

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2016.05.016

汽车暖风机下壳体 CAE 优化与模具设计 *

张建卿

(怀化职业技术学院,湖南怀化 418000)

摘要:针对轿车暖风机下壳体侧壁多且深、细小筋位较多等复杂结构特征,结合 CAE 技术进行了 3 种浇注系统方案的优化分析,确定了最优的注塑成型工艺方案;模具结构为两板式热流道一模一腔结构,产品的脱模包括型腔前模脱模和型芯后模脱模两种方式;设计中利用了 Moldflow2015 进行注塑工艺优化分析,UG-HB_Mould6.6 外挂进行结构设计和改进;模具结构设计合理。

关键词:CAE 分析;优化;模具结构;脱模

中图分类号 TQ320.66.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-3539(2016)05-0065-05

Mould Design and CAE Optimization for Automobile Heater Under-shell

Zhang Jianqing

(Huaihua Vocational and Technical College, Huaihua 418000, China)

Abstract : According to complicated structure characteristics of automobile heater under-shell with numerous and deep side wall and lots of fine rib etc., three kinds of gating systems for optimization were analyzed combined with CAE technology, so the optimal scheme of injection molding was given, mould structure was designed with two-plate hot runner mold and cavity layout designed with one mold one cavity mode, the product of demoulding included two ways of cavity demoulding and core demoulding. In the design, the software Moldflow2015 was used for injection molding process optimization analysis, and UG software plug-in HB_Mould6.6 was used for structure design and improvement; mould structure design was reasonable.

Keywords : CAE analysis ; optimization ; mold structure ; demoulding

轿车暖风机下壳体为轿车暖风机的装配基础壳体,安装于汽车发动机机仓暖风机支架上,模具设计时存在以下潜在问题:1) 结构复杂,侧壁薄壁多且深度大,细小筋位及较深的卡柱位等易导致注塑时末端难充填,形成生产上的“死模”;2) 内外侧壁上形状不一的复杂侧孔多,脱模困难。因此,采用传统模具设计方法所需设计周期长、不确定性因素多、成型质量难以得到稳定的保证。针对此实际生产问题,笔者拟运用 Moldflow2015 先进行模流分析,而后结合模流分析结果,运用 UG 及其外挂 HB-Mould6.6 进行模具的结构设计。

1 产品结构分析

产品结构图如图 1 所示,产品结构位及浇口位置见图 2。模具要求 1 模 1 腔,材料为聚丙烯(PP)-T20,颜色为黑色,产品表面火花纹细纹,表面处理要求为注塑后即可使用。

(1) 产品外形周围基本尺寸 267 mm×311 mm×164 mm,平均壁厚 1.8 mm;其基本特征构成如下。

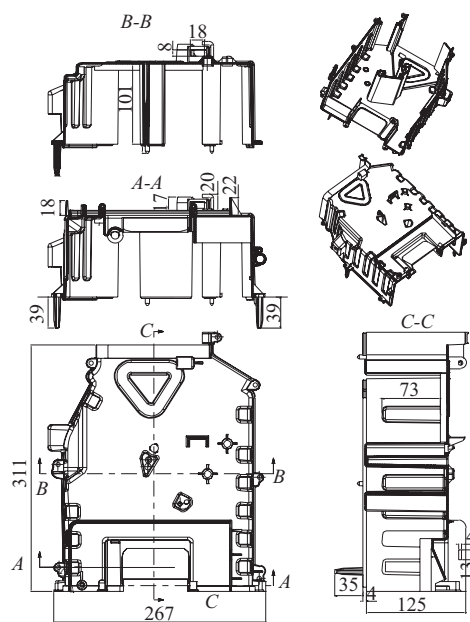


图 1 产品结构图

* 湖南省教育厅资助项目 (13C1170)

