

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.02.018

基于 CAE 的移动电源壳盖热流道注塑模设计

陈晓勇,王谦

(杭州科技职业技术学院,杭州 311402)

摘要:针对移动电源壳盖壁厚且表面质量要求较高的特点,借助于 Moldflow 软件的充填分析结果,得到了一种由 3 个开放式热喷嘴和 16 个潜伏式冷浇口组成的半热流道系统。该半热流道系统综合利用了冷流道和热流道的成型特点,既解决了产品的充填困难问题,又节约了大量材料并显著提高了注射成型效率。此外,详细介绍了模具的浇注系统、侧向抽芯机构及推出系统的具体设计过程并分析了模具的工作过程和结构特点。

关键词: Moldflow ; 移动电源壳盖; 半热流道; 注塑模; 侧抽芯; 模具设计

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)02-0087-05

Design of Hot Runner Injection Mould for Mobile Power Cover Based on CAE

Chen Xiaoyong , Wang Qian

(Hangzhou Polytechnic, Hangzhou 311402, China)

Abstract : Based on the filling analysis results of Moldflow software, the semi-hot runner system consisting of three open hot nozzles and sixteen submarine cold gates was proposed for the small wall thickness and high surface quality requirements of the mobile power cover. This semi-hot runner system not only was a better solution to the problem of product filling difficulties by comprehensively utilizing the forming characteristics of the cold runner and the hot runner, but also saved a large amount of materials and remarkably improved the injection moulding efficiency. In addition, the design processes of the feeding system, side core-pulling mechanism and ejector system were introduced in detail, the working process and structural characteristics of the mould were also analyzed.

Keywords : Moldflow ; mobile power cover ; semi-hot runner ; injection mould ; side core-pulling ; mould design

近年来,汽车、家电和通信等行业的高速发展带动了与之密切相关的模具行业的快速发展,同时也给热流道技术的迅速提高和发展带来了契机^[1]。相关的研究成果很多,研究内容主要涉及数值模拟技术或 CAE 软件在热流道模具设计中的应用、热流道注塑产品成型质量及成型工艺的控制、叠层式或双色热流道模具的设计等方面。如戚春晓、孔茗、赵战锋等^[2-4]使用 Moldflow 软件对零件的注射成型过程进行分型,得到优化的热流道模具设计方案并据此生产出符合要求的模具。沈洪雷等^[5]以某塑料抽屉为例,采用 Moldflow 软件,分别以单因素法和正交法分析各参数对注塑件翘曲变形的影响情况并依据分析结果优化了该注塑件的成型工艺参数和

模具冷却系统。奚建胜等^[6]根据企业提供的产品及技术要求,通过 Moldflow 软件的注射成型模拟确定了叠层式热流道的模具结构。苏鹏刚等^[7]则以双色内螺纹旋钮为例,阐述了双色注塑模热流道模具的设计方案及其工作过程。

但现有的研究成果主要以绝热流道系统为研究对象,而对由热流道和冷流道综合组成的半热流道系统关注不够。实质上,由于半热流道模具的结构相对较简单,热喷嘴故障率低,成型制品质量好,因而在生产中得到了广泛的应用。只是相关的研究成果却不多,这无疑不利于该技术在生产中的不断推广与提高。为此,笔者以移动电源壳盖零件为例,探讨半热流道注塑模具的设计过程,试图为该技术

通讯作者: 陈晓勇,副教授,主要研究方向为注塑模 CAD/CAE/CAM E-mail: 378149921@qq.com

收稿日期: 2017-11-19

引用格式: 陈晓勇,王谦. 基于 CAE 的移动电源壳盖热流道注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2018,46(2):87-91.

Chen Xiaoyong , Wang Qian. Design of hot runner injection mould for mobile power cover based on CAE[J]. Engineering Plastics Application,2018,46(2):87-91.

