

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.06.008

增容剂种类对 PC/ABS 合金材料适用环境的影响

陈家锋,肖敏,陈福双,黄珂伟,徐宏健,陆超超,潘利明

(杭州金州高分子科技有限公司,杭州 310018)

摘要:通过添加增容剂,可以使聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金综合了PC与ABS的优良性能,并且改善PC和ABS在某些性能上的不足。选择了PC/ABS(70/30)体系并研究了在常温、低温和高温使用环境下增容剂添加种类和含量对其力学性能等的影响,发现当材料只是在常温环境中使用时,在PC/ABS(70/30)体系中,各类增容剂性能差异不大;当材料需要在低温环境使用时,可以选择在PC/ABS(70/30)体系中添加苯乙烯和马来酸酐无规共聚物(SMA-700)获得最佳的性能,冲击强度保留率达到97.8%;当材料需要在高温环境使用时,可以选择在PC/ABS(70/30)中添加乙烯与丙烯酸甲酯的共聚物(EMA),具有最佳的效果,冲击强度保留率达到67.6%;在PC/ABS(30/70)体系中使用苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)(SBG-001)有较好的提升效果,并且当SBG-001添加量在3%的时候,具有最高的冲击强度32.77 kJ/m²。

关键词:聚碳酸酯;丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料;增容剂种类;增容剂含量;力学性能;热老化

中图分类号: TQ323.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)06-0046-06

The Influence of Compatibilizer Types on Applicable Environment of PC/ABS alloy material

Chen Jiafeng, Xiao Min, Chen Fushuang, Huang Kewei, Xu Hongjian, Lu Chaochao, Pan Liming

(Hangzhou Jinzhou Macromolecule Technology Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: By adding compatibilizer, polycarbonate(PC)/acrylonitrile butadiene styrene plastics(ABS) alloy can synthesize the excellent properties of PC and ABS, and improve the shortcomings of PC and ABS in some properties. PC/ABS(70/30) system was selected and the effect of compatibilizer type and content on its mechanical properties was studied under normal temperature, low temperature and high temperature. The results show that when the material is only used in normal temperature environment, the performance of compatibilizers in PC/ABS(70/30) system has little difference. When the material need to be used at low temperature, the best performance can be obtained by adding styrene and maleic anhydride random copolymer (SMA-700) to PC/ABS(70/30) system, impact strength retention rate reach 97.8%. When the material need to be used in high temperature environment, we can choose to add the copolymer of ethylene and methyl acrylate (EMA) to PC/ABS(70/30), it has the best effect, which impact strength retention rate reach 67.6%. In the PC/ABS(30/70) system, the styrene acrylonitrile glycidyl methacrylate (GMA)(SBG-001) has a better lifting effect, and when SBG-001 is 3%, it has the highest impact strength 32.77 kJ/m².

Keywords: polycarbonate; acrylonitrile butadiene styrene plastics; type of compatibilizer; compatibilizer content; mechanical property; thermal aging

聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)具有优异的力学性能、高韧性和高流动性,因此广泛应用于汽车、家电、航空、船舶等行业。近年来,随着我国家电产业、汽车产业的发展和日益更新,引进了大量的产品生产线,这些产业需要大量的热变形温度高、高光泽、耐低温开裂、高应力开裂、耐

刮擦的PC/ABS树脂产品^[1-3]。崔晋恺等^[4]、丁志超等^[5]、李欣达等^[6]综述了用于改善PC/ABS合金相容性的增容剂主要包括马来酸酐接枝类、甲基丙烯酸甲酯接枝类及胺基苯乙烯-丙烯腈反应型增容剂;吴倩倩等^[7]、邵佳丽等^[8]研究了以甲基丙烯酸-丁二烯-苯乙烯共聚物(MBS)为增容剂,采用

通讯作者:陈家锋,工程师,主要从事工程塑料研究开发 E-mail: jiafengchen@163.com

收稿日期:2020-04-07

引用格式:陈家锋,肖敏,陈福双,等.增容剂种类对PC/ABS合金材料适用环境的影响[J].工程塑料应用,2020,48(6):46-51.

Chen Jiafeng, Xiao Min, Chen Fushuang, et al. The influence of compatibilizer types on the applicable environment of PC/ABS alloy materials[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(6):46-51.

