

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.12.016

基于 CAD/CAE 汽车座椅储物盒热流道注塑模设计

周慧兰, 韩耀鹏

(华东交通大学载运工具与装备教育部重点实验室, 南昌 330013)

摘要: 在汽车座椅储物盒结构分析的基础上, 采用 UG 软件完成产品的三维模型和分型设计, 并设计气压控制针阀式喷嘴的热流道模具。阐述了其关键结构的设计过程和计算方法; 运用注射成型分析软件 Moldflow, 对热流道浇注系统进行模流分析, 确定浇注系统。模具的热流道结构设计原理可成功用于生产实践。

关键词: 汽车座椅储物盒; 气压控制针阀式喷嘴; 热流道; 模流分析

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)12-0077-04

Hot Runner Injection Mold Design for Car Seat Storage Box Based on CAD/CAE

Zhou Huilan, Han Yaopeng

(Key Laboratory of Ministry of Education for Conveyance and Equipment, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract : Based on the structural analysis of car seat storage box, 3D model of part and its hot runner injection mold in which a kind of needle injector controlled by air pressure device are designed by UG software and its designing process and computing method elaborated ; apart from that the software of Moldflow is applied for simulating of mold gating system and gating system is determined with it. The method of design principle for hot runner injection mold can be applied to productive practice.

Keywords : car seat storage box ; needle injector controlled by air pressure device ; hot runner ; simulating of mold gating system

汽车座椅储物盒作为汽车常用内饰件, 表面质量要求高, 不允许有斑点、熔接痕、缩印以及毛边等缺陷, 而针阀式热流道是应用于塑料成型的一种重要注塑结构^[1-2], 它通过针阀控制装置, 控制浇口的开关, 保证浇口质量更加光滑, 从而提高塑件的表面质量, 是当前塑料注射成型工艺的重要发展方向。但其结构和设计方法与普通流道注塑模有很大不同, 需借助计算机辅助设计与分析 (CAD/CAE) 技术对塑件注射成型的浇口位置、注塑压力、锁模力等实现仿真试模^[3-5], 以完成热流道模具的优化设计。

1 塑料结构工艺性分析

塑件为汽车座椅上的储物盒, 其结构如图 1 所示, 放大后的凸台及凹槽如图 2 所示。其最大外形轮廓尺寸约为 100 mm × 69 mm × 32 mm, 壁厚为

2.5 mm, 最小壁厚为 1.5 mm, 该塑件最小脱模斜度为 5°, 材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS), 生产厂商 GE 塑料 (USA) 公司, 其牌号 Cyclic T-1000。由于产品的三个方向有凸台及凹槽结构, 需要在塑件脱模之前, 通过侧向抽芯机构^[6], 将凸台及凹槽部分从塑件抽离。此外, 塑件在三个侧面增设加强筋, 以增强塑件的强度和刚度。

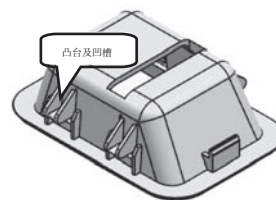


图 1 汽车座椅储物盒

基金项目: 江西省高等学校教学改革省级研究项目 (JXJG-18-5-22), 江西省大学生实践创新训练计划项目 (2020)

通信作者: 周慧兰, 副教授, 硕士, 研究方向为模具 CAD/CAM, 模具设计, 二次开发 E-mail : 253353309@qq.com

收稿日期: 2020-10-22

引用格式: 周慧兰, 韩耀鹏. 基于 CAD/CAE 汽车座椅储物盒热流道注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2020, 48(12) : 77-80.

Zhou Huilan, Han Yaopeng. Hot runner injection mold design for car seat storage box based on CAD / CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(12) : 77-80.

