

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.01.027

PLA/PBAT 复合材料研究进展

张云飞^{1,2}, 黄安平², 张文学², 高琳², 陈振斌¹, 徐人威²

(1. 兰州理工大学材料科学与工程学院, 兰州 730050; 2. 中国石油兰州化工研究中心, 兰州 730060)

摘要: 综述了近年来聚乳酸 (PLA)/ 聚己二酸对苯二甲酸丁二酯 (PBAT) 复合材料的研究进展。通过添加反应性增容剂、增塑剂和韧性高分子聚合物, 提高 PLA 与 PBAT 的相容性, 通过添加无机填料和天然高分子聚合物提高 PLA/PBAT 复合材料的力学性能, 重点介绍了增容改性和增强改性 PLA/PBAT 复合材料的研究成果, 最后对 PLA/PBAT 复合材料的未来发展方向进行了展望。

关键词: 聚乳酸; 聚己二酸对苯二甲酸丁二酯; 复合材料; 相容性; 增强改性

中图分类号: TQ323.4+3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)01-0154-05

Research Progress of PLA/PBAT Composites

Zhang Yunfei^{1,2}, Huang Anping², Zhang Wenxue², Gao Lin², Chen Zhenbin¹, Xu Renwei²

(1. School of Materials Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. Lanzhou Petrochemical Research Center, PetroChina, Lanzhou 730060, China)

Abstract: The research progress of polylactic acid (PLA)/poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT) composites in recent years were reviewed. The compatibility of PLA and PBAT were improved by addition of reactive compatibilizers, plasticizers and tough polymers. The mechanical properties of PLA/PBAT composites were improved by addition of inorganic fillers and natural polymers. The research results of compatibilization modification and reinforced PLA/PBAT composites were introduced. Finally, the future development direction of PLA/PBAT composites was prospected.

Keywords: polylactic acid; poly(butylene adipate-co-terephthalate); composite; compatibility; enhanced modification

随着全球“白色污染”的加剧, 世界各国纷纷实行限塑令, 以此减少对石油基塑料制品的依赖与使用。为了从根本上解决这一问题, 科研人员研发出生物降解材料, 以此来代替现有的石油基塑料。生物可降解材料是一种在自然环境中能被微生物分解, 且最终产物是水和二氧化碳以及对环境无污染的环保材料^[1-2]。

目前市场上比较常见的生物降解材料有聚乳酸 (PLA)、聚对苯二甲酸/己二酸丁二酯 (PBAT)、聚己内酯 (PCL)、聚丁二酸丁二醇酯 (PBS) 以及聚羟基脂肪酸酯类 (PHAs) 等^[3]。PLA 是以淀粉为原料, 经过一系列分解发酵再聚合而制成的热塑性脂肪族聚酯, 具有可完全生物降解性^[4]。在众多生物降解材料中, PLA 是目前研究最多、产量最大、商业化最为成功的可生物降解聚合物之一^[5]。相较于其它降解材料, PLA 有着优异光泽性和透明度以及优良的阻隔能力, 因此 PLA 在包装、农用地膜、纺织以及汽车等领域有着非常巨大的潜

在市场, 是一种发展前景极好的可生物降解聚合物^[6-7]。但 PLA 的熔体强度低、韧性差等缺点在一定程度上限制了其应用^[8], 故需对 PLA 进行改性处理, 以此来提升它的加工性能。目前通过增韧改性来改善 PLA 的加工性能是研究重点, 其中增韧方法有增塑、共聚、填充以及与其它韧性聚合物共混等^[9]。为了保持 PLA 本身的特性, 通常将 PLA 与其它韧性较高的可生物降解聚合物进行共混, 这样可以在改善其韧性的同时还不破坏其降解性, 达到两全其美的效果。

目前研究最多的是利用 PBAT 共混增韧 PLA。PBAT 是一种热塑性降解塑料, 它是由脂肪族己二酸丁二酯 (PBA) 和芳香族对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 缩合共聚制得, 综合了脂肪族聚酯优异的降解性能和芳香族聚酯良好的力学、热学性能^[10-11]。由于 PBAT 具有良好的拉伸性能和柔性, 被认为是 PLA 增韧的良好候选物, 因此, PBAT 和 PLA 熔融共混是改善 PLA 脆性、提升 PLA 加工性能的有效途径。但是将 PLA

通讯作者: 陈振斌, 教授, 博士研究生导师, 主要从事吸附分离功能高分子材料研究 E-mail: zhenbinchen@163.com

收稿日期: 2018-11-22

引用格式: 张云飞, 黄安平, 张文学, 等. PLA/PBAT 复合材料研究进展 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(1): 154-158.

