

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.09.017

CAE 技术整合随形水路设计的电机盒模具研究^{*}

王正才,庄舰,熊瑞斌

(宁波职业技术学院,浙江宁波 315800)

摘要:以电机盒塑料件为例,在相同的模具设计条件下,将传统冷却水路设计更改为随形冷却水路设计,利用实体三维网格的 Moldex3D 模流分析软件分析了两种冷却水路对模具的冷却效果。结果表明,随形冷却水路改善了模具的热平衡问题,电机盒的最大翘曲变形量从 1.2 mm 下降到 0.5 mm,模具冷却时间从 9 s 下降到 6 s,生产效率提高了 12.5%。经实际验证,该模具已投入批量生产。

关键词:电机盒;注塑模具;Moldex3D;随形水路;翘曲变形;冷却时间

中图分类号:TQ320.5+2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2012)09-0068-04

Electrical Box Mold Combining CAE Technology with Conformal Cooling Water Circuit Design

Wang Zhengcai, Zhuang Jian, Xiong Ruibin

(Ningbo Polytechnic College, Ningbo 315800, China)

Abstract: Taking electrical box for example, the design of traditional cooling water circuit was changed to the design of conformal cooling water circuit in the same mold design conditions, then the cooling effects of the two water circuits on the electrical box mold was analyzed by using mold flow analysis software of three dimensional grid—Moldex3D. The results indicated that the conformal cooling water circuit improved the thermal balance of the mold, the maximum warping deformation value of the electrical box decreased from 1.2 mm to 0.5 mm, cooling time of the mold decreased from 9 s to 6 s, the production efficiency improved by 12.5%. After practical verification, the mold had been put into mass production.

Keywords: electrical box; injection mold; Moldex3D; conformal cooling water circuit; warping deformation; cooling time

随着科技的进步与新产品的快速推出,使塑料企业不断压缩塑料件的设计周期,因此如何在有限的时间内,设计出高产量和高品质的塑料模具,对塑料模具行业的设计与制造能力提出了新要求。而要提高塑料件产量,在每模数量不变的条件下,需减少每一模塑料件的成型周期。根据塑料件成型周期的统计,模具的冷却时间一般占整个周期的 2/3 以上。效率好的冷却系统可以缩减冷却时间,增加产能;另外,均匀的冷却可以降低残留应力,而冷却时间的不足将导致塑料件的收缩及翘曲^[1-3]。

在传统的模具水路设计制作时,冷却水路往往依赖于钻孔的方式,必须避免与模具内的顶杆、抽插芯及滑块等复杂机构的干涉;同时,还要考虑为塑料件提供足够的冷却,以便快速而均匀地降低模温,提高生产效率。但给模具提供足够的冷却水路是一项较难的工作,结果常常无法两全其美。

理想的模具冷却系统必须考虑到水路的布置、形式、冷却温度、水路内的流量及冷却时间,更重要的是水路的位置必须能够贴近塑料件的轮廓以达到

均匀带走热量的目的。随着金属激光烧结技术等新一代模具加工技术的诞生,冷却水路的设计可以不必受传统加工的限制,所以更贴近塑料件形状的随形水路的设计方法由此产生^[6]。所谓随形水路,是指冷却水路设计超出了传统设计的位置和布局,使水路随着模腔表面几何形状的变化而变化。随形冷却水路设计制造技术的出现,不仅为人们提供了更大的模具设计空间,而且能简化冷却水路的设计方法,提高设计效率。

基于随形水路优化注塑模具设计的思想,笔者以某企业生产的电机盒模具为例进行 CAE 模拟分析与实验研究,解决了该模具的冷却水路设计难、成型的塑料件变形量过大及生产周期长等问题。

1 塑料件结构及工艺性分析

电机盒塑料件如图 1 所示,该塑料件最大厚

^{*} 宁波市自然科学基金项目(2010A610127)

联系人:王正才,副教授,硕士,主要研究方向为模具设计与制造,机电产品开发与材料成型工艺,磁性功能材料开发及应用等

收稿日期:2012-06-19

度 5 mm、长 125 mm、宽 47 mm、高 88 mm、体积 69.94 cm^3 ,选用的材料为玻璃纤维(GF)增强尼龙 66 (GF 质量分数为 30%)。该塑料件的结构较为复杂,两侧面有通孔,内侧深而窄,脱模时容易抱住型芯,局部孔处壁厚较厚。

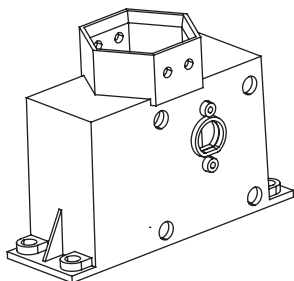


图1 电机盒塑料件造型图

从电机盒塑料件的结构分析可知,成型加工的关键是侧面的通孔成型,模具需要采用哈夫结构,综合考虑塑料件的产量、精度、模具生产成本等因素,拟采用一模一腔。模具的浇注系统如图2所示。

