

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

森 林 培 育

(林业专业)

主 编 黄云鹏
副 主 编 芦维忠
责任主审 王逢瑚
审 稿 陈祥伟 沈海龙



高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部2001年颁布的中等职业学校森林培育教学基本要求,并参照有关行业的职业技能鉴定规范,以及中级技术工人等级考核标准编写的。

全书共分16章,是由原《造林学》、《森林经营学》、《林木育种学》三门教材有机整合而成。书中内容以森林培育为主线,以能力培养为重点,以相关工种的中级职业资格证书为技能考核标准,加大了实验实训的力度。同时,书中增补了天然林保护、封山育林、分类经营学知识,以培养学生的环保意识。

本书适用于中等职业学校林业类专业及专门化,也可作为林业企业的职业培训教材和林业职工的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

森林培育/黄云鹏主编. —北京:高等教育出版社,
2002.1(2003重印)

ISBN 7-04-010396-6

I. 森… II. 黄… III. 森林抚育 IV. S753

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第003045号

责任编辑	孟方	封面设计	于文燕	责任绘图	朱静
版式设计	孟方	责任校对	杨雪莲	责任印制	张小强

森林培育
黄云鹏 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街55号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京市鑫鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 19.25
字 数 460 000

版 次 2002年3月第1版
印 次 2003年2月第2次印刷
定 价 23.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本教材根据教育部 2001 年颁布的中等职业学校林业专业和森林培育教学基本要求编写。

森林培育课程是林业专业主干课程，是由造林学、森林经营学和林木育种学三门课程有机整合而成。作为主干课教材之一的《森林培育》，其内容以森林培育的全过程为主线，充分反映林业生产技术领域的新知识、新技术和新成果，实现了教学内容的实质性改革与优化。以岗位能力的培养为重点，不拘于原有课程体系的完整性，以学生获取本课程所涵盖的相关工种（即林木种苗工、营林试验工、造林更新工、采伐抚育工）中级职业技能证书作为重要的技能考核标准。加强实践教学，强化动手能力。压缩基础理论课时的比重，同时加大实验、实训指导的力度，有利于培养学生的创新精神和实践能力。增补天然林保护、封山育林、分类经营等知识，树立学生的环保意识，同时较详细地介绍化学除草剂、组织培养技术、无土栽培技术等当代科技知识，以便提高学生毕业后对工作的适应性。

我国幅员辽阔，南北条件差异较大，使得森林培育工作具有很强的地域性。各校在使用本教材时，可根据实际情况酌情取舍，并可补充乡土教材。为了指导学生复习并提高动手能力，每章后面附有复习思考题，全书后面配有实验及实习指导，供师生参考。

本教材由黄云鹏主编并统稿，芦维忠任副主编。编写分工是：绪论，第 7、8、9、13、14、16 章南方树种栽培技术，实验六、七和综合实习二由黄云鹏编写；第 1、4、15、16 章北方树种栽培技术，综合实习一由芦维忠编写；第 2、3、5、6 章，实验一、二、三、四、五和教学实习一、二由潘坚编写；第 10、11、12 章和综合实习三由陈茂铨编写。

本教材已通过教育部全国中等职业教育教材审定委员会的审定，其责任主审为王逢瑚，审稿人为陈祥伟、沈海龙，在此，谨向专家们表示衷心的感谢！

本教材在送交全国中等职业教育教材审定委员会审定之前，特请福建农林大学陈存及教授和国家林业局人事教育司黄桂荣处长审阅。在编写过程中，得到了国家林业局人教司、国家林业局职业教育教学研究中心、林业职业教育教学指导委员会的关怀和指导，谨此致谢。

