



SĒNLIN BINGCHONGHAI FANGZHI

森林 病虫害防治

李艳杰 主编

沈阳出版社

57
193

SENLIN BINGCHONGHAI FANGZHI

森林病虫害防治

李艳杰 主编

图书在版编目(CIP)数据

森林病虫害防治 / 李艳杰主编. — 沈阳: 沈阳出版社, 2011. 7

ISBN 978-7-5441-4668-5

I. ①森… II. ①李… III. ①森林-病虫害防治
IV. ①S763

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 141160 号

主 编 李 杰

出 版 者: 沈阳出版社

(地址: 沈阳市沈河区南翰林路 10 号 邮编: 110011)

网 址: <http://www.sycbs.com>

印 刷 者: 辽宁星海彩色印刷有限公司

发 行 者: 沈阳出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 17.75

字 数: 430 千字

出版时间: 2011 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2011 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 焦 健 鲁莎莎

封面设计: 书 之

版式设计: 李居葆

责任校对: 赵丹彤

责任监印: 杨 旭

书 号: ISBN 9877-5441-4668-5

定 价: 58.00 元

联系电话: 024-24112447

E-mail: sy24112447@163.com

沈阳出版社

辽宁林业职业技术学院成果出版

委员会

主任：邹学忠 柴庆平

副主任：程欣 王巨斌

委员：雷庆锋 魏岩 满姝 倪贵林
陈玉勇 冯颖 张梅春 徐岩
杨立新 吕久燕

《森林病虫害防治》

编委会

主编：李艳杰

副主编：关继东

编者：李艳杰 (辽宁林业职业技术学院)

关继东 (辽宁林业职业技术学院)

马喜英 (辽宁森林病虫害防治站)

李幼君 (辽宁林业职业技术学院)

刘莹 (辽宁林业职业技术学院)

雷庆锋 (辽宁林业职业技术学院)

苏宏钧 (国家林业局森林病虫害防治总站)

序 言

辽宁林业职业技术学院是辽宁省唯一的林业高职院校，2008年被辽宁省教育厅确定为辽宁省首批示范性高职院校建设单位。2009年3月，省级示范性建设项目全面实施。以此为契机，两年来，学院以十个省级示范性建设项目以及两个院级项目为平台，按照区域经济和林业行业发展的实际需要，以校企合作办学体制机制创新为引领，以重点专业及专业群建设为重点，以工学结合人才培养为主线，以课程体系、教学内容方法改革为核心，以教师职教能力测评为切入点，以师资队伍建设、学生素质培养、质量体系建设为保障，以实训基地、数字化校园建设为平台，以教科研、社会服务为辐射，以人才培养质量和社会服务能力全面提升为出发点和落脚点，全面加强内涵建设，圆满完成了省级示范院建设的各项任务，取得了一系列优秀成果，走出了一条“立足行业，面向市场，突出内涵，提升质量，服务社会”式的特色办学之路。学院全面驶入了科学、高速发展的快车道。

2011年是学院后示范院建设的开局之年，也是示范院建设成果实施、转化的起步之年。对内而言，一方面，深入实施、加快推广项目成果，对进一步梳理、凝练学院示范院建设的成功经验，深化学院自身内涵发展，凸显办学特色，加快后示范建设科学发展的整体步伐具有重要意义；另一方面，示范院建设所取得的一系列优秀成果，是院领导一班人带领全院教职员工创新进取、奋力拼搏取得突出成绩的集中展现，编撰、出版这些成果，既是对两年来全身心投入示范院建设，戮力耕耘的全体教职员工的的美好饗谢，同时也能够有效激励广大教职员工以更加饱满的热情、昂扬的斗志投身到下一阶段学院的内涵深化发展中去。对外而言，一方面，作为首批省级示范院，及时总结积累、推广交流高职教育教学改革和人才培养的成功经验，找出办学、改革、发展过程中存在的不足及问题，为兄弟院校同类研究与实践提供有益借鉴和案例参考，从而更好地发挥学院在辽宁高职院校中的示范作用以及在林业职业院校中的骨干引领作用；另一方面，学院示范院建设所取得的丰硕成果，离不开上级主管部门及林业行业的大力支持，离不开大批合作企业的鼎力相助与密切配合，离不开一大批多年来始终关心学院发展，并曾经为学院发展和示范院建设做出贡献的领导、专家、同仁以及兄弟院校的热情帮助，为此，结集出版示范院建设系列成果，更是对所有关心、支持、帮助学院实现快速发展、特色发展、科学发展的领导、同仁，行业企业，兄弟院校以及社会各界人士的一次整体汇报与回馈。基于此，学院决定公开出版示范院建设系列成果，既希望借此达到上述目的和愿望，同时也是向学院建校60周年献礼。

本套成果集分为三类共二十八部出版物。

第一类是宏观层面的关于学院内涵发展、特色发展专题性研究与实践的代表性成果。其主要成果汲取了学院建校以来几代人辛勤探索的历史经验,渗透了学院领导集体的高端设计理念精华,凝聚了全院上下众志成城的集体智慧,不断改革、创新、升华而来。包括《高职林业类重点专业(群)人才培养模式研究与实践》,《“前校后场,产学结合,育林树人”实践教学体系建设的研究》,《创新与特色理念下高职教育教学质量保障体系建设研究与实践》三部原创。这三部书均是在省级以上同题教科研规划项目优秀成果基础上,融汇省级示范院建设成果,结合“十一五”期间学院教育教学工作实践创新成果,进一步总结、凝练形成的“三合一”式特色成果。其中,“高职林业类重点专业人才培养模式的研究”荣获中国职业技术教育科研规划课题优秀科研成果一等奖;“‘前校后场,产学结合,育林树人’实践教学体系建设的研究”荣获辽宁省第六届高等教育教学成果一等奖和中国职业技术教育学会课题研究成果二等奖。

