

12064(10)

241-245

### 爬树蕨的解剖学研究\*

黄玉源 周厚高 黎桦 周琼  
(广西农业大学, 南宁 530005)

Q949.360.4

A

摘要 本文对爬树蕨 (*Arthropteris obliterated* (R. Br.) J. Sm.) 孢子体各主要器官进行了解剖学研究及对孢子进行了电子显微镜扫描观察。研究表明: 茎的中柱具有两个新月形的维管束: 幼茎的中部有髓, 在较老的茎, 髓部及中柱周围的细胞均特化为厚壁细胞。根属二原型中柱, 木质分化方式是外始式; 在对正后生木质部的两侧的皮层有几层特化为厚壁细胞。叶的叶肉细胞不分化出栅栏组织和海绵组织, 为等面叶。孢子囊具有纵向环带, 孢子的形状、外壁的纹饰和裂缝情况均与以前的研究有所不同。

关键词 爬树蕨; 解剖学 藤蕨属, 蕨类植物

### ANATOMICAL STUDY ON ARTHROPTERIS OBLITERATA

Huang Yuyuan, Zhou Hougao, Li Hua and Zhou Qiong  
(Guangxi Agricultural University, Nanning 530005)

Abstract The main sporophytic organs of *Arthropteris obliterated* (R. Br.) J. Sm. were studied in anatomy, and the spores were observed by scanning electron microscope. The reserch results showed that there are two lunate vascular bundles in the stele of stem and pith in the middle of young stemlet. In the mature stem, the pith and the cells around the stele turned into sclerenchyma cells. The root belongs to diarch, the differentiation manner of xylem is exarch. Some cortex cells of each side directly towards metaxylem turned into sclerenchyma cells too. The mesophyll cells of the leaf do not develop into palisade and spongy tissue, so it is isolateral leaf. The sporangium has longitudinal annulus. The shape of spores, ornamentation of exine and rimose character of spore are different from the results observed before.

Key words: *Arthropteris obliterated*; anatomy

爬树蕨属藤蕨属 (*Arthropteris* J. Sm.) 主产世界热带地区, 约二十余种, 但在我国分布的种却极少, 本文对爬树蕨 (*Arthropteris obliterated* (R. Br.) J. Sm.) 孢子体的主要器官进行了组织学观察及对孢子进行电子显微镜扫描观察, 以便为进一步探明其起源、迁移和系统发育的位置等提供依据。

#### 1 材料和方法

1993年4月19日于广西农业大学植物标本园取材, FAA 溶液固定, 对根、茎、叶进行

\* 国家自然科学基金资助项目。

常规石蜡切片法制片；切片厚度为10~15  $\mu\text{m}$ ，番红—苏木精或番红—固绿法染色。以Jeffrey氏法对茎进行离析制片；以威尼斯松节油法对茎、叶上的鳞片及毛状物、孢子囊和孢子进行整体封片；光学显微镜观察并拍照。对孢子进行JEM-1200Ex/s型电子显微镜扫描观察。

## 2 结 果

### 2.1 茎

横切面观近圆形，直径1260—1362  $\mu\text{m}$ 。

2.1.1 表皮：表皮细胞近圆形，但一般切向壁较长些。直径19.39—26.70  $\mu\text{m}$ ，外壁较厚。

2.1.2 皮层：具9—15层细胞，皮层薄壁组织细胞近六边形，紧贴表皮的一层细胞较小，直径约15.87  $\mu\text{m}$ ，最小的仅有11.62  $\mu\text{m}$ ，由此向内，细胞逐渐由小到大，但在皮层中部的细胞为最大，直径可达55.20  $\mu\text{m}$ 。再往内，细胞又逐渐变小。最内一层为内皮层，细胞小，近长方形，排列紧密，长13.23  $\mu\text{m}$ ，宽7.73  $\mu\text{m}$ ，染色后为深紫红色，其分布是围绕每一个维管束排成一圈。

在幼茎中，皮层各部位均为薄壁细胞，且含有叶绿体；而在较老的茎中，靠近中柱的3层皮层细胞（不含内皮层）其细胞壁明显增厚，为厚壁细胞，染色为深红色，而且有时仍可见到叶绿体的痕迹。

