

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.07.008

ABS/PBT 合金材料制备与性能

陈光伟

(上海日之升科技有限公司, 上海 201109)

摘要: 通过双螺杆挤出造粒制备了丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS)/聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 复合材料, 考察不同增韧剂及增容剂种类及含量对 ABS/PBT 合金力学性能的影响。结果表明, 增韧剂甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物 (MBS) 含量为 6% 及增容剂为苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯 (GMA) 第四单体四元共聚物 (ST-AN-GMA-X) 质量分数为 2.5% 时所制备的 ABS/PBT 合金材料性能最佳; 随着 MBS 含量的增加, ABS/PBT 合金材料的拉伸强度及耐热性下降, 冲击性能逐步提高, 材料熔体流动速率降低; 增容剂 ST-AN-GMA-X 对 ABS/PBT 合金增容效果优于苯乙烯-丙烯腈-GMA 及丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料接枝马来酸酐 (ABS-g-MAH), 随着 ST-AN-GMA-X 含量上升, ABS/PBT 合金材料的耐热性及冲击性能提高, 拉伸强度升高; 当 ST-AN-GMA-X 质量分数为 2.5%, MBS 含量为 6%, ABS 与 PBT 质量比为 60/31.5 时, ABS/PBT 合金材料具有最佳的力学性能, 其缺口冲击强度可达 21.6 kJ/m²。

关键词: 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料/聚对苯二甲酸丁二酯合金材料; 冲击强度; 苯乙烯丙烯腈甲基丙烯酸缩水甘油酯第四单体四元共聚物; 耐热性; 相容性

中图分类号: TQ322 文献标识码: A 文章编号: 1001-3539(2020)07-0038-06

Preparation and Properties of ABS/PBT Alloy

Chen Guangwei

(Shanghai Sunny Technology Co. Ltd., Shanghai 201109, China)

Abstract: The ABS/PBT alloy were prepared through the double screw extrusion, the mechanical properties of ABS/PBT alloy were investigated by influenced on different toughener and compatilizer types and contents. The results show that the ABS/PBT alloys have excellent mechanical properties which prepared by a toughener MBS content of 6% and a compatibilizer of styrene acrylonitrile glycidyl methacrylate fourth monomer quaternary copolymer (ST-AN-GMA-X) content of 2.5%. With the MBS contents increases, the tensile strength and heat resistance of ABS/PBT alloy materials decrease, the impact performance are gradually improved, and the material melt index decreases; Compatibilizer ST-AN-GMA-X has better compatibilizing effect on ABS/PBT alloy than SAG and ABS-g-MAH. With the increase of ST-AN-GMA-X content, the heat resistance and impact properties of ABS/PBT alloy materials are rised, the tensile strength is increased. When the addition of ST-AN-GMA-X is 2.5%, the MBS content is 6%, and the mass ratio of ABS to PBT is 60/31.5, the prepared ABS/PBT alloy has the best mechanics performance, in which the notched impact strength can reach 21.6 kJ/m².

Keywords: acrylonitrile butadiene styrene / polybutylene terephthalate alloy; impact strength; ST-AN-GMA-X; heat resistance; compatibility

丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS) 是由分散相 (橡胶颗粒) 和连续相 (丙烯腈-苯乙烯) 构成的三元共聚物^[1], 它不仅有良好的冲击性能、加工性及耐化学药品性, 还可通过与其它工程塑料共混制

成合金来改善 ABS 的耐热、刚性等性能^[2-6], 被广泛地应用于汽车、家电、运输及包装等领域^[7]。聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT) 是一种结晶速度快、电绝缘性及耐候性好、力学性能优良的工程塑料, 但因其尺寸

通讯作者: 陈光伟, 硕士, 研发工程师, 从事塑料改性研究 E-mail: chenguangwei@shsunny.com

收稿日期: 2020-04-17

引用格式: 陈光伟. ABS/PBT 合金材料制备与性能 [J]. 工程塑料应用, 2020, 48(7): 38-43.

Chen Guangwei. Preparation and properties of ABS/PBT alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7): 38-43.

