

全国高等林业院校教材

木材学

(第2版)

申宗圻 主编

木材机械加工专业用

中国林业出版社



数据加载失败，请稍后重试！

全国高等林业院校教材

木 材 学

(第 2 版)

申宗圻 主编

木材机械加工专业用

中国林业出版社

(京) 新登字033号

7886

收 15

全国高等林业院校教材

木 材 学

(第2版)

申宗圻 主编

中国林业出版社出版(北京西城区刘海胡同7号)
新华书店北京发行所发行 通县振兴印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 23.5印张 554千字

1993年9月第2版 1993年9月第1次印刷

印数1—8800册 定价: 10.80元

ISBN7-5038-0862-4/TB·0197

第2版前言

教材《木材学》自1983年出版试用以来迄今已有8年之久。遵照全国高等林业院校木材加工专业指导委员会的意见,本教材应该进行修订再版。

木材学在木工专业教学计划中是一门重要的应用基础理论课程。木材加工工业的特点,原木一般不经任何处理,便直接进入产品的生产流程,把材料工业与加工制造业合为一个生产体系。木材学在木材加工专业教学计划中实际上起着木材材料学的作用,它的重点内容是:木材的宏观与微观构造以及材性两个部分,涉及的面几乎包括木材科学的大部分内容。根据国际木材科学学会(International Academy of Wood Science, IAWS)1984年的会章,给木材科学下的定义是:木质化的天然材料及其衍生物生物学的、化学的和物理学的,几个方面的综合性科学。一本教材应该有它的一定范畴、深度与广度、教学时数,以及篇幅等的限制和在专业计划中的位置及与其它课程的关联。

经修订的再版本原则上保持原来的体系,以不增加篇幅为原则,并便于自学与参考。但是近年来木材科学的发展很迅速,增添和开拓了许多新的领域,在修订中却不能兼容并蓄,例如,木材超微结构的新发展,木材识别中电子计算机辅助检索方法,体视学在木材定量解剖学中的应用,实木化学(Chemistry of Solid Wood)的开拓,新兴科学与技术木材科学中的应用,木材断裂形态学(Fracture Morphology)的发展等等。这些内容目前正在发展、完善过程中,还不十分成熟,似乎不太适于编入一般教材中。教师讲解时如有必要,可以推荐和引导同学参考一些有关的书刊。

全书各章、节基本上仍由原编写人进行修订(修订人员第八章防腐部分增加了梁北红同志),修改程度有多有少,因为有不少内容已相当成熟,部分内容改动的较大些。尽管经过了修订,在文字和内容上仍不免有不妥或错误之处,谨希读者不吝给予指正。

主 编

1990年11月

第1版前言

这本木材学教材是依据高等林业院校木材机械加工专业教学大纲,由北京林学院、南京林产工业学院、东北林学院和中南林学院共同编写的。全书共分十章,分别由黄玲英(第一章),张景良(第二章和第三章中阔叶树材部分以及第九章),龚跃乾(第三章中的针叶树材部分以及第十章的一部分),葛明裕(第四章),申宗圻(第五、六、七章),戴澄月(第八章中的木材防腐部分),彭海源(第八章中的木材滞火处理部分),王婉华、徐永吉(第十章的大部分)等同志负责撰稿,经过大家共同审订,最后由申宗圻同志负责整理完成。

全书各章的篇幅是不平衡的,主要根据木工专业的基础知识而定。例如第一、二、三章的篇幅较大,因为这个专业的学生缺乏植物学的基础;第四章木材的化学性质,虽然很重要,但鉴于专业的要求和篇幅的限制,所以比较简要,如有需要,可以参阅木材化学方面的书籍;第五、六两章只阐述了木材的物理-力学性质,对于一些公式的推导就省略了,因为木工专业的物理、力学等课程的基础较好。第八章木材防腐与滞火处理基本上不属于木材学的范畴,但其内容又较重要,所以一般都把这部分内容放在木材学内介绍,除非单独另设一门木材防腐课程。第十章木材的性质与用途,篇幅较大,因为我国幅员广阔,树种繁多,取舍不易,编在书后便于查阅,作为参考,不必讲授。

