

重型汽车改性 PP 侧护板的研制

高原 王静江

(辽阳辽化工程塑料有限公司, 辽阳 111003)

摘要 重点介绍重型汽车侧护板用改性 PP 专用料的研制。考察了 PP 基体树脂和各种改性成分,如增韧剂、填充剂、过氧化物等对专用料综合性能的影响,并研究了挤出加工工艺对专用料性能的影响,确定了最佳工艺参数和配方。使用这种改性 PP 专用料制成的重型汽车侧护板完全满足性能要求,并已经成功地应用在一汽奥威重型汽车上。

关键词 聚丙烯 重型汽车 侧护板 熔体流动速率

当前,世界汽车材料技术发展的主要方向是轻量化和环保化。以塑料代替金属,不仅能减轻车重、降低燃油消耗和碳氢化合物排放、提高动力性能、适应恶劣环境、增加安全性,而且由于塑料可回收,因而能节省制造过程中的资源消耗,最终使汽车在安全和成本两方面获得更多的突破,这也为汽车外观设计更加人性化、多样化及美观性提供了便利条件。另外,尽管轿车市场自 2004 年以来进入一个相对萧条的时期,但载货车市场特别是重型车市场却呈现出较高的增长态势。

聚丙烯(PP)是产量大、应用领域广泛的通用塑料。与其它通用热塑性塑料相比,PP 具有密度小、刚性好、强度高、耐翘曲、耐热性高于 100℃ 和良好的耐化学药品性等优点,在汽车、家电、机械、包装等领域得到广泛应用。但 PP 也存在低温耐冲击性差、易老化、成型收缩率大等缺点。以重型汽车侧护板为例,不但要求材料具有较高的刚性,还要有良好的韧性、耐老化性、耐化学药品性和耐热性,同时由于侧护板尺寸较大,还要求材料具有良好的加工流动性。侧护板的这些综合要求是普通 PP 难以达到的,因此必须通过对 PP 改性才能扩大其在上述领域特别是重型汽车领域的应用。

重型汽车侧护板专用料开发的主要难点是:由于侧护板本身尺寸较大及注塑厂家模具设计的原因,要求侧护板专用料在保证刚性、韧性最佳平衡的同时,必须有良好的流变性能,熔体流动速率(MFR)要达到 20 g/10 min 以上,以保证成型的顺利进行,使制品有良好的外观性能,这是研制汽车侧护板专用料的关键所在。

在研制过程中,笔者通过反复试验、研究,采用多种试验手段进行分析对比,最终取得了令人满意的结果,研制成功了改性 PP 专用料,并将其加工成

重型汽车侧护板,满足使用要求。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP(均聚): 牌号 5004, 中国石油辽阳石化分公司;

PP(均聚): 牌号 71735, 中国石油辽阳石化分公司;

PP(共聚): 牌号 K7726, 中国石化燕山石化分公司;

PP(共聚): 牌号 9035, 中国石化燕山石化分公司;

PP(共聚): 牌号 K8303, 中国石化燕山石化分公司;

(乙烯/辛烯)共聚物(POE): 牌号 8150, 美国杜邦公司;

滑石粉: 粒径 10 μm, 海城市精华微粉厂;

滑石粒: 粒径 10 μm, 海城市东辰矿业有限公司;

碳酸钙: 内蒙古蒙西高新材料股份有限公司;

过氧化二异丙苯(DCP): 市售;

抗氧剂及其它助剂: 进口。

1.2 设备及仪器

MFR 仪: SRZ-400C 型, 长春智能仪器设备有限公司;

万能试验机: CMT5204 型, 深圳新三思计量技术有限公司;

冲击试验机: XJU-5.5 型, 承德金建检测仪器有限公司;

注塑机: CWI-I20D 型, 上海纪威机械工业有限公司;

