

轿车塑料轮罩的热流道叠式模具设计

张 帆 陈利民

(四川大学高分子科学与工程学院,成都 610065)

摘要 分析了轿车塑料轮罩用材料的特性和轮罩的形状特点,探讨了轮罩的成型工艺条件,介绍了其热流道叠式模具的总体构架、浇注系统、冷却系统、顺序脱模机构及其它相关特殊设计,对该模具的相关尺寸进行了计算及校核,并对其特殊开合模动作过程作了说明。

关键词 塑料轮罩 热流道 叠式模具

随着国内外节能环保的公益呼声渐高,汽车轻量化的技术要求显得愈加重要。在此趋势下塑料材料以其独有的特点成为理想的汽车部件适用材料,其代替汽车中传统金属部件的比例也越来越大。在汽车零部件中,传统的车轮轮毂一般使用铸造或锻压成型的钢材或更高档的合金材料。而在经济型轿车市场,车轮的金属轮毂仅保证了力学性能,经常将表面精细、造型美观的塑料轮罩安装在轮毂外侧以作装饰,使得轮圈的制造成本和外观档次都处于令人可接受的范围。塑料轮罩作为易损车用塑料件,市场需求量大。

轿车轮罩作为扁平的盘式零件,具有较大的投影面积,而体积却并不大。这导致传统的塑料轮罩注塑模具所需锁模力大(一般在 5000 kN 以上),需要购买使用大型的注塑机,但实际上却仅使用这类注塑机很小部分的注射能力。考虑到盘式制件高度较低,多制件叠加同时成型就成为可能。近年来出现了热流道叠式模塑技术。该技术是一种新型的高产、高效和节能的生产方式,所使用的热流道叠式模具通常含有 2 层以上型腔,以“背靠背”的方式排布,利用型腔压力互相抵消作用,能以相同的锁模力注塑出 2 倍以上数量的塑料件^[1-2]。与常见的单层冷流道模具相比,这种模具的锁模力只提高了 5%~10%,但产率却增加了 90%~95%,可以极大地提高设备利用率和生产效率,节约成本,具有显著的经济效益。此外,由于这种模具的制造要求基本与常规模具相同,主要是将 2 副或多副型腔组合在 1 副模具中,所以模具制造周期可缩短 5%~10%。

1 制件分析及材料选择

1.1 制件分析

笔者以上海通用汽车公司的雪佛兰赛欧车型的塑料车轮罩为例,对其进行热流道叠式模具设计。制件外观的 Pro/E 模型如图 1 所示。



图 1 制件三维模型

制件的注塑模具型腔曲面形状和分型面形状都非常复杂。在设计 and 生产过程中,需要使用 CAM 技术将由 CAD 软件造型的模型输入计算机,并通过编程由精密数控机床加工型腔。

从生产工艺的角度看,由于该制件是形状复杂的较大薄板类制件,流程相对较长,同时容易出现熔接痕,为了保证制件良好的表观质量,模具应采用热流道技术。由于制件正面的表观质量要求相当高,必须使制品浇口和顶出系统同时位于制件背面,即脱模时制件留在浇口所在一侧,同时顶出系统应该在开模时被延迟拉出,而不是开模完毕后通过注塑机顶杆顶出。制件脱模时,脱模力来自两个方面:其一是中间部位的 4 个孔,这些孔相对较深,壁厚也较厚;而在制件的另一面,有一个较大的环形薄壁,也会产生一个主要的抽拔力,并且方向与 4 个孔产生的抽拔力方向相反。即使掌握这两个方向抽拔力的大小也不能确保制件在开模时留在某侧,这样就必须引入顺序脱模机构。

1.2 材料特性

聚丙烯(PP)是汽车用塑料的主要品种,目前国内外汽车用 PP 的用量正稳步增长。PP 因其韧性好、强度高、吸水率低、密度小、价格低廉、成型性能良好等特点而被大量用于制造塑料轮罩,其拉伸强度和弯曲强度分别达 35~40 MPa 和 42~56 MPa。

