

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.05.025

沥青对 PMMA 热分解及燃烧性能的影响研究^{*}

王康,刘运传,孟祥艳,王雪蓉,周燕萍

(山东非金属材料研究所,济南 250031)

摘要:采用自由基聚合法制备了纯的和添加了 1.5% (质量分数) 沥青的聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA), 用热重 (TG) 分析和锥形量热仪测试了其热分解和燃烧性能并研究了其热分解动力学。TG 分析结果表明, 添加质量分数为 1.5% 的沥青, PMMA 在氮气和空气中的失重速率最大时温度分别由纯 PMMA 的 379.2℃ 和 308.9℃ 提高至 386.2℃ 和 354.7℃, 热降解表观活化能显著提高; 锥形量热仪测试结果表明沥青使 PMMA 的点燃时间缩短, 燃烧更平稳, 加入沥青后, 点燃后 300 s 内的质量损失速率和热释放速率平均值分别由纯 PMMA 的 0.212 g/s 和 569 kW/m² 降至 0.191 g/s 和 514 kW/m², CO 产率和烟释放速率平均值分别由 0.0099 kg/kg 和 0.0270 m²/s 增至 0.0120 kg/kg 和 0.0368 m²/s。沥青提高 PMMA 燃烧性能的主要原因是抑制了 PMMA 的热分解。

关键词: 聚甲基丙烯酸甲酯; 沥青; 热分解动力学; 锥形量热仪; 燃烧性能

中图分类号: TQ322.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)05-0120-06

Effects of Asphalt on Thermal Degradation and Combustion Performances of PMMA

Wang Kang, Liu Yunchuan, Meng Xiangyan, Wang Xuerong, Zhou Yanping

(Shandong Nonmetallic Material Institute, Jinan 250031, China)

Abstract: PMMA and black PMMA with addition of asphalt (1.5 wt%) were prepared by free radical polymerization. The thermal degradation process and combustion performances of PMMA and black PMMA were studied by using thermogravimetric (TG) analysis and cone calorimeter, the thermal degradation kinetic was studied. The TG analysis results show that after adding the asphalt, the degradation temperature at maximum weight loss rate of PMMA increases from 379.2℃ and 308.9℃ to 386.2℃ and 354.7℃ in N₂ and air respectively and the thermal degradation average activation energies increase obviously. The results of the cone calorimeter experiments indicate that the addition of asphalt shortens ignition time of PMMA and makes the combustion steady, over the time period from ignition to 300 s, after adding the asphalt, the average MLR and HRR of PMMA is reduced from 0.212 g/s and 569 kW/m² to 0.191 g/s and 514 kW/m² respectively, the average CO yield and smoke produce rate of PMMA increases from 0.0099 kg/kg and 0.0270 m²/s to 0.0120 kg/kg and 0.0368 m²/s respectively. The main reason of asphalt improving the combustion properties of PMMA is its suppression effect on PMMA thermal degradation.

Keywords: PMMA; asphalt; degradation kinetic; cone calorimeter; combustion property

聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 俗称有机玻璃, 是一种无色透明的热塑性塑料, 具有良好的力学性能和抗腐蚀性, 广泛应用于建筑、室内装饰、电器、交通等行业^[1]。PMMA 热稳定性较差, 在 200℃ 左右即发生解聚, 400℃ 左右则会剧烈燃烧^[2]。由于 PMMA 的热解机理简单, 燃烧测试可重复性好, 在有关聚合物的燃烧测试中常用作标准样品。PMMA 在燃烧时热释放速率变化较大, 分解剧烈, 向 PMMA 中添加粘土^[3]或氧化石墨烯^[4]等填料可以提高 PMMA 的热稳定性和燃烧稳定性。

锥形量热仪可测量材料的热释放速率 (HRR)、质量损失速率 (MLR)、烟生成速率 (SPR)、有效燃烧热 (EHC) 以及燃烧气体的毒性等参数, 是评价材料

燃烧性和阻燃性的重要手段。锥形量热仪集气体、载重、热流与烟分析于一体, 结构复杂, 测量结果的准确性受样品、环境因素等影响, 需要定期用标准物质对仪器进行工作状态校正。如在 PMMA 中添加少量炭黑使其 HRR 比未添加炭黑时更平稳, 可对锥形量热仪进行检验^[5]。但是在 PMMA 中添加炭黑受到生产工艺的限制, 制作成本高, 样品均匀性差。

