

中国煤系化石

(古植物部分)

姚庚云 编

焦作矿业学院地质系痕迹古生物研究室

一九九〇年五月二十日

目 录

§ 1、高等植物的形态与结构

§ 2、古植物化石的保存类型

§ 3、古植物化石的分类与命名

§ 4、古生代古植物

§、中国成煤时期的陆生植物

中国煤系化石〔古植物部分〕

§ 1. 高等植物的形态与结构:

植物界可分为低等植物和高等植物两大类。低等植物包括菌类 (Mycophyta) 和藻类 (Phycophyta)。高等植物包括苔藓植物 (Bryophyta)、蕨类植物 (Pteridophyta)、裸子植物 (Gymnospermae) 和被子植物 (Angiospermae)。低等植物由单细胞或多细胞构成简单的条带状、丝状、片状、粒状的植物体, 无根、茎、叶的分化。因此也称之为叶状体植物或原植体植物 (Thallophyta)。极少数种类有类似根、茎、叶的器官。绝大多数在水域或在阴湿条件下生活, 无输导组织。高等植物与低等植物的主要区别是: 高等植物有根、茎、叶的分化, 其最基本的特点是有起输导作用的维管束, 它存在于各个器官中 (营养器官、繁殖器官)。菌类植物很少保存为化石, 藻类植物绝大部分是水生的。苔藓、蕨类、裸子植物和被子植物则主要是陆生的。陆生植物的遗体, 保存成为化石的主要是蕨类植物, 裸子植物和被子植物。

一、高等植物的形态与结构:

(一) 根: 根的主要作用是吸收水份和溶于水中的无机盐, 支持固着植物体。

根可分为主根明显的直根系及无明显主根的须根系。根的形态可因环境不同而异。旱生植物的根系能扎入深层土壤或膨大贮水; 潮湿地区植物的根系较浅, 常水平延伸或自茎基部逐渐扩大为板状

根。有的植物还具有悬垂在空气中的气生根（不定根），起呼吸或吸收作用。根部化石常见于煤层的底灰层中。垂直产出于地层中，表明为原地保存。

（二）茎：茎具有顶端向上生长，分枝和形成大量叶的能力，行使输送水份、无机盐、有机养料和支持树冠的功能。

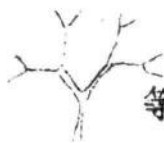
1、茎的形态和习性：茎的形态以圆柱形为主，绝大多数植物的茎为直立茎；温热地区还常发育横卧地面的葡萄茎，攀援植物的攀援茎和缠绕茎。有的植物除地上茎外，还有埋在土壤中的地下茎（如现代的 *Equisetum*（木贼）），地下茎可使植物在地下渡过不适宜的生长季节。

根据植物茎的质地，可分为木本和草本两大类。木本植物的茎可以次生增粗，草本植物的茎一般不能次生增粗。木本植物中又可分为具有显著主干，寿命长的乔木和无主干或主干不明推的灌木，攀援的木本植物称为藤本。

2、茎的分枝：可分为四种常见的分枝方式（1）二歧式分枝：分枝时顶端原分生组织分成两半，每一半各形成一个分枝，并且在一定的时期又进行同样分枝。



不等二歧式分枝



等二歧式分枝

（2）单轴式分枝：茎的顶芽能不断向上生长，形成主干，同时侧芽也发展成为侧枝，侧枝又能以同样方式形成次级侧枝。

(3)合轴式分枝：茎的顶芽发展到一定阶段死亡或者生长很缓慢，其下的侧芽就取代之，继续生长，形成强的侧枝，连接在原来的主轴上。以后这种侧枝上的顶芽又停止发育，又由它下面的侧芽代替，这样形成弯曲的主轴。



