

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.01.017

玻璃微球填充聚丙烯的流变行为^{*}

郭伟刚¹, 陈亚贝², 颜录科³(1. 杭州职业技术学院, 杭州 310018; 2. 杭州雷鸟计算机软件有限公司, 杭州 310023;
3. 长安大学材料科学与工程学院高分子材料与工程系, 西安 710064)

摘要: 为了阐明聚丙烯 (PP)/玻璃微球 (GM) 体系的流变性质特点, 采用不同含量的 GM 对 PP 进行填充改性, 通过双辊混炼法制备了 PP/GM 体系, 利用流变仪测试了 PP/GM 体系的流变行为, 采用管长判别法进行毛细管入口修正, 讨论了 GM 含量、剪切应力、温度等参数对 PP/GM 体系流变行为的影响, 分析探索各参数对熔体表观黏度的影响规律。结果表明, 采用管长判别法进行入口修正可大幅减少实验工作量, 且合适的毛细管长径比是保证管长判别法精度的关键。PP/GM 体系属非牛顿假塑性熔体, 可用幂律公式表达; 随 GM 含量增加, PP/GM 体系黏度增加、非牛顿性减弱。温度越低, 黏度随 GM 含量增加而升高的速率越高; 剪切应力越大, 黏度随温度升高而下降的速率越低。基于正交多项式的回归分析方法, 从实验数据推导表观黏度与 GM 含量、剪切应力、温度之间的函数关系式, 其表观黏度对数计算值与实测值非常接近, 能较准确地反映实际流变行为, 指导 PP/GM 体系的实际加工生产应用。

关键词: 聚丙烯; 玻璃微球; 填充; 流变性能; 表观黏度; 回归方程

中图分类号: TQ327.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)01-0086-06

Rheological Behavior of Glass Microsphere Filled Polypropylene

Guo Weigang¹, Chen Yabei², Yan Luke³(1. Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou 310018, China; 2. Hangzhou Leinia Software Co. Ltd., Hangzhou 310023, China;
3. Polymer Materials & Engineering Department, School of Materials Science & Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to expound the characteristics of rheological properties of polypropylene (PP) / glass microsphere (GM) system, GM with different contents filled PP (PP / GM) systems were prepared by double roller mixing. The rheological properties of PP / GM were tested by rheometer and tube length determination method was used for the amendment of capillary tube inlet. The effects of GM content, shear stress, and temperature on the rheological behaviors of PP / GM were investigated. The influential laws of these parameters on the melting apparent viscosity of PP / GM were analyzed and explored. The results indicate that, the inlet amendment by the tube length determination method can significantly reduce the amount of experiments, and the suitable aspect ratio of capillary tube is key to ensure accuracy of the method. The melts of PP / GM composites display the behavior of non-Newtonian pseudoplastic flow, the relation between shear stress and shear rate can be expressed as the power-law model. With the increase of the GM content, the viscosity of PP / GM increases and the non-Newtonian behavior weakens. The lower the temperature is, the higher the increasing rate of viscosity with the GM content increasing is, the higher the shear stress is, the lower the decreasing rate of viscosity with the temperature increasing is. Based on orthogonal polynomial regression method, the regression equation from the experimental data as a function of the apparent viscosity with the GM content, shear stress, and temperature is derived, the calculating values of the apparent viscosity logarithm are closed to the testing values, which shows that the regression equation can accurately express the actual rheological behavior and guide the actual processing production of PP / GM system.

