

# 中国特有植物穗花杉的生物学特性及其保护

孙同兴 林金星 胡玉熹 王献溥

(南开大学生物系, 天津 300071) (中国科学院植物研究所, 北京 100093)

**摘要** 穗花杉(*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger) 属于红豆杉科穗花杉属, 为我国特有种; 现正处在濒危状态, 已被列为国家三级保护植物。本文比较系统地综述了穗花杉的生物学特性, 包括其外部形态、内部结构、化学成分、地理分布、生长特性、生态学和群落特性等。关于穗花杉的系统位置, 一直争论不休, 作者简述了各种分类观点后, 根据上述特性分析结果, 支持将穗花杉放于红豆杉科中并与榧树属同族的主张。最后, 文章分析了可能引起穗花杉濒危的原因, 并提出了两点保护措施。

**关键词** 穗花杉; 生物学特性; 分类地位; 濒危机制; 保护措施

## THE BIOLOGY AND CONSERVATION OF AMENTOTAXUS ARGOTAENIA

Sun Tongxing

(Department of Biology, Nankai University, Tianjin 300071)

Lin Jinxing Hu Yuxi Wang Xianpu

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100093)

**Abstract** *Amentotaxus argotaenia* is one of the rare gymnosperms endemic to China. With the changes in environment and ecosystems, the total number of individuals has decreased rapidly and it is considered an endangered plant on the brink of extinction. In this paper, a broad literature has been reviewed concerning its habit, morphology, structure, chemical constituents, geographic distribution, growth traits, ecological and community characteristics. Although the controversy still remains about its systematic position, the authors support the conclusion that the plant should be included in the Taxaceae and *Amentotaxus* with *Torreya* belong to *Torreya* according to the features reviewed. Consequently, the reasons for making the plants to the endangered state have been analysed and the effective measures have been put forward to conserve the rare species.

**Key words** *Amentotaxus argotaenia*; biological features; systematic position; endangered mecha-

1996-05-23 收稿

第一作者简介: 孙同兴, 男, 1962 年出生, 硕士, 讲师, 植物学专业, 现主要从事植物生态学的教学和科研工作。

nisms; conservation measures

## 1 引言

穗花杉 (*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger) 属于红豆杉科穗花杉属, 为我国特有种, 分布于我国赣、鄂、湘、川、粤、桂、黔等地, 越南北部也有分布。该种植物由于生长缓慢和人为的大量破坏, 资源日渐减少, 正处在濒危状态, 现已被列为国家三级保护植物<sup>(1)</sup>。

据化石记载, 穗花杉自晚白垩纪以来, 曾广泛分布于北美西部和欧洲的中纬度地区<sup>(2)</sup>。由此可知, 穗花杉也曾繁盛一时。由于穗花杉起源古老, 发育和结构特异, 它在研究植物区系和红豆杉科分类等方面有一定的意义; 它树形秀丽, 种子成熟时假种皮呈红色, 非常美观, 是优美的庭园观赏树种。种子含油高达50%, 可制造肥皂和作为工业用油等。木材可作农具、家俱等。

## 2 穗花杉的生物学特性

### 2.1 外部形态

穗花杉为常绿小乔木或灌木, 植株高7~10 m; 树皮灰褐色或红褐色, 成片状脱落。小枝对生或近对生, 绿色或黄绿色; 冬芽无树脂道, 芽鳞交互对生, 宿存于小枝基部。叶交互对生, 排成2列, 有短柄, 线状披针形, 质地厚, 革质, 直或微曲, 长3~11 cm, 宽6~11 mm, 先端尖或钝, 基部宽楔形, 边缘微反卷, 上面深绿色, 中脉隆起, 下面有2条与绿色边带等宽或近等宽的粉白色气孔带。雌雄异株; 雄球花交互对生, 排成穗状, 通常2~4 (稀1或5~6) 穗生于小枝顶端, 每雄蕊有2~5 (多数为3) 花药; 雌球花生于当年生枝的叶腋或苞腋, 梗较长, 有6~10对交互对生的苞片, 胚珠单生。花期4月中旬至5月上旬。雌球花授粉但不及时受精, 2~3个月后花粉管才萌发, 翌年5~6月种子成熟。种子下垂, 椭圆形, 被囊状假种皮所包, 先端短尖, 成熟时假种皮鲜红色, 基部具宿存的苞片; 种梗扁四棱形<sup>(3)</sup>。穗花杉有一变种: 短叶穗花杉 (*A. argotaenia* (Hance) Pilger var *brevifolia* K. M. Lan et F. H. Zhang)。该变种与原种区别在于叶较窄, 雄球花较短, 种子较小<sup>(4)</sup>。除穗花杉外, 穗花杉属还包含台湾穗花杉 (*A. formosana* Li) 和云南穗花杉 (*A. yunnanensis* Li)。其中云南穗花杉仅产于云南东南部海拔约1000 m处。越南也有分布, 是国家二级保护植物<sup>(1)</sup>。台湾穗花杉仅产于台湾南部屏东县里龙山和台东县大武, 海拔850~1000 m的山林中, 是国家一级保护植物<sup>(5)</sup>。该种与穗花杉区别在于: 白色气孔带较绿色边带宽2~3倍, 种子倒卵状椭圆形, 雄球花长不到5 cm。

