

大型塑料件注塑模浇注系统设计

陈吉平 丁智平

(湖南工业大学机械工程学院, 株洲 412008)

摘要 利用模流分析软件 Moldflow Plastics Advisers(MPA) 对空调机面板注塑模 6 种构型不同的浇注系统分别进行注射成型流动分析。通过模拟空调机面板在一定成型材料、成型工艺条件下注射成型流动时的温度场、压力场、速度场, 获得熔体流动前沿温度、实际注射时间、实际注塑压力、气穴位置、熔接痕位置等参数; 在此基础上比较流动结果, 预测空调机面板成型质量, 确定最优的注塑模浇注系统设计参数, 成功地解决了大型塑料件成型时可能出现的充模不足、熔接痕明显等质量缺陷, 为模具设计提供了科学依据。

关键词 大型塑料件 注塑模 浇注系统 MPA 数值分析

浇注系统在注塑模中起着传质与传热双重作用。浇注系统设计合理与否, 不仅直接影响到制品的内在质量、表观质量、几何形状和物理力学性能, 而且还关系到充模的难易程度及充模时的流动状态。由于塑料件结构的复杂性, 以及熔体在流道系统中温度场的非稳定性和充模的瞬时性等, 浇注系统的尺寸极难用一般的数学方法来定量确定^[1]。

注射成型数值模拟技术是根据材料加工流变学、传热学和力学的基本理论, 建立塑料熔体在模具型腔中的流动、传热的物理数学模型, 利用数值计算理论构造其求解方法, 利用计算机图形学技术在计算机屏幕上形象直观地模拟出实际成型中熔体的填充过程, 定量地给出注射成型的状态参数^[2], 为合理设计浇注系统参数和模具结构提供了科学依据。

笔者采用 Moldflow 公司的模流分析软件 Moldflow Plastics Advisers(MPA) 对空调机面板进行注射成型流动数值模拟, 通过模拟空调机面板在一定成型材料、成型工艺条件下注射成型流动时的温度场、压力场、速度场, 快速实现了注塑模浇口位置及浇口数量的优化, 成功解决了大型塑料件可能出现的注射成型充模不足、熔接痕明显等缺陷, 获得了良好质量的塑料件。

1 塑料件结构分析

空调机面板外观如图 1 所示。其体积约 $2.15 \times 10^6 \text{ mm}^3$, 质量为 2261 g, 外形尺寸为 $932 \text{ mm} \times 369 \text{ mm} \times 159 \text{ mm}$, 平均壁厚为 3.5 mm。顶面横截面呈弓形, 小部分截面为矩形空孔, 用来排气, 大部分截面以起伏条状沿纵向排布, 右侧起伏状大部分与内表面相通, 形成进风栅。为满足塑料件刚度和强度要求, 栅条内表面沿纵向设置了 4 条加强筋肋横向连接栅条。塑料件左端敞开, 前、后、右端封闭。

由于此塑料件尺寸大、结构不对称, 特别是顶面形状复杂、进风栅处熔体通道尺寸小, 仅凭经验确定浇注系统难度很大, 而借助于注射成型模流分析软件可以获得理想的浇注系统, 大大缩短塑料件开发周期, 提高塑料件质量, 降低生产成本。



图 1 空调机面板外观示意图

2 最佳浇口位置分布

塑料件材料选用 Kuo-Chew 公司的 D120 ABS。模具温度设为 50°C , 熔体温度设为 230°C 。最大注塑压力和当前注塑压力均选择 120 MPa, 采用自动注射方式。利用 MPA 软件的最佳浇口位置分析功能来获得塑料件合理的浇口位置区域, 结果见图 2。浇口位置设在图 2 中箭头所指顶面深色区域最好。

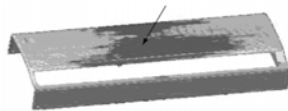


图 2 最佳浇口位置分布图

3 最佳浇口位置及数量

在求得塑料件浇口的最好区域之后, 最佳浇口数量及具体位置还需要通过进行流动模拟比较后获得。对于大型塑料件, 若熔体流程过长, 易造成熔接处温度过低、熔接不牢(明显冷接缝), 或温度降过大, 熔体在流动过程中过早凝固而不能充满整个型腔。故注射成型大型塑料件时经常采用多个点浇

* 湖南省教育厅资助科研项目(06C266)