纵切面观，皮层细胞近长方形。

2.1.3 中柱：在节间的横切面上，有2个向中轴方向内弯的新月形维管束。在幼茎中，两维管束之间及茎的中央部位为薄壁细胞；在较老的茎中，这些薄壁细胞均特化为厚壁细胞，且染色极深，为深红色，并与中柱周围的厚壁的内皮层细胞相连接。每个维管束长320.79—465.61  $\mu\text{m}$ ，宽192~203  $\mu\text{m}$ ，从外围起向内的第一层细胞为维管束鞘细胞，细胞质浓，着色深，细胞长方形，长23.25~26.87  $\mu\text{m}$ ，宽13.55—19.35  $\mu\text{m}$ ；第二层细胞体积较小，长5.16—12.90  $\mu\text{m}$ ，宽4.3—7.76  $\mu\text{m}$ ；第三层细胞较大，长15.48—18.92  $\mu\text{m}$ ，宽13.76—14.62  $\mu\text{m}$ 。韧皮部为双韧维管束式排列。木质部分化方式是从新月形维管束的两个弯角沿圆周线方向逐渐同时向中部分化的。原生木质部管胞小，主要为螺纹管胞及孔径较小的梯纹管胞，直径在12.38—18.65  $\mu\text{m}$ 之间。后生木质部为大孔径的梯纹管胞，直径为55.36—87.07  $\mu\text{m}$ 。（图版 I：1、2、3）。

在叶迹和枝迹下方约1 mm处作连续切片观察，结果是：原来的两个分开的维管束在着生有叶或分枝的一侧有一个维管束逐渐增加维管组织，并沿圆周方向弯曲与另一个维管束靠近；或者彼此相连成一个呈O形的维管束。无论是上述哪种情况，在叶迹或枝迹处都是呈两个分开的束及一个叶迹或枝迹。

对从老茎上长出不久的分枝及较老的分枝基部约0.3 mm长度范围内分别作连续切片，都观察到中柱为一个近O形的维管束，但随着茎的生长，很快即分开成两个维管束。在茎尖也为两个原形成层束。

2.1.4 表皮附属物：在茎的表皮处，有两种类型的鳞片：一种为近椭圆形，长约158.67  $\mu\text{m}$ ，宽124.16  $\mu\text{m}$ ，其上密生很长的单细胞毛，长为216.72—421.83  $\mu\text{m}$ ，每个鳞片上约有50条

以上。一种为披针形,长约512.16  $\mu\text{m}$ ,宽约201.76  $\mu\text{m}$ ;毛少,且较短,长仅为19.35—30.96  $\mu\text{m}$ (图版 I : 13、14)。

2.2 根:横切面观近圆形,直径约251.55  $\mu\text{m}$ 。为二原型。

2.2.1 表皮:表皮细胞近长圆形,长32.39—38.70  $\mu\text{m}$ ,宽18.35—20.37  $\mu\text{m}$ 。排列紧密,其上具稀疏的根毛。

2.2.2 皮层:约9层细胞,细胞近圆形,长46.05—65.79  $\mu\text{m}$ ,宽34.52—39.53  $\mu\text{m}$ 。近中柱的3层细胞较小,长19.35—30.96  $\mu\text{m}$ ,宽11.61—13.56  $\mu\text{m}$ ,其中对正后生木质部的细胞近长方形,壁明显加厚,为机械组织,着色为紫红色。最内一层为内皮层,细胞小,排列整齐。

2.2.3 中柱:最外围一层细胞为中柱鞘,细胞较大,近圆形,直径15.60—17.32  $\mu\text{m}$ 。第二,三层细胞明显较小,近长方形,长4.32—10.262  $\mu\text{m}$ 。宽3.46—8.41  $\mu\text{m}$ 。木质部中,原生木质部为二束,分化方式为外始式,后生木质部充满中央部位,以至木质部呈180°排列。管胞直径明显小于茎处。韧皮部分布在木质部两侧(图版 I : 4)

## 2.3 叶

2.3.1 叶柄和羽轴:横切面观,叶柄表皮细胞近长圆形,长26.92—38.87  $\mu\text{m}$ ,宽19.35—30.96  $\mu\text{m}$ 。

皮层,紧接表皮的3—5层较小的皮层细胞特化为厚壁细胞,细胞长约28.21  $\mu\text{m}$ ,宽约23.22  $\mu\text{m}$ ,其内方为薄壁细胞,细胞体积由外至内逐渐增大,大的直径可达38.71—42.57  $\mu\text{m}$ ,但在接近维管束处又逐渐变小,最内也有内皮层。

维管系统,仅具有一个维管束,第一层细胞为维管束鞘,细胞较大,长17.81—27.10  $\mu\text{m}$ ,宽16.86—18.76  $\mu\text{m}$ ,其内的多数薄壁细胞明显比茎的小,直径约6.57—7.76  $\mu\text{m}$ 。木质部排成近180°,但在中部下弯呈V形,中部管胞大,直径23.22—34.82  $\mu\text{m}$ ,两边放射角的管胞小,直径8.52—9.68  $\mu\text{m}$ ,韧皮部排列于木质部的近轴面和远轴面两侧。

