

# 透明聚丙烯片材的研制与加工应用

孙玉梅

郑春江

陈笑雨 高有志

(大庆石化研究院树脂研究所, 大庆 163714) (大庆石油化工总厂, 大庆 163714) (大庆石化公司塑料厂, 大庆 163714)

**摘要** 介绍聚丙烯(PP)片材专用料中复合助剂体系的研制过程、专用料的生产过程及其片材的加工过程, 讨论了加工温度对透明 PP 片材光学性能的影响, 确定了透明 PP 片材的最佳加工温度为 230℃。同时对透明 PP 片材专用料的使用性能和加工性能进行了评价。经用户使用表明, 透明 PP 片材的韧性和刚性均衡, 制品外观光滑、透明, 能满足使用要求。

**关键词** 成核剂 透明聚丙烯 雾度 刚性 片材

聚丙烯(PP)因具有质轻、价格低廉、耐化学药品性和耐热性好等优点而得到广泛应用。近年来透明 PP 凭借其优异的光学性能而在包装领域得到广泛、快速的发展, 特别是在片材的热成型领域发展速度更快。随着热成型加工技术的改进, 透明 PP 片材在热成型加工领域中所占的比例逐渐增加, 这主要是因为 PP 对氧气及水分的阻隔性较好, 耐热性较高, 比较适合于生产微波炉使用的各类食品包装用的瓶、盒等。另外, 透明 PP 片材经热成型加工后还可生产各类生活用品如桶、盘等, 用来包装货架稳定的低酸度食品, 如调味品、奶酪等<sup>[1]</sup>。目前国内外透明 PP 片材的生产大都以均聚级 PP 为基础树脂, 通过添加成核剂的技术生产的。

笔者现介绍本所研制的透明 PP 片材的生产与加工应用。

## 1 实验部分

### 1.1 原材料

PP: T30S, 粉料, 熔体流动速率( MFR) 为 2 ~4 g/10 min, 均聚物, 大庆石化公司塑料厂;

复合成核剂 Y: 自制;

成核剂: 3988, 美国 Millican 公司;

复合稳定剂: 101C, 大庆石化总厂塑龙公司。

### 1.2 仪器及设备

MFR 仪: 6210 型, 意大利 CEAST 公司;

高速混合机: 10L, 北京塑料机械厂;

双螺杆挤出机: 30 型, 德国 HAAKE 公司;

HAAKE 流变仪: 30 型, 德国 HAAKE 公司;

万能拉力试验机: AJ - 5000A 型, 英国 Instron 公司;

差示扫描量热( DSC) 仪: TYRISI 型, 美国 PE 公司;

雾度仪: 6285 型, 意大利 CEAST 公司。

### 1.3 性能测试

MFR 按 GB/T 3682 - 1983 测试;

透光率按 GB/T 2410 - 1980 测试;

雾度按 GB/T 2410 - 1980 测试;

拉伸强度按 GB/T 1040 - 1992 测试;

弯曲弹性模量按 GB/T 9341 - 2000 测试;

维卡软化点按 GB/T 1633 - 2000 测试。

### 1.4 试样制备

除测定雾度和透光率的试样外, 所有试样均按照国家标准制得。由于目前国家对测定透明 PP 的雾度和透光率尚无统一标准, 故笔者利用 HAAKE 流变仪采用流延法生产厚度( 0.5 ±0.02) mm 的片材作为试样进行测试, 制样的工艺条件见表 1。

表 1 测定雾度试样的制备工艺条件

| 项 目                          | 进料段 | 塑化段 | 均化段 | 挤出段 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 加工温度 /℃                      | 180 | 200 | 230 | 230 |
| 滚筒温度 /℃                      | 50  |     |     |     |
| 拉伸速率 /mm · min <sup>-1</sup> | 85  |     |     |     |
| 主机转速 /r · min <sup>-1</sup>  | 50  |     |     |     |

