

热压水泥刨花板工艺的研究

卢晓宁 张洋 洪中立

(南京林业大学)

摘要 本文主要论述了热压法制造水泥刨花板的工艺。试验选取热压温度、热压时间、水灰比、灰木比、添加剂和板子密度等工艺变量建立多元回归方程,并对刨花形态等问题进行了讨论。试验结果表明:热压温度和刨花形态对板子性能影响极为显著;热压法水泥刨花板不仅具有与冷压法相同的物理力学性能,而且还具有水泥水化速度快、板坯脱模强度较高等特点,因而缩短了水泥刨花板的生产过程。

关键词 热压;水泥刨花板

水泥刨花板具有较高强度、防腐、防火、隔热、隔音以及良好的加工性能,美国、瑞士、德国、及我国等许多国家均建立了水泥刨花板工业化生产线,并广泛应用于城乡建筑的非承重内外墙、天花板、楼板、地板、屋面板、卫生间等方面^[1]。水泥刨花板之所以迅速发展,除其自身优良的物理力学和机械加工性能外,还在于它属无机胶凝,与合成树脂相比价格低廉。

目前,国内外生产水泥刨花板多采用冷压方式,由于冷压法生产周期长,设备占用面积大,需用大量的夹紧框架,因此生产效率较低。本研究试图探索一种新的制造方式——水泥刨花板热压制法,以期达到缩短水泥初凝时间、提高设备利用率的目的,同时,就热压法水泥刨花板的强度性能进行了研究。

一、试验设计与过程

由于热压水泥刨花板变化因素较多,故采用分段试验、分段研究分析的方法。本研究选择的自变量为:水灰比(W/C)、添加剂(A)、热压温度(T)、热压时间(t)、

灰木比(C/P)、板子密度(D)等,自变量的变化范围:

$$0.6 \leq W/C \leq 1.2 \text{ (g/g)}$$

$$0.13 \leq A \leq 0.26 \text{ (ml/g水泥)}$$

$$75 \leq T \leq 135 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$13 \leq t \leq 25 \text{ (min)}$$

$$1.5 \leq C/P \leq 3.0 \text{ (g水泥/g绝干刨花)}$$

$$0.85 \leq D \leq 1.3 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

因变量选择为静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、平面抗拉强度(IB)、握螺钉力(SH)等。试验安排采用正交试验和对比试验两种。

试验主要工艺参数:板幅面 $300 \times 300 \text{ mm}$,板厚 10 mm ,采用薄片刨花,刨花含水率为 19% ;树种:意大利杨;水泥:425#普通硅酸盐水泥;添加剂: Na_2SiO_3 (固含量 42% ,比重 1.25)。

刨花按其形态分为:

1.杆状刨花 平均尺寸: $10 \times 1.2 \times 1.2 \text{ (mm)}$, MC为 18% ;

2.工厂废刨花(C型刨花) 平均尺寸: $15 \times 15 \times 0.3 \sim 0.6 \text{ (mm)}$, MC为 15% ;

3.薄片刨花 平均尺寸: $20 \times 4 \times 0.4 \sim$

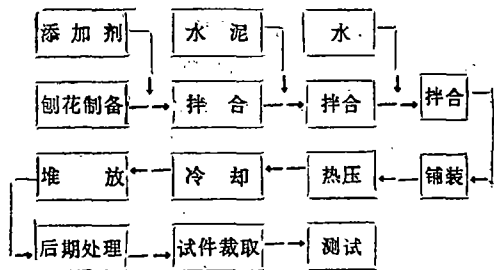
本文于1990年12月23日收到。

刘玉红、杨联合及江苏省丰县胶合板厂刘升新等同志参加本项研究工作。

0.5 (mm), MC为19%。

考虑到热压法使水分蒸发快,板内水化水不够,故还安排了板材后期增湿处理与否的对比试验。后期处理主要进行等湿处理,喷水时间为7天,然后分期(即7天、14天、28天)测试板子强度。

整个试验均在实验室中进行,其工艺流程为:



