



地质时期 中国各主要地区植物景观

徐 仁 编 著 王 秀 琴 绘

科学出版社

THE UNIVERSITY OF
THE SOUTH ALABAMA

地质时期中国各主要地区植物景观

徐 仁 编著

王 秀 琴 绘

科 学 出 版 社

内 容 简 介

本书是著名古植物学家徐仁教授编著的一本从前寒武纪到全新世各地质时期的植物景观图册。作者积几十年之经验，根据我国地层中丰富的化石资料，以植物群的变化为依据，综合其典型进行复原设计成25幅大型彩色图。画面生动、逼真，并附有通俗易懂的文字说明。它将带领读者从古生代的菌藻植物时代、蕨类植物时代、裸子植物时代、直到全新世被子植物占绝对优势的森林和草原，直观地看到植物界由简单到复杂，由低等到高等，由水生到陆生的发展变化过程。对我国广大地区35亿年间植物在分布上的变迁可一目了然。

本图册对大学地质系、生物系、地理系广大师生是有益的参考资料，对中生物教师、地理教师、一般科技工作者、干部和知识青年以及自然博物馆、地质陈列馆和研究自然辩证法的工作人员都有一定的参考价值。

地质时期中国各主要地区植物景观

徐 仁 编著
王秀琴 绘
责任编辑 张汝玫

科学出版社 出版
北京朝阳门内大街 137 号

北 京 胶 印 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1982 年 9 月第 一 版 开本：787×1092 1/8
1982 年 9 月第一次印刷 印张：7
印数：0001—2,800

统一书号：13031·1892
本社书号：2567·13—14

定价： 9.00 元

前言

地球上的植物界，从形态简单的细菌，逐步发展到结构复杂的被子植物，前后经过了极其漫长的35—38亿年的历史。作者按照植物的发展由低等到高等，由简单到复杂、由水生到陆生的发展过程，将这35亿年划分为四个主要植物发展阶段：从35亿年前—4亿年前为菌藻时期；从4亿年前到2.35亿年前为蕨类时期；从2.35亿年前—1亿年前为裸子植物时期；从1亿年前到现在为被子植物时期。在38亿年前到35亿年前大气圈中并没有氧气。由35亿年到现在，经过藻类和高等植物光合作用放出游离氧，大气从无氧逐渐变为有氧。同时，水域和陆地的面积也发生不断变化。一系列的地壳运动导致许多地块上升出露海面成为大陆和岛屿，许多大陆下沉没入海面变为海洋。岩层有时褶皱成山系；有时凹陷成湖泊。板块运动也导致水域和陆地的变迁。然而，地球总是围绕着太阳不断地旋转，因此，地球表面一直具有气候带，尽管有时不太明显。地球上的年平均气温、氧压和二氧化碳压受到太阳辐射外因和生物的影响也在不断地变化，并曾出现过几次冰期。尽管生物类群的发生、兴旺和衰亡主要是自身的进化，但生物的盛衰和分布也受到环境的影响，内因和外因互为因果。从中石炭世起，地球上开始出现三个明显的气候带、四个植物区系。随着时代的前进和地理气候因素的变化，地球上的植物区系也就变得愈来愈复杂。

本书包括藻类植物时代、蕨类植物时代，裸子植物时代和被子植物时代的大型彩色景观图25幅，并以简单的文字，概括地介绍了我国广大地区35亿年间植物在分布上的变化。然而，我国地大物博，植物界本身又是千变万化，由于篇幅所限，不可能一一反映出来，作者只能引以为憾。

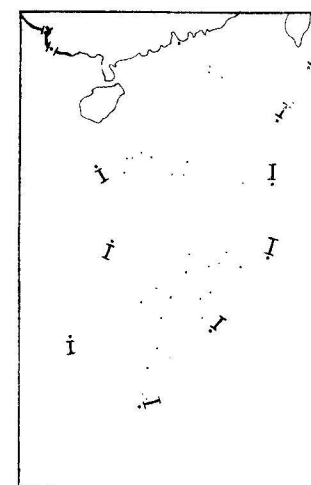
在本书的编写过程中，不少同志协助修改，在绘制过程中，古植物室的陶君容、陈晔、朱为庆、朱家相、孔昭宸、陈洪明等同志提供了可靠的资料并提出宝贵意见。最后又经陶君容、段淑英等同志协助整理，宋书如同志抄写，作者在此表示谢意。

