

电梯入口盖板热流道注塑模具设计*

黄桂坚¹ 洪建明² 伍晓宇³ 梁 雄¹ 吴海棠⁴ 李积彬³

(1. 深圳大学机电与控制工程学院, 深圳 518060; 2. 深圳职业技术学院机电工程学院, 深圳 518055;

3. 深圳大学深圳市模具先进制造技术重点实验室, 深圳 518060; 4. 东莞康佳模具塑胶有限公司, 东莞 523685)

摘要 分析电梯入口盖板的结构特点及成型工艺, 利用 Moldflow/MPI 软件确定塑料件的浇口位置和数量, 建立塑料件的热流道浇注系统, 进行了塑料件的注射成型 CAE 分析, 并论述了塑料件的模具结构及模具工作过程。该模具已投入大批量生产, 生产的塑料件质量符合客户要求。

关键词 电梯入口盖板 注塑模具 热流道 浇注系统 Moldflow CAE 抽芯

近年来, 我国模具水平有了较大提高, 模具整体水平向大型、精密、高技术方向发展。大型注塑模具占整个塑料模具的比例越来越大, 如电视机外壳、周转箱、汽车保险杠、汽车整体仪表板等。一般, 锁模力在 6 300 kN、额定注射量在 3 000 cm³ 以上的注塑机所使用的模具称为大型注塑模具。与中小型模具相比, 大型注塑模具设计有其特殊性, 设计时力求考虑更周密、更仔细、更可靠、更全面, 技术、经济指标更合理^[1]。

由于快速自动化注射成型工艺的发展, 热流道注塑模具正逐渐推广使用。它与一般注塑模具的区别是注射成型过程中浇注系统内的塑料不凝固, 也不随塑料件脱模^[2]。在欧美国家, 注塑生产已经基本采用热流道系统。在 20 世纪 90 年代, 美国生产的塑料注塑模具中热流道模具已占 40% 以上, 在大型制品的注塑模具中则占 90% 以上^[3]。目前, 国外的热流道在模具中的应用比例越来越高, 如美国、日本的热流道模具已经占到模具总数的 80% 左右。近年来, 热流道系统在我国逐渐推广使用, 但总体上热流道的使用率不到 10%, 与国外的 50% ~80% 相比远远不够^[4]。

笔者以电梯入口盖板为例, 介绍基于热流道系统的大型注塑模具设计。

1 塑料件结构特点及成型工艺分析

图 1 所示某品牌电梯的入口盖板, 其生产批量较大。塑料件材料为聚碳酸酯/(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(PC/ABS), 成型收缩率为 0.5%, 外形轮廓尺寸为 715.97 mm × 357.93 mm × 139.50 mm, 壁厚为 3 mm。该塑料件属于大型塑料件, 模具结构采用 1 模 1 腔。塑料件外观要求高, 表面不允许出现浇口和推出痕迹以及熔接痕、缩孔、缩痕、飞边和翘曲变形等质量缺陷。为了不影响塑料件的外

观质量, 决定采用侧浇口, 浇口的位置和数量根据塑料件的具体结构并结合塑料件的模流分析结果确定。PC/ABS 材料流动性较差, 若采用普通流道, 因注射流程较长, 要求有较大的注塑压力和注射速率来保证充模和成型, 但这会带来塑料件的翘曲变形, 因此本模具采用热流道系统。塑料件结构如图 1 所示。塑料件的 A、B、C、D 处为内凹结构, E、F 处为内孔结构, 这 6 个部位都要设计相应的侧抽芯机构。分析可知, 浇口位置和数量的确定、热流道系统的设计以及侧抽芯机构的合理设计是该模具设计的关键和难点。

