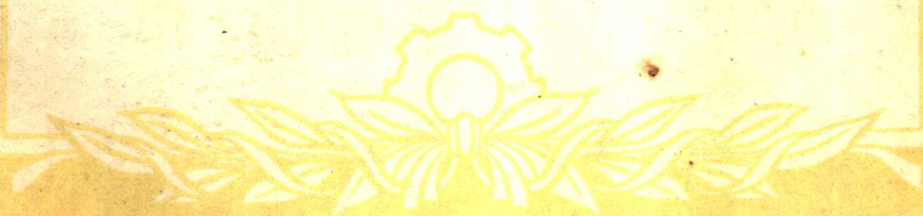


中等专业学校交流讲义

木材工艺学

洛阳农业机械学院編



中国工业出版社

中等专业学校交流讲义



木材工艺学

洛陽農業機械學院中等專業部金屬工藝學教研組編

(农业机械制造专业适用)

中国工业出版社

0

本书叙述了木材的构造和种类，木材的特性，木材干燥方法，木材加工特点和加工工艺与设备，木结构的连接方法和连接型式，农业机械木制零件部件的制造、装配工艺，木制零件的涂漆，还简单的叙述了竹材的性质。

本书可作为中等专业学校农业机械制造专业的教材。其他有关学校以及现场职工也可作为学习参考之用。

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

化工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经

*

开本787×1092 1/16·印张21/16·字数131,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印

印数0001—2,037·定价(9-4)0.58元

统一书号：15165·948(农机—22)

前 言

“木材工艺学”是中等专业学校农业机械制造专业的基础技术课程之一。在农业机械制造专业的教学计划中，它与“金属工艺学”合并为“金属与木材工艺学”。

本书的编写工作是通过两年的教学实践，在教学革命的基础上进行的。教材内容主要按照洛阳农业机械学院中专部所修订的“木材工艺学”教学大纲（农业机械制造专业适用）初稿进行编写的。

本书的内容，基本上按照专业要求进行选材的。书中着重分析了木材性能与木材构造的关系、木材加工的特点以及木材结合形式。在选材方面也尽力结合各中小型厂的实际情况。教材中注意贯彻了设计与工艺并重侧重于设计的原则，因此在内容上加重了木材性质、木材加工、木材连接三个部分。对于本课程前已经学过的或在本课程后将要学的一些有关知识在本教材中不再重复。

本书还存在以下几个主要问题：

1. 本书的选材上有一定的局限性，不一定适合全国各地的具体情况，需在今后的教学中，加强调查研究，在内容上加以补充。

2. 技术资料搜集不够全面，结合农机制造的具体情况还不够。

3. 在思想性、科学系统性方面也还存在一定的问题。

4. 本书文字尚欠精练，技术名词与其他教材也有不尽统一之处。

上述的主要缺点和问题，有待进一步地克服和解决。

本书初稿完成后，经北京林学院森林工业系木材机械加工教研组、洛阳林业专科学校森林工业教研室、本院农业机械教研组、北京光华木材厂技术室、第一拖拉机制造厂木工车间技术组及北京农业机械厂设计科等单位的同志参加审定，提出了很多宝贵意见。

编写过程中，本院金属工艺学师资培训班的同学们对画图 and 抄写工作也给了不少帮助。

在这里谨向以上同志致以谢意。

由于编写人员的思想水平、业务水平所限，同时由于时间仓促，因此书中一定会有很多遗漏甚至错误的地方。希望从事本课程教学的同志们和读者，及时给予指正，以便再版时修改补充。

有关本书的批评、修改意见，请寄河南洛阳市洛阳农业机械学院中专部金属工艺学教研组。

编者 1961年6月

目 录

前言	3
第一章 木材的构造及其性质	5
§1. 木材的构造	5
§2. 木材的物理性质及其与木材构造的关系	7
§3. 木材的机械性质及其与木材构造的关系	11
§4. 木材的缺陷	15
§5. 农业机械中常用的树种	22
§6. 成材的锯制、名称和尺寸	24
第二章 木材的干燥	27
§1. 木材干燥的意义和目的	27
§2. 木材干燥时水分的移动	28
§3. 木材的干燥方法	28
§4. 木材的保存与管理	33
第三章 木材的切削加工	34
§1. 木材切削加工的概念	34
§2. 锯解	40
§3. 刨削	49
§4. 铣削	58
§5. 钻削	59
§6. 车削	63
§7. 磨削	64
§8. 开榫机及其工作	65
§9. 木制零件的加工余量和公差	66
第四章 木结构的连接	68
§1. 钉连接	68
§2. 胶合	73
§3. 连接的基本形式	77
第五章 木制零件的涂漆	81
§1. 涂漆的意义和目的	81
§2. 涂料的种类	81
§3. 涂漆使用的工具	82
§4. 涂漆工艺	83
第六章 竹材	84
§1. 竹子的构造	84
§2. 竹材的物理性质	84
§3. 竹材的机械性质	84
第七章 农业机械上木制零件的制造举例	85
§1. 一般通则	85
§2. 木制零件加工工艺过程举例	87
§3. 农业机械木制部件装配工艺举例	90