徐 仁

1980年6月于植物所古植物研究室

目 录

1	前寒武纪东北的蓝藻时代景观.....	(2)
2	早古生代华北巨型藻类时代景观.....	(4)
3	早泥盆世云南东部裸蕨时代景观.....	(6)
4	早石炭世昌都石松-楔叶时代景观.....	(8)
5	晚石炭世华北沼泽森林景观.....	(10)
6	早二叠世云南沼泽森林景观.....	(12)
7	晚二叠世华东华夏植物区景观.....	(14)
8	二叠纪藏南冈瓦纳植物区景观.....	(16)
9	晚二叠世东北北部安加拉植物区景观.....	(18)
10	中三叠世华北干旱植物区景观.....	(20)
11	晚三叠世西南植物区景观.....	(22)
12	中侏罗世内蒙植物区景观.....	(24)
13	晚侏罗世东北植物区景观.....	(26)
14	早白垩世晚期东北亚热带植物区景观.....	(28)
15	古新世江西南亚热带干旱区植被景观.....	(30)
16	始新世东北北亚热带落叶阔叶林景观.....	(32)
17	早渐新世广东海边热带红树林景观.....	(34)
18	渐新世云南南亚热带常绿阔叶林景观.....	(36)
19	中新世山东暖温带落叶阔叶林景观.....	(38)
20	上新世藏南喜马拉雅区亚热带常绿高山栎-雪松林景观.....	(40)
21	中更新世北京的温带落叶阔叶林景观.....	(42)
22	晚更新世陕西渭南冰期时代云杉林景观.....	(44)
23	全新世藏北亚热带高山草原景观.....	(46)
24	新石器时代浙江余姚亚热带植物景观.....	(48)
25	全新世内蒙温带草原景观.....	(50)



地质时期中国各主要地区植物景观分布图

1. 前寒武纪东北的蓝藻时代景观

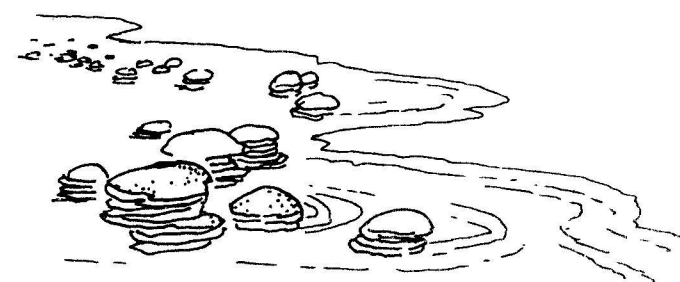
地球在46.6亿年前形成。那时的地球火山遍地，没有海洋。从火山喷发出的原始大气中含有大量的氮气、水汽和一些沼气、氨、二氧化碳以及硝酸氨。大约在38亿年前，地球上才出现大气圈和水圈，“没有游离氧，因而大气具有高度的还原性。随着地球表面的冷却，水汽凝结成水，降落地面，聚集到低洼的地方，在漫长的历史时期中渐渐形成了原始海洋。后来，经紫外射线的作用，把一些无机物聚集成有机物出现了化学进化。首先制成的是较简单的氰氢酸和甲醛。到37.6亿年前，从火山喷出岩浆中分解出来的盐类，沉积到原始海洋中，就形成含有粘土、石英岩和黄铁矿最古老的沉积岩。黄铁矿砂中含有很多的硫化物。硫具有强烈的催化性能，可使氰氢酸和氨化合成氨基酸和多肽。再经别的催化作用形成糖——磷酸链、核苷酸基、嘌呤、嘧啶、蛋白质、腺三磷（ATP）、去氧核糖核酸（DNA）、核糖核酸（RNA）和类脂等，为原始生物的产生提供了必需的原料。于是到38—35亿年前，在酶的催化作用下产生了细胞膜。细胞膜包着蛋白质、核糖核酸、去氧核糖核酸和酶（催化蛋白），形成最原始的细胞。不久，很象现在细菌的生物就出现在原始海洋中，以吸取溶解在水中的有机物为生。

