

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.04.021

GF 表面的多步接枝改性及其对 PP/GF 复合材料拉伸性能的影响^{*}

刘泽宇^{1,2}, 张乐涛¹, 何伟¹, 鄧轲轲^{1,2}, 张学敏^{1,2}, 张亚刚^{1,3,4}

(1. 中国科学院新疆理化技术研究所, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 新疆工程学院, 乌鲁木齐 830091; 4. 乌鲁木齐隆成实业有限公司, 乌鲁木齐 830022)

摘要:为提高热塑性树脂聚丙烯(PP)与玻璃纤维(GF)之间的界面相容性和粘结强度,提出了一种对GF三步浸渍的方法,将GF逐步用(3-氨丙基)三乙氧基硅烷(γ -APS),1,6-己二异氰酸酯(HDI)及苄胺或十八胺处理,从而在GF表面接枝上长的分子链。利用接触角测定仪、衰减全反射傅立叶变换红外光谱(ATR-FTIR)仪和X射线光电子能谱(XPS)仪等手段,对改性后的GF表面进行了表征,证明了接枝反应的成功进行。将不同方法改性的GF与PP制备成单向PP/GF复合材料,对其进行了拉伸性能测试。结果表明,随着GF表面接枝的碳链增长,复合材料的拉伸强度逐渐增大。

关键词: 玻璃纤维; 表面改性; 接枝; 聚丙烯; 复合材料

中图分类号: TQ327.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)04-0103-06

Multi-Step Modification of Glass Fiber Surface and Its Influence on Tensile Properties of PP/GF Composites

Liu Zeyu^{1,2}, Zhang Letao¹, He Wei¹, Zhi Keke^{1,2}, Zhang Xuemin^{1,2}, Zhang Yagang^{1,3,4}

(1. Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, The Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;
2. University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi 830091, China;
4. Urumqi Longcheng Industrial Co. Limited, Urumqi 830022, China)

Abstract: In order to improve the interface compatibility and adhesion strength between thermoplastics resin polypropylene(PP) and glass fiber(GF), a three-step GF surface modification method was developed. With this method, GF was treated by 3-aminopropyltriethoxysilane(γ -APS), 1,6-diisocyanatohexane(HDI) and benzylamine or octadecylamine stepwise, so that organic chain structure was successfully grafted onto GF surface. The surface modified GF was characterized by contact angle measurement, ATR-FTIR and XPS. Results show that the surface modification method is efficient and successful. The effect of the grafting on the tensile strength of GF/PP composites was investigated by tensile test. It is found that the tensile strength of the composites is significantly increased with the lengthening of grafted chain. Thus, modified GF by this method can considerably enhance the tensile strength of PP/GF composites.

Keywords: glass fiber; surface modification; grafting; polypropylene; composite

玻璃纤维(GF)具有拉伸强度大的特点^[1], GF增强复合材料是当前最重要的复合材料之一,因其质轻、高强和综合力学性能优异,在高性能复合材料领域倍受青睐^[2]。热塑性塑料的弹性模量和强度比较小,因而用GF对热塑性塑料进行增强是一个研究热点。

GF与树脂基体间由于表面性质的差异,致使两者难以较好的分散和结合^[3]。偶联剂常被用于改善纤维与树脂间界面粘结强度,但对于不含活性官能团和极性基团的热塑性树脂,由于偶联剂难以有效地与基体树脂发生化学或物理的力作用,偶联剂对

热塑性塑料的偶联效果不理想。为了解决这一难题,以硅烷接枝聚合物作为大分子偶联剂^[4]、在GF表面接枝上聚合物^[5]以及用稀土元素处理^[6]等方法被发明。笔者提出了一种GF表面多步接枝改性的

^{*} 国家自然科学基金(21472235, 21464015), 人力资源和社会保障部留学回国人员择优支持基金(Y42B601501)

