

中等林业学校交流讲义

木材化学



南京林学院木材化学教研组编

林产化学工艺专业用

农业出版社

中等林业学校交流讲义

木 材 化 学

南京林学院木材化学教研组编

林产化学工艺专业用

农 业 出 版 社

中等林业学校交流讲义
木材化学
南京林学院木材化学教研组编

农业出版社出版

北京西总布胡同七号

(北京市书刊出版业营业许可出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷三厂印刷装订

统一书号 15144.247

1961 年 7 月上海制型

开本 787×1092 毫米
三十二分之一

1961 年 7 月初版

字数 78 千字

1961 年 7 月上海第一次印刷

印张 三又八分之三

插页 一

印数 1—2,600 册

定价 (7) 三角二分

前 言

解放以来，在党的正确领导下，随着我国林产化学工业的发展，全国各地中等林业学校先后设立了不少林产化学工艺专业，但是缺少教学用书。为了适应本专业的教学需要，我们在南京林学院党委的领导下，于1959年4月开始了本书的编写工作。

当时，参加本书编写工作的有南京林学院教师廖品玉和在南京林学院进修的教师钟秀珍、袁燮辉、王国璋等同志。初稿编成后曾在浙江丽水林校和江苏南京林校进行了试用。

本书初稿原包括木材构造、木材的化学组成及其物理性质、纤维素、纤维素的酯和醚、多糖、木素、木材水解工艺、木材的热分解、木材的微生物分解和树木浸提物等十章，并附有实验。经讨论后，合并成七章。

参加这次修订工作的有南京林学院教师王佩卿、贺明暉和进修教师陈仁烈、吴维茂、宾逢承等同志。限于我们的学识和经验，缺点和错误在所难免，我们热诚地希望读者提出修改意见。

編 者

1961年5月

緒 論

木材的主要組成爲纖維素、木素和多糖；因材種不同，還分別含有樹脂、鞣質或色素等物質。

木材經亞硫酸鹽、硫酸鹽或鹼液蒸煮，其中的大部分木素和一部分多糖因溶解而分離出去，剩下來的主要是纖維素和一部分多糖。這些方法的具體運用就形成了制漿造紙工業。

木材或鋸屑經水解處理，其中纖維素、多糖解聚形成己糖和戊糖。木材或木材廢料經熱解處理，其中各種組成經過解聚、聚合或分解而形成木炭、醋酸、甲醇和木焦油等產品。木材次要組成經有機溶劑或水提取，可以分別得到樹脂或鞣質。這三種方法的具體應用，就形成了林產化學工業。

木材化學作爲一門獨立學科出現，只有幾十年的歷史。我國解放前，除了一些設備簡陋的造紙廠外，談不上木材化學這門學科。解放後，在黨的正確領導下，隨着社會主義工農業的迅速發展，在林業院校相繼設置了林產化學等工藝專業。

由於材種和生長地區不同，木材化學組成在數量上或性質上都有很大的差別。木材化學首要任務，就在於系統研究木材的各種化學組成在數量上的變化。其次要深入研究各種化學組成本身的結構、物理化學性質以及彼此之間的相互關係，並對木材化學加工方法、原理和合理利用方面進行探討，爲工藝的進一步發展提供可靠的理論根據。

木材的各種化學組成，絕大多數屬於天然高分子有機物，因

此,学习木材化学必须具备一定的有机化学、物理化学及胶体化学的知识。

木材化学是一门实验科学,与生产关系相当密切,但它非常年轻,很多问题还没有得到解决。所以学习这门课程的时候,一方面必须应用各种化学方法进行各项实验,联系生产实践;另一方面必须运用辩证唯物主义观点,全面地进行分析 and 总结,使这门年轻的学科不断地充实和发展。

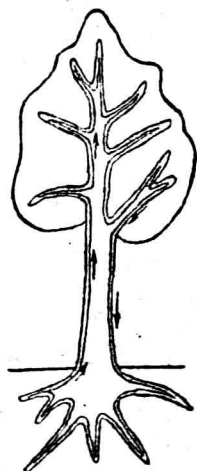
目 录

前言	
绪论	1
第一章 木材的构造	1
第一节 树干的构造	1
第二节 细胞壁的构造	4
第三节 针叶材的构造	6
第四节 阔叶材的构造	10
第二章 木材的化学组成及其物理性质	14
第一节 木材的化学组成	14
第二节 木材的物理性质	17
第三章 纤维素	25
第一节 纤维素的概述	25
第二节 纤维素纤维的结构	26
第三节 纤维素纤维的物理性质	31
第四节 纤维素的化学反应	38
第四章 多糖	53
第一节 多糖概述	53
第二节 多糖的一般性质、分类及半纤维素的分离	55
第三节 多聚戊糖	58
第四节 多聚己糖	62
第五节 多聚糖醛酸化物	65
第五章 木素	68
第一节 木素概论及分离方法	68

