

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.04.019

PBT/CF 导热复合材料的制备与研究

洪玉琢,朱健,冯正明,戚嵘嵘

(上海交通大学化学化工学院,上海 200240)

摘要: 为了提高聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 的热导率,采用碳纤维 (CF) 作为导热填料,制备了 PBT/CF 复合材料,并研究了复合材料的热导率和力学性能等。结果表明,CF 的加入能够显著提高 PBT/CF 复合材料的热导率,且热导率具有方向性,PBT/CF 复合材料层内方向的热导率高于层间方向的热导率;当 CF 用量为 50 份时,PBT/CF 复合材料的层内热导率和层间热导率分别为 $1.034 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 和 $0.635 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,相比于纯 PBT 的 $0.237 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,分别提高了 336% 和 168%;随 CF 用量的增加,复合材料的拉伸强度呈现先上升后降低的趋势,当 CF 用量为 20 份时,复合材料的拉伸强度达到最大值,为 91.5 MPa,断裂伸长率逐渐降低;Lewis-Nielsen 模型对 PBT/CF 复合材料热导率的模拟效果较好,可以预测不同 CF 用量时复合材料的热导率。

关键词: 聚对苯二甲酸丁二酯;碳纤维;热导率

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)04-0092-06

Preparation and Research of Thermally Conductive PBT/CF Composites

Hong Yuzhuo, Zhu Jian, Feng Zhengming, Qi Rongrong

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: In order to improve the thermal conductivity of poly(butylene terephthalate)(PBT), carbon fiber(CF) was chosen as the conductive filler. PBT/CF composites were prepared, and the thermal conductivity, and the mechanical properties of the composites were researched. The results show that CF can enhance observably the thermal conductivity of PBT/CF composites, and the thermal conductivity is different in different direction. The in-plane and through-plane thermal conductivity is $1.034 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ and $0.635 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ with 50 phr CF, which is increased by 336% and 168% compared with the pure PBT. The tensile strength of PBT/CF composites first increases and then decreases with the increase of CF, the tensile strength is 91.5 MPa with 20 phr CF, reaching the maximum strength; the elongation at break decreases with the increase of CF. The Lewis-Nielsen model simulates thermal conductivity of the composites well and can be used to predicted the thermal conductivity well with different CF content.

Keywords: poly(butylene terephthalate); carbon fiber; thermal conductivity

聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 是五大工程塑料之一,因其优异的强度和硬度、低温高韧性、高抗应力开裂,高耐油耐溶剂,低热膨胀系数和良好的加工性^[1],广泛应用于发光二极管、电子封装,节能灯,热交换器、热障涂层等领域^[2-5]。但 PBT 本身的热导率比较低,限制了其应用范围,需要对其进行导热改性。

目前对 PBT 的改性主要集中于增强改性和阻燃改性^[1,6-7],如 PBT/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS) 体系、PBT/聚碳酸酯 (PC) 体系等,PBT 的卤系、氮系、磷系元素或无机阻燃剂的阻燃改性等;但是,PBT 的导热改性研究报道较少。李国林等^[8-9]在 PBT/聚酰胺 (PA) 体系中加入 MgO,在改善阻燃性的同时,提高了体系的热导率。但是在

MgO 含量比较高时,热导率低于 $0.8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,对热导率的改善不太明显。

碳纤维 (CF) 是一种质轻、强度高、耐热、具有较高热导率和电导率的纤维,将 CF 加入聚合物中,能够在一定范围内提高聚合物力学性能的同时,还能够提高聚合物的导热和导电性能,是一种理想的导热填料。但是,CF 具有一定的方向性,当在 PBT 中加入 CF 后,PBT/CF 复合材料的热导率可能具有一定的方向性,不同方向的热导率可能不一样,因此笔者测定了 PBT/CF 复合材料的层间方向和层内方向的热导率。同时,利用 Lewis-Nielsen 模型对 PBT/CF 复合材料的热导率进行模拟,期望既可以

联系人:戚嵘嵘,博士,副教授,主要研究方向为高分子材料改性

收稿日期:2015-01-26

预测不同 CF 含量时 PBT/CF 复合材料的热导率,又可以通过该模型中表征 CF 方向性的参数,验证 CF 在 PBT 基体中具有方向性。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PBT: 1130,南通星辰合成材料有限公司;

CF: 长度为 7~10 μm ,南京维达复合材料有限公司;

