

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.11.016

基于 CAE 技术的汽车转向管柱护罩热流道注塑模具设计

傅莹龙¹, 符立华¹, 叶星辉², 林连明², 任建平¹

(1. 台州科技职业学院, 浙江台州 318000; 2. 浙江凯华模具有限公司, 浙江台州 318000)

摘要: 针对某型号的汽车转向管柱护罩具有薄壁且内部有多处的加强筋和 boss 柱及异形倒扣、两侧外部有内凹的特征, 设计一副一模一腔的热流道注塑模具。利用计算机辅助工程技术(CAE)进行了“填充+保压+翘曲”的分析可以预判塑件在成型过程中可能出现的问题, 分析结果满足塑件的成型质量要求; 通过设计“侧型芯+滑块+斜导柱”抽芯与液压抽芯机构解决了塑件侧向脱模的问题; 在顶出系统中设计了直斜顶组合机构, 防止塑件顶出变形; 在模具顶针板上设计了定距拉钩机构, 利用两个斜顶块与一个大直顶块组成的二次顶出机构, 解决了塑件内部因空间狭小限制脱倒扣的问题; 各个机构单独设计了冷却回路, 使模具温度均匀。模具投产后, 各抽芯机构运动顺畅, 成型塑件符合技术要求, 为类似塑件模具的研发提供了良好的借鉴。

关键词: 汽车转向管柱护罩; “侧型芯+滑块+斜导柱”抽芯; 液压抽芯; 定距拉钩; 二次顶出机构

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)11-0097-05

Design of Hot Runner Injection Mould for Car Steering Column Protecting Cover based on CAE Technology

Fu Yinglong¹, Fu Lihua¹, Ye Xinghui², Lin Lianming², Ren Jianping¹

(1. Taizhou Vocational College of Science and Technology, Taizhou 318000, China;

2. Zhejiang Kaihua Mould Co., Ltd., Taizhou 318000, China)

Abstract : A hot runner injection mould with one mould cavity was designed for a certain type of car steering column protecting cover, which was thin-walled, with multiple stiffeners, boss columns and irregular inverted buckles inside and concave on both sides. The analysis of "filling+pressure holding+warping" by using computer aided engineering (CAE) could predict the possible problems in the forming process of the plastic parts, and the analysis results met the forming quality requirements of the plastic parts. The problem of lateral demoulding of the plastic parts was solved by designing "side core+slide+angle pin" core pulling mechanism and hydraulic core pulling mechanism. In the ejection system, a straight and inclined ejector combined mechanism was designed to prevent the ejection deformation of the plastic parts. The fixed distance draw hook mechanism was designed on the ejector pin plate of the mould, and the secondary ejection mechanism composed of two inclined ejector blocks and a large straight ejector block was used to solve the problem of limit demoulding buckle due to the narrow space inside the plastic parts. The cooling circuit of each mechanism was designed separately, and the mold temperature was uniform. After the mould was put into production, the core pulling mechanisms moved smoothly, and the molding plastic parts met the technical requirements, which provided a good reference for the research and development of similar plastic part moulds.

Keywords : car steering column protecting cover ; "side core+slide+angle pin" core pulling ; hydraulic core pulling ; fixed distance draw hook ; secondary ejection mechanism

汽车转向管柱护罩是汽车内饰件中比较重要的组成部分, 它位于汽车方向盘下方部位, 用于遮

挡住方向盘的传动轴, 对于美观性有一定的要求。汽车内饰件基本为外观件, 对外表面的质量要求较

基金项目: 2022 年浙江省教育厅一般科研项目(Y202250466), 2022 年台州市工业类科技计划项目(22gya15), 2021 年浙江省公益性项目(LGG21E050001)

通信作者: 傅莹龙, 硕士研究生, 主要研究方向为模具 CAD/CAM/CAE

收稿日期: 2022-08-05

引用格式: 傅莹龙, 符立华, 叶星辉, 等. 基于 CAE 技术的汽车转向管柱护罩热流道注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2022, 50(11): 97-101, 116.

Fu Yinglong, Fu Lihua, Ye Xinghui, et al. Design of hot runner injection mould for car steering column protecting cover based on CAE technology[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(11): 97-101, 116.

