

种子植物新系统^①

张宏达

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘要 本文拟出一个种子植物系统发育的新提纲, 在理论上它是一个单元多系的进化系统, 在总体上把种子植物作为一个完整的体系来处理, 在种子植物门之下分为6个亚门: 前种子蕨植物亚门 *Prepteridospermatophytina*, 蕨叶种子植物亚门 *Pteridospermatophytina*, 肉籽植物亚门 *Sarcocarpidiophytina*, 松柏植物亚门 *Coniferophytina*, 前有花植物亚门 *Pre-anthophytina*, 有花植物亚门 *Anthophytina*。

关键词 种子植物, 新系统

New System of Seed Plants (Spermatophyta)

ZHANG Hong-Da

(School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract A new system of spermatophytes according to the polyphyletic tribes of monophyletic principle was presented. All the representatives of the spermatophytes were arranged into a complete system, and six subphyta were included. They are *Prepteridospermatophytina*, *Pteridospermatophytina*, *Sarcocarpidiophytina*, *Coniferophytina*, *Pre-anthophytina*, *Anthophytina*.

Key words Spermatophyte, New system

传统的系统分类将种子植物划分为裸子植物与被子植物, 种子蕨类没有被纳入种子植物。现在看来, 应该对种子蕨类的重要性给予正确的评价, 并把它们纳入种子植物系统。

本世纪六十年代以来, 发现了一类前种子蕨植物, 古生物学者称它为原裸子植物或前裸子植物 *Progymnosperma*, 它的叶子为蕨叶型, 并以孢子繁殖, 但茎里的次生木质部具有管胞而有别于一般的蕨类。前裸子植物的发现使蕨类植物过渡到种子植物有了明确的桥梁。种子植物的系统发育获得了进一步完善并易于理解。

把种子植物划分为裸子植物及被子植物的分类法存在着明显局限性(张宏达, 1986)。因为在裸子植物当中只有松柏纲才是真正的裸子, 其余的苏铁纲、银杏纲、紫杉纲及买麻藤纲, 由于珠被里或假花被里出现形成层, 在受精之后形成着保护作用。它是锥形的果实, 有别于后继的被子植物由于子房发育所成的果实。这种锥形的果实从种子蕨出现的最初阶段就已存在, 并在种子蕨类占有优势和主流的地位, 明显地存在着系统发育意义。所以这一大类的种子蕨类, 包括上泥盆世的芦茎木 *Calamopitys*, 石炭纪的髓木 *Medulosa* 和皱羊齿 *Liginopteris*, 以及二叠纪以后的银杏纲、苏铁纲、紫杉纲和买麻藤纲珠被里及假花被里出现形成层, 以后形成肉质组织, 包着种子, 它们应归入肉籽植物 *Sarcocarpidiales* (张宏达, 1999)。

① 广东省自然科学基金资助项目(970187)。

与肉籽植物类的芦松类同时出现于晚泥盆世的另一支种子蕨类,包括狭轴羊齿 *Stenomylon*,晚石炭世的华丽木 *Callistophyton* 及二叠纪的盾籽 *Peltosperma* 代表不具壳斗,珠被里不存在维管束组织,种子缺乏肉质组织,应归入狭义的种子蕨类(蕨叶种子蕨类 *Pteridosperma*)。

从晚泥盆世开始出现的第三支派的种子植物是科达 *Cordaites* 为代表的松柏类。资料表明,科达类是和芦松及狭轴羊齿同时由前裸子植物古羊齿 *Archahaeopteris* 演化而来。

这三大支派的种子植物除了胚珠结构方面的重大差别之外,还有其他的相关特征性结构的差异。属于肉籽类的芦松及髓木等的大孢子有壳斗托住,小孢子都没有气囊,而属于狭义的种子蕨类的狭轴羊齿、华丽木及盾籽等以及科达为代表的松柏等,大孢子都不具壳斗,小孢子都有气囊。从生殖器官结构的悬殊,以及器官的相关性,反映出种子植物从广义的种子蕨开始及其发展是有规律可循的。

