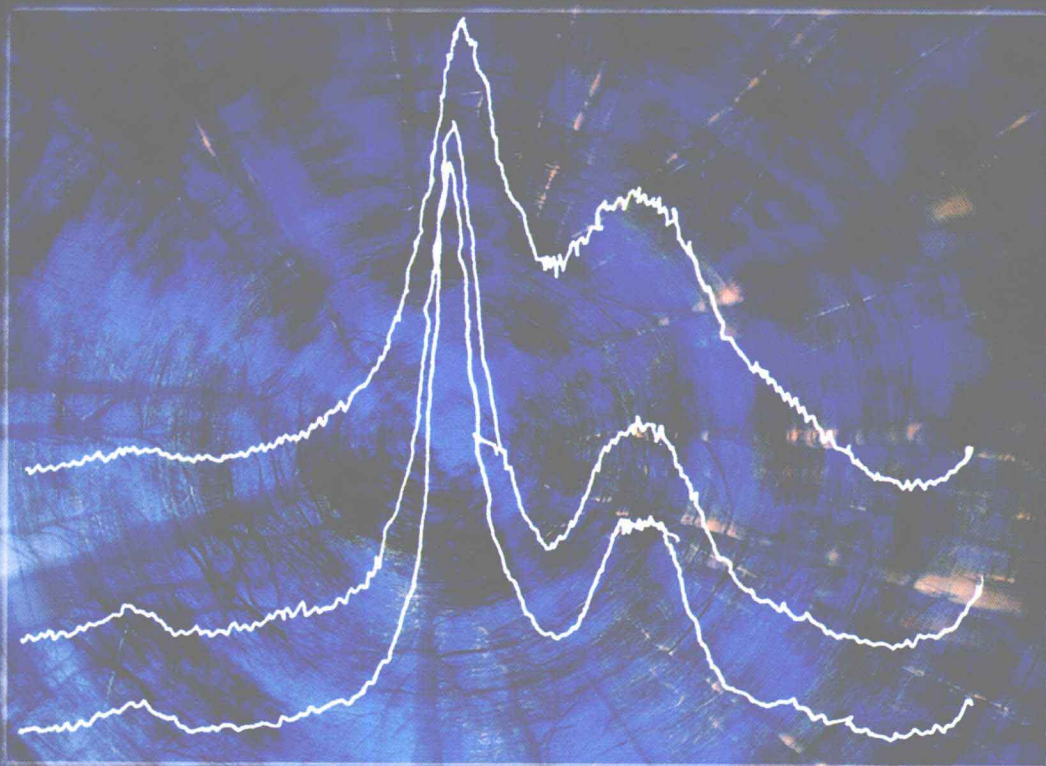


李 坚 吴玉章 马 岩 等 编著



功能性木材



科学出版社

功能性木材

李 坚 吴玉章 马 岩等 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

近年来,木材功能性改良技术得到木材加工企业的高度重视,该技术对提高企业科技创新能力和市场竞争力具有重要的影响。本书针对最为引人关注的几种木材功能性改良技术——热处理、压缩、阻燃、乙酰化、重组加工、疏水化处理和防腐处理等进行了介绍,重点阐述了木材经过功能性改良处理后性能的变化和商业价值;同时对这几种功能性改良技术的加工工艺、工业化应用现状进行了分析和论述。另外,还对这几种功能性改良技术的发展现状和趋势进行了介绍。

本书突出了功能性木材的实用性,可供相关生产企业的工程技术人员和高等院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

功能性木材 / 李坚, 吴玉章, 马岩等编著. —北京: 科学出版社, 2011
ISBN 978-7-03-031306-5

I. 功… II. ①李…②吴…③马… III. 木材学 IV. S781

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 102837 号

责任编辑: 周巧龙 孙 青 / 责任校对: 林青梅

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年6月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2011年6月第一次印刷 印张: 31 3/4

印数: 1—1 500 字数: 620 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

木材是树木在自然界中天然生长形成的一种绿色材料，是森林生态系统中储量巨大的生物质。木材作为工业和生活用材，与国民经济建设和人类生活息息相关，并拥有诸多优良品质。

木材是“木材-人类-环境”关系中的天然元素，具有独到的生态学属性，能够为人类生活和工作构建一个健康自然的绿色环境。大自然赋予木材朴实的颜色、柔和的光泽、天然的花纹，给人们以美的享受和艺术品味，当人们看到和接触它们时会有一种特殊的舒适感和愉悦感。