双螺杆挤出机:SHJ58-II 型,南京航空航天大学信立塑料机械厂。

1.3 工艺流程和工艺条件

改性 PP 专用料工艺流程见图 1。



图 1 改性 PP 专用料制备工艺流程图

工艺条件:挤出温度 200 ~240℃;螺杆转速 200 ~300 r/min;注射温度 190 ~210℃。

1.4 性能测试

- 悬臂梁缺口冲击强度按 GB/T 1843 - 1996 测试;
- MFR 按 GB/T 3682 - 2000 测试;
- 拉伸性能按 GB/T 1040 - 1992 测试;
- 弯曲性能按 GB/T 9341 - 2000 测试;
- 成型收缩率按 GB/T 15585 - 1995 测试。

2 结果与讨论

2.1 PP 品种的选定

PP 自身的性能对改性材料性能的影响是最根本的。PP 分为均聚 PP 和共聚 PP 两种,均聚 PP 的拉伸、弯曲强度高,冲击强度较低,而共聚 PP 的冲击强度较均聚 PP 高,但拉伸、弯曲强度低于均聚 PP。因此,一般改性 PP 配方设计都以均聚 PP 和共聚 PP 组合使用,以满足改性 PP 刚性和韧性的平衡。不同牌号的 PP 性能见表 1(数据均为本公司抽样实测)。笔者根据重型汽车侧护板专用料性能特点进行综合分析后认为,在这 5 种 PP 中,均聚 PP 以 5004 的刚性最好,但流动性较差,因此均聚 PP 选定 71735;共聚 PP 以 K8303 的韧性和刚性均衡性最好,但也存在流动性较差的问题,而 9035 的流动性和韧性均较好,但刚性欠佳,K7726 的刚性、韧性、流动性综合性能较好,最后共聚 PP 选定 K7726,并与 71735 均聚 PP 混合作为改性 PP 专用料的基体树脂。

项 目	PP 牌号				
	71735	5004	K7726	9035	K8303
拉伸强度 /MPa	32.25	34.15	26.13	22.99	25.06
拉伸弹性模量 /MPa	1 107.9	1 243.5	1 082.2	931.4	849.3
断裂伸长率 /%	61.57	127.30	59.13	73.25	770.90
弯曲强度 /MPa	32.46	31.19	30.11	26.05	24.11
弯曲弹性模量 /MPa	1 124.9	1 090.6	1 065.6	945.4	903.7
缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	3.38	4.05	9.87	10.55	48.49
MFR / g · (10 min) ⁻¹	35.00	4.13	26.00	35.00	1.83
成型收缩率 /%	1.15	1.45	1.29	1.33	1.70

2.2 增韧剂的选定

PP 是高等规度、大球晶聚合物,表现为耐寒性差、低温易脆断,改善 PP 的低温脆性几乎是所有 PP 改性的关键,也是汽车侧护板专用料研究开发的关键技术。笔者根据经验及文献介绍,选用 POE 作增韧剂,并研究了其增韧效果及其对拉伸强度的影响,如图 2 所示。

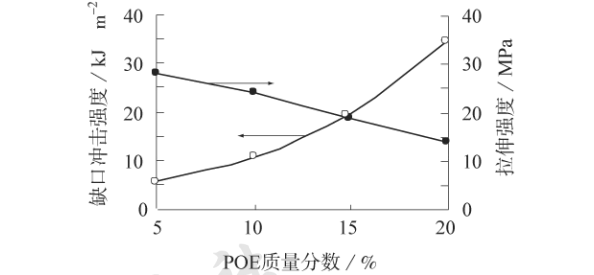


图 2 POE 含量对改性 PP 缺口冲击强度、拉伸强度的影响

由图 2 可知,POE 对 PP 增韧效果明显,随着 POE 含量的增加,缺口冲击强度逐步增大,其内在原因是作为分散相的 POE 橡胶粒子吸收和分散了大量的冲击能,当材料受到冲击时,橡胶粒子作为大量的应力集中点,引发大量的裂纹而起到吸收和分散冲击能的作用^[1]。同时大量裂纹之间互相干扰,阻止裂纹的进一步扩展,从而改善了 PP 的韧性。但同时对拉伸强度有一定的负面影响,在试验数据范围内,基本上随着 POE 含量的增加而同比例降低。因此,需考虑填充矿物填料来增强 PP,弥补 POE 对 PP 刚性的负面影响。

