

# *Liulinia lacinulata*——山西二叠纪末期 一类新型苏铁植物的雄球果

王 自 强

(中国地质科学院天津地质矿产研究所)

## 一、引 言

近二十年来,古植物学的重要进展几乎都与对化石生殖器官的精心研究分不开。尤其是对含原位孢粉 (pollen and spore *in situ*) 的生殖器官研究,在探索许多重大问题方面所起的作用已经远远超过角质层和其他微观研究的结果。最显著的例子是对晚古生代各植物区系特有分子生殖器官研究不仅揭露了它们的自然属性和区系性质,并且为古植物学增添了新的章节,如大羽羊齿目、舌羊齿纲、伏伊树目 (Vojnovskiales) 和心形种子蕨科 (Cardiolepidiaceae) 的建立等。再如原裸子植物亚门 (Progymnospermopsida) 的建立和近来在被子植物起源问题上的重要进展也都和有关的生殖器官新发现不无关系。近十年间,随着现代植物学的新领域,生殖器官生物学 (reproductive biology) 的发展,一些古植物学者也迅速步入了这个“细胞级水平” (cellular level) 的领域里,探索若干化石植物生殖器官的超微结构和其个体发育的不同方式 (Smoot and Taylor, 1985)。因此,加强对化石生殖器官的深入研究是我国古植物界进入世界先进行列的重要途径之一。

本文简述华北二叠纪末期一种具原位花粉的苏铁植物雄球果。苏铁植物的生殖器官历来就受到重视,尤其是中生代本内苏铁目的 *Cycadeoidea*, *Williamsonia*, *Williamsoniella*, *Wielandiella* 四种不同类型生殖器官和苏铁目的 *Androstrobus*, *Beania*, *Leptocycas* 等几乎是每本古植物教科书的必载内容。近二十年来晚古生

代苏铁植物的生殖器官有不少重要的发现,如北美早二叠世的 *Spermopteris* (Cridland and Morris, 1960), *Phasmatocycas* (Mamay, 1976), *Archaeocycas* (Mamay, 1976) 等。我国华北被认为是晚古生代苏铁植物可能的发源地 (Meiyen, 1984), 在早二叠世地层中已经出现各类苏铁植物的叶片化石,特别近几年相继确定和发现了一些新型苏铁植物: 有的显示特征的分枝型式,如 *Procycas*, 和 *Cladotaeniopteris* (Zhang Shan-zhen and Mo Zhuang-guan, 1981; 张善楨、梁相源, 1985); 有的为特殊的含胚珠大孢子叶,如 *Primocycas* (朱家桢、杜贤铭, 1981)。本文又提供一个新型的雄性生殖器官。因此,对华北古生代苏铁植物的研究有着令人鼓舞的前景。

本内苏铁目的生殖器官,多数为两性,仅个别为单性球果;但苏铁目的生殖器官均为单性球果。在已发现的化石苏铁植物的单性球果里,雄球果很少,只限于中生代苏铁目,如英国侏罗纪的 *Androstrobus* (Thomas and Harris, 1960) 和 *Williamsoniella lignieri* (Harris, 1974); 北美晚三叠世 *Leptocycas* 的球果被推测是雄球果 (Delevoryas, 1982), 并无原位花粉证明。在已有的古生代苏铁植物生殖器官中,几乎全是雌性球果。原先推测北美早二叠世的 *Lasiostrobus* 可能属苏铁植物的雄球果,后来对原位花粉研究 (Taylor and Millay, 1977) 表明属于古生代裸子植物的一类先进分子,与松柏目的原始代表有一定的关系。因此,迄今还没有古生代苏铁植物雄性生殖器官的可靠记载。

1984 年秋,笔者于山西柳林黄河边石千峰群下部孙家沟组中段层位中,采集一株原位埋藏的 (autochthonous burial) *Taeniopteris taiyuanensis* 时,意外地获得一枚脱落的苏铁植物雄性球果并含原位花粉,成为晚古生代首次发现的苏铁植物雄球果。

