

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.04.007

彩色填充 PP 油箱护罩料的研制

肖利群^{1,2}

(1. 中煤科工集团重庆研究院有限公司, 重庆 400039; 2. 重庆科聚孚工程塑料有限责任公司, 重庆 401332)

摘要: 选用滑石粉、碳酸钙、硫酸钡、高岭土、硅灰石五种矿物填料, 对比本色填充聚丙烯 (PP) 预混料经高速混合机混合前后的颜色变化, 再经挤出造粒制得黄色填充 PP 材料, 对比测试熔体流动速率 (MFR)、力学性能、颜色、表面光泽度及热稳定性。结果表明, 经高速混合机混合 10 min 后, 填料为滑石粉、碳酸钙、硫酸钡时预混料颜色基本与混合前保持一致, 填料为高岭土、硅灰石时预混料颜色明显变深、变黑; 填料为硫酸钡时材料的熔体流动性能及综合力学性能更符合通用机械油箱护罩用填充 PP 材料的技术指标要求, MFR 为 37 g/10 min, 拉伸强度为 23.6 MPa, 悬臂梁无缺口和缺口冲击强度分别为 81.4 kJ/m² 和 9.7 kJ/m², 热变形温度为 109℃; 填料为碳酸钙、硫酸钡时材料颜色鲜艳, 与标准色板颜色最为接近; 填料为硫酸钡时具有最好的表面光泽度; 滑石粉、碳酸钙、硫酸钡三者比较, 当填料为硫酸钡时填充 PP 材料的热稳定性略好。研制的黄色填充 PP 材料已应用于通用机械油箱护罩。

关键词: 聚丙烯; 力学性能; 颜色; 光泽

中图分类号: TQ327.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)04-0033-06

Development of Color Filled PP Material for Tank Cover

Xiao Liqun^{1, 2}

(1. China Coal Technology Engineering Group Chongqing Research Institute, Chongqing 400039, China;

2. Chongqing Copolyforce Engineering Plastics Co., Ltd., Chongqing 401332, China)

Abstract : Five kinds of mineral fillers such as talc, calcium carbonate, barium sulfate, kaolin and wollastonite, were selected to fill PP, the color changes of the PP filled premix after mixing with the high speed mixer were contrasted. The yellow filled PP materials were obtained by extrusion granulation, the melt flow rate, mechanical properties, color, surface gloss and thermal weight loss analysis were tested. The results show that after mixing by a high speed mixer for 10 min, when the filler is talc, calcium carbonate, barium sulfate, the color of premix is basically the same as before mixing; when the filler is kaolin and wollastonite, the color of premix becomes darker and darker. When the filler is barium sulfate, the melt flow property and mechanical properties of the material are more in line with the technical specifications of the filled PP material for general mechanical tank cover, the melt flow rate is 37 g/10 min, the tensile strength is 23.6 MPa, the izod and notched izod impact strength are 81.4 kJ/m² and 9.7 kJ/m², the heat distortion temperature is 109℃. The material has a bright color when the filler is calcium carbonate and barium sulfate, and the color is closest to the standard color plate. The material has the best surface gloss when the filler is barium sulfate. Compared with talc, calcium carbonate, barium sulfate, when the filler is barium sulfate, the thermal stability of filled PP material is slightly better. Developed yellow filled PP material has been applied to the general mechanical tank cover.

Keywords : polypropylene; mechanical property; colour; luster

聚丙烯 (PP) 作为一种常用的高分子材料, 具有密度低、耐腐蚀、力学性能优异等特点, 广泛应用于国民经济及人们日常生活的各个领域。但 PP 也存在一定的缺陷, 如强度低、刚性低、热变形温度低、尺寸稳定性差等, 使其应用范围受到一定限制。为了改善 PP 的上述缺陷, 常用的改性方法是增强和填充^[1]。以无机粒子对聚合物进行填充改性的报道近年较多^[2-3], 但多专注于力学性能方面的研究^[4], 对其颜色、光泽度的研究较少。