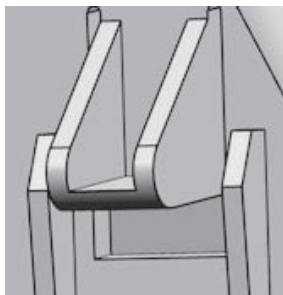
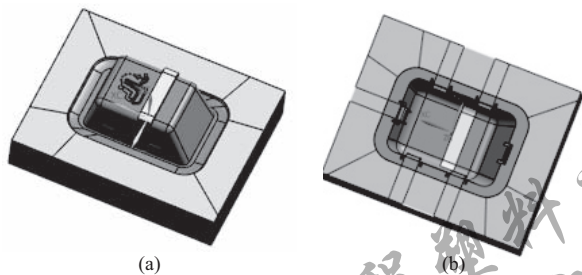


图2 放大凸台及凹槽

2 塑件 CAD/CAE 辅助分析

2.1 CAD 分模设计

借助 UG/Mold wizard 软件对塑件分型进行设计^[7],经过定义区域、破孔填充、创建分型线等过程,再创建模具分型面^[8],最后利用分型面对工件进行分割获得型芯与型腔,成型零件如图3所示。



a—型芯; b—型腔

图3 成型零件

2.2 最佳浇口位置分析

笔者通过 Moldflow 确定最佳浇口位置^[9],先将塑件的模型文件导入 CAD doctor 模块进行检测和修复,完成网格划分后,再进行浇口位置分析,最终的分析结果如图4所示。

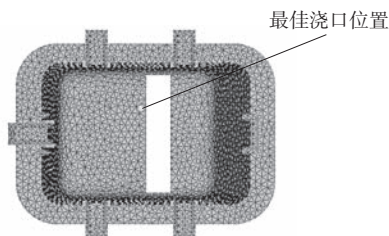


图4 最佳浇口位置

2.3 注塑机选择与校核

塑件总体积 (V) 应用 UG 软件计算,结果为 $V=29.16 \text{ cm}^3$,由于是一模两腔,注射成型时一次性注入的塑料体积 $V=2V=58.32 \text{ cm}^3$ 。根据注塑机的选择原则^[10],其公称注塑量 $V_{\text{公}}=V/0.8=72.9 \text{ cm}^3$ 。而模架的总高度为 400 mm,根据塑件体积和模具闭合高度初步选择型号为 XS-ZY-400 的注塑机^[11],其主要参数列于表1。

表1 XS-ZY-400 注塑机主要参数

参数	数值
额定注射量 / cm^3	200 ~ 400
注塑压力 / MPa	109
注射行程 / mm	160
锁模力 / kN	2540
最大开合模行程 / mm	260
模具最大厚度 / mm	406
模具最小厚度 / mm	165

选择注塑机后,需要对注塑机的锁模力、注塑压力等重要工艺参数进行校核。由于采用热流道浇注系统,其锁模力和注塑压力的校核方式不能采用传统冷流道的经验公式和计算方法,而是借助 CAE 工具进行校核。根据 CAE 模流分析,该塑件所需最大锁模力约为 15 kN,小于注塑机最大锁模力 2540 kN,所需最大的注塑压力约为 15 MPa,低于注塑机的注塑压力 109 MPa,符合要求。

3 热流道结构设计

3.1 主喷嘴流道直径计算

前面已经计算塑件体积为 29.16 cm^3 ,但此数值为固态体积,而塑料液态密度比固态密度低,故通过密度修正系数进行换算,密度修正系数取值一般为 0.85 ~ 0.95, ABS 为结晶性塑料,此处取 0.85。因此熔体体积为 $V_{\text{熔}}=V/0.85=34.306 \text{ cm}^3$ 。本模具为一模两腔,熔体总注射体积 $V_{\text{总}}=2V_{\text{熔}}=68.612 \text{ cm}^3$ 。根据注射体积和注射时间的关系,查找到注塑机螺杆推进的注射时间为 1.08 s。

