

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.07.018

手机内板零件热流道注塑模具设计

纪红¹,王海军²,郑佳玉³,刘华刚⁴,王书平⁵

(1. 天津机电职业技术学院,天津 300350; 2. 天津博盛睿创科技有限公司,天津 300350; 3. 天津职业技术师范大学,天津 300222;
4. 北京电子科技职业学院,北京 101176; 5. 山东非金属材料研究所,济南 250031)

摘要:介绍了一款手机内板零件热流道注塑模具设计。利用 Moldflow 软件模拟注塑成型过程,分析产品制造中可能出现的主要缺陷,最终选择了多点浇口同时进浇的注塑成型工艺。模具选用特殊的二板式热流道模具结构,其成型系统由外侧抽芯、内侧抽芯、斜顶、动模模仁和定模模仁五部分组成。模具的开模过程除了主分型面开启外还有一个辅助分型过程,保证注塑零件能顺序脱模并推出模具本体。模具整体结构紧凑,设计合理,可作为相似产品的设计参考。

关键词:手机内板零件;热流道;Moldflow;顺序脱模

中图分类号:TQ320.66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2018)07-0091-05

Hot-runner Injection Mold Design for Internal Plate Components of Smart Phones

Ji Hong¹, Wang Haijun², Zheng Jiayu³, Liu Huagang⁴, Wang Shuping⁵

(1. Tianjin Vocational College of Mechanics and Electricity, Tianjin 300350, China; 2. Tianjin Bosheng Ruichuang Technology Co. Ltd., Tianjin 300350, China; 3. Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China;
4. Beijing Polytechnic, Beijing 101176, China; 5. Shandong Institute of Non-metallic Materials, Jinan 250031, China)

Abstract: The mold design of the internal plate components of smart phones was presented, which selected the hot-runner injection. According to the simulation of injection period by Moldflow, the multiple point gates method was finally determined, based on the significant defects during manufacture. The special two plates style was selected, and with the forming system including exterior pulling core, interior pulling core, angle lifter, movable cavity and fixed half. Besides the main parting surface opening, the assistant parting plane was used to ensure the ordinal demoulding during the opening process. The mold structure was compact and reasonable. The design was an ideal solution for the comparable products.

Keywords: Internal plate components of smart phones; hot-runner; Moldflow; ordinal demoulding

智能手机的发展促进了手机制造工艺不断进步,相关模具的设计与加工也越加精密。在模具设计加工前,利用模流分析软件 Moldflow 对注塑过程进行工艺分析,并实现充填仿真,已经成为各类模具制造企业的设计必经之路。通过此类模拟计算,可以有效预测注塑过程中可能出现的各种缺陷,使工程技术人员在设计之初就制定相应的解决工艺,优化模具结构设计,从而满足手机类零件的尺寸精度和外观质量要求,提高模具的试模成功率,提高生产

效率^[1]。

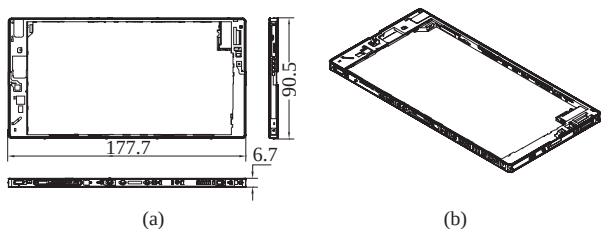
图 1 为某款智能手机内板零件,主体形状为矩形框架结构,其基本尺寸为 177.7 mm × 90.5 mm × 6.7 mm。该零件的细节特征较多,四周内外侧均有侧孔、凹槽和凸起,需要采用内、外侧抽芯机构和斜顶机构分别成型。虽然不是直接外观产品,但对外观质量要求也较高,不允许出现熔接痕、飞边等影响塑件外观的缺陷。零件整体属于薄壁制品,最薄处仅有 0.6 mm,材料不易填

通讯作者:纪红,高级工程师,主要研究方向为机械工程、数控技术、模具设计与制造、机械设计与制造 3D 制作及 3D 打印技术
E-mail: 13802016083@126.com

收稿日期:2018-04-22

引用格式:纪红,王海军,郑佳玉,等.手机内板零件热流道注塑模具设计[J].工程塑料应用,2018,46(7):91-95.

