

玻璃纤维增强杨木混凝土模板用胶合板研究

梅长彤, 周定国

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要:以玻璃纤维为增强材料, 酚醛树脂为胶粘剂, 研究了浸胶玻璃纤维布的配置层数和配置模式对杨木混凝土模板用胶合板静曲强度和弹性模量的影响。结果表明: 浸胶玻璃纤维布对杨木胶合板的顺纹和横纹静曲强度及弹性模量均具有明显的增强效果, 且随玻璃纤维布层数增加, 产品的静曲强度和弹性模量均呈现上升趋势。增加玻璃纤维布数量对产品静曲强度的增强效果优于弹性模量; 玻璃纤维层数相同而配置模式不同的杨木胶合板静曲强度和弹性模量差异较大, 将玻璃纤维配布靠近于表层配置可以发挥更好的增强效果。

关键词: 玻璃纤维; 杨木; 混凝土模板; 胶合板

Study on Glass Fiber Reinforced Poplar Plywood Used for Concrete Form // MEI Chang-tong ZHOU Ding-guo

Abstract Several type of poplar plywood reinforced with PF impregnated glass fiber was made in laboratory. Effects of layer number and arrangement of glass fiber in the mat on MOR and MOE of the poplar plywood were discussed in this paper. Result shows that PF impregnated glass fiber have a great reinforcement effect on MOR and MOE of the product whether in the parallel to grain direction or in the perpendicular direction. As layer number of glass fiber increases in the mat, MOR and MOE of poplar plywood trend to increase. But it was more effective on MOR than MOE by increasing layer number of glass fiber. Different arrangement of glass fiber in the mat lay-up sequence was also of influence on the strength properties of the product. Test result showed that there was more reinforcement effect by arranging the PF impregnated glass fibers to close to the surface layer of poplar plywood.

Key words Glass fiber; Poplar wood; Concrete form; Plywood

Author's address College of Wood Industry, Nanjing Forestry University, 210037 Nanjing, China

建筑模板是混凝土结构工程施工的重要工具, 在现浇混凝土结构工程中, 模板工程一般占混凝土结构工程造价的 20% ~ 30%, 占工程用工量的 30% ~ 40%, 占工期的 50% 左右。模板技术直接影响工程建设的质量、造价和效益^[1]。目前, 我国建筑行业中采用的混凝土模板主要有组合钢模板、全钢大模板、木胶合板模板和竹胶合板等几类, 其中多层胶合板模板具有幅面大、强度高、重量轻、易脱模、施工方便快捷、成本低以及施工后混凝土表面光洁美观等优点, 成为建筑模板市场的新宠^[2]。国外高品质的胶合板模板多采用针叶材和优质阔叶材树种的木材制造, 最具代表性如芬兰肖克公司的 Wisa 胶合板。根据混凝土侧压力的大小和模板边框材料不同, 厚度有 12 mm、14 mm、15 mm、18 mm 等系列, 表面经覆膜后可重复使用 100~200 次^[3]。

我国水泥模板用胶合板生产起始于 20 世纪 60 年代初期, 主要以进口阿必东树种、国产水曲柳、马尾

松生产胶合板模板。目前水泥模板用胶合板产品已占我国每年胶合板产量相当大的比例。由于木材资源短缺, 我国胶合板工业原料主要依靠速生木材。意杨是我国人工速生林的重要组成部分, 其虽然生长速度快, 但结构疏松, 密度低, 强度差, 以杨木单板制造的胶合板建筑模板往往存在强度低、刚度差、易变形的问題, 不适合大型和高层建筑混凝土的浇注。我国大型建筑和重点工程项目所需的高品质混凝土模板用胶合板仍需从国外进口。结合我国国情和资源情况, 开展以速生林木材为原料制造高强度混凝土胶合板模板的研究, 对节约森林资源, 保护生态环境, 进一步提高速生林木材的附加值, 以及提升我国建筑模板行业的技术水平都具有十分重要的现实意义。