第二节 木素的物理性質及分子量	70
第三节 木素的化学反应	71
第四节 工业木素的利用	76
第六章 树木浸提物	79
第一节 松脂	79
第二节 植物鞣質	85
第七章 木材的分解	90
第一节 木材的微生物分解	90
第二节 木材的热分解	94
第三节 木材的水解	98

第一章 木材的构造

每一株树都是由根、树干、树皮和树叶组成的(图 1—1)。叶子和树枝在一起构成了树冠。树木的每一部分执行着不同的生活功能;根能把树木固定在土壤中,从土壤中吸收水分和矿物质养料。树干除了输送水分与养料外,还可贮存养料及支撑树枝、树叶、花和果实的重量。树叶是树木进行光合作用制造有机营养物质的器官,并能行使呼吸作用和蒸发作用。



第一节 树干的构造

树干是树木的最主要部分,占树木总体积 50—90%。

木材工业所需要的木材主要来自树干。而林产化学工业和制浆造纸工业所需要的原料,也多半来于树干。故树干是树木最重要的部分。

树干的主要部分可分为:树皮、形成层、木质部和髓。

图 1—2 是栎木的横断面,在这上面可以看到树皮、木质部、髓和木射线。

树皮 树皮占树干体积的 7—20%,它位于树木形成层之外,

图 1—1 树木构造的略图

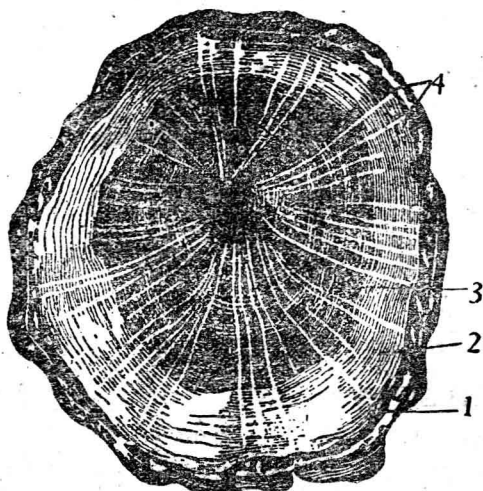


图 1—2 櫟樹樹干的橫切面

1. 树皮； 2. 边材； 3. 心材； 4. 木射线。

可分为外皮和内皮；外皮是由死细胞所构成；而内皮是由活细胞组成。树皮除了输送叶子在进行光合作用时所制成的养料外，又可贮存养料，并且还可以保护树干免于遭受外界不良环境的影响及机械的损伤。

形成层 在树皮与木质部之间有环状薄层，紧靠着树皮的韧皮部。

形成层是由具有分生能力的活细胞构成的。树木的生长就是由于形成层不断的起分生作用，每年向内分生木质部细胞、向外分生韧皮部细胞，这样继续不断的生长，就使树木的树干增粗，形成巨量的木材。

树木的皮部永远少于木质部，其主要原因是形成层每年分生的木质部细胞比在韧皮部的细胞多 6—8 倍，所以木质部比韧皮部增长得快。

木质部 形成层与髓之间就是木质部。它组织致密坚实，为树

干中的贵重部分。生长树木的木质部,除了起机械作用外,还将根部的水分运输送到叶子,并可贮存养料。

不同树种的木质部,都有或深或浅的颜色,有些树种木质部的颜色深浅是均匀一致的,而一般树种靠近树皮部分的颜色浅些,称为边材;而在髓的周围部分颜色却要深一些,称为心材。如在颜色上无区别,仅中心部分木材含水量少于外围部分时,则中心部分的木材称为熟材,但也有例外。

心边材颜色明显者称显心材树种;如马尾松、杉木、柏木、栎类、樟树等。而心边材颜色不明显但含水不同者称隐心材树种;如杨木、桦木。如颜色,含水量都无区别者称边材树种;如云杉、椴木等。

形成层细胞生长速度随季节不同而不同;在春季与夏季生长速度最快,在夏末和秋季形成层的活动减弱。由于形成层这种生长的特点,在树干木质部里便形成了围绕髓的许多同心圆,在我国大部分树木,每一年只形成一个同心圆,因此称为年轮。根据年轮数,可以大概地判断树木生长的年龄。

