

玻璃纤维束增强刨花板的研究

程庆正 陆仁书

摘要 采用玻璃纤维束增强刨花板的试验结果表明, 随着玻璃纤维束施加量的增加, 刨花板的强度和刚度(*MOR* 和 *MOE*)有显著的提高, 但施加量达到一定程度后, 升高趋势逐渐平缓; 随着玻璃纤维束间距的减小, 刨花板的强度和刚度(*MOR* 和 *MOE*)呈直线上升, 而内结合强度(*IB*)变化规律不明显, 当间距小到一定程度后, *IB* 很难达到德国室外用刨花板标准 DIN 68763 V100 的要求; 随着玻璃纤维束在刨花板厚度方向上的位置由芯层向表层移动, 刨花板的强度和刚度(*MOR* 和 *MOE*)呈线性提高。

关键词 玻璃纤维; 刨花板; 物理力学性能

Study on Particleboard Reinforced with Fiberglass Binds

Lu Renshu

(Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Cheng Qingzheng

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract The paper describes experimental results of particleboard reinforced with fiberglass binds. *MOR* and *MOE* of the board were improved sharply and then gently with increased consumption of glassfiber binds. Both the *MOR* and *MOE* increased lineally but internal bond strength (*IB*) was changed unobviously with distance between glassfiber binds inside shortened. When the distance were too close together, the *IB* of the board could not meet the requirement of exterior particleboard of Germany Standard DIN 68763 V100. The closer the glassfiber binds toward surface layer of the board, the higher the *MOR* and *MOE*.

Keywords Fiberglass binds; Particleboard; Physical and mechanical properties

前言

玻璃纤维不但来源广泛, 成本低廉, 而且抗拉强度很高, 断裂伸长率小, 密度与铝相似, 约为钢的三分之一, 所以是一种高强度、高弹性模量和比强度较高的分散质, 是一种性能较好、价格比较便宜、应用最多的增强材料^[1, 2]。国外从六十年代开始, 有些学者就开始利用玻璃纤维增强刨花板, 可使小型的刨花板建筑构件的强度和刚度有明显的增加^[1, 3]。国内只是在近年才有人对玻璃纤维布增强刨花板作过初步研究^[4]。本研究的目的是用玻璃纤维束提高刨花板的强度和刚度, 以期适应建筑等行业要求高强度性能板材的需要, 研究内容主要是玻璃纤维束的施加量、束间距离及其在刨花板厚度方向的不同位置对刨花板强度性能的影响规律。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

①刨花 小黑杨 (*Populus simonii* × *P. nigra*), 含水率 1%~2%, 长度 4.2~40.2 mm, 宽度为 3.5~4.2 mm, 厚度 0.20~0.55 mm。

②胶粘剂 酚醛树脂胶 (PF), 固体含量 44%~47%, pH 11~12。

③增强材料 试验所用的玻璃纤维束是从玻璃纤维布中抽出的粗细均匀的束状材料, 每束约含 100~120 根单丝, 单丝直径约为 13 μm。

④防水剂 石蜡乳液, 浓度 30%, pH 7~8。

1.2 试验方法

1.2.1 铺装方法 试验根据各层刨花板的不同重量来确定增强纤维束在刨花板内的不同厚度位置, 通过刻有刻度的两块木板来控制纤维束间的距离, 并且在木板上每厘米处刻一条小槽, 铺装时把纤维束卡在槽中, 同时在纤维束的两端系一箱, 以便拉直, 并达到纤

收稿日期: 1996-12-08

本文作者分别为: 中国林科院木材工业研究所研究实习员, 北京 100091; 东北林业大学教授, 哈尔滨 150040

维束在刨花板中产生预应力的目的。

①玻璃纤维束施加量 把玻璃纤维束分别以 2、4、6、8 束合在一起进行试验,束间距为 2 cm,两层玻璃纤维束分别放在两表层刨花下各占总重量的 15%处;

②玻璃纤维束间距 玻璃纤维束间距分别为 2、3 和 4 cm,两层玻璃纤维束分别放在两表层刨花下各占总重量的 15%处;