2.3 填充剂的选定

从设备条件及成本上考虑,最终选用普通矿物滑石粉及碳酸钙作为填充剂,并研究了它们对 PP 的增强作用,结果见图 3。

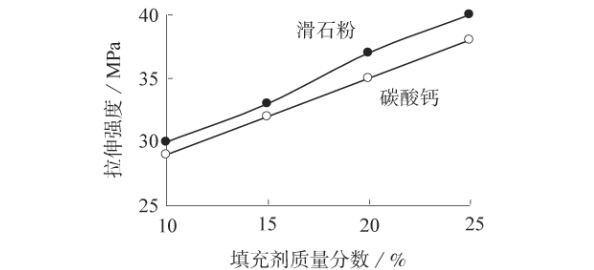


图 3 滑石粉和碳酸钙对改性 PP 的填充增强效果

由图 3 可知,滑石粉填充 PP 的增强效果略好于碳酸钙,这是因为滑石粉具有层状结构,在加工时沿 PP 流动方向基本上呈片状排列,因而对改性 PP 刚性的提高明显,同时还有提高改性 PP 耐热性、抗蠕变性的特点,这些性能对侧护板的应用是有利的。

而碳酸钙为无定形非晶型矿物,对改性 PP 刚性的提高逊于滑石粉^[2]。但滑石粉的堆密度小、加工困难、粉尘大,一般仅限于改性低档塑料。近期市场上出现了无载体滑石粒,对改善滑石粉的加工性是一种突破。笔者在保持配方中基体树脂不变和 POE 为 8% 的基础上,分别添加 20% 的滑石粉和滑石粒,对滑石粉和滑石粒的增强效果进行了对比,结果如表 2 所示(数据为本公司抽样检测)。由表 2 可以看出,滑石粉和滑石粒填充 PP 的各项性能基本相同,只是后者比前者的流动性略差(这可能与两种材料加工处理过程不同有关)。因此,从环保、人身安全考虑,采用滑石粒作为改性 PP 的填充剂。

表 2 滑石粉和滑石粒填充 PP 性能对比

项 目	滑石粉填充	滑石粒填充
拉伸强度 /MPa	25.33	25.62
拉伸弹性模量 /MPa	913.8	980.7
断裂伸长率 /%	67.58	66.67
弯曲强度 /MPa	31.53	31.09
弯曲弹性模量 /MPa	1798.3	1850.3
缺口冲击强度 /kJ·m ⁻²	13.56	13.31
MFR/g·(10 min) ⁻¹	10.20	8.15
成型收缩率 /%	0.97	1.02

2.4 流动性能改进

重型汽车侧护板尺寸较大,要求专用料在满足力学性能的前提下具有高流动性,MFR 要达到 20 g/10 min 以上。因此研究了 DCP 对改性 PP 流动性的影响,结果如图 4 所示。

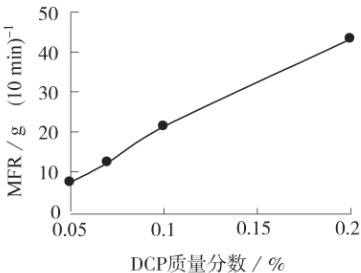


图 4 DCP 对改性 PP 流动性的影响

由图 4 可以看出,DCP 的加入极大地改善了 PP 的流动性,但由于其本身是一种降解剂,随着其加入量的增大,使 PP 一定程度上出现断链降解现象,熔体变稀,力学性能下降。因此,DCP 的加入量要严格控制。同时,不能单纯依赖 DCP 来提高流动性,还要在基体树脂的优化组合上下功夫,这也是上述选择流动性较好的 71735 和 K7726 作为基体树脂的原因之一。