这本书是许多人集体编写的,文字和语气都很难一致,由于编者水平有限,内容中的缺点与错误,在所难免,恳切希望读者提出批评与指正。

编 者

1982年6月

目 录

绪 论	1
第一章 木材的构造与识别	6
第一节 树干的组成	6
一、树木的生长(6) 二、树皮(8) 三、形成层(12) 四、木质部(15) 五、髓(15)	
第二节 木材的宏观构造	15
一、木材的三个切面(15) 二、边材、心材、熟材(16) 三、生长轮或年轮,早材和晚材(17) 四、管孔(19) 五、轴向薄壁组织(22) 六、木射线(25) 七、胞间道(26) 八、油细胞和粘液细胞(26) 九、内含韧皮部(27) 十、波痕(28) 十一、乳汁迹(28) 十二、髓斑与色斑(28)	
第三节 木材的其他特征	28
一、颜色、光泽(28) 二、气味与滋味(29) 三、纹理、结构、花纹(29) 四、轻重与软硬(32) 五、材表(32)	
第四节 木材的识别	33
一、识别木材的方法(33) 二、定性识别(33) 附:主要树种的木材检索表(34)	
第二章 细胞壁的结构	40
第一节 微纤丝	40
第二节 壁层结构	41
一、管胞和纤维的壁层结构(41) 二、导管分子的壁层结构(44) 三、薄壁细胞的壁层结构(46)	
第三节 细胞壁上的特征	47
一、纹孔(47) 二、螺旋加厚(56) 三、锯齿状加厚(57) 四、径列(横)条和分隔(57) 五、瘤层(58) 六、侵填体(60)	
第四节 应力木的解剖构造和超微结构	60
一、应压木(61) 二、应拉木(64)	
第三章 木材的微观构造	68
第一节 针叶树材的微观构造	68
一、管胞(68) 二、轴向薄壁组织(73) 三、木射线(75) 四、树脂道(79) 五、针叶树材的结晶细胞(81) 六、以马尾松为例说明针叶树材的显微构造(82)	
第二节 阔叶树材的微观构造	84
一、轴向排列的组织和细胞(84) 二、横向排列的组织和细胞(107) 三、内含韧皮部(115) 四、胞间道(115) 五、阔叶树材和针叶树材在解剖学性质上的比较(118) 六、以柞木为例说明阔叶树材的微观构造(119)	
第四章 木材的化学性质	121
第一节 木材的化学成分	121

第二节 纤维素	123
一、纤维素的化学结构(123) 二、纤维素的聚合度(125) 三、纤维素纤丝的物理结构(126) 四、纤维素的超分子结构(128) 五、纤维素的物理性质(129) 六、纤维素的主要化学性质(130)	
第三节 半纤维素	133
第四节 木 素	134
一、木素的结构(135) 二、木素的分布(136) 三、木素的物理性质(137) 四、木素的颜色反应(137) 五、木素与木材物理性质的关系(138) 六、木素与木材材色的关系(138) 七、木素的化学反应(139) 八、木素碳水化合物复合体(142)	
第五章 木材的物理性质	143
第一节 木材的比重、密度和实质比重	143
一、比重的定义与表达方式(143) 二、比重的测定方法(144) 三、木材的实质比重与空隙度(145)	
第二节 木材中的水分	147
一、木材的含水量(147) 二、木材含水率的测定(147) 三、木材中水分存在的状态与纤维饱和点(153) 四、木材的平衡含水率与等温吸附(158) 五、木材的吸着热力学(162)	
第三节 木材的干燥现象	164
一、木材中水分的移动(164) 二、水分在木材中移动的机理(167) 三、木材干燥时产生的应力(170)	
第四节 木材的干缩与湿胀	171
一、木材干缩与湿胀的机理(171) 二、木材的最大体积膨胀率(173) 三、木材干缩湿胀的各向异性(174) 四、在水溶液及非水溶液中的膨胀(175) 五、膨胀压力(177) 六、木材的尺寸稳定性(177)	
第五节 木材的热学性质	178
一、木材的比热(178) 二、木材的导热系数或热导率(179) 三、木材的热膨胀系数或热膨胀率(181)	
第六节 木材的电学性质	182
一、木材导电性或电阻(182) 二、木材的导电机理(184) 三、压电效应(186) 四、木材的介电性质(186) 五、功率因数(187) 六、高频率加热木材(187)	
第七节 木材的声学性质	189
一、基本概念(189) 二、声在木材(或其它固体)中的传递(190) 三、利用脉冲回声法测定在木材中的声速(191) 四、木材中的共振(192)	
第六章 木材的力学性质	198
第一节 关于木材力学性质的一些基本概念	198
第二节 木材应力与应变的关系	200
第三节 木材强度、韧性和破坏	205
一、强度(205) 二、韧性(207) 三、破坏(208)	
第四节 单轴应力状态下木材变形的特点	208
第五节 木材的各种力学强度及其试验方法	212
一、抗拉强度(212) 二、抗压强度(215) 三、木材的抗弯强度(216) 四、扭转强度和剪切强度(222) 五、硬度与耐磨损性(223) 六、握钉力(224) 七、木材的弯曲能力(225)	
第六节 影响木材力学性质的因素	226
一、木材的比重与强度的关系(226) 二、木材强度受含水率的影响(227) 三、温度对木材强度的影响(229) 四、长期荷载对木材强度的影响(230)	
第七节 木材的容许应力	231

