

模流分析在电动机护罩注塑模设计中的应用

张晓黎^{1,2} 雷波¹ 王六一¹ 陈静波^{1,2}

(1. 郑州大学材料科学与工程学院, 郑州 450001; 2. 郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要 使用模流分析软件进行电动机护罩的注塑模具辅助设计,重点进行了浇注系统的设计和冷却分析,该制品模具型腔较深,因此浇注系统的合理设置和保压后制品的冷却尤为为重要。另外,还结合 CAD 软件完成了相应的模具设计,并对上述内容进行了详细介绍。

关键词 模流分析 注塑模 电动机护罩 浇口位置 冷却

随着计算机软、硬件技术的发展,计算机辅助设计、分析和制造技术由昂贵的高级技术资源普及成为常规和必备的技术手段,并由此带动了塑料模具产业的快速发展,极大提升了模具设计、制造效率和制品质量,有效降低了成本并缩短了成型周期。采用 CAE 技术可以协助设计人员及早发现模具设计和成型过程中存在的问题,优化设计参数,便捷地指导和修改设计方案。笔者结合 CAE 分析结果进行注塑模具 CAD 辅助设计,有效保证了模具设计质量和加工效率^[1-2]。

1 制品结构分析

笔者所设计的制品为电动机护罩,其三视图(采用 AutoCAD 软件绘制)如图 1 所示,三维图^[3](采用 Pro/E 软件造型)如图 2 所示。制品成型时模具型腔较深,顶部带凸台处局部最大壁厚为 5 mm,最小处为 1 mm,高度 147 mm,投影面积 142.95 cm²,体积 123 cm³,单个制品质量 124 g。制品上部近似为方形,上面有若干长方形散热孔,下部为近圆柱状。制品内表面比较圆滑,整体结构无尖角,内侧面无柱体,外侧面无孔。制品对绝缘性能要求较高,成型材料选用(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)。

2 浇口位置分析及选择

2.1 最佳进浇区域确定

浇口位置的设定直接关系到熔体在型腔内的流动,并进而影响到制品的质量,借助 MPI 软件强大的分析能力,通过合理设计浇注系统和浇口位置,可以避免一些潜在的成型问题。

首先将 Pro/E 软件造型好的三维模型另存为 .stl 格式,然后导入 Moldflow 中并处理为表面模型,修改网格模型直至满足分析要求,修改后的网格匹配率达到 91.3%。

主要成型工艺参数如下:材料 ABS (Lustran-HH1891, Bayer USA),熔体温度 240℃,模具材料 Tool

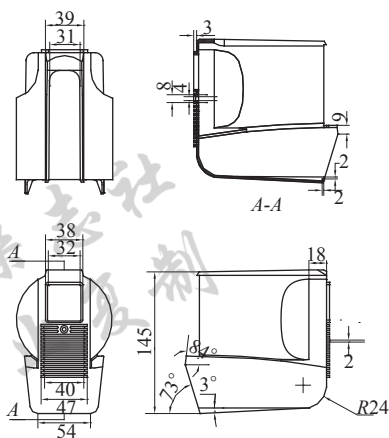


图 1 电动机护罩三视图

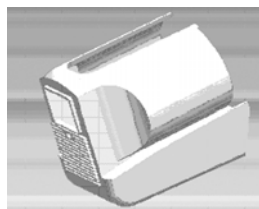


图 2 电动机护罩三维图

steel P-20, 模温 55℃。

填充控制、速度/压力转换设为自动,其它参数选择默认值。选取分析类型为浇口位置,分析结果如图 3 所示(由于采用一模两腔对称分布结构,图 3 和图 4 均截取一半图形进行分析说明)。图 3 中制品顶部和两侧对称部位椭圆形标识处为最佳进浇区域,在此设置浇口可实现熔体的平衡填充^[4-5]。

2.2 浇口位置及浇注系统的确定

采用填充分析模块对不同浇口位置时的填充情况进行分析,查看熔体的填充行为是否合理,以获得合理的浇注系统设计。图 4 示出不同浇口位置的设置情况,表 1 列出 4 种浇口位置方案的主要结果对比。图 4 中各浇注系统径向尺寸均相同,即主流道

小端直径 4 mm, 大端直径 6 mm; 分流道直径 5 mm; 浇口小端直径 1.5 mm, 大端直径 3.5 mm, 其中方案 4 为制品两侧面对称进浇, 见图 4d。

