

洗衣机双缸的热流道注塑模设计^{*}

肖小峰

(华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室,武汉 430074; 武汉纺织大学机电学院,武汉 430073)

宋琪

薛琼

(宁波中鹰模具有限公司,宁波 315400) (武汉理工大学理学院,武汉 430070)

摘要 针对洗衣机双缸薄壁大型塑料件,利用 Pro/Plastic Advisor 进行充型模拟,确定最佳进胶点数量与位置,按照理论模型进行了流道尺寸计算。基于 Pro/E 软件,进行三维热流道浇注系统设计,根据塑料件分型与模具加工工艺的要求,进行动、定模模腔的拼接、镶件设计,利用 EMX 提供的标准件完成模具全三维装配设计。通过 Pro/E 参数化建模技术,实现产品设计、模具设计和模具制造三个环节的开发。模具投产后,塑料件尺寸、形位符合要求。

关键词 注塑模具 充型模拟 热流道 Pro/E

热流道模具是当前模具发展的热点,由于塑料始终处于熔融状态,压力损失小,可以对多点浇口、多型腔模具及大型塑料件实现低压注塑^[1]。这可使塑料件尺寸稳定,并节约原料、降低成本,特别适合透明、薄壁、大型的塑料件成型。Pro/E 是当前模具行业应用最为广泛的 CAD/CAM/CAE 软件,可以完成产品及模具设计、模流分析及数控加工的所有工作^[2],笔者基于 Pro/E 对洗衣机双缸热流道模具进行了三维设计,以达到提高模具设计效率的目的。

1 热流道浇注系统设计

1.1 塑料件及工艺分析

图 1 为某洗衣机双缸体三维造型图,材料为聚丙烯(PP),尺寸为 810 mm × 630 mm × 46 mm,壁厚 2 mm,质量为 4.1 kg,属于薄壁大型件,采用传统冷流道成型工艺会因凝料体积过大使成本提高、注塑压力增加而降低模具的使用寿命,更重要的是大面积薄壁型腔会产生充填不足,故确定采用热流道成型工艺以 1 模 1 腔的方式生产该塑料件。

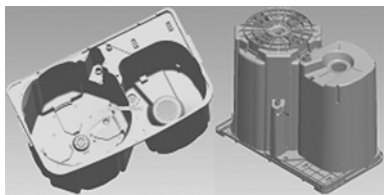


图 1 洗衣机双缸体三维造型图

1.2 热流道尺寸计算

塑料熔体的比容是熔体温度和压力的函数,其值可用斯宾塞状态方程计算^[3],对方程进行变换可得式(1)。

$$V = R'T / (P_1 + P_2) + \omega \quad (1)$$

式中: V ——熔体在该状态下的比容, cm^3/g ;

R' ——修正的气体常数, cm^3/g ;

T ——熔体的绝对温度, K;

P_1 ——熔体在流道中所受的外部压力, MPa;

P_2 ——熔体在浇道中所生的内部压力, MPa;

ω ——熔体在 -273°C 下的比容, cm^3/g 。

其中, R' 、 P_2 、 ω 分别查表可得其值为 0.229、25.3、0.992, T 和 P_1 取值为 493、100, 将以上参数的数值代入式(1), 计算得到 $V = 1.893 \text{ cm}^3/\text{g}$ 。

塑料件的质量 $W = 4100 \text{ g}$, 取注射时间 t 为 11 s, 则注射时熔体体积流率 $Q = VW/t = 705.58 \text{ cm}^3/\text{s}$ 。由此可得主流道体积流率 $Q_z = 705.58 \text{ cm}^3/\text{s}$; 分流道和浇口的体积流率 $Q_f = Q_l = Q/7 = 100.8 \text{ cm}^3/\text{s}$ 。

在体积流率确定后, 为保证塑料熔体流经流道时剪切速率 $\dot{\gamma}$ 在允许范围内, 根据式(2)的 $\dot{\gamma}$ 、体积流率 Q 和流道半径尺寸 R 的关系, 可得各流道及浇口的截面直径尺寸 D 。

$$\dot{\gamma} = 3.3Q / (\pi R^3) = 26.4Q / (\pi D^3) \quad (2)$$

主流道剪切速率 $\dot{\gamma}_z = 5 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$, 主流道直径 $D_z = 2.03 \sqrt[3]{Q_z / \dot{\gamma}_z} \approx 10 \text{ mm}$; 分流道剪切速率 $\dot{\gamma}_f = 5 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$, 分流道直径 $D_f = 2.03 \sqrt[3]{Q_f / \dot{\gamma}_f} \approx 12 \text{ mm}$; 浇口剪切速率 $\dot{\gamma}_l = 5 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$, 浇口直径 $D_l = 2.03 \times \sqrt[3]{Q_l / \dot{\gamma}_l} \approx 6 \text{ mm}$ 。

