DOI：10.13338/j.issn.1674-649x.2009.03.003

西安工程大学学报
Journal of Xi'an Polytechnic University
第23卷第3期(总97期)　2009年6月　Vol 23, No 3(Sum. No 97)

* 研究简报 *

文章编号：1671-850X(2009)03-0155-04

亚麻/聚丙烯纤维复合材料的制备及力学性能研究

崔　萍，戴黎春，楚　晓，艾宏玲，陈莉萍，王雪梅

(兰州理工大学 机电工程学院，甘肃 兰州 730050)

摘要：运用正交设计的方法，探讨了亚麻/聚丙烯纤维复合材料的制备工艺.对不同模压温度和不同亚麻纤维含量的复合材料进行比较，分析模压温度和增强纤维含量对复合材料力学性能的影响，确定最佳模压温度及最佳混合比，为发展环保型复合材料提供了理论和实验依据.

关键词：亚麻纤维；聚丙烯纤维；复合材料；力学性能

中图分类号：TB 332　　**文献标识码**：A

0 前　言

随着自然资源的日益匮乏，环境污染的日趋严重，人们的环境意识日益提高，在提倡生态环保的大背景下，人们致力于谋求人与环境的和谐共存，研究具有净化环境、防止污染、替代有害物质、减少废弃物、利用自然能源和材料的再生资源.近年来，用天然植物纤维替代现在广泛使用的玻璃纤维等合成增强纤维[1-2]，开发具有优良性能和价格低的复合材料，植物纤维价廉质轻、比强度和比刚度以及可生物降解等优良特性，是其他增强材料无法比拟的，目前已广泛应用于工业领域[3].在各种天然纤维中，麻类纤维除具有价格低廉、可再生性好、分布广等特点外，还具有高的拉伸强度，可称为高性能天然纤维[4-5].

亚麻纤维高强、高模、耐摩擦、耐高温、散热快、吸尘率低、无静电、耐酸碱、在水中不易腐烂，且亚麻纤维本身表现出了复合材料的特征，高取向度、高结晶度使纤维强韧，拉伸强力较大，可作为复合材料的增韧纤维，而且作为天然纤维，亚麻容易种植、生长周期短、价格低廉、可生物降解、便于回收利用，是追求绿色环保的首选增强纤维原料.且亚麻纤维在我国资源充足，作为产业用原材料有利于环境保护和可持续发展，具有一定的社会意义.

聚丙烯纤维强度和初始模量较高，在高应力下的模量和断裂强度高于涤纶，是一种强韧的纤维.以增强聚丙烯为树脂基体的热塑性复合材料，不仅有优越的力学性能，低廉的价格，耐腐蚀和无毒性，还由于具有热固性复合材料所不具备的可重复加工和使用的特点，可避免产生三废，有利于环保.

本文选用亚麻纤维作为复合材料的增强材料，聚丙烯纤维作为复合材料的基体材料，研究亚麻纤维含量、模压成型温度对亚麻/聚丙烯纤维复合材料力学性能的影响，为制备和开发环保型复合材料制品提供有效的实验依据.

收稿日期：2008-12-04

基金项目：甘肃省自然科学基金项目(3ZS062-B25-035)

通讯作者：崔萍(1964-)，女，山东省莱阳市人，兰州理工大学副教授.E-mail: cuiping888@163.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1 实 验

1.1 材料

所用的亚麻纤维是由兰州三毛股份有限公司提供的脱胶处理后的亚麻工艺纤维;聚丙烯纤维,密度约为 0.91g/cm^3,其吸湿率低,干湿状态下性能无明显变化,不霉不蛀.

1.2 方案

本实验所选亚麻纤维与聚丙烯纤维以不同质量比例混合,然后模压成型. 2种纤维所占质量比选择了3个水平,即:亚麻 40/聚丙烯 60、亚麻 50/聚丙烯 50、亚麻 60/聚丙烯 40.

模压成型机选用平板硫化机,在使用平板梳化机压制试样时,所选上下模具的模压温度是一致的,为保证聚丙烯纤维能热熔并能完全流动,根据聚丙烯的熔融温度,模压温度选择 3个水平,即:170℃,180℃,190℃.

热压时间由平板硫化机自动控制,温度升到设计的模压温度后,采用保温压制.保温压制时间的选择,根据经验,压制时间太长,既浪费时间又浪费能源,而且还影响板材质量,导致板材分解变色;压制时间太短,则会导致板材整体性能下降,容易分层,粘结不好,故热压时间选择 60min.

由于本文所用平板硫化机的工作压力不能调节,故制作试样时工作压力保持为 12.5MPa.

根据以上分析,利用正交设计方法,设计不同质量比、不同模压成型温度的实验方案,即二因素三水平表,见表 1.

