

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.06.007

PP/PS/SBS 共混物的性能研究

刘钰馨,莫美忠,李传英

(广西师范学院化学与生命科学学院,南宁 530001)

摘要:通过添加聚苯乙烯(PS)、热塑性弹性体苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物(SBS),以改善聚丙烯(PP)的性能。先采用熔融法制备PP/PS共混物,在确定PP、PS最佳配比的基础上,再添加SBS制备PP/PS/SBS共混物,确定了PP、PS及SBS的最佳配比。研究了PP/PS、PP/PS/SBS共混物的力学性能、热性能及熔体流动行为。结果表明,当PP与PS的质量比为70:30时,PP/PS共混物的性能最好,其拉伸强度为28.5 MPa,拉伸弹性模量为1 214 MPa,弯曲弹性模量为1 752 MPa,冲击强度为14.0 kJ/m²,断裂应变为130%,维卡软化温度为143.9℃。当PP、PS及SBS的质量比为70:30:10时,PP/PS/SBS共混物的性能最好,其拉伸强度为23.2 MPa,拉伸弹性模量1 040 MPa,断裂应变为260%,冲击强度为18.0 kJ/m²,弯曲强度为36.5 MPa,弯曲弹性模量为1 297 MPa,定挠度弯曲应力为36.1 MPa,弯曲破坏应力为36.5 MPa,熔体流动速率为8.94 g/(10 min),维卡软化温度为139.0℃。

关键词:聚丙烯;苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物;聚苯乙烯;力学性能;热性能;流动性

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)06-0031-04

Study on Properties of PP/PS/SBS Blends

Liu Yuxin, Mo Xianzhong, Li Chuanying

(College of Chemistry and Life Science, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China)

Abstract: The properties of polypropylene(PP) were modified by adding polystyrene(PS) and styrene-butadiene-styrene copolymer(SBS) thermoplastic elastomer. PP/PS blends were prepared by melt blending method, and then PP/PS/SBS blends were prepared basing on the best ratio of PP and PS. The mechanical properties, vicat softening temperature (VST) and melt flow behavior of PP/PS and PP/PS/SBS blends were investigated. The results indicate that the comprehensive properties of PP/PS blend are the best when the mass ratio of PP and PS is 70:30. The tensile strength, tensile modulus of elasticity and bending modulus of elasticity of PP/PS blend are 28.5, 1 214, 1 752 MPa respectively. The impact strength, strain at break and Vicat softening temperature are 14.0 kJ/m², 130 % and 143.9℃ respectively. The comprehensive properties of PP/PS/SBS blend are the best when the mass ratio of PP, PS and SBS is 70:30:10. The tensile strength, tensile modulus of elasticity, strain at break and impact strength of PP/PS/SBS blend are 23.2 MPa, 1 040 MPa, 260% and 18.0 kJ/m² respectively. The bending strength, bending modulus of elasticity, given deflection bending stress and bending breaking stress of PP/PS/SBS blend are 36.5, 1 297, 36.1, 36.5 MPa respectively. The melt flow rate and Vicat softening temperature are 8.94 g/(10 min) and 139.0℃ respectively.

Keywords: polypropylene; styrene-butadiene-styrene copolymer; polystyrene; mechanical property; thermal property; flow property

聚丙烯(PP)是一种重要的高分子材料之一,产量大、价格低廉,具有良好的加工性能和力学性能,但PP存在硬度较低、耐冲击性能差、易老化、成型收缩率大等缺点,大大限制了PP的进一步发展和应用。利用无机材料、弹性体材料形成二元或三元复合体系,可以改善PP的强度和韧性,达到既增强又增韧的目的^[1-5]。用聚苯乙烯(PS)改善PP的强度和刚性得到诸多研究者的关注,PS能提高PP/PS共混合金的拉伸强度和弯曲强度,但同时降低了其冲击强度,而且PP与PS的相容性较差,需通过