沥青是由极其复杂的高分子碳氢化合物及其

^{*} 国防基础科研项目 (J092013A004)

联系人: 王康, 工程师, 主要从事热物理性质测试和高聚物燃烧行为研究

收稿日期: 2015-03-25

非金属(氧、硫、氮)的衍生物所组成的混合物^[6]。由于沥青的分子量大,组分中含有大量的芳香环和不饱和键,常用来制备炭材料。由于沥青在 PMMA 中具有很好的溶解性,添加之后可得到具有良好均匀性的样品,并且能够提高 PMMA 的热稳定性和燃烧稳定性,因而可以作为锥形量热仪等燃烧测试的标准样品。笔者采用本体聚合的方法分别制备了透明纯 PMMA 试样和含 1.5% (质量分数) 沥青的黑色 PMMA 试样,考察了沥青对这两种试样热分解和燃烧性能的影响,同时研究了其热分解动力学并进行了讨论,以便为 PMMA 标准样品的制备提供基础参考数据和理论依据。

1 实验部分

1.1 原材料

甲基丙烯酸甲酯(MMA):章丘飞翔有机玻璃厂;

石油沥青:针入度 50,泰国 TPI 公司;

偶氮二异丁腈:化学纯,上海三浦化工有限公司。

1.2 仪器及设备

可调式封闭电炉:FL-2 型,北京永光明医疗器械厂;

电子天平:PM4800 型,梅特勒-托利多公司;

热重(TG)分析仪:STA 449C 型,德国耐驰仪器制造有限公司;

锥形量热仪:FTT 型,英国 FTT 公司。

1.3 试样制备

透明纯 PMMA 试样制备:采用本体聚合方法制备,向蒸馏过的 MMA 单体中加入 0.3% 偶氮二异丁腈,水浴加热至 90℃ 进行预聚,然后将预聚液体注入模具中进行聚合,得到厚度为 20 mm 的无色透明 PMMA 试样,记为透明 PMMA。

掺杂沥青的 PMMA 试样制备:将沥青溶于 MMA 单体中,过滤除去极少量不溶物,加入预聚后的 MMA 中,保温聚合。沥青对 MMA 有一定的阻聚作用,聚合时间需要延长。其它制备步骤与透明 PMMA 一致,得到的试样为黑色,记为黑色 PMMA。

1.4 测试与表征

TG 分析:将透明 PMMA 和黑色 PMMA 在氮气、空气气氛中分别以 5, 10, 15, 20℃/min 的升温速率由室温升至 600℃,气体流量为 50 mL/min。

锥形量热仪实验按 ISO 5660 进行,辐射强度为 50 kW/m²。

2 结果与讨论

2.1 TG 分析

图 1 为透明 PMMA 在氮气和空气中升温速率为 10℃/min 的 TG 和微商热重(DTG)曲线(图中 DTG 曲线对应纵坐标的标值前的负号表示质量减少,下同)。从图 1 可以看到,透明 PMMA 在 170℃ 左右开始失重,直到 430℃ 分解完毕,在氮气和空气中的失重速率最大时温度分别为 379.2℃ 和 308.9℃。由于制备的 PMMA 试样是通过自由基聚合得到的,因此其链的末端为不饱和双键。PMMA 的解聚方式有两种^[7]:在开始失重阶段主要是链末端引发的 C—C 键断裂;当温度达到 300℃ 以上时,解聚方式以主链 C—C 键的无规则断裂为主。除此之外在自由基聚合形成的 PMMA 中含有少量的环状聚合物,这种环状结构很不稳定,在 200℃ 即发生解聚^[8]。因此,PMMA 最初的热分解除了链末端引起的 C—C 键断裂外,也应包括少量的环状聚合物的分解。

