

以一年生植物作为生产刨花板的原料

恩斯特·伯林克曼

(联邦德国比松公司研究中心)

序 言

在许多国家由于刨花板生产急剧增长,木材的供应越来越紧缺。因此,如何以其它合适的原料取代木材作刨花板,具有日益重要的意义。在木材匮乏地区,可大量采用一年生作物的剩余物作代用品。

尽管目前一年生作物的利用量还微不足道,但在过去几年里利用农业剩余物生产刨花板的一些国家已取得了经济效益。中欧地区主要采用亚麻和大麻屑,而热带与亚热带地区最重要的代用品是甘蔗渣。

本文是根据比松公司研究中心的中文稿,由本编辑部节录后介绍给读者。

4. 有条件的地区,表面胶贴人造薄木或集成薄木。这样表面纹理美丽,花色可自行设计。可用于高级宾馆内部装修,或家具表面。

第五类 其他特种非木材人造板制造。与木质人造板一样,可进行阻燃、防虫、防白蚁处理。

用金属箔粘贴非木材人造板,如贴在稻壳板上,稻壳板本身具有防辐射性能,因此处理后其防辐射性能必定更佳。国外已作宣传,但国内尚未开发。

用发光材料喷涂于非木材人造板表面,使板材闪闪发光。

三、结语

几年来,非木材人造板的生产厂已有百余家,在产量、质量上均有所提高。1987年后,国内又相继出现了几个非木材人造板技术开发集团,在技术、生产、设备、使用上起了很大推动作用。当前应当注意的问题是:

1. 依照不同原料的特点,组织生产不同类型的板材,发挥功能性作用,开发非木材人造板的产

总 论

在过去几年,比松公司对多种原料取代木材生产刨花板的可行性进行了研究。在利用代用材料时,一般会涉及到下述一些问题:1. 原料是间歇性地还是可以全年均匀地被提供。2. 原料的运输费用。3. 原料质量是否有大的波动。4. 是否需要特殊的制备、施胶和压制技术。5. 应单独加工,还是混同木材或其它代用原料一起加工。6. 应该生产特殊产品还是生产质量相当于普通刨花板的产品。

一、已被利用的一年生作物

所谓“一年生作物”实际上是指它们的下脚料或副产品。因为这些材料迄今尚无合适的用途。另一方面,这些材料均来自交通发达地区,如果用它们生产刨花板,不至于受高额运输费所累,而运输费品市场。

2. 根据不同的产品用途,制订出各种功能的非木材人造板质量标准、测试方法,以利于提高产品质量。

3. 从中国实情出发,要根据资源状况、产品使用对象组织拟订全面规划。这样有利于非木材人造板的发展,也有利于生产与应用。

参考文献

- (1)Non-wood plant fiber pulping process report, 1983, No.52, TAPPI press.
- (2)Production of plants from agricultural residues, 1972, UNIDO, Vienna.
- (3)Non-wood plant fiber pulping process report, 1985, No.1, No.3, No.7, No.9, No.12, No.40, TAPPI.
- (4)Particleboard from annual plant waste, 1983, UNIDO, Vienna.
- (5)USP. 3850677, USP. 3554941, USP. 3687877, USP. 4183977, USP. 2412943, USP. 3927235, GP. 284172, GP. 2735461, GP. 2553968,

(责任编辑 袁东岩)

用在今天的生产成本中占有举足轻重的地位。

利用一年生作物的剩余物与使用木材作原料生产刨花板相比有如下一些重大差别：原料的供给总是间歇性的，原料的质量极不稳定；防潮能力很弱，易受真菌侵染。

尽管存在以上差别，但亚麻、大麻、甘蔗渣、棉花秆等仍能顺利地生产优质刨花板，与木材原料相比，区别仅在于原料制备。考虑到这些原料不清洁、含有杂质、质量不稳定等情况以及其它一些不利因素（如髓心、绒毛和韧皮纤维），因此，原料的制备应引起格外重视。

1. 亚麻和大麻碎片

迄今为止，利用历史最悠久的是亚麻和大麻碎片，在比利时以亚麻为原料的刨花板产量一度占刨花板总产量的50%以上，正是由于利用亚麻碎片生产优质刨花板，才使比利时的亚麻布工业在同化纤的竞争中立于不败之地。

