

# 贵州西部晚二叠世大羽羊齿类植物的生态

中国矿业大学北京研究生部 郭英廷

大羽羊齿类植物化石研究历史悠久，自1870年F.V.Richthofen在中国湖南采得第一批大羽羊齿标本，至今已有一百多年的历史。这期间，国内外很多学者对其形态、分类、地理分布等进行了广泛的研究<sup>(1, 2)</sup>，但对有关生态的研究，虽很早就已涉及<sup>(3)</sup>，较为详细的论述则是近年来才开始的<sup>(4)</sup>。笔者自1982年以来数次赴贵州西部工作，采集到大量大羽羊齿类植物的印痕及石化化石，据此对大羽羊齿类植物的生态作一些探讨。

## 1 贵州西部晚二叠世植物群的气候特征

贵州西部晚二叠世植物化石丰富，保存类型多样，有印痕、压模、石化化石等形式。这些化石可划分为4种植物群落类型<sup>(5)</sup>：即成煤沼泽植物群落、沿岸植物群落、浅滩及平原上的中生乔木—灌木植物群落和高地植物群落。所有植物群落的总体显示为热带—亚热带气候下的植被<sup>(5)</sup>。但是本区所发现的煤核及石化木材化石中，约20%~30%具规则或偏心生长纹（年轮，图版I—4, II—6）。现代生态学的研究证明，生长纹的存在反映植物生长于有季节性变化的气候条件下，这种季节性变化的气候条件不仅见于温带，而且也存在于热带—亚热带地区<sup>(5)</sup>。因此，贵州西部晚二叠世的气候应为热带—亚热带季雨林气候条件。

## 2 大羽羊齿类植物的叶相特征

叶相(foliary physiognomy)包括叶片大

小、叶缘、叶形及叶脉等特征，它与气候关系密切<sup>(6)</sup>，一定的叶相特征反映一定的气候条件。贵州西部晚二叠世大羽羊齿类植物的共同叶相特征是：

- a. 叶形多样，有椭圆形、披针形、卵形、心形等，基本为热带—亚热带植物的常见叶形；
- b. 大—巨型的羽状复叶和单叶；
- c. 脉序重网或单网，网眼细密。

这些特征为热带—亚热带植物所具有(图版II—1~4)。本区大羽羊齿类叶化石中分叉盲脉发育(图版II—1)，非全缘叶达60%以上，许多化石羽轴及中脉上具瘤或刺(图版I—2, II—4)。这些特征又说明本区大羽羊齿类受一定干旱气候影响，而这也正是季雨林地区植物生态特征的双重性。

## 3 大羽羊齿类植物的生活型

姚兆奇(1984)对大羽羊齿类植物的生活型作了详细的研究<sup>(4)</sup>，指出其主要为攀缘的藤本植物。本文根据新的材料，略作补充。石根*Radicites*(图版II—9)的特征是有一不甚发达但垂直伸入地下的主根，主根上生侧根，侧根上密生毛状物；由于主根下延不深即行分叉，故为一小型的浅根系，显示为一小型湿中生植物根系。钩状物(hook-like, 图版II—3)在本区亦常见，但多分散保存，个别见与叶片相连，它极可能是叶片局部变态而成。解剖研究表明，此种钩状物主要由厚壁细胞组成，中心部分似具管胞，故应为一坚硬的攀缘器官。

#### 4 表皮与气孔

表皮和气孔特征一般认为可反映植物的生长条件, 贵州西部大羽羊齿类叶化石中, 目前仅发现 *Gigantonoclea guizhouensis*<sup>(7)</sup>, *G. hallei* 和 *Gigantopteris dictyophylloides* 3个种的标本保存有表皮和气孔构造。其中单网羊齿属的表皮细胞形状不规则, 垂周壁强烈弯曲, 表皮角质加厚几乎不显; 气孔器类型复杂, 可位于叶子上下表面, 不下陷, 每平方毫米有气孔 30~40 个, 气孔指数为 10% (图版 I—3)。此外, *Gigantonoclea hallei* 叶片表皮细胞角隅处见有圆形的表皮毛脱落痕, 但其为腺毛还是覆盖毛还有待进一步研究。以上表皮和气孔特征说明, 在 *Gigantonoclea* 属中至少有些种是生活于环境潮湿、阳光不充分条件下的阴性植物。大羽羊齿属中已发现 *Gigantopteris dictyophylloides* 的表皮及气孔器, 其表皮细胞垂周壁弯曲, 表面具一定的角质加厚, 气孔仅见于下表面, 保卫细胞下陷, 气孔密度稍大 (图版 I—5)。以上特征证明大羽羊齿属的生存环境与单网羊齿有差别, 大羽羊齿属可能是生长于中生条件下的阳性植物。