第一章 木材的构造及其性質

§ 1. 木材的構造

一、木材的基本断面。

由于木材結構不均匀，因此，在研究时，为了能对木材的結構求得一个全面的概念，必須从三个断面来剖視木材，即横断面(頂断面)、径向断面和弦向断面。如图1-1所示。

横断面：与树干軸綫垂直的切面。

径向断面：順着木紋方向沿髓心切开的切面。

弦向断面：順着木紋方向而不通过髓心切开的切面。

二、木材的細胞构造：

木材是由許多細胞組成的。每个細胞都有細胞壁，中間有細胞腔。細胞壁由細胞間質、初生壁、次生壁三部分組成，其中大部分是次生壁。如图1-2所示：

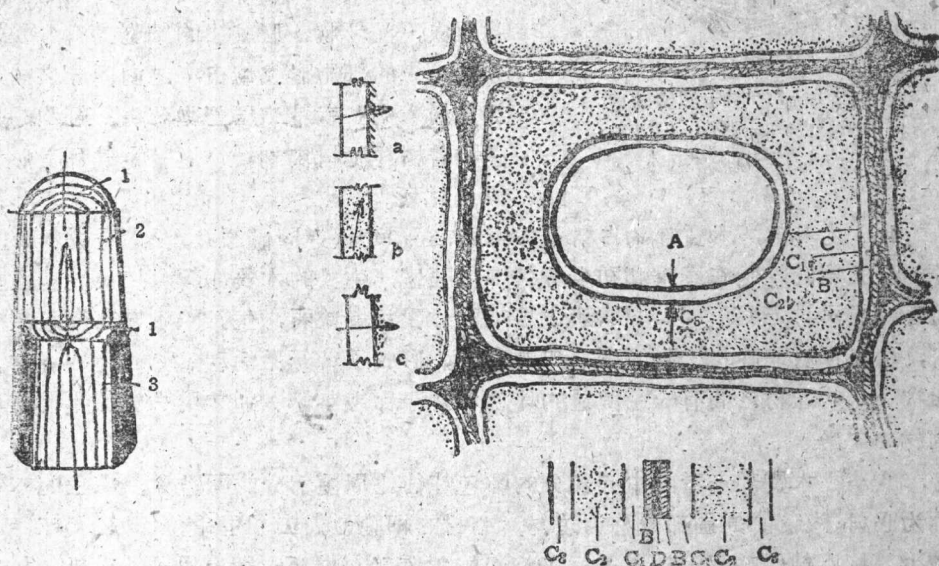


图 I—1 树干基本断面

1—横断面；2—径向断面；3—弦向断面

图 I—2 細胞的构造

A—細胞腔；B—初生壁；C—次生壁；C₁—外层；C₂—中层；C₃—内层；D—細胞間質；a—外层小纖維排列方向；b—中层小纖維排列方向；c—内层小纖維排列方向

1. 細胞間質：是两个相邻細胞中間很薄的一层无定形的胶体物質，为两个細胞所共有。

2. 初生壁：是細胞分裂后先形成的細胞壁，其小纖維的排列方向无規則。

3. 次生壁：是細胞长大过程中，最后形成的一层，其厚度因細胞种类而不同。次生壁的組成成分以纖維素为最多，它比初生壁多几倍到几百倍。

次生壁又分內、中、外三层，其中以中层占絕大部分。中层小纖維的排列方向与木紋平行。

✓由于次生壁中层的小纖維排列方向与木紋平行，并占細胞壁的絕大部分，所以木材的順紋强度大；而木材橫紋方向的收縮大于順紋方向的收縮。

木材細胞壁长大过程中，遺留下来的孔道称为“紋孔”它是水份和养份的主要通道。

三、木材的組織結構：

在树干的橫断面上，可以清楚地看到三个部分(图 I—3)，最外是树皮、中心較小的疏松部分是树干的本体，称为木質部。

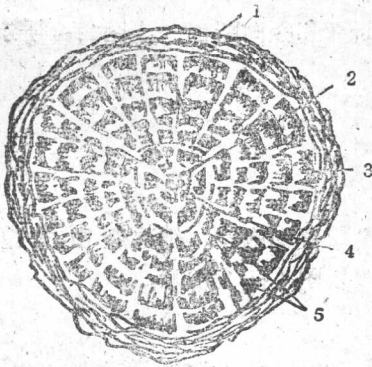


图 I—3 树干的橫断面
1—树皮；2—髓心；3—年輪；
4—心材；5—边材

1. 树皮：位于树干的最外层，其作用是①貯存养分②向下运送叶子制造的养分。③是树干的保护层，它能防止树木的生活組織，不受外界环境的影响和机械性的損伤。

2. 髓心：位于树杆中央，是树木在第一年生长所形成的，以后不再长大，但它的生命可以持續到几年。顏色較深，組織松软，机械性質很低。有的已經腐烂。

3. 形成层：位于树皮和木質部之間，由一层細胞組成，呈环状。形成层的細胞具有分裂作用，向外分裂出来的細胞形成韌皮部，向內分裂則形成木質部。树木生长就是这层細胞分生新細胞的結果。如果圍繞着树杆把树皮剝掉，也就是破坏其形成层，树木就会枯死。

4. 木質部：木質部約占树干体积的75~94%(連同髓心在內)，是树干的最坚硬部分。形成层的細胞在春季和初夏分裂得最旺盛，生长的木質部顏色較浅，組織較疏松，称为春材或早材。到夏季和初秋，形成层細胞分裂逐渐减弱，生长的木質部顏色較深，組織致密，称为夏材或晚材。到了下一年的春天，形成层又开始活动，形成新的春材。这一年的和次一年的春材之間有一条明显的环状界限，称为年輪。通常用木質部年輪的数目来推算木材的年齡。