熔融共混的方法制备PC/ABS合金和PC/ABS/MBS合金,研究了不同原料配比以及增容剂对物理性能和外观形态的影响;毕静利^[9]研究了以MBS为增容剂,不同PC含量对PC/ABS和PC/ABS/MBS合金力学性能和热变形温度的影响;刘揆文等^[10]制备了一系列不同MBS含量的PC回收料/ABS合金,研究了MBS对PC回收料/ABS合金力学性能的影响。曾德明等^[11]研究了SAM对PC进行增韧改性,改善PC的缺口敏感,提高PC韧性特别是低温冲击性能;杨海民等^[12]对比研究了不同类型增韧剂[ABS高胶粉、MBS、含硅增韧剂、乙烯-甲基丙烯酸酯(EMA)]及用量和不同阻燃剂对PC的力学、低温缺口冲击强度、阻燃性能的影响,进一步优选耐寒增韧剂和阻燃剂研究了不同用量对比对低温落球性能和阻燃性能的影响。段浩等^[13]研究了苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯结构的三元共聚物对PC/ABS合金物理性能和相态结构的影响;陆波等^[14]研究了丙烯酸酯类对PC/ABS合金力学性能和熔体流动性能的影响。

但是很少有文章研究增容剂种类对PC/ABS性能的影响及差异,笔者主要以苯乙烯-丙烯腈-GMA, MBS, 苯乙烯和马来酸酐无规共聚物, 乙烯与丙烯酸甲酯的共聚物, PC液体增韧剂等不同种类增容剂来研究它们在PC/ABS=7:3, PC/ABS=3:7的比例下的高低性能,并确认不同种类增容剂使用的最佳场合,并确认增容剂的合适的添加比例。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PC:110,台湾奇美实业股份有限公司;

ABS:PA-757K,镇江奇美化工有限公司;

苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯:SBG-001,佳易容相容剂江苏有限公司;

甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(MBS):M701,核壳型,日本钟渊化学工业株式会社;

苯乙烯和马来酸酐无规共聚物:SMA-700,嘉兴华雯化工有限公司;

乙烯与丙烯酸甲酯的共聚物(EMA):市售;

MBS:S050,广州华生塑料有限公司;

PC液体增韧剂:SR270,市售;

抗氧化剂:1076,168,巴斯夫(中国)有限公司;

分散剂:PETS,巴斯夫(中国)有限公司。

1.2 主要设备及仪器

平行双向螺杆挤出机(侧喂料):CTE35型,Ø35.6,科信隆(南京)机械有限公司;

注塑机:HDX-50型,海达(宁波)塑料机械有限公司;

电子悬臂梁冲击试验机:XJUD-5.5型,承德市金建检测仪器有限公司;

万能试验机:AGS-X型,岛津企业管理(中国)有限公司;

密度计:ED-1000型,上海图新电子科技有限公司;

恒温恒湿试验箱:MHK-408AK型,泰琪科技(苏州)有限公司;

维卡/热变形测试仪:ZWK1302-A型,美特斯工业系统(中国)有限公司;

熔体流动速率(MFR)仪:MFI-1211型,承德市金建检测仪器有限公司。

1.3 样品制备

将PC, ABS分别于110℃,90℃干燥4h后,按照一定的比例与增容剂、抗氧化剂、润滑剂等在高速混合机中混合10min,再由双螺杆挤出机挤出造粒。其各段温度为:1区:230℃;2区:240℃;3区:245℃;4区:245℃;5区:250℃;6区:250℃;7区:250℃;8区:250℃;9区:250℃;10区:250℃;机头:245℃。挤出机主机转速为300r/min,主喂料转速为20r/min,根据不同的配比,得到多组PC/ABS塑料。

添加不同增容剂的不同PC和ABS比例(70/30;30/70)的PC/ABS,添加的增容剂分别为:无增容剂,SBG-001,M701,EMA,S050,SMA-700,SR-270,各组材料在110℃下烘干4h后注塑成标准样条,后放置24h后检测。

通过注塑机,制备不同配方的PC/ABS样条。注塑工艺:1区温度240℃;2区温度250℃;3区温度250℃;1段压力60MPa;2段压力65MPa;3段压力65MPa;4段压力60MPa;1段速度55%;2段速度60%;3段速度55%;4段速度45%。

