

主要树木种苗图谱

中国林业出版社

主要树木种苗图谱

南京林产工业学院 馬大浦 黃宝龙 黃鵬成著

中 国 林 业 出 版 社

主要树木种苗图谱

南京林产工业学院 马大浦 黄宝龙 黄鹏成著

中国林业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 15印张 300千字

1981年5月新1版 1981年5月北京第1次印刷

印数 1—3,500册

统一书号 16046·1053 定价 3.60元

前 言

我国幅员广阔，树木种类繁多，形态特性各不相同。六十年代以来，我们对一些树木的种苗形态特性，开展研究，逐步积累了一些材料。1972 年以来，在南京林产工业学院党组织领导和出版社支持下，由马大浦、黄宝龙、黄鹏成等组成编写小组，在集体讨论的基础上分工编写了《主要树木种苗图谱》。

本图谱选取我国各地区主要栽培树种、少数从国外引进树种和某些科属的代表性树种，共一百种，从种子（果实）到幼苗的整个发育过程，以及种子和苗木的生产技术作了简要阐述。可供育苗造林、森林更新、森林资源调查等工作研究和实践的参考，并为植物分类学探索树种亲缘关系，提供了系统发育方面的资料。

编写本图谱所用的种子，是从全国各地征集来的。为了便于分阶段观察、记载和绘图，在我院林场温室采用盆播。各种幼苗形态与圃地繁殖的基本相似，仅在胚轴、幼茎方面略显得纤细。个别果实因一时不易取得，借用他书描绘，比例略欠一致。请读者注意。

本图谱的形态图由施自耘等同志绘制。在编写过程中得到许多教学、科研和生产部门同志的帮助并提供一些有益的建议和资料，在此谨致谢意。缺点和错误之处，欢迎读者批评指正。

著 者 者

目 录

总 论

一、树木的种子及其生产技术	(1)
(一) 种子及其发育过程	(1)
1.概述 (1) 2.种子的构造 (3) 3.种子的类型 (5) 4.种子的成熟 (5)	
(二) 种子的生产及播散	(6)
1.种子的生产 (6) 2.种子的播散 (9)	
(三) 种子的来源及质量	(9)
1.种子的地理起源及种子的调拨 (10) 2.母树及母树林的选择 (10)	
(四) 种子的采集、处理及贮藏	(11)
1.种子的采集 (11) 2.种子的处理 (12) 3.种子的贮藏 (12)	
(五) 种子的检验	(13)
1.采取试料 (13) 2.种子的真伪 (13) 3.种子的纯度 (13) 4.种子的重量 (14)	
5.种子的含水量 (14) 6.种子的发芽力 (15)	
二、种子的萌发及幼苗的形态	(16)
(一) 种子萌发的过程及方式	(16)
1.种子萌发的过程 (16) 2.种子萌发的方式 (17)	
(二) 幼苗的形态	(18)
1.幼苗形态的研究在生产实践上的意义 (18) 2.子叶 (19) 3.初生叶和退化的初生叶 (21)	
4.下胚轴和上胚轴 (21)	
三、苗木的培育	(22)
(一) 苗圃的设置及其条件	(22)
(二) 整地及作床	(23)
(三) 播种前种子的处理	(24)
(四) 播种的基本措施	(26)
(五) 苗木的抚育	(26)
(六) 苗木的收获	(27)

各 论

1.银杏 <i>Ginkgo biloba</i> Linn.	(31)
2.云南油杉 <i>Keteleeria evelyniana</i> Mast.	(33)
3.冷杉 <i>Abies</i> spp.	(35)

4. 云杉 <i>Picea</i> spp.	(37)
5. 落叶松 <i>Larix</i> spp.	(39)
6. 金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> Rehd.	(41)
7. 雪松 <i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) Loud.	(43)
8. 红松 <i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	(45)
9. 华山松 <i>Pinus armandi</i> Franch.	(47)
10. 白皮松 <i>Pinus bungeana</i> Zucc.	(49)
11. 马尾松 <i>Pinus massoniana</i> Lamb.	(51)
12. 油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	(53)
13. 云南松 <i>Pinus yunnanensis</i> Franch.	(55)
14. 湿地松 <i>Pinus elliottii</i> Engelm.	(57)
15. 杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i> Hook.	(59)
16. 水松 <i>Glyptostrobus pensilis</i> K.Koch	(61)
17. 柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i> Hooibrenk	(63)
18. 池杉 <i>Taxodium ascendens</i> Brongn.	(65)
19. 水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng	(67)
20. 侧柏 <i>Platycladus orientalis</i> Franco	(69)
21. 日本扁柏 <i>Chamaecyparis obtusa</i> Endl.	(71)
22. 柏木 <i>Cupressus funebris</i> Endl.	(73)
23. 福建柏 <i>Fokienia hodginsii</i> Henry et Thomas	(75)
24. 圆柏 <i>Sabina chinensis</i> Ant.	(77)
25. 铅笔柏 <i>Sabina virginiana</i> Ant.	(79)
26. 南方红豆杉 <i>Taxus chinensis</i> var. <i>mairei</i> Cheng et L.K.Fu.	(81)
27. 凹叶厚朴 <i>Magnolia biloba</i> Cheng	(83)
28. 鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> Sarg.	(85)
29. 八角 <i>Illicium verum</i> Hook.f.	(87)
30. 肉桂 <i>Cinnamomum cassia</i> Presl	(89)
31. 樟树 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	(91)
32. 紫楠 <i>Phoebe sheareri</i> Gamble	(93)
33. 檫树 <i>Sassafras tzumu</i> (Hemsl.) Hemsl.	(95)
34. 蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i> Link	(97)
35. 合欢 <i>Albizia julibrissin</i> Durazz	(99)
36. 相思树 <i>Acacia confusa</i> Merr.	(101)
37. 黑荆树 <i>Acacia mearnsii</i> De Wild	(103)
38. 槐树 <i>Sophora japonica</i> Linn.	(105)