稳定性差、缺口敏感,导致其一些应用场合被限制。将 PBT 与 ABS 共混,获得的 ABS/PBT 合金具有良好的力学性能及尺寸稳定性,但因 ABS 与 PBT 互不相容,需通过添加增容剂来改善两相的界面相容以获得性能稳定的合金材料^[8-13]。

笔者研究了增韧剂及增容剂的种类和含量对 ABS/PBT 合金性能的影响,制备出性能优良的 ABS/PBT 合金。

1 实验部分

1.1 原料

ABS:PA757,镇江奇美化工有限公司;

PBT:GX121,中石化仪征化学纤维股份有限公司;

ABS 高胶粉:HR181,韩国锦湖石油化学株式会社;

甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(MBS):M711,日本钟渊化学工业株式会社;

乙烯-丙烯酸丁酯-甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)三元共聚物(PTW):美国杜邦公司;

ABS 接枝马来酸酐(ABS-g-MAH):CMG-7000,佳易容相容剂江苏有限公司;

苯乙烯-丙烯腈-GMA:SAG-005,佳易容相容剂江苏有限公司;

苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯第四单体四元共聚物(ST-AN-GMA-X):RAS-302,嘉兴华雯化工有限公司。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机:SHJ-36 型,南京诚盟化工机械有限公司;

注塑机:HTF80X1 型,宁波海天股份有限公司;

拉力试验机:Z010TN 型,德国 ZwickRoell 集团;

摆锤冲击试验机:HIT25P 型,德国 ZwickRoell 集团;

扫描电子显微镜(SEM):S-4800 型,日本 Hitachi 公司;

热变形维卡试验仪:IC 6+N 型,德国 Coesfeld 公司;

熔体流动速率(MFR)仪:RL-11B1 型,上海思尔达科学仪器有限公司。

1.3 试样制备

将干燥好的 PBT,ABS,增韧剂、增容剂等按表 1、表 2 列出的比例混合均匀后,从主喂料口加入,在挤出温度 225~235℃、螺杆转速为 240~280 r/min 条件下挤出造粒。所得粒料在 100℃烘箱中烘干 4 h 后,注塑机注塑成标准样条,注塑温度为 230℃,将注塑好的样条在室温 23℃,湿度 50% 的条件下自然放置 24 h,备用。

表 1 不同增韧剂含量及种类的 ABS/PBT 配方

材料	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]
ABS	66	63	60	57	63	60	57	63	60	57
PBT	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5
MBS		3	6	9						
ABS 高胶粉						3	6	9		
PTW									3	6
ST-AN-GMA-X	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

表 2 不同增容剂含量及种类的 ABS/PBT 配方

材料	11 [#]	12 [#]	13 [#]	14 [#]	15 [#]	16 [#]	17 [#]	18 [#]	19 [#]	20 [#]	21 [#]
ABS	68.5	62.5	61.5	60	58.5	61.5	60	58.5	61.5	60	58.5
PBT	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5
ST-AN-GMA-X			1	2.5	4						
SAG-005						1	2.5	4			
CMG 7000									1	2.5	4
MBS 711		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

1.4 性能测试与结构表征

拉伸性能按照 ISO 527-1-1997 测试,拉伸速度 5 mm/min;

弯曲性能按照 ISO 178-2004 测试,弯曲速度 2 mm/min;

冲击性能按照 ISO 179-2-1997 测试;

维卡软化点温度按照 ISO 306-2004 测试;

MFR 按照 ISO 1133-2005 测试,220℃,负荷 5 kg;

SEM 观察:将测试样条放入液氮中淬断,选择合适的一段侧面按要求制样,把试样放入样品室,观察断面形貌;

