

聚丙烯在注射振动场中同时增强增韧试验探索

廖永衡 申开智 李又兵 张 杰

(四川大学高分子材料学院高分子材料工程国家重点实验室, 成都 610065)

摘要 以聚丙烯(PP)为研究对象, 利用自行研制的压力振动注塑试验台, 通过振动注射保压, 给冷却保压过程中的PP熔体施加压力振动应力场, 发现随着振动频率的上升(超过1 Hz), PP制品出现同时增强和增韧的现象, 并且随着振动频率的进一步上升, 韧性快速增加; 加工温度升高, PP达到同时增强、增韧所需的频率降低。

关键词 聚丙烯 振动 增强 增韧

拉伸屈服强度聚合物材料因具有良好的可塑性能与理化性能而被广泛应用于国民经济各领域。随着时代的发展和社会的进步, 对聚合物材料的要求越来越高, 特别是对聚合物制品的力学性能提出了较高的要求, 要求聚合物制品既有很高的强度又有较好的韧性。一般情况下, 随着强度和模量的提高, 材料会变得越来越脆, 韧性降低。因此采用常规的注射成型方法实现聚合物的同时增强与增韧是不可能的, 高分子物理教科书上也明确写到: 随着聚合物结晶度的提高, 强度随之提高, 但韧性下降^[1]。

为了同时实现聚合物材料的增强和增韧, 笔者在自行研制的压力振动注塑试验台上, 以聚丙烯(PP)为研究对象, 通过振动注射保压, 给冷却过程中的PP熔体施加压力振动应力场, 影响PP的结晶过程, 改变PP的凝聚态结构, 从而实现PP制品的同时增强和增韧。

1 实验部分

1.1 原料与设备

PP: F401, 兰港石化公司;

单螺杆挤出机: SJ-30X25B型, 上海挤出机厂;

压力振动注塑试验台: 如图1所示, 自行研制;

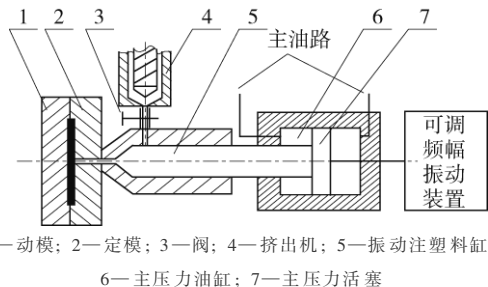


图1 压力振动注塑试验台示意图

带熔池试样模: 如图2所示, 利用聚合物熔体的粘弹性, 在试样模的末端增加了振动熔池, 有效地增强了注射保压时熔体的振动强度, 自行研制;

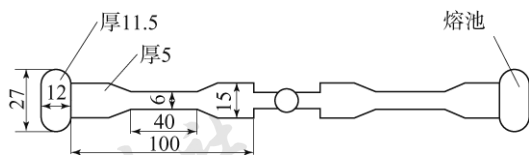


图2 带熔池试样模示意图

机械拉力试验机: LJ-500C型, 青山试验机厂。

1.2 试验方法

将聚合物原料经挤出机均匀塑化后, 加入压力振动注塑试验台的振动注塑料缸内, 在设定温度下保温数分钟, 待聚合物熔体在料缸内温度充分均化稳定后, 在试验设定的振动频率和压力下, 将熔体注入试样模中, 并振动保压40 s, 待试样冷却后取出, 切除熔池部分。分别对试样进行拉伸等测试。比较试样在各种工艺条件下的强度和韧性变化。

1.3 拉伸性能测试

拉伸性能按照GB/T 1040-1992测试, 拉伸速率为10 mm/min。

2 结果与讨论

2.1 振动频率与韧性的关系

图3为PP振动频率与断裂伸长率的关系。从图3可以看出, PP通过振动注射保压, 断裂伸长率有很大的变化, 当振动频率较小时, 断裂伸长率下降, 表现为韧性降低, 材料变脆; 随着振动频率的逐渐升高(如图3中振动频率为1 Hz左右), PP的断裂伸长率超过未振动时PP的断裂伸长率, 特别是振动频率达到2 Hz后, PP的断裂伸长率出现跃升, 注射温度高时这种现象更加明显。