1.4 性能测试

拉伸性能:按照GB/T 1040.2-2006测试,拉伸速率为10mm/min。

弯曲性能:按照GB/T 9341-2008测试,弯曲

速率为 2 mm/min。

悬臂梁缺口冲击强度(常温,低温-30℃/24 h,高温 110℃/168 h):按照 GB/T 1843-2008 测试,冲击摆锤能量为 2.75 J/5 J。

密度:按照 GB/T 1033.1-2008 A 法测试。

MFR:按照 GB/T 3682-2008 测试,温度为 260℃,砝码质量 5 kg。

热变形温度:按照 GB/T 1634.2-2004 测试,载荷 1.8 MPa,升温速率为 120℃/h。

2 结果与讨论

2.1 不同增容剂对 PC/ABS 材料力学性能的影响

分别在 PC/ABS(70/30)和 PC/ABS(30/70)两个体系中添加不同种类增容剂,添加比例为 5%,探讨不同增容剂对 PC/ABS 合金性能的影响。

(1)不同增容剂对 PC/ABS(70/30)力学性能的影响。

表 1 为增容剂添加比例为 5%,不同增容剂种类时 PC/ABS(70/30)材料力学性能。

项目	无	SBG	M701	EMA	S050	SMA	SR270
拉伸强度/MPa	55.90	50.25	50.55	46.69	54.28	53.6	53.09
弯曲强度/MPa	91.01	83.33	83.15	78.36	84.87	89.15	96.70
缺口冲击强度/(kJ·m ⁻²)	49.12	67.58	61.16	65.15	61.54	75.9	62.50
低温缺口冲击强度/(kJ·m ⁻²)	27.46	68.08	63.28	24.02	50.63	74.24	51.65
热老化缺口冲击强度/(kJ·m ⁻²)	12.65	15.12	17.24	12.06	15.79	13.16	12.02
熔体流动速率/[g·(10 min) ⁻¹]	27	14	15	13	17	16	18
热变形温度/℃	111.6	111.6	111.6	110.4	113.2	113.2	114.2

对拉伸强度、弯曲强度、缺口冲击强度、低温缺口冲击、热老化缺口冲击、熔体流动速率、热变形温度分别作图,见图 1~图 7。

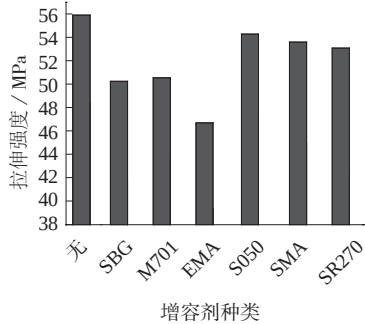


图 1 不同增容剂时 PC/ABS(70/30)材料拉伸强度

从图 1 可以看出,添加增容剂后,材料的拉伸强度均有不同程度的下降,其中添加 S050 和 SMA 的材料拉伸强度下降幅度较小,分别为 54.28 MPa 和

53.60 MPa;添加 EMA 的材料拉伸强度下降幅度最大,为 46.69MPa。

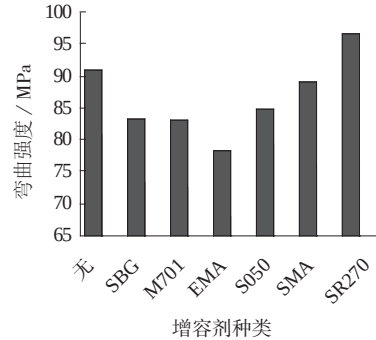


图 2 不同增容剂时 PC/ABS(70/30)材料弯曲强度

从图 2 可以看出,添加增容剂 SR270 后,材料的弯曲强度为 96.70 MPa,比未添加增容剂的材料有所上升,而添加其它增容剂的材料弯曲强度均有下降,其中 EMA 的强度下降幅度最明显,为 78.36 MPa。