联系人: 张建卿, 硕士, 副教授, 研究方向为材料成型与控制

收稿日期: 2016-02-22

①壳体包括正面薄壳、侧壁1、侧壁2、侧壁3、侧壁4、中央加强筋壁、斜角面等7个部位(即图2中所示I-VII 7个面),7个侧面深度较大。

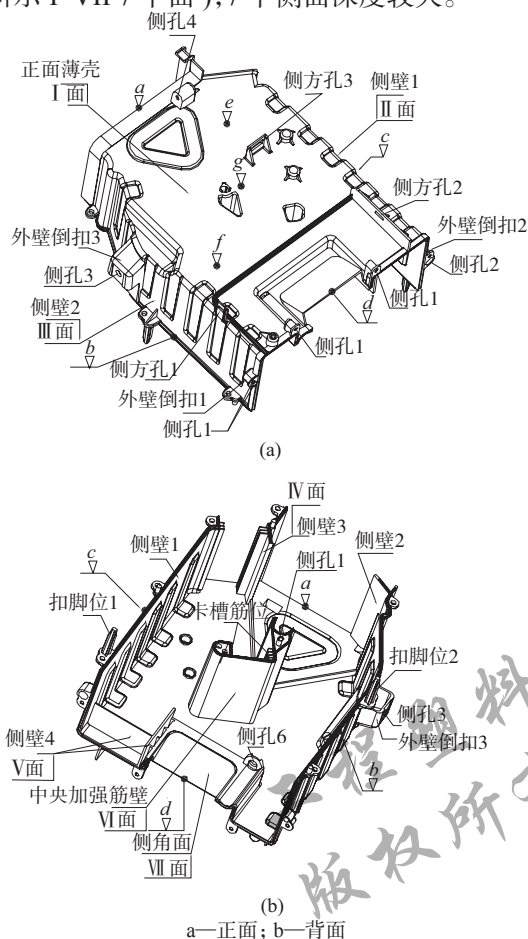


图2 产品结构位及浇口位置

②7个侧壁上共有11个侧抽芯特征:侧孔1、侧孔2、侧孔3、侧孔4、侧孔5、侧方孔1、侧方孔2、侧方孔3、侧方孔4、侧方孔5、侧方孔6、侧方孔7、侧方孔8、侧方孔9、侧方孔10、侧方孔11、侧方孔12、侧方孔13、侧方孔14、侧方孔15、侧方孔16、侧方孔17、侧方孔18、侧方孔19、侧方孔20、侧方孔21、侧方孔22、侧方孔23、侧方孔24、侧方孔25、侧方孔26、侧方孔27、侧方孔28、侧方孔29、侧方孔30、侧方孔31、侧方孔32、侧方孔33、侧方孔34、侧方孔35、侧方孔36、侧方孔37、侧方孔38、侧方孔39、侧方孔40、侧方孔41、侧方孔42、侧方孔43、侧方孔44、侧方孔45、侧方孔46、侧方孔47、侧方孔48、侧方孔49、侧方孔50、侧方孔51、侧方孔52、侧方孔53、侧方孔54、侧方孔55、侧方孔56、侧方孔57、侧方孔58、侧方孔59、侧方孔60、侧方孔61、侧方孔62、侧方孔63、侧方孔64、侧方孔65、侧方孔66、侧方孔67、侧方孔68、侧方孔69、侧方孔70、侧方孔71、侧方孔72、侧方孔73、侧方孔74、侧方孔75、侧方孔76、侧方孔77、侧方孔78、侧方孔79、侧方孔80、侧方孔81、侧方孔82、侧方孔83、侧方孔84、侧方孔85、侧方孔86、侧方孔87、侧方孔88、侧方孔89、侧方孔90、侧方孔91、侧方孔92、侧方孔93、侧方孔94、侧方孔95、侧方孔96、侧方孔97、侧方孔98、侧方孔99、侧方孔100。

③特征分布情况如图2所示。侧孔4、侧方孔3位于I面上。一组侧孔2、侧方孔2、扣脚位1以及4条细小卡槽筋位于II面外侧。1个侧孔2、侧方孔1、侧方孔3、侧孔3、侧方孔4、侧方孔5、侧方孔6、侧方孔7、侧方孔8、侧方孔9、侧方孔10、侧方孔11、侧方孔12、侧方孔13、侧方孔14、侧方孔15、侧方孔16、侧方孔17、侧方孔18、侧方孔19、侧方孔20、侧方孔21、侧方孔22、侧方孔23、侧方孔24、侧方孔25、侧方孔26、侧方孔27、侧方孔28、侧方孔29、侧方孔30、侧方孔31、侧方孔32、侧方孔33、侧方孔34、侧方孔35、侧方孔36、侧方孔37、侧方孔38、侧方孔39、侧方孔40、侧方孔41、侧方孔42、侧方孔43、侧方孔44、侧方孔45、侧方孔46、侧方孔47、侧方孔48、侧方孔49、侧方孔50、侧方孔51、侧方孔52、侧方孔53、侧方孔54、侧方孔55、侧方孔56、侧方孔57、侧方孔58、侧方孔59、侧方孔60、侧方孔61、侧方孔62、侧方孔63、侧方孔64、侧方孔65、侧方孔66、侧方孔67、侧方孔68、侧方孔69、侧方孔70、侧方孔71、侧方孔72、侧方孔73、侧方孔74、侧方孔75、侧方孔76、侧方孔77、侧方孔78、侧方孔79、侧方孔80、侧方孔81、侧方孔82、侧方孔83、侧方孔84、侧方孔85、侧方孔86、侧方孔87、侧方孔88、侧方孔89、侧方孔90、侧方孔91、侧方孔92、侧方孔93、侧方孔94、侧方孔95、侧方孔96、侧方孔97、侧方孔98、侧方孔99、侧方孔100。