就整个木質部来看：中心部分的顏色往往比周围部分的顏色深，深色的木質中心部分称为心材，浅色的周围部分称为边材。心材的細胞已失去了生命力，只起支柱作用，其水份較少，抗腐蝕性較强。边材是生长較晚的木質部，由新的細胞組成，无机盐和水分沿着边材而上下移动，因此边材含有較多的水分，这是它与心材的显著区别。边材比心材容易弯曲，因而适于制造曲折零件。在其他机械性質方面，当含水率相同时，边材与心材无显著区别，只是边材的抗腐蝕性較低些。

5. 髓綫：在树干的橫断面上，可以看到一些沿着輻射方向(徑向)穿过年輪的浅色条紋——髓綫。髓綫是由一种連接能力很弱的薄壁細胞組成。因而它破坏木材的机械强度。有些木材容易沿着髓綫开裂，开裂时的裂紋也沿着髓綫。在一个断面上的髓綫有若干条。

6. 导管：在闊叶树的木料上，水分的流道称为导管。它們象沿树干方向的細管，直徑在0.3~0.5公厘左右。

7. 脂道：是大部分針叶树所固有的。与导管不同，脂道沒有单独的膜壁，而仅是介乎細胞之間的通道，含有不同数量的树脂，脂道可能是垂直或水平的。但一般垂直的較

多。且多位于晚材部分。(如图 I—4 所示)。

8. 髓斑或称重髓，是不正常的木材构造，树木在倒之前，由于受到昆虫的侵蚀而引起局部受伤组织。髓斑在横断面上成圆形或长圆形的斑点状，在纵断面上则成短带形状。髓斑中断了髓线，其组织脆弱，这种情况只见于阔叶树材。

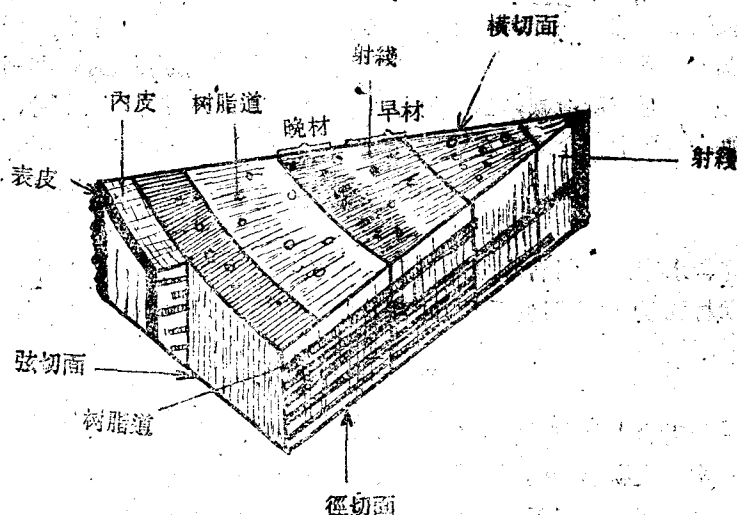


图 I—4 针叶树的脂道

四、针叶树与阔叶树的识别：

特 征	针 叶 树	阔 叶 树
年 轮	明 显	不 明 显
导 管	没 有	有 导 管
脂 道	有(个别的没有脂道)	没 有
木 射 线	细小、呈单列或二列	呈多列、并分为细、中、宽三种
组成木材的分子	主要是管胞	导管、管胞、木纤维

§ 2. 木材的物理性质及其与木材构造的关系

木材的物理性质包括：含水量、重量、颜色、光泽、气味、收缩与膨胀等。研究它们的意义、相互关系及对机械性能的影响等，其目的在于：使工件所要求的性能与木材本身性质联系起来，以便合理使用木材。

一、木材的含水量：

水分是木材生活细胞的主要组成部分。木材中含水分的多少，依它所处的环境为转移。

1. 木材水分的存在形式：木材中的水分可分为三种，即：

自由水(毛细管水)：细胞腔内和细胞间隙中，由于毛细管作用所存在的水分。占60%左右。

结合水(吸附水)：细胞壁中所含的水分，占35%左右，此种水分对木材使用有极大的影

响。

化学结合水：生活细胞内的化学组成物中的水分含量很少，其影响不大。

2. 纖維飽和点：木材在充分均匀干燥时，首先蒸发的是自由水，当自由水全部蒸发完毕后，结合水才开始蒸发，从而使细胞壁变干，木材丧失全部自由水而保持全部结合水时，此时含水量称为“纖維飽和点”。纖維飽和点的含水量多少，因树种不同而不同，约为23~30%。纖維飽和点的重要意义，不在于其含水量的大小，而在于它是所有木材性质变化的转折点。以木材强度而言，如果木材含水量在纖維飽和点以上时，其强度是一常数，并不因含水量的多少而有所增减。当木材含水量减低到纖維飽和点以下时，其强度则因含水量减低而增加。同样木材含水量在纖維飽和点以上时，水分的变化只引起重量的增加，而无体积的变化。当含水量降低到纖維飽和点以下时，不仅重量减少而且发生体积的收缩。

