

中国各门类化石

中国植物化石

第三册

中国新生代植物

中国科学院 北京植物研究所 南京地质古生物研究所 《中国新生代植物》编写组

科学出版社

中国科学院植物研究所

中国植物化石

第三卷

中国新生代植物

中国科学院植物研究所 编

· 中 国 科 学 出 版 社 ·

中国各门类化石

中国植物化石

第三册

中国新生代植物

中国科学院 北京植物研究所 《中国新生代植物》编写组
南京地质古生物研究所

EAB65/08

科学出版社

1978

内 容 简 介

本书汇集了1974年以前正式发表的有关我国新生代植物化石的资料，还增加了部分新内容，共149个属301个种，其中有62个新种。对这些植物化石基本上依据现代植物分类系统进行排列，重点对属种作了介绍。本书包括插图86幅和图版149幅，供鉴定新生代植物化石时参考。

本书还讨论了我国新生代几个主要植物群的概况和特点，并对整个新生代植物的发展演替作了概述。

本书可供地质、煤炭、石油等部门有关地质学、古生物学及植物学工作者、高等院校有关专业、自然博物馆的有关人员参考。

中国各门类化石 中国植物化石 第三册

中国新生代植物

中国科学院北京植物研究所 南京地质古生物研究所《中国新生代植物》编写组

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年5月第一版 开本：787×1092 1/16
1978年5月第一次印刷 印张：14 3/4 插页：79
印数：000'—3,930 字数：344,000

统一书号：13031·709

本社书号：1023·13—16

定价：6.20元

目 录

前言	1
一、植物化石的系统描述	2
苔藓植物门	2
平藓科	2
蕨类植物门	3
紫萁科	3
海金沙科	4
凤尾蕨科	5
槐叶苹科	5
裸子植物门	6
银杏科	6
松科	7
杉科	10
柏科	15
红豆杉科	16
被子植物门	17
双子叶植物纲	17
木兰科	17
番荔枝科	18
樟科	20
睡莲科	27
金鱼藻科	28
五味子科	28
毛茛科	29
昆栏树科	30
连香树科	30
金缕梅科	32
榆科	35
桑科	40
壳斗科	42
桦木科	57
杨梅科	71
胡桃科	73
蓼科	79
大风子科	80
旌节花科	81

杨柳科	81
柿科	88
椴树科	88
梧桐科	90
大戟科	92
虎耳草科	92
蔷薇科	94
豆科	102
使君子科	113
菱科	114
漆树科	114
苦木科	118
芸香科	119
楝科	121
省沽油科	123
槭树科	123
无患子科	130
七叶树科	132
清风藤科	133
山茱萸科	135
八角枫科	136
五加科	137
卫矛科	139
鼠李科	140
葡萄科	144
木犀科	147
山龙眼科	150
忍冬科	152
玄参科	155
紫葳科	156
单子叶植物纲	157
眼子菜科	157
莎草科	157
禾本科	158
黑三棱科	158
棕榈科	159
分类位置不明的植物	161

二、几个主要植物群的讨论

- (一) 辽宁抚顺含煤岩系及植物群的讨论
- (二) 山东山旺植物群的讨论
- (三) 云南新生代的含煤岩系及其植物群

三、中国新生代植物群	186
(一) 新生代的古气候和古地理	186
(二) 被子植物的出现和发展	188
(三) 中国新生代植物群的组成	192
(四) 中国新生代植物群的分布和分区	193
(五) 中国新生代植物群的基本发展阶段	197
(六) 中国新生代植物群	198
(七) 中国新生代植物群与北半球其他地区新生代植物群的关系	205
四、新生代植物化石常用术语	213
(一) 叶	213
(二) 果实和种子	218
五、中国新生代植物主要参考文献	220
六、索引	224
(一) 汉名索引	224
(二) 学名索引	228
七、图版及说明	

前 言

本书为“中国各门类化石”丛书中的《中国植物化石》的第三册——中国新生代植物。

我国幅员辽阔,新生代地层分布很广,植物化石亦很丰富。解放前,由于帝国主义列强的侵略,使我国处于半封建半殖民地状态,严重地阻碍了科学的发展,对新生代植物并无专人研究,文献亦十分稀少零散。解放后,在毛主席革命路线的指引下,随着社会主义建设事业的蓬勃发展,我国的地质普查和矿产勘探事业广泛开展,大大地推动了古生物学的发展,新生代植物的资料积累和研究工作,也取得了巨大成绩。1965年由中国科学院南京地质古生物研究所收集汇编了1960年以前出版的有关新生代植物的文献,初步完成了《中国新生代植物》的汇编工作。经过无产阶级文化大革命,我国的地质古生物工作更迅速向前发展,在科研为无产阶级政治服务、为工农兵服务、与生产劳动相结合的方针指引下,由中国科学院北京植物研究所与中国科学院南京地质古生物研究所共同协作,重新编写了《中国新生代植物》,增补了近十余年来所收集的古植物资料,对几个有代表性的植物群进行了讨论,绘制了主要植物群的景观图。并对我国晚白垩世以来被子植物的发展,进行了初步探讨。