Keywords: polypropylene; glass microsphere; filling; rheological property; apparent viscosity; regression equation

聚丙烯 (PP) 是主要的石油化工产品之一, 具有良好的力学性能、较高的软化点、突出的化学稳定性与优异的电性能等。因此, PP 塑料制品被广泛地应用在工业、农业、医疗和日常生活等领域。

为提高 PP 的性能和进一步扩大它的使用范围, 添加填充剂对 PP 进行改性是一种重要的方法。玻璃微球 (GM) 是近年来发展迅速的一种无机粉末填

料, 填充能力较高^[1], 可大幅降低塑料制品的成本,

^{*} 浙江省公益性技术应用研究项目 (2017C31113), 浙江省 2016 年度高等教育教学改革项目 (jg20160298), 浙江省社联研究项目 (2016zd06)

联系人: 郭伟刚, 工学硕士, 副教授, 在读博士研究生, 主要从事先进模具技术、精密加工技术与装备研究

收稿日期: 2016-12-05

用它填充的塑料具有加工流变性能优异,收缩均匀,抗冲击能力强等优点。GM 可提高 PP 的刚性和热变形温度,并在 PP 的结晶过程中起到一定的异相成核作用^[2],从而有利于提高 PP 的结晶度及结晶均匀性。

在塑料成型过程中,流变行为贯穿始终。掌握塑料的流变性质是选择最佳成型工艺条件、提高生产效率并制造优质塑料制品的基础^[3-4]。笔者讨论了不同 GM 含量下 PP/GM 体系在剪切应力、温度等参数变化下的流变行为,分析黏度与这些参数之间的联系,探索 PP/GM 体系的流变性质特点。并基于正交多项式回归分析方法,从实验数据推导表观黏度与 GM 含量、剪切应力、温度之间的函数关系式。利用推导出来的函数关系式,可以为 PP/GM 体系的成型加工预选工艺参数,也可加工生产时的工艺参数优化提供参考。

1 实验部分

1.1 主要原材料

注塑级粉状 PP:1300,北京向阳化工厂;

硅烷化 GM:气相色谱用,40~60目,表面经六甲基二硅胺 $[(CH_3)_3Si]_2NH$ 处理,天津试剂二厂。

1.2 主要设备及仪器

压延机:XY2I型,辊筒工作直径为360 mm,青岛超光越工贸有限公司;

流变仪:RHEOGRAPH 20型,德国 Goettfert 公司。

1.3 试样制备

以 PP 为 100 份,填充的 GM 含量分别为 0.2, 1.4, 2.6, 3.8 份,按上述配比混合物料。先在压延机辊上预热 2 min (压延机前辊温度为 158℃、后辊温度为 164℃),再混炼 3 min 左右下片,最后将片材切成粒状料待用。

1.4 分析与测试

(1) 流变性能测试。

采用流变仪进行流变性能测试时,采用的料筒面积为 100 mm²,毛细管的直径为 0.92 mm,长径比为 33.76。

先将流变仪料筒加热到设定温度,恒温 2 min,再加入制备好的试样 2 g,让其在料筒内预热 3 min,然后在定负荷下由柱塞加压使其从毛细管挤出,并记录柱塞下降的距离和时间等数据。将所得数据按式(1)、式(2)与式(3)计算物料的剪切速率、剪切应力和表观黏度。

$$\gamma = 4Q / \pi R^3 = 4A \times (\Delta h / \Delta t) / \pi R^3 \quad (1)$$

$$\tau = \Delta P / 40(L/D) \quad (2)$$

$$\eta_a = \tau / \gamma \quad (3)$$

式中: γ ——剪切速率, s⁻¹;

Q ——物料的体积流量, mm³/s;

R ——毛细管半径, mm;

A ——料筒面积, mm²;

Δh ——柱塞下降距离, mm;

Δt ——柱塞下降 Δh 的时间, s;

τ ——剪切应力, Pa;

ΔP ——毛细管两端压力差, Pa;

L/D ——长径比;

η_a ——表观黏度, Pa·s。

(2) 入口修正实验设计。

高聚物熔体从大直径料筒进入小直径毛细管时,由于大分子链的长度与直径不对称性,伴随流线收敛的同时,粘滞能会引起一部分压力损失,这是因为习惯于大直径料筒形态的分子要适应小直径毛细管流动形态,在入口区流线强行收敛,分子链产生弹性形变把消耗的压力转换成弹性贮能,从而引起压力损失;熔体进入毛细管稳态区以前,速度分布随着流动急剧变化,最后达到稳态流动,也会产生压力损失^[5-6]。所以加在料筒上的负荷不代表加在毛细管两端的真正压力差,计算剪切应力时不能直接用式(2),必须对毛细管进行管长修正。修正毛细管管长有多种方法,笔者采用管长判别法。当毛细管的长径比大到一定程度的时候,物料熔体黏度不随长径比的增加而变化。也就是说,此时的入口效应引起的压力损失可以忽略不计,可以直接利用式(2)计算剪切应力^[6-9]。

