

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.12.012

织物处理工艺对苧麻纤维增强复合材料力学性能的影响

陈旭^{1,2}, 刘燕峰³, 刘青曼¹, 益小苏^{1,2}

(1. 中航复合材料有限责任公司, 北京 101300; 2. 中航复材(北京)科技有限公司, 北京 101300; 3. 北京航空材料研究院, 北京 100095)

摘要:选取了几种不同处理工艺制作的苧麻织物, 分别对比其化学组成、单丝拉伸性能, 以及对比苧麻纤维增强复合材料的力学性能, 最终找到最佳的增强材料用苧麻纤维织物的处理方法。结果表明: 苧麻纤维被处理的越细, 对纤维的力学性能损伤就越大; 省去去毛以及漂白工艺, 可以使复合材料力学性能有一定程度的提高; 生物酶脱胶处理工艺对环境影响更小, 而且与化学脱胶相比, 纤维的力学性能和复合材料的力学性能基本持平。

关键词: 苧麻织物处理; 苧麻纤维; 复合材料; 力学性能

中图分类号: TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)12-0059-05

Influence of Ramie Fiber Pre-Treatment on Mechanical Properties of Ramie Fiber Reinforced Composites

Chen Xu^{1,2}, Liu Yanfeng³, Liu Qingman¹, Yi Xiaosu^{1,2}

(1. AVIC Composite Corporation Ltd, Beijing 101300, China; 2. ACC (Beijing) Science and Technology Co., Ltd, Beijing 101300, China; 3. Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

Abstract: The pre-treatment of ramie fabrics have been altered in several ways. Their chemical components and single textile fibers tensile properties were analyzed, respectively. Then the composites were made from the treated fabrics, and their mechanical properties were tested, in order to find the most efficient way to treat with the fabrics. It is found that the thinner the fiber is treated, the more mechanical damage it cost. When the singeing process and bleaching process are subtracted, the mechanical properties of the composite can be increased. The bio-enzyme degumming process can be more mild to the environment, while the mechanical performance of the composite can be equal to the fiber that treated in chemical degumming process.

Keywords: ramie fiber pre-treatment; ramie fiber; composite; mechanical property

苧麻纤维作为一种常见的纺织纤维, 主要用于制作衣料, 也可织地毯、麻袋等。人们对苧麻纤维的处理可以追溯到中国秦汉时期^[1]。苧麻纤维传统制备过程工序繁多, 如图1所示。苧麻收割后, 从麻茎上剥取蔗皮, 并从麻皮上刮去青皮, 得到苧麻的韧皮, 经晒干后成为麻纺织厂的原料, 称为“原麻”。“原麻”中含有大量杂质, 其中以多糖胶状物质为主, 纺纱前要将胶质去除, 并使苧麻的单纤维相互分离, 这一过程称为脱胶。传统脱胶要经过浸酸、碱煮、打纤、酸洗、精炼步骤^[2], “原麻”中的大多数非纤维素物质可溶于强酸、强碱溶液, 有些可在氧化后溶解, 由此可得到“精干麻”。贾满兰等^[3]研究了苧麻纤维不同部位的化学成分, 结果显示苧麻不同部位的化学胶质含量有所不同, 因此建议采用不同部位分段脱胶的工艺。为了提高纤维的力学性能和降低酸碱量对环境的不利影响, 苧麻微生物脱胶技术相继被研究。苧麻微生物脱胶技术是利用微生物产生的酶无污染, 可提高麻纤维品质^[4-5], 降低生产成本^[6]。余苗等^[7]利用苧麻发酵物培养基分离筛选

