

# 黄麻原纤非织造布 增强 PHBV 复合材料工艺优化

王剑英<sup>1</sup>, 奚柏君<sup>2</sup>

(1. 浙江方圆检测集团股份有限公司, 浙江 杭州 310013;

2. 绍兴文理学院 纺织服装学院, 浙江 绍兴 312000)

**摘要:**以黄麻原纤针刺非织造布为增强材料, 同聚羟基丁酸戊酸共聚酯通过热压工艺制成复合材料; 对其生产工艺参数进行正交试验, 探讨了各工艺条件对复合材料力学性能的影响。结果表明, 最佳工艺参数为材料配比 40/60, 热压温度 165 °C, 热压时间 4 min, 热压压强 14 MPa; 由其制备的复合材料的拉伸断裂强度为 66.501 MPa。

**关键词:**黄麻纤维; PHBV; 正交实验; 复合材料; 力学性能

中图分类号: TS171.9

文献标识码: B

文章编号: 1673-0356(2018)02-0016-03

采用黄麻纤维制备的增强复合材料已在汽车、建筑等领域有了较为广泛的应用<sup>[1-6]</sup>, 为提升其复合材料的性能, 通常会对黄麻纤维进行各种表面处理<sup>[7-12]</sup>。虽然处理后的黄麻纤维增强复合材料的相关性能有了一定提升, 但其处理过程一方面会对环境造成污染, 另一方面会增加企业生产成本。本文以未处理黄麻原纤非织造布为增强材料来制备复合材料, 通过正交设计试验对制备工艺进行优化, 从而提升黄麻原麻纤维增强复合材料的力学性能。

## 1 试验部分

### 1.1 材料和仪器

材料: 聚羟基丁酸戊酸共聚酯(PHBV)(宁波天安生物材料有限公司); 黄麻原麻纤维(浙江双绿纺织有限公司)。

试验仪器: FA2104SN 型电子天平(上海精密科学仪器有限公司); 101-1 型恒温干燥箱(上海东星建材有限公司); Instron-5566 万能材料试验机(美国英斯特朗公司)。

### 1.2 黄麻原麻纤维针刺非织造布制备

黄麻原麻纤维针刺非织造布制备工艺流程:

黄麻原麻纤维→开松(WL-GK-1-60 型开松机)→给棉(WL-J-500 型给棉机)→梳理(WL-GS-A-600 型梳理机)→铺网(WL-GP-C-700-800 型铺网机)→进料(WL-800 型进料机)→预针刺(WL-ZGS. Z-Y-800 型

预针刺机)→针刺(WL-ZGS. Z-Z-800 型针刺机)→成卷(WL-800 型成卷机)→黄麻原麻纤维针刺非织造布。

### 1.3 黄麻原纤维非织造布/PHBV 复合材料制备

通过热压工艺(XLB-350 \* 350 \* 2 型平板硫化机)将黄麻原麻纤维针刺非织造布与 PHBV 制备成复合材料, 并选取黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比(A)、热压温度(B)、热压时间(C)、热压压强(D) 4 个因素做正交试验, 各实验水平如表 1 所示。

表 1 正交实验四因素四水平表

项目	A	B/°C	C/min	D/MPa
1	10/90	165	3	5
2	20/80	170	4	8
3	30/70	175	5	11
4	40/60	180	6	14

### 1.4 测试方法

参照标准 GB/T1447-2005《纤维增强塑料拉伸性能试验方法》, 采用 Instron-5566 万能材料试验机测试黄麻增强 PHBV 复合材料的拉伸性能, 测试隔距 50 mm, 拉伸速度 10 mm/min<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与讨论

通过正交试验制备的黄麻原纤针刺非织造布/PHBV 复合材料的拉伸强度测试值, 如表 2 所示。

在热压压强 11 MPa, 热压时间 5 min, 热压温度 175 °C 工艺条件下, 通过热压工艺压制纯 PHBV 板材一块, 并测试出其拉伸断裂强度为 18.915 MPa, 以此为对比样进行试验分析。

将纯 PHBV 板材的拉伸断裂强度与表 2 中各实

收稿日期: 2017-12-28; 修回日期: 2018-01-10

作者简介: 王剑英(1985-), 女, 工程师, 主要从事纺织材料的检测及标准研究。

验方案下的复合材料的拉伸断裂强度对比,可看出除了实验方案  $A_1B_1C_1D_1$  复合材料的拉伸断裂强度略低外,其他实验方案下制备的复合材料的拉伸断裂强度均高于 PHBV 板材的拉伸断裂强度,且其超出水平在 26.26%~222.5%不等。这表明将黄麻原麻纤维针刺非织造布作为增强材料加入到 PHBV 中,并通过热压工艺压制成复合材料后,其拉伸断裂强度的增强效果是比较明显的。

