



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

木材加工工艺学

TIMBER MANUFACTURING TECHNOLOGY

第2版

顾炼百 主编

张亚池 副主编

中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
面向 21 世纪 课程 教材
高等院校木材科学与工程专业规划教材

木材加工工艺学

(第 2 版)

顾炼百 主 编
张亚池 副主编



中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

木材加工工艺学 / 顾炼百主编. - 2 版. - 北京: 中国林业出版社, 2011. 5
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 978-7-5038-6236-6

I. ①木… II. ①顾… III. ①木材加工-工艺学-高等学校-教材 IV. ①TS65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 125543 号

中国林业出版社·教材出版中心

策划、责任编辑: 杜娟

电话: 83221489 83220109

传真: 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 北京中科印刷有限公司

版 次 2003 年 3 月第 1 版(第 1 版共印 3 次)

2011 年 6 月第 2 版

印 次 2011 年 6 月第 4 次

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 29.5

字 数 682 千字

定 价 48.00 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

“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	叶 喜
刘志坤	刘盛全	张士成	张 洋
李凯夫	李 黎	沈 隽	邱增处
周捍东	罗建举	顾继友	高金贵
高振忠	梅长彤	谢拥群	韩 健

秘书 梅长彤

第2版前言

《木材加工工艺学》是全国高等林业院校木材科学与工程专业教学指导委员会确定的主干课程之一，是该专业的一门主要专业课程。

本书第1版脱稿于2002年4月，之后7、8年间木材加工工业有了迅猛的发展，木材科学技术有了较大进步，为了推动木材加工工业的发展，适应新形势教学及工业生产的需求，特此修订了本书。

本书的修订，以高等林业院校木材科学与工程专业的教学计划为依据。内容力求更新，强调理论联系实际，适合国情需要。章节安排上以木材加工工艺为主线，以基本理论和工艺知识为主体，以设备为辅助，兼顾环境保护。为了便于教学，各章都附有重点内容和思考题。

与第1版相比，修订版第1篇增加了新型高效双轴圆锯、现代化排锯，小径原木的锯解工艺等内容，删除了原条造材下锯计划及典型车间工艺布置的部分内容；第2篇对干燥介质相对湿度表及木材平衡含水率表的低温区域作了延伸补充，对木材平衡含水率的应用及应力、应变理论的新发展作了补充修改，干燥窑和干燥设备中删除了少数现在已不常用的内容。第3篇木制品的装饰、装配及工艺设计作了较大的修改和补充。第4篇第18章木材加工粉尘污染及其控制也作了较大的修改和补充，主要补充了与木质粉尘性质有关的基本理论，对粉尘污染的控制措施也作了较大的修改。第20章的内容也作了更新；并删除了第21章及22章的内容。

本书除了可作木材科学与工程专业的教材之外，还适用于艺术设计、工业设计、包装工程、环境工程等相近专业作为教材或参考书，亦可供有关工程技术人员参考。

修订本由南京林业大学顾炼百教授主编，北京林业大学张亚池副教授为副主编，编写分工如下：

第1篇概论，第1、3章 南京林业大学孙友富教授；

第1篇第2、4章 福建农林大学陆继圣教授；

第2篇概论，第5、6、7章 南京林业大学顾炼百教授；

第2篇第8章 南京林业大学杜国兴教授、华南农业大学涂登云副教授；

第2篇第9章 内蒙古农业大学王喜明教授；

第3篇概论，第10章 南京林业大学李军教授；

第3篇第11、12章 北京林业大学赵小矛副教授、张亚池副教授；

第3篇第13、14章 南京林业大学申黎明教授；

第3篇第15、16、17章 北华大学杨庚副教授；

第4篇概论,第19章 南京林业大学徐长妍副教授;

第4篇第18章 南京林业大学丁涛老师;

第4篇第20章 南京林业大学吴光前老师。

全书由主编顾炼百教授汇总和修改,并在张亚池副主编对全书内容提出许多宝贵修改意见后进行了进一步修改整理。孙友富教授负责审阅第1篇;顾炼百教授负责审阅第2篇和第3篇;杨庚副教授对第3篇内容提出许多宝贵修改意见;王喜明教授对第4篇第19章提出补充内容;编写过程中还得到付翔、杨小军、江宁、李涛、王丽、盛华芳等同志的大力帮助,在此谨向他(她)们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

