

文章编号 :1007 - 6492(2000)03 - 0089 - 04

注射模 CAE 分析软件 Z - MOLD 的开发及应用

董斌斌,李 倩,陈静波,申长雨,余晓容

(郑州工业大学橡塑模具国家工程研究中心 河南 郑州 450002)

摘 要 :对注塑模 CAE 软件 Z - MOLD 的结构、功能设计、运行模式作了详细描述。结合实际,着重论述利用注塑模 CAE 技术在计算机上快速模拟制品的熔接线和气穴位置,并根据产品的要求和模具设计准则,通过改变浇口位置来避免不合适的熔接线和气穴位置。

关键词 :注射模 ;计算机辅助工程 ;熔接线 ;气穴

中图分类号 :TP 39.7 文献标识码 :A

0 引言

在当今竞争日益激烈的塑料工业环境中,新产品的上市速度、质量已成为企业发展的关键,要在极短的时间内将产品推向市场,又要提高产品的性能和质量,还要降低产品制造成本,从而使 CAD/CAE/CAM 系统成为 TQCS(研发时间 T、质量 Q、成本 C、服务 S)综合提高的必备工具。目前,传统的模具设计制造已无法适应新形势,而现代科学技术的发展,尤其是计算机技术的高速发展,为注塑产品的模具设计及制造采用高科技创造了条件。其中注塑模计算机辅助工程(CAE)技术将工程设计、试验与分析贯穿于产品研制过程的每一个环节,指导和预测产品的构思和设计。它能在制造模具之前,预测熔体在型腔中的流动、保压等行为,帮助发现潜在的问题,有效地控制问题的发生,从而提高塑件的质量。

1 CAE 软件的作用

注塑模 CAE 的理论基础是聚合物加工流变学、传热学、数值计算方法和计算图形学等。其作用表现在能优化塑料制品设计、模具设计和注塑工艺参数。

1.1 优化塑料制品设计

模具设计质量直接关系到塑料制品的质量、成本及生产周期。如果模具设计不合理,则制品可能出现明显的表面熔接痕、充填不足、凹痕、焦斑、

翘曲及残余应力过大等缺陷。塑件壁厚、浇口数量及位置、注塑模流道系统的设计等对于塑料制品的成败和质量关系极大。以往完全依赖于设计者个人的经验,用手工方法去实现,往往费力、费时,设计出的制品不尽合理。利用注塑模 CAE 系统,可以快速地设计出最优的塑料制品。

1.2 优化塑料模具设计

每次试模不成功,往往要修补的是浇注系统。利用注塑模 CAE 系统,可以对浇口位置及尺寸、流道尺寸、冷却管道尺寸、冷却管道布置及联接方式等进行定量分析,在计算机上模拟试模和修改设计方案,可以大大提高模具质量,减少实际试模次数。

1.3 优化注射工艺参数

注塑模 CAE 系统可以帮助注塑工艺人员确定最佳的注射压力、锁模力、模具温度、熔体温度、注射时间、保压压力和时间、冷却时间等工艺参数,以注射出最佳的塑料制品来。

2 Z - MOLD 软件的组成与功能

注塑模计算机辅助工程软件 Z - MOLD 包含前置处理、后置处理、初始设计、流动分析、简易流动分析、保压分析、冷却分析 7 个模块(见图 1)。该系统在 Visual C++ 软件开发环境下用 C 语言编程。可在 PC586 以上机器,中文 Windows 95 操作系统环境下运行。

2.1 Z - MOLD 软件各模块功能

前置处理是建立模型并进行有限元网格划分

收稿日期 2000 - 04 - 22 ;修订日期 2000 - 06 - 12

基金项目 河南省“模具、材料工程及装备”重点学科开放实验室资助项目

作者简介 董斌斌(1971 -),女,河南省郑州市人,郑州工业大学助教,主要从事注塑模 CAE 应用方面的研究。



图 1 Z-MOLD 软件的应用过程

的建模器,主要包括几何造型、拓扑定义、网格划分、直接定义浇口、流道的位置和尺寸等功能。

初始设计是树脂材料、模具材料和成型工艺条件的选择器,用户可根据需要选择所需材料、添加材料,自动形成分析所需的输入文件。

简易流动分析是熔体在型腔内流动过程的快速模拟分析模块,可以迅速预测不同浇口位置的熔体充填状况、熔接线位置和气穴位置。

流动分析是一个三维流动模拟分析模块,通过对熔融塑料充模过程的模拟,获得型腔内温度场、压力场和速度场的分布图及所需锁模力等信息,帮助工程人员合理设计浇注系统,优化注射工艺参数,发现可能出现的成型缺陷并提出对策。