在利用流变仪进行入口修正实验时,采用的料筒面积为 100 mm²,毛细管的直径为 0.92 mm,长径比为 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80。

(3) 流变回归方程的推导计算。

以表观黏度作为指标,把 GM 含量,剪切应力,温度作为 3 个变量,确定 3 个变量的范围:GM 含量为 0.2, 1.4, 2.6, 3.8 份;剪切应力由毛细管两端压力差通过式(2)计算得到,其值分别为 36285.5, 57597, 91432.3, 145142 Pa;温度为 220, 240, 260, 280℃,即为 493, 513, 533, 553 K。

将所得数据分别代入式(1)、式(2)与式(3)中,计算出不同 GM 含量、负荷、温度下的剪切速率、剪切应力值、黏度值,通过作图法进行分析,探明 PP/

GM 体系的流变特性,并对这些特性做出科学解释。据报道^[8-10], PP/GM 体系中,表观黏度与 GM 含量、剪切应力、温度之间存在函数关系: $\lg \eta_a = f(1/T, \lg \tau, \theta)$, 式中 T 为温度, θ 为 GM 含量。笔者用正交多项式回归法推导 PP/GM 体系流变关系的数学表达式,为避免计算过程复杂,将选定的 3 个变量作为 3 个因素,把变量范围等间距地分成 4 个水平,如表 1 所示。

通过以上的实验设计,得到表观黏度与 GM 含量、剪切应力、温度的值,既可以用来定性分析,也可以方便地推导出回归方程。

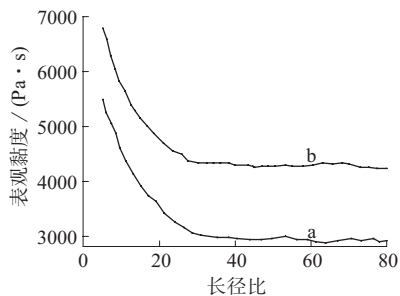
表 1 流变性实验三因素四水平表

因素	水平				空白
	1	2	3	4	
$(1/T) \times 10^{-3}$	2.028 4	1.949 3	1.876 1	1.808 3	0.073 367
$\lg \tau$	4.559 7	4.760 4	4.961 1	5.161 8	0.200 7
θ	0.2	1.4	2.6	3.8	1.2

2 结果与讨论

2.1 入口修正分析

高聚物熔体在剪切应力、组分含量、温度固定的情况下,黏度随毛细管长径比变化而变化。这反映了高聚物从大直径料筒进入小直径毛细管时有压力损失,即入口效应。如前所述,为便于进行流变性质的分析,保证实验结果有较高的精度,笔者采用管长判别法进行管长修正^[6,8-10]。以 GM 含量为 1.4 和 2.6 份的 PP/GM 体系为例,在温度为 250℃、剪切应力为 1.45×10^5 Pa 的条件下,分别采用长径比为 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 与 80 的毛细管做管长判别法试验,测试结果见图 1。



GM 含量: a—1.4 份; b—2.6 份

图 1 PP/GM 体系表观黏度与长径比关系曲线

由图 1 可见,当毛细管长径比大于 30 时,熔体黏度几乎不随长径比的变化而变化,可以用式 (2) 直接计算剪切应力。基于黏度与长径比之间的关系,后续其它物料的流变性质测试均采用长径比为 33.76 的毛细管,这样可不进行修正,极大地减轻了实验工作量。这也是流变性质分析中采用管长判别

