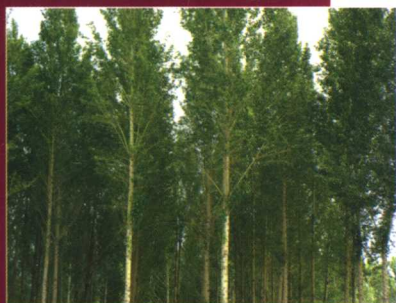
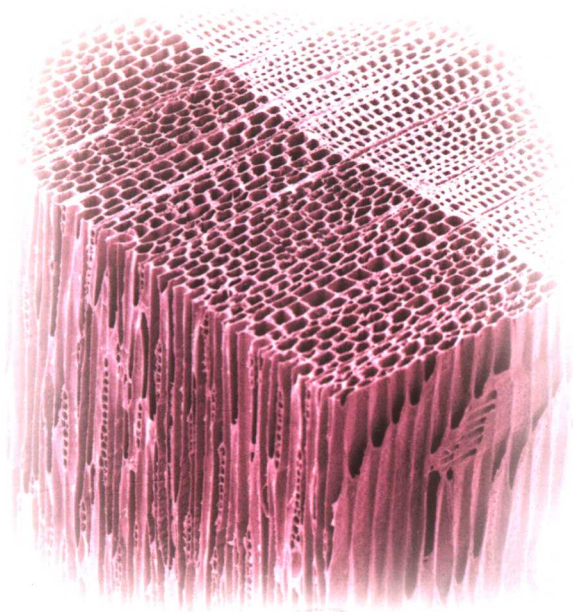




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农林院校教材

木材学

徐有明 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农林院校教材

木 材 学

徐有明 主编

中国林业出版社

内容提要

本教材以木材生物形成原理基调为主线,参阅了当前木材科学最新资料 and 研究成果编写而成。全书由木材宏观构造、木材微观构造、木材识别与鉴定、木材化学性质、木材物理性质(包括木材环境学特性)、木材力学性质、竹材性质与开发利用、人工林定向培育过程中材性变异与材质生物改良、木材缺陷与木材检验和常用造林树种木材性质与利用等 10 章组成。本书不仅可作为林学专业的教材,还适用于木材科学与工程、林产化工、艺术设计、包装工程、林业经济管理等专业作为教材或参考书,对于林业行政管理行业、木材检验、生产企业管理和有关工程技术人员来说也是很好的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

木材学/徐有明主编. —北京:中国林业出版社, 2006. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高等农林院校教材.

ISBN 7-5038-4172-9

I. 木… II. 徐… III. 木材学-高等学校-教材 IV. S781

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 083187 号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

策划、责任编辑:杜娟

电话:66181489 66170109

传真:66170109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:(010) 66184477

网 址: <http://www.cfph.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京昌平百善印刷厂

版 次 2006 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 8 月第 1 次印刷

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 19

字 数 463 千字

定 价 28.00 元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题,请向出版社图书营销中心调换。

版权所有 侵权必究

木材科学及设计艺术学科教材

编写指导委员会

主 任 周定国 (南京林业大学)
副 主 任 赵广杰 (北京林业大学)
王逢瑚 (东北林业大学)
吴智慧 (南京林业大学)

“木材科学与工程” 学科组

组 长 委 员 周定国 (南京林业大学)
副组长委员 赵广杰 (北京林业大学)
刘一星 (东北林业大学)
委 员 (以姓氏笔画为序)
于志明 (北京林业大学)
马灵飞 (浙江林学院)
王喜明 (内蒙古农林大学)
刘 元 (中南林学院)
刘盛全 (安徽农业大学)
向仕龙 (中南林学院)
张宏健 (西南林学院)
李凯夫 (华南农业大学)
杜官本 (西南林学院)
陆继圣 (福建农林大学)
周捍东 (南京林业大学)
罗建举 (广西大学)
高金贵 (北华大学)
秘 书 梅长彤 (南京林业大学)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

《木材学》编写人员

主 编 徐有明

副主编 徐 峰 陈志林

编写人员 (按姓氏笔画排序)

冯德君 (西北农林科技大学)

陈志林 (河南农业大学)

夏玉芳 (贵州大学)

徐有明 (华中农业大学)

徐 斌 (安徽农业大学)

徐 峰 (广西大学)

郭来锁 (山西农业大学)

前言

林学专业学生在未来的工作中承担着生态环境保护建设、培育森林资源和为国民经济快速可持续发展提供木材资源的重任。森林是林学专业的主要研究对象,木材及以木材为原料加工后的各种板材和家具都是森林的主产品。木材学是林学专业的重要基础课之一。从事林专业的学生,学好木材学,掌握木材学基础知识,了解我国主要林木树种及木材特性与利用,对于搞好林业区划,科学选择造林树种,完善森林经营,强化林木育种,加速林木遗传改良,实现定向培育速生丰产优质高效人工林,提高木材检验与识别能力,有着十分重要的意义。

