

安徽五河下白垩统被子植物叶化石

李浩敏

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008. E-mail: lihaomin100@163.com)

摘要 记述一被子植物化石叶子印痕的正负面, 发现于安徽省五河县新庄组, 时代属于早白垩世的巴列姆期, 或者略晚. 此叶十分微小, 长、宽均不超过 0.6 cm, 叶脉保存相当完好、清晰. 其叶结构特征属于被子植物叶进化四等级中的第 1 等级, 即最原始的一级. 在现代被子植物以及已报道的早期被子植物中未见与其近似者. 将其归入一形态属, 命名为微小双子叶植物叶(*Dicotylophyllum minutissimum* sp. nov.). 这是我国继东北和香港之后, 在早白垩世地层中再次发现早期被子植物化石.

关键词 早期被子植物 叶结构 下白垩统 安徽 五河

20 世纪 70 年代以来, 古植物学界新技术、新方法、新理论不断出现, 被子植物起源问题的研究在国际上重新掀起新的热潮. 本文作者曾发表文章, 介绍有关这方面的新理论及研究动向, 并给予评论^[1]. 与被子植物起源有关的诸多问题中(如起源的时间、地点、起源于哪一类植物、单系起源还是多系起源以及被子植物早期演化等), 只有被子植物第 1 次迅速分化发生在早白垩世的观点在古植物学界基本上达成共识. 这个观点最早由 Doyle 等人^[2]提出. 这是根据地层学顺序, 详细研究美国东部 Potomac 群各层被子植物的花粉及叶化石的形态及演化而得出的结论. 他们指出, 随着地层层位的升高, 这些花粉和叶的形态分化程度十分迅速地提高^[2,3].

我国从 20 世纪 70 年代末开始有些关于早白垩世被子植物的零星报道^[4,5]. 其后, 不断有专文报道我国下白垩统被子植物化石. 它们分别产自东北吉林延边地区的大拉子组^[6,7], 黑龙江省鸡西城西子河组^[8,9]以及辽宁西部的著名的热河生物群^[10~13]. 后者的时代尚未最后确定, 一说为侏罗纪晚期, 另一说法是早白垩世早期^[13]. 此外, 下白垩统的被子植物化石在香港亦有发现和报道^[14]. 值得注意的是上述化石产地仅限于我国东北和香港地区. 在我国其他地区, 至今未见关于早期被子植物化石的报道.

1 安徽五河早白垩统被子植物的发现

本文研究的被子植物叶化石产自安徽省东北部五河县新庄(33° 10' N, 117° 50' E)的新庄组. 后者是指安徽省区域地质调查队在进行 1: 20 万蚌埠幅地质调查中创名于五河县新庄的一套地层^[15]. 李玉发

等人^[15]将新庄组定义为: 淮南、合肥盆地发育的下部以灰黄色砾岩、砂砾岩为主, 上部为杂色砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩等. 其正层型剖面(33° 06' N, 117° 27' E)的底部与上元古界的五河杂岩呈不整合接触, 上面未见顶. 区域上与下伏晚侏罗世青山群和上覆早白垩世晚期邱庄组整合接触. 本文采纳文献^[15]的上述意见.

安徽被子植物化石系一叶印痕的正、负面, 是安徽省地矿局水文地质总站于振江高级工程师所采集, 同时采集到的还有以松柏类掌鳞杉科为主的裸子植物、介形类及叶肢介等化石. 以上各门类化石均采自新庄组中、上部. 裸子植物化石经曹正尧初步鉴定, 并根据周志炎对其中个别属、种的再研究^[16], 属、种名单如下: *Elatocladus* sp., *Brachyphyllum* sp., *Pseudofrenelopsis* cf. *papillosa* (Chow et Tsao) Cao ex Zhou, *Frenelopsis* sp., *Cupressinocladus* sp., *Eladites* sp., *Suturovagina* sp., *Otozamites* cf. *lingulifolius* Lee. 另据文献^[15], 新庄组的介形虫化石有 *Cypridea* sp., *Darwinula* sp.; 叶肢介化石有 *Yanjiestheria* sp.. 以上各门类化石显示, 新庄组的时代为早白垩世.