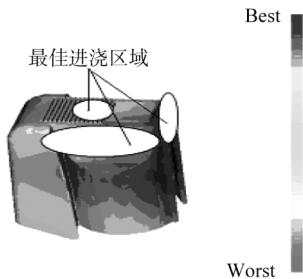
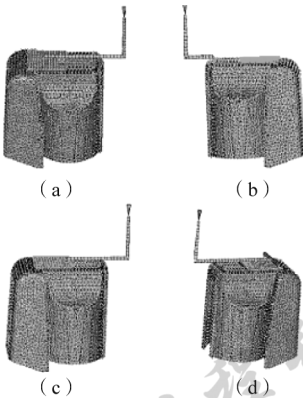


图 3 最佳进浇区域示意图



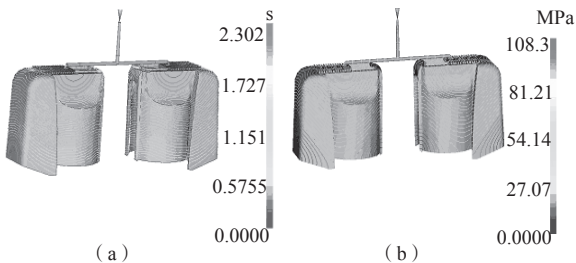
a ~d—方案 1 ~方案 4

图 4 4 种不同浇口位置设置示意图

表 1 4 种浇口位置设计方案分析结果

项 目	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
注射时间 /s	3.12	2.37	2.30	2.45
总质量(制品 + 浇注系统) /g	255.81	251.89	253.28	258.71
最大注塑压力 /MPa	115.59	115.44	108.30	111.28
最大锁模力 /kN	2703.1	3165.2	2748.6	2891.8

从表 1 可以看出, 方案 3 的最大注塑压力最低, 注射时间最短; 方案 2 虽然浇道凝料最少, 但由于浇口位置远远偏离型芯中心, 使得锁模力大大提高。依据最佳进浇区域分布图, 对上述 4 种方案分析后综合比较, 采用方案 3 为宜。图 5 为方案 3 的部分分析结果。



a—注射时间; b—V/P 转换时的压力

图 5 浇口位置方案 3 的部分分析结果

从图 5a 可见, 最后填充部位分别出现在制品的

左、右侧末端分型面处, 有利于型腔气体的排出。图 5b 为注塑过程中由速度控制 (V) 向压力控制 (P) 转换时型腔内熔体的压力分布情况, 即在型腔即将被充满时, 注塑机进行 V/P 转换, 剩余的熔体在 V/P 转换点的填充压力或者是保压压力作用下充入型腔, 此时的最高压力在主流道入口处。

3 模具冷却系统设计

由于本制品模具型腔较深, 如何有效冷却是保证制品质量和后续顺利脱出的关键。冷却分析的目的在于要兼顾实现合理可行的均匀冷却和缩短成型周期, 实现加工的可行性^[4~6]。

3.1 冷却水道布局

冷却水道直径设计为 12 mm, 为加强冷却效果, 进水口均设在距离浇口较近一侧, 每个制品两侧均设有 4 根冷却水道, 每根水道间距 35 mm 且距离型腔 15 mm, 制品型芯内部设置 U 型水道加强冷却, 距侧边和底边各 15 mm, 冷却水道布局如图 6 所示。制品顶出温度选择推荐值 98℃, 其它工艺参数设置同上文, 选择分析模块进行冷却分析。

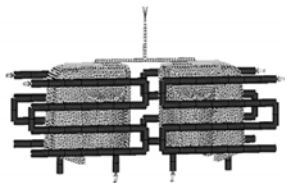
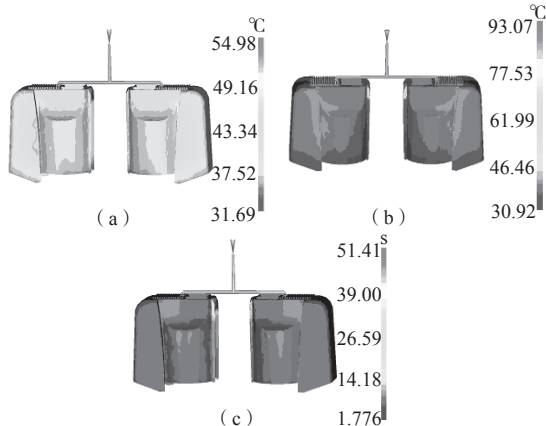