冷却分析是一个三维冷却分析模块,通过对模具和制品冷却过程的模拟,可优化冷却管道布置,避免过热点,减少塑件残余应力和翘曲变形,缩短加工周期,以达到使塑件快速均匀冷却。

保压分析是预测熔体在型腔的补料与压实过程的压力场、温度场分布,计算体收缩率和壁剪切应力,通过观察节壁剪切应力的节点图和体收缩的标量图来判断存在的问题,以便改进和优化工艺参数。

后置处理是将分析结果以直观的图形显示方式如等值线图、阴影图和文本报告的形式展现出来,用户可在屏幕上看到计算分析的结果显示。

3 Z-MOLD 软件的应用过程

本例详尽叙述了如何用 CAE 软件帮助发现

问题及解决问题的应用过程。

3.1 设计原则

在 CAD 软件上进行产品设计后,在设计模具前,必须遵循模具设计的原则。如了解塑料熔体的流动行为,还要估计塑料在模具里的流动方向和充填顺序,考虑料流的重新熔合与排气等问题。尽量使有熔接痕的塑件表面质量和强度达到合理的要求,尽量避免塑件表面瑕疵。据塑件的形状和结构特点,合理地选择分型面与浇口的位置、浇口的形式以及塑件的侧向抽芯和脱模顶出机构。保压过程的体收缩和冷却过程的温度分布等。

CAE 技术帮助工程人员在生成模具设计图纸前全面分析以上问题。以下的算例说明如何利用 Z-MOLD 软件的流动分析就浇口位置设计方案是否满足制品质量要求进行评判。

3.2 Z-MOLD 操作步骤

(1) 建模:利用 Z-MOLD 前置处理模块完备的造型功能,将制件的几何信息输入计算机,生成线框模型如图 2 所示,为方便起见,图中只显示一个型腔的线框模型,下同。在定义完线框的拓扑关系后,进行三角形网格剖分形成网格文件:加速器.fem。制品的几何文件准备完毕。

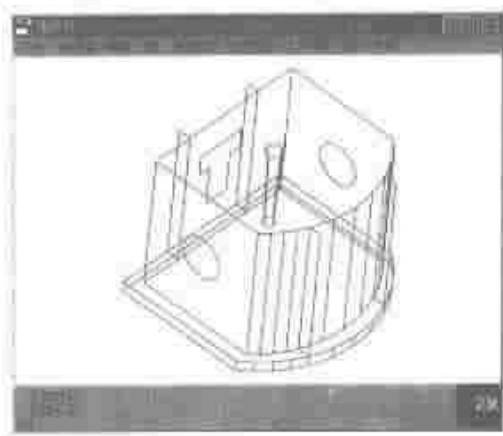


图 2 Z-MOLD 建立的线框模型

(2) 输入工艺条件:该模具为一模两腔,对每个型腔设计一个熔体入口。在 Z-MOLD 初始设计模块中,根据工艺要求选择材料为 ABS,材料厂家为 LG Chemical,熔体入口温度为 240℃,模具温度为 50℃(对于 ABS 而言,常用的模具温度为 25~80℃,常用的熔融温度为 200~280℃)。充填时间 3 s。分别保存为加速器.prc、加速器.mtl 文件。

(3) 分析计算:将加速器.fem、加速器.prc、加速器.mtl 文件提供的信息送入流动分析计算程序。分析计算的结果有熔体前沿、压力场、温度

场、表征剪切速率、壁剪切应力、熔接痕/融合痕的位置、气穴位置、注射压力、锁模力等。通过这些计算结果,可看到熔接痕形成的位置,并结合压力场分布和温度场分布进一步分析熔接线对制品的影响;在有气穴的位置应安放排气装置,浇口位置是否会引起过度的型腔压力和锁模力等。

(4)结果显示 Z-MOLD 后置处理提供了等值线图、彩色阴影图、X-Y 节点图、文本报告几种方式来显示分析结果。

根据塑件结构,初步设计 3 种熔体入口方案,图 3 入口在塑件底部,图 4 入口在塑件底部的弓形处,图 5 入口在塑件的顶部,通过 Z-MOLD 后置处理显示出不同熔体入口产生的熔接线位置和气穴位置。

