

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.10.020

DBDPE-Sb₂O₃ 复合阻燃 LGFPP 的热氧老化研究^{*}慈书亭¹, 魏涛¹, 郭建兵², 何敏¹, 张道海²

(1. 贵州大学材料与冶金学院, 贵阳 550025; 2. 国家复合改性聚合物材料工程技术研究中心, 贵阳 550014)

摘要: 采用十溴二苯乙烷 (DBDPE) 协同三氧化二锑 (Sb₂O₃) 组成复合阻燃剂 DBDPE-Sb₂O₃(D-S) 阻燃长玻纤增强聚丙烯 (LGFPP), 并采用热烘箱老化法研究了 140℃ 条件下不同热氧老化时间对复合材料热氧老化性能的影响。结果表明, 随着热氧老化时间的延长, LGFPP/D-S 阻燃体系的氧指数值呈现出先升高后下降的趋势, 垂直燃烧等级始终保持 FV-0 级的阻燃级别, 复合材料的结晶度减小, 力学性能逐渐下降。PP 基体分子链的断裂以及玻纤与 PP 基体间发生界面脱粘是导致 LGFPP/D-S 复合材料宏观力学性能下降的主要原因。红外光谱表明, 随着热氧老化时间的延长, 试样表面会产生更多的生色基团使材料发生黄变, 说明 PP 基体分子链的断裂加剧。

关键词: 长玻纤增强聚丙烯; 十溴二苯乙烷; 三氧化二锑; 复合材料; 热氧老化

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)10-0084-05

Effect of Thermal-Oxidative Aging on Properties of LGFPP / DBDPE-Sb₂O₃ Flame Retardant SystemCi Shuting¹, Wei Tao¹, Guo Jianbing², He Min¹, Zhang Daohai²

(1. College of Materials Science and Metallurgy Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China ;

2. National Engineering Research Center for Compounding and Modification of Polymeric Materials, Guiyang 550014, China)

Abstract : Flame retardant long glass fiber reinforced polypropylene(LGFPP) based on complex flame retardant of decabromodiphenylane(DBDPE)-trioxide(Sb₂O₃) was prepared. The thermal-oxidative aging properties of the composite with different thermal exposure time at 140℃ were studied by means of oven heating. The test results show that the limited oxygen index of LGFPP / D-S composite increases at first and then decreases and vertical burning rating remains FV-0 as the aging time lasts. Meanwhile, the crystallinity and the mechanical properties decrease. The results indicate that the fracture of the molecular chain of PP matrix and debonding of the interface between LGF and PP matrix are the main reasons for the decline in the mechanical properties. The results of Fourier transition infrared show that the sample surface produces more chromophore led to material yellowing which confirms the intensified fracture of the molecular chain of PP matrix as the aging time lasts.

Keywords : long glass fiber reinforced PP ; DBDPE ; Sb₂O₃ ; composite ; thermal-oxidative aging

长玻纤增强聚丙烯 (LGFPP) 复合材料是近年来迅速发展的新材料之一, 其因具有优良的力学性能、质轻和成型加工性能好等优点而获得了广泛应用^[1-4]。但由于玻纤的“烛芯效应”, LGFPP 复合材料氧指数低, 易燃, 且在燃烧过程中发热量大, 因此 LGFPP 的阻燃改性已成为研究热点。目前阻燃剂中使用最多的是溴系阻燃剂, 其中十溴二苯醚 (DBDPO) 使用最为广泛, 它的热稳定性好, 溴含量高, 且与三氧化二锑 (Sb₂O₃) 复合使用时产生协同效应, 燃烧时能在较宽的温度范围内 (245 ~ 565℃) 生成 SbX₃^[5], 可有效捕捉材料燃烧时产生的自由基, 同时能够抑制塑料燃烧滴落, 因而能明显提高基体的阻燃效果。十溴二苯乙烷 (DBDPE) 具有与 DBDPO 相当的相对分子质量、热稳定性、含溴量和阻燃效