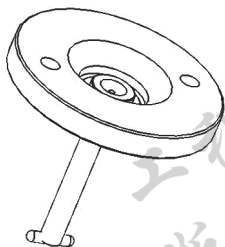


图2 模具的浇注系统示意图

为了验证浇注系统的合理性,首先对电机盒模具进行充填分析,结果如图3所示。图3表明了熔体充填时间与熔体流动位置的关系,并显示充填完成所需时间是 1.003 s (设定为 1 s),从充填分析结果可以看出,模具的浇注系统填充时间短,效率高,流道设计平衡,没有短射情况。

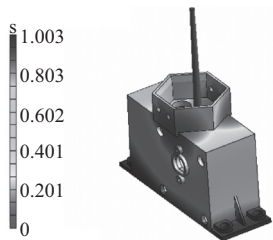


图3 充填过程模拟

2 基于随形水路设计的模拟分析

注塑模的模流分析一般应用质量守恒、动量守恒、能量守恒方程式,配合聚合物的流变理论和数值求解法所建立的一套描述注射成型的热传递与充填、保压模型,并通过人性化图形显示,获得塑料熔体在模腔内的速度、压力、温度等参数分布,以及冷

却凝固和翘曲变形的情况,还可进一步探讨成型参数及模具设计参数等关系。

2.1 冷却分析

模流分析软件的冷却分析可以协助发现冷却水路设计的合理性。电机盒模具的材料采用 P20 模具钢,冷却水路的设计为传统的水路,定模上设计了 4 条水路,哈夫上各设计了 1 条水路,采用循环水冷却,水路的截面直径为 8 mm,动模型芯的水路布置如图4所示,其中图4a为传统水路的布置图。从电机盒动模型芯的形状尺寸可知,将该型芯改为组合镶块式的结构,内部镶块可以制成随形水路,可以直接采用机械加工,与金属烧结的随形水路镶块相比成本低,具体结构如图4b所示。冷却模拟分析的结果如图5所示(图5中的散热效率是指各冷却水路吸收热量的百分比)。

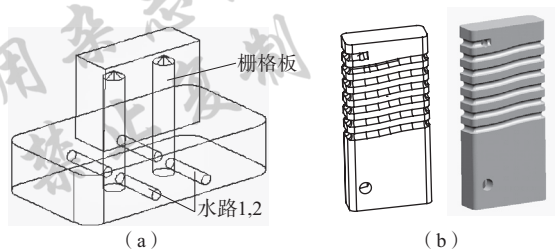


图4 动模型芯冷却水路的布置图

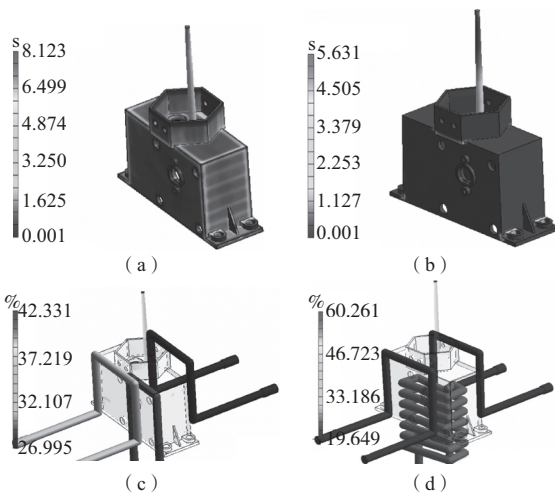


图5 不同冷却水路冷却模拟分析结果

由图5可以看出,采用传统冷却水路,最大冷却时间为 8.123 s,最大散热效率为 42.331%。而采用随形水路,最大冷却时间为 5.631 s,最大散热效率为 60.261%。由于注塑机的各种时间设定均以 1 s 为单位,故在传统水路冷却的情况下,模具冷却时间

需设为 9 s,而在随形水路冷却的情况下,模具冷却时间仅需设为 6 s,相对于整个注塑周期 (24 s) 缩短了 3 s,生产效率提高了 12.5%。

2.2 翘曲分析

翘曲是塑料件成型时未达到设计的形状要求、发生表面扭曲的现象,其出现的主要原因是成型时塑料件的不均匀收缩。模具冷却不均匀,以及塑料件在动模、定模之间的不对称冷却均会导致收缩差异;塑料从模壁到中心层发生不均一的冷却与收缩,结果也会在顶出以后造成翘曲。

