

# 人造板的性能与用途

张男男译

(中国林科院木材工业研究所)

在钢铁和塑料占主导地位的今天,木材的应用范围仍在不断扩大,木材工业在持续发展,其原因在于木材具有许多优点:它是一种再生资源;在生产过程中,通过努力可提高其产量,改进其质量;与其它材料相比,木材在加工处理过程中耗能少,对环境的危害也小;木材的生产与利用还大有用先进技术加以改进的余地。而且木材的性质随不同树种、同一树种的不同单株、同一株上的不同部位而变化。在加工过程中,其性质可人为控制,而且范围很大。有时,采用合理的加工参数所产生的效益会超过大自然所能赋予的。材料科学正是研究这方面的问题。通过对木材的深入研究可为有效地开发、利用木材资源提供方法。

应考虑的是其组成。能作为人造板原料的木材单元是:原木、锯材、薄板、单板、长刨花、木片、木丝、木毛、纤维束、纸纤维、细木粒、木粉、纤维素。各单元的尺寸和形状变化很大,可单独使用,也可结合使用,其选择范围很大。

纤维素是木材的基本分子,具有共价键和环型分子结构连接的牢固的链,其化学结合强度相当大。但从纤维到木材,其中强度损失很大。纤维的强度是无缺陷木材顺纹强度的五倍。这种强度损失的原因尚不清楚。通过对木材组分进行改善或重新组合,能提高其强度,发挥木纤维具有的潜力。

最近,奥托·苏科斯莱特博士和乔治·乌德森博士合著的《美国纤维板制造》一书中有一个图按原材料类型、密度和加工方式对人造板进行了分类,见图1。

## 一、木质复合制品—其组成及特性

任何有关人造板和木质复合产品的研究,首先

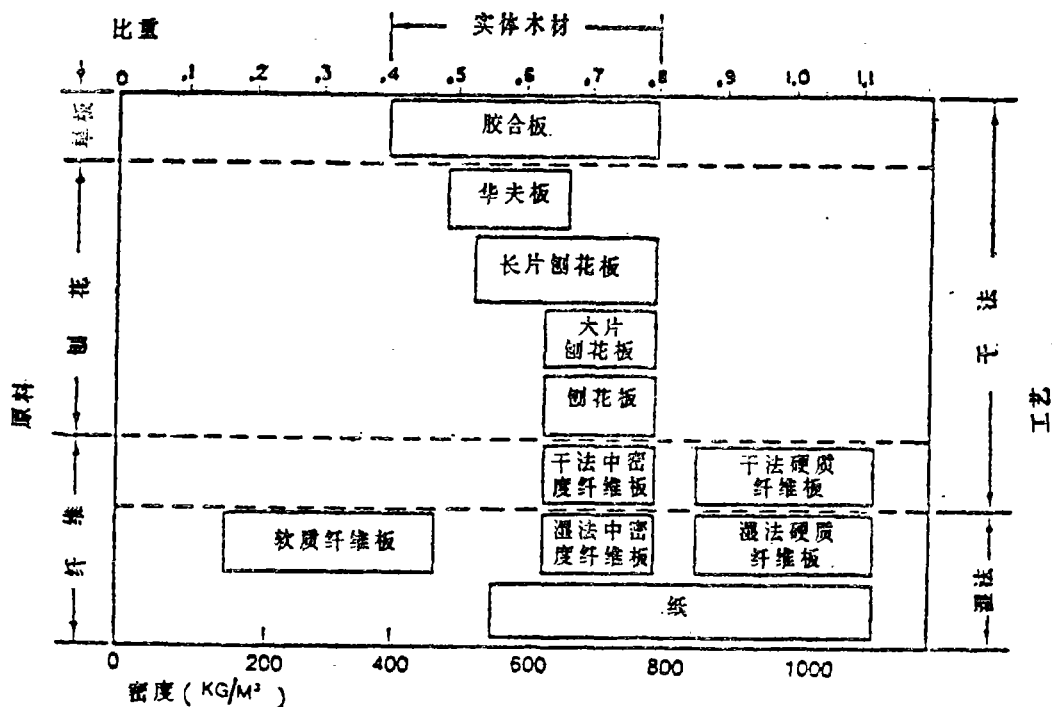


图1 人造板按原料类型、密度和加工方式的分类

- 本文摘译自联合国粮农组织1987年“人造板专家讨论会”上的一篇论文 (Wood Based Panels—Their Properties and Uses)。作者J.A.Youngquist是美国麦迪逊林产品研究所人造板研究室主任。
- 本文在翻译过程中,承蒙陈平安先生指导,并对全文进行了校对,谨此致谢。

