

世界最早的被子植物化石群的首次发现*

孙 革 郭双兴

郑少林

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

(沈阳地质矿产研究所, 沈阳 110032)

朴泰元

孙学坤

(东北煤田地质局 108 队, 鸡西 158100)

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

摘 要

本文首次报道了世界最早的被子植物大化石群在我国黑龙江省鸡西盆地早白垩世城子河组的重要发现。首批报道的 5 属 5 种(包括 4 个新属、种)均为具网状脉系的双子叶植物。文中还讨论了这一发现对研究被子植物起源与早期演化、全球性早白垩世生物地层对比及古地理、古气候恢复等方面的重要意义。

关键词: 被子植物群, 大化石, 黑龙江鸡西, 早白垩世

1990 年夏,笔者于黑龙江省东部鸡西城子河煤矿以西、穆棱河北岸路边(城子河组典型剖面)的城子河组顶部,首次发现一批珍贵的被子植物化石。1991 年 5 月,笔者又赴该地再次采集¹⁾,现已获得被子植物大化石标本 80 余号。它们至少包括 7 个被子植物分类群,均属双子叶植物。目前,笔者已初步研究了其中的 5 属 5 种(包括 4 个新属及 4 个新种),即:雅致亚州叶(新属新种) *Asiatifolium elegans* gen. et sp. nov., 倒卵城子河叶(新属新种) *Chengzihella obovata* gen. et sp. nov., 羽裂鸡西叶(新属新种) *Jixia pinnatipartita* gen. et sp. nov., 美脉沈括叶(新属新种) *Shenkuoia caloneura* gen. et sp. nov. 以及披针罗杰期叶 *Rogersia lanceolata* Fontaine 等,其中至少有两个种还保存着叶表皮构造。

这些双子叶被子植物的叶化石均为小形叶,叶片最长仅 4.8cm,质地以纸质占优势,叶形多为椭圆、倒卵或长卵形,叶缘全缘;叶柄甚粗壮而宽扁,与中脉的基部分界不明显;羽状脉序,中脉基部甚粗,向上变细,侧脉羽状,细弱而不规则,发育不佳或中等,侧脉间距不规则,多在叶缘内侧形成环形脉序(camptodromous),环外的高级脉环(loops)不发育或不存;脉级(vein ranks)数目少,三级脉仅在叶片局部隐约可见,形成不规则的网,四级脉不易辨认,粗细程度与三级脉接近,更高级的脉不可见或不存。上述形态学特征以及它们的叶表皮构造,均显示了

本文 1991 年 7 月 25 日收到, 1991 年 11 月 12 日收到修改稿。

* 国家自然科学基金和中国科学院院长基金及中国科学院特别支持经费资助项目。

1) 参加野外工作的还有尚玉珂、虞子冶及赵衍华同志。

双子叶植物的原始特征^[1,2],这些被子植物化石对研究全球被子植物的起源及早期演化,无疑提供了十分宝贵的证据。

在共生植被方面,当前的被子植物化石与大量蕨类、银杏类、松柏类及少量的苏铁类相伴生。这些蕨类及裸子植物化石主要包括有: *Equisetites* sp., *Coniopteris burejensis* (Zal.) Seward, *Acanthopteris gothani* Sze, *Nilssonia sinensis* Yabe et Oishi, *Ctenis* sp., *Ginkgo* sp.,? *Elatocladus manchurica* (Yok.) Yabe, *Pityocladus* sp., *Rhipidiocladus* sp., *Schizolepis* sp., 等等。

从生物地层学特征看,当前的被子植物化石产于鸡西盆地城子河组顶部的黑灰色—绿灰色粉砂岩之中,其上,为整合覆盖的、早白垩世中期的穆棱组最底部层位;其下,为城子河组中、上部含煤沉积。本次,在发现被子植物大化石群的同时,在此剖面城子河组下部第3,4号煤层之间,还新发现一套以浅灰色泥岩为主的海相层。在第3,4号煤层间的海相层中,发现了丰富的海相沟鞭藻化石,包括: *Oligosphaeridium complex* (White) Davey et Williams, *Muderongia tetracantha* (Gocht) Alberti, *M. testudinaria* Burger, *M. australis* Helby, *Palaeoperidinium cretaceum* Pocock, *Canningia pistica* Helby 等 15 属 20 余种(孙学坤、何承全鉴定),显示了早白垩世 Valanginian—Hauterivian 期的组合面貌。结合我国黑龙江鸡西与东邻原苏联南滨海省以及日本等早白垩世生物地层的对比关系,当前所发现的被子植物群时代应为早的白垩世中期,即大体相当于晚 Hauterivian—早 Barremian 期。

