

高等农业院校合编教材

园林树木栽培养护学

杨凤军 林志伟 景艳莉 主编

哈尔滨地图出版社

园林树木栽培养护学

YUANLIN SHUMU ZAIPEI YANGHUXUE

主 编 杨凤军 林志伟 景艳莉
副主编 杨德威 朱 丹 孟家松
李智辉
主 审 陈雅君

哈尔滨地图出版社

· 哈 尔 滨 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

园林树木栽培养护学/杨凤军, 林志伟, 景艳莉主编.
哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2009. 5
ISBN 978 - 7 - 5465 - 0052 - 2

I. 园… II. ①杨…②林…③景… III. 园林树木—栽培
IV. S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 072649 号

哈尔滨地图出版社出版发行
(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮编: 150086)
哈尔滨翰翔印务有限公司印刷
开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 14.25 字数: 370 千字
2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷
ISBN 978 - 7 - 5465 - 0052 - 2
印数: 1 ~ 100 定价: 25.00 元

编写人员

主 编:

杨凤军 黑龙江八一农垦大学
林志伟 黑龙江八一农垦大学
景艳莉 黑龙江八一农垦大学

副主编:

杨德威 黑龙江八一农垦大学
朱 丹 黑龙江八一农垦大学
孟家松 扬州大学
李智辉 沈阳农业大学

主 审:

陈雅君 东北农业大学

编 者:(按内容顺序排序)

杨德威 黑龙江八一农垦大学
景艳莉 黑龙江八一农垦大学
孟家松 扬州大学
杨凤军 黑龙江八一农垦大学
李智辉 沈阳农业大学
林志伟 黑龙江八一农垦大学
樊 东 东北农业大学
赵伟全 河北农业大学
浦子钢 黑龙江省农科院嫩江分院
迟 莉 黑龙江省农科院嫩江分院

前 言

园林树木栽培养护学是高等农林院校园林专业的一门必修课程,也是园林绿化过程中与实践结合紧密的一门应用科学。伴随着人们对生活质量、居住环境的要求不断提高,极大地推进了园林绿化工作的发展,人们对园林绿化的要求也显著提高。同时,我国幅员辽阔,自然条件、地理条件、绿化结构等差异较大,园林树木的栽植与养护具有明显的地域特点。为适应高等院校应用型人才的培养,突出地域特点和课程的实用性,满足地方院校 21 世纪教学需求,我们组织编写了这本《园林树木栽培养护学》教材。

本教材的编写,本着“突出地方特色,兼顾一般理论,着重实践应用”的原则。以园林绿化过程中普遍应用的技术为对象,以树木的生长发育规律为基础,系统地阐述了园林树木栽培的全过程。详细地介绍了园林苗木培育、树木栽植、树木的日常土肥水管理、树木的整形修剪、树木的病虫防治、灾害及修复、古树名木的养护与管理等方面的理论与技术。全书共分为九章,第一至三章介绍了园林树木的生长发育规律及栽培方法,第四至九章介绍了园林树木的管理和养护。本书可作为农林院校园林、园艺专业的教材,也可供园林工作者和园林爱好者学习参考。

本教材的编写得到了东北农业大学、沈阳农业大学、扬州大学相关学科教师的大力支持,参考了大量相关教材、资料的内容,在此表示衷心的感谢。本书各章节的编写人员分工如下:

第一章的第一、四节由孟家松编写;第一章的第二、三节,第九章的第二、四节由杨德威编写;第二章的第一、二、三、四节,第九章的第一、三节由景艳莉编写;第二章第五节由李智辉编写;第三章、第四章,第五章的第一、二节由杨凤军编写;第五章的第三、四节,第八章的第三节由朱丹编写;第六章、第七章,第八章的第一、二、四节由林志伟编写;东北农业大学樊东(博士)副教授、河北农业大学赵伟全(博士)副教授对本书部分内容提出了宝贵的建议,黑龙江省农科院嫩江分院浦子钢、迟莉参加本书部分章节的资料收集和文字校对工作,在此表示衷心的感谢。

本教材编写时间仓促,加之作者水平学识有限,没有更多时间反复推敲、琢磨,缺点、不足之处在所难免,敬请使用本书的广大师生、读者批评指正。

编 者

2008 年 12 月

目 录

第一章 园林树木的生长发育规律	1
第一节 园林树木的生命周期.....	1
第二节 园林树木的年周期.....	2
第三节 园林树木各器官的生长发育.....	3
第四节 园林树木生长发育的整体性	23
第二章 园林树木苗木培育	25
第一节 园林苗圃的建立	25
第二节 播种苗的培育	29
第三节 营养繁殖苗的培育	41
第四节 大苗的培育	56
第五节 苗木出圃	57
第三章 园林树木栽植	61
第一节 园林树木栽植工程概述	61
第二节 园林树木栽植工程施工	65
第三节 大树移植	78
第四章 园林树木的土、肥、水管理	85
第一节 园林树木的土壤管理	85
第二节 园林树木施肥	94
第三节 园林树木的水管理.....	102
第五章 园林树木的整形修剪	108
第一节 树体结构与枝芽特性.....	108
第二节 园林树木整形修剪的目的与原则.....	111
第三节 园林树木整形修剪的技术与方法.....	114
第四节 不同园林树木的整形与修剪.....	125
第六章 园林树木的病虫害防治	132
第一节 概述.....	132
第二节 常见害虫及防治.....	136
第三节 园林树木常见病害及防治.....	158
第七章 园林树木的其他灾害及修复	167
第一节 自然灾害及防治.....	167

