

# 谈 CAD / CAE 技术在塑料模具设计中的应用

姜雪燕

(潍坊职业学院,山东省 潍坊市 261031)

**摘要:** CAD / CAE 技术为工程技术人员提供了一种有效的计算机辅助工具,使设计人员可以借助计算机软件对塑料制件从产品开发、模具结构到工艺成型等进行设计与优化,能显著缩短塑料模具设计周期,提高产品质量,并极大地降低生产成本。

**关键词:** CAD / CAE; 集成; 塑料模具

**中图分类号:** TQ32    **文献标识码:** C    **文章编号:** 1671—1440(2011)02—0062—04

模具是工业生产中的重要工艺装备,随着汽车、电子、航空、仪器仪表和日用品工业的发展,对于塑料制品的需求量急剧增加,对塑料模具质量与设计制造效率的要求越来越高。由于塑料模具具有品种多、更新换代快和单件小批量生产等特点,传统的模具设计模式已不能适应工业发展的需要,将软件技术应用于模具设计就成为了模具行业发展的迫切要求。CAD / CAE 技术为工程技术人员提供了一种有效的计算机辅助工具,使设计人员可以借助计算机软件对塑料制件从产品开发、模具结构到工艺成型等进行设计与优化,能显著缩短塑料模具设计周期,提高产品质量,并极大地降低生产成本。

## 1 塑料模具 CAD / CAE 技术概述

### 1.1 塑料模具 CAD / CAE 含义

CAD 即计算机辅助设计。是利用计算机软硬件系统辅助人们对产品或工程进行设计、绘图、工程分析与技术文档编制等设计活动的总称。早期的 CAD 软件主要致力于实现交互式绘图,常用的软件有: CADAM、AutoCAD、MEDUSA 等。随着计算机技术的发展和几何造型技术的日益完善, CAD 软件采用实体造型技术定义产品

零件的几何模型,目前在模具设计中比较常用的通用 CAD 软件主要有: Pro / ENGINEER、CATIA 等。塑料模具 CAD 技术的引入,从根本上改变了模具的生产方式,应用该技术可以将大量有关材料参数、工艺参数、设计参数及标准件等信息存入计算机,并同时采用参数化设计,从而可以大大提高设计效率、改善产品质量、降低成本。

CAE 即计算机辅助工程技术。一般认为 CAE 是指用科学的方法,以计算机软件的形式,辅助技术人员对产品设计质量、性能、加工工艺及制造过程进行评价分析与优化设计。塑料模具 CAE 技术就是利用预先确定的方法对应用 CAD 技术设计的塑料制件进行模拟或描述,计算机输出计算结果后,用户对结果做出评价与修正,如:澳大利亚 MODFLOW 公司研制的注射模 CAE 系统,该系统包括流动和保压分析软件 MF / Flow、冷却分析软件 MF / Cool 和翘曲分析软件 MF / Warp 等。对于塑料模具 CAE 技术来讲,目前还仅局限于用数值模拟方法模拟塑料制件的成型过程及缺陷预测,由此得出工艺方案与有关参数以及模具结构对制件质量的影响,从而达到优化塑料制件、模具结构与工艺参数的目的。

收稿日期: 2010—12—20

作者简介: 姜雪燕(1980—),女,山东青岛人,潍坊职业学院教师,硕士,研究方向:材料成型工艺及模具设计。

## 1.2 塑料模具 CAD/CAE 技术的发展与应用

国外塑料模具 CAD/CAE 技术的研究始于 20 世纪 60 年代。随着计算机技术的发展,到 20 世纪 70 年代发达国家就已研制出了塑料模具 CAD/CAE 的专门系统,可以应用计算机对塑料熔体在圆形、长方形型腔内的流动情况进行分析。到了 20 世纪 80 年代,美国、日本等国家就已经将塑料模具 CAD/CAE 技术广泛应用于塑料模具的设计与制造过程中,并推出了许多商业化的 CAD/CAE 软件,如:美国 PTC 公司的机械设计自动化软件 Pro/ENGINEER、美国 EDS 公司的设计、制造一体化软件 UG 等,现已广泛应用于航空航天、模具、通用机械及汽车等领域。