高,不能出现熔接痕、斑点、气痕、毛边及缩痕等缺陷,并且内饰件形状一般不规则,包含各种卡扣、boss柱、狗窝等连接结构,同时曲面形状复杂,因此相应的模具设计有一定的难度,一般借助CAE/CAD技术来完成结构工艺分析和模具设计。热流道是当前塑料注塑技术的发展方向,是一种比较先进的技术,它可以缩短产品的成型周期并节省原材料,降低注塑压力^[1-3]。笔者通过对汽车转向管柱护罩的前期CAE分析,预测可能存在的问题,通过设计多种组合抽芯机构,在顶出系统中采用了直斜顶组合机构及二次顶出结构,解决了塑件产品脱模困难的问题。

1 塑件的结构分析

某汽车转向管柱护罩的零件图如图1所示,零件的整体尺寸为197 mm×115 mm×125 mm,体积约为118.2 cm³,选用材料为日本大赛璐科技有限公司生产的聚碳酸酯(PC)/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS),牌号为NovalloyS 1220,收缩率为0.5%,其具有耐热性好、抗冲击性好、强度高优点,主要的物理力学性能及工艺性能参数见表1。

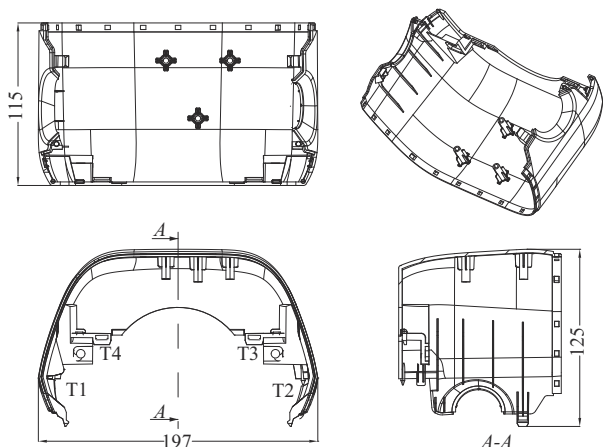


图1 汽车转向管柱护罩零件图

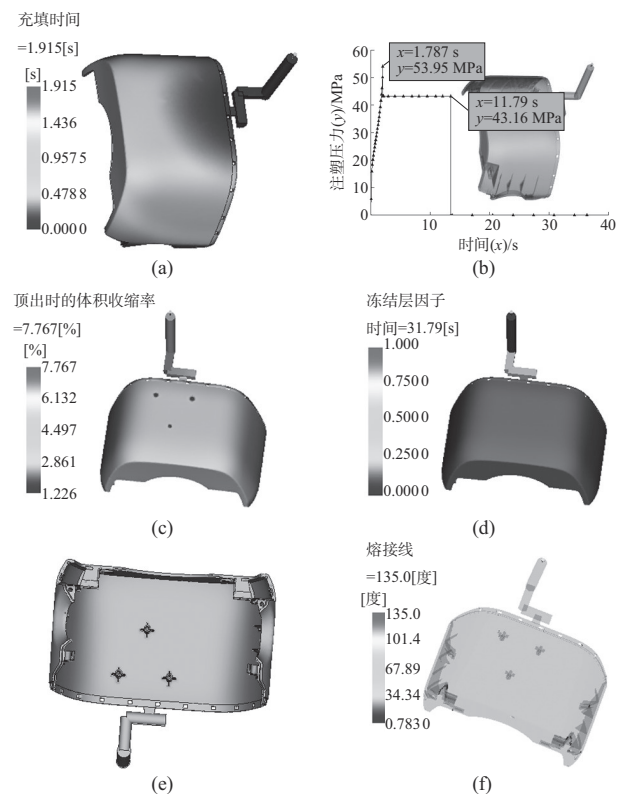
表1 NovalloyS 1220的物理力学性能及工艺参数

性能	数值
熔态密度/(g·cm ⁻³)	0.982 58
固体密度/(g·cm ⁻³)	1.116 1
推荐的模具温度/°C	75
推荐熔体温度/°C	265
绝对最大熔体温度/°C	340
顶出温度/°C	117
最大剪切应力/MPa	0.4
最大剪切速率/s ⁻¹	40 000
玻璃化转变温度/°C	144
拉伸弹性模量/MPa	2 300
泊松比	0.4
剪切弹性模量/MPa	992.9