每个年轮是由内外两部分组成的:靠近中心的内部,是在形成层活动的初期形成的(春季或夏初)。细胞的体积较大,细胞壁较薄,材质松软,色浅,这一部分木材称为早材或春材。而靠近外部的木材是夏末和秋季形成的,体积小,壁厚,材质坚硬,色深,这一部分木材称为晚材或秋材。

树木的年轮,有的较明显,如马尾松、落叶松;有的则不明显,如杨木、桦木等。

髓 位于树干的中央,由薄壁细胞组成,组织疏松,机械强度很低。

髓的功用是贮存养料,以供给树木幼茎生长。

第二节 细胞壁的构造

细胞壁根据它的发生和构造，在细胞壁的横切面上可分三个主要层次，即胞间层、初生壁和次生壁（图 1—3）。

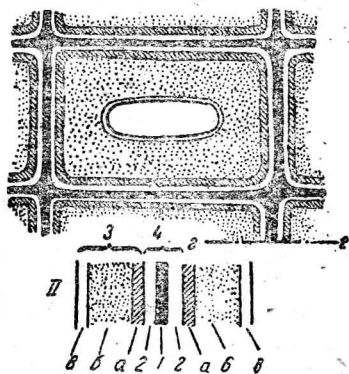


图 1—3 细胞壁在横断面上的构造图

I—细胞横断面 II—两个细胞隔壁的断面（沿 2—2）

1. 细胞间物质； 2. 初生壁； 3. 次生壁； a, 6 及 b—次生壁的外中及内层； 4. 中胶层（根据 B. Ф. 拉士杜尔斯基的研究）。

胞间层是粘结相邻两个细胞的物质，其中主要为木素，纤维素含量极少（但在韧皮纤维中，如麻类、主要由多糖所组成，而木素含量很少）。

初生壁是形成层母细胞分裂为子细胞后最先形成的细胞壁，较薄，主要由木素、部分多糖和纤维素所组成。当木材切片染色后，由于初生壁与胞间层的颜色相同，故又合称为复合胞间层。

次生壁是细胞增厚过程中最后形成的一层，此层较厚，又可分为外、中、内三层。外层是靠近初生壁的一层，很薄，细纤维排列方向几乎与纤维轴垂直，此层含木素较多。中层很厚，成层状结构，细纤维排列方向几乎与纤维轴平行。内层很薄，细纤维排列方向几乎与纤维轴垂直，此层几乎全由纤维素所组成。

在细胞壁增厚的过程中，细胞壁上常留下未曾增厚的部分，这部分称为纹孔；两个相对排列的纹孔，称为纹孔对。通过这些纹孔使二个相邻的细胞腔彼此沟通，空气、水和养料可从一个细胞通到

另一个细胞里去。

细胞纹孔的大小和形状是多种多样的,常见的有单纹孔,具缘纹孔和半具缘纹孔(图 1—4)。

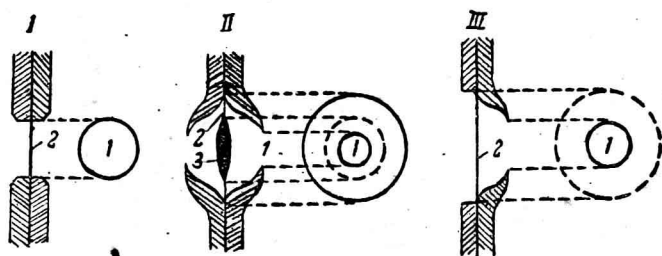


图 1—4 細胞壁中的紋孔型式

- I. 单纹孔: 1. 孔道; 2. 紋孔膜。 II. 具缘纹孔: 1. 紋孔开口; 2. 紋孔膜; 3. 紋孔托。 III. 半具缘纹孔: 1. 紋孔开口; 2. 紋孔膜。

单纹孔的纹孔腔通常为圆柱形的腔道。如在纹孔腔上虚悬有纹孔缘的次生壁,则称为具缘纹孔。在显微镜下从纵切面观察具缘纹孔时,它具有两个同心的小圆圈(图 1—5),小圆圈的內圈是纹孔开口的边缘,外圈则是纹孔膜的边缘。