木材和木制品具有储碳功能，是碳的储库（carbon store）。树木在生长过程中通过光合作用，将大气中的 CO_2 固定在木材内；木材作为原料或制品，在使用期内以及后续的循环利用过程中继续碳的储存。因此，扩大木材和木制品的科学利用就是扩大木材的碳汇功能。

分析木材所具有的特性，我们可以看到木材具有以下几方面的优势：①生产加工所需要的能量少；②生产过程中对环境的污染小；③可再资源化；④废弃材可重新再利用；⑤废弃材的处理对环境污染小；⑥可持续生产。在钢铁、水泥、铝材、塑料、木材等几大基础材料中，木材加工过程中的能耗最低， CO_2 排放甚少，而其他材料远大于木材。

20世纪后期，人们开始重视环境问题，特别是进入21世纪，降低碳排放已经成为关系到人类生存发展的重大问题。联合国粮食及农业组织（FAO）林业处及一些国家政府部门和组织就气候变化及对策开展了广泛研究，认为增加木材利用是减缓气候变化、改善地球大气层碳平衡的简单易行的办法之一。具体措施包括：增加木材的利用比例；尽可能延长木制品的使用寿命；扩大木材和木制品的回收利用和循环利用；用于生产能源，减少化石燃料的消耗等。

木材利用过程中也存在一些不良属性，如易燃、易腐、生物耐久性差；生长（残余）应力大、湿胀干缩、尺寸不稳定；力学强度与某些特殊使用场合需求的指标不适应等，消费者直观上担心木材及木制品不如其他材料耐用，在一定程度上限制了木材的使用价值和应用范围。近年来木材资源发生变化，表现在大径材和优质材资源越来越少。这些都给木材加工利用提出了新课题。因此，人们越来越关注“功能性木材”，即采用有效的处理方法，克服木材自身存在的缺陷，增强或赋予木材适应用途需要的某些功能。同时，在任何一种处理过程中，保持木

材原有的优良性质和绿色品质，既有利于工业化应用，又有益于环境和健康。

针对人们较为关注的功能性木材，即热处理材、压缩木材、阻燃木材、乙酰化木材、重组木、疏水性木材和防腐木材等，作者通过查阅大量相关资料，吸收国内外相关领域的先进技术和有益经验，汇编成本书，从制造方法、形成工艺、性能评价、市场前景和商业价值等方面作了详尽介绍，突出实用性，期望能为相关的木材加工企业传送有价值的技术信息，产生预期的积极作用。

全书共9章，由李坚统稿，吴玉章校阅，编著人员分工如下：前言及第1章、第2章由李坚（东北林业大学教授）编写；第3章由李坚和孙伟伦（东北林业大学博士研究生）编写；第4章、第6章由吴玉章（中国林业科学研究院木材工业研究所研究员）编写；第5章由李坚和吴玉章编写；第7章由马岩（东北林业大学教授）编写；第8章由王成毓（东北林业大学副教授）编写；第9章由许民（东北林业大学教授）编写。

限于时间和水平，书中难免存在不妥之处，诚请读者和同行不吝赐教，深致谢忱！

作者
2011年2月

目 录

前言

第 1 章 木材的宏观结构与化学组成	1
1.1 木材的宏观生物结构	1
1.1.1 木材的三切面	1
1.1.2 生长轮、早材和晚材	2
1.2 木材的化学组成	6
1.2.1 高分子物质	6
1.2.2 低分子物质	7
1.2.3 纤维素	8
1.2.4 半纤维素	13
1.2.5 木质素	17
1.2.6 木材抽提物	25
参考文献	28
第 2 章 与环境相关的木材属性	29
2.1 木材的酸碱性质	29
2.1.1 木材中的酸性成分	29
2.1.2 木材的 pH	30
2.1.3 木材酸碱性质与木材加工的关系	31
2.2 木材的生态学属性	33
2.2.1 木材的自然美与艺术性	34
2.2.2 木材的碳素储存与环境效应	39
2.2.3 木材的智能性调节功能	42
2.3 木材对环境保护与低碳经济的响应特性	50
2.3.1 二氧化碳排放与低碳经济	50
2.3.2 木材的多“R”特性与环境响应	51
2.3.3 木材储碳的延伸与低碳加工的必然性	55
参考文献	58
第 3 章 热处理材	60
3.1 热处理材的意义	60
3.1.1 何谓热处理材	60

