



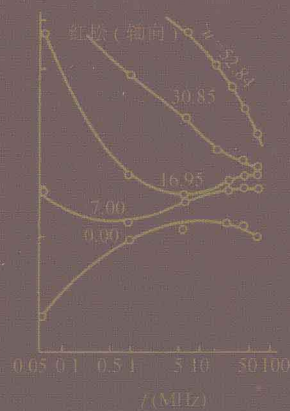
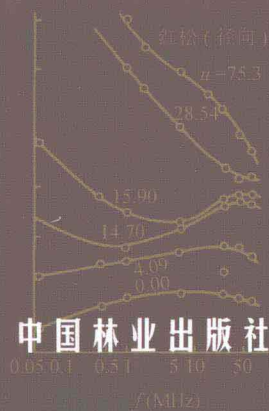
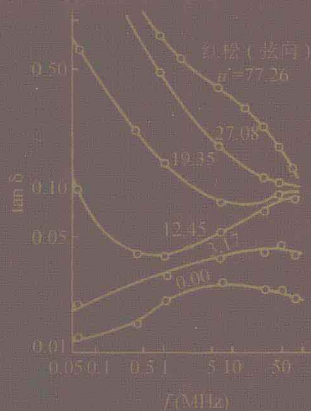
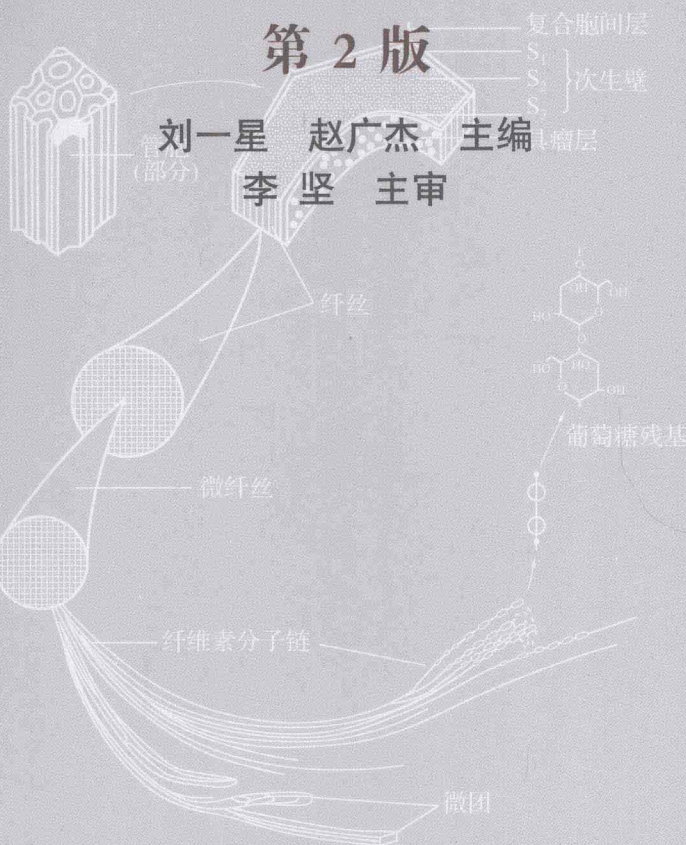
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校木材科学与工程本科专业规划教材

木材学

WOOD SCIENCE

第2版

刘一星 赵广杰 主编
李坚 主审



中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校木材科学与工程专业规划教材

木 材 学

(第2版)

刘一星 赵广杰 主编
李 坚 主审

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

木材学 / 刘一星, 赵广杰主编. -2 版. -北京: 中国林业出版社, 2012. 12
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等院校木材科学与工程专业规划教材
ISBN 978-7-5038-6829-0

I. ①木… II. ①刘… ②赵… III. ①木材学 - 高等学校 - 教材 IV. S781

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 268563 号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑: 杜娟

电话、传真: 83280473 83220109

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: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

<http://lycb.forestry.gov.cn>

经 销	新华书店
印 刷	中国农业出版社印刷厂
版 次	2004 年 8 月第 1 版(第 1 版共印 5 次) 2012 年 12 月第 2 版
印 次	2012 年 12 月第 1 次印刷
开 本	850mm × 1168mm 1/16
印 张	25.75
字 数	606 千字
定 价	42.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

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

顾问 江泽慧 张齐生 李 坚 胡景初
主任 周定国
副主任 赵广杰 王逢瑚 吴智慧 向仕龙 杜官本 费本华

“木材科学与工程”学科组

组长委员 周定国

副组长委员 赵广杰 刘一星 向仕龙 杜官本

委员 (以姓氏笔画为序)

