

华图教育

广西林业厅直属事业单位

林业基础知识备考手册



华图事业单位
SYDW.HUATU.COM

华图教育·事业单位

目录

第一篇 专项岗位知识	1
一、岗位职责.....	1
二、岗位素养.....	1
三、岗位相关政策与法律法规.....	2
第二篇 专项理论知识	3
第一章 种植制度.....	3
第一节 种植制度与作物布局.....	3
第二节 复种.....	9
第三节 间、混、套作.....	11
第二章 林木发育与结实.....	16
第三章 林木种子采集、调制与贮藏.....	20
第一节 理论基础.....	20
第二节 种子采集、调制与贮藏技术.....	25
第四章 苗木培育.....	32
第一节 苗圃建立.....	32
第二节 苗木生产.....	37
第三节 苗木出圃与贮藏.....	47
第五章 森林营造.....	49
第一节 造林概述.....	49
第二节 树种选择.....	51
第三节 造林施工技术.....	55
第四节 中、幼林抚育、间伐.....	63

第一篇 专项岗位知识

一、岗位职责

具体岗位对应的职责有所不同，但从事涉农涉林事业单位工作岗位都有以下职责：

（一）贯彻执行中央、省、市农业农村经济发展和林业发展、林业生态环境建设的法律法规、方针政策；组织区域农林业和农村经济政策调查研究；拟订区域农林业和农村经济中长期规划和年度发展计划，经批准后组织实施。

（三）指导农林生产，落实促进主要农林业生产发展的政策措施；组织各类农林业基地及工程项目建设和种苗管理，负责农林业资金的管理和使用。

（四）实施科教兴农（林）战略，推广农林新技术；组织实施农业领域的高新技术和应用技术研究、农业科技成果转化和技术推广。负责农业科技成果管理，组织引进农业先进技术，指导农技推广体系改革与建设。

（五）负责农林产品质量安全监管；负责对农林业投入品（种子、农药、兽药、饲料、饲料添加剂、肥料等）质量的监测和依法监管。

（六）承担农林业防灾减灾工作，提出生产救灾资金安排建议，指导紧急救灾和灾后农林业生产恢复工作。

（七）负责农林业重大有害生物防治和重大动物疫病防控；

（八）指导农林业生态环境保护建设，促进生态农林业的发展；组织保护并合理开发利用林地、湿地和水生、陆生野生动植物资源；指导、监督和协调造林绿化、森林防火工作。

（九）承办区委、区政府及上级业务部门交办的其他事项。

二、岗位素养

1. 具备扎实的数学、物理、化学等基本理论知识；
2. 掌握生物学科和农林学科的基本理论、基本知识；
3. 具备农业生产，特别是作物生产的技能和方法；
4. 具备农林可持续发展的意识和基本知识，了解农林生产和科学技术的科学前沿和发展趋势；
5. 熟悉农业生产、农村工作的有关方针、政策和法规；
6. 掌握科技文献检索、资料查询的基本方法，具有一定的科学研究和实际工作能力；
7. 有较强的调查研究与决策、组织与管理、口头与文字表达能力，具有独立获取知识、信息处理和创新的 basic 能力。

三、岗位相关政策与法律法规

(二) 中华人民共和国森林法

(1984年9月20日第六届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过 根据1998年4月29日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议《关于修改〈中华人民共和国森林法〉的决定》修正)

第一章 总则

第一条 为了保护、培育和合理利用森林资源，加快国土绿化，发挥森林蓄水保土、调节气候、改善环境和提供林产品的作用，适应社会主义建设和人民生活的需要，特制定本法。

第二条 在中华人民共和国领域内从事森林、林木的培育种植、采伐利用和森林、林木、林地的经营管理活动，都必须遵守本法。

第三条 森林资源属于国家所有，由法律规定属于集体所有的除外。

森林、林木、林地的所有者和使用者的合法权益，受法律保护，任何单位和个人不得侵犯。

第四条 森林分为以下五类：

(一) 防护林：以防护为主要目的的森林、林木和灌木丛，包括水源涵养林，水土保持林，防风固沙林，农田、牧场防护林，护岸林，护路林；

(二) 用材林：以生产木材为主要目的的森林和林木，包括以生产竹材为主要目的的竹林；

(三) 经济林：以生产果品，食用油料、饮料、调料，工业原料和药材等为主要目的的林木；

(四) 薪炭林：以生产燃料为主要目的的林木；

(五) 特种用途林：以国防、环境保护、科学实验等为主要目的的森林和林木，包括国防林、实验林、母树林、环境保护林、风景林，名胜古迹和革命纪念地的林木，自然保护区的森林。

第七条 国家保护林农的合法权益，依法减轻林农的负担，禁止向林农违法收费、罚款，禁止向林农进行摊派和强制集资。

国家保护承包造林的集体和个人的合法权益，任何单位和个人不得侵犯承包造林的集体和个人依法享有的林木所有权和其他合法权益。

第八条 国家对森林资源实行以下保护性措施：

(一) 对森林实行限额采伐，鼓励植树造林、封山育林，扩大森林覆盖面积；

(二) 根据国家和地方人民政府有关规定，对集体和个人造林、育林给予经济扶持或者长期贷款；

(三) 提倡木材综合利用和节约使用木材，鼓励开发、利用木材代用品；

(四) 征收育林费，专门用于造林育林；

第十一条 植树造林、保护森林，是公民应尽的义务。各级人民政府应当组织全民义务植树，开展植树造林活动。

第十二条 在植树造林、保护森林、森林管理以及林业科学研究等方面成绩显著的单位或者个人，由各级人民政府给予奖励。

本法自 1985 年 1 月 1 日起施行。

第二篇 专项理论知识

第一章 种植制度

第一节 种植制度与作物布局

一、种植制度的特点及类型

（一）种植制度特点

种植制度是耕作制度的核心部分，指一个地区或生产单位的作物布局与种植方式的综合，包括作物布局、复种和轮作（连作）问题。合理的种植制度应体现当地生产条件下农作物种植的优化方案，具有以下 5 方面的特点。

1. 注重提高土地利用效率和单位耕地面积的年生产力，能持续增产、稳产并提高经济效益。
2. 以作物的生态适应性为基础。合理的种植制度应做到因地制宜，趋利避害，充分发挥当地的自然资源优势。
3. 以多元多熟种植为途径。协调种植业内部粮、经、饲作物的关系，夏粮与秋粮的关系，主粮与辅粮的关系等，以及复种和间、混、套作等种植方式和技术。
4. 考虑到社会经济因素。合理利用当地社会经济资源，协调国家、地方和农户之间对农产品的需求关系，促进畜牧业以及林、渔、副等产业的全面发展。
5. 保护并改善资源与环境，保持农业的可持续发展。

（二）种植制度的类型

1. 按集约度划分

(1) 游耕制或撂荒制。人少地多、刀耕火种，几乎无投入的原始自然农业。土地开种植三五年即因杂草丛生或肥力退化而弃耕一二十年，土地利用率低于 50%。

(2) 休闲耕作制。土地种植 1~3 年、休闲 1~2 年，土地利用率为 20%~56%，适于量少的半干旱地区或投入甚少的自然农业阶段。

(3) 常年耕作制。土地连年种植而不休闲，土地利用率达 100%。作物或实行连作，耕或与豆科作物轮作，有一定或较多的人工投入，有的现代化或科学化程度较高。

(4) 集约耕作制。人多地少，气候、土地条件良好，多为平原，人工投入多，科技水平高，单产与产值高，土地利用率高，盛行多熟制或间套作。

2. 按种植业方向划分

(1) 主粮型。离城市较远，工业不发达，农业比例高，人均耕地稍多，一般为平原或低丘，土壤适于粮作、早作或灌溉农业。

(2) 粮经型。除粮食外，经济作物较多。适于粮食基本能自给，而自然条件与市场等较适宜发展经济作物的地方。投入多、积蓄多、商品率高、有一定的风险性。

(3) 农牧型。除种植业外，以农产品及其副产品为饲料来源的畜牧业比例较大。适于人均粮食多、饲料来源广、有广的农产品市场或离城市工矿较近的地方。

(4) 菜农型。适于城市郊区或特殊蔬菜生产地，多为灌溉地。粮食靠购入，投入高，产出收入也高。

(5) 果农型。以种植果树为主。适于丘陵低山区，需有一定的运输与贮藏加工条件。

(6) 混合型。兼有上述各种类型的优点。

3. 按水旱划分

(1) 水田型。以水稻为主，单季稻或双季稻。要求气候温暖湿润，雨量或水源丰富，一般给水量在 1000mm 以上。适应于南方黏土，但北方非黏土也可种植。也适于平原或丘陵上的梯田。投入多、产出多、产值较高，以实行多熟为主。

(2) 水浇地型。造于干旱到湿润地区，在旱地上实行人工灌溉，适于有水源保证的平原，投入高，一般实行一年两熟或三熟制。

(3) 雨养型。无人工灌溉，只靠降雨种植，一般年降水量为 450mm 以上，半干旱地区采用较多，南方无灌溉的湿润区也有分布。在半干旱地区，一般一年一熟；在湿润或半湿润地区，也可两年三作或一年两作。投入较少，农业现代化程度较低，较粗放，产量较低。

二、作物布局的影响因素

一个地区的作物布局在很大程度上取决于作物生态适应性，即作物对环境的要求是否和当地的光、热、水、土等自然条件相适应，这是大范围作物布局的基础；另外，作物与自然植被不同，它的组成与分布在

很大程度上受社会经济、生产与技术等人为因素的影响，两者不能偏废。

（一）生态因素

1. 温度与作物布局。在研究作物布局时，常用到的温度指标有： $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温，即喜凉作物生长的最低（或起始）温度； $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温，即喜温作物生长的最低（或起始）温度；无霜期的长短；某些界限温度如冬月极端最低均温 $-22\sim-20^{\circ}\text{C}$ 为冬小麦北最适界，最热月平均温度 $\geq 18^{\circ}\text{C}$ 为喜温作物的分布下限。

根据 Vant Hoff 定律，温度每升高 10°C ，可使作物的反应速率增加两倍。但温度不是越高越好，超过一定的温度作物生长减慢。同时，作物生长所需积温差别甚大，根据作物对温度的要求，将它们分为以下几种类型。

（1）喜凉作物。要求积温少，无霜期短，可以忍耐冬春低温。一般需 0°C 积温 $2000\sim 2400^{\circ}\text{C}$ ，有较强的抗寒能力、一般生长盛期适温为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。喜凉作物在种植制度中起着两方面作用：一是在无霜期较短的北方或者南方山区作主导作物用，二是在暖温带或亚热带作复播或填闲作物用。除了某些粮食、纤维作物外，一些饲料绿肥作物能够在谷物不能生长的低温下生长或成熟，这是值得重视的。如养麦、糜子、谷子、早熟马铃薯、小油菜、芥菜，以及某些蔬菜、饲料绿肥作物，可作填闲或救荒作物用。

（2）喜温作物。我国多数地区气候温暖，故喜温作物是农业生产中的主体。这类作物生长发育盛期的适温为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2000\sim 3000^{\circ}\text{C}$ ，不耐霜，大致可分为三种类型：温凉型、温暖型和耐热型。

2. 光与作物布局。从全球范围来看，光的分布决定了热量的分布，因而也间接地对作物分布起重要作用。

（1） C_3 、 C_4 作物。 C_4 作物包括玉米、高粱、甘蔗等，约占世界栽培作物面积 30%，其中一半是玉米。这些作物主要分布在辐射量大的热带或亚热带地区，其特点光饱和点高、光合效率高、 CO_2 补偿点低、水分利用率高。但 C_4 作物不适于弱光与低地区，在这些地区，产量可能还低于 C_3 作物。

C_3 作物包括各种麦类、薯类、水稻、棉花、甜菜等，约占世界栽培作物面积 70%。它们分布在世界各地，但以温带居多（如麦类），热带、亚热带也有（如水和花生等）。其特点是光饱和点低，光合效率相对 C_4 作物低， CO_2 补偿点高，中低温下表现出更广的适应性。

（2）喜光作物与耐荫作物。一般耐荫作物光饱和点与补偿点低，而喜光作物反。现在栽培的大田作物绝大部分是喜光作物，如水稻、小麦、玉米、棉花、大谷子。它们在大田条件下，光合产物随光强增加而增加。但不同作物的光饱和点合强度是有区别的， C_4 作物的光合强度高， C_3 作物较低。相对来说，大豆、马铃薯等作物较耐荫，作物布局时可安排在阴坡种植，在间套种布局中也有重要的意义。

另外还要考虑作物对日长的反应，即短日照作物与长日照作物的差异。

3. 水分与作物布局。水与作物布局关系极大。在相同的热量带内，由于降水量及其季节分布不同，造成了作物分布的巨大差异性。这里只讲述大田作物对水旱的适应性。

(1) 喜水耐涝型。最典型的作物是水稻，因为有通气组织，细胞间隙达到 25%，喜淹水，所以在我国年降水量 800mm 以上的地区才盛产水稻。双季稻则主要分布在降水量 1000mm 以上的地方。

(2) 喜湿润型。需水较多，喜土壤或空气湿度较高，如陆稻、燕麦、烟草，许多叶菜、根菜类也喜湿润，如黄瓜、油菜、白菜、马铃薯，适宜的空气湿度为 75%~95%。

(3) 中间型。许多大田作物、如小麦、玉米、棉花、大豆等属此列，它们既不耐旱，也不耐涝。也有的作物前期较耐旱，中后期需水多。例如，玉米苗期适于 50%~60% 田间持水量的土壤水分，中后期则需水 70%~80%。谷子在苗期极耐干旱，但在抽穗期前后则田间持水量达到 80% 以上也能正常生长，而且更有利于抽穗开花和灌浆，因此也属于这种类型。它们在干旱少水地区也可生长，但产量不高不稳。另有一些作物则相反，如小麦苗期耐旱，但也可耐短时间的涝渍，后期遇涝渍则容易青枯死亡。总体来看，中间型作物在全生育期对水分的反应有很多不同的模式。

(4) 耐旱怕涝型。这类作物较耐旱，但怕涝，适宜在干旱地区或干旱季节生长，如谷子、甘薯、黍、苗蓂、芝麻、花生、黑豆等。

(5) 耐旱耐涝型。这些作物既耐旱又耐涝，适应性很强，在水利条件较差的易旱地和低洼地都可种植，并可获得一定产量，如高粱、田菁、草木樨等。

(6) 避旱涝型。有些作物本身没有耐旱或抗涝能力，但可以避开旱、涝。例如，谷子、荞麦、绿豆、饲料绿肥等短生作物，无雨时可等雨播种，并在短时间内完成生活史。

4. 土壤与作物布局。评价一个地方土壤生产力的高低及作物的适应性，不能只凭一个指标。而要从土层厚度、质地、养分、酸碱度、持水特性、地下水位以及作物对肥料反应特点等多方面去综合考虑。

(1) 土壤质地。土壤质地是一个重要的土壤物理性状，它影响到土壤水分、空气、根系发育和耕性。大致是质地从粗到细，保水保肥能力增强而透水速率减少。土质太细，土粒太小，根毛生长受阻。土质太粗，土粒太大，则保水保肥能力差，作物产量低而不稳。根据作物对土质的要求和相对适应性，可分为适砂土型作物、适壤土型作物和适黏土型作物。砂土质地疏松，总孔隙度小，但大孔隙多，蓄水量小，蒸发量大，保水保肥性差，肥力较低，土壤升温快，昼夜温差大，适宜花生、甘薯、马铃薯等作物生长，瓜类也很适宜，且品质优良。壤土质地较松，通透性好，土壤肥力较高，适宜大部分作物生长，包括棉花、小麦、大麦、油菜、玉米、豆类、麻类、烟草等。其中，小麦、玉米适宜偏黏的壤土。黏土一般有机质含量较高，潜在肥力高，但供肥缓慢，不发苗，适宜水稻种植。

(2) 酸碱度 (pH) 和盐度。我国南方多酸性土壤，北方多石灰性土壤与盐渍化土壤。不同的作物，对土壤酸碱度的要求不同。大部分作物适宜在近中性的土壤上生长，没有真正的喜酸性 (或嗜酸性) 或喜碱性 (或嗜碱性) 作物。但也确有一部分作物能耐定程度的酸性或碱性，不过它们在中性土壤上一般生长更好。耐酸性作物可以在 pH 5.5~6.0 的酸性土壤中生长，如荞麦、马铃薯、燕麦、甘薯、黑麦、油菜、烟草

等。

(3) 土壤肥力。根据作物对土壤肥力的适应性，可分为三种类型：耐瘠型、耐肥型和中间型。耐瘠型作物有三种：一是共生固氮的豆科作物，如绿豆、豌豆及豆科绿肥等。二是根系强大、吸肥力强的作物，如高粱、黑麦、向日葵等。三是根系和地上部都不太强，但吸肥力强或需肥较少的作物，如大麦、麦等。耐肥型作物根系强大，吸肥多，要求土层深厚，土壤供肥力强，一般产量较高，如小麦、玉米、杂交水稻等。中间型作物需肥幅度宽，适应性广，在较瘠薄的土壤中能生长，在肥沃的土壤中生长更好，如籼稻、谷子等。

(4) 养地与耗地。人们往往从作物对土壤养分的消耗程度上，把作物分为养地作物与耗地作物，习惯地称豆科作物为养地作物，称禾本科作物为耗地作物。其实在两者之间还有一类兼养地作物。养地作用显著的是多年生豆科牧草，如苜蓿、三叶草等，这些作物的特点是固氮能力强，根冠比大。耗地作物一般指禾本科作物。它消耗土壤或肥料中较多的氮素，种植这些作物后，若不施氮肥的话，土壤氮平衡是负的。禾本科作物在生长过程中固定了空气中大量的碳，通过根茬或秸可以把这些碳投入土壤中去，因而有助于维持或增加土壤有机质的水平。兼养地作物指有的作物虽不能固氮，但因在物质循环过程中返回田地的物质较多，因而也在某种程度上减少了氮、磷、钾养分的消耗，或增加了土壤碳素。

(二) 经济社会因素

1. 农产品的社会需求及其价格因素。农业生产的主要目的是满足社会对农产品的需求，而农产品的社会需求又是农业生产不断发展的原动力。农产品的社会需求可分为两个部分：自给性的需求，即生产者本身对粮食、饲料、燃料、肥源、种子等的需要；市场对农产品的需求，包括国家和地方政府定购的粮食及各种经济作物产品，农民自主出售的商品粮及其他农产品。

为满足社会需求，根据国家、地方的统筹安排，用价格这一杠杆来调节作物布局也是一个非常有效的途径。例如，国家采取的粮食保护价格收购政策，对确保粮食生产具有重要意义。再如，我国东南沿海地区的一些出口农业和大都市周围的一些菜篮子农业的发展非常迅速，除了与国家和地方政府的扶持有关外，价格是最为关键的因素。

2. 社会发展水平。社会发展水平包括经济、交通、信息、科技等多方面的因素。例如，与西方发达国家相比，我国经济水平较低，交通、信息等产业落后，因而生产区域性分工和专业化生产现象尚不太明显，“小而全”的作物布局仍在全国农村占有优势，并且这种局面还将延续一个相当长的时期。这种作物布局有一定的优点，主要是可以在自给性经济条件下充分保障供给，有利于全年均衡地利用劳力等社会资源，并可增加生产与收入的稳定性和减小风险等。但其不利方面也是显而易见的，作物布局“小而全”，面面俱到就很难进行专业化生产，因而影响技术水平的提高和产业化进程，农产品的商品率低，扩大再生产慢。随着我国农业生产的发展和农产品的日益丰富，作物生产区域化、专业化将是不可避免的过程，特别是对

于一些商品性较强的经济作物尤其如此。

除了经济、交通、信息等方面的因素外，农业科学技术的发展也能在较大程度上改变作物布局。例如，由于新品种和地膜覆盖技术的推广，水稻、玉米种植区域的北移和向高寒山区的扩种，有效地增加了水稻、玉米的种植面积。

另外，饮食结构的习惯及其变化等文化因素也能对作物布局产生一定影响。例如近 20 年来啤酒销量的迅猛增加，大城市居民开始食用面包等的变化，都在一定程度上影响了作物布局。

三、作物的布局原则

合理的作物布局要根据以下一些基本原则。

1. 统筹兼顾，全面安排，区域发展。根据国家计划和生产任务，结合本单位的具体条件和发展方向，确定本单位各种作物，特别是主要作物的种植面积和比例。要充分关心农民生活，增加集体和个人的收入，做到国家、集体、个人三兼顾。还要考虑扩大再生产对种子、肥料、饲料及副业原料的需要，经济收益、公共积累等方面的需要。

2. 掌握作物和品种特性，因地因土种植。作物布局要考虑到作物生产的严格季节性和强烈的地域性。气候和土壤具有地带性，地带性表现为两个方面：一是平面分布，二是垂直分布。按照气象学规律，随着地势每升高 100m，年平均气温下降 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ；纬度每增高 1° ，年平均气温下降 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 0.9^{\circ}\text{C}$ 。作物和熟制由低海拔到高海拔的垂直分布大致和由低纬度向高纬度的平面分布规律相似。南方地区的低山丘陵，上部由于雨水冲刷，水土流失，土层薄，缺水缺肥，一般为宜林宜牧地，不宜辟为耕地。中部坡地，水肥条件中等，土层较厚，种植早熟或较耐旱的作物，如早玉米、早大豆、甘薯、花生、大麦等。坡地下部以及丘陵之间的冲田，土层厚，比较肥沃，为良好耕地，多种植棉花、玉米、小麦等，有水利灌溉条件，则辟为水田，种植水稻。

3. 适应生产条件，缓和劳畜力、水肥矛盾，提高劳动生产率。生产条件主要包括水利、肥料、劳力和农机具。水利条件是决定水旱作物比例的重要依据。在以手工操作为主的条件下，自然条件相同，劳力负担的面积则是决定熟制比例的主要依据。作物种类的合理安排和品种的巧妙搭配可以调节忙闲，错开季节，合理利用水肥及劳畜力。

4. 坚持用地与养地相结合，实现农业可持续发展。实现农业可持续发展，保持农业生态平衡，核心就是养地水平与用地水平相适应。用地水平高，复种指数高，需肥面积大，则必须有相应的养地措施。要估算养分的收入与支出，力求达到作物内部的综合平衡。

5. 坚持农牧结合、农林结合、种加结合，实现农业全面发展。要考虑农业全面发展，应以一业为主，各业配合，组成适合该地区的合理的农业生态系统。充分发挥资源优势和经济优势，提高农业的经济效益。