联系人: 张亚刚, 博士, 研究员, 主要从事纤维增强树脂基高分子复合材料、分子识别与分子印迹聚合物、煤化工和石油化工中的绿色化学和清洁工艺等方面的研究

收稿日期: 2015-01-22

方法,在 GF 表面接枝上长的有机分子链或超分子官能团。这些长链结构或超分子官能团不但可以形成诸如刺激响应、动态识别及自修复材料等^[7],而且可以更好地与基体树脂分子发生穿透和纠缠作用,从而提高 GF 与树脂的界面粘结强度^[8],并提高 GF 增强热塑性塑料的力学性能^[9]。与制备硅烷接枝树脂等其它手段相比,本方法使用相对廉价的硅烷和异氰酸酯,即可较容易地通过表面接枝而实现对 GF 的改性。

异氰酸酯是一类具有活泼亲电子官能团的试剂,能够高效和快速地与羟基及氨基等反应。M. S. Hasan 等^[10]用 1,6-己二异氰酸酯(HDI)对磷酸盐基玻璃棒进行表面改性,发现通过 HDI 改性可以提高玻璃棒与聚乳酸树脂间的界面剪切强度(IFSS),并且改善玻璃的润湿性和降解速率。但是异氰酸酯与 GF 表面的羟基的反应条件比较苛刻,而且反应速率比较低,而硅烷能较快地与 GF 表面的羟基反应。因而笔者设计了一种多步改性过程,将 GF 先后用(3-氨丙基)三乙氧基硅烷(γ -APS), HDI 和苕胺或十八胺进行浸渍处理。为了证明接枝的有效性,对改性的 GF 进行了表面表征。同时,将经过不同处理的 GF 与聚丙烯(PP)复合,制得单向 PP/GF 复合材料,进行了拉伸性能测试。

1 实验部分

1.1 主要原材料

无碱 GF 连续无捻粗纱:EDR14-1000-988A,直径 14 μm ,巨石集团有限公司;

HDI:纯度大于 99%,Acros Organics 公司;

苕胺:纯度大于 98%,阿法埃莎(中国)化学有限公司;

十八胺:纯度 90%,Acros Organics 公司;

(3-氨丙基)三乙氧基硅烷(γ -APS):纯度 98%,阿法埃莎(中国)化学有限公司;

PP:K8003,中国石油天然气股份有限公司独山子石化分公司。

1.2 主要仪器与设备

热压机:R-3212 型,武汉启恩科技发展有限公司;

衰减全反射傅立叶变换红外光谱(ATR-FTIR)仪:Nicolet 6700 型,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;

接触角测量仪:JC2000DM 型,上海中晨数字技术设备有限公司;

X 射线光电电子能谱(XPS)仪:ESCALAB 250Xi 型,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;

微机控制电子万能测试机:C43.104 型,美特斯工业系统(中国)有限公司。

1.3 GF 的表面改性

由于所购买的 GF 表面含有浸渍剂涂层,因而需要先将 GF 在马弗炉中 500℃处理 1 h,将表面的有机物全部去除干净。接着将 GF 用质量分数 2% 的 γ -APS 的乙醇和水溶液(乙醇与水的体积比为 20:1)进行第一步浸渍处理;然后利用质量分数 2% 的 HDI 的甲苯溶液对其进行第二步浸渍处理,利用 HDI 的异氰酸酯基团与 γ -APS 的氨基的反应,在 GF 表面接枝上 HDI 分子;最后用质量分数 2% 的十八胺或苕胺的二氯甲烷溶液对 GF 进行第三步浸渍处理,利用 HDI 的另一个异氰酸酯基团与氨基的反应。并在每一步浸渍处理后进行干燥和老化,使 GF 表面的接枝反应进行彻底。具体原理如图 1 所示,不同方法改性的 GF 如表 1 所示。

