

新型鼠标底座注射成形流动仿真及模具设计

张丽丽¹, 骆俊廷²

(1.燕山大学 艺术与设计学院, 秦皇岛 066004, 2.燕山大学 机械工程学院, 秦皇岛 066004)

摘要: **目的** 设计并制造出新颖、使用方便以及功能齐备的鼠标。**方法** 采用3D打印技术打印了新型鼠标模型。在设计浇注系统的基础上,对新型鼠标底座的注射成形工艺流动过程进行了有限元仿真。分析了充填成形过程中的充填时间和冷却固化时间、体积收缩率与缩痕、塑件的变形情况、表层与心部的取向、残余应力以及气孔和熔接线等相关参数。**结果** 成功完成了鼠标底座的注射成形模具的设计。**结论** 采用3D打印技术与有限元模拟相结合的方法,来开发新型塑料制品,能有效节省设计时间、保证设计质量。

关键词: 鼠标底座; 模具设计; 注射成形; 有限元仿真

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2016.06.016

中图分类号: TP391.73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6457(2016)06-0085-05

Finite Element Flow Simulation and Mould Design for Injection Forming of New Mouse Base

ZHANG Li-li¹, LUO Jun-ting²

(1.College of Art and Design, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China;
2.College of Mechanical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

ABSTRACT: The mouse is an important accessory in computer equipment and it is the goal of the designer. The paper aims to design and create a new mouse which is easy to use and has complete function. A new mouse model. This paper designs a new type of mouse with beautiful appearance and comfortable handle is designed, and the mouse model is was printed by 3D printing technology. Based on the design of gating system, the a finite element simulation on of the injection molding forming and flowing process of the new type of mouse base is was carried out. The Related parameters such as filling time, cooling and solidifying time, volume shrinkage rate, sink mark, the deformation of plastic pieces, orientation of surface and core, residual stress and weld lines during filling and forming process are were analyzed. Finally, design of the injection mold forming mould of the mouse base wasis designedcompleted. Developing new plastic products in Using the combination of 3D printing technology and finite element simulation to develop a new type of plastic products can saves the design time and ensures the quality of the design.

KEY WORDS: mouse base; mould design; injection molding; finite element simulation

鼠标是计算机设备中重要的辅助配件,其体积虽小,但很引人注目。设计并制造出新颖的、使用方便的以及功能齐备的鼠标一直是设计人员追求

的目标^[1-2]。鼠标有机械式、半光电式、光电式、轨迹球式、网鼠等多种类型,其中机械式和半光电式2种是最常用的类型。

收稿日期: 2016-10-10

作者简介: 张丽丽(1980—),女,黑龙江人,硕士,实验师,主要研究方向为艺术造型与设计。

文章采用3D造型软件设计了一种外形美观且手感舒适的新型光电鼠标^[3],对鼠标底座注射成形工艺进行了有限元分析,并设计了鼠标底座的注射成形模具。

1 鼠标及底座设计

鼠标底座工程图见图1。该鼠标前端尺寸较小,而后端尺寸较大,整个底座与上盖通过螺纹和扣位进行连接固定。大端和小端均有扣位,为了便于脱模,需设计内侧抽芯机构。鼠标采用ABS塑料,壁厚为1.5 mm,ABS为一种无定形树脂材料,流动性较差,该塑件型芯的脱模斜度选为 1° ^[4]。新型鼠标底座3D打印制品见图2。

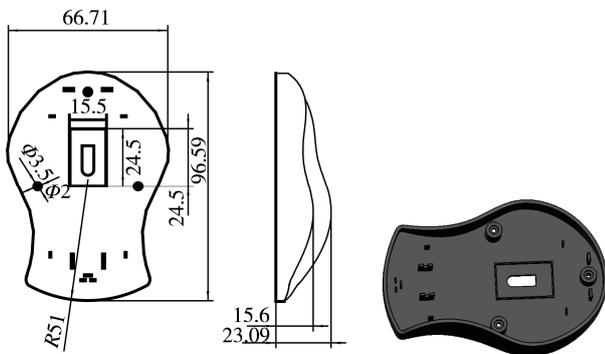


图1 鼠标下座工程图

Fig.1 The drawing of mouse base



图2 新型鼠标底座3D打印制品

Fig.2 The novel mouse base based on 3D printing

2 浇注系统设计

浇注系统一般由主浇道、分浇道、浇口和冷料穴组成,是为将塑料熔体引入型腔而开设的通道。浇注系统的设计主要包括主流道、分流道以及浇口的设计。浇口是分流道与型腔之间的连接通道,浇口的形状、位置和尺寸对塑件的质量影响非常大,注射成形时的多种缺陷都是由于浇口的设计造成的^[5]。该模具设计时采用点浇口,为了避免产生过

