



普通高等教育“十三五”规划教材

园艺专业

果树栽培

曹锦丽 主编



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

果树栽培

曹锦丽 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本教材是“教育部、财政部职业院校教师素质提高计划——‘园艺’本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材开发”项目(项目编号:VTNE056)的成果之一。本教材以“做中学”为特色,展示了“做中学”的教学模式与方法。各个学习任务的框架由任务目的与任务的实施步骤构成,方便“做中学”和“集约化学习”,通过将实践放在首位和对相关内容进行整合,提高了教学效率。

本教材适用于职教师资培养院校、应用型本科院校的园艺及相关专业,也可作为园艺类职教师资培养培训基地、园艺生产人员、新型职业农民的培训教材,还可作为广大园艺工作者和园艺企业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

果树栽培 / 曹锦丽主编. —北京: 科学出版社, 2016

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-03-048961-6

I. ①果… II. ①曹… III. ①果树园艺—高等学校—教材
IV. ①S66

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第139176号

责任编辑: 刘 畅 丛 楠 / 责任校对: 彭珍珍

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 黄华斌

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

http: //www.sciencep.com

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016年9月第一次印刷 印张: 15 1/2

字数: 367 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《果树栽培》编写委员会名单

主 编 曹锦丽

副主编 刘金泉 李保卫

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王学峰 (内蒙古农业大学职业技术学院)

王雪玉 (内蒙古农业大学职业技术学院)

付崇毅 (内蒙古自治区农牧业科学院)

刘金泉 (内蒙古农业大学职业技术学院)

孙晓华 (内蒙古农业大学农学院)

李保卫 (包头师范学院)

曹锦丽 (内蒙古农业大学职业技术学院)

主 审 葛茂悦 (内蒙古农业大学职业技术学院)

丛 书 序

没有一流的教师，就没有一流的教育；没有一流的教育，就培养不出一流的人才。近年来，国家把大力发展职业教育作为繁荣经济、促进就业、消除贫困、保障公平、维护稳定的一项重要举措。要实现新形势下职业教育的使命和发展目标，就必须以一支高素质的教师队伍为保障，进一步突出教师队伍建设的基础性、先导性、战略性。

为全面落实全国工作会议精神和《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》，适应职业教育、加强内涵建设、提高办学质量的迫切需要，建设一支高素质专业化“双师型”教师队伍，是当前职业教育发展的迫切要求。教育部、财政部于2011年11月颁发了《关于实施职业院校教师素质提高计划的意见》（教职成〔2011〕14号），根据职业院校教师素质提高计划，2013～2015年，中央财政投入了1.5亿元，支持43个全国重点建设职教师资培养培训基地作为项目牵头单位，组织职业院校、行业企业等各方面的研究力量，共同开发了100个职教师资本科专业的培养标准、培养方案、核心课程和特色教材（简称“职教师资培养资源开发项目”）。职教师资培养资源开发项目是完善职教师资培养体系建设、确保职教师资培养质量的基础性工程。通过项目的实施，进一步规范职教师资培养过程，开发形成一批职教师资优质资源，不断提高职教师资培养质量，更好地满足加快发展现代职业教育对高素质专业化“双师型”职业教师的需要，加强职业教育师资培养体系的内涵建设。

内蒙古农业大学职业技术学院有幸承担了“‘园艺’本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材开发”项目（项目编号：VTNE056），3年来，项目组全体成员“走遍千校万企、历经千辛万苦、道破千言万语、想尽千方百计”，高质量、创新性地完成了包括“调研报告”、“专业教师标准”、“专业教师培养标准”、“培养质量评价方案”、“课程资源”（专业课程大纲、主干课程教材、数字化资源）等系列成果，其中，主干课程教材是该项目的核心成果。根据专业教师培养标准，结合专业教师标准和调研报告，我们确定和开发了《园艺植物生产环境》、《果树栽培》、《蔬菜栽培》、《花卉栽培》、《果蔬花卉生产专业技术教学法》和《园艺技能实训教程》6门主干课程的特色教材。

该系列教材体现如下特点：一是内容上聚焦服务于中等职业学校果蔬花卉生产技术专业教师的培养，围绕培养职教师范生的“专业实践能力”、“专业实践问题的解决能力”等进行开发，且在内容的选取上体现学科的专业要求，并尽可能体现已应用于实际的园艺学科前沿成果、同时融入与国家职业技能证书相关的知识和标准。二是创新了编写体例。打破传统的学科化、单纯的学术知识呈现的模式，以园艺生产任务为驱动，采用工作过程系统化的设计思想，设计了“模块、任务”等体例，将理论知识与实践技能进行有机结合，合理地选择工作任务；编写形式上有较大创新，实现了知识上与本科对接，技能上与中等职业学校对接，突出专业性、职业性、师范性的“三性”融合，强化了实践教学。三是编写形式体现多样性，并不固化于工作过程系统化教材。例如，《园艺植物