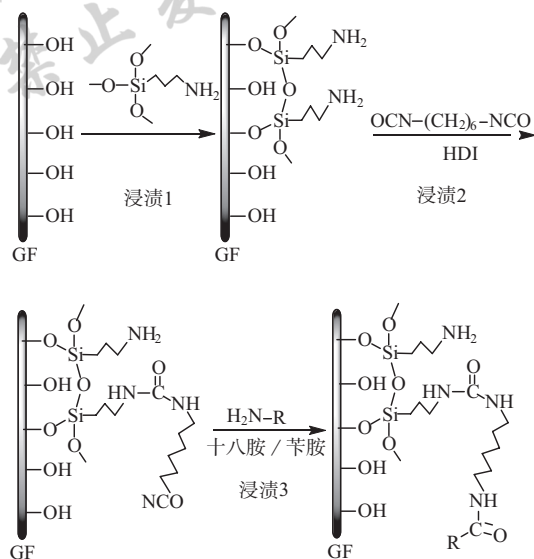


图 1 接枝反应原理

表 1 不同方法改性 GF 各步处理溶液的组成

编号	改性方法	第一步	第二步	第三步
A	未处理			
B	一步处理	2% γ -APS		
C	两步处理	2% γ -APS	2% HDI	
D	三步处理	2% γ -APS	2% HDI	2% 十八胺
E	三步处理	2% γ -APS	2% HDI	2% 苕胺

1.4 试样制备

采用热压成型的方法,将 GF 与 PP 复合,GF 的质量分数为 5.8%。热压条件为:先在 190℃下预热 2 min,然后在 190℃和 15 MPa 下保压 5 min,

最后在 15 MPa 下用循环水冷却至 35℃。采用三层 PP 薄片夹两层 GF 的汉堡式复合方式,先将 GF 用胶带固定在模具上呈绷直状,再往两面各盖一层 PP 薄片,然后置于热压机中热压成型,制得单向 PP/GF 复合材料。

参照 ASTM D638-2010 中的 IV^B 类试样制备试样,厚度 1 mm。为了便于在模具上铺放 GF,将中间平行段的宽度由 IV^B 类试样中的 6 mm 改为 10 mm。

每种方法改性的 GF 制备 12 个单向 PP/GF 复合材料试样。

1.5 性能测试与表征

用 ATR-FTIR 仪、XPS 仪和接触角测试仪等对改性前后的 GF 表面进行表征,以评价 GF 表面接枝改性的有效性。用于表面表征的 GF 都依次用丙酮和二氯甲烷清洗,以洗掉物理吸附的浸渍组分。

ATR-FTIR 测试:采用衰减全反射(ATR)附件,室温下进行测试。

XPS 测试:将 GF 用双面胶粘在 1 cm×1 cm 的玻璃片上进行 XPS 测试,单色 Al K_α(1486.6 eV)为 X 射线源,X 射线功率 200 W,500 μm 束斑,结合能以 C1s 的结合能 284.8 eV 作为校准。

接触角测试:室温下(20℃),将单根 GF 固定于纤维支架上后放置在测试台上,采用喷洒的方法,在 GF 表面喷洒上超纯水的小液滴,用连续快拍的方法捕捉图像。挑选最佳的图片采用量角法进行接触角测量,每种改性的 GF 中取 10 根进行测试,每根测试 5 个点,总共测试 50 个数据点,取其平均值。

拉伸测试按 ASTM D638-2010 测试,标距 25 mm,横梁间距离 65 mm,拉伸速率 5 mm/min。每种方法改性的试样各取 12 个进行测试,选取其中断裂合格的试样,计算得到拉伸强度的平均值。

2 结果与讨论

2.1 接触角测量

GF 与 PP 的表面性质差异很大,影响着 PP 对 GF 的润湿和 GF 在 PP 中的有效分散,从而影响着 PP/GF 复合材料的界面粘结强度。固体表面的接触角可以反映液体对其的润湿性能,因此对 GF 进行接触角测量,可以很好地表征表面改性对 GF 表面性质的影响。图 2 为不同改性方法处理的 GF 表面接触角。

