

PC/ABS 共混物的仪表冲击试验研究

汪斌华¹ 郭刚¹ 于杰² 涂铭旌¹

(1. 四川大学材料科学与工程学院, 成都 610065; 2. 贵州省科技厅, 贵阳 550001)

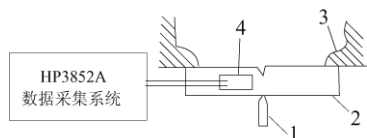
摘要 介绍系列 PC/ABS 共混物的仪表冲击试验。结果表明, 不同温度和不同缺口形式下 PC/ABS 共混物冲击断裂过程中的裂纹萌生功和扩展功随共混物组成的变化趋势基本一致, 但萌生功的变化比扩展功的变化更趋平缓; 裂纹萌生功在冲击功中所占比例受温度影响较大, 较高温度(19℃)下萌生功所占比例比较低温度(2℃)下小; 不同温度下所测得的系列 PC/ABS 共混物的临界裂纹扩展力 G_{IC} 值随共混物组成变化均有一极大值, 但不同温度下 G_{IC} 值的极大值点所对应的共混比不同。

关键词 聚碳酸酯 ABS 共混物 仪表冲击试验

1 仪表冲击实验原理

尽管冲击断裂过程是迅速的, 但它并不是一个简单的破坏过程。一般来说, 典型的冲击破坏过程应包含三个阶段^[1]: ①裂纹引发阶段; ②裂纹稳定扩展阶段; ③裂纹不稳定扩展直到完全断裂。普通的冲击试验只能给出上述三个阶段的总能量, 而不能区分出断裂各阶段所消耗的能量, 故对研究断裂过程和机理无能为力。为了把微观断裂过程放大, 显示断裂过程的应力-应变关系, 在普通冲击试验机上增设数据采集系统是很好的解决方法^[2]。

仪表冲击试验就是在 Charpy 或 Izod 冲击试样、冲锤或夹固试样的冲击仪表座上固定压力传感器或电阻应变片, 使在上述不同部位的冲击力或冲击应变转变成电信号, 并经适当放大后送进记忆系统^[3]。Charpy 仪表冲击试验示意图如图 1 所示。笔者采取的方法是在冲击试样上贴电阻应变片, 然后将其与 HP3852A 数据采集系统相连, 由 HP3852A 数据采集系统采集整个冲击试验过程中电阻应变片的电阻值变化, 采集数据的速率为每 70 μs 读取 1 次。因此, 尽管冲击过程很迅速, 但该系统仍能较充分地采集断裂过程各时刻的电阻值。



1—冲锤; 2—试样; 3—支座; 4—电阻应变片

图1 Charpy 仪表冲击示意图

笔者所采用的电阻应变片法仪表冲击试验的工作原理可作如下表述: 由于电阻应变片紧紧贴在冲击试样上, 因此冲击过程中试样所发生的应变必然导致电阻应变片产生应变, 从而引起电阻值的变化,

而电阻的变化数值又能精确地被 HP3852A 数据采集系统所采集, 反过来又可通过采集到的电阻应变片的电阻值随时间的变化关系推算出冲击试样在冲击过程中所发生的应变随时间的变化, 其转化关系由式(1)给出^[1]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{a} \quad (1)$$

式中: ε ——电阻应变片在某一时刻的应变值, 即冲击试样的应变;

ΔR ——某一时刻电阻应变片的电阻值变化, Ω ;

R ——电阻应变片原始电阻值, Ω ;

a ——电阻应变片的灵敏系数。

然后根据式(2)求得断裂过程的应力-时间关系:

$$\sigma = E \varepsilon \quad (2)$$

式中: σ ——冲击过程某一时刻试样上的应力值, MPa;

E ——冲击试样的拉伸弹性模量, MPa;