添加增容剂改善PP与PS的相容性。周雷等^[6]在PP/PS共混合金中加入马来酸酐接枝聚烯烃增容剂,显著改善了PP/PS共混合金的相容性,而且PP/PS共混合金在保持较高的拉伸强度和拉伸弹性模量的同时,冲击强度得到提高。笔者以PP为基体,通过PS改善PP的强度和刚性,研究PS对PP力学性能、热性能的影响,在确定PP、PS最佳配比基础

联系人:刘钰馨,博士,副教授,主要从事高分子材料的加工与改性研究

收稿日期:2014-04-04

上,再添加热塑性弹性体苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物(SBS),以提高PP/PS共混物的韧性,研究SBS对PP/PS共混物力学性能、热性能和熔体流动性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP: Samsung Starex HF479,三星道达尔股份有限公司;

PS: GP5250,台湾化学纤维股份有限公司;

SBS: 1401,中国石化集团巴陵石化分公司。

1.2 主要仪器与设备

同向双螺杆挤出机: SHJ-20型,南京杰亚挤出装备有限公司;

注塑机: HTF90W1型,宁波海天塑机集团有限公司;

万能材料试验机: XWW-20型,承德市金建检测仪器有限公司;

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;

熔体流动速率(MFR)仪: XNR-400型,承德市金建检测仪器有限公司;

维卡软化温度(VST)测定仪: XRW-300型,承德市金建检测仪器有限公司。

1.3 试样制备

按质量比100:0,80:20,70:30,60:40,将PP与PS用高速搅拌机混合均匀,由双螺杆挤出机挤出造粒,粒料在70℃下烘干5h,用注塑机成型II型哑铃形试样。

按质量比70:30,先将PP与PS经高速搅拌机混合均匀,由双螺杆挤出机挤出造粒,干燥后与SBS在高速混合机混合(将PP与PS的总用量视为100份,SBS用量分别为0,10,20,30份),再用挤出机进行挤出造粒。挤出机各段温度设置依次为190,200,220,230,225,220℃,螺杆转速为135 r/min。粒料在70℃下烘干5h,用注塑机成型II型哑铃形试样,注塑机料筒到喷嘴的温度分别设定为200,210,220,230,220℃,注塑压力为65~80 MPa。

1.4 性能测试与表征

拉伸性能按GB/T 1040-2006测试,拉伸速率为50 mm/min。

缺口冲击强度按GB/T 16420-2006测试,V型缺口,缺口宽度为2 mm。

弯曲性能按GB/T 9341-2000测试,弯曲挠度

为6 mm,跨距为64 mm,弯曲速率为2 mm/min。

VST按GB/T 1633-2000测试,试样尺寸为10 mm×10 mm×4 mm,加载负荷为10 N,上限温度为180℃,刺入深度为1 mm,升温速率为120℃/h,传热介质为变压器油。

MFR按GB/T 3682-2000测试,温度为230℃,载荷为2.16 kg,口模内径为2.095 mm。

2 结果与讨论

2.1 PS对PP性能的影响

图1为PS用量对PP拉伸强度和拉伸弹性模量的影响。

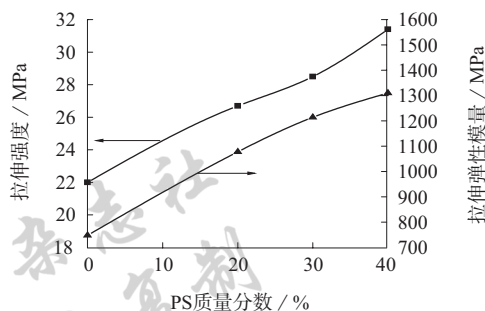


图1 PS用量对PP拉伸强度和拉伸弹性模量的影响

由图1可以看出,随着PS用量的增加,PP/PS共混物的拉伸强度、拉伸弹性模量逐渐增大。当PS质量分数为30%时,PP/PS共混物的拉伸强度、拉伸弹性模量分别为28.5,1214 MPa,比纯PP分别增加26.5%,62.3%。PS相对于PP具有较高的弹性模量和刚性,PS的添加能提高PP的拉伸强度和拉伸弹性模量。