抗氧化剂: 1010, 168, 汽巴精化(中国)有限公司。

1.2 主要仪器与设备

哈克密炼机: HAAKE Polylab OS 型,德国热电卡尔斯鲁赫有限公司;

平板硫化机: XLB 型,湖州顺利橡胶机械有限公司;

万能电子拉力机: Instron4465 型,美国 Instron 公司;

场发射扫描电子显微镜 (FESEM): Nova ManoSEM 450 型,美国 FEI 公司;

激光光散射仪: LFA-447 Nanoflash 型,德国 Netzsch 公司。

1.3 试样制备

将 PBT 和 CF 以及抗氧化剂按照表 1 配方加入哈克密炼机中,温度为 230℃,转速为 30 r/min,混合 10 min,将得到的混合物在平板硫化机上于 250℃ 压制 5 min 成型,然后将压得的平板裁剪成所需形状进行测试。

表 1 PBT/CF 复合材料配方 份

PBT	CF	抗氧化剂 1010	抗氧化剂 168
100	0	0.5	0.5
90	10	0.5	0.5
80	20	0.5	0.5
70	30	0.5	0.5
60	40	0.5	0.5
50	50	0.5	0.5

考虑到 CF 具有一定的长径比,在模压过程中,在熔体流动及压力的作用下,得到的压制薄板试样中,CF 可能大部分以平行于试样平面的方向(层内方向)排列,而垂直于试样平面的方向(层间方向)排列的较少,如图 1 所示。这导致层内方向和层间方向的热导率不一样,而在测定热导率时,只能测试垂直于试样平面的方向,即层间方向。为了测定试样层内方向的热导率,笔者设计了如下实验思路(见图 1),将多个 1 mm 厚的薄板试样堆叠,然后再熔融成块,取其层内方向的薄板制备试样,测其层内方向的热导率。

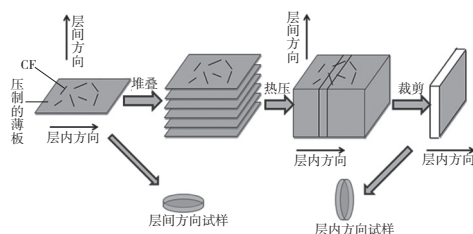


图 1 不同方向 PBT/CF 复合材料导热试样的制备

1.4 性能测试

拉伸性能按 ASTM D790-2010 测试。

热导率测试: 热导率由式 (1) 计算得到,其中热扩散系数 α 依据 ASTM E1461-2007 测试,将试样制成直径为 12.7 mm、厚度为 1~2 mm 的平板形状,其厚度大小视试样的热导率大小而定,试样的热导率越低,其厚度越薄。然后再在其表面均匀涂上一层导热石墨,可测得试样的热扩散系数 α ; 试样的比热容 C_p 按 ASTM E1269-2005,由差示扫描量热 (DSC) 法测得,升温速率为 5℃/min,扫描范围为 10~50℃。试样的密度 ρ 按 ASTM D792-2000 测试。

$$\lambda = \alpha \times C_p \times \rho \quad (1)$$

式中: λ ——试样的热导率;

α ——试样的热扩散系数;

C_p ——试样的比热容;

ρ ——试样的密度。

FESEM 分析: 将试样在液氮中冷却后脆断,断面真空喷金后用 FESEM 观察拍照。

2 结果与讨论

2.1 PBT/CF 复合材料的导热性能

(1) PBT/CF 复合材料的层间热导率。

分别测得 PBT/CF 复合材料的热扩散系数 α 、密度 ρ 和比热容 C_p ,按式 (1) 计算 PBT/CF 复合材料的热导率 λ ,结果见表 2。由表 2 可以看出, PBT/CF 复合材料的层间热导率随着 CF 用量的增加而增大。当 CF 用量较少时, PBT/CF 复合材料的层间热导率增加不太明显,当 CF 用量达到 30 份以上时, PBT/CF 复合材料的热导率迅速增加。纯 PBT 的热导率仅为 0.237 W/(m·K),当 CF 用量为 50 份时, PBT/CF 复合材料的层间热导率达到 0.635 W/(m·K),为纯的 PBT 的 2.68 倍。表明少量的 CF 对 PBT/CF 复合材料热导率的改善不明显,当 CF 用量高于 30 份时,可明显改善 PBT/CF 复合材料的热导率。当 CF 用量较少时, CF 彼此之间相互接触很少,致使 PBT/CF 复合材料热导率的