③玻璃纤维束在刨花板厚度方向上的位置 纤维束间距为 2 cm,两层纤维束分别放在两表层刨花各占总重量的 45%、30%和 15%处;

1.2.2 热压工艺 温度为 190 ℃,压力为 1.9~3.8 MPa,时间为 16 min(刨花板名义厚度为 16 mm)。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

2.1.1 不同玻璃纤维束施加量增强刨花板物理力学性能的测试结果见表 1。

表 1 不同玻璃纤维束施加量的增强刨花板的各项性能

Tab. 1 Properties of particleboard reinforced with different amount of glassfiber binds							
序 号	施加量 (束)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	静曲强度 (MPa)	弹性模量 (10 ³ MPa)	吸水厚度 膨胀率(%)	内结合强度 (MPa)
1	0	0.74	5.9	27.8	3.72	11.5	0.19
2	2	0.75	5.1	31.6(+14)	4.17(+12)	11.2(-3)	0.18(-5)
3	4	0.78	5.8	34.8(+25)	4.36(+17)	11.0(-4)	0.19(-0)
4	6	0.75	5.6	35.7(+29)	4.36(+17)	9.7(-16)	0.20(+5)
5	8	0.77	5.3	35.9(+30)	4.41(+19)	9.2(-20)	0.19(-0)

○内“+”表示提高百分率,“-”表示降低百分率,以下同。

2.1.2 不同间距的玻璃纤维束增强刨花板物理力学性能的测试结果见表 2。

表 2 不同间距的玻璃纤维束的增强刨花板的各项性能

Tab. 2 Properties of particleboard reinforced with different distance between glassfiber binds							
序 号	束间距 (cm)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	静曲强度 (MPa)	弹性模量 (10 ³ MPa)	吸水厚度 膨胀率(%)	内结合强度 (MPa)
1	空白	0.74	5.9	27.8	2.92	11.5	0.19
2	4	0.74	6.0	30.0(+8)	3.11(+7)	10.8(-6)	0.19(0)
3	3	0.75	5.2	30.2(+9)	3.18(+9)	9.8(-15)	0.16(-16)
4	2	0.76	5.3	31.6(+14)	3.27(+12)	11.2(-3)	0.18(-5)

2.1.3 玻璃纤维束铺装 在刨花板不同厚度位置时,增强刨花板物理力学性能的测试结果如表 3 所示。

2.2 结果分析

2.2.1 不同玻璃纤维束施加量对刨花板性能的影响

表 3 玻璃纤维束在不同厚度位置的增强刨花板的各项性能

Tab. 3 Properties of particleboard reinforced with glassfiber binds at different positions							
序 号	束间距 (cm)	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	静曲强度 (MPa)	弹性模量 (10 ³ MPa)	吸水厚度 膨胀率(%)	内结合强度 (MPa)
1	空白	0.78	4.4	37.4	4.19	8.4	0.15
2	45	0.78	3.7	40.0(+7)	4.58(+9)	8.6(+2)	0.18(+20)
3	30	0.78	3.8	42.7(+14)	4.82(+15)	8.6(+2)	0.16(+7)
4	15	0.79	3.9	44.6(+2)	5.04(+20)	8.4(0)	0.17(+13)

①直观分析 由表 1 和图 1、图 2 可以看出:随着玻璃纤维束施加量的增加,刨花板的强度和刚度(MOR 和 MOE)不断升高,但是,当纤维束的施加量大于 6 束后,这种升高的趋势逐渐减小。施加 4 束时,MOR 增加了 25%,MOE 增加了 17%,而施加 8 束时,MOR 增加了 30%,MOE 增加了 19%。由表 1 可以看出,吸水厚度膨胀率(TS)和内结合强度(IB)都没有显著的变化,但总体上比空白时的性能要好一些,二者都能满足 DIN 68763 V100 室外用刨花板标准要求。