二、试验结果与讨论

试验结果采用多元线性逐步回归的方法进行计算^[2]。

1. 水灰比、添加剂、热压温度和热压时间对板子性能的影响

该部分为探索性试验,设板子密度 $D = 1.1 \text{ g/cm}^3$, 灰木比 $C/P = 2$ 。采用正交试验,试验次数为27次,重复3—5次。

静曲强度 (MOR)

$$\text{MOR} = -19.22 + 0.44T + 0.066t - 0.034(W/C)T - 0.00173(T)^2 \quad (\text{MPa}) \quad (1-1)$$

$$(R_2 = 0.9214, S_2 = 0.6956)$$

从1-1式可知, MOR随温度的增加而增大,当温度增加到一定程度时, MOR又呈下降趋势,对1-1式中T求偏导得:

$$\frac{\partial \text{MOR}}{\partial T} = 0,$$

$$T = 126.30 - 9.83(W/C)$$

又: $\frac{\partial^2 \text{MOR}}{\partial T^2} < 0$, 故不同的水灰比对应一定的温度,存在不同的MOR极大值,且温度变化值 $T = 120.4 \sim 114^\circ\text{C}$ 。

温度太低,水泥不能在短时间内水化,一旦板坯离开压机,水泥尚未初凝,可导致刨花产生较大回弹,从而破坏板子结构,强度降低,而温度过高,板坯四周水分蒸发速度加快,并带走部分水泥,使板内出现“沟痕”现象。同时,水泥中的石膏将部分脱水形成半水石膏或脱水石膏。由于半水石膏凝结很快,并形成强度不大的二水石膏网状结构,使板坯表面形成水泥的假凝现象^[3],致使板子表面密度降低,甚至表面成粉状。

MOR与水灰比 (W/C) 呈反比关系。从理论上讲,水愈多愈利于水泥水化,而水化程度高,则板子性能好,但在热压工艺中是采用3~3.5MPa的压力把水分封住,通过加温加速水泥水化。如果水分过多,压力和温度的作用则是促使水分流失,带走大量水泥,致使板子结构不均而降低板的性能。图1中实线部分为按照试验设计方案进行的试验结果。为了更好地反映水灰比与MOR的关系,笔者补做了水灰比在0.4~0.6之间的对比试验(图中虚线部分)。结果表明,水灰比在0.55~0.65之间较合适。

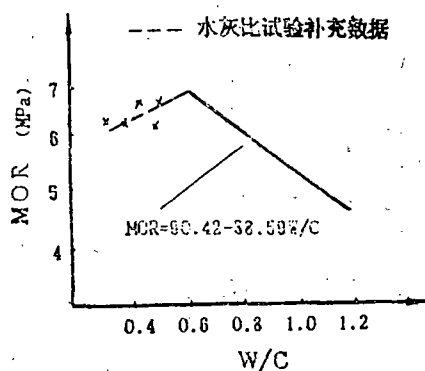


图1 水灰比与MOR的关系

弹性模量 (MOE)

$$\text{MOE} = -922.8 + 504.5(W/C) + 16.75T - 6.87(W/C)T + 18.43AT - 66.05At + 111(W/C)^2 - 2847.2A^2 - 0.061T^2 + 0.301t^2 \quad (\text{MPa}) \quad (1-2)$$

($R_2 = 0.9893$, $S_2 = 12.74$)

同MOR一样, 当T为120℃左右时MOE取得极大值, 且MOE和水灰比成反比关系。所不同的是方程中引进了添加剂这一变量, 但从方程1—2中看出, 本试验范围内添加剂的影响不十分显著。

总之, 温度在水泥刨花板生产中起着十分显著的作用, 几乎在120℃左右出现了板子性能高峰; 其次水灰比以0.6为宜, 时间和添加剂的影响相对而言不十分显著, 故选取最佳工艺为: $T = 120^\circ\text{C}$, $W/C = 0.6$, $A = 0.133\text{ml/g}$, $t = 13\text{min}$ 。