#### 5 叶肉解剖特征

不同气候条件下叶肉组织的发育和分化不同。潮湿阴暗条件下, 植物叶片中栅栏组织不发育; 在阳光充足的干旱条件下, 植物叶片甚至可具有 2 层以上栅栏组织或双面栅栏组织。贵州西部的单网羊齿叶标本中, 叶肉组织不分化, 仅发育海绵组织, 且叶表面角质层极薄 (图版 II—5), 因而是潮湿条件下林间或林下阴性植物之特征。在大羽羊齿属中, *Gigantopteris dictyophylloides* 叶肉具海绵和栅栏组织之分化 (图版 II—8), 栅栏组织由单层细胞组成, 海绵组织由多层细胞组成, 叶表面还具有一定的角质层加厚, 这

些特征显示大羽羊齿属为生长于湿度偏大的中生环境下的阳性植物。

#### 6 腺点和分泌结构

大羽羊齿类叶化石中分泌结构较为发育, 已往已有所报导<sup>(8)</sup>, 本文从内部解剖特征方面对此略作探讨。在有些单网羊齿中经常发现叶片脉网之中具一些暗色“腺点”, 经解剖发现, 此“腺点”为一种大型 ( $> 100\mu\text{m}$ ) 分泌结构 (图版 I—1)。这种分泌结构早期阶段具完整的细胞壁, 腔内为浅黄色凝聚物, 推测可能为某些油类或脂类, 此阶段基本相当于行分泌作用的分泌腔。晚期阶段, 此腔内常充满深色不定形非晶质物质, 腔壁严重破裂, 此阶段可能行排泄功能, 为排泄结构。以上多限于推测, 其真正的生态功能还有待进一步研究证实。*Gigantonoclea hallei* 叶表皮细胞角隅处的圆形脱落痕, 应为表皮毛所致, 但此表皮毛与叶肉组织中的分泌结构有无联系未见证据, 作者认为可能为一分泌腺毛。阔叶大羽羊齿叶肉组织中, 目前未见分泌结构, 但在其叶表面却具明显的分泌腺毛 (图版 I—6)。此腺体内充填深色物质, 整个腺体为一乳头状。总之, 大羽羊齿类植物中分泌结构较为发育, 此亦为热带—亚热带植物之特征<sup>(9)</sup>。

#### 7 保存环境

大羽羊齿类植物化石通常见于含煤地层, 尤其是煤层顶板中, 其岩性多为浅灰到灰色泥岩, 粉砂质泥岩及粉砂岩等, 沉积环境为泛滥平原、潮坪及泻湖等。在这些岩层中, 大羽羊齿类化石可与其它植物化石, 如 *Pecopteris*, *Fascipteris*, *Lobatannularia* 等伴生; 也可单独成层分布。在许多煤层顶板页岩中, 大羽羊齿类化石占 80%以上, 如水城木冲沟煤矿 7 号、11 号煤层顶板等。此种分布特征说明大羽羊齿类植物可单独构成植物群落, 在此群落内, 大羽羊齿类为优势植

物，生活型中可能会有小型乔木—灌木类型，而藤本的攀缘类型此时可能沿地面成蔓生藤本植物。

贵州西部大羽羊齿类叶部化石上亦见有小型水生腹足类化石（图版II—10），据姚兆奇<sup>(4)</sup>研究，此种情况是在大羽羊齿类叶子落入水中以后，水体中的腹足动物爬到叶子表面，而且很可能这些成新鲜状态的叶子就是这些水生腹足类的食料。