生产环境》教材,有机整合原学科体系下“土壤与施肥”、“农业气象”、“农业微生物”等课程内容,按照园艺植物生产所需的光、温、水、土、肥、气、微生物等环境因子展开编写,既重视基础知识的教授,又突出技能训练;《果树栽培》教材,设计了“任务目的、实践操作、引导思考、知识链接、考核评价”等形式,要求学生明白为了完成任务,需要学习哪些知识内容,从而做到做中学;《花卉栽培》教材以任务目的、任务分析、基础知识、任务流程、栽培实践、园林应用、知识拓展、考核评价8个板块展开,突出了理实一体化的要求;《园艺技能实训教程》首次采用表格的形式进行编写,细化了“操作步骤”,重点突出了“操作方法及要求”,体现了简洁、实用、易懂、可操作性强的特点。四是简洁明了、直观易学,如设计了内容概括图、任务分析图、任务工作过程图(栽培技术流程图)、思维导图等,力求给学生营造一个更加直观的认知环境,便于学生学习和使用,体现职业教育的实用性、操作性、做中学等特点。

在历时3年的项目开发过程中,项目开发全体成员付出了巨大的努力,教育部专家指导委员会、项目组顾问委员会、项目管理办公室全体成员均投入了大量心血,项目第三组(农林牧渔、土木类)全体专家、参与本项目咨询论证的专家对项目内容进行了严格的把关并给予了诚恳的建议,被调研单位及调研访谈的专家、教师、技术人员、学生及为本项目提供帮助的所有相关人员给予了方便和热情的配合,承担教材出版任务的科学出版社也给予了大力支持。在此,我们一并表示衷心的感谢!

项目主持人:葛茂悦

2016年3月

前言

为贯彻落实全国教育工作会议精神和《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》，教育部、财政部于2011年11月颁发了《关于实施职业院校教师素质提高计划的意见》(教职成〔2011〕14号，以下简称《意见》)，《意见》在实施“职教师资培养培训体系建设项目”中提出：2013~2015年，支持职教师资培养工作基础好、具有相关学科优势的本科层次国家级职业教育师资基地等有关机构，牵头组织职业院校、行业企业等方面的研究力量，共同开发100个职教师资本科专业的培养标准、培养方案、核心课程和特色教材(简称“职教师资培养资源开发项目”)。内蒙古农业大学承担了“‘园艺’本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材开发”项目。主干课程教材是该项目的核心成果，《果树栽培》教材是其中之一。

本教材具有明显的特色和创新，是一本真正意义上的“做中学”(理实一体化)教材。教材明确地提示了“做中学”的教学思路、方法和步骤。

教材总体设计思路为：在思考知识系统性设计的同时，通过把实践放在首位、有代表性的实践操作任务，整合相关内容，方便教学实施，提高教学效率。

各个任务的设计思路为：围绕“做什么”→“如何做”→“为什么”→“如何做更好”的逻辑顺序，步步深入，由浅入深，由直接到间接；通过“做”让学生获得直接经验，具有初级管理水平，再通过理论探讨和考核评价，达到高级水平；内容框架由任务目的、实践操作、引导思考、知识链接和考核评价5个部分组成。

任务下面各个知识链接，其设计思路为：标题必须具体明确，内容必须精干，这样才能够克服学生自学中的畏难情绪，促进自学。

使用本教材教师应注意的问题是：各个任务的实践操作必须按照季节的要求安排，各个任务的知识链接的学习与考核评价，可以穿插进行。各个任务的教学步骤为：教师现场讲解示范→学生操作→教师引导思考→确立问题→教师布置学生自学任务→学生自学→教师检查评价学生自学情况并讲解疑难问题。必须突出教师的主导作用与学生的主体位置。

本教材主要讲述的是北方苹果、梨、桃、李、杏、樱桃、葡萄、草莓栽培管理技术。全书共设计7个项目：项目1认识果树及其生长发育规律；项目2果园规划与灾害防治；项目3果树苗木培育；项目4果树土肥水管理；项目5果树整形修剪；项目6果树花果管理；项目7果树周年管理技术(露地与设施)。项目1由王雪玉编写；项目2的任务1由孙晓华编写，项目2的任务2由付崇毅编写；项目3由刘金泉编写；项目4由王学峰编写；项目5由李保卫编写；项目6、项目7由曹锦丽编写；全书由葛茂悦审稿。

