

塑料注射模成型缺陷及预测

刘建雄¹, 吴正宇², 陈泽民¹

(1. 昆明理工大学 机电工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 昆明理工大学 生物与化学工程学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 对塑料注射成型中产生的缺陷进行了分析, 对产生原因和预防措施进行了讨论. 利用 CAE 技术通过实例对注射模成型中的缺陷进行了预测, 预测结果与实际较为吻合. 通过对各种缺陷的预测, 可避免或减小缺陷产生的可能性, 利用预测结果优化注射成型工艺, 修改模具结构, 提高注射模设计质量.

关键词: 注塑成型; 塑料注射模; CAD/CAM/CAE; 模具设计

中图分类号: TH164 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2006)02-0040-04

Molding Faults and Forecast in the Plastic Injecting Process

LU Jian-xiong¹, WU Zheng-yu², CHEN Ze-min¹

(1. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Faculty of Biological and Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

Abstract: Firstly an analysis is made on the molding faults in plastic injecting process and a discussion is given to the faults reasons and some measures. The faults of plastic injecting process are forecasted by the CAE. The result is close to the experimental one. Using the result can reduce or avoid the possibility of faults, optimize plastic molding techniques, modify molding structure and improve the designing quality of injection mold.

Key words: injection molding; plastic injection moule; CAD/CAM/CAE; mould design

0 引言

在塑料制品生产中, 注射成型是最常用的方法之一. 虽然注射成型得到了较为广泛的应用, 但是在实际生产中经常出现由于设计经验不足、塑料件结构复杂、注射成型工艺影响因素多等原因造成塑料件不合格. 成型时的各种缺陷造成塑料件的不合格. 常见的塑料件缺陷有: 充填不足、飞边、缩孔、气泡、熔接痕等. 造成注塑件这些缺陷的原因非常复杂, 有时很多原因相互影响, 要准确确定缺陷产生的原因有一定的困难. 但总体可分为由于注塑成型设备、注塑成型工艺及注塑模设计三个方面选择和设计不当而引起的缺陷. 为了提高模具设计质量、减少或避免塑料注射成型缺陷, 本文对注塑成型中的缺陷、引起缺陷的原因作了分析, 并使用 MOLDFLOW 和 ANASY 对部分缺陷进行了预测^[2-5].

1 塑料注射成型缺陷及解决途径

1.1 熔接痕

熔接痕为熔融的塑料在模腔中流动时两股塑料会合形成的痕迹. 熔接痕不但有碍于塑件的美观, 同时在熔接痕处塑料性能明显下降, 对于纤维增强塑料影响更为明显. 在模具设计中要尽量减少熔接痕的数量, 控制熔接痕的位置.

解决熔接痕缺陷的措施有: 优化成型工艺条件 (如提高塑料熔融温度、模具温度、增大注射压力和注射速度等), 以提高塑料的流动性; 改变浇口位置和浇口数量, 以改变熔接痕的位置及数量; 在熔接

收稿日期: 2006-01-20. 基金项目: 云南省自然科学基金资助项目 (项目编号: 2001E0016M).

第一作者简介: 刘建雄 (1962~), 副教授. 主要研究方向: 模具 CAD/CAM. E-mail: ljx5192665@163.com

痕处增加排气槽,降低塑料流动阻力;在熔接痕处增加冷料井,将塑料料头冷料储存于此,成型后再将冷料井切除;增加流道和浇口尺寸,提高注射速度。

1.2 充填不足

充填不足表现特征为从注射机中注射出的熔融塑料没有充满型腔,出现不完整制品的现象,工厂中有时称为缺料、缺肉。造成充填不足的原因有注射压力不足、塑料流动性不够、塑料容量不足、型腔排气不好。

解决充填不足的措施有:提高注射压力;提高塑料熔融温度、模具温度;增设排气槽或冷料井;提高注射速度;优化浇口位置和浇口数量,缩短塑料在型腔中的流动距离;缩短注射时间;选用流动性好的塑料。