羽轴的结构与叶柄相似,仅在表皮内侧的几层厚壁细胞的壁增厚程度较小些(图版 I : 5)。

叶轴上分布有节状毛,长156.32—212.85  $\mu\text{m}$ ,直径23.22—30.96  $\mu\text{m}$ 。

2.3.2 叶片:叶片平均厚度为185.76  $\mu\text{m}$ 。

表皮:横切面观,上、下表皮细胞近圆形,长29.02—42.57  $\mu\text{m}$ ,宽27.09—34.82  $\mu\text{m}$ ,上表皮未见有气孔。下表皮则有较多的气孔器。在顶面观,表皮细胞的壁呈波纹状;气孔器有两个较狭长的保卫细胞和一个弯曲状的副卫细胞,属单极型。每平方米约有气孔182个(图版 I : 7、8)。

叶肉:约有6层细胞组成,细胞形状不规则,大小不一,大的长38.95  $\mu\text{m}$ ,宽37.69  $\mu\text{m}$ ,中等的长26.89  $\mu\text{m}$ ,宽25.32  $\mu\text{m}$ ,小的长16.33  $\mu\text{m}$ ,宽12.62  $\mu\text{m}$ ,胞间隙较大,且不分化为栅栏组织和海绵组织。

2.3.3 叶脉:横切面观呈圆形,中脉直径最大,约123.86  $\mu\text{m}$ ,其它的约为89.01—96.75  $\mu\text{m}$ 。每个维管束一般有7—8个小管胞。在中脉外侧的远轴及近轴面的细胞分化为厚壁细胞直达上、下表皮(图版 I : 6)。

## 2.4 孢子囊及孢子

孢子囊柄长190.22—433.50  $\mu\text{m}$ ，有3列细胞。囊部具一纵向环带，含13个环带细胞，具有2个唇细胞，横向开裂（图版Ⅰ：9）。

囊群托隆起，高约232.20  $\mu\text{m}$ ，直径236.52  $\mu\text{m}$ 。

具有囊群盖，近圆肾形，以缺刻着生。

光学显微镜下观察，孢子近长圆形，外有一薄膜状周壁，形状不规则。外壁厚约2.1  $\mu\text{m}$ ，用电子显微镜进行扫描观察，周壁具不规则片状突起。由于厚薄不均，分布不齐，所以孢子形状不稳定，较难把握。周壁脱落后，可见孢子呈椭圆形，其长轴长22.32—25.67  $\mu\text{m}$ ，短轴长16.17—19.36  $\mu\text{m}$ ，外壁上具有穴状纹饰，凹穴大小不一，每穴直径：小的0.11  $\mu\text{m}$ ，大的为0.47  $\mu\text{m}$ ，裂缝情况奇特，在椭圆形孢子的长轴之两端，各有一条与长轴方向相平行的裂缝，无边缘；而在短轴的两端也各有一条与短轴方向相平行的裂缝，较宽，且较浅些，也无边缘。长度约为孢子长的1/2—2/5左右（图版Ⅰ：10，11，12）。

### 3 讨 论

爬树蕨茎的结构很特殊，中柱类型较罕见，因为只有2个新月形的双韧维管束，且在其周围和髓部具有发达的机械组织，构成近8字形。一般认为，中柱的进化方式是由原生中柱进化到管状中柱，而后进化到网状中柱<sup>[1-4]</sup>，从管状中柱过渡到网状中柱与茎上的叶迹、叶隙的增多有关<sup>[1-3]</sup>。爬树蕨具有一引长的攀援性的地上茎，其上叶的间距为0.5—2厘米以上，而在2个叶迹之间的茎作连续切片观察的结果仍是上述的中柱型式，即2个分开的维管束，并且在叶迹、枝迹附近的连续切片观察的结果是由原来的两个分开的束有一个逐渐地增加维管组织量与另一个靠近或者相连成C形束，而在叶迹、枝迹处又分开成2个维管束及一个叶迹或枝迹。此外，从母茎长出的分枝基部0.3 mm长度范围内为一个C形维管束，这是刚分出的一个枝迹的情况，随着茎的前伸而逐渐分开，在这段部位之前部即分开成2个维管束，保持茎的这种结构特点。上述这些，都与管状中柱、疏隙中柱和网状中柱的情况不同。