出高效脱胶菌株, 能使纤维残胶率由32.3%下降为12.43%。

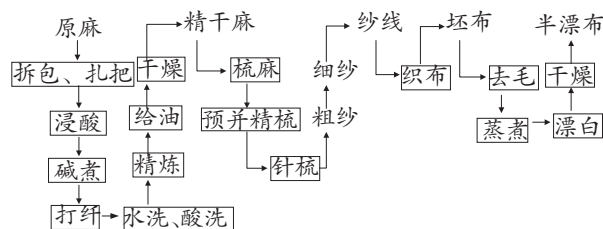


图1 传统苧麻纤维织物制备工艺流程图

将脱胶后的“精干麻^[2]”预并、精梳和针梳, 再经过粗纱工艺和细纱工艺, 得到“纱线”, “纱线”织成“坯布”, “坯布”经过去毛(用燃烧的火焰快速烧掉织物表面的毛羽)、蒸煮和漂白得到“半漂布”, 即本色的苧麻纤维织物。

传统的苧麻纤维处理的方式和做法, 多半是为了得到适合于穿着的苧麻纤维织物。随着低成本、可循环复合材料的发展, 麻纤维作为一种可再生的

联系人: 陈旭, 工程师, 主要从事树脂基复合材料研究

收稿日期: 2017-10-03

且强度高的纤维,越来越受到研究者和厂家的欢迎,除苧麻^[8]外,还有黄麻^[9-11]、剑麻^[12]、洋麻^[13]等纤维,经过阻燃处理^[14]或表面处理,与环氧树脂^[10]、酚醛树脂^[15]等热固性树脂,以及与聚乳酸^[8]、聚丙烯^[16]等热塑性树脂都有很好的表现。但是复合材料用的苧麻纤维对纤维的要求不同,传统的纤维处理工艺可能并不太适合作为增强材料的处理方法。

近年来,很多研究者致力于苧麻纤维的表面处理^[17-20]来改善苧麻纤维与树脂基体相容性差的问题,依此提高苧麻纤维增强复合材料的力学性能。Xie Yanjun等^[21]研究了硅烷的水解过程以及硅烷和植物纤维之间的相互作用力。M. R. Ismail等^[22]将不同的硅烷偶联剂在丙酮中溶解,占纤维质量的2%,用喷涂法扑在水稻杆纤维表面,然后与聚乙烯醇、苯乙烯混合,模压法制成复合材料。这些处理方法都使苧麻纤维复合材料的力学性能明显提高,但也不可避免地增加了复合材料的制造成本。

笔者从苧麻纤维及织物的制备工艺入手,通过改变或者简化苧麻纤维的处理工艺,研究处理工艺对苧麻纤维的力学性能影响,以及对苧麻纤维增强复合材料力学性能的影响,来找到一种更适合增强材料用苧麻纤维的制备处理工艺。

1 实验部分

1.1 主要原材料

苧麻纤维织物:纤维体密度约为1.55 g/m³,湖南华升洞庭麻业有限公司;

填充型不饱和聚酯:Synolite 9001-I-1,金陵帝斯曼树脂有限公司。

1.2 主要设备及仪器

拉伸强力机:Instron 3360型,英斯特朗公司。

1.3 复合材料制备

采用真空辅助模塑成型(VARI)工艺制备复合材料,将苧麻纤维织物铺覆在真空袋内抽真空,再将不饱和聚酯导入,升温固化,60℃和80℃各一小时,自然冷却至室温,得到复合材料层合板。

1.4 性能测试

(1) 苧麻纤维成分测定。

依据GB 5889-1986,随机分散取麻样,每个重5 g,共3个。依次测试苧麻纤维的水溶物含量、半纤维素含量和木质素含量,再根据以上成分的测定值减去100,得到纤维素含量的数值。

(2) 苧麻纤维强度测试。

根据ASTM D3822-2007的试验方法进行测试。

采用拉伸强力机,将单纤维试样按一定的隔距夹于强力机夹钳,并按一定的速度拉伸直至其断裂,可获得载荷-延伸曲线,通过已知纤维的线密度可计算出试样的断裂强度、拉伸应力、断裂伸长率等数值。每组取20根纤维的平均值,得到最终结果。

(3) 复合材料力学性能测试。

复合材料力学性能在试验机上进行测试。复合材料的拉伸样条为180 mm×20 mm,数量为5条,测试标准为GB/T 1447-2005。复合材料的弯曲样条为80 mm×15 mm,数量为5条,测试标准为GB/T 1449-2005。

