995. 内蒙古霍林河盆地早白垩世植物群. 北京: 地质出版社. 1—125, 图版 1—48.
- 刘子进, 1988. 鄂尔多斯盆地西南部华亭—陇县地区志丹群的植物. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊, (24): 91—103, 2 图版.
- 江苏植物研究所, 1982. 江苏植物志, 下册. 南京: 江苏科学技术出版社. 1010, 2269 图.
- 沈阳地质矿产研究所主编, 1980. 东北地区古生物图册(二), 中新生代分册. 北京: 地质出版社. 1—403, 图版 1—210.
- 李佩娟, 何元良, 吴向午, 梅盛吴, 李柄有, 1988. 青海柴达木盆地东北缘早、中侏罗世地层及植物群. 南京: 南京大学出版社. 1—231. 图版 1—140.
- 吴舜卿, 1983. 试论中国晚三叠世和早、中侏罗世的植物群及其地理分区. 见: 中国古生物地理区系. 北京: 科学出版社. 121—130, 图 1—2.
- 吴舜卿, 1999. 四川晚三叠世须家河组植物化石新记述. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 14 号. 1—70, 52 图版.
- 张志诚, 1976. 植物界. 见: 华北地区古生物图册, 内蒙古分册(二). 北京: 地质出版社. 179—204, 图版 86—104.
- 张武, 郑少林, 1987. 辽宁西部中生代植物化石. 见: 辽宁西部中生代地层古生物, 3. 北京: 地质出版社. 239—338, 图版 1—30.
- 张武, 郑少林, 张志诚, 1980. 植物界. 见: 东北地区古生物图册(二), 中新生代分册. 北京: 地质出版社. 221—307, 图版 103—193.
- 陈丕基, 文世宣, 周志炎, 厉宝贤, 林启彬, 张璐瑾, 黎文本, 刘兆生, 李再平, 1980. 辽宁西部晚中生代陆相地层的研究. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 1 号. 22—55, 20 插图, 3 表.
- 陈丕基, 吴舜卿, 1998. 热河生物群研究的现状与展望. 见: 北京大学地质系编, 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集. 北京: 地震出版社. 355—359. 1 插图.
- 陈芬, 孟祥营, 任守勤, 吴仲龙, 1988. 辽宁阜新和铁法盆地早白垩世植物群及含煤地层. 北京: 地质出版社. 1—180, 图

版 1—69.