由于本教材的编写在国内尚属首次，加之我们知识水平与实践经验的局限性，缺点错误在所难免，盼望读者批评、指正，以便及时修正。

编 者

2001 年 5 月

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 良种选育	(4)
第一节 树木引种	(4)
第二节 选择育种	(5)
第三节 杂交育种	(7)
第四节 田间试验与遗传测定	(8)
第 2 章 种子生产	(10)
第一节 良种基地的建立和经营	(10)
第二节 种实的采集	(14)
第三节 种实的调制	(17)
第四节 种子的贮运	(20)
第五节 种子品质检验	(24)
第 3 章 育苗地准备	(42)
第一节 苗圃的建立	(42)
第二节 塑料棚罩的建造	(44)
第三节 苗圃地的耕作	(45)
第四节 育苗地土壤处理	(47)
第 4 章 播种育苗	(50)
第一节 播种苗的年生长规律	(50)
第二节 种子的消毒和催芽	(52)
第三节 播种技术	(55)
第 5 章 营养繁殖育苗	(59)
第一节 扦插育苗	(59)
第二节 嫁接育苗	(63)
第三节 植物组织培养育苗	(68)
第四节 其他营养繁殖	(72)
第 6 章 容器育苗、塑料大棚育苗和无土栽培	(74)
第一节 容器育苗	(74)
第二节 塑料薄膜棚罩育苗	(77)
第三节 无土栽培	(78)

第 7 章 苗木抚育管理与出圃	(83)
第一节 移植苗的培育	(83)
第二节 苗期管理	(86)
第三节 苗木出圃与技术档案的建立	(91)
第 8 章 人工林基本理论	(97)
第一节 人工林概论	(97)
第二节 适地适树理论	(100)
第三节 人工林合理结构理论	(107)
第 9 章 造林设计与施工	(118)
第一节 造林调查规划设计	(118)
第二节 造林施工	(120)
第 10 章 森林抚育间伐	(136)
第一节 抚育间伐概述	(136)
第二节 抚育间伐理论基础	(141)
第三节 抚育间伐技术	(144)
第四节 人工整枝	(151)
第 11 章 次生林经营和天然林资源保护工程	(155)
第一节 次生林经营	(155)
第二节 天然林资源保护	(160)
第三节 封山育林	(165)
第 12 章 森林主伐更新	(171)
第一节 森林主伐更新概述	(171)
第二节 皆伐更新	(172)
第三节 渐伐更新	(175)
第四节 择伐更新	(179)
第 13 章 森林采伐作业	(183)
第一节 伐区管理	(183)
第二节 采伐作业	(185)
第 14 章 森林防火	(194)
第一节 林火原理	(194)
第二节 森林火灾预防	(199)
第三节 森林火灾扑救	(204)
第四节 营林安全用火	(209)
第 15 章 主要林种的培育技术	(211)
第一节 生态公益林培育技术	(211)

第二节 商品林培育技术	(224)
第 16 章 主要树种的栽培技术	(231)
第一节 用材林、防护林树种	(231)
第二节 经济林树种	(254)
实验实训	(262)
实验部分	(262)
教学实习部分	(269)
综合实习部分	(270)
第二节 商品林培育技术	(224)
附录 技能考核标准参考方案	(296)
主要参考文献	(297)

绪 论

森林是自然界物质循环的枢纽，是陆地生态系统的主体，对维持陆地生态系统的平衡起着支撑作用。森林是地球上功能最完善、结构最复杂、生物产量最大的生物库、基因库、碳储库和绿色水库。森林能调节气候，涵养水源，保持水土，防风固沙，净化空气，美化环境，保障农业、牧业的稳定高产，促进水利设施长期发挥功效，减轻自然灾害，维护生态系统平衡。同时森林能提供木材、能源和多种林副产品，与国家的建设，人民生活密切相关。发达的林业是国家富足，民族繁荣，社会文明的重要标志。积极开展植树造林，扩大森林面积，增加森林资源，提高森林质量与产量，是经济社会可持续发展的重要基础，是人类社会可持续发展的必要条件。