关于本书的编写、描述方面,作如下说明:

1. 本书介绍的化石种均有图版或辅以插图。少数因在植物群中以未定种(sp.)出现,并无描述时,仅附有图并注明产地,以便查阅。
2. 凡以姓氏命名的旧汉名,一律作废,尽可能以形态特征或地名重新取名,但学名不做改动,其他不恰当的旧汉名,也作适当的修改。
3. 新生代植物组合有其特殊性,多与现代属种相似,很难指出某一时代的标准化石,故在本文内未列新生代各个时期植物化石名录。其化石产地在每种描述后均有记载。
4. 凡以中国地名作新种学名者,一律采用汉语拼音字母拼写。

本书的编写工作是在北京植物研究所及南京地质古生物研究所党组织的领导和关怀下进行的。参加本书编写工作的有北京植物研究所陶君容、耿国仓、陈明洪、刘永安、徐仁同志;南京地质古生物研究所李浩敏、郭双兴、王在铭同志。在北京自然博物馆领导的大力支持与协助下,由袁钟名同志绘制了景观图。化石照片为北京植物研究所朱培君、高桂珍、孟昭义同志拍摄,南京地质古生物研究所周思三、宋之要等同志复制部分照片。刊入本书的化石资料是许多同志共同辛勤劳动采集的,因此,本书是集体劳动的成果。

在本书编写和定稿过程中,我们发出了部分样稿,寄至生产、教学、科研等单位征求意见,并按复函建议作了修改。“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”(《人的正确思想是从那里来的?》)编写者限于思想及业务水平,书中难免存在一些缺点和错误,衷心希望读者给予批评指正。

一、植物化石的系统描述

苔藓植物门 BRYOPHYTA

平藓科 NECKERACEAE

平藓属 *Neckera* Hedw., 1801

植物体多丛集成片, 悬垂群生。绿色或黄绿色, 具绢泽光。主茎匍匐, 着生有成束的假根。支茎倾立或下垂, 一回或两回羽状分支, 分枝扁平被叶, 钝头或渐尖, 或呈鞭状伸展。叶短舌形或长舌形, 多具横波纹, 两侧不对称, 叶尖圆钝或有短尖, 中肋单一, 达叶片中部, 或短弱而分叉。叶细胞菱形或狭长形, 多具壁孔, 角细胞形小而呈方形。孢蒴卵形, 隐生或稍高出于苞叶。蒴齿两层。蒴盖圆锥形, 具斜喙。蒴帽兜形, 平滑, 稀被单列细胞的纤毛。

本属植物多分布在暖温带地区的树干和阴湿岩壁浮蔽成片生长。全世界约 135 种, 我国有 10 余种。本属化石发现于我国山东以及欧洲等地。

山旺平藓(新种)* *Neckera shanwanica* Wu et Feng¹⁾ sp. nov.

(图版 1, 图 1, 4)

植物体匍匐成片生长。主茎横展, 支茎倾立, 直径约 0.2—0.3 毫米, 呈不规则的叉形分支或羽状分支, 枝略细于支茎, 以 30—40° 角展出。叶扁平着生而外观呈两列状, 长舌形, 长约 1.2—1.6 毫米, 宽 0.4—0.5 毫米, 全缘, 顶端渐尖, 基部略窄, 中肋单一, 细弱, 长达叶片上部。枝尖略垂倾, 叶片密集而重叠, 色泽稍深。精子器及孢蒴均不详。

讨论: 我国现代苔藓植物的种类十分丰富。但苔藓类化石所见甚少, 迄今只在古生代地层中发现叶状体苔类及类似于黑藓的云南古孢体, 而较为高级类型的苔藓化石或第三纪藓类化石尚无报道。

