

文章编号: 1000-5692(2006)03-0237-05

# 后期处理工艺对快速固化水泥刨花板性能的影响

鲍滨福<sup>1</sup>, 沙存龙<sup>2</sup>, 余文军<sup>3</sup>, 姜志宏<sup>1</sup>, 余学军<sup>1</sup>

(1. 浙江林学院 工程学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江省宁波市鄞州区农林局, 浙江 宁波 315192; 3. 浙江临安太克有限公司, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 以钻天杨 *Populus nigra* var. *italica* 刨花为原料, 42.5 强度等级的普通硅酸盐水泥为胶黏剂, 硅酸钠为快速固化添加剂, 通过热压制板的方法, 研究了水泥刨花板坯卸出压机后的后期处理工艺对板性能的影响。结果表明: ①用热压法制水泥刨花板时, 板坯卸出压机后的直接蒸养可大大加速水泥的水化过程。②在温度 80 °C, 相对湿度 80% 的条件下, 8h 直接蒸养的效果相当于 8 d 的自然养护, 可大大缩短生产周期。③自然养护 8 d 后进行蒸养, 对水泥刨花板物理力学性能的影响不显著, 说明经 8 d 的自然养护, 水泥水化已基本完成, 而后水化进行缓慢, 蒸养不能加速这一过程。④蒸养的工艺条件为温度 80 °C, 空气相对湿度 80%, 蒸养时间 8, 16, 24 h。此工艺条件有待进一步优化。表 5 参 9

**关键词:** 林业工程; 水泥刨花板; 快速固化; 后期处理

**中图分类号:** TS653; S784 **文献标识码:** A

笔者等前期的研究<sup>[1~6]</sup>表明, 用热压法制水泥刨花板(cement particle board, 简称 CPB)时, 刚卸出压机的水泥刨花板仅具有一定的初期强度, 后期强度的增长有赖于水泥的进一步水化。为此, 必须对卸出压机的板坯进行一定方式的后期处理, 以促进水泥水化程度的提高。该项研究在前期研究的基础上, 通过热压制板并测试板坯经过不同后期处理后的物理力学性能, 探讨不同的后期处理工艺对快速固化水泥刨花板性能的影响, 为确定合适的后期处理工艺奠定基础。

## 1 试验材料和设备

**刨花:** 江苏徐州定向刨花板厂钻天杨 *Populus nigra* var. *italica* 刨花, 经自制简易粉碎机粉碎分选, 平均规格尺寸为 26.5 mm×4.8 mm×0.48 mm (长×宽×厚), 含水率为 12.7%。水泥: 42.5 强度等级的普通硅酸盐水泥, 购自临安青山水泥厂。添加剂: 硅酸钠, 质量分数为 41.7 g·kg<sup>-1</sup>, 购自临安水泥纸袋二厂。设备: QD-100 型导热油加热试验压机, MW4 型万能木材力学试验机, SDH302 型低温恒温恒湿箱。

## 2 试验方法

### 2.1 工艺参数

灰木比为 2.6:1.0, 水灰比为 0.6:1.0, 硅酸钠添加量(固含量)为水泥质量的 10%。热压温度为

收稿日期: 2005-12-29; 修回日期: 2006-01-19

基金项目: “九五”浙江省科学技术重点资助项目(962102065)

作者简介: 鲍滨福, 高级工程师, 从事木材加工工艺和设备研究。E-mail: bfbao@zjfc.edu.cn

95~98℃, 热压时间为20 mm板25 min, 12 mm板10 min, 压力为3.0 MPa。板的设计密度为 $1.20 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (指板的含水率为10%时), 板材幅面为400 mm×400 mm, 厚度为20 mm和12 mm。

## 2.2 后期处理工艺

试验采用4种后期处理工艺, 即①自然养护→蒸养→干燥→性能测试; ②自然养护→干燥→性能测试; ③蒸养→干燥→性能测试; ④自然养护→性能测试。其中: 自然养护时间为8 d; 蒸养条件为温度80℃, 湿度80%, 时间8, 16, 24 h; 干燥条件为温度90℃, 干燥后板材含水率≤15%。