该塑件外表面要求光滑无痕,内部无短射,尺寸满足装配要求^[4-5]。图1中产品的T1,T2两处外表面有较大的内凹特征,内部各有4根厚度为0.5 mm的加强筋,最大深度可达到14 mm,T3,T4两处区域有两个圆形通孔和方形通孔的狗窝特征,通孔深度为3 mm,且该区域空间结构狭小,这些结构给模具结构设计带来了很大的困难。

2 塑件的CAE分析

将汽车转向管柱护罩的零件图保存为“*.x_t”导入CAE分析软件Moldflow2019中,进行网格的划分处理,创建好热流道与冷流道后,按照设定的注塑工艺参数(模具温度70°C、熔体温度265°C、保压时间10 s、保压压力85%、冷却时间20 s)在Moldflow中进行设置,通过“填充+保压+翘曲”的分析,得到分析结果^[6-7],如图2所示。由图2a和图2b可以得出,产品充满型腔的时间为1.915 s,充填过程稳定,表面无滞留短射的现象出现;在注射时间达到1.787 s时,注塑压力达到最大为53.95 MPa,接着进入10 s的保压阶段,保压压力为43.16 MPa。由图2c和图2d可以得出,当塑件顶出时,塑件表面的收缩率均匀,表面都已经冻结,符合顶出的要求。由



a—充填时间; b—注塑压力; c—体积收缩率; d—冻结层因子;
e—气穴; f—熔接线

图2 CAE分析结果

图2e和图2f可以得出,塑件的外表面基本没有气穴,气穴主要分布在内表面的卡扣及两处狗窝上,可通过设计排气镶块解决该问题,塑料熔体从模具的一侧流向另一侧,塑件表面无明显熔接线,符合技术要求。

3 塑件的模具结构设计

3.1 浇注系统的设计

由前述CAE分析,本模具采用了开放式热流道与冷流道相结合的技术,以侧浇口的方式进胶,浇口宽10 mm、高1.5 mm,如图3所示。开放式热流道在加热线圈的加热下,使料流始终处于熔融的状态,降低了注塑压力;在冷流道的尾端设置了一小段的冷料井,以降低产品表面出现冷料缺陷的风险。

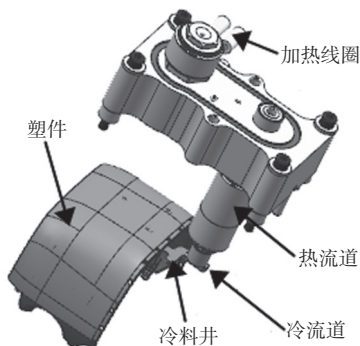
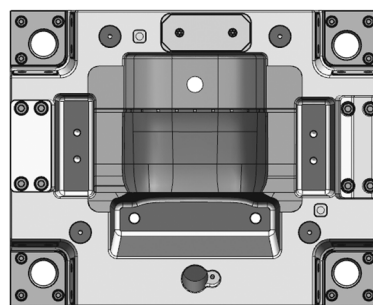


图3 浇注系统的设计

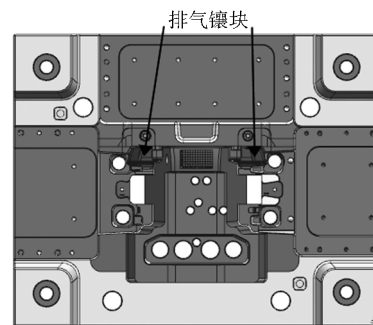
3.2 成型零件的结构设计

注塑模具成型零件的设计需要全面考虑产品的结构和技术要求、脱模方向及分型面的位置等因素^[8-9]。由于塑件产品的外表面要求皮纹处理,综合考虑模具的制造成本,定模型腔侧采用整体的高端塑料模具钢718,这种材料具有耐腐蚀性和抛光性好的特点,洛氏硬度可达33~36,经常应用在汽车内饰件的模具中。