收稿日期: 2006-12-01

口,而采用多个点浇口需对模具进行多次浇口位置分析^[3]。

3.1 初始浇口方案

根据最佳浇口分布区域、塑料件具体结构,初始方案设置了8个点浇口,如图3所示。对初始方案进行质量预测,结果见图4。

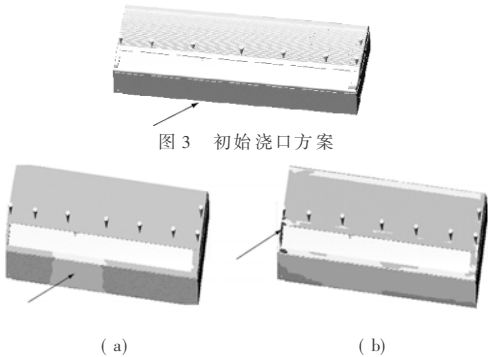


图3 初始浇口方案

(a) (b)

a—出现熔接痕; b—局部温度过高

图4 初始浇口方案质量预测结果

流动模拟分析结果表明,按照预定的注塑压力(120 MPa)注塑时因流动距离太长致使压力损失过大,熔体填充困难,前侧壁(图3箭头处)充填不满。若浇口数目及位置不变,则熔体充满时的注塑压力达到136.07 MPa,超过设置的最大注塑压力。此时,图4a的箭头处出现明显的熔接痕,填充性不理想(箭头处呈较多黄色);左侧熔体流动前沿温度(图4b箭头处)达到260.4℃,超出成型温度30.4℃,使塑料件物理力学性能下降。质量预测表明大部分呈黄色(绿色为最好;黄色为一般;红色为最差),小部分呈绿色,局部为红色。软件提示成型质量不能接受,需要调整浇口位置。

3.2 方案优化

针对初始方案成型质量的问题,改变浇口数量和位置,采用原定的注射成型工艺参数获得另外5种浇注系统流动模拟方案如图5所示,其主要分析结果见表1。

对上述5种方案进行综合分析,结果如下:

(1) 实际注射时间在2.89~3.52 s,均未超过注塑机提供的注塑时间5 s^[4]。

(2) 注塑压力对熔体的流动、充模及制件质量影响很大。只有选择适中的注塑压力才能保证熔体在注射过程中具有较好的流动性能和充模性能,同时保证制件的成型质量。所有方案的实际最大注塑压力都未超过100 MPa,未超出这种材料成型时允许的注塑压力范围,也远小于注塑机能提供的注塑

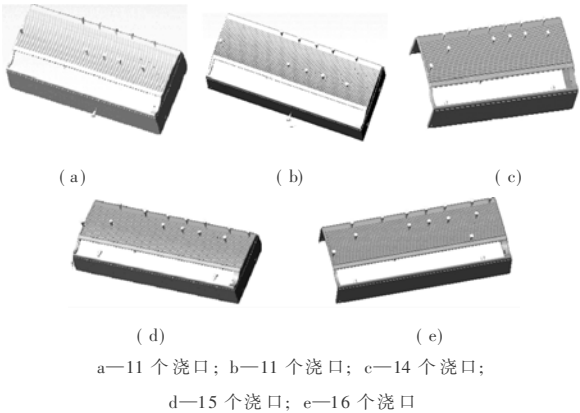


图5 5种浇注系统流动模拟方案

表1 5种浇注系统流动模拟方案分析结果

项 目	方案号				
	1	2	3	4	5
浇口数/个	11	11	14	15	16
实际注射时间/s	3.52	3.45	2.89	3.08	2.93
实际最大注塑压力/MPa	73.14	69.41	94.85	84.48	65.25
熔体前沿温度/℃	213.00	214.74	217.74	219.29	221.46
填充性	全绿色	全绿色	全绿色	全绿色	全绿色
气穴	较少	较少	较多	多	最多
熔接痕	较少	较少	较多	多	最多

压力150 MPa。

(3) 熔体前沿温度在213.00~221.46℃,塑料件温差均控制在20℃之内,由塑料件温差引起的翘曲变形较小^[3]。

(4) 5种方案的填充性显示为全绿色,说明它们都能完全填充,无短射现象。

(5) 气穴可能形成最终制件的表面瑕疵,甚至可能由于气体压缩产生热量出现焦痕。方案5的气穴最多;其次是方案4、方案3,它们的气穴位置并不是完全位于分型面、顶杆或模具拼块处,易产生困气,很难将气体充分排出;方案1、方案2气穴较少,且可通过分型面和动模拼块的间隙排除气体,说明了浇口位置合理。

(6) 出现熔接痕的部位有可能出现凹陷、色差等质量缺陷。因此,在满足熔体填充的前提下应尽量减少熔接痕。方案5、方案4浇口多,熔接痕也多;其次是方案3;方案1、方案2熔接痕较少,但由于这两个方案位于塑料件前侧壁的浇口位置稍有区别(见图5,方案2的浇口相对方案1往左移动了一定距离),致使前侧壁熔接痕发生了偏移。图6为方案1、方案2的熔接痕示意图。由图6可看出,图6b前侧壁熔接痕刚好在应力集中较大的右拐角处,影响了塑料件的力学强度,而图6a则将熔接痕后移