法的依据。

为了较容易地说明长径比增大到一定值就可不进行管长修正这个问题,对常用的巴格勒修正法来进一步阐述。巴格勒修正法计算剪切应力修正值的公式为:

$$\tau_w = \Delta P / 40 (L/D + N) \quad (4)$$

式 (4) 中, τ_w 为修正后的剪切应力, N 为修正值,是巴格勒修正图上 ΔP 为零时的 L/D 值。所以 N 值的意义是在毛细管上加一个虚拟长度以抵消入口效应引起的压力降^[6,11-12]。

在剪切速率和温度固定时, N 为一定值且很小。所以当式 (4) 中的长径比增大到一定程度时, N 值即可忽略不计,即 $L/D + N \approx L/D$, 则 $\tau \approx \tau_w$ 。这就为管长判别法提供了理论支持。

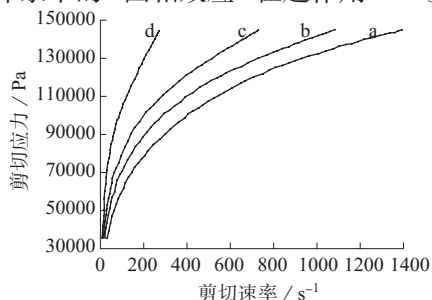
巴格勒修正法能够根据巴格勒修正图精确地求出各种条件下的管长修正值。经过巴格勒修正后的实验精度提高,误差较小。巴格勒修正法还有一个特点是使用范围比较大。但作巴格勒修正图的工作量大,由实验值作图和由图求修正值都会引入人为误差,而且修正剪切应力的计算也比较麻烦。此法适用精度要求高的场合。

管长判别法可在较小影响实验精度的情况下,大幅减少实验工作量,避免作图查修正值时引入的误差。但其忽略了 N 值,对实验结果仍有一定影响。为了减少这种误差,势必增大长径比。毛细管长径比增加,粘滞能造成的压力损失增加,这部分压力损失将转换成热能使物料温度上升,从而影响实验精度。所以选择合适长径比的毛细管是保证管长判别法精度的关键。只要毛细管长径比选择正确,实验值的精度即可以得到保证。可见,管长判别法更趋于实用。

2.2 流变性能分析

分别讨论了 GM 含量、剪切应力、温度单因素对 PP/GM 体系流变行为的影响。图 2 示出温度 220℃ 下不同 GM 含量的 PP/GM 体系的剪切应力与剪切速率关系曲线。由图 2 可以看到, PP/GM 体系熔体在熔融状态下的流动行为表现为随着剪切速率增加,剪切应力增速减缓,即熔体的黏度变小。GM 含量增加时,随着剪切速率增加,剪切应力的增速相对有所增大,即熔体的黏度随 GM 含量增加而变大。这说明 PP/GM 体系为非牛顿型假塑性熔体,可以用最常用的幂律公式来表达。此外, GM 的加入使得 PP/GM 体系黏度上升,其用量越高,体系黏

度越大,且随着 GM 含量的增加,熔体的非牛顿性减弱。这是 PP/GM 体系最基本的流变性质,也是 GM 在体系中的“固相效应”在起作用^[11-13]。

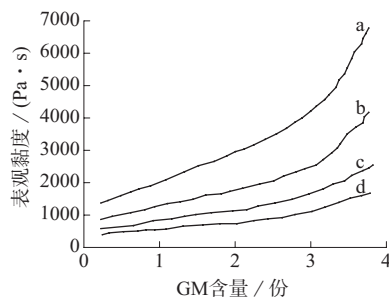


GM 含量: a—0.2 份; b—1.4 份; c—2.6 份; d—3.8 份

图 2 不同 GM 含量的 PP/GM 体系的剪切应力与剪切速率关系曲线

黏度随剪切速率增加而降低,这可用高聚物熔体的链缠结理论来解释。高聚物的微观形态决定黏度,黏度表征高聚物熔体流动时的分子间摩擦阻力。在高聚物熔体中,大分子间由物理结点构成拟网状结构。在低剪切速率下,剪切力作用速度缓慢,剪切破坏的缠结来得及重建。当剪切应力增大,切变速率超过一定值后,缠结解散的速度大于形成的速度,黏度开始下降,熔体表现出假塑性。剪切速率越大,缠结解散和形成的速度差越大,黏度下降越快,即通常所说的“剪切稀化”,这就是黏度随剪切速率下降的原因^[8-9,14]。

