

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.08.017

锥形量热仪中聚合物的熔融现象 及其对燃烧行为的影响^{*}

罗凤姿¹, 赵迪², 王勇³

(1. 湖南工程职业技术学院, 长沙 410000; 2. 中南大学防灾科学与安全技术研究所, 长沙 410075;
3. 青岛科技大学环境与安全工程学院, 山东青岛 266042)

摘要: 采用锥形量热仪研究几种聚合物的燃烧行为并观察熔融现象, 发现聚合物的熔融现象与其加工温度下的熔体流动速率几乎无相关性, 与裂解机理相关性较大。结果表明, 以解聚为主要裂解机理的聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲醛和高抗冲聚苯乙烯仅出现熔融软化现象, 其质量损失速率 (MLR) 和热释放速率 (HRR) 曲线只有一个燃烧增长阶段, 而以随机裂解为主要裂解机理的低密度聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺和乙烯-醋酸乙烯共聚物不仅存在物理熔融软化现象而且会因裂解而出现流淌熔体并最终形成池火, 导致 MLR 和 HRR 曲线出现两个增长阶段。第二增长阶段的 MLR 和 HRR 较大, 燃烧消耗掉大部分聚合物, 且该阶段可能与池火燃烧有关。

关键词: 熔融; 燃烧行为; 锥形量热仪; 裂解机理

中图分类号: TQ322 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)08-0071-06

Melting Phenomena and Their Influences on Burning Behaviors of Polymers in Cone Calorimeter

Luo Fengzi¹, Zhao Di², Wang Yong³

(1. Hunan Engineering Polytechnic, Changsha 410000, China;
2. Institute of Disaster Prevention Science and Safety Technology, Central South University, Changsha 410075, China;
3. College of Environment and Safety Engineering, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The melting phenomena and the burning behaviors of several polymers in the cone calorimeter were studied. It was found that the melting phenomena depended on the pyrolysis mechanism, but nearly had nothing to do with the melt flow rate. The results show that polymers with dominant pyrolysis mechanism of depolymerization, including polymethylmethacrylate, polyoxymethylene and high impact polystyrene, become soft due to melting and their mass loss rate (MLR) and heat release rate (HRR) curves have only one increasing period. Polymers with dominant pyrolysis mechanism of random scission, including low density polyethylene, polypropylene, polyamide and ethyl-vinylacetate copolymer, not only become soft before ignition due to physical melting but also formed flowing melts after ignition due to pyrolysis, leading to two increasing periods of their MLR and HRR curves. Most fuels, probably in the form of flowing melts, are combusted during the second period with relatively high MLR and HRR.

Keywords: melting; burning behavior; cone calorimeter; pyrolysis mechanism

高分子材料被广泛用于电气、建筑和装饰等行业,但其火灾危险性较大,限制了其应用领域。在火灾中,尤其是热塑性聚合物以及聚氨酯泡沫等热固性聚合物还会出现熔融、熔体流动、滴落的现象^[1-3],该现象对材料阻燃和火灾动力学有重要意义。材料的熔融是形成膨胀阻燃炭层的必要条件^[4-6],但较大的熔体流动性会导致钢结构防火涂层等保护层脱落而失去对钢结构材料的保护作用^[7]。燃烧熔体还可能形成流淌火和池火,成为其它可燃物的引火源,增强火势发展^[8-10]并成为火灾动力学的控制因素。

因此很有必要对聚合物的熔融行为及其对燃烧行为的影响进行研究,以便于分析其较优的应用领域和防火方法。

目前研究聚合物燃烧性能的实验方法主要有中大型实验及 UL-94、锥形量热仪等小型燃烧实验。其中,中大型实验虽然可以更接近高分子材料的实

^{*} 国家自然科学基金项目 (51306097), 山东省自然科学基金项目 (ZR2012EMQ008), 青岛市科技计划项目 [12-1-4-3-(26)-jch]