从图 2 可以看出,表面改性可以明显地提高 GF 的接触角。 γ -APS 浸渍处理后,在 GF 表面接枝上

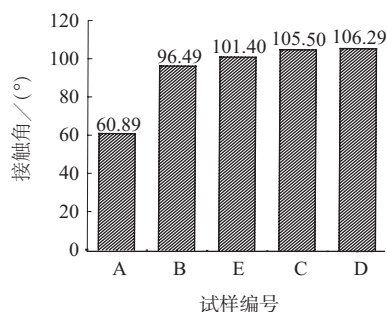
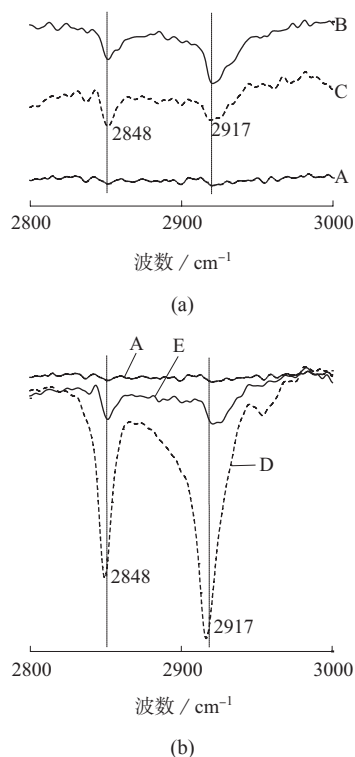


图2 不同改性方法处理的GF表面接触角

硅烷的寡聚物,硅烷上的有机基团促使GF表面的接触角明显升高。硅烷改性后再用HDI浸渍,GF表面接枝的有机链增长,表面的疏水性随之增大,因此接触角相对硅烷改性后有所增大。在用苕胺或十八胺进行第三步浸渍后,GF表面接枝的有机链进一步拓展,接触角进一步发生细微变化。其中,十八胺接枝的GF的接触角明显高于苕胺接枝的接触角。这主要归因于十八胺具有更长的碳链,并且十八胺比苕胺更容易迁移到GF表面与异氰酸酯基团反应。因此,通过用接触角的表征,可以确定改性后的GF更加疏水,可以更好地被树脂润湿,从而获得更好的界面粘结强度。

2.2 ATR-FTIR 分析

图3为表面改性后的GF的ATR-FTIR谱图。



a—A, B, C 的对比谱图; b—A, D, E 的对比谱图

图3 表面改性后GF的ATR-FTIR谱图

从图 3a 可以看出, γ -APS 处理后的 GF 在 2917, 2848 cm^{-1} 处出现明显的吸收峰, 用 HDI 进行进一步处理后, 这两处同样有强烈的吸收峰, 而未处理的 GF 在这两处却无吸收峰。从图 3b 可以看到, 用苄胺或十八胺进行第三步处理后, 也同样有这两个强度很高的吸收峰, 而且用十八胺改性后的吸收峰最强。2917 cm^{-1} 处的吸收峰对应 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{CH}_2-$ 基团的 C—H 反对称伸缩振动峰, 2848 cm^{-1} 处对应 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{CH}_2-$ 基团的 C—H 对称伸缩振动峰, 因此这两个峰的强度反映着 GF 表面上有机物的含量。相比未处理的 GF, 改性 GF 在这两个波数处有明显的吸收峰, 直接表明了有机分子成功地接枝到 GF 的表面上。而十八胺处理后的吸收峰最强可作如下解释: 十八胺含有更多的 C—H 基团, 而且十八胺相对苄胺更容易迁移到 GF 表面并与异氰酸酯基团反应。

2.3 XPS 分析

XPS 的全扫描谱扫描范围为 0 ~ 1350 eV, 然后对 GF 表面的 C, N, O, Si, Ca 五种元素进行特征峰的高分辨扫描。在保持测试条件恒定的条件下, X 射线对 GF 的穿透深度是基本恒定的, Ca 是 GF 的结构组成成分, 在 GF 表面的有机接枝层中并不含有, 而 C 和 N 元素则是接枝层中特有的。因此通过比较 C/Ca 和 N/Ca 值的大小, 可以判断不同方法改性的 GF 表面接枝层的厚度^[11]。