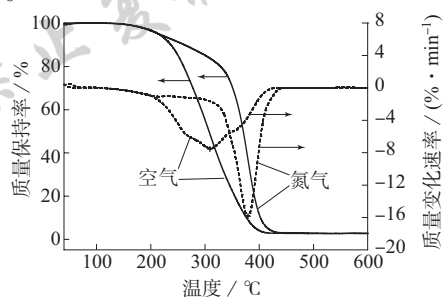


图 1 透明 PMMA 在氮气和空气中的 TG 和 DTG 曲线

图 2 为黑色 PMMA 在氮气和空气中升温速率为 10℃/min 的 TG 和 DTG 曲线。由图 2 可见,添加了沥青之后 PMMA 存在两个失重阶段:第一失重阶段为 170~250℃,质量损失约 8%;第二个失重阶段为 270~440℃,质量损失约 90%。加入沥青之后 PMMA 的起始分解温度变化不大,而在氮气和空气中的失重速率最大时温度分别为 386.2℃ 和 354.7℃,分别较透明 PMMA 提高了 7.0℃ 和 45.8℃,在空气中的热稳定性有很大提高。

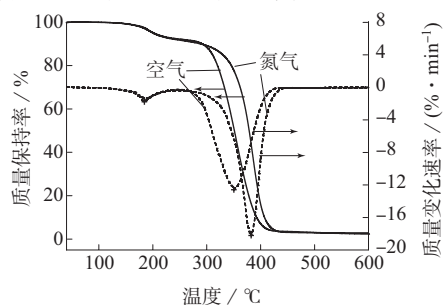


图 2 黑色 PMMA 在氮气和空气中的 TG 和 DTG 曲线

2.2 热分解动力学研究

聚合物热分解动力学的研究有助于更加深入地了解聚合物的热分解行为,为降低其热分解速率,提高热稳定性能提供理论依据。笔者采用 Flynn-Wall-Ozawa 动力学分析法^[9]来研究透明 PMMA 和黑色 PMMA 的热分解动力学,该分析法是一种积分法,避开了反应机理函数的选择而直接求出分解活化能,由此可得到 PMMA 在整个分解过程中不同失重率时的热分解表观活化能 E_a 。Flynn-Wall-Ozawa 法计算 E_a 的表达式为^[10]:

$$\lg \beta = \lg \frac{AE_a}{R\beta} - 2.315 - 0.4567 \frac{E_a}{RT} \quad (1)$$

式中: β ——升温速率, K/min;

A ——指前因子, min^{-1} ;

R ——气体常数,其值为 $8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$;

T ——失重率为 α 时对应的温度。

采用 Flynn-Wall-Ozawa 法,分别在氮气和空气气氛下,测试 PMMA 在不同升温速率时的热失重过程,在测试结果中选取 α 为 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% 时在不同 β 下的温度,通过式 (1) 对 $\lg \beta - (1/T)$ 作图,由斜率可求得 PMMA 在不同 α 时的 E_a 。图 3~图 6 为透明 PMMA 和黑色 PMMA 在氮气和空气中不同 α 时 $\lg \beta - (1/T)$ 的关系图。

由图 3~图 6 可以看出, $\lg \beta$ 与 $1/T$ 具有很好的线性关系,由直线斜率计算得到的 α 时的 E_a 如表 1 所示。

表 1 透明及黑色 PMMA 在氮气和空气中热分解时各 α 对应的 E_a

$\alpha/\%$	$E_a/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$			
	透明 PMMA (氮气)	黑色 PMMA (氮气)	透明 PMMA (空气)	黑色 PMMA (空气)
10	66.9	103.8	123.1	211.9
20	109.6	201.5	113.9	189.1
30	151.6	214.6	97.4	169.8
40	165.6	216.4	88.1	160.1
50	170.3	218.4	81.9	153.5
60	174.9	219.1	75.0	151.0
70	177.8	218.2	74.2	151.6
80	180.3	217.7	91.6	157.5
90	177.8	212.2	154.6	174.5