该标本是一块印痕化石, 其叶片细胞未能保存, 很难与现代种类作确切的系统比较。但值得注意的是该化石的发现表明在新生代第三纪中期, 高级侧蒴藓类的植物已开始出现。

产地及时代: 山东临朐, 中新世(山旺组)。

1) Wu——吴鹏程, Feng——冯永华; 本书系统描述中凡学名左上角有 * 号者为北京自然博物馆标本。

蕨类植物门 PTERIDOPHYTA

紫萁科 OSMUNDACEAE

紫萁属 *Osmunda* Linn., 1753

陆生,根状茎粗壮,直立或斜生,树枝状,茎木质化。叶柄基部膨大。蕨叶大型,1—2回羽状。羽片二型。裸羽片宽披针形,小羽片长圆形或舌形,具钝的或略尖的顶端,基部一般收缩,叶脉羽状,中脉清楚,侧脉两歧分叉1—2次。实羽片紧缩,孢子囊球形,具柄,边缘着生,自顶端纵裂。

本属化石已知有裸羽片和孢子。我国发现于抚顺始新世植物群及云南南部多塘植物群。国外分布于西欧及北美的白垩系(?)及第三系;此外还见于苏联西伯利亚东部的下第三系及日本北海道的始新统。

本属现存15个现代种,分布于北半球。我国有8种,常见于华南各地。

褐煤紫萁 *Osmunda lignita* (Giebel) Stur.

(图版2,图1a, b)

1882 *Osmunda lignitum*, Gard. et Ett., 66页,图版13,图1—4。

1922 *Osmunda lignitum*, Florin, 7页,图版1,图1, 2。

标本为不完整的裸羽片,长8.5厘米,宽1.5厘米,线状剑形,分裂成短而全缘的裂片,排列整齐。裂片基部彼此连接,仅顶部略分离,向斜前方伸出,顶端钝。中脉很明显,直达顶端;侧脉以较大的锐角自中脉伸出,分叉一次,裂片的侧脉数目两侧不等,上侧有6条,下侧有8条。

讨论:这个化石种在欧洲甚为常见,保存较好的标本由加德纳和埃廷肖森(Gardner and Ettiingshausen, 1882, 66页,图版13,图1—4)发现于英国始新世中期的地层中。他们认为褐煤紫萁与分布在东南亚及我国云南南部、广西西南一带的现代种宽叶紫萁(*O. javanica* Bl.)的形状相似。弗洛林(Florin, 1922, 7页)指出,属于褐煤紫萁的我国抚顺标本与欧洲的标本是一致的,并以为这个化石种如果说与宽叶紫萁相似,不如说与分布在东南亚及我国福建、浙江、台湾等省的现代种粗齿紫萁(*O. banksiiifolia* Kuhn)更加相近。本书同意弗洛林的意见,因为宽叶紫萁虽在外形上与褐煤紫萁相似,但现代种的羽片边缘有锯齿,不分裂为裂片,叶脉分叉次数亦不如化石种多。而粗齿紫萁浅裂的叶缘和叶脉的分叉次数均与当前化石种更接近,只是羽片的体积更大一些。还需指出,粗齿紫萁叶缘为锐锯齿,褐煤紫萁叶缘为圆钝锯齿。

产地及时代: 辽宁抚顺,始新世。

多塘紫萁(新组合) *Osmunda to-tangensis* (Colani) comb. nov. Guo

(图版2,图2—4)

1920 *Pecopteris to-tangensis*, Colani, 109页,图版4,图12—16。

末级羽轴细而微弯,宽不超过半毫米。羽片的裂片互生,开展而直立,其长度的一半

或四分之三彼此联合。裂片有两种类型：狭窄型，裂片直立而伸长，宽3—5毫米，长4—7毫米，彼此联合部分约为其长度之半，下缘向前弯曲较强，上缘弯曲较弱，顶端叶缘的夹角为35—40°，侧脉直伸，与中脉的夹角较狭窄；宽短型，裂片开展，宽4—7毫米，长5—7毫米，裂片彼此联合至裂片长度的三分之二处，下缘游离部分向前弯曲，几与主轴平行，上缘游离部分几乎垂直于主轴，顶端叶缘的夹角达90°，有的大于100°，中脉与主轴的夹角约65—80°，侧脉与中脉的夹角较大。裂片最靠近主轴的部位有一条直接来自主轴与中轴之间的脉，并分叉一次，其中的一个分叉与其上方相邻的裂片中相应的一分支常在边缘汇合。侧脉均再分叉成第三次脉，其间的夹角很小，三次脉弧形伸向顶端。

讨论：当前标本原被柯兰尼 (Colani, 1920, 109 页) 归于栉羊齿属 (*Pecopteris*)，现在许多古植物学者都认为栉羊齿属多限于古生代，很少用于中、新生代蕨类植物。在有关新生界的早期文献 (Heer, 1874, 1883; Newberry, 1883 等) 中记载的栉羊齿属的种，现在大都改归于紫萁属或其他属 (见 Knowlton, 1919; Lamotte, 1944, 1952)。多塘紫萁的裂片形状和叶脉分布与栉羊齿属的特征有所区别，故改归于紫萁属。本种与褐煤紫萁较接近，不同的是多塘紫萁的羽轴两侧的裂片形状不对称，大小也较小，分裂也较深。多塘紫萁与现代种粗齿紫萁较相似。

