

CAE技术在塑料油管接头注塑工艺分析中的应用^{*}

朱华泽

张改平

(西安科技大学理学院,西安 710054) (空军工程大学理学院,西安 710051)

摘要 以塑料油管接头制件为例,详细阐述了用 Moldflow 软件进行流动模拟分析的一般流程,并介绍了如何利用 CAE 分析结果解决注塑模设计及成型加工中出现的问题,得到了塑料油管接头的注塑成型工艺参数。

关键词 CAE Moldflow 塑料油管接头 注塑

用于车辆输油管接头处起连接和转向作用的油管接头质量的好坏直接影响到车辆性能和行车安全。利用注射成型技术制造的油管接头制件要求表面光滑、平整、尺寸精度高,不得有扭曲、飞边、银丝、气泡等缺陷。在其模具设计与成型加工中常运用 CAE 分析技术代替实际的试模,预测设计中潜在的缺陷并进行修改,优化模具设计、成型工艺参数和制件结构^[1-2]。笔者现就 Moldflow 软件在塑料油管接头模具及成型工艺参数优化设计中的应用作一介绍。

1 建模

油管接头塑料件尺寸如图 1 所示,其材料为聚甲醛(POM)。利用 Unigraphics 软件进行油管接头制件的三维实体建模,最后转化成 STL 格式^[3]。采用一模两腔的方式,间距 90 mm。模拟中共划分 19 824 个网格、9937 个节点。

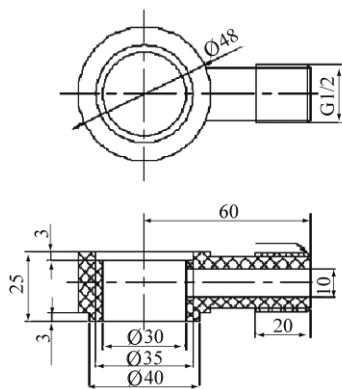


图 1 注塑件尺寸示意图

2 Moldflow 模拟分析

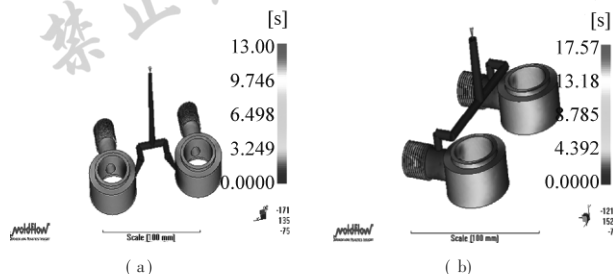
2.1 浇口位置分析

注射成型过程中浇口位置将直接影响塑料熔体在模具型腔内的流动、聚合物分子的取向和制件成型后是否翘曲变形,因此选择合理的浇口位置在模具设计中十分重要。模拟中确定了两种浇道设置方案,第一种方案主要考虑到圆柱体部分的厚度较大,

第二种方案则主要考虑到螺纹部分形状比较复杂,不易充填。笔者通过充填时间和缺陷分析来确定优选方案。

2.2 充填时间分析

在注射成型中,要求两个型腔的充填时间比较对称,而且大部分区域的充填时间不能与总充填时间有太大的差值,在满足充填效果的前提下还应尽量缩短充填时间^[4-5]。图 2 为不同浇道方案的充填时间分析结果。



a—方案一; b—方案二

图 2 浇道及充填时间分析

由图 2 可以看出,方案一中除了螺纹部分的充填时间比较长外,其余部位的充填时间都集中在 3~9 s。而方案二的充填时间达到了 17.57 s,且对整个制件来说时间很分散。所以就充填时间来说,方案一明显优于方案二。

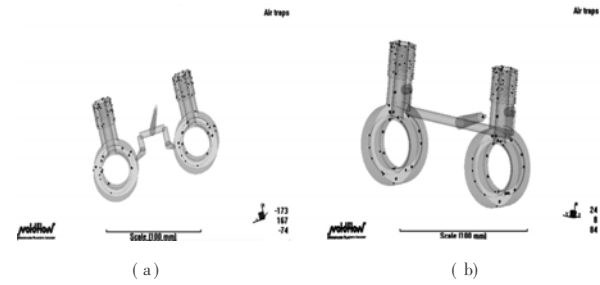
2.3 缺陷分析

气泡、熔接痕的存在会影响制件的强度,但在实际中这些缺陷是不可避免的^[6-7]。图 3 示出不同方案的气泡情况。

从图 3 可知,两种方案所产生的气泡都比较多,方案一的气泡主要集中在螺纹部分,方案二的气泡分布在整個制件表面。所以对于气泡的分析,两种方案的结果差不多,注塑中可通过增大注塑压力的

^{*} 西安科技大学培育基金(200850)