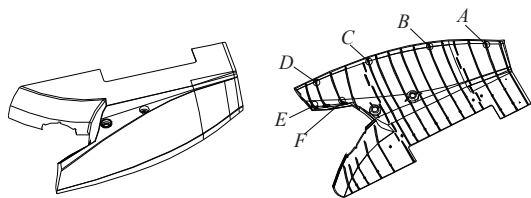


图 1 塑料件结构图

2 基于注射成型 CAE 技术的热流道浇注系统设计

2.1 模型导入和网格划分

用 Moldflow/MPI 软件导入由 Unigraphics 软件创建的塑料件 CAD 模型, 导入时选择网格划分类型为 Fusion。网格划分完成后进行网格缺陷修复, 最终塑料件生成了 21 960 个网格单元, 网格纵横比最大值为 14.98, 平均值为 3.2, 匹配率为 89.6%。这样网格模型已经完全达到了模流分析的要求, 划分好的网格模型如图 2 所示。

2.2 材料选择

塑料件材料选用美国 GE Plastics 公司生产的牌号为 Cyclopol MC5300 的 PC/ABS, 其成型工艺参数

* 广东省教育部产学研结合项目(2008 B090500044)、广东省科技计划项目(工业攻关)(2008 B010400001)

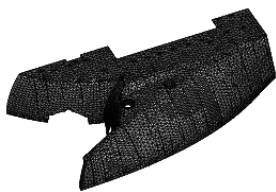


图2 塑料件网格模型

为:熔体温度 275°C , 模具表面温度 83°C , 顶出温度 125°C , 最大许可剪切应力 0.4 MPa , 最大许可剪切速率 $40\,000\text{ s}^{-1}$ 。

2.3 浇口位置和数量确定

浇口位置的设定直接关系到熔体在模具型腔内的流动,从而影响聚合物分子的取向和产品成型后的翘曲,因此选择合理的浇口位置是十分重要的。因该塑料件为大型塑料件,故采用多浇口方案。

利用 Moldflow/MPI 系统中的最佳浇口位置分析模块进行分析,结果如图 3 所示。首先找到一个初步的最佳浇口位置,见图 3a 中的深色区域。从图 3a 可以看出,最佳浇口位置位于塑料件的中部。

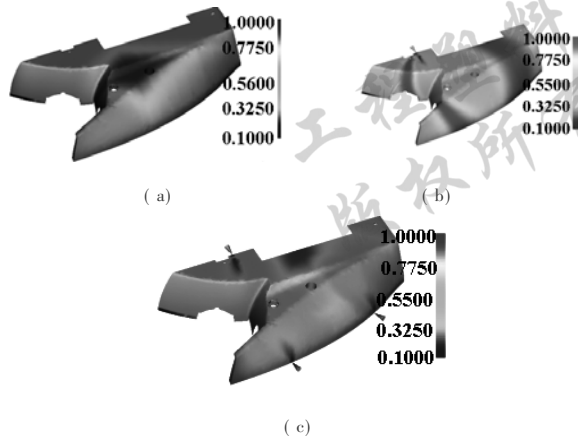


图3 最佳浇口位置分析

要确定多浇口方案,首先在距离最佳浇口位置的部位设置第 1 个浇口,并进行最佳浇口位置分析,则 Moldflow/MPI 系统会在考虑流动阻力和流动平衡的基础上,给出除第 1 个浇口以外的其它最佳浇口位置区域,结果见图 3b 所示的深色区域。在深色区域再设置第 2 个、第 3 个浇口,进行最佳浇口位置分析,就得到如图 3c 所示的结果。在图 3c 中,已经基本上没有了深色区域,浇口位置和数量就确定了。

电梯入口盖板的外观质量要求较高,浇口位置和数量的选取要保证满足以下基本要求:熔体的流动平衡性;熔接痕较少;塑料件强度较高;成型后的翘曲变形较小。为了达到上述要求,对采用该浇口方案的塑料件进行成型分析。

2.4 塑料件的注射成型 CAE 分析

(1) 建立热流道浇注系统网格模型

为了使成型仿真与实际情况逼近,创建了如图 4 所示的热流道浇注系统网格模型。在图 4 中,热主流道的入口直径为 5 mm ,热分流道、冷分流道直径为 10 mm ,热浇口为直浇口,冷浇口为侧浇口。

