

# 枪械包装箱用增强增韧阻燃 PP 的研制

崔 欣

(中国石油辽阳石化分公司研究院, 辽阳 111003)

**摘要** 采用无碱玻璃纤维(GF)、乙烯-1-辛烯共聚物(POE)和十溴联苯醚/三氧化二锑复合阻燃剂对聚丙烯(PP)进行增强增韧阻燃改性。考察了GF、POE和复合阻燃剂用量对PP性能的影响。研究表明,GF的加入在有效提高PP拉伸强度、弯曲强度及弯曲弹性模量的同时,还可以提高其冲击强度;POE对PP有很好的增韧作用;十溴联苯醚/三氧化二锑复合阻燃剂对PP有良好的阻燃作用。由该增强增韧阻燃改性PP材料制作的枪械包装箱可满足使用要求,具有广阔的应用前景和良好的经济、社会效益。

**关键词** 聚丙烯 乙烯-1-辛烯共聚物 玻璃纤维 阻燃剂 枪械包装箱

聚丙烯(PP)是一种高性价比的通用塑料,在汽车、家电、机械、包装等领域已得到广泛应用。但PP也存在低温耐冲击性差、易老化、成型收缩率大等缺点<sup>[1-2]</sup>。以枪械包装箱为例,不但要求材料具有较高的刚性,还要有良好的韧性、耐化学药品性、耐热性、抗静电性、阻燃性和防老化性能,同时由于枪械包装箱箱体尺寸较大,因此还要求材料具有良好的加工流动性,普通PP难以达到其要求。因此,通过对PP改性,扩大其在上述领域,特别是军工领域的应用是完全必要的。

目前我军使用的枪械包装箱均为木质材料,结构笨重、阻燃性差、通用性不强,且浪费有限的木材资源,不符合我军军事现代化装备轻武器轻装、携行、标准化的要求,因此开发新型包装箱材料,以满足其防护、环境、勤务、储存等多方面要求,已成为推进我军军事后勤装备现代化的重要课题。笔者在增强增韧PP中引入阻燃体系,使枪械包装箱在满足刚性、低温冲击性能的基础上提高阻燃性,满足了使用要求。

## 1 实验部分

### 1.1 原材料

PP: 5004, 中国石油辽阳石化分公司;

PP: K9035, 中国石化燕山石化分公司;

玻璃纤维(GF): 950, 巨石集团有限公司;

乙烯-1-辛烯共聚物(POE): 8150, 美国杜邦公司;

十溴联苯醚: 美国大湖公司;

三氧化二锑、抗氧化剂及其它助剂: 市售。

### 1.2 设备及仪器

双螺杆挤出机: SHJ58-II型, 南京航空航天大学信立塑料机械厂;

注塑机: CWI-120D型, 上海纪威机械工业有限公司;

高低温试验箱: GDW-50型, 无锡市苏威试验设备有限公司;

缺口制样机: CZQ-1型, 承德市金建检测仪器有限公司;

氧指数测定仪: XYZ-75型, 承德市金建检测仪器有限公司;

简支梁冲击试验机: XJJ-5型, 承德市金建检测仪器有限公司;

微机控制电子万能试验机: CMT5204型, 深圳市新三思计量技术有限公司;

熔体流动速率(MFR)仪: SRZ-400C型, 长春智能仪器设备有限公司。

### 1.3 试样及箱体的制备

PP复合材料试样及箱体的工艺流程见图1。

工艺条件: 挤出温度 190~220℃; 螺杆转速 200~300 r/min; 注塑温度 190~230℃。

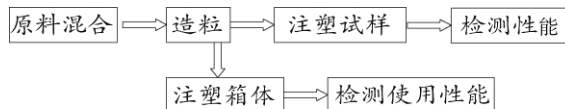


图1 PP复合材料试样及箱体的工艺流程

### 1.4 性能测试

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试;

弯曲性能按 GB/T 9341-2000 测试;

简支梁缺口冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试;

MFR 按 GB/T 3682-2000 测试;