## 2 透明 PP 片材的研制

### 2.1 成核剂用量对透明 PP 片材光学性能的影响

以 T30S PP 粉料为基础树脂, 分别将成核剂 3988 及自制的复合成核剂 Y 以 0.15%、0.20%、0.25%、0.30%、0.35% 的添加量与复合稳定剂 101C 混合后, 加入到 PP 粉料中, 经混合、混炼、挤出造粒后, 采用压延法制备出片材, 测试 PP 片材的光学性能, 分别考察了不同复合成核剂对 PP 片材光学性能的影响, 结果如图 1 所示。由图 1 可看出, 当成核剂的质量分数小于 0.25% 时, PP 片材的光学性能改善得并不显著, 随着成核剂用量的增加, PP 片材的雾度逐渐降低, 即 PP 片材的光学性能逐步

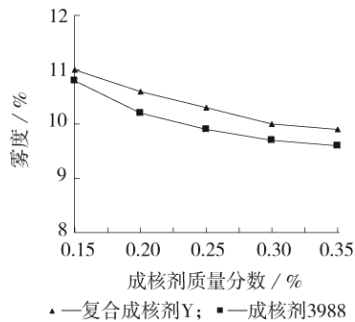


图1 成核剂用量对 PP 片材雾度的影响

得到改善,故将成核剂的用量确定为 0.25%。从图 1 还可看到,虽然自制的复合成核剂 Y 对 PP 片材透光率的改善效果较成核剂 3988 差,但其仍能满足透明 PP 片材的使用要求;加之从成本上考虑,复合成核剂 Y 的价格为 180 元/kg,而成核剂 3988 为 450 元/kg,最终确定选用复合成核剂 Y 作为成核剂,因为它有低成本的优势。

2.2 加工条件对 PP 片材光学性能的影响

加工温度的高低决定着成核剂体系在基础树脂中的溶解及熔融状态,如果加工温度过高,将使成核剂或其它助剂分解,导致所生产的 PP 片材质地发黄,片材表面光泽差,不仅影响到 PP 片材的光学性能,而且也影响到其力学性能;而加工温度过低,则因成核剂熔化不好而导致 PP 片材内部出现白斑或斑点,对 PP 片材质量同样有不良影响。因此需要考察加工温度对 PP 片材光学性能的影响。笔者采用 5 种不同的加工工艺(记为 A、B、C、D、E 工艺)在 HAAKE 流变仪上将加入复合成核剂 Y 与复合稳定剂 101C 的 T30S PP 制成片材,测试了各种 PP 片材的光学性能。表 2 列出了加工温度对透明 PP 片材雾度和透光率的影响。

表 2 加工温度对透明 PP 光学性能的影响

| 加工工艺 | 加工温度 /℃ |     |     |     | 雾度 / % | 透光率 / % |
|------|---------|-----|-----|-----|--------|---------|
|      | 进料段     | 塑化段 | 均化段 | 挤出段 |        |         |
| A    | 185     | 210 | 220 | 210 | 11.8   | 90.0    |
| B    | 185     | 210 | 230 | 210 | 9.3    | 90.1    |
| C    | 185     | 210 | 230 | 220 | 7.8    | 90.3    |
| D    | 185     | 210 | 240 | 220 | 10.2   | 89.9    |
| E    | 185     | 210 | 245 | 220 | 10.8   | 90.1    |

从表 2 可看出,透明 PP 片材的光学性能对均化段的温度变化较为敏感,最适宜的加工温度为 C 工艺。实验中还发现,当熔融温度达到 240℃ 时,PP 片材表面泛黄,说明基础树脂中有些成分已发生降解,表明加工温度过高,不但影响制品的透明性能,降低制品的力学性能,而且还增加了生产加工的成

本;当熔融温度低于 230℃ 时,因成核剂在 PP 大分子中尚未完全溶解,从而影响其在 PP 中的分散,导致成核剂的增加透明性能力变差,表现为雾度值较大,而且制品中存在白色斑点,故把 C 工艺确定为最佳加工条件。