本文研究的被子植物化石尽管材料很少, 却是首次在中国中部地区的发现. 与其共同发现的化石中, 如以延吉叶肢介为主的叶肢介组合等在我国早白垩世地层(如宁芜地区的云台组、浙江的寿昌组、皖南的岩塘组等)中十分常见(陈丕基面告). 新庄组的裸子植物化石, 在浙江西部早白垩世的劳村组、寿昌组和浙江东部的磨石山组 c 段及馆头组常有发现^[17]. 新庄组的植物以掌鳞杉科的代表为主, 后者具旱生习性, 如它们都具有鳞状叶、较厚的角质层和

下陷的保卫细胞等性状^[17,18]。被子植物在干旱气候条件下,叶一般都比较小。本文报道的小型被子植物叶很可能也是干旱气候条件下的产物。这种十分微小的被子植物叶化石在采集时易被忽略,再加上早期被子植物在早白垩世植物群中所占比例很小^[5,10],这些很可能就是过去在前述地层中一直没有发现被子植物的原因。这是今后野外采集工作中应予以注意的问题。

本文在化石描述中采用 Hickey^[19]的双子叶植物叶结构术语。叶化石的观察及绘图使用了 NIKON SMZ-U 实体显微镜。

2 化石描述

被子植物门 Angiospermae A.Br. et Doell.
双子叶植物纲(科、目分类位置不明) Dicotyledones Incertae Sedis
双子叶植物叶属 Genus *Dicotylphyllum* Saporta 1894
微小双子叶植物叶 *Dicotylphyllum minutissimum* sp. nov.
(图 1(a)~(f), 图 2)

种名词源 新种名由拉丁文 *minutissimus* 一词而来,取其意“极微小的”,以示叶片很小。

正模标本 PB 19793.

等模标本 为正模标本的负面, PB 19794.

存放地点 中国科学院南京地质古生物研究所标本室。

地层层位 新庄组(早白垩世中期)。

特征 叶十分微小,近圆形,叶顶部 3~4 裂,叶缘似有齿,复出掌状脉序,叶脉分布极不规则,属于双子叶植物叶进化四等级中的最原始的一级。

描述 叶保存较完整,近圆形,长 0.57 cm,宽 0.5 cm,叶基左右明显不对称,叶的上半部分略呈 3~4 浅裂,在叶的左侧偏下部分,叶缘上有 2 个不明显的小齿,有小脉通向其中,齿的顶端各有 1 个不透明的腺体(?),在叶缘的其他部分未见叶齿;叶柄粗壮,保存长度为 0.06 cm;一次脉为复出掌状脉序(*palinactinodromous venation*)(?),中脉在叶基部十分粗壮,其粗度(脉宽/叶宽×100%)大于 4%,两条侧主脉从中脉基部的不同点伸出后,迅速变细,近边缘时已变得十分微弱,与其他脉在粗度上已无区别;在距叶基部约为叶长度的 1/3 处,自中脉向两侧各伸出一

条略呈弯曲状的二次脉,它们向叶缘方向逐渐变细,伸向叶片浅裂的顶部,近顶时呈折曲状;此外,在中脉的上部、侧主脉及上述两条侧脉的两侧,各形成一系列形状和大小均极不规则的脉环。在叶片的左侧,自侧主脉近基部的一侧,有一条较强的分支,在其近基一侧有许多分支,后者又多次两歧分支,形成许多脉环,从其中两个近缘小脉环的顶端各伸出一条小脉,伸达叶齿顶端的腺体。三次脉与较高次脉分异不明显;在近叶边缘部分,到处可见密集的小脉环,形成典型的“花彩环结脉序”(festooned brochidodromous venation)^[20]。

讨论和比较 Hickey^[21,22]在研究双子叶植物的叶结构时,首次提出了叶等级(*leaf rank*)的概念。根据叶脉规律性的程度等,他共区分出 4 个等级,并指出,它们各自代表了叶进化线上的不同点,而不仅仅为了实用。关于第 1 等级的叶,他给予下列定义:二次脉及更高次脉的走向不规则,相邻二次脉之间的区域、形状及大小各异,二次脉常下延在一次脉上,叶片基部亦常下延到叶柄上,致使叶柄与叶片的界限不明确^[22]。本文研究的叶应属于 4 个叶等级中的最原始的一级,即上述第 1 等级。