于志明	马灵飞	王喜明	吕建雄	伊松林	刘志军
刘盛全	齐锦秋	孙正军	杜春贵	李凯夫	李建章
李 黎	吴义强	吴章康	时君友	邱增处	沈 隽
张士成	张 洋	罗建举	金春德	周捍东	周晓燕
夏玉芳	顾继友	徐有明	梅长彤	韩 健	谢拥群

秘书 徐信武

第2版前言

《木质资源材料学》(第1版)作为全国高等林业院校“木材科学与工程”专业指导委员会确定的主干课程教材,出版于2004年8月。出版后被众多高校所选用,同时也被作为《木材学》国家级精品课程的教学用书,几年来的使用收到了较好的反馈。

经中国林业出版社推介和作者们集体的努力,《木质资源材料学》的修订版计划列为教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”,这是对此书编写工作的高度认可,也是对专业课程教材建设的有力推进。

关于本书的修订,中国林业出版社和本书的编辑委员会均高度重视,先后征集了全国多所高校执教本课程老师的意见,并召开了意见反馈会及修订方案审议会。来自全国10多所高校相关课程教学第一线的教师代表出席了会议,大家热烈讨论,并积极荐言修改建议,为本书的修订提供了宝贵的基础素材。

在全国同行的共同帮助下,我们认真采纳了各方面建议,在保留原书主体内容的基础上,对部分章节内容进行了一些修订。为保证书名的历史延续性,以及它与专业课程名称的对应性,经教育部批准将《木质资源材料学》更名为《木材学》。主要修订工作为:(1)根据各校对本课程的学时安排,以及教师的讲课进度,本书的授课内容以第1篇(“木材学”部分)和第2篇(“竹材”部分)为主。(2)第1章中,适当加入了一些树木学、树木分类学的知识。(3)第2章中,对一些重要概念如边材、心材等更加细化,并尽量清楚准确;增加一些关于树皮形态结构的插图;2.2.3节部分,对管孔的排列和分布的顺序进行了调换。(4)第4章中,木射线的组成中,修改了“型”和“形”字的混淆;图4-17的标注进行了修订。(5)第6章中,对木材中的水分重新明确和细化,加强对纤维饱和点、平衡含水率、吸湿滞后等知识点的介绍,并叙述它们与木材干燥的联系;改正了共振频率的求取公式。(6)第8章中,对木材力学的部分内容进行了调整,并补充了相关指标调整到对应含水率为12%时的换算公式。

参加原书编写和本次修订工作人员的分工如下:

绪论 东北林业大学刘一星教授、于海鹏教授

第1篇第1章 东北林业大学郭明辉教授

第1篇第2章 北京林业大学罗文圣高级工程师、曹琳讲师

第1篇第3章 南京林业大学李大纲教授

第1篇第4章 南京林业大学徐永吉教授

第1篇第5章 东北林业大学方桂珍教授

第1篇第6章第1~3节 北京林业大学赵广杰教授、曹金珍教授

第1篇第6章第4~6节 东北林业大学刘一星教授、刘镇波副教授

第1篇第7章第1~2、4~5节 东北林业大学刘一星教授、刘迎涛副教授

第1篇第7章第3节 北京林业大学曹金珍教授

第1篇第8章 北京林业大学赵广杰教授、曹金珍教授；北华大学孙耀星教授

第1篇第9章第1~2节 北京林业大学罗文圣高级工程师、曹琳讲师

第1篇第9章第3节 东北林业大学刘一星教授

第2篇第10~12章 南京林业大学潘彪教授

第3篇第13章 东北林业大学刘一星教授；中南林业科技大学刘元教授

第3篇第14章 内蒙古农林大学王喜明教授、冯利群副教授

第4篇第15~22章 东北林业大学方桂珍教授

第4篇第23章 南京林业大学潘彪教授

附录 东北林业大学王清文教授

全书修订工作由东北林业大学刘一星教授负责和汇总，由李坚院士主审。

诚挚地希望本书能够继续为“木材学”课程的教学起到积极作用，欢迎来自各方面的批评和指正。

编 者

2012年9月

第1版前言

随着科技进步和学科(专业)内涵的拓宽,木材科学与工程所用资源材料的范围正在不断扩展。时至今日,作为资源和原料的木质材料仍在被广泛利用,并且已被重新定义,不再只是木材或来源于木材的物质,而是将一切能够提供木质部成分或植物纤维以供利用的天然物质都可统称为木质资源材料,如木材、竹材、藤材、灌木的根茎、各种作物秸秆(如稻草、麦秸、麻秆、棉秆、芦苇、玉米秸、甘蔗渣、高粱秸)等。木质资源材料的特点是广泛存在于自然界中、蓄积量大、可再生、可循环利用、对环境无污染、经济成本低、符合生态环境材料的要求,具有可持续发展的重要意义。

