

# 辽西中侏罗世苏铁类型植物的新发现

王永栋<sup>①</sup> 张武<sup>②</sup> 郑少林<sup>②</sup> 斋木健一<sup>③</sup> 李楠<sup>④</sup>

(<sup>①</sup> 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008; <sup>②</sup> 国土资源部沈阳地质矿产研究所, 沈阳 110032; <sup>③</sup> 日本千叶县立中央博物馆, 千叶 260-8086, 日本; <sup>④</sup> 深圳仙湖植物园, 深圳 518005. E-mail: ydwang@nigpas.ac.cn)

**摘要** 简要报道辽宁省西部北票长皋地区新近发现的具解剖构造的苏铁类型植物茎干化石。化石材料采自中侏罗统的蓝旗组(髫髻山组), 保存完好的茎干化石横切面所具有的髓部、中始式木质部圆筒、皮层、叶柄基和鳞片基, 以及髓中的薄壁细胞、转输细胞、黏液腔和木质部束等结构构造, 表明这些化石材料可能代表了一个与苏铁类系统学关系更加密切而又相对独立的类群或者分类单元。

**关键词** 苏铁类 植物化石 解剖构造 中侏罗世 辽西

苏铁目是种子植物谱系中最古老的类群之一, 具有 2.5 亿年以上的化石记录。现代苏铁类植物起源于晚古生代, 到中生代达到了其多样性和地理分布的鼎盛期, 然而相比而言我们对其演化历史的了解仍然比较局限<sup>[1~4]</sup>。究其原因主要是缺乏揭示演化发育所必需的生殖器官和解剖学等化石证据。近年来, 国内外许多研究者运用分子生物学手段对现代植物类群(包括苏铁类植物)开展了不少激动人心的系统发育分析<sup>[5~9]</sup>, 深化了对植物发育演化的认识与理解。同时越来越多的学者也认识到要成功解决包括苏铁类在内的、具有久远化石记录和演化历史类群植物的系统学关系, 从化石记录中寻求信息对于植物的系统发育重建是至关重要的。因此, 任何保存有解剖构造的苏铁类或与苏铁类相关化石的发现都具有十分重要的价值和意义。

中国二叠纪发现的苏铁类叶部化石以及大孢子叶和花粉球果等生殖器官材料已被古植物学界认定为了解苏铁类植物早期演化不可缺少的重要证据<sup>[10~16]</sup>。但是这些材料大多为显示外部形态特征的印痕或压型标本, 而真正保存内部解剖构造的苏铁类化石, 在中国古生代乃至中生代地层中, 尚未见正式报道。最近我们在辽西地区中侏罗统中发现了诸多包括叶部印痕、蕨类矿化根茎以及裸子植物茎干在内的一批化石材料。其中, 保存有解剖构造的苏铁类型茎干标本颇引人注目, 初步观察表明, 因其具有的特殊构造特征很可能代表了一种新的苏铁类型植物化石。

标本采自辽宁省北票市长皋地区的中侏罗统蓝旗组(髫髻山组), 该组为一套以中性火山岩系为主的火山-沉积地层, 产丰富的植物化石, 其中以苏铁类

和本内苏铁类的叶部和球果化石占绝对优势, 共计 12 属 25 种之多<sup>[17,18]</sup>。我们采集的苏铁类型茎干化石约有 20 余块, 它们均为硅化标本, 大多保存了内部解剖构造。其中以 DMG-1、DMG-2、DMG-6 和 LMY133 等六块标本结构构造保存最为完好。标本为长圆柱形茎干, 保存长度可达 65 cm 左右, 直径达 20 cm。对该类型化石的切片观察表明(图 1), 茎干的横切面上具有一个大的髓, 髓外由木质部圆筒、皮层及大量的叶柄基和鳞片基组成(图 1(a)~(c))。进一步的显微观察显示, 髓中分布有大量薄壁细胞、转输细胞(transfusion cells)、黏液腔(mucilage sac)和木质部束(图 1(d))。髓外的木质部圆筒为中始式, 即由向心生长(centripetal)和离心生长的(centrifugal)木质部组成(图 1(a)~(c))。

产于辽西中侏罗世的此类茎干标本同现生苏铁类在解剖构造方面有诸多共同特征, 比如: 有一个界线分明的髓, 髓包括输导束、韧皮部及黏液道, 髓外外围有一个或几个输导束轮, 输导束轮被较厚的皮层包围; 皮层中有类似于髓中的木质部束、韧皮部和黏液道; 髓的薄壁组织细胞及皮层中具有转输细胞等<sup>[19~21]</sup>。辽西标本茎干髓部具有维管束这一特征, 证明它与中生代本内苏铁纲代表之一的拟苏铁科(Cycadeoidaceae)<sup>[22,23]</sup>存在着重要的区别; 且与本内苏铁类化石茎干的已知属, 如 *Cycadeoidea*, *Sahni-oxylon* 以及 *Bucklandia* 等<sup>[24~26]</sup>完全不同。辽西标本的另一重要特征是, 在髓和木质部维管圆柱及皮层中都有转输细胞存在, 这也是苏铁类区别于本内苏铁类的重要特征之一<sup>[19]</sup>。这些解剖学证据表明辽西地区新发现的上述化石材料与现生苏铁类有着较为密切的系统学关系。