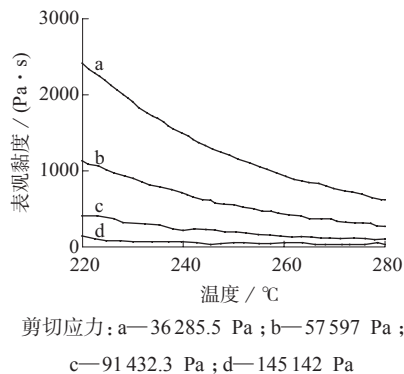
图 3 示出剪切应力为 36285.5 Pa 时不同温度下 PP/GM 体系的表观黏度与 GM 含量的关系曲线。由图 3 可以看到,在剪切应力一定的条件下,熔体黏度随 GM 含量的增加而升高;GM 含量相同时,温度越低,黏度越大;温度越低,黏度随 GM 含量增加而升高的速率越高。如前所述,GM 对 PP/GM 体系的影响是“固相效应”。所谓“固相效应”是指 GM 在 PP/GM 体系中以不熔不溶的固相存在,颗粒大,分散无规则,呈悬浮状态。当熔体发生流动时,GM 最主要的运动形式是固相滑动(当体系层流速度差距较大时,也可发生极少的滚动),这种运动比熔体流动的阻力大很多,是体系黏度增加的最主要原因。更重要的是,固相的滑动(含滚动)不具有非牛顿性,导致 GM 用量越大,熔体的非牛顿性越弱。在熔体流动中,GM 还发生固相颗粒间互相碰撞与不规则反弹,扰乱了熔体的平稳流动,使熔体从层流变成局部湍流,摩擦力增大,这也是熔体黏度上升的原因。因此,PP/GM 体系的黏度和非牛顿性随“固相效应”变化,而“固相效应”随 GM 含量变化。这是 PP/GM 体系流变行为的一个特性。



温度: a—220℃; b—240℃; c—260℃; d—280℃

图 3 不同温度下 PP/GM 体系的表观黏度与 GM 含量的关系曲线

图 4 示出 GM 含量为 1.4 份时不同剪切应力下 PP/GM 体系的表观黏度与温度的关系曲线。由图 4 可以看到,在 GM 用量一定的条件下,温度升高,黏度下降;温度相同时,剪切应力升高,黏度下降;剪切应力越大,黏度随温度升高而下降的速率越低。温度是分子内能的宏观表现。温度提高,分子的内能增加,分子运动加剧,分子间作用减弱,分子流动时内摩擦力减少,黏度下降;温度相同时,剪切应力提高,熔体的流动速率增加,分子缠结重建困难,分子流动时内摩擦力减少,黏度下降;剪切应力提高,高聚物的缠结点减少,温度上升,高聚物的缠结点也减少,但是剪切应力大的高聚物的缠结点少,随着温度的上升,其缠结点数量下降的幅度低于剪切应力小的高聚物,因此表现为剪切应力越大,黏度随温度上升而下降的速率越低。



剪切应力: a—36285.5 Pa; b—57597 Pa;
c—91432.3 Pa; d—145142 Pa

图 4 不同剪切应力下 PP/GM 体系的表观黏度与温度的关系曲线

总之,PP/GM 体系实际流动过程是多因素的综合作用,各个因素同时作用,不是简单的单因素叠加,还有交互作用。它们最终表现为如图 2、图 3 和图 4 所示的流变特性。