联系人: 王勇, 副教授, 主要从事火灾安全技术研究

收稿日期: 2014-06-02

际应用场景,但实验花费较大^[11]。UL-94 垂直燃烧实验是评价聚合物产品阻燃级别的常用方法,并将滴落现象作为评定内容之一。锥形量热仪实验是基于耗氧原理的对火反应性实验方法,有较好的理论基础,可以测定质量损失速率(MLR)、热释放速率(HRR)、烟释放速率等动力学参数,可用于火灾性能化评估^[12]。

这些火灾实验中的熔融现象已有一些文献报导。中大型实验研究发现聚合物熔体会形成池火,且池火燃料有两类供给方式^[13],一类是表面熔融形成的熔体在重力驱动下发生流动而进入液池,另一类是整体软化导致结构性坍塌而进入液池。例如,表面熔融在裂解机理为随机裂解的聚丙烯(PP)和聚乙烯(PE)的燃烧过程中很容易观察到,其表面熔体层是透明的,在重力驱动下发生流动而进入液池,但较长时间受热后 PP 和 PE 会发生整体软化坍塌。

在改进的 UL-94 垂直燃烧实验中,则根据滴落物的质量分布将熔融滴落行为划分为小尺寸和大尺寸两类^[14-15]。乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVAC-18)、聚酰胺(PA6)、低密度聚乙烯(PE-LD)和 PP 属于小尺寸滴落,滴落物质量较小且分布较窄;丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、高抗冲聚苯乙烯(PS-HI)、聚碳酸酯(PC)和聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)属于大尺寸滴落,滴落物质量较大且分布较宽。对于锥形量热仪实验,在水平燃烧测试中观察到 PP, PE-LD, EVAC-18 和 PA6 形成明显的熔体层且流滴严重;PMMA 发生软化鼓泡但几乎不流滴;环氧树脂在着火后有很薄的软化层并燃烧形成膨胀炭层;热固性的酚醛树脂燃烧时大量成炭,不发生熔融^[16]。但流滴现象影响 MLR, HRR 等参数的测定,为规避该现象对燃烧测试的影响,可通过增加铝箔高度或采用专门设计的样品盒以防止熔体渗入防火棉或溢出样品盒而发生流滴^[17]。

笔者采用增高的铝箔盒,通过锥形量热仪水平燃烧实验,测定几种具有不同裂解机理的典型聚合物材料的 MLR、HRR 等燃烧行为,并在必要时敞开样品盒来观察燃烧过程中聚合物的熔融现象,据此分析熔融现象对燃烧行为的影响,并在熔融现象、燃烧行为及熔体流动速率(MFR)、裂解机理等材料属性之间进行关联。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PE-LD: 大庆石化公司;

PP: 齐鲁石化公司;

PA6: 石家庄化纤有限公司;

EVAC-18: 北京东方石化公司;

PMMA: 南通三菱丽阳高分子材料有限公司;

POM 和 PS-HI: 镇江奇美化工有限公司。

1.2 主要设备及仪器

标准型锥形量热仪: 英国 FTT 公司;

数码相机: 索尼(中国)有限公司;

MFR 仪: GT-T100-MI 型, 台湾 Gotech 公司。

1.3 性能测试

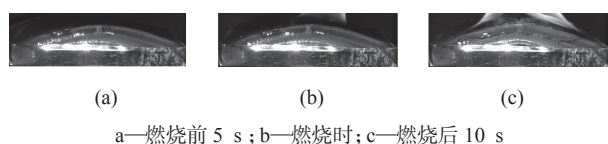
将 PE-LD, PP, PA6, EVAC-18, PMMA, POM 和 PS-HI 粒料置于 80℃ 烘箱中干燥 24 h, 注塑成型得 100 mm × 100 mm × 10 mm 样品, 采用标准型锥形量热仪进行燃烧测试。为防止燃烧过程中熔体溢出, 采用深度约 15 mm 的铝箔盒盛放样品, 然后将其置于有框的标准测试样品盒内。对于不易观察到熔融现象的样品, 将同样的样品置于宽大的铝箔盒内(体积约为 200 mm × 200 mm × 10 mm), 然后置于无框的标准测试样品盒上, 在相同辐射热流条件下进行测试, 以便观察熔融现象, 并以数码相机记录样品的熔融程度。此外, 为测定样品的熔体流动性, 采用 MFR 仪测定每种材料在温度为 230℃, 载荷为 2.16 kg 下的 MFR。