根据 $V_{\text{总}}$ 和注射时间 t 计算注射流量 $Q=V_{\text{总}}/t=63.530 \text{ cm}^3/\text{s}$ 。根据主流道单喷嘴的通道直径 D 计算公式^[12]:

$$D = \frac{1.366}{\sqrt[3]{r}} \sqrt{\frac{Q(3n+1)}{n}}$$

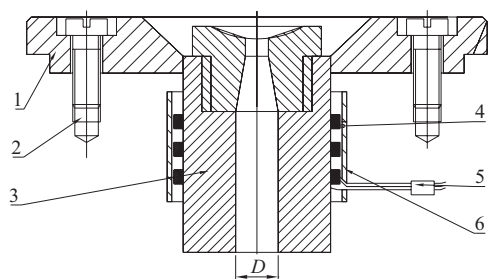
$$= \frac{1.366}{\sqrt[3]{1000}} \sqrt{\frac{63.53(3 \times 0.31 + 1)}{0.31}} = 9.2 \text{ mm}$$

式中: n ——剪切速率在 $10^3 \sim 10^4 \text{ s}^{-1}$ 范围内塑料熔体的流动指数,根据材料选择 n 值 0.31;
 r ——塑料熔体流经单喷嘴流道的合理剪切速率 (s^{-1}), $r=1100 \sim 1700 \text{ s}^{-1}$,对应 4 ~ 20 mm 的标准系列的直径;

经过计算,可得热流道主喷嘴流道直径为 $D=9.2 \text{ mm}$,结构如图5所示。

3.2 针阀式分喷嘴

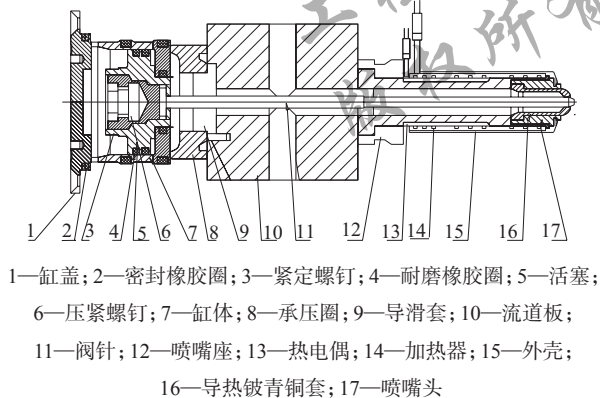
相比于一般热力闭合喷嘴^[13-14],针阀式喷嘴结构更复杂,但这种分喷嘴在制品上无废料残留,浇口



1—定位圈;2—连接螺钉;3—喷嘴壳体;4—加热线圈;
5—热电偶;6—外壳

图5 热流道主喷嘴结构

无拉丝,能满足高表面质量塑件要求。针阀式分喷嘴流道直径的计算方法和主喷嘴流道直径的计算方法相同,区别在于其 $V_{总}$ 只需计算一个塑件的体积,根据前面流道直径计算公式,分喷嘴流道直径计算结果为8 mm。而浇口直径可根据流道直径查表,查阅结果为1.6 mm。笔者采用气压控制针阀式分喷嘴^[15],气压控制针阀式分喷嘴结构图如图6所示。该结构通过注塑机的气压装置顺序控制阀针的开闭,可以自由设定浇口的开闭时间,能在注射之前预先关闭阀针,直到分流道中的熔融塑料压力达到塑件注塑压力,具有良好的可控性和可靠性。



1—缸盖;2—密封橡胶圈;3—紧定螺钉;4—耐磨橡胶圈;5—活塞;
6—压紧螺钉;7—缸体;8—承压圈;9—导滑套;10—流道板;
11—阀针;12—喷嘴座;13—热电偶;14—加热器;15—外壳;
16—导热铍青铜套;17—喷嘴头

