

基于 MATLAB 的塑料模具浇注系统的优化设计

江飞舟 韩加好

(连云港职业技术学院, 连云港 222006)

摘要 利用 MATLAB 软件对放大镜塑料制品的模具浇注系统进行优化设计,对塑料成型的浇注系统的工艺参数和模具结构进行优化,从而提高放大镜塑料制品的合格率。

关键词 MATLAB 塑料模具 浇注系统 优化设计

塑料浇注的制造系统主要包括塑料成型工艺、机械加工制造、修饰及装配。目前塑料成型最常见的方法是注射成型技术,注射成型技术具有生产效率高、尺寸精度高、易于批量生产及能制造多种塑料制品等优点。塑料的注射成型工艺对浇注系统的工艺参数和塑料模具的结构合理性具有较高的要求,如果浇注系统的工艺参数和模具结构不合理,塑料制品就会产生缺陷,严重的塑料无法成型。因此,应对塑料模具浇注系统的工艺参数进行优化,浇注系统的工艺参数主要有注射温度、注塑压力和注射速率;影响塑料制品的模具结构主要有分型面的确定、浇口的尺寸和位置设定;另外,加热系统、冷却系统及注塑机的性能也是影响塑料成型的主要工艺参数。塑料制品通常比较复杂,塑料模具设计人员的经验有限,因此无法直接设计出成本低、塑料制品质量好的模具,一般需要反复试验和修改设计多次才能投入生产。因此,利用 MATLAB 软件对塑料模具进行优化设计,掌握浇注系统对塑料成型的影响,找出模具浇注系统存在的缺陷,从而能提高塑料模具浇注系统设计的合理性,可以有效地降低塑料成型的成本,提高生产效率。

笔者以放大镜为例,利用 MATLAB 软件对放大镜塑料制品的模具浇注系统进行优化设计,对塑料成型的浇注系统的工艺参数和模具结构进行优化,从而提高放大镜塑料制品的合格率。

1 塑料放大镜模具浇注系统的概述

如果塑料放大镜模具浇注系统设计不合理将导致熔体温度和压力发生改变,使其质量降低,也会降低塑料放大镜模具的力学性能。塑料放大镜模具浇注系统主要包括浇口的位置、数目、形状及流道的尺寸。

在设计塑料放大镜的浇注系统的过程中需充分地考虑塑料放大镜的力学性能,熔体的流程比,且

要确保所有的浇口中的熔体同时充满。为了满足塑料放大镜透光的需要,塑料的材料选择聚乙烯,塑料模具三面有斜导柱抽芯机构,中间利用镶嵌式结构。塑料模具有较高的耐磨性,可利用经过淬火的耐磨钢。

2 塑料放大镜模具浇注系统基本结构参数和工艺参数

塑料放大镜的几何形状和主要尺寸如图 1 所示。

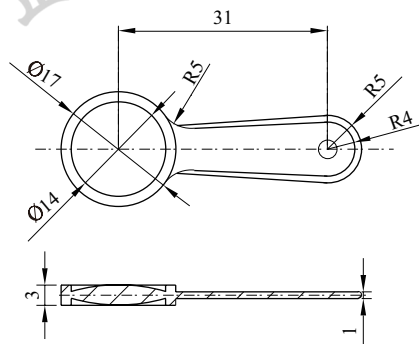


图 1 塑料放大镜的结构图

塑料放大镜的形状比较复杂,通常情况下塑料放大镜在注射成型以后由于收缩会紧紧地包在型芯上,所以需要非常大的脱模力。同时,塑料放大镜的镜杆厚度比较小,如果利用推杆使塑料放大镜顶出,一般可以选择的推杆直径约为 0.6 mm,塑料放大镜所受到的顶出压力非常大,有可能使塑料放大镜被顶穿,这样就使塑料放大镜破坏,甚至不能脱模,因此顶出塑料放大镜时,可以利用推板来完成。

塑料放大镜浇注系统的三维模型由 UG 软件绘制,为了能够提高分析效率,可以忽略塑料放大镜的局部细节,浇注系统设计时主要考虑注射成型的效率,因此利用一个注射模具和两个注射腔体配合使用的方式,利用侧向浇口进行浇注,塑料放大镜浇注系统的三维模型如图 2 所示。



图 2 塑料放大镜浇注系统的三维图

塑料放大镜浇注系统的主要参数见表 1。

表 1 塑料放大镜浇注系统的主要参数

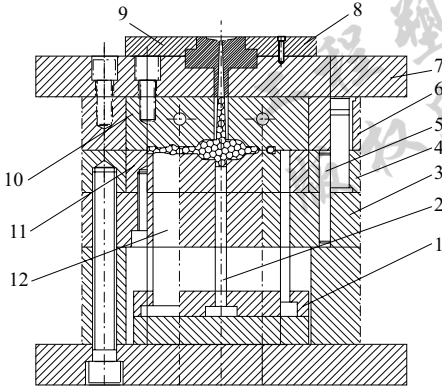
项 目	数 据
塑料放大镜的体积/ m^3	3.2×10^{-5}
塑料放大镜的质量/kg	3.46×10^{-2}
浇注系统的体积/ m^3	7.1×10^{-6}
浇注系统的质量/kg	7.8×10^{-3}