为了查阅方便，教材目录详尽列出有关内容。书中部分内容参考了同行学者的文献，在此致以衷心的感谢。由于项目开发时间紧、任务重，编者水平有限，书中定有不当之处，恳请读者批评指正。

编者

2016年8月

目 录

项目 1 认识果树及其生长发育规律	1
任务 1 果树根系调查	1
知识链接 1——果树根系类型、结构与分布	2
知识链接 2——影响果树根系生长和分布的因素	4
知识链接 3——果树根系的生长特点	5
知识链接 4——不同果树的根系分布及年生长动态	5
任务 2 早春现场指认和识别果树	8
知识链接 1——果树的分类	13
知识链接 2——苹果和梨的形态与生长习性	15
知识链接 3——桃、李、杏和樱桃生长习性	16
知识链接 4——枣树的形态与生长结果习性	16
知识链接 5——果树萌芽与枝条的加长和加粗生长	17
知识链接 6——果树单叶与叶幕的形成	19
知识链接 7——物候期及其观察方法	20
知识链接 8——我国果树砧木及其形态特性	21
知识链接 9——我国主要的优良鲜食果树品种及其特征	23
任务 3 开花前后果树的识别	27
知识链接 1——落花落果和坐果规律	29
知识链接 2——果树授粉与结实类型	30
知识链接 3——仁果类、核果类果树的结果习性	30
知识链接 4——葡萄与草莓的形态与生长结果习性	32
知识链接 5——果实的生长发育规律	34
知识链接 6——果树各器官间的关系	36
任务 4 秋季果树的识别	38
知识链接 1——我国主要酿酒果树品种	40
知识链接 2——适合制汁的果树品种	40
知识链接 3——葡萄的年生长物候期	41
任务 5 果树花芽分化的观察	42
知识链接 1——果树花芽分化的过程	43
知识链接 2——不同果树花芽分化进程	44
知识链接 3——果树花芽分化的条件与促进措施	46
任务 6 果树休眠试验	48
知识链接 1——落叶与休眠	49

知识链接 2——人工低温暗光促眠技术	51
知识链接 3——设施栽培打破休眠的措施	51
任务 7 果树年龄的调查	53
知识链接 1——实生繁殖果树生命周期	54
知识链接 2——营养繁殖果树生命周期	55
项目 2 果园规划与灾害防治	57
任务 1 果园规划与设计	57
知识链接 1——平地、山地与丘陵地建园评价	58
知识链接 2——果园土地的规划设计	59
知识链接 3——山地果园建立与水土保持工程	62
知识链接 4——防护林种植规划设计	63
知识链接 5——品种选择、授粉树的配置与种植方式	65
知识链接 6——观光果园的类型与设计	68
任务 2 果树灾害防治	71
知识链接 1——冻害类型及其防治	72
知识链接 2——霜冻类型及其防治	73
知识链接 3——抽条及其防治	75
知识链接 4——日灼	75
知识链接 5——树干涂白技术	76
项目 3 果树苗木培育	78
任务 1 种子生活力的测定与层积处理	78
知识链接 1——种子的休眠与解除	79
知识链接 2——北方果树砧木的选择	80
知识链接 3——砧木种子采集	81
任务 2 果树种子的催芽、播种与管理	82
知识链接 1——播前浸种催芽与土地准备	83
知识链接 2——播种时期、方法与播种量	84
知识链接 3——播种后的管理	85
任务 3 果树的扦插育苗	86
知识链接 1——自根苗的特点与利用	88
知识链接 2——硬枝扦插插条的采集与贮藏方法	88
知识链接 3——影响插条生根的因素	88
知识链接 4——插条的催根处理	89
知识链接 5——‘大 10’果桑全光照弥雾嫩枝扦插育苗	90
知识链接 6——果树的压条分株育苗	91
任务 4 果树的嫁接	93
知识链接 1——影响嫁接成活的因素	97
知识链接 2——砧木与接穗的相互影响	97

