

园林苗圃学

主 编 闫永庆

东北农业大学

第一章 绪论

随着社会的发展，人类赖以生存的环境乃至整个自然生态环境系统不断发生变化，特别是随着工业化和城市化程度不断提高，人们向城市集中聚居，城市中工业和人口高度集中，空气严重污染，城市生态环境形势日趋严峻。

城市公园、动物园、街道广场绿地等公共绿地、居住区绿地、各单位附属绿地、防护绿地、生产绿地和风景林地等各类城市绿地已成为城市规划和建设中不可缺少的组成部分。其中，园林苗圃是城市绿地系统的一部分，是城市园林绿化建设中最基本的基础设施。如何科学合理地建设和经营管理园林苗圃，应用最先进的科学技术和方法，源源不断地为城市绿化提供多样性的优质种苗，成为城市园林绿化建设中非常迫切的一项重要内容。

第一节 园林苗圃在园林绿化、美化和环境保护中的地位和作用

城市园林绿化是城市公用事业、环境建设和国土绿化事业的重要组成部分。一个优美、清洁、文明的现代化城市，离不开绿化。运用城市绿化手段，借助绿色植物向城市输入自然因素，净化空气、涵养水源、防治污染，调节城市小气候，对于改善城市生态环境，美化生活环境，增进居民身心健康，促进城市物质文明和精神文明建设，具有十分重要的意义。城市绿化的水平和质量，已成为评价城市的环境质量、风貌特点、发达程度和文明水平的重要标志。园林苗圃是园林绿化苗木的生产基地，可为城市绿地建设提供大量的园林绿化苗木，是城市园林绿化建设事业的重要保障。

衡量城市绿化水平的主要指标有人均公共绿地面积、绿化覆盖率和绿地率。人均公共绿地面积是指城市中居民平均每人占有公共绿地的数量；绿化覆盖率指城市绿化种植中的乔木、灌木、草坪地被等所有植被的垂直投影面积占城市总面积的百分比；绿地率是指城市中各类绿地面积占总建成面积的百分比。林学研究认为，一个地区的森林覆盖率至少应在30%以上，才能起到改善生态环境的作用。由于城市中工业和人口高度集中，从大气中氧气与二氧化碳的平衡问题考虑，城市居民人均公共绿地面积起码应达到 $30m^2\sim 40m^2$ ，才能形成良好的生态环境和居民生存环境。联合国生物圈生态环境组织要求城市中人均公共绿地面积要达到 $60m^2$ 。国外不少城市已达到或接近这一要求，如华沙和堪培拉的人均公共绿地面积均超过 $70m^2$ ，绿地率在50%以上。瑞典首都斯德哥尔摩人均公共绿地面积达到 $80.3m^2$ ，美国规划的人均公共绿地指标为 $40m^2$ ，英国为 $25m^2$ 。

我国自1992年开始在全国范围内开展创建国家园林城市活动，规定国家园林城市的绿化覆盖率要达到34~40%，建成区绿地率要达到29~35%，人均公共绿地面积要达到 $7\sim 9m^2$ 。到2005年全国已评选了8批，北京、合肥、珠海、杭州、深圳、中山、大连、青岛、上海、郑州、洛阳等87个城市（城区）获得“国家园林城市（城区）”称号。这些城市的平均绿化覆盖率达到45%，人均公共绿地面积达10.69平方米。目前，全国城市平均绿化覆盖率已达到31%，人均公共绿地面积达到6平方米。

为了进一步贯彻落实党中央、国务院关于城市生态环境建设、坚持走可持续发展道路的方针政策，提高我国城市生态环境质量，进一步促进全国经济、社会的可持续发展，建设部制定的《国家园林城市标准》规定，城市道路绿化普及率、达标率分别在95%和80%以上，市区干道绿化带面积不少于道路总用地面积的25%。新建居住小区绿化面积占总用地面积

的30%以上，辟有休息活动园地；旧居住区改造，绿化面积不少于总用地面积的25%。市内各单位重视庭院绿化美化，全市“花园单位”占60%以上。公园设计要突出植物景观，绿化面积应占陆地总面积的70%以上。城市广场建设要突出以植物造景为主，绿地率达到60%以上，植物配置要乔灌草相结合，建筑小品、城市雕塑要突出城市特色，与周围环境协调美观，充分展示城市历史文化风貌。城市大环境绿化扎实开展，效果明显，形成城郊一体的优良环境，按照城市卫生、安全、防灾、环保等要求建设防护绿地，城市周边、城市功能分区交界处建有绿化隔离带。由此可见，城市园林绿化事业的发展还有巨大潜力，对园林绿化材料的需求量很大。

城市园林绿化既带有地域特征，又具有很强的艺术性。不同地域的气候相差悬殊，适生植物种类存在很大差别。城市园林绿化的骨干树种和基调树种多是城市所在地的特色树种，城市绿化的地方特征十分明显，因而，与城市所在地环境条件相对应的园林苗圃建设极为重要。此外，由于城市环境条件的特殊性，可以使一些外来植物种生存下来，因此，城市园林绿化中可以适当引进外来植物种，与当地植物种科学和艺术地进行配置。这就要求在园林苗圃中繁殖和培育引进的植物种，为当地城市提供园林绿化材料。尤其值得注意的是，绿化中不仅要尽可能地配置各种植物种，而且要选择多种多样的苗木类型和苗木造型，使城市装扮的更加美丽，创造更加宜人的生存环境。所有这些都需要有专门的园林苗圃，不断培育和提供丰富多样的满足各种要求的园林绿化材料。

城市绿地多种多样，各绿地常具有独特的小气候和土壤环境条件，同时在城市绿化建设中对各类绿地的绿化要求又有很大差别。这些独特性和差别，对园林绿化材料提出更高要求，也使园林苗圃在园林绿化中的地位显得更为重要。城市园林绿化不仅要起到丰富城市景观、美化城市、给人以美的感受、增进人们的身心健康的作用，还要起到净化空气、减轻污染、改善城市生态环境的作用。1992年6月中华人民共和国国务院颁布的《城市绿化条例》将城市绿地大致分为六类。即居住区公园和动物园、植物园、陵园、小游园及街道广场绿地等公共绿地；居住区除公园以外的其他绿地；机关、团体、部队、企业、事业单位管界内的单位附属绿地；用于城市环境、卫生、安全、防火等目的的防护绿地；具有一定景观价值，在城市整体风貌和环境中起作用，但尚未完善游览、休息和娱乐等设施的风景林地；以及为城市绿化提供苗木、花草、种子的苗圃、花圃和草圃等生产绿地。不同类别的城市绿地，无论从生态环境条件方面，还是从绿化目的的具体要求方面，都需要丰富多样的绿化苗木。如形式多样的公园，有地形变化，也有水旱变化，形成了复杂多样的生态空间，可为多种多样的观赏植物提供生存环境。机关、学校、医院、陵园等不同性质的单位，对绿化苗木的观赏要求各不相同，需要用不同的苗木进行绿化。工厂绿地会因具体的产品类型和生产工艺对绿化植物种类提出抗粉尘、抗SO₂等不同要求。

由上可见，为了美化城市环境，不断调节和改善城市生态环境，城市园林绿化中不仅需要数量足够的园林苗木供应，而且需要丰富多样的苗木种类。《国家园林城市标准》规定，园林植物引种、育种工作成绩显著，培育和应用一批适应当地条件的具有特性、抗性优良品种。城市常用的园林植物以乡土树种为主，物种数量不低于150种（西北、东北地区80种）。园林苗圃是专门为城市园林绿化定向繁殖和培育各种各样的优质绿化材料的基地，是城市园林绿化的重要基础。园林苗圃可以通过培育苗木、引种、驯化苗木、以及推广苗木等推动城市园林绿化的发展。同时，园林苗圃本身也是城市绿地系统的一部分，具有公园功能，可形成亮丽的风景线，丰富城市园林绿化内容。因而，园林苗圃在城市园林绿化、美化和环境保护中具有非常突出的重要地位和作用。

第二节 园林苗木生产现状和发展趋势

园林苗木是园林绿化建设的物质基础，园林苗木的生产能力和状况在一定程度上左右着城市园林绿化的进程和发展方向。必须有足够数量的优质苗木才能保证城市园林绿化事业的顺利发展。早在 1958 年，我国召开的第一次全国城市绿化会议上提出：“苗圃育苗是城市绿化的首要条件和基础，必须加强苗圃建设，大力育苗保证供应。”要求全国城市发展绿化用苗圃，普遍植树，给城市增添绿色。1979 年 6 月国家城乡建设环境保护部城市建设总局发布了《关于加强城市园林绿化工作的意见》，明确指出：“苗圃是园林绿化建设的基础，绿化城市必须苗木先行。苗圃是苗木的生产基地，每个城市都应有足够的苗圃。1985 年以前，要基本实现苗木自给。各城市要根据绿化规划的要求，制定育苗计划，做到有计划和按比例的产生和供应苗木。”该意见还明确指出：“苗圃要逐渐走向专业化、工厂化，实行科学育苗，要积极采用新技术、新设备，以较短的时间多育苗、育好苗。城市绿化树种，要考虑多方面功能，注意选用乡土树种作为骨干树种；常绿树与落叶树，观赏树与经济树，一般树与名贵树，要兼顾搭配，合理育苗。”1982 年 2 月，国务院按照全国人大《关于开展全民义务植树运动的决议》的要求，制定了《关于开展全民义务植树运动的实施办法》，提出园林部门对城市绿地要严加保护，要努力搞好规划设计和苗木培育等各项具体工作。1992 国务院颁布的《城市绿化条例》以及随后诸多省市人民政府颁发的有关城市绿化条例和办法等，均指出园林苗圃为城市绿地系统的一部分，并强调城市园林苗圃要适应城市绿化发展的需要，逐步实现城市绿化苗木自给。2005 年建设部颁布的《国家园林城市标准》规定，城市生产绿地总面积要占城市建成区面积的 2% 以上，城市各项绿化美化工程所用苗木自给率达 80% 以上，出圃苗木规格、质量符合城市绿化工程需要。因此，在当今的城市建设及今后的城市发展中，园林绿化不断需要大量的种苗，园林苗圃将对城市园林绿化起到举足轻重的作用。

近年来园林苗圃的数量与日俱增，园林苗圃的快速发展，园林苗木的大量繁殖和培育，促进了城市园林绿化的持续发展。组培苗工厂化生产基地的建设，组培繁育技术及先进的生物技术在苗木快速繁育中的应用，人工种子和种子大粒化技术，保护地育苗、全自控的育苗温室、容器育苗、无土育苗等现代育苗技术的应用，新型轻质育苗基质的应用以及全自动装播扦插生产线的应用等，大大提高了园林苗木培育水平，丰富了苗木种类，提高了苗木质量。随着国民经济建设的发展和人民物质文化生活水平的不断提高，人们对园林绿化的要求亦将愈来愈高。不仅要求城市园林绿化的快速发展，而且要求形成丰富多彩的园林绿化景色和城市景观。对苗木数量、种类和质量提出了更高的要求，使园林苗圃的建设和苗木的生产经营面临巨大的挑战。一方面，现有的园林苗圃及其园林苗木的生产还不能满足飞速发展的城市绿化的要求，城市绿化的苗木自给率还很低，不得不大量调运外来苗木。结果，往往由于外来苗木不能很好地适应城市当地的气候和土壤环境条件，以及长途运输对苗木的不良影响，导致苗木成活率和保存率低，绿化成本增高，绿化效果降低。另一方面，不少园林苗圃的苗木质量得不到有效保障，生产的苗木规格、苗木种类和苗木造型等不能满足当地城市绿化的需求。

全世界观赏植物有数万种，目前在园林绿地中常用的约 6000 种。中国的观赏植物资源极为丰富，常用的观赏植物达 3000~4000 种。但从目前的城市园林绿化情况看，绝大多数观赏植物只栽培在植物园中，而在其它绿地中应用的观赏植物不过数百种。进一步开发利用园林绿化资源的潜力极大。特别是通过园林苗圃的定向培育，积极进行多样性苗木生产，挖掘潜在的绿化资源，将极大地丰富城市园林绿化色彩，发挥多样性的绿化功能，提高城市园林绿化的整体水平。

在市场经济体制下，城市园林绿化的市场需要常常制约着园林苗圃的发展规模和方向，决定着园林苗木的生产，同时，园林苗木的生产经营和推广又对城市园林绿化事业的发展起导向作用。园林苗圃建设和苗木生产应当主动适应城市园林绿化发展的需求，靠市场求发展，

向市场要效益。实现高新技术和实用手段相结合，增加园林苗圃的竞争实力。园林苗木的生产既要立足国内和当地城市建设的客观实际，又要充分借鉴国外的和其他地区的先进经验和技术。既要充分发挥当地的优势，大力开发和利用当地植物种资源，生产具有地方特色的苗木种类，又要加强新品种和新类型苗木的培育和推广，大力繁育市场紧俏的珍贵苗木，积极开展多样性的苗木生产。做到苗木种类多样性、地域性与苗木生产的特色性有机结合，实现低成本、多品种类型、多样化的可持续的园林苗木生产，以保证不断为城市绿化建设提供品种丰富、品质优良，且具有良好适应性的绿化苗木。

第三节 园林苗圃学的内容和任务

园林苗圃学是研究论述园林苗木的培育理论和生产应用技术的一门应用科学。园林苗圃学理论建立在植物学、树木学、土壤学、农业气象学、植物遗传育种学、生态学、植物生理学、植物病理学、昆虫学、美学和市场营销学等众多学科的基础上。因此，为了更好地了解和掌握园林苗圃学理论与技术，应当掌握相关的各门学科的知识。园林苗圃学研究的主要内容包括：园林苗圃的区划与建设、园林树木的种实生产、苗木的播种繁殖和营养繁殖、园林树木的大苗培育、园林苗木质量评价与出圃、设施育苗技术、常见园林树木的繁殖与培育、以及园林苗圃的经营管理等。

园林苗圃学的主要任务是为园林苗木的培育提供科学理论依据和先进技术，使理论和实际应用相结合，培育技术和经营管理相结合，以便持续地为城市园林绿化提供品种丰富、品质优良的绿化苗木。具体地可将园林苗圃学的主要任务归纳为如下几方面：

- ①根据城市园林绿化的发展需要和自然环境条件特点，研究园林苗圃的特点及其合理布局，进行园林苗圃工程设计。
- ②论述园林树木的结实规律，了解园林树木结实的生理基础，为种实的采集、加工、贮藏、运输、以及种实品质的检验提供理论依据和具体的技术措施。
- ③根据播种繁殖苗和营养繁殖苗的发育特点，阐明培育园林苗木的基本方法和技术要点。依据苗木生长发育的生理生态学特性，提出苗圃灌溉排水和土肥调控技术，以及大苗的定向培育管理技术。介绍组织培养育苗、无土栽培育苗、容器育苗及保护地育苗等设施育苗新技术。
- ④根据苗木的形态特征、生理生态及遗传学特性，评价园林苗木的质量，提出苗木检疫、包装、运输的关键技术环节。
- ⑤结合苗木培育的理论和实际应用，简要介绍具有代表性的园林树种的生物学特点及其苗木培育的关键技术。
- ⑥分析园林苗圃的组织管理、经济管理、市场营销，进行效益和风险评价，探讨园林苗圃经营管理模式。

第二章 园林苗圃的区划与建设

第一节 园林苗圃的种类及其特点

随着国民经济的高速增长和城市化进程的加快，以及全社会对环境建设的日益重视，园林绿化建设对苗木的需求量增长迅速，社会经济结构也发生了重大变化，园林苗圃建设呈现

出多样化的发展趋势，其种类、特点各有不同。

一、按园林苗圃面积划分

按照园林苗圃面积的大小，可划分为大型苗圃、中型苗圃和小型苗圃。

1. 大型苗圃 大型苗圃面积在 20hm^2 以上。生产的苗木种类齐全，如乔木和花灌木大苗、露地草本花卉、地被植物和草坪，拥有先进设施和大型机械设备，技术力量强，常承担一定的科研和开发任务，生产技术和管理水平高，生产经营期限长。

2. 中型苗圃 中型苗圃面积为 $3\sim 20\text{hm}^2$ 。生产苗木种类多，设施先进，生产技术和管理水平较高，生产经营期限长。

3. 小型苗圃 小型苗圃面积为 3hm^2 以下。生产苗木种类较少，规格单一，经营期限不固定，往往随市场需求变化而更换生产苗木种类。

二、按园林苗圃所在位置划分

按照园林苗圃所在位置可划分为城郊苗圃和乡村苗圃（苗木基地）。

1. 城郊苗圃 城郊苗圃位于市区或郊区，能够就近供应所在城市绿化用苗，运输方便，且苗木适应性强，成活率高，适宜生产珍贵的和不耐移植的苗木，以及露地花卉和节日摆放用盆花。

2. 乡村苗圃（苗木基地） 乡村苗圃（苗木基地）是随着城市土地资源紧缺和城市绿化建设迅速发展而形成的新类型，现已成为供应城市绿化建设用苗的重要来源。由于土地成本和劳动力成本低，适宜生产城市绿化用量较大的苗木，如绿篱苗木、花灌木大苗、行道树大苗等。

三、按园林苗圃育苗种类划分

按照园林苗圃育苗种类可划分为专类苗圃和综合性苗圃。

1. 专类苗圃 专类苗圃面积较小，生产苗木种类单一。有的只培育一种或少数几种要求特殊培育措施的苗木，如专门生产果树嫁接苗、月季嫁接苗等；有的专门从事某一类苗木生产，如针叶树苗木、棕榈苗木等；有的专门利用组织培养技术生产组培苗等。

2. 综合苗圃 综合苗圃多为大、中型苗圃，生产的苗木种类齐全，规格多样化，设施先进，生产技术和管理水平较高，经营期限长，技术力量强，往往将引种试验与开发工作纳入其生产经营范围。

四、按园林苗圃经营期限划分

按照园林苗圃经营期限可划分为固定苗圃和临时性苗圃。

1. 固定苗圃 固定苗圃规划建设使用年限通常在 10 年以上，面积较大，生产苗木种类较多，机械化程度较高，设施先进。大、中型苗圃一般都是固定苗圃。

2. 临时苗圃 临时苗圃通常是在接受大批量育苗合同订单，需要扩大育苗生产用地面积时设置的苗圃。经营期限仅限于完成合同任务，以后往往不再继续生产经营园林苗木。

第二节 园林苗圃建设的可行性分析与合理布局

园林苗圃建设是城市绿化建设的重要组成部分，是确保城市绿化质量的重要条件之一。为了以最低的经营成本，培育出符合城市绿化建设要求的优良苗木，在进行园林苗圃建设之前，需要对其经营条件和自然条件进行综合分析。

一、园林苗圃建设的可行性分析

（一）园林苗圃的经营条件

1. 交通条件 建设园林苗圃要选择交通方便的地方，以便于苗木的出圃和育苗物资的运入。在城市附近设置苗圃，交通都相当方便，主要应考虑在运输通道上有无空中障碍或低矮涵洞，如果存在这类问题，必须另选地点。乡村苗圃（苗木基地）距离城市较远，为了方便快捷地运输苗木，应当选择在等级较高的省道或国道附近建设苗圃，过于偏僻和路况不佳，不宜建设园林苗圃。

2. 电力条件 园林苗圃所需电力应有保障，在电力供应困难的地方不宜建设园林苗圃。

3. 人力条件 培育园林苗木需要劳动力较多，尤其在育苗繁忙季节需要大量临时用工。因此，园林苗圃应设在靠近村镇的地方，以便于调集人力。

4. 周边环境条件 园林苗圃应远离工业污染源，防止工业污染对苗木生长产生不良影响。

5. 销售条件 从生产技术观点考虑，园林苗圃应设在自然条件优越的地点，但同时也必须考虑苗木供应的区域。将苗圃设在苗木需求量大的区域范围内，往往具有较强的销售竞争优势。即使苗圃自然条件不是十分优越，也可以通过销售优势加以弥补。因此，应综合考虑自然条件和销售条件。

（二）园林苗圃的自然条件

1. 地形、地势及坡向 园林苗圃应建在地势较高的开阔平坦地带，便于机械耕作和灌溉，也有利于排水防涝。圃地坡度一般以 $1\sim3^\circ$ 为宜，在南方多雨地区，选择 $3\sim5^\circ$ 的缓坡地对排水有利，坡度大小可根据不同地区的具体条件和育苗要求确定。在质地较为粘重的土壤上，坡度可适当大些，在沙性土壤上，坡度可适当小些。如果坡度超过 5° ，容易造成水土流失，降低土壤肥力。地势低洼、风口、寒流汇集、昼夜温差大等地形，容易产生苗木冻害、风害、日灼等灾害，严重影响苗木生产，不宜选作苗圃地。

在山地建立园林苗圃时，必须选择国家和地方法规政策允许的宜耕坡地，修筑水平梯田，进行园林苗木生产。在山地育苗，由于坡向不同，气象条件、土壤条件差别较大，会对苗木生长产生不同的影响。南坡背风向阳，光照时间长，光照强度大，温度高，昼夜温差大，湿度小，土层较薄；北坡与南坡情况相反；东、西坡向的情况介于南坡与北坡之间，但东坡在日出前到中午的较短时间内会形成较大的温度变化，而下午不再接受日光照射，因此对苗木生长不利；西坡由于冬季常受到寒冷的西北风侵袭，易造成苗木冻害。我国地域辽阔，气候差别很大，栽培的苗木种类也不尽相同，可依据不同地区的自然条件和育苗要求选择适宜的坡向。北方地区冬季寒冷，且多西北风，最好选择背风向阳的东南坡中下部作为苗圃地，对苗木顺利越冬有益。南方地区温暖湿润，常以东南和东北坡作为苗圃地，而南坡和西南坡光照强烈，夏季高温持续时间长，对幼苗生长影响较大。山地苗圃包括不同坡向的育苗地时，可根据所育苗木生态习性的不同，进行合理安排。如在北坡培育耐寒、喜荫的苗木种类，而在南坡培育耐旱、喜光的苗木种类，既能够减轻不利因素对苗木的危害，又有利于苗木正常生长发育。

2. 土壤条件 苗木生长所需的水分和养分主要来源于土壤，植物根系生长所需要的氧气、温度也来源于土壤，所以，土壤对苗木的生长，尤其是对苗木根系的生长影响很大。因

此，选择苗圃地时，必须认真考虑土壤条件。土层深厚、土壤孔隙状况良好的壤质土（尤其是沙壤土、轻壤土、中壤土），具有良好的持水保肥和透气性能，适宜苗木生长。沙质土壤肥力低，保水力差，土壤结构疏松，在夏季日光强烈时表土温度高，易灼伤幼苗，带土球移植苗木时，因土质疏松，土球易松散。粘质土壤结构紧密，透气性和排水性能较差，不利于根系生长，水分过多易板结，土壤干旱易龟裂，实施精细的育苗管理作业有一定的困难。因此，选择适宜苗木生长的土壤，是建立园林苗圃，培育优良苗木必备的条件之一。

根据多种苗木生长状况来看，适宜的土层厚度应在50cm以上，含盐量应低于2‰，有机质含量应不低于2.5%。在土壤条件较差的情况下建立园林苗圃，虽然可以通过不同的土壤改良措施克服各种不利因素，但苗圃生产经营成本将会增大。

土壤酸碱度是影响苗木生长的重要因素之一，一般要求园林苗圃土壤的pH值在6.0~7.5之间。不同的园林植物对土壤酸碱度的要求不同，有些植物适宜偏酸性土壤，有些植物适宜偏碱性土壤，可根据不同的植物进行选择或改良。

3. 水源及地下水位 培育园林苗木对水分供应条件要求较高，建立园林苗圃必须具备良好的供水条件。水源可划分为天然水源（地表水）和地下水源。将苗圃设在靠近河流、湖泊、池塘、水库等源附近，修建引水设施灌溉苗木，是十分理想的选择。但应注意监测这些天然水源是否受到污染和污染的程度如何，避免水质污染对苗木生长产生不良影响。在无地表水源的地点建立园林苗圃时，可开采地下水用于苗圃灌溉。这需要了解地下水源是否充足，地下水位的深浅，地下水含盐量高低等情况。如果在地下水源情况不明时选定了苗圃地，可能会对苗圃的日后经营带来难以克服的困难。如果地下水源不足，遇到干旱季节，则会因水量不足造成苗木干旱。地下水位很深时，打井开采和提水设施的费用增高，因此会增加苗圃建设投资。地下水含盐量高时，经过一定时期的灌溉，苗圃土壤含盐量升高，土质变劣，苗木生长将受到严重影响。因此，苗圃灌溉用水其水质要求为淡水，水中含盐量一般不超过1/1000，最多不超过1.5/1000。

地下水位对土壤性状的影响也是必须考虑的一个因素。地下水位过高，土壤孔隙被水分占据，导致土壤通透性差，使得苗木根系生长不良。土壤含水量高，地上部分易发生徒长现象，而秋季停止生长较晚，容易发生苗木冻害。当气候干旱，蒸发量大于降水量时，土壤水分以上行为主，地下水携带其中的盐分到达表土层，继而随土壤水分蒸发，使土壤中的盐分越积越多，造成土壤盐渍化。在多雨季节，土壤中的水分下渗困难，容易发生涝害。相反，地下水位过低，土壤容易干旱，势必要求增加灌溉次数和灌水量，使育苗成本增加。

适宜的地下水位应为2m左右，但不同的土壤质地，有不同的地下水临界深度，沙质土为1~1.5m，沙壤土~中壤土为2.5m左右，重壤土~粘土为2.5~4.5m。地下水位高于临界深度，容易造成土壤盐渍化。

4. 气象条件 地域性气象条件通常是不可改变的，因此，园林苗圃不能设在气象条件极端的地域。高海拔地域年平均气温过低，大部分园林苗木的正常生长受到限制。年降水量小，通常无地表水源，地下水供给也十分困难的气候干燥地区，不适宜建立园林苗圃。经常出现早霜冻和晚霜冻，以及冰雹多发地区，会因不断发生灾害，给苗木生产带来损失，也不适宜建立园林苗圃。某些地形条件，如地势低洼、风口、寒流汇集处等，经常形成一些灾害性气象条件，对苗木生长不利。虽然可以通过设立防护林减轻风害，或通过设立密集的绿篱防护带阻挡冷空气的侵袭，但这样的地点毕竟不是理想之地，一般不宜建立园林苗圃。总之，园林苗圃应选择气象条件比较稳定、灾害性天气很少发生的地区。

5. 病虫害和植被情况 在选择苗圃用地时，需要进行专门的病虫害调查。了解圃地及周边的植物感染病害和发生虫害情况，如果圃地环境病虫害曾严重发生，并且未能得到治理，则不宜在该地建立园林苗圃，尤其对园林苗木有严重危害的病虫害须格外警惕。

另外，苗圃用地是否生长着某些难以根除的灌木杂草，也是需要考虑的问题之一。如果

不能有效控制苗圃杂草，对育苗工作将产生不利影响。

二、园林苗圃建设的合理布局

1. 园林苗圃合理布局的原则 建立园林苗圃应对苗圃数量、位置、面积进行科学规划，城郊苗圃应分布于近郊，乡村苗圃（苗木基地）应靠近城市，以方便运输。总之，以育苗地靠近用苗地最为合理。这样可以降低成本，提高成活率。

2. 园林苗圃数量和位置的确定 大城市通常在市郊设立多个园林苗圃。设立苗圃时应考虑设在城市不同的方位，以便就近供应城市绿化需要。中、小城市主要考虑在城市绿化重点发展的方位设立园林苗圃。城郊园林苗圃总面积应占城区面积的2%~3%。按一个城区面积1000hm²的城市计算，建设园林苗圃的总面积应为20~30hm²。如果设立一个大型苗圃，即可基本满足城市绿化用苗需要。如果设立2~3个中型苗圃，则应分散设于城市郊区的不同方位。

乡村苗圃（苗木基地）的设立，应重点考虑生产苗木所供应的范围。在一定的区域内，如果城郊苗圃不能满足城市绿化需求，可考虑发展乡村苗圃。在乡村建立园林苗圃，最好相对集中，即形成园林苗木生产基地。这样对于资金利用、技术推广和产品销售十分有利。

第三节 园林苗圃的规划设计

一、园林苗圃用地的划分和面积计算

（一）园林苗圃用地划分

园林苗圃用地一般包括生产用地和辅助用地两部分。

1. 生产用地 生产用地是指直接用于培育苗木的土地，包括播种繁殖区、营养繁殖区、苗木移植区、大苗培育区、设施育苗区、采种母树区、引种驯化区等所占用的土地及暂时未使用的轮作休闲地。

2. 辅助用地 辅助用地又称非生产用地，是指苗圃的管理区建筑用地和苗圃道路、排灌系统、防护林带、晾晒场、积肥场及仓库建筑等占用的土地。

（二）园林苗圃用地面积计算

1. 生产用地面积计算 生产用地一般占苗圃总面积的75%~85%。大型苗圃生产用地所占比例较大，通常在80%以上。随着苗圃面积缩小，由于必需的辅助用地不可减少，所以生产用地比例一般会相应下降。

计算苗圃生产用地面积，应根据以下几个因素来考虑。即每年生产苗木的种类和数量；某树种单位面积产苗量；育苗年限，也即苗木年龄；轮作制及每年苗木所占的轮作区数。

计算某树种育苗所需面积，按该树种苗木单位面积产量计算时，可用如下公式：

$$S = \frac{NA}{n} \times \frac{B}{C}$$

式中： S ——某树种育苗所需面积；

N ——每年计划生产该树种苗木数量；

n ——该树种单位面积产苗量；

A ——该树种的培育年限；

B ——轮作区的总区数；

C ——该树种每年育苗所占的轮作区数。

例如，某苗圃每年出圃 2 年生紫薇苗 50000 株，用 3 区轮作，每年 1/3 土地休闲，2/3 土地育苗，单位面积产苗量为 150000 株/hm²。则：

$$S = \frac{50000 \times 2}{150000} \times \frac{3}{2} = 1(\text{hm}^2)$$

目前，我国一般不采用轮作制，而是以换茬种植为主，故 *B / C* 为 1，所以需育苗地面积为 0.667hm²。

这样按上述公式计算的结果是理论数字，在实际生产中因移植苗木、起苗、运苗、贮藏以及自然灾害等都会造成一定损失，因此还需将每个树种每年的计划产苗量增加 3%~5%，并相应增加用地面积，以确保如数完成育苗任务。

计算出各树种育苗用地面积之后，再将各树种用地面积相加，再加上母树区、引种试验区、温室区等面积，即可得出生产用地总面积。

2. 辅助用地（非生产用地）面积计算 苗圃辅助用地面积一般不超过总面积的 15%~25%，大型苗圃辅助用地一般占 15%~20%，中、小型苗圃一般占 18%~25%。依据适度规模经营原则，应减少小型苗圃建设数量，特别是不要建设综合性的大型苗圃，以提高土地利用效率。小型苗圃为增加生产用地比例而削减道路、渠道等必要的辅助用地，会给生产管理带来不便，这也是不可取的。

二、园林苗圃规划设计的准备工作

1. 踏勘 由设计人员会同施工人员、经营管理人员以及有关人员到已确定的圃地范围内进行踏勘和调查访问工作，了解圃地的现状、地权地界、历史、地势、土壤、植被、水源、交通、病虫害、草害、有害动物、以及周围环境、自然村落等情况，并提出规划的初步意见。

2. 测绘地形图 地形图是进行苗圃规划设计的基本材料。进行园林苗圃规划设计时，首先需要测量并绘制苗圃的地形图。地形图比例尺为 1/500~1/2000，等高距为 20~50cm。对于苗圃规划设计直接有关的各种地形、地物都应尽量绘入图中，重点是高坡、水面、道路、建筑等。

目前，测绘部门已有现成的 1/10000 或 1/20000 的地形图，由于地形、地物的变化，需要将现有的地形图按比例进行放大、修测，使其成为设计用图。

3. 土壤调查 了解圃地土壤状况是合理区划苗圃辅助用地和生产用地不同育苗区的必要条件。进行土壤调查时，应根据圃地的地形、地势、指示植物分布，选定典型地区，分别挖掘土壤剖面，进行详细观察记载和取样分析。一般在野外观察记载的有关项目主要包括土层厚度、土壤结构、松紧度、新生体、酸碱度、盐酸反应、土壤质地、石砾含量、地下水位等；采集土样后进行的室内分析项目主要包括土壤有机质、速效养分（氮、磷、钾）含量、机械组成、pH 值、含盐量、含盐种类等的测定。通过野外调查与室内分析，全面了解圃地土壤性质，重点搞清苗圃地土壤类型、分布、肥力状况，并在地形图上绘出土壤分布图。

4. 气象资料的收集 掌握当地气象资料不仅是进行苗圃生产管理的需要，也是进行苗圃规划设计的需要。如各育苗区设置的方位、防护林的配置、排灌系统的设计等，都需要气象资料作依据。因此，有必要向当地的气象台或气象站详细了解有关的气象资料，如物候期、早霜期、晚霜期、晚霜终止期、全年及各月份平均气温、绝对最高和绝对最低气温、土表及 50cm 土深的最高温度和最低温度、冻土层深度、年降水量及各月份分布情况、最大一次降

水量及降水历时数、空气相对湿度、主风方向、风力等。此外，还应详细了解圃地的特殊小气候等情况。

5. 病虫害和植被状况调查 主要是调查圃地及周围植物病虫害种类及感染程度。对于园林植物病虫害发生有密切关系的植物种类，尤其需要进行细致调查，并将调查结果标注在地形图上。

三、园林苗圃的规划设计

(一) 生产用地的区划

1. 作业区及其规格 生产用地面积占苗圃总面积的 80%左右，为了方便耕作，通常将生产用地再划分为若干个作业区。所以，作业区可视为苗圃育苗的基本单位，一般为长方形或正方形。

作业区长度依苗圃的机械化程度确定；作业区宽度依圃地土壤质地与地形是否有利于排水确定，并应考虑排灌系统的设置、机械喷雾器的射程、耕作机械作业的宽度等因素；作业区方向依圃地的地形、地势、坡向、主风方向、形状等情况确定。

小型苗圃一般使用小型农机具，每一作业区的面积可为 $0.2\sim1\text{hm}^2$ ，长度可为 50~200m。大、中型苗圃一般使用大型农机具，每一作业区的面积可为 $1\sim3\text{hm}^2$ ，或更大些，长度可为 200~300m。作业区的宽度一般可为 40~100m，便于排水的地形与土壤质地可宽些，不便排水的可窄些；同时要考虑喷灌、机械喷雾、机具作业等要求达到的宽度。长方形作业区的长边通常为南北向。地势有起伏时，作业区长边应与等高线平行。地形形状不规整时，可划分大小不同的作业区，同一作业区要尽可能呈规整形状。

2. 育苗区的设置 苗圃生产用地包括播种繁殖区、营养繁殖区、苗木移植区、大苗培育区、采种母树区、引种驯化区（试验区）、设施育苗区等，有些综合性苗圃还设有标本区、果苗区、温床区等。

(1) 播种繁殖区 为培育播种苗而设置的生产区。播种育苗的技术要求较高，管理精细，投入人力较多，且幼苗对不良环境条件反应敏感，所以应选择生产用地中自然条件和经营条件最好的区域作为播种繁殖区。人力、物力、生产设施均应优先满足播种育苗要求。播种繁殖区应靠近管理区；地势应较高而平坦，坡度小于 2° ；接近水源，灌溉方便；土质优良，深厚肥沃；背风向阳，便于防霜冻；如是坡地，则应选择自然条件最好的坡向。

(2) 营养繁殖区 为培育扦插、嫁接、压条、分株等营养繁殖苗而设置的生产区。营养繁殖的技术要求也较高，并需要精细管理，一般要求选择条件较好的地段作为营养繁殖区。培育硬枝扦插苗时，要求土层深厚，土质疏松而湿润。培育嫁接苗时，因为需要先培育砧木播种苗，所以应当选择与播种繁殖区相当的自然条件好的地段。压条和分株育苗的繁殖系数低，育苗数量较少，不需要占用较大面积的土地，所以通常利用零星分散的地块育苗。嫩枝扦插育苗需要插床、荫棚等设施，可将其设置在设施育苗区。

(3) 苗木移植区 为培育移植苗而设置的生产区。由播种繁殖区和营养繁殖区中繁殖出来的苗木，需要进一步培养成较大的苗木时，则应移入苗木移植区进行培育。依培育规格要求和苗木生长速度的不同，往往每隔 2~3 年还要再移植几次，逐渐扩大株、行距，增加营养面积。苗木移植区要求面积较大，地块整齐，土壤条件中等。由于不同苗木种类具有不同的生态习性，对一些喜湿润土壤的苗木种类，可设在低湿的地段，而不耐水渍的苗木种类则应设在较高燥而土壤深厚的地段。进行裸根移植的苗木，可以选择土质疏松的地段栽植，而需要带土球移植的苗木，则不能移植在沙性土质的地段。

(4) 大苗培育区 为培育根系发达、有一定树形、苗龄较大、可直接出圃用于绿化的 大苗而设置的生产区。在大苗区继续培养的苗木，通常在移植区内已进行过 1 至几次移植，

在大苗区培育的苗木出圃前一般不再进行移植，且培育年限较长。大苗培育区特点是株、行距大，占地面积大，培育的苗木大，规格高，根系发达，可直接用于园林绿化建设，满足绿化建设的特殊需要，如树冠、形态、干高、干粗等高标准大苗，利于加速城市绿化效果，保证重点绿化工程的提前完成。大苗的抗逆性较强，对土壤要求不太严格，但以土层深厚、地下水位较低的整齐地块为宜。为便于苗木出圃，位置应选在便于运输的地段。

(5) 采种母树区 为获得优良的种子、插条、接穗等繁殖材料而设置的生产区。采种母树区不需要很大的面积和整齐的地块，大多是利用一些零散地块，以及防护林带和沟、渠、路的旁边等处栽植。

(6) 引种驯化区(试验区) 为培育、驯化由外地引入的树种或品种而设置的生产区(试验区)。需要根据引入树种或品种对生态条件的要求，选择有一定小气候条件的地块进行适应性驯化栽培。

(7) 设施育苗区 为利用温室、荫棚等设施进行育苗而设置的生产区。设施育苗区应设在管理区附近，主要要求用水、用电方便。

(二) 辅助用地的设计

苗圃辅助用地包括道路系统、排灌系统、防护林带、管理区建筑用房、各种场地等，辅助用地是为苗木生产服务所占用的土地，所以又称为非生产用地。进行辅助用地设计时，既要满足苗木生产和经营管理上需要，又要少占土地。

1. 苗圃道路系统的设计 苗圃道路是保障苗木生产正常进行的基础设施之一，苗圃道路系统的设计主要应从保证运输车辆、耕作机具、作业人员的正常通行考虑，合理设置道路系统及其路面宽度。苗圃道路包括一级路、二级路、三级路和环路。

(1) 一级路 也称主干道。一般设置于苗圃的中轴线上，应连接管理区和苗圃出入口，能够允许通行载重汽车和大型耕作机具。通常设置1条或相互垂直的2条，设计路面宽度一般为6~8m，标高高于作业区20cm。

(2) 二级路 也称副道、支道。是一级路通达各作业区的分支道路，应能通行载重汽车和大型耕作机具。通常与一级路垂直，根据作业区的划分设置多条，设计路面宽度一般为4m，标高高于耕作区10cm。

(3) 三级路 也称步道、作业道。是作业人员进入作业区的道路，与二级路垂直，设计路面宽度一般为2m。

(4) 环路 也称环道。设在苗圃四周防护林带内侧，供机动车辆回转通行使用，设计路面宽度一般为4~6m。

大型苗圃和机械化程度高的苗圃注重苗圃道路的设置，通常按上述要求分三级设置。中、小型苗圃可少设或不设二级路，环路路面宽度也可相应窄些。路越多越方便，但占地多，一般道路占地面积为苗圃总面积的7%~10%。

2. 苗圃灌溉系统的设计 苗圃必须有完善的灌溉系统，以保证苗木对水分的需求。灌溉系统包括水源、提水设备、引水设施三部分。

(1) 水源 水源分地表水(天然水)和地下水两类。

地表水指河流、湖泊、池塘、水库等直接暴露于地面的水源。地表水取用方便，水量丰沛，水温与苗圃土壤温度接近，水质较好，含有部分养分成分，可直接用于苗圃灌溉，但需注意监测水质有无污染，以免对苗木造成危害。采用地表水作为水源时，选择取水地点十分重要。取水口的位置最好选在比用水点高的地方，以便能够自流给水。如果在河流中取水，取水口应设在河道的凹岸，因为凹岸一侧水深，不易淤积。河流浅滩处不宜选作取水点。

地下水指井水、泉水等来自于地下透水土层或岩层中的水源。地下水一般含矿化物较多，硬度较大，水温较低，通常为7~16℃或稍高，应设蓄水池以提高水温，再用于灌溉。取用地下水时，需要事先掌握水文地质资料，以便合理开采利用。钻井开采地下水宜选择地势较

高的地方，以便于自流灌溉。钻井布点力求均匀分布，以缩短输送距离。

(2) 提水设备 提取地表水或地下水一般均使用水泵。选择水泵规格型号时，应根据灌溉面积和用水量确定。

(3) 引水设施 引水设施分渠道引水和管道引水两种。

①渠道引水 修筑渠道是沿用已久的传统引水形式。土筑明渠修筑简便，投资少，但流速较慢，蒸发量和渗透量较大，占用土地多，引水时需要经常注意管护和维修。为了提高流速，减少渗漏，可对其加以改进，如在水渠的沟底及两侧加设水泥板或做成水泥槽，也有的使用瓦管、竹管、木槽等。

引水渠道一般分为一级渠道(主渠)、二级渠道(支渠)、三级渠道(毛渠)。可根据苗圃用水量大小确定各级渠道的规格。大、中型苗圃用水量大，所设引水渠道较宽。一级渠道(主渠)是永久性的大渠道，从水源直接把水引出，一般主渠顶宽1.5~2.5m。二级渠道(支渠)通常也为永久性的，从主渠把水引向各作业区，一般支渠顶宽1~1.5m。三级渠道(毛渠)是临时性的小水渠，一般渠项宽度为1m以下。主渠和支渠是用来引水的，渠底应高出地面，毛渠则是直接向圃地灌溉的，其渠底应与地面平或略低于地面，以免灌水带入泥沙埋没幼苗。各级渠道的设置常与各级道路相配合，干道配主渠，支道配支渠，步道配毛渠，使苗圃的区划整齐。主渠和支渠要有一定的坡降，一般坡降应在1/1000~4/1000之间，渠道边坡一般为45°。渠道方向应与作业区边线平行，各级渠道应相互垂直。

引水渠道占地总面积一般为苗圃总面积的1%~5%。

②管道引水 管道引水是将水源通过埋入地下的管道引入苗圃作业区进行灌溉的形式，通过管道引水可实施喷灌、滴灌、渗灌等节水灌溉技术。管道引水不占用土地，也便于田间机械作业。喷灌、滴灌、渗灌等灌溉方式比地面灌溉节水效果显著，灌溉效果好，节省劳力，工作效率高，能够减少对土壤结构的破坏，保持土壤原有的疏松状态，避免地表径流和水分的深层渗漏。虽然投资较大，但在水资源匮乏地区以管道引水，采用节水灌溉技术应是苗圃灌溉的发展方向。

喷灌是通过地上架设喷灌喷头将水射到空中，形成水滴降落地面的灌溉技术。滴灌是通过铺设于地面的滴灌管道系统把水输送到苗木根系生长范围的地面，从滴灌滴头将水滴或细小水流缓慢均匀地施于地面，渗入植物根际的灌溉技术。渗灌是通过埋设在地下的渗灌管道系统，将水输送到苗木根系分布层，以渗漏方式向植物根部供水的灌溉技术。这三种节水灌溉技术的节水效率相比较，以渗灌和滴灌优于喷灌。喷灌在喷洒过程中水分损失较大，尤其是在空气干燥和有风的情况下更为严重。但由于园林苗木培育过程中经常需要移植，不适宜采用渗灌和滴灌。因此，喷灌是园林苗圃中最常用的一种节水灌溉形式。

一个完整的喷灌系统一般由水源、首部、管网和喷头组成。

井水、泉水、河流、湖泊、池塘、水库等地下或地表水以及城市供水系统均可作为喷灌水源。在苗木的整个生长季节，供水水源应有可靠的保证，水源水质应满足灌溉水质标准的要求。

首部的作用是从水源取水，并对水进行加压和系统控制，同时可处理水质、注入肥料。一般包括动力设备、水泵、过滤器、施肥器、泄压阀、逆止阀、水表、压力表，以及系统控制设备，如自动灌溉控制器、衡压变频控制装置等。首部设备的多少，可视系统类型、水源条件及使用单位要求有所增减。

管网的作用是将水输送并分配到所需灌溉的苗木种植区域。管网由干管、支管、毛管三级不同管径的管道组成，通过各种相应的管件、阀门等设备将各级管道连接成完整的管网系统。同时，应根据需要在管网中安装必要的安全装置，如进排气阀、限压阀、泄水阀等。喷灌灌溉系统的管网多采用塑料管道，如PVC管、PE管等，这些材料的管道具有施工方便，水力学性能良好且不会锈蚀的优点。

喷头的作用是将水分散成滴状，均匀地喷洒在苗木种植区域。根据喷头的工作压力与射程可分为高压远射程、中压中射程、低压近射程等喷头；根据喷头的结构与水流形状可分为旋转式、漫射式、孔管式等类型。

喷灌系统中喷头的布置直接关系到整个系统的灌溉质量。喷头的组合形式主要取决于地块形状以及风的影响，一般为矩形或三角形，或为其特例的正方形或正三角形。矩形或正方形布置，适用于地块规则，边缘成直角的条件。这种形式设计简便，容易做到使各条支管的流量均衡。三角形或正三角形布置，适用于不规则地块，或地块边界为开放式，即使喷洒范围超出部分边界也影响不大的情况。这种布置抗风能力较强，喷洒均匀度要高于矩形或正方形，同时所用喷头的数量相对较少，但不易做到使各条支管的流量均衡。

在喷头布置完毕后，应根据实际布置结果对系统的组合喷灌强度进行校核。特别是在地块的边角区域，因喷头往往是半圆或 90° 而不是全圆喷洒，若选配的喷嘴与地块中间全圆喷洒的喷头相同，则该区域内的喷灌强度势必大大超过地块中间。所以，为保证系统有良好的喷洒均匀度，一般安装在边角的喷头须配置比地块中间的喷头小2~3个级别的喷嘴。

各种节水灌溉的设计与施工，一般应由具有一定技术力量的专业公司承担。

3. 苗圃排水系统的设计 地势低、地下水位高、雨量多的地区，应重视排水系统的建设。排水系统通常分为大排水沟、中排水沟、小排水沟三级。排水沟的坡降略大于渠道，一般为 $3/1000\sim6/1000$ 。大排水沟应设在圃地最低处，直接通入河流、湖泊或城市排水系统；中、小排水沟通常设在路旁；作业区内的小排水沟与步道相配合。在地形、坡向一致时，排水沟和灌溉渠往往各居道路一侧，形成沟、路、渠整齐并列格局。排水沟与路、渠相交处应设涵洞或桥梁。一般大排水沟宽1m以上，深0.5~1m；作业区内小排水沟宽0.3m，深0.3~0.6m。苗圃四周宜设置较深的截水沟，可防止苗圃外的水入侵，并且具有排除内水保护苗圃的作用。

排水系统占地面积一般为苗圃总面积的1%~5%。

4. 苗圃防护林带的设计 设置防护林带是为了避免苗木遭受风沙危害，降低风速，减少地面蒸发及苗木蒸腾，创造适宜的小气候条件。防护林带的规格依苗圃的大小和风害程度而定。小型苗圃在主风方向垂直设置一条防护林带；中型苗圃在四周都设防护林带；大型苗圃除四周设置主防护林带外，在内部干道和支道两侧或一侧设辅助防护林带。一般防护林带的防护范围是树高的15~17倍，可据此设置辅助防护林带。

防护林带的结构以乔、灌木混交半透风式为宜，既可减低风速又不因过分紧密而形成回流。林带宽度和密度依苗圃面积、气候条件、土壤和树种特性而定。一般主防护林带宽8~10m，株距1~1.5m，行距1.5~2m；辅助防护林带一般为1~4行乔木。林带的树种选择应尽量选用适应性强，生长迅速，树冠高大的乡土树种。同时也要注意到速生和慢长、常绿和落叶、乔木和灌木、寿命长和寿命短的树种相结合。亦可结合栽植采种、采穗母树和有一定经济价值的树种，如用材、蜜源、油料、绿肥等，以增加收益。但应注意不要选用苗木病虫害的中间寄主树种和病虫害严重树种。

防护林带的占地面积一般为苗圃总面积的5%~10%。

5. 苗圃管理区的设计 苗圃管理区包括房屋建筑和苗圃内场院等部分。房屋建筑主要包括办公室、宿舍、食堂、仓库、种子贮藏室、工具房、车库等；苗圃内场院主要包括运动场、晒场、堆肥场等。苗圃管理区应设在交通方便，地势高燥的地方。中、小型苗圃办公区、生活区一般选择在靠近苗圃出入口的地方。大型苗圃为管理方便，可将办公区、生活区设在苗圃中央位置。堆肥场等则应设在较隐蔽，但便于运输的地方。

管理区占地面积一般为苗圃总面积的1%~2%。

四、园林苗圃设计图的绘制和设计说明书编写

(一) 绘制设计图

1. 绘制设计图前的准备工作 在绘制设计图前，必须了解苗圃的具体位置、界限、面积；育苗的种类、数量、出圃规格、苗木供应范围；苗圃的灌溉方式；苗圃必需的建筑、设施、设备；苗圃管理的组织机构、工作人员编制等。同时应有苗圃建设任务书和各种有关的图纸资料，如现状平面图、地形图、土壤分布图、植被分布图等，以及其它有关的经营条件、自然条件、当地经济发展状况资料等。

2. 绘制设计图 在完成上述准备工作的基础上，通过对各种具体条件的综合分析，确定苗圃的区划方案。以苗圃地形图为底图，在图上绘出主要道路、渠道、排水沟、防护林带、场院、建筑物、生产设施构筑物等。根据苗圃的自然条件和机械化条件，确定作业区的面积、长度、宽度、方向。根据苗圃的育苗任务，计算各树种育苗需占用的生产用地面积，设置好各类育苗区。这样形成的苗圃设计草图，经多方征求意见，进行修改，确定正式设计方案，即可绘制正式设计图。

正式设计图的绘制应按照地形图的比例尺，将道路、沟渠、林带、作业区、建筑区等按比例绘制在图上，排灌方向用箭头表示。在图纸上应列有图例、比例尺、指北方向等。各区应编号，以便说明各育苗区的位置。

目前，各设计单位都已普遍使用计算机绘制平面图、效果图、施工图等。

(二) 编写设计说明书 设计说明书是园林苗圃设计的文字材料，它与设计图是苗圃设计两个不可缺少的组成部分。图纸上表达不出的内容，都必须在说明书中加以阐述。设计说明书一般分为总论和设计两个部分进行编写。

1. 总论 主要叙述苗圃的经营条件和自然条件，并分析其对育苗工作的有利和不利因素以及相应的改造措施。

(1) 经营条件

- ①苗圃所处位置，当地的经济、生产、劳动力情况及其对苗圃生产经营的影响。
- ②苗圃的交通条件。
- ③电力和机械化条件。
- ④周边环境条件。
- ⑤苗圃成品苗木供给的区域范围，对苗圃发展展望，建圃的投资和效益估算。

