

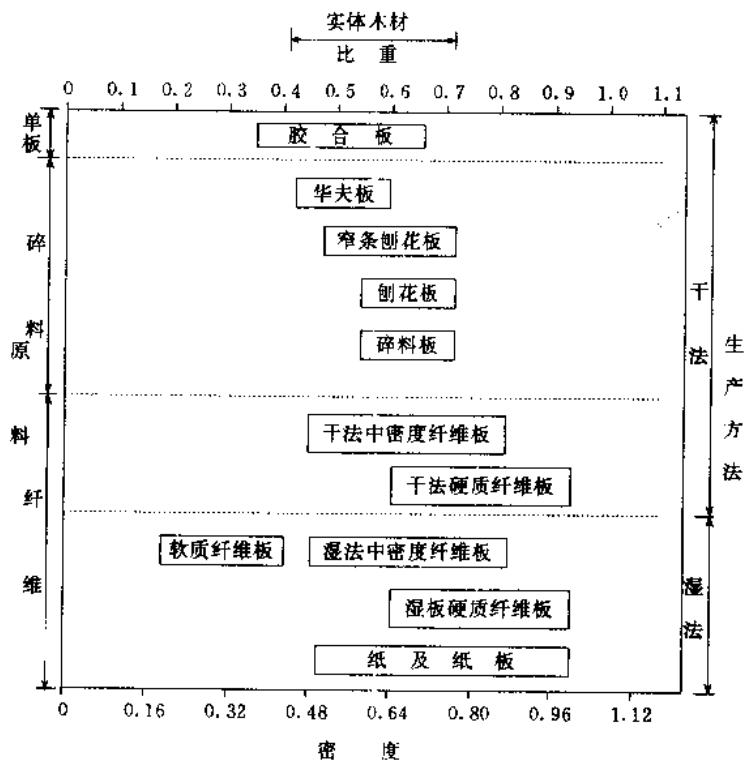
目 录

绪 论	1
第一章 原料及其制备	5
第一节 原料种类及纤维形态	5
第二节 原料的化学成分及主要性质	11
第三节 原料对中密度纤维板的影响	19
第四节 原料的制备	24
第二章 纤维分离	35
第一节 纤维分离的目的、方法及纤维质量	35
第二节 压力蒸煮软化处理	41
第三节 纤维分离	45
第三章 纤维处理	58
第一节 防水处理	58
第二节 纤维施胶	63
第三节 纤维干燥	73
第四节 阻燃处理	88
第五节 纤维的防腐处理	96
第四章 成 型	100
第一节 纤维分级、贮存与计量	100
第二节 成 型	105
第三节 板坯预压与纵横锯裁	120
第五章 热 压	124
第一节 热压工艺	124
第二节 热压设备	138
第三节 后期处理	155
第六章 非木质板的制造	165

第一节	原料特性·····	165
第二节	生产工艺·····	173
第三节	性能与用途·····	182
第七章	湿法制造工艺·····	184
第一节	生产特点与工艺流程·····	184
第二节	生产工艺与产品性能·····	187
第八章	质量分析、管理与控制·····	192
第一节	密度、制造工艺对板性的影响·····	192
第二节	生产过程的质量检验与控制·····	213
第三节	技术指标的测定·····	223
第九章	应用与发展·····	234
第一节	中密度纤维板的应用·····	234
第二节	国内外标准及发展动向·····	244
主要参考文献		

绪论

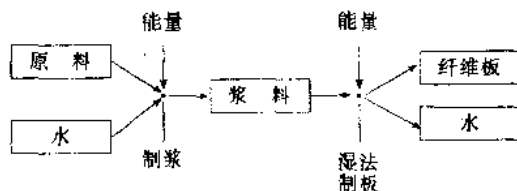
纤维板是以植物纤维为主要原料，经过纤维分离、成型、干燥或热压等工序制成的一类板材。它是人造板大家族中的一员。



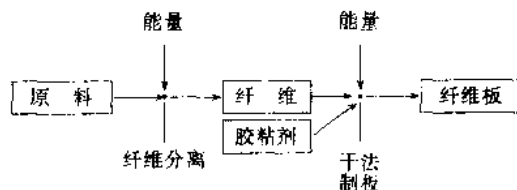
早期的纤维板生产都采用湿法,基本上沿用造纸技术。干法纤维板发展较晚,除备料部分外,基本上是从刨花板生产演变过来的,与刨花板生产技术较雷同。