2 结果与讨论

实验中不同处理工艺得到的织物见表1。1[#]为化学脱胶处理的坯布,未经过退浆漂白;2[#]为化学脱胶处理的支数较低的半漂布,21×21 S英支;3[#]为化学脱胶处理,支数较高的半漂布,36×36 S英支;4[#]为化学脱胶处理,省去去毛工艺的半漂布;5[#]是化学脱胶处理,将退煮漂白过程简化为热水洗的半漂布;6[#]是生物酶脱胶,同样将退煮漂白过程简化为热水洗的半漂布。

表1 不同织物的处理工艺和编织参数

编号	处理工艺	编织参数
1 [#]	化学脱胶→纺纱	21×21 S英支
2 [#]	化学脱胶→纺纱→去毛→退煮→漂白	21×21 S英支
3 [#]	化学脱胶→纺纱→去毛→退煮→漂白	36×36 S英支
4 [#]	化学脱胶→纺纱→退煮→漂白	21×21 S英支
5 [#]	化学脱胶→纺纱→热水洗	21×21 S英支
6 [#]	生物酶脱胶→纺纱→热水洗	21×21 S英支

将以上6种织物依据标准GB 5889-1986,进行成分分析,结果如图2所示。取苧麻织物中的单根纤维,根据标准ASTM D3822-2007,每种纤维20根,测试其平均纤维强度和断裂伸长率,结果见表2。

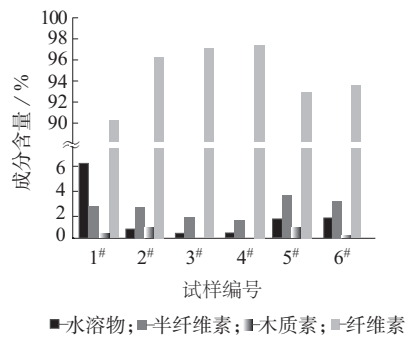


图2 不同织物的各成分含量

将以上6种不同处理方法下得到的苧麻织物通过VARI成型工艺,加工为复合材料层合板,在相同的纤维体积分数下,测试其力学性能,结果见表3。

表 2 不同织物的各成分含量和纤维强度

织物 编号	纤维强度 / MPa	强度离散系 数 / %	断裂伸长 率 / %	断裂伸长率离 散系数 / %
1 [#]	601	68.8	2.63	27.7
2 [#]	609	49.3	3.88	18.4
3 [#]	548	38.4	4.14	16.3
4 [#]	599	56.9	3.31	23.5
5 [#]	528	50.2	2.75	25.1
6 [#]	477	36.3	3.01	22.9

表 3 不同织物增强复合材料的力学性能

试样 编号	纤维体积 分数 / %	拉伸强度 / MPa	拉伸弹性模 量 / GPa	弯曲强度 / MPa	弯曲弹性模 量 / GPa
1 [#]	40	81.46	12.048	132.73	10.054
2 [#]	40	80.71	13.352	128.71	10.783
3 [#]	40	76.76	11.641	126.06	9.637
4 [#]	40	90.35	12.438	149.80	12.162
5 [#]	40	105.15	15.582	145.28	11.691
6 [#]	40	104.02	14.886	146.66	11.135

2.1 退浆处理对复合材料力学性能的影响

1[#]是通常说的坯布,即只经过化学脱胶的处理,并机织为织物,并没有后续的退浆、漂白处理,从图 2 中的成分含量的对比也能看出。1[#]纤维的纤维素含量是 90.2%,是所列纤维中含量最低的,其中水溶性物质的含量高达 6.1%,其中应该含一部分浆料。1[#]织物和 2[#]织物的纤维强度分别是 601 MPa 和 609 MPa,没有太显著的差别;对比 1[#]复合材料和 2[#]复合材料的力学性能,1[#]复合材料的拉伸强度为 81.46 MPa,而 2[#]复合材料的拉伸强度为 80.71 MPa,差别不大,而 1[#]复合材料的弯曲强度为 132.73 MPa,要略高于 2[#]复合材料的 128.71 MPa。从以上数据来看,织物中是否含有浆料,以及含浆料的多少对织物的力学性能以及复合材料的力学性能影响不明显。