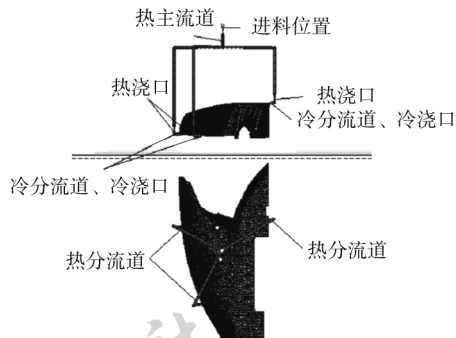


图4 热流道浇注系统网格模型

(2) 注射成型 CAE 分析

在 MPI 中设置分析类型为“Flow + Warp”,即流动和翘曲分析,分析计算后得到流动和翘曲分析结果。

① 填充时间分析

填充时间分析结果如图 5 所示。电梯入口盖板在 3.78 s 的时间内完成熔体的填充,从填充时间的结果来看,塑料件的下端首先充满,上端随后被充满,时间上相差 0.45 s 左右。

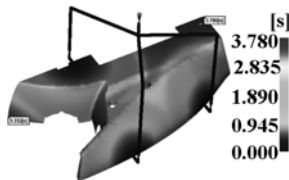


图5 填充时间分析结果

② 压力分布分析

图 6 显示了填充结束时型腔内及流道内的压力分布,此时型腔内的最大压力为 75.09 MPa ,进料口处的最大压力为 95.19 MPa 。从图 6 可以看出,等值线分布均匀,即压力分布比较均匀,这使得塑料件的体积收缩均匀。

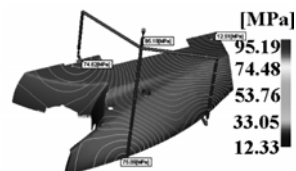


图6 压力分布分析结果

③ 熔接痕分析

熔接痕分析结果如图 7 所示。从图 7 可看出,熔接痕的数量相对较少,且分布比较合理,基本上位于浇口附近,这能够保证熔接痕部位的塑料件强度。

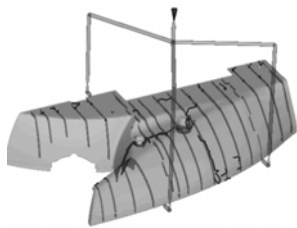


图 7 熔接痕分析结果

④气穴分析

气穴位置分析结果如图 8 所示。从图 8 可看出,气穴主要出现在塑料件的内部表面上,并且分布在塑料件的柱位、筋位以及分型面位置,这些位置在模具设计中会有大量推杆、镶针或镶件存在,因此气体很容易排出,不会影响到塑料件的外观质量。

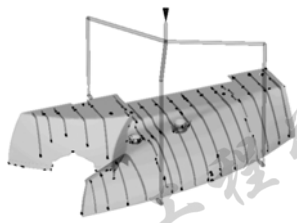


图 8 气穴位置分析结果

⑤翘曲分析

翘曲分析结果如图 9 所示。从图 9 可以清晰地看出,X、Y、Z 方向上的塑料件发生变形。塑料件的总体最大变形量为 0.5630 mm,X 方向最大变形量为 0.4760 mm,Y 方向最大变形量为 0.5030 mm,Z 方向最大变形量为 0.4820 mm。翘曲变形量基本满足设计要求。