从狭义的种子蕨发展到二叠纪以后,逐渐出现了舌羊齿 *Glossopteris*、大羽羊齿 *Gigantopteris* 及开通 *Caytoniales*,它们的生殖以及营养体都具有雏形的被子植物的结构,可以归入前有花植物的范畴,但它们并不是有花植物的直接祖先。

有花植物的起源到目前仍不清楚。现存的有花植物是白垩纪或晚侏罗世的产物,原始的有花植物可以追溯到三迭纪。这些原始的有花植物在历史发展过程中不断地受到淘汰。在北美科罗拉多上三叠统发现的 *Sanmiguelia* 可能属于原始有花植物的代表。因此原始有花植物化石的发掘,将有助于证实原始有花植物的存在,也将证实有花植物的祖先的存在和有花植物起源的年代。

根据以上概述,本文拟出一个种子植物系统发育的提纲,在理论上它是一个单元多系的进化系统,在种子植物门之下分为6个亚门:前种子蕨植物亚门 *Prepteridospermatophytina*,蕨叶种子植物亚门 *Pteridospermatophytina*,肉籽植物亚门 *Sarcocarpidiophytina*,松柏植物亚门 *Coniferophytina*,前有花植物亚门 *Pre-anthophytina*,有花植物亚门 *Anthophytina*。

1 前种子蕨植物亚门 *Prepteridospermatophytina*

在种子蕨类之前有一类叫古羊齿 *Archaeopteris* 的化石,它具有蕨类的叶型,并以孢子繁殖,但茎有次生木质部,具有具缘纹孔的管胞,类似裸子植物次生木质部的结构,因而被称为前裸子植物 *Progymnosperm* (杨关秀,1994),亦即本文所称的前种子蕨类 *Prepteridosperm*。在系统上被认为是由蕨类过渡到种子蕨的中间类型。目前已知属于前种子蕨类的化石植物有无脉树目 *Aneurophytales*、古羊齿目 *Archaeopteridales* 及原髓蕨目 *Protopytales*。

1.1 无脉树目 *Aneurophytales*

见于中晚泥盆世。无叶脉,孢子囊内有多数同型孢子。茎内有次生木质部,管胞有多列具缘纹孔。包括无脉树属 *Aneurophyton*,北美及欧洲上泥盆统;原始蕨属 *Rellimia* (*Protopteridium*) 见于云南曲靖中泥盆统;及四列木属 *Tetraxylopteris* 等7个属。

1.2 古羊齿目 *Archaeopteridales*

叉状脉,茎为密木型,次生木质部具长管胞。孢子异形。化石见于中晚泥盆世至晚石炭世。

1.3 原髓蕨目 *Protopityales*

茎具中柱,次生木质部为密木型,管胞有1到多列具缘纹孔。孢子囊作羽状排列于分枝末级枝顶。本目已知有1属,原髓蕨属 *Protopitys*,产于下石炭统。

上述各目均以孢子生殖,它们的大孢子尚未转化为胚珠。在美国纽约州上泥盆统的 *Farmenian* 发现一种古籽化石 *Archaeosperma arnoldii* 是最早的前胚珠。从前胚珠发展为胚珠,形成种子蕨类及其后继种子植物的雌性生殖器官。

古羊齿 *Archaeopteris* 等前种子蕨植物在系统位置上的确立,解决了种子蕨类及其后继各大类种子植物的起源问题,填补了种子植物来自蕨类的空白。

2 蕨叶种子植物亚门 *Pteridospermatophytina*

蕨叶种子植物为具茎木本。叶为羽状复叶,偶为单叶,茎具原生中柱及真中柱,具次生长,管胞有具缘纹孔,木射线较宽,多为疏木型,雌、雄生殖器官常着生在叶上。胚珠着生于叶片边缘,不具壳斗,珠被里不具维管束,受精后不出现次生长,种子裸露,不具肉质组织。小孢子常具有气囊。

蕨叶种子植物出现于晚泥盆世,可能是从前种子植物的无脉树属 *Aneurophyta* 演化得来。属于本亚门的有狭轴羊齿目 *Stenomylonales*、华丽木 *Callistophytales* 及盾籽目 *Peltaspermales*。