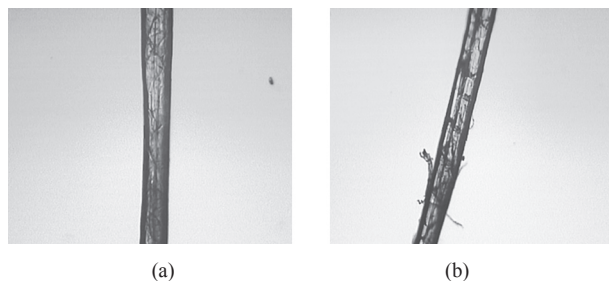
2.2 打纤和精炼处理对复合材料力学性能的影响

表 3 中所列举织物,除 1[#]织物以外,其余织物均为半漂布,以 2[#]织物为基准进行对比。2[#]织物和 3[#]织物两种织物有着不同的纱线规格,2[#]织物是 21×21 英支,3[#]织物是 36×36 英支(英支是指在公定回潮率时质量为 1 磅时,纱线长度是 480 码的倍数),支数越大,所表示的纱线越细,通过换算 21 英支的纱线直径约为 153 μm,36 英支的纱线直径约为 118 μm。而且两种织物在织布时,3[#]织物选取的比 2[#]织物所选纤维细,3[#]织物选的是直径在 20 μm 以下的纤维,2[#]织物选取的纤维直径在 23.8~20 μm 之间。为了得到直径较小的纤维,原麻在脱胶时要经历的脱胶过程更长,还要经过更多打纤、精炼等过程,“打纤”是用机械力除碎

胶质,使纱线更加柔软,接着“精炼”,再次煮炼得到高级细支数的麻纱。通过纤维强度的对比可以看出,3[#]织物纤维强度是 548 MPa,2[#]织物纤维强度是 609 MPa,纤维强度有明显的下降。对比 2[#]复合材料和 3[#]复合材料的力学性能,2[#]复合材料的拉伸强度为 80.71 MPa,3[#]复合材料为 76.76 MPa,2[#]复合材料弯曲强度为 128.71 MPa,3[#]复合材料为 126.06 MPa,再次证明了打纤和精炼对纤维强度有损伤,打纤和精炼程度越重,对纤维强度的伤害越大,还部分影响了复合材料的力学性能。

2.3 去毛工艺对复合材料力学性能的影响

4[#]织物与 2[#]织物相比,省去了去毛工艺,4[#]织物表面的毛羽较多。如图 3 所示,左图是 2[#]织物的纤维在光学显微镜下的表面形貌,右图是 4[#]织物纤维表面形貌,经过了去毛过程的 2[#]织物表面光滑,而未去毛的 4[#]织物,表面还能看到一些毛羽。4[#]织物的纤维强度是 599 MPa 与 2[#]织物的纤维强度 609 MPa 很接近。但通过比较复合材料的力学性能数据,可以看到,2[#]复合材料的拉伸强度为 80.71 MPa,4[#]复合材料拉伸强度为 90.35 MPa,拉伸强度提高了 10% 以上。类似的,在省去了去毛工艺之后,苧麻增强复合材料的弯曲强度也从 128.71 MPa 提升到了 149.80 MPa,提升了 16%。可见纤维表面毛羽的存在可以提高纤维与基体之间的相互作用力,在一定程度上提高了复合材料的力学性能。



a—含去毛工艺的纤维;b—不含去毛工艺的纤维

图 3 不同工艺下苧麻纤维形貌(×100)