## 2.3 制板过程

制板工艺流程如下:

刨花 → 拌合 → 拌合 → 铺装 → 热压 → 后期处理 → 性能测试。

↑                    ↑  
硅酸钠、水    水泥

按公式<sup>[1]</sup> 计算好各种材料的用量, 在称量好的刨花中加入用水稀释好的定量硅酸钠溶液, 拌合均匀。然后, 加入适量的水泥拌合均匀, 手工在型框内铺装成型。铺装好的板坯送入热压机热压成型。卸压后的水泥刨花板按2.2节进行后期处理后供性能测试。试验重复2次。

## 2.4 性能测试

参照国家标准《GB/T 4897.2-2003 刨花板第2部分: 在干燥状态下使用的普通用板要求》<sup>[7]</sup>, 结合板的幅面尺锯取试件, 测试板的密度、含水率、静曲强度、抗弯弹性模量、平面抗拉强度、吸水率和吸水厚度膨胀率。

# 3 结果和分析

## 3.1 ①②号后期处理工艺的结果和分析

结果见表1和表2。可以明显地看出, 厚度为20 mm的水泥刨花板, 尽管其总平均含水率为10.55%, 比12 mm板的8.72%高1.83个百分点, 但其静曲强度总平均为5.35 MPa, 弹性模量为1.95 GPa, 平面抗拉强度0.198 MPa, 吸水厚度膨胀率2.45%, 吸水率29.46%, 均优于厚度为12 mm板的相应值(依次为4.57 MPa, 1.34 GPa, 0.183 MPa, 3.43%和30.05%)。产生这种现象的主要原因在于12 mm板卸压后回弹率<sup>[9]</sup>大(低的为13%, 高的为18%), 而20 mm板回弹率小(低的为7.6%, 高的为8.0%)。因而后者的总体平均密度为 $1.12 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 大于前者的总体平均密度 $1.04 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 相应的物理力学性能也就比前者好。在相同的热压温度和压力下, 两者回弹的差异可能是由于时间的影响。后者热压时间长, 水泥凝结的程度要比热压时间短的水泥的凝结程度好, 水泥与刨花之间的黏结也可能要好一些, 因而克服回弹的力或抵制回弹的力量要大一些。这就产生了一个矛盾, 即从减少卸压时的回弹考虑, 希望热压的时间长一些; 但从水泥后期水化来看, 期望卸压后板的含水率要仍然维持在25%以上<sup>[8,9]</sup>, 因而热压时间不宜过长。为此, 必须要寻求两者之间的一个最佳结合点, 或采取其他工艺技术措施来减少回弹, 或进行增强处理等等。

对厚度为12 mm和20 mm板的物理力学性能指标进行以蒸养时间为因子的单因素方差分析, 结果表明, 蒸养对物理力学性能没有显著影响。这是因为: 密度取决于板卸压后的回弹, 与蒸养无关; 水泥刨花板经过8 d的自然堆放养护, 其强度已基本形成; 蒸养仅起到促进水泥水化进程的作用, 而且从蒸养条件看, 水泥刨花板中水分在蒸养过程中还会产生蒸发, 含水率降低, 对水泥的水化有一定的负作用。

## 3.2 ③号后期处理工艺的结果和分析

按③号工艺处理的水泥刨花板, 其物理力学性能测试结果见表3和表4。

可见, 在同样条件下, 20 mm厚的水泥刨花板, 其各种性能都优于12 mm厚的水泥刨花板。所以出现这种情况, 已如前所述, 在于水泥刨花板卸压后的回弹差异所致。

以蒸养时间为因子作单因素方差分析发现, 蒸养对水泥刨花板力学性能的影响是显著的。因为通过蒸养能加速水泥的水化。这从表中数据的直观分析也可看出。不经蒸养的水泥刨花板其力学性能都

表 1 根据①和②号工艺测定的 12 mm 厚水泥刨花板的物理力学性能

Table 1 Physical and mechanical properties of 12 mm CPB in thickness under the techniques of No. 1 and No 2