(2) 自然条件

- ①地形特点。
- ②土壤条件。
- ③水源情况。
- ④气象条件。
- ⑤病虫草害及植被情况。

2. 设计部分

(1) 苗圃的面积计算

- ①各树种育苗所需土地面积计算。
- ②所有树种育苗所需土地面积计算。
- ③辅助用地面积计算。
- ### (2) 苗圃的区划说明

 - ①作业区的大小。
 - ②各育苗区的配置。
 - ③道路系统的设计。
 - ④排灌系统的设计。
 - ⑤防护林带及防护系统（围墙、栅栏等）的设计。

- ⑥管理区建筑的设计。
- ⑦设施育苗区温室、组培室的设计。

(3) 育苗技术设计

- ①培育苗木的种类。
- ②培育各类苗木所采用的繁殖方法。
- ③各类苗木栽培管理的技术要点。
- ④苗木出圃技术要求。

第四节 园林苗圃的建设施工

园林苗圃建设施工的主要项目是房屋、温室、道路、沟渠的修建，水、电、通讯的引入，土地平整和防护林带及防护设施的修建。

一、水、电、通讯的引入和建筑工程施工

房屋的建设和水、电、通讯的引入应在其它各项建设之前进行。水、电、通讯是搞好基建的先行条件，应最先安装引入。为了节约土地，办公用房、宿舍、仓库、车库、机具库、种子库等最好集中于管理区一起兴建，尽量建成楼房。组培室一般建在管理区内。温室虽然是占用生产用地，但其建设施工也应先于圃路、灌溉等其它建设项目进行。

二、苗圃道路工程施工

苗圃道路施工前，先在设计图上选择两个明显的地物或两个已知点，定出一级路的实际位置，再以一级路的中心线为基线，进行苗圃道路系统的定点、放线工作，然后方可修建。圃路路面有很多种，如土路、石子路、灰渣路、柏油路、水泥路等。大、中型苗圃道路一级路和二级路的设置相对比较固定，有条件的苗圃可建设柏油路或水泥路，或者将支路建成石子路或灰渣路。大、中型苗圃的三级路和小型苗圃的道路系统主要为土路。

三、灌溉工程施工

用于灌溉的水源如果是地表水，应先在取水点修筑取水构筑物，安装提水设备。如果是开采地下水，应先钻井，安装水泵。

采用渠道引水方式灌溉，最重要的是一级和二级渠道的坡降应符合设计要求，因此需要进行精确测量，准确标示标高，按照标示修筑渠道。修筑时先按设计的宽度、高度和边坡比填土，分层夯实，当达到设计高度时，再按渠道设计的过水断面尺寸从顶部开掘。采用水泥渠作一级和二级渠道，修建的方法是先用修筑土筑渠道的方法，按设计要求修成土渠，然后再在土渠底部和两侧挖取一定厚度的土，挖土厚度与浇筑水泥的厚度相同，在渠中放置钢筋网，浇筑水泥。

采用管道引水方式灌溉，要按照管道铺设的设计要求开挖 1m 以上的深沟，在沟中铺设好管道，并按设计要求布置好出水口。

喷灌等节水灌溉工程的施工，必须在专业技术人员的指导下，严格按照设计要求进行，并应在通过调试能够正常运行后再投入使用。

四、排水工程施工

一般先挖掘向外排水的大排水沟。挖掘中排水沟与修筑道路相结合，将挖掘的土填于路面。作业区的小排水沟可结合整地挖掘。排水沟的坡降和边坡都要符合设计要求。

五、防护林工程施工

应在适宜季节营建防护林，最好使用大苗栽植，以便尽早形成防护功能。栽植的株、行距按设计规定进行，栽后及时灌水，并做好养护管理工作，以保证成活和正常生长。

六、土地整备工程施工

苗圃地形坡度不大者，可在路、沟、渠修成后结合土地翻耕进行平整，或在苗圃投入使用后结合耕种和苗木出圃等，逐年进行平整，这样可节省苗圃建设施工的投资，也不会造成原有表层土壤的破坏。坡度过大时必须修筑梯田，这是山地苗圃的主要工作项目，应提早进行施工。地形总体平整，但局部不平者，按整个苗圃地总坡度进行削高填低，整成具有一定坡度的圃地。

在圃地中如有盐碱土、沙土、粘土时，应进行必要的土壤改良。对盐碱地可采取开沟排水，引淡水冲盐碱。对轻度盐碱地可采取多施有机肥料，及时中耕除草等措施改良。对沙土或粘土应采用掺粘或掺沙等措施改良。在圃地中如有城市建设形成的灰渣、沙石等侵入体时，应全部清除，并换入好土。

第五节 园林苗圃技术档案的建立

一、建立园林苗圃技术档案的意义

技术档案是对园林苗圃生产、试验和经营管理的记载。从苗圃开始建设起，即应作为苗圃生产经营的内容之一，建立苗圃的技术档案。苗圃技术档案是合理地利用土地资源和设施、设备，科学地指导生产经营活动，有效地进行劳动管理的重要依据。

二、园林苗圃技术档案的建立

（一）建立园林苗圃技术档案的基本要求

①对园林苗圃生产、试验和经营管理的记载，必须长期坚持，实事求是，保证资料的系统性、完整性和准确性。

②在每一生产年度末，应收集汇总各类记载资料，进行整理和统计分析，为下一年度生产经营提供准确的数据和报告。

③应设专职或兼职档案管理人员，专门负责苗圃技术档案工作，人员应保持稳定，如有工作变动，要及时做好交接工作。

（二）园林苗圃技术档案的主要内容

1. 苗圃基本情况档案 主要包括苗圃的位置、面积、经营条件、自然条件、地形图、土壤分布图、苗圃区划图、固定资产、仪器设备、机具、车辆、生产工具以及人员、组织机构等情况。

2. 苗圃土地利用档案 以作业区为单位, 主要记载各作业区的面积、苗木种类、育苗方法、整地、改良土壤、灌溉、施肥、除草、病虫害防治以及苗木生长质量等基本情况。(表2-1)

表 2-1 苗圃土地利用表

填表人：

3. 苗圃作业档案 以日为单位，主要记载每日进行的各项生产活动，劳力、机械工具、能源、肥料、农药等使用情况。（表 2-2）

表 2-2 苗圃作业日记

年 月 日星期

填表人：

4. 育苗技术措施档案 以树种为单位, 主要记载各种苗木从种子、插条、接穗等繁殖材料的处理开始, 直到起苗、假植、贮藏、包装、出圃等育苗技术操作的全过程(表 2-3)。

表 2-3 育苗技术措施表

树种	育苗年度				
育苗面积	苗龄	前茬			
繁殖方法	实生苗	种子来源 播种方法 覆盖起止日期	贮藏方法 播种量 出苗率	贮藏时间 覆土厚度 间苗时间	催芽方法 覆盖物 留苗密度
	扦插苗	插条来源 成活率	贮藏方法	扦插方法	扦插密度
	嫁接苗	砧木名称 嫁接日期 成活率	来源 嫁接方法	接穗名称 绑缚材料	来源 解缚日期
	移植苗	移植日期 移植苗来源	移植苗龄 移植成活率	移植次数	移植株行距

整地	耕地日期 耕地深度 作畦日期								
施肥		施肥日期		肥料种类		施肥量	施肥方法		
	基肥								
	追肥								
灌溉	次数	日期							
中耕	次数	日期 深度							
病虫害		名称	发生日期	防治日期	药剂名称	浓度	方法		
	病害								
	虫害								
出圃		日期	面积	单位面积产量	合格苗率	起苗方法	包装		
	实生苗								
	扦插苗								
育苗新技术应用情况									

填表人:

5. 苗木生长发育调查档案 以年度为单位, 定期采用随机抽样法进行调查, 主要记载苗木生长发育情况(表2-4)。

表2-4 苗木生长发育调查表

育苗年度

树种		苗龄		繁殖方法			移植次数			育苗年度		
开始出苗					大量出苗							
芽膨大					芽展开							
顶芽形成					叶变色							
开始落叶					完全落叶							
生长量	生长量											
	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月	日/月
苗高												
地径												
根系												
出圃	级别	分级标准					单产		总产			
	一级	高度										
		地径										
		根系										
	二级	冠幅										
		高度										
		地径										
		根系										

	冠幅			
三 级	高度			
	地径			
	根系			
	冠幅			
等 外 级				
其 它				
备注			合计	

填表人：

6. 气象观测档案 以日为单位，主要记载苗圃所在地每日的日照长度、温度、降水、风向、风力等气象情况。苗圃可自设气象观测站，也可抄录当地气象台的观测资料。

7. 科学试验档案 以试验项目为单位，主要记载试验的目的、试验设计、试验方法、试验结果、结果分析、年度总结以及项目完成的总结报告等。

8. 苗木销售档案 主要记载各年度销售苗木的种类、规格、数量、价格、日期、购苗单位及用途等情况。

第三章 园林树木的种实生产

园林苗圃学中，种实是指用于繁殖园林树木的籽粒或果实。园林树木的种实是园林苗圃经营中最基本的生产资料。种实质量的高低以及种实数量的充足与否，直接关系到苗木的生产质量和效益。优良种实是培育优质苗木的前提，数量充足是顺利完成苗木生产任务的保证。为了获得质优量足的种实，必须掌握园林树木结实的自然规律，充分挖掘和利用优良的种实资源，积极建立园林树木种实生产基地。深入了解树种的结实特性，科学和合理地进行种实采集和种实调制。并在深入了解园林树木的种实成熟、种子寿命、种子劣变与修复的生理学基础上，采取科学先进和积极有效的措施贮藏种子、监测种实的活力动态，保障苗木培育工作中对种实的需要。为提高园林苗木的生产水平，充分发挥园林绿化的生态效益、社会效益和经济效益奠定良好的基础。

第一节 园林树木的结实规律

一、园林树木结实的概念

园林树木结实是指树木孕育种子或果实的过程。园林树木种类繁多，既包括被子植物，又包括裸子植物，各个种类的结实特点有很大区别。如不同种类的园林树木，其首次开花结实的年龄、种实的发育过程、以及种实的成熟时期和成熟特征等均存在较大差异。有些阔叶树种当年开花授粉，当年发育形成结实，而有些针叶树需要3~4年才能完成种实发育过程。

二、种实的形成

树木开花是结实的前提，花芽分化是开花的基础。进入结实年龄的树木，每年形成的顶端分生组织，开始时不分叶芽和花芽，到一定的时期，它的芽才分化成叶芽和花芽，这个过程称为花芽分化。多数树木的花芽分化期在开花的前一年夏季至秋季之间，如泡桐，7月进行花芽分化，翌年3月至4月开花。但有些树种在春季进行花芽分化，当年秋季或冬季开花，如油茶在4月进行花芽分化，当年秋季或冬季开花。另一些生长在热带的树种，一年可进行多次花芽分化并多次开花，如柠檬桉一年进行两次花芽分化并两次开花。

三、结实年龄与结实周期性

1. 结实年龄 园林树木最初的生长发育过程主要是营养物质积累，树木枝干和树冠不断扩大。直至生长发育到一定的年龄且营养物质积累到一定程度后，树木顶端分生组织才开始分化并形成花原基和花芽，逐渐具有繁殖能力，开始开花结实。不同树种开始结实年龄有很大差异，出现差异的原因首先取决于树种的遗传特性，其次与环境条件有密切的关系。如紫薇1年生即可结实，梅花3~4年生可开花结实，落叶松约10年左右开花结实，而银杏则要到20年生后才开始开花结实。主要园林绿化树木开始结实的年龄见附件1。

一般情况，就树种的生物学特性而言，阳性树种开始结实的年龄较早，而耐荫树种开始结实年龄较晚。从所处的环境条件讲，在同一树种的个体中，孤立木开始结实的年龄早，林缘木比密林中的树木开始结实的年龄早。在一个树种的分布区内，分布在南部或南坡的树木，比北部或北坡的树木结实早。在同一株树上，树冠梢部的枝条由于发育阶段较老而开花结实较早。

2. 结实周期性 园林树木开始结实后，各年的结实数量相差较大。有的年份结实数量多，可称为“丰年”。结实丰年之后，常出现长短不一的、结实数量很少的“歉年”。歉年之后，又会出现丰年。各年结实数量的这种丰年和歉年交替出现的现象，称为结实周期性，或称结实大小年现象。树木从一个结实丰年到相邻的下一个结实丰年之间相隔的年限称为结实间隔期。

树木结实要消耗许多养分，特别是结实丰年，光合作用产物的大部分被种实发育所消耗，树体的营养积累减少，树势减弱，有时甚至消耗了植物体内积累的营养物质，使随后的花芽分化中营养不足，致使结实丰年后、甚至随后几年都难以形成足够数量的花芽，结果出现结实歉年。此外，由于结实丰年消耗营养多，影响了新枝新梢的生长，使形成的果枝减少，导致随后开花结实力量减少。树木结实的周期性随树种本身的生物学特性而异，同时，在很大程度上又受所处的环境条件所制约。

多数灌木树种以及杨、柳、榆、桉等喜光树种，他们的幼年期较短，生长迅速，营养物质积累能力强，开花后种实的成熟期较短，种粒体积较小，消耗营养物质少，几乎年年能大量结实，这类树种的结实间隔期很短或没有明显的结实周期性现象。杉木、刺槐、泡桐和桦树等树种，各年种实产量相对稳定，丰年出现的频率比歉年多。樟子松和油松等多数温带树种，各年的种实产量不稳定，结实周期性变化特征较明显，但完全无收成的年份并不多。另一些高寒地带的针叶树种如云杉和落叶松等，从开花到种实成熟需要的时间较长，种实产量极不稳定，完全无收成的年份出现得相当频繁，结实周期性特别明显，结实间隔期达3~5年。

环境条件常常是制约结实周期性变化特征的重要原因。在大范围内，树木结实周期性受光照、温度和降水量等气候条件制约。在各个年份又受具体的天气条件影响。在花芽分化、开花直至种实成熟的整个过程中，霜冻、寒害、大风、冰雹等灾害性天气常使种实歉收。此外，病虫危害也对结实周期性变化有重要影响。特别值得指出的是，人为经营活动与园林树木的结实周期性具有密切关系。掠夺式的采种，不加控制地折断过多的母树枝条，致使母树

元气大伤，往往需要很长时间才能使母树恢复正常结实，延长了树木结实间隔期。在深入了解树木结实的自然规律以及弄清影响树木结实因素的基础上，采取科学的经营管理措施，如浇水灌溉、施肥、防治病虫害、疏花疏果等，可改善树木生长发育的环境条件，促进树木结实，大大缩短或消除结实的间隔期。

四、影响园林树木开花结实的因素

园林树木的生长发育、营养条件、开花传粉习性、气候条件、树木所处的土壤条件以及昆虫、鸟兽等生物因素均影响树木的开花结实。

1.树木的生长与发育 树体内营养物质的积累是开花结实的物质基础。各种营养物质、内源生长促进物质和抑制物质之间的平衡，在树木的开花结实中起着重要作用。如含糖量与含氮化合物之间要达到一定的比例才能开花。一般情况，高水平的碳水化合物和低水平的氮素比率，有利于花的孕育。当C/N比值大时，开花早，反之，C/N比值小时，则开花迟。此外，C/N比率的变化，还影响花的性别。

2.树木的开花与传粉习性 松、柏和杉科的常绿园林树种以及胡桃科、桦木科等许多阔叶园林树种，均为单性花。银杏、杨、柳、杜仲等很多树种是雌雄异株。如雌树雄树相距太远，则会使传粉受阻。树木在开花传粉过程中，开花的时间、雌雄花比例、雌雄花异熟、自花授粉及花的着生部位等开花与传粉习性对结实均有重要的影响。

树木的开花时间与结实量有密切的关系。树木从开花到种实成熟，整个生长发育过程不断地受到各种自然因子的影响。因此，这个过程经历的时间越长（短），受灾害因子影响的可能性越大（小）。各树种的开花时间，以及从开花到种实成熟所经历的时间有差别很大。有些树种的种子成熟较快，如榆树3~4月开花，4~5月种实即成熟；但多数树种，春天开花，秋天种子成熟，如银杏、白玉兰和白蜡等；另一些树种，种实成熟要经历较长时间，如华山松4月开花，到翌年9~10月种子才成熟。

4.土壤条件 树木开花及种实发育过程与水分和营养元素供应有直接关系。在种子的成分中，除碳和氧元素外，氢、氮、磷、钾、钙、镁、硫以及其他各种微量元素主要通过根系从土壤中获取。因此，良好的土壤结构将有利于根系的生长发育，土壤中水分和可溶性养分充足，则根系能吸收大量水分和养分，利于树木体内各种物质的合成和营养物质的积累，给花芽的形成、开花以及种实的发育提供充分的营养物质，将利于提高种实产量，且能缩短结实间隔期。开花授粉后，若在子房开始膨大期土壤水分缺乏，极易引起落花落果。值得注意的是，土壤中氮、磷和钾的供应比例状况常常与树木结实的早晚和结实量高低有关。土壤中氮营养元素供应相对多时，树木营养生长旺盛，过于旺盛的营养生长会推迟树木开始结实的年龄，已结实的树木也会由于营养枝徒长而减少种实产量。而适当提高磷和钾元素的供应比例，则有利于提早结实，且能提高种实产量。当土壤贫瘠，树木处于胁迫环境状态时，虽然开花期较早，甚至结实量很多，但种实质量低劣。

5.生物因素 对于虫媒树种而言，昆虫有助于传粉，对开花结实有积极的作用。但在另一方面，病菌、昆虫、鸟、鼠及兽类等生物因素常对树木的开花结实产生危害作用。如稠李痴锈病危害云杉果实，豆科树木易遭受象鼻虫危害，鸟类喜欢啄食樟树、檫树及黄连木等多汁的果实，鼠类对松树和栎树等种子的取食，野猪和熊等盗食果实等常造成种实减产。有些病虫害虽然不直接危害种实，但由于昆虫食叶或病害引起落叶，影响了树木的光合作用，而间接影响树木的结实。

第二节 园林树木种实生产基地的建立与经营管理

一、优良种实生产基地的建立

1.确定建立优良种实基地的目标 一个区域完成树种规划并确定主要的园林绿化树种后，应对树种的种实产量、适应性、分枝特性、抗性、以及适应临界生境的能力等进行详细了解，从而进一步确定树木良种。一般情况，树木良种应该在一定的区域内，其产量、适应性、抗性等方面具有明显优势。对于这些优良树种要充分了解树种的生物学特性，如所确定的目的树种是雌雄同株还是雌雄异株，主要靠风媒传粉还是要借助昆虫传粉，开花结实的早晚，一株树能够收获多少有活力的种实，种实千粒重变化程度，树种的变异性有多大，树种是否具有所需要的形状的基因等。还应了解对目的形状进行测定需要用多长时间才能完成。

2.种源选择 所谓种源，是指某一批种实的产地及其立地条件。在优良种实基地的建设中要特别注意种源的选择。保证良种基地培育种实的种源清楚，在园林苗木培育和园林绿化时，使用最适种源区的种实，即种实产地气候和土壤等条件应该与绿化区一致。如果没有最适种源区，也要用绿化区附近的种源，或与绿化区条件相似的种源。

3.繁育优良种实的途径 当园林绿化中急需大量优良种实时，建立母树林是充分利用现有种实资源，快速获得优良种实的重要途径之一。所谓母树林是指优良天然林或种源清楚的优良人工林，通过留优去劣疏伐，或用优良种苗以造林方法营建的，用以生产遗传品质较好的树木种子的林分。建立母树林比较简单，成本较低，从母树林的选建到大量收获种实之间的非生产性时间短，能够及早获得所需的种实。

二、母树林的建立与经营管理

1.选建母树林 选建母树林时，首先根据种实需求量确定计划建立的母树林的总面积，且面积相对集中。母树林应在优良种源区或适宜种源区内，气候生态条件与用种区相接近；地形平缓，背风向阳，光照充足，不易受冻害的开旷林地；排水良好，海拔适宜，地势平缓，交通方便，周围100m范围内没有同树种的劣等林分；土壤应为高地位级或中等地位级，土壤肥力中等；林龄应选择同龄林。郁闭度应该在0.6以上；林分起源应该选择实生的林分，所选的林分应是优良的能够正常生长发育，并能大量结实的林分。母树林确定之后，要作好区划，标定母树林的周围界限，绘制母树林区划平面图，计算母树林的面积。

2.母树林经营管理 在母树林的经营管理中，为了使选留的优良母树相互传粉并且占有足够的结实所需的营养空间，通常要对母树林进行疏伐。依据留优去劣，照顾结实，适当考虑均匀分布的疏伐原则，伐除枯立木、风折木、病腐木、被压木、形质低劣的不良母树和非目的树种，逐步伐去不宜留作母树的中等木。疏伐后留下来的母树树冠能充分伸展，不得衔接，树冠距离相隔1.0m左右。

此外，要建立好母树林档案。档案内容包括母树林的全部原始材料。母树林疏伐及经营管理技术设计，种子产量预测，历年种子产量、质量与物候观测资料，以及母树林经营中的各项经济技术材料等。

第三节 园林树木的种实采集与调制

一、种实采集

(一) 种实的类别

1.干果类 这类果实的突出特征是，果实成熟后果皮干燥。其中，有些果实类型，如蒴果、荚果和蓇葖果等，成熟时果皮开裂，散出种子；另一些种实类型，如坚果、颖果、瘦果、翅果和聚合果等，种子成熟后果实不开裂，种子不散出。

蒴果：由两个或两个以上心皮组成，成熟时果实瓣裂或盖裂，种子散出。如杨、柳、丁香、连翘、太平花、卫矛、黄杨、大叶黄杨、紫薇、锦带花、栾树、泡桐、油茶、乌桕和桉树。

荚果：由一个心皮发育而成，果实成熟时沿背缝线和腹缝线两个缝线开裂，如刺槐、皂荚、合欢、紫藤、相思树、锦鸡儿及紫穗槐等。

蓇葖果：由一个心皮或离生心皮发育而成，成熟时沿腹缝线或背缝线一边开裂，如梧桐、白玉兰、绣线菊、珍珠梅等。

坚果：成熟时果皮木质化或革质化，通常一果含一粒种子，如板栗、栓皮栎等。

颖果：果实含种子一枚，种皮与子房壁愈合，如毛竹等。

瘦果：果实生在坛状花托内，或生在扁平而突起的花托上，如蔷薇、月季等。

翅果：果皮长成翅状，形成具有翅的果实，如榆、白蜡、水曲柳、槭等。

聚合果：由多枚心皮集生于一个花托上形成，如马褂木。

2.肉质果类 果实成熟后，果皮肉质化。可依据具体特征分为浆果、核果和梨果。

浆果：果皮肉质或浆质并充满汁液，果实内含一枚或多枚种子，如猕猴桃、葡萄、接骨木、金银花、金银木、女贞、爬墙虎、黄波罗等。

核果：果皮可分三层，通常外果皮呈皮状，中果皮肉质化，内果皮由石细胞组成，质地坚硬，包在种子外面，如榆叶梅、山桃、山杏、毛樱桃、山茱萸等。

梨果：属于假果，其果肉是由花托和果皮共同发育而形成的，通常情况，花托膨大与外果皮和中果皮合成肉质，内果皮膜质或纸质状构成果心，如海棠花、花椒、山楂、山荆子等。

3.球果类 裸子植物的雌球花受精后发育形成的，种子着生在种鳞腹面，聚成球果，如落叶松、樟子松、云杉、柳杉、柏树。另一些裸子植物的坚果状种子，着生在肉质种皮或假种皮内，如红豆杉、罗汉松等。

(二) 种子的成熟

种子的成熟过程是胚和胚乳不断发育的过程。在这个过程中，受精卵细胞发育形成具有胚根、胚轴、胚芽和子叶等器官的完整的种胚。同时，胚乳的发育不断积累和贮藏各种养分，为种胚生活和未来的种子发芽准备必需的营养物质。从种子发育的内部生理和外部形态特征看，种子的成熟包括生理成熟和形态成熟。

1.生理成熟 当种胚发育完全，种实具有发芽能力时，可认为此时种子已成熟，并称此为种子的生理成熟。达到生理成熟的种子，虽然积累和贮藏了一定的营养物质，但仍具有较高的含水量，营养物质仍处于易溶状态。此时，种子不饱满，种皮还不够致密，尚未完全具备发挥保护功能的特性。此时的种实还不宜保存。一是种子内部营养物质易渗出种皮而遭微生物为害，二是种子容易过度失水干瘪而丧失发芽能力。因而种子的采集多不在此时进行。但对于一些深休眠，既休眠期很长且不易打破休眠的树种，如椴树、山楂、水曲柳等，可采用生理成熟的种子，采后立即播种，这样可以缩短休眠期，提高发芽率。

2.形态成熟 当种胚的发育过程完成，种子内部的营养物质转为难溶状态，含水量降低，种子本身的重量不再增加，呼吸作用变的微弱，且种皮变得致密坚实，具备保护胚的特性时，特别是从外观上看，种粒饱满坚硬而且呈现特有的色泽和气味时，可称之为种子的形态成熟。

多数园林树木，其种子达到生理成熟之后，隔一定时间才能达到形态成熟。但有些树种的种子，其形态成熟与生理成熟几乎同时完成，如杨、柳、白榆、泡桐、檫树、台湾相思、银合欢等。亦有一些树种，如银杏、七叶树、冬青和水曲柳等，他们的种子是形态成熟而后

生理成熟。对于这些树种而言，从外表看种子已达到形态成熟，但种胚并没有发育完全，它们需要经过一段时间的适当条件贮藏后，种胚才能逐渐发育成熟，具有正常发芽能力。这种现象可称之为生理后熟。

（三）种子成熟的鉴别

一般情况，未成熟的园林树木种实多为淡绿色，成熟过程中逐渐发生变化。其中球果类多变成黄褐色或黄绿色。如松属树木种实，成熟时多为黄绿色和黄褐色。干果类成熟后则多转变成棕色、褐色或灰褐色。槭、白榆、白蜡和马褂木等树木的种实，成熟时由绿色变成棕色或灰黄色。肉质种实颜色变化较大，如黄波罗种实变成黑色，红瑞木种实变成白色，小檗和山茱萸种实变成红色，而银杏种实则变成黄色或桔黄色。

种实成熟过程中，果皮也有明显的变化。肉质果类在成熟时果皮含水量增高，果皮变软，肉质化。干果类及球果类在成熟时果皮水分蒸发，发生木质化，变得致密坚硬。种皮的色泽变化很大，且与种子成熟度有密切关系。多数情况下，成熟种子，种皮色深具较明显的光泽，未成熟种子，则色浅而缺少光泽。

种子成熟时，多数树种的果实酸味减少，涩味消失，果实变甜。

（四）种实脱落特性

种实成熟后，其脱落方式和脱落期因树种而异。

1. 种实脱落方式 针叶树球果类种实的脱落方式为：种子成熟后整个球果脱落，如红松；或球果成熟后，果鳞开裂，种子脱落，如云杉、落叶松和樟子松等；或是球果果鳞与种子一起脱落，如雪松、冷杉和金钱松。

阔叶树种实的脱落方式为：肉质果类和坚果类，整个果实脱落；蒴果和蓇葖果类等多数种实，果皮开裂后，种子脱落或飞散。

2. 种实脱落期 种实悬挂在树上，较长时间不脱落。如樟子松、马尾松、杉木、侧柏、悬铃木、苦楝、刺槐、槐、紫穗槐、紫椴、臭椿、水曲柳、白蜡、女贞、槭树、桉树、樟树、楠木、檫木等。

种实成熟期与脱落期相近，如云杉、冷杉、油松和落叶松等。

成熟后立即脱落或随风飞散，如栎、红松、七叶树、拷和胡桃等，种子成熟后即落地；杨树、泡桐、榆树和桦木的小粒种子，成熟后很快随风飞散。

（五）确定适宜的种实采集期

种实的适时采收是种实采集工作中极为重要的环节。适宜的种实采集期应该依据种实成熟期、脱落方式、脱落时期、以及天气情况和土壤等其它环境因素确定。采集种实之前，必须先对调查和估计种实的成熟期，了解种实的脱落方式，预计脱落时期的早晚。

多数树种的种实采集期在秋季，如银杏、木兰、油茶、杉木和松树等。杨、榆、桑，台湾相思等树种的种实在夏季采集。有些树种的种实在冬季采集，如女贞和桧柏等。

成熟后较长时间种实不脱落的树种，可有充分的种实采集时间。但仍应当在形态成熟后及时采集，否则，种实长时间地挂在树上，易受虫害和鸟类啄食，导致减产和种子质量下降。对于成熟期与脱落期相近的树种，应该特别注意及时观察，及时采集。对于深休眠的种子，如山楂和椴树，在生理成熟后形态成熟之前进行采集，并立即播种或层积催芽，可缩短其休眠期，提高发芽率。

一般在少雨的年份，种实成熟期常提早，但空粒多。在多雨的年份，尤其在种子成熟前，阴雨天气多，会使种实成熟期推迟。天气晴朗，高温天气，种实容易成熟，也容易脱落。生长在肥沃土壤的母树，结实力好，籽实饱满，种子品质好，种实的成熟期较晚。

（六）选择采集种实的母树

园林树木种实首先应考虑在种子园和母树林等良种繁育基地采集。此外。可在树种的适生分布区域内，选择稳定结实的壮龄植株作为采集种实的母树。通常情况，在相同的采集区，

不同植株在生长状况、分枝习性、结实能力、种实的品质等方面具有明显差异。选择综合形状好的植株采集种实，可获得遗传品质优良的种实。一般来说，采集种实的母树，应具有培育目标所要求典型特征，且发育健壮，无机械损伤，未感染病虫害。具体的选择性状，可依据各树种的培育目标而定。如培育目标为行道树，母树应具有主干通直、树冠整齐匀称等特点。花灌木则应冠形饱满，叶、花、果等应具有的典型观赏特征。母树的年龄以壮龄最好，壮龄母树种实产量稳定、产量高、种实品质好。

（七）种实采集方法

1. **树上采集** 可借助采种工具直接采摘或击落后收集，交通方便且有条件时，也可进行机械化采集。对于小粒的或脱落后容易随风飞散树种，适于树上采集。
2. **地面收集** 种实粒大的树种，如栎和核桃等，可在种实脱落前，清理地面杂草等，待种实脱落后，立即收集。
3. **伐倒木上采集** 在种实成熟期和采伐期相一致时，可结合采伐作业，从伐倒木上采集种实，简便且成本低。这种方法对于种实成熟后并不立即脱落的树种（如水曲柳、云杉和白蜡等）非常便利。

（八）采集种实前的准备和种实登记

采集种实之前制定详细的采集计划。确定采集的树种、采集数量、采集的母树林、种子园或采集母树的具体地点，征得有关管部门的许可，准备好采集工具及有关的记录表格，计划好需要的劳动力，准备好临时存放场地，并要做好预算。

要建立健全种实采集登记制度，特别要注意，对每一批种实都要进行登记，并做详细记录。清楚地登记采集树种、地点、采集时间和方式，采集母树林、种子园或采集母树的状况，种实调制的方法和时间、种实贮藏的时间、方法和地点等等，为种实的合理使用提供依据。

二、种实调制

（一）球果类种实的调制

针叶树的球果类种实，种子包藏在球果的种鳞内，种实调制中首先要进行干燥，使球果的鳞片失水后反曲开裂，种子才能脱出。球果干燥分自然干燥和人工干燥脱粒两种方法。

1. **自然干燥脱粒** 自然干燥调制以日晒为主。选择向阳、通风、干燥的地方，将球果摊放在场院晾晒，或设架铺席、铺油布晾晒。在干燥过程中，经常翻动。夜

自然干燥法的优点是作业安全，调制的种子质量高，不会因温度过高而降低种子的品质。因此，适用于处理大多数针叶树的球果。如落叶松、云杉、侧柏、水杉、柳杉、杉木和侧柏。缺点是常常受天气变化影响，干燥速度缓慢。

2. **人工干燥脱粒** 在球果干燥室，人工控制温度和通风条件，促进球果干燥，使种子脱出。

3. **去翅** 为了便于贮藏和播种，对于云杉、冷杉、落叶松、油松等带翅的种实，完成脱粒工序后，要通过手工揉搓或用去翅机，除去种翅。

（二）干果类种实调制

1. **蒴果类种实调制方法** 杨、柳等树种，采集的果穗晒几小时后，应及时放入通风而凉爽的飞花室内进行阴干。一般在架设好的帘子上摊铺，并经常翻动，以防止发热。待蒴果开裂时，敲打脱粒。

2. **荚果类种实调制方法** 多数荚果类种实含水量较低，如刺槐、合欢和相思树等，采集后可直接摊放在晾晒场院的席子上晒干，待荚果开裂，敲打脱粒，用风车等除去其他夹杂物，获得纯净种子。

3. **翅果类种实调制** 榆树、白蜡、水曲柳、香椿、榆树、枫杨、杜仲等树种的翅果，不必去翅，干燥后除去其他杂物即可贮藏。其中，杜仲翅果在阳光下暴晒易失去发芽力，应阴

干。

4. 坚果类种实调制 含水量较高的栎类和栲类的种实，不宜在阳光下暴晒，采集后及时通过水选或手选，除去虫蛀种实，摊在通风处阴干。

(三) 肉质果类种实调制

肉质果类包括浆果、核果、仁果、聚合果以及包在假种皮中的球果等，如樟树、檫木、核桃、山楂、黄波罗、小檗、海棠、桑树、山丁子、圆柏、银杏、红豆杉等树种的种实。

肉质果的果肉含有较多果胶和糖类，水分含量也高，容易发酵腐烂。所以，采集种实后要及时调制，取出种子。否则，出现发酵腐烂现象会降低种子品质。调制的工序主要为软化果肉、揉碎果肉，用水淘洗出种子，然后进行干燥和净种。一般情况，从肉质果实中取出的种子含水率高，不宜在阳光下暴晒。应在通风良好的地方摊放阴干，达到安全含水量时进行贮藏。

(四) 净种和种粒分级

1. 净种 根据种实大小和夹杂物大小及比重的不同，可选用筛选、风选和水选等方法净种。筛选时，先用大孔筛筛选大的夹杂物，再用小孔筛筛选小杂质和细土，最后留下纯净的种子。

2. 种粒分级 种粒分级是将某一树种的一批种子按种粒大小进行分类。

第四节 园林树木种子活力的生理基础

一、种子活力

1. 种子活力概念的认识 种子活力是种子生命过程中的重要特性，它与种子发育，成熟、劣变、贮藏寿命和萌发等生理过程有密切联系。表现优良的为高活力种子，表现差的为低活力种子。

二、种子活力差异及原因

1. 树种的地理变异与遗传因素 种子活力的最大遗传潜力是由基因控制的。这种遗传潜力在种子形成过程中因受生态条件影响，通常不能完全表现出来，而是有所降低。

2. 种子成熟度 种子成熟过程是物质的不断积累过程，种子活力的增加建立在物质积累的基础上。大量资料表明，种子成熟程度与活力密切相关。种子的活力随种子的发育而上升，至种子完全成熟时，活力达到最高峰。未达到完全成熟的种子，物质积累不充分，种子达不到高活力水平。在实际的种实采集过程中，常常由于不适当的掠青采种，而人为导致种子活力下降。这是值得特别注意的一个问题。

3. 种子发育过程 在种子发育过程中，凡是影响母株生长的外界条件对种子活力及后代均可造成深远的影响。开花、传粉和受精过程中，良好的天气状况，适宜的温度和湿度条件，有利于种子发育，形成的种子活力大。在胚珠发育为种子的过程中，温度、水分和相对湿度是影响种子活力的重要因素。不良气候和病虫感染，常常降低种子活力。种子内的许多无机养分来源于土壤，因此，良好的土壤肥力条件，母树营养充足，是形成高活力种子的基础。

4. 机械损伤 种

损伤种胚，使种子活力降低，导致种子不能发芽、造成幼苗畸形。损伤种皮，降低种皮的保护作用。种皮的损伤往往对种子活力造成严重影响。

5. 种子干燥与病虫害 种实采集后，干燥不及时，容易使种子活力降低。种实调制过程

中，如果干燥方法不当，干燥温度过高，会使种子脱水过快，损伤胚细胞，降低或丧失种子活力。微生物和病菌容易引起呼吸作用加强和有毒物质积累，加速种子劣变，使种子活力迅速下降。虫害直接损伤种子完整性，导致种子活力降低。

第五节 园林树木种子贮藏与运输

一、种子贮藏原理

具有活力的种子，时刻都在进行着不同强度的呼吸作用。种子呼吸作用与种子贮藏具有密切关系。因此，认识种子呼吸作用的特点及影响呼吸的因素，是合理地调控呼吸作用和有效地进行种子贮藏工作的基础。

（一）影响种子呼吸的因素

1. 种子本身状况 种子的呼吸强度因种子本身状况而有很大差别。未充分成熟、损伤和冻伤的种子，可溶性物质多，酶的活性高，呼吸强度大。另外，种粒和种胚的大小与呼吸强度有密切的关系，小粒种子接触氧气面较大，大胚种子由于其胚部活细胞占的比例大，均有较高的呼吸强度。由此可见，种实贮藏之前，认真做好种实调制的各个工序非常必要，特别要注意剔除杂物、破碎粒，尽量减小避免损伤种子，并合理地进行种子分级，以提高种子贮藏稳定性。

2. 种子含水量 种子中游离水和结合水的重量占种子重量的百分率为种子含水量。

种子含水量高，特别是游离水的增多，是种子新陈代谢强度急剧增加的决定因素。种子内游离水分多，酶容易活化，难溶性物质转化为可溶性的简单的呼吸底物，易加快贮藏物质的水解作用，使呼吸作用增强。

当种子含水量低时，水分处于结合水状态，几乎不参与新陈代谢活动，种子呼吸作用微弱。但是，如果种子含水量太低，例如低于4%~5%，种子中的类脂物质自动氧化生成的游离基会对细胞中的大分子造成伤害，使酶钝化、膜受损、染色体畸变，导致种子劣变加速。因此，种实调制过程中，掌握种子干燥程度极为关键。既要使种子含水量降低到最低程度，又不能低于种子安全含水量。

3. 空气相对湿度 种子是一种多孔毛细管胶质体，有很强吸附能力。特别是干燥的种子，具有强烈的吸湿性。故种子含水量随空气相对湿度而变化。在相对湿度大的条件下，种子含水量会明显增加，使种子呼吸作用加强。在空气较干燥、相对湿度较低时，种子可释放水汽，减小水分对呼吸作用的影响。

4. 温度 在一定的温度范围内，种子的呼吸作用随温度升高而加强。温度高时种子的细胞液浓度降低，原生质粘滞性降低，酶的活性增加，促进种子代谢，呼吸作用旺盛。尤其在种子含水量同时较高的情况下，呼吸强度随温度升高而发生更加显著的变化。但是，温度过高时，如大于55℃，蛋白质变性，与蛋白质有关的膜系统、酶和原生质遭受损害，呼吸强度急剧下降，种子生理活动减慢或消失。

5. 通气状况 贮藏种子时，通气状况与种子的呼吸强度和呼吸方式有密切的联系。空气流通的条件下，种子的呼吸强度较大；贮藏于密闭条件下，呼吸强度较小。综合考虑温度、水分和通气状况时，水分和温度越高，则通气对呼吸强度的影响越大。

6. 生物因子 种子贮藏中，种子堆中微生物和昆虫的活动会放出大量的热能和水汽，达到一定程度则间接导致种子呼吸作用增强。同时，由于微生物和昆虫的活动消耗氧气，放出大量二氧化碳，使局部区域氧气供应相对减少，会间接地影响种子的呼吸作用的方式。

二、种子寿命

种子从完全成熟到丧失生命为止，所经历的时间叫种子寿命（longevity）。从种子活力的生理学基础分析可认识到，种子寿命是由遗传基因所决定，与种皮结构、含水量和种子养分种类有很大关系，同时，种实采集、调制和贮藏条件等对种子寿命的长短影响极大。因此，种子的寿命又是相对的。掌握影响种子寿命长短的关键性因素，创造和控制适宜的环境条件，控制种子自身状态，使种子的新陈代谢作用处于最微弱的程度，可延长种子寿命。反之，将会使种子劣变加速，缩短种子寿命。

三、常用种子贮藏方法

从种子呼吸特性及影响种子呼吸的因素看，环境相对湿度小、低氧、低温、高二氧化碳及黑暗无光有利于种子贮藏。具体的种子贮藏方法依种实类型和贮藏目的而定，最主要依据种子安全含水量的高低来确定，应用较多的是干藏法和湿藏法。

1. 干藏法 种子本身含水量相对低、计划贮藏时间较短的种子，尤其是秋季采收且准备来年春季进行播种的种子，可采用干藏法。

2. 湿藏法 湿藏法即把种子置于一定湿度的低温（0~10℃）条件下进行贮藏。这种方法适于安全含水量（标准含水量）高的种子。贮藏种子中可采用挖坑埋藏、室内堆藏和室外堆藏等方法。

室外挖坑埋藏； 室内混沙湿藏

五、种子运输

种子运输可认为是一种短期的贮藏。如果包装和运输不当，则运输过程中很容易导致种子品质降低，甚至使种子丧失活力。因此，种子运输之前，要根据种实类型进行适当干燥，或保持适宜的湿度。

第六节 园林树木种子的品质检验

一、抽样

抽样是抽取具有代表性、数量能满足检验需要的样品。由于种子品质是根据抽取的样品经过检验分析确定的，因此抽样正确与否十分关键。如果抽取的样品没有充分的代表性，无论检验工作如何细致、准确，其结果也不能说明整批种子的品质。为使种子检验获得正确结果并具有重演性，必须从受检的一批种子（或种批）随机提取具有代表性的初次样品、混合样品和送检样品。尽最大努力保证送检样品能准确地代表该批种子的组成成分。

二、净度分析

种子净度是指纯净种子的重量占测定样品中总重量的百分数。净度分析是测定供检验样品中纯净种子、其它植物种子和夹杂物的重量百分率，据此推断种批的组成，了解该种批的利用价值。测定方法和步骤为：①试样分取，用分样板、分样器或采用四分法分取试样；②称量测定样品；③分析测定样品，将测定样品摊在玻璃板上，把纯净种子、废种子和夹杂物分开；④把组成测定样品的各个部分称重；⑤计算净度。

三、种子重量测定

种子重量主要指千粒重。通常指气干状态下，1000 粒种子的重量，以克为单位。千粒重能够反映种粒的大小和饱满程度，重量越大，说明种粒越大越饱满，内部含有的营养物质越多，发芽迅速整齐，出苗率高，幼苗健壮。种子千粒重测定有百粒法、千粒法和全量法。

1.百粒法 通过手工或用数种器从待测样品随机数取 8 个重复，每个重复 100 粒，分别称重。根据 8 个组的称重读数，求算出 100 粒种子的平均重量，再换算成 1000 粒种子的重量。

2.千粒法 适用于种粒大小、轻重极不均匀的种子。通过手工或用数种器从待测样品随机数取两个重复，分别称重，计算平均值，求算千粒重。大粒种子，每个重复数 500 粒；小粒种子，每个重复数 1000 粒。

3.全量法 珍贵树种，种子数量少，可将全部种子称重，换算千粒重。

目前，电子自动种子数粒仪（Electronic seed counter）是种子数粒的有效工具，可用于千粒重测定。

四、含水量测定

种子含水量是种子中所含水分的重量与种子重量的百分比。通常将种子置入烘箱用 105℃ 温度烘烤 8 小时后，测定种子前后重量之差来计算含水量。

测定种子含水量时，桦、桉、侧柏、马尾松、杉木等细小粒种子，以及榆树等薄皮种子，可以原样干燥。红松、华山松、槭树和白蜡等厚皮种子，以及核桃、板栗等大粒种子，应将种子切开或弄碎，然后再进行烘干。

五、发芽测定

1.发芽测定目的及有关概念 发芽测定的目的是测定种子批的最大发芽潜力，评价种子批的质量。种子发芽力（germinability）是指种子在适宜条件下发芽并长成植株的能力。种子发芽力是种子播种品质最重要的指标。用发芽势（germinative energy）和发芽率（germinative percentage）表示。

发芽势是种子发芽初期（规定日期内）正常发芽种子数占供试种子数的百分率。通常以发芽实验规定的期限的最初三分之一期间内的发芽数，占供试种子总数的百分比表示。发芽势高，表示种子活力强，发芽整齐，生产潜力大。

六、生活力测定

种子生活力（viability）是指种子发芽的潜力或种胚所具有的生命力。测定种子生活力的必要性在于快速地估计种子样品尤其是休眠种子的生活力。有些树种的种子休眠期很长，需要在短时间内确定种子品质时，必须用快速的方法测定生活力。有时由于缺乏设备，或者经常是急需了解种子发芽力而时间很紧迫，不可能采用正规的发芽试验来测定发芽力，也必须通过测定生活力，借此预测种子发芽能力。

种子生活力常用具有生命力的种子数占试验样品种子总数的百分率表示，即生活率表示。测定生活力的方法常用化学药剂的溶液浸泡处理，根据种胚（和胚乳）的染色反应来判断种子生活力。主要的化学药剂有四唑染色法、靛蓝染色法、碘-碘化钾染色法。此外，也可用 X 射线法和紫外荧光法等进行测定。但是最常用的且列入国际种子检验规程的生活力测定方法是生物化学（四唑）染色法。

四唑全称为 2,3,5-氯化（或溴化）三苯基四氮唑，简称四唑或红四唑，英文名为 2,3,5-TriphenylTetrazolium Chloride (or Bromide)，缩写为 TTC (TTB) 或 TZ，是一种生物化学试剂，为白色粉末，分子式为 C₁₉H₁₅N₄Cl。四唑的水溶液无色，在种子的活组织中，四唑参与活细胞的还原过程，从脱氢酶接受氢离子，被还原成红色的、稳定的、不溶于水的 2,3,5-三苯基钾替 (Triphenyl Formazam)，而无活力的种子则没有这种反应。即染色部位为活组织，而不染色部位则为坏死组织。因此，可依据坏死组织出现的部位及其分布状况判断种子的生活力。四唑的使用浓度多为 0.1%~1.0% 的水溶液，常用 0.5%。可将药剂直接加入 pH 在 6.5~7 范围的蒸馏水进行配制。如果蒸馏水的 pH 不能使溶液保持在 6.5~7 的范围，则将四唑药剂加入缓冲液中配制。浓度高，则反应快，但药剂消耗量大。,

四唑染色测定种子生活力的主要步骤为：

①预处理 将种子浸入 20~30℃水中，使其吸水膨胀。目的促使种子充分快速吸水，软化种皮，方便样品准备。同时促进组织酶系统活化，以提高染色效应。浸种时间因树种而异，小粒的、种皮薄的种子浸泡两天，大粒的、种皮厚的泡 3~5 天。注意每天要换水。

②取胚 浸种后切开种皮和胚乳，取出种胚。也可连胚乳一起染色。取胚同时，记录空粒、腐烂粒、感染病虫害粒及其它显然没有活力的种粒。

③染色 将胚放入小烧杯或发芽皿中，加入四唑溶液，以淹没种胚为宜。然后置黑暗处或弱光处进行染色反应。因为光线可能使四唑盐类还原而降低其浓度，影响染色效果。染色的温度保持在 20~30℃，以 30℃ 最适宜，染色时间至少 3 小时。一般在 20~45℃ 的温度范围内，温度每增加 5℃，其染色时间可减少一半。如某树种的种胚，在 25℃ 的温度条件下适宜染色时间是 6h，移到 30℃ 条件下只需染色 3h，35℃ 下只需 1.5h。

④鉴定染色结果 染色完毕，取出种胚，用清水冲洗，置白色湿润滤纸上，逐粒观察胚（和胚乳）的染色情况，并进行记录。鉴定染色结果时因树种不同而判断标准有所差别。但主要依据染色面积的大小和染色部位进行判断。如果子叶有小面积未染色，胚轴仅有小粒状或短纵线未染色，均应认为有活力。因为子叶的小面积伤亡，不会影响整个胚的发芽生长。胚轴小粒状或短纵线伤亡，不会对水分和养分的输导形成大的影响。但是，胚根未染色、胚芽未染色、胚轴环状未染色、子叶基部靠近胚芽处未染色，则应视为无活力。

⑤计算种子生活力 根据鉴定记录结果，统计有活力和无活力的种胚数，计算种子生活力。

七、优良度测定

优良度是指优良种子占供试种子的百分数。优良种子是通过人为的直观观察来判断的，这是最简易的种子品质鉴定方法。在生产上采购种子，急需在现场确定种子品质时，可依据种子硬度、种皮颜色、光泽、胚和胚乳的色泽、状态、气味等进行评定。优良度测定适用于种粒较大的银杏、栎类、油茶、樟树和檫树的种子品质鉴定。

八、种子健康状况测定

种子健康状况测定主要是测定种子是否携带有真菌、细菌、病毒等各种病原菌，以及是否带有线虫和害虫等有害动物。主要目的是防止种子携带的危险性病虫害传播和蔓延。

九、种子质量检验结果及质量检验管理

完成种子质量的各项测定工作后，要填写种子质量检验结果单。完整的结果报告单应该

包括：签发站名称；扦样及封缄单位名称；种子批的正式登记号和印章；来样数量、代表数量；扦样日期；检验受到样品的日期；样品编号；检验项目，检验日期。

。

第四章 苗木的播种繁殖

第一节 播种繁殖的意义与特点

播种繁殖的特点

园林树木的播种繁殖具有以下特点：

- ①利用种子繁殖，一次可获得大量苗木，种子获得容易，采集、贮藏、运输都较方便。
- ②播种苗生长旺盛，健壮，根系发达，寿命长；抗风、抗寒、抗旱、抗病虫的能力及对不良环境的适应力较强。
- ③种子繁殖的幼苗，遗传保守性较弱，对新环境的适应能力较强，有利于异地引种的成功。如从南方直接引种梅花苗木到北方，往往不能安全越冬；而引入种子在北方播种育苗，其中部分苗木则能在-17℃时安全过冬。
- ④用种子播种繁殖的苗木，特别是杂种幼苗，由于遗传性状的分离，在苗木中常会出现一些新类型的品种，这对于园林树木新品种、新类型的选育有很大的意义。
- ⑤种子繁殖的幼苗，由于需要经过一定时期、一定条件下的生理发育阶段，因而开花、结果较无性繁殖的苗木晚。
- ⑥由于播种苗具有较大的遗传变异性，因此对一些遗传性状不稳定的园林树种，用种子繁殖的苗木常常不能保持母树原有的观赏价值或特征特性。如龙柏经种子繁殖，苗木中常有大量的桧柏幼苗出现；重瓣榆叶梅播种苗大部分退化为单瓣或半重瓣花；龙爪槐播种繁殖后代多为国槐等。

第二节 整地作床

一、整地

1、整地的方法

整地要根据当地的气候，苗圃地的土壤和前作情况采用不同的整地方法。

①开垦生荒地或撩荒地作苗圃地时，应在秋季用拖拉机或锄（镐）浅翻一遍，深度为25~30cm，将杂草翻过来，完全压在犁底部。如杂草具有根蘖和地下茎时，要用圆盘耙进行纵横的浅耕，或用锄、镐将草根斩碎。

②开垦采伐地或灌木林地时，首先应伐除灌木杂草，再除净伐根和草根，进行平整土地工作，然后再用以上方法进行秋耕。如在挖树根时已将土壤挖松，可不再进行秋耕。

③用农作地作苗圃时，应先将农作物的残根清除干净，再进行深耕，如要在秋季进行播种，深耕工作应在作床前半个月进行。

④原为苗圃地上整地，如在秋季掘苗，要抓紧进行秋耕，如在春季掘苗，当年仍继续进

行育苗时，应尽可能提前掘苗，以便及时进行春耕耙地，春耕最迟应在播种前半个月进行，以便土壤翻耕后，可充分下沉，免伤幼苗。

2. 注意事项 整地是育苗的基础工作，要注意抓住各种土壤的适耕期及时进行，整地要平正、全面、不要漏耕。疏松的砂地不要在刮大风时翻耕，避免大风刮走细土。在春季干旱而播种较晚的地区，春季解冻后要视土表硬结情况进行整地。在深耕过程中要贯彻“保持熟土在上，生土在下，不乱土层，土肥相融”的原则。