2.1 狭轴羊齿纲 *Stenomylonopsida*

狭轴羊齿目 *Stenomylonales*:狭轴羊齿 *Stenomylon* 是最早的蕨叶种子植物,见于北美和欧洲的上泥盆统到下石炭统。狭轴羊齿曾被归入芦松目 *Calamopityales*,但芦松目具真中柱,珠心两侧有维管束通过;二者有不同的起源,狭轴羊齿是蕨叶种子植物类的原始代表,芦松是通向肉籽类 *Sarcocarpidiopsida* 的起点。

2.2 华丽木纲 *Callistophytopsida*

华丽木目 *Callistophytales*:次生木质部为疏木型。管胞有具缘纹孔,花粉为单气囊的聚囊粉 *Vesicarpores*。胚珠叫丽籽 *Callospermation*,无壳斗,珠心游离,有珠孔。见于晚石炭世中、晚期。从种子和花粉的形态看,本目和盾籽 *Peltasperma* 及开通 *Caytonia* 有联系。

2.3 盾籽纲 *Peltaspermopsida*

盾籽目 *Peltaspermales*:生殖器官有两种类型。一为盾籽 *Peltasperm*,具游离胚珠,另一种雌性生殖器官叫奥图籽 *Autunia*,为两侧对称的扇状大孢子叶,呈总状着生1~2个胚珠,位于下表面。属于本目的有美羊齿 *Callipteris*,见于北半球的晚二叠世至早三叠世。还有鞑靼蕨 *Tartarina* 见于安加拉的晚二叠世至早三叠世。鳞羊齿 *Lepidopteris* 分布于格陵兰和华南的上三叠统。

3 肉籽植物亚门 *Sarcocarpidiophytina*

肉籽类是种子蕨类当中一个植物群。小孢子不具气囊(罗汉松例外)。胚珠常托以壳斗、杯状体或套被。珠被及套被内出现维管束,受精后维管束继续分生,形成肉质保护组织。这种肉质准果实是古生代种子蕨类及其后继种子植物系统发育的主流,是在被子植物出现之前原始形式的果实。从上泥盆统的芦茎木 *Calamopitys* 开始,到石炭纪的皱羊齿 *Lyginopteris* 和髓木 *Medulosa* 一脉相承并发展出二叠纪的银杏类和苏铁类,三叠纪的巴列

杉 *Pallisya* 和罗汉松, 侏罗纪的紫杉类 *Taxales*, 粗榧 *Cephalotaxus* 和倪藤类 *Gnetales* (Engler, 1954), 形成了种子植物系统发育的主流。

关于肉籽类是否属于一个自然类群的问题, 过去未受到关注。本文提出肉籽类是根据器官发生的相关性。肉籽类的原始代表芦茎木、皱羊齿及髓木, 除了胚珠的珠被存在维管束之外, 胚珠都长在壳斗或杯状体, 它们的小孢子都没有气囊。反过来, 珠被不具维管束的狭轴羊齿, 华丽木及盾籽类, 胚珠不具壳斗, 小孢子都有气囊。

3.1 肉籽纲 *Sarcocarpidiopsida*

3.1.1 芦茎木 *Calamopityales* 茎具细小中始式原生中柱乃至真中柱。次生木质部为疏木型, 有大形管胞和多列射线。与芦茎木有亲缘关系的化石种子叫琴籽 *Lyrasperma*, 横切面呈椭圆形, 全部包住珠心的珠被, 在近珠心的身份侧有维管束通过, 珠心顶端有储粉室, 花粉圆形, 具3裂缝。

芦茎木 *Calamopitys* 见于上泥盆统至下石炭统, 本目还有二歧羊齿 *Diplothmema*、三裂羊齿 *Triphyllopteris* 等。

3.1.2 皱羊齿目 *Lyginopteridales* 叶为大型扁平蕨叶。蕨叶有具壳斗的胚珠和花粉囊。见于石炭纪。皱羊齿 *Lyginopteris* 的壳斗状种子叫瓶籽 *Lagenostema*, 胚珠小, 胚珠外周有浅裂的壳斗, 珠被与珠心合生。珠被有维管束。花粉囊为原始型, 近极面有3裂缝。

