

研究与开发

不同增强材料对刨花板性能影响的初步研究

程庆正

摘要 为了扩大刨花板的应用范围,适应建筑、汽车等行业对高强度板材的需要,本文对以尼龙网、玻璃纤维布、玻璃纤维网、玻璃纤维束以及碳纤维为增强材料的刨花板的强度性能进行了初步探讨。研究表明:玻璃纤维是一种比较理想的刨花板增强材料,网孔较密的玻璃纤维布虽能提高刨花板的强度和刚性(*MOR*和*MOE*),但刨花板的内结合强度(*IB*)和吸水厚度膨胀率(*TS*)很难达到德国室外用刨花板标准 DIN 68763 V100的要求。

关键词 刨花板;物理力学性能;尼龙网;玻璃纤维;碳纤维

A Preliminary Study on Influence of Particleboard Properties with Different Reinforcing Materials

Cheng Qingzheng

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

Abstract In order to expand application field of particleboard and meet the needs of building structure and automobile industry for high strength materials, this paper studied particleboard reinforced with nylon net, glass fiber cloth, glass fiber net, glass fiber bundle and carbon fiber. The results indicated that glass fiber is one kind of suitable reinforcing material for particleboard. If the bundle of the fiber cloth were too tight, both *IB* and *TS* of the particleboard could not fit the Germany Standard DIN 68763 V 100.

Keywords Particleboard; Physical and mechanical properties; Nylon net; Glass fiber; Carbon fiber

前言

木材刨花板可以小材、劣材、废材作原料,生产能耗低,无废水污染,板材密度适中,使用方便,因而使用范围不断扩大。在我国木材资源短缺与市场经济发展矛盾日益加剧的情况下,把木材综合利用的重点放在刨花板上,开拓刨花板的应用途径具有战略性意义^[1]。由于复合材料可以克服其组分材料的弱点,并按照材料最终用途,选用多种材料复合,发挥其综合性能,形成优势互补,能够充分发挥材料的有效潜力,是现代材料工业发展的主要方向^[2,3]。本研究的目的在于探索提高刨花板的静曲强度和弹性模量,以适应刨花板在建筑、汽车等行业的使用要求,扩大刨花板的使用范围。

1 试验材料与方法

收稿日期 1996-10-08

程庆正:中国林科院木材工业研究所研究实习员,北京 100091

1.1 试验材料

1.1.1 刨花 杨木刨花,含水率 2%,厚度范围 0.20~0.55 mm

1.1.2 胶粘剂 酚醛树脂胶,固体含量 44%~47%,pH 11~12

1.1.3 增强材料

(1)尼龙网 网目 399,单丝直径 0.23 mm,单价 2 元/m²

(2)玻璃纤维布 玻璃纤维的抗拉强度很高,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、高弹性模量和较高比强度的分散质,是一种性能较好、价格较便宜、应用较多的增强材料^[4,5]。

本试验选用了五种玻璃纤维布,以对比不同种类的玻璃纤维布对刨花板强度性能的影响,其基本特征如表 1

(3)玻璃纤维网 购自市场,网目 9,单丝直径 18

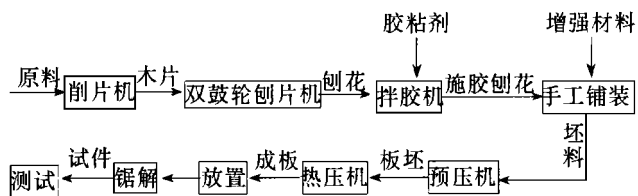
μm ,单价 0.8元/ m^2 。

(4)碳纤维 由连续的或短的有机纤维物质(如聚丙烯腈、人造丝等纺织纤维)在高温下碳化,使石墨晶体通过“热张拉”定向化而制得的。碳纤维的强度及刚度取决于原材料及热张拉的程度。若张拉时的温度高达 $2\,750^{\circ}\text{C}$,则可生产出弹性模量大于 $700\text{GN}/\text{m}^2$ 的碳纤维。用聚丙烯腈或人造丝等纺织纤维生产的碳纤维质量很好^[6]。本试验用碳纤维束,每束200根单丝,单丝直径 $10\mu\text{m}$,单价400元/kg。

表 1 五种玻璃纤维布的基本特征值

Tab. 1 Basic data of glass fiber cloth					
玻璃纤维布种类	B [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
网目	150	81	100	100	400
单丝直径(μm)	13	23	20	18	13
单价(元/ m^2)	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6
厚度(mm)	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4

- 1.1.4 防水剂 石蜡乳液,浓度30%,pH 7~8
- 1.2 主要试验设备 刨片机,干燥机,拌胶机,预压机,热压机,木材万能力学试验机。
- 1.3 制板工艺 试验采用的主要工艺路线如下:



- 1.4 试验方法
- 1.4.1 材料准备 刨花干燥至含水率2%(1%~3%),用塑料袋包装备用。
- 1.4.2 施胶 刨花用实验室拌胶机拌胶,增强材料用手工涂刷(涂胶量约为增强材料重的1/2),在室温下晾干备用。
- 1.4.3 铺装 采用手工铺装,铺装时加入增强材料。根据探索性试验结果把两层增强材料分别施加在两表层刨花(各占总重量的13%)之下处。
- (1)布状增强材料,可以在铺好下表层刨花之后将其平整地放入,再铺芯层刨花,然后平整地放入第二层增强材料,再铺上表层刨花;
- (2)束状增强材料,通过控制刨花的重量使增强材料加在刨花板中不同厚度位置。并在两块木板上按每厘米处刻一线槽作束间距,铺装时把纤维卡在槽中,同时在纤维束的两端系一扣,把纤维束拉直,以期达到纤维束在刨花板中有预应力的目的。
- 1.4.4 预压 预压压力0.9~1.5MPa,预压时间0.5

- ~1min
- 1.4.5 热压 热压工艺为:温度 199°C ,压力1.9~3.8MPa,时间16min(刨花板名义厚度为16mm)。
- 1.4.6 性能测试 刨花板压制后放置1~2天,然后进行锯解。锯制成的试件放置一周左右后依照德国室外级刨花板标准DIN 68763 V100,同时参考国标GB/T4897-92检测刨花板的物理力学性能。

2 试验结果与分析

2.1 尼龙网增强的刨花板

2.1.1 试验结果 如表2所示

表 2 尼龙网增强刨花板性能测试结果

Tab. 2 Properties of particleboard reinforced with nylon net						
序号	密度(g/cm^3)	含水率(%)	MOR(N/mm^2)	MOE($10^3\text{N}/\text{mm}^2$)	TS(%)	IB(N/mm^2)
1	0.71	6.6	20.9	3.72	9.8	0.23
2	0.76	6.6	23.2(+11)	4.06(+9)	8.6(-12)	0.22(-4)

注:1号为空白试验板,2号为施加涂胶尼龙网增强试验板;括号内“+”为提高百分率,“-”号为降低百分率,以下同。

2.1.2 结果分析 加入尼龙网可使刨花板的MOE和MOR分别提高9%和11%,IB只降低了4%,TS反而比不加尼龙网时好些(降低12%),可以认为,加入尼龙网后对刨花板的IB和TS性能没有不利影响。

2.2 玻璃纤维布增强刨花板

2.2.1 试验结果 如表3所示

表 3 五种玻璃纤维布增强刨花板的性能测试结果

Tab. 3 Properties of particleboard reinforced with glass fiber cloth						
序号	密度(g/cm^3)	含水率(%)	MOR(N/mm^2)	MOE($10^3\text{N}/\text{mm}^2$)	TS(%)	IB(N/mm^2)
1	0.80	4.0	35.7	3.13	9.5	0.21
2	0.83	4.0	37.0(+4)	3.75(+20)	10.5(+11)	0.14(布层开)
3	0.77	4.0	37.8(+6)	3.24(+4)	10.5(+11)	0.12(布层开)
4	0.80	3.2	41.1(+15)	3.69(+18)	8.3(-13)	在布层煮开
5	0.77	5.3	40.1(+12)	3.33(+7)	6.7(-29)	在布层煮开
6	0.77	4.2	34.6(-3)	3.12(-0.2)	7.7(-19)	0.12(布层开)

注:1号为空白试验板,2号为B[#]玻璃纤维布增强试验板,3~6号分别为1[#]~4[#]玻璃纤维布增强试验板。

2.2.2 结果分析 由表3可以看出,加入五种不同类型的玻璃纤维布后,刨花板的MOE和MOE都有不同程度的增加,但IB远不能满足DIN 68763 V100指标的要求,在水煮两个小时后,有的试件分层,即使没有分层其湿IB值也很低,都没有达到DIN 68763 V100指标的要求。通过多次试验可以认为,用网孔太小(网目大)的玻璃纤维布增强刨花板时,不能用作室外用刨花板。

2.3 玻璃纤维网增强刨花板

2.3.1 试验结果 如表4所示

表 4 用玻璃纤维网增强刨花板的各项性能测试结果

Tab. 4 Properties of particleboard reinforced with glass fiber net						
序号	密度 (g /cm ³)	含水率 (%)	MOR (N /mm ²)	MOE (10 ³ N /mm ²)	TS (%)	IB (N /mm ²)
1	0. 71	6. 6	21. 0	3. 72	9. 8	0. 23
2	0. 78	5. 8	27. 6(+ 32)	4. 55(+ 22)	8. 3(- 15)	0. 15(- 35)