第七章 木材的缺陷	234
第一节 天然缺陷	234
一、节子(节疤)(234) 二、由于树干中的生长应力而产生的缺陷(235) 三、应力木(236) 四、脆性(237) 五、由于纹理方向偏移而造成的缺陷(237) 六、霜害(238) 七、树脂的缺陷(238) 八、夹皮(239)	
第二节 生物为害所造成的木材缺陷	239
一、真菌(239) 二、昆虫(241)	
第八章 木材防腐与滞火处理	242
第一节 木材所受危害	242
一、真菌(242) 二、白蚁(244) 三、船蛆(245)	
第二节 木材防腐剂	245
一、水溶性防腐剂(246) 二、油类防腐剂(250) 三、油溶性防腐剂(250) 四、新型防腐剂(252)	
第三节 木材的防腐处理方法	252
一、木材的预处理(253) 二、加压处理法(253) 三、常压处理法(256) 四、其它处理方法(257) 五、木材防腐处理的新途径(259)	
第四节 影响防腐处理效果的因素	259
一、与木材有关的因素(260) 二、处理条件的影响(262) 三、防腐剂在木材中的分布(263)	
第五节 木材渗透性的改进	263
一、预抽提(264) 二、化学改性(264) 三、微生物和酶处理(264) 四、改进木材的性质(264) 五、改进处理药剂的性质(265)	
第六节 防腐处理对木材性质的影响	266
一、木材(266) 二、人造板(267)	
第七节 木材滞火处理	268
一、滞火涂层(269) 二、浸注木材用的滞火剂(272) 三、滞火性能的检验方法(277) 四、滞火处理后木材性能的变化(278)	
第九章 竹材的构造、性质、缺陷及利用	282
第一节 竹材的构造	282
第二节 竹材的性质	293
一、竹材的化学性质(293) 二、竹材的物理性质(294) 三、竹材的力学性质(296) 四、竹材的耐久性(297)	
第三节 竹材的缺陷及其处理	297
一、竹材的缺陷(297) 二、防霉、防蛀、防腐、防水和防火处理(297) 三、竹材漂白或着色处理(298) 四、竹材弯曲处理(299)	
第四节 竹材的利用	299
第十章 重要木材的构造、性质及用途	301
第一节 重要用材对木材材质的要求	301
一、农业机械及农具用材(301) 二、建筑用材(301) 三、采矿用材(302) 四、车辆用材(302) 五、造船用材(302) 六、枕木用材(303) 七、纤维用材(303) 八、军工用材(303) 九、薄木及胶合板用材(304) 十、动力机械基础垫木(304) 十一、纺织用材(304) 十二、木模用材(305) 十三、化工用材(305) 十四、乐器用材(305) 十五、体育器械用材(306) 十六、文具用材(306) 十七、家具用材(306) 十八、箱盒用材(306) 十九、火柴用材(307) 二十、铅笔杆用材(307) 二十一、电讯用材(307) 二十二、桥梁、桩木用材(307) 二十三、包装用材(308) 二十四、特种用材(308)	

第二节 重要木材的构造、性质及用途	310
一、针叶树材(310) 二、阔叶树材(317) 三、常用国外进口木材(340)	
木材解剖特征显微摄影图	351

绪 论

一、我国的森林与木材资源的概况

森林是大自然的重要组成部分,它对整个大自然的物质循环和能量交换起到无可替代的作用。农、牧业的生产是与林业的发展息息相关的,没有林业就不会有农业与畜牧业的发展。同时它又给人类提供了最奇特而又极其有用的天然资源——木材。森林保障着人类和生命的延续,给世界带来了文明。然而今日的森林由于长期不合理的开发和利用,在许多国家和地区已经造成了灾难性的威胁,土壤冲刷、洪水泛滥、风暴肆虐、沙漠扩大,严重地破坏了自然平衡,直接影响着农、牧业生产,同时还造成木材资源的锐减,在这些国家(包括中国)和地区内木材已成为重要物资供应中的短线,虽然现在有许多木材代用材料,例如塑料等,但迄今还没有一种材料能与木材媲美的。长期以来认为:木材是可以更新的天然材料,取之不尽,用之不竭的,然而这个概念已经受到了挑战。应该知道,它是有条件的,只有经营管理与开发利用得当才有可能。以往人们对森林和它产生的木材的重要意义认识不足。要知道在天然资源中,凡是最多而又较普遍存在的东西,往往是生命不可缺少的东西,但却不为人们所珍惜,例如生命不可缺少的空气与水便是一例,直到大气和河流被污染,威胁了人类的生存条件,才开始领悟其重要性。森林和木材也一样会威胁人类的生存条件,才开始被重视起来。