2.3 流变回归方程

依据流变性能测试数据,用正交多项式求出了 PP/GM 体系的表观黏度与 GM 含量、剪切应力、温度之间的数学关系式为:

$$\lg \eta_a = -30.0473 + 253.151 / T + 17.3362 \lg \tau + 1.9746 \theta -$$

$$2.4678 \lg \tau^2 - 0.6668 \theta^2 + 0.0157 \theta^3 + 81.3167 \theta / T + 0.1347 \theta^2 \cdot \lg \tau - 0.3947 \theta \cdot \lg \tau \quad (5)$$

该数学关系式可以定量的反映各因子的交互作用,便于推导一些其它的流变参数,这对分析工作极为有利^[14-15]。从回归方程得到的数学关系式中各因子的变化关系或变化趋势与前面流变性质讨论所得结果基本吻合。表2给出了PP/GM体系在剪切应力为36285.5 Pa,温度为280℃时表观黏度对数 $\lg \eta_a$ 实验值和计算值[由式(5)计算得到]的比较结果,可以发现实验值与计算值非常接近,证明回归方程确实能较准确地反映实际流变行为,为用回归方程进行预测实验值与指导实际加工应用提供理论依据。

表2 PP/GM体系的 $\lg \eta_a$ 的实验值与计算值

GM 含量 / 份	实验值	计算值
0.2	2.5954	2.3322
1.4	2.8591	2.6604
2.6	2.9202	3.0272
3.8	3.2777	3.5956

3 结论

(1) 采用管长判别法进行入口修正可大幅减少实验工作量,且合适的毛细管长径比是保证管长判别法精度的关键。

(2) PP/GM体系属非牛顿假塑性熔体,可以用幂律公式来表达;随GM含量增加,PP/GM体系黏度增加、非牛顿性减弱,这是由GM在熔体中的“固相效应”所决定的。

(3) 温度越低,黏度随GM含量增加而升高的速率越高;剪切应力越大,黏度随温度升高而下降的速率越低。

(4) 基于正交多项式回归分析方法,从实验数据推导出表观黏度与GM含量、剪切应力、温度之间的函数关系式,其表观黏度对数计算值与实测值非常接近,能较准确地反映实际流变行为,指导PP塑料的加工试制研究,减少大量的实验工作,并且可以进行成型工艺预报预测和控制。

参考文献

- [1] 朱纪念,曾黎明,王强,等.玻璃微珠改性PTFE的制备及性能研究[J].武汉理工大学学报,2006,28(2):1-3.
Zhu Jinian, Zeng Liming, Wang Qiang, et al. Study of the properties of glass bead filled PTFE composite[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2006, 28(2):1-3.
- [2] 焦旗,田广华,杨坚,等.中熔均聚聚丙烯1100N流变性能研究[J].工程塑料应用,2016,44(5):78-81.
Jiao Qi, Tian Guanghua, Yang Jian, et al. Study on rheological behavior of mid-melting-homopolypropylene 1100N[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(5):78-81.
- [3] 刘治田,赵青,游峰.聚丙烯/天然橡胶/碳酸钙三元复合材料的力学性能及加工流变行为[J].武汉工程大学学报,2014,36(11):37-42.
Liu Zhitian, Zhao Qing, You Feng. Mechanical properties and rheological behavior of polypropylene / natural rubber / calcium carbonate ternary composites[J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2014, 36(11):37-42.
- [4] 杨伟,史炜,谢邦互,等.玻璃微珠改性聚丙烯的熔融、结晶与形态[J].高分子材料科学与工程,2005,21(2):249-252.
Yang Wei, Shi Wei, Xie Banghu, et al. Melting crystallization and morphology of glass bead filled PP and LLDPE composites[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2005, 21(2):249-252.
- [5] 刘磊,柳和生,黄兴元,等.等径异长毛细管口模的聚丙烯流变性能研究[J].工程塑料应用,2016,44(4):48-52.
Liu Lei, Liu Hesheng, Huang Xingyuan, et al. Study on rheological properties of polypropylene melt in different capillary length die[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(4):48-52.
- [6] 王希锋,夏英,翁伟明,等.动态硫化对PP/EVAC共混物力学和流变性能的影响[J].工程塑料应用,2013,41(5):50-53.
Wang Xifeng, Xia Ying, Weng Weiming, et al. Mechanical and rheological behavior of PP / EVAC dynamically vulcanized blends [J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(5):50-53.
- [7] Kaseem M, Hamad K, Deri F. Rheological and mechanical properties of polypropylene / thermoplastic starch blend [J]. Polymer Bulletin, 2012, 68:1 079-1 091.
- [8] 罗玮玮,信春玲,朱伟林,等.剪切改性对长链支化聚丙烯流变性能的影响[J].北京化工大学学报:自然科学版,2016,43(1):56-61.
Luo Weiwei, Xin Chunling, Zhu Weilin, et al. Effect of shear modification on the rheological properties of long chain branched polypropylene[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology: Natural Science Edition, 2016, 43(1):56-61.
- [9] McCallum T J, Kontopoulou M, Park C B, et al. The rheological and physical properties of linear and branched polypropylene blends[J]. Polymer Engineering and Science, 2007, 47:1 133-1 140.
- [10] 徐睿杰,雷彩红,蔡启,等.填料对聚丙烯导热复合材料导电和流变性能的影响[J].高分子材料科学与工程,2015,31(4):92-95.
Xu Ruijie, Lei Caihong, Cai Qi, et al. Characterization of structure and properties of para-phenylene terephthalamide paper-based composites by fractal dimension[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2015, 31(4):92-95.
- [11] 黄虹,李道喜,明浩,等.空心玻璃微珠对碳纤维增强聚丙烯性能的影响研究[J].工程塑料应用,2012,40(4):80-83.
Huang Hong, Li Daoxi, Ming Hao, et al. Effects of hollow glass beads on properties of carbon fiber reinforced polypropylene[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(4):80-83.