纤维板可按密度分类:密度小于 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$ 的为软质纤维板,现仅采用湿法工艺;密度大于 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 的称为硬质纤维板,可采用湿法或干法生产;密度在 $0.50\sim 0.88\text{g}/\text{cm}^3$ 范围间的称为中密度纤维板(MDF—Medium Density Fiberboard),可湿法、亦可干法生产。

湿法纤维板制造的工艺流程为:



干法纤维板制造的工艺流程为:



上述两者都是将原料分离成纤维,然后通过加工、组合,再固结成板材,都需要消耗能量。在湿法工艺中,大量的水用于浆料输送和纤维的铺装成型,并促使形成自然结合,促进胶状木质成分的活化和氢键的形成,这就是湿法可少用或不用胶粘剂及其他增强剂的原因。但湿法工艺废水的回用与处理,也是一个重要而又难以解决的问题。

干法制造纤维板是以空气作为纤维输送与板坯铺装成型的主要介质,成型后板还含水率仅为 $8\%\sim 10\%$ 。在此含水率下,仅靠短时间的升温、热压,难以使纤维间达到较牢固的结合,故需借助于胶粘剂的胶合作用,中密度纤维板更是如此。干法生产以空气为载体,用水量极少,基本上不存在废水污染问题;但干法需用胶粘剂,这类合成胶料的挥发物以及纤维气流干燥、气流成型时逸出的细小纤维,会对环境造成空气污染。其次,干法成型还存在着板的密度和厚度公差不易控制、防火要

求高等问题。目前,干法中密度纤维板的生产技术,已基本上克服了这些问题,所以该板种虽问世时间不长,却在世界范围内得到了极其迅猛的发展。

国家标准(GB 11718-89)中规定:以木质纤维或其他植物纤维为原料,施加脲醛树脂或其他适用的胶粘剂,制成密度在 $0.50\sim 0.88\text{ g/cm}^3$ 范围的板材称为中密度纤维板。根据其公称密度分为80、70、60三种类型。按产品技术指标则分为特级、一级、二级三个等级。

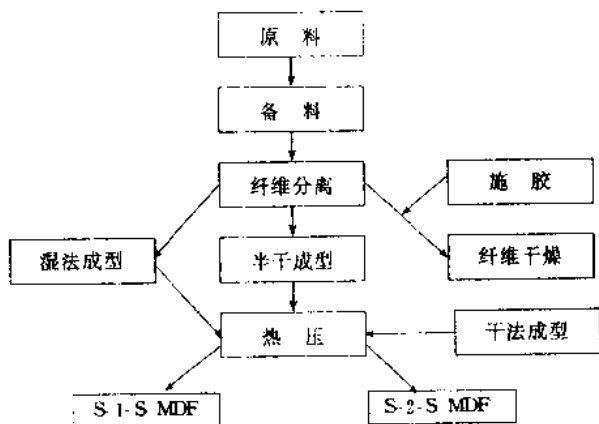
中密度纤维板的板性因原料种类、制造工艺等不同而差异很大。在国家标准中,规定的力学性能指标有:静曲强度、平面抗拉强度、弹性模量、正面和侧面握钉力;物理性能指标有:密度、含水率、吸水厚度膨胀率,以及板的甲醛释放量等。

中密度纤维板有如下特点:①内部结构均匀、密度适中,尺寸稳定性好,变形小,物理力学性能中,如抗弯强度、冲击强度、内部结合力等均大于刨花板;②表面平整光滑,可粘贴刨切薄木或薄页纸,甚至直接油漆印刷装饰,因而可作家具面板使用;③干法中密度纤维板幅面大,板厚可在 $2.5\sim 60\text{ mm}$ 范围内变化;④机械加工性能好,锯裁、钻孔、开榫、铣槽、砂光等加工性能类似木材;⑤容易雕刻及铣成各种型面、形状的承重部件,如椅腿、桌腿等。加工成的异形边,可不封边而直接油漆等涂饰处理;还可在生产过程中加入防水剂、防火剂、防腐剂等化学药剂,生产特种用途的MDF。