第二节	树体保护与修复·····	173
第八章	古树名木的养护与管理·····	175
第一节	保护研究古树名木的意义·····	175
第二节	古树名木保护的生物学基础·····	179
第三节	古树名木的养护及复壮技术·····	182
第四节	古树名木养护管理法规·····	187
第九章	专类园中主栽树木的栽培养护·····	190
第一节	牡丹的栽培和养护·····	190
第二节	月季的栽培和养护·····	195
第三节	梅花的栽培和养护·····	204
第四节	桃花的栽培和养护·····	209
参考文献	·····	219

第一章 园林树木的生长发育规律

生长发育是植物共有的现象之一。生长与发育是两个相关而又不同的概念：生长通常是指体积和重量增加的量变过程，它是通过细胞分裂、伸长来体现的；发育则是生物体生活史中结构和功能从简单到复杂的质变过程，它是通过细胞、组织、器官的分化来体现的。园林树木的生长和发育是紧密相连的，体现于树木整个生命活动过程中，它不仅受树木内在遗传基因的支配控制，还受环境条件的影响。生长是发育的基础，发育是生长的发展。

园林树木在漫长的历史发展过程中，逐步形成了自身的生长发育规律。认识园林树木的生长发育规律，可以人为地调节与控制其生长发育的速度和方向，科学地指导生产实践，克服盲目性，充分发挥园林树木的综合作用。

第一节 园林树木的生命周期

园林树木生命周期是指园林树木一生中个体生长发育的全过程，即从卵细胞受精产生合子，发育成胚胎，形成种子，萌发成幼苗，长成大树，开花结实，直到衰老、更新、死亡的全部生活史。根据树木一生的生长发育规律，可大致将实生园林树木的生命周期划分为五个时期：

一、种子期（胚胎期）

这一时期是从卵细胞受精形成合子开始，至种子萌发时为止。种子期可以分为前后两个阶段，前一阶段是从受精到种子形成；后一阶段是种子脱离母体到开始萌发。在前一阶段中母体的营养物质主要供给胚，以保证种子的成熟；在后一阶段，种子脱离母体后，为了维持种子的生活力，必须为种子创造适宜的贮藏条件。

种子期的长短因树种而异。有些树种种子成熟后，只要有适宜的条件就能发芽，如白榆、枇杷等；有些树种的种子成熟后，给予适宜的条件也不能立即发芽，而必须经过一段时间的休眠后才能发芽，如银杏、女贞等。

树木产生种子，是长期自然选择的结果，是树木延续家族的需要。这一时期，对于园林树木的栽培管理工作来说，主要任务是促进种子形成、安全贮藏和在适宜的环境条件下播种并使其顺利发芽。

二、幼年期

这一时期是从种子发芽到树木第一次出现花芽前为止。幼年期是树木地上、地下部分进行旺盛的离心生长的时期。树木在高度、冠幅、根系长度和根幅方面生长得很快，体内逐渐积累起大量的营养物质，为从营养生长转向生殖生长打下基础。

在幼年期持续时间的长短主要与树种遗传特性有关。除少数园林树木种类如紫薇、月季等当年播种当年开花外，绝大多数树种需要较长时间，一般为3~5年，如桃三、李四、杏五等；有些树木幼年期长达20~40年，如银杏、云杉、冷杉等。树木幼年期的长短还受繁殖方法的影响：有性繁殖的树木，通常幼年期较长，而一些无性繁殖的树木，若母株已达到成年时期，繁殖成活后，便能很快开花结实。

在幼年期，园林树木的遗传性尚未稳定，易受外界环境的影响，可塑性较大。所以，在此期间应根据园林建设的需要搞好定向培育工作，如养干、促冠、培养树形等。园林中的引种栽培、驯化也适宜在该期进行。

三、青年期

这一期是从第一次开花至花、果性状逐渐稳定时为止。青年期内树木的离心生长仍然较快，生命力亦很旺盛，但花和果实尚未达到本品种固有的标准性状。此时期树木能年年开花结实，但数量较少。

青年期的树木，遗传性已渐趋稳定，有机体可塑性已大为降低。所以该期的栽培养护过程中，应给予良好的环境条件，加强肥水管理，使树木一直保持旺盛的生命力，加强树体内营养物质积累。花灌木应采取合理的整形修剪，调节树木长势，培养骨干枝和丰满优美的树形，为壮年期的大量开花结实打下基础。

为了使青年期的树木多开花，应当采用轻度修剪。过重修剪从整体上削弱了树木的总生长量，减少了光合产物的积累，同时又在局部上刺激了部分枝条进行旺盛的营养生长，新梢生长较多，会大量消耗贮藏养分。

四、成年期

这一时期是从树木生长势自然减慢到树冠外缘出现干枯时为止。成年期树木不论是根系还是树冠都已扩大到最大限度，树木各方面已经成熟，植株粗大，花、果数量多，花、果性状已经完全稳定，并充分反映出品种的固有形状。树木遗传保守性最强，性状最为稳定，对不良环境的抗性较强，也是观赏的盛期，经济效益最高。壮年期的后期，骨干枝离心生长停止，离心秃裸现象严重，树冠顶部和主枝先端出现枯梢，根系先端也干枯死亡。