知识链接 3——接穗的采集、贮藏与保水技术	98
知识链接 4——葡萄的室内硬枝接与就地硬枝接	98
知识链接 5——果树嫁接后的管理	99
任务 5 苗木的出圃	101
知识链接 1——苗木出圃、检疫和消毒	102
知识链接 2——果树育苗类型	103
知识链接 3——苗圃地的选择与规划	104
知识链接 4——我国苗木质量存在的问题	105
知识链接 5——果树无毒苗的培育	105
项目 4 果树土肥水管理	108
任务 1 果园土壤管理	108
知识链接 1——果园生草和覆盖	109
知识链接 2——果园的深翻与清耕	111
知识链接 3——果园间作	112
任务 2 果树施肥与灌水	113
知识链接 1——果树基肥的施用时期与方法	115
知识链接 2——果树追肥的时期与方法	117
知识链接 3——现代果园施肥技术	118
知识链接 4——果树缺素症检索表	121
知识链接 5——果树的需水特点	121
知识链接 6——果园灌水的方法	122
知识链接 7——果园排水方法与受涝果树的管理	123
知识链接 8——果园节水栽培措施	124
知识链接 9——苹果全年土肥水管理	124
知识链接 10——桃全年土肥水管理	125
知识链接 11——葡萄全年土肥水管理	126
知识链接 12——果树分区交替灌溉技术	127
项目 5 果树整形修剪	129
任务 1 苹果、梨的冬季修剪	129
知识链接 1——果树冬季修剪的各种手法	132
知识链接 2——苹果常见树形与发展趋势	134
知识链接 3——疏散分层形整形过程及栽后 1~4 年冬季修剪	134
知识链接 4——盛果期苹果整形修剪	136
知识链接 5——梨树的棚架栽培	136
任务 2 桃、李、杏和枣的冬季修剪	137
知识链接 1——桃冬季修剪	138
知识链接 2——温室桃树的冬季修剪	139
知识链接 3——李、杏的修剪技术	141

知识链接 4——枣幼树整形修剪	142
知识链接 5——盛果期枣树修剪	142
任务 3 葡萄的冬季修剪	143
知识链接 1——葡萄架式的类型、特点与搭建技术	146
知识链接 2——葡萄的整枝形式	148
知识链接 3——葡萄的冬季修剪技术	150
知识链接 4——温室篱架葡萄地面枝组修剪方法	152
任务 4 仁果类、核果类果树生长季修剪	153
知识链接 1——苹果疏散分层形整形及栽后 1~2 年夏季修剪	157
知识链接 2——桃自然开心形整形及栽后 1~4 年修剪	158
知识链接 3——矮密栽培主要措施及其修剪方法	159
知识链接 4——枣夏季修剪技术	160
知识链接 5——叶面积系数与产量的决定因子	161
任务 5 葡萄的生长季修剪	162
知识链接 1——葡萄的芽	164
知识链接 2——葡萄的伤流与果实日灼	165
知识链接 3——设施葡萄整形修剪技术	166
知识链接 4——温室葡萄采收后修剪	167
项目 6 果树花果管理	169
任务 1 人工授粉	169
知识链接 1——花粉的人工采集与稀释	170
知识链接 2——提高果树坐果率的方法	171
任务 2 果树的疏花疏果	173
知识链接 1——果树适宜负载量的确定方法	175
知识链接 2——果树疏花疏果的时期	176
知识链接 3——果树的化学疏花疏果	177
任务 3 果实套袋、贴字与增色	178
知识链接 1——套袋的作用与果实色泽发育	180
知识链接 2——不同果树套袋与除袋时期	181
知识链接 3——果袋选择与质量鉴别	183
知识链接 4——果实增色的其他措施	183
知识链接 5——果树省力化不套袋栽培	184
知识链接 6——果实贴字与果实套瓶技术	185
任务 4 果实的采收与处理	186
知识链接 1——果实的成熟度、采收期的确定与机械采收	187
知识链接 2——葡萄的采收时期及方法	189
知识链接 3——葡萄的果实分级	190
知识链接 4——果实的 4 个品质	190

项目 7 果树周年管理技术（露地与设施）	193
任务 1 露地仁果类、核果类周年管理	193
知识链接 1——仁果类、核果类果树春季管理	194
知识链接 2——仁果类、核果类果树夏季管理	197
知识链接 3——仁果类、核果类果树秋季管理	199
知识链接 4——枣麦间作模式	202
知识链接 5——苹果、梨、桃、李、杏、枣对环境条件的要求	202
任务 2 设施桃和樱桃周年管理	204
知识链接 1——设施桃周年管理技术	205
知识链接 2——设施樱桃管理技术	207
知识链接 3——甜樱桃强制休眠技术	209
知识链接 4——设施果树选择与栽植	210
知识链接 5——设施内环境条件与调控技术	210
知识链接 6——PP333 在桃树上应少用或不用	212
知识链接 7——大棚桃、李、杏的前促后控方法	212
任务 3 露地与设施葡萄周年管理	213
知识链接 1——露地葡萄周年管理技术	215
知识链接 2——葡萄果实膨大剂的使用	219
知识链接 3——设施葡萄周年管理技术	220
知识链接 4——石灰氮打破葡萄休眠技术	222
知识链接 5——设施葡萄的栽植制度与栽植方式	223
知识链接 6——葡萄对环境条件要求	223
任务 4 设施草莓周年管理	224
知识链接 1——设施草莓的栽培方式	225
知识链接 2——草莓塑料大棚半促成栽培技术	225
知识链接 3——草莓日光温室半促成栽培技术	229
知识链接 4——草莓日光温室促成栽培技术	230
知识链接 5——草莓对环境条件要求	231
主要参考文献	233
附录 各任务考核与评价参考用表	234