全书共分为4篇23章。第1篇:木材资源材料(第1~9章),第2篇:竹类资源材料(第10~12章),第3篇:藤类、灌木类资源材料(第13~14章),第4篇:作物秸秆类资源材料(第15~23章)。本书配有附录:中英文名词对照。在内容篇幅的比例分配上以第1篇木材资源材料为重点和主体;在内容详略安排上除对木材资源材料全面系统地加以详细介绍之外,对其他各种木质资源材料,主要从资源分布、生物结构和解剖构造、化学和物理性质几个方面加以介绍;在总体内容上主要介绍木质资源材料的解剖构造和各种基本性质,而将工艺学特性留给后续专业课程介绍;在内容阐述上以为木材科学与工程以及相关专业的后续有关加工工艺、理论设计等课程的学习打下一个良好基础为目标,力求内容更新、简繁适当、不做泛论,而是尽量挑选对读者今后学习及应用最有帮助的基础性知识进行重点讲解,适当融入国内外新近研究成果的结论性观点和内容,不做过于具体、深入的学术探讨。为了便于教学,各章都附有重点内容提示和思考题。

本书可作为木材科学与工程专业的教材,还适用于林产化工、轻化工程(制浆造纸)、艺术设计(家具与室内设计)、工业设计、包装工程、环境工程等相关专业作为教材或参考书,亦可供有关工程技术人员和生产企业管理者学习参考。

本书由东北林业大学刘一星教授和北京林业大学赵广杰教授任主编,由东北林业大学刘一星教授汇总和修改,由东北林业大学李坚教授主审。南京林业大学尹思慈教授对本书提供了许多宝贵的建议。编写过程中还得到崔永志、于海鹏、刘镇波、赵新革、吴玉章、任世学、黄占华、张斌、谢满华等同志的大力帮助,在此谨向他们表示由衷的感谢!

由于是第一次把木材、竹材、藤材、灌木材、作物秸秆等各类木质资源材料的内容合编为一部教材,又限于水平和时间,故疏漏和不足之处在所难免。恳请读者指正。

编者

2003年11月

《木质资源材料学》(第1版)编写分工

- 绪 论 刘一星 (东北林业大学)
- 第1章 郭明辉 (东北林业大学)
- 第2章 罗文圣 (北京林业大学)
- 第3章 李大纲 (南京林业大学)
- 第4章 徐永吉 (南京林业大学)
- 第5章 方桂珍 (东北林业大学)
- 第6章 6.1~6.3节 赵广杰、曹金珍 (北京林业大学)
- 第6章 6.4~6.6节 刘一星 (东北林业大学)
- 第7章 7.1、7.2、7.4、7.5节 刘一星 (东北林业大学)
- 第7章 7.3节 曹金珍 (北京林业大学)
- 第8章 赵广杰、曹金珍 (北京林业大学), 刘一星 (东北林业大学)
- 第9章 9.1、9.2节 罗文圣 (北京林业大学)
- 第9章 9.3节 刘一星 (东北林业大学)
- 第10~12章 潘 彪 (南京林业大学)
- 第13章 刘一星 (东北林业大学), 刘元 (中南林学院)
- 第14章 王喜明 (内蒙古农业大学)
- 第15~22章 方桂珍 (东北林业大学)
- 第23章 潘 彪 (南京林业大学)
- 附 录 王清文 (东北林业大学)

目 录

第2版前言

第1版前言

绪 论..... (1)

第1篇 木材资源材料

第1章 树木的生长与木材的形成 (16)

1.1 中国特有树种和分布区概况 (16)

1.2 树木的生长与木材的形成 (21)

1.3 树干的构造 (25)

1.4 幼龄材 (27)

第2章 木材的宏观构造 (31)

2.1 木材的三切面 (31)

2.2 木材的主要宏观特征 (32)

2.3 木材的次要宏观特征 (44)

2.4 树皮的宏观特征 (49)

2.5 木材宏观识别 (52)

第3章 木材细胞 (63)

3.1 木材细胞的生成 (63)

3.2 木材细胞壁结构 (64)

3.3 细胞壁上的结构特征 (68)

第4章 木材显微构造 (75)

4.1 针叶树材的显微构造 (75)