1.3 飞边

飞边为从模具的分型面或装配的间隙中溢出塑料的现象。制件产生飞边的原因主要有:注射压力过大、锁模力不够、塑料流动性太强等原因。

减小飞边的措施有:1)降低塑料熔融温度和模具温度。2)降低注射压力,提高锁模力。3)研磨溢边发生的模具面,调整模具装配的间隙。4)增加模具强度和刚度。5)根据不同材料确定排气槽尺寸。6)选择粘度较大的塑料。

1.4 气泡

气泡缺陷是指塑料制品内部包入空气或气体,出现空洞的现象。气泡产生的原因是由于塑件在冷却时,体积收缩在壁厚部分形成空隙,或塑料中水分与挥发物含量太高,成型时变为气泡而包封在塑料件内部。

对由于塑件壁厚太大造成的真空气泡解决的主要措施有:根据壁厚,优化浇口和浇道尺寸;降低注射速度,提高注射压力;延长注射、补缩时间。

对由于挥发性气体而造成的气泡,解决的方法有:对塑料充分干燥,特别是在雨季、空气湿度大的地方要特别注意;降低塑料熔融温度,避免塑料产生分解。

1.5 翘曲及扭曲变形

在注射成型中,当塑件有内部应力产生时,则会发生变形,平行部分的变形称为翘曲,对角方向的变形称为扭曲。产生翘曲、扭曲变形的主要原因有:塑料固化收缩不匀、塑件脱模不良、成型工艺条件选择不当、冷却不充分等。

解决翘曲及扭曲变形的措施有:成型工艺条件引起残余应力造成的变形时,可通过降低注射压力、提高模温并使模温均匀,也可采用注射后退火处理方法消除内应力;由于脱模不良引起应力变形时,可通过增加推杆数量和面积、设置或增加脱模斜度等方法,避免脱模时塑件变形;由于冷却方法不当,使冷却不均匀或冷却时间不足时,可采用延长冷却时间等措施。对于成型收缩引起的变形,要通过优化模具设计,改进塑件形状来克服,如尽可能使塑料件壁厚均匀,添加加强筋。对于变形严重的可以通过在变形相反方向修正模具,来补偿收缩变形,使塑件收缩后正好达到要求。

1.6 龟裂

龟裂是指制品表面有裂纹,尤其是制件有尖锐的突角时,常伴有裂纹产生。龟裂使塑料制品较常见的一种缺陷,产生的主要原因是由于应力变形所致。

残余应力引起的龟裂。塑件中的残余应力主要有填充过度、脱模顶出和镶嵌件三种原因造成。对由于填充过度造成的龟裂可采取以下措施:浇口附近的龟裂。在浇口处残余应力大(特别是直浇道处),很容易在这些地方产生龟裂。可考虑采用其它类型浇口如多点分布点浇口、侧浇口等,避免龟裂。由于塑料粘度大,流动阻力大造成的龟裂。在保证塑料不分解、不变质的条件下,适当提高塑化温度或模具温度,降低熔融塑料粘度,提高塑料流动性,同时也可以降低注射力,以减小应力。由于注射和保压时间过长产生的应力造成的龟裂,应将其适当缩短或进行二次保压。塑料的种类不同,产生龟裂的可能性不同。部分非结晶型树脂(如 ABS、PMMA 等)和部分结晶型树脂(如 PE、POM 等)容易产生残余应力,在确定成型工艺和模具设计时应特别注意。由于顶出塑件过程造成的龟裂,可采用增大脱模斜度、降低模具型腔及型芯表

面粗糙度、增加顶杆数量和顶杆与塑件接触面积来降低残余应力,减少龟裂。塑件在镶嵌件处的龟裂,在注射成型的同时嵌入金属嵌件,很容易产生过大应力,有些会在塑件存放一段时间后才发生龟裂,危害大。克服的办法一是要增大塑件龟裂处的壁厚,二是要选择热膨胀系数小的塑料如玻璃增强塑料等,三是成型前对金属嵌件预热。

外部应力引起的龟裂,主要是由于塑件结构设计不合理而造成应力集中,如在塑件上尖角、面积突变处很容易产生龟裂。主要通过修改塑件设计,避免尖角或面积突变。

外部环境引起的龟裂,化学药品、吸潮引起的水解,以及再生料的过多都会使塑料性能降低,产生龟裂。

1.7 喷射流

喷射流是指熔融的树脂从浇口射入型腔时,沿着流动方向所形成的弯曲如蛇形一样的痕迹。喷射流的形成原因是由于充填速度过快造成的,因此降低注射速度,加大浇口横断面积,升高模具温度,都可以减小或防止喷射流。

