

# 基于 UG 和 MoldFlow 的相机外壳注塑模具设计

宋双柱

(哈尔滨理工大学 计算机与控制学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**摘要:**针对传统注塑模具设计方法存在设计周期长、成本高且质量难以保证的不足,采用计算机辅助设计软件 UG 和有限元分析软件 MoldFlow 相结合的方法进行相机外壳的注塑模具设计,创建了相机外壳的三维实体模型和模流分析有限元模型,通过对注射过程中流动分析结果、冷却分析结果的仿真,调整了相机外壳注塑模具的冷却系统结构,最后采用 UG/MoldWizard 模块创建了经过优化和调整的注塑模具实体模型。

**关键词:**注塑模具; 模流分析; UG; MPI

**中图分类号:** TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2009)03-0016-04

## Camera Shell Injection Mold Design Based on UG and MoldFlow

SONG Shuang-zhu

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

**Abstract:** Traditional mold design methods have many disadvantages, such as long design cycle, high cost and difficult guarantee of quality. The mold of the camera shell is designed by combining the computer-aided design software UG and the finite-element analysis software MoldFlow. The three-dimensional solid model of camera shell and mold flow analysis model are created, and according to the simulation of the flow analysis and cooling analysis results, the cooling system structure of the camera mold is regulated. Finally the injection mold solid model after optimization and regulation are completed by means of UG/MoldWizard module.

**Key words:** Injection mold; Mold flow analysis; UG; MPI

## 1 引言

在注射成型过程中,塑料熔体在模具型腔内的流动、传热是非常复杂的物理过程。相机外壳由许多复杂的自由曲面构成,这就使得相机外壳注塑模具的注射成型过程更加复杂<sup>[1-3]</sup>。按照传统的模具设计方法,只能凭借经验设计模具,制造出模具后还要进行试模,不合理的地方需反复进行调整。这一过程缺乏科学的理论指导,造成模具设计周期长、成本高而且质量还难以保证。

随着计算机仿真技术的发展,出现了一批注塑模具仿真分析软件<sup>[4-5]</sup>,典型的有 MoldFlow 软件,利用该软件可在模具制造之前,对模具设计方案进行分析和模拟来代替实际的试模,预测设计中潜在的缺陷并及时修改。通过仿真模拟分析,最大限度地预测并修正产品设计、模具设计及制品成型过程中可能出现的不足,取代传统的反复试模、修模等过程,从而能够降低产品制造成本,缩短产品开发周期,提高产品质量。

本文结合已有的成熟的相机外壳模型,创建相机模型 CAD 模型,然后结合 MoldFlow 软件对注塑

收稿日期: 2008-09-20

作者简介: 宋双柱(1970—),男,助理研究员。

模具设计方案进行模流分析,根据模流分析结果对已有的相机外壳结构、浇口位置等进行改进,最后结合 UG/MOLD 模块设计出了相机外壳的注塑模具。

## 2 相机外壳建模

相机外壳建模在 UG 软件平台上实现,UG 具有强大的全三维参数化实体建模功能,也包括对复杂型面的创建<sup>[6]</sup>。创建相机外壳三维模型时首先创建特征点,然后创建“样条曲线”命令绘制线串如图 1 所示,构建曲面片体,该曲面片作为修剪工具用于裁剪实体表面,从而生成相机外壳的复杂表面,然后通过抽壳等操作创建相机的细节结构。图 2 所示为所创建的相机外壳的三维实体模型。