到35—33亿年前，原始海洋中的养料被这种异养细菌吸取殆尽，不久便出现了自养细菌。这种自养细菌能利用自己制造的有机能源，经带负电荷低分子量的铁氧化还原蛋白（ferredoxin）的作用，进行化能合成，分解无机物，释放能量。在这儿二价铁（ Fe^{++} ）既是一个电子供体又是一个电子受体。它们利用氧化酶为催化剂，同异养细菌一道生活。

到33—32亿年前，原始海洋中有机物逐渐稀少，但细菌仍处在无氧环境之中。后来出现具细菌叶绿素的光合细菌。它们利用细菌叶绿素为酶进行光合作用，自己制造食物。但光合细菌还不能把水分子分解，当然不能释放游离氧。不久，细菌多样化，并出现血红蛋白，镁卟啉和蓝藻。

蓝藻具有叶绿素和藻蓝素等，能进行正常的光合作用，分解水分子，放出游离氧。游离氧由水扩散到大气圈中，把还原性的大气变为氧化性。可是在33亿—30亿年前，大气中氧浓度并不太大时，出现了硫细菌和铁细菌。铁细菌能将二价铁（ Fe^{++} ）氧化为三价铁（ Fe^{+++} ），产生不溶性的氧化铁（ Fe_2O_3 ）沉淀在水中，形成铁矿，例如，我国东北和华北条带状含铁石英岩（BIF）（鞍山铁矿），可能就是由于铁细菌的作用而形成的。

这是24亿年前我国东北鞍山地区的海边景观。地势平坦，海水清碧如镜，天空稀薄的彩云，光线十分强烈。水层下十米的蓝藻吸收海水中的钙离子，再将钙分泌到细胞壁外，沉淀到海水中，形成各种类型（圆柱形、锥形、树叉形）具有层理的叠层石（stromatolites）^b，密布于浅海底上。



1. 叠层石 Stromatolites



2. 早古生代华北巨型藻类时代景观

到15亿年前,开始出现单细胞的真核藻类,植物界进入到一个崭新的时期。以后又出现了丝状真核藻类。直到6.7亿年前,才有大型真核藻类出现。因而,我们把35亿年的前寒武纪到4亿年前的志留纪称为藻类时代。藻类时代的发展分为三个阶段:(1)35—15亿年前的前寒武纪为蓝藻时代;(2)15—6.7亿年前的前寒武纪为单细胞和丝状藻类时代;(3)从6.7亿年前的前寒武纪到4亿年前的志留纪为大型藻类时代。

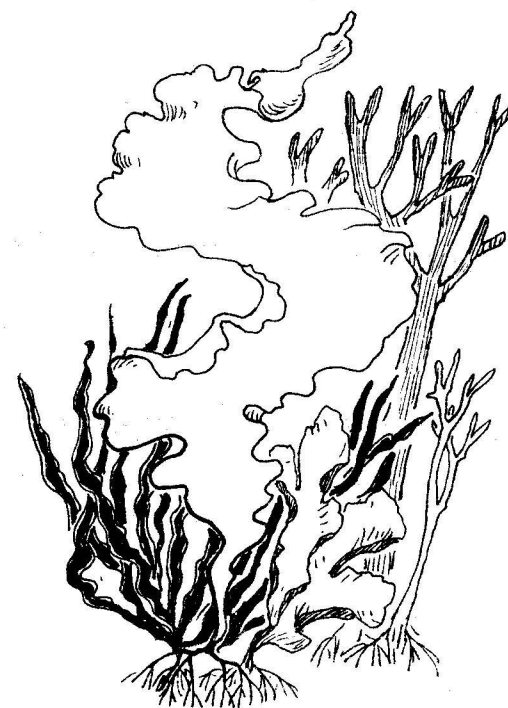
真核单细胞藻类的出现是生物界一次巨大的飞跃。这种藻类具细胞核膜和细胞器。细胞核被一个具半渗透性的膜包着,把去氧核糖核酸(DNA)聚集在染色体中。叶绿体含有各种色素和酶。藻类通过色素把太阳的辐射能转变为化学能,将简单的碳水化合物合成复杂的碳水化合物,为植物所利用。线粒体是真核生物细胞的“发电厂”,分解叶绿素制造含能有机物。这些分子与氧化合,利用产生的能量合成腺三磷(ATP)分子并储存起来为呼吸之用。

