

LCP-液晶高分子聚合物成型技术探讨

一、LCP的工艺特性

1 优良的方向性

LCP 在加工过程中,大多数刚性棒状大分子链沿流动方向排列,因此顺流动方向的强度和模量很大,可达一般工程塑料加入 30%玻纤的水平,垂直于注射方向的强度仅为流动方向的 1/3,成型收缩率和线胀系数约为流动方向的 2~3 倍(见表 1),所以,可利用此性能进行原位复合或者增强。

表 1: LCP 制品的方向特性、

项 目	平行注射方向	垂直注射方向
拉伸强度/Mpa	108.5	30
断裂伸长率/%	8	10
弯曲强度/Mpa	111	34
弯曲弹性模量/Mpa	12000	1600
缺口冲击强度/KJ.m ⁻²	35	3.5
成型收缩率/%	0	0.3

2 溶剂粘度低,流动性好 LCP 虽为方向结构但熔体粘度不高,仅为一般聚合物的几分之一,但是 LCP 保持了优良的性能,又降低了成型温度,流动性好,易于成型,用较低的成型压力就可成型薄壁制品和形状复杂的制品,且越是薄壁制品其强度越高,这是由于分子高度定向所致。

3 固化快、周期短、不易产生飞边 LCP 流动性较大,固化速度快,因此成型周期短,生产效率高,且很少出现溢边现象。

4 成型收缩率和线胀系数很小 LCP 受热熔融后形成一种兼有固体和液体部分性质的液晶体,其分子链僵直,相互间填满更紧密,不同基团之间联结更强,从而严重的限制了分子链在注射方向排列。在成型过程中仅发生部分相变而无结晶引起的体积收缩,因此收缩率小,线胀系数很低,接近金属,是一种良好的低线胀系数和低收缩率材料,见表 2。

表 2: LCP 与几种材料的线胀系数对比

材 料	线胀系数/ $\times 10^{-5}K$
LCP	-0.1~-0.5
30%GF 增强 LCP	0.6~0.8
PPS-R-4	2.2
PBT301-G30	2.5
铝	2.6
软钢	2.0
黄铜	2.8

5 熔融强度低 LCP 熔接强度低,这种缺陷在 LCP 模具结构中应加以注意,将熔接痕设在强度要求不高的部位。

6 原材料应该严格干燥在成型条件下微量水分就会使 LCP 降解,故成型前应将材料严格干燥,使水分降低到 0.03% 以下方可使用。

二、模具结构和成型设备

1 模具结构、

- (1) LCP 流动性优良,适用注射成型,但是模具结构应该根据材料的工艺特性开设。LCP 具有各向异性和熔接强度低的特性,在设计时应考虑在模腔中的流动方向与成型零件的特性要求的关系,以确保零件的强度。同时考虑熔接强度不足,在模具结构中应尽量避免熔接痕。

经营品种: ◀
特种工程塑料: PPS.LCP▶
PA6T. PA9T. PA46. POM▶
等高温塑胶原料的造粒▶

骏鸿塑胶原料(贸易)有限公司
TEL: 0769-87700232 传真: 0769-87700231
Mobile: 13713167528 QQ: 2528559258
E-mail: pengshier@sina.com
地址: 常平大京九塑胶城京九大道J45

- (2) **浇口系统** 考虑到压力损失，浇道的形状优先采用圆形和梯形浇道。浇道直径为 2 mm~5 mm，长度应尽可能短，在多位模中型腔距离应相等。主浇道和分浇道应将零件强度要求高的尺寸放在平行流动方向上，要求不高的放在垂直流动方向上。
- (3) **排气槽** LCP 在成型时会产生微量气体，设计排气槽不仅可随时排除成型时产生的气体，而且也有利于型腔内空气的排除，有利于成型。排气槽应设在气体汇集处。
- (4) **成型收缩率** LCP 成型收缩率很小，且平行流动方向的收缩率小于垂直流动方向的收缩率。在设计型腔尺寸时，流动方向不能确定时，采用垂直与平行收缩率的平均值。

2 注射机 LCP 最高成型温度在 350℃左右，一般螺杆式注射机均可使用。注射量是注射机注射容量的 50%~70%。可选用普通开放式喷嘴，压力损失小，可靠性好。喷嘴的加热应能单独控制，若出现料流可适当降低温度。LCP 流动性好，固化快，可选用具有高塑化能力的注射机，实行高速成型。

三、工艺参数的选定

我们选用了 HX1100、HX1330、HX6130、HX7130 四种液晶材料在立式与卧式两种型号的注塑机上分别进行了注射加工。

1 加工设备 以 SYS—25 克立式注塞式注射机成型了图 1 所示的各种小样件，以 TTI—260F 卧式注射机成型图 2 所示的两种大型零件。

2 成型 图 2 的两种零件较大，因此在工装上采用了加热棒，使模具能够精密控制在 100℃~130℃，而图 1 小制件采用电热板传热方式。

图 1



图 2



3 工艺参数的控制 热致性液晶聚合物在熔融态进行注射成型时，刚性伸直链液晶微区受到剪切力作用时，发生了沿剪切力方向的宏观取向，由于其刚性链松弛时间大于冷却时间，使定向部分就地成纤，在固态材料中起到了增强作用。总之，刚性分子链熔融态因受应力作用发生的取向和流变行为，决定了制件成型后的性能，所以说制件的性能（尤其是力学性能）是与成型中的工艺参数成函数关系的。

