

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.01.018

电风扇壳体多重倒扣成型注塑模具设计

陈显冰, 赵兴泽

(南京工业职业技术大学, 南京 210023)

摘要: 针对某款落地电风扇后壳的结构特点, 对此塑料产品的分型面做了合理设计。由于该产品内侧存在多个形状各异、方向不同的倒扣难以脱模, 因此设计了四组斜导柱抽芯机构和四组斜顶机构组合的单型腔注塑模具, 从而保证成型的同时能够顺利脱模。该壳体作为大众消费品有较高外观质量要求, 因此采用侧浇口进浇以保证产品外观质量。对产品进行注塑模具设计的同时, 利用 CAE 技术对所设计的注塑模具进行了注塑成型过程的模流分析, 提高了注塑模具的设计效率、优化了模具的设计结构和注射成型工艺参数的设置, 降低了模具制造成本。经验证, 该模具结构可靠, 运动顺畅, 产品注塑成型效果良好, 为类似结构特点模具的设计提供了良好的借鉴。

关键词: 电风扇外壳; 注塑模具; 机构组合; 多重倒扣

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)01-0091-06

Design of Injection Mould for Electric Fan Housing with Multiple Undercut Molding

Chen Xianbing, Zhao Xingze

(Nanjing Vocational University of Industry Technology, Nanjing 210023, China)

Abstract : In view of the structural characteristics of a certain floor-standing electric fan housing, the parting surface of the plastic product was designed reasonably. Because there are multiple undercuts with different shapes and different directions on the inside of the product, it is difficult to demold. Therefore, a single-cavity injection mold with four sets of inclined guide pillar core pulling mechanisms and four sets of lifter mechanisms is designed to ensure smooth demoulding. This housing has high appearance quality requirements as a mass consumer product, so the side gate is used for pouring to ensure the appearance quality. While designing the injection mold, CAE technology is used to analyze the injection molding process, which improves the design efficiency, optimizes the design structure and the injection molding process parameters. It has been verified that the mold structure is reliable, the movement is smooth, and the injection molding effect is good, which provides a good reference for the design of molds with similar structural characteristics.

Keywords : electric fan housing ; injection mould ; pulling mechanisms and lifter mechanism ; multiple undercut

随着消费市场的快速发展, 为了满足市场对消费产品的高品质要求, 产品既要实用又要美观, 因此塑件结构特征变得越来越复杂, 给注塑成型模具设计带来了更大的难度。某品牌电风扇后壳, 为了便于和风扇其它部件快速安装连接, 壳体内侧有较多形状各异的倒扣, 并且倒扣的方向各不相同, 因此需要采用多种机构组合来实现快速成型和脱模。现介绍成型该电风扇壳体注塑模具的设计过程及方法。

1 产品注塑工艺分析

该产品注塑成型有着较多的技术难点, 主要表现在: ①电风扇壳体内侧圆周分布的特征较多, 并有多方向不同的倒扣, 脱模较为困难; ②产品基本结构采用曲面构成, 轮廓表面作为外观, 要求表面光滑; ③电风扇后壳为大批量生产的产品, 要有一定的生产效率以满足市场需求。该壳体为多方向多重倒扣产品, 要求所设计的模具结构能够自动脱

基金项目: 江苏省工业软件工程技术研究开发中心开放基金项目 (ZK19-04-07)

通信作者: 陈显冰, 主要研究方向为模具设计与制造技术 E-mail: chenxb@niit.edu.cn

收稿日期: 2020-10-12

引用格式: 陈显冰, 赵兴泽. 电风扇壳体多重倒扣成型注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2021, 49(1):91-96.

Chen Xianbing, Zhao Xingze. Design of injection mould for electric fan housing with multiple undercut molding[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(1):91-96.

