

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.08.018

复杂盖板塑料件模具创新优化设计^{*}

郑伶俐¹, 王乾²

(1. 常州机电职业技术学院, 江苏常州 213164; 2. 常州轻工职业技术学院, 江苏常州 213164)

摘要: 通过对复杂盖板塑料件的结构进行分析, 确定了其模具的设计方案: 采用镶件的形式实现小型芯成型; 采用斜导柱侧抽机构实现侧孔的成型; 采用一模一腔, 点浇口4点进料。并对镶件、流道、水道和斜导柱4个方面的设计进行了优化创新。通过二维装配图阐述了模具的工作过程。通过CAE分析得到了优化后的注塑工艺参数。经生产实践表明, 模具设计结构合理、工作可靠, 生产的塑料件质量好, 取得了较好的经济效益。

关键词: 镶件; 斜导柱抽芯机构; 点浇口; 一模一腔; 模流分析

中图分类号: TQ320.662 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)08-0084-04

Innovative Optimal Design of Mould for Complex Cover Plastic Part

Zheng Lingli¹, Wang Qian²

(1. Changzhou Vocational Institute of Mechatronic Technology, Changzhou 213164, China; 2. Changzhou Institute of Light Industry Technology, Changzhou 213164, China)

Abstract: The design scheme of injection mould for a complex cover plastic part was determined by analyzing its structure. The small core forming was realized by using inserts. The side hole forming was realized by using slanted guide pillar core pulling mechanism. One mould and one cavity was used with four pin-point gate feeding. The innovation designs of insert, runner, cooling channel and guide pillar were optimized. The working process of the mould was elaborated by 2D assembly drawing. The injection molding process parameters after optimization was obtained through the CAE analysis. The practical use result of the mould indicates that the designed mould has reasonable structure and reliable work. Its production quality and economic benefit are improved.

Keywords: insert; slanted guide pillar core pulling mechanism; pin-point gate; one mould and one cavity; mold flow analysis

1 塑料件分析

某复杂盖板塑料件造型如图1所示。该塑料件长300 mm, 宽150 mm, 最大高度为20 mm, 除加厚部位外基本壁厚为2 mm, 所用材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)。塑料件结构非常复杂, 尤其是面上有数十个造型复杂、难以加工的通孔, 从模具成型的角度来看, 需要数十个小型芯成型; 两侧两端的侧孔需要侧抽芯; 塑料件的大小属于中小型模具的范畴, 若采用多型腔无法采用标准模架, 故采用一模一腔; 塑料件的形状属于端盖类塑料件, 最佳的进料方式是从上表面进料, 适合采用点浇口^[1-2]。

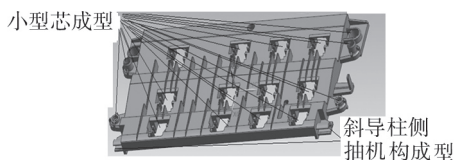


图1 塑料件造型

综上所述, 拟采用多个小镶件的形式实现小型

芯的成型^[3]; 采用斜导柱侧抽机构实现侧孔的成型^[4]; 一模一腔; 点浇口的形式从上表面进料, 进料点设置为4个。

2 模具结构优化设计

2.1 镶件设计

塑料件中间的通孔造型非常复杂, 结构间又有很多的小间隙难加工, 一旦损坏难以修复, 为了便于模具的维修与型芯的更换, 采用镶件的形式最为适宜, 故单独加工小型芯镶件如图2所示, 将此镶件嵌入模具成型。同时在小型芯上端的一侧做出图中所示的台阶, 此台阶起到两个作用: 一是可以利用此台阶形成与型腔的装配固定, 利用模板间的压力使镶件压实, 避免使用螺钉固定, 省去了螺孔的加工, 镶件的安装如图3所示; 二是只在一侧加工台阶可

^{*} 江苏省高职院校青年教师企业实践培训资助项目 (2017QYSJ006)