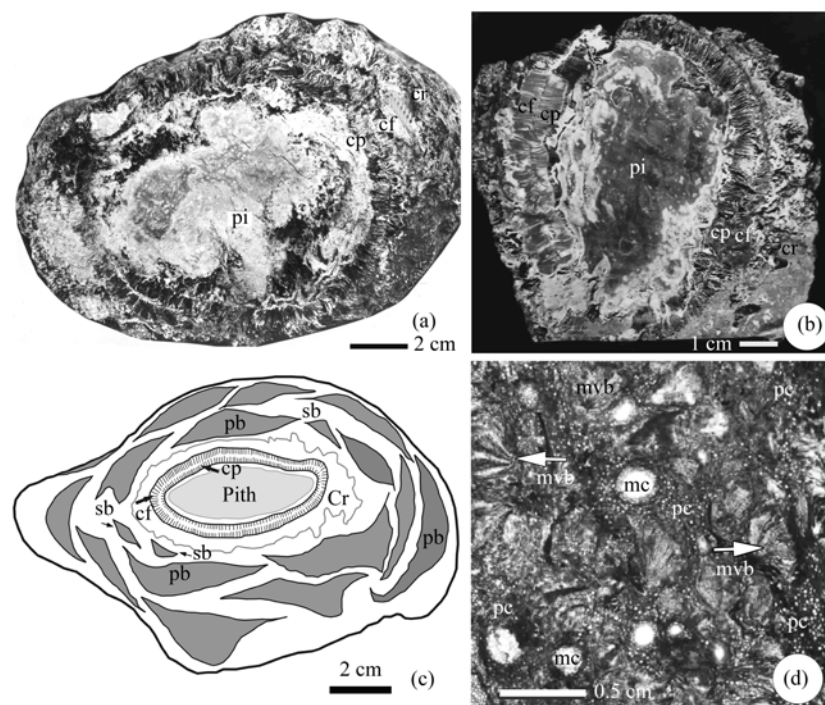


图 1 辽西中侏罗世苏铁类型茎干化石的部分切面及示意图

(a), (b) 矿化茎干标本 DMG-1 的横断面及切面图, 示巨大的髓 (pi)、由向心生长(cp)和离心生长(cf)的木质部所组成的中始式木质部圆筒以及皮层(cr); (c) 标本 DMG-6 的横切面示意图, 示较大的髓 (pith)、由向心生长(cp)和离心生长(cf)的木质部所组成的中始式木质部圆筒、皮层(cr)、鳞片基(sb)以及较为发育的叶柄基(pb); (d) 标本 DMG-2 的横切面局部放大, 示髓中木质部束(mvb)、黏液腔(mc)以及薄壁细胞组织(pc). 标本采自辽宁北票市长皋中侏罗统蓝旗组(髫髻山组), 标本及薄片均保存于国土资源部沈阳地质矿产研究所

苏铁类茎干化石记录在地质时期较少发现, 目前国外已经公开发表的、保存有详细解剖构造的苏铁类茎干化石只有 10 个属, 且仅局限分布在南北美洲、南极以及印度和日本等地. 辽西的标本与各已知化石及现生苏铁类茎干最特征的共同特点, 是具有非常发育的髓系统, 比较窄的输导束系统, 相当发育的皮层带以及在髓和皮层中存在的薄壁组织细胞. 不过在化石茎干中, 美国晚三叠世的 *Chamorgia*<sup>[27]</sup>、*Lyssoxylon*<sup>[28,29]</sup>、*Leptocycas*<sup>[30]</sup>、阿根廷三叠纪的 *Michelilloa*<sup>[31]</sup> 和第三纪的 *Menucoa*<sup>[32]</sup> 以及南极三叠纪的 *Antarcticycas*<sup>[33]</sup> 等 6 属与当前标本的主要区别是它们木质部圆筒的木质部束为内始式; 而产自阿根廷第三系的 *Bororoa*<sup>[34]</sup> 以及日本早白垩世的 *Sanchucycas*<sup>[35]</sup> 两属以多木型的木质部圆筒而与辽西标本相区别. 印度中侏罗世的 *Fascisvarioxylon* 与 *Sewardioxylon*<sup>[36,37]</sup> 两种类型在具有中始式的单木型维管束轮以及髓中有维管束存在等方面与我们的标本最为相似, 但它们的髓和皮层中没有黏液道和输导细胞出现, 从而显示出与辽西标本的区别. 尽管一些晚古生代种子蕨类的木化石如 *Cycadoxylon*, *Medullosa*<sup>[38,39]</sup> 等属中的一些种, 也具有大的髓、向心和离心生长的木质部圆筒以及厚的皮层等特点, 但是它们多数为多体中柱或为复合木质部圆筒一类,

与当前辽西的标本有着质的不同.