表 2 为 GF 表面元素的原子百分含量。

表 2 GF 表面元素的原子百分含量

GF 编号	C	N	O	Si	Ca	C/Ca	N/Ca	O/Ca	Si/Ca
A	36.79	1.48	42.57	17.74	1.42	25.91	1.04	29.98	12.50
B	59.78	7.44	20.99	10.98	0.81	73.80	9.19	25.91	13.56
C	66.76	7.9	17.05	7.87	0.42	158.95	18.81	40.60	18.74
D	80.15	7.26	8.84	3.34	0.41	195.49	17.71	21.56	8.15
E	70.79	11.31	12.87	4.57	0.47	150.62	24.06	27.38	9.72

从表 2 可以看出, 相对于未处理的 GF, 改性后的 GF 的 C 和 N 原子含量, 以及 C/Ca 和 N/Ca 值都发生明显变化。 γ -APS 处理后的 GF 的 C 和 N 原子含量比未处理 GF 明显提高, 这是因为 γ -APS 中的 C 原子增加了 GF 表面的 C 原子含量, 而氨基则增加了 N 原子含量。同时, γ -APS 处理的 GF 的 Ca 原子含量从 1.42% 显著地降低到 0.81%, 而 C/Ca 和 N/Ca 值明显增大, 证明 GF 表面形成了一层较厚的硅烷寡聚体层。当 GF 进一步用 HDI 浸渍处理后, C 和 N 原子含量进一步大幅提高, 这是因为 HDI 改性后 GF 表面接枝上了更长的 C 链,

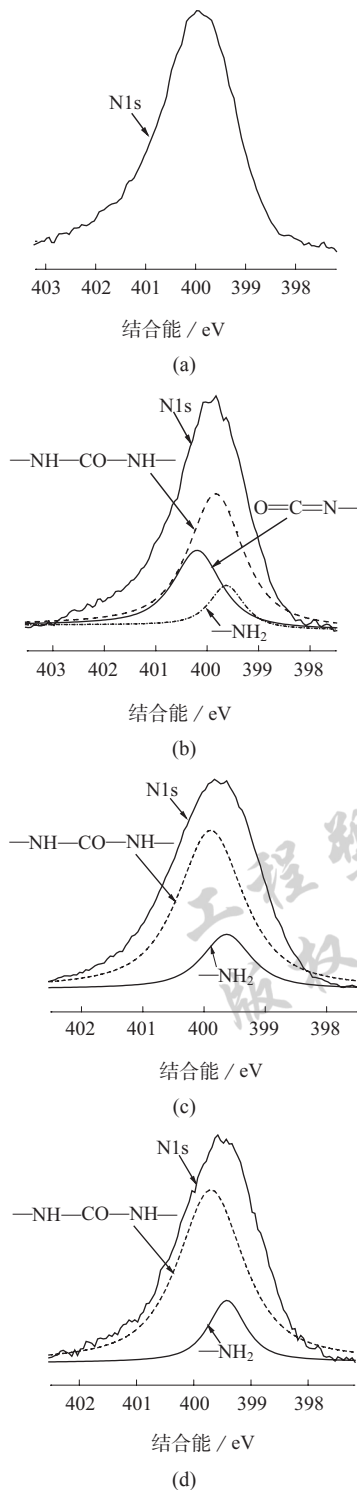
而 HDI 中异氰酸酯基团中的 N 原子则进一步增加了 N 原子含量。同时, Ca 原子含量同样显著降低, 而 C/Ca 和 N/Ca 值增大, 表明接枝在 GF 表面的有机分子层进一步变厚。在用十八胺或苄胺进一步浸渍处理后, 由于它们含有较多的 C 原子, 从而使得 GF 表面 C 原子含量继续增大。由于十八胺含有更多的 C 原子, 而且十八胺相对苄胺更容易迁移到 GF 表面并与异氰酸酯基团反应, 因而十八胺处理后的 GF 表面 C 原子含量比苄胺的大。而 Ca 原子含量及 C/Ca 和 N/Ca 值的变化不明显, 并且变化无规律。这是由于十八胺或苄胺进一步接枝后, 对表面有机层的厚度影响不再明显。