- 陈 芬, 窦亚伟, 黄其胜, 1984. 北京西山侏罗纪植物群. 北京: 地质出版社. 1—136, 图版 1—38.
- 周志炎, 1995. 侏罗纪植物群. 见: 李星学主编, 中国地质时期植物群. 广州: 广东科技出版社. 260—309, 6 插图, 4 表.
- 周志炎, 曹正尧, 1977. 中国东部白垩纪 8 种新的松柏类化石及其分类位置和演化关系. 古生物学报, **16**(2): 165—184, 图版 1—V.
- 侯连海, 周忠和, 顾玉才, 1995. 侏罗纪鸟类化石在中国的首次发现. 科学通报, **40**(8): 726—729.
- 段淑英, 1997. 最古老的被子植物——具三心皮结构的生殖器官化石. 中国科学(D辑), **27**(6): 519—524, 4 插图.
- 高 谦, 张先初, 1981. 东北苔类植物志. 北京: 科学出版社. vi + 220, 87 图版.
- T. N. 泰勒著, 梅美棠, 杜贤铭, 李中明译, 朱家楠, 梁尧勋, 曹瑞骥校, 1992. 古植物学——化石植物生物学导论. 北京: 科学出版社. viii + 462.
- 曹正尧, 1984. 黑龙江省东部龙爪沟群植物化石(三). 见: 黑龙江省东部中、上侏罗统与下白垩统化石(下). 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社. 1—34, 图版 I—IX.
- 曹正尧, 厉宝贤, 郭双兴, 1982. 中国白垩纪含植物化石地层. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所编著, 中国各纪地层对比表及说明书. 北京: 科学出版社. 270—285, 1 图, 3 表.
- 曹正尧, 吴舜卿, 张平安, 李杰儒, 1997. 辽西义县组单子叶植物的发现. 科学通报, **42**(16): 1764—1766, 2 插图, 2 图版.
- 斯行健, 李星学等, 1963. 中国中生代植物. 北京: 科学出版社. iv + 429, 图版 1—118.
- Duan Shuying, 1987. The Jurassic Flora of Zhaotang, Western Hills of Beijing. Doctoral Dissertation 1987. Department of Palaeobotany, Swedish Museum of Natural History. Stockholm: Akademityck, Edsbruk. 1—95, 22pls.
- Heer O, 1876. Beitrage zur Jura-Flora Ostsbiriens und des Amurlandes, in Fl. Foss. Arctica, Bd. 5, Heft. 2, Mem. de l' Acad. Imp. Sci. St. - Petersburg, 7. ser., T. 22, No. 12. S. 1—122, 31Taf.
- Gothan W, Weyland H, 1954. Lehrbuch der Paläobotanik. Akademie-Verlag. Berlin. 1—535, Fig. 419.
- Fontaine W M, 1889. The Potomac or younger Mesozoic Flora. U. S. Geol. Surv., Monogr. 15. XII + 377, pls. I—CLXXX.
- Krassilov V A, 1982. Early Cretaceous flora of Mongolia (With 20 Plates, 11 Figures and 2 Tables in the Text). Palaeontographica Abt. B. Band. 181: 1—43.
- Miki S, 1964. Mesozoic flora of *Lycopelta* beds in South Manchuria. Bull. Mukogawa Women's Univ., **12**: 13—22, incl. pls. 1—3 (in Japanese with English description)
- Oishi S, 1940. The Mesozoic Flora of Japan. Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. 4, Vol. 5, Nos. 2—4, pp. 123—480, pls. I—XLVIII.
- Seward A C, 1894. Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum, The Wealden Flora, pt. I, Thallophyta, Pteridophyta. British Mus. Nat. History, London. pp. XXXVIII + 179, pls. I—XI.
- Seward A C, 1895. Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology, British Museum. The Wealden Flora, Pt. II, London. pp. viii + 259, pls. I—XX.
- Seward A C, 1917. Fossil Plants, Vol. III. Cambridge. pp. VIII + 656, figs. 377—629.
- Seward A C, 1919. Fossil Plants. Vol. IV, Cambridge. pp. XVI + 543, Figs. 630—818.
- Sun G, Dilcher D L, Zheng S, Zhou Z K, 1998. In search of the First Flower: Archaeofructus, from Northeast China. Science, **282**(5394): 1692—1695, 2 figs.
- Yabe H, Endo S, 1934. Strobilus of *Schizolepis* from the *Lycopelta* beds of Jehol. Proc. Imp. Acad., Tokyo, **10**: 10.
- Yabe H, Endo S, 1935. *Potamogeton* Remains from the Lower Cretaceous? *Lycopelta* Bed of Jehol. Proc. Imp. Acad. Tokyo. 1935, **11**(7): 274—276.
- Брж М И, 1953. Мезозойская флора Восточно-Ферганского каменноугольного бассейна. М.: Тр. ВСЕГЕИ. 1—56, табл. I—XXV.
- Вахрамеев В А, 1964. Юрские и раннемеловые Флоры Евразии и Палеофлористические провинции и атого времени, Тр. Геол. ин-та АН СССР, **102**: 1—261.