(2)从模具结构设计角度,脱模问题是本模具设计的最大难点。侧孔1、侧孔2、侧孔3、侧孔4、侧孔5、侧方孔1、侧方孔2、侧方孔3、侧方孔4、侧方孔5、侧方孔6、侧方孔7、侧方孔8、侧方孔9、侧方孔10、侧方孔11、侧方孔12、侧方孔13、侧方孔14、侧方孔15、侧方孔16、侧方孔17、侧方孔18、侧方孔19、侧方孔20、侧方孔21、侧方孔22、侧方孔23、侧方孔24、侧方孔25、侧方孔26、侧方孔27、侧方孔28、侧方孔29、侧方孔30、侧方孔31、侧方孔32、侧方孔33、侧方孔34、侧方孔35、侧方孔36、侧方孔37、侧方孔38、侧方孔39、侧方孔40、侧方孔41、侧方孔42、侧方孔43、侧方孔44、侧方孔45、侧方孔46、侧方孔47、侧方孔48、侧方孔49、侧方孔50、侧方孔51、侧方孔52、侧方孔53、侧方孔54、侧方孔55、侧方孔56、侧方孔57、侧方孔58、侧方孔59、侧方孔60、侧方孔61、侧方孔62、侧方孔63、侧方孔64、侧方孔65、侧方孔66、侧方孔67、侧方孔68、侧方孔69、侧方孔70、侧方孔71、侧方孔72、侧方孔73、侧方孔74、侧方孔75、侧方孔76、侧方孔77、侧方孔78、侧方孔79、侧方孔80、侧方孔81、侧方孔82、侧方孔83、侧方孔84、侧方孔85、侧方孔86、侧方孔87、侧方孔88、侧方孔89、侧方孔90、侧方孔91、侧方孔92、侧方孔93、侧方孔94、侧方孔95、侧方孔96、侧方孔97、侧方孔98、侧方孔99、侧方孔100。

孔1~4都为圆柱形小型芯大距离抽芯类型,特别是侧孔4需超长距离无干涉抽芯,型芯细长,刚度难保证。侧方孔1~3为短抽芯距抽芯,侧方孔3需从定模侧脱模;扣脚位1、扣脚位2、卡槽筋位主要涉及到部位细小难加工的问题,需设计镶件。产品的II、III、V、VI面4个面,都要设计成滑块抽芯。

(3)从注塑角度,影响注塑充填性能的区域主要在细小筋位处及扣脚位等地方,料流在这些地方的流动非常复杂,再加上材料含有滑石粉材料,注塑难度加大,因而,浇口位置的开设应考虑靠近细小筋位区域。产品在侧孔、侧壁倒扣、扣脚位等特征与壁面相结合的部位壁厚较厚,注塑时收缩大,易变形。

综上所述,本模具设计面临的难题包括:①产品多特征充填质量;②产品侧孔结构位的脱模。

2 浇注系统优化设计分析

2.1 进料方式选择

浇注系统设计的关键在于浇口位置及浇口形式的选择^[5-7],模腔进料方式考虑如下两种方式:

(1)侧浇口进料。产品属于功能型产品,要求主要是结构强度及耐用度、耐候性等方面,进料方式可初选侧浇口,但产品的4个面(II面、III面、V面、VI面)都要做滑块,侧浇口的开设位置受到限制,所以,侧浇口可作为备选方式不予优先考虑,其它如潜水、牛角、兜底浇口等侧浇口不考虑。

(2)点浇口进料。产品采用点浇口直接浇注,可以考虑一个或者多个浇注方式。

2.2 浇注点位置的确定

选用侧浇口和点浇口浇注,则两种方式的浇口位置的选择如图2中a~g点所示。

(1)侧浇口的选择。可能的侧浇口设置位置如图2中a~d点所示,较优的方案是采用a点进浇;考虑到中央加强筋壁(VI面)上的8条细小卡槽筋位的充填,侧浇口宜采用宽尺寸扇形浇口。

(2)点浇口的选择。可能的点浇口设置位置如图2中e~g点所示,e点、f点、g点3点作为进浇口位置有以下7种方式:即单独e点、f点、g点3种浇注方式;e点+f点、f点+g点、e点+g点3种两点组合方式;e点+f点+g点一种组合方式。

单点进浇方式中,较优的方案是选用g点,能保证中央加强筋壁(VI面)上的8条细小卡槽筋位的充填,为可优选方案之一。两点组合方式中,e点+f点浇注方式可行,为可优选方案之一。e点+f点+g点方式浇注系统复杂,热流道成本高,不考虑。