注: 1号为空白试验板, 2号为增强试验板 (表 5 同)。

2.3.2 结果分析 由表 4可以看出,施加两层玻璃纤维网后,刨花板的 MOE 提高 22%,MOR 提高 32%,对 TS 没有不利影响,IB 降低较大 (约 35%),但能满足 DIN 68763 V 10 的要求。由此可知,当玻璃纤维布的网孔大到一定程度后,刨花可以通过这些网孔靠胶粘剂相互胶连起来,这样玻璃纤维对刨花板的 IB 和 TS 性能的影响就会减小,并能满足要求。

2.4 玻璃纤维束增强刨花板

2.4.1 试验结果 所用玻璃纤维束是由 B 玻璃纤维布抽出的纤维束,每四小束并成一大束,纵向平行铺装,测试结果如表 5 所示。

表 5 玻璃纤维束增强刨花板的性能测试结果

Tab. 5 Properties of particleboard reinforced with glass fiber bundle						
序号	密度 (g /cm ³)	含水率 (%)	MOR (N /mm ²)	MOE (10 ³ N /mm ²)	TS (%)	IB (N /mm ²)
1	0. 74	5. 9	27. 8	2. 92	11. 5	0. 19
2	0. 78	5. 6	35. 6(+ 28)	3. 49(+ 20)	11. 0(- 4)	0. 19(- 0)

2.4.2 结果分析 由表 5 可知,施加玻璃纤维后,刨花板的 MOE 提高 20%;MOR 提高 28%;TS 变化不大;IB 也没有降低,都能满足 DIN 68763 V 10 的要求。与玻璃纤维布和玻璃纤维网增强刨花板的 MOE 和 MOR 值增加量相比,可以看出,只纵向平行铺装玻璃纤维束就可以达到用玻璃纤维布的增强效果,而且其它性能也都能满足室外用刨花板的要求。

2.5 碳纤维增强刨花板

2.5.1 试验结果 测试结果见表 6

表 6 碳纤维束增强刨花板性能测试结果

Tab. 6 Properties of particleboard reinforced with carbon fiber bundle						
序号	密度 (g /cm ³)	含水率 (%)	MOR (N /mm ²)	MOE (10 ³ N /mm ²)	TS (%)	IB (N /mm ²)
1	0. 68	5. 4	21. 1	3. 54	11. 1	0. 18
2	0. 72	5. 1	24. 2(+ 15)	4. 18(+ 18)	11. 3(+ 2)	0. 18

2.5.2 结果分析 由表 6 可知,施加碳纤维束后,刨花板的 MOR 提高了 15%,MOE 提高了 18%,IB 和 TS 与空白试验相比没有显著变化,都能满足室外用刨花板标准的要求。

3 结论

从以上增强材料的探索试验中初步可以看出,各种材料对刨花板的强度和刚性有一定程度的提高 (见表 7)。试验中的试样与空白试样的密度有一定差异,这主要是由于试验过程中一些不可控制的随机因素造成的 (如垫板的厚度等),这在一定程度上会影响刨花板性能的变化率。至于其影响规律,还有待于作进一步的研究。

表 7 几种不同增强材料增强的刨花板性能比较

Tab. 7 Comparison of properties of partideboard reinforced with the different reinforcing materials					
序号	增强材料 类 型	MOR 提高率 (%)	MOE 提高率 (%)	TS (%)	IB (N /mm ²)
1	尼龙网	11	9	8. 6	0. 22
2	玻纤布	15	18	8. 3	分层
3	玻纤网	32	22	8. 3	0. 15
4	玻纤束	28	20	11. 0	0. 19
5	碳纤维束	15	18	11. 3	0. 18

由表 7 可知,大网孔玻璃纤维网和玻璃纤维束的增强效果比玻璃纤维布好。试验中用网孔小的玻璃纤维布时,虽然使刨花的静曲强度有较大的提高,但内结合强度达不到标准要求。用碳纤维布效果也比较好,但是与玻璃纤维相比并无多大优势,且碳纤维的价格比玻璃纤维高一百多倍。至于用尼龙网增强刨花板,一般情况下比玻璃纤维的增强效果差一些,其主要原因可能是在 190℃ 热压温度下,尼龙粗纤维自身的强度下降等。

通过对比可知,玻璃纤维束作为刨花板的增强材料比较理想,至于其对刨花板强度性能的影响规律如何变化,还需要进一步探讨。

本试验是在东北林业大学陆仁书教授指导下完成的,在试验过程中得到濮安彬、李晓平副教授,张显权讲师,谭海彦、翁向丽工程师,高延明老师等的大力支持和帮助,表示衷心的感谢!

5 参考文献

1 苏福妹.建筑用木质刨花板加工.江西林业科技,1993,(3): 31~ 33
2 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
3 蔡四维.复合材料结构力学.人民交通出版社,1987
4 徐家保等编.建筑材料.中国建筑工业出版社,1993
5 Saucier J R and Holman J A. Structural Particaleboard Reinforced with Glass Fiber- Progress in Its Development. For. Prod. J., 1975, 25(9): 69~ 72
6 汉南特 D J,陆建业译.纤维水泥与纤维混凝土.中国建筑工业出版社,1986