多的熔接痕,采用了单点进料的模式,但由于鼠标底座制品壁厚较薄,为了使熔体流动平稳^[6],在浇口位置产生较小的应力,设计过程中借鉴了一模多腔点浇口模具的设计方法,设计出了与主流道垂直的水平分流道,对料流的流速进行缓冲。浇口的设计尺寸见图3。

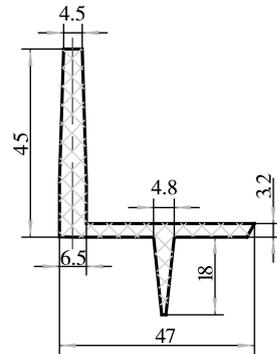


图3 点浇口尺寸

Fig.3 The point gate size

3 成形过程仿真

充填时间和冷却固化时间的模拟结果见图4。从图4可以看出,0.85 s即可完成注射充填,鼠标大端最后完成充填,塑件部分于15 s左右达到顶出温度 30°C ,而浇注系统于35 s左右达到顶出温度。

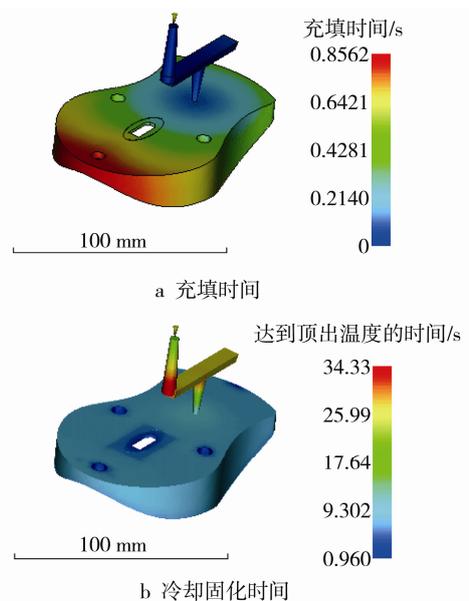


图4 充填时间和冷却固化时间的模拟结果

Fig.4 Simulation results of filling time and cooling time

注塑件在模腔内冷却凝固时,由于注塑件壁厚不均,凝固快慢不同,在注塑件表面所产生的凹陷,

叫做缩痕。产生缩痕的原因是壁厚过大或者模内有效压力不足^[7]。塑件冷却固化过程中的收缩和产生缩痕的情况见图 5，从图 5 可以看出，塑件的整体收缩在 4%左右，大端收缩相对较大，在大端和小端易于产生缩痕，但缩痕尺寸很小，小于 10 μm，并不影响塑件的外观和使用性能，中间位置相对不容易产生缩痕。

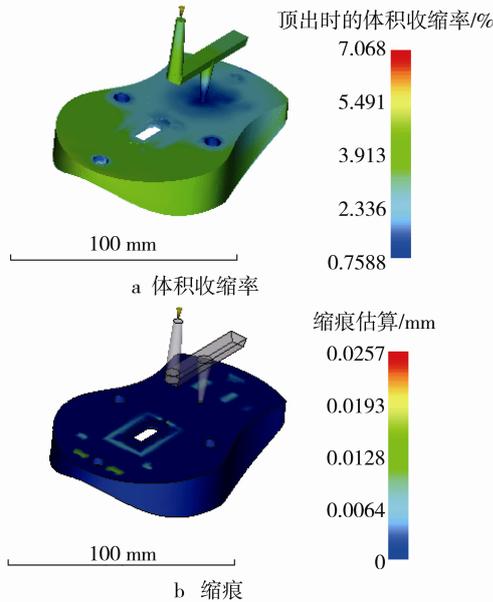


图 5 体积收缩率与缩痕的模拟结果

Fig.5 Simulation results of volume shrinkage ratio and sink mark

塑件的变形情况见图 6，从图 6 可以看出，大端的变形相对较大，接近 300 μm，结合图 3 可知，此处为最后充填部位，因此应尽量增加保压增密时间，防止废品的产生。