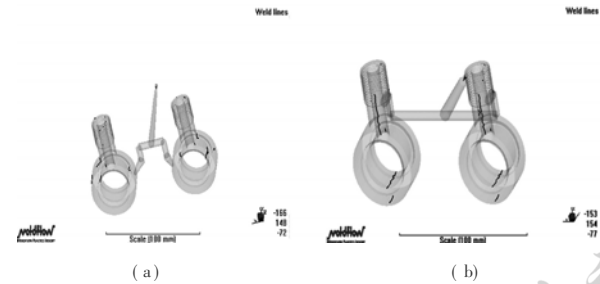
收稿日期:2009-09-25



a—方案一; b—方案二
图 3 不同方案的气泡情况

方法来改善此问题。

图 4 示出不同方案的熔接痕情况。

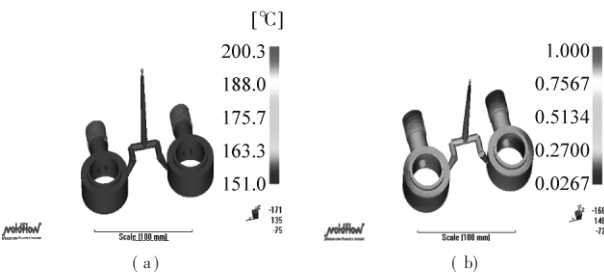


a—方案一; b—方案二
图 4 不同方案的熔接痕情况

从图 4 可看出, 方案一中的螺纹部分的熔接痕较少; 方案二的熔接痕在螺纹部分和圆柱体部分都很明显, 由于螺纹起到很重要的连接作用, 此处熔接痕缺陷不能太大, 所以很明显方案一较优。综上所述方案一为优选方案。

2.4 熔体前沿温度及冷凝层分析

对优选方案一进行熔体前沿温度分析。理想的分布应该是各部分均匀, 在实际操作中要求模型的温度差不能太大, 过大的温度差是引起制件翘曲的主要原因^[7]。温度差一般要控制在 20℃ 之内^[5]。图 5 示出熔体前沿温度和充填结束时的冷凝层分析。



a—熔体前沿温度; b—充填结束时的冷凝层
图 5 熔体前沿温度及充填结束时的冷凝层分析

由图 5a 可以看出, 熔体前沿温度基本保持在 200.3℃, 仅有很小一部分(螺纹处)的前沿温度为 188℃, 而且其差值仅有 12.3℃, 所以是符合工艺要

求的。由图 5b 可看出, 显示的时间内熔体几乎都冷凝了, 所以保压时间比较合适。

2.5 保压分析

传统的保压一般具有 1 个或 2 个恒定压力降, 以便获得利用保压曲线进行保压的效果^[8-9]。图 6 示出充填过程的压力分布。

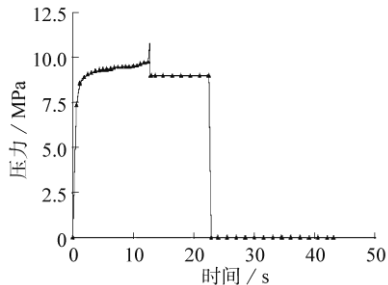
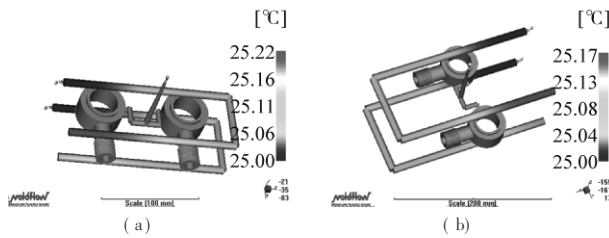


图 6 压力分布

由图 6 可以看出, 在 13.00 ~22.29 s 之间为保压阶段, 保压过程中压力分布很均匀, 考虑到对冷凝效果及气泡和熔接痕的分析结果, 本次模拟成型中的保压时间和压力均符合工艺要求。

2.6 水冷冷却效果分析

注塑模冷却系统设计的好坏是模具设计成功与否的一个关键因素, 它直接影响注塑件的质量和生产效率。在注塑成型过程中, 塑料件在型腔中的冷却时间要占整个成型周期的 70% ~80%, 而且冷却的速度和均匀性直接影响制件的性能。不均匀的冷却效果亦会造成制件因热应力而产生翘曲变形, 影响制件质量^[10]。衡量模具冷却系统设计好坏的标准有两个: 一是使制品冷却时间最短; 二是使制件的各个部位均匀冷却。影响冷却系统的因素很多, 除了塑料制品的几何形状、冷却介质、流量、温度、冷却水路的布置、模具材料、塑料熔体温度、模具温度外, 还涉及到塑料与模具之间的非稳态热循环交互作用。由于油管接头制件结构简单、对称, 所以本设计采用直通式冷却水管, 直径为 8 mm。图 7 示出设计的两种冷却回路形式及模拟分析结果。