笔者应客户的要求, 开发一种在通用机械油箱护罩上使用的无机填料含量为 25% 的填充 PP 材料, 同时要达到客户提供的力学性能、颜色及颜色稳定性、光泽度等要求。无机填料的加入会引起材料体系黏度上升和韧性下降^[5], 且因不同种类的填料, 其颗粒形状、粒径分布以及分散形态的不同, 对材料颜

联系人: 肖利群, 助理研究员, 主要从事改性工程塑料研究

收稿日期: 2017-01-16

色及颜色稳定性、表面光泽度的影响也不同^[6],所以笔者对比分析了滑石粉、碳酸钙、硫酸钡、高岭土、硅灰石几种 PP 常用的无机填料对填充 PP 熔体流动性能、力学性能、颜色及颜色稳定性、表面光泽度、热稳定性的影响。

1 实验部分

1.1 主要原料

PP: 3155E3: 湖南岳化化工股份有限公司;

聚烯烃弹性体 (POE): 南京康普顿曙光有机硅化工有限公司;

滑石粉: TY90-20-C, 广西龙广滑石开发股份有限公司;

碳酸钙: SCC6000-A, 四川贡嘎雪新材料股份有限公司;

沉淀硫酸钡: 南凤化工集团股份有限公司;

5S 煅烧高岭土: 1250 目, 山西锯丰高岭土有限公司;

硅灰石: 800 目: 滁州格锐矿业有限责任公司;

四[甲基- β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]季戊四醇酯(抗氧剂 1010): 巴斯夫股份公司;

亚磷酸三(2,4-二叔丁基苯基)酯(抗氧剂 168): 巴斯夫股份公司;

色粉: 自制。

1.2 主要设备及仪器

高速混合机: SHR-25A 型, 张家港市联泰机械有限公司;

同向双螺杆挤出机: SHJ-36B 型, 南京鸿铭挤出设备有限公司;

注塑机: HDX50 型, 宁波市海达塑料机械有限公司;

熔体流动速率 (MFR) 仪: ZRZ400 型, 美特斯工业系统 (中国) 有限公司;

微机控制电子万能试验机: CMT4204 型, 美特斯工业系统 (中国) 有限公司;

塑料摆锤冲击试验机: ZBC1400-B 型, 美特斯工业系统 (中国) 有限公司;

热变形维卡软化点试验机: 美特斯工业系统 (中国) 有限公司;

分光测色计: CM-700d 型, 柯尼卡美能达 (中国) 投资有限公司;

光泽度计: Multi Gloss 268Plus 型, 柯尼卡美能达 (中国) 投资有限公司;

热重 (TG) 分析仪: TA-Q600 型, 美国 TA 公司。

1.3 试样制备

将 PP, POE, 填料按质量比 6.5 / 1 / 2.5 准确称取, 经高速混合机混合, 混合时物料温度保持在 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$, 混合 10 min, 得本色填充 PP 试样。以滑石粉、碳酸钙、硫酸钡、高岭土、硅灰石为填料的试样分别记为 1[#], 2[#], 3[#], 4[#], 5[#] 试样。

考虑到填料对材料颜色的稀释作用, 以 PP 与 POE 质量比为 6.5 / 1 的 PP+POE 混合料为基料, 调配出比标准颜色略鲜艳的色粉。在 1[#], 2[#], 3[#], 4[#], 5[#] 试样配方基础上, 分别加入 0.5% 的抗氧剂 1010, 0.5% 的抗氧剂 168 及 1% 的色粉, 得黄色填充 PP 试样, 分别记为 6[#], 7[#], 8[#], 9[#], 10[#] 试样。物料经高速混合机充分混合均匀后, 经双螺杆挤出机熔融、共混、挤出、冷却、切粒, 制得黄色填充 PP 材料。挤出第一区到第七区温度依次是 190, 200, 210, 220, 220, 220, 210 $^\circ\text{C}$, 机头温度 215 $^\circ\text{C}$ 。

挤出粒料在 100 $^\circ\text{C}$ 烘 3 h, 注塑加工成性能测试样条和色板, 注塑温度如表 1 所示, 测试样条选择 I 号温度组合, 色板选择 I, II, III 三个温度组合。