此球果产于一层厚约 2m,长约 500m 的灰色细粒长石砂岩透镜体中,交错层理发育;紧贴此砂岩层上为 1—2cm 厚的一层泥岩,两者构成较典型的曲流河边滩沉积相。在与此透镜体水平或垂直相变的红色沉积中,常出现波痕构造。此外,在此砂岩层中还产近处异位埋藏 (allochthonous b.) 的 *Yuania*, *Discinites*, *Norinia* 等;于上面的泥岩薄层中富含异位埋藏的 *Ullmannia bronnii* Goepp., *Pseudovoltzia liebeana* (Geinitz) Florin 和 *Callipteris martinsii* (Kurtze) Zeiller 等西欧晚二叠世镁灰岩型植物群分子。

关于石千峰群下部孙家沟组的时代早有定论 (李星学、姚兆奇, 1978), 但近来仍有争议 (杨遵仪等, 1980; 刘鸿允等, 1984)。上列化石组合无可争辩地表明该组时代为晚二叠世晚期。

## 二、化石描述

### 苏铁纲 Cycadopsida

#### 苏铁目 Cycadales

#### 柳林果 (新属) *Liulinia* gen. nov.

模式种 *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

**属征** 单性雄球果, 椭圆形, 基部具短柄, 由 10—15 枚小孢子叶螺旋排列构成。小孢子叶前缘条裂成流苏状裂片, 下部近轴面凹入。小孢子叶远轴面的基部散有花粉囊, 含单沟型花粉, 可与 *Monosulcites* 型分散花粉比较。

**分布时代** 山西; 晚二叠世晚期。

#### 条裂柳林果 (新属、新种) *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

(图版 I, 图 1—7; 图版 II, 图 1—11)

**种名来源** *Lacinulata*, 拉丁语意思为细长裂条。

**特征** 单性雄球果, 椭圆形, 直径约 30mm, 高约 40mm; 基部具短柄, 粗约 2.5mm, 由 10—15 枚小孢子叶螺旋排列而成。小孢子叶狭菱形, 长约 15mm, 最宽处约 12mm; 前缘深裂成细条形裂片, 呈流海状; 两侧的裂片稍长, 中央的裂片虽短但向前方突出, 形成急尖形前缘; 小孢子叶下方向轴面凹成匙形。花粉囊分布于小孢子叶远轴面近基部处, 所含花粉为单沟粉, 可与分散花粉 *Monosulcites minimus* Cooks. 比较。花粉单沟, 纺锤形。沟伸达两端, 两侧有时显厚唇 (图版 II, 图 6); 未成熟者扁球形, 沟较短, 不伸达两端; 花粉大小较平均, 通常长轴不超过 30 $\mu$ m, 短轴不超过 20 $\mu$ m; 外壁颗粒状。

**描述** 正模标本所示球果上, 小孢子叶松散, 已经张开, 似处于成熟阶段。球果外层正中的小孢子叶已被剥去, 使位于里面的小孢子叶的下部出露。虽然孢子叶本身保存的碳膜极薄, 无法浸解, 但从孢子叶基部印痕上和它周围的围岩中 (图版 I, 图 1, p 处), 取得了含原位花粉的碳屑。由于碳化过深, 花粉囊细节不明。图版 I, 图 3 示一枚孢子叶的基部; 图 5 显示孢子叶的半边, 其右边为前缘中央突出部; 插图 1c 所示小孢子叶复原图系据图版 I, 图 1 的左侧小孢子叶和右侧基部小孢子叶绘制。图版 II, 图 1, 3, 5 均为尚未散开的花粉块; 图 2 的左侧示出维管束的残迹, 其末端连着花粉, 可能花粉囊基部具短柄; 图 6 示花粉单沟的两侧具厚唇; 图 10 示正常的花粉; 图 11 可能为未成熟的花粉, 颇似 *Androstrobus wonnacottii* Harris。

**比较** 在已知苏铁目的球果中, 似乎还没有可与本文球果比较者。因为现代苏铁植物雄球果和中生代那些雄球果 *Androstrobus*, 均由厚盾形的小孢子叶组成, 边缘不分裂为细裂片。相反, 柳林果的小孢子叶鳞片状, 前缘深裂为流苏状条形裂片。中央裂片略伸向前方, 而二侧裂片较长, 成横向展开的羽状排裂, 又和本内苏