新中国成立前,我国森林学专业一直开设《森林利用学》课程,主要讲授木材学内容,这对培养我国建设急需的林学和木材加工专业人才起到了很重要的奠基作用。1953年全国院校专业大调整后,单独建制的林业院校将森林学专业逐步分化为林学、木材加工和林产化工3个专业,其中木材加工专业单独开设木材学基础课程。高等农业院校中林学专业仍开设的《森林利用学》课程,主要讲授木材学、森林采运、木材加工和林产化工四部分内容。随着科学技术的不断发展,教材内容不断得到更新与充实。到目前为止,木材加工专业已有五个版本《木材学》教材,林学专业至今仍在用1983年出版的《森林利用学》教材。因该教材出版早(1983年版),其内容多少显得有点陈旧,与当今教育改革的形式和林业科学技术要求很不适应;同时,随着教改的深化和强调宽基础,专业课程学时全面压缩。使该课程内容多、面广与学时少的矛盾日显突出,因此,难以很好地组织教学,为此,必须尽快编写新的教材,以适应新的教学形势需要。

事实上,很多农业大学从1990年以后就已着手改革《森林利用学》教学内容,并将该课程改为《木材学》和《林产品加工利用》两门课,自编教材组织教学。期间,华中农业大学徐有明同志于1990年在全国就《森林利用学》课程教学改革以信件的形式进行过专门的调研,安徽农学院柯病凡教授、北京林学院陈陆圻教授、福建林学院陈承德教授和华南农学院陈鉴朝教授都提出了有益的教学改革建议;全国部分农林大学内承担该课程的老师,于1991年、1993年和2005年分别在西北林学院、黄山市和北京林业大学等地召开了三次教学研讨会,就该课程的教材和教学组织工作交换了意见。参加会议的老师除了本教材编写单位外,还有原安徽农业大学校长江泽慧教授、中南林学院黄铃英老师、江西农业大学郭晓敏教授和沈阳农业大学殷鸣放教授等。大家认为根据

新形势下林业专业的教育要求,重新编写该教材已刻不容缓,呼吁有关主管单位应组织全国农林院校中的老师编写一本适合林学专业用的《木材学》教材,以推动林学专业知识结构改善和提高学生的应用技能。

本书是在华中农业大学林学专业《木材学》教学大纲的基础上,吸取其他版本《木材学》的优点,经参编老师讨论、审定后分工编写而成。根据新形势教学改革要求,本书既考虑木材学科的特点,也考虑到林学和其他专业的要求,努力做到内容全面、重点突出、简明易懂,理论上有一定的深度,课程设置上与林业生产实践紧密结合。与其他同类教材不同点在于本书将“木材识别与鉴定”单独成章,增加了“人工林定向培育过程中材性变异与材质生物改良”、“木材缺陷与木材检验”和“常用造林树种木材性质、识别与用途”等章节。林学专业学生在具备较好的植物分类和植物解剖学知识的基础上,各学校可根据教改后的学时,有选择性地重点讲授相关章节。

本书不仅可作为林学专业的教材,还可作为木材科学与工程、木材贸易、家具、室内艺术设计、林产化工、包装工程、林业经济管理等专业的教材或参考书。对于林业行政管理行业、木材检验、生产企业管理和有关工程技术人员和从事森林培育和林木改良方面的研究生来说,本书也是很好的学习参考书。

本书由华中农业大学徐有明教授任主编,广西大学徐峰教授和河南农业大学陈志林副教授任副主编。参加编写的单位和人员有:安徽农业大学徐斌副教授、山西农业大学郭来锁教授、贵州大学夏玉芳教授和西北农林科技大学冯德君副教授。具体编写分工:绪论(徐有明)、第1章(郭来锁、徐有明和冯德君)、第2章(徐峰)、第3章(徐斌、郭来锁)、第4章(陈志林)、第5章与第6章(徐有明)、第7章(7.5节夏玉芳,7.1节~7.4节、7.7节、7.8节徐有明)、第8章(徐有明、夏玉芳)、第9章(徐斌)和第10章(徐峰)。全书由徐有明教授汇总、修改和定稿,徐有明教授和徐峰教授二人共同审阅完成。

本书参考了国内外木材科学有关的教材与文献材料,编写出版过程中得到编著者所在单位、中国林业出版社和中国木材科学学会的大力支持,中国林业科学研究院鲍甫成研究员对此书有关内容提出了修改意见。在此向所有关心和支持本书出版的单位和个人表示衷心的感谢。

由于时间和水平的限制,书中部分照片和资料无法考证或没有注明来源,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

徐有明

2006年3月

目 录

前 言

绪 论	(1)
第1章 木材宏观构造	(11)
1.1 木材构造概念	(11)
1.2 树木生长与发育	(15)
1.3 树干的构造	(18)
1.4 木材的宏观构造	(24)
第2章 木材显微构造	(42)
2.1 木材细胞壁结构	(42)
2.2 针叶树材的显微构造	(50)
2.3 阔叶树材的显微构造	(60)
第3章 木材识别与鉴定	(77)
3.1 木材识别与鉴定方法	(77)
3.2 木材宏观识别	(86)
3.3 木材的微观鉴定	(87)
3.4 进口木材识别	(91)
3.5 特类木材识别	(94)
第4章 木材的化学性质	(96)
4.1 木材的化学成分	(96)
4.2 木材纤维素	(98)
4.3 木材半纤维素	(104)
4.4 木质素	(109)
4.5 木材的抽提物	(114)
4.6 木材化学成分与木材加工工艺和利用的关系	(117)
第5章 木材物理性质	(120)
5.1 木材中的水分	(120)
5.2 木材的干缩与湿胀	(133)
5.3 木材的密度	(144)
5.4 木材的热学性质	(151)
5.5 木材的电学性质	(156)