图2为PS用量对PP缺口冲击强度和弯曲弹性模量的影响。

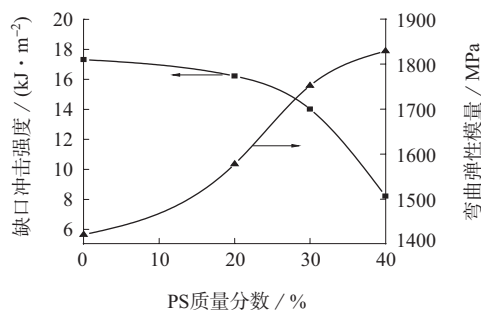


图2 PS用量对PP缺口冲击强度和弯曲弹性模量的影响

由图2可以看出,随着PS质量分数的增加,PP/PS共混物的弯曲弹性模量逐渐增大,当PS质量分数为30%时,PP/PS共混物的弯曲弹性模量为1752 MPa,比纯PP增加23.3%。而随着PS质量分数的增加,PP/PS共混物的缺口冲击强度呈

现缓慢下降趋势,当PS质量分数由30%增至40%时,PP/PS共混物的缺口冲击强度大幅度下降,由 14.0 kJ/m^2 降至 8.20 kJ/m^2 。由于PS为脆性材料,PS的加入降低了PP的冲击韧性^[3]。

图3为PS用量对PP断裂应变和VST的影响。

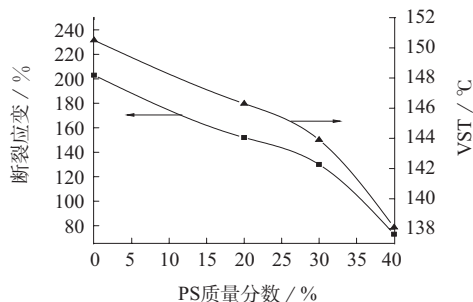


图3 PS用量对PP断裂应变和VST的影响

由图3可以看出,PP的断裂应变和VST随着PS用量的增加而降低,其变化特点与缺口冲击强度的变化相似。当PS质量分数由30%增至40%时,PP/PS共混物的断裂应变和VST大幅度下降,断裂应变由130%降至73%,VST由 143.9°C 降至 138.1°C 。

综上分析发现,当PP与PS的质量比为70:30时,PP/PS共混物的性能最好,因此确定PP与PS的质量比为70:30。

2.2 SBS对PP/PS共混物性能的影响

在上述研究的基础上,固定PP与PS的质量比为70:30,再添加SBS,考察SBS用量对PP/PS共混物性能的影响。

图4为SBS用量对PP/PS共混物拉伸强度和拉伸弹性模量的影响。

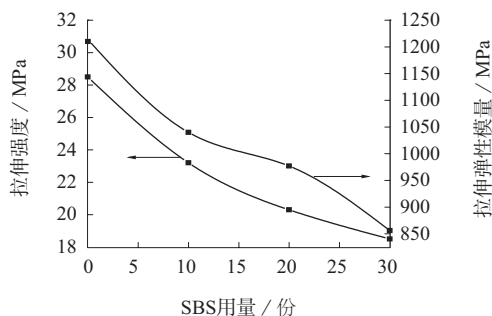


图4 SBS对PP/PS共混物拉伸强度和拉伸弹性模量的影响

由图4可以看出,随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的拉伸强度、拉伸弹性模量逐渐下降。当SBS用量为10份时,PP/PS/SBS共混物的拉伸强度、拉伸弹性模量分别为 $23.2, 1040\text{ MPa}$ 。由于热塑性弹性体SBS具有较高的韧性和弹性,而

刚性和硬性均较PP和PS低,在抵抗拉伸应力方面较弱,因此随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的拉伸强度和拉伸弹性模量下降。