我国幅员辽阔，气候多样，森林资源十分丰富。根据第五次全国森林资源清查（1994—1998年）统计结果，全国林业用地面积 $26\,329.47 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，森林面积 $15\,894.09 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，全国森林覆盖率为 16.55%（其中经济林 2.11%，竹林 0.45%）；活立木总蓄积量 $1\,248\,786.39 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，森林蓄积量 $1\,126\,659.14 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。全国针叶林面积 $6\,985.79 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，蓄积量 $632\,670.86 \times 10^4 \text{ m}^3$ ；阔叶林面积 $6\,449.78 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，蓄积量 $493\,988.28 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。我国森林面积居世界第 5 位，森林蓄积量居世界第 7 位，人工林面积累计达 $4\,666.69 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，居世界第 1 位。我国丰富的森林资源在全球经济、生态和社会的可持续发展和生物多样性保护方面具有举足轻重的地位。

但是，我国人口众多，生态形势十分严峻。一是沙灾严重。全国荒漠化土地占国土面积 27.3%，而且每年仍以 $2\,460 \text{ km}^2$ 的速度扩展；二是水土流失严重。土壤侵蚀面积占国土面积 38.2%；三是旱灾严重。由于森林、湖泊、湿地的蓄水功能剧减，水资源损失严重，干旱加剧，20 世纪 50 年代平均受旱农田 $800 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，90 年代平均达 $253 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ；四是水灾严重。江河上游森林破坏，每年水土流失进入长江、黄河泥沙量达 20 多亿吨，导致江河湖年淤积不断抬高，全国 8.2 万座水库总库容量损失 1/3，长江中下游湖泊面积消失 45%，损失蓄水容积超过 $560 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，水患不断加重；五是野生动植物种破坏严重。我国动植物的 15%~20% 处于濒危状态，高于世界平均 10%~15% 的水平。目前我国经济正处于高速增长期，对木材及其他林产品的需求量日益增加，森林资源承受巨大的压力。

然而，多年来由于营林投入少，种苗质量差，抚育不及时，管护跟不上，经营过于粗放，导致我国森林资源总量不足，质量不高。全国林木良种使用率只有 20%，林分每公顷蓄积量 78.06 m^3 ，只相当于世界平均水平的 70%，每公顷林分年生长量 3.36 m^3 ，仅为林业发达国家的 50%，特别是人工林经营水平低，成熟人工林每公顷蓄积量 71.55 m^3 ，只有成熟天然林的 41%，根本无法实现由采伐天然林为主向以采伐人工林为主的转变。我国森林覆盖率 16.55%，仅相当于世界森林覆盖率 27% 的 61%，全国人均占有森林面积 0.128 hm^2 ，相当于世界人均占有量 0.6 hm^2 的 21.3%，全国人均森林蓄积 9.048 m^3 ，只有世界人均蓄积 72 m^3 的 1/8，而且森

林资源地域分布极不均匀。仅黑龙江、吉林、内蒙古、四川、云南5省(区)森林面积、蓄积占全国总量的41.27%和52.44%，南方集体林区10省(区)森林面积、蓄积占全国总量37.12%和15.93%，而生态环境极其脆弱的地区森林资源十分稀少，有的省(区)森林覆盖率不足1%。全国林业科技成果转化率只有35%，林业科技进步贡献率只有27.3%，不仅远远低于世界林业平均水平，而且低于全国其他行业的水平。当前，我国林业处在社会主义初级阶段的较低层次，是国家建设中的一个薄弱环节，要适应我国现代化建设第三步战略目标的要求，必须采取超常规发展的模式和措施，实现林业跨越式发展。

林业跨越式发展的内涵，一是在发展阶段上要实现由恢复和发展森林资源阶段向可持续发展阶段跨越；二是在森林经营上要实现由单目标经营向多目标经营跨越，在生态优先的基础上，使林业的生态、社会、经济三大效益得到协调发挥；三是在林业结构上要实现不合理向比较合理的跨越；四是在增长方式上要实现粗放经营向集约经营的跨越；五是在科学技术上要实现由低度化技术向高度化技术的跨越。