第二类是中观层面的教育教学改革综合性研究与实践成果,包括四部文集。该类成果主要汲取了学院各二级院、系(部),省级示范性项目各项目组的集体力量,代表了学院专业教学改革、课程体系优化、教学模式创新、教科研理论与实践探索所取得的优秀成绩。其中,《辽宁林业职业技术学院重点专业人才培养方案及核心课程标准》是学院专业建设和课程改革的核心成果;《辽宁林业职业技术学院课程改革成果集》是学院优质核心课程和教师职教能力测评“优秀”的整体设计与单元设计;《辽宁林业职业技术学院高职教育研究成果集》、《辽宁林业职业技术学院高职教育研究论文集》是近五年来学院广大教师、管理人员对高职教育教学研究、科学研究的实践探索、理论创新优秀成果汇编。

第三类是微观层面的教材建设研究与实践成果,包括二十一部重点专业优质核心课程的特色教材。上述成果主要汲取了各专业教研室、重点专业优质核心课程组及专业带头人、骨干教师 in 专业人才培养、课程改革,特别是教材建设方面所取得的优秀成果整合、提炼而来。本套优质核心课程教材努力体现精品、创新、特色、实用原则,在编写思路、教材体例、教材内容、教学形式方面力求创新,着力体现高职特色、行业特色、校本特色以及课程特色,对于项目导向、任务驱动、教学做一体化等适应职教改革需要的高职教材创新具有积极的借鉴意义。

后示范阶段是又一个全新的起点。在认真梳理、总结前期建设经验,积极转化、推广建设成果的同时,学院将进一步调整战略,优化布局,以科学发展观为指导,继续坚持以服务辽宁生态建设为宗旨,以市场需求为导向,人才培养与社会服务双向并进、产学研一体化的办学模式;坚持“前校后场,产学结合,育林树人”的办学特色;以创新办学体制机制为引领,以加强重点专业和课程建设为核心,以师资队伍和实训基地建设为保障,以社会服务能力建设为平台,以服务生态建设为落脚点,不断提高人才培养质量和增强学院服务区域经济社会发展的能力,实现“政校企协”相互促进,行业、社区与学院和谐发展,建成特色鲜明,在全国林业高职院校中综合实力领先,在辽宁省起示范作用的高职院。

邹学忠

2011年6月于沈阳

前 言

森林病虫害防治是林业工作的重要组成部分,也是国家公共危机管理和国家减灾工程的重要内容。《森林病虫害防治》课程是高职林业技术专业的专业课程,与《林木种苗生产技术》、《森林营造技术》、《森林经营技术》和《森林资源管理》四门课程共同构筑了林业技术专业课程体系的主题,其任务是通过课程的学习,使学生具备从事森林病虫害防治所需要的理论知识,掌握森林病虫害防治的方法和技术,能够根据国家和地方标准的要求,合理地进行森林病虫害检疫、测报和防治工作,在培育优质苗木、保护森林植物健康成长方面发挥重要作用。

面对当前我国经济发展的新形势,高职教育是以就业为主的教育,人才培养要突出职业技能,满足职业岗位的知识、能力和素质的需要。以往教材学科体系较完整,但缺乏理论与实践的有机结合,学生学习后虽掌握了该门课程的知识和技能,但到生产岗位遇到复杂的情况往往一筹莫展,岗位工作能力较差,教学与生产明显脱节。另外,教学实施中,以理论教学为主,教师是教学主体,学生在被动状态下学习,不利于学生实践技能和创新能力的培养,达不到高职教育的培养目标。本教材在开发建设中,引进先进的课程设计理念,打破学科自身的系统性和逻辑性,通过深入企业、深入到森林病虫害防治生产第一线进行充分调研,依据岗位对从业人员的职业要求和应具备的专业能力确定课程的能力目标、知识目标和素质目标,并以岗位能力需求及职业标准为依据重新序化和构建教学内容,以案例或任务为载体设计学习任务,以工作情境为背景,按照“教、学、做”一体化的要求设计教学活动,体现了教材的实用性和前沿性。依托良好的实训基地和教学团队条件,实施产学结合、岗位育人的教学模式,实现学生职业综合能力的全面提升。

本教材由辽宁林业职业技术学院李艳杰任主编,关继东任副主编。编写分工如下:第一教学模块即森林病虫害防治基本技术由刘莹老师编写;第二教学模块即北方地区主要林木病虫害防治中病害调查与防治任务由李幼君老师编写,虫害调查与防治任务由李艳杰老师编写;第三模块即森林病虫害防治方案编制由关继东教授编写。本书由满姝老师担任审稿工作。教材编写中得到了国家林业局森林病虫害防治总站、辽宁省森林病虫害防治局、丹东市森林病虫害防治站以及辽宁林业职业技术学院有关专家和领导的悉心指导和大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于时间仓促,加之编写人员水平有限和经验不足,书中不当之处,恳请各位同仁及广大读者批评指正。

编 者

2011年5月20日

内容简介

本教材在充分调研的基础上，根据病虫害防治生产岗位典型工作任务和 workflows 构建以培养岗位能力为核心的教学内容。设计了三个递进式的训练模块即基本技能训练模块（森林病虫害防治基本技术）、综合应用训练模块（北方地区主要林木病虫害防治）和强化技能训练模块（森林病虫害防治方案编制）。训练项目由单一到综合，由简单到复杂，循序渐进，符合生物学规律、学生认知规律和职业发展规律。内容设置既与森林病虫害防治职业岗位实际工作内容相一致，也与学生未来工作发展方向相对接。课程内容设计见下表：