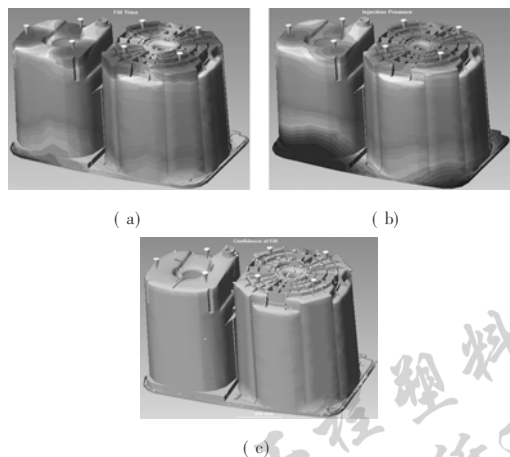
1.3 充模流动分析与三维设计

虽然采用 1 模 1 腔, 但由于双缸大小不一致, 可能会导致塑料流动不平衡, 造成塑料件有的部分保压不足, 有的部分保压过度。故用 Plastic Advisor 进行模流充填分析, 在塑料件小缸底部沿周向均布 3

* 国家自然科学基金项目(50805109)

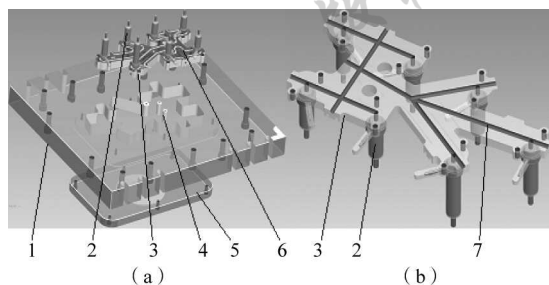
收稿日期: 2011-02-14

个进胶点,大缸底部沿周向均布4个进胶点,其充填模拟效果如图2所示。由图2a可知,塑料件在相同的时间里平衡充填了大、小两缸;由图2b可知,注塑压力也沿预期路径逐步降低;由图2c可知,气穴均出现在模具镶拼处,熔合纹也没有出现在塑料件的薄弱处,故7个进胶点位置选择恰当。相应地采用开放式热喷嘴,其中4个长度为120 mm,其余3个长度分别为129、147、173 mm;定模板与热流道板隔空,通过空气提高热阻,所以设计支撑柱提高定模板刚度、防止变形。热流道组件三维设计如图3所示。



a—充填时间; b—注塑压力; c—气穴与熔合纹

图2 塑料充填型腔效果模拟图



1—定模座板; 2—热流道喷嘴; 3—热流道板; 4—定模板支撑柱;
5—热流道盖板; 6—加热盘条; 7—12 mm 流道

a—热流道组件爆炸图; b—分流道剖视图

图3 热流道组件三维设计图

2 模具三维设计

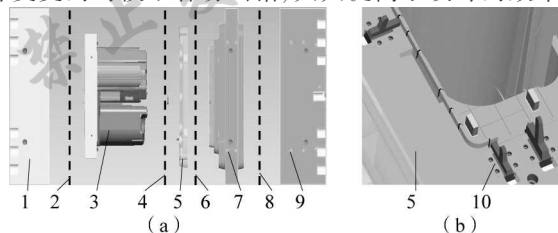
2.1 模具设计思路

用二维三视图进行模具设计,会因为产品设计到模具开发环节上的信息不对称,造成设计数据丢失,而利用Pro/E进行模具设计可以直接利用产品工程师建立的三维数据进行模具相关设计,直观模型表达方式提高了模具设计的效率及正确性。利用Pro/E设计该模具的核心思路为:以塑料件三维模型作为输入设计数据,根据热流道成型工艺进行

浇注系统设计,通过分型面获得模具型腔,结合模具加工工艺进行动、定模模腔的拼接、镶件设计,利用EMX提供的标准件进行模具全三维装配设计,利用Pro/E自动生成二维工程图,最终向模具制造部门或单位提供准确可靠的二、三维模具设计数据。

2.2 分模设计

塑料件为深腔盒型零件,其分模设计如图4所示。确定型芯为动模,型腔为定模,利用Pro/E分型面特征构造主分模面4;根据动、定模加工工艺在镶拼结构上的需求,分别设计分模面a、c;为实现塑料件在定模顶出,设计了分模面b,从而得到推件板;塑料件开口处存在七处侧孔,故设计斜销滑块组件10。使用Pro/E软件,构造相应的分模面,然后基于这些分模面分割体积块,最后抽取体积块就可以完成图4所示模块零件或组件。相对于Pro/E以往版本用复制曲面的方式进行分模,采用体积块分模的方法优势在于速度快,参考的特征少,这样在设计变更的时候不容易出错,大大提高了设计的效率。



