

杨木水泥刨花板工艺的研究

陈广琪

时维铎

(中国林科院木材工业研究所) (南京林业大学)

摘要 对杨木水泥刨花板的物理力学性能与主要工艺参数——密度、木灰比、水灰比、添加剂及添加量的关系作了研究。结果表明,密度(D)对板材性能影响最大,木灰比(W/C)次之,水灰比(W₁/C)最小;板材的主要性能如MOR、MOE、IB同密度、木灰比、水灰比的关系,可用方程 $Y = a_0 + a_1 D + a_2 (W/C) + a_3 (W/C)^2 + a_4 (W_1/C) + a_5 (W_1/C)^2$ 表示;在各种添加剂中,以氯化钙的效果最好。

关键词 水泥刨花板;密度;木灰比;水灰比;添加剂

在水泥刨花板生产中,密度、木灰比、水灰比、添加剂及其添加量是影响板材性能的主要工艺参数^[1]。为进一步扩大原料来源,充分利用我国南方广为种植的意大利速生杨,本研究在已进行的杨木刨花与水泥适应性研究^[2]的基础上,对杨木水泥刨花板的物理力学性能与主要工艺参数的关系作了研究。

试验材料和方法

1. 原料

刨花:系意杨I-69 *P. deltooides* "Lux" (exI-69)和 *P. deltooides* "Lux" (exI-72)的混合物。形态为窄平状,长1~3 cm。为了消除刨花中“阻凝”物对水泥凝结硬化的不良影响,先用10%的氯化钙溶液浸泡刨花1天,然后自然干燥待用。

水泥:525°普通硅酸盐水泥。

添加剂:氯化钙(CaCl₂)、氯化钠(NaCl)和硫酸铝(Al₂(SO₄)₃)。

2. 试验设计

a. 密度、木灰比、水灰比对板材性能的影响

试验采用正交试验法,取正交表L₂₇(3¹³),因子有:A:密度(g/cm³),B:木灰比,C:水灰比。水平:因子A取1.1, 1.2, 1.3; B取1/2, 1/2.5, 1/3, C取0.50, 0.55, 0.60。

b. 添加剂及其添加量对板材性能的影响
板材密度为1.2 g/cm³,木灰比、水灰比分别为1/2.5和0.55。添加剂用量分别为1%、3%及5%(按水泥重量计)。

3. 制板条件

板材规格:

长×宽×厚(mm) 350×350×12

压力(N/mm²) 2.5~3.2

加压时间(hr.) 24

板子卸出压机后自然养护27天后测试。

4. 性能测试

测试项目:静曲强度(MOR)、静曲弹性模量(MOE)、平面抗拉强度(IB)、握螺钉力(SH)、24小时吸水厚度膨胀率(TS)、平衡含水率(EMC)、线性吸湿膨胀率(LE)、实际密度(D)。

结果与分析

试验数据的正交分析结果见表1。

从表1可见,密度、木灰比、水灰比三

收稿日期:1991.10.31.

本研究承蒙张勤丽教授指导,特此致谢。

表1 正交分析结果

测试项目 方差名称	MOR	MOE	IB	SH	TS	EMC	LE
A	☆☆*	☆☆	☆☆	☆☆	—	—	—
B	☆☆	☆	☆☆	—	—	☆	—
C	—	—	—	—	☆	—	—
A×B	—	—	—	—	—	—	—
A×C	—	—	—	—	—	—	—
B×C	—	—	—	—	—	—	—
误差	—	—	—	—	—	—	—

*☆☆表示影响高度显著, ☆表示影响显著。

者之间无交互作用。下面详细分析板材的主要性能MOR、MOE、IB同密度、木灰比、水灰比及添加剂与添加量的关系。

1. 板材MOR同其密度、木灰比、水灰比的关系。

经数据处理后, 可得下列关系式:

$$Y_1(\text{MOR}) = -28.31 + 30.63D + 5.90(W/C) + 4.07(W/C)^2 + 6.85(W_1/C) - 8.90(W/C)^2,$$

R (相关系数) = 0.95

影响情况见图 1。

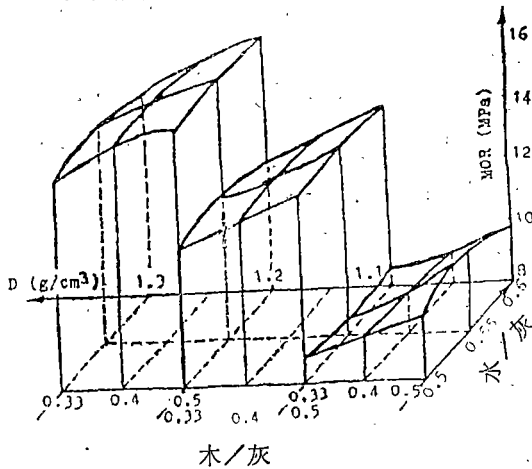


图1 密度、木灰比、水灰比对板材MOR的影响

按复合材料理论, 水泥刨花板是一种不连续纤维增强的复合材料。其增强原理是基本体起粘结、保护和传递应力的作用, 增强复合材料的作用取决于纤维自身强度、纤维与基体的粘结强度以及基体的剪切强度^[3]。因此可以说决定水泥刨花板强度的是木刨花的强度、水泥和木刨花粘结强度及水泥