联系人: 郑伶俐, 硕士, 实验师, 研究方向为机械设计与制造

收稿日期: 2017-05-15

以起到指向作用,安装镶件时只需沿着台阶安装无需辨识方向,简单快捷,小型芯的形状也不存在方向装错的问题^[5-6]。

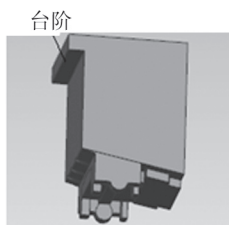


图2 小型芯镶件

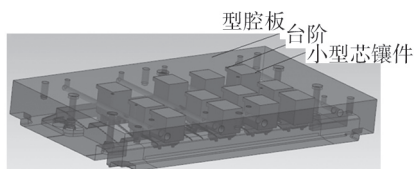


图3 镶件的安装

2.2 浇口流道设计

浇口是浇注系统的核心,浇口的形式和位置直接决定了模具注塑时塑料件的质量。故利用Moldflow 软件对塑料件进行最佳浇口位置分析,以协助决定浇口的位置。塑料件的浇口匹配性如图4所示。其中中间画圈区域的浇口匹配性最好,为最佳浇口位置区域,两侧画圈区域次之,为次佳浇口位置区域,其它区域不宜设置浇口。从图4可以看出,塑料件的最佳浇口位置区域为中心部位,应该是在此设置浇口为最佳,但是由于塑料件体积较大,如果只设置一个浇口,料流在型腔中流动时间过长可能会引起收缩不均、应力增大,甚至造成短射现象;因此决定将浇口设置在两侧次佳浇口位置区域,采用4点进料以缩短填充时间,保证填充完整及填充过程的温差不至过大,4个浇口的具体设置位置及流道如图5所示。

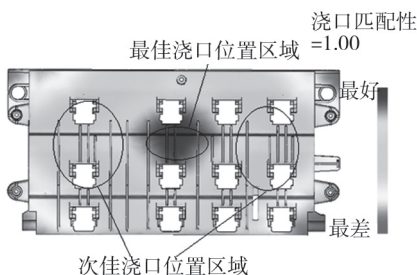


图4 浇口位置分析

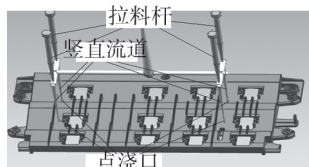


图5 浇注系统设计

因为采用点浇口注射^[7-8],所以模具结构采用的是多板模,点浇口采用可以实现浇口的自动切断,省去后续的人工去除浇口过程。为使图5所示的竖直流道凝料顺利脱出模外,在定模板一侧加装了4个小拉料杆,在第一次分型时小拉料杆拉住竖直流道中的凝料以确保浇注系统凝料的顺利脱出。

2.3 水道设计

鉴于塑料件较大,所以上下各设置4个独立的冷却水道,其示意图如图6所示。各有4个入水口,以保证冷却介质的冷却效果,避免冷却水在水道中流动距离过长而升温。同时采用立体的冷却水道,水道分别由定(动)模板伸入,到达塑料件边缘上(下)方时向下(向上)穿进模仁,在模仁中形成一段水道后再向上(下)穿出,最后再由定(动)模板伸出,形成立体式水道。立体式水道比传统的直通式平面水道,虽然在加工上要略微复杂一点,但由于在模仁中只有一段密闭的管道,密封圈设置模板和模仁交界处,在锁模力的作用下将会牢牢地锁紧,不存在漏水的问题。而传统的直通式平面水道由于是一段直通的管道连续穿进穿出模仁和模板,在模具的侧向上并无任何外力压紧,一旦模仁在成型过程中略有移位,模具中就会漏水,损坏模具和注塑机^[9-10]。

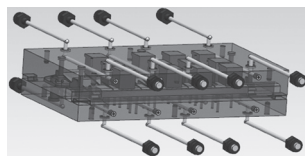


图6 冷却水道

2.4 斜导柱侧抽机构设计

侧滑块的移动只是沿着侧抽芯方向做侧向移动,所以斜导柱只有侧向两个面与滑块上的斜孔配合导滑提供导向,其它两面的存在不但起不到导滑的作用,还会因为加工与配合的精度、斜孔或斜导柱使用时的变形等原因而导致导滑受限,影响侧抽的运动平稳性。对传统的圆斜导柱进行创新设计,将斜导柱非导滑面切削成平面,形成和滑块上斜孔的避空,保证侧抽方向的导滑顺畅^[11],斜导柱侧抽机构示意图如图7所示。

