

小径杂竹为原料的平行定向特制竹篾板的初步研究*

叶良明 姜志宏 叶建华

(浙江林学院 临安 311300)

摘要 研究了以小径杂竹——雷竹(*Phyllostachys praecox*)、高节竹(*Phyllostachys prominens*)的特制篾片为原料、水性酚醛树脂胶(PF)为胶粘剂制备高强度的平行定向特制竹篾板的可能性。结果表明:①用雷竹、高节竹的特制篾片,完全可制得常态下 $MOR > 100 \text{ N/mm}^2$, $MOE \geq 1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 的平行定向特制竹篾板;②在制备雷竹、高节竹的平行定向特制竹篾板时,必须达到一定的篾片浸胶量,以保证其非常态下的 MOR 值;③平行定向特制竹篾板的吸水厚度膨胀率(TS)较大,需进一步寻求改善其TS的工艺技术措施。

关键词 小径杂竹;特制篾片;平行定向特制竹篾板

将劈成一定规格的竹黄篾干燥后,经施胶、干燥、组坯、热压胶合而成的竹质人造板,旧称竹材层压板^[1,2]。这种人造板由于其资源利用率和竹材利用率高;生产工艺简单,建厂投资小,投入产出比较好;物理力学性能好;品种规格多,应用范围广,应变能力强;易于整张化而生产大幅面的产品等优点^[3],自1987年投入工业生产^[2]以来倍受瞩目。经近十年的发展,从单向结构的竹篾积成材(本文所称平行定向竹篾板)发展到现在交错结构的竹材层压胶合板^[3]、竹帘胶合板^[4]、竹编帘吊胶合板,产品品种从单一的汽车车厢底板^[5]发展到铁路货车车厢板、心盘底板、覆塑与不覆塑的建筑模板等。中国林产工业公司组织生产的竹胶合板,正是以竹黄篾为原料,编织成竹席或竹帘后生产的高强度建筑模板^[5]。杭州西湖模板联营公司亦以编帘方式生产的竹帘胶合板为基材生产高档建筑模板^[6]。平行定向竹篾板及由此衍生的竹质人造板的生产呈现着强劲的发展态势。

但是平行定向竹篾板生产所用的原料一般均以一定眉围的毛竹(*Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens*)或慈竹(*Bambusa* var. *pubescens*)为原料。

黄篾为原料,竹青部分因胶合性能差,不能用于平行定向竹篾板的生产。种类繁多的小径杂竹也因竹壁厚度的限制难以在平行定向竹篾板的生产中得以利用。借鉴重组木(Scrimber)生产工艺生产重组竹(Reconstructed bamboo)^[2~9],因尚无有效的去青办法,还不能成为小径杂竹利用的现实途径。因此,在平行定向特制竹篾板的生产中,如何利用竹青和小径杂竹,无疑有十分重要的现实意义。本研究旨在利用小径杂竹的特制篾片——不去青黄的篾片探索生产高强度的平行定向特制竹篾板的可能性,为小径杂竹的充分利用提供一定的理论依据。

1 材料和设备

1.1 原材料

雷竹,别称早竹、早园竹、早哺鸡竹。秆高7~11 m,秆径4~8 cm,节间短而均匀,长约20 cm;高节竹,秆高7~11 m,秆径达8 cm,以上两类竹子均为浙沪优良笋用竹种^[10]。

上述两种竹材采自浙江临安县板桥林场。竹秆用手工劈制成不去青黄的篾片。篾片厚度:高节竹2.15 mm,雷竹1.95 mm;宽度同竹壁厚,平均约6 mm,长为50 cm。