5.6	木材的声学性质	(160)
5.7	木材环境学特性及其对人类居住环境的影响	(168)
第6章	木材力学性质	(176)
6.1	木材力学基础理论与特点	(176)
6.2	木材主要力学性质	(182)
6.3	影响木材力学性质的因素	(194)
6.4	木材容许应力及其确定方法	(200)
第7章	竹材构造、性质与利用	(205)
7.1	竹材的构造	(205)
7.2	竹材的性质	(210)
7.3	竹材的防护	(213)
7.4	竹材的开发利用	(216)
第8章	人工林定向培育生长过程中材性变化与材质改良	(221)
8.1	人工林发展历史与人工林定向培育	(221)
8.2	材性变异	(223)
8.3	幼龄材与成熟材	(234)
8.4	生长速度对材性的影响	(239)
8.5	林木育种与材质改良	(242)
8.6	森林培育措施与材质改良	(247)
8.7	我国针阔叶主要用材树种森林面积、蓄积与商品材	(258)
8.8	人工林木材利用与存在的主要问题及其生物改良的主要途径	(261)
第9章	木材缺陷及其检验	(266)
9.1	木材缺陷概述	(266)
9.2	木材的主要缺陷及其检量	(269)
9.3	木材缺陷限度与材质评等	(280)
第10章	重要用材对材性的要求及适用树种	(284)
10.1	建筑、纤维和薄木及胶合板用材	(284)
10.2	车辆、造船用材	(285)
10.3	家具、乐器用材	(285)
10.4	军工用材	(286)
10.5	纺织、体育器械用材	(287)
10.6	火柴、铅笔杆用材	(288)
10.7	特种用材	(289)
10.8	农业机械及农具用材	(289)
10.9	桥梁、枕木、桩木和机械基础垫木及采矿用材	(290)
10.10	常见造林树种木材主要性质	(290)
参考文献		(293)

绪 论

1 森林的重要性和我国的森林资源

森林是以乔木树种为主体的生物群落,是陆地生态系统的重要组成部分。它在整个大自然系统物质循环和能量循环过程中起着不可替代的重要作用。森林是人类和地球上其他生物自身生存、生命延续和发展的保证,也是人类文明社会和谐发展的前提条件。农牧业生产与林业的发展息息相关(防风固沙、调节降雨量和改善生物的居住环境等),没有林业就不会有农业、畜牧业的发展。森林在发挥重要生态功能效益外,还直接给人类生活提供巨大的物质原材料——木材。当今社会,木材是国民经济建设和人们日常生活中不可缺少的重要资源之一。在水泥、钢铁、木材、塑料四大建筑材料中,木材是唯一可再生利用的循环经济材料。随着现代工业和科学技术的发展,木材用途越来越广泛,其中木质能源也是很重要的一个发展方向。然而今日的森林由于不合理的开发和长期使用,许多国家已面临着沙漠化的威胁。土壤冲刷、洪水泛滥、风暴肆虐、沙漠扩大、生态平衡遭到破坏,直接影响着农牧业的发展。同时木材短缺,长期成为重要物资供应中的短线,但人们对木材珍贵的程度仍然认识不足,不珍惜。凡是属于天然资源中普遍存在的东西,往往是生活中不可缺少的东西,但却不为人们所珍惜。生命中不可缺少的水、空气便是一例,直到大气、河流污染严重威胁着人类生存条件时,人们才领悟其重要性。农业、森林也是这样,在经济不发达的情况下人们总认识不到其重要性。1998年我国大面积发生洪涝灾害后,对森林的重要性才真正有深刻的认识,并开始实行天然林保护和速生人工林建设工程,力争在生态环境建设和木材利用取得平衡的发展,以保障国家经济建设的需要。

我国林业土地 26 743 万 hm^2 ,森林 1.75 亿 hm^2 ,森林覆盖率由新中国成立初的 8.6% 提高到目前的 18.21%,活立木蓄积量 124.56 亿 m^3 ,森林蓄积量 101.4 亿 m^3 。人工林保存面积 0.53 亿 hm^2 ,蓄积量 15.05 亿 m^3 ,人工林面积居世界首位。但是,我国森林资源保护和发展的问題依然十分突出。从构建和谐社会、统筹人与自然和谐来看,森林资源状况难以适应陆地生态系统主体作用的要求。我国森林总量不足,森林覆盖率仅相当于世界平均水平的 61.52%,居世界第 130 位。人均森林面积 0.132 hm^2 ,不到世界平均水平的 25%,居世界第 134 位。人均森林蓄积量 9.421 m^3 ,不到世界平均水平的 16.67%,居世界第 122 位。我国国土辽阔,森林分布不均。东部地区森林覆盖率