果, 且 DBDPE 分子结构中不含醚键, 燃烧时不会产生多溴代二苯并恶烷和多溴代二苯并呋喃等致癌物质, 是一种环保、高效的阻燃剂, 在工程塑料中的应用领域正逐渐扩大^[6-7]。

应用于汽车工业和家电领域的 LGFPP, 其在使用过程中一般会受到热和氧的攻击。由于 PP 基体主链上带有大量不稳定的叔碳原子, 其 α- 氢原子容易被氧夺取, 引发 PP 的链降解反应, 使其制件变色、变硬、开裂、力学性能大幅度下降, 大大限制了其应用领域^[8]。因此开展 DBDPE-Sb₂O₃(D-S) 阻

^{*} 国家科技支撑计划项目 (2013BAF07B00), 贵州省科技计划项目 (黔科合 GY 字 [2013]3026)

联系人: 张道海, 助理研究员, 主要从事聚合物结构与性能研究

收稿日期: 2014-08-15

燃 LGFPP 复合材料的热氧老化研究具有重要意义。笔者通过熔融共混法制备 LGFPP/D-S 复合材料,研究了不同热氧老化时间对 LGFPP/D-S 复合材料阻燃性能、力学性能、断面形貌及红外光谱的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

PP: 熔体流动速率 (MFR) 为 100 g/10 min, 韩国 SK 公司;

LGFPP: 直径 11 mm, 贵州凯科特材料有限公司;

DBDPE: 溴含量为 88.3%, 北京星贝达化工材料有限公司;

Sb₂O₃: KAT-999, 开美化学科技公司。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机: CTE35 型, 南京科倍隆科亚机械制造有限公司;

注塑机: CJ80MZ2 NC II 型, 震德塑料机械厂;

数字鼓风干燥箱: GZX-9240 ME 型, 上海博迅实业有限公司;

水平-垂直燃烧试验仪: SH5300 型, 广州信禾电子设备有限公司;

氧数值测试仪: JF-3 型, 南京市江宁区分析仪器厂;

差示扫描量热 (DSC) 仪: Q10 型, 美国 TA 公司;

万能试验机: WdW2 10C 型, 上海华龙测试仪器公司;

冲击试验机: WTD-0.5 型, 江都市新真威试验机械有限公司;

扫描电子显微镜 (SEM): KYKY-2800B 型, 北京中科科仪技术发展有限责任公司;

傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 仪: 6700 型, 美国 Nicolet 公司。

1.3 试样制备

将 DBDPE, Sb₂O₃ 和 PP 在 80 ℃ 干燥 5 h, 然后按 5:1:6 的质量比称量, 混合均匀后经双螺杆挤出机挤出造粒, 制备 D-S 阻燃母粒。分别称取 32 份 D-S 阻燃母粒, 40 份 LGFPP (GF 含量为 50%), 28 份 PP, 均匀混合后于 90 ℃ 干燥 3 h, 然后用注塑机注塑成标准样条。体系各组分质量比为 LGF:PP:D-S=20:64:16。

将制备的 LGFPP/D-S 试样放置在数字鼓风干燥箱内, 温度控制在 (140 ± 1) ℃ 范围内, 并保证空

气流通, 每隔 10 d 取样测试。

1.4 性能测试

垂直燃烧性能按 GB/T 2408-1996 测试, 试样尺寸为 (125 ± 3) mm × (13.0 ± 0.2) mm × (3.0 ± 0.2) mm。

极限氧指数 (LOI) 按 GB/T 2406-1993 测试, 试样尺寸为 (80 ± 5) mm × (10 ± 0.5) mm × (4 ± 0.25) mm。

拉伸性能按 GB/T 1040-2006 测试, 试样尺寸为 110 mm × 10 mm × 4 mm。

弯曲性能按 GB/T 9341-2008 测试, 试样尺寸为 100 mm × 8 mm × 4 mm。

缺口冲击性能按 GB/T 1043-2008 测试, 试样尺寸为 100 mm × 8 mm × 4 mm, 缺口深度为 2 mm。

DSC 分析: 称取约 7 mg 试样, 在氮气氛围下, 将试样从室温升温至 260 ℃, 恒温 5 min 以消除热历史影响; 以 10 ℃/min 速率降温至 40 ℃, 再以相同的速率升温至 260 ℃ 并记录 DSC 曲线。

