



注塑模具的调试

胡海青, 李伟, 刘光烨

青岛化工学院高分子科学与工程学院, 山东 青岛 266042

摘要: 模具调试有三大环节、材料、设备、模具。讨论注塑模具的调试程序、调试前的准备、移交生产前应做的技术工作、调试方法以及模具的计算机辅助工程 (CAE) 在模具设计和调试中的应用。

关键词: 塑料成型; 注塑模具; 模具调试; 计算机辅助工程

注塑试模是根据塑料制品所设计的模具在相应的注射机上进行的主要验证模塑出的制品是否符合设计标准和质量要求。其目的: 一是验证所设计模具的可生产性, 保证注射成型的最佳工艺参数。二是确定该制品注射成型的最佳工艺参数, 相应的注射模具的调试经过工艺确定、流道修改和型腔处理三个大的阶段。

首先要根据注射机和制件材料的性质确定最佳的工艺条件, 保证物料塑化良好, 然后在确定

的工艺条件下, 修改流道, 使得物料充填均匀饱满, 最后通过修改型腔, 保证制件的外形尺寸符合要求。

试模是技术管理、生产管理、经营管理的基础, 它为生产的全过程提供原始数据。因此, 模具调试是塑料制品厂的重要生产环节, 由技术人员承担这一重任。调试人员必须具备塑设备、原料性能、工艺方法及模具结构等方面的知识和丰富的实践经验, 对注射成工艺十分熟, 对注射机的传动调

整操作自如, 对模具结构清楚, 有时打开模具, 不通过试模就能指明模具存在的问题、不必要上机调试。如模具定位圈尺寸同注射机模板定位孔是否吻合, 喷嘴球体 R 和喷嘴孔径与模具的主流道套及孔径是否吻合, 流道尺寸、形式、浇口大小、位置等问题在试模前很容易被发现。调试过程中的问题, 能够及时反应并处理。长时间认真地试模和经验积累, 必然有利于模具设计和制定成型工艺水平的提高^[1-4]。

(接上页)

总和, 材料表现为脆性; 当橡胶粒子的间距小于某一临界值时, 应力场不再是简单的加和, 粒子周围的应力场相互影响, 因而提高了基材的剪切屈服, 材料表现为韧性。因此可认为稳态时橡胶粒子分布较集中, 当发生冲击断裂时, 断裂只发生在橡胶粒子集中区域中的大尺寸粒子, 其他相对较小的橡胶粒子还没有形成银纹, 制品就已经断开了。且稳态时橡胶粒子的分布不如动态那样均匀, 这使其粒子间距总体上较大, 使得受到冲击时发生更多的脆性断裂。而引入了振动场后, 橡胶粒子分布均匀, 这些都得到了改善。

从图中可明显看出, 稳态试

样冲击断面中较多橡胶粒子已与 HIPS 基体脱离, 而动态试样冲击断面中橡胶粒子仍与 HIPS 基体黏结紧密, 可见振动大大改善了橡胶相与塑料基体相的黏结强度, 进而提高了制品的抗冲击强度。但是, 无论是橡胶粒子间距还是界面黏结强度都存在一最佳值。当粒子太多, 间距太小, 以致产生的银纹超过了临界点, 应变能将迅速转化为热能, 反而使材料破坏。同样当界面黏结度超过最大值后, 界面张力的下降使得橡胶分散为更小的粒子而失去了增韧的作用。这也说明了图 3 中当振频继续增大时冲击强度有回落的现象。

3. 结论

(1) 在实际注塑加工全过程引入全程振动场, 可以有效提高 HIPS 试样的力学性能。

(2) 在较佳的振动条件下, HIPS 试样的拉伸和冲击强度同时得到提高, 其中冲击强度提高尤其明显。

(3) 与稳态加工试样相比, 动态加工试样的冲击强度提高最大达 20%。拉伸强度提高最大达 14.4%。

(4) 断面形态分析表明, 相比于稳态注射, 动态注射 HIPS 冲击试样的韧性断裂占不仅细密, 分布也更均匀。



1. 模具调试传递程序

注塑模具调试传递过程^[1]是先由技术部门编写模具调试程序表, 转交给生产计划或新产品开发部纳入工作计划, 按计划要求准备原料、工装或零部件、嵌件、工具等。检查注塑机的配备是否合理, 就可通知模具调试部门实施。常见的模具调递传递程序见图1。