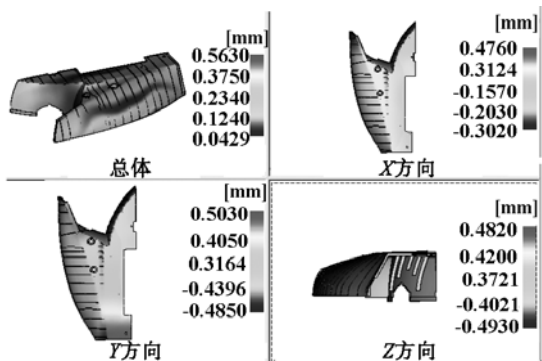


图 9 翘曲分析结果

综上所述,采用该热流道浇注系统,熔体流动基本平衡,型腔压力分布均匀,熔接痕和气穴分布合理,成型后的翘曲变形较小,可以得到合理的填充状

态,符合成型工艺条件^[5]。

3 模具结构设计

3.1 计算

主要针对型腔零件的工作尺寸计算。电梯入口盖板属于大型塑料件,采用平均收缩率算法。平均收缩率算法以平均概念计算,从收缩率的定义出发,根据便于模具加工修正等原则,经推导得出型腔尺寸计算公式^[1]。

(1) 定模型腔工作尺寸计算

对于塑料件外形轮廓尺寸 715.97 mm ×357.93 mm ×139.5 mm,相应的定模型腔工作尺寸为:

$$L_m = [L_s (1 + S_{cp}) - 0.5 \times (\Delta + \delta_z + \delta_c)]_0^{+\delta_z} = 719.15_0^{+0.2}$$

$$W_m = [W_s (1 + S_{cp}) - 0.5 \times (\Delta + \delta_x + \delta_c)]_0^{+\delta_x} = 359.32_0^{+0.2}$$

$$H_m = [H_s (1 + S_{cp}) - 0.5 \times (\Delta + \delta)]_0^{+\delta_z} = 139.85_0^{+0.2}$$

式中: L_m 、 W_m 、 H_m ——塑料件定模型腔的长、宽、高, mm;

L_s 、 W_s 、 H_s ——塑料件外形轮廓尺寸的长、宽、高, mm;

S_{cp} ——塑料件的平均收缩率;

Δ ——塑料件的尺寸公差;

δ ——模具制造公差;

δ ——模具磨损公差。

(2) 动模型芯工作尺寸计算

相应的动模型芯工作尺寸为:

$$l_m = [l_s (1 + S_{cp}) + 0.5 \times (\Delta + \delta_z + \delta_c)]_{-\delta_z}^0 = 714.46_{-0.2}^0$$

$$w_m = [w_s (1 + S_{cp}) + 0.5 \times (\Delta + \delta_x + \delta_c)]_{-\delta_x}^0 = 357.1_{-0.2}^0$$

$$h_m = [h_s (1 + S_{cp}) + 0.5 \times (\Delta + \delta_z)]_{-\delta_z}^0 = 137.53_{-0.2}^0$$

式中: l_m 、 w_m 、 h_m ——塑料件的动模型芯工作尺寸, 即长、宽、高, mm;

l_s 、 w_s 、 h_s ——塑料件内腔尺寸, 即长、宽、高, mm。

3.2 模具结构及工作过程

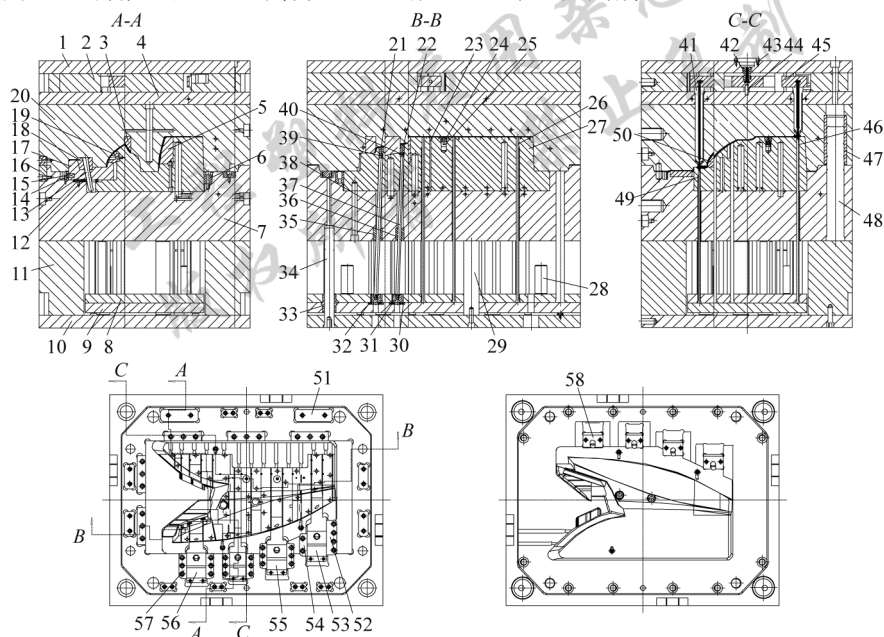
设计的模具结构如图 10 所示。模具为两板式,浇注系统为 3 点进胶的热流道浇注系统。热流道板 45 和喷嘴 41 均采用外加热,热流道板与垫板 4 和