表 1 黄色填充 PP 注塑温度

注塑温度组合	注塑温度 $^\circ\text{C}$		
	喷嘴	塑化段	加料段
I	200	200	190
II	220	220	210
III	250	250	240

1.4 性能测试与表征

MFR 按 GB/T 3682-2000 测试, 拉伸强度按 GB/T 1040.2-2006 制样和测试, 悬臂梁冲击强度按 GB/T 1843-2008 制样和测试, 热变形温度按 GB/T 1634.2-2004 制样和测试。样条在温度 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50\% \pm 10\%)$ 放置 24 h 后进行性能测试。

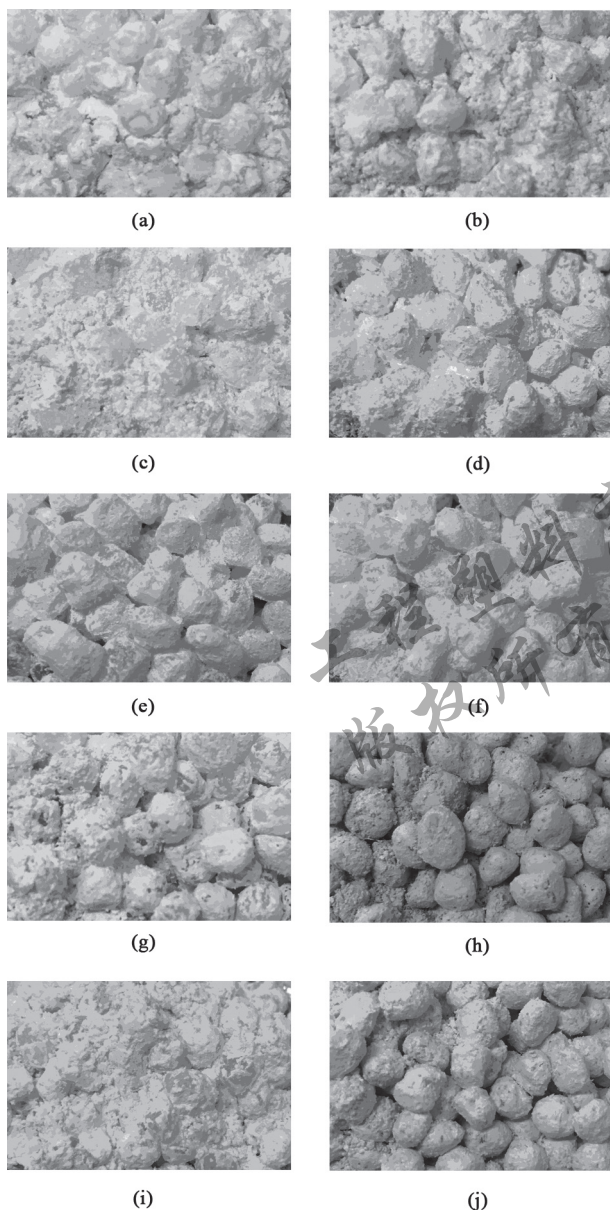
TG 分析: N_2 氛围, N_2 流量为 50 mL/min, 升温速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$, 测试温度为室温 ~ 600 $^\circ\text{C}$ 。

2 结果与讨论

2.1 不同混合时间点填充 PP 预混材料颜色比较

填料含量 25% 的填充 PP, 树脂、填料混合是否均匀不仅会影响材料的性能, 对材料的颜色也会有很大的影响, 尤其是对颜色鲜艳、颜色一致性要求很高的材料。为使填料与 PP 充分混合, 采用高速混合机混合 10 min, 对比不同混合时间试样状态和颜色的变化, 结果如图 1 所示。可以看出, 混合 10 min, 填料更好地包覆在 PP 树脂颗粒表面, 填料和 PP 树脂颗粒间更加均匀; 颜色有不同的变化, 1[#],