ε ——应变值。

图2示出一种典型的复合式断裂的仪表冲击试

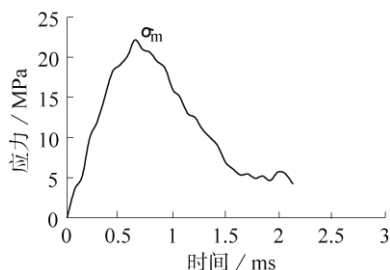


图2 一种典型的仪表冲击试验的应力-时间曲线

验的应力-时间曲线。从图 2 中的曲线上可将断裂过程吸收的能量分为两部分: 最大载荷之前为裂纹引发功; 之后为裂纹扩展功。根据 LEFM 公式^[3]有:

$$G_{IC} = \frac{K_{IC}^2}{E} = \frac{\pi \alpha \sigma_m^2}{E} \quad (3)$$

式中: G_{IC} ——临界裂纹扩展力, kJ/m^2 ;

K_{IC} ——临界应力场强度因子, $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$;

E ——样品的拉伸弹性模量, MPa ;

σ_m ——应力-应变曲线上的最大值, MPa 。

因此, 由仪表冲击试验可达到如下两个目的:

(1) 分别求出冲击断裂过程中的裂纹引发功和裂纹扩展功所占比例, 并进而求出裂纹引发功和扩展功的值;

(2) 求出断裂过程的临界裂纹扩展力 G_{IC} 。

2 实验部分

2.1 设备与仪器

双螺杆挤出机: TSSJ-58/32 型, 晨光化工院塑料机械研究所;

注塑机: CJM80M2 型, 震雄机器厂;

万能制样机: ZHY-W 型, 承德试验机厂;

简支梁冲击试验机: XJJ-50 型, 承德试验机厂;

数据采集系统: HP3852A, 美国 HP 公司;

电阻应变片: BX120-5AA 型, 浙江黄岩测试仪器厂。

2.2 试样制备

选取 PC/ABS 共混物的配比分别为 100/0、90/10、80/20、70/30、60/40、50/50、40/60、30/70、20/80、0/100, 并添加质量分数 7% 的增容剂 A 制备系列 PC/ABS 共混物, 并制成冲击试样。每 1 组冲击试样应包括 10 个缺口曲率半径为 0.25 mm、深度为 3 mm 的 V 形缺口冲击试样; 10 个缺口宽度为 2 mm、深度为 3 mm 的方型缺口冲击试样; 10 个无缺

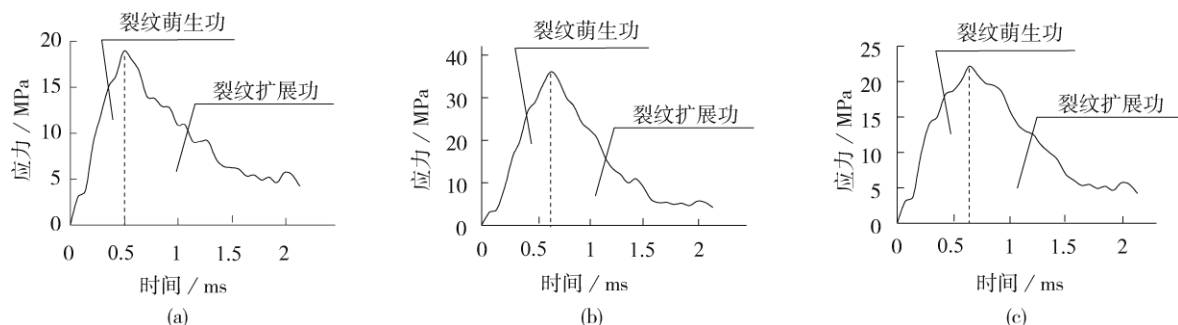
口冲击试样。然后对试样上需贴电阻应变片的部位用丙酮擦拭, 以去除表层不洁物, 并立即用酒精清洗擦拭部位, 再用脱脂棉擦干, 涂上 502 胶水, 贴上电阻应变片。贴片时应注意两个问题: 一是电阻应变片引线应朝外; 二是贴片时用一张薄的塑料膜垫在电阻应变片之上, 然后用手指在上面滚压, 以使电阻应变片与试样之间无气泡存在, 从而使其与试样粘贴更紧密。对于缺口试样, 电阻应变片应贴在缺口附近; 对于无缺口试样, 应贴在试样受冲击部位附近。图 1 中示出电阻应变片在试样上的位置。对贴好电阻应变片的试样应在干燥瓶内进行干燥处理。