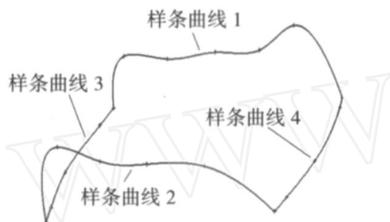


图 1 样条曲线



图 2 相机外壳三维实体模型

## 3 基于 MoldFlow 的相机外壳模具仿真

### 3.1 创建仿真模型

仿真主要采用 MoldFlow 的 MPI 模块进行<sup>[7]</sup>。仿真模型的创建主要包括:模型的导入、网格划分、网格修正、浇口位置分析、创建流道系统和冷却系统等。首先将 UG 中创建的三维实体模型转化为 STL 格式的文件, MoldFlow 软件即可读取该模型文件;在进行有限元分析之前要进行网格划分,采用三角形单元实现网格划分,划分结果如图 3 (a) 中所示。如果网格划分中有纵横比特别大的网格,则需要对其进行修正,文中要求纵横比不高于 15,并对高于 15 的网格进行修正,修正划分结果如图 3 (b) 所示。

初步分析浇口位置得到最佳的浇口位置,综合一模四腔的模具结构,选择侧面浇口位置为最佳浇口位置,如图 3 (c) 所示。采用中间线原则建立流道系统,再结合冷却水路的属性值创建冷却系统,如图 3 (d) 所示。

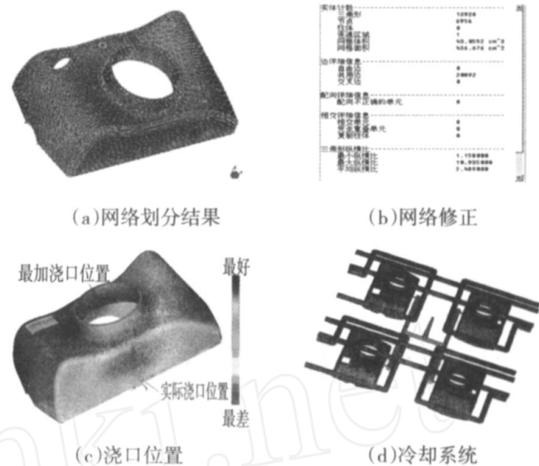


图 3 创建仿真模型

### 3.2 相机模具模流分析

1) 分析边界条件。相机外壳材料:选用美国 GE Plastics 公司生产的 ABS + PC 混合材料 Cyco by C2950;

边界条件:模具前后模目标模温均为 70 ;模具材料均为 P20 钢;模具加工粗糙度(流道、水路型腔表面)为 0.05 mm;冷却液为水,水温为 25 恒定;冷却液在冷却水路中的雷诺系数恒定为 10,000;

成型工艺条件:一次注塑循环时间为 35 s;当注塑体积为 99%,注塑机开始由速度控制转为压力控制;压力控制的最大压力为填充压力的 80%,保压时间为 15 s,保压 10 s 后开始逐渐降低,直至降为 0;

注塑机选择:东芝 TOSHIBA EC350 注塑机,最大锁模力为 350 kN,最大注射压力为 290 MPa

2) 分析过程。在注塑分析中,需要了解注塑过程的模具型芯、型腔的温度、压力变化,塑料熔体的温度、压力变化,以及一些可能影响制品质量的因素<sup>[8]</sup>。实际的注塑过程是一个复杂的过程,可能有包括温度、压力、冷却等环境及人为因素的综合作用结果,因此在分析过程中,应获取尽可能多的信息,为后续的修模提供可靠的参考。如图 4 (a)、(b)、(c) 分别是分析过程中所获取的冷却分析、翘曲分析、充填分析日志。

型腔温度结果摘要

```

-----
型腔表面温度 - 最大值      = 69.3630 C
型腔表面温度 - 最小值      = 31.4460 C
型腔表面温度 - 平均值      = 46.2930 C
平均模具外部温度          = 29.0000 C
循环时间                    = 35.0000 s

```

执行时间

```

分析开始时间      Thu Apr 03 15:49:54 2008
分析完成时间      Thu Apr 03 23:52:10 2008
使用的 CPU 时间    2417.45 s

```

(a) 冷却分析

Kstep	Kstra	Href	Hite	Node	Ipos	Rfac	位移
1	1	1	0	24021	1	1.000e+00	9.239e-01

上一步的最小/最大位移(单位: mm):