维持树木旺盛的生长发育、防止树木早衰、延长树木观赏时间是壮年期树木栽培管理工作的重点。为此，应加强土、肥、水管理和整形修剪等措施，避免早衰。

五、衰老期

这一时期是从树木生长发育显著衰退到死亡为止。衰老期树木生长势减弱，出现明显的“离心秃裸”现象，树冠内部枝条大量枯死，丧失顶端优势，树冠“截顶”，光合能力下降；根系以离心方式出现“自疏”，吸收功能明显下降。此时，树木开花结实量大为减少，树体对逆境的抵抗力差，极易遭受病虫害及其他不良环境条件的危害导致死亡。

衰老期树木管理的任务是，加强土肥水管理，采取修剪和防治病虫害等措施，以维持树木的长势或帮助更新和复壮。

不同类别树种更新方式和特点不同，有些乔木无潜伏芽，不能进行向心更新，如松树。有些树种只有顶芽而无侧芽，只能进行离心生长而不能进行向心更新，如棕榈。有些乔木既能靠潜伏芽更新，又能靠曲根蘖更新。

需要指出的是，由营养苗长成的树木，因其发育阶段一般较老，只要环境适宜，就能很快开花，一生只经历青年期、壮年期和衰老期。

第二节 园林树木的年周期

园林树木在一年的生长发育过程中呈现出的规律性变化称为年生长周期，简称年周期。在年周期中，因受环境条件的影响，树木内部生理机能发生改变的同时，外观形态也出现相应变化。树木的各个器官随季节性气候变化而发生的形态变化称为树木的物候。树木在一年

中随着气候变化各生长发育阶段开始和结束的具体时期，称为树木的物候期，亦即物候的阶段划分。物候是树木年周期的直观表现，可作为树木年周期划分的重要依据。关于物候的观测方法和观测内容，可参阅其他相关书籍。

根据树木地上部分在一年中生长发育的规律及其物候特点，可将园林树木的年周期划分为如下几个时期。

一、生长初期

指从春季树液流动、萌芽起，至发叶基本结束止。萌芽常作为树木生长开始的标志，萌芽、发叶的早晚与快慢除取决于树种特性外，还与温度、营养、水分和产地有关。许多树种萌芽的起始温度大致为3~5℃，落叶树萌芽几乎全部是利用上年贮藏在枝、干内的营养，对土壤中的无机养分与水分吸收甚少，萌芽前应先施足基肥。原产南方的树木，萌芽生长需要较高的温度，如果种植地北移，萌芽期会相应延迟。

生长初期，树木开始了新叶的形成以及根系、枝梢的加长生长。只要气温回升迅速，加强松土除草，适当增加灌水，树木会很快进入生长旺盛期。对萌芽开花的树木，这时应补给稀薄追肥。生长初期，树木的光合效能还不太高，总的生长量相对较小。处于生长初期的树木，抗寒能力较弱，在一些地区应注意倒春寒与春旱的不良影响。

二、生长盛期

从树木发新叶结束至枝梢生长量开始下降为止。在生长盛期，树木的叶面积达到最大，叶色浓绿，含叶绿素多，有很强的同化能力，枝、干的加长和加粗生长均十分显著，新梢上形成的芽也较饱满，有些树种还能很快形成腋花芽而开花。在我国许多地区，常在树木生长盛期出现连续的高温干旱天气，使枝梢生长量变小，节间缩短，新梢逐渐木质老化，有的封顶停长，出现一个生长低谷，严重者会新梢干枯，大量落叶。生长盛期树木对水、肥需求量大，在中耕除草、防治病虫害的同时，应增施追肥，加强灌溉。

三、生长末期

从树木的生长量开始大幅度下降至停止生长为止为树木的生长末期。枝梢不断加重木质化程度，芽封顶并形成芽鳞，体内营养物质变为贮藏状态，不断由叶向芽、枝干及根系转移。此时，常绿树叶片的角质化和蜡质化加重，落叶树叶片则开始变色脱落。生长末期，树木的休眠状态尚浅，切忌土壤中水分、养分，特别是氮肥的大量供给，以免使树木回转到生长状态。但适量的磷、钾肥供给，有助于枝梢的木质化和营养物质的运输转移，增强树木的抗寒能力。

四、休眠期

从树木停止生长至萌芽前的一段时期。休眠期内，树木体内新陈代谢活动进行得十分微弱与缓慢，落叶树的叶子已全部脱落，树木的物候几乎没有变化。显然，追肥已无必要，但施入基肥，则有利于翌年萌芽、开花与生长。休眠期为树木在一年中对外界环境抗性最强的阶段，适宜进行移栽、整形修剪，其他许多冬季管理工作也应抓紧实施。

第三节 园林树木各器官的生长发育

树木是由多种不同器官组成的一个统一体。在树木栽培实践中，通常把树木的树体分为地上和地下两大部分；地上部分与地下部分的交界处为根颈。地上部分包括茎干、枝条及芽、叶、花、果等；地下部分则为根系。了解树木根系的生长发育规律及其与地上部分之关