我国林业跨越式发展的战略目标是：通过严格保护、大力培育和合理利用森林资源，力争到2010年，使我国森林覆盖率达到19.4%，生态环境恶化的趋势初步得到遏制，林业产业结构调整初见成效；到2030年，森林覆盖率达到24%，生态环境明显改观，林业产业实力明显增强；到2050年，森林覆盖率达到并稳定在26%以上，全面建成布局合理、功能齐备、管理高效的林业生态体系和规范有序、集约经营、富有活力的林业产业体系，从根本上改变我国生态环境面貌，实现山川秀美，使我国林业综合实力达到世界中等发达国家的水平。

为了实现这一战略目标，必须加快森林资源的保护和培育步伐：①确保天然林保护工程、“三峡和长江中下游地区重点防护林建设工程、退耕还林还草工程、环北京地区防沙治沙工程、野生动植物保护及自然保护区建设工程和重点地区速生丰产用材林为主的林业产业基地建设工程这六大林业重点工程的顺利实施；②加强森林防火工作；③加强自然保护区建设和生物多样性保护工作；④注意用材林、经济林、防护林、薪炭林与水源涵养林等林种之间的合理规划与搭配；⑤注意树种结构的合理配置，发展多种形式的针阔混交林，避免因树种单一而造成的严重生态问题；⑥强调适地适树原则，因地制宜，注意发展乡土树种；⑦发展林粮、林果、林茶、林药、林菜、林卉、林菌、林渔等多种多样的农林复合经营模式；⑧制定和完善有关法规，严禁毁林开垦和乱砍滥伐。

在培育森林资源的同时，注意改善和提高森林资源的质量：①加大林业科技投入，围绕六大工程建设组织科技攻关，推广先进适用技术，力争在造林技术、重大森林病虫害防治技术、良种选育技术、防沙治沙工程技术等领域取得突破；②重视应用良种壮苗和抗逆性强的新品种造林；③注意改善土壤水肥条件和造林技术，提高苗木的成活率，保存率和生长率；④及时抚育间伐与低产林改造，增加森林蓄积量；⑤加强病虫害防治工作；⑥加强对人工林经营产生的地力衰退问题的研究，提高土壤肥力和林地生产力；⑦积极开展对森林资源动态监测技术与方法的研究，不断增强对森林资源逐级监督、动态监测和及时预警的能力。

森林培育是研究森林良种选育、良种生产、壮苗培育、人工林营造和森林抚育采伐及各林种造林调查规划设计全过程的理论与技术的一门应用科学。其内容包括：良种选育、种子生产、育苗地准备、播种育苗、营养繁殖育苗、容器育苗、无土栽培和塑料大棚育苗、苗木抚育管理与出圃、人工林基本理论、造林设计与施工、森林抚育间伐、次生林经营和天然林保护工

程、森林主伐更新、森林采伐作业、森林防火、主要林种的培育技术、主要树种的栽培技术。它以森林植物、森林环境、森林计测课程为基础，并与森林病虫害防治、森林经理、营林机械、林业生态工程、林业经济管理等课程有密切联系。

森林培育是林业专业主干专业课程，必须理论联系实际，加强实践，学以致用，才能解决一定的生产实际问题。

第1章 良种选育

树木引种、选择育种、杂交育种是林木良种选育的三个传统途径，也是其他良种选育途径的工作基础。通过这三个途径，已经培育出许多良种，有力地促进了林业生产。

第一节 树木引种

树木引种驯化简称树木引种，包括引进外来树种和驯化乡土野生树种。某树种在其自然分布区内生长时称作乡土树种，当它在自然分布区以外地区生存时，在该地区称为外来树种。树木引种就是从外地引进本地区没有分布的树种和驯化乡土野生树种作为栽培树种的工作。

一、引种步骤

（一）引进树种的选择

树木种类繁多，经济性状和生态习性各异。引种时必须按经营目的的不同，挑选出适应本地生长、生态效益大或经济收益大的树种。首先根据树木在原产地的经济性状进行选择。如生长速度、材质、抗性、经济产品（树脂、果品、橡胶等）、改造自然能力等方面均应有优良的表现，或至少某一方面胜过当地树种。其次根据原产地和引种地区的生态条件进行选择。生态条件愈相似，引种成功的可能性愈大。