产地及时代：云南多塘，中新世至上新世。

海金沙科 LYGODIACEAE

海金沙属 *Lygodium* Swartz, 1801

陆生攀援植物，根状茎长，横走。叶轴无限生长，细长，缠绕攀援，常高达数米。羽片掌状，深裂几乎达基部，基部常为心形，戟形或圆耳形，裸羽片边缘为全缘，或有细锯齿，小羽片披针形，或为长圆形、三角状卵形，从小羽片的中脉伸出两歧分叉的侧脉，某些种的侧脉呈网状。实羽片通常比裸羽片为狭，边缘生有流苏状的孢子囊穗。

在地层中发现有本属的裸羽片、实羽片 (少量) 及孢子的化石。自三迭系起开始有其记录，但主要分布于白垩系和第三系，常见于亚洲及北美，欧洲发现较少，我国见于抚顺始新统。

本属有 45 个现代种，分布于热带和亚热带，我国有 10 种。

考福斯海金沙 *Lygodium kaulfussii* Heer

(图版 1, 图 3; 图版 2, 图 9—11; 图版 3, 图 1)

1878 *Lygodium neuropteroides*, Lesq., 61—63 页, 图版 5, 图 4—7。

1882 *Lygodium kaulfussii*, Gardner et Ettingshausen, 67 页, 图版 5, 图 4—7。

1922 *Lygodium kaulfussii*, Florin, 4—7 页, 图版 1, 图 3; 15 页, 图版 2, 图 28。

1954 *Lygodium kaulfussii*, Sze (斯行健), 68 页, 图版 58, 图 4, 7, (—Florin, 1922, 4, 15 页) 图版 1, 图 3; 图版 2, 图 28。

羽片掌状 2—4 裂，中间的裂片长达 8 厘米，宽 0.8—1.2 厘米，两侧裂片长 5 厘米，宽 1.4—1.8 厘米，羽片全缘或波状。裂片的中脉细而清晰，自羽片基部掌状伸出，略呈“之”字形弯曲；侧脉以锐角自中脉伸出，3—4 次二歧分叉，直达叶缘，侧裂片的侧脉略呈弧形，向外反曲。

在抚顺标本中还见到属于此种幼叶,羽片呈圆形,未分裂,长宽俱在 2.7 厘米左右,可见到二条较明显的中脉。

讨论: 当前标本与希尔 (Heer, 1861) 采自德国早第三纪褐煤层中的 *Lygodium kaulfussii* 完全一致,并且与莱斯奎勒 (Lesquereux 1878, 61—62 页;图版 5, 图 4—7) 采自美国怀俄明的 *Lygodium neuropteroides* 标本相似。加德纳和埃廷肖森 (1882, 67 页) 指出, *L. neuropteroides* 与 *L. kaulfussii* 一致,此意见为后来学者所接受 (Newberry, 1898; Berry, 1924)。

产地及时代: 辽宁抚顺,始新世。

凤尾蕨科 PTERIDACEAE

凤尾蕨属 *Pteris*

凤尾蕨(未定种) *Pteris* sp.

(图版 1, 图 2)

蕨叶卵状矩圆形,二回羽状分裂,顶端和基部缺失,可见长度 10.6 厘米,羽状深裂几达于中肋,裂片全缘,长约 3 厘米,宽近 1 厘米,侧脉不清楚。

讨论: 当前标本与现代种凤尾蕨科的金钗凤尾蕨 (*P. fauriei* Hieron.) 的羽片形状相似,由于此标本的叶保存不完整,叶脉不清楚,不能进一步对比。

产地及时代: 山东临朐,中新世(山旺组)。

槐叶苹科 SALVINIACEAE

槐叶苹属 *Salvinia* Adans., 1763

水生异孢蕨类植物,飘浮于水面。茎横生,蕨叶三列轮生,其中二列叶飘浮水面,第三列叶生于水下,分裂成细丝状,褐色,外貌似根。飘浮叶绿色,圆形、椭圆形或长卵形,全缘,具中脉和较细的侧脉,它们与第三次脉一起,组成四角形或六角形的网,每个网内有 1—4 个疣状突起,侧脉垂直于中脉,或与其成一定的角度。孢子囊群球形或卵形,着生在似根的丝状叶的基部。大孢子囊群由少数具短柄的大孢子囊组成,每个孢子囊内有一个大孢子,小孢子囊群由多数具长柄的小孢子囊组成,每个孢子囊内有 64 个小孢子。

化石中已知有蕨叶及整个枝条的印痕,我国抚顺始新统发现有本属的叶化石。在国外,可靠的叶化石最早见于始新统。亚洲见于日本下第三系,苏联萨哈林岛(库页岛)下第三系、哈萨克始新统至渐新统,中南半岛上第三系;在欧洲见于始新统至中新统;在非洲见于始新统;在美洲见于下第三系。

本属有 10 个现代种,分布于欧洲、亚洲、非洲、大洋洲及美洲的热带、亚热带及温带。

抚顺槐叶苹(新种) *Salvinia fushunensis* Li sp. nov.