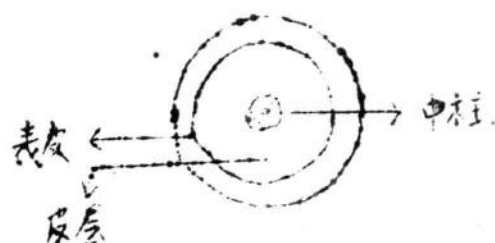
(4)假二歧分枝：实际是合轴分枝的另一种形式。其不处为：近顶芽下面的两个对生腋芽发展成为两个相同外形的枝。从外表看来与二歧分枝相似。



茎的分枝方式不同反映了植物界进化过程中适应的规律性。原始高等植物的茎是等二歧式分枝，并逐渐发展为不等二歧式，较高级的为单轴式分枝和合轴式分枝。合轴式分枝为被子植物特有。合轴式分枝的主干很短，主干的延续是由各次分枝的主轴更替相连而成，所以整个分枝系统呈现曲折的形态。这种分枝使树冠具有开展性。这种分枝具有进化的意义。因为顶芽的死亡促使大量侧枝的发育，致使枝条缩短，保证树干生长大量的叶子，增加光合作用面积。例如柳、苹果、李、桃等为合轴式分枝。

3、茎的结构：由外向里可分为表皮、皮层和中柱三部分。表皮和皮层主要由薄壁细胞组成；中柱则是输导组织所在，位

于茎的中央。



(1)表皮：幼茎的最外层，外壁角质化或具角质层〔角质是一种复杂的脂肪性的混合性物质，无色透明，由原生质体分泌，角质的稳固性大，遇强酸也不破坏〕，木本植物的茎能次生增粗，使表皮破裂，在表层内分生出栓质化的周皮，与表皮合称为树皮〔栓质也是一种脂肪物质，与角质相似，黄色，亦由原生质体产生，栓质只加进细胞壁的纤维素内，不聚集在细胞的外面，细胞壁经过栓质化以后，细胞的生活部分就完全死亡，只剩下一个空腔，因此经过栓质化的细胞是死细胞，它形成一层保护层，其稳定性似角质〕。部分的表皮细胞分布有少数气孔，为气体及水分交换的通道。

(2)皮层：位于表皮与中柱之间，由司营养的薄壁细胞组成。

(3)中柱：是输导组织维管束所在处，可分为中柱鞘及维管束。

A. 中柱鞘：中柱最外层薄壁细胞。

B. 维管束：

韧皮部：以管状的活细胞为主，输送养料。

木质部：管状木质化死细胞为主，输送水分和无机盐。

木本植物的韧皮部和木质部之间有形成层，能分生出次生木质部和次生韧皮部。

C. 髓和射髓：

髓是位于茎中心的薄壁细胞。射髓是横间连合髓和皮层的薄壁细胞，呈辐射状。

原始的高等植物的茎中央无髓。木质部位于中心。韧皮部位于外面，实心，称为原生中柱，由原生中柱逐步演化为有髓的管状中柱。真蕨植物因枝或大型叶的分化使中柱破裂成网状，称为网状中柱。



(三)叶：叶是高等植物进行光合作用制造食物的重要器官，又有蒸散水分和交换气体的功能。植物的叶子数量多，体积小，表面又有角质层的保护，被掩埋后保存成为化石的机会多而常见。

1、叶的组成和叶序：原始的高等植物仅有叶片，无叶柄，进化的高等植物才有叶柄，有的还有托叶，有的具有叶舌，有的叶基扩张包围于茎节上称叶鞘。

叶在枝上排列的方式称叶序，有螺旋生，互生，对生及轮生等。相邻的叶在枝节上交互排列的现象称为叶镶嵌。

叶柄上只有一个叶片的称为单叶，具几个分裂小叶片称为复叶，复叶又有羽状复叶和掌状复叶，三出复叶。

2、叶的形状：包括叶的轮廓，叶顶端，叶基部和叶边缘的形
~ 5 ~

状。

3、叶脉：叶脉是分布在叶片中的维管束。叶脉在叶片中排列的方式称为脉序。脉序的形式多样化，它比叶形状有较大的稳定性并在一定程度上反映不同类别，属种的主要特征。

4、叶的结构：叶柄的结构和茎的结构大致相似。叶片的构造由表皮、叶肉和维管束组成。表皮分为腹面的上表皮和背面的下表皮，由一层活细胞组成，或由多层细胞组成；表皮细胞在横切面上为方形或长方形，外壁较厚，角质化并具角质层。通常还有表皮附属物毛和气孔。

