

·研究简报·

## 热致液晶高分子与聚碳酸酯原位复合材料的研究\*

王惠民 益小苏

(浙江大学高分子系, 杭州, 邮政编码: 310027)

**关键词** 热致液晶高分子、原位增强、加工工艺、微观形貌、力学性能

热致液晶高分子(TLCP)是一种具有高强度、高模量和良好加工性能的新型高分子材料,在流场、温度场和应力场的作用下,易于取向,产生自增强效果.与工程塑料原位(in situ)复合,可以改善工程塑料的流变性能和加工性能,同时还可以提高工程塑料的力学性能<sup>[1,2]</sup>.本文主要报导 TLCP KU9221和聚碳酸酯(PC)原位复合材料的加工工艺,微观形貌与力学性能之间的关系.

### 材料与工艺

热致液晶高分子(TLCP)为德国 Bayer 公司生产的粒料,牌号为 KU9221,微观结构分析表明 TLCP KU9221为向列型液晶高分子<sup>[2]</sup>,DSC 分析表明其熔点为280℃.聚碳酸酯(PC)是杭州塑料一厂生产的挤出粒料, $M_w = 40080$ ,抗拉强度为55 MPa. KU9221与 PC 按1:4重量配比共混.共混前,在120℃干燥24小时以上,在配有排气和真空装置的高温双螺杆  $\phi 35$ 型挤出机上挤出,从进料口到机头分为六个加热区,温度分别为:255、280、290、310、330和300℃,螺杆转速为55 rpm.真空度为75 KPa.

### 试样制备及测试

试样为哑铃型,小试样试验段尺寸为 $10 \times 5 \times 4$  mm,标准试样按 GB 1040-79和 GB 1042-79制备,注塑机为60g普通型螺杆注塑机,注塑压力为12 MPa,模具温度70℃,注塑温度分别取270℃、310℃和330℃.力学性能在 Shimadzu DCS-2000型实验机上测试,加载速率为100 mm/min,有效试样数不少于5根,试样断面喷金处理后在 STEREOSCAN 600型扫描电镜上进行观察和拍照.

### 工艺结构与力学性能

热致液晶高分子(TLCP)原位增强复合材料,致所以具有优异的力学性能,是由于 TLCP 在成型加工过程中在外场作用下,易于形成微纤增强体<sup>[3]</sup>.基体相 PC 受加工工艺参数的影响不大,而 TLCP 增强相的结构往往受成型工艺参数的控制.我们选取270℃、310℃和330℃三组注塑温度,考察了加工温度与 PC/TLCP KU9221原位复合材料抗拉强度的关系(小试样),结果见表1.其中纯 PC 的抗拉强度为55 MPa.

\* 1992年9月25日收到;国家自然科学基金和“八六三”资助项目

Tab. 1 Tensile strength of PC/TLCP blend at different melt temperature

Melt temperature	(°C)	270	310	330
Tensile Strength	(MPa)	56.5	85.1	60.0

由表1可见,加工温度为310 °C时,抗拉强度最高,为85.1 MPa,为PC的1.55倍.图1是310 °C时PC/TLCP原位复合材料的微观形貌,可以看出,所形成的TLCP微纤增强体沿熔体流动方向较规整的排列,从而使TLCP对PC基体起到增强作用并获得了很好的增强效果.

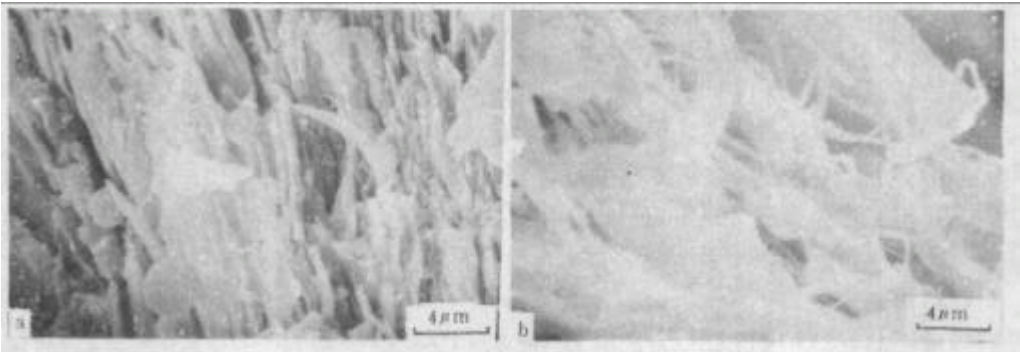


Fig. 1 Microscopic morphology of PC/TLCP blend at the melt temperature of 310 °C  
(a) near skin; (b) skin

而在较低温度270 °C下注塑成型,试样的抗拉强度较低,仅略高于PC的强度.所对应的微观结构见图2.

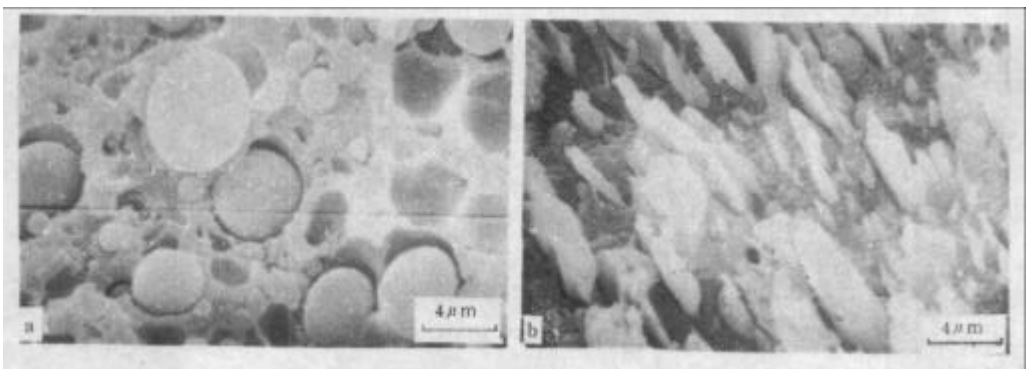


Fig. 2 Microscopic morphology of PC/TLCP blend at the melt temperature of 270 °C  
(a) core; (b) skin

