

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.12.019

基于 CAE 的发酵桶桶盖注塑模具设计

赵而团,孙世臣,田玉晶,任永胜,翟晓庆,仇学青

(山东理工大学机械工程学院,山东淄博 255049)

摘要: 分析了发酵桶桶盖塑料件的结构特点,利用 Moldflow 软件模拟注塑成型过程,分析注塑产品制造中的缺陷及问题,根据流动阻力指示图,设计了双点浇口进料的浇注系统;优化出合理的“口”字型冷却水道;根据质量结果分析最佳模具温度为 74.7℃,最佳熔体温度为 240℃,最佳注射时间为 0.425 s。运用 UG-Mold Wizard 模块完成了整套注塑模具的设计,模具采用一模一腔结构。模具整体结构紧凑,设计合理,利用该模具生产的注塑产品表面质量和尺寸精度均符合设计要求。

关键词: 注塑模;模流分析;结构优化;桶盖

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)12-0101-04

Fermentation Lid Injection Mold Design Based on CAE

Zhao Ertuan, Sun Shichen, Tian Yujing, Ren Yongsheng, Zhai Xiaoping, Qiu Xueqing

(School of Mechanical Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

Abstract : The structure characteristics of the plastic fermentation lid were analyzed, and the forming process and defects of the fermentation lid were simulated by using Moldflow software. The double point gates pouring system and “mouth” shaped cooling system were also determined. The optimal process parameters were concluded according to the quality analysis, such as mould temperature 74.7℃, mould temperature 240℃, injection time 0.425 s. The mold with one mold and one cavity was designed by the UG-Mold Wizard module. The perfect injection products produced by this mold indicated that the mold structure was compact and reasonable.

Keywords : injection mold ; mold flow analysis ; structure optimization ; lid

塑料制品在日常生活中应用十分广泛,应用注塑成型的制品约占塑料制品的 40% 左右^[1-2]。近年来,应用 Moldflow 等模流分析软件进行注塑模具设计的研究越来越多^[3]。为了满足现代模具加工工业的飞速发展,CAD/CAE/CAM 辅助模具设计在注塑模设计中应用更加普遍^[4]。笔者通过模流分析软件 Moldflow 对发酵桶桶盖塑件成型过程进行了工艺分析,运用 UG-Mold Wizard 模块设计出注塑模具,解决了生产实际中的问题。

1 塑件结构分析

发酵桶桶盖的结构如图 1 所示。虽然桶盖本身结构并不复杂,但存在尺寸较小的沟槽和凸台,塑

料熔体在充填时容易形成气穴和熔接痕等缺陷。由于塑件在设计时为了保证沟槽的尺寸精度而增加了壁厚,容易造成翘曲或料流量不足等缺陷,这些问题都需要对工艺参数做进一步的优化和改进。塑件总体尺寸为 213 mm × 213 mm × 20 mm,平均壁厚为

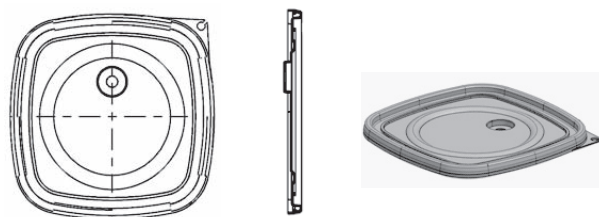


图 1 塑件结构示意图

基金项目: 山东理工大学中青年骨干教师海内外访学计划项目 (4085 / 1180010903)

通讯作者: 赵而团,讲师,主要研究方向为模具设计与制造 E-mail: etzhao@sdut.edu.cn

收稿日期: 2018-10-08

引用格式: 赵而团,孙世臣,田玉晶,等. 基于 CAE 的发酵桶桶盖注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用,2018,46(12):101-104.

Zhao Ertuan, Sun Shichen, Tian Yujing, et al. Fermentation lid injection mold design based on CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2018,46(12):101-104.

2 mm, 体积为 10 7000 mm³。材料为低密度聚乙烯, 其密度为 0.910 ~ 0.925 g/cm³, 通常为蜡状固体树脂, 其吸水性很低, 具有优良的热熔接性和冲击韧性^[5]。选用原材料的牌号为 PE-M-18D045, 收缩率为 1.5% ~ 3.6%。结合实际生产条件和需求, 选用注塑机型号为 HTF160 J/TJ-A, 注塑压力为 202 MPa, 锁模力为 1 600 kN。

2 发酵桶桶盖 CAE 分析

2.1 网格划分

将注塑件三维模型通过 UG 导出为 STL 格式, 用 Moldflow 进行网格单元的划分^[6]。对网格进行修复后, 网格划分的最终结果如图 2 所示, 共生成 17 092 个双层面网格, 最大纵横比 6.0, 最小纵横比 1.16, 平均纵横比 2.54, 匹配率 85.1%。由于中间凸台和圆孔处结构较为复杂, 需要重点进行有限元分析, 为了减少分析时的工作量, 运用重新划分网格命令进行重新划分边长较小的网格。