气孔的数目与分布因植物的种类不同而异。常以下表皮气孔最多。气孔是由两个保卫细胞合成的，两个保卫细胞间凹入的孔隙即为气孔，包括两个保卫细胞及中间的孔隙称为气孔器。有些植物的气孔，在保卫细胞四周还有一个或多个表皮细胞形状不同的细胞，称为副卫细胞。



叶肉，是叶片内最发达和最重要的组织，由含有许多叶绿体的薄壁细胞所组成，是绿色植物进行光合作用的主要场所。叶肉位于上表皮下面排列较紧密的长柱形细胞称栅栏组织，含大量叶绿体。位于下表皮内面，排列疏松的称海绵组织。

二、植物的繁殖：植物体的繁殖有三大类。

(一)、营养繁殖：是植物体的一部分和母体分离或不分离，而直接形成新个体的繁殖方式；

(二)、无性繁殖：是植物体产生一类叫孢子的无性生殖细胞，孢子位于孢子囊内，以后当孢子成熟时直接发育成新个体，所以也称为孢子生殖。

(三)、有性繁殖：是产生一类叫配子（有雌、雄配子之分，在高等植物中统称精子和卵子）的有性细胞，配子必须经过有性的结合过程形成合子或受精卵，再由合子或受精卵发育成新个体。

上述三种繁殖方式，在一些低等植物中常常不是同时存在的，有的仅具孢子生殖，而无有性生殖，或者为营养繁殖及有性繁殖而无孢子繁殖等。

但在高等植物及某些低等植物中，其无性生殖和有性生殖是按一定顺序继续进行的，即形成孢子的无性世代与形成配子产生合子的有性世代互相交替，即为世代交替，在蕨类植物中，如裸蕨、石松、真蕨等高等植物，世代交替明显，其无性世代的孢子体与有性世代的配子体是彼此隔离的，但无性世代占优势。而苔藓植物与此相反，有性世代占优势。种子植物以种子进行繁殖，都是异型植物世代交替极不明显。

植物的繁殖器官的形态、结构和着生的位置是植物自然分类的重要依据，不具生殖器官的叶称为营养叶（裸叶）；具生殖器官的叶称为生殖叶（买叶），与营养叶连在一起的生殖器官对化石的鉴别与分类归属最具有重要意义，但通常生殖器官或生殖叶都是分散保存的，采集时应特别注意。

三、植物与环境：植物与环境（气候、地理、土壤、地形、生

物及人)之间结成了很复杂的关系。环境对植物来讲,主要影响它的新陈代谢。一种植物长期生长在一定环境下,对它有了适应。内在生理的适应也往往很明显地反应到形态上来。一旦环境发生了改变,则那些适应性最强的植物便死亡。可塑性较强的植物,又产生了新的适应。因为各种植物新陈代谢类型不一样,所以出现了多种多样的形态。构造特点。植物界的演化就是同环境不断矛盾和统一的发展过程。

对植物影响最大,最直接的环境条件是气候条件,气候往往受地理条件的控制,所以也可以说气候地理条件。

气候条件包括光、温度、空气和水,它们作为一个整体影响着植物种及植物群的内、外特征和分布。

(一)、光:光是植物制造食物时不可缺少的能的源泉。光过强则增加了蒸散面积,植物对强光的形态适应,就是叶子的弱化。

(二)、温度:在一切气候因素中,温度具有最大的意义,因为温度在地球上成带状分布的,而与植物的带状分布大致相等。每种植物的生长和发育,都要在它们必须的最低温度及其持续下才能进行。但温度往往与光一起综合对植物作用。

