

造林学参考讲义

东北林学院

造林園林化教研組

59.4.

前 言

造林学参考讲义系林学系造林园林化组集体执笔，写成主要参考奥基也夫斯基造林学、普列奥布拉仁斯基造林学、北京林学院造林学讲义及有关书刊杂志等编写的。主要为了供给林学系同学学习造林课时之参考。故仅做为参考讲义。

本讲义因匆忙付印，不及详细讨论，全文所编章节亦仍按原执笔者所编形式，加之笔者水平有限及时间匆促，错误之处，希望读者多提出宝贵意见，以便修订时进一步提高及更正。

目 录

緒言

第一篇 森林种子事业

第一章 林木的结实	4
第二章 果实与种子的成熟期与采集期	26
第三章 种实的处理	54
第四章 果实及种子的运输及贮藏	65
第五章 种子的品质及鉴定法	74
第六章 促进种子发芽的方法	96
第七章 各論	107

第二編 森林苗圃

第一章 苗圃概述	118
第二章 苗圃輪作	134
第三章 苗圃正地	139
第四章 苗圃施肥	144
第五章 播种苗的培育	168
第六章 苗木扶育和保护	187
第七章 营养繁殖	196
第八章 苗木出圃	205
第九章 主要树种播种育苗特点	209

第三篇 人工造林

第一章 我們造林事业的特点及目的	228
第二章 中国造林工作的区划	229
第三章 造林方式	241
第四章 造林树种选择	244
第五章 人工林組成和树种配置	225
第六章 造林密度和植点配置及需苗量計算	264
第七章 造林地正地	268
第八章 造林地	271
第九章 播种造林	276
第十章 植苗造林	280
第十一章 分殖造林	290
第十二章 幼林扶育	292

第十三章 造林工作的驗收, 幼林檢查	294
第十四章 造林的施工計劃及劳动組織	298
第四編 主要樹種的造林	304
第一章 落叶松 <i>larix</i>	304
第二章 紅松 <i>Pinus Karaiensis</i> Sieq et Zucc	310
第三章 欧洲赤松 <i>Pinus Sylvestris limraes</i> (包括樟子松 <i>Pinus sylvestris</i> var <i>mongolica</i>) 造林	314
第四章 油松 <i>P. Tabulaeformis</i>	320
第五章 云杉 <i>Picea oietr</i> 造林	323
第六章 楊屬造林 <i>Populus</i>	326
第七章 麻櫟屬 <i>Quercus</i> 造林	329
第八章 杉木 <i>Cuxninghamia lanceolata</i>	332
第九章 油桐 <i>Aleurites fordii</i>	338
第十章 毛竹 <i>Phyllostachys bambusides</i>	341

造林学参考讲义

緒 言

在党和毛主席英明领导社会主义建设总路线光辉照耀下，全国各地各项事业都在飞跃发展，林业建设也同样出现了跃进再跃进的新形势。由于社会主义新形势的发展，目前农村面貌发生了根本变化，普遍建立了人民公社，人们共产主义思想不断增长，社会主义建设的速度不断加快。在这新形势下，林业工作必须加速发展，普遍提高，才能适应社会主义建设事业对木材生产的需要，才能彻底改变自然面貌，根治自然灾害，保证农业生产稳定丰收。同时迅速实现园林化，以创造劳动人民美好的生活环境。为了达到这任务，我们必须与天争时，与地争利，大力进行林业技术革命，要达到生产机械化，林木丰产化，林产利用化学化。以满足社会主义对木材生产逐年增长的需要。

资本主义国家以及过去旧的看法，认为林业是长期性的，但是自从我们大跃进以来全国林业涌现出很多的快速丰产林，丰产苗，如贵州锦屏6年生杉木，胸径16—18寸，最大者22寸，平均高10米以上，已达成材标准。浙江金华北山林场，在1956年造杉木20余亩，1958年8月调查，从5月中旬到8月下旬新长1—1.3米，平均每天长1.1寸，这是由于选择地点良好，采用健壮苗木，适当进行密植，林地进行深耕的结果。如黑龙江省尚志县一面坡，1952年春栽的落叶松林到1958年高约7米左右，平均一年长1米，在这基础上再跃进一下还可以加速，又如湖北恩施高岭林场，位于1800米的高寒地区，进行华山松密播，亩产140万株，又如湖北随县谢家寨林场获得亩产130万的马尾松丰产纪录。广东信宜6年生樟脑桉胸径26寸，树高16米。这些丰产都是在破除迷信，解放思想，鼓足干劲，力争上游，建设社会主义思想指导下的巨大收获，这类丰产事例很多，不胜枚举，这有力地驳斥了森林生产是长期性的说法，证明林木完全可以速生和丰产。