增加不明显,继续增加 CF 用量时,CF 彼此之间的接触增多,当 CF 用量达到一定程度时,CF 彼此之间形成导热通路^[6],导致 PBT/CF 复合材料的热导

率明显提高,并且随着 CF 用量的进一步增加,更多的导热通路形成,因而 PBT/CF 复合材料的热导率随着 CF 用量增加而增大。

表 2 PBT/CF 复合材料的热导率

CF 用量 / 份	$C_p / [J \cdot (g \cdot K)^{-1}]$	$\rho / (g \cdot cm^{-3})$	$\alpha_1 / (mm^2 \cdot s^{-1})$	$\alpha_2 / (mm^2 \cdot s^{-1})$	$\lambda_1 / [W \cdot (m \cdot K)^{-1}]$	$\lambda_2 / [W \cdot (m \cdot K)^{-1}]$
0	0.928	1.208	0.211	0.211	0.237	0.237
10	1.014	1.230	0.194	0.351	0.241	0.438
20	0.806	1.272	0.243	0.508	0.249	0.521
30	0.762	1.323	0.339	0.656	0.342	0.661
40	0.829	1.362	0.395	0.867	0.446	0.979
50	0.793	1.398	0.573	0.933	0.635	1.034

注: α_1, λ_1 分别表示层间热扩散系数、层间热导率, α_2, λ_2 表示层内热扩散系数、层内热导率。

为了预测不同 CF 用量时 PBT/CF 复合材料的热导率,并且验证 PBT/CF 复合材料中 CF 是否具有方向性,选择 Lewis-Nielsen 模型^[10],其模型如式 (2) 所示:

$$\lambda = \lambda_p \frac{1 + ABV_f}{1 - B\psi V_f} \quad (2)$$

$$B = \frac{\frac{\lambda_f}{\lambda_p} - 1}{\frac{\lambda_f}{\lambda_p} + A} \quad (3)$$

$$\psi = 1 + \frac{1 - V_{mf}}{V_{mf}^2} \quad (4)$$

式中: λ_p ——PBT 的热导率,为 $0.237 W/(m \cdot K)$;

A ——与 CF 形状和方向有关的常数;

B ——与 PBT 和 CF 热导率相关的系数;

V_f ——CF 的体积分数;

ψ ——与 CF 最大填充体积分数有关的函数;

λ_f ——CF 的热导率,为 $20 W/(m \cdot K)$ ^[11];

V_{mf} ——CF 的最大填充体积分数。

在该模型中,导热填料的量是用体积分数表示的,所以需要将导热填料的份数转换成体积分数,由于 PBT/CF 复合材料所用抗氧剂含量较少,为了简化运算,可以忽略不计,可将导热填料的份数视为质量分数,计算公式如式 (5) 所示:

$$V_f = \frac{W_f}{W_f + (1 - W_f) \frac{\rho_f}{\rho_p}} \quad (5)$$

式中: V_f ——CF 的体积分数;

W_f ——CF 的质量分数;

ρ_f ——CF 的密度;

ρ_p ——PBT 的密度。

为了比较实验值和 Lewis-Nielsen 模型模拟值的符合情况,图 2 给出了 PBT/CF 复合材料层间热导率实验值与 Lewis-Nielsen 模型模拟值的比较。

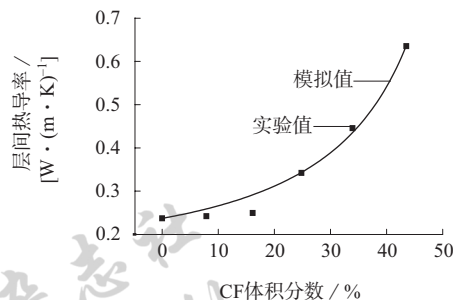


图 2 PBT/CF 复合材料层间热导率实验值与 Lewis-Nielsen 模型模拟值的比较

由图 2 可以看出, Lewis-Nielsen 模型的模拟情况较好,层间热导率模拟值和实验值接近,拟合的相关系数接近 1,拟合程度较高。拟合出的参数 A 值为 1×10^{-14} , V_{mf} 为 0.608,且拟合效果较好,可以用该模型预测 PBT/CF 复合材料的层间热导率与 CF 体积分数间的关系,尤其在 CF 用量较多时,模拟更准确。

