

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.02.014

挤出加工工艺对 PC/ABS 合金力学性能的影响

陈健^{1,2},梁全才^{1,2},刘小林^{1,2},周雷^{1,2},肖利群^{1,2},叶淑英^{1,2},刘罡^{1,2}

(1. 中煤科工集团重庆研究院有限公司,重庆 400037; 2. 重庆科聚孚工程塑料有限责任公司,重庆 401332)

摘要:采用熔融共混法制备了聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)合金,研究了螺杆组合、螺杆转速、挤出温度等对 PC/ABS 合金材料力学性能的影响。并采用扫描电子显微镜观察了不同螺杆组合下合金材料的微观形貌。结果表明,在螺杆均化段中减少输送元件,适量增加剪切元件,可起到促进物料均化,减少 ABS 分散相尺寸的作用,从而提高了合金材料的力学性能,尤其大幅提高了断裂伸长率和缺口冲击强度;螺杆转速对合金材料的力学性能几乎没有影响;挤出温度设定过低或过高均会降低合金材料的力学性能,对于 ABS 质量分数为 30% 的合金材料,挤出温度最高设置在 250℃,可使其获得较好的力学性能。

关键词:挤出加工工艺;螺杆组合;螺杆转速;挤出温度

中图分类号: TQ322.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)02-0059-04

Effects of Extrusion Processing Technology on Mechanical Properties of PC/ABS Alloy

Chen Jian^{1,2}, Liang Quancai^{1,2}, Liu Xiaolin^{1,2}, Zhou Lei^{1,2}, Xiao Liqun^{1,2}, Ye Shuying^{1,2}, Liu Gang^{1,2}

(1. Chongqing Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp, Chongqing 400037, China; 2. Chongqing Copolyforce Engineering Plastics Co. Ltd., Chongqing 401332, China)

Abstract: PC/ABS alloy was prepared by melt blending and the effects of extrusion processing technology including screw combination, screw rotation speed and extrusion temperature on the mechanical properties of the alloy were studied. The micro morphology of the alloy with different screw combination was observed by SEM. The results show that reducing the amount of conveying elements and adding the amount of shear elements properly in homogenizing zone of screw can promote the homogenization of the alloy materials and decrease the size of dispersed phase ABS, which increases the mechanical properties of the alloy, especially elongation at break and notched impact strength. The screw rotation speed has little effect on the mechanical properties of the alloy. The extrusion temperature is too low or too high will decrease the mechanical properties of the alloy, for the alloy with the mass fraction of ABS being 30%, the extrusion temperature is set to 250℃ can increase its mechanical properties.

Keywords: extrusion processing technology; screw combination; screw rotation speed; extrusion temperature

聚碳酸酯(PC)具有耐冲击、尺寸稳定、耐热、透明性好等优点,在汽车和电器行业获得了广泛的应用。但 PC 分子链由于大量苯环的存在,导致其空间位阻大,熔体黏度高,加工困难,制品残余应力大,易发生应力开裂。丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)性能均衡,加工性优良,尺寸稳定性好,表面光泽度高,但其耐热性较差。PC/ABS 合金是最早实现工业化生产的合金,同时也是用量最大的合金之一。PC/ABS 合金综合了 PC 和 ABS 的优良性能,其流动性和加工性能均得到提高,应力敏感性减小,具有很高的性价比^[1]。

PC/ABS 合金的性能不仅与材料配方有关,跟材料的加工工艺也有很大的关系,除通过改进材料配方来提高材料的性能外,也可通过调整加工工艺

达到改善材料性能的目的。

双螺杆挤出机是制备合金材料常用的设备,聚合物材料的塑化、变形、定型以及分子链结构、凝聚态结构等物理和化学变化,都是在挤出机中完成的。因此,研究挤出工艺参数对 PC/ABS 合金材料性能的影响,是制备力学性能优良的合金材料的基础之一。笔者初步研究了挤出加工工艺(螺杆组合、螺杆转速、挤出温度)对材料最终力学性能的影响,得出的结论可以更好地指导生产。

1 实验部分

1.1 原材料

PC: 1303-15, 韩国 LG 公司;