按林业部最近规划全国18亿亩荒山荒地，在1958年造5亿亩，1959年造6亿亩，1960年全部实现造林任务，但按各省市规划，在1959年底就可以完成任务。造林数量之多，是有史以来从来没有过的伟大创举，即以1958年来说原定全国造林任务6420万亩，但一再跃进在上半年全国就共造林二亿二千多万亩，超过解放以来8年的总和。至1958年12月5日止全国造林计493,837,416亩，其中云南第一，计4902万亩，而贵州、四川、甘肃等省亦均在4千万亩以上，北京市完成计划的363%，计363万亩，为百分比最高者。

由于人民公社成立以来，鼓足干劲，力争上游，党委领导，各地人民公社涌现出很多丰产苗圃，丰产林，如新疆维吾尔自治区前进人民公社，采用户户锁门，人人上阵，猛攻十昼夜的冬季造林，取得辉煌成绩。由于破除迷信，解放思想，发挥了劳动人民智慧，过去认为插条不易成活的，如洋槐、苦楝、枫杨、木麻黄、桉、胡桃、杏、桃等都插活了，即以江苏句容来说用插条即扩充了育苗面积22000亩，培育苗木1.1亿株，在目前种源缺

少的条件下，使造林得到了有力的保证。至于采种工作成绩亦很巨大，1958年計采种775,59,526斤为今后造林和园林化打下良好基础。

由于全国各地造林不断跃进，黑龙江省的造林工作也在大跃进中，預計第二个五年計劃要造林700万公頃，四旁綠化15亿株，采种5200万斤，育苗5万公頃。由于人民公社的优越性，高度发挥了热爱劳动的革命干劲，全国各地不断涌现出千亩林，万亩林；如江苏提出一人千株的口号。

由于我国加速綠化，保证了木材用不完，桑柞采不完，城镇村庄变成富饒美丽的林园，消灭了荒山荒地，采伐迹地迅速完成更新，加速四旁綠化，达到了美化，香化，綠化，园林化，使远山远地森林化，近山近地桑果化，农田牧野林网化，城镇村庄公园化，路水渠旁林蔭化，使自然面貌一新，大地綠色葱翠，森林旗布，花果滿园，让风沙止步，河水馴服，风調雨順，五谷丰登，为全国人民創造风光秀丽，鳥語花香的美好生活环境。誠为民歌所唱：碧綠树木圍村庄，道路二旁濃蔭涼，大小河渠长滿树，到处都是好风光。

苏联专家B.И.考尔达諾夫对我国綠化計劃评价說，那时中国森林分布将要大大改变，这样工作只有在进行着社会主义建設的国家，才能有計劃地来进行。世界上沒有一个国家人工造林的規模有中国所計劃的那样大，在人类历史上有非常重要意义的。

我国林业如此飞跃发展和巨大收获，这是由于党和毛主席的英明领导，各级党政领导干部亲自带头，政治挂帅，思想领先，发动群众，使造林运动成为广大群众自觉的行动，同时由于苏联和苏联专家帮助和指导下的伟大成果，使我们造林事业从手工制作很快地向机械化迈进。

回忆一下旧中国的林业情况，自从封建統治以来到国民党反动統治是长期破坏森林时期，如秦始皇造阿房宫大量濫伐四川森林。在三国时代因战争关系大量燒毀森林，常把几百里的森林化为焦土，如諸葛亮燒北望坡，陆遜燒虢亭。从晋朝到清朝由于不断摧毁森林，經常发生水災、旱災黄河改道等。清代汉奸曾國藩为了抵制太平天国农民革命，采用坚壁清野的政策，使长江中下游两岸森林摧毁殆尽。推翻清朝后，軍閥混战，各霸一方，結合地主私商进行濫伐盜卖。反动国民党統治时期，破坏尤甚，如四川峨边林区近一千平方公里的林区进行有組織的大面积濫伐。

帝国主义对我国森林资源的掠夺也十分严重，如日本帝国主义大面积濫伐我东北的优美森林，从1931—1945破坏了东北二百多万公頃优美的森林，掠夺了一亿立米的优良木材。