2.3 冲击试验

将上述准备好的试样平均分为两大组, 分别在 2℃ 和 19℃ 下进行仪表冲击试验。具体操作方法: 在整个测试系统已进入测试状态后, 把电阻应变片上的两根引线由 HP3852A 数据采集系统上引出的两根引线焊接在一起, 然后用胶带纸把试样固定在支座正确位置, 应注意使贴有电阻应变片的一面朝上。

3 结果与讨论

将上述试验中由计算机记录的冲击过程中电阻应变片的电阻值随时间的变化关系按式 (1) 和式 (2) 转换成应力-时间 ($\sigma-t$) 曲线, 再由 $\sigma-t$ 曲线和冲击功 W 计算出冲击断裂的裂纹萌生功和裂纹扩展功。图 3 示出 2℃ 时 PC、ABS 及 PC/ABS 共混物 V 形缺口试样仪表冲击试验的应力-时间曲线。从图 3 可看出, PC 的裂纹扩展功较裂纹萌生功所占比例大; 而 ABS 的裂纹萌生功和裂纹扩展功所占比例相差不大; PC/ABS (70/30) 共混物的裂纹萌生功和裂纹扩展功所占比例也很接近。图 4 和图 5 分别示出 2℃ 和 19℃ 时 PC/ABS 共混物 V 形缺口、方形缺口和无缺口冲击试样的冲击功、裂纹萌生功和裂纹扩展功与共混物组成的关系。



a—纯 PC; b—ABS; c—PC/ABS = 70/30

图 3 PC、ABS 及其共混物 2℃ 时仪表冲击的应力-时间曲线

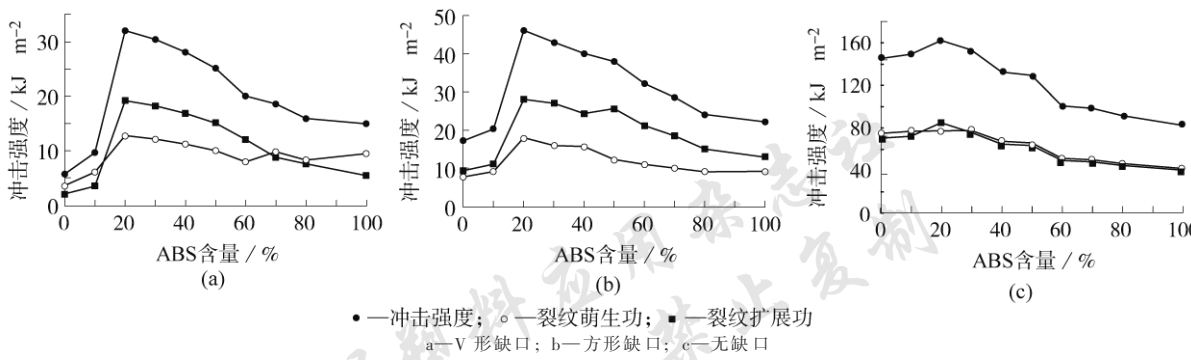
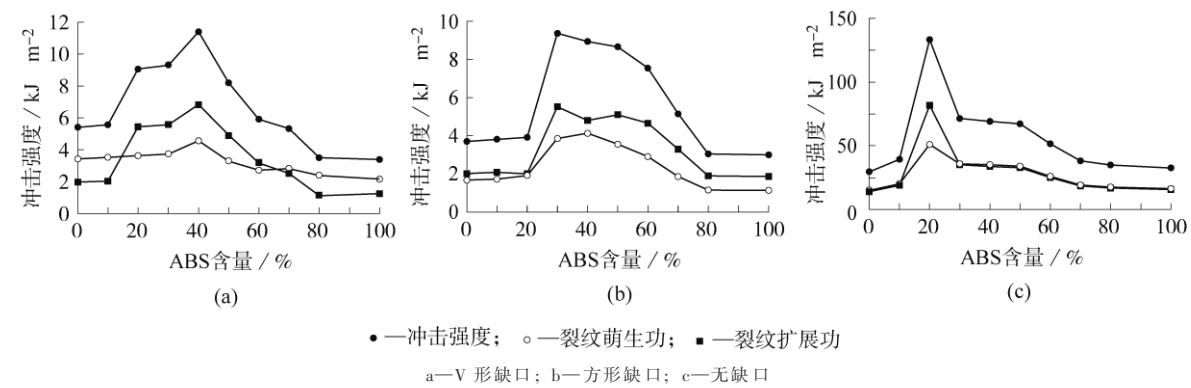