定模座板1之间留有大于10 mm的间隙,以空气绝热。浇口套42没有单独加热,与热流道板和注塑机喷嘴接触保持较高的温度,使塑料一直保持熔融状态。喷嘴41与定模板20之间留有间隙,也起绝热作用,防止热交换,保证热流道系统以及模具型腔温度正常。在垫板4和定模板20上、喷嘴的周围开设了冷却回路,以控制喷嘴周边的温度,使喷嘴、型腔工作正常^[6]。在塑料件A、B、C、D内凹处设计了4个斜导柱内抽芯机构。以其中一个为例,斜导柱内抽芯机构由滑块17、斜导柱13、锁紧块18、滑块压板57、挡块14、弹簧15和耐磨块12组成。在动模型芯上与滑块17相邻的部位,设计了动模镶件19,这就有利于模具的加工制造和滑块的装配。在塑料件E、F两处内孔设计了两个斜推杆抽芯机构。以其中一个为例,斜推杆抽芯机构由斜推块21、斜推导杆38、斜推导板35、斜推滑座31、耐磨块30和销

钉40组成。

模具工作过程为:

塑料熔体由主流道经热流道板45和喷嘴41注满型腔,冷却固化后开模。注塑机移动模板后退,带动动模部分移动,模具从定模板20和动模板7之间打开,塑料件与热流道喷嘴和定模型腔脱开,留在动模型芯上。动模后退过程中,固定在定模板20上的斜导柱13导引4个动模滑块完成侧向抽芯。开模继续,当注塑机的推杆与模具推板9接触时,推杆固定板8推动模具推杆及斜推导杆同时向前运动,模具推杆及斜推块推动塑料件脱离动模型芯,同时斜推块作侧向抽芯运动脱离塑料件的内孔结构。当限位柱28碰到动模板7底面时,推出机构停止运动,取出塑料件。合模时,通过复位杆和斜导柱将推出机构和动模滑块复位,完成合模。合模结束进入下一个生产周期。



1—定模座板; 2、4—垫板; 3—定模镶件; 5、19、24、25、50—动模镶件; 6—楔紧块; 7—动模板; 8—推杆固定板; 9—推板; 10—动模座板; 11—垫块; 12、30—耐磨块; 13—斜导柱; 14—挡块; 15—弹簧; 16—矩形定位元件; 17、53、55、56—滑块; 18、58—锁紧块; 20—定模板; 21、22—斜推块; 23—动模镶针; 26—推杆; 27—动模型芯; 28—限位柱; 29—支承柱; 31、32—斜推滑座; 33—推板导套; 34—推板导柱; 35、36—斜推导板; 37、38—斜推导杆; 39、40—销钉; 41—喷嘴; 42—浇口套; 43—定位圈; 44—定位销钉; 45—热流道板; 46、49—拉料杆; 47—直导套; 48—带头导柱; 51—承压块; 52、54、57—滑块压板

图10 模具结构图

4 结语

电梯入口盖板模具采用了热流道浇注系统,使模具结构复杂、制造成本提高,但相对于冷流道浇注系统,可以减少流道废料,节约原材料,缩短成型周期,提高生产效率,大批量生产时总的生产成本大大降低。采用热流道浇注系统,还可减少进料系统压