联系人: 陈健, 助理工程师, 主要从事改性工程塑料的研究

收稿日期: 2013-12-16

ABS: 757K, 镇江奇美化工有限公司;
抗氧剂: 1010 和 168, 台湾双键化工集团;
润滑剂: 市售。

1.2 主要仪器及设备

高速混合机: SHR-100 型, 张家港亿利机械有限公司;

双螺杆挤出机: TE-35 型, 江苏科亚化工装备有限公司;

注塑机: SZ-90 型, 广东东华机械有限公司;

电子拉力试验机: XLD-20 型, 承德市金建检测仪器有限公司;

悬臂梁冲击试验机: XJU-5.5 型, 承德市金建检测仪器有限公司;

扫描电子显微镜 (SEM): JSM-6460LV 型, 日本电子株式会社。

1.3 试样制备

PC/ABS 合金材料试样制备工艺流程如下: 干燥→混合→挤出造粒→注塑→试样。其中干燥工艺条件为温度 100℃、时间 4 h; 挤出机各区温度设置如表 1 所示, 螺杆转速分别设为 350, 250 r/min。注塑机温度从加料段到喷嘴依次设定为 200, 250, 250, 245℃; ABS 的质量分数设定为 30%。

1.4 性能测试与表征

拉伸性能按 GB/T 1040.2-2006 测试, 拉伸速

表 1 挤出机各区温度设定

编号	一区	二区	三区	四区	五区	六区	机头
1 [#]	180	220	240	250	250	240	235
2 [#]	180	190	220	230	230	230	220
3 [#]	180	230	260	280	270	260	250

率为 50 mm/min;

弯曲性能按 GB/T 9341-2008 测试, 测试速率为 2 mm/min;

缺口冲击强度按 GB/T 1843-2008 测试, 试样缺口为 A 型;

将试样冲击断面进行喷金处理, 然后用 SEM 观察断面形貌并拍照, 扫描电压 20 kV。

2 结果与讨论

2.1 螺杆组合对合金材料力学性能的影响

螺杆剪切作用的强弱主要影响 PC/ABS 共混体系临界粒径的大小^[2-5], 螺杆剪切越强, 临界粒径越小。同时, 较强的螺杆剪切能够使合金的黏度下降, 有利于分散相分布均匀。而螺杆剪切主要是通过螺杆组合来控制的, 因此螺杆组合是双螺杆挤出工艺中对材料性能影响较大的关键因素。

笔者对螺杆直径为 35 mm 的同向双螺杆挤出机的螺杆组合进行设计, 一种是普通剪切型; 在普通剪切型的基础上减少均化段的输送元件, 适量增加剪切元件, 可得到强剪切型螺杆。所设计的螺杆组合如表 2 所示。

表 2 不同螺杆组合形式

项 目	加料段	塑化段	对空排气段	均化段	真空排气段	输送段	螺杆总长/mm
普通剪切型	32×1, 48×3 ¹⁾ , 32×4	22×4, K48×30° ²⁾ , K32×45°, K22×60°, 32×2, 22×1, K48×30°	K32×45° L ³⁾ , 48×2	32×2, 22×1, K32×45°, K32×45°, K32×90°	11L, 48×2	32×2, 22×3	1369
强剪切型	32×1, 48×3, 32×4	22×4, K48×30°, K32×45°, K22×60°, 32×2, 22×1, K48×30°	K32×45° L, 48×2	K32×45°, K32×45°, 32×1, 22×1, K32×45°, K32×90°	11L, 48×2	32×2, 22×3	1369

注: 1) 48×3 表示输送元件数量为 3 个, 螺纹长度为 48 mm; 2) K48×30° 表示剪切元件长度为 48 mm, 其捏合片呈 30° 排列; 3) L 表示反螺纹元件; 其余类似。

选用 1[#] 温度组, 螺杆转速设定为 350 r/min, 分别采用表 2 的两种螺杆组合对 PC/ABS 合金材料进行挤出加工, 然后在相同注塑工艺条件下注塑成标准试样, 对其进行力学性能测试, 结果如表 3 所示。