二、土壤处理

土壤处理是应用化学或物理的方法，消灭土壤中残存的病原菌、地下害虫或杂草等。以减轻或避免其对苗木的危害。园林苗圃中简便有效的土壤处理方法主要是采用化学药剂处理。

1. 硫酸亚铁 雨天用细干土加入2%~3%的硫酸亚铁粉制成药土，每公顷施药土1500kg~2250kg。晴天可施用浓度为2%~3%的水溶液，用量为9g/m²。硫酸亚铁除杀菌的作用外，还可以改良碱性土壤，供给苗木可溶性铁离子，因而在生产上应用较为普遍。

2. 敌克松 施用量为4g/m²~6g/m²。将药称好后与细沙土混匀做成药土，播种前将药土撒于播种沟底，厚度约1cm，把种子撒在药土上，并用药土覆盖种子。加土量以能满足上述需要为准。

3. 五氯硝基苯混合剂 以五氯硝基苯为主(约占75%)，加入代森锌或敌克松(约占25%)。使用方法和施用量与上述敌克松相同。

4. 辛硫磷 能有效杀灭金龟子幼虫、蝼蛄等地下害虫，常用50%的辛硫磷颗粒剂，每公顷用量30kg~37.5kg。

5. 福尔马林 福尔马林50ml/m²加水6L~12L，在播种前10~20天洒在要播种的苗圃地上，然后用塑料薄膜覆盖在床土上，在播种前7天揭开塑料薄膜，待药味全部散失后播种。福尔马林除了能消灭病原菌外，对于堆肥的肥效还有相当的增效作用。

三、作床和作垄

为了给种子发芽和幼苗生长发育创造良好的条件，便于苗木管理，在整地施肥的基础上，要根据育苗的不同要求把育苗地作成床或垄。

(一) 作床

培育需要精细管理的苗木、珍稀苗木，特别是种子粒径较小，顶土力较弱，生长较缓慢的树种，应采用苗床育苗。一般把用苗床培育苗木的育苗方式称为床式育苗。作床时间应与播种时间密切配合，在播种前5~6天内完成。

苗床依其形式可分为高床、平床、低床三种。

1. 高床 床面高于地面，其高出的程度为15~25cm。在地势较高，排水通畅的地方，床面可稍低；而在排水不畅的圃地，床面应较高。床的宽度以便于操作为适度，一般宽度为1.1~1.2m。床长根据播种区的大小而定，一般长度为15~20m，过长管理不方便。两床之间设人行步道，步道宽30~40cm。

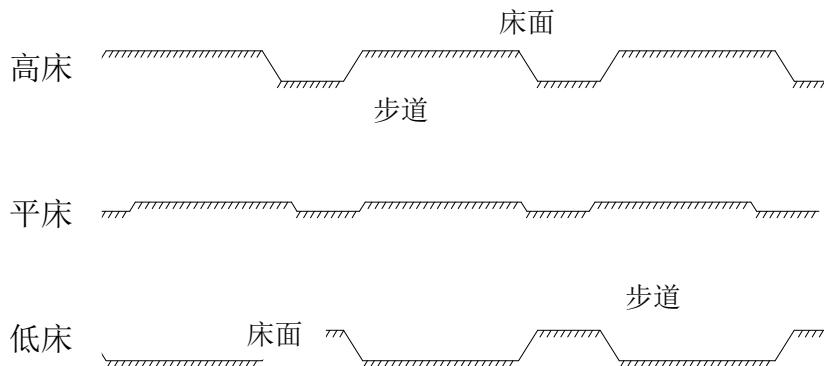


图 4-1 苗床剖面示意图

2. 低床 床面低于步道，床面宽 1m，步道宽 30~40cm，高 15~18cm，床的长度与高床的要求相同。

3. 平床 床面比步道稍高，平床筑床时，只需用脚沿绳将步道踩实，使床面比步道略高几厘米即可。适用于水分条件较好，不需要灌溉的地方或排水良好的土壤。

(二) 作垄

由于垄作育苗方法与种大田的方法相似，因此又称作大田式育苗。对于生长快，管理技术要求不高的树种，一般均可采用。垄作育苗，可以加厚肥土层，提高土温，有利于土壤养分的转化，苗木光照充足，通风良好，生长健壮。垄作育苗还便于机械化作业，提高劳动生产率，降低育苗成本。但垄式育苗的管理不如床式育苗细致，苗木产量也较床式育苗低。

作垄分为高垄和低垄两类。

1. 高垄 高垄的规格，一般要求垄距为 60~70cm，垄高 20cm 左右，垄顶宽度为 20~25cm，长度依地势或耕作方式而定。做高垄时可先按规定的垄距划线，然后沿线往两侧翻土培成垄背，再用木板刮平垄顶，使垄高矮一致，垄顶宽度一致，便于播种。

高垄适用于中粒及大粒种子，幼苗生长势较强，播后不须精细管理的树种。

2. 低垄 又称平垄、平作。即将苗圃地整平后直接进行播种的育苗方法。适用于大粒种子和发芽力较强的中粒种子树种。

第三节 播种前的种子处理

用作播种的种子，必须是检验合格的种子，未经检验不得用于育苗。为了使种子发芽迅速、整齐，要做好种子、幼苗的防病灭菌和防止鸟兽危害，播种前要进行种子精选、消毒和催芽处理等工作。

一、种子精选

种子经过贮藏，可能发生虫蛀、腐烂等现象。为了获得纯度高、品质好的种子，确定合理的播种量，以保证播种苗齐、苗壮，在播种前应对种子进行精选。其方法可根据种子的特性和夹杂物的情况进行筛选、风选、水选（或盐水选、黄泥水选）或粒选等。一般小粒种子可以采用筛选或风选，大粒种子进行粒选。

二、种子消毒

为了消灭附在种子上的病菌，预防苗木发生病害，在种子催芽或播种前，应进行种子消毒灭菌。苗木生产上常用的种子消毒方法有：

1. 药剂拌种 常用敌克松粉剂拌种，药量为种子重量的0.2%~0.5%。先用药量10~15倍的土配制成药土，再于播种前拌种。对苗木猝倒病有较好的防治效果。

2. 热水浸种 水温40~60℃，用水量为待处理种子的两倍。如将干燥种子直接放入50℃温水中浸泡25分钟，尽量保持恒温，也可以先将种子放进50℃水中浸种10分钟，然后投入55℃水中浸种5分钟，最后将种子放入冷水中，在浸种过程中，要不断地搅拌，使上下温度均匀。本方法适用于针叶树种或大粒种，对种皮较薄或种子较小的树种不适宜。

3. 石灰水浸种 用1%~2%的石灰水浸种24小时左右，对落叶松等有较好的灭菌作用。利用石灰水进行浸种消毒时，种子要浸没10~15cm深，种子倒入后，应充分搅拌，然后静置浸种，使石灰水表层形成并保持一层碳酸钙膜，提高隔绝空气的效率，达到杀菌目的。

4. 药剂浸种

①硫酸铜溶液浸种 使用浓度为0.3%~1.0%，浸泡种子4~6小时，取出阴干，即可播种。硫酸铜溶液不仅可消毒，对部分树种（如落叶松）还具有催芽作用，可提高种子的发芽率。

②福尔马林溶液浸种 在播种前1~2天，配制浓度为0.15%的福尔马林溶液，把种子放入溶液中浸泡15~30分钟，取出后密闭2小时，然后将种子摊开阴干后播种。1kg浓度为40%的福尔马林可消毒100kg种子。用福尔马林溶液浸种，应严格掌握时间，不宜过长，否则将影响种子发芽。

③高锰酸钾溶液浸种 使用浓度为0.5%，浸种2小时；也可用3%的浓度，浸种30分钟，取出后密闭30分钟，再用清水冲洗数次。采用此方法时要注意，对胚根已突破种皮的种子，不宜采用本方法消毒。

④其它 用60%多菌灵600倍液，70%甲基托布津1000倍液，75%百菌清600倍液和硫酸铵100倍液等，种子先在清水中浸2~3小时，然后用上述任何一种药剂浸泡10~15分钟，取出种子冲洗干净，再用清水浸种。

三、种子催芽

（一）催芽的意义

催芽即是用人为的方法打破树木种子的休眠，并使种子长出胚根的处理。催芽通过人为地调节和控制种子发芽所必须的外界环境条件，以满足种子内部所进行的一系列生理生化过程，增加呼吸强度，促进酶的活动，转化营养物质，以刺激种胚的萌发生长，达到尽快萌发的目的。通过催芽，可提高种子的发芽率，减少播种量，节约种子，且出苗整齐，有利于播种圃地的管理。

（二）园林树木种子休眠的原因及类型

1. 树木种子休眠的原因 树木种子在成熟后虽给予适宜的发芽条件但仍不萌发的现象，叫休眠。树木种子成熟后具有休眠期的特点，叫做休眠性。引起树木种子休眠的原因有多种，如种皮的透气、透水性不良；种胚尚未充分成熟；种子中存在某些抑制萌发生长的物质等。具有休眠性的树种，种子必须经过一段放置时间后，或人工打破休眠处理后才能发芽。

2. 树木种子休眠的类型 根据休眠原因和树木种子休眠程度的不同，可将休眠的树木种子分为自然休眠和被迫休眠两类。

（1）自然休眠 又称生理休眠、长期休眠。具有自然休眠性的种子，在休眠期即使给

予适宜的萌发条件，也不能萌芽生长，必须经过一段时间的休眠或采取人工打破休眠后才能萌芽生长。树木形成自然休眠的原因较复杂，就目前的研究结果，具有以下几方面的因素。

①种子含萌发抑制物质 众多研究表明，相当数量的植物种实中含有种类繁多的抑制种子萌发的物质。

②生理后熟 有些树种种实的外部形态虽然表现出形态成熟的特征，但种胚并未发育成熟，还需经过一段时间才能完成其发育过程。如银杏，当种实达到形态成熟时，种胚还很小，其长度约为胚腔长度的1/3。在休眠期间种胚继续发育，经过一定时间才发育完全。具生理后熟性的种子，经过贮藏或低温层积处理，可获较好的催熟效果。

③种皮的机械阻碍 种子由于种皮（包括果皮）坚硬致密，或有油脂、蜡质等原因，使种子不透水、不通气，种胚不能发育，形成休眠。如椴树种皮不透气；黑荆、银荆、漆树、花椒等种皮具油、蜡质，不透气不透水；豆科种子多数透水通气性不良等。因种皮的机械阻碍而休眠的种子，用物理或化学的方法破坏其种皮阻碍，能有效促进种子萌芽。另外用低温层积催芽也能软化种皮，增加透性，打破休眠。

（2）被迫休眠 因环境条件不适，种子得不到发芽所需的基本条件而不能萌发的现象。被迫休眠的种子，如遇到适宜的温度、水分、空气等条件，就能很快发芽。如侧柏、杨、柳、榆树等。

（三）催芽方法

1. 层积催芽

（1）层积催芽的概念和原理 把种子与湿润物混合或分层放置，促进其达到发芽程度的方法称为层积催芽。层积催芽又分低温层积催芽、变温层积催芽和高温层积催芽等。低温层积催芽是综合因素的影响，其主要原理是种子在低温（0~5℃）处理的环境中，种子内部的脱落酸等萌发抑制物质的含量显著减少，抑制种子萌发的作用大大减弱，从而打破种子的休眠。

（2）层积催芽的条件 种子催芽必须创造良好的条件，使其顺利地通过萌芽前的准备阶段，其中温度、湿度、通气条件最重要。

在层积催芽过程中，因树种的生物学特性不同，对温度的要求也不同。因此，要根据具体情况来确定适宜的温度。低温催芽的适宜温度，多数树种为0~5℃，极少数树种为6~10℃。温度过高，种子易霉变，效果不好。

层积催芽时，要用间层物和种子混合起来（或分层放置），间层物一般用湿沙、泥炭、沙子等，它们的湿度应为土壤含水量的60%，即以手用力握湿沙成团，但不滴水，手捏即散为宜。

（3）层积催芽的方法 处理种子多时可在室外挖坑。一般选择地势高燥排水良好的地方，坑的宽度以1m为好，不要太宽。长度随种子的多少而定，深度一般应在地下水位以上、冻层以下，由于各地的气候条件不同，可根据当地实际情况而定。坑底铺一些鹅卵石或碎石，其上铺10cm的湿河沙或直接铺10~20cm的湿河沙，干种子要浸种、消毒，然后将种子与沙子按1:3的比例混合放入坑内，或者一层种子，一层沙子放入坑内（注意沙子的湿度要合适），当沙与种子的混合物放至距坑沿20cm左右时为止。然后盖上湿沙，最后用土培成屋脊形，坑的两侧各挖一条排水沟。在坑中央直通到种子底层放一小捆秸秆或下部带通气孔的竹制或木制通气管，以流通空气。如果种子多，种坑很长，可隔一定距离放一个通气管，以便检查种子坑的温度。（图4-2）

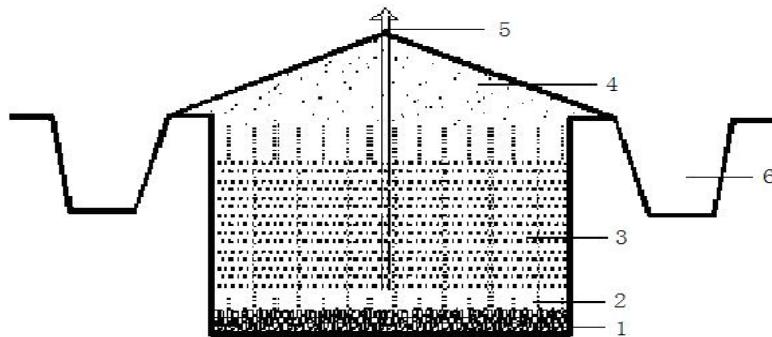


图 4-2 种子室外层积催芽法

1. 卵石 2. 沙子 3. 种沙混合物 4. 覆土 5. 通气竹管 6. 排水沟

2. 浸种催芽 浸种的目的是促使种皮变软，种子吸水膨胀，有利于种子发芽，这种方法适用于大多数树种的种子。浸种法又分为热水浸种、温水浸种和冷水浸种。

- (1) 热水浸种
- (2) 温水浸种
- (3) 冷水浸种

3. 药剂浸种和其他催芽方法 有些树木的种子外表有蜡质，有的种皮致密、坚硬，有的酸性或碱性大。为了消除这些妨碍种子发芽的不利因素，必须采用化学或机械的方法，以促使种子吸水萌动。

药剂浸种，还可用微量元素如硼、锰、铜等浸种以提高种子的发芽势和苗木的质量。用植物激素如赤霉素、吲哚丁酸、奈乙酸、2,4-D、激动素、6-苄氨基嘌呤、苯基脲、硝酸钾等浸种可以解除种子休眠。赤霉素、激动素和6-苄氨基嘌呤一般使用浓度为0.001%~0.1%，而苯基脲、硝酸钾为0.1%~1%或更高，处理时不仅要考虑浓度，而且要考虑溶液的数量，还有种皮的状况和温度条件等。

近年来研究发现，稀土对树木种子发芽具有较好的促进作用。

第四节 播种育苗技术

一、播种时间

播种时间的确定，要依树种的生物学特性以及当地的气候条件而定。播种时间要适时、适地、适树才能达到良好的效果。

播种时期的划分，通常按季节分为春播、夏播、秋播和冬播。

1. 春播
2. 夏播
3. 秋播
4. 冬播

二、苗木密度和播种量的计算

(一) 苗木密度

(二) 播种量的计算

播种量是指单位面积上播种的数量。播种量确定的原则是用最少的种子，达到最大的产苗量。播种量一定要适中，偏多会造成种子浪费，出苗过密，间苗费工，增加育苗成本。播种量太少，产苗量低，土地利用率低，影响育苗效益。适宜的播种量，需经过科学的计算，计算播种量的依据是：单位面积（或单位长度）的产苗量；种子品质指标，如种子纯度（净度）、千粒重、发芽势；种苗的损耗系数等。

计算播种量可按下列公式：

$$X = C \times \frac{AW}{PG \times 1000^2}$$

式中 X ——单位面积（或单位长度）实际所需播种量；

A ——单位面积（或单位长度）的产苗量；

W ——千粒种子的重量（g）；

P ——种子净度；

G ——种子发芽势；

1000^2 ——常数；

C ——损耗系数；

C 值因树种、圃地的环境条件及育苗的技术水平而异，同一树种，在不同条件下的具体数值可能不同。各地应通过试验来确定，参考值如下：

- (1) 大粒种子（千粒重在 700g 以上）， $C=1$ ；
- (2) 中、小粒种子（千粒重在 3~700g 之间）， $1 < C \leq 5$ ；
- (3) 极小粒种子（千粒重在 3g 以下）， $C=10\sim20$ ；

三、单位面积总播种行的计算

单位面积总播种行（或育苗行），是计算播种量和产苗量所需，其计算方法为：

①苗床育苗计算单位面积播种行总长度的公式为：

$$X = \frac{SK}{(K+B)(C+B)g} \times C$$

式中 X ——单位面积的播种行总长度（m）；

S ——面积（ m^2 ）；

K ——苗床宽度（m）；

B ——步道宽度（m）；

C ——苗床长度（m）；

g ——行距（m）。

①垄作育苗计算单位面积的播种行总长度的公式为：

$$X = \frac{S}{B} \times n$$

式中 X ——单位面积的播种行总长度 (m);
 S ——面积 (m^2);
 B ——垄宽 (m);
 n ——每垄的行数。

四、播种方法

目前常用的播种方法有条播、点播和撒播。播种方法因树种特性、育苗技术和自然条件等不同而异。

1. 条播
2. 点播
3. 撒播

五、播种技术要点

1. 播种
2. 覆土
3. 镇压

第五节 播种苗的发育特点

一、播种苗的年生长发育特点

(一) 出苗期

从播种到幼苗出土的时期为出苗期。

1. **出苗期的生长特点** 这时期地上生长很慢，而根部生长快。当地上部出现真叶，地下生出侧根时，出苗期即结束。出苗期的营养来源主要是种子内贮藏的营养物质。

这一时期刚出土的小苗十分嫩弱、根系分布浅、抗性弱。

2. **出苗期的持续时间** 出苗期持续时间因树种、播种期、催芽情况和当年气候条件的不同差异很大，有的只需几天，有的则需一个多月或更长时间，如夏播的榆树、杨树一般需要7~10天；而春播的各类树种需3~5周或7~8周出苗。

3. **育苗技术要点** 这一时期育苗的中心任务是促使种子迅速萌发，提高种子的发芽率，使出苗整齐、均匀、生长健壮。其育苗措施要为种子发芽和幼苗出土创造良好的外界条件，满足种子发芽所需要的水分、温度、通气条件等。为此，必须选择适宜的播种期，做好种子催芽，提高播种技术，覆土厚度要适宜而均匀，注意保持土壤水分，防止土壤板结。春季播种在北方要尽量创造提高土温的条件，减少灌水次数；夏季播种为减少高温危害，要进行遮荫。加强播种地的管理，为幼苗出土创造良好条件。

(二) 幼苗期

从幼苗出土后能够进行光合作用制造营养物质开始，到苗木进入生长旺盛期之间为幼苗期。

1. 幼苗期的特点 这个时期幼苗开始出现真叶，叶型变化大，由过渡叶形逐渐变为固定叶形，其地上部分生长缓慢，植株生长量不超过全年总生长量的10%左右。这一时期苗木幼嫩，侧根生长并形成根系，但根系分布较浅，对炎热、低温、干旱、水涝、病虫害等抵抗能力弱，易受害而死亡。

2. 幼苗期的持续时间 这一时期持续时间的长短，因树种不同变幅较大，多数为3~8周。

3. 幼苗期的育苗技术要点 这一时期苗木抚育的主要任务是提高幼苗保存率，促进根系生长，为苗木的生长发育打下良好基础。影响这一时期幼苗生长发育的主要外界环境因子是水分、光照、温度、养分和通气条件。

(三) 速生期

苗木的速生期是幼苗生长最旺盛的时期，即从幼苗的生长量迅速上升时开始，到生长速度大幅下降时为止为速生期。

1. 速生期的生长特点 幼苗生长速度最快，苗的高度，粗度，根系的增长等都最显著，生长量最大，高度生长量约占全年生长量的80%以上。根系也强烈增长，主根的长度依树种不同而异。

2. 速生期的持续时间 速生期的长短和来临的早晚，对苗木的生长量有直接影响。大多数树种的速生期从6月中旬开始到8月底、9月，北方一般约70天左右，而南方可长达3~4个月。

3. 速生期的育苗技术要点 幼苗在进入速生期后，根系发达，枝叶较多，已形成较发达的营养器官，苗高、茎粗、根系的生长都非常旺盛。此时期气温较高，水分充足，空气相对湿度大，最适合苗木的生长，因而这时期幼苗的生长发育状况基本上决定了苗木的质量。在此期间加强抚育管理，满足各种环境条件，是提高苗木质量的重要关键。在幼苗的抚育工作中应及时进行施肥、灌水、松土、除草等以保护幼苗并运用新技术，促进幼苗迅速而健壮的成长。但在速生阶段后期，应适时停止施肥和灌水工作，以使幼苗在停止生长前充分木质化，有利越冬。

(四) 苗木硬化期

从幼苗的速生阶段结束，到进入休眠落叶为止，称为苗木硬化期。

1. 苗木硬化期的生长特点 这时期苗木生长缓慢，最后停止生长，进入休眠。此时期苗木的高生长一般仅为年生长量的5%左右。在苗木硬化期初期，高生长已不显著，但其茎干粗生长仍在继续，当地上部分停止生长时，通常根系的生长仍延续一定时间。这时期幼苗的形态也发生变化，叶片逐渐变红、变黄而后脱落，同时幼苗也木质化并形成健壮的顶芽，以提高越冬能力。

2. 苗木硬化期的持续时间 因树种和品种不同而异，同一树种或品种，环境条件不同也不相同。另外，播种期的早晚、催芽与否、覆土厚薄、以及土壤水分、温度等条件都会使持续时间发生变化。大多数树种硬化期的持续时间为6~9周。

3. 苗木硬化期的育苗技术要点 硬化期管理上的主要任务是促使苗木木质化，防止徒长，以提高苗木对低温和干旱的抗性。此时必须停止一切促进幼苗生长的措施如追肥、灌水等，应设法控制幼苗生长，做好越冬准备，特别是对播种较晚的易受晚霜危害的树种更应注意。

第六节 播种苗的管理

一、出苗前圃地管理

播种后为了给种子发芽和幼苗出土创造良好的条件，对播种地要进行精心管理，以提高场圃发芽率。主要内容有覆盖保墒、灌溉、松土、除草等。

（一）覆盖保墒

1. 覆盖的目的 播种后对床面进行覆盖，能起到保持土壤水分，防止床面板结的作用；用塑料薄膜覆盖，还具有提高土温的作用；通过覆盖，可促使种子早发芽，缩短出苗期，并能提高场圃发芽率，增加合格苗产量。此外覆盖还具有防止鸟害的作用。

2. 覆盖材料 覆盖的材料应就地取材，以经济实惠、不给播种地带来杂草种子和病虫为前提。另外覆盖物不宜太重，否则会影响幼苗出土。常用的覆盖材料有塑料薄膜、稻草、麦草、竹帘子、苔藓、锯末、腐殖土以及树木枝条等。

用塑料薄膜覆盖，要使薄膜紧贴床面，并用土将四周压实。幼苗出土时要及时在幼苗顶部将薄膜划一破口，口的大小以幼苗能露出薄膜为宜，同时要随时用湿土压实薄膜的出苗口，以防高温灼伤幼苗。在生长期内追肥、松土、除草等需打开薄膜时，要随开随压实。用其它覆盖物覆盖时，覆盖物的厚度要根据当地的气候条件和覆盖物的种类而定，如用草覆盖时，一般以使地面盖上一层，隐见地面为宜。

播种后应及时覆盖。

3. 撤覆盖物 当幼苗大量出土（60%～70%）时，要及时分期撤除覆盖物。凡影响光照和不利于幼苗生长的覆盖物都要分次撤除。

在播种后覆土较厚的苗床，或水分条件较好，管理较精细的苗圃，播种后可不需覆盖，以减少育苗费用。

（二）灌溉

播种后如遇干旱季节或出苗时间较长，苗床会失水干燥，影响种子萌发。因此在管理中要适时适宜地补充水分。灌溉的时间、次数主要应根据土壤含水量、气候条件、树种以及覆土厚度而决定。垄播灌溉，水量不要过大，水流不能过急，并注意水面不能漫过垄背，使垄背土壤既能吸水又不板结。苗床播种，特别是播小粒种，最好在播种前灌足底水，播种后在不影响种子发芽的情况下，尽量不灌溉；以避免降低土温并造成土壤板结；如需灌溉，也应采用喷灌，以防止种子被冲走和出现淤积。

（三）松土和除草

秋冬播种地的土壤常变得板结坚实，在早春应进行一次松土，可减少土壤水分的蒸发，解除幼苗出土时的机械阻碍，并改善土壤的通气状况，促使种子早萌发。但松土不能过深，以免伤及幼苗。当灌溉造成床面土壤板结时，亦应及时进行松土。

出苗期过长的苗圃，在种子尚未出土前，常滋生出各种杂草，为避免杂草与幼苗争夺养分、水分，应及时将杂草去除。一般除草可与松土结合进行。

（四）其它管理工作

播种覆土时，有时会覆土厚薄不均，使幼苗出土困难，故应在幼苗开始出土时，经常进行检查，发现尚无出苗之处，可将过厚的覆土扒除，助幼苗出土。以免幼芽久在土内不出，腐烂死亡。

对一些种粒较大、又属于子叶出土类型的树种，在幼苗出土时，可人工将胚茎和种壳轻轻挖露土面，以助其生长。

在沙地育苗播种，常遇风蚀、沙打等灾害。播种地四周及中部要设防风障，以防风蚀覆土或沙打幼苗。到季风停止时，苗木已增强抵抗力，可分期分段撤除防风障。

此外，针叶树种幼芽带种皮出土时，常被鸟类啄食至使幼苗死亡，要加强防护与看守，也可以在苗圃上方用无色透明细线或白色细线拉网防鸟。

二、苗期管理

(一) 间苗和补苗

1. 间苗
2. 补苗

(二) 截根

截根主要是截断苗木的主根。截根的作用在于除去主根的顶端优势，控制主根的生长，促进侧根和须根生长，扩大根系的吸收面积；同时，由于截根，暂时抑制了茎、叶生长，使光合作用产物对根的供应增加，使根茎比加大，利于苗木后期生长。通过截根还可以减少起苗时根系的损伤，提高苗木移植的成活率。

(三) 水分管理

1. 灌溉

①侧方灌溉。一般用于高床或高垄。水从侧面渗入床内或垄中。这种灌溉方法不易使床面或垄面产生板结，浇灌后土壤仍保持良好的通透性，有利于幼苗生长。但侧方灌溉耗水量大，灌溉定额不易控制，灌溉效率低。

②畦灌。又称漫灌，一般用于低床或平垄。畦灌比侧方灌溉省水；但水渠占地多，灌溉速度慢，灌后造成土壤板结，灌水量不易控制等。在采用畦灌时，水不要淹没苗木的叶子。

③喷灌。目前苗圃应用较多的一种灌溉方法。

④滴灌与微喷。滴灌是通过管道把水滴到土壤表层和深层的灌溉方法，滴灌除具有喷灌的优点外

(3) 灌溉注意事项

①灌溉时间。地面灌溉宜在早晨或傍晚，此时蒸发量较小，水温与地温差异也较小。用喷灌进行降温时应在高温时进行。

②水温和水质。灌溉水温过低，对苗木生长不利；在北方如用井水灌溉，应尽量备贮水池以提高水温。另外，不宜用水质太硬或含有害盐类的水进行灌溉。

③灌溉的持续性。育苗地的灌溉工作一旦开始，要一直延续到苗木不需要灌溉为止，不宜中断，否则易造成旱害。

④灌溉停灌期。因树种不同而异，对多数苗木，约在霜冻到来前6~8周为宜；停灌过早，对苗木生长不利；停灌过晚，会降低苗木抗寒抗旱性。

2. 排水 排水在育苗中与灌溉同等重要，不容忽视。

(四) 降温措施

1. 遮荫
2. 喷水降温

(五) 施肥

1. 肥料种类和性质 苗圃使用的肥料是多种多样的，概括起来分为有机肥料、无机肥料和生物肥料三类。

- (1) 有机肥料
- (2) 无机肥料
- (3) 生物肥料

2. 施肥的时间和方法 施肥分基肥和追肥两种。

(1) 施基肥

(2) 施追肥 追肥分为土壤追肥和根外追肥，无论哪种方法都在苗木生长期使用。

(六) 中耕除草

1. 中耕

2. 除草

(七) 防寒越冬

苗木的组织幼嫩，尤其是秋梢部分，入冬时如不能完全木质化，抗寒力低易受冻害，早春幼苗出土或萌芽时，也最容易受晚霜的危害。

1. 幼苗受冻害的原因

(1) 低温 低温使苗木组织结冰，细胞的原生质脱水，损坏了植物体的生理机能而死亡或受伤。

(2) 生理干旱 由于冬季土壤冻结，根系吸水少，冬、春季节干旱，幼苗蒸腾量相对增加，苗木体内水分失去平衡，而形成干梢或枯死。

(3) 机械损伤 冬季土壤冻结，体积膨胀，亦将苗根拔起或因土壤冻结形成裂缝而将苗根拉断，再经风吹日晒而使苗木枯死，尤其在较低洼地或粘重土上更为严重。

2. 苗木的防寒措施

(1) 增加苗木的抗寒能力 适时早播，延长生长季，在生长季后期多施磷、钾肥，减少灌水，促使苗木生长健壮、枝条充分木质化，提高抗寒能力，亦可进行夏、秋修剪，打梢等措施，促进苗木停止生长，使组织充实，抗寒能力增加。

(2) 预防霜冻，保护苗木越冬

①埋土和培土。在土壤封冻前，将小苗顺着有害风向依次按倒用土埋上，土厚一般10cm左右，翌春土壤解冻时除去覆土并灌水，此法安全经济，一般能按倒的幼苗均可采用。较大的苗木，不能按倒的可在根部培土，亦有良好效果。

②苗木覆盖。冬季用稻草或落叶等把幼苗全部覆盖起来，次春撤除覆盖物，此法与埋土法类似，可用于埋土有困难或易腐烂的树种。

③搭霜棚。又称暖棚，做法与荫棚相似，但棚不透风，白天打开、夜晚盖好。目前许多地区使用塑料棚，上面盖有草帘等，也有的使用塑料大棚，来保护小苗过冬。

④设风障。华北、东北等地区，普遍采用风障防寒，即用高粱秆、玉米秆、竹竿、稻草等，在苗木北侧与主风方向垂直的地方架设风障，两排风障间的距离，依风速的大小而定，一般风障防风距离为风障高度的2~10倍。风障可降低风速，充分利用太阳的热能，提高风障前的地温和气温，减轻或防止苗木冻害，同时可以增加积雪，预防春旱。

⑤灌冻水。入冬前将苗木灌足冻水，增加土壤湿度，保持土壤温度，使苗木相对增加抗风能力，减少稍条冻害的可能性，灌冻水时间不宜过早，一般在封冻前进行，灌水量应大。

⑥假植。结合翌春移植，将苗木在入冬前掘出，按不同规格分级埋入假植沟中或在窖中假植，此法安全可靠，既是移植前必做的一项工作，又是较好的防寒方法，是育苗中多采用的一种防寒方法。

⑦其他防寒方法。依不同的苗木，各地的实际情况，亦可采用熏烟、涂白、窖藏等防寒方法。

第五章 苗木的营养繁殖

营养繁殖是利用植物的营养器官如枝、根、茎、叶等，在适宜的条件下，培养成一个独立个体的育苗方法。营养繁殖又称无性繁殖。用营养繁殖方法培育出来的苗木称为营养繁殖苗或无性繁殖苗。

营养繁殖具有以下特点：

①能够保持母本的优良性状。因为营养繁殖不是通过两性细胞的结合，而是由分生组织

直接分裂的体细胞所产生，所以其亲本的全部遗传信息可得以再现，而能保持原有母本的优良性状和固有的表现型特征，而不致产生像种子繁殖那样的性状分离现象。从而达到保存和繁殖优良品种的目的。

②营养繁殖的幼苗一般生长快，可提早开花结实。因为营养繁殖的新植株，是在母本原有发育阶段的基础上的延续，不像种子繁殖苗那样个体发育重新开始。

③有些园林植物不结实或结实少或不产生有效种子，则可通过营养繁殖进行育苗，提高生产苗木的成效和繁殖系数。如重瓣花类的碧桃、无核果等。

④一些特殊造型的园林植物，则需通过营养繁殖的方法来繁殖和制作，如树（形）月季、龙爪槐等。而且园林中古树名木的复壮，也需促进组织增生或通过嫁接（高接或桥接）来恢复其生长势。

⑤方法简便、经济。由于有些园林植物的种子有深休眠，用种子繁殖就比较烦琐困难，采用营养繁殖则较容易，且简便、经济。

营养繁殖在园林苗木的培育中常用的方法有：扦插繁殖、嫁接繁殖、分株繁殖、埋条繁殖、压条繁殖等。

第一节 扦插繁殖

扦插繁殖是利用离体的植物营养器官如根、茎（枝）、叶等的一部分，在一定的条件下插入土、沙或其它基质中，利用植物的再生能力，经过人工培育使之发育成一个完整新植株的繁殖方法。经过剪截用于直接扦插的部分叫插穗，用扦插繁殖所得的苗木称为扦插苗。

一、扦插成活原理

（一）插条的生根类型

1. 皮部生根型 属于此种类型的插条都存在根原始体或根原基，其位于髓射线与形成层的交叉点上。这是由于形成层进行细胞分裂，向外分化成钝圆锥形的根原始体、侵入韧皮部，通向皮孔。在根原始体向外发育过程中，与其相连的髓射线也逐渐增粗，穿过木质部通向髓部，从髓细胞中取得营养物质。这种皮部生根较迅速，生根面积广，与愈合组织没有联系，一般来说，这种皮部生根型属于易生根树种。

2. 愈伤组织生根型 此种生根型的插条，其不定根的形成要通过愈伤组织的分化来完成。首先，在插穗下切口的表面形成半透明、具有明显细胞核的薄壁细胞群，即为初生愈伤组织。初生愈伤组织细胞继续分化，逐渐形成和插穗相应组织发生联系的木质部、韧皮部和形成层等组织。最后充分愈合，在适宜的温度、湿度条件下，从愈伤组织中分化出根。因为这种生根需要的时间长，生长缓慢，所以凡是扦插成活较难、生根较慢的树种，其生根部位大多是愈伤组织生根。

二、影响插条生根的因素

(一) 影响插条生根的内在因子

1. **树种的生物学特性** 不同树种的生物学特性不同，因而它们的枝条生根能力也不一样。根据插条生根的难易程度可分为：

(1) 易生根的树种 如柳树、青杨派、黑杨派、水杉、池杉、杉木、柳杉、小叶黄杨、紫穗槐、连翘、月季、迎春、金银花、常春藤、卫矛、南天竹、红叶小蘖、黄杨、金银木、葡萄、穗醋栗、无花果和石榴等；

(2) 较易生根的树种 如侧柏、扁柏、花柏、铅笔柏、相思树、罗汉柏、罗汉松、刺槐、国槐、茶、茶花、樱桃、野蔷薇、杜鹃、珍珠梅、水蜡树、白蜡、悬铃木、五加、接骨木、女贞、刺楸、慈竹、夹竹桃、金缕梅、柑橘、猕猴桃等；

(3) 较难生根的树种 如金钱松、圆柏、日本五针松、梧桐、苦楝、臭椿、君迁子、米兰、秋海棠、枣树等；

(4) 极难生根的树种 如黑松、马尾松、赤松、樟树、板栗、核桃、栎树、鹅掌楸、柿树、榆、槭树等。

2. **年龄效应** 包括2种含义：一是所采枝条的母树年龄；二是所采枝条本身的年龄。

(1) 母树年龄 插穗的生根能力是随着母树年龄的增长而降低的，在一般情况下母树年龄越大，植物插穗生根就越困难，而母树年龄越小则生根越容易。 (2) 插穗年龄 插穗年龄对生根的影响显著，一般以当年生枝的再生能力为最强，这是因为嫩枝插穗内源生长素含量高、细胞分生能力旺盛，促进了不定根的形成。一年生枝的再生能力也较强，但具体年龄也因树种而异。例如，杨树类1年生枝条成活率高，2年生枝条成活率低，即使成活，苗木的生长也较差。水杉和柳杉1年生的枝条较好，基部也可稍带一段2年生枝段；而罗汉柏带2~3年生的枝段生根率高。

3. **枝条的着生部位及发育状况** 有些树种树冠上的枝条生根率低，而树根和干基部萌发条的生根率高。因为母树根颈部位的一年生萌蘖条其发育阶段最年幼，再生能力强，又因萌蘖条生长的部位靠近根系，得到了较多的营养物质，具有较高的可塑性，扦插后易于成活。

4. **枝条的不同部位** 同一枝条的不同部位根原基数量和贮存营养物质的数量不同，其插穗生根率、成活率和苗木生长量都有明显的差异。

5. **插穗的粗细与长短** 插穗的粗细与长短对于成活率、苗木生长有一定的影响。对于绝大多数树种来讲，长插条根原基数量多，贮藏的营养多，有利于插条生根。

6. **插穗的叶和芽** 插穗上的芽是形成茎、干的基础。芽和叶能供给插穗生根所必须的营养物质和生长激素、维生素等，对生根有利。尤其对嫩枝扦插及针叶树种、常绿树种的扦插更为重要。插穗留叶多少一般要根据具体情况而定，一般留叶2~4片，若有喷雾装置，定时保湿，则可留较多的叶片，以便加速生根。

另外，从母树上采集的枝条或插穗，对干燥和病菌感染的抵抗能力显著减弱，因此，

在进行扦插繁殖时，一定要注意保持插穗自身的水分。生产上，可用水浸泡插穗下端，不仅增加了插穗的水分，还能减少抑制生根物质。

(二) 影响插条生根的外界因子 影响插条生根的外因主要有温度、湿度、通气、光照、基质等。其因素之间相互影响、相互制约，因此，扦插时必须使各种环境因子有机协调地满足插条生根的各种要求，以达到提高生根率、培育优质苗木的目的。

1. 温度 插穗生根的适宜温度因树种而异。多数树种生根的最适温度为15~25℃，以20℃最适宜。

不同树种插穗生根对土壤的温度要求也不同，一般土温高于气温3~5℃时，对生根极为有利。

2. 湿度 在插穗生根过程中，空气的相对湿度、插壤湿度以及插穗本身的含水量是扦插成活的关键，尤其是嫩枝扦插，应特别注意保持合适的湿度。

(1) 空气的相对湿度 空气的相对湿度对难生根的针、阔叶树种的影响很大。插穗所需的空气相对湿度一般为90%左右。硬枝扦插可稍低一些，但嫩枝扦插空气的相对湿度一定要控制在90%以上，使枝条蒸腾强度最低。生产上可采用喷水、间隔控制喷雾等方法提高空气的相对湿度，使插穗易于生根。

(2) 插壤湿度 插穗最容易失去水分平衡，因此要求插壤有适宜的水分。插壤湿度取决于扦插基质、扦插材料及管理技术水平等。据毛白杨扦插试验，插壤中的含水量一般以20%~25%为宜。含水量低于20%时，插条生根和成活都受到影响。

3. 通气条件 插穗生根时需要氧气。插条生根率与插壤中的含氧量成正比。所以，扦插时插穗基质要求疏松透气。

5. 扦插基质

(1) 固态

(2) 液态

(3) 气态

三、促进插穗生根的技术

1. 生长素及生根促进剂处理

(1) 生长激素处理 常用的生长素有萘乙酸(NAA)、吲哚乙酸(IAA)、吲哚丁酸(IBA)、2,4-D等。使用方法，一是先用少量酒精将生长素溶解，然后配置成不同浓度的药液。低浓度(如50~200mg/L)溶液浸泡插穗下端6~24h，高浓度(如500~10000mg/L)可进行快速处理(几秒钟到一分钟)；二是将溶解的生长素与滑石粉或木炭粉混合均匀，阴干后制成粉剂，用湿插穗下端蘸粉扦插；或将粉剂加水稀释成为糊剂，用插穗下端浸蘸；或做成泥状，包埋插穗下端。处理时间与溶液的浓度随树种和插条种类的不同而异。一般生根较难的浓度要高些，生根较易的浓度要低些。硬枝浓度高些，嫩枝浓度低些。

(2) 生根促进剂处理 目前使用较为广泛的有中国林科院林研所王涛研制的“ABT生根粉”系列；华中农业大学林学系研制的广谱性“植物生根剂HL-43”；山西农业大学林学

系研制并获国家科技发明奖的“根宝”；昆明市园林所等研制的“3A 系列促根粉”等。它们均能提高多种树木如银杏、桂花、板栗、红枫、樱花、梅、落叶松等的生根率，其生根率可达90%以上，且根系发达，吸收根数量增多。

2. 洗脱处理 洗脱处理一般有温水处理、流水处理、酒精处理等。洗脱处理不仅能降低枝条内抑制物质的含量，同时还能增加枝条内水分的含量。

(1) **温水洗脱处理** 将插穗下端放入30~35℃的温水中浸泡几小时或更长时间，具体时间因树种而异。某些针叶枝如松树、落叶松、云杉等浸泡2h，起脱脂作用，有利于切口愈合与生根。

(2) **流水洗脱处理** 将插条放入流动的水中，浸泡数小时，具体时间也因树种不同而异。多数在24h以内，也有的可达72h，甚至有的更长。

(3) **酒精洗脱处理** 用酒精处理也可有效地降低插穗中的抑制物质，大大提高生根率。一般使用浓度为1%~3%，或者用1%的酒精和1%的乙醚混合液，浸泡时间6h左右，如杜鹃类。

3. 营养处理 用维生素、糖类及其它氮素处理插条，也是促进生根的措施之一。如用5%~10%的蔗糖溶液处理雪松、龙柏、水杉等树种的插穗12~24h，对促进生根效果很显著。若用糖类与植物生长素并用，则效果更佳。在嫩枝扦插时，在其叶片上喷洒尿素，也是营养处理的一种。

4. 化学药剂处理 有些化学药剂也能有效地促进插条生根。如醋酸、磷酸、高锰酸钾、硫酸锰、硫酸镁等。如生产中用0.1%的醋酸水溶液浸泡卫矛、丁香等插条，能显著地促进生根。用0.05%~0.1%的高锰酸钾溶液浸泡插穗12h，除能促进生根外，还能抑制细菌发育，起消毒作用。

5. 低温贮藏处理 将硬枝放入0~5℃的低温条件下冷藏一定时期（至少40天），使枝条内的抑制物质转化，有利生根。

6. 增温处理 春天由于气温高于地温，在露地扦插时，易先抽芽展叶后生根，以致降低扦插成活率。为此，可采用在插床内铺设电热线（即电热温床法）或在插床内放入生马粪（即酿热物催根法）等措施来提高地温，促进生根。

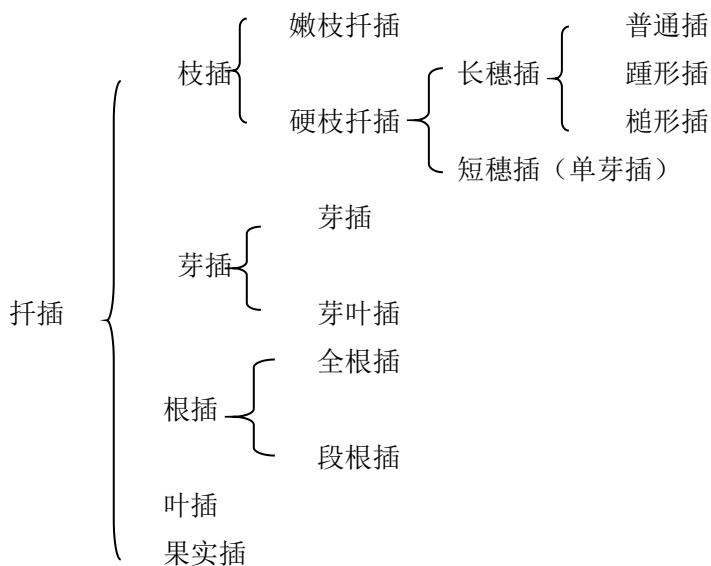
7. 倒插催根 一般在冬末春初进行。利用春季地表温度高于坑内温度的特点，将插条倒放坑内，用沙子填满孔隙，并在坑面上覆盖2cm沙，使倒立的插穗基部的温度高于插穗梢部，这样为插穗基部愈伤组织的根原基形成创造了有利条件，从而促进生根，但要注意水分控制。

8. 黄化处理 在生长季前用黑色的塑料袋将要作插穗的枝条罩住，使其处在黑暗的条件下生长，形成较幼嫩的组织，待其枝叶长到一定程度后，剪下进行扦插，能为生根创造较有利的条件。

9. 机械处理 在树木生长季节，将枝条基部环剥、刻伤或用铁丝、麻绳或尼龙绳等捆扎，阻止枝条上部的碳水化合物和生长素向下运输，使其贮存养分，至休眠期再将枝条从基部剪下进行扦插，能显著地促进生根。

五、扦插的种类及方法

在植物扦插繁殖中，根据使用繁殖的材料不同，可分为枝插、根插、叶插、芽插、果实插等。



(一) 枝插

枝插是园林树木中使用最多的扦插方法，根据枝条的成熟度与扦插季节，枝插又可分为休眠枝扦插与生长枝扦插。按使用材料的形态及长短不同而分出各种枝插。

1. 休眠枝扦插 休眠枝扦插是利用已经休眠的枝条作插穗进行扦插，由于休眠枝条已木质化，又称为硬枝扦插。通常分为长穗插和单芽插两种。长穗插是用两个以上的芽进行扦插，单芽插是用一个芽的枝段进行扦插，由于枝条较短，故又称为短穗插。

(1) 长穗插 通常有普通插、踵形插、槌形插等(见图 5-3)。

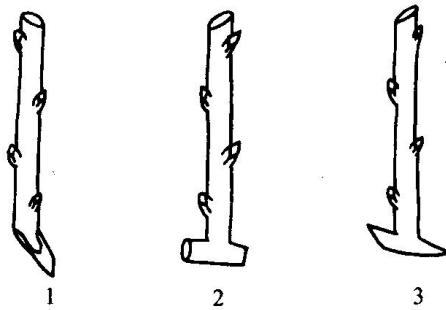


图 5-3 插条的剪取与硬枝扦插

1. 踵形插 2、3. 槌形插

①普通插 是木本植物扦插繁殖中应用最多的一种，大多数树种都可采用这种方法。既

可采用插床扦插，也可大田扦插，如平作或垄作。一般插穗长度10~20cm，插穗上保留2~3个芽，将插穗插入土中或基质中，插入深度为插穗长度的2/3。凡插穗较短的宜直插，既避免斜插造成偏根，又便于起苗。

②踵形插 插穗基部带有一部分二年生枝条，形同踵足，这种插穗下部养分集中，容易发根，但浪费枝条，即每个枝条只能取一个插穗，适用于松、柏类、桂花等难成活的树种。

③槌形插 是踵形插的一种，基部所带的老枝条部分较踵形插多，一般长2~4cm，两端斜削，成为槌状。

(2) 单芽插(短穗插) 用只具一个芽的枝条进行扦插，选用枝条短，一般不足10cm，较节省材料，但插穗内营养物质少，且易失水，因此，下切口斜切，扩大枝条切口吸水面积和愈伤面，有利于生根，并需要喷水来保持较高的空气相对湿度和温度，使插穗在短时间内生根成活。此法多用于常绿树种进行扦插繁殖。用此法扦插白洋茶，枝条2.5cm左右，2~3个月生根，成活率可达90%，桂花扦插的成活率达70%~80%。

2. 生长枝扦插

(二) 根插

对于一些枝插生根较困难的树种，可用根插进行无性繁殖，以保持其母本的优良性状。

在扦插前将插壤细致整平，灌足底水。将长15~20cm左右的根插穗垂直或倾斜插入土中，插时注意根的上下端，不要倒插。插后到发芽生根前最好不灌水，以免地温降低和由于水分过多引起根穗腐烂。有些树种的细短根段还可以用播种的方法进行育苗。

(三) 叶插

七、扦插育苗新技术

(一) 全光照自动喷雾技术

1. 全光自动喷雾扦插的由来 插穗在长时间的生根过程中，插条能否生根成活，最重要的是保持枝条不失水。若枝条失去了水分，生根就没有希望。扦插过程中所采取的各种措施都是为了保持枝条的水分，为了给脱离母株的枝条创造不失水，而且还能得到补充枝条生命活动所需的水分，及适宜生根的其他营养和环境条件。

2. 全光自动喷雾装置

(二) 基质电热温床催根育苗技术

(三) 雾插(空气加湿、加温育苗)技术

第二节 嫁接繁殖

一、嫁接的意义和作用

(一) 嫁接的意义

嫁接是利用两种植物能够结合在一起的能力,将一种植物的枝或芽接到另一种植物的茎(枝)或根上,使之愈合生长在一起,形成一个独立植株的繁殖方法。供嫁接用的枝、芽称接穗或接芽;承受接穗或接芽的植株(根株、根段或枝段)叫砧木。用枝条作接穗的称枝接,用芽作接穗的称芽接。通过嫁接繁殖所得的苗木称为嫁接苗。嫁接苗与其他营养繁殖苗所不同的特点是借助于另一植物的根,因此,嫁接苗为“它根苗”。

个古老的传统的农林技艺,仍有很大的发展前途,它仍然是当前木本植物繁殖的主要手段之一。

(三) 嫁接的作用

1. 保持植物品质的优良特性,提高观赏价值
2. 增加抗性和适应性
3. 提早开花结果
4. 克服不易繁殖现象
5. 扩大繁殖系数
6. 培育新品种
7. 恢复树势、治救创伤、补充缺枝、更新品种

二、嫁接成活的原理与过程

接穗和砧木嫁接后,能否成活的关键在于二者的组织是否愈合,而愈合的主要标志应该是维管组织系统的联结。嫁接成活,主要是依靠砧木和接穗之间的亲和力以及结合部位伤口周围的胞生长、分裂和形成层的再生能力。

由此可见,在技术措施上,除了根据树种遗传特性考虑亲合力外,嫁接成活的关键是接穗和砧木二者形成层的紧密接合,其接合面愈大,愈易成活。实践证明,要使两者的形成层紧密接合,嫁接时必须使它们之间的接触面平滑,形成层对齐、夹紧、绑牢。

三、影响嫁接成活的因素

影响嫁接成活的主要因素有砧木和接穗的亲合力、砧木和接穗质量、外界环境条件、嫁接技术及嫁接后管理等。

(一) 嫁接成活的内因

嫁接成活的内因包括砧木和接穗的亲合力,砧木、接穗的生活力及树种的生物学特性等。

1. 砧木和接穗的亲合力 嫁接亲和力就是接穗与砧木经嫁接而能愈合生长的能力。具体地说,就是接穗和砧木在形态、结构、生理和遗传性彼此相同或相近,因而能够互相亲合

而结合在一起的能力。嫁接亲和力的大小，表现在形态、结构上，是彼此形成层和薄壁细胞的体积、结构等相似度的大小；表现在生理和遗传性上，是形成层或其它组织细胞生长速率、彼此代谢作用所需的原料和产物的相似度的大小。

嫁接亲和力是嫁接成活最基本条件。不论用哪种植物，也不论用哪种嫁接法，砧木和接穗之间，都必须具备一定的亲和力。亲和力高嫁接成活率也高，反之嫁接成活的可能性越小。亲合力的强弱与树木亲缘关系的远近有关。一般规律是亲缘关系越近，亲合力越强。所以品种间嫁接最易接活，种间次之，不同属之间又次之，不同科之间则较困难。