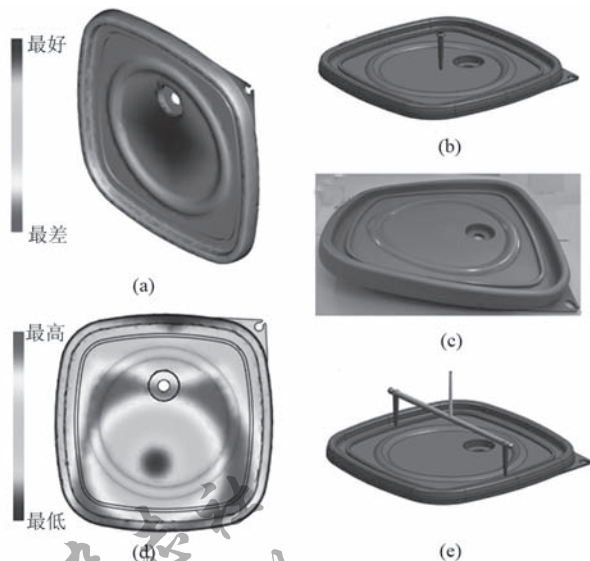


图2 网格划分结果

2.2 浇口位置选择

浇口应选在塑件断面较厚且不影响外观处^[10]。利用 Moldflow 对塑件进行流动阻力分析, 得到的结果如图 3a 所示, 靠近桶盖中心位置的充填性好, 边缘位置的充填性能较差, 故浇口位置选在桶盖中心位置。采用如图 3b 所示的直浇道点浇口单点进料的浇注方案, 在实际生产试模时, 塑件出现了如图 3c 所示的严重翘曲。经分析认为造成翘曲的原因主要有: (1) 塑件凸台凹槽较多, 上下表面差别较大, 造成冷却速度不一致, 导致应力不能平衡; (2) 单点进料时熔融的塑料进入模腔的时间较长, 前沿温度下降较快产生应力; (3) 为了提高沟槽的强度, 采用了较大的壁厚, 冷却速度不均匀产生应力导致翘曲。翘曲的原因是以上一种或者多种因素综合作用的结果。根据上述缺陷成因分析, 采取的解决方案为: (1) 采用多点进料, 保证塑料的充填效率; (2) 延长保压和冷却时间。若采用双点浇口, 其流动阻力结果

如图 3d 所示, 结合实际模具加工难度, 可采取分流道和双点浇口结合的浇注系统, 浇口位置可选在如图 3e 所示位置。

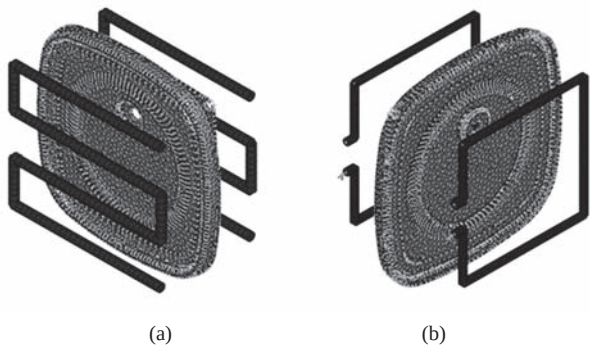


a—单浇口流动阻力图; b—单浇口位置示意图; c—翘曲的次品塑件; d—双点浇口流动阻力图; e—浇口位置示意图

图3 浇口位置的选择

2.3 冷却系统选择

注塑模具与冷却水道之间的换热约占总换热量的 85%, 因此冷却系统的结构设计和优化十分重要。常见的冷却水道形状有“工”字型、“口”字型、“S”型等几种^[7], 冷却水道的形状需要根据塑件的结构和加工工艺的难易程度来确定。图 4 是两种不同的冷却水道布置方案, 由于塑件边缘部分体积较大, 中间部分壁厚较小且壁厚均匀, 结合实际生产经验, 选用“口”字型冷却水道的冷却效果好。



a—“S”型冷却水道; b—“口”字型冷却水道

图4 冷却系统布置方案

3 塑件成型参数分析

3.1 最佳注射工艺参数

质量结果是指零件的总体质量与模具温度、

熔体温度和注射时间等输入变化量的关系。利用 Moldflow 软件,通过调整注射时间和熔体温度,使得质量因子达到最大,得到质量(成型窗口)XY图,如图5所示。质量因子的数值越大表示成型质量越好,当质量因子达到最大值时的模具温度和注射时间即为最佳模具温度和注射时间。由图5可知,最佳模具温度为 74.7℃,最佳熔体温度约为 240℃,最佳注射时间为 0.425 s。