Ji Hong, Wang Haijun, Zheng Jiayu, et al. Hot-runner injection mold design for internal plate components of smart phones[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(7):91-95.



a—零件二维图; b—零件三维效果图

图1 手机内板零件

充,在成型过程易出现收缩、翘曲等问题。

1 注塑工艺分析

零件选用聚碳酸酯(PC)材料,该材料无味无臭对人体无害,符合卫生安全,同时具有较高的力学强度和耐疲劳性,适合注塑类成型工艺且成型尺寸稳定。材料绝缘性能优良,在潮湿高温环境下也能保持电性能恒定。模具选用热流道浇注形式,使得注塑材料的流动性更佳,浇口位置选择也更灵活。采用 Moldflow 对该零件进行相应分析,可以得到优化成型参数,主要分析参数包括填充时间、锁模力、熔接痕、翘曲变形等。

1.1 零件网格划分

网格类型选用双层面网格三角形单元结构,网格边长选择 1 mm,合并误差为 0.1 mm,根据仿真结果的精度要求,网格划分后的匹配率应大于 80%,可以得到如图 2 所示的划分结果。该零件细节特征较多,网格划分时应对其进行有效简化,以提高分析计算速度和模拟的准确性^[2]。

Entity counts:			
Triangles:	49102		
Connected Nodes:	24491		
Connectivity regions	1		
Area:			
Surface Area:	147.388	cm ²	
Volume:			
Triangle:	7.1644	cm ³	
Aspect Ratio:			
	Max	Average	Min
	17.9	3.46	1.16
Edge details:			
Free edges		0	
Manifold edges		73653	
Non-manifold edges		0	
Orientation details:			
Elements not oriented		0	
Intersection details:			
Element intersections		0	
Fully overlapping elements		0	
Match percentage:			
Match percentage		81.6%	
Reciprocal percentage		78.6%	

图2 网格划分结果

1.2 浇口位置及缺陷分析

Moldflow 软件可以根据给定条件自动选择最佳浇口位置及浇口数量。该零件自动创建浇口在侧壁的中段,如图 3 所示,结合充填时间及充填顺序分析结果,选择如图 4 所示的浇口位置,最终的填充时

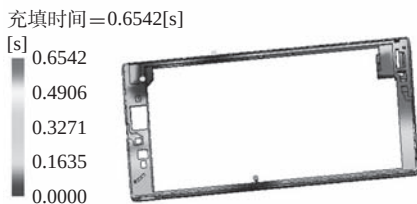


图3 最佳浇口位置分析结果

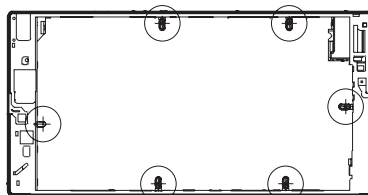
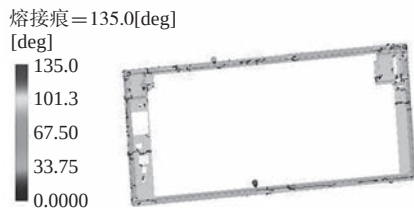


图4 浇口位置示意图

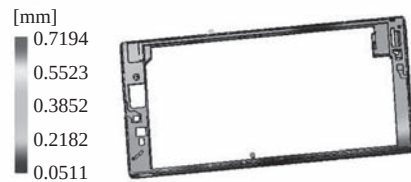
间约为 0.6 s。

在注塑充填过程中有多股流动塑料交汇,使得熔接痕出现在该零件的转角位置,气穴也多出现在零件填充的末端区域,将造成整体力学性能降低,甚至无法达到设计要求。为了避免成型过程中各种缺陷的产生,在模具结构设计中充分考虑模腔的排气和整体冷却,保证注塑过程的顺畅和模温恒定,模具缺陷分析模拟结果如图 5 所示。



(a)