SBS对PP/PS共混物的断裂应变和冲击强度影响如图5所示。

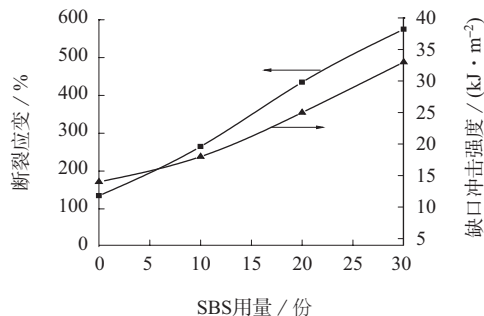


图5 SBS对PP/PS共混物断裂应变和缺口冲击强度的影响

由图5可以看出,随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的断裂应变、缺口冲击强度均逐渐增大,当SBS用量为10份时,PP/PS/SBS共混物的断裂应变、缺口冲击强度分别为260%, 18.0 kJ/m^2 ,比纯PP/PS共混物分别增加100%,28.6%。由于SBS为热塑性弹性体,本身具有良好的弹性和韧性。当PP/PS/SBS共混物受到外界冲击应力作用时,SBS能够引发更多的银纹和剪切带消耗大量的能量,同时能够有效地阻止银纹发展成破坏性裂纹,故加入SBS可以达到提高材料韧性的目的。另一方面,SBS可起到增容的作用,使PP与PS的相区间界面变得模糊,减小界面活化能,使材料的冲击强度得到较大提高^[7]。

图6为SBS用量对PP/PS共混物弯曲强度和弯曲弹性模量的影响,图7为SBS用量对PP/PS共混物定挠度弯曲应力和弯曲破坏应力的影响。

由图6、图7可以看出,随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的弯曲强度、弯曲弹性模量、定挠度弯曲应力及弯曲破坏应力逐渐降低,当SBS用量为10份时,PP/PS/SBS共混物的弯曲强度、弯曲弹性模量、定挠度弯曲应力及弯曲破坏应力分别为 $36.5, 1297, 36.1, 36.5\text{ MPa}$ 。由于SBS为热塑性弹性体,本身的刚性和硬度均较PP和PS低,抵抗弯曲载荷的能力较弱,因此随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的弯曲性能逐渐下降。虽然弯曲性能均呈现下降趋势,但可以发现当SBS用量大于10份后,下降幅度变缓。

图8为SBS用量对PP/PS共混物MFR和VST的影响。

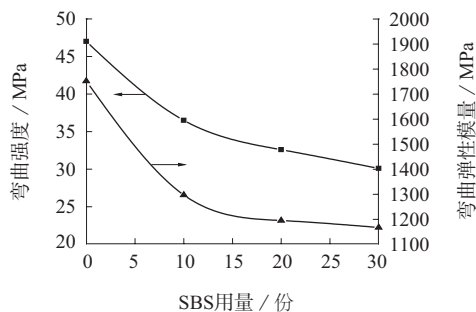


图6 SBS用量对PP/PS共混物弯曲强度和弯曲弹性模量的影响

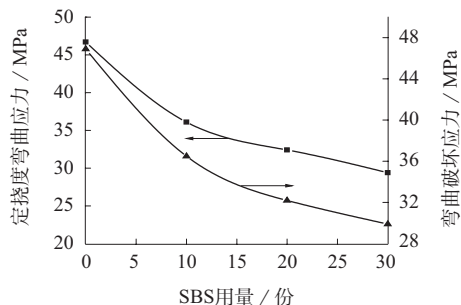


图7 SBS用量对PP/PS共混物定挠度弯曲应力和弯曲破坏应力的影响

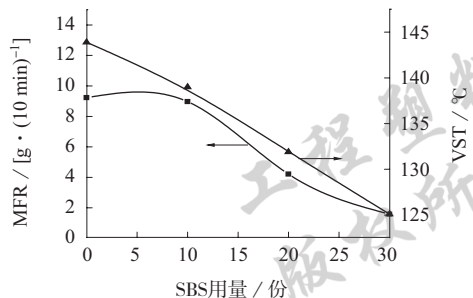


图8 SBS用量对PP/PS共混物MFR和VST的影响

由图8可以看出,随着SBS用量的增加,PP/PS/SBS共混物的MFR,VST逐渐下降,当SBS用量为10份时,PP/PS/SBS共混物的MFR,VST分别为8.94 g/(10 min),139.0℃。由于SBS中的丁二烯具有橡胶性质,导致SBS的熔体流动性较低且SBS本身的VST比PP/PS共混物低(SBS的VST为53.8℃),故加入SBS导致PP/PS共混物的MFR和VST降低。