第二节 复种

一、复种的概念及意义

1. 复种。复种是指在同一年内于同一块田地上收获两季或多季作物的种植方式。复种方法有多种，可在上茬作物收获后，直接播种下茬作物，也可在上茬作物收获前，将下茬作物套种在其株、行间（套作），这两种复种方法应用普遍。

根据一年内在同一田块上种植作物的季数，把一年种植两季作物称为一年两熟、如冬小麦一夏玉米；种植三季作物称为一年三熟，如绿肥（小麦或油菜）一早稻一晚稻两年内种植三季作物，称为两年三熟，如春玉米→冬小麦一夏甘薯（符号“→”表示年间作物接茬种植，“一”表示年内接茬种植）。

一个地区或一个生产单位，在不同田块上一年内可有不同的作物复种次数。为表明大面积耕地复种程度的高低，通常用“复种指数”来表示，即全年总收获面积占耕地面积的百分比。公式为

$$\text{耕地复种指数} = \frac{\text{耕全年作物总收获面积}}{\text{耕地面积}}$$

式中，“作物总收获面积”包括绿肥、青饲料作物的收获面积在内。根据上式，也可计算粮田的复种指数以及其他类型耕地的复种指数等。国际上通用的种植指数，其含义与复种指数相同。套作是复种的一种方式，计入复种指数，而间作、混作则不计。

2. 多熟种植。多熟种植是国际上常用的概念，指时间和空间上的种植集约化。它包括复种、套作（如小麦、玉米套作，以“小麦玉米”表示），也包括间作如玉米、大豆间作，以“玉米『大豆”表示）和混作（如小麦豌豆混作，以“小麦×豌豆”表示）。即凡在一年内，于同一田地上前后或同时种植两种或两种以上作物都称为多熟种植。

3. 休闲与撂荒。休闲是指耕地在可种作物的季节只耕不种或不耕不种的方式。撂荒是指荒地开垦种植几年后，较长时期弃而不种，待地力恢复时再行垦植的一种土地利用方式。当休闲年限在两年以上并占到整个轮作周期的 2/3 以上时称为撂荒。农业生产中，耕地进行休闲，其目的是使耕地短暂休息，减少水分、养分的消耗，并蓄积雨水，消灭杂草，促进土壤潜在养分的转化。休闲的不利方面是不能将光、热、水、土等自然资源转化为作物产品，易加剧水土流失，加快土壤潜在肥力的矿化，对土壤积累有机质不利。

二、复种意义

1. 有利于扩大播种面积和单位面积年产量。我国人均耕地少，但自然条件较好，特别是南方各省一年四季均可生长作物。发展复种，提高土地利用率，是发展作物生产的一条重要途径，也可以充分发挥现有耕地的增产潜力。我国农业现代化水平低于美国，耕地少于美国，但我国以 1.3 亿 hm^2 的耕地生产的粮食超过美国 1.9 亿 hm^2 耕地生产的粮食，其原因就是我国复种指数高。

2. 有利于缓和粮、经、饲、果、菜等作物争地的矛盾，促进全面增产。我国人多地少，复种能有效解

决作物间争地的矛盾。一熟棉田、一熟春烟与粮食作物争地矛盾大，改为麦棉套作或麦后移栽棉两熟后，可使粮经双丰收。大田作物中插入蔬菜、瓜类、中药材等，能显著提高农业生产的经济效益。

3. 有利于稳产。我国是季风气候，早涝灾害频繁，复种有利于产量互补，“夏粮损失秋粮补”，增强全年产量的稳定性。

三、复种效益原理

1. 提高土地利用率和光能利用率。任何一种作物，叶面积指数在生育过程中是不断变化的，苗期较小，随着植株变大而增加，到了生育后期又变小，因此光能利用率也由小变大，再由大变小。若增加复种，改一季稻为麦稻两熟或双季稻，乃至两熟改三熟，光能有效利用的时间大大增加，光能利用率得以提高，从而可以使更多的光能转化为化学能。同一作物生育期较长的品种，由于叶面积指数高峰期持续时间长，光能利用率相对提高，从而产量也较高。

在实践中，增加复种次数，一般都是延长了总的有效生育天数，并且充分利用了光合效率最佳的季节。

2. 热量的集约利用。要延长光合时间，提高光能利用率，首先必须有一定的热量资源作保证。

复种多熟制在前作收后到后作种前，是农耗期，在季节较紧的地区，应尽量压缩农耗期，延长作物有效生长期，可采取移栽、套作、地膜覆盖等技术措施，提高热量利用率。

3. 水资源的集约利用。我国复种形式是夏季种植需水量较大的作物，冬春种植需水量较小的作物。与一年一作相比，一年两作几乎增加了一倍的耗水量，因而充分利用了我国湿润与半湿润地区的降水和灌溉水。大致上，我国年降水量 600~2000mm 的地区或有灌溉的地区，都宜发展复种，而且我国降水的地带分布与季节搭配大致与热量一致，由北向南递增，基本上是雨热同季，这些对复种都是有利的。但由于多熟耗水分多，故多数地区仍需补充灌溉。

四、复种的条件

一定的复种方式要与一定的自然条件、生产条件和技术水平相适应。影响复种的自然条件主要是热量和降水量，生产条件主要是劳畜力、机械、水利设施、肥料等。

1. 热量。热量条件是决定一个地区能否复种的首要条件。主要采取以下方法来确定熟制。

(1) 年均气温法。年平均温度可以粗略地表示一个地区的热量状况。我国一般以 8℃ 以下为一年一熟区，8~12℃ 为两年三熟区套两熟区，12~16℃ 为一年两熟区，16~18℃ 以上为一年三熟区。

(2) 积温法。在我国， $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温低于 3600℃ 为一年一熟，3600~5000℃ 可以一年两熟，5000℃ 以上可以一年三熟。

(3) 生长期法。以无霜期表示生长期。140~150 天为一年一熟区，150~250 天为一年两熟区，250 天以上为一年三熟区。

2. 水分。一个地区具备了复种的热量条件，还要看是否具备水分条件。水分条件包括降水、灌溉和地

下水。降水不仅要看总降水量，还要看全年分布，如果过分集中，则往往会出现季节性干旱，影响复种。在干旱地区，没有灌溉设施便没有农业，也就谈不上复种。

3. 生产条件。复种指数提高后，为保证土壤养分平衡，必须多施肥，才能保证高产稳产。因此必须安排必要的养地作物、增施肥料。提高复种指数必须考虑劳力机械状况，否则会出现小面积试种成功，而大面积推广失败的情形。

第三节 间、混、套作

一、间、混、套作概念及意义

(一) 概念

1. 单作。单作指在同一块田地上种植一种作物的种植方式，也称为纯种、清种、净种或平作。这种方式作物单一，群体结构单一，全田作物对环境条件要求一致生育比较一致，便于田间统一种植、管理与机械化作业。作物生长发育过程中，个体之间只存在种内关系。

2. 间作。间作指在同一田地上于同一生长期内，分行或分带相间种植两种或两种以上作物的种植方式。所谓分带是指间作物成多行或占一定幅度的相同种植，形成带状，构成带状间作，如四行棉花间作四行甘薯，两行玉米间作三行大豆等。间作因为成行或成带种植，可以实行分别管理。特别是带状间作，较便于机械化或半机械化作业，与分行间作相比能够提高劳动生产率。间作是集约利用空间的种植方式。

农作物与多年生木本作物（植物）相间种植，也称为间作，有人称为多层作。木本植物包括林木、果树、桑树、茶树等；农作物包括粮食、经济、园艺、饲料、绿肥作物等。采用以农作物为主的间作，称为农林间作；以林（果）业为主，间作农作物，称为林（果）农间作。间作与单作不同，间作是不同作物在田间构成人工复合群体，个体之间既有种内关系又有种间关系。

间作时，不论间作的作物有几种，皆不增计复种面积。间作的作物播种期、收获期相同或不同，但作物共生期长，其中至少有一种作物的共生期超过其全生育期的一半。

3. 混作。混作指在同一块田地上，同期混合种植两种或两种以上作物的种植方式，也称为混种。混作和间作都是于同一生长期内由两种或两种以上的作物在田间构成复合群体，是集约利用空间的种植方式，也不增计复种面积。但混作在田间一般无规则分布。可同时散播，或在同行内混合、间隔播种，或一种作物成行种植，另一种作物散播于其行内或行间。混作的作物相距很近或在田间分布不规则，不便分别管理，并且要求混种作物的生态适应性要比较一致。

4. 套作。套作指在前季作物生长后期的株行间播种或移栽后季作物的种植方式，也称为套种、串种。如于小麦生长后期每隔 3~4 行小麦种一行玉米。对比单作，它不仅能阶段性地充分利用空间，更重要的是

能延长后作物对生长季节的利用，提高复种指数，提高年总产量。它主要是一种集约利用时间的种植方式。套作和间作都有作物共生期，所不同的是，套作共生期短，每种作物的共生期都不超过其全生育期的一半。

（二）意义

评价间、混、套作在生产中的意义，可以产量效益和经济效益为主要依据，兼有其他方面的作用。

1. 增产。试验研究和生产实践证明，合理的间、混、套作比单作具有增产高产的优越性。从自然资源来说，在单作的情况下，时间和土地都没有充分利用，太阳能、土壤中的水分和养分有一定的浪费，而间、混、套作构成的复合群体在一定程度上弥补了单作的不足，能较充分地利用这些资源，把它们转变为更多的作物产品。从社会资源利用来说，我国人均耕地少，但劳力资源丰富，又有精耕细作的传统。实行间、混、套作可以充分利用多余劳力，扩大物质投入。与现代科学技术相结合，实行劳动集约、科技密集的集约生产。

2. 增效。在农业现代化进程中，如何解决农业比较效益低、农民收入少的问题，在高产的基础上进一步实现高效是必要的。合理的间、混、套作能够利用和发挥作物之间的有利关系，可以较少的经济投入换取较多的产品输出。

3. 稳产保收。合理的间、混、套作能够利用复合群体内作物的不同特性，增强对灾害天气的抗逆能力。利用复合群体内形成的特有的小气候，抑制一些病虫害的发生蔓延，从而有稳产保收的可能性。

4. 协调作物争地的矛盾间、混、套作运用得当，安排得好，在一定程度上可以调节粮食作物与棉、油、烟、菜、药、绿肥、饮料等作物以及果林之间的矛盾，甚至陆地作物与水生农用动植物争夺空间的矛盾，从而起到促进多种作物全面发展，推动农业生产向更深层次发展的作用。

二、间、混、套作效益原理

间、混、套作增产的原因是多方面的，归纳起来有如下几点。

1. 充分利用空间，增加叶面积指数。间、混、套作的全田植株密度，一般比单作大，间、混、套作是两种或两种以上的作物构成的复合群体，它们彼此之间的外部形态和生理特性具有互补性，如对光照、水肥的要求不同，利用这些差别，把不同作物恰当地搭配起来，构成复合群体，其密度和叶面积指数可以超过单作的限度，而不导致像单作时那样的矛盾突出和激烈。这就可以更充分地利用空间，提高对土地和光能的利用率，在与单作相同的面积上可以合成和积界较多的光合产物。

2. 充分利用边行优势。间、混、套作可以增产的另一个原因是增加了某一作物的边行，利用边行通风透光好和根系吸收范围大的有利条件提高产量。间、混、套作把高矮不同，或生长期早晚不同的作物搭配起来进行种植，改变了作物群体的层片结构，矮秆作物生长的地方变成了高秆作物通风透光的“走廊”，光线可以直射到高秆作物的中下部，同时由于矮秆作物的反射，上层的漫射光也大大增加。

3. 用地和养地相结合。间、混、套作不仅充分地利用了地力，在一定条件下还具有某种程度的养地作

用，使用地和养地更好地结合起来。豆科与禾本科作物间、混作时，由于豆科作物有根瘤菌能固定大气中的氮素，间、混作的土壤肥力高于禾本科作物单作的土壤肥力。间、套作还可以使根系增多，从而增加土壤中的有机物质，创造和恢复土壤团粒结构来提高土壤肥力。

4. 增加抗逆能力，稳产保收。不同作物有不同的病虫害，对恶劣的气候条件有不同的反应。运用间、混、套作，可利用作物的不同抗逆性和适应能力，减轻自然灾害的危害，产量比较稳定。间、混、套作还可以减轻某种作物受病虫害的为害。由于间、混、套作后，田间小气候的改变，使病虫害的发生减轻。

5. 充分利用生长季节，发挥作物丰产性能。套种一个重要的特点是争取了时间，相对增加了生长期和积温，因此能够充分利用生长季节，在其他条件配合下，可以提高复种指数，增加单位面积上的年产量。

三、间、混、套技术特点

（一）作物及其品种选配

1. 生态适应性的选择。在复合群体中，作物的相互关系极为复杂。为了充分发挥间、混、套作复合群体内作物的互补作用，缓和其竞争矛盾，需要根据生态适应性来选择作物及其品种。

根据生态位完全相同的物种不能共存于一个生态系统内的高斯原理或竞争排除原理，合理地选择不同生态位的作物或提供不同生态位条件，是取得间、混、套作全面增产的重要依据。

2. 特征特性对应的选配。所选择作物的形态特征和生育特性要相互适应，以有利于互补地利用环境。例如，植物高度要高低搭配，株型要紧凑与松散对应，叶子要大小尖圆互补，根系要深浅疏密结合，生育期要长短前后交错。

间、混、套作作物的特征特性对应，即生态位不同，它们才能充分利用空间和时间，利用光、热、水、肥、气等生态因素，增加产量和效益。在品种选择上要注意互相适应，以进一步加强组配作物生态位的有利差异。

3. 要求经济效益高于单作。间、混、套作选择的作物是否合适，在增产的情况下，也要看其经济效益比单作是高还是低。

（二）田间结构配置

作物群体在田间的组合、空间分布及其相互关系构成作物的田间结构。合理的田间结构，是能否发挥复合群体充分利用自然资源的优势，解决作物之间一系列矛盾的关键。

间、混、套作的田间结构是复合群体结构，既有垂直结构又有水平结构。垂直结构是群体在田间的垂直分布；水平结构是作物群体在田间的横向排列。由于作物根系吸收一定范围内的水分、养分，且植株在田间的横向排列和垂直结构的形成密切相关，因此水平结构显得更为复杂和重要。这里着重说明间、混、套作水平结构的组成。

1. 密度。提高种植密度，增加叶面作物积指数和照光叶面积指数，是间、套作增产的中心环节。间、

混作时，一般以一种主作物为主，其密度应与单作时相同，以不影响主作物的产量为原则；副作物的密度大小根据水肥而定，水肥条件好，密度可大一些，反之，密度要小。套作时，各种作物的密度与单作时相同。

2. 行数、行株距的幅宽。一般间、套作作物的行数可用行比来表示，即各作物实际行数的比值，如两行玉米间作两行大豆，其行比为 2: 2。行距和株距实际上也是密度问题，配合得好坏，对于各作物的产量和品质关系很大。

3. 间距。间距是相邻作物的距离。这里是间套作中作物边行争夺生活条件最激烈的地方，间距过大，减少了作物行数，浪费土地；过小，则加剧作物间矛盾。应根据不同作物合理布局间距。

4. 带宽。带宽是间套作的各种作物顺序种植一遍所占地面的宽度，它包括各个作物的幅宽和间距。带宽是间套作的基本单元，一方面各种作物和行数、行距、幅宽和间距决定带宽，另一方面作物数目、行数、行距和间距又都在带宽以内进行调整，彼此互相制约。

（三）作物生长发育调控技术

1. 适时播种，保证全苗。间、混、套作的播种时期与单作相比具有特殊意义，它不仅影响到一种作物，而且会影响到复合群体内的他种作物。套作时期是套作成败的关键之一，套种过早或前一作物迟播晚熟，延长了共生期，抑制后一作物苗期生长；套种过晚，增产效果不明显。因此要着重掌握适宜的套种时期。间作时，更需要考虑到不同间作作物的适宜播种期，以减少彼此的竞争，并尽量照顾到它们的各生长阶段都能处在适宜的时期。

2. 加强水肥管理。在间、混、套作的田间，因为增加了植物密度，容易感到水肥不足，应加强追肥和灌水，强调按株数确定施肥量，避免按占有土地面积定施肥量。在套作田里，矮位作物受到抑制，生长弱，发育迟，容易形成弱苗或缺苗断垄。为了全苗壮苗，要在套播之前施用基肥，播种时施用种肥，在共生期间做到“五早”，即早间苗、早补苗、早中耕除草、早施肥、早治虫，并注意土壤水分的管理，排渍或灌水。前作物收获后，及早进行田间管理，水肥猛促，以补足共生期间所受亏损。

3 大力应用化学调控技术。应用植物生长调节剂缩节胺、802 等，对复合群体条件下的作物生长发育进行调节和控制，具有控上（高层作物）促下（低层作物）、调节各种作物正常生育、塑造理想株型、促进发育成熟等一系列综合效益。它具有用量小、投资少、见效快、效益高、使用简便安全等特点。

4. 综合防治病虫害。间、混、套作可以减少一些病虫害，也可能增添或加重某些病虫害。对所发生的病虫害，要对症下药，认真防治，特别要注意防重于治，不然病虫害的发生会比单作田更加严重。

5. 早熟早收。为了削弱复合群体内作物之间的竞争关系，促进各季作物早熟、早收，特别是对高位作物，是不容忽视的措施。在间套复多作多熟情况下，更应予以注意。



第二章 林木发育与结实

种子和林木是森林培育的物质基础，除了地衣、苔藓、藻类等低等植物外，植物类群中的高等植物，包括被子植物和裸子植物，都必须经过开花、传粉和受精作用才能产生种子，利用种子繁殖后代，使其生生不息。育苗造林中所谓的林木，都属于此类种子植物，而且都是木本种子植物。那么植物种子为什么能够用来繁殖后代？这是由种子的形态构造决定的。从植物学的观点出发，种子是由胚珠发育而成的繁殖器官，因而种子应具有完整的胚，是幼小植物的缩影。从林业生产的角度来看，种子的含义相对比较广泛，播种用的种子和果实统称为林木种子或林木种实。

要了解林木结实规律，首先了解林木发育过程：林木结实年龄受多方面因素影响有所差异；花芽分化导致林木开花结实；林木结实有自身的规律性，同时环境条件作为林木结实的受控因素对其影响很大。

一、林木发育阶段

从种子萌发到林木死亡这个大周期(林木小周期：也叫年周期，从林木芽苞开放、营养器官生长、开花、结果到生长结束进入休眠期)中，从种子经营观点出发，通常将林木分为下列不同生长发育阶段。

(1) 种子时期。由合子形成到种子发芽。

(2) 幼年时期。从种子发芽到第一次开花结果。这一时期以营养生长为主，为生殖器官的形成积累有机物质和矿质营养，是林木个体建造的重要时期。

(3) 青年时期。从林木第一次开花结果到结实量大幅度上升，是林木生长发育逐渐成熟的时期。这个时候，母树以营养生长为主逐渐转入与生殖生长相平衡的过渡时期。

(4) 壮年时期。从林木结实量大幅度上升到结实量大幅度下降，是林木结实盛期，也是采种的最佳时期。

(5) 老年时期。从林木结实量大幅度下降到林木死亡。

二、林木结实年龄

(1) 林木开始结实的两个先决条件，其一是林木必须达到一定的年龄；其二是林木必须达到一定的个体大小。也就是说林木结实既受林木遗传基因的控制，同时也受林木营养水平的控制。

(2) 不同树种，林木开始结实的早晚和持续时间长短差异十分明显。

(3) 同一树种，在不同立地条件下开始结实的早晚和持续时间长短差异也较为明显。表明林木生物学特性和环境条件的适应关系对林木结实的早晚和持续时间长短也有一定程度的影响。

(4) 树种的耐阴性不同，结实的早晚和持续时间长短有所差异。一般喜光、速生的阳性树种开始结实早，喜阴、生长缓慢的树种开始结实晚。油松 7~10 年，落叶松 14 年左右，云杉要 50~60 年。

(5) 林木起源不同，结实的早晚和持续时间长短也有差异。人工林比天然林结实早，因为人工林相对环境条件好，比如红松的人工林 20 年结实，而天然林需要 80~140 年开始结实。

(6) 由于各种原因, 林木营养生长发育不能正常进行, 会造成林木提前开花结果, 这是一种不正常现象, 林业上称之为“未老先衰”。

三、林木花芽分化与种子结实

(1) 林木花芽分化概念。个体生长发育到一定程度, 营养物质积累到一定水平, 有良好环境条件, 有激素的诱导作用, 顶端分生组织要分化成叶芽和花芽, 这一过程被称为花芽分化。树木在早年其体内激素优先用于营养生长, 经过若干年后, 营养生长下降, 分生组织中的激素才能积累到足够高的水平引导分生组织的分化, 也就是能够达到导致开花的临界浓度, 这时才能开花。

(2) 林木花芽分化时间。多在开花结果前年夏季到秋季之间。如油松雄花花芽分化期是7月上旬至8月中旬, 雌花花芽分化期是7月中旬至8月中旬, 第2年5月上旬开花授精, 第3年春天受精后的球果开始发育。有些树种的林木, 花芽分化在春季完成, 有些树种一年多次花芽分化。

(3) 种子形成受控因素较多。受精过程、胚胎发育、杂种夭折、杂种不育等。

四、影响林木结实的因素

林木结实有自身的规律性, 从花芽分化, 开花, 传粉、受精到形成种子的系列生长发育过程中, 林木结实要受母树自身条件的影响。但外界环境因子对林木结实的影响也很重要, 当某一环节受到阻碍时, 必然会影响到种子的形成, 影响结实的数量和质量。总结内外因素, 影响林木结实的主要影响因素可归纳为如下几个方面。

(一) 林木个体自身生长发育情况

林木个体自身生长发育情况是开花结果的基础。从林木生长发育的阶段看, 林木总是要经过定年龄, 达到一定个体大小, 营养物质积累到一定水平才能开花结实, 在开始结实的早期阶段结实量小, 随着年龄的增长结实量逐渐加大, 壮年时期结实量最大最好, 这一时期也是最佳采种时期, 进入老年时期结实量明显下降。

不同树种结实情况大有不同。同一树种不同林分的结实也有差异。即使是同一树种同林分不同林木个体之间, 可能由于遗传原因或局部环境原因, 林木个体的生长发育状况也有差别, 表现在开花结实的能力上常有很大差别。