图4和图5表明,不同温度和不同缺口形式下,PC/ABS共混物的冲击断裂过程中裂纹萌生功和裂纹扩展功随共混物组成的变化趋势基本一致,但裂纹萌生功的变化比裂纹扩展功的变化趋平缓,表明共混物配比对裂纹扩展功的影响更大;裂纹萌生功在冲击功中所占比例受温度影响较大,较高温度(19℃)下裂纹萌生功所占比例比较低温度(2℃)下小。这可能是因为较低温度(2℃)时冲击断裂以脆断形式为主,裂纹萌生后快速扩展,因而消耗的能量较少;而较高温度时冲击断裂以韧性或准韧性形式为主,裂纹的扩展比较缓慢,消耗的能量较多。另外,在较低温(2℃)时不同缺口形式下冲击功(包括裂纹萌生功和裂纹扩展功)的极大值点所对应的共混物组成不一样,而在较高温度(19℃)时三种缺口形式下冲击功(包括裂纹萌生功和裂纹扩展功)的极大值点位置又完全一样。这一现象表明温度和缺口形式对共混物的脆-韧转变点都有很大影响,这两个因素共同作用而影响着共混物的断裂方式。

进一步观察图4和图5可以看出,缺口形式对裂纹萌生功的影响也较大,V形缺口试样的裂纹萌生功变化最为平缓,而方形缺口试样的裂纹萌生功变化最剧烈,无缺口试样则居中。这是因为V形缺口试样实际上已经造成了一个准裂纹;而方形缺口

试样由于在缺口部位有两个拐角,这两个拐角应力集中的复杂性和试验条件(如开缺口所用刀具的精度,冲击时冲锤与缺口的对准精度等)的影响造成了裂纹萌生功的变化较大;无缺口试样则不受预制缺口的影响,其裂纹萌生功的变化只与材料的组织结构有关,但注塑缺陷也会严重影响裂纹萌生功和裂纹扩展功。

根据式(3)分别求出2℃和19℃时由仪表冲击实验所得的系列PC/ABS共混物冲击断裂的临界裂纹扩展力 G_{IC} ,列于表1和表2。

表1 2℃时仪表冲击测定的系列PC/ABS共混物临界裂纹扩展力

项目	ABS质量分数/%									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100
σ_m/MPa	19.5	28.02	35.76	38.42	30.05	27.80	25.04	25.38	24.49	21.67
E/MPa	1213	1378	1501	1410	1389	1390	1412	1406	1421	1409
$G_{IC}/\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$	2.98	5.37	8.03	9.87	6.13	5.24	4.18	4.32	3.98	3.14

表2 19℃时仪表冲击测定的系列PC/ABS共混物临界裂纹扩展力

项目	ABS质量分数/%									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100
σ_m/MPa	22.3	31.31	41.29	38.78	36.98	33.49	29.55	31.10	28.08	27.40
E/MPa	1172	1379	1413	1401	1386	1391	1350	1447	1403	1415
$G_{IC}/\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}$	4.0	6.7	14.1	10.12	9.3	7.6	6.1	6.3	5.3	5.0

分析不同温度下的临界裂纹扩展力 G_{IC} 值随共

混物组成的变化曲线(见图 6)可看出,两种温度下的 G_{IC} 值曲线都有一极大值点,表明系列 PC/ABS 共混物具有刚性粒子增韧特征;但不同温度下 G_{IC} 值的极大值点所对应的共混物组成不一致,进一步表明温度对共混物的脆-韧转变组成有影响;而不同温度下所测的 G_{IC} 值大小也有较大差别,19℃的 G_{IC} 值