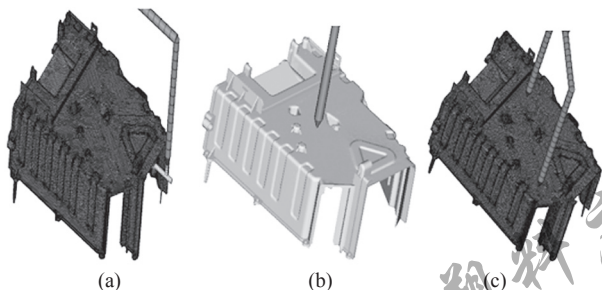
所以,浇注系统设计初始方案有 3 种方案:①在 a 点侧浇口(方案 A);② g 点单独点浇注(方案 B);③ e 点+ f 点两点进浇(方案 C)。3 个方案中最优方案须结合 CAE 模流仿真分析来最终确定。

3 注塑 CAE 优化分析

3.1 有限元模型

借助 CAE 分析以解决以下问题:①末端的充填饱满性;②浇注系统方案的最优选择;③厚壁处的缩水、翘曲变形等问题。

有限元模型基本情况如图 3 所示。三角形单元 131 384 个,节点数 65 660,纵横比最大 9.7、最小 1.16、平均 1.9,匹配率 91.4%。产品体积 408.3 cm^3 ,投影面积 714.2 cm^2 。

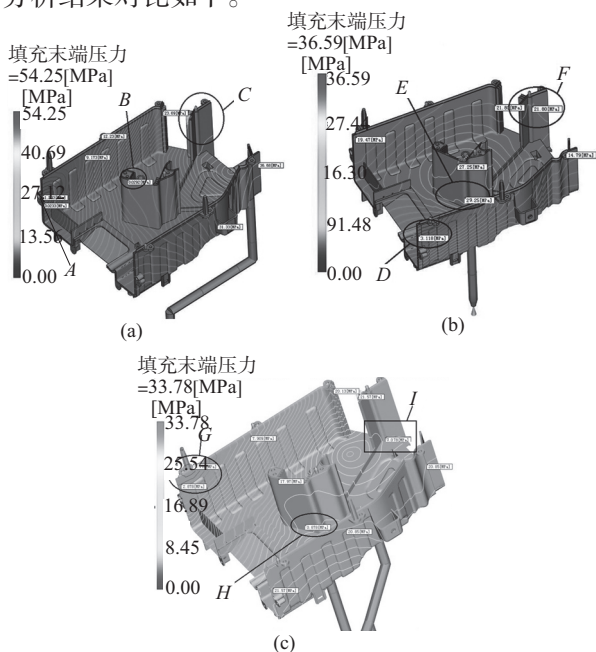


a— a 点侧浇口方式; b— g 点点浇口方式; c— e + f 点浇口方式

图 3 CAE 模型

3.2 浇注系统选用优化分析

依照前述 CAE 分析,3 种浇注方案所选用的模流分析方案为快速充填;图 4 为浇注方案对比分析。分析结果对比如下。



a—浇注方案 A; b—浇注方案 B; c—浇注方案 C

图 4 浇注方案对比分析

充填时间:方案 A 为 2.972 s,方案 B 为 2.924 s,方案 C 为 2.949 s;方案 B 所用时间最少,说明其各方向上的流动路径相对最短,注塑时压力损失、充填最为有利。

充填末端压力:如图 4 所示,所需注塑压力方案 A 为 54.25 MPa,方案 B 为 36.55 MPa,方案 C 为 33.78 MPa;方案 A 所需注塑压力最高,方案 C 最低,方案 A 所需压力过高,易导致注塑飞边,且对成型零件冲击较大,方案 B 与方案 C 压力值接近,相对较低,不易造成飞边,两者差为 2.77 MPa,压差相对不大,可以认为两者注塑入口处所需压力相当。方案 A 明显比方案 B、方案 C 差。

从充填效果看,最好的是方案 B,其次是方案 C,最差的是方案 A。从充填最末端位置对比来看,方案 A(图 4a 中 A 处)、方案 C(图 4c 中 G 处)的压力接近 0 MPa,说明这两处充填压力不足产品最终可能欠注,而方案 B(图 4b 中 D 处)压力还有 3.112 MPa,压力充足。从中央加强筋壁位置的情况对比,方案 A 在 3 种方案中也是最低的,压力接近 0 MPa(图 4a 中 B 处),方案 C 压力偏低(图 4c 中 H 处),而方案 B 则压力充足(图 4b 中 E 处),如果模具成型镶件上如果排气不够,方案 A 极可能缺料,方案 C 则易脆破裂。在侧壁 3(IV 面)位置,方案 A(图 4a 中 C 处)、方案 C(图 4c 中 I 处)压力过高,易致该处过保压而大变形,而方案 B(图 4b 中 F 处)则压力适中,不会产生此问题。