玻璃纤维是一种人造无机纤维材料, 其原料来源丰富。玻璃纤维的比表面积大, 直径为 5~9 μm 的纤维比表面积达 0.2~0.55 g/m², 玻璃纤维的表面有 Si-OH 基团覆盖, 可以同其他材料相结合。玻璃纤维的强度非常高, 直径为 8~10 μm 的玻璃纤维, 拉伸强度高达 1 800~2 500 MPa, 已广泛应用于土木工程、汽车、轮船和飞机制造业等。前人已在玻璃纤维表面

收稿日期: 2009-09-14 修回日期: 2009-09-27

基金项目: 江苏省科技攻关项目(编号: BN2008243)。

第一作者简介: 梅长彤(1967-), 男, 副教授, 主要研究方向为木质复合材料。E-mail: me@njfu.edu.cn

改性、纤维增强树脂等方面开展了大量研究^[4-5]。国内外也有不少专家在玻璃纤维或玻璃增强树脂在木材复合材料领域进行了研究^[6-8]。近年来,木材工业界已有人尝试将玻璃纤维应用于胶合板生产,但仍处于起步阶段^[9-11]。本文以玻璃纤维布为增强材料,研究玻璃纤维对杨木建筑模板的增强效果及玻璃纤维布在板坯中的配置型式对增强效果的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玻璃纤维布:选用南京玻璃纤维设计研究院的 EWF 600型无碱连续玻璃平幅纤维布,织纹型式为纬二重,厚度 0.2 mm。其性能指标见表 1 所示。

表 1 玻璃纤维布性能指标

指标	参数值
经纬密度/根	20×20
质量/g·m ⁻²	≥600
破裂强度/N·cm ⁻²	≥400
拉伸断裂强力	≥2 400
经向	≥2 400
纬向	≥2 400
透气性/cm ³ ·cm ⁻² ·s ⁻¹	20~40

杨木单板:购自江苏泗阳,树种为美洲黑杨,单板厚度 2.2 mm,含水率 8% 左右。

水溶性酚醛树脂胶:棕红色液体,固体含量为 48% ±2%, pH 值(20℃) 10.5 粘度(20℃) 180 mPa·s。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

根据复合材料结构的原理,本试验设计了 6 种不同组合形式的建筑模板,如表 2 所示。其中“——”表示杨木单板,“·····”表示浸胶玻璃纤维布。

表 2 杨木建筑模板的组坯型式

组坯结构类型	玻纤布配置型式	单板层数	玻纤布层数
A 型		7	0
B 型		7	2
C 型		7	4
D 型		7	4
E 型		7	6
F 型		7	6

1.2.2 玻璃纤维布浸渍

将玻璃纤维布剪裁为 500 mm × 500 mm 的规格尺寸,然后将其浸渍于酚醛树脂胶中 15 min,取出沥去表面胶液后,自然晾干至表面不粘手,浸渍胶量约为其质量的 120%,用塑料薄膜密封保存于干燥环境中待用。

1.2.3 制板工艺

将调制好的酚醛胶均匀涂布在杨木芯板上,双面涂胶量为 300 g/m²,然后按照设计好的组坯结构型式进行组坯,其中杨木单板全部为 7 层,相邻层单板纹理相互垂直布置,根据不同型式在相应单板层间放置浸渍后的玻璃纤维布(与玻璃纤维布接触的单板面均需涂胶),成品板名义厚度为 14 mm。板坯在室温下陈化 30 min 后,进行预压,预压压力 1.0 MPa 预压时间 15 min,然后将预压好的板坯放入热压机中进行热压:热压温度 150℃,热压压力 1.2 MPa 热压时间 15 min。每种组坯结构型式的建筑模板采用相同工艺压制 3 块平行试样。

1.2.4 性能测试

按照上述工艺制得的混凝土模板用杨木胶合板产品,在室温条件下放置 48 h 后,依据国家标准 GB/T 17656—2008《混凝土模板用胶合板》的有关规定对其力学性能进行检测。