(二) 土壤条件

土壤水分条件对林木结实有很大影响。适时适量的土壤水分供给有利于花芽的形成和果实的发育, 如果在开花传粉后, 子房开始膨大期间, 正遇土壤干旱又不能及时灌溉供水, 会引起落花落果, 或造成果实发育不良, 种粒小, 不饱满, 种子发芽率低。同一树种, 在湿润土壤上的母树种子, 要比干旱土壤上的种粒大, 质量好, 在干旱的造林地区常会出现林木提早结实现象。这是由于水分供应不足, 加速林木细胞液浓度的提高而引起的, 属于不正常现象。这种母树上的种子不宜用于育苗造林。

土壤肥力问题也在很大程度上影响林木结实。土壤肥力状况，可以影响林木同化器官的形成，有效积累营养物质，促进花芽分化，满足开花和形成种子所需的营养物质。土壤肥力高的林分，林木个体生长健壮，种子产量高，质量也较好。土壤肥力差的林分林木生长缓慢，树干矮而弯曲，林木个体生长发育状况不良，结实量低，种子质量差。另外，土壤结构和土壤酸碱度也会不同程度地影响林木结实。土壤水肥等条件可以通过施肥、灌溉、间种绿肥、细致整地、除草松土等措施得到改善，进而促进林木生长发育，提高林木结实量。

(三)光照条件

光照是林木重要的生活因子。充足的用光有利于光合作用的进行，有效地积累碳水化合物等营养物质。光是热能的主要来源，有效提高地温，使土壤微生物活动旺盛，以释放矿质营养，供应树体养分需要。所以充足的光照有利于树体的营养积累，促进花芽分化和种子的形成。孤立木、林缘木由于受光充足，光能利用率高，光合作用的产物积累较多，因而进入正常结实的年龄较早，结实量大，种子质量也高。

林分密度影响林内光照情况，因而种实的产量和质量也会有很大差异。郁闭度小的林分光照充足，土壤温度较高，土壤微生物活动旺盛，林地枯落物中矿物质营养释放多，林木光合作用效率高，营养条件好，树冠大，结实量多且质量好。而郁闭度较大的林分，枝条重叠，树冠受光不足，光合作用降低，导致花芽分化不良，致使林分的结实量不多。

同一林分不同林木个体由于分化导致个体发育状况有差异，占据林冠上层的接受光照条件好，结实情况就好。有些个体生长发育弱，处于林冠层以下，光照不足，结实量低或不结实。即使是同一林分同一林木个体的不同部位由于受光不同，结实量也不同。接受直射光的树冠上方和阳面结实量多，而树冠背阴面结实量少。坡向对林木结实也有一定影响。山区林分生长在不同坡向，接受的光照强度不同，林分结实量有明显差异。一般般分布在阳坡、半阳坡的林木，由于光照时间长，温度也较高，母树的同化作用旺盛，营养积累也好，林木开始结实比阴坡早，结实量也高。质量也比阴坡好。

(四)温度条件

同树种生长在不同地区个体种子质量、数量、结实规律有所差异。生长在温暖地区的林木，由于生长期长，生长发育条件较好，所以林木开始结实早，结实的间隔期短，又因种子发育和积累营养物质的时间长，形成的种子种粒饱满，种子产量高，质量好。

不同树种开花结果对温度有不同要求。不同林木开花对温度有一定的要求，如果温度满足不了，则不能正常开花。在花芽分化期，如果平均气温较高，会提高母树枝叶细胞液的浓度，促进蛋白质的合成，而有利于花芽形成。

温度剧烈变化对开花结果的影响。如果在花期遇到低温害，不仅会推迟花期，还会使花大量死亡，果实发育期遇上低温，会使幼果发育缓慢，种粒不饱满，或不能成熟，导致种子减产，质量下降。

(五)降雨、风、传粉对开花结果的影响

开花时期，如遇连续下雨，花粉会被雨水冲走，柱头上的糖分和其他物质也会被冲掉，而此类物质是花粉发芽所必需的。因此，花期多雨，会妨碍花粉发育，多雨天气还限制了昆虫的活动，影响虫媒花授粉，空气湿度过大的天气，也会影响风媒花传粉，所以花期多雨对异花授粉树种结实量的影响尤为严重。夏季种实形成时期，如遇久雨不晴的天气，会影响光合作用的正常进行，光合产物减少，种子的成熟期推迟，既影响种子产量，又影响种子质量。暴雨和冰雹会对林木结实产生直接灾害，干旱少雨也会导致落花落果，降低当年林木结实量。

风利于花的授粉。但大风也会吹落花朵和幼果，影响结实量。

林木的传粉条件对种子产量和质量影响很大。从林木的开花习性看，有些树种如刺槐、泡桐等为两性花；但有许多树种是单性花，如松科、柏科、杉科等针叶树种及栎类、核桃、桦木等多数阔叶树种；还有一些树种雌雄异株，如银杏、杜仲、毛白杨等树种。而且大多数树种是异花传粉，这些特性都影响林木结实。两性树相距太远，会影响传粉。风媒花的花粉虽然可以传播很远，但随着距离的增加，花粉飞散密度相应减小，影响授粉和受精过程，或授粉、受精不足，使子房产生的激素不够，不能调运足够的养分促进子房的膨大生长，影响正常结实。一些雌雄异株的树种，如果两性植株的比例相差太大或分布不均匀，会使传粉和受精发生困难。如毛白杨在山东和江苏，几乎全是雄株，而不能结实；在河北省又多为雄株，雌株少，也影响到结实。如苏州对银杏栽培有悠久历史，但由于对雄株保护不够，而影响了银杏结实量。雌雄花比例不适当也会影响结实量。据日本学者调查，落叶松结实间隔期长的原因是雌雄花比例差异大造成的，主要是雄花多，雌花少，甚至在极端情况下，只有雄花，而不能结实。雌雄异熟也会影响林木结实，即雌蕊和雄蕊不同时成熟，一般是雄蕊先熟，花粉飞散时，雌蕊还未成熟，不能受粉，形成花多而无果实现象。散生的孤立木，常因授粉不好或易形成自花授粉，种子空粒比重大，种子质量不好，播种品质差。

所以，要使林木结实良好，还要注意适当地配置授粉树，使不同的母树距离不能太远，使雌雄株数比例适当，分布均匀，创造良好的传粉条件。

(六)生物因子

病菌、昆虫、鸟、兽、鼠类的为害常使种子减产，同时也使种子质量下降。

第三章 林木种子采集、调制与贮藏

要获得大量品质优良的种子，必须了解林木结实的规律并做到适时采种和及时处理。确定适合的采种期和采种方法对种子采收的效率和种子品质影响很大：种实调制有利于种子贮藏和提高种子利用率；种子贮藏的目的是为了延长种子生命力，种子含水量决定了种子贮藏的方法。

本章主要介绍以下内容：林木种子采集、调制与贮藏的理论基础、林木种子采集、调制与贮藏技术。

第一节 理论基础

一、林木结实间隔

（一）概念

在天然林或人工林中，已经开始结实的树种，因受各种因子的影响，每年结实量差异很大，有的年份结实量多，有的年份结实量中等，而有的年份结实量少甚至不结实。一般把结实量多的年份叫大年或丰年。结实量中等的年份叫平年，结实量很少或没有产量的年份叫小年或歉年。两个丰年之间的间隔年数称为结实间隔期。林木结实丰年和歉年交替出现的现象叫做林木结实周期性。

（二）产生结实间隔的原因

不同树种结实间隔期不同，有的树种结实量非常稳定；有的树种结实量基本稳定；而有些树种结实量极不稳定。造成结实间隔期的原因除了生理的原因导致树体营养失调，限制花芽形成之外，环境条件通过营养状况对林木的结实也产生很大影响。

1. 林木自身调控

林木在营养生长及生殖生长过程中，自身营养重心会不断发生变化，在林木结实量丰富的年代，为了自身生命的延续，林木会通过自身的调节，将大量营养供应于种子及果实的发育，从而导致当年的花芽分化不良，使次年出现歉年。

2. 树体营养供应

林木经过结实大年之后，树体消耗大量养分，造成花芽分化的关键时期营养不足花芽分化不能正常进行或不能够形成足够数量的花芽，下年就出现歉年；再者由于养分的消耗不仅影响到花芽分化，而且造成下年结实所需营养物质不足，导致授粉率、着果率都会降低，甚至出现落花落果的现象影响种子产量。

3. 环境条件

通过影响营养物质的供应、合成、积累与分配而影响树木的结实。如水分与养分的供应不足，会使花芽分化和花芽发育受到不良影响，降低结实量。

4. 栽培技术

为了缩短林木结实间隔期，要实行集约栽培，用科学的方法调控林分密度，加强水肥管理，及时补充丰年消耗的营养物质，合理控制每年的结实量，必要时进行适当的疏花疏果，保证树木良好的营养条件。

5. 不合理采种

丰年时林木结实量多，种子的品质也较好，应大量组织采种、贮藏，以补歉年不足。但采种时一定要使用合理的采种方法，以免人为加剧结实的间隔期现象。

二、种子成熟

（一）成熟过程

种子成熟过程是胚和胚乳的发育过程，是受精后的卵细胞发育成具有胚根、胚茎(轴)、胚芽、胚子叶的全过程，也就是说形成植物的一个小的缩影。

种子成熟过程中，种子内部各种不同类型有机成无机物质在不断发生一系列生物化学变化，最后使种子具备种的延续和繁殖能力，也即具备发芽能力时即为种子成熟。

种子成熟包括生理成熟和形态成熟两个过程。

1. 生理成熟

生理成熟：指种胚发育到种子具备发芽能力，其特点是含水量高，内含物质处于易溶状态，种皮不致密，保护组织不健全，水分散失快，内含物质也容易损失，贮藏性能较差。

2. 形态成熟

形态成熟：是指种子外部表现出来的特征，特点是内含物质由易溶状态变为难溶状态，树木营养停止向种子运输，种子营养物质积累结束，种皮具备了良好的保护功能，整个种子抗逆性强，耐贮藏。

真正成熟的种子具备的几个特点：营养物质积累停止，内含物质不再增加；种子内含物质成贮藏状态，具有很强的抗逆性能；种皮致密而坚硬，呈现特有的色泽；种胚具发芽能力，能够发育成苗木。

（二）成熟外部特征

一般种子达到成熟时，球果或果实皮色由绿色变为深暗的颜色，常可依据球果或果实外部颜色的特征确定采种期。

(1)球果类。果鳞干燥、硬化、微裂、变色。如油松、侧柏、白皮松、杉木变为黄褐色，落叶后变为淡黄色等。

(2)干果类。荚果、蒴果、翅果等果皮多由绿色变为褐色。果皮干燥、紧缩、硬化。如刺槐荚果赤褐色，水曲柳、色木翅果黄褐色。榆树翅果是由绿色变为白色。

(3)肉质果类。果皮软化，颜色随树种变化较大。如山杏、银杏为黄色，山丁子为红黄色，小蘗变为红色，桑树聚花果呈紫黑色。

（三）种子成熟的感官鉴定

成熟的果实中酸味下降，果实变甜，因为果实中的有机酸在成熟过程中，较变为糖，增加果的甜味，如李、杏。有些树种的果实早期无甜味，成熟过程中淀粉较变为糖，而增加甜味，如枣。有些果实在成熟中，单宁被氧化成无涩味的过氧化物，而使涩味消失，如柿、香蕉等，果实成熟时，产生脂肪酸和醇的复合物而具有香味。

三、影响种子寿命的因素

种子寿命有多长，能在多长的时间内保持生命力？受众多因素影响，但不管影响的因素有多少，总的来说可以分为内因和外因两种。

（一）内在因素

从内在因素看，种子的寿命长短与养分构成、种皮结构和种子含水量有关，此外种子的成熟程度，种子的机械损伤程度等也对种子寿命有重要影响。

1. 种子内含物

不同树种种子的内部所含物质的性质不同，其寿命长短亦异。一般认为富含脂肪和蛋白质的种子寿命长，而含淀粉多的种子寿命短。这是因为复杂的脂肪和蛋白质转变为可利用状态的物质所需时间长，同时被分解释放出的能量也比淀粉高，营养转化慢，单位养分释放的能量比淀粉高，只要有少量的脂肪和蛋白质释放能量就能满足种子微弱呼吸作用的需要，由于单位时间内维持种子生命力所消耗的物质比淀粉少，所以种子的寿命较长。据测定 1 克脂肪能放出 38.9 焦耳热能，1 克蛋白质能放出 22.6 焦耳热能，1 克淀粉放出的热能为 17.2 焦耳热能，如松柏类种子和豆科树种的种子含的脂肪、蛋白质较多，种子寿命长。栎类、板栗等种子含淀粉多，种子寿命较短。

2. 种皮结构

种皮致密、坚硬，有蜡质，不易透水、透气的种子寿命长。皂荚、山楂、极树、圆柏、红松、合欢、刺槐、漆树、黑荆、相思树等种子种皮致密、坚硬、透水性差，通气性差，种子寿命较长。花椒、漆树等种子的种皮还有蜡质，阻碍水分和氧气进入种子内部，抑制种子的呼吸作用与物质转化，有利于保持种子生命力。

有些种皮中含有较多抑制萌发的物质，使种子寿命较长，如山楂、红松、椴树、水曲柳、漆树等树种的种子属于这种类型。有些种皮薄、膜质的种子氧气和空气中水分已进入种子，使呼吸作用加强，营养物质消耗较多，因而寿命较短，如杨树、柳树、榆树、桦树等种子属这种类型。油树、油茶、核桃等树种的种子虽富含脂肪，但寿命较短，其原因是种皮较脆薄，有的种皮细胞壁部分木质化，缺少弹性，在采集调制，运输贮藏中易受温度、湿度影响，易受机械损伤，这时期呼吸作用加强，消耗营养物质多，而缩短了种子寿命。

3. 种子含水量

水是一切生命活动的基本条件之一。种子内部的切生理活动和生化活动都和水有直接关系。种子本身是一小团亲水胶体，种子内的水分有的处于同胶体结合的状态，称为胶体结合水，而有的是处于游离状态的自由水。

种子含水量高时，种子内自由水增加，酶活性增加，种子呼吸作用加强，营养物质消耗多，种子寿命缩短。如果呼吸所释放的水和二氧化碳及热不能及时排除，还会导致种子发生自潮、自热和霉烂现象，因而影响种子生活力。

种子含水量低时，水分主要部分处于胶体结合状态，与蛋白质、淀粉牢固地结合在一起很难移动，不受外面大气变化的影响，呼吸作用及其微弱。无微生物活动所需的水分和热量条件。在低温条件下，种子内的胶体接合水不易结冰，种子也不易遭受冻害。所以含水量低的种子，对不良环境条件抵抗力强，也不会发生自潮、自热和霉烂现象，因而有利于保持种子生命力。

种子含水量高时影响生活力，但含水量过低时也会降低种子生活力。如麻栎种子含水量降低至 30% 以下时，就变质发黑，显著降低发芽率。所以不能认为有树种的种子含水量越低越好，而是因树种不同，各有一定适宜的维持种子生命力所必需的含水量称为安全含水量，又称标准含水量，贮藏含水量，是种子贮藏期间维持活动所需要最低度的水分百分率。

有些树种种子的安全含水量较低，可低于气干状态时含水量，可视为低含水率类型。如针叶树种子、杨属、柳属、豆科、蝶形花科、桦木等许多树种的种子属于低含水率类型，安全含水量大多在 3%~14%，其中针叶树种子在 5%~10%，阔叶树种多在 5%~14%。杨树和榆树种子含水率在 3%~4% 时，也有较好贮藏效果，但极度干燥易使种子受到伤害。豆科种子含水率过低时容易形成硬粒。

有些树种的种子安全含水量较高，可称为高含水率类型，这类种子安全含水量在 20% 以上，多在 20%~50%。如麻栎和栓皮的安全含水量为 40%~50%。不同树种的种子安全含水量不同。同一树种，如果产地不同，种子的安全含水量也不相同。

4. 种子成熟度和健康状况

没有充分成熟的种子，种皮不具备正常的保护功能，含水量较高，呼吸作用强，易溶物质变成贮藏物质的转化还未完成。种子大多营养物还是易溶状态，对微生物的活动也有利，种子容易发热，容易感染病菌而发霉腐烂，致使种子丧失生命力。因此充分成熟的种子寿命较短，且难贮藏。

种子受机械损伤和冻伤外，种皮不完整，空气能自由的进入种子中，促进呼吸作用。种子受冻后，酶的分解作用加强，可溶性糖和含氮物增多促使呼吸作用加强。同时微生物也从种子破伤处侵入，损害种子，致使种子丧失生命力。

在采集贮运过程中，受过潮的种子，及时将其干燥到原来的水分含量，其呼吸强度仍比未受过潮的种子为大。这是因为受过潮的种子，内部已经增加了可溶性物质，增加了酶的活性，且不能再度干燥而使其

酶活性恢复到原来的水平。所以经过萌动和经过浸种的种子，酶活性加强，呼吸强度增加，都不易继续贮藏。

（二）外在因素

种子的生活力在定的程度上受内在因素制约，但环境因素也起着重要的作用，在环境因素中，对种子生活力影响的主要因素有空气温度和湿度，其次是通气条件和生物因素。了解各环境因子对生命力的影响作用，从而可通过采用不同措施，进行人工和调节，以延长种子寿命。

1. 温度

温度是影响种子寿命的主要环境条件之一，是影响种子内部新陈代谢的主要因素。种子在低温条件下，呼吸作用微弱，物质与能量消耗较少，种子寿命较长。当温度升高时，酶活性增强，会促使种子内部物质成分结合转化。在一定的温度范围内(0~55℃)种子的呼吸作用随温度升高而增加，加速了贮藏物质的消耗，缩短了种子寿命。当温度升高到 50~60℃，呼吸强度急剧下降，原生质的结构陷入紊乱，蛋白质凝固，种子死亡。若温度过低，会使种子内自由水结冰，使种子受机械作用及生理上的原因而死亡。

一般种子，最适宜的贮藏温度是 0~5℃。在这种温度条件下，种子的生命活动微弱，而又不致发生冻害，利于种子生活力的保存。许多试验表明，充分干燥的种子，用超低温贮藏效果良好，即在 0~20℃的低温条件下贮藏种子，能较好地延长种子寿命。

种子对温度的适应范围因树种而异。如日本赤松种子在-20~2℃温度范围内贮藏效果都很好，而日本柳杉用-20℃比 2℃的好。

种子的含水量不同，对温度的适应范围也不相同。含水量低的种子，细胞液浓度高，在各温度条件下，呼吸强度变化不显著。而含水量高的种子，随着温度的增高，呼吸强度几乎是直线上升。白蜡树种子含水量为 20%~25%时，于-4℃温度时可贮藏 1~2 年；种子含水量降到 12%~20%时，于-10~4℃温度下可贮藏 2~3 年，种子含水量降至 7%~10%时，于-10℃的条件，可贮藏 3 年以上。

高含水量类型的种子，多数在 0~3℃的温度条件下贮藏效果较好，少数种子可在 0℃以下的环境中贮藏，但一般在 0℃或更低的温度环境中，种子易受冻害。

低含水量类型的种子，能耐低温。如松树、刺槐、白蜡、桑等种子可在较低温度下贮藏。

温度如果经常发生剧烈变化，也会降低种子生活力，总的来说，在种子贮藏过程中，要依据种子及贮藏方法的特点，应尽量维持一定的温度，不要使温度变幅过大。

2. 空气相对湿度

种子是一种多孔的胶体物质，具有很强的吸水能力，能从空气中直接吸收水汽，因而空气湿度对种子寿命影响很大。空气湿度大，种子吸水多，体内会出现大量的自由水，酶的水解能力增强，酶的活性增强，促进种子的生化活动，呼吸旺盛，物质消耗快，会缩短种子寿命。

3. 通气条件

通气条件也影响种子的生活力，其影响的程度与种子含水量和温度有关。一般来说，含水量低的种子，生命活动很微弱，需氧极少，在低温密封条件下能较长时间保持其生活力。但温度高时必须通气，否则，使种子生活力受影响。

含水量高的种子，呼吸作用较强。如雨通气不良，呼吸作用放出的水汽、二氧化碳和热不易排除，积累在种子周围，使种子与氧气隔绝，产生缺氧呼吸，而在种子周围积累大量的乙醇等有毒物质，毒害种子，丧失种子生活力。所以贮藏含水量不能过分降低的种子时，应当适当通气。贮藏种子的种子库，应有通风换气设备。

4. 生物因素

在种子贮藏期间，微生物、昆虫及鼠类等会直接危害种子，使种子的生活力降低，有时微生物和昆虫呼吸可使种子堆发生自潮和自热，引起种子变质发霉，丧失生活力。

微生物中的青霉菌等真菌及细菌，含有大量的各种酶，依靠这些酶从种子中摄取蛋白质，碳水化合物、脂肪及其他物质。有的酶能透过种皮进入胚和胚乳中，促使种子内的酶活动起来，加速种子内生化反应，加速物质消耗，导致种子败坏。实践证明，高温、多湿和通气不良是微生物活动的有利条件。如 20℃ 的温度条件下，霉菌能很快发展而危害种子。一般霉菌发展所需最低湿度为 15%~16%，种子含水量低于 12%，微生物很少活动。

除微生物外，昆虫和鼠类也影响种子生活力。它们咬破种皮，蛀食胚及胚乳，在种子堆中繁殖、呼吸可使其发热和败坏。种子受虫、鼠害后又易感染霉菌。一般种子含水量低于 7% 时，能抑制昆虫的生长发育，在 40℃ 左右的温度条件下干草的种子，能杀死种子附带的昆虫。为了防止生物危害，首先要进行严格净重，提高种子的净度，尽力保持种皮完好无损，降低贮藏重地环境的温度和湿度，特别要降低种子的含水量，是抑制生物活动，减少生物对种子危害的重要手段。

第二节 种子采集、调制与贮藏技术

一、采集技术

(一) 采种期原则

采种期主要根据种子的成熟和脱落时间来定。由于环境条件对种子的成熟有一定的影响。每年种子成熟的时间可能有所不同，所以在每年采种前，都要实地进行调查，确定适合的采种期。