SEM 分析: 对试样冲击断面进行喷金处理, 利用 SEM 观察断面微观形貌, 扫描电压 25 kV。

FTIR 分析: 对未老化试样及不同老化天数的试样进行全反射测试, 光谱范围 4000 ~ 400 cm⁻¹, 分辨率优于 0.5 cm⁻¹ (可达 0.2 cm⁻¹), 波数精度优于 0.01 cm⁻¹。

2 结果与讨论

2.1 热氧老化时间对复合材料阻燃性能的影响

不同热氧老化时间下 LGFPP/D-S 复合材料的 LOI 和垂直燃烧等级列于表 1。从表 1 可以看出, 未老化试样达到了垂直燃烧 (UL-94) 测试的 FV-0 级, 但 LOI 仅为 24.2%。随着热氧老化时间的延长, 试样始终保持 FV-0 级的阻燃级别, LOI 呈现出先上升后下降的趋势。

表 1 不同热氧老化时间下复合材料的 LOI 和垂直燃烧性能

项目	热氧老化时间 / d					
	0	10	20	30	40	50
LOI / %	24.2	24.4	24.5	24.6	24.7	24.3
垂直燃烧等级	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0

当老化时间为 40 d 时, 试样的 LOI 值增加到 24.7%, 这主要是由于阻燃剂的迁移效应。在热氧老化过程中, 阻燃剂会向试样表面迁移, 在 LOI 测试仅需的局部范围内, D-S 阻燃剂含量增加。燃烧过程中基体 PP 在阻燃剂 D-S 的作用下分解而放出越来越多的难燃性气体 HBr, 可以稀释氧气和可燃

物浓度,捕捉燃烧链反应所需的高活性自由基 $\text{H}\cdot$, $\text{HO}\cdot$, $\cdot\text{O}\cdot$, 并且 HBr 密度较大,覆盖在材料表面可隔绝空气,使燃烧速度减缓或使燃烧物熄灭^[9]。同时 Sb_2O_3 与 HBr 反应得到不可燃气体 SbBr_3 , 其相对密度更大,覆盖于复合材料表面;生成的 SbBr_3 在高温下分解,产生固体小颗粒,分散于气相中,起到隔绝空气和传热的作用,辐射带走大量热量^[10],从而达到阻燃的目的。

随着热氧老化时间的继续延长,试样的 LOI 值表现出稍有下降的趋势。这可能是因为复合材料的热稳定性下降以及 D-S 气相阻燃机理的作用程度减弱,试样的 LOI 值开始缓慢下降。在垂直燃烧测试中,无论试样老化与否,试样均没有出现熔融滴落现象。这主要是因为 GF 在基体中随机分布,并且有很多的搭接点,部分区域出现纤维的缠结和团聚,在聚合物燃烧时,这种结构起到了对树脂基体支撑的作用^[11],可以通过界面粘结力将 PP 链吸附在 GF 表面,防止其受热熔融后滴落。

2.2 热氧老化对复合材料力学性能和结晶性能的影响

拉伸强度等力学性能变化可用于考察聚合物复合材料的老化行为^[12]。经不同热氧老化时间后 LGFPP/D-S 复合材料的力学性能测试结果列于表 2。

表 2 不同热氧老化时间下 LGFPP/D-S 复合材料的力学性能

项目	热氧老化时间/d					
	0	10	20	30	40	50
拉伸强度/MPa	89.9	88.2	87.3	84.9	83.4	82.9
弯曲强度/MPa	142	124.7	122.8	122.4	120.7	116.9
缺口冲击强度/(kJ·m ⁻²)	13.6	12.9	12.7	12.6	11.9	10.5