图 4 是对 N 元素的高分辨扫描数据进行分峰处理后的 XPS 谱图。

从图 4 可以看出, 由于 γ -APS 只含有 $-\text{NH}_2$ 一个含氮基团, 所以 γ -APS 处理后的 GF 表面的 XPS 谱图的 N1s 峰是一个单峰 (见图 4a)。而用 HDI 进一步处理后, N1s 峰是一个三重峰 (见图 4b)。这是因为 GF 表面将形成 3 种不同化学环境的 N 原子: HDI 中一个异氰酸酯基团与氨基反应形成 $-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}-$, HDI 剩余的另一个异氰酸酯基团 $-\text{NCO}$, 以及 γ -APS 残留的一些未参与反应的 $-\text{NH}_2$ 。当用苄胺或十八胺进行第三步浸渍处理后, 它们的氨基会与 HDI 剩余的另一个异氰酸酯基团全部发生反应, 此时 GF 表面将形成两种不同环境的 N 原子: 异氰酸酯基团与氨基反应形成 $-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}-$, 以及 γ -APS 残留的一些未参与反应的 $-\text{NH}_2$ 。因而此时的 N1s 峰是一个二重峰 (见图 4c 和图 4d)。这些不同化学环境的 N 原子的峰的出现, 印证了接枝反应已成功进行。

2.4 力学性能分析

单向纤维增强复合材料的拉伸性能不但可以体现复合材料的力学性能, 而且能够反映纤维与基体树脂的界面粘结强度^[12]。图 5 为不同方法处理的 GF 制得的单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度。从图 5 可以看出, 相对于纯 PP, PP/GF 复合材料的拉伸强度显著提高。用硅烷 γ -APS 处理后, PP/GF 复合材料的拉伸强度从 43.7 MPa 显著提高到 51.95 MPa。这是因为硅烷改性后的 GF 与 PP 具有更好的亲和能力, 而且接枝在 GF 表面的硅烷形成的寡聚体可以与 PP 基体纠缠, 形成互穿网络结构 (IPN), 因而提升了 GF 与 PP 间界面的粘结强度, 从而使 PP/GF 复合材料具有更大的拉伸强度。而进



a—B ; b—C ; c—E ; d—D

图4 不同表面处理 GF 的 XPS 谱图

一步用 HDI 处理后,由于 HDI 所含的碳链长度相对于 γ -APS 增大有限,因而 PP/GF 复合材料的拉伸强度基本不变。但当用苄胺或十八胺进一步处理后,GF 表面接枝的碳链逐步变长,从而促使 PP 能更好地润湿 GF 表面。更重要的是,接枝上的碳链越长,

越有利于与 PP 分子发生纠缠,从而具有更强的界面粘结强度和拉伸强度。而用十八胺处理过的 GF,其单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度最大,这是由于十八胺处理的 GF 接枝上了最长碳链,而且十八胺相对于苄胺更容易迁移到 GF 的表面并与异氰酸酯基团发生反应,形成了更多接枝的有机链。

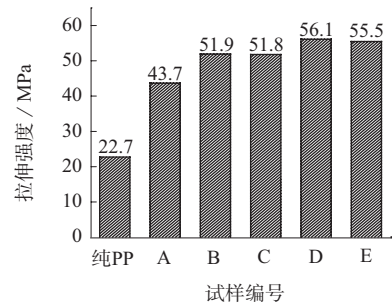


图5 不同方法处理的 GF 制得的单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度

3 结论

(1) 通过接触角测量及 ATR-FTIR 和 XPS 等表面表征手段,证明了逐步用 γ -APS, HDI 及苄胺或十八胺处理后,GF 表面成功接枝上了有机长链。同时,接触角测试表明,改性后的 GF 更加疏水,可以更好地被 PP 润湿,从而可以获得更大的界面粘结强度。