15亿年前到13亿年前,产生了真核单细胞藻类。细胞是进行有丝分裂的。藻类的繁殖力增强了。到10—9亿年前,真核藻类细胞又出现减数分裂,产生两性生殖。生物界从此便具有更完整的遗传机制。到9—7亿年前,产生了多细胞藻类。首先出现的是丝状藻类。丝状体基部是一个无色的不规则的细胞,具有吸着能力。在这种情况下藻类可固着在岩石上向着定居的方向发展。植物体的上部长成各种各样的形状。

到5.7亿年前寒武纪时大气中游离氧的浓度已达到现大气氧的1%水平,巨型藻类大行发展。到7亿年前藻类进化的轮廓大致完成。

这是一个假想的寒武纪华北海湾的景观。在这儿左侧生长一些红色或紫色的叶片状的红藻(Rhodophyta)¹⁾。在它们的质体中除叶绿素甲、乙和黄色素外,还有藻红素。在右侧有一些褐藻(Phaeophyta)³⁾管孔藻(Solenopora)⁴⁾和树状的红藻。岩石上着生一些丝状和片状的绿藻(Chlorophyta)²⁾由于它们含有不同的色素,导致各种藻类具有不同的生态习性。蓝藻多生长在亚潮汐带中,红藻多为底栖藻类,而绿藻则多生活在潮汐带中。此外另有许许多多单细胞和丝状体藻类浮游在海水之中。

藻类植物在植物发展史中占有的时间最长。现大气中的10%以上的氧气都是由它们释放出来的。没有它们就不可能出现陆生植物,更不会有动物。甚至现在90%的碳水化合物还是由藻类制造的。10—15%的蛋白质也是由藻类供应的。我国浙江、陕南地区寒武系到志留系产有由藻类形成的石煤。从前寒武纪到现在,藻类残体经细菌的分解作用变为天然气或石油。



1. 红藻 *Rhodophyta*
2. 绿藻 *Chlorophyta*
3. 褐藻 *Phaeophyta*
4. 管孔藻 (*Solenopora*)