木材细胞虽然有各种各样的形状和大小,但是根据细胞壁的厚度可分为薄壁细胞和厚壁细胞。

薄壁细胞如图 1—6 所示,形状如砖一样,在长度方面延伸很少,由它们所形成的组织称为薄壁组织。

厚壁细胞形状似纤维如图 1—7,两端尖锐,在细胞壁上具有相当数目的纹孔,由这些细胞所形成的组织

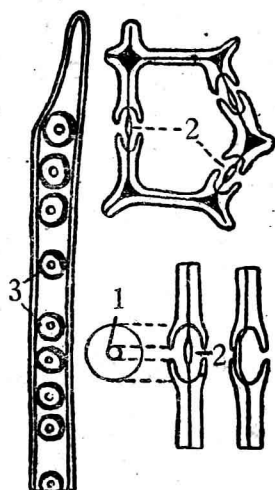


图 1—5 植物細胞的具緣紋孔

1. 紋孔道的內部; 2. 細胞橫切面上的具緣紋孔;
3. 具緣紋孔。

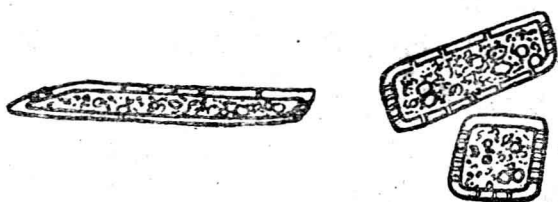


图 1—6 木材的薄壁细胞

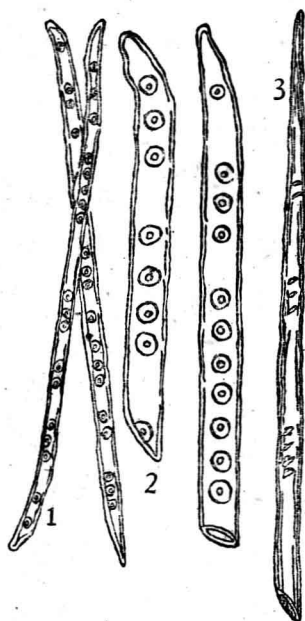


图 1—7 厚壁细胞——针叶材的管胞

1. 二年生的木材管胞；
2. 六年生的木材管胞；
3. 早材管胞。

称为厚壁组织。

第三节 针叶材的构造

针叶树分为松、杉、柏三类。木材构造的特点是简单而有规则。它是由管胞、木射线、薄壁细胞和树脂道所组成。现以松木为例来加以讨论，参阅图 1—8。

管胞 针叶材主要是由管胞所组成，属于厚壁组织，占木材体积 90% 以上。因此它的构造是人们用来辨别木材材性及识别木材的一个极重要的因素。

管胞是具有具缘纹孔的木材细胞。呈细长的纺锤形，两端尖削，细胞壁较厚。

同一树种的管胞是参差不一的，在同一个年轮范围内，早材管胞和晚材管胞之间有明显的区别。如图 1—8、1—9。

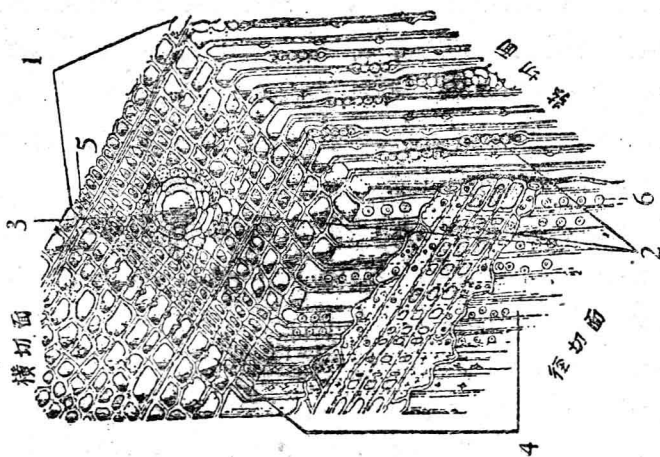


图 1—8 针叶树材的立体图——松木
1. 年輪；2. 木射綫；3. 針葉管胞；4. 早材管胞；
5. 晚材管胞；6. 具綫紋孔。

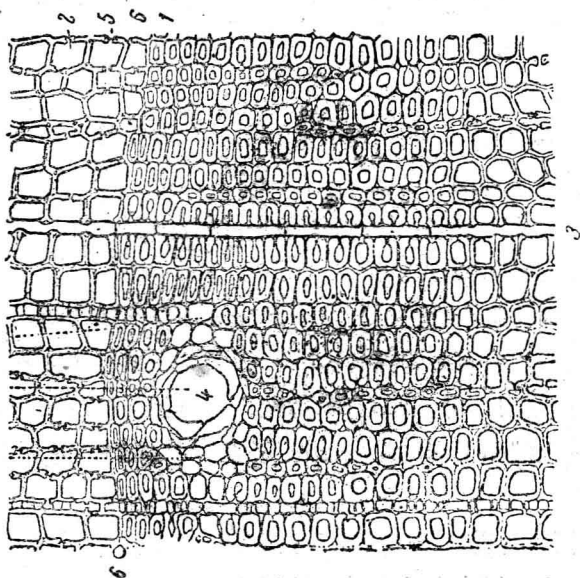


图 1—9 松木横切面微細構造图
1. 晚材管胞；2. 早材管胞；3. 木射綫；
4. 具綫紋孔；5. 具綫紋孔；6. 年輪界綫。

早材管胞是在春季形成的,比夏季或秋季形成的晚材管胞宽。早材管胞具有较大的细胞腔和薄的细胞壁,管胞二端成钝形,并具有较多的纹孔,这些纹孔是典型的具缘纹孔,早材管胞主要起输导水分的功用。

晚材管胞细胞腔较狭窄,而细胞壁较厚,形状趋于扁平,管胞二端成尖削形,在树木中主要起着机械作用。