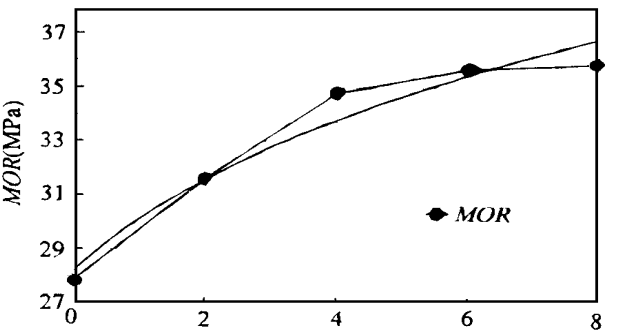


图 1 玻璃纤维束施加量对增强刨花板 MOR 的影响

Fig. 1 Effect of glassfiber binds consumption on MOR

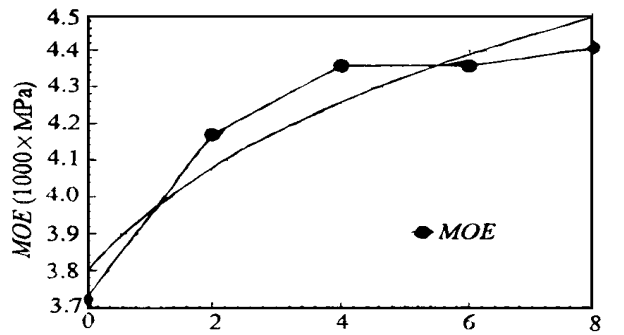


图 2 玻璃纤维束施加量对增强刨花板 MOE 的影响

Fig. 2 Effect of glassfiber binds consumption on MOE

②回归分析 为了探索纤维束施加量对刨花板强度性能的影响规律,进行了回归分析,并作出纤维束施加量对刨花板强度性能影响规律的数学模型,见

表 4. 玻璃纤维束施加量与刨花板性能之间的相关关系

Tab. 4 Relationship between properties of reinforced particleboard and glassfiber binds consumption

测试项目	回归方程	相关系数(R)
静曲强度	$y = 28.0969x^{0.168229}$	0.9284
弹性模量	$y = 3.79094x^{0.103983}$	0.8689
内结合强度	$y = 0.002x + 0.184$	0.4472
吸水厚度膨胀率	$y = -0.61x + 12.35$	-0.9564

由回归曲线和其相关系数可以看出,纤维束施加量与刨花板的静曲强度(MOR)和弹性模量(MOE)相关性较高;与内结合强度(IB)和吸水厚度膨胀率(TS)的相关性较差,在本试验范围内与增强材料的施加与否关系不大。

2.2.2 玻璃纤维束间距对刨花板强度的影响

①直观分析 由表 2 及图 3、图 4 可以看出:随着纤维束间距的减小,刨花板的强度和刚度(MOR 和 MOE)逐渐增大。玻璃纤维束施加间距为 4 cm 时, MOR 提高了 8%, MOE 提高 7%;玻璃纤维束施加间距为 3 cm 时, MOR 提高了 9%, MOE 提高了 9%;玻璃纤维束施加间距为 2 cm 时, MOR 提高了 14%, MOE 提高了 12%。吸水厚度膨胀率(TS)和内结合强度(IB)无显著变化,都能满足德国 DIN 68763 V100 室外用刨花板标准要求。

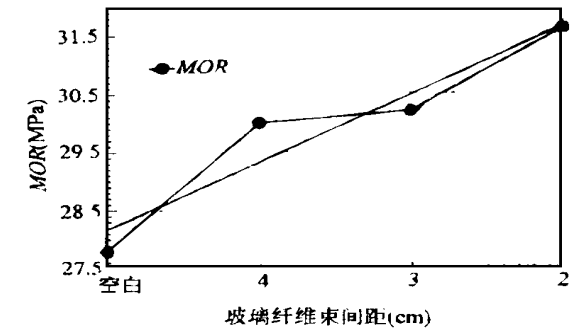


图 3 玻璃纤维束施加间距对增强刨花板 MOR 的影响

Fig. 3 Effect of distance between glassfiber binds on MOR

②回归分析 纤维束施加间距对刨花板强度性能影响规律的数学模型如表 5 所示。

表 5 玻璃纤维束施加间距与刨花板性能之间的相关关系

Tab. 5 Relationship between properties of reinforced particleboard and distance of glassfiber binds