同时还注意到,当 CF 用量较少时,层间热导率实验值低于模拟值;当 CF 用量进一步增大时,层间热导率实验值与模拟值相符较好。可能的原因是,当 CF 用量较少时,CF 均匀分散在 PBT 基体中,彼此之间相互连接形成导热通路的可能性较小;当 CF 用量进一步增大时,CF 逐渐相互聚集连接,导热通路逐渐形成,所以 CF 在达到聚集连接形成导热通路的临界值之前,即本文中 CF 用量低于 30 份时, PBT/CF 复合材料的层间热导率提高不明显,相应的层间热导率低于模拟值。当 CF 用量高于 30 份时,CF 的导热通路形成,层间热导率实验值和模拟值符合较好。

(2) PBT/CF 复合材料的层内热导率。

从表 1 可以看出, PBT/CF 复合材料的层内热导率随着 CF 用量的增加而增大。当 CF 用量较少时,复合材料的层内热导率的增加也比较快。同时层内热导率比层间热导率高。表明 CF 在层内方向上对

PBT 热导率的提高有明显的作用,且层内热导率比层间热导率提高更明显,在热导率的提高上表现出各向异性。

PBT/CF 复合材料热导率的各向异性是由 CF 的方向性造成的。相比于其它球形粒子,CF 具有一定的长径比,因而在 PBT 基体中的分散有一定的方向性。理论上说,如果 CF 在复合材料中随机分散,复合材料的热导率在宏观上表现为各向同性,其层内和层间方向的热导率应该一样。实际上,在制备 PBT/CF 复合材料试样时,用硫化机模压出试样,大部分 CF 在 PBT 中发生取向,受 PBT 流动和压力的影响,主要以平行于试样平面方向排列,因而造成了各向异性。平行于试样平面方向的热导率,即层内热导率由于导热方向和 CF 方向平行,因而导热通路更容易形成,其热导率相比于层间热导率更高。

图 3 给出了 PBT/CF 复合材料层内热导率实验值与 Lewis-Nielsen 模型模拟值的比较。

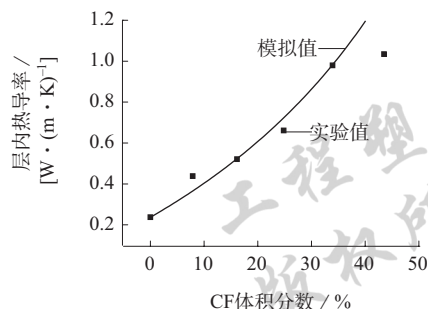


图 3 PBT/CF 复合材料层内热导率实验值与 Lewis-Nielsen 模型模拟值的比较

由图 3 可以看出,其拟合参数 A 为 5.89, V_{mf} 为 1。当 CF 用量较少时,PBT/CF 复合材料层内热导率实验值和模拟值相符较好;当 CF 用量较多时,实验值稍低于模拟值。总体来说,Lewis-Nielsen 模型对 PBT/CF 复合材料的层内热导率模拟结果较好。

当 CF 用量较多时,PBT/CF 复合材料层内热导率实验值低于模拟值,可能的原因是 CF 发生了团聚,不能均匀分散在 PBT 基体中。模拟值是理想情况下的预测,而实际上,复合材料的热导率除了受 CF 各向异性、用量影响外,还受 CF 在 PBT 基体中分散和分布的影响。在层内热导率模拟过程中,CF 的 A 值较大,为 5.89,高于一般的球形粒子,而层间热导率模拟的 A 值为 1×10^{-14} ,约为 0,表明 CF 在层内方向取向较多,主要沿着该方向取向。

2.2 PBT/CF 复合材料的力学性能

PBT/CF 复合材料的力学性能如表 3 所示。

表 3 PBT/CF 复合材料的力学性能

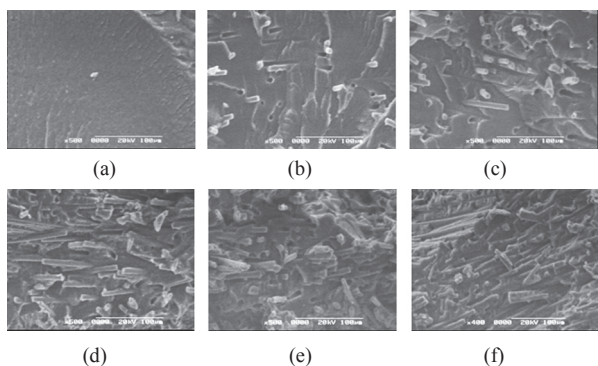
CF 用量 / 份	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %
0	55.0	3.7
10	75.8	1.6
20	91.5	1.6
30	69.7	0.97
40	50.0	0.93
50	48.9	0.94