Zhang Yunfei, Huang Anping, Zhang Wenxue, et al. Research progress of PLA/PBAT composites[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1): 154-158.

与 PBAT 熔融共混是一种物理改性,共混物的性能取决于两者共混相容的效果,故 PLA 与 PBAT 的相容性是影响复合材料性能的一个关键因素。笔者总结了近年来 PLA/PBAT 复合材料相容性的研究进展,为 PLA/PBAT 复合材料的加工应用提供参考。

1 复合材料的相容性

PBAT 由 PBA 和 PBT 共聚而成,故在 PBAT 的结构中存在着羰基,使得 PBAT 与 PLA 在熔融共混后相容或部分相容^[12]。以氯仿为良溶剂,PLA 的溶解度参数是 $10.1 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$,PBAT 的溶解度参数是 $23.0 (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$,可以发现两者的溶解度参数有着较大的差距,因而 PBAT 与 PLA 相容性差,难以混溶均匀^[13-14]。目前许多研究表明^[15-18],PLA 与 PBAT 是热力学不相容体系。但是在只添加少量 PBAT 时,PLA 与 PBAT 却会出现部分相容现象;当 PBAT 添加过量时,共混物的相形态为明显的两相结构。

由于 PLA 和 PBAT 的相容性差,使得 PLA 与 PBAT 熔融共混制得的共混物的力学性能差。为了提高 PLA/PBAT 共混物的力学性能,需要在熔融共混过程中引入一种或多种增容剂,以此来降低 PLA 与 PBAT 两相界面的张力,提升界面的粘合力,达到提升共混体系相容性的目的。目前常用的增容剂主要有三种:增塑剂、反应性增容剂及韧性高分子聚合物,不同种类的增容剂在改善 PLA 与 PBAT 的相容性方面都取得了较好的效果。

1.1 反应性增容剂

PBAT/PLA 作为二元共混体系,两者属于聚酯家族,且末端基团都是羟基和羧基,故可通过引入一种能与聚酯末端基团发生开环反应,而且生成的共聚物能够改善两相界面相容性的物质即反应性增容剂,借此提升共混体系的相容性。

Wu Ningjing 等^[19]通过反应性熔融共混制备不同含量乙烯-丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸缩水甘油酯共聚物(EMA-GMA)的 PLA/PBAT 共混物。结果表明,当 EMA-GMA 含量为 8%~15% 时,通过扫描电子显微镜(SEM)观察到 PLA/PBAT/EMA-GMA 共混物的冲击断裂表面均发生了大规模的显著塑性变形。而且动态热机械分析(DMA)分析表明,随着 EMA-GMA 的加入,PBAT 和 EMA-GMA 分散相的玻璃化转变温度(T_g)降低,故 PBAT 相端羧基与 EMA-GMA 环氧基之间的界面反应是导致 T_g 下降的主要原因,同时说明 EMA-GMA 的加入提升了 PLA 基体和 PBAT 颗粒之间的界面结合力。

甄智勇等^[20]利用双螺杆挤出机制备了添加不饱和酯类化合物(DT)的 PLA/PBAT 共混物。SEM 分析表明,没有添加 DT 的 PLA/PBAT 共混物断面有明显的 PBAT 颗粒脱落;随着 DT 的加入,共混物断面的 PBAT 颗粒剥离脱落