本身的剪切强度。对受静曲载荷破坏的试件分析表明, 试件的所有破坏都发生在受拉一侧, 破坏形式是刨花被拉断或从水泥基体中拉出。

从图 1 可看出, 随着密度的增加, 板材的MOR也随之增加。在密度一定的情况下, MOR随木灰比的减少而降低。必须指出, 这并不意味着木灰比越大越好, 在这当中, 还必须要有足够量的水泥以保证刨花之间有良好的胶合, 即木灰比不能小于某一临界值。这个临界值一般在1/1.5~1/2.5之间变动, 主要和所用树种、刨花形态、水泥品种等有关。在本实验范围内, 水灰比对MOR影响不大。

2. 密度、木灰比、水灰比对MOE的影响
经数据处理后, 可得到下列关系式:

$$Y_2(\text{MOE}) = 0.43 + 0.85D + 0.16(W/C) - 0.590(W/C)^2 - 3.51(W_1/C) + 3.05(W_1/C)^2, R = 0.93$$

影响情况见图 2。

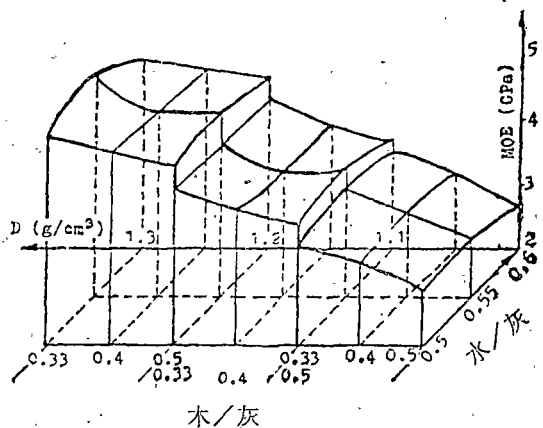


图2 密度、木灰比、水灰比对板材MOE的影响

由于水泥刨花板属不连续纤维增强的复合材料, 其弹性模量计算公式如下:

$$E_L = [E_f \cdot V_f + E_m \cdot V_m] K$$

式中: E_L : 单向增强材料沿纤维方向 (L) 的弹性模量; E_f 、 E_m : 分别表示纤维和基体的弹性模量; V_f 、 V_m : 分别表示纤维和基体所占的体积分量; K : 考虑纤维分布并非直线, 取向不整齐以及空隙等因素影响的修正系

数^{〔3〕}。

普通硅酸盐水泥的弹性模量一般为25～35GPa，此值远大于木材的弹性模量。很显然，水泥刨花板密度的增加，必会引起板材弹性模量的改善。而当密度一定时，木灰比的减少，意味着单位体积的水泥量增多，由于 $E_m > E_l$ ，所以 E_L 增大，即板材的弹性模量增加（见图2）同图1，水灰比对弹性模量的影响也不大。

3.密度、木灰比、水灰比对IB的影响。

经数据处理后，可得下列关系式：

$$Y_3(IB) = 0.37 + 0.615D + 0.42(W/C) - 0.93(W/C)^2 - 1.92(W_l/C) + 1.70(W_l/C)^2, R = 0.90$$

影响情况见图3。

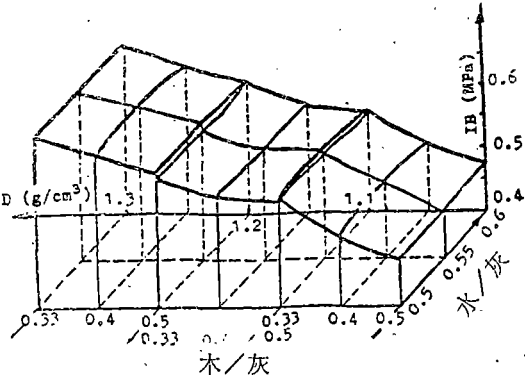


图3 密度、木灰比、水灰比对板材IB的影响

从试验中可发现，IB试件的破坏面发生在水泥和刨花胶合的最薄弱处。这和树脂刨花板IB试件一般发生在芯层是不同的。这是因为水泥刨花板采用的是冷压法，不存在厚度方向上的密度梯度。从破坏面上可以看出，刨花与水泥搅拌、铺装是否均匀对IB影响很大，因此，用这项指标可能更直接地表明板材质量的好坏。

板材密度的增加意味着板坯压缩率的增加，从而使水泥基体强度、刨花与水泥之间粘结强度增大，最终引起IB的显著改善。很显然，在密度一定的情况下，木灰比的减小意味着刨花之间得到的“粘结剂”——水泥增多，而决定IB大小的是水泥与刨花之间的粘

结强度，因而木灰比的减小可引起IB的增加。

从试验结果看，水灰比在0.5～0.55之间变动时，对板材的MOR、MOE、IB几乎无影响，只是在水灰比为0.6时，各种性能有不同程度的下降。实验时发现，水灰比为0.6时的板坯在压制时有多余的水溢出。这表明水分在板内含量较多，从而造成了水泥硬化时要排除多余的水分，以致于水泥石的毛细孔隙增大，基体强度下降，最终导致板材的各种性能下降。

