

辽宁铁法盆地早白垩世银杏胚珠器官的发现及其意义

邓胜徽^① 杨小菊^② 周志炎^②

(①中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; ②中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008. E-mail: shdeng2001@yahoo.com.cn)

银杏属(*Ginkgo*)现今只存一个子遗种, 即著名的“活化石”*Ginkgo biloba*, 但该属在中生代曾一度极其繁盛. 可靠的银杏属化石最早可以追溯到中侏罗世^[1], 在侏罗纪和早白垩世十分繁盛; 到始新世时在北半球主要呈环极分布, 南半球少量存在^[2], 上新世以后就只遗存 *Ginkgo biloba* 一种了^[3, 4].

研究者通常将侏罗纪和白垩纪与现生银杏相似的叶化石归入银杏属或似银杏属(*Ginkgoites* Seward), 但是, 那些仅仅依靠部分营养器官鉴定的银杏属化石是很不可靠的^[4]. 生殖器官材料在银杏化石的鉴定中极为重要, 但却十分罕见, 任何银杏生殖器官化石的发现都很有意义, 尤其是中生代银杏处于演化关键时的材料, 因为到早第三纪时, 其胚珠器官形态就与现生种一致了^[5]. 英国中侏罗世约克郡植物群中曾发现与 *G. huttonii* (Sternberg)共生的种子^[6]和雄性器官化石, 并从后者中发现了单沟花粉^[7]; 加拿大晚白垩世 Maastrichtian 期沉积中也曾发现过与 *Ginkgo* 叶共生的单个种子及花粉囊和花粉^[8]. 然而这些材料均较零碎. 银杏化石研究的重大进展是在中国完成的, Zhou 等人^[1,9]在河南义马发现了保存于中侏罗统的银杏属种子, 从而确认了银杏属在中侏罗世时已经存在. 但是以往由于缺少可靠的银杏属生殖器官化石, 从中侏罗世到晚白垩世长达亿年的时间成为银杏演化史上的一个空白. 直到 2003 年, Zhou 等人^[10]报道了产于中国辽西义县组中的一些银杏属种子印痕化石, 才填补了这一空白.

我们在辽宁北部铁法煤田小青矿下白垩统小明安碑组采集到的银杏生殖器官压型化石(图 1(b)), 不但形态完好, 而且保存了实体部分, 具有重要的解剖特征. 胚珠器官总柄长 40 mm, 宽约 1 mm, 基部弯曲, 略膨大, 顶端分出 4 个珠柄; 相邻珠柄间的角度大致相当, 约为 60°. 珠柄长 6.5 mm, 宽约 2~2.5 mm. 中间的两个珠柄顶端各生有 1 枚大型的(可能为成熟的)胚珠. 左侧珠柄上着生有一枚小的(败育的)胚珠; 右侧珠柄再次分叉, 但顶端未保存. 两个成熟胚珠大小和形状相近似, 宽卵形(不包括珠托), 长约 14 mm, 宽约 13.5 mm. 核部分呈椭圆形, 长约 10 mm, 宽约 9

mm, 胚珠前端的珠孔(箭头)长约 1.5 mm, 宽 1.2 mm. 珠被的肉质部分厚约 2~3 mm. 珠托平, 宽约 7 mm, 高约 2 mm, 中部与胚珠连生. 败育的胚珠椭圆形, 基部更平, 顶端略尖, 长 7 mm, 宽约 6 mm.

标本岩块上一起保存的银杏的叶虽并不完整, 但和同地层中发现的大量 *Ginkgo manchurica* (Yabe et Oishi)(图 1(a))的叶形态相同, 表明两者关系可能密切.

当前标本两个成熟胚珠大小和形状基本一致, 反映的特征比较稳定. 其外形与河南中侏罗世的 *Ginkgo yimaensis* Zhou et Zhang 相比^[1], 其胚珠大小和形状相似, 总柄加上珠柄总长度也相当. 两者最大的不同是, *G. yimaensis* 的总柄较短而珠柄更长. 其总柄长约 25 mm, 珠柄长达 15~16 mm, 珠柄的长度约为总柄的 3/5. 在当前标本中, 成熟胚珠的珠柄长度只有 6.5 mm, 而总柄长达 40 mm, 珠柄约为总柄的 1/5, 明显短得多. 其次, 当前标本幼年胚珠的数目最多可能为 5 个, 与中侏罗世的 2~4 个相近, 但成熟胚珠只有 2 个, 比中侏罗世的 2~4 个要少.

产于辽西义县组的 *Ginkgo apodes* Zheng et Zhou 种子化石有 2~6 个幼年胚珠, 比当前标本要多一些, 但其中 1~3 个发育成熟, 保存下来的胚珠较小, 长 7.3~8.8 mm, 宽 6~8 mm; 另一个主要特点是其珠柄很短, 而且只存在于幼年时期, 约 2~3 mm, 只相当于总柄长度的 1/14, 成熟时消失^[10,11]. 晚白垩世以后的银杏种子与现生种相似, 胚珠大, 达 30 mm × 20 mm, 幼年胚珠只有 2 个, 仅一个成熟, 而珠柄消失, 与当前标本所不同^[5].