### 2.2 内部结构

(1) 叶: 穗花杉叶型为II型, 叶子近轴面中部突起。表皮具很厚的角质层。气孔下面生, 内陷, 单环型; 副卫细胞4~10个。无皮下层。叶肉高度分化。栅栏组织1~2层, 海绵组织细胞具有突起, 细胞间隙较大; 叶肉中具石细胞, 细胞细长, 两端分枝或不分枝, 纵向或横向伸长, 有的伸向表皮层。维管束鞘不明显。输导组织红豆杉型。在维管束的近、远轴面具厚壁组织细胞, 成团或星散分布, 胞腔中含棕色单宁物质。维管束1条单束。树脂道1个, 内生于维管束的远轴面<sup>(6)</sup>。

(2) 次生韧皮部: 穗花杉的次生韧皮部由筛胞、韧皮薄壁组织细胞、韧皮射线、厚壁组织和蛋白质细胞组成。在具功能区, 筛胞长方形或方形, 通常由1~9个筛胞与1个韧皮薄壁组织细胞成径向交替排列。筛胞径向壁上筛域多为单列, 分布较均匀, 圆形至卵圆形。单个薄壁组织细

胞长圆柱状, 壁上具单纹孔, 端壁有明显的节状加厚。蛋白质细胞只存在于轴向薄壁组织中, 与筛胞、皮薄壁组织细胞均有纹孔相连。韧皮射线同型, 单列。厚壁组织包括含晶韧皮纤维和石细胞两种类型, 两者常结合在一起, 多分布于无功能的次生韧皮部中。在不具功能区域, 韧皮薄壁组织细胞体积显著增大。细胞壁较厚, 稍木质化。筛胞和蛋白质细胞多被挤毁<sup>(7)</sup>。

(3) 次生木质部: 穗花杉次生木质部由管胞、轴向薄壁组织细胞、射线细胞组成, 树脂道缺如。生长轮明显或不明显, 早材管胞至晚材管胞渐变。在横切面上, 早材管胞呈圆形或近椭圆形或方形。晚材管胞较扁平。管胞内壁具成对螺旋加厚, 或 3~4 条螺旋增厚, 管胞径向壁上具缘纹孔单列, 稀 2 列, 纹孔口居于两条螺旋之间, 眉条未见。轴向薄壁组织细胞较丰富, 单个或呈小群或短的切向带分布, 早材部分居多, 细胞径向壁具圆形或长圆形单纹孔, 端壁具明显的节状加厚。木射线同型, 无射线管胞, 单列。细胞水平壁平滑, 端壁多成弧形, 未见有节状加厚, 细胞四隅具明显凹痕。交叉场纹孔柏木型, 1~4 个, 边缘细胞偶具 5 个<sup>(7)</sup>。