从表 2 可以看出,随着热氧老化时间的延长, LGFPP/D-S 复合材料的拉伸强度、弯曲强度和缺口冲击强度均逐渐下降。在热氧老化 10 d 后,复合材料的拉伸强度基本保持不变;弯曲强度降至 124.7 MPa,保持率为 88%;缺口冲击强度降至 12.9 kJ/m²,保持率为 95%。热氧老化 50 d 后,复合材料的拉伸强度为 82.9 MPa,保持率为 92%;弯曲强度为 116.9 MPa,保持率为 82%;缺口冲击强度为 10.5 kJ/m²,保持率为 77%。这主要是由于 PP 链上存在着大量不稳定的叔碳原子,叔碳原子上的 α -氢极易受到氧的攻击,在高温和有氧的条件下,只需要很小的能量就可以将叔碳原子上的 α -氢脱除,脱掉氢后叔碳自由基成为起始的活性中心,从而使分子发生断链^[13-14],分子量下降,分子链的规

整度下降,力学性能急剧下降^[15]。

图 1 示出 LGFPP/D-S 复合材料热氧老化后的 DSC 曲线,相关熔融温度 (T_m)、结晶温度 (T_c) 以及结晶度 (χ_c) 数据列于表 3。结果表明延长热氧老化时间对 LGFPP/D-S 复合材料的 T_m , T_c 影响不大,但对 χ_c 影响较大。经 50 d 热氧老化后,试样的 T_m , T_c 相对未老化试样分别降低了 0.6% 和 0.8%, χ_c 则减小了 10%。这是因为随着热氧老化时间的延长,大量自由基、过氧化物的产生加速了链的断裂,老化向样品内部纵深扩大,晶粒被破坏,结晶度减小,无定形区相应增大,氧气与热量向复合材料内部扩散加剧,试样的宏观力学性能下降^[16]。

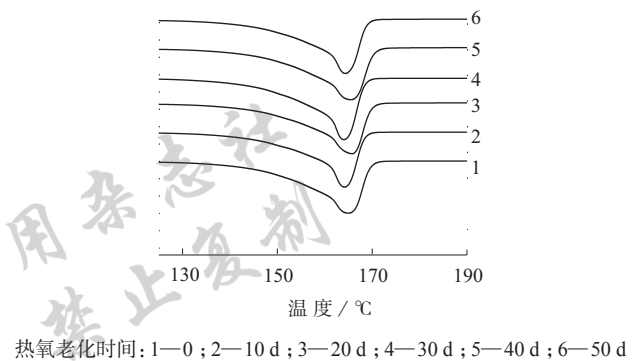


图 1 LGFPP/D-S 复合材料经热氧老化后的 DSC 曲线

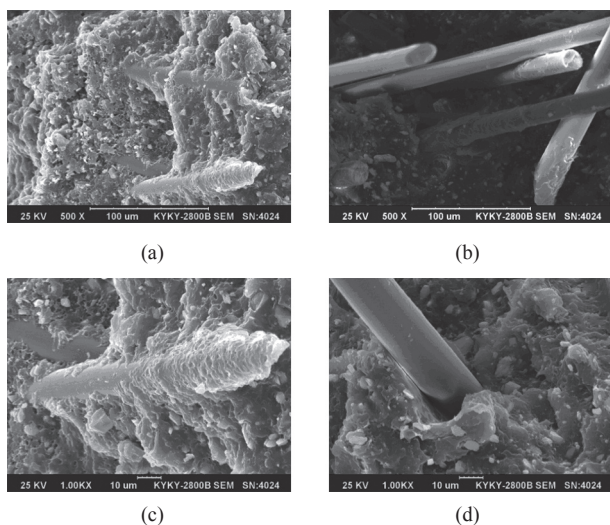
表 3 不同热氧老化时间下 LGFPP/D-S 复合材料的 DSC 数据

项目	热氧老化时间/d					
	0	10	20	30	40	50
T_m /°C	165.0	164.2	164.7	164.1	163.9	164.0
T_c /°C	124.9	124.5	123.7	124.3	124.0	123.8
χ_c /%	46.0	44.6	45.4	44.7	44.2	41.4