3.1.2 热处理材的突出特点	60
3.1.3 基本性能	62
3.2 热处理材的研究进展	67
3.2.1 木材热处理工艺的研究	67
3.2.2 热处理材性能的研究	69
3.3 热处理材制备的工艺流程	73
3.3.1 芬兰 ThermoWood® 热处理材	73
3.3.2 荷兰 Plato 热处理材	76
3.3.3 法国热处理材	78
3.3.4 德国热处理材	79
3.3.5 中国生物质燃气热处理材	82
3.4 热处理材的性能及评价与波谱分析	83
3.4.1 芬兰 ThermoWood® 产品性能及评价	83
3.4.2 荷兰 Plato 热处理材性能及评价	89
3.4.3 法国热处理材性能及评价	94
3.4.4 德国热处理材性能及评价	95
3.4.5 中国生物质燃气热处理材性能及评价与波谱分析	101
3.4.6 影响热处理材质量的因素与热解机制分析	115
3.5 热处理材的生产企业生产状况与运行趋势	123
3.5.1 芬兰 ThermoWood® 企业生产状况	123
3.5.2 法国热处理材企业生产状况	125
3.5.3 德国热处理材企业生产状况	126
3.5.4 中国热处理材生产工业发展状况与展望	127
3.5.5 热处理木材的应用与问题讨论	130
参考文献	132
第4章 压缩木材	136
4.1 压缩木材的应用	136
4.1.1 地板	136
4.1.2 工艺品	138
4.1.3 压缩木材在建筑中的应用	138
4.1.4 在集装箱底板中的应用	140
4.1.5 在信息产业中的应用	140
4.2 压缩木材的物理力学性能	141
4.2.1 原木整形压缩	141

4.2.2	锯材整体压缩	149
4.2.3	锯材表层压缩	156
4.2.4	单板压缩	161
4.2.5	竹材压缩	167
4.3	木材压缩变形的永久固定	167
4.3.1	木材压缩及其变形的回复	168
4.3.2	木材压缩变形的永久固定	170
4.4	木材压缩技术的现状与展望	192
4.4.1	木材横纹压缩变形机制	193
4.4.2	压缩变形回复与固定机制	195
4.4.3	压缩变形固定方法	196
4.4.4	赋予木材变形的手段	198
	参考文献	198
第5章	阻燃木材及木质材料	202
5.1	阻燃木质材料的应用	202
5.1.1	阻燃木材在船舶上的应用	203
5.1.2	阻燃木材在建筑领域的应用	203
5.2	火灾科学	206
5.2.1	火灾科学的形成和发展	206
5.2.2	建筑物火灾	210
5.2.3	阻燃科学技术	214
5.3	木材及木质材料的燃烧	232
5.3.1	木材及木质材料的燃烧过程	232
5.3.2	木材及其组分的热分解及其产物	234
5.3.3	木材及木质材料的燃烧特性 (CONE 法)	236
5.4	木材及木质材料的阻燃	260
5.4.1	阻燃木材及木质材料的燃烧特性	260
5.4.2	阻燃木材及木质材料生产技术	270
5.4.3	几种阻燃木质材料举例	272
5.5	木材阻燃技术现状与展望	273
5.5.1	聚合物阻燃历史的简要回顾	273
5.5.2	木材阻燃技术现状及发展	274
	参考文献	275

第 6 章 乙酰化木材	280
6.1 乙酰化木材的商业化应用	280
6.2 乙酰化木材性能	282
6.2.1 尺寸稳定性	282
6.2.2 防腐性能	288
6.2.3 物理力学性能	294
6.2.4 胶合性能	297
6.2.5 热性质和燃烧性能	300
6.3 表面化学特性	307
6.3.1 木材各组分的乙酰化	307
6.3.2 化学官能团的变化	311
6.3.3 表面化学特性	315
6.4 乙酰化木材生产工艺	317
6.4.1 木材乙酰化途径	317
6.4.2 乙酰化木材生产工艺	318
6.4.3 影响乙酰化工艺的因素	321
6.5 木材乙酰化技术的现状与展望	328
6.5.1 木材乙酰化技术研究的简要回顾	328
6.5.2 乙酰化木材的商业开发进展	329
参考文献	329
第 7 章 重组木	335
7.1 重组木概念的提出	335
7.2 重组木产业化过程中暴露的问题	336
7.2.1 加工设备	336
7.2.2 生产工艺	336
7.2.3 重组木的表面缺陷	339
7.2.4 生产线设备的设计存在缺陷	339
7.2.5 设备能耗大导致成本增高	340
7.2.6 市场销售不良	341
7.3 国内外重组木研究的回顾和最新研究动向	341
7.3.1 澳大利亚重组木研究过程的回顾	341
7.3.2 国外其他国家的研究进展	342
7.3.3 我国重组木研究历程	343
7.3.4 东北林业大学重组木的工业化中试	346