(4) 花粉形态: 穗花杉花粉粒近球形, 较扁, 或有时形状不规则。花粉粒常褶皱成凹凸不平, 形成三歧状隆起。在远极面具一个薄壁区, 末端有一小孔。有些花粉粒具残存所囊。花粉外壁由外壁外层和外壁内层组成。外壁内层呈现明显的片状结构。外壁外层仍可分为 3 层, 其中覆盖层较厚, 很不整齐, 它由小瘤联结成串或合并成团, 构成极不规则的覆盖层, 每个小瘤的表面具小突起。覆盖层里面是一层颗粒层, 颗粒聚集成堆或分布稀疏, 颗粒层有时会脱落, 而形成不规则的空腔。基层呈片状结构, 片粗, 具 3 联结构特征<sup>(9)</sup>。

(5) 胚珠: 穗花杉的胚珠外围覆有一层假种皮, 假种皮在传粉前由薄壁组织构成, 不具维管束。表层细胞为径向延长, 细胞排列整齐, 细胞中基本不具淀粉粒。亚表层细胞与表层细胞层形态不同。从横切面看, 假种皮具有大量粘液分泌道。珠被结构包括外层区、中层区和内层区 3 部分。外层区有两层细胞, 表层细胞小而扁, 内含物较少, 有时外侧壁向外隆起; 亚表层细胞较大, 长方形。中层区约 10 层细胞厚, 传粉前由薄壁组织构成, 传粉后珠孔道附近的中层区延长并成层加厚, 在壁上有许多单纹孔。内层区只有一层细胞, 壁一般不加厚。珠被中维管束分布于中层区外侧, 至少达到颈卵器顶部, 在通向珠被上部时, 具有分枝现象。穗花杉胚珠结构最显著的特点之一是, 珠心顶部有一比较发达的贮粉室。在胚珠基部, 有 4~6 对苞鳞衬托。珠被、假种皮和苞鳞的外面(远轴面)覆以一层蜡质层, 珠被和苞鳞内表面(近轴面)的蜡质层很薄<sup>(8)</sup>。

(6) 胚胎发育: 穗花杉受精后, 在合子分裂之前, 新细胞质已经开始向颈卵器底部流动, 但合子仍处在原处(颈卵器中部)进行第一次有丝分裂, 其分裂方向一般是纺锤体与颈卵器纵轴平行, 有时两者相互垂直。合子经过 4 次连续有丝分裂, 于 16 核阶段形成细胞壁。原胚发育的时期较短, 一般约 1~2 周。受精卵第一次分裂之后, 2 个游离核开始向颈卵器基部移动, 所以合子的第二次分裂是在颈卵器基部进行的。在原胚壁形成之后, 它们形成上、下两群细胞, 上群细胞称开放层细胞, 下群细胞排列成 3~4 层, 为初生胚细胞。这两群细胞数目的比率一般为 O:PE=9:7, 少数为 O:PE=8:8。不久, 上群细胞首先延长并分裂形成上层细胞和原胚柄细胞。下群细胞分裂形成胚细胞。这 3 群细胞数目的比率是 U:S:E=9:9:7, 8:8:8; 或者 9:9:14, 8:8:16。幼胚发育非常缓慢, 从头年 8 月初一直延续到翌年 6~7 月, 种子基本成熟, 即假种皮陆续变红, 种子开始脱落。在种子脱离母树之后, 幼胚发育还要持续较长一段时间才成熟, 即胚还要再次越过冬季之后才能成熟。另外, 穗花杉的胚柄系统特别发达, 有时胚柄异常膨大。穗花杉除了简单多胚占优势外, 还有上层细胞团和多细胞的胚柄, 都有发展成为多胚的趋势。此外, 在初生胚细胞分裂形成胚细胞后, 后者每个细胞似乎也有可能独立地反复进行有丝

分裂, 致使胚细胞形成一团一团的细胞群, 这些细胞团有独立形成多胚的可能性<sup>[10]</sup>。

(7) 染色体核型: 穗花杉染色体数目为  $2n=40$ , 其中第 1 对和第 2 对为中部着丝粒染色体, 第 3~20 对为端着丝粒染色体。各条染色体的长、短臂末端均无随体。核型为  $2n=40=4m+36T$ 。穗花杉的染色体较大, 两对长染色体相对长度在  $8.40\sim 9.30\ \mu\text{m}$  之间, 臂比在  $1.04\sim 1.23$  之间。端着丝粒的 18 对染色体相对长度在  $3.70\sim 5.40\ \mu\text{m}$  之间。按 Stebbins 的核型不对称性分类属 3B 型<sup>[11]</sup>。