2.3 热氧老化对复合材料冲击断面形貌的影响

GF 增强复合材料拉伸时吸收能量的三种途径为: GF 断裂、GF 被拔出以及基体断裂^[17]。图 2 示出热氧老化对复合材料冲击断面形貌的影响。图 2a 和图 2c 未老化试样的断裂方式主要为 GF 断裂和 PP 基体断裂。未老化试样的冲击断面凹凸不平,发白区域多,显示出更多的韧性。此外,GF 与 PP 基体间没有空隙,断裂 GF 表面明显粘附着 PP 基体,并且很少有 GF 拔出,说明未热氧老化的复合材料的 GF 和 PP 基体的粘结性能好。而图 2b 和图 2d 老化试样的断裂方式还包括 GF 的拔出。老化试样的断裂面比较平整,表面表现更多的空洞化和银纹损伤,发白区域少,显示出更多的脆性。从图中可明显看到 GF 被拔出后留下的孔洞以及 GF 与基体间存在的空隙,且 GF 表面光滑,很少有基体粘附。随着热氧老化时间的延长,由于 GF 与基体间热力学

性质的差异,容易在界面处产生内应力,造成界面脱粘,从而降低了复合材料的韧性^[18]。这与力学性能测试结果正好相互验证。

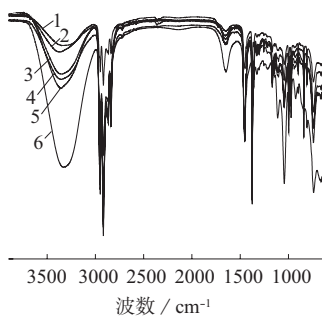


a—未老化,放大 500 倍;b—老化 50 d,放大 500 倍;
c—未老化,放大 1000 倍;d—老化 50 d,放大 1000 倍

图 2 热氧老化对复合材料冲击断面形貌的影响

2.4 热氧老化对复合材料红外光谱的影响

图 3 是不同热氧老化时间下 LGFPP/D-S 复合材料的 FTIR 谱图。基体 PP 在 $900 \sim 1300 \text{ cm}^{-1}$, $1500 \sim 1800 \text{ cm}^{-1}$ 以及 $3000 \sim 3800 \text{ cm}^{-1}$ 出现的吸收峰强度随着老化时间的延长不断增强,分别归结于热氧老化过程中形成的醚/酯、羰基化合物和羟基的特征吸收^[19]。这表明样品表面老化愈加严重。



热氧老化时间:1—0;2—10 d;3—20 d;4—30 d;5—40 d;6—50 d

图 3 LGFPP/D-S 复合材料热氧老化的 FTIR 谱图

基体 PP 在 1720 cm^{-1} 处产生了典型的羰基 $\text{C}=\text{O}$ 强吸收峰,这是聚合物发生热氧老化的主要特征^[20],其含量变化是基体 PP 降解程度的重要参考依据^[21]。LGFPP/D-S 复合材料随着老化时间的延长,羰基吸收峰强度逐渐增强。这说明随着老化时间的延长,复合材料会产生更多含羰基的酮、羧基等基团,这些基团都是生色基团,使试样发生黄变^[22],

这意味着基体 PP 分子链的断裂加剧,这也是材料力学性能下降的主要原因之一。

3 结论

(1) 经过热氧老化处理后的 LGFPP/D-S 阻燃体系与未老化试样相比,随着热氧老化时间的延长,试样的 LOI 值呈现出先上升后下降的趋势,垂直燃烧等级始终保持 FV-0 级的阻燃级别。

(2) 试样经热氧老化后,力学性能逐渐下降,表明基体 PP 大分子链已发生断裂,分子量下降。DSC 结果表明,随着老化时间的延长,结晶度减小,无定形区增大,老化向样品内部纵深扩大,试样的宏观力学性能下降。

(3) 冲击断面扫描表明, LGFPP/D-S 复合材料在热氧老化过程中, GF 与 PP 基体间发生界面脱粘是导致 LGFPP/D-S 宏观力学性能下降的主要原因。