2.2 振动频率与强度的关系

图4是PP在最低注塑压力50 MPa、振动峰值

* 国家自然科学基金(29934070)和教育部博士点基金(8000061021)联合资助项目

收稿日期: 2003-02-18

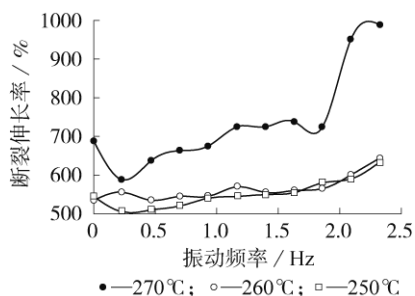


图 3 PP 振动频率与断裂伸长率的关系

压力 70 MPa 下, 振动频率与拉伸屈服强度的关系图。从图 4 可以看出, PP 注射熔体通过振动保压, 拉伸屈服强度均有提高, 最大提高幅度为 14%。

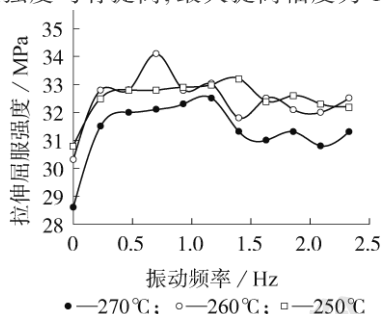


图 4 PP 振动频率与拉伸屈服强度的关系

图 5 是 PP 在最低注塑压力 50 MPa、振动峰值压力 70 MPa、三种注射温度情况下振动频率与拉伸强度的关系图。从图 5 可以看出, 随着振动频率的提高, PP 试样的拉伸强度逐渐提高, 最大提高 18%; 270°C 下 PP 试样的拉伸强度较 250°C 和 260°C 也有较大提高。

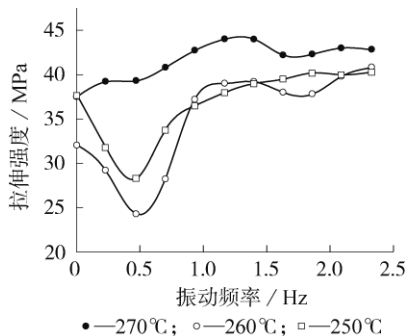


图 5 PP 振动频率与拉伸强度的关系

2.3 相同温度下强度与韧性的比较

为了更好地说明通过振动保压后 PP 试样的强度与韧性的变化, 将同一注射温度下的 PP 试样的拉伸屈服强度、拉伸强度与断裂伸长率进行迭合比较, 见图 6。

从图 6 a 可以看出, 注射温度为 250°C 时, 当振动频率超过 1.1 Hz 后, 断裂伸长率大于无振动时的断裂伸长率, 而在同一振动频率 1.1 Hz 以上, PP 的