现象明显减少;继续增大 DT 的添加量,两相界面逐渐模糊,基体中 PBAT 分散颗粒逐渐消失,表明加入 DT 明显提高了 PLA 与 PBAT 的相容性。

除了环氧类化合物外,过氧化氢类和异氰酸酯类化合物也可与 PLA 和 PBAT 内的末端基团发生作用而产生扩链、增容的效果^[21-22]。例如,Pan Hongwei 等^[23]通过熔融共混制得 PLA/PBAT/4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)共混物。结果表明,加入 MDI 后,利用傅立叶变换红外光谱(FTIR)观察到共混物在 2270 cm^{-1} 处的 $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ 吸收峰消失,同时 3400 cm^{-1} 处出现 $\text{N}-\text{H}$ 的特征吸收峰,且 $1730 \sim 1700 \text{ cm}^{-1}$ 处酯类 $\text{C}=\text{O}$ 吸收峰增强;通过 SEM 观察到,在与 MDI 反应相容过程中形成的共聚物界面使分散相的形状由光滑的球向更纤化的形态转变,表明 MDI 的加入形成了支化结构,从而提高了共混物的相容性。

1.2 增塑剂

研究发现^[24-25],增塑剂对改善 PLA 的柔韧性有着较好的效果,而且增塑剂也能增塑 PBAT,故可推断出增塑剂能够改善 PLA/PBAT 共混物的柔韧性。

林杉^[26]选用钛酸四丁酯(TBT)作为增塑剂,采用熔融共混法制备了 PLA/PBAT 共混物。力学性能研究表明,共混物的断裂伸长率相比于纯 PLA 显著提高;当 TBT 添加量为 0.5% 时,共混物的断裂伸长率有最大值,达到 298%,且冲击强度提升了 76%。SEM 分析显示,加入 TBT 发生酯化反应,共混物的断面出现类丝状纤维,表明 PLA 与 PBAT 两端的末端基团脱水反应生成了酯键,两相界面之间的相互作用大大增强,相容性得到显著提升。

李盖禹等^[27]利用熔融共混制备 PLA/PBAT 的共混物,研究了 TBT 和乙酰化柠檬酸三丁酯(ATBC)对 PLA/PBAT 共混物相容性的影响。结果表明,TBT 和 ATBC 均能改善共混物的相容性;当 TBT 添加量为 0.5 份时,共混物的拉伸强度达到 39 MPa;当 ATBC 添加量为 0.5 份时,共混物的断裂伸长率达到了 263%,韧性得到显著提升。

Ding Yue 等^[28]制备了含有不同 PLA 嵌段长度的 PLA-聚乙二醇-PLA(PLA-PEG-PLA)三嵌段共聚物(E91L29, E91L44, E91L76, E91L175),研究了三个嵌段共聚物对 PLA/PBAT 共混物的增容效果。通过 SEM 观察到,原始 PLA/PBAT 共混物具有典型的海岛结构,分散相 PBAT 以直径约 $2 \mu\text{m}$ 的微粒形式分散在连续相 PLA 中;加入 E91L29, E91L44, E91L76, E91L175 后,PLA 与 PBAT 之间的空隙消失,PLA 中的颗粒数量减少,其中加入 E91L175 的样品中存在较多的可变形粒子;不相容 PLA/PBAT 共混物具有明显的两相结构脆性表面,在三嵌段共聚物的作用下,样品表面出现了具有类丝纤维的粗糙表面,表明三嵌段共聚物可起到

增容效果。

上述研究结果表明,增塑剂可以改善 PLA/PBAT 共混体系的相容性,且效果非常显著。

1.3 韧性高分子聚合物

目前除了引用有机或无机小分子作为增容剂外,还可以将一些韧性高分子聚合物添加到 PLA/PBAT 共混体系中,借此达到增容的目的。其中常用作增容剂的高分子聚合物有 PCL^[29]。PCL 的力学性能与聚乙烯相当,且具有良好的热稳定性,以及低熔点和超低的 T_g ,因此 PCL 除了使 PLA/PBAT 共混物产生增韧作用,还可以使共混物获得较好的热稳定性和力学性能。

李冲等^[30]选用了 PCL 为增容剂,采用熔融共混制备了 PLA/PBAT 共混物。研究发现,加入 PCL 可以有效改善 PLA/PBAT 共混物的相容性。用 SEM 观察共混物断面形貌发现,加入适量的 PCL,共混物的两相界面变得模糊,孔洞与颗粒的数量减少;过量加入 PCL 时,两相界面出现分散颗粒粒径增大的现象,并且共混物的力学性能下降,故 PCL 作为增容剂时,其添加量要适量,不宜过高。

