

文章编号: 1001-4934(2005)04-0024-03

精密注塑成型与模具设计的因素

洪慎章

(上海交通大学 塑性成形工程系, 上海 200030)

摘要: 介绍了制品精度及其影响因素, 分析了精密注塑成型塑料的选择, 阐述了精密注塑成型工艺特点及对注塑机的要求, 指出了设计精密注塑模的注意事项。

关键词: 精密注塑成型; 影响因素; 模具设计

中图分类号: TG241

文献标识码: B

Abstract: The product precision and its influence factors are introduced. The selection of plastic materials for precision injection molding is analyzed. The processing characteristics of precision injection molding and its requirement to injection machines are described. The notes to design precision injection molds are pointed out.

Key words: precision injection molding; influence factor; mould design

0 引言

由于塑料具有密度小、化学稳定性好、电绝缘性能高、比强度大等优异性能, 再加上原料丰富、制作方便及成本低廉等优点, 所以在国民经济各领域等方面应用甚广。

目前, 随着工业技术进一步发展, “以塑代钢”零件的应用越来越多, 尤其是在医疗、精密仪表等行业中, 对塑料制品的精度要求愈来愈高。所谓精密注塑成型就是成型尺寸和形状精度很高、表面粗糙度很低的塑料制品时采用的注塑工艺方法。至于这些精度, 往往是普通注塑成型难以达到的, 故在此基础上, 精密注塑成型应运而生, 并且正在迅速发展和完善。

在生产实践中, 影响制品精度的因素很多。若将各种因素归纳起来, 它们与制品精度之间的关系如图 1 所示。

由图1可知, 除去生产操作人员之外, 为了能够注塑成型精密塑料制品, 必须在普通注塑

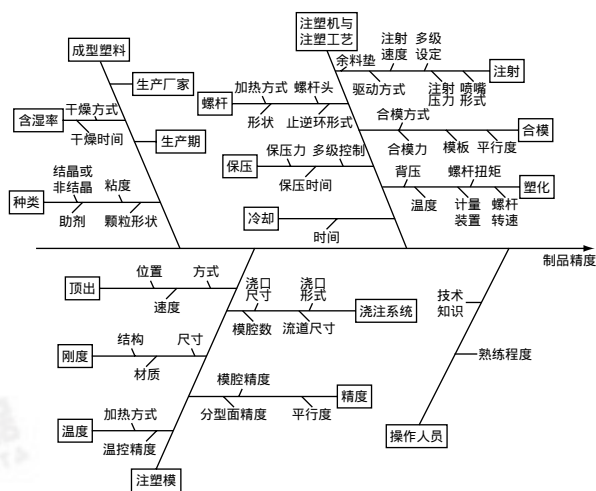


图 1 制品精度及其影响因素

成型方法的基础上, 对成型塑料、注塑机和注塑工艺以及注塑模具提出一些更加严格及比较特殊的要求。

1 影响精密注塑成型的因素

在精密注塑成型中, 究竟如何规定制品的

收稿日期: 2005-03-31

作者简介: 洪慎章 (1932 ~), 男, 教授。

精度，是一个非常重要、而且也是一个比较复杂的问题。根据当前的工业技术情况，提出如下4个因素：

(1) 塑料收缩率 设计精密塑料制品时，应考虑塑料的收缩率。精密注塑制品的公差等级可以按照 SJB72-78 中的第 1 和第 2 两个公差等级确定。

(2) 制品形状及尺寸 塑件的形状及尺寸对精度有很大的影响，生产实践证明，制品形状越复杂和尺寸愈大时，其精度就越低。其精度数据，可参见有关资料。

(3) 模具结构 塑件的精度与模具型腔数目和生产批量密切相关。同样表明，单型腔模具结构的精度比多型腔模具结构要高；小批量生产的精度比大批量要高。其精度数据，可参见有关资料。

(4) 模具加工精度 由于注塑制品必须在模腔内成型，因此，它们的精度无论如何也不会超过模腔的精度。模具精度与注塑制品精度的关系如表 1 所示。

表 1 模具精度与注塑制品精度的关系

塑料制品精度	模具精度
4	2
5	3
6	4
7	5
8	6

就目前模具制造技术而言，模腔大部分采用高速铣削、磨削、抛光或电加工方法制造，这些加工方法可以达到所需的最高精度。

2 精密注塑成型塑料的选择

在不同的塑料品种中，由于采用的聚合物和助剂的种类及其配比不同，它们在注塑成型时所表现的流动性能和成型性能将会有很大的差异；即使对于组分和配比完全相同的塑料，由于生产厂家、出厂季节和环境条件等因素影响，用它们注塑出来的制品之间也还存在一个形状及尺寸是否稳定的问题。因此，欲要将某种塑料进行精密注塑，除了要求它们必须具有