4.2 阔叶树材的显微构造 (84)

4.3 组织、构造的变异 (97)

第5章 木材的化学性质 (103)

5.1 木材的化学组成 (103)

5.2 木质素 (106)

5.3 纤维素 (116)

5.4	半纤维素	(124)
5.5	木材抽提物	(133)
5.6	木材的酸碱性质	(137)
第6章	木材的物理性质	(143)
6.1	木材密度和比重	(143)
6.2	木材和水分	(148)
6.3	木材的电学性质	(161)
6.4	木材的热学性质	(169)
6.5	木材的声学性质	(176)
6.6	木材的光学性质	(183)
第7章	木材的环境学特性	(189)
7.1	木材的视觉特性	(189)
7.2	木材的触觉特性	(194)
7.3	木材的室内环境湿度调节特性	(198)
7.4	木材空间声学性质	(200)
7.5	木材的生物体调节特性	(202)
第8章	木材的力学性质	(205)
8.1	应力与应变	(205)
8.2	弹性与木材的正交异向弹性	(207)
8.3	木材的黏弹性	(209)
8.4	木材的强度、韧性与破坏	(214)
8.5	木材主要力学性能指标	(218)
8.6	影响木材力学性质的主要因素	(226)
8.7	木材的容许应力	(230)
第9章	木材缺陷	(232)
9.1	木材缺陷概述	(232)
9.2	木材的主要缺陷	(233)
9.3	木材缺陷检测方法简介	(245)
	本篇参考文献	(251)

第2篇 竹类资源材料

第10章	竹材资源分布	(254)
10.1	竹子的植物分类	(254)
10.2	竹类植物的地理分布	(254)

第 11 章 竹材的生物学特性与解剖构造	(257)
11.1 竹子的植物形态	(257)
11.2 竹子的生长与繁育	(259)
11.3 竹材解剖构造	(261)
第 12 章 竹材的性质	(268)
12.1 竹材的化学性质	(268)
12.2 竹材的物理性质	(271)
12.3 竹材的力学性质	(273)
本篇参考文献	(275)

第 3 篇 藤类、灌木类资源材料

第 13 章 藤类资源材料	(278)
13.1 资源分布概况	(278)
13.2 植物形态与细胞结构	(280)
13.3 化学和物理性质	(284)
13.4 几个重要的商品棕榈藤种	(289)
第 14 章 灌木类资源材料	(295)
14.1 灌木类资源概述	(295)
14.2 灌木材的构造和物理化学性能	(297)
本篇参考文献	(328)

第 4 篇 作物秸秆类资源材料

第 15 章 禾本科植物茎秆概述	(330)
15.1 禾本科植物茎秆的生物学构造与细胞形态	(330)
15.2 禾本科植物的细胞类型	(331)
15.3 禾本科草类纤维超微构造结构模型	(333)
第 16 章 稻草	(335)
16.1 稻草的资源分布	(335)
16.2 稻草的生物学构造与细胞形态	(335)
16.3 稻草的化学和物理性质	(337)
第 17 章 麦 秸	(340)
17.1 麦秸资源分布	(340)
17.2 麦秸的生物学构造与细胞形态	(340)

17.3	麦秸的化学性质和物理性质	(343)
第18章	麻 秆	(347)
18.1	麻秆资源分布	(347)
18.2	麻秆的生物学构造与细胞形态	(348)
18.3	麻秆的化学和物理性质	(355)
第19章	棉 秆	(357)
19.1	棉秆资源分布	(357)
19.2	棉秆的生物学构造与细胞形态	(357)
19.3	棉秆的化学和物理性质	(359)
第20章	芦 苇	(362)
20.1	芦苇资源分布	(362)
20.2	芦苇的生物学构造与细胞形态	(362)
20.3	芦苇的化学和物理性质	(365)
第21章	玉米秸	(368)
21.1	玉米秸资源分布	(368)
21.2	玉米秸的生物学构造与细胞形态	(368)
21.3	玉米秸的化学和物理性质	(370)
第22章	高粱秸	(373)
22.1	高粱秸资源分布	(373)
22.2	高粱秸的生物学构造与细胞形态	(373)
22.3	高粱秸的化学和物理性质	(375)
第23章	甘蔗渣	(377)
23.1	甘蔗资源分布	(377)
23.2	甘蔗的生物学构造与蔗茎的解剖构造	(378)
23.3	甘蔗渣的化学性质	(384)
本篇参考文献		(387)
附录 中英文名词对照		(388)