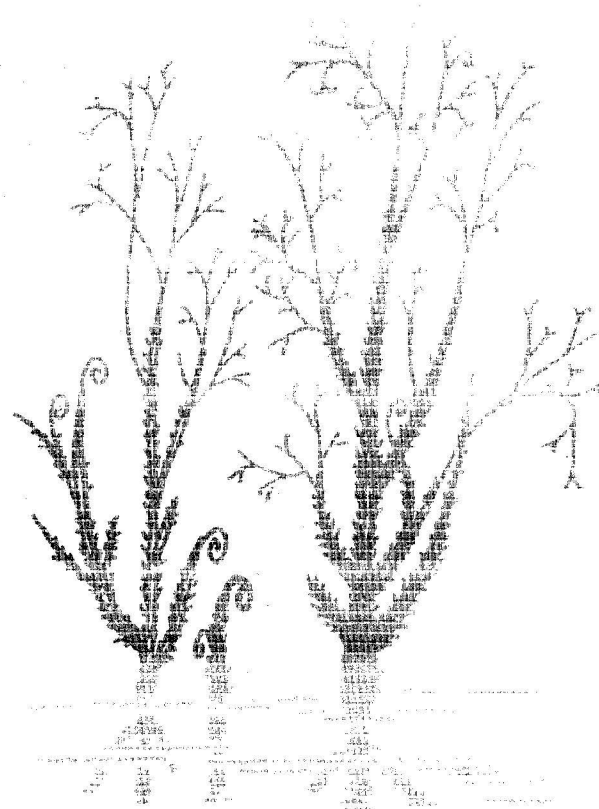


3. 早泥盆世云南东部裸蕨时代景观

从4亿年前的泥盆纪到晚二叠世早期是蕨类植物时代，为期2.5亿年。早期以裸蕨为主，中期以石松植物和楔叶植物为主，晚期以真蕨的厚囊蕨类和种子蕨为主。在4亿年前泥盆纪的时候，水域中藻类经21亿年的光合作用把水分子中的氧释放出来，扩散到大气中，使大气中游离氧的浓度达到了占现在大气氧10%的水平，初步适合陆生植物生活的最低要求。那时在20—40公里高空的大气层中，部分游离氧经过电解，形成臭氧，聚集成臭氧层，大大减弱了紫外线对生物组织的破坏作用。就在这个时期，地球上出现了一系列剧烈的地壳运动，陆地上升，海水退却。我国西南和新疆等地区的浅海转变为低湿平原，裸蕨和苔藓植物，就生长在这一带沼泽地区。它们的植物体与大气接触，表皮细胞分泌出多糖类和类脂，遇到氧气形成一种坚硬不透水的角质层，保持植物体内的水份不致丧失，保护植物组织不受紫外线的灼伤。

裸蕨植物由绿藻渐渐演化而来。最早出现于4亿年前的晚志留世。它们的植物体为孢子体。细胞具双倍染色体，与苔藓植物配子体的植物体有所不同。它们的茎细而直，没有根，也没有叶。最初出现的裸蕨植物主茎常呈等两歧分叉，茎的顶端生卵形、球形或扁椭圆形的孢子囊，内生许多孢子。茎的外部具角质层，表皮上生有气孔。茎的中央维管组织具有运输水分的管胞和运输食物的筛胞。它们的细胞都很细长。表皮层内有很厚的皮层并含有叶绿体。茎的下部生有丝状假根，吸着潮湿地区的土壤。

这幅图是云南曲靖早泥盆世的景观。这一带气候湿润而热，天空少云。沼泽中生长着裸蕨植物——云南工蕨 (*Zosterophyllum yunnanicum*)¹⁾。它们的茎中央都有很纤细的维管束，束内有细长的管胞，细胞壁较厚。植物体可以直立地上。云南工蕨的孢子囊生长在茎顶分叉的短轴上，孢子囊聚集成穗。茎的基部具复杂的分枝系统。陆地上还生长着原始的石松植物——刺镰蕨 (*Drepanophycus spinaeformis*)²⁾。它们经常丛生在潮湿地上。这种植物可能起源于工蕨。它们的孢子体已有根、茎、叶之分。茎面满布镰形细硬的拟叶。拟叶是由茎表面组织向外突起转化而成，与一般植物由枝系扁化而成的叶不同。孢子囊着生于拟叶的基部上侧。茎的中央具有略粗的输导组织——原生中柱；这种输导组织在横切面上作星状。刺镰蕨比工蕨大，高约一米，茎亦较粗。它有较粗的维管组织为支柱，能通过真正的根吸收土壤中的矿物质和水分。而且它们有主轴和侧轴之分。图的右上侧为裸蕨类植物 (*Psilophytales*)³⁾。



1. 云南工蕨 *Zosterophyllum yunnanicum*
2. 刺镰蕨 *Drepanophycus spinaeformis*
3. 裸蕨目 *Psilophytales*



