

# 糖蜜甘蔗渣刨花板

陈士英

(中国林科院木材工业研究所)

## 摘 要

糖蜜被加热后转化成能与木材反应或聚合的物质,它使木材刨花互相结合。糖蜜能代替酚醛胶制造耐水刨花板。制造刨花板时适宜的热压温度为200—260℃,热压时间为8—12分钟。如果热压温度保持在237℃不变,当热压时间从8分钟增加到12分钟时,2小时水煮吸水厚度膨胀率从18.5%降低到10.2%。如果热压时间保持8分钟不变,当热压温度从200℃增加到260℃时,2小时水煮吸水厚度膨胀率从50.5%降低到5.7%。

### 一、前言

甘蔗渣是制糖厂“废料”。长期以来,大多数甘蔗渣用作燃料,仅少量蔗渣用于造

纸、纤维板和刨花板生产。由于甘蔗因产地、收割季节、制糖工艺等不同,甘蔗渣的化学成分也不同。广东省东莞糖厂甘蔗渣的化学成份如表1和表2<sup>[1]</sup>。

---

## The Determination of the Dielectric Properties of Masson Pine Wood

### ABSTRACT

This report presents the results of the experiments on the wood of *Pinus massoniana* by indicators like dielectric constant, dielectric Phase angle, dielectric index number and resistivity artificial number of wood under different fibre directions, radio frequency ranges and moisture contents. It holds a great importance in understanding better the properties and uses of this tree species in wood industry.

**表1 蔗渣的化学成分**

| 化学成份<br>名称 | 灰 分<br>(%) | 热水抽<br>出 物<br>(%) | 1%NaOH<br>抽出物<br>(%) | 木 素<br>(%) | 树 脂<br>(%) | 多戊糖<br>(%) | 全纤维素<br>(%) | 铁<br>(ppm) |
|------------|------------|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| 未除髓        | 2.47       | 2.74              | 33.73                | 21.12      | 1.68       | 27.13      | 42.31       | 168        |
| 蔗 髓        | 4.67       | 2.84              | 39.31                | 19.53      | 2.22       | 26.89      | 38.15       | 483        |

表2 经筛选后的蔗渣化学成分

| 筛孔直径<br>(mm) | >2.0  | 2.0~  | 0.75~ | 0.3~  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| 化学成分         |       | 0.75  | 0.3   | 0.15  |
| 灰 分(%)       | 1.31  | 3.11  | 4.97  | 5.56  |
| 冷水抽出物(%)     | 0.06  | 0.13  | 0.37  | 0.50  |
| 热水抽出物(%)     | 1.40  | 1.82  | 2.68  | 4.48  |
| 稀NaOH抽出物(%)  | 29.52 | 31.67 | 35.24 | 37.89 |
| 苯醇溶出物(%)     | 1.74  | 3.36  | 2.57  | 2.89  |
| 木 素(%)       | 21.14 | 21.11 | 21.61 | 22.06 |
| 多 戊 糖(%)     | 30.64 | 29.35 | 28.26 | 27.21 |
| 全纤维素(%)      | 58.50 | 53.11 | 48.82 | 46.59 |

在甘蔗渣中有30%左右是髓。髓是一种薄壁细胞，它给纤维板和纸的生产带来困难，并使产品的吸水膨胀率增大。

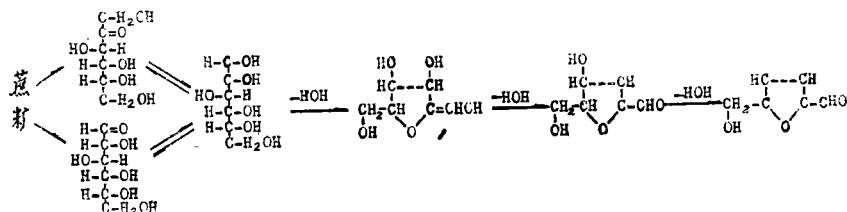
另外，在制糖厂还有一种“废料”——糖蜜，它的主要成份是水溶性糖和水。

近年来,用糖作为胶粘剂的研究工作正在进行。1981、1985年,加拿大籍学者沈国镇先生来华曾讲述了用糖作胶粘剂的制板试验。1983年,H. Augustin<sup>(3)</sup>等人用甘蔗渣在几乎是密封的容器内进行无胶工艺试验,热