图6 气压控制针阀式分喷嘴结构

3.3 侧向抽芯机构设计

由图1和图2可知,塑件在三个方向有凹槽和凸台结构,必须使用侧向抽芯机构才能保证塑件正常脱模,进而实现模具顺利开模。

根据塑件结构可知,所需抽芯距为11 mm,塑件整体高度为32 mm。抽芯机构的抽芯角度 β ,要保证动模运动32 mm后,侧抽芯横向移动距离大于11 mm。

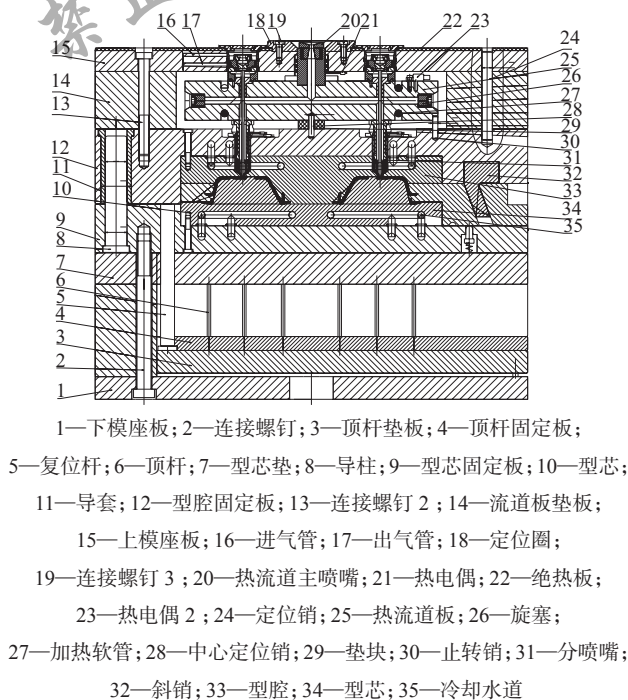
因此, $\tan\beta=11/32=0.34375$ 。

经过初步计算 $\beta=18.97^\circ$,本抽芯机构主要参数为:侧抽芯角度 20° ;滑块长、宽、高

60 mm×30 mm×22 mm;滑块导轨长100 mm。

4 模具总体结构及工作过程

模具的总装配图如图7所示。模具合模时,注塑机合模机构带动模具动模部分向定模方向移动,合模运动精度由导向机构即导套11和导柱8保证,合模完成后,型芯34和型腔33形成封闭模腔,注塑机喷嘴的熔融塑料通过热流道主喷嘴20的流道,经由热流道板25的分流道,进入分喷嘴31的分流道,当分喷嘴的分流道压力达到熔体注塑压力时,阀针在气压装置控制作用下开启,熔融塑料进入模腔,充填完成后,阀针在气压装置控制下闭合,关闭浇口。再利用注塑机对模腔施加的锁模力,以防模腔由于熔融塑料的压力作用而胀开。经过填充、保压、冷却后成型,模具利用开模运动,通过定模的斜销32带动动模的滑块实现滑块的外侧抽芯。动模继续运动,当运动到一定位置时,推出机构的顶杆垫板3和顶杆固定板4在注塑机推杆作用下带动顶杆6将塑件从模腔中推出,至此一个注射成型周期结束,进入下一工作周期。



1—下模座板;2—连接螺钉;3—顶杆垫板;4—顶杆固定板;
5—复位杆;6—顶杆;7—型芯垫;8—导柱;9—型芯固定板;10—型芯;
11—导套;12—型腔固定板;13—连接螺钉2;14—流道板垫板;
15—上模座板;16—进气管;17—出气管;18—定位圈;
19—连接螺钉3;20—热流道主喷嘴;21—热电偶;22—绝热板;
23—热电偶2;24—定位销;25—热流道板;26—旋塞;
27—加热软管;28—中心定位销;29—垫块;30—止转销;31—分喷嘴;
32—斜销;33—型腔;34—型芯;35—冷却水道

图7 模具的总装配图

5 结语

基于CAD/CAE辅助设计工具实现了汽车座椅搁置架的热流道注塑模设计,模具含外侧抽芯,模具布局采用一模两腔。应用CAD软件对塑件进行区域分析和分型面创建,并获得型芯、型腔,利用CAE技术对热流道浇注系统进行辅助分析和仿真,