TG 按照 ISO 11358-1:2014 测试。

2 结果与讨论

2.1 增韧剂含量及种类对 PA6/ABS 合金性能影响

图 1 为不同增韧剂含量及种类的 ABS/PBT 合金的缺口冲击强度。

根据表1的配方,从图1可以看出,随着增韧剂含量的增加,ABS/PBT合金材料的冲击性能逐渐上升,不同增韧剂的作用效果不同,其中MBS的增韧效果最佳,ABS高胶粉的效果次之,PTW的效果较差。这是因为MBS为甲基丙烯酸甲酯、丁二烯、苯乙烯的三元共聚物,是典型的核-壳结构,MBS作为ABS/PBT增韧剂时,可以利用作为壳结构的甲基丙烯酸甲酯及苯乙烯基团来提高ABS与PBT的相容性,还可以利用核结构的丁二烯颗粒来阻碍银纹的增长,提高合金界面的变形能力,使ABS/PBT合金的冲击性能大幅度提高,当增容剂ST-AN-GMA-X质量分数为2.5%,MBS质量分数为6%时,合金的综合性能较好,缺口冲击强度可达 21.6 kJ/m^2 。ABS高胶粉作用机理是利用增加内部橡胶相数量及分布的方法提高合金材料的产生及阻碍银纹生长的能力,从而提高合金材料的冲击性能,但因其无法提高ABS与PBT的界面相容性,故增韧效果会差些。PTW与PBT有极佳的相容性,且低温冲击性能较佳,但与ABS的相容性一般,所以对ABS/PBT合金的冲击性能改善效果较差。

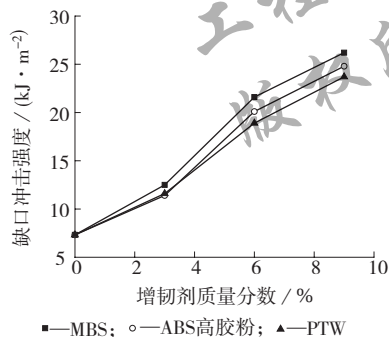


图1 不同增韧剂含量及种类的ABS/PBT合金的缺口冲击强度

图2为不同增韧剂含量及种类的ABS/PBT合金的拉伸性能。

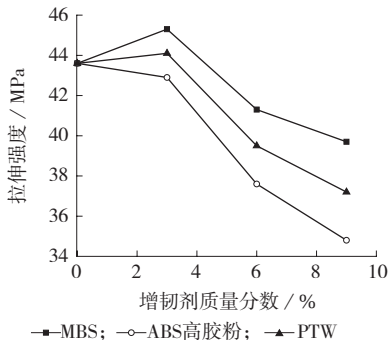


图2 不同增韧剂含量及种类的ABS/PBT合金的拉伸性能

从图2可见,不同增韧剂的加入对ABS/PBT合金材料拉伸性能影响不同,MBS,PTW的加入,

当增韧剂质量分数少于3%时,合金材料的拉伸强度轻微上升,超过3%后,拉伸性能逐步下降;ABS高胶粉则不同,随着ABS高胶粉的加入,材料的拉伸强度处于下降趋势。这是因为少量MBS,PTW对ABS/PBT材料的相容性有所改善,两相之间的界面作用力的提高会使合金材料的拉伸性能有所上升,但超过一定量之后,橡胶相的增加导致合金材料的拉伸性能下降。ABS高胶粉因不能提高界面相容作用,所以力学性能会随着高胶粉含量上升呈下降趋势。

表3为不同增韧剂含量及种类的ABS/PBT合金的维卡软化点及MFR。从表3可以看到,增韧剂对合金材料的维卡软化温度及MFR影响较大,MBS或PTW质量分数为3%的ABS/PBT合金的维卡软化温度影响较小,其质量分数超过3%后,ABS/PBT合金的维卡软化温度开始下降,ABS高胶粉的加入会导致合金的维卡软化点一直下降,这也验证了MBS或PTW对ABS/PBT合金的界面相容性会有帮助,其原因与对力学性能影响一样。ABS/PBT合金的MFR随着增韧剂的加入逐渐下降,这是因为增韧剂中橡胶相的加入,对合金材料的MFR影响较大,从表3可以看到,MBS及PTW对合金材料界面相容的提高,导致ABS与PBT两相之间的作用力增大,MFR下降。

表3 ABS/PBT合金的维卡软化温度及MFR

项目	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]	10 [#]
维卡软化温度 / °C	108	110	107	102	106	102	96	108	104	99
MFR / [g·(10 min) ⁻¹]	18.2	15.4	12.9	9.8	16.2	13.7	10.1	15.5	12.3	9.6