因此, 当前标本的发现表明, 银杏型的胚珠器官在早白垩世时期可能存在着两个不同类型, 一为与现代 *Ginkgo biloba* 更为接近的 *Ginkgo apodes*, 另一为比侏罗纪的 *Ginkgo yimaensis* 进化, 但较 *Ginkgo apodes* 略为原始的新类型, 即本文描述的类型.

银杏属的胚珠器官在演化趋势上主要表现在 3 个方面^[1, 4]. 第一, 幼年胚珠及成熟胚珠的数目减少的趋势. 中国中侏罗世的 *Ginkgo yimaensis* 有 2~4 个幼年和成熟的胚珠^[1], 早第三纪的标本 *Ginkgo adi-*

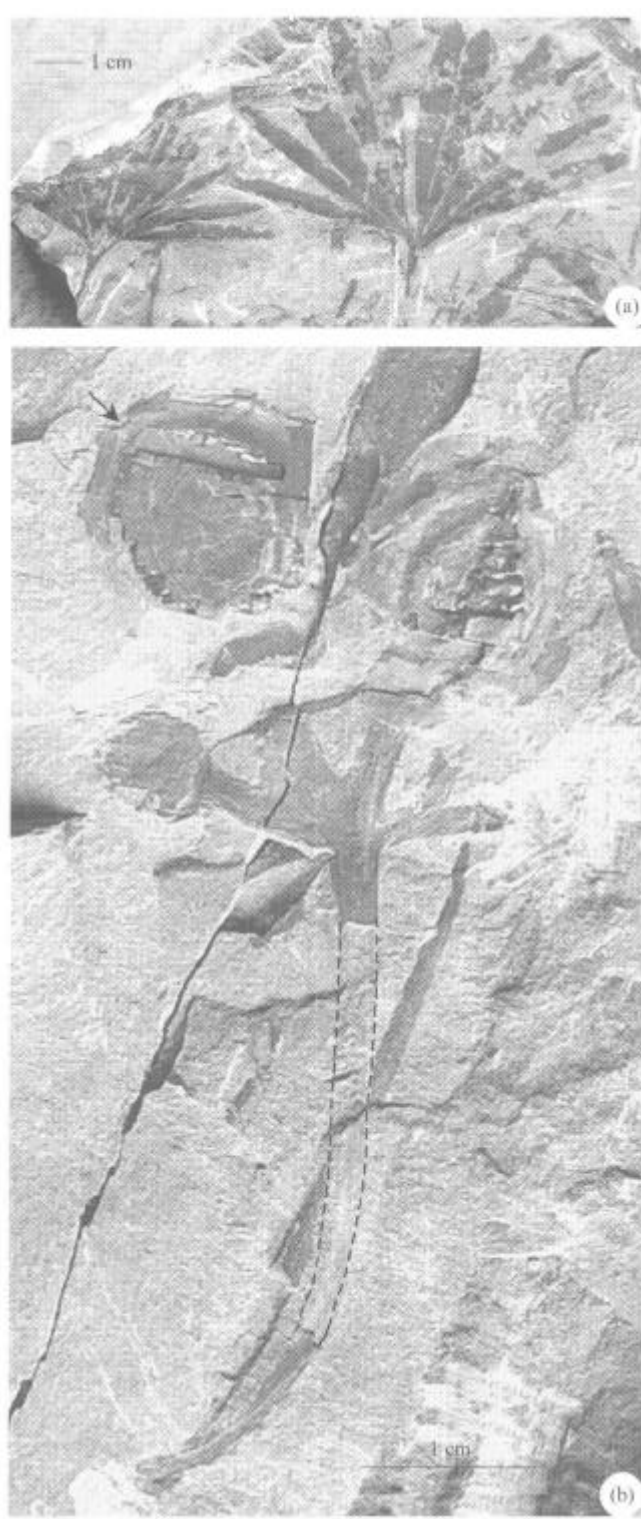


图 1

(a) 同层位共生的 *Ginkgo manchurica* (Yabe et Oishi) 叶化石; (b) 银杏胚珠器官化石, 箭头示珠孔.
标本保存于北京中国石油勘探开发研究院