一、全球已知早白垩世被子植物群对比

迄今已知世界早白垩世被子植物化石产地主要分布于北半球,南半球仅有零星报道^[3]。欧洲较著名的早白垩世被子植物化石产地为葡萄牙南部,共记载有 54 种,产于 Barremian—Albian 阶^[4]。这些被子植物化石叶面积较大,多为椭圆形叶、掌状叶或掌状分裂叶,全缘叶的种类较多,叶脉也较规则,其中叶片沿叶柄下延者颇占一定比例;其总的面貌与北美 Potomac 被子植物群较为相似^[5]。

亚州东北及中亚的原苏联境内已知早白垩世被子植物化石产地 12 个,共报道有 59 种类型^[6-8]。这些化石绝大多数产于 Albian 阶或更晚些的地层之中,仅少量种类产于 Aptian 阶。所有这些被子植物的叶相特征可与上述葡萄牙早白垩世被子植物相比较,有一些属种与美国 Potomac 群的被子植物相似或相同,但多数属种具有亚州的特点。以往曾被认为“最早”出现的被子植物大化石——产于外贝加尔地区 Zazin 组的 *Dicotylophyllum pusillum*^[9,11],其产出层位的地质时代已被重新核定为早白垩世中晚期的 Barremian—Aptian 期^[7]。

在加拿大西部太平洋沿岸,已发现早白垩世被子植物近 30 种^[10]。这些化石中,具掌状脉及具羽状脉的叶各占一半左右,叶大小各异,掌状叶常具裂片,其中仅 3 种产于 Aptian 阶,其余均见于 Albian 阶。

世界最著名、研究较为详细的早白垩世被子植物群是产于美国大西洋沿岸的 Verginia 及马里兰州的 Potomac 群的被子植物。化石报道总计近百种^[11,12,1,2],绝大多数产于 Albian 期的 Patapsco 组,少数见于 Aptian 期的 Patuxent 组。除少数 Aptian 期的化石含某些略小形叶外,绝大多数的叶形较大,而且它们形态各异,脉级清楚,并趋向规则。

南半球已知的早白垩世植物化石甚少,仅在澳大利亚等地发现过几个叶片及叶脉保存较差的双子叶植物化石^[3]。前不久, Taylor 和 Hickey^[13] 曾报道了产于澳大利亚维克多利亞州的

Kotuburra 群的具叶及花着生一起的草本植物化石,其叶相特征与现代三白草科(Saururaceae)及马兜铃科(Aristolochiaceae)的有些接近,其花可能与金粟兰科(Chloranthaceae)有某种联系;但其产出层位的时代为 Aptian 期。这两位美国学者认为它们是迄今全球最早的可靠被子植物的生殖器官。Krassilov^[14]所描述的(产于蒙古芒莱温都尔汗组)、接近于单子叶的“被子植物”以及双子叶果实新属,其地质时代的认定由于缺少海相化石佐证,尚存在疑问 Vachrameev, 1988, p. 103)。

我国早白垩世被子植物化石主要见于东北地区,先后报道有: *Platanus* cf. *newberryana* Heer, *Yanjiophyllum ellipticum* Zhang^[15]; *Sassafras* sp., *Celastrorphyllum* sp., *Dicotylophyllum* sp., *Sapindopsis* sp.^[16]; *Vitiphyllum* sp., *Phyllites* sp.^[17] 以及 *Rogersia angustifolia* Font., *Sapindopsis magnifolia* Font., *Sterculaphyllum elegans* Font., *Saliciphyllum ongifolium* Font., *Ranunculiphyllum pinnatisectum* Tao et Zhang, *Ficophyllum* sp., *Carpolithus brookensis* Font. 等^[18]。尽管上述被子植物化石的分类有些还有待于进一步研究,但它们的地质时代均为早白垩世晚期(Aptian — Albian)。