2 结果与分析

试验压制的杨木建筑模板试样力学性能测试结果列于表 3。测试结果表明,在压缩率约为 10% 的情况下采用全杨木单板制造的 14 mm 建筑模板(A 型)无论是静曲强度还是弹性模量均达不到国标 GB/T 17656—2008《混凝土模板用胶合板》标准的要求。而在层间配置玻璃纤维布的建筑模板(B、C、D、E 和 F 型)的力学性能均超过了标准值,证明玻璃纤维对混凝土用胶合板具有明显的增强作用。胶合强度值均在 1.0 MPa 以上,说明浸渍酚醛树脂的玻璃纤维布与杨木单板之间形成了良好的结合。

表 3 各组坯型式杨木建筑模板力学性能测试结果 MPa

板坯结构型式	静曲强度				弹性模量				胶合强度	
	顺纹		横纹		顺纹		横纹		平均值	标准差
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差		
A	31.2	3.0	25.4	2.6	4516.1	115.3	3210.4	89.6	1.10	0.12
B	57.1	4.1	44.5	3.4	6142.4	114.2	5012.3	102.3	1.04	0.11
C	73.1	4.3	58.3	3.6	6669.4	128.4	5637.2	114.7	1.16	0.12
D	80.5	4.6	65.7	3.9	6718.9	132.1	5753.4	118.1	1.14	0.16
E	87.1	5.2	69.2	4.1	6873.6	141.6	5935.6	126.4	1.21	0.21
F	96.7	5.6	75.7	4.3	7040.1	143.5	6018.5	137.2	1.13	0.16
标准值	≥50		≥30		≥6000		≥4500		≥0.7	

2.1 玻璃纤维布的层数对杨木胶合板建筑模板力学性能的影响

图 1 和图 2 分别为不同玻璃纤维布配置模式和配置层数与杨木建筑模板静曲强度和弹性模量之间的关系。从图 1 可以看出,在杨木单板层间配置玻璃纤维布对杨木建筑模板的静曲强度有非常明显的增强效果,而且随着玻璃纤维布配置层数的增加(A、B、C、E),产品静曲强度明显增加。当仅在次表层单板层间各配置一张浸胶玻璃纤维布时(B型),试件的顺纹静曲强度即从 31.2 MPa 增加到 57.1 MPa 提高了 83%;横纹静曲强度从 26.4 MPa 增加到 44.5 MPa 提高了 68%;在每层单板间各配置一张浸胶玻璃纤维布时(E型),试件的顺纹和横纹静曲强度分别达到了 87.1 MPa 和 69.2 MPa 分别是全杨木单板胶合板(A型)产品的 2.8 倍和 2.9 倍。

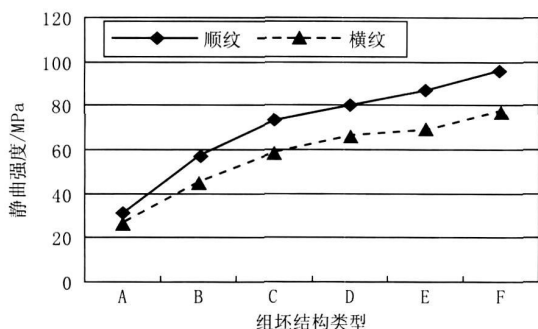


图 1 玻纤布配置模式对胶合板静曲强度的影响

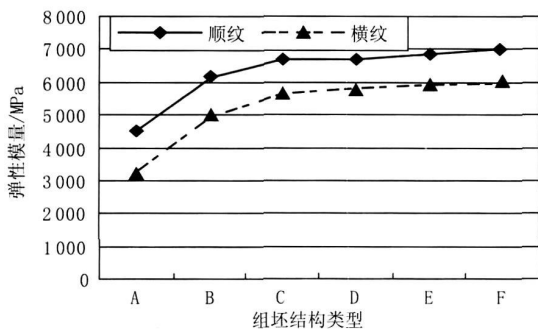


图 2 玻纤布配置模式对胶合板弹性模量的影响

图 2 表明在杨木单板层间配置玻璃纤维布对杨木建筑模板的弹性模量的增强效果亦相当明显(A、B、C、E),随着玻璃纤维布配置层数的增加,弹性模量同样出现了上升趋势。当仅在表层单板层间各配置一张浸胶玻纤布时(B型),试件的顺纹和横纹弹性模量就分别提高了 36% 和 56%;E 型产品的顺纹和横纹弹性模量分别达到了 6 873.6 MPa 和 5 935.6 MPa 分别是全杨木单板胶合板(A型)产品顺纹和横纹弹性模量的 1.5 倍和 1.8 倍。因此可以确定,浸胶玻璃纤