从辽西标本材料与苏铁类、本内苏铁类之间的异同关系来考虑, 它与印度中侏罗世的 *Fascisvarioxylon* 与 *Sewardioxylon* 一起, 因具有独特的解剖学特征 (既不同于简单内始式单木型属类群, 也不同于那些复式内始式多木型属类群), 很可能代表了一个与苏铁类系统学关系更加密切而又相对独立的类群或者分类单元. 从系统演化水平来考虑, 该类群可能处于苏铁类及其祖先类型种子蕨髓木类之间的过渡位置.

当前辽西中侏罗世的新材料, 是具有解剖构造苏铁类型茎干化石在中国的首次发现. 对该类群标本的深入研究, 有助于了解和查明辽西中生代古生物化石宝库的植物多样性特征, 尤其是晚侏罗世之前 (即热河动物群辐射演化及早期被子植物起源之前) 化石植物群的分异特征, 并将为进一步揭示苏铁类植物的系统发育和演化辐射等提供确凿的解剖学证据.

致谢 本工作得到中国科学院知识创新重要方向项目 (批准号: KZCX2-SW-129)、国家重点基础研究发展规划项目 (批准号: 2006CB701400)、国家自然科学基金项目 (批准号: 40472004, 39900007, 40372008)、日本学术振兴会项目 (JSPS Grant-in-Aid for Science Research)(Type C, No. 13640475) 以及国际地质对比计划 IGCP 506 项目资助.