2 结果与讨论

2.1 熔融现象

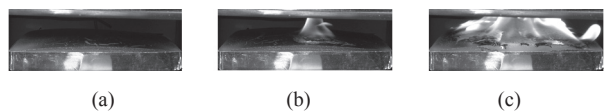
图 1 ~ 图 4 分别为 PE-LD, PP, PA6 和 PMMA 燃烧测试过程中数码相机记录的熔融现象, 这几种聚合物样品均为白色或较透明, 易于观察熔融现象。由图中照片可以看出, 在点燃前 PE-LD 样品内部出现明显分层, 由于 PE 为结晶材料, 受热熔融后透明性增加, 从而可明显观察到表面下方较透光的熔融层, 该熔融层应当为物理熔融所致。PE-LD 在受热裂解后表面呈现黄褐色, 点燃后可观察到略发黄的熔体从表面流淌下来, 由于是裂解着火后形成的熔体, 该熔融流体应归结于化学分解的贡献。此外可以发现, 由于受热膨胀、熔融软化和铝箔盒的束缚, PE-LD 样品明显凸起变形, 实验中观察到燃烧进行一段时间后由于整体熔融软化凸起的样品会坍塌下来。实验中还观察到, 燃烧后期熔体在铝箔盒内剧烈沸腾, 看似沸腾油池的燃烧。EVAC-18 的现象与 PE-LD 相近。PA6 样品在着火后也有熔体从表面流淌下来。PP 的现象略有不同, 在着火之前不仅从样品分层上可观察到物理熔融层, 而且有熔体从表面

流淌下来,由于样品上方已经有大量裂解挥发气存在,该流淌熔体也应当与表面裂解有关,即该流淌熔体是裂解造成的。有较大不同的是 PMMA 样品,虽然样品内也形成明显透明的物理熔融层,且在着火前该熔融层内可观察到裂解气泡,但是点燃后 35 s 样品底部也出现熔融透明层时未见熔体从表面流淌下来,实际上在整个燃烧过程中都没有观察到可流淌的熔体。POM 燃烧过程中的现象与 PMMA 类似,只是火焰较小且火焰颜色较浅。PS-HI 燃烧过程中熔体也较粘稠,未出现类似油池的剧烈沸腾现象。



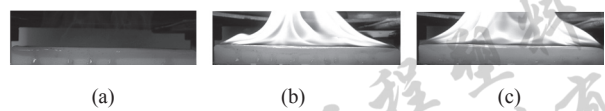
a—燃烧前 5 s; b—燃烧时; c—燃烧后 10 s

图 1 PE-LD 燃烧过程照片



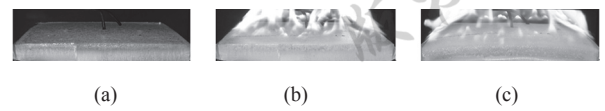
a—燃烧前 50 s; b—燃烧时; c—燃烧后 20 s

图 2 PA6 燃烧过程照片



a—燃烧前 20 s; b—燃烧时; c—燃烧后 5 s

图 3 PP 燃烧过程照片



a—燃烧前 15 s; b—燃烧时; c—燃烧后 35 s

图 4 PMMA 燃烧过程照片

由此可见,从现象上来看,聚合物在锥形量热仪测试过程中也有两类熔融情形,一种是熔融软化现象,另一种是与裂解有关的流淌熔体。其中 PE, PP, PA6 和 EVAC-18 既出现物理因素导致的熔融软化现象又形成流淌熔体,而 PMMA 和 POM 即使发生裂解也只有熔融软化现象。这与目前已认识到的熔融机理一致,即燃烧条件下聚合物的熔融是物