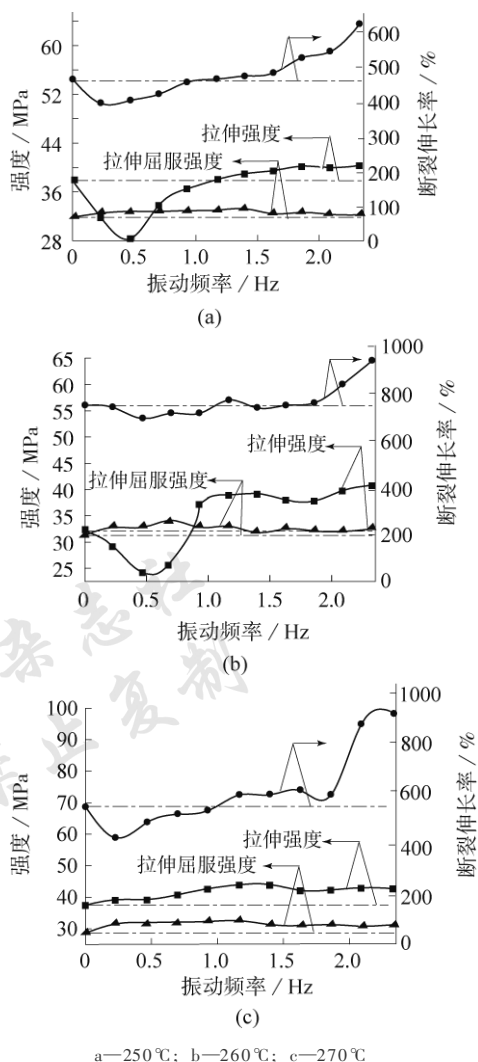


图 6 PP 拉伸强度、拉伸屈服强度与断裂伸长率的迭合比较图

拉伸强度也大于无振动时的拉伸强度。由于拉伸屈服强度在施加压力振动后始终大于无振动时的拉伸屈服强度, 因此, 在注射温度为 250°C 时, 当振动频率超过 1.1 Hz 后, PP 材料实现了既增强又增韧。

从图 6 b 可以看出, 注射温度为 260°C 时, 当振动频率超过 1 Hz 后, PP 试样的断裂伸长率大于无振动时的断裂伸长率, 振动频率超过 0.9 Hz 后, PP 的拉伸强度也大于未振动的 PP 拉伸强度, 施加压力振动后 PP 的拉伸屈服强度始终高于无振动的 PP 拉伸屈服强度。因此, 在注射温度为 260°C 时, 当对保压中的 PP 熔体施加的振动频率超过 1 Hz 后, PP 材料实现了同时增强、增韧。

从图 6 c 可以看出, 在注射温度为 270°C 时, 当振动频率超过 1 Hz 后, 断裂伸长率大于无振动时的断裂伸长率, 拉伸强度和拉伸屈服强度在施加压力振动后始终大于无振动时。因此, 当对保压中的 PP

熔体施加的振动频率超过 1 Hz 后,PP 材料也实现了同时增强、增韧。

3 结论

(1) PP 在注射压力振动场中保压冷却,随着振动频率的上升(超过 1 Hz),PP 将出现同时增强、增韧的现象,并且随着振动频率的进一步上升,韧性将

快速增加。

(2) 加工温度升高,PP 达到同时增韧、增强所需的频率降低。

参考文献

- 1 何曼君,陈维孝,董西侠.高分子物理.上海:复旦大学出版社,1993. 58

EXPERIMENT AND EXPLORING ABOUT THE STRENGTHENING AND TOUGHENING OF POLYPROPYLENE IN PRESSURE VIBRATION-STRESS FIELD

Liao Yongheng, Shen Kaizhi, Li Youbing, Zhang Jie

(The State Key Laboratory of Polymer Materials Engineering, College of Polymer Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065)

ABSTRACT By the self-made pressure vibration injection molding device, the pressure vibration-stress is superimposed to the PP melt during injection and holding pressure stages. The results show that the strengthened and toughened PP is gotten with the increase of vibration frequency(when the frequency is above 1 Hz), and the frequency is higher, the tenacity increases sharply; as the temperature increases, the frequency to strengthen and toughen simultaneously PP is lower.

KEYWORDS polypropylene, vibration, strengthening, toughening

三菱合纤将在南通建丙烯酸树脂板材装置

三菱合成纤维公司计划于2005年5月在南通投资3000万美元建设2万t/a丙烯酸树脂板材装置,以满足亚洲市场

日益增长的光导体和其它光学产品的要求。另外,4万t/a丙烯酸树脂膜注装置将于2003年在南通建成。(金戈)