## A PRELIMINARY STUDY OF THE JEHOL FLORA FROM WESTERN LIAONING

WU Shun-Qing

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

**Key words:** Jehol flora, late Jurassic, warm Temperate zone, arid and poor environment

### Abstract

A new Mesozoic flora – the Jehol flora from the Jianshangou bed in lower part of the Yixian Formation at Huangbaijiegou of Shangyuan area, Beipiao city, western Liaoning Province has been preliminarily described in this paper. It contains 50 species in 31 genera representing bryophytes, pteridophytes, gymnosperms and angiosperms. Of them 6 genera and 24 species are new taxa.

This flora differs from both of the early to middle Jurassic and the early Cretaceous floras of north China in dominating conifers (12 species in 7 genera) and ginkgophytes (6 species in 5 genera), and decreasing cycadophytes and pteridophytes. It is also very characterised by the appearances of gnetales and angiosperms such as *Archaeofructus liaoningensis* which might be the oldest dicotyls in the world so far known. *Liaoxia chenii* was firstly described as a monocotyledon, but it is actually the gnetales with both characters of gymnosperms and angiosperms. The small plant organism, robust root system and membranous leaf, indicate an arid and poor palaeoenvironment in the warm temperate zone during the latest Jurassic which was identified by early birds *Confuciusornis*, feathered dinosaurs *Sinosauropelta*, *Protarchaeopteryx* and *Caudipteryx*. In view of palaeobotany the present writer prefers to support this proposal due to some middle Jurassic forms such as *Coniopteris tatungensis*, *C. spectabilis*, *Eboracia lobifolia*, *Baiera gracilis* and *Solenites murrayana* appear in the Jehol flora.

**Acknowledgements:** This study was supported by NSFC (49832020, 49672085) and CAS (KZ951-B1-410). The author thanks Prof. Chen Pei-ji, Mr. Zhang Zhen-lu and Ms. Li Jie-ru for helping to collect the fossil materials, and to Prof. M. E. Friis for valuable comments during her visiting China in 1998.

## 图 版 说 明

图版中未标明倍数者均代表标本的原大。以 AEO 开头的编号代表标本的采集号, PB 则为登记号。标本均产自辽西朝阳北票上园黄半吉沟晚侏罗世义县组下部尖山沟层。所有标本均未作任何润饰, 均保存在中国科学院南京地质古生物研究所。摄影者为宋之耀和邓东兴。

### 图版 I

- 1-4a. *Thallites riccioites* sp. nov.
2. 正模标本(Holotype)。1. 采集号:AEO-55。登记号:PB18220。1a. 为图 1 标本  $\times 3$ 。2. 采集号:AEO-56。登记号:PB18221。2a. 为图 2 标本  $\times 3$ 。3. 采集号:AEO-204。登记号:PB18222。3a. 为图 3 标本  $\times 5$ 。4. 采集号:AEO-205。登记号:PB18223。4a. 为图 4 标本  $\times 5$ 。
- 5, 5a. *Thallites dasypphyllus* sp. nov.
5. 采集号:AEO-234。登记号:PB18224。5a. 为图 5 标本  $\times 3$ 。
- 6, 6a. *Thallites* sp.
6. 采集号:AEO-54。登记号:PB18225。6a. 为图 6 标本  $\times 3$ 。
- 7, 7a. *Muscites tenellus* sp. nov.
7. 采集号:AEO-154。登记号:PB18226。7a. 为图 7 标本  $\times 3$ 。

### 图版 II

- 1-2a. *Lycopodites faustus* sp. nov.
1. 正模标本(Holotype)。AEO-10, PB18227。1a.  $\times 3$ 。2. 图 1 标本之正面。AEO-9, PB18228。2a.  $\times 5$ 。
- 3, 4. *Equisetites* sp. 3
3. 块根(根瘤)。AEO-223, PB18229。4. 根茎及根瘤。AEO-97, PB18230。
- 5, 5a. *Muscites drepanophyllus* sp. nov.
5. AEO-199, PB18231。5a.  $\times 5$ 。