在上述叶化石的描述中有两个问题需要给予说明。其一是关于叶缘上的两个齿和上面的腺体的问题。我们在叶缘的其他部分未见到类似的结构。是否由于其他腺体在叶开始形成化石以前就已经脱落,值得进一步研究。另一个问题是此叶一次脉的脉序类型问题,我们将其暂归于复出掌状脉序。然而,两条“侧主脉”与距叶基为中脉 1/3 处的两条侧脉在强度、分支情况等方面都十分相似,因而称此叶的脉序为羽状脉序亦未尝不可。我们主要考虑此叶片的顶部呈 3~4 浅裂,从相关学说来看,可能此处用“复出掌状脉序”更为贴切。早期被子植物的这些特征,说明它们的一些性状正处在形成和发展过程中,与依据现代植物定义的性状不完全相符,这恰好反映了它们的原始性。

迄今为止,在已经发表的早期被子植物叶化石中尚未见到在形状、大小、叶缘及叶脉等方面与我们的叶完全相似者。但是,此叶的一些性状,如属于一级叶级、花彩环结脉序等,在美国 Potomac Group 的最底层(Patuxent Formation)的叶化石中较为常见,如 *Proteaephyllum reniforme* Fontaine^[2,3],但它们的其他特征不同。

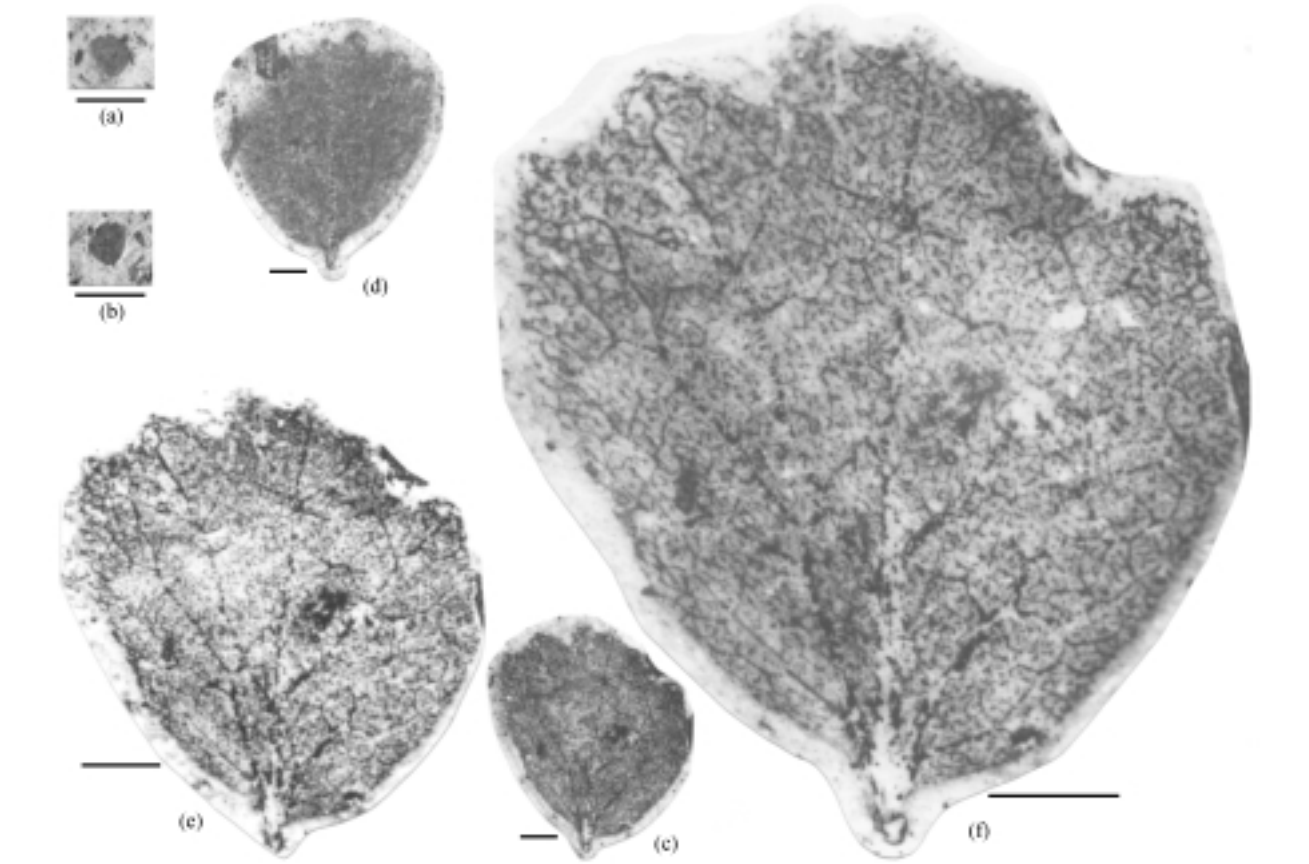


图 1 *Dicotylophyllum minutissimum* sp. nov.
(a), (c), (e), (f) 正模标本, PB 19793, (a) 的标尺 = 1 cm, (c), (e), (f) 的标尺 = 1 mm; (b), (d) 等模标本, PB 19794, (b) 的标尺 = 1 cm, (d) 的标尺 = 1 mm