测试项目	回归方程	相关系数(R)
静曲强度	$y = 1.16x + 27$	0.9534
弹性模量	$y = 0.112x + 2.84$	0.9734
内结合强度	$y = -0.006x + 0.159$	-0.5477
吸水厚度膨胀率	$y = -0.15x + 11.3$	-0.3446

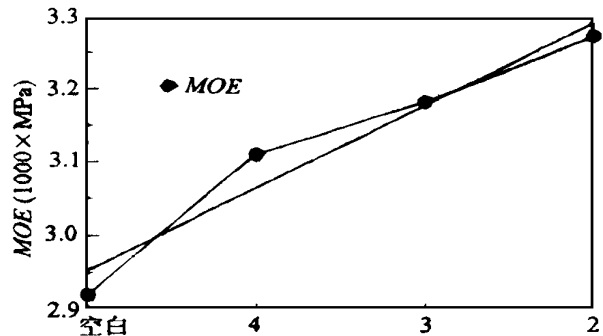


图 4 玻璃纤维束施加间距对增强刨花板 MOE 的影响

Fig. 4 Effect of distance between glassfiber binds on MOE

由回归曲线和其相关系数可以看出,施加间距与板的静曲强度(MOR)和弹性模量(MOE)相关性较高,从曲线中可以看出增强材料对刨花板强度的增强趋势:随着束间距的减小,刨花板的 MOR 和 MOE 性能呈直线上升,但是内结合强度(IB)呈直线下降,从回归趋势中和探索试验中可以看出,当束间距小于 1 cm 时, IB 很难达到室外用刨花板的要求;与吸水厚度膨胀率和内结合强度相关性较差,尤其是内结合强度变化较复杂,这在一定范围的束间距内与增强材料的施加与否基本没有多大关系,其变化可能是由于制板过程中的偶然因素造成的。

2.2.3 玻璃纤维束施加在不同厚度位置时对刨花板强度的影响

①直观分析 由表 3 及图 5、图 6 可以看出:随着纤维束在刨花板厚度方向位置的不同,增强材料玻璃纤维束越靠近刨花板的芯层,其增强效果越差。施加在刨花板表层下 45%处时, MOR 提高了 7%, MOE 提高了 9%;施加在刨花板表层下 30%处时, MOR 提高了 14%, MOE 提高了 15%;施加在刨花板表层下 15%处时, MOR 提高了 20%, MOE 提高了 20%。吸水厚度膨胀率(TS)和内结合强度(IB)都没有显著的变化,二者都能满足 DIN 68763 V100 室外用刨花板标准要求。

②回归分析 为了探索纤维束在刨花板不同厚度位置上施加时,对刨花板强度性能的影响规律,进行了回归分析,并作出其对刨花板强度性能影响规律的数学模型,见表 6 所示。

图 5 至图 6 同时显示了增强前后刨花板 MOR 与 MOE 的回归曲线与趋势图的对比。由回归曲线和其相关系数可以看出施加的厚度位置与板的静曲强度(MOR)和弹性模量(MOE)相关性较高,从曲线中可以看出增强材料对刨花板强度的增强趋势,随着