1.3 成型工艺条件

(1) 熔融温度

PP 的熔点为 160 ~175℃, 分解温度为 350℃, 但在注射加工时设定温度不能超过 275℃, 熔融段温度最好在 240℃。机筒各段温度设置见表 1。

表 1 料筒各段温度设置

位 置	温度 ¹⁾ /℃
喂料区	30 ~50(50)
螺杆 I 区	160 ~250(200)
螺杆 II 区	200 ~275(220)
螺杆 III 区	220 ~275(240)
螺杆 IV 区	220 ~275(240)
螺杆 V 区	220 ~275(240)
喷嘴	220 ~275(240)

注: 1) 括号内的温度建议作为基本设定值。

(2) 注塑压力

PP 具有很好的流动性能, 同时由于采用了热流道, 为减小内应力及变形, 应避免采用过高的注塑压力, 由 CAE 软件分析可知, 注塑压力设定在 50 MPa 即可。

(3) 注射保压

为避免制品产生缩壁, 需要采用很长时间进行保压(约为循环时间的 30%); 保压压力约为注塑压力的 60%。大概在全行程的 95% 时转为保压。

2 模具设计^[3-6]

2.1 模具总体构架分析

本次设计生产的轮罩用热流道叠式模具结构如图 2 所示。

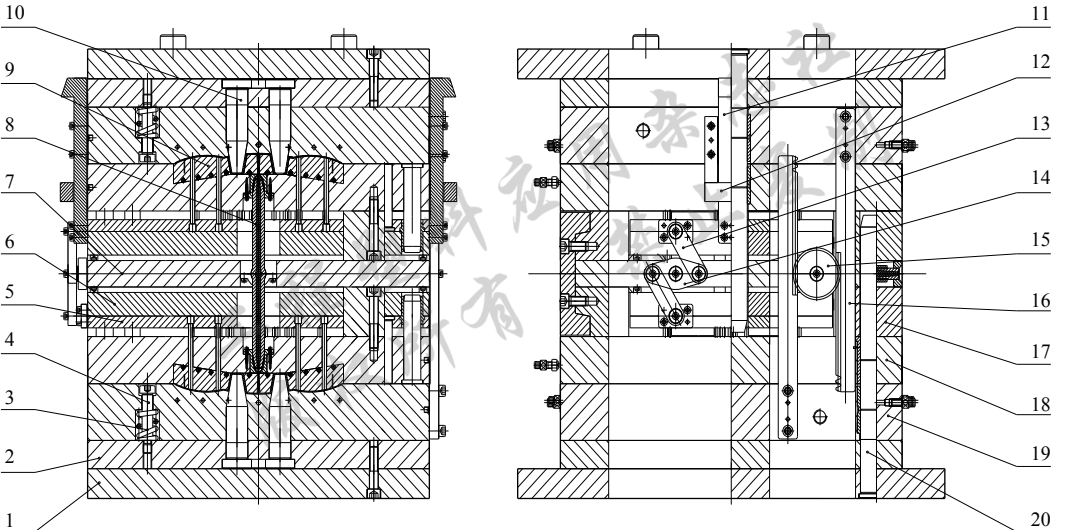


图 2 热流道叠式模具结构示意图

2.2 浇注系统安排

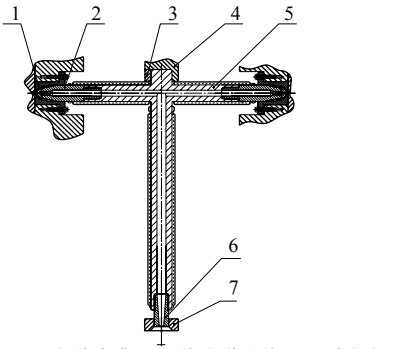
由制品的构造不难看出, 若使用传统的卧式注塑机, 则主流道难以绕过定模部分到达两制品中央, 而若采用侧面进浇则比较适用。因此将热流道设计为 T 型, 熔体从模具侧面进胶, 配套角式注塑机, 浇注系统安排见图 3。

2.3 冷却水道的开设

轮罩制件对外观质量要求高, 因此冷却系统也应该保证型腔温度均匀。为了达到这一要求, 在熔体注入型腔的中央位置应加强冷却效果, 故采用中心浇口型芯冷却水路^[4]。