定的成型难度,综合考虑上述因素,选用侧浇口,长度为 4.5 mm,宽度为 2 mm。

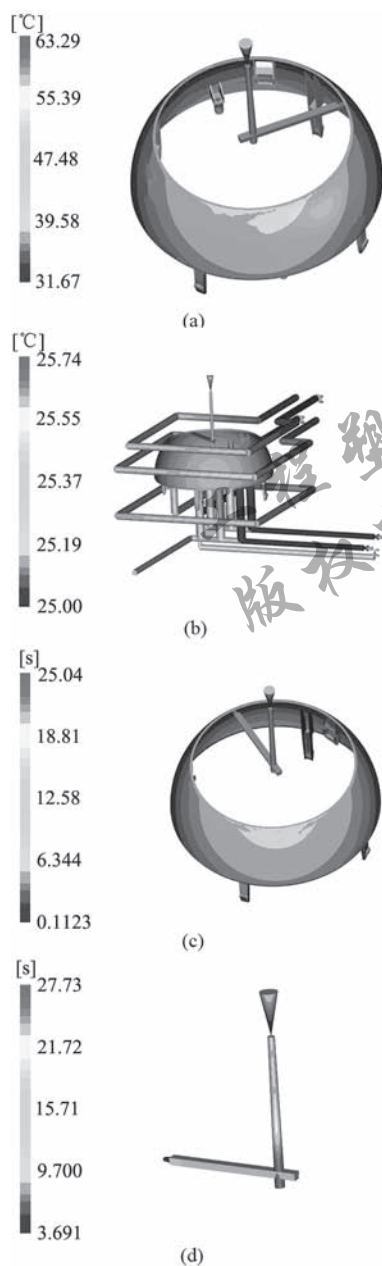
2.3 模具成型工艺分析

由于模具设计无法提前预估一些实际生产的风险和不足,所以需用模流分析技术来提前模拟实际生产过程,发现设计的不足,对模具结构进行优化,以提高产品质量。设计过程利用 Moldflow 技术对熔融塑料在模具内部的流动过程进行模拟仿真。

冷却分析如图 4 所示。从图 4 可以看出,零件

温度分布较为均匀。平均温度为 47.48℃,这与预计的温度一样。电路冷却剂的温度差小,入口和出口之间的温度差为 0.4℃,冷却效果好,并且冷却剂可循环使用。达到顶出温度的时间为 25.04 s,即在注塑成型后约 25 s 即可顶出塑件。

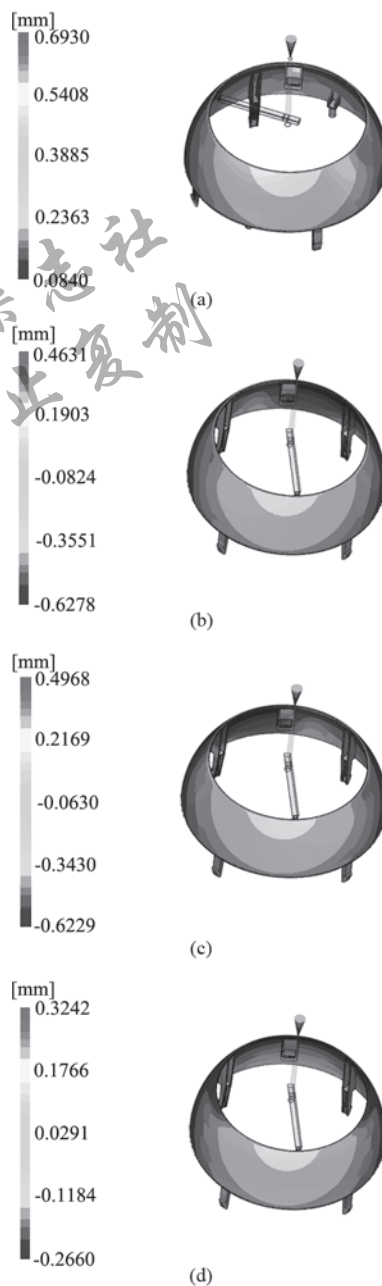
翘曲变形分析如图 5 所示。塑件的翘曲最大变形量为 0.693,在 X 方向上表现明显,根据塑件的尺寸要求,塑件的变形量在合理的范围之内,所以翘曲变形满足塑件成型要求。