综上分析发现,当PP,PS及SBS的质量比为70:30:10时,PP/PS/SBS共混物的性能最好,因此确定PP,PS及SBS的质量比为70:30:10。

3 结论

(1) 当PP与PS的质量比为70:30时,PP/PS共混物的性能最好,其拉伸强度为28.5 MPa,拉伸弹性模量为1214 MPa,弯曲弹性模量为1752 MPa,缺口冲击强度为14.0 kJ/m²,断裂应变为130%,VST为143.9℃。

(2) 当PP,PS及SBS的质量比为70:30:10时,PP/PS/SBS共混物的性能最好,其拉伸强度23.2 MPa,拉伸弹性模量为1040 MPa,断裂应变为260%,缺口冲击强度为18.0 kJ/m²,弯曲强度为36.5 MPa,弯曲弹性模量为1297 MPa,定挠度弯曲应力为36.1 MPa,弯曲破坏应力为36.5 MPa,MFR为8.94 g/(10 min),VST为139.0℃。

参考文献

- [1] Nama P H, Maitia P, Okamoto M, et al. A hierarchical structure and properties of intercalated polypropylene / clay nanocomposites[J]. Polymer, 2001, 42(23):9 633-9 640.
- [2] Chen Chen, Pang Huan, Liu Zhong, et al. Enhanced foamability of isotactic polypropylene composites by polypropylene-graft-carbon nanotube[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2013, 130(2):961-968.
- [3] 杨军忠,周春怀,王延伟.PP/PS/SEBS三元共混物的研究[J].中国塑料,2000,14(11):32-37.
Yang Junzhong, Zhou Chunhui, Wang Yanwei. Study on PP/PS/SEBS ternary blends[J]. China Plastics, 2000, 14(11):32-37.
- [4] 高军.聚丙烯的共混改性研究[J].化工时刊,2006,20(6):52-54.
Gao Jun. Research of polypropylene co-mixing modification[J]. Chemical Industry Times, 2006, 20(6):52-54.
- [5] Mei Yuan, Huang Yajiang, He Yusong, et al. Development of fibrillar morphology in immiscible PP/PS blends under shear flow[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2012, 124(6):4 838-4 846.
- [6] 周雷,刘小林,叶淑英,等.POE-g-MAH对PP/PS合金形态结构和力学性能的影响[J].塑料科技,2013,41(8):52-55.
Zhou Lei, Liu Xiaolin, Ye Shuying, et al. Effects of POE-g-MAH on morphological structure and mechanical properties of PP/PS alloy[J]. Plastics Science and Technology, 2013, 41(8):52-55.
- [7] Jiang Wei, Liang Haojun, Zhang Jilin, et al. Effect of particle size on impact strength of polymer blends[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1995, 58(3):537-539.

齐鲁石化塑料厂高抗冲共聚聚丙烯获美国UL认证

近日,齐鲁石化塑料厂高抗冲共聚聚丙烯SP179成功通过美国保险商试验所(UL)认证,不仅标志着产品安全性能获得了美国市场的认可,同时也为国内下游企业开拓美国市场获得了准入证。

SP179是齐鲁石化塑料厂几年前开发的一种聚丙烯专用料新产品,主要用于汽车、摩托车、空调、洗衣机以及电风扇等加工领域,产品质量稳定、性能优越。齐鲁石化经过可行性研究、与UL签订合同、制模及送检等多个环节,最终完成了认证并获得证书。(工程塑料网)