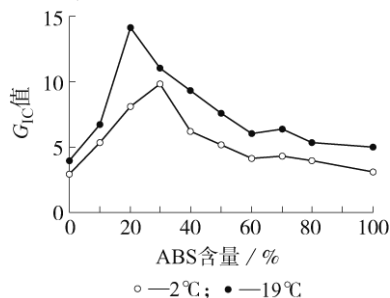


图 6 两种温度下所测的 G_{IC} 值比较

明显高于 2℃,这是因为较高温度(19℃)时共混物的韧性要高于较低温度(2℃)时。

4 结论

(1) 不同温度下所测得的系列 PC/ABS 共混物的临界裂纹扩展力 G_{IC} 值随共混物组成变化均有一极大值,表明此系列共混物具有刚性粒子增韧特征。

(2) 温度对共混物的脆-韧转变组成有影响。

(3) 冲击断裂过程中,裂纹扩展对冲击功的贡献比裂纹萌生大,温度和缺口形式对裂纹萌生功的影响较大。

参考文献

- 1 吕锡慈著. 高分子材料的强度与破坏. 成都: 四川教育出版社, 1988.
- 2 江明. 高分子合金的物理化学. 成都: 四川教育出版社, 1998.
- 3 尹双增. 断裂、损伤理论及应用. 北京: 清华大学出版社, 1992.

STUDY ON THE INSTRUMENT IMPACT EXPERIMENT OF PC/ABS BLENDS

Wang Binhua¹, Guo Gang¹, Yu Jie², Tu Mingjing¹

(1. Materials Science and Engineering Institute, Sichuan University, Chengdu 610065, China;

2. Guizhou Academy of Science, Guiyang 550001, China)

ABSTRACT The instrument impact experiment was used for studying PC/ABS series blends. Results indicated that cracks' initiation energy and extension energy of PC/ABS blends in the course of impact rupture were changed with blends' composition of PC/ABS, and the changing trends are fairly alike at different temperature and different form of notches. But the change of the initiation energy was more even than that of extension energy. In addition, the proportion of initiation energy of cracks in impact energy was influenced by temperature, the proportion at higher temperature (19℃) was more than that at lower temperature (2℃). Furthermore, There was a maximum of the critical crack extension force (G_{IC}) when changing with composition of PC/ABS. But the composition corresponding with the maximum of G_{IC} was different at different temperature.

KEYWORDS PC, ABS, blend, instrument impact test

透明聚丙烯在天津投产

天津石化乙烯厂自主研制开发成功的透明聚丙烯专用料 TJTM-8020 于日前投入工业化生产。

透明聚丙烯是一种质优价廉、极具竞争优势的产品。可用于制造耐高温微波炉餐饮具、一次性餐具等。该产品在同等使用条件下,价格较低、加工性能良好,在保持了原有性能的基础上,体现出加工条件拓宽、结晶速率快、成型周期短和生产效率高等特点。

透明聚丙烯具有优异的价格性能比,市场应用份额在迅速增长,应用前景看好。(永耀)

聚碳酸酯聚氨酯泡沫塑料问世

中科院广州化学研究院以二氧化碳和环氧丙烷为原料,制备了相对分子质量 3000 左右、分子中碳酸酯基团的摩尔分数为 30%~40% 的聚碳酸酯多元醇,采用此原料及全水发泡方法制备出脂肪族聚碳酸酯聚氨酯(PUR)半硬泡塑料。这种半硬泡 PUR 与传统的半硬泡塑料相比,强度和密度高,另外,由于该泡沫体中含有大量的一COO 结构单元,其燃烧

热要比聚醚型 PUR 泡沫塑料、聚酯型 PUR 泡沫等低得多,本身具有一定的阻燃性。此外,这种 PUR 泡沫塑料具有良好的生物降解性,对环保很有利。(小邱)

日本新型氟化树脂用于汽车供油管

日本大金工业株式会社日前成功地开发出可在低温下成型、并能与其它材料粘接的新型氟化树脂。该产品主要用于涂覆于汽车供油管的内侧,防止汽油经由供油管蒸发。

目前,由于树脂材质供油管所用的尼龙等熔点较低,无法与熔点 330~420℃ 的氟化树脂同时成型,而且氟化树脂的粘接性较差,无法相互粘接。为了解决这一问题,大金公司成功地开发出可低温成型,且粘接性较强的新型氟化树脂。该公司通过热熔接法对新型树脂进行层压加工,使之不仅能够与不锈钢、铝合金和铜板等金属板及玻璃相互粘接,而且在 500 μm 厚度下透光率达到了 30% 以上。因此除汽车领域以外,该产品还可应用于太阳能电池的表面涂膜,以及在药液管和液位计中利用可视性对液体量进行管理。这种颗粒状树脂预计今年可开始销售。(吴凡)