保护森林,发展林业,已成为世界各国极为关心的问题。一般要求其森林覆盖率不低于国土面积的 $1/3$,但是我国的情况比较严峻,森林覆盖率仅为国土面积的 12.98% (1984—1988年森林资源清查资料),而全世界平均为 32.3% ,居世界 160 个国家和地区中(下同)的第 120 位。全国森林面积约为 1.2 亿公顷,居世界第 6 位,但按人口平均拥有林地面积只有 0.11 公顷,为世界人均水平的 $1/6$ 。至于木材的蓄积量约为 95.23 亿 m^3 ,人均是世界上最低的,为世界人均水平的 $1/8$ 。加拿大每人拥有木材蓄积量 825 m^3 ;按世界人口计,每人平均拥有木材蓄积量也有 65 m^3 。从这些简单的估算数字看,就知道我国森林覆盖率很低,木材资源相应地极为贫乏。现在可及的成熟林和过熟林可供采伐的资源最多只有 14—15 亿 m^3 ,按目前用材林的年消耗水平推算只够未来七八年的采伐量。以后大径级材将基本消失,森林质量下降,林龄结构“低龄化”,势必要大量消耗近熟林和中龄林,森林覆盖率缓慢上升的趋势将会停止不前。

根据上述资源情况,在木材生产和供应问题中数量和质量显得十分突出。天然林区资源迅速减少,次生林、人工林资源,包括速生树种的比重将逐年增加。大径级的优质材和针叶树材的比重下降,中、小径级,阔叶树材和劣次材的比重增加。木材资源结构发生了巨大的变化,必将导致木材利用等诸方面的相应变化,甚至产品结构的变化,这是对木材科学和木材工业发展的挑战。

对人口众多、社会主义建设蓬勃发展的中国,唯一有效的对策只能是开源节流,加强木材综合利用与合理利用的措施,提高木材利用率,延长木材的使用寿命,同时大力营造人工林,对现有天然次生林进行抚育间伐。按我国计划内的原木产量计算,其中 60% 经过加工,每年可产

生加工剩余物 1300 万 m^3 , 采伐剩余物(直径 3cm 以上的)约 1200 万 m^3 , 两项合计 2500 万 m^3 , 可供生产人造板和纸浆, 但目前大约只利用了它的 17%, 还不包括计划外原木产量的大量剩余物。预计这些剩余物到 2000 年, 可以用于生产人造板 500 万 m^3 以上, 可顶替原木 1500 万 m^3 , 纸浆用木片 300 万 m^3 。此外, 我国还有 3000 万公顷的中、幼龄林, 急待抚育间伐, 如每年间伐 133 万公顷, 每公顷出材 9.6 m^3 , 每年可得 1280 万 m^3 。我国目前每年防腐木材约 60 万 m^3 , 仅占计划内原木产量的 1%, 主要为铁路枕木与电杆, 已取得的经济效果, 其中使用寿命可延长 4 倍, 如果将防腐木材增加到 650 万 m^3 (占计划内原木产量的 10% 左右), 就能发挥相当于 2000—2600 万 m^3 木材的作用。其它开源节流的途径还很多, 例如用于作薪材的森林资源, 在我国约占原木产量的 30%—50%, 如果加以控制和禁止, 同时发展薪炭林, 年可节约原木 2500 万 m^3 的烧材。此外, 近 30 年以来已建立了 2000 万公顷以上的速生丰产林基地, 占现有林地面积的 16%, 成林后年可采伐 100 万公顷, 可提供木材 1 亿 m^3 左右, 这是今后缓解供需矛盾的后备资源。

我国木材利用不甚合理, 浪费严重, 效益很低, 加工利用技术落后, 企业管理水平也低, 仍处于木材高消耗、低产出阶段, 应在不增加原木产量的前提下挖掘潜力。依靠政策和科学技术是完全可能的, 例如美国在 1900 年森林年采伐量为 $368 \times 10^6 \text{m}^3$, 满足了当时国民经济的需要, 到 1980 年, 80 年后, 美国森林的年采伐量虽然仍为此数, 但木材产品的数量与品种却满足了三倍于 1900 年的人口的需求量, 这是科学技术的发展, 提高木材的利用率, 从而对木材工业创造了巨大成就的结果 [Forest prod. J. 32(10): 8—14, 1982]。美国对林业的信条是遵循他们第一任林务局局长 Gifford Pinchot 给予林业的定义: “合理利用森林, 从而达到保存森林的目的才算是林业” (“Forestry is the preservation of forest by wise use”)。到现在美国的森林年生长量已高于它的年消耗量, 然而它的木材资源结构也是有很大的变化, 由于受技术与经济因素的影响, 致力于发展人工林和短轮伐期林木, 随之发生了幼龄材的材质问题, 认为发展更多的人工林就意味有更多的材质问题 (Forest Industries, Sept. 1985)。