39. 紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> Linn.	(107)
40. 刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> Linn.	(109)
41. 黄檀	<i>Dalbergia hupeana</i> Hance	(111)
42. 喜树	<i>Camptotheca acuminata</i> Decne	(113)
43. 刺楸	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz.	(115)
44. 枫香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	(117)
45. 悬铃木	<i>Platanus hispanica</i> Muenchh.	(119)
46. 响叶杨	<i>Populus adenopoda</i> Maxim.	(121)
47. 垂柳	<i>Salix babylonica</i> Linn.	(123)
48. 白桦	<i>Betula platyphylla</i> Sukatshev	(125)
49. 桤木	<i>Alnus cremastogyne</i> Burk.	(127)
50. 苦槠	<i>Castanopsis sclerophylla</i> Schott.	(129)
51. 青冈栎	<i>Cyclobalanopsis glauca</i> Oerst.	(131)
52. 麻栎	<i>Quercus acutissima</i> Carr.	(133)
53. 枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i> DC.	(135)
54. 核桃	<i>Juglans regia</i> Linn.	(137)
55. 山核桃	<i>Carya cathayensis</i> Sarg.	(139)
56. 薄壳山核桃	<i>Carya illinoensis</i> K.Koch	(141)
57. 化香	<i>Platycarya strobilacea</i> Sieb. et Zucc.	(143)
58. 木麻黄	<i>Casuarina equisetifolia</i> Linn.	(145)
59. 榆树	<i>Ulmus pumila</i> Linn.	(147)
60. 榉树	<i>Zelkova schneideriana</i> Hand.—Mzt.	(149)
61. 青檀	<i>Pteroceltis tatarinowii</i> Maxim.	(151)
62. 桑树	<i>Morus alba</i> Linn.	(153)
63. 构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> L'Her. ex Vent.	(155)
64. 杜仲	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	(157)
65. 银桦	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn.	(159)
66. 紫椴	<i>Tilia amurensis</i> Rupr.	(161)
67. 梧桐	<i>Firmiana platanifolia</i> Schott. et Endl.	(163)
68. 重阳木	<i>Bischofia polycarpa</i> (Levl.) Airy—Shaw	(165)
69. 油桐	<i>Aleurites fordii</i> Hemsl.	(167)
70. 乌柏	<i>Sapium sebiferum</i> Roxb.	(169)
71. 茶树	<i>Camellia sinensis</i> O.Kuntze	(171)
72. 油茶	<i>Camellia oleifera</i> Abel.	(173)
73. 木荷	<i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.	(175)

74. 蓝桉	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	(177)
75. 沙枣	<i>Elaeagnus angustifolia</i> Linn.	(179)
76. 枳椇	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	(181)
77. 黄槿	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	(183)
78. 枸橘	<i>Poncirus trifoliata</i> Raf.	(185)
79. 臭椿	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	(187)
80. 苦楝	<i>Melia azedarach</i> Linn.	(189)
81. 红椿	<i>Toona sureni</i> Merr.	(191)
82. 香椿	<i>Toona sinensis</i> Roem.	(193)
83. 无患子	<i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn.	(195)
84. 黄山栾树	<i>Koelreuteria integrifoliola</i> Merr.	(197)
85. 酸枣	<i>Choerospondias axillaris</i> Burt et Hill	(199)
86. 漆树	<i>Rhus verniciflua</i> Stokes	(201)
87. 木蜡树	<i>Rhus succedanea</i> Linn.	(203)
88. 黄栌	<i>Cotinus coggygia</i> Scop.	(205)
89. 羽叶槭	<i>Acer negundo</i> Linn.	(207)
90. 女贞	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	(209)
91. 白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	(211)
92. 水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	(213)
93. 咖啡	<i>Coffea arabica</i> Linn.	(215)
94. 滇楸	<i>Catalpa duclouxii</i> Dode	(217)
95. 柚木	<i>Tectona grandis</i> Linn.f.	(219)
96. 枸杞	<i>Lycium chinense</i> Mill.	(221)
97. 泡桐	<i>Paulownia fortunei</i> Hemsl.	(223)
98. 棕榈	<i>Trachycarpus fortunei</i> Wendl.	(225)
99. 海枣	<i>Phoenix dactylifera</i> Linn.	(227)
100. 毛竹	<i>Phyllostachys pubescens</i> Mazel ex H. de Lehaie.	(229)