维布对于杨木建筑模板具有良好的增强效果。玻璃纤维增强杨木建筑模板作为一种层状复合材料综合了木材和玻璃纤维的优点,玻璃纤维比木材具有更高的强度,可以作为增强材料应用于木质复合材料中。

对比图 1 和图 2 后发现,玻璃纤维布层数的增加对试件弹性模量的增强效果不如对静曲强度的增强效果明显,从 B 型(2 层)、C 型(4 层)到 E 型(6 层)试件的顺纹静曲强度分别提高了 24.2% 和 19.1%,而顺纹弹性模量仅分别提高 8.6% 和 3.1%。说明在由木材单板、胶和玻璃纤维构成的复合材料体系中玻璃纤维层数的增加对材料静曲强度的贡献率优于对弹性模量的贡献率,原因在于本试验选用的纺织型玻璃纤维与木材单板相比拉伸强度很高,而弹性模量却不然。如需对杨木建筑模板的刚性进一步增强,可选择具有更高弹性模量的玻璃纤维作为增强材料^[12]。另外,从胶合强度的测试结果来看,在本试验范围内浸胶玻璃纤维布的层数对产品的胶合强度没有明显的影响。

2.2 玻璃纤维布配置模式对杨木建筑模板力学性能的影响

图 1 和图 2 还显示玻璃纤维层数相同而配置模式不同的杨木建筑模板试件(C 型和 D 型, E 型和 F 型)静曲强度和弹性模量存在较大差异。以顺纹强度为例,同样配置 4 层玻璃纤维的 D 型试件的静曲强度比 C 型试件高出 10%,弹性模量高出了 0.74%;同样配置 6 层玻璃纤维的 F 型试件静曲强度比 E 型试件提高了 10.9% MPa 弹性模量提高了 2.4%。对比板坯中的玻璃纤维布的配置模式发现,虽然添加的玻璃纤维布层数一样,但 C 型和 E 型试件中的玻璃纤维在板坯厚度方向上相对比较分散和均匀,而 D 型和 F 型试件中的玻璃纤维则较多地接近于材料表层。这种现象说明,增强材料的不同配置方式其增强效果差异较大,通过合理的结构设计可以使增强材料达到更好的效果。

3 结论

(1) 浸胶玻璃纤维布对杨木建筑模板胶合板的顺纹和横纹静曲强度及弹性模量均具有明显的增强效果,在杨木单板间配置两层玻璃纤维布(表层单板与次表层单板内)就可以使试件的顺纹和横纹静曲强度提高 83% 和 68%,顺纹和横纹弹性模量提高 36% 和 56%。随着玻璃纤维层数的增加,试件的静曲强度和弹性模量均呈现上升趋势。增加玻璃纤维布数量对产品静曲强度的增强效果优于弹性模量。

(2)玻璃纤维层数相同而配置模式不同的杨木建筑模板静曲强度和弹性模量差异较大。为了充分发挥增强材料的作用,需进行合理的结构设计,应尽量将增强玻璃纤维布配置于靠近建筑模板表层的位置。同时,可根据不同混凝土结构工程对建筑模板强度的要求,选择增强玻璃纤维布的类型和配置层数。

参考文献

[1]叶海军,史明军. 建筑模板的发展历程及前景 [J]. 山西建筑, 2007(31): 158-159.
 [2]高国义. 高强覆塑胶合板全木体系施工技术及应用 [J]. 建材与装饰, 2008(5): 183-185
 [3]唐日辉. 论建筑用轻型组合模板较全钢大模板的特点 [J]. 黑龙江科技信息, 2009(6): 272-273
 [4]王赫,刘亚青,张志毅,等. 玻璃纤维表面处理技术的研究进展 [J]. 绝缘材料, 2007(5): 37-37