3.1.3 髓木目 *Medulosales* 大乔木, 是古生代最大的种子植物。髓木目的胚珠叫厚壳籽 *Pachytesta*, 亦称三角籽 *Trigonocarpus*。珠心与珠被分离, 具双重维管束。珠被分为3层, 外层是由壳斗所形成, 内珠被是大孢子囊之外的孢子叶转化成, 双重的维管束是由原来外珠被子(壳斗)及内珠被子(大孢子叶)所具有的, 花粉为单沟粉 *Monoletes*。

髓木始见于早石炭世, 极盛于晚石炭世的早、中期, 少数分布在欧洲二叠纪。

3.2 银杏纲 *Ginkgoopsida*

雌雄异株。花粉发育有花粉管及具纤毛的游动精子, 雌花有2个直立胚珠, 珠被子有1列维管束。最早的化石叫毛状叶 *Trichiopitys*, 见于法国下二叠统。肉籽类植物到了二叠纪已摆脱了种子蕨类不完善的结构, 无论营养器官或生殖器官都达到完善的结构。

3.2.1 银杏目 *Ginkgoales* 包括(1)银杏属 *Ginkgo*; (2)拟银杏属 *Ginkgoites*; (3)准银杏属 *Ginkgodium* (Gothan 和 Weyland, 1954)。

3.2.2 拜拉目 *Baierales* 包括(1)楔拜拉属 *Sphenobaiera*; (2)拜拉属 *Baiera*。

3.2.3 茨康目 *Czekanowskiales* 从二叠纪至白垩纪, 全球分布。主要有茨康叶 *Czekanowskia*, 薄果穗 *Leptostrobus* 及 *Phoenicopsis* 等, 分布于西伯利亚、蒙古、朝鲜、日本, 我国华北、东北。

3.2.4 扇叶目 *Rhipidopsiales* 叶扇形, 化石见于二叠纪。主产华夏植物区及冈瓦纳区。包括(1)扇叶属 *Rhipidopsis*; (2)拟扇叶属 *Pseudorhipidopsis*。

3.3 苏铁纲 *Cycadopsida*

苏铁类最早出现于下二叠统。雌雄异株, 稀同株。小孢子叶球较大。雌雄球果叶状, 胚珠1~14个, 珠被有维管束1~2列。种子有肉质组织包着。本纲4目, 仅苏铁目存活。

3.3.1 苏铁目 *Cycadales* 包括(1)苏铁科 *Cycadaceae*, (2)南非苏铁科 *Stangeriaceae*, (3)鲍文苏铁科 *Boweniaceae*, (4)双子苏铁科 *Dioonaceae*, (5)查米亚科 *Zamiaceae*。

3.3.2 拟苏铁目 Cycadeoidales (Beunettitales) 茎不分枝,叶一次羽叶,气孔复唇形,雌雄同株,近似两性花,本目出现于二叠纪,至白垩纪绝灭。包括(1)拟苏铁科 Cycadeoidaceae,(2)威廉逊科 Williamsoniaceae。

3.3.3 蕉羽叶目 Nilssoniales 单叶或羽状深裂,宽披针形至线形。叶脉分叉或不分叉。雄球花由多数鳞片状小孢子叶组成。大孢子叶有 2 个胚珠,种子有果肉。蕉羽叶属 *Nilssonia*,晚石炭世晚期到早白垩世,侏罗纪最盛。遍布欧洲及亚洲。我国有 20 余种。此外还有侧羽叶属 *Pterophyllum* 等。

3.3.4 五柱木目 Pentaxylales 雄球花生茎顶,多分枝,雌球花(*Carnoconites*),生枝顶,卵球形,珠心无花粉室,维管束仅达珠心基部。少数种分布于印度西北部的下、中侏罗世,维管束仅达珠心基部。

3.3.5 斜羽叶目 Plagiozamitales 枝条羽叶状,叶卵形,抱茎,两列,叶脉分叉。叶轴及羽轴的维管束近似 *Cycas*。分布于欧美区、安加拉区、华夏区。我国河北、山西,晚石炭世晚期至早二叠世。