## 二、木质复合制品的性质与用途

### (一) 单板类材料

单板用于生产大量的木质胶合产品,包括室外用的结构板材、装饰用板材、木结构件。

#### 1. 胶合板

与实体木材相比,胶合板的优点是性能几乎无各向异性、不易劈裂、幅面大、节省材料。使用胶合板可提高木材的合理利用率。

胶合板的层数、厚度和等级是由其最终的用途决定的。胶合板的性能取决于各层单板的质量、各层单板间彼此的排列方式、所用的胶粘剂、胶合条件的控制。胶合板的等级取决于所用单板的质量,特别是表、背板。板的类型取决于胶合强度,也与胶层的耐久性有关,特别是耐水性。

胶合板可粗略地分为两类①结构和工业用②阔叶树材的和装饰用。

结构和工业用胶合板通常是以针叶树材为原料,这类胶合板注重强度、刚度及结构要求而不是外观质量。

阔叶树材和装饰用胶合板所用的树种较多,其主要用途是作装饰墙板和家具。其外观质量是主要的,而强度要求相对次要些。相当部分的阔叶树材胶合板要进行二次加工。

生产这两种胶合板所用胶种是不同的,胶的选择是由技术要求决定的。

通过实验可总结出一些数学公式用以计算胶合板的性能。一些室外用胶合板的大致性能见表1。

#### 2. 单板层积材 (LVL)

单板层积材是将一些单板平行放置、胶压而成的厚度为19~53.5mm的材料。它是木材利用方面的一项新技术。其用途和制造工艺是在不断发展的。现在都用2.5~3.2mm厚的单板为原料,施酚醛胶热压成长度为2.4~18m或更长的层积材。各单板是交错搭接的,这样可使强度分布均匀。

最初,应用单板层积材是因为用作桁架和承重板材的优质材短缺,而且成本高。人们发现用这种材料制造桁架能打开市场,它强度分布均匀,作轻型的桁架和工字梁的可靠性好。

承重板材(如桥板、平台板、脚手板等)是单板层积材的主要产品。因为这种材料性质均匀、不易劈裂、使用寿命长,从而受到市场的欢迎。它也用在建筑上,因为它作为预制构件,具有重量轻、节省材料的特点。用耐磨树种(如阿必东)为原料的层积

表1 作复面板的胶合板性能

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| 吸水线性膨胀 (%)    | <0.20                |
| 线性热膨胀(mm/mm℃) | $1.6 \times 10^{-6}$ |
| 弯曲性能(MPa)     |                      |
| 抗弯强度          | 49.2~70.3            |
| 抗弯弹性模量        | 8,436~10,545         |
| 抗拉强度(MPa)     | 28.1~35.2            |
| 抗压强度(MPa)     | 31.6~42.2            |
| 抗剪性能(垂直板面MPa) |                      |
| 抗剪强度          | 5.6~7.0              |
| 抗剪模量          | 597.6~773.3          |
| 抗剪性能(平行板面MPa) |                      |
| 抗剪强度          | 1.76~2.11            |
| 抗剪模量          | 140.6~210.9          |

表中数据取自《木材手册》,美国农业部,这些数据不作为设计许用值

材作卡车车厢板的摩擦面,以及用层积材作箱柜的立柱、干燥材堆的隔条,门框也在其应用范围内。这种材料具有良好的机械加工性能和尺寸稳定性。

### (二) 复合材料

#### 1. 刨花类材料

刨花板种类很多,可细分为大片刨花板、刨花板、华夫板、定向华夫板、定向刨花板 and 水泥刨花板等。这些板材虽然保持了木材的某些性能,但由于经过加工,从而具有了一些新的特性。

##### (1)、刨花板:

其原料为工厂剩余物,由于制造工艺不同很难准确地概括出其特性。表2列出了平压法刨花板的性能指标。

大约85%的室内用刨花板用作家具、柜类和轻型建筑中的地板垫层。厚度为25~38mm的低密度板用作门芯。刨花板作侧壁板、望板、汽车间的天花板也是某些建筑法规所准许的。此外,活动房屋及预制简易房屋也可用刨花板制作。

