

文章编号: 1000-5692(2002)01-0005-04

# 水泥刨花板快速固化添加剂的选择研究

## ——氯化钙、硅酸钠等 7 种添加剂的添加效果

叶良明, 金永明, 傅深渊, 李延军

(浙江林学院 林产工业系, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 通过热压法制水泥刨花板的试验, 研究了在 3 种添加量条件下, 氯化钙、硅酸钠等 7 种添加剂的添加效果。结果表明: ①7 种添加剂中添加效果最好的是氯化钙, 其次为硅酸钠, 但后者的成板性优于前者, 对金属无腐蚀作用, 作为水泥刨花板快速固化的添加剂是合适的; ②在研究的范围内, 添加剂用量对水泥刨花板的性能也有一定影响, 但因种类而异, 应当通过进一步的研究来选择硅酸钠的合适添加量; ③后期处理方式对水泥刨花板性能的影响因添加剂的种类而异。浸水处理会使添加氯化钙的水泥刨花板性能显著提高。表 1 参 6

**关键词:** 水泥刨花板; 热压法; 快速固化; 助剂; 添加剂效应

**中图分类号:** TS653      **文献标识码:** A

水泥刨花板的生产已有 30 a 以上的历史<sup>[1]</sup>。由于综合了木材与水泥二者的特性, 水泥刨花板自质量轻, 强度高, 刚性好, 尺寸稳定, 而且耐水、耐火、隔音、耐腐, 有良好的机械加工性能, 不含甲醛等有害物质<sup>[1, 2]</sup>, 具有良好的长期性能<sup>[3]</sup>, 是一种环保节能型的轻质建筑材料。近 10 a 来, 国际上除用传统的半干法工艺生产水泥刨花板外, 正在大力研究水泥刨花板快速固化的工艺技术, 如 1989 年芬兰 Rauma-Repola 公司和匈牙利 Falo 公司合作发明的二氧化碳气体喷射法生产水泥刨花板<sup>[2, 4]</sup>。国内也曾开展了这方面的研究<sup>[4]</sup>和热压法水泥刨花板生产的实验研究<sup>[5]</sup>。本研究则使用普通热压机热压法, 探讨添加不同的添加剂后热压法制水泥刨花板的可能性, 并通过性能测试选择适用的添加剂。

## 1 材料和设备

### 1.1 材料

**水泥:** 525 号普通硅酸盐水泥, 取自浙江省第一建筑工程公司。

**刨花:** 杉木 *Cunninghamia lanceolata* 机床(开榫机)刨花, 厚 0.2~0.5 mm, 长 20~38 mm, 宽 2~4 mm, 堆积密度很低, 极为蓬松。含水率 16%~17.4%。取自杭州木材厂。

**添加剂:**  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ 。购自试剂商店, 分析纯。此外, 还有钙基膨润土和钠基膨润土(临安膨润土矿)。

收稿日期: 2001-09-13; 修回日期: 2001-11-23

基金项目: “九五”浙江省科学技术厅重点资助项目(962102065)

作者简介: 叶良明(1942-), 男, 浙江温岭人, 教授, 从事人造板工艺与改性研究。

## 1.2 设备

QD-100型试验压机, MW-4型木材万能力学试验机。

## 2 试验方法

### 2.1 流程

实验室制板到板材性能测试的流程如下:

刨花设备 → 拌合 → 拌合 → 拌合 → 人工铺装 → 热压 → 后期处理 → 试件锯割 → 性能测试。  
                   ↑          ↑          ↑  
                   添加剂 水泥    水

将称量好的刨花加入定量的添加剂用人工拌合均匀后, 加入定量的水泥, 再用人工拌合均匀。然后加入定量的自来水进行拌合至均匀为止。拌合均匀的混合物料用手工在铺装框内铺装成板坯, 并装入热压机热压成型。热压成型的水泥刨花板在室温条件下自然堆放养护, 并按要求进行后期处理后, 锯成不同规格的试件进行物理力学性能测试。

### 2.2 原料用量的计算

水泥和木质材料的用量参照经验公式<sup>[6]</sup>:

$$m_w = [v \cdot d / (1 + 1.25 p)] \times 1.10$$

$$m_c = P \cdot m_o$$

其中:  $v$  为板的体积,  $d$  为板材的设计密度,  $P$  为水泥 / 刨花的比值, 取 2.6,  $m_w$  为绝干刨花的质量,  $m_c$  为水泥的质量,  $p$  为水 / 水泥的比值, 取 0.6。

### 2.3 设计参数

板材厚度 9 mm, 设计密度  $1.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 幅面  $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ 。