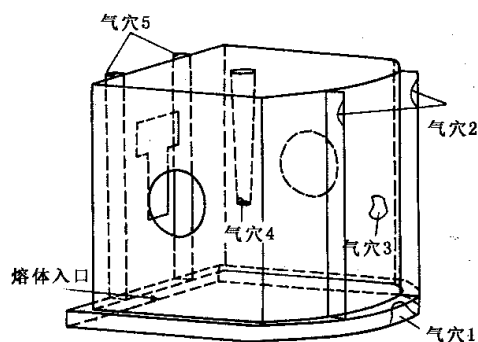


图3 浇口在底部时的气穴图

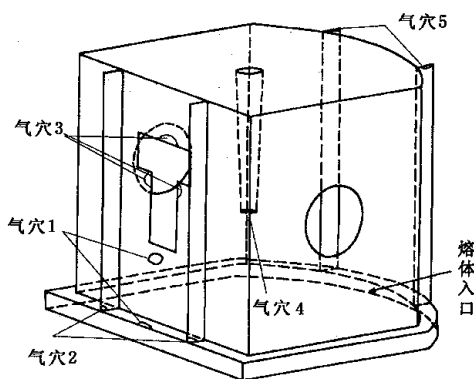


图4 浇口在弓形底部时的气穴图

3.3 问题分析及方案比较

3.3.1 不同的浇口位置产生的气穴

在塑料熔体注射充填型腔过程中,模腔内除了原有空气外,还有塑料含有的水份在注射温度下蒸发而成的水蒸气,塑料局部过热分解产生的低分子挥发性气体等。这些气体如果不能通过排气系统顺利排出模腔,将会影响制品成型以及脱模后的质量。它将会受到熔体的压缩并因此对熔体产生反压力,从而导致制品出现填充不足或制

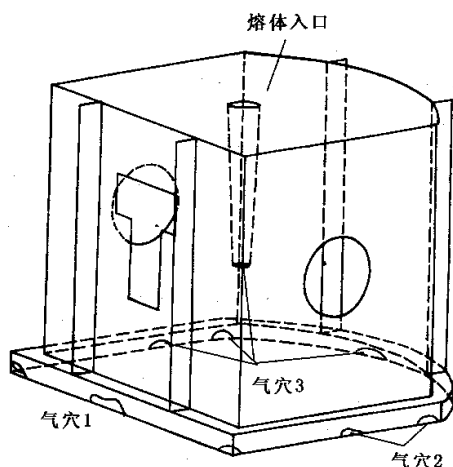


图5 浇口在顶部的气穴图

品中产生气泡以及组织疏松等。另外,模腔中的气体在受压较高时还会产生高温,使制品出现局部碳化和烧焦现象。为了除去气穴,可以修改充填模式,通过降低注射速度,加大排气孔尺寸或在会产生气穴的地方安放合适的排气孔。

利用 Z-MOLD 软件分析预测出塑件在充填结束后可能会产生气穴的地方。如图 4,气穴 2 可以在顶出装置中利用顶杆配合间隙排气,但图 3 中气穴 3 形成在塑件的弓形面上,不便于气体逃逸,图 4 中气穴 1 形成在垂直于分型面的平面上,也不便于气体排出。图 5 的气体都可通过分型面的间隙排出。从熔体整个充填过程上看,图 5 的熔体入口位置最利于气体的排出。图 4 的调整方案可通过降低注射速度让气体有充足的时间排出型腔。

3.3.2 不同熔体入口产生的熔接线

通过 Z-MOLD 后置处理的显示可以对图 6 和图 7 的结果进行比较。塑件外形约为 97 mm × 76 mm × 85 mm 的箱体,设计成一个模腔一个浇口进料,一模两腔模具。分析不同的浇口位置熔体在塑件形成的气穴和熔接线/熔合痕。

一般来讲,熔接线对制品强度有影响,并且在涂漆等后处理时,熔接线难以处理,所以必须缩短熔接线的长度。为了在需承受外力的部位或者醒目的部位不产生熔合线,可通过 CAE 软件预测熔接线位置,再通过改变制品设计或浇口设计,将熔接线移至不影响外观及使用强度的部位。