从表 3 可以看出,纯 PBT 的拉伸强度为 55.0 MPa,当加入 CF 后,PBT/CF 复合材料的拉伸强度随着 CF 用量的增加而增大,当 CF 用量为 20 份时,其拉伸强度达到最大值,为 91.5 MPa;再继续增加 CF 用量,PBT/CF 复合材料的拉伸强度反而逐渐降低,当 CF 用量为 50 份时,其拉伸强度下降至 48.9 MPa。表明加入少量的 CF 可以提高 PBT/CF 复合材料的拉伸强度。在拉伸过程中,当外力作用沿着 CF 的方向时,PBT 基体产生塑性滑移,相比于 PBT,CF 承受绝大部分应力,而 PBT 基体承受的应力较小。当超过 CF 的承受范围时,CF 会断裂或产生相应的裂纹,由于 PBT 基体承受应力较小,PBT 基体不会断裂。在基体断裂之前,应力主要由 CF 承受,或在 CF 和基体表面间产生剪切滑移而耗散,因而整个增强基体能够承受更大的应力,外观表现为拉伸强度的提高^[12]。继续增加 CF 的含量,复合材料的拉伸强度随着 CF 含量的升高而降低。这是由于 CF 加入过多,导致其在 PBT 中的分散性变差,会发生团聚,因而拉伸强度出现下降。

随着 CF 用量的增加,复合材料的断裂伸长率呈下降趋势,表明 CF 的加入使 PBT/CF 复合材料变得更脆,对复合材料的力学性能不利。其原因可能是一方面 CF 的加入,起到了异相成核的作用,使得复合材料的结晶度提高,导致复合材料的断裂伸长率降低。再者,CF 为短纤维,长度为 7~10 μm ,在哈克密炼机中,CF 在强烈的剪切作用下,使得 CF 的长度进一步减小,失去纤维较好的长径比,使得其断裂伸长率进一步下降。因而随着 CF 含量的提高,PBT/CF 复合材料的断裂伸长率下降。但是纯 PBT 本身也存在很脆的问题,因此 PBT 和 PBT/CF 复合材料进一步使用还要考虑其增韧问题。

2.3 PBT/CF 复合材料的形貌表征

为了表征 CF 在 PBT 中的形态及分布,用 FESEM 进行观察,CF 在 PBT 中的形态及分布如图 4 所示。



CF 用量: a—0 份; b—10 份; c—20 份; d—30 份; e—40 份; f—50 份

图4 PBT/CF 复合材料的 FESEM 照片

由图4可以看出,纯PBT的断面表面光滑(见图4a),当CF用量较少(小于30份)时,CF彼此之间相距较远,没有相互连接(见图4b、图4c);当CF用量为30,40份时,CF逐渐密集,并且相互之间能够连接、聚集(见图4d、图4e)。当CF用量为50份时,CF发生了明显的团聚(见图4f)。表明当CF用量较少时,CF彼此之间没有形成有效的导热通路,因此,当CF用量较少时,PBT/CF复合材料的热导率提高不太明显;当CF用量为30份及以上时,CF彼此之间能够形成有效的导热通路,使热导率明显提高。同时,CF在PBT中有一定的取向,导致PBT/CF复合材料的热导率具有一定的方向性,由图4可知。CF在PBT中大部分以平行于层内方向排列,少量部分沿着层间方向排列。当CF用量低于30份时,复合材料的热导率提高不太明显,例如当CF用量为20份时,复合材料的层间热导率和层内热导率分别为 $0.249 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 和 $0.521 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,相比于纯PBT,仅提高了5%和120%;当CF用量高于30份时,PBT/CF复合材料的热导率明显提高,例如当CF用量达到50份时,复合材料的层间和层内热导率分别为 $0.635 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 和 $1.034 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,相比于纯PBT,提高了168%和336%。CF在PBT基体中主要沿着层内方向排列,而且CF为一维棒状,所以CF在层内方向更容易相互接触,形成导热通路,而在层间方向接触困难,较难形成导热通路,所以层内方向的热导率远高于层间方向的热导率。