(4) FTIR 分析表明,随着老化时间的延长, LGFPP/D-S 复合材料表面会产生更多使试样黄变的酮、羧基等羰基基团,说明基体 PP 分子链的断裂加剧。

参考文献

- [1] 罗兴,何敏,郭建兵,等. IFR/OMMT 协同阻燃长玻纤增强聚丙烯的阻燃性能和热稳定性研究[J]. 塑料工业,2013,41(8):31-34.
Luo Xing, He Min, Guo Jianbing, et al. Study on flame retardancy and thermal stability of LGFPP synergistic flame retarded by IFR/OMMT[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(8):31-34.
- [2] 张宁,李忠恒,陶宇,等. 长玻纤增强聚丙烯复合材料的研究[J]. 塑料工业,2006,34(12):29-32.
Zhang Ning, Li Zhongheng, Tao Yu, et al. Study on PP composite reinforced by long glass fibre[J]. China Plastics Industry, 2006, 34(12):29-32.
- [3] 左晓玲,张道海,罗兴,等. 长玻纤增强复合材料老化研究进展及防老化研究[J]. 塑料工业,2013,41(1):18-21.
Zuo Xiaoling, Zhang Daohai, Luo Xing, et al. Advances in the study of aging and anti-aging of long glass fiber reinforced composites[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(1):18-21.
- [4] 胡朝晖,姜勇,郭飞飞. 玻纤增强 PP 复合材料的制备及其性能研究[J]. 塑料工业,2011,39(11):35-36.
Hu Zhaohui, Jiang Yong, Guo Feifei. Preparation and research on properties of the GF reinforced PP composites[J]. China Plastics Industry, 2011, 39(11):35-36.
- [5] 鲍治宇,顾大明. 抗静电阻燃聚丙烯 (PP) 的研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报,2001,34(2):119-122.
Bao Zhiyu, Gu Daming. Anti-electrostatic and flame-