另外,方案 A 还存在一段冷流道废料,而方案 B、方案 C 皆为热流道无废料浇注系统,明显有利于提高模具经济效益;然而,同为热流道系统,方案 C 流道加工比方案 B 复杂。所以,本产品的浇注系统采用方案 B 较为合适。

3.3 所选浇注系统成型工艺参数优化

图 5 是浇注系统优化设计。选定方案 B 作为较优的浇注系统方案后,依据 3.2 中的基本结果对 2.2 中所述方案 B 浇口位置做进一步调整,从充填效果、注塑压力、最终变形情况等做多方面的优化分析。图 6 是方案 B 的 CAE 最终优化结果。

(1) 最终浇口位置的优化。2.2 中所述 g 点位置调整至图 5a 所示 K 点,调整值为 $-X$ 方向 $\Delta x=3 \text{ mm}$, $-Y$ 方向 $\Delta y=25.5 \text{ mm}$ 。热流道尺寸设计如图 5b 所示。

(2) 浇口改在 K 点位置后,运行“填充+保压+翘曲”,结果为:

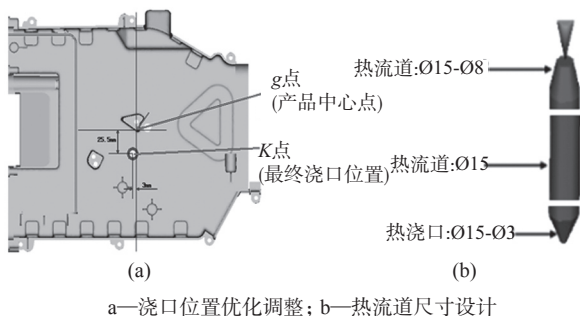


图5 浇注系统优化设计

①流动前沿温度 $230.2 \sim 212^{\circ}\text{C}$, 在推荐的成型范围内; 温度分布在 $232.2 \sim 199.3^{\circ}\text{C}$, 产品外观面温差 18.2°C , 不影响后续保压。

②充填末端压力在 0.35 MPa 以上, 尖峰压力为 45.74 MPa , 压力充足, 影响注塑充填性能的区域如细小筋位处及扣脚位等地方都能得到有效充填; 动态压力显示压力推动料流顺序注塑, 压力分布均衡, 如图 6a 所示。

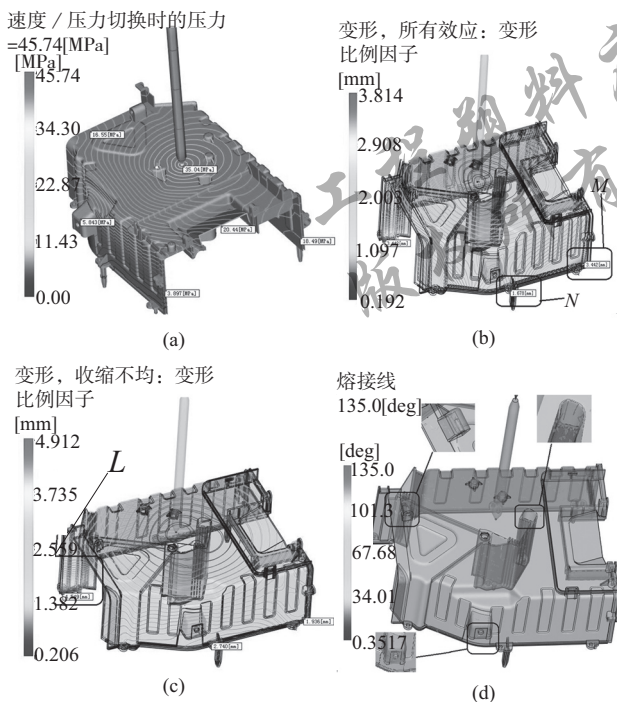


图6 方案B的CAE最终优化结果

③翘曲变形。总的变形量为 $3.814 \sim 0.1916 \text{ mm}$, 角落效应变形量为 $0.9797 \sim 0.0018 \text{ mm}$; 变形较大的区域出现在图 6b 中所示 N, M 处及图 6c 中 L 处, 最大为 M 处的 3.814 mm , 主要由壁厚差异大收缩不均引起; 整体变形在产品质量控制标准可接受的 $0 \sim 5 \text{ mm}$ 的可接受范围内; 侧孔、外壁倒扣、扣脚位等特征与壁面结合部位的壁

厚处, 收缩及变形皆可以接受。

④熔接痕不明显, 多分布在特征末端, 因而需加强填充末端排气, 如图 6d 所示。

其余结果表明, 在卡槽筋位、扣脚位 2、扣脚位 1 以及 16 条细小卡槽筋位、IV 面末端等处存在困气现象, 须注意排气。大面上的缩痕指数比较均匀且数值较低, 为不可见的缩痕。产品大部分区域所需冷却时间较接近, 冷却设计要求不高。