阻燃性能按 GB/T 2406-1993 测试。

2 结果与讨论

2.1 GF 用量对材料力学性能的影响

图 2 示出 GF 用量对 PP 力学性能的影响。由图 2a、图 2b 可看出, 随着 GF 用量的增加, PP 的拉伸强度和弯曲弹性模量显著提高, 当 GF 质量分数为 20% 时, 其拉伸强度和弯曲弹性模量分别提高近 100% 和 300%。随着 GF 用量的进一步增加, 材料的拉伸强度和弯曲弹性模量的增长幅度趋缓。由图 2c 可以看出, 材料的冲击强度在 GF 质量分数为 20% 时达到最大值, 之后随 GF 用量的增加开始明显下降。由图 2d 可以看出, 材料的断裂伸长率随 GF 用量的增加呈下降趋势。由此可知, 一定用量的 GF 对材料综合力学性能的提高是有明显贡献的, 但

GF 用量过大时, 将会对材料的韧性产生负面影响。

GF 的加入, 使 PP 基体添加了承力骨架, 从而大大提高了复合材料的强度、刚性, 材料的成型收缩率大大减小, 制品的尺寸稳定性增加, 但材料的冲击韧性并未得到根本改善<sup>[3]</sup>。考虑到复合材料为多元复合体系, 除满足强度、刚性等要求外, 还需满足低温耐冲击、阻燃等要求, 因此 GF 用量不易过大, 将 GF 质量分数控制在 20%, 可以保证材料具有良好的综合性能。

2.2 POE 用量对材料力学性能的影响

POE 作为一种聚烯烃弹性体, 与 PP 具有极好的相容性, 对于改善 PP 的韧性, 特别是低温冲击性能十分明显。表 1 列出 POE 用量对材料性能的影响。由表 1 可知, 随 POE 用量的增加, 材料的拉伸强度逐渐下降, 冲击强度和断裂伸长率不断增加, 这是由于 POE 在 PP 基体中分散均匀, 两者结合良好, 降低了银纹端应力, 阻碍了银纹的进一步扩展, 使其不致发展成破坏性的裂纹, 延缓材料的破坏, 从而达到提高材料冲击韧性的目的<sup>[4-6]</sup>。

表 1 POE 用量对复合材料性能的影响

| POE 质量<br>分数 / % | 拉伸强<br>度 / MPa | 弯曲弹性<br>模量 / MPa | 冲击强度 /<br>kJ · m <sup>-2</sup> | 冲击强度 /<br>kJ · m <sup>-2</sup><br>(-40℃) | 断裂伸长<br>率 / % | MFR /<br>g ·<br>(10 min) <sup>-1</sup> |
|------------------|----------------|------------------|--------------------------------|------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|
| 0                | 72.00          | 4214             | 12.13                          | 6.21                                     | 6.6           | 16.5                                   |
| 5                | 59.80          | 3483             | 13.63                          | 8.79                                     | 10.2          | 12.8                                   |
| 10               | 50.03          | 3403             | 19.70                          | 16.91                                    | 13.88         | 9.6                                    |
| 15               | 47.08          | 3034             | 24.03                          | 19.75                                    | 15.38         | 4.52                                   |
| 20               | 40.54          | 2769             | 26.98                          | 21.37                                    | 17.63         | 1.98                                   |