在生产实践中的应用提供一定的参考。

1 塑件结构分析

图1所示为某品牌移动电源的壳盖,材料为聚碳酸酯(PC)。该塑件总体尺寸为 $66\text{ mm}\times 44\text{ mm}\times 3.6\text{ mm}$,壁厚较小,主体壁厚仅为 0.35 mm 。塑件两端部分布有两个小的内凹表面(尺寸分别为 $15\text{ mm}\times 1.5\text{ mm}\times 0.4\text{ mm}$ 和 $4.0\text{ mm}\times 2.4\text{ mm}\times 0.2\text{ mm}$)和一个厚 2.0 mm 的矩形缺口。塑件内侧表面则存在着多个不规则的微小结构,最小圆角仅为 0.2 mm ,最小厚度仅为 0.30 mm 。该塑件为高精度的外观件,外表面要求平整光滑无变形,且没有收缩痕、熔接痕、飞边等缺陷。

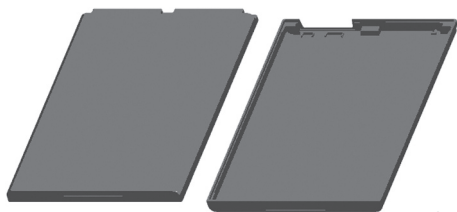


图1 移动电源塑料壳盖模型

2 模具结构设计

塑件属于典型的薄壁零件,熔料流动距离长,流动阻力大,采用冷流道注塑易产生熔接痕、填充不足等缺陷,且表面质量差,产品合格率低。因此该产品需采用热流道技术,以优化模具结构,提高成型效率。

考虑到塑件总体外形尺寸不大,决定采用一模两腔布局,两塑件反向对称布置,以保证受力均衡。塑件的两端部存在小的内凹,且抽芯距均不大,故决定双侧设置斜导柱侧向抽芯机构。

塑件表面质量要求很高,表面不能留有浇口痕迹,而两端又必须设置侧向抽芯机构,故只能在塑件的两侧面分别设置多个潜伏式浇口。为便于潜伏式浇口的设置,决定采用热流道和冷流道混合组成的半热流道系统。在热喷嘴出口处设置冷主流道,熔料再经分流道到达各浇口。流道采用自然平衡流道,即各流道(包括浇口)的长度、断面形状和尺寸完全相同^[8]。

PC为非结晶性塑料,收缩率低,流动性差,注塑过程较困难^[2]。而移动电源壳盖塑件的壁厚又很小,流动阻力必然很大,无疑会进一步增加塑件成型时的复杂性。故需要采用Moldflow软件进行模拟分析以提高模具结构设计的科学性和准确性。

2.1 浇注系统的优化设计

首先,使用UG NX6.0软件创建移动电源壳盖的三维模型并对其结构进行适当简化,然后将其另存为igs文件格式。其次,打开Moldflow2012软件,新建工程后,导入igs格式的移动电源壳盖模型。接着,设定网格类型为表面模型,选取 1.5 mm 的网格边长,执行网格划分命令并详细修改划分后的模型直至达到分析要求。最终完成的网格模型的统计数据为:节点数10081个,平均纵横比3.76,匹配百分比87.2%。随后,进一步创建产品注塑分析模型。

(1) 初步充填分析。

图2为创建的产品分析模型。整个浇注系统采用了由上部的热流道和下部的冷流道组合而成的半热流道系统。上部热流道总长度取 100 mm ,直径为 7 mm 。主流道衬套部分的小端直径取 3 mm ,大端直径取 7 mm 。下部冷流道倒锥部分的直径分别取 7 mm 和 3 mm 。冷分流道取U形截面,宽度及高度均取 3 mm 。在两塑件的侧边分别设置了四个潜伏式浇口,相邻浇口间的距离为 18 mm ,浇口直径为 1 mm 。