总 论

森林是重要的自然资源,人类的宝贵财富。十八世纪中叶以来,随着工业革命的兴起,木材作为主要原材料的地位日益重要,特别是三十年来,世界木材产量逐年增多,从 1150 年的 16.75 亿立方米增加到 1976 年的 25.42 亿立方米,即在二十六年间增长了 51%,预计到 2000 年,世界木材年需要量将达 40 亿立方米。昔日认为取之不尽,用之不竭的森林资源已感不足。长期以来,对森林只注重于开发利用,不顾资源的保护和发展,使森林面积缩减,造成自然灾害频繁发生。同时,由于工业生产特别是化工冶炼工业的迅速发展,更进一步加剧自然界生态系统的破坏和环境污染,威胁到人类生活,已成为人们普遍关心的问题。

森林是人类能够培育并在利用过程中不断更新的再生资源。现代林业的任务,不仅是开发和利用森林,更重要的是培育和扩大森林资源。第二次世界大战后,世界许多国家都很重视和发展人工造林,扩大森林面积,提高单位面积木材产量,以期较快地提供后备资源,改变木材供需不平衡状况。我们知道,在自然状态下生长的森林,要数十年乃至百余年才能成材,每公顷平均年生长量很少超过 3—5 立方米的,而用现代科学技术培育的速生丰产林,一般 10—30 年即可成材,每公顷平均年生长量可达到 10—30 立方米。进入六十年代中期,随着测试手段的提高,人们进一步加深了对森林在保持自然界生态平衡中重要性的认识。森林具有涵养水源,保持水土,防护农田,净化大气,保护健康,以及增殖野生动物等多方面的作用,实际上,森林所产生的环境保护价值,远远超过了提供木材的价值,因此,林业经营应朝着充分发挥森林多种效益方向发展。

种苗是造林的物质基础,是整个造林事业重要的一环。深入了解种苗生产的基本原理和方法,特别是深入了解我国各地区主要造林树种的种子和幼苗发育过程的特点,才能使种苗生产各个环节的技术措施建立在可靠的基础上。

一、树木的种子及其生产技术

(一) 种子及其发育过程

1. 概述

栽培的植物或野生的植物多数是由种子繁殖的,森林的天然更新和人工造林也主要是

依靠种子。由于各种树木种子不同的形态、构造，其贮藏物质的组成和内部生理过程的特点都是不相同的。因此，在林业生产实践中，了解各种树木种子的性状及其生产过程，是十分必要的。

种子植物包括裸子植物和被子植物。裸子植物如马尾松、杉木等的种子是由裸露在种鳞上的胚珠形成的，与被子植物如榆树、槐树等的种子由藏在子房内的胚珠形成的有所不同。被子植物的果实由子房发育而成，是真正的果实。裸子植物的果实通常是由种鳞发育而成的球果，是假果，但也起着保护种子的作用，在林业生产上也概称为果实。在植物学上，果实和种子的概念是不同的，但是在林业生产上，播种育苗时使用的，有的是纯种子如刺槐、滇楸等，有的却是果实如麻栎、苦楝等，它们都是繁殖的材料。因此，都泛称为种子。

花为形成果实的基础。为了正确估计种子的生产，有必要对花的构造进行研究。

一朵完全的花应具备下列部分：花梗、花萼及萼片、花冠及花瓣、雄蕊（包括花药及花丝）和雌蕊（包括柱头、花柱及子房）。

木本植物中只有一部分为完全花。有些木本植物的花是不完全的：如枫香、核桃等缺花冠，响叶杨、垂柳等无被花缺花冠及花萼，桤木、白桦等单性花缺雄蕊或雌蕊。有些木本植物的花是完全的，但花被不是分离的而是联合的，如泡桐、滇楸等为合瓣花冠，女贞、柚木等为合瓣花萼。

乔灌木花的大小、色泽也是很不一致的。花形小的如垂柳，大的如凹叶厚朴，花色绿的如乌桕，鲜红的如木棉 (*Gossampinus malabaricus* Merr.)，都是多种多样的。

对种子生产来说，要注意的主要是雌蕊和雄蕊。雌蕊的胚珠接受雄蕊的花粉后形成种子。花被是保护花蕊的。有些树种的花被有特殊的色泽和香气，有利于招引昆虫，传授花粉。所以有花被的花一般是虫媒花，无花被的花一般是风媒花。

裸子植物通常着球花，由环绕花梗的鳞片组成。球花单性，很少为两性。雄球花的鳞片产生花粉，雌球花的珠鳞附生胚珠，受粉后形成种子。种子植物的花因花梗分枝，聚成簇状，叫做花序。果序是花序形成的。因此，对花序进行研究，有助于对种子生产的估计和采种技术的安排。