亲和不良的表现为：植株矮化，生长势弱，叶早落，枯尖，嫁接口肿大，砧木和接穗粗细不一，接合处易断裂，树寿命短等。

2. 砧木、接穗的生活力及树种的生物学特性 愈伤组织的形成与植物种类和砧、穗的生活力有关。一般来说，砧、穗生长健壮，营养器官发育充实，体内营养物质丰富，生长旺盛，形成层细胞分裂最活跃，嫁接就容易成活。所以砧木要选择生长健壮、发育良好的植株，接穗也要从健壮母树的树冠外围选择发育充实的枝条。如果砧木萌动比接穗稍早，可及时供应接穗所需的养分和水分，嫁接易成活；如果接穗萌动比砧木早，则可能因得不到砧木供应的水分和养分“饥饿”而死；如果接穗萌动太晚，砧木溢出的液体太多，又可能“淹死”接穗。有些种类，如柿树、核桃富含单宁，切面易形成单宁氧化隔离层，阻碍愈合；松类富含松脂，处理不当也会影响愈合。

接穗的含水量也会影响嫁接的成功。如果接穗含水量过少，形成层就会停止活动，甚至死亡。一般接穗含水量应在50%左右。所以接穗在运输和贮藏期间，不要过干过湿。嫁接后也要注意保湿，如低接时要培土堆，高接时要绑缚保湿物，以防水分蒸发。

此外，如果砧木和接穗的细胞结构、生长发育速度不同，嫁接则会形成“大脚”或“小脚”现象。如在黑松上嫁接五针松，在女贞上嫁接桂花，在梓树上嫁接楸树等均会出现“小脚”现象。除影响美观外，生长仍表现正常。因此，在没有更理想的砧木时，在园林苗木的培育中仍可继续采用上述砧木。

（二）影响嫁接成活的外因

主要是温度和湿度的影响。在适宜的温度、湿度和良好的通气条件下进行嫁接，则有利于愈合成活和苗木的生长发育。

1. 温度 温度对愈伤组织形成的快慢和嫁接成活有很大的关系。在适宜的温度下，愈伤组织形成最快且易成活，温度过高或过低，都不适宜愈伤组织的形成。一般说植物在25℃左右嫁接最适宜，但不同物候期的植物，对温度的要求也不一样。物候期早的比物候期迟的适温要低，如桃、杏在20~25℃最适宜，而山茶则在26~30℃最适宜。春季进行枝接时，各树种安排嫁接的次序，主要以此来确定。

2. 湿度 湿度对嫁接成活的影响很大。一方面嫁接愈伤组织的形成需具有一定的湿度条件；另一方面，保持接穗的活力亦需一定的空气湿度。大气干燥则会影响愈伤组织的形成和造成接穗失水干枯。土壤湿度、地下水的供给也很重要。嫁接时，如土壤干旱，应先灌水增加土壤湿度。

3. 光照 光照对愈伤组织的形成和生长有明显抑制作用。在黑暗的条件下，有利于愈伤组织的形成，因此，嫁接后一定要遮光。低接用土埋，既保湿又遮光。

此外，通气对愈合成活也有一定影响。给予一定的通气条件，可以满足砧木与接穗接合部形成层细胞呼吸作用所需的氧气。生产上常用既透气又不透水的聚乙烯膜封扎嫁接口和接穗，是较方便的理想方法。

（三）嫁接质量与嫁接后管理

在所有嫁接操作中，用刀的技术和速度是最重要的。

1. 接穗的削面是否平滑 嫁接成活的关键因素是接穗和砧木两者形成层的紧密结合。这就要求接穗的削面一定要平滑，这样才能和砧木紧密贴合。如果接穗削面不平滑，嫁接后接穗和砧木之间的缝隙就大，需要填充的愈伤组织就多，就不易愈合。因此，削接穗的刀要锋利，削时要做到平滑。

2. 接穗削面的斜度和长度是否适当 嫁接时，接穗和砧木间同型组织接合面愈大，二者的输导组织愈易沟通，成活率就愈高；反之，成活率就愈低。

3. 接穗、砧木的形成层是否对准 如上所述，大多数植物的嫁接成活是接穗、砧木的形成层积极分裂的结果。因此，嫁接时二者的形成层对得越准，成活率就越高。

4. 嫁接后包扎、封伤口是否及时 嫁接后应尽快用塑料带进行包扎，并用油漆或液体石蜡等涂抹伤口，防止失水。

嫁接速度快而熟练，可避免削面风干或氧化变色，从而提高成活率。熟练的嫁接技术和锋利的接刀，是嫁接成功的基本条件。

四、砧木和接穗的相互影响及砧木、接穗的选择

（一）砧木和接穗的相互影响

1. 砧木对接穗的影响 一般砧木都具有较强和广泛的适应能力，如抗旱、抗寒、抗涝、抗盐碱、抗病虫等，因此能增加嫁接苗的抗性。如用海棠做苹果的砧木，可增加苹果的抗旱和抗涝性，同时也增加对黄叶病的抵抗能力；枫杨做核桃的砧木，能增加核桃的耐涝和耐瘠薄性。

有些砧木能控制接穗长成植株的大小，使其乔化或矮化。能使嫁接苗生长旺盛、高大的砧木称为乔化砧，如山桃、山杏是梅花、碧桃的“乔化砧”；相反，有些砧木能使嫁接苗生长势变弱，植株矮小，称为“矮化砧”，如寿星桃是桃和碧桃的矮化砧。一般乔化砧能推迟嫁接苗的开花、结果期，延长植株的寿命；矮化砧则能促进嫁接苗提前开花、结实，缩短植株的寿命。

2. 接穗对砧木的影响 嫁接后砧木根系的生长是靠接穗所制造的养分，因此接穗对砧木也会有一定的影响。例如杜梨嫁接成梨后，其根系分布较浅，且易发生根蘖。

（二）砧木、接穗的选择

1. 砧木的选择 性状优异的砧木是培育优良园林树木的重要环节。选择砧木的条件是：

- ①与接穗亲合力强；
- ②对接穗的生长和开花有良好的影响，并且生长健壮、丰产、花艳、寿命长；
- ③对栽培地区的环境条件有较强的适应性；

- ④容易繁殖；
- ⑤对病虫害抵抗力强。

2. 接穗的选择 接穗应选自性状优良，生长健壮，观赏价值或经济价值高，无病虫害的成年树。

五、嫁接方法

嫁接方法按所取材料不同可分为枝接、芽接、根接三大类。

(一) 枝接

枝接常用的方法有切接、腹接、劈接和插皮接等。

1. 切接法 切接法一般用于直径2cm左右的小砧木，是枝接中最常用的一种方法（图5-9）。嫁接时先将砧木距地面5cm左右处剪断、削平，选择较平滑的一面，用切接刀在砧木一侧（略带木质部，在横断面上约为直径的1/5~1/4）垂直向下切，深约2~3cm。削接穗时，接穗上要保留2~3个完整饱满的芽，将接穗从距下切口最近的芽位背面，用切接刀向内切达木质部（不要超过髓心），随即向下平行切削到底，切面长2~3cm，再于背面末端削成0.8~1cm的小斜面。将削好的接穗，长削面向里插入砧木切口，使双方形成层对准密接。接穗插入的深度以接穗削面上端露出0.2~0.3cm为宜，俗称“露白”，有利愈合成活。如果砧木切口过宽，可对准一边形成层，然后用塑料条由下向上捆扎紧密，使形成层密接和伤口保湿。必要时可在接口处涂接蜡或封泥，可减少水分蒸发，达到保湿的目的。嫁接后为保持接口湿度，防止失水干萎，可采用套袋、封土和涂接蜡等措施。

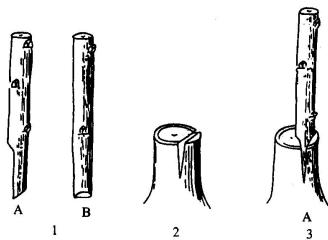


图 5-9 切接

1. 削接穗 2. 稍带木质部纵切砧木 3. 砧穗结合

2. 劈接法 适用于大部分落叶树种。通常在砧木较粗、接穗较小时使用（图5-10）。将砧木在离地面5~10cm处锯断，用劈接刀从其横断面的中心直向下劈，切口长约3cm，接穗削成楔形，削面长约3cm，接穗外侧要比内侧稍厚。接穗削好后，把砧木劈口撬开，将接穗厚的一侧向外，窄面向里插入劈口中，使两者的形成层对齐，接穗削面的上端应高出砧木切口0.2~0.3cm。当砧木较粗时，可同时插入2个或4个接穗。一般不必绑扎接口，但如果砧木过细，夹力不够，可用塑料薄膜条或麻绳绑扎。为防止劈口失水影响嫁接成活，接后可培土覆盖或用接蜡封口。

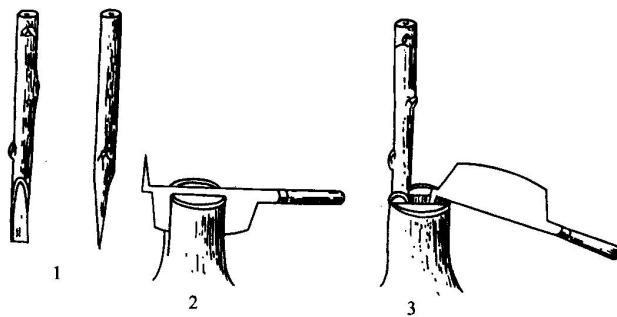


图 5-10 剥接

1. 削接穗 2. 剥砧木 3. 插入接穗

接炮捻是剥接的一种。是利用毛白杨不易生根，而和毛白杨有较强亲和力的加杨等黑杨派树种容易生根的特点，用毛白杨一年生枝条做接穗，用加杨等黑杨派树种的一年生枝条做砧木，进行剥接。接穗长8~10cm，有2~3个饱满芽，砧木长10cm左右。冬闲时在室内进行剥接，接后不包扎，50~100根捆成一捆，竖立于坑中沙藏，来年春天扦插育苗。

3. 插皮接 是枝接中最易掌握，成活率最高，应用也较广泛的一种。要求在砧木较粗，并易剥皮的情况下采用。在园林树木培育中用此法高接和低接的都有。一般在距地面5~8cm处断砧，削平断面，选平滑处，将砧木皮层划一纵切口，长度为接穗长度的1/2~2/3。接穗削成长3~4cm的单斜面，削面要平直并超过髓心，厚0.3~0.5cm，背面末端削成0.5~0.8cm的一小斜面或在背面的两侧再各微微削去一刀。接时，把接穗从砧木切口沿木质部与韧皮部中间插入，长削面朝向木质部，并使接穗背面对准砧木切口正中，接穗上端注意“留白”。如果砧木较粗或皮层韧性较好，砧木也可不切口，直接将削好的接穗插入皮层即可。最后用塑料薄膜条(宽1cm左右)绑扎。此法也常用于高接，如龙爪槐的嫁接和花果类树木的高接换种等。如果砧木较粗可同时接上3~4个接穗，均匀分布，成活后即可作为新植株的骨架(图5-11)。

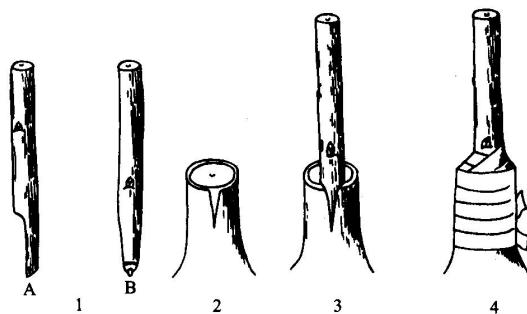


图 5-11 插皮接

1. 削接穗 2. 切砧木 3. 插入接穗 4. 绑扎

4. 舌接 舌接适用于砧木和接穗1~2cm粗，且大小粗细差不多的嫁接。舌接砧木、接穗间接触面积大，结合牢固，成活率高，在园林苗木生产上用此法高接和低接的都有。将砧木上端削成3cm长的削面，再在削面由上往下1/3处，顺砧干往下切1cm左右的纵切口，成

舌状。在接穗平滑处顺势削 3cm 长的斜削面，再在斜面由下往上 1/3 处同样切 1cm 左右的纵切口，和砧木斜面部位纵切口相对应。将接穗的内舌（短舌）插入砧木的纵切口内，使彼此的舌部交叉起来，互相插紧，然后绑扎（图 5-12）。

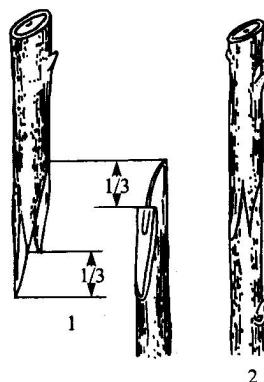


图 5-12 舌接

1. 砧穗切削 2. 砧穗结合

5. 插皮舌接 多用于树液流动、容易剥皮而不适于劈接的树种。将砧木在离地面 5~10cm 处锯断，选砧木平直部位，削去粗老皮，露出嫩皮（韧皮）。将接穗削成 5~7 cm 长的单面马耳形，捏开削面皮层，将接穗的木质部轻轻插于砧木的木质部与韧皮部之间，插至微露接穗削面，然后绑扎（图 5-13）。

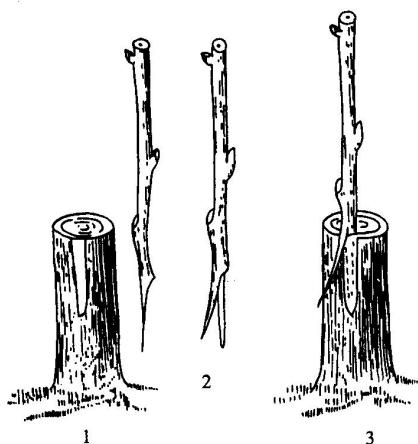


图 5-13 插皮舌接

1. 剪砧 2. 削接穗 3. 插接穗

6. 腹接 又分普通腹接及皮下腹接两种，是在砧木腹部进行的枝接。常用于针叶树的繁殖，砧木不去头，或仅剪去顶梢，待成活后再剪去接口以上的砧木枝干。

普通腹接：接穗削成偏楔形，长削面长 3cm 左右，削面要平而渐斜，背面削成长 2. 5cm

左右的短削面。砧木切削应在适当的高度，选择平滑的一面，自上而下深切一口，切口深入木质部，但切口下端不宜超过髓心，切口长度与接穗长削面相当。将接穗长削面朝里插入切口，注意形成层对齐，接后绑扎保湿(图 5-13)。

皮下腹接：皮下腹接即砧木切口不伤及木质部，将砧木横切一刀，再竖切一刀，呈“T”字型切口，切口不伤或微伤。接穗长削面平直斜削，背面下部两侧向尖端各削一刀，以露白为度。撬开皮层插入接穗，绑扎即可(图 5-14)。

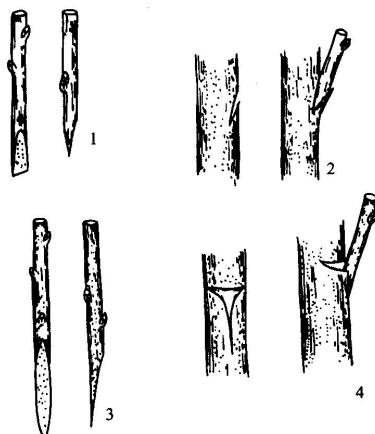


图 5-14 腹接

1. 削 (普通腹接) 接穗
2. 普通腹接
3. 削 (皮下腹接) 接穗
4. 皮下腹接

7. 靠接 靠接是特殊形式的枝接。靠接成活率高，可在生长期进行。但要求接穗和砧木都要带根系，愈合后再剪断，操作麻烦。多用于接穗与砧木亲合力较差、嫁接不易成活的观赏树和柑、橘类树木。

嫁接前使接穗和砧木靠近。嫁接时，按嫁接要求将二者靠拢在一起。选择粗细相当的接穗和砧木，并选择二者靠接部位。然后将接穗和砧木分别朝结合方向弯曲，各自形成“弓背”形状。用利刀在弓背上分别削 1 个长椭圆形平面，削面长 3~5cm，削切深度为其直径的三分之一。二者的削面要大小相当，以便于形成层吻合。削面削好后，将接穗、砧木靠紧，使二者的削面形成层对齐，用塑料条绑缚(图 5-15)。愈合后，分别将接穗下段和砧木上段剪除，即成 1 棵独立生活的新植株。

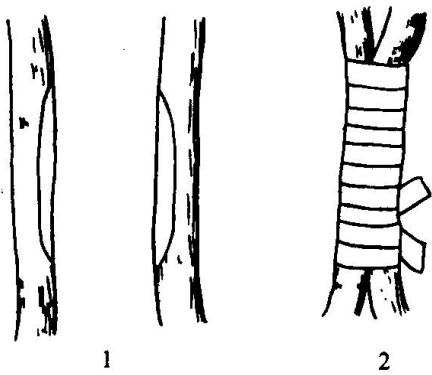


图 5-15 靠接

1. 砧穗削面 2. 接合后绑严

8. 其它枝接方法 桥接（图 5-16）与髓心形成层对接（图 5-17）。

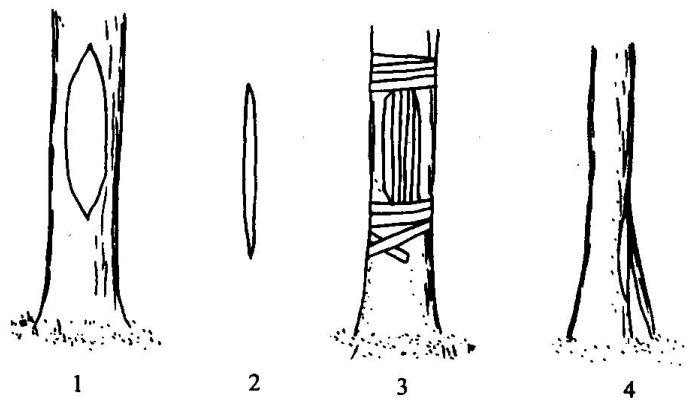


图 5-16 桥接

1. 伤口修整 2. 削接穗 3. 绑扎 4. 小苗桥接

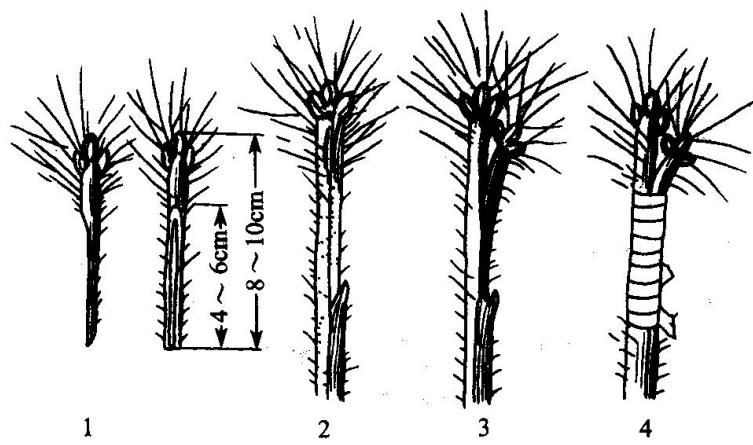


图 5-17 髓心形成层对接

1. 削接穗 2. 削砧木 3. 接后状况 4. 绑扎

(二) 芽接

芽接是苗木繁殖应用最广的嫁接方法。是用生长充实的当年生发育枝上的饱满芽做接芽，于春、夏、秋三季皮层容易剥离时嫁接，其中秋季是主要时期。根据取芽的形状和结合方式不同，芽接的具体方法有嵌芽接、丁字形芽接、方块芽接、环状芽接等。而苗圃中较常用的芽接主要为嵌芽接和丁字形芽接。

1. 嵌芽接 又叫带木质部芽接。此法不受树木离皮与否的季节限制，且嫁接后接合牢固，利于成活，已在生产实践中广泛应用。嵌芽接适用于大面积育苗。其具体方法如图 5-18 所示。

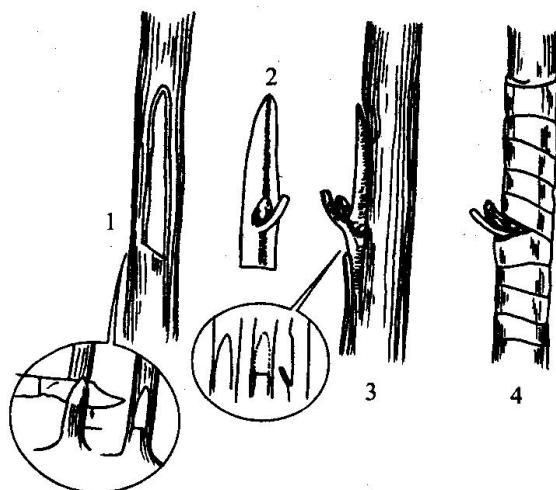


图 5-18 嵌芽接

1. 取芽片 2. 芽片形状 3. 插入芽片 4. 绑扎

切削芽片时，自上而下切取，在芽的上部 1~1.5cm 处稍带木质部往下切一刀，再在芽的下部 1.5cm 处横向斜切一刀，即可取下芽片，一般芽片长 2~3cm，宽度不等，依接穗粗度而定。砧木的切法是在选好的部位自上向下稍带木质部削一与芽片长宽均相等的切面。将此切开的稍带木质部的树皮上部切去，下部留有 0.5cm 左右。接着将芽片插入切口使两者形成层对齐，再将留下部分贴到芽片上，用塑料带绑扎好即可。

2. 丁字形芽接 又叫盾状芽接、“T”字形芽接，是育苗中芽接最常用的方法。砧木一般选用 1~2 年生的小苗。砧木过大，不仅皮层过厚不利于操作，而且接后不易成活。芽接前采当年生新鲜枝条为接穗，立即去掉叶片，留有叶柄。削芽片时先从芽上方 0.5cm 左右横切一刀，刀口长约 0.8~1cm，深达木质部，再从芽片下方 1cm 左右连同木质部向上切削到横切口处取下芽，芽片一般不带木质部，芽居芽片正中或稍偏上一点。砧木的切法是距地面 5cm 左右，选光滑无疤部位横切一刀，深度以切断皮层为准，然后从横切口中央切一垂直

口，使切口呈一“T”字形。把芽片放入切口，往下插入，使芽片上边与“T”字形切口的横切口对齐（图 5-19）。然后用塑料带从下向上一圈压一圈地把切口包严，注意将芽和叶柄留在外面，以便检查成活。若将砧木的切口做成‘上’形，则称为倒 T 形芽接。

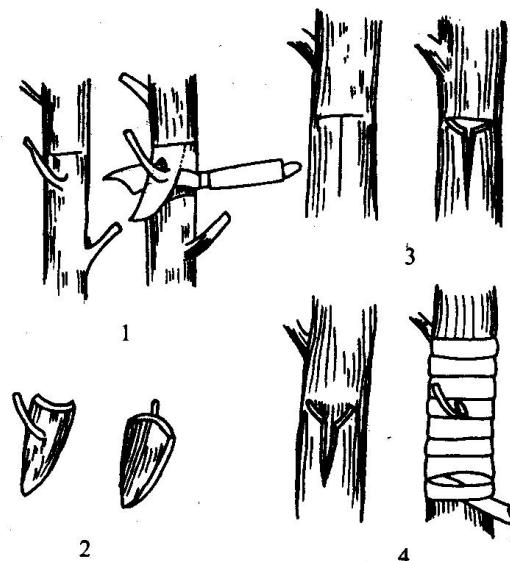


图 5-19 丁字形芽接

1. 削取芽片 2. 芽片形状 3. 切砧木 4. 插入芽片与绑扎

3. 方块芽接 又叫块状芽接。此法芽片与砧木形成层接触面积大，成活率较高，多用于柿树、核桃等较难成活的树种。因其操作较复杂，工效较低，一般树种多不采用。其具体方法是取长方形芽片，再按芽片大小在砧木上切开皮层，嵌入芽片。砧木的切法有两种，一种是切成“]”字型，称“单开门”芽接；一种是切成“I”字型，称“双开门”芽接。注意嵌入芽片时，使芽片四周至少有两面与砧木切口皮层密接，嵌好后用塑料薄膜条绑扎即可（图 5-20）。

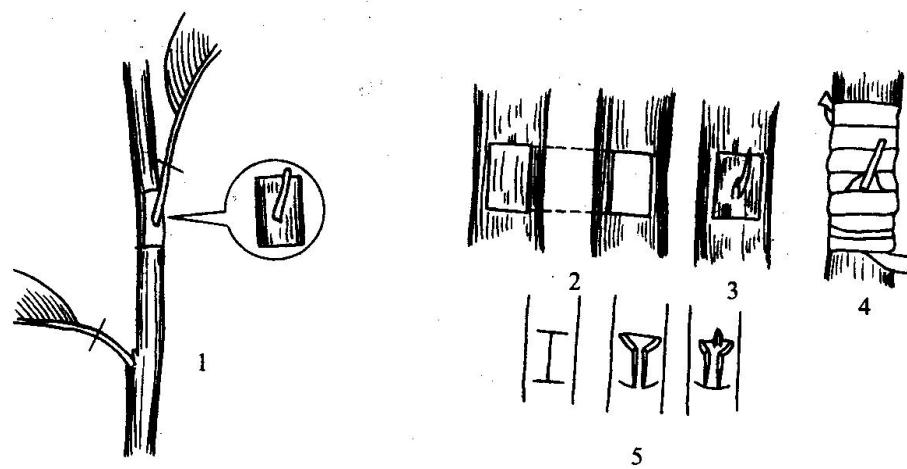


图 5-20 方块芽接

1. 接穗去叶及削芽 2. 砧木切削 3. 芽片嵌入 4. 绑扎 5. “I”字形砧木砧木切削及芽片插入

4. 套芽接 又称环状芽接。其接触面积大,易于成活。主要用于皮部易于剥离的树种,在春季树液流动后进行。具体方法是先从接穗枝条芽的上方 1cm 左右处剪断,再从芽下方 1cm 左右处用刀环切,深达木质部,然后用手轻轻扭动,使树皮与木质部脱离,抽出管状芽套。再选粗细与芽套相同的砧木,剪去上部,呈条状剥离树皮。随即把芽套套在木质部上,对齐砧木切口,再将砧木上的皮层向上包合,盖住砧木与接芽的接合部。用塑料薄膜条绑扎即可(图 5-21)。

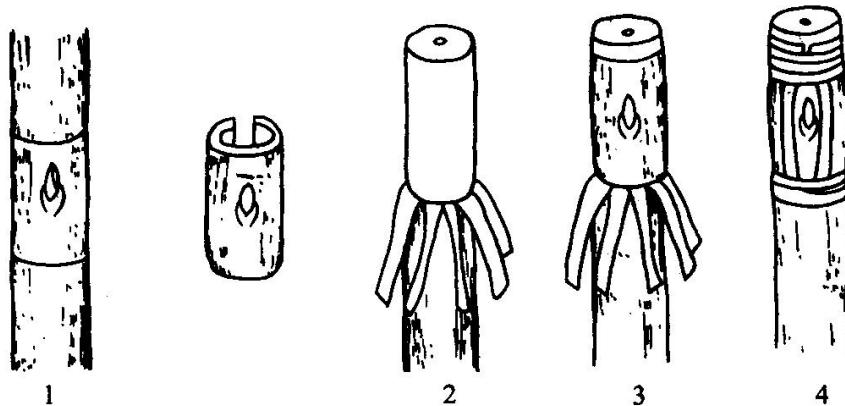


图 5-21 套芽接

1. 取套状芽片 2. 削砧木树皮 3. 接合 4. 绑扎

另外,生产上也有芽苗嫁接、种胚嫁接。

(三) 根接

用树根作砧木,将接穗直接接在根上。各种枝接法均可采用。根据接穗与根砧的粗度不同,可以正接,即在根砧上切接口;也可倒接,即将根砧按接穗的削法切削,在接穗上进行嫁接(图 5-22)。

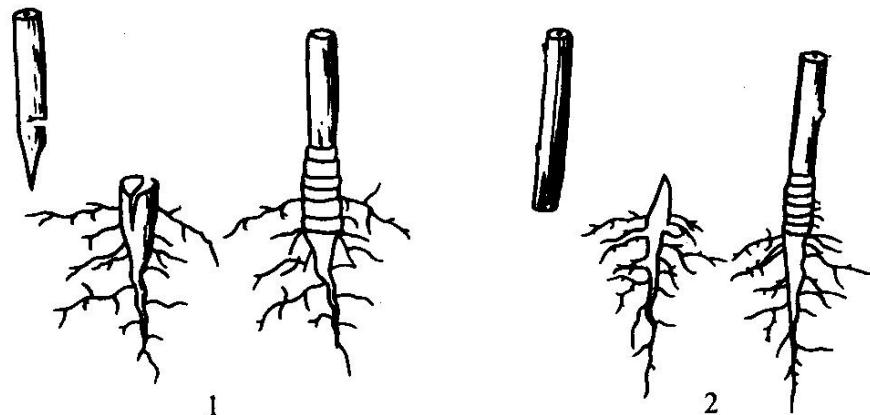


图 5-22 根接

1. 正接 2. 倒接

六、嫁接后的管理

(一) 检查成活、解除绑缚物及补接

枝接和根接一般在接后 20~30 天，可进行成活率的检查。成活后接穗上的芽新鲜、饱满，甚至已经萌发生长；未成活则接穗干枯或变黑腐烂。芽接一般 7~14 天即可进行成活率的检查，成活者的叶柄一触即掉，芽体与芽片呈新鲜状态；未成活则芽片干枯变黑。在检查时如发现绑缚物太紧，要松绑或解除绑缚物，以免影响接穗的发育和生长。一般当新芽长至 2~3cm 时，即可全部解除绑缚物，生长快的树种，枝接最好在新梢长到 20~30cm 长时解绑。如果过早，接口仍有被风吹干的可能。嫁接未成活应在其上或其下错位及时进行补接。

(二) 剪砧、抹芽、除蘖

嫁接成活后，凡在接口上方仍有砧木枝条的，要及时将接口上方砧木部分剪去，以促进接穗的生长。一般树种大多可采用一次剪砧，即在嫁接成活后，春季开始生长前，将砧木自接口处上方剪去，剪口要平，以利愈合。对于嫁接难成活的树种，可分两次或多次剪砧。

嫁接成活后，砧木常萌发许多蘖芽，为集中养分供给新梢生长，要及时抹除砧木上的萌芽和根蘖，一般需要去蘖 2~3 次。

(三) 立支柱

嫁接苗长出新梢时，遇到大风易被吹折或吹弯，从而影响成活和正常生长。故一般在新梢长到 5~8cm 时，紧贴砧木立一支柱，将新梢绑于支柱上。在生产上，此项工作较为费工，通常采用如降低接口、在新梢基部培土、嫁接于砧木的主风方向等其它措施来防止或减轻风折。

其它抚育管理与播种苗同。

第三节 分株繁殖

分株繁殖是利用某些树种能够萌生根蘖或灌木丛生的特性，把根蘖或丛生枝从母株上分割下来，进行栽植，使之形成新植株的一种繁殖方法。有些园林植物如臭椿、刺槐、枣、黄刺玫、珍珠梅、绣线菊、玫瑰、蜡梅、紫荆、紫玉兰、金丝桃等，能在根部周围萌发出许多小植株，这些萌蘖从母株上分割下来就是一些单株植株，本身均带有根系，容易栽植成活。

一、分株时期

主要在春、秋两季进行，由于分株法多用于花灌木的繁殖，因此要考虑到分株对开花的影响。一般春季开花植物宜在秋季落叶后进行，而秋季开花植物应在春季萌芽前进行。

二、分株方法

(一) 灌丛分株

将母株一侧或两侧土挖开，露出根系，将带有一定茎干（一般1~3个）和根系的萌株带根挖出，另行栽植（图5-23）。挖掘时注意不要对母株根系造成太大的损伤，以免影响母株的生长发育，减少以后的萌蘖。

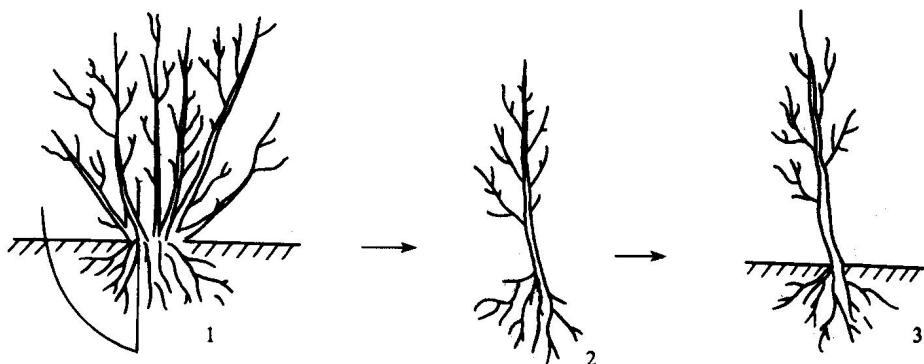


图 5-23 灌丛分株

1. 切割 2. 分离 3. 栽植

(二) 根蘖分株

将母株的根蘖挖开，露出根系，用利斧或利铲将根蘖株带根挖出，另行栽植（图5-24）。

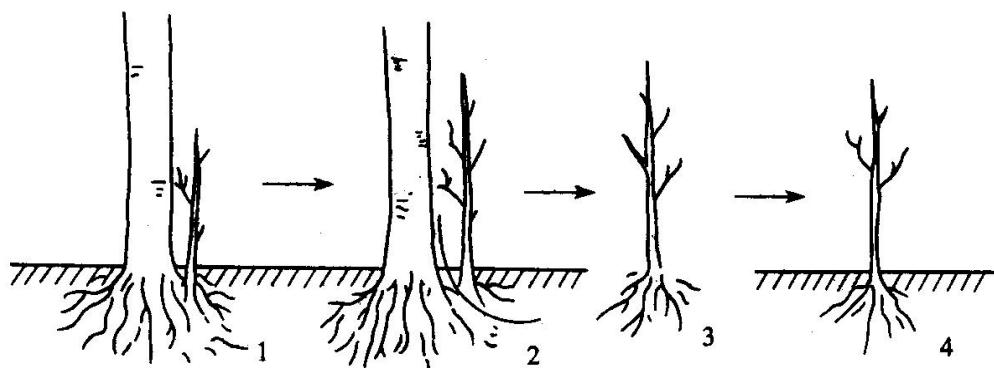


图 5-24 根孽分株

1. 长出的根孽 2. 切割 3. 分离 4. 栽植

(三) 挖起分株

将母株全部带根挖起，用利斧或利刀将植株根部分分成有较好根系的几份，每份地上部分均应有1~3个茎干（图5-25），这样有利于幼苗的生长。

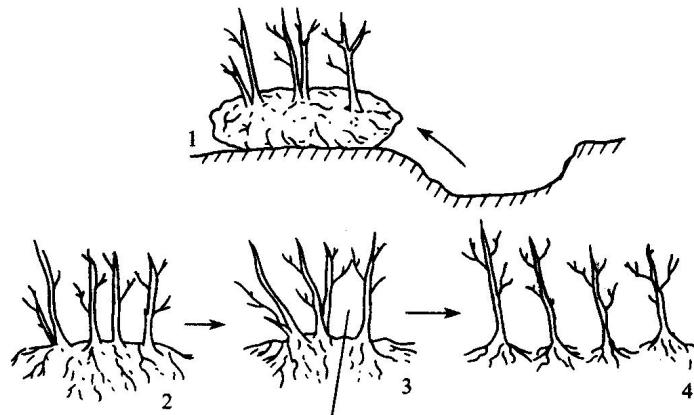


图5-25 掘起分株

1、2. 挖掘 3. 切割 4. 栽植

第四节 压条、埋条繁殖

一、压条育苗

压条繁殖是将未脱离母体的枝条压入土内或空中包以湿润物，待生根后把枝条切离母体，成为独立新植株的一种繁殖方法。压条繁殖的原理和枝插相似，只需要在茎上产生不定根即可成苗。此法多用于扦插繁殖不容易生根的树种，如玉兰、蔷薇、桂花、樱桃、龙眼等。

（一）压条的种类及方法

1. 低压法 根据压条的状态不同分为普通压条、水平压条、波状压条及堆土压条等方法(图5-26)。

(1) 普通压条法 为最常用的方法。适用于枝条离地面比较近而又易于弯曲的树种，如迎春、木兰、大叶黄杨等。具体方法为：在秋季落叶后或早春发芽前，利用1~2年生的成熟枝进行压条。雨季一般用当年生的枝条进行压条。常绿树种以生长期压条为好。将母株上近地面的1~2年生的枝条弯到地面，在接触地面处，挖一深10~15cm，宽10cm左右的沟，靠母树一侧的沟挖成斜坡状，相对壁挖垂直。将枝条顺沟放置，枝梢露出地面，并在枝条向上弯曲处，插一木钩固定。待枝条生根成活后，从母株上分离即可。一根枝条只能压一株苗。对于移植难成活或珍贵的树种，可将枝条压入盆中或筐中，待其生根后再切离母株。

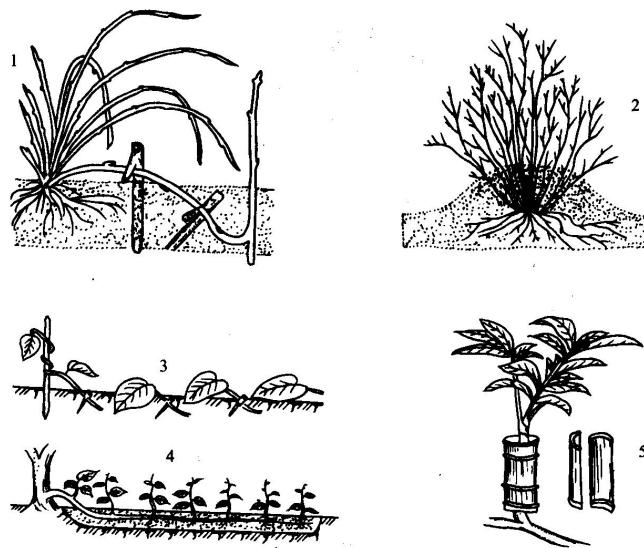


图 5-26 压条的各种形式示意图

1. 普通压条 2. 堆土压条 3. 波状压条 4. 水平压条 5. 空中压条

(2) 波状压条法 适用于枝条长而柔软或为蔓性的树种，如紫藤、荔枝、葡萄等。即将整个枝条波浪状压入沟中，枝条弯曲的波谷压入土中，波峰露出地面。使压入地下部分产生不定根，而露出地面的芽抽生新枝，待成活后分别与母株切离成为新的植株。

(3) 水平压条法 适用于枝长且易生根的树种，如连翘、紫藤、葡萄等。通常仅在早春进行。即将整个枝条水平压入沟中，使每个芽节处下方产生不定根，上方芽萌发新枝。待成活后分别切离母体栽培。一根枝条可得多株苗木。

(4) 堆土压条法 也叫直立压条法，适用于丛生性和根蘖性强的树种，如杜鹃、木兰、贴梗海棠、八仙花等。于早春萌芽前，对母株进行平茬截干，灌木可从地际处抹头，乔木可在树干基部刻伤，促其萌发出多根新枝。待新枝长到 30~40cm 高时，即可进行堆土压埋。一般经雨季后就能生根成活，翌春将每个枝条从基部剪断，切离母体进行栽植。

2. 高压法 也叫空中压条法。凡是枝条坚硬不易弯曲或树冠太高枝条不能弯到地面的树枝，可采用高压繁殖，如桂花、荔枝、山茶、米兰、龙眼等。高压法一般在生长期进行。压条时先进行环状剥皮或刻伤等处理，然后用疏松、肥沃土壤或苔藓、蛭石等湿润物敷于枝条上，外面再用塑料袋或对开的竹筒等包扎好(图 5-26)。以后注意保持袋内土壤的湿度，适时浇水，待生根成活后即可剪下定植。

(二) 促进压条生根的方法

对于不易生根或生根时间较长的树种，为了促进压条快速生根，可采用刻伤法、软化法、生长刺激法、扭枝法、缢缚法、劈开法及土壤改良法等阻滞有机营养向下运输而不影响水分和矿物质的向上运输，使养分集中于处理部位，刺激不定根的形成。

(三) 压条后的管理

压条之后应保持土壤的合理湿度，调节土壤通气和适宜的温度，适时灌水，及时中耕除草。同时要注意检查埋入土中的压条是否露出地面，若露出则需重压，留在地上的枝条如果

太长，可适当剪去部分顶梢。

二、埋条繁殖

埋条繁殖就是将剪下的1年生生长健壮的发育枝或徒长枝全部横埋于土中，使其生根发芽的一种繁殖方法，实际上就是枝条脱离母体的压条法。

（一）埋条方法

埋条时间多在春季。方法有以下几种：

1. 平埋法 在做好的苗床上，按一定行距开沟，沟深3~4cm，宽6cm左右，将枝条平放沟内。放条时要根据条子的粗细、长短、芽子的情况等搭配得当，并使多数芽向上或位于枝条两侧。为了防止缺苗断垄，在枝条多的情况下，最好双条排放，并尽可能地使有芽和无芽的地方交错开，以免发生芽的短缺现象造成出苗不均。然后用细土埋好，覆土1cm即可，切不可太厚，以免影响幼芽出土（图5-27）。

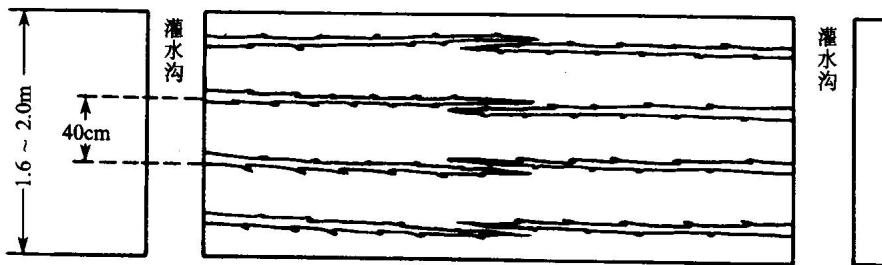


图 5-27 平埋法育苗示意图

2. 点埋法 按一定行距开一深3cm左右的沟，种条平放沟内，然后每隔40cm，横跨条行堆成一长20cm、宽8cm、高10cm左右的长圆形土堆。两土堆之间枝条上应有2~3个芽，利用外面较高的温度发芽生长，土堆处生根。土堆埋好后要踩实，以防灌水时土堆塌陷。点埋法出苗快且整齐，株距比平埋法规则，有利于定苗，且保水性能也比平埋法好。但点埋法操作效率低，较费工。

（二）埋条后的管理

埋条后应立即灌水，以后要保持土壤湿润。一般在生根前每隔5~6天灌一次水。在埋条生根发芽之前，要经常检查覆土情况，扒除厚土，掩埋露出的枝条。

1. 培土与间苗 埋入的枝条一般在条子基部较易生根，而中部以上生根较少但易发芽长枝，因而容易造成根上无苗、苗下无根的偏根现象。因此，当幼苗长至10~15cm高时，结合中耕除草，于幼苗基部培土，促使幼苗新茎基部发生新根。待苗高长至30cm左右时，即进行间苗。一般分两次进行，第一次间去过密苗或有病虫害的弱苗，第二次按计划产苗量定苗。

2. 追肥及培土 当幼苗长至40cm左右时，即可在苗行间施肥。结合培土，将肥料埋

入土中，以后每隔 20 天左右追施人粪尿一次，一直持续到雨季到来之前。这样前期促进苗木快长，后期停止追肥，使其组织充实，枝条充分木质化，可安全越冬。

3. 修剪除蘖及抚育管理 当幼苗生长至 40cm 左右时，腋芽开始大量萌发，为使苗木加快生长，应该及时除蘖。一般除蘖高度为 1.2~1.5m 左右，不可太高，以防干茎细弱。

另外，中耕除草、病虫害防治等抚育工作也要跟上。

第六章 园林树木的大苗培育

目前在城市绿化以及其他企事业单位、旅游区、风景区、森林公园、公路、铁路两侧等绿化美化中几乎都采用大规模苗木进行栽植。其原因有三：第一，选用大苗进行绿化美化施工，可以收到立竿见影的效果，很快满足绿化、防护、美化功能及人们的观赏需要。第二，由于绿化环境复杂，人对树木花草的影响和干扰破坏很大，以及土壤、空气、水源的严重污染，建筑密集拥挤都极大的影响树木花草的正常生长，而选用大苗有利于抵抗这些不良影响。第三，大规格苗木抵抗自然灾害的能力强。如抵抗严寒、干旱、风沙、水涝、盐碱能力强。

园林苗圃所培育出圃的都是大规模苗木，大苗的培育不是一年两年就能得到的，要经过多年多次移植、栽培管理、整形修剪等措施，才能培育出符合规格要求的各种类型大苗。

第一节 苗木移植

一、移植的意义和移植成活的基本原理

移植是把生长拥挤密集的较小苗木挖掘出来，按照规定的行株距在移植区栽种下去。这一环节是培育大苗常用的重要措施。

苗木移植这一技术措施，在育苗生产中起着重要作用：

① 移植扩大了苗木地上、地下的营养面积，改变了通风透光条件，因此使苗木地上、地下生长良好。同时使根系和树冠有扩大的空间，可按园林绿化美化所要求的规格发展。

② 移植切去了部分主、侧根，使根系减少，移植后促进须根的发展，根系紧密集中，有利于苗木生长，可提前达到苗木出圃规格，特别是有利于提高苗木移植成活率。

③ 在移植过程中对根系、树冠进行必要的合理的整形修剪，人为调节了地上与地下生长平衡。淘汰了劣质苗，提高了苗木质量。苗木分级移植，使培育的苗木规格整齐，枝叶繁茂，树姿优美。

二、移植的时间、次数和密度

(一) 移植时间

1. 春季移植

2. 秋季移植

3. 夏季移植(雨季移植)

4. 冬季移植

(二) 移植的次数与密度

培育大规格苗木要经过多年多次移植，而每次移植的密度又与总移植次数紧密相关。若每次苗木移植得密，相应移植的次数就多，每次移植得稀，相对移植的次数就少。苗木移植的次数与密度还与该树种的生长速度有关，生长快的移植密度稀(小)，次数少；生长慢的

移植密度大（密），移植次数多。

三、移植方法和技术措施

（一）移植方法

1. 穴植法 人工挖穴栽植，成活率高，生长恢复较快，但工作效率低，适用于大苗移植。在土壤条件允许的情况下，采用挖坑机挖穴可以大大提高工作效率。栽植穴的直径和深度应大于苗木的根系。

2. 沟植法 先按行距开沟，土放在沟的两侧，以利回填土和苗木定点，将苗木按照一定的株距，放入沟内，然后填土，要让土渗到根系中去，踏实，要顺行向浇水。此法一般适用于移植小苗。

3. 孔植法 先按行、株距划线定点，然后在点上用打孔器打孔，深度同原栽植相同，或稍深一点，把苗放入孔中，覆土。孔植法要有专用的打孔机，可提高工作效率。

（二）移植成活的技术措施

落叶树种的移植，除了要注意修剪地上部枝叶，使地下根系外表面积（或根量）与地上枝叶外表面积（枝叶量）相等，或枝叶外表面积略小于根系以外，还要注意移植的季节。落叶期移植由于枝叶量小，容易平衡地上部与地下部的关系。因苗木处于生理休眠状态，其蒸腾量小，移植成活率高。即秋季落叶后至春季发芽前移植最好，特别是春季发芽前移植成活率最高。落叶树种若在生长期移植要对地上部分实行强修剪，留少量枝叶，争取带大土球移植，或多带根系（掘苗根系直径为其地径的10~12倍），移植后经常给地上部枝叶喷雾，生长期也能移植成活。

（三）大苗移植

1. 断根缩坨

2. 喷洒抗蒸腾剂

3. 使用保水剂

4. ABT 生根粉和生长刺激素处理

5. 树冠喷雾降温

6. 搭建遮阳网

7. 带冻坨移植

8. 其它措施 为了提高移植成活率，要根据树木的生物学特性，掌握好移植季节。在移植过程中做到快起苗，快运输，快栽植，尽量减少苗木根系在空气中的暴露时间。尽可能多带根系。对树木地上部分适当进行修枝，疏去过密、带病虫害及生长势弱的枝条；常绿树种可适当疏去部分过密叶片，以减少蒸腾面积。对树干进行草绳缠绑，对树冠进行捆扎，防止运输过程中的摩擦损伤。栽植后24h内必须浇一次透水，使泥土充分吸收水分，和根系紧密结合，以利根系发育。必要时对树干进行输液。用木棍、竹竿或钢管对树干立柱支撑，防止风吹摇动或吹倒苗木。

第二节 苗木的整形修剪

一、整形修剪的意义

①通过整形修剪可培养出理想的主干，丰满的侧枝，圆满、匀称、紧凑、牢固、优美的树形。通过整形修剪可以使植物按照人们设计好的树形生长发展，有利开花结果。

②通过整形修剪可以改善苗木的通风透光条件，减少病虫害，苗木健壮，质量提高。

③整形修剪可使植株矮化。

二、整形修剪的时间和方法

（一）修剪的时期

按苗木的生长与休眠时期分为生长期修剪和休眠期修剪，也有称为夏季修剪和冬季修剪。

（二）整形修剪方法

1. 抹芽
2. 摘心
3. 短截 短截就是剪去枝条的一部分。一般是指短截一年生枝条。短截有极轻短截、轻短截、中短截、重短截、极重短截 5 种。
4. 疏枝 从枝条或枝组的基部将其全部剪去称为疏枝或疏剪。
5. 拉枝
6. 刻伤
7. 环割
8. 环剥
9. 劈枝
10. 化学修剪 化学修剪就是使用生长促进剂或生长抑制剂、延缓剂对植物的生长与发育进行调控的方法。

促进植物生长时可用生长促进剂，既生长素类，如吲哚丁酸（IBA）、萘乙酸（NAA）、2,4-二氯苯氧乙酸（2, 4-D）、赤霉素（GA）、细胞分裂素（BA）。抑制植物生长时可用生长抑制剂，如：比久（B-9）、矮壮素（CCC）、控长灵（PP333）。

第七章 园林苗木质量评价与出圃

苗木质量的优劣直接关系到园林绿化美化的成败、以及观赏和防护效能的发挥。为了确保苗木质量及绿化效果，对出圃苗木质量进行准确评价十分重要。苗木的掘取、运输、贮藏等过程也对苗木的生命力造成很大影响。

第一节 园林苗木调查

一、苗木调查的目的和要求

为了得到精确的苗木产量和质量数据，需在苗木地上部分停止生长后，落叶树种落叶前，按树种或品种、育苗方法、苗木年龄分别调查苗木产量、质量，为做好生产、调拨、供销计划提供依据。

苗木调查要求有90%的可靠性。产量精度要达到90%以上，质量精度要达到95%以上。

二、调查区的划分

凡是树种或品种、育苗方法、苗木年龄以及育苗的主要技术措施（如播种的方法、施肥、灌溉等）都相同的育苗地可划分为一个调查区。同一调查区的苗木要统一编号。

苗木调查所得到的产量与质量数据，是否代表苗木的实际情况，主要取决于抽样方法和苗木测定的准确程度。

三、调查方法

园林苗木调查常以胸径或地径、苗高、枝下高、冠幅等作为质量标准。

苗高指苗木的高度，即地面至苗木顶梢的高度，常用m来表示。调查时可用钢卷尺或标杆进行测量，如苗木过高，可用测高仪进行测量；胸径又称胸高直径，指距地面1.3m处的苗干直径；地径又称地际直径，指近地面处苗干直径。胸径和地径常用cm来表示，可用游标卡尺或围尺进行测量；枝下高指地面至苗木最下一个分枝处的高度，常用m表示；冠幅指苗木树冠的平均直径，即树冠垂直地面投影的平均直径，常用m表示。一般取树冠东西方向直径和南北方向直径的平均值。