使用侧面浇口的模具,如果流道内设计的冷料穴太小,则容易发生喷射流,这时应选择合适的浇口形状,如采用扇形浇口、膜状浇口、护耳式浇口等。

1.8 表面光泽不良

制件表面失去塑料本身的光泽,形成乳白色层膜或模糊状态。光泽不良的主要原因是模具表面过于粗糙度值较大所致。其次,流动性差的树脂接触到模壁会立即固化,表面光泽也不好。树脂干燥不充分,使挥发物或水分在模具与树脂之间凝缩,也会造成表面光泽不好。提高塑件表面光泽性的措施有:抛光模具型腔表面或镀铬、充分干燥树脂、提高模具与树脂温度。使用过多的脱模剂或油脂性脱模剂也会危害塑件表面光泽,所以对脱模剂的选用要注意。

1.9 烧焦(烧伤)

烧焦是指在成型制品的表面,因塑料过热分解而产生变色。烧焦可能发生在注射机料筒中或模具型腔内。

对于注塑机料筒中的烧焦,由于异常情况造成料筒过热使塑料高温分解、烧焦后注射到制品中,或者由于料筒内塑料滞留时间过长,塑料分解变色带入制品,使制品有茶色或黑色斑点,此时应清扫加热料筒和喷嘴。

模具原因造成的烧焦,由于模具排气不好,造成气体聚集,在高温高压情况下烧焦塑件,此时应在模具发生烧焦处增加排气槽或排气杆来解决。热流道模具中,塑料在流道内滞留时间过长,或流道温度过高也会造成烧焦。

2 注射缺陷的预测

塑料注射成型过程中,塑料原料要在有限时间内完成固体输送、熔融、熔体流动、压实、固化等非等温、非平衡过程,并伴随相变发生、分子取向、纤维取向及可能的结晶等复杂的物理、化学现象。成型过程中会产生充填不足、飞边、气泡、缩孔、翘曲变形等众多缺陷。由于影响因素较多仅仅依靠设计人员的经验避免注塑成型缺陷是不够的,有时会因考虑不周造成模具报废。本文利用流动分析软件和有关应力分析软件对注射过程中可能出现的充填不足、气泡、熔接痕和塑件的翘曲缺陷进行了预测。根据预测结果有目的地修正设计方案和工艺条件,避免模具设计和制造过程中产生的不良后果。

2.1 充填不足的预测

图1、图2为某热水瓶塑料外壳,采用注射成型方法生产,注射浇口设在水瓶手柄处。图1为采用Moldflow流动分析软件和Ansys应力分析软件对该件注射过程中填充能力的模拟结果,由图可看出在注射过程中会出现充填不足缺陷。图2为在相同条件下实验结果,由图可看出也出现了充填不足的缺陷,实验出现的缺陷的位置、大小与预测结果基本吻合^[1]。

2.2 气泡的预测

为了确定排气位置,对注射过程中气泡产生的位置和多少需要预测。图3为某塑料件形状及浇口的设

计位置. 图 4 为气泡产生的位置和数量, 在模具设计时需在图 4 气泡产生的位置考虑排气措施, 避免在塑件中出现气泡.

2.3 熔接痕的预测

熔接痕处塑件的强度、化学性能会明显下降, 外观也会受到影响. 在设计模具时需预先判断熔接痕的大小及位置. 图 3 零件及浇口位置, 熔接痕的大小及位置预测结果如图 5 所示.