## 参 考 文 献

- 1 Taylor T N, Taylor E L. The biology and evolution of fossil plants. Englewood Cliffs, N J: Prentice Hall, 1993. 1~982
- 2 Norstog K J, Nicholls T J. The biology of the cycads. Ithaca, N Y: Cornell University Press, 1997. 1~363
- 3 Jones D L. Cycads of the World: Ancient Plants in Today's Landscape. 2d ed. Washington D C: Smithsonian Institution, 2002. 1~456
- 4 Klavins S D, Taylor E L, Krings M, et al. Gymnosperms from the Middle Triassic of Antarctica: The first structurally preserved cycad pollen cone. *Int J Plant Sci*, 2004, 164(6): 1007~1020 [DOI]
- 5 Qiu Y L, Lee J, Bernasconi-Quadroni F, et al. Phylogeny of basal angiosperms: analyses of five genes from three genomes. *Int J Plant Sci*, 2000, 161(6 suppl): S3~S27 [DOI]
- 6 Pryer K M, Schneider H, Smith A R, et al. Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. *Nature*, 2001, 409: 618~622 [DOI]
- 7 Magallón S, Sanderson M J. Relationships among seed plants inferred from highly conserved genes: sorting conflicting phylogenetic signals among ancient lineages. *Am J Bot*, 2002, 89: 1991~2006
- 8 Soltis D E, Soltis P S, Zanis M J. Phylogeny of seed plants based on evidence from eight genes. *Am J Bot*, 2002, 89: 1670~1681
- 9 Schneider H, Schuettpelz E, Pryer K M, et al. Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Nature*, 2004, 428: 553~557 [DOI]
- 10 朱家楠, 杜贤铭. 中国始苏铁新属 *Primocycas chinensis* gen. et sp. nov. 在我国早二叠世的发现及其意义. *植物学报*, 1981, 23(5): 401~404
- 11 Zhang S Z, Mo Z G. On the occurrence of cycadophytes with slender growth habitat in the Permian of China. *Spec Paper Geological Soc America*, 1981, 187: 237~247
- 12 张善祯, 梁湘源. 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): 76~80
- 13 王自强. *Liulinia lacinulata*-山西二叠纪末期一类新型苏铁植物的雄球果. *古生物学报*, 1986, 25(6): 610~616
- 14 Gao Z F, Thomas B A. A review of cycad megasporophylls, with new evidence of *Crossozamia* Pomel and its associated leaves from the Lower Permian of Taiyuan, China. *Rev Palaeobot Palynol*, 1989, 60: 205~223 [DOI]
- 15 朱家楠, 张秀生, 马洁. 中国二叠纪苏铁科新属、种—古苏铁花. *植物分类学报*, 1994, 32(4): 314~320
- 16 胡雨帆. 我国某些苏铁类生殖器官化石的发现兼论苏铁类起源. *植物学通报*, 1995, 2(2): 43~48
- 17 郑少林, 张武. 辽西中侏罗世植物化石的新材料及其地层意义. *中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊*, 1982, 4: 160~168
- 18 张武, 郑少林. 辽宁西部地区早中生代植物化石. 见: 于希贤等编. *辽宁西部中生代地层古生物* 3. 北京: 地质出版社, 1987. 239~338
- 19 Greguss P. Xylotomy of the living Cycads with a Description of Their Leaves and Epidermis. Budapest: Akad Kiado, 1968. 1~255
- 20 周崧, 姜筱梅. 中国裸子植物材的木材解剖学及超微构造. 北京: 中国林业出版社. 1994. 1~632
- 21 王发祥, 梁惠波, 陈潭清, 等. 中国苏铁. 广州: 广东科技出版社. 1996. 1~237
- 22 Wieland G R. American fossil cycads. V. 1, Structure. Carnegie Inst Washington Pub, 1906, 34: 1~296
- 23 Wieland G R. American fossil cycads. V. 2, Taxonomy. Carnegie Inst Washington Pub, 1916, 34: 1~277
- 24 Seward A C. Fossil plants. Vol. III, Pteridospermeae, Cycadofilices, Corditales, Cycadophyta. Cambridge: At the University Press. 1917. 1~656
- 25 Bose M N, Sah S C D. On *Sahnioxylon rajmahalense* a new name for *Homoxylon rajmahalenmuse* Sahni and *S. anderewsi* a new species of *Sahnioxylon* from Amarapara in the Rajmahal Hills. *Palaeobotanist*, 1954, 3: 1~8
- 26 Bose M N. *Bucklandia sahnii* sp. nov. from the Rajmahal Hills. *Palaeobotanist*, 1953, 2: 41~50
- 27 Ash S R. A short thick Cycad stem from the upper Triassic of Petrified Forest National Park, Arizona, and Vicinity. In: Colbert E H, Johnson R R, eds. *The Petrified Forest Through the Ages*. Mus North Arizona Bull, 1985, Ser 54, 17~32
- 28 Daugherty L H. The Upper Triassic flora of Arizona. Carnegie Inst Washington Publ, 1941, 526: 1~108
- 29 Gould R E. *Lysoxylon grigsbyi*, a cycad trunk from the upper Triassic of Arizona and New Mexico. *Amer J Bot*, 1971, 58(3): 239~248
- 30 Delevoryas T, Hope R C. A new Triassic cycad and its phyletic implications. *Postilla*, 1971, 150: 1~21
- 31 Archangelsky S, Brett D W. Studies on Triassic fossil plants from Argentina: II. *Michelilloa waltonii* nov. gen. et sp. from the Ischigualasto Formation. *Ann Bot, N. S.*, 1963, 27: 147~157
- 32 Petriella B. *Menucoa cazaui* nov. gen. et sp., tronco petrificado de Cycadales, Provincia de Rio Negro, Argentina. *Ameghiniana*, 1969, 6: 291~302
- 33 Smoot E L, Taylor T N, Delevoryas T. Structurally preserved fossil plants from Antarctica. I. *Antarcticycas*, gen. nov., a Triassic cycad stem from the Beardmore glacier area. *Amer J Bot*, 1985, 72: 1410~1423
- 34 Petriella B. Estudio de Maderas petrificadas del Terciario inferior del area Central de Chubut (Cerro Bororo). *Revista del Museo de La Plata*, 1972, 6: 159~254
- 35 Nishida H, Nishida M, Tanaka K. Petrified plants from the Cretaceous of the Kwanto Mountains, Central Japan. III. A polyxylic cycadean trunk, *Sanchucycas gigantea* gen. et sp. nov. *Bot Mag Tokyo*, 1991, 104: 191~205
- 36 Jain K P. *Fascisvarioxylon mehtae* gen. et sp. nov., a new petrified cycadean wood from the Rajmahal Hills, Bihar, India. *Palaeobotanist*, 1964, 11: 138~143
- 37 Gupta K M. Investigation on the Jurassic flora of the Rajmahal Hills, India. 9. On the structure and affinities of *Sewardioxylon sahnii* gen. et sp. nov. Gupta, a petrified cycadean wood from the Rajmahal Hills, India. *Palaeontographica, Abt B*, 1971, 131: 160~166
- 38 Delevoryas, T. The Medullosae-structure and relationships. *Palaeontographica, Abt B*, 1955, 97: 114~167
- 39 Stewart W N, Delevoryas T. The medullosan pteridosperms. *Bot Rev*, 1956, 22: 45~80

(2005-03-31 收稿, 2005-06-22 收修改稿)