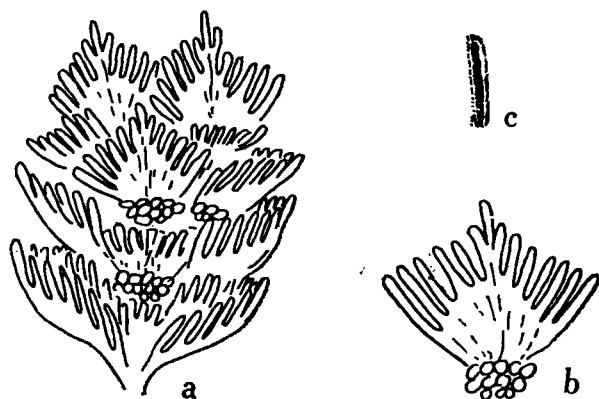


插图1 *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov. 复原图 (Reconstruction)。

a. 雄球果 (Male cone),  $\times 1$ ; b. 小孢子叶和花粉囊 (microsporophyll with pollen sacs),  $\times 1$ ; c. 小孢子叶裂片细节 (lacinula in detail),  $\times 2$ 。

铁目羽状分裂的小孢子叶多少可比较。但是本内苏铁目的花粉囊为近轴式着生于羽状分裂的裂片上,和柳林果十分不同。这里确定柳林果分类位置的关键在于花粉囊的着生部位。柳林果上含原位花粉的碳屑是取自小孢子叶基部及其周围的围岩中。如果花粉囊着生于小孢子叶的近轴面,那末保存时多半会贴生于孢子叶上而同时形成碳质压型标本;反之,当花粉囊着生于孢子叶远轴面上,尤其是在孢子叶张开的情况下石化时,花粉囊会更容易离开小孢子叶而保存于附近的围岩中。因此笔者判断柳林果的花粉囊象苏铁目那样,为远轴着生方式。

本内苏铁目和苏铁目的原位花粉一般是单沟型粉,与分散花粉 (dispersed pollen) *Mono-sulcites minimus* Cooks. 相似 (Couper, 1958)。后来陆续发现 (Thomas and Harris, 1960; Harris, 1974) 部分本内苏铁植物的花粉不具单沟,而是外壁上存在一个较大的薄壁区或大孔,只在一定的保存状态下呈单沟状。Harris 将这类花粉和分散花粉 *Exesipollenites* 比较。柳林果的花粉,尽管也有一定的变化,还是单沟型粉,更接近于英国侏罗纪的 *Androstrobus wonnacottii* Harris 的原位花粉 (Thomas and Harris, 1960, Pl. 2, fig. 14)。值得注意的是多数本内苏铁目的原位花粉较大,外壁光滑,也和

柳林果不同。

据上所述,笔者将柳林果列入苏铁目。

**产地层位** 山西柳林军渡乡磨石沟;石千峰群下部孙家沟组中段。

### 三、讨 论

首先需要讨论的一个问题是二叠纪末的柳林果与二叠纪较早时期的始苏铁之间的关系。始苏铁 (*Primocycas*) 是朱家桢和杜贤铭 (1981) 据山西下石盒子组的含胚珠大孢子叶所建,为我国第一个被描述的古生代苏铁植物的雌性大孢子叶。柳林果小孢子叶和始苏铁大孢子叶的基本形态特征是比较接近的,如两者均有流苏形裂片的前缘部分和近轴面凹入的基部;前缘中央裂片多少突出而两侧裂片较长,裂片多少呈横向伸展的羽状排列。两者明显的区别是柳林果孢子叶小得多,狭菱形,裂片呈细条形而始苏铁大孢子叶大,宽菱形,裂片狭齿形或锥形、下粗上尖。另外,也许更重要的是柳林果小孢子叶裂片上,叶脉的两侧没有明显的边缘,似覆盖着绒毛;始苏铁的裂片上,脉以外是清楚的叶膜部分。