图 6 为不同冷却水路下的电机盒翘曲分析。由图 6 可以看出,翘曲变形最大的位置是在口部长边的中间位置,方向为图 6 所示的 X 方向,塑料件在 X 方向的最大变形量从传统水路设计方案的 1.17 mm 下降到随形水路设计方案的 0.42 mm,达到了设计要求。

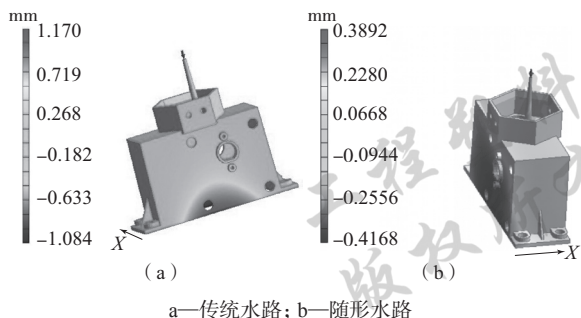


图 6 不同冷却水路下电机盒的翘曲分析

3 模具结构设计

3.1 分型面设计

分型面的选择对塑料件的质量、工艺操作和模具制造均有很大影响。分型面的创建是模具设计的关键环节,可根据不同的曲面特征来创建分型面,并拆出凸、凹模等模具零件^[7]。电机盒采用一模一腔布局,在其两边有不能直接脱模的孔位,所以采用滑块。为了简化模具结构,降低模具制造成本,电机盒分型面布局如图 7 所示。

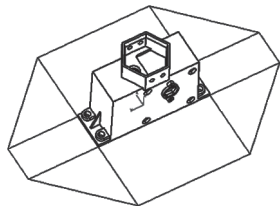


图 7 分型面结构图

3.2 侧向滑块机构设计

从电机盒的结构可知,模具采用哈夫结构,需设计侧向滑块机构,该机构的具体设计见图 8。

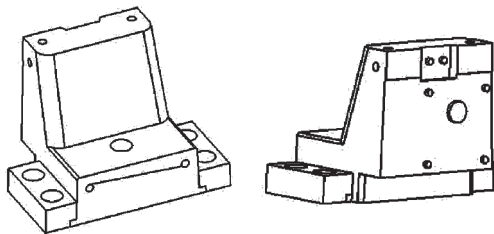


图 8 滑块结构图

3.3 随形水路镶块的加工及与动模型芯间密封设计

随形水路镶块的结构如图 4b 所示,该镶块上的随形水路采用五轴加工中心铣削。随形水路镶块装入动模型芯后,在支承板装入动模型芯的方槽中加工了密封圈槽,密封圈槽的尺寸大于型芯镶块,密封圈槽中放“O”形圈,将装有随形水路镶块的动模型芯装入支承板后,压紧“O”形圈,起密封作用。动模型芯的结构如图 9 所示,其外表面是电机盒塑料件的形状。

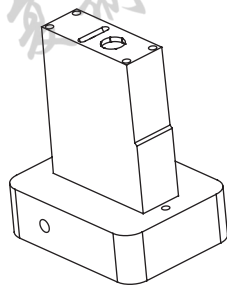


图 9 动模型芯的结构图

3.4 电机盒模具整体结构及工作原理

电机盒模具采用标准模架——龙记 CI-4560 大水口模架,完成模具的三维模型设计,应用 UG 制图模块完成模具二维装配图的转换,模具的总体结构如图 10、图 11 所示。

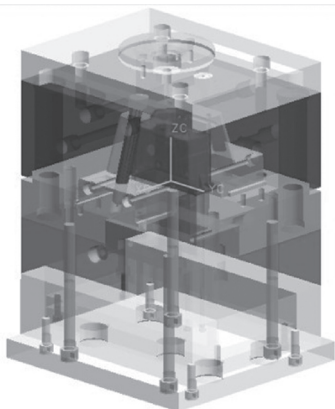
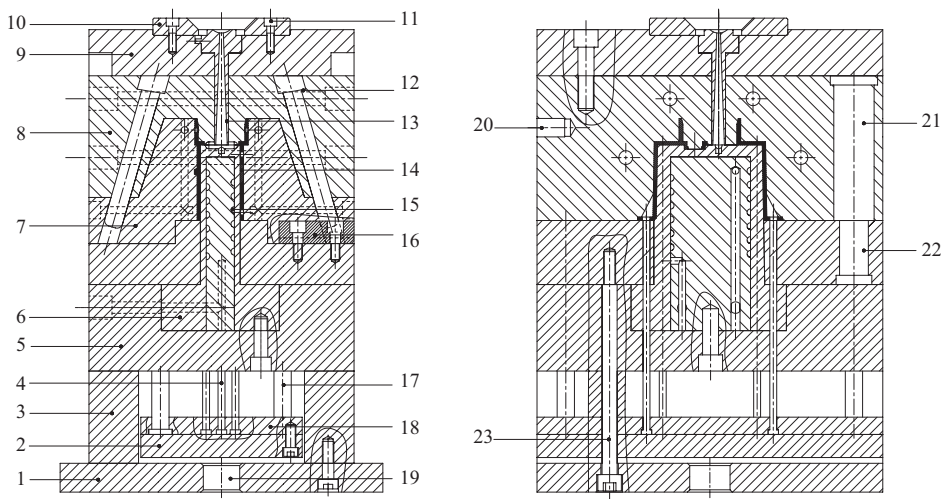