系，对采取相应栽培措施来促进或控制根系的生长，进而促进或抑制地上部分的生长发育有重要意义。

一、根系的生长

根系是树木的重要器官，它除了把植株固定在土壤之内，吸收水分、矿物质养分和少量有机物质以及贮藏一部分养分外，还具有将无机养分合成为有机物质；合成激素和其他生理活性物质，对地上部分生长起调节作用；分泌酸性物质，溶解土壤养分转变成易溶解的化合物；根系的分泌物还能将土壤微生物引到根系分布区来，并通过微生物的活动将氮及其他元素的复杂有机化合物转变为根系易于吸收的类型；许多树木的根与菌根可共生，以增加根系吸水、吸肥、固氮的能力；还可以利用根系来繁殖和更新树体。

园林树木的根系根据其发生与来源可分为实生根系、茎源根系和根蘖根系。正常情况下，树木根系生长在土壤中，但有少数树种，如榕树、红树、水松、辟荔、常春藤等，为适应特定环境的需要，常产生根的变态，在地面上形成支柱根、呼吸根、板根或吸附根等气生根，在园林观赏上也有一定的价值。

(一) 根系的分布

1. 垂直分布。在适宜的土壤条件下，树木的多数根集中分布在地下 40 ~ 80 cm 深范围内；具吸收功能的根，则分布在 20 cm 左右深的土层中。就树种而言，根系在地下分布的深浅差异很大。如直根系和多数乔木树种，它们的根系垂直向下生长特别旺盛，根系分布较深，常被称为深根性树种；而须根系和灌木树种，主根不发达，侧根水平方向生长旺盛，大部分根系分布于上层土壤的树木，则被称为浅根性树种。深根性树种能更充分地吸收利用土壤深处的水分和养分，耐旱、抗风能力较强，但起苗、移栽难度大。生产上，多通过移栽、截根等措施，来抑制主根的垂直向下生长，以保证栽植成活率。浅根性树种则起苗、移栽相对容易，并能适应含水量较高的土壤条件，但抗旱、抗风及与杂草竞争力较弱。部分树木根系因分布太浅，随着根的不断生长挤压，会使近地层土壤疏松，并向上凸起，容易造成路面的破坏。园林生产上，可以将深根性与浅根性树种进行混种，利用它们根系分布上的差异性，取长补短，以达到充分利用地下空间及水分和养分的目的。

2. 水平分布。至于根系的水平分布范围，在正常情况下，多数与树木的冠幅大小相一致。例如，树木的大部分吸收根，通常主要分布在树冠外围的圆周内，所以，应在树冠外围与地面的水平投影处附近挖掘施肥沟，才有利于养分的充分吸收。根系在土壤中的分布状况，除取决于树种外，还受土壤条件、栽培技术措施及树龄等因素影响。许多树木的根系，在土壤水分、养分、通气状况良好的情况下，生长密集，水平分布较近；而在土层浅、干旱、养分贫瘠的土壤中，根系稀疏，单根分布深远，有些根甚至能在岩石缝隙内穿行生长。用扦插、压条等方法繁殖的苗木，根系分布较实生苗浅。树木在青、壮年时期，根系分布范围最广。此外，由于树根有明显的趋肥、趋水特性，在栽培管理上，应提倡深耕改土，施肥要达到一定深度，诱导根系向下生长，防止根系“上翻”，以提高树木的适应性。

(二) 影响根系生长的因素

树木根系的生长没有自然休眠期，只要条件适宜，就可全年生长或随时可由停顿状态迅速过渡到生长状态。其生长势的强弱和生长量的大小，随土壤的温度、水分、通气与树体内营养状况以及其他器官的生长状况而异。

1. 土壤温度。树种不同，开始发根所需的土温很不一致。一般原产温带寒地的落叶树木所需温度低，而热带亚热带树种所需温度较高。根的生长都有最佳温度和上、下限温度。

一般根系生长的最佳温度为 $15 \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。上限温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，下限温度为 $5 \sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。温度过高或过低对根系生长都不利，甚至会造成伤害。由于不同深度土壤的土温随季节变化，分布在不同土层中的根系活动也不同。以我国长江流域为例，早春土壤解冻后，离地表 30 cm 以内的土温上升较快，温度也适宜，表层根系活动较强烈；夏季表层土温过高， 30 cm 以下土层温度较适合，中层根系较活跃。 90 cm 以下土层，周年温度变化较小，根系往往常年都能生长，所以冬季根的活动以下层为主。

2. 土壤湿度。土壤湿度与根系的生长也有密切关系。土壤含水量达最大持水量的 $60\% \sim 80\%$ 时，最适宜根系生长。过干易促使根系木栓化和发生自疏；过湿则影响土地通透性而缺氧，抑制根的呼吸作用，导致根的停长或烂根死亡。

3. 土壤通气。土壤通气对根系生长影响很大。通气良好条件下的根系密度大、分枝多、须根也多。通气不良时，发根少，生长慢或停止，易引起树木生长不良和早衰。城市由于铺装路面多、市政工程施工夯实以及人流踩踏频繁，造成土壤坚实，影响根系的穿透和发展。城市环境中的这类土壤内外气体不易交换，以致引起有害气体（二氧化碳等）的积累中毒，影响根系的生长并对根系造成伤害。

4. 土壤营养。在一般土壤条件下，其养分状况不至于使根系处于完全不能生长的程度，所以土壤营养一般不成为限制因素。但土壤营养可影响根系的质量，如发达程度、细根密度、生长时间的长短等。但根总是向肥多的地方生长，在肥沃的土壤里根系发达，细根密，活动时间长。相反，在瘠薄的土壤中，根系生长瘦弱，细根稀少，生长时间较短。施用有机肥可促进树木吸收根的发生，适当增施无机肥料对根系的发育也有好处。如施氮肥通过叶的光合作用能增加有机营养和生长激素，以促进发根；磷和微量元素（硼、锰等）对根的生长都有良好的影响。但如果在土壤通气不良的条件下，有些元素会转变成有害的离子（如铁、锰会被还原为二价的铁离子和锰离子，提高了土壤溶液的浓度），使根受害。