周志斌等^[31]以 PCL 为增容剂,采用熔融共混法制备 PLA/PBAT/PCL 复合材料。研究发现,随着 PCL 添加量的增加,复合材料的拉伸强度和冲击强度呈现先升高后降低的变化趋势,当 PCL 含量为 2% 时,复合材料的拉伸强度和冲击强度均到最大值,分别为 66.44 MPa 和 6.87 kJ/m²;当 PCL 含量分别为 2% 及 4.8% 时,PBAT 与 PLA 的两相界面变得模糊,可见 PCL 起到了较强的增容效果。

2 复合材料的力学性能

2.1 PBAT 对 PLA/PBAT 复合材料力学性能的影响

PLA 由于韧性差,加工性能差,选用韧性好的 PBAT 对其进行增韧改性,以改善其加工性,但是 PBAT 本身的强度低,它的加入对 PLA 的拉伸强度以及拉伸弹性模量会造成一定影响,为此有学者对 PLA/PBAT 共混物的力学性能进行了详细分析。

司鹏等^[32]以熔融共混挤出 PLA/PBAT 共混料,再用塑料吹膜机制成薄膜。对薄膜的力学性能检测表明,随着共混物中 PBAT 含量的增加,PBAT/PLA 薄膜的拉伸强度、拉伸弹性模量及直角撕裂强度呈下降趋势,断裂伸长率逐步升高,故 PBAT 的加入会降低 PLA 的力学强度。

郭昊杰等^[33]研究了 PBAT 含量对 PLA/PBAT 共混物性能的影响。结果表明,随着 PBAT 含量的增加,PLA/PBAT 共混物的拉伸强度逐渐降低,当 PBAT 质量分数为 50% 时,共混物的拉伸强度由纯 PLA 的 58.3 MPa 下降到 17.9 MPa;共混物的断裂伸长率随 PBAT 含量的增加呈现先升高后降低再升高的趋势,其中下降段 PBAT 质量分数为

30%~50%,故 PBAT 含量不易过高。

上述研究结果表明,PBAT 的加入可以提高 PLA 的韧性,且效果非常显著,但同时也降低了 PLA 的力学强度和刚性,使得复合材料的实用性降低。

2.2 增强改性 PLA/PBAT 复合材料

PLA/PBAT 共混可以吸收 PBAT 优异的热稳定性等优点,使得共混体系在获得较好的韧性同时还具备优异的耐热性,但伴随着 PBAT 的加入,PLA 的力学强度会有一些的缺失,使得 PLA/PBAT 共混物的应用受到一定限制,故须对共混物进行增强改性,以提升其实用性。

S. Adrar 等^[34]利用双螺杆挤出机制备添加环氧官能化石墨烯(EFG)与有机蒙脱土(OMMT)增强 PLA/PBAT 共混物。拉伸性能结果表明,在 PLA/PBAT 共混物中加入质量分数 5% 的 EFG,共混物的拉伸弹性模量由 685.03 MPa 增大到 814.15 MPa,断裂伸长率由 14.73% 提升到 41.09%;加入质量分数 3% 的 OMTT,共混物的拉伸弹性模量和断裂伸长率均达到最佳,分别为 884.92 MPa 和 99.78%;同时加入质量分数 5% 的 EFG 和 3% 的 OMTT 时,共混物的拉伸弹性模量增大到 903.15 MPa,断裂伸长率提升到 182%,可见 EFG/OMMT 混合增强体系优于单一增强体系。

刘雪^[35]制备了分别经偶联剂 KH550, KH570 处理过的短切玻纤(GF550, GF570)增强 PLA/PBAT (质量比为 7:3) 共混体系。研究发现,随着 GF550, GF570 含量的增加,复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量呈上升趋势;当 GF550 的添加量为 25% 时,复合材料的拉伸强度达到 67.3 MPa,相比纯 PLA/PBAT 共混物增加了 80%,拉伸弹性模量则提高了 185.5%。当两种玻纤添加量相同时,GF550 的增强效果更佳。

梁多平等^[36]采用熔融共混挤出法制备了 PLA/PBAT/改性纳米羟基磷灰石(HA)复合降解材料。随着改性纳米 HA 添加量的增加,共混物的拉伸强度和缺口冲击强度呈现先增大后减小的变化趋势,当改性纳米 HA 的添加量为 2 份时,PLA/PBAT (80/20) 共混物的拉伸强度和缺口冲击强度均达到最大值,故添加少量改性纳米 HA 可以有效改善 PLA/PBAT 体系的力学性能。