一般来说，根据种子成熟期、种实构造和脱落特点采取下述原则确定采种期。

(1) 成熟期和脱落期相一致，种子轻小，有翅或有毛，成熟后易随风飞散的种子，应在成熟后脱落前采

收。如杨、柳、榆等在春末、夏初成熟，4~5月。

(2)成熟后虽不立即脱落，但一经脱落，不易从地面采集的种子，应在种子脱落前从树上采集。如落叶松、油松、侧柏的秋果，秋季成熟。

(3)成熟后经较短即脱落的大粒种子，可在成熟脱落后在地面上收集。如橡栎类、板栎、核桃、银杏等种子。

(4)成熟后较长时间不脱落的阔叶树种，虽然可延长采种时期，但不能延迟太长，以免因长期挂在树上降低种子品质。如苦楝、皂荚、槐树等的种子。

(二) 采种方法

采种方法是根据种粒的大小、种子成熟后脱落的特点和时间的不同，分为树上采集、地面采集和伐倒木上采集等方法。

(1)地面采集。适用于种实较重、秋季成熟后即落于地面的树种，如橡栎类。另外，槭树、榆树、椴树、鹅耳枥等树种的种子有时也可在强风刮后在地面采收。常用工具为箩筐等。

(2)伐倒木上采集。结合伐木进行。仅适用于种子成熟至脱落期间进行伐木作业的情况下，如果夏季就很难利用采伐木采收种子。

(3)树上采集。适用于在球果成熟后很快开裂，种子立即飞出球果面脱落的树种，如冷杉、落叶松、油松，侧柏等；果实成熟后立即脱落的阔叶树种，如杨、柳、榆、桦等；稀有树种和珍贵树种等。常用工具有蹬树鞋、木梯、软梯、升降机、震动机、高枝剪、采种网、采种兜等。

(三) 种子登记

当一个采种单位可能采集到许多批种子时，采集地、采集树种、采种时间和采种林分状况等可能会有所区别，为了不使种子混杂，使用种单位了解种子每批情况，合理地使用种子，需要建立种子登记制度，每批种子应该按照要求的内容分别填写种子采收登记表。

二、林木种实类型及调制技术

一般种实的调制包括脱粒、净种、干燥、去翅和分级等。但并不是所有的种子类型都必须经过这些工序，有的只需经过其中的一项或几项即可。

(一) 种实类型

种实是种子、球果和果实的总称。林业上一般所用的种子，有的是种子，如油松和马尾松；有的是果实，如糖槭、白蜡、橡实。

种实调制是指种实采集后，对其进行脱粒、净种、干燥、去翅和分级等技术。

在生产上为了制定科学的种实调制方法，一般把调制方法相同或相近的种实归并分类为球果，干果、肉质果3种类型。

球果类：包括绝大多数针叶树种，如松属、冷杉属、落叶松属、杉科以及柏科等。

干果类：指荚果、菊果、翅果、坚果等。

肉质果类：指浆果、核果、肉质果等。

（二）调制技术

1. 球果类

脱粒就是将种子从果实中取出的过程。球果类的脱粒，首先要经过干燥，使球果的鳞片失水后反曲开裂，脱出种子。针叶树球果的脱粒分为自然干燥法和人工加热干燥法 2 种。

（1）自然干燥法

采用自然条件使球果干燥脱粒的方法。球果鳞片易开裂的树种，如落叶松、油松、侧柏、云杉等树种可采用自然干燥法。具体方法是将球果摊放在向阳干燥的场院上暴晒，干燥过程中应经常翻动，晚间或阴雨天将球果迅速堆积覆盖，经 5~10 天，球果的鳞片开裂，种子脱出。对未脱净种子的球果，可用棒敲打，使其继续脱出，直到种子全部脱出为止。这种方法简单易行，要求条件低，但脱粒速度往往较慢。

（2）人工加热干燥法

以人为加热措施使球果干燥脱粒的方法。球果在树上成熟期间渐渐地释放水分，对于一些树种来说，需要几个月的时间才能达到干燥脱粒的目的，采用自然干燥法脱粒也满足不了快速脱粒的要求，所以常采用人工加热干燥来缩短脱粒时间。这种方法脱粒速度快，但要求条件较高，如果干燥过程中温湿度和气体交换控制不好，易使种子受损伤，降低种子的生命力。

①干燥条件的控制。同一树种的球果干燥时，果鳞的爆裂时间绝大多数不是同时的，而是相继逐渐进行的，不同树种的球果果鳞的开裂也是一个不均匀的过程，有些树种果鳞很容易开裂。如日本落叶松、油松、侧柏、杉木等；而另外些树种则具有较大的开裂阻力，如红松、华山松。因此，不同的树种，根据其开裂的难易程度，应采取不同的干燥措施。干燥条件主要控制干燥温度、干燥的通气措施两方面。

②干燥方法。我国常用室内干燥法(干燥箱法)。具体方法是，在具有温度和湿度控制设备，如暖气、蒸汽管或电气加热等设备的干燥室内，将球果置于干燥架上(干燥柜中)，使球果脱粒。

不同树种，温度不同，比如落叶松不超过 40℃，樟子松、云杉不超过 45℃，一般干燥初期温度保持在 20~25℃，然后逐渐上升至允许范围内。从球果中脱出的种子，应及时放到干燥凉爽的地方。

2. 干果类

干果类的调制，根据其含水量的不同，可分别采用晒干法(阳干法)和阴干法脱粒。荚果类树种刺槐、合欢等含水量低、种皮保护力强，可直接置于太阳下晒干，然后敲打使种粒脱出。坚果类树种橡栎、板栗、榛子等种实含水量高，种实丧失水分多则易失去生命力，宜采用阴干法干燥，摘除果皮即可。

3. 肉质果类

包括浆果、核果、梨果等，如樟树、桑树、檫木、油桐、山楂、银杏等树种。这类果实的果皮肉质多汁，含有较高的果胶和糖类，容易腐烂，因而采集后需及时调制。否则会降低种子的品质。处理的方法一般采用捣烂后用水淘洗取出种子，去掉果皮、果肉和渣滓，摊在席子、其他铺垫物或干燥的地板上阴干，当达到适宜的含水量时即可贮藏。

4. 净种及种粒分级

种实脱粒后，需要及时净种和种粒的分级。

(1) 净种。去掉脱粒后种子内混杂物如鳞片、果片、果柄、枝叶碎片、空粒、土块、异类种子的技术措施。目的是提高种子的纯度，便于种子的贮藏。根据种子和夹杂物的大小和轻重，可分别采用风选、筛选或水选等方法净种。

(2) 干燥。经过净种的种子，还须进行干燥，使种实内的含水量达到安全含水量的水平，即能维持种实生命活动所需的最低限度的种实含水量。不同树种的安全含水量不一样。一般含水量低的种子可在日光下晒干，如针叶树种子、豆科种子。而安全含水量高、粒小、种皮薄、成熟后代谢旺盛的种子，如杨、柳、榆、桑树等要在通风良好的地方阴干。

(3) 种粒分级。把同一批种子按种粒的大小进行分级叫种粒分级。在生产上采用分级后的种子进行播种育苗以及造林都有重要意义。因为同批种子种粒越大，越重，其发芽能力越高。种子分级后，能提高种子的利用率，出苗整齐，苗木生长发育均匀，减轻苗木分化，有利于经营管理。

种粒分级的方法，大粒种子如栎类、桃类、油桐等可用粒选，中小粒种子可用不同孔径的筛子进行分级。分级后的种子应挂上标签，分别进行包装、贮藏和播种。

三、贮藏技术

种子含水量决定了种实贮藏的方法。因此，根据种子安全含水量的高低，可以把种子的贮藏分为干藏和湿藏 2 类。

(一) 干藏法

将充分干燥的种子，置于干燥的环境中贮藏称为干藏。这种方法要求有一定的低温和适当干燥的条件。适用于安全含水量比较低的种子，如大部分针叶树种和杨、柳、榆、桑、桦、刺槐、白蜡、紫穗槐、皂荚、桃、李、杏等树种的种子。

干藏又分为普通干藏法和密封干藏法 2 种。

1. 普通干藏法

把经过充分干燥的种子，装入麻袋、箩筐、箱、桶、缸、罐等容器中，置于低温、干燥、通风的库内(可藏于仓库、普通房间、地窖或专门的种子库房内)贮藏的方法。适用于大多数针、阔叶树种的种子短期贮藏，如秋采、冬储、春播。

2. 密封干藏法

将充分干燥到安全含水量的纯净种子，装入已消过毒的容器内并密封贮藏的方法。主要适用于需要长期贮藏的和用普通干藏法容易失去生活力的种子，如杨、柳、桉、落叶松等。这种方法使种子与外界空气隔离，因而种子能够经常保持干燥状态，呼吸作用很微弱，贮藏效果良好。

贮藏时，将种子放入玻璃瓶或铅桶、铁罐、聚乙烯容器中，装九成满，为防止种子吸湿，容器中可放入木炭、氧化钙、变色硅胶等吸湿剂，然后加盖，用石蜡、火漆黏土等密封，附以标签、置于种子库内。放置吸湿剂的数量，因树种和吸湿剂的种类而异。

长期贮藏大量种子时，为了做到安全贮藏，应建造专门的种子库。目前我国已经建造了许多低温种子库，控制温度在 $-5\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 $40\%\sim 60\%$ ，贮藏种子效果较好。

(二) 湿藏法

将种子置于湿润、低温、通气条件下贮藏称为湿藏。此法适用于安全含水量高的种子，如栎类、核桃、银杏、紫杉、檫树、樟树、油桐、油茶、油棕等树种的种子及杨、柳的插穗等。

湿藏期间，要求环境条件：经常保持湿润，以防种子失水干燥；适度低温，以 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 为宜，一般不能高于 7°C ，以防霉菌活化，抑制种子发芽；通气良好，使种子周围二氧化碳及时排除，新鲜氧气满足供给。

湿藏方法很多，主要有露天埋藏和室内堆藏法。

四、种子休眠与发芽

种子的休眠是种子由于内在因素和外界环境条件的影响而使种子不能立即发芽或发芽困难的自然现象。种子休眠对种子的保存是相当有利的，在林业上有重要的作用，但也会给生产带来一定的困难，如播种后发芽迟缓，或出苗不整齐，播种后发芽迟缓，或出苗不整齐。多数情况下，林木种子播种前需要经过催芽处理，即以人为的方式打破种子休眠，并促进种子出芽的处理。

(一) 休眠类型及成因

因树种不同，种子休眠程度差异很大，按照休眠的特点，可以将种子分为下列类型。

1. 强迫休眠的种子

强迫休眠的种子因缺少它发芽的水分、温度、氧气以及光等条件而休眠。一旦给予适宜发芽条件，种子很快就能发芽。如油松、樟子松、黑松、赤松、侧柏、落叶松、杉木、柳杉、马尾松、杨树、柳树、榆树、桦木、栎类等都属于此类。

2. 非强迫休眠(生理休眠)的种子

非强迫休眠种子由于种种原因本身不具备发芽条件，在给予适宜水分、发芽温度、氧气和光照条件后，种子仍不能萌发，还要求特殊处理。如红松、铁杉、银杏、圆柏、白皮松、油棕、鹅掌楸、水曲柳、椴树

等。造成种子非强迫休眠的原因比较复杂，总的来说，可分为种皮的机械障碍、种子含萌发抑制物质和生理后熟等原因。

(1) 种子的种(果)皮透(水、气)性与机械障碍

种是由于种子(包括果皮)坚硬致密，透性差或不透水(硬实)。这类型的种子一般都有一个坚实而不透的种(果)皮，也有一些树种种子种皮有油脂、蜡质等而使种子不透水、不透气，即使给予适宜的发芽条件种胚也不能发育，而导致种子休眠。如刺槐、相思树、皂荚、合欢、核桃、山桃、山杏、山楂、漆树、沙枣、花椒、圆柏等。使种子透性不良的原因因树种不同而异。

另一种是由于种皮阻碍气体交换，氧气渗透率低。种子要发芽，内部的有机物质生物转化是最基础的条件，是种子发芽所需能量的源泉。当然不同树种的种子发芽时物质代谢的途径和对能量的基本要求是不完全一样的，但种子缺氧或氧气不足是普遍现象。

(2) 胚后熟

这类型树种的种子需要在比较潮湿、低温条件下经过段时间完成后熟过程才能解除休眠，这种类型树种的种子可依据情况分为两种。其一是由于胚的器官发育不完善(形态后熟)一个完整的胚相当于一个成年植物的缩影，但是有些植物如银杏、七叶树、卫茅等，种子，种子成熟时，胚发育不完善，需要经过段时间，胚发育才能完善。其二是胚发育已经完善但就是不具备发芽能力，许多树种的种子，如草果、梨、桃、杏等，需要在低温、潮湿环境条件下经过几周到几个月才能完成后熟过程。这一类型的树种种子，一般只有采用低温层积的方法，才能获得满意的效果。

(3) 种子含抑制物质

红松、白蜡、扁桃等林木种子由于种子各部分含有抑制发芽物质而不能发芽。近几年来通过内源抑制物质的研究已证明，在相当数量的植物种实中，含有种类繁多的萌芽抑制物质，如脱落酸、香豆素、乙烯、芥子油以及某些酚类、醛类、有机酸、生物碱等。这些物质能抑制胚的代谢作用，使胚处于休眠状态。

(4) 二度休眠

已经解除休眠的种子，遇到不合适发芽条件，如缺氧、高二氧化碳、高温、光、暗等，就再度回到休眠状态，再发芽时必须再次解除休眠。

(二) 解除休眠的途径

依据种子休眠类型的不同，采取相对应的解除休眠的方法。对于强迫休眠的种子，解除休眠的方法就是给予种子创造适宜的种子萌发条件。对于种子的种(果)皮透(水、气)性与机械障碍引起的休眠，胚后熟引起的休眠，种子含抑制物质引起的休眠属生理性休眠，需采取催芽的办法打破休眠。对于二度休眠的种子需二度打破休眠。

（三）种子催芽

1. 催芽的作用

在育苗工作中，播前进行种子催芽是苗木生产中的一项重要技术措施。

从种子休眠的类型分析，强迫休眠的种子，较易发芽，而生理休眠的种子，由于上述 4 方面的原因，发芽较难。催芽的目的主要就是消除生理休眠的 3 大障碍：种皮、胚和抑制物对发芽的阻碍。因此，催芽的主要作用是：软化种皮，增加透性，使种子在低温条件下，氧气溶解度增大，保证种胚呼吸活动时所必需的氧气，从而解除休眠；消除抑制种子发芽的物质，如红松种子所含的抑制物质经催芽后消除；对生理后熟的种子，如银杏，经过催芽，胚明显长大，完成后熟后，种子即可发芽。

2. 催芽方法

常用的催芽方法有层积催芽和水浸催芽两种。

（1）层积催芽。把种子和湿润物混合或分层放置，促进其达到发芽程度的方法叫层积催芽。

（2）水浸催芽。用一定水温的水浸泡种子，使其达到发芽程度的方法。不同树种催芽的水温、催芽时间不同。可分为以下几种。

①冷水浸种：经过干藏的种实，在播种前要浸种。浸种时间长短因贮藏期长短和树种而异。浸种能刺激种子增强新陈代谢作用，提高种子活力，播种后出苗快而且齐壮，有明显的增产效果。

②热水浸种：水温为 40~60℃。不耐高温的种子宜低，而种皮厚耐高温的种子宜高些。

③高温浸种：水温 70~90℃。可用于种皮坚硬、致密、透水性很差的种子。

（3）其他方法催芽

用化学药剂、微量元素、植物生长激素、物理方法均可解除种子休眠，加强种子的内部生理过程，促进种子提早萌发，使种子发芽整齐，幼苗生长健壮。

第四章 苗木培育

优良的林木种子是林业育苗和造林的物质基础，而壮苗，即优良苗木，是造林最理想的用苗，利用壮苗造林后能较早恢复创伤，造林成活率高，幼林生长快，因此，优质苗木的培育对森林培育工作尤为重要。苗木的培育工作在苗圃中进行，本章首先介绍苗圃的建立及苗圃作业，之后分别介绍几种重要的林业育苗方法及育苗技术，苗木抚育工作的目的是使苗木合乎出圃的规格直至苗木出圃。

第一节 苗圃建立

一、苗圃地选择

苗圃作为培育各种苗木的基地，要以最低的消耗培育出最优质最高产的苗木，就必须对苗圃经营管理条件及自然条件进行深入细致的调查了解，对经营及自然条件进行全面的分析研究，以选择最适的地块做苗圃地。特别是固定苗圃因使用期限长显的更为重要。若苗圃地选择不当，就会给育苗工作带来不可弥补的损失，不仅达不到使苗木优质高产的目的，且会浪费大量人力、物力、财力。因而无论何种苗圃，都必须因树因地制宜，认真选地，确保苗木优质高产。

（一）经营条件

(1) 苗圃宜设在造林地的附近或其中心地区。苗圃的设置应以林木栽培地为中心或靠近林木栽培地为原则。使培育的苗木对林木栽培地的立地条件有较强的适应性，同时又可避免长距离运输对苗木造成的失水干燥和机械损伤，确保苗木质量，提高林木栽培成活率。

(2) 苗圃要尽量设在交通较方便的地方，以利于运输育苗所需生产资料。尤其是一些固定的、大批量生产优质苗木的大型苗圃，一方面能保证苗木在最短的时间内运往林木栽培地；另一方面又能较容易获得先进的育苗技术及育苗信息、育苗资料和育苗材料，同时又容易赢得客户，提高苗圃经营的经济效益，也给苗圃职工提供一个便利的生活条件。

(3) 距居民点较近的地方，便于招用季节工人和解决职工的住房问题。有条件的地方，苗圃的设置还应考虑尽量靠近林业机构，以及时获得技术指导和信息指导。

（二）自然条件

1. 地形

地形对圈地的光照及温度情况影响极大，苗圃地的条件应该使苗木在生长过程中能获得充足光照。同时应该使苗木能获得合理的温度，特别是昼夜温变幅不能过大。如在山西 1500 米海拔以上的地区，东南坡向温度高，昼夜温差变幅小，适宜做苗圃地；而在西北坡向上，由于秋季易遭西北风为害，同时温度较低且温度昼夜变幅大，不适宜做苗圃地。一般情况下，固定的大型苗圃应设置在排水良好、有灌溉条件的平

坦地或1~3度的缓坡地上。若因条件限制只能在坡度较大地方建立苗圃时，应注意进行水平耕作或修筑水平梯田，还应选择利于苗木生长发育的坡向。北方高寒地区应特别注意冻拔及霜对苗木生长的危害：南方温暖地区应特别注意阳光直射、土壤干燥，使幼苗易产生枯萎的问题。培育耐旱、喜光的树种如刺槐、麻栎、臭椿、苦楝等苗木，应选择东及东南坡向，阳光充足，日照时间长，苗木生长健壮；培育比较耐阴的树种如杉木、云杉、冷杉、银杏等苗木应选日照较短的东北向坡为宜，以利于阴性树种的生长。

为保证苗木质量，下列地形条件切忌不能做苗圃地：寒流汇集、积水的低洼地；光照过弱的山谷地；风害严重的风口地；岗脊地、重盐碱地；山区雨季易发生山洪、泥沙堆积的地段；平原雨季易受大雨淹没的地段。上述地形条件通常温度低、昼夜温差大、光照弱、通风不良且易遭受各种自然灾害，严重影响种子发芽和苗木生长发育。河滩和湖滩上的苗圃，应选用历年最高水位以上的地段。

2. 土壤

土壤直接为林木种子发芽、插穗生根及苗木生长发育提供所需要的养分，水分和空气，土壤条件好坏直接影响苗木产量和质量。因而土壤是壮苗生产的重要条件，土壤条件的优劣可从以下几个方面得到反映。

(1) 土壤水分。对种子发芽、插穗生根及苗木生长发育具有直接而重大的影响。土壤过于干燥，种子的发芽过程不能正常进行，插穗的“活命根”不能从土壤中获得足够的水分和养分。种子的发芽率及成苗率低，苗木根系发育不正常，常常主根长、侧根短而少；插穗根系发育不良，成苗率低。土壤过湿，通气状况不佳，育苗成苗率低或苗木地上部分易徒长，根系发育弱，甚至烂根引起病虫害，茎根比值大，秋季苗木不能及时木质化，易受早霜和低温的灾害，从而影响林木栽培成活率。土壤水分适宜苗木主根粗而短，侧根发达，茎根比值小，苗木地上部分生长发育均衡，发育良好。因而苗圃地应保持合适的土壤含水量，若土壤过于干燥或超过田间持水量状态，应采用人工手段进行调节。

(2) 土壤结构及质地。团粒结构的土壤，其保水保肥力强，通气、透气、透水性好，且温热条件适中，有利于土壤微生物活动和有机质分解。一般临时苗圃，应尽量选择有团粒结构的土壤，无团粒结构的苗圃地，应增施有机肥，促进土壤团粒结构形成。

就土壤质地而言，土壤过黏，其结构差、透气透水性差、温度常较低、地表易干燥、易板结开裂，不利于苗木出土及生根，雨后泥泞不便作业，耕作困难，起苗时容易伤根。难以培育优质高产的壮苗。沙土贫瘠、透水透气性虽好，但营养元素缺乏，水分不足，肥力低而又易出现旱象，保水保肥性能差，因而苗木易受旱害甚至引起风蚀和沙埋，夏季地表温度高易使苗木受灼伤。因而一般沙土不宜做苗圃地，随着现代技术的发展，培育低需肥树种如油松、樟子松、赤松、沙枣、花棒、锦鸡儿、红柳、刺槐、沙棘等树种时，在沙土已得到改良情况下，也可使用沙地育苗。一般来说，沙质壤土和轻质壤土育苗最佳，因为这两种质地的土壤结构疏松，透水透气性能良好；水分条件适宜；土温较高，养分条件较好。利于土壤微生物活动；利于根系呼吸；耕作及起苗都比较省工省力。同时这两种质地的土壤，由于透水透性良好，降雨时

充分吸收降水，地表径流小，灌溉渗水均匀，有利于幼苗出土和根系生长发育，有利于优质高产壮苗的培育。

(3)土壤肥力。土壤肥力高的条件下，才能以较低的消耗培育出适应性强、抗逆性强的优质苗木，为林木栽培成活、成林、成材打下坚实基础；在瘠薄的土壤上，由于养分缺乏而苗木生长不良，适应性弱、抗逆性差，林木栽培成活成林困难。因而在选择苗圃地时，应尽量选择肥力高的土壤。通常是选用土层深厚、土壤肥沃的，同时应注意避免选用新垦荒地。