（二）种苗检疫

引种材料必须严格检疫。国外引种材料要按《中华人民共和国进口植物检疫条例》进行检疫，防止病、虫、杂草带入。国内引种材料也要实行严格的检疫，防止带有病原或虫源的材料进入引种地区。外来种苗如果有病虫害，特别是本地区没有的病虫害，就可能造成不可挽回的损失。

（三）登记编号

对引进的树种，一旦收到材料，就应详细登记。登记内容包括名称（俗名、学名）、来源、材料种类（种子、苗木、插条等）和数量、收到日期及收到后采取的处理措施等。

如果引种材料是杂种，还应将亲本名称也登记清楚。

（四）栽培试验

一个树种引种到一个新地区，有可能完全适应新环境，也可能完全不适应。因此，必须经过栽培试验取得成功，才能在生产中大量推广。

栽培试验一般分为初选试验、区域性试验和生产性试验三个阶段。初选试验的目的是初步了解引进树种在引入地区的适应性，总结种子处理、育苗及造林的技术，淘汰不适于引入地区

环境条件的树种和表现差的树种，初步选出有希望引进的树种。在此基础上进行区域性试验。区域性试验的目的是对初选的树种进行扩大试种，进一步了解引进树种的遗传变异及对引入地区的适应性，如抗寒性、抗旱性及抗病虫害的能力等。在大规模推广前还必须进行生产性试验，其目的是验证区域性试验入选树种的生产力，确定其大规模推广范围。

二、提高引种效果的措施

（一）结合选择进行引种

为了寻求最适宜的种源，要多收集一些种源作试验。自然分布区小的树种，可收集 2~3 个种源，自然分布区大的可以收集几十个种源，以便找出最适种源。同一种源、同一林分内的个体间也存在差异，应从生长快、形质好、抗性强的树木上采种。还要避免集中在几株树上采种，因为用这样的种子育成的苗木，栽植在一起容易自花授粉、影响结实和后代品质。

（二）选多种立地条件作试验

在同一地区，要选择不同立地条件作试验。不同的坡度、坡向、地形等会造成温度、湿度、水分、养分等方面的显著差异。小气候在树木引种中也起着重要作用。

（三）结合有性杂交进行引种

当引种地区的生态条件不适于外来树种生长时，常通过杂交改变种性，增强在新地区的适应能力。

（四）以种子作为引种材料

由种子繁殖的苗木，阶段发育年轻，对外界的环境条件适应性较强，所以，引种一般多采用种子繁殖，但是播种也并非惟一途径，有时采用插条或移植苗的方法，也可获得成功。

（五）栽培技术措施

根据引进树种的生物学特性，采取适宜的栽培技术措施，使之更易适应新的环境。主要有：种子处理、水肥管理、幼苗及幼树保护以及接种菌根等措施。

第二节 选择育种

一、种源试验

种源是指种子的产地或来源。种源试验就是将不同种源的材料放在一起做栽培对比试验。通过种源试验，为某一地区找到适应性好、生产力高的优良种源。

（一）种源试验的类型

一个树种的种源试验一般包括全面种源试验和局部种源试验两种类型。全面种源试验就是对全分布区的种源进行对比试验，其目的是了解种内的一般地理变异模式和大小，为栽培试验点所在地区初选出优良的种源区域。局部种源试验就是对局部分布区的种源进行对比试验，其目的是为栽培地区寻找最适宜的种源。

（二）种源试验的方法

1. 确定采种点 采种点的选择应能充分反映树种的主要遗传变异。根据国际《产地试验方法的标准化》规定,任何一个树种的种源试验,至少包括5个产地,一般是10~30个。采种样点一般要平行于自然变化的梯度。当树种分布范围大时,既要考虑到经纬度的变化,又要考虑到垂直分布的变化。