项目 1

认识果树及其生长发育规律

【项目目标】能够现场指认果树的树体结构和各个部位；能够正确描述不同种与品种果树的叶片、枝条、芽、花、果实的形态特征；能够于春、夏、秋、冬各个时期现场指认果树种与品种。熟悉果树生长与结果习性、果树花芽分化规律、年生长发育规律及果树生命周期规律。

任务 1 果树根系调查

【任务目的】了解果树根系的形态结构，能够进行根系分布的调查，熟悉根系在土壤中的分布特点与根系的生长规律。

【实践操作】

材料：当地生长正常的苹果、梨、桃、李、杏等果树。

用具：铁锹、坐标纸、钢卷尺、卡尺、量角器、铅笔、绘图板、根框、记录本。

一、果树根系分布调查

1. 苗木根系的观察 方法：将苗木先用水浇透，带土挖出，尽量保持根系完整，然后用水轻轻冲洗干净，即可观察。

2. 成年树根系的观察 方法：壕沟法（奥斯坎普法）。以树干为中心向外引出一直线，垂直此线每隔 1m 开沟，大树一般 5~6 条，沟长 1m，沟宽 60cm，以能容一人工作为准。沟深至根系最深处以下。通常采用 10cm×10cm 方格尺（用铁丝框做成），观察记录不同部位壕沟剖面根系的根数和根粗，并用不同符号画出根系分布图（图 1-1），判断根系的分布。一般根系标记的符号如下：“.”代表 2mm 粗以下的细根；“。”代表 2~5mm 的根；“○”代表 5~10mm 的根；“◎”代表 10mm 以上的大根；“⊕”代表死根。

作业：绘制当地不同果树根系分布图。

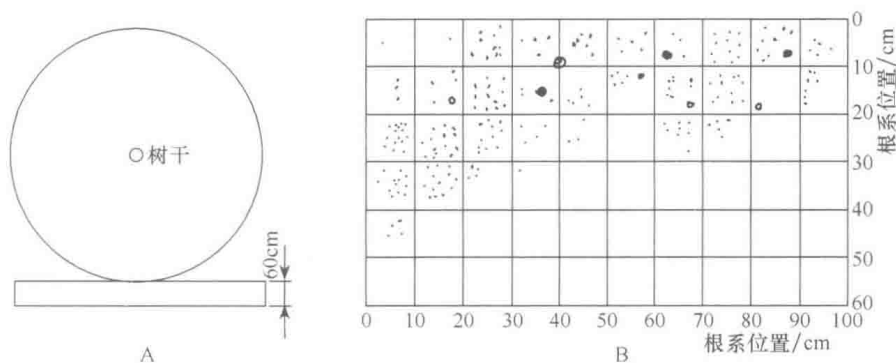


图 1-1 壕沟法观察根系

A. 壕沟的挖掘位置；B. 用壕沟法观察根系所得根系分布图

二、果树根系生长动态调查

调查方法：定期取根法，即每隔一定时间，取样测定根系的数量和质量。果树用方块取样，即在树冠下内缘，划出一定的取根带，每次取出定量的土块（20cm×20cm×20cm）或用铁锹挖出整块土壤。取出的样本要放入水箱中，或放在细筛内经水洗去土壤、露出根后，即可记载各类根的长度、数量和比例。根系体积测定，一般用容积测定仪，将测定的根系投入带有刻度的量筒或容积测定仪中，用水位和排水方法测定计算。如此可以根据不同时期的新根数量来分析根的生长动态。