	节点	最小	节点	最大
Trans-X	9847	-2.5758e-01	24021	9.2391e-01
Trans-Y	23950	-4.5777e-01	9776	6.0176e-01
Trans-Z	19197	-2.1432e-01	4908	4.2632e-01

(b) 翘曲分析

充填阶段结束的结果摘要:

```

充填结束时间          = 1.0228 s
总重量(制品 + 流道)   = 209.4990 g
最大锁模力 - 在充填期间 = 96.8982 tonne
推荐的螺杆速度曲线(相对):
%射出体积      %流动速率

```

0.0000	13.0244
10.0000	27.3855
15.0143	27.3855
30.0000	62.9427
40.0000	77.1993
50.0000	93.2100
60.0000	100.0000
70.0000	78.0118
80.0000	82.9527
90.0000	69.0671
100.0000	34.3445

% 充填时熔体前沿完全在型腔中 = 15.0143 %

(c) 充填分析

图 4 分析过程日志

### 3.3 有限元分析结果及其讨论

1)流动分析结果:流动分析结果主要包括充填时间、压力和温度。充填时间显示的是熔体流动前沿的扩展情况,冲云纹线的间距表示熔体流动前沿的速度。当制品平衡充填时,制品的各个远端在同一时刻充满<sup>[9]</sup>。分析结果如图 5 (a)所示,相机外壳模具的充填时间为 1.022 s 注射压力参数也是流动分析的关键参数,直接影响到模具填充的好坏。图 5 (b)为压力分析结果,注塑压力在注塑结束时达到最大值 80 MPa,小于注塑机的最大值 290 MPa,保压压力曲线与设定的基本相符。温度主要包括流动前沿温度和充填结束时的体积温度,流动前沿温度与熔接线图综合使用可以分析出熔接线质量的好坏,而充填结束时的体积温度分布范围越窄,则说明充填质量越好。两种温度分

析结果如图 6 (a)、(b)所示。

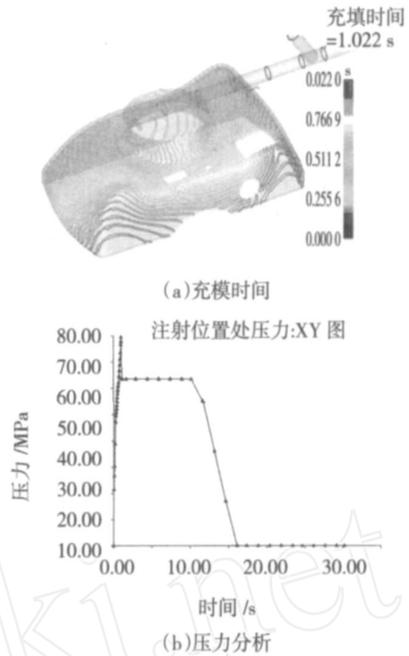


图 5 充填时间和压力分析结果

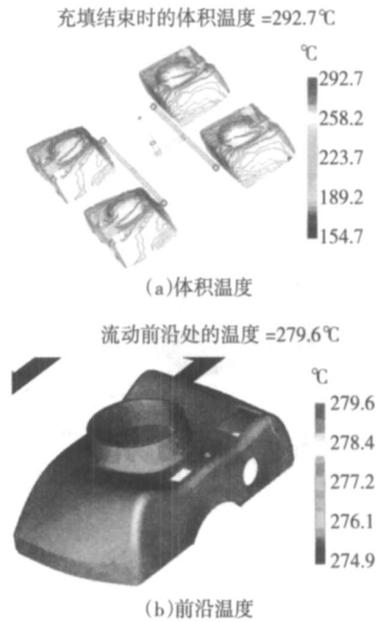


图 6 充填结束时的体积温度和流动前沿温度分析结果

2)冷却分析结果:冷却分析主要指制品顶面温度、制品底面温度、冷却液温度以及管道表面金属温度等。通过分析知道制品顶面温度分布比较均衡,接近于成型末段的模具温度,所以该温度分布比较合理;制品底面温度的局部温度过高,可能会在制品冷却阶段引起翘曲,原因在于冷却系统的设置不合理,应该采取相应的改进措施;冷却液温度的温差为 0.26,满足温差不超过 3 的设计要求;管道表面金属温度表明了回路中热量传