由表 1 可以看出,透明 PMMA 和黑色 PMMA 在氮气中的 E_a 都是随着 α 的增大逐渐增大,到一定数值后又略有减少,说明在 PMMA 的热降解过程中反应复杂,有多步反应。在热降解初期,透明 PMMA 的 E_a 为 66.9 kJ/mol ,与链末端双键所引发的断链反应本身 E_a (约 75 kJ/mol) 相近^[11]。 α 大于 50% 时,透明 PMMA 的 E_a 为 $170.3 \sim 180.3 \text{ kJ/mol}$,与文献中报道的

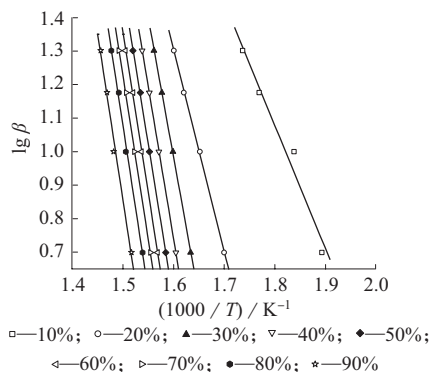


图 3 透明 PMMA 在氮气中的 $\lg \beta - (1/T)$ 的关系图

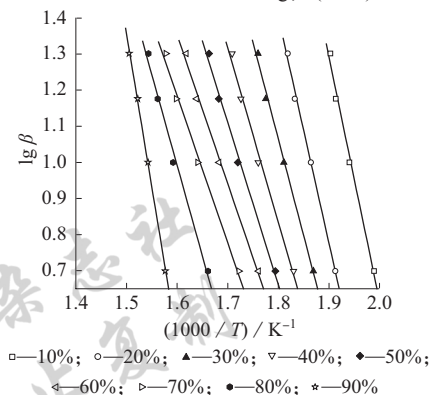


图 4 透明 PMMA 在空气中的 $\lg \beta - (1/T)$ 的关系图

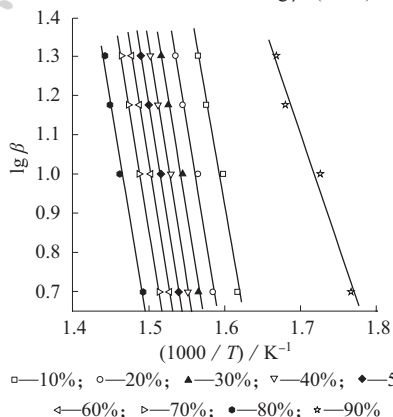


图 5 黑色 PMMA 在氮气中的 $\lg \beta - (1/T)$ 的关系图

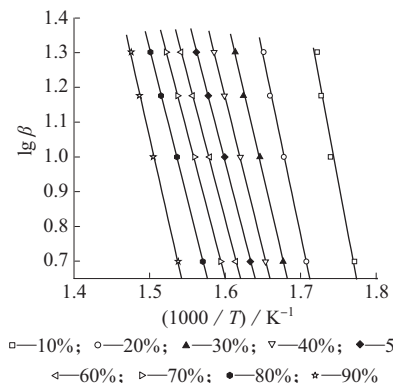


图 6 黑色 PMMA 在空气中的 $\lg \beta - (1/T)$ 的关系图

氮气中 PMMA 热降解的平均 E_a (180 kJ/mol) 相近^[12],反应包括分子内的传递以及主链的无规则断

裂。添加了沥青之后 PMMA 的热降解行为类似,但是 E_a 最高增加到了近 220 kJ/mol。

在空气中,透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 E_a 均呈现先减小后增大的趋势,与氮气中的结果不同。这是由于空气中的氧会与 PMMA 热降解初期产生的自由基反应生成过氧化基团^[8],反应为可逆放热反应。温度较低时,PMMA 中含有较多的过氧化基团,因此抑制了其进一步降解,但当温度升高后($>270^{\circ}\text{C}$),过氧化基团会分解生成大量的活泼自由基,加剧了 PMMA 的解聚。因此,在空气中透明 PMMA 的 E_a 由最初的 123.1 kJ/mol 最低降低到 74.2 kJ/mol,添加沥青后 E_a 由最初的 211.9 kJ/mol 最低降低到 151.0 kJ/mol,沥青的加入大幅提高了 PMMA 在空气中的热稳定性能。这是由于沥青成分复杂,含有大量的芳香族化合物、杂环化合物以及强极性分子,具有一定的反应活性,在温度较高时能释放出活泼的自由基^[13],这些自由基与 PMMA 在解聚初期所产生的自由基结合,形成较为稳定的物质,抑制了聚合物的进一步降解,提高 PMMA 的 E_a 。