顾炼百

2010年10月

第1版前言

《木材加工工艺学》是全国高等林业院校木材科学与工程专业教学指导委员会确定的主干课程之一，是该专业的一门主要专业课程。

全书共分4篇23章，第1篇制材（第1章至第4章），第2篇木材干燥（第5章至第9章），第3篇木制品加工工艺（第10章至第17章），第4篇木材加工洁净化（第18章至第23章）。内容阐述上以加工工艺为主体，以机理和基础知识为基础，以设备为辅助；设备中又以主机为主，以突出重点。内容力求更新，强调理论联系实际，适合国情需要，既总结了国内成熟的生产技术和科研成果，又适当吸收和借鉴国外教材内容及国外的先进技术。为了便于教学，各章都附有重点内容和思考题。

本书除了可作木材科学与工程专业的教材之外，还适用于艺术设计、工业设计、包装工程、环境工程等相近专业作为教材或参考书，亦可供有关工程技术人员参考。

本书由南京林业大学顾炼百教授主编，北京林业大学赵小矛副教授为副主编。编写分工如下：

- 第1篇概论，第1章1.4节，第3章 南京林业大学孙友富教授；
- 第1篇第1章1.1、1.2、1.3节，第4章 西北农林科技大学邱增处副教授；
- 第1篇第2章 福建农林大学陆继圣教授；
- 第2篇概论，第5、6、7章 南京林业大学顾炼百教授；
- 第2篇第8章 南京林业大学杜国兴教授；
- 第2篇第9章 内蒙古农业大学王喜明教授；
- 第3篇概论，第10章，第12章12.3、12.4节 南京林业大学李军副教授；
- 第3篇第11章，第12章12.1、12.2节 北京林业大学赵小矛副教授；
- 第3篇第13、14章 南京林业大学申利明教授；
- 第3篇第15、16、17章 南京林业大学吴智慧教授；
- 第4篇概论、第18、19、20章 南京林业大学周捍东副教授；
- 第4篇第21、22、23章 南京林业大学徐长妍老师。

全书由主编顾炼百教授汇总和修改。孙友富教授负责审阅第1篇；吴智慧教授负责

审阅第3篇；杜国兴教授对第2篇提出了许多宝贵意见；编写过程中还得到商庆清、王小燕、盛华芳、汪佑宏、陈太安、涂登云、钟争登等同志的大力帮助，在此谨向他们（她）们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2002年4月

目 录

第1篇 制 材

概 论	(2)
第1章 制材生产的原料和产品	(5)
1.1 原木	(5)
1.2 制材生产的产品	(9)
1.3 原木与锯材的贮存保管	(13)
第2章 原木锯解工艺	(17)
2.1 制材设备简介	(17)
2.2 制材生产主要技术指标	(37)
2.3 原木下锯法	(39)
2.4 下锯图和划线设计	(43)
2.5 原木锯解加工	(61)
2.6 原木出材率、锯材质量及工艺措施分析	(70)
第3章 锯材的分选与检验	(78)
3.1 锯材分选的方式及装置	(78)
3.2 锯材检量及评等方法	(80)
第4章 制材工艺设计	(85)
4.1 制材工艺设计基本内容	(85)
4.2 拟定车间生产工艺流程图	(90)
4.3 制材车间设备选择与计算	(92)
4.4 车间工艺平面布置	(99)
第1篇 参考文献	(107)

第2篇 木材干燥

概 论	(110)
-----------	-------

第5章 对流干燥介质	(114)
5.1 湿空气的性质	(114)
5.2 湿空气的参数图	(120)
5.3 水蒸气	(125)
5.4 炉气	(129)
第6章 木材水分与环境	(132)
6.1 木材中的水分	(132)
6.2 木材的干缩和湿胀	(141)
第7章 木材干燥时的传热、传湿及应力、变形	(145)
7.1 木材的对流加热	(145)
7.2 流体对木材的渗透	(148)
7.3 干燥过程中木材内水分的移动	(152)
7.4 木材的对流干燥过程	(159)
7.5 木材干燥时的应力与变形	(161)
第8章 木材干燥窑及其主要设备	(169)
8.1 木材干燥窑	(169)
8.2 木材干燥设备	(188)
第9章 木材干燥工艺	(205)
9.1 干燥前准备	(205)
9.2 干燥基准	(209)
9.3 干燥过程的实施	(217)
9.4 干燥质量的分析	(223)
9.5 大气干燥	(226)
9.6 特种干燥	(231)
第2篇 参考文献	(239)
附录1 我国160个主要城市木材平衡含水率气象值	(240)
附录2 含水率干燥基准示例	(244)