3 透明 PP 片材的工业化生产

3.1 透明 PP 片材专用料的配方及加工工艺

取 PP 装置生产的 T30S PP 粉料 30 kg,在中试装置上按 PP 粉料 25 kg、101C 57.5 g、复合成核剂 Y 61.5 g 的配方,采用双螺杆挤出机( $L/D=26$ )按表 3 的挤出加工条件生产了透明 PP 片材专用料,命名为 TPP-S。

表 3 双螺杆挤出机挤出造粒工艺条件

| 项 目                          | 进料段  | 均化段 | 熔融段 |     | 挤出段 | 模头  |
|------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                              |      |     | I   | II  |     |     |
| 加工温度 /℃                      | 180  | 210 | 220 | 230 | 230 | 220 |
| 主机螺杆转速 / $r \cdot \min^{-1}$ | 1200 |     |     |     |     |     |
| 进料电机转速 / $r \cdot \min^{-1}$ | 150  |     |     |     |     |     |

3.2 透明 PP 片材性能评价

对生产的透明 PP 片材专用料 TPP-S 进行性能分析,并将其性能与基础树脂 T30S 及马来西亚生产的透明 PP 片材专用料(M255)进行了性能对比,见表 4。

表 4 TPP-S 与 M255、T30S 的性能对比

| 项 目                           | 技术指标       | TPP-S | M255 | T30S |
|-------------------------------|------------|-------|------|------|
| MFR / $g \cdot (10\min)^{-1}$ | 1.5 ~1.2   | 1.3   | 1.5  | 1.2  |
| 雾度 / %                        | <11.0      | 8.9   | 9.3  | 53.6 |
| 透光率 / %                       | >90.0      | 91.2  | 91.2 | 89.8 |
| 拉伸强度 /MPa                     | >28.0      | 32.6  | 32.0 | 31.2 |
| 弯曲弹性模量 /MPa                   | >850       | 1050  | 1010 | 980  |
| 维卡软化点 /℃                      | >70        | 74    | 75   | 71   |
| 片材厚度 /mm                      | 0.50 ±0.02 | 0.51  | 0.51 | 0.50 |

从表 4 可看出,利用自制复合成核剂 Y 开发生产的透明 PP 片材专用料 TPP-S 的各项性能均达到技术指标要求,与马来西亚生产的透明 PP 片材专用料 M255 的性能相当。

为解释、验证成核剂对 PP 片材光学性能的改善效果,并研究其增加透明性的机理,笔者利用 DSC 法对所研制的透明 PP 进行热性能剖析,见表 5。

表 5 DSC 分析结果

| 名称    | 结晶温度 /℃ | 结晶焓 / $J \cdot g^{-1}$ | 结晶度 / % | 熔融焓 / $J \cdot g^{-1}$ | 熔点 /℃ |
|-------|---------|------------------------|---------|------------------------|-------|
| T30S  | 116.6   | 91.5                   | 43.1    | 91.0                   | 161.6 |
| TPP-S | 129.9   | 94.0                   | 51.4    | 96.0                   | 163.8 |

从表 5 可看出,成核剂的加入使均聚 PP 的结晶

温度、结晶熔、结晶度等明显增加,其结晶温度提高 12 ~15℃, 结晶度由 43. 1% 增加到 51. 4%, 结晶温度的升高使 PP 大分子在较高的温度下开始结晶, 则相应缩短了制品成型周期, 有利于提高生产效率; 加入成核剂后, 使 PP 的结晶熔也相应增加, 说明 PP 大分子在较高的温度下结晶, 高分子链的活动能力增强。

4 透明 PP 片材的加工与应用

图 2 为用 TPP - S 生产透明 PP 片材的工艺流程示意图。图 3 为将 PP 片材加工成制品的热成型工艺流程示意图。

透明 PP 片材专用料 TPP - S 现由上海广盛塑胶有限公司试生产, 加工过程中, 透明 PP 片材的表面光滑, 内部无气泡、表面无白斑, 片材的韧性和刚性均衡。用 TPP - S 片材在热成型加工设备上生产的快餐杯外观与用马来西亚产 M255 料加工的制品相当, 外观光滑、透明, 能满足使用要求。