(三)、空气:空气中的二氧化碳气是植物制造原料之一,此外氧气及其它气体对植物生活也具有重要的生境意义。

四、水分:水也是植物制造食物的重要原料,没有水就没有生命。

光、温度、空气和水作为一个统一体而影响着植物,植物对它们的适应也是综合表现出来的。因此较热地带、干旱环境与潮湿环境下植物的形态、构造有所不同,根据化石特征,可以推测当时的

气候环境，不过只能推测出相对温度，如是炎热还是温暖，是干旱还是潮湿。如在潮湿环境下生长的植物，其茎多为高大乔木，生长习性直立，缠绕、攀援均有。因为空气潮湿，相对气体缺乏，所以通气组织发育。枝轴与树冠相比显著细。干旱环境下的植物，其茎多为灌木及草本，生长习性以直立为主。通气组织不发育。因为干旱原故，要加强输水系统，所以枝轴相对较粗。潮湿环境下植物的叶薄，表皮细胞仅有一层。气孔只分布在叶的腹面。单位面积内气孔少，且气孔细胞与表皮细胞平。叶肉的栅栏组织只有一层。单位面积内叶脉稀。干旱环境的叶厚而硬，为避免水分蒸发，表皮细胞下具皮下层。叶的背面也有气孔分布，单位面积内气孔多，以备在必要时，加强蒸散，促使水分上升，气孔下陷，有表皮毛，以减少蒸散。因为同化作用面积相对小了，栅栏组织发达，此外从形态上看，潮湿环境叶片大而薄，叶子平展，叶柄相对的细。干旱环境叶片小而弱，叶子卷曲，叶柄相对的粗。

苏联费尔干纳盆地南部二叠纪晚期及三叠纪早期的马德根植物群，与我国二叠纪大羽羊齿植物群相近，但两者生态特征却很不一致，前者强烈反映干旱环境特征，后者却为热带潮湿环境的产物。

如两植物群共有的 *Gigantopteris*，中国的化石叶大小可达100 cm，中轴相对的较粗。费尔干纳的化石叶片小，只有30—35 cm，中轴相对较粗，且中轴及侧脉上皆有毛。中国的

Faeniopteris 叶大可达几十厘米，中脉相对细。费尔干纳化石的叶小仅几厘米，中脉相对粗。中国的【科达】*Cordaites* 叶长可达30—60厘米，最长达100厘米而费尔干纳化石叶仅有2~5厘米。

除上面三个属外，费尔干纳盆地持有的蕨类植物 *Madynenia* 和 *Madynopteris* 体积小，深裂成小的片，排列紧，盖于轴上，并有皱纹。费尔干纳盆地几种植物表现的共同特征是：叶面积小，弱化，轴粗、深裂，多毛有皱纹。都说明当时是一种较干旱的气候。

利用植物资料推论古气候时，除了上述形态构造特征的比较法以外，在研究较新的植物群时，往往把化石植物群所出现的类别，甚至属种，直接与现代生活植物的生态比较，如中新世化石植物群内有大量棕榈出现，因为棕榈现在主要生活于热带，所以可以推知当时的气候亦可属热带。但分析资料时一定要历史观点，不可机械比较。如目前日本棕榈与杨树，山毛榉等温带植物生活在一起，这样不能因为棕榈的存在说明日本属热带气候，棕榈可能在早些时候日本气候炎热时大量存在，现代可能是一种孑遗植物。

§ 2、植物化石的保存类型：

植物残体，经常受到物理、化学和生物作用的破坏，绝大部分已解体，即少数能部分地保存下来。其内部组织亦多已破坏，只有在极少数情况下，经过复杂的石化作用，其中某一部分才能比较完整地保存下来。植物化石主要有三种保存类型：

(一)印痕化石【包括压型化石】：这是我们最常见的类型。植物体埋藏在泥沙之中，经过若干年后，大部分有机质已分解，植物本体常常被破坏。在岩层面上仅仅留下了外部形态和体内维管束，厚壁组织和树脂体的印痕。在很少情况下，微细的表皮结构也可以印在岩石上。有时，部分有机质，如角质、木栓质、木质和树脂之类