- [12] 杨黎黎,郑慧琴.长链支化聚丙烯的流变性能研究[J].合成材料老化与应用,2014,43(2):41-44.
- Yang Lili, Zheng Huiqin. Research on rheology properties of long chain branched polypropylene[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2014, 43(2):41-44.
- [13] 古力,安媛,李艳梅,等.超高相对分子质量聚乙烯/聚丙烯共混物研究进展[J].工程塑料应用,2011,39(7):84-86.
- Gu Li, An Yuan, Li Yanmei, et al. Progress in ultra-high molecular

weight polyethylene / polypylene blends[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(7):84-86.

- [14] Muke S, Ivanov I, Kao N, et al. Extensional rheology of polypropylene melts from the Rheotens test[J]. Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 2011, 101:77-93.

- [15] 梅长林.数据分析方法[M].北京:高等教育出版社,2006.
- Mei Changlin. Data analysis method[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.

CHINAPLAS 重头戏——三大同期活动火爆开启 全球顶尖大咖云集 权威解码行业趋势

将于2017年5月16~19日在广州举办的CHINAPLAS国际橡塑展,不仅云集3300多家展商为橡塑行业带来领先的解决方案,还匠心打造丰富的同期活动,满足业内人士对“视”、“听”和交流的多重需求。

CHINAPLAS 2017国际橡塑展聚焦“智能制造·新材料·环保科技”,围绕此主题,主办方雅式展览服务有限公司将于展会期间倾心策划三大同期活动:第二届“工业4.0论坛”、“设计x创新”及“第三届医用塑料论坛”。议题方面将继续瞄准前沿技术,并推出超多实用的生产案例分享,旨在帮助观众在日新月异的行业变化中把握新趋势,从多维的视野中洞悉市场动态,发掘更具价值的合作机遇,扩充人脉以助力事业发展。

将工业4.0主题放在首要位置

雅式展览服务有限公司董事长朱裕伦先生表示:“中国仍是一个发展中国家,还没有达到工业4.0的必要条件。现在只有几家公司应用了联网生产技术。工业4.0对中国公司而言是一个愿景。但如果想为应对成本压力做点什么的话,这是一个在可预见的将来能够实现的愿景。”为此,CHINAPLAS 2017国际橡塑展将把工业4.0主题放在首要位置。