a—零件平均温度;b—回路冷却液温度;

c—零件达到顶出温度时间;d—流道达到顶出温度时间

图 4 冷却分析



a—翘曲变形;b— X 向翘曲变形;c— Y 向翘曲变形;d— Z 向翘曲变形

图 5 零件翘曲变形

注射方案优化分析如图6所示。在注塑过程中,当熔体充满整个模具型腔,会产生使模具分型面胀开的力,导致飞边产生,因此注塑机合模机构必须有足够的锁模力,且锁模力必须大于胀开力。一般在满足要求的前提下,锁模力应尽可能的小,有利于节约能源、降低成本,延长注塑机及模具的使用寿命,有利于模具的排气,控制填充状态^[7-8]。通过分析计算该电风扇后壳填充时所需的最大锁模力为50 t,最大注塑压力120 MPa。从图6可以看出,选用170 t的注塑机较为合理。

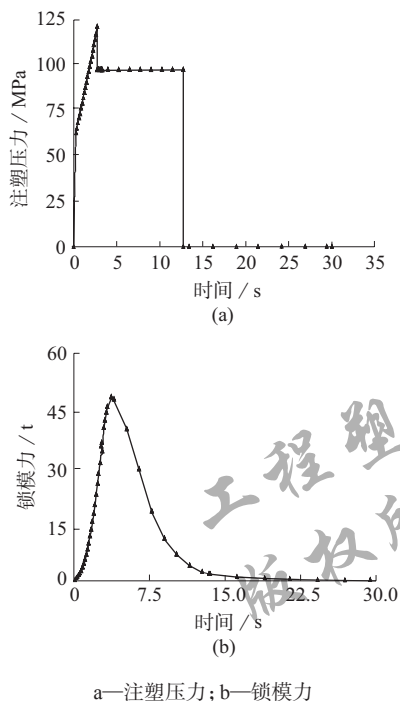


图6 优化分析

2.4 脱模成型机构设计

在注塑模具设计过程中,当塑件具有侧孔或凹陷时,采用常规的抽芯机构无法满足要求,因此需要设计专门的侧向抽芯机构来完成,该设计采用四个斜导柱式侧向抽芯机构组合来成型四个外向倒扣特征,采用四个斜顶机构来成型向内倒扣的特征,同时实现自动脱模。

(1) 侧向抽芯装置的结构设计。

斜导柱安装在模具定模上、滑动块则安装在动模上。在设计斜导柱抽芯系统时,要防止滑动块与斜导柱在运动时发生干涉现象,干涉现象是一种重叠现象,会导致斜导柱抽芯系统的零部件损坏。

斜导柱抽芯系统是利用注塑机的动力作用,使斜滑块沿侧向移动。塑件推出模具时,斜导柱抽芯系统与推杆系统同时协作完成模具的抽芯过程。根

据塑件的结构情况,抽芯一般分成外侧抽芯与内侧抽芯。在设计斜导柱抽芯系统时需要按照下列规则进行:斜导柱抽芯系统用于内孔或侧凹零件的脱模;开模时斜导柱抽芯系统与推杆系统同时协作完成模具的抽芯过程;斜导柱抽芯系统采用斜滑块的导向滑动形式;斜导柱抽芯系统的斜角应小于 30° 。具体设计结构如图7所示。

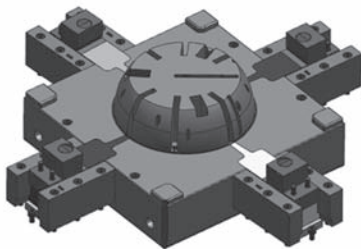


图7 斜导柱抽芯机构

①抽芯距离计算。

抽芯距离是将抽芯滑块从模腔移动到预定的脱模位置,这个移动尺寸就是抽芯距离,可采用经验公式进行计算: $S=S_1+(3\sim5)$ 。式中, S 为抽芯装置预定的抽芯距离; S_1 为通过CAD软件测量实际抽芯距; $3\sim5$ mm为补偿抽芯距离。通过计算,最终选择抽芯距离尺寸为8.6 mm。