并未完全分解，因而能保存下来成为化石。人们可以运用化学方法处理，观察其微细构造。

(二)模型化石：植物体埋藏在泥沙中，本体已经完全消失，仅留下外部轮廓的空腔，后为泥沙或矿物质所填充，成为模型化石。例如芦木类的茎，鳞木目的根座和许多裸子植物的种子等。模型化石反面印痕叫外模化石。

有的植物髓部很大，在未形成化石之前，内部已经具有空腔。后来，经过泥沙或矿物质填充，成为内模化石。例如芦木的髓核。科达的膜髓。

(三)石化化石：植物残体埋藏在泥沙之中，原有的组织并未破坏组成细胞壁的木质和木栓质，有时甚至纤维质，以至角质层也未分解。以后，经过含有矿物质，特别是硅质溶液的渗透，成为石化化石。在这种化石中，原有组织的微细结构，绝大部分都能完整地保存。人们可以经过切片，进行观察。例如硅化木和石化的树蕨茎干（如辉木属）。

§ 3、植物化石的分类和命名：

植物化石通常是按照植物分类系统（自然系统）来进行分类描述的。但是保存在地层中的化石，多数是一些植物脱落的叶子，支离破碎的根、茎、枝等残体的印模。要确定这些植物残体相互之间的联系及其分类位置是十分困难的。因此，在古植物学中还应用形态分类法（人为分类法）作为一种临时、粗略的方法。用这种分类方法所划分出来的类、属、种和植物自然分类中的目、科、属、种的含义往往是不同的，它们很少（或几乎不）具有自然分类的意义。

然而。这种分类帮助人们搜集和鉴定大量的植物化石材料。作为对比。对比地层和确定地层时代之用。同时作为进一步研究植物系统发育和分类的依据。这些零星的植物残体。按照现代植物学的观点来看。是无法给予分类、命名和描述的。

按照形态分类方法。人们把单独保存的植物各器官。分别给以属名。这种属叫器官属。例如鳞木属的不同器官单独保存时。分别得以器官属名。

对于一些叶化石〔主要属真蕨纲和种子蕨纲〕则主要根据它们的叶形和叶脉序等特征来划分类和属。这种属叫形态属。

形态分类法。是古植物材料的不完整性在一定的具体条件下和一定的历史时期中的产物。它仅仅反映了地质历史时期某些门类的片断、表面的东西。基本还是属感性认识的范畴。随着生产、科研的深入发展。古植物材料的日益丰富和研究方法的不断改进。人们将会逐步掌握地质年代中。植物界的发生、发展和演化规律。从而将植物化石的分类逐步建立在更科学、更接近自然的基础上。

§ 4 古生代古植物

一、蕨类植物门和种子蕨纲：

蕨类植物中，除裸蕨外，都有根、茎叶之分。输导系统由维管束组成，以孢子进行繁殖，孢子囊产生同形孢或异形孢。

蕨类植物根据孢子体的形态和结构，孢子囊的结构和位置，可分为四个纲：裸蕨纲、石松纲、楔叶纲。种子蕨纲属裸子植物门，但其营养叶和真蕨纲相近，为方便起见，与蕨类植物门一并叙述。

裸蕨纲可分为两个目：裸蕨目和松叶兰目；裸蕨目出现于早泥盆世到晚泥盆世，早、中泥盆世最繁盛；松叶兰目只见于现代。裸蕨纲在植物进行史上具有重要意义。本节重点介绍石松纲、节蕨纲、真蕨纲和种子蕨纲。

(一)、石松纲 (Lycopsidea)

乔木、灌木或草本，茎直立，二歧式分枝。小型叶，常不分叉（少数为叉状），具单脉（少数为二条脉），呈螺旋状或假轮状排列；孢子囊单个着生于叶腋或叶腹面近茎处。有的聚集成疏松的孢子叶穗，孢子同形或异形。