共生化石也表明这两种生殖器官是有联系的。柳林果与 *Taeniopteris taiyuanensis* 的原位埋藏植株紧密共生,自然可以推测后者是它的

母体植物;另一个有意义的共生者就是 *Norinia* sp. (图版 I, 图 8, 9); 此外还有 *Yuania* 和 *Discinites*。而始苏铁也有类似的共生组合, 只是种名不同。朱家桢等最初提出, *Taeniopteris multinervis* 可能是始苏铁的营养叶, 后来(1982)又提出 *Yuania* 为它的母体植物。从叶片排列和着生方式以及叶脉型式看, *Yuania* 是应该归入 *Noeggerathiales* 目(中国古生代植物, 1974)。朱家桢等(1982, 3 页)主要依据 *Yuania* 的枝条基部所出现的“刺状叶”和伴生的鳞叶特征, 将其归入苏铁植物的。实际上朱家桢等的图版 I, 图 3 所出示的“刺状叶”可能是小叶脱落后的残迹, 而小枝基部膨大并伴着鳞叶的特征早已发现于 *Noeggerathia* 的枝条上 (Setlik, 1956) *Discinites* 才可能是 *Yuania* 的生殖器官。

据上述始苏铁和柳林果的孢子叶的形态比较结果;再据两者相同的 *Taeniopteris-Yuania-Discinites* 的共生化石组合, 连同柳林果伴生有 *Norinia* sp. 的事实, 笔者认为这两种生殖器官可能属于华北二叠纪一类新型苏铁植物的, 雌性含胚珠大孢子叶是始苏铁而雄性球果为柳林果。

这里还需要讨论的是始苏铁属和帚叶属 (*Norinia*) 的关系。无论朱家桢等建立始苏铁属时, 还是以后朱家桢和胡雨帆 (1982) 对帚叶属所作的订正时, 除提出胚珠 (或种子) 存在与否外, 在其他形态特征方面并没有明确两者间的区别。按始苏铁属是据有胚珠着生的大孢子叶建立的新属, 具有性特征; Halle 的帚叶属的标本上均无胚珠保存, 在所给属种特征中也不具有性特征。但是朱家桢等 (1981) 将 Halle 的帚叶属标本中一部分, 独立为始苏铁属的另一新种, 这样据无性特征的标本而建立一个有性特征属的新种 *Primocycas muscariiformis*, 颇为不妥。如果帚叶属确具有性特征, 那么只须补订其有性特征而无须再建新属。再说 *P. muscariiformis* 缺乏正式描述、图示和模式标本的指定, 甚至始终未指明哪一块帚叶的标本是属于 *P. muscariiformis*, 就是他们的论文中为这个种所绘的唯一插图 (朱家桢等, 1981, 图 1) 上, 也

未注明所据标本出处。因此, 这是一个不合格发表的种名, 所给这个种的一些重要特征, 如胚珠“向上斜生”, 孢子叶前缘不急尖等, 也缺乏实据。当然, Halle 最初的帚叶属标本多少有些混杂, 如其图版 56, 图 11—12, 可能属 *Sphenophyllum* 的小叶碎片, 这两块标本也已被《中国古生代植物》一书排除于帚叶属了。余下的标本, 在形态上, 也显出一定的变化: 有的帚叶顶端不突出成急尖状, 有的显然可能是急尖的 (Halle, 1927; 图版 56, 图 7); 有的裂片近线形而有的显狭长三角形; 裂隙的底端有尖有圆; 有的叶脉清晰而叶质较薄, 有的叶质较厚叶脉隐约。它们的保存情况也不尽相同: 有的留有长柄, 有的已断去; 有的柄侧边显示突起而可以推测是胚珠着生处, 有的并没有显示; 有的似为近轴面印痕, 有的似为远轴面保存。总之, 颇难找出属级的稳定区别。因此, 笔者认为最好将 *Norinia* 作为那些没有保存胚珠或种子的形态属名, 始苏铁和它的关系就好象中生代真蕨植物 *Todites* 与 *Cladophlebis* 那样。

目前古植物学界一个新的动向就是重建植物整体 (reconstruction of whole-plant)。尽可能多地叙述植物体各部分器官, 从生殖器官到营养器官, 从外观形态特征到内部解剖构造。不仅根据保存完美的高质量化石材料进行可信程度高的植物整体重建工作; 而且也根据各种共生化石材料进行可信程度较低 (lower levels of confidence, 见 Rothwell, 1985) 的整体研究。在这方面周志炎 (1983) 对湖南晚三叠世的罗汉松科新属 *Stalagma* 的工作是很成功的。