从上述 CAE 优化结果分析可得出的模具设计的结论: 1) 方案 B 对模具结构设计最有利, 采用方案 B 产品细小筋位处及扣脚位等地方都能得到有效充填, 不存在欠注等问题; 2) 产品翘曲变形在质量要求控制范围内; 3) 熔接痕、气孔、缩痕等缺陷通过模具结构的设计能有效解决; 4) 注塑成型工艺如保压等可调控性好; 5) 锁模力等对注塑机要求不高。

4 模具结构及工作原理

模具设计基于 UG NX 8.5 平台软件及其上的模具设计外挂【HB_MOULD6.6】、AutoCAD2007 及其外挂【Yanxiu-Box】的结合使用, 模具设计如下。

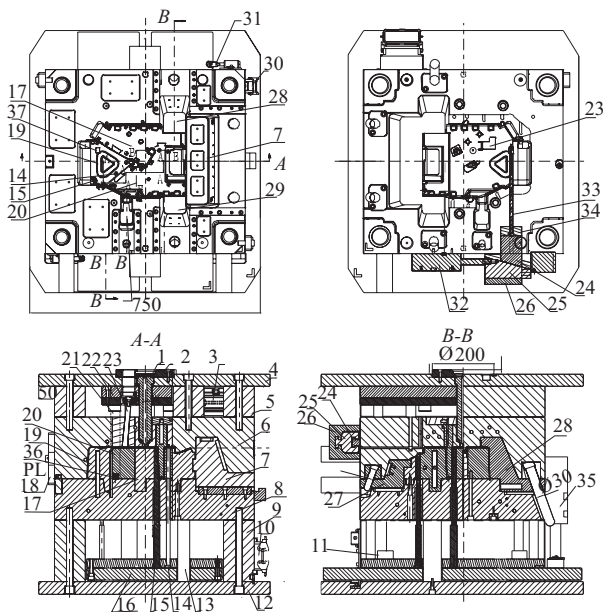
4.1 模具整体布局

模具整体结构图见图 7。采用热流道两板模方式, 布局一模一腔, 模架选用 LKMC17585-A200-B150-C200 改装型非标准模架; 料流浇注采用热流道嘴直接进料方式; 排气采用镶件间隙排气方式, 间隙值控制在 $0.02 \sim 0.03 \text{ mm}$ 之间; 冷却采用 $\varnothing 8 \text{ mm}$ 随形管道水冷方式; 产品的脱模顶出需进行前模顶出和后模顶出, 前模顶出采用前模斜顶顶出方式, 后模顶出采用油缸与顶杆顶出方式; 模具的导向由分布在四角的模具导柱导套完成; 模具闭合定位依靠开设于导柱导套四角区域的模板锥面定位虎口完成; 模板闭合时的平衡由模具平衡块完成。

4.2 模具工作原理

①注塑。模具处于闭合状态, 由注塑机将塑料通过热流道嘴 1 注入模具模腔内, 冷却后, 产品等待脱模。

②侧孔 4 型腔侧先抽芯脱模。模具在图 7 中所示 PL 分型面处打开前, 必须先完成模腔型腔侧侧孔 4 特征的先行脱模, 油缸 32, T 型槽滑块 24, 中间 T 型槽滑块 25, T 型滑槽座 26, 长侧型针压板 33, 长侧型针 34 构成产品上侧孔 4 的前模侧抽芯脱模机构, 其动作原理为: 待产品冷却完毕, 油缸 32 得到指令先动作, 通过其中心拉杆向左拉动中间 T 型槽滑块 25 在 T 型滑槽座 26 的导向下向左移动,



1—热流道嘴; 2—定位圈; 3—温控线槽接线盒; 4—面板; 5—热流道板; 6—型腔板; 7—第一斜导柱抽芯滑块组件; 8—型芯固定板; 9—模脚; 10—行程开关座; 11—限位块; 12—底板; 13—撑头; 14—顶针; 15—筋位方形顶杆; 16—顶针推板; 17—型芯第一镶件; 18—锁模片; 19—型芯第二镶件; 20—型芯第三镶件; 21—前模顶出复位杆; 22—前模顶出推板; 23—前模斜顶组件; 24—T型槽滑块体; 25—中间T型槽滑块; 26—T型槽滑座; 27—第二斜导柱抽芯滑块组件; 28—第三斜导柱抽芯滑块组件; 29—第四斜导柱抽芯滑块组件; 30—行程开关接线集成插座; 31—顶针板行程开关; 32—油缸; 33—长侧型针压板; 34—长侧型针; 35—顶针板油缸; 36—树脂开闭器; 37—薄筋侧抽芯斜顶; 38—平衡块; PL—分型面