将型芯背面开设冷却路径, 在冷却路径中排布事先经过加工的铜管, 其形状与冷却路径可以理想配合并保证表面与型芯良好接触, 排布后以焊锡填

充。冷却水在铜管中流动即可带走型芯的热量, 完成冷却。冷却路径的绕向同样满足冷却水首先流经制件的中央部位, 而后向周边流去。型芯背面的冷



1—浇口衬套; 2—流道喷嘴; 3—热流道压块; 4—中间板; 5—热流道; 6—主流道衬套; 7—热流道固定板

图 3 浇注系统

却路径开设如图4所示。

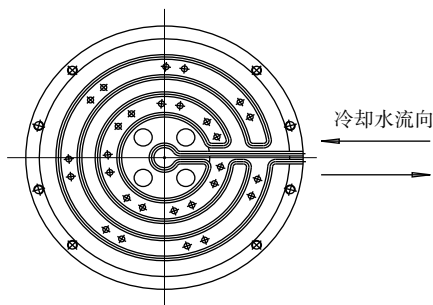


图4 型芯背面冷却水道的开设路径

2.4 导柱排布

热流道叠式模具中间部分比较厚重。若仍然使用传统模具的4角排布式导柱,开模后厚重的中间部分会与导柱基本分离。因此两侧各使用3根导柱呈“品”字形分布并相互颠倒,使得每根导柱有一定长度伸入对面部分。这样,在开模后中间部分则有6根导柱分担重力,满足了要求。

2.5 锁钩的设计

由于该模具采用了热流道,需要经常维护护理,因此要求模具的特定部位能够快速拆装。设计的锁钩采用从侧面安装,中间板被两侧的支架压紧并定位,两侧型芯固定板之间的所有组件就连成一个整体。从侧面将锁钩上的螺钉卸下,中间板连同热流道即可独立并分离出来。锁钩的造型如图5所示。

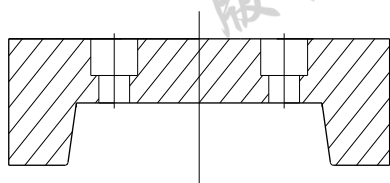


图5 锁钩

2.6 顺序脱模

在分型面打开之前首先将芯柱从4个孔中抽拔出来,开模时,芯柱固定板与凹模板间分布的4根弹簧将两板分开,制件与芯柱分离,而后螺钉限位。芯柱造型与弹簧-限位机构如图6所示。

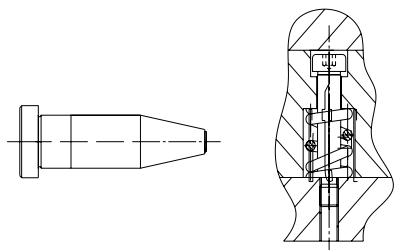


图6 芯柱与弹簧-限位机构

2.7 定位装置

设计在定模部分的底板以阶梯孔与两定位柱配

合,而定位柱与固定模板上的定位孔配合定位,并将模具整体固定在合模装置上。注塑装置在延合模装置的轴向上平移即可找正主流道。模具在注塑机上的定位见图7。

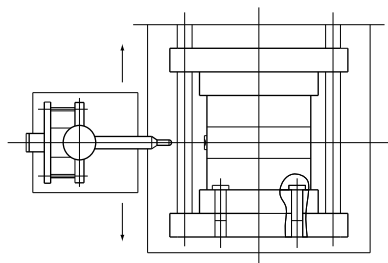


图7 模具在注塑机上的定位

2.8 对称动作系统和拉出脱模装置

模具要求两侧动作始终相对于中间板保持对称,同时中间部分本身也有行程,并且相当于动模部分行程的一半。因此在装配完成的模具上下两面设置了对称动作系统,包括齿轮-齿条装置和铰接连杆装置,两种装置各有两幅,分别在模具上下面轴对称分布。

该模具的顶出装置背靠背设置,需要被限位机构拉出。设置拉钩和拉座作为限位装置。当分型面打开一定距离后,拉钩被拉座限位,拉动顶出系统作推件动作。

3 尺寸计算及校核

3.1 型芯型腔尺寸计算

制件曲面复杂,尺寸众多,现选取典型部位的尺寸进行计算演示。这些尺寸包括芯柱头部两直径尺寸 D_1 、 D_2 及两平面间高度 h (见图8),制件最大尺寸所对应型腔直径 D_3 ,制件背面环形筋内外直径所对应型腔型芯直径 D_4 、 D_5 和制件中间部位4个通孔在制件对称轴方向上的孔心距 L 。