为 34.27%，中部地区为 27.12%，西部地区只有 12.54%，而占国土面积 32.19% 的西北 5 省（自治区）森林覆盖率只有 5.86%。森林蓄积量居全国前五位的省分别是黑龙江、西藏、贵州、四川和内蒙古。这些省（自治区）是我国重点生态环境建设和水源保护区，不能大量用于生产商品木材。从国民经济社会发展来看，森林资源和森林质量难以满足社会发展和经济增长的刚性需求。我国每年对林木蓄积消耗的总需求量为 5.5 亿 m^3 左右，而现有森林蓄积资源的年合理供给量仅为 2.6 亿 m^3 ，国家建设急需的大径级木材和优良硬质木材极其缺乏，每年进口各种林产品折合林木蓄积量近 2 亿 m^3 。现有 1.75 亿 hm^2 森林中，林分质量不高，龄组结构不合理。林分平均每公顷蓄积量只有 84.73 m^3 ，相当于世界平均水平的 84.86%（居世界第 84 位），林分平均胸径只有 13.8 cm。林龄组结构不合理，幼龄林、中龄林、近熟林、成熟林比例不符合林业和木材加工业可持续发展要求。人工林经营水平不高，树种单一现象还比较严重。此外，林地流失依然严峻，林木过量采伐仍相当严重，一方面可采资源严重不足，另一方面超限额采伐问题依然十分严重。全国年均超限额采伐量达 7 554.21 万 m^3 。

我国既是一个木材生产大国，又是一个木材消费大国。近 10 年来，我国木材消费平均增长率达 3.71%。随着国民经济建设与发展，木材缺口将进一步加大，木材需求与环境保护的矛盾将更进一步突出。如何解决这一突出矛盾和完成这一艰巨长期的任务，这是林业工作者必须面对、必须解决的难题。木材进口是一个重要的途径，但只能暂时缓和国内森林资源供给与需求矛盾。长期大量进口木材，不仅会引起国家间争夺有限资源的矛盾，而且也会引起国际上指责我国不关心地球其他地区的生态环境。近几年来，国际原木出口市场已受到很大的限制，许多国家基于环境保护压力和对工业原木加工增值的要求、发展本国经济等多方面原因已严格限制原木出口，其价格不断上涨，并且国际市场原木出口总量有限，一直徘徊在 1 亿 ~ 1.2 亿 m^3 。木材短缺是世界范围内的问题，工业原料的原木进口将会变得越来越困难，显然长期大量进口木材不是长久之计，它只能作为一种补充和调剂手段，我国木材工业发展必须立足于国内木材资源增长这一基础。

近年来国内每年计划采伐人工林生产的原木约在 5 000 万 m^3 ，进口原木和锯材 1 500 万 ~ 3 000 万 m^3 ，加上进口的纸浆和人造板等产品折合木材约 1.2 亿 m^3 ，数量巨大。其中，原木绝大部分要通过锯材和进一步加工成板材来增值利用。因此提高这些木材主产利用率，发展木材精加工业，收集林地采伐剩余物、木制品工厂加工剩余物和废旧木材，用于造纸和中高密度纤维板、刨花板的生产，提高木材资源综合利用率，减少木材资源的浪费，对缓和我国木材供需矛盾、满足国民经济快速增长对木材的需求有着重要的作用和深远的意义。这方面，我国进步很大，并成为人造板生产和消费大国。例如，2004 年我国胶合板产量为 2 000 万 m^3 ，中高密度纤维板总量达 2 000 万 m^3 ，刨花板产量达 2 000 万 m^3 。1 m^3 人造板可代替 3 ~ 5 m^3 原木生产的板材使用，人造板工业的快速发展为减少我国森林消耗、保护我国有限的森林资源、促进生态工程建设发挥了重要作用。目前，从国际木材加工利用水平来看，我国在采伐剩余物利用和废旧木质资源利用（废旧家具类和废旧人造板材等）方面仍做得不够，与国外先进水平尚有很大的差距。此外，非木质资源利用如农作物秸秆生产人造板的开发利用，对保护森林资源也有着重

要的意义。

我国人口众多,国民经济快速发展对木材需求量大。无论采用何种途径和技术措施,解决我国木材供需紧张矛盾的最为重要的有效对策还是扩大森林资源、提高森林资源的质量及有效合理利用森林资源。木材工业发展需要原料,要求采伐森林,而生态建设要保护森林,表面上木材加工业的发展和我国生态环境矛盾。事实上,在这种压力下木材加工业的发展和大力发展人造板,对保护和少砍伐森林、促进生态环境建设起着重要的作用。禁伐天然林已促进了优质木材原料价格的上涨和改变了我国木材工业原料的利用方向。森林是可再生资源,通过努力和采取得当的政策措施,大力发展人工林和木材加工业,需求的扩大不仅不会使森林资源减少,还会促进林业生产的发展和资源的增长,不仅满足市场对木材及木制品的需求,而且会有力地促进林业的发展,从而有利于生态建设。另一方面,在资源紧张和价格上涨的压力下,促使木材加工产业提高技术水平,进行产业升级,扩大原料的来源,从而有效节约森林资源。从事林业的工作者应着手于眼前,掌握木材学基础知识,根据社会的发展需要,扎扎实实地为扩大森林资源、保护森林资源,定向培育优质木材、保护好现有的森林资源、避免浪费木材资源做出应有的贡献。