花序可分为单生（凹叶厚朴、鹅掌楸）与丛生。丛生的形式很多：主要有总状花序（樟木、乌桕），葇荑花序（白桦、响叶杨），穗状花序（紫穗槐、毛竹），头状花序（喜树、悬铃木），聚伞花序〔榆树、丝棉木 (*Evonymus bungeana* Maxim.) *〕，伞形花序〔刺楸、紫树 (*Nyssa sinensis* Olive)〕及圆锥花序（香椿、苦楝）等。

为了在花期能够较正确地估计种子的产量，因此，弄清花与种子的关系，很有必要。

具有雄蕊和雌蕊的两性花的植株，可以产生种子。有些花是单性的，它们的雄花和雌花生于同一株上的，叫做雌雄同株（杉木、桤木），不生于同一株上的，叫做雌雄异株（银

• 树木的学名除在目录中已列有100种外，其他种的在正文第一次出现时即附在中文名之后，以供对照。

杏、响叶杨)。仅有雄花的植株是不会产生种子的。有些树种〔七叶树(*Aesculus chinensis* Bunge)、猴板栗(*A. wilsonii* Rehd.)〕的雄花、雌花以及两性花共同出现于一株树上,叫做杂性同株。另有一些树种〔无患子、茶条槭(*Acer ginnala* Maxim.)〕仅有雄花或雌花的一种以及两性花共同出现于一株树上,叫做杂性异株。二者都能产生种子。有些雌雄同株树种(核桃、薄壳山核桃)在某些植株上,雄花在雌花之前开放,在另一些植株上,雌花却在雄花之前开放,这样就有利于异株授粉,产生生活力比较强的后代。这种现象在有些具有两性花的树种如紫穗槐也是存在的。它们的雄蕊散粉时,雌蕊尚未成熟或雌蕊已经成熟而雄蕊尚无散粉能力。

种子的形成包括传粉、受精以及胚、胚乳及种皮的发育完成。

被子植物的雌蕊具有缝合的心皮,胚珠着生于子房内侧的胎座上,由珠柄与胎座连接,连接点叫做种脐。子房位于雌蕊下部,雌蕊先端叫做柱头。被子植物中的阔叶树种多数是虫媒花,少数是风媒花。风媒花的柱头一般比较长,并有些种类形成羽毛状分枝。虫媒花的柱头一般比较小,常分泌粘液,其花芳香且具有蜜腺,有利于招引昆虫传粉。

雄蕊的花粉由风或昆虫传至雌蕊的柱头后发芽分裂为二个大小不等的细胞,大的为营养细胞,形成花粉管,小的为生殖细胞,即生殖核。当花粉管延伸至胚珠的珠心后,生殖核又分裂成二个精子,一个精子与卵结合形成种子的胚,另一个精子与次生核结合形成胚乳,供胚发育所需的养料。这种由受精作用形成胚及胚乳的现象,叫做双重受精,这只有在被子植物中存在,而在裸子植物中是不存在的。在胚珠的外面,同时形成厚而硬的外皮。成熟的子房包含内藏的种子与外面形成的外壳和一些附属物,叫做果实。有时花萼(桑树)或花托〔榕树(*Ficus retusa* Linn)〕也发展成为果实的一部分。

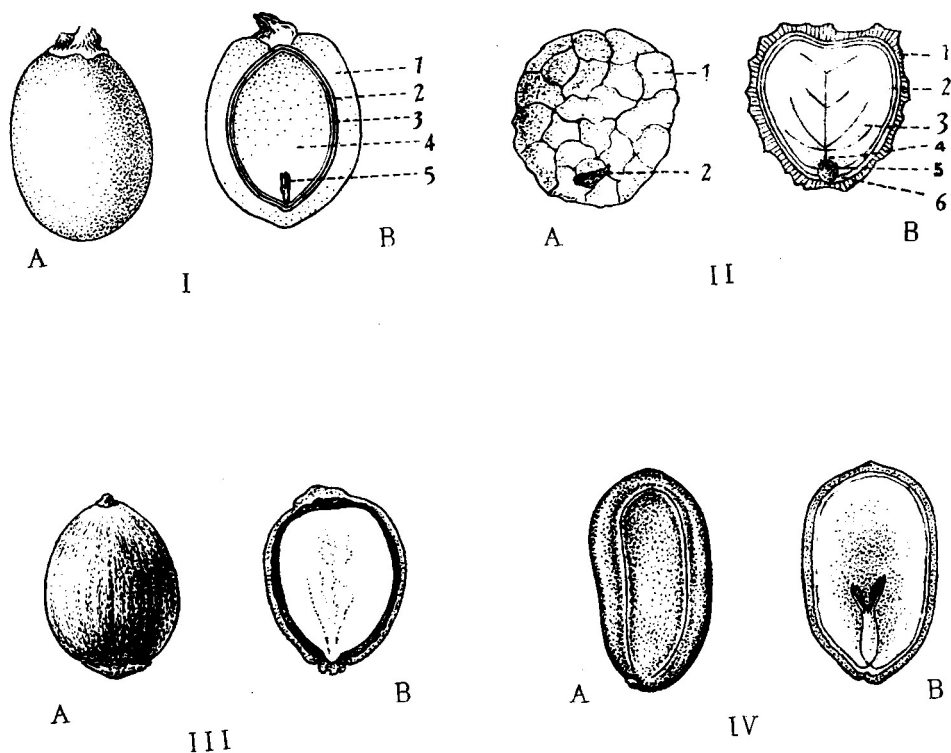
裸子植物的胚珠着生于球花的珠鳞腹部。在花粉传播时,花粉直接达到裸露的胚珠。其过程虽与被子植物不同,但胚珠中的卵子与花粉中的精子相结合而发育为胚,则是一致的。裸子植物的胚乳是直接由胚珠产生的而不象被子植物那样是由受精的次生核产生。雌球花通常逐渐增大而成为球果,种子裸露于开张的种鳞上。有些裸子植物如圆柏的球果的肉质种鳞包得很紧,象浆果一样。