1.2 胶粘剂 外购 2122 水性 PF 树脂

收稿日期 1995-07-24

* 浙江省教委资助课题

胶,粘度 192 s(涂 4 杯),pH=9.0~9.2,密度 1.130 g/cm³,固体含量 40.43%。

1.3 设备 QD-100 型电热试验压机,幅面 500 mm×500 mm,使用时调整其因热惯性而产生的偏差;自制的简易浸胶槽;W4 型万能木材力学试验机。

2 制板和取样

2.1 制板工艺

工艺流程:特制篾片干燥→浸胶→胶篾干燥→组坯→热压胶合→调温调湿→裁边

将雷竹、高节竹特制篾片分别在阳光下曝晒至一定的含水率(雷竹 10.55%,高节竹 8.63%),然后将规定重量的 6 份特制篾片(雷竹 3 份,每份重 2.90 kg,编号 11,12,13;高节竹 3 份,每份重 3.10 kg,编号 21,22,23)浸渍于调制好的三种不同浓度的水溶性 PF 树脂胶中,并测定三种胶液浸胶前后固体含量的变化。浸胶篾片滴去余胶后用 HG101-1 型电热鼓风恒温烘箱在温度 85℃~90℃下干燥 45 min,测定含水率与浸胶量。干燥后的胶篾,用手工在钢垫板上组坯,为避免板坯装板搬动时松塌,以塑料带适当捆缚,然后盖上上垫板送入热压机热压成型。

热压采用冷—热—冷工艺。装卸板时压板温度不大于 60℃。根据笔者对竹材层压板工艺参数的研究结果^[2],采用热压温度 140℃~142℃,热压压力 2.94~3.43 MPa,热压时间(升温到热压温度后的保温时间)0.85 min/mm。热压曲线如图 1。

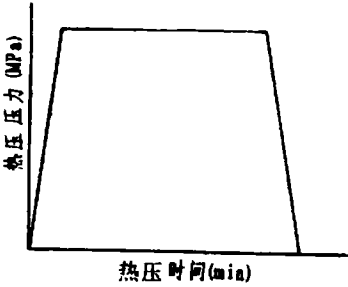


图 1 热压压力与时间的关系

热压成型后,再经 72 h 的自然调温调

湿,裁边,以供作取样测定性能。

2.2 试件制取

按图 2 取样。1,3 号试件测室温水(25℃)浸泡 48 h 后的 MOR;2,5 号测煮沸 4 h 后的 MOR;4,6 号测常态(室温)下的 MOE 和 MOR;8,10,12,14,16,18 号测密度和含水率;7,9,11 号测室温水浸泡后的 TS;13,15,17 号测煮沸 4 h 后的 TS。

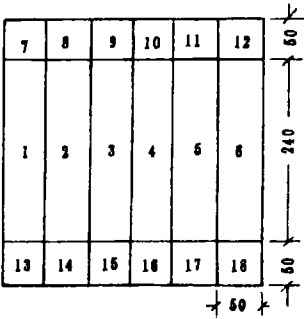


图 2 试件取样图

2.3 性能测试

物理力学性能的测试基本参照 GB/T 4897—92 进行。因试件尺寸的限制,MOE 的测试稍作变动,即作不破坏试件的测试。

3 结果与分析

3.1 试验结果

试验结果如表 1、表 2。

表 1 干胶篾的含水率和浸胶量

竹 种	试件号	干胶篾含水率 (%)	胶液固含量 (%)		浸胶量 (%)
			浸胶前	浸胶后	
高节竹	21	4.56	27.00	29.76	4.45
	22	4.86	18.09	19.07	4.14
	23	5.94	14.00	15.40	4.45
雷 竹	11	5.24	27.00	29.76	9.58
	12	5.53	18.09	19.07	5.86
	13	6.57	14.00	15.40	4.45

3.2 结果分析

3.2.1 篾片浸胶的特点 由表 1 可见篾片浸胶前的含水率与浸胶干燥后的含水率存在着依存关系。当用浓度相同的胶液浸渍含水率不同的特制篾片,并在浸渍后用相同的工艺条件干燥,则初始含水率高的干胶篾的含水率也高。譬如,11 号雷竹篾片浸胶前含水

表 2 平行定向特制竹篾板的主要物理力学性能

试件号	浸胶量 (%)	含水率 (%)	密度 (g/cm ³)	常态下		室温水浸 48 h		沸水煮 4 h	
				MOR (N/mm ²)	MOE (×10 ⁴ N/mm ²)	TS (%)	MOR (N/mm ²)	TS (%)	MOR (N/mm ²)
11	9.58	4.74	1.01	173.38	1.78	24.80	114.91	42.87	89.29
12	5.86	4.49	0.91	144.98	1.39	32.79	56.00	67.96	28.02
13	4.45	5.41	0.86	123.39	1.44	32.89	40.20	83.43	27.51
21	4.45	3.90	0.96	196.87	1.77	20.80	43.60	39.93	69.29
22	4.14	4.11	0.92	136.72	1.48	24.87	54.10	53.90	30.24
23	2.95	4.34	0.88	141.41	1.26	28.53	47.26	56.71	19.41