以机械方式剥皮，所得的亚麻碎片大小适中，一般无需再破碎。但是大麻的碎片必须经过筛选，粗大的碎片还需再破碎。

碎片的制备主要是指清除灰尘和过短纤维。这种过短纤维会造成纠结，从而给施胶和铺装带来巨大麻烦。灰尘可用过滤法清除，而碎片与绒毛的分离则采用大型滚筒筛。在滚筒筛里，原料由旋转式搅拌桨传送。经过清理的亚麻碎片是制作刨花板的上等原料，可以毫无困难地施加脲醛树脂。

鉴于原料密度小，可将板密度调整到低于木材刨花板，达到理想的技术指标。

2. 甘蔗渣

甘蔗渣也是早被用作刨花板的原料了。甘蔗渣在离开制糖厂时含有下述成分。

纤维素	40~50%
水	45~50%
糖	约2~3%
杂质	约2~3%

甘蔗渣的化学成分与木材十分接近：

	甘蔗渣	松木
纤维素(%)	48	42
木素(%)	21	29
半纤维素(%)	26	22
其它(%)	5	7

甘蔗秆的横截面主要由外皮层和髓心组成。不同的甘蔗品种和生长条件，髓心部分的比例在25—35%、纤维部分的比例在65—75%之间。

由制糖厂提供的新鲜甘蔗渣中除了含有一定量的蔗叶、杂草以及梢部等无用材料外，还多少混有如沙、碎石、泥土以及其它异物。所占的比例取决于收获和制糖的方法。这些杂质可以导致制备机械的严重磨损。应用重物分离器将较大的重物分离出去。

在进一步处理甘蔗渣时，必须解决好去髓和贮存问题。

未去髓的新鲜甘蔗渣在贮存后几小时之内微生物（如真菌孢子，腐朽菌）便开始在80—100%的高湿度和40—50℃的温度下孽生，并分解剩余糖分、木素，直至纤维素。结果是纤维质量遭到损害，同时原料颜色越变越深，板的强度也明显下降。

原 料	甘 蔗 渣			
状 况	发	酵	未 发	酵
板厚(mm)	12	19	12	19
密度(kg/m ³)	650	520	630	520
抗弯强度(N/mm ²)	15.0	12.0	24.0	16.0

此外，长年从事处理这种腐败物质的工作还会导致患一种严重的肺部疾病，即所谓的“甘蔗渣炎”。

由于以上这些原因，在蔗渣制备过程中最重要的工序就是去髓和预干燥，使含水率降至20—30%。经预干燥后，附着在蔗渣上的孢子大部分失去繁殖能力，也可阻止过度发酵。

去髓已有专用设备。这种设备类似锤式破碎机，但是有垂直的冲击装置；Pallman公司生产的PMS-Centurion髓心分离机是十分适用的，可有效地清除髓心而又不致于损伤纤维。它非常坚实，有一个上下开口的圆筒筛，筛中有一垂直旋转的转动件（见图1）。转动件上装备有冲击悬臂。悬臂末端安装了磨损板，一旦需要，磨损板就可以方便地更换和包钢。待加工的原料通过冲击效应被剖开，同时髓心和其它微小物质从筛孔中穿出，无需再筛分处理。圆筒筛的高度和直径决定生产能力的大小。这种机床加工能力很强，能耗却很低。经过去髓和预干燥的蔗渣，一部分直接进入刨花板加工设备。出于降低运输费用、防止蔗渣在运输中发酵变质等原因的考虑，这种加工设备往往设置在制糖厂附近。剩余部分由打包机捆扎成包，堆放在空气流通的露天场地，以备非收割季节之用。垛间应尽可能留有足够的距离。由于蔗渣包很密实，湿气仅