图 6 冷却水道布局示意图

3.2 冷却分析结果

冷却分析也设计了几种水道布置, 图 6 是优选后的布局形式。冷却分析结果显示, 冷却水进出口温差范围为 25.01 ~25.47℃, 回路中的冷却介质升温要求小于 2 ~3℃, 本案例分析结果小于该值, 显然满足要求。其它主要分析结果见图 7。



a—制品上表面温度; b—制品平均温度; c—制品冷却时间

图 7 冷却水道布局部分分析结果

从图7可以看出,制品完全冷却需要51.41 s,冷却后制品表面温度为31.69~54.98℃,平均温度93.07℃,符合制品顺利顶出的条件。

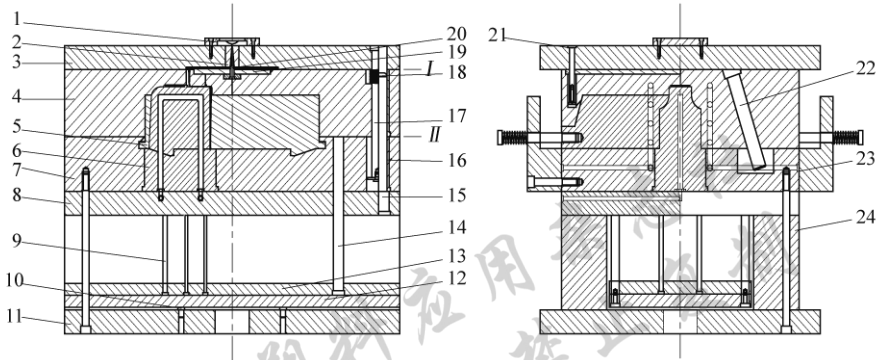
4 模具工作原理

综合上述Moldflow模流分析结果,结合现有生产设备,从经济和可模塑等因素综合考虑,本设计采用了一模两腔结构,图8为模具结构示意图^[7-8]。

模具工作原理:模具闭合填充,经过保压冷却后进入开模阶段,在弹簧18的作用下模具首先从分型面I处打开,定模底板3与型腔板4分离,浇道凝料

在拉料杆20的作用下随动模部分运动。模具运动一定距离后,脱料板19因限位杆21的作用停止运动,而附在脱料板上的凝料也停止运动,凝料在重力作用下自动脱落。

模具继续向动模方向运动,经过一定距离后,由于限位杆17的作用分型面II处打开,型腔板与滑块5分离,滑块在斜导柱22的导向定位作用下开始与开模方向成一定角度运动。此时制品包附在型芯上,并离开型腔向动模方向移动,最后由顶杆9顶出,实现制品自动脱出。



1—定位圈;2—浇口套;3—定模底板;4—型腔板;5—滑块;6—型芯;7—型芯板;8—型芯固定板;9—顶杆;10—挡靴;11—动模底板;12—推板固定板;13—推板;14—复位杆;15—导柱;16—导套;17,21—限位杆;18—弹簧;19—脱料板;20—拉料杆;22—斜导柱;23—冷却水道;24—垫块

图8 模具结构示意图

5 结论

采用模流分析结果进行电动机护罩的注塑模具设计,提高了模具的一次试模成功率,该模具已用于制品批量生产,制品外观质量较好,模具运行可靠,产生了良好的经济效益。

参考文献

- [1] 申开智. 塑料成型模具[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 35-48.
- [2] 黄卫东, 任国栋. Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 实用教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006: 145-162.
- [3] 邹继强, 刘矿陵. 模具制造与管理[M]. 北京: 清华大学出版

- 社, 2005: 9-11.
- [4] 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: 127-138.
- [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: 109-121.
- [6] 申长雨, 陈静波, 刘春太, 等. 注射模冷却过程 CAE 技术[J]. 模具工业, 2001(4): 52-56.
- [7] 朱昱, 黄长征, 徐之敏. CAD/CAE/CAM 技术在注塑产品开发中的应用及发展[J]. 南通工学院学报: 自然科学版, 2002(1): 67-70.
- [8] 唐志玉. 塑料模具设计师指南[M]. 北京: 国际工业出版社, 1999: 213-240.

APPLICATION OF MOLDFLOW ANALYSIS IN INJECTION MOLD DESIGN FOR PROTECTED COVER OF ELECTRIC MOTOR

Zhang Xiaoli^{1,2}, Lei Bo¹, Wang Liuyi¹, Chen Jingbo^{1,2}

(1. School of Material Science and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. National Engineering Research Center for Advanced Polymer Processing Technology, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT Moldflow analysis software is utilized in injection mold design for protected cover of electric motor. The runner system and cooling of part involved are introduced emphatically, because of the deeper cavity of the part, reasonable gate location and cooling after packing are rather important in this project. Additionally, combined with the application of CAD software, the related mold design is settled, the above items are illustrated in detail.

KEYWORDS moldflow analysis, injection mold, protected cover of electric motor, gate location, cooling