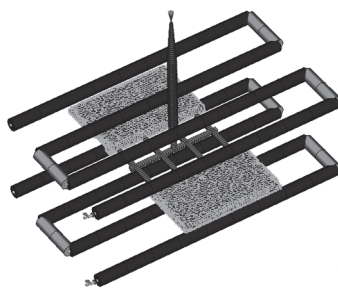


图2 产品分析模型

采用Moldflow2012软件自带的向导来创建冷却系统。设置水管直径为 8 mm ,水管与塑件表面距离为 25 mm ,沿塑件的长边方向(X方向)排列,管道数量为4,管道中心距为 35 mm ,塑件之外的管道距离为 50 mm ,使用软管连接^[10]。设置冷却液等参数为默认值。

选用Schulman公司的PC塑料。设定模具温度为 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$,熔体温度为 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。注塑机最大压力取 150 MPa (PC塑件的注塑压力一般为 $80\sim 130\text{ MPa}$),其他注塑工艺参数取默认值。随后,运行充填分析。

图3为初步充填分析的充填时间模拟结果^[11]。从图3可以看出,塑件的全部充填时间为 0.6551 s 。但是,由于在两塑件中部出现了大面积的未充满区域(欠注),充填失败,产品无法成

型。Moldflow2012 软件的分析日志也显示,充填至 0.44 s,充填体积为 76.75% 时,注塑压力达到了注塑机的最大注塑压力 150 MPa。显然,塑件成型压力太大,充填困难。而到 0.61 s 时,系统检测到短射,流动前沿已凝固,零件已无法正常成型,此时的充填体积仅为 90.87%。理论上,流动前沿温度太低会导致熔体冷凝,发生短射,进而导致填充不满^[6]。该塑件壁厚太小,而成型面积又较大,熔料流动距离长,流动阻力大,导致成型压力过大,致使产品无法成型。可见,此浇注系统不合理。

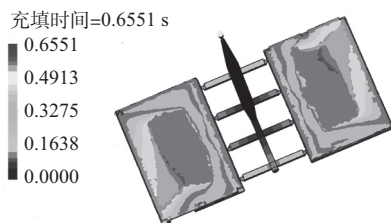


图3 初步充填时间

(2) 优化充填分析。

为防止塑件产生充填不足的现象,必须切实降低塑件的成型压力,较为妥当的方法是适当增加产品的潜伏式浇口数量。为此,考虑在塑件的两侧对称进胶,即沿每个塑件的双侧对称布置八个潜伏式浇口。相应地,热流道喷嘴也需增设为三个,浇注系统的基本参数则保持不变。于是,重新构建分析模型并运行充填分析。图4为优化后的充填时间模拟结果。整个充填过程在 0.5573 s 时完成,未出现短射现象,塑件所有部分均充满,产品成型质量较好。此外,产品的熔接痕、气穴、流动前沿温度等分析结果均较好。可见,优化后的浇注系统完全符合产品成型要求。

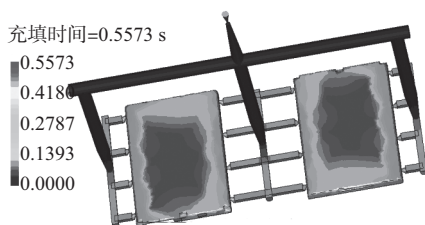


图4 优化的充填时间

(3) 浇注系统结构的确定。

依据图4的分析结果,采用双侧对向八个潜伏式浇口充填成型。为确保成型后切断潜伏式浇口并推出浇道凝料和塑件,需要在分流道处设置相应的冷料穴和流道推杆。完成后的单个产品的浇注

系统结构如图5所示,整副模具则需设置3根直径3 mm的流道推杆和16根直径2 mm的流道推杆。

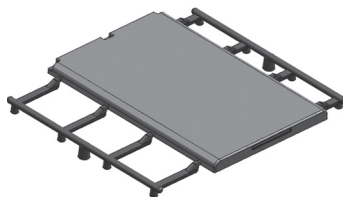
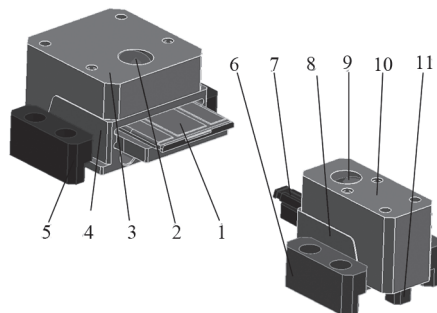


