

双料注射外角撑制件的浇口位置选择

傅 建 万守成

余 玲

(西华大学材料科学与工程学院,成都 610039) (成都航天模塑股份有限公司,成都 610100)

摘要 利用 Moldflow 软件对外角撑制件双料注射成型不同浇口位置方案中的制件界面结合与翘曲变形进行研究,以确定成型质量最佳的浇口位置组合。综合分析实验数据发现,材料 A 从制件主体直短边进浇和材料 B 从密封边中部进浇的方案最优;界面主体结构侧温度分布的不均匀可能导致不均匀的界面结合强度。

关键词 外角撑制件 双料注射 浇口位置 界面结合 翘曲变形

外角撑制件通常装配在轿车后侧窗玻璃拐角处,兼顾装饰和密封双重作用。整个制件由硬质塑料主体和热塑性橡胶密封边组成。在实际生产中,外角撑制件多采用基于模内装配技术的双料注射成型。

外角撑制件成型的常见质量问题是软、硬质材料的界面结合与翘曲变形。C. Mieke 等^[1]认为,两种聚合物材料的界面结合主要基于界面扩散理论,而界面扩散结合理论成立的前提条件是界面必须足够润湿,基体材料(即先注入材料)不是结晶型聚合物或强化学键聚合物,界面接触温度不低于玻璃化转变温度。M. Dondero 等^[2]证实,借助最大界面温度控制聚合物间的界面结合强度可行,而最大界面温度可以利用 CAE 软件预测;提高界面温度实际上是使作为基体材料的无定形聚合物或低结晶度聚合物的比容增加,链间距离加大,以使后注入材料的分子更容易穿插到基体材料分子的空隙中;界面分子扩散的最低温度是基体材料的玻璃化转变温度。J. Aurekoetxea 等^[3]还发现,如果界面温度高于基体材料的熔融温度,则界面结合状况会得到极大改善。Huang Chao - Tsai 等^[4]通过特定实验揭示,热残余应力是诱导双料注射成型制件翘曲的主要原因。M. Dondero 等^[2,4-5]指出,软、硬质材料双料注射的界面结合强度与翘曲变形除了受材料组合、注射条件和产品结构影响外,还与浇口的位置、数量和尺寸等因素有关。为此,笔者将利用 Moldflow 软件对不同浇口位置组合下的外角撑制件界面结合与翘曲变形进行研究,以确定保证制件成型质量的最佳浇口位置组合。

1 制件结构与技术要求

外角撑制件的结构见图 1,其中外轮廓投影尺寸为 180 mm × 65 mm × 23 mm,主体结构平均壁厚为 3 mm(不含 3 个倒钩、2 个弯钩和 2 个十字导板

等辅助结构壁厚)。制件成型的主要技术要求为:前部表面无浇口痕迹,总体翘曲量和高度方向(Z 向)翘曲分量均不超过 1 mm,与其它零部件有装配关系的弯钩与倒钩间距误差满足国家标准规定。

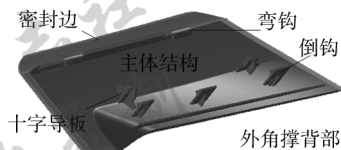


图 1 外角撑制件

外角撑主体结构采用 Hitachi 公司的丙烯腈 - 苯乙烯 - 丙烯酸酯塑料(ASA)类硬质材料,牌号为 V6702A;密封边采用 Advanced Elastomer Systems 公司的热塑性硫化橡胶(TPV)类弹性体材料,牌号为 Santoprene 291 - 60B150。两种材料的主要参数列于表 1,表中 A 代表材料 V6702A,B 代表材料 Santoprene 291 - 60B150。

表 1 主要材料参数与工艺参数

项 目	A 材料	B 材料
弹性模量/MPa	1800	1110
泊松比	0.35	0.42
注射温度/℃	220 ~ 250	175 ~ 275
模具温度/℃	40 ~ 80	30 ~ 50
最大剪切速率/s ⁻¹	50000	40000
冻结温度/℃	90	87

2 浇口位置方案

按一模四腔设计,采用带潜伏式浇口的热流道浇注系统从制件背部进浇,其模腔布局和浇口位置方案见图 2。图中小圆 A、B 分别表示材料 A 和材料 B 进浇的主流道(垂直纸面)位置。计划当材料 A 充模结束并经一段时间保压冷却后,模腔组件及其相关结构整体绕 A 材料进浇的主流道轴线旋转 180°,再注入材料 B。

