



卡柏轻木夹芯材料技术手册

本手册及其中所含数据因材料的开发和改变而会修订和变化。数据来自于试验和经验。本手册数据为平均数据，应按实际试验核实计算。本公司或本公司代理商无责提供数据，而这些数据不构成材料或其在用途方面的保证或说明。本公司保留发布替换数据的权利。

1、轻木基本知识：

种中文名：轻木

种拉丁名：Ochroma lagopus Swartz

种别名：百色木,巴尔沙木

科中文名：木棉科

科拉丁名：Bombacaceae

属中文名：轻木属

属拉丁名：Ochroma

国内分布：云南及台湾热带地区少量栽培

国外分布：印度群岛、墨西哥南部至秘鲁、玻利维亚等热带的低海拔地区

木棉科(Bombacaceae)乔木，学名 Ochroma pyramidale 或

Ochroma lagopus。原产南美洲热带地区，材质特轻。木材外表与白松或椴木相似。干燥的轻木每立方米仅重 90-220 公斤。浮力约为软木的二倍，适于制造救生圈和救生衣。由于具有很好的弹性，也是包装家具等物品和制造机器座垫的优良防震材料。它还具有较好的绝缘性，可用作保温箱、冰箱和冷藏室的隔热材料，并且是制造装运固体二氧化碳容器的良好材料。由于它导热系数低，物理性能好，既隔热，又



隔音，因此是绝缘材料、隔音设备、救生胸带、水上浮标及制造飞机的良材。又由于其木材容量最小，不易变形，体积稳定性较好，材质均匀，容易加工。还可用在飞机的座舱中和制作飞机与船舰模型。

在南美洲厄瓜多尔盛产轻木，一根又粗又长的木材，两个人可以抬起来。轻木比做软木塞的栓皮栎还要轻一半，是世界上最轻的树木。大部分轻木每立方米仅重 150 公斤。一个正常的成年人可以抬起约等于自身体积 8 倍的轻木甚至更多。

“巴尔沙”在西班牙语中的意思是“筏子”，用轻木做筏子具有特别大的浮力，可载运更多的东西。（南美洲大部分地区为前西班牙殖民地）。

即将成材的轻木林，生长期为 5 年



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

轻木是世界上最速生的树种之一，一年就可长到五六米，直径 5—13 厘米。轻木是木棉科、轻木属中唯一的一种常绿中等乔木。一株 10 年生的轻木可高达 16 米，直径 40—60 厘米。叶宽心脏形，交互生长在枝条上。花大，色黄白，着生于树冠上层。结长圆形蒴果，里面有绵状的簇毛，由五个果瓣构成。种子倒卵形，淡红色或咖啡色，外面密被绒毛，像棉花籽一样。轻木种子纤维在商业上称为草鸭绒或兔子爪，用作床垫和坐垫的填料。轻木纤维与一些其他种子纤维的混合绒，常作植物纤维出售，所以其种毛尚可作枕、褥的填充材料。



一年生轻木

轻木不仅木材特别轻，木质细白，虫不吃，蚁不蛀，而且生长迅速，树干又高又直，分枝少，叶片大而圆。上个世纪 60 年代我国开始引进试种轻木，目前，云南、广东、福建、海南、台湾等省区已大面积引种轻木。



播种前需要对土壤进行消毒，用废弃木材烧灼土壤



轻木的种植一般采用移栽法



木材烘干处理



锯切到标准长度并去四边

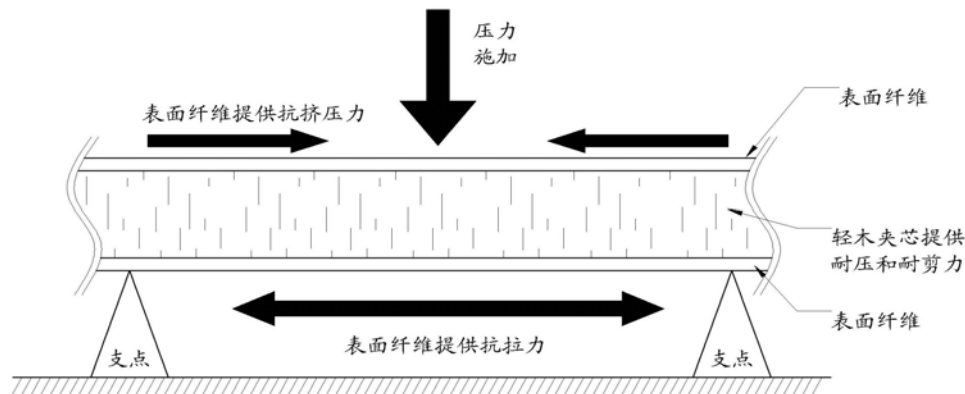
经过一系列的前期处理后，含水率低于 12 的木材用来制作轻木夹芯板，目前依照国际英制标准，板材被设定成 2 英尺 X 4 英尺（610mmX1220mm）。

由于生长环境以及护理等各种因素，木材中会出现以下类型的差异：

1. 色泽：轻木的生长仅需要阳光和雨水，土壤里过多的有机肥和矿物质将导致成材的色泽偏深，并且在整个生长周期内，气候的影响也同时反映到年轮上，个别生长在低洼地区或被动物粪便污染土壤后生长出来的树将出现明显的褐色或灰色，但其不影响轻木的机械性能。
2. 霉变：长时间暴露在潮湿的气候环境下，如果温度合适，轻木表面将出现斑点状的霉变，此类木材不允许使用在复合材料结构。前期处理合格的轻木在整个生产过程中必须存放在相对湿度低于 50% 的环境中。产品在出厂前通过干燥窑把含水率处理到低于 12% 为合格产品。
3. 疖疤：在木材的前期处理过程中，所有有疖疤的方材被剔除，因此在完成的成品板上不会存在疖疤，如果出现，使用前必须剔除疖疤，补上合格的轻木块。
4. 密度：干燥的轻木密度从 90 公斤/立方米到 220 公斤/立方米不等，其中靠近 150 公斤/立方米密度的轻木占出材率的 80% 以上，不同的密度适合不同的复合材料应用领域，目前常规使用的木材在 120 公斤到 180 公斤之间，经过混合，平均密度在 150 公斤左右，一般情况下由于粘合剂及背覆层的增加，实际成品夹芯板的密度在 155 公斤/立方米左右。
5. 密度均匀程度：由于夹芯板材是一种天然材料，即使具有相当经验的锯切工人，其加工的木方密度偏差也要在正负 15% 范围，但经过质量控制后生产出的成品板，小区域内密度相差值将控制在相当狭窄的范围之内，并且由于面积不会超过一根木方的端部面积（100mmX60mm），因此最终不会影响制成品的质量。