2 木材在国民经济发展中的作用与意义

木材及其加工产品是人们日常生活和国民经济中用途最广泛的一种基本材料,其独特的材料性能与优良的环境学特性深受人们的喜爱。人类历史发展与森林资源的开发利用和木材加工技术水平的发展是息息相关的。当今时代,木材在各国国民经济中所占的比重与作用虽然有所减少,但是木材和各种林产品消费总量和绝对经济产值在绝大多数国家依然呈上升趋势。它们在能源结构(主要是发展中国家)和工业原材料(主要是建筑、家具、人造板和制浆造纸等)等方面仍占有极其重要的地位,世界上以木材为原料的产品达10万多种。我国在实行计划经济时期,木材是国家计划分配的物资中的短缺物资之一,只是改革开放以后,木材市场才逐渐放开,但对森林采伐和木材流通仍一直实行严格限制与管理,一方面保护了珍贵的森林资源和促进了生态环境的改善,另一方面促进木材资源的有效利用和国民经济建设健康可持续发展。2002年,我国木材消耗总量约为2.68亿 m^3 ,折合1.5亿t,相当于我国钢铁与塑料年消耗量之和。美国木材年消耗量达2亿t,相当于美国的钢材、水泥、塑料和铝4种材料年消耗量的总和,占其全部工业原料的25%。从经济效益看,瑞典、芬兰年林产工业产值占其国民生产总值的14%~18%,瑞典、芬兰年林产工业产值占其国民生产总值的14%~18%,马来西亚、印度尼西亚木材工业出口额占其全国工业出口总额的10%~25%。1997年我国统计资料显示,每1000 m^3 木材对国民生产总值的贡献为110.63万元。商品材资源所创收入比全国铁道、公路、水路及港口运营等收入之和和高17.69%。我国每年消耗的2.68亿 m^3 木材主要用于下列方面:家具用材3000万 m^3 ,建筑工程与房屋装饰约6000万 m^3 ,造纸用材约7500万 m^3 ,农业用材约6000万 m^3 ,采掘工业、包装、铁路、造船、航空、车辆、军工、纺织行业等行业用材约3700万 m^3 。此外,我国广大农村地

区和边远山区等居民要利用木材作为能源, 每年消耗森林资源 6 000 万 $\text{m}^3 \sim 7\,000$ 万 m^3 。从长远来看, 我国优质的建筑装饰用材、硬木地板用材、大径级胶合板用材供不应求的紧张局面难以缓和, 造纸用材、中密度纤维板、高密度纤维板用木材资源消耗量将会进一步扩大。

3 木材高分子材料的优缺点

人类社会已经进入了与自然和谐发展的阶段, 材料、环境和自然资源保护利用已成为国际社会最为关心和最迫切需要解决的问题。任何材料, 要想得到充分有效利用, 提高其功能和价值, 就必须了解其性能。木材是一种天然高分子复合材料, 具有一些独特性质, 与钢材、水泥、塑料等材料有着显著的差异。它既有许多优点, 也有不少缺点。随着科学技术和材料加工的发展, 木材应用范围日益广泛, 这是由其自身结构和化学组成构筑的材料特性所决定的。

(1) 木材的优点

易于加工 木材加工是最古老的行业, 一般来说用简单工具就可以加工, 通过榫结合、钉子螺钉、胶黏剂等都能将木材组合在一起; 木材经过锯、铣、刨、钻等工序可以加工成各种轮廓外形的零部件。木材可以进行蒸煮、弯曲与压缩, 加工成各种形状用于家具的部件。对于各种小径材、劣质材可以锯割成各种规格, 胶拼结合制成尺寸较大的板材、柱材和小尺寸的地板块。木材可旋切成薄的单板或削成长的薄片, 用树胶胶结热压制成层积塑料, 其强度比钢材还大、硬。此外, 木材可以改性, 使木材尺寸稳定、不变形; 可以进行阻燃处理和防腐处理, 延长木材使用年限, 提高其安全性能。在适当条件下, 木材纤维可以辗压展开, 除去树节后施胶, 将纤维按一定方向组合可加压成强度很高的方材等。中国林科院木材所完成的新型树脂间苯二酚-苯酚-甲醛树脂胶, 胶合木梁长达 30m, 成功应用在亚运会体育馆上。