4.添加剂对板材各种性能的影响

目前，国内外生产厂家为了克服木材抽出物对水泥结晶硬化的阻碍作用以及提高脱模强度，提高模具周转率，普遍采用添加化学助剂的方法。试验中选用的三种化学助剂NaCl、CaCl₂、Al₂(SO₄)₃是属于早强剂类型的添加剂，这对加快水泥的凝结硬化、提高水泥刨花板的脱模强度是有益的^{〔4〕}。

随着添加剂的加入，板材的MOR、MOE及IB均有不同程度的提高。如图4。

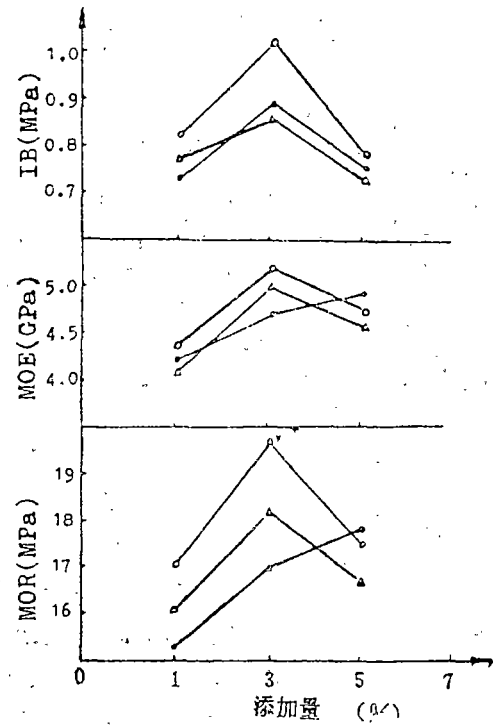


图4 添加剂对板材MOR、MOE和IB的影响

△—NaCl，○—CaCl₂，●—Al₂(SO₄)₃；

当氯化物的用量在3%以下时,板材的MOR、MOE及IB都有所提高,但当用量为5%时,其值却有所下降。由于氯化物的加入,水泥的水化速度加快,使木刨花中“阻凝”成分对水泥的凝结硬化影响较小,水泥的基体强度得到加强,最终使板材的MOR、MOE、IB等性能得到改善。但过多的添加剂又会导致水泥晶体生长快,形成大量短纤维,使最终强度受到影响^[5],导致水泥基体之间、基体与木刨花之间的强度下降。

由于 $Al_2(SO_4)_3$ 对水泥的水化作用不同于氯化物,因此其用量的多少对板材所产生的效果也不尽相同。

结 论

1. 在本试验范围内,密度、木灰比、水灰比对水泥刨花板各种性能无交互作用;密度对板材性能影响最大,木灰比次之,水灰比最小。

2. 板材的主要性能MOR、MOE、IB和密度D、木灰比 (W/C) 、水灰比 (W_1/C) 的关系可用关系式: $Y = a_0 + a_1D + a_2(W/C) + a_3(W/C)^2 + a_4(W_1/C) + a_5(W_1/C)^2$ 。

3. 化学添加剂NaCl、 $CaCl_2$ 、 $Al_2(SO_4)_3$ 均可改善水泥刨花板的性能,但添加剂用量过大时反而会导致板材性能的下降;在几种添加剂中以 $CaCl_2$ 的效果最好。

(责任编辑 姜 征)

参 考 文 献

- [1] 张维钧, 1978, 硬质水泥刨花板的性能、用途和制造, 林产工业, (4)。
- [2] 陈广琪, 1990, 杨木刨花和水泥相适应性的研究, 南京林业大学学报, (4)。
- [3] 赵渠森编译, 1979, 复合材料, 国防工业出版社。
- [4] 国外木质刨花板和水泥刨花板, 1978, 林产工业专辑。
- [5] 南京化工学院等合编, 1980, 水泥工艺学原理, 中国建筑工业出版社。

The study of wood cement particleboard made from poplar

Chen Guangqi

Shi Weiduo

(The Research Inst. of Wood Industry, CAF) (Nanjing Forestry Univ.)

Abstract The relationships between the physical and mechanical properties of wood cement particleboard made from poplar and the technological parameters: density, wood/cement ratio, water/cement ratio, additive and additive's amount were studied. The results showed that among the density, wood/cement ratio, water/cement ratio, density had the largest influences on board's properties, wood/cement ratio was the second, and the water/cement ratio had the least. The board's properties such as MOR, MOE, IB could be described by density (D), wood/cement ratio (W/C), water/cement ratio (W_1/C) with the following equation, $Y = a_0 + a_1D + a_2(W/C) + a_3(W/C)^2 + a_4(W_1/C) + a_5(W_1/C)^2$. Among the three additives, the results of adding $CaCl_2$ was the best.

Keywords Wood-cement particleboard, Density, Wood/cement ratio, Water/cement ratio, Additive.