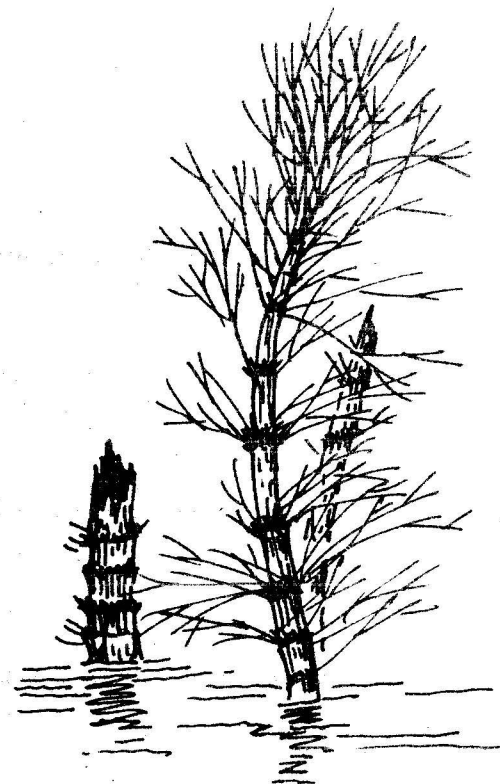
4. 早石炭世昌都石松—楔叶时代景观

这是蕨类植物时代的中期，距今约3.30到3.25亿年前。那时植物以石松植物和楔叶植物为主。石松植物的拟叶细长如针，螺旋式排列于茎上，各具一条叶脉。孢子囊生在孢子叶的上面。孢子叶聚集成穗，适应于陆生环境。到3.7亿年前的中泥盆世，出现木本类型，由形成层产生次生组织，成为多年生植物。到晚泥盆世和早石炭世，在沼泽地中乔木型的石松植物大量发展，形成沼泽森林。石炭二叠纪时，广布于北半球热带地区。

楔叶植物是维管植物中的另一组植物，代表一个独立的演化路线，与石松植物平行发展。它们亦具根、茎、叶。茎具明显的节与节间。但叶是由小枝扁化而成，并且轮生。孢子囊生在一一种特殊的孢囊梗上。早期与石松植物一道丛生于沼泽之中。

在3.30到3.25亿年前，我国南部、西藏东南部、云南、广东、湖南、湖北、浙江、江西和秦岭以南一带气候湿热，沼泽森林繁盛，遗体堆积炭化成煤。此时裸蕨已经绝灭，陆地植物以石松类原始鳞木目的亚鳞木 (*Sublepidodendron*)、拟鳞木 (*Lepidodendropsis*) 和楔叶类的古芦木 (*Archaeocalamites*)、楔叶 (*Sphenophyllum*) 为主，有人称之为拟鳞木植物群。在这个植物群中还有不少种子蕨灌木、楔羊齿 (*Sphenopteris*)、三裂羊齿 (*Triphyllopteris*)、须羊齿 (*Rhodeopteridium* (= *Rhodea*))、科达纲的科达 (*Cordaites*) 和一些草本真蕨。

这幅图是石炭世晚期西康地区的景观。此地背山面水，天气晴朗。昌都亚鳞木 (*Sublepidodendron changduense*)¹⁾ 森林出现于图的左上侧。沼泽地中生着浅沟古芦木 (*Archaeocalamites scrobiculatus*)²⁾ 沼泽森林。沼泽的中央横倒着一棵鳞木类的脐根座 (*Stigmaria ficoi-des*)³⁾。其状如根。实际上，这是从茎过渡到根的一种器官，具茎的结构。外形常作锚状，具四条分枝。分枝可再分枝几次，在小枝上生有密根。沼泽的左岸长有可能属于种子蕨类的昌都楔羊齿 (*Sphenopteris changduensis*)⁴⁾。下左角丛生着多形铲羊齿 (*Cardiopteridium spetsbergense*)⁵⁾，下右角是种子蕨钝三裂羊齿 (*Triphyllopteris collambiana*)⁶⁾ 灌丛，中间生长着纤细须羊齿 (*Rhodeopteridium tenuis*)⁷⁾ 灌丛。攀缘在亚鳞木茎下部的是弱楔叶 (*Sphenophyllum tenerimum*)⁸⁾。弱楔叶的茎枝细弱，具轮生叶，每轮6枚，叶片裂为若干裂片，叶脉平行。钝三裂羊齿是一种细弱的原始种子蕨，具2—3回羽状复叶，叶楔形或倒卵形。多形铲羊齿叶子的形态变化多端，一般作心形或倒卵形，经常脱落。