PBT/CF复合材料的热导率在层间方向较低,而在层内方向较高。由此可见,PBT/CF复合材料的热导率与CF在PBT中的取向有很大关系,在实际生产制备中,需要考虑到该因素,确保材料的效果利用的最大化。

3 结论

(1) CF对PBT的导热具有明显的提升作用,且PBT/CF复合材料层内方向的热导率高于层间方向的热导率。

(2) 随着CF用量的增加,PBT/CF复合材料的拉伸强度呈现先上升后下降的趋势,断裂伸长率逐渐降低。

(3) Lewis-Nielsen模型对PBT/CF复合材料热导率的模拟效果较好,可以预测不同CF用量时复合材料的热导率。从拟合得到的参数可知,复合材料中CF主要以层内方向排列。FESEM图表明,CF在PBT基体中的分散具有方向性,导致其热导率具有方向性。

(4) 当CF用量为50份时,PBT/CF复合材料的层间热导率、层内热导率分别达到 0.635 、 $1.034 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,与纯PBT相比,热导率有明显提高。

参考文献

- [1] 李文强. 汽车用PC/PBT合金材料性能的研究[D]. 上海: 东华大学, 2014.
Li Wenqiang. Study on properties of PC/PBT alloy used for automotive[D]. Shanghai: Donghua University, 2014.
- [2] 郭常青, 闫常峰, 方朝君, 等. 大功率LED散热技术和热界面材料研究进展[J]. 半导体光电, 2012, 32(6): 749-755.
Guo Changqing, Yan Changfeng, Fang Chaojun, et al. Advancement on thermal enhancement and thermal interfacial materials for high power LEDs[J]. Semiconductor Optoelectronics, 2012, 32(6): 749-755.
- [3] 白莉. SiC颗粒铝基复合材料电子封装零件的组织性能研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
Bai Li. Structures and properties of electronic packaging component of SiC particles reinforced aluminum composites[D]. Chongqing: Chongqing University, 2010.
- [4] 杨雄发, 伍川, 董红, 等. LED封装用有机硅材料的研究进展[J]. 有机硅材料, 2009, 23(1): 47-50.
Yang Xiongfa, Wu Chuan, Dong Hong, et al. Advancement on LED packaging of silicone materials[J]. Silicone Material, 2009, 23(1): 47-50.
- [5] Chingulpitak S, Wongwises S. A review of the effect of flow directions and behaviors on the thermal performance of conventional heat sinks[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2015, 81: 10-18.
- [6] 夏新曙. 反应性增容剂对PBT/ABS、PBT/PP共混体系结构与性能的影响研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2012.
Xia Xinshu. Effect of reactive compatibilizers on the structure and properties of PBT/ABS, PBT/PP blends[D]. Fuzhou: Fujian

- Normal University, 2012.
- [7] 陈秀宇,陈国奋,陈盛. 增强阻燃 PBT 的性能研究 [J]. 塑料工业, 2011, 39(8):33-37.
- Chen Xiuyu, Chen Guofen, Chen Sheng. Study on the properties of reinforced and flame-retarded PBT[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(8):33-37.
- [8] 李国林. 导热阻燃聚对苯二甲酸丁二醇酯的制备与性能研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- Li Guolin. Study on preparation and application of flame retarded thermal conductive polybutylene terephthalate[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2011.
- [9] 简浩良, 李国林, 傅轶, 等. 导热聚对苯二甲酸丁二醇酯聚酰胺复合材料的制备与性能 [J]. 合成材料老化与应用, 2012, 41(2):15-19.
- Jian Haoliang, Li Guolin, Fu Yi, et al. Preparation and properties of thermal conducting PBT / PA blends[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2012, 41(2):15-19.
- [10] Pal R. On the Lewis-Nielsen model for thermal / electrical conductivity of composites [J]. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2008, 39(5):718-726.
- [11] 胡新利. 尼龙 12 和环氧树脂导热复合材料的制备及性能研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- Hu Xinli. Preparation and properties of nylon 12 and epoxy resins thermally conductive composites[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2012.
- [12] 崔正. 阻燃增强聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 工程塑料结晶性能及配方优化研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2010.
- Cui Zheng. Studies on the crystallization of flame retardant polyethylene terephthalate (PET) engineering plastic and formulation optimization principles[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2010.
- [13] 段召华, 周乐, 陈弦, 等. 长玻璃纤维增强尼龙 66 力学性能的研究 [J]. 塑料工业, 2009, 37(4):32-34.
- Duan Zhaohua, Zhou Le, Chen Xian, et al. Study on mechanical properties of long glass fiber reinforced PA66[J]. China Plastics Industry, 2009, 37(4):32-34.