在横切面上,管胞大部分成四边形,呈辐射状,并且排列很整齐,是针叶材构造的特点。

针叶材的管胞在生长的树木中具有输导与机械的功用。

薄壁细胞 它可分为纵行和横行的两类,纵行的称木薄壁细胞,横行的称木射线薄壁细胞。木薄壁细胞通常是连接在一起的成串链状,其上端和下端的细胞比较尖削,细胞壁上的纹孔是单纹孔。

在针叶材中,薄壁细胞非常少,甚至没有。

薄壁细胞在树木中具有贮存养料的功用。

木射线 在木材中有96%以上的细胞排列方向与树轴相平行,但亦有水平排列的,即与树轴相互垂直,木射线即属此类。借肉眼或扩大镜的帮助下在木材的横切面上可以看到由髓向树皮方向穿过年轮呈辐射状的线条,这些线条称为木射线。所有的树种都有木射线。有些树种的木射线宽一些,用肉眼看得很清楚。

在显微镜下观察时,木射线是由许多细胞组成的,成放射状连续排列,每个单独细胞称为射线细胞,由无数个木射线细胞相互连续聚集,便形成了木射线。

木射线的功用是横向输导水分和养料的。

树脂道 树脂道是细胞间的空隙,其中充满树脂,为某些针叶树种所特有的。如马尾松、油松、黑松、云杉等树种,在肉眼下或扩大镜下观察,树脂道呈显明的浅色小斑点,尤其在晚材部分,最容

易看到。

树脂道有纵生树脂道与横生树脂道。纵生树脂道在晚材中分布较多,早材中较少。横生树脂道存在于纺锤形的木射线中,特别细小,呈辐射状排列。

树木中除有正常树脂道之外,还有创伤的树脂道,它是由于树木受机械损伤,菌类危害,火灾,严寒,旱灾以及气候因素的影响而形成的。春季采割松脂时能形成更多的创伤树脂道。

在显微镜下观察时,树脂道是由薄壁细胞围绕而成的腔道(图1—10)。在围绕树脂道的薄壁细胞中有分泌细胞,死细胞和伴生薄壁细胞。当腔道为松脂充满时,分泌细胞成扁平状(图1—11)。但当腔道无树脂时,分泌细胞就伸入腔道内把腔道闭塞起来。死细胞是沿着腔道外壁分布,起固定分泌细胞的作用。

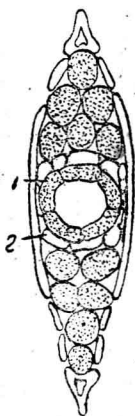


图 1—10 松木横生树脂道

1. 分泌细胞; 2. 死细胞。

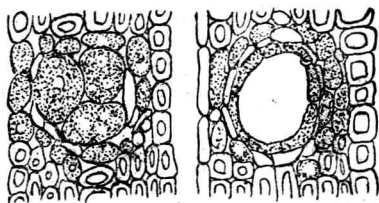


图 1—11 松木纵生树脂道

左图: 没有树脂 右图: 充满树脂

在死细胞的周围分布着活的伴生薄壁细胞,它们具有原生质,并充满着脂肪体和淀粉粒。