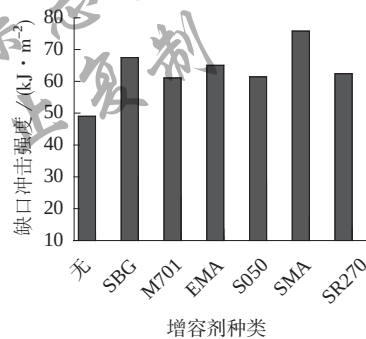


图 3 不同增容剂时 PC/ABS(70/30)材料缺口冲击强度

从图 3 可看出,添加增容剂后,材料的缺口冲击强度均会有较大幅度的增加,其中添加 SMA 的材料缺口冲击强度提升效果最佳,为 75.90 kJ/m²。

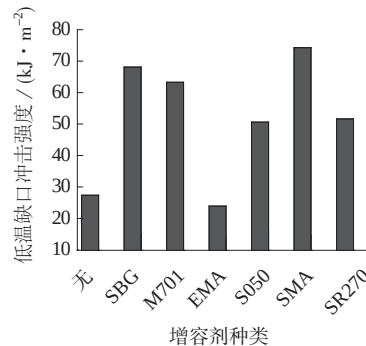


图 4 不同增容剂时 PC/ABS(70/30)材料低温缺口冲击强度

从图 4 可以看出,添加 SBG, M701, SMA 的材料低温缺口冲击强度相对较好,其中添加 SMA 的材料强度达到 74.24 kJ/m²;而添加 EMA 的材料,反而下降,强度仅有 24.02 kJ/m²。由此可以看出,对 PC/ABS(70/30)材料,添加 SBG, M701

和 SMA 可使材料更好的适用于低温环境,而添加 EMA 不适用于低温环境。

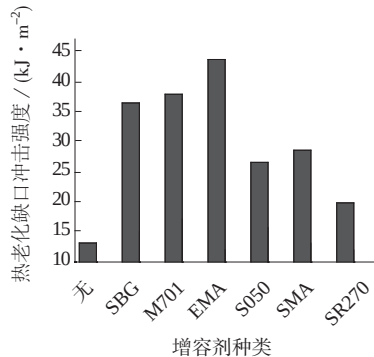


图 5 不同增容剂时 PC / ABS(70 / 30) 材料热老化后缺口冲击强度

从图 5 可以看出,添加 SBG, M701, EMA 的材料的热老化缺口冲击强度提升效果更好,其中添加 EMA 的材料强度达到 44.07 kJ/m²。由此可以看出,对 PC / ABS(70 / 30) 材料,添加 SBG, M701 和 EMA 可使材料更好的适用于高温环境。

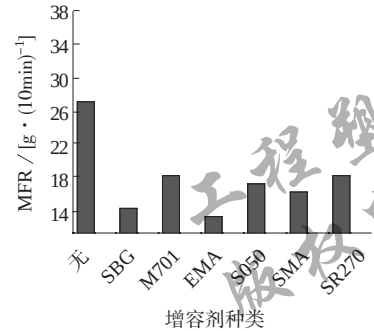


图 6 不同增容剂时 PC / ABS(70 / 30) 材料的 MFR

从图 6 可以看出,添加增容剂后,材料的 MFR 均下降,相对而言,SR270 的影响较小,可以使得 PC / ABS 材料具有较宽的加工范围。

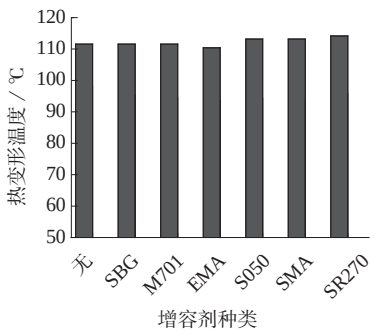


图 7 不同增容剂时 PC / ABS(70 / 30) 材料的热变形温度

从图 7 可以看出,各种增容剂对 PC / ABS 材料的热变形温度影响不大,热变形温度的数值主要由体系中 PC 的含量决定。

综上所述,对 PC / ABS(70 / 30) 体系,当材料只在常温环境下使用时,各类增容剂均能使得材料

的缺口冲击强度达到 60 kJ/m² 以上,其中 SMA 的提升效果最佳;当材料具有低温使用要求时,可以选择添加 SBG, M701, SMA,但是不能使用 EMA ;当材料具有高温要求时,可以选择添加 SBG, M701, EMA,其中 EMA 效果最佳。

(2) 不同增容剂对 PC / ABS(30 / 70) 力学性能的影响。

考虑到成本及加工性能等因素,确定了 PC / ABS(30 / 70) 的比例配方,并在 PC / ABS(30 / 70) 体系中添加 5% 的不同种类的增容剂,测试其力学及热性能,见表 2。

