

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.08.029

基于 SHPB 的塑料动态压缩力学性能实验研究进展

陈春晓,彭刚,冯家臣,王绪财,王伟

(中国兵器工业集团第五三研究所,济南 250031)

摘要:从塑料类聚合物软材料目前力学性能研究现状及性能表征的不足,讨论了塑料类软材料在高应变率动态加载条件下霍普金森杆(SHPB)实验装置及实验用杆系的选取、应力应变信号的采集方式以及目前对塑料材料在高应变率加载条件下动态力学性能的实验研究,总结了 SHPB 高应变率动态实验时塑料材料的特性、提高实验数据精度的方式等方面。

关键词:塑料;霍普金森压杆;高应变率;动态性能

中图分类号: TQ32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)08-0129-05

Experiment Research Progress on Dynamic Compression Mechanical Property of Plastics Based on SHPB

Chen Chunxiao, Peng Gang, Feng Jiachen, Wang Xucai, Wang Wei

(Institute 53 of China Ordnance Industry Group, Jinan 250031, China)

Abstract : The split hopkinson pressure bar(SHPB) experiment device and rod selection at high strain rate dynamic loading conditions, the acquisition method of stress-strain signal and the dynamic mechanical properties experiment research on plastic materials under the condition of high strain rate loading were discussed from the mechanical properties research and the shortage of status performance characterization about plastics and polymer soft materials at present. The characteristic of plastic materials under high strain rate dynamic experiment and the method of improve the accuracy of experimental data were also summarized.

Keywords : plastics ; split hopkinson pressure bar ; high strain rate ; dynamic property

在高应变率冲击载荷下,材料的动态力学行为和失效破坏损伤规律与静载荷下有着明显的不同,特别是对非金属材料,这种动静下的性能差异尤为显著。例如,对玻璃进行静态加载时,它的碎裂是均匀的,而在冲击载荷下,通常是在背面破碎崩落,且强度有显著的提升;对橡胶柱状试样进行静态压缩时,通常是在试样的中间变形外凸,而在冲击加载下则在试样的远离打击端处变形,且出现应变率硬化现象^[1]。因此研究材料在高应变率冲击载荷下的力学性能与失效破坏的损伤规律,对在冲击动载荷下服役材料部件的设计是十分关键的。

聚合物类材料因其低密度、低波阻抗的特点被称之为软材料。近年来,随着新型的聚合物类工程材料不断的涌现出来,聚合物类软材料因其质轻、高强、高比模量等一系列优异的特点在易损易坏物品的缓冲包装、高速列车的缓冲部件、贵重仪器设备的安全防护等方面获得了广泛的应用^[2-4]。塑料作为聚合物类软材料,因其高比强度、高比模量、耐热、耐冲击、耐腐蚀、易成型和低成本等一系列的特性,广泛应用于航空航天、军事防护、机械设备、汽车工业等一系列重要领域。

目前,对塑料材料的准静态力学性能实验表征通常采

用通用的准静态实验仪器设备,如对尼龙(PA)^[5]、聚乙烯(PE)^[6-7]、聚丙烯(PP)^[8]、聚碳酸酯(PC)^[9]、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料^[10]、聚对苯二甲酸丙二醇酯^[11]等一系列塑料材料在拉伸、压缩、冲击、弯曲等方面进行的力学性能实验表征,实验的加载应变率范围大致在 $10^{-5} \sim 10^{-1}$ /s内,属于准静态力学实验。在国际上,静态力学性能实验表征是成熟的技术,有标准的实验测试手段。在准静态实验过程中,可不考虑应力波动对测试的影响,试样在实验过程中可一直保持应力均匀状态,并可忽略惯性的影响。