3.4 紫杉纲 Taxopsida

雌雄异株,稀同株。雄球花穗状,雄蕊多数,花粉无气囊(罗汉松有),雌雄花生叶腋,胚珠 1 个,基部有珠托或套被,珠被有维管束,种子核果状(Zimmermann, 1959)。

最早化石见于三叠纪,侏罗纪及白垩纪最盛。除少数已灭绝外,大多数为现存科属,共有 4 目 4 科 15 属 160 种。

3.4.1 巴列杉目 Palissyaes 雌球果穗状或园球形,每鳞苞有 1~6 个胚珠,有杯状体托着。种子有肉质组织包着。已知 2 属,均已灭绝。巴列杉属 *Palissya*,见于下侏罗统;穗果杉属 *Stachytaxus*,见于北欧及格陵兰晚三叠世。

3.4.2 罗汉松目 Podocarpales 雌雄异株,稀同株。雄球花穗状,花粉具气囊或缺。雌球花有苞片多枚,直立胚珠 1 个,包以囊状套被。珠被或套被内有维管束。种子有肉质组织包着。

1 科,8 属 130 余种,集中于南半球。我国 3 属。罗汉松化石最早见于澳大利亚及非洲三叠纪的 *Rissikia*;另 *Mataia* 见于新西兰及澳大利亚的侏罗系。我国内蒙古及东北的下白垩统有 *Podocarpites*, *Nageiopsis* 及 *Ussuriocladus* 化石。

罗汉松科 Podocarpaceae:(1)罗汉松属 *Podocarpus*:100 种,中国 14 种。(2)竹柏属 *Nageia*:无中脉,种托不太发育,3 种。(3)陆均松属 *Dacrydium*:套被与珠被分离,套被发育成肉质,种子坚果状。20 种,主产南半球,中国 1 种。

3.4.3 三尖杉目 Cephalotaxales 叶条状,排成 2 列,下面有 2 条气孔带。雄球花 6~11 聚成头状,雄蕊 4~16 枚,花粉无气囊。雌球花有交叉对生苞片,每苞片有 2 个直立胚珠,基部有珠托,种子有组织包着。1 科 1 属 9 种,中国 7 种,产西南及华南。

3.4.4 红豆杉目 Taxales 雄球花穗状,雄蕊多数,各有 8~9 个花药,花粉无气囊。雌球果有交叉对策苞片,有直立胚珠 1 个基部有珠托。种子有肉质果肉,先端露出种子。

1 科 5 属 23 种,除 *Austrotaxus* 产澳大利亚,其余产东亚、北美。(1)红豆杉属 *Taxus*:果红色,11 种,中国 4 种。(2)白豆杉属 *Pseudotaxus*:果白色,1 种,产华南。(3)穗花杉属 *Amentotaxus*:雄花穗状,雌花有长柄,3 种,分布于中国南部。(4)榧属 *Torreya*:种子全部包以

肉果, 7 种, 中国 4 种, 北美 2 种, 日本 1 种。

3.5 盖子植物纲 *Chlamydospermopsida*

球花单性。雄花有不育雌蕊, 有膜质囊状或肉质管状假花被, 雄蕊 1~8 个, 花药 1~3 室, 花粉无气囊。雌花有假花被, 中有数条维管束。胚珠 1 个, 珠被 1~2 层, 常延长为珠被管, 种子肉质果肉包着, 有 3 目 3 科 3 属 80 种。

3.5.1 百岁兰目 *Welwitschiales* 仅 1 科 1 属 1 种, 产南非。

3.5.2 麻黄目 *Ephedrales* 1 科 1 属 40 种, 分布于亚洲, 北美、东南欧、北非的干旱荒漠。中国 12 种。

3.5.3 买麻藤目 *Gnetales* 1 科 1 属 30 余种, 分布于亚洲、非洲及南美的热带, 中国 7 种。

4 松柏植物亚门 *Coniferophytina*

雌雄同株或异株。雄球果有多数小孢子叶, 每 1 片有 2~15 个花粉囊, 花粉有 1~2 个气囊, 萌发后有花粉管和 2 个精核, 雌球果由多数孕性和不孕性鳞片组成。胚珠的珠被缺乏维管束。种子有角质或革质种皮, 常具翅。