率为 10.53%，21 号高节竹篾片浸胶前含水率为 8.63%，均用固体含量 27% 的水溶性 PF 树脂胶浸渍，且在滴去余胶后以 85℃~90℃ 温度干燥 45 min，11 号干胶篾含水率为 5.24%，21 号为 4.56%。12 号与 22 号，13 号与 23 号亦如此。因此，在实际生产中应采取一定的技术措施使原料篾片含水率均匀，以保证干胶篾含水率均匀。

其次，随着浸胶用水溶性 PF 树脂胶固体含量的改变，干胶篾的含水率也相应发生改变。用固体含量低的胶液浸渍的篾片，在相同工艺条件下干燥后的含水率就高。如 12 号、22 号篾片浸胶干燥后的含水率 5.53%、4.85%，相应地分别大于 11 号、21 号篾片浸胶干燥后的含水率 5.24%、4.56%。13 号、23 号和 12 号、22 号及 11 号、21 号的情况亦然。这是由于胶液固体含量降低后，篾片在相同浸胶条件下吸入的水分就较多。由此可见，在实际生产中要保持干胶篾含水率的均匀、稳定，还必须保持浸胶作业过程中胶液的有关参数与浸胶工艺条件，尤其是胶液的固体含量必须稳定，与以前的研究一致^[11]。

再次，从表 1 还可以看到，在篾片的浸胶过程中，无论哪一种篾片，其对水的吸收量都大于对胶粘剂的吸收量，这是由于胶粘剂是高分子化合物，其分子量远大于水的分子量，且为网状结构之故。因此浸胶后胶液的固体含量会升高，如固体含量 27% 的胶液，浸胶后其固体含量升高到 29.76%。而且浸胶前固体含量愈高，浸胶后升高越大。由此可以想到，在浸胶作业过程中要保持篾片浸胶量的

稳定，必须采取一定的工艺技术措施，将胶液的固体含量保持在一个稳定的范围内。

应当指出，不同的竹材即使浸胶条件相同，其浸胶量亦不同，在胶液固体含量高时尤为显著。产生原因除篾片厚度不同的因素外，竹材解剖构造的差异与组成成分的区别等都可能影响，有待进一步的研究。

3.2.2 平行定向特制竹篾板性能特点

3.2.2.1 常态下的 MOE、MOR 由表 2 可见，常态下不去青黄的平行定向特制竹篾板，无论是雷竹的，还是高节竹的，其静曲强度都大于 100 N/mm²，完全可满足工程结构用材的要求。随着浸胶量的增加，MOR 在总体上呈上升趋势。将其与以毛竹黄篾为原料的同结构竹材层压板常态下的 MOR(表 3)^[3]相比较，并考虑其浸胶量偏低(11 号例外)的因素，可以认为两者是相当接近的。

就 MOE 而言，雷竹、高节竹的平行定向特制竹篾板，其值均大于 1×10⁴ N/mm²，与毛竹黄篾为原料的同结构竹材层压板(表 3)^[3]一样，具有较强的刚性。

3.2.2.2 TS 与非常态下的 MOR 由表 2 所载数据可见，用特制篾片制成的平行定向

表 3 毛竹黄篾竹材层压板的常态 MOE、MOR

试件号	结构	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	浸胶量 (%)	MOE (×10 ⁴ N/mm ²)	MOR (N/mm ²)
1	单向	0.85	3.8	>8	—	168
2		1.05	3.6	>8	—	169
3		0.85	8.7	>8	1.41	167
4	结向	0.87	8.5	>8	1.15	169
5		0.91	8.7	>8	1.48	201
6		0.94	8.3	>8	1.37	186

表 4 不同状态下平行定向特制竹篾板的吸水厚度膨胀率

试件号	室温水浸后的 $TS(\%)$						煮沸后的 $TS(\%)$		
	4 h	8 h	26 h	30 h	34 h	48 h	1 h	2 h	4 h
11	7.10	10.69	17.64	20.54	22.78	24.86	36.79	39.07	42.87
12	14.72	22.36	28.26	29.18	31.36	32.79	57.89	63.46	67.96
13	12.90	24.39	28.60	29.83	31.05	32.89	77.43	80.73	83.43
21	5.64	11.35	15.91	17.45	17.96	20.80	35.06	37.77	39.93
22	9.86	14.67	21.95	22.66	23.41	24.87	48.24	52.68	53.90
23	12.04	17.39	25.78	26.99	27.96	28.53	51.74	55.55	56.71