2.2 增容剂含量及种类对ABS/PBT合金性能影响

图3为不同增容剂含量及种类的ABS/PBT合金的冲击性能。根据图3可以看出,随着增容剂含量的提高,ABS/PBT合金材料的冲击性能先上升,再轻微下降,不同增容剂效果不同,其中ST-AN-GMA-X的增容效果最佳,SAG的效果次之,ABS-g-MAH的效果较差。在没有增容剂的情况下,增韧剂的加入有利于韧性的提高,但上升幅度不大。因为在没有增容剂及增韧剂的情况下,ABS/PBT合金材料两相不相容,界面之间没有作用力,两相分离使冲击性能相比ABS差很多;增韧剂MBS的单

独加入,由于 MBS 与 PBT 和 ABS 相容性俱佳,故 MBS 的加入可以作为增容剂来改善 ABS 与 PBT 的相容性,使 PBT 在 ABS 材料的分散性提高,在增韧的同时还可以增容,小幅提高 ABS/PBT 的合金材料的冲击性能,但在缺少增容剂的情况下,韧性提高不明显。

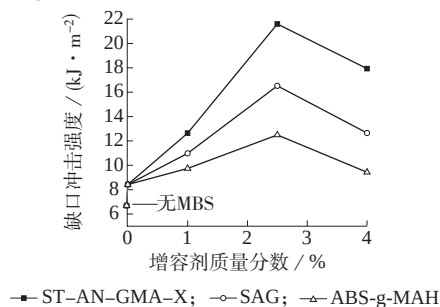


图 3 不同增容剂含量及种类的 ABS/PBT 合金的冲击性能

从图 3 可以看到, ST-AN-GMA-X 与 SAG 的相容效果优于 ABS-g-MAH, 因为 ST-AN-GMA-X 和 SAG 都含有 GMA, GMA 的加入会使 ABS/PBT 合金中 PBT 生成许多无定型区, PBT 在 ABS/PBT 合金中分散粒径持续减少, 使 PBT 在 ABS/PBT 合金中分散更均匀, 两相的相容性持续改善, 增韧剂 MBS 也可以更好地在两相之间分散, 冲击性能比 ABS-g-MAH 更佳^[14]。从图 3 还可以看到, ST-AN-GMA-X 的增容效果优于 SAG, 这是因为 ST-AN-GMA-X 中的 X 基团类似于长碳链的弹性体基团, 弹性体作为第四单体可以有效地在 ABS 与 PBT 两相界面之间阻碍银纹扩展, 提高两相界面之间抵抗变形的能力, 增加合金材料的冲击性能, 研究结果显示, 含有 GMA 基团的弹性体可以明显提高 ABS/PBT 共混物的冲击性能^[15-16]。增容剂超过一定量后, ABS/PBT 合金材料的冲击性能呈下降趋势, 这是因为 ST-AN-GMA-X 及 SAG 中的 GMA 基团可以与 PBT 中的端羟基及端羧基发生反应, 而苯乙烯与丙烯腈和 ABS 相容性好, 这两种情况会导致 ABS 与 PBT 界面缠结概率增加, 但超过一定量后, 界面缠结网络增多会导致 MBS 在界面处的分散下降, 影响 MBS 的增韧效果, 导致韧性下降。

图 4 为不同增容剂含量及种类的 ABS/PBT 合金材料的拉伸性能。由图 4 可以看出, 随着增容剂含量的增加, ABS/PBT 合金材料的拉伸强度逐步提高, 这是因为增容剂的加入可以有效改善 ABS 与 PBT 两相界面的相容, 减少 ABS 相与

PBT 相在拉力作用下因界面不相容产生滑移的问题, 增加 PBT 与 ABS 界面缠结, 从而提高 ABS/PBT 合金材料抵抗外力拉伸变形的能力, 但增容剂超过一定数量后, 合金的拉伸性能提高不明显, 这是因为增容剂导致两相界面缠结网络到达一定数量后无法再增加, 后续对力学性能帮助不大。