理和化学分解双重因素造成的^[18-19]。物理熔融是温度升高时分子链局部或整体运动加剧和解缠结,聚合物从玻璃态进入高弹态、黏流态,结晶相开始熔融,黏度下降,流动性增加。化学分解则通过改变聚合物的分子链结构、分子量及温度场而影响黏度,且裂解可能导致黏度大幅度下降,例如 PP 的流淌熔体黏度比原聚合物的低约 2 个数量级^[20-21]。

由于流淌熔体更易于形成流淌火和池火,从而扩大火灾危害,因此很有必要分析形成流淌熔体的原因,或影响熔融现象的关键材料属性。为此,将这些聚合物的 MFR、裂解机理等材料属性与其熔融现象列于表 1。

由表 1 可知, MFR 可反映材料物理熔融状态下的熔体流动性,裂解机理则反映材料的化学分解特性,其中 PMMA 和 POM 是典型的解聚机理; PS-HI 是 3%~5% 的聚丁二烯接枝到聚苯乙烯链上制备的, PS 的主要裂解机理为解聚,聚烯烃主要为随机裂解,故 PS-HI 的主要裂解机理也是解聚; PE, PP 是典型的随机裂解机理; PA6 以随机裂解为主,同时存在内部氨解和酸解; EVAC-18 是 82% 乙烯和 18% 乙酸乙烯的共聚物,裂解机理以随机裂解为主,同时存在侧链消去反应。

从表 1 可以发现,在同一测试条件下 PMMA 的 MFR 较大却只出现熔融软化现象, PE-LD, PP 的 MFR 较小却存在熔体流淌现象,表明 MFR 虽然是表征加工条件下材料熔体流动性的参数,却与燃烧条件下的熔体流动性无对应关系,不能由 MFR 来预测火灾中材料的熔融现象。相比之下,裂解机理与熔融现象之间则存在明显的对应关系。以解聚为主的聚合物仅出现熔融软化,以随机裂解为主的聚合物则既有熔融软化现象又有熔体流淌现象,表明随机裂解是形成流淌熔体的重要因素,或许可据此预测火灾中材料的熔融现象及池火危害。这一对比发现与 J. Sherratt 的分析一致, J. Sherratt 认为消去或交联会导致成炭,解聚则直接生成挥发气,只有随

表 1 聚合物的熔融现象比较

编号	聚合物种类	MFR [*] /[g·(10 min) ⁻¹]	裂解机理	锥体中的熔融现象	Cone 中的燃烧行为
1 [#]	PE-LD	5.9	随机裂解	熔融软化、熔体流淌	MLR, HRR 出现两个增长阶段
2 [#]	PP	2.1	随机裂解	熔融软化、熔体流淌	MLR, HRR 出现两个增长阶段
3 [#]	PA6	15.8	随机裂解为主	熔融软化、熔体流淌	MLR, HRR 出现两个增长阶段
4 [#]	EVAC-18	8.6	随机裂解为主	熔融软化、熔体流淌	MLR, HRR 出现两个增长阶段
5 [#]	PMMA	10.2	解聚	熔融软化	MLR, HRR 只有一个增长阶段
6 [#]	POM	/	解聚	熔融软化	MLR, HRR 只有一个增长阶段
7 [#]	PS-HI	7.0	解聚为主	熔融软化	MLR, HRR 基本为一个增长阶段

* 注:测试条件为 230℃, 2.16 kg 载荷。

机裂解的聚合物易于出现熔体流动^[13]。

2.2 熔体相对燃烧行为的影响因素

图5~图10是不同热流条件下聚合物的MLR和HRR。从图5~图10的对比可以发现,对于某种材料而言,其MLR与HRR曲线具有相似的形状,且不同热流条件下的曲线形状相近,MLR和HRR随热流强度的增加而增加。