特制竹篾板,其 TS 随浸胶量的增大呈下降趋势。如果考虑雷竹和高节竹的公定密度(分别为 0.788 g/cm^3 , 0.832 g/cm^3),可以认为 TS 与竹材本身的公定密度有关,即公定密度大的 TS 小。此外,不论何种竹种的特制篾片制作的平行定向特制竹篾板,其煮沸 4 h 后的 TS 远大于室温水浸 48 h 后的 TS 。从吸水膨胀的规律来看,随着浸泡或煮沸时间的延长, TS 的增大有减缓的趋势(表 4)。当室温水浸时间或煮沸时间继续延长下去,是否会出现开胶解体,有待进一步研究。

将特制篾片制作的平行定向特制竹篾板与毛竹黄篾竹材层压板的 TS (表 5)^[12] 进行比较,可见前者的 TS 远大于后者的,说明前者的耐水性较差。产生这种现象的原因可能有以下几方面。首先,可能与胶粘剂的质量有关。由于此次研究中使用外购的水溶性 PF 树脂胶的粘度大,胶的聚合度大或贮存时间过长,影响了胶粘剂的质量。其次,因为特制篾片是不去青黄的,其宽度为径向的竹壁厚,因而在宽度方向的各个部位吸水膨胀性能不同,弦向的干缩湿胀以竹壁外侧为最大^[13]。竹黄的吸水膨胀亦会因其淀粉与果胶质含量高而大。其三,不同的竹种其 TS 也是不同的,有可能雷竹、高节竹的 TS 都明显大于毛竹的。其四,也可能与特制篾片的宽厚比有关。这一切都有待进一步研究。

由于试制的平行定向特制竹篾板的耐水性较差、 TS 大,因而室温水浸 48 h 与沸水煮沸 4 h 后的 MOR 都比毛竹黄篾的竹材层压板低(表 5)。当然, TS 与浸胶量也有密切关系,如把浸胶量提高到一定程度后,非常态下

的 MOR 将会明显提高。因此,用小径杂竹的特制篾片制备平行定向特制竹篾板时,应寻求比较合适的浸胶量,以期在改善 MOR 的同时改善其 TS 。

表 5 毛竹黄篾竹材层压板的 TS 与非常态下的 MOR

胶粘剂	密度 (g/cm^3)	含水率 (%)	浸胶量 (%)	室温水浸 48 h 后		沸水煮 4 h 后	
				TS (%)	MOR (N/mm^2)	TS (%)	MOR (N/mm^2)
PF ₁	0.98	6.0	7.0	7.0	173.8	23.56	129.28
PF ₂	1.03	5.9	6.4	4.4	199.2	22.88	175.2

注:PF₁ 为低缩酚醛胶,PF₂ 为 2122 酚醛胶

4 结论

4.1 用小径杂竹的特制篾片,在实验室完全可制得常态下 $MOR > 100\text{ N/mm}^2$ 、 $MOE \geq 1 \times 10^4\text{ N/mm}^2$ 的平行定向特制竹篾板,有可能成为一种工程结构材料。

4.2 小径杂竹为原料的特制篾片制造平行定向特制竹篾板的浸胶量必须达到一定的数值,以保证在非常态下有足够大的 MOR 。

4.3 这种平行定向特制竹篾板的 TS 偏大,耐水性较差,需进一步寻求减少 TS 的工艺措施,以利在生产中得到推广使用。

5 参考文献

- 李昌荣、张齐生. 我国竹类资源的利用途径. 林产工业,1989,(6)
- 叶良明、姜志宏等. 竹材层压板工艺参数研究—热压三要素等对板的性能的影响. 林产工业,1991,(2)
- 叶良明、姜志宏等. 论竹材层压板的生产技术与发展对策. 浙江林学院学报,1992,9(1)
- 赵仁杰等. 竹帘胶合板的研制. 林产工业,1991,(3)
- 刘汀. 高效竹胶模板和钢竹模板的推广与使用. 木材加工机械,1995,(2)
- 王军华等. 胶合模板的性能评价. 林产工业,1995,(1)
- 王俊先. 重组竹—新工艺新产品. 木材工业,1989,3(4)
- 汪孙国等. 重组竹制造工艺的研究. 木材工业,1990,4(2)
- 叶良明、姜志宏等. 重组竹板材的研究. 浙江林学院学报,1991,8(2)
- 朱石麟、马乃训等. 中国竹类植物图志. 中国林业出版社,1994,140
- 叶良明、姜志宏等. 竹材层压板工艺参数研究—浸胶量及其影响. 林产工业,1992,(4)
- 叶良明. 竹材层压板用酚醛树脂胶的比较研究. 林产工业,1993,(6)
- 北京林学院主编. 木材学. 中国林业出版社,1991,281~282