图5 浇注系统

2.2 侧向抽芯机构的设计

图6为模具单个产品的侧向抽芯机构示意图,由两个对向布置的斜导柱侧向抽芯机构组成(两侧型芯间的型芯镶件未显示)。该机构主要由侧型芯、斜导柱、楔紧块、滑块、压块、螺钉等零件组成。产品的两个抽芯距均很小,故采用镶拼式结构,将侧型芯与滑块通过螺钉组合为一体^[12]。两个斜导柱的倾角均取 15° ,直径分别为12 mm和10 mm。楔紧块与滑块采用斜面配合,斜角取 17° ,滑块的移动距离由限位螺钉确定。各零件的具体结构则经过适当计算后再结合实践经验确定。两个侧型芯采用胜百优质模具钢 S-STAR。斜导柱、滑块、楔紧块等选用预硬快切削热作模具钢 FDAC,压块、螺钉等则选用高级优质中碳钢 S50C。



1—大侧型芯;2—大斜导柱;3—大楔紧块;4—大滑块;
5—大压块;6—小压块;7—小侧型芯;8—小滑块;
9—小斜导柱;10—小楔紧块;11—小限位螺钉

图6 侧向抽芯机构

2.3 推出机构的设计

移动电源壳塑件壁厚且表面较大,成型后塑件的推出阻力也相应较大,因此推出机构的设计也较为重要。考虑在大的底平面处设置6根直径4 mm的普通推杆,成三排对称布置。塑件侧面和上盖相配合的止口宽度只有0.6 mm,故沿塑件周边设置了7根直径7 mm扁推杆,扁推杆的端部尺寸为2 mm×6 mm。其中6根扁推杆成两排对称布置,另一根则布置在小滑块附近。此外,在小滑块两侧

的塑件转角处设置2根直径2.5 mm的台阶推杆,以增大塑件的推出力,推杆的端部直径为1 mm。完成后的塑件推出机构如图7所示。

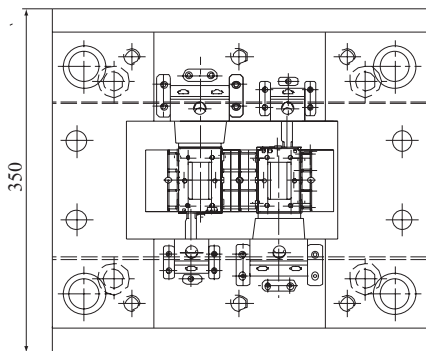
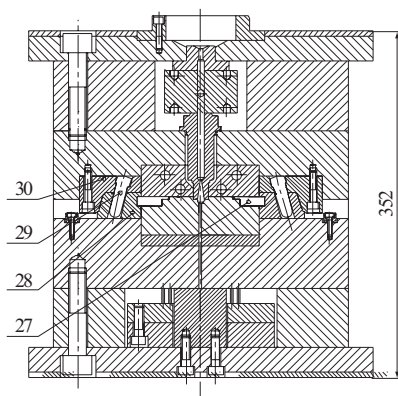
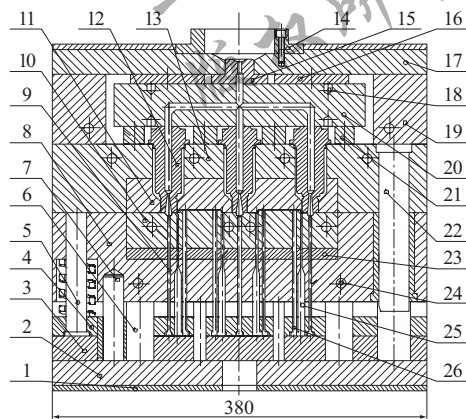