2、应用机理：

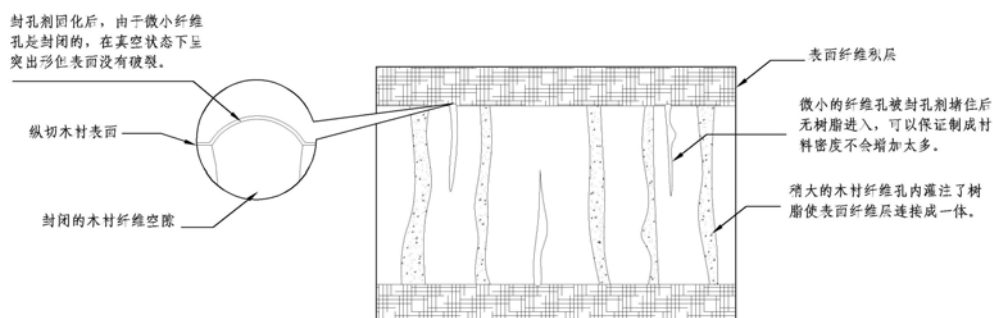
1. 加工好的轻木夹芯板一般应用在 RTM、VARTM、真空灌注和其它树脂注入或树脂浸渍处理的复合材料加工工艺中。其作用机理是和表面材料（一般为玻璃纤维或碳纤维）组合成三明治结构，其受力方式如下图：



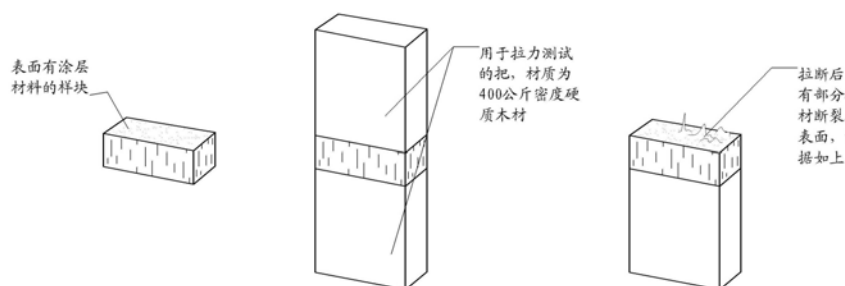
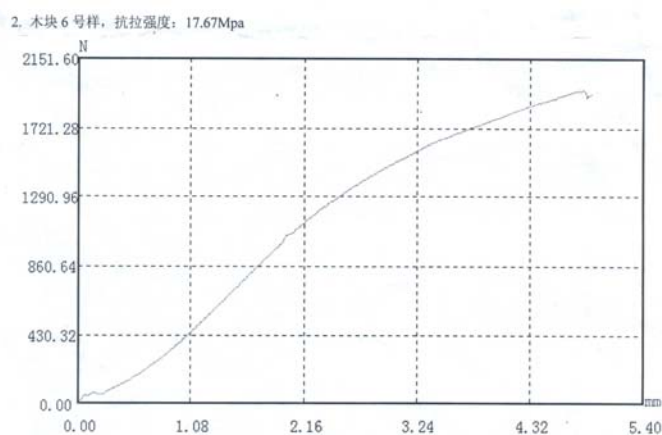
因此，板材被制作成纵向纹理状态，以充分利用其耐压及抗剪切能力。

2. 轻木夹芯板经过纵切后，表面有木材细胞开口，形成毛细管，在实行真空灌注工艺时，由于毛细管作用，树脂将会进入板材，适当的进入有助于提高剥离强度，但过多的进入将导致制成品重量增加，品质难以控制。卡柏公司使用专用的涂层材料，利用特殊的工艺均匀地涂覆在板材的两表面，该涂层很好地兼容环氧及不饱和树脂体系，在不损失剥离强度的情况下，阻止大部分树脂对毛细孔的浸入，稳定制成品的质量。

下图显示了涂层材料的作用机理。

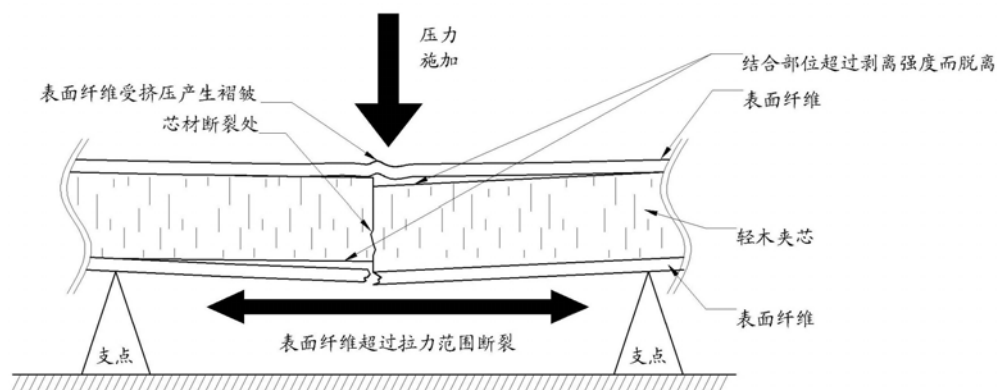


涂覆涂层的轻木夹芯板拉力测试曲线：



表面涂层测试样块样式

卡柏涂层平均可以提高剥离强度 2 Mpa (相对无涂层平板)，这是由于涂层材料比树脂可以更好地附着于毛细孔表面，下图表示了材料在受到破坏力作用下常规的结构失效现象：





Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

这里需要说明：由于轻木的毛细孔结构为管状，大小比闭孔结构泡沫材料的尺寸小一个数量级，在使用常规树脂和手糊方式时将出现纤维层和芯材可剥离现象，为此，除非利用特殊树脂，其他情况下必须利用负压对构件进行施压直到固化，手糊方式为湿法真空工艺，湿法真空工艺除了可达到设计的剥离强度，还可以很好地调节构件的最终重量一致性和刚度。

3. 卡柏轻木夹芯材料除供应常规密度 1 5 0 公斤密度外，还可以为客户定制 1 0 0 公斤密度和 2 2 0 公斤密度两个规格（所有密度为声明密度，实际供应时由于材料密度的离散性，各型号将有正负 1 5 % 的轻重范围），由于 1 0 0 公斤和 2 2 0 公斤密度轻木材料只占林场总产量的 2 0 %，总量少，有关定制业务需要联系卡柏销售部门。

4. 轻木夹芯板类型

夹芯板类型	涂层	打孔	开槽（1 毫米）	开槽（冲切 0.3 毫米）	导流槽
平板	OK	OK	NO	NO	OK
无涂层平板（背覆纤维）		OK	OK	OK	OK
带涂层平板（背覆纤维）		OK	OK	OK	OK
套材	OK	OK	OK	OK	OK
角条（背覆/不背覆纤维）	NO	OK	OK	NO	NO
成型条（背覆/不背覆纤维）	NO	OK	OK	NO	NO