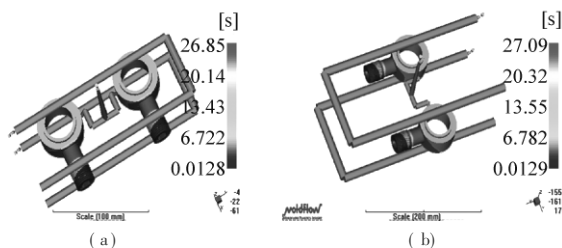
a—方案 I; b—方案 II
图 7 循环水温度分布

由图 7 可以看出, 在冷却剂及其初始温度相同

的情况下,方案 I 中冷却剂的最终温度为 25.22℃,方案 II 中的最终温度为 25.17℃,这说明采用方案 I 可以带走更多的热量,冷却效果更好。所以对冷却剂的温度分析可知方案 I 更优^[8]。

2.7 冷凝时间分析

图 8 示出不同冷却方案的冷凝时间模拟分析结果。



a—方案 I; b—方案 II

图 8 冷凝时间

由图 8 可以看出,方案 I 中制件的大部分冷凝时间集中在 13.43 s,最长的冷凝时间为 26.85 s;而方案 II 中制件的大部分冷凝时间集中在 13.55 s,最长的冷凝时间为 27.09 s。按照缩短成型周期的原则,显然方案 I 较优。综合上述分析,得出冷却方案 I 较优。

2.8 成型工艺参数

根据上述分析及其它模拟结果,得出成型油管接头的主要参数如下:

(1) 主要机器参数:最大注塑压力 108 MPa,最大锁模力 686 MPa,最大注射速率 500 cm³/s;

(2) 浇道的形式及位置如图 2 中方案一所示;

(3) 主要成型工艺参数:环境温度 25℃;熔体温度 200℃;模具温度 90℃;注塑压力 8.0 MPa;充填时间 13.00 s;保压时间 26.85 s;保压压力 8.0 MPa;

(4) 冷却参数:冷却回路的布置形式采用图 7

方案 I;冷却剂的温度 25℃;冷凝时间 26.85 s。

3 结语

应用 Moldflow 对注塑件进行充填、流动和冷却等模拟分析,得到的成型工艺参数和成型结果有助于工艺人员和模具设计人员更快更便捷地找出缺陷产生的原因,从而优化注塑模具结构和注射成型工艺方案,最终为生产优质塑料制件提供指导作用。随着 CAE 技术的不断提高和 CAE 软件的不断完善,Moldflow 等模拟分析软件将在塑料制件行业和塑料模具行业得到广泛的推广和应用,并将会大大缩短新产品的上市时间,减少开发成本,优化模具结构,提高注塑模具质量和缩短模具生产周期,为模具企业和塑料制件生产企业带来良好的经济效益。

参考文献

- [1] 刘荣亮,刘斌.应用 Moldflow 软件分析优化手机后盖壳注塑模设计[J].工程塑料应用,2007,35(10):31-33.
- [2] 罗广思.基于 CAE 技术的塑料模[J].常州轻工职业技术学院学报,2009(1):15-18.
- [3] 宋双柱.基于 UG 和 MoldFlow 的相机外壳注塑模具设计[J].哈尔滨理工大学学报,2009,14(3):16-19.
- [4] 邹用生,黄长林,胡树根. MoldFlow 在注塑模具浇口优化设计中的应用[J].塑料工业,2005,33(3):66-69.
- [5] 周大路,何柏林,黄薇. Moldflow 在注塑模设计中的应用[J].机械,2005,32(8):26-28.
- [6] 朱晓靖,卢炎麟,王玉槐,等.面向注塑模 CAE 的有限元网格自动生成技术[J].轻工机械,2009,27(4):14-22.
- [7] 邹勇,苏艳红,陈明英.不同注塑机注塑模浇口套端面直径的确定[J].工程塑料应用,2009,37(4):73-75.
- [8] 郑少梅,郝国祥.洗衣机上盖板的注塑模设计[J].塑料工业,2009,37(7):32-37.
- [9] 张晓黎,雷波,王六一,等.模流分析在电动机护罩注塑模设计中的应用[J].工程塑料应用,2009,37(4):67-69.
- [10] 匡唐清,李树祯,黄创业.双色牙刷柄的注塑模设计[J].中国塑料,2008,22(11):75-77.

APPLICATION OF CAE TECHNOLOGY TO INJECTION PROCESS ANALYSIS OF PLASTIC OIL PIPELINE JOINTS

Zhu Huaze

(School of Science, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Zhang Gaiping

(College of Science, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China)

ABSTRACT The function and general process of Moldflow are expressed in detail by the instance of plastic oil pipeline joints and how to use the results of CAE analysis to optimize molding process and injection mold design are introduced. The injection molding parameters of plastic oil pipeline joints are obtained.

KEYWORDS CAE, Moldflow, plastic oil pipeline joints, injection molding