添加剂的加入量取 3 个水平, 分别为水泥质量的 1.33%, 3% 和 5%。

热压工艺参数: 热压温度  $100 \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ , 热压时间 15 min, 热压压力 3.0 MPa, 卸压时间 4 min。

### 2.4 后期处理

后期处理分 2 种方法: 一是热压卸板自然养护至一定时间后干燥至一定含水率。二是先自然养护一定时间, 再在水中养护一定时间后干燥至一定含水率。

### 2.5 性能测试

参照试验当时的刨花板国家标准 GB/T4897-1992, 结合板材的幅面锯取试件, 测试板材的含水率、密度、吸水厚度膨胀率、抗弯弹性模量、静曲强度和平面抗拉强度。各试验做 2 次, 结果取平均值。

## 3 结果和分析

试验结果如表 1 所示。

### 3.1 密度

由表 1 可见, 试制的水泥刨花板的密度与设计密度有一定的差距, 且相互间也有一定差距。但不同的添加剂与不同的添加量对密度的影响并不十分明显。这一方面是由于手工铺装不均匀, 而且板的含水率也有差异, 另一方面是由于卸压后板的初始强度, 尤其是内结合的强度很低, 不足以克服卸压时的回弹力, 因而板材的厚度回弹较大, 导致密度下降。这就说明, 在热压法制水泥刨花板的过程中, 保证板坯铺装的均匀性, 并采取相应的工艺技术措施, 提高卸压后板材的初始强度, 尤其是内结合强度, 从而减少板材卸压后的回弹, 对于保证板的密度, 进而提高板材的强度是十分重要的。

应当指出的是, 板材在卸压后产生较大的回弹与刨花的形态也有关系。试验中使用的刨花结构形态上板为蓬松, 不可能对回弹没有影响。因此, 刨花的结构形态对于板材卸压后回弹的影响也是不容忽视的。

### 3.2 线性膨胀率和厚度膨胀率

由水泥刨花板的物理力学性能可以看出, 不同的添加剂对板的厚度膨胀率有较大的影响, 而对线

性膨胀率则无明显的影响。7 种添加剂中添加  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$  的厚度膨胀率较小, 其余 4 种则较大。实际上, 从厚度膨胀率的大小可以间接判断使用不同添加剂的板材的内结合强度等的大小。厚度膨胀率大的, 内结合强度等就小。如添加钠基膨润土、钙基膨润土和  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NaHCO}_3$  的水泥刨花板, 其厚度膨胀率较之添加  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  和  $\text{MgCl}_2$  的明显要大得多, 因而后者的内结合强度等就明显的较前 4 种添加剂的为大。

随着添加量的增加, 制得的水泥刨花板的线性膨胀率和厚度膨胀率的变化则因添加剂而异。如添加  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  和  $\text{MgCl}_2$  的水泥刨花板, 随添加剂量增加, 板的线性膨胀率和厚度膨胀率减少, 钙基膨润土、钠基膨润土却有相反的趋势。这主要是添加剂本身的性能不同之故。对于不同的后期处理, 也表现出相同的现象, 即不同的处理对线性膨胀率和厚度膨胀率的影响也因添加剂种类的不同而有不同的结果。

### 3.3 静曲强度和弹性模量

静曲强度 (MOR) 和弹性模量 (MOE) 是衡量水泥刨花板性能的重要指标。由表 1 数据可以看出添加剂的种类对板的静曲强度和弹性模量有显著的影响。在研究的 7 种添加剂的添加量范围内, 以添加  $\text{CaCl}_2$  的水泥刨花板 MOR 最好, MOE 最高, 其次为  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  和  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

添加量的大小对 MOR 和 MOE 的影响, 与对线性膨胀率和厚度膨胀率的影响一样, 因添加剂的种类而异。在研究的范围内, 随  $\text{CaCl}_2$  添加量的增加, MOR 与 MOE 明显提高。对  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  和  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  而言, 则随其添加量的增加, MOR 与 MOE 亦有提高, 但不如  $\text{CaCl}_2$ 。这可能如 3.2 节所述, 与添加剂本身的性能有关, 另一方面也可能与添加量的添加范围有关。后期处理对 MOR 和 MOE 的影响也有类似的现象。