第3篇 木制品加工工艺

概 论	(248)
第10章 木制品的材料与结构	(253)
10.1 材料与配件	(253)
10.2 木制品的接合	(265)

10.3	木制品的结构	(267)
第11章	机械加工工艺基础	(274)
11.1	工艺过程	(274)
11.2	加工基准	(277)
11.3	加工精度	(278)
11.4	表面粗糙度	(282)
第12章	实木零件加工	(289)
12.1	配料	(289)
12.2	毛料的加工	(296)
12.3	胶合	(299)
12.4	净料加工	(308)
第13章	板式部件制造工艺	(325)
13.1	板式部件制造工艺过程	(325)
13.2	材料的准备	(326)
13.3	板式部件的覆面	(332)
13.4	板式部件加工	(342)
第14章	弯曲成型	(350)
14.1	实木弯曲	(350)
14.2	薄板胶合弯曲	(361)
14.3	其他弯曲方法	(370)
第15章	木制品装饰	(375)
15.1	涂饰方法	(376)
15.2	涂饰工艺	(385)
15.3	特种艺术装饰	(399)
第16章	木制品装配	(404)
16.1	装配的准备	(405)
16.2	部件装配及加工	(405)
16.3	总装配	(407)
16.4	配件装配	(407)
第17章	工艺设计	(410)
17.1	工艺设计的依据	(410)
17.2	材料耗用量概算	(412)
17.3	工艺过程的制定	(414)
17.4	设备的选择和计算	(416)

17.5 生产场所规划	(421)
第3篇 参考文献	(426)

第4篇 木材加工的洁净化

概 论	(428)
第18章 木材加工粉尘污染及其控制	(432)
18.1 木材加工生产性粉尘的种类及其危害	(433)
18.2 木粉尘的尺寸和动力学特性	(437)
18.3 木材工业粉尘污染控制的综合性措施	(439)
第19章 木材工业废气污染及其控制	(443)
19.1 木材工业废气污染源	(443)
19.2 木材工业废气的危害	(443)
19.3 工业有害废气污染的综合防治措施	(444)
19.4 工业有害气体的净化技术	(446)
19.5 木材工业废气污染的防治技术	(446)
19.6 大气环境质量和工业有害气体排放标准	(449)
第20章 木材加工废水污染及其治理	(451)
20.1 木材加工工业废水污染源	(451)
20.2 木材加工工业废水中的主要污染物及其危害	(452)
20.3 木材加工工业废水的处理原则和思路	(453)
20.4 木材加工工业废水的常用处理方法	(453)
20.5 废水水质指标和排放标准	(455)
20.6 木材加工工业废水的处理流程	(456)
20.7 木材加工废水处理的最新研究进展	(457)
第4篇 参考文献	(459)

第1篇

制材

概 论	2
第 1 章 制材生产的原料和产品	5
第 2 章 原木锯解工艺	17
第 3 章 锯材的分选与检验	78
第 4 章 制材工艺设计	85

1 制材学研究的对象与内容

制材学是一门研究原木的特性，原木与锯材的贮存、保管，制材设备的使用，原木的锯解工艺，锯材的分选与检验，锯材的深加工和剩余物的利用，以及制材企业设计（包括原木楞场、制材车间和板院工艺布置）的理论和技术的课程。

制材学的任务是为制材企业提高原木的出材率、锯材质量和劳动生产率，降低工人的劳动强度和改善劳动环境，合理利用森林资源，增加产品的附加值，获得最大的经济效益；同时，促进制材生产技术进步，实现科学化管理，提高企业的现代化水平。