采用气压控制针阀式分喷嘴进料,这种浇口几乎无残留痕迹,开闭可控性好,能保证塑件的外观质量。本模具热流道系统关键零部件的设计与计算原理,对同类模具设计具有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 梁彦飞,付拴林.热流道技术在注塑模具中的应用与发展[J].内燃机与配件,2017(24):34-35.
Liang Yanfei, Fu Shuanlin. The application and development of the hot runner technology in injection mold[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2017(24):34-35.
- [2] 王得胜.汽车发动机罩盖阀式热流道注塑模设计[J].工程塑料应用,2019,47(1):88-95.
Wang Desheng. Design of valve type hot runner injection mold for automobile engine cover[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):88-95.
- [3] 陈黎明,刘红燕,孙忠刚,等.基于CAE/CAD的汽车内饰后盖板注塑模具结构设计[J].塑料,2019(8):100-104.
Chen Liming, Liu Hongyan, Sun Zhonggang, et al. Automobile interior trim rear cover plate injection mold structure designed based on CAE/CAD[J]. Plastics, 2019(8):100-104.
- [4] 丁同梅,周正武.基于CAD/CAE的笔记本底座注塑模具设计[J].塑料科技,2019(4):82-87.
Ding Tongmei, Zhou Zhengwu. Design of injection mold for notebook base based on CAD/CAE[J]. Plastics Science and Technology, 2019(4):82-87.
- [5] 黄继战,范玉,侯世赞,等.基于CAD/CAE的音响面板双腔热流道注射模设计[J].工程塑料应用,2018,46(12):96-100.
Huang Jizhan, Fan Yu, Hou Shiyun, et al. Design of double cavity hot runner injection mould for audio panel based on CAD/CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(12):96-100.
- [6] 董艺,潘健怡,范淇元.注塑模设计与成型工艺[M].北京:中国轻工业出版社,2016.
Dong Yi, Pan Jianyi, Fan Qiuyan. Mold design and molding process[M]. Beijing:China Light Industry Press, 2016.
- [7] 周慧兰,胡勇,张海.UG NX 12.0模具设计技术与实战[M].成都:西南交通大学出版社,2019.
Zhou Huilan, Hu Yong, Zhang Hai. Die design technology and Practice[M]. Chengdu:Southwest Jiaotong University Press, 2019.
- [8] 陈起东.基于UG的风扇叶片零件塑模分型设计[J].机械工程师,2020(5):44-48.
Chen Qidong. Parting design of plastic mold for fan blade parts based on UG[J]. Mechanical Engineer, 2020(5):44-48.
- [9] 黄可,许成中,刘江,等.基于Moldflow的储物盒注塑成型模拟及试验验证[J].工程塑料应用,2019,47(8):86-90.
Huang Ke, Xu Chengzhong, Liu Jiang, et al. Simulation and test verification of storage box injection molding based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(8):86-90.
- [10] 叶久新,王群.塑料成型工艺及模具设计[M].北京:机械工业出版社,2013.
Ye Jiuxin, Wang Qun. Plastic molding technology and mold design[M]. Beijing:Machinery Industry Press, 2013.
- [11] 《塑料模具设计手册》编写组.塑料模设计手册[M].北京:机械工业出版社,2002.07.
《Plastic mold design manual》Writing group. 《Plastic mold design manual》[M]. Beijing:Machinery Industry Press, 2002.
- [12] 徐佩弦,张占波,王利军.热流道注射模塑[M].北京:机械工业出版社,2016.
Xu Peixian, Zhang Zhanbo, Wang Lijun. Hot runner injection mold[M]. Beijing:Machinery Industry Press, 2016.
- [13] 陈焯,徐佩弦.双色注射模中的热流道系统[J].模具制造,2016(12):44-49.
Chen Ye, Xu Peixian. Hot runners in double color injection mold[J]. Die & Mould Manufacture, 2016(12):44-49.
- [14] 柴建国,陈叶娣,严小锋.基于CAE技术的锂电池外壳针阀式热流道注塑模设计[J].塑料,2014(10):98-101.
Chai Jianguo, Chen Yedi, Yan Xiaofeng. Design of needle-valve hot sprue injection mould of lithium battery shell based on CAE technique[J]. Plastics, 2014(10):98-101.
- [15] 刘勇.打印机支架针阀式热流道注射模设计[J].模具制造,2015(6):42-47.
Liu Yong. Design of injection mold with valve gate hot runner for the printer bracket[J]. Die & Mould Manufacture, 2015(6):42-47.