表 2 不同增容剂种类时 PC / ABS(30 / 70) 力学性能								
项目	无	SBG	M701	EMA	S050	SMA	SR270	
拉伸强度 / MPa	48.39	41.86	43.54	39.36	47.62	44.98	42.31	
弯曲强度 / MPa	80.76	73.38	72.62	68.04	79.42	76.04	75.9	
缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	12.87	30.28	23.68	13.58	28.67	17.57	14.02	
低温缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	12.79	15.12	12.93	13.46	16.47	14.8	13.11	
热老化缺口冲击强度 / (kJ · m ⁻²)	13.20	36.76	38.22	44.07	26.77	28.81	19.95	
熔体流动速率 / [g · (10 min) ⁻¹]	36	20	28	27	31	26	33	
热变形温度 / °C	98.2	95.3	94.6	93.6	94.4	93.8	95.8	

由于 PC / ABS(30 / 70) 材料的拉伸强度、弯曲强度、热变形温度的总体趋势与 PC / ABS(70 / 30) 基本相同,在此不再赘述。对缺口冲击强度、低温缺口冲击、热老化缺口冲击、MFR 作图,分别见图 8 ~ 图 10 所示。

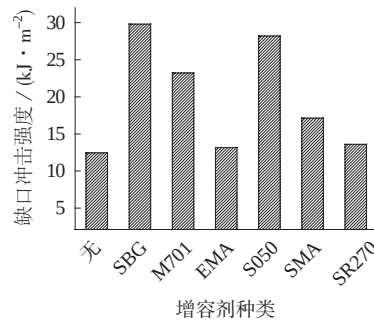


图 8 不同增容剂时 PC / ABS(30 / 70) 材料的热变形温度

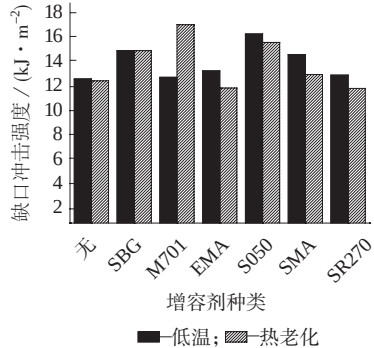


图 9 不同增容剂时 PC / ABS(30 / 70) 的低温和热老化缺口冲击强度

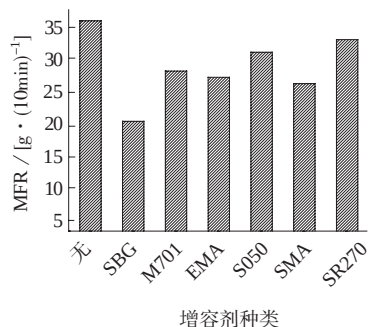


图10 不同增容剂时 PC/ABS(30/70) 材料的 MFR

从图8可以看出,添加 SBG 和 S050 对材料的缺口冲击强度提升效果相对较好;而 EMA 和 SR270 对材料的强度几乎没有提升效果。

从图9可以看出,添加增容剂对材料的低温和热老化缺口冲击强度几乎没有作用。由此可以看出,PC/ABS(30/70) 不适用于低温或高温环境。

从图10可看出,添加增容剂后,材料的熔体流动速率均下降,相对而言,SR270 的影响较小,可以使得 PC/ABS 具有较宽的加工范围。可见,对 PC/ABS(30/70) 材料,可添加 SBG 和 S050,能有效提升材料的常温缺口冲击强度;但添加各增容剂均无法明显提升材料的低温及热老化缺口冲击强度,因此 PC/ABS(30/70) 不适用于低温或高温环境。

综合对比 PC/ABS(70/30) 及 PC/ABS(30/70) 两种材料,除了 MFR,PC/ABS(70/30) 其它各项性能均高于 PC/ABS(30/70) 材料。因此,当材料拥有较高性能要求时,则选用 PC/ABS(70/30) 体系,而当 PC/ABS(30/70) 材料的性能可以满足要求时,该材料拥有更好的成型加工性能,且该材料的成本更低。