苗木调查时，应将调查数据填入苗木调查表中（表7-1），然后进行统计，并将有病虫害、机械损伤、畸形、双顶芽的苗木同时调查，分别记载。

表7-1 苗木调查统计表

调查日期： 年 月

作业区号	树种	苗龄	质 量	株数	面 积	备注
------	----	----	-----	----	-----	----

			苗高	主干高	胸径/地径	冠幅			

调查人：

(一) 计数统计法

数量较少的大苗或比较珍贵的苗木，为了做到统计数据准确，可逐株测量其胸径（地径）、苗高、枝下高、冠幅等，统计苗木数量和质量。

(二) 标准行法

在苗木生产区，选择有代表性的标准行1～多行，逐株测量其胸径（地径）、苗高、枝下高、冠幅等，统计平均1行苗木数量和质量，然后推算出全生产区苗木的数量和质量。

标准行一定要从数量上和质量上具有代表性，否则调查的数据如何准确，也不能代表全生产区苗木的数量和质量。

(三) 样地法

样地法具有调查可靠性大，精度高等优点，并且在外业结束后能很快计算出调查的精度。如果精度未达到要求时，能立即计算出需要补测的样地数量。

在苗木生产区，采用机械抽样法或随机抽样法，每隔一定距离抽取一个样地，样地的大小根据苗木的大小和株行距决定，一般为 $1m^2$ 或 $100m^2$ ，逐株测量其胸径（地径）、苗高、枝下高、冠幅等，统计计算平均1个样地的苗木数量和质量，然后推算出全生产区苗木的数量和质量。

第二节 园林苗木质量标准与评价

一、形态指标

苗木质量的形态指标主要包括苗高、胸径（地径）、苗木重量、根系（包括侧根数、根系总长度、根表面积指数等）、茎根比、顶芽等。

由于单个形态指标常常只能反映苗木的某个侧面，而苗木各部分间的协调和平衡对定植成活及初期生长十分重要，因此，人们常采用苗木的综合特征来表示苗木质量。

优质壮苗应具备以下形态特征：

① 根系发达，有较多的侧根和须根，根系有一定长度。裸根苗根系直径为苗木地径的10～15倍；带土球苗木所带土球直径为苗木地径的10～15倍，土球高度为土球直径的2/3左右。

② 苗干粗而直，有与粗度相称的高度，具有良好的骨架基础；枝条充分木质化，枝叶繁茂，色泽正常，上下匀称，生活力旺盛。

③ 苗木茎根比值较小，高径比值较小，而重量大；

④ 无病虫害和机械损伤。

⑤ 芽充实饱满。萌芽力弱的树种（特别是针叶树种）要有发育正常而饱满的顶芽。

二、生理指标

1、苗木水势 大量研究和生产实践证明，定植后苗木死亡的一个重要原因就是苗木水分

失调。过去主要是以含水量来反映苗木水分状况，但由于含水量的影响因素较多，不能准确地反映苗木体内的水分状况。因此，目前多采用水势来评价苗木水分状况，水势能反映苗木由于水分缺乏所造成的伤害。用压力势技术测定苗木水势，可根据测定结果初步判断栽植成功的可能性，并对苗木进行分级。但仅用压力势与测定含水量、失水率一样，有可能把吸足水的死苗评定为壮苗，而 $P-V$ 技术可解决这个问题。枯死苗木的根系细胞已遭破坏，失去了半透膜的控水能力，在压力室稍加压力，水分几乎一次全部排出，继续增压，几乎排不出更多水分，其 $P-V$ 曲线几乎垂直于横轴；而吸足水分的壮苗，根细胞膜完整，有很强的控水能力。两者 $P-V$ 曲线差异显著。

2、碳水化合物贮量 苗木栽植后能否迅速长出新根，是园林苗木成活及生长表现的关键之一。根的萌发及生长需消耗大量碳水化合物，尤其当苗木碳水化合物贮量不足时，碳水化合物含量与苗木栽植后的生长表现关系十分密切，成为苗木生长的限制因素。

3、导电能力 植物组织的水分状况以及植物组织膜的受损情况与组织的导电能力紧密相关。干旱以及其他任何环境胁迫都会造成植物组织细胞膜的破坏，从而使细胞膜透性增大，对水和离子交换控制能力下降， K^+ 等离子可自由外渗，从而增加其外渗液的导电能力。因此通过对苗木导电能力的测定，可在一定程度上反映苗木的水分状况和细胞受害情况，起到指示苗木活力的作用，也可以对越冬贮藏休眠苗木进行苗木病腐病和死活的鉴定。常用方法有：①测定苗木组织外渗液电导率；②测定苗木组织的电阻率。

4、叶绿素含量 植物叶片的颜色是指示植物活力的重要指标，但以苗木叶片颜色为主的目测法存在问题，不仅主观性强，而且依赖于观察者的经验。可以通过测定苗木叶绿素含量，定量评价苗木的健康状况。

5、四唑染色法测定根系活力 四唑（TTC）的水溶液无色，可进入植物的活组织细胞，由于细胞内的脱氢酶的作用，被根系吸收的四唑被还原生成稳定的、不溶于水、不易扩散转移的红色物质，从而使根系的活组织染上红色。因脱氢酶活性与细胞的呼吸有关，四唑被还原的数量与根系活力的强弱呈正相关。因此，可根据根系被染成红色的深浅作为根系活力强弱的指标。

三、根生长活力

根生长活力（Root Growth Potential）是将苗木置于最适宜生长环境中的发根能力，是评价苗木活力最可靠的方法之一。苗木不论在形态和生理上的各种变化都会在 RGP 上反映出来，从而预测出苗木的成活潜力，准确评价苗木质量。表示根生长活力的指标有：新根生长点数量、大于 1cm 长的新根数量、大于 1cm 长的新根总长度、新根表面积指数、新根鲜重和新根干重等。不同指标反映的是苗木生根过程中不同的生理过程。

根生长活力测定的意义不仅在于它能反映苗木的死活，更重要的是它能指示不同季节苗木活力的变化情况，这对于种苗活力大小、抗逆性强弱，选择最佳起苗和绿化时期有重要意义。RGP 的不足之处在于其测定时间较长，一般需 2~4 周。但是将它作为苗木活力测定的基准方法，用于科研及生产上仲裁苗木质量纠纷是非常有用的。

第三节 出圃苗木的掘取与分级

一、掘苗

掘苗又称起苗。起苗前要对出圃苗木进行严格选择，保证苗木质量。选苗时，除根据设

计图纸提出的规格要求外，所选苗木还应满足生长健壮、无机械损伤、树形优美和根系发达等要求。起苗这一生产环节对合格苗产量影响很大，稍不注意就可能使优良苗木变成废苗。因此，起苗时一定要保证苗木根系完整，减少损伤，以提高栽植成活率。

1. 起苗规格 起苗规格根据苗木的大小、是否带土球确定。小苗根据苗木高度确定应留根系长度；大、中苗根据苗木胸径确定应留根系长度；带土球苗根据苗木高度确定土球规格

2. 起苗时间 起苗时间要与植苗绿化季节、劳力配备及越冬安全等情况相配合。除雨季绿化用苗随起随栽外，多在秋季苗木停止生长后和春季苗木萌动前起苗。

(1) 秋季起苗

(2) 春季起苗

(3) 雨季起苗

3. 起苗方法 因树种和苗木大小而异，有带土和不带土两种。一般常绿树种以及在生长季节起苗，因蒸腾量大需带土球；年龄较大的苗木因根系恢复较困难，也应带土球。

(1) 裸根起苗

(2) 带土球起苗

(3) 断根缩土球起苗

二、苗木分级

起苗后应根据一定的质量标准把苗木分成若干等级。苗木分级的目的，一是保证出圃的苗木合乎规格；二是可使栽植后生长整齐美观，且便于管理。苗木分级工作应在背风、阴湿处进行，以减少苗根水分丧失。

苗木分级标准，因树种、品种及主要观赏目的等而异，一般按苗高、胸径、地径、根系、病虫害和机械损伤状况分级。此外，常绿针叶树种，有无正常顶芽以及叶色是否正常，是分级的重要指标之一；大中型落叶乔木，如杨、槐、枫杨、合欢等，要求树干直立，胸径（胸高直径）3cm以上，分枝点在2.5m以上为出圃最低规格，胸径每增加0.5cm，提高一个规格级别；小型落叶乔木及单干式灌木，如榆叶梅、碧桃、海棠等，地径2.5cm以上方可出圃，地径每增加0.5cm，提高一个规格级别；多干式灌木，要求自根际分枝处有3个以上分布均匀的主枝，其中丁香、黄刺玫等大型灌木类要求苗高达80cm以上，紫薇、玫瑰等中型灌木类要求苗高达50cm以上，月季、小檗等小型灌木类要求苗高在30cm方可出圃，高度每增加30cm、20cm、10cm，大、中、小型灌木分别提高一个规格级别；绿篱苗木要求冠高比1:1，冠从直径20cm以上，高度50cm以上为出圃最低标准，高度每增加20cm，提高一个级别；常绿乔木要求冠形丰满，高度1.5m以上，胸径5cm以上为出圃规格；攀援类要求枝蔓发育充实，腋芽饱满，根系发达丰满，以苗龄确定级别。

第四节 苗木检疫与消毒

为了防止危险性病虫害随着苗木的调运传播蔓延，将病虫害限制在最小范围内，对输出输入苗木的检疫工作十分必要。尤其我国加入WTO后，国际间或国内地区间种苗交换日益频繁，因而病虫害传播的危险性也越来越大，所以在苗木出圃前，要做好出圃苗木的病虫害检疫工作。苗木外运或进行国际交换时，则需专门检疫机关检验，发给检疫证书，才能承运或寄送。带有“检疫对象”的苗木，一般不能出圃；病虫害严重的苗木应烧毁；即使属非检疫对象的病虫也应防止传播。因此苗木出圃前，需进行严格的消毒，以控制病虫害的蔓延传播。

常用的苗木消毒方法如下：

1. 石硫合剂消毒 用波美 4~5° 石灰硫磺合剂水溶液浸泡苗木 10~20 分钟，再用清水冲洗根部一次。
2. 波尔多液消毒 用 1:1:100 式波尔多液浸泡苗木 10~20 分钟，再用清水冲洗根部一次。对李属植物要慎重应用，尤其是早春萌芽季节更应慎重，以防药害。
3. 升汞水消毒 用 0. 1% 浓度的升汞水溶液浸泡苗木 20 分钟，再用清水冲洗 1~2 次。在升汞水中加入醋酸、盐酸，杀菌的效力更大。同时加酸可以减低升汞在每次浸渍中的消耗。
4. 硫酸铜水消毒 用 0. 1%~1. 0% 的硫酸铜溶液，处理 5 分钟，然后再将其浸在清水中洗净。此药主要用于休眠期苗木根系的消毒，不宜用作全株苗木消毒。

第五节 苗木包装与运输

一、苗木包装

二、苗木运输

第六节 苗木假植与贮藏

一、苗木假植

二、苗木贮藏

为了更好地保证苗木安全越冬，推迟苗木萌发，以达到延长栽植时间的目的，可利用室内贮藏苗木。贮藏是指在人工控制的环境中对苗木进行控制性贮藏。室内贮藏温度多控制在 1~5℃，又称低温贮藏。低温能使苗木保持休眠状态，降低生理活动强度，减少水分的消耗和散失，保持苗木活力，延长造林绿化时间。

低温贮藏苗木的关键是要控制温度、湿度和通气条件。温度以 1~5℃ 最为适宜，北方树种可更低 (-3~3℃)，南方树种可稍高 (1~8℃)，低温可以减低苗木在贮藏过程中的呼吸消耗，但过低会使苗木冻伤。相对湿度以 85%~100% 为宜，高湿可减少苗木失水。室内要注意适当通风。可利用冷藏库、冰窖、地窖、地下室等进行贮藏。有试验表明，将苗木置于贮藏箱内，苗木根部填充无菌的湿润珍珠岩，这样包装的苗木再贮存于气调冷库内，贮藏效果非常好。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。

第八章 设施育苗

第一节 育苗设施

一、育苗设施的发展

育苗设施的发展史是与科学技术的进步，工农业的发展息息相关的。

玻璃发明以前，温室用纸糊窗，以取得保温和透光效果的，这就是纸窗温室。纸窗温室在我国有悠久的历史，最早可以追溯到公元 105 年东汉时代，也就是“蔡侯纸”被推广应用以后纸窗温室就开始应用于皇家园林，后一直沿用至今，目前仍有用纸窗做冷洞子的。

十八世纪玻璃工业的出现，对温室的建造无疑是一场革命。与纸比较，玻璃不仅透光性好，污染少，而且结实耐用，可以大大改善温室效能，也为建造大型温室提供了条件，因此纸窗温室逐渐被玻璃温室所取代，促进了温室的发展。在这个时期出现了不少有名的玻璃温

室如英国伦敦皇家植物园(Kow Garden)中的高架温室，美国旧金山金门公园中的展览温室等。

1931年法国人Regnault发现了聚氯乙烯的单体氯乙烯，并于1938年观察到氯乙烯的聚合物，成为塑料工业发展的开始，此后的几十年塑料工业大发展，1950~1972年世界塑料的产量增长21倍。由于塑料性能优越，用途广泛，原料充足，价格便宜，为塑料温室的建设提供了充足的原料。用于塑料大棚的塑料主要为聚氯乙烯，1967年日本农用塑料约为70000t，其中用于塑料大棚的为20000t，聚氯乙烯塑料占2/3；美国1967年使用塑料45000t，大棚用8000t，聚氯乙烯占80%。在我国现已普遍采用塑料大棚种菜，在育苗工作上也逐渐使用更多的塑料大棚，北京琅山苗圃，1981年建成由美国进口的现代化温室，总面积5443m²，用于绿化树种的育苗。近几年北京东北旺苗圃、北京园林局科研所、天津园林局等单位，都先后引入了类似的塑料温室，用于苗木的培育。

在我国塑料温室将会有更大发展。因为：①使用塑料温室育苗已经积累了很多的经验，获得较好效果。②我国石油化工工业发展迅速，为塑料工业提供了丰富而廉价的材料来源。③我国处于发展塑料温室最为优越的地理位置与气象条件。从我国所处的地理纬度来讲，从南到北都适合发展塑料温室，特别是长江以北，更是发展塑料温室的中心地区(表8-1)。

表8-1 主要国家和我国主要城市发展塑料大棚所处的纬度

国 别	塑料大棚发展纬度(°)	城 市	所处的纬度(°)
日 本	46~32	齐齐哈尔	47
美 国	48~25	哈尔滨	45
意大利	47~37	长春	44
前苏联	60~35	沈阳	42
法 国	52~42. 5	北京	40
荷 兰	53~51	太原	38
比利时	52~49	西安	34
		上海	31

二、育苗设施的类型与性能

我国目前常用来作育苗的设施有：玻璃温室、塑料日光温室、大棚、防雨棚和遮阳网覆盖等。

温室(greenhouse)按覆盖材料的不同，大体分为玻璃温室(glasshouse)和塑料温室(plastichouse)二类。按中国的沿用习惯，塑料温室又可分为北方的塑料日光温室(Chinese solar greenhouse)和全国普遍应用的塑料大棚(vinylhouse)(俗称大棚)二大类。

(一) 玻璃温室

玻璃温室透光性好，空气湿度低，适于喜强光和低湿环境的花灌木及花卉等的育苗与栽培。而大棚易于吸尘，透光性差，且湿度大，适于栽培耐弱光和湿润环境的观叶类苗木的育苗与栽培。

玻璃温室种类依结构材料不同，可分为铝合金架、钢架和木材等。而大棚则多用钢管作材料，价格便宜，易于大面积推广。

玻璃温室按外形可分为单斜面、双斜面和不等式双斜面三种类型。还可分为单栋式和连栋式二类(图8-1)。

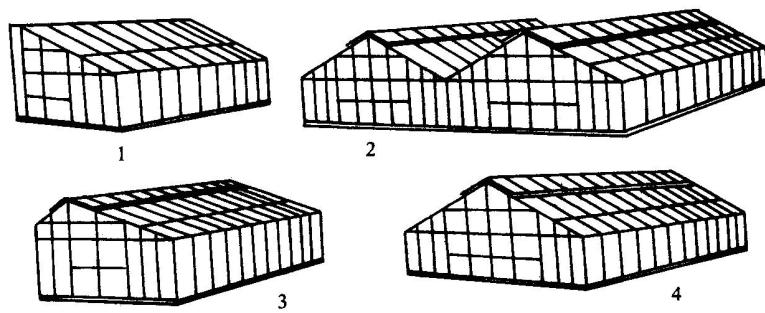


图 8-1 玻璃温室的种类

1.单斜面式 2.双斜面连栋式 3.不等双斜面式 4.双斜面单栋式

单斜面式 东西向，北墙用混凝土或砖做成，保温性高，适于冬季栽培，操作较方便。是最古老的形式。

双斜面式 两层脊等长，一般南北朝向，采光量均等。室内利用面积大，夏季通风性良好，用途最广。

不等式双斜面型 屋脊两边不均等，一般东西向，南斜面与北斜面长度之比多为 3/4 或 1/4，兼有单斜面温室和双斜面温室的优点，冬季采光性和保温性更好。我国北方长期以来大量发展了这种类型的简易加温温室，东西两侧为砖墙，南面为玻璃，分二段（天窗与地窗）。跨度一般为 5~7m，高 2~2.5m，天窗长 2.2m，地窗 1.6m 或等长，天窗与水平线倾角小于 15°~22°，地窗角小于 38°~53°。北墙内侧有煤火烟道加温设备。夜间玻璃屋面覆盖蒲席保温。所谓北京改良式温室，就是其中的典型。

连栋式 是由二座以上双斜面温室连接起来的温室，便于机械化、自动化管理操作。南北向建设，土地利用率可达 90%~100%，而单栋式仅为 60%~70%。缺点是连接部光线较差，通气性不及单栋式好，易遭雪害。我国在 80 年代初期，从国外引进的大型温室，多属于这一类型。国内上海长征温室厂、上海农机所和中国农业工程研究设计院都有单栋式、连栋式玻璃温室的商品生产能力。

玻璃温室除了有柱、屋架、檩、天窗、侧窗、天沟等结构外，还有加温、灌溉、双重覆盖、CO₂ 施肥设施、降温、补光等设备。随着温室的现代化、大型化，环境调控技术也逐步实现了自动化和综合调控，包括温度、相对湿度、通风、灌溉、肥料施入、CO₂ 发生器和双重幕开闭等的自动控制。目前已将电子计算机应用于温室的环境综合管理。

现代化温室设备，是设施育苗最佳的环境保护设施。但一次性投资大，要依经济条件而发展。

（二）日光温室

是指我国华北、东北和西北地区，在 80 年代迅猛发展起来的塑料日光温室。它是一种在继承我国二千多年暖棚栽培传统的基础上，吸取现代设施园艺中的新型覆盖材料和环境调控技术，经改良创新而研究开发而成的。十余年来，这种温室在“三北”地区已发展到近 35 万亩。这种日光温室不仅成为我国北方地区主要的设施育苗形式，而且成为我国设施园艺中面积最大的栽培方式。主要原因在于它是传统农业与现代农业技术相结合的典型之一。投资少、效益高，适合我国当前农村的技术及经济条件；另一方面，它在采光性、保暖性、低能耗和实用性等方面，都有明显的优异之处，是北方农家乐乐于应用、面积年年持续增长的设施育苗及栽培方式。

日光温室的基本结构如图 8-2 所示。它是一种不等式双斜面温室。东西向建造，北、东、

西三面为土墙或砖墙。北屋面由檩和横梁构成，檩上铺秸秆等保温材料，上抹草泥呈坡状。后墙外培防寒土。前屋面为半拱型、一面坡、一面坡加立窗、三折式等形式，以半拱型居多。前屋面覆盖塑料薄膜，夜间在薄膜上面再盖纸被、草苫等防寒保温。日光温室使用的建材有竹木、钢材、竹木钢材混合及水泥预制件等。

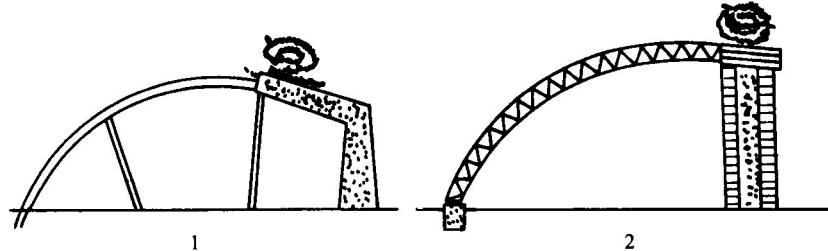


图 8-2 日光温室的基本结构

1.竹木结构 2.钢筋结构

日光温室形式多种多样，目前尚处于大发展时期，有待根据各地的具体自然经济条件逐步完善和实现标准化生产。据各地经验，北纬 $33^{\circ}\sim43^{\circ}$ 地区，一般日光温室的内侧跨度为6~8m，高2.8~3.1m，长度50m，墙体厚度50~100cm。墙外培土隔热防寒，厚度为当地最大冻土层厚度，后屋面仰角大于等于当地冬季太阳高度角，草泥复合保温层厚40~70cm，前屋面脚下可挖30~40cm防寒沟。双斜面日光温室前立窗高80cm，与地面呈65°角。屋面采光角度为 $23.5^{\circ}\pm3.5^{\circ}$ ；拱圆型日光温室前屋面主要采光部位各点的切线与地平面的夹角以 $24^{\circ}\sim30^{\circ}$ 为宜。随着科技的进步，墙体、覆盖保温材料、建材均将为新型轻质的新材料所替代。今后在东北、华北、西北和黄淮地区都将建立相应的标准化的塑料日光温室。

利用日光温室进行设施育苗及无土栽培，在“三北”地区有着良好的发展前景。

(三) 塑料大棚

1965年我国开始应用简易塑料大棚。当时主要作为北方蔬菜的“春提前、秋延后栽培”而广泛应用，后来在全国各地迅速推广。材料从竹木、水泥预制件、钢筋直到镀锌钢管。经过科技人员十余年来总结提高，我国塑料大棚的棚型结构基本定型。它的面积仅次于北方的日光温室。由于它具有较玻璃温室结构简单、拆建方便、一次性投资较少、土地利用率高等优点，所以从东北到华南都广为利用。不仅用作设施育苗，还可以用来进行遮雨育苗及无土栽培。我国的无土栽培，目前主要还是利用装配式镀锌钢管大棚作为保护设施(图8-3)。

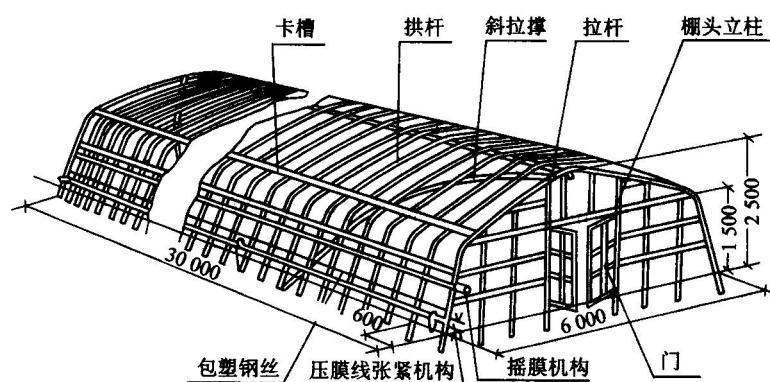


图 8-3 镀锌钢管大棚结构简图 (单位: cm)

用于无土栽培的大棚, 以棚宽 6~10m, 高 2.3~3.0m, 面积 0.3~0.5 亩为宜。也可以做成连栋式的大棚。覆盖的薄膜, 宜选用防尘、无滴、耐老化的长寿膜, 棚内要设置二重幕装置。

(四) 防雨棚和遮阳网装置

地处亚热带和热带的我国南方地区, 夏季多暴雨、台风, 且受强光烈日照射和高温胁迫、病虫多发, 使育苗受抑制, 生产没有保证。利用大棚骨架, 仅覆盖顶幕(天幕)而揭除边膜(围裙幕), 使夏季能防雨, 而又四周通风, 这是一种最简易的防雨棚栽培。如果在顶幕上面再覆盖上银灰色或黑色的遮阳网, 则能减弱强光照射, 使棚内土温在夏日中午下降 8~12℃, 有效地减轻高温的危害。提高育苗的成活率。

遮阳网覆盖育苗的方式很多。近年来在我国南方地区, 遮阳网覆盖栽培作为盆花育苗及切花栽培的一种最为简易有效的覆盖方式而迅速推广普及。作为无土栽培设施, 夏季一般是停止运转的, 如果大棚顶幕上再覆盖一层遮阳网, 则大棚无土栽培设施在夏季也能正常运转。

三、设施栽培环境的调控技术

以上介绍了设施育苗中常用的环境保护设施种类、结构和主要特性。利用这些设施, 有可能在一定程度上, 按作物生育的需要, 控制光照、室温、风速、相对湿度、CO₂浓度等地上部环境, 以及基质的温度等根际环境, 使苗木生长在最适的环境条件下, 提高苗木的成活率, 培养优质壮苗。但是, 实际上外界环境对苗木生长的影响是综合的, 而不是单因子的。同时苗木生长最适的环境, 不仅因种类品种的不同而不同, 而且不同育苗季节和不同生长发育时期也是不同的, 这就增加了环境调控技术的难度和复杂性。

(一) 光照条件及其调控

光照不仅影响光合作用, 而且与幼苗生长、休眠和产品器官形成都有密切关系。就光合作用而言, 在一定范围内, 光合作用随光强的增强而增加。但是在设施栽培下, 往往透光率受影响, 所以要充分考虑设施的采光性。

由于设施覆盖材料的透光性和作物叶片的相互遮荫原因, 有可能产生设施内由于光照不足而发生的生长障碍。因此, 必须深入研究如何增加室内采光量的设施结构和相应的管理技术。

提高室内采光量, 必须从覆盖材料的选择入手, 不同的覆盖材料透光性不一, 据北京农科所测定结果为:一般农用塑料薄膜的透光率为 83%左右(厚度为 0.1mm), 覆盖后测定透光率为 75%~80%, 使用 15~40 天后光线透光率为 50%左右。但美国进口的塑料纤维玻璃透光率可达 95%以上, 并且可连续使用 15 年, 仍保持较高的透光率, 且重量轻(表 8-2)。

表 8-2 不同塑料材料的透光率比较

塑料种类	平均透光率 (%)	备注
聚乙烯	64. 6	
聚氯乙烯	70. 2	
丹宁薄膜	77. 0	
塑料钢化玻璃	85. 0	四季青公社温室
塑料纤维玻璃	95. 0	琅山苗圃温室

在设施构造方面, 单栋式比连栋式采光性能好。棚室的跨度、高度、倾斜角与采光量也

有密切关系。因不同纬度下，太阳入射角不同，因此，要经过科学测算设计最佳的倾斜角。我国北方日光温室，为增加采光量，均在北墙内壁挂上一道2~2.2m高的聚脂镀铝镜面反光幕，可使距反光幕3m以内的北侧苗木中下部光照强度增加10%~40%，对克服冬季或阴雨雾天光照不足的不利条件有显著效果。

栽培管理也影响苗木的采光量，同一密度下，扩大行距，缩小株距，可提高蔓性苗木中下部的采光量，即一窄畦栽一行比一畦栽二行的苗木生长量大。

(二) 温室的温度及其调控

温室内的温度要比外界温度高。是因为白天太阳照射，其热能贮藏于土中，晚上地面放热时，又因被塑料覆盖，阻隔热气不能很快外流，从而提高了室内温度。温室的保温性是与床土面积有关的，也与温室的大小有关。这种关系可以用下式表示：

$$R(\text{保温比}) = \text{床上面积}/\text{放热面积}$$

这表明温室越小，保温比越小，夜间极易变冷，昼夜温差悬殊。与此相反，大型拱棚，连栋温室的保温比较高，室温变化缓慢，昼夜温差较小，保温效果好。因此温室的发展趋势是由小到大，由单栋结构向连栋结构发展，多栋连结，保温性更好，且建设单价便宜。

1. 昼夜温差 一般露地的昼夜温差为10~15℃，对植物的生长发育是有利的，白天温度较高，有利于光合作用的进行；夜间温度稍低，能抑制呼吸作用，减少消耗，增加营养物质的积累，能保证苗木的正常生长发育。而在塑料温室内，其温度的日变化，比露地变化大。如果是在密闭的塑料温室内，即使在冬季低温季节，白天室内温度也比室外温度高10~15℃，而到晚上则温度下降，使昼夜温度相差很大，据测定，1973年4月17日，露地的日温差为20℃；而塑料温室内白天最高温度50℃，夜间最低温度6℃对植物的生长很不利，过高的温度影响光合作用的进行；过低的温度又影响营养物质的运输。因此，使用塑料温室，必须注意解决白天降温及夜间增温的问题。

2. 降温方法 为了降低温室白天的高温，可以用苇帘遮光、开天窗通气、屋顶洒水、室内喷雾等简易方法达到降温的目的，也可以用经过特殊处理的遮荫布遮荫，来调节温度，同时防止苗木受灼伤。北京琅山苗圃塑料温室使用湿冷垫调节温度，效果很好。即在温室北墙装有特制的透空纸墙，上面装有冷水管向下面淋水(采用循环水，耗水量10%)。当室内温度高时，对面的排风扇开始工作，将纸墙过滤的冷空气吸入室内，以调节温度，又因有冷水淋出故又可增加湿度。

3. 增温方法 一般是装有加热设备，如安装暖气，使用热气管道埋于地下，琅山苗圃温室是利用热交转器和鼓风机，将锅炉输送来的热气，通过大的带孔的塑料筒打入室内，增加室温。

(三) 湿度、通风环境及其调控

温室大棚在寒冷季节为了保温良好，都十分注意其封密性，特别是我国北方的塑料日光温室，在阴雨天和夜间很容易造成室内相对湿度过高，致使苗木生长软弱，易感染病害。

不同苗木对空气湿度的要求是不同的。例如：榕树、杜鹃和含笑较耐湿，一般能耐80%~90%的空气相对湿度；白玉兰、木槿、雪松等多数苗木要求在70%左右；而油松、侧柏最不耐湿，要求相对湿度在50%以下。

目前除人工气候室外，一般温室、大棚内均不安装加湿或除湿机。通常采用的简易加湿方法是对耐湿作物进行叶面喷水；为减低棚室内的湿度，均采用地面全面铺地膜的方式，或在畦间铺草或稻壳等材料以减少土壤表面水汽蒸发量，从而降低空气湿度。另外就是通过适时适当的通风换气来降低湿度。

通风有降温、防湿和促进CO₂向叶面附近运送的功能，所以，一定程度的风速是有利

于作物的光合作用的。据试验，风速在每秒 0.3~0.8m 范围内，光合作用随风速的增加而增强。但如果风速过大，植物为防止过度失水而徐徐关闭气孔，从而降低了光合强度。设施栽培条件下，外部的风被阻挡在室外，容易造成不通风、湿度高、CO₂ 亏缺等状态，因此，维持室温在允许范围内，积极地进行通风换气，使室内外空气能进行交换是很必要的。所以，棚室通风换气窗的设置部位（天窗、地窗或边窗等）、换气窗的面积和通气入口的大小等，都要充分注意合理的设计。南方地区通气窗的设计，不仅要考虑冬季低温季节的保温与通气，还要充分考虑夏季高温季节的排风降温。同时在栽培技术上，要注意整枝、绑蔓、打老叶和调节株行距等，以创造有利于通风透光的栽培环境。

第二节 组培育苗

一、植物组织培养概况

植物组织培养（Plant tissue culture）是指在无菌条件下，将离体的植物器官（根、茎、叶、花、果实、种子等）、组织（如形成层、花药组织、胚乳、皮层等）、细胞（体细胞和生殖细胞）以及原生质体，培养在人工配制的培养基上，并给以适合其生长、发育的条件，使之分生出新植株的方法统称为组织培养。也叫离体培养（Culture in vitro）或试管培养（In tess-tube culture）。

1839 年德国植物学家施莱登(Schleiden)和德国动物学家施旺(Schwann)提出细胞学说，指出细胞是生物有机体的基本结构单位；细胞(特别是植物细胞)又是在生理上、发育上具有潜在全能性的功能单位。在此理论基础上，1902 年德国植物生理学家 Haberlandt 提出了高等植物的器官和组织可以不断的分割，直至单个细胞的观点，并指出每个细胞都具有进一步分裂、分化、发育的能力。他用组织培养方法，培养植物的叶肉细胞，试图培养出完整的植株，来证实这一观点，但由于当时实验条件等限制，未获成功。但是这一观点却吸引和指导了很多科学工作者继续进行探索和研究。

在此后的 50 多年中，关于植物组织培养中的器官的形成和个体发育方面的研究进展很快。1958 年，英国学者 Steward 在美国将胡萝卜髓细胞培养成为一个完整的植株。这是人类第一次实现了人工体细胞胚，使 Haberlandt 的愿望得以实现，也证明了植物细胞的全能性。它对以后的植物组织和细胞的培养产生了深远的影响。随后有许多科学工作者用植物的幼胚、植物的器官，通过组织培养获得了完整的植株。随着对组织培养条件的不断研究，培养技术的不断改善，以及由于植物激素种类的增加，更加广泛的应用，使人们能更好的控制植物细胞的生长和分化，大大促进了植物组织培养技术的发展。

我国植物组织培养的研究工作开展也较早。1931 年李继侗培养银杏的胚。1935~1942 年罗宗洛进行了玉米根尖的离体培养。其后罗士伟进行了植物幼胚、根尖、茎尖和愈伤组织的培养。70 年代以后我国开展植物花药培养单倍体育种，特别是全国科学大会以来，我国植物组织培养方面进行了大量研究，取得了一系列举世瞩目的成就。不少研究成果已走在世界的前列。

近年来，植物组培技术日趋成熟和完善，对组织培养中，细胞的生长、分化的规律有了新的认识，研究的目的明确。同时由于近代的分子生物学、细胞遗传学等有关学科的新成就，各学科之间的相互渗透和促进，以及实验新技术的迅速发展，都对植物组织培养的研究有着深刻的影响，促进了植物组培技术的发展，并开始应用于实践，取得了很大进展。

二、植物组织培养的分类和应用

(一) 植物组织培养的分类

1. 依据培养方式分类 依据培养方式植物组织培养可分为固体培养、液体培养两类，后者又分为静止培养、振荡培养等类型。

(1) 固体培养 这是应用最为广泛而普遍的一种培养方法，就是在培养基中加入一定量的凝固剂。琼脂是目前广为采用的良好凝固剂，用时加热使之溶解后，经冷却即凝固成固体培养基。这种培养方法的最大优点是使用方便，占地面积不大，只要有安放培养物用的培养架地方即可，无需其它特殊设备，在条件不够充分时，可以因陋就简开展培养工作。

固体培养亦存在较多缺点：①培养的外植体无法全部浸没在培养基中，只能有部分组织与培养基直接接触，因此在培养过程中，由于接触培养基的组织将营养物质很快吸收掉，而他处养分因流动缓慢补充不及，常造成培养物接受养分不均和营养缺乏，以致引起组织生长的各种差异。②培养物插入固体培养基的部分，常会出现气体交换不畅，而影响外植体组织的呼吸作用。③由于固体培养基不能使培养物获得均一的细胞群体，因而就不可能以固体培养方法来进行某些生理代谢方面的研究。尽管如此，但由于使用简便，目前仍然是为大家喜用的一种重要培养方法，大量的植物组织培养如根、茎、叶、茎尖以及花药培养大都以固体培养为主。

(2) 液体培养 培养基中不加任何凝固剂，经消毒后培养物直接置于液体中培养。这种培养方法的优点较多，主要有：培养物吸收营养比较充分、气体交换条件好，容易获得均一的组织群体，且便于进行各种生长、生理特性以及物质代谢等方面的研究。缺点是转换培养基比较麻烦。一般又分静止培养和振荡培养两种形式。

静止培养 将滤纸裁剪成条，然后将纸的两端弯曲折成桥状形式，滤纸桥身紧贴于培养液表面，两端则插入溶液中，直至试管底或三角烧瓶底，使营养液渐渐渗入滤纸，培养物则置于滤纸桥面，通过纸桥源源不断地供给养分。在某些情况下也可将被培养物直接放入液体培养基中培养。

振荡培养 这是理想的培养方法，它既能使培养物在培养过程中均匀的接触到培养基，又能保持良好的通气条件。现在采用的有四种不同类型的培养方式，主要依据培养液的流动方式来划分。①慢速旋转培养。在扁平的大圆盘上装有多个凸起的玻瓶，内装培养液，圆盘以1~2转/分的低速旋转，瓶内的外植体交替地浸没在培养基中和露出于空气中，这样既能保证营养基得到充分混合，又使组织块获得较好的气体交换条件。②振荡培养。这是一种比较简单而比悬浮培养效果更好的培养方法，用三角烧瓶盛装悬浮培养物置平台式振荡器上，以往复形式或旋转方式进行振荡培养，这种培养方法广泛用于多种外植体的悬浮液培养，摆幅3厘米，每分钟60~80次的转速对多数培养物都较适宜。③自旋式培养。这种培养方法是装有一个固定的架子，培养架倾斜成45℃角度，每分钟转速为80~120次，适于大容量悬浮培养，在旋转轴上安装10升的容量瓶，内装4.5升悬浮液，以保证有足够的气体交换供培养物生长之用。④搅拌培养。这种培养方法的容器是固定的，把培养基础储存器和气体补给器装置连接起来，培养容器用一个5升的圆底玻瓶，装一个大直径的凸边插头，盖上一个有五孔眼的反应瓶盖，大瓶基部装一个磁性搅拌器置培养液中，在容器外面用一个小的同步电动机带动一块大磁铁，使之内部磁铁随外部磁铁而运动，一般采用每分钟100~200转的转速较好。这种培养方法的主要优点是可使培养液保持均匀分散和有效的进行气体交换。

植物组织或细胞不论采用何种培养方法，在培养基上培养一定时间后，由于养分的消耗，在生长过程中逐步积累了一些组织的代谢产物，这些都能抑制培养物的进一步生长。此外，由于培养时间长会引起微生物的污染。因此，必须及时更换新鲜培养基进行转移培养，这种转移培养一般又称为继代培养。固体培养转移时比较简单，只须将培养物直接挑出转换到新鲜培养基上，如培养物产生较大的愈伤组织，可先在无菌条件下切割成小块进行继代培

养；用液体培养转移时比较麻烦，一般可用离心方法除去旧液，加入新鲜的培养液，也可用吸管吸去部分旧液加入新鲜培养液，如果是整块组织可以直接取出换入新鲜的培养液内。如因故受微生物污染，可切取无菌的健康部分进行继代培养，可重新获得健壮而无污染的材料。

2. 依据被培养植物体的部位分类 依据被培养植物体的部位的不同，植物组织培养又可分为植株培养、胚胎培养、器官培养、组织培养、细胞培养、原生质体培养等类型，详见图8-4。

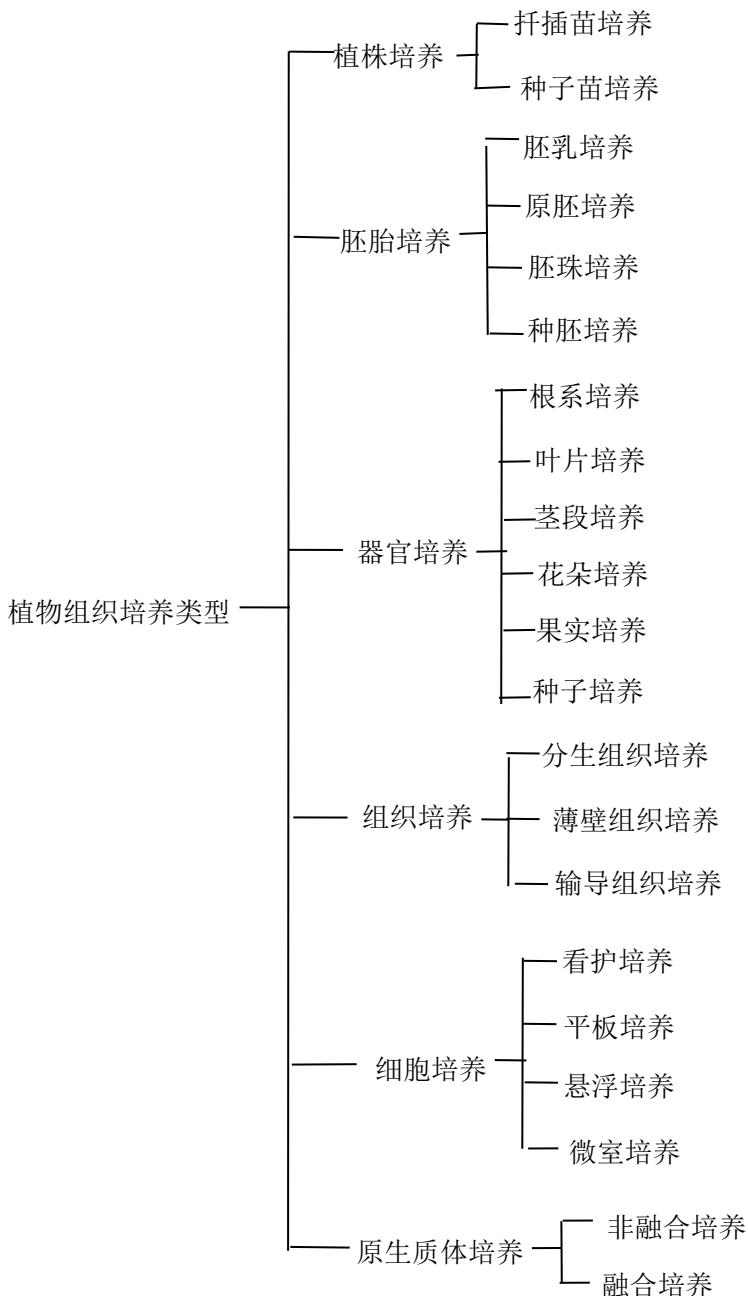


图 8-4 植物组织培养类型

(1) 植株培养 指对幼苗、较大植株的培养。通常可以分为扦插苗培养、种子苗培养等类型。根据植物组织培养的词面含义，植株培养似乎不在植物组织培养的范畴内，但是在实际操作中，却常将小型的完整植株接种于培养基，以提供适合接种的外植体，或用于研究

植株在某些培养基上的反应等。

(2) 胚胎培养 胚胎培养是通过对幼胚、子房等的培养来使发育不全的胚胎部分形成完整植株的过程。通常可以分为胚乳培养、原胚培养、胚珠培养、种胚培养等类型。1904年, Hanning 首次进行了胚胎培养试验, 他发现在离体条件下胚胎可以发育为正常的小苗。通过胚胎培养在某种程度上可以克服杂交不育等障碍, 使植物远源杂交育种成为现实。采用胚乳进行培养, 为三倍体植物育种开辟了新的途径。

(3) 器官培养 对植物体各种器官的离体培养。通常分为根系培养、茎段培养、叶片培养、花朵培养、果实培养、种子培养等类型。器官培养在花卉生产中占有很重要的地位, 例如很多花卉种苗的繁殖都是通过茎尖、茎段来诱导不定芽, 从而获得再生植株的。这对在短期内培育出大量的种苗具有重要的意义。

(4) 组织培养 指对构成植物体各种组织的离体培养。通常分为分生组织、薄壁组织、输导组织的离体培养。通过组织培养可以对不同类型组织的起源、发育进行研究。

(5) 细胞培养 指对单个离体细胞或较小细胞团的培养。通常分为看护培养、平板培养、悬浮培养、微室培养等类型。在细胞培养中, 悬浮培养占有较为重要的地位。

(6) 原生质体培养 指对去掉细胞壁后所获原生质体的离体培养。通常分为非融合培养、融合培养等类型。由于去掉了细胞壁, 从而使不同的原生质体进行融合, 即进行体细胞杂交。原生质体培养能够为体细胞遗传的研究提供非常理想的实验系统, 刚刚被分离的原生质体可以用于胞壁的合成、膜的透性等方面的研究。此外, 通过原生质体的相互融合可以为作物品种改良另辟蹊径。

(二)植物组织培养在园林植物育苗上的应用

随着经济的发展, 人民生活水平不断提高, 对绿化美化环境的要求迫切, 对园林植物的花色品种和质量的要求也日益提高, 为促进园林植物生产的迅速发展, 国际上已广泛采用植物组织培养技术来解决生产中的质量问题。特别是植物器官的培养技术, 从六十年代开始即走出实验室, 进入生产领域。西欧和东南亚国家, 利用植物组织培养方法, 快速繁殖兰花的数量已达 35 个属 150 多种。美国现有的兰花工业中心 10 个以上, 应用组织培养技术, 不断提供新品种, 年产值达 5000~6000 万美元; 新加坡仅出口兰花一项即获利 500 万美元。由于兰花工业化生产的成功, 刺激了其他园林植物的组培技术的发展。目前世界上已采用组织培养技术投入工厂化生产的花卉有兰花、菊花、香石竹、非洲菊、非洲紫罗兰、杜鹃、月季、郁金香、风信子等 10 余种, 组培成功的植物有 250 余种。我国利用植物器官培养, 快速繁殖花木的工作总的来说起步较晚, 但进展很快, 现已获成功的园林植物有 100 多种。

近十几年来木本植物的组培工作进展也很快, 据 Winton1978 年的报道, 在国际上有 61 种木本植物通过组织培养获得完整植株。近年我国各地普遍开展组培工作, 成绩显著, 仅上海植物园就进行 50 余种木本植物的组培实验, 已有油橄榄、灰桉、葡萄桉、白绢梅、金合欢等 10 余种获得成功; 北京的丰花月季试管苗也大批投入生产。

(三)组培育苗的功能及客观评价

1. 组培育苗的功能 自上个世纪初组织培养从萌芽、发展到成熟, 组培育苗的应用也越来越广泛, 主要有以下功能:

- (1) 进行茎尖培养培育脱毒苗, 从根本上解决苗木品种退化的问题。
- (2) 及时提供大量优质种苗, 迅速推广新品种。
- (3) 濒危植物的保护, 扩大濒危植物的繁殖系数。
- (4) 组培育苗成为育种及资源保护的基础。

2. 组培育苗的评价 对组培育苗的客观评价主要评价其应用价值:

组培育苗的应用前景十分广泛, 其优点也十分明显, 主要表现为组培苗能保持母树的优良性状, 茎尖培养的组培苗可培育成无菌苗, 更新复壮品种, 组培育苗的繁殖系数大, 能解

决常规育苗中较为困难的问题，速度快、省时间、产量大，能节约用地，也能很好地保存种质资源，方便资源交流。

当然组培育苗也有一定的缺点，主要表现为操作烦杂，要求有一定设备条件及试验基础，试验阶段成本较高。

三、植物组织培养的基本设备和操作

(一) 实验室设备和用具

1. 实验室的准备

(1)化学实验室 用以植物组织培养及组培育苗时所需器具的洗涤、干燥、保存；药品的称量、溶解、配制；培养基的配装和分装；高压灭菌；植物材料的预处理，以及进行生理、生化的分析等各种操作，都在化学实验室进行。其要求与一般化学实验室要求相同。

(2)接种室(无菌室) 进行各种无菌操作的工作室。用以植物材料的接种、培养物的转移、试管苗的继代等。要求室内光滑平整、地面平坦无缝，避免灰尘积累，便于清洗和消毒，一般均采用耐水耐药的材料装修，避免消毒剂的腐蚀。室内应定期用甲醛或高锰酸钾熏蒸消毒灭菌，也可用紫外灯照射 20min 以上。室内设有超净工作台或接种箱，用于无菌接种。

(3)培养室 培养室是人工条件下培养接种物及试管苗的场所。要求室内整洁，有控温和照明设备。室内温度要求恒温，均匀一致、有自动调节温度的设备，一般要求 25~27℃ 或依所培养的植物而定。光源以白色荧光灯为好，还应有培养架等装置。

(4)洗涤室 如果工作内容少，洗涤的器皿不多，可在化学实验室进行。若育苗量大，需要一间洗涤室装有水槽用于用具的清洗，地面要耐湿并能排水。灭菌锅、蒸馏水器、干燥箱等可从化学实验室移入洗涤室，以便操作。

除以上必备实验室外，有条件的还可设观察室、贮存室、细胞学实验室及摄影室。

2. 仪器设备

(1)天平 应备有精确度为 0.1g 的药物天平；精确度为 0.001g 克和 0.0001g 的分析天平，分别用以称取培养基中的蔗糖、琼脂；大量元素；微量元素和激素类等药品。

(2)显微镜 一般体视显微镜较多，用于剥取茎尖，以及隔瓶观察内部植物组织生长情况。

(3)空调 夏季高温不利于试管苗生长繁殖，必需配备空调。

(4)冰箱 用以各种维生素、激素及培养基母液的贮藏；实验材料的保存；以及材料的低温处理等。

(5)酸度测定仪 用于测定培养基的 pH 值。

(6)培养架 进行固体培养时需用培养架，培养架分层，每层顶上有槽，固定灯座，应装 40W 日光灯 2 个。

(7)烘箱和恒温箱 用于烘干玻璃器具及测定培养物的干重量等。

(8)高压灭菌锅 用于培养基和玻璃器皿等用具的高压灭菌。

除以上必备的仪器设备外，还可备有显微摄影、离心机以及悬浮培养用的转床、摇床等。

3. 玻璃器皿和用具 可依各项研究工作的目的和需要而定。一般常用的玻璃器皿有各种类型的试管、三角瓶、培养皿、量筒、烧杯等。常用的器具可选用医疗器械或微生物实验所用的各种镊子、剪刀、解剖刀、解剖针等。

(二)植物组织培养的技术操作

1. 玻璃器皿的洗涤 新购置的玻璃器皿，都会有游离的碱性物质，使用前，先用 1%

的稀盐酸浸泡一夜，然后用肥皂水洗净，清水冲洗，最后用蒸馏水冲一遍，干后备用。已用过的各种玻璃器皿尤其是分装培养基的大批三角瓶等，均应先用洗衣粉洗净后，清水冲洗干净，放入洗液中浸 24 小时后用清水(最好为流水)冲洗干净，再经蒸馏水冲洗一次，然后放入烘箱中烘干备用。

洗液的配制：一般采用重铬酸钾 50g，加入蒸馏水 1L，加温溶化，冷却后再缓缓注入 90mL 工业硫酸。

2. 培养基的制备

(1)培养基的组成 植物组织培养所用的培养基，主要成分包括各种无机盐(大量元素和微量元素)、有机化合物(蔗糖、维生素类、氨基酸、核酸或其他水解物等)、螯合剂(EDTA)和植物激素。一般进行固体培养还应加入琼脂使培养基固化。经常使用的培养基，可先将各种药品配成 10 倍或 100 倍的母液，放入冰箱中保存，用时再按比例取用。

①大量元素 将药品称取后，分别溶解再依顺序混合定溶，配成 10 倍浓度的母液。每配置 1L 培养基时取母液 100mL。

②微量元素 微量元素用量少，为称取方便且精确，常配成 100 倍或 1000 倍的母液。每配制 1L 培养基时取母液 10mL 或 1mL。

③有机化合物类 同微量元素一样，可配成 100 倍或 1000 倍的母液，使用时每 1L 培养基中取用 10mL 或 1mL。

④铁盐(螯合剂) 铁盐是单纯配制的，由硫酸亚铁($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)5. 57g 和乙二铵四乙酸二钠($\text{Na}_2\text{-EDTA}$)7. 45g，溶于 1L 水中配成。每配制 1L 培养基取用 5mL。

⑤植物激素 一般将植物激素配制成 0. 1~0. 5g/L 的溶液。由于植物激素多数难溶于水，可采用以下方法：

萘乙酸(NAA) 可溶于热水中或先溶于少量 95% 酒精中，再加水至一定浓度。

吲哚丁酸(IBA) 可先用少量 0. 4% 的 NaOH 溶液溶解，再加水到一定浓度。

吲哚乙酸(IAA) 可先溶于少量 95% 酒精中，再加水到一定浓度。

2, 4-二氯苯氧乙酸(2, 4-D) 可先用少量 3. 65% 的 HCl 溶液溶解，再加水到一定浓度。

细胞分裂素 6-卡基嘌呤(6-BA)、激动素(KT)需用 3. 65% 的 HCl 或 0. 4% NaOH 溶液先溶解后，再加水到一定浓度。

以上所配制的各种母液或单独配制的各种药液，均应放到 2~4℃ 冰箱中保存，以防变质或微生物的污染。培养基中的蔗糖和琼脂，可依其需要量随用随称取。

(2)培养基的配方 植物组织培养获得成功，在一定程度上依赖于培养基的选择。不同培养基由于所含无机盐的量不同，其实验材料的反应也有差异。植物组织培养常用培养基为 MS 培养基(表 8-3)。铁盐的使用，除尼许培养基用柠檬酸铁 10mg/L 外，其余培养基都用铁盐母液 5mL/L。