课程内容模块设计

训练模块	教学项目	任务载体
基本技能训练	森林病虫害防治基本技术	林木病害识别与诊断
		森林主要昆虫鉴别
		农药使用技术
		森林病虫害监测技术
		林木病虫标本采集与制作
综合应用训练	北方常见林木根部病虫害防治	苗木立枯病调查与防治
		金龟子类地下害虫调查与防治
	北方常见林木茎干部病虫害防治	杨树烂皮病监测与防治
		落叶松枯梢病监测与防治
		杨树天牛调查与防治
		杨干象监测与防治
		日本松干蚧监测与防治
	北方常见林木叶部病虫害防治	林木叶斑病调查与防治
		落叶松—杨锈病调查与防治
		美国白蛾虫情监测与防治
		松毛虫虫情监测与防治
		杨树食叶害虫调查与防治
	北方常见林木种实害虫防治	落叶松球果花蝇调查与防治
强化技能训练	森林病虫害防治方案编制	

第一模块 基本技能训练模块

目 录

序言

前言

第一模块 基本技能训练模块1

教学项目 森林病虫害防治基本技术1

任务1 林木病害的识别与诊断2

任务2 森林主要昆虫鉴别31

任务3 化学农药使用技术64

任务4 森林病虫害调查与预测预报88

任务5 林木病虫标本采集与制作117

第二模块 综合应用训练模块126

北方地区主要林木病虫害防治126

教学项目1 北方常见林木根部病虫害防治126

任务1 苗木立枯病调查与防治127

任务2 金龟子害虫调查与防治137

教学项目2 北方常见林木枝干病虫害防治147

任务1 杨树烂皮病监测与防治149

任务2 落叶松枯梢病监测与防治162

任务3 杨树天牛调查与防治174

任务4 杨干象虫情监测与防治183

任务5 日本松干蚧监测与防治189

教学项目3 北方常见林木叶部病虫害防治198

任务1 林木叶斑病调查与防治200

任务2 落叶松—杨锈病调查与防治211

任务3 美国白蛾虫情监测与防治219

任务4 松毛虫虫情监测与防治228

任务5 杨树食叶害虫调查与防治238

教学项目4 北方常见林木种实害虫防治248

任务 落叶松球果花蝇虫情调查与防治249

第三模块 强化技能训练模块257

教学项目 森林病虫害综合防治方案编制257

第一模块 基本技能训练模块

教学项目 森林病虫害防治基本技术

项目说明

本教学项目属于基本技能训练模块，主要解决的问题是林木病害的诊断、森林昆虫鉴别、化学农药的使用、森林病虫害监测、病虫标本采集与制作等基本知识和基本技能，训练时以校内实训室和实训基地为依托，理实结合，教学做一体化。结合多媒体教学、实验观察和利用课程网站引导学生自主学习，并通过布置综合性思考题的方式，巩固学生的基础知识和基本技能，为综合应用训练模块学习奠定基础。

学习目标

能力目标

- * 能对林间发生的病害进行诊断。
- * 会鉴别森林主要昆虫。
- * 能正确选择和使用化学农药。
- * 会使用和维护林业生产常用的防治器械。
- * 能进行森林病虫害调查与预测预报。

知识目标

- * 具备林木病害基本概念、病害症状基本类型、林木各种病原致病特点以及林木病害侵染循环等基础知识。
- * 具备昆虫纲特征、昆虫体躯分段分节特点、各体段附器的基本结构和基本类型以及昆虫分类、昆虫生物学等基础知识。
- * 具备正确选择和使用化学农药的基本知识。
- * 具备常用病虫害防治器械工作原理与保养的基本知识。
- * 具备森林病虫害调查与预测预报的基本知识。

素质目标

- * 培养学生树立以保护森林资源、维护生态平衡为己任的强烈责任感。
- * 培养学生运用归纳分析方法，掌握森林病虫害防治的基础知识和基本技术，做到举一反三，切忌死记硬背，培养创新思维。
- * 在小组活动中培养学生团结协作精神和善于沟通的社会能力。
- * 培养学生积极探索实践，不畏艰难、勇于奉献的精神。
- * 培养学生运用辩证唯物主义观点分析问题和解决问题的能力。

任务1 林木病害的识别与诊断

引言：在长期的进化过程中，植物自身形成了一整套适应环境的生存策略，形成了抵御外界不良因子侵袭的防护系统和自身内部相对于环境变化而进行调节的机制。只有当它们的防护系统被击破以及内部调节机制受到干扰时，病害才可能成为一个问题。林木病害是植物病害的一个组成部分，研究林木病害的科学，叫做林木病理学。林木病理学的研究一方面在理论上增进人们对林木病害发生的原因和发展规律等方面知识的了解，另一方面在实践上能帮助人们预防、减轻和控制各种不利因素对林木植物造成的危害，保护它们正常生长发育。

◆相关知识

1.1 林木病害的基础知识

1.1.1 林木病害的概念

在林木生长发育过程中，如果外界条件不适宜或遭受病原有害生物的侵染，就会使林木在生理上、组织上、形态上发生一系列反常的病理变化，导致林产品的产量降低、质量变劣，甚至导致局部或整株死亡，造成经济损失或影响生态平衡，这种现象称为林木病害。如杨树腐烂病常引起主干和枝条皮层腐烂，甚至全株死亡。又如杉木黄化病会引起杉木叶片发黄，生长缓慢，严重时也会造成死亡。