(图版 2, 图 5—8)

飘浮叶椭圆形,长 1.2—1.65 厘米,宽 0.75—1.1 厘米。叶顶圆形,叶基圆形,或略呈心形。中脉明显,自叶基向叶顶方向逐渐变细,侧脉细,等距地自中脉生出,与中脉的交角在

叶基部较大,向叶顶方向角度渐小,近基部的几条侧脉与中脉垂直,或交角大于直角,看来侧脉在近基处是向斜下方伸出的,侧脉之间有一些细的、不明显的斜生小脉,两相邻侧脉之间有一列突起,通常是8枚,或更多一些。在一叶的侧视印痕上,可见到一阔楔形的垂

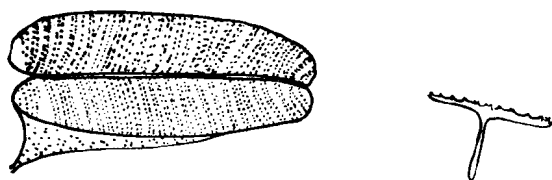


插图1 椭圆叶槐叶苹 *Salvinia oblongifolia*

《槐叶苹的历史》一书(Шапаренко, 1956)将此属的现代种分成4组,其中 Carinatae 组,包含二种,一为 *Salvinia oblongifolia* Mart., 分布于南美,另一种 *S. nymaphellula* Desv., 分布于西非,其共同特征是具有垂直于叶下表面的脊。沙帕连科(Шапаренко)(见插图1,借用作比较)指出, Carinatae 组的代表为槐叶苹属最古老的类型,其飘浮叶还未明显地分化成叶片和叶柄,脊垂直生于飘浮叶的下表面上,与茎相连,好象叶柄一样。该作者还指出槐叶苹属的其它几个组的代表均没有脊,而有叶柄。

根据我们对 *Salvinia natans* All. 腊叶标本的观察(标本产于黑龙江浑河),在飘浮叶的下表面可见到沿中脉有一宽约1毫米的似脊状物,垂直于叶下表面,向叶基方向逐渐延伸,形成“叶柄”。此可能系退化了的脊的遗迹;此种遗迹亦曾见于产自中欧(如匈牙利)的同种的标本上,但在我国河北及南方产的标本上不明显。

抚顺槐叶苹化石从叶形、大小等特征看来,与 *Salvinia natans* 有某些相似处,可能是现今广布于欧亚大陆的代表——*S. natans* 的祖先。

当前标本在外形上与分布于美国东南部威尔科克斯植物群的 *Salvinia preauriculata*, 亦很相似,但未见关于 *S. preauriculata* 具脊的报道。

产地及时代: 辽宁抚顺,始新世。

裸子植物门 GYMNOSPERMAE

银杏科 GINKGOACEAE

银杏属 *Ginkgo* Linn., 1771

落叶乔木,有长枝和短枝之分。木质部接近松柏目,但无树脂道。叶片扇形、宽楔形至半圆形,叶片不分裂,或分裂成2至数个裂片,叶柄明显,叶脉纤细,无中脉,由两条来自叶柄的脉作多次二歧分叉,呈扇状伸达叶缘。花单性,雌雄异株,种子核果状。

叶的上表皮不具气孔器,或仅有少许发育不完全的气孔器,下表皮的气孔器较多,保卫细胞略凹陷,常呈卵形至纺锤形,副卫细胞5—7个,围成一圆圈。

本属除分布于我国的唯一现代种银杏外,均为化石种。本属的化石常保存为叶部印痕,可能有种子化石,某些叶化石具表皮。最早的银杏可能始于三迭纪,侏罗纪及白垩纪时南、北两半球均颇繁盛,第三纪时分布最广的是铁线蕨形银杏(*G. adiantoides*)。

铁线蕨型银杏 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer

(图版 5, 图 4; 图版 6, 图 4, 8; 图版 7, 图 4)