定模的整体尺寸为500 mm×400 mm×175 mm,如图4a所示,由于模具尺寸较为紧凑,故在四个虎口处设计了四块承压板。动模B板也采用整体式的结构,在模具钢方面采用性价比更高的P20钢材,整体尺寸为500 mm×400 mm×235 mm,如图4b所示。在塑件的狗窝处设计有两个排气镶块,由于镶块的尺寸较小,没有足够的空间设计水路,为了使该处的冷却效果更好,镶块的材料采用导热效率更高的铍铜。



(a)



(b)

a—整体式定模; b—整体式动模

图4 动定模的结构设计

3.3 抽芯机构的设计

当塑件产品有侧孔、侧凹的形状时,一般都需要设计侧向的抽芯机构,这样塑件产品才可以顺利脱模取出。由图1可知,塑件产品T1,T2处的外表面边缘处有较大的内凹半圆孔特征,抽芯距离至少达到22 mm,受模具尺寸限制,不宜采用斜导柱抽芯机构,故采用了“油缸+滑块”的布局,设计了液压抽芯机构,如图5所示,滑块沿着各自的脱模方向运动,通过限位杆和行程开关控制油缸的工作距离,滑块材料采用718H塑料模具钢,由黄铜石墨组合的压条进行导滑。

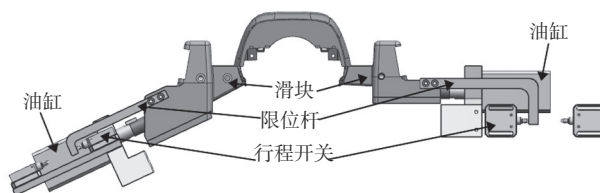


图5 液压抽芯机构

在图1中塑件产品的T3,T4区域有深度3 mm的通孔,由于抽芯距离短,可以使用“侧型芯+滑块+斜导柱”的抽芯机构,如图6所示,斜导柱的工作角度按常用的12°设计,按实际抽芯距离为6 mm可计算出斜导柱的工作长度为29 mm,为了保证导柱工作时有足够的强度与刚度,导柱的直径设计为35

mm,滑块孔设计为36 mm,使两者有足够的间隙,防止卡死;同时在滑块的背面设有耐磨板,减少模具钳工研配的时间。

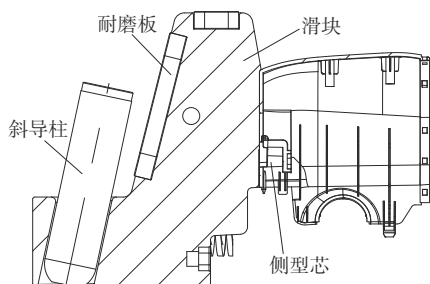
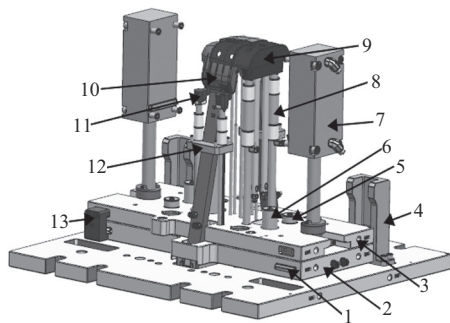


图6 “侧型芯+滑块+斜导柱”抽芯机构

3.4 动模直斜顶组合及二次顶出机构的设计

塑件产品T3,T4处的内部特征为比较大的倒扣,又有多处的加强筋结构,内部空间比较狭窄,采用常规的单一斜顶机构很难将产品推出,故在顶针板处巧妙地设计了定距拉钩机构,利用二次顶出机构将产品推出,如图7所示。



1—卡块;2—顶针板;3—顶针固定板;4—定距拉杆;5,6—限位块;
7—顶出油缸;8—大直顶杆;9—大直顶块;10—斜顶块;
11—小直顶块;12—导向块;13—挡块

图7 定距拉钩的二次顶出机构

同时在顶出时为了减少产品的变形,增加了小直顶块11;斜顶块10的工作角度设计为 12° ,顶出油缸7在顶出的前140 mm以内,两个对称的斜顶块10与小直顶块11以及一个大直顶块9一起顶出;当顶出距离达到140 mm时,斜顶块10与产品内部侧面分离,此时卡块1碰到定距拉杆4而脱离挡块13,同时顶针板2停止运动,接着顶出油缸继续运动30 mm,带动顶针固定板上的顶针将产品推出。