标准板可胶接成大型板，板宽达 1220 毫米（4.0 英尺），板长达 2440 毫米（8.0 英尺）。这些板宜用作大型、平直部件。

卡柏公司提供预切割专用轻木芯套件。专用轻木芯套件可用于相同部件反复成型的系列生产。套件可减少劳动和浪费，提高生产率。

为适应各种应用领域的要求，轻木夹芯板可以做成各种样式以适应客户需求，卡柏公司需要客户提供加工图纸。

5. 适合应用的领域：

风力发电机叶片壳体结构、机舱罩结构用夹芯
帆船、动力游艇壳体及运动赛艇轻质内装或构件
玻璃钢耐腐蚀化工罐体隔热保温
建筑物无支撑壳体结构
汽车玻璃钢结构减重增强
轻量化环保卫生间
高速列车轻量化工艺
轻质高刚度防爆盾牌



3、相同用途的各类材料相互间差异:

具有相同用途的结构材料除轻木为天然材料外, 其他均为合成结构用的刚性泡沫材料: PVC 泡沫、SAN 泡沫、PET 泡沫、聚甲基丙烯酸酯亚胺 Rohacell 泡沫。各种材料之间差异性见下表:

夹芯材料	代表性生产公司	应用状况	结构强度	代表性密度	价格
Balsa 轻木	Baltake	大量应用	高	100-220kg/m ³	低廉
PVC 泡沫	DIAB	大量应用	一般	38-250kg/m ³	偏高
SAN 泡沫	Gurit 固瑞特	部分替代 PVC	一般		偏高
PET 泡沫	Armacell	部分替代 PVC	一般		偏高
Rohacell PMI 泡沫	Evonik-Degussa 赢创德固赛	目前仅应用于较高要求的行业	高	32-205kg/m ³	高

4、技术参数及使用规范:

平均标称物理性质

性质	单位	CB100 轻	CB150 标准	CB220 重
标称密度 (美国材料试验学会 C 271)	公斤/立方米 磅/立方英尺	90 5.6	155 9.7	220 13.8
抗压强度 (美国材料试验学会 C 365)	兆帕斯卡 磅/平方英寸	5.4 783	12.7 1,842	21.9 3,176
抗压模数 (美国材料试验学会 C 365)	兆帕斯卡 磅/平方英寸	1,850 268,250	4,100 594,500	6,840 991,800
抗拉强度 (美国材料试验学会 C 297)	兆帕斯卡 磅/平方英寸	7.0 1,015	13.5 1,958	20.6 2,987
抗剪强度 (美国材料试验学会 C 273)	兆帕斯卡 磅/平方英寸	1.6 232	3.0 435	4.5 653
剪切模数 (美国材料试验学会 C 273)	兆帕斯卡 磅/平方英寸	96 13,920	166 24,070	237 34,365

标称湿度: 12%

线性膨胀系数:

纵向	1.1×10 ⁻⁶ 厘米/厘米/摄氏	2.0×10 ⁻⁶ 英寸/英寸/华氏
径向	4.6×10 ⁻⁶ 厘米/厘米/摄氏	8.0×10 ⁻⁶ 英寸/英寸/华氏
切向	6.8×10 ⁻⁶ 厘米/厘米/摄氏	12.0×10 ⁻⁶ 英寸/英寸/华氏

注意: 因湿度变化, 木材的收缩和膨胀会使热膨胀显得不太重要。



**Changshu Core-Board Advance
Composite Manufacture Co.,Ltd.**

特性-CB100（轻）

性质	单位	值	试验程序
密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	90 5.6	美国材料试验学会 C271
最小密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	64 4.0	美国材料试验学会 C271
抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	5.4 783	美国材料试验学会 C365
最小抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	2.6 377	美国材料试验学会 C365
抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	1,850 268,250	美国材料试验学会 C365
最小抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	920 133,400	美国材料试验学会 C365
抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	7.0 1,015	美国材料试验学会 C297
最小抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	3.9 566	美国材料试验学会 C297
抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	1.6 232	美国材料试验学会 C273
最小抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	0.9 131	美国材料试验学会 C273
剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	96 13,920	美国材料试验学会 C273
最小剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	59 8,555	美国材料试验学会 C273
导热系数 23℃	传热系数（米·℃） 热导率英制单位·英寸（平方英尺·小时·°F）	0.052 0.35	美国材料试验学会 C177
湿度	%	12	美国材料试验学会 D2016
最小湿度	%	8	美国材料试验学会 D2016
吸水率 24 小时 48 小时 饱和	%	350 490 1,060	美国材料试验学会 C272



**Changshu Core-Board Advance
Composite Manufacture Co.,Ltd.**

特性-CB150（标准）

性质	单位	值	试验程序
密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	155 9.7	美国材料试验学会 C271
最小密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	121 7.6	美国材料试验学会 C271
抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	12.7 1,841	美国材料试验学会 C365
最小抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	6.4 928	美国材料试验学会 C365
抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	4,100 594,500	美国材料试验学会 C365
最小抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	2,000 290,000	美国材料试验学会 C365
抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	13.5 1,957	美国材料试验学会 C297
最小抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	7.5 1,087	美国材料试验学会 C297
抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	3.0 435	美国材料试验学会 C273
最小抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	1.8 261	美国材料试验学会 C273
剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	166 24,070	美国材料试验学会 C273
最小剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	100 14,500	美国材料试验学会 C273
导热系数 23℃	传热系数 (米·℃) 热导率英制单位·英寸 (平方英尺·小时·°F)	0.064 0.44	美国材料试验学会 C177
湿度	%	12	美国材料试验学会 D2016
最小湿度	%	8	美国材料试验学会 D2016
吸水率 24 小时 48 小时 饱和	%	225 310 625	美国材料试验学会 C272



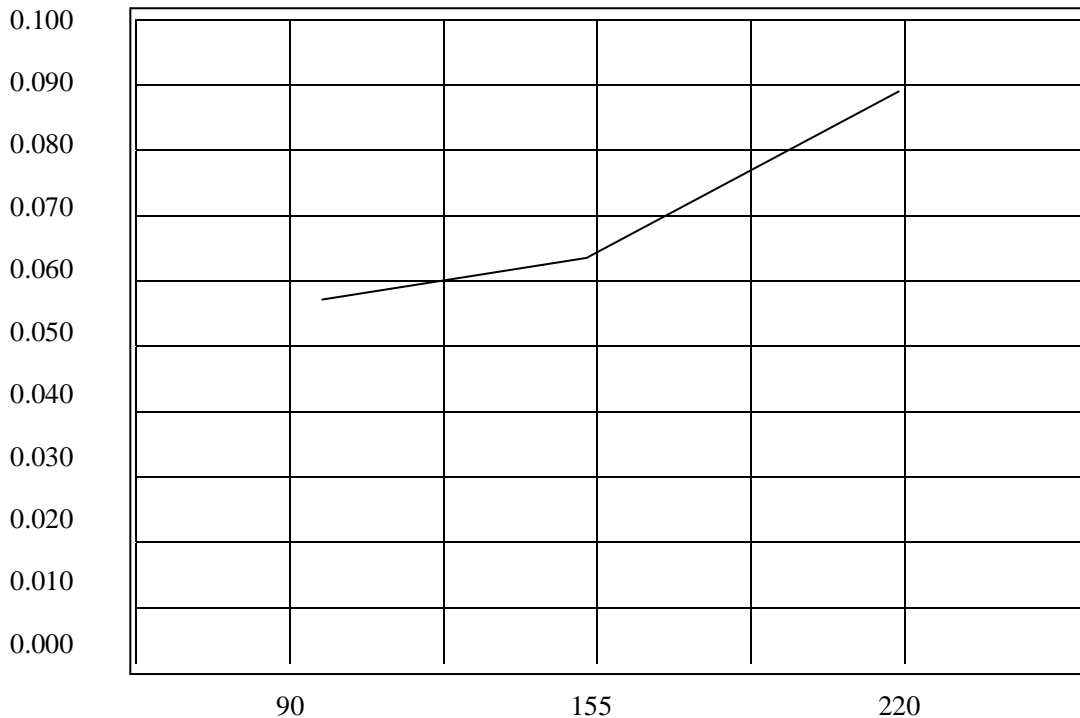
**Changshu Core-Board Advance
Composite Manufacture Co.,Ltd.**