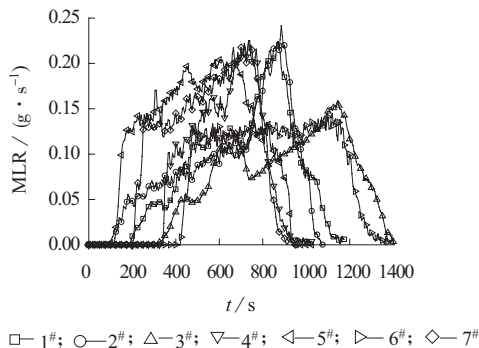


图5 25 W/m²热流强度下聚合物的MLR

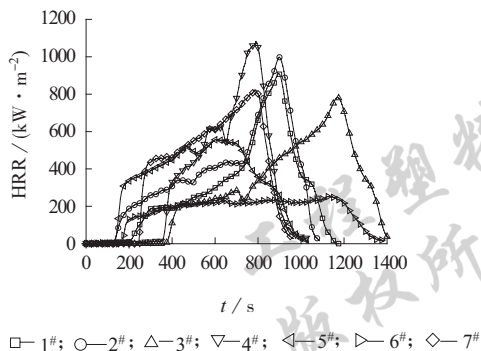


图6 25 W/m²热流强度下聚合物的HRR

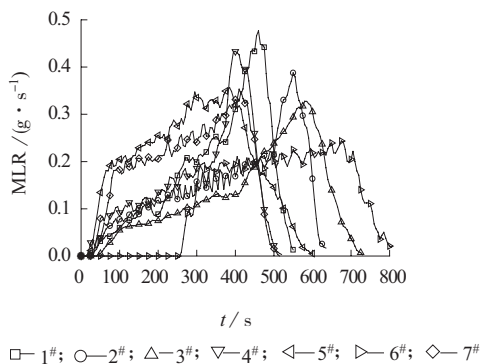


图7 50 W/m²热流强度下聚合物的MLR

以图7为例,PMMA,POM和PS-HI的MLR随时间逐渐增加,直至燃料消耗而下降,其中PMMA和PS-HI的MLR较大,POM的MLR较低且随时间增长较缓。PE-LD,PP,PA6和EVAC-18的MLR曲线在着火后的燃烧过程中有明显转折点,可根据该转折点将MLR曲线分为两个阶段,第一个阶段的曲线与PMMA的MLR曲线类似,随时间

逐渐增加,经过转折点后进入第二阶段,此时MLR曲线随时间迅速增加直至最大值。对比图7和图8可知,每种聚合物的HRR曲线与MLR曲线具有相同的增长特点。但略有不同的是PS-HI的HRR曲线在最后约50 s的时间范围内的增长趋势稍微不同于PMMA和POM的HRR曲线。同样的现象也可以从图10中发现,即50 kW/m²和75 kW/m²热流强度下PS-HI的HRR曲线在燃烧最后的较短时间范围内有向第二阶段转化的趋势。