制材学研究的主要内容是围绕制材企业的一切生产、经营活动，以先进技术和科学管理为手段，以提高企业的整体效益和现代化水平为目标而进行的。具体内容简述如下：

（1）原木的基本特性。如研究原木的形状特性、缺陷及分布规律与造材和加工利用的关系，原木的材性与用途的关系，以及原木的检验评等技术。

（2）锯材及副产品。研究锯材产品的种类、规格、质量及用途，充分利用制材加工剩余物，开发各种新的副产品。

（3）原木的贮存与保管。原木的合理贮存与保管的方法，原木的防裂、防腐技术，原木的出河、卸车、归拆楞及运输设备，以及水上作业场和原木楞场的设计和规划布置。

（4）原木锯解前的准备作业。如原木的区分、调头、截断、剥皮、冲洗和金属探测等工序的设备和技术。

（5）制材设备的使用与革新。主要是合理操作使用各种锯机及附属设备，提高设备的加工性能和生产效率，提高设备的机械化和自动化程度。

（6）原木的锯解工艺。合理选用各种下锯方法，研究特殊用材及缺陷原木锯解，制定提高原木出材率及锯材质量的措施，按最大出材率理论，优化设计下锯图。

（7）锯材的分选与检验。对锯材产品的分选设备、技术和方法进行研究，实现锯材的检验评等自动、无损检测以及对产品质量控制。

（8）锯材的堆垛保管。研究不同种类、规格及等级的锯材的堆垛保管方法，板院运输、堆拆垛设备以及锯材的包装与调拨技术。

（9）锯材的深加工。如研究无节材、泡桐拼板和集成材的生产技术，研究胶合木，

建筑木构件，木地板和木门、窗的生产设备和技术，锯材干燥、刨光、砂光、防裂、防腐、滞火、控制变形等的改性技术。

(10) 制材剩余物的利用。研究工艺木片、简单木制品的生产设备与工艺，开发树皮、树枝、树根、锯屑等加工剩余物的新用途。

(11) 制材企业的设计。如何根据已知条件合理地选用主锯机及相关设备，设计出高标准的制材生产工艺流程，进行车间的工艺布置，并分析各项技术经济指标。

(12) 计算机在制材工业中的应用。研究开发计算机在制材生产中的优化设计、自动控制和企业管理等方面的应用。

2 制材工业的基本现状

2.1 国内制材工业现状

近 10 多年来，我国制材工业发生了根本性的变化。由于天然林的禁伐；国有、集体企业体制的弊端；木材市场的放开和竞争；加之过去的制材企业多数处在大中城市，污染环境；原木作长途运输，且剩余物不能集中利用，因而大中型制材企业纷纷倒闭。取而代之的是进口材大幅增加，依据有关统计资料显示，近几年我国进口木材占到整个用材量的 40% 以上，因而在一些进口材港口周边地区和地板、家具用材基地分散着大量的小型制材加工厂。

原木供应：东北、华北主要由东北、内蒙古林区供应，部分从俄罗斯进口；山东、江苏、上海、浙江和广东等沿海地区，部分由东北、江西和福建林区供应，部分从北美洲、南美洲、东南亚和非洲等地进口；中南、西南及西北地区，部分由东北、内蒙古林区供应，部分自产材，部分进口材。

锯材产品：主要为板方材、规格材和木制品毛料。供应于建筑结构、室内外装饰、家具及包装等，少量用于车船、乐器、枕木、贯道木、机台木等产品。此外，有些厂家生产无节材、泡桐拼板、集成材外销日本、欧美等地。

制材设备：我国制材企业的主锯机绝大部分是带锯机，有少量引进的框锯、双联锯和多锯片圆锯，林区小厂多使用圆锯机。锯机专业生产厂家有 10 多个，锯机结构形式、自动化水平和制造精度相当于国外 20 年前的水平。目前使用设备主要为国产，少数从日本、德国引进。除跑车外，辅助设备和运输设备只是在一些大、中型厂才得以重视。

工艺流程：依据我国原木的基本特点，以带锯为主锯机组成不同生产工艺的流水线，少数以带锯与框锯或双联带锯配合组成混合工艺流程，近期也引进了以多锯片圆锯机为主锯的自动生产线。

技术经济指标：我国制材企业的原木出材率相对国外较高，主产出材率在 62% 左右，综合出材率为 70%~75%，世界平均出材率在 55% 左右。但原木综合利用率较低，仅 80% 左右，主要是因为管理分散，平均生产规模过小，产品单一。在国外林业发达国家中由于削片制材，无屑锯割，使原木综合利用率达到 90% 以上。锯材合格率较低，主要反映在厚度超差和形位误差过大，部分厂家锯材合格率达不到 50%。劳动生产率

较低,按每人每班生产量算不足国外的50%,按全员平均计算则更低,更不能与国外现代化制材企业相比。总体看来,国内制材企业仍处在发展阶段,技术管理水平不高,设备自动化程度低,生产工艺落后,经济效益较差,同国外先进的林业国家相比有较大的差距。