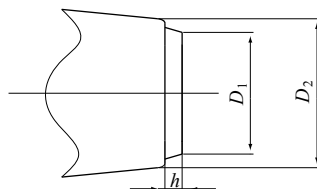


图8 芯柱头部尺寸示意

PP的成型收缩率为1.0%~2.5%,平均收缩率 $\varepsilon_{cp} = 1.75\%$ 。型芯直径类计算如下:

$$D_{1Pcp} = 18 + 0.2/2 = 18.1 \text{ mm}$$

$$D_{1Mcp} = D_{1Pcp} + \varepsilon_{cp} D_{1Pcp} + \varepsilon_{scp}^2 D_{1Pcp} = 18.422 \text{ mm}$$

模具型芯按IT10精度制造,其制造偏差为0.07 mm,则公称直径 $D_{1M} = [D_{1Mcp} + \delta_m] - \delta_m = 18.49 - 0.07 \text{ mm}$ 。

经过同样公式计算的尺寸有 D_2 、 D_3 , 通过计算可得到 $D_{2M} = 23.09_{-0.08} \text{ mm}$ 、 $D_{3M} = 351.73_{-0.23} \text{ mm}$ 。

型腔直径类计算如下:

$$D_{3Pcp} = 391 - 1.44/2 = 390.28 \text{ mm}$$
$$D_{3Mcp} = D_{3Pcp} + \varepsilon_{Scp} D_{3Pcp} + \varepsilon_{Scp}^2 D_{3Pcp} = 397.229 \text{ mm}$$

模具型腔也按 IT10 精度制造, 其制造偏差为 0.23 mm, 则 $D_{3M} = [D_{3Mcp} - \delta_m]_{+\delta_m} = 397.00_{+0.23} \text{ mm}$ 。

经过同样公式计算的尺寸有 D_4 , 通过计算可得到 $D_{4M} = 354.32_{+0.23} \text{ mm}$ 。

型芯高度类计算如下:

$$h_{Pcp} = 1.8 - 0.12/2 = 1.74 \text{ mm}$$
$$h_{Mcp} = h_{Pcp} + \varepsilon_{Scp} h_{Pcp} + \varepsilon_{Scp}^2 h_{Pcp} = 1.771 \text{ mm}$$

其制造偏差为 0.04 mm, 由于型芯容易修长, 则 $h_M = [h_{Mcp}]_{-\delta_m} = 1.77_{-0.04} \text{ mm}$ 。

孔心距类计算如下:

$$L_M = [L_P + \varepsilon_{Scp} L_P + \varepsilon_{Scp}^2 L_P] \pm 1/2 \delta_0$$

孔间距的制造公差取 $\pm 0.02 \text{ mm}$, 则 $L_M = 101.78 \pm 0.02 \text{ mm}$ 。

3.2 模板厚度尺寸校核

该模具模板厚度校核时按整体式圆形型腔计算, 制件外直径较大, 尺寸校核时进行刚度校核。内半径增长值计算如下:

$$\delta_{max} = rp/E[(R^2 + r^2)/(R^2 - r^2 + \mu)]$$

式中: δ_{max} ——自由膨胀时内半径增长值;
 p ——型腔内压力, 取 50 MPa;
 E ——弹性模量, 碳钢为 $2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$;

r ——内半径, 198.5 mm;
 R ——外半径, 400 mm;
 μ ——泊松比, 碳钢取 0.25。

计算得 $\delta_{max} = 0.090 \text{ mm}$ 。

自由膨胀分界点高度 H 按下式计算:

$$H = 2.5(R_{cp} S)^{1/2}$$

式中: R_{cp} ——平均半径, 299.25 mm;

S ——壁厚, 201.5 mm。

计算得 $H = 245.558 \text{ mm}$ 。

$$\delta = \delta_{max} H_1 / H$$

式中: H_1 ——分型面距型腔内底面的高度, 45 mm。

计算得 $\delta = 0.016 \text{ mm}$, 小于 PP 最大允许间隙 $\delta = 0.025 \text{ mm}$, 故型腔侧壁厚度满足要求。