(2) 用 γ -APS 处理后,单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度显著提高。

(3) 用苄胺或十八胺进一步处理后,玻纤表面接枝的有机分子链进一步变长,单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度进一步提高。

(4) 十八胺处理过的 GF 表面具有最长的分子链,制得的单向 PP/GF 复合材料的拉伸强度最大。

参考文献

- [1] Stickel J M, Nagarajan M. Glass fiber-reinforced composites: From formulation to application[J]. International Journal of Applied Glass Science, 2012, 3(2): 122-36.
- [2] Sathishkumar T P, Satheeskumar S, Naveen J. Glass fiber-reinforced polymer composites—a review[J]. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2014, 33(13): 1 258-1 275.
- [3] Jones F R. A review of interphase formation and design in fibre-reinforced composites[J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2010, 24(1): 171-202.
- [4] Li Yin, Lin Qunfang, Chen Lingxia, et al. Novel route to control interfacial properties of glass fiber-reinforced polystyrene composites via a photo-cross-linkable block copolymer coupling agent[J]. Composite Interfaces, 2011, 18(7): 551-556.
- [5] Etcheverry M, Ferreira M L, Capiati N J, et al. Strengthening of polypropylene-glass fiber interface by direct metallocenic

- polymerization of propylene onto the fibers[J]. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2008, 39(12): 1915-1923.
- [6] 上官倩雯. 稀土改性剂对玻璃纤维增强不饱和聚酯复合材料力学性能的影响[J]. 机械工程材料, 2010, 34(8): 72-87.
- Shangguan Qianqian. Effect of rare earth modifier on mechanical properties of glass fiber reinforced unsaturated polyester composite[J]. Materials for Mechanical Engineering, 2010, 34(8): 72-74, 87.
- [7] Eli W, Zhang Yagang. Quadruply hydrogen bonding modules-versatile building blocks for polymeric material design-beyond entanglements[J]. Current Organic Chemistry, 2013, 17(24): 3064-3072.
- [8] Zdyrko B, Luzinov I. Polymer brushes by the "grafting to" method[J]. Macromolecular Rapid Communications, 2011, 32(12): 859-869.
- [9] Li Yin, Lin Qunfang, Chen Lingxia, et al. Assembly of triblock copolymer brush at glass fiber / polystyrene interface and its effect on interfacial shear strength[J]. Composites Science and Technology, 2009, 69(11-12): 1919-1924.
- [10] Hasan M S, Ahmed I, Parsons A J, et al. The influence of coupling agents on mechanical property retention and long-term cytocompatibility of phosphate glass fibre reinforced PLA composites[J]. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2013, 28: 1-14.
- [11] Liu Xiaomin, Thomason J L, Jones F R. XPS and AFM study of interaction of organosilane and sizing with e-glass fibre surface[J]. Journal of Adhesion, 2008, 84(4): 322-338.
- [12] Zhuang R, Burghardt T, Plonka R, et al. Affecting glass fibre surfaces and composite properties by two stage sizing application[J]. eXPRESS Polymer Letters, 2010, 4(12): 798-808.