表 1 二因素三水平因子水平表

水平	模压温度 A/℃	亚麻:聚丙烯混合比例 B/%
1	170℃ (A_1)	40:60(B_1)
2	180℃ (A_2)	50:50(B_2)
3	190℃ (A_3)	60:40(B_3)

1.3 复合材料板材的制备

先将亚麻工艺纤维切成 10mm长度,与聚丙稀纤维平均长度一样,再采用手工方法按表 1设计的比例将亚麻纤维和聚丙烯纤维进行混合,然后在小型梳毛机上进行开松与混合,在小型梳毛机上混合均匀后形成纤维网状,将纤维网状裁剪成 250mm×200mm的矩形并称重,每块纤维网的质量约为 55g.在平板硫化机上按照正交设计方案的工艺热压成型,最终制备成厚度为 2mm,重约 55g的复合材料板材.

2 测试与分析

对亚麻/聚丙烯纤维复合材料的力学性能进行测试,根据测试结果确定最佳纤维质量混合比与最佳模压温度.

2.1 试样制作

复合材料试样的几何尺寸为长×宽×厚=120×10×2(mm).在拉伸性能测试中为了防止夹头夹断纤维,保障试样断裂尽可能发生在中部,在试样的端部粘结了加强片,加强片选用长×厚=30×3(mm)的铝板制作,胶接加强片所用的胶粘剂为环氧树脂,两侧加强片在粘结中应对称,形成亚铃状,试样如图 1所示.

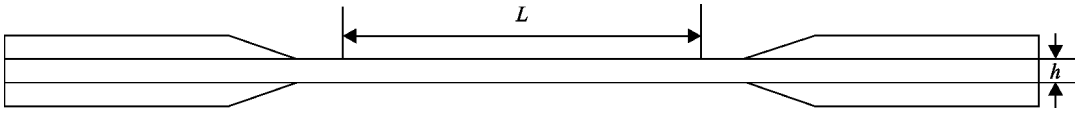

图 1 拉伸试样形状示意图

2.2 实验条件

(1) 试样状态调节和实验的标准按 GB-1446-83《纤维增强塑料性能试验方法总则》和 GB-1040-79《塑料拉伸性能试验方法》规定进行.实验温度为 22±2℃,相对湿度为 55%.

(2) 用夹具夹持试样时,使试样纵轴方向中心与上、下夹具中心连线重合,并且松紧适宜,不能使试样在受力时滑脱或夹持过紧在夹口处损坏试样.

(3) 每种试样测试 5次,取数据的平均值.

(4) 拉伸实验在 WDW-100微机控制电子万能实验机上进行,拉伸速度为 5mm/min.钳距为

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

100mm. 弯曲实验采用的三点弯曲法,弯曲速度为 5mm/min,跨距为 95mm.

2.3 结果及分析

实验结果见表 2,表 3为优化结果.表 3中 K_1 列的 2个数,分别是因素 A,B的第一水平所对应的测试指标之和;K_2 列的 2个数,分别是 A,B的第二水平所对应的测试指标之和,以此类推. k_1 为 K_1 的平均数,k_2 为 K_2 的平均数,以此类推,极差为 k_1,k_2,k_3 的最大值减最小值[6].

表 2　不同模压温度和不同混合比复合材料的实验结果

实验号	A	B	拉伸强度/MPa	拉伸模量/GPa	弯曲强度/MPa	弯曲模量/GPa	断裂伸长率/%
1	1	1	18.24	3.46	29.23	1.59	3.6
2	1	2	23.60	4.32	30.45	1.74	3.3
3	1	3	19.12	3.21	30.98	1.61	3.2
4	2	1	22.89	3.79	29.56	1.66	3.2
5	2	2	34.46	5.68	36.65	2.15	2.6
6	2	3	20.03	3.33	30.31	1.84	2.4
7	3	1	30.12	3.64	29.01	1.62	2.0
8	3	2	37.50	5.70	31.24	1.98	1.9
9	3	3	31.04	3.38	30.12	1.67	1.8

表 3　优化结果

拉伸强度 MPa								弯曲强度 MPa							
K_1	K_2	K_3	k_1	k_2	k_3	极差	优化案	K_1	K_2	K_3	k_1	k_2	k_3	极差	优化案
60.96	77.38	98.66	20.32	25.79	32.89	12.57	A_3	90.66	96.52	90.37	30.22	32.17	30.12	2.05	A_2
71.25	95.56	70.19	23.75	31.85	23.40	8.45	B_2	87.80	98.34	91.41	29.27	32.78	30.47	3.51	B_2
拉伸模量 GPa								弯曲模量 GPa							
K_1	K_2	K_3	k_1	k_2	k_3	极差	优方案	K_1	K_2	K_3	k_1	k_2	k_3	极差	优方案
10.99	12.80	12.72	3.66	4.27	4.24	0.61	A_1	4.94	5.65	5.27	1.65	1.88	1.76	0.23	A_2
10.98	15.70	9.92	3.63	5.23	3.31	1.92	B_2	4.87	5.87	5.12	1.62	1.96	1.71	0.34	B_2

2.3.1 *不同混合比例复合材料板材拉伸性能结果分析*　图 2为当模压温度是 180℃时,不同亚麻/聚丙烯纤维混合比对复合材料力学性能的影响.