图 6 和图 7 是两种浇口方案,用 Z-MOLD 软件分析得到的熔接线图。如图 6 所示,因为塑料熔体充填型腔时弯折多、流程长、注射压力损失大,前锋面温度下降现象严重,最后型腔温度,即最低温度为 215 ℃,熔接痕处力学性能较差。图 6 的第

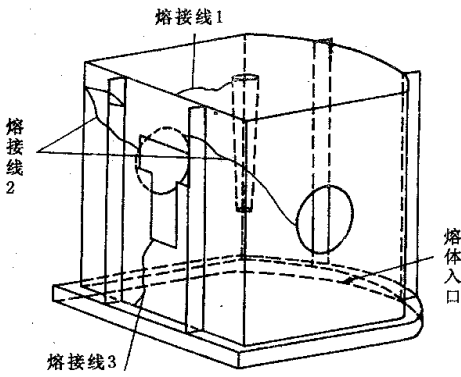


图 6 熔体从弓形底部进料的熔接线图

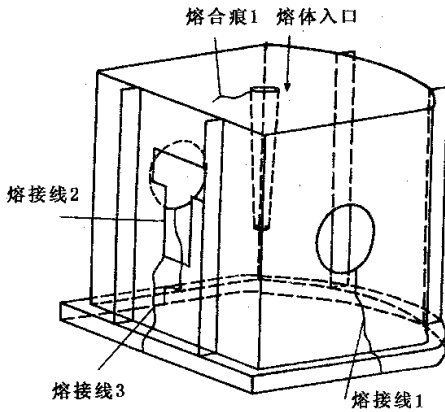


图 7 熔体从顶部进料的熔接线图

3、4 条熔接线处同时可能有气穴存在, 这样该处强度会明显削弱. 如图 7 所示, 塑料熔体流程相对图 6 的流程要短, 压力损失、温度变化相对图 6 要少. 试验表明, 提高注射压力、熔料温度和模壁温度, 有助于克服浇注系统对熔体的流动阻力, 能有效地将压力传递到料流前沿, 于是料流汇合处能在较高压力下熔合, 从而熔接痕处密度增大, 强度

提高. 图 7 第 1 条熔合痕距浇口近, 这意味着注射压力对该处作用较强, 熔体温度相应较高, 故熔体熔合得较好. 其他各处的熔接线形成的位置不是主要受力区. 应该注意的是, 由于制品结构本身要求的特别设计, 熔接线/熔合痕不可避免, 但通过控制相遇的两股熔体温度差 (不超过 10°C), 提高注射压力和模壁温度等工艺条件可以使熔体熔合处的强度提高.

4 结束语

注射模 CAE 技术的发展, 给模具业带来了一场技术革命. 但因为塑料熔体是非牛顿粘弹性流体, 制品结构复杂, 成型充模流动过程的非稳态、非等温性, 使充模过程的数值模拟相当复杂, 所以在程序实现时作了一些假设, 建模过程做了适当简化, 这样计算结果精度与实际结果会有偏差, 然而总体趋势与实际结果是一致的. CAE 软件作为一种辅助工具, 能否在生产中发挥作用并产生经济效益, 很大程度上取决于模具工程师的正确使用. 相信随着 CAD/CAE/CAM 技术在我国推广应用, 注塑模 CAE 软件会被企业越来越认识和接受, 并为改善生产力、提高企业经济效益而服务.

参考文献:

- [1] 申长雨, 陈静波, 刘春太. CAE 技术在注射模设计中的应用[J]. 模具工业, 1998(3): 7-12.
- [2] 申长雨, 陈静波, 李倩. 塑料模具计算机辅助工程[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1998.
- [3] 现代模具技术编委会. 注塑成型原理与注塑模具设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 1996.
- [4] 陈泽人. CAD/CAM/CAE 在塑料模具设计和制造中的应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998.

Development and Application of CAE Analysis Software Z - MOLD

DONG Bin-bin, LI Qian, CHEN Jin-bo, SHEN Chang-yu, YU Xiao-rong

(NERC of Plastic and Rubber Mold & Die, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This paper briefly introduces the necessity and function of injection molding CAE analysis, the author elaborates the structure, function, work model of Z - MOLD software, and emphasizes how to make use of injection molding CAE technique to quickly simulate produce's melt line and air trap location on computer, and how to avoid improper melt line and air trap location by changing gate location by means of the requirement of produce and design principle of the mold.

Key words: injection molding; CAE; melting line; air trap