3. 木材的含水率：木材含水分的重量占木材重量的百分比，称为木材的含水率。木材水分重量占木材初重(含水时的重量)的百分比，称为木材“相对含水率”：

$$W_o = \frac{G - G_1}{G} 100\%$$

式中： W_o ——相对含水率(%)；

G ——木材最初(含水量)重量(克)；

G_1 ——木材在100~105°C温度下，全干后的重量(克)。

木材水分重量占木材全干后重量的百分比，称为木材的绝对含水率。

$$W_a = \frac{G - G_1}{G_1} 100\%$$

式中： W_a ——绝对含水率(%) G, G_1 同上

由以上两式看出，相对含水率永远小于100%，绝对含水率可大于100%，其中以绝对含水率为最正确。因全干木材重量不变，便于比较，而相对含水率，则因木材的最初重量不同而改变，不能做为互相间的比较，所以技术上多采用绝对含水率。以后所提到的含水率也都是指绝对含水率。

新伐的木材在流通的空气里逐渐失去水分，直到木材的含水率与周围空气湿度达到平衡为止。(在一定条件下(温度、湿度)木材失去的水分，与从空气中吸收的水分相等，这时含水率称为“平衡含水率”。当空气的温度与湿度发生变化时，木材含水率先失去平衡，而后有所增减，直到新的平衡状态出现，水分即不再增加或减少。在空气相对湿度相同的条件下，平衡含水率与空气温度成反比。在空气温度相同的条件下，平衡含水率与空气相对湿度成正比。

4. 木材含水量的变化：含水量因树种、部位、树龄、立地的关系而不同，但其不同的程度，目前尚未得到定论，只能概略地加以说明。

树种：一般阔叶树材比针叶树材含水量多。而阔叶树材中，轻、软的又比重、硬的富有水分。

树木的部位：就水平位置分布而言，一般阔叶树边材、心材的含水量没有很大的差别。而针叶树的边材比心材含水多，就垂直部位分布而言，一般根部水分较多，约占66~81%。

立地关系，高山地带生长較慢的树比山谷間的生长較快的树其含水量較少，大約相差17%。

在不同情况下，木材含水率的数值如下：

新伐木： >35%

气干的木材：15~20%

室干的木材：8~13%

二、木材的干縮与膨胀：

干縮和膨胀是木材在利用上的一个缺点。木材在大气中，随外界条件的改变其尺寸也发生改变。因干燥不良会引起木質的开裂、挠曲和其他种种变形。因此，研究木材干縮与膨胀及其防止方法，在木材利用上有重要的意义。

1. 木材干縮和膨胀的原因及其在各种木紋方向的差别：由于木材中水分的变化，而引起木材的干縮和膨胀。当木材中的水分蒸发到纖維飽和点以下，木材开始收縮，直到全干为止，达到其最小收縮量。細胞壁內的結合水减少时壁的厚度就要减小，細胞与細胞之間靠攏，整块木材体积变小，这就叫干縮。反之全干木材吸收水分，体积增大，直到纖維飽和点时，达到最大膨胀量，这就是木材的膨胀或湿胀。

木材的干縮常使木制品的尺寸縮小，并引起木材开裂和翘曲等現象的发生。故用湿材加工成木制品时，必須把尺寸放大一些。膨胀是木材利用上的不良性質，但在个别情况下，又有某些好处，如斧柄、鋤柄以及接榫等，可增加其結合紧密度。

木材的干縮与膨胀的大小，因树种、木紋方向、干燥方法的不同而不同。

不同的树种，其結構不同。木材干縮有橫向、縱向之分；在橫紋方向又有徑向、弦向之分，其中縱向收縮最小，弦向收縮最大，徑向收縮介于二者之間。木材的縱向收縮約为0.1~0.35%，徑向收縮約3~6%，弦向收縮6~12%。

表 I—1 是几种木材从纖維飽和点到全干状态的干縮数值。木材的收縮所以有橫紋和順紋的不同，弦向和徑向的差别，主要是由于木材构造的关系。在木材細胞壁的构造中，^厚次生壁占絕大部分。在次生壁中又以中层占絕大部分，因此木材的收縮也就决定于次生壁中层小纖維排列的方向。細胞壁吸收水分，仅限于小纖維与小纖維之間。木材吸收水分就將小纖維排斥，水分蒸发就使小纖維靠攏，因小纖維在次生壁的中层与树軸平行，所以木材的橫紋方向收縮最大，而順紋方向收縮最小。

表 I—1

树 种	干 縮 量 %			
	容 积	弦 向	徑 向	弦向 / 徑向
松	12.5	8.1	4.3	1.85
云 杉	14.1	9.3	4.7	1.97
落 叶 松	15.1	10.4	5.3	1.96
水 曲 柳	13.5	8.2	4.8	1.69
櫟	12.8	8.4	4.7	1.77
水 青 岡	15.3	10.8	4.8	2.25

木材收縮有弦向和徑向不同，这主要的原因是由于髓綫(木射綫)作用結果。髓綫薄壁細胞，徑的方向长，弦的方向短，在短的方向橫的收縮比长的方向大，且髓綫对徑向收縮

还有牵制作用，这对整个木材的收缩影响很大，因此木材的弦向收缩，远远大于径向收缩。

2. 因木材干缩而引起的变形和干裂：木材干缩变形，其原因是干燥的不均匀和弦向收缩大于径向收缩。在许多情况下，即使干燥的很均匀，变形仍然会产生，这主要是后一种原因所引起的。