在所有的资本主义国家由于土地私有制，因此造林事业是不可能得到发展的，如英国的造林方案为地主貴族所反对，认为土地私有，私人可以自由支配，因此造林計劃一再縮減，如1949—1951年原計劃造20万公頃，結果仅造了16分之1，而且密度很稀。至于美国原有森林占国土一半以上，可以开发利用的也占国土的23%，但几十年来把50万平方公里的森林几乎砍光，許多州已沒有森林，使四分之三的土地发生冲刷，損失植被，和地力衰退，造成災害和歉收。至于他們的造林計劃也从来没有完成过，常常仅能完成任务的十分之一左右。又例如美国1956年造林366170公頃，而我国在1956年春季（秋季不包括在内）就造4190000公頃超过美国12倍，加上秋季那就超过几十倍了。如

第一篇 森林种子事业

乔灌木种子是播种造林及植苗造林的基本材料，没有足够的品质高的种子，是很难完成造林及园林化的任务的。因此林木的种子工作是一项很重要的工作。

自从人民公社化开展以来，只单纯的绿化已经不能满足人民群众的要求，党中央提出要在若干年内人民公社要尽快的园林化，（……在平地，山上和水面都可以大种其万紫千红的观赏植物，实行土地园林化），这就需要大批各种乔灌木的种子。

由种子培育的森林优点是很多的，生活力强，生产率高，稳定，长寿等等。但有些树种，如杨、柳、樺木、杉木、柳杉等虽然可以用人工更新或分殖法造林，但代代采用此法会使阶段衰老，生长不良，寿命短材质不坚，抗病力弱等，因此应尽量采用种子繁殖的方法。

森林种子事业是从经营及造林的观点阐述种子的特性及品质，每一个林业工作者必须很好的掌握这一环，但是这件工作目前问题还很多，如母树林的培育，经营，管理，种子调拨范围的确定防止生物及气象危害，种子的贮藏方法，及促进发芽的方法，种子检验站的建立等都迫切的需要研究解决，因此同学们在学习过程中也应敢想敢干，为祖国林业科学的发展而贡献出最大的力量。

为了完成祖国大地园林化的任务，我们必须了解树木结实的规律，影响种子品质及产量的因子，种子成熟及采集问题，种实的调制，贮藏催芽的原理及技术，种子品质鉴定的方法，种子等级及调运，如何组织种子工作等问题。

第一章 林木的结实

第一节 乔灌木果实及种子的特征及识别

果实及种子是完成造林工作的基础，林业工作者常常要接触种子，确定种子成熟期，采种，种子处理及鉴定等工作，因此必须从外部形态上能区别种子及果实，并进一步识别它们。

一、果实及种子的概念：

种子是由受粉后的胚珠发育而成，如果受精后子房与胚珠同时发育，则叫果实如果实只是子房壁发育而成叫真果，如花的其他部份，花托，花萼也参加了果实的形成则为伪果（假果）但在林木中往往因用果实直接播种，时常被人误称为种子如樺、赤杨、榆、柞等。另外也有人称孢子为种子，实际上孢子与种子是有根本区别的：

1. 种子为高等植物中的显花植物所产生，而孢子为下等植物中的隐花植物所产生。
2. 种子有胚，可发育成未来的子植物体，而孢子无胚。

二、果实及种子的特征：

1. 果实的分类及特征：真果根据其果皮的特征分为干果及肉质果，干果又可分开裂干果，及不开裂干果，开裂干果成熟时果皮开裂，种子脱落，不裂干果果皮坚韧，成熟时不开裂。

属于开裂的干果有：

(1) 蒴果：多种子的单室或多室的果实，由二心皮或多心皮组成。蒴果的开裂方式很多，有瓣裂，齿裂，盖裂，孔裂等等。如杨、柳、丁香、桉树、卫矛、樟树等。

(2) 蓇葖果：多种子单室的果实，常由一个心皮组成，成熟时开裂，如八角。

(3) 荚果：单室多种子的果实，由一心皮组成，成熟时沿腹背两缝裂开，如洋槐、葛藤、紫穗槐、合欢、锦鸡儿等。

属于不裂干果的有：

(1) 瘦果：单粒种子的果实，它有与种子分离的膜质或软革质的果皮如向日葵。

(2) 翅果：带有翅状膜质附属物的瘦果如榆、槭类、花曲柳、水曲柳等。

(3) 坚果和小坚果：坚果是单粒种子的果实，种子外部包有与种子分离的木质果皮。如榛子、橡实由三个心皮组成，水青冈等。颗粒较小的坚果称为小坚果如椴树干、金榆等果实。