随着塑料材料的大量应用及其服役条件的变化,传统的静态力学性能表征不能够满足其对材料研发和应用的要求。对于非金属材料,特别是高分子材料,材料的静态力学行为与在高应变率下的动态力学行为是明显不同的,通常出现明显的应变率效应^[12-14],导致材料动态强度或流变应力明显提高,动态变形呈现高速脆性^[15]或高速韧性等现象。对于塑料材料而言,在高应变率条件下其力学行为和失效破坏模式的应变率效应尤为明显,会直接影响瞬态动载荷下材料

联系人:彭刚,研究员,主要从事复合材料动态力学性能及抗冲击试验与模拟,复合材料抗弹性能试验研究与机理分析等

收稿日期:2015-05-16

设计和部件的可靠应用,因此,在高应变率冲击载荷下,材料的安全可靠应用已引起许多研究和技术人员的高度重视^[16],理清材料在动载荷下的力学行为和失效破坏规律,对塑料等高聚物材料在瞬态冲击载荷和极端服役条件下材料设计和可靠应用具有关键支撑作用。笔者针对塑料材料的动态压缩性能实验表征,从实验装置、数据采集以及不同塑料霍普金森杆(SHPB)动态实验作了论述。

1 实验装置及实验用杆系的选择

1.1 SHPB 实验装置

在材料的动态实验中,关键参数是应变率,而不是试件的变形速度。应变率的大小不仅取决于加载速度,还与试件本身的尺寸有关。据文献^[17-18]所述,随着加载应变率的提高,塑料材料在 10^2 /s 应变率量级区域力学性能变化较为剧烈,而在 $10^2 \sim 10^4$ /s 应变率范围内动态压缩实验表征技术中,最有效、简便及广泛采用的手段是针对特定材料设计的不同规格^[19]的分离式 SHPB 装置,实验装置主要由打击杆(或子弹)、入射杆(或输入杆)、透射杆(或输出杆)、吸收杆以及数据采集、处理系统等部分组成,实验装置如图 1 所示。

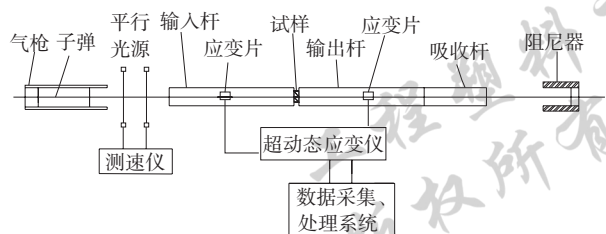


图 1 SHPB 实验装置示意图

1.2 实验用杆系的选择

在材料动态力学中波阻抗是研究分析材料动态力学性能的一个重要相关参量,特别是在利用 SHPB 实验技术表征材料动态力学性能实验中,被测材料的波阻抗的大小将影响试样和杆系的设计,波阻抗匹配是 SHPB 实验技术的基本要求,波阻抗的定义是材料的密度(ρ)与波速(c)的乘积。对于塑料等软材料,选择合适的实验用 SHPB 杆系是保证实验能够顺利进行的前提。

(1) 铝合金杆系。

铝合金的密度与波速较 SHPB 常用的合金钢等金属材料低许多,选用铝合金杆系比选用合金钢杆系与塑料类软材料有更好的阻抗匹配性,因此,铝合金杆系通常被用在塑料等软材料的动态冲击实验中。

张龙辉等^[20]选用 $\Phi 14$ mm 的铝合金压杆代替常见的实体钢杆,对航空聚氨酯材料进行了 $2000 \sim 7000$ /s 应变率下的动态冲击压缩实验,满足了同时降低弹性模量以及杆与试样的波阻抗相匹配的要求。林玉亮^[21]等选用 LY12 铝合金杆系对低密度聚氨酯泡沫塑料进行了动态压缩实验,研究