(1) 断面形状的改变：由于弦向收缩大于径向收缩，所以原先斜角年轮的正方形断面会变成菱形的(图 I—5a)。由于同一道理，径向锯解的木板(图 I—5b)沿宽度方向的收缩，只有沿弦向锯解木板的一半(图 I—5c)。

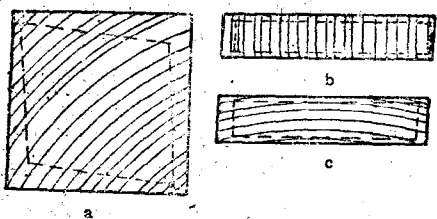


图 I—5 干缩

a—有斜角年轮方向的正方断面板条；b—径向锯解板的；c—弦向锯解板的



图 I—6 板的翘曲

a—在中心的板的干缩；b—在边上的板的翘曲

(2) 翘曲：含水量较大的平直板材，干燥后往往板面不在同一平面上，这种现象叫翘曲。如图 I—6 所示。当木板均匀烘干时，右面因离髓心较远，并接近于典型弦向锯解形式，因此沿宽度方向干缩得比左面多一些，木板即翘曲成向髓心方向凸出。在中心木板，由于组织对称，不起翘曲，不过在厚度上近边沿处干缩的比中心要大些。

当木料不均匀干燥时，则干得快的一面收缩得多一些，形成凹状。

(3) 扭曲：斜纹板的干缩是一种特殊的翘曲形式，称为“扭曲”(图 I—7)翘曲发生在垂直于木纹的方向，因而斜纹板有扭转的样子。

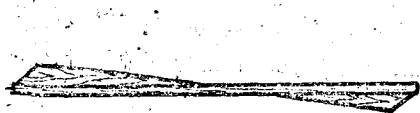


图 I—7 斜纹板的翘曲(扭曲)

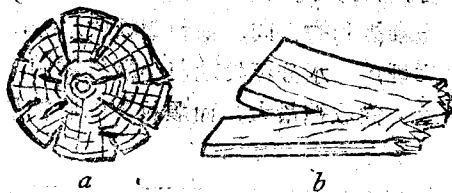


图 I—8 端部裂(末端裂)

(4) 开裂：开裂有端部裂和表面裂。木材在干燥过程中，水分的蒸发沿木纹的方向较垂直木纹方向容易，而且在堆积时两端爆露在外面，所以容易发生末端开裂如图 I—8 所示。

为了防止端部开裂的产生，在堆积木材时，避免木材端部与空气的接触，防止水分过分蒸发，以延缓木材末端的干燥；或在端部涂油或涂料。但这种办法成本较高，使用时应注意经济效益。

木材干燥时，表面水分的蒸发，达到纤维饱和点以下时，开始收缩，形成表面张应力。当张应力超过纤维间的连结力时，则发生纵向表面开裂现象。如图 I—9 所示。

三、重量：

木材的重量是木材很重要的性能。在通常的情况下，它是以容量重，即单位体积的重量来表示的。木材容重的大小，决定于木材中的固体干燥物质、水分和空气的多少。木材中固体干燥物质的比重，一般平均值为 1.54克/厘米^3 ，而木材在实际中，大部能浮于水上（即其容重小于 1.0克/厘米^3 ），这是由于它内部存有多量空气的缘故。

影响木材容重的因素有：

不同的树种容重不同。其原因是所含干燥物质多少不同。例如：乌木、柞木、水曲柳等较重，红松、白杨、白松等较轻，乌木、柞木容重 > 0.8 ，水曲柳为 $0.6\sim 0.7$ ，红松容重为 $0.4\sim 0.5$ ，白松、白杨为 0.4 以下。



图 1—9 表面裂

木材中的晚材率愈大，阔叶树年轮愈宽容重愈大，但针叶树年轮宽者则轻。木材含水量愈大，容重愈大。木材容重的大小对木材其它性能也有影响，如强度、收缩、膨胀等。

四、材色、光泽和纹理：

材色：在各种树木的横断面中，我们都发现各种不同的颜色，这些颜色统称为材色。

材色是木材的特征之一，因此它是区别树种的一种标志。在某种程度上也能确定木材质量的优劣。在受到菌类侵害之后的木材，其表面将会出现红色、褐色、青色和黑色的斑点和条纹，因而就能估计到木材受害后其性能改变情况。同样在一定的树种中，可以根据颜色的深浅来推测其组织紧密程度，例如在年轮中晚材占的百分率大的时候（即组织较密时）木材将呈现较深的色彩。

光泽：光泽为木材对于光线反射的性质。木材的光泽与其结构及含有物质有关，木材结构细、光泽较强，含多量的油质和蜡质时光泽较弱。此外与光线作用的反射角度有关，在径向切面上由于较多的木射线，因之反射光线的能力比弦向切面强。木材有无光泽，主要视其径向切面上木射线是否明显而定。

纹理：是指切断木材纤维、年轮和髓线后在剖面上所看到的花纹。

木材的纹理和颜色的美丽和多样性，在制作室内木器方面具有高度价值。

§ 3. 木材的机械性质及其与木材构造的关系

木材的机械性质远比金属材料要复杂得多。由于木材组织不均匀和其性质不稳定而造成了木材的机械性质的不稳定性和各向异性。为了使得木材的机械性质更为正确起见，各种缺陷和环境作用的影响要单独考虑。木材机械性质的基本数据是用标准试样试验所得到的（作试样所用木材含水量为15%没有缺陷存在）。