2.3 沥青对 PMMA 燃烧性能的影响

在进行锥形量热仪实验时,黑色 PMMA 与透明 PMMA 表现出不同的燃烧特性,透明 PMMA 燃烧时,可以看到明显的爆裂、起泡等现象,并伴有爆鸣声,而黑色 PMMA 燃烧较稳定,只有起泡液化的现象,没有爆鸣声。透明 PMMA 的点燃时间为 15 s 而加入沥青之后点燃时间缩短至 9 s。PMMA 在燃烧过程中,主要存在两步反应:PMMA 解聚为单体 MMA 和 MMA 的氧化反应。透明 PMMA 表面受到热辐射时,热量容易向其内部扩散,使得表面层热降解有所延迟,释放出可燃性挥发物所需时间变长,加入沥青之后,试样变为黑色更容易吸热,热辐射会使试样表面层的温度迅速升高而使表面层较早的进行热降解,产生可燃性挥发物,最终导致点燃时间提前。

在 50 kW/m^2 辐射功率下透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 MLR, HRR, EHC 随时间变化的曲线如图 7~图 9 所示,选取了在热厚条件(即样品的厚度大于热透过的厚度)下的结果。在强热辐射的作用下 PMMA 的分子链会迅速断裂,裂解方式为随机断裂,随着燃烧的进行,火焰反馈给材料的热量逐渐加大,材料裂解速率加大直到平衡^[14]。由图 7 可以看出,在燃烧前期,MLR 增加较快^[15],而在 100 s

之后增加缓慢,由于试样较厚,在 600 s 时仍没有达到峰值。在添加了沥青之后,PMMA 的 MLR 降低,这表明沥青的加入可以显著降低 PMMA 的热降解速率,这与 TG 的分析结果一致。由图 8 可以看出,两种 PMMA 的 HRR 变化与 MLR 的趋势一致,黑色 PMMA 的 HRR 较低,这表明沥青的加入对 PMMA 有一定的阻燃作用。EHC 是指材料分解燃烧挥发物中可燃烧部分燃烧时所释放的热量,它可以反应可燃性挥发气体在气相火焰中的燃烧程度,由图 9 可以看出,加入沥青之后 PMMA 的 EHC 变化不大,说明沥青对 PMMA 燃烧的影响主要在热分解阶段。

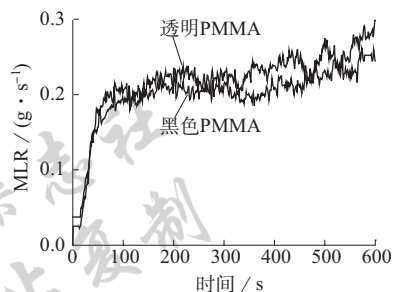


图 7 透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 MLR 随时间变化的曲线

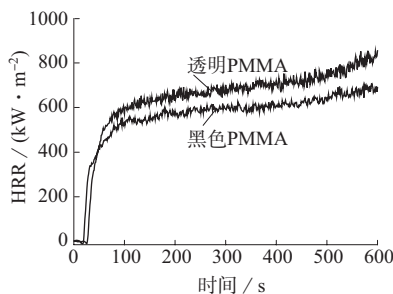


图 8 透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 HRR 随时间变化的曲线

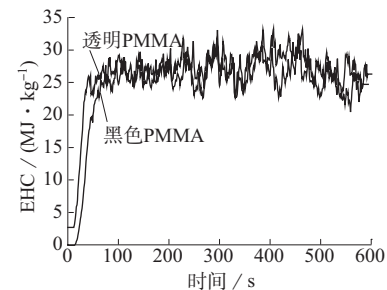


图 9 透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 EHC 随时间变化的曲线

图 10 为透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 CO_2 和 CO 产率随时间变化的曲线。由图 10 可以看出,刚开始燃烧时, CO_2 的生成速率增加很快,随后曲线变得较为平缓,表明反应趋向准稳态燃烧,CO 的产率曲线与 CO_2 的极为相似,只是数值远小于 CO_2 。添加沥青之后 PMMA 的 CO_2 产率变化不大,但 CO 的产率明显提高。