4 模具冷却系统的设计

由于产品整体为不规则的三维曲面结构,如果冷却效果不够理想,产品很容易发生翘曲变形。由于模具定模采用整体式的结构,故采用了3条直径为12 mm的“直通+隔水片水井”结构的水路;动模模仁基本由抽芯块跟顶出块组成,无法将水路连在

一起,因此在各个机构都单独设计了冷却回路,如图8所示。

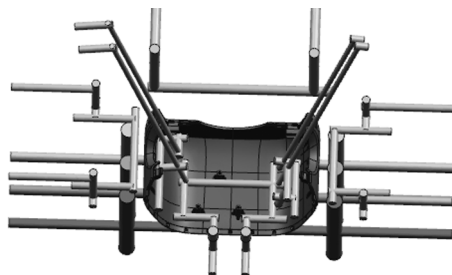


图8 模具冷却水路

5 模具整体结构及工作过程

模具的总装图如图9所示,整体尺寸为840 mm×770 mm×850 mm,采用两板式的模具结构,应用了热流道板与热流道组合的加热系统,减少了系统的注塑压力,热流道板通过金属垫块与定模A板分开,减少能量损失,模具型腔采用整体式,型芯采用镶拼,采用非标模架,减少模具后期的制造周期^[10-11]。

模具的工作原理如下:

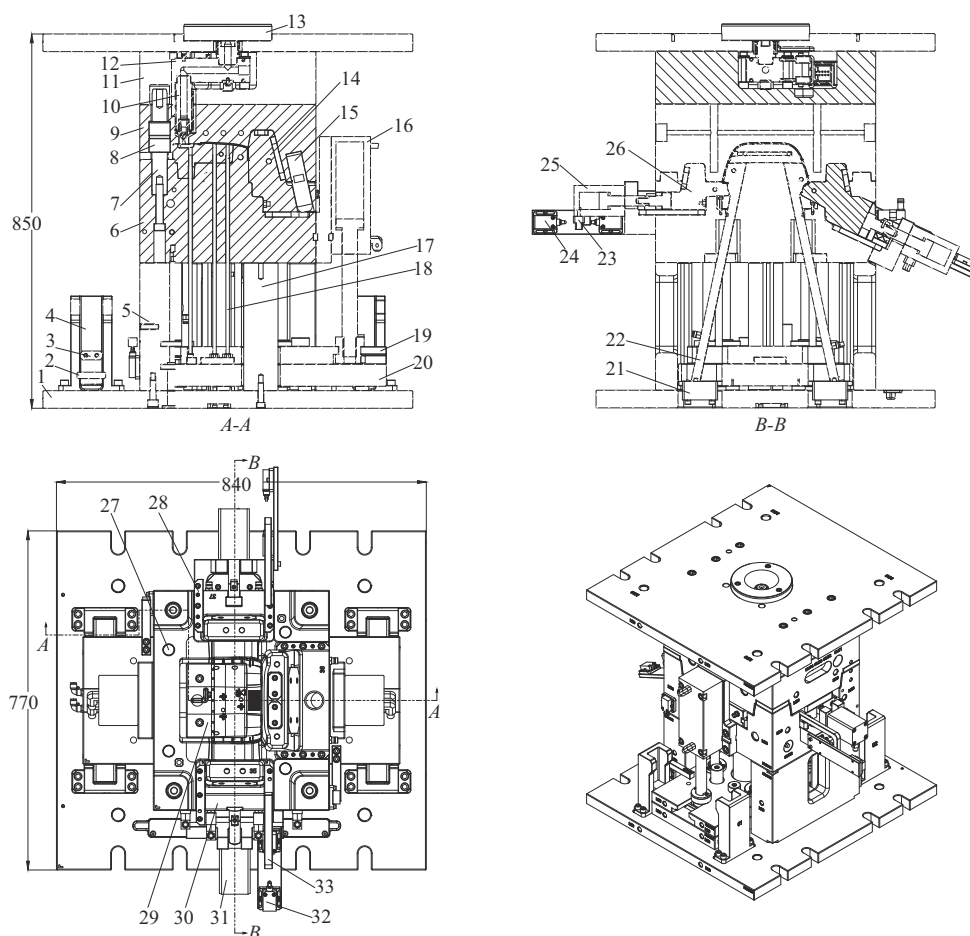
①首先在注塑机装上模具,然后将模具热流道接线口与电源相连并加热到设定的温度,待注塑机料筒中的螺杆对塑料进行塑化和储料后,在注塑压力的作用下,将塑料熔体注入热流道板12通过热流道10进入模具的型腔,同时所有水路都通入冷却水对模具进行冷却;