多数树种是在春季开花受精的,在这以后几个月里种子陆续成熟。另一些树种如松属的马尾松、油松等,花粉达到卵细胞后,一般要经过一年左右才受精,因而种子成熟要到第二年秋季,有的如欧洲五叶松(*Pinus cembra* Linn.)甚至要到第三年秋季。栎类种子的成熟期也是不一致的,槲栎类是一年成熟,而麻栎类要二年才成熟。

2. 种子的构造

成熟的种子具有已形成的胚,贮藏的营养物质和包在外面的种皮,是由一个卵细胞受精后发育而成的。贮藏的营养物质藏在胚囊内的胚乳组织中。在胚的发育过程中,胚乳中的营养物质被胚所消耗,待胚成熟时,有的被消耗很少,形成有胚乳的种子(银杏、梧桐),有的全部被吸收,形成无胚乳的种子(麻栎、合欢)。无胚乳的种子的营养物质贮藏于子叶内,所以这类种子的子叶一般是肥厚的。种皮是由胚珠的珠被发育而成,上有种脐,为种

子从珠柄上脱落的痕迹。通常在种脐旁有一小孔，即珠孔，为胚珠在发育期花粉通入的管道的痕迹。



种子及其剖面

I、II.有胚乳种子 III、IV.无胚乳种子

I.银杏 *Ginkgo biloba* Linn. $\times 1$. A.外形 B.剖面 1.外种皮 2.中种皮 3.内种皮 4.胚乳 5.胚

II.梧桐 *Firmiana platanifolia* Schott. et Endl. $\times 3$ A.外形 1.种皮 2.种脐 B.剖面 1.种皮 2.胚乳 3.子叶 4.胚芽 5.胚轴 6.胚根

III.栎类 *Quercus* sp. $\times 1$ A.外形 B.剖面 示子叶

IV.合欢 *Albizzia Julibrissin* Durazz $\times 3$ A.外形 B.剖面 示子叶及幼胚

成熟的胚具有胚根、胚轴（下胚轴）、胚芽和胚叶（子叶）四部分。胚在发育初期，一般都具有绿色子叶，能进行光合作用，但基本上是靠贮藏的营养物质生活的。胚根和胚芽都有生长点，可以同时向上下两极发展，向上长茎，向下生根。

种皮基本上是由胚珠的珠被发育而成，有内外两层，对胚起着保护的作用。种皮的结构变化是很大的。有些树种（响叶杨、垂柳）的外皮较软，有一些树种的外皮硬如骨质〔石栗（*Aleurites moluccana* Willd.）、山楂（*Crataegus pinnatifida* Bunge）〕或角质化（刺槐、相思树），以致影响到发芽。有些树种的种皮的内外两层都是膜质〔榆树、榔榆（*Ulmus parvifolia* Jacq.）〕或外层膜质、内层肉质〔三角枫（*Acer buergerianum* Miq.）、羽叶槭〕或外层肉质、内层坚硬而骨化〔凹叶厚朴、木兰（*Magnolia liliflora* Ders.）〕。

裸子植物的种皮的构造较被子植物的为简单。它们的种皮有的较软如冷杉，有的很硬如红松，有的为革质如柏木，有的具有松脂囊如冷杉。

还有些树种的种皮向两端延伸成长毛〔梓树 (*Catalpa ovata* Don)、滇楸〕或附着毛状物（响叶杨、垂柳）或成为膜翅（马尾松、泡桐），它们都有利于种子的播散。

3. 种子的类型

为了采种和种子脱粒的便利，林业上一般将种子分为三类。

（1）真种子 是从易于开裂的球果或干果中取出的。这类树种包括大部分针叶树如冷杉属、铁杉属、松属等以及一些裂果如荚果（刺槐、合欢）、蒴果（垂柳、响叶杨）等。这类种子的取出，一般是将果实晾晒或人工干燥，使果鳞或果壳开裂后加以震荡、翻动脱出的。