2. 灰木比、密度对板子性能的影响

试验采用正交排列, 试验次数: 16, 重复3~5次。

静曲强度 (MOR)

$$\text{MOR} = -6.63 + 6.69 (C/P) + 4.48 (C/P) \cdot (D) - 2.34 (C/P)^2 \quad (\text{MPa}) \quad (2-1)$$

($R_2 = 0.9596$, $S_2 = 0.661$)

图2为板密度、水灰比与板静曲强度的关系。随着密度的增加, MOR呈线性增大; 灰木比与MOR呈二次曲线关系, 曲线存在极大值, 对方程2-1式中 (C/P) 求偏导, 令:

$$\frac{\partial \text{MOR}}{\partial (C/P)} = 6.69 + 4.48D - 4.68C/P = 0,$$

$$\text{求得 } C/P = 1.43 + 0.96D$$

不同的板子密度有不同灰木比使板子MOR达到最大值。考虑到密度变化, 则C/P在2.24~2.66范围内MOR取得最大值。

一般来讲, 水泥刨花板的MOR取决于水泥和刨花的自身强度以及二者间的粘结强度。静曲强度试件的破坏主要是最大拉、压应力的破坏。水泥承受拉应力较低, 而刨花则高得多, 如果灰木比较大, 即刨花少、水泥多, 水泥要承受部分拉应力, 导致MOR下降; 如果灰木比过小, 刨花与水泥间的粘结性能降低, 减弱了水泥传递应力的能力, 同样也使MOR下降。故两者间必有最大值。

另外, 密度的增加使板坯的压缩率增大,

水泥的基体强度增强, 同时水泥与刨花之间紧密接触, 形成良好的胶合, 提高了木刨花与水泥基体之间的剪切强度, 从而有利于水泥向木刨花传递应力。因此, 不同的密度有不同的灰木比。

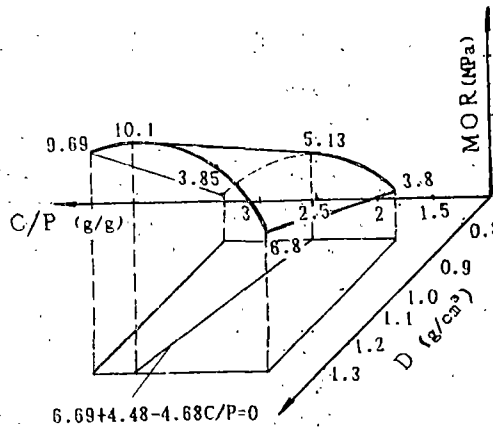


图2 板密度、灰木比对板静曲强度的影响

$$\text{IB} = -0.627 + 0.137 (C/P) + 0.527 (D) \quad (\text{MPa}) \quad (2-2)$$

($R_2 = 0.9602$, $S_2 = 0.044$)

板子平面抗拉强度主要取决于刨花与水泥之间的粘结强度。随着板密度的增加, 刨花与水泥之间的粘结强度提高, 故平面抗拉强度也显著提高; 灰木比的增加, 意味着胶粘剂——水泥含量的增加, 同样也可使IB指标提高^[4] (见图3)。

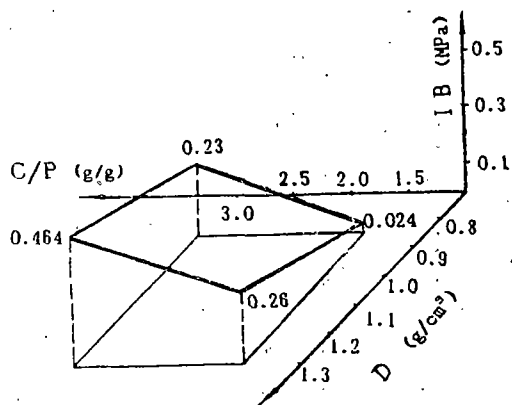


图3 板子密度和灰木比对板平面抗拉强度的影响

握螺钉力 (SH)

$$SH = -3.48 - 1.686 (C/P) + 11.86D \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (2-3)$$

$$(R_2 = 0.902, S_2 = 0.808)$$

水泥刨花板中由于有木刨花的存在,其握螺钉力远大于纯水泥板。因此,当灰木比减小时,即意味着板中刨花比例增加,板子握螺钉力提高;另外当螺钉从板上拔出时,其破坏形式通常表现为刨花和水泥被撕裂,这主要是由于刨花和水泥间的粘接层被破坏所致,加大板子密度,水泥与刨花之间的粘结强度随之增大,因而拔出阻力加大,这样握螺钉力也增大。