能侵入蔗包的最外层。进一步的制备以及再破碎工作是在一台专用的锤式破碎机上进行。被切短的蔗渣随后进入烘干机。

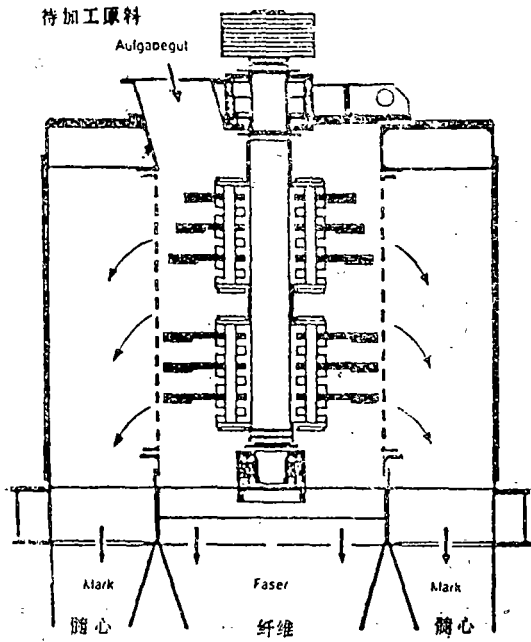


图1 PMS-Centurion型双桥髓心分离机示意图

这种刨花板在施胶、铺装、压制技术方面与木材刨花板无重大区别。由于甘蔗渣堆积密度较小，因而输送体积必需增大，压制技术需作相应调整，压制时间也必须延长。胶料的配方在必要时也须依据甘蔗渣的化学特性（如pH值和缓冲容量）加以修改，例如改变固化剂的配比。如果以每立方米刨花板胶耗相等作为前提条件，那么在板密度较低时可以达到与木材相等的强度特性。

因为去髓和预干燥设备以及打包机只在榨糖季节运转，因此它们必须按照一定要求设计。

有些比较老式的刨花板厂在处理甘蔗渣时优先选择的是发酵法而不是去髓和预干燥。这种工艺的缺点是：（1）原料在颜色和质量方面极不稳定。

（2）由于纤维遭受程度不同的损伤，成品板的强度受到影响。（3）不经济，因为接受的蔗渣中有一部分如髓心，不能为刨花板生产所利用。（4）有损身体健康。操作人员一患上“甘蔗渣炎”，如不及时脱离病原，最终将造成死亡。

许多刨花板厂取得的经验证明：去髓、预干燥、打包可以避免甘蔗渣发酵、腐烂，也能有效地保护工人不致患上“甘蔗渣炎”。

3. 棉秆

如同甘蔗渣一样，棉秆刨花板与木材刨花板在制造工艺上的差别主要在于原料制备。

棉秆的横截面由外表皮、含有韧皮纤维和木质的柱形主体部分及髓心三个主要部分组成。各部分所占的比率因品种、气候、土壤状况、生长条件和收割、贮存方式而异。越接近顶部，木质主体成分就越少。由此看来，收割物下部，包括根部，对于刨花的产量和质量有着重要意义。因为每年的收割季节仅延续数月，因此不同的贮存条件也会在很大程度上影响棉秆的质量。

含水率对原料制备起决定性作用。如果含水率超过100%，而且收割时仅仅割取了秆茎的上部，就可能会出现韧皮纤维所占比率高达60—80%的局面。这种韧皮纤维很容易纠结。如含水率较低时仅占10%。

在选用机械装备时也必须考虑两个极限（含水率、韧皮纤维和木质部分的比例）。

原料越干越易破碎。但韧皮纤维与木质部分纠结也越难以分离。

制作刨花板必须把韧皮纤维清除掉，否则韧皮纤维造成纠结，堵塞机器，并且影响施胶、铺装，最终影响刨花板的质量。

比松公司研制出一套能够适应各种不同原料成分的设备，能可靠地将韧皮纤维彻底地同木质纤维分离开，从而确保原料质地单一化。

按照这一方案，棉秆制备由下列步骤组成：

（1）削片：用一台专用切片机将棉秆切割成长8—12mm的削片。

（2）筛分：削片通过大容量的振动流槽筛，筛去矿物杂质与灰尘。

（3）刨片：削片在常规刨片机（如环式刨片机）上刨成刨花。

（4）分离：用一台专用分选设备将韧皮纤维与木质纤维分离。分离出的韧皮纤维作燃料，木质纤维贮存于料仓。木质纤维的进一步加工（如干燥、筛分）制作与木材刨花板相同。以这种方式处理过的棉秆是一种生产刨花板的极为优良的原料。

胶料的最佳配比取决于原料的化学特性（如pH值、缓冲容量）。

表1是亚麻、甘蔗渣、棉秆与杉木的比较。结果表明，中国的甘蔗渣与杉木之间没有什么区别，可以采取与制作木材刨花板大致相同的胶料配方。

亚麻和棉秆的pH值虽然都略高，但它们的缓

表1 亚麻、甘蔗渣、棉秆和木材刨花的

pH值和缓冲容量

原 料	亚 麻 (捷克)	甘蔗渣 (中国)	棉 秆 (苏联)	木材刨花 (比松)
pH值	6.0	4.9	5.8	5.0
缓冲容量 pH=3时 (ml, 0.1N, HCl)	4.5	3.0	14.0	3.5
缓冲容量 pH=11时 (ml, 0.1N, NaOH)	5.5	14.5	24.0	18.0