图7 推出机构

3 模具结构及工作过程

3.1 模具结构

图8为模具装配图。模具总的外形尺寸为350 mm×380 mm×352 mm。总体结构为两板式,由5块模板组成,动模座板与定模座板处均设置隔热板。模具的型芯、型腔均采用镶拼结构,由螺钉固定在动模板或定模板上。模具采用一模两腔平衡式热流道系统,选用了三个开放式热喷嘴,由两层弯曲式电热管加热。选用了I型热流道板,上下均布置隔热垫块。流道板的外形为长方体,总体尺寸为234 mm×73 mm×44 mm。



- 1—隔热板; 2—动模座板; 3—推板; 4—推杆固定板;
- 5—复位杆; 6—支撑柱; 7—推板导柱; 8—动模板;
- 9—流道推杆; 10—型芯镶件; 11—型腔镶件;
- 12—热喷嘴; 13—定模板; 14—定位圈; 15—主流道衬套;
- 16—上隔热垫块; 17—定模座板; 18—上电热管;
- 19—定模支承板; 20—热流道板; 21—下隔热垫块;
- 22—导柱; 23—镶件盖板; 24—冷却水孔; 25—扁推杆;
- 26—推杆; 27—侧型芯; 28—滑块; 29—斜导柱; 30—楔紧块

图8 模具装配图

3.2 模具工作过程

开模时,模具动模部分随注塑机移动,打开处于动模板8和定模板13之间的分型面。分型面处的热喷嘴12和冷流道的接触截面较小,故首先分离,冷流道凝料则依附在型芯镶件10上并随动模部分后退。同时,通过螺钉固定在定模板13上的楔紧块30也与动模板8分离,进而驱动斜导柱29作斜向移动。斜导柱29又带动安装在动模板8上的滑块28沿导滑槽向外侧移动并使侧型芯27等从塑件中抽出。当滑块28侧向移动被限位螺钉阻止时,侧向抽芯动作结束。动模部分则继续带着塑件和冷流道凝料后退,直至停止。

顶出时,注塑机推杆推动推板3前进并带动流道推杆9、推杆26、扁推杆25及台阶推杆等同时移动。潜伏式浇口被切断,同时塑件及浇道凝料等被联合推出。合模时,注塑机带动动模部分前进,分型面逐渐闭合,斜导柱29驱动滑块28复位。复位杆5则在复位弹簧及分型面的共同作用下复位,推板3及推杆固定板4也随之复位。同时,流道推杆9、推杆26、扁推杆25及台阶推杆等在型腔镶件15的作用下复位,合模过程完成。

4 结语

针对移动电源壳盖壁薄且表面质量要求较高的特点,借助于Moldflow软件的充填分析结果得到了一种由热流道和冷流道混合组成的半热流道系统。该半热流道系统结构简单,所成型制品质量稳定,注塑周期短且节约了大量材料。设计的模具具有以下结构特点:

(1) 采用了由16个潜伏式浇口和3个开放式热喷嘴组成的半热流道系统,较好地解决了塑件的充填困难问题且显著提高了注射成型效率。

(2) 为确保成型后切断潜伏式浇口并推出浇道凝料和塑件,在分流道相应位置分别设置了3根直径3 mm的流道推杆和16根直径2 mm的流道推杆以及相应的冷料穴。

(3) 塑件面大壁薄,推出时易产生较大变形,故采用了由12根直径4 mm的普通推杆、14根直径7 mm的扁推杆和4根直径2.5 mm的台阶推杆组成的复合推出机构,确保了产品成型质量。