- retardant polypropylene[J]. Journal of Harbin University of C. E. & Architecture, 2001, 34(2):119-122.
- [6] 孙凌刚,李响,吕景林,等.阻燃剂十溴二苯乙烷的合成与应用[J]. 塑料, 2004, 33(1):60-63.
- Sun Linggang, Li Xiang, Lv Jinglin, et al. Synthesis of a new flame retardant decabromodiphenylethane[J]. Plastics, 2004, 33(1):60-63.
- [7] 徐晓楠,陈难,徐文毅,等.十溴二苯乙烷阻燃聚合物材料的性能评价[J]. 火灾科学, 2005, 15(2):101-105.
- Xu Xiaonan, Chen Nan, Xu Wenyi, et al. Research on the properties of flame retarded polymer materials using decabrominated diphenyl ethane[J]. Fire Science, 2005, 15(2):101-105.
- [8] 刘法谦,刘保成,李荣勋,等.耐候聚丙烯老化性能的研究[J]. 中国塑料, 2002, 16(5):47-51.
- Liu Faqian, Liu Baocheng, Li Rongxun, et al. Study on the weathering resistance of PP[J]. China Plastics, 2002, 16(5):47-51.
- [9] 曾伟丽,朱建新.阻燃PE的研究现状[J]. 化工新型材料, 2001, 29(4):17.
- Zeng Weili, Zhu Jianxin. Research status of flame retardant polyethylene[J]. New Chemical Materials, 2001, 29(4):17.
- [10] 杨智明,李荣勋,李艳霞,等.家电用低烟阻燃PS专用料的研制[J]. 中国塑料, 2001, 15(4):36.
- Yang Zhiming, Li Rongxun, Li Yanxia, et al. Preparation of flame retardant polystyrene for appliances[J]. China Plastics, 2001, 15(4):36.
- [11] 左晓玲,张凯舟,邵会菊.阻燃型LGF/PA6复合材料的制备及阻燃机理研究[J]. 塑料工业, 2013, 41(6):103-108.
- Zuo Xiaoling, Zhang Kaizhou, Shao Huiju. Preparation and flame-retardant mechanism of flame retardant LGF/PA6 composites[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(6):103-108.
- [12] Diagne M, Gueye M, Vidal L, et al. Thermal stability and fire retardant performance of photo-oxidized nanocomposites of polypropylene-graft-maleic anhydride / clay[J]. Polymer Degradation and Stability, 2005, 89(3):418-426.
- [13] 周大纲,谢鸽成.塑料老化与防老化技术[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1998:11.
- Zhou Dagang, Xie Gecheng. Plastic aging and anti-aging technology[M]. Beijing:China Light Industry Press, 1998:11.
- [14] Tidjani A. Photo oxidation of polypropylene under natural and accelerated weathering conditions[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1997, 64(13):2497-2503.
- [15] 王爱东,于海鸥,杨霄云,等.填充聚丙烯的热氧老化性能研究[J]. 塑料工业, 2013, 41(7):68-72.
- Wang Aidong, Yu Haiou, Yang Xiaoyun, et al. Study on thermal-oxidative aging properties of filled polypropylene[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(7):68-72.
- [16] 费正东,钟明强,杨晋涛.无机纳米粒子改性PP热氧老化性能的研究[J]. 塑料工业, 2006, 34(10):42-44.
- Fei Zhengdong, Zhong Mingqiang, Yang Jintao. Study on thermal-oxidative property of PP modified by inorganic nano-meter particle[J]. China Plastics Industry, 2006, 34(10):42-44.
- [17] Han K, Liu Z, Yu M. Preparation and mechanical properties of long glass fiber reinforced PA6 composites prepared by a novel process[J]. Macromolecular Materials and Engineering, 2005, 290(7):688-694.
- [18] Saikrasuna S, Amornsakchaia T, Sirisinha C, et al. Kevlar reinforcement of polyolefin-based thermoplastic elastomer[J]. Polymer, 1999, 40:6437-6442.
- [19] 王玉海,章自寿,陶友季,等.PP/纳米CaCO₃复合材料的紫外光老化行为[J]. 高分子材料科学与工程, 2011, 27(5):96-99.
- Wang Yuhai, Zhang Zishou, Tao Youji, et al. UV photo-oxidative degradation of PP/nano-CaCO₃ composites[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2011, 27(5):96-99.
- [20] Halina K, Dagmara O, Przemyslaw M, et al. Effect of short wavelength UV-irradiation on aging of polypropylene / cellulose compositions[J]. Polymer Degradation and Stability, 2005, 88(2):189-198.
- [21] 沈德言.红外光谱法在分子研究中的应用[M]. 北京:科学出版社, 1982:33-35.
- Shen Deyan. The application of infrared spectroscopy in polymer research[M]. Beijing:Science Press, 1982:33-35.
- [22] Sanshuo W. The aging of plastic[M]. Beijing:Defense Industry Press, 1977:167-178.

巴西 CleverPack 公司向市场推出可再生塑料瓶盖

日前,巴西包装公司 CleverPack 向市场推出了一款新型可再生塑料瓶盖,名为 CleverCaps。此可再生塑料瓶盖的成功问世解决了瓶盖二次利用问题。

自 20 世纪 90 年代中期开始,可口可乐公司生产的 PET 瓶装饮料使用塑料瓶盖替代铝盖,从而将塑料瓶盖推到了饮料包装的前台。此后,国内有实力的包装企业和饮料生产商纷纷引进国外设备,开始了塑料瓶盖的大规模生产和应用。如今,既轻薄又易于开启的塑料瓶盖用于饮料包装不仅方便了消费者,同时也加快了饮料业的发展。

据悉, CleverPack 此次推出的产品具有双重功能。公司产品设计总监表示, CleverCaps 不仅仅是一款环境友好型塑料瓶盖,还是一种多功能性塑料积木块,可与乐高之类的积木玩具搭配使用。目前,该瓶盖主要被用在 PCO1881 瓶颈上,并带有安全封条。

CleverPack 方面称, CleverCaps 采用可再生塑料生产而成,可多次循环使用,这大大降低了对环境的影响。“这种盖子留下的环境足迹很小,具有经济可行性,可作为玩具提供给儿童,还可做成艺术品来宣传环保。”公司发言人介绍道。

(中塑在线)