材料是人类一切生产和生活水平提高的物质基础，是人类进步的里程碑，材料对于每一时代的国民经济建设也都有着举足轻重的作用。在漫长的人类历史上，人类对材料的获取经历了等待自然恩赐、适应自然、改造自然 3 个阶段。今天，人类已经进入了与自然协调发展的阶段，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。

我国将 21 世纪的材料学研究定位在信息材料、复合材料、新能源材料、智能材料、生态环境材料等方面优先发展。其中，生态环境材料是强调了材料的功能特性与生态环境的协调性、与人类可持续发展关系的一类重要材料。纵观人类发展的历史，与人类关系最密切、与环境发展最协调的材料无疑将是木质材料。几千年来，木质材料以其独特的材料性能以及优良的环境学特性深受人们喜爱，广泛被用于人类的生产生活环境当中，发挥着重要的作用。时至今日，作为资源和原料的木质材料仍在被广泛利用，并且已被重新定义，不再只是木材或来源于木材的物质，而是将一切能够提供木质部成分或植物纤维以供利用的天然物质都统称为木质资源材料，如木材、竹材、藤材、灌木的根茎，各种作物秸秆（如稻草、麦秸、麻秆、棉秆、芦苇、玉米秸、高粱秸、甘蔗渣）等。

为什么会有这样大的转变呢？笔者认为具有以下三方面的原因。第一，上述的这些材料都与人和环境有着协调统一的关系，深受生活在后工业化时代中人们的喜爱；第二，木质资源材料的特点是广泛存在于自然界中、蓄积量大、可再生、可循环利用、对环境无污染、经济成本低、符合生态环境材料的要求，具有可持续发展的重要意义；第三，随着当今科学技术的进步，人们对材料的认识从物理到化学再到生物学，对材料的研究从宏观到微观再到超微观分子水平，对材料的加工利用也从粗加工到精加工再到高附加值加工，使得人们利用消耗性的自然资源更具合理性，也使得人们利用作物秸秆等木质资源更具可行性。这些都为木质资源材料概念的形成和发展提供了基础。

0.1 概 况

0.1.1 我国木质资源概况

木材、竹材、藤本、灌木、作物秸秆类资源当中，无疑木材的重要性是第一位的。自古木材就是人类生存所依赖的主要原材料，迄今仍是世界公认的四大原材料（木材、钢铁、水泥、塑料）之一。与其他源于矿产、石油化工等资源的材料相比，木材是上

述四大原材料中唯一可再生的生物物质材料,它不仅可以从天然森林中获得,而且可以从人工培育的森林中获得。第七次全国森林资源清查(2004~2008年)统计结果表明,我国森林面积为1.95亿 hm^2 ,森林覆盖率20.36%,森林蓄积量137.21亿 m^3 ;人工林保存面积0.62亿 hm^2 ,蓄积量19.61亿 m^3 ,人工林面积继续保持世界首位。据联合国粮农组织汇编的《世界森林资源状况1997》统计,我国森林面积居俄罗斯、巴西、加拿大、美国之后,列第5位;森林蓄积量居俄罗斯、巴西、加拿大、美国、扎伊尔、印度尼西亚之后,列第7位;人工林面积居世界第一。我国树种资源也十分丰富,约8000种,其中可作木材使用者约1000种,常见的乔木树种约有300种。林木从培育到成熟利用一般只需10~50年的时间,应用现代林业科学技术,科学经营,合理采伐,完全可以实现森林资源的持续发展和永续利用,成为取之不尽、用之不竭的资源材料,符合人类当今社会可持续发展的战略构想。而其他资源,如矿产资源,只会因人类的需求而越采越少。

我国竹类资源丰富,无论是竹子的种类、面积、蓄积量还是年采伐量均居世界之首。据统计,全国共有竹类植物40多属500余种,竹林面积520万 hm^2 ,主要分布在福建、江西、浙江、湖南、广东和四川6省。近年来由于天然林保护工程的实施,木材资源日趋紧缺;而竹类植物生长速度快、产量高、代木性好,竹类资源日益受到重视,人工竹林面积迅速扩大。我国对竹的科学研究、生产和开发利用也已具有国际领先水平,已研制出多种竹制产品,如竹制家具、竹人造板、竹地板、竹筷、竹席、竹牙签等,正在向以竹代木、以竹养木目标发展。中国竹产业的产值由1981年的3.49亿元人民币增长到2000年的200亿元人民币,2006年达到660亿元人民币,2007年竹产业产值达800亿元人民币。国际竹藤组织就将总部设在了中国,表明了中国竹藤科学研究与开发利用在世界上的地位,以及对中国竹藤事业发展的重视和关注。