(4)土壤酸碱度。土壤酸碱度对许多营养元素的溶解性有很大影响，从而在相当大程度上影响苗木生长和发育。不同树种适宜土壤酸碱度不同，pH值过高或过低，都会使苗木生长不良、抗性减弱，甚至死亡，导致育苗工作失败。多数阔叶树种以pH值6.5~7.5，中性或微碱性为宜；多数针叶树种以中性或微酸性为宜。较重的盐碱土，一般不用来育苗，因为盐分过多，提高了土壤溶液浓度，使苗木系不易吸收水分和养分，且碱土中含有碳酸钠、硫酸氢钠等，对植物有很大毒害作用，很多树种不能忍受土壤中所含的这种盐分，只有少数树种如苦楝、刺槐、侧柏、臭椿、白榆等在含盐0.1%以下时尚能生长。

苗圃土壤pH值达到7时，各种营养元素的溶解性较高，许多营养元素的有效性也最大。但猝倒病发病也很严重。当pH值在6.5~7.5范围时，最适合于硝化细菌活动，能使养分供给苗木生长，pH值过高，不利于硝化细菌活动，利于猝倒病发生，同时利于和苗木争夺养分的真菌大量繁殖发展，对苗木生长不利，且毒害苗木的物质比较多。微酸性土壤，抑制了对苗木有害的微生物繁殖，利于苗木生长。但若pH值过低，pH值<4.7时，土壤中的营养元素就不易被苗木吸收利用，且有些营养元素容易被淋失，如pH值≤5时钾就易被淋失。pH值过高或过低，都不能使磷肥发挥作用。

总之，在选择苗圃地时必须考虑到土壤酸碱度以及所培育树种苗木与土壤酸碱度的适应关系。

(5)地下水位。地下水位过高，土壤容易盐渍化，会使苗木生长发育不良，造成徒长，苗木质量差、木质化不良，易受寒害及生理干旱；地下水位过低，苗木不能有效利用地下水，抗寒、抗旱、抗病虫害能力差。只有在地下水位合适的条件下，苗木才能有效利用地下水，又不致造成徒长，木质化程度优良，各种抗逆性强。一般沙土地下水位1~1.5米为宜；沙壤土地下水位1.5~2.0米为宜；轻壤土地下水位2.5米为宜；轻黏土地下水位4米为宜。

最后确定用什么样的土壤作苗圃地，还应考虑树种，如油松、马尾松、刺槐、桦木对土壤肥力要求不高，以沙壤土为宜。而杉木、核桃、杨树、泡桐、落叶松则要求土壤肥沃，应选用轻(黏)壤土。

3. 水源

水分是苗木生长发育的必须因子，也是培育优质高产壮苗的最重要条件之一。因而选择的苗圃地应具备一定的水源条件，以利于苗木生长发育过程中进行灌溉。这样，苗圃地最好选设在靠近河流、湖泊、池塘和水库的地方；如无这些水源条件，应该考虑是否可以打井灌溉，打井时还应考虑地下水的矿化度。同

时需要注意，苗圃地也不可离河流、湖泊、池塘和水库过近，以防地下水位过高，不利用苗木培育。

4. 病虫害及动物害

避免选用有病虫害和鸟兽为严重的地方。选苗圃之前要进行病虫害调查工作。在实际工作中应坚持“防重于治”的原则，选择苗圃地时，应详细地进行苗圃地病虫害调查，发现土壤中地下害虫数量很多或感染病菌严重，应及早采取各种技术措施，以防蔓延。未消灭以前不宜用做育苗地。

二、苗圃作业

（一）整地

1. 整地的意义

整地能改善土壤的理化性状，促进土壤的风化过程，提高土壤营养元素的有效性，使土壤中的潜在肥力发挥作用，以达到调节土壤中水、养、气、热的作用，并能起到清灭杂草和病虫害的作用。现分述如下。

(1) 提高土壤供水能力。土壤经过耕作之后，耕作层疏松，并切断了耕作层土壤的毛细管作用。一方面大大减少了土壤水分的蒸发量，防止了因土壤水分蒸发面造成的下层土壤盐分上升；另一方面增加了土壤孔隙度，提高了土壤的透水性能，能较大幅度地吸收降水，减少地表径流。同时能提高土壤的持水量，给土壤保水保墒提供了良好条件，这一作用对于干旱地区尤其重要。

(2) 促进气体交换。耕作层土壤疏松，孔隙度增加，使土壤的通气性能提高，土壤内外气体易于交换，给好气性土壤微生物活动创造了良好条件，有利于有机质的分解和土壤养分的释放，对黏土效果尤为明显。土壤气体交换条件的改善，有利于二氧化碳和其他有害气体排出，提高苗木附近大气二氧化碳含量，利于苗木进行光合作用。同时也有利于苗木根系呼吸的正常进行。

(3) 促进土壤风化。土壤耕作后，在北方，土壤垡块可在冬季经过冻垡、晒垡；在南方，土壤可经过暴晒，均有促进土壤风化、加速土壤有机质分解及释放潜在养分，提高土壤营养元素有效性的作用，从而相对提高了土壤肥力。

(4) 改善土壤的温热条件。土壤耕作以后，土壤中含水量相对增加，空气相对增多。因为水的热容量大，空气又是热的不良导体，从而使土壤温热条件发生变化。全天内温变幅减小。这种温热条件的变化有利于根系生长发育，又不致于夏日由于太阳的强烈辐射、地表温度过高而使苗木发生日灼害。

(5) 改善土壤结构。土壤耕作配合施用有机肥料，能形成水稳性的团粒结构。这种水稳性的团粒结构与土壤肥力较为密切，特别是在西北干旱地区的砂质壤土上，水稳性团粒结构的存在能够增加土壤的保水保肥能力，往往是土壤肥力提高的标志之一。即使在黏质土壤上，这种有机质胶结的、水稳性团粒结构，由于疏松多孔，大小孔隙搭配得宜，既有利于通气透水，又有利于保水保肥，也是提高土壤肥力的重要因素。同时，这种结构的土壤有利于根系呼吸和林木生长。

(6) 消灭杂草和防除病虫害。秋季土壤耕作后，使表层的杂草种子、虫卵、病菌孢子一起翻入土壤深层，

将其消灭。对于怕低温进入土壤深层越冬的害虫，可随耕作被翻到土壤表层或表面，被鸟类啄食或被冻死。

2. 整地的主要环节

(1) 耕地。又称为犁地，是整地环节中最主要的环节。它的作用最大而全面。耕地季节：北方在秋季耕地效果最好；南方在秋冬季耕地效果最好。耕地深度对整地效果影响最大，对土壤的通气性、透水性、水分状况和养分供应以及对根系的分布深度等都有直接影响。一般播种苗生产区的耕地深度以 18~25 厘米为宜；移植苗区和插条苗区因根系分布较深，在一般的土壤条件下耕地深度以 25~35 厘米为宜；在沙地的耕地深度可比上述浅些；盐碱地为了防止返盐碱，耕地深度要达到 40~50 厘米。

(2) 耙地。耕地后进行的表土耕作环节。耙地的作用：是耙碎垡块，覆盖肥料，平整地面，清除杂草，破坏地表结皮，保蓄土壤水分。耙地的时间：北方地区一般为早春时期(冬季积雪，保蓄水分，所以秋耕后不耙地)；南方地区一般在秋季随耕随耙。

(3) 镇压。目的是破碎土块，压实松土层，促进耕作层的毛细管作用；在干旱地区春季耕作层土壤疏松，通过春季镇压能够减少气态水的损失。对于保墒(土壤是否能够保住水分的状况)有较好的效果。

(二) 施肥

1. 苗圃施肥的必要性

施用有机肥，能给土壤增加有机质和各种营养元素。同时将大量的有益微生物带入土中，加速土壤中无机营养的释放，还能改善土壤的通透性和气、热条件，给土壤微生物的生命活动和苗木根系生长创造有利条件。

2. 苗圃施肥的时期与方法

圃地施肥必须合理。有条件的地方可以通过土壤营养元素测定来确定施肥种类和数量。

为林业苗圃后期施肥要视苗情合理施用，强壮苗可少施，弱势苗可多施。施肥种类最好以磷、钾肥为主，尽量不施氮肥，以防苗木陡长。

(1) 基肥。耕地进行前撒于圃地；以腐熟的有机肥为主，将有机肥和无机肥料混合或配合施用圃地应施足基肥。基肥可结合整地、作床时施用，以有机肥为主，也可加入部分化肥。施肥数量应按土壤肥瘠程度、肥料种类和不同的树种来确定。一般每亩(1 亩≈667 平方米。全书同)施基肥 5000 千克左右。幼苗需肥多的树种要进行表层施肥，并加施速效肥料。

(2) 追肥。一般用速效肥料。分为土壤追肥和根外追肥两种，主要为补充基肥之不足，可根据需要在苗木生长期适时追肥 2~4 次。追肥应使用速效肥料，一般苗木以氮肥为主，对高生长旺盛的苗木在生长期后期可适当追施钾肥。

土壤追肥时间对追肥效果影响很大，其深度应掌握达到苗木主要根系分布层为宜。早春是苗木根系生长时期，需要磷和氮，所以早施磷肥和氮肥能促进根系生长提高苗木质量。幼苗对磷和氮敏感，如果不足

会影响生长。追肥以早为宜。第一次土壤追肥，应在幼苗期的前期或中期较好。以后的追肥时间宜在幼苗期的后期和苗木速生期的前半期，因为苗木在速生期的生理代谢作用最旺盛，地上地下生长量最大，需要的肥料最多。生产上采用的追肥方法有沟施法、浇灌法和撒施法。从措施和效果来看，许多肥料用沟施法的效果好。其他方法由于不便于把肥料埋于土中，所以肥料损失较大。土壤追肥次数因圃地土壤的保肥情况和苗木生长情况而异，总的来说2~5次。

根外追肥是用速效化学肥料的溶液喷与苗木的叶子上的施肥方法。因为叶子是苗木制造碳水化合物最重要的器官，肥料喷到叶子上很快就会渗透到叶部的细胞中去，通过光合作用制造碳水化合物，最后形成苗木需要的营养物质。主要特点是：吸收快，喷后20~30分钟至2个小时，苗木就开始吸收，且节省肥料可达23%；一般在急需补充磷、钾或微量元素时应用；溶液浓度不宜过高，以免烧伤苗木；根外追肥一般要喷多次，尤其是短期(2日内)遇到降雨情况。

3. 关于施肥的几个原则

(1) 依天施肥。要依据育苗施肥时的天气情况，采取适宜的施肥方法、技术和时间，避免肥料损失，提高施肥效果。

(2) 依土施肥。根据苗圃的土壤养分情况，缺什么元素就施什么肥(酸性砂土磷钾供应不足)。质地较粘的土壤通透性不好，一般施肥应有机肥，以改善土壤的物理性状；砂土有机质少，保水保肥能力较差，也要施有机肥。酸性土壤要选用碱性肥料，碱性土壤宜先用酸性肥料。

(3) 依苗施肥。不同树种的苗木，生长发育过程中所需肥料的种类和数量有很大差异，应依据苗木培育过程中对养分的吸收量、利用量、归还量及循环规律进行施肥。

(4) 多种肥料可配合使用，如氮、磷、钾和有机肥料混合使用以获得较好的施肥效果。

(5) 有机肥料是维持土壤肥力效果的最好的肥料。长期使用大量的化学肥料会使土壤的物理性质恶化。化学肥料使用过多，可以造成土壤板结，破坏土壤内部的空间结构，自然地力趋于下降。同时，在施肥过程中，深度一定要达到苗木主要根系分布层。

第二节 苗木生产

一、苗木种类及壮苗

凡是在苗圃中培育的树苗，无论年龄大小，在苗木出圃之前均叫苗木。对于萌芽力强的树种，把树干切掉时，成为切干苗。

(一) 苗木种类

依据育苗所用的材料和方法，可把苗木分为实生苗、营养繁殖苗和移植苗。

1. 实生苗

指用种子繁殖的苗木。其中以人工播种培育的苗木叫播种苗，包括一年生和多年生(无论移植与否)播种苗。在野外由母树天然下种长出来的苗木叫野生实生苗。

播种苗由于经过人工培育，根系发达，苗冠圆满，苗木生长整齐、健壮、质量好。野生实生苗的根系不发达，根量比较少，偏根偏冠现象较明显，苗木分化现象较严重，质量较差，但苗木对造林地适应性较强，

2. 营养繁殖苗

指用乔灌木树种的枝条、苗干、根、叶、芽等营养器官做繁殖材料培育的苗木，非种子繁殖，即(非实生)。营养繁殖苗也有野生苗。同时，营养繁殖苗又可分为以下几种。

(1) 插条苗。是截取树木的一段枝条插入土壤中培育而成的苗木。

(2) 埋条苗。是将整个枝条水平埋入土壤中，培育而成的苗木。

(3) 插根苗。用树木的根，插入或埋入土中育成的苗木。

(4) 根蘖苗。又叫留根苗，是利用在地下的根系萌发出的新条与育成的苗木。

(5) 压条苗。把未脱离母体的枝条压如土中，或在空中包以湿润物使之生根，而后切离母体培育成的苗木。

(6) 嫁接苗。用嫁接的方法培育的苗木，多用于经济树种的育苗。

(7) 插叶和组织培养繁殖苗。

3. 移植苗

是实生苗或营养繁殖苗经过移植后培育成的苗木。

(二) 壮苗

壮苗是优良苗木的简称。壮苗生命力旺盛，抵抗各中不良环境能力强，造林后能较早恢复创伤，造林成活率、保存率高，幼林生长较快。因而，壮苗是造林最理想用苗。苗木是优是劣，目前我国主要是依据苗木的形态指标来衡量的，从形态指标来讲，壮苗应具有以下条件。

(1) 苗木根系发达，侧根和须根数量多，主根短而直，主、侧根均有一定长度。

(2) 苗木粗而直，上下较均匀，有一定的高度，木质化程度高，色泽正常。

(3) 苗木的根茎比值(苗木地下部分与地上部分鲜重之比)大，且地上部分和地下部分重量都大。

(4) 苗木无病虫害、日灼伤和机械损伤等。

(5) 萌芽力弱的针叶树种如油松、冷杉等苗木，应有发育正常而饱满的顶芽。如果失去顶芽，苗木就不能形成通直的苗干，影响造林质量。顶芽无显著的秋生长现象。壮苗必须具备上述条件，否则不能算壮苗。如果根系过短、侧根过少或无侧根，机械损伤严重的苗木，严重受冻害和病虫害严重的苗木，萌芽力弱的

针叶树种无顶芽的苗木都应视为废苗，不能用于造林。

二、营养育苗意义

(1) 有利于优良品种和类型的繁殖，依据孟德尔遗传变异理论，种子繁殖常常发生性状分离，树种的优良特性和品质不能稳定遗传给后代，而营养繁殖苗可以解决这一问题，可以将母树的优良品质稳定地保留下来。

(2) 营养繁殖苗可以提早开花结果，从发生学讲，营养繁殖苗的发育阶段母体营养器官的延续，发育年龄相对较大，因而可以提早开花结果。

(3) 可以利用营养繁殖进行高接换头，改变同种雌雄异株的性别；可以随意确定和控制树种高度和树冠形状；可以为北方冬天增加常绿阔叶树种。

(4) 对于不容易得到种子的树种，采用营养繁殖正好可以克服这一缺点。

(5) 由于发育方面的原因，营养繁殖苗生长发育快，栽培初期幼林生长发育也较迅速。

(6) 营养繁殖苗培育技术简单易行。

(7) 营养繁殖苗有时因材料不足而使育苗工作受到限制。

(8) 林木衰老早，成林后生长发育状况不如种子林。

一、播种育苗

(一) 播前种子处理

播种前种子处理的目的是为了促进种子发芽，预防病虫和鸟兽害。种子处理主要包括种子精选、消毒和催芽等环节。

1. 种子精选

为了培育壮苗，就必须在播种前对种子施行精选。可以利用风筛、水筛和筛选法。大粒种子可进行粒选。精选的种子出苗率高，幼苗出土整齐，苗木粗壮，造林成活率高。

2. 种子消毒

为预防苗木发生病虫害，播种前要进行种子消毒。消毒药剂主要有福尔马林、硫酸铜、高锰酸钾和敌克松等。

3. 种子的催芽

根据种子休眠的类型，强迫休眠种子的催芽相对简单，生理休眠的种子催芽则较为复杂。常用的催芽方法有层积催芽和水浸催芽 2 种。

(1) 层积催芽。把种子和湿润物混合或分层放置，促进其达到发芽程度的方法叫层积催芽。对于生理休眠的种子采用层积催芽效果较好。

(2) 水浸催芽。用一定水温的水浸泡种子，使其达到发芽程度的方法。强迫休眠的种子可采用这种方法。

不同树种催芽的水温、催芽时间不同。

(3) 其他方法催芽。用化学药剂、微量元素、植物生长激素、物理方法均可解除种子休眠，加强种子的内部生理过程，促进种子提早萌发，使种子发芽整齐，幼苗生长健壮。

无论何种方法催芽，一般催芽强度，即裂嘴和发芽的种子达 20%~30%时即可播种。

(二) 播种

1. 播种季节

在育苗工作中，各地应依据自苗树种的生物学特性及当地的自然条件，选择最佳的播种期。北方地区春播、夏播、秋播均有，以春播较为普遍。南方冬季也可播种。

2. 播种量和苗木密度

播种量是指单位面积或长度上所播种子的重量。苗木密度是指单位面积或长度上的苗木数量。播种量是决定合理密度的基础，它直接影响单位面积上的苗木产量和质量。播种量过多不仅浪费种子，增加间苗工作量，而且苗木营养面积小，光照不足，通风不良，使苗木生长细弱，主根长，侧根不发达，降低苗木质量。播种量少达不到合理密度，苗间空隙大，使土壤水分大量蒸发，杂草容易侵入，增加抚育管理用工，提高苗木成本，特别是针叶树幼苗太稀时，阳光太强容易灼死。一般合适的播种量应根据种子千粒重、净度、发芽率和损耗系数等进行计算。

3. 播种方法

播种方法有条播、撒播和点播 3 种。

(1) 条播。是按一定行距将种子均匀地播到播种沟里，是应用最广泛的方法。其优点表现为：①苗木有一定的行间距离，便于土壤管理、抚育保护和机械化作业。②比撒播省种子。③行距较大，使苗木受光均匀，有良好的通风条件。质量较好。④起苗工作比撒播方便。此方法适用于一切树种。

(2) 撒播。将种子均匀地播种到育苗地上的播种方法。其主要优点为：分布均匀，苗木产量较高。缺点表现为：①不便于土壤管理等工作。②苗木密度大，易造成光照不足，通风不良，使苗木生长不良，有时会降低苗木抗性，甚至使苗木质量下降。③撒播的用种量较大。除极小粒种子(如杨、柳、桉、桑、泡桐、马尾松种子)外一般不采用该方法。

(3) 点播。是按一定的株行距将种子播于播种沟内的播种方法。一般只适用于大粒种子，如核桃、板栗、山桃等。

4. 播种技术要点主要包括开沟、播种、覆土、镇压。做到播种的深度致，分布均匀，覆土适当，下实上虚。它们直接影响到种子发芽、幼苗出土、苗木的产量和质量。

(1) 开沟。沿播种行开沟，沟要直，沟底要平，深度要均匀一致，深度依种粒大小、土壤条件和气候条件而定。

(2) 播种。播种要均匀，应按行或床计划好播种量。避免漏播或大风天播种。

(3) 覆土。播种后应立即覆土，以防播种沟内的土壤和种子干燥，覆土厚度均匀一致。一般覆土厚度为种子长度 2~2.5 倍。土壤黏重的播种地，可用沙子、腐殖土、锯末等覆盖。

(4) 镇压。为使种子和土壤紧密结合，使种子充分利用毛细管水，在气候干旱、土壤疏松或土壤水分不足的情况下，覆土后要进行轻镇压，但要防止土壤板结。

(三) 育苗地管理

育苗地的管理是指从播种开始，幼苗出土直至苗木出圃整个时间播种育苗的管理工作。

1. 播种地的管理

主要指从播种开始到幼苗出土为止这一时期的管理工作。目的在于在播种后给种子发芽和幼苗出土创造适宜的条件。具体包括以下几个方面。

(1) 覆盖。保蓄土壤水分，减少灌溉量，防止因土壤水分蒸发而造成土壤板结现象，减少幼芽出土的阻力；同时可以起到增温作用，缩短出苗期。塑料薄膜覆盖效果最好。

(2) 灌溉。适宜的温度和水分是发芽的两个主要条件。播种地在幼芽未出土前有时需要灌溉。是否要灌溉，灌溉的次数，主要决定于种粒的大小、当地的气候、土壤条件及覆土厚度和覆盖与否。

(3) 松土、除草和病虫害防治。播种地土壤板结，应立即进行松土；适时除草并防止病虫害发生。

(4) 沙地播种育苗要设风障。防止风吹覆土，沙打幼苗。

2. 苗期管理

主要指从幼苗出土时开始，至幼苗出圃这一时期的苗木管理工作。苗期管理的主要内容有：灌溉与排水、降温、中耕除草、适时间苗、灾害性因子的防除、截根和苗木越冬保护。

(1) 灌溉与排水。

① 灌溉方法：苗圃中现主要采用的灌溉方法有：漫灌、侧方灌溉、喷灌和滴灌。漫灌。又称畦灌，多用于低床(畦)和大田平作育苗。漫灌优点是省水，但灌后土壤易出现板结，通气不良，灌后应及时松土。

侧方灌溉。适用于高床和高垄作业，水分侧方浸润到苗床和高垄中，优点是床面不易板结，地温高，通气好，缺点是耗水量大，中间不易通气，灌溉不均匀。

喷灌。又称人工降雨，有机械和人工喷灌两种，其优点是省水，省工，便于降温，可以降冻，可以洗碱，而且减少田间沟渠，提高土地利用率，田间不平也能灌均匀，是目前我国比较先进的灌溉方法，但一次性投资较高。

滴灌。在一定低压水头作用下，通过输水、配水管道和滴头，让水一滴一滴地浸滴苗木根系范围的土层，使土壤含水量达到苗木需要的最佳状态。其优点是比以上 3 种方法均省水，而且灌后土壤疏松，温差小，有利于苗木生长，但投资高，设置较复杂，广泛应用于塑料大棚和温室育苗。