3.1 温度 其中包含料筒温度、喷嘴温度和模具温度参数。其料筒温度都应控制在 310℃~350℃之间。由于液晶聚合物一旦达到粘流温度便表现出很好的流动性，若用直通式喷嘴的话，流延情况较为严重。所以喷嘴温度比料筒温度低 10℃左右。适宜的模温对保证制件的质量是必要的；既能保证冲模性，又能得到较高的表面质量。料温和模温越高，表面光洁度越高；料温过低时，材料的强度和伸长率急剧下降，但模具温度较高时，若保压时间和冷却时间不够，制件表面易起泡。在成型图 2 所示的较大制件时，情况就和成型小制件有所不同。首先是温度偏低时大制件表面易出现显著的“焊缝”（一种细微的料流熔接痕，为 LCP 所独有），对以玻纤增强的 LCP 制件表现的尤为明显（制件表面表现出显明的沿流动方向的纹路）；其次温度对大制件表面质量影响比小制件来的大。为了获得较好表面质量，模具温度适宜控制在 100℃~130℃之间。图 1 的小制件模温控制在 110℃~130℃。

3.2 压力 由于 LCP 在合适的温度下具有良好的流动性，使得 LCP 在较低的注射压力、较短的时间即可冲模成型。由于成型图 1 所示小制件的工装采用直浇口，所以可以在较低的注射压力下成型。但以玻纤增强的材料应采用较大的注射压力：如 HX1330 是以滑石粉为填充剂的，应力稍低些，这可能是由于短纤在其熔体中与分子刚性链侧面（液晶取向单元）发生了“纠缠”所导致。在成型图 2 所示的大型制件时，若压力不够大则制件表面粗糙、手感发麻，制件表面的焊缝愈明显，制件的致密性也较差。图 2 中的盒体因注射压力的不同造成最大重量差达 25 克，当然其力

经营品种：↵
特种工程塑料：PPS、LCP、
PA6T、PA9T、PA46、POM、
等高温塑胶原料的造粒。↵

骏鸿塑胶原料（贸易）有限公司
TEL: 0769-87700232 传真: 0769-87700231
Mobile: 13713167528 QQ: 2528559258
E-mail: pengshier@sina.com
地址: 常平大京九塑胶城京九大道J45

学性能也同样比较差，这在通用工程塑料中是不多见的。HX 系列的注射压力易控制在 50MPa~100 Mpa（比其它含刚性链大分子的塑料低一些），对大型制件易采用较大的注射压力和保压压力。

3.3 时间 从几种不同牌号的 LCP 成型来看，该材料熔体冷却速度比其它工程材料速度快，因而可以采用较短的模塑周期来成型。当然注射时间、保压时间和冷却时间对制件质量影响与其它工程塑料是相同的。

3.4 工装 针对工装我们结合实际只讨论浇注系统和模具加热装置。在成型图 2 中的盖制件时，曾采用点式浇口，但因为不易注满制件，且表面质量差。后来工装改为直浇道，情况大为改善，无论表面质量还是力学性能都得到了很大的提高（浇口尺寸在一定范围内越大，制件的表面光洁度越高）。因此得出这样一个结论：对于以玻纤增强的 LCP 大制件不宜采用点浇口，对大型制件应采用直浇口成型，浇口用机械加工方法去除；浇口结构对 LCP 制件表面质量和力学性能影响很大，对 LCP 浇口尺寸应大一些，这是因为其熔体冷却速度较快。另外 HX 系列 LCP 适宜模温为 110℃~130℃，故对工装应采用加热系统。图 1 中的小制件采用模板加热方式（SYS—25 注射机下模板带有加热装置），图 2 制件的工装采用了加热棒加热。

3.5 成型工艺过程中各工艺参数应综合考虑。压力、温度、时间等参数应相互匹配，这样才能得到合格质量的制件，不能孤单靠某一参数来保证产品质量。现将图 1 和图 2 成型时选用不同牌号的 LCP 的成型参数列表，见表 3。

项目 /LCP 牌号	LCP1100	LCP1330	LCP6130	LCP7130
注射压力 MPa	70	50	70	65
料筒温度℃	310~340	320~350	320~340	320~340
模温℃	110~120	110~130	120~130	110~130
冷却时间 s	>60	>90	>90	>90
成型周期 s	240	300	300	300

四、推广及应用 液晶聚合物不仅具有其它高分子不可比拟的物理性能、力学性能，而且它在热学、化学、电学等方面的性能也表现的非常出色。热致性液晶聚合物还有良好的熔体加工（含注塑加工和挤出成型）特性，这为它的应用与推广奠定了坚实的基础。随着液晶聚合物材料在我厂的引入和对其加工、使用各方面性能的透彻了解以及对其加工工艺经验的积累，它将成为军电、纺电产品中高精度、高性能、复杂高精密注塑制件的首选材料。

经营品种： ↕

特种工程塑料： PPS.LCP ↕

PA6T. PA9T. PA46. POM ↕

等高温塑胶原料的造粒 ↕

骏鸿塑胶原料（贸易）有限公司
 TEL: 0769-87700232 传真: 0769-87700231
 Mobile: 13713167528 QQ: 2528559258
 E-mail: pengshier@sina.com
 地址: 常平大京九塑胶城京九大道J45