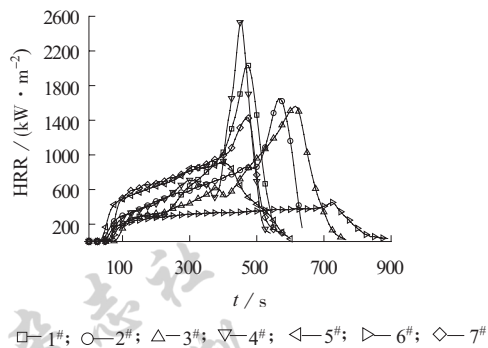


图8 50 W/m²热流强度下聚合物的HRR

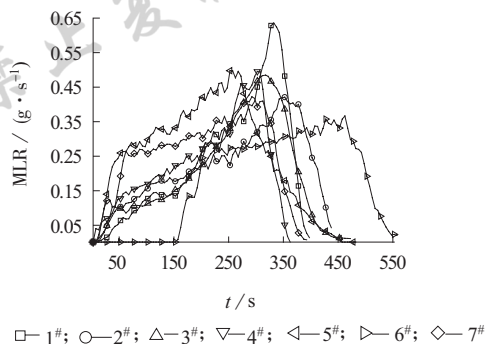


图9 75 W/m²热流强度下聚合物的MLR

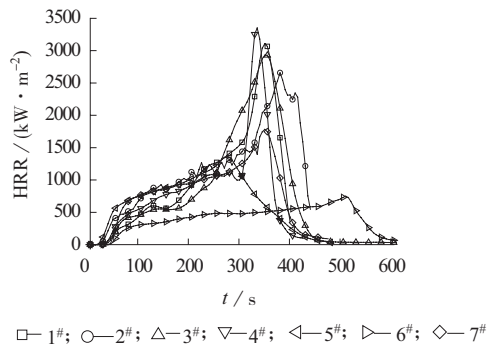


图10 75 W/m²热流强度下聚合物的HRR

将聚合物的MLR,HRR曲线所具有的特点也列于表1中,与熔融现象、材料属性进行对比可以发现,若聚合物以随机裂解为主,则燃烧过程中出现熔体流淌现象,且其MLR,HRR曲线会出现两个增长阶段。而且,PS-HI中3%~5%聚丁二烯的随机裂解机理似乎是其HRR曲线最后出现向第二阶段转

化趋势的原因。这意味着似乎可以根据随机裂解机理预测 HRR 曲线的第二增长阶段,且 MLR, HRR 曲线的第二个增长阶段或许与流淌熔体形成的池火燃烧有关。

将 MLR 曲线的两个燃烧增长阶段的转折点对应的样品质量保持率列于表 2,即表中数据为第二阶段燃烧掉的样品质量百分率。由表 2 数据可知,大部分材料是在 MLR 曲线的第二增长阶段燃烧的,其中 PA6 尤为突出,达到 70%。若该转折点标志着熔体池火燃烧的开始,则表明大部分聚合物将以池火的方式进行燃烧。此外,这些数据与中大型垂直燃烧实验中发现将近 80% 的聚合物将流淌进入池火^[13]的研究结果相近。

表 2 几种材料的 MLR 曲线转折点对应的样品质量损失率

项目	聚合物种类											
	PE-LD			PP			PA6			EVAC-18		
热流强度 / (kW · m ⁻²)	25	50	75	25	50	75	25	50	75	25	50	75
时间 /s	720	360	275	720	495	300	730	400	230	650	325	230
质量保持率 /%	54	56	51	52	36	44	71	70	70	51	59	54

若结合上述材料属性、熔融现象、燃烧行为之间的分析,可近似得到热塑性聚合物的燃烧模型,即理论上材料的稳态燃烧速率可以用下式表达:

$$MLR=(Q_c+Q_f)/(H_t+H_d) \quad (1)$$

式中, Q_c 为材料受到的外部净热流, W ; Q_f 为燃烧火焰反馈给材料的热流, W ; H_t 为材料温度升高到分解温度所需的热(包含物理熔融潜热), J/g ; H_d 为分解热, J/g。

燃烧测试过程中随着时间的进行,材料的内部温度逐渐升高, H_t 将逐渐减小,因此 MLR 将随时间而逐步增大,而材料燃烧加剧使得 Q_f 增大,导致 MLR 随时间持续增长。对于解聚为主的聚合物,一旦分解则一方面立即生成可燃气并燃烧形成火焰,导致其早期 MLR 和 HRR 较大,另一方面残余的凝聚相仍然具有较高的分子量,保证其凝聚相黏度较大而不能形成熔体流淌现象。而以随机裂解为主的聚合物,分解导致凝聚相分子量迅速下降,进而导致黏度迅速降低形成熔体流动并向样品盒底层汇集,但分解并不能立即生成可挥发气体,需要多步的分解才能生成可燃气,导致其早期 MLR 和 HRR 较小。而当样品盒内大部分为可流动熔体时,由于该熔体不仅温度较高, H_t 较小,而且熔体分子量较低,只需较少步的分解就可生成可燃气, H_d 较小,所以后期 MLR 和 HRR 随时间急剧增加,形成燃烧曲线的第

二增长阶段。

3 结论

在锥形量热仪水平燃烧实验中,聚合物的熔融现象与其加工温度下的 MFR 几乎无相关性,与裂解机理相关性较大。以解聚为主要裂解机理的 PMMA, POM 和 PS-HI 仅出现熔融软化现象, MLR 和 HRR 曲线在着火后只有一个增长阶段,而以随机裂解为主要裂解机理的 PE-LD, PP, PA6 和 EVAC-18 不仅存在物理熔融软化现象而且会因裂解而出现流淌熔体并最终形成池火,导致 MLR 和 HRR 曲线出现两个增长阶段。第二增长阶段的 MLR 和 HRR 较大,燃烧消耗掉大部分聚合物,且该阶段可能与池火燃烧有关。