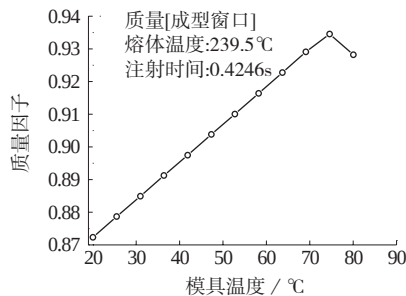


图5 质量(成型窗口)XY图

3.2 冷却分析

回路的冷却液温度显示的是冷却水流经管道的不同位置的水温变化,一个合理的冷却水路,出水口和入水口的温度差不能超过 3℃^[8]。图6为回路冷却液的温度分布图。从图6模拟结果来看,出水口和入水口的温度差为 2.34℃,符合注塑模具设计要求,同时也证明了“口”字型冷却水道方案的合理性。

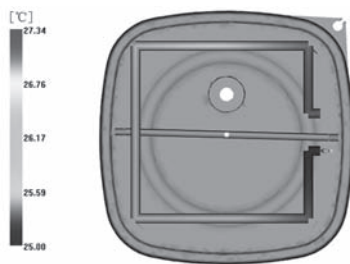


图6 回路冷却液的温度分布图

3.3 翘曲分析

翘曲主要是由于冷却不均匀、收缩不均和取向效应等原因造成的,翘曲产生的机理主要是内部残余应力不均匀导致的^[8-9]。由于采用单浇口方案时存在严重的翘曲变形,所以运用 Moldflow 对拟采用的双点浇口设计方案进行翘曲分析,分析结果如图7所示。桶沿处有极少的部分翘曲变形量较大,约占 4% 左右,变形量为 3.278 mm,由于桶盖边缘对精度要求较低,3.278 mm 的变形量在允许的设计要求范围内。其余位置变形量较小,约为 0.5 mm 左

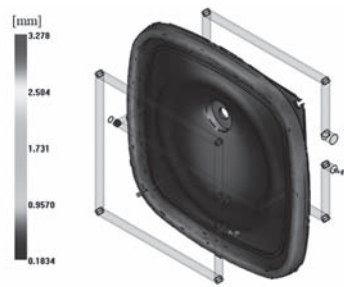
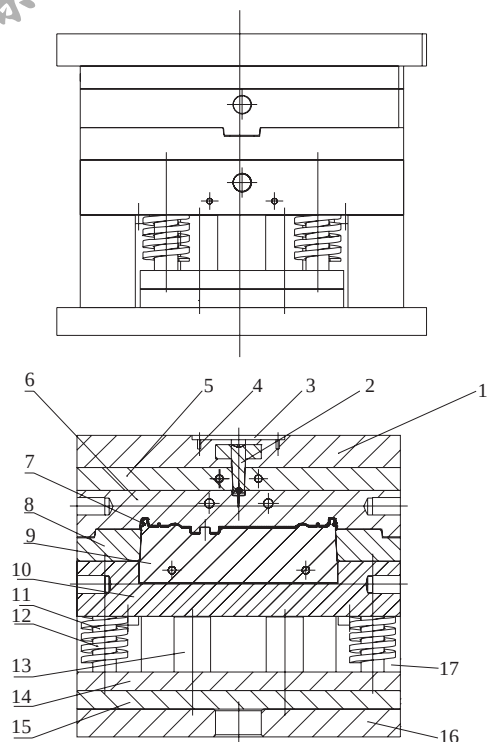


图7 所有因素综合作用下塑件的翘曲变形量

右,塑件的翘曲程度也在设计要求的许可范围内。

4 模具结构设计

模具的二维装配图如8所示,装配后的三维示意图如图9所示,模具各部分配合良好,无干涉等现象。模架选用 UG 模具向导数据库中的三板模,根据 Moldflow 的分析结果,模具选用一模一腔、双点浇口进料的结构。由于塑件结构简单,分型面选在最大轮廓处,分型线为塑件的最大轮廓线。型腔和型芯通过螺栓固定在模架上,冷却系统采用“口”字型冷却回路。注塑完成时模具打开,顶出机构在注



1—上模板;2—主浇道;3—浇口套;4—固定螺栓;5—垫板;6—型腔;
7—塑件;8—型芯固定板;9—型芯;10—垫板;11—弹簧导柱;
12—弹簧;13—顶出杆;14—复位板;15—顶杆推板;
16—下模板;17—脚板
图8 模具二维装配图