表 1 水泥刨花板的物理力学性能

Table 1 Phys-mechanical properties of cement-bonded wood chipboard

| 添加剂及处理         | 密度/<br>( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) | 含水<br>率/% | 线性<br>膨胀<br>率/% | 厚度<br>膨胀<br>率/% | 弹性模量<br>( $\times 10^3$ )/MPa | 静曲强<br>度/MPa | 平面抗<br>拉强<br>度/MPa |
|----------------|--|-----------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------|--------------------|
| A I $\Delta$   | 1.21                                     | 11.4      | 0.21            | 2.63            | 0.78                          | 4.3          | 0.11               |
| A I            | 1.18                                     | 11.6      | 0.15            | 1.14            | 1.15                          | 3.2          | 0.10               |
| A II $\Delta$  | 1.17                                     | 12.3      | 0.23            | 1.44            | 1.09                          | 4.8          | 0.13               |
| A II           | 1.16                                     | 13.1      | 0.17            | 1.57            | 0.74                          | 3.7          | 0.14               |
| A III $\Delta$ | 1.15                                     | 13.8      | 0.15            | 1.36            | 1.76                          | 6.8          | 0.11               |
| A III          | 1.11                                     | 15.9      | 0.16            | 1.23            | 1.56                          | 6.1          | 0.14               |
| BI $\Delta$    | 1.19                                     | 12.7      | 0.19            | 2.39            | 0.83                          | 2.1          | 0.10               |
| BI             | 1.22                                     | 13.6      | 0.15            | 0.89            | 0.88                          | 2.3          | 0.11               |
| BII $\Delta$   | 1.24                                     | 11.6      | 0.16            | 2.29            | 0.96                          | 4.0          | 0.08               |
| BII            | 1.20                                     | 14.1      | 0.12            | 1.13            | 0.76                          | 3.1          | 0.07               |
| BIII $\Delta$  | 1.18                                     | 13.0      | 0.17            | 3.80            | 0.99                          | 4.0          | 0.10               |
| BIII           | 1.21                                     | 13.9      | 0.16            | 1.90            | 0.79                          | 4.0          | 0.07               |
| CI $\Delta$    | 1.18                                     | 13.8      | 0.12            | 4.10            | 0.75                          | 3.6          | 0.06               |
| CI             | 1.21                                     | 14.8      | 0.13            | 3.09            | 0.86                          | 2.3          | 0.04               |
| CII $\Delta$   | 1.15                                     | 11.5      | 0.12            | 3.63            | 0.75                          | 3.6          | 0.03               |
| CII            | 1.15                                     | 11.9      | 0.19            | 2.82            | 0.86                          | 4.5          | 0.12               |
| CIII $\Delta$  | 1.16                                     | 11.2      | 0.20            | 4.23            | 0.62                          | 3.1          | 0.10               |
| CIII           | 1.21                                     | 11.6      | 0.19            | 3.47            | 1.14                          | 4.3          | 0.06               |
| DI $\Delta$    | 1.16                                     | 12.6      | 0.18            | 2.61            | 0.60                          | 2.5          | 0.04               |
| DI             | 1.14                                     | 13.3      | 0.22            | 2.52            | 0.57                          | 2.9          | 0.04               |
| DII $\Delta$   | 1.21                                     | 12.1      | 0.14            | 2.70            | 0.95                          | 3.0          | 0.05               |
| DII            | 1.13                                     | 13.1      | 0.21            | 2.52            | 0.58                          | 2.6          | 0.04               |
| DIII $\Delta$  | 1.21                                     | 12.3      | 0.19            | 2.38            | 0.49                          | 3.7          | 0.06               |
| DIII           | 1.18                                     | 13.8      | 0.12            | 2.66            | 0.66                          | 3.1          | 0.04               |
| EI $\Delta$    | 1.09                                     | 13.5      | 0.22            | 1.87            | 0.37                          | 1.7          | 0.04               |
| EI             | 1.17                                     | 13.1      | 0.23            | 1.13            | 0.78                          | 3.5          | 0.05               |
| EII $\Delta$   | 1.16                                     | 14.1      | 0.16            | 1.59            | 0.86                          | 2.6          | 0.05               |
| EII            | 1.15                                     | 13.1      | 0.19            | 0.73            | 0.64                          | 3.0          | 0.04               |
| GI $\Delta$    | 1.17                                     | 13.7      | 0.16            | 3.69            | 0.88                          | 2.9          | 0.06               |
| GI             | 1.12                                     | 14.6      | 0.21            | 3.75            | 0.87                          | 3.5          | 0.07               |
| GII $\Delta$   | 1.24                                     | 13.5      | 0.19            | 3.39            | 1.37                          | 3.7          | 0.05               |
| GII            | 1.17                                     | 14.7      | 0.18            | 2.91            | 1.32                          | 5.0          | 0.07               |
| GIII $\Delta$  | 1.16                                     | 13.1      | 0.15            | 2.41            | 1.28                          | 4.8          | 0.06               |
| GIII           | 1.23                                     | 12.6      | 0.23            | 3.06            | 0.64                          | 3.2          | 0.07               |
| HI $\Delta$    | 1.16                                     | 12.3      | 0.13            | 1.92            | 0.70                          | 3.0          | 0.80               |
| HI             | 1.20                                     | 12.0      | 0.17            | 1.10            | 0.70                          | 3.4          | 0.06               |
| HII $\Delta$   | 1.21                                     | 13.3      | 0.19            | 1.71            | 1.05                          | 3.6          | 0.08               |
| HII            | 1.20                                     | 15.1      | 0.17            | 1.80            | 0.74                          | 3.6          | 0.11               |
| HIII $\Delta$  | 1.14                                     | 13.3      | 0.17            | 2.21            | 0.94                          | 5.2          | 0.13               |
| HIII           | 1.18                                     | 14.4      | 0.15            | 1.25            | 1.07                          | 5.7          | 0.09               |