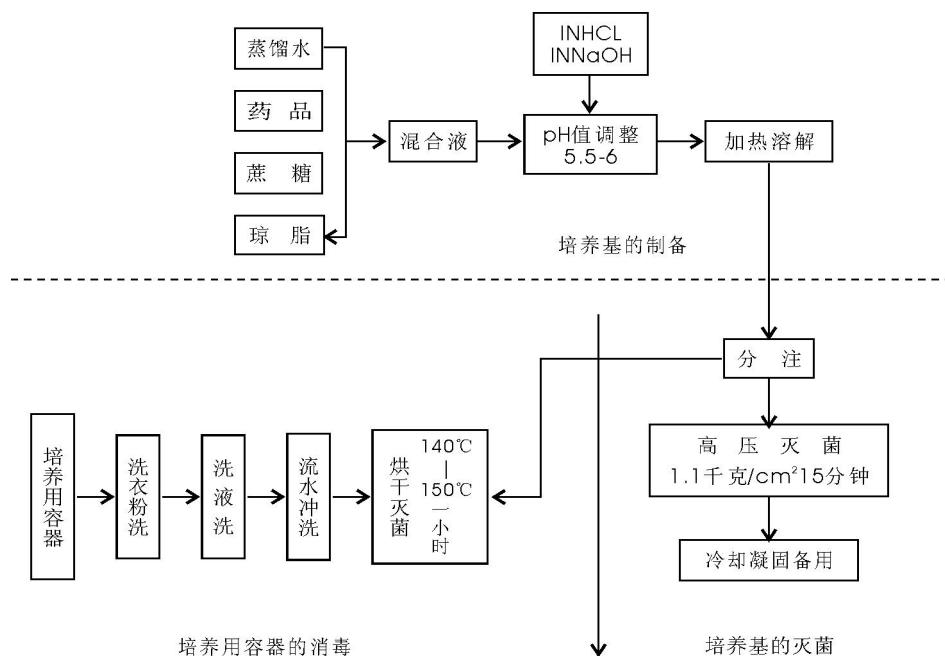
表 8-3 常用培养基营养成分 (单位: mg/L)

培养基名称 (年)		MS (Murash- ige 和 Skoog) 1962	LS (Linsma- ier 和 Skoog) 1965	H* (Bourgi- n 和 Nitsch) 1967	T* (Bourg- in 和 Ni- tsch) 1967	B ₅ (Gamb- org 等) 1968	尼许 (Nitsc- h) 1951	改良怀特 (White) 1963	米勒 (Millor) 1963	N ₆ 1974
培养基成分										
大量元素	NH ₄ NO ₃	1650	1650	720	1650			1000		
	(NH ₄) ₂ SO ₄					134			463	
	KNO ₃	1900	1900	950	1900	2500	125	80	1000	2830
	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O						500	300	347	
	CaCl ₂ ·2H ₂ O	440	440	166	440	150				166
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	370	370	185	370	250	125	720	35	185
	KH ₂ PO ₄	170	170	68	170		125		300	400
	Na ₂ SO ₄							200		
	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O					150		16. 5		
	KC1							65	65	
微量元素	KI	0. 83	0. 83			0. 75			0. 8	0. 8
	H ₃ BO ₃			10	10	3	0. 5	1. 5	1. 6	1. 6
	MnSO ₄ ·H ₂ O				25	10			4. 4	
	MnSO ₄ ·4H ₂ O	22. 3	22. 3	25			3	7	1. 5	4. 4
	MoO ₃							0. 0001		
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8. 6	8. 6	10		2	0. 05	3		1. 5
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0. 25	0. 25	0. 25	0. 25	0. 25	0. 025			
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0. 025	0. 025	0. 025	0. 025	0. 025	0. 025	0. 001		
	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0. 025	0. 025			0. 025				
有机成分	甘氨酸	2		2				3	2	2
	盐酸硫胺素 B ₁	0. 4	0. 4	0. 5		10		0. 1	0. 1	1
	盐酸吡哆素 B ₆	0. 5		0. 5		1		0. 1	0. 1	0. 5
	菸酸	0. 5		0. 5		1		0. 3	0. 5	0. 5
	肌醇	100	100	100		100		100		
	叶酸			0. 5						
	生物素			0. 05						
	蔗糖	30000	30000	20000	10000	20000	20000	20000	30000	50000
	琼脂	10000	10000	8000	8000	10000	10000	10000	10000	10000
	PH 值	5. 8	5. 8	5. 5	6. 0	5. 5	6. 0	5. 6	6. 0	5. 8

*铁盐: 7. 45gNa₂-EDTA 和 5. 57gFeSO₄·7H₂O 溶于 1L 水中, 配 1L 培养基时取此液 5ml

(3)培养基的制备程序 配制培养基时，首先按需要量依次吸取各种药液，混合在一起。将蔗糖放入溶化的琼脂中溶解，然后注入混合液，搅拌均匀后用 0.4% 的 NaOH 或 3.65% 的 HCl 溶液调节 pH 值，再分装于三角瓶等培养容器内，占培养容器的 1/4~1/3 为宜，再用锡薄纸、羊皮纸等将容器口封紧包好。最后将分装后的培养基，放入高压灭菌锅中灭菌，一般采用的压力为 107.9kPa，温度为 121℃，消毒灭菌 15~20min，取出冷却凝固后备用。不同培养基在灭菌前应做好标记，防止混乱（表 8-4）。

表 8-4 培养基的制作程序



3. 接种

(1)接种前的准备 接种前植物材料(外植体)的大小和形状没有严格限制，但不能太小，过小细胞分裂难以发生；有不能太大，过大易造成污染。故一般要求切块的大小要适当。植物材料准备好以后，应准备解剖刀、接种针、剪刀、镊子等工具；酒精、无菌水等药品及滤纸等物品。

(2)材料灭菌 为了得到无菌材料，在接种前必须先对植物材料进行消毒。一般采用化学试剂进行表面消毒。试剂的选择及处理时间的长短，依植物材料对试剂的敏感性来决定，并且要选用消毒后容易除去的药剂，防止产生药害，影响愈伤组织的发生。常用的消毒药剂有漂白粉(次氯酸钙)、安替福民(次氯酸钠)、升汞等(表 8-5)。在材料放入消毒剂之前，先用自来水冲洗或先在 70% 酒精中漂洗一下，则有利于消毒剂渗入植物材料并杀死微生物，放入消毒剂消毒后，必须用无菌水认真冲洗几次，才能进行接种。由于植物种类及所选用的植物器官或植物组织不同，因此，在消毒顺序和消毒时间上也各有不同。

表 8-5 常用消毒剂效果比较

消毒剂	使用浓度	去除的难易	消毒时间 (min)	效果
氯化汞	0.1%~1%	较难	2~10	最好
次氯酸钠	2%~5%	易	5~30	很好
漂白粉	饱和溶液	易	5~30	很好

溴水	1%~2%	易	2~10	很好
次氯酸钙	9%~10%	易	5~30	很好
硝酸银	1%	较难	5~30	好
过氧化氢	10%~12%	最易	5~15	好
酒精	70%~75%	易	0. 2~2	好
抗菌素	40~50mg/L	中	30~60	较好

(3)材料的接种 接种用的植物材料接种的全过程都应在无菌条件下进行。目前都是在超净工作台前进行工作,将植物材料接入培养基中即可。具体操作如下:左手拿试管或三角瓶,用右手轻轻取下包头纸,将容器口靠近酒精灯火焰,瓶口倾斜,以防空气中的微生物落入瓶中,瓶口外部在火焰上燎数秒钟,固定瓶口灰尘,用右手的小指和无名指慢慢取出瓶塞。以防气流冲入瓶中造成污染。将瓶口在灯焰上旋转灼烧,然后用消毒的镊子将外植体送入瓶中,将瓶塞在火焰上旋转灼烧数秒钟,塞回瓶口,包好包头纸,作好标记即可。

4. 培养 植物组织培养首要问题是选择适合的培养基,培养基种类、培养基成分有上百种,要获得成功并用于生产实践要经过大量的实验筛选出最佳培养基种类,促进愈伤组织的生长、分化和生根,则又取决于培养基中激动素和生长素等的含量,过高过低都不利于生长。因此试验筛选出最佳植物激素种类和浓度也是植物组织培养获得成功的关键。

植物组织培养受温度、光照、培养基的pH值等各种环境条件的影响,因此需要严格控制培养室的条件。由于植物的种类、所取植物材料部位等的不同,所要求的环境条件也有差异。一般培养室的培养条件多保持在25±2℃的恒温条件,低于15℃使培养物的生长停顿,高于35℃时亦对生长不利;光照强度为2000lx,光照时间为10~12小时;对培养室内的湿度,一般可以不加人为控制,因装有培养基的容器内的湿度基本上能满足要求,外界环境的湿度过高容易造成污染;组培中培养基的pH值通常为5.5~6.5。pH值在4.0以下7.0以上对生长都不利,培养不同的植物,选用不同的培养基所要求的pH值都不同。

污染和褐变的防止也是植物组织培养能否获得成功的因素。污染来自外植体和人为因素两个方面,防止外植体的污染可利用表面消毒和抗生素防止内部病菌来进行。人为污染的避免须酒精擦洗双手,戴口罩,穿工作服,工作帽等。褐变的防止应选择合适的外植体及培养条件如保持较低的温度等,在培养基中加入抗坏血酸等抗氧化剂或通过连续转移来避免或减轻褐变的毒害作用。

5. 移栽 当试管苗具有3~5条根后即可移栽。但长期在瓶内无菌条件下培养的小苗,直接移到室外,必须经过一个过渡阶段。所以,将组培幼苗移栽成活是组培育苗的最后一个环节。组培幼苗移栽过程较为复杂,影响成活的因素较多,首先应培育瓶生壮苗,促进根、茎、叶组织的发生及功能的恢复;其次移栽时使用杀菌剂和抗蒸腾剂;其三必要时可进行试管苗的嫁接。

移栽前将先培养试管苗的瓶子打开几天,使幼嫩的试管苗逐渐适应室内自然环境。移栽时用清水洗去根上的琼脂再栽入盆中,其培养土可选用通气透水好的粗砂、蛭石等。为保持环境的温度,可用塑料薄膜覆盖,在室内保持10~30天,即可移入田间正常生长。由组培苗改为盆栽苗是组培育苗成败的关键,如何调剂好温度、湿度及光线等环境条件,因培养植物的不同而不同,必须了解其要求,分别加以对待。

四、园林植物的组培育苗

在我国,大多数园林植物均采用常规方法如:播种、嫁接、分株、扦插、压条等繁殖育苗,繁殖系数低,苗木质量差,繁殖周期长,品种推广慢。而组培育苗优势明显,近年来得

到迅速的发展。下面以木槿为例，介绍园林植物的组培育苗。

(一) 引言

木槿 (*Hibiscus syriacus*) 为锦葵科、木槿属。原产于东亚，现我国各地均有栽培，以长江流域为多。

木槿是绿化、美化、净化环境的优良观赏树种，开花在7月~10月，单瓣、重瓣、红、紫、白色丰富多彩，花期长达4个月。无论是道路两旁，还是街心花坛及街头游园，均可配植，且对氯气和烟尘有很强的抵抗能力。花用来烹调作汤，味道清香；如拌面炸食，其味鲜美、有“面花”之称。皮层纤维可作纺织、造纸原料。花、皮、种子均可入药。幼嫩叶可制饮料；老叶捣碎挤汁用来洗头，可使头发柔软光洁。

木槿一般用播种法、扦插法繁殖，繁殖系数低，繁殖速度极慢，尤其是比较优良的重瓣木槿，扦插繁殖难以生根，利用组织培养进行繁殖，可在短期内获得大量苗木。

(二) 试管繁殖简史

1983年，Reynolds取木槿子叶，下胚轴组织培养，得到再生小植株；1989年，李世承等采用木槿幼叶培养，获得完整植株；1988年张颜辉等取木槿侧芽试管繁殖，取得成功。从而为木槿的组培育苗、商业化生产提供了科学依据。

(三) 试管快繁技术

1. 生产工艺流程

外植体（幼叶、侧芽）→诱导丛生芽→壮苗培养→生根培养→移栽。

2. 快繁技术要点

(1) 取材、消毒和接种 取木槿树上幼叶，用水洗净后，先用70%酒精速蘸9s，然后用0.05%~0.1%升汞溶液消毒7min~8min，无菌水冲洗3次~5次，置超净台上接种备用；木槿侧芽外植体要选当年生的幼嫩枝条，剪去叶片，用小软刷在自来水下清洗干净，消毒时先用70%酒精浸泡1min~3min，再用0.1%升汞溶液消毒10min左右，无菌水冲洗4次~6次，接种备用。

(2) 幼叶培养 消毒好的幼叶，剪成0.8cm~1.0cm大小，接种于1/2MS+BA3.0+IAA0.1+GA₃0.5+糖3%的诱导培养基上，3d后幼叶开始卷曲、膨大，7d左右，叶色变淡，深浅不匀。同时，在切口处或叶脉处，产生少量白色、黄色和黄绿色的瘤状物，30d后达到高峰，并形成具茸毛的柱状物。此时，将其切割后转接于N₆+BA3.2+IAA0.1+GA₃0.5+糖3%的分化培养基上继代培养，芽不断分化形成新的丛生芽。经一段时间后，部分丛芽可转接于N₆+NAA2.0+糖2%的生根培养基上诱导生根，10多天后，可见幼根长出。

(3) 侧芽培养 将消毒后的木槿材料，视节间大小接种在MS+NAA0.05+IBA0.05的培养基上，10多天后，侧芽萌动、抽生并有小叶长出；20d后，可形成一对完整的小叶，1月后，芽苗高可伸长至2cm~0.5cm。然后，视芽苗大小，切割或不切割转接于MS+BA1.0+KT0.75+NAA1.0+IBA0.2+活性炭0.2%的培养基上，可迅速伸长，正常发育。此后，在这两种培养基上不断交替转接、继代、增值，不断扩大数量，生长较好的无根苗接于MS+NAA1.5+IBA0.5+糖2.5%的培养基上诱导生根，获得完整植株。

3. 试管苗移栽及管理 生根后的试管苗，经炼苗10多天后，移栽于珍珠岩+蛭石+砂土(1:1:2)的基质中，并密切注意遮阴、保湿，使试管苗逐渐适应外界环境，半月后，可渡过过渡期，其间要适当喷施杀菌剂，以防杂菌滋生。

其他园林植物组培育苗见表8-6。

表8-6 园林植物组培育苗简表

植物名称	外植体	再生方式	培养基及生长调节物质(mg/L)	研究者	年代
------	-----	------	------------------	-----	----

鸳鸯茉莉 <i>Brunfelsia acuminata</i>	茎尖	不定芽	MS+BA0.5; 1/2MS+IBA1.0+IAA0.5	董有成等	1984
鸳鸯茉莉 <i>Brunfelsia acuminata</i>	侧芽	不定芽	MS+BA0.5; 1/2MS+IBA1.0+IAA0.5	董有成等	1984
珙桐 <i>Davallia involucrata</i>	冬芽	丛生芽	H(或N ₆) +2,4-D2.0+KT1.0+IAA0.5~1.0+IBA2.0~5.0	毕世荣等	1983
结香 <i>Edgeworthia chrysanthia</i>	花托	不定芽	MS+IBA0.5+BA1.0+KT1.0; MS+BA1.0~2.0+NAA0.1~0.2	杨乃博	1985
月季 <i>Rosa chinensis</i>	带腋芽的茎	丛生芽	MS+BA0.3~0.5+NAA0.01~0.1 MS+BA0.3~0.5+IBA0.3	skiwin	1979
雪松 <i>Cedrus deodara</i>	枝段	丛生芽	MS+BA0.01+NAA0.5		
玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	茎尖	丛生芽	MS+BA2.0+IBA2.0	黎京度	1988
二乔玉兰 <i>M. soulangiana</i>	茎尖、茎段	完整植株	MS+BA2.0+IBA0.2+ZT2.0	黎京度等	1988
腊梅 <i>Chimonanthus Praecox</i>	腋芽	丛生芽	改良 1/2 MS+NAA0.2+PG3.0	鄢陵	1998
丁香 <i>Syringa oblata</i>	茎尖	丛生芽	1/2MS+IBA1.0~2.0+糖	北京植物园	1984
珍珠梅 <i>Sorbaria sorbifolia</i>	茎段	丛生芽	MS+BA3.0+IBA0.5		
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	幼茎	丛生芽	MS+BA1.0+NAA0.05	秦新民	1988
红叶李 <i>Prunus cerasifera</i> <i>f. atropurpurea</i>	嫩茎	丛生芽	MS+BA2.0+NAA0.005; MS+BA0.02~0.2	蔡军	1985
杜鹃 <i>Rhododendron</i> SP.	新发幼茎	丛生芽	MS+BA1.0+GA ₃ 1.0	杨乃博	1982
洋常春藤 <i>Hedera helix</i>	茎	不定芽	MS+KT2.0+NAA4.0+KT0.15+NAA1.0	Banks	1979
紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	带腋芽茎段	丛生芽	1/2MS(大量元素减半) +BA1.0+KT0.01生物素0.1+泛酸钙0.1+CH300	黄钦才	1984
桫椤 <i>Lyathea spinaulose</i>	嫩叶、孢子	不定芽	N ₆ +2,4-D2.0+KT1.0+IBA1.0	毕世荣等	1985
棣棠 <i>Kerria japonica</i>	腋芽	丛生芽	MS+BA3.0+NAA0.2	甘肃农大	1993
紫荆 <i>Cercis chinensis</i>	顶芽,侧芽	腋芽丛生	MS(B ₅ 大量元素)+BA1.0+IBA0.1	陈敏才	1984
桂花 <i>Osmanthus Traganus</i>	茎段	丛生芽	MS+KT0.1+BA0.1+WPM		
碧桃 <i>Prunus persica</i> <i>f. duplex</i>	茎尖,茎段	丛生芽	MS+BA2.0+IAA1.0	董义虎等	1987
重瓣榆叶梅 <i>P. triloba var. plena</i>	芽	丛生芽	MS+BA1.0	杨乃博	1985
白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	茎段	丛生芽	MS+BA1.0+NAA0.5		

第三节 无土栽培育苗

一、无土栽培育苗的发展

无土栽培是不用土壤，在化学溶液或栽培基质中培养植物的技术和科学。植物在没有土壤有机质存在的情况下，由人工供给养分而生长。一百多年前，科学家就已用类似的方法，在实验室进行种植试验，但并没有把这种方法应用于生产实际。1859~1865年德国沙奇斯(Sachs)和克诺普(Knop)发现把化学药品溶于水能构成培养植物的营养液，进行植物栽培实验，获得成功，由此导致了无土栽培技术的发展。最早把无土栽培技术应用到生产实际上的是1929年，美国加利福尼亚大学教授格里克(W·F·Gericke)成功地用水培法种植了西红柿，高达7.5m，收获14kg。从此无土栽培进入了实际应用阶段。这一栽培方法的应用，使人类的种植活动可以离开土壤，为实现农业、园艺、园林苗木及花卉等的生产，实现工厂化、自动化打开了广阔的前景。尤其近十几年来这一科学技术发展很快，目前世界上研究无土栽培的国家至少有40多个，1955年在荷兰成立了国际无土栽培工作组，到1976年已召开过四次国际会议。

在加拿大1975~1976年仅一年，用水培生产的植物销售量就增长10倍；在美国，人们利用水培在摩天大楼上搞起了花园；调查表明美国约有50%左右的家庭自己搞水培，生产蔬菜、花卉；很多州建立了大规模的水培场，政府已把无土栽培列为现代十大技术发展项目之一。

由于水培技术的迅速发展，又派生出许多新的方法，主要是在培养基质上的一些改变如进行砂培、砾培、蛭石培和煤渣培等很多，我们统称这些为无土栽培。目前我国很多地区采用“全光照喷雾扦插床”进行苗木的扦插生产，或采用雾插法繁殖苗木，这实际上亦可称为水培的发展。

二、水培育苗

(一) 水培育苗的评价

1. 水培的优点

(1) 产量高、质量好、生长快 水培可以直接供给植物生长所需要的养分和水分，为生长提供了优越的条件，由于基质的恰当选用，改变了通气条件，有利于苗木生长。例如：北京东北旺苗圃，1978~1979年用水培法播种的桧柏，一年生小苗高23cm，而在土壤中播种苗一年生小苗高13cm；连云港市园林处水培扦插的黄杨，生根率提高8倍（表8-7），其培养条件均为气温24~40℃，空气湿度85%~90%。

同时，由于水培所用基质疏松，移苗方便，根系完整，成活率高。

表8-7 黄杨水培扦插实验比较

扦插基质	生根率(%)	平均根长(cm)	每年扦插次数	生根情况
蛭石	90	5~10	5~6	须根多
土壤	10	2	1	须根少

(2) 水培在大、小范围内均可进行，不受环境条件的限制 许多不适合育苗的地方都可以进行水培育苗；在城市中利用庭院、空地、屋顶、阳台等都可进行水培，不仅有所收益还美化了环境。也可设立大规模水培场，形成车间化，进行机械管理可大大提高育苗效果。

2. 水培的缺点 水培要求有一定的设备，比普通育苗成本高，但随着技术的不断发展和改进是可以提高效率的。

(二) 水培育苗的设备

1. 场地 水培对场地要求不严格，大小均可，只要能满足阳光、空气及充足的水源条件，人为提供矿质营养及基质条件即可。

2. 容器 水培用容器的大小，依生产规模及要求而定，任何大小的花盆、水桶、木箱等容器都可进行水培；大规模生产可用水培槽，水培槽也可大可小，如挪威、丹麦等园艺场的水培槽长10m，宽3m，可放12cm口径花盆500个以上，种植用水培槽宽最好不超过1.5m，以便于操作，长度可不限。

水培槽大体分为水平式水培槽和流动式水培槽两种(图8-5、8-6、8-7)。

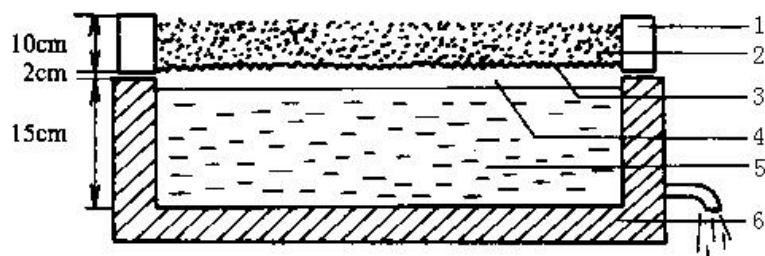


图 8-5 水平式水培槽

1.框架 2.苗床（基质） 3.栅栏 4.空气层 5.营养液 6.防水槽

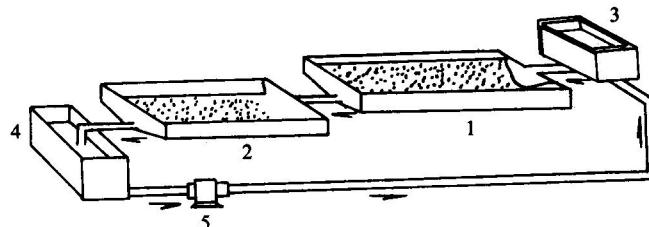


图 8-6 流动式水培槽

1、2.苗床（蛭石、砂砾等） 3.扬液槽 4.集液槽 5.扬水泵

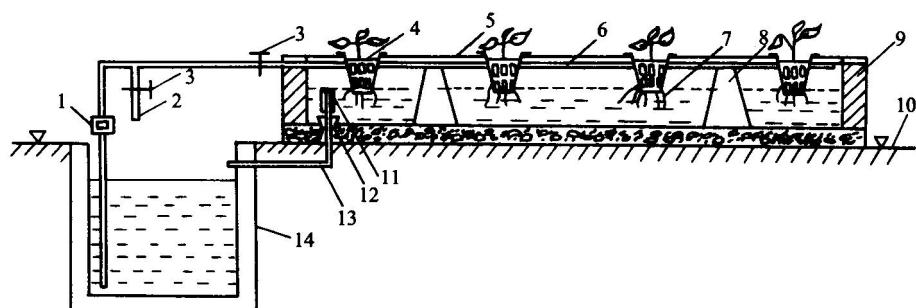


图 8-7 改进型神园式深液流水培设施组成示意图

1.水泵 2.充氧支管 3.流量控制阀 4.定植杯 5.定植板 6.供液管 7.营养液
8.支撑墩 9.种植槽 10.地面 11.液层控制管 12.橡皮塞 13.回流管 14.贮液池

简易的小型水培设备，可用一容器放入营养液，上面用细网隔开并放入基质，进行苗木培育(图 8-8a)。更简单的还可用一浅塑料箱，设几个排水孔，内放基质，斜放放置，浇营养液来进行苗木培育(图 8-8b)。

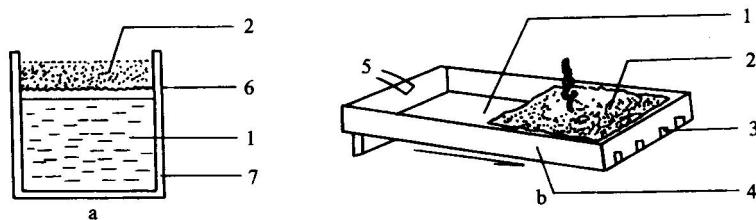


图 8-8 简易小型水培设备

1.营养液 2.基质 3.排水孔 4.塑料盒 5.进水口 6.栅栏网 7.玻璃缸

(三) 水培营养液

1. 营养液的组成 在选择营养液时，必须注意到植物正常生长的需要。这与我们进行常规育苗时一样，苗木在不同的时期施肥量和施用的种类也不同。所以配制营养液必须依不同的植物，不同的生长发育时期对营养的要求来定，同时还应考虑到环境因子的影响，如温度、湿度、光照等条件。

几种常用的营养液配方见表 8-8、8-9、8-10。

表 8-8 园林著名营养液配方(通用)

化合物名称		霍格兰配方(Hoagland & Arnon, 1938)				日本园试配方(堀, 1966)							
		化合物用量		元素含量		大量元 素总计 (mg / L)	化合物用量		元素含量		大量元 素总计 (mg / L)		
		(mg / L)	(mmol / L)	(mg / L)	(mg / L)		mg / L	mmol / L	(mg / L)	(mg / L)			
大 量 元 素	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	945	4	N 112	Ca 160	N210 P31 K234 Ca160 Mg48 S64	945	4	N 112	Ca 160	N243 P41 K312 Ca160 Mg48 S64		
	KNO ₃	607	6	N 84	K 234		809	8	N 112	K 312			
	NH ₄ H ₂ PO ₄	115	1	N 14	P 31		153	4/3	N 18.7	P 41			
	MgSO ₄ ·7H ₂ O	493	2	Mg 48	S 64		493	2	Mg 48	S 64			
微 量 元 素	0. 5%FeSO ₄ 0. 4%H ₂ C ₄ H ₄ O ₆	溶液 ·周	0. 6ml×3/l ·周	Fe3. 3/l·周									
	Na ₂ Fe-EDTA						20		Fe2. 8				
	H ₃ BO ₃	2. 86		B0. 5			2. 86		B0. 5				
	MnSO ₄ ·4H ₂ O						2. 13		Mn0. 5				
	MnCl ₂ ·4H ₂ O	1. 81		Mn0. 5									
	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0. 22		Zn0. 05			0. 22		Zn0. 05				
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0. 08		Cu0. 02			0. 08		Cu0. 02				
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0. 02		Mo0. 01			0. 02		Mo0. 01				

表 8-9 国际花卉营养液配方

营养物 质用量 营养 液配方 名称及 适用对象	每升水中化合物mg数 (化合物mg/L)												每升元素mmol数 (mmol/L)							备注
	四水 硝酸 钾	硝 酸 钙	磷酸二 氢钾	磷 酸 氢 二 钾	磷 酸 二 氢 铵	硫 酸 钾	硫 酸 铵	七 水 硫 酸 镁	二 水 硫 酸 钙	磷 酸 二 氢 钠	氯 化 钠	盐类总 计 (g/L)	N NH ₄ ⁺	N NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg	S	
荷兰花圃协会 岩棉通用	600	378	64	204				148			1394	0.8	8.94	1.5	5.24	2.2	0.6	0.6	以非洲菊 为主也可 通用	
荷兰花圃协会 岩棉通用	786	341	20	204				185			1536	0.25	10.3	1.5	4.87	3.33	0.75	0.75	以玫瑰为 主也可通 用	
Sidis 和 Young (1949), 锌型 凤梨 茶 桔等 水培 砂培			68.5			132	174	246	172		793	2.0		0.5	2.5	1.0	1.0	4.0	强生理酸 性	

表 8-10 国内花卉营养液配方

营养物 质用量 营养 液配方 名称及 适用对象	每升水中化合物mg数 (化合物mg/L)												每升元素mmol数 (mmol/L)							备注
	四水 硝酸 钾	硝 酸 钙	磷酸 二 氢 钾	磷 酸 二 氢 铵	磷 酸 二 氢 铵	硫 酸 钾	硫酸 铵	七 水 硫 酸 镁	二 水 硫 酸 钙	磷 酸 二 氢 钠	氯 化 钠	盐类总 计 (g/L)	N NH ₄ ⁺	N NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg	S	
华南农业大学 农室(1990), pH 2~7.8	590	404		136				246			1376		9.0	1.0	5.0	2.5	1.0	1.0	也可 通用	
华南农业大学 农室(1990) pH 4~7.8	472	404		100				246			1222		8.0	0.74	4.74	2.0	1.0	1.0	也可 通用	
华南农业大学 农室(1990) pH 4~7.2	472	267	53	100				116	246		1254	0.67	7.33	0.74	4.74	2.0	1.0	1.67	也可 通用	

2. 营养液的浓度及酸度 营养液中大量元素浓度, 一般不超过 2~3/1000, 其营养液的总浓度不能超过 4/1000, 浓度过高有害生长, 不同植物要求浓度也不同, 例如杜鹃所用营养液浓度不超过 1/1000; 而蔷薇类则营养液浓度为 2~5/1000。

营养液的酸度以微酸为好, 一般 pH 值为 6.5, 植物在 pH 值为 5.5~6.5 范围内生长最好, 不同的植物对营养液酸碱度的反应及需求不同如凤梨类、马蹄莲、仙客来等 pH 值

为5，生长最好；而菊花、蔷薇类则要求pH值为6.5~7。

3. 营养液用水的要求 配制营养液所用的水，要了解是否有污染，含酸的或其他工业废水不能用来配制营养液。也最好不使用硬水，因硬水含有过高的Ca⁺⁺、Mg⁺⁺离子，会影响营养液的浓度，一般可用作饮用的水均可用于水培。城市中多用自来水，其中含有较多的碳酸盐和氯化物，妨碍根系对铁的吸收，可以用乙二胺四乙酸二钠进行调节，使铁为Fe⁺⁺便于吸收。

(四) 水培基质

水培槽上苗床中的基质，是代替土壤，起着固定、支撑苗木的作用。选用培养基的条件是疏松通气又能保持水分。常用的基质有蛭石、珍珠岩、石英沙、焦渣和泥炭等，也可用其混合物；国外有使用刨花、干草、稻草等混合物或用磨碎的树皮等。基质的选择要依植物的要求和材料的来源而定。

(五) 水培的播种与扦插

1. 播种 利用水培进行播种，小粒种子可以直接撒在苗床上，不需要覆盖，大粒种子需插入苗床内。为了更好的保持湿度，在播小粒种子之前用稀释的营养液(水:营养液=1:1)，预先浇透苗床。一般水培播种苗都比土壤中的播种苗生长好，为提高苗床的育苗效益，对所使用的种子应加以精选，以保证出苗及质量。

2. 扦插 水培扦插所选用的插条，多用当年生半木质化枝条，经很多试验比较，其育苗效果均很好(表8-11)。

表8-11 水培扦插苗生根情况

树 种	调查株数	调查日期	水培天数 (d)	出根率 (%)	平均根数 (条)	平均根长 (cm)
池 杉	100	10. 12	20	34	3	0. 8
池 杉	66	10. 27	35	93	4	0. 8
落羽杉	100	10. 12	20	62	4	0. 7
落羽杉	35	10. 27	35	86	5	1. 3

以上池杉实验中，如每天换水则发根率达75%，如不换水则发根率为5%。

进行水培扦插育苗，配合生长素处理枝条能够获得更好效果。由于不同基质都有其固有的特性，因此对于基质的选择，对水培扦插生根也有一定的影响。

三、固体基质培育苗

无土栽培育种中，固体基质的使用是一个非常重要的环节。在有固体基质的营养液栽培中，固体基质是必要的基础；即使在无固体基质类型的水培中，无论是营养液膜技术，还是深液流技术，至少在育苗阶段和定植时也要用到少量固体基质来支持苗木。

近年来随着生产上工厂化育苗技术的推广，也随着具有良好性能的新型基质的开发，使有固体基质的营养液栽培具有的性能稳定、设备简单、投资较少、管理较易的优点得到充分发挥，并取得了较好的经济效益，因而越来越多的人采用固体基质栽培来取代水培。

无土栽培用的固体基质有许多种。基中包括砂、石砾、珍珠岩、蛭石、岩棉、泥炭、锯木屑、稻壳、多孔陶粒、泡沫塑料等。

(一) 固体基质的作用与选用原则

1. 固体基质的作用

(1) 支持固定植物 要求固体基质在苗木扎根其中生长时，不致沉埋和倾倒。

(2) 保持水分 能够作为无土栽培使用的固体基质都可以保持一定的水分。这样在灌溉间歇期间不致使苗木失水而受害。例如，珍珠岩可以吸收相当于本身重量的3~4倍的水分；泥炭则可以吸收保持相当于本身重量10倍以上的水分。

(3) 透气 苗木的根系进行呼吸作用需要氧气，固体基质的孔隙存有空气，可以供给苗木根系呼吸所需的氧。

(4) 缓冲作用 只有少数固体基质有这种作用。缓和冲作用可以使根系生产的环境比较稳定，当外来物质或根系本身新陈代谢过程中产生一些有害物质危害苗木根系时，缓冲作用会将这些危害化解。具有物理化学吸收功能的固体基质都有缓冲作用。例如，蛭石、泥炭等就有这种功能。具有这种功能的固体基质，通常称为活性基质。

2. 固体基质的性质 固体基质具备上述的各种作用，是由其本身的物理性质与化学性质所决定的。要清楚了解这些作用的大小、好坏，就必须了解其物理化学性质。

(1) 基质的物理性质 对栽培苗木生长有较大影响的基质物理性质主要有容重、总孔隙度、持水量，大小孔隙比及颗粒大小等。

①容重 是指单位体积基质的重量，用g/l或g/cm³来表示。

基质的容重反映基质的疏松、紧实程度。容重过大，则基质过于紧实，透水透气都较差，对苗木生长不利；容重过小，则基质地于疏松，通透性较好，有利于苗木根系的伸展，但不易固定苗木，给管理上增加困难。一般基质容重在0.1~0.8g/cm³范围内，苗木生长的效果较好。

②总孔隙度 是指基质中持水孔隙和通气孔隙的总和，以相当于基质体积的百分数(%)表示。总孔隙度大的基质，其空气和水的容纳空间就大；反之就小。总孔隙度可以按下列公式计算。

$$\text{总孔隙度} (\%) = \left(1 - \frac{\text{容重}}{\text{比重}}\right) \times 100$$

总孔隙度大的基质较轻，基质疏松，较有利于苗木根系生长，但对于苗木根系的支撑固定作用的效果较差，易倒伏。例如，蔗渣、蛭石、岩棉等的总孔隙度在90%~95%以上。总孔隙度小的基质较重，水气的总容量较少，如砂的总孔隙度约为30%。因此，为了克服单一基质总孔隙度过大或过小所产生的弊病，在实际应用时常将几种不同颗粒大小的基质混合制成复合基质来使用。

③大小孔隙比 总孔隙度只能反映在一种基质中能够容纳的空气和水分的总和，它不能反映基质中空气和水分各自能够容纳的空间。大孔隙是反映基质中空气占据的空间，即通气孔隙；小孔隙是反映基质中水分所能够占据的空间，即持水孔隙。通气孔隙与持水孔隙的比值称为大小孔隙比。用下式表示：

$$\text{大小孔隙比} = \frac{\text{通气孔隙}(\%)}{\text{持水孔隙}(\%)}$$

大小孔隙比能够反映出基质中水、气之间的状况。如果大小孔隙比大，则说明空气容量大而持水容量较小；反之，如果大小孔隙比较小，则空气容量小而持水量大。一般而言，大小孔隙比在1:1.5~4范围内苗木都能良好地生长。

④颗粒大小 基质的颗粒大小直接影响着容重、总孔隙度和大小孔隙比。颗粒大小用颗粒粒径(mm)表示，同一种基质颗粒越粗，容重越大，总孔隙度越小，大小孔隙比较大；反之，颗粒越细，容重越小，总孔隙度越大，大小孔隙比较小。因此，为了使基质既能满足根系吸水的要求，又能满足根系吸收氧气的要求，基质的颗粒大小要适宜。颗粒太粗，虽然通气性较好，但持水性就较差，种植管理上要增加浇水次数；颗粒太细，虽然能有较高的持

水性，但通气不好，易产生基质内水分过多，造成过强的还原状态影响根系生长。

(2) 基质的化学性质 对栽培苗木生长有较大影响的基质化学性质主要有基质的化学组成及由此而引起的化学稳定性、酸碱性、物理化学吸收能力(阳离子代换量)、缓冲能力和电导率。

①基质的化学稳定性 基质的化学稳定性是指基质发生化学变化的难易程度。化学变化的结果引起化学成分的改变而产生新的物质。在无土栽培中要求基质有很强的化学稳定性，这样可以减少营养液受干扰的机会，保持营养液的化学平衡而方便管理。

②基质的酸碱性(pH) 基质的酸碱性各不相同，既有酸性，也有碱性和中性。过酸、过碱都会影响营养液的平衡和稳定。

③阳离子代换量 基质的阳离子代换量(CEC)以100g基质代换吸收阳离子的毫克当量数(me/100g基质)来表示。有的基质几乎没有阳离子代换量，有些却很高，它会对基质中的营养液组成产生很大影响。有利的一面是对酸碱反应有缓冲作用。不利的一面，即影响营养液的平衡，使人们难以按需控制营养液的组分。

④基质的缓冲能力 基质的缓和冲能力是指基质加入酸碱物质后，本身所具有的中和酸碱性(pH值)变化的能力。缓冲能力的大小，主要由阳离子代换量以及存在于基质中的弱酸及其盐类的多少而定。一般阳离子代换量高，其缓冲能力就大。含有较多的碳酸钙、镁盐的基质对酸的缓冲能力也大，但其缓冲作用是偏性的(只缓冲酸性)。含有较多的腐殖质的基质对酸碱两性都有缓冲能力。总的来说，在常用基质中，植物性基质都有缓冲能力，而矿物质基质则有些有很强的缓冲能力(蛭石)，但大多数矿物性基质缓冲能力都很弱。

⑤基质的电导率 是指基质未加入营养液之前，本身原有的电导率。它反映基质中原有的可溶盐分的多少，将直接影响到营养液的平衡。

3. 基质的选用原则 基质的选用原则可以从两个方面来加以考虑，一是适用性，二是经济性。

基质的适用性是指选用的基质是否适合所要种植的苗木。一般来说，基质的容重在0.5左右、总孔隙度在60%左右、大小孔隙比在0.5左右、化学稳定性强(不易分解出影响物质)、酸碱度接近中性、没有有毒物质存在时，都是适用的。

基质的适用性还体现在当基质某些性状有碍苗木生长，但这些性状是可以通过采取经济有效的措施予以消除的，则这些基质也属于适用的。例如，新鲜甘蔗渣的C/N比很高，在种植苗木过程中会发生微生物对氮的强烈固定而妨碍苗木的生长，但经过采取比较简易而有效的堆沤方法就可将其C/N比降低而成为很好的基质。

有时基质的某种性状在一种情况下是适用的，而在另一种情况下就变成不适用了。例如，颗粒较细的泥炭，对育苗是适用的，但对袋培滴灌时则由于颗粒太细而视为不适用。

决定基质是否适用应该有针对性地进行栽培试验，这样作出的判断是最准确的。

除了考虑基质的适用性以外，选用基质时还要考虑其经济性。有些基质虽对植物生长有良好的作用，但来源不易或价格太高，因而不能使用。现已证明，岩棉、泥炭是较好的基质，但我国的农用岩棉只处在试产试用阶段，多数岩棉仍需靠进口，这无疑大大增加了生产成本。泥炭在南方的贮量远较北方少，而且很多是埋藏在表土以下，要开采就会破坏农田，因而，南方的泥炭来源相对较少，而且价格也比较高。但我国南方作物茎秆、稻壳等植物性材料很丰富，如用这些材料作为基质，不愁来源，则且价格便宜。

总之，选用基质时要本着对促进苗木生长有良好效果，并考虑到基质来源容易，价格低廉为原则。

(二) 各种基质的性能

1. 无土栽培基质的分类

①从基质的来源分类，可以分为天然基质、人工合成基质两类。如砂、石砾等为天然基

质，而岩棉、泡沫塑料、多孔陶粒等则为人工合成基质。

②从基质的组成来分类，可以分为无机基质和有机基质两类。砂、石砾、岩棉、蛭石和珍珠岩等以无机物组成的，为无机基质；而树皮、泥炭、蔗渣、稻壳等是以有机残体组成的，为有机基质。

③从基质的性质来分类，可以分为惰性基质和活性基质两类。所谓惰性基质是指本身不起供应养分作用或不具有阳离子代换量的基质；所谓活性基质是指具有阳离子代换量或本身能供给植物养分的基质。砂、石砾、岩棉、泡沫塑料等本身既不含养分也不具有阳离子代换量，属于惰性基质。而泥炭、蛭石等含有植物可吸收利用的养分，并具有较高的阳离子代换量，属于活性基质。

④从基质使用时组分的不同来分类，可以分为单一基质和复合基质两类。所谓单一基质是指使用的基质是以一种基质作为生长介质的，如沙培、砂砾培使用的沙、石砾、岩棉培的岩棉，都属于单一基质。所谓复合基质是指由两种或两种以上的基质按一定的比例混合制成的基质。现在，生产上为了克服单一基质可能造成的容重过轻、过重、通气不良或通气过盛等弊病，常将几种基质混合形成复合基质来使用。一般在配制复合基质时，以两种或三种基质混合成为宜。

2. 常用基质的性能

(1) 沙 来源广泛，在河流、海、湖的岸边以及沙漠等地均有分布。价格便宜。沙由于来源不同，其组成成分差异很大。一般含二氧化硅在 50%以上。沙没有阳离子代换量。容重为 $1.5 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 。使用时选用粒径为 $0.5 \sim 3 \text{ mm}$ 的沙为宜。沙的粒径大小配合应适当，如太粗易产生基质中持水不良，植株易缺水；太细则易在沙中滞水。

(2) 石砾 来源于河边石子或石矿场岩石碎屑。由于来源不同，化学组成差异很大。一般选用的石砾以非石灰性的（花岗岩等发育形成的）为好，如不得已选用石灰质石砾，可用磷酸钙溶液处理后使用，以免磷含量太低影响苗木生长。

石砾的粒径应选在 $1.6 \sim 20 \text{ mm}$ 的范围内，其中总体积的一半的石砾直径为 13 mm 左右。石砾应较坚硬，不易破碎。选用的石砾最好为棱角不太利的，特别是株型高的植物或在露天风大的地方更应选用棱角钝的，否则会使植物茎部受到划伤。石砾本身不具有阳离子代换量，通气排水性能良好，但持水能力较差。

由于石砾的容重大 ($1.5 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$)，给搬运、清理和消毒等日常管理带来很大麻烦，而且用石砾进行无土栽培时需建一个坚固的水槽（一般用水泥建成）来进行营养液循环。正是这些缺点，使石砾培在现代无土栽培中用得愈来愈少。特别是近 20 年，一些轻质的人工基质如岩棉、海氏砾石（多孔陶粒）等的广泛应用，逐渐代替了沙、石砾作为基质，但石砾是在早期无土栽培生产上起过重要作用，且在当今深液流水培上，用作定植杯中的填充物还是合适的。

(3) 岩棉 岩棉是 1969 年由丹麦的 Hornum Research Station 首先运用于无土栽培的。从那以后，应用岩棉种植的技术就先后传入瑞典、荷兰，现在荷兰的花卉无土栽培中有 80% 是利用岩棉作为基质的。当今世界上许多国家已广泛应用岩棉栽培技术，不仅在林木、花卉、蔬菜的育苗和栽培上使用，而用在组织培养试管苗的繁殖上也有使用。使用岩棉基质对于出口盆景、花卉尤其有好处，因许多国家海关不允许带有土壤的植物进口，用岩棉就可以保证不带或少带土传病虫害。我国生产的岩棉主要是工业用的，现在已试生产农用岩棉。

岩棉是一种由 60% 辉绿石、20% 的石灰石和 20% 的焦炭混合，然后在 $1500 \sim 2000^\circ\text{C}$ 的高温炉中熔化，将熔融物喷成直径为 0.005 mm 的细丝，再将其压成容重为 $80 \sim 100 \text{ kg/m}^3$ 的片，然后冷却至 200°C 左右时，加入一种酚醛树脂以减少表面张力，使生产出的岩棉能够吸持水分。岩棉制造过程是在高温条件下进行的，因此，它是进行过完全消毒的，不含病菌和其它有机物。经压制成形的岩棉块在种植苗木的整个生长过程中不会产生形态的变化。

(4) 蚓石 蚓石为云母类硅质矿物，它的颗粒由许多平行的片状物组成，片层之间含有少量水分，为蚯石在1000℃的炉中加热时，片层中的水分变为蒸气，把片层爆裂开，形成小的、多孔的海绵状的核。经高温膨胀后的蚯石其体积是原来矿物的16倍，容重很小(0.09~0.16g/cm³)，孔隙度大(达95%)。

蚯石的pH值因产地不同、组成成分不同而稍有差异。一般为中性至微碱性，也有些是碱性的(pH值在9.0以上)。当其与酸性基质如泥炭等混合使用时不会出现问题。如单独使用，因pH值太高，需加入少量酸进行中和。

蚯石的阳离子代换量(CEC)很高，达100me/100g，并含有较多的钾、钙、镁等营养元素，这些养分是苗木可以吸收利用的。

蚯石的吸水能力很强，每立方米可以吸收100~650kg水。无土栽培用的蚯石的粒径应在3mm以上，用作育苗的蚯石可稍细些(0.75~1.00mm)。但蚯石较容易破碎，而使结构受到破坏，孔隙度减少，因此在运输、种植过程中不能受重压。蚯石一般使用1~2次，其结构就变差了，需重新更换。

(5) 珍珠岩 珍珠岩是由一种灰色火山岩(铝硅酸盐)加热至1000℃时，岩石颗粒膨胀而形成的。它是一种封闭的轻质团聚体，容重小，为0.03~0.16g/cm³，孔隙度约为93%，其中空气容积约为53%，持水容积约为40%。

珍珠岩没有吸收性能，阳离子代换量<1.5me/100g，pH值为7.0~7.5。珍珠岩的成分为：二氧化硅(SiO₂)74%、三氧化二铝(Al₂O₃)11.3%、三氧化二铁(Fe₂O₃)2%、氧化钙(CaO)3%、氧化锰(MnO)2%、氧化钠(Na₂O)5%、氧化钾(K₂O)2.3%。珍珠岩中的养分多为植物不能吸收利用。

珍珠岩是一种较易破碎的基质，在使用时主要有两个问题：一是珍珠岩粉尘污染较大，使用前最好先用水喷湿，以免粉尘纷飞；二是珍珠岩在种植槽或复合基质中，在淋水较多时会浮在水面上，这个问题是没有办法解决的。

(6) 膨胀陶粒 膨胀陶粒又称多孔陶粒或海氏砾石(Hydite)，它是用陶土在1100℃的陶窑中加热制成的，容重为1.0g/cm³。膨胀陶粒坚硬，不易破碎。

膨胀陶粒的化学成分和性质受陶土成分的影响，其pH值在4.9~9.0之间变化，有一定的阳离子代换量(CEC为6~21me/100g)。例如，有一种由凹凸棒石(一种矿物)发育的粘土制成的、商品名为卢素尔(Lusoil)的膨胀陶粒，其pH值为7.5~9.0，阳离子代换量为21me/100g。

膨胀陶粒作为基质其排水通气性能良好，每个颗粒中间有很多小孔可以持水。常与其它基质混用，单独使用时多用在循环营养液的种植系统中或用来种植需通气较好的花卉。

膨胀陶粒在连续使用后，颗粒内部及表面吸收的盐分会造成长期或供应养分上的困难，且难以用水洗去。

(7) 片岩 园艺上用的片岩是在1400℃的高温炉中加热膨胀而成的，容重为0.45~0.85g/cm³，孔隙容积为50%~70%，持水容积为4%~30%。片岩的化学组成为：二氧化硅(SiO₂)52%、氧化铝(Al₂O₃)28%、氧化铁(Fe₂O₃)5%、其它物质15%。片岩的结构性良好，在欧洲一些国家如法国等有使用。

(8) 火山熔岩 是由火山喷发出的熔岩冷却凝固而成。外表颜色灰褐色，为多孔蜂窝状的块状物，打碎后可以使用。容重为0.7~1.0g/cm³。其粒径为3~15mm时，孔隙度为27%，持水量为19%。

火山熔岩的主要化学成分为：二氧化硅(SiO₂)51.5%、氧化铝(Al₂O₃)18.6%、氧化铁(Fe₂O₃)7.2%、氧化钙(CaO)10.3%、镁(Mg)9.0、硫(S)0.2%、碱性物质3.2%。

火山熔岩不易破碎，结构良好，但持水能力较差。在法国曾广泛用它作为无土栽培的基

质，使用时只要放入栽培箱中或盆钵中，采用营养液滴灌即可使苗木生长良好。

(9) 树皮 树皮是木材加工过程中的下脚料。在盛产木材的地方，如加拿大、美国等常用来代替泥炭作无土栽培基质。

树皮的化学组成因树种不同差异很大。一种松树皮的化学组成为：有机质含量为98%，其中蜡树脂为3.9%、单宁木质素为3.3%、淀粉果胶4.4%、纤维素2.3%、半纤维素19.1%、木素质46.3%、灰分2%，C/N比值为135，pH值4.2~4.5。

有些树皮含有有毒物质，不能直接使用。大多数树中含有较多的酚类物质，这对于植物生长是有害的，而且树皮的C/N比值都较高，直接使用会引起微生物对氮素的竞争作用。为了克服这些问题，必须将新鲜的树皮进行堆沤，堆沤时间至少应在1个月以上。因有毒的酚类物质分解至少需要30天才行。

经过堆沤处理的树皮，不仅使有毒的酚类物分解，本身的C/N比值降低，而且可以增加树皮的阳离子代换量，CEC可以从堆沤前的8me/100g提高到堆沤后的60me/100g。经堆沤后的树皮，其原先含有的病原菌、线虫和杂草种子等大多会被杀死，在使用时不需进行额外消毒。

树皮的容重为0.4~0.53g/cm³。树皮作为基质使用，在使用过程中会因物质分解而使其容重增加，体积变小，结构受到破坏，造成通气不良，易积水。但结构变差需1年左右时间。