5. 土壤有机养分。根的生长与功能的发挥依赖于地上部分所供应的碳水化合物。土壤条件好时，根的总量取决于树木有机养分的多少。叶受害或结实过多，根的生长就受阻碍，即使施肥，一时作用也不大，需要通过保叶或疏果来改善根的生长状况。

6. 其他因素。根的生长与土壤类型、土壤厚度、母岩分化状况及地下水位高低都有密切的关系。

（三）根系的年生长周期

根系的年生长有较明显的周期性，生长与休眠交替进行，根系生长在先。由于树木的根系庞大，分布范围广，功能多样，即使在生长季，一棵树的所有根也并非在同一时间内都生长，而是一部分根生长时，另一部分根可能呈静止状态，使根的生长情况变得更复杂。例如，在有些树根系的垂直分布深度内，中上层土温受气温影响变化大，使其中的根系生长出现季节性波动，但下层土温变化小，往往能使根系常年都处于生长状态。

根系的的活动除受树木体内的机制控制外，在很大程度上还受土温的影响。与树木地上部分芽萌动和休眠相比，通常根系春季提早生长，秋季休眠延后，这样很好地满足了地上部分生长对水分、养分的需求。在春末与夏初之间以及夏末与秋初之间，不但温度适宜根系生长，而且树木地上部分运输至根部的营养物质也大，因而在正常情况下，许多树木的根系都在一年中的这两个时期分别出现生长高峰。在盛夏和严冬时节，土壤分别出现极端的高温和低温，抑制根系活动。尤其在夏季，根系的主要任务是供给蒸腾耗水，于是根系的生长相应处于低谷，有的甚至停止生长。不过，实际情况可能更复杂。生长在南方或温室内的树

木，根系的年生长周期多不明显。

(四) 根系的生命周期

从生命活动的总趋势看，树根的寿命应与该树种的寿命长短相一致。长寿命树种，如牡丹，根能活三四百年。但根的寿命受环境条件的影响很大，并与根的种类即功能密切相关。不良的环境条件，如严重的干旱、高温等，会使根系逐渐木质化，加速衰老，丧失吸收能力。一棵树上的根，寿命由长至短的顺序大致是，支持根、贮藏根、运输根、吸收根。许多吸收根，特别是根毛，它们对环境条件十分敏感，存活的时间很短，有的仅存活几小时，处于不断的死亡与更新的动态变化之中。当然，也有部分吸收根能继续增粗，生长成侧根，进而变为高度木质化的、寿命几乎与整个植株的寿命相当的永久性支持根。但对多数侧根来说，一般寿命为数年至数十年。

研究表明，根系的生长速度与树龄有关。在树木的幼年期，一般根系生长较快，常常超过地上部分的生长，并以垂直向下生长为主，为以后树冠的旺盛生长奠定基础，所以，壮苗应先促根。树冠达最大时，根幅也最大。至此，不仅根系的生物量达最大值，而且在此期间，根系的功能也不断地得到完善和加强，尤其是根的吸收能力显著提高。随着树龄的增加，根系的生长趋于缓慢，并在较长时期内与地上部分的生长保持一定的比例关系，直到吸收根完全衰老死亡，根幅缩小，整个根系结束生命周期。

二、芽的生长

(一) 芽的概念与功能

芽是多年生植物为适应不良环境条件和延续生命活动而形成的一种重要器官。它是带有生长锥和原始小叶片而呈潜伏状态的短缩枝或是未伸展的紧缩的花或花序，前者称为叶芽，后者称为花芽。所有的枝、叶、花都是由芽发育而成的，芽是枝、叶、花的原始体。

芽与种子有部分相似的特点，是树木生长、开花结实、更新复壮、保持母株性状、营养繁殖和整形修剪的基础。了解芽的特性，对研究园林树木的树形和整形修剪都有重要的意义。

(二) 芽的特性

1. 定芽与不定芽。树木的顶芽、腋芽或潜伏芽（树木最基部的几个芽或上部的某些副芽往往暂时不萌发，成为潜伏芽）的发生均有一定的位置，称为定芽。

在根插、重剪或老龄的枝、干上常出现一些位置不确定的芽，称为不定芽。不定芽常用作更新或调整树形。老树更新有赖于枝、干上的潜伏芽，若潜伏芽寿命短，则可利用不定芽萌发的枝条来进行更新。

2. 芽序。定芽在枝上按一定规律排列的顺序称为“芽序”。因为定芽着生的位置是在叶腋间，所以芽序与叶序相同。不同树种的芽序也不同。多数树种的芽序是互生的，如葡萄、榆树、板栗等；芽序为对生（每节芽相对而生）的树种，有腊梅、丁香、白腊等；芽序为轮生（芽在枝上呈轮状着生排列）的树种，有松类、灯台树、夹竹桃等。有些树木的芽序，也因枝条类型、树龄和生长势而有所变化。