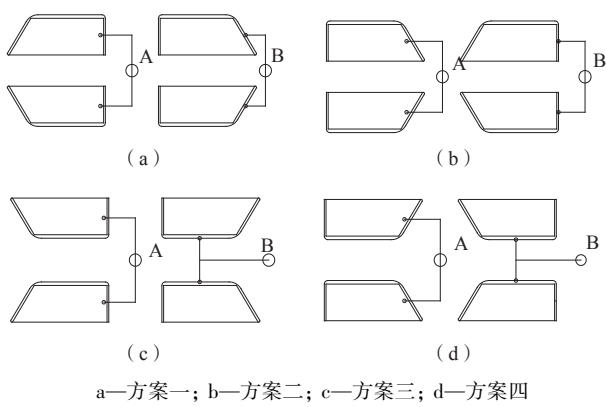


图2 浇口位置方案

3 数值实验

数值实验在 Moldflow 软件平台上进行,实验条件见表 2。计算序列选择“主体注射充填+主体注射保压+重叠注射充填+重叠注射保压+翘曲分析”。

表 2 数值实验条件

项 目	A 材料	B 材料
模具温度/℃	60	40
熔体温度/℃	235	230
充模控制	自动	自动
V/P 切换 ¹⁾	自动	自动
保压控制 ²⁾	自动	自动
冷却时间/s	20	20

注: 1) 当 99% 的模腔被充填后,熔体注射由速度控制转换向压力控制; 2) 保压压力取 80% 的充填压力,保压时间 10 s。

为使不同方案下的制件翘曲具有可比性,在制件中部统一选择三个已知节点定义锚面原点、X 轴向和 XOY 平面法向,见图 3。考虑制件上的卡扣间距必须满足相关装配要求,特选择图 4 所示五个关键尺寸同 Z 向翘曲分量一道作为翘曲分析的评价指标,其中尺寸误差控制的依据为文献[6]。



图3 锚面定义

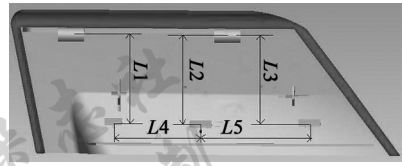


图4 卡扣间距尺寸测量位

4 结果分析

在表 2 条件下,经数值实验得到的结果数据分别列于表 3 和表 4。综合分析表 3 数据可知,各方案获得的成型质量差别不大,但方案三的总翘曲变形和 Z 向翘曲变形最小,且卡扣间距尺寸偏差(见表 4)均低于文献[6]的规定值。

表 3 数值实验结果

项 目	材料	方案一	方案二	方案三	方案四	简要说明
充模时间/s	A	2.780	2.417	2.780	2.417	材料 A 斜边进料充填时间短 材料 B 中部进浇充填时间短,斜边进浇次之
	B	1.101	0.9833	0.7560	0.7616	
流动前沿最高温度/℃	A	235.8	235.8	235.8	235.8	材料 A 流动前沿最高温度无变化 材料 B 流动前沿最高温度几乎无变化
	B	230.1	230.2	230.2	230.2	
浇口处最大压力/MPa	A	27.84	25.22	27.84	25.22	材料 A 斜边进浇所需注塑压力小 材料 B 中部进浇所需注塑压力小,斜边进浇次之
	B	56.49	58.22	36.72	36.09	
最大锁模力/kN	A	291.8	258.4	291.8	258.4	材料 A 斜边进浇锁模力小 材料 B 中部进浇锁模力小
	B	124.3	128.2	85.83	84.38	
最大剪切速率/s ⁻¹	A	2939.6	3525.3	2939.6	3525.3	材料 A 斜边进浇剪切速率大(集中在浇口处) 材料 B 非中部进浇剪切速率大,但未超过材料的极限剪切速率
	B	13432	13035	7776.3	7743.0	
最高体积温度/℃	A	240.0	242.9	240.0	242.9	材料 A 最高体积温度差异不大 材料 B 直边进浇体积温度高,中部进浇的体积温度基本一致
	B	243.9	239.9	235.3	235.2	
冻结时间/s	A	28.57	29.03	28.57	29.03	材料 A 直边进浇冻结时间较短 材料 B 冻结时间差别不大
	B	21.39	21.84	21.67	21.65	
最大体积收缩率/%	A	8.185	8.437	8.185	8.437	材料 A 斜边进浇体积收缩大 材料 B 直边进浇体积收缩最小,但四个方案之间的差异未超过 2%
	B	12.50	12.55	12.64	12.66	
成型质量	A	较好	较好	较好	较好	材料 A 在倒钩、弯钩和十字导板顶部或多或少存在气穴
	B	好	好	好	好	
总体最大变形/mm		1.193	1.074	0.9358	1.068	材料 A 直边进浇、材料 B 中部进浇的总变形最小(<1.000)
X 向最大变形/mm		0.7099	0.6973	0.6988	0.7022	
Y 向最大变形/mm		0.2581	0.5145	0.5306	0.5314	材料 A 直边进浇、材料 B 中部进浇的 Z 向变形最小
Z 向最大变形/mm		0.9290	0.6919	0.4599	0.6662	