由表 2可以看出,2种纤维混合比为 50%时的板材,其拉伸强度、拉伸模量、弯曲强度、弯曲模量均高于其他 2种比例的板材.这说明当亚麻纤维含量小于 50%时,亚麻纤维对熔融后聚丙烯纤维基体的增强作用不够充分,使复合材料板材性能降低;当亚麻纤维含量大于 50%时,聚丙烯纤维含量变少,熔融后的聚丙烯不能充分浸润亚麻纤维,使亚麻纤维受到聚丙烯树脂的束缚相对减小,制品出现贫脂区及干点等瑕疵,同样影响复合板材的力学性能.

2.3.2 *不同模压温度条件下复合材料板材的拉伸性能*　由表 2可以看出,不同模压温度对板材的力学性能有很大的影响,模压温度过低,聚丙烯纤维不能完全热融,不能完全浸润亚麻纤维,复合材料板材的强度较低,而且容易分层,且板材过软;当模压温度过高时,复合材料板材过硬,弯曲强度下降,脆性增加,韧性较差,而且复合材料板材的颜色变深.故最佳模压温度为 180℃.

3 结　论

(1) 亚麻/聚丙烯纤维复合材料板材的最佳混合比例为亚麻纤维 50%,聚丙烯纤维 50%;其复合材料板材的拉伸强度、拉伸模量、弯曲强度、弯曲模量均达最大值,再增加亚麻纤维的含量,所制备的复合材料的拉伸强度和拉伸模量呈下降趋势.

(2) 亚麻/聚丙烯纤维复合材料板材的最佳模压温度为 180℃.

(3) 亚麻/聚丙烯纤维复合材料板材拉伸、弯曲性能较好,质地轻薄,健康环保,可用于汽车、家具、

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

装潢等行业.采用加热模压成型工艺可以制作纤维分布均匀、面积大、增厚效果好的热塑性复合材料预制件,同时该方法工艺流程短、成本低、适合工业化生产.

参考文献:

[1] RANA A K, MITRA B C, BANERJEE A N. Short jute fiber reinforced polypropylene composites: dynamic mechanical study [J]. Journal of Applied Polymer Science, 1999, 71(4): 531-539.

[2] RANA A K, MANDAL A, MITRA B C, et al. Short jute fiber reinforced polypropylene composites: effect of compatibiliar [J]. Journal of Applied Polymer Science, 1998, 69(3): 329-338.

[3] 肖加余.天然复合材料及其制品研究与开发现状 [J].玻璃钢复合材料, 2002(2): 38-43.

[4] 肖加余,曾竞成.高性能天然纤维复合材料及其制品研究与开发现状 [J]. 玻璃钢/复合材料, 2000(2): 38-40.

[5] 唐建国,胡克鳌.天然植物纤维的改性与树脂基复合材料 [J].高分子通报, 1998, 6(2): 56-61.

[6] 陈魁.应用概率统计 [M].北京:清华大出版社, 2000: 262-274.

Preparation and study of mechanical properties of flax/polypropylene composites

CUI Ping, DAI Li-chun, CHU Xiao, AI Hong-ling, CHEN Li-ping, WANG Xue-mei

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Lanzhou Uuiversity of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: By using orthogonal design, preparation processing of the flax/polypropylene fibers composites are discussed. The mechanical properties of samples with different molded temperature and flax fiber contents are investigated by comparing kinds of composites with molded temperature and fiber-reinforced contents, then the right molded temperature and the best blending ratio are determined. It provids the theoretical and experimental basis for the development trends of environment composite.

Key words: flax fibers; polypropylene fibers; composites; mechanical properties

编辑、校对:武 晖

本刊加入“万方数据——数字化期刊群”的声明

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊现已入网“万方数据——数字化期刊群”。所以,向本刊投稿并被录用的稿件文章,将由编辑部统一纳入“万方数据——数字化期刊群”,进入因特网提供信息服务。凡有不同意者,请来函告知,本刊将作适当处理。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬,不再另付。

“万方数据——数字化期刊群”是国家“九·五”重点科技攻关项目。本刊全文内容按照统一格式制作,读者可上网查询浏览本刊内容,并征订本刊。

《西安工程大学学报》编辑部

2009年 06月 20日

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net