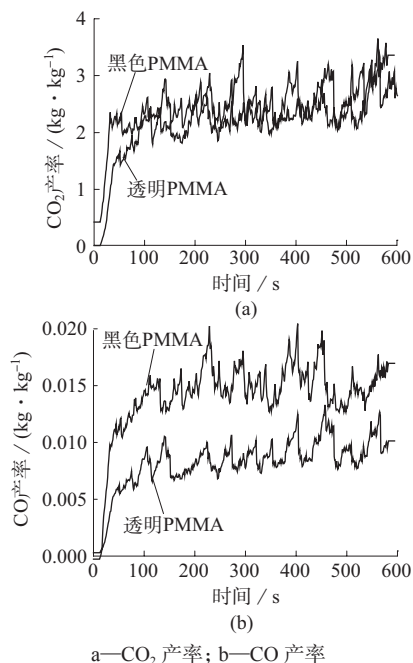


图 10 透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 CO₂ 和 CO 产率
随时间变化的曲线

图 11 为透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 SPR 随时间的变化曲线。从图 11 可以看出,沥青的添加虽然会对 PMMA 的燃烧有一定抑制作用,却明显增加了试样燃烧时的 SPR。这是由于沥青本身的分子量较大,在燃烧时容易生成大量的烟尘造成的。

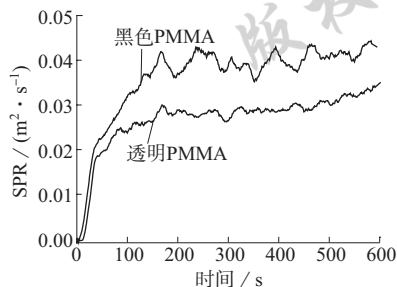


图 11 透明 PMMA 和黑色 PMMA 的 SPR 随时间变化的曲线

表 2 给出了在进行锥形量热仪测试时透明 PMMA 和黑色 PMMA 点燃后 300 s 内的相关测试结果的平均值。

表 2 透明 PMMA 及黑色 PMMA 的锥形量热仪相关测试结果在点燃后 300 s 内的平均值

项 目	透明 PMMA	黑色 PMMA
MLR / (g · s ⁻¹)	0.212	0.191
HRR / (kW · m ⁻²)	569	514
EHC / (MJ · kg ⁻¹)	23.7	23.7
CO ₂ 产率 / (kg · kg ⁻¹)	1.98	1.92
CO 产率 / (kg · kg ⁻¹)	0.0099	0.0120
SPR / (m ² · s ⁻¹)	0.0270	0.0368

由表 2 可以看到,加入沥青之后 PMMA 的 MLR 平均值由 0.212 g/s 降低到 0.191 g/s; HRR

平均值由 569 kW/m² 降低到 514 kW/m²; EHC 平均值没有变化,均为 23.7 MJ/kg; CO₂ 产率平均值略有下降,而 CO 产率和 SPR 平均值都有了显著的提高,分别由 0.0099 kg/kg 和 0.0270 m²/s 增加到 0.0120 kg/kg 和 0.0368 m²/s,这说明沥青对 PMMA 虽具有一定的阻燃作用,却增加了烟气毒性。

3 结论

(1) 添加质量分数为 1.5% 的沥青后, PMMA 在氮气和空气中的失重速率最大时温度分别由 379.2℃ 和 308.9℃ 提高至 386.2℃ 和 354.7℃。

(2) 添加质量分数为 1.5% 的沥青后, PMMA 在氮气和空气中的 E_a 显著提高。

(3) 在进行锥形量热仪测试时,沥青的加入使 PMMA 的点燃时间缩短,燃烧更平稳,点燃后 300 s 内 MLR 和 HRR 的平均值降低, CO 产率和 SPR 的平均值提高。表明沥青对 PMMA 有一定的阻燃作用,但增大了燃烧的烟气毒性。