蒸养时间/ h	密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	含水率/ %	弹性模 量/GPa	静曲强 度/MPa	平面抗拉 强度/MPa	吸水率/ %	吸水厚度 膨胀率/%
0 <sub>1</sub>	1.02	8.34	1.44	5.90	0.18	31.5	2.6
0 <sub>2</sub>	1.04	11.33	1.44	4.40	0.18	29.8	2.9
0 <sub>3</sub>	1.11	9.70	1.23	4.84	0.20	30.4	3.2
8 <sub>1</sub>	1.07	8.43	1.48	5.22	0.14	28.3	3.4
8 <sub>2</sub>	1.03	6.14	1.52	4.28	0.17	34.7	3.5
8 <sub>3</sub>	1.02	6.97	1.44	3.39	0.21	33.5	4.2
16 <sub>1</sub>	1.07	7.93	1.22	4.62	0.14	30.5	2.8
16 <sub>2</sub>	0.99	6.10	0.91	3.20	0.13	33.1	5.0
16 <sub>3</sub>	1.02	9.92	1.51	4.93	0.19	29.0	3.0
24 <sub>1</sub>	1.03	10.29	1.20	4.75	0.21	27.8	3.3
24 <sub>2</sub>	1.04	9.86	1.57	4.96	0.23	25.6	3.7
24 <sub>3</sub>	1.02	9.68	1.16	4.43	0.21	26.4	3.5

说明: 蒸养 0 h 时即为方案②; 0<sub>1</sub>, 0<sub>2</sub>, 0<sub>3</sub> 中的下标 1, 2, 3 表示试验次数。表 2~5 同。

表 2 根据①和②号工艺测定的 20 mm 厚水泥刨花板的物理力学性能

Table 2 Physical and mechanical properties of 20 mm CPB in thickness under the techniques of No. 1 and No 2

蒸养时 间/h	密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	含水率/ %	弹性模 量/GPa	静曲强 度/MPa	平面抗拉 强度/MPa	吸水率/ %	吸水厚度膨 胀率/%
0 <sub>1</sub>	1.21	13.7	2.41	7.27	0.25	28.0	1.9
0 <sub>2</sub>	1.10	12.1	1.92	5.56	0.18	21.3	2.2
0 <sub>3</sub>	1.15	13.3	2.04	5.33	0.24	36.4	1.6
8 <sub>1</sub>	1.14	9.0	2.27	6.24	0.15	29.5	2.4
8 <sub>2</sub>	1.14	7.7	1.47	5.74	0.17	29.4	1.8
8 <sub>3</sub>	1.15	9.1	1.64	5.25	0.19	30.1	2.7
16 <sub>1</sub>	1.04	14.0	0.97	4.72	0.21	30.6	2.8
16 <sub>2</sub>	1.12	13.6	1.57	5.11	0.19	34.2	2.1
16 <sub>3</sub>	1.09	10.6	1.86	6.16	0.16	27.4	3.2
24 <sub>1</sub>	1.12	7.9	2.35	6.74	0.24	28.1	2.1
24 <sub>2</sub>	1.07	7.1	2.75	7.28	0.24	27.7	3.0
24 <sub>3</sub>	1.13	8.5	2.11	6.06	0.16	31.3	3.5

表 3 根据③号工艺测定的 12 mm 厚水泥刨花板的物理力学性能

Table 3 Physical and mechanical properties of 12 mm CPB in thickness under the technique of No. 3

蒸养时 间/h	密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	含水率/ %	弹性模 量/GPa	静曲强 度/MPa	平面抗拉 强度/MPa	吸水率/ %	吸水厚度膨 胀率/%
0 <sub>1</sub>	1.05		0.50	2.56	0.08	42.2	7.4
0 <sub>2</sub>	1.02		0.85	2.89	0.08	39.5	7.9
0 <sub>3</sub>	1.04		0.65	2.44	0.07	40.5	7.4
8 <sub>1</sub>	1.07	6.94	1.31	5.92	0.17	30.4	3.2
8 <sub>2</sub>	1.03	11.30	1.00	4.92	0.16	29.9	5.7
8 <sub>3</sub>	1.02	7.13	1.17	6.03	0.23	38.4	5.3
16 <sub>1</sub>	1.07	13.64	1.07	3.31	0.19	28.6	3.5
16 <sub>2</sub>	0.99	11.69	1.03	4.12	0.20	32.8	3.4
16 <sub>3</sub>	1.02	5.70	1.36	5.31	0.15	24.5	3.7
24 <sub>1</sub>	1.03	10.99	1.19	4.18	0.21	26.9	4.3
24 <sub>2</sub>	1.04	10.78	1.57	5.60	0.18	25.3	1.5
24 <sub>3</sub>	1.02	10.18	1.79	5.86	0.26	29.8	2.7