1—动模板; 2—分模面 a; 3—动模模腔组件; 4—主分模面;
5—推件板; 6—分模面 b; 7—定模模腔组件; 8—分模面 c;
9—定模板; 10—斜销滑块组件

a—主要模具模块与分模面; b—滑块

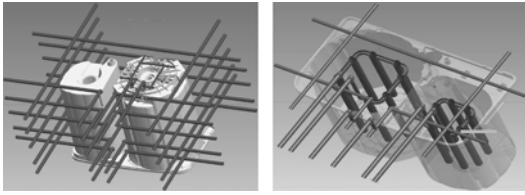
图4 分模设计示意图

2.3 冷却水道设计

为缩短注塑工艺成型周期,必须设计模具冷却系统,对于洗衣机双缸这一类深腔型塑料件的热流道注塑模具,设计均匀有效的冷却系统是十分必要的,具体设计如图5所示。

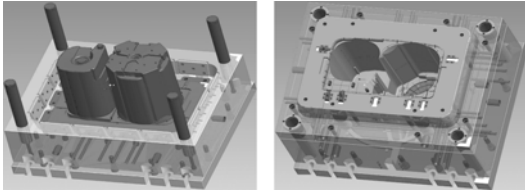
2.4 模具全三维装配设计

调用EMX的模架及其它标准件,完成该套模具的三维模型,如图6所示。全套模的主要零件或组件如图7所示,结合图7,模具的核心工作原理为:保压、冷却完成后,模具开模,首先动模模仁6和推件板10之间打开,由于斜销滑块9侧向型芯对塑料件的限位及塑料件对定模模腔包紧模力,塑料件从动模模腔7分离,同时斜销滑块9在动模模腔6上斜孔的作用下沿推件板10上的T型槽滑动完成侧向抽芯。然后活塞推杆12受到定模板18上内置油



(a) (b)
a—定模部分; b—动模部分

图5 模具冷却系统设计



(a) (b)
a—动模组件; b—定模组件

图6 模具三维装配图

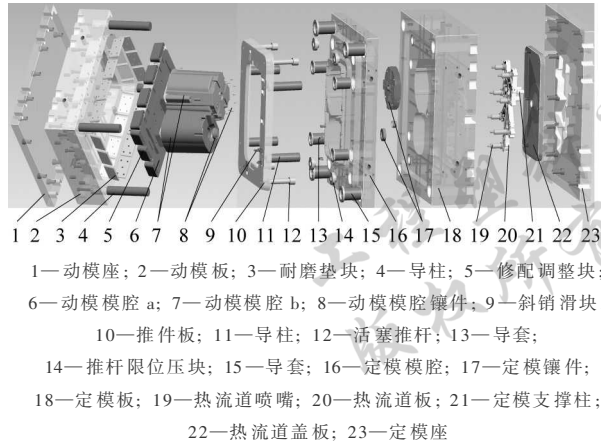


图7 模具组件三维爆炸图

缸的作用带动推件板10实现塑料件脱离定模型腔,最后取出塑料件合模,开始下一个注射成型周期。

DESIGN OF WASHING MACHINE DUAL-TUB'S HOT RUNNER INJECTION MOLD

Xiao Xiaofeng

(State Key Laboratory of Material Processing and Die & Mould Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;
College of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China)

Song Qi

(Ningbo Zhongying Mould Manufacturing Co. Ltd., Ningbo 315400, China)

Xue Qiong

(College of Science, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

ABSTRACT Aiming at the thin-wall large-scale plastic part of dual-tub of washing machine, the whole filling process of plastic injection was simulated by utilizing Pro/Plastic Advisor. The quantity and location of gate were identified and runner size was computed according to theoretical model. The three-dimensional(3D) design of hot runner gating system was proceeded by Pro/E software and the splice of mold cavity of movable mold and fixed mold and insert design were proceeded according to the requirements of parting of plastic part and mold process, whole 3D assembly design of plastic injection mold was achieved by utilizing standard parts that EMX provided. The three links development of product design, mold design and mold manufacture were realized smoothly by parametrical modeling technology of Pro/E. The size and shape of plastic part conformed the request when the mold was put into production.

KEYWORDS injection mold, filling simulation, hot runner, Pro/Engineer

2.5 洗衣机双缸注塑模的实际应用

由于本套模具工程量大,周期短,在产品的设计没有完成的时候就进行了分模的动作,然后订购模架和模具镶件材料,在模架厂加工的这段时间内,产品设计完成。基于Pro/E强大的参数化支持,产品的后续设计和变更并没有对前期的分模造成任何影响,提高了工作效率,缩短了模具的制作周期。模具投产后,成型的塑料件满足客户要求,如图8所示。



图8 注塑成型的洗衣机双缸体实物图

3 结论

针对洗衣机双缸这一薄壁大型塑料件,采用CAE技术,通过充型模拟确定最佳进胶点数量与位置;采用CAD技术,结合塑料件成型工艺和模具加工工艺,成功完成零件三维造型、热流道计算及全套模具三维装配设计。利用Pro/E强大参数化设计功能,实现产品设计、模具设计和模具制造三个环节的并行开发,总结了该类塑料件模具开发过程中的核心思路 and 关键技术,设计效率和效果都有了相应提高。模具投产后,成型的塑料件完全满足客户要求。

参考文献

- [1] 王建华,徐佩弦.注射模的热流道技术[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 詹友刚.Pro/ENGINEER中文野火版4.0模具设计实例精解[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [3] 塑料模具技术手册委员会.塑料模具技术手册[M].北京:机械工业出版社,2006.