克劳斯玛菲推出新型 MX 系列超高锁模力注塑机

随着 MX 5500 注塑机的推出,机械生产商克劳斯玛菲已经实现了一个新的里程碑。这是克劳斯玛菲自成立以来推出的最大注塑机,锁模力高达 5 500 t。

这家总部位于德国慕尼黑的塑机供应商与 Weber 公司密切合作,制造了庞大的 MX 5500-75000 / 75000 注塑机,成功为其提供系统解决方案。自 2014 年 10 月以来,Weber 利用这台机器为全球市场制造大容量垃圾箱。为了扩大产能,确保灵活性,Weber 还购置了另一台大型机器:MX 4500-75000。

Weber 需要两台大型注塑机来生产容积为 660 ~ 1 100 L 的垃圾箱,并需要购买新的模具。“大容积垃圾箱的制造需要用到大型模具。高注射量和较长的流动路径要求机器具备很高的锁模力,”Weber 总经理 Helmut Guntermann 解释道,“新注塑机的锁模力至少必须达到 4 500 t 或 5 500 t。克劳斯玛菲的新设备符合我们的要求,提供了一个最佳选择。”

对于使用 150 t 重型模具的加工业务,这款大型注塑机是最佳配置,具备可靠的加工性能。克劳斯玛菲指出了该注塑机的一些细节,比如机床的坚固设计,模具固定压台以及延长并加宽的滑瓦。

MX 系列大型注塑机的主要特征是配备了克劳斯玛菲研发的液压机械动力双压板合模装置。注塑机的设计非常紧凑,生产速度很快,而且对维护的要求较低。

“此外, MX 系列的得分点还在于其高熔体质量和极佳的注射量稳定性。”克劳斯玛菲工程设计总监 Klaus Wimberger 说道。

MX 5500 和 MX 4500 新型注塑机都额外配备了自动化解决方案,尤其值得一提的是一个 LRX 1000 线性处理单元(左右行程达 3 000 mm)。(中塑在线)

新型环保热塑性塑料可塑成任何形状

近日,有美国媒体报道,由美国宾夕法尼亚州立大学工程学与力学教授迈利克·德米雷尔领导的研究小组,通过复

制在鱿鱼触须吸盘中提取的蛋白质复合体“鱿鱼环牙”,制造出一种新型环保热塑性塑料。

据美国《新闻周刊》网站 2015 年 1 月 11 日报道,德米雷尔称他们制造的这种环保材料具有卓越的力学性能,为包括药物给送、材料涂层、组织工程和湿性粘合剂在内的广泛应用提供了独特的机遇。这项研究成果发表在 2014 年 12 月 17 日出版的美国《先进功能材料》杂志上。

德米雷尔说,以前他研究的材料不能被轻易改造成不同的形状,这就限制了它们在实际生活中的应用。而“鱿鱼环牙”是一种结构蛋白质,类似于半晶体结构的蚕丝,利用已有百年历史的聚合物加工技术和最近的 3D 打印技术,可以将其塑造成任何几何形状。

德米雷尔说,即使捕获世界上所有的鱿鱼,从鱿鱼触须吸盘中提取的“鱿鱼环牙”数量也非常有限。为制造更多这种物质,该研究小组采用了常见的细菌发酵技术。

首先,研究人员从鱿鱼体内提取基因,然后将其植入大肠杆菌。德米雷尔说,这个过程与酿酒类似,不同的是发酵产生的不是酒精,而是合成的“鱿鱼环牙”。

目前,研究小组每天可以生产 30 ~ 40 g 的“鱿鱼环牙”。他们还进行了一些旨在降低生产成本的技术改进。现在生产“鱿鱼环牙”的成本已由 50 美元 / g 降至 100 美元 / kg。德米雷尔说,他们打算用藻类代替细菌,以进一步降低生产成本。

德米雷尔说,这种新型环保热塑性塑料相较传统塑料有几大优势。首先,它比碳基材料轻,而且具备多种功能,可以将其生产成光纤和薄膜。其次,由于它是蛋白质,因此可以生物降解。另外,人们可以在生产开始时修改基因特性,以使生产出来的材料满足不同的需求。最后,与传统塑料相比,这种热塑性塑料的生产过程消耗的能源较少,更加环保。传统塑料是由原油等石化燃料或合成原油经过高温精炼制成,而“鱿鱼环牙”热塑性塑料可以在室温下生产。

(全球再生塑料网)