木材质轻、强度高, 强重比大 强重比以强度与密度的比值来表示, 某种材料的强重比高时表示该种材料质轻强度大, 是材料学和工程力学重要的指标之一, 木质资源材料的强重比较其他材料高。红松木材顺纹抗拉强度 96MPa, 比重 $0.44\text{g}/\text{cm}^3$, 强重比为 2.23×10^3 ; 一般钢材的抗拉强度为 1 960MPa, 钢材的密度等于 $7.8\text{g}/\text{cm}^3$, 强重比 2.56×10^3 , 二者相近。马尾松木材顺纹抗压强度 34.3MPa, 气干密度 $0.52\text{g}/\text{cm}^3$; 低碳钢抗压强度为 1 176MPa, 比重为 $7.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。马尾松木材顺纹抗压绝对强度低于低碳钢, 但其强重比为 673.7, 而低碳钢强重比为 158。表现出木材具有很高的强重比性能。胶合板的强重比钢铝高得多, 适于作洲际导弹的前锥体。飞机的内部装修、汽车外壳等利用胶合板、纤维板都是因为木质轻、强度大。

木材是热与电的不良导体 木材是中空的管状材料, 其干燥后状态水分含量低, 能自由移动的电子很少, 导热和导电能力极差, 是热和电的不良导体, 广泛应用于建筑材料、制作家具、绝缘体等。测定表明砖、玻璃窗、沙石混凝土、钢和铝等材料的散热量是木材的 6 倍、8 倍、15 倍、390 倍和 1 700 倍。在寒冷的冬季, 木材可隔绝冷空气,

降低建筑物的热传导,并使水蒸气凝结至最小限度,而热天可隔绝热空气,木结构房屋冬暖夏凉的原因就在于此。日常生活中木材常用作保温、隔热材料,如炊具把柄等就是基于木材的热绝缘特性;对胶层选择性加热的木材高频胶合工艺技术也是基于木材具有较低的交流电导率特性来设计的。当然,含水率高的木材有着良好的导热性与导电性。树木体内含水率很高,是一个导体,雷雨天气,人和动物在大树下面躲雨常遭到雷击就是这个道理。

木材吸收能量大,耐冲击 枕木铺设的铁轨比水泥枕木弹性好,火车运行时,乘客感觉不到强烈振动,觉得舒服。各种精密机床、精密仪器要用木材做底架垫着,是利用木材吸收能量减少振动的特性。乐器都是利用木材管状细胞吸音、回音、共振性能,奏出美妙的音乐。木材的这种特殊耐冲击赋予较大的力学和经济上的效益,适于抗地震结构。航空母舰甲板用木质类材料耐冲击较钢材强9倍。与钢材不同的是,木材具有优良的振动衰减特性,这种特性对于桥梁及其他承受动力载荷的结构极其重要。

木材是弹性塑性复合体,使用过程具有安全感 木材是生物材料,其胞壁是由纤维素、半纤维素及木素等高分子化合物构成,具有弹性、塑性,破坏前往往有一定的预兆信号,不会发生突然破坏,使用时有一种安全感,例如矿柱破坏前发出咔嚓声音,其外形也有裂纹等迹象,能给人以破坏先兆预警,从而具有一定的安全感。

木材具有天然美丽的花纹、光泽、颜色,起到装饰作用(视觉特性) 木材、竹材、藤材的不同切面均能呈现不同的颜色、花纹和光泽。木材的环境学特性研究表明,木材的颜色近于橙黄色,能引起人的温暖感和舒适感;木材纹理自然多变,并符合人的生理变化节律,常能带给人自然喜爱的感觉;木材的光泽不如金属和玻璃制品那么强,呈漫反射和吸收反射,因而能产生丝绢般的柔和光泽,具有非常好的装饰效果。竹材、藤材特殊的外观形态及其颜色、光泽本身就具有很美丽的视觉特征,常被用于园艺以及装饰。

对紫外线的吸收和对红外线的反射作用 木材给人视觉上的和谐感,是因为木材可以吸收阳光中的紫外线(380nm以下),减轻紫外线对人体的危害;同时木材又能反射红外线(780nm以上)。紫外线和红外线是肉眼看不见的,但对人体的影响是不能忽视的。强紫外线刺激人眼会产生雪盲病,人体皮肤对紫外线的敏感程度高于眼睛。木材的木质素可以吸收阳光中的紫外线,减轻紫外线对人体的危害;木材反射红外线,是木材使人产生温馨感的直接原因之一。此外,木质资源材料还具有一定的固碳作用,且不会产生石材建筑那样对人体的射线侵害。

木材具有隔音性能 声波作用于木材表面时,一部分被反射,一部分被木材本身的振动吸收,还有一部分被透过。被反射的占90%,主要是柔和的中低频声波;而被吸收的则是刺耳的高频率声波。因此生活空间中,适当应用木材可令我们听觉有和谐的感受。木材具有良好的隔音特性,声学质量要求高的大厅、音乐厅和录音室等首选木材装修就是为了调节和达到最佳听觉效果。

木材具有调湿性能 当周围环境湿度发生变化时,木材自身为获得平衡含水率,能吸收或放出水分,直接缓和室内空间湿度的变化。研究结果显示,人类居住环境的相对湿度保持45%~60%为适宜。适宜的湿度既可令人体有舒适感,也可令空气中浮游细

菌的生存时间缩至最短。一间木屋等同于一个杀菌箱的说法,并非言之无理。

(2) 木材的缺点

木材易干缩、湿胀、变形、翘曲 随着相对湿度的变化尺寸不稳定,木材尺寸和形状改变导致板材开裂、翘曲,影响到板材使用。为了避免变形翘曲,应将板材自然干燥或者人工干燥,达到平衡含水率即可。