参考文献

- [1] Zhang J, Shields T J, Silcock G W H. Fire hazard assessment of polypropylene wall linings subjected to small ignition sources[J]. Journal of Fire Sciences, 1996(14):67-84.
- [2] Zhang J, Shields T J, Silcock G W H. Effect of melting behavior on upward flame spread of thermoplastics[J]. Fire and Materials, 1997(21):1-6.
- [3] Ohlemiller T J, Shields J R. Aspects of the fire behavior of thermoplastic materials[R]. Gaithersburg, MD, USA:National Institute of Standard and Technology, 2008.
- [4] Wang Yuzhong, Chen Xiaoting, Tang Xudong, et al. A new approach for the simultaneous improvement of fire retardancy, tensile strength and melt dripping of poly(ethylene terephthalate)[J]. Journal of Materials Chemistry, 2003(13):1 248-1 249.
- [5] Li Lingyao, Chen Guohua, Liu Wei, et al. The anti-dripping intumescent flame retardant finishing for nylon-6,6 fabric[J]. Polymer Degradation and Stability, 2009, 94(6):996-1 000.
- [6] Li Shumao, Yuan Hua, Yu Tao, et al. Flame-retardancy and anti-dripping effects of intumescent flame retardant incorporating montmorillonite on poly(lactic acid)[J]. Polymers for Advanced Technologies, 2009, 20(12):1 114-1 120.
- [7] 师华,熊家锦,肖利鹏. 有机膨胀型防火涂料垂流的成因及对策研究 [J]. 消防技术与产品信息, 2003(6):46-47.
Shi Ha, Xiong Jiajin, Xiao Lipeng. The causes and prevention measures of dripping for organic intumescent coatings [J]. Fire Technique and Products Information, 2003(6): 46-47.
- [8] Xie Qiyuan, Zhang Heping, Ye Ruibo. Experimental study on melting and flowing behavior of thermoplastics combustion based on a new setup with a T-shape trough[J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 166(2-3):1 321-1 325.
- [9] Xie Qiyuan, Zhang Heping, Xu L. Large-scale experimental study on combustion behavior of thermoplastics with different thickness[J]. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 2009,

- 22(5):443-451.
- [10] Wang Xuegui, Cheng Xudong, Li Liming, et al. Effect of ignition condition on typical polymer's melt flow flammability[J]. Journal of Hazardous Materials, 2011, 190(1-3):766-771.
- [11] 胡源, 宋磊, 尤飞, 等. 火灾化学导论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- Hu Yuan, Song Lei, You Fei, et al. An Introduction to Fire Chemistry[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.
- [12] 张军, 纪奎江, 夏延致. 聚合物燃烧与阻燃技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- Zhang Jun, Ji Kuijiang, Xia Yanzhi. Polymer combustion and flame retardant technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- [13] Sherratt J. The effect of thermoplastic melt flow behaviour on the dynamics of fire growth[D]. Edinburgh: The University of Edinburgh, 2001.
- [14] Wang Yong, Zhang Feng, Chen Xilei, et al. Burning and dripping behaviors of polymers under the UL94 vertical burning test conditions[J]. Fire and Materials, 2010, 34(4):203-215.
- [15] Wang Yong, Jow Jinder, Su Kenny, et al. Dripping behavior of burning polymers under UL94 vertical test conditions[J]. Journal of Fire Sciences, 2012, 30(6):477-501.
- [16] Zhang Jun, Wang Yong, Lu Xiaodong, et al. Study on melting behavior of polymers during burning[C] // Proceedings of the 8th International Symposium. USA: Hughes Associates, 2005: 637-646.
- [17] Schartel B, Hull T R. Development of fire-retarded materials- Interpretation of cone calorimeter data[J]. Fire Mater, 2007(31):327-354.
- [18] Morgan A. Fire and polymers VI: New advances in flame retardant chemistry and science[M]. Washington, DC: American Chemical Society, 2012:311-325.
- [19] Kandola B K, Price D, Milnes GJ, et al. Development of a novel experimental technique for quantitative study of melt dripping of thermoplastic polymers[J]. Polymer Degradation and Stability, 2013, 98(1):52-63.
- [20] Ohlemiller T J, Shields J R, Butler K M, et al. Exploring the role of polymer melt viscosity in melt flow and flammability behavior[C] // Proceedings of New Developments and Key Market Trends in Flame Retardancy. Lancaster, PA: Fire Retardant Chemicals Association, 2000:1-28.
- [21] Butler K M, Ohlemiller T J, Linteris G T. A progress report on numerical modeling of experimental polymer melt flow behavior[C] // Proceedings of 10th International Interflam Conference. London, England: Interscience Communications Ltd., 2004: 937-948.