图7 模具结构图

从而,中间T型槽滑块25拉动T型槽滑块体24向下(向外)抽出,从而完成侧孔4的型腔侧抽芯脱模。T型滑槽座26开设有水平T型槽导向槽,并与中间T型槽滑块25外侧水平T型条联接,为其提供左右运动导向作用;中间T型槽滑块25内侧开设有与水平向成 25° 的斜向T型槽,通过此槽与T型槽滑块体24联接,带动其做向下向上(向外向内)的滑移运动。

③方孔3型腔侧斜顶顶出先脱模。侧方孔3的脱模侧抽芯由前模斜顶组件23完成,其辅助工作零件包括前模顶出复位杆21、前模顶出推板22、树脂开闭器36。待侧孔4抽芯脱模完毕,模具在注塑机拉杆的带动下,在图7中所示PL分型面处打开,侧方孔3特征的脱模与产品型腔面的脱模同步进行。其动作原理为:模具打开时,动模部分的型芯固定板8与动模一起向下运动,通过安装于其上的树脂开闭器36拉动前模顶出复位杆21,从而拉动前模

顶出推板22一起向下运动,前模顶出推板22将推动安装于其上的前模斜顶组件23中的斜顶杆向下顶出而完成侧方孔3与型腔面脱模同步的侧向抽芯脱模。

④型芯侧各滑块头抽芯对应特征的脱模。与③步同步动作抽芯的有第一斜导柱抽芯滑块组件7的滑块、第二斜导柱抽芯滑块组件27的滑块、第四斜导柱抽芯滑块组件29的滑块、第三斜导柱抽芯滑块组件28的的滑块完成各自对应位置的侧抽芯。第一斜导柱抽芯滑块组件7完成产品侧孔1、侧孔2、结构位的脱模侧抽芯;第二斜导柱抽芯滑块组件27完成产品侧方孔3、外壁倒扣3处的结构位的脱模侧抽芯;第四斜导柱抽芯滑块组件29完成产品侧方孔1、外壁倒扣1处的结构位的脱模侧抽芯;第三斜导柱抽芯滑块组件28完成产品侧方孔2、外壁倒扣2处的结构位的脱模侧抽芯。

⑤产品最终顶出脱模。开模完毕,模具完全打开后,产品留在动模型芯上;产品的完全顶出由模具顶出机构完成。即由顶针板油缸35推动顶针14、筋位方形顶杆15及薄筋侧抽芯斜顶37共同完成产品的最后完全顶出。其工作原理为:顶针板油缸35带动顶针推板16,从而推动顶针14、筋位方形顶杆15完成产品的最终顶出;薄筋侧抽芯斜顶37完成产品侧孔5处的脱模抽芯;顶针板油缸35控制顶针推板16的推出与复位动作,其运动行程由行程开关座10、行程开关接线集成插座30、顶针板行程开关31组合构成的控制器控制完成。

⑥模具复位闭合。模具闭合时,先由油缸32动作,完成长侧型针34复位,而后在PL分型面的闭合过程中,型芯侧各滑块在各自导柱的带动下逐步复位,同步地,型芯固定板8将通过树脂开闭器36推动前模顶出复位杆21复位,从而推动前模斜顶组件23中的斜顶杆向上复位,模具最终闭合,各脱模功能零件最终复位,等待下一个注塑循环。

5 结论

在设计时本模具利用Moldflow2015对塑料件的注塑工艺进行模拟分析,UG-HB_Mould6.6外挂进行结构设计和改进,有效地保证了模具设计的质量和效率。模具结构为两板式热流道一模一腔结构,产品的脱模有前模脱模和后模脱模两种方式;模具结构设计合理,结构紧凑,工作稳定可靠;为同类产品的模具生产实践提供了有益参考。

(下转第106页)

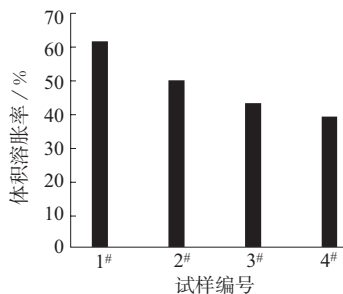


图4 PP/EPDM/FA2D热塑性弹性体的体积溶胀率

在表4中已经发现FA2D的加入会引起弹性体压缩变形数值略微变小,可能是FA2D分子通过过氧化物自由基引发接枝到EPDM大分子上,使得EPDM橡胶分子的极性提高,因而吸收非极性油的能力降低,从而提高了弹性体的耐油性。

3 结论

(1) 随着FA2D含量的增加,PP/EPDM/FA2D热塑性弹性体的拉伸强度,断裂伸长率和撕裂强度都逐渐降低。

(2) 随着FA2D含量的增加,得到的PP/EPDM/FA2D热塑性弹性体的压缩变形略有改善。

(3) FA2D对PP/EPDM/FA2D热塑性弹性体的耐老化性能有改善作用。

(4) 随FA2D含量的增加,PP/EPDM/FA2D热塑性弹性体的耐油性能逐渐提高。

参考文献

- [1] 刘丛丛,伍社毛,张立群.热塑性弹性体的研究进展[J].化工新材料,2008,36(8):17-20.