2[#], 3[#] 三者混合 1 min 和 10 min 颜色基本一致, 4[#], 5[#] 混合 10 min 后颜色明显变深、变黑。生产时, 混料、挤出过程中对材料的剪切作用会导致易变色材料如 4[#], 5[#] 的基料颜色发生变化, 所以颜色不易控制, 易出现颜色不一致或色差值过大, 而 1[#], 2[#], 3[#] 材料的颜色更容易控制。



a—1[#], 1 min; b—1[#], 10 min; c—2[#], 1 min; d—2[#], 10 min;
e—3[#], 1 min; f—3[#], 10 min; g—4[#], 1 min; h—4[#], 10 min;
i—5[#], 1 min; j—5[#], 10 min

图1 本色填充 PP 试样不同混合时间照片

2.2 彩色填充 PP 材料力学性能比较

图2为黄色填充 PP 材料的 MFR 比较。从图2可以看出, MFR 值由高到低依次是: 8[#] > 10[#] > 9[#] > 6[#] > 7[#], 其中 8[#] 的 MFR 最高, 为 37 g/10 min,

可能是在粘流状态下, 圆球状的硫酸钡对 PP 分子链的移动阻碍作用小^[7], 其它 4 种材料略低。在注射成型壁厚面积大的塑料件时, 易出现流痕, 即通常所称的虎皮纹, 严重影响产品的表现和性能, 其产生与材料的黏度等因素有关^[8-9]。流动性差时易产生流痕, 流动性越好, 流痕越少, 样件的表面质量也越好。已有研究表明^[10], 当 MFR > 30 g/10 min 时, 流痕轻微可见, 8[#], 9[#], 10[#] 的 MFR 值均大于 30 g/10 min, 可以认为此三种材料的熔体流动性基本符合通用机械油箱护罩的要求。

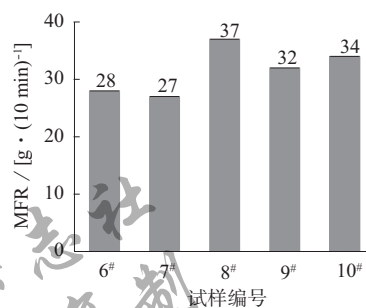


图2 黄色填充 PP 材料 MFR 比较

图3为彩色填充 PP 材料的拉伸强度比较。从图3可以看出, 拉伸强度值由高到低依次是: 6[#] > 9[#] > 8[#] > 10[#] > 7[#], 其中 6[#] 的拉伸强度最高, 为 26.5 MPa, 其它四种接近。其中 MFR 值最高的 8[#] 的拉伸强度值为 23.6 MPa。10[#] 的拉伸强度为 23.4 MPa, 与已有研究^[1]相符合, 即添加硅灰石时材料的强度较低。

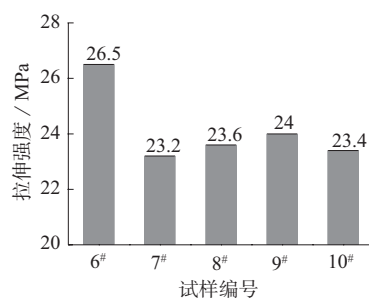


图3 彩色填充 PP 材料拉伸强度比较

图4为彩色填充 PP 的材料悬臂梁冲击强度比较。从图4可以看出, 悬臂梁无缺口冲击强度由高到低依次是: 8[#] > 7[#] > 9[#] > 10[#] > 6[#], 悬臂梁缺口冲击强度由高到低依次是: 8[#] > 7[#] > 9[#] > 6[#] > 10[#], 其中 8[#] 的冲击强度值最高, 无缺口和缺口试样分别为 81.4 kJ/m² 和 9.7 kJ/m²。填料为硫酸钡时材料的冲击强度较高^[11], 一方面可能因为球状的硫酸钡对 PP 分子链之间移动的阻碍作用较小,

且硫酸钡的加入增加了分子链之间的距离,减小了分子间的作用力,使分子间相对滑动更容易;另一方面,硫酸钡的加入,使得材料的非晶区增多,同时硫酸钡也会吸收部分冲击能,从而材料的冲击强度提高^[12-13]。对于壁厚表面积大的塑料件,对材料的冲击韧性有较高的要求,8[#]材料更符合高冲击韧性这一条件。