表2 黄麻原纤/PHBV 复合材料正交实验分析表

方案编号	A	B	C	D	断裂强度/MPa
1	1	1	1	1	18.571
2	1	2	2	2	28.165
3	1	3	3	3	27.642
4	1	4	4	4	26.314
5	2	1	2	3	40.632
6	2	2	1	4	35.481
7	2	3	4	1	23.883
8	2	4	3	2	36.050
9	3	1	3	4	55.596
10	3	2	4	3	51.087
11	3	3	1	2	42.705
12	3	4	2	1	43.781
13	4	1	4	2	58.469
14	4	2	3	1	43.208
15	4	3	2	4	61.010
16	4	4	1	3	57.093
均值 $K_1$	25.173	43.317	38.463	32.361	
均值 $K_2$	34.011	39.485	43.397	41.347	
均值 $K_3$	48.292	38.810	40.624	44.114	
均值 $K_4$	54.945	40.809	39.938	44.600	
极差	29.772	4.507	4.934	12.239	

从表2中4因素的极差值可知,影响黄麻原麻纤维针刺非织造布增强 PHBV 复合材料的拉伸断裂强度的主次顺序为:黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比是主因,其次是热压压强、热压时间、热压温度,即  $A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B$ 。

由表2中各因素的均值可知,对复合材料的拉伸断裂强度贡献,黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比水平4最好。热压温度水平1最好,热压时间水平2最好,热压压强水平4最好,因此其最优组合工艺为  $A_4B_1C_2D_4$ ,即黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比40/60,热压温度165℃,热压时间4min,热压压强14MPa。

为验证最优工艺下的黄麻原麻纤维针刺非织造布增强复合材料的拉伸强度是否最优,采用上述最优工艺方案来制备黄麻原麻纤维针刺非织造布增强 PHBV 复合材料,并测试其拉伸断裂强度,结果见表3。

表3 最优化方案验证结果

试验方案	拉伸断裂强度/MPa
表3实验方案15	61.010
$A_4B_1C_2D_4$	66.501

从表3可知,在最优工艺组合下制备的复合材料的拉伸断裂强度要高于正交设计试验中最好方案下的复合材料的拉伸断裂强度。为对比分析最优工艺下纯 PHBV 板材的拉伸强度,在方案  $A_4B_2C_3D_3$  下制备了纯 PHBV 板材,并测得其拉伸断裂强度为 17.269 MPa;这与方案  $A_4B_1C_2D_4$  工艺条件下制备的黄麻原麻纤维针刺非织造布增强 PHBV 复合材料相比,后者的拉伸断裂强度要高出 285.09%。

### 3 结语

(1)在 PHBV 中加入黄麻原麻纤维针刺非织造布增强材料能够明显改善其力学性能,对复合材料拉伸断裂强度影响最大的工艺因素是黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比,其余工艺因素的影响较小。

(2)由正交试验得到的复合材料最佳生产工艺为黄麻原麻纤维针刺非织造布/PHBV 配比40/60,热压温度165℃,热压时间4min,热压压强14MPa;在此工艺下制备的黄麻原麻纤维针刺非织造布增强 PHBV 复合材料的拉伸断裂强度可达到66.501MPa。

### 参考文献:

- [1] 钱叶琳,王洁,吕卫柯,等.黄麻纤维加筋土的强度特性及增强机理研究[J].河北工程大学学报(自然科学版),2016,(2):19-24.
- [2] 张广泰,陈浩,郭锐,等.纤维混凝土高温性能及作用机理研究综述[J].混凝土与水泥制品,2016,(1):62-68.
- [3] 李起振.天然植物纤维增强塑料在汽车上的应用与研究[J].橡塑技术与装备,2016,(4):59-60.
- [4] 斯泽泽,曹积微,盛清泉,等.可生物降解木塑复合材料的国内外研究进展[J].安徽农业科学,2016,(2):101-103.
- [5] 刘诚,范豪,花军,等.铺层取向角度对黄麻纤维复合材料性能的影响[J].东北林业大学学报,2016,(2):52-55,79.
- [6] 张永春,董艳杰,陈碧凤,等.黄麻纤维接枝聚醚增强 UP 复合材料研究[J].工程塑料应用,2016,(2):46-50.
- [7] 杨彬,王剑英,奚柏君.制备工艺对黄麻纤维针刺非织造布增强 PHBV 复合材料力学性能的影响[J].上海纺织科技,2015,(11):14-15,48.
- [8] 袁毅.纤维增强聚合物复合材料界面结构的研究进展[J].合成材料老化与应用,2016,(1):91-94.

- [9] 郭亚,孙晓婷.黄麻纤维的性能及应用[J].成都纺织高等专科学校学报,2016,(2):178-181.
- [10] 仇何,黄婷婷,颜婷婷,等.黄麻纤维在水泥基复合材料中分散性的研究[J].南通大学学报(自然科学版),2016,(2):16-20.
- [11] 杨卓.纤维表面处理对苧麻增强聚丙烯复合材料界面性

能及老化性能的影响[D].上海:东华大学,2016.