一、抗压强度：

木材的抗压强度是指木材本身在不破坏的条件下所能承受的最大外部压力的特性。

在木材受压时，根据外力与木纹方向的不同，可分为顺纹受压、横纹径向受压和横纹弦向受压三种情况。如图 1—10 所示。除此以外，有时也可能遇到斜向受压的情况，不过这种机会不多。

经过实验和运用的结果证明：木材的顺纹抗压强度最大，且在数值上无变化；而其它几种情况，抗压强度仅为顺纹抗压强度的10%~30%，且在数值上有所变化。因此在多数

場合下，木材的抗压强度是以顺纹抗压强度来表示的。表 I—2 是几种木材的顺纹抗压强度。

二、抗剪强度：

抗剪强度是用来检定木材受到剪应力作用后，迫使一部分对另一部分发生切滑时所产

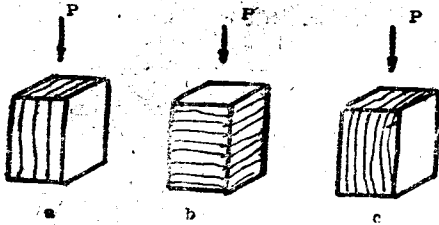


图 I—10 压缩

a—顺纹受压；b—横纹径向受压；c—横纹弦向受压

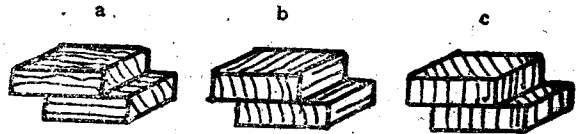


图 I—11 剪切

a—顺纹剪切；b—横纹剪切；c—断切

表 I—2 顺纹抗压强度

树 种		含水量15%时的极限强度(公斤/厘米 ²)		
		最 大 值	最 小 值	总 平 均
针 叶 材	红 松	356	275	305
	长 白 松	552	449	487
	鱼 鳞 松	408	224	289
	沙 松	464	279	348
阔 叶 材	水 曲 柳	533	370	462
	白 桦	452	284	387
	白 皮 榆	420	347	385
	紫 山 楸	356	276	324
	青 山 楊	314	230	285
	朝 鮮 桃	292	262	279
	柳	318	240	283
		363	240	286

横 纹 抗 压 强 度

树 种		含水量15%时的极限强度(公斤/厘米 ²)		
		最 大 值	最 小 值	总 平 均
针 叶 材	红 松	35.3	24.2	28.6
	长 白 松	44.3	32.0	39.3
	鱼 鳞 松	41.4	17.2	22.2
	沙 松	40.3	15.1	24.6
阔 叶 材	水 曲 柳	70.3	50.1	59.2
	白 桦	60.7	37.9	46.6
	白 皮 榆	63.3	42.9	52.2
	紫 山 楸	29.9	20.7	25.4
	青 山 楊	29.4	17.7	24.2
	朝 鮮 桃	27.8	15.8	22.3
	柳	34.8	26.9	29.6
		52.1	29.6	39.6

生的抵抗能力。

根据外力作用于木纹的方向不同，剪切分为顺纹剪切、横纹剪切和断切三种。如图 I—11 所示：

在木料零件的螺钉接合及方榫头接合时，经常受到顺纹剪切应力。一般说来，木材的顺纹抗剪强度较小，仅是顺纹抗压强度的 15%~30%。木材横纹承受剪切应力时，弦向和径向抗剪强度差不多，有时弦向抗剪强度稍大些。这是因为髓线给弦向剪切造成困难，而给径向剪切造成方便。木材的断切强度最大，它是顺纹抗剪强度的 4~5 倍。

三、抗拉强度：

木材受拉时的最高强度和受压时一样是在顺纹方向。木材的顺纹抗拉强度比顺纹抗压强度大 2~3 倍。但是在实际运用中却很少见到木材完全以顺纹受拉状态而出现。这是因为当木材进行顺纹受拉时，由于夹持力的作用，木材被拉断之前，其两端夹持处先发生剪切破坏。木材的横纹抗拉强度很小，不管径向和弦向，一般都小于顺纹抗拉强度的 10~40 倍。表 I—3 为东北几种树木的顺纹抗拉强度。

表 I—3 顺纹抗拉强度

树 种		試驗時平均 含 水 量 %	极 限 强 度 公斤/厘米 ²		
			最 大 值	最 小 值	总 平 均
针 叶 材	紅 松	11.2	1170	910	1045
	長 白 松	11.7	1955	1075	1435
	魚 鱗 松	14.2	835	495	660
	沙 松	10.6	1200	740	900
闊 叶 材	水 曲 柳	13.8	2115	1355	1820
	白 桦	14.7	1895	725	1195
	白 皮 槲 櫟	11.9	1635	1250	1485
	紫 椴	10.2	1440	1000	1245
	山 楊	12.0	1775	620	1115
	青 楊	11.8	1110	670	820
	山 桃	12.6	1200	825	1045
	朝 鮮 柳	14.3	1760	1185	1400