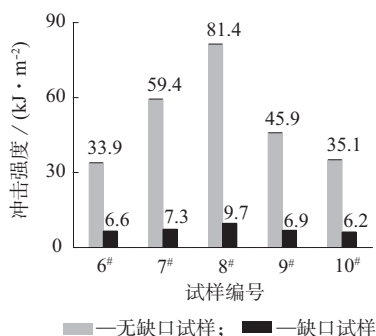


图4 彩色填充 PP 材料悬臂梁冲击强度比较

图5为彩色填充 PP 材料热变形温度比较。从图5可以看出,热变形温度由高到低依次是:6[#] > 8[#] > 9[#] > 7[#] > 10[#],6[#]的热变形温度最高,为113℃,8[#]的热变形温度略低,为109℃。

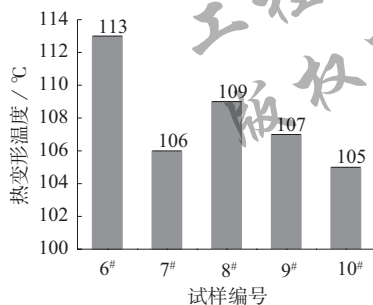


图5 彩色填充 PP 材料热变形温度比较

综合 MFR、拉伸强度、冲击强度和热变形温度,8[#]试样的性能更符合通用机械油箱护罩用填充 PP 材料的技术指标要求。

2.3 彩色填充 PP 材料颜色比较

图6是各材料在 I 号温度组合下注射成型的色板。7[#],8[#]颜色鲜艳,与标准色板颜色最为接近,可以调出与标准色板目视一致的颜色;6[#],10[#]颜色较深,可以调出与标准色板接近的颜色;9[#]颜色最深、最暗,不可能调出与标准色板一致的颜色。

将各材料在不同温度注射成型的色板进行颜色测试,对比颜色。 L, a, b 值是以标准白色为基准, L 表示颜色的明暗程度,其值的范围为0~100,值越大表示颜色越浅,值越小表示颜色越深; a 表示颜色

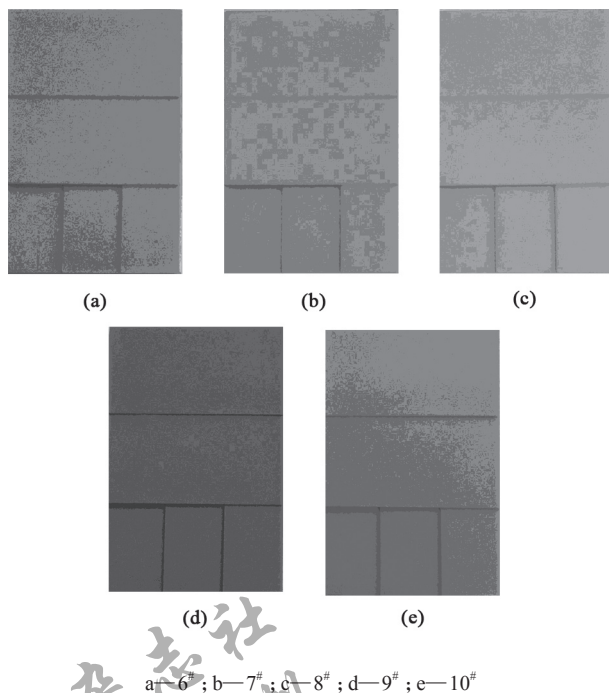


图6 黄色填充 PP 色板照片

的红绿色相,值越大表示颜色越偏红,值越小表示颜色越偏绿; b 值表示颜色的黄蓝色相,值越大表示颜色越偏黄,值越小表示颜色越偏蓝。 $\Delta L, \Delta a, \Delta b$ 是以 I 号温度的色板为基准, ΔL 正值表示偏浅,负值表示偏深; Δa 正值表示偏红,负值表示偏绿; Δb 正值表示偏黄,负值表示偏蓝; ΔE_{ab} 是总的色差值, $\Delta E_{ab} = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 。色差值如表2所示。