特性-CB220（重）

性质	单位	值	试验程序
密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	220 13.8	美国材料试验学会 C271
最小密度	公斤/立方米 磅/立方英尺	185 11.6	美国材料试验学会 C271
抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	21.9 3,175	美国材料试验学会 C365
最小抗压强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	13.8 2,001	美国材料试验学会 C365
抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	6,840 991,800	美国材料试验学会 C365
最小抗压模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	4,300 623,500	美国材料试验学会 C365
抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	20.6 2,987	美国材料试验学会 C297
最小抗拉强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	14.0 2,030	美国材料试验学会 C297
抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	4.5 652	美国材料试验学会 C273
最小抗剪强度	兆帕斯卡 磅/平方英寸	3.2 464	美国材料试验学会 C273
剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	237 34,365	美国材料试验学会 C273
最小剪切模数	兆帕斯卡 磅/平方英寸	170 24,650	美国材料试验学会 C273
导热系数 23℃	传热系数 (米·℃) 热导率英制单位·英寸 (平方英尺·小时·°F)	0.086 0.60	美国材料试验学会 C177
湿度	%	12	美国材料试验学会 D2016
最小湿度	%	8	美国材料试验学会 D2016
吸水率 24 小时 48 小时 饱和	%	170 230 445	美国材料试验学会 C272



导热系数



导热系数 (W/m.°C)

密度 (公斤/立方米)

根据美国材料试验学会 C177 和 C271 的标准, 在摄氏 23 度时导热系数作为密度的函数。

5. 轻木芯板试验

大多数轻木芯板制造商以 12.7 毫米 (0.5 英寸) 的厚度测试他们的产品, 因为这是轻木最通用的厚度。然而, 12.7 毫米 (0.5 英寸) 轻木的抗剪强度值不应用于设计大于 12.7 毫米 (0.5 英寸) 厚的轻木芯板的结构。应该用类似于最终适用的厚度来测试轻木芯板。此外, 要用美国材料试验学会 C273 的标准测定轻木芯板的剪切性质。

试验方法

如果没有规定其它温度, 一般试验条件是温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (73°F), 相对湿度是 $50 \pm 10\%$ 。试样从生产线上随机抽取。

所有试样在试验前要达到在温度 23°C (73°F) 和湿度 $50 \pm 10\%$ 的情况下最少 2 小时。

密度

按照美国材料试验学会 C271 (ASTM C271) 的标准测试试样密度。试样是表面 50 毫米 (2 英寸) \times 50 毫米 (2 英寸) 的立方体。

湿度

通过在卡柏公司的研究, 已证明轻木中的湿度对轻木的物理性质影响很大。轻木的湿度在加工时必须 是 $12\% (\pm 4\%)$ 以达到最佳性能。

按照美国材料试验学会 D2016 (ASTM D2016) 的标准测试湿度 (方法 B-电子湿度仪方法)。

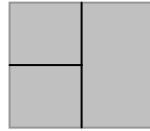


抗压强度

为了得到抗压强度，要测试两种类型的试样。第一种类型是相同密度试样，它只是由一块轻木板组成。第二种类型是不相同密度试样，它至少由三块轻木板组成。



相同密度试样



不相同密度试样

这个试样是为了设计需要，为了安全起见建议使用不相同密度试样值。（本手册中含有不相同密度试样值）。

按照美国材料试验学会 C365（ASTM C365）的标准测定轻木的平面抗压强度。测试的试样是边长 50 毫米（2.0 英寸）的立方体。

抗压模数

在测试抗压强度的同时，也要测试相同密度和不相同密度试样的抗压模数。

按照美国材料试验学会 C365（ASTM C365）的标准测定轻木的平面抗压模数。试样是表面 50 毫米（2.0 英寸）× 50 毫米（2.0 英寸）的立方体。

抗拉强度

用于测试抗拉强度的试样是相同密度试样，因为不相同密度试样在最低密度试样板的情况下有断裂的倾向，这使得测试无结果。

按照美国材料试验学会 C297（ASTM C297）的标准测定平面上轻木的抗拉强度。试样是表面 50 毫米（2.0 英寸）× 50 毫米（2.0 英寸）的立方体，高度是 12.7 毫米（0.5 英寸）。

抗剪强度

在相同密度和不相同密度试样上测试抗剪强度。对于不相同密度试样来说，抗剪强度结果是基于被测的试样的平均密度，因为试样是由不止一块板组成的。

按照美国材料试验学会 C273（ASTM C273）的标准测定平面上轻木的抗剪强度。试样长 152 毫米（6 英寸），宽 63.5 毫米（2.5 英寸），厚 12.7 毫米（0.5 英寸）。试样按拉力方向测试。

因厚度抗剪强度下降

轻木抗剪强度对于厚度的下降因素列表如下。

厚度 毫米（英寸）	抗剪强度 减少 %
12.7 (0.5)	0
25.4 (1.0)	14
50.0 (2.0)	28

剪切模数

与测试抗剪强度一样，也是在相同密度和不相同密度试样上测试剪切模数。

按照美国材料试验学会 C273（ASTM C273）的标准测定平面上轻木的剪切模数。试样长 152 毫米（6 英寸），宽 63.5 毫米（2.5 英寸），厚 12.7 毫米（0.5 英寸）。试样按拉力方向测试。