1. 昌都亚鳞木 *Sublepidodendron changduense*
2. 浅沟古芦木 *Archaeocalamites scrobiculatus*
3. 脐根座 *Stigmaria ficoi-des*
4. 昌都楔羊齿 *Sphenopteris changduensis*
5. 多形铲羊齿 *Cardiopteridium spetsbergense*
6. 钝三裂羊齿 *Triphyllopteris collambiana*
7. 纤细须羊齿 *Rhodeopteridium tenuis*
8. 弱楔叶 *Sphenophyllum tenerimum*



5. 晚石炭世华北沼泽森林景观

从3.25到2.75亿年前，一般都认为植物已进入到真蕨和种子蕨时期。那时植物的叶子多由枝条扁化而成。在热带森林中都趋向于扁平方向发展，增大了光合作用的面积，吸收日光中更多的能量，增强植物躯体的强健，从而增加植物生殖的潜力。不少植物具次生组织。鳞木、封印木和芦木都具很厚的木栓层，茎干高大，枝叶茂盛。具羽状复叶的种子蕨和厚囊蕨类的辉木 (*Psaronius*) 特别发育。

从3亿多年前的中石炭世到2.25亿年前的晚二叠世，地球上四个植物区。我国大部分地区属华夏植物区；欧洲及北美属于欧美植物区。华夏植物区和欧美植物区同位于赤道附近，气候湿热，属当时的热带。华夏植物区之北，亚洲北部（包括我国新疆、内蒙北部和东北北部）属安加拉植物区。安加拉植物区与华夏植物区之间有一个蒙古大地槽阻隔。安加拉古陆上气候温暖略干，属当时北亚热带——北暖温带。南半球的冈瓦纳古陆上的植物为冈瓦纳植物区，与我国地区相隔很远，其间有一个广阔的特提斯海，气候属南冷温带。

当时，我国南部多被海水淹没，华北和东北南部，森林茂盛。大量的鳞木、封印木⁸⁾、芦木丛生于沼泽之中。科达、种子蕨和树蕨繁殖于水滨地带。这些森林植物的次生组织极为发育，在它们枯萎之后，长期埋藏在沼泽或湖泊之中，炭化变质，形成我国今日广大的煤田。

这幅图说明当时华北华夏植物区的情况。在这儿可以见到沼泽森林。气候湿热，植物茂密，林内光线阴暗。图的左侧和右上侧是一片科达林¹⁾。科达叶大而长，密集地旋生于小枝之上，线形至带形而无柄。树干上攀缘着纤细的楔叶²⁾。林边厚囊蕨类的树蕨³⁾丛生，叶属栉羊齿 (*Pecopteris*) 型。左下角有几棵半截鳞木⁴⁾的茎、根座和种子蕨灌木，及楔叶植物齿叶 (*Tingia*)⁵⁾。齿叶的枝条作羽叶状，具背腹性，叶四行排列，两行在上，两行在下，小叶顶端略呈截形，或分裂成齿状。右侧是一大片鳞木林。林边有两株科达树。右角是一株种子蕨脉羊齿 (*Neuropteris*)⁶⁾。图的中部下侧横倒着一株鳞木。沼泽中丛生巨大的芦木 (*Calamites*)⁷⁾。林下生长着不少的草本真蕨。这时华夏植物区的成分与欧美植物区的成分开始分歧，但有不少种与欧美植物区的相同。

1. 科达 *Cordaite*
2. 楔叶 *Sphenophyllum*
3. 辉木 *Psaronius*
4. 鳞木 *Lepidodendron*
5. 齿叶 *Tingia*
6. 脉羊齿 *Neuropteris*
7. 芦木 *Calamites*
8. 封印木 *Sigillaria*