不同应变率材料动态力学性能的影响,满足了波阻抗匹配的要求,并取得了较好的研究结果。

塑料等低密度高聚物软材料,因其低波速、低波阻抗的特点,选用铝合金杆系进行高应变率动态加载,得到材料在高应变率下的动态力学性能是可行的。

(2) 粘弹性杆系。

由于粘弹性杆件与试样的模量(E)较金属杆件与试样的模量接近很多,密度也较接近,由弹性波速 $c = \sqrt{E/\rho}$ 及弹性波阻抗 ρc ,可知粘弹性杆件与试样间的波阻抗较金属杆件与试样间的波阻抗匹配性更好,这可以大大提高透射信号的强度,有利于透射信号的采集,可以得到较为精确的应变响应;另外,粘弹性杆件的波速较低,也可以有效地增大加载脉冲宽度,以满足试样动态大变形破坏的要求。

许多学者^[22-27]采用了模量远低于金属的高聚物粘弹性杆系(如 PA, PC, 聚醚醚酮等材料制成)对软材料试样进行高应变率动态冲击实验,实现了实验用杆系与试样波阻抗相匹配的要求。但是粘弹性杆件具有较强的应变率敏感性,其比例段较小,极易导致一维杆的粘性吸能,使波在杆件中传播时会发生弥散和衰减^[28-29],会产生极大的直接测试表征误差,即使采取后续的应变片采集数据的分离处理技术手段也较为复杂。

可以发现,针对高聚物等低波阻抗材料在高应变率下 SHPB 动态压缩性能表征技术,为了满足低密度、低波阻抗、低强度(相对于金属)的试样 SHPB 实验中阻抗匹配的要求,采用低密度、低波速的铝合金杆系是实用有效的手段,同时通过采用长弹杆或低波速弹杆,并附以适当入射波整形将是解决试样应力均匀化平衡所需更长时间问题的有效方法,且可保证应力平衡前不失效,使表征数据更准确可靠。

2 数据采集方式

在高应变率动态冲击实验过程中,如何获得不失真含有高频分量的应力应变信号以及采集微弱信号的灵敏度是值得关注的问题。只有采集到准确可靠的实验数据,后续数据处理结果才能真实的反映材料在高应变率下的动态力学性能。

2.1 应变片

(1) 电阻应变片。

在高应变率动态实验过程中,电阻应变片的数据采集是十分有效和成功的,到目前为止,电阻应变片是应用最为广泛和成熟的数据采集技术,被广泛应用于金属^[30]、混凝土^[31]、岩石^[32]等材料的动态力学性能测试中。对于塑料等低波阻抗软材料,实验时透射信号十分微弱,且电阻应变片的灵敏系数大约为 2,若被测信号与外界干扰信号相当时,电阻应变片对透射信号的数据采集精度将大大降低。对塑

料等软材料进行高应变率动态实验时,通常用电阻应变片采集入射信号和反射信号^[33]。

(2) 半导体应变片。

低波阻抗材料的低密度、低波速的特点,在 SHPB 实验中会使实验时测得的透射信号十分微弱,而反射信号与入射信号相比差距不大等问题,这会对实验数据处理结果的精度产生很大的影响。因此实验中如何获得较强的动态透射信号是十分关键的。另外,软材料的波速远比金属材料的低,试样动态压缩实验过程中与金属材料相比更难以保证试样内部受力均匀性^[34],波阻抗匹配、动态加载脉冲宽度及试样应力均匀化这些对金属材料轻易实现的 SHPB 技术问题,在高聚物、橡胶、泡沫等低波阻抗材料的高应变率动态冲击实验中变得复杂和困难。

半导体应变片的灵敏度约为电阻应变片的 50 倍,对软材料进行动态实验时,微弱的透射脉冲信号可以很方便的采集^[35],因此采用半导体应变片对于微弱透射信号采集是有效的手段。

2.2 压电计

对塑料、橡胶等低密度、低波阻抗软材料进行高应变率动态实验时,压电计技术可以大幅度的提高透射信号的幅值,同时可以监测试样在加载时间内两端受力平衡状况,可以直观的测得试样两端在高应变率下的应力平衡监测图^[36]。