剪切应变

轻木的剪应变很小。通常，剪应变在 0.5% 到 2% 之间。

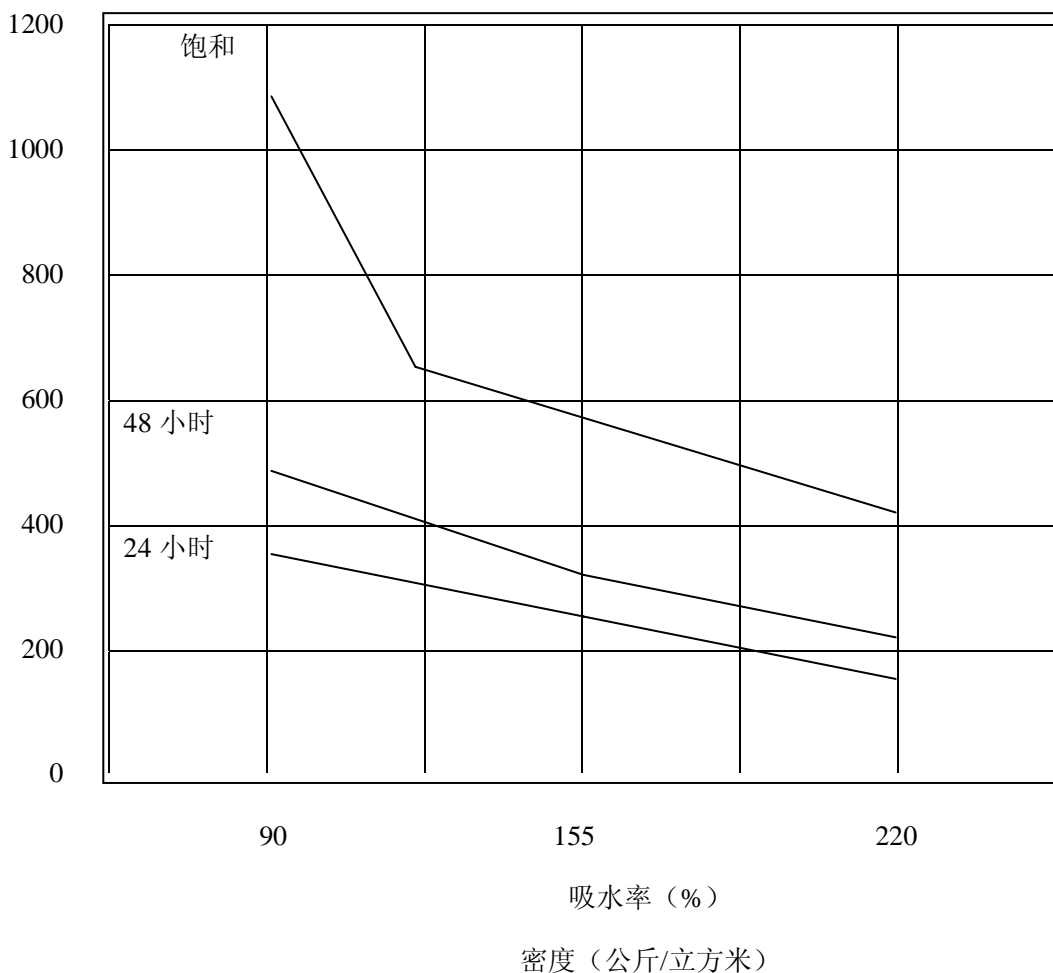
按照美国材料试验学会 C273 (ASTM C273) 的标准测定平面上轻木的剪应变。用应变计测量应变。试样长 152 毫米 (6 英寸)，宽 63.5 毫米 (2.5 英寸)，厚 12.7 毫米 (0.5 英寸)。试样按拉力方向测试。

吸水率

轻木能吸收的水量依赖于材料的密度。轻木在 155 公斤/立方米 (9.7 磅/立方英尺) 的标称密度的情况下能吸收自身重量 6 倍的水量。试样所吸收的水量因时而异。

按照美国材料试验学会 C272 (ASTM C272) 的标准测定轻木的吸水率。试样是表面 73 毫米 (2.9 英寸) × 73 毫米 (2.9 英寸) 的立方体，高度是 12.7 毫米 (0.5 英寸)。

吸水率



根据美国材料试验学会 C272 和 C271 的标准，在摄氏 23 度时吸水率作为密度的函数。

6. 火焰、烟雾和毒性性质 (FST)

引言

夹芯材料的许多重要特性涉及到它们在面临火焰时的表现。这些特性包括：

- 氧气指数
- 火焰扩张指数
- 烟雾的发生
- 毒性



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

为了健康和安全起见，在人们遭受暴露于燃烧复合材料的危险的地方，应该考虑这些特性。在客运车辆内，如飞机、公共汽车、渡船和火车，这尤为重要。

在本节中对轻木夹芯所给出的值与芯板有关，而与夹心面板无关。火焰、烟雾和毒性性质再结合精选的涂层通常会改善。

氧气指数 (OI)

氧气指数是在周围空气中维持火焰燃烧所需要的最小氧气百分比。空气中通常含有 21% 的氧气。据说，氧气指数大于 21% 的材料会自灭。轻木夹芯板的氧气指数为 24。轻木夹芯板的氧气指数按照美国材料试验学会 D2863 (ASTM D2863) 的标准测定。

火焰扩张指数

火焰扩张指数是一种材料暴露于辐射热源时表面燃烧性的计量单位。轻木夹芯板的平均火焰扩张指数为 187。大多数运输管理机构对火焰扩张指数的要求不会大于 35。轻木夹芯板的表面燃烧性是按照美国材料试验学会 E162 (ASTM E162) 的标准测定的。

烟雾发生率

火灾中所产生的烟雾本身就是危害。烟雾能阻碍呼吸，因减少可见度使人迷失方向。因此，重要的是测试材料的烟雾发生率。有各种仪器测量燃烧材料的烟雾发生率。比如美国国家标准局 (NBS) 和俄亥俄州立大学 (OSU) 的烟雾室。

已按照美国材料试验学会 E662 (ASTM E662) 的标准测定了轻木的烟雾发生率。烟雾发生试验可在燃烧方式下进行，火焰直接施加到材料上，或用热解方式，也就是只加热。在测试轻木夹芯板时，用热解方式所产生的值通常要比用燃烧方式所产生的值高。10 毫米 (0.4 英寸) 厚的轻木夹芯板的烟雾浓度值在热解方式下 240 秒后是 150。大多数运输管理机构要求的值在 240 秒后不大于 200。

毒性

燃烧不仅释放热量，还产生如炭和烟雾等的残余物。标准已经制定，规定燃烧物的类型和数量。因为有规定的成分毒性很高，允许的量一般很小，故用一百万分之 (ppm) 的单位来测量。轻木夹芯板的毒性是根据 BSS7239 的标准测定的。专用轻木在燃烧 4 分钟后的毒性气体值列表如下。

气体类型	专用轻木测试量 (ppm)	最大 FAA (ppm)
CO	155	3500
HCN	3	150
HCl	37	500
HF	2	50
SO ₂	42	100
NO ₂	1	100