未加支承柱底板厚度 $S = (0.175pr^4/E/\delta)^{1/3} = 137.287 \text{ mm}$ 。按跨度要求增加两支承压柱后, 板厚要求为原厚度的 1/6.8, 即 $S_0 = 20.189 \text{ mm}$ 。设计模板厚度大于 S_0 , 满足要求。

3.3 注塑机参数要求

单个制件重 283.8 g, 模具有两个型腔, 要求注塑机单次注射量为 800 cm^3 , 注塑压力为 150 MPa; 制件投影面积 100600 mm^2 , 注塑压力 50 MPa, 胀模力大于 5000 kN, 要求注塑机锁模力达 7500 kN; 根据模具外尺寸 (952 mm × 1000 mm × 928 mm) 和开模距离 (400 mm), 要求注塑机模板最大开距为 2000 mm, 模板最大行程为 800 mm。

4 模具开合模动作

该热流道叠式模具分型面如图 9 所示。

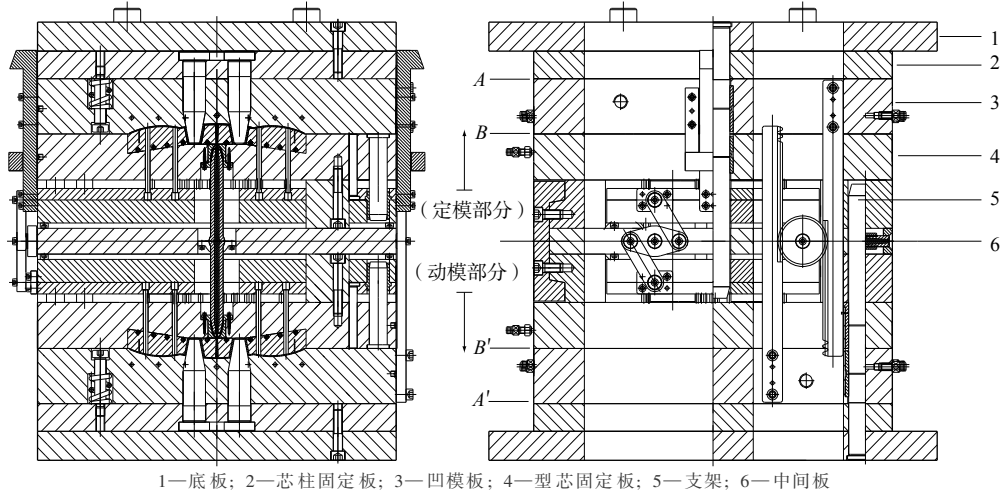


图 9 模具分型面

开合模时在齿轮齿条机构作用下, 动定模两部分动作均保持相对于中间部分对称。开模时, 在弹

簧作用下 A、A' 面首先打开较小的行程并被内六角圆柱头轴肩螺钉限位。之后分型面 B、B' 打开, 直到

锁钩限位机构作用,拉动定模部分顶出装置,使得该装置在铰接连杆机构作用下和动模部分顶出装置一同完成顶件动作。合模时,两侧凹模板同时向中间部分合拢,并推动复位杆使顶出装置复位。在分型面 B 、 B' 闭合后, A 、 A' 面的弹簧也被压缩, A 、 A' 面合拢,整副模具闭合。在顶件动作中,铰接连杆机构要传递顶件力,而出于紧凑化的要求该机构不能占据过大空间,因此在制造时需要选用强度较高的材料。

5 结语

轿车轮罩作为扁平的盘式零件,具有较大的投影面积,而体积却并不大。为了在不提高设备成本的前提下提高生产效率,这种制件适于采用热流道叠式模具生产。相比于常见的单层冷流道模塑工艺,叠式热流道模塑工艺具有显著的经济效益。热