此叶化石的分类位置不明，我们将其归入双子叶植物叶属(*Dicotylophyllum* Saporta)，并视其为新种。

3 化石的时代

当前叶化石的各种性状都很原始，具这些性状的叶化石出现的时代亦较早，如具第 1 叶等级的叶化石最早出现于早白垩世的前巴列姆期(*Pre-Barremian*)；具花彩环结脉序的叶化石出现得也比较早，亦为前巴列姆期；微小的被子植物叶化石(*nanophyll*)同样最早出现于前巴列姆期^[20]。

从当前叶化石的进化程度来看，它与美国 Potomac 群最底层的 Patuxent Fm. 中的叶化石相近，后者的时代为巴列姆-阿普第期(*Barremian-Aptian*)^[3]。与我国吉林大拉子组的被子植物叶相比，后者形态及多样性方面都较当前叶化石更为进步，其时代被定为 *Aptian-Albian*^[6]。黑龙江鸡西城子河组的被子植物叶化石^[8,9]种属组合丰富多彩，从文献[9]所示的图片来看，有的叶上可见有花彩环结脉序，然而，一些

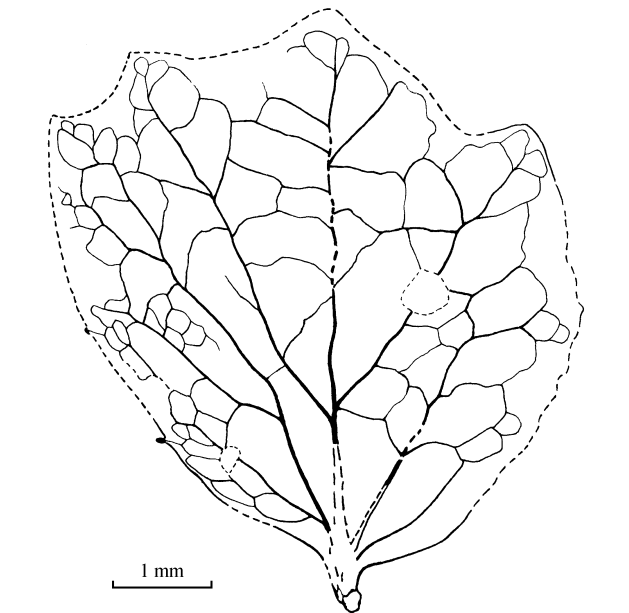


图 2 *Dicotylophyllum minutissimum* sp. nov. 正模标本(PB 19793)叶脉素描图

叶的二次脉的走向及分布已经比较有规律. 由于该文作者对化石未给以详细描述, 从图片上看, 它们的一些性状似较安徽五河的更为进步. 该文作者将含叶化石地层定为 Valanginian-Hauterivian 期, 这个时代似应进一步商榷.

综上所述, 五河的被子植物化石的时代为巴列姆期(Barremian)的可能性很大, 亦可能略晚些.