(4) 颖果：果实仅含种子一粒，其子房壁与种皮全愈合如竹类。

肉质果的果皮多肉质，含水量多。成熟时含水分达70—80%，肉质果在成熟前多为绿色，成熟时变为鲜艳的颜色，可分为：

(1) 浆果：一般为多子的果实由一个或几个心皮形成的，中果皮肉质，内果皮成分离的浆汁细胞如葡萄、柿子、黄堇、茶藨子、接骨木等。

(2) 核果：单粒种子的果实，外果皮很薄，中果皮肉质化，内果皮细胞木质化成为厚壁组织，包在种子之外成为果核如胡桃、桃、杏、李、鼠李、稠李等。苹果及梨等由于他们多汁多肉可以称为肉质果，但从果实形成来看又属于伪果。

球果：胚珠和种子着生在果鳞上组成球果，各种针叶树果实多为球果。

聚合果及复果：聚合果一朵花里生了很多的雌蕊，每一个雌蕊形成一个果实，这些果实聚生在一个花托上，则组成了聚合果如悬钩子属的果实是由许多核果构成的，复果是由整个花序形成的果实如无花果、桑椹等。

我们根据以上果实的分类及特征则可识别不同树种的果实：
2. 种子的类型及特征：种子可分有胚乳及无胚乳两类型：有胚乳种子的胚乳在形成胚的时候已经完全被消化吸收了，则成熟的种子只有种皮及胚而没有胚乳营养物质贮存在子叶中。如丁香等木犀科的种子，锦鸡儿等，豆科的种子。无胚乳的种子是由胚、胚乳、三部分组成的。如红松、侧柏、榧等。胚是由胚根、胚茎及子叶组成，在子叶中间还有胚芽。

在种子之外有特殊之器官即脐，发芽口，条脐及内脐等。
(1) 脐：种子附着于珠柄的地方或无珠柄附着在胎座之处叫脐，其通常因种皮色不同而异，有淡，有浓其形状有线状的，椭圆形的，楔形的，也有脐突出于种皮的，有凹入种皮的。另外根据脐在种子上的位置可分三类：

甲、脐位于种子之先端者，如松科种子。

乙、脐位于种子之基部者，如蓼科、胡桃科的种子。

丙、脐位于种子之腹面者，如豆科之种子。

(2) 发芽口：在珠孔的地方叫发芽口，有的种子明显，有的不明显也有的在发芽口上有一疣状物又叫口疣。

(3) 缝腺或脐条：倒形胚珠的种子，在种皮外面，有一狭长之隆起或细线或为沟，名曰缝腺或脐条。豆科的种子上段明显脐条有长有短，可区别不同类种子。

(4) 内脐或合点：脐条之终点叫内脐或合点维管束由此分歧而入种子内部，普通都稍隆起。

(5) 疣瘤：脐旁之隆起或沿脐条之隆起称疣瘤。

另外，种皮因种子种类不同，也有不同，有的光滑有的表面生满皱纹，毛，斑点等。种皮有各种不同颜色，也是区别种子的重要标志。

在识别种子的时候，往往外部特征是不能区别，这时可进行内部解剖，检查胚的形状颜色，有无胚乳。胚及胚乳的滋味等。如松柏科的种子有油脂香味，云香科种子有橘油味等。

三、果实及种子的识别方法：

首先要采集及收集各种乔灌木成熟的种子标本。不但要识别某一种，而且要将相近似的种子进行比较，仔细观察各种种子的特征。除以上可讲的特征外，种子大小、形态、颜色、光泽、气味等，也是重要特征，如外部形态观察后还不能识别则可将种子浸一到二天，然后解剖，观察其内部构造；进一步加以识别。

种子识别必须经常进行观察了解，抓住其主要特征才行。

第二节 林木结实的一般知识

一、林木结实的开始：

乔灌木树种是属于多次结实的多年生植物，这种植物又叫多年生多稔植物，它们开始结实的年龄决定于树种本身的生物学特性及其所处的环境条件如何，在自然情况下，大多数乔木的繁殖阶段开始于10—25年，灌木在3—8年以后，孤立木的繁殖开始期较早，而林木的繁殖开始期较迟，因此，我们了解树木结实的内在原因及外在条件，就可人为的有意识的促进树木结实，我们研究木本植物的发育，以及通过各发育时期对环境条件的要求是了解树木结实的关键性问题，必须进行深刻的研究。

乔灌木树种，从种子发芽起到整个植物死亡时为止，经过若干个性质不同的发育龄期，这一段时间称为木本植物大发育时期。米丘林曾把它划为性质上不同的三个龄期：即幼年期，成熟期及老年期，每个龄期都有它一定的生理特性。

幼年期：从种子萌芽到第一次形成性细胞以前，这时期有机体各部份具有极显著的可塑性，对外界环境条件具有较广泛的适应性，比较耐荫，没有形成性细胞及结实的能力，当乔灌木开始开花结实，是这一发育阶段完成的标志，这时开始进入结实期。