注：木材中针叶树材占2/3，阔叶树材占1/3

冲容量却差别很大。亚麻的低缓冲容量（尤其在碱性区）意味着要求胶料有较高的缓冲性，而毋需对固化剂的配比作多大修改。与此相反的是，棉秆的缓冲容量（特别在酸性区）要高得多，因此从理论上讲必须投放剂量大得多的固化剂。但是由于各类胶料的固化剂配比均有一定限度，因而必须预计到以棉秆为原料作刨花板时需要更长些的压制时间。

鉴于亚麻与甘蔗渣的堆积密度小，因此当密度与木材刨花板相等时，应考虑采用更长一些的压制时间。如果其它条件相同，这种刨花板达到的平均强度值甚至可略高于木材刨花板（见表2A）。不

表2A 不同原料制作的刨花板的技术参数

原 料	亚麻	甘蔗渣	棉秆	木材刨花
抗弯强度 (N/mm ²)	25	25	25	25
平面抗拉强度(N/mm ²)	0.65	0.65	0.60	0.55
2小时厚度膨胀率 (%)	4.0	3.8	12.0	4.5
24小时厚度膨胀率 (%)	16	15	25	16

注1. 木材中针阔叶树材的比率为2:1.

2. 板厚16mm，其余条件相同。

过棉秆刨花板膨胀值明显偏高，这就需要投放较多的石蜡，在某些情况下还得额外使用三聚氰胺树脂。把刨花的厚度尽可能控制低一些，这对于降低厚度膨胀系数也十分重要。表2B显示出清除韧皮纤维有着决定性的意义。

棉秆内所含韧皮的比率，根据不同产地、收割方法及贮存条件，在10—80%之间。为了能充分利用这些韧皮纤维，比松公司曾试图对这些材料进行再加工，以便再度用于刨花板生产，但未获得成功。相反用它制作水泥刨花板的试验却取得了成功，这就提供了一条利用韧皮纤维的很好的途径。

二、处在试验阶段的一年生作物

表2B 16mm厚棉秆刨花板的研究结果

批 号	1	2	3	4	5
刨花控制厚度 (mm)	0.4	0.6	0.8	0.6	0.6
韧皮纤维的比率 (%)	—	—	—	—	15
脲醛树脂的比率 (%)	100	100	100	80	100
三聚氰胺树脂的比率 (%)	—	—	—	20	—
抗弯强度 (N/mm ²)	25.0	24.0	23.8	24.4	21.8
平面抗拉强度(N/mm ²)	0.57	0.53	0.54	0.62	0.35
2小时厚度膨胀率 (%)	6.7	9.2	11.9	3.7	17.6
24小时厚度膨胀率 (%)	20.7	24.2	25.6	15.2	32.7

注：刨花板密度 650kg/m³

与上述一年生植物相比，各类禾秆与稻壳表皮又硬又滑，即使进行预处理也很难采用脲醛树脂施胶。

1. 禾秆

到目前为止，还未能成功地采用常规方法以禾秆和脲醛或三聚氰胺和脲醛树脂生产出性能可与木材刨花板相比的板材来。

虽有一种采用碱预处理的制备工艺专利，可使禾秆接受常规胶粘剂施胶，但因其价格昂贵，迄今未获得普遍采纳。

此外，只有使用PMDI*胶粘剂，才能生产具有良好技术参数的刨花板。但胶粘剂的施加量要大大高于木材刨花板。

假如用100%的麦秆做刨花板，需要进行非常精细的原料制备，获得尽可能大的内表面积，以改善胶合性能。但仍必须使用5—6%的PMDI方能达到对于木材刨花来说仅需2.5—3%就可以达到的性能参数。