任何一种材料要做到合理加工和利用就必需全面理解它的性质与特征, 尤其是树木生成的木材。材料科学家把木材看作是: 低密度、细胞的和胞壁结构的、聚合的复合材料。变异性既大, 又不均匀, 不能归属于哪一类材料, 因为它跨几种材料的性质。一般建筑材料(例如水泥)的抗压强度都大于抗拉强度, 而木材却相反, 顺纹抗拉强度远大于抗压强度。这个例子就说明木材的特殊性质。

二、木材的优缺点

事物总是两方面的。木材作为一种建筑和工业原材料有它的优点和缺点。如何发挥木材的优越性和它的潜在利用价值, 以及如何克服其缺点, 这也是属于合理和充分利用木材的一个重要方面。木材所以几千年来一直是利用得最多、最广泛的材料, 主要是它具有特殊的优越性, 其中优点:

1. 易于加工。用简单的手工具就可以加工, 除了可以用各种形式的榫结合外, 一般可以使用钉子、螺丝钉、各种金属连接器以及胶粘剂就可以结合装配。木材经过锯、铣、刨、钻等工序可以做成各式各样轮廓的零部件。同时可以蒸煮后进行弯曲、压缩等加工。最近利用液态氨处理木材, 使之塑化, 可以进行任意曲率的弯曲, 但是利用液态氨需要低温操作, 在工艺、技术上要

求较比复杂,所以在生产上尚未采用。至于小材大用,劣材优用的办法很多,包括胶拼、胶合层积、指形接合或斜接等等。

2. 木材的某些强度与重量的比值较诸一般金属的比值高,也就是说,木材质轻而强度高。例如,鱼鳞云杉顺纹理的抗拉强度等于 133MPa,其基本密度为 0.378g/cm^3 ,因此,强度与密度的比值约为 351.8;而钢材的抗拉强度为 1960MPa,钢材的密度等于 7.8g/cm^3 ,因此其强度与密度的比值等于 251.3。

3. 气干木材是良好的热绝缘和电绝缘材料。一般器皿需要绝热都可以使用木材做把柄。利用木材的电绝缘性可以在加工中使用高频胶合工艺等技术。

4. 木材有吸收能量的作用,所以火车在木枕铺的铁轨上运行比在水泥枕铺的轨道上运行,乘客感到较比舒适。观察运行的列车,可以看到铁轨不时地压低木枕,而又被回弹过来,这就是木材对能量的吸收效果。

5. 木材是弹性-塑性体,在损坏时往往有一定的预兆,也就是有一定的讯号,使用时给人以一定的安全感。例如,矿柱损坏时除了不时地会发生咔嚓的声音外,外形也有裂纹等迹象。

6. 木材具有天然的美丽花纹、光泽和颜色,能起到特殊的装饰作用。

至于木材的缺点,其中最主要的有:

1. 湿胀、干缩。木材的尺寸会随其含水率的变化而不稳定。木材的胀缩是各向异性的,干缩率或湿胀率随着木材的纹理方向而不同,因此木材的几何形状也是不稳定的。顺纹理的胀缩率极小,一般不到 0.1%,在使用中可以忽略不计;垂直纹理方向又分为径向与弦向,前者的干缩率与湿胀率约为 4%—8%,而后者约为 7%—14%。由于径向与弦向的干缩率或湿胀率不同,因此木材的尺寸和形状都会改变,从而可能导致木材发生开裂、翘曲等弊病。木材干缩与湿胀并非树木天生存在的缺点,在立木中木材细胞壁即使在胞腔没有水的情况下也总是处于饱和状态的。因此,立木的木质部不存在干缩与湿胀问题。关于木材干缩湿胀的机理和各向异性的缘由已较比明确。现在已经有可能通过各种物理、化学或物理-化学方法对木材进行处理,以提高它的尺寸稳定性。概括起来有五种不同的方法:(1)机械抑制,例如胶合板;(2)内部或外部涂饰,例如浸渍木;(3)借化学方法减小木材的亲水性,从而减小木材的吸湿性,例如氢化木材;(4)充胀法(bulking),即将一种非挥发性物质填入木材胞壁中,减少它容纳水的空隙,例如用聚乙二醇的处理;(5)用化学法使纤维结构单位产生交联(cross-linkage),从而减少它们被水分隔的程度,例如乙酰化木材。第(1)、(2)、(4)法已在工业中应用,第(3)、(5)法还存在一些问题,生产上尚未采用。