表2 彩色填充 PP 色差比较

试样 编号	I 号温度组合			II 号温度组合				III 号温度组合			
	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}
6 [#]	67.74	26.52	60.91	0.14	0.26	0.12	0.32	0.07	0.46	0.08	0.47
7 [#]	72.80	29.05	68.60	-0.02	-0.25	0.44	0.51	-0.24	0.15	-0.09	0.30
8 [#]	72.72	26.85	69.46	0.17	0.23	0.18	0.34	0.13	0.23	0.27	0.38
9 [#]	57.35	10.99	43.58	0.04	0.11	0.16	0.20	0.30	0.67	0.94	1.19
10 [#]	66.58	23.69	58.86	0.04	1.17	0.67	1.35	0.03	1.58	0.85	1.80

纵向比较:I 号温度注塑时,7[#],8[#]的 L 值较高,表明颜色较浅; a 值较大,表明颜色偏红; b 值较大,表明颜色偏黄,与图2目视的结果一致。

横向比较:6[#],7[#],8[#]三种材料在不同温度注塑时,色差值变化不大,说明该三种材料的耐温性较好。9[#]材料在 III 号温度注塑时色差值明显增大, ΔE_{ab} 为1.19,10[#]材料在 II 号温度注塑时颜色就有了变化,在 III 号温度时更加明显, ΔE_{ab} 分别为1.35和1.80,表明9[#]和10[#]两种材料的耐温性较差,高温注塑时易发生颜色变化。与图1中经过10 min 高速混合机混合后材料颜色变化规律具有一致性。

在注塑成型壁薄表面积大的塑料件时,为减少流痕在制品表面的生成,往往会提高注塑温度^[14],要求材料在较高温度时不变色,6[#],7[#],8[#]三种材料基本可以满足要求。

2.4 彩色填充 PP 材料光泽度比较

将各材料在不同温度注射成型的色板进行光泽度测试,选择几何角度为 60° 的测量结果进行对比,结果如表 3 所示。

表 3 彩色填充 PP 光泽度比较

试样编号	I 号温度组合	II 号温度组合	III 号温度组合
6 [#]	23.7	23.6	24.2
7 [#]	42.8	39.7	41.5
8 [#]	70.8	68.0	70.8
9 [#]	38.5	35.7	34.9
10 [#]	31.5	29.3	31.4

横向比较:同一种材料在不同温度注塑时光泽度值相差不大,从 I 号温度到 III 号温度同一种材料的表面光泽度基本没有变化。

纵向比较:8[#] 表面光泽度值最高,可以认为硫酸钡可以使材料保持较好的光泽度^[7,15],填料对光泽度的影响可能与填料刚性粒子的微观形状有关^[16],硫酸钡具有球状的特殊结构,在光照射到 PP 表面后,球状结构能更好地将光进行反射^[17],使材料具备更好的表面光泽度;6[#] 表面光泽度值最低,滑石粉对材料的表面光泽度影响最大^[12];几种材料的表面光泽度从高到低依次是:8[#] > 7[#] > 9[#] > 10[#] > 6[#]。

2.5 彩色填充 PP 材料 TG 分析

选择 6[#],7[#],8[#] 三种材料进行 TG 分析,结果见图 7。从图 7 可以看出,8[#] 的 TG 曲线略微向高温方向偏移,说明 8[#] 的热稳定性略好。三种材料最后的质量均保持在 20% 左右。

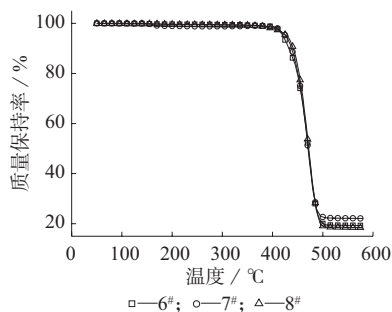


图 7 黄色填充 PP 材料的升温 TG 曲线

2.6 应用情况

基于以上研究,选择 8[#] 配方,色粉配方经过细微调整后,以顾客提供的标准色板为准,研制出了目

视颜色一致,色差值 $\Delta E_{ab} < 0.5$,颜色稳定性好,光泽度好的黄色填充 PP 材料,另外还以此材料的配方为基础,颜色经过调整后制成了红色、绿色等填充 PP 材料。该系列材料已应用于通用机械油箱护罩,得到了客户的认可,反映良好。产品如图 8 所示。