[5]陈现景,戚德海. 玻纤增强热塑性树脂基复合材料的界面改性 [J]. 济南大学学报:自然科学版, 2008, 22(1): 38-42
 [6]李允锋,申世杰,王静. 纤维增强树脂/木材复合材料的研究进展 [J]. 林业机械与木工设备, 2009, 37(5): 10-12
 [7]张双保. 玻璃纤维增强三倍体毛白杨木质(纤维)复合材料的研究 [J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(4): 49-55
 [8] Plevris N, T Triantafyllou. Creep behavior of FRP-reinforced wood member [J]. Journal of Structural Engineering ASCE. 1995, 12(2): 174-186
 [9]白化奎. 用浸胶玻璃纤维覆面生产胶合板模板的研究 [J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2008(4): 59-60
 [10]程丽美,黄慧,朱一辛. 玻璃纤维增强杨木单板层积材弯曲性能的初步研究 [J]. 江西林业科技, 2008(6): 54, 62
 [11]叶佑萌. 一次成型生产浸渍纸饰面混凝土模板用胶合板 [J]. 林产工业, 2006(4): 33-34
 [12]凌根华,李雯. 浅谈高强玻璃纤维的发展和应 [J]. 玻璃纤维, 2008(5): 7-10.

(责任编辑 葛华忠)

杨木加工剩余物化学水解制备糠醛的研究

项东升¹,王军²,张馨月¹,朱雯¹,曾韬^{1*}

(1 南京林业大学 国家林业局林产化学加工重点开放性实验室, 南京 210037; 2 江苏省宿迁市林业局)

摘要:以杨木单板旋切木芯和原木制材锯屑为原料,以液体质子酸为催化剂,采用常压低温酸催化水解法制备糠醛。考察了不同催化剂和助催化剂种类及用量等因素对糠醛得率的影响。实验结果表明,较适宜的水解工艺条件是:加料为 200 g时、水解反应温度为 140~160℃、反应时间为 6 h 浓度为 8% 的硫酸用量为 600 ml 氯化钠为 140 g 氯化铁 10 g 两种原料的糠醛得率分别为 4.5% 和 5.24%。

关键词:杨木; 稀酸水解; 糠醛

Study on the Preparation of Furfural from Processing Surplus of Poplar-wood by Chemical Hydrolysis

|| XIANG Dong-sheng WANG Jun, ZHANG Xin-yue, ZHU Wen, ZENG Tao

Abstract Preparation of furfural from the processing residue of poplar wood-sawdust and wood peeling core by hydrolysis catalyzed with liquid protonic acids at normal pressure and low temperature was carried out in this paper. Effects of the sorts and dosages of catalysts and cocatalysts on the yields of furfural were examined and the suitable hydrolyzation conditions were determined as follows: hydrolyzation temperature 140~160℃; hydrolyzation time 6hr; dilute H₂SO₄ with the concentration of 8% was used as the catalyst and wooddust/dilute H₂SO₄ ratio was 1:3 (g/ml); NaCl and FeCl₃ were used as the complex cocatalyst and their amounts were 70% and 5%, respectively (based on the weight percent of wood residue). The yields of furfural from sawdust and wood peeling core were 4.5% and 5.24%, respectively.

Key words Poplar wood Dilute acid hydrolyzation; Furfural

First author's address Key and Open Lab on Forest Chemical Process, SFA, College of Chemical Engineering Nanjing Forestry University, 210037 Nanjing, China

糠醛,学名 2-呋喃甲醛,分子式 C₄H₃O·CHO。通

过植物中戊聚糖化学水解而得到。糠醛分子结构中有一个呋喃环和一个醛基,以及呋喃环中的两个双键和环醚键,可以发生氢化、氧化、氯化、硝化和缩合等反应,制备成大量的衍生物产品。因此糠醛是一种重

收稿日期: 2009-07-08 修回日期: 2009-09-01
 基金项目: 江苏省林业三项工程项目(编号: LYSX200705)。
 第一作者简介: 项东升(1968-),男,副教授,主要研究方向为林产化工。通讯作者: 曾韬,男,教授。E-mail: zengtao@njfu.com.cn