- 1850 *Salisburga adiantoides*, Unger, 392 页。
1878 *Ginkgo adiantoides*, Heer, 21 页。图版 2, 图 7—10。
1936 *Ginkgo adiantoides*, LaMotte, 107—108 页, 插图 3。
1942 *Ginkgo adiantoides*, Endo, 38 页, 图版 16, 图 1, 3, 6。

叶扇形, 或略呈半圆形, 叶长 3—4 厘米, 宽约 3.7—5 厘米, 叶基楔形, 宽楔形或近于截形, 叶前缘波状, 中央浅裂或深裂, 故叶可分裂为两个裂片, 每个裂片又可浅裂。叶柄细长, 最长者可达 6 厘米。叶脉自叶基伸出, 多次二歧分叉, 直达叶缘。

讨论: 布朗 (Brown, 1962) 指出了 *Ginkgo* 叶的演化规律。在中生代早期, 叶为楔形, 掌状深裂, 以 *G. digitata* 为代表; 中生代晚期, 叶为楔形, 不分裂或二裂, 以 *G. laramiense* 为代表; 至新生代早期, 出现了肾形的叶, 不分裂或 2 裂, 以 *G. adiantoides* 为代表。布朗建议将此三种的时代分别限于侏罗纪、白垩纪和第三纪。楔形的叶亦可能与肾形的叶同时出现在古新世或其以后的地层中, 此点正如在 *Ginkgo biloba* 的同一株树上有时可以发现上述几种叶形一样。

拉莫特 (LaMotte, 1936, 107 页) 曾研究美国西部的 *G. adiantoides* 的下表皮的气孔构造, 证明它与现代银杏 (*G. biloba*) 无大区别, 只是现代银杏的气孔器稍大些。他认为, 这是因为现代种是在人工栽培的特别有利的环境下生长的, 在蒸腾时更有利于调剂碳酸盐的比例。此外, 在化石情况下, 表皮细胞比其生活时略有收缩, 因此, 可以认为铁线蕨型银杏和现代种区别不大。

本种系翁格尔 (Unger, 1850, 392 页) 所建立, 模式标本的叶片不分裂或略分裂。希尔 (Heer, 1878, 21 页) 修订此种时, 曾将其叶片描述为全缘, 不分裂。我国抚顺的标本中有一块明显具二裂片, 与希尔的定义不完全相符, 但与翁格尔的原来定义不矛盾。

产地及时代: 辽宁抚顺, 始新世。

松科 PINACEAE

油杉属 *Keteleeria* Carr., 1866

常绿乔木。叶线形, 革质, 螺旋状排列, 但扭曲成二列。中脉在叶的上、下表面俱突出, 叶缘向下反卷, 叶顶渐尖或钝形, 亦有内凹者, 叶基收缩成短柄, 末端圆盘状。在叶的下表面有二条气孔带。小孢子叶球小型。雌球果具短柄, 广椭圆形或圆柱形, 松散, 但不分离, 长 6—20 厘米。种鳞扇形, 具柄, 木质, 苞鳞线形, 长为种鳞之半。种子斜倒卵形, 木质, 具翅, 翅从种鳞中伸出。

本属化石已知有叶、木材、球果、种鳞及种子等。我国抚顺始新统山旺中新统有发现。国外见于日本上新统, 北美渐新统至中新统, 欧洲渐新统至上新统。

本属有 4 个现代种, 产于我国中、南部和越南。

北海油杉 *Keteleeria ezoana* Tanai

(图版 4, 图 9; 图版 5, 图 6—8)

- 1940 *Cedrela bienensis*, Hu et Chaney, 54 页, 图版 30, 图 3。

1946 *Pseudolarix bienensis*, Brown, 344 页。

1963 *Keteleeria exoana*, Tanai, 99 页, 图版 1, 图 2—4; 图版 2, 图 1, 2, 31。

叶条形, 长 3.1 厘米, 宽 0.33 厘米, 基部圆形, 微偏斜, 顶端钝。中脉直行, 到顶端变细。带翅的种子近圆形, 长 6—7 毫米, 宽 5—7 毫米, 顶端具木质翅, 呈长三角形, 最宽在中下部约 0.8—1.2 厘米, 长 1.4—2.0 厘米, 翅的末端钝。

讨论: 本种在山旺多为带翅的种子, 叶较少。从叶形及具翅的种子看, 与现代种油杉 (*K. fortunei*) 和铁坚杉 (*K. davidiana*) 相似, 主要区别是当前化石形状特大, 这是现代油杉属中未见有的。现代种油杉产于江苏南部、福建、广东、广西。该化石种与日本北海道的 *K. exoana* 一致 (Tanai, 1963)。

产地及时代: 山东临朐, 中新世(山旺组)。

油杉(未定种) *Keteleeria* sp.