②斜导向柱设计。

斜导向柱选用常规的结构形式,采用凸台式,并且符合相关的标准,可以直接采购使用。

通常情况,斜导向柱的材料使用45钢、20钢、T8钢、Cr12钢、T10钢等。由于斜导向柱运动元件表面必需保证一定的硬度,热处理后应保持55HRC以上的硬度,粗糙度低于 $R_a1.6$,所以采用Cr12钢。

斜导向柱的配合尺寸选择过渡配合。斜度设计为 15° ,长度设计为74 mm,直径设计为10 mm。

③滑动块设计。

滑动块的设计决定了侧向抽芯机构的精准度和移动的稳固性。通常情况,滑动块分成整体型和组合型两种类型。滑动块的材料有45钢、20钢、T8钢、T10钢、40Cr钢等。由于斜导向柱运动元件表面必需保证一定的硬度,热处理后硬度应保持40HRC以上,粗糙度低于 $R_a1.6$,因此材料采用40Cr钢。

④导槽设计。

由于导槽与滑动块之间有相对运动,因此需要选择间隙配合,该设计选用H8/f8间隙配合。关于导槽与滑动块的配合尺寸应为滑动块自身宽度的

1.5 倍以上。通常情况导槽材料选用 45[#] 钢制造,热处理采用调质热处理,表面硬度满足 28~32HRC。

⑤滑动块定位组件设计。

侧抽芯机构选择的是移动式斜导柱侧抽芯,通过产品制造的具体情况,选择了线位压块结构用于固定和导向功能。

⑥斜铁设计。

通常情况斜角应该比斜导向柱的斜度大 2°~3°。

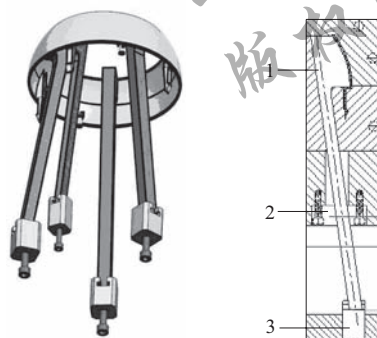
(2) 斜顶抽芯机构设计。

该机构是为了成型风扇壳体四个内侧倒扣部分。如果零件内侧有内槽或凸形结构,强行推出会损坏零件的质量^[9-10]。

斜顶的倾斜角(α)取决于侧抽芯距离和推杆板的尺寸。它们之间的关系函数为: $\tan\alpha=S/H$,其中 S 为抽芯距离, H 为推杆板尺寸。

斜顶的斜度不应太大。如果斜度太大,斜顶在推出过程中会得到显著力矩的作用,从而引起斜顶摩擦造成的破坏,甚至发生锁死或开裂。

在大多数模具设计中,倾斜顶板的倾角一般为 3°~15°,常用的倾角为 5°~10°。该设计根据实际情况取斜角为 5°,斜顶机构的设计如图 8 所示。

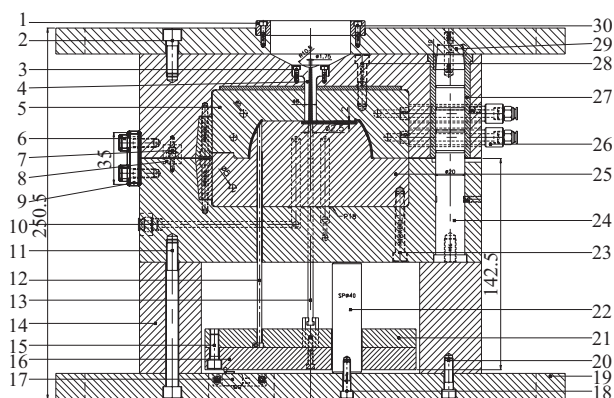


1—斜顶;2—斜顶导向块;3—斜顶座

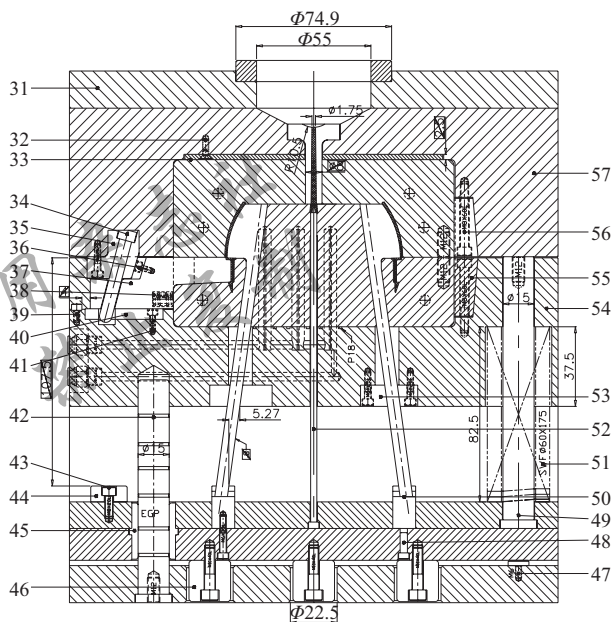
图 8 斜顶机构设计

3 模具整体结构设计及运动原理