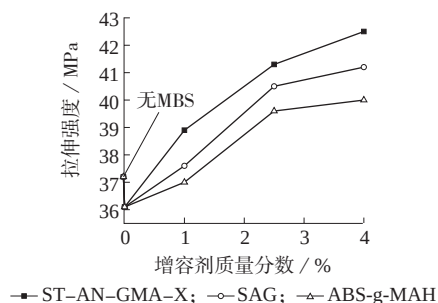


图 4 不同增容剂含量的 ABS/PBT 合金的拉伸性能

表 4 为不同增容剂含量及种类的 ABS/PBT 合金的维卡软化温度及 MFR。从表 4 可以看到, 增容剂的种类和含量对 ABS/PBT 合金材料的维卡软化温度和 MFR 影响较大, 随着增容剂含量的增加, ABS/PBT 合金材料的维卡软化点处于上升趋势, 这是因为增容剂的加入会提高分散相 PBT 在连续相 ABS 基体中的分散, PBT 的耐热性优于 ABS, 故分散性好的 ABS/PBT 合金的维卡软化点会随着增容剂含量的增加而提高。SAG 的维卡软化点最高的原因是它比 ST-AN-GMA-X 少了长碳链的弹性体, 且 SAG 所含有的 GMA 基团有利于 PBT 在 ABS/PBT 合金中的分散, ABS-g-MAH 增容剂在 ABS/PBT 合金中的增容效果比 SAG 差, 故 ABS-g-MAH 对合金材料的维卡软化点影响最大。MFR 则随着增容剂的加入逐渐下降, 这是因为增容剂对合金材料界面相容的提高, 导致 ABS 与 PBT 两相之间的界面作用力增大, MFR 下降。

表 4 ABS/PBT 合金的维卡软化点及 MFR

项目	11 [#]	12 [#]	13 [#]	14 [#]	15 [#]	16 [#]	17 [#]	18 [#]	19 [#]	20 [#]	21 [#]
维卡软化温度 / °C	96	90	98	107	109	99	109	112	96	104	107
MFR / [g · (10 min) ⁻¹]	20.5	15.8	14.1	12.9	11.9	14.6	13.5	12.7	15.1	14.0	13.3

2.3 SEM 观察

图 5 为 ABS/PBT/MBS/ST-AN-GMA-X 合金 SEM 照片。图 6 为 ABS/PBT/MBS/ABS-g-MAH 合金 SEM 照片。

图 5 中 ABS, PBT, MBS, ST-AN-GMA-X 的质量比为 60 : 31.5 : 6 : 2.5, 图 6 中

ABS, PBT, MBS, ABS-g-MAH 的质量比亦为 60 : 31.5 : 6 : 2.5。对比图 5 和图 6 的 SEM 可以看到,增容剂 ST-AN-GMA-X 的对 ABS/PBT 合金材料界面增容效果好于 ABS-g-MAH,在相同的放大倍数情况下,图 5 含有的增容剂 ST-AN-GMA-X 的 ABS/PBT 合金材料的断面没有明显的孔洞缺陷,说明两相分散均匀,相容性较好,且分散相 PBT 在连续相 ABS 上形成明显的“海岛结构”,有利于银纹的形成及延展,这样对于合金材料的冲击性能有明显的帮助。由图 6 可以看到,添加增容剂 ABS-g-MAH 的 ABS/PBT 合金材料形成“海岛结构”粒径偏大,数量较少,这样反而不利于银纹的形成与扩展,缺口冲击强度低于增容剂 ST-AN-GMA-X 的 ABS/PBT 合金材料。