5 结论

(1) 复合成核剂 Y 的加入不仅能显著改善均聚 PP 片材的光学性能, 而且还可改善其力学性能和耐

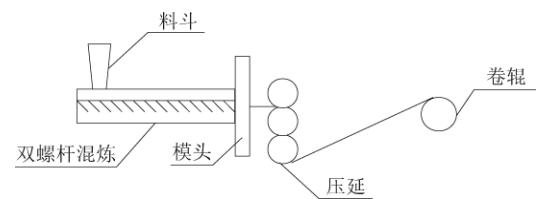


图 2 透明 PP 片材生产流程示意图

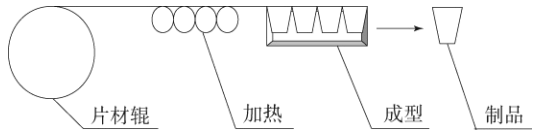


图 3 PP 片材热成型工艺流程示意图

热性。

(2) 透明 PP 的雾度和透光率受加工条件所影响, 一般情况下, 最适宜的加工温度为 230℃。所研制生产的透明 PP 片材专用料 TPP - S 的性能与马来西亚生产的同类产品相当。

(3) 经使用表明, 透明 PP 片材的韧性和刚性均衡, 所加工的瓶、盒、盘等制品外观光滑、透明, 能满足使用要求。

参考文献

1 郑宁来. 我国透明聚丙烯的发展. 塑料加工应用, 2001, 23(4) : 42

PREPARATION, PROCESSING AND APPLICATION OF TRANSPARENT POLYPROPYLENE SHEET

Sun Yumei

( Resin Institute, Academy of Daqing Petro-Chemical Company, Daqing 163714, China)

Zheng Chunjiang

( Main Plant of Daqing Petro-Chemical Company, Daqing 163714, China)

Chen Xiaoyu, Gao Youzhi

( Plastic Plant of Daqing Petro-Chemical Company, Daqing 163714, China)

**ABSTRACT** The processes of preparing compounding assessorry ingredient, producing special material and machining for polypropylene( PP) sheet were presented. The effects of processing temperature on the optical property of the sheet were discussed, and the optimal temperature was determined to be 230℃. The performance in service and processability of the sperial material were evaluated. The service results showed that the sheet could satisfy the use requirement with balanced toughness and rigidity, slick and transparent appearance.

**KEYWORDS** nucleating agent, transparent polypropylene, haze, rigidity, sheet

GE 公司展示医用塑料新品

在最近举办的首届国际医疗设备设计与技术展览会上, GE 高新材料公司展出了用其聚醚酰亚胺( PEI) 树脂生产的 INSO RB 20 皮下手术缝合器等新产品。据了解, INSO RB 20 皮下手术缝合器的 7 个部件使用了 2 种牌号的 GE Ultem PEI 树脂。因为这种皮下手术缝合器具有多达 20 个皮下可吸缝合钉, 需要在使用过程中能承受较大的压力及拥有良好的消毒性能、生物相容性、多种颜色和易装配特点, GE 公司的 Ultem 1000 F 树脂和 Ultem 2200 玻纤增强( 20%) 树脂兼具上述性能。据称, GE 公司将凭借不断充实的产品类别引领医用塑料制品的发展趋势。

( 郝红)

可增效降耗尼龙新品在法问世

法国罗地亚工程塑料公司最近推出新的改性尼龙( PA6) 系列产品 Technyl XT。其优点为能使加工企业提高生产效率并降低能耗, 同时不降低最终制品的性能。

与标准 PA6 相比, Technyl XT 的加工温度低 20%, 能耗明显降低, 并可提高产量, 最大增幅达 40%, 而其化学、力学性能与标准 PA6 相同。该公司向市场推出的首个改性 PA6 产品牌号为 Technyl C502 XT, 这是一种适用于生产波纹管、棒材、单丝、过滤器网丝等多种用途的通用产品。该公司还能根据客户要求提供不同颜色及热稳定性的配套专用母料。

( 伟家)