育 成熟期：结实若干年之后，进入成熟期此时植物对外界环境条件的适应性较差，特性及性状已较固定，这时具有旺盛的生长力生活力，结实能力提高，对光的要求提高，并能抵抗不良的外界条件。

老 年期：失去可塑性，生理作用衰退，枝梢开始枯死，这时树木常常遭受严重的病虫害。

米丘林划分的三个龄期中对树木特性的分析，在采种及营养繁殖上都有其实践意义，不同树种通过这三个龄期的时间不同，苏联林学家达依洛夫，根据米丘林的分期法，进行了多次实验的结果，将一些主要造林树种进行了研究。了解了各树种开始结实的时间，结实的持续期，老年期，由此可确定各树种最适宜的采种期。

表一、各树种通过各年龄阶段所需时间

树 种	年 龄 间 隔 (年)		
	幼 年 期	成 熟 期	老 年 期
松 杉 树	20—30以下	30—80	80—100
云 杉	40—60	60—100	100和100以上
樺 木		25—60	60以上
山 楊	15—25	25—40—50	50—60

多年生的木本植物在其每一年的发育过程中，也要通过不同的阶段，它们的芽每年都经过发芽——放叶——开花——结实——形成新的顶芽，这段过程称为木本植物发育的小周期，每年嫩枝的生长把发育小周期与大的周期连系起来。

根据达尼洛夫的研究，我们知道木本植物各龄期的长短，对同一树种来说也不是固定不变的，在外界条件的影响下，各龄期的时间可能长，也可能短，如我们人为的改变环境条件，当然也就控制了各龄期的长短，这问题我们还需进一步仔细研究，这对于提高母树的结实量及丰产林均有重要意义。

在研究米丘林学说的基础上，李森科院士又创造了植物发育阶段的理论，阐明了生长与发育是不同的现象，生长是数量的增加，而发育是质的变化，也是同化了外界环境条件的结果，植物为了通过每一个发育阶段，而就需要适合于植物的综合的外界环境条件，李森科认为所有的阶段变异，都发生在茎的生长点上，这些变异通过细胞分裂，由母细胞传给子细胞，发育阶段最幼的细胞在茎的基部，在发育阶段最老的细胞在茎的顶部，这理论对于我们造林工作中的无性繁殖与良种繁育工作是有很大指导意义的。

木本植物在休眠期中，进行着一些极重要的生理作用，通过小周期中的黑暗阶段，研究证明通过黑暗阶段，芽细胞内进行着与发育有关的物质转化，由于这些转化，为细胞的形成打下了基础，通过了小周期的光照阶段，是发育完全和完成生长所必须的。如洋槐、槭、椴、樺等在北极的长日照下，不能很好的进入休眠状态，缩短日照长度可以加速它们进入休眠状态。

乔灌木树种虽然每年都能完成小周期，但在大周期的幼年阶段只能形成枝叶，没有形成花芽的能力，木本植物不能在播种当年或第二年就开花结实这问题可提出以下三种假说：

1. 木本植物对外界条件影响的时间应更长些，只一、二次是不够的，必须经过若干年多次影响才能发生作用。
2. 木本植物可能仅在一定的龄期时，对一定的外界环境条件发生感受，如必须通过幼年期才有感受。
3. 认为木本植物完成发育阶段到开始开花，需要一定的营养物质，所以其所需要的时间较长。

根据以上三个说法，其中最后一个比较符合实际，苏联柯洛米也茨研究证明以果树为例，把果树结实以前的时期，再分为两个阶段，即阶段发育时期及积累开花结实的物质时期，他用改善了营养条件的方法提早了结实，柯化以为阶段发育准备好了的植株只有细胞液达到相当高的浓度时，才能开花，所以无论是改善营养条件或是因为偶然的危害（如干旱、虫害等），只要是它们的影响提高了细胞液的浓度，都会使树木提早结实。

乔灌木结实的早晚，除决定于树种之外，其主要的是决定于土壤的营养条件，光照及光合作用的条件而定，另外，植物本身的发育状况也是主要的，例如：

孤立木与林木，即孤立木结实早，而林木开始结实晚，因孤立木树冠所受的光照面积大，光合作用旺盛而且孤立木营养面积大，因此营养物质积累较多，结实早。

速生树种比生长缓慢的树种结实早，因树木开始结实的年龄，就是当高生长达到顶点之后，由于高生长的停止或降低，而留下一部份贮藏物质供给开花结实用，速生树种，桦、山杨等高生长停止较早，因此其开花结实的早，另外速生树种其本身的生物学特性也决定了的，一般均喜光，生长快，当然发育也快，所以结实早。