流道叠式模具原理简单,但机构比较复杂,尤其是为了确保对称动作,各机构的尺寸数据需要仔细考量。

参考文献

- [1] 徐燕君,陈剑玲,刘廷华.叠式热流道模具研究[J].模具工业,2004(6):37-40.
- [2] 陈剑玲,刘廷华,皮体斌,等.新型叠式热流道模具的设计[J].现代塑料加工应用,2005(5):37-40.
- [3] 申开智.塑料模具设计与制造[M].北京:化学工业出版社,2006:69-91.
- [4] 申开智.塑料成型模具[M].北京:中国轻工业出版社,2006:206-207.
- [5] 李德群,唐志玉.中国模具设计大典[M].南昌:江西科学技术出版社,2003:340-356.
- [6] 李海梅,申长雨.注塑成型及模具设计实用技术[M].北京:化学工业出版社,2002:35-38.

DESIGN OF STACK HOT-RUNNER MOULD FOR CARS' PLASTIC WHEEL COVERS

Zhang Fan, Chen Limin

(College of Polymer Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT The material characteristics and shape of cars' plastic wheel covers were analyzed, and the molding technological conditions were discussed. The overall framework, runner system, cooling system, sequential demoulding mechanism and other special design of stack hot-runner mould were introduced. The dimension calculation and verification were done, and the special moulding action was illustrated.

KEYWORDS plastic wheel cover, hot-runner, stack mould

索尼化工最新研发感光性低排斥聚酰亚胺树脂

索尼化工与信息产品公司在“FPD International 2008”展会上展出了新开发的“感光性低排斥聚酰亚胺树脂”。这种树脂设想用作覆盖柔性底板布线的材料,具体做法是在聚酰亚胺制的薄底板上形成铜布线之后,在上面涂覆这种树脂并进行曝光处理。通过这种处理暴露出端子部分及安装有电子部件的部分铜布线,然后使其热硬化。

虽然以前也一直采用这种感光性聚酰亚胺树脂,但存在着成品柔性底板的排斥性较大等缺点。在深度弯曲并进行固定时,容易产生错位等,因而需要加以改进。

目前,还没有检测柔性底板排斥性大小的标准方法。为此,索尼化工设计出一种方法,并将其应用于该树脂开发。这种方法是将弯曲固定在板上的柔性底板的前端抵在电子天平上,根据天平称量皿受到的下压力来进行测评。通过这种方法测出的排斥性,与用聚酰亚胺胶片挟持布线层的方式相比,约为其1/4,与采用感光性液状保护膜的方式相比,约为其1/2以下。(慧聪网)

塑料制品多功能无尘复合稳定剂广受欢迎

由河北衡水天星助剂有限公司研制开发的多功能无尘复合稳定剂产品,投放市场后获得用户普遍认可。目前,该公司已形成年产万吨无尘复合稳定剂生产能力,产品先后应用于全国多家塑料制品加工企业,并已进入国际市场。

目前,我国稳定剂产品存在的品种单一、性能较低等不足,使PVC制品企业提高产品质量面临困难。河北衡水天星助剂有限公司开发的新一代多功能高效无尘复合稳定剂具有无粉尘、多功能、多用途和高效率等特点,在稳定性、抗老化、抗紫外线及润滑性等方面具有优良表现,是当前提高塑料制品质量的理想换代产品。

此外,该产品还通过采用新材料,大大降低了产品的含铅量,使产品更低毒、高效,满足了用户对低铅含量产品的要求。

(工程塑料网)

BIOSAFE 抗菌剂通过关于医疗用途和药

物用途生物相容性的 USP 和 ISO 试验

Biosafe 公司近日宣布其所研制的新型 Biosafe 抗菌剂不仅与传统添加剂相比具有强大优势,而且符合生物相容性标准。

Biosafe 抗菌剂以两种形式提供,一种是用于塑料和纺织品的粉末添加剂,另一种是由 RTP 公司供应的母料。该产品已被证明符合 ISO 10993-1 和 USP 生物相容性标准。在第三方实验室进行了各种体内和体外测试,包括由 NAMSA 公司进行的皮内试验、全身毒性试验、细胞毒性试验。Biosafe 抗菌剂通过破坏微生物的细胞壁而杀死细菌,从而避免了微生物产生适应性或抗药性的问题。Biosafe 抗菌剂不包含砷、重金属、PCP 及挥发性有机化合物。(聚合网)