### 图版 III

- 1A. *Equisetites* sp. 1  
茎干标本的正面。AEO-28, PB18232。1B. 昆虫化石(水生阶段)。
- 2-5. *Coniopteris burejensis* (Zalesky) Seward  
营养叶(裸羽片)。2. AEO-232, PB18233。3. AEO-230, PB18234。4. AEO-231, PB18235。5. AEO-20, PB18236。
- 6-8. *Equisetites* sp. 3  
地下茎(根茎), 节上可见根瘤。6. AEO-222, PB18237。7. AEO-217, PB18238。8. AEO-94, PB18239。
- 9, 9a. *Equisetites* sp. 2  
叶鞘标本。9. AEO-218, PB18240。9a.  $\times 3$ 。

### 图版 IV

- 1-3, ? 4. *Equisetites longevaginatus* sp. nov.  
直立茎。1, 2. 合模标本(Syntype)。1. AEO-168, PB18241。1a.  $\times 3$ 。2. AEO-221, PB18242。3. 图 2 标本之正面。AEO-221a, PB18243。3a.  $\times 3$ 。? 4. AEO-127, PB18244。
- 5-7. *Coniopteris tatungensis* Sze  
营养叶。5. AEO-227, PB18245。5a.  $\times 3$ 。6. AEO-229, PB18246。7. AEO-228, PB18247。
- 8-10A, 10a. *Botrychites reeheensis* gen. et sp. nov.  
营养叶。8. AEO-233, PB18248。9. AEO-65, PB18249。9a.  $\times 3$ , 10A. AEO-66, PB18250。10B. 叶肢介化石。  
10a.  $\times 3$ 。

## 图版 V

1-3A. *Coniopteris spectabilis* Brick

营养叶。1. AEO-121, 为图 2 标本之正面。PB18251。1a.  $\times 3$ 。2. AEO-120。PB18252。2a.  $\times 3$ 。3A. AEO-188。PB18253。3B. 鱼化石。

4, 4a. *Coniopteris?* sp.

营养叶。4. AEO-161。PB18254。4a.  $\times 5$ 。

5, 5a. *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas

5. AEO-90。PB18255。5a.  $\times 3$ 。

## 图版 VI

1-3a. *Botrychites rehensis* gen. et sp. nov.

2. 正模标本(Holotype)。1. 不育枝。AEO-233a, 为 AEO-233 的背面。PB18256。2. 近乎完整的 1 个植株, 不育枝与能育枝异型。AEO-117。PB18257。2a.  $\times 2$ 。3. 不育枝。AEO-119。PB18258。3a.  $\times 2$ 。

## 图版 VII

1, 1a. *Rehezamites* sp.

1. AEO-162。PB18295。1a.  $\times 3$ 。

2-6. *Tyrrmia acrodonta* sp. nov.

2. AEO-220。PB18260。2a.  $\times 3$ 。3. AEO-109。PB18261。4. AEO-149。PB18262。4a.  $\times 3$ 。5. AEO-110。PB18263。6. AEO-195。PB18264。

## 图版 VIII

1, 1a. *Rehezamites anisolobus* gen. et sp. nov.

1. AEO-187。PB18265。1a.  $\times 2$ 。

2, 2a. *Brachiphyllum cf. japonicum* (Yokoyama) Ōishi

2. AEO-290, PB18266。2a.  $\times 3$ 。

3, 4. *Baiera borealis* sp. nov.

3, 4. 合模标本(Syntype)。3. AEO-108。PB18267。

4. AEO-95。PB18268。

5. *Pityospermum* sp.

AEO-22。PB18269。

6, 6a. *Brachiphyllum* sp.

6. AEO-152。PB18270。6a.  $\times 3$ 。

## 图版 IX

1, 1a. *Pityocladus* sp.

短枝。1. AEO-236。PB18271。1a.  $\times 3$ 。

2, 2a. *Williamsonia bella* sp. nov.