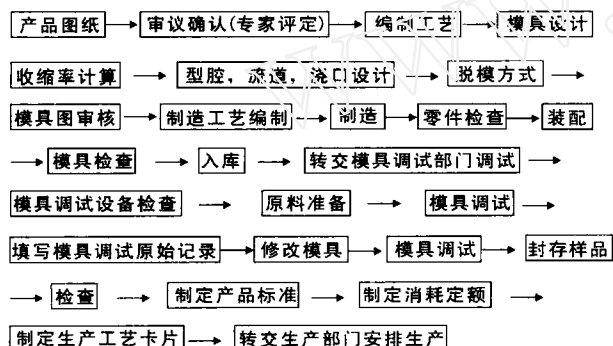


图1 模具调试传递程序

2. 模具调试前的准备

2.1 图纸检查

模具调试必须按对外协作部门或生产部门下达的模具调试通知单, 开始准备。第一步是图纸的审核, 这里指的图纸有二份, 一份是模具调试的产品图纸, 一份是模具图纸。根据产品图纸了解产品要求的材料、几何尺寸、功能和外观要求, 如颜色斑点、杂质、接痕、凹陷等。根据模具图纸可以了解到模具调试选用的设备, 技术参数同模具要求是否吻合, 工具及附件是否齐全。把图纸审理后传递到下道工序。

2.2 设备检查

检查所使用设备的油路、水路、电路、机械运动部分, 按要求保养设备; 检查设备的技术参数定位圈的直径、喷嘴球体R的大小、喷嘴孔径、最小模具厚度、最

大模具厚度、移模行程、拉杆间距、顶出方法等都要满足试模要求, 作好开车前的准备工作。

试模设备应该同将来生产时的机器相一致。这是因为设备的技术参数同试模产品的技术标准有联系, 温度的波动、压力的变化幅度、空循环的时间以及机械和液压传动的稳定性等都会影响产品的质量。采用大合模力的设备

试模, 调换到小合模力的注射机上, 成型条件有可能需要改变。

2.3 材料准备

检查所加工的塑料原料的规格、型号、牌号、添加剂、色母料等是否满足要求, 对于温度大的原料应进行干燥处理, 确

定配比。

原则上原料应采用图纸规定的原料, 因为模具是根据原料的物理力学性能设计的。也可以用流动性好、易快速固化、热稳定性好的原料。试验模具的结构, 使产品各部位、圆角、壁厚、加强筋的分布情况真实地体现出来, 可以作为修改模具的参考使用。

2.4 模具检查

模具安装到注射机前, 应该根据模具图纸对模具检查, 以便及时发现问题, 进行修模。根据模具装配图可以检查模具的外形尺寸、定位圈尺寸、主流道入口的尺寸、与喷嘴相配合的球体R尺寸以及冷却水的进口与出口、压板垫块高度、宽度等。模具的浇注系统、型腔等需要打开模具检查, 当模具动模和定模分开后, 应该注意方向记号, 以免合拢时搞错。

2.5 冷却水管或加热线路

接通模具冷却水管或加热线路检查, 如果分型面采用液压或马达, 也应该分别接通检查。

2.6 工具及附件

试模工具是试模人员的专用工具, 盛装在手提式工具箱内, 携带方便。每个调试人员应该配备一套。同试模有关的工具是机械搬手、垫块、检查模具温度测温计、检查模具尺寸的量卡器具、检查制品用的工具等, 以及操作时常用的铜棒、铜片及砂纸等必备品。

嵌件的检查很重要, 试模的各种嵌件包括金属嵌件, 塑料嵌件、橡胶嵌件卡纸制品嵌件, 还有为保证制品成型后不变形用的定型件等, 必须进行严格检测, 以免损伤模具。造成不可弥补的损失。