从灰木比、密度对板子性能影响来看,密度的增加能使板子各项性能提高,而灰木比的增大,平面抗拉强度提高,但静曲强度有极值点,握螺钉力有所下降。权衡这几对矛盾,本文选择板子密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、灰木比2.5为最佳工艺参数。当然,如果板子用途不同,其工艺参数也可作相应改变。

3. 刨花形态的比较

该部分试验系在上述试验条件下进行的对比试验,试验次数3次,重复3—5次。其工艺条件为: $D = 1.2\text{g}/\text{cm}^3$, $C/P = 2.5$, $T = 120^\circ\text{C}$, $W/C = 0.6$, $A = 1.333\text{ml}/\text{g}$, $t = 13\text{min}$ 。

图4表明刨花形态对板静曲强度的影响情况。薄片刨花最适宜制造水泥刨花板,刨花

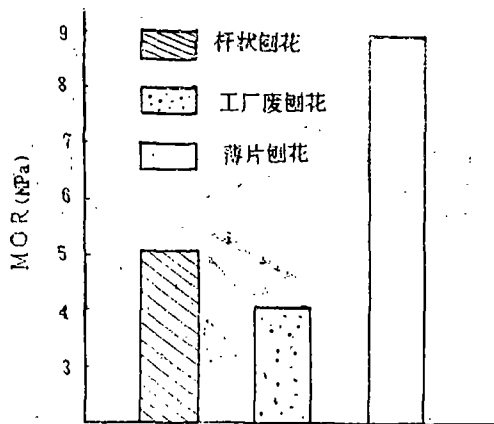


图4 刨花形态对板材静曲强度的影响

厚度太大易造成板坯热压后回弹较大,引起刨花与水泥之间剪切应变增加,胶合强度下降,也影响板子的静曲强度;工厂废刨花看上去较平整,但由于刨花的纤维被割断,导致刨花在水泥中起不到加强的作用。

4. 热压水泥刨花板的后期处理

热压法制造的水泥刨花板,由于加压时间短,故板子压制后尚有部分水泥未水化,同时板子具有一定的温度,水分蒸发也快,3天后的板子含水率约在15~18%。而一般水泥完全水化所需含水量应 $\geq 25\%$ ^[3],要使板子达到最大强度,一定方式的湿处理是必要的。为此,笔者进行了后处理与否的对比试验,试验次数10,重复3次。图5说明了等湿处理与否对板子静曲强度的影响,从图6(见封二照片)也可看出,经湿处理的板子,水泥的结晶度高于未湿处理的板子,其强度提高20~30%。

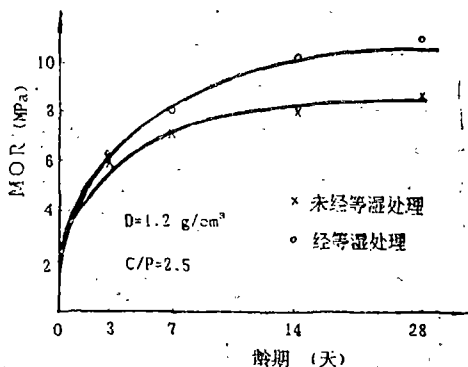


图5 后期处理与否对板材性能的影响

5. 热压法水泥刨花板与冷压法水泥刨花板的比较

热压法水泥刨花板和冷压法水泥刨花板在板子性质上有一定的区别。就断面密度而言(如图7所示),冷压法水泥刨花板的平面抗拉强度高,而热压法水泥刨花板的静曲强度高,其它性能见表1。总的来说,热压法水泥刨花板能达到冷压法水泥刨花板的性能标准^[5]。