在德国机械设备制造业联合会——VDMA的鼎力支持下,展会同期将举办第二届“工业4.0论坛”,于2017年5月16日下午、17日上午以及18日的下午,在琶洲展馆B区C层1号会议室举行。以此为当下期待转型升级的制造业带来更多落地解决方案。工业4.0最终会朝着个性化、小批量的生产方向发展,这与增材制造(3D打印)技术不谋而合,均是迎合未来更为个性化的产品发展诉求,也是工业4.0时代产业发展的长远目标。在第一届“工业4.0论坛”上,阿博格介绍了增材制造(3D打印)的技术,这一热门话题将会在第二届“工业4.0论坛”上得以更深层次、多维度的呈现。

“工业4.0论坛”于上届展会首次推出,便十分火爆,不仅汇聚了阿博格、克劳斯玛菲、恩格尔、威猛巴顿菲尔、德国倍福、大众集团、海尔集团、SAP等全球知名企业演讲,更吸引了近600位海内外专业观众。观众对此普遍表示满意,并期望了解更多工业4.0的具体实践案例,结合自身企业,一步一步地推进工厂的智能化,从而提高生产效率,改进产品品质,实现精益化生产。

“设计x创新”为上下游打通任督二脉

企业的转型升级呼唤工业设计创新。“设计x创新”活

动自创办以来受到多方关注,随着观众的需求不断升级,活动题材日趋丰富,“创新科技廊”、“公开论坛”、“与设计师对话”等多项活动,为观众带来崭新的工业设计成功个案,获得新材料应用之灵感启发的同时,更可进一步面对面交流解决方案,创造更多价值。

在2016年“设计x创新”活动上,“创新科技廊”展示了应用在日常生活、体育场、交通枢纽等领域的诸多创意产品。当中e-floater电动滑板车获得了极大关注,该电动滑板车采用太阳能驱动,用于城市短途交通,可解决最后一公里的交通难题,其80%的材料来自于巴斯夫复合材料和塑料,从而减轻质量,增加设计自由度。此外,Elastopave®透水路面、ETPU+EPDM复合型运动跑道、人造草坪、空气炸锅、Volvo一体化自结皮PU发动机吸音装饰罩等创新产品都给观众留下深刻印象。

另外,有近400位专业观众参与了5场公开论坛,“品尝”了16位重量级演讲嘉宾“烹饪的美味鸡汤”。

“与设计师对话”则为促进工业设计师与终端用户之间的互动交流及合作提供更多机会,多位知名设计师亲临现场助阵。经验丰富的工业设计师与在找产品设计方案的用户企业零距离交流、进行思维碰撞、解答疑难以及探讨产品设计上的合作空间。

“第三届医用塑料论坛”助力挖掘朝阳产业金矿

近年来,庞大的人口基数对医疗器械不断增长的刚性需求,新兴市场的崛起以及老龄化社会的到来,引发了医疗器械市场新的增长点。我国的医疗行业处于高潜力发展阶段,但同时又面临技术处于低水平的情况,生产企业需要寻找更多解决方案,以适应现有的生产线与成本压力。新的和更好的材料成为医疗企业未来发展的关键。

展会同期的医用塑料论坛已经成功举办两届,并获得业界高度赞许。“第二届医用塑料论坛”一连两天举办,吸引了600位专业观众。精彩的演讲内容涵盖:最新的医用高分子材料、3D打印在制药和手术模型的应用,以及医疗法规探讨和手术模型的应用等。听众则来自3M中国、GE医疗、UEG医疗、Poppelmann、微创、驼人、威高、通用、雷诺丽特、苏州百特医疗等重量级企业。

“第三届医用塑料论坛”将于2017年5月17日下午和5月18日上午在展馆B区C层1号会议室举行,行业上下游汇聚一堂,继续探讨医用塑料最新应用和前沿生产技术。据悉,举办论坛的同时还将开放精品展示廊,集中展示展商所有类型的医疗产品,以帮助观众从现场海量展品中快速找到所需。

(工程塑料网)