藤类是世界植物资源和森林资源的重要组成部分,具有生产周期短、经济价值高、特殊观赏文化价值、易实现可持续经营等显著特点,已成为仅次于木材和竹材的重要非木材木质资源之一。估计全世界约有7亿人正在从事或涉及藤产品的生产和消费,其相关产业已形成数十亿美元的国际市场,吸纳100余万人就业,对地区经济和社会发展起到了重要推动作用。我国藤类资源天然分布有3属40种21变种,约占全世界总属数的23.1%,已知种数的6.7%。除了省藤属原始省藤亚属和钩叶藤属藤种外,其余都不同程度被利用。我国主要商品藤年产量为4000~6000t,以海南岛和云南为主产区。目前,主要藤产品为家具等编织品,其他有手杖、登山杖、马球棒、棒球及曲棍球棒、伞柄等。另外,多种藤果和藤梢富含营养,为优质热带水果和森林蔬菜,还可萃取“麒麟血竭”作为药品等。

灌木类是无明显直立主干的木本植物。灌木的经济价值大体可分为薪炭用灌木、工艺灌木、观赏灌木、饲料灌木、香料灌木和药用灌木等。灌木薪炭林燃烧后产生大量的热能可用于取暖、做饭等,与煤和石油相比,可以做到永续利用。工艺灌木的枝条纤细,可用于编织工艺品,如柘柳、紫穗槐、胡枝子、柠条、沙柳、乌柳等都是编制筐篓、席和日用工艺品的必要原料。因此,灌木虽不提供粗壮的骨干供家具等利用,但其在日常生活中的利用仍是十分广泛的。

稻是禾本科植物,是世界重要的粮食作物。根据联合国粮食组织统计,世界每年产稻约7亿t;我国是世界稻米的最高产国,每年稻的产量占世界产稻量的1/3。稻的谷草比一般在1.0左右,照此计算,每年全世界将约7亿t的稻草作为副产品产生,是一笔十分巨大的资源。但目前对它的利用却不十分理想,除在部分地区有作造纸(制造包装纸、普通文化用纸、草纸板等)、种植食用菌等外,大部分作为废物直接燃烧,不但造成了资源的巨大浪费,还给环境带来了污染。目前,我国应用稻草制作人造板的研究开发工作已取得很重要的进展。

麦是1年生的禾本科植物,是世界重要粮食作物,也是我国北方的粮食主作物之一。我国麦秸资源年产量达1亿t以上,但大部分未得到合理利用,造成了资源的极大浪费。其实,小麦的茎秆(麦秸)可供编织与造纸,也是生产人造板的原料之一。

麻是禾本科1年生草本植物。我国为最早栽培麻的国家,蔡伦造纸所用的破布和渔网,其原料就主要是麻。其后日本、越南、朝鲜、印度和东南亚各国均从我国引种,后来渐渐传入欧美、非洲等地,但质量不佳。我国是世界上麻类资源最丰富的国家之一,至2007年底,麻类作物的种植总面积167万 hm^2 以上,收获面积约为64.7万 hm^2 ,产量60.3万t,分别占全世界的32%和11.45%,工业产值近230亿元,产业工人近14万人,麻纺织品进出口贸易总额近13亿美元。其中苧麻收获面积(年收获3次,收获面积应为种植面积的3倍)39.6万 hm^2 ,产量27.7万t,分别占世界面积和产量的97%和98%,位居世界第一;纤用亚麻面积超过16万 hm^2 ,产量8万~10万t,种植面积和加工能力已位居世界第二;黄麻、红麻和大麻约为6.7万 hm^2 ,产量15万t,分别占世界的21%和40%;剑麻1.8万 hm^2 ,产量1.6万t,分别占世界的4.7%和5%;油用亚麻、野生罗布麻、野生大麻种植面积超过133万 hm^2 。麻1年可收割2~3次,是纺织的优良原料,麻纱布透气性、抗水性较好,柔韧、坚韧,可织造麻布、帆布、坚韧绳索、降落伞等。麻秆是造纸的优良原料,钞票纸、证券纸、字典纸、卷烟纸等也常掺部分麻纤维。纺织工业中麻制品的下脚料和工业剩余物可以用作人造板的原料。