由于中密度纤维板具有较好的物理力学性能,加上板的厚度变化范围大,因此广泛用于家具制造业和建筑业,是防震结构的优质材料。MDF是均质多孔材料,其声学性能也很好,所以用作音箱、电视机外壳、乐器等也非常适合,此外,还可用于船舶、车辆等代替天然板材使用,具有成本低廉,加工简单,利用率高,比天然木材更为经济的特点。

中密度纤维板主要采用干法生产工艺,具体工艺流程应根据原料、制品质量要求、设备条件等来制订。现在的生产设备已有很大进展,在设备中配备了电子控制系统,可以节约胶粘剂和能耗,安全生产保证质量。

一般的中密度纤维板生产都由下列工序组成:备料、纤维分离、施胶、干燥、铺装成型、预压、热压、冷却、锯裁、砂光以及产品分级入库等。



原料及其制备

凡是具有一定纤维素含量的植物都可作为中密度纤维板生产的原料,因此原料来源丰富。原料的质量主要取决于它的纤维形态、主要化学组成的分子结构及聚集态结构和性质。本章的目的除对原料的性质和质量作叙述外,还对中密度纤维板原料制备的加工工艺和流程选择进行介绍。原料及其制备质量同样是决定产品质量的主要因素之一。

第一节 原料种类及纤维形态

一、原料的种类

中密度纤维板生产所用原料的纤维植物,其纤维素含量一般要求在30%以上。植物纤维原料种类很多,大体可分为木质纤维原料和非木质纤维原料两大类。

(一) 木质纤维

纤维板生产主要使用的是木质纤维原料。它包括采伐剩余物(如:小径材、枝桠、薪炭材)、造材剩余物(截头)、加工剩余物(边皮、木芯、碎单板及其他下脚料),以及回收的废旧木材等。也可直接以林区或木材加工企业生产的木片为生产原料。

用作生产的树种很多,北方多为红松、落叶松、云杉、桦木、椴木、水曲柳、杨木、榆木等;南方多为马尾松、杉木、枫香等,以及各种野生的灌木条、藤类等。

(二) 非木质纤维

为了保护生态环境,保护森林资源,国家严格限制森林采伐量,作

为中密度纤维板主要原料的木质纤维原料的供应日渐紧缺,因此,非木质纤维原料就占有越来越重要的地位。禾本科植物中的棉秆、甘蔗渣、竹、芦苇等都已得到应用。此外,对草类原料、韧皮纤维以及种毛纤维等也已日渐引起人们的重视。同时,将废弃物、再生资源回收利用,也能获得很好的经济效益。

二、原料的主要细胞含量及纤维形态

(一) 纤维及纤维形态

任何植物都是由无数的细胞所组成的。这些细胞在生长过程中,由于其在植物体内的位置、机能和生理作用的不同,它们的形状和结构也不相同,通常分为厚壁细胞和薄壁细胞。

厚壁细胞:在植物体内起增进机械强度的功用,使植物体具有一定的抗张强度、挠曲强度和耐压强度。这些细胞如针叶材的管胞、阔叶材的木纤维和导管细胞、禾本科植物的纤维细胞。这些细胞细而长、胞壁厚而内腔狭窄、两端较小,通称为纤维细胞(简称纤维)。纤维是中密度纤维板最主要和最有用的组成部分。

植物中除纤维以外的所有其他细胞,通称为非纤维细胞。例如,木材中的导管、木射线、薄壁细胞,草类中的表皮细胞、石细胞和筛管等,称为“杂细胞”。

非纤维细胞因壁薄,在纤维分离时容易破碎形成碎片,或因形状短小,在干法加工过程中变为细小粉尘,使成型速度减慢,成品质量降低,所以,非纤维细胞含量是衡量原料质量优劣的重要标准之一。

纤维形态主要指纤维细胞的长度、宽度、长宽比、壁厚和各种细胞本身的形态特征等。

(二) 木材的主要细胞含量及纤维形态

1. 主要细胞含量 针、阔叶材各类细胞含量是不相同的。针叶材中不同树种间各类细胞组成变化不大,管胞占整个木材体积的90%~95%。阔叶材中不同树种间各主要组织变化很大,如纤维含量高的达80%以上,低的仅为16%。因此,在使用阔叶材为原料时,必须注意不同树种其纤维含量的高低。针、阔叶材主要细胞含量分别见表1—1、2。