树木的芽序与枝条的着生位置和方向密切相关，所以了解树木的芽序对整形修剪、安排主侧枝的方位等有重要的作用。

3. 萌芽力与成枝力。树木母枝上叶芽的萌发能力，称为萌芽力，常用萌芽数占该枝芽总数的百分率（萌芽率）来表示。各种树木与品种的萌发力不同。有的强，如松属的许多种、紫薇、桃、小叶女贞、女贞等；有的较弱，如梧桐、核桃、苹果和梨的某些品种等。凡

枝条上的叶芽有一半以上能萌发的则为萌芽力强或萌芽率高，如悬铃木、榆树、桃等；凡枝条上的芽多数不萌发，而呈现休眠状态的，则为萌芽力弱或萌芽率低，如梧桐、广玉兰等。萌芽率高的树种，一般来说耐修剪，树木易成形。因此，萌芽力是修剪的依据之一。

枝条上的叶芽萌发后，并不是全部都能抽成长枝。枝条上的叶芽萌发后能够抽成长枝的能力称为“成枝力”。不同树种的成枝力不同。如悬铃木、葡萄、桃等萌芽率高，成枝力强，树冠密集，幼树成形快，效果也好。这类树木若是花果树，则进入开花结果期也早，但也会使树冠过早郁闭而影响树冠内的通风透光，若整形不当，易使内部短枝早衰；而如银杏、西府海棠等，成枝力较弱，所以树冠内枝条稀疏，幼树成形慢，遮阴坐果效果也差，但树冠通风透光较好。

4. 芽的早熟性与晚熟性。枝条上的芽形成后到萌发所需的时间长短因树种而异。有些树种在生长季的早期形成的芽，当年就能萌发，有些树种一年内能连续萌生3~5次新梢并能多次开花（如月季、米兰、茉莉等），具有这种当年形成，当年萌发成枝的芽，称为“早熟性芽”。这类树木当年即能形成小树的样子。也有些树种，芽虽具早熟性，但不受刺激一般不萌发，当遭受病虫害等自然伤害和人为修剪、摘叶时才会萌发。

当年形成的芽，需经一定的低温时期来解除休眠，到第二年才能萌发成枝的芽称为“晚熟性芽”。如银杏、广玉兰、毛白杨等。

也有一些树种二者特性兼有，如葡萄，其副芽是早熟性芽，而主芽是晚熟性芽。

芽的早熟性与晚熟性是树木比较固定的习性，但在不同的年龄时期，不同的环境条件下，也会有所变化。如生长在环境条件较差的适龄桃树，1年只萌发1次枝条；具晚熟性芽的悬铃木等树种的幼苗，在肥水条件较好的情况下，当年常会萌生2次枝；叶片过早的衰落也会使一些具晚熟性芽的树种，如梨、垂丝海棠等2次萌芽或2次开花，这种现象对第二年的生长会带来不良的影响，所以应尽量防止这种情况的发生。

5. 芽的异质性。同一枝条上不同部位的芽存在着大小、饱满程度等的差异现象，称为“芽的异质性”。这是由于在芽形成时，树体内部的营养状况、外界环境条件和着生的位置不同而造成的。

枝条基部的芽，是在春初展雏叶时形成的。这一时期，新叶面积小、气温低、光合效能差，故这时叶腋处形成的芽瘦小，且往往为隐芽。其后，展现的新叶面积增大，气温逐渐升高，光合效率也高，芽的发育状况得到改善，叶腋处形成的芽发育良好，充实饱满。

有些树木（如苹果、梨等）的长枝有春梢、秋梢，即春季一次枝生长后，夏季停长，于秋季温度和湿度适宜时，顶芽又萌发成秋梢。秋梢常组织不充实，在冬寒时易受冻害。如果长枝生长延迟至秋后，由于气温降低，枝梢顶端往往不能形成顶芽。所以，一般长枝条的基部和顶端部分或者秋梢上的芽质量较差，中部的最好；中短枝中、上部的芽较为充实饱满，树冠内部或下部的枝条，因光照不足，生长其上的芽质量欠佳。

了解芽的异质性及其产生的原因后，在选择插条和接穗时，就知道应在树冠的什么部位采取为好，整形修剪时也可知道剪口芽应怎样选留了。

6. 芽的潜伏力。树木枝条基部的芽或上部的某些副芽，在一般情况下不萌发而呈潜伏状态。当枝条受到某种刺激（上部或近旁受损，失去部分枝叶时）或树冠外围枝处于衰弱状态时，能由潜伏芽萌发抽生新梢的能力，称为“芽的潜伏力”（也称“潜伏芽的寿命”）。潜伏芽也称“隐芽”。潜伏寿命长的树种容易更新复壮，复壮得好的几乎能恢复至原有的冠幅或产量，甚至能多次更新，所以这种树木的寿命也长，否则反之。如桃树的潜伏芽寿命较

短，所以桃树不易更新复壮，寿命也短。

潜伏芽的寿命长短与树种的遗传性有关，但环境条件和养护管理等也有重要的影响。如桃树一般的经济寿命只有10年左右，但在良好的养护管理条件下，30年生树龄的老桃树仍有相当高的产量。

三、茎枝的生长

芽萌发后生成茎枝。多年生树木，尤其是乔木，是由茎枝的生长构成了树木的骨架——主干、中心干、主枝、侧枝等。枝条的生长，使树冠逐年扩大。每年萌生的新枝上，着生叶片和花果，并形成新芽。