表3是几种禾秆与杉木刨花的特性对比。人们将发现各类禾秆的pH值都很高，特别引人注目的是它们在酸性区的缓冲容量高达杉木的5~9倍。

表4显示了在其它条件均相等的情况下各类禾秆的刨花板性能。结果表明，小麦秆的数值最好，稻草最差。稻草只有通过投加大剂量胶粘剂，才能取得较好的参数。

表5列出了加工方式对刨花板性能的影响。从这里可以看出，原料制备越精细，工艺参数就越好。倘若经过预破碎的原料在施胶之后才进行再粉碎，效果更佳（比松的此项专利已载入“德国专利文献集”，专利号为3021455）。

表6为密度、PMDI用量以及加压时间等因素对稻草板的技术参数的影响。此表说明，要想用稻草

* PMDI=Polymere Diphenylmethan-Diisocyanante 聚二苯甲烷-二异氰酸

表3 各类禾秆与杉木刨花的特性对比

原 料	燕 麦 秆	大 麦 秆	黑 麦 秆	小 麦 秆	稻 草	杉木刨花 (经过干燥)
含水率(%)	18	17	14	15	13	2
堆积密度 (kg/m ³)						
经过切碎	50	38	48	53	65	MS: 110
经过再粉碎	95	85	90	100	115	DS: 170
pH值	7.8	6.8	6.4	7.0	6.1	4.7
缓冲容量						
pH=3时						
(ml,0.1N,HCl)	26	15	14	18	23	3
缓冲容量						
pH=11时						
(ml,0.1N,NaOH)	12	19	19	17	21	20

表4 各类禾秆12mm厚刨花板的研究结果

原 料	燕麦秆	大麦秆	黑麦秆	小麦秆	稻 草
密 度 (kg/m ³)	740 625	600*	650*	740 625	740
抗弯强度 (N/mm ²)	34.1 22.2	24.3	30.4	36.7 20.5	20.4
平面抗拉强度 (N/mm ²)	0.58 0.35	0.44	0.52	0.66 0.45	0.28
2小时厚度膨胀率 (%)	5.6 9.1	3.7	6.4	4.5 5.5	9.8
24小时厚度膨胀率 (%)	24.8 25.6	16.9	21.1	18.5 20.8	25.8

注：胶料配比：6%PMDI

加压时间系数：15秒/mm板厚

• 密度再高时出现断裂

表5 小麦秆和燕麦秆的制备对刨花板特性的影响

制备方式	粗 破 碎 (PS型削 片机)	再粉碎一 次(PSK M型磨碎 机)	再粉碎二 次(PSK M型磨碎 机)
密度 (kg/m ³)	727	726	723
抗弯强度 (N/mm ²)	33.6	33.1	34.4
平面抗拉强度 (N/mm ²)	0.4	0.74	0.83
2小时厚度膨胀率 (%)	9.0	3.8	2.9
24小时厚度膨胀率 (%)	32.0	16.7	14.3

胶料配比：6%PMDI

加压时间系数：15秒/mm板厚 板厚：12mm

表6A 稻草刨花板密度对板特性的影响

密度 (kg/m ³)	700	725	750
抗弯强度 (N/mm ²)	15.7	16.9	18.4
平面抗拉强度 (N/mm ²)	0.52	0.56	0.59
2小时厚度膨胀率 (%)	2.6	2.4	2.4
24小时厚度膨胀率 (%)	11.0	9.9	9.9

注：PMDI剂量：8%

加压时间系数：15秒/mm板厚

板厚：16mm

表6B 稻草刨花板的PMDI剂量对板特性的影响

PMDI剂量 (%)	6	8	9
抗弯强度 (N/mm ²)	14.2	16.2	17.6
平面抗拉强度 (N/mm ²)	0.26	0.54	0.58
2小时厚度膨胀率 (%)	8.8	2.6	2.1
24小时厚度膨胀率 (%)	23.6	11.1	8.7

注：密度：725kg/m³

加压时间系数：15秒/mm板厚

表6C 稻草刨花板的加压时间系数对板特性的影响

加压时间系数(s/mm板厚)	14—16	13	12
抗弯强度 (N/mm ²)	16.9	16.8	15.6
平面抗拉强度 (N/mm ²)	0.56	0.55	0.45
2小时厚度膨胀率 (%)	2.4	2.4	2.6
24小时厚度膨胀率 (%)	9.9	9.8	10.4