林木病害的发生有一定的病理变化过程，简称病变。如果林木由于虫咬、机械伤害以及雹害、风害等在短时间内受到外界因素袭击造成的损害，受害林木在生理上没有发生病理变化过程，不能称为病害，而称为损害或伤害。

损害和病害是两个不同的概念，不能等同视之。但在实际情况中，二者又经常有紧密的联系。损伤可削弱植物的生长活力，降低它们对病害的抗性；伤口还可提供一些微生物入侵的通道，成为病害发生的开端。此外，有的环境因素既能对林木植物造成损伤，也能造成病害。比如高浓度的有毒气体的集中排放，往往造成植物叶片的急性损伤，而低浓度的缓慢释放，对植物的影响则是慢性的，引起病害。而何种浓度在多长时间引起的植物变化是属于损伤还是属于病害，并没有明确的界限。因此，损伤和病害虽然是两个不同概念，但在实践中，有时还需要根据具体的情况来区别和判断。因此，研究和治理林木植物病害，同样不能忽视损伤对植物所产生的危害，损伤也属于研究范畴。

林木的病变首先表现在生理功能上，如呼吸和蒸腾作用加强，同化作用降低，酶活性改变，水分、养分吸收与运输失常等，称为生理病变；其次是内部组织的变化，如叶绿体减少或增加，细胞体积和数目增减或细胞坏死，细胞壁加厚等，称为组织病变；最后导致外形变化，如叶斑、枯梢、根腐、畸形等，称为形态病变。生理病变是组织病变和形态病变的基础，组织和形态病变又进一步扰乱了林木正常的生理程序，互相影响的结果使病变逐渐加深。

1.1.2 林木病害的病原

病原是导致林木植物发生病变的原因之一，称为病原物，也可称作病原生物或病原体，一般有两大来源，即生物性病原或称侵染性病原和非生物性病原或称非侵染性病原。了解病害的基础就是要明确导致病害发生的病原类型，只有确定了病原，才有助于对症下药，科学防治。

1.1.2.1 生物性病原及所致病害

引起林木植物病害的病原生物，称生物性病原或侵染性病原。主要有真菌、细菌、病毒、植原体、类病毒、寄生性种子植物、线虫和螨类等。病原物属菌类的称为病原菌。这类

由生物因子引起的植物病害都能相互侵染，有侵染过程，称为侵染性病害或传染性病害，也称寄生性病害。田间常先出现中心病株，有从点到面扩散为害的过程。

1.1.2.2 非生物性病原及所致病害

不适宜林木植物生长发病的环境条件，称非生物性病原或非侵染性病原。如温度过高引起灼伤；低温引起冻害；土壤水分不足引起枯萎；排水不良、积水造成根系腐烂，直至植株枯死；营养元素不足引起缺素症；还有空气和土壤中的有害化学物质及农药使用不当等。这类非生物因子引起的病害，不能互相传染，没有侵染过程，称为非侵染性病害或非传染性病害，也称生理性病害。常大面积成片发生，全株发病。

1.1.3 林木病害三要素

林木病害的发生必须具备三要素：病原物、寄主、适宜的环境条件。病原物是指能引起林木病害的病原生物；受病原物侵染的林木称为寄主。病原物与寄主双方既有亲和力，又具有对抗性，病原物要夺取寄主养料进行生活，寄主常产生自卫反应，抑制病原物的扩展，两者构成一个有机的寄主—病原物体系；林木病害的进展快慢除取决于寄主、病原物外，环境条件也起重要的作用。当环境条件有利林木生长而不利病原物，病害就难以发生发展；相反，林木病害就容易发生，林木受害也重。因此，林木病害是病原物、寄主、环境条件三要素共同作用的结果。在生产上，通过选育抗病品种，搞好营林措施来预防林木病害有着重要的意义。

1.1.4 林木病害症状

林木感病后，在外部形态上表现出来的不正常特征称为林木病害的症状，症状可分为病状和病症。病状是感病林木本身表现出来的不正常状态。病症是病原物的营养体或繁殖体在寄主发病部位上表现出来的特征。所有的林木病害都有病状，而且一般都先表现出来；病症往往是病害发展过程中某一阶段才表现出来，并且只有某些生物病原引起的病害才具有。

1.2 林木侵染性病原

1.2.1 侵染性病原——真菌

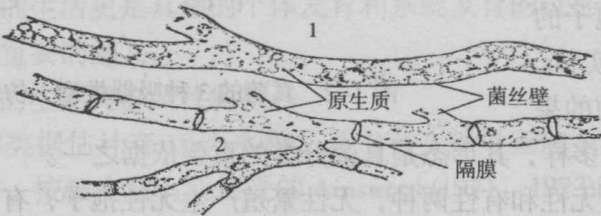
真菌在自然界分布极为广泛，是一类庞大的生物类群。目前，世界上已描述的真菌 1 万多属 12 万余种。大多数真菌是腐生的，少数真菌可以寄生在人类、动物或植物体上引起病害。

1.2.1.1 真菌的一般性状

真菌在自然界分布很广，空气、水、土壤中都有存在。有些真菌对人类是有益的，有些是有害的。在林业上，大约有 80% 以上的林木病害是由真菌引起的。

真菌没有根、茎、叶的分化，不含叶绿素，不能进行光合作用，也没有维管束组织，有细胞壁和真正的细胞核，细胞壁由几丁质和半纤维素构成，所需营养物质全靠其他生物有机体供给，营异养生活，典型的繁殖方式是产生各种类型的孢子。