2. AEO-226。PB18272。2a.  $\times 3$ 。

3, 4. *Solenites murrayan* L. et H.

3. AEO-106。PB18273。3a.  $\times 3$ 。4. AEO-145。PB18274。

## 图版 X

1, 5, 9, 10, 12. *Schizolepis beipiaoensis* sp. nov.

翅果。1. AEO-253。PB18275。5. AEO-82。PB18276。

9. AEO-250。PB18277。10. AEO-247。PB18278。12. AEO-84。PB18279。  
 2. *Czekanowskia? debilis* sp. nov.  
 AEO-96。PB18280。  
 3, 3a. *Cupressinocladus* sp.  
 3. AEO-239。PB18281。3a.  $\times 3$ 。  
 4, 8, 11, 13. *Spheniarion parilis* sp. nov.  
 4. AEO-148。PB18282。8. AEO-225。PB18283。11. AEO-21。PB18284。13. AEO-146。PB18285。  
 6. *Ginkgoites* sp.  
 AEO-224。PB18286。  
 7. *Baiera gracilis* (Bean Ms) Bumbury  
 AEO-24。PB18287。

## 图版 XI

- 1, 5, 8, 8a. *Elatocladus leptophyllum* sp. nov.  
 5. 正模标本(Holotype)。1. AEO-183。PB18288。5. AEO-235。PB18289。8. AEO-131。PB18290。8a.  $\times 2$ 。  
 2. *Elatocladus* sp.  
 AEO-182。PB18291。  
 3, 6, 7. *Schizolepis beipiaoensis* sp. nov.  
 翅果。3. AEO-249。PB18292。6. AEO-248。PB18293。7. AEO-252。PB18294。  
 4, 4a. *Brachyphyllum rhombicum* sp. nov.  
 4. AEO-209, PB18295。4a.  $\times 3$ .

## 图版 XII

- 1, 5. *Schizolepis beipiaoensis* sp. nov.  
 翅果。1. AEO-85。PB18296。5. AEO-251。PB18297。  
 2, 2a. *Cupressinocladus* sp.  
 2. AEO-237。PB18298。2a.  $\times 3$ 。  
 3, 3a. *Brachyphyllum cf. japonicum* (Yokoyama) Ôishi  
 3. AEO-153。PB18299。3a.  $\times 3$ 。  
 4, 4a. *Pityocladus densifolius* sp. nov.  
 具叶短枝。4. AEO-215。PB18300。4a.  $\times 3$ 。  
 6A, 6a. *Cyparissidium* sp.  
 6A. AEO-93。PB18301。6B. 鱼化石。6C. 昆虫化石。6a.  $\times 5$ 。

## 图版 XIII

- 1, 3, 3a, 5-7a. *Schizolepis beipiaoensis* sp. nov.  
 7. 正模标本(Holotype)。翅果。1. AEO-83。PB18302。3. AEO-87。PB18303。3a.  $\times 3$ 。5. AEO-86。PB18304。5a.  
 $\times 3$ 。6. AEO-83a, 为图 1 标本的背面。PB18305。6a.  $\times 3$ 。7. 果穗。AEO-13。PB18306。  
 2, 2a. *Brachyphyllum* sp.  
 2. AEO-238。PB18307。2a.  $\times 3$ 。  
 4. *Schizolepis jeholensis* Yabe et Endo  
 AEO-12。PB18308。

## 图版 XIV

- 1, 1a, 2, 2a, 4, 4a. *Chaoyangia liangii* Duan  
 1. AEO-125。PB18309。1a.  $\times 3$ , 2. AEO-126。PB18310。2a.  $\times 3$ 。4. AEO-118。PB18311。4a.  $\times 3$ 。