2.2 国外制材工业现状

制材工业是世界木材工业中最大的部门之一,据估计全世界约有20万个制材厂,世界工业材年采伐量为13.5亿 m^3 ,其中50%以上用于生产锯材。

世界上锯材生产量最大的地区是欧洲、北美洲和亚洲,它们分别占世界总量的43%、29%和20.2%;世界上锯材产量最大的国家有俄罗斯、美国、加拿大、日本、巴西、瑞典和芬兰等。锯材出口量最多的国家有加拿大、俄罗斯、瑞典、芬兰和罗马尼亚等。制材技术最先进的国家有瑞典、芬兰、德国、美国和加拿大等。

近20年来世界制材工业发生了如下几方面的变化:第一,原料资源起了显著变化,即大径级原始针叶林日趋枯竭,人工林和次生林上升到重要地位,小径木在原料中的比重不断增加,大部分国家已超过50%。第二,造纸和人造板工业与制材工业争原料市场,由于这些相关行业的迅速发展,造成了原木的价格大幅度上涨。第三,由于原木价格上涨,直接影响到制材成本。在过去10多年中,原木价格上涨近10倍。因而在制材厂的锯材成本中,原木就占了75%~80%。第四,电子和计算机技术的迅速发展,推动了制材工业的现代化。

制材工业总的发展情况是:锯材产量增长不快,但经营管理更趋于合理,生产技术有很大进步,劳动生产率大幅度提高,原木利用状况不断改进,产品向深加工方向发展。

3 制材工业的发展趋势

我国制材工业有着自身的特点和实际情况,近期的发展方向有待进一步的探索和研究。从长远目标看,我国制材工业必须借鉴国外林业发达国家的经验,并逐步与其接轨。因此,制材工业总的发展趋势可归纳为如下几个方面:

- (1) 接近原料基地,实行联合经营。
- (2) 扩大企业平均规模,减少小厂数目。
- (3) 简化木材规格,发展专业化生产。
- (4) 降低原料径级,充分利用小径木。
- (5) 实行原木剥皮,大搞废材利用。
- (6) 研制新工艺、新设备,应用新技术。
- (7) 开展锯材深加工,增加产品产值和品种。
- (8) 提高楞场、板院技术装备水平,推进全面机械化和连续化。
- (9) 发展自动检测技术,应用计算机优化控制。
- (10) 加强产品质量控制,进行全面科学化管理。

第 1 章

制材生产的原料和产品

[本章重点]

1. 锯切用原木评等标准。
2. 原木与锯材的保管方法以及楞场、板院的规划布置。

1.1 原 木

树木伐倒后，除去枝丫的树干称为原条。

沿着原条长向按尺寸、形状、质量、国家木材标准及企业材种计划，截成一定材种的木段，此木段称为原木。

将原条截成原木的生产过程，称为造材。

原木的种类按树种可分为针叶材和阔叶材，按使用方式分为直接用原木和锯切用原木。直接用原木主要用做支柱及支架，例如矿井坑木、房层檩条和架线杆等。锯切用原木按国家标准又分为针叶树锯切用原木和阔叶树锯切用原木。此外，国家标准还列出了特级原木、旋切单板用原木、刨切单板用原木、小径原木、造纸用原木等。而制材的原料除锯切用原木外，还包括小规格原木和次加工原木。

1.1.1 锯切用原木

1.1.1.1 锯切用原木的树种和用途（GB/T 143.1—1995）

（1）针叶树锯切用原木树种及其主要用途。

- ① 落叶松：枕木，建筑，船舶，车辆维修，纺织机械部件，机台木。
- ② 樟子松：建筑，胶合板，模具，船舶，车辆维修，罐道木。
- ③ 马尾松：枕木，建筑，造纸，火柴，胶合板，车辆维修。
- ④ 海南五针松、广东松：建筑，体育器具，模具，船舶维修，罐道木。
- ⑤ 云南松、思茅松、高山松：建筑，船舶，车辆维修，胶合板，枕木，机台木，造纸。
- ⑥ 鸡毛松：建筑，船舶维修，造纸，铅笔。
- ⑦ 红松、华山松：船舶，车辆维修，建筑，乐器，罐道木，工艺美术，纺织机械部件。
- ⑧ 云杉：乐器，造纸，人造纤维，车辆维修，跳板，枕木，罐道木，建筑。
- ⑨ 冷杉、铁杉：造纸，人造纤维，枕木，建筑。