我国塑料模具 CAD/CAE 技术的发展起步较晚,对于塑料模具 CAD/CAE 技术的开发与研究始于 20 世纪 70 年代。从 20 世纪 80 年代开始,国内许多大中型企业先后从国外引进了一些知名的塑料模具 CAD/CAE 系统。国内许多高等院校、研究部门和工厂企业也自主开发了实用的塑料模具 CAD/CAE 应用软件,并在应用中不断得到完善,如:华中理工大学模具技术国家重点实验室开发的塑料注射模 CAD/CAE/CAM 系统 HCS2.0,主要应用于塑料模具设计中的塑料制件三维图形输入、流动模拟、冷却分析、型腔刚度与刚度校核等。

### 2 塑料模具 CAD/CAE 集成系统

塑料模具 CAD/CAE 集成的关键是指 CAD、CAE 子系统之间的数据交换与共享。塑料模具 CAD/CAE 集成系统借助于工程数据库、网络通信及标准格式的产品数据接口技术,把 CAD、CAE 子系统高效、快捷地集成起来,实现软、硬件资源共享,从而保证信息流在整个系统畅通无阻。

塑料模具 CAD/CAE 的集成,要求产品设计与模拟分析紧密结合,其目的是保证从塑料制件设计、工艺分析直至数值模拟过程中的数据具有一致性,能够直接在计算机间传递,从而减少在

信息传递过程中的误差以及编辑出错的可能性。

通过采用特征建模技术、基于统一数据库的参数化 CAD 系统建立塑料制件三维实体模型与标准零件库,再利用塑料模具 CAE 系统对塑料制件在成型过程中的流动、保压、收缩、翘曲等进行模拟分析,得出计算结果后,对设计方案进行改进,从而最终达到优化设计的目的,实现“设计—分析—优化”的自动化。塑料模具 CAD/CAE 集成系统的总体框架如图 1 所示。

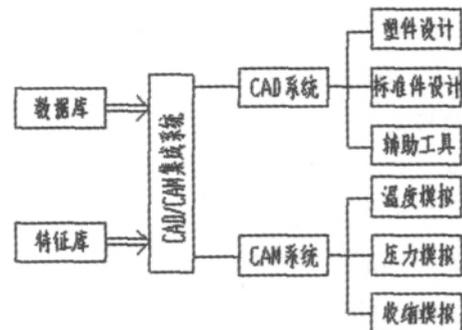


图1 塑料模具 CAD/CAE 集成系统总体框架图

## 3 塑料模具设计技术路线

### 3.1 塑料模具 CAD 设计

现在广泛应用的通用的参数化 CAD 软件,基本都具有基于特征、尺寸驱动、数据全相关等特点,许多 CAD 软件(如:Pro/ENGINEER、UG、AutoCAD 等)之间已经可以通过 IGES 格式轻松的实现数据转换。因此,应用 CAD 技术实现塑料模具设计已经十分方便与便捷。

塑料模具 CAD 设计主要是指塑料制件和模具标准件三维参数化模型建立。塑料制件设计即利用通用的参数化软件对产品进行三维造型,用于进行模具设计与 CAE 分析计算;标准件设计主要指模架设计(包括定模板、动模板、定模固定板、动模固定板、推件板、导柱、导套、复位杆、垫板、支承板等)和螺钉、销钉等常用模具标准件的参数化设计。

### 3.2 塑料模具 CAE 分析

塑料模具 CAE 分析包括对流道、浇口、模具型腔进行充模流动分析、保压分析、收缩分析、冷却分析、翘曲变形分析等。三维参数化模型建立后,就需要应用 CAE 技术建立有限元分析模型。首先要将

应用 CAD 技术建立的几何模型从通用的参数化 CAD 软件输出到 CAE 软件中,设定有限元网格形状、密度、边界条件等相关信息后,将模型进行网格化处理,建立起可用于分析的有限元模型。