7. 运输和贮存

轻木夹芯板用瓦楞纸板箱包装。轻木板用缠绕膜包起来以保持湿度和防止污染。

运输

包装箱应用车身封闭的挂车/卡车或用集装箱运输。包装箱应放在与箱子同样大小的平板架上，或放在平整的托架上。如果需要，包装箱可以垂直位置运输。

搬运

为避免损坏，应小心搬运包装箱。

如果垫板用于分布负荷，散布的包装箱可以用铲车提升。

贮存

轻木板应在干燥的环境中放在平板架上贮存。不要用刀去开箱。卸去箱盖，一次用一袋专用轻木。轻木从环境中吸收水分，会使轻木膨胀、收缩和翘曲。高湿度能损害一些树脂组织。开启缠绕膜后，要采取预防措施保护专用轻木免于水、灰尘和其它污染物。



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

不要将轻木板存放在像 MEKP 这样的氧化剂附近。要远离热和火存放。轻木屑是可燃的。

8. 机加工

有多种方法加工轻木板。本节内容涉及最常使用的方法：

- 锯切
- 砂纸打磨
- 钻孔
- 刀模冲切

这些加工方式不包括全部的方法。我们编写这个手册的意图是提供基于我们内部经验的指导。内容涉及机加工轻木板的基本参数和原则。我们强烈建议在选择最终方案前要进行试验。保养机械和工具对确保顺利切割是非常重要的。

如果对机加工有疑问，请与卡柏公司的技术部联系。

锯切

根据操作和材料的密度，可使用下列方法。

横割锯

横割锯能用于任何密度的轻木以及许多夹心板。在横割锯专用轻木时建议的参数是：
切割线速度 50-60 米/秒（164-197 英尺/秒）。

350-400 毫米（14-16 英寸）锯条，54-96 锯齿

交错式或梯形锯齿。（见图 1-4）

请注意在复合的夹心板或较高密度上切割时进给速度必须降低。



图 1 交错式锯齿，后视图



图 2 交错式锯条，侧视图

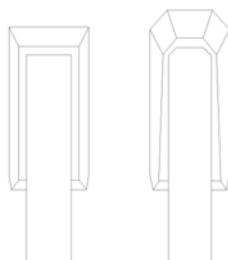


图 3 梯形锯条，后视图

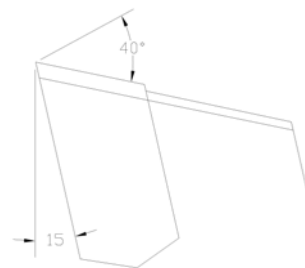


图 4 梯形锯条，侧视图

带锯

带锯能用于切割轻木，毫无问题。在密度大于 155 公斤/立方米（9.7 磅/立方英尺）时，进给速度必须大大降低。在锯夹心板时，强烈建议在最后加工前要进行试验。带锯切割轻木板的建议参数是：

切割线速度 30-35 米/秒（98-115 英尺/秒）。

每英寸 4 齿。

厚度 0.9 毫米（1/32 英寸）锯条



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

宽度 10-13 毫米 (25/64-33/64 英寸) 锯条

钩形锯齿 (见图 5)

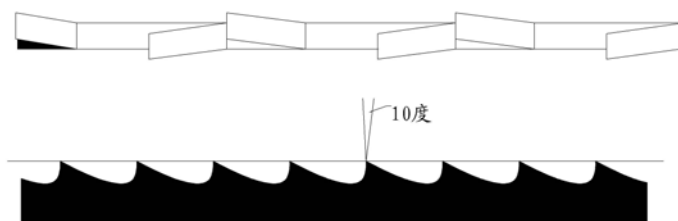


图 5 带锯锯条，上视图和侧视图

卧式锯

卧锯可利用标准锯条，有下列特性：

宽度 20 毫米 (25/38 英寸) 锯条

每英寸 3 齿。

标准设置 (每隔一齿) 到 1.5 毫米 (1/16 英寸)

钩形齿 (见图 5)

切割线速度 45-50 米/秒 (148-164 英尺/秒)

进给速度 0.5 米/分 (1/32-1/8 英尺/秒)，视密度而定。

打磨

轻木板的建议打磨参数如下：

用于轻木板的标准砂纸是 36-60 粒度。(已使用 240-300 粒度的砂纸。) 砂纸速度应在 25 米/秒 (82 英尺/秒)。

砂纸 粒度	切削大小 毫米 (英寸)	进给速率 米/分 (英尺/分)
36	0.50 (0.02)	6.0 (20)
60	0.25 (0.01)	6.0 (20)
60	1.30 (0.05)	3.5 (12)

进给速度主要取决于所加工的密度。速度从高密度轻木 3 米/分 (10 英尺/分) 到低密度轻木 6 米/分 (20 英尺/分) 不等。切削材料的最大量为 3 毫米 (0.118 英寸)，但起始值建议为 1 毫米 (0.039 英寸)。