作业：观察比较各种果树根系分布状况，并填写表 1-1，讨论根系生长与施肥、灌水、土壤条件的关系。

表 1-1 根系的分布调查表

树种品种	树势树龄	栽植密度	土层厚度质地	肥力情况	根系分布（水平范围）	根系分布（垂直范围）

【引导思考】

- 1. 对比各种果树的根系分布及生长规律，说明共同之处与不同之处。
- 2. 总结和比较各果树根系的水平和垂直分布范围、根系集中分布区。

【知识链接】

知识链接 1——果树根系类型、结构与分布

1. 果树根系类型 根据果树根系的发生及来源，可分为实生根系、茎源根系和根蘖根系 3 种类型（图 1-2）。

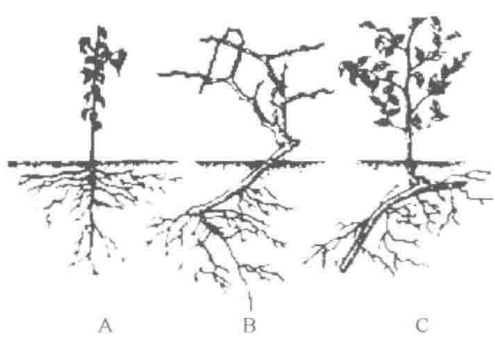


图 1-2 果树根系类型

A. 实生根系；B. 茎源根系；C. 根蘖根系

（1）实生根系 实生根系是由种子的胚根发育而成的根系，如实生繁殖的核桃、板栗的根系及嫁接繁殖的砧木（苹果、梨和柑橘实生砧木）根系。该类根系的特点是主根发达，分布较深，但侧根较少。实生根系生活力和适应性强，但个体间差异大。为了促进实生根系侧根的发生，以提高栽植成活率，进而促进地上部生长发育，在播种前，可将胚根根尖掐断或在苗圃中切断主根，这样可以促生大量侧根，形成分枝多而发达的根系。

（2）茎源根系 茎源根系是通过扦插、压条等由枝条上发生的不定根发育形成的根系，如葡萄、石榴、无花果的扦插繁殖，苹果矮化砧、荔枝、龙眼的压条繁殖，草莓的匍匐茎繁殖及试管苗的生根繁殖等。该类根系的特点是主根不发达，分布较浅，能保持母体性状，个体间比较一致，但生活力相对较弱。在定植前后应注意深翻，以加深根系分布，提高抗逆力。

（3）根蘖根系 根蘖根系是果树根上发生不定芽所形成的根蘖苗，经与母体分离

后成为独立个体所形成的根系，如用分株繁殖的山楂、枣、石榴、樱桃等的分株繁殖的个体。根蘖根系的特点与茎源根系相似。

2. 根系的结构 果树根系通常由主根、侧根和须根组成。主根是由种子的胚根垂直向下生长形成的，为初生根。侧根是主根上产生的各级较粗的分枝。主根和各级侧根构成根系的骨架，称为骨干根。骨干根粗而长，色泽深，寿命长，主要起固定、输导和贮藏作用。须根是指主根和各级侧根上着生的细小根（一般直径小于 2.5mm）。须根细而短，大多数在营养末期死亡，而未死亡的可发育成骨干根。须根起吸收、合成与输导作用。不同种类须根的差异较大，苹果为褐色或淡褐色，李为暗红色，石榴、柿为黑褐色，枳壳为淡褐色。须根根据功能和构造，又可分为 3 类：生长根、吸收根和输导根（图 1-3）。