2.5 加工工艺参数对改性 PP 性能的影响

加工工艺对改性 PP 性能的影响也是不可忽略

的,如加工温度、螺杆转速、喂料量等。在改性 PP 正常的加工范围内,加工温度高对材料的韧性有好处,但对刚性不利;螺杆转速对材料性能的影响与加工温度类似;喂料量也是影响材料性能的一大因素,喂料量过低不仅存在生产效率问题,而且造成螺杆处于“饥饿”状态,影响混炼效果,喂料量过高则停留时间短,各种组分混炼不均,导致材料整体性能降低^[3]。但是,改性 PP 的性能与加工温度、螺杆转速及喂料量等工艺参数的关系是较复杂的,是综合作用的结果,设定工艺参数时要全面考虑。

此外,螺杆的长径比、螺槽深度、捏合块组合都对改性 PP 的性能有一定影响^[4]。

2.6 改性 PP 专用料配方、最佳工艺参数及性能

根据以上研究,确定了改性 PP 专用料的最佳配方及工艺参数。

配方:PP(71735) 40%;PP(K7726) 20%;POE 10%;滑石粒 25%;DCP 1%;抗氧剂及其它助剂 4%。

工艺参数:螺杆转速 200 ~250 r/min;螺杆各区温度 190 ~210℃;喂料量及其它参数因设备不同需灵活调整。

用上述配方及工艺参数生产的改性 PP 专用料的性能完全符合要求,结果列于表 3。

表 3 改性 PP 专用料的性能

项 目	指标	实测
拉伸强度 /MPa	≥25	26.36
弯曲强度 /MPa	≥29	30.97
弯曲弹性模量 /MPa	≥1600	1702.2
缺口冲击强度 /kJ·m ⁻²	≥30	32.18
MFR/g·(10 min) ⁻¹	≥20	26.75

3 改性 PP 专用料在重型汽车侧护板上的应用

把上述改性 PP 专用料加工成重型汽车侧护板,制品经过性能检测符合重型汽车应用要求,其典型性能如表 4 所示。该侧护板目前已经成功应用在一汽解放奥威重型汽车上。

表 4 侧护板的典型性能

项 目	典型性能
耐热性 (装配状态,90℃/24 h)	外观无松动、变形、变色现象
耐寒性 (装配状态,-40℃/24 h)	外观无松动、变形、变色现象
耐寒性 (装配状态,-40℃/24 h)	落球冲击(高度 500 mm)无裂痕
耐化学药品性	外观无溶解、膨胀、变色、裂纹现象

4 结论

在优化工艺参数的前提下,以均聚 PP(71735)

和共聚 PP(K7726) 作为基体树脂, 选定 POE 为增韧剂、滑石粒为填充剂, 并通过 DCP 对 MFR 的调节及基体树脂的优化组合确保改性 PP 专用料的高流动性, 其综合性能满足重型汽车侧护板专用料的应用要求, 将改性 PP 专用料加工成重型汽车侧护板, 成功应用在一汽解放奥威重型汽车上。

DEVELOPMENT OF MODIFIED PP SIDE GUARD PLATE OF HEAVY TRUCK

Gao Yuan, Wang Jingjiang

(Liaoyang Liaohua Engineering Plastics Co. Ltd., Liaoyang 111003, China)

ABSTRACT The development of modified PP special material for side guard plate of heavy truck was introduced emphatically. The modified PP was produced by using twin screw extruder. The effects of PP resin, several kinds of additives such as toughening agent, mineral fillers, peroxide, etc. and the production process on the properties of the special material were studied. The optimized process parameters and compounding formula were confirmed. The side guard plate made by the modified PP could meet the performance request thoroughly, and it was successfully applied to heavy truck.