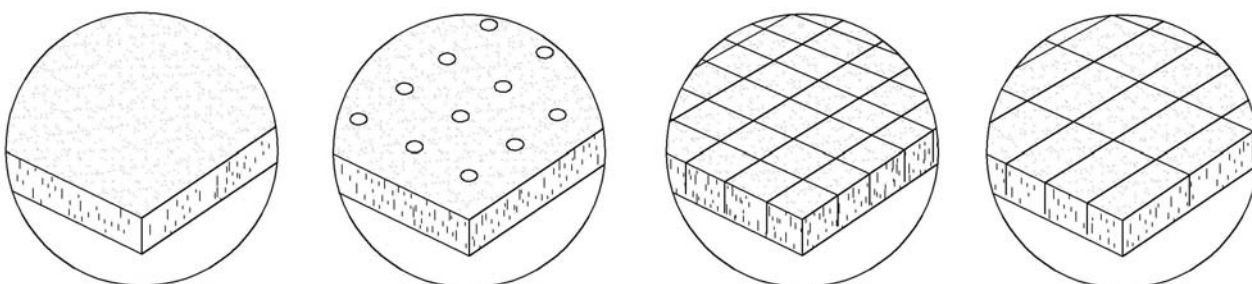
钻孔

在给轻木板钻孔时，可使用标准类型的钻头。建议切割线速度为 40 米/秒。在钻有轻木夹心板时，表面材料确定了用哪一种钻头最好。

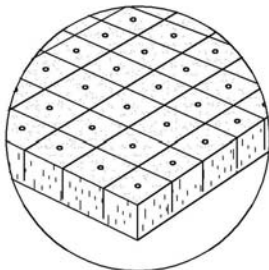
9. 加工使用方法

各种类型的加工处理方法，包括但不限于手糊法、RTM、VARTM、真空加固和预浸处理，已成功用于轻木夹芯板。在使用某些处理方法时，轻木板需要特别考虑。

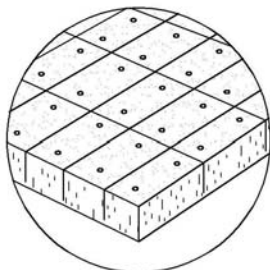
可以加工的类型



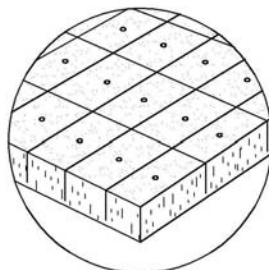
平板



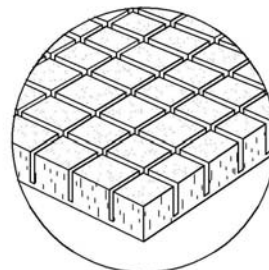
打孔平板



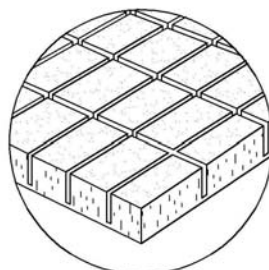
1"x1"小槽板



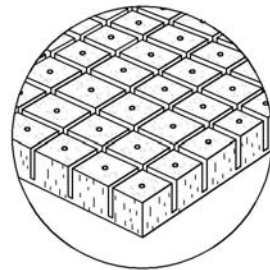
1"x2"小槽板



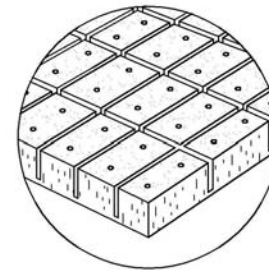
1"x1"小槽打孔板



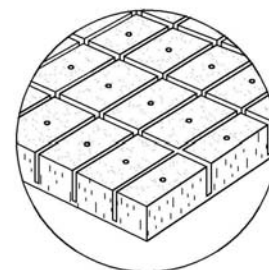
1"x2"小槽打孔板



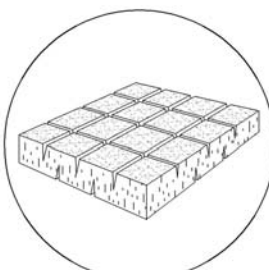
1"x2"小槽单孔板



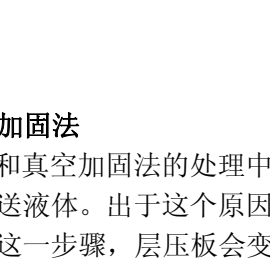
1"x1"大槽板



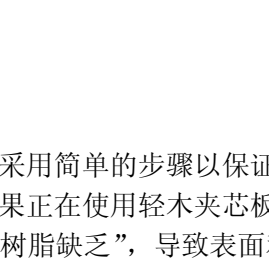
1"x2"大槽板



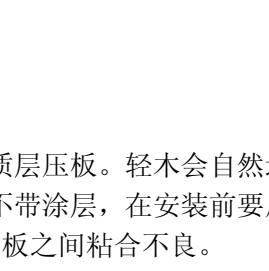
1"x1"大槽打孔板



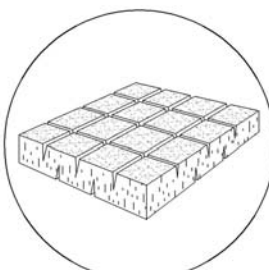
1"x2"大槽打孔板



1"x2"大槽单孔板



V 字槽双曲面板



手糊法、喷涂积层法和真空加固法

在手糊法、喷涂积层法和真空加固法的处理中，要采用简单的步骤以保证优质层压板。轻木会自然地通过材料按它的纹理方向输送液体。出于这个原因，如果正在使用轻木夹芯板而不带涂层，在安装前要用催化树脂预湿。如果不采取这一步骤，层压板会变成“树脂缺乏”，导致表面和芯板之间粘合不良。

其他对板材的处理方法

各种类型的加工处理方法，包括但不限于手工叠层法、RTM、VARTM、真空加固和预浸处理，已成功用于专用轻木。在使用某些处理方法时，专用轻木需要特别考虑。

高温/预浸处理

轻木夹芯板能经受住超过 120 摄氏度（250 华氏度）的处理温度，很少降低其物理性质。处理中在把温度提到高于水的沸点时必须当心；在大气压下 100 摄氏度（212 华氏度）。当轻木中的剩余水分加热到沸点以上时，它就变成蒸汽，这很容易污染面和芯之间的结合物。使用前将轻木芯放在烘箱内以 120 摄氏度（250 华氏度）的温度干燥可以避免这个潜在的问题。应不时称重芯材直至重量恒定。这时，轻木将会



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

干燥，在以水的沸点以上的温度预浸处理时不会造成问题。应在烘箱内干燥 4 小时处理轻木。

注意在把压力降低时，水的沸点比较低，比如在真空袋内。在正常大气压下（1 个大气压），水在 100 摄氏度（212 华氏度）沸腾。在 0.5 个大气压下，水在 82 摄氏度（180 华氏度）沸腾。

在温度高于 150 摄氏度（302 华氏度）处理专用轻木会导致个体轻木材裂缝和开裂。

10. 设计

在设计轻木芯板材料的时候有许多事情要考虑。虽然轻木是设计的产品，它仍有天然材料的很多性质。一些关键的东西要考虑的是密度变化、厚度，部件尺寸与木材大小。

一个缺点可成为整个力量的致命伤

这一说法对于轻木芯板材料是真实的，因为它们的物理性质有赖于密度。轻木芯板材料是由密度差可能达 60-80 公斤/立方米的单个的木材制成的。由于密度变化很大，木材与木材之间的物理性质变化也很大。因此，在设计轻木芯板时，尤其在设计相对小的部件时，应使用最小值。

大小情况

正如前面所提到的，在设计大于 12.7 毫米（0.5 英寸）厚的轻木芯板时，必须考虑轻木芯板的厚度以及所应用的减缩系数（参见“抗剪强度与厚度对比”）。

部件尺寸与木材大小

在设计接近木材大小 2-4 倍的小尺度部件时，由于木材密度变化的影响，有必要调整设计值。另外，轻木是正交各向异性的。木材的性质必须用相对于轻木树的生长年轮的柱面坐标来表达。在传统的设计中，使用直角坐标系来描述夹芯板的性质。因此，在表中很难说到单个轻木材的性质。

11. 健康及安全保障

材料安全数据表

1. 产品识别

产品名称:	Core-Board 轻木夹芯板
通用名称:	轻木板
运输危害:	无
制造商名称:	江苏省常熟市卡柏先进复合材料有限公司 江苏省常熟市虞山高新技术开发区四新路 A-6 地块
咨询电话:	0512-52362866
运输中应急电话:	13773087767
最后修订日期:	2009 年 4 月 20 日

2. 危险成分

成分	在可用状态无危险
----	----------

3. 物理和化学特性

沸点	不适用
蒸汽压力	不适用
蒸汽密度	固态，不适用
比重	0.05-0.350
蒸发率	不适用
挥发性体积百分数	不适用
重量水溶解性	不适用
描述	淡棕色，木纹