- 3, 3a. *Liaoxia chenii* Cao et Wu  
引自曹正尧等, 1997, 图版 I, 图 1, 1a。

图版 XV

- 1, 4. *Liaoxia changii* (Cao et Wu)  
引自曹正尧等, 1997, 图版 II, 图 2, 3。  
2, 2a. *Chaoyangia liangii* Duan  
2. AEO-133。PB18312。2a.  $\times 3$ 。  
3, 3a. *Liaoxia chenii* Cao et Wu  
3. AEO-15。PB18313。3a.  $\times 3$ 。  
5. *Archaefructus liaoningensis* Sun, Dilcher, Zheng et Zhou  
引自 Sun et al., 1998, p. 1693, fig. 2。

图版 XVI

- 1-2a, ? 6, ? 6a, ? 8. *Trapa?* sp.  
果实。1. AEO-176。PB18314。1a.  $\times 5$ 。2. AEO-190。PB18315。2a.  $\times 3$ 。? 6. AEO-191。PB18316。? 6a.  $\times 3$ 。? 8. AEO-207。PB18317。 $\times 3$ 。  
3, 3a. *Typhaera fusiformis* Krassilov  
小穗。3. AEO-216。PB18318。3a.  $\times 3$ 。  
? 4, ? 4a. *Polygonites polyclonus* gen. et sp. nov.  
? 4. AEO-170。PB18319。? 4a.  $\times 3$ 。  
5, 5a. *Erenia stenoptera* Krassilov  
核果。5. AEO-177。PB18320。5a.  $\times 5$ 。  
7. *Orchidites linearifolius* gen. et sp. nov.  
AEO-123。PB18321。  
9, 10. *Rhizoma elliptica* gen. et sp. nov.  
根状茎。9. AEO-100。PB18322。10. AEO-197。PB18323。

图版 XVII

- 1-3. *Orchidites linearifolius* gen. et sp. nov.  
1. AEO-104。PB18234。1a.  $\times 5$ 。2. AEO-29。PB18325。3. 为图版 XVI, 图 7 标本  $\times 2$ 。  
4, 4a. *Orchidites lancifolius* gen. et sp. nov.  
4. AEO-196。PB18326。4a.  $\times 3$ 。

图版 XVIII

- 1, 1a, 2, 4, 5, 7, 7a, 8A. *Lilites rheensis* gen. et sp. nov.  
1, 5. 合模标本(Syntype)。1. AEO-11。PB18327。1a.  $\times 3$ 。2. AEO-219。PB18328。4. AEO-245。PB18329。5. AEO-134。PB18330。7. AEO-158。PB18331。7a.  $\times 3$ 。8. AEO-246。PB18332。8B. *Equisetites* sp. 3, 根瘤。  
3, 3a, 6, 6a. *Typhaera fusiformis* Krassilov  
小穗。3. AEO-181。PB18333。3a.  $\times 3$ 。6. AEO-180。PB18334。6a.  $\times 3$ 。

图版 XIX

- 1, 1a, 3A-4a. *Polygonites polyclonus* gen. et sp. nov.  
4. 正模标本(Holotype)。1. AEO-211。PB18335。1a.  $\times 3$ 。3A. AEO-171。PB18336。3B. 鱼化石。4. AEO-169。PB18337。4a.  $\times 3$ 。  
2. *Polygonites planus* sp. nov.

AEO-122。PB18338。

图版 XX

1, 1a, 3, 3a. *Carpolithus* spp.

1. AEO-241。PB18339。1a.  $\times 5$ 。3. AEO-242。PB18340。3a.  $\times 5$ 。

2, 2a, 5, 5a, 7, 7a. *Antholithus ovatus* sp. nov.

5. 正模标本(Holotype)。2. AEO-113。PB18341。2a.  $\times 5$ 。5. AEO-114。PB18342。5a.  $\times 5$ 。7. AEO-210。PB18343。7a.  $\times 3$ 。

4, 4a, 6, 6a. *Antholithus* spp.

4. AEO-92。PB18344。4a.  $\times 5$ 。6. AEO-129。PB18345。6a.  $\times 2$ 。