3. 装模

3.1 吊装

模具吊装时必须注意安全, 两个人要密切配合, 尽量整体安装。若有侧向分型机构, 大多数情况下, 滑块在水平位置, 活块在平面内左右移动。

3.2 紧固

模具定位圈装入注射机的定位圈后, 用极慢的速度闭模, 使动模板将模具轻轻压紧, 然后上压紧板。压紧板根据模具的大小, 可以有4~8块。压紧板调节螺钉高度必须与模脚同高, 以保证压紧板平, 能够压紧模脚。检查模具平行度、垂直度, 托架的牢固程度, 调整料筒和模具中心孔的同心度。

3.3 顶出距离和顶出次数的调节

模具紧固后慢慢启模, 直到动模板不再后退, 调节顶出杆的位置, 使得顶出板与动模底板之间有5mm以上的间隙, 以保证能够顶出制品而不损坏模具。



顶出次数根据制品需要而定,可以一次顶出,也可以多次顶出,可以在注射机操作面板上选择顶出次数。对于依靠出力和开模力实现抽芯的模具,应注意顶出距离和抽芯机构工作的协调,以保证动作起止、定位、行程的正确,以免发生干涉现象。

3.4 锁模松紧度的调节

锁模松紧度要调节得合适,既要防止溢料,又要保证型腔适当排气。对于需要加热的模具,应该在模具达到规定的温度后再校正闭模松紧度。对于全液压式合模机构,锁模的松紧度只要观察锁模压力是否在预定的工艺范围内。对于液压肘杆式合模机构,可根据锁模力的大小或经验来判别。

3.5 模具低压保护调节

初步完成锁模松紧度调整之后,为确保模具工作安全检查,必须进行模具定位。选定低压保护的起始点,然后在低压保护作用下,以最慢的速度闭模,调整行程开关,使模具分型面相间0.2~0.5mm时,低压保护作用结束。反复试验,保证低压保护灵敏可靠。

4. 工艺条件确定

根据加工塑料的特性,按推荐的工艺参数,先取预选的工艺参数较低的值,然后在模具调试过程中进行调整。

4.1 判别机筒和喷嘴温度

根据熔料塑化质量来确定机筒和喷嘴温度。将喷嘴脱离固定模板主流道,用较低的注射压力,使熔料从喷嘴缓慢流出,观察料流,若没有硬块、气泡、银丝、变色等缺陷,料流光滑明亮,则说明机筒和喷嘴温度比较适合,就可以开始试模,反之,则需进行适当的调整。

4.2 加料方式的选择

注射机加料方式有如下三种,根据物料及模具情况选择合适的加料方法。

一是前加料,即每次注射后,塑化达到要求容易时,注射座后退,直至下一工作循环开始时再前进,使喷嘴与模具接触,进行注射。此法用于喷嘴温度不易控制、背压较高、防止回流的情况。

二是后加料,即注射后注射座后退再进行预塑料化工作。待下一工作循环开始,复回进行注射。此法用于喷嘴温度不易控制及加工结晶塑料。

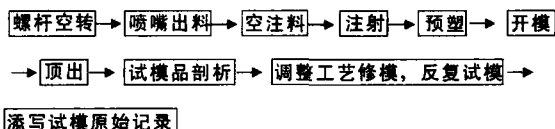


图2 注射模具调试步骤

三是固定加料,即在整个成型周期中,喷嘴与模具一直保持接触,是目前常用方法,适用于塑料成型温度范围较广,喷嘴温度易控制的场合。

4.3 注射量的调节

注射量即是一次注入模内的物料量,它包括塑料量及流道中物料量。加料量通过注射机的加料装置调节,最后以试模结果为准。注射量一般不应超过注射机注射量的80%。

4.4 塑化能力调整

塑化能力主要调节螺杆转速、预塑背压和料筒、喷嘴温度。这三者是互相联系和互相制约的,必须协调调整,整个塑化时间不应超过制品冷却时间,否则就要延长成型周期。螺杆转速调节的范围稍大一些,但不得超出工艺所要求的范围,并选用注射机螺杆转速的最佳工作范围内的转速,以减小螺杆转速的波动。