KEYWORDS polypropylene, heavy truck, side guard plate, melt flow rate

伊朗采用巴塞尔技术建 LDPE 装置

伊朗 Kordestan 石化公司将采用巴塞尔 Lupotech 的技术, 在伊朗西北部建 1 套 30 万 t/a 的低密度聚乙烯(LDPE)装置。这套装置可生产各等级的 LDPE, 同时还可年产 3 万 t 正丁烯, 这些产品将供应国内外市场。该装置的乙烯原料将来自于伊朗西部。

(小华)

地址: 上海市邯郸路 99 号

邮编: 200437

电话: (021) 65556775 - 361

传真: (021) 65544911

E-mail: ptca-pt@mat-test.com

网址: www.mat-test.com

欢迎订阅 2006 年《理化检验 - 物理分册》杂志

《理化检验 - 物理分册》杂志创刊于 1963 年, 系中国机械工程学会理化检验分会和失效分析分会会刊, 是国内理化测试专业领域最早、且具权威的一本应用类技术刊物, 多次获得国家机械行业 and 上海市优秀期刊奖, 并被列为中国科技论文统计用期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库来源期刊、中国学术期刊(光盘版)和中国期刊网收录期刊。

《理化检验 - 物理分册》主要报道材料的金相检验、材料物理性能与力学性能测试等专业领域的新技术、新方法、新经验, 以及应用上述专业技术在新材料研制、先进工艺的制订、产品的质量控制及寿命评估和失效分析等领域取得的应用性成果。及时反映本刊所报道专业的国内外最新研究动态和发展趋势。涉及的领域有机械、冶金、电力、石油化工、航空航天、建筑等。面向生产, 注重实用, 反映动向, 兼顾普及及为本刊的编辑方针。

本刊辟有试验与研究、测试技术与方法、质量控制与失效分析、综述、试验设备与应用、实践经验、标准化、专题讲座、动态和信息、实验室认可等栏目。是工矿企业、科研单位及大专院校中从事材料研究、工艺制定、理化测试人员的良师益友。

本刊国内外公开发行人, 月刊, 大 16 开本, 内页为 56 页, 每月 8 日出版, 每册定价 6 元, 全年 72 元, 由全国各地邮政局(所)征订, 邮发代号: 4 - 183, 也可向本刊编辑部订阅。

参考文献

- 1 马卫华, 钟秦, 蒋香华. 高抗冲高模量聚丙烯的制备. 工程塑料应用, 2005, 33(5): 25
- 2 刘英俊, 刘伯元. 塑料填充改性. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- 3 耿孝正. 双螺杆挤出机及其应用. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- 4 [美] David B Todd. 塑料混合工艺及设备. 詹茂盛, 丙乃秀, 王凯, 等译. 北京: 化学工业出版社, 2002.

欢迎订阅《塑料工业》杂志

《塑料工业》创刊于 1970 年, 是国内外公开发行的中央级专业技术期刊, 全国中文核心期刊, 美国化学文摘(CA)收录核心期刊, 中国科学引文数据库来源期刊, 亦是中国工程塑料工业协会会刊。

《塑料工业》以促进塑料工业的发展、提供最前沿的相关技术与最新信息、准确报道国内外塑料工业的发展趋势为办刊宗旨, 全面、快速、翔实地报道有关塑料原料、塑料改性、相关助剂、成型加工、合成工艺、新技术、新产品的生产及应用等领域的技术动态及发展方向, 每年提供一篇有关国外塑料工业发展的最新动态的文章。

《塑料工业》每期刊载数十页印刷精美、信息丰富的彩色、双色广告, 为各企业和科研院所进一步实现科技成果产业化架起了一座桥梁。

《塑料工业》为月刊, 每月 20 日出版。国内邮发代号 62 - 71, 全国各地邮局均可订阅, 也可直接汇款到本刊编辑部订阅, 定价 13 元/本, 全年定价 156 元。并优惠发售 2004 年合订本光盘, 80 元/张。

地址: 四川省成都市人民南路四段 30 号 邮编: 610041

电话: (028) 85558516, 85570801

传真: (028) 85562962

网址: www.plast-ind.com.cn

E-mail: office@plast-ind.com.cn