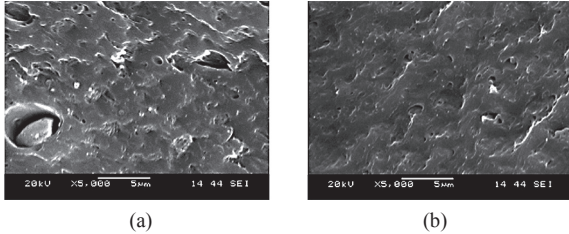
由表 3 可以看出, 采用强剪切螺杆组合能够提高 PC/ABS 合金材料的力学性能, 其拉伸性能、缺口冲击强度和弯曲性能都有所提高, 只是强剪切型对合金的拉伸强度提高幅度较小, 对断裂伸长率、缺口冲击强度和弯曲性能的提高幅度较大。经普通剪切螺杆组合加工后的合金材料缺口冲击强度和断裂伸长率只有 35.3 kJ/m² 和 98%, 而经强剪切螺杆组

合加工后的材料缺口冲击强度和断裂伸长率分别提高到 40.5 kJ/m² 和 125%, 提高了 14.7% 和 27.6%, 说明适当的强剪切螺杆组合能够较为明显地提高合金材料的韧性。

图 1 是不同螺杆组合下的 PC/ABS 合金冲击断面的 SEM 照片。由图 1a 可以看出, 断面出现明显的孔洞, 孔洞尺寸较大且分布不均, 说明 PC 和 ABS 相容性差导致 ABS 分散相从基体相中拉出; 而图 1b 中断面的孔洞较小, 相区界面模糊, 相畴尺寸较小, 说明强剪切螺杆组合起到了促进物料均化, 减小 ABS 分散相尺寸的作用, 从而提高了材料的力学性能。

表 3 不同螺杆组合对 PC/ABS 合金力学性能的影响

项 目	螺杆组合	
	普通剪切型	强剪切型
拉伸强度 /MPa	56	57
断裂伸长率 /%	98	125
缺口冲击强度 /($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	35.3	40.5
弯曲强度 /MPa	65	71
弯曲弹性模量 /MPa	2 195	2 410



a—普通剪切型; b—强剪切型

图 1 不同螺杆组合的 PC/ABS 合金冲击断面 SEM 照片

2.2 螺杆转速对合金材料力学性能的影响

一般来说,螺杆转速越高,剪切越大,分散相越容易均匀分散在基体中,分散相尺寸越小。为了能够突出转速的影响,笔者采用了普通剪切型螺杆组合,同时采用了 1[#] 温度组,研究了螺杆转速对合金材料力学性能的影响,结果如表 4 所示。由表 4 可知,两种转速下材料的拉伸性能、弯曲性能和缺口冲击强度都相差不大,考虑到制样和测试误差,可认为转速对合金材料力学性能影响不大。这可能是因为小型双螺杆挤出机本身直径小,低转速和高转速情况下螺杆之间的剪切速率相差不大,还不足以使 ABS 相尺寸变得更小。因此,实际生产时,只需将螺杆转速设定在能正常挤出牵条的范围内即可。

表 4 螺杆转速对 PC/ABS 合金力学性能的影响

项 目	螺杆转速 /($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	
	350	250
拉伸强度 /MPa	56	56.5
断裂伸长率 /%	98	100
缺口冲击强度 /($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	35.3	33
弯曲强度 /MPa	65	66
弯曲弹性模量 /MPa	2 195	2 207

2.3 挤出温度对合金材料力学性能的影响

挤出温度也是聚合物挤出加工中的重要工艺参数之一,挤出温度的高低影响聚合物热降解的历程和热氧化的难易程度^[6],以及聚合物在螺杆中的流动性和形态变化,因此挤出温度设定是否合适,决定了 PC/ABS 合金材料能否顺利挤出以及材料的性能高低。

将螺杆转速设定为 350 r/min,螺杆组合为普通剪切型,加工温度设定如表 1 所示,研究了不同挤出温度对合金材料力学性能的影响,如表 4 所示。

由表 4 可知,挤出温度应选择一个合适的值,过低或过高都会使材料力学性能变差,这是由于加工温度若过低,材料黏度太大,不利于分散相在基体中的分散和分布均匀,从而使得材料性能变差;而加工温度过高,合金中的树脂热氧老化加剧,尤其是 ABS 中的丁二烯基团氧化降解加剧,造成材料力学性能变差。