塑料模具 CAE 软件在对应用 CAD 技术建立的几何模型有限元网格化处理后,输入塑料名称、牌号和成型过程中所需要的工艺参数(温度、压力、时间等)后,对塑料模具进行流动、保压、翘曲变形等模拟,CAE 分析软件就能给出塑料熔体流动的动态图(显示不同时间间隔塑料熔体在各个部位的温度、压力、流动速度等分布情况)、塑料制件翘曲变形的位移变化图等信息。

根据 CAE 软件的分析结果,发现塑料制件、塑料模具浇注系统、冷却系统等设计中存在的缺陷与不足,如:个别部位有气孔、充模不完全、塑料制件有熔接痕等,对原有浇注系统、冷却系统设计方案进行修改后,再应用塑料模具 CAE 技术重新进行分析,并最终优化设计出合适的流道、浇口、冷却水道等设计方案。

#### 4 CAD/CAE 技术在塑料鼠标外壳的设计中的应用实例

首先,应用通用 CAD 设计软件 Pro/ENGINEER4.0 建立塑料鼠标外壳的三维参数化模型,并对定模板、动模板、定模固定板、动模固定板、推件板、导柱、导套等模架零件进行参数化设计。

将应用 CAD 技术建立的塑料鼠标外壳三维参数化模型输出到 CAE 软件中,设定有限元网格形状、密度、边界条件等相关信息后,将模型进行网格化处理,建立起可用于分析的有限元模型,如图2所示。

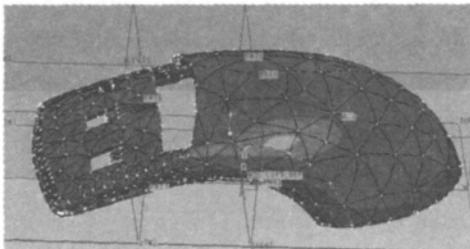


图2 塑料鼠标外壳的有限元模型

在应用塑料模具 CAE 软件对塑料鼠标外壳三维参数化模型有限元网格化处理后,输入塑料名

称、牌号和成型过程中所需要的工艺参数(温度、压力、时间等)后,对塑料鼠标外壳塑料熔体流动情况进行动态模拟,如图3所示。

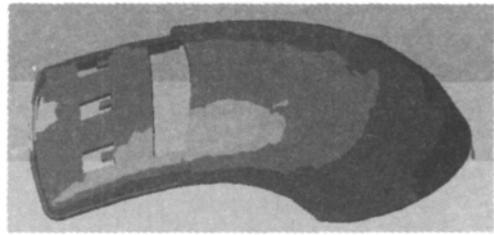


图3 塑料鼠标外壳塑料熔体流动状态模拟

通过模拟分析,发现塑料鼠标外壳在充模过程中,个别部位充模不完全、有熔接痕,会造成鼠标外壳在这些部位强度低、质量差,难以满足使用要求,如图4所示。

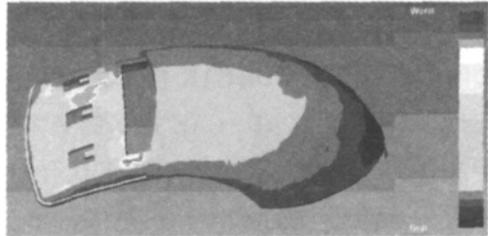


图4 存在质量问题的塑料鼠标外壳

对原工艺参数(温度、压力、时间等)设计方案进行修改后,再应用塑料模具 CAE 技术重新进行分析,通过模拟并得到符合使用要求的塑料鼠标外壳,如图5所示,从而最终优化设计出合适的浇口、工艺参数等设计方案。

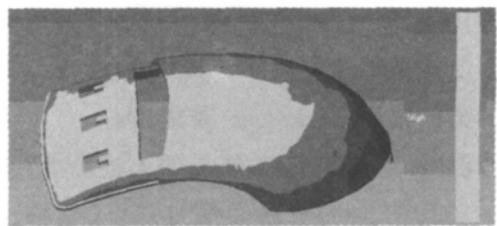


图5 优化设计工艺参数后成型的塑料鼠标外壳

通过应用 CAD/CAE 技术进行塑料制件、塑料模具的设计,并完成了浇注系统与工艺参数的选择、确定,得到了较为合理的塑料模具设计方案。应用 CAD/CAE 技术进行塑料模具设计,可以大大缩短塑料模具设计制造周期,提高产品质量。随着计算机技术的快速发展和模具工业的发展需要,塑料模具 CAD/CAE 技术将得到越来越广泛的推广与应用。