表4 根据③号工艺测定的20 mm厚水泥刨花板的物理力学性能

Table 4 Physical and mechanical properties of 20 mm CPB in thickness under the scheme of No. 3

蒸养时间/h	密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	含水率/ %	弹性模 量/GPa	静曲强 度/MPa	平面抗拉 强度/MPa	吸水率/ %	吸水厚度膨 胀率/%
0 <sub>1</sub>	1.15		0.63	1.42	0.11	19.1	2.5
0 <sub>2</sub>	1.13		0.80	1.71	0.13	21.6	2.6
0 <sub>3</sub>	1.11		0.82	1.89	0.13	23.2	3.0
8 <sub>1</sub>	1.12	11.74	2.11	7.16	0.19	20.4	2.7
8 <sub>2</sub>	1.23	12.37	2.09	6.93	0.15	20.1	2.7
8 <sub>3</sub>	1.09	12.88	2.00	6.53	0.22	23.6	2.0
16 <sub>1</sub>	1.13	14.00	2.38	7.58	0.19	20.0	2.1
16 <sub>2</sub>	1.17	13.60	1.76	5.46	0.18	20.3	1.8
16 <sub>3</sub>	1.16	10.56	1.87	6.14	0.23	22.4	1.4
24 <sub>1</sub>	1.11	11.94	1.95	6.52	0.23	22.0	2.8
24 <sub>2</sub>	1.13	11.84	2.00	5.95	0.23	20.7	1.6
24 <sub>3</sub>	1.13	10.78	2.51	7.75	0.23	20.3	1.4

甚低, 即仅具有一定的初期强度。

不同的蒸养时间(8, 16, 24 h)对水泥刨花板性能的影响不显著, 但随蒸养时间的延长, 各项力学性能指标有增大的趋势。这说明水泥刨花板通过一定时间的蒸养后, 水泥的水化即可达到一定的程度, 延长蒸养时间对水泥水化程度的促进作用已由于蒸养过程中水分的蒸发而受到阻碍。

### 3.3 4种后期处理工艺的比较

前3种工艺研究的结果如3.1, 3.2节所述, ④号工艺研究结果如表5。

表5 根据④号工艺测定的水泥刨花板的物理力学性能

Table 5 Physical and mechanical properties of CPB under the scheme of No. 4

设计板厚/mm	密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	含水率/ %	弹性模 量/GPa	静曲强 度/MPa	平面抗拉 强度/MPa	吸水率/ %	吸水厚度膨 胀率/%
12	1.15	26.2	1.22	4.33	0.14	8.8	1.6
12	1.07	26.4	0.73	4.13	0.18	11.7	1.5
12	1.18	26.3	1.62	4.65	0.18	9.9	1.3
20	1.39	25.0	2.60	6.57	0.21	5.0	0.8
20	1.29	23.5	2.59	6.17	0.25	6.0	1.0
20	1.32	26.4	2.57	5.82	0.19	7.5	0.5

表5表明, 在同样条件下制得的水泥刨花板, 厚度为20 mm板的性能普遍优于12 mm板。其原因前已述及。

对经4种后期处理的水泥刨花板进行3项力学性能指标的方差分析比较(比较中对①③号工艺均取蒸养8 h的水泥刨花板性能作为比较依据), 结果表明, 除对20 mm板的弹性模量有显著影响外, 其余影响都不显著。这就表明蒸养确有促进水泥水化与凝结的作用。水泥刨花板卸出压机后直接在温度为80℃, 相对湿度80%的条件下蒸养8 h的效果相当于自然养护8 d的效果, 因而通过蒸养可大大缩短水泥刨花板的生产周期。