棉是禾本科双子叶草本植物,是半木质化原料。黄河流域、西北、华北、东北、华南为主要产棉区。棉的应用主要是作为纺织工业的原料,而它的副产物棉秆一般被燃烧或丢弃。2010年,全国棉花产量约600万t,棉秆年产量约2500万t,大量的棉秆资源未被充分利用。其实,棉秆中纤维素含量高,其中以性能优良的 α -纤维素为主,是棉短绒、木浆原料的重要补充;棉秆皮即棉花茎秆的韧皮用于制绳、织麻袋、造纸、造船填缝等;棉秆芯制成浆后可与长纤维浆料配合抄纸;全秆是很好的造纸和人造板的原料。各国都在研究棉秆制板技术,国内外也都建立了棉秆刨花板生产线。

芦苇是根茎型的禾本科高大草本植物,营养繁殖力强,具有较高的经济价值,可用于造纸、编织、药材等,营养生长期粗蛋白含量在禾本类植物中居于上等,是优良的饲草;叶、茎、花序、根亦可入药;与木材相仿,是优质的造纸原料,在我国造纸工业中居重要的地位;同时也可作为刨花板、纤维板的原料。我国每年大约生产芦苇200万t,约占世界总产量的6%,主要分布在湖南、湖北、江苏、河北、辽宁、黑龙江和新疆等地。

玉米是禾本科旱地栽培粮食作物,在世界粮食生产中的产量居第3位。玉米秸秆资

源丰富,可作为酿酒、生产人造板和造纸的原料。全世界每年玉米秸的产量目前约为 8.5 亿 t, 其中我国约为 1.7 亿 t, 仅次于美国而位居世界第二。但目前玉米秸除了极少一部分被用作牛羊等畜类饲料外, 绝大部分被废弃, 并未得到合理应用。

甘蔗是制糖的主要原料, 蔗糖占我国食糖总产量的 80% 左右。甘蔗在压榨制糖过程中, 除获得主产品蔗糖外, 还有蔗渣、废糖蜜、蔗泥三大副产品, 以压榨 1t 甘蔗汁, 大约可获得蔗糖 120kg、湿蔗渣 270kg, 蔗渣数量巨大。蔗渣是优良的非木材植物纤维原料, 可直接用来作燃料, 或作制浆造纸、纤维板和刨花板原料, 还可用作饲料或培养食用菌, 制取纤维素、糠醛、乙酰丙酸、木糖醇等化学产品。

高粱是禾本科旱地栽培作物, 世界四大粮食作物之一。在世界的谷物粮食中, 高粱排在小麦、稻谷、玉米和大麦之后, 位居第五。近年来国外高粱发展较快, 美国由于饲料用量的增加, 高粱种植面积比原来扩大了近 3 倍, 总产量提高近 13 倍; 欧洲面积扩大 1 倍, 总产量提高 3 倍。我国高粱的分布较广, 种植面积较大的地区有辽宁、河北、山东等, 其次是吉林、黑龙江、山西等省, 高粱年产量在 200 万 t 左右, 为世界第 3 位。高粱秸纤维的平均长度和直径之比与一般木材的相当, 表皮坚硬且轻, 容易得到笔直的秆茎。原料丰富, 价格低廉, 适宜重量轻强度大的板材; 与木材人造板比较, 具有绝热、保温、隔音、防水、轻便、坚固耐用等优点, 应用领域广泛。高粱秸人造板另一重要特点是素板与贴面一次热压成型, 省去贴面生产线的设备。

0.1.2 我国木质资源的特点及应用现状

0.1.2.1 在资源量上, 木材资源匮乏, 非木材资源巨大 在蓄积量和年供应量上, 我国木质资源的特点是个体上表现为木材的资源量低、短期供应量小, 一段时期内将出现供应严重紧缺的现象, 一段时期后应可保持供需持平。总体上表现为非木材资源丰富、蓄积量大、年产量高, 但还没有被很好地利用, 尚未成为有效的代木资源。

我国是一个少林的国家, 全国的森林覆盖率为 20.36%, 仅相当于世界森林覆盖率水平的 67%; 人均森林面积 0.145hm^2 , 不足世界人均占有量的 $1/4$; 人均森林蓄积 10.151m^3 , 只有世界人均占有量的 $1/7$ 。此外, 森林资源质量不高。乔木林每公顷蓄积量 85.88m^3 , 只有世界平均水平的 78%, 平均胸径仅 13.3cm, 人工乔木林每公顷蓄积量仅 49.01m^3 , 龄组结构不尽合理, 中幼龄林比例依然较大。森林可采资源少, 森林资源的增长不能满足经济社会发展对木材需求的增长。而当前我国面临着水土流失、土地沙化、水资源短缺、物种减少等生态环境问题, 频繁的洪水、干旱和沙暴等气候灾害已唤醒了人们对生态环境重要性的认识, 天然林的生态环境保护作用显得至关重要, 国家已开始实施天然林保护工程, 停止对天然林的采伐, 因此木材供求矛盾将更加突出。这些使得我国的木材人均消耗量仅 0.28m^3 , 只有现在世界人均木材消耗量的 $1/3$ 。