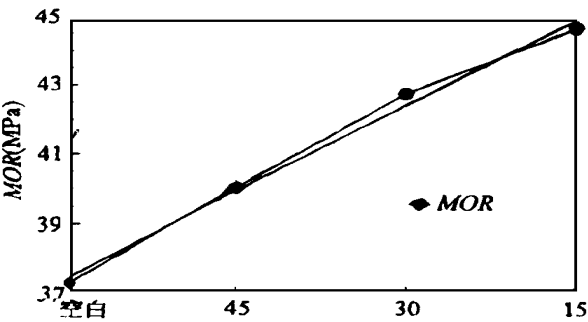


图 5 玻璃纤维束施加在板坯不同厚度位置对刨花板 MOR 的影响

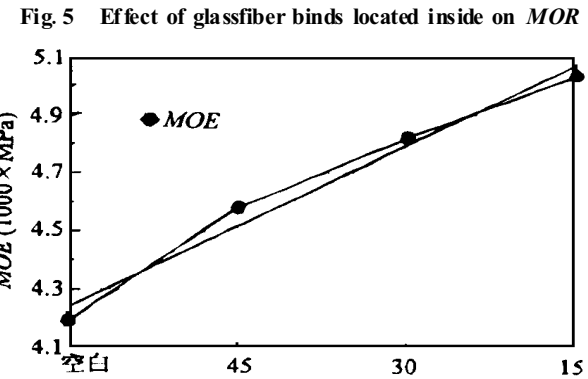


图 6 玻璃纤维束施加在板坯不同厚度位置对刨花板 MOE 的影响

Fig. 6 Effect of glassfiber binds located inside on MOE

表 6 玻璃纤维束施加在刨花板不同厚度位置与刨花板性能之间的相关关系

Tab. 6 Relationship between properties of reinforced particleboard and position of glassfiber binds

测试项目	相关方程	相关系数(R)
静曲强度	$y = 2.46x + 35$	0.9968
弹性模量	$y = 0.279x + 3.96$	0.9898
内结合强度	$y = -0.004x + 0.155$	0.4
吸水厚度膨胀率	$y = -0.03x + 8.85$	-0.1639

纤维束的施加位置由板芯层向表层的移动,刨花板的 MOR 和 MOE 性能呈直线上升;与内结合强度 (IB) 和吸水厚度膨胀率 (TS) 相关性较差,在一定范围内,这些变化可能是由于制板过程中的偶然因素造成的。

3 结论

3.1 随着玻璃纤维束施加量的增加,刨花板的静曲

强度和弹性模量都有增加的趋势。当纤维束间距为 2 cm,施加的纤维束约含 1 000 根单丝纤维(单丝直径为13 μm)时,刨花板的静曲强度可提高 30%以上,弹性模量可提高 20%以上,而且其内结合强度和吸水厚度膨胀率均可满足德国室外用刨花板标准 DIN 68763 V100的要求;

3.2 在玻璃纤维束施加间距为 2 cm 的情况下,玻璃纤维的施加量对刨花板的内结合强度和吸水厚度膨胀率影响规律不明显;

3.3 玻璃纤维束的施加量对刨花板 MOR 和 MOE 的增强效果开始时增加较快,当纤维施加量达到一定程度后,增强的趋势趋于平缓;

3.4 随着玻璃纤维束施加间距的减小,刨花板的静曲强度和弹性模量呈直线上升,其相关系数分别达到 0.9534 和 0.9734;内结合强度和吸水厚度膨胀率的变化规律不明显,但当束间距小到一定程度后,二者均难满足德国室外用刨花板标准 DIN 68763 V100 的要求;

3.5 随着玻璃纤维束施加位置由刨花板芯层向表层移动,刨花板的静曲强度和弹性模量也呈直线上升,其相关系数分别达到 0.9968 和 0.9898;内结合强度和吸水厚度膨胀率没有明显的变化规律。

谢词 在试验过程中得到东北林业大学濮安彬、李晓平副教授,张显权讲师,谭海彦、翁向丽工程师,高延明老师等大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

4 参考文献

- 1 Bulleit W M. Reinforcement of Wood Materials; A Review. Wood and Fiber Science, 1984, 16(3): 391 ~ 397
- 2 D. J. 汉南特著,陆建业译. 纤维水泥与纤维混凝土. 中国建筑工业出版社, 1986
- 3 Saucier J R and Holman J A. Structural Particleboard Reinforced with Glass Fiber—Progress in its Development. For. Prod. J., 1975, 25 (9): 69 ~ 72
- 4 曾春雷等. 玻璃丝布刨花板与普通刨花板对比试验初步报告. 建筑人造板, 1994, (2): 8 ~ 9
- 5 高文超等. 利用玻璃纤维增强刨花板强度. 林产工业, 1995, 22 (4): 39 ~ 40
- 6 王恺. 木质纤维复合材料——一种有发展前途的复合材料. 木材工业, 1995, 8(2): 32 ~ 35
- 7 陆仁书主编. 刨花板制造学(第二版). 中国林业出版社, 1994

欢迎订阅, 欢迎赐稿, 欢迎发布信息