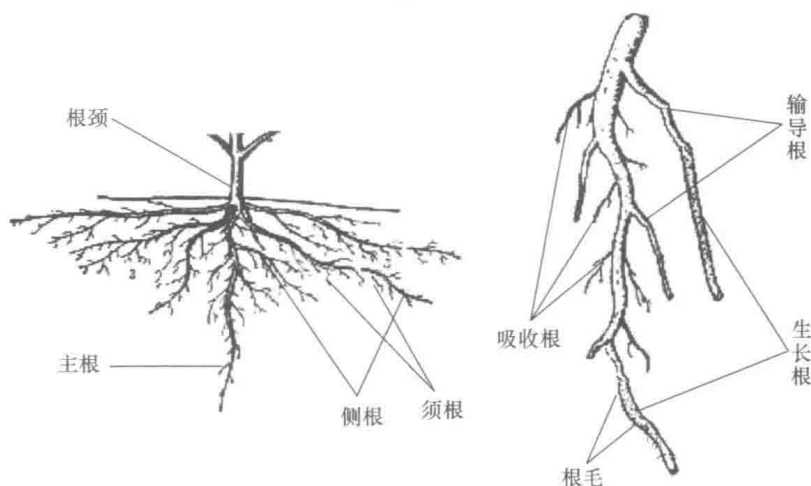


图 1-3 根的类型

生长根又称轴根或延伸根，是初生结构的根，白色，生长较快，分生新根的能力强，也有吸收能力，如苹果生长根的直径平均为 1.25mm，长度为 2~20cm。生长根的主要功能是向土壤内延伸和分生新的生长根和吸收根。生长根都可以分为根冠、生长点、延长区、根毛区、木栓化区、初生皮层脱落区和输导根区。吸收根也是初生结构的根，着生有大量根毛，能从土壤中吸收水分和营养物质，能将有机营养转化为无机营养。吸收根长度小于 2cm，白色，寿命一般为 7~25d，在根系生长旺季，可达总根量的 90% 以上，吸收根一般不能发育为次生结构。苹果的吸收根平均直径为 0.62mm，主要功能是吸收，也具有根冠、生长点、延长区和根毛区，但不产生次生组织。生长根和吸收根先端密生根毛，可吸收水分和营养。输导根由生长根发育而成，浅褐至深褐色，加粗生长后形成骨干根，其主要功能是输导水分和养分，并使果树固定于土壤中。

一般用无性繁殖的果树植株没有主根，即使种子繁殖的砧木经过移栽主根已被切断，或由于自然更新与土壤影响，也不能一直沿主根方向垂直向下生长。

3. 根系的分布 实生根系在土壤中呈倒圆锥形，可分为 2~3 层。与地上部相对应，上层根群角（侧根与主根所成的角）较大，分枝性强，土壤耕作及施肥对其影响较大；而下层根系分布则正好相反。按照根在土壤中分布的状况，根可分为水平根和垂直根。水平根是指与地面近于平行生长的根，相当于根系结构中的侧根；垂直根是指与地面近于垂直生长的根，相当于根系结构中的主根。水平根和垂直根综合构成根系外貌。

根系在土壤中的分布深度和范围取决于树种、砧木、土壤、栽培管理技术等因素。桃、杏、李、樱桃、梅等根系分布较浅，多在 40cm 的土层内；梨、柿、核桃等分布较深，苹果等介于其间。草莓是草本果树，其根系由不定根组成，在新茎及根状茎上产生，根分布较浅，集中分布在地表 20cm 的土层内。矮化砧的水平根发达，而乔化砧的垂直根发达。根系水平分布一般为树冠冠幅的 1.5~3 倍，且以树冠外缘附近较为集中，约有 60% 的根系分布在树冠正投影之内，尤以粗根表现最为明显。成年果树垂直根的分布深度一般小于树高，多分布在 10~80cm 的土层内，10~40cm 为根系集中分布层。果树大量的须根分布在土壤中含氮和矿物盐最多、微生物活动最旺盛的土层中。一般都分布在树冠外缘 20~60cm 深的土层中，而以 20~40cm 土层中须根数量最多。在土层深厚肥沃或经常施肥的果园，水平根分布距离小，细根多；在干旱贫瘠的土壤条件下，根延伸远，而细根小。

根系分布还具有某些向性和自疏现象。向性是指果树根系的发展总是向土壤理化性状好，通气良好，养分、水分充足，微生物活跃的范围伸长，而且分布也多。自疏现象是指根系在土壤中的增生、分布也不是无限的，而是随着新根的增加，部分老根随之枯死，使新根在土壤中保持一定的密度。

知识链接 2——影响果树根系生长和分布的因素

1. 内部因素 果树根系的生长与树体营养状况、内源激素的平衡等因素有密切关系。根系生长发育、水分和养分的吸收、有机物的合成，都依赖于植株地上部碳水化合物的供应。其中，上年贮藏的养分主要影响根系前期的生长，而当年制造的碳水化合物则影响根系中后期的活动。在田间条件下，超过 50% 的光合产物用于果树根系的生长、发育和吸收。新梢产生的生长素对新根的发生有重要的刺激作用。在结果过多或枝叶受到损害的情况下，即使加强肥水管理，也难以改变全树的生长状况。砧穗组合可改变植株地上部与根系间营养与激素的平衡，影响根系的分布、形态及年生长周期。

2. 外部因素

(1) 温度 果树根系开始活动和停止生长与土壤温度密切相关。树种不同，对土壤温度的要求也不同。主要树种开始发根的温度由低到高的顺序是：苹果<梨<桃<葡萄<枣<柿。一般北方落叶果树在土温达 3~7℃可发生新根，12~26℃时旺盛生长，>30℃或<0℃停止生长。