表 4 挤出温度对 PC/ABS 合金力学性能的影响

项 目	挤出温度组编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
拉伸强度 /MPa	56	53	54
断裂伸长率 /%	98	110	95
缺口冲击强度 /($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$)	35.3	32	30
弯曲强度 /MPa	65	65	64
弯曲弹性模量 /MPa	2 195	2 134	2 120

3 结论

(1) 通过在挤出机螺杆均化段中减少输送元件,适量增加剪切元件,可形成强剪切型螺杆组合,从而提高 PC/ABS 合金的力学性能,其中,对缺口冲击强度和弯曲性能的提高幅度较大。

(2) 螺杆转速对合金材料性能影响较小,在加工中应以加工性能为依据合理选择转速值。

(3) 挤出温度设定过低或过高都会降低材料的力学性能,对于 PC/ABS 合金,挤出温度最高设定在 250℃时,可使其获得较好的力学性能。

参考文献

- [1] 项赛飞,钟明强,徐斌. PC/ABS 多相体系的制备及性能研究 [J]. 塑料工业,2006,34(6):23-25.
Xiang Saifei, Zhong Mingqiang, Xu Bin. Preparation and characterization of PC/ABS montmorillonite composite[J]. China Plastics Industry, 2006, 34(6):23-25.
- [2] 杨伟,刘正英,杨鸣波. 聚碳酸酯合金技术与应用 [M]. 北京:机械工业出版社,2008.
Yang Wei, Liu Zhengying, Yang Mingbo. Technology and application of polycarbonate alloy[M]. Beijing:China Machine Press, 2008.
- [3] 王荣伟,杨为民,辛敏琦. ABS 树脂及其应用 [M]. 北京:化学工业出版社,2011.
Wang Rongwei, Yang Weiming, Xin Minqi. ABS resin and its application[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2011.
- [4] 钱百年,金日光,朱林杰,等. 同向双螺杆熔融段螺杆组合对共混物相态变化的影响 [J]. 工程塑料应用,1998,26(6):14-18.
Qian Bainian, Jin Riguang, Zhu Linjie, et al. The influence of screw configuration of melting section on the morphology changes of polymer blends in a co-rotating twin screw extruder[J]. Engineering Plastics Application, 1998, 26(6):14-18.
- [5] 郭奕崇,李庆春,闫宝瑞. 同向双螺杆挤出特点及螺杆组合原则

[J]. 化工进展, 2001(12):4-7.

Guo Yichong, Li Qingchun, Yan Baorui. Characteristics of co-rotating twin-screw extrusion and principle of screw configuration[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2001(12):4-7.

[6] 陈桂兰, 罗伟东, 李荣勋, 等. 工艺条件对玻纤增强 ABS 性能的影响[J]. 工程塑料应用, 2002, 30(5):16-18.

Chen Guilian, Luo Weidong, Li Rongxun, et al. The effect of the processing conditions on the property of glass-fiber reinforced ABS composite[J]. Engineering Plastics Application, 2002, 30(5):16-18.

龙福公司利用废旧塑料瓶生产毛毯

山东阳信龙福环能科技股份有限公司利用废旧塑料瓶生产涤纶毛毯,他们一年可回收 26 亿个废旧塑料瓶,然后利用它们生产出 600 万条日常家用的毛毯。

在该公司原材料储存区,堆积着如山的废旧矿泉水瓶、可乐瓶、油瓶等。工人们将这些废旧塑料瓶送到车间里,通过机器切碎、深层清洗、净化、结晶干燥和高温熔融等多道工序,拉伸后的涤纶长丝就变成了只有 0.003 2 mm 粗的长丝,相当于头发直径的 1/20。这些长丝,再经过经编、纬编的编织方法,就变成了一块块尺寸不同的毛毯。然后给毛毯着色,为保证色泽鲜艳持久,至少还要经过 11 道工序,废旧的塑料瓶才能摇身一变成为美丽的毛毯。

由于这些废旧聚酯瓶片都是来自旧的饮料瓶,塑料本身就符合食品安全级别,所以以它们为原料生产的毛毯跟同种类的涤纶毛毯没有任何区别。

据公司董事长段建国介绍,从 2006 年起,公司就开始组织科研人员对塑料的降解和循环利用这一世界性难题进行科技攻关。经过艰苦的研发,2007 年 7 月,他们终于攻克了“利用废旧聚酯瓶片生产涤纶长丝”的技术难关,这不仅解决了废旧塑料降解和循环利用的世界难题,也为我国民营企业赢得了国际声誉,并获得了八项国家专利。目前,公司一年可回收利用废旧塑料瓶 10 万 t,相当于处理一个 3 000 万人城市的垃圾废瓶量,可节约石油 15 万 t,节能折合标准煤 21 万 t。