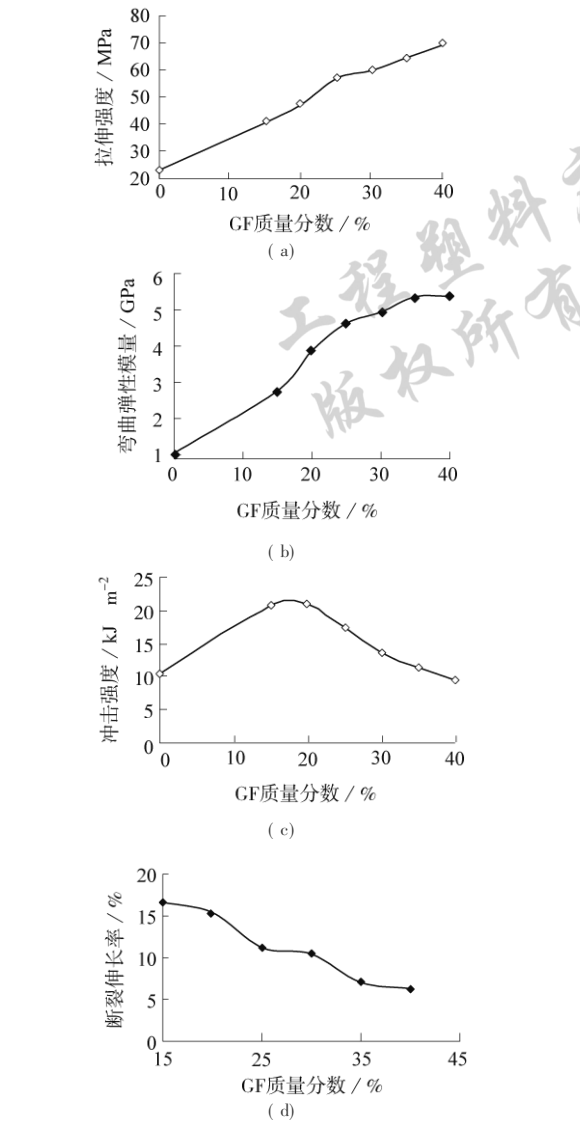
从表 1 还可看出, 材料的 MFR 随 POE 用量的增加而显著降低, 也就是说, POE 的引入对 PP 的流动性能是有负面影响的。考虑到作为箱体材料应具有良好的加工流动性能, 同时兼顾材料成本, 应将 POE 质量分数控制在 10% 以内, 使材料的韧性和流动性能均得到满足。

2.3 阻燃剂用量的确定

普通 PP 氧指数仅为 17.4%, 无阻燃性。笔者采用十溴联苯醚/三氧化二锑复合阻燃剂对 PP 进行阻燃改性, 两者的质量比为 3:1, 在材料体系中的质量分数为 20%。结果表明, 经阻燃改性后的材料具有较好的阻燃效果, 其氧指数为 27.3%, 阻燃性能达到国标 FV-1 级标准。

2.4 复合材料的最终配方及性能

根据上述研究, 确定增强增韧阻燃 PP 材料的配方为 PP 50%; GF 20%; POE 10%; 阻燃剂 20%。



a—拉伸强度; b—弯曲弹性模量; c—冲击强度; d—断裂伸长率

图 2 GF 用量对材料力学性能的影响

由此所制备的复合材料的性能见表 2。

表 2 增强增韧阻燃 PP 材料的性能

| 拉伸强度 /MPa | 弯曲弹性模量 /MPa | 冲击强度 /<br>kJ·m <sup>-2</sup> | 冲击强度 /<br>kJ·m <sup>-2</sup><br>(-40℃) | 断裂伸长率 /% | MFR /<br>g·<br>(10 min) <sup>-1</sup> | 氧指数 /% |
|-----------|-------------|------------------------------|----------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------|
| 50.03     | 3 403       | 19.70                        | 16.91                                  | 13.88    | 9.60                                  | 27.3   |

3 增强增韧阻燃 PP 在枪械包装箱上的应用情况

注塑试验表明,增强增韧阻燃 PP 材料的加工性能优良,塑化质量好,注塑压力适中,所制备的枪械包装箱制件完整、无形变、无色差,脱模顺利。

表 3 列出新型枪械包装箱的主要性能要求。经检测,利用增强增韧阻燃 PP 材料制备的枪械包装

表 3 新型枪械包装箱主要使用性能要求

| 项目     | 试验内容                                             | 试验依据             |
|--------|--------------------------------------------------|------------------|
| 垂直跌落试验 | 抬高至距硬质地面 450 mm 处,实装进行角、棱、面各跌落一次                 | GJB/2771 - 1996  |
| 堆码试验   | 实装,堆码至 3.5 m 高度,持续 168 h                         | GJB/2711 - 1996  |
| 高温试验   | 在 50℃高温放置 48 h,看箱体有无变形或破损                        | GJB150.3 - 1986  |
| 低温试验   | 在 -45℃低温放置 24 h,看箱体有无变形或破损                       | GJB150.4 - 1992  |
| 低温跌落试验 | 在 -45℃低温中放置 24 h,实装进行角、棱、面各跌落一次                  | GJB150.4 - 1986  |
| 运载试验   | 将 6 个包装箱在运载车厢内分单码三层堆放,在 2 - 3 级路面上进行 210 km 运载试验 |                  |
| 阻燃性要求  | FV - 1 级                                         | GB/T 2406 - 1996 |