2. 确定采种林分和采种树 采种林分必须是当地起源的林分,最好是天然林分;林分要有足够的面积;林龄应达到结实盛期。采种树最好选20~30株优势木或亚优势木,采种树间距离应为树高的3~5倍以上。

3. 苗圃试验 苗圃试验的目的,一是确定各种源在苗期的差异;二是培育造林试验所用的苗木。其要求是:①所有产地种子应在同一苗圃中播种育苗;②种子处理、播种技术、管理措施都应保持相对一致;③一般应采用随机区组田间试验设计,3~5次重复;④试验中,间苗和保苗数量应相对一致;⑤观测项目有:种子发芽势、苗木保存率和封顶期、子叶与真叶数目、分枝性与针叶长短,以及抗病虫害能力等等。

4. 造林试验 造林试验阶段观测的项目有:成活率、生长量、物候、形质指标、病虫害、气象危害以及生理生化、材性分析等。

可分为短期试验、中期试验和长期试验。短期试验是在第一代疏伐前结束的试验;中期试验是从定植到1/2个轮伐期前的试验;长期试验是超过1/2个轮伐期的试验。造林试验阶段应特别注意立地条件的选择,对土壤和植被应作详细记载,以了解立地条件的变化。

二、优树选择

优树是指在相同立地条件下,同种同龄的林分中,在某些性状上远远超过周围树木的单株。优树选择,就是在林分内,根据选种目标,按表型进行的单株选择。优树选择是当前实现林木良种化的重要前提。

(一) 优树的标准

优树的标准因树种、选种目的、地区资源状况等而异。用材树种衡量优树标准的指标包括生长量指标和质量指标。

1. 生长量指标 生长量指标主要是指树高、胸径及单株材积。一般是与同等条件下其他同种林木相比较确定的,确定时还要兼顾现实可能性,用不同林木作对比时,对相对树高、胸径和材积有不同的经验标准。在与林分平均值比较时,优树的材积、树高和胸径应该分别超过林分平均值的150%、15%和50%;在与周围4~5株生长仅次于优树的优势木比较时,上述三个指标应该分别超过优势木平均值的50%、10%和30%。

2. 质量指标 主要考虑对木材品质有影响的指标、与单位面积产量有关的指标或反映树木形态特征的指标。如:树干通直度、冠幅、分枝角、侧枝长、抗病能力,以及结实能力等。

(二) 优树选择方法

首先都要在选择林分中目测选出特别优良的个体作为优树候选树,然后再根据不同选择方法来评选优树。

1. 优势木对比法 以优树候选树为中心,在立地条件相对一致的10~20 m半径范围内,其中至少应有同种林木30株以上,选出仅次于优树候选树的3~5株最大林木(优势木)作对

比树，实测并计算优树及优势木平均之比，达到或超过规定标准，即可登记入选。

2. 小样地法（小标准地法）以优树候选树为中心，以半径 10~15 m 的范围为小样地（标准地），样地内至少含有同种林木 30 株以上，按照优树调查内容对小样地内每木进行实测。将候选值与平均木值作比较，达到或超过规定标准的人选为优树。

3. 综合评分法 此法是由优势木对比法变化而来的。同样是以候选树与 3~5 株优势木作比较，所不同的是，综合评分法要对生长和形质的几个主要性状给予不同的权重，分别打分，如果累计总分达到一定标准即可入选。综合评分的主要性状有：树高、材积、通直度、侧枝粗度、树皮厚度、抗病能力等。

第三节 杂交育种

在林业上，杂交通常是指不同树种间或同一树种不同类型间的交配。杂交产生的后代称为杂种。通过人工控制授粉获得杂种，再对杂种进行鉴定和选择，选育出优良的品种和类型，称为杂交育种。

一、杂交方式和亲本选择

（一）杂交方式

1. 单杂交 指两个不同的树种、品种或类型进行交配，如钻天杨 × 青杨。单交时，两个亲本可以互为父母本。即 $A \times B$ 或 $B \times A$ ，如果前者为正交，后者就称为反交。由于母本往往具有较强的遗传优势，正交和反交的结果有时会有所不同，故研究时常常正反都做。