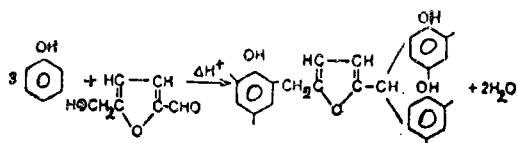
压温度为175℃—185℃,热压压强为15.7~22.5N/mm<sup>2</sup>。由此得到高度塑化的无胶硬质板,这种板具有良好的物理力学性能。1983年,日本专利昭58—31112<sup>[2]</sup>“木质纤维素材料的胶合方法”中,叙述了以木材为原材料,以糖类、淀粉为胶粘剂,再加入适当的催化剂后能生产耐水性的胶合板和刨花板。1982年,美国John I. Stofko<sup>[4]</sup>用糖和淀粉作为胶粘剂,在催化剂作用下也压制了刨花板和胶合板。1982年,Robert H. Leitheiser<sup>[5]</sup>等用水溶性糠醛树脂压制刨花板。所有这些试验表明,糖、淀粉、多戊糖在一定条件下能转化成耐热、不溶于水的物质。

废糖蜜是蔗糖厂从最后一段糖膏分离出来的蜜状物料，它的产量是甘蔗秆的3%（按重量计，是蔗糖产量的30%左右）。据分析，在糖蜜中含29.4%水溶性糖。

虽然目前用糖作胶粘剂制造人造板进行了多方面的研究。但到目前为止，其机理还没有得到明确的解释。根据 John I. Stofko<sup>(4)</sup> 解释，葡萄糖和果糖等在酸性条件下，生成 5—羟甲基—2—糠醛 (5-Hydroxymethyl—2—Furaldehyde)。变化过程如下：

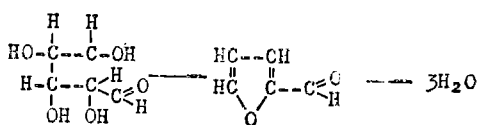


5-羟甲基-2-糠醛是不稳定的化合物,在一定条件下,它与木材中的酚类物质,主要是木素反应生成不溶性酚糠醛树脂。

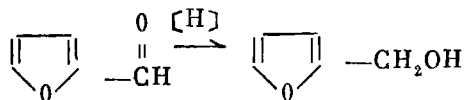


5-羟甲基-2-糠醛在不同的反应条件下重新水化成乙酰丙酸或均聚成黑色的胶。

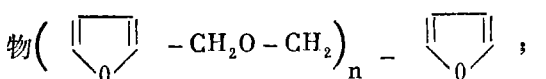
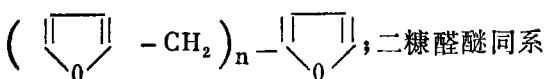
众所周知,戊糖在稀酸介质中加热生成糠醛:



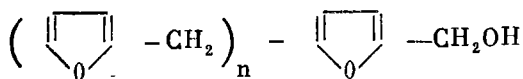
糠醛经氢化作用生成糠醇:



根据Robert H Leitheiser的研究指出,糠醇在酸性介质中首先生成呋喃甲基同系物



糠醇同系物



和乙酰丙酸衍生物。这种假设通过核磁共振、红外、凝胶色谱分析等得到证实。这些线性聚合物进一步形成液态热塑性树脂,接着在强酸催化剂作用下进行横向交联,形成耐热不溶性树脂。

用酸作催化剂,使糖转化成不溶于水的树脂,但此法仍有部分酸留在板中,这种酸

对板的物理力学性质产生不利影响。本试验的目的是探讨甘蔗渣加糖蜜不使用催化剂仅在高温高压作用下,转化成不溶性树脂的可能性。

## 二、试验

1. 原料的制备,甘蔗渣于1983年从湖南打包运到北京后,在凉棚中存放两年多,开包使用时甘蔗渣已发霉。未除髓蔗渣进行筛选。通过筛孔为2mm-8mm的部分,作为板的中层材料,通过筛孔为0.3mm-2mm的部分作为表层材料。其余2-4%部分是灰尘和过大蔗渣,弃之未用。