大羽羊齿叶部化石上还经常见有圆到椭圆形的凹坑或点痕（图版II—2），对此曾有多种解释<sup>(4)</sup>。经笔者解剖研究，在一凹坑内发现一鳞木类或辉木类小根（图版II—7），这至少证明此类凹坑中有些是由辉木、鳞木等的小根穿插而形成。

## 8 大羽羊齿类与成煤植物

大羽羊齿类植物在成煤中的作用，为古植物学家和煤田地质学家所关注。以往我国学者多认为以大羽羊齿植物为代表的真蕨、种子蕨植物是我国二叠纪的主要成煤植物，但近年来在我国各地发现了大量的煤核，对这些煤核的研究使上述观点产生了疑问。

众所周知，煤核形成于成煤沼泽之中，其内的植物基本上代表了成煤植物<sup>(10)</sup>。贵州西部晚二叠世的煤核，经笔者近年来的研究<sup>(5)</sup>，其植物组成如下：石松类，生物量占60%，裸子植物（以松柏类为主）占20%，真蕨类（以辉木为主）占17%，其他约占3%。大羽羊齿类植物极为少见。

从前述（7）可知，大羽羊齿类化石多保存于煤层顶板之中，其保存环境为成煤沼泽消失后的流水畅通的沼泽、湖泊、潮坪及泛滥平原。生活型主要为中生植物，尽管部分大羽羊齿类植物可生长于较阴湿的环境中（阴性植物），但并非沼生植物。另外，大羽羊齿类中并无中到大型乔木类型，这就决定了大羽羊齿类的生物量不可能太大。因此，

上述特征决定了大羽羊齿类植物在成煤沼泽中为非优势植物，在成煤植物中为次要成分。

谢家荣（1933）<sup>(11)</sup>研究了产自江西乐平的树皮煤，其文中的“树皮体”经与煤核中的植物组织对比（图版I—8），主要为鳞木和辉木的小根、鳞木的次生皮层、裸子植物的表皮等。贵州水城C<sub>605</sub>煤层经镜下观察，见有鳞木、辉木小根，鳞木皮层及裸子植物表皮、木材等（图版I—7），未见确切属于大羽羊齿类植物的组织。因此，煤核及煤岩薄片的研究，说明大羊齿类不是主要成煤植物。

Shimakara（1942）<sup>(12)</sup>对长江中下游龙潭组煤层中的植物残体作了分析，发现有众多类型的植物管胞及大小孢子，其中部分梯状纹孔、对列纹孔的管胞与大羽羊齿类的管胞极为相似，故不排除它们当中有些属于大羽羊齿类植物。但其他植物如种子蕨、苏铁类、节蕨等也具有此类管胞，因此，Shimakara的工作亦不能说明大羽羊齿类为长江中下游地区晚二叠世的主要成煤植物。

## 9 结 论

a. 贵州西部晚二叠世的大羽羊齿类植物生长环境为热带—亚热带季雨林，其生活型中有攀缘型藤本植物，如 *Gigantonoclea guizhouensis*, *G. hallei* 和 *Gigantopteris cordata* 等；灌木型—小型乔木植物，如 *Gigantopteris dictyophylloides* 等。攀缘型在无其他植物可攀时，则可能成为地面蔓生型植物。