### 2.3 枝干和叶的化学成分

从穗花杉枝干提取分离出 6 种化合物, 除一种未鉴定外, 其他五种为大黄酚 (chryso-phenol)、没食子鞣醌二甲醚 (anthragallol-2, 3-dimethyl ether)、硬脂酸 (stearic acid)、二十二烷酸 (docosanoic acid) 和  $\beta$ -谷甾醇 ( $\beta$ -sitosterol)<sup>[12]</sup>。从叶中提取分离出 8 种化合物, 3 种未鉴定, 其余 5 种为 A-homo-5-cholest-6-en-3-one、cyclobalanone、nonacosan-1-ol、 $\gamma$ -sitosterol 和  $\beta$ -sitosterol<sup>[13]</sup>。苏应娟等 (1995) 从穗花杉叶子分离出 59 种精油成分, 鉴定了 54 种。其中主要精油成分为 (-)-贝壳杉烯 (14.46%)、(+)- $(3\alpha, 4\beta, 7\alpha)$ -3a, 4, 5, 7a-四氢化-4-羟基-3a, 7a-二甲基-1 (3H)-异苯并呋喃酮 (9.73%)、 $\beta$ -苦芸烯 (5.63%)、 $(1\alpha, 4\alpha, 8\alpha)$ -1, 2, 3, 4, 4a, 5, 6, 8a-八氢化-7-甲基-4-亚甲基-1-(1-甲代乙基) 萘 (4.30%)、 $\alpha$ -玳玳烯 (4.11%)、 $\beta$ -波旁烯 (3.78%) 等<sup>[14]</sup>。与已报导的白豆杉叶的精油<sup>[15]</sup>及香榧叶的精油<sup>[16]</sup>相比较, 穗花杉叶精油的主要成分与两者差异甚大。

### 2.4 生长特性

穗花杉为阴性树种, 喜荫湿, 生长势较弱。但在特殊的生境下也可生长茂盛。如在湖北兴山县高岚镇杉树坪乡瓦缸沟发现成片的穗花杉林。此处环境特殊, 沟谷两边都是悬崖奇峰, 沟内阴湿度较大, 即使久旱, 沟内仍阴湿。穗花杉就集中在稍平的沟坎两边和岩石缝间 (海拔 900~1 000 m), 大的穗花杉树高 10 多 m, 胸径 15~25 cm。树下凡是有腐殖质土层的地方, 就长满了穗花杉小苗, 天然更新良好<sup>[17]</sup>。

### 2.5 地理分布

穗花杉主要见于江西北部, 湖北西部及西南部, 湖南、四川东部及中部, 西藏东南部, 甘肃南部, 广西、广东等地海拔 300~1 400 (~1 800) m 地带的阴湿溪谷两旁或林内。越南北部也有分布。1981 年, 在浙江省龙泉县的宝溪乡和岩樟乡也发现有穗花杉, 两处共 120 余株<sup>[18]</sup>。

### 2.6 生态学及群落学特性

穗花杉分布区跨北热带、亚热带和暖温带的广阔范围, 温度条件随纬度的变化, 差异悬殊。其中南部, 穗花杉只出现在垂直带谱上; 北缘也很星散, 局限在较暖的地区。而中亚热带和南亚热带山地是分布较集中的地方, 这些地区气候温凉潮湿, 雨量充沛, 年平均气温  $12\sim 19^\circ\text{C}$ , 年降水量 1 300~2 000 mm, 年相对湿度大于 85%, 光照较弱, 多散射光。立地土壤是黄壤、黄棕壤, pH4.5~5.5, 富含腐殖质。它是阴性树种, 大部分分布在雾线以上, 群落中个体稀少, 属偶见种, 常见的上层树种有多脉青冈 (*Cyclobananopsis multinervis*)、栲 (*Castanopsis fargesii*)、银木荷 (*Schima argentea*)、虎皮楠 (*Daphniphyllum oldhamii*)、华东润楠 (*Machilus leptophylla*) 等<sup>[3]</sup>。