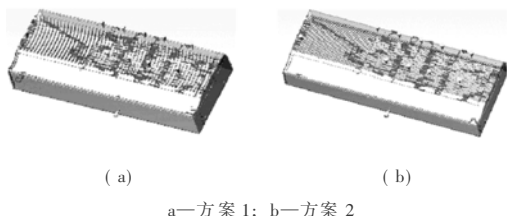


图6 方案1、方案2 熔接痕位置示意图

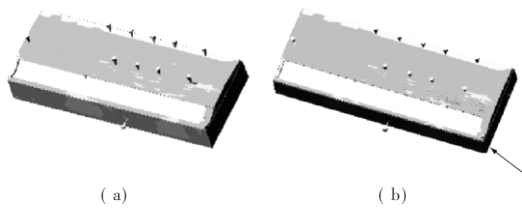


图7 方案1、2 质量预测结果示意图

了些。

注射成型数值分析的最终目的是获得良好质量的塑料件,由以上的流动模拟得到如下的质量预测结果:①方案3、方案4成型的塑料件均出现红色,成型质量无法保证。②方案5成型的塑料件气穴、熔接痕太多,影响塑料件质量,且浇道凝料最多,原材料消耗最多。③方案1、方案2成型时因浇口位置差异引起熔接痕位置发生变化,导致成型质量也有所不同,其质量预测结果示于图7。由图7可看出,方案2成型的塑料件前侧右拐角(箭头处)出现小块红色,而方案1成型的塑料件则没有出现红色,且绿色面积居多,小部分为黄色,同时软件提示,当前浇口位置成型的塑料件质量可以接受,印证了浇口位置和数目选择合理。因此,最优设计为方案1。

4 结语

浇注系统设计是注塑模设计中的一个难点,设

计得合理与否对注塑制品的质量有着重要影响。笔者的研究证明:①对于大型塑料件并非浇口数目越多越好。设计浇口数量、位置时应考虑塑料熔体在流道和型腔中的流动状况、填充顺序、排气等进行全面考虑,以获得尽可能好的塑料件质量。②浇口位置直接影响塑料熔体的交汇,调节浇口位置可有效控制熔接痕位置,避免熔接痕在塑料件结构强度薄弱处形成,以提高塑料件的力学强度。

参考文献

- [1] 唐志玉. 塑料挤塑模与注塑模优化设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000: 236.
- [2] 李海梅, 申长雨, 王亚明. 优化方法在注塑成型数值模拟中的应用[J]. 机械设计, 2000(10): 30-32.
- [3] 单岩, 王蓓, 王刚. Moldflow 模具分析技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 36, 145.
- [4] 黄虹. 塑料成型加工与模具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 105.

OPTIMAL DESIGN FOR POURING SYSTEM OF INJECTION MOULD FOR BIG PLASTICS PART

Chen Jiping, Ding Zhiping

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412008, China)

ABSTRACT The injection molding flow of six different pouring system for air-condition panel was analyzed respectively by using Molding Plastics Advisers (MPA) software. The parameters such as melt temperature at flow front, actual injection time, actual injection pressure, air traps location and weld line location etc. were obtained by simulating the temperature field, pressure field and velocity field of the air-condition panel in injection molding flow under certain condition of molding material and technical parameter. The flow results were compared, and the molding quality of the air-condition panel was forecasted. Optimal design parameter for pouring system of injection mold was ensured. Possible molding quality faults, for example, filling deficiency, distinct weld line etc. in injection molding of big plastics part were solved successfully. Scientific basis for the mould design was provided.

KEYWORDS big plastics part, injection molding, pouring system, MPA, numerical analysis

PVC 需求不振市场阴跌

近期国内 PVC 市场氛围不佳,下游需求不振,成交量萎缩。前期原料电石价格上涨,但因缺乏支撑,价格逐渐回归稳定,因此 PVC 企业原料充足,普遍保持正常的开工负荷;乙烯法方面由于原料乙烯价格上涨,部分企业调低开工生产负荷,但整体来看市场的供应数量仍旧是有增无减。

目前市场主要受以下因素影响:①铁路运输方面,北方地区在经历了元旦过后运输顺畅的一段时间之后重新恢复了运输紧张的局面,优先保证客运使得 PVC 生产企业车皮发货受到一定的影响,并且短期内难以缓解。汽车运输方面较为顺利,北方企业发货数量稳定。②中间商采购意愿不

强,部分中间商对今年市场不抱信心,认为操作空间越来越小,因此将资金退离 PVC 市场而转向火爆的股市。③下游企业在临近春节时大部分资金用于支付工人工资,多余的采购原料资金有限,而且在眼下的市场情况下也没有采购备货的意愿,多为随用随买。④PVC 消费市场货源持续到达,上游生产企业为了保证春节期间的开工,目前已经逐渐加大清库力度,企业想方设法克服运输困难、增加南方到货数量,在需求不振的情况下过多的到货必然影响市场价格。

综合以上因素的影响,预计近期 PVC 市场仍将维持阴跌的走势,市场看空因素居多,而且短期内难以摆脱低迷的走势。

(星宇)