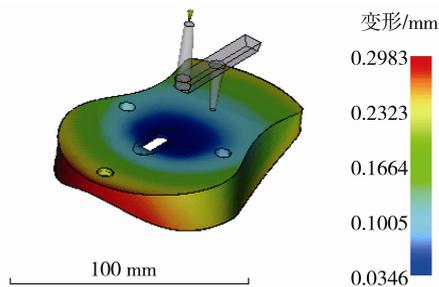


图 6 塑件变形的模拟结果

Fig.6 Simulation results of the deformation of injection part

熔体表层和心部取向结果见图 7，从图 7a 可以看出，表层的材料在浇口区域形成扩散流动形式，沿着材料的流动方向进行取向，在最后充填的鼠标底座大端也同样按照流动充填方向进行取向，这主要是由于与模具表面接触的熔体温度降低很快，形成固化层，最终沿着切线流动方向排列^[8]。

从图 7b 可以看出，在模型心部，模具表面与熔体的剪切作用减弱，剪切力减小，拉深流动行为起主要作用，沿着拉伸流动方向产生一定的取向性。但 ABS 属于非结晶性塑料，因此取向性很弱，对塑件的整体性能均匀性的影响较小。

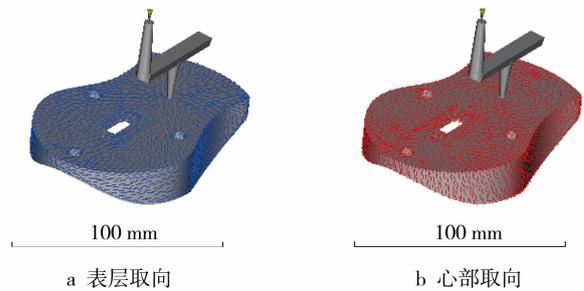


图 7 表层取向与心部取向的模拟结果

Fig.7 Simulation results of the orientation of surface and inside

制品残余应力的分析结果见图 8，从图 8 可以看出，在底座的大端存在约 15 MPa 左右的残余应力，这是由于大端收缩变形较大导致的。

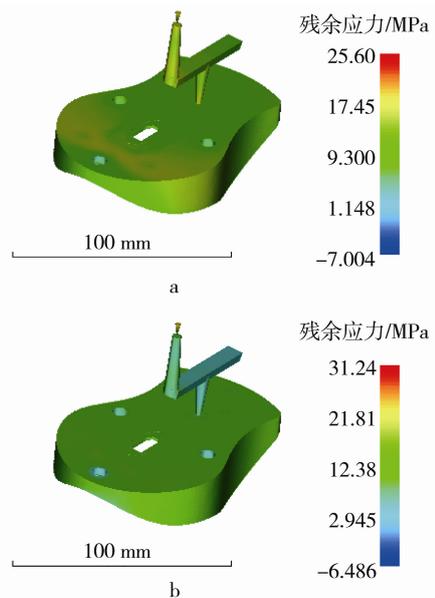


图 8 制品残余应力

Fig.8 The residual stress of product

气孔和熔接痕的产生情况见图 9，从图 9a 可以看出，气孔产生在大端端部，因而应在该位置设置排气槽，以便于气体的排出。在注塑成形塑料产品的过程中，模具温度比熔融塑料温度低得多，因此充填时在模具壁上形成一层凝固层，凝固层的温度相对熔融塑料流心部的温度较低。当 2 股不同方向的料流汇合时，交界处表面的凝固层熔合不好，易产生熔接线，影响制品的性能和美观。2 股不同方向料流的汇合角度对熔接线的明显程度有

着重要影响,并决定了熔接线的深度^[9]。当熔接线深度超过 2 μm 时,熔接线就可用肉眼观察到,此时熔接线的汇合角度刚好是 75°,这是熔接线可见与不可见的汇合角度的分界线。从图 9b 可以看出,熔接线的角度基本大于 75°,因此不影响制品的性能和外观。