可以看出,试样存在着较明显的皮芯结构,TLCP在芯部以近似球状结构分散在PC相中,在皮层区分散相TLCP发生变形呈现“石笋”状结构.这是由于该注塑温度小于TLCP的熔点,尽管PC已是熔融态,而TLCP还没达到熔融温度,既使建立了应力场和

流场, TLCP 仍难取向不易成纤, 因而增强效果很有限. 与 310 °C 相比, 当注塑温度为 330 °C 时抗拉强度又显著下降. 所对应的微观结构如图 3 所示, 尽管 TLCP 在皮层区形成了长长的微纤, 但试样断面有明显的气孔存在, 说明该温度已接近 PC 的分解温度并在螺杆摩擦生热的双重作用下, 部分 PC 已开始分解, 产生的气体滞积在试样中, 试样外观明显变黑, 从而导致强度明显下降.

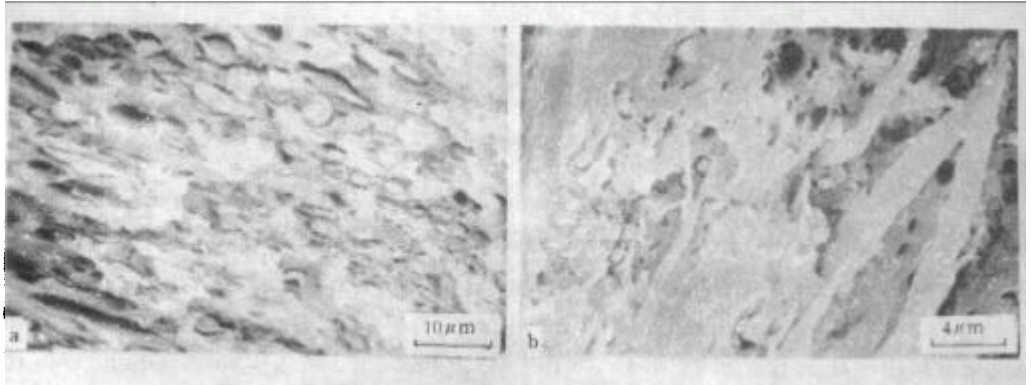


Fig. 3 Microscopic morphology of PC/TLCP blend at the melt temperature of 330 °C  
(a) core; (b) skin

### 标准试样的力学性能分析

TLCP KU9221/PC 共混物在 310 °C 下注塑成型的标准试样的力学性能如表 2 所示,  $C_v$  为离散系数. 由表 2 可见, 在 PC 中掺入 20wt% 的 TLCP KU9221, 其抗拉强度提高了 59.5%; 弹性模量提高近 3 倍, 抗弯强度提高有限, 抗弯模量则大幅度提高. 按线性加法和外推到 TLCP 在共混物中对抗拉强度和模量的贡献值, 均高于纯 TLCP 注塑件的强度和模量值, 说明 TLCP 与 PC 共混复合, 注塑成型, 更易取向成纤, 能更有效地发挥其潜在强度和模量. 此外, 与表 1 比较也不难看出, 在同样的注塑温度下, 试样尺寸大小不同, 抗拉强度也略有变化.

Tab. 2 Mechanical properties of PC, TLCP and their blend

Property material	Tensile				Bending			
	Strength (MPa)	$C_v$ (%)	Modulus (GPa)	$C_v$ (%)	Strength (MPa)	$C_v$ (%)	Modulus (GPa)	$C_v$ (%)
PC	55	(7.0)	2.2	(6.1)	80	(8.9)	2.0	(7.8)
TLCP KU9221	200	(5.3)	2.0	(4.9)	180	(7.5)	10	(6.4)
PC/TLCP KU9221	87.7	(8.7)	6.5	(8.5)	84.3	(9.8)	11.9	(8.2)
TLCP Contribution	218.5		23.7		105.5		51.5	

### 参 考 文 献

- [1] Kiss, G., *Polym. Eng. Sci.*, 1987, 27(6), 410  
 [2] 益小苏、韦联生、王惠民, 材料科学进展, 1992, (3), 256

[3] 王惠民、益小苏,材料导报,1992,(5),68

## STUDIES ON IN SITU COMPOSITES OF A THERMOTROPIC LIQUID CRYSTALLINE POLYMER AND POLYCARBONATE

WANG Huimin, YI Xiaosu

(*Department of Polymers, Zhejiang University, Hangzhou, Post Code: 310027*)

### ABSTRACT

The relationship between processing condition, microscopic morphology and mechanical properties of in-situ composite or blend of a thermotropic liquid crystalline polymer (TLCP) with polycarbonate (PC) was investigated. The processing condition, such as melt temperature, has a striking influence on the mechanical properties. The tensile strength of the blend is slightly higher than that of PC because the TLCP phase assumes a spherical shape in the center region of the specimen at low melt temperature of 270°C. At melt temperature of 310°C, the blend exhibits great strength due to in-situ formed fibers of the disperse TLCP phase in PC matrix, and reinforced effect is enhanced appreciably. The tensile strength and modulus of the TLCP contribution in composite are much higher than those of the pure TLCP.

**Key words** A thermotropic liquid crystalline polymer, In-situ reinforcement, Processing condition, Microscopic morphology, Mechanical properties