(4) 沥青对 PMMA 的阻燃作用主要是抑制了 PMMA 的热分解。

参考文献

- [1] Harper C A. Modern plastics handbook[M]. New York: McGraw-Hill Companies, Inc., 2000.
- [2] 曾文茹,李疏芬,周允基. 聚甲基丙烯酸甲酯的热降解研究进展[J]. 高分子科学与工程, 2003, 19(3): 12-16.
Zeng Wenru, Li Shufen, Chou Yunji. The thermal degradation of poly(methylmethacrylate)[J]. Polymer Material Science and Engineering, 2003, 19(3): 12-16
- [3] Pandey P, Anbudayanidhi S, Mohanty S, et al. Flammability and thermal characterization of PMMA / clay nanocomposites and thermal kinetics Analysis[J]. Polymer Composites, 2012, 33(11): 2058-2071.
- [4] Huang Ying, Wang Xinlong, Jin Xiaoxun. Study on the PMMA / GO nanocomposites with good thermal stability prepared by in situ Pickering emulsion polymerization[J]. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2014, 117(2): 755-763.
- [5] 谢松明,杜建新,郝建薇. 聚甲基丙烯酸甲酯锥形量热仪标准物质候选物的均匀性和稳定性考察[J]. 化学分析计量, 2012, 21(4): 10-12.
Xie Songming, Du Jianxin, Hao Jianwei. Homogeneity and stability of reference material candidate of polymethylmethacrylate for cone calorimeter[J]. Chemical Analysis and Meterage, 2012, 21(4): 10-12.
- [6] Boukir A, Aries E, Guiliano M, et al. Subfractionation, characterization and photooxidation of crude oil resins[J]. Chemosphere, 2011, 43(3): 279-286.

- [7] Gaspar H, Fernandes L, Pereira P, et al. Enhanced thermal stability of poly(methyl methacrylate) composites with fullerenes[J/OL]. Polymer Bulletin, 2015. doi:10.1007/s00289-015-1370-z.
- [8] Peterson J D, Vyazovkin S, Wight C A. Kinetic study of stabilizing effect of oxygen on thermal degradation of poly(methylmethacrylate) [J]. Journal of Physical Chemistry B, 1999, 103(38):8 087-8 092.
- [9] Ozawa T. A new method of analyzing thermogravimetric data[J]. Bulletin of The Chemical Society of Japan, 1965, 38(11):1 881-1 886.
- [10] Motaung T E, Luyt A S, Bondioli F, et al. PMMA-titania nanocomposites: Properties and thermal degradation behaviour[J]. Polymer Degradation and Stability, 2012, 97(8):1 325-1 333.
- [11] MITA I. In Aspects of degradation and stabilization of polymers[M]. Jellinek H H G, ed. Amsterdam, Elsevier, 1978:247.
- [12] Saladin M L, Motaung T E, Luyt A S, et al. The effect of silica nanoparticles on the morphology, mechanical properties and thermal degradation kinetics of PMMA[J]. Polymer Degradation and Stability, 2012, 93(7):452-459.
- [13] 郭爱军, 张宏玉, 于道永, 等. 热重法考察渣油及其亚组分的焦化性能 [J]. 石油炼制与化工, 2002, 33(7):49-53.
- Guo Aijun, Zhang Hongyu, Yu Daoyong, et al. Coking performance of residue and its four group by thermogravimetric analysis[J]. Petroleum Processing and Petrochemicals, 2002, 33(7):49-53.
- [14] Wang Zhengzhou, Xu Shaohong, Wu Lixin, et al. Flammability and thermal degradation of PMMA / graphene composites[J]. Advanced Materials Research, 2014, 910:31-34.
- [15] 罗凤姿, 赵迪, 王勇. 锥形量热仪中聚合物的熔融现象及其对燃烧行为的影响 [J]. 工程塑料应用, 2014, 42(8):71-76.
- Luo Fengzi, Zhao Di, Wang Yong. Melting phenomena and their influences on burning behaviors of polymers in cone calorimeter[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(8):71-76.