②排水：排除圃地的积水是育苗工作中防涝和防除病虫害的重要措施。我国南方多雨，要注意苗圃的排水工作，北方较干旱，但也要注意雨季的排水问题。

(2)中耕。中耕作业主要包括作物行间锄草、松土、培土和间苗等内容。及时中耕，可以消灭杂草，蓄水保墒，提高地温，促使有机物的分解，为作物生长发育创造良好环境。

(3)适时间苗和幼苗移植。

①间苗：在播种育苗中，往往出现苗木过密或出苗不整齐、密度不均匀的情况。密度如果过大，由于光照不足，通风不良，每株苗木营养面积不够，使苗木生长细弱，会降低苗木质量，还易引起病虫害。所以密度过大时，必须去除一部分苗木，称之为间苗。间苗时要注意间苗时间、间苗对象和间苗强度。间苗宜早不宜迟。间苗对象：受病虫害的、机械损伤的、生长不良和不正常(霸王苗)的幼苗。间苗强度不宜一过大，一般分为2~3次进行。

②幼苗移植：一般用于种子很少的珍贵树种，也可用于生长特别迅速要在幼苗期进行移植的树种。有时为调节苗木密度而补苗也用幼苗移植。掌握苗木移植最佳时期，因树种而异。一般选在阴雨天，且移植后要及时浇灌，必要时进行遮阴。

(4)灾害性因子的防除。幼苗时期，苗木非常幼嫩，很易遭日灼、霜冻、病虫害等危害，严重影响苗木的质量和产量，所以必须做好苗期的保护工作。

①防除日灼危害：有些树种，如落叶松、云杉、杨树等幼苗出土后，常因太阳直射，地表温度增高，使幼嫩的苗木根颈处呈环状灼伤，或朝向阳光方向倒伏死亡。这样的日灼危害常采用遮阳和喷灌的方法降温防除。遮阴主要在幼苗期进行，要适宜，遮阴过重，影响苗木光合作用强度，降低苗木质量；喷灌降温在高温时期既能降温又能提高空气相对湿度和土壤湿度。

②防止霜冻害：苗木尚未木质化时，组织幼嫩，含水也较多，常因气温短时间内降低到0℃以下而使细胞间隙的水分结冰，细胞脱水，苗木枯萎死亡。霜冻害主要是早霜和晚霜。主要通过育苗技术措施、熏烟、喷灌等方法预防霜冻。

③病虫害的防治：苗圃常见病虫害有猝倒病、根腐病，蚜虫、地老虎等，因此在育苗过程中要特别加强病虫害的防治工作。防治病虫害应遵循“防重于治”的原则。科学育苗，培育出有抗性的壮苗。一旦发现病虫害，应及时用药剂治愈(具体防治见后面林木病虫害防治部分)。

(5)截根。1年生苗木秋季切根高生长停止，15℃有利于切根形成愈伤组织发新根。截根是为了限制主根生长，促进苗木多生侧根和须根以获得发达根系使苗木生长健壮。截根时间、深度因树种而不同，一般应在苗木当年进入休眠前1~1.5个月进行。

(6)苗木越冬保护。

①苗木越冬死亡的原因：我国北方地区，冬季气候寒冷，春季风大、干旱、气温回升很快，越冬苗木

常遭冻害，其次，生理干旱是造成苗木越冬死亡的另一个重要原因，生理干旱在我国北方地区最严重，一般发生在早春因干旱风的吹袭，苗木地上部分失水太多，地下部分土壤冻结，根系不能供应水分，苗木体内失去水分平衡而致死。此外，还有地裂伤根也常常引起苗木越冬死亡。

②越冬保苗的方法：针对以上苗木越冬死亡常用的预防措施有以下几种。

一是覆盖。到了冬季，用稻草、落叶、马粪、塑料薄膜、土壤等在苗行或将苗木全部覆盖起来，进行保暖防寒。覆土防寒就是用土埋苗防寒的措施。它既能保温，又能保持土壤水分，且简单经济，是最常用的方法。一些极易患生理干旱的苗木，如红松、云杉、冷杉、油松、樟子松、核桃等常用此法防寒。

二是灌水和排水。对生理干旱不太严重的苗木，于土壤冻结前，灌 1~2 次冻水，即可预防生理干旱。但对容易遭受冻拔害的苗木，应在苗木生长后期停止灌溉，注意排水。此外，还可利用设防风障和架暖棚等方法保护苗木越冬。

二、插条育苗

（一）插条育苗技术

按照枝条的成熟和木质化程度可以把插条分为嫩枝(半木质化)和硬枝(充分木质化)2种，相应地，插条育苗可分为硬枝扦插和嫩枝扦插2种。硬枝扦插应用较为广泛，这里仅介绍硬枝扦插育苗法。

硬枝扦插是用充分木质化的枝条为材料培养苗木的方法。

1. 采条

选择生长迅速、干形良好、无病虫害的幼龄树其干上的萌发条，或二年生苗的基干。采条时间宜在秋末冬初落叶(休眠)后采集。采条过早营养物质积累不多，木质化程度不好，不利于插穗贮藏和成活；过晚。水分损失较多，特别是树液流动后，芽膨大，大量养分消耗于芽的生长，插后成活率低。

2. 制穗

种条采回后，应立即制穗。首先剪去无芽或大于 2 厘米粗的基部和发育不充实的梢头。然后用锋利剪刀将种条截成 12~20 厘米长的插穗。技术要求：①上切口距芽 1.0~1.5 厘米，下切口距芽 0.5 厘米左右；②切口要平滑，防止劈裂。对难生根树种，下切口宜剪成斜面，增加水分吸收面积。③常绿树种的叶子尽量保留。为防止扦插失水过多，可将插穗下部枝叶剪掉，剪掉数量占插穗全长的 1/3~2/5。④根据树种选择插穗的长度和粗度。⑤为防止插穗失水，制穗应在蔽荫处进行。⑥插穗的第一芽和其他侧芽要保护好(尤其是阔叶树种和萌芽力弱的树种)。⑦截制好的插穗，按粗细分级，上下不颠倒，每 50~100 根一捆，然后进行贮藏。

3. 促进插穗生根的技术

为了提高插条育苗的成活率，对一些生根困难的树种，进行插穗处理。可用 ABT 生根粉或生长刺激素处理，刺激插穗愈合生根。生产上也常用浸水催根的方法促进插穗生根。

4. 扦插

技术要求：①扦插时间春、秋皆可，但以春季成活率高，多以高垄扦插。②扦插密度一般行距为30~80厘米，株距10~30厘米。目前，扦插育苗向大株行距发展，密度因树种和环境而异。③扦插方法以直插为好，但以插穗长短、圃地气候及土壤条件而定。插穗过长，气候湿润，土壤黏重，生根困难时，斜插有利于生根：短穗或带顶芽的插穗，干旱气候，沙壤土宜直插。④扦插深度一般为插穗上端第一个芽与地面平，但秋插应将插穗全部插入土中，插后踏实，立即灌水，使其与土壤密接。

5. 育苗地管理

扦插后要及时灌溉，春插阔叶树需经常喷水，针叶树可少灌，以免降低土温。灌溉和降雨后应及时松土，保持良好的土壤通透性，以利生根。其他如追肥、除草和病虫害的防治可参照播种育苗部分。

（二）提高插穗成活率的关键措施

1. 选择母树

选择生长旺盛、健壮、无病虫害植株作为母树采条。

2. 插穗年龄

具体与树种有关。一般以一年生枝条生根能力强，生根快，最适宜作为插穗，二年生以上的枝条，芽子，不定芽萌发力弱。杨树一年生枝条成活率最高。

3. 枝条的发育状况和生长部位

要求枝条发育充实、粗壮和充分木质化。

4. 枝条部位

一般枝条的中部插穗的成活率最高，但各有不同。

5. 插穗长度

插穗的长短对成活率和苗木生长情况也有明显影响。一般落叶树种，插穗长度以14~25厘米为宜。常绿树种一般以10~35厘米为宜。

6. 插穗粗度

插穗的粗细与营养物质的多少和充实度有关。插穗粗，积累的营养物质多，成活率高，苗木生长较好。多数树种的插穗粗度以0.3~2厘米为宜；针叶树种较细0.3~1.0厘米，阔叶树种较粗1.5厘米左右较为理想。

7. 插穗必须有最上面的两个芽

8. 插穗的水分

严防枝条或插穗失水过多用水浸插穗不仅增加了插穗的水分，还能减少抑制物质的抑制作用，对某些

树种有提高成活率的效果。干旱区造林尤为必要。

9. 环境条件

温度、土壤湿度和通气条件。

三、嫁接育苗

嫁接繁殖，是将一个植株的芽或短枝条，与另一植株的茎段或带根系植株适当部位的形成层间相互结合，从而愈合生长在一起并发育成一新植株的方法。用作繁殖对象的枝或芽称接穗，承接接穗的部分称砧木，用该法有成的苗木称嫁接苗。

（一）影响嫁接成活的主要因素

1. 嫁接的亲合力

砧木和接穗在内部组织结构上，生理和遗传上，彼此相同或相近从而能互相结合在一起的能力。嫁接亲合力是指接穗和砧木通过嫁接能愈合生长的能力，它是决定嫁接成活的主要因素。

并非所有植物都能嫁接成活，有的不能成活，有的接活后产生种种不良现象，有的愈合体已形成，甚至已长成树，而嫁接部位还会脱落死亡，这主要是两者之间亲合力不强的结果。内在亲缘关系又是影响亲合力大小的关键，一般亲缘关系越近，亲合力愈强。种内品种间嫁接亲合力最强，叫做“共砧”（桂花嫁桂花、板栗嫁板栗、油茶嫁油茶）；同属异种间，因树木种类不同而异，有些亲合力很好。海棠 x 苹果，酸橙 x 甜橙，山玉兰 x 白玉兰；同科异属间，亲合力一般较小，但也有嫁接成活的组合。枫杨 x 桃核，枸橘 x 橘子，女贞 x 桂花；不同科树种之间亲合力更弱，很难获得嫁接成功。

2. 砧、穗的生长状态及树种特性

树木生长健壮，营养器官发育充实，体内贮藏的营养物质多，嫁接成活率高，一般说，树木生长旺盛时期，形成层细胞分裂最活跃，进行嫁接容易成活。

此外，要注意砧木和接穗的物候期，一般是砧木萌动期较接穗早的，嫁接成活率高。这是因为接穗萌动所需的水分和养分可由砧木及时供给。

3. 外界环境条件

影响愈合组织形成的条件，主要有温度、湿度、光线、空气。

(1) 温度。温度高低影响愈合组织的生长，一般树种在 25° C 左右为愈合组织生长的最适温度。(2) 湿度。湿度对愈伤组织的生长影响有两个方面。

① 愈伤组织生长本身需一定的湿度条件。② 接穗要在一定湿度条件，才能保持生活力。砧木有根系能吸收水分，一般枝接后需一定的时间(1520 天)，砧、穗才能愈合，在这段时间内，保持接穗及接口处的湿度，是嫁接成活的重要关键。

(3) 空气。空气也是愈合组织生长的必要条件之一，尤以砧、穗接口处的薄壁细胞都需要有充足的氧气，

才能保持正常的生命活动。注意土壤含水量不宜过湿。

(4) 光线。光线对愈合组织的生长有较明显的抑制作用，在黑暗条件下，接口上长出的愈合组织多，是乳白色，很嫩，砧、穗容易愈合，而在光照条件下，愈合组织少而硬呈浅绿色或褐色，砧、穗不易愈合，这说明光线对愈合组织是有抑制作用的。

在生产实践中，嫁接后创造黑暗条件，采用培土或用不透光的材料包捆，以利于愈合组织的生长，促进成活。

在影响嫁接成活的诸多因素中：①内因：在具亲合力的嫁接组合中，砧木与接穗的生活力是嫁接成活的决定性因素；②外因：湿度在嫁接成活中起决定性作用。至于湿度与接穗生活力关系更是非常重要的，没有一定湿度的保证，接穗很快干死，丧失了生活力，这也是生产上嫁接失败常见的原因。由此可见，湿度是影响嫁接成活的外部因素中主导因素，无论在生产实践中，无论嫁接什么树种，用什么方法，都必须保持适宜的湿度，才能获得较高的成活率。

(二) 嫁接苗培育技术

1. 枝条和砧木的选择

要繁育优良品种，接穗一定要在优良母树上选择，且母树无检疫病虫害，枝条要充实，芽要饱满：枝条一般用 1、2 年生枝。采穗期因树种、嫁接方法不同而不同。落叶树种在落叶后到发芽前 2、3 周进行。针叶树在春季母树萌动前进行：采集的接穗要存放在湿度适宜、温度较低的地方。夏季采集接穗要剪去叶片，留下 1 厘米叶柄，以便检查成活率，保存期不得超过 10 天，最好随采随接。

砧木要根据育苗需要选择，应选择本区适生、根系发达、生长健壮的树种，且嫁接亲和力强。要充分利用砧木某些优良特性，如抗性强、易生根等特性，以增强嫁接苗适应性。

2. 嫁接方法

目前，嫁接方法很多，有芽接、枝接、根接、靠接等。芽接有丁字形和方块形 2 种方法：枝接有切接、劈接、插皮接、髓心形成层对接法等。

3. 嫁接苗管理

嫁接后 10~20 天即可检查其成活与否，凡接芽新鲜，叶柄一触即落者说明芽已成活。待新梢长到 20~30 厘米长时应解除绑扎物。未成活者应补接。

芽接剪砧可分 2 次，第一次在接口以上，留一定高度砧木代替支柱，新梢长至 20 厘米以上时，绑新梢防风，等风季过后第二次剪砧。剪砧后要及时除掉砧木上的萌蘖条。枝接时，当接穗成活后，要分次将土轻轻扒开，解除绑扎物，接穗萌发后，保留一个健壮芽，其余摘除。

第三节 苗木出圃与贮藏

一、苗木出圃

在苗圃中所培育的各类苗木，达到造林规格要求(壮苗条件)后，即可起苗出圃造林。苗木出圃是育苗工作的最后工序，主要包括起苗、分级、产量统计和包装运输等环节。

(一)起苗

起苗时注意保护好苗木，否则会使育苗前功尽弃。

1. 起苗季节

原则上是在苗木休眠期进行，即秋季落叶后到春季苗木萌动前进行。

2. 起苗技术要求

(1)保留根系的长度。保证苗木根系有一定长度，般针叶树小苗根系长度为15~25厘米，阔叶树20~40厘米，插穗移植苗可长一些。

(2)苗木保护措施。严防根系干燥，起苗时如周地干燥应提前灌水，起苗时应做到边起，边拣、边统计、边包装、边假植，注意保护苗茎和顶芽。

(3)起苗方法。有人工起苗和机械起苗。人工起苗沿苗行一侧掘苗。机械起苗质量好，工效快。

(二)分级和统计

1. 苗木分级

苗木分级目的是保证苗木出圃合乎规格，栽植后生长整齐。分级应根据苗木分级指标，边起苗，边分级。其中以地径为主要指标，其次是苗高。

2. 数量统计

苗木产量包括1、I和重级苗，统计时分别进行，废苗(病虫害、机械损伤苗)不统计产量。公绍统计应在蔽荫无风处进行。苗木分级统计后，要立即包装，挂好标签。

(三)包装和运输

苗木分级后，及时运往造林地，在运输过程中，要妥善包装，严防失水，如油松1年生播种黄区10分钟，成活率降至30%，晒1小时，成活率降至零。

运输时间越长，包装应越细致。带土坨的大苗，要单株包装，在运输过程中，要经常检查，防止黄根干燥发热。到达造林地后，若不立即造林，应马上假植。

近年来，用聚乙烯塑料袋包装，效果较好。但要防止袋内因阳光照射面发热。有条件的情况下可用冷藏车运送裸根苗，车内温度保持1°C，空气相对湿度为100%，效果也很好。

二、苗木贮藏

(一) 苗木贮藏的目的

如果起苗后不能立即造林，为保护苗木免遭各种损害，需采取相应的苗木贮藏措施。苗木根系比较幼嫩，最易失水面丧失生命力，它又是苗木吸收水分的关键器官，苗木根系的好坏，直接影响着造林成活率。因此，苗木的贮藏，最重要的是要保护好苗木根系。

(二) 苗木贮藏条件和方法

贮藏的目的是为了保持苗木质量，减少苗木失水，维护苗木体内水分平衡。现用的贮藏苗木方法有假植和低温贮藏。

1. 假植

起苗后，经消毒处理的苗木，如不及时栽植，就要进行假植或采用其他方法贮藏。假植有临时假植和越冬假植两种。临时假植是起苗后不能及时出圃栽植，临时采取的保护苗木的措施，假植时间较短，可就近选择地势较高、土壤湿润的地方，挖条浅沟，沟一侧用土培一斜坡，将苗木沿斜坡逐个码放，树干靠在斜坡上，把根系放在沟内，将根系埋土踏实。越冬假植是秋季苗木起苗后来年春季才能出圃，需要经过一个冬季。应选择背风向阳、排水良好、土壤湿润的地方挖假植沟。沟的方向与当地冬季主风方向垂直，沟的深度一般是苗木高度的 $1/2$ ，长度视苗木多少确定。沟的“端做成斜坡，将苗木靠在斜坡上，逐个码放，码一排苗木盖一层土，盖土深度一般达苗高的 $1/22/3$ 处，至少要将根系全部埋入土内，盖土要实，疏松的地方要踩实、压紧。另外，如冬季风大时，要用草袋覆盖假植苗的地上部分。幼苗茎干易受冻害者，可在入冬前将茎干全部埋入土内。

2. 低温贮藏

贮藏是指在人工控制的环境中对苗木进行控制性贮藏，可掌握出圃栽植时间。苗木贮藏一般是低温贮藏，温度 03°C ，空气湿度 $80\%90\%$ ，要有通气设备。一般在冷库、冷藏室、冰窖、地下室贮藏。在条件好的场所，苗木可贮藏6个月左右。苗木的贮藏为苗木的长期供应创造了条件。

第五章 森林营造

第一节 造林概述

一、造林的概念

造林可分为人工造林和人工更新 2 种，前者为在无林或原来不属于林业用地的土地上栽培林木，后者是在原来生长森林的迹地(采伐迹地、火烧迹地等)上栽培林木，它们都属于造林的范畴，没有本质的差别。

二、人工林

凡是用人工种植的方法营造起来的森林都称为人工林，它由 2 部分组成，造林地及其上生长的林木。

(一)林种的划分

由于所营造的森林发挥着各种各样的效益，把发挥不同效益的森林种类简称为林种。根据《中华人民共和国森林法》，我国将森林划分为防护林、用材林、经济林、薪炭林及特种用途林五大林种。

(1)用材林。以生产木材为主要目的的森林和林木称为用材林，包括以生产竹材为主要目的的竹林。

(2)经济林。以生产果品、食用油料、饮料、调料、工业原料和药材等为主要目的的林木称为经济林。

(3)防护林。以防护为主要目的的森林、林木和灌木丛称为防护林。包括水源涵养林、水土保持林、防风固沙林、农田、牧场防护林、护岸林、护路林。

(4)薪炭林。以生产燃料为主要目的的林木称为薪炭林。

(5)特种用途林。以国防、环境保护、科学实验等为主要目的的森林和林木称为特种用途林。包括国防林、实验林、母树林、环境保护林、风景林、名胜古迹和革命纪念地的林木、自然保护区的森林。

我们在营造每一片森林时，都有着一定的造林目的，但是除了发挥其主要功能外，还具有其他效益，如用材林具有防护效益，防护林也能提供一定量的木材，它们同时也具有美化环境的功能，因此不要孤立地去看待林种的作用。

(二)造林地

造林地有时也称宜林地，它是造林生产实施的地方，也是人工林生存的外界环境。造林地是气候、地貌、地形、土壤、水文、植被、人类活动及其他环境状况的综合体系。研究造林地实际上就是研究这一体系中的所有因子。当了解造林地的生产潜力后，可为其选择合适的造林树种，同时也可制定出相应的技术措施。下面将分造林地的立地条件和造林地种类两方面来讨论这些问题。

1. 造林地的立地条件

为了更好地研究造林地，我们把造林地上凡是与森林生长发育有关的自然环境因子综合称为造林地的立地条件(简称为立地，或称森林植物条件)，它主要包括地形、土壤、水文、植被和人为活动五大环境因

子(立地因子)。

(1)地形。包括海拔高度、坡向、坡度、坡位、坡形、小地形等。

(2)土壤。包括土壤种类、土层厚度、土壤质地、土壤结构、土壤养分、土壤腐殖质、土壤酸碱度、土壤侵蚀度、各土壤层次的石砾含量、土壤含盐量、成土母岩和母质的种类等。

(3)水文。包括地下水深度及季节变化、地下水的矿化度及其盐分组成,有无季节性积水及其持续期等。对于平原地区的一些造林地,水文起着很重要的作用。

(4)植被。主要指植物的组成、覆盖度及其生长状况等。在植被未受严重破坏的地区,植被状况能反映出立地的质量,特别是某些生态适应幅度窄的指示植物,更可以较清楚地揭示造林地的小气候、土壤水肥状况规律,帮助人们深化对立地条件的认识。例如,蕨类生长茂盛指示宜林地生产力高;马尾松、茶树指示酸性土壤等。在中国,多数造林地植被受破坏比较严重,用指示植物评价立地受到一定的限制。

(5)人为活动。土地利用的历史沿革及现状,各项人为活动对上述各环境因子的作用等。不合理的人为活动,如取走林地枯枝落叶、严重开采地下水,樵采、放牧等会使立地劣变,发生土壤侵蚀,降低地下水位。

上面列出的各项立地条件组成因子并非完整无缺,但也不是每块造林地都必须考虑上述所有的因子。从理论上讲,一块造林地上作用于林木生长的环境因子相当多,但各个因子所起的作用差异很大,有些因子对林木生长发育的作用微不足道,有的因子却起着决定性的作用,这些起决定性作用的因子,在造林学上称之为主导因子。一般而言,在分析立地与林木的关系时,没有必要对所有立地因子进行调查分析,只要找出主导因子,就能满足造林树种选择和制定造林技术措施的需要。

2. 造林地的种类

造林地的环境状况主要是指造林前土地利用状况、造林地上的天然更新状况、地表状况以及伐区清理状况等。这些环境因子对林木的生长发育没有显著的影响,因而没有包括在立地条件的范畴之内。但这些因子对造林措施的实施(如整地、栽植、抚育)具有一定的影响,所以为了造林工作的实施,根据造林地的环境状况之差异性,划分出不同的造林地种类,简单说,造林地种类就是造林地环境状况的种类。造林地种类有许多,归纳起来有4大类。

(1)荒山荒地。没有生长过森林植被,或在多年前森林植被遭破坏,已退化为荒山或荒地的造林地。荒山荒地是我国面积最大的一类造林地。

(2)农耕地、四旁地、撩荒地。农耕地指用于营造农田防护林及林粮间作的造林地种类;四旁地指路旁、水旁、村旁和宅旁植树的造林地种类。在这些地方植树常称为四旁植树,它本身不算作一个林种,但因其兼有生产、防护和美化的作用,在林业工作中具有重要地位;撩荒地指停止农业利用一定时期的土地。