真菌的个体发育分为营养阶段和繁殖阶段。即真菌先经过一定时期的营养生长，然后形成各种复杂的繁殖结构，产生孢子。



1.无隔菌丝 2.有隔菌丝 (仿北京林业大学)

图 1-1 真菌的营养菌丝

1.2.1.2 真菌营养体

真菌进行营养生长的菌体称为营养体。典型的营养体为纤细多枝的丝状体。单根细丝称为菌丝，菌丝可不断生长分枝，许多菌丝集聚在一起，称为菌丝体。菌丝通常呈管状，直径 $5\mu\text{m} \sim 6\mu\text{m}$ ，管壁无色透明。有些真菌的细胞质中含有各种色素，菌丝体就表现不同的颜色，尤其老龄菌丝体。高等真菌的菌丝有隔膜，称为有隔菌丝。隔膜将菌丝分成多个细胞，其上有微孔，细胞间的原生质和养分能够流通。每个菌丝细胞有1~2个或几个细胞核。低等真菌的菌丝一般无隔膜，称为无隔菌丝，其菌体是1个多核的大细胞，但当它形成繁殖器官、受到损伤或营养不足时，也可产生隔膜，这种隔膜上没有微孔（图1-1）。有些真菌的营养体为卵圆形的单细胞，如酵母菌。

真菌的孢子萌发产生芽管，芽管继续生长形成菌丝。菌丝的顶端部分向前生长，它的每一部分都具有生长能力。菌丝的正常功能是摄取养分，并不断生长发育。寄生在林木上的真菌以菌丝从林木组织的细胞间或细胞内吸收营养物质。多数专性寄生菌如白粉菌、锈菌、霜霉菌等，能以菌丝上形成的特殊吸收器官——吸器，伸入寄主细胞内吸收养分。吸器的形状有瘤状、分枝状、掌状等（图1-2）。有些真菌可以形成根状分枝，称为假根。假根使真菌的营养体固着在基物上并吸取营养。

有些真菌的菌丝在一定条件下发生变态，交织成各种形状的特殊结构，如菌核、菌索、菌膜和子座等。它们对于真菌的繁殖、传播以及增强对环境的抵抗力有很大作用。

1.2.1.3 真菌繁殖体

真菌在生长发育过程中，经过营养生长阶段后，即进入繁殖阶段，形成各种繁殖体。真菌繁殖的基本单位是孢子，其功能相当于高等植物的种子。无性繁殖产生无性孢子，有性生殖产生有性孢子。任何产生孢子的组织或结构统称为子实体，其功能相当于高等植物的果实。子实体和孢子形式多样，其形态是真菌分类的重要依据之一。

真菌的繁殖方式分无性和有性两种，无性繁殖产生无性孢子，有性繁殖产生有性孢子。真菌的无性繁殖是指不经过两性配合过程直接由菌丝分化形成孢子的繁殖方式，所产生的孢子类型有游动孢子、孢囊孢子、分生孢子、芽孢子、厚垣孢子。无性孢子在1个生长季节

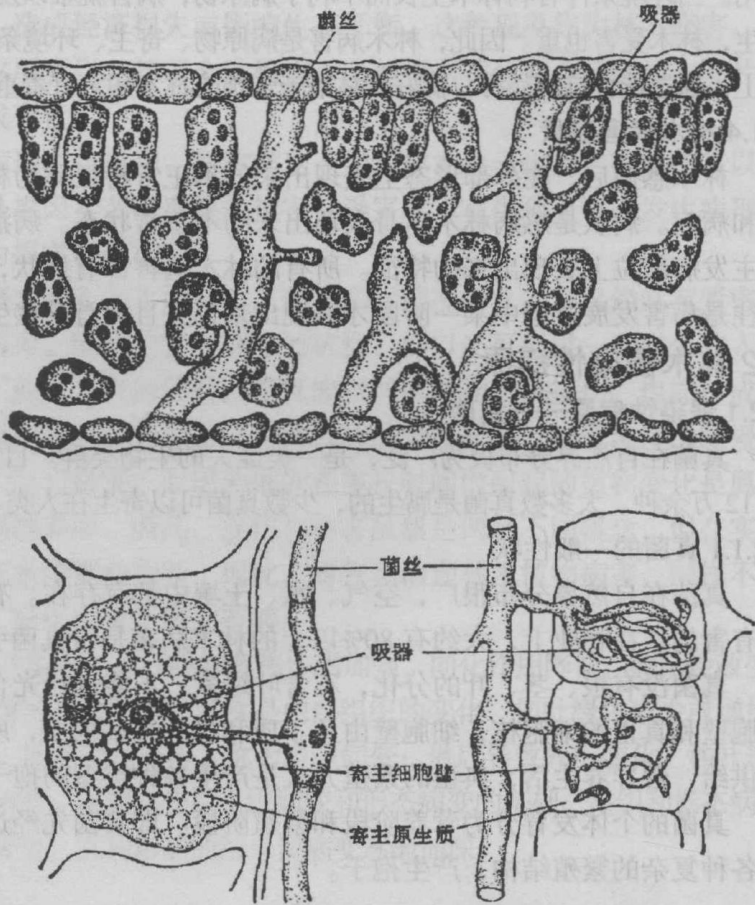


图1-2 真菌的3种吸器类型（仿北京林业大学）

中，可以重复产生、重复侵染，为再侵染来源，但其对不良环境的抵抗力很弱。

真菌的有性繁殖是通过两性细胞或两性器官的结合而产生孢子的繁殖方式。性细胞称配子，产生配子的母细胞称配子囊。真菌的有性繁殖是配子或配子囊相结合。有性孢子形成的过程分为质配、核配和减数分裂 3 个阶段，所产生的孢子类型有接合子、卵孢子、接合孢子、子囊孢子、担孢子。低等真菌质配后随即进行核配，因此双核阶段很短；高等真菌质配后经过较长时间才进行核配，双核阶段较长。真菌的有性孢子一般在生长季节末期形成。往往 1 个生长季节只产生 1 次，具有较强的抗逆性，可渡过不良环境，成为次年的初侵染来源。