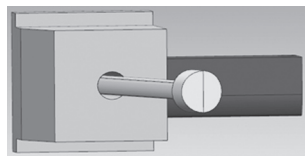


图7 斜导柱侧抽机构

3 模具装配和工作原理

运用 AUTOCAD 软件作出的模具二维装配图见图 8,通过二维装配图可正确把握模具的装配和工作过程^[12-13]。

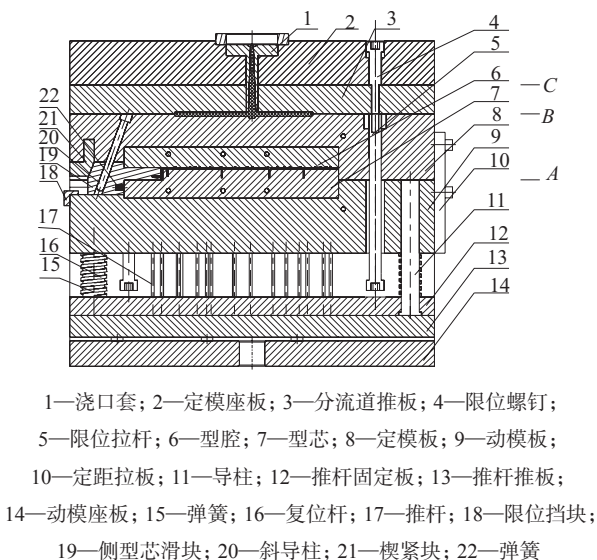


图 8 模具的二维装配图

模具工作过程:模具合模后经注射、保压、冷却、塑料件成型后开模。开模时,模具首先在动、定模主分型面 A 分开,定模板 8 不动,动模板 9 后退,塑料件包裹在型芯上跟随动模后退,竖直流道(图 5 中展示)被小拉料杆拉住从而实现了浇口的拉断;同时,在斜导柱 20 的作用下,侧型芯滑块 19 在随动模板后退的同时沿动模板上的导滑槽侧向移动实现侧抽芯,最后在弹簧 22 的作用下紧靠在限位挡块 18 上而定位。动模后退一定距离时在定距拉板 10 的作用下拉着定模板 8 一起后退,分型面 B 分开,在小拉料杆的拉力作用下竖直流道凝料被拉出模板。动模拉着定模板继续后退一定距离,被限位拉杆 5 的端部顶住,限位拉杆 5 与限位螺钉 4 为固定连接,拉动限位螺钉 4 一起向后运动,限位螺钉 4 又抵住分流道推板 3 一起后退一定距离后被限制,此为 C 分型面的分型,作用是利用分流道推板 3 将流道系统凝料从浇口套中推出,完成整个开模过程。分型面 A 实现塑料件从模内的分离;分型面 B 实现竖直流道从模内的分离以及留出整个浇注系统凝料的取出空间;分型面 C 实现流道凝料与浇口套的分离。

4 试模分析

采用华塑 CAE 软件对塑料件的注塑过程进行仿真模拟分析,经过多次修改完善后得到优化的工

艺参数如表 1 所示。

表 1 优化后的注塑工艺参数

项目	数值
模具温度 / °C	40
熔体温度 / °C	230
充模时间 / s	1
保压时间 / s	20
最大注塑压力 / MPa	74
保压压力 / MPa	60
顶出温度 / °C	80
冷却时间 / s	20

经以上参数模拟分析后发现,4个浇口凝固时间为别为 5.7,6.0,5.7,6.1 s,最大浇口进料差为 6.5%,说明型腔的充填和补缩比较均匀,塑料件各部位的性能趋于一致;收缩指数为 0.06,由于在中型板型塑料件中大幅度减小收缩有很大难度,因此可以表明,在目前的参数下收缩控制得很好;塑料件的翘曲值最大不超过 0.5,最大变形主要出现在塑料件的端角处,完全满足塑料件的使用要求;唯一的缺陷是熔接痕稍多,这是 4 点进料不可避免的,但是主体方向基本在塑料件的纵向,且深度较浅并垂直于塑料件使用时的受力方向,不影响塑料件的使用。应用模拟分析的参数实际试模后发现,模具工作可靠,塑料件质量好^[14-15]。

5 结论

对复杂盖板类塑料件进行了结构分析和模具创新优化设计,确定了采用多个小镶件的形式实现小型芯成型、采用斜导柱侧抽机构实现侧孔的成型、一模一腔、点浇口 4 点进料的模具结构,并从镶件、流道、水道和侧抽机构 4 个方面对模具进行优化;绘制了模具的二维装配图并就模具的工作过程进行了详细的阐述;经模流分析得到优化的工艺参数后用于实际试模。经生产实践验证,此模具设计合理,工作稳定可靠,所生产的塑料件质量好,为企业带来了很好的经济效益。

参考文献

- [1] 于盛睿,曾兰玉,韩文.耳塞盖点浇口注塑模设计[J].工程塑料应用,2016,44(8):78-82.
Yu Shengrui, Zeng Lanyu, Han Wen. Design of pin-point gate injection mould for covers of earplugs[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(8):78-82.
- [2] 任天娟.机壳注塑模具设计[J].模具技术,2016(3):15-18.
Ren Tianjuan. Design of injection mould for a shell[J]. Die and Mould Technology, 2016(3):15-18.