本亚门的原始代表科达 *Cordaites* 可能现于晚泥盆世, 和前种子植物古羊齿有亲缘关系, 科达到了石炭纪及二叠纪发育最盛, 是热带地区主要成煤植物。

4.1 科达纲 *Cordaitopsida*

雌雄同株或异株, 雌雄孢子叶均由苞片和着生于苞腋内的生殖短枝组成。生殖短枝近顶端的孢子叶上着生花粉囊或胚珠, 花粉囊为单气囊, 胚珠生于生殖短枝的鳞片腋内, 珠被游离。化石始见于晚泥盆世, 石炭纪及二叠纪最盛。广布于欧、美、西伯利亚、中国, 澳大利亚、非洲及南美。

科达目 *Cordaitales*: 包括 (1) 科达穗科 *Cordaitanthaceae*, (2) 肾叶科 *Vojnovskyaceae*, (3) 鲁夫洛科 *Ruffloriaceae*, (4) 匙叶科 *Noeggerathiopsiaceae*。科达纲可能是由晚泥盆世的前种子植物古羊齿 *Archaeopteris* 演化而来。科达茎具有较宽的髓部, 密木型的次生木质部, 及管胞上的具缘纹孔均近似古羊齿。

4.2 叉叶纲 *Dicranophyllopsida*

代表植物为叉叶属 *Dicranophyllum*。化石见于晚石炭世早期至早二叠世。中国甘肃、河北唐山中石炭世、豫西下二叠统上部有化石。本纲的系统位置有争议或被归入银杏目。根据叶下面存在气孔带, 及叶片分叉特点, 似和科达穗及松柏纲的勒巴杉更接近。

4.3 松柏纲 *Coniferopsida*

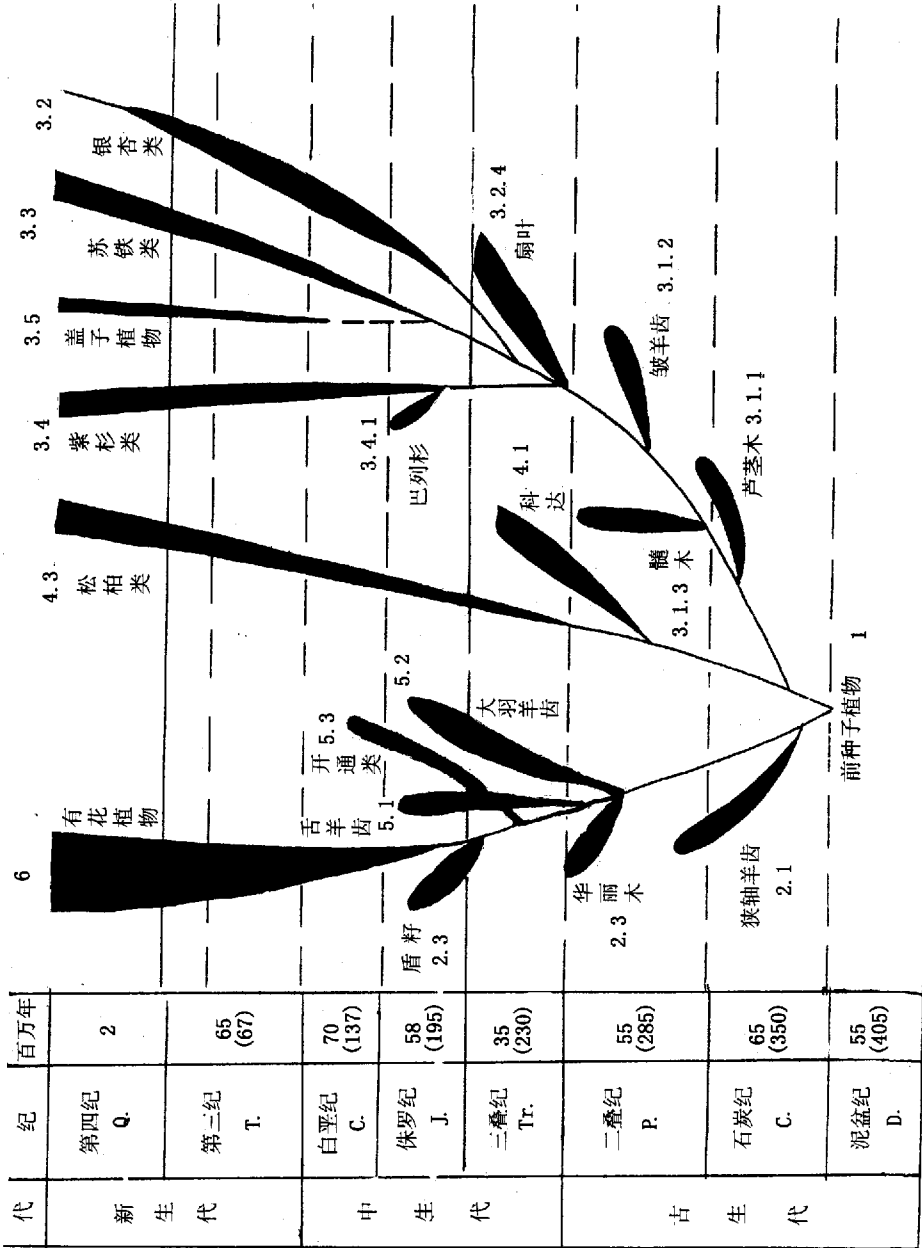
花单性, 同株, 球果状。花粉常有气囊, 花粉有近基及两极孔。雌球果有苞鳞、种鳞及胚珠聚成球果, 胚珠受精后外层及中层为坚硬外种皮及中种皮, 内层为膜质内种皮, 种子有翅, 由珠鳞表皮转化成。化石始见于晚石炭世, 侏罗纪最盛, 现仍有 1 目 4 科。