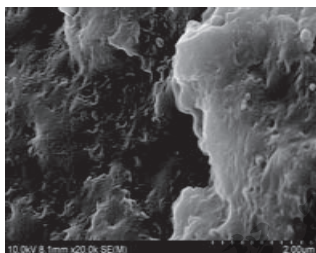


图 5 ABS/PBT/MBS/ST-AN-GMA-X 合金 SEM 照片

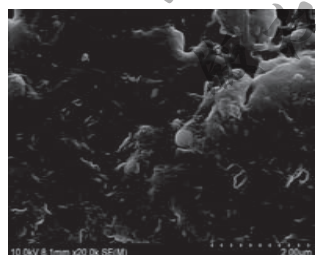


图 6 ABS/PBT/MBS/ABS-g-MAH 合金 SEM 照片

2.4 TG 分析

图 7 为 ABS/PBT/MBS/ST-AN-GMA-X 合金 TG 图,图 8 为 ABS/PBT/MBS/ABS-g-MAH 合金 TG 图。

图 7 中 ABS, PBT, MBS, ST-AN-GMA-X 的质量比为 60 : 31.5 : 6 : 2.5,图 8 中 ABS, PBT, MBS, ABS-g-MAH 的质量比亦为 60 : 31.5 : 6 : 2.5。从图 7 和图 8 可以看到,添加增容剂 ST-AN-GMA-X 的 ABS/PBT 合金耐热性优于添加增容剂 ABS-g-MAH 的 ABS/PBT 合金,因为添加增容剂 ST-AN-GMA-X 的 ABS/PBT 合金质量损失率为 50% 时的温度为 429℃,质量损失

率为 96.54% 时的温度为 472.9℃,而添加增容剂 ABS-g-MAH 的 ABS/PBT 合金质量损失率为 50% 时的温度为 426℃,质量损失率为 91.77% 时的温度为 486.6℃,说明增容剂 ST-AN-GMA-X 因 GMA 功能团的作用有利于 PBT 在 ABS 树脂中的分散,分散相 PBT 分散均匀,有利于提高 ABS/PBT 合金材料的热稳定性,故可以验证出 ST-AN-GMA-X 增容作用对 ABS/PBT 合金优于 ABS-g-MAH。

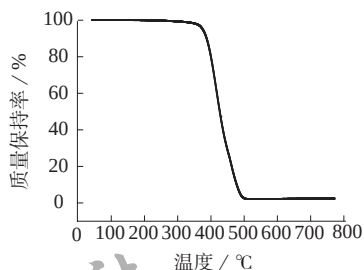


图 7 ABS/PBT/MBS/ST-AN-GMA-X 合金 TG 图

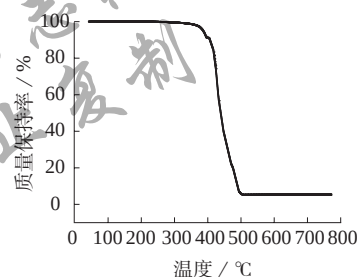


图 8 ABS/PBT/MBS/ABS-g-MAH 合金 TG 图

3 结论

(1) 增韧剂 MBS 质量分数为 6% 及增容剂为 ST-AN-GMA-X 的质量分数为 2.5% 时所制备的 ABS/PBT 合金材料的性能最佳。

(2) 增容剂 ST-AN-GMA-X 对 ABS/PBT 合金增容效果优于 SAG 及 ABS-g-MAH,随着 ST-AN-GMA-X 含量的增加,ABS/PBT 合金材料的耐热性、冲击性能及拉伸强度均提高。

(3) 当 ST-AN-GMA-X 质量分数为 2.5%,MBS 质量分数为 6%,ABS 与 PBT 质量比为 60 / 31.5 时,制备出的 ABS/PBT 合金具有最佳的力学性能,其中缺口冲击强度可达 21.6 kJ/m²。

参考文献

- [1] 王荣伟,杨为民,辛敏琦,等. ABS 树脂及其应用 [M]. 北京:化学工业出版社,2011.
Wang Rongwei, Yang Weimin, Xin Minqi, et al. The application of ABS resin[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2011.
- [2] 朱伟平,韩强,戴惠茹. ABS 树脂及其共混合金研究进展及在汽