表4 卡扣间距尺寸变化(方案三)

项目	L1	L2	L3	L4	L5
原始尺寸	39.20	39.27	39.27	43.44	50.00
变形后尺寸	38.93	38.96	38.97	43.22	49.67
尺寸变化	-0.27	-0.31	-0.30	-0.22	-0.33

图5是方案三中B材料充模结束时,制件界面主体结构侧的温度检测数据。作为外角撑制件主体材料的ASA属于无定形聚合物,当遇到密封边材料TPV的高温熔体时,其接触面可能因受热而产生去玻璃化(ASA材料的玻璃化转变温度即冻结温度为90℃)。随着界面温度的升高,ASA大分子链段的自由运动会进一步加快,链间距增大,使TPV分子更容易向ASA基体穿插扩散。通过TPV分子的嵌入甚至ASA分子与TPV分子的相互嵌入和相互缠绕,主体结构侧与密封边之间的界面结合强度会得到提高。显然,界面的总体温度越高,主体结构侧的ASA分子链段热运动就越剧烈,链间距就越大,熔体状或半固体状的TPV分子就越容易向主体结构侧穿插扩散;如果界面处出现ASA的局部熔化,则同属于熔体状态的ASA分子也会向未冻结的密封边穿插扩散,这样将大大改善制件界面最终结合强度。

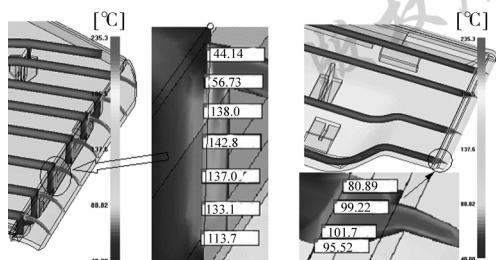


图5 界面主体结构侧的温度分布

由于界面附近同一截面区域的温度分布不均匀,所以同一截面上各部位的结合强度有差异;当

然,B材料的进浇位置也会对整个界面不同区域的结合强度产生影响,这与制件的实际生产非常吻合。此外,检测发现,在表2所给条件下按图1所示的四种方案成型制件,80%以上界面区的主体结构侧温度均超过ASA的玻璃化转变温度,且各方案的数据差别不大,意味着制件界面结合强度基本相同。

5 结语

利用数值实验优选双料注射浇口位置不但可以尽快确定模具设计方案,而且可以从一个侧面确保外角撑制件的成型质量。界面主体结构侧温度分布的不均匀可能导致不均匀的界面结合强度。综合分析实验数据发现,材料A从制件主体直短边进浇和材料B从密封边中部进浇的方案最优。

参考文献

- [1] Mieke C, Van D L, Gert F. Surface properties of plastics materials in relation to their adhering performance[J]. Advanced Engineering Materials, 2002, 4(5): 280-289.
- [2] Dondero M, Pastor J M, Carella J M, et al. Adhesion control for injection overmolding of polypolyene with elastomeric ethylene copolymers[J]. Polymer Engineering & Science, 2009, 49(10): 1886-1893.
- [3] Aurrekoetxea J, Castillo G, Cortes F, et al. Failure of multimaterial fusion bonding interface generated during over-injection molding/thermoforming hybrid process[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 102: 261-265.
- [4] Huang Chao-Tsai, Chen Meng-Chih, Yang Wen-Li, et al. Investigation on warpage and its behavior in sequential overmolding[C]. ANTEC 2007 Plastics: Annual Technical Conference Proceedings, 2007: 760-764.
- [5] Plastics Technology Group. How to optimize adhesion in hard-soft overmolding[J]. Plastics Technology, 2004, 50(2): 62-68.
- [6] GB/T 14486-2008 塑料模塑件尺寸公差[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

GATE LOCATION SELECTION IN OVERMOLDING EXTERIOR CORNER BRACE

Fu Jian, Wan Shoucheng

(School of Materials Science and Engineering, Xihua University, Chengdu 610039, China)

Yu Ling

(Chengdu Space Mould & Plastics Co. Ltd., Chengdu 610100, China)

ABSTRACT The interfacial bonding and the warp deflection in different gate location projects of an exterior corner brace molded in overmolding were investigated with Moldflow software. After comprehensively analyzing simulation data, one found that the best gate location project was to inject material A at straight-short edge of the body and inject material B at middle of the rubber sealing strip. A nonuniform temperature distribution on matrix surface in the interfacial region could result in nonuniform interfacial bonding strength.

KEYWORDS exterior corner brace, overmolding, date location, interfacial bonding, warp deflection

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告