b. 大羽羊齿类主要为中生植物，而且可进一步划分为阳性植物及阴性植物，目前没发现沼生植物。

c. 大羽羊齿类的生活型决定其生物量较小，故一般不能构成主要的成煤植物。

## 参考文献

- [1] 姚兆奇: 烟叶大羽羊齿的标准产地和地模标本,《古生物学报》, 22 (1), 1983。
- [2] 姚兆奇: 华南“大羽羊齿煤系”和大羽羊齿植物群的时代,《古生物学报》, 17 (1), 1978。
- [3] Halle, T. G.: On the Habit of *Gigantopteris*. *Geol. Fören. Forhandl. Bd.*, 51, 1929, 236~242.
- [4] 姚兆奇: 大羽羊齿植物的生态及埋葬学,《中国科学院南京地质古生物研究所丛刊》, 1984, 6, 63~64。
- [5] 郭英廷: 贵州西部晚二叠世含煤地层的植物古生态,《煤炭学报》, 15 (1), 1990。
- [6] Dolph, G. E. and Dilcher, D. L.: Foliar Physiognomy as an aid in Determining Paleoclimate, *Paleotographica B*, 170, 1979.
- [7] 李洪起, 田宝霖: *Gigantopteris guizhouensis* Gu et Zhi 的叶部解剖研究,《古生物学报》, 29 (2), 1990, 216~227。
- [8] 中国科学院南京地质古生物研究所, 植物研究所,《中国古生代植物》编写组;《中国古生代植物》,科学出版社, 1974。
- [9] 武吉华, 张绅:《植物地理学》,人民教育出版社, 1979。
- [10] Scott, A. C.: The Ecology of Coal Measure Floras from Northern Britain. *Proc. Geol. Ass.*, 90(3), 1979, 97~116.
- [11] Hsieh, C. Y.: On Lopinite, a New Type of Coal in China. *Bull. Geol. Soc. China*, 12, 1933, 469~490.
- [12] Shimakura, M.: Vegetable Remains in the Paleozoic Coal from the Lower Yangtze Region, *China J. Shanghai Sci. Inst.*, Sect II, 3, 1940, 23~28.

## 图版说明

### 图版I

1. *Gigantonoclea* 羽片脉网间的分泌结构。× 50
2. *Gigantopteris*, 示布满刺的羽轴。× 5
3. *Gigantonoclea hallei*, 下表皮及气孔器。× 200
4. 裸子植物木材, 具偏心生长纹。× 0.1
5. *Gigantopteris dictyophylloides*, 下表皮及气孔器。× 500
6. *Gigantopteris* 叶片上的分泌腺。× 200

7. 辉木小根, 煤岩光片。× 100

8. 辉木小根, 煤核薄片。× 100

### 图版II

1. *Gigantopteris dictyophylloides*, 网状叶脉及分叉盲脉。× 5
2. *Gigantopteris* 羽片上具近圆形的三个凹坑。
3. *Gigantopteris* 羽片及钩状物。× 5
4. *Gigantopteris dictyophylloides*, 单叶, 叶旁具一枝条或茎干压模, 上具刺及纵纹, 照片右侧为 *G. Cordata* 羽片基部。× 0.4
5. *Gigantonoclea hallei*, 羽片局部横切面, 中为一侧脉, 两侧见未分化的叶肉组织。× 100
6. 裸子植物木材, 具规则生长纹。× 0.1
7. 鳞木小根, 发现于 *Gigantopteris* 羽片的凹坑内。× 100
8. *Gigantopteris dictyophylloides* 叶片横切面。× 200
9. *Radicites*, 可能是大羽羊齿类根。
10. *Gigantonoclea*, 羽片上分布有水生腹足类化石。× 5

## 《槽波数字地震仪》课题通过鉴定

1990年12月18~19日于北京, 中国统配煤矿总公司技术发展局组织对煤炭科学研究总院西安分院承担的上述课题进行鉴定。

槽波数字地震仪是用于矿井地质探测、解决采煤工作面前方小构造的专用数据采集设备。该设备是在利用引进的 SEAMEX—85型槽波数字地震仪及处理软件, 成功地对我国大同、开滦等大量矿区进行探测, 取得了明显的地质效果的基础上试制的。

鉴定委员会认为: 这套 DYSD—1型遥测式槽波数字地震仪的设计思想与技术性能先进, 可靠性、稳定性较好, 能满足槽波地震勘探的要求, 达到了80年代中期同类产品的国际先进水平。该仪器在我国的首次制成和应用, 为我国煤矿提供了先进的勘探设备。

槽波数字地震仪的试制成功, 对推广应用槽波探测技术, 提高综采效率, 降低生产成本有很大的价值和广泛的应用前景。专家们建议: 为满足煤矿生产需要, 应进一步完善仪器的自检功能, 减轻重量, 降低成本。  
(郭惠)