广告索引

舟山市金海机械有限公司(封面、插54) 上海金纬挤出机械制造有限公司(封二) 张家港市神舟机械有限公司(插1) 多米诺喷码技术有限公司(插2) 深圳市新三思计量技术有限公司(插3) 南京航空航天大学信立塑料机械厂(插4) 深圳市瑞格尔仪器有限公司(插5) 万通塑胶原料有限公司(插6、插7) 张家港市欣荣机械有限公司(插8) 北京福田建材有限责任公司(插9) 浙江金星螺杆制造有限公司(插10) 海天机械有限公司(插11) 江苏白熊机械有限公司(插12) 承德精密试验机有限公司(插13) 南京鼎天机械制造有限公司(插14) 承德市金建检测仪器有限公司(插15) 南京橡塑机械厂(插16) 杭州传化华洋化工有限公司(插17) 东崎电气公司(插18) 上海神源电气有限公司(插19) 南京科亚公司(插20、插21) 北京丰阳塑化工程技术有限责任公司(插22) 南京杰恩特机电有限公司(插23) 广东泓利机器有限公司(插24) 三博高分子合金(宁波)有限公司(插25) 南京智诚橡塑机械有限公司(插26) 重庆国际复合材料有限公司(插27) 四川省得阳科技股份有限公司(插28) 张家港华明机械有限公司(插29) 无锡宏益塑胶机械有限公司(插30) 成都科强高分子工程公司(插31) 青岛第四届国际塑胶机械及配件展览会(插32) 张家港白熊兰马机械有限公司(插33) 四川英杰电气有限公司(插34) 上海新星双螺杆机械有限公司(插35) 德国恩欣格国际有限公司(插36) 2003昆山橡塑工业展览会(插37) 南京宁利实业有限公司(插38) 2003东莞国际工业展(插39) 张家港市二轻机械有限公司(插40) 高铁检测仪器有限公司(插41) 南京瑞亚高聚物装备有限公司(插42) 杭州康发塑料机械有限公司(插43) 玉环真空泵厂(插44) 聚赛龙工程塑料有限公司(18) 洪湖市恒基化工有限公司(21) 北京普利宏碱化工材料有限责任公司(24) 北京实达丰商贸有限公司(38) 海南祥海投资实业有限公司(48) 南京沪江复合材料有限公司(51) 江苏溧阳市新元窗帘制品有限公司(66) 江苏才塑高分子有限公司(66) 广州智达公司(69) 泉州三威化工有限公司(插45) 上海日之升新技术发展有限公司(插46) 江阴新达塑料机械有限公司(插47) 岳阳经济技术开发区巨力工程塑料有限公司(插48) 上海正美亚纳米超细材料制造有限公司(插49) 平顶山市华伦塑料有限公司(插50) 大连塑料机械厂(插51) 南京北化塑料机械有限公司(插52) 张家港市德华机械制造有限公司(插53) 长春市智能仪器设备有限公司(插55) 湖北省洪湖双马树脂厂(插56) 辽宁调兵山市兴源超细增强材料有限公司(插56) 余姚市中发工程塑料有限公司(插57) 济南泰星精细化工有限公司(插57) 岳阳市维远实业有限公司(插58) 北京奥可发塑料有限责任公司(插58) T&T科技有限公司(插59) 舟山市金岛机械有限公司(插59) 上海格利雅化工有限公司(插60) 北京加成助剂研究所(插60) 鞍山市龙马塑料有限公司(插61) 能达化学(鹤山)有限公司(插61) 鹿泉市安利达粉体材料厂(插62) 深圳市现代宝实业有限公司(插62) 绍兴四维塑胶工程有限公司(插63) 山西省化工研究院(插64) 中国兵器工业集团第五三研究所(插65) 无锡麦可斯塑胶有限公司(插66) 深圳双士达实业有限公司(插67) 徐州超精细粉体厂(插68) 上海方田弹性体有限公司(插69) 南京中观机械电子有限公司(插70) 青岛高科技工业园润兴塑胶厂(插71) 济南联宝轻工设备有限公司(插72) 上海艺孟橡塑有限公司(插73) 无锡华亚机械制造有限公司(插74) 慈溪市华通塑化有限公司(插75) 江苏华都科技有限公司(插76) 上海逊达橡塑机械制造有限公司(插77) 中芬合资南京金陵奥普特高分子材料有限公司(插78) 中纺投资发展股份有限公司(插79) 广东惠丹纳米材料有限公司(插80) 江苏南大紫金智能科技有限公司(封三) 江苏联冠科技发展有限公司(封底)