在预塑化时,控制合理的预

塑背压,有利于物料中气体排出,提高塑化质量。背压的高低由所加工的塑料性能以及有关工艺参数决定,一般为0.5~1.5MPa,对于高粘度和热稳定性差的塑料,宜用较慢的螺杆转速和较低的预塑背压,对低粘度和热稳定性好的塑料,可采用较快的螺杆转速和略高的预塑背压,但应防止熔料的流涎现象。

4.5 注射压力调节

根据加工制品形状、壁厚、模具结构设计、塑料性能等参数,可预先选取注射压力和注射速度。

但开始时,原则上选取较小的注射压力,待模具温度达到要求的工艺参数范围,观察熔料充模情况,若充模不足或有其它相应的缺陷,则逐渐升高注射压力。在保证完成充模情况下,应尽量选取较低的压力,这样可以减小锁模力和降低功率的消耗。

4.6 注射速度调节

一般注射机没有高速和慢速注射,对于薄壁成型面积大的塑料,宜用高速注射,厚壁成型面积小的塑件,采用低速注射。某些塑料对剪切速度十分敏感,注射速度的控制应有利于熔料充模和防止熔料变质。在高速和低速注射成型都能满足的情况下,宜采用低速注射(玻璃纤维增强除外)。

5. 模具调试过程

注射模具调试主要分为如图2所示的几个步骤。

5.1 试模操作方式

注射机的操作一般有手动、半自动、全自动三种方式。试模时一般采用手动方式,以便于有关工艺参数的控制和调整,一旦出现问题,可立即停止工作。



5.2 压力、时间、温度调整

试模时,原则上选择低压、低温、较长时间条件下注射成型,然后按压力、时间、温度和先后顺序调整。压力变化的影响很快从制作上反映出来,所以,首先调节压力。只有当调节压力无效时,考虑调节时间。延长时间,实质是延长物料的受热时间,提高物料的塑化效果,如果无效,考虑提高温度。由于物料温度达到新的平衡要经过大约15min左右,不能马上从制品上反映出来,所以要耐心等待。温度不能一下升得很高,以免塑料过热降解。试模时的成型周期较长,待试模正常后,测定成型周期的时间,有时用半自动或全自动操作方式,预测成型周期。

5.3 调节模具温度及水冷却系统

模温调节对制品质量和成型周期都有大的影响。试模时就根据所加工的塑料及加工工艺条件,合理地进行调节。在保证充模和制品质量的前提下,应选取较低的模具温度,以便缩短成型周期,提高生产效率。

水冷却系统用来控制模具温度、料筒及螺杆温度以及注射机液压系统的工作油温。主要通过调节水冷却系统的流量,达到控制温度的目的。

5.4 模具维修

待工艺条件稳定后,根据注塑件的形状、尺寸、外观修改模具,使得制品达到用户要求。具体的修模方案,具体情况具体分析。

在模具的使用过程中,也会产生正常的磨损或不正常损坏,经过局部维修后还可以使用,这时要根据模具的具体情况,更换零件、铜焊或镶嵌修复型腔等方法修补。模具应该经常检查维修,以保持其在良好状态下生产。

5.5 再次调试

模具调整一次,不一定能够解决所有的问题,有时需要重复

上述过程几次,直到产品达到最终的质量要求。

5.6 模具调试记录

设计的模具是否合格、成型出的制品是滞符合要求、模具是否能用于生产等,在模具调试过程中基本得到验证。因此,有必要建立模具调试档案,每次模具调试,都应该作好记录,主要包括以下这些项目:

- (1) 试模所用设备的规格、型号、生产厂家。
- (2) 试模用塑料的规格、牌号、生产厂家。
- (3) 模具高度的工艺条件。
- (4) 模具名称及生产厂家。
- (5) 试模环境。
- (6) 试模过程纪要 试模过程中一系列工艺参数的记录、操作过程以及试模过程中出现问题、解决方法及措施等。
- (7) 试模结果: 模具是否合格或提出返修、改进等意见。
- (8) 试模人员情况及试模人员签字。
- (9) 试模日期。
- (10) 模具调试制品的存放条件 如室温、湿度、时间及处理后状况。
- (11) 型材的表面质量及质量和尺寸是否稳定。

原始记录的数据不但对模具调试、模具的修整有用,而且可以帮助模具调试人员详细地研究分析问题。

原始记录的数据不但对模具调试、模具的修整有用,而且可以帮助模具调试人员详细地研究分析问题。

5.7 结束工作

模具调试结束后,应将料筒内的熔

料排尽,然后将设备上电源按要求顺序切断,最后关闭冷却水源,操作面板上的按钮复位,在设备电源切断前,将模具拆下,并清洗干净,涂上防锈油,然后分别入库存或改进、返修。

检查完毕填写入库卡片送到模具库保管,如果模具调试结束可以投入生产,需将模具调试的产品质量标准、原材料的消耗定额、产品合格品率等条件用卡片的形式传递给生产部门、质量部门和与生产有关的岗位。

由于调试人员掌握模具设计是否合理的第一手资料,所以调试完成后,应该提出模具改进意

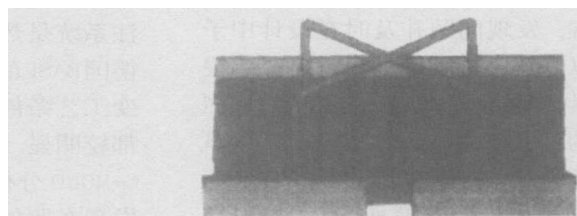


图3 原产品及浇注系统设计

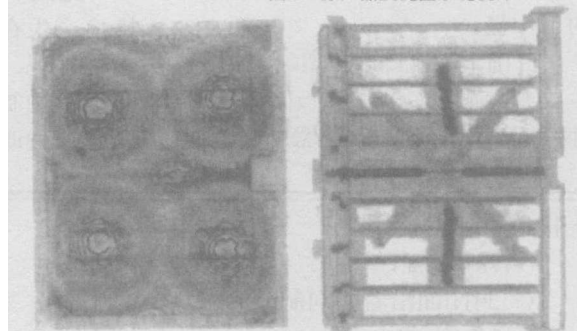


图4 原设计充填流动和熔接痕 CAE 分析

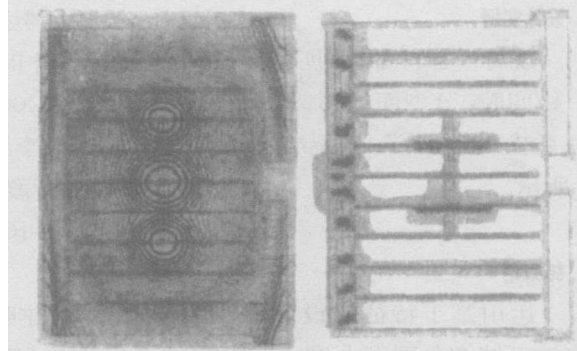
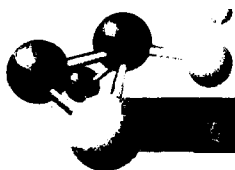


图5 改变方案的充填流动和熔接痕 CAE 分析



见和建议,提交技术部门,作为模具设计改进的资料。同时模具设计人员应该亲自到生产现场,参与调试,以便总结提高。

6 计算机辅助工程(CAE)在模具调试中的应用

随着计算机的发展,计算机在塑料行业中的应用越来越广,近年来开发了注射成型的计算机辅助工程 CAE (Computer Aided Engineering) 软件,对注塑过程,包括充填、保压、冷却直至翘曲变形进行计算机仿真模拟。将计算分析的结果图形化,找出成型后产品可能出现的缺陷,如此,可以使设计师在设计阶段就对自己所设计的产品成型后的质量有所把握,发现问题并及时在设计中予以修正,较正确地设计制品、模具,布置流道系统,确定注射成型的工艺条件,从而减轻模具调试的强度,提高成功效率。通过 C-MOLD 分析后的模具,有可能一次试模成功,大大减少了模具调试的工作量。