综观上述世界各地早白垩世被子植物的简要对比不难看出,当前中国鸡西被子植物大化石群无论在植物学特征所反映的原始性方面,或从生物地层学方面所显示的时代特征,均表明它们是迄今全球被子植物(大化石)的最早记录。中国的原始被子植物较之迄今世界“最早”并的被子植物的出现,至少要早地质年代单位的半个期以上。

尚需提及的是,以往世界上曾有过某些学者认为他们在三叠系或侏罗系中发现了“被子植物化石”,但从未得到国际上的公认。在我国,如产于辽宁西部中侏罗世兰旗组的一批植物化石材料^[19,20]即属此列;它们的系统分类位置一直为古植物学家们所质疑^[21]。笔者认为,至少就已发表的上述辽西地区的植物化石材料看,并不具备被子植物的特征。

二、植物学及地质学意义

我国鸡西被子植物大化石群的首次发现,为深入研究全球被子植物起源及早期演化提供了宝贵的材料。从最新发现的及以往全球已知的早白垩世被子植物材料看,早期被子植物叶片的演化可能遵循这样的过程,即:具羽状脉的小型单叶演化为羽状或掌状分裂叶,而后再分化为羽状或掌状复叶。此外,当前新的化石材料似预示着,被子植物可能起源于我国东北及亚州东北部。从大量蕨类、狭叶松柏类、银杏类与部分苏铁类以及当前被子植物的伴生、并同产于城子河组含煤沉积判断,早白垩世早、中期,我国黑龙江鸡西一带曾处于暖温带沼泽环境,气候潮湿温暖,这便为早期被子植物的迅速发展创造了条件。晚侏罗世晚期,本区及东亚滨太平洋地区强烈构造运动及火山活动所造成的古地理和古气候变化,可能是本区被子植物最早发生在环境上的先导条件。

从全球已知最早出现的被子植物花粉看,以往英国学者曾认为 *Tricolpollenites distinctus* 为最早的化石记录,其产出层位为早白垩世早期地层(Berriasian — Valanginian 阶^[22]),但近来美国学者认为,可鉴定的、全球最早出现的被子植物花粉是产于英国南部 Barremian 阶的 *Clavatipollenites*^[23]。这些材料与当前被子植物大化石在产出时代方面比较接近。考虑到被子植物微体化石(花粉)较其大化石通常易于保存,而当前鸡西的早期被子植物在类型上似又具有一定的多样性。笔者分析,全球被子植物的发生可能会比当前材料所反映的时代还略早些。当然,这个推断还有待于今后在本区及全球其它地区在材料上的进一步发掘来验证。

黑龙江鸡西被子植物大化石群及其下部含 Valanginian — Hauterivian 期海相层的新发现,为我国东北乃至东亚地区早白垩世生物地层划分对比提供了宝贵的依据。以往长期争论的黑龙江省东部城子河组含煤地层的时代,现可以有把握地认为属早白垩世早—中期,即大体相当于 Berriasian — Hauterivian 期或至早 Barremian 期。前不久,笔者又于城子河组上覆的穆棱组新发现了一批被子植物¹⁾。其特征与原苏联南滨海省北苏昌组的被子植物^[14]有一定的相似性,时代可能相当于晚 Barremian 期或晚 Barremian — 早 Aptian 期。这与这些被子植物较当前城子河组的被子植物略进化相吻合。

世界最早被子植物化石的发现及其起源与演化的研究,对恢复自晚中生代以来的古地理以及板块构造运动的研究也具有重要的意义。就目前已知的早白垩世全球被子植物的地质地理分布分析,我国东北地区及亚洲东北部很可能是被子植物最早的发源地;而后才逐渐发展、演化并“辐射”到世界各地。追踪被子植物的发展及其分布上的变化及对比,似可找到各相关地史时期各大陆板块漂移或运动(旋转)的方向及轨迹。与此同时,也为恢复各地史时期的古气候与古环境等提供重要的参考依据。

三、新属新种简述²⁾

被子植物门 Angiospermae

双子叶植物纲 Dicotyledoneae

亚州叶属(新属) Genus *Asiatifolium* Sun, Guo et Zheng gen. nov.