模具的整体结构设计如图 9 所示。合模时,注塑机开合模系统带着动模向定模移动,在分型面处将动模、定模对合,其对合的精度由合模导向机构保证,即由图中导套 27,导柱 24 来保证。对合完成后,将熔融的塑料从主流道注入到模具当中,塑料熔体先流经主流道,再各自均匀的流进分流道、浇口,最后进入密闭型腔中。在注塑过程中,下模板会受到高压,此时由支撑柱 22 保证下模板 54 不会在高压下发生变形。当塑料熔体均匀地将型腔充填满之后,



(a)



(b)

- 1—定位圈;2,3,6,7,11,15,18,20,23,28,30,36,41,43,48,56—内六角螺钉;4—浇口套;5—型腔;8—长方形定位块;9—锁模块;10—接头;12—顶针;13—斜顶;14—垫块;16—推板;17—计数器;19—动模板;21—顶针板;22—支撑柱;24—导柱;25—型芯;26—加长接头;27—导套;29—定位销;31—定模板;32—平头螺钉;33—隔热板;34—斜导柱;35—楔紧块;37—滑块;38—滑块弹簧;39—限位螺钉;40—耐磨块;42—中拖司导柱;44—限位柱;45—中拖司导套;46—顶柱;47—垃圾钉;49—复位杆;50—斜顶座;51—复位弹簧;52—拉料杆;53—斜顶导向块;54—下模板;55—开闭器;57—上模板

a—总装图左视图;b—总装图主视图

图 9 电风扇后壳塑料模具总装配图

再经过一系列的保压、冷却等工序,最后开模取出已经成型的塑料制件。

开模时,注塑机带着动模部分移动,使得定模和动模在分型面处分开。开模力通过斜导柱 34 作用在滑块 37 上,滑块 37 在力的作用下在倒滑槽内

移动,直到与塑件完全分开,完成侧抽芯的动作。同时拉料杆 52 将主流道凝料从浇口套 4 中拉出来,动模继续移动,当顶针 12 碰到推板 16 时,推出机构开始工作,推出力通过斜顶导向块 53 作用在斜顶 13 上,斜顶 13 在力的作用下在斜顶座 50 倒滑槽内移动,直到斜顶与塑件完全分开,完成内侧抽芯的动作,同时顶针 12 将塑件推出,此时塑件和浇注系统凝料掉落。至此完成一次注塑过程。当下一次注塑过程开始之前,合模前使用复位杆 49 和复位弹簧 51 将推出机构复位。垃圾钉 47 使地板和顶针板形成间隙,以免影响底板和顶针板之间有垃圾影响复位,同时,垃圾钉也可以避免推出机构出现卡死现象。斜导柱 34 推动滑块 37 沿着倒滑槽向里移动,最后再利用楔紧块和注塑机锁模力将其锁紧。