良好的流动性能和成型性能之外，还要求用它们成型出的制品能够具有形状和尺寸方面的稳定性。否则，制品的精度就很难保证。从这个观点出发，注塑成型精密塑料制品时，必须对塑料品种及其成型状态和品级进行严格选择。目前，适于精密注塑件品种主要有聚碳酸酯（包括玻璃纤维增强型），聚酰胺及其增强型，聚甲醛（包括碳纤维或玻璃纤维增强型）以及 ABS、PBT 等。

3 精密注塑成型的工艺特点

精密注塑成型的工艺特点主要是注射压力高、注射速度快和温度控制必须精确。

(1) 注射压力高 试验证明，对于不同塑料品种、形状及尺寸，精密注塑成型所需的压力应为 180～250MPa（普通注塑所用的注射压力一般为 40～200MPa），在某些特殊情况下要求更高一些。最高已达 450MPa 左右。

(2) 注射速度快 注射速度的大小，不仅明显影响制品的生产率，更重要的是能减少制品的尺寸公差，这一结论目前已经得到实验证实。为了提高注塑件的精度，尤其对形状复杂制品的成型，近年来发展了变速注射，即注射速度是变化的，其变化规律根据制件的结构形状和塑料的性能决定。

(3) 温度控制必须精确 温度对制品成型质量影响很大，是注塑成型的三大工艺条件之一。对于精密注塑来讲，不仅存在温度的高低问题，而且还存在温度控制精度问题。很显然，在精密注塑成型过程中，如果温度控制得不精确，则塑料熔体的流动性以及制品的成型性能和收缩率就不会稳定，因此也就无法保证制品的精度。从这个角度来讲，采用精密注塑成型时，不论对于机筒和喷嘴，或是对于注塑模具，都必须严加控制它们的温度范围。例如，精密注塑时，对机筒和喷嘴处的温度采用 PID 控制器，温控精度可达 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，而对于普通注塑机，该处的温度可达 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

进行精密注塑成型生产时，为了保证制品

的精度,除了必须严格控制机筒、喷嘴和模具的温度之外,还要注意脱模后周围环境温度对制品精度的影响。

4 精密注塑成型对注塑机的要求

由于精密注塑成型对制品具有较高的精度要求,所以,它们一般都需要在专门的精密注塑机上进行。精密注塑机的特殊要求主要有:

- (1) 注塑功率要大;
- (2) 控制精度要高;
- (3) 液压系统的反应速度要快;
- (4) 合模系统要有足够的刚性。

5 设计精密注塑的注意事项

设计精密注塑模时,除了普通注塑模的设计方法及要求之外,因精度方面的严格要求,还要特别注意下面一些事项。

- (1) 模具应有较高的设计精度

模具精度虽然与加工和装配技术密切相关,但若在设计时没有提出恰当的技术要求,或者模具结构设计得不合理,那么无论加工和装配技术多么高,模具精度仍然不能得到可靠保证。为了保证精密注塑模不因设计问题影响精度,必需注意如下4点。

- ① 零部件的设计精度和技术要求应与制品精度相适应

欲要使模具保证制品精度,首先要求模腔精度和分型面精度必须与制品精度相适应。一般来讲,精密注塑模腔的尺寸公差应小于制品公差的三分之一,并需要根据制品的实际情况具体确定。例如,对于小型精密注塑制品,当基本尺寸为50mm时,模腔的尺寸公差可取0.003~0.005mm,而基本尺寸为100mm时,模腔的尺寸公差可增大到0.005~0.1mm。分型面精度(分型面平行度)主要用来保证模腔精度。对于小型精密注塑模,分型面平行度的技术要求约为0.005mm。

模具中的结构零部件虽然不会直接参与注

塑成型,但是却能影响模腔精度,并进而影响制品精度,所以均应对它们的结构零部件提出恰当合理的精度。

- ② 确定动、定模的对合精度

一般情况下,普通注塑模主要依靠导柱导向机构保证其对合精度。但是,由于导柱与导向孔的间隙配合性质,两者之间或大或小总有一定间隙,该间隙经常影响模具在注塑机上的安装精度,导致动模和定模两部分发生错移,因此很难用来注塑精密制品。除此之外,在高温注塑条件下,动、定模板的热膨胀有时也会使两者之间发生错移,最后导致制品精度发生变化。很明显,在精密注塑模中,应当尽量减小动、定模之间的错移,想方设法确保动模和定模的对合精度,可以设计锥面定位机构或圆柱导正销定位机构与导柱导向机构配用。