另外萌芽林比实生林结实早，人工林比天然林结实早，南方树木比北方树木结实早。

二、林木结实的周期性：

经过了幼年期发育阶段以后，在发育阶段上虽然已准备了开花结实的条件，已经达到结实年龄的树木，并不是每年都能结实（如云杉等）即使有些树种每年都结实，但每年的产量也可能相差很大，例如：油松每公顷种子产量变化在 1.1—22.8 公斤之间，据各年种子产量的多少，可分为歉年（小年）和丰年（大年），当种子产量不小于产量最多年份的 70% 时称为丰年，产量少于丰年 10% 时为歉年，在丰年与歉年之间还有产量良好，产量中等和产量少之分，乔灌木树种丰年的周期性，称为结实的周期性。树木结实周期的长短是受很多因子影响的，因此其长短不是固定不变的，我国几种主要树种结实的周期性如表三，（这是自然情况下的结实周期性）。

形成结实丰歉的主要原因有二：一是营养物质不足，一是因为某些自然因子的为害。营养物质条件与结实有密切的关系，已经开始结实的树木，形成花芽主要决定于营养条件，在大量结实（丰年）的年份，由于开花结实，和形成种子都需要消耗大量营养物质，这时有机体所形成的营养物质也首先满足开花结实的需要，根据对果树的研究证明，因开花结实消耗了大量的碳水化合物，因而氮的合成作用没有达到形成蛋白质就停

表二、我国几种造林树种的结实间隔期

树 种	間隔年	地 区	(备 註)
落 叶 松	3-5	山 西、吉 林	山西5年, 吉林3-5年
紅 松	3-6	黑 龙 江	
云 松	3-5	" "	
黃 波 蘿	2-3	吉 林、黑 龙 江	
楊、柳、榆、洋槐、黃 櫨、樺木、白腊	0-1	辽 宁、华 北	洋槐、樺、多为隔一年
水曲柳、花曲柳	1-3	吉 林、黑 龙 江	
大 叶 桉	0-4	华 南	在华南地区多是年年 结实
胡 枝 子、荆 条	0	黑 龙 江、华 北	年年结实
紫 穗 槐	0	辽 宁、华 北	

止了,而大部份形成了简单的含氮物质,如氨基酸及其类似的物质,但花芽形成需要很多的有机氮化物。大量结实的年份,不仅消耗当年合成的有机物质,并利用了树干中积累的淀粉,所以还会降低树木的生长。

根据古纳尔对苹果的观察指出,大量结实的年份,新枝不能很好的生长,不能长成果枝,而影响到次年的结实量。这时已经形成的花芽在开花结实多的年份,花芽分化迟并且过早停止分化不能充分发育。在花芽开放的时期,如植株因前一年大量结实,养分水分不足,就会降低生殖细胞的繁殖力,减低受精能力,减低幼果及果实树上的着生力等。由此可看出,即使形成花芽也不易分化,即使已经开花,但也不易形成果实,所以创造良好的营养条件,充分满足植株对水分,无机养分,光照及温、热的要求是消灭歉收年的重要方法,在果树栽培方面已经采用施肥,疏花和整枝等措施配合着精细的管理工作(休閑、中耕、除草、松土等)因而可以克服果树隔年结实的现象,上述的各项措施如我们恰当的应用到母树林上,也会得到良好的效果。

三、林木结实对规律性:

苏联普拉夫金在全部计算了所有伐倒木的球果数量之后,经过研究得出以下结论,即林分内林木的结实有其一般规律,结实量一般是决定于树木的,高及直径,结实量与树木直径之间存在着直线关系。

$$y = ax + b$$

$y = \text{结实量}$ $x = \text{树木直径}$ $a, b = \text{常数}$

适于云杉的方程式为 $Zp = 15.7d - 189$
 $Zp = \text{球果数}$ $d = \text{树干直径}$

生长旺盛前结实量是直线

生长旺盛后结实量是曲线

直径 (m)	15	20	25	30	35	40	公式	$ma + b \sum x = \sum y$	
y (结实量个)	45	125	200	280	360	400	$\max + b \sum x^2 = \sum xy$		
$\sum x$	15	45	225	675	165	4975	$6a + 165b = 1410$	(1)	
$\sum x^2$	225	400	2500	165	4975	165	$165a + 4975b = 45175$	(2)	
$\sum xy$	675	2500	165	4975	232650	165	$165x(1) = 980a + 27225b = 232650$	(3)	
$\sum x^3$	3375	8000	15625	27000	42875	64000	$6x(2) = 990a + 29850b = 271050$	(4)	
$\sum x^4$	50625	160000	390625	810000	1500625	2560000	$(4) - (3) = 2625b = 38400$		$b = 14$
$\sum x^5$	759375	2430000	6103500	12367500	22390625	34432000	代入(1)式 $a = 150$		
$\sum x^6$	11390625	46656000	152587500	421875000	1001093750	1679616000	$\therefore y = 14x - 150$		
$\sum x^7$	170859375	794640000	2814726250	8164062500	19775390625	40963840000	$Zp = 14D - 150$		
$\sum x^8$	2592578125	11010000000	39062500000	110100000000	274425781250	501191040000			