(图版 4, 图 6, 8)

叶线形, 略呈镰状弯曲, 长 2.4 厘米, 宽 0.2 厘米, 顶端渐尖, 基部楔形, 具微扭转的短柄, 叶缘平滑无齿, 略向下表面反卷。中脉在叶的两面皆突出, 叶的上表面无气孔带, 下表面有 2 条气孔带。

种子连翅长 2.2 厘米, 宽 0.65 厘米, 种翅最宽处在全长的二分之一处, 种翅上有细密纵纹, 种子长椭圆形, 长 0.4 厘米, 宽 0.2 厘米。

讨论: 当前化石与分布于我国陕西、四川、湖北、贵州等地的铁坚杉 (*Keteleeria davidiana* Beisen) 较为相似, 但后者种子及种翅均很宽大, 叶亦较长、较宽, 且其下表面气孔带亦较宽, 因而有区别。

此化石与日本北海道南端的 *Keteleeria exoana* Tanai 亦有些相似, 但后者叶较长, 且种翅最宽处在其中部。

产地及时代: 辽宁抚顺, 始新世。

云杉属 *Picea* Dietr., 1824

常绿高大乔木, 枝常轮生, 小枝上具木质突起, 称叶枕。叶线形或针形, 螺旋状排列, 叶脱落后, 叶枕仍宿存于枝上, 叶四棱形, 其横截面为菱形, 四面各有一条气孔带, 少数叶子扁平, 具渐尖或圆形顶端, 基部略收缩, 但未形成叶柄, 上下表面均有气孔。

小孢子叶球圆形或长圆柱形。雌球果从卵形至长圆柱形, 3—15 厘米长, 1.5—4.0 厘米宽。种鳞扇形, 顶端圆形或收缩而带齿状边缘。苞鳞小, 成熟的球果上常不保存。种子斜倒卵形, 具翅。

本属化石已知有球果、种子、小枝及叶等, 我国见于山西太谷早更新世、西藏加布拉中更新世、陕西渭南晚更新世等地层中。国外见于北美晚白垩世、第三纪地层, 日本、波兰、德国、荷兰上新世地层以及苏联西伯利亚晚白垩世、渐新世至中新世地层。

本属有 50 个现代种, 主要分布于北半球的温带和寒冷地区。

喜马拉雅云杉 *Picea spinulosa* (Griff) Henry

(图版 4, 图 1, 2, 5, 7, 13; 图版 8, 图 10, 12—15)

化石标本为球果、种鳞、枝条和针叶的印痕。

球果圆柱形,长 6.5 厘米,宽 2.5 厘米。

种鳞倒卵形,多数长 1.6 厘米左右,宽 1.2 厘米(个别长 1.0 厘米,宽 0.7 厘米),顶端钝圆,基部有种子痕迹。腹面具明显而清楚的条纹。

叶条形,长 1.9—2.3 厘米,宽 1.0—1.3 毫米,顶部突尖,叶顶钝或微尖,有时在叶子中间可清楚见到一段脊。

讨论: 化石标本与现代种喜马拉雅云杉 *Picea spinulosa* 相似。喜马拉雅云杉现分布于西藏南部亚东地区,海拔 2900—3600 米地带。尼泊尔、不丹、锡金也有分布。化石标本与喜马拉雅云杉在叶形、大小、球果形状和种鳞等都很相似,但现代种球果较化石为大。

产地及时代: 西藏卓奥友峰加布拉,中更新世。

青杆 *Picea wilsonii* Mast.

(图版 6, 图 6; 图版 8, 图 1—5, 8, 11, 16)

1933 *Picea* sp., Chaney. 130—131 页。

针叶钻形,具四棱,长 1—1.5 厘米(可见部分),宽 1—2 毫米,顶端尖锐。

球果卵状圆柱形,长 3.5—4.0 厘米,宽 1.5—2.0 厘米。种鳞倒卵形,顶端宽圆,种子已脱落,种鳞上面有种子印痕。

讨论: 化石标本球果、种鳞、叶针及木材解剖都和现代种青杆 *Picea wilsonii* Mast. 相似。青杆现分布于河北(小五台山,雾灵山)、山西(五台山,管涔山)、陕西南部、湖北西部、甘肃南部和四川北部,为云杉属中分布较广的树种,常成纯林。

木材经解剖,其特征与今日的青杆大致相似。在横切面中(图版 7, 图 2)管胞有的已变形,呈褐色,年轮甚为明显,但较狭窄,管胞排列很紧,每年生 8—10 列管胞,多者均 10 余列,而同样粗细的现代青杆树干,每年则生 20—40 列管胞,这是由于生长季节较短、木材发育不良所致。径切面(图版 7, 图 6)上的交叉均多具四个排列不规则的纹孔,射线管胞壁上具锯齿状突起,射线组低,多 1—3 个细胞(图版 7, 图 3)。上述木材解剖特征和 *P. wilsonii* 极为相似。从球果、针叶及木材等都证实该化石确属 *Picea wilsonii*。