- ③ 模具结构应有足够的刚度

一般来讲,精密注塑模必须具有足够的结构刚度,否则,它们在注塑压力或合模力作用下将会发生较大的弹性变形,从而引起模具精度发生变化,并因此影响制品精度。对于整体式凸、凹模,其结构刚度需要由自身的形状尺寸及模具材料来保证,而对于镶拼式凸、凹模,其结构刚度往往还与紧固镶件所用的模框有关。模框材料应采用合金结构钢40Cr,热处理硬度要求HRC30左右。

- ④ 模具中活动零部件的运动应当准确

精度注塑模中,往往也会带有一些能够活动的成型镶块或者活动型芯。如果这些活动零部件运动不准确,即每次运动之后不能准确地返回到原来的位置,那么无论模具零件的加工精度有多高、模具本身的结构精度以及制品的精度都会因此而出现很大波动。为了解决这一问题,需要采用一些比较特殊的运动定位结构,如图2所示的侧向型芯上加设一段锥面之后,便能在合模过程中保证侧向型芯准确地回复到原来位置。

- (2) 避免因模具设计不良而使制品出现不均匀收缩

(下转第33页)

束后, 辅助凸模 12 将芯棒 5 与制件 8 一起排入储料装置内。制件与芯棒的分离是在后续行程时在凹模 11 内用凸模完成的。

4 结束语

采用上述挤压方法, 并利用浮动芯棒与缩口和扩口工序相结合, 可显著扩大用管坯制造零件的品种。由于局部加载, 故可降低总变形力, 并可保证空心制件的内表面质量 ($R_a = 5 \sim 0.65$

 $\mu\text{m})_0$

参考文献:

- [1] А.]. АРТЕС. Техноггзрескзе Прооессы
32готоввезна Поковок 32 Тру\$нух 2аготовок[J].
К. S. П., 2003, (11): 28~29.
- [2] А.]. АРТЕС. Техноггзрескзе Прооессы
32готоввезна Поковок 32 Тру\$нух 2аготовок[J].
К. S. П., 2003, (12): 31~35.

(上接第 26 页)

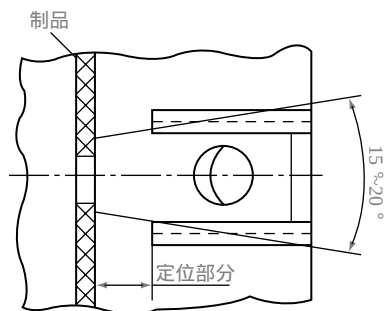


图 2 侧向型芯的锥面定位结构

设计精密注塑时，如果模具结构或温度控制系统设计不当，便容易使制品出现收缩率不均匀的现象，这种现象对制品的精度以及制品精度的稳定性均会产生不良影响。为了避免出现这类问题，需要注意下面 4 点。

- ①浇注系统应尽量使料流保持平衡。
- ②模腔的布排应尽量使模具温度保持热平衡。
- ③温控系统最好能对各个模腔的温度进行单独调节。

- ④凸模和凹模两部分最好分设冷却水路。
- (3) 避免因模具问题使制品出现脱模变形
- 目前的精密注塑制品尺寸一般都不太大，壁厚也比较薄，有的还带有许多薄肋，因此很容易在脱模时产生变形毋庸置疑，这种变形必然会造成制品精度下降。为了避免制品出现脱模变形，应注意下面三点。

①模具除应具有足够的刚度之外，其结构还要适合制品脱模。

②一般来讲，精密注塑制品最好用脱模板（推板）脱模，这样做有利于防止制品发生脱模变形。

③精密注塑制品的脱模斜度一般都比较小，但不大容易脱模。

(4) 对于形状复杂的制品应采用镶拼模具结构

欲使制品能够达到较高的精度，必须对模腔进行磨削，但对模腔能否磨削加工，将受制品形状的复杂程度限制。为了解决这一问题，对于形状复杂的精密注塑制品，最好将其模腔设计成镶拼结构。

参考文献:

- [1] 北京化工学院等. 塑料成型机械[M]. 北京: 轻工业出版社, 1985.
- [2] 曹宏深等. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [3] 奚永生. 精密注塑模具设计[M]. 北京: 轻工业出版社, 1997.
- [4] 中国模具设计大典编委会. 中国模具设计大典, 第2卷[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2003.