力损失,充分利用注塑压力,有利于保证塑料件质量。该模具现已投入大批量生产,生产的塑料件的质量符合客户要求。

参考文献

- [1] 唐志玉. 大型注塑模具设计技术原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

- [2] 朱光力, 王金保. 塑料模具设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [3] Lang Andreas. Hot runner technology today systems developments trends[J]. Kunststoffe Plast Europe, 2000, 90(11): 30 - 32.
- [4] 黄义俊, 杨更新, 夏天. 基于注射模具热流道技术的应用性研究[J]. 机械设计与制造, 2008(2): 202 - 204.
- [5] 王刚, 单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [6] 黄虹, 谭安平, 夏华, 等. 分类垃圾桶底座热流道注射模设计[J]. 模具工业, 2007(4): 45 - 49.

DESIGN OF HOT RUNNER INJECTION MOULD FOR ELEVATOR INLET COVER

Huang Guijian¹, Hong Jianming², Wu Xiaoyu³, Liang Xiong¹, Wu Haitang⁴, Li Jibin³

(1. College of Mechatronics and Control Engineering, Shenzhen University, Shenzhen, Guangdong 518060, China;

2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China;

3. Shenzhen Key Laboratory of Advanced Mould Manufacturing Technology, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China;

4. Dongguan Konkia Mould Plastic Co. Ltd., Dongguan 523685, China)

ABSTRACT The structural feature and forming technology of the elevator inlet cover were analyzed. By using Moldflow/MPI software, the gate positions and quantity of the plastic part were ascertained, the hot runner system of the plastic part was created and CAE analysis of injection molding was performed. The mould structure was detailedly designed on the basis of the above CAE analysis and the working process of the injection mould was discussed. The injection mould was already in mass production and the plastic parts produced could meet the customers' technical requirements.

KEYWORDS elevator inlet cover, injection mould, hot runner, feed system, Moldflow, CAE, core-pulling

《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”、“企业风采”栏目

为作好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志和“工程塑料网”(www.epa1973.com)网站已开设“技术转让与合作”栏目,以便买卖双方有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等方面。另外,为了全方位宣传塑料行业精英企事业单位形象,《工程塑料应用》杂志增设“企业风采”栏目。报道内容主要是企业发展历史、企业文化、企业管理、研发创新能力、新产品发布、攻关项目介绍,人物专访等。来稿字数控制在 5000 字以内,可以附带图片。

《工程塑料应用》为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大。可确保您发布的信息有足够的浏览量。

欢迎各有关企事业单位踊跃投稿! 投稿时请加盖单位公章。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

地址: 济南市 108 信箱杂志社(250031) 电话: 0531 - 85878057

传真: 0531 - 85947355 E-mail: epa@epa1973.com 5947355@163.com

北京星贝达化工材料有限公司

(重庆、上海、广州也设仓库,供现货)

玻纤增强 PA66 膨胀型(无卤)阻燃剂 ST-EPFR-200A

新近推出环保膨胀型磷-氮阻燃剂。ST-EPFR-200A 专为各种阻燃玻纤增强尼龙(PA)66 制品所设计;在 25% 玻纤增强 PA66 中,加入约 23% ST-EPFR-200A 就可以达到 1.5 mm UL94 - V0。ST-EPFR-100A 专为各种阻燃聚丙烯(PP)制品所设计,具有不迁移、不析出、耐水性强(成品通过 UL 的 70℃ × 168 h 浸水试验)、机械性能好和阻燃性能优异(以 ST-EPFR-100A 阻燃的 PP 不融滴,可以通过 0.75 mm UL94 - V0)的特点。

北京: 上地信息路 1 号国际科技创业园 1 号楼 802 室 电话: 010 - 82895069 82895072

重庆: 西部塑料原料市场 A 区 8 号 电话: 023 - 65250828 65258828 传真: 023 - 65258828

上海湖盟公司: 021 - 62164991 51272622 广州: 020 - 82309869 82308865