废糖蜜是1985年从福建莆田糖厂购买。含水溶性糖量为29.4%。

2. 甘蔗渣与糖蜜的拌合,首先用水稀释糖蜜,使其粘度至300~500厘泊。然后在拌胶机中分别与表层和中层蔗渣拌和。在本试验中,经拌糖蜜后的蔗渣含水溶性糖量为14.9%,然后,在烘箱温度为105℃条件下烘到含水率为2-3%保存于干燥处备用。

3. 刨花板的压制,刨花板幅面为36×34cm<sup>2</sup>,厚度为11mm或19mm,密度为0.55-0.85g/cm<sup>3</sup>。热压温度为200-260℃。以六种不同工艺条件压板。

表3 各类板的热压温度与时间

| 板号 | 板厚<br>(mm) | 热压温度<br>(°C) | 热压时间<br>(min) |
|----|------------|--------------|---------------|
| 1  | 11         | 200          | 8             |
| 2  | 11         | 220          | 8             |
| 3  | 11         | 237          | 8             |
| 4  | 11         | 260          | 8             |
| 5  | 11         | 237          | 12            |
| 6  | 19         | 237          | 15            |

为叙述方便,以后叙述时用板号代表其相应的工艺条件。

4. 为观察温度对戊糖和水溶性糖的影响,将拌了糖蜜的蔗渣在烘箱中加热,并测

定其戊糖和水溶性糖含量的变化。

三、试验结果与讨论

对所压的刨花板，进行了静曲强度、弹性模量、内结合强度、吸水厚度膨胀、水煮2小时静曲强度等物理力学性能值的测定。还测定其在热压前后的某些化学成分。

1. 静曲强度：所压制的六种刨花板，与合成树脂胶刨花板一样，板的静曲强度与板的密度有密切关系。板密度与静曲强度之间的回归线如图1所示。从图1看出，当板的密度在0.70g/cm³以上时，糖蜜蔗渣板可达到一定的质量要求（GB 4897—85）。

2. 弹性模量。刨花板用作结构材料

时，弹性模量也是一项重要的指标，它与板密度之间的关系如图2所示。

3. 内结合强度。板的内结合强度与密度之间的回归线见图3。从图3可以看出，6号板的内结合强度明显地低于其它板。据测定，6号板的中心层密度为0.457g/cm³（板密度为0.656g/cm³），而3号板的中心层密度为0.497g/cm³（板密度为0.640g/cm³）。显然，内结合强度的差别是由于6号板的中心层密度比其它板低而引起的。

4. 吸水厚度膨胀。为考察吸水厚度膨胀与工艺条件的关系，各类板的吸水厚度膨胀值列于表4中。

表 4 各类板的吸水厚度膨胀率

| 板 号           | 1    | 2     | 3    | 4    | 5    | 6    |
|---------------|------|-------|------|------|------|------|
| 室 温 浸 水       |      |       |      |      |      |      |
| 24小时          |      |       |      |      |      |      |
| $\bar{X}$ (%) | 15.4 | 11.6  | 9.2  | 3.8  | 5.5  | 3.9  |
| s             | 2.61 | 3.90  | 1.10 | 0.38 | 0.73 | 0.64 |
| n             | 6    | 9     | 9    | 6    | 8    | 9    |
| 沸 水 煮         |      |       |      |      |      |      |
| 2小时           |      |       |      |      |      |      |
| $\bar{X}$ (%) | 50.5 | 28.8  | 18.5 | 5.7  | 10.2 | 10.4 |
| s             | 4.61 | 14.98 | 5.04 | 1.02 | 2.14 | 0.54 |
| n             | 3*   | 6     | 9    | 6    | 9    | 6    |