广西石化聚丙烯生产首次试用国产主催化剂

近日,广西石化公司首次试用研制成功的 60 kg 国产主催化剂,生产出 6 批 L5E89 型拉丝料聚丙烯产品,并发往华南市场销售,标志着该公司聚丙烯装置首次试用国产主催化剂工作取得重大进展,将大幅降低生产成本。

主催化剂是聚丙烯装置使用成本最高、技术含量最高、国产化难度最大的“三剂”之一。自聚丙烯装置开工以来,为打破进口催化剂国外厂商独家垄断的局面,实现“三剂”国产化,广西石化公司联系国内外科研院所联合开展技术攻关,研制出国产聚丙烯主催化剂产品。

据悉,试生产过程中,聚丙烯装置技术人员根据生产需要,通过调整工艺参数,控制产品质量,化验监测人员密切配合,分析中间产品指标,为最终产品质量控制提供依据。目前,产品已进入市场试用,应用效果有待客户进一步反馈。

(慧聪塑料网)

金浦钛业徐州 8 万 t 钛白粉项目预计年内试车

金浦钛业证券部人士表示,公司徐州钛白粉(硫、钛一体化热能利用)项目暂时还未试车,目前仍处于建设阶段,预计年底前可以进入试车阶段,2015 年将实现达产。

上述项目采用钛白粉的硫酸法生产工艺,完工后,将形成年产 8 万 t 金红石型钛白粉、30 万 t 硫酸和 25 万 t 硫酸亚铁的生产能力。金浦钛业称,本项目完工后将填补国内市场高档金红石型钛白粉的需求缺口,加速公司生产规模化,实

现主要产品逐步向中、高端发展,产品结构得以持续优化。

宏源证券在研报中称,徐州 8 万 t 钛白粉项目总投资额为 8.7 亿元,其中环保投入额约为 2 亿元。高额的环保投入使得公司治污能力突出,未来钛白粉行业环保标准更加严厉之时,小型生产企业环保成本增加将会推动产品价格的上行,公司将会从中显著受益。

该项目由金浦钛业全资孙公司徐州钛白化工有限责任公司负责。

(工程塑料网)

印度:塑料消费拉动添加剂需求

近日,市场调研机构 TechSci Research 发布报告表示,印度高性能塑料在包装、汽车、建筑等终端领域应用日益增长,直接带动了印度塑料添加剂消费增长。鉴于当前印度塑料添加剂市场走势, TechSci Research 预测,2014~2019 年,印度塑料添加剂市值复合年增长率将达 14%。报告指出,作为塑料添加剂的三大应用市场,近年来,印度包装、建筑及汽车行业对该物质的需求正逐渐增多。随着创新型包装解决方案市场需求的日益膨胀,包装行业急需塑料添加剂来提高产品阻燃、耐用、防雾等基本特性。TechSci Research 首席市场分析师 Karan Chechi 说:“随着印度经济的逐渐复苏以及涉塑行业迅速崛起,高性能塑料在印度市场上的应用领域正在不断扩大。这将直接带动该国塑料添加剂市场繁荣。”

但专家指出,就目前而言,该市场的参与者以中小型企业为主。

(工程塑料网)