表 1-1 针叶材主要细胞含量 (容积)

树 种	管 胞 (%)	射线细胞 (%)	薄壁细胞 (%)	泌脂细胞 (%)
云 杉	93~95	5~7		0.2~0.3
冷 杉	91~94	6~10		
松	91~95	5~8		0.5~1.0
五叶松	94	4~5		0.7
黄 杉	93	7	痕	0.2

表 1-2 阔叶材的组织含量 (容积)

树 种	组织含量 (%)			树 种	组织含量 (%)		
	纤 维	导 管	薄壁组织		纤 维	导 管	薄壁组织
疣皮桦	86.1	9.3	4.6	刺 桐	16	4	80
甜 桦	63.8	21.4	12.8	美洲枫香	26.3	54.9	18.8
重阳木	49	25	26	美 楸	36.1	55.6	8.3
白 桉	68	18	14	毛白杨	55	35	10
赤 桉	58	17	25	小叶杨	54	36	10

2. 纤维形态 常用木质原料的纤维形态见表 1-3。可以明显看出,针叶材管胞和阔叶材木纤维相比,其长度大,长宽比大,细胞壁厚。各种种细胞的纤维形态差异很大,且随树龄、立地条件和在树木内所处的部位不同而变化。同一树种中,早材纤维比晚材纤维的长度小,长宽比小,细胞壁薄。此外,同一植株的纤维长度,由树基向上逐渐增长,到树梢开始减短,枝部更短。在不同的生长轮内也有变异,由髓心向外,纤维长度逐渐增长,到成熟期以后趋于稳定。针叶树的成熟期长达 60 年以上,阔叶树成熟较早,如杨木在 10 年后即可达到最大纤维长度。

3. 纤维形态的均一性 在考虑纤维长宽度时,只考虑平均值是不全面的。同一原料中纤维各种长宽度的频率和分布是纤维板生产中确定原料搭配方案时应该考虑的内容之一。

(三) 禾本科茎秆纤维原料的主要组织含量及纤维形态

1. 主要细胞含量 禾本科植物包括草类和竹类,它们的茎一般有明显的节和节间,节间有实心的,如甘蔗、棉秆等;也有空心的,如竹、芦苇、芦竹等。

表 1-3 主要用材树种的纤维形态

树 种	平均长度(L) (mm)	平均直径(D) (mm)	平均壁厚(W) (μm)	长宽比 (L/D)	壁腔比 (ZW/d) ^①
臭冷杉	早材 2.70	48.6	4.3	55.4	0.21
	晚材 3.14	31.6	7.5	99.7	0.90
杉 木	早材 2.25~3.13	28.6~44.8	2.7	69.8~78.6	
	晚材 2.46~3.73	25.6~37.5	5.1		
水 松	早材 2.45~3.98	29.4~46.2	2.2	83.3~86.1	
	晚材 3.91~4.28	30.2~41.9	6.9	101.4~129.4	
长白山	早材 3.4	56.0	4.0	60.7	0.16
落叶松	晚材 4.13	38.0	12.5	106.0	1.92
红 松	早材 2.96	53.8	6.2	56.7	0.30
	晚材 3.13	38.6	9.5	81.2	0.96
鱼鳞云杉	早材 3.04	44.8	5.1	67.8	0.29
	晚材 3.65	33.7	7.6	108.3	0.82
白 桦	1.27	22.3	4.3	56.7	0.62
大叶桉	0.63~0.79	15.0~22.0		35.9~42.0	
水曲柳	早材 0.47	22.5	2.6	20.9	0.30
	晚材 1.23	18.1	3.7	67.7	0.69
枫 香	1.52~2.29	17.0~25.0		89.4~91.6	
小叶杨	1.25	24.4	3.35	52.1	0.54
毛白杨	1.18	21.0	2.42	56.2	0.37
大白杨	1.06	21.5	3.7	49.3	0.52
花 楸	1.19	18.7	5.3	63.8	1.30
紫 椴	1.34	30.0	4.1	44.7	0.39
白皮榆	早材 0.56	19.5	3.0	28.7	1.11
	晚材 1.15	14.4	3.2	80.0	0.56