## 4 结论

通过以上分析, 可得出如下结论: 1) 用热压制水泥刨花板时, 板在卸出压机后的直接蒸养(即③号后期处理工艺)可大大加速水泥的水化过程。2) 在温度80℃, 相对湿度80%的条件下, 8 h直接蒸养的效果相当于8 d的自然养护效果, 因而可大大缩短生产周期。3) 自然养护8 d后进行蒸养, 对水泥刨花板物理力学性能的影响不显著, 说明经8 d的自然养护, 水泥水化已基本完成, 而后水化进

行缓慢, 蒸养不能加速这一过程。4) 研究中蒸养的工艺条件为温度 80 °C, 空气相对湿度 80%, 蒸养时间 8, 16, 24 h。此工艺条件还有待进一步优化。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 叶良明, 俞友明, 金永明, 等. 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[ J ]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (1): 5—8.
- [ 2 ] 叶良明, 姜志宏, 鲍滨福, 等. 木质水泥刨花板快速固化的热压工艺[ J ]. 浙江林学院学报, 2002, 19 (2): 118—121.
- [ 3 ] 金永明, 俞友明, 叶良明. 刨花形态对快速固化水泥刨花板性能的效应[ J ]. 浙江林学院学报, 2003, 20 (3): 236—239.
- [ 4 ] 金永明, 鲍滨福, 陈庆虎, 等. 陈放时间和灰木比对快速固化水泥刨花板性能的影响[ J ]. 浙江林学院学报, 2003, 20 (3): 232—235.
- [ 5 ] 严建明, 俞友明, 钱俊, 等. 快速固化水泥刨花板的性能和回弹特性[ J ]. 浙江林业科技, 2005, 25 (1): 24—27.
- [ 6 ] 鲍滨福, 余文军, 姜志宏, 等. 热压温度和养护时间对快速固化水泥刨花板性能的影响[ J ]. 浙江林学院学报, 2006, 23 (2): 129—134.
- [ 7 ] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 489.7-2003 刨花板第 2 部分: 在干燥状态下使用的普通用板要求[ S ]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [ 8 ] 苏达根. 水泥与混凝土工艺[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 103.
- [ 9 ] 黄土元, 蒋家畚, 杨南如, 等. 近代混凝土技术[ M ]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1998: 15.

## Effects of final treatment techniques on the properties of fast curing cement particle board

BAO Bin-fu<sup>1</sup>, SHA Cun-long<sup>2</sup>, YU Wen-jun<sup>3</sup>, JIANG Zhi-hong<sup>1</sup>, YU You-ming<sup>1</sup>, YU Xue-jun<sup>1</sup>

(1. School of Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300 Zhejiang, China; 2. Agoforest Enterprise of Yinzhou District, Ningbo 315192, Zhejiang, China; 3. Zhejiang Lin'an Tech Corporation Limited, Lin'an 311300 Zhejiang, China)

**Abstract:** The effects of final treatment techniques on the properties of hot pressing cement particle board (CPB) mat were studied with poplar particles of certain size as raw materials, number 42.5 level common silicate cement as glues and Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> as fast curing additives. The results were: 1) The direct steam curing after the unloading of hot pressing CPB could greatly accelerate the hydration of cement. 2) The eight hours' steam curing with 80 °C temperature and 80% relative humidity equalled to eight days' natural curing, which could greatly reduce the production time. 3) The effects of steam curing after eight days' natural curing having no obvious effects on the properties of CPB showed that the hydration of cement mainly completed after eight days natural curing so steam curing could not accelerate the cement hydration because the afterwards hydration was slowly carried on. 4) The factors of steam curing were: temperature of 80 °C, air relative humidity of 80% and time of 8, 16 and 24 h. The factors need further optimization. [Ch, 5 tab. 9 ref.]

**Key words:** forestry engineering; cement particle board; fast curing; final treatment