4 结语

针对某款落地电风扇后壳产品存在多个倒扣难以脱模的问题,设计了单型腔注塑模具结构,采用侧浇口进浇以保证产品外观质量。产品圆周存在多个方向不同、形状不同的倒扣,脱模有较高难度。设计了四组斜导柱抽芯机构和四组斜顶机构组合的单型腔注塑模具,保证成型的同时能够顺利脱模。由于壳体有较高外观质量要求,因此采用侧浇口进浇以保证产品外观质量。利用基于 Moldflow 的 CAE 技术对所设计的注塑模具进行了注塑成型工艺优化,提高了模具的设计效率,优化了模具的结构设计和注射成型工艺参数的设置,降低了模具制造成本。经验证,该模具结构可靠,运动顺畅,产品注塑成型效果良好。

参考文献

- [1] 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):57-60.
Zhang Weihe. Design of complicated core pulling injection mold for car water tank left and right cover[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1):57-60.
- [2] 陈怀民. 双滑块弯销内抽芯机构设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(9):84-88.
Chen Huaimin. The design of core pulling mechanism in double slide block[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(9):84-88.
- [3] 张建卿. L10 面条机主体盖前模多重脱模机构及其注塑模具设计[J]. 塑料, 2016, 45(5):83-86, 90.
Zhang Jianqing. Multiple ejection mechanism and injection mold design for main body of L10 noodle machine[J]. Plastics, 2016, 45(5):83-86, 90.
- [4] 张建卿. 洗涤机屏蔽盖双滑动三次抽芯注塑模脱模机构设计[J]. 塑料科技, 2016, 44(1):87-89.
Zhang Jianqing. Demoulding mechanism design for the injection molding of washing machine shield cover with thrice slide-drawing and double T-grooves[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(1):87-89.
- [5] 曹争. 自动抽液瓶盖抽芯机构及模具设计[J]. 模具工业, 2017, 43(5):47-51.
Cao Zheng. The core-pulling mechanism of automatic pumping cap and the mould design[J]. Die & Mould Industry, 2017, 43(5):47-51.
- [6] 陈黎明, 熊建武, 沈忠良. 内壁六面包围框形塑料件脱模机构及模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(9):87-93.
Chen Liming, Xiong Jianwu, Shen Zhongliang. Design of compound core-pulling mechanism and injection mold for six-bread frame-shaped parts with inner wall[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9):87-93.
- [7] 肖国华, 程方启, 卢星星, 等. 汽车后视镜面壳热流道二次侧抽芯滑块模具结构设计[J]. 工程塑料应用, 2014, 42(10):79-83.
Xiao Guohua, Cheng Fangqi, Lu Xingxing, et al. Structure design of secondary side core-pulling slider mould for auto rearview mirror surface shell[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(10):79-83.
- [8] 张春彬, 张织璇. 基于 UG 的电吹风圆扇风口塑件工业造型与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(2):82-87.
Zhang Chunbin, Zhang Zhixuan. Industrial modeling and injection mould design for circular and flat tuyere plastic part of hair dryer based on UG[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(2):82-87.
- [9] 孙显俊. 聚丙烯及其复合材料注塑件翘曲变形数值模拟与实验研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2015.
Sun Xianjun. Numerical simulation and experimental research on warpage deformation of polypropylene and its composites injection molded parts[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2015.
- [10] 赵明娟, 赵龙志, 张尚兵. 基于 CAD/CAE 的汽车车门内饰板注塑模设计[J]. 塑料科技, 2011, 39(4):91-94.
Zhao Mingjuan, Zhao Longzhi, Zhang Shangbing. Design of injection mold for automobile door interior panel based on CAD/CAE[J]. Plastic Technology, 2011, 39(4):91-94.