真菌从孢子萌发开始，经过一定的营养生长和繁殖阶段，最后又产生同一种孢子的过程，称为真菌的生活史或发育循环。典型的真菌生活史包括无性阶段和有性阶段(图 1-3)。

真菌的有性孢子在适宜的条件下萌芽，产生芽管，伸长后，发育成菌丝体，在寄主细胞间或细胞内吸取养分，生长蔓延，经过一定的营养生长后，产生无性繁殖器官，并生成无性孢子飞散传播，无性孢子再萌发，又形成新的菌丝体，并扩展繁殖，这就是无性阶段。当环境条件不适宜或是真菌生长后期，则进行有性繁殖。从菌丝体上产生配子囊或配子，经质配进入双核阶段，再经核配形成双倍体的细胞核，又经过减数分裂形成含有单倍体细胞核的有性孢子，这就是有性阶段。有性孢子 1 年只发生 1 次，数量较少，常是休眠孢子，经过越冬或越夏后，次年再行萌发，成为初次侵染的来源。也有一些真菌能以菌核、厚垣孢子的形态越冬。

一种真菌的生活史只在一种寄主上完成的，称单主寄生；同一种真菌需在两种以上的寄主上才能完成生活史的，称转主寄生。一种植物称为寄主，另一种称为转主寄主。

有些真菌的生活史只有无性阶段，或极少进行有性繁殖，如泡桐炭疽病菌；有些以有性繁殖为主，如落叶松癌肿病菌；有些以菌丝体为主，不产生或很少产生孢子，如丝核菌；还有的真菌能产生几种不同类型的孢子，如锈菌。

综上所述，真菌的生活史是真菌的个体发育和系统发育的过程。研究真菌的生活史，在林木病害防治中有着重要的意义。

1.2.1.4 林业有害真菌的主要类群及致病特点

自然界中真菌种类据估计有 10 万多种，其中有文献可查的至少有 4.5 万种。真菌的分类在学术界观点不一，按被多数人所接受的 Ainsworth(1971, 1973)的真菌分类系统，真菌界分为粘菌门和真菌门。真菌门分为 5 个亚门：鞭毛菌亚门、接合菌亚门、子囊菌亚门、担子菌亚门和半知菌亚门。

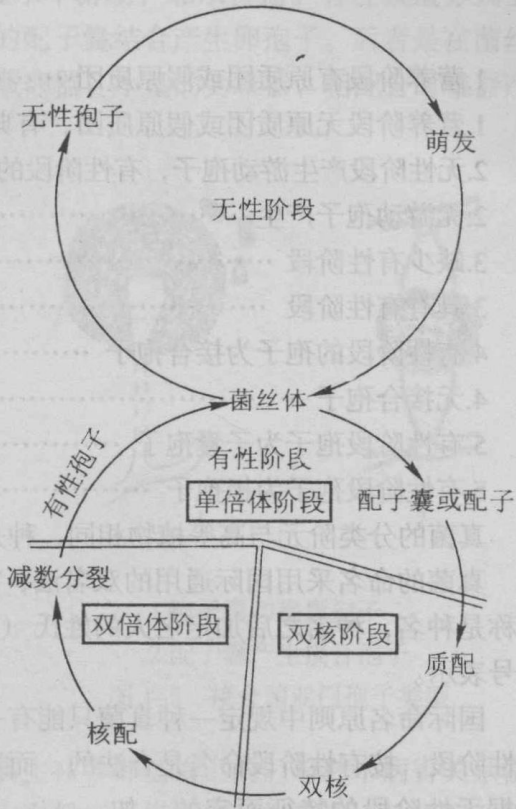


图 1-3 真菌生活史

真菌界分门、亚门检索表

- 1.营养阶段有原质团或假原质团.....粘菌门 Myxomycota
- 1.营养阶段无原质团或假原质团，有典型的丝状体.....真菌门 Eumycota
- 2.无性阶段产生游动孢子，有性阶段的产生典型的卵孢子.....鞭毛菌亚门 Mastigomycotina
- 2.无游动孢子产生3
- 3.缺少有性阶段半知菌亚门 Deuteromycotina
- 3.具有有性阶段4
- 4.有性阶段的孢子为接合孢子接合菌亚门 Zygomycotina
- 4.无接合孢子5
- 5.有性阶段孢子为子囊孢子子囊菌亚门 Ascomycotina
- 5.有性阶段孢子为担孢子担子菌亚门 Basidiomycotina