2. 木材容易腐朽和虫蛀。当木材的含水率低于 18%,一般木腐菌是不能寄生于木材的。如果将木材浸没于水中,由于缺乏空气,真菌也难以生存。只有空气占木材空隙体积的 20%以上时,真菌才能生存。温度过高或过低也不利于菌、虫的生长。木腐菌最适宜生长的温度为 24—32℃。温度低于 20℃或高于 38℃都会抑制真菌的生长。真菌在 0℃以下和 43℃以上便不能生长。此外,木腐菌的生长条件还要有适宜的养分和生长素或维生素与矿物质。上述条件中只要缺少其中一个条件就可以防止腐朽。凡符合腐朽的条件都适于昆虫对木材的为害。所以木材经过干燥后,如果不再受潮湿,往往就不会发生腐朽或虫蛀。一般室外用的木材可以通过防腐处理防止菌、虫为害。

3. 木材用作沿海水工建筑材料或木船等,则常为海生钻孔动物所侵害。这些动物并非以

木材作为食物,而是作为栖居的场所,对木材的损坏和威胁很大。但可以借煤焦油杂酚防腐处理加以防止,延长其使用寿命。

4. 木材易于燃烧。薄的刨花很容易点燃,但尺寸较大的木材较比难于燃烧,尺寸愈大,愈不易燃烧。一根外表未经防护的钢梁,长度为 1.8 米,在火灾中热到 593℃ 便会膨胀 12.7 厘米,如果长度的改变不使墙坍塌,但也会由于钢梁变软不能支持自重而坍塌。大尺寸的木梁反较安全,因木材燃烧缓慢,而且只是外层处于燃烧状态下,木材内部无多大变化,仍保持一定的强度,可以赢得时间救火扑灭。

5. 木材的性质不同于金属或一些合成材料,它的变异性很大。不同树种的木材,其性质差异很悬殊,例如,蚬木的比重约为 1.20,而轻木的比重只有 0.12。然而这在利用上并不成为大问题,只要了解该树种的特性就可以规定某种树种适宜的用途,或规定某用途的适宜树种。同一树种的木材也有相当大的变异性,例如年轮宽度、晚材率、比重等等,这就引起许多麻烦,除了特殊情况外,同一树种的木材变异性一般可以忽略不计,但绝不可不加考虑。

6. 木材有许多不可避免的天然缺陷,例如节疤、斜纹、油眼等。这就使木材的利用问题复杂化了,例如木材强度指标一般都是按无瑕疵的小试件在特定的条件下所测定的平均值,但在实际利用中的木材尺寸远远大于标准试件,因此不可避免地带有这种或那种天然缺陷,从而降低了木材的强度。降低的程度取决于缺陷的类别、在该材料中的位置、尺寸大小以及对该材料用途的影响等。因此,在设计中往往要按标准法测定的数据进行折减,这会导致木材的性质不能充分地利用。现代化的生产已逐步对实际使用的成材进行应力分级,以使物尽其用。

三、木材学研究的范畴

木材学是木材加工利用的理论基础,不论是机械加工或化学加工。深入研究木材的构造(包括微观的和超微观的构造)以及它的化学、物理、力学性质,才能更好地发挥木材潜在的利用价值,充分合理地利用木材。电子显微镜的广泛应用,木材的微观结构已能揭露得很清楚,例如放大 16000 倍就可以清楚地看到具缘纹孔的纹孔膜和纹孔塞结构,从而可以进一步研究纹孔闭塞或张开的机理与木材的渗透性。许多人研究胞壁层次结构的结果,认为木素-碳水化合物的比例变化和微纤丝排列方向的变化,从胞间层到胞腔可以分为初生壁和三层的次生壁,以最外层的木素含量最多。但是随着设备仪器和技术的发展,在这方面又精心进行了研究。关于木素的分布情况,虽然在胞间层和初生壁中的相对含量较多,但最大的含量是在次生壁中(例如云杉有 70% 的木素在次生壁中)[Wood Science and Technology 3; 117(1969)]。至于微纤丝的排列方位,原先四个层次的概念(初生壁,次生壁的 S_1 、 S_2 、 S_3 层)现在已扩大到一个新的概念,单 S_3 层就认为有 12 个层次[Wood Science 1 (2); 65(1968)]。机械制浆可以使纤维的胞壁完全分层,每个微纤丝层约为 5nm 厚,在 2 μ m 厚的胞壁中就可能 有 400 层。木材细胞壁包含厚 50nm 的纤维素微纤丝,交替着同样厚度的木素-半纤维素的层次。由于这些交替层次的流变性质不同,致使在机械作用下,在它们之间分了开来,从而增加了纤维的膨润性、纤维饱和点和挠曲性,此外,对木素的溶解更为有效。现在对化学家、物理学家和工程技术人员提出一个问题,用什么方法可以使纤维的胞壁分层到化学制浆的那种程度,而木素被除去的量最少,这样,用木材制浆的得率便可以提高,纸强度也有所改善。