木材易腐朽、虫蛀 木材是生物高分子材料,其组成是高分子碳水化合物,同时内部含有淀粉、矿物质等,又因水湿条件适宜菌类、昆虫生存,木材易发生腐朽、虫蛀。腐朽或孔洞会极大地降低木材的使用价值和强度。木材易于发霉、变色,也影响加工与利用。针对木材的防腐和防虫蛀,主要是控制木材使用环境的温湿度,使其不利于菌虫的生长。干燥处理木材是一种很有效的防腐防虫办法。对于室外使用的木材,需通过特殊的防腐防虫处理。农村习惯将木材浸在水中,主要作用就是将可溶性淀粉、矿物质溶出,水分输导通畅,自然风干可防止腐朽、虫蛀。

木材易于燃烧 木材作为能源——薪材,易于燃烧。使用木材如果用阻烧剂处理(含 N、P 的化合物),可以防止木材起火燃烧。不过较大尺寸的原木、板材并不容易燃烧,主要是外表炭化、隔绝空气、阻隔燃烧。森林火灾发生后的过火木,木材多是外表炭化,内部都是正常木材。这种木材含水率极高,应及时伐倒运出锯解。如不运出锯解,过火木虫害较为严重。

木材易于燃烧既是缺点,也是优点。钢结构房屋燃烧时,室内温度由 21℃ 升到 600℃,长为 18.29m 的钢梁伸长量可达 12.6cm,这样的伸长量产生的压应力足以使房屋倒塌;同时由于温度升高,钢梁变软不能支承其自身重量而倒塌。而 18.29m 木梁结构房屋,由 21℃ 变为 600℃ 木梁仅伸长 3.8cm;木梁只是外层处于燃烧状态下,由于导热系数小,内部并无多大变化,仍保持一定的强度,可以赢得时间救火,反较钢梁安全。

木材变异性大,绝对强度小 木材是生物质材料,其性能明显不同于工厂内同一条件下生产出的性能上基本一致的材料。树木生长环境差异很大,不同树种木材性质差异很大。同一树种任一林分内树木之间生长也有差异,其木材性质也表现出较大的变异;树干内不同部位木材性质也有很大的变化。与钢材等金属材料比较,木材的绝对强度较低。日常生活和生产中,应考虑木材特性,充分利用木材的优良性能,发挥其最大经济价值。

木材存在着天然的缺陷 如节子、斜纹理等。树木生长离不开枝叶,树干表面上着生的枝条大小、角度与树种有很大的关系,因此木材板面不可避免出现节疤、斜纹和内应力等天然缺陷,这种缺陷降低了木材的使用性,加工中可想法加以剔除,如裁切、分级等,以达到使用要求。文化层次不同的人群对于节疤和斜纹这类缺陷认识有着明显的偏差,多数国人不喜欢这种缺陷,而西方人多认为这是自然美感的体现,因此对这类缺陷加以搭配组合也能达到很好的装饰效果。

总之,木材作为一种天然高分子复合物,其所独有的一些性质,使它有别于其他如钢材、水泥、塑料等其他材料。应通过学习,深入了解其材料性能及其优缺点,充分利用。

4 木材学在林学和有关专业中的地位

木材学(木材科学)是研究木质化了的天然材料与衍生制品的性能以及为林木育种、森林培育与经营管理技术和木质材料的加工利用提供科学依据的一门生物的、化学的和物理的应用基础科学。它不仅是木材加工、人造板、家具、木材流通贸易和木材改性等专业方向的重要基础课程,而且也是一门覆盖面极广,具有林业特色的重要专业基础课。

通过对本课程学习,林学专业学生要掌握生态木材学、工艺木材学的基础知识和实验技能,为常见木材树种的识别、速生丰产优质工业原料林的定向培育、正确合理选择造林树种、选育新品种及鉴定、确定工业原料林的工艺成熟龄等方面的提供基本知识与技能。掌握木材内部构造、树木生理活动和木材化学成分,为通过营林措施、林木育种途径改善材质和保护森林资源方面提供基本理论依据,为学习森林资源合理开发、林产品综合加工利用等打下坚实基础。木材加工类专业学生重点掌握木材材料的特性、工艺木材学的基础知识和实验技能,为木材改性处理、科学加工和合理利用奠定科学基础。没有木材科学作为基础,不可能有林木的定向培育,也谈不上木材的科学加工和高效利用。可见木材学课程的教学在林学和加工类专业中均有重要的作用。