(一) 茎枝的生长类型

树木地上部分茎枝的生长与地下部分根系的生长相反，表现出背地性的极性，多数是垂直向上生长，也有少数呈水平或下垂生长的。茎枝一般有顶端的加长生长和形成层活动的加粗生长。禾本科的竹类不具有形成层，只有加长生长而无加粗生长，且加长生长迅速。园林树木茎枝生长大致可分为以下三种类型：

1. 直立生长。茎干以明显的背地性垂直地面，枝直立或斜生于空间，多数树木都是如此。在直立茎的树木中，也有些变异类型，以枝的伸展方向可分为紧抱型、开张型、下垂型、龙游（扭旋或曲折）型等。

2. 攀缘生长。茎长得细长柔软，自身不能直立，但能缠绕或具有适应攀附他物的器官（卷须、吸盘、吸附气根、钩刺等），借他物为支柱，向上生长。在园林上，把具有缠绕茎和攀缘茎的木本植物统称为木质藤本（简称藤木）。

3. 匍匐生长。茎蔓细长，自身不能直立，又无攀附器官的藤木或无直立主干之灌木，常匍匐于地面生长。在热带雨林中，有些藤木如绳索状爬伏或呈不规则的小球状匍匐于地面。匍匐灌木，如偃柏、铺地柏等。攀缘藤木在无物可攀时，也只能匍匐于地面生长，这种生长类型的树木，在园林中常被用做地被植物。

(二) 分枝方式

除少数树种不分枝（如棕榈科的许多种）外，大多数树木的分枝都有一定的规律性，在足够的空间条件下，长成不同的树冠外形。归纳起来，主要有三种分枝方式：

1. 单轴分枝（总状分枝）。枝的顶芽具有生长优势，能形成通直的主干或主蔓，同时依次发生侧枝，侧枝又以同样方式形成次级侧枝，这种有明显主轴的分枝方式称为“单轴分枝”（总状分枝）。如松柏类、雪松、冷杉、云杉、水杉、银杏、毛白杨、银桦等。这种分枝方式以裸子植物为最多。

2. 合轴分枝。枝的顶芽经一段时间生长后，先端分化出花芽或自枯，而由邻近的侧芽代替延长生长，以后又按上述方式分枝生长。这样形成了曲折的主轴，这种分枝方式称为“合轴分枝”。如成年的桃、杏、李、榆、柳、核桃、苹果、梨等。合轴分枝以被子植物为最多。

3. 假二叉分枝。具有对生芽的树木，顶芽自枯或分化为花芽，则由其下对生芽同时萌发生长所代替，形成叉状延长枝，以后照此继续分枝。其外形上似二叉分枝，因此称为“假二叉分枝”。这种分枝方式实际上是合轴分枝的另一种形式。如丁香、梓树、泡桐等。

树木的分枝方式不是一成不变的。许多树木年幼时呈单轴分枝，生长到一定树龄后，就逐渐变成为合轴或假二叉分枝。因而在幼、青年树木上，可见到两种不同的分枝方式。如玉兰等均可见单轴分枝与合轴分枝及其转变的痕迹。

了解树木的分枝习性，对培养观赏树形、整形修剪、提高光能利用率或促使早成花等都有重要的意义。

（三）顶端优势

树木顶端的芽或枝条比其他部位的生长占有优势的地位称为“顶端优势”。因为它是枝条背地性生长的极性表现，所以表现为强极性。

一个近于直立的枝条，其顶端的芽能抽生最强的新梢，而侧芽所抽生的枝，其生长势（常以长度表示）多呈自上而下递减的趋势，最下部的一些芽则不萌发。如果去掉顶芽或上部芽，即可促使下部腋芽和潜伏芽的萌发。顶端优势也表现在分枝角度上，枝自上而下开张；如去除先端对角度的控制效应，则所发侧枝又垂直生长。另外，也表现在树木中心干生长势比同龄主枝强，树冠上部枝比下部的强。一般乔木都有较强的顶端优势，越是乔化的树种，其顶端优势也越强；反之则弱。

（四）干性与层性

树木中心干的强弱和维持时间的长短，称为“树木的干性”，简称“干性”。顶端优势明显的树种，中心干强而持久。凡是中心干明显而坚挺并能长期保持优势的，则称为干性强；这是乔木树种的共性，即枝干的中轴部分比侧生部分具有明显的相对优势。当然，乔木树种的干性也有强有弱，如雪松、水杉、广玉兰等树种干性强，而梅、桃以及灌木树种则干性弱。树木干性的强弱对树木高度和树冠的形态、大小等有重要的影响。

由于顶端优势和芽的异质性的缘故，使强壮的一年生枝产生部位比较集中。这种现象在树木幼年期比较明显，使主枝在中心干上的分布或二级枝在主枝上的分布，形成明显的层次，这种现象称为“树木的层性”，简称“层性”。

一般顶端优势强而成枝力弱的树种层性明显，如黑松、马尾松、广玉兰、枇杷等树种，具有明显的层性，几乎是一年一层，这一习性可以作为测定这些树木树龄的依据之一。此类乔木在中心干上的顶芽萌发成一强壮的延长枝和几个较壮的主枝及少量细弱侧生枝，基部的芽多不萌发，而成为隐芽。同样，在主枝上以与中心干上相似的方式，先端萌生较壮的主枝延长枝和几个自先端至基部长势递减的侧生枝。其中有些能变成次级骨干枝，有些枝较弱，生长停止早，节间短，单位长度叶面积多，生长消耗少，积累营养物质多，因而容易形成花芽，成为树冠中的开花、结实的部分。多数树种的枝基，或多或少都有些未萌发的隐芽。