由于木材是各向异性的、多孔性的、毛细管胶体,它的物理-力学性质不同于一般均质的、

各向同性材料。因此,木材的物理-力学性质是材料学中的一个单独的分科,它关系到木材的机械和化学加工工艺的确定。例如,现代木材加工技术最重要的问题之一就是成材窑干的强化问题。要解决这个问题必须寻找合理的干燥基准,在确保干燥质量的条件下最大限度地强化干燥过程。科学地制定合理的干燥基准需要解决两个主要的综合性研究课题:即干燥运动学和干燥动力学。这些都需要有关木材物理-力学性质的基础理论知识。

在木材综合利用的发展中,纤维板与刨花板的生产是利用采伐剩余物和加工剩余物的最有效办法,也是解决木材供应不足的重要措施。这两种木材产品的制造工艺主要是木材原材料的重新组合的过程。纤维板有纤维分离和纤维自身相互再粘合的过程,也有和刨花板一样的胶合过程。这些工艺过程都关系到木材的构造与材性问题,至于纤维板和刨花板的物理-力学性质也和胶合板的性质一样,也有它们本身的特点,需要结合木材学的知识进行研究。

木材学是木材加工专业的基础理论课程之一。它是随着木材加工工艺发展的需要逐渐形成的一门科学。它涉及的面很广泛,因此要求基础知识也比较多。近年来,随着其它学科的发展,有许多科学技术与木材学发生了内在的联系,给木材学的范畴添了新的内容,例如电离辐射在木材加工中的应用。已证明,辐射用于测定某些物理性质、非破坏性试验、作为聚合木材中的其它聚合物的单体以及改变木材的物理-力学性质等方面都是行之有效的办法。所用的剂量随树种而异,这反映出木材细胞壁的化学成分不是完全相同的。木素对辐射的抵抗力就比纤维素大。总之,木材学在其发展中又有了某些新的起点。