本文图版 III 出示一些与柳林果紧密共生的 *Taeniopteris taiyuanensis* 叶片。其特征是: 大型单叶, 着生于粗壮的中轴近轴面上并部分盖轴; 叶脉细密, 从轴两侧以锐角伸出后不久就转成较大角度伸向叶缘, 同时反复分叉, 结果是在转弯部位叶脉突然加密 (图版 III, 图 2)。这些特征和 Halle (1927) 的模式标本是相同的。值得注意的是本文这种带羊齿叶片连生于一个原位埋藏的块茎上 (有关材料将另外讨论)。这

一共生情况连同前面所讨论的柳林果和始苏铁间可能存在的关系,就可以为二叠纪生长于华北的一类新型苏铁植物提供可信程度较低的整体重建图:它具有大型带羊齿单叶片,聚生于粗短块茎之上;始苏铁为其含胚珠大孢子叶而柳林果则是它的雄性生殖器官。

目前一些古植物教科书(Taylor, 1981)和论文中(Delevoryas, 1982)多认为北美二叠纪的苏铁植物,如 *Spermopteris*, *Phasmatocycas*, *Archaeocycas* 可与现代苏铁植物联系。实际上,这些大孢子叶除种子(胚珠)着生于孢子叶基部二侧是多少可与现代苏铁植物比较外,其他的特征还是不同的。而华北二叠纪的始苏铁——柳林果苏铁植物,在许多方面,如:孢子叶前缘裂片为宽羽状排列;胚珠着生于大孢子叶柄部;花粉囊可能着生于小孢子叶远轴面和原位花粉的特征等,要比北美化石更接近于现代苏铁植物。另外,Florin (1933) 所拟绘瑞典晚三叠世的 *Bjuvia simplex* 复原图,虽缺乏雄球果,就其大型带羊齿营养叶和前缘具裂片的大孢子叶连同孢子叶柄二侧所生胚珠看,也是可以同始苏铁——柳林果比较的,从这里可以隐约看到一条 *Primocycas* (*Liulinia*)—*Bjuvia*—modern cycas 的演化线。但是 Florin 复原图也是据分散零星标本描绘,它的可信程度较低。因此,这条推测的演化线还有待新材料的证实。

初稿经周志炎教授评阅并提出宝贵意见,附此致谢。

### 主要参考文献

- 中国科学院南京地质古生物研究所、植物研究所《中国古生代植物》编写小组, 1974: 中国植物化石, 第一册, 中国古生代植物。科学出版社。
- 朱家楠、杜贤铭, 1981: 中国始苏铁(新属种) *Primocycas chinensis* gen. et sp. nov. 在我国早二叠世的发现及其意义。植物学报, 23 卷, 5 期, 401—404 页。
- , 胡雨帆、杜贤铭, 1982: 山西太原上石盒子组植物化石的补正。植物学报, 24 卷, 1 期, 77—84 页。
- 杜贤铭、朱家楠, 1982: 苏铁植物卵叶属 *Yuania* 的新订正及中国卵叶(新种) *Y. chinensis* sp. nov. 的发现。北京自然博物馆研究报告, 17 期, 1—6 页。
- 张善桢、梁相源, 1985: 我国北方二叠纪苏铁类植物细枝的发现与古—中生代苏铁植物植株的形态和复原问题。西北大学学报(自然科学版), 1985, 2 期, 76—80 页。
- Couper, R. A., 1958: British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. -Palaeontogr., B103 (4—6): 75—179.
- Cridland, A. A. and Morris, J. E., 1960: *Spermopteris*, a new genus of Pteridosperms from the Upper Pennsylvanian Series of Kansas. -Am. J. Bot., 47: 855—859.
- Delevoryas, T., 1982: Perspectives on the origin of Cycads and Cycadeoids. -Rev. Palaeobot. and Palyn., 37: 115—132.
- Florin, R., 1933: Studien über die Cycadales des Mesozoikums. -Kungl. Svenska Vetens. Handl., 3(12): 1—134.
- Halle, T. G., 1927: Palaeozoic plants from Central Shensi. -Palaeont. Sinica, Ser. A, 2(1): 1—316.
- Harris, T. M., 1974: *Williamsoniella lignieri*, its pollen and the compression of spherical pollen grains. -Palaeont., 17(1): 125—148.
- Mamay, S. H., 1976: Palaeozoic origin of Cycads. -U. S. G. S. Prof. Paper, 934: 1—48.
- Meyen, S. V., 1984: Phylogeny of higher plants and florogenesis. Proceed. 27th Intern. Geol. Congr., Vol. II, Palaeontology, 97—109.
- Smoot, E. L. and Taylor, T. N., 1985: Paleobotany: recent development and future research directions. -Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 50(1): 149—162.
- Taylor, T. N., 1981: Paleobotany: an introduction to fossil plant biology. New York, 1—550.
- Taylor, T. N. and Millay, M. A., 1977: The ultrastructure and reproductive significance of *Lasiosirobus* microspores. -Rev. Palaeobot. and Palyn., 23: 129—137.
- Thomas, H. H. and Harris, T. M., 1960: Cycadean cones of the Yorkshire Jurassic. -Senk. Leth., 41(1): 139—161.
- Zhang Shan-zhen and Mo Zhuang-guan, 1981: On the occurrence of cycadophytes with slender growth habit in the Permian of China. -Spec. Paper Geol. Soc. America, 187: 237—247.