有些树种的层性，一开始就很明显，如油松等；而有些树种则随树龄增大，弱枝衰退、死亡，层性逐渐明显起来，如苹果、梨等。具有层性的树冠，有利于通风透光。但层性又随中心干的生长优势和保持年代而变化。树木进入壮年之后，中心干的优势减弱或失去优势，层性也就消失。

不同树种的干性和层性强弱不同。雪松、龙柏、水杉等树种干性强而层性不明显；南洋杉、黑松、广玉兰等树种干性强，层性也明显；悬铃木、银杏、梨等树种干性比较强，主枝也能分层排列在中心干上，层性最为明显。香樟、苦楝、构树等树种，幼年期能保持较强的干性，进入成年期后，干性和层性都明显衰退；桃、梅、柑橘等树种自始至终都无明显的干性和层性。

树木的干性与层性在不同的栽培条件下会发生一定变化，如群植能增强干性，孤植会减弱干性，人为修剪也能左右树木酶的干性和层性。干性强弱是构成树冠骨架的重要生物学依据。了解树木的干性与层性，对树木的整形修剪，增减树木的生长空间，提高花果的产量和质量都有重要的意义。

(五) 枝干的生长特性

枝干的生长包括加长和加粗生长两个方面。生长的快慢，用一定时间内增加的长度或粗度，即生长量来表示。生长量的大小及其变化，是衡量、反映树木生长势强弱和生长动态变化规律的重要指标。

1. 加长生长。随着芽的萌动，树木的枝、干也开始了一年的生长。加长生长主要是枝、茎尖端生长点的向前延伸（竹类为居间生长），生长点以下各节一旦形成，节间长度就基本固定。加长生长并非是匀速的，而是按慢—快—慢的节律进行，生长曲线呈“S”型。加长生长的起止时间，速增期长短、生长量大小与树种特性、年龄、环境条件等有密切关系，幼年树的生长期较成年树长；在温带地区的树木，一年中枝条多只生长一次；生长在热带、亚热带的树木，一年中能抽梢2~3次。

树木在生长季的不同时期抽生的枝，其质量不同，生长初期和后期抽生的枝，一般节间短，芽瘦小；速生期抽生的枝，不但长而粗壮，营养丰富，且芽健壮饱满，质量好，为扦插、嫁接繁殖的理想材料。速生期树木对水、肥需求量大，应加强抚育管理。

2. 加粗生长。树木枝、干的加粗生长都是形成层细胞分裂、分化、增大的结果。加粗生长比加长生长稍晚，停止也稍晚。在同一株树上，下部枝条停止加粗生长比上部稍晚。

当芽开始萌动时，在接近芽的部位形成层先开始活动，然后向枝条基部发展。因此，落叶树种形成层的开始活动稍晚于萌芽，同时离新梢较远的树冠下部的枝条，形成层细胞开始分裂的时期也较晚。由于形成层的活动，枝干出现微弱的增粗，此时所需的营养物质主要靠上年的贮备。此后，随着新梢不断加长生长，形成层活动也持续进行。新梢生长越旺盛，则形成层活动也越强烈且时间长。秋季由于叶片积累大量光合产物，枝干明显加粗。

(六) 影响枝梢生长的因素

枝梢的生长除决定于树种和品种特性外，还受砧木、有机养分、内源激素、环境条件与栽培技术措施等的影响。

1. 品种与砧木。不同品种由于遗传型的差异，新梢生长强度有很大的变化。有的生长势强，枝梢生长强度大；有的生长缓慢，枝短而粗，即所谓短枝型；还有的介于上述两者之间，称半短枝型。

砧木对地上部分枝梢生长量的影响也是明显的。同一树种和品种嫁接在不同砧木上，其生长势有明显差异，并使整体上呈乔化或矮化的趋势。

2. 贮藏养分。树体贮藏养分的多少对新梢生长有明显的影响。贮藏养分少，发枝纤细。春季先花后叶类树木，开花结实过多，消耗大量养分，新梢生长就差。

3. 内源激素。叶片除合成有机养分外，还产生激素。新梢加长生长受到成熟叶和幼嫩叶所产生的不同激素的综合影响。幼嫩叶内产生类似赤霉素的物质，能促进节间伸长。成熟叶产生的有机营养（碳水化合物和蛋白质）与生长素类配合引起叶和节的分化。成熟叶内产生休眠素可抑制赤霉素，摘去成熟叶可促进新梢加长生长，但不增加节数和叶数。摘除幼嫩叶，仍能增加节数和叶数，但节间变短而减少新梢长度。

应用生长调节剂，可以影响内源激素水平及其平衡，促进或抑制新梢生长，如生长延缓剂B-9、矮壮素（CCC）可抑制内源赤霉素的生物合成。B-9也影响细胞分裂素的作用。喷B-9后枝条内脱落酸增多而赤霉素含量下降，因而枝条节间短，停止生长早。

4. 母枝所处部位与状况。树冠外围新梢较直立，光照好，生长旺盛；树冠下部和内膛枝因芽质差，有机养分少，光照差，所发新梢较细弱。潜伏芽所发的新梢常为徒长枝。以上