4.3.1 伏脂杉目 *Voltiziales* 乔木。叶针形或鳞片状。雌雄孢子叶由生殖短枝组成。胚珠生于短枝鳞片内, 直立或倒生。花粉为环沟形。化石见于晚石炭世早期至三叠纪。(1) 歧杉科 (勒巴杉) *Lebachiaceae*, (2) 伏脂杉科 *Voltziaceae*, (3) 掌状杉科 *Cheirotepsiaceae*。

4.3.2 松柏目 *Coniferales* 雌雄同株或异株, 雄蕊有 2 个单室花药, 花粉常有气囊, 雌球花的珠鳞两侧对生, 胚囊生苞鳞基部, 珠鳞与苞鳞离生至合生, 种子常具翅, 现存 4 科 44

属 440 种。包括(1)南洋杉科 *Araucariaceae*, (2)松科 *Pinaceae*, (3)杉科 *Taxodiaceae*, (4)柏科 *Cupressaceae*。

4.3.3 苏铁杉目 *Podozamitales* 球果疏松圆柱状,具苞鳞及种鳞,种子 1 个。化石见上三叠统至下侏罗统。分布于中亚、中国云南等地。包括(1)苏铁杉科 *Podozamitaceae*, (2)准苏铁杉科 *Cycadocarpidiaceae*。



种子植物系统略图
A Sketch of The Spermatophytic Genealogy

5 前有花植物亚门 Preanthophytina

蕨叶种子植物发展到了二叠纪, 无论营养器官或生殖器官都发育到新的阶段, 和二叠纪以前的植物有明显的区别。叶由复叶发育为单叶, 叶脉由叉状脉发育成网状脉, 由单网到复网。叶肉明显分化为栅栏组织及海绵组织, 生殖器官变得更完善。大孢子叶发育为兜状壳斗, 具有较完善的保护作用, 近似有花植物的子房, 小孢子叶成为长形的聚合囊, 每个聚合囊由 4 个小孢子囊组成, 亦近似有花植物的花药。前有花植物包括开通类 Caytoniales, 舌羊齿类 Glossopterides 及大羽羊齿类 Gigantopterides, 它们具有锥形有花植物特征, 但不是后继的有花植物的直接祖先。

5.1 舌羊齿纲 Glossopteridopsida

舌羊齿目 Glossopteridales: 叶为单叶, 叶肉分化为栅栏组织和海绵组织。生殖器官生于叶基部的中脉和叶柄上。雌性生殖器官为多籽体, 包括胚珠和壳斗两部分。雄性小孢子叶有多数花粉囊。本目已知有 80 多种, 主产南半球及印度晚二叠世地层。