各种类型的表面加工通常对刨花板表面质量有一定的要求。用0.038mm厚的丁烯基复面材料贴面的刨花板要求有一个很光滑的表面,或者是纤维表层。这样可克服板面不均的缺陷。用单板或高密度塑料复面的板,其表面可相对粗糙一点。而用作地板垫层的刨花板应有一个光滑、坚硬的表面以便在上面铺地毯、弹性瓷砖和无缝地板复盖材料。从环境保护的观点看,选择合适的加工工艺和胶粘剂可

表2 平压法刨花板物理、力学性能①

| 密度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 抗弯强度<br>(MPa) | 弹性模量<br>(1000MPa) | 抗拉强度 (MPa) |           | 抗剪强度 (MPa) |           | 24小时吸水厚度膨胀率(%) | 24小时浸水厚度膨胀率(%) | 线性膨胀率(%) <sup>③</sup> | 热传导率 <sup>③</sup><br>(W/m·K) |
|----------------------------|---------------|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------|------------------------------|
|                            |               |                   | 平行板面       | 垂直板面      | 平行板面       | 垂直板面      |                |                |                       |                              |
| 400~590 <sup>④</sup>       | 5.62~9.84     | 1.05~1.76         | —          | 0.14~0.21 | —          | —         | —              | —              | 0.30 <sup>⑤</sup>     | 0.95~1.30                    |
| 590~800                    | 11.25~21.09   | 1.76~4.92         | 3.52~14.06 | 0.21~1.41 | 0.703~3.16 | 1.41~7.03 | 10~50          | 5~50           | 0.2~0.6               | 1.30~1.73                    |
| 800~1120                   | 16.87~52.93   | 2.46~7.03         | 7.03~25.15 | 0.88~3.16 | 1.41~5.62  | —         | 15~40          | 15~40          | 0.2~0.85              | 1.73~2.16                    |

①数据取自《木材手册》，美国农业部

④生产中经常出现下限值，低密度的板其性能指标也可能较低

②试验条件为室温、相对湿度为50~90%

⑤仅限于生产低密度

③平均温度为24.9℃

⑥技术要求允许的最大值

起到一定的保护效果，但表面加工也能起到相同的作用。表面加工包括应用塑料薄膜、浸渍纸贴面和直接印刷。

### (2) 华夫板与定向刨花板

华夫板和定向刨花板是两种主要的刨花板材。

华夫板的原料铺装无方向性，施加室外型胶粘剂。定向刨花板(OSB)是一种八十年代初涌现出来的新产品，其抗弯强度一般高于刨花任意排列的大片华夫板。大片刨花板的一些主要的物理、力学性能见表3。

表3 普通刨花板的物理、力学性能①

| 类 型        | 密 度<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 吸水率<br>(%) | 厚 度<br>膨胀率<br>(%) | 线 性<br>膨 胀<br>率<br>(%) | 抗弯强度<br>(MPa) | 弹性模量<br>(1000MPa) | 抗剪强度<br>(平行板面)<br>(MPa) | 硬 度<br>(kg) | 抗拉强度<br>(垂直板面)<br>(MPa) |
|------------|-----------------------------|------------|-------------------|------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| 华 夫 板      | 609~721                     | 10~30      | 10~16             | 0.08~0.15              | 14.06~24.61   | 3.16~4.57         | 8.44~12.65              | 31.5~45     | 0.352~0.703             |
| 邻层刨花平行的定向板 | 609~801                     | 10~30      | 10~20             | 0.05~0.10              | 28.12~49.21   | 5.27~9.14         | 7.03~10.55              | 31.5~45     | 0.482~0.703             |
| 邻层刨花垂直的定向板 | — <sup>②</sup>              | —          | —                 | 0.12~0.30              | 10.55~24.61   | 2.11~3.52         | —                       | —           | —                       |

①数据取自《木材手册》，美国农业部，数据不作为设计许用值

②美国标准(ANSI A 208.1)中技术要求对609~849kg/m<sup>3</sup>的板有限制

华夫板和定向刨花板的性能决定了它们在许多方面可代替针叶材胶合板，主要是作墙、屋顶望板、单层地板、轻型框架结构的地板垫层。一些美国的建筑法规也准许用大片刨花板作侧壁板材料。这种侧壁板可以是夹衬板，也可以是直接钉在框架上。建筑法规准许的其它应用还有作轻型民用建筑的屋顶、拱腹、内墙、天花板，非民用建筑方面，有用作农用建筑的望板、侧壁板，工业包装、板条箱、货盘板。