Ç. Onur 等^[37]以 PLA/PBAT (70/30) 为基料,以未改性处理的火山石颗粒(VP)为增强材料,通过熔融共混制得 PLA/PBAT/VP 复合材料。结果表明,随着 VP 含量的增加,PLA/PBAT 复合材料的拉伸强度呈现先增后降的变化趋势,而拉伸弹性模量逐渐增大;当 VP 添加量为 5 份时,PLA/PBAT (70/30) 复合材料的拉伸强度达到最大值(55 MPa);当 VP 添加量为 25 份时,拉伸弹性模量从 2264 MPa 增大到 2495 MPa,提高 10% 左右。

除了添加矿物无机填料外,还可以通过引入天然高分

子聚合物进行共混增强改性。例如, A. L. M. Sis 等^[38]采用熔融共混法制备了 PLA/PBAT/ 洋麻纤维复合材料,研究了不同用量的洋麻纤维对复合材料力学性能的影响。结果表明,由于洋麻纤维与 PLA/PBAT 基体界面之间的相容性差,使得复合材料的力学性能急剧下降。当洋麻纤维预先用 2% 的三甲氧基硅烷 (APTMS) 处理后,复合材料表现出最佳的拉伸强度 (52.27 MPa), 弯曲强度 (64.27 MPa) 和冲击强度 (234.21 J / m)。

以上研究结果表明,添加矿物或纤维类天然高分子聚合物都可改善 PLA/PBAT 复合材料的力学性能,但为了不破坏复合材料的生物降解性,天然纤维增强改性是最理想的改性手段。

3 结语

在复合材料制备过程中,适量添加 PBAT 可有效提高 PLA/PBAT 复合材料的韧性,但是, PBAT 价格昂贵,提高了 PLA/PBAT 复合材料的制造成本,同时 PBAT 的加入会破坏 PLA 的力学强度,极大地限制了复合材料的应用领域。因此,如何在提高 PLA/PBAT 复合材料性能的同时,又能有效降低生产成本是未来研究的难点也是重点。PLA/PBAT 复合材料具有优异的降解性能,随着近年来国家对环境问题的重视,其有着十分广阔的市场前景和难以估量的经济及社会效益。