antoides (Unger)则只有两个幼年胚珠, 其中仅一个成熟, 与现代的 *Ginkgo biloba* 一致. 当前标本产于下白垩统, 其特点正好界于中侏罗世和早第三纪种之间. 第二, 珠柄长度的变短直至消失的趋势. 中侏罗世的标本珠柄长 15~16 mm, 相当于总柄的 3/5; 到早第三纪时, 与现生银杏相同, 珠柄已经不存在了. 当前标本的珠柄长度为 6.5 mm, 相当于总柄的 1/5, 也是界于中侏罗世和早第三纪种之间. 第三, 成熟胚珠的增大趋势. 侏罗纪标本的成熟胚珠约为 10~15 mm × 8~12 mm, 早第三纪时直径大于 20 mm, 现代则达到了 30 mm × 20 mm; 而相应的核也是有同步增大的趋势. 当前标本成熟胚珠为 14 mm × 13.5 mm, 核为 10 mm × 9 mm, 同样界于中侏罗世和早第三纪之间. 值得注意的是, 最近发现于辽西义县组的标本 *Ginkgo apodes* 幼年期胚珠还比较多, 可达 6 个, 而成熟者减少, 只有 1~3 个, 珠柄只在幼年时存在, 并只相当于总柄的 1/14, 远短于中侏罗世种的 3/5 和当前标本的 1/5, 而且当胚珠成熟时珠柄就消失了^[10,11], 和现生种类类似. 从这一点上看, 当前标本似乎较之还要原始一些.

当前标本产于铁法盆地下白垩统小明安碑组含煤地层, 其中的植物群与阜新盆地阜新组植物群相当. 这些植物群与俄罗斯西伯利亚和远东地区以及日本的早白垩世植物可以较好的对比, 时代为早白垩世无疑^[12]. 化石产出的层位可能相当于 Neocomian 中后期^[12], 或认为是 Huaterivian 期到 Barremian 期^[13]. 辽西的义县组在层位上一贯被认为低于阜新组和小明安碑组, 时代意见争议很大, 被认为是晚侏罗世、早白垩世或晚侏罗世到早白垩世^[14,15]. 当前银杏胚珠形态比较表明其较义县组的标本还略显原始一些, 这至少说明两者处在大致相当的演化水平, 也说明义县组与阜新组、小明安碑组的时代不会相差太远, 都应为早白垩世.

致谢 本工作受国家自然科学基金(批准号: 49872008)和中国科学院南京地质古生物研究所高访基金资助.

参 考 文 献

- 1 Zhou Z Y, Zhang B L. A Middle Jurassic *Ginkgo* with ovule-bearing organs from Henan, China. *Palaeontographica B*, 1989, 211: 113~133
- 2 Hill R S, Carpenter R J. *Ginkgo* leaves from Paleogene sediments in Tasmania. *Austral J Bot*, 1993, 47: 717~724
- 3 Stewart W N, Rothwell, G W. The record of a living fossil: *Ginkgo*. In: Stewart W N, Rothwell G W, eds. *Paleobotany and the Evolution of Plants*. London: Cambridge University Press, 1993. 385~412
- 4 周志炎. 中生代银杏类植物系统发育、分类和演化趋向. *云南植物研究*, 2003, 25(4): 377~396
- 5 Crane P R, Manchester S R, Dilcher D L. A preliminary survey of fossil leaves and well preserved reproductive structures from the Sentinel Butte Formation (Paleocene) near Almont, North Dakota. *Fieldiana (Geol) N Ser*, 1990, 20: 1~63
- 6 Harris T M, Millington W, Miller J. The Yorkshire Jurassic Flora IV: *Ginkgoales* and *Czekanowskiales*. London: Br Mus Nat Hist, 1974
- 7 Van Konijnenburg-Van Cittert J H A. *In situ* gymnosperm pollen from the Middle Jurassic of Yorkshire. *Botanica Neerlandica*, 1971, 20: 1~96
- 8 Rothwell G W, Holt B. Fossils and phenology in the evolution of *Ginkgo biloba*. In: Hori T, Ridge R W, Tulecke W, et al, eds. *Ginkgo biloba — a Global Treasure from Biology to Medicine*. Tokyo: Springer Verlag, 1997. 223~230
- 9 Zhou Z Y. Phylogeny and evolutionary trends of Mesozoic ginkgoaleans—a preliminary assessment. *Rev Palaeobot Palynol*, 1991, 68: 203~216
- 10 Zhou Z Y, Zheng S L. The missing link in *Ginkgo* evolution. *Nature*, 2003, 423: 821~822
- 11 Zheng S L, Zhou Z Y. A new Mesozoic *Ginkgo* from western Liaoning, China and its evolutionary significance. *Rev Palaeobot Palynol*. 2004, 131: 91~103
- 12 陈芬, 孟祥营, 任守勤, 等. 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, 1988
- 13 邓胜徽, 任守勤, 陈芬. 内蒙古海拉尔地区早白垩世植物群. 北京: 地质出版社, 1997
- 14 王东方, 刁乃昌. 辽西侏罗-白垩系火山岩系统的同位素年龄测定——兼论侏罗系与白垩系的底界年龄. 国际交流地质学术论文集 (1)——为二十七届国际地质大会撰写. 北京: 地质出版社, 1984. 1~12
- 15 Swisher C C III, Wang Y Q, Wang X L, et al. Cretaceous Age for the feathered dinosaurs of Liaoning, China. *Nature*, 1999, 400: 58~61

(2004-05-17 收稿, 2004-06-10 收修改稿)

1 Zhou Z Y, Zhang B L. A Middle Jurassic *Ginkgo* with ovule-bearing organs from Henan, China. *Palaeontographica B*, 1989,