### (3) 水泥木丝板

以波特兰水泥作为胶粘剂粘结成的板材称为水泥木丝板。其原料为木丝或木毛(长250mm)，成品板的密度为480~640kg/m<sup>3</sup>。这种板材因为吸音性和阻燃性好，一般用作屋顶板。其它的水泥刨花板产品还有建筑块以及一些用大刨片为原料制作的水

泥刨花产品，主要作门、地板、承重墙、间壁板、混凝土模块和室外用侧壁板。

### 2. 纤维类板材

纤维类板材可分为三类：绝缘板(软质板)、硬质纤维板、中密度纤维板(MDF)。但由于它们用途广泛以及新型产品的出现，或许还可细分。

下面是按密度对纤维板的分类

| 类型     | 密度(kg/m <sup>3</sup> ) |
|--------|------------------------|
| 绝缘板    | 160~500                |
| 硬质纤维板  | 500~1450               |
| 中密度    | 500~800                |
| 高密度    | 800~1280               |
| 特高密度   | 1280~1450              |
| 中密度纤维板 | 500~800                |

各种纤维板的性能在ASTM标准中有规定，在

很大程度上，它决定了纤维板的用途。下面按制造方法、性能和用途分类介绍。

(1) 绝缘板

绝缘板主要用作望板、内装修板。用作望板的绝缘板通常分为三个等级：普通密度、中等密度、高密度。天花板块和嵌板是结构绝缘板的主要用途。内装饰用绝缘板，如果在其上加工一些特殊的波纹，将会起到隔音的作用。一种24×24或24×48吋的天花板块现在很畅销。这种板一般称为“镶嵌式天花板”，它是安装在支撑天花板的金属架上

(2) 硬质纤维板

中密度硬质纤维板是按传统的纤维板制造方法制成。可用作房屋侧板，其厚度大多为11.1mm。中密度硬质板还可作为板材或搭接侧板，其性能在美国产品标准PS60~73(美国硬质纤维板协会1973)中有详细说明，见表4。

现在在对侧壁板的中密度硬质板进行全面二次加工的趋势，即对其表面和边部进行涂饰或用各种薄膜复面。侧板经过二次加工后，其表面效果各异，有的平滑、有的摸上去有织物感，还有一些是在其表面加工出仿天然木材的晚材纹理。

表4 作侧壁板的硬质纤维板物理性能

| 性 能                        | 技术指标                                                  |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| 吸水率(以重量计%)③                |                                                       |
| 优质                         | 15                                                    |
| 非优质                        | 20                                                    |
| 厚度膨胀率(%) ③                 |                                                       |
| 优质                         | 10                                                    |
| 非优质                        | 15                                                    |
| 线性膨胀率(%) ③                 |                                                       |
| 搭接的侧壁板                     | 0.38(厚度8.3~9.5mm)<br>0.4(厚度>9.5mm)                    |
| 平接的侧壁板                     | 0.36(厚度5.6~6.7mm)<br>0.38(8.3~9.5mm)<br>0.4(厚度>9.5mm) |
| 基材的耐候性(mm)<br>(五次循环后，最大膨胀) | 0.254，并无明显纤维起毛现象                                      |
| 第一涂层的封闭质量                  | 无失去光泽的现象                                              |
| 第一涂层的耐候性                   | 无开裂、腐蚀、起壳                                             |
| 握钉力(kg) ④                  | 67.5                                                  |
| 侧面握钉力(kg)                  | 67.5                                                  |

|            |                                         |
|------------|-----------------------------------------|
| 抗弯强度(MPa)④ | 12.65(厚度为9.5~11.1mm)<br>21.09(厚度为6.3mm) |
| 硬度(kg) ④   | 202.5                                   |
| 冲击强度(mm) ④ | 229                                     |
| 含水率(%) ②   | 2—9                                     |

- ①数据取自美国硬质纤维板协会PS60—73
- ②因为硬质纤维板是木质材料，它的含水率随周围的湿度而变化，所以用户应特别注意含水率要严格控制在2~9%，并且同一批产品，任意两块板的含水率不能相差3%以上。这样才能保证侧壁板的质量
- ③为每板最大平均
- ④为每板最小平均

高密度硬质板的性能指标见表5，表中按板的后期处理方式、厚度和最低的物理性能分别列出。

硬质板的用途是多种多样的，但通常可分为建筑用、家具用、制作箱柜和货架、汽车和火车的内装修。近来，随着工业的发展，一些新的特殊的处理方法、制造方法、饰面方法不断出现，其中典型的产品是经过二次加工的板材、房屋的侧板、地板垫层和水泥模板。