说明: A 为  $\text{CaCl}_2$ , B 为钠基膨润土, C 为钙基膨润土, D 为  $\text{NaHCO}_3$ , E 为  $\text{MgCl}_2$ , G 为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ , H 为  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ;  $\Delta$  表示板坯经水中养护

### 3.4 平面抗拉强度

平面抗拉强度 (IB) 反映了水泥刨花板内部的结合强度, 是水泥刨花板的又一项重要的性能指标。从实验数据可见, 添加剂的种类对 IB 的影响是显著的。7 种添加剂中以  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  的效果最佳。这与课题组对亲和性研究的结果是一致的。后期处理与添加量大小对 IB 的影响并不明显。这可能与试制的水泥刨花板的回弹较大有关。

最后要指出的是从热压后板坯的成板性来看, 以  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  为添加剂的水泥刨花板的初期刚性最好, 因而在生产中便于运输。这主要是  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  不仅有改善亲和性的作用, 而且具有促进水泥快凝的作用, 能在木质材料表面形成膜状物, 从而阻止木质材料中可溶物的析出。

## 4 结论

通过上述分析可得出以下结论: ①7 种添加剂添加效果最好的是  $\text{CaCl}_2$ , 其次为  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 。但后者的成板性优于前者对金属无腐蚀作用, 作为水泥刨花板快速固化的添加剂是合适的。②在研究的范围内, 添加剂的用量对水泥刨花板的性能也有一定影响, 但因种类而异, 应当通过进一步的研究来选择  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  的合适添加量。③后期处理方式对水泥刨花板性能的影响因添加剂的种类而异。浸水处理会使添加  $\text{CaCl}_2$  的水泥刨花板性能显著提高。

### 参考文献:

- [1] Moslemi A A. Part 2 university of idabos confarence on wood-mineral boards [J]. *Wood Based Panels Int*, 1989, 9 (3): 37-40.
- [2] 涂平涛. 论水泥刨花板生产工艺技术与装备的选择 [J]. 林产工业, 1997, 24 (1): 1-4.
- [3] 周贤康. 水泥刨花板长期性能的研究 [J]. 林产工业, 1993, 20 (6): 1-3.
- [4] 刘义海, 陈士英. 水泥刨花板快速固化工艺的研究 [J]. 木材工业, 1997, 11 (4): 3-7.
- [5] 卢晓宁, 张洋, 洪中立. 热压水泥刨花板工艺的研究 [J]. 木材工业, 1991, 5 (3): 1-5.
- [6] 涂平涛. 水泥刨花板生产中的几个问题 [J]. 林产工业, 1994, 21 (2): 19-22.

## Selection of chemical additives with function of fast curing for cement particle board

YE Liang-ming, JIN Yong-ming, FU Shen-Yuan, LI Yan-jun

(Department of Forest Product Industry, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** The effect of 7 additives such as  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  and so on are studied through hot pressing cement particle board with 3 addition amount. The results showed: ①The best additive is  $\text{CaCl}_2$ . The next is  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  in mat-forming, and has no erosive effect on metal. So it is a suitable fast curing additive for cement particle board. ②Addition amount influences cement particle board properties differently according to additive kinds. A further study is needed on appropriate  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  amount. ③Post-treatments influenced cement particle board properties differently according to additive kinds. It can improve performances of cement particle board added with  $\text{CaCl}_2$  after it is soaked in water.

**Key words:** cement particle board; hot pressing; fast curing; additive; effect of additive