通常，网状中柱在茎的不同水平上观察到茎内的维管束数目是有变化的<sup>[8]</sup>，而爬树蕨的茎维管束数目却是相对稳定的。

另外，一般情况下，网状中柱都有中髓，而爬树蕨茎的中央为厚壁的机械组织，并与靠近中柱周围的皮层的机械组织连成近似8字形，这是该种结构上的特点。

一般蕨类植物中具网状中柱的茎其每个维管束的木质部分化方式多为中始式，如紫萁（*Osmunda japonica* Thunb.），蕨（*Pteridium aquilinum*）<sup>[1,2]</sup>，或内始式如瓶尔小草（*Ophioglossum vulgatum* L.）<sup>[2]</sup>，原始莲座蕨（*Archangiopteris henryi* Christ et Giesenh.）<sup>[3]</sup>。而爬树蕨茎的木质部分化方式则是在新月形维管束的两个角沿圆周线同时向中部分化，这种类型还未见有报道。

根为二原型，这是蕨类植物中一些较进化的种所具有的常见类型<sup>[1,2]</sup>，但在对正后生木质部处两侧的皮层薄壁细胞特化成厚壁细胞，呈两侧对称形。而另两方向的增厚很少或不增厚，与茎的情况很不相同。

叶柄及羽轴只具有一个维管束，这与紫萁和 *Matonia pectinata* R. Br. 的情况类似<sup>[2]</sup>，但呈180°排列的木质部之中部下凹呈V形，这也是爬树蕨叶结构的特点之一。

孢子的周壁、大小、外壁厚度等与过去的研究相符<sup>[5]</sup>，但在形态上，我们的观察结果

与前文<sup>[6]</sup>有差别:首先,赤道面观为椭圆形,而非豆形,其次,外壁纹饰为不规则的穴状纹饰,而非光滑;第三,裂缝情况也与过去在光学显微镜下观察的不同,经电镜观察,在椭圆形孢子的长轴及短轴的各两端均发现有裂缝,且排列方式奇特,这在以往对其它植物的观察方面属极为罕见的。这与在糙毛铁线蕨(*Adiantum hispidulum*)的孢子上发现了具有四条裂缝的情况<sup>[8]</sup>,及在被子植物中有多裂缝孢子的情况<sup>[7]</sup>有类似之处,很值得更进一步深入地研究。

### 参 考 文 献

- 1 福斯特A. S. E. M. 小吉福德著(李正理等译). 维管植物比较形态学. 科学出版社, 1983.
- 2 史密斯G. M. 著(朱浩然等译). 蕨花植物学(下册). 科学出版社, 1962.
- 3 张芝玉. 原始莲座蕨属的形态研究及与莲座蕨属的关系探讨. 植物学报, 1973, 15(2): 261—270.
- 4 李扬汉. 植物学第二版(中册). 高等教育出版社, 1967.
- 5 中国科学院北京植物研究所古植物研究室孢粉组. 中国蕨类植物孢子形态. 科学出版社, 1976.
- 6 张金谈等. 孢子形态研究进展. 植物学报, 1999, 5(2): 77—81.
- 7 温坎坡M. 等. 被子植物的花粉形态系列与系统发育. 植物分类学报, 1990, 28(2): 103—111.

### 图 版 说 明

#### Explanation of plate

1. 幼茎横切面。×29  
Fig. 1. Transverse section of young stem. ×29
2. 老茎横切面。×42  
Fig. 2. transverse section of old stem. ×42
3. 茎的纵切面。×257  
Fig. 3 Longitudinal section of stem. ×257
4. 根的横切面。×37  
Fig. 4 Transverse section of root. ×37
5. 羽轴横切面。×72  
Fig. 5. Transverse section of rachis. ×72
6. 叶片横切面。×69  
Fig. 6. Transverse section of lamina. ×69
7. 叶片上表皮。×215  
Fig. 7. Upper epidermis of lamina. ×215
8. 叶片下表皮。×100  
Fig. 8. Lower epidermis of lamina. ×100
9. 孢子囊。×120  
Fig. 9. Sporangium. ×120
10. 孢子的电镜扫描图像, 示带有周壁的孢子形态。×2248  
Fig. 10. Electron microscopy scanning photograph of the spore, indicating the shape of spore with perine. ×2248
11. 孢子的电镜扫描图像, 示脱去周壁后的孢子形态。×2510  
Fig. 11. Electron microscopy scanning photograph of the spore, indicating the shape of spore without perine. ×2510
12. 孢子外壁局部电镜扫描图像, 示壁上的裂缝及穴状纹饰。×8600  
Fig. 12. Electron microscopy scanning photograph of partial exine of the spore, indicating rimose and foveolate on the exine. ×8600
13. 茎上一种类型的鳞片。×61  
Fig. 13. A kind of scale on the stem. ×61
14. 茎上的另一种类型的鳞片片×43  
Fig. 14. Another kind of scale on the stem. ×43