箱制件均达到性能指标要求,可以长期在恶劣环境条件下使用,具有高阻燃性、耐高低温、防老化、抗菌和抗静电等性能。可作为高性能箱体材料进一步推广应用于其它军民品中,具有广阔的应用前景和良好的社会、经济效益。

4 结论

采用 GF、POE、十溴联苯醚/三氧化二锑复合燃料对 PP 进行增强增韧阻燃改性,当 GF、POE、阻燃剂、PP 的质量分数分别为 20%、10%、20%、50% 时,改性 PP 材料具有优良的综合性能。由该材料制备的枪械包装箱可满足使用要求,具有广阔的应用前景和良好的社会、经济效益。

参 考 文 献

[1] 王静江.夏利汽车内饰件专用料的研制[J].塑料工业,2006,34(4):61-63.

[2] 王静江,赵明全.汽车保险杠专用料的研制[J].工程塑料应用,2005,33(4):8-10.

[3] 杨红梅.玻纤增强聚丙烯复合材料的研究进展[J].合成树脂及塑料,2002,19(3):48-51.

[4] 沈岳新,谢邦互.PP/POE 共混物的形态和性能的研究[J].塑料工业,2005,33(2):43-45.

[5] 温变英,李振中,权英.增韧理论概说[J].塑料,1999,28(4):7-11.

[6] 张金柱.新型热塑性弹性体 POE 的性能及其在 PP 增韧改性中的应用[J].塑料,1999(2):5-7.

PREPARATION OF REINFORCED FLAME RETARDANT POLYPROPYLENE BLEND USED IN FIREARMS PACKING CASE

Cui Xin

(Research Institute of Liaoyang Petrochemical Company of CNPC, Liaoyang 111003, China)

**ABSTRACT** The compounding modification of polypropylene( PP) with bromite/Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ethylene-1-octene copolymer( POE) and alkali-free glass fiber was carried out, and the influences of dosage of alkali-free glass fiber, POE and flame retardant on properties of the PP blend were explored. The results indicated that the alkali-free glass fiber could greatly raised the strength and modulus as well as charpy impact strength of the blend, POE dispersed in the PP matrix could benefit the toughness of the blend, the synergic effect existed between bromine and Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> could improve the flame retardancy of the blend. The firearms packing case manufactured by this material could meet operating requirement, and the material had broad application future.

**KEYWORDS** polypropylene, ethylene-1-octene copolymer, glass fiber, flame retardant, firearms packing case

环保钙锌 PVC 复合稳定剂入市

一种新型环保无毒钙锌复合稳定剂最近在河北衡水精信化工集团研发成功并投放市场。目前,我国 PVC 制品生产中大多采用铅盐和金属皂类复合稳定剂,由于其配方中大量使用铅盐,造成了环境污染大、塑化温度高、熔体流动性差、遇热变色等问题。随着人们对塑料制品的环保要求越来越高,开发环保无毒 PVC 复合稳定剂越来越引起人们的关注。

河北衡水精信化工集团从 2002 年开始,在科研院校的大力支持下,先后投资 1500 多万元进行技术攻关,研发成功环保无毒钙锌 PVC 复合稳定剂。该产品具有无毒无味、塑化性能好、制品光洁等特性,其金属含量大于或等于 8%,初熔点大于或等于 95℃,各项技术指标达到了国外产品标准。目前,该产品已先后为山东、天津、浙江等地的食品包装材料及型材、管材、板材生产厂家所应用,产品畅销国内外。