2. 三杂交 把单杂交所得的 F_1 再与第三者杂交，称三杂交，即 $(A \times B) \times C$ 。三杂交比单杂交可结合更多的特性。例如，椴杨 × 山杨的杂种生长不够好，杂种再与响叶杨或毛白杨杂交，其后代表现有明显改进，生长较快。

3. 双杂交 两个不同的单交种进行杂交，称双杂交，也就是 $(A \times B) \times (C \times D)$ 。

4. 回交 由单杂交获得的杂种 F_1 ，再与其亲本之一进行杂交，称为回交。采用回交时，应当在杂种第一代就进行回交。

5. 多父本混合授粉杂交 以多个父本的花粉混合，对一个母本进行授粉，即 $A \times (B + C + D + \dots)$ 。

（二）杂交亲本选择原则

1. 要考虑育种的目标 如育种目标是速生丰产，必须选择速生树种为亲本材料；如育种目标是抗病，则应选抗病树种为亲本材料。否则其杂种后代难以达到育种目标。

2. 选择亲本 双方应优点多、缺点少，双方可以有共同的优点，绝不可以有共同的缺点，即双方的优缺点要能互相弥补，才可能满足育种目标的要求。如小叶杨 × 钻天杨的杂种，是一个既有钻天杨速生性，又有小叶杨材质好、适应性广的优良品种。如果双方的缺点多，又不能互补，就很难育成期望的杂种。

3. 亲本双方生态适应性要有一定差异 即具有不同的生态型，后代的适应范围广，生长

势较强，可望选出最能适应当地生长的后代。如杨树育种，用一个高纬度的种与一个低纬度的种杂交，可能产生适应中纬度地区生长的速生类型。同样，纬度相同而经度不同的种杂交，也往往容易产生较好生态适应性的杂种。

4. 根据亲本性状遗传力的大小进行选配 如小叶杨的抗旱性和抗寒性，箭干杨和钻天杨的窄冠性遗传力较强，在培育抗寒耐旱、窄冠类型时，可考虑采用它们作亲本。

5. 相同的杂交组合，往往因选用的亲本植株不同而使结果有很大差异 这是由于群体和个体差异的结果。因此，应选择优良的个体（最好是优树）作为杂交亲本植株，这是提高杂交效果的有效措施。

二、控制授粉技术

树木的人工杂交通过控制授粉来完成。首先要了解树种的开花结实习性，如树种的始花树龄、花期、花器构造、传粉方式、生殖周期等。

根据树种开花至结实的时间长短、种子大小的不同，控制授粉可以在树上进行或在室内培养花枝的基础上进行。树上杂交适宜于松、杉、柏等开花结实过程长的树种，室内花枝培养的控制授粉适宜于种子小而成熟期短的树种，如杨、柳、榆等。室内花枝培养控制授粉与树上控制授粉比，增加了花枝采集、修剪、土培或水培的管理内容。

主要技术环节和步骤有：去雄、隔离、标记、授粉、去袋和采摘。

第四节 田间试验与遗传测定

一、田间试验

田间试验是进行农林科学试验的主要方法，具体要求如下：

（一）试验地的选择

试验地选择的恰当与否，直接影响试验的准确性。选择试验地应满足以下条件：

第一，立地条件要有代表性，能代表本地区的土质、肥力、海拔高度等自然条件，使试验结果能在本地类似情况下推广应用。

第二，立地条件比较均匀一致，为试验的准确性提供保证。

第三，位置适于树种的正常生长，既要适当集中，便于管理，又要尽量少受人为和灾害的影响。

（二）试验地的区划

为了正确评定各种处理材料之间的真正差异，需要把不同试验处理按一定的田间试验设计方法布置在苗圃或造林地上，常用的一种设计方法是随机完全区组设计，即把试验地划分成若干个内部环境条件相对一致的区组，每个试验处理在每个区组中都占有一个小区，每个区组内的小区按随机方式排列。