如庞宝君等^[36]采用夹心式聚四氟乙烯(PVDF)压电计,监测了聚合物软材料在高应变率动态压缩过程中的应力过程,系统分析了压电计的动态响应特性,指出在软材料的 SHPB 动态力学性能实验中 PVDF 压电计可以作为辅助监测手段为试样材料的应力应变曲线的有效性提供依据。林玉亮等^[21]在对低密度聚氨酯泡沫进行冲击压缩实验时,动态数据的采集采用嵌入压电石英晶体技术。石英压电晶体测试技术解决了透射信号幅值弱的问题,同时监测了试样两端的应力平衡情况。

2.3 激光位移测量

陈荣等^[37]提出了软材料在 SHPB 动态实验过程中激光光通量位移计的几种应用,通过测量实验过程中试样的横向位移,可以得出试样材料的动态泊松比;结合石英晶体应变计,可直接监测试样两端应力应变的状态,因此可以用来监测中应变率下超软材料的力学响应。傅华等^[38]在测量入射杆和透射杆端面速度中应用激光微位移技术,实现了实验过程中对试样应力应变的直接测量;同时采用了石英晶体压电计、半导体应变片以及激光微位移技术对试样进行了测量,验证了激光微位移测量技术的有效性。

3 塑料 SHPB 高应变率动态压缩实验

对塑料材料在高应变率条件下动态压缩力学性能研究

及分析大多集中于减振、抗冲击应用的泡沫塑料材料,而对于结构和功能部件用塑料材料在动态冲击载荷下力学行为相应实验研究分析相对较少。

3.1 泡沫塑料

泡沫塑料材料因其良好的缓冲吸能特性,广泛的应用于贵重物品的缓冲减振及包装,通常对其动态测试是在落锤类实验装置上进行的,无法测得材料的动态应力应变曲线,因此不能完善的表征其动态力学性能,这便要求新的实验技术手段正确的表征材料的动态力学性能。

(1) PUR。

J. W. Tedesco 等^[39]对 PUR 泡沫材料进行了高应变率动态压缩实验,但是并没有取得理想的实验结果。胡时胜等^[40]采用半导体应变片技术,采取提高弹速、加长子弹以及适当减小试件厚度的方法,解决了 PUR 泡沫塑料在变形初期的应力不均匀性及透射信号十分微弱的问题,给出了材料在 $10^3/s$ 应变率下的弹性阶段、屈服阶段和致密阶段的动态应力应变曲线,实验曲线与提出的本构模型计算曲线拟合较好。张方举等^[27]将 PC 杆系与铝合金杆系进行对比,分析了 PC 杆系的粘弹性,发现 PC 杆系的加载脉冲宽度是铝合金杆系的 3 倍左右;并采用 PC 波导杆的 SHPB 实验装置,对 PUR 泡沫进行冲击压缩实验。结果表明,材料的最大应变大于 60%,呈现出应变率敏感性,并且在 2000/s 范围内,随着应变率的增加,塑性流动应力增大。

(2) 发泡聚苯乙烯(EPS)。

R. Bouix 等^[41]采用尼龙杆 SHPB 实验装置,对 EPS 在应变率 0.01 ~ 1500/s 范围内进行了动态冲击压缩实验,并且在恒应变率 1500/s 下对不同密度 34 ~ 150 kg/m³ 的 EPS 泡沫试样进行了实验,结果表明, EPS 泡沫试样的强度随着密度增加而增加,密度增加使应变硬化效应更加明显,较高密度的泡沫材料应变率效应较为敏感,并分析了显微内部结构对这一现象的影响。徐沛保等^[42]采用硬质铝合金杆系同时采用波分离技术对三种不同密度的 EPS 在五个不同中高应变率下进行动态冲击压缩实验,结果表明,随着应变率的增加,其吸能性能逐渐提高;随着密度的增加,材料呈现增强增脆的特点。