石松植物根据叶舌的有无分为两大类，即无叶舌类（钱蕨目、原始鳞木目、石松目）和有叶舌类（鳞木目、水韭目、卷柏目）。

石松纲繁盛于古生代，始见于早泥盆世（？），中泥盆世遍及世界各洲，最盛于石炭纪，并为当时的主要造煤植物之一；中生代和新生代仅有少数属种，现已大部分灭绝，仅有五属存在。本纲只介绍鳞木目，其它几目从略。

1. 鳞木目 (Lepidodendrales)

鳞木是石松纲中最重要的乔木植物，在石炭纪和二叠纪的植物景观中占有突出的地位。

鳞木目的茎直立、高大，二歧式分枝，茎具次生组织，为原生中柱或管状中柱。树冠呈伞状。叶细长，螺旋状排列，一般具厚膜，具叶舌。

树干的茎部称叶座，它常向不同方向伸展出四条水平分枝，每一分枝再行二歧式分枝数次。分枝上具密而细长的不定根。孢子叶螺旋地着生于小枝或主茎末端，聚集成孢子叶穗。孢子异形。

鳞木目始见于石炭纪早期，至晚二叠世绝灭；国外二叠纪只有个别属种残存。鳞木目有鳞木属 (Lepidodendron)、鳞皮木属 (Lepidophyloides)、封印木属 (Sigillaria)、胥木属 (Bothrodendron)、疤木属 (Uloaendron)。根据叶座和叶痕特征进行鉴别，列检索表如下：

I. 叶座只显现于枝上，粗茎上消失，叶痕很小……胥木属。

II. 无叶座，只有菱形叶痕及束痕……疤木属。

III. 叶座通常明显，叶痕一般较大 (鳞木属、鳞皮木属、封印木属)。

* 叶座呈规则的纵横行列排列 (少数例外)，叶痕大，束痕和侧痕常位于叶痕上部……封印木属。

* 叶座不呈规则的纵横行列排列 (少数例外)，叶痕多略小；束痕和侧痕常位于叶痕中下部……鳞皮木属、鳞木属。

Lepidodendron (鳞木属)：

乔木，高达 30M 以上，枝条多次二歧式分枝，形成宽广的树

冠。叶线形或锥形。长1—50厘米。具单脉。螺旋状排列。叶座纵菱形或纺锤形。通常不呈纵横的行列。叶痕横菱形或斜方形。叶痕中央有一个束痕。束痕两侧各有一个侧痕。叶痕的上面有一个舌痕。叶座上常有中脊和横皱纹；在叶痕之下有时尚可见到一对侧痕。

鳞木目中重点介绍鳞木属种的鉴定方法。在鉴定时应注意观察：叶座。叶痕的形状。长宽比例。叶痕在叶座中的位置。

侧痕是两个还是四个。叶痕中侧痕与束痕的相对位置。

“带”的有无及宽窄。有无其它纹饰。

检索表

I、叶座和叶痕的形状不同，叶痕不占整个叶座。

(一)、叶座上、下部布满横纹。不见其它纹饰。

1、叶痕盔形或钟形。叶座较长……鱼鳞木 (*Lepidodendron aolunghyukense*) 旧名为欧龙布鲁克鳞木。

2、叶痕卵形或斜菱形。叶座较短……蝎纹鳞木 (*Lepidodendron worthenii*)

(二)、叶座不具横纹或部分具横纹。有时具其它纹饰。

1、叶座排成直行。顶底相连。

(1)、叶座下部无或稍有横纹。底部狭缩成酒坛状……坛鳞木 (*Lepidodendron volkmannianum*)

(2)、叶座下部布满细皱。底部狭缩成鹅颈状……鹅颈鳞木 (*Lepidodendron cervicisum*)

2、叶座不排成直行。顶底不相连或相连

(1)、叶座小。一般长5毫米以下。宽4毫米以下。