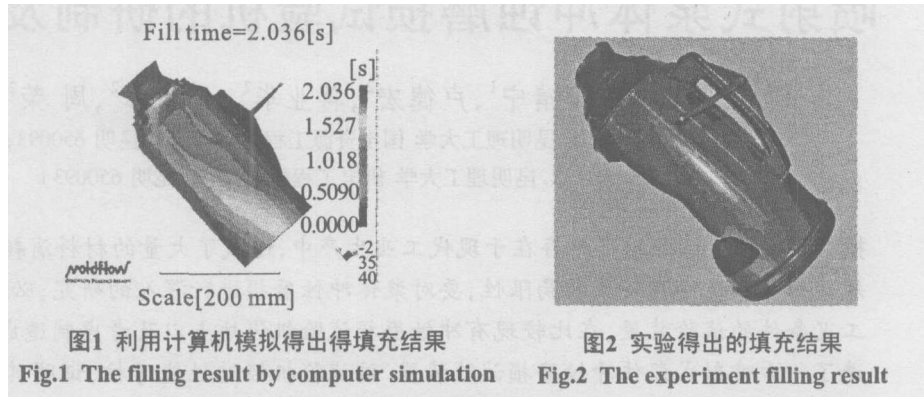


图1 利用计算机模拟得出得填充结果
Fig.1 The filling result by computer simulation

图2 实验得出的填充结果
Fig.2 The experiment filling result

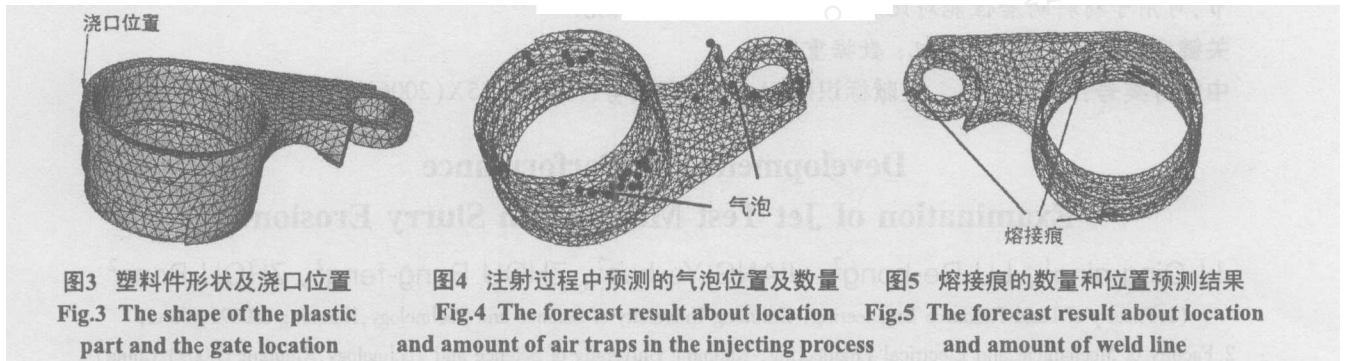


图3 塑料件形状及浇口位置
Fig.3 The shape of the plastic part and the gate location

图4 注射过程中预测的气泡位置及数量
Fig.4 The forecast result about location and amount of air traps in the injecting process

图5 熔接痕的数量和位置预测结果
Fig.5 The forecast result about location and amount of weld line

模具设计时, 可根据塑件使用情况, 参考熔接痕预测结果, 通过优化浇口位置和数量减少熔接痕的数量, 改变熔接痕的位置.

2.4 塑件翘曲变形^[2]

图 6 为一平板类塑件, 材料为 ABS, 该塑件注射成型时, 容易出现翘曲变形. 设计模具时需考虑减小翘曲变形, 对平整度要求高的塑件尤为重要. 本文对该塑件冷却时的翘曲变形进行了预测. 预测结果如图 7 所示.

由图可以看出, 该件在冷却时, 会产生较大的翘屈变形. 为了避免或减小翘屈变形, 可采用多点浇口、优化冷却方案等措施, 减小塑件翘曲变形量.

3 结束语

本文对塑料注射成型中常见的熔接痕、充填不足、飞边、气泡等九种缺陷进行了分析, 对产生这些缺陷的原因进行了探讨. 针对缺陷产生机理, 提出了避免或减小这些缺陷的措施.

利用 CAE 技术对塑料注射成型中的 4 种缺陷进行了预测. 通过对塑料注射过程模拟及可能出现的各种缺陷的预测, 优化注射成型工艺参数, 修改模具结构. 利用此方法可以较大幅度提高注射模设计质量, 降低塑料件废品率.