① d 为胞腔直径, $d = D - 2W$ 。

禾本科植物作为纤维原料,主要是它们的茎秆。其茎秆的横切面上有 3 种组织:表皮组织、基本薄壁组织和维管组织。表皮组织含有长、短两种细胞,短细胞又有栓皮、硅质两种。基本薄壁组织所占比例较大,由薄壁细胞组成,在细胞间有明显的胞间隙。维管组织分布于基本薄壁组织之中,由纤维细胞和导管构成。根据维管束排列方式,成圈排列,多为空心;成星型分布,多为实心。表 1-4 给出了若干禾本科植物原

料的纤维细胞和非纤维细胞的含量。

表 1-4 禾本科植物的细胞含量 (%)

原料 \ 细胞含量	纤维细胞	薄壁细胞	导管	表皮细胞	杂细胞
慈竹	83.8	—	1.6	—	14.6
西凤竹	68.9	—	5.6	—	25.5
毛竹	68.8	—	7.5	—	23.7
黄竹	65.1	—	1.5	—	33.4
棉秆	71.3	21.8	6.9	—	—
甘蔗渣	64.3	29.2	5.3	1.2	—
芦竹	38.5	58.4	2.0	—	1.1
芦苇	64.5	26.2	6.9	2.2	—

由表 1-4 可见,禾本科植物非纤维细胞比木材高得多,竹类接近 20%~30%,其他草类更高。

2. 纤维形态特征 若干种禾本科植物原料的纤维形态特征列于表 1-5。由表可见,除竹类、甘蔗渣的纤维比较细长外,其他植物纤维都比较细而短,其平均长度在 1.0~1.5 mm 之间,平均宽度在 10~20 μ m 之间。

表 1-5 禾本科植物原料的纤维形态特征

原料 \ 指标	平均长度 (mm)	平均宽度 (μ m)	长宽比	壁厚 (μ m)	壁腔比
慈竹	1.99	15.0	133	—	—
棉秆芯	0.83	27.7	30	2.7	0.28
棉秆皮	2.26	20.6	113	5.8	2.70
毛竹	2.00	16.2	123	6.6	4.55
甘蔗渣	1.73	22.5	77	2.26	0.36
芦苇	1.12	9.7	115	3.0	1.77
芦竹	1.26	14.6	88	—	—

三、纤维形态对板主要性能的影响

(一) 强度

在加工过程中,原料经切削、分离,纤维会被切断、撕裂和压溃,但绝大部分热磨纤维仍保留了原来的形态。因此,原料与板坯中的纤维形态虽概念不同,但关系密切。

板制品的强度决定于单体纤维本身的强度和纤维之间的结合强度。单体纤维本身强度,对中密度纤维板的强度有较明显的影响。

板内单个纤维的强度取决于原料中的纤维细胞强度和它在生产过程中所受的破坏程度。植物细胞的强度,除与纤维素的聚合度和结晶度有关外,与它本身的微观形态有直接联系。细胞壁的厚度、壁腔比越大,强度越高。此外,细胞壁次生壁中层(S_2)内微纤维与纤维轴之间的绕角越小,纤维的拉伸强度越高。

纤维间的结合强度取决于其的交织性能和结合时的工艺条件。纤维形态和纤维交织性能之间的关系有以下几方面:第一,长度大、长宽比大的纤维具有较好的结合性能;第二,细胞壁较薄、壁腔比较小的纤维在纤维分离和热压过程中容易压扁,成为带状,柔软性较好,具有较大的接触面积;第三,长短、粗细纤维的合理搭配可以填补纤维之间的空隙,增大接触面,提高产品密度和结合强度。

据上分析,纤维形态对产品强度的影响很大,但关系也比较复杂。为保留纤维本身强度所需要的条件往往与为提高纤维之间的结合强度所需要的条件相互矛盾,故不可过于单独强调某一方面。由于针叶材管胞含量非常高,纤维的固有强度高,长度大,长宽比大,故一般认为,针叶材优于阔叶材。此外,少量的杂细胞对提高产品密度和增加纤维之间的接触面积也有一定作用。