图 10 模具总体结构三维图

模具的工作原理为:模具合模,塑化后的粘流态塑料熔体经注射、保压、冷却凝固定型。注塑机喷嘴后移,在导柱导向的情况下,动定模顺利分型。动



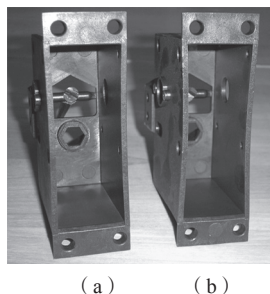
1—动模座板;2—推板;3—垫块;4—顶杆;5—支承板;6—型芯;7—滑块;8—定模板;9—定模座板;10—定位圈;11,23—螺钉;12—斜导柱;13—浇口套;14—塑料件;15—随形水路;16—滑块压板;17—复位杆;18—推杆固定板;19—KO孔;20—吊环孔;21—导套;22—导柱

图 11 模具总体结构二维图

模在注射机移动模板带动下后移,当斜导柱 12 与滑块 7 开始作用时,两个哈夫块沿着压块的内壁向两边分开,直至定位销被弹簧顶出卡到限位孔中为止。由于熔体冷却时的收缩作用,塑料件包在型芯上,注塑机顶出机构开始动作,带动推杆将塑料件顶出,然后手工取下塑料件和流道凝料。合模时,同样是在导柱和斜导柱的导向作用下,动定模合模。

4 实际验证

经过以上对电机盒模具的 CAE 分析,并进行成型工艺优化及使用随形水路,该模具生产的电机盒塑料件口部中间的变形量从采用传统水路时的 1.2 mm 下降到采用随形水路时的 0.5 mm。CAE 模流分析的理论计算结果与实际生产非常接近,电机盒翘曲变形得到明显改善,该模具已经投入批量生产。具体实物对比如图 12 所示。



a—随形水路; b—传统水路

图 12 传统水路和随形水路下的电机盒塑料件的实物对比图

5 结论

结合电机盒塑料件的模具设计,采用 CAE 对传统水路及随形水路进行模流分析,有效解析了注射成型中最难控制的因素:冷却和翘曲。能提高模具开发一次成功率和塑料件质量,大大缩短了开发周期,降低了生产成本。通过试验分析,采用随形水路设计是提高塑料件质量和缩短成型周期的有效方法。

参考文献

- [1] 贾建波,徐岩,王浩舟.基于 CAD/CAE 技术的电器外壳注射模具设计[J].工程塑料应用,2011,39(2):69-71.
- [2] 李艳娟,王芳,刘晓东.基于 UG 的轿车内饰件注射模设计[J].中国塑料,2010,24(3):114-117.
- [3] 孙宝寿,邓益民,陈哲,等.基于 Taguchi 和 UDE 试验设计的注塑工艺参数优化[J].工程塑料应用,2009,37(12):26-29.
- [4] Chiou Y-C, Chou Y-Y, Chiu H-S, et al. Integrated true 3D simulation of rapid heat cycle molding process [C] // Society of plastics engineers annual technical conference: Plastics encounter at ANTEC 2007. Cincinnati, OH, United states: Society of Plastics Engineers, 2007.
- [5] Zhou H, Yan B, Zhang Y. 3D filling simulation of injection molding based on the PG method [J]. Journal of Materials Processing Tech, 2008, 204(1-3): 475-480.
- [6] 齐贵亮.注射成型新技术[M].北京:机械工业出版社,2011:1.
- [7] 荣建刚,荣立峰,赵秉龙,等.UG NX6.0 中文版入门与提高[M].北京:清华大学出版社,2011:1.

美国公司使用可回收碳纤维生产皮艇桨叶

美国手工划艇桨生产商 Werner Paddles 使用从波音飞机公司回收的碳纤维增强塑料来生产皮艇桨叶,并且该材料

更容易加工,生产成本不会增加。回收碳纤维增强塑料可满足 Werner 对桨片外观和强度、刚度及其它物理性质的要求,同时使用可再生碳纤维能够提高客户的环保意识。(中聚网)