真菌的分类阶元与高等植物相同，种是真菌最基本的分类单位。

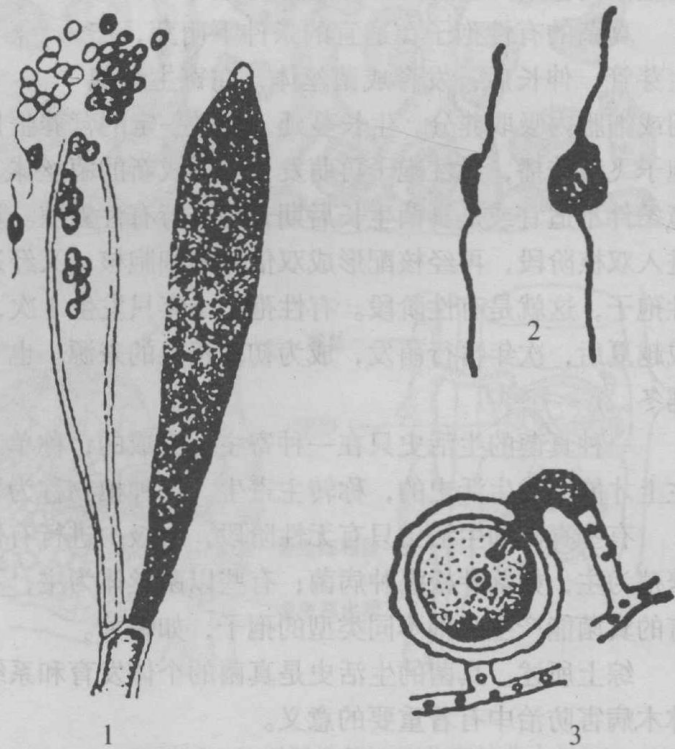
真菌的命名采用国际通用的双名法，前一个名称是属名（第一个字母要大写），后一个名称是种名，种名之后加定名人的姓氏（可以缩写），如有更改学名者，最初的定名人应加括号表示。

国际命名原则中规定一种真菌只能有一个名称，如果一种真菌的生活史中有有性阶段和无性阶段，按有性阶段命名是合法的。而半知菌中的真菌，只知其无性阶段，因而命名都是根据无性阶段的特征而定的。如果发现其有性阶段，正规的名称应该是有性阶段的名称。有性阶段不常出现的真菌，还是应按其无性阶段的特征命名。

(1) 鞭毛菌亚门 Mastigomycotina

此亚门真菌有 1100 种以上，多数生于水中，少数为两栖和陆生习性。它们有腐生的，也有寄生的，与林木病害关系密切的有腐霉菌和疫霉菌等，引起苗木根腐、猝倒及橡胶割面条溃疡等病害。

鞭毛菌亚门的营养体多为无隔的菌丝体，少数为原质团或具细胞壁的单细胞。无性繁殖产生游动孢子，它是由菌丝顶端或孢囊梗顶端膨大形成囊状物——孢子囊，孢子囊内的液泡作网状扩展，将原生质分割成许多小块，每 1 小块就形成 1 个内生的游动



1.游动孢子囊及游动孢子 2.接合子

3.雄器、藏卵器和卵孢子

图 1-4 鞭毛菌亚门孢子类型

孢子。游动孢子没有细胞壁，有1~2根鞭毛，能在水中游动，靠水传播。有性繁殖方式主要有2个游动配子结合产生接合子和2个大小不同的配子囊结合产生卵孢子。后者是在菌丝上长出2个形状和大小都不同的配子囊，大型的为藏卵器，小型的为雄器，相配合时雄器产生受精管伸入藏卵器内，随后雄器中的细胞质和细胞核通过受精管进入藏卵器，经过质配和核配，最后卵球发育成厚壁的卵孢子（图1-4）。

(2)接合菌亚门 Zygomycotina
此亚门真菌近600种，绝大多数为腐生菌，少数为弱寄生菌，引起林木病害的主要有根霉菌，引起林木种实霉烂等。

接合菌亚门的营养体多为无隔的发达菌丝体。无性繁殖大多产生孢子囊，产生不能游动的具细胞壁的孢囊孢子。有性繁殖是由2个形状相似、性别不同的配子囊相结合，融合成1个厚壁的大细胞，经过质配和核配，形成接合孢子（图1-5）。

(3)子囊菌亚门 Ascomycotina
此亚门真菌已知有15000种，是较高等的真菌。大多数陆生，有寄生在植物和动物上的，也有腐生在各种基物上的。与林木病害关系密切的主要有白粉菌、核菌、腔菌和盘菌等，引起林木白粉病、煤污病、炭疽病、枯梢病、烂皮病及落叶病等。

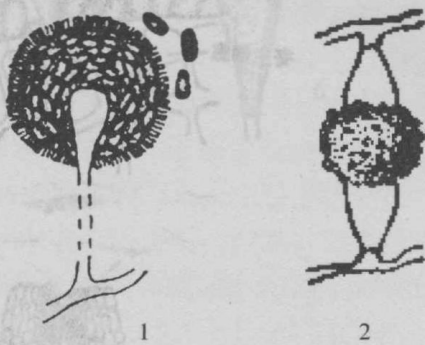
子囊菌亚门真菌的营养体为有隔的分枝的菌丝体。菌丝体时常交织在一起成为疏丝组织或拟薄壁组织，从而形成菌核、子座等变态类型。菌核是菌丝体纵横交织成鼠粪形、圆形、角形或不规则形外部坚硬、内部松软的变形物。菌核对高温、低温和干燥的抵抗力较强，是度过不良环境的休眠体。当环境适宜时，菌核可以萌发产生菌丝体或直接生成繁殖器官。子座是由菌丝体或菌丝体与部分寄主组织结合而成的一种垫状物，上面或内部形成产生孢子的器官。子座是真菌从营养阶段到繁殖阶段的中间过渡形式，还有度过不良环境的作用。