（三）设置对照区和保护行

为了比较各品种（处理）的优劣，在试验中需设置标准品种（处理）进行试验，这种标准

品种称为对照，种植对照的小区称对照区，用符号 CK 表示。品种比较试验，一般选择当地普遍栽培的品种或本地商品性混合种子作为对照；栽培试验则常以当地一般栽培方法或空白试验作为对照区。

除了设置对照区外，一般在一个试验苗床上和整个试验地四周设置保护行，以防止人为影响、牲畜践踏，以及试验地的边际效应，保持苗木、树木正常生长状态，通常在试验地四周栽植两行树木作为保护行，再在外围种植一行其他树种以供识别。

二、遗传测定

遗传测定是指通过对选育材料当代和子代植株的田间对比或其他遗传分析试验进行的遗传评价过程，它是遗传改良的重要环节。对无性系的遗传测定称作无性系测定；对家系及亲本的遗传测定称作子代测定。

1. 子代测定 从一株树采集的种子，母本即是该株树木，但参与授粉的父本不同，产生的家系遗传表现也可能有较大差异，子代测定主要用于评价一个母本或父本遗传品质的优良程度，以及一个亲本与其他亲本交配所产生子代的遗传品质的优良程度。

2. 无性系测定 无性系测定的目的是了解优良个体在无性繁殖条件下，性状优良程度的稳定性或可重复性，是优良无性系选择性的基础工作。

思考与练习

1. 基本概念：引种 乡土树种 引进树种 种源 优树 遗传测定
2. 提高引种成功率的措施是什么？
3. 种源试验有哪几种类型？
4. 简述种源试验的方法。
5. 简述优树选择常用的几种方法。
6. 林木育种常用的杂交方式有哪些？
7. 杂交亲本选择应注意哪些问题？
8. 田间试验的要求有哪些？

第2章 种子生产

种子是育苗、造林的物质基础。而选用良种是培育壮苗和林木速生、丰产、优质的保证。因此，要加快良种化的步伐，尽快建立良种基地，用先进的技术生产优良种子，并进行科学的经营管理。

第一节 良种基地的建立和经营

建立和经营良种基地，目的是提高林木种子的遗传品质。良种选育包括选、育、引三大内容，当前我国的基本形式是种源（产地）选择、母树林的选择与建立、优树选择、种子园的建立及表型测定等。本节着重介绍母树林及种子园的建立和经营。

一、母树林选择与建立

（一）建立母树林的意义

母树林是在天然林或人工林优良林分的基础上，经过留优去劣的疏伐改造，为生产遗传品质较好的林木种子而建立的采种林分。

母树林是提供造林用种的重要途径之一，在保存遗传资源方面具有重大价值。利用现有的天然林或人工林改建母树林，技术简单，成本低，见效快。

（二）母树林的选择

1. 立地条件 气候、土壤等生态条件应与造林地相近。母树林要建立在土壤肥力较高、光照充足的地段。因此，要选择山坡中下部、地形开阔、背风向阳的阳坡或半阳坡。

2. 林分选择

（1）林分年龄：母树林应选择中龄林或近熟林。人工林改建母树林，可选择幼龄林，以便培育低矮、冠大的树形。

（2）林分郁闭度：以 0.5~0.7 为宜。

（3）林分起源：选用实生林为好，插条林次之。萌芽林或起源混杂的林分不宜选用。

（4）林分组成：以选择单纯林为好。若为混交林，则母树树种不得少于 50%，非目的树种最好一次伐完。

母树林面积不得小于 3.3 hm²，最好在 6.7 hm² 以上。

（三）母树林的建立

1. 踏查 在本地区范围内，根据母树林选择的条件，全面踏查，用目测法初选出母树林候选林分，并编号登记，记载其所在位置、海拔、起源、组成、林龄、郁闭度及土壤、植被等