(二) 耐水性和膨胀干缩率

原料中各种纤维的结构形态对纤维板的吸湿和吸水能力有一定影响。细胞内的毛细管(细胞腔)和微毛细管(细胞壁内微纤维之间的空隙)不仅是水分转移的渠道,且是水分的贮存机构。各种毛细管尺寸的大小和数量,以及细胞壁上纹孔的构造,都影响着纤维对水的吸着能力。

次生壁 S_2 层是整个细胞的主要组成部分,这一层的微纤维与纤维轴之间的夹角很小。当纤维在吸湿或吸水之后,横向(包括径向和弦向)膨胀率很大,轴向非常小。由于在板内纤维的轴向与板面平行,而且在长宽两个方向的排列基本均匀。所以,中密度纤维板的厚度膨胀率比长度方向大得多,而长宽方向的膨胀率相差不大。板的密度越大,在同一厚度内所排列的纤维数目越多,厚度膨胀率越大。

各种细胞壁内 S_2 层的微纤维绕角因树种、立地条件及细胞在植物内的部位不同而各有差异。此外,各种细胞壁内 S_2 层的厚度也不相同。所以,原料不同,产品的湿胀干缩率也明显不同。

第二节 原料的化学成分及主要性质

一、纤维细胞壁的结构和化学组成的分布

(一) 结构

全面了解植物纤维,包括微观构造,不仅对材种的鉴别具有极重要的意义,而且对了解其物理力学性质,制定正确加工处理工艺有密切关系。

木材实体由无数细胞以各种不同方式,通过胞间层连结在一起(图1-1)而形成。图内细线表示微纤丝,微纤丝在各层内缠绕的松紧程度不相同,方向也不一样,各层内的化学成分比例差别很大(图1-2)。

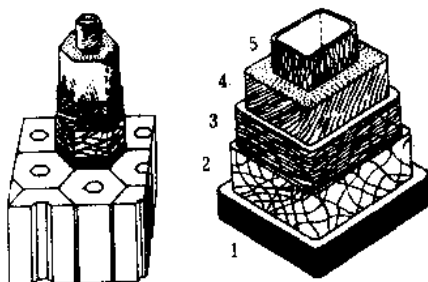


图1-1 纤维细胞壁的结构组成

1. 胞间层 (M) 2. 初生壁 (P)

3. 次生壁外层 (S_1) 4. 次生壁中层 (S_2) 5. 次生壁内层 (S_3)

(二) 化学成分分布

细胞壁主要由3类物质组成:一类是以纤维素的微纤丝状态存在的骨架物质;第二类为半纤维素和其他碳水化合物合成的基体物质;另一类是细胞分化木质化阶段产生的木质素与基体物质之间形成的结壳物质。其中胞间层(M)厚约 $0.1\mu\text{m}$,几乎全部为结壳物质,木素占70%~75%,其余主要为半纤维素,该层在纤维板制造中起着重要作用。

初生壁(P)层厚约 $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$,微纤丝在该层呈疏松的网状,微纤丝之间充填大量结壳物质,因此该层很难与胞间层分开,所以又称复合胞间层。复合胞间层中木素大约占70%左右。

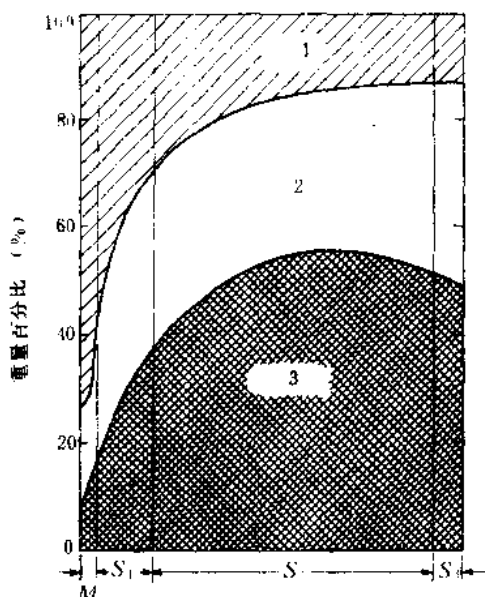


图 1—2 细胞壁组成

1. 木质素 2. 半纤维素 3. 纤维素

次生壁(S)可分为外层(S_1)、中层(S_2)及内层(S_3)，整个次生壁厚度可达 $20\mu\text{m}$ 。

S_1 层体积小。 S_2 层最厚，为细胞壁的主体，由多层微纤丝构成，它的化学成分主要是纤维素，占 50% 以上；其木素含量针叶材大于阔叶材，半纤维素含量则阔叶材多于针叶材。 S_3 层体积较小，主要成分为纤维素，针叶材中还有少量木素；而阔叶材中则有少量半纤维素。