## 3 穗花杉分类位置的讨论

自 1883 年发现穗花杉以后, 对于它的归属或系统位置问题一直有许多争论。1883 年 Hance

曾误认为是 *Podocarpus* 属的一种, 1903 年 Pilger 又改为是 *Cephalotaxus* 属的一种, 至 1916 年 Pilger 据此而建立穗花杉属 *Amentotaxus* 才改订名为现在的种名, 即 *Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger. 50~60 年代以后, 穗花杉属的隶属问题仍未确定, 同时引起了植物学各分支学科的极大兴趣, 而且各家的见解也不尽相同。归纳起来有以下几种看法:

(1) 属于三尖杉科中的一个成员。Pilger 在 Engler—Prantl 的《自然植物科志》中, 将三尖杉科包括三尖杉属和穗花杉属。有的作者和大多数木材解剖学家都支持这一观点<sup>[7]</sup>。

(2) 最近, 管启良 (1993) 根据穗花杉的细胞学资料, 则赞同 Hance 的最初见解, 将穗花杉属归于罗汉松科<sup>[11]</sup>。

(3) 建立穗花杉科 (Amentotaxaceae)。Kudo 和 Yamamoto 等人依据穗花杉属雌、雄生殖器官的形态特征, 提出将该属由三尖杉科中分离出来, 并提升为一个独立的科——穗花杉科。Chuang 和 Hu 也认为此属与红豆杉属、榧树属及三尖杉属差别较大, 故支持 Kudo 等人的意见, 建立穗花杉科<sup>[7]</sup>。席以珍 (1986) 根据穗花杉花粉外壁超薄切片和扫描电镜资料, 也倾向于赞同 Kudo 和 Yamamoto 的观点<sup>[9]</sup>。

(4) 属于红豆杉科中的一个属, 现在大多数植物分类学家都赞成此种意见。至于穗花杉属在该科中属于哪个分类等级, 也有不同看法, 如把穗花杉属与榧树属合归为榧树族 (Torreyae) 或穗花杉族 (Amentotaxae) 仅包括穗花杉属的 1 属 3 种; 或将澳洲红豆杉属及穗花杉属同属于穗花杉亚科 (Amentotaxoideae) 等<sup>[7]</sup>。胡玉熹 (1983) 根据穗花杉的解剖结构和胚胎发育的有关特征, 主张穗花杉应包括在红豆杉科中, 并与榧树属同族; 同时穗花杉属又是红豆杉科与三尖杉科之间联系的桥梁<sup>[7]</sup>。胡志昂 (1986) 和周崧 (1992) 都赞同此观点<sup>[19, 20]</sup>。马忠武 (1985) 认为作为红豆杉科的成员红豆杉属和榧树属都含有双黄酮类特征成分, 而穗花杉属未检测到此类成分, 因而对穗花杉属归于红豆杉科提出怀疑<sup>[21]</sup>。

(5) 分类位置未定。Den Outer 和 Toss 依据穗花杉小枝的次生韧皮部解剖资料, 结果尚未能断定穗花杉属是归于红豆杉科, 或三尖杉科, 若独立成穗花杉科<sup>[7]</sup>。

综合分析表明, 穗花杉属具有红豆杉科某些共同特征。穗花杉属应包括在红豆杉科中并与榧树属同归于榧树族; 同时穗花杉属又是红豆杉科与三尖杉科之间联系的桥梁<sup>[7]</sup>。

## 4 穗花杉的濒危机制和保护措施

### 4.1 濒危机制

穗花杉是对于气候、土壤、水、肥、光要求较高的阴性树种, 生长极慢。因此穗花杉的残存个体数量有限, 分布范围狭窄, 且资源正日渐减少。据估计, 其植株数量大约在 10 000 株以下。按世界自然保护联盟新公布的关于物种受威胁程度分类系统方案的标准<sup>[22]</sup>。穗花杉属渐危种。造成濒危的主要原因可能有以下几点:

(1) 大量的人类活动破坏了穗花杉生长的环境。江西省永新县 60 年代调查还有穗花杉的天然群落分布。20 a 后, 仅井冈山、官山铜鼓和万载等地尚存零星分布的植株。

(2) 穗花杉是雌、雄异株植物, 成年树中雌株所占比例很少。如浙江省岩樟乡成年树 50 余株, 雌树仅 5 株。雌雄株开花期很不一致, 雄株开花 15 d 后, 雌株才开花。且雌株授粉后, 当年发育很慢, 翌年 7~8 月, 种子才脱离母树, 胚成熟还须经过一个冬季。而且种子又极易被鸟啄鼠啃。