(2) 水分 最适于果树根系生长的土壤水分是土壤田间最大持水量的 60%~80%。土壤水分降至一定程度时，即使其他条件适合，根系也要停止生长。根系细胞的渗透压比叶片低，严重缺水时叶片蒸腾仍在进行，叶片就会夺取根内水分，使根系停止生长、吸收，甚至死亡。土壤水分过多时，则土壤通气性差，影响根系呼吸，削弱根的生长和吸收，严重时根系会窒息死亡。

(3) 空气 根系要正常生长和吸收，土壤通气状况必须良好。大多数果树根系正常活动要求土壤含氧量在 10% 以上，发生新根则要求 12% 以上；含氧量在 5% 时，根系的生长缓慢；含氧量在 2%~3% 时，根系生长停止。为保证根的正常呼吸，使根系正常生长和吸收，增加根量，提高根的功能，必须保证土壤通气良好。对通气差的果园，要进行土壤改良。

(4) 土壤营养状况 主要通过土壤中有有机质和生物来加以体现。最适合果树根系

生长的土壤有机质含量在1%以上。有机质可改善土壤理化性质,协调水、气、热的关系和矿质营养的供应。土壤中的生物如蚯蚓、蚂蚁、昆虫幼虫、微生物影响土壤物质的转化、营养的供应和土壤肥力,从而影响根系的生长。大多数果树都有菌根,它是根系与真菌的共生体。柑橘、杨梅、荔枝、龙眼、苹果、梨、葡萄、柿、板栗、枣、核桃、草莓等都有菌根。菌根的菌丝体能在土壤含水量低于萎蔫系数时,从土中吸收水分,分解腐殖质,并分泌和提供生长素与酶等,促进根系活动,活化果树生理机能。同时,真菌也要从果树根中吸取生活所需的有机养分和其他营养物质。二者可互惠共赢,进而增强根系吸收养分和水分的能力,提高果树代谢水平和抗病能力。

知识链接 3——果树根系的生长特点

1. 无自然休眠期 果树根系在年周期中没有自然休眠现象,只要条件适合,可周年生长。落叶果树在落叶后根系还有少量的生长,随着土温下降,根系生长越来越弱,至12月下旬土温降至0℃时停止生长,被迫进入休眠。果树根系在不同时期生长强度不同。

2. 一年中呈波浪式生长

(1) 幼年树发根高峰 幼年树一年内有3次发根高峰,即三峰曲线。第一次发根高峰在春季,随着土温上升,根系开始活动,当达到适宜温度时,出现第一次发根高峰。其特点是发根较多,但时间较短,主要依靠上一年树体贮藏的养分。第二次发根高峰是当新梢生长缓慢,果实又未达到加速生长时,养分主要集中供给根系,此时出现第二次发根高峰。其特点是生长时间较长,生长势强,发根数量多,为全年发根最多的时期,主要依靠当年叶片光合作用制造的养分。第三次发根高峰是进入秋季后,花芽分化减慢,果实已经采收,叶片制造的养分回流,根系得到的养分增加,又出现第三次生长高峰。其特点是持续时间长,但生长势较弱。

(2) 成龄树发根高峰 由于树种、品种、砧穗组合、树龄、产量、生长发育状况等内部因素及土壤管理措施等外部条件的影响,一年中根系的生长表现出周期性的变化,即表现出生长高峰与低潮交替的现象。常见的有3种类型:单峰曲线、双峰曲线和三峰曲线。

(3) 地上部与根系生长呈现一定的先后顺序 在根系生长年周期中,地上部与根系开始生长的先后顺序,因树种、枝芽和根系生长对环境条件的要求不同而异。苹果、梨根系活动对地温要求低,根系先开始活动,后萌芽。柑橘根系活动要求地温较高,在地温较低地区,先萌芽,后发根;在地温较高地区,先发根,后发芽。

(4) 不同深度土层根系有交替生长现象 不同深度土层中的根系生长有交替生长现象,这与温度、湿度和通气状况有关。苹果吸收根60%~80%发生在表层,0~20cm表层土中最多,称为“表层效应”。因此,创造最适宜的土壤表层环境对根系生长至关重要。

(5) 根系生长主要在夜间 根系昼夜不停地进行着物质的吸收、运输、合成、贮藏和转化。根系主要在夜间生长,其发生数量和生长量夜间均多于白天。

知识链接 4——不同果树的根系分布及年生长动态

1. 苹果根系 苹果根系分布主要取决于所用砧木类型和土壤理化性质。乔化砧根系深,主要根群多集中在20~60cm的土层中;矮化砧根系浅,以15~40cm的土层中最多。水分分布范围都大于树冠,可超过树冠的2~3倍,但主要吸收根群多集中在树冠外