变形, 所有因素



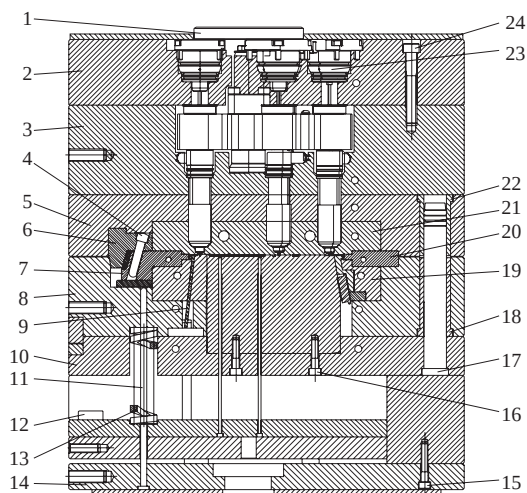
(b)

a—熔接痕模拟结果; b—翘曲变形模拟结果

图5 注塑缺陷分析模拟结果

2 模具结构设计

模具选用二板式热流道模具结构,浇口类型为点浇口,主分型面位于零件的最大轮廓投影方向,当开模时浇口可自动断开^[3]。该模具区别于典型二板式模具结构,在开模过程中有一个辅助分型过程,保证注塑零件能顺序脱模并推出模具本体。模具装配如图 6 所示。



- 1—定位环;2—热流道座板;3—热流道固定板;4—斜导柱;
5—定模板;6—锁紧块;7—侧滑块;8—动模板;9—斜顶杆;
10—动模垫板;11—弹簧芯轴;12—限位钉;13—压缩弹簧;
14—动模座板;15,16,24,33—锁紧螺钉;17—导柱;18,22—导套;
19—动模模仁;20—侧滑块型芯;21—定模模仁;23—热流道系统;
25—隔热板;26,28—耐磨块;27—内侧斜顶块;29—斜顶块垫板;
30—T型精定位块;31—型芯镶块;32—垫铁;34—顶杆固定板;
35—顶杆垫板

图6 模具装配图

2.1 浇注系统设计

浇注系统采用热流道形式,主流道和分流道直径为 11 mm,热流道浇口直径为 1.5 mm。主流道第一段使用针阀式主流道,防止开模时熔体流出污染型腔,第二段使用普通热流道,分流板有六个熔体出口,每个对应一个浇口位置。浇注系统结构如图 7 所示,根据模具设计方提供的基本参数,由热流道厂商设计定做^[4]。

2.2 成型系统设计

模具成型系统组成较为复杂,主要分为外侧抽

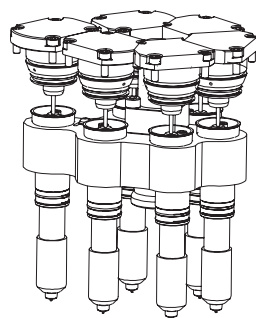


图7 热流道浇注系统示意图

芯、内侧抽芯、斜顶、动模模仁和定模模仁五大部分。外侧抽芯主要由斜导柱、滑块及型芯组成。四个方向成型部分型芯两两接触,接口处由斜面过渡,形成封闭外形,如图 8 所示。

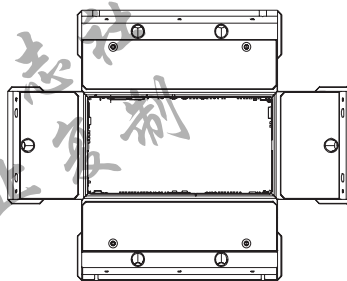


图8 外侧抽芯布局图

内侧抽芯、斜顶和动模模仁相互配合,共同组成模具的动模侧成型部分。内侧抽芯的布局是整个脱模机构设计的难点,由于运动干涉的影响,相同脱模方向的内侧抽芯可以设计成整体结构,但不同方向的抽芯运动时必须预留足够的空间。同时考虑加工性能和装配的难易程度,将内侧抽芯分成四个大块,如图 9 所示。该手机内板零件还有其余较小的内侧结构,由九个小块斜顶部分成型。

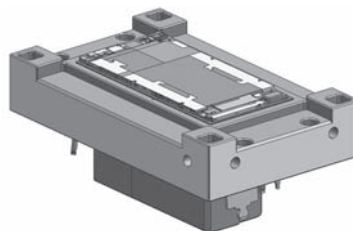


图9 动模模仁及斜顶部分

动模模仁主要由两部分组成,分别固定在动模板和动模垫板上。其中固定在动模垫板上的模仁部分有 T 型槽设计,与四个大块斜顶相配合,提供运动导向。定模模仁为整体式无嵌件结构,设计简单