密度：725kg/m³ PMDI：8.5%

生产出技术参数理想的刨花板，就必须保证刨花板密度达到700kg/m³、PMDI胶的用量也要高达约8%。此外，加压时间也要比用脲醛树脂木材刨花板长40%。

2. 稻壳

人们试图利用稻壳生产刨花板，然而收效甚微，用它生产高质量刨花板比用稻草更为困难。

稻壳不易胶合，为克服这一缺点，必须尽可能精细的粉碎和提高用胶量，PMDI约占9%。为了取得较好的技术参数，还必须把密度控制在800kg/m³。加压时间长，生产效率只有普通木材刨花板的40%。由此的结论：即使原料免费供应，免费运输到工厂门口，也很难保证经济合理的生产。PMDI

并非总能保证满足需要,处理PMDI胶还必须采取特别措施,尽管这些措施未超越今天的技术能力。

作为其它的选择,比松公司可以提供一种水泥刨花板的新工艺。它是由硅酸盐水泥、铝酸盐水泥和含有硫酸盐的添加剂组成的水泥混合物作胶结剂。在制作水泥板时,也可以采用单层或多层压机的生产系统,只要把硅酸盐水泥的固化时间由6—8小时缩短至600秒即可。

因为在采用这种工艺时,板子是单张被压制

的,因此,可以将热压温度提高到80℃以加速水化进程。加压7—8分钟后即可达到板材脱离垫板时所必需的5—6N/mm²的最低强度。所以不再需要设置强化槽。

这种木质纤维材料加水泥的新产品系列碱性很低,能使水泥的相容性与纯木质材料相比大为改善。由于这一原因,恰恰使一年生作物能够毫无困难地采用这种新工艺。迄今为止的试验结果已经证明了这一点(见表7)。

表7 各类原料的水泥刨花板技术参数

原 料	去皮圆杉木	带皮阔叶和针叶树材削片	甘 蔗 渣		棉 秆	稻 草
密度(kg/m ³)	1250	1200	1200	1350	1250	1300
抗弯强度(N/mm ²)	15.8	12.1	13.1	14.6	8.8	8.4
平面抗拉强度(N/mm ²)	0.64	0.55	0.66	0.87	0.52	0.31
2小时厚度膨胀率(%)	0.9	1.3	0.6	0.7	1.4	0.4
24小时厚度膨胀率(%)	1.6	1.7	1.6	1.2	2.3	1.0
2小时吸水率(%)	13.5	16.5	9.3	7.0	13.4	14.1
24小时吸水率(%)	19.0	21.5	15.9	14.2	15.9	20.6

注:根据比松短程压制工艺,板厚12mm。

上述各种方法中,究竟那一种合适,这显然取决于许多因素。关键是原料供应的规模 and 价格。另外,对板材在不同使用范围(例如家具制造或建筑业)的不同要求以及预期的产品销售价格等都具有决定性意义。

3. 玉米秸

因为玉米秸的产量有增无减,因此用这种原料生产刨花板可能具有深远意义。但是用脲醛树脂胶看来还有问题(见表8),与棉秆相比,抗弯强度

下降和厚度膨胀上升的指数都在50%左右。横向抗拉强度甚至下降60%之多。对这些原料尚待进行系统的研究。

为了便于比较,该表还列举了花生壳制作的刨花板的技术参数。这些数据在该项研究范围内业已经过检验。

由于花生壳本身密度大,板的密度开始便被调节至800kg/m³。这就不可避免地导致每立方米板材多消耗25kg胶料。即使如此,也还是达不到用棉秆刨花板那样高的强度。根据该表反映的结果,有必要将密度进一步调至900kg/m³。

表8 棉秆、玉米秸、花生壳刨花板的研究结果

原 料	棉 秆	玉米秸	花生壳
密度(kg/m ³)	650	650	850
抗弯强度(N/mm ²)	20.3	10.1	16.7
平面抗拉强度(N/mm ²)	0.48	0.18	0.37
2小时厚度膨胀率(%)	9.8	14.7	5.5
24小时厚度膨胀率(%)	19.4	31.5	20.7

注:固体树脂剂量:8.5%脲醛树脂
石蜡剂量:1.0% 铺装:非混和铺装 加压时间
系数:12秒/mm板厚 板厚:16mm

结束语

合适的代用品中也包括一年生农作物的废弃物。如果采取相应的原料制备工艺,其中的一部分如亚麻、大麻、甘蔗渣、棉花秆可以用来生产刨花板,其质量可与普通的木材刨花板相匹敌。而其它如禾秆、稻草、玉米秸还至少部分地有待于合适的工艺方法的开发以及在实际中的运用。