如直径为 20 cm 之云杉其结实量按照公式为

$$Zp = 20 \times 14 - 150 = 130 \text{ 个}$$

其他树种都有结实规律性：

但我们知道一个林分内每株树木结实情况并不是受一个因子影响，而是受外界环境综合的影响。有时观察中会发现直径相同的树木其结实情况的差异也是很大的，这与以上我们所说的结实的规律性并不矛盾。因为每株树木的结实不仅决定于外界环境条件，而且还决定于内在的遗传性，这种遗传性可能在外界环境条件变化下发展起来，例如：林业科学所在山西调查落叶松的情况指出，同一林分在于闭度，年龄，树高等等因子都相等的条件下，则每株所结之球果 312, 170, 77, 26……都不一样，又例如表三。因此我们不能片面的根据公式来看问题，应把多方面的因子，(内在的、外在的)综合起来研究问题。米丘林告诉我们根据树种的生物学特性及其外界条件，经营特点综合来选择我们的采种母树。

表三、油松的直径与球果产量的关系

球果直径	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
样本号															
0125	1	0	2	2	3	1	3	11	15	16	21	16	22	7	6
0126		2	3	13	14	19	22	14	21	6	5	1			

四、林分内种子及果实产量的分布:

根据观察及研究证明了即在一个林分内，树木结实的情况变异性也是很大的。即是同龄林，其各组成林木也是不相同的，而且差别很大，这是由于组成林分林木的阶段发育不同而产生的。首先种子品质不同，其次播种后，每粒种子所处的环境条件不同，如

土壤的物理化学性质和微生物的数量，活动情况不同，由于每株林木的地下部份情况不同，当然其生长情况也受影响，使苗木（幼树）有不同的生根能力，同化能力及对不良环境条件的抵抗能力。另外尤由这一部份林木处于较好的光照及营养条件，而生长发育较快，另一部份条件不好，则生长发育缓慢。这样则阶段发育的情况就不一致，所以凡是转入成熟期较早的林木，则所处的条件较好，结实较早，并且结实量多。

根据研究证明在同一林分中，其生长发育为 I 级的树木结实最多，但是他的总株数比较少。而 II 级木株数最多，所以林分种子产量以 II 级木为主。油松、云杉等各級林木结实情况见表四。

表四、各级林木的结实情况

表四、各級林木的結实情况							
树 种	年 龄	克 拉 夫 托 級					备 註
		I	II	III	IV	V	
		林 木 結 实 %					
油 松	33	100	64.3	35.9	0	0	山西管岭山林区資料
	40	100	45.4	40.5	6.1	0	
	46	"	28.8	15.1	0	0	
华 北 落 叶 松	23	57.8	36.1	6	0.1	0	
落 叶 松	32	"	47.8	20.3	5.5	0	山西关帝山和管岭山林区
云 杉	90	"	88	37.5	0.5	0	苏 联
云 杉	120	100	100	38	7	0	"
西伯利亚落叶松	170	100	23	4	0	0	苏 联
松	100	100	62	18	1	0	
樺 木	45	100	33	17	0	0	

根据苏联的研究，在布良斯克实验施业区的 120 年生的松林中 II 级木产量占 70—71%，I 级木产量 14—16%，云杉林 II 级木占 61%，I 级木占 26%，又在苏联调查 90 年生的云杉林内 I—III 级树木的产量占 98%，在 120 年的云杉林内 I—III 级树木的种子产量占 99%，所以，一般 I II 级木的产量占总产量的绝大部分。

从种子品质来看，其 I 级所采的种子最好发芽率高，空粒少，II 级所采的种子较好，III IV 级的差一些例如表五。

表五、油松云杉各级林木的种子品质

发育级	发育级					备 註
	I	II	III	IV	V	
发芽率	I	II	III	IV	V	备 註
年 龄	I	II	III	IV	V	
33	34.1	51.2	14.7	0	0	油 松
40	47.0	37.9	14.8	0.3	0	
46	72.2	22.3	5.5	0	0	
80	51.0	36.0	13.0	(III-IV 级木)	0	苏 联 云 杉