$\bar{X}$ —吸水厚度膨胀率平均值 s—标准差 n—试件数  
\* 测试6个试件，其中3个试件水煮2小时后散开。

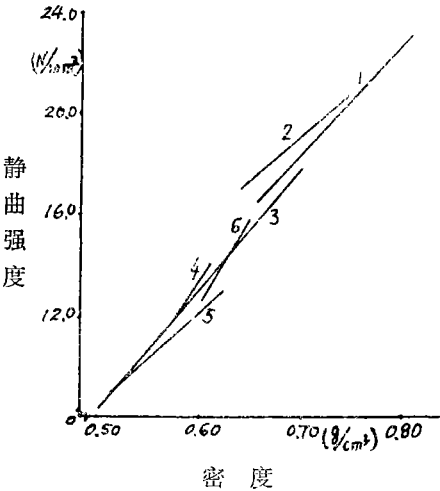


图1 糖蜜蔗渣板密度与静曲强度关系

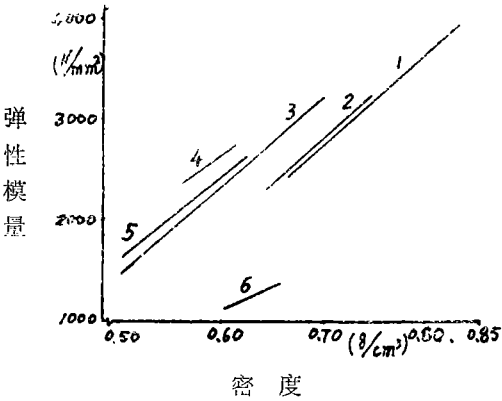


图2 糖蜜蔗渣板密度与弹性模量关系

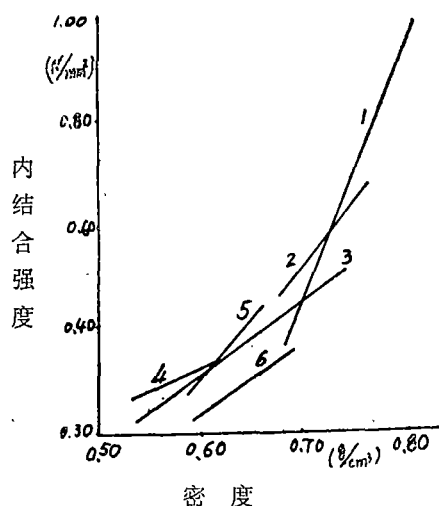


图3 糖蜜蔗渣板密度与内结合强度关系

从表4看出,热压时间和热压温度对板的吸水厚度膨胀产生十分明显的影响。当热压温度为200℃时,虽已有相当高的静曲强度和内结合强度,但浸冷水(17—20℃)后厚度膨胀率相当大,并且经不起水煮。

5. 水煮2小时的静曲强度。因国内没有室外型刨花板试验方法标准,本试验采用

与干静曲试件相同的尺寸,试件在水浴锅内煮沸2小时后在自来水中冷却30分钟,测得的静曲强度如表5。

表5 水煮2小时后的板密度和静曲强度

| 板 号                      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 板密度(g/cm <sup>3</sup> )  | 0.73 | 0.70 | 0.54 | 0.59 | 0.62 | 0.65 |
| 静曲强度(N/mm <sup>2</sup> ) | 3.0  | 5.6  | 4.1  | 8.1  | 6.7  | 4.5  |

6. 糖分的变化。众所周知,木质材料主要由纤维素、半纤维素和木素组成。其中半纤维素分子聚合度最小,而一年生植物聚合度更小。在一定条件下半纤维素较容易发生降解作用。因此在本试验中测定了在高温作用下原材料的戊糖含量和拌糖蜜后的原料中水溶性糖含量的变化。其测得的结果列于表6中。

7. 对加过糖蜜的蔗渣在烘箱用不同温

表6 在高温作用下原料中的戊糖和水溶性糖含量的变化

| 板 号        | 1     | 2     | 3     | 4    | 5     | 6     | 热压前   |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 戊糖含量 (%)   | 20.87 | 19.87 | 16.55 | 9.40 | 14.26 | 18.70 | 21.57 |
| 水溶法糖含量 (%) | 0.56  | 0.68  | 0.39  | 0.44 | 0.41  | 0.67  | 14.79 |

度加热处理后,其戊糖和水溶性糖含量如表7所示。

表7 不同温度处理后原料的戊糖和水溶性糖含量

| 处理温度(℃)    | 200   | 200   | 211   | 222   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 处理时间(min)  | 8     | 12    | 8     | 8     |
| 戊糖含量 (%)   | 19.94 | 19.92 | 19.87 | 18.75 |
| 水溶性糖含量 (%) | 8.83  | 5.06  | 5.85  | 4.91  |

从以上试验结果说明,糖蜜在高温作用下可以转化成黑色的、耐温的、不溶于水的树脂。它的转化程度与温度有密切关系。当热压温变为200℃时,糖蜜已转化为树脂,使板具有一定的力学强度,但由于转化不完全,耐水性能差。当热压温度从200℃升高