对于整个生产过程排放的大量污水处理问题,段建国表示,他们采用生物法,即通过培育微生物净化污水。在污水处理厂,一边是巨大的污水蓄水池,一边是隔成十余个功能区的净化池。净化池用来培育厌氧微生物,另几个不断翻滚着气泡的净化池是用来培育好氧微生物。通过微生物对污水中的有害物质进行分解,达到排放标准,是现在世界上最先进的处理方法。段建国说:“我们现在的净化标准已经远超国家规定的工业污水排放标准,但我们还将继续努力,将来做到中水回收,实现工厂废水灌溉绿化植被及清洗设备等循环利用。”

正是由于巨大的技术优势,龙福公司生产的“再生涤纶长丝”被评为“国家重点新产品”,公司也被评为“中国化纤产业循环经济示范企业”和“山东省省级重点技术中心”。2012 年,荣获被纺织业誉为“诺贝尔奖”的“纺织之光”科技奖一等奖。前不久,又荣获国际绿色纺织金奖。该奖是首个民间绿色设计的国际性奖项。

目前,龙福公司用废旧塑料瓶织成的毛毯已销往美国、

澳大利亚、日本、印度等 40 多个国家和地区。(慧聪网)

塑料医药瓶势必为医药行业注入新亮点

近年来,我国塑料器械作为快速发展的塑料应用市场,以其高附加值、高增速和拥有广阔的市场潜力而备受瞩目,我国医疗塑料起步较晚,价值相关技术基础和基础水平有限,使我国医用塑料产业水平与世界先进水平相比仍存在相当大的差距。

随着塑料医药瓶行业的不断发展,我国塑料医药瓶市场竞争也越来越激烈。尽管在我国也逐渐出现了数家上规模的塑料医药瓶企业,塑料医药瓶市场的集中度仍远远不够,在整个塑料医药瓶市场上存在着很多小规模医药瓶厂家。

塑料瓶的可塑性高,面对在各种包装产品中,塑料瓶可以根据不同的包装特性而改变。特别是在企业要求塑料瓶上凸显企业的文化内涵时,或者是在塑料瓶装水等这类产品对于便携性的要求上,塑料瓶都可以满足要求。

然而,塑料医药瓶的生产与普通塑料瓶有很大的不同,由于医药行业属于较特殊的行业,所以我国对于这个行业的包装技术有着更为严格的要求。无论是对于包装的材质还是包装的参数来说都相当的严格。在医药包装行业只要稍有一点不达标就可能会导致事故发生,所以塑料医药瓶必须要符合国家的标准,否则会对人们的身体健康存在一定威胁,所以在医药包装行业应要加大对市场的监管力度。在医药塑料瓶材质的选择上也应选择有较高性能的药用塑料瓶。在选择的时候需要考虑以下几个方面。第一就是在选择塑料瓶的材质时,其一定要符合无毒无味的标准要求,第二就是要对这些材质的选择,以及产品原材料的选择方面多加考虑。

由于现在市场上的医药塑料瓶所占的比重越来越高,所以今后医药塑料瓶的发展绝对一片光明,这是因为其特有的优势被人们所广泛的使用及依赖。但是,伴随而来的是对于医药塑料瓶的性能的要求也就越来越高,在选择塑料瓶的时候还要考虑它的耐用性,更全面的了解他们的质地以及原材料等。

据不完全统计,全球的药用行业对于塑料瓶包装的需求相当大,故医药塑料瓶在今后的医药行业中将会飞速发展。但市场上需求量较大的塑料医药瓶产品的研发与生产及市场扩张仍有待加强。为使得我国塑料医药瓶在医药行业上有更为广泛的应用及市场,应加强生物研究,加大投入、开发国内外市场急需的高端医用塑料制品。医用塑料瓶产品加工企业只有走“技术创新”的路子,才能开创出一片新天地。(中聚网)