3.2 PC

卢玉斌等^[18]在 H. Meng 端面动摩擦的实验结果基础上,对 PC 试样进行了高应变率条件下摩擦因数的数值模拟,同时建立了一个关于塑料在高应变率下的端面动摩擦模型,使用该模型可以更精确得到塑料 SHPB 数值模拟实验的结果。孙朝翔等^[43]对 PC 试样进行了准静态和高应变率动态压缩实验。结果表明, PC 试样在准静态条件下应力应变曲线基本一致;在高应变率动态压缩条件下, PC 试样的屈服

应力随着应变率的增加而增加,屈服强度比准静态条件下有了明显提高,呈现出明显的应变率效应。

3.3 PA

Hao X Y 等^[44]对晶须增强 PA66 试样进行了高应变率动态压缩实验,与纯净的 PA66 相比,加入晶须的 PA66 在刚度、断裂韧度和热抵抗性等方面有了很大的提升,并且在相同应变率下,加入晶须的 PA66 的参考模量提升了 20%~100%,压缩强度提高了 20%。曲英章等^[17]对不同成分 PA 工程塑料进行了动态压缩实验,研究表明,不同成分的 PA 工程塑料均存在明显的应变率效应,且应变率效应存在较大差异,应变率效应主要是由基体影响的;高应变率下试样的变形过程为绝热过程,变形热使得试样的局部温升而熔融。

3.4 其它塑料

王绪财等^[45]采用 SHPB 实验装置和 Instron 试验机,对乙烯基酯树脂塑料分别进行静态加载和动态冲击加载。结果表明,对乙烯基酯树脂的加载速率显著的影响着它的压缩性能,并且应变率效应是十分明显的;与准静态条件下相比,动态冲击加载条件下的屈服应力提高了 57.0%~85.2%,并且屈服应变略有降低。陈朝中等^[46]对聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 试样在静态和动态载荷下分别进行了力学性能研究。研究表明,PMMA 材料的弹性模量在动态载荷下比静态载荷下高了一个数量级;在高应变率下材料的应变软化现象十分明显,是由于材料处于绝热变形状态,在应变软化过程中,热软化起到了决定性的作用。

4 结语

从文献中可以发现,塑料材料在高应变率下的动态冲击压缩力学行为均呈现出较明显的应变率效应;塑料等低密度、低波阻抗材料,如何采集到准确的实验数据、提高测试精度是值得关心的问题,通常采用与所测试样材料波阻抗相匹配的铝合金杆系或聚合物粘弹性杆系,以减少因波阻抗匹配失稳对实验精度造成的影响,但粘弹性杆系易发生波的弥散和衰减;为了解决透射信号弱的问题,采用半导体应变片或在试样上放置压电计来采集透射信号。