参考文献

- [1] 田梦婕,郭妍,郭永环.热流道技术在注塑模具中的应用与发展[J].塑料科技,2017,45(1):94-98.
Tian Mengjie, Guo Yan, Guo Yonghuan. Application and development of hot runner technology in injection mould[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(1): 94-98.
- [2] 戚春晓,陈开源,黄小明.某车型前门饰框热流道浇注系统设计与优化[J].塑料,2017,46(2):102-105.
Qi Chunxiao, Chen Kaiyuan, Huang Xiaoming. Design and optimization of runner system for front door sash based on Moldflow[J]. Plastics, 2017, 46(2): 102-105.
- [3] 孔茗,芮延年,许戴铭.基于软件汽车保险杠整体式热流道优化设计[J].塑料科技,2015,43(6):71-74.
Kong Ming, Rui Yannian, Xu Daiming. Integral type hot runner optimization design for automobile bumper based on software[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(6): 71-74.
- [4] 赵战锋.某汽车轮毂罩热流道模流分析与模具设计[J].塑料工业,2016,44(9):58-62,69.
Zhao Zhanfeng. Hot runner mould flow analysis and injection mould design of automobile hub cap[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9): 58-62, 69.
- [5] 沈洪雷,刘峰.基于CAE热流道注塑件翘曲变形的研究[J].工程塑料应用,2014,42(4):62-65.
Shen Honglei, Liu Feng. Study on the warpage of injection moulded parts injected by hot runner based on CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(4): 62-65.
- [6] 奚建胜,黄文涛.发动机缸盖出水口接头叠层式热流道注塑模设计[J].中国塑料,2017,31(5):103-108.
Xi Jiansheng, Huang Wentao. Design of stacked-hot-runner-type injection moulds for outlet joints of cylinder heads[J]. China Plastics, 2017, 31(5): 103-108.
- [7] 苏鹏刚,葛正浩,王金水.双色内螺纹旋钮的热流道注塑模设计[J].塑料,2010,39(2):126-128.
Su Penggang, Ge Zhenghao, Wang Jinshui. Design of the hot-runner injection mould for the two-color knob with inside thread[J]. Plastics, 2010, 39(2): 126-128.
- [8] 刘保臣,杨晓东,申长雨.热流道板设计与制造[J].模具工业,2007,33(10):52-55.
Liu Baochen, Yang Xiaodong, Shen Changyu. Development and manufacture of hot runner plate[J]. Die & Mould Industry, 2007, 33(10): 52-55.
- [9] 俞芳芳,李智超.汽车空调下机壳热流道模具设计[J].工程塑料应用,2010,38(4):72-74.
Yu Fufang, Li Zhichao. Design of hot runner mould for the shell of the automobile air-conditioning[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(4): 72-74.
- [10] 李代叙. Moldflow 模流分析从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2012:46.
Li Daixu. Moldflow mould flow analysis from entry to the master[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012: 46.
- [11] 陈晓勇. Moldflow 在导光板外框注塑模设计中的应用[J].工程塑料应用,2011,39(6):71-75.
Chen Xiaoyong. Application of Moldflow in design of injection mould for the frame of light guide plate[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(6): 71-75.
- [12] 陈剑玲,李昌雪, Calle Helldin. 汽车仪表盘盖侧抽热流道注塑模设计[J].现代塑料加工应用,2014,26(3):49-51.
Chen Jianling, Li Changxue, Calle Helldin. Design of injection mold with side-slider and hot runner system for car cashboard cover[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2014, 26(3): 49-51.

本刊声明

近期有不法网站和个人假借本刊名义向广大读者征稿,同时收取高额注册费、审稿费、版面费。本刊特此声明:《工程塑料应用》为中国兵器工业集团第五三研究所(山东非金属材料研究所)主办,杂志社所在地为山东省济南市,本刊唯一合法投稿网址为 www.epa1973.com,本刊未委托任何机构和个人从事征稿和组稿业务。请广大作者牢记本刊投稿网址,辨别来电属地,不要给个人账号汇款,防止受骗。本刊保留对相关网站和个人追究法律责任的权利。

(工程塑料应用杂志社)