齐鲁石化开发出超低密度聚乙烯新产品

齐鲁石化塑料厂在低密度聚乙烯车间中试单元成功开发出一种超低密度聚乙烯新产品,应用新型催化剂的这种聚乙烯新品填补了国内空白,经检测其密度、熔体流动速率等指标达到进口同类产品水平。

齐鲁石化塑料厂现有高压聚乙烯、高密度聚乙烯、聚丙烯等六套化工装置,年产各类固体树脂产品 70 多万 t。近年来,该厂积极加大新产品开发生产力度,以更好地拓市场、创效益,其中耐热聚乙烯等新产品填补国内空白,以“人无我有、人有我优”进一步开拓了市场、赢得了用户、促进了效益。超低密度聚乙烯也是近年来该厂致力开发的树脂新品种,此次利用新型催化剂成功开发的粉料产品干爽度等性能良好,生产过程中通过严控加入气体浓度等措施,保证了生产顺畅及反应等各系统稳定运行。

据了解,齐鲁石化塑料厂应用新型催化剂所开发的这种超低密度聚乙烯产品具有较好的冲击强度、抗穿刺性以及良好的热封强度,可用于加工生产流延薄膜、吹塑薄膜等塑料产品。

新产品的成功开发,进一步完善了该厂新型催化剂产品结构,其市场效益较好,目前比普通低密度聚乙烯产品高 1 000 元 / t 左右,开发生产的价值高。(中石新网)

菲亚特 3D 打印透明塑料部件专门用于测试

菲亚特-克莱斯勒汽车 (FCA) 美国公司正在使用 3D 打印技术来查看传统上被封闭的系统里面的情况,比如汽车轴承和齿轮箱。

这家公司在上述部件上开了一个独特的窗口,来揭示油在轴承和齿轮箱里流动的流体动力学状况。这使得在这些金属部件里放一个流体运动的测力计来分析流体运动变得更加有效和简单。

在此之前,汽车工程师往往对于机油在这样的系统里面的运动一无所知,也不知道其有时候会变成乳白色絮状物的

原因,而且还阻塞了齿轮箱的内部运转。于是, FCA 美国公司的工程师决定解决这个问题。

为此, FCA 美国公司采用 3D 打印制造了一个专门用于测试的可透视塑料部件,这个办法使得工程师能够直观地查看和分析其系统内部的流体流动模式。对于整个轴承系统的一览无遗意味着这个系统将很快在耐用性和效率方面获得更大的提升。

“高效的轴承是我们的动力传动系统的战略重点。” FCA 公司变速箱动力传动系统的副总裁 Jeffrey Lux 说。“对于客户来说,这是他们获得了一个经济的方式,以提高动力系统的总效率。自 FCA 美国公司 2009 年开发出基本款以来,我们已经推出了 6 个新的轴承系列。”

不过,它只是克莱斯勒技术中心 (CTC) 每天都在进行的数以千计的测试之一。“CTC 是 FCA 美国的一个关键竞争优势。” FCA 产品开发部副总裁 John Nigro 说,“我们在同一个办公场地有超过 14 000 人,其中包括 7 900 名工程师。这加快了合作的过程,这是我们企业的生命线。”

FCA 美国总部设在密歇根州的 Auburn Hills,主要负责设计、开发、制造诸如克莱斯勒、Jeep、道奇、公羊和菲亚特等品牌的汽车。(天工社)

美国对华 PET 树脂作出双反初裁

美国国际贸易委员会近日发布公告,对原产于中国的聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 树脂作出了双反肯定性初裁。

裁定涉案产品在美国的销售价格低于正常价值,对美国本国 PET 产业造成实质性损害。同时作出反补贴产业损害初裁,认为涉案产品存在政府补贴。

同时,美国对从加拿大、阿曼、印度进口的 PET 树脂作出了反倾销产业损害肯定性初裁,对阿曼、印度作出了反补贴产业损害肯定性初裁。

根据美国国际贸易委员会的肯定性裁决,美国商务部将对原产于上述国家的 PET 树脂继续进行调查。(塑新网)