目前,市场上的注塑 CAE 软件主要有美国的 C-Mold、Mold Flow (两家公司已经合并)、意大利的

FA、德国的 Mould CAD 等,国内有郑州工业大学开发的 Z-Mold 软件等。

将现代化的分析手段应用于生产中是提高生产效率的关键,也是对模具的传统经验设计、调试的挑战。当然,CAE 只能是辅助设计分析系统,只能为人们提供参考信息,最后的成功还是要通过人工的调试,因为 CAE 的分析是在各种影响条件理想化的情况下做出的分析,而影响生产的因素太多,还存在制造误差,机器设备的性能偏差等等问题,但这也不妨碍 CAE 成为人们的得力助手。

图 3 是洗衣机风道盖板模具的流道系统,制品的尺寸为长×宽×厚=486×582×2.5mm,浇注系统是热流道四浇口,原料为德国 BASF 的 PS476L。无论怎样改变工艺条件,制件的正面熔接痕都较明显,影响制件的外观。通过 C-MOLD 分析充填流动和熔接痕,发现在制件的表面形成 4 道熔接痕(见图 4),其中两道横向的熔接痕产生在制件的小凸条处,不影响外观,而两道纵向的熔接痕明显影响制件外观。通过分析,可以有几种改进方案,其中一种是

采用三浇口,CAE 分析结果如图 5 所示,熔接痕的位置正好处于凸条处,较好地解决了这个问题。

7. 结论

模具调试是塑料生产的一个关键环节,只有经验丰富的调试人员才能很好地完成调试任务,但是充分做好准备工作,及时总结,是提高模具设计水平和调试水平的一个方面。同时,充分利用计算机辅助分析,可以预测模具设计和成型条件对产品的影响,发现可能出现的缺陷,减少失误,减轻模具调试的强度,提高成功效率,生产出所需要的塑料制品。

参考文献

- [1] 胡海青. 塑料挤出模具的调试[J]. 模具工业, 2000, 9: 49-52.
- [2] 王兴天主编. 注塑成型技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.
- [3] 钟志雄编著. 塑料注塑成型技术(修订本)[M]. 广州: 广东科技出版社, 1995.
- [4] 成都科技大学等合编. 塑料成型模具[M]. 北京: 轻工业出版社, 1983.

上接第 30 页

(3) 封闭面沿着指向制品的方向扫过给定的距离即可。

4. 设计实例

现有一零件如图 4 所示, 采用一模四腔, 分型面如图 5 所示, 浇注系统如图 6 所示, 分型结果如图 7 所示。

5. 结束语

运用基于特征的设计方法, 浇注系统在分型面上设计, 从而实现了浇注系统与成型零件的同

时生成。

参考文献

- [1] 李德群. 塑料成型工艺及模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994. 66.
- [2] 李海梅, 王国中, 等. 注塑模浇注系统的计算机辅助设计软件[J]. 中国塑料, 1996, 10(6): 88-92.
- [3] 李昕, 吴崇峰. 注塑模浇注系统的计算机辅助设计[J]. 塑料科技, 2001, (1): 12-14.

[4] 姚强, 鲍家福, 邵鹏飞. 多型腔注射模浇注系统 CAD[J]. 模具工业, 1997, 11: 13-16.

[5] 宋翠芳. 专家系统在选择注射模浇注系统上的应用[J]. 中国机械工程, 1995, 6(2): 44-45.

[6] 文劲松. 基于知识的注塑模具设计系统关键技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学博士学位论文, 2001. 4

[7] 文劲松, 李德群. 注塑模三维成型零件的生成研究[J]. 中国塑料, 2001, 15(5): 78-80.