（2）干果 是直接用于繁殖的干果。一般有颖果（竹类）、坚果（栎类）及翅果（榆、槭类）等。这类果实虽有时为了减小容量，清除一部分附着物如膜翅，但一般都是直接用于播种繁殖，不进行脱粒处理。

（3）肉质果 主要的有浆果（枸杞、枸橘），核果〔核桃、山杏 (*Prunus armeniaca* var. *ansu* Maxim.)〕，聚花果（桑、构），梨果〔梨 (*Pyrus pyrifolia* Nakai)、苹果 (*Malus pumila* Mill.)〕等。这类种子的脱粒，一般在果堆上洒水或将果浸渍于水中，待果肉软化易于分离时，将种子用水洗去杂质。有些核果如樟树或浆果型的球果如圆柏，也可不经脱粒就直接播种。

4. 种子的成熟

植物种子的成熟需经过一系列物理的和化学的变化过程。化学的变化对采种时期的确定关系很大，但这一内部变化，需用一定的设备和化验药品才能查明，不便在野外用于种子成熟度的鉴定。但化学的变化常伴随着一些易于识别的物理性状如颜色、气味、结构等的变化。因此，依靠鸟兽传播的肉质果实，成熟时由青色变红〔冬青 (*Ilex chinensis* Sims)、构树〕、蓝〔黄连木 (*Pistacia chinensis* Bunge)、紫树〕或紫（桑、樟）。其肉质部分原为青绿色、有酸味、苦味或涩味，成熟后，富有浆汁，有的可供食用。

其他果实，如由风传播的，由青变为淡黄或褐色（榆树、羽叶槭），其种皮因水分散失，变得很暗而坚硬。种仁也由柔软变为坚实。在此阶段，胚一般都已发育完成。这些物理性状的变化是由于一系列化学变化的影响所致。可溶性的有机物质如单糖类、脂肪酸、氨基酸等逐渐转变为复杂的碳水化合物、脂肪类和油类以及蛋白质。无机盐类中可溶解的，结合到某些有机物组成里去，其他仍为无机性质，以后参与灰分的组成。果实中常常还有少量其他有机物质如有机酸、有机碱、糖类、单宁、水解碳素、色素、维生素、激素、酵素及精油等。

种子的化学成分，因树种不同而异。通常松类种子的脂肪含量很高，蛋白质含量也比较高，栎类种子是淀粉含量较高，脂肪及蛋白质含量都较低。对种子化学成分及营养价值的研究，有助于对油料树种、粮食树种及饲料树种的选定。

种子成熟时的含水量在许多针叶树种如松、杉等，只要是在适期采集的，种子大多数已是气干状态，含水量不再有大变化。如果高于这一含水量，对种子生活力的保存是有害的。但许多阔叶树种如栎类等含水率很高，成熟时含水量达50%以上，过度干燥，就明显地损害其生活力。

(二) 种子的生产及播散

1. 种子的生产

树木开花、受粉、种子发育和成熟，都受植株内在因素及外界条件的影响，因而也就影响到种子的产量和质量。

1) 影响树木种子产量和质量的内因

(1) 树木的年龄及生长发育状况 树木的年龄不仅关系到种子的产量，而且对种子的品质也有一定的影响。树木的开始结实时期，决定于年龄。各树种开始结实有一定的比较窄的年龄范围。这个范围在属间、甚至在种间相差都是很大的，例如梓树、对岁桐一年即开花结实，而银杏、水杉需十余年才开花结实。同一属中，梓树只一年，黄金树 (*Catalpa speciosa* Warder) 需五、六年开花结实，而楸树 (*C. bungei* C.A.Mey) 十年左右才开花，花多而实少，甚至只开花而不结实。多数树种在生命的前期，一般仅少量结实。在这个阶段，它们的营养生长很旺盛，把所得到的同化物集中到高生长，大量产生种子则在中年。它们在前期形成的繁茂枝叶在中年时转而为开阔的树冠，高生长延缓，树木从同化作用所得到的营养物，在前期用于营养生长的，在中年以后，大半转而供应生殖的需要。种子的生产在树木出现过熟的生理和病理现象时而下降。只有那些因受机械损害、虫灾或不正常的气候危害时，偶尔大量结实者为例外。树木因受其他树的蔽荫或其他不良条件的影响，都会使种子产量下降。

同种、同龄母树的结实量，一般大树比小树要多些，但树的大小影响种子的产量，主要是在中年以后。中年的树木因立地条件或其他原因有时个体虽较小，但比那些年青而个体相似或较大的树木，结实量要多些。在结实丰盛的年龄，种子产量受树冠大小的影响较大，受树高及直径的影响较小，因为果实的数量与枝条的多少有直接关系。