国内 PVAL 改性产品首次试产成功

近日,四川维尼纶厂生产出 SG-181 / 182 两种优质改性聚乙烯醇(PVAL)新品,打破了国外企业的长期垄断。川维厂也由此成为国内第一家向包装膜、特种用纸等高端领域迈进的 PVAL 制造企业。

改性 PVAL 在溶解性、消泡性、后续反应的稳定性等方面均优于常规产品,是 PVAL 行业发展的前沿趋势,产品附加值高,国外部分企业已拥有多种成熟产品。

为进一步提高 PVAL 产品的市场竞争力,川维厂开始了改性 PVAL 产品的研发,并于 2010 年和 2013 年进行了两次小试生产。经过多年的悉心研究和装置现场适应性改造,川维厂具备了改性 PVAL 工业化试生产条件。今年 2 月初,该厂组织 PVAL 车间和相关技术部门完成了生产方案和相配套的 HSE 管理方案编制,并从 HSE 管理、工艺运行、分析检测等方面进行了详细论证,实现了改性 PVAL 工业化试生产一次投料成功,产品的各项质量指标和设备运行的安全稳定性全部达到预期目标。至此,川维厂在改性 PVAL 生产技术领域取得了重大突破,打破了国外企业长期垄断的格局。

随着改性 PVA 国内市场推广力度的加大,改性 PVAL 市场有望在造纸、粘合剂、水溶薄膜、纺织上浆等领域迎来快速发展期。

(中化新网)

巴斯夫量身定制热塑性塑料反应系统

巴斯夫和德国碳素公司西格里集团宣布,针对一种新型复合材料系统,双方已达成合作研究协议,旨在提高热塑性碳纤维复合材料(将碳纤维与尼龙结合在一起)制造的成本效益。

巴斯夫在 3 月 9 日召开的新闻发布会上表示,为矩阵系统特别设计的碳纤维表面结合量身定制的热塑性塑料反应系统,可使诸如应用于汽车等行业的轻量化结构件的制造变得容易且快速。

该研究所涉及的加工工艺包括热塑性树脂传递模塑和反应注射成型。

巴斯夫的发言人说道,巴斯夫将不会公开在这个项目上的投资,但两家公司将共同努力,把最终的材料研究转化成具体应用,服务于汽车行业的广大客户。

在部件设计和优化上,两家公司还采用了巴斯夫的 Ultrasim 仿真软件。

西格里集团产品研发总监说道,对这种基于活性尼龙的创新型复合材料而言,所有部件之间的配合是非常重要的,通过自身所具备的广泛的材料技术,西格里集团为这个合作项目的定型和纤维素加工提供了一系列量身定制的解决方案。

(工程塑料网)

JSR 推出 3D 打印机用高韧性聚乳酸类树脂材料

日本 JSR 公司不久前宣布推出 3D 打印机用丝线材料新产品——高韧性聚乳酸(PLA)类树脂“FABRIAL”系列。今后该公司将扩充产品线以满足多种用途的需求,包括柔软性高的材料以及强度高的材料等。

丝线材料是熔融积层方式 3D 打印机使用的树脂材料。熔融积层方式被应用于工业用途到个人用途的多种 3D 打印机。

丝线材料的性能对 3D 打印机制造的造型物性质有很大影响。目前在熔融积层方式中普遍使用的 PLA 类树脂及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料存在多个问题,比如强度低;在加工过程中丝线会折断,无法长时间稳定成型;完成的成型品较脆等。作为 FABRIAL 家族首款产品的 FABRIAL P 系列丝线的韧性很强,因此可改善上述问题。

以往 3D 打印机制造的造型物因强度不足,大多都是作为试制品来确认形状、外观及组装性等,而使用 FABRIAL P 系列丝线则可扩展造型物的用途,用于制造最终产品。

(日经技术在线)