[1986 年 2 月 3 日收到]

# LIULINIA LACINULATA, A NEW MALE CONE OF CYCADS FROM LATEST PERMIAN IN SHANXI

Wang Zi-qiang

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences)

## Summary

This paper reports in detail the morphology and pollen grains of a new male cone of cycads collected by the author in 1984 from the Lower Shihchienfeng Group, i.e., the Sunjiagou Formation in Liulin district of Shanxi. Among the Palaeozoic cycads with reproductive organs up to now, this is the first one which has been accurately designated to male sexuality, except a problematical cone *Lasiosirobus* from the Lower Permian of America which shows the nature in common with both cycads and conifers on the basis of epidermis, vascularization and especially pollen grains *in situ* and so on (Taylor and Millay, 1977).

In this locality, the cone is associated with *Taeniopteris taiyuanensis* Halle in autochthonous burial and some remains of *Norinia*, *Yuania*, *Discinites* in allochthonous burial. In addition, many fragments of Zechstein elements from W. Europe have undisputedly dated the plant-bearing beds as the latest Permian in age, such as *Ullmannia bronni* Goepp., *Pseudovoltzia liebeana* (Geizitz) Florin, *Callipteris martinsii* (Kurtze) Zeiller, etc..

## Order Cycadales

### Genus *Liulinia* gen. nov.

Diagnosis: Male cone ellipsoidal, with a short pedicle, consisting of about 10—15 rhomboidal microsporophylls arranged spirally. Microsporophyll with a fimbriate distal edge dissected deeply into many lacinules and a proximally cucullate basal part which abruptly narrows towards its pedicle. Pollen sacs containing numerous monosulcate-type pollen grains, probably covering the distal surface of the basal part of the microspo-

rophyll.

Etymology: Liulin, locality of the cone by the Yellow River in western Shanxi.

Type species: *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

*Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

(Pl. I, figs. 1—7; Pl. II, figs. 1—11; Text-fig. 1)

Holotype: 8402-209; Isotype: 8402-208

Diagnosis: Male cone ellipsoidal, about 30—40 mm, with a short pedicle about 2.5 mm thick, consisting of about 10—15 spirally arranged rhomboidal microsporophylls. Microsporophyll small, about 15 mm×12 mm, with a fimbriate distal edge dissected deeply into lacinulate filaments, and a proximally cucullate basal part which abruptly narrows towards its pedicle. Though shorter than the lateral in length, central filaments extending out of the distal edge to form a more or less acute apex point, and displaying a broadly pinnate dissection of sporophyll. Pollen grains *in situ* monosulcate, comparable with *Monosulcites minimus* Cookson in dispersed grains, generally 25—30 μm×15—20 μm in size, mostly boat-shaped, with sulcus longer and extending for a distance of about full length of grain. A few grains probably immature, round or oval in shape, with sulcus short, not extending to the apex, and exine thick, granular in ornamentation.

Locality and horizon: Jundu area of Liulin district in Shanxi, latest Permian Sunjiagou Formation (lower part of Shihchienfeng Group).

No male cones found in both fossil and living Cycadopsida, which may be comparable with the present one.