5.2 大羽羊齿纲 Gigantopteridopsida

大羽羊齿目 Gigantopteridales: 叶为羽状复叶或单叶, 叶脉均为网状, 单网或复网。雌性生殖器官叫大羽羊齿籽 *Gigantonomia*, 卵形, 生于单网羊齿型 *Gigantonoclea* 叶的边缘。小孢子囊聚成线状的复合聚合囊, 叫 *Gigantotheca*, 生于蕨叶近中脉的侧脉上。本目有 11 属近 100 种。中国有 7 属 80 余种, 常见的有华夏羊齿属 *Cathaysiopteris*, 中华羊齿属 *Cathaysiopteridium*, 单网羊齿属 *Gigantonoclea*, 大羽羊齿属 *Gigantopteris*。其中以烟叶大羽羊齿 *Gigantopteris nicotianaefolia* 及心叶大羽羊齿 *G. cordata* 的叶型近似有花植物。

5.3 开通纲 Caytoniopsida

5.3.1 兜籽目 Umkomasiales (盔籽目 Corytospermales) 羽状复叶, 雌性生殖器官为反曲的兜状壳斗, 每个壳斗下面分裂两片, 内含 1 个胚珠。小孢子叶为二叉分枝, 枝顶为圆形叶片, 垂生有多数长形小孢子囊, 花粉为双气囊型。分布于南非, 澳大利亚及阿根廷, 中国南方等地。

5.3.2 开通目 Caytoniales 羽状复叶, 二歧分枝, 枝顶着生长形聚合囊, 每 1 个聚合囊由 4 个长形小孢子囊组成, 花粉有 2 个气囊, 雌性多籽体叫开通果 *Caytonia*, 有直立胚珠 6~30 个, 包藏于壳斗内。化石见于英国、格陵兰、加拿大、西伯利亚, 中国的上三叠至白垩纪。

6 有花植物亚门 Anthophytina

6.1 原始有花植物 Pro-anthophytina

6.2 后生有花植物 Metanthophytina

6.2.1 双子叶植物纲 Dicotyledonopsida

- (1) 昆栏树亚纲 Trochodendridae, 3 个目, 3 科
- (2) 荑花序亚纲 Amentifloridae, 9 个目, 16 科
- (3) 多心皮亚纲 Polycarpidae, 9 个目, 39 科
- (4) 金缕梅亚纲 Hamamelidae, 3 个目, 5 科

- (5) 蔷薇亚纲 Rosidae, 6 个目, 34 科
- (6) 有花盘亚纲 Discifloridae, 14 个目, 74 科
- (7) 石竹亚纲 Caryophyllidae, 2 个目, 14 科
- (8) 五桠果亚纲 Dilleniidae, 7 个目, 47 科
- (9) 合瓣花亚纲 Sympetalidae, 14 个目, 61 科

6.1.2 单子叶植物纲 Monocotyledonopsida

- (1) 泽泻亚纲 Alismalidae, 3 个目, 12 科
- (2) 天南星亚纲 Aricidae, 4 个目, 5 科
- (3) 鸭跖草亚纲 Commelinidae, 3 个目, 14 科
- (4) 姜亚纲 Zingiberidae, 2 个目, 7 科
- (5) 百合亚纲 Liliidae, 2 个目, 19 科

参 考 文 献

- 张宏达, 1986. 种子植物系统分类提纲. 中山大学学报, 25(1): 1~13
- 张宏达, 1999. 种子蕨的肉籽 Sarcocarpiates. 中山大学学报, 38(6): 72~77
- 杨关秀, 1994. 古植物学. 北京: 地质出版社, 132
- 中国科学院南京地质古生物研究所, 1974. 中国科学院植物研究所, 中国古生代植物. 北京: 科学出版社
- Engler A, 1954. Syllabus Der Pflanzenfamilien. 12 Auflage, 314
- Gothan W, Weyland H, 1954. Lehrbuch Der Palaobotanik. Academic-Verlag, Berlin, 319
- Zimmermann W, 1959. Die Phylogenie der Pflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 455