(3)采伐迹地和火烧迹地。采伐迹地指森林采伐后腾出的土地;火烧迹地指森林被火烧后留下来的土地。

(4) 已局部更新的迹地、次生林地及林冠下造林地。这类造林地的共同特点是造林地上已有树木，但其数量不足或质量不佳或树已衰老，需要补充或更替造林。

第二节 树种选择

一、树种选择的原则

树种选择应遵循经济学和生物学相兼顾的原则。

(一) 生物学原则

指造林所选择的树种的生物学特性应尽可能与造林地的立地条件相适应，即适地适树原则。

(二) 经济学原则

指造林所选择的树种的各项性状，主要是经济性状及效益性状要符合既定的育林目标的要求，即树种选择定向原则。

树种选择就是要使所造之林能够提供与立地生产力相应的材积和价值产量，即所选择的树和应尽可能地利用地力，但不使其衰竭，最好还能改善立地。所选择的树种必须构成足够稳定的林分。除此之外，还必须考虑以下辅助原则。

(1) 因地制宜地确定针叶树种和阔叶树种、乔木和灌木的合理化比例，选择多树种造林，防止树种单一化。随着社会的发展，不仅需要提供多品种的木材，而且在改善环境，保障农牧业生产等方面也需要选择多种的优良树种，以满足各方面的需要。

(2) 充分利用优良乡土树种，积极扩大引进取得成效的优良树种。在树种自然分布区内，分布最普遍，生长最正常的树种，是长期历史适应该地区条件而发展起来的树种，即乡土树种，它们适应性强，生长相对稳定，抗性强，繁殖容易，所以在造林时首先要考虑乡土树种。引进外来树种时，要先进行造林试验，对于获得成功的优良树种要积极推广。

(3) 选择具有较好稳定性、抗病虫害能力强的树种。所选树种形成的林分应该长期稳定，要经得住一些极端气象灾害因子的考验，能抵抗一些毁灭性病虫害的侵袭。

(4) 树种选择时还要考虑所选择树种在经营技术上是否可行。如有些树种从各方面性状看都很好，可以中选，但其种子和苗木来源有限，不可能大面积应用。有些树种虽生长效果很好，但栽培技术复杂，或需较大工料投入，或无栽培经验，成本高，最终经济效益不一定高。因此，在选择树种时，要考虑到可行性的原则，使树种选择切实可行、经济有利。

二、树种选择方案的确定

根据以上树种选择要统筹兼顾的两个主要原则，树种选择时要把握适地适树和定向选择。首先要按培

育目标定向选择造林树种，不同的林种其培育目标不同，对树种的要求也不相同。因此，应依照培育目标对树种的要求，分析可能应选树种的有关目的性状，经过对比鉴别，提出树种选择方案。其次要弄清具体造林区或造林地段的立地性能，分析可能应选树种的生态学特性，然后进行对比分析，按适地适树原则选择造林树种。为了得出更可靠的有关树种选择的结论，可进行造林树种选择的对比试验。在一定造林地区的典型立地上，种植可能作为人选对象的树种，经过整个培育周期的对比试验，筛选出一些有前途的造林树种，剔除一些易遭失败的树种。不过对比试验需要时间较长，需要投入的人力物力较多，困难大。在生产上不可能对各树种都通过试验后再造林，有时就凭树种的天然分布及生长状况，根据树种生态学特性及以往的零星造林经验，就决定树种的选择。通过对现有人工林的调查研究，掌握不同树种人工林在各种立地条件下的生长状况，是选择造林树种时常用的方法。调查现有人工林时方面要大量调查一个树种在不同立地条件下的生长效益，作出该树种生产力评价，得出该树种适生立地范围。另一方面对同一立地类型作多种树种调查，作出多种树种的立地评价，可为同一立地上选用哪个树种能更好地发挥林地生产力作出判断。

最后，确定造林树种方案时，依照林种布局和树种选择原则，充分分析对比造林地立地性能和各可选树种的生态学特性，并依据现有树木生长状况调查资料，把造林目的与适地适树的要求结合起来统筹安排。一方面要考虑到，同一个具体造林地区或造林地块上可能有几个适用树种，同一树种也可能适用于几种立地条件，经过分析比较，将最适生、最高产、经济价值最大的树种列为该区或该地块的主要造林树种。而将其他树种，如经济价值高但对立地条件要求过苛，或适应性很强但经济价值低的树种，列为次要树种。同时要注意树种不要单一化，要把针阔树种、珍贵树种也考虑在内，使所确定的方案既能充分利用和发挥多种立地的生产潜力，又能满足多方面的需要。另一方面，在最后确定树种选择方案时，还要考虑选定树种在一定立地条件上的落实问题。把立地条件较好的造林地，优先留给经济价值高对立地要求严的树种。把立地条件较差的造林地，留给适应性较强而经济价值较低的树种。同一树种若有不同的造林目的，应分配给不同的造林地，如培育大径材，分配较好的造林地，若是培育薪炭林、小径材，可落实在较差的立地上。

三、适地适树

从生物学原则出发，树种选择要求适地适树。

(一) 适地适树的概念

适地适树就是要使造林树种的特性，主要是生态学特性和造林地的立地条件相适应，以充分发挥生产潜力，达到该立地在当前技术经济条件下可能取得的最佳效益。

(二) 适地适树的标准

衡量适地适树的客观标准要根据造林的目的要求来确定，对于不同林种适地适树的标准不一样。对于防护林来说，成活率高，林分稳定性高，及早使防护效益达到最高限度为衡量适地适树的标准。对于经济

林来说，除了林分的成活率和稳定性外，使林产品达到一定的数量和质量指标是衡量标准。对于用材林来说，起码要达到成活、成林、成材，还要有一定的稳定性，即对间歇性灾害因子有一定的抗御能力，同时应有一定的数量指标。衡量适地适树的数量指标主要有两种，一是立地指数，一是材积平均生长量。产品质量有时也应作为衡量适地适树的参考因子。

(三) 适地适树途径和方法

适地适树反映的是树木生长与环境条件之间的协调关系。每树种生长发育的特点主要是由它内在的生物学特性所决定，而环境条件的影响则是促进和影响它生长发育的外部原因。不同树种有不同的特性，同一树种在不同地区其特性表现也有差异。即使是在同地区，同一树种在不同发育阶段，对环境条件的要求也不相同。造林中强调适地适树的原则，就是要正确地对待树木生长发育与环境条件之间的辩证关系。实践中，或是按具体的造林立地条件选择适宜的树种，或者是为具体的造林树种选择适宜的造林地，达到树和地的统一。如在含盐较高的土壤上造林，应选用耐盐能力较强的树种。另外，适地适树原则要求地和树相适，指的是地和树之间的矛盾部分在林木培育的主要过程中是相适的。可能在某个具体造林地，具体树种的某个发育阶段，地和树还存在矛盾，要在实践过程中不断调节，逐步深入揭示树种的特性规律，通过人为措施改变其原有发展势态，并注意改善外界环境条件，使树和地这对矛盾的统一体向符合人们培育希望的方向发展。

在造林过程中，为了使“地”和“树”基本适应，可以通过 3 条途径加以实现。

1. 选择

包括选树适地和选地适树。选树适地：根据造林地的立地条件选择在此条件下最适生的树种。在确定了造林地以后，根据其立地条件选择适合的造林树种。如在北京市西山地区，阴坡、厚土层的立地条件下，水分较好，可选择油松为造林树种。选择时，以乡土树种为主，外来树种为辅。选地适树：根据树种的特性选择最适宜的造林地。根据当地的气候土壤条件确定了主栽树种或拟发展的造林树种后，选择适合的造林地。如侧柏比较耐干旱瘠薄，在北京市西山地区可选择阳坡薄土层的立地进行造林。

2. 改地适树

当造林地的条件不能满足造林树种的要求而又必须发展这一树种时，可以采用人为措施改善造林地条件，以适应造林树种的生长，使“树”和“地”两者相适应。如通过整地、施肥、灌溉、混交、土壤管理等措施改变造林地的生长环境，使其适合于原来不适应树种的生长。杨树可以在轻盐碱地上生长，如在重盐碱地上造林时，需要采用脱盐碱的措施(如排灌洗盐)来降低盐分含量，使之适合于林木生长。一般来说都是围绕土壤情况进行改地，如提高土壤肥力，增加土壤的蓄水能力，加厚土层，改变土壤的机械组成等，但该种途径难度较大。

3. 改树适地

改变树种某些特性，使之能适应造林地条件。如通过选种、有种、引种驯化等措施改变树种的原有特性，增强树种耐寒、耐旱、耐盐等特性，使之适应原来不适应的造林地立地条件。这方面比较典型的例子是毛竹北移及一些抗性树种的培育等。

这3条适地适树的途径是互相补充，相辅相成的，在当前的技术、经济条件下，改地、改树都是有限的，而且这两者也只有在地树尽量适应的基础上才能有效，我们还是应当提倡立足于乡土树种的栽培，因此，选择仍然是基础，如何选择树种是我们造林工作的中心任务。



第三节 造林施工技术

按照一定的设计方案进行造林施工，其工序可分为三大阶段，即整地阶段、种植阶段及幼林抚育阶段。

一、造林整地的作用

(一)改善立地条件，提高立地质量

通过造林地清理，可以直接增加林地受光量，加强空气对流，提高地温和近地表的温度。整地还可以通过改善土壤物理机械性质，提高土壤的总孔隙度，协调土壤中水分、空气的数量和比例，从而进一步提高土壤持水保墒能力和通气能力。应当指出，整地改善土壤水分条件的作用，与所使用的方法和季节等有密切的关系。其蓄水保墒作用只有在方法使用得当、时间掌握适宜时，才能收到良好的效果。否则不但不能很好地蓄水保墒，甚至造成水分大量蒸发散失，使土壤变得更加干燥。整地还可以起到改善土壤养分条件的作用，尽管整地不能直接增加土壤中的养分，但整地可以加速土壤风化作用，加快腐殖质及生物残体分解，促进可溶性盐类的释放和各种营养元素有效化，同时，植被清除后，可以减少植物对养分的消耗，其残体还可以增加土壤中的有机质。

(二)提高造林成活率，促进林木生长

造林地的清理能提高地温促进腐殖质分解，增加有效养分的数量，消灭病虫害。整地改善了造林地立地条件，有利于播种造林的种子发芽、生根，有利于栽植造林苗木的根系愈合，造林成活率随之提高。减少了有利于苗木成活。整地后，土壤疏松，土壤加厚，水肥条件明显改善，根系穿插的机械阻力减小，因而主根扎得深，侧根分布广，吸收根密集，从而促进了林木生长。

当然，整地方法和立地条件对整地效果也具有深刻的影响。如陕西省林科所在蒲城县调查，反坡梯田的一年生刺槐水平根系集中分布达 0.8 米，根幅 1.74 米，根系 30 条，而鱼鳞坑整地相应为 0.3 米，1.03 米和 19 条；吉林长白山林区，在湿润、肥沃、疏松及植被稀疏的采伐迹地上，采用不整地的方法进行人工更新，显著减轻了冻害拔危害，取得了很好的更称双不。

(三)保持水土、减免土壤侵蚀

整地是控制水土流失生物措施的一个重要环节。其作用主要体现在如下几个方面：整地促进森林植被的郁闭成林，减少雨水冲刷，有利于保土；提高土壤水分渗透能力，提高持水能力，减少地表径流；改变小地形，把坡面整成无数个小平地，反坡或下凹地，有利于蓄水，使地表径流不易形成。

整地保持水土的效果，与所采用的整地方法、施工质量、整地时间有关。据黄土高原地区研究，不同整地方法的看水能力不同。水平沟、反坡梯田的初渗量大，拦阻泥沙多，蓄水能力强，水土保持效果好，而鱼鳞坑、穴状整地因容积小，蓄水拦泥效果较差。另一方面对整地保护水土的作用应做不适当的夸大，因为在有些情况下，整地方法不当，不仅起不了良好作用，甚至会加剧水土流失。

(四)便于造林施工，提高造林质量

造林地经过认真清理和细致整地，可以排除造林施工的障碍，改善立地条件，保证各项造林工作按计划和技术要求进行提高造林质量。

二、造林整地技术

(一)造林地的清理

造林地的清理，是翻耕土壤前，清除造林地上的灌木、杂草、杂木、竹类等植被，或采伐迹地上的枝丫、伐根、梢头、站杆、倒木等剩余物的一道工序。如果造林地植被不很茂密，或迹地上采伐剩余物数量不多，则无须进行清理。清理的主要目的，是为了改善造林地的立地条件、破坏森林病虫害的栖息环境和利用采伐剩余物，并为随后进行的整地、造林和幼林抚育消除障碍。一般采用人工或机械(如割灌木机)进行全面、带状或块状方式割除，然后堆积起来任其腐烂或进行火烧的清理方法。

(二)造林地整地的方法

1. 全面整地

全面整地是翻基造林地全部土壤的整地方法。具体做法是：用山锄把造林地全面深挖 20~30 厘米深，并清除树兜、石块等，深挖后，再按株行距规格打洞。其优点是：蓄水、消灭杂灌、改善立地条件的作用大，甚至可以改变小地形；有利于实行机械化作业。缺点是：花费劳力多、投资大、受经济条件和劳动力条件限制；容易引起水土流失，受地形、地质、气候条件的影响。

适用条件：①经营目的需要；②技术、经济条件许可；③林地条件许可，如北方土壤质地疏松、植被稀疏的山地，限定在坡度 8° 以下应用，南方泥质岩类山地或灌木杂草丛生地、竹筴地，限定在坡度 25° 以下应用，如坡度超过 25%，可全基后再修筑水平阶。

无论北方还是南方，全面整地不宜连成大片，坡面不要太长，山顶、山腰、山脚应适当保留植被，并辅以保水土埂和排水沟等防止水土流失措施。

2. 带状整地

带状整地是呈长条状翻垦造林地的土壤，并在整地带之间保留一定宽度的不垦带的一种方法。此方法适用范围广泛，是一种效果较好的整地方法：蓄水、保土、改善幼树生长环境；相对全面整地省工，生产成本低。

冠下造林地等。适用条件：①坡度平缓成坡度虽大但坡面平整的山地；②伐根数量不多的采伐迹地和林中空地及林

在核成较大的山地。带的方向应沿等高线保持水平。带宽一般为 1 米，变化幅度为 0.5~30 米；破土的断面可与原坡面平行成构成阶状、沟状；带长视地形狭窄情况而定，在可能条件下，能长些，但带太长时，整个带面不易保持水平，反面会使水流汇集，引起冲刷、侵蚀。在平原地区，带的方向一般为南北向，

有害风的地方与主风垂直。

一教带状整地不改变小地形。但在某些条件下需要改变局部地形。如平地可采用高垄整地。山地则可采用水平阶、水平沟、反坡梯田、撩壕等整地方法。

三、播种造林

播种造林也叫直播造林，是把林木种子直接插于造林地上，使其发芽生长成林的一种造林方法。

1. 种子处理

播种前种子处理包括清毒、浸种、催芽、病虫害防治等，具体方法与苗圃种子处理相同。

2 播种季节

(1)春季播种。春季天气回暖、地温回升，土壤在解冻初期水分条件较好，这时抢墒播种造林成活率高。幼苗可免遭日灼或干旱危害。但在有晚霜危害的地区，春播不宜过早，要使幼苗能在晚霜过后出土。春旱严重的地区，种子不易发芽、幼苗不能忍耐持续干旱，播种中、小粒种子的效果般较差。

(2)雨季播种。春旱严重的地区可利用雨季播种。这时气温高，湿度大，播种后发芽出土快，要掌握好雨情，及时播种，也容易成功。如陕北雨季播种柠条效果很好。播种的具体时间可根据当地的气候特点来确定。原则上应使种子能得到发芽所需的良好湿度条件，同时保证苗木出土后有一段较长的生长期，以充分木质化，安全越冬。据陕西省的经验，油松种子从播种到出苗如有 80 毫米左右的降水量，播种造林就可望成功。

(3)秋季播种。秋季气温逐渐下降，土壤水分条件比较稳定，适宜于大粒种子播种。秋播不需贮藏种子，来年发芽早，出苗整齐，苗木生长健壮。但要注意不宜过早播种，防止当年发芽，越冬遭冻害。此外，秋播的种子在土中停留时间长，易遭鸟类和鼠类危害，一些中小粒种子还易被风吹失。

3. 播种方法

播种方法可分为穴播、缝播、条播、撒播和块播 5 种。

(1)穴播。即在穴中进行播种。一般多用于局部整地的造林地上，每隔一定距离挖穴播种。这种方法的整地工作量小，施工简便，选点灵活性大，应用最多。具体做法与育苗基本相似。

(2)缝播。又叫偷播。在鸟兽危害严重，植被覆盖不太大的山坡上，选择灌丛附近或有草丛、石块掩护的地方，用镰刀开缝，播入适量种子，将缝隙踩实，地面不留痕迹。这样可避免种子被鸟兽发现，又可借助灌丛庇护幼苗，具有一定的实践意义，但不便于大面积应用。

(3)条播。是在经过全面整地或带状整地的造林地上，按一定的行距进行单行或带状播种的方法。播种行连续或间断。播种后覆土镇压。具体方法类似于苗圃的条播，只是播种量较小。条播可用于采伐迹地更新及次生林改造，也可用于水土保持地区或沙区播种灌木。但由于地形限制，一般应用不多。

(4)撒播。是在造林地上均匀撒播种子的一种播种方法。撒播前一般不整地，播种后不覆土，使种子在

裸露状态下发芽成苗。撒播可以人工进行播种，更多的是利用飞机进行播种。撒播工效高，造林成本低，但撒播相当粗放，如果播前准备不充分，技术措施不当，插种质量不高，成活率就没有保证。主要用于地广人稀，交通不便的大面积荒山荒地(包括沙漠)及采伐迹地、火烧迹地等。

(5)块播。块状播种是指在经过块状整地(一般在1平方米以上)的块状地上进行密集或簇播的方法。其特点是形成植生组，对外界抵抗力和种间竞争力强，故常用已有阔叶树种天然更新的迹地上引进针叶树种及对分布不均匀的次生林进行补播改造，一般荒山造林不常用。

4. 播种量

播种量的多少，主要决定于种子的发芽率和单位面积上要求的最低限度的幼苗数量。由于种子的发芽率和保存率受多种因素的制约，所以要根据不同情况区别对待。一般容易发芽的树种、适应性强的树种、品质优良的种子、良好的立地条件，以及整地细致的地方，播种量可以小一些，反之，就应该大一些。

根据各地的生产经验，穴播种粒大的核桃、胡桃楸、板栗、三年桐等，每穴播种2~3粒；种粒稍小的栎类、油茶、山杏、文冠果等每穴3~5粒；种粒中等的红松、华山松等每穴4~6粒；种粒较小的油松、马尾松、樟子松、云南松等每穴10~20粒；柠条、花棒等每穴20~30粒。播种方法不同，用种量也不相同，一些树种穴播的用种量，要比条播、撒播低2~3倍，乃至十余倍不等。

5. 播种技术

不论哪种播种方法，在技术上都要求覆土厚度适当(除撒播外)、放置方式得当和种子撒布均匀。覆土的目的在于蓄水保墒为种子的发芽出土创造条件，同时还可以保护种子免遭鸟兽危害。因此，覆土是影响播种造林成败的重要因素之一。覆土时一定要用播种穴中创出的湿润而疏松的细土。覆土过厚，幼芽不易出土；覆土过薄，保墒、保护效果差，种子也不易发芽。覆土厚度可根据种子大小和造林地自然条件来确定。一般为种子直径的2~3倍，大粒种子覆土厚度5~8厘米，小粒种子1~2厘米。同时注意秋季播种覆土宜厚，春季宜薄；土壤黏重、湿度较大的造林地覆土宜薄，沙质土可适当加厚。对于大粒种子来说，放置方式关系到生根发芽的难易和出土的迟早，因而也是一个重要的问题。一般认为核桃、胡桃楸等应使缝合线垂直于地面，而栎类、板栗等则可以横放使之平行于地面。覆土后须轻轻镇压。

四、植苗造林

植苗造林是以苗木作为造林材料进行栽植的造林方法，也称植树造林或栽植造林，是目前生产上应用最普遍的一种造林方法。

(一)植苗造林的特点及应用条件

植苗造林所用的苗木，是在条件较好的苗圃中度过的，它具有较完整的根系，对造林地环境条件要求不严，抵抗外界不良环境因子的能力较强，幼林能较早郁闭，可以缩短幼林抚育年限。此外，植苗造林比播种造林节省种子。但植苗造林的工序比较复杂，费用大，特别是大苗带土栽植。

植苗造林方法一般不受树种、立地条件的限制，适用于绝大多数树种和立地条件。尤其在干旱地区流动沙地或半固定沙地、杂草丛生，容易发生冻拔害及鸟兽害严重的地区，采用植苗造林更为可靠。

(二) 栽植技术要点

从起苗到栽植包括苗木的选择、苗木的保护和处理，以及植苗的具体技术等。每一工序的技术措施都应围绕保持苗木体内水分平衡，保证苗木在栽植时具有旺盛的生活力，栽植后能迅速恢复生机。

苗木种类：植苗造林使用的苗木，主要是播种苗、营养繁殖苗和移植苗。营造用材林三种苗木都可采用。但山地造林多用播种苗，营造防护林用移植苗较多，至于城市和四旁绿化常用经过多次移植的大苗。近年来容器苗造林发展很快，对提高造林成活率效果显著。

造林用苗的年龄以有利于成活、生长为原则，过大、过小都不适宜。一般山地大面积造林多采用 1~2 年生小苗。小苗栽植比较省工，起苗中根系损伤少，栽植时不易窝根，苗木地上和地下部分水分易平衡，栽植成活率高。但小苗对杂草及干旱低抗力较弱，栽后需加强抚育保护工作。因此，在幼苗期生长缓慢或立地条件差的情况下，采用较大苗木造林比较可靠。此外，营造速生丰产林、经济林、风景林以及栽植行道树时，为了尽快发挥效益也可以采用年龄较大的苗木。