递最高的部位,分析结果如图 7 所示,温度分布均衡,只有在一些拐点处出现较高温度,在设计模具时采取相应的改进措施。



图 7 管道表面金属温度分析结果

## 4 模具结构设计

基于以上仿真分析,对一些结构进行相应的调整,在 UG 平台上采用 UG/Mold Wizard 进行相机外壳模具的结构设计<sup>[5]</sup>。UG/Mold Wizard 是针对注塑模具设计的一个过程应用,型腔和模架库的设计统一到整个连接过程中。UG/Mold Wizard 模块支持典型的塑料模具设计的全过程,即从读取产品模型开始,完成如何确定和构造拔模方向、收缩率、分型面、型芯块、型芯、滑块、顶块、模架及其标准零部件、模腔布置、浇注系统、冷却系统、模具零部件清单等过程。UG/Mold Wizard 模块为设计模具的型芯、型腔、滑块、提升装置和嵌件提供高级建模工具,目的是快速、方便地建立与产品参数相关的三维实体模型。最终创建的相机外壳模具模型如图 8 所示。

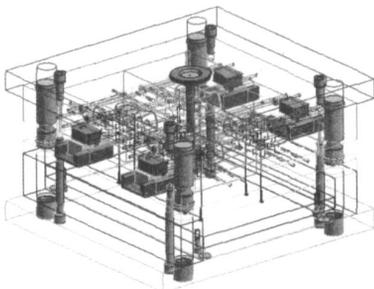


图 8 相机外壳注塑模具实体模型

## 5 结 语

1) 基于 UG 创建的相机外壳三维实体模型,通过 STL 中性文件实现了 MoldFlow 模型文件的创建,进行网格划分并添加边界条件,创建了相机外壳的有限元分析模型;

2) 模流分析结果表明,浇口位置、冷却装置等的设计基本符合要求,满足注塑模具的性能要求,制件底部温度分布不均衡,冷却装置的设计应该进行调整;

3) 根据模流分析的结果调整注塑模具的设计结构,结合 UG/Mold Wizard 模块,实现了相机外壳的注塑模具的结构优化设计,从而大大缩短了模具的设计周期、降低了设计成本并提高了设计质量。

## 参 考 文 献:

- [1] 赵建华,薛琼,张宁. CAD/CAM 技术在数码相机面壳模具中的应用[J]. 制造业自动化, 2009, 31(4): 93 - 94, 118.
- [2] 马玉函,卢军. 基于 Pro/E 照相机前盖的模具设计[J]. 电加工与模具, 2008, 20(3): 53 - 56.
- [3] 周莉. 相机外壳注塑模具设计[J]. 科技信息, 2008, 8(18): 439 - 442.
- [4] 丁国军. MoldFlow 软件在注射模设计中的应用[J]. 模具制造, 2008, 15(6): 13 - 15.
- [5] 俞华英,金杰,吕圣. 基于 Moldflow 的薄壁注塑件的工艺参数的优化[J]. 浙江工业大学学报, 2008, 36(4): 460 - 464.
- [6] 邓昆,杨攀. UG 模具设计专家实例精讲[M]. 中国青年出版社, 2007: 18 - 30.
- [7] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京:清华大学出版社, 2005: 120 - 151.
- [8] 申长雨,王利霞,陈静波,等. 基于 CAE 技术的注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2002, 18(1): 88 - 92.
- [9] 王家惠. CAE 模拟分析在注射成型缺陷预测中的应用[D]. 云南:昆明理工大学, 2003.
- [10] 李树军. 模具 CAD/CAM 实训教程[M]. 北京:国防工业出版社, 2006: 91 - 153.

(编辑:王萍)