(三) 各种原料的化学成分

木材(不包括树皮)与禾本科植物茎秆的主要化学成分为纤维素、半纤维素及木素，还有许多次要成分(指含量而言)，如树脂、脂肪、蜡、单宁、果胶质、蛋白质、淀粉等。上述次要成分在不同的植物中成分相差很大。即使同一品种，因立地条件、树龄及采伐季节的关系，组分也各不一样。此外，同一植株中的不同部位也有差异。几种主要木材、竹材及非木质类原料的化学成分见表 1-6、7。

表 1—6 几种木材的主要化学组成

树 种	灰 分 (%)	冷 水 抽出物 (%)	热 水 抽出物 (%)	1%NaOH 抽出物 (%)	α -纤 维素 (%)	木 素 (%)	聚戊糖 (%)
长白落叶松	0.28	10.14	11.48	20.98	39.97	26.21	11.96
鱼鳞云杉	0.29	1.69	2.47	12.37	42.48	28.58	10.28
红 松	0.30	4.64	6.53	19.50	37.68	25.56	9.08
马尾松	0.18	1.61	2.90	10.32	43.45	26.84	10.09
杉 木	0.26	1.19	2.66	11.09	44.04	33.51	8.54
白 桦	0.33	1.80	2.11	16.48	41.82	20.37	30.37
大叶桉	0.56	4.09	6.13	20.94	40.33	30.68	20.65
水曲柳	0.72	2.75	3.52	19.98	46.20	21.57	26.81
紫 椴	0.44	3.12	3.69	24.47	41.84	17.81	23.52
毛白杨	0.49	3.96	4.44	18.88	44.55	23.03	24.61

表 1—7 几种禾本科植物的化学组成

树 种	灰分 (%)	冷 水 抽出物 (%)	热 水 抽出物 (%)	1%NaOH 抽出物 (%)	木 素 (%)	聚戊糖 (%)	纤维素 (%)
毛 竹	1.4	5.50	7.05	25.30	25.15	32.40	42.24
慈 竹	1.20	2.42	6.78	31.24	31.28	25.41	44.35
芦 竹	4.11	13.10	15.42	38.83	21.68	21.35	39.33
芦 苇	3.68	3.33	5.04	37.80	19.58	22.15	50.97
甘蔗渣	1.20	7.63	15.88	26.26	20.38	20.03	42.16
棉 秆	3.20	8.12	25.65	46.22	23.15	20.76	41.26

从表中可以看出：针叶材的木素含量高于阔叶材，而阔叶材中聚戊糖含量高于针叶材，针叶材和阔叶材中纤维素含量无显著区别。竹材的主要化学成分与木材区别不大；草类的主要化学成分与阔叶材比较近似，但纤维素含量较低，热水抽出物和 1%NaOH 抽出物含量却很高；棉秆的化学组分接近甘蔗渣，1%NaOH 抽出物的含量很高。

(四) 树干与树枝的化学组分

在同一植株中,树干与树枝的化学组分差异很大,主要表现在两方面:树干的纤维素含量高于树枝;树枝的热水抽出物含量高于树干。例如,云杉树干中纤维素含量为 58.8%,树枝为 44.8%;树干中热水抽出物含量为 1.7%,树枝为 6.6%。又如,青杨树干中纤维素含量为 52.2%,树枝为 43.9%;树干中热水抽出物含量为 2.6%,树枝为 4.9%。

以枝桠材为原料时,对上述差异应予以注意,它不仅影响纤维得率,而且影响产品质量。

(五) 树皮化学的组分

树皮的组成主要有水和溶剂抽出物、栓皮、木素和酚酸、纤维素和半纤维素。与木材相比,树皮中的热水抽出物含量高,而纤维素及半纤维素的含量较少。在若干树种的树皮内,含有大量鞣质(溶于热水)及木栓质(一种脂肪物质),而在木质部中几乎不含这类物质。树皮的木素含量变化较大,针叶材为 15%~50%;阔叶材为 25%~40%。