到260℃时,室温(17—20℃)24小时浸水厚度膨胀率从15.4%降到9.2%,2小时水煮厚度膨胀率从50.5%降到5.7%。从糖转化成树脂时,随着温度的升高,形成的分子链越大,树脂的网状交织越好。从表4还可以看出,热压温度同样为237℃时,热压时间从8分钟增加到12分钟,板的防水性能也得到改善。

热压不仅能使水溶性糖发生转化,同时也使半纤维素发生降解。从表6看出,热压温度从200℃增加到260℃时,蔗渣的戊糖含量分别降为20.87和9.40%。另一方面,从图1、2和图3看出,当热压温度升高到260℃时,虽然半纤维素发生剧烈降解,但板的静曲强度和内结合强度并没有下降,弹

性模量有所增加。从表 6 还可以看到,在所试验的热压温度范围内,水溶性糖已基本转化完。在提高热压温度时,板的防水性能一方面与可溶性糖的转化程度有关,另一方面也与半纤维素发生水解生成单糖,并由单糖转化成树脂有关<sup>(2)</sup>。当然,由于在热压时蔗渣含水率低,木材中半纤维素也发生热解,生成二氧化碳、醋酸等热解产物。

从表 6 和表 7 的比较中看出,在几乎是同样温度作用下,蔗渣在热压机中时可溶性糖的转化较在烘箱中时完全。这是由于在烘箱中加热时,水溶性糖仅在蔗渣表面,而在热压机中时,在热和压力的作用下,水溶性糖与木素熔融一起,易形成不溶不熔的树脂。

#### 四、结 论

蔗渣和糖蜜都是制糖厂廉价“废料”。试验证明,用这两种废料可制成高质量的室外型刨花板,它的性能可与酚醛胶刨花板相媲美。这种板材随着热压温度的提高,板的耐水性能可以改善,而热压温度的升高,在本试验范围内板的力学强度并不下降。经热压后板材的 pH 值基本保持不变,(pH 值都在 5.3—5.7 之间)因此对设备无酸性腐蚀,在板材使用时,不会因酸性水解而发生强度下

注: 1. 可溶性糖由林科院分析中心测定。

2. 戊糖含量由木材所材性室测定。

降的可能。这种板无游离甲醛释放。

热压机的加压载体可以是蒸汽、热水和热油,目前国内用热油作为载体的热压机已成熟,所以为生产糖蜜蔗渣板的温度条件是可以满足的。

本试验仅是初步的,对制板工艺条件、耐气候性能和成板机理等将进一步探讨。

#### 参 考 文 献

- (1) 《甘蔗渣制浆》编写组, 1977, 甘蔗渣制浆, 轻工业出版社 10—11.
- (2) ストフコ・ジョン. 特許公报(B2) 昭58—31112, 固体リグノセルロース系材料の結合方法.
- (3) Fardous Mobarak, Yehia Fahmy and Hans Augustin. Binderless Lignocellulose Composite from Bagasse and Mechanism of Self-Bonding. *Holz-forschung*. 36 (1982) 131—135
- (4) John I. Stofko, Carbohydrate Transformation Bonding of Lignocellulosic Materials. *Proceedings of 1980 Symposium "Wood Adhesives—Research, Application and Needs"*.
- (5) Robert H. Leitheiser, Ben R. Bogner, Frank C. Grant-Acquah. Water Dilutable Furan Resin Binder for Particleboard. *Proceedings of 1980 Symposium "Wood Adhesives—Research, Application, and Needs"*.

#### An Investigation on the Molasses—Bagasse—Particleboard

#### ABSTRACT

Molasses can be transformed by heat into substances which can react with wood or homopolymerize to produce bonding between wood parts. It can replace phenol resin as binder. The proper pressing temperature lies in the range of 200–260°C. The pressing time is in the range of 8–12 min. when the pressing temperature remains constant at 237°C, with pressing time increasing from 8–12 min. the swelling rate of two hour-boiling test decreases from 18.5% to 10.2%. When pressing time remains constant for 8 min., with the pressing temperature increasing from 200–260°C, the swelling rate of two hour-boiling test decreases from 50.5% to 5.7%.