Liu Congcong, Wu Shemao, Zhang Liqun. Recent development for thermoplastic elastomer[J]. New Chemical Materials, 2008, 36(8):17-20.

- [2] 耿海萍,朱玉俊,伍社毛,等.动态硫化EPDM/PP热塑性弹性体的结构与性能[J].合成橡胶工业,1995,18(4):238-240.
Geng Haiping, Zhu Yujun, Wu Shemao, et al. Micromorphology and properties of EPDM/PP thermoplastic vulcanizate[J]. China Synthetic Rubber Industry, 1995, 18(4):238-240.
- [3] 徐争鸣.动态硫化三元乙丙橡胶/聚丙烯热塑性弹性体:中国,200310106228.0[P].2006-08-09.
Xu Zhengming. Dynamic vulcanizate based on EPDM/PP:CN, 200310106228.0[P].2006-08-09.
- [4] 徐争鸣.无卤阻燃动态硫化三元乙丙橡胶/聚丙烯热塑性弹性体:中国,200310112701.6[P].2006-02-15.
Xu Zhengming. Halogen free flame retardant dynamic vulcanizate based on EPDM/PP:CN, 200310112701.6[P].2006-02-15.
- [5] 徐红岩.三元乙丙橡胶/聚丙烯热塑性弹性体:中国,200610096995.1[P].2009-04-15.
Xu Hongyan. Thermoplastic elastomer based on EPDM/PP:CN, 200610096995.1[P].2009-04-15.
- [6] 徐红岩.聚丙烯/聚丙烯酸丁酯热塑性弹性体的研制[J].中国塑料,2002,16(6):44-46.
Xu Hongyan. Preparation of PP/PBA thermoplastic elastomer[J]. China Plastics, 2002, 16(6):44-46.
- [7] 徐红岩.PP/PEAK热塑性弹性体的结构与性能[J].工程塑料应用,2003,31(6):15-17.
Xu Hongyan. Structure and property of PP/PEAK thermoplastic elastomer[J]. Engineering Plastics Application, 2003, 31(6):15-17.

(上接第69页)

参考文献

- [1] 李雯雯,卢军,刘洋.Moldflow软件在注塑模具CAE中的应用[J].工程塑料应用,2009,37(9):80-82.
Li Wenwen, Lu Jun, Liu Yang. The application of Moldflow in injection mold CAE software[J]. Engineering Plastics Applications, 2009, 37(9):80-82.
- [2] 黄桂坚,洪建明,伍晓宇,等.电梯入口盖板热流道注塑模具设计[J].工程塑料应用,2009,37(8):72-76.
Huang Guijian, Hong Jianming, Wu Xiaoyu, et al. Elevator entrance plate hot runner injection mold design[J]. Engineering Plastics Applications, 2009, 37(8):72-76.
- [3] 吴显,郭超,杨良波,等.Moldflow在汽车灯座模具中的应用[J].模具工业,2010(8):13-17.
Wu Xian, Guo Chao, Yang Liangbo, et al. Moldflow application in automobile lamp holder mold[J]. Mold Industry, 2010(8):13-17.
- [4] 温广宇.CAD/CAE技术在汽车模具中的应用进展[J].塑料科技,2015(9):57-59.

Wen Guangyu. The progress in the application of CAD/CAE technology in automobile die[J]. Plastic Science and Technology, 2015(9):57-59.

- [5] 刘国良,王侃,赵明,等.CAE塑料注射成型模具设计方法的应用研究[J].新技术新工艺,2009(10):73-79.
Liu Guoliang, Wang Kan, Zhao Ming, et al. CAE application research of plastic injection molding mold design method[J]. The New Technology & New Process, 2009(10):73-79.
- [6] 赵亚穷,王波,冯跃战,等.水表外壳上盖注塑模具设计[J].塑料工业,2012(6):65-66+87.
Zhao Yaqiong, Wang Bo, Feng Yuezhao, et al. Water meter shell cover injection mold design[J]. Plastic Industry, 2012(6):65-66+87.
- [7] 江昌勇,奚亦飞,张胜禹,等.注射模浇注系统凝料自动脱模机构的优化设计[J].工程塑料应用,2014,42(11):68-72.
Jiang Changyong, Xi Yifei, Zhang Shengyu, et al. Injection mold gating system condensate automatic demoulding mechanism optimization design[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(11):68-72.