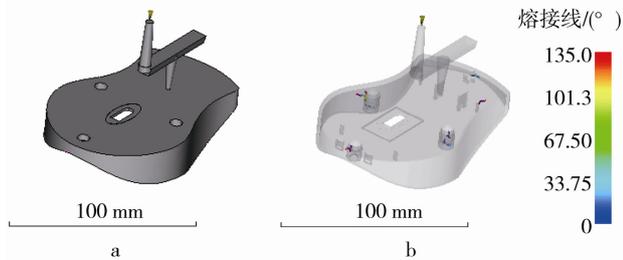
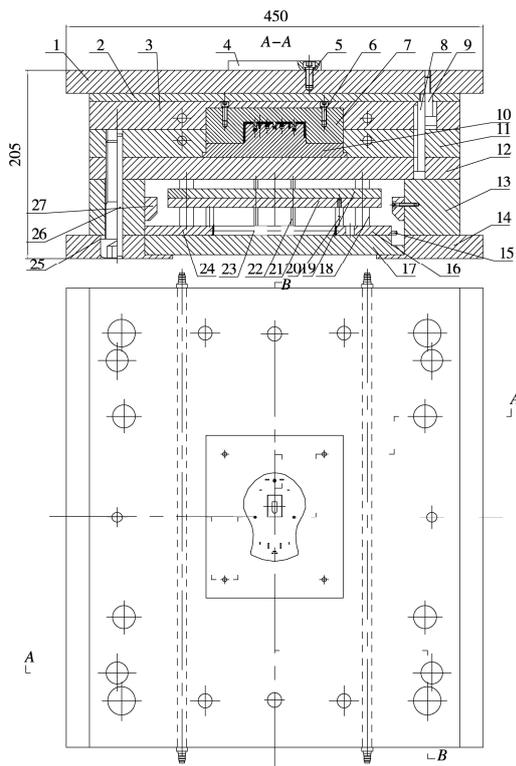


图 9 气孔与熔接线
Fig.9 The gas hole and weld line

4 模具设计

新型鼠标下座注射成形模具见图 10。模具的



- 1.定模板 2.浇口板 3.型腔固定板 4.浇口套 5.螺钉 6.螺钉 7.型腔
- 8.限位螺钉 9.限位螺钉 10.型芯 11.型芯固定板 12.垫板 13.支承块
- 14.动模板 15.销钉 16.滑块 17.顶杆垫板 18.复位杆 19.顶杆固定板
- 20.顶杆 21.顶杆垫板 22.顶杆 23.弹簧 24.顶杆固定板 25.螺钉 26.销钉
- 27.斜楔 28.导套 29.导柱 30.弹簧 31.斜滑块 32.顶杆 33.螺钉 34.螺钉
- 35.限位螺钉 36.水嘴

图 10 新型鼠标下座注射成形模具

Fig.10 Injection molding mould for the new type mouse base

5 结论

采用 3D 打印技术结合有限元仿真,实现虚拟现实造型功能相结合的新概念和新方法,开发新型

主要特点如下:浇注系统采用点浇口;一模一腔结构;倒锥形冷料穴配合浇口板进行拉料;斜楔滑块式二次顶出机构实现顶出;复位杆实现顶出机构和顶杆复位;斜滑块内抽芯机构实现内侧型芯的抽芯;3 个分型面,一次分型限位螺钉限位,二次分型限位螺钉限位^[10-13]。

模具主要工作过程如下:① 合模,注射机将熔融的塑料通过浇注系统注入型腔,保压增密,定型冷却;② 开模,动模后移,首先从 A 分型面分型,在浇口板 2 的作用下,浇注系统从浇口套 4 中脱出;③ 当限位杆 9 起作用时,从 B 分型面分型,将浇口板 2 留下,浇注系统从浇口板中脱出;④ 当限位杆 8 起作用时,C 分型面开始分型,浇注系统从塑件上脱落,塑件从型腔 7 中脱出,包紧在型芯 10 上;⑤ 动模继续后移,注射机顶杆推动顶出机构顶出顶杆 32 和斜滑块,将塑件顶出的同时,将内型芯抽出^[14-15]。

塑料制品,在节省设计时间、保证设计质量的基础上,设计成形模具可起到提高效率、降低成本的效果。设计的鼠标底座及其注射成形模具,对于其他类型鼠标的设计与成形具有一定的指导意义和参

考价值。

参考文献:

- [1] 屈澳林, 罗庆生. 新型鼠标器下座设计与制造[J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2001(1): 30—31.
QU Ao-lin, LUO Qing-sheng. Design and Manufacture for the Bottom Seat of the New Type Mouse[J]. CAD/CAM and Manufacturing Information, 2001(1): 30—31.
- [2] 周泳全, 姜家吉, 张磊明, 等. 人机工程学鼠标底壳双色注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2009, 23(11): 94—97.
ZHOU Yong-quan, JIANG Jia-ji, ZHANG Lei-ming, et al. Design of Two-shots Injection Mould for Ergonomics Mouses Bottom Case[J]. China Plastics, 2009, 23(11): 94—97.
- [3] 杨文庆, 卢军. Pro/E 在鼠标外壳三维造型及模具设计中的应用[J]. 模具制造, 2007(12): 8—10.
YANG Wen-qing, LU Jun. Application of 3D Modeling and Mold Design for the Mouse Shell Based on Pro/E[J]. Mould Manufacturing, 2007(12): 8—10.
- [4] 骆俊廷, 张丽丽. 塑料成型模具设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
LUO Jun-ting, ZHANG Li-li. Plastic Mold Design[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2008.
- [5] 张伟, 张海波. 塑料模具浇注系统的设计浅析[J]. 设计与分析, 2011(18): 177—179.
ZHANG Wei, ZHANG Hai-bo. Brief Analysis on Design of Plastic Mould Pouring System[J]. Design and Analysis, 2011(18): 177—179.
- [6] 袁根华. 基于 CAE 鼠标多腔异件模具与流动平衡性设计[J]. 中国塑料, 2014, 28(7): 101—104.
YUAN Gen-hua. Design of Moulds and Flow Balance of Mouse Multi-cavity of Different Workpieces on CAE[J]. China Plastics, 2014, 28(7): 101—104.
- [7] 孟文, 樊军, 孔春元. 利用 Moldflow 及 ANSYS 对鼠标下盖注塑模具的优化设计[J]. 计算机应用技术, 2008, 35(12): 44—45.
MENG Wen, FAN Jun, KONG Chun-yuan. Optimization of the Injection Mold Design for the Mouse Cover Based on Moldflow and Ansys[J]. Computer Application Technology, 2008, 35(12): 44—45.
- [8] 陈兴, 李德群, 袁中双. 塑料注射成形流动过程仿真[J]. 中国塑料, 1997, 11(5): 87—92.
CHEN Xing, LI De-qun, YUAN Zhong-shuang. The Simulation of Fluid Flow in Injection Mold[J]. China Plastics, 1997, 11(5): 87—92.
- [9] 袁中双, 李德群, 肖景容. 塑料注射成形的流动仿真[J]. 现代塑料加工应用, 1993, 5(5): 14—18.
YUAN Zhong-shuang, LI De-qun, XIAO Jing-rong. Flow Computer Simulation Plastics Injection Molding[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 1993, 5(5): 14—18.
- [10] 骆俊廷. 塑料注射成型模具图册[M]. 北京: 国防工业出版社, 2010.
LUO Jun-ting. Plastic Injection Mold Atlas[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2010.
- [11] 张丽丽, 张春祥. 鼠标下座注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(7): 67—69.
ZHANG Li-li, ZHANG Chun-xiang. Injection Mould Design of Mouse Base[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(7): 67—69.
- [12] 吴晓, 薛春娥. 鼠标外壳注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(8): 70—72.
WU Xiao, XUE Chun-e. Design of Injection Mould for Mouse Shell[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(8): 70—72.
- [13] 陈少克. 鼠标上盖的反求设计与模具设计[J]. 模具工业, 2011, 37(2): 54—57.
CHEN Shao-ke. Reverse Design and Design of Mould for Mouse Upper Cover[J]. Mould Industry, 2011, 37(2): 54—57.
- [14] 申如意, 朱裕生. 基于 UG 的鼠标模具设计[J]. 兰州工业学院学报, 2013, 20(3): 31—34.
SHEN Ru-yi, ZHU Yu-sheng. Mouse Mold Design Based on UG[J]. Journal of Lanzhou Institute of Technology, 2013, 20(3): 29—33.
- [15] 周泳全, 张磊明. 多向内外抽芯鼠标外壳模具设计[J]. 模具工业, 2009, 35(10): 51—54.
ZHOU Yong-quan, ZHANG Lei-ming. Design of Mould with Multiway Internal and External Core-pulling for Mouse Shell[J]. Mould Industry, 2009, 35(10): 51—54.