2.4 退浆、煮炼及漂白工艺对复合材料力学性能的影响

5[#]织物与 2[#]织物相比,是将退浆、煮炼以及漂白过程改成了一步热水洗的过程,以热水洗来退浆,并省去了用碱液煮练,用氯或氧漂白的过程,大大减少了对纤维破坏的可能性。从图 2 的各成分含量可以看出,2[#]织物的水溶物 0.4% 低于 5[#]织物的水溶物的 2.1%,2[#]织物的半纤维素含量是 2.7% 而 5[#]织物的含量是 3.5%,可见退浆和煮炼过程对浆料和

半纤维素的去除程度比热水洗更彻底。但这种更彻底的退浆效果,从纤维强度上看,经过退煮处理的2[#]织物纤维强度有609 MPa,略高于5[#]织物的528 MPa,断裂伸长率为3.88%也较高,但从最终复合材料的力学性能看,5[#]复合材料的拉伸强度为105.15 MPa,比2[#]复合材料的拉伸强度80.71 MPa提升了30%以上,2[#]复合材料的拉伸弹性模量是13.352 GPa,低于5[#]复合材料的拉伸弹性模量15.582 GPa,其中原因可能是纤维中的半纤维素以及水溶物的存在,与不饱和聚酯基体有相互作用,增加了基体与纤维之间的黏合性,从而提高了复合材料的力学性能。5[#]复合材料的弯曲强度与弹性模量分别是145.28 MPa,11.691 GPa,对比2[#]复合材料的128.71 MPa,10.783 GPa,也证明了部分水溶物和半纤维素成分的存在有助于最终复合材料力学性能的改善。

2.5 不同脱胶工艺对复合材料力学性能的影响

比较5[#]与6[#]两种半漂布,前者使用的传统的化学脱胶工艺,后者使用的是复合生物酶脱胶工艺,后面的处理方式相同,均没有使用退浆、煮炼和漂白过程,而使用热水洗代替。图2所示为两种织物的纤维强度和各成分的含量。使用化学脱胶的5[#]织物半纤维素含量3.5%和木质素含量0.5%均高于生物脱胶的6[#]织物的3.1%半纤维素含量和0.1%的木质素含量。可见生物酶脱胶这种方法对这两种成分去除的针对性更强,作用更彻底。但通过两者的纤维强度比较来看,生物脱胶的6[#]织物的纤维强度并没有优于化学脱胶的5[#]织物,但6[#]织物的断裂伸长率较高。从最终的复合材料力学性能来看,5[#]和6[#]复合材料的拉伸强度分别为105.15 MPa和104.02 MPa,弯曲强度分别为145.28 MPa和146.66 MPa,拉伸弹性模量为15.582 GPa和14.886 GPa,弯曲弹性模量为11.691 GPa和11.135 GPa,数值差别都不大,可见生物酶脱胶和化学脱胶基本可以起到同样的效果,或者说采用什么样的脱胶方式对纤维强度以及复合材料力学性能影响不大。

3 结论

制备了不同处理工艺下的苧麻织物增强复合材料,比较了不同处理工艺下纤维的成分和强度,以及纤维增强复合材料的力学性能,研究了不同处理工艺对纤维的影响,以及对复合材料力学性能的影响,得到结论如下:

(1) 苧麻坯布和半漂布制作的复合材料力学性能相差不大。

(2) 苧麻纤维被处理得越细,其对纤维的力学性能损伤就越大。

(3) 去毛工艺虽然不会损伤纤维的力学性能,但纤维表面毛羽的存在提高了纤维与基体之间的相互作用力,使复合材料力学性能有一定程度的改善。

(4) 对纱线表面胶质或浆料的除去,并不是越彻底越有利于复合材料力学性能的提高,有时部分水溶物和半纤维素成分的存在有助于最终复合材料力学性能的提高。

(5) 生物酶脱胶的处理方法对环境的影响更小,而且对纤维的力学性能以及最终复合材料的力学性能,可以达到与化学脱胶基本相同的效果。

参考文献

- [1] 朱睿,杨飞,周波,等. 中国苧麻的起源、分布与栽培利用史[J]. 中国农学通报,2014,30(12):258-266.
Zhu Rui, Yang Fei, Zhou Bo, et al. Origin, Distribution of boehmeria nivea and its history of cultivation and utilization in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(12):258-266.
- [2] 冷鹃,肖爱平,廖丽萍,等. 自动苧麻化学脱胶试验仪的研制[J]. 中国麻业科学,2016,38(2):79-84.
Leng Juan, Xiao Aiping, Liao Liping, et al. Development of automatic ramie chemical degumming tester[J]. Plant Fibers and Products, 2016, 38(2):79-84.
- [3] 贾满兰,张瑞云,程隆棣,等. 苧麻纤维分段化学成分变化规律研究[J]. 上海纺织科技,2016,44(6):4-7.
Jia Manlan, Zhang Ruiyun, Cheng Longdi, et al. Segment variability of chemical composition of ramie fiber[J]. Shanghai Textile Science & Technology, 2016, 44(6):4-7.
- [4] 陈景浩,卢必涛,王天佑,等. 苧麻微生物脱胶菌株的最佳脱胶条件[J]. 纺织学报,2014,35(12):91-95.
Chen Jinghao, Lu Bitao, Wang Tianyou, et al. Optimal degumming conditions of strains for microbial degumming of ramie[J]. Journal of Textile Research, 2014, 35(12):91-95.
- [5] 蒋国华. 苧麻微生物脱胶研究[J]. 纺织学报,2001,(06):63-64.
Jiang Guohua. A study on ramie retting by microorganism[J]. Journal of Textile Research, 2001, (06):63-64.
- [6] 谢莉敏,陈桂华,吴晓玉,等. 苧麻脱胶工艺的研究进展[J]. 江苏农业科学,2012,40(2):226-228.
Xie Limin, Chen Guihua, Wu Xiaoyu, et al. The research progress of ramie degumming technology[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2012, 40(2):226-228.
- [7] 余苗,陈洪高,王超群,等. 苧麻脱胶共生菌群 RAMCD407 中两株优势菌的分离、鉴定和脱胶能力分析[J]. 中国农业科技导报,