紧凑且加工方便,模具修配工作也大幅简化。

2.3 冷却系统设计

注塑模具的冷却系统设计对产品的成型周期以及成型质量有很大影响^[5-6]。该系统设计时应根据模具实体的具体情况合理安排冷却水道位置和直径,避免与其他部分发生干涉。该模具成型部分较多,顶出机构分布也较为分散,冷却水道主要分为两部分。在外侧抽芯滑块上,冷却水道由滑块内的冷却水孔和外置冷却水管组成,在动模板上开设了相应的空槽,可以保证冷却水管随滑块正常运动,水孔直径取6 mm,如图10所示;在模仁模板上,冷却水道均匀开设在实体内部距离成型表面约20 mm,水孔直径取8 mm。为避免漏水,在冷却水道拼接部分加装“O”型环密封^[7]。

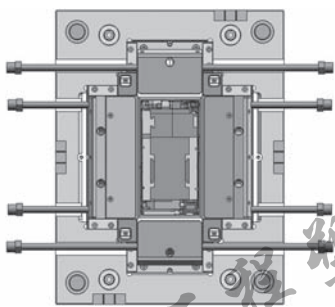


图10 侧抽芯冷却系统示意图

3 运动过程

熔融状态塑料由热流道喷嘴注入模具型腔,完成塑件产品的成型。经过保压冷却后模具开模,首先弹簧的压缩力释放将动模板与动模垫板分离。固定在动模垫板上的模仁向后移动,由T型槽驱动四个大块内侧抽芯同时向模仁内侧移动,脱开塑料产品本体,定距螺钉限制动模板与动模垫板的开模距离,如图11所示。此时,推板与推板固定板由复位杆刚性连接,保持原位置不发生变化,九个小块斜顶继续与塑料产品接触,复位杆顶面与定模板接触。模具动模部分由注塑机带动继续向后移动,此时模

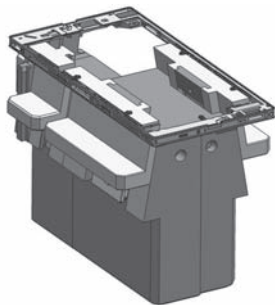


图11 内侧斜顶开模示意图

具主分型面打开,斜导柱导向侧抽芯滑块运动,使零件四个方向的型面成型,注塑机顶杆则带动推板,由斜顶将零件顶出。合模时,动模部分回退,注塑机顶杆带动推板及斜顶复位,定模斜导柱则驱动滑块复位,当主分型面接触时,动模继续移动并克服弹簧力,使得辅助分型面最终合并,等待下一个注塑循环^[8-9]。

4 结语

手机内板零件是典型的精密注塑类产品,有很高的注塑工艺要求,此类产品细节特征复杂,模具设计难度较大,对设计人员要求较高。首先利用Moldflow软件分析成型过程中可能出现的各类缺陷,并制定合理的解决策略,再结合零件自身特点,采用了特殊的内外侧抽芯结构顺序脱模,保证了产品的顺利成型。模具整体结构紧凑,设计合理,为同类产品的设计提供了有益的参考。

参考文献

- [1] 曹争. 基于Moldflow的手机后壳精密注塑模设计[J]. 塑料工业, 2017, 45(5):65-72.
Cao Zheng. The design of precision injection mold of mobile shell based on Moldflow[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(5):65-72.
- [2] 蔡厚道, 王训杰. 手机框架注塑工艺参数优化正交数值模拟试验[J]. 塑料工业, 2015, 43(8):49-69.
Cai Houdao, Wang Xunjie. Orthogonal numerical experiment of injection molding parameter optimization of mobile framework[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(8):49-69.
- [3] 张维合. 汽车水箱左右盖复杂抽芯注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(1):57-61.
Zhang Weihe. Design of complicated core pulling injection mold for car water tank left and right cover[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):57-61.
- [4] 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具设计[J]. 中国塑料, 2017, 31(5):103-108.
Xi Jiansheng, Huang Wentao. Design of stacked-hot-runner-type injection molds for outlet joints of cylinder heads[J]. China Plastics, 2017, 31(5):103-108.
- [5] 沈言锦, 刘海渔. 基于Pro/E的鼠标底壳注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2016, 44(4):82-85.
Shen Yanjin, Liu Haiyu. Mouse bottom shell injection mold design based on Pro/E[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(4):82-85.
- [6] 张维合. 汽车前大灯反射镜大型注塑模具设计[J]. 现代塑料加工应用, 2016, 28(3):52-55.
Zhang Weihe. Design of injection mold for mirrors of car headlight[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2016, 28(3):52-55.