2.2 不同增容剂含量对 PC/ABS 力学性能的影响

选择综合性能较好的增容剂 SBG,来探讨不同含量的增容剂对 PC/ABS 力学性能的影响,分别在 PC/ABS(70/30) 和 PC/ABS(30/70) 中添加 1%,3%,5%,7%,对拉伸强度、弯曲强度、缺口冲击强度分别作图,见图11~图13所示。

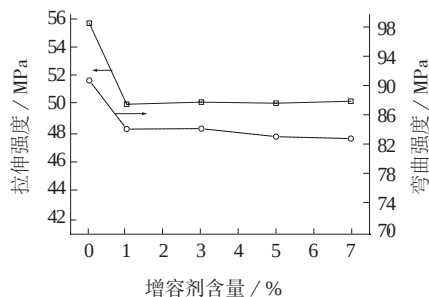


图11 不同增容剂含量时 PC/ABS(70/30) 材料的拉伸及弯曲强度

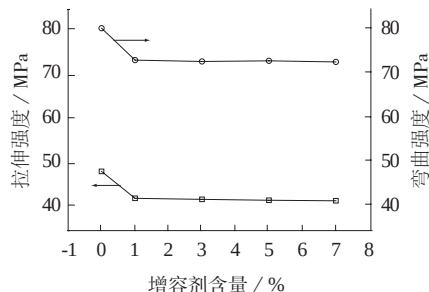


图12 不同增容剂含量时 PC/ABS(30/70) 材料的拉伸及弯曲强度

从图11和图12可以看出,增容剂的添加会降低材料的拉伸强度和弯曲强度,但不同含量的性能差距均较小且无明显规律。在 PC/ABS(70/30) 体系中,当添加量为 7% 时,拥有最大的拉伸强度为 50.39 MPa;当添加量为 3% 时,拥有最大的弯曲强度为 83.43 MPa。在 PC/ABS(30/70) 体系中,当添加量为 5% 时,最大的拉伸强度为 41.86 MPa;当添加量为 1% 时,最大的弯曲强度为 73.55 MPa。

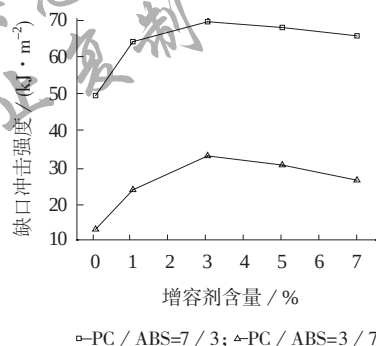


图13 不同增容剂含量时 PC/ABS 材料的缺口冲击强度

从图13可以看出,对于缺口冲击强度,无论是 PC/ABS(70/30) 还是 PC/ABS(30/70) 材料,在增容剂添加量 3% 时效果最好,强度分别为 69.14 MPa 和 32.77 MPa。

综上所述,无论是 PC/ABS(70/30) 还是 PC/ABS(30/70),在添加 3% 的增容剂 SBG 时,其常温冲击性能最佳。

3 结论

(1) 苯乙烯和马来酸酐无规共聚物 (SMA-700) 对 PC/ABS(70/30) 材料的低温缺口冲击强度的提升效果最佳,强度为 74.14 kJ/m²; 乙烯与丙烯酸甲酯的共聚物 (EMA) 对 PC/ABS(70/30) 材料的热老化缺口冲击强度提升效果最佳,强度为 44.07 kJ/m²; PC 液体增韧剂 (SR270) 使得 PC/ABS 材料具有最高的 MFR,具有最宽的加工范围。

(2) 在常温环境中,若 PC/ABS(30/70) 的性

能可以满足要求,建议使用 PC/ABS(30 / 70) 材料,该材料拥有更好的成型加工性能和成本;在高温环境或者低温环境中不建议使用 PC/ABS(30 / 70) 的材料。

(3) 在常温环境中,PC/ABS(70 / 30)、PC/ABS(30 / 70) 材料中添加 3% 比例的增容剂 SBG-001 时,材料的常温冲击性能最佳。