二、纤维素的结构与性质

(一) 结构

1. 化学结构 纤维素是不溶于水的简单聚糖,是由大量的 D-葡萄糖基彼此通过 1、4 碳原子用 β 甙键连接而成的直链巨分子化合物,具有特殊的 X 射线图。纤维素的分子式可用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示,式中 $C_6H_{10}O_5$ 为葡萄糖基, n 为聚合度。天然状况下的棉、麻及木纤维素, n 近于 10000。纤维素分子链的结构式如图 1-3。

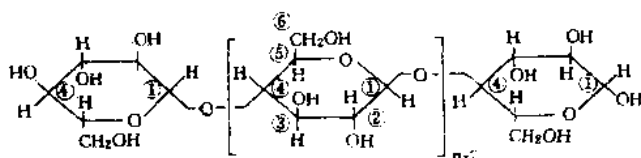


图 1-3 纤维素的结构式

2. 物理结构 植物细胞壁的骨架由微纤维丝以各种不同的角度缠绕而成,微纤维丝又由许多各种不同长度的纤维素巨分子链所组成。关于微纤维丝的具体结构和尺寸尚有不同说法,根据比较公认的两相结构理论认为,微纤维丝内的纤维素巨分子链不是混乱地纠缠在一块,而是程度不同地、有规则地排列起来的,排列严密的区段显晶体特征,叫结晶区;

排列程度较差的区段叫无定型区(图1-4)。有人测得构成针叶材最基本的微纤丝直径约为35Å,微纤丝中的结晶部分约占整个体积的70%。

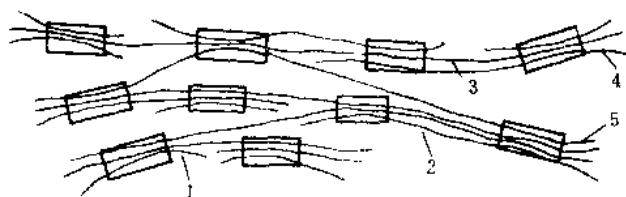


图1-4 纤维素大分子结晶区和非结晶区示意图

1、4. 短链分子 2. 无定型区 3. 长链分子 5. 结晶区

纤维素巨分子链相互之所以能有秩序地排列,是因为其上自由羟基之间的距离在2.5~3Å时,可以形成氢键。分子链间氢键的存在对纤维素的吸湿性、溶解度、反应能力等都有很大的影响。利用氢键理论同样可以解释板内纤维相互之间的结合力和其他一系列工艺现象。

(二) 性质

1. 物理性质 纤维素为白色、无臭、无味、各向异性的高分子物质,比重在1.52~1.56左右,比热在0.32~0.33左右。

根据分子链主价键能计算出来的纤维素的拉伸强度高达 80×10^2 MPa,但天然纤维素中强度最高的亚麻,其实际拉伸强度才 11×10^2 MPa。这是因为纤维素的破坏是由分子链相互滑动所引起的,所以,其强度主要取决于分子链之间的结合力,结晶度越高,定向越好,纤维素的强度越大。此外,分子链的聚合度在700以下时,随着聚合度的增加,强度显著提高,聚合度在200以下时,纤维素几乎丧失强度。

2. 吸湿性 从物理结构可以知道,纤维素的无定型区是疏松的,有游离羟基存在,羟基具有极性,水分子也有极性,它们能相互吸引形成氢键。因此,纤维素的无定型区具有吸湿性,结晶区则没有。吸水的多少与空气中水蒸汽的含量有关,含量越高,纤维素的无定型区吸水越多。纤维素吸水后会产生膨胀,无定型区原有的少量纤维素与纤维素之间的氢键就会破裂,产生新的游离羟基,与水分子形成新的氢键,而且还能形成多层吸附,这些吸附的水叫做结合水。当吸附水达到饱和以后,水就不能再与纤维素产生结合力,这些水称为游离水。纤维素无定型区占的百分率越大,则结合水越多,吸湿性大,影响制品的物理力学