一般认为,水泥刨花板脱模时所必须的静曲强度为 $0.3 \sim 0.35\text{MPa}$ ^[6]。采用冷压法

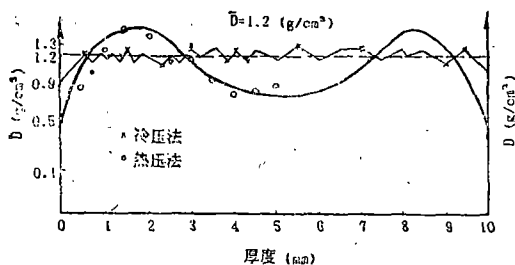


图7 冷压法和热压法水泥刨花板的断面密度

时,水泥刨花板需要在夹紧框中养护650度时,即如果温度为32℃,需要20小时;而热压水泥刨花板,一出压机静曲强度即达1.5~2.0MPa。因此,热压水泥刨花板制造过程中无需夹紧框架,可直接搬运堆放。

三、结论

1.实验室内热压方式制造水泥刨花板是

成功的,其性能达到冷压法水泥刨花板标准。

2.刨花形态对板子性能极其重要,本试验认为,薄型短刨花适宜做热压水泥刨花板,其长厚比 $\lambda=40\sim50$,刨花宽度4mm左右。

3.热压温度对板子性能有显著影响。本试验建议:以热压温度120℃、板子密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、热压时间 $1.3\text{min}/\text{mm}$ 、水灰比0.6、添加剂 $0.133\text{ml}/\text{g}$ 水泥、灰木比2.5为宜。

4.为了使水泥充分水化,增加水泥的结晶程度,压制后的板子经等湿处理一段时间,能使板子达到最大强度。

5.热压法水泥刨花板有较高的初期强度,板坯一经热压即可脱模堆放和搬运,在工艺上省去了冷压法中的夹紧框架等工序。

(责任编辑 姜征)

表1 热压法和冷压法水泥刨花板性能比较

性能指标 制造方法	MOR (MPa)	IB (MPa)	TS (%)	SH (MPa)	脱模MOR(MPa)	冻融系数K
冷压法	9~10.5	4~6	1.2~1.8	4~8	0.3~0.35	0.85~0.95
热压法	10~11	3~4	1.5~1.9	5~7	1.5~2	0.85~0.91

注:板子密度为 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$,板厚10mm。

参 考 文 献

- [1] 陈绪和译, 1990, 无机胶结人造板, 木材工业, 4 (1): 29~32.
- [2] 卢晓宁, 1989, 多元逐步回归在人造板试验中的应用, 江苏省木工学会论文集, 119~124.
- [3] 袁润章主编, 1980, 胶凝材料科学, 中国建筑工业出版社, 53~91.
- [4] 陈广琪, 1988, 杨木水泥刨花板工艺研究, 硕士学位论文论文, 南京林业大学, 56~59.
- [5] 涂平涛等, 1988, 水泥木屑板标准, 建筑人造板, (1): 44~55.
- [6] 张维钧摘译, 1978, 普通水泥刨花板冷压后的初期养护, 林产工业专辑《国外木质刨花板和水泥刨花板》, 4~85.
- [7] Won Yung Ahn, Moselemi, A.A., 1980, SEM examination of wood-Portland cement bonds, Wood Science, 113 (2).

A study on wood-cement particleboard manufacture by hot-pressing

Lu Xiaoning, Zhang Yang, Hong Zhongli

(Nanjing Forestry University)

Abstract The purpose of this paper is to study the technology for manufacturing wood-cement particleboard by hot-pressing. After studying the technologi-

竹木复合定向刨花板强度性能研究

王思群 华毓坤 董士琴

(南京林业大学)