致谢 由衷地感谢于振江高级工程师惠赠标本, 对他的极端敬业精神和细心十分敬佩, 因为此化石十分微小, 稍一疏忽即可能与其失之交臂. 衷心感谢周志炎院士仔细阅读本文手稿, 并提出宝贵意见. 感谢陈丕基研究员关于地层时代的意见和有关叶脉的讨论. 对曹正尧研究员有关裸子植物的讨论表示感谢. 文中照片由宋之耀、陈周庆摄制, 插图由任玉皋清绘, 在此次工作中曾使用朱茂炎研究员实验室的精密显微镜, 一并致以谢意. 本工作受国家自然科学基金(批准号: 39930020)及现代古生物学和地层学国家重点实验室(中国科学院南京古生物研究所)基金(No. 013106)资助.

参 考 文 献

1 李浩敏. 对被子植物起源有关假说的评介. 见: 穆西南主编. 古生物学研究的新理论新假说. 北京: 科学出版社, 1993. 181~194

2 Doyle J A, Hickey L J. Pollen and leaves from the Mid-Cretaceous Potomac Group and their bearing on early angiosperm evolution. In: Beck C B, ed. Origin and Early Evolution of Angiosperms. New York: Columbia University Press, 1976. 139~206

3 Hickey L J, Doyle J A. Early Cretaceous fossil evidence for angiosperm evolution. The Botanical Review, 1977, 43(1): 3~104

4 张武, 郑少林, 张志诚. 植物界. 东北地区古生物图册(二)——中新生代分册. 北京: 地质出版社, 1980. 221~338

5 Li Xingxue, Ye Meina, Zhou Zhiyan. Late Early Cretaceous flora from Shansong, Jiaohe, Jilin Province, Northeast China. Palaeontologia Cathayana, 1986. 3: 1~144

6 陶君容, 张川波. 吉林省延吉盆地早白垩世被子植物化石. 植物学报, 1990, 32(3): 220~229

7 陶君容, 张川波. 中国早白垩纪被子植物生殖器官. 植物分类学报, 1992, 30(5): 423~426

8 孙革, 郭双兴, 郑少林, 等. 世界最早的被子植物化石群的首次发现. 中国科学, B 辑, 1992 (5): 543~548

9 Sun G, Dilcher D L. Early angiosperms from Lower Cretaceous of Jixi and their significance for study of the earliest occurrence of angiosperms in the world. Palaeobotanist, 1996, 45: 393~399

10 Sun G, Dilcher D L, Zheng S L, et al. In research of the first flower: A Jurassic angiosperm, *Archaeofructus*, from Northeast China. Science, 1998. 282(5394): 1692~1695

11 孙革, 郑少林, 迪尔切 D, 等. 辽西早期被子植物及伴生植物群. 上海: 上海科技教育出版社, 2001. 1~227

12 陈丕基, 金帆. 热河生物群. *Palaeoworld*, 1999, 11: 1~342

13 张弥曼, 主编. 热河生物群. 上海: 上海科学技术出版社, 2001. 1~150

14 周志炎, 李浩敏, 曹正尧, 等. 香港坪洲岛若干白垩纪植物化石. 古生物学报, 1990, 29(4): 415~426

15 李玉发, 姜立富, 主编. 安徽省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 1~271

16 Zhou Zhiyan. On some Cretaceous pseudofrenelopsids with a brief review of cheirolepidiaceae conifers in China. Review of Palaeobotany and Palynology, 1995, 84: 419~438

17 曹正尧. 浙江早白垩世植物群. 中国古生物志, 1999, 总号 187 册, 新甲种 13 号, 1~174

18 周志炎, 曹正尧. 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, 1977, 16(2): 165~181

19 Hickey L J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves, Vol 1. 2nd ed. In: Metcalfe C R, Chalk L, eds. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford: Clarendon Press, 1979. 25~39

20 Hickey L J. Origin of the major features of angiospermous leaf architecture in the fossil record. Cour Forsch-Inst Senckenberg, 1978, 30: 27~34

21 Hickey L J. Evolutionary significance of leaf architectural features in the woody dicots. Am Jour Botany, 1971. 58(Abstract): 469

22 Hickey L J. Stratigraphy and paleobotany of the Golden Valley Formation (Early Tertiary) of Western North Dakota. Geol Soc Am Memoir, 1977, 150: 1~183

(2002-07-08 收稿, 2002-09-29 收修改稿)