5 木材学的历史与发展方向

木材学研究开展于20世纪初期,最先开始于英国和德国,之后才在美国、俄罗斯、澳大利亚、印度等国相继开展起来,最后扩展到世界各国,这与当时木材在世界经济中重要性的日益增长有着明显的关系。1968年Kollmann明确提出,现代林产品研究工作50年前才开始,我们正处在将木材科学应用于木材工艺学领域的时代,木材科学理论和实践的研究开辟了木材作为原材料的新用途,奠定了木质人造板新工业的基础。1906年美国Tiemann在《水分对木材强度和硬度的影响》一文中提出纤维饱和点的概念,这是木材性质研究的重要发现。1902年Gamble的《印度木材手册》,1919年Baker的《澳大利亚的阔叶树材及其经济价值》,1924年英国牛津大学出版Jones的《木材结构和识别》和1934年美国Brown和Panshin合著出版的《美国商用木材识别》均是木材识别的早期专著,并为科学识别木材提供了理论依据,对各国同类研究工作发展有推动作用。随后,木材解剖学取得明显的进步,以木材识别、性质和利用为目的的专著相继出现。20世纪初至1980年,各国出版的以木材识别方面的书籍就有459种。有关木材科学重要的教科书类的著作有德国木材学家Kollmann的《木材工艺学》(*Technologie des Holzes*, 1936年)、《木材工艺学和木材材料学》(*Technologie des Holzes und der Holzwerkstoff*, 1951年出版修订)、《木材科学和工艺学》(1968, 1975年修订)、前苏联BAHHH的教科书《木材学》(俄文, 1934)、美国Brown、Panshin和Forsyth于1948年合著《木材工艺学教科书》和1981年Dinwoodie著作*Timber, Its Nature and Behaviour*等。其中,影响最大的是1980年Panshin修编出版的《木材工艺学教科书》(*Textbook of*

Wood Technology), 该书至今仍为国外大学的教学用书。1989 年 Zobel 的英文专著 *Wood Variation, Its Cause and Control* 在林学界引起了广泛重视。

我国木材科学研究开展于 20 世纪 30 年代初, 当时偏重于木材构造特征描述。唐耀先生是我国最早从事木材科学研究的学者, 他先后发表了“华北重要阔叶材之鉴定”、“华南重要阔叶材之鉴定”和“中国裸子各属木材之初步研究”等学术论文, 并在 1936 年出版了我国第一部木材科学方面的专著:《中国木材学》; 1943 年他发表了金缕梅科木材系统解剖的研究一文。1940 年前后, 我国在航空、工业、林业研究部门设置木材研究机构, 除从事木材结构研究外, 同时亦进行木材物理, 力学性质试验。总之, 1930~1949 年间, 我国木材科学研究处于启蒙阶段, 有关木材基础知识为少数科教工作者所掌握。这期间, 各大学森林系开设《森林利用学》课程, 著名学者有梁希、朱惠芳等。该课程重点讲授木材解剖基础知识和木材用途等内容, 对我国日后木材科学工作的开展起到启蒙和积极的推动作用。

新中国成立后至 1966 年这段时间, 我国木材科学有较大的发展, 研究面和研究水平有所扩大和提高, 专业人才队伍初步形成。代表性著作有《云南热带材及亚热带材》及《中国经济木材识别(针叶材部分)》、《安徽木材》、《木材学》教科书(C. N. 瓦宁著, 申宗圻译)和张景良、尹思慈合编试用教材《木材学》等。这一阶段木材科学的发展与我国国民经济建设恢复与快速发展和全国林业、农业院校的调整设立及森林学专业细分为林学、森林采运和木材加工三个专业有很大的关系。1952 年我国在木材机械加工专业中开设木材学课, 并制订了全国统一的木材学教学大纲, 林学专业与森林采运等专业仍在《森林利用学》中讲授木材学课程, 培养了大批专业人才。

1976~1990 年, 我国木材科学进入快速发展阶段。国家各级林业科研单位、用材部门和高等农林院校相继设置了木材研究机构, 有计划地对我国天然林主要用材树种的木材构造、化学、物理和力学性质等方面进行了广泛、系统的研究, 获得了不少研究成果。代表性的著作有 1980 年成俊卿主编的《中国热带亚热带木材》、陈国符与邬义明合编的《植物纤维化学》、1981 年申宗圻主编的《木材学》教材, 1983 年农林院校合编的《森林利用学》教材和 1985 年成俊卿主编的《木材学》、龚耀乾、王婉华合编的《常用木材识别手册》、1988 年卫广杨、唐汝明、江泽慧合著的《东南亚木材识别与用途》等。其中, 成俊卿主编的《木材学》是一部国内外罕见的高层次的学术巨著。教学方面, 高等农林院校、中等林业院校开设《木材学》、《森林利用学》课程外, 还开始培养木材科学方面的硕士生、博士生等高级专门人才。我国老一辈木材学家们对此付出了艰辛劳动, 作出了突出的贡献。此阶段全国著名学者主要有成俊卿、陈桂升、梁世镇、汪明荃、柯病凡、葛明裕、李源哲、申宗圻、张景良、刘松龄、吴中禄、谢福惠、何天相等。这些学者及其研究成果对我国木材科学和加工生产的发展起到重要的促进作用。

1990 年后, 我国木材科学研究进入成熟和新的发展转折阶段。我国在完成天然林 100 多个树种识别、结构与利用、300 多种木材物理力学性质的研究和 100 多种木材化学成分测试分析的基础上, 研究方向主要转向速生人工林材性、材质改良与合理加工利用及进口材识别与利用等方面。国内多数农业大学将林学专业《森林利用学》课改