母树的旺盛生长是年青、立地条件好、气候条件好或遗传素质好的表现。但旺盛的生长的涵义还应包含着结实的丰富。植株或林分因立地条件不良或其他原因使生长停滞或衰退，就不会较多地结实。在同龄林里，生长旺盛的优势树的树冠上层，受光多，结实也多。没有这样的优势条件，营养生长和生殖的过程都会受到阻滞。但过量的营养生长和过盛的枝叶常招致低结实量。

总之，高质量的种子大多数是在壮年或在丰产年产生的。有些树种在幼年产生的种子多是瘪粒，就是充实的种子，长出来的幼苗也是比较柔弱的。这些情况采种时都应当注意。

(2) 授粉和受精 结实必先着花，树木开花多的年份的出现，往往比结实丰盛的年

份为频繁。其原因很多，但主要是由于授粉不好或自体受精的影响以及鸟类、昆虫为害的关系。杂交较自交为优越，第一代杂种的生活力较其亲本都强。杨类杂交育种，利用其第一代杂种优势进行无性繁殖，成效很好。自交育种，易遭退化。松类自交后代表现为种子发芽率低，幼苗死亡率高，植株生长停滞，发生畸形等等。通常孤立木（自交机会多）所产生的种子及所育成的苗木都不及林中木（杂交机会多）的为好。因此，采种应尽可能到树丛或树林里去采。

许多树种的性状适于杂交而不适于自交。例如雪松是雌雄同株而异花的，雌花常居树的顶部，便于异株授粉。又如水杉在同一株树上雌雄花开放时间有先后，也有利于异株授粉。

雌雄异株树种，雄株当然不能结实，雌株也只有靠近雄株，才能受粉结实。因此，在天然下种更新方面，鉴别母树的性别，是很重要的。

（3）种子的成熟 多数树种自开花、受粉到种子成熟，只需一个生长季节。但有的需要二个或三个生长季节。在后一种情况，第一个生长季中，果实发育很小。松类中一般在授粉后受精需要一年，圆柏类中有的在第一年球果体积虽已长成，但要到第二年才成熟。这些情况采种时必须掌握，以免采摘未成熟的果实。

总之，种子成熟所需时间的长短不是主要的，但时间越长其果实受昆虫、病菌、不良气候及其他危害的机会越多，对种子产量就会有影响。

（4）种子生产周期 许多树种结实有大小年之分，大年（丰产年）结实多，小年（歉产年）结实少。种粒轻而小的树种如杨、柳每年都能产生大量种子；种粒重而大的树种如栎类每隔一年、二年或更长时间，才能大量产生一次种子。在丰年间隔期间，种子产量较低，有时甚至只产少量种子。间隔期越短，种子产量越稳定。这种隔一定年限出现一次丰产年的现象，称为种子生产周期。种子生产周期因树种不同而有很大差别，但在很大程度上受环境条件的制约。

一般认为树种在丰年大量结实以后，体内贮存的养料大量被消耗，只要采取适当措施，给予补偿，种子生产周期就会大大缩短。丰年所产的种子，不但数量较多而且品质也较好。因此，林业生产上，必须掌握那些有一定丰年和歉年规律的树种，在丰年采得的大量种子，经过妥善贮藏，以供歉年用。在此同时，应积极采取有效措施，促使树木能年年大量结实，以满足社会主义建设的需要。

（5）遗传上的变异 对树木生产种子有影响的内在因素还有遗传上的变异性。对这种变异性的研究，在选种和建立母树林和种子园方面是很重要的，也是为了进行育种工作作准备。

形态端正的植株一般产种量高，质量好，应作为选育的对象，留供采种用。在我国栽培历史悠久的、栽培面积广而价值又高的树种如杉木、马尾松等以及一些价值高的经济树种如油桐、油茶等，在自然情况下，优良品种和优良植株很多，宜选取繁殖，逐步建立种源优异的母树林和种子园。

2) 影响树木种子产量和质量的外界因素

(1) 气候的影响 种子生产所需要的气候条件和营养生长所需要的气候条件是一致的。但种子的丰产年常出现在较营养生长所需的最适条件为差的年份。试验证明,花芽的形成多在干燥而日照强的夏季。因此,种子在一个生长季节里成熟的树种,经过一个干旱季节后的下一年,得到丰产。种子需二年成熟的树种,经过一个干旱季节后的第二年可得到丰产等等。气候对种子产量的影响主要发生在花期。许多树种是风媒花,在花期如遭到连雨,使花粉传播受到影响,受精作用就不能完成。虫媒花则因连雨,昆虫活动受到影响而不能传粉,也影响到种子的产量。

受精以后,需要适宜的气候果实才能成熟。在这期间,很多因素影响着果实的收成。气候过湿、过冷或过干,常招致大量落果。这种现象当树种栽培在它的天然领域以外时更为显著。暴风强雨对于落果的害处更大。在北纬地带,因光和热的关系,树冠南侧比北侧结实要多些。很多树种最好的果实在树冠的中部和上部。

(2) 土壤的影响 当土壤的物理性质适宜,养分供应丰富时,树木可大量结实。土壤良好的颗粒结构有助于空气的通畅、水分的吸收和微生物的活动,也就有利于营养物质的分解和合成,这样也就有利于种子的生产。