第一章 木材的构造与识别

第一节 树干的组成

一、树木的生长

树木是一个有生命的生活体,由树根、树干和树冠三部分组成(图 1-1)。

树根 是树木的地下部分,占立木总体积的 5%—25%。它的功能是吸收土壤中的水分和

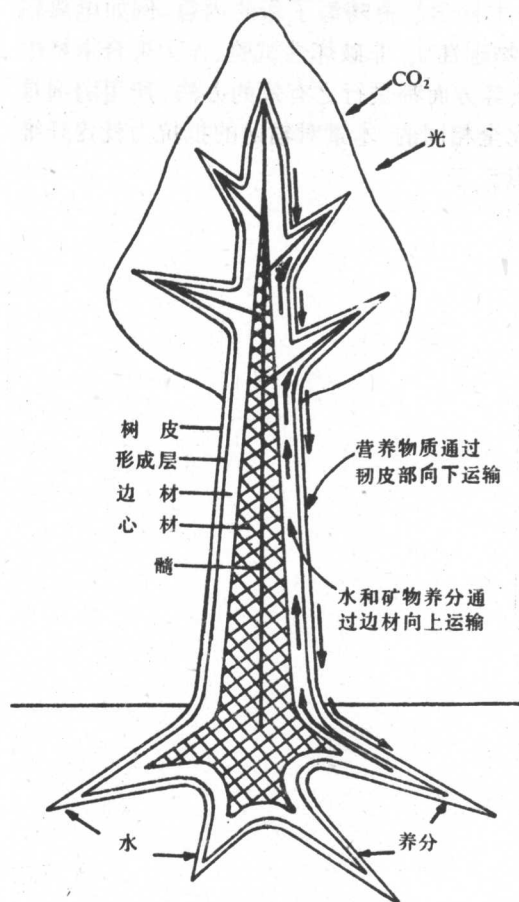


图 1-1 树木的生长

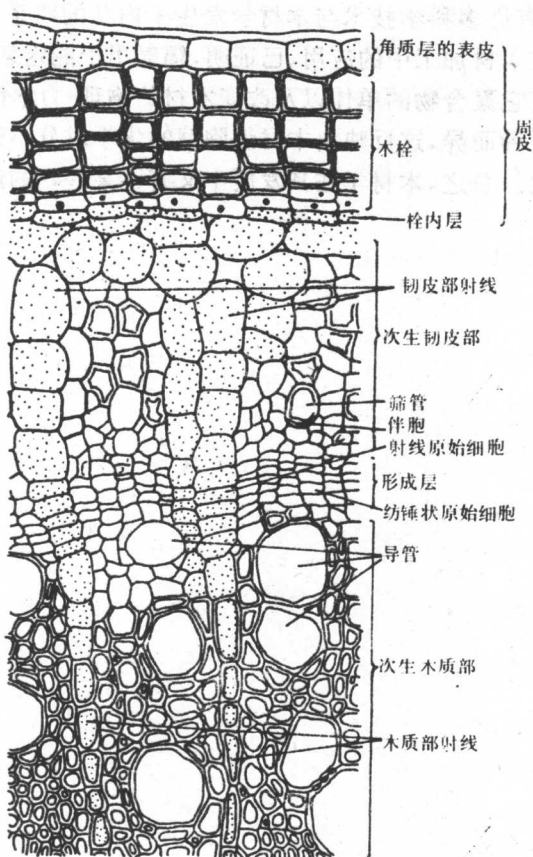


图 1-2 桃属茎的次生构造

矿物质,将整个树木固定在土壤中,保持树木呈垂直位置;同时将吸收的水分和矿物质沿着树干内部的边材输送到树冠,供给或贮藏养分。

树冠 是树木的最上部分,由树枝、树叶构成。树枝占立本体积的5%—25%。它能把根部吸收的水分和矿物质养分以及叶子吸收的二氧化碳,通过光合作用,制成碳水化合物,供树木生长。

树干 是树木的主体,占树木体积的 50%—90%。它一方面把树根从土壤中吸收的养分由边材运送到枝叶。另一方面把叶子制造的养料沿韧皮部分送到树木各个部分,并与树根共同支撑着整个树木。从树干的横断面可分为树皮、形成层、木质部和髓心(图 1-2)。

树木的生长是高生长与直径生长共同作用的结果。

1. 高生长

是根和茎主轴生长点的分生活动，即顶端分生组织或原分生组织的分生活动的结果（图1-3）。顶端分生组织是许多体积小、直径相等的多面体薄壁细胞所组成。具有强烈的分生能力，没有细胞间隙，新陈代谢旺盛，从而增加了细胞的数量，细胞的体积并不加大，细胞的形态相似。分化结果，在离分生组织不远处的组织，就开始发育成与顶端分生组织不同形态的细胞，此地带的细胞称为初生分生组织。依其细胞的形态及其成熟后所形成的组织，可分为三部分：原始表层、基本分生组织及原始形成层。这三个初生分生组织成熟后，依次成为表层组织系、基本组织系及维管束组织系。由顶端分生组织发育而成的组织称为初生组织。初生组织没有再分生能力，而且构造上也不完全。

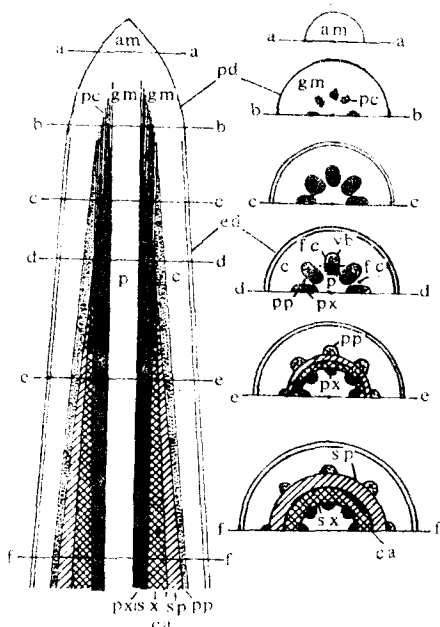


图 1-3 顶端组织

pd. 原始表皮 gm. 基本分生组织 pc. 原始形成层
ed. 表皮 p. 髓 c. 皮层 vb. 维管束 fc. 束内形
成层 ic. 束间形成层 pp. 初生韧皮部 px. 初生木
质部 sx. 次生木质部 ca. 形成层

2. 直径生长

主要由维管束形成层或简称形成层（即侧向分生组织）细胞向平周方向分裂。形成层原始细胞向内形成次生木质部；向外形成次生韧皮部。在向髓心方向增加的细胞远较向外增加的多得多。久而久之，树木的直径便不断增大，形成层也随之外移。同时形成层细胞垂周分裂而使圆周上细胞数目增加。这种加粗的分生组织，称之为次生分生组织，由它分生出来的组织叫次生组织。次生组织包括由形成层所形成的次生木质部和次生韧皮部以及由木栓形成层所形成的周皮。以上归纳在表 1-1 内。

一株树的木质部，根据其材性和结构实际上可以分为两个区域。靠近髓心的部分是形成层尚未成熟时分生的木质部，称之为幼龄材 (Juvenile wood)，大约有 5—20 个年轮，因树种而异，待形成层成熟后所形成的木质部，称之为成熟材 (mature wood)。由于一株树从基部