7.3.5 我国重组木研究的近期发展·····	354
参考文献·····	369
第8章 疏水性木材 ·····	372
8.1 引言·····	372
8.2 疏水性木材的制备·····	391
8.2.1 制备方法·····	391
8.2.2 结果与讨论·····	393
8.2.3 结论·····	396
8.3 双疏性木材的制备·····	397
8.3.1 制备方法·····	397
8.3.2 结果与讨论·····	398
8.3.3 结论·····	401
8.4 超疏水性木材的制备·····	401
8.4.1 制备方法·····	401
8.4.2 结果与讨论·····	403
8.4.3 结论·····	410
参考文献·····	410
第9章 防腐木材 ·····	417
9.1 防腐木材研究的现状和发展趋势·····	418
9.2 木材的科学保存·····	419
9.2.1 木材菌害·····	420
9.2.2 木材菌害的防治·····	425
9.2.3 木材虫害·····	438
9.2.4 木材虫害的防治·····	443
9.2.5 木材变色·····	448
9.2.6 木材变色的防治·····	454
9.3 探索新型木材防腐剂·····	456
9.3.1 新型木材防腐剂的研究进展·····	457
9.3.2 木材防腐剂的发展方向·····	460
9.4 木材纳米防腐·····	461
9.4.1 纳米氧化铜的性质和应用·····	462
9.4.2 纳米氧化铜粉体的制备和表征·····	463
9.4.3 纳米氧化铜改性试验·····	473
9.4.4 纳米氧化铜防腐性能评价·····	477

9.5 木材生物防腐	481
9.5.1 生物防腐概念	481
9.5.2 生物防腐机制	482
9.5.3 国内外研究现状	482
9.5.4 生物防腐作用	484
9.5.5 发展趋势	487
9.6 植物提取物及其对木材耐腐性的影响	489
9.6.1 树木提取物	489
9.6.2 植物提取物在木材防腐方面的研究和利用	490
9.6.3 植物提取物用作木材防腐剂存在的问题	492
参考文献	492

第 1 章 木材的宏观结构与化学组成

为了改变木材固有的缺点或为了某种用途的需要赋予木材新的功能，研究者们常常采用物理的、化学的或生物的方法对木材进行功能性改良。无论采用何种方法，其处理工艺和产品性能均与原本木材的生物结构和化学组成相关联。本章重点讲述相关的木材构造学特性和木材的主要化学成分的结构及其性质。

1.1 木材的宏观生物结构^[1-3]

木材的宏观生物结构是指在肉眼或借助 10 倍放大镜所能看到的木材构造特征，主要包括生长轮（年轮）、早材和晚材、边材和心材、管孔、轴向薄壁组织、木射线和胞间道等。

1.1.1 木材的三切面

木材的构造从不同的角度观察表现出不同的特征，通常从 3 个切面观察木材的结构，即木材的横切面、径切面、弦切面。通过三切面，可以全面了解木材的构造。木材的三切面如图 1-1 所示。横切面是与树干纵轴或木纹相垂直的切面，也称端面或横截面。在这个面上可以观察到木材的生长轮、早材和晚材、边材和心材、管孔、木射线、胞间道等构造。径切面是沿着树干的纵轴方向，与木射线平行或与生长轮相垂直的切面。在这个面上可以看到相互平行的生长轮或生长轮界线、边材和心材的颜色、导管或管胞沿纹理方向的排列和木射线等。弦切面是沿着树干的纵轴方向与木射线垂直或与生长轮相平行的切面。在弦切面上，生长轮呈抛物线状或“V”字形花纹。