四、抗弯强度(静力弯曲或称静曲强度)：

承受弯曲力矩作用，应用最广泛的构件是梁。木材的抗弯强度是比较高的，其值约为抗压强度的 0.5~1.0 倍。木材受弯曲而破坏的情况比较复杂，有时是由于受压一边的压溃；有时是由于立面的剪切或受拉一边的拉断。这种破坏形式的不固定现象是由于木材组织不均匀和外表形状不规则所引起的。

梁的断面形状对于抗弯强度影响很大，通常是高度大于宽度的梁，所能承受重量比同一断面积的方形截面的横梁要大。如梁的高度增加 2 倍，强度将增加 4 倍。而宽度增加 2 倍，强度也只能增加 2 倍。表 I—4 为东北几种树木的抗弯强度。

五、木材的弹性：

木材的弹性，是以木材在受弯曲时的应力与在此应力下，木材相对变形的比值的大小来表示的。这个比值称为“弹性系数”或“弹性模量”。

木材的弹性系数，用来表示木材的刚度，梁在荷重下，变形大的刚度就小，变形小的

表 I—4 抗弯强度(静曲强度)

树 种		含水量15%时的极限强度公斤/厘米 ²			含水量15%时的弹性系数1000公斤/厘米 ²		
		最大 值	最 小 值	总 平 均	最大 值	最 小 值	总 平 均
针 叶 材	红 松	590	540	560	87	54	75
	长 白 松	900	740	830	157	116	127
	鱼 鳞 松	790	440	550	88	60	75
	沙 松	630	495	575	83	59	74
闊 叶 材	水 曲 柳	1110	775	910	136	80	112
	白 桦	895	705	805	120	104	111
	棠 梨	650	625	640	91	84	87
	白 皮 榆	875	740	780	100	85	91
	山 楊	655	415	525	80	62	72
	青 楊	545	475	525	69	65	67
	山 桃	550	490	535	59	53	56
	朝 鮮 柳	660	520	585	66	55	62

刚度就大。

木材本身富有弹性,这种特点在实用上有很大价值;钉钉子时因弹性力产生摩擦而抓住钉子。经常震动的拉杆、连杆(如震动筛的拉杆)由于木材具有弹性,就能维持正常工作和不易折断。表 I—4 为东北几种木材的弹性系数。

六、硬度:

木材的硬度就是木材抵抗外物压入本身的能力。木材加工难易以及木材被磨损的快慢都与它的硬度有关。而硬度的大小与木材的密度、韧性、分子间的引力、木纹方向等有关。如松木的径向切板磨擦后比弦向切板来得均匀。木材顶断面的耐磨性及硬度,都比侧面为佳。

木材的硬度以静力硬度测定法为最普通。其方法是将直径 11.28 公厘的钢球在两分钟内用等速压入试样(50×50×50公厘)的深度为 5.64 毫米时所需载荷,即为木材的硬度值(公斤/厘米²)。

木材的含水量对木材硬度有很大影响。针叶树干材硬度较湿材大 50%;而阔叶树干材硬度较湿材大 30%。心材的硬度一般都大于边材。树杆上的木材愈近树梢或树脂愈多,则硬度愈低。

七、抗扭强度:

木材受扭转力矩的作用而使断面扭转成某种角度,这种现象称为扭转。

木材受扭转力作用的现象很少,仅在转动轴、磨轴等使木材纤维沿着螺旋方向扭转时才可遇见。

木材的抗扭强度是较小的。

八、冲击韧性(冲击弯曲):

韧性表示木材能够吸收冲击能量的能力。韧性大的木材能够承受高的应力和大的变形而不破坏。这种木材的破坏是逐渐发生的,且在破坏之前发生预兆和警告,这种性质对于需要耐动性的构件,如飞机的螺旋桨、运动器械、工具柄等极为重要。

冲击强度不是应力,而是功。它只能用于木材品质的比较,而不能用于结构设计。

韌性木材的破斷是纖維狀破綻，而脆性木材是片狀剝落。一般按樹種由韌到脆依次排列為白樺、水曲柳、水青岡、落葉松、松、冷杉。闊葉樹材的衝擊韌性大於針葉樹材的1.5~3倍。一般木材的衝擊韌性值在0.150~0.475, $kg-m/cm^2$ 之間。

表 I—5 為東北幾種主要樹木的衝擊韌性。

我國各主要木材的物理機械性質見表 I—6 所示。

從上面各表來看，有許多樹種的某些物理、機械性質和現在最常用的紅松相比較是不相上下的，有的甚至還比紅松好。因此我們在使用木材時必須考慮使用範圍和所要求的物理機械性質指標，儘可能正確地、合理地選用當地的木材。

表 I—5 衝擊韌性(衝擊彎曲強度)

樹	種	試驗時平均含	冲击韌性值公斤·米/厘米 ²		
		水 量 %	最 大 值	最 小 值	總 平 均
針 葉 樹	紅 松	11.4	0.525	0.369	0.345
	長 白 落 葉 松	11.9	1.091	0.675	0.880
	魚 鱗 松	14.5	1.270	0.332	0.814
	沙 松	11.2	0.990	0.563	0.667
闊 葉 樹	水 曲 柳	12.5	1.660	0.870	1.156
	白 樺	16.3	1.412	0.903	1.237
	白 皮 榆	12.9	1.620	1.070	1.350
	紫 椴	10.2	0.829	0.763	0.796
	山 楊	13.5	1.350	0.688	1.010
	青 楊	12.8	0.672	0.536	0.625
	山 桃	10.8	0.797	0.682	0.746
	朝 鮮 柳	11.8	1.160	1.640	1.094