- 车上的应用[J]. 弹性体, 1998(2):59-69.
- Zhu Weiping, Han Qiang, Dai Huiru. Research progress of ABS resin and its blended gold and its application in automobiles[J]. Elastomers, 1998(2):59-69.
- [3] 王久芬, 周海骏, 姜丽萍. 相容剂对 PC/ABS 合金性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2001, 29(6):5-7.
- Wang Jiufen, Zhou Haijun, Jiang Liping. Influence of compatibilizers on the property of PC/ABS alloys[J]. Engineering Plastics Application, 2001, 29(6):5-7.
- [4] 陈振嘉, 宋湘怡, 吴水珠, 等. 阻燃高光泽 PC/ABS 合金的制备[J]. 合成树脂及塑料, 2011, 28(1):10-13.
- Chen Zhenjia, Song Xiangyi, Wu Shuizhu, et al. Preparation of PC/ABS alloy with high gloss and halogen-free flame retardancy[J]. China Synthetic Resin & Plastics, 2011, 28(1):10-13.
- [5] Nair S V, Subramaniam A, Goettler L A. Fracture resistance of polyblends and polyblend matrix composites: Part II role of the rubber phase in nylon 6,6 / ABS alloys[J]. Journal of Materials Science, 1997, 32(20):5347-5354.
- [6] Fang Q Z, Wang T J, Li H M. Large tensile deformation behavior of PC/ABS alloy[J]. Polymer, 2006, 47(14):5174-5181.
- [7] 于志省. ABS 树脂研究进展[J]. 高分子通报, 2012(5):40-46.
- Yu Zhisheng. Advances in research on ABS resin[J]. Polymer Bulletin, 2012(5):40-46.
- [8] 陈晓浪, 罗筑, 于杰, 等. ABS/PBT/弹性体三元共混合金的研究[J]. 塑料工业, 2005(6):16-18.
- Chen Xiaolang, Luo Zhu, Yu Jie, et al. Research on ABS/PBT/elastomer ternary blend alloy[J]. China Plastic Industry, 2005(6):16-18.
- [9] 叶南彪, 陈平绪, 唐磊, 等. 填充及增强 ABS/PBT 合金的性能比较与机理研究[J]. 塑料工业, 2019, 47(5):53-57.
- Ye Nanbiao, Chen Pingxu, Tang Lei, et al. Performance comparison and mechanism study of filled and reinforced ABS/PBT alloy[J]. China Plastic Industry, 2019, 47(5):53-57.
- [10] 兰苗宇, 陆书来. ABS/PBT 合金的形态及性能研究[J]. 塑料科技, 2018, 46(7):34-37.
- Lan Miaoyu, Lu Shulai. Study on the morphology and properties of ABS/PBT alloy[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(7):34-37.
- [11] Hale W R, Pessan L A, Keskkula H, et al. Effect of compatibilization and ABS type on properties of PBT/ABS blends[J]. Polymer, 1999, 40(15):4237-4250.
- [12] 王基伟, 张剑, 张焕仁, 等. 液晶离聚物在 ABS/PBT 共混体系中的增容研究[J]. 弹性体, 2011, 21(2):1-4.
- Wang Jiwei, Zhang Jian, Zhang Huanren, et al. Compatibilization of liquid crystal ionomer in ABS/PBT blend system[J]. Elastomers, 2011, 21(2):1-4.
- [13] 付锦锋, 麦堪成, 程庆, 等. ABS/PBT 合金的制备与性能研究[J]. 塑料工业, 2015, 43(11):41-44.
- Fu Jinfeng, Mai Kancheng, Cheng Qing, et al. Preparation and properties of ABS/PBT alloy[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(11):41-44.
- [14] 石金亮, 彭景军, 刘毅梅, 等. 环氧官能化 ABS 增韧 PBT 及其共混物[J]. 塑料, 2012, 41(1):13-16.
- Shi Jinliang, Peng Jingjun, Liu Yimei, et al. Epoxy-functionalized ABS toughened PBT and its blends[J]. Plastics, 2012, 41(1):13-16.
- [15] Sun S L, Tan Z Y, Zhou C, et al. Effect of ABS grafting degree and compatibilization on the properties of PBT/ABS blends[J]. Polym Compos, 2010, 28(4):484-492.
- [16] Sun S L, Tan Z Y, Zhang M Y, et al. Influence of the degree of grafting on the morphology and mechanical properties of blends of poly(butylene terephthalate) and glycidyl methacrylate grafted poly(ethylene-co-propylene)(EPR)[J]. Polym Int, 2006, 55(8):834-842.