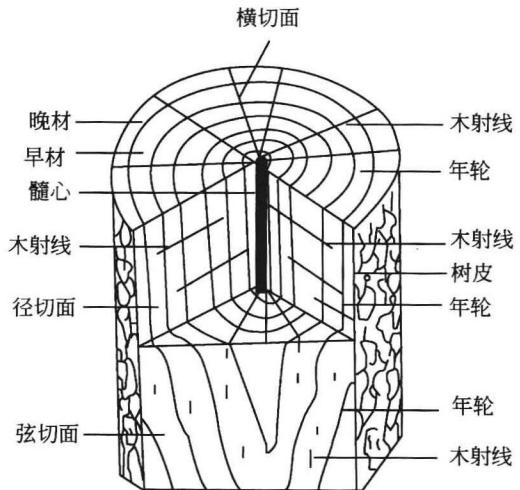


图 1-1 木材的三切面

1.1.2 生长轮、早材和晚材

1.1.2.1 生长轮

形成层在每一个生长周期中向髓心一侧所产生的次生木质部，在横切面上呈现一个围绕髓心的同心圆，称为生长轮。在寒带和温带地区，气候四季变化相一致，树木在一年里只有一个生长季，故生长轮即是年轮。在热带地区，气候在一年内变化很小，树木生长几乎四季不间断，树木生长受雨季和旱季的影响，一年之间可以形成多个生长轮。

寒带、温带树木在生长季节内，由于受气候突变（霜、雹、干旱危害）、生物因素（菌虫危害）和非生物因素（火灾等危害）等的影响，生长停止，一段时期以后，生长又重新开始，在同一生长周期内，形成两个或两个以上的生长轮，这种生长轮称为假年轮或伪年轮。伪年轮的界线不像正常年轮那样明显，往往也不形成完整的圆圈状。杉木、柏木、马尾松木材常出现伪年轮。

1.1.2.2 早材和晚材

树木在一年的生长初期形成的沿年轮靠近髓心的木材，细胞分裂速度快、细胞的体积较大、胞壁较薄，材质比较松软，颜色较浅，称为早材。

沿年轮靠近树皮的部分是在一年的生长后期形成的木材，其细胞分裂速度变慢并逐渐停止，细胞体积小、胞壁厚，材质比较坚硬，颜色较深，称为晚材。

寒带、温带树木由早材、晚材构成了一个年轮，而热带树木由早材、晚材构成了一个生长轮。在一个年轮或生长轮里，由于构成早材、晚材细胞的形体及颜色等的差异，使得早材和晚材间形成了明显或不明显的分界线。将分界线明显的称为早材至晚材为急变，分界线不明显的称为早材至晚材为缓变。通过观察木材的早材、晚材的急变或缓变，可以鉴别一些木材。例如，油松、马尾松、樟子松、柳杉等是早晚材急变的树种，红松、华山松、杉木、白皮松等是早晚材缓变的树种。

1.1.2.3 边材和心材

形成层原始细胞分生的新生木质部细胞，在形成的最初数年内是有生机的。这部分新生木质部称为边材。边材靠近树皮，颜色较浅，在立木时期具有生理功能，即便砍伐后因为含水率高，含有适于菌虫生活的养料，故易招致腐朽和虫蛀。

心材由边材转化而来，已无生理功能。心材靠近髓心，颜色较深，含水率较

低，含有单宁、色素、树脂、芳香油或碳酸钙等沉积物，对菌类有毒害作用，其天然耐久性较边材强。

一株成熟材树干的边材与心材的位置如图 1-2 所示^[2]。

1.1.2.4 木射线

从木材的横切面上看，有多数颜色较浅、从髓心向树皮呈辐射状排列的组织称为木射线。起源于初生组织，后来由形成层再向外延伸的射线，从髓心穿过年轮直达内树皮，称为韧皮射线（髓射线）。起源于形成层的射线，达不到髓心，称次生木射线。在木质部的射线部分称木射线，在韧皮部的射线部分称韧皮射线。

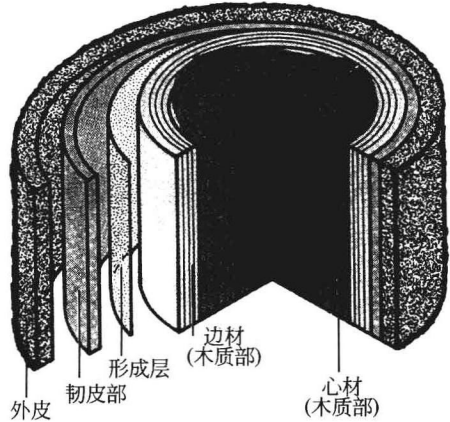


图 1-2 成熟材树干中的边材与心材

同一条木射线在不同的切面上，表现出不同的形状，如图 1-1 所示。在横切面上呈辐射线条状，显示其宽度和长度；在径切面上呈带状，显示其长度和高度；而在弦切面上呈短线或纺锤形状，显示其宽度和高度。