参考文献

- [1] 伍李云,等. 轻工科技,2018,34(7):36-37,44.
Wu Liyun, et al. Light Industry Science and Technology, 2018, 34(7):36-37, 44.
- [2] 李闯. 橡塑技术与装备,2016,42(14):62-63.
Li Chuang. China Rubber / Plastics Technology and Equipment, 2016, 42(14):62-63.
- [3] 张缓缓. 原位 FTIR 研究自成核及成核剂对聚乳酸结晶行为的影响 [D]. 郑州: 郑州大学, 2017.
Zhang Huanhuan. Influence of self-nucleation and nucleating agents on the crystallization behavior of poly(lactic acid) probed by real-time infrared spectroscopy [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2017.
- [4] 李新功. 竹纤维 / 聚乳酸可生物降解复合材料界面调控及性能研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
Li Xingong. Study on interface regulation and property of bamboo fiber / poly lactic bio-degradable composites [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2015.
- [5] 张玉霞,等. 中国塑料,2012,26(10):1-15.
Zhang Yuxia, et al. China Plastics, 2012, 26(10):1-15.
- [6] 张明. PLA/PBAT 复合包装薄膜的制备与性能及其中助剂向食品模拟物的迁移 [D]. 广州: 暨南大学, 2018.
Zhang Ming. Study on the preparation and characteristic of PLA / PBAT composite packaging film and the migration of its additives to food simulants [D]. Guangzhou: Jinan University, 2018.
- [7] Liu Hongzhi, et al. Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 2011, 49.15:1 051-1 083.
- [8] 陈锡荣,等. 合成树脂及塑料,2010,27(4):67-69.
Chen Xirong, et al. China Synthetic Resin and Plastics, 2010, 27(4):67-69.
- [9] 孙晨露,等. 化工时刊,2017,31(12):40-42, 54.
Sun Chenlu, et al. Chemical Industry Times, 2017, 31(12):40-42, 54.
- [10] Liang D W, et al. Applied Microbiology Biotechnology, 2008, 80(2):183-198.
- [11] 王连才,等. 中国塑料,2003(8):1-8.
Wang Liancai, et al. China Plastics, 2003(8):1-8.
- [12] Yeh Jen-Taut, et al. Journal of Applied Polymer Science, 2010, 116.2:680-687.
- [13] 张玉霞,等. 中国塑料,2014,28(3):7-15.
Zhang Yuxia, et al. China Plastics, 2014, 28(3):7-15.
- [14] Dong Weifu, et al. Polymer International, 2013, 62(12):1 783-1 790.
- [15] Arruda L C, et al. Polymer Testing, 2015, 43:27-37.
- [16] Osman, M J, et al. Oriental Journal of Chemistry, 2017, 33.6:3 015-3 023.
- [17] Gu Shuying, et al. Carbohydrate Polymers, 2008, 74, 79-85.
- [18] Jiang Long, et al. Biomacromolecules, 2006, 7, 199-207.
- [19] Wu Ningjing, et al. Materials Letters, 2017, 192:17-20.
- [20] 甄智勇,等. 中国塑料,2016,30(3):88-93.
Zhen Zhiyong, et al. China Plastics, 2016, 30(3):88-93.
- [21] 莫兰. 聚乳酸 / 聚己二酸对苯二甲酸丁二酯复合生物材料的制备与性能研究 [D]. 湘潭: 湘潭大学, 2017.
Mo Ran. Preparation and properties of polylactic acid / poly(butylene adipate-co-terephthalate) composites [D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2017.
- [22] MA, P, et al. Polymer Degradation and Stability, 2014, 102:145-151.
- [23] Pan Hongwei, et al. RSC Advances, 2018, 8.9:4 610-4 623.
- [24] Thellen C, et al. Polymre, 2005, 46:11 716-11 727.
- [25] 张兴振. 增强增韧聚乳酸研究 [D]. 成都: 四川大学, 2007.
Zhang Xingzhen. Reinforcing and toughening modification of polylactide [D]. Chengdu: Sichuan University, 2007.
- [26] 林杉. 聚乳酸 / 聚 (己二酸 - 对苯二甲酸丁二酯) 共混物材料的制备与性能研究 [D]. 太原: 中北大学, 2012.
Lin Shan. Preparation and properties of biodegradable poly(lactic acid) / poly(butylene adipate-co-terephthalate) blends [D]. Taiyuan: North University of China, 2012.
- [27] 李盖禹,等. 中国塑料,2017,31(4):51-56.
Li Gaiyu, et al. China Plastics, 2017, 31(4):51-56.

- [28] Ding Yue, et al. Polymer, 2018, 146:179-187.
- [29] 王亮,等. 工程塑料应用, 2007, 35(8):5-8.
Wang Liang, et al. Engineering Plastics Application, 2007, 35(8):5-8.
- [30] 李冲,等. 塑料工业, 2018, 46(1):24-28, 70.
Li Chong, et al. China Plastics Industry, 2018, 46(1):24-28, 70.
- [31] 周志斌,等. 功能材料, 2016, 47(5):231-237.
Zhou Zhibin, et al. Journal of Functional Materials, 2016, 47(5):231-237.
- [32] 司鹏,等. 塑料科技, 2015, 43(10):68-72.
Si Peng, et al. Plastics Science and Technology, 2015, 43(10):68-72.
- [33] 郭昊杰,等. 合成树脂及塑料, 2015, 32(2):5-9, 18.
- Wu Haojie, et al. China Synthetic Resin and Plastics, 2015, 32(2):5-9, 18.
- [34] Adrar S, et al. Applied Clay Science, 2018, 157:65-75.
- [35] 刘雪. 玻纤增强 PLA/PBAT 共混体系的结构与性能研究 [D]. 济南: 山东大学, 2018.
Liu Xue. Study on the structure and properties of glass fiber reinforced PLA/PBAT blend system[D]. Jinan: Shandong University, 2018.
- [36] 梁多平,等. 复合材料学报, 2014, 31(3):569-577.
Liang Duoping, et al. Acta Materiae Compositae Sinica, 2014, 31(3):569-577.
- [37] Çoban O, et al. Polymer Composites, 2018, 39.S3:E1 500-E1 511.
- [38] Sis A L M, et al. Iranian Polymer Journal, 2013, 22(2):101-108.