我国经济发展已步入稳定和快速增长时期, 目前国民生产总值保持平均 8% ~ 9% 的增长率, 国民经济的整体规模跃居世界第 2 位, 而我国人口达到 14 亿。可以预计, 随着人口增长, 国家经济建设的发展及人民生活水平的提高, 对木材的需求量必将与日俱增。现在我国木材缺口量已达 1 亿 ~ 1.5 亿 m^3 之巨, 占需求量 40% 的木材不能保障供应, 严重影响了国家的经济建设。为填平这个缺口, 国家每年要花几十至上百亿美元

外汇从国外进口木材,来满足国民经济建设和人民生活的需要,成为世界第二大木材进口国。然而进口木材不但受制于我国外汇能力,而且受制于国际市场的可供能力,许多森林资源丰富的国家,为防止森林资源的进一步破坏,对木材出口采取严格的限制,甚至有些国家如印度尼西亚已完全禁止原木出口,因此近 10 年来世界木材市场上工业原木出口量一直徘徊在 1 亿~1.2 亿 m^3 ,而价格却不断上扬。显然,像我们这样的木材消费大国,靠进口木材,决非长久之计。

20 世纪 60 年代以来,我国已营造了大面积工业人工林。据全国森林资源清查结果,我国人工林面积居世界各国之首,同时国家现在十分重视人工林的种植和培育,假以时日必将可以大大缓解我国木材供求矛盾,向国家建设提供急需的木材。

同时,我们不应该将希望全部寄托于人工林的迅速成熟与利用上,还应该着眼于前面提到的潜力巨大的非木材资源。竹材、藤材、作物秸秆的年产量都十分巨大,如果将其转化为材料或材料来源使用,每年则可节约相当于 2 000 万~3 000 万 m^3 的木材,占全国年木材采伐量的 $1/3 \sim 1/2$,是一笔重要的资源,将有利于缓解木材供应紧张的现状。

0.1.2.2 在研究上,对木材、竹材开展的科学研究较多,其他较少 我国对木质资源材料的探索可以追溯到古代。但具有系统理论性的研究要从 20 世纪 30 年代算起,老一辈科学家如唐耀、梁希、朱惠芳、成俊卿、陈桂升、葛明裕、梁世镇、柯病凡、申宗圻、尹思慈等为中国木材科学的奠基和发展做出了突出贡献,使得发展至今的木材科学理论日趋成熟完善,有关“木材学”的专著和教材出版多部,部分理论成果已接近或领先于国际水平。对于竹材的研究,也是起始于 20 世纪 30 年代,温太辉、李正理、朱惠芳、江心、方伟、乔士义对竹的科学研究做出了突出贡献,使竹也逐步形成了一套自己的科学理论,其中《世界竹藤》一书较系统地阐述了有关研究。关于灌木、作物秸秆的研究较少,尚未形成体系,只能见著一些论文发表。

0.1.2.3 在利用上,非木材资源远未充分开发 在利用上,我国木质资源的特点表现为木材的使用比例非常高、利用的场合多和方式比较多样;近年来,竹材、藤材的利用呈上升趋势,产品也逐渐多样化,已逐渐进入人们的生活中;而资源量丰富的作物秸秆的利用现在已引起广泛关注。

目前,木材的使用占到了木质资源材料总使用的 60% 以上,使用在人们日常生活的各个场合;竹材的利用主要表现为竹家具、竹编织物、竹地板、竹胶合板、竹材层积板、竹材碎料板、竹复合板材等,竹材的利用可以从近年来日益增多的竹筷、竹地板乃至竹制的菜板窥豹一斑;藤材的利用基本上还是以传统的藤皮、藤筴、藤席、藤家具及藤织件为主,利用的方式和场合还有待于扩展;作物秸秆的利用还比较差,因为形态以及对材性了解不充分的原因,对它们利用的知识很少,利用的方式更少,资源的浪费令人十分可惜。但近年来,已有对其材性的研究,并已开展一些人造板的研究,如麦秸人造板、稻草人造板、麻屑人造板、芦苇人造板等,已有一些喜人的进展。但这方面的理论研究还很不够,导致一些重要工艺环节的问题尚未很好地解决,从而也制约了其产品的进一步发展。

0.1.2.4 在加工手段上,整体水平有待提高 我国的工业化的步伐在 20 世纪 90