摘要 本文论述了竹材、意大利杨复合定向刨花板的强度性能,就胶种、刨花厚度、竹材所占比率、板密度、板坯结构、施胶量等诸因子对板材强度性能的影响进行了探讨。结果表明:(1)胶种对竹木复合定向刨花板的强度影响不大;(2)降低刨花厚度或提高板密度均可使板材强度提高;(3)单层结构的复合定向刨花板强度最高;(4)提高板材中竹材的比率可使板子强度明显改善,但竹材比率过高时,板材强重比反而下降,呈开口向下的抛物线型变化;(5)酚醛树脂定向刨花板的强度随原料酸性增大而降低。

关键词 竹;意大利杨;定向刨花板;强度

由于木材资源日益缺乏,使人造板工业原料的使用范围逐渐扩大,非木材原料的利用也愈来愈受到人们的重视。竹材是我国的重要资源之一。为了缓和木材紧缺局势,用竹材制造定向刨花板是一个有前途的利用途径。竹材密度一般高于 $0.75\text{g}/\text{cm}^3$,制出的竹定向刨花板密度偏大;而低密度($0.35\text{g}/\text{cm}^3$)的杨木已成功地应用于制造定向刨花板^[1],但由于其压缩比较大,故出材率低。本研究试图用竹材、意大利杨木制造复合定

向刨花板,以期降低成品板的密度、提高产品的强重比。

一、试验方法

1. 试验材料

本试验用竹材为毛竹竹梢;意大利杨为胶合板旋切木芯,胶粘剂为我校人造板教研组研制的酚醛树脂胶,以及外购的脲醛树脂胶。

2. 试验设计

本文于1991年3月4日收到。

宁文同志参加本项研究工作。

cal variables concerned, such as temperature and time of hot-pressing, water/cement ratio, cement/wood ratio, additive and board density, a series of multivariables regression equations were built up. In addition, some factory such as particle geometries were also discussed. The results showed that the hot-pressing temperature and particle geometries have a great effect on the properties of board, as compared to cold pressing, the hot-pressing process can make the hydration of cement faster, the initial strength of board higher and the curing time of board shorter. It is summed up that the hot-pressing method can simplify the wood-cement particleboard manufacturing process without any loss in physical and mechanical properties of the board.

Keywords Hot-pressing; Wood-cement particleboard

目 录

热压水泥刨花板工艺的研究·····	卢晓宁、张洋、洪中立 (1)
竹木复合定向刨花板强度性能的研究·····	王思群、华毓坤、董士琴 (6)
利用纤维板生产中废水提取物制造木材胶粘剂的研究·····	王正 (11)
阻燃处理木材的热分析·····	周雄志、刘正添 (15)
房屋建筑材用防腐剂的毒性试验·····	周明、刘秀英、富岩 (21)
十六种木材防腐剂野外抗蚁试验·····	纪成操、袁亦生、洪成器 (25)
防止兰考泡桐木材变色的初步试验·····	祖勃荪、徐鹿鹿、周勤 (29)

讨论与建议

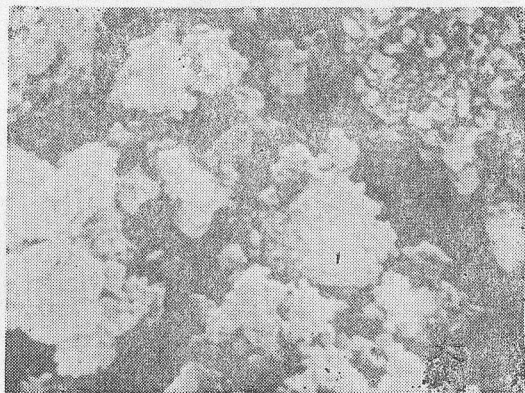
提高制材质量是制材工业的出路·····	王凤翥、张守政、刘志福 (34)
试论东北胶合板厂技术改造的方向与重点·····	李远宁 (37)
非大面积成片分布林木木材物理力学试材采集方法的探讨·····	安培钧、段新芳 (41)

综述

声发射在日本木材工业中的应用·····	王金林 (44)
浮压干燥的原理与国内外实践·····	肖亦华 (49)

科技通讯

卢晓宁等：热压水泥刨花板工艺的研究



湿处理前



湿处理后

图6 湿处理前后水泥的结晶状况〔7〕