利用树皮作为基质时，如果树皮中氯化物含一超过2.5%，锰含量超过20mg/kg，则不宜使用。

(10) 锯木屑 锯木屑是木材加工的下脚料。各种树木的锯木屑成分差异很大。一种锯木屑的化学成分为：含炭48%~54%、聚糖14%、纤维44%~45%、木质素16%~22%、树脂1%~7%、灰分0.4%~2%、氮0.18%，pH值4.2~6.0。

锯木屑的许多性质与树皮相似，但通常锯木屑的树脂、丹宁和松节油等有害物质含量较高，而且C/N比值很高，因此锯木屑在使用前定要堆沤，堆沤时可加入较多的氮素，堆沤时间需较长（至少3个月以上）。

锯木屑作为无土栽培基质，在使用过程中结构良好，一般可连续使用2~6茬，每茬使用后应加以消毒。作基质的锯木屑不应太细，小于3mm的锯木屑所占比例不应超过10%，一般应有80%在3.0~7.0mm之间。

(11) 泥炭 泥炭又称草炭，是迄今为止被世界各国普遍认为是最好的一种无土栽培基质。特别在工厂化无土育苗中，以泥炭为主体，配合沙、蛭石、珍珠岩等基质，制成含有养分的泥炭钵体（小块），或直接放在育苗盆中育苗，效果很好。除用于育苗外，在袋培滴灌或种植槽培育中，泥炭也常用作基质，植物生长很好。

泥炭在世界上几乎各个国家都有分布，但分布得极不均匀，主要以北方的分布为多，南方只是在一些山谷的低洼地表土下有零星分布。据国际草炭学会的估计（1980），现在世界上的泥炭总量超过420万平方公里，几乎占陆地面积的3%，也有些专家估计得低一些，约10亿立方米。

北方出产的泥炭质量较好，这与北方的地理和气候条件有关。因北方雨水较少，气温较低，植物残体分解较慢；相反，南方高温多雨，植物残体分解较快，只在低洼地有少量形成，很少有大面积的泥炭蕴藏。

根据泥炭形成的地理条件、植物种类和分解程度可分为低位泥炭、高位泥炭和过渡泥炭三大类。

①低位泥炭 分布于低洼积水的沼泽地带，以苔草、芦苇等植物为主。其分解程度高，氮和灰分元素含量较多，酸性不强，肥分有效性较高，风干粉碎后可直接作肥料使用。容量较大，吸水、通气性较差，不宜作无土栽培基质。

②高位泥炭 分布于地形的高位，与低位泥炭形成的条件相似，以水藓植物为主。分解程度低，氮和灰分元素含量较少，酸性较强（pH值在4~5之间）。容重较小，吸水、通气性较好，一般可吸持水分为其干物质重10倍以上。此类泥炭不宜作肥料直接施肥。在无土栽培中可作合成基质的原料。

③中位泥炭 介于高位于低位之间的过渡性泥炭。其性状介于二者之间，也可用于无土栽培。

泥炭容重较小，生产上常与砂、煤渣、蛭石等基质混合使用，以增加容重，改善结构。

(12) 甘蔗渣 来源于甘蔗制糖业的副产品，在我国南方（广东、广西、福建等）有大量来源。以往的甘蔗渣多作为糖厂燃料而烧掉，现在利用蔗渣作为造纸、纤维板生产上的原料用量在逐年增加，但仍以燃料为主，因此，用其作为无土栽培基质的来源不愁。

(13) 稻壳 稻壳是稻米加工时的副产品，在无土栽培上使用的稻壳通常是进行过炭化的，称为炭化稻壳或炭化砻糠。

炭化稻壳容重为 0.5g/cm^3 ，总孔隙度为82.5%，其中大孔隙容积为57.5%，小孔隙容积为25%，含氮0.54%，含速效磷66mg/kg，速效钾0.66%，pH值为6.5。如果炭化稻壳使用前没经过水洗，炭化形成的 K_2CO_3 会使其pH值升到9.0以上，因此使用前宜用水洗。

炭化稻壳因经高温炭化，如不受外来污染，则不带病菌。炭化稻壳含营养元素丰富，价格低廉，通透性良好，但持水孔隙度小，持水能力差，使用时需经常浇水。另外稻壳炭化过程中不能过度，否则受压时极易破碎。

(14) 煤渣 煤渣为烧煤后的残渣。工矿企业的锅炉、食堂以及北方地区居民的取暖等，都有大量煤渣。

煤渣容重为 0.70g/cm^3 ，总孔隙度为55.0%，持水孔隙容积为33.0%。含氮0.183%、速效磷23mg/kg、速效钾203.9mg/kg，pH值为6.8。

煤渣如未受污染，不带病菌，不易产生病害，含有较多的微量元素，可与其它基质混用。

(15) 菇渣 菇渣是培育蘑菇的下脚料。不宜直接作基质使用，可以加水至含水量约70%，再堆成一推，盖上塑料膜，堆沤3~4个月，取出风干，然后打破，过5mm筛，筛去菇渣中的粗大植物植残体、石块和棉花既可。

菇渣容重为 0.41g/cm^3 ，持水量为60.8%，菇渣含氮1.83%，含磷0.84%，含钾1.77%。菇渣中有较多的石灰，pH值为6.9%（未堆沤的更高）。

菇渣的氮、磷含量较高，单独作为基质使用不合适，应与泥炭、蔗渣、沙等基质按一定比例混合使用。混合时菇渣的所含比例不应超过40%（以体积计）。

(16) 泡沫塑料 现在使用的泡沫塑料主要是聚苯乙烯、尿甲醛和聚甲基甲酸酯，尤以聚苯乙烯最多。这些泡沫塑料可取自塑料包装材料制造厂家的下脚料。国外有些厂家有专门出售供无土栽培用的泡沫塑料。

泡沫塑料的容重小，为 $0.1\sim0.15\text{g/cm}^3$ 。有些泡沫塑料几乎不吸水，而有些可以吸收大量的水，如1kg的尿甲醛泡沫塑料能吸持12kg的水。

泡沫塑料非常轻，用作基质时必须用容重较大的颗粒如沙、石砾来增加重量，否则植物无法固定。由于泡沫塑料的排水性能良好，它可以作为栽培床下层的排水材料。若用于家庭分栽花卉（与沙混合），则较为美观且植株生长良好。

(17) 复合基质 园艺上最早采用复合基质的是德国汉堡的Frushtofer，他在1949年用一半的泥炭和一半的底土粘粒，混合以氮、磷、钾肥，再加石灰调节pH值为5~6即成。他将之称为Eindeitserde，即“标准化土壤”之意。现在欧洲仍有几家公司出售这种基质，它可以在多种植物的育苗和全期生长上。

20世纪50年代美国广泛使用的UC（加州大学）系列复合基质，是由100%的泥炭至

100%的细沙的比例范围内配比的五种基质组成，其中用得最多的是一半泥炭与一半沙配成的基质。60年代康奈尔大学研制的复合基质A和B，也得到广泛的使用。其中复合基质A是由一半泥炭和一半蛭石混合而成；复合基质B是由珍珠岩代替蛭石混合而成。这两种基质系列现在仍在美国和欧洲国家广泛使用，并以多种商品的形式出售。

除了一些单位生产供应少量花卉营养土以外，我国现在还较少以商品化生产出售的无土栽培复合基质。生产上多数是根据种植苗木的要求以及可以利用的材料不同，以经济实用为原则，自己动手配制复合基质。例如，用粒径1~3mm的煤渣或粒径1~3mm的沙砾与稻壳各半来进行无土育苗。华南农业大学土化系研制的蔗渣矿物质复合基质是用50%~70%的蔗渣与30%~50%的沙、石砾或煤渣混合而成，无论是育苗还是全期生长，效果良好。

配制复合基质时所用的基质一般以2~3种为宜。制成的复合基质应达到容重适宜，增加了孔隙度，提高了水分和空气含量的要求。在混合基质中可以预先混入一定的肥料。肥料用量为：三元复合肥(15—15—15, N-P₂O₅-K₂O)以0.25%比例兑水混入，或按硫酸钾0.5g/l、硝酸铵0.25g/l、过磷酸钙1.5g/l、硫酸镁0.25g/l加入，也可以按其它营养配方加入。

四、月季的无土栽培育苗

月季(*Rosa hybrida* cvs.) 蔷薇科多年生小灌木。

(一) 品种

现在用于鲜切花生产的月季品种大都是从杂交茶香系(HT)选出的丛性月季。花色花形丰富，香味浓，产花多，花枝长，用温室或大棚栽培，可以从10月至翌年5月陆续上市。

近几年，我国从国外引进大量的优良品种，具有推广价值的深黄色的金奖章、大红色品种萨蒙莎、纯白色的卡布兰奇及浅珊瑚粉红色的索尼亚等品种。另有黄色系的徽章、旧金山等。蓝色的蓝月、蓝丝带等月季品种表现也不错。

(二) 繁殖

主要的繁殖方法有扦插和嫁接两种，分述于下：

1. 扦插 扦插繁殖的时间可从7月至翌年3月。剪取月季花枝具有1~3个芽眼的枝条，在枝条上部保留一片叶子。

扦插基质可选用砂或蛭石等，荷兰利用岩棉方块进行扦插繁殖也已成功。扦插苗的株行距为2.5~3cm×7.5~8cm，扦插用的岩棉块为4cm×4cm×6.5cm的方块。扦插条下端可用激素处理，以促进生根。基质温度保持在21~22℃，气温要求10~13℃，扦插后用塑料薄膜覆盖以保持较高的相对湿度。扦插4~7周后，长出新根时将插条移入盛有基质的营养钵继续生长。用岩棉块扦插的，当根从育苗块穿出时，将育苗块移入岩棉垫上进行栽培。

2. 嫁接 切花生产大多采用嫁接苗。砧木选用野蔷薇的实生苗或扦插苗。砧木在8~9月扦插，20天左右生根，10月移入塑料钵中继续生长，加强管理，于12月至1月就可进行芽接。选取接芽时，剪取冠幅上部花后枝上饱满的腋芽为好，嫁接多采用丁字型芽接法。嫁接苗以6cm×6cm的株行距进行第一次移植，新芽长到10~15cm时，再以15cm×18cm的株行距进行第二次移植。选用岩棉作基质时，嫁接苗可用10cm×10cm×10cm的育苗岩棉块。

(三) 定植

选用的栽培基质应具有较好的通透性，可用泥炭、蛭石、珍珠岩等混合基质。适宜的pH值为6.0~6.5。栽培方式可用槽培，槽的高×宽为0.3cm×1m，长度以温室大棚条件而设计，槽内基质厚度为15~25cm。定植的株行距为30cm×30cm或25cm×35~45cm，每槽栽两行。

岩棉培一般在7.5cm厚的岩棉毡上定植岩棉育苗块。岩棉毡预先在pH值5.5的营养液中充分吸水后使用。栽培床以内黑外白的双色膜包裹，以防止蒸发、盐类积聚、杂草和藻

类的产生，同时高温季节有降温效果。

定植时间可以在当年12月至翌年6~7月，以5~6月定植最佳。

(四) 营养液管理

根据测定月季叶片中各元素的组成成分及含量，营养液中主要元素含量必须达到氮170mg/l、磷34mg/l、钾150mg/l、钙120mg/l、镁12mg/l。月季营养液配方见表8-12。

表8-12 月季大量元素营养液配方

化 合 物	每升水中含肥料量 (g)	每升营养液中含营养元素量 (mg/L)				
		N	P	K	Ca	Mg
无水硝酸钙	0.49	84			120	
硝 酸 钾	0.19	26		73		
氯 化 钾	0.15			77		
硝 酸 铵	0.17	60				
硫 酸 镁	0.12					12
磷酸(85%)	0.13		34			
合 计		170	34	150	120	12

注：表8-12所列为大量营养元素用量，至于微量营养元素用量可参照通用配方见表8-8，表8-9，表8-10。

营养液的使用可采用滴灌方式，供液量随植株生长逐渐加大，平均每天每株供液1~1.5L。切花开始后增加到每天每株2L左右。同时还要根据天气变化和温度高低而有差异。岩棉培亦可采用封闭式的循环供液法。

第四节 容器育苗

一、容器育苗的概述

容器又称营养器(营养钵)。利用各种容器装入培养基质培育苗木，称容器育苗。其所得的苗为容器苗。

(一) 容器育苗的发展概况

容器育苗是在六十年代才发展起来的一种新的育苗技术，在国内外广泛应用于林业育苗技术上，大大提高造林成活率。近年来北欧各国发展很快，主要是瑞典、芬兰、加拿大等国。1974年瑞典的容器育苗在造林中的比重已达40%；芬兰达30%；1973年加拿大容器苗比重占10%左右，在加拿大的阿尔伯达省已占75%；巴西是容器苗发展最快的国家，在造林中的比重高达92%。

在园林事业方面，我国各地也开始大力发展容器育苗，不仅节省了种子，而且提高了苗木质量和成活率。在园林植物的繁殖上，除利用容器播种育苗外，还利用容器进行扦插繁殖，如北京西南郊苗圃，用容器进行雪松及其他松柏类植物的扦插，也用于迎春、木槿等花木类的扦插繁殖，都获得良好效果。

(二) 容器育苗的优缺点

容器育苗之所以得到较快的发展，是因为容器育苗有许多其他育苗形式无法代替的优点。

- ①容器苗的根系发育良好，起苗时不伤根，减少了苗木因起苗、运输、假植等作业时对

根系的损伤和水分的损失，从而提高苗木的移栽成活率。特别是在我国北方干旱地区，采用容器苗移栽成活率可达到85%以上。

②采用容器苗可以延长绿化植树的时间，不受植树季节的严格限制，便于劳动力的调配。

③可以节省种子。国外苗圃用容器育苗，每公斤欧洲松种子，可培育苗木12万株，而我国樟子松种子(大小与欧洲松相近)在较先进的苗圃，每公斤种子只能培育出3万株苗。

④容器育苗结合塑料大棚，可以满足苗木对温度、湿度、光照的要求，做到提早播种，延长苗木生长期，有利于培育优质壮苗。

⑤容器育苗还便于机械化操作，也不需占用肥力较好的土地。

容器育苗虽有许多优点，但也有一些缺点，容器育苗单位面积产苗量低；成本高；营养土的配制和处理等操作技术比一般育苗复杂；在栽植上也存在运输不便，运费高的问题，同时对容器的大小、规格、施肥灌溉的控制及病虫防治等抚育措施，都有待今后进一步总结和研究。

二、育苗地的选择

容器育苗的圃地常为大型苗圃的一部分，一般地理位置、交通条件、市场条件较好；但由于容器育苗机械化程度高，管理要求严格，因此在苗圃中应选择主干道临近管理区一侧；容器育苗的土、肥、水均由人工或机械管理，选择的圃地要有充足的水源和电源，便于灌溉和育苗机械化、自动化操作。对土壤肥力和质地要求不高，肥力差的土地也可进行容器育苗，用地的自然条件选择主要考虑地形地势，要求地势平坦、排水良好处，切忌选在地势低洼、排水不良、雨季积水和风口处；避免选用有病虫害的土地。

三、育苗容器

育苗容器又称营养杯，其种类很多，国内外用做营养杯的材料有：泥炭土、纸、塑料薄膜、其他塑料及木制、竹制等。基本上分为三个类型：

(一) 有壁容器

1. 一次性容器 容器虽有壁，但易于腐烂，填入培养土育苗，移栽时不需将苗木取出，连同容器一同栽植即可。如蜂窝纸杯(图8-9)。也可用废旧报纸等做成纸杯进行育苗。

2. 重复使用容器 容器有外壁，其选用的材料不易腐烂，栽植时必须从容器中取出苗木，用完整的苗木根系进行栽植。容器可以重复利用，如各种塑料制成的容器(图8-9)。

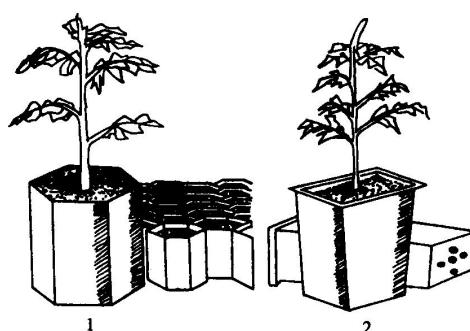


图8-9 有壁容器育苗

1. 蜂窝纸杯 2. 塑料容器

(二) 无壁容器

其本身既是育苗容器又是培养基质。如稻草一泥浆营养杯(用稻草和泥浆或加入部分腐熟的有机肥做成); 粘土营养杯(用含腐殖质的山林土、黄土和腐熟的有机肥制成); 泥炭营养杯(用泥炭土加一定量的纸浆为粘合剂制成)等。这种容器常称营养钵或营养砖、栽植时苗与容器同裁(图 8-10)。

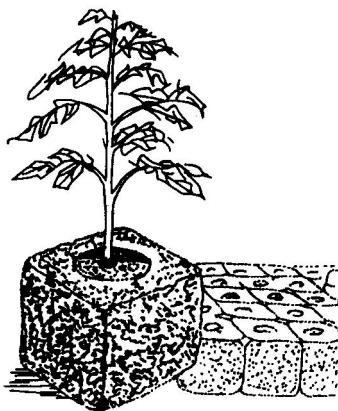


图 8-10 无壁容器育苗(营养钵)

容器的形状有圆形、方形、六角形等，要求既要适于苗木的生长，又便于排列集约生产。容器的大小对幼苗的生长发育，尤其对根的生长有一定的影响。依培育的树种不同和培育的时间长短不同而确定，其大小要适中，以满足生育期，苗木的生长发育要求为限，既不过小影响苗木生长，又不过大形成浪费。各国及我国各地所使用的规格均不一致，一般幼苗培育所用的多在高 8~20cm；直径 5~15cm 范围内，可依苗木生长的不同而变化。

四、营养土的配制和施肥

(一) 营养土应具备的条件

营养土是培育容器苗的主要条件，它直接影响苗木的生长，是容器育苗成败的关键环节，必须加以重视。营养土应具备的条件为：

1. 具有种子发芽和幼苗生长所需要的各种营养物质。
2. 经多次浇水，不易出现板结现象。
3. 保水性能好，而且通气好，排水好。
4. 重量轻，便于搬运。
5. 最好用经过火烧或高温消毒过的土壤，可以消灭病虫害及杂草种子，减少育苗过程中的除草等工作。

日本采用烧土杀菌机进行土壤消毒，效果良好。据实验，把土壤放在不同温度下进行短时间的热处理，其效果如下：①49~60℃大部分植物的病菌和细菌死亡。②60~70℃一切植物的病菌及大部分植物的病害、病毒死亡，土壤中昆虫及虫卵也死亡。③70~80℃大部分杂草种子死亡。④90~100℃抵抗力强的病毒及植物种子死亡。⑤用 80℃左右的温度进行短时间的土壤处理，土壤中的有机质不会损失。

(二) 营养土的制备

1. 营养土的材料与配制 容器育苗中常用来配制营养土的材料有林中腐殖质土、泥炭土、未经耕种的山地土、磨碎的树皮、稻壳、蛭石和珍珠岩等。

据国外报导，以林中腐殖质土为最好，泥炭土、沼泽土和蛭石也具有含水率高，通气性好的特点，用以育苗、效果好，应用较多。但这些材料在大量育苗的情况下，用量多，可能来源不足，故常混用山地土、黄土或经消毒处理的腐殖质含量较高的苗圃地土壤等，混合制成营养土。

配制营养土的比例，国内外多种多样，如：

(1)国外营养土的配制

①泥炭沼泽土和蛭石的混合物，其比例(按干重量计算)各为 1/2 或 3/5:2/5 或 4:1/4，再加适量的石灰石(云石)及砂质肥料

②花旗松树皮粉和蛭石(或泥炭)，其比例各为 1/2，并加入适量的氮肥。"

③泥炭沼泽土 25%~50%，蛭石 0~25%，再加 50% 的土壤。

水解泥炭土的保水能力很高，但也随其细碎程度而异。粗颗粒保持水分的能力可占体积的 56%；细颗粒能保持水分的能力占体积的 84%，一般情况下介于二者之间。因此含有水解泥炭土的营养土中，大量的植物养分能保持在水溶液中。但这些养分在下雨或灌水时也容易被淋洗。

④烧土十冷杉锯末熏炭十堆肥；

由于冷杉锯末熏炭的通气和透水性好，因此使用此种营养土，其苗木的生长及根系均较好。优于第②种配方。

⑤烧土 2/3 十堆肥 1/3；

⑥用富有腐殖质的保水力好的苗圃土壤 50%，与水解泥炭土 30%，再加入经过完全腐熟的堆肥 20%，按容积比例配制。此项工作最好在一年前进行，将其混合好的营养土堆积起来，便其充分腐熟，使用前要充分搅碎、拌和。

(2)国内营养土的配制

各地使用的营养土，要根据培育苗木的生物学特性和对营养条件的要求而定，要富有氮、磷、钾等多种元素，多以综合性的肥沃土壤为主要原料，加入适量的有机肥和少量化肥。要因地制宜，就地取材，充分利用当地的肥源，采用不同的配制方法。通用的配方有：

①烧土 78%~88%；完全腐熟的堆肥 10%~20%；过磷酸钙 2%。

②泥炭土、烧土、黄心土各 1/3。

③烧土 1/2~1/3；山坡土或黄心土 1/2~2/3。

依各地实践经验，对不同的树种，不同地区采用不同的配方如下：

①广西林科所油茶营养杯营养土的配制，以塘泥(肥土)60%，草皮灰泥 37%，磷肥 3%，三者混合均匀后装入杯中备用。

②河北承德地区油松营养杯营养土的配制，选用生土(含腐植质的山皮土)60%~70%，釉黄土(未耕种过的)30%~40%，掺入 5%~10% 腐熟的有机肥，充分混合后使用。

③山西省寿阳县配制油松营养土，有两种：一种是取 10% 的腐熟的有机肥(马粪、羊粪)，30% 粘土，60% 荒坡土；另一种则用荒坡土和松林土等量，加 30% 粘土，过筛后，并经土壤消毒备用。

上述实例都是充分利用当地的土壤和肥源，因地制宜、综合利用、既经济又合理，有利促进容器苗的生长。一般营养土泥土和粪肥占 98%，加过磷酸钙或钙、镁、磷、钾肥约占 1% 左右，再加入适量的杀菌、杀虫农药。

2. 营养土的酸碱度(pH 值) 容器育苗营养土的 pH 值常为 4.5~5.5，适应很多种针叶树苗木的生长。随着时间的推移，长期的灌水和施用化肥对 pH 值都有影响，在苗木生长期，为了避免 pH 值发生不适当的变化，可使用缓冲性强的培养土。在营养土中加入沼泽泥

炭土和难溶解的钙盐来控制 pH 值，可使 pH 值保持较稳定不变状态。例如加拿大为了调节容器中营养土的 pH 值，常施用石灰，当 pH 值介于 3.5~7 的情况下，在 1kg 干泥炭中加入 30g 很细的石灰，可以调节 pH 值。亦可用氢氧化钠、硫铵或稀硫酸配成水溶液来调节 pH 值。

(三) 容器育苗的施肥

1. 基肥 一般的基肥多用腐熟的堆肥，在配制营养土的同时就使用了。但由于苗木是在有限的容器中生长，育苗时间长养分不够，在生长后期常表现出缺肥的状态，第二年生长也不好。如基肥使用过多，又会发生肥料烧苗现象，因此一般多采用追肥方法来补足肥料的短缺。

2. 追肥 苗木的生长，形成完整的根系，肥料是不可少的。一般采用追肥，且多与灌水结合进行。实践证明，施用液体速效肥料是有效的，但必须控制浓度，浓度过大则产生苗木烧伤现象。适量的追肥比基肥效果好。在整个生长期，为了满足苗木不同生长时期所需要的各种养分，施肥计划应随时调整例：日本对云杉和冷杉 3~4 年的容器苗施肥设计方案(表 8-13)。

施肥量要有一定的计算，主要为 N、P、K 的含量：

$$\text{施肥量} = (\text{不同树种生长的需肥量} - \text{营养土中含肥量}) / \text{树种对肥料的吸收率}$$

营养土中肥分的含量，因容器小，肥量少，且因经常灌水流失多，故可忽略不计。

表 8-13 云杉、冷杉容器苗施肥设计

(引自日本，《林业新技术》，1971)

(单位：g)

施肥期	单位量	硫酸铵	过磷酸石灰	硫酸钾	豆饼	液体肥料	复合肥
基肥	每立方米土	400	1 200	400	2 000		
基肥	每 100 株	10	30	10	50		
追肥(3 年生)	每 100 株			2	20	20	50
追肥(4 年生)	每 100 株	10	15	15		10	150

五、容器的装土与排列

容器中的营养土因多混有肥料，在装土前必须充分混合，防止出现苗木生长不均匀。最后混合后堆放一段时间再用，以免烧伤幼苗。容器中填装营养土不宜过满，灌水后的土面一般要低于容器边口 1~2cm，防止灌水后水流出容器。

在容器的排列上，要依苗木枝叶伸展的具体情况而定，以便于植物生长及操作管理上的方便，又节省土地为原则。排列紧凑不仅节省土地，便于管理，而且可减少蒸发，防止干旱。但过于紧密则会形成细弱苗。

六、容器的播种育苗

容器育苗的方法与一般苗圃育苗方法相同，可行播种、扦插、移栽。进行播种育苗所用的种子必须是经过检验和精选的优良种子，播前应进行催芽，才能保证每个容器中都获得一定数量的幼苗。播后为减少蒸发可行覆盖，先用碎稻草覆盖，再用整稻草盖好。撤除稻草时把上面整的撤掉，留下少量碎草覆于容器内，可防止水分蒸发，又能防止灌水时直接冲击幼苗和表土。

七、容器苗的灌水与管理

灌水是容器育苗成功的关键环节之一。其灌水方法一般采用喷灌。尤其在干旱地区，应更加注意灌水。在幼苗期水量应充足，促进幼苗生根。到速生期后期控制灌水量，促其茎的增粗生长，使其矮而粗壮，抗逆性强。据挪威人实验证明，由于喷水量和喷水间隔期不同，经过六周后，表现出的生根状况不同：

1. 喷水过多，容器壁因有保水力，使容器壁经常很湿，几乎不生侧根。
2. 喷水不足，造成仅容器表面湿润，根生在容器的上部，侧根也很少。
3. 采用一般的喷水间隔期，生长2~3条侧根。
4. 采用喷水、干燥交替进行，即当容器壁干燥后再行灌水，则生侧根数多。

灌水时不宜过急，否则水从容器表面溢出而不能湿透底部；水滴不宜过大，防止营养土从容器中溅出，溅到叶面上常影响苗木生长。因此，在灌水方法上常采用滴灌或喷灌。

滴灌的方法优点很多，一方面点滴入土可以节约用水，一方面防止空气中病害孢子沾染叶面而减少病害发生，同时又使土壤温度的降低比较缓慢，有利于根系的发育。目前，国外大型的盆栽育苗场经常用滴灌，或间用喷灌，只是为了洗灌叶面的灰尘。尤其是施肥和灌溉同时并举时，更要使用滴灌以减少肥料的流失。

第九章 园林苗圃的经营管理

第一节 管理的概念与现代企业管理的职能要求

企业管理是社会化大生产的客观要求和必然产物。随着企业经营规模的不断扩大和社会分工的变化，管理活动是一种为使企业实现其目标和发展其职能的重要的组织活动。科学管理的主要任务是，研究认识企业管理活动的现象和规律，以指导管理活动的发展。

一、管理的发展历史

1. 传统管理阶段 十八世纪后期至十九世纪末，一百多年时间是传统管理阶段。管理实践活动，是依靠个人经验对生产经营活动进行管理。管理的目的是在工业企业中怎样利用有限的资源提高劳动生产率。

2. “科学管理”阶段 从十九世纪末到二十世纪四十年代，约 40 年的时间，被称为“科学管理”的阶段。管理实践活动重视对“事”的管理，强调严格的纪律，以此来提高劳动生产率，实现企业利润的最大化。由于当时多数商品是卖方市场商品，因此企业管理活动是以生产为中心的。

3. “现代管理”阶段 这一阶段从 1940~1970 年约三十年时间。随着科学技术的进步和生产的迅速发展，技术更新周期缩短，跨国公司日益发展，企业规模不断扩大，市场竞争日益激烈，大多数商品由卖方市场变成买方市场，企业管理活动转向以营销为中心。管理实践活动不但重视对“事”的管理并开始重视对“人”的管理。通过调动人的积极性，提高劳动生产率，实现企业目标。

4. 管理理论与实践的新发展阶段 这一阶段从本世纪七十年代至今。在这一阶段中，企业文化作为一种新的管理理论被提了出来，并且很快得到了广泛的研究和应用。它研究的是在企业生存与发展过程中，形成的企业价值观念和经营哲学，对提高劳动生产率起着重要的作用。在管理实践中如何塑造一个企业的精神文化系统，构筑企业的软环境，对促进人力资源的管理至关重要。管理的重点从人的行为层次上升到人的观念层次。

企业文化分三个层次：表层（物质层）：表层企业文化是见之于形，闻之于声的文化形象，如产品形象、员工风貌，厂（场）容、厂（场）貌等；深层（内隐层）企业文化：是指积淀于企业及员工内心的意识形态，如理想信念、道德规范、价值观念、行为准则等；中层（制度层）：中层企业文化是介于表层和深层之间的那部分文化，如企业的规章制度、组织机构等。深层文化决定和制约着企业文化的中、表层文化表现，而中、表层文化又是深层企业文化的具体体现。

二、企业管理的基本原理和职能

(一) 管理的系统原理

研究管理系统必须掌握系统的三个特征：一是目的性。每个管理系统都应有明确的目的，使系统目标最优化。二是整体性。在一个管理系统中，每个单元只有通过系统结构才能发挥自身的功能，实现整体效益最大化。三是层次性。管理系统中每一层次都有各自的功能和明确的任务、职责和权益范围。同一层次的各系统间应相互协调，较低的层次对其上一层次负责，接受其指令。

(二) 动态调节原理

管理是一个动态过程。管理对象往往是复杂的、多因素的，并且各因素之间的关系始终处于不断变化发展之中，因此，在管理活动中，要求管理者依据外部环境和内部因素的变化，不断调整系统的目标和计划、组织实施的步骤及应采取的控制措施。

(三) 人本原理

人本原理是指一切管理活动都应以调动人的积极性和主观能动性为根本。这个原理要求管理者必须坚持做好人的工作，使全体员工明确整体目标及自己的职责，激励员工努力完成好自己的工作任务。

(四) 效益原理

为实现系统目标，使投入的人力、物力、财力、信息、时间等资源，得到充分合理和有效的利用，产生出最佳的管理效益，谓之效益原理。管理效益是系统目标、管理效能、管理效率的函数。管理效能是指管理系统所具备的实现目标的有效功能或有效行为能力。管理效能的大小，直接取决于管理系统的目是否明确，机构是否合理以及人的积极性是否得到充分的发挥。管理效率除了指管理活动的结果取决于系统目标的速度外，还指管理系统完成单位工作量所消耗的劳动量。效益是和目标连在一起的，它和效率即有联系又有区别。目标正确，效益和效率成正比；目标错误，效益和效率成反比。

(五) 管理职能原理

计划、组织、指挥领导、协调控制是管理的基本职能。

1. 计划职能 计划职能是管理的首要职能。它包括的主要内容是：按照经济发展规律的要求，通过充分的市场调查研究和对未来需求的科学预测，确定企业经营战略、经营方针和目标，制定各种经营方案并对其进行比较、选择、作出决策，从而制定出能体现企业发展目标要求的各项计划。具此将企业的各项计划分解到各部门、单位、个人，以保证企业经营计划的实现。

2. 组织职能 企业的各项经营是相互连接、相互制约的。通过组织职能按照既定计划的要求，将各方面的工作有机组织起来，使人、财、物、产、供、销、责、权、利等得到合理的运用和安排。组织职能的执行，要从企业经营的特点出发，建立健全合理的组织机构和各项规章制度，以保证各个经营环节的工作最合理、最有效地进行。

3. 领导职能 为了保证企业的经营活动有计划有组织地进行，必须有高度集中的指挥。在执行各项方针、政策、计划和法令中，企业的各项工作要做到指挥的统一，命令的统一，促使每个职工的工作与企业的总体目标紧密联系，避免多头领导，各行其是。企业在实行集中领导和严格纪律的时候，必须坚决保证广大职工及他们选出的代表参加民主管理的权力。

4. 控制职能 控制职能是指根据企业的经营目标与计划执行情况进行监督和检查。控制的目的在于及时发现问题，查明原因，采取必要的对策，以便及时消除执行计划中发生的偏差。若发现计划与客观情况不相符合时，应根据实际情况对计划作必要的调整或修改，以利于计划的贯彻执行。

三、现代企业管理的要求

为适应社会的发展，科技进步和对外开放的需要，必须建立完善的现代企业制度，企业管理必须实现现代化。

1. 管理思想现代化 一是要解放思想、二是有正确的指导思想。遵从能正确反映并能正确指导企业管理现代化过程的现代管理科学，从以往单从个人经验进行管理，过渡到运用科学理论和科学方法进行管理，不断总结企业管理的经验，汲取国内外先进的管理经验和方法，以指导企业的经营管理活动。

2. 管理体制现代化 管理体制是指管理单位的决策权限、隶属关系、机构设置、调控机制、监督机制等方面的组织结构和制度。管理体制涉及组织机构的职能、组织机构运行过程的机制以及保证组织机构有效运行的组织制度。在实现社会主义市场经济的今天，为了适应企业经营环境的变化，把握机遇，迎接挑战，企业内部必须建立一个强有力的业务行政指挥系统，协调好各职能部门的管理活动，明确各职能部门的权力、责任以及相应的规章制度。

3. 管理人才现代化 管理人才现代化是实现企业管理现代化的关键。优化管理人才的个体结构和群体结构是提高企业管理水平，实现管理现代化的战略措施。

4. 管理方式现代化 先进的管理方式和手段能极大地提高工作效率。采用先进的管理思想、管理科学、管理理论，使用当代先进的物质技术设备（如电子计算机、传真机、复印机和卫星通讯等）来提高工作效率和办事能力。

第二节 园林苗圃的组织管理

组织是同类个体数目不少二个而且个体之间既有分化又有关联的相对稳定的群体，是人们为了实现一定的目标，而互相结合、指定职位、明确责任、分工合作、协调行动的人工系统及其运转过程。

一、组织与组织设计

（一）组织原则与组织结构

组织的概念有四层基本涵义。

1. 组织必须具有目标 目标是组织存在的前提，没有目标的组织就没有存在的必要。

2. 组织必须有层次和结构 任何组织内部必须有不同的层次与相应的责任制度，其成员在各自岗位上，为实现共同的目标而分工合作。没有层次、没有分工合作就不能构成组织，没有明确的职务、权力、责任，必然是一个混乱的低级的组织，无法实现预定的目标。

3. 组织是一个人工系统 它是由领导人或一个领导集团决策、组建起来的群体结构，带有一定的主观意识。

4. 组织要有保证、监督其运转过程 当机构运转正常，有助于高效地实现目标时，应维护组织的稳定性。反之，则应调整变革，使其适应外界形势和本企事业单位内部发展变化的要求。

现代组织学研究两大部分内容：一是静态的组织结构学。二是动态的组织行为学。静态的组织结构学研究组织原理、组织形式和组织效应等，侧重于使组织结构合理、运行高效。动态的组织行为学则研究组织对职工心理状态及人际关系的影响，追求群体内个人心情舒畅，彼此和睦融洽。这二方面的内容在实际操作中不可截然分割而是密切相联的，领导者必

须根据外部环境（如政治、经济、文化、社会、市场条件、竞争对手、国际环境等）及内部条件（如资金、设备、技术、人员、管理水平等）系统地考虑建立或变革组织，以期高效地实现组织目标。

组织是企业管理的具体职能之一，它把企业生产经营活动的各个要素，各个环节从纵横交错的相互关系上、从时间空间的先后顺序上，科学合理地组织起来，使其成为一个统一的整体，形成整体大于个体的组织效应。

组织现代化是企业管理现代化的主要内容之一。现代化管理涉及思想、组织、方法、手段、人员各方面，而管理组织现代化是其中最基本的组成部分。

组织还是企业领导者实施有效领导的重要保证手段，是领导者联系职工群众的桥梁和纽带。组织也是企业与社会发生联系的实体。

（二）组织设计的目的和原则

组织设计就是对组织活动和组织结构的设计过程，是一种把任务、责任、权利和利益进行有效组合和协调的活动。其目的是协调组织中人与事、人与人的关系，最大限度地发挥人的积极性，提高工作绩效，更好地实现组织目标。

组织设计应遵循相应原则：

1. 系统整体原则 系统整体原则要求管理组织结构完整。现代企业的组织也是一个系统，它由决策中心、执行系统、监督系统和反馈系统等构成，只有结构完整才能产生较好的功能；系统整体原则要求管理组织要素要齐全。既要努力提高人员素质，又要保持良好的人际关系，实现组织的高效运行。岗位和职务明确，权力和责任明晰，防止由于机构重叠、职责不明和副职过多而降低管理效能。信息要灵通，保证组织设计的信息联系及时可靠；系统整体原则要求管理组织确保目标。目标是一切管理活动的出发点和落脚点。要按目标要求进行组织设计，根据目标建立或调整组织结构。

2. 统一指挥原则 统一指挥原则是组织管理的一个基本原则。统一指挥原则是建立在明确的权利基础上的。权力系统依靠上下级之间的联系所形成的指挥链而形成。指挥链是指指令信息和信息反馈的传递通道。为确保统一指挥，应注意指挥链不能中断，切忌多头领导，不要越级指挥。

3. 责权对应原则 责权对应原则也是组织管理的一项极为重要的原则。责权对应主要靠科学的组织设计，深入研究管理体制和组织结构，建立起一整套完整的岗位职务和相应的组织法规体系。在管理组织运行过程中，要解决好授权问题，在布置任务时，应把责任权力以及能提供的条件一并说清，防止责权分离而破坏系统的效能。

4. 有效管理幅度原则 组织设计时要着重考虑组织运行中的有效性，即管理层次与管理幅度问题。管理层次是指管理系统划分为多少等级，管理幅度是指一名上级主管人员管理的下级人数。管理层次决定组织的纵向结构，管理幅度则体现了组织的横向结构。管理幅度是一个比较复杂的问题，影响因素很多，弹性很大。它与管理者个人的性格气质、学识才能、体质精力、管理作风、授权程度以及被管理者的素质密切相关。此外，它还与职能的难易程度、工作地点远近、工作相似程度以及新技术应用情况等客观因素有关。因此，管理幅度要根据具体情况而定。

管理组织按其层次和幅度的关系可分为高型结构和扁平结构。高型结构管理层次多，幅度小。其优点是管理严密，分工明确，上下级容易协调；其缺点是层次多，管理费用增加，信息沟通时间延长，不利于发挥下属人员的创造性。扁平结构则相反，管理层次少幅度大，管理费用较低，信息交流速度快，有利于发挥下属的主动性；其缺点是难以严密监督下级的工作，上下级和同级协调工作量增大。因此，在决定采用哪种结构时，要根据工作任务的相似程度、工作地点远近、下属人员的水平以及工作任务需要协调的程度而定。

（三）组织结构的基本模式

目前，组织结构的基本模式主要有直线制、职能制、直线职能制、事业部制、模拟分权制、矩阵制、超事业部制、新矩阵制、多维结构制等。

园林苗圃的组织结构大多比较简单，较大型的国营苗圃一般采用直线制（如图 9-1），而一些股份制的苗圃则多采用事业部制（如图 9-2）。一些小型的个人苗圃，组织结构松散，一人多职、多能，没有固定的组织模式。

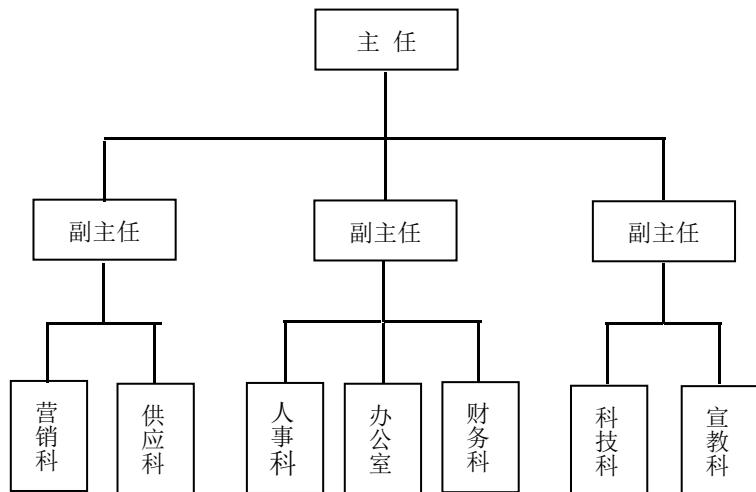


图 9-1 直线制组织结构形式示意图

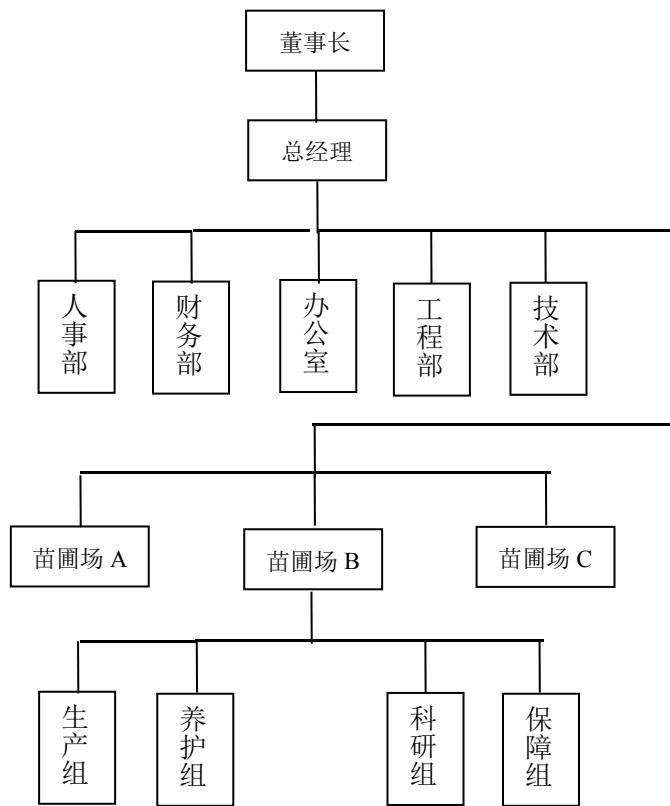


图 9-2 事业部制组织结构形式示意图

二、园林苗圃的人力管理

人力管理是为了保证一定技术设备和资源条件下的劳动生产率，并使之有所提高所进行的程序制定、执行和调节。人力管理包括技能管理和知能管理两个方面。技能管理是针对操作人员进行的。与技能管理密切相关的人文变量主要是：体质、特长、经验和个人覆盖度。各种工具设备都对其操作人员有一定的体质要求，为了保证操作人员达到一定的时空符合度，在任用之前必须对其进行体格检查和面试。此外，人类体质随年龄、性别的不同而呈现出规律性的差异。因此，作为程序化的管理，在选用操作人员时，常附以年龄的限制，有时甚至也对性别加以限制。园林苗圃生产与施工中有不少人力操作工具，并且在许多情况下是露天作业，以及在不同的气候条件下作业，故对体质的要求应与对智商的要求同等重视。“特长”通常是针对特定的工具或设备而言，要求操作人员的有关随机变量取值应超出社会中的平均值。在一般情况下，操作人员都要通过培训和考核才能做到有特长。一般来讲，操作人员的特长会随着经验的积累而逐步进展。为了鼓励操作人员提高个人覆盖度（胜任多方面工作的能力），通常采用升级、调配以及相应的工资、奖惩制度。升级通常有一定的年资要求，并附以绩效或考试考察。调配则是为了开发某些人的经验优势，将其从一个工种调配到另一个工种。如从设备安装调试人员调配为设备维修人员，从花卉生产人员调配为树木花卉的管养人员等。一个操作人员所掌握的特长越多越精，其个人覆盖度就可能愈大。除了技术行为之外，个人的覆盖度还与主体的文化行为相关，在某些情况下，甚至由体力及个性来决定。对个人覆盖度虽然目前尚无准确的评价方法，但它是技能管理的内容之一，是影响劳动生产率的一个重要变量。

知能管理是为了保证并提高管理人员的工作效率，或为了保证并提高工艺、流程的质量、调度水平及进度水平而进行的程序制定、执行与调节。与知能管理相关的人文变量主要是：学历、资历、实绩、应变能力等。

从面向大多数管理人员的程序制定来看，必须对管理人员的学历提出一定的要求。同时，为那些通过勤奋好学达到一定学历水平者提供机会。一定的学历只是管理人员的基本条件，这正如一定的体质只是操作人员的基本条件一样。因此，正如操作人员要经过培训考核之后才能正式任用一样，操作人员也要经过试用考察之后方可正式任用。

一般来讲，大多数管理人员会随着经验的积累而在管理水平方面有所提高。为调动管理人员的积极性，提高其工作效率，也常采用升级、调配以及相应的工资、奖惩制度。根据“资历”给以任用，并辅以一定的评审措施，这是人员管理的重要内容之一。

一个管理人员的应变能力愈强，其知识经验愈可能发挥更大的作用。另一方面，其知识愈多、愈合理，经验愈丰富，则其应变能力有可能愈强。应变能力的识别是职能管理的重要内容。园林苗圃的生产与施工中，会受到内外部环境，尤其是植物自身因素的影响很大，需要管理人员根据情况的变化，随时做出调整。

三、园林苗圃的人才管理

人才管理 是为了使单位时间的有效生产量大幅增长，或为了大幅减少无效消耗量，提高实现效益量，而对特殊人员即人才所进行的程序制定、执行和调节。对人才的管理主要包括人才的发现、使用和控制。

传统的人才选拔是靠“伯乐相马”来实现的，具有一定的偶然性和机遇性。现在的识才是靠一种动态的人才选拔机制，即通过“赛马”而非“相马”来实现。在企业内部创造一种人才竞争的机制，使其在“公开”、“公平”、“公正”的环境下竞争并得到选拔。

与人才的发现、选拔相比，人才的使用能更好地发挥人才的作用，在人才管理中具有更为重要的意义。对已经“脱颖而出”的人才，要为其提供各种有利的条件，在生活、住房、工资待遇等方面给予照顾，为其创造较好的工作环境，提供考察、进修的机会和较为充足的科研经费。使其在较少的干扰中专注于科研、生产或经营。

对人才的控制包括制度约束和鼓励竞争。由于人才具有开拓与创新意识，往往不愿“循规蹈矩”、“依附于人”，又由于人才的智力较高，知识较多，所以对人才的控制是一件很困难的事情。对人才实施较好的控制，要求管理者本人即是本行业一流的人才；制定完善、科学合理的规章制度或与其签定相关的合同，对其行为进行约束，防止人才外流或经济犯罪；在人才使用上，要鼓励竞争，使能者上、庸者下，要建立人才梯队，减少对个别人的依赖，使人才在公平竞争的环境下发挥其更大的作用。

第三节 园林苗圃的经济管理

经济是在资源有限的条件下，人们所进行的获取或控制一定形式的物质、能量、信息，来满足社会成员或集团福利需要的程序行为。经济管理则是为了达到特定的经济目的，在群体中对人类行为所进行的程序制定，执行和调节。其效果是使人们在适当的时间、适当的空间、适当的方式，付出劳动，提高劳动效率，减少无效劳动和浪费，从而以较少的劳动时间获取较大的有效生产量。

园林经济管理受园林业自身的特点所决定，具有两个突出的特点，第一个特点是城市是园林业的主要载体，第二个特点是园林“产品”既可能是公共产品，也可能是法人产品。因此，相关产品的生产数量、质量及分配即可是独占性、垄断性的，也可能是市场性、竞争性的。虽然园林产品中法人产品的比重越来越高，但园林业的效益仍不能简单地以金钱化的利润成本之比来衡量，它的社会效益应始终放在首位来考虑。

园林苗圃是城市园林的重要组成部分，是繁殖和培育园林苗木的基地，其任务是用先进的科研手段，在尽可能短的时间内，以较低的成本投入，有计划地生产培育出园林绿化美化所需要的各类苗木或相关园林产品。园林苗圃的“产品”除具有公共性和法人性之外，更重要的一个特点是“活物管理”占有更大的比重。在计划经济条件下，园林苗圃的生产、经营活动多是国家调拨，计划成分占很大比重，随着我国社会主义市场经济的逐步建立，苗圃的所有制形成发生巨大变化。呈现国有、集体，股份制、私营等所有制成分并存的局面。园林苗圃的经营管理显得越来越总重要，越来越复杂。园林苗圃的经济管理就是要充分运用关于自然的和人类的各种知识和信息，形成时间上和空间上的特定顺序和流程，减少无效劳动和浪费，鼓励相互配合与创新，从而“最经济地”进行苗圃的建设、生产和经营。

一、园林苗圃的质量管理

“质”是一个事物区别于其它事物的特征。“质量”是有关特征的特异程度，即鲜明程度。质量的区分要借助于测量来把各种基本特征数量化，用测量单位与被测对象相比较。质量标准是根据人类需要而选定的某一数值或数值区间，正常情况下，仅用一个特征来评价某一事物是不够全面的，人们往往用几个特征来共同反映一个事物的质量，即用综合性的数量化方案来评价质量，就比较准确而全面。例如：评价一棵树的优劣，要通过它的年生长量，枝干健壮与否、叶片的表现、病虫害的多少、树形是否美观等各方面情况来共同评价，才能得出对该树更科学、更全面的质量评价。

质量管理就是为了达到一定的质量标准而进行的程序制定、执行和调节。要实行园林

苗圃的全面质量管理，就必须把制定的有关程序，层层分解到每一个已知的基础环节，在程序执行的过程中，及时发现问题，找出影响质量的原因，并通过信息反馈而对新的环节及特征加以数量化并纳入程序当中，从而对旧的特征厘定新的指标。

园林苗圃生产的质量管理包括四个环节，即确定生产规程、执行规程、检查执行规程情况、纠正违规或修订规程。规程，就是规范的程序，是人们在同类行为中的经验教训的总结，是技术发展的重要内容。一个生产单位或一个施工队伍的优劣，重要的判断标准就是看其执行什么样的规程和违规的多少。

园林苗圃生产中相应的规程主要包括种实的采收、制种、净种、种子储藏，选地、整地作床，播种、扦插、嫁接、压条、分株繁殖，圃地排灌水，中耕除草、制肥施肥，苗木的修剪造形，防治病虫害，以及掘苗出圃等。这些规程的每一个环节都应有相应的质量标准与其相对应。

二、园林苗圃的数量管理

数量管理的目的是在一定的建设时期内，以较少的投入获取一定的产出，或在较少的时期内，以一定的投入获取较高的产出。要搞好园林苗圃的数量管理，必须对人、财、物进行合理适当的调度。制定可行的定额和科学的工程进度。

调度是指为了一定的目的对于可支配的人力，物力（或财力）及相关行为进行空间上的分工，定位以及对于不同行为及其结果进行时间上的关联和事先安排。对于不存在分工和时间密切相关的简单行为，可用简单的指令而不用调度。而园林苗圃的生产、施工、养护各环节工序复杂繁多，对调度工作带来很大的难度，有时只能随机应变或现场指挥。对工作头绪较多、时间要求严格的园林工作进行调度时，可采用网络计划技术，即通过绘制网络图或横道图的形式进行统筹规划。

1. 网络图 网络图是由表示工序的箭线，把表示工序开始时间及结束时间的节点连接起来所构成的图形。如图（9-3）。图中，在总开始的节点（源点）和总结束的节点（汇点）之间，路长最长的线路所表示的工期之和，就是整个工程的总工期。“线路”是从源点开始沿箭线方向依次达到汇点所经过的路径。“路长”是线路上各工序的工期之和。路长最长的线路称为关键线路。关键线路上的工序称为关键工序。不在同一线路上的工序叫平行工序，平行工序可同时分头进行，相互之间没有时间制约关系。

网络图的绘制规则如下：(1) 只有一个源点和一个汇点。(2) 任何一对相邻的节点之间只有一条箭线。(3) 没有循环回路，即没有首尾相接的箭线将若干节点连接起来。(4) 没有曲线、交叉线和倒回箭线。(5) 可以使用表示不含工序、不耗时间的虚箭线。使用网络图可以清晰地显示各工序的先后关系和平行关系，以及若干工序同时制约后一工序的关系。如绿地建设网络示意图（9-4）中的节点5至节点8、节点6至节点8、节点4至节点7即使就是。网络图明显显示了有关建设项目的总工期、关键工序和机动时间，帮助调度人员争取最优的调度方案。

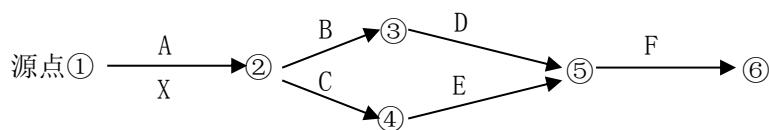


图 9-3 网络计划示意图

注：箭头线 “ \longrightarrow ” 表示施工作业
 A（作业名称）
 施工作业开始○ \longrightarrow ○施工作业结束 ○ 中填入序号后，则表示施工作业的流程图
 X（作业天数）

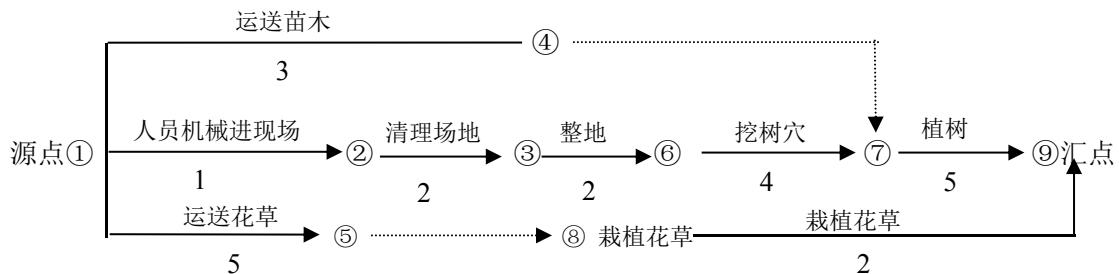


图 9-4 绿地建设网络示意图

2. 横道图 横道图是园林工程施工中常用的工程总进度控制性计划表达方式。它能比较直观、合理地确定每个独立交工系统及单项工程控制工期，并使它们相互之间最大地进行衔接。横道图表达形式如图 (9-5)。

工程 编 号	工程起止日期									
	1月			2月			3月			4月 ...
	1~10	11~20	21~31	1~10	11~20	21~28	1~10	11~20	21~31	...
①										...
②										...
③										...
④										...