②待产品固化后,在开模力的作用下,定模A板9跟动模B板6分开,同时滑块14在斜导柱15的作用下完成抽芯;

③待动模停止运动后,抽芯油缸25与31同时通入液压油,抽动滑块26与30,待滑块上的限位杆碰到各自的行程开关24与32后,抽芯动作完成;

④此时两个顶出油缸16在液压力的作用下,带动顶针固定板19开始顶出运动,同时顶针板20在卡块2与挡块3的共同作用下随顶针固定板19一起运动,随后固定在顶针板20上的万向滑座21与直顶杆推动斜顶杆22与大直顶块29一起推出塑件;

⑤待顶出油缸16的运动距离达到140 mm时,卡块2在定距拉杆4的作用下脱离卡块3,此时斜顶杆22完成侧向抽芯,大直顶块29也停止运动,顶出油缸16继续运动30 mm,带动顶针固定板19上的顶针18将产品顶出,此后顶出油缸16复位,接着抽芯油缸25与31也在注塑机压力的作用下完成复位动作,最后合模开启下一个注塑循环周期。



1—下腹板; 2—卡块; 3—挡块; 4—定距拉杆; 5—模脚; 6—动模B板; 7—导柱; 8—导套; 9—定模A板; 10—热流道; 11—热流道固定板; 12—热流道板; 13—定位圈; 14, 26, 30—滑块; 15—斜导柱; 16—顶出油缸; 17—立柱; 18—顶针; 19—顶针固定板; 20—顶针板; 21—万向滑座; 22—斜顶杆; 23, 33—限位杆; 24, 32—行程开关; 25, 31—抽芯油缸; 27—复位杆; 28—压条; 29—大直顶块

图9 模具装配图

6 结语

通过对汽车转向管柱护罩塑件的结构分析,结合CAE技术分析了塑件成型时潜在的问题,设计了一副单点开放式热流道单分型面的模具。分别采用了“侧型芯+滑块+斜导柱”与液压抽芯机构,完成产品的侧向脱模;在顶出系统中使用了动模直斜顶组合及二次顶出机构,解决了产品顶出时容易变形以及脱模困难的问题;在定模侧采用了“隔水片”式的水路,动模侧每个镶块采用了独立的循环水路。设计的模具投产后,各机构运行顺畅,塑件产品各项指标符合要求,证明该模具的结构设计合理可靠,为类似塑件的模具产品设计提供了有价值的参考。

参考文献

- [1] 傅莹龙,褚建忠,邵明朝.高光后盖热流道注塑模具结构设计[J].工程塑料应用,2020,48(3):104-108.

Fu Yinglong, Chu Jianzhong, Shao Mingchao. Design of hot runner injection mold structure for high gloss back cover[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(3):104-108.

- [2] 韩志忠.汽车后视镜主壳注塑模具设计[J].现代塑料加工应用, 2021, 33(1):40-43.

Han Zhizhong. Design of injection mold for automobile rearview mirror main shell[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2021, 33(1):40-43.

- [3] 熊毅,屈保中,董嫔.对称件一模四腔四面抽芯注射模具设计[J].制造技术与机床,2021(5):32-37.

Xiong Yi, Qu Baozhong, Dong Pin. Design of injection mould for symmetrical parts with four cavities and four sides core-pulling[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2021(5):32-37.

- [4] 于进杰,饶攀,孙宽,等.90°弯头管件T模设计[J].制造技术与机床,2022(5):123-127.

Yu Jinjie, Rao Pan, Sun Kuan, et al. Tandem mold design for 90° elbow pipe fittings[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2022(5):123-127.

(下转第116页)