(下转第71页)

枪钻工作时,高压切削液(3-10MP,孔径越小,压力应越大)从钻杆内孔打入,送到切削区起冷却润滑作用,同时把切屑从排屑沟中冲出来。枪钻刃部的几何参数如图5所示。外角 $\phi_1$ 和内角 $\phi_2$ 的大小和钻尖位置的确定,对钻孔精度和切屑形成有很大影响,通过对径向切削力的计算来确定。内、外角和钻尖的适当搭配,可使切削力近似平衡或使其合理指向第一导向条 $\alpha_1$ 的方向,从而使枪钻保持很好的自我导向,孔的切削和挤压可一次完成,保证了被加工孔的精度、表面粗糙度和直线度。

#### 四、振动枪钻削机理讨论

振动钻削是在传统的钻削过程中利用可控的人为地给钻头或工件加上某种有规律、可控的振动,使切削用量按某种规律变化,从而进行连续有规律的脉动切削,这种切削方式改变了传统的切削机理和切屑的形成条件,从而形成一种全新的加工方法。

1、轴向振动、周向扭振加入后,切削刃和切屑、切削表面周期性的接触和分离,且由于振动频率较高,使切削液呈雾状,从而使切削液能充分进入切削区、刀具、切屑与加工表面之间摩擦系数大为减小。从而有效减小了切削热的产生。

2、由于振动的存在,破坏了积屑瘤的生成条件,控制了切屑形成的过程,促进了断屑和排屑,大大改善了钻头的工作条件,故可获得较好

的表面质量。

3、合理的确定钻头的外角 $\phi_1$ 和内角 $\phi_2$ 的大小和钻尖的位置,能使枪钻保持很好的导向,从而保证了被加工孔的直线度。导向条 $\alpha_1$ 的挤压作用有助于改善孔表面的粗糙度。

根据大量的振动切削实验验证,本文振动钻削深孔装置具有以下特点:①只用一套装置即可方便地实现3种振动方式之间的切换并能调整振幅,从而获得最佳振动切削参数;②结构简单、尺寸紧凑,可作为机床附件安装在普通车床的主轴箱或溜板上进行钻孔;③振动可靠、受干扰小,配合切削系统,能获得高精度的深孔表面质量。例如表1所示相对普通钻削而言,振动钻的表面粗糙度大大降低了。

表1 普通钻削与振动钻削时的表面粗糙度  $R_a(\mu m)$

材料	普通钻削	振动钻削
45钢	0.2542	0.1226

#### 参考文献

- [1]史晓娟等.深孔钻削状态监测与分析[J].机床与金属加工.2006年第4期
- [2]刘占锋等.超细长小直径深孔振动钻削工艺[J].机械工程师.2004年第1期
- [3]肖继明.振动立钻上用麻花钻钻孔的研究[J].新工艺新技术.1996第1期

(上接第64页)

#### 参考文献

- [1]石明洪,骆志高.注塑模CAD/CAE/CAM的研究现状与发展方向[J].江苏理工大学学报,1998,(11):25~30
- [2]肖祥芷,王义琳.模具CAD/CAE/CAM[J].北京:电子工业出版社,2004
- [3]刘法谦,燕立唐,胡海青等.CAE在彩电后壳浇注系统中的应用[J].现代塑料加工应用,2002,(6):19~22

**Abstract:** This paper comprehensive discussed the development Status of the domestic and inter-

national on CAD/CAE technology, right in the plastic mold design CAD/CAE integration technology is discussed, on the application of CAD technology in plastic workpieces mold and die design, application technology, die CAE analysis and optimization design study, obtained the application CAD/CAE technology in plastic mold design technical solutions.

**Key words:** injection mold; CAD/CAE; integrated