模式种 *A. elegans*

雅致亚州叶(新属新种) *Asiatifolium elegans* Sun, Guo et Zheng gen. et sp. nov.

(图版 I-1—3)

特征 叶狭倒卵形,长约 4.8cm,最宽约 1.9cm,基部近楔形,顶端钝尖,全缘,略加厚。叶柄长约 1cm,最宽约 0.7mm,叶脉羽状环结脉序,中脉粗壮,基部尤甚,向上渐细并消失于顶端;侧脉约 5—7 对,伸出角中等,在近缘处分叉并与相邻的侧脉分枝连接或环结,其外侧又有若干次级脉形成封闭之弧环,三、四级脉几乎等粗,形成不规则的无棱角的网,五级脉不清楚。叶革质,

这一新属种的叶相(foliar physiognomy)特征与木兰亚纲(Magnoliidae)类似。

产地层位 黑龙江鸡西城子河,下白垩统城子河组上部。

城子河叶属(新属) Genus *Chengzihella* Guo et Sun gen. nov.

模式种 *C. obovata*

倒卵城子河叶(新属新种) *Chengzihella obovata* Guo et Sun gen. et sp. nov.

(图版 1-4—9)

特征 叶倒卵形,长 1.9—3.8 cm,最宽 1.1—2.0 cm,顶端浑圆,基部楔形,叶片下延。叶柄保存,但较短(长 2—3mm);叶脉羽状环形脉序,中脉粗壮直伸,侧脉细,近对生,伸出角中等,略呈弧形,伸至叶缘处向上弯曲,形成环结;三、四级脉近等粗,形成不明显且不规则的网。叶纸质。

1) 孙 革等, 1991, 黑龙江省东部早白垩世穆棱组新知(待刊)。

2) 篇幅所限, 整个被子植物群的系统描述将另文发表。

这一新属种的叶相特征可能与毛茛亚纲(Ranunculidae)的植物有某种亲缘关系.

产地层位 同上.

鸡西叶属(新属) Genus *Jixia* Guo et Sun gen. nov.

模式种 *J. pinnatipartita*

羽裂鸡西叶(新属新种) *Jixia pinnatipartita* Guo et Sun gen. et sp. nov.

(图版 I-10 — 12; 图版 II-7)

特征 叶宽椭圆形, 羽状深裂, 不对称, 裂片全缘, 保存长约 3.4 — 4.0 cm, 宽约 2.0 — 3.5 cm, 基部下延, 顶端缺失, 叶柄未保存. 叶脉羽状, 中脉较粗, 向上渐细, 稍弯曲; 侧脉较粗, 每裂片具一条, 位于裂片的上部并微沿中脉下延, 粗度与中脉近等, 伸出角中等, 伸达裂片顶端; 三级脉细, 不甚明显, 具不规则的网. 叶膜薄革质或纸质.

这一新属种的叶相特征可能与第伦亚纲(Dilleniidae)有某种亲缘关系.

产地层位 同上.

沈括叶属(新属) Genus *Shenkuoia* Sun et Guo gen. nov.

模式种 *S. caloneura*

美脉沈括叶(新属新种) *Shenkuoia caloneura* Sun et Guo gen. et sp. nov.

(图版 II-1 — 6)

特征 当前标本为保存欠佳的几枚叶片的中、上部. 叶可能为广卵圆形, 可见长大于 2.3 cm, 宽约 2.5 cm; 顶端钝尖, 下部缺失, 叶全缘. 叶脉粗, 多少弯曲, 叶脉羽状环结脉序, 向顶端渐细, 不达顶; 侧脉细, 近对生, 基部微下延, 伸出角约 60 — 70°, 伸至边缘向上弯曲形成环结; 三级脉细, 形成不规则的细网, 四级脉不清楚. 叶纸质—薄革质.