An analysis on the characteristics of the cone such as the unisexuality, the broadly pinnate dissection of sporophyll, the pollen sacs probably attaching to the distal surface of sporophyll, the smaller, thick, granular exine of pollen grains *in situ*, etc. lends a hand to the supposition that the cone might belong to Cycadales rather than to Cycadeoidales. Some evidences further suggest that the male cone *Liulinia*, the female organ *Primocycas* and the leaf *Taeniopteris* might belong to the same plant of the Palaeozoic cycads in North China, such as the broadly pinnate dissection of the distal part of the sporophyll, the similar association with *Yuania*, *Discinities* and *Taeniopteris*, the occurrence of *Norinia*, i.e. the abortive megasporophyll of *Primocycas* erected by Zhu and Du in 1981 from the early Permian in Shanxi, etc..

In the author's opinion, the Chinese Palaeozoic cycads seem to be more closely related to the living cycads than to the fossils of America such as *Spermopteris*, *Phasmatocycas*, *Archaeocycas*, etc., and an evolutionary trend from *Primocycas* (*Liulinia*) to living cycads through *Bjuvia simplex* Florin of the late Triassic of Sweden, might be supposedly recognized, although the fragmentary preservation of the Swedish species does not yet

seem enough to confirm Florin's reconstruction.

One of the interesting questions about the present cone may be concerning the function of pollination at its maturity. According to the current idea, the fimbriate microsporophyll of the present cone had opened and probably ripened during preservation so that the pollen grains could be easily transported by wind. On the other hand, however, numerous pollen grains, both mature and immature, individual and massive, were still embedded within the pollen sacs after the fall of the probably mature cone. How could the phenomenon be satisfactorily interpreted? There is increasing evidence that some male cones of cycadeoids, such as some species of *Williamsonia* and *Williamsoniella*, have a high frequency of detached cones at maturity. Consequently, it is suggested that the pollination might take place after the cone fell from the parent plant, probably, in response to insect predation (Taylor, 1981). In Cycadales, Mamay also suggested that the megasporophyll of *Phasmatocycas*, a large *Taeniopteris*-type of leaf, might play the function as an attractor. If so, the cycad *Liulinia* could play the function of pollination in the same way. However, this still remains a problem to be solved.

## 图 版 说 明

图版上的标本和薄片均保存于中国地质科学院天津地质矿产研究所 (All specimens and slides illustrated in the paper are deposited in Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources of Chinese Academy of Geological Sciences),

### 图版 I (Plate I)

#### 1—7. *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

1.雄球果 (male cone),  $\times 2$ , Holotype; 采集号: 8402-209; 2.图1之反面 (counter part of fig. 1), Isotype; 采集号: 8402-208; 3, 4.正模标本上小孢子叶 (microsporophylls in Holotype),  $\times 2.5$ ,  $\times 5$ ; 5, 6.正模标本上小孢子叶 (microsporophylls in Holotype),  $\times 2.5$ ,  $\times 5$ ; 7.取得含原位花粉碳屑部位 (The pits from which the carbonaceous bits containing pollen grains *in situ* are obtained),  $\times 5$ .

#### 8, 9. *Norinia* sp.

均 $\times 2$ ; 采集号: 8309-159, 157.

图版上所有标本产于山西柳林军渡磨石沟, 石干峰群下部孙家沟组中段 (All the specimens in the plates are collected from the lower part of the Shihchienfeng Group, i. e. the Sunjiagou Formation in Moshigou of Liulin district, Shanxi)

### 图版 II (Plate II)

#### 1—11. *Liulinia lacinulata* gen. et sp. nov.

1, 5.花粉块 (pollen mass),  $\times 450$ ; 2—4.花粉块和维管束痕迹 (pollen mass and vestige of vascular bundles  $\times 450$ ; 6.花粉粒 (pollen grains),  $\times 450$ ; 7, 8.花粉块 (pollen mass),  $\times 900$ ; 9—11.花粉粒 (pollen grains),  $\times 900$ ; 所有花粉产于正模标本 (All from Holotype).

### 图版 III (Plate III)

#### 1—3. *Taeniopteris taiyuanensis* Halle

1, 2.叶片 (leaf), 2.示叶脉 (venation),  $\times 2$ ; 采集号: 8309-87; 3.叶片 (leaf); 采集号: 8309-83.