木射线由许多薄壁细胞组成。薄壁细胞力学强度小，在木材干燥时易沿木射线方向开裂而影响木材的利用。

1.1.2.5 管孔

1) 管孔

绝大多数阔叶树材由无数中空的管状细胞组成输导组织，即导管。导管在横切面上宏观下可见或略可见，呈孔穴状，称为管孔。导管在纵切面上呈沟槽状，称为导管线或导管槽。

具有导管的阔叶树材称为有孔材。不具有导管的针叶树材称为无孔材。管孔的有无是区别阔叶树材和针叶树材的重要依据。但阔叶树材中也有不具有导管的树种，如水青树属和昆栏树属的树种；针叶树材中也有具有导管的树种，如麻黄属、百岁兰属、买麻藤属的树种。

2) 管孔的类型

在一个生长轮中，管孔的大小和分布情况因树种而异，大体上可分为散孔材、环孔材和半散孔材（或称半环孔材）3 个类型，如图 1-3 所示。管孔的分布类型在木材的识别上是一个重要的特征。

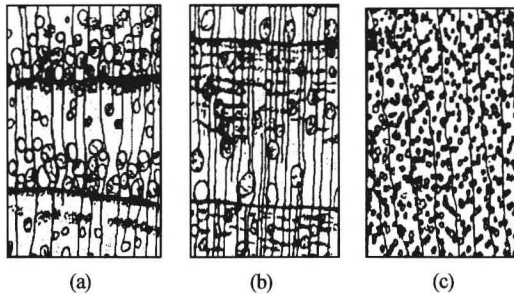


图 1-3 管孔分布类型

(a) 环孔材 (榉木); (b) 半环孔材 (核桃楸); (c) 散孔材 (旱柳)

(1) 环孔材。在一个生长轮内，早材管孔和晚材管孔区别明显，早材硕大，晚材细小，并沿生长轮呈环形排列的树种称为环孔材，如刺楸、刺槐、麻栎、梓木等。

(2) 散孔材。在一个生长轮内，早材管孔和晚材管孔的大小没有明显区别，分布也比较均匀，如桦木、槭木、杨木、椴木等。

(3) 半环孔材（也称半散孔材）。在一个生长轮内，管孔的排列介于环孔材和散孔材之间，早材起始部分管孔明显大于晚材末端。早材管孔到晚材管孔由大到小逐渐变化，界限不明显，如核桃楸、枫杨、香樟、柿树等。

3) 管孔内含物

管孔内含物有侵填体、树胶或无定形沉积物（矿物质或有机沉积物）。

侵填体存在于某些阔叶树材的心材导管中，是一种泡沫状的填充物。侵填体来源于邻近的射线或轴向薄壁组织细胞，通过导管管壁的纹孔腔、局部或全部地将导管堵塞。具有侵填体的木材，因管孔堵塞，降低了气体和液体对木材的渗透性，但增加了木材的天然耐久性。例如，天然耐久性较好的刺槐、山槐、麻栎等均含较丰富的侵填体。侵填体的有无和数量的多少，有助于木材的识别和木材的特殊利用。