美国国家标准规定的室内用中密度纤维板的最低性能指标见表6。

现在中密度纤维板主要用于家具制造上，通常可代替实木材、胶合板、刨花板。它比刨花板表面光滑、便于木纹印刷和贴面。它边部紧密，可象木材一样进行铣切成型。木纹印刷和浮雕工艺现在也已用在中密度纤维板家具生产线上。目前正在研究用它作门、模压制品、外部装饰材料和货盘板。一些木材工业专家预测：九十年代它的市场将会明显扩大。

今后的任务

生产的趋势表明：无论是非结构型还是结构型木质复合材料的应用都在增长。但也应看到人造板技术现在还是需要进一步研究，无论是原料选择及制备，还是胶粘剂系统及其制造方法的改进，通过研究可能获得实质性效益的几个领域是：

- 改进胶粘剂体系
- 提高力学性能
- 减少强度和韧度性能的变异
- 找出混交林最佳的树种组合

表5 高密度硬质纤维板的物理性能

| 类 型     | 厚度 (mm) | 耐 水 性 (%) |       | 抗 弯 强 度<br>(MPa) | 抗拉强度 (MPa) |       |
|---------|---------|-----------|-------|------------------|------------|-------|
|         |         | 吸 水 率     | 厚度膨胀率 |                  | 平行板面       | 垂直板面  |
| 热 处 理   | 2.1     | 30        | 25    | 42.18            | 21.09      | 0.91  |
|         | 2.5     | 25        | 20    |                  |            |       |
|         | 3.2     | 25        | 20    |                  |            |       |
|         | 4.8     | 25        | 20    |                  |            |       |
|         | 6.4     | 20        | 15    | 31.64            | 19.47      | 0.633 |
|         | 7.9     | 15        | 10    |                  |            |       |
|         | 9.5     | 10        | 9     |                  |            |       |
|         | 2.1     | 40        | 30    |                  |            |       |
| 标 准     | 2.5     | 35        | 25    | 31.64            | 19.47      | 0.633 |
|         | 3.2     | 35        | 25    |                  |            |       |
|         | 4.8     | 35        | 25    |                  |            |       |
|         | 6.4     | 25        | 20    |                  |            |       |
|         | 7.9     | 20        | 15    | 31.64            | 14.06      | 0.527 |
|         | 9.5     | 15        | 10    |                  |            |       |
|         | 4.2     | 35        | 30    |                  |            |       |
|         | 3.8     | 30        | 30    |                  |            |       |
| 通 用 性 理 | 6.4     | 30        | 25    | 31.64            | 14.06      | 0.527 |
|         | 9.5     | 20        | 15    |                  |            |       |

• 数据取自《木材手册》，美国农业部，其中耐水性取每板最大平均；抗拉强度值取每板最小平均。

表6 中密度纤维板的性能要求①

| 厚 度<br>(mm) | 抗弯强度<br>(MPa) | 弹 性 模 量<br>(MPa) | 抗 拉 强 度<br>(垂直板面)<br>(MPa) | 线性膨胀率<br>(%) | 握螺钉力 (kg) |     |
|-------------|---------------|------------------|----------------------------|--------------|-----------|-----|
|             |               |                  |                            |              | 表 面       | 边 部 |
| ≤20.6       | 21.09         | 2109             | 0.63                       | 0.30②        | 146       | 124 |
| ≤22.2       | 19.68         | 1757             | 0.56                       | 0.30         | 135       | 101 |

①数据取自ANSI A208.2—1980

②因为此项包括9.5mm或更薄的板，所以这个线性膨胀率应为0.30~0.35%

降低木材重新组合制品在载荷作用下蠕变的幅  
度  
提高耐久性和耐候性  
降低厚度膨胀

改进制造方法，生产阻燃、耐腐的板材  
改进制造方法，使水泥类人造板用于建造廉价  
房屋

(上接第40页)

- (8) Stefaniak, J. 1985, Suitability of pine juvenile wood for particle board productions; properties of particle board from topwood, Prace Komisji Technol. Drewna 11:111-131, Poland.
- (9) Puglc, A.D., E.W.Price and C.Y.Hse,

1987, Composites from southern pine juvenile wood, Part I: mechanical properties, Technical Forum of FPRS 41st Annual Meeting, Louisville, Kentucky.