最初随着年龄的增长,结实林木株数不断增加及树冠不断扩大,林木的结实量也不断增加,这种情况一直延续到林木平均生长量达到最高值时为止,以后在很长一段时期内种子产量就停留在同一水平内,一般由年龄较高树种组成的林木直到老年产量也很高。幼龄林的种子品质一般并不比成熟林的低,相反,也许还要高一些,所以一般在较年幼的林子里采种,尤其是把种子拿到其他条件下播种时,就显得更优越一些,因这时种子可塑性大,对外界环境条件的适应性很强但结实量较少。老年期的林分,一部份林木死亡,种子产量也开始下降,而且种子较小,品质较差。例表六:

表六、云杉年龄与球果和种子质量的关系

项 目	林 龄	
	20	75
球 果 长	9.3	8.6
种 子 千 粒 重	5.8	5.15
绝对发芽率	97.0	91.0

其次歉收年的种子品质较丰产年的差,歉收年种子空粒多,病虫害多,因此应尽量用丰产年的种子播种。

五、果实及种子重量大小的变异:

同一个树种的果实及球果的重量,由于不同的气候,立地条件,年龄,生长情况,树木的外形,各种害虫的侵害,个别树木的特性等的不同,可能有很大变化,同一树木虽然各条件相同,但其球果和种子的重量及大小也因结实在树冠的位置,丰产的程度,成熟及发育的条件不同,而異。甚至在红松、云杉等树的同一球果中,各粒种子也不相同、最重最大的种子在球果中部,例如苏联的研究云杉——最长的球果在树冠的东南方上部,松树最长的球果在树冠中部,球果愈大愈重,种子的重量地愈大如表八。

表七、杉木球果大小与种子重量

每 斤 球 果 个 数	每斤球果种子数	每斤球果种子重
25	1925	9.54
35	2085	7.49
45	1980	3.16

气候愈冷,海拔愈高,生长条件愈坏则球结的大小及重量愈小,树木所生长的纬度不同,变异也很大,例如我国对马尾松的调查,种子的重量(千粒重),江西9.77,广西10.00,湖南10.63,四川11.53,福建12.13。因林木由生长较适合的条件到不适合的条件,种子重量则不断减低,因此立地条件愈好,土壤营养条件愈好,种子则愈大愈重,从各生长发育级来看,一般的因母树的生长条件及营养越好,则球果的长度及种子重量愈大。

种子及果实本身的重量和大小发生变异，对于用它播种所生长的幼苗影响很大，因此为了培育茁壮的幼苗，必须重视采种及选种工作要品质优良的林分中采种，选择品质好的种子来播种。

第三节 影响林木种子产量的因素

在自然界里，我们时常看到同一树种如果它们生长在不同的地区，则其开始结实的年龄，结实周期的长短及种子的产量质量等都将发生相应的变化，因为环境改变了，这样我们越是透彻了解到环境与结实的关系，就越能够有意识的促进树木的结实。

一、气候条件与结实：

在气候条件中温度，降水量，与光是影响树木结实的重要因子。

在各条件中对温度研究较多，气候愈温暖，开花结实也越早，同一树种生长在寒冷地方则结实次数少，根据苏联的研究松树在不同纬度其由结实周期不同。如表八：

表八、松树地理分布与结实周期的关系

地 区	纬 度	结 实 周 期
中 欧	68°N	2-3
苏 联 中 部		4-6
果 里 半 岛		10或10年以上

又如苏联的长柄橡，在西欧几乎每年都丰富结实，但在较寒冷的苏联中部各州每隔4-7年才丰收一次。

苏联研究欧洲赤松，只有6-9月的平均温度不低于11-12度的地区才能很好的结实。

气候也影响种子质量，气候温暖，生长期长，种子也越大，越重，例如表九，产地不同种子品质不同。

表九、种子品质与产地的关系

树 种	产 地	大 粒		中 粒		小 粒	
		千粒重 (公分)	发芽率 (%)	千粒重 (公分)	发芽率 (%)	千粒重 (公分)	发芽率 (%)
油 松	西 陵	40.15	68.1			28.31	64.0
	五 当	43.29	81.5			31.85	73.8
	管 岭 山	42.94	87.6			32.51	86.3
侧	五 当	29.73	65.4	23.25	61	16.32	58.8
柏	霍 县	28.36	78.3	22		16.13	69.4
	泰 山	30.81	87.5	24	8	18.27	86.0