4. 火灾和爆炸危险数据

闪点	大于 400 华氏度（200 摄氏度）（ASTM D1929）
----	---------------------------------



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

自燃
空气中可燃极限
危险的分解物
灭火介质
特殊灭火程序
异常火灾和爆炸危险
氧气指数

大于 750 华氏度（400 摄氏度）
没有测定
未知
水，水雾，CO₂，干式化学剂
无
除非用水浸，产品会阴燃
24

5. 反应资料

危险的聚合
稳定性
不相容（避免接触）
避免的情况
危险的分解物

不会发生
稳定
强氧化剂能造成起火和随后的燃烧
暴露于明火或过热
一氧化碳、二氧化碳、低分子量碳氢化合物和有机酸

6. 健康危害资料

过度暴露的影响

眼睛 – 能引起轻度疼痛、充血、流泪
皮肤 – 造成的影响未知
呼吸 – 过度吸入产品的尘屑会导致窒息，
因为蒙住了肺组织

应急/急救程序

吞咽 – 有害影响未知
眼睛 – 用大量的水冲洗，包括上下眼睑。如果疼痛
不止，就要求医。
皮肤 – 不要吹除尘屑，用肥皂和水清洗。
如果不能自主呼吸 – 如果窒息明显，将病人移到通风处。
如果呼吸困难，输氧。如果呼吸已
停止，实施人工呼吸。让病人保暖，
安静，并得到医治。

长期暴露的影响

如果已咽下 – 如果已摄入大量的东西，立即求医。
该产品长期有害健康未知，但对某些人可能会发生过敏。我们不知道暴露于该产品是否会加重症状。

7. 安全搬运和使用的预防措施

要使用的保护装备

呼吸保护：

从产品上会产生尘屑，建议使用呼吸罩。

通风：

从产品上会产生尘屑，要提供足够的机械通风或真空辅助
吸尘以防止空中悬浮尘雾积聚。

防护服：

不需要手套。工作服要盖住胳膊和腿。

眼睛保护：

在有产生尘雾的地方建议戴防尘眼镜。

搬运和存放时要采取的

产品是易燃的。要谨慎小心。

预防措施：

8. 废物处理

加工大量材料时应使用集尘设备。地面上灰尘可用真空吸尘器收集或清扫。轻木屑不含任何危险物质。

废物处理方法：

卡柏公司建议妥善处理边角料及废弃物，随意丢弃会带来一系列的后果，
包括环保及消防安全。

本手册中所含信息是基于被认为精确的数据。尽管这些信息认为是可靠的，但没有保证或暗示有关该



Changshu Core-Board Advance Composite Manufacture Co.,Ltd.

资料或从使用中得到的结果的精确性。正因为该信息的使用以及该产品的状况和使用是由用户控制的，确定安全使用该产品的条件就是用户的责任。

12、风电行业中应用时技术要点：

目前风电叶片大部分采用国外的全套设计，其中夹芯材料使用频度较高的是 ALCAN 的轻木泡沫以及 DIAB 公司的 PVC 泡沫，在使用过程中，我们发现，纯粹购买轮廓板，然后在叶片厂加工套材，具有一定的套材加工难度，其体现为：加工好的轮廓板在进行锯切、倒角、扣挖时，一部分单元格会从背覆纤维上掉落下来，影响芯材铺设施工速度以及材料的整体性。经过卡柏公司的尝试，在制作轮廓板前先采用平板进行叶片套材的外形成型加工，完成外形后再进行倒角等工序，最后开槽形成轮廓板，这样制作的套材整体性强，铺设容易。

由于各芯材公司技术及标准上的微小不同，原料尺寸存在着一定差异，在叶片行业逐渐标准化的过程中，夹芯板材原料的尺寸各公司间也有不同的地方，因此在对原叶片总图重新规划夹芯板时，其完善正确的展开图是必须的，同时在经过 1-3 次的现场跟进后，必须达到同型号多模具芯材通用。

13、游艇行业中应用技术要点：

经过卡柏公司生产的轻木夹芯板，从原料的种植到产品出厂，严格按照本厂的质量技术要求进行全程控制，对比同类国外产品，我们发现卡柏可以使材料的瑕疵降到最低。木材拼接用胶粘剂的性能导致应用于高水气环境的轻木夹芯板需要有更好的耐水性，此时需要协同复合材料表面的树脂纤维结构层来限制外力对芯材结构的破坏，轻木不同于合成泡沫，一旦进水必须尽快排出，为此大部分用于水线以上特别是舱壁、隔断及甲板。

14、其他可应用行业中相关要点：

轻木夹芯板同时可以应用到其他需要特定材料性能的行业，例如：化工槽罐的保温隔热、航空器的内构、高速列车车厢、大巴车内构及车厢构造、赛车等等，由于应用环境不同，在设计时必须考虑强度、重量、燃烧等性能，卡柏公司正在积极研发一种适合轻木的阻燃材料，经过处理的轻木芯材将具有优于化学合成物的燃烧性能。由于加工工艺的局限，轻木纵切轮廓板可以制作成的厚度范围为 3mm 到 50mm，低于 3mm 的板材除难以加工外，也将失去使用的价值，而高于 50mm 的夹芯结构设计，也由于厚度的制约，必须设计成多层结构。

15、增值服务：

卡柏公司拥有一批优秀的木材加工技术人员，对各类应用行业有着一定的技术积累，如果有该方面的需要，可以直接联系技术人员，我们提供的信息将有助于您改进产品设计，快速达到终极目标而不提高成本，而这个行为将贯穿您产品的设计、原料采购、生产这条线中。

16. 标准产品规格表：

厚度（英制）	厚度（公制）	长（毫米）	宽（毫米）	每箱面积/片数	包装箱体积/重量
1/4	6.25	1220	610	32m ² /43pcs	0.24m ³ /35kg
3/8	9.525	1220	610	20.09m ² /27pcs	0.24m ³ /35kg
1/2	12.5	1220	610	16.37m ² /22pcs	0.24m ³ /35kg
5/8	15.875	1220	610	12.65m ² /17pcs	0.24m ³ /35kg
3/4	19.05	1220	610	10.42m ² /14pcs	0.24m ³ /35kg
1	25.4	1220	610	8.19m ² /11pcs	0.24m ³ /35kg
1-1/8	28.58	1220	610	7.44m ² /10pcs	0.24m ³ /35kg
1-1/4	31.65	1220	610	6.7m ² /9pcs	0.24m ³ /35kg
1-3/8	34.925	1220	610	5.95m ² /8pcs	0.24m ³ /35kg
1-1/2	38.1	1220	610	5.21m ² /7pcs	0.24m ³ /35kg
1-5/8	41.275	1220	610	5.21m ² /7pcs	0.24m ³ /35kg
1-3/4	45	1220	610	4.47m ² /6pcs	0.24m ³ /35kg
2	50.8	1220	610	3.72m ² /5pcs	0.24m ³ /35kg