A Preliminary Study on Parallel Oriented Special Bamboo Strip Board Made of Small Diameter Bamboo

Ye Liangming Jiang Zhihong Ye Jianhua
(Zhejiang Forestry College, Zhejiang Province, Linan 311300)

Abstract Parallel Oriented Special Bamboo Strip Board (POSBSB) made of small diameter bamboo, such as *Phyllostachys praecox* and *Phyllostachys prominens*, with PF resin adhesive were studied. Results showed: ① With green covering-unremoved strip of bamboo, *MOR* of the POSBSB was more than 100 N/mm^2 and *MOE* $1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ under normal conditions. ② In order to obtain certain *MOR* of POSBSB after water treatment, PF resin impregnating content of the strip should be kept at certain level. ③ The thickness expansion rate of water absorbing was too high for further work to be done.

Keywords Small diameter bamboo; Green covering-unremoved bamboo strip; Parallel Oriented Special Bamboo Strip Board (POSBSB)

(上接第 41 页)

6 结语

可以认为,定向结构板的生产工艺已经趋于成熟。国产化定向结构板生产线已经制造出了合格的产品,这说明建厂单位可以不必为工艺成熟与否而迟疑徘徊。但以下几点应当引起重视:

6.1 在不同的地区建厂,选用的原料不同,木材本身的密度、组织结构、pH 值和内含物会有差异,对刨片、拌胶和热压等工序会有影响,应当在常规工艺条件的基础上进行摸索,以找到最佳的工艺参数。

6.2 设备质量好坏是保证产品质量的关键,南京林业大学及其合作伙伴厂化了近 20 年的时间才获得国产定向结构板工艺与设备这项成果,并已转化为生产力。如有企图仿制,属侵权行为,也难得真谛。希广大用户务必引起重视,以免蒙受损失。

6.3 科学技术是不断发展进步的,定向结构板的生产工艺参数也不可能一成不变。当前,迫切需要解决的问题有阻燃、降低甲醛释放量、提高尺寸稳定性处理等。结合以上问题有必要对原有的工艺条件进行改进。

6.4 能否正确掌握和使用理想的工艺参数要靠工作责任心强和业务素质好的技术人员和操作工人来保证。建厂单位应当充分注重技术培训工作。所有定向结构板工厂(不论是进口设备还是国产设备)都要强化管理,向技术和管理要质量要效益。

7 参考文献

- 1 Brinkmann E. OSB-Platten, ihre Eigenschaften, Verwendung und Herstellung stechnologie, Holz als Roh und Werkstoff, 1979, 37(4): 139~142
- 2 Lei Y K. Fracture Toughness of Oriented Flakeboard. Wood Science, 1980, 12(3): 154~161
- 3 Lau P W. Numerical Approach to Predite the *MOR* of OWB. Wood Science, 1981, 13(2): 73~85
- 4 Kasper J B. Determination of Resin Distribution in Flakeboard Using X-ray Spectrometry. Forest Prod, J., 1980, 30(7): 37~40
- 5 Geimer R L. Effect of Layer Characteristics on the Properties of Three-layer Particleboard. Forest Prod. J., 1975, 25(3): 19~29
- 6 Geimer R L. Predicting Shear and Internal Bond Properties of Flakeboard. Holz als Roh und Werkstoff, 1981, 39(7): 409~415
- 7 Hsu W E. Chemical and Physical Chang Required for Producing Dimensionally Stable Wood-based Composites. Wood Science and Technology, 1988, 22: 281~289
- 8 华毓坤. 定向刨花板生产的工艺特点. 世界林业研究专辑一定向刨花板研究, 1993, 1~18
- 9 张勤丽等. Production of Oriented Board with an Electrostatic Field I. Properties of Oriented Particleboard. 木材学会志, 1982, 28(5), 301~306
- 10 周定国. 定向刨花板物理力学性能的研究. 南林学报, 1983, (1) 81~98