产业转移释放新能量

“CHINAPLAS 国际橡塑展”重拳出击新兴区域

随着经济全球化的不断深入,以及世界范围内工业产业链分工的持续调整,包括中国在内的多个国家在东南亚等地区的投资增长快速。在全球制造业大国——中国,中西部地区加速开放,积极承接东部沿海地区的产业转移。为广泛连接优质资源,深度发掘行业新能量,将于 2019 年 5 月在广州举办的“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”,应时而动拥抱新机遇,推广重拳强力出击新兴区域。

(1) 全球打卡模式开启,展会推广遍地开花。

一辆汽车的组装需要四大洲 20 多个国家提供部件,一架客机的零部件来自 1500 个大公司和 15000 家中小企业。全球产业已分工如此之细、分布如此之广,从“广交会”到“进博会”,中国坚持“走出去”和“引进来”并重,以促进全球经贸交流。中国制造企业对外迁移或扩张日益活跃,橡塑企业在海外布局加码,加快投资建厂的步伐。

针对东南亚等新兴区域,“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”主办方透过媒体合作、广告推广、精准营销等方式多渠道、多方位宣传,更派出推广团队到达当地,拜访具影响力协会,包括马来西亚中小企业公会、泰国家居用品行业协会、泰国工具及模具行业协会、泰国汽车零部件制造厂商协会、泰国电动汽车制造协会等,协会纷纷表示愿意将展会信息推荐给当地企业,并参与当地的重要活动。

(2) 中国中西部市场迎井喷,孕育强大橡塑能量。

“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”除了开启全球打卡模式外,中国本土的推广亦不遗余力。近日,“中国中西部塑料行业联盟”作为新成员,加入为展会支持单位。据悉,联盟成立于 2018 年 5 月,贯彻落实国家“一带一路”倡议和《国务院关于中西部地区承接产业转移的指导意见》方针政策,密切中西部塑料行业之间沟通交流。

展会主办方——雅式展览服务有限公司总经理梁雅琪女士介绍到,他们与中国中西部塑料行业联盟强强联手,旨在协同推动中国中西部塑料行业发展。东部沿海地区创新

引领发展优势明显,但土地等资源紧张,人工成本高;而中西部地区经过 40 年改革开放,经济水平显著提高,且资源丰富、要素成本低、基础设施及投资环境更为改善,是中国产业转移的重要承载力。随着东部沿海地区制造业向中西部地区转移的深入推进,中西部产业集群再度升级,他们深刻地感受到了这个地区充满着活力。

近年来,中西部地区的发展业绩尤为亮眼。数据显示,2018 年前三季度,中西部地区出口额达 1.95 万亿元,增长 13%,高于整体增速 6.5%。

(3) 深入中西部产业集群,聆听企业需求与心声。

中西部地区的发展势头迅猛,带动了对橡塑的强盛需求。数据显示 2017 年,安徽省、河南省的塑料制品产量增长率分别达到 11.21%,7.18%;西部十二省区塑料制品同比增长率 8.44%;中西部地区产量增长率均高于全国平均水平,处于快速增长阶段。

抢滩新兴区域,逐鹿中西部地区!在推广的过程中,“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”主办方从策略上到执行上,都比以往加大投入。不仅参与中西部的各大活动,展会推广团队还一一拜访重要协会及企业,深入了解企业需求与心声。

“CHINAPLAS 2019 国际橡塑展”的“朋友圈”正持续扩大。展会将于 2019 年 5 月 21~24 日回归羊城,在广州·琶洲·中国进出口商品交易会展馆举行,预计汇集全球 3400 多家领先展商,以超过 25 万平方米的展览面积,向 150 个国家及地区的逾 18 万专业观众,打造一场凝聚全球资源的橡塑创新盛宴。

展会预登记现已开通!观众于 2019 年 5 月 13 日前完成预先登记,可享人民币 50 元(四天票)的优惠;2 月 28 日前完成预登记,更可于展前收到参观证,直接快速地进场!请即登入 www.ChinaplasOnline.com/prereg 预先登记成为观众。更多展会详情,可登陆展会网站 www.ChinaplasOnline.com 或 www.中国橡塑展.com。

(雅氏展览公司)