树胶和其他沉积物是由不规则的暗褐色点状或块状物填塞在导管内，不像侵填体那样有光泽，如楝科、香椿、蔷薇科等。

1.1.2.6 轴向薄壁组织

轴向薄壁组织的细胞是由形成层纺锤形原始细胞分裂所形成的，细胞腔体大，沿树干纵轴方向成串排列。

针叶树材的轴向薄壁组织不发达或根本没有，仅在少数树种，如杉木、柏木中存在，通常不易辨别。阔叶树材的轴向薄壁组织较多，在横切面上看，颜色

浅，与具有厚壁的颜色较深的木纤维很容易区别，用水湿润后更容易看到。所以，轴向薄壁组织是宏观下识别阔叶树材的主要特征之一。

根据轴向薄壁组织与导管的连生关系，可将轴向薄壁组织分为离管型和傍管型两大类型。

1) 离管型薄壁组织

离管型薄壁组织是指在横切面上，轴向薄壁组织不依附于导管周围，而是独立分布于木质部。根据其分布又可具体细分为以下几种。

(1) 星散-聚合状。轴向薄壁组织在木射线间聚集成短弦线，如大多数壳斗科树种。

(2) 带状。轴向薄壁组织与年轮相平行，组成较宽的带状线，如榕树、红豆树等。

(3) 网状。轴向薄壁组织在木射线间聚集成短弦线，其弦线间的距离与木射线间的距离大致相等，互相交织呈网状分布，如青冈栎属、胭脂木属、柿树等。

(4) 轮界状。轴向薄壁组织沿生长轮分布，单独或形成不同宽度的浅色的细线，如杨属、柳属、木兰、鹅掌楸等。

2) 傍管型薄壁组织

傍管型薄壁组织是指轴向薄壁组织环绕于导管周围与导管相连生，有以下几种分布形式。

(1) 环管束状。轴向薄壁组织围绕在导管周围呈不同宽度的鞘状，如水曲柳、红楠、香樟、白蜡木等。

(2) 翼状。轴向薄壁组织环绕导管并向两侧展开，形似鸟翼状分布，如皂角木、合欢、泡桐等。

(3) 聚翼状。上述的翼状轴向薄壁组织相互连生在一起，如洋槐、梧桐、红豆树等。

(4) 宽带状。轴向薄壁组织在横切面上形成同心线或同心带，而导管包藏于此宽度的薄壁组织中，如黄檀、榕树、铁刀木等。

轴向薄壁组织是树木的储藏组织，它的存在往往是导致木材干燥时容易开裂的重要原因，不过也可以借助它识别木材。

1.1.2.7 胞间道

胞间道是分泌细胞围绕而形成的狭长的细胞间隙。胞间道有轴向胞间道和径向胞间道（在木射线内）两种。有的树种只有一种胞间道，有的树种则两种胞间道都有。按针叶、阔叶树种分，胞间道有树脂道和树胶道两种。

1) 树脂道

部分针叶树材中所具有的储藏树脂的胞间道称为树脂道。针叶树材的轴向树脂道在木材横切面上呈浅色的小点，呈散状分布于年轮中；径向树脂道存在于纺锤状木射线中，非常细小，除松属木材外，其他树种只有用显微镜才能看见。具有正常树脂道的针叶树材，主要有松属、云杉属、落叶松属、黄杉属、银杉属和油松属。前五属树种具有轴向与径向两种树脂道，而后一属树种仅具有轴向树脂道。

2) 树胶道

部分阔叶树材中所具有的储藏树胶的胞间道称为树胶道。阔叶树材，如油楠、青皮、柳桉等具有正常轴向树胶道，多数呈弦向排列，不如树脂道容易判别，易与管孔混淆。

活立木因受伤而形成的胞间道，称为创伤胞间道。针叶树材中可以见到轴向和径向创伤树脂道。轴向创伤树脂道常出现在早材带内，呈弦向排列。例如，冷杉属、铁杉和雪松等树种本无树脂道，但在其受气候因子或损伤后可生成创伤树脂道。阔叶树材通常只有轴向创伤树胶道，在横切面上呈长弦线排列，肉眼容易看见，如枫香、山桃仁、木棉等。

1.2 木材的化学组成^[4-6]

木材由高分子物质和低分子物质组成。构成木材细胞壁的主要物质是三种高聚物——纤维素、半纤维素和木质素，占木材质量的97%~99%，热带木材中的高聚物含量略低，约占90%。在高聚物中以多糖居多，占木材质量的65%~75%。除高分子物质外，木材中还含有少量的低分子物质。木材的化学组成如图1-4所示。

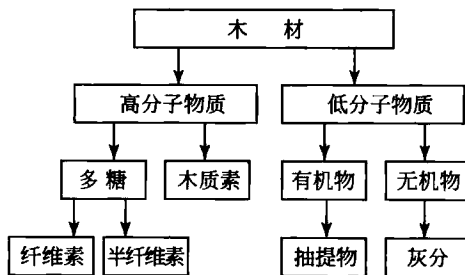


图 1-4 木材的化学组成

1.2.1 高分子物质

纤维素是木材的主要组分，约占木材质量的50%，可以简单地表述为一种