(下转第 47 页)

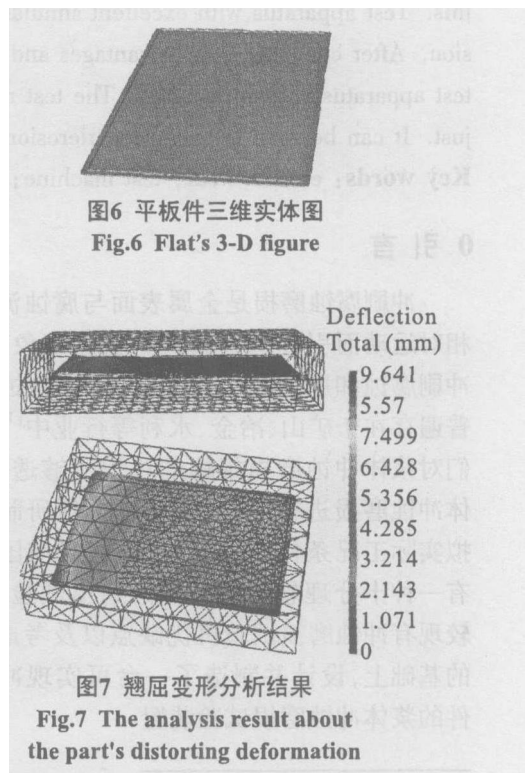


图6 平板件三维实体图
Fig.6 Flat's 3-D figure

图7 翘屈变形分析结果
Fig.7 The analysis result about the part's distorting deformation

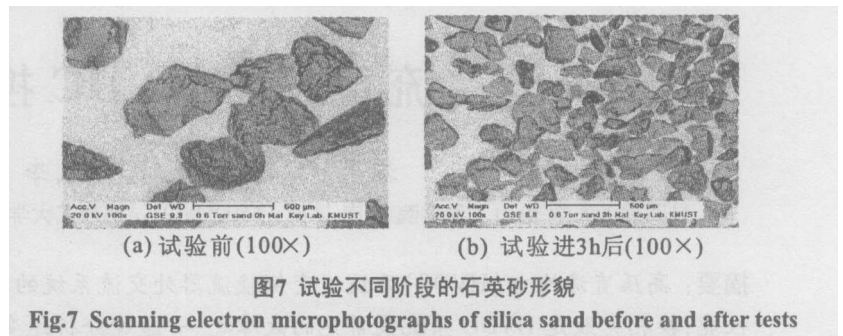
3 结论

1) 该冲蚀磨损试验机经过性能考核证明其供浆稳定,数据重现性较好,试验最大误差小于 4%,能够较好的反映试验参数的变化,并与相关文献有类似的变化规律,可用于冲蚀磨损机理的研究。

2) 经过对磨损试验机冲蚀磨损率随时间变化规律的研究,表明每次进行冲蚀磨损试验前须重新更换浆料,以保证试验在相同的试验条件下进行。

参考文献:

- [1] 刘家俊. 材料磨损原理及耐磨性 [M]. 北京:清华大学出版社, 1990: 1 - 5.
- [2] 李诗卓,董祥林. 材料的冲蚀磨损与微动磨损 [M]. 北京:机械工业出版社, 1987: 2 - 5.
- [3] 陈冠国,褚秀萍. 关于冲蚀磨损问题 [J]. 河北理工学院学报, 1997, 19(4): 27 - 32



(上接第 43 页)

参考文献:

- [1] LU Jian - xiong, LIAO Pi - bo, XIAO Zheng - ming Core Deformation Analysis and Defect Prediction in Injection Molding Process[A]. Proceedings of 2005 2nd international Conference on Die & Mould Technology[C]// China Machine Press 319 - 325.
- [2] 陈志新,刘建雄. 注塑模设计的 CAE[J]. 昆明理工大学学报:理工版, 2003, 28(增刊): 162 - 166
- [3] 黄雁,彭华态. 塑料模具制造技术 [M]. 广州:华南理工大学出版社, 2003: 67 - 71.
- [4] 李海梅. 注射模成型缺陷探讨 [J]. 模具工业, 1997, 192(2): 42 - 45.
- [5] 陈静波,申长雨. 注塑模冷却分析系统的研究与开发 [J]. 中国塑料, 1999, 13(4): 93 - 99