(3) 种子发芽率低, 在苗圃内发芽率达 80%。苗期若遇到气温降到 -8℃ 时, 可造成严重冻害

而植株死亡。扦插繁殖成活率更低。

## 4.2 保护措施

针对穗花杉的濒危状态, 对其进行保护已势在必行, 刻不容缓。为此, 我们急需实施以下两项保护措施:

(1) 加强穗花杉现有森林的管理与保护, 保护母树及其自然环境促进天然更新, 禁止任何形式的乱砍乱伐。辅助幼苗生长, 扩大引种栽培, 确保种质资源。

(2) 加强穗花杉生物学特性的研究, 弄清穗花杉雌雄比例差异、生长缓慢及种子发芽率低的原因, 以便通过人工辅助授粉和组织培养等措施扩大穗花杉的资源 and 种植面积。

## 参 考 文 献

- 1 国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录, 第一册. 北京: 科学出版社, 1987
- 2 应俊生, 李良千. 中国及其邻近地区松杉类特有属的现代生态地理分布及其意义. 植物分类学报, 1981, 19 (4): 408~415
- 3 郑万钧, 傅立国. 中国植物志 (第七卷). 北京: 科学出版社, 1978
- 4 蓝开敏. 穗花杉一新变种. 植物分类学报, 1984, 22 (6): 492
- 5 魏宏图等. 中国稀有濒危植物分级问题的微机定量研究. 植物学报, 1993, 35增: 111~118
- 6 姚壁君, 胡玉熹. 松柏类植物叶子的比较解剖观察. 植物分类学报, 1982, 20 (3): 275~293
- 7 胡玉熹. 中国特有裸子植物的解剖 I 穗花杉 (*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger). 植物学集刊, 1983, I: 127~134
- 8 陈祖铿, 王伏雄. 穗花杉的胚珠结构与雌、雄配子体的发育. 植物学报, 1985, 23(1): 19~25
- 9 席以珍. 穗花杉属花粉外壁的超微结构及其分类意义. 植物分类学报, 1986, 24 (6): 439~442
- 10 陈祖铿, 王伏雄. 穗花杉早期胚胎发育及其淀粉动态. 植物学报, 1984, 26 (4): 359~364
- 11 管启良等. 穗花杉染色体的研究. 云南植物研究, 1993, 15 (4): 385~391
- 12 马忠武, 何关福, 印万芬. 中国特有种子植物穗花杉枝干化学成分的研究. 植物学报, 1984, 26(3): 340~342
- 13 马忠武, 何关福, 印万芬. 穗花杉叶化学成分的研究. 植物分类学报, 1986, 24(6): 443~446
- 14 苏应娟, 王 艇, 张宏达. 穗花杉叶精油化学成分的研究. 武汉植物学研究, 1995, 13 (2): 188~192
- 15 马忠武, 何关福, 印万芬. 白豆杉叶精油成分的研究与化学分类. 植物分类学报, 1991, 29 (1): 67~70
- 16 何关福, 马忠武, 印万芬等. 香榧树叶精油成分与化学分类. 植物分类学报, 1986, 24 (6): 454~457
- 17 彭辅松, 白明旭. 湖北兴杉发现成片穗花杉林. 植物杂志, 1988, 5: 5
- 18 陈豪庭. 穗花杉特性研究的进展. 植物杂志, 1987, 2: 3
- 19 胡志昂, 王洪新, 刘长江等. 裸子植物生化系统学(三)——从种子蛋白多肽和针叶过氧化物酶探讨红豆杉科的系统位置. 植物分类学报, 1986, 24 (4): 260~263
- 20 周 崑, 姜笑梅. 木材构造特征在裸子植物系统学中的意义. 植物分类学报, 1992, 30(5): 405~414
- 21 马忠武, 何关福, 印万芬. 双黄酮成分在红豆杉科各属、种中的分布. 植物分类学报, 1985, 23(3): 192~195
- 22 Mace G *et al.* The development of new criteria for listing species on IUCN Red List, Species. Newsletter of SSC/ IUCN, 1992, 19: 16~22