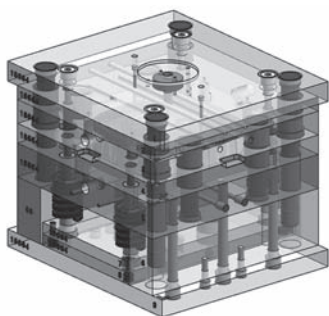
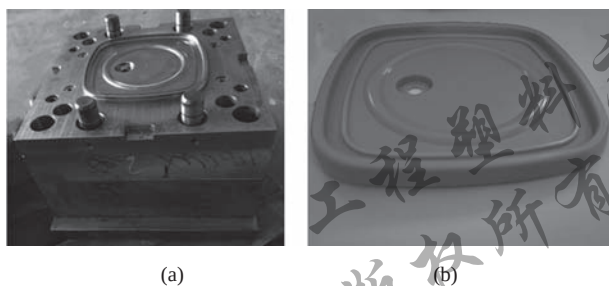


图9 模具装配三维示意图

塑机的作用下将塑件顶出,顶出后模具开始闭合,顶出机构复位,一个注塑周期完成。

装配图中各零件参数由数控铣等传统的加工方法加工成型^[10]。加工后的模具实物如图10a所示,利用该模具试模生产的塑件如图10b所示。生产的塑件的表面质量良好,经测量尺寸精度符合设计要求,能够满足实际需要。



a—注塑模具实物图;b—合格的塑件

图10 注塑模具及生产的合格塑件

5 结论

(1) 运用 Moldflow 对塑件成型过程进行仿真模拟,根据流动阻力指示图,设计了双点浇口进料的浇注系统;优化出合理的“口”字型冷却水道;根据质量结果分析最佳模具温度为 74.7℃,最佳熔体温度为 240℃,最佳注射时间为 0.425 s。

(2) 根据 CAE 仿真设计注塑模具,减少了修模次数,提高了生产效率,缩短了模具的设计周期,有效降低了生产成本。生产出的塑件表面质量和尺寸精度均符合设计要求,能够满足实际需要。

参考文献

- [1] 磨莉,谷林. 基于 Moldflow 的 PP 薄壁制品注塑工艺计算机模拟[J]. 工程塑料应用,2016,44(4):69-73.
Mo Li, Gu Lin. Computer simulation on injection molding process of PP thin-walled products based on Moldflow method[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(4):69-73.
- [2] 陈开源,程国飞. 基于 Moldflow 的手电筒注塑模组合型腔流动平衡优化设计[J]. 塑料,2017,46(1):68-71.
Chen Kaiyuan, Cheng Guofei. Optimal design of flow balance for combined cavity of plastic injection[J]. Plastics, 2017, 46(1):68-71.
- [3] 吴军,蔡建臣. 基于 Moldflow 的 PUR 车轮注塑工艺参数优化[J]. 工程塑料应用,2018,46(6):56-59.
Wu Jun, Cai Jianchen. parameters optimization of injection molding process of PUR wheel based on Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(6):56-59.
- [4] 陈叶娣,黄敏高,陈欣吕,等. CAE 技术在解决仪表盒注塑成型缺陷中的应用[J]. 塑料,2018,47(1):103-107.
Chen Yedi, Huang Mingao, Chen Xinlyu, et al. Application of CAE technology in solving the defects of injection molding[J]. Plastic, 2018, 47(1):103-107.
- [5] 张玉龙,孙敏. 塑料品种与性能手册[M]. 北京:化学工业出版社,2012:69-87.
Zhang Yulong, Sun Min. Manual of plastic varieties and properties[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2012:69-87.
- [6] 沈中良,郑子军,肖国华,等. 汽车中控面板 IMD 成组模具设计[J]. 工程塑料应用,2017,45(1):70-75.
Shen Zhongliang, Zheng Zijun, Xiao Guohua, et al. Design of IMD group mould for central control panel in automobile[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(1):70-75.
- [7] 成波,王昌龙,边义祥,等. 车涡轮增压器进气管三维吸入式吹塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2014,42(7):68-70.
Cheng Bo, Wang Changlong, Bian Yixiang, et al. Design of 3D suction type blow mold for automotive turbocharger intake pipe[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(7):68-70.
- [8] 王莉莉,党新安,杨立军. 基于 UG 和 Moldflow 的垃圾桶上盖注塑模设计[J]. 塑料,2011,40(3):7-9.
Wang Lili, Dang Xinan, Yang Lijun. Garbage can up-cover injection mold design based on UG and moldflow[J]. Plastics, 2011, 40(3):7-9.
- [9] 张维合. 注塑模具复杂结构 100 例[M]. 北京:化学工业出版社,2010:130-146.
Zhang Weihe. 100 cases of complex structure of injection mold[M]. Beijing:Chemical INDUSTRY PReSS, 2010:94-75.
- [10] 屈华昌. 塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京:机械工业出版社,1996:115-127.
Qu Huachang. Plastic molding process and mold design[M]. Beijing:China Machine Press, 1996:115-127.