- [7] 徐超辉,刘华刚,王井玲.特种量杯多向斜顶成型注塑模具设计[J].工程塑料应用,2017,45(9):84-87.
Xu Chaohui, Liu Huagang, Wang Jingling. Injection mold design for special measuring cup with multidirectional angle lifter[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(9):84-87.
- [8] 孙秀伟.基于 Moldflow 和 UG 的坐便器坐圈注塑模具设计[J].中国塑料,2017,31(1):98-104.
Sun Xiuwei. Design of injection molds for toilet seats based on Moldflow and UG software[J]. China Plastics, 2017, 31(1):98-104.
- [9] 武宁宁,张学峰,张燕莉.复杂锥度体塑件径向多侧抽芯注塑模设计[J].塑料,2017,46(5):107-110.
Wu Ningning, Zhang Xuefeng, Zhang Yanli. Complex taper body plastic radial multi side core pulling mould design[J]. Plastics, 2017, 46(5):107-110.

投稿须知

1 稿件内容

稿件应注重科学性、实用性及时效性,要求技术新颖,论点明确,论据可靠,数据准确,文字通顺、简练。稿件内容必须真实,避免抄袭,请作者文责自负。引用他人成果时,请按《著作权法》有关规定说明出处。内容应未曾发表过或被其他出版物刊载过,且无一稿多投。

2 稿件要求

凡属于重大科技获奖的论文和重点项目资助的论文,请在来稿第一页注明名称及批准号,本刊将优先刊登。

(1) 题目、作者署名及单位。题目力求简明、醒目,反映出文章的主题,一般不超过 20 个汉字。作者姓名在题目下按序排列,不同工作单位的作者,应在姓名右上角加注阿拉伯数字序号。作者单位须写全称并注明省份、城市和邮政编码。联系人信息(包括姓名、学历或职称、主要研究方向)注在第一页下方。

(2) 摘要及关键词。论文需要同时提供中文和英文摘要,摘要以提供论文的内容梗概为目的,不加评论和补充解释,应简明、确切地论述研究目的、原理和结论,具有相对独立性。中文和英文摘要均要求采用报道性摘要类型。具体要求:中英文摘要均为一段式,内容比较具体,一般需要列举关键数据。中英文摘要内容基本一致,中文摘要以 200~300 字为宜,英文摘要可略详。关键词要求 3~8 个。

(3) 正文。正文各部分都应简洁明了。层次标题一律用阿拉伯数字连续编号,尽量减少层次;不同层次的数字之间用小圆点相隔,末位数字不加标点符号。如“1”,“1.1”等。文中量、单位及符号的使用应符合国际标准和国家标准。

(4) 图表。图表要设计合理,简单自明。每一幅图都应有图序和简短确切的图名,横纵坐标均要注明物理量及其单位,线条图要用矢量格式的图,或将 *.opg, *.dwg, *.eps 等格式的图打包压缩随投稿一起上传。表格请使用三线表,每一表格都应有表序和简短确切的表题。图表标题一律用中文表达。

(5) 参考文献。以作者亲自阅读过的主要原始文献为限,不可引用非公开出版或发表的文献,不能引用其他文章中引用的但未经核对原文的文献,要注意引用最新的文献。参考文献要有一定的数量,研究性论文至少 16 篇。参考文献的著录按文章中引用的顺序依次排列,中文参考文献要有对照英文部分(英文部分不编号)。无论中外文的作者,一律采用姓前名后的形式著录;作者不超过 3 人时可全部著录,超过 3 人时,只著录前 3 位,其后加“等”或“et al”。综述类论文的参考文献著录项目适当简化,可参见本刊相关栏目文章样式。作者对所引文献的准确性和完整性负责。

3 投稿方式

请作者登陆“工程塑料网”(http://www.epa1973.com),进入杂志社之页,点击“网上投稿”后投稿。来稿请注明详细地址、电话、邮箱等信息,便于通知联系。一般一个月左右可以查询稿件审理意见,超过 3 个月未收到修改意见或回复的可自行处理。

4 注意事项

为适应我国信息化建设需要,扩大学术交流渠道,本刊已编入国内外著名数据库。稿件一经录用,将同时被数据库收录,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意收录,请在投稿时声明,否则将视为同意。