叶上表皮细胞呈不规则多边形, 大小平均约 $15 \times 10 \mu\text{m}$, 细胞壁近直或略弯. 下表皮气孔器分布不规则, 排列较密集, 孔缝不定向; 气孔器为不规则型(anomocytic)大小平均约 $30 \times 25 \mu\text{m}$, 保卫细胞下陷, 副卫细胞内缘强裂角质化, 通常呈一凸起的环状; 普通表皮细胞多为不规则的多边形, 大小平均约 $25 \times 20 \mu\text{m}$. 下表皮外表面呈不平坦凹坑状, 气孔器下陷明显.

这一新属种的叶相特征, 可能与具羽状或掌状叶脉的植物有较近的亲缘关系.

产地层位 同上.

本文涉及的野外及室内相关研究工作, 还有尚玉珂、何承全、虞子冶、张川波及赵衍华参加; 大化石照片由赵士伟摄制, 电子显微镜照片由茅永强拍摄; 野外工作中曾得到东北煤田地质局 108 队的大力协助; 在拉丁语命名使用上曾得到张永铨教授指导. 特此一并致谢.

参 考 文 献

- [1] Hickey, L. J. & Doyle, J. A., *Bot. Rev. (Lancaster)*, **43**(1977), 3 — 104.
- [2] Upchurch, G. R., *Ann. Missouri Bot.*, **71**(1984), 522 — 550.
- [3] Douglas, J. G., *Geol. Surv. Victoria Mem.*, **29**(1973), 1 — 185.
- [4] Saporta, A., *Flore fossile du Portugal. Lisbonne*, 1894, 1 — 288.
- [5] Teixeira, C., *Flora Mesozoica Portuguesa*, I, II, *Surv. Geol. Portugal, Lisbonne*, 1948 — 1950, 1 — 288.
- [6] Vachrameev, V. A., *Cretaceous stratigraphy and flora from western Khazakstan. Regional Stratigraphy, USSR*, 1, Academic Press, USSR, M., 1952, 1 — 340 (in Russian).

- [7] Vachrameev, V. A., *Jurassic and Cretaceous floras and climates throughout the world*, Nauka, M., 1988, 1 — 230 (in Russian).
- [8] Samylina, V. A., *J. Linn. Soc. Bot.*, **61**(1968), 207 — 218.
- [9] Vachrameev, V. A. & Kotova, I. Z., *Palaeont. J. USSR*, 1977, 4 : 101 — 109 (in Russian).
- [10] Bell, W. A., *Geol. Surv. Canada Mem.*, **285**(1956), 1 — 331.
- [11] Fontaine, W. M., *U. S. Geol. Surv. Monogr.*, **15**(1989), 1 — 377.
- [12] Berry, E. W., *Lower Cretaceous*, Maryland. Geol. Surv., 1911, 1 — 622.
- [13] Taylor, D. W. & Hickey, L. J., *Science*, **247**(1990), 702 — 704.
- [14] Krassilov, V. A., *Early Cretaceous flora from South Primorye and its stratigraphic significance*, Nauka, M., 1967, 1 — 264 (in Russian).
- [15] 张志诚, 东北地区古生物图册(二), 地质出版社, 1980, 308 — 339.
- [16] 张志诚, 古生物学报, **24**(1985), 4 : 453 — 460.
- [17] Li, X. X., Ye, M. N. & Zhou, Z. Y., *Palaeontologia Cathayana*, **3**(1986), 1 — 143.
- [18] 陶君蓉、张川波, 植物学报, **32**(1990), 3 : 220 — 229.
- [19] 潘 广, 科学通报, **28**(1983), 24 : 1520.
- [20] 潘 广, 辽宁地质学报, 1990, 2 : 1 — 8.
- [21] 徐 仁, 科学通报, **32**(1987), 6 : 461 — 462.
- [22] Hughes, N. F. (ed.), *Palaeobiology of angiosperm origins*, Cambridge Univ. Press, 1976, 1 — 242.
- [23] Cronquist, A., *The evolution and classification of flowering plants*, The New York Bot. Gard. Bronx, New York, 1988, 1 — 555.