参考文献

- [1] 尹晓刚,王琳琳,王野,等.增韧聚碳酸酯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物的研究进展[J].化工新型材料,2017,47(11):9-12.
Yin Xiaogang, Wang Linlin, Wang Ye, et al. Recent advances of toughened PC / ABS alloy[J]. New Chemical Materials, 2017, 47(11):9-12.
- [2] 陈晓东,刘小林.低气味、低散发 PC/ABS 合金的研究[J].中国塑料,2018,32(8):72-78.
Chen Xiaodong, Liu Xiaolin. Study on PC / ABS alloy with low odor and volatile organic compounds content[J]. China Plastics, 2018, 32(8):72-78.
- [3] 韩莹,赵文杰.PC / ABS 共混体系的研究进展[J].广州化工,2012,40(5):17-20.
Han Ying, Zhao Wenjie. The research development of PC / ABS blends[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2012, 40(5):17-20.
- [4] 崔晋恺,王明义,王晶.PC/ABS 合金研究现状及进展[J].工程塑料应用,2018,46(7):122-126.
Cui Jinkai, Wang Mingyi, Wang Jing. Research status and development of PC / ABS alloys[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):122-126.
- [5] 丁志超,董成磊,张宁,等.ABS-g-MAH 对 PC/ASA 合金性能的影响[J].现代塑料加工应用,2013,25(6):12-14.
Ding Zhichao, Dong Chenglei, Zhang Ning, et al. Influence of ABS-g-MAH on performance of PC / ABS alloy[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2013, 25(6):12-14.
- [6] 李欣达,李文龙,丁正亚.微交联 SAM 共聚物对 PC/ABS 合金性能的影响[J].工程塑料应用,2019,47(6):8-13.
Li Xinda, Li Wenlong, Ding Zhengya. Effects of micro-crosslinking SAM copolymer on properties of PC / ABS alloy[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(6):8-13.
- [7] 吴倩倩,程凤梅,罗义,等.弹性体 MBS 增韧 PC/ABS 合金[J].弹性体,2019,29(6):7-11.
Wu Qianqian, Chengfengmei, Luoyi, et al. PC / ABS alloy toughened by elastomer MBS[J]. China Elastomerics, 2019, 29(6):7-11.
- [8] 邵佳丽,郭正虹.TPP 和 MBS 对 PC/ABS 合金性能的影响[J].中国塑料,2015,29(12):14-17.
Shao Jiali, Guo Zhenghong. Influence of TPP and MBS on properties of PC / ABS blends[J]. China Plastics, 2015, 29(12):14-17.
- [9] 毕静利,张超,张艳君,等.耐热抗冲 PC/ABS 合金的研究[J].山东化工,2018,47(16):12-14+18.
Bi Jingli, Zhang Chao, Zhang Yanjun, et al. Research on heat-resistant and impact properties of PC / ABS alloy[J]. Shandong Chemical Industry, 2018, 47(16):12-14+18.
- [10] 刘插文,叶恭博,蒋涛.MBS 对 PC 回收料/ABS 合金力学性能的影响[J].胶体与聚合物,2017,35(3):114-116.
Liu Leiwen, Ye Gongbo, Jiang Tao. Mechanical properties of recycled PC / ABS alloy modified by using MBS[J]. Chinese Journal of Colloid & Polymer, 2017, 35(3):114-116.
- [11] 曾德明,黄泽彬.核壳结构 SAM 增韧聚碳酸酯树脂的研究[J].广东化工,2017,44(5):57-59.
Zeng Deming, Huang Zebin. Study on core-shell SAM modifier toughening polycarbonate resin[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2017, 44(5):57-59.
- [12] 杨海民,李函坚,张翼翔,等.耐低温落球冲击阻燃 PC 材料的研究[J].塑料工业,2018,46(9):146-149.
Yang Haimin, Li Hanjian, Zhang Yixiang, et al. Study on flame retardant PC material with low-temperature falling ball impact resistance[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(9):146-149.
- [13] 段浩,汤俊杰,苏吉英.苯乙烯-丙烯腈-甲基丙烯酸缩水甘油酯对 PC/ABS 性能的影响[J].上海塑料,2015(1):59-62.
Duan Hao, Tang Junjie, Su Jiying. The role of styrene-acrylonitrile-glycidyl methacrylate on the properties of PC / ABS alloy[J]. Shanghai Plastics, 2015(1):59-62.
- [14] 陆波,李鹏.ACR 对 PC 和 PC/ABS 合金的增韧研究[J].塑料工业,2010,38(9):25-27.
Lu Bo, Li Peng. Study on ACR toughening PC and PC / ABS blends[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(9):25-27.