产地及时代: 山西太谷,早更新世;陕西渭南北庄村,晚更新世。

松属 *Pinus* Linn., 1753

常绿乔木,罕为灌木,枝通常轮生。枝有长枝、短枝之分。长枝上仅具褐色鳞片形叶,短枝的叶针状,每二针或三针或五针一簇,少数情况下一针,或四针,或八针一簇。叶 3—30 厘米长,0.75—2 毫米宽,其横截面为半圆形或三角形,叶顶渐尖,叶基部微收缩,叶缘全缘或有小齿。花单性,同株。本属各个种的雌球果的大小和形状差异很大,种鳞螺旋生,厚,成熟种鳞木质,在其末端有扁平或凸出来的“盾”,有横脊或无,在盾的中央或其一侧有脐,具粗的或长而尖的棘刺,或无棘刺。苞鳞革质,比种鳞短,成熟的球果上苞鳞不易看出。种子 1—15 毫米长,1—10 毫米宽,倒卵形,一般不对称,厚壁,不具翅,或具短翅或长翅,长可达 20 毫米,贴生于种子的侧面,或不与种子相连。

本属在地层中常见者为针叶、球果及种子等。本属化石最早见于侏罗系,亦见于捷克斯洛伐克、法国、苏联高加索和北美等地的白垩系,在北半球的第三系中广泛分布。

松属约有 100 个左右现代种,分布于北半球的温带和亚热带,亦见于北非及中美洲,

有二种分布于热带地区,亦可见于赤道地区。

云南松 *Pinus yunnanensis* Fr.

(图版 4, 图 12)

化石标本为一球果印痕,保存甚为完好。

球果长 4.5—5.5 厘米,宽 2.5 厘米,印痕呈长椭圆状卵形或长椭圆形。鳞盾菱形,稍平或突起,横径 0.9—1.1 厘米,上下宽 5.5—2 毫米,隆起的鳞脐明显而清楚,横脊清晰可见,沿鳞盾周边具条状沟。

讨论: 化石和现代种云南松 *P. yunnanensis* Fr. 相似。云南松现广泛分布于西藏东部、四川西部及西南部、云南、贵州西部及西南部和广西西北部,海拔 1000—3100 米的宽广地带均有其分布,甚至河谷地区 700 米处仍有其分布,常组成纯林。

产地及时代: 云南洱源,上新世晚期(三营组)。

松(未定种 1) *Pinus* sp. 1

(图版 5, 图 2; 图版 6, 图 2)

1961 *Pinus* sp. (E), Becker, 48 页,图版 9, 图 6。

针叶纤细,略弯曲,2—3 针一束,叶簇基部略膨大,未见到叶鞘,叶的上表面略呈弧曲状,叶的下表面中脉突起,针叶顶部未保存,叶的可见长度 6.5 厘米,宽 0.3—0.6 毫米。

讨论: 当前标本与贝克尔 (Becker, 1961) 描述的美国蒙大拿州西南部渐新统的 *Pinus* sp. (E) 的针叶化石非常相似。三木茂 (Miki, 1939) 订为三针松的化石与当前标本也有些相似,但它具有明显的叶鞘,而当前抚顺的标本未见明显的叶鞘。

产地及时代: 辽宁抚顺,始新世。

松(未定种 2) *Pinus* sp. 2

(图版 7, 图 2, 3)

1920 *Pinus* sp. Florin, 240 页,图 1a—b。

1954 *Pinus* sp. Sze. 69 页,图版 58, 图 12, 12a (—Florin, 1920, 1a—b)。

标本系松属的种子,连翅长约 1 厘米。翅的顶端钝圆,一边较直伸,另一边略弯曲,翅的最宽处在上部,基部稍收缩。种子卵圆形。

讨论: 以松属的种子化石的外形或大小作为定种的特征是不大可靠的,往往需要连同球果一起作为区别种的特征。

产地及时代: 河北张家口,渐新世。

杉科 TAXODIACEAE

水松属 *Glyptostrobus* Endl, 1847

落叶乔木或灌木,常生于沼泽地。叶二型,在幼枝上的呈扁平针形或线形,老枝上的叶鳞片状,螺旋排列,叶基部沿小枝下延。

花单性,同株,雌球果小,倒卵形、椭圆形或球形,上盖有半圆形的种鳞,种鳞边缘具花