- 2013, 15(04):144-150.
- Yu Miao, Chen Honggao, Wang Chaoqun, et al. Isolation and characterization of two predominant strains from ramie degumming bacterial consortium RAMCD407[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2013, 15(04):144-150.
- [8] 陈旭, 张虎, 刘燕峰, 等. 苧麻纤维 / 玻璃纤维混杂增强不饱和聚酯复合材料的力学性能研究[J]. 玻璃钢 / 复合材料, 2015(11):47-52.
- Chen Xu, Zhang Hu, Liu Yanfeng, et al. Mechanical properties of ramie fiber and glass fiber reinforced unsaturated polyester composites[J]. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2015(11):47-52.
- [9] 刘成诚. PLA / 黄麻多层混纤复合材料耐老化性能的研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.
- Liu Chengcheng. The research of resistance aging performance of the PLA / jute multi-layer composite materials[D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2016.
- [10] 焦学健, 李丽君, 董抒华, 等. 汽车内饰用 PP / 黄麻纤维复合材料力学性能[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(7):13-16.
- Jiao Xuejian, Li Lijun, Dong Shuhua, et al. Mechanical properties of jute fiber reinforced PP composites used by automobile interior[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(7):13-16.
- [11] 程遥辉, 丁武学, 孙宇. 汽车内饰用酚醛树脂 / 黄麻纤维复合材料的拉伸性能[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12):63-67.
- Cheng Yaohui, Ding Wuxue, Sun Yu. Tensile properties of phenolic resin / jute fiber composites used in automotive interior[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):63-67.
- [12] 廖婷婷, 刘汉, 吴宏武. 基于非连续碱处理的剑麻纤维增强聚乳酸复合材料的制备和力学性能[J]. 塑料工业, 2011, 39(12):93-97.
- Liao Tingting, Liu Han, Wu Hongwu. Preparation and mechanical properties of discontinuous alkali treated sisal fiber reinforced PLA composites[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(12):93-97.
- [13] 王春红, 贾瑞婷, 白肃跃, 等. 洋麻 / 芳纶混纺织物增强复合材料的力学性能研究[J]. 玻璃钢 / 复合材料, 2015(3):15-19.
- Wang Chunhong, Jia Ruiting, Bai Suyue, et al. Mechanical performance of kenaf / aramid fiber blended fabric reinforced composites[J]. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2015(3):15-19.
- [14] 陈志军, 柳浩, 罗云英, 等. 阻燃改性苧麻增强环氧树脂复合材料制备及性能研究[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(7):8-11.
- Chen Zhijun, Liu Hao, Luo Yuning, et al. Preparation and properties of flame retardant ramie reinforced epoxy resin composites[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(7):8-11.
- [15] 韦春, 牟秋红, 牛永亮, 等. 剑麻纤维 / 酚醛树脂复合材料的动态力学性能、力学性能和热性能[J]. 材料科学与工程学报, 2005(6):839-842.
- Wei Chun, Mu Qihong, Niu Yongliang, et al. Dynamic mechanical properties, mechanical properties and thermal properties of sisal fibre / phenol formaldehyde composites[J]. Journal of Materials Science and Engineering, 2005(6):839-842.
- [16] 张扬, 温变英, 李晓媛, 等. 苧麻纤维表面修饰对聚丙烯 / 苧麻纤维复合材料性能的影响[J]. 中国塑料, 2014, 28(8):47-51.
- Zhang Yang, Wen Bianying, Li Xiaoyuan, et al. Effects of surface modification of ramie fiber on properties of PP / ramie fiber composites[J]. China Plastics, 2014, 28(8):47-51.
- [17] 李新起. 苧麻纤维表面改性及其车用复合材料的研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2011.
- Li Xinqi. Study on the surface modification of ramie fiber and the fiber reinforced polymer composites for automobile[D]. Changsha: Hunan University, 2011.
- [18] 庾斌. 表面改性苧麻 / PLA 复合材料的界面及力学性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2013.
- Yu Bin. Study on properties of surface modified ramie / poly (lactic acid)(PLA) composites[D]. Shanghai: Dong Hua University, 2013.
- [19] 李莺. 常压等离子体改性苧麻增强热塑性树脂基复合材料界面性能的研究[D]. 上海: 东华大学, 2015.
- Li Ying. The influence of atmospheric pressure plasma treatment on the interfacial properties of ramie reinforced thermoplastic composite[D]. Shanghai: Donghua University, 2015.
- [20] 刘璇. 苧麻纤维表面改性对其复合材料力学性能影响的研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2017.
- Liu Xuan. Study on the influence of ramie fiber modification on mechanical properties of the composite[D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic University, 2017.
- [21] Xie Yanjun, Hill Callum A S, Xiao Zefang, et al. Silane coupling agents used for natural fiber / polymer composites: A review[J]. Composites: Part A, 2010, 41:806-819.
- [22] Ismail M R, Ali A M Y, Hassan M H A, et al. Effect of silane coupling agents on rice straw fiber / polymer composites[J]. Applied Composite Materials, 2012, 19(3-4):409-425.

安溪 10 亿元打造“七层共挤薄膜”项目

法国玛尚公司和南安双源包装有限公司签约, 在安溪合资兴建七层共挤高阻隔薄膜项目, 该项目总投资 10 亿元, 规划建设四条生产线, 年产七层共挤高阻隔薄膜 4 万 t, 投产后年产值可达 15 亿元。据悉, 这个项目位于官桥镇湖里园, 目前已完成选址、征地工作, 正在进行规划设计, 将于 2018 年

1 月启动建设, 于 2019 年上半年投产。

投资方法国玛尚公司总裁玛尚和南安双源包装有限公司董事长傅琦辉一致认为, 之所以把该项目落地安溪, 是因为看好安溪位于闽南金三角中心的优越区位条件, 项目所处区域官桥镇湖里园环拥泉州、厦门、漳州、三明、龙岩五市, 交通非常便利。

(东南网)