参考文献

- [1] 赵习金,等. 高压物理学报,2004,18(4):328-332.
Zhao Xijin, et al. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2004, 18(4):328-332.
- [2] 吴长河,等. 功能材料,2013,44(8):1 098-1 101.
Wu Changhe, et al. Function Materials, 2013, 44(8):1 098-1 101.
- [3] 甄建伟,等. 复合材料学报,2011,28(3):223-228.
Zhen Jianwei, et al. Acta Materiae Compositae Sinica, 2011, 28(3):223-228.
- [4] 高发光,等. 兵器材料科学与工程,2013,36(3):20-22.
Gao Faguang, et al. Ordnance Material Science and Engineering, 2013, 36(3):20-22.
- [5] 王婧,等. 玻璃钢/复合材料,2013(2):74-76.
Wang Jing, et al. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2013(2):74-76.
- [6] 张伟,等. 工程塑料应用,2013,41(1):18-22.
Zhang Wei, et al. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):18-22.
- [7] 李力,等. 铸造技术,2012,33(1):26-28.
Li Li, et al. Foundry Technology, 2012, 33(1):26-28.
- [8] 庄辉,等. 合成树脂及塑料,2007,24(3):17-19.
Zhuang Hui, et al. China Synthetic Resin and Plastics, 2007, 24(3):17-19.
- [9] 张志坚,等. 工程塑料应用,2013,41(11):39-41.
Zhang Zhijian, et al. Engineering Plastics Application, 2013, 41(11):39-41.
- [10] 张凌燕,等. 塑料,2007,36(4):5-7.
Zhang Lingyan, et al. Plastics, 2007, 36(4):5-7.
- [11] 陈国康,等. 合成树脂及塑料,2000,17(4):54-57.
Chen Guokang, et al. China Synthetic Resin and Plastics, 2000, 17(4):54-57.
- [12] Lee O S, et al. International Journal of Modern Physics, 2006, 20(25):3 751-3 756.
- [13] Yin Z N, et al. Materials Science and Engineering A, 2008, 494:304-313.
- [14] Bouix R, et al. International Journal of Impact Engineering, 2009, 36:329-342.
- [15] 吴衡毅,等. 实验力学,2005,20(2):193-199.
Wu Hengyi, et al. Journal of Experimental Mechanics, 2005, 20(2):193-199.
- [16] 张靖,等. 地下空间与工程学报,2014,10(1):1 635-1 639.
Zhang Jing, et al. Chinese Journal of Underground Space Engineering, 2014, 10(1):1 635-1 639.
- [17] 曲英章,等. 一维霍普金森压杆 (SHPB) 的工程塑料动态压缩实验技术 [C]//Hopkinson 杆实验技术研讨会会议论文集. 合肥:中国力学学会,2007:109-117.
Qu Yingzhang, et al. One dimension split Hopkinson press bar(SHPB) techniques about engineering plastics dynamic compression[C]//Hopkinson press bar experimental techniques forum proceedings. Hefei:Chinese Society of Theoretical and Applied Mechanics, 2007:109-117.
- [18] 卢玉斌. 爆炸与冲击,2012,32(1):15-22.
Lu Yubin. Explosion and Shock Waves, 2012, 32(1):15-22.
- [19] 胡时胜,等. 爆炸与冲击,2002,22(3):242-246.
Hu Shisheng, et al. Explosion and Shock Waves, 2002, 22(3):242-246.
- [20] 张龙辉,等. 爆炸与冲击,2015,35(1):51-56.
Zhang Longhui, et al. Explosion and Shock Waves, 2015,