子囊菌亚门真菌的无性繁殖是在特化菌丝形成的分生孢子梗上产生各种各样的分生孢子，分生孢子梗分枝或不分枝，散生或丛生，着生形式多样（详见半知菌亚门）。分生孢子着生在分生孢子梗顶端、侧面或串珠状地形成；单胞、双胞或多胞；圆形、卵形、棍棒形、圆柱形、线形、镰刀形或腊肠形；无色或有色。

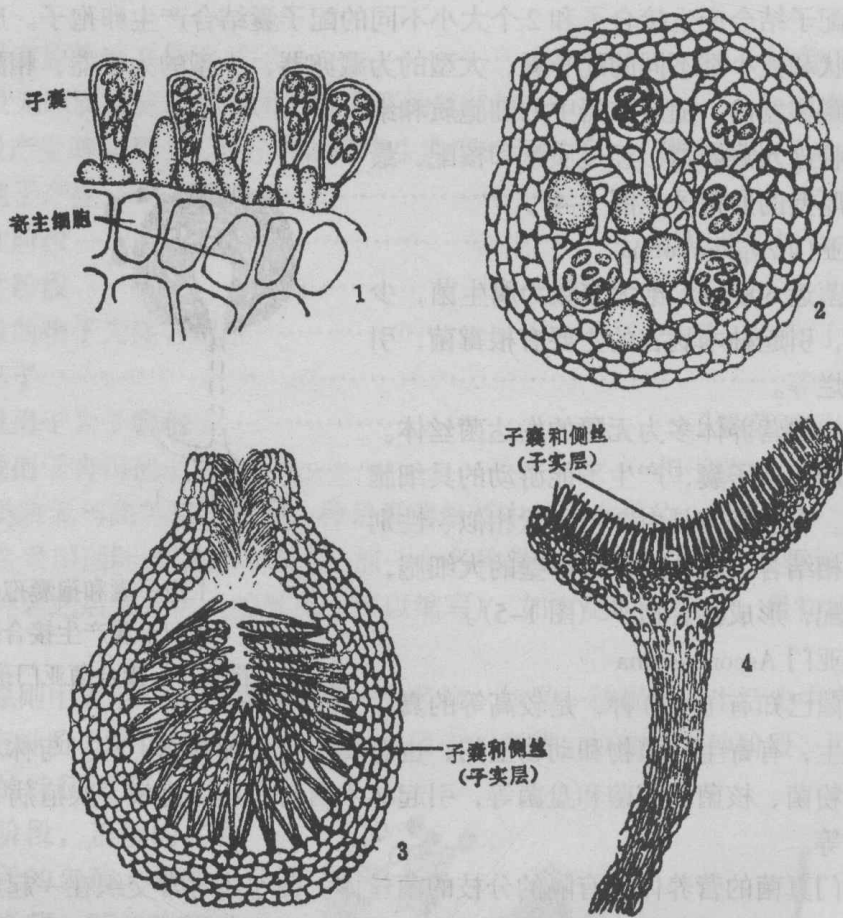
子囊菌亚门的真菌有性繁殖是产生子囊和子囊孢子。子囊是由2个形状不同的配子囊——雄器和产囊体相结合，在产囊体上长出许多产囊丝，在产囊丝顶端形成的，子囊内通常形成8个内生孢子，称子囊孢子。

子囊棍棒形、椭圆形、圆筒形、圆形等，有的裸生于菌丝体上或寄主植物表面，有的着生在由菌丝形成的固定形状的子实体——子囊果中。子囊果分为4种类型（图1-6）。

- ①闭囊壳 子囊果球形，无孔口，完全封闭。
- ②子囊壳 子囊果烧瓶形，有明显的壳壁组织，有侧丝，子囊为单壁，顶端有孔口。
- ③子囊腔(假囊壳) 子囊着生在由子座形成的空腔内，可有假侧丝，子囊双层壁，子囊果发育后期形成孔口。
- ④子囊盘 开口呈盘状、杯状或碗状。



1.孢子囊和孢囊孢子
2.配子囊产生接合孢子
图1-5 接合菌亚门孢子类型



1.裸露的子囊果 2.闭囊壳 3.子囊壳 4.子囊盘 (仿北京林业大学)

图 1-6 子囊果类型

(4)担子菌亚门 Basidiomycotina

担子菌亚门真菌是最高级的一类真菌，已知有 12000 种。全部为陆生菌，有寄生和腐生，其中包括可供人类食用和药用的真菌。与林木病害关系密切的有锈菌、黑粉菌和层菌等，引起林木锈病、竹类黑粉病、根腐及木材腐朽等。

担子菌亚门真菌的营养体多为有隔双核的发达菌丝体，它可以在基物里吸收养分大量增长，构成白色、暗光、锈色和橙色的菌丝体，有的形成菌核、菌膜、菌索等变态结构。其中菌膜是由菌丝体交织而成的丝片状物，常见于腐朽木的木质部；菌索是菌丝体平行排列或互相缠绕集结成的绳索状物，与树根相似，粗细不一，长短不同，可抵抗不良环境条件，条件适宜时，在菌索顶端处又恢复生长和对寄主的侵染力。

担子菌亚门真菌除少数种类外一般没有无性繁殖。有性繁殖除锈菌外，通常不形成特殊分化的性器官，而由双核菌丝体在顶端直接形成棒状的担子，经过核配和减数分裂在担子上产生 4 个小梗，每个小梗上产生 1 个担孢子。高等担子菌的担子散生或聚生在担子果上。担子果形状多种多样，如蘑菇、木耳、云芝等都是。担孢子为单胞、单核、单倍体，形状有椭圆形、圆形、狭长形、香蕉形、多角形等，有色或无色 (图 1-7)。