- [3] 焦瑞萍,池成忠,黄能会. 注塑模具结构中的镶件设计[J]. 塑料工业,2010,38(2):33-35.
Jiao Ruiping, Chi Chengzhong, Huang Nenghui. The insert design of injection mold's structure[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2):33-35.
- [4] 李源,郭辰光,李威力. 薄壁电子机壳侧向抽芯注塑模具设计[J]. 塑料工业,2015,43(8):45-48.
Li Yuan, Guo Chenguang, Li Weili. Design of the side-core pulling injection mold for the thin shell of electronic part[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(8):45-48.
- [5] 贾乃智. 注塑模成型镶件的设计[J]. 模具制造,2011(10):55-57.
Jia Naizhi. The insert designing of injection mold[J]. Die and Mould Manufacture, 2011(10):55-57.
- [6] 李小敏,刘卫东. 注塑模具镶件的设计[J]. 装备制造技术,2009(4):168-169.
Li Xiaomin, Liu Weidong. The insert designing of injection mold[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009(4):168-169.
- [7] 孟少明,陈晨. HTC 手机保护套注塑模设计[J]. 塑料科技,2013,42(3):74-76.
Meng Shaoming, Chen Chen. Design of injection mold for the HTC mobile phone protective cover[J]. Plastics Science and Technology, 2013, 42(3):74-76.
- [8] 梁士红. 顺序分型点浇口自动脱料塑封定子注塑模设计[J]. 塑料,2015,44(3):92-94.
Liang Shihong. Designing of sequence parting point-gating automatic stripping injection molding for plastics packed stator[J]. Plastics, 2015, 44(3):92-94.
- [9] 罗广思,王乾,杨峰,等. 一种塑料电子零件的模具创新设计[J]. 塑料工业,2014,42(6):73-76.
Luo Guangsi, Wang Qian, Yang Feng, et al. The innovation design of mold for a plastic electronic part[J]. China Plastics Industry, 2014, 42(6):73-76.
- [10] 陈开源. 电器外壳注塑模冷却系统 CAE 优化分析与设计[J]. 塑料科技,2016,44(7):78-81.
Chen Kaiyuan. CAE optimization analysis and design on injection mold cooling system of electrical equipment shell[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(7):78-81.
- [11] 王乾,张平,徐自明. 一种端盖类塑料件的模具创新优化设计[J]. 塑料科技,2015,43(10):90-93.
Wang Qian, Zhang Ping, Xu Ziming. Innovative optimal design of the mold for a plastic end cap part[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(10):90-93.
- [12] 庞植科. 手机壳上面板逆向建模及注射模设计[J]. 模具制造,2016,16(5):55-59.
Pang Zhike. Reverse modeling and injection mold design of mobile phone top panel[J]. Die and Mould Manufacture, 2016, 16(5):55-59.
- [13] 陶筱梅. AutoCAD 外挂程序在注塑模具设计中的应用[J]. 塑料科技,2013,41(11):23-24.
Tao Xiaomei. Application of AutoCAD plugins in injection mold design[J]. Plastics Science and Technology, 2013, 41(11):23-24.
- [14] 孙庆东,宋志波,池寅生,等. CAE 技术在滚筒梳注塑模具设计中的应用[J]. 塑料科技,2016,44(8):70-74.
Sun Qingdong, Song Zhibo, Chi Yinsheng, et al. Application of CAE technology in injection mold design of the roller comb[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(8):70-74.
- [15] 张伯楠. 基于 CAE 优化分析的汽车水箱盖中盖注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2016,44(12):80-84.
Zhang Bonan. Injection mould design of middle cover of automobile radiator cap based on CAE optimization analysis[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):80-84.

(上接第 83 页)

- [9] Dehghani K, Nekahi A, Mirzaie M A M. Optimizing the bake hardening behavior of Al7075 using response surface methodology[J]. Materials & Design, 2010, 31(4):1 768-1 775.
- [10] 孙骏,秦宗慧. 基于响应面模型的注塑塑料件工艺参数混合优化[J]. 中国塑料,2012(11):79-82.
Sun Jun, Qing Zonghui. Hybrid optimization of processing parameters of injection molding based on response surface model[J]. China Plastics, 2012(11):79-82.
- [11] 梁保松. 模糊数学及其应用[M]. 北京:科学出版社,2007:11-12.
Liang Baosong. Fuzzy mathematics and application[M]. Beijing:Science Press, 2007:11-12.
- [12] 余胜威. MATLAB 优化算法案例分析与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2014:202-203.
- Yu Shengwei. Case study and application of matlab optimization algorithm[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2014:202-203.
- [13] 赵乃刚,邓景顺. 粒子群优化算法综述[J]. 科技创新导报,2015,12(26):216-217.
Zhao Naigang, Deng Jingshun. Survey of particle swarm optimization algorithm[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2015, 12(26):216-217.
- [14] Chen Wen-Chin, Nguyen Manh-Hung, Chiu Wen-Hsin, et al. Optimization of the plastic injection molding process using the taguchi method, RSM, and hybrid GA-PSO[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, 83(9):1-14.
- [15] Jiang Yan, Hu Tiesong, Huang Chongchao, et al. An improved particle swarm optimization algorithm[J]. Applied Intelligence, 2014, 193(3):231-239.