苗木规格是指最适于造林用的苗木的年龄、高度、地径和根系发育状况的标准。地区不同、树种不一样、壮苗标准也不相同。具体标准可参照各地主要造林树种苗木产量、质量标准。

苗木的保护和处理：植苗造林后，苗木能否成活，与苗木本身是否能维持水分平衡有密切关系。如果苗木失水过多，生理机能就会受到破坏，苗木就会死亡。所以，从起苗、假植、包装、运输到栽植，都必须保护好苗木，尤其是要把苗木根系保护好。注意起苗少伤根，尽量缩短从起苗到栽植的时间，做到随起随栽。在苗木运输过程中，要保持苗根湿润，不受风吹日晒，运到造林地后及时假植，如果土壤干燥应适当灌水。栽苗时，栽多少，取多少，当天用不完的苗木应立即假植。假植时可适当剪掉起苗时受损伤的、过长的根系，以有利吸水，便于栽植。为了减少苗木部分的蒸腾，对常绿阔叶树必要时可进行修枝或剪叶。

在干旱地区，对萌芽力强的阔叶树种可截干栽植，即在栽植前把地上部分截掉，用根桩造林，这样可避免因风吹摇动苗木和地上部分失水而影响成活。截干留茬高度，一般以 5~10 厘米为宜。干旱沙地为了深栽，留茬宜稍高，水湿盐碱地为防止茬口受浸蚀，留茬也应稍高。适宜截干造林的树种有泡桐、杨树、刺槐、臭椿、苦楝、栎类、檫木、紫穗槐、沙棘等。

为了更好地保持根系湿润，生产上常用浸水和菌泥浆的方法被充苗木水分和防止苗根失水。蘸泥浆时，应防止泥浆过稠，使根系四周形成泥壳，影响根系吸水和呼吸，须根多的树种不宜蘸泥浆，以防栽植时窝根。还可采用一定浓度的食盐、草木灰、尿素、磷肥等浸根，对成活生长都有一定的效果。

栽植方法和技术：植苗造林可分为裸根苗栽植和带土苗栽植两类。当前，大面积造林主要采用样根苗。

1. 裸根苗栽植

裸根苗栽植是指苗木根部不带土团的栽植方法。常用的栽植方法有穴植、靠壁植和缝植等方法。

(1)穴植法。是在经过整地的造林地上挖穴植苗，它是生产上用最普遍的一种栽植方法。穴植可以栽植各种类型的苗木，但常用于栽植侧根发达的苗木。为了保证穴植质量，应抓好以下技术环节。

①植苗深度要合适，穴的大小深浅应合适：栽植过浅苗木易遭地表干旱危害；栽植过深影响苗木根系呼吸，也不利于林木生长。适宜的栽植深度因造林地的土壤质地、气候条件、造林季节、树种特性和苗木大小等因的不同而异。一般要比苗木颈深2~3厘米，沙土地或干草地区造林还可再深些。在土壤较黏的造林地上应浅；在山地阳坡、陡坡宜深，阴坡、缓坡应浅；在地势高燥地区宜深，低湿地区应浅；秋栽宜深，春栽宜浅：一般栽植针叶树不宜过深，阔叶树根系较粗壮，生根力强，栽植时可适当加深；大苗宜深，小苗宜浅。用截干苗造林，为了抗旱宜深埋少露。此外，杉木苗深栽还有防止萌蘖的作用。总之，深浅一定要适当。

②根系要舒展：栽苗时如有窝根现象，不仅影响成活，即使成活长势也不好。因此，栽植时苗木根系一定要保持舒展。只有穴大，根才容易舒展。注意挖穴时不要挖成上大下小的“锅底形”。穴的大小、深浅，以保证苗木根系在穴内能舒展为原则。

③根系与土壤要密接：栽植时把苗木放于穴的中央，使根系舒展。覆土时土块一定要打碎，石块、草根要洗净，用表土填至一半时把苗向上稍提下，使根系舒展后再填土踩实，直至填满穴坑，二次踩实，穴面再覆一层松土或盖草，以减少水分蒸发。有条件的地方，可以浇一次定根水，以利成活。

(2)靠壁栽植。类似穴植，但栽植坑较小，坑的一壁要垂直，栽苗时使苗根紧贴垂直壁，从另一侧填土压实，栽植工序同穴植。此法的好处是，栽植省工，使部分苗根与未被破坏毛细管作用的土壤密接，水分条件好，能及时供应苗木所需水分，幼树抗旱力强，成活率高。常用于干旱地区针叶树小苗的栽植。

(3)缝植法。是用植苗锹或镐在植苗点上开缝栽植苗木的方法。栽植时，先把植苗锹插入土中达到植苗深度后，先向前推，再往后拉，开出楔形缝，在未提出植苗锹之前，把苗木放入楔形缝中，然后取出植苗锹，土壤自然塌陷，将苗木大部分埋于缝中，再将植苗锹垂直插入栽植缝一侧10厘米左右的地方，深度同前，前后摇动，使植苗缝隙挤满土，路向上提动苗木，取出植苗锹，再用脚踩实第一次留下的缝隙。注意栽植时必须把土壤压紧，不要使根系“悬空”。

缝植效率高，一般适用于针叶树小苗。如果认真栽植，可以保证质量。但只适用于疏松的沙质土，在黏质土上根系易变形。无论采用哪种方法栽植，都必须做到栽植深浅适当，苗木根系舒展，土壤与根系密接等要求。

2. 带土苗栽植

带土苗栽植即指起苗时带土，将苗木与土团一起栽在造林地上的造林方法。主要应用容器苗造林、城市绿化和四旁植树。带土苗栽植根系能保持自然状态，起苗、包装、运输时根系受损伤少，苗木失水也少，

栽植后根系不易变形，成活率高，幼苗不缓苗，成林快。但起运苗木困难，栽植费工，大面积造林往往受到限制。

容器苗栽植时，凡苗根不易穿透容器的，如塑料容器、栽植时应将容器取掉，用于托住营养土团，小心放入穴内，然后覆土，从四方踏实，踏后再覆一层虚土，减少水分蒸发；根系能穿透容器内，如泥炭容器，纸钵容器等，可同容器起栽植。栽植时应注意分层压实容器与土壤内的空隙。

五、分殖造林

分殖造林是利用树木的营养器官(如枝、干、根、地下茎等)做为造林材料进行造林的方法。(一)分殖造林的特点及应用条件

分殖造林具有营养繁殖的一般特点，即幼林初期生长较快，能提早成林和迅速发挥防护效能：可保持母树的优良特性；造林技术简单，无需采种、育苗，造林成材率低。但受树种和立地条件的限制大，林分生长衰退较早，分殖材料来源比较困难，不适于大面积造林。

分殖造林要求造林地土壤湿润疏松、以地下水位较高、土层深厚的河滩地、潮湿沙地、渠旁岸边较好。分殖造林仅适用于无性繁殖能力强树种。如杉木、杨树、柳树、泡桐、漆树、桤木和竹类等。

(二)分殖造林方法和技术

分殖造林按所用营养器官的部位和繁殖的具体方法不同可分为插条、插干、分根和地下茎等造林插条造林：是利用树木的一段枝条做插穗，直接插于造林地的造林方法。一般用1~2年生枝条或苗干，但生根力强的树种如柳树可用2~3年生的枝条。插穗应采自中壮年的优良母树，最好是由根部萌发的枝条。对于萌芽力弱的针叶树种可用带顶芽的梢部枝条。采条时间以秋季落叶后到春季发芽前为宜，要求随采随造林。

插穗长度要求40~50厘米。干旱沙地宜深插，插穗可长些；地下水位较高的地方，可浅插，插穗可短些。插穗直径，杨、柳树要求1.5厘米以上。针叶树种的插穗，一般长度为40~50厘米，如杉木直径1厘米左右。

为了增强抗旱能力，提高造林成活率，在造林前可对插穗进行浸水处理。

插条深度，因插穗长度和造林地的土壤水分条件而异。常绿树种的扦插深度可达插穗长度的1/3~1/2；落叶树种的深度，在土壤水分较好的造林地上可留5~10厘米；在较干旱地区要全部插入土中。而在盐碱性土壤上插条时，应适当多露，以防盐碱水浸泡插穗的上切口。秋季插穗时，为了保护插穗顶端不致在早春风干，扦插后及时用湿土埋住插穗切口，以防插穗失水。

插干造林：是利用树木的粗枝，幼树树干和苗干等直接插在造林地上，使它生长成林的方法。多用于四旁绿化、低湿地和沙区。适用于萌芽生根力强的树种，如柳树、杨树等。

插穗规格，一般采用2~4年生的苗干和粗枝、直径2~8厘米，长度因造林的目的和立地条件而异。多采用0.5~3.5米。

高干造林的干长为 2~3.5 米，栽植深度因造林地的土壤质地和土壤水分条件而异，原则上要使苗干的下切口处于能满足其生根所需求的土壤湿度和通气良好的层次，一般为 0.4~0.8 米。过深不利于生根，过浅易遇干旱威胁。

低于造林的干长为 0.5~1.0 米，如果单株栽植不易成活时，每穴可栽 2~4 株，以保证栽植点的成活率。

插干造林，要掌握填湿土、深埋、踩实、少露头要领。即要求坑挖深，底土翻松，栽植时先填湿土，然后深埋、踩实，最后在基部培松土。在风蚀沙地，宜深埋不露；易被沙埋时，插干宜长，地上外露部分也可长些。

近年来，推广的杨树钻孔深插也是一种插干造林。这种方法是把两年以上的杨树苗自根颈处截断，以树干造林。栽插深度一般要求接近地下水，栽插的孔穴，可用人工或机械钻成。栽插前可把苗木的部分枝条剪除。插干植入后，要把栽插孔穴用土填满砸实，在条件可能时最好灌一次水。其好处是：下切口可以吸收地下水，因而发根早，根量多，叶面积大，成活率高，生长快。

分根造林：是截取一部分树根直接埋入造林地，使其萌发新根育成新林的方法。

分根造林适于萌芽生根力强的树种，如泡桐、漆树、楸树、刺槐和香椿等。造林时，可创取树根截成 15~20 厘米长的根插穗，倾斜或垂直埋入土中，注意使用较粗的一端向上，不可倒插。上端微露并在上切口封土堆，防止根段失水，即能成材成林。分根造林，根穗难以采集，管理较细致，不适宜大面积造林。

地下茎造林：是竹类的主要造林方法。竹类的地下茎又称“竹鞭”，利用竹鞭在土壤中蔓延，每年由竹鞭抽算成竹。利用地下茎繁殖，首先要选择 2~3 年生母竹，但毛竹以 3~5 年生母竹繁殖力强，然后挖出鞭根埋入已经整好的造林地内。

六、大树移栽

大树移栽能起到早绿化、早成林、早见效的作用，尤其对加快城乡绿化、美化环境有着重要意义，但技术要求较高。

移栽大树有裸根移栽和带土球移栽两种方法。究竟采用什么方法移栽，要因树种而定。再生能力强的树种如柳、杨、泡桐、中槐等，可以裸根移栽。再生能力弱的树种和常绿树种，如雪松、云杉、松树等应带土球移栽。

无论采取什么方法，大树移栽都要掌握“随挖、随包、随运、随栽”的原则。在挖掘树木之前，要确定保留根系的多少，不同树种(如深根性还是浅根性、直根性还是须根性)和不同树龄要区别对待。一般来讲，树木主要水平根系分布在胸高直径 10 倍左右范围内，垂直根系分布在 60~80 厘米深的土层内。挖掘时要注意根系的分布深度，尽量少损伤树木的主要根系。

此外，树木的阴阳面输导组织不一样，挖掘时做好标记，栽植时注意保持原来方向。

(一) 裸根移植

挖掘树木时，先以树干为中心，在应保留根系的范围划一个圈，在圈外开沟向下挖掘，从四周向下挖移深度后，如果根系都已挖出，即可向内切断主根，直至把树挖倒。用草袋、蒲包等根部包裹起来，及时运出定植。

裸根移栽的大树，在挖掘时根系往往损伤较多，为了调节根系吸水和枝叶耗水之间的矛盾，需要强度疏枝，对萌芽能力强的树木还可截干，这样能够提高移栽成活率。

裸根移栽坑的大小，因移栽的树木大小而异移栽胸径 10 厘米左右的树木，移栽坑应为 1.2 米 x1.2 米 x1.0 米。树木入坑后，扶正树身，使根系舒展。如果土质不好，应换肥土填人，最好施一些腐熟基肥，灌足养根底水，然后填土。一次填土不宜过多，填土 20 厘米后砸实。要分次填土，分层砸实。栽植深度以埋过根部原土痕 20~30 厘米为宜。如果树身高，还可再埋深些，使树身稳固，最后在树四周筑埂蓄水，以利树木生长。树木栽好后每一次浇水力求浇足、渗透并覆土，以后从树木发芽到炎夏期间，根据需要浇水 3~4 次。

(二) 带土球移栽

带土球移栽技术要求比较严格，挖树时应尽可能掘得深一些，注意保护根系少受损伤。土球大小，般半径不得小于离地面 10 厘米高处的树干周长，厚度为土球直径的 2/5~2/3。如果距栽植地较远，必须包装，包装材料的选择要根据土球大小和土壤的质地而定。如果树龄不大，土壤黏性较大，可以用软材料包装，即用草绳、蒲包包裹缠绕土球，捆绑牢固。如果树龄较大或土壤较疏松应用软材料包装，即通常多用木板包装。挖时把所带土球修成正方形，以便包装。树木包装后，应尽快运到栽植地点及时栽植。运输装卸时要轻装轻放，防止根、枝折断和根部泥土散失，以利成活。远距离运输途中要适当淋水。如不能及时栽植，应放置阴凉处淋水，保持湿润。

栽植树木之前，要先挖好栽植坑，栽植坑应比土球直径大 1/3，把坑内挖出的石砾、灰渣、草根等拣去，换入肥沃土壤。栽植时在坑底铺上 20 厘米厚的虚土，堆成馒头形，拆除包装物，把土球放在坑的中心，扶正树身，分次填土、砸实、栽后培埂浇水覆土。

大树移栽后的管理工作主要有培土、立支架、修剪、松土、防治病虫害、浇水、除草、抹芽和施肥等。以上工作应根据树木不同生长季节的需要进行。

第四节 中、幼林抚育、间伐

中、幼林抚育可以提高林分质量，单位面积保留合理的优质林木，增加单株产量，使林地通风、透气、透光，促进林木生长，所以中、幼林抚育是改良过密不良林分结构的有效途径。从森林发生至主伐前的一个龄级期内，所实施的改善林木生长环境、调整林木关系的技术措施，以达到速生、优质、高产的目的。

一、抚育的目的

(一) 降低林分密度，改善林木生长条件。

天然幼林往往密度过大，分布不均。人工林虽按经营要求和树种特性配置密度，分布均匀，但随着年龄的增加，单株林木的营养空间缩小，并感到不足，及时抚育间伐，保持该年龄阶段的合理密度，为留存木创造适宜的生长空间。与此同时，可加速林下枯落物的分解，提高土壤肥力，从而给林木创造较好的生长条件。

(二) 促进林木生长，缩短林木培育期

由于抚育间伐扩大了保留木的营养空间，地下根系提高了活性，能更好地吸收养分与水分。树冠能得到舒展，产生适中的冠幅和叶面积，从而使林木得到较好的生长量。尤其径生长随密度的降低而明显提高，这就可以大大缩短林木培育期限，早日到达工艺成熟规格要求。

(三) 清除劣质林木，提高林分质量

自然发展的森林，在生长过程中会有大量林木逐渐死亡，自动调整密度。然而在这种自然稀疏过程中，被淘汰的个体未必都材质劣，保留者也并非干形都良好。因此，应通过抚育间伐，有目的地选择保留木，用人工选优代替自然选择，这样可以提高林木质量，增加单位面积上的木材利用率。

(四) 实现早期利用，提高木材总利用量。

由于抚育间伐利用了林分中将自然稀疏而枯死的小径木与部分有缺陷的上层木，使生产单位能在早期获得一部分木材，从而能以短养长，为扩大再生产积累一些资金，在一定程度上，有助于克服林业生产周期长，给发展生产所带来的困难。及时采伐利用将枯死的林木，这就可以提高林分的木材总利用。

二、中幼林的划分

中幼林是幼龄林和中龄林的统称。幼龄林是森林生长发育的幼年阶段，通常指不超过两个龄级的林分；中龄林又称壮龄林，指林龄不超过四个龄级的林分。

三、抚育间伐的原则

遵循“留优去劣，留强去弱，分布均匀，疏密适度”的原则。

四、中幼林抚育的具体操作方法

(一) 在幼林阶段的抚育措施

1. 割灌(草)、扩穴

去除影响幼树生长的灌木杂草，并进行培埂、扩穴。

2. 定株抚育

伐除过密的幼树，同时对稀疏地段补植目的树种；直播造林根据幼苗生长状况进行定株，每个种植穴保留1至2株。

3.补植

根据设计密度，幼林阶段对缺株地块的林分进行补植，补植的苗木规格与原造林苗木规格一致。

4.修枝

除去影响林木生长的竞争枝，病弱枝和枯死枝；修枝的季节多数树种以秋末春初为宜。有些萌生力很强的树种和冬春修枝会形成严重伤流的树种，宜在树木生长旺盛季节进行修枝；修枝的方法采用平切法（贴近树干修枝），要求切口平滑，不撕裂树皮；修枝的强度，幼龄阔叶树和针叶树修枝不超过树高的三分之一。

5.浇水

浇水季节应选在春季树木开始生长时、夏季树木进入生长高峰时和秋冬季树木将要停止生长时进行。灌水量和灌水次数应根据天气、土质等具体情况确定。

6.追施化肥

一般在肥力较低的土壤上施肥，速生丰产用材林，造林后次年起的每年的3月底或4月初每株施尿素0.25kg、过磷酸钙0.5kg，6月初追施尿素0.25kg；11月中旬每株追施复合肥0.5kg。追肥要采用沟施或穴施，施后及时浇水；

7.增施绿肥

速生丰产用材林，可于每年林木生长期为每株压埋鲜草20kg~30kg，位置在树冠投影外缘，深度达40cm~50cm。林木落叶应于每年秋末冬初，结合林地中耕翻压。

（二）中幼林抚育间伐

在森林达到成熟以前，为了培育好林木，每隔一定时期伐去部分林木、灌木、藤本的森林采伐。分为透光伐、生长伐。此外，为了改善森林的卫生状况，还要进行卫生伐。

1.透光伐

在幼龄林时期，为了解决林木之间或树种和其他植物之间的矛盾，保证主要树种或目的树种不受次要树种和其他乔灌木或草本植物的抑制，以调整林分组成成为主要目标的一种抚育间伐种类。

2.透光抚育的对象

抑制主要树种生长的次要树种、灌木、藤本、高大的草本植物；

在林中，主要树种幼林密度过大，树冠相互交错重叠、树干纤细、生长落后、干形不良的植株；实生起源的主要树种数量已达营林要求，伐去萌芽起源的植株；在萌芽更新的林分中，萌条丛生，择优而留，伐去其他多余萌条；在更新已获成功的间伐迹地或林冠下造林，新的幼林已经长成，需要砍除上层老龄过熟木，以解放下层更新目的树种。

3.透光抚育的方法

全面抚育：在主要树种占优势且分布均匀时使用。全部林地上将抑制主要树种生长的次要树种按一定

强度普遍砍除。

团状抚育：主要树种的幼树在林地上分布不均匀，数量又不多的情况下使用。抚育仅在有主要树种的群团内进行，砍除那些抑制主要树种幼树生长的次要树种，无主要树种幼树的地方则不进行抚育。

带状抚育：将林地分成若干带，在带内进行抚育，保留主要树种，清除次要树种，带宽 1.0-2.0m；间隔带为 3.0-4.0m，间隔带不进行抚育。在进行带状抚育时，应考虑当地的气候与地形条件，以决定带的方向。一般在缓坡及平地，可南北向设带，使幼林能获得较多的光照，利于林木生长；在气候条件恶劣，土壤干燥地区宜东西向；在经常有大风的地区，应与主风向垂直，以防风倒或树干偏斜。在山坡陡坡，带的方向与等高线平行，以利于水土保持。

4.透光抚育的时间、次数

在我们云南抚育间伐的时间多为秋末春初之间，次数为 5 年左右一次，根据林木生长情况而定。

（三）生长伐

在中壮龄林阶段进行，伐除生长过密和生长不良的林木，进一步调整树种组成与林分密度，加速保留木的生长与培育良好干形。分为下层疏伐、上层疏伐、综合疏伐和机械疏伐四种方法。

幼林经透光抚育，进入壮龄林阶段后，应进行生长抚育，或称疏伐。其主要任务是林分自壮龄后至成熟主伐利用前的一个时期内，为了解决目的树种个体间的矛盾，不断调整林分密度，使保留木得以良好生长，并提高木材质量，缩短成材期，实现优质、丰产的目的。生长抚育的方法如下：

1.下层疏伐法：人工林纯林或混交林常采用此法。首先砍伐处于林冠下层生长落后的被压木、濒死木和枯立木，即砍伐在自然稀疏过程中行将被淘汰的林木。

2.上层疏伐法：适用于阔叶树种混交林，不适用于针叶纯林。主要砍伐林冠上层的林木。砍伐冠幅过于庞大、分杈多节、经济价值低、干形不良、无培养前途的上层林木。

3.综合疏伐法：此法综合了下层疏伐和上层疏伐的特点，可从林木上层和下层选择采伐木。采伐强度有很大伸缩性，疏伐后形成的大、中、小林木都能接受到充足的阳光，形成多级郁闭。此法不适用于人工纯林，但人工混交林均可采用。

4.机械疏伐法：实施间伐时，间隔一定距离，机械的确定砍伐木。此法基本上不考虑林木的分级和品质的优劣，事先确定砍伐株行距后，不论林木大小统统伐除。当人工幼林初植密度过大，个体分化尚不明显，林分显得过密时，可考虑采用隔行隔株间伐。

（四）卫生伐

在遭受病虫害、风折、风倒、雪压、森林火灾的林分中进行，伐除已被危害、丧失培育前途的林木。

（五）间伐木的选择

淘汰低价值的树种、砍去品质低劣和生长落后的林木、伐除对森林环境卫生有碍的林木，适当保留益

鸟异兽生息繁殖场所维护森林生态系统的平衡。同时，应注意保留长势好的非目的树种、珍稀树种和孤立木。对复层林要根据树种的生物学特性，注意各林层的合理分布。

（六）间伐比例

根据林分特征，立地条件及经济要求综合考虑，确定适当间伐比例。

1.一般抚育间伐按蓄积控制在 20%

2.人工林伐后郁闭度为 0.7 以上，天然林伐后郁闭度 0.6 以上。