- 35(1):51–56.
- [21] 林玉亮,等. 高压物理学报,2005,19(4):299–304.
Lin Yuliang, et al. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2005,19(4):299–304.
- [22] Casem D, et al. Experimental Mechanics, 2003, 43(4):420–427.
- [23] Bacon C. Experimental Mechanics, 1998, 38(4):242–249.
- [24] Merle R, et al. Internal Journal of Impact Engineering, 2006, 32:1 964–1 980.
- [25] Lee O S, et al. International Journal of Modern Physics, 2003, 17(8):1 415–1 420.
- [26] 谢若泽,等. 航空学报,2009,30(8):1 435–1 439.
Xie Ruozhe, et al. Acta Aeronautica Et Astronautica Sinica, 2009, 30(8):1 435–1 439.
- [27] 张方举,等. 中国测试,2012,38(2):17–20.
Zhang Fangju, et al. China Measurement & Test, 2012, 38(2):17–20.
- [28] 冯明德,等. 地球物理学报,2006,21(1):273–278.
Feng Mingde, et al. Progress in Geophysics, 2006, 21(1):273–278.
- [29] Aleyaasiin M, et al. International Journal of Mechanical Sciences, 2010, 52:754–757.
- [30] 张正礼. 中国民航大学学报,2014,32(1):41–45.
Zhang Zhengli. Journal of Civil Aviation University of China, 2014, 32(1):41–45.
- [31] Zhu J, et al. International Journal of Impact Engineering, 2009, 36:61–72.
- [32] Zou C J, et al. Engineering Geology, 2014, 173:19–31.
- [33] 袁璞,等. 振动与冲击,2014,33(17):116–119.
Yuan Pu, et al. Journal of Vibration and Shock, 2014, 33(17):116–119.
- [34] 宋力,等. 工程力学,2006,23(5):24–28.
Song Li, et al. Engineering Mechanics, 2006, 23(5):24–28.
- [35] 王宝珍,等. 实验力学,2007,22(1):1–6.
Wang Baozhen, et al. Journal of Experimental Mechanics, 2007, 22(1):1–6.
- [36] 庞宝君,等. 高压物理学报,2010,24(5):359–367.
Pang Baojun, et al. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2010, 24(5):359–367.
- [37] 陈荣,等. 爆炸与冲击,2011,31(1):36–42.
Chen Rong, et al. Explosion and Shock Waves, 2011, 31(1):36–42.
- [38] 傅华,等. 高压物理学报,2014,28(4):423–428.
Fu Hua, et al. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2014, 28(4):423–428.
- [39] Tedesco J W, et al. Journal of Sound and Vibration, 1993, 165(2):376–384.
- [40] 胡时胜,等. 力学学报,1998,30(2):151–156.
Hu Shisheng, et al. Acta Mechanica Sinica, 1998, 30(2):151–156.
- [41] Bouix R, et al. International Journal of Impact Engineering, 2009, (36):329–342.
- [42] 徐沛保,等. 实验力学,2012,27(4):480–485.
Xu Peibao, et al. Journal of Experimental Mechanics, 2012, 27(4):480–485.
- [43] 孙朝翔,等. 南京理工大学学报,2012,36(3):529–533.
Sun Zhaoxiang, et al. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2012, 36(3):529–533.
- [44] Hao X Y, et al. Polymer, 2005, 46:3 528–3 534.
- [45] 王绪财,等. 工程塑料应用,2010,38(5):59–61.
Wang Xucui, et al. Engineering Plastics Application, 2010, 38(5):59–61.
- [46] 陈朝中. 无定型聚合物力学行为的应变率依赖性研究[D]. 湘潭:湘潭大学,2009.
Chen Chaozhong. Studies on strain rate dependence of mechanical behavior of amorphous polymer[D]. Xiangtan: Xiangtan University, 2009.

未来五年欧洲聚合物需求增幅或将缓慢

鉴于欧洲经济的审慎发展,AMI 预期 2015~2019 欧洲聚合物需求的年均增幅仅略高于 1%。因此,2019 年的欧洲热塑性塑料仍将低于 2007 年的市场峰值。

报告分析称,经过近三年的市场低迷后,聚合物需求在缓慢恢复增长。欧洲聚合物市场今年增幅将达 1.3%,相比 2014 年的不到 1% 有所好转。但是,即便这一微小的增长也面临着该地区许多材料供应吃紧和价格快速上涨的压力。

从 AMI2013 年发布上一次报告至今的两年里,市场需求勉强略高于 3 600 万 t,但 2014 年的聚合物消费量仍比经济萧条前的 2007 年低大约 10%。对 PE-LD 和 PE-LLD 的需求总体未现增长,因为受到了材料短缺、配方重制和包装尺寸缩减的影响。

PE-HD 在 2014 年的增幅更加稳定,接近 2%,受到了瓶盖、汽车和部分管道应用发展的推动,但薄膜市场也因 PE-LD 和 PE-LLD 受到同样原因的影响而萎靡不振。PP 市场呈现增长势头,这要归功于汽车产量的增加(在经过 2 年的平淡增长之后,2014 年增幅达到 4%),以及对食品包装和医疗/卫生用品需求的增长。

聚苯乙烯仍保持疲软,市场继续受到相对高价、供应问题和加工能力消耗的冲击。作为多年来的趋势,中欧和东欧的需求比西欧更为强劲。西欧总体需求量增幅很小,而中欧和东欧的需求增长达到 2.7%,东欧大部分国家目前的聚合物需求远远超过 2007 年的水平,而除了德国之外,几乎所有西欧国家的市场需求都比 2007 年低 10% 甚至更多。

(工程塑料网)