图 9-5 园林绿化横道计划示意图

在园林建设中，实施过细的分工难度很大，也不科学，因为花草树木都是有生命的植物，不可能象其它工业原料一样事先储备，以供流水作业。因此，对于工序分解不宜过细，以留出机动的余地。对网络图和横道图中每一个工序所用时间的估算，是关键的环节。它要依赖于管理者对生产施工单位自身人员素质、数量、经验、设备配套能力以及施工地的配套条件、经济文化背景有充分的了解，并对各工序的人员进行定额管理。定额就是在一定的时间内完成的一定的有效生产量。定额的制定应以大多数员工能达到或超过，同时又能充分发挥工具设备的潜力为宜。由于定额的管理涉及到相当具体的操作行为，所以还与人类行为的动机、外界环境刺激以及相互协调程度等因素有关。定额时间除包括直接实现操作过程的“作业时间”之外，还应包括相关的结束和准备时间，中间休息、餐饮等时间。但就整个定额时间的组成来看“作业时间”占有绝对大的比重，因而确定“作业时间”是定额管理的关键。确定“作业时间”应对若干测定对象测定若干次，一般应在上班后、收工前及二者之间各测一次，同时选定数名先进、落后和一般生产者测出平均值。对于较难分解和测定“作业时间”的工序，如整地、栽植花草树木、树木的整形、修剪等，

常根据经验来估算，以确定时间定额，这需要定额编制者在该项工序上具有丰富的实践经验，也可通过“试工”来加以确定。如需“试工”可以将其作为一个工序纳入调度计划并绘入网络图或横道图中。

由于园林苗圃建设、生产、园林施工等多在露天下进行手工操作或半机械化作业，受风霜雨雪、土壤结构、地形地势等因素影响很大，常常难以制定出准确的定额，因此提高劳动生产率的主要措施，常是以承包责任制或目标管理为主。无论实施标准化定额制还是承包定额制，都可能因为执行过程中的条件变化而出现误差，因而，还必须对园林建设的实际进度进行有效管理。对关键工序，应定期检查进展情况，如实际进度没能达到计划进度，应及时采取补救措施。如增加施工人员、机械设备，对原方案进行修订或制定新的施工方案等。

能否有效实施进度管理是取决于管理人员的实践能力和应变能力，应变能力的培养不仅取决于实际经验，同时取决于管理人员的知识背景、心理定势及智力素质。优秀的管理人员，应具备管理的实践经验，又善于通过对事实的比较，来恰如其分地进行“集群建类”和“归纳分析”，找出事物间的类同点与差异之处。

三、园林苗圃的物质管理

园林苗圃的物质管理是园林苗圃经济管理中不可或缺的组成部分，它包括对苗圃所需生产资料的管理和苗圃所生产出的产品的管理。前者通常包括所需物资计划的制定、采购、储备和取用几个环节，后者则包括储备、包装、定价、流通，售后服务和信息反馈等环节。

在园林苗圃中对于大的物质需求，一般在年初都要制定计划，并详明列出所需物质的品种，数量、规格。使用日期及最迟到货日期等，以便进行审批或组织采购，对于临时需要的小型物品，可以根据具体情况补充采购。物质采购可采用定点协作供应、物质部门合同供应、市场供应等形式。近几年来，大型国营苗圃的大宗物质采购，有时采用“政府统一采购”的形式来实现。除此之外，则多采用协作供应与合同供应的形式。小型、小额物质则常采用市场供应的形式来完成。

物质储备管理包括制定储备定额和保证定额储备两方面。储备定额要根据物资进出等情况来制定，力争合理。保证定额储备，就是要把库存物质控制在最高储备与最低储备量之间，防止超储备积压和停工待料。在园林苗圃中，所储备物资繁多零乱，仓库管理是物资储备管理的重要组成部分，它包括验收入库、登帐立卡、定位摆放、防变质、防火、防盗及定期清仓盘点等。验收时要核查采购手续及单据，以及物资数量与质量等。登帐立卡及定位摆放通常采用“分类分区”法，即具有相同的品种，或规格的物品分为一类，放在一区，顺序编号，以保证物、位、卡、帐相符。防止物资变质要通过一系列的技术措施来实现。对相应的技术措施最好制定相应的技术规程；防水防盗需要制定相应看护措施和规章制度。

清仓盘点是为了查明库存情况，分析盈亏的原因，追究责任堵塞漏洞，减少无效消耗。

园林苗圃产品的储存管理，也是园林苗圃物质管理的重要组成部分。园林苗圃除生产与其他行业相同的没生命的“死产品”之外，还生产许多有生命的“活产品”如园林苗木，插穗、接穗、果品等。因而在园林苗圃产品储存中，要保持产品的生命力和新鲜度，就要采用相应的技术措施，同时将在储存中发现的问题反馈到生产和科研部门，以改进生产和储存工艺。

包装即可以防止产品“变质”或“受损”，又可便于运输，销售和消费。好的包装设计

又具有良好的广告效应，提高产品的竞争力。

园林苗圃的设备管理也具极其重要的作用。因在园林苗圃建设、生产、施工中需要各种各样的机械设备，如浇水车、耕作机械、割灌机、草坪修剪机、草坪切根疏理机、草坪打孔机等。对设备安装调试要由专业技术人员，按照设备说明书载明的各项功能逐一检查调试，看是否达到要求。使设备高效运行是降低无效消耗，发挥设备潜力的有效途径。如果盲目追求大型设备和先进机械，而不能使设备高效运行，设备潜力不能很好发挥，必然降低经济效益。在设备的使用过程中要杜绝超载超负荷运行，制定相应的安全规程，避免事故发生，确保操作人员的人身安全和设备的安全运行。加强设备的维修与保养工作，并定期检修，排除隐患。

四、园林苗圃的财务管理

有关资金收支方面的事务叫财务。财务管理是组织财务活动，处理财务关系的一项经济管理工作。当今在多变、竞争的市场环境中，企业作为独立的商品生产经营者，按照财务管理原理去更好的生财、聚财、用财，是企业管理的核心所在。

财务管理可分国家、地区（部门）、单位、个人，四个层次，其中，收支管理分为预算、支出、收入、决算，监督等五项内容。

预算是相对独立的经济实体对于未来年度（或若干年）的收入和支出所列出的尽可能完整准确的数据构成。

园林单位具有公共性和法人性。通常介于企业单位与事业单位之间，其预算支出主要有工资、物资，管理费用等。对于没有经常性收入的园林单位，如城市绿化单位，行道树养护单位，预算管理是全额式的，即所需预算支出全部由上级主管部门下拨，而其所取得的各种收入也全部上缴。对于有经常性业务收入的单位，如公园、动物、园游乐园等，预算管理可以实行差额式的，即单位预算中一部分支出由本单位自己的收入来支付，大于收入的支出部分由上级预算拨款来支付，而大于支出的收入要上缴，作为其上级单位的预算收入。对于苗圃、花圃，花木公司等单位，其产品或服务受需求影响而周转较快，盈亏幅度也受经营水平而起伏较大，因而对这类企业多实行企业化管理，即预算收入全部来自单位自身的收入、集资或贷款，不含上级财政的预算拨款；同时预算支出也由其预算收入来支付。

园林行业是比较新兴的行业，又具有企事业双重性质，产品兼具公共性和法人性，并且多是具生命的活物，园林苗圃也是如此，因而对园林苗圃的预算的编制是一个十分复杂而又欠缺经验和依据的工作，需要逐步的积累。就园林苗圃养护管理支出项目主要有，员工工资及福利补贴、环卫费、引种费、苗木费、水电费、肥料费、维修费、工具材料费、机械费、以及其它费用，将这些项目按劳动定额及物资消耗定额等加以汇总，可制定出“经常养护支出定额”。一般情况下苗圃绿地的养护费按面积（ m^2 ）计算，而乔、灌木养护费用多以株或面积为单位计算。目前，全国或地方性的市政工程预算中都给出了相应的预算定额，在实际工作中可参照执行。

园林苗圃的收入管理，重点是对企业在经营过程中所获得的收入及出售产品、对外施工或提供服务所获得的收入的管理。收入管理的主要措施是对每一项收入都建立相关的票据、凭证。开出凭据的人员或售票人员接纳货币，交出产品或提供服务的人员核收等值票据，二者在财务部门汇总核对。如果收入与票据不等值，就要追查原因，堵塞漏洞，票据本身应连续编号，要防止伪造和涂改。

支出管理的主要措施也与收入管理相似，即每一项都要有收款人签章，除稳定性的支

出（如工资）外，还要有票据等凭证，有主管人签章和付款人签章。支出汇总后与财务依据相符。支出管理人员要熟练掌握重要的开支标准，如差旅费报销标准、现金支付标准等都要按照国家和地方制定的标准严格执行。支出管理人员有权拒绝支付违反财务规定的资金，同时有义务向行政、业务主管部门提出建设性的“节流”建议和举报有关财务违纪违法行为。

决算是相对独立的经济实体对于过去年度（或几年）的实际收入和支出所列出的完整、详尽、准确的数据构成。决算与预算的差异，源于实际收入支出环节出现的各种条件变化以及预算外收支。决算结果比预算方案具有更强的实践性，可成为后续预算的重要参照。决算常采用决算表格的形式来表现，其中包括决算收支表、基本数字表、其它附表等三类。

第一类有收支总表、收入明细表、支出明细表、分级分区表、年终资金活动表、拨入经费增减情况表等。第二类是以机构、人员为主要项目列出的开支统计表。第三类是对本单位内部的不同组分所编制的收支决算表，如医疗支出、保险支出等。

决算完成后，一般要编写决算说明书，用文字将表内情况加以概括，分析成败得失、总结经验教训、提出改进意见等。

季度收支计划，是介于预算与决算之间的计划形式，即对上一季度的收支情况逐项核算，及时扬长避短，争取全年平衡。这对受季节影响较强的园林经济实体来说，是尤其必要的。

财务监督是对金钱的监督。通过财务监督，堵塞财务漏洞，打击违法行为，促进货币的正常周转。财务监督的主要方式是定期清点对帐，检查是否每一笔资金都有据可依、有人可证、有档可查。

审计机构是与财务机构并立的机构。审计机构的唯一职能就是对财务进行监督或审查，它具有独立性、公正性和权威性。审计的主要内容是：审查核算会计资料的正确性和真实性，审查计划和预算的制定与执行、经济事项的合法性与合理性，揭露经济违法乱纪行为，检查财务机构内部监控制度的建立和执行情况。

第四节 园林苗圃的市场风险评价

园林苗圃经营活动和其它领域的经营活动一样，同样存在着经济风险，只有对其进行科学的预测和分析，有效的规避这些可能存在的经济风险，才能使园林苗圃产生更大的经济效益、社会效益和环境效益。

一、经济风险的构成与特征

1. 经济风险的构成 经济风险由三个基本要素构成，既：风险成本、风险选择和风险障碍。

(1) 风险成本 是投入冒险的一种成本，它既可以是经济形态的，如资金、固定资产、物品等，亦可是社会形态的，如时间、生命、利益和声誉等。在风险成本中，以货币或财物形式表现的风险成本是一种直接成本，可以进行计量和测算，而其它形式的成本则是一种间接成本，往往无法计量甚至无法进行估算。如生命和声誉的损失是无法用货币进行衡量的。

(2) 风险选择 是指在选择的时点上，无论所选择的方向、目标，还是方式和手段等方面都不存在风险障碍。在这里要特别强调指出，在选择时如果没有意识到或没有预测到风险障碍的存在，但实际上仍然存在，这也是一种风险选择。如果在选择的时候没有风险，但后

来形成了风险障碍，这时作为选择的主体就需要进行重新选择，亦即再选择。如企业重新改变经营方向、重新确定目标或调整经营和管理手段，以避开风险障碍。当然，也可以不做任何的改变和调整，迎着风险经营，这也是一种重新风险选择。经济活动和经济管理过程本身就是一个不断选择的过程，同时也是一个不断决策的过程。

(3) 风险障碍 是指在人们作出风险选择时，客观上存在着对投入成本形成某种威胁的潜在因素。这些因素可以是自然因素（如地震、水灾、瘟疫等），也可以是社会因素（如战争、经济政策、人际关系等）。

上述三要素的结合构成了现实的经济风险。三要素之所以互相联结和产生组合，一个基本前提是这三者必须同时处于同一个系统之中。只有这样才能形成现实的经济风险。

经济风险是对经济利益所形成的某种威胁，而这种威胁能否造成损害经济利益的后果，则取决于经济风险是否能实现。所谓风险实现是指风险障碍由潜在的形式变成了现实的形式，经济风险由一种可能性、偶然性变成了客观现实。每一种经济风险的归宿无非有两种可能：风险实现和风险异变或消失。

2. 经济风险的特征 经济风险有三个特征，即选择性、可测算性和动态性。

(1) 经济风险具有选择性 在社会经济生活中到处都存在着风险障碍，但这些障碍是否能构成风险威胁，关键就在于人们的选择。甘愿冒险者一旦投入成本，就意味着选择了会出现风险障碍的行为方向和目标；而不愿承担风险者则远离和回避风险障碍，另寻安全的途径。选择性是经济风险的重要特征。即使人们在开始时作了风险选择，以后也还可以根据主观的判断与意志采取回避和退出风险的策略。因此，我们既要看到经济风险的偶然性、客观性和不可抗性，又要看到其可选择性。

(2) 经济风险具有可测算性 风险可测算性是指构成风险要素的风险障碍形成发生的概率，亦即风险实现的概率是可以进行测量的。如五年、十年之内某一地区出现水灾或旱情的概率，可以根据过去的经验、水文、气象资料做出分析并进行预先测算。其二是指风险障碍对于风险成本的损害程度是可以进行测算的。其三是指风险成本自身的大小是可以进行测算的。上述三个方面决定着风险程度，因而，风险程度也是可以测算的。对于风险的测算总是带有一种趋势性和偶然性的色彩，很难做到非常精确。因为其中许多因素属不可控因素，并且在不断发展变化之中，而有些经济利益的损害又是难以用数量单位进行显示的。

(3) 经济风险具有动态性 经济风险形成之后并非一成不变，而是始终处于一种动态的变化之中。因为经济风险的三要素都是可变的。

二、经济风险的来源

经济风险的来源从大的方面来讲只有两方面：一个是我们赖以生存的大自然，另一个则是我们人类自己。

(一) 自然风险

大自然既是人类的朋友又是人类的天敌。它给予了我们生存的空间和条件，又不断地制造各种灾难。如地震、水灾、风灾、虫灾、旱涝灾害等，给人们的经济财产和生命安全带来了巨大的损失。与此同时，人类也不断地为自己生产出各种“人造的自然风险障碍”。如对森林的乱砍滥伐，破坏湿地、围湖造田，过度放牧、破坏草原，以及对空气、水源的严重污染等都进一步地加重了自然风险的程度。自然风险虽具有较大的破坏力，但决不是说人们就没有选择的余地，随着科技进步和生产力的发展，人类对自然界的认识能力和控制能力将日益提高，对自然风险的选择余地将越来越大。自然风险具有如下特征：

1. 自然风险中障碍要素的形成具有不可控性。 自然风险中障碍要素就是自然灾害。

自然灾害的发生是自然规律发生作用的结果，具有不可控性。

2. 自然风险中障碍要素的形成具有周期性。自然界本身的运动具有一定的规律性，具有不可控性。而在这些规律下所出现的自然灾害就具有周期性的特点。

3. 自然风险引起的后果具有共沾性。由于自然风险一般具有较大的覆盖面，其风险一旦实现，后果所及远不止某个人或某个企业，往往要涉及到一个地区、一个国家，甚至具有世界性。

（二）社会风险

由社会因素构成某种风险障碍，从而形成的经济风险，叫社会风险。人类社会是经济风险的第二发源地。战争、动乱、抢劫、偷盗、欺诈、毁约等，会对人们的经济利益和生命财产构成直接的伤害；国家的经济战略、政策、法律及管理体制、方式、措施等方面的变化，也会对经济风险成本形成间接的威胁；而国家间、企业间及人与人之间的社会经济利益的冲突和矛盾，人们的信仰、观念、习俗、生活方式和行为方式的变化，都会构成某种无形的风险障碍。源于社会的经济风险具有如下特征：

1. **人文性** 源于社会的经济风险，其赖以构成的三个要素都是以人为主体或通过人的行为而形成的。风险成本是由人投入的，风险选择是由人做出的，风险障碍也是人的思想、观念和行为的结果。

2. **领域性** 源于社会的经济风险具有比较明显的领域性。这种领域性包括特定的空间领域、特定的时间领域、特定的经济领域、特定的社会领域。经济风险的这种领域性构成了它自身的广度、深度和时度。其广度就是它的地域性，亦即经济风险的覆盖面；其深度就是它的社会与经济的层次性，它表示风险纵向辐射半径的大小。其时度是指经济风险的有效时间，即从投入风险成本和做出风险选择起，至风险实现或风险消失时为止的周期时间。

3. **综合性** 源于社会的经济风险的综合性特征，主要体现在风险障碍的形成上。其风险障碍不仅包括经济因素，还包括政治、军事、法律、习俗、观念等诸多因素。每种风险障碍的形成，都是由这些因素交互作用的结果。

（三）市场风险

市场风险是指经济风险是由市场因素引起的。市场因素是社会因素的一部分，具有明显的社会性质。但社会经济风险不一定就是市场风险，而市场风险则一定是社会经济风险。

1. 从宏观上讲，市场风险障碍的形成主要取决于如下因素：

（1）**市场供求形势** 市场供求形势主要指供给与需求之间的比例与适应关系及其发展趋势。如果供给与需求严重失调或有不断恶化的趋势，将成为市场中所有供应者与消费者的风险障碍。供求失调的程度越严重，市场风险威胁越大。

（2）**市场性质** 市场性质是指由生产者和消费者的市场地位和作用所决定的市场竞争状态。在完全竞争市场中，生产者之间、消费者之间以及生产者与消费者之间都有平等的经济权利，在风险选择、风险调整和市场竞争方面具有充分的自由，因而风险的威胁较低。在完全垄断市场，垄断者不存在着市场风险，而作为消费者则会面临着种种垄断所带来的风险，而对试图进入这一市场的中小企业来说也具有较大威胁。

（3）**市场竞争** 在现代经济生活中，完全竞争市场已不复存在，完全垄断也很难找到，而大量存在的主要是垄断性竞争市场，并呈垄断因素减少、竞争因素增长的趋势。竞争越激烈、竞争规模越大或采取不正当的竞争方式，都会增加市场竞争风险。

（4）**市场结构** 市场结构是指宏观市场中，各种不同性质、不同类型的要素市场，在规模、容量、发育程度及行为方式等方面所形成的某种比例关系、协调关系和制约关系。如各要素市场（物资市场、资金市场、技术市场、劳动力市场、信息市场等）在规模上不相对称，就无法实现资源的合理配置和有机结合。如各要素市场的容量不相协调，就会导

致资源或产品成本的提高；如市场发育不健全，出现市场缺位；如各市场要素的行为方式不统一、不规范，经营者都将面临着相应的风险。

(5) 市场开放度 市场开放度一是指市场开放的广度，即市场开放的地域范围和领域范围。二是指开放的深度，即市场行为选择的自由度。一般来说，市场开放度越大，市场风险发生的频率、程度和总数就越大。但随着市场开放向纵深发展，增加了企业和国家的市场行为能力和市场选择的自由度，因而也为回避风险、分散风险和抑制风险提供了更大的回旋余地。

(6) 市场秩序 市场秩序是人们按照某种法律法规、经济和行政管理的规章制度进行经济活动所形成的一种市场行为状态。混乱的市场秩序，会使市场上的经济行为主体无法处于一种平等的竞争地位，降低了市场的透明度和市场行为的可控性。

上述六个方面都可能成为导致市场风险的障碍，当然，这种风险障碍只有同成本投入与风险选择结合在一起才能构成现实的市场风险。

2. 从微观上讲企业经营活动又面临着如下风险挑战：

(1) 投资风险 投资是企业经营行为的起点，而投资选择是企业首先要面临的风险考验。如果企业在投资选择上发生重大失误，将来的一切经营努力都将无济于事。

(2) 技术风险 一个现代企业，其生产与经营，生存与发展，都与企业的技术水平息息相关。企业在技术方面遇到的风险是企业经营管理风险的重要方面。

(3) 生产风险 生产是企业的主体活动，是企业经营的基础和先决条件。生产风险集中体现在成本的风险、质量的风险和劳动生产率的风险等因素。

(4) 销售风险 销售是企业经营活动的最后一个环节，也是至关重要的环节。销售风险主要由销售环境的风险、消费需求的风险和销售策略的风险等因素所引起的。

(5) 竞争风险 竞争是企业经营在市场上所面临的最现实的、最经常的和多方面的挑战。竞争风险主要由竞争环境的风险、竞争实力的风险、竞争成本的风险、竞争策略的风险和竞争意识的风险等因素所引起的。

(6) 信誉风险 对于企业经营来说，信誉不仅是一种荣誉，也是一种资源和财富，是企业价值与发展潜力的体现。信誉来自产品质量、价格、外观、信守合同、遵纪守法以及多做善事等各个方面。

三、苗圃的市场风险规避策略

任何企业都不愿受到风险的威胁，更不愿承受风险损失。但在风险环境中经营，企业的选择几乎都是某种风险选择。因此，企业所能做到的只能是如何尽量地降低风险系数，最大限度地减少风险损失。企业要积极防范，采取相应的策略。

(一) 风险适应策略

风险适应策略是指企业以其自身特定的经营方式和经营特点，尽量地去适应风险环境，并根据风险的变动趋势相应地调节企业行为。这是一种以风险为中心的策略，企业各种规划、设计与行为方式的出发点都着眼于防范风险和适应风险。企业通过强化自身的灵活性、适应性和可塑性，巧妙地与风险“周旋”，在风险的威胁下生存，在风险的缝隙中发展。

为了适应企业经营将会遇到的风险，在管理体制的设计上可不拘一格，不强调固定的模式。在企业规模上亦大则大，亦小则小。在投资方式上，不期望长线投资，一本万利，应具有灵活性，伸缩性。在经营目标上，不把经营目标看成一成不变的，而是根据风险环境的变化和形式的发展，随时对经营目标进行修改和校正，以保持其自身对风险的适应性。在产品质量上，不追求极端的质量，使质量达到消费要求，又比竞争对手略高一筹即可。

(二) 风险抑制策略

风险抑制策略是指企业采取各种有效的方式和措施，以抑制风险障碍的发生、异变，或风险扩散和连锁反应。这种策略并不回避风险选择，也不轻易改变经营方向和经营目标，而是侧重风险防范、风险弱化和风险抑制。

（三）风险分散策略

风险分散是指在风险环境即定、风险威胁即定和经营目标即定的情况下，将企业经营的总体风险分散和转移到各个局部，从而降低整体风险实现的概率，减少风险的损害的程度，提高企业经营的保险系数。

（四）风险回避策略

企业经营是在市场环境下展开的，而市场是充满风险的，也可以说，市场环境同时也是一种风险环境。这里讲的回避风险是一个相对的概念，要想完全、绝对地回避风险是不可能的。企业在经营中可以采用一些策略来回避风险。

1. 无风险选择 指企业对已经预测到和已经意识到的风险障碍，采取完全回避的态度，而转向主观上认为没有风险威胁的经营方向或经营方式。

2. 弱风险选择 指风险的覆盖面较小或损害程度较轻或实现的概率较低的状态。弱风险选择可以不改变经营方向和经营的基本目标，但可变换不同的经营方式和经营策略，也可减少风险成本的投入和改变风险成本的投入方式。它既可以回避较大风险，亦可追求一定的风险利益。

3. 异质风险选择 指企业对不同方向、不同性质的风险进行的选择。通过选择或回避某些风险，从而利用有利的经营形势并回避不利的经营形势。

第五节 园林苗木的市场营销

园林苗木是园林苗圃的主要产品。由于园林苗木这种产品具有“公共性”的特点，在计划经济时期，园林苗圃中生产出的园林苗木、花卉、草坪等产品，在数量、质量和应用上都具有较强的独占性和垄断性。国营苗圃的产品生产、销售和应用，多是按国家计划进行的，不需考虑产品销路问题；这时，私营苗圃数量和规模都非常小，它们“见缝插针”，所产苗木大多“物美价廉”，因而也不必为销售发愁。但随着社会主义市场经济体制的建立和完善，社会生产力得到迅速的发展，物质极大丰富，短缺经济时代已经成为过去。园林苗圃的数量急聚增加，规模越来越大，生产出的苗木出现滞销，市场营销成为决定企业生存和发展的大问题。

市场营销是企业通过一系列手段，来满足现实消费者和潜在消费者需求的过程。企业常采用的手段包括计划、产品、订价、确定渠道、促销活动、提供服务等。市场营销是市场需求与企业经营活动的纽带与桥梁。

一、市场营销的基本任务和基本观点

（一）市场营销的基本任务

1. 为企业经营决策提供信息依据 经营决策是企业确定目标并从两个以上的经营方案中选择一个合理方案的过程。经营决策要解决企业的发展方向，依据来自市场信息，市场营销直接接触市场，有掌握市场信息的方便条件。

2. 占领和开辟市场 对企业来说，市场是企业生存和发展的空间，有市场的企业才有生命力。市场营销的实质内容是争夺市场。

3. 传播企业理念 一个常胜不衰的企业，必定有它坚定的信仰，将这种信仰概括成基本信条，作为指导企业各种行为的准则，这就是理念。理念演化为企业形象，良好的企业形象会为企业带来巨大的效益。营销活动最直接地塑造着企业的形象，传播企业的理念。

（二）市场营销的基本观点

1. 市场观点 市场是企业生存的空间，对企业来讲，市场比金钱更重要。市场营销的根本是抓住市场。

2. 顾客观点 企业要把顾客作为企业经营的出发点，同时又把顾客作为经营的归宿。市场营销就要随着消费者需求的变化，不断地调整自我，发展自我。

3. 竞争观点 竞争是与市场经济相联系而存在的客观现象，只要企业存在着独立的经济利益，相互间的竞争就是不可避免的。营销中不要消极地去看待竞争，而把其看成动力、看成条件、看成机会，主动参与竞争，以取得“水涨船高”的效果。

4. 盈利观点 盈利亦即赚钱，是市场营销无需回避的问题。市场营销所实现的盈利，应是一种合理的报酬，应是企业盈利、顾客受益的“双赢”局面。

5. 信息观点 当今已进入信息时代，企业对“信息”的占有甚至比“物质”的占有更重要。掌握了信息，才能有市场、有资源、有效益。市场营销要注意收集、善于分析信息，为企业的重大决策提供依据。

6. 时间观点 在市场营销中强调时间观点，要把握好时机、抢先一步，创造第一。

7. 创造观点 人的消费是不断地由低向高、由物质向精神发展的。市场营销肩负引导消费、刺激需求、创造市场的任务，使潜在消费变成现实。

8. 发展观点 市场营销要着眼于未来去发现机会，还要敏锐地意识到未来可能出现的风险。不满足现在的成功，去把握明天得机会。

9. 综合观点 市场营销中要特别重视各个方面的相互联系，不苛求一时一事的成败，而要确保全局的成功。讲求合作、互惠互利，最大限度地发挥自有资源的效能。

10. 广开资源观点 在市场营销中可供运筹的资源越多，就越易在竞争中保持优势地位。既要看到硬性资源，又要看到软性资源；既要看到有形资源，又要看到无形资源；既要看到物质性资源，又要看到精神性资源。这些资源一旦在市场营销中被调动起来，不但能转化为现实的经济效益，而且能为企业的长远发展创造良好的条件。

二、产品消费环境分析

园林苗圃的产品即各类园林苗木、花卉、草坪、盆景等，最终都要象其它商品一样进行销售。生活在商品社会中的每一个人、每一个单位都是商品的消费者，他们又构成了产品销售的具体环境。虽然每一个消费者的购买目的和购买习惯各不相同，在不同条件下也会有很大差别，但在基本特征上仍存在着共同的规律。掌握这一规律，对产品的营销具有很大的帮助。

（一）影响消费者购买的内在因素

1. 消费需要 消费需要是消费者感到某种缺乏而形成期待的心理紧张状态。消费需要促使消费者产生购买行动，而进解决或缓冲所感受到的缺乏。人的需要是无止境的，在同一时间又可能是多种多样的，一般来说人们总是先满足最基本的低级需要，再满足较高层次的需要。按照需要层次将其分成五类：

（1）生理需要 它是指人为了维持自身的生存而产生的需要。为满足生理需要而进行的购买会产生求廉心理。生理需要是一种较低的需求，人们只有在吃饱穿暖以后，才会考虑去欣赏、去享受。在园林产品的营销中，对于这样的群体，首先考虑的应是为其推荐食

用花卉、果树等园林产品。

(2) 安全需要 它是指人从长远考虑,为了更好地生存所产生的需要。这种为满足生理或心理安全需要而进行的购买会产生求实心理。在一些单位或个人的庭院中,栽植一些树篱、刺篱、花篱等,其一部分功能便是安全与防范需要。

(3) 社会需要 人在生理和安全需要得到满足以后,就要从社会交往中体现生存的意义,产生社会需要。社会需要因为会产生要实现某种效果的强烈愿望,因而购买会产生求美心理。花卉、盆景在人们友谊、沟通、爱情等社会交往中的作用日益明显,满足人们的社会需要,是花卉产品很重要的功能。

(4) 尊重需要 指人们为了使自己在社会上能引起周围人的注意,受人重视、羡慕所产生的需要。尊重需要购买会产生求奇心理,而容易接受较高的商品价格。高档的盆景盆花往往是一些“款爷”、“官爷”和“白领”阶层购买的对象,就是出于这种需要。

(5) 自我实现需要 是指人们为了充分发挥自己的才能和实现自己的理想而产生的需要。这种需要会产生胜任感和成就感,往往不惜花重金来满足某种癖好。所以,为自我实现需要,购物会产生求癖心理。不少花卉盆景爱好者,通过自己的创作造型,获得自己满意的“作品”就是自我实现需要的体现。

2. 消费者个性 人的个性包括才能、气质、性格三个方面,从表现形式上个性可以分为下列几类:

(1) 信誉型 这些人据自己的消费经验,产生崇尚型购买倾向,在购买中满足自己的信赖感。其中有名牌信誉型、企业信誉型和营业信誉型等。花卉产业是新型产业,知名度高、信誉度好的企业还很少,名牌产品也不多。园林花卉企业只有依靠科技、狠抓特色,创造规模效益,才能树立信誉,创出品牌。

(2) 习惯型 因某一类商品曾使购买者受益,消费者对此产生好感,形成条件反射,最后形成消费习惯。在园林苗木、花卉的营销过程中,要注重用良好的质量、适当的价格、优质的服务来面向市场、面向客户。让新客户对你的产品满意并形成消费习惯,等其成为“回头客”时,企业的销售业务就会得到稳步的发展。

(3) 情感型 购买者易受销售者的情绪感染,强烈地要求受到尊重。在购买中把情感看的比商品本身更重要。目前,各企事业单位、政府机关,对园林绿化都特别重视,但又具较大的随机性,“主观意志”强,在园林苗木的营销中,要用细致的工作、精彩的设计、优质的服务来打动决策者,从而为园林工程的实施和园林苗木的销售铺平道路。

(4) 选购型 在购买过程中,要多方比较、反复挑选、精打细算,理智重于情感。选购型是一种理智的购物形式,对于这样的“上帝”只有用过硬的产品质量、优惠的价格和周到的服务,才能打动其心。

(5) 随机型 这类顾客并无预想的购买目的,只是根据自己的兴趣随意购买。随机型易受销售环境的影响。为随机型客户创造适宜的购物环境,使其产生购买兴趣,是此时产品营销的成功所在。

(6) 冲动型 这类人的情绪完全受环境的支配,购买商品存在很大的盲目性。由于冲动而购买了某类产品,过后往往要后悔。对这类客户,事先要把产品的特点和功用,尤其是产品的适用范围和缺点,要逐一讲清楚。对较大的“买卖”最好先签定一个合同,以使其“永不反悔”。

(7) 执行型 购买者在购买权限上受到限制,因是奉命行事,故购买的动机调整的可能性很小。对于这种“执行者”也千万不可小视,他们虽然没有买与不买的决定权,但他们却可以传递信息,从而影响决策者。记住,你敬人家一尺,人家就可能还你一丈。

(二) 影响消费者购买的外在因素 消费者生活在一定的社会环境中,其购买行为不但受到自身因素的影响,同时受到外部环境的影响。

1. 家庭 家庭是一个基本消费决策单位。家庭的状况直接影响着消费者的购买活动。富足的家庭可以用大量的花卉盆景装饰自己的厅堂，甚至动用大量的花草树木建设园林式庭院，而贫寒的家庭就无力购买、无处可放。

2. 参照群体 当人们把某个群体的行为规范和某人的行为作为自己的标准和目标时，这个群体就成为参照群体。参照群体可以提供消费模式，提供信息评价，引起效仿的欲望，坚定消费者的信心，也可以产生“一致化”的压力，使人追逐潮流，促进消费。人们在现实生活中或在电视上，看到某些“名人”“明星”“政要”喜欢摆放某类“名贵”花木，便群起而效仿。从巴西木（香龙血树）、发财树（马拉巴栗）到金琥、开运竹等不一而足，这正是参照群体所起的作用。

3. 社会等级 在我国，由于长期实行低工资制，虽也存在着社会各阶层，但反映到消费者领域，社会等级差别并不明显。可随着市场经济的发展，社会等级的差别迅速显现出来。社会等级的存在，必然引起消费的层次性和多样性。“物以类聚、人以群分”，不同阶层人的喜好与追求不尽相同，经商者乐买“发财树”，文人们喜欢文竹与荷花，从政者恐怕更偏爱牡丹、“开运竹”之类的花卉。

4. 文化 这里所说文化是指社会文化，也就是民族和社会的风俗、习惯、艺术、道德、宗教、信仰、法律等方面意识形态的总和。不同的审美观、价值观和民俗传统都会对消费产生很大影响。不同的民族、不同的宗教，对花卉产品的颜色和种类都有着不尽相同的喜好。

5. 促销活动 通过促销活动使消费者频繁接触某些信息，对消费者购买动机产生强烈的刺激作用，使其潜在的需求显现出来。近几年来，花卉产品的促销活动虽不象其他产品的促销那样普遍，但也有很大的发展。1997年和2001年两届中国花卉博览会暨花交会，’99世博会以及全国各地的花卉展览和交易会，在社会上造成了很大的声势，为花卉产品起到了很好的促销作用。

三、园林苗木的市场营销策略

（一）市场营销调研与市场信息的收集

1. 市场营销调研 市场营销调研就是运用科学的方法，有目的、有计划、系统地收集、整理和分析研究有关市场营销方面的信息，并提出调研报告以便帮助管理者了解营销环境，成为市场预测和营销决策的依据。

（1）市场调研的基本思路

①调查市场供求情报资料 要调查在一定时期内，某类园林苗木在市场上的可供量和市场对该产品的需求量之间的比较情况以及变化的趋势。

在调查市场需求量时要注意：第一，社会需求不等于市场需求。市场需求包括社会需求。社会上确实需要该类产品，并在社会上处于短缺状态。市场需求还包括购买能力。只有社会需求而无购买能力，那只不过是一种愿望，还没有形成现实的需求。市场需求还包括购买欲望。购买者已经过一段时间的权衡和思考，产生了购买意向，并准备采取购买行动。市场需求也包括竞争条件。你的产品必须具备一定的竞争实力，否则虽然存在着上述条件，被购买的也不一定是你的产品。这就要求调研者和管理者经过具体分析，了解影响市场需求的因素，主动采取措施，创造条件，使各个因素具备起来。第二，区别基本用户和其他用户的需求。所谓基本用户，是指大宗和传统购买本企业产品的用户。其它用户是指小量和零散的用户。在确定基本用户之后，就要调查基本用户的需要和变化，以便更好地为其服务。同时要努力寻找可争取的新基本用户，从而制定企业的市场竞争策略。在产

品俏销的时候，要特别注意首先满足基本用户的需求，树立良好的企业信誉。第三，力求掌握现实需求和潜在需求。现实需求是目前社会上对本企业产品的需求，潜在需求是未来可能出现的一种新的需求。对潜在需求的调查是至关重要的。

在调查市场供应量时，要注意：第一，调查某种产品的社会供应总量。第二，本企业在同行业中的地位。第三，本企业在市场竞争中的优劣势。第四，了解竞争对手生产产品的实力。

②调查产品质量情报资料 产品质量决定它在市场上是否有吸引力，这个产品质量应包括产品内在质量、外在质量、包装质量和服务质量。内在质量要求性能稳定，外在质量要求造型新颖，包装质量要求美观大方，服务质量要求周到及时。在质量调查的过程中，要树立满足了用户需要才是好质量的观点，切忌以主观感受作为标准来确定质量的内涵。在质量调查的过程中，还要注意调查不同特点的客户对质量的特殊要求，要调查用户对产品质量的具体要求，还要调查竞争对手的质量。

③调查产品价格动向 价格是消费者十分敏感的问题，也是产品具有竞争力的重要因素。现实价格很容易调查，关键是掌握价格动向，唯此，才能把握竞争的主动权。调查产品价格动向，要调查产品市场供求情况，生产该种产品的场（厂）家数量，竞争企业动向，消费者购买该类产品所满足的需求以及该产品的信誉如何等。

（2）市场营销调研的方法 市场营销调研的方法有观察法、深度小组访问法、调查法、实验法等。

①观察法 即由调查人员或运用摄像等手段现场观察有关的对象和事物。它又可分为直接观察和测量观察两种。

②深度小组访问法 即有选择地邀请数人，用几小时时间，对某一企业、产品、服务、营销等话题进行讨论，以期小组的群体激励能带来深刻的感受和思考，从中了解消费者的态

度和行为。

③调查法 调查法是介于观察法和深度小组访问法的偶然性和严谨性之间的一类方法。它包括个案调查法、重点调查法、抽样调查法、专家调查法、全面调查法、典型调查法、学校调查法等

④实验法 实验法是最正式的一种调研方法。它是通过小规模的市场进行实验，并采用适当方法收集、分析实验数据资料，进而了解市场的方法。它包括包装实验、新产品实验、价格实验等。

上述调研方法各有特点，一般说来，观察法和深度小组访问法最适宜于探索性研究，调查法最适宜于描述性研究，而实验法最适宜于因果研究。

2. 市场信息的收集 信息即消息，是客观存在的，是事物发生、发展而发出的信号。信息与物质、能量是客观世界的三大要素。市场信息是一种特定的信息，是企业所处的宏观和微观环境的各要素发展变化和特征的真实反映，是反映他们的实际状况、特征、相关关系的各种消息、资料、数据、情报等的统称。企业的市场信息又分为内部信息和外部信息。企业内部的市场信息包括物资供应方面的市场信息，企业销售方面的信息。企业外部的市场信息包括政治方面、经济方面、科技方面、人口方面、社会方面、文化方面、法律方面、自然方面、心理和其它方面的有关信息。

（二）市场预测方法 市场预测方法很多，但归纳起来不外乎两大类，即定性预测法和定量预测法。

1. 定性预测法 定性预测主要是通过社会调查，采用少量的数据和直观材料，结合人们的经验加以综合分析，做出判断和预测。其主要优点是：简便易行，易于普及和推广。定性预测常采用的方法有：购买者意向调查法，销售人员意见综合法，专家意见法和市场试销法等。

2. 定量预测法 定量预测是依据市场调查所得的比较完备的统计资料，运用数学特别是数理统计方法，建立数学模型，用以预测经济现象未来数量表现的方法。它一般需要大量的统计资料和先进的计算手段。定量预测法亦可分为两大类，即时间序列预测法和因果分析预测法。

(1) 时间序列预测法 是指将某种经济指标的统计数值，按时间先后顺序排列所成的序列。它是通过编制和分析时间序列，根据时间序列所反映的发展过程、发展方向和趋势，加以外推或延伸来预测下一时间可能达到的水平。发展趋势要配合相关的曲线来分析。主要有水平式发展趋势、线形变化趋势、二次曲线趋势、对数直线趋势、修正指数曲线趋势、龚佩子曲线趋势等。

在长期内保持固定发展趋势不变的时间序列是不存在的，选择该方法预测时，营销者必须不断地调查研究新情况、新问题，根据最新资料去修正趋势线或其参数，并对预测结果进行必要的调整。

(2) 因果分析预测法 这是以事物之间的相互联系、相互依存关系为根据的预测方法。它在定性研究的基础上，确定出影响预测对象（因变量）的主要因素（自变量），从而根据这些变量的预测值建立回归方程，并由自变量的变化来推测因变量的变化。利用这种方法预测时，首先要确定事物之间相关性的强弱，相关性越强，预测精度越高，反之亦反。同时还要研究事物之间的相互依存关系是否稳定，如稳定性差，依此建立的回归模型的可靠性就差。用回归方程进行分析预测的方法有：一元回归预测、多元回归预测和自回归预测等方法。

(三) 市场竞争策略 市场营销是一个十分复杂的工作，它要采取一系列的手段才能完成。因而市场营销的策略也是多种多样的，如何在市场竞争中取得优势，是市场营销是否成功的关键所在。

1. 成功市场竞争策略的特征

(1) 成功的市场竞争者要总是从现实中寻找对策 人们往往由于思维的惰性、陈旧的观念、历史的包袱等原因对现实视而不见。其实只要充分地了解现实，面对强大的竞争者，发现其弱点，就能设计出自己的成功策略。随着国家对环保事业的重视和社会对园林苗木的大量需求，园林业得到了迅速发展，园林苗圃和园林企业如雨后春笋般成长起来，这些企业要想得到进一步健康成长，就必须面对竞争，迎接挑战，扬己所长，避人所短，把握现实市场变化趋势，制定自己的竞争策略。

(2) 成功的市场竞争者又要无定式地追求成功 用无定式的思维去寻找一定的成功目标，只有与众不同、具有特色的策略，才是成功的策略。

(3) 成功的市场竞争者还要把成功看成历史 在激烈的市场竞争中，任何策略不断重复地获得成功的几率很小，要用创造来适应变化，才能赢得竞争的胜利。

2. 市场竞争策略的成功形式 市场竞争策略的成功形式多种多样，各有特点，但毕竟有其共同性的东西值得借鉴。

(1) 差别市场策略 它是指在同类产品销售活动中，充分展示出产品或销售策略与众不同的特征，以对消费者产生强大的吸引力。

(2) 求异市场策略 它不是在相同产品中显示出自身的差异，而是采用与其它企业完全不同的策略，突出与众不同的特色，最后赢得市场竞争优势。

(3) 创先市场策略 采用同样的销售策略，力争“创先”、“争一”，可提高企业的知名度，竞争力。园林花木以观赏为主，新、奇、特是其在市场竞争中制胜的法宝。只有争先创新，才会立于不败之地。

(4) 诱导市场策略 它是指先采用某种销售方式实现引导消费、刺激需求和创造市场的效果，然后再广泛地销售产品。在园林苗木的销售中，在一些新奇特的品种大量销售之

前，先将少量产品免费赠送给用户或免费为客户做园林绿化。这样往往会产生很好的效果。

(5) 时效市场策略 时效市场策略要求抓住某种市场需求苗头，及时组织生产，使产品赶在需求高峰前上市，利用时间差来赢得效益。

(6) 攻势市场策略 攻势市场策略是通过突破客观存在的某种市场限制，把某种被禁锢的市场需求释放出来。采取攻势市场策略能使企业在市场中的竞争地位产生根本性的改变。要指定出有效的攻势市场策略，就要调查出客观存在的某种需求和这种需求的限制条件，要把消费者的需求障碍看成企业的经营机会。

(7) 填充市场策略 填充市场策略是指企业用自己的产品和劳务去填充某种市场需求的空白。填充的实质是企业在市场经营活动进行新创造，以产生激发需求的效果。填充市场策略获得成功，不一定要发明复杂的产品，关键是使自己的产品与顾客的某种需求相吻合。

(8) 迂回市场策略 迂回市场策略是指当企业在经营活动中遇到一时难以逾越的障碍时，采取一些措施避开某种限制，使企业的目标仍能得以实现。成功的迂回市场策略，出自于对障碍事物的深刻分析，进而对应于巧妙的措施。

(9) 逆向市场策略 指企业在某种产品滞销积压，其他生产厂（场）家纷纷转产或倒闭的情况下，坚持逆流而上，渡过困难阶段，继续保持住产销势头。采用此策略的企业，关键是掌握准确的市场情报。否则，会有很大的风险。

(10) 饥饿市场策略 所谓饥饿市场策略是指企业为了使自己的产品保持在传统市场上的销售优势，主动地适当减少产品在传统市场上的销售量，使传统市场保持一定的“饥饿”状态，同时，又在不断地努力开拓新的市场。采用该策略能在传统市场上造成一定的恐慌，给消费者留下深刻的印象，有利于开拓新市场。

(11) 联合市场策略 有些市场需求存在者对产品的特殊要求，或者某种产品在某一地区销售存在着不利因素，这时可考虑采取联合市场战略来排除销售障碍，开辟出新的销售市场。如配套销售、相关产品联合销售等。

四、市场营销策划

所谓市场营销策划，是指通过企业巧妙的设计，指定出一定的策略，安排好推进的步骤，控制住每一个环节，实现企业经营目标的营销活动。营销策划不同于决策，也不同于建议和点子，其基本思路是将企业现有的经营要素按新的思路重新组合，从而实现新的经营目标的营销活动。

(一) 成功策划的构成要点

1. 目标 成功策划要设定明确的目标，并按目标要求展开全部经营活动。所立目标要具有战略性、明确性和方向性。

2. 信息 信息是策划构想的依据。用于策划的信息有三种：别人不知而我们知道的信息，别人无法利用而我们能利用的信息，别人没有意识到而我们意识到的信息。

3. 创意 创意是策划的灵魂。任何策划都起始于创意，没有创意根本谈不上策划，创意的水平决定着策划的质量。创意要经过三个阶段：深切体会，强烈渴求；思维启动，长期思索；触发事件，灵感产生。在创意的过程中要进行事件联想，弱化思维定势并进行视角转换，换一个角度思考问题。

4. 控制 创意固然重要，但并不是每个创意最后都能实现并达到预计的效果。在获得创意的过程中，应忽略细节，但在落实创意时则要考虑周全，必须实事求是地对待实现创意的客观条件，充分估计所面临的障碍和困难，防范偶然因素出现所造成的干扰。

5. 理念 营销策划不可追求短期效益，策划的形式千变万化，而始终要体现的是企业的理念，否则，就会偏离企业的正确发展方向，影响企业发展战略的实施。理念的内容包括企业战略目标，价值观念，行为准则和行为规范。营销策划作为企业的一种市场行为，必须要受到企业理念的约束，而只有体现了企业理念的策划才有价值。

(二) 怎样进行成功营销策划 营销策划是营销智慧的结晶，策划没有固定的模式，但策划是有规律的总结大量成功经验会有一些参考和借鉴价值。

1. 在消费者心目中确立新的概念 随着营销向深层次发展和人的需要达到更高层次，购销产品就变成了一种载体，人们所追求的是通过购物而带来得精神满足。因此，营销决不仅是在推销产品，而是在向消费者陈述某种理由。当消费者接受了这种理由，并形成了新的概念，同时与自己的某种需求联系起来时，就产生了购买动机。

2. 提高营销策划的文化品位 人们的社会生活总是处在一定的文化氛围之中，社会越是进步，这种文化氛围越浓重。营销策划如能提高文化品位，就会使消费者在商品的使用价值之外获得某种精神上得享受。

3. 尽量隐蔽商业动机 任何商业活动背后都会有赢利的动机，但一心只想赚钱的商业活动往往以失败而告终。营销者赢利的动机暴露的越充分，消费者就越会产生“不值”的感觉。把购物过程与娱乐过程结合在一起，能达到隐蔽商业动机的目的。但这种营销策划不可有愚弄消费者得意思，不能使消费者感到上当受骗，自己赚了钱而又得到了人心，才是成功的营销策划。

4. 以人们关注的事件为主题 单纯的商业活动很难引起人们的广泛关注，但如果能与产生重大社会影响的事件联系起来，有意识地利用某一事件开展商业活动，往往会产生极好的效果。要想利用社会事件开展商业活动，就要保持对社会事件的敏感性，也可通过制造出某一事件，利用其达到商业的目的。

营销策划虽然十分重要，但也只能是企业营销战略的一部分，决不能抛弃实质性的内容去追求轰动效应，策划要提高企业的知名度，更重要的是赢得社会美誉度。因此，提高产品质量、提供周到服务、降低成本给用户更大实惠，才是屡试不爽的成功经验。

园林苗木与其它工业产品有很大的不同，它是活的有生命的产品。同品种、同体量产品的质量与其生长状况、病虫害情况、花色、花形、植株的丰满程度等因素有关。另外，园林苗木的营销工作受季节的限制较大，应充分考虑气候和地域情况对它的影响。还有，园林苗木这种产品，目前的应用范围仍集中在城市公共园林绿地、企事业单位庭院和居民区等场合。对于千家万户来说，则对花卉盆景的需求较多，而对绿化苗木的需求则是少之又少。园林苗木的营销是一项较新型的营销工作，没有成熟的经验可言。因而，园林苗木的营销，既要广泛借鉴一般商品的营销经验，又不能照抄照搬已有的模式。只有结合本行业特点和企业自身的实际，才能创造出成功的园林苗木营销策略来。