- [12] 胡秀东,贾瑞婷,王春红.黄麻、洋麻纤维性能研究[J].中国纤检,2015,(3):86-88.
- [13] 陈超,于永玲,吕丽华,等.黄麻毡/PP膜复合汽车内饰材料的制备及工艺优化[J].大连工业大学学报,2011,30(4):303-305.

## Technology Optimization of Jute Fiber Nonwovens Reinforced PHBV Matrix Composites

WANG Jian-ying<sup>1</sup>, XI Bai-jun<sup>2</sup>

(1.Zhejiang Fangyuan Test Group Co., Ltd., Hangzhou 310013, China;

2.College of Textiles and Garments, Shaoxing University, Shaoxing 312000,China)

**Abstract:** With jute fiber nonwovens as reinforced material, composites were prepared with jute fiber nonwovens and PHBV by hot pressing method. Orthogonal experiment was designed to optimize process parameters. The influence of various technological conditions on the mechanical properties of the composites was discussed. The results showed that the optimum process parameters was material fraction of 40/60, hot-pressing temperature of 165 °C, hot-pressing time of 4 min and hot-pressing pressure of 14 MPa. The tensile breaking strength of composites reached 66.501 MPa.

**Key words:** jute fiber; PHBV; orthogonal experiment; composites; mechanical properties

## 科学家从源头探索高分子材料的绿色化

高分子材料是指单体通过加聚反应或缩聚反应得到的聚合物而形成的材料,如各种塑料、橡胶等,它也是制造纺织合成纤维的原料。随着高科技的迅猛发展,高分子材料在各行各业的应用日趋增多,而高分子材料的不可降解性和低回收利用率对环境造成的危害已不可低估,现已成为固体废弃物处理中的一个世界性棘手难题。

绿色高分子材料是一种对环境友好的高分子材料。“绿色”是指从高分子材料合成的源头——单体着手,选择对环境友好的单体材料及合成工艺,并且考虑合成的高分子材料对环境的相容性(即在较短的时间内自然降解或解聚)及产品的生命周期性(产品使用后的回收利用)。

虽然当前高分子材料的绿色化还主要表现在可降解性研究,但寻找更加绿色环保、可持续的合成原料一直是科学家们追求的目标。尤其是利用“温室气体”CO<sub>2</sub>合成高分子材料的研究,近年来频频出现在世界顶级学术期刊上。

近日,加拿大多伦多大学 Ted Sargent 团队发布了一项研究成果,称其已经找到了最有效地将 CO<sub>2</sub> 转化为乙烯(ethylene)的条件。而乙烯便能再被用来制造聚乙烯(polyethylene),也就是全球年产量约 8000 万吨、现今最普遍使用的塑料。

据了解,这项研究的核心工作是 CO<sub>2</sub> 还原反应的过程,在催化剂的辅助下,通过电流和化学反应将 CO<sub>2</sub>

转化为其他化学物质。在这种反应中,许多金属都可以做为催化剂,如金、银和锌能够催化生成 CO,而锡和钼可以催化生成甲酸,铜则能催化产生乙烯。运用 Canadian Light Source 高级科学家 Tom Regier 开发的独特设备,研究人员能够实时研究整个二氧化碳还原反应过程中铜催化剂的型态、形状以及化学环境。进而确认乙烯生产最大化的精确条件,并通过调整催化剂来达成最大程度地提高乙烯生产量、同时将甲烷产量降至最低目的。这项研究已经公布在《自然》系列旗下最新期刊《自然—催化》(Nature Catalysis)中。

在此之前,美国斯坦福大学的一个研究小组也在《自然》杂志登载的一篇论文中,提出了一种可以把二氧化碳以及农作物残留物等植物材料转化为塑料的研究成果。研究人员混合碳酸盐、CO<sub>2</sub> 和由糠醛衍生获得的糠酸,将它们加热至 200 °C,呈现熔盐状态,持续 5 h 后,熔盐混合物总量的 89% 会转化为 2,5-呋喃二甲酸,进而生产可在一定程度上替代聚对苯二甲酸乙二酯的聚呋喃二甲酸乙二酯(PEF)。而 2,5-呋喃二甲酸与对苯二甲酸不同,可以是生物材料的衍生物。

除此之外,以淀粉等天然物质为基础在微生物作用下生成的生物塑料,具有可再生性,因此十分环保。明治大学通过改变蓝藻的氢合成酶,成功增产了生物塑料的原料——琥珀酸和乳酸,有望为解决未来的环境、能源问题作出贡献。研究成果刊登在《Algal Research》杂志上。  
(来源:慧聪网)