表 I—7 是各種木材物理、機械性質指標與紅松物理、機械性質指標比較表，可供選材時參考。

另外根據試驗結果，也說明濕材(含水量30%以上)的機械性質指標一般都比氣干材為低，其降低程度因樹種而不同，最小降低14%，而最大降低53%。在我們實際工作中也常常會遇到這樣的濕材，因此在使用時亦應根據使用情況考慮木材的含水量。表 I—8 是幾種主要樹種的濕材各種機械性質指標降低表(以含水量15%時的機械性質指標為100%)。

§4. 木材的缺陷

木材在本身結構上，經常出現許多缺陷。這些缺陷有的是樹木生長過程中產生的，如樹干的彎曲、扭轉、上下直徑的懸殊、組織形狀的不規則等；有的是由於受到外界影響，如干燥、菌蟲的侵害以及因有機物的化學變化所引起的變色和腐朽等。木材的這些缺陷，在不同的程度上降低了木材的機械性能和其它性能。所以在使用木材的時候要特別注意。

一、夾皮：

夾皮是樹干上某部分的形成層因受傷而停止生長，若干年後使枯死的木質部或樹皮的局部或全部被包入樹干的部分叫夾皮。如圖1—12所示。生長的木質層與停止生長的木質層並不連接，而且其間留有空隙，其中夾雜着樹皮。夾皮有內夾皮和外夾皮兩種。內夾皮

表 I-6 中国主要树种木材物理、机械性能(含水率15%时)

顺 号	树 种	产 地	容 重 克/厘 米 ³	收 缩 系 数 %			顺纹抗 压强度 公斤/厘 米 ²	静 曲 (弦向)		顺纹抗 拉强度 公斤/厘 米 ²	顺纹抗剪强度 公斤/公分 ²		冲击弯 曲强度 公斤-公 尺/公分 ²	端 部 硬 度 公斤/公 分 ²
				径 向	弦 向	体 积		极限强度 公斤/厘 米 ²	弹性模量 1000公斤/厘 米 ²		径 向	弦 向		
1	杉	湖南江华地区	0.376	0.123	0.291	0.420	408	683	102	772	41	50	0.146	265
		湖南会同洞区及贵州锦屏	0.372	0.130	0.289	0.413	369	663	103	791	32	38	0.139	244
		四川青衣江流域	0.387	0.107	0.235	0.353	385	699	91	935	61	66	0.153	285
		安徽黄山地区	0.394	0.115	0.259	0.391	381	737	95	791	62	64	0.125	304
2	红 松	东北小兴安岭长白山海 林地区	0.440	0.122	0.321	0.459	328	653	99	981	63	69	0.175	220
3	马尾 松	湖南祁阳会同地区	0.515	0.150	0.296	0.466	459	902	118	1049	74	87	0.194	292
4	华 山 松	安徽黄山地区	0.533	0.142	0.271	0.423	419	829	104	990	73	71	0.189	297
		湖北舒归地区	0.475	0.142	0.344	0.509	409	797	111	1001	52	53	0.234	263
		西北秦岭地区	0.437	0.116	0.338	0.427	296	583	82	779	56	58	0.115	206
5	黄 山 松	安徽大别山地区	0.571	0.206	0.368	0.589	484	912	131	—	99	87	0.271	316
6	樟 子 松	内蒙地区	0.422	0.144	0.276	—	356	676	75	—	65	57	0.093	295
7	油 松	湖北舒归地区	0.548	0.163	0.299	0.478	451	984	122	1220	67	62	0.232	285
8	长 白 落 叶 松	东北长白山地区	0.594	0.108	0.408	0.554	522	993	126	1226	83	70	0.214	334
9	兴 安 落 叶 松	东北小兴安岭地区	0.641	0.169	0.398	0.588	557	1094	141	1299	85	68	0.245	377
		内蒙博克图地区	0.625	0.167	0.401	0.696	542	1016	118	1067	74	86	0.427	345
10	四川 红 杉	四川青衣江流域	0.458	0.145	0.311	0.473	398	761	104	952	64	64	0.190	313
11	红 杉	四川北平武地区	0.452	0.129	0.289	0.416	370	756	94	775	48	51	0.142	312
12	鱼 鳞 云 杉	东北伊春森林地区	0.451	0.171	0.349	0.528	424	751	106	1009	62	65	0.242	250
13	红 皮 云 杉	东北小兴安岭地区	0.417	0.133	0.319	0.484	381	699	110	967	62	62	0.164	225
14	细 叶 云 杉	四川岷江黑水地区	0.512	0.188	0.393	0.541	408	838	128	1119	80	83	0.228	370
		四川北平武地区	0.435	0.151	0.315	0.485	389	745	99	1007	46	42	0.180	210
15	粗 云 杉	四川岷江黑水地区	0.472	0.178	0.332	0.532	408	814	102	963	71	69	0.214	246
		四川北平武地区	0.505	0.176	0.340	0.528	486	910	114	1083	46	45	0.188	325
16	荣 果 云 杉	四川北平武地区	0.500	0.182	0.314	0.512	467	896	117	1118	55	57	0.204	294
		西北泾河流域	0.452	0.144	0.298	—	340	620	61	—	54	54	0.150	264