图 8 通用机械油箱护罩

3 结论

(1) 经高速混合机混合 10 min 后,填料为滑石粉、碳酸钙、硫酸钡时预混料颜色基本与混合前保持一致,填料为高岭土、硅灰石时预混料颜色明显变深、变黑。

(2) 填料为硫酸钡时材料的熔体流动性及综合力学性能更符合通用机械油箱护罩用填充 PP 材料的技术指标要求:MFR 为 37 g/10 min,拉伸强度为 23.6 MPa,悬臂梁无缺口和缺口冲击强度分别为 81.4 kJ/m² 和 9.7 kJ/m²,热变形温度为 109℃。

(3) 填料为碳酸钙、硫酸钡时材料颜色鲜艳,与标准色板颜色最为接近。填料为硫酸钡时具有最好的表面光泽度。

(4) 滑石粉、碳酸钙、硫酸钡三者比较,当填料为硫酸钡时填充 PP 材料的热稳定性略好。

参考文献

- [1] 陈科. 硅灰石粉填充改性聚丙烯复合材料性能研究[J]. 塑料科技, 2016, 44(2): 34-36.
Chen Ke. Study on properties of modified polypropylene composites filled with wollastonite[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(2): 34-36.
- [2] Wang K, Wu J, Ye Y, et al. Mechanical properties and toughening mechanisms of polypropylene / barium sulfate composites[J]. Composites Part A, Applied Science & Manufacturing, 2003, 34(12): 1199-1205.
- [3] Fu S Y, Feng X Q, Lauke B, et al. Effects of particle size, particle / matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites[J]. Composites Part B, Engineering, 2008, 39(6): 933-961.
- [4] 刘钰馨, 杨芳, 庞锦英, 等. PP/SBS/滑石粉三元复合材料性能研究[J]. 塑料科技, 2016, 44(1): 31-34.