土壤中各项要素必须使之趋于平衡。氮的有效量过多会招致过盛的营养生长和较低的生殖机能。开花和结实在一定程度上受植株内部因素的制约。为了高产,应适当调节土壤中养分的吸收和碳水化合物的形成。碳水化合物大量产生,有利于开花结实。由于光线不足会使同化作用不能正常进行,这对种子生产是不利的。

土壤肥力对树木结实的影响虽然比对树木营养生长的影响要小,但事实上,只有在土壤供给必须的营养物质的情况下,树木才能生产种子。因此,在其他条件相同时,地位级高的林分,种子产量较高,质量较好。适当施肥,可以提高种子产量和质量,特别是施以磷肥,对树木结实常有良好的影响。

(3) 生物的影响 森林中因植株间树冠互相荫蔽,接受光照的程度各不相同,生长很不一致。受光多的植株上升到适宜的冠层,受光不足的植株则生长落后。树木生长在空旷地区常能产生大量种子,因为有开阔的树冠,能结较多的果实。另一方面,在一个林分中由于过于密集,植株所得到的营养面积很少,种子产量也就相应地减低。因此,种子生产绝大部分集中在林中的优势树和次优势树上,仅顶部受光的植株能生产少量种子,林冠下层受光少的植株是不能结实的。在弱光下林木不结实,是由于营养物质不能积累或光合作用不足所致。

昆虫对种子生产的利弊影响有三个方面的:①可为虫媒花传授花粉;②为害树木,使树木受损伤或雕萎;③以种子为食料,损害种子。

虽然多数树种是靠风传播花粉,但有些树种是靠虫传播花粉的。树木在自然分布区域里是不会没有昆虫来为它们传粉的,但是传粉的昆虫遇到不良的天气会不出来活动,因而影响到传粉以至种子的生产。

以果实为食料的昆虫，损坏很多种子。这种损害最常见于松类、坚果类，少数树种可不受这种损害。这类害虫的多数是幼虫为害。它们把卵产在花里或未熟的果实里，其为害程度可使某些树种的果实损失达到20—25%，有时甚至大部分损失。例如栎象鼻虫幼虫为害栎类时，受害率可达70%以上；楸螟幼虫为害楸、梓及黄金树的蒴果，常使果实未达成熟就干枯或脱落。

病害是由真菌、细菌及病毒引起的，对树木种子的生产，关系较小。这些病原物为害树木的某些部分，使植株的生长或生活力减低或致死。因而影响树木的结实。有些植株对某些病害有抵抗力，可能是抗病品种，应注意选作母树。

2. 种子的播散

种子传播的媒介主要是风、鸟类和兽类。

风力传播的种子都有便于飞散的翅状结构。有的翅是种子本身的一部分，如松、杉、杨、柳。有的翅为果的一部分，如桦、榆、槭、臭椿。少数树种的助飞结构是附于果实上的苞片，如椴树 (*Tilia* sp.) 或附于果实上的心皮，如梧桐。

种翅是最多见的助飞结构，常附在比较轻的种子上。种翅一般是侧翼型的（水杉、白桦）或顶翼型的（马尾松、鹅掌楸），后者下落较慢，飞散较远。有的树种如银钟树 (*Halesia macgregorii* Chun) 的果实具有四个纵翅，但飞散不远。有的树种如杨、柳，在种翅之外还附有毛状物，有利于远距离播散。一切豆科树种的荚果是不开裂的，但有些如黄檀的种子可随荚飘落至相当远处。大而轻的果实如枫香或集生果如悬铃木也是由风播散的。

风播散种子的距离由几百米至几千米不等。一般种子播散不能远离母树100—150米以外去繁殖一个完整的新林分，只有杨、柳是例外。它们的种子可以在大气中飘荡到很远的地方。

鸟兽传播种子主要从以下几个方面：①浆果类具有硬粒种子的如构树、桑树，果肉被鸟类或兽类食后消化了而排出种子；②兽类在穴中积集种子，如松鼠积集红松种子，在积集过程中，在途中散落一部分。乌柏、漆树等种子由鸟类消化道排出后，蜡质被消除，起了催芽作用，有利于种子的萌发。

其他有利于种子传播的因子如重力，对一些重而圆的果实如栎类、核桃类等的播散，特别在斜坡上，有重要的作用。流水也有助于水边树种如榆树、槿木、枫杨等以及海滩的红树 (*Rhizophora apiculata* Bl.) 的种子的播散。有的海岛上的椰子树 (*Cocos nucifera* Linn.) 就是从附近海岛上飘来的椰子自行繁殖的。

（三）种子的来源及质量

造林实践，首先要根据立地条件和经济要求选取适当树种，在树种选定以后，就要确定种子来源。为此，林业工作者必须熟悉已选定树种的分布并在分布最适宜地区的优良林分中采取所需要的种子。采种应以采集本地区的种子为原则。外来树种必须采自与本地区