- Liu Yuxin, Yang Fang, Pang Jinying, et al. Study on properties of PP / SBS / Talc ternary composite[J]. *Plastics Science and Technology*, 2016, 44(1):31–34.
- [5] 章峻,成江,胡柏星,等. CaCO_3 颗粒级配填充对 PP 性能和结构的影响[J]. *高分子材料科学与工程*, 2003, 19(1):184–187.
- Zhang Jun, Cheng Jiang, Hu Boxing, et al. Effects of CaCO_3 particle size and size distribution on property and structure of PP[J]. *Polymer Materials Science & Engineering*, 2003, 19(1):184–187.
- [6] 李珊珊,马立波,张清梦. 高光泽聚丙烯的研制及性能研究[J]. *科技经济导刊*, 2016, 25:43–44.
- Li Shanshan, Ma Libo, Zhang Qingmeng. Preparation and properties of high gloss polypropylene[J]. *Technology and Economic Guide*, 2016, 25:43–44.
- [7] 刘宝玉,肖鹏. 高光泽聚丙烯的研制[J]. *上海塑料*, 2007(2):20–23.
- Liu Baoyu, Xiao Peng. Study on the high gloss polypropylene[J]. *Shanghai Plastics*, 2007(2):20–23.
- [8] 傅轶,刘冉,彭志宏,等. 聚丙烯/弹性体共混体系流痕的形成机理及调控[J]. *高分子材料科学与工程*, 2016, 32(5):49–53.
- Fu Yi, Liu Ran, Peng Zhihong, et al. Formation mechanism and control of flow mark in polypropylene / elastomer blends[J]. *Polymer Materials Science & Engineering*, 2016, 32(5):49–53.
- [9] 张甲敏,乔月纯,杨胜凯. 注塑制品流痕的形成原因及解决办法[J]. *工程塑料应用*, 2006, 34(10):35–37.
- Zhang Jiamin, Qiao Yuechun, Yang Shengkai. Formation and solution of flowing mark in injection molding part[J]. *Engineering Plastics Application*, 2006, 34(10):35–37.
- [10] 赵斌,周英辉,陈延安,等. 聚丙烯材料注塑件外观的研究[J]. *塑料工业*, 2013, 41(12):72–74.
- Zhao Bin, Zhou Yinghui, Chen Yanan, et al. Study on appearance of injection molded polypropylene material[J]. *China Plastics Industry*, 2013, 41(12):72–74.
- [11] 沈小宁,潘明旺,袁金凤,等. 微米硫酸钡增韧增刚聚丙烯复合材料的形貌与流变结晶行为[J]. *高分子材料科学与工程*, 2011, 27(1):65–68.
- Shen Xiaoning, Pan Mingwang, Yuan Jinfeng, et al. Morphology, rheology and crystalline behaviors of polypropylene composites rigidified and toughened via micron-size of barium sulfate filler[J]. *Polymer Materials Science & Engineering*, 2011, 27(1):65–68.
- [12] 余进娟,徐卫兵,周正发. 高光泽聚丙烯的研制[J]. *塑料制造*, 2010(8):64–66.
- She Jinjuan, Xu Weibing, Zhou Zhengfa. Study on the high gloss polypropylene[J]. *Plastics Manufacture*, 2010(8):64–66.
- [13] 何曼君,陈维孝,董西侠. 高分子物理[M]. 上海:复旦大学出版社, 1990:77–84.
- He Manjun, Chen Weixiao, Dong Xixia. The physics of polymers[M]. Shanghai:Fudan University Press, 1990:77–84.
- [14] Hirano K, Suetsugu Y, Kanai T. Morphological analysis of the tiger stripe on injection molding of polypropylene / ethylene-propylene rubber / talc blends dependent on based polypropylene design[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2007, 104:192–199.
- [15] 余进娟,王承刚,刘苏芹,等. 聚丙烯高光泽母粒的研制[J]. *工程塑料应用*, 2012, 40(9):25–28.
- She Jinjuan, Wang Chenggang, Liu Suqin, et al. Preparation of high gloss polypropylene masterbatch[J]. *Engineering Plastics Application*, 2012, 40(9):25–28.
- [16] 王文广. 塑料改性实用技术[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2000:139–153.
- Wang Wenguang. Practical technology of plastic modification[M]. Beijing:China Light Industry Press, 2000:139–153.
- [17] 张迪. 无机填料填充聚丙烯体系的研究[J]. *科技创新与应用*, 2016(26):70.
- Zhang Di. Study on polypropylene filled with inorganic fillers[J]. *Technology Innovation and Application*, 2016(26):70.

杜邦轻型及高强度解决方案,带来更愉快驾驶体验

杜邦(DuPont)公司一直投资于材料研发,并为不同的合作伙伴开发出令人兴奋的应用产品。宝马 i8 跑车就是这种投资类型的完美一例。宝马 i8 跑车新的谐振腔采用杜邦™ Zytel® PLUS95G35 玻璃纤维增强尼龙为原材料。这款谐振腔,由宝马集团、杜邦高性能材料公司和 MANN+HUMMEL 公司密切合作共同开发,降低了两个涡轮增压发动机的噪音,带来了更加愉快的驾驶体验。这种材料的轻质和高强度特性还利于减少燃料消耗和二氧化碳排放。

在不降低性能的同时减少排放的需要,是这种新应用

的推动力。汽车制造商正在不断寻找替代品,以应对欧盟减少温室气体排放的目标,从而导致欧洲新车市场出现重大变化。目标要求在 2021 年之前将车辆二氧化碳的排放量控制在 95 g/km 以下的水准。

这些对环境政策的考虑,意味着在汽车行业有越来越多的成本效益的需求。易加工的热塑性塑料能够在车辆的整个寿命期间,可靠地承受发动机舱或汽车外部严格的要求。限制排放的方法之一是通过涡轮增压发动机——减少发动机油耗的同时保持原有的功率。然而,减少发动机尺寸的副作用是发动机中的热量增加,因此需要用于动力系统的工业元件,其在高热、苛刻化学环境中是耐用的。(中塑在线)