根据塑料放大镜材料的浇注系统的经验值,结合经验公式确定浇注系统流道的几何尺寸见表 2。

表 2 塑料放大镜浇注系统的几何尺寸 mm

浇 口	浇口的几何尺寸		分流道的几何尺寸	主流道的几何尺寸
侧浇口	长度	1.2	5.0	4.5
	宽度	5.5		
	高度	2.0		

塑料放大镜模具的整体结构如图 3 所示。



1—推杆固定板; 2—拉料杆; 3—动模垫板; 4—动模型腔固定板; 5—定位销; 6—定模型腔固定板; 7—定模板; 8—定位环; 9—主浇套; 10—定模型腔块; 11—动模型腔块; 12—型腔杆

图 3 塑料放大镜模具的总体结构

利用螺杆和复位杆连接推杆,注塑机的顶杆可以使塑料放大镜模具的推杆固定板向前运动,从推板可以通过复位杆顶出塑料制品。推板设置冷料穴,当拉料杆固定在推杆安装板上,推板和拉料杆将不会产生相对运动,不能使浇注系统流道内的凝料和拉料杆脱离。将拉料杆和动模板固定,在塑料件被推板顶出时,将流道内的凝料推出。在推板上加工出一个椭球状的凹坑,从而有利于浇注系统流道附着的凝料能被顺利推出。

3 优化前放大镜模具浇注系统注射成型工艺参数

注塑机开模时使复位杆和动模板靠紧,在推板

和定模板上将模具分开,动模和动模安装板同时向后运动。由于塑料放大镜紧紧地包在动模型芯上可以脱出定模型腔,浇口将被拉断,塑料放大镜处于动模侧;当注塑机顶出时,在复位杆的带动下顶杆使推板向前运动,进而使浇注流道内的凝料和塑料放大镜从拉料杆和型芯脱离。注射成型设备利用德国 BOY 公司生产的注塑机,需较大的注射速率,且要求模具温度较高,所采用的注射成型工艺参数见表 3。

表 3 塑料放大镜模具浇注系统注射成型的工艺参数表

工艺参数	数据	工艺参数	数据
熔体温度/ $^{\circ}\text{C}$	240	注射速率/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	50
保压压力/MPa	85	注塑压力/MPa	36
保压时间/s	10	冷却时间/s	40
模具温度/ $^{\circ}\text{C}$	75	成型周期/s	95

在塑料放大镜模具浇注系统注射成型阶段,模具运行不够流畅。另外,塑料制品和流道凝料应该可以保证可以顺利脱模,从而能够使塑料放大镜质量得到提高,达到设计标准。为了能够确保浇注系统成型工艺顺利进行,使塑料熔料能够在最短的时间内充满型腔,注射成型腔体内的压力必须保证均匀分布,从而能够使塑料熔料可以均匀填充在流道内。

保压曲线和熔料在流道内的填充过程关系非常密切,因此要想了解熔料在流道内的填充情况,应该确定浇注系统的保压曲线,塑料放大镜浇注系统的保压曲线如图 4 所示。

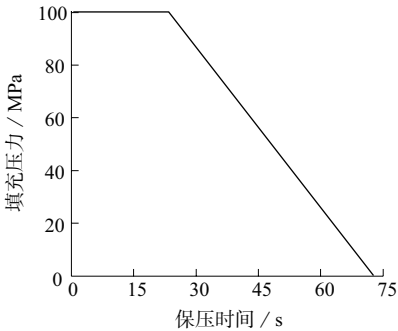


图 4 塑料放大镜模具浇注系统的保压曲线

根据保压曲线,利用 MATLAB 软件编制塑料放大镜浇注系统的有限元仿真程序,将塑料放大镜划分为 183945 个四面体单元,浇注系统的流道被划分为 548 个四面体单元,进行仿真计算,通过对仿真结果的分析,可以发现优化前放大镜的浇注系统注射成型存在着如下的缺陷。

(1) 充模平衡性较差

从仿真计算结果可以发现塑料放大镜注射成型浇注系统各部分的填充时间不相同,镜面所需要

的熔体填充时间为 8.36 s,而镜柄所需要的填充时间为 9.34 s,所以,塑料放大镜各部分不能保证同时填充完毕,由此可以判断出塑料放大镜制品充模平衡较差。

(2) 最大注塑压力过大

仿真结果为优化前的最大注塑压力为 36 MPa,该注塑压力值超出了注塑机的最大性能,因此需要增加投资以获得性能更高的注塑机,从而提高了塑料放大镜注射成型的成本,因此,必须对其浇注系统的工艺进行优化。

(3) 温度分布不够均匀

当塑料熔体填充完毕后,温度范围大概在 196~220℃,最大的温度差为 19℃,因此可以确定塑料放大镜填充结束后内部的温差不够均匀。

4 优化后塑料放大镜模具浇注系统注射成型工艺参数

针对以上缺陷,对塑料放大镜浇注系统的工艺参数进行优化设计,优化后结果见表 4。

表 4 优化后塑料放大镜注射成型的工艺参数表

工艺参数	数据	工艺参数	数据
熔体温度/℃	260	注射速率/ $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	60
保压压力/MPa	80	注塑压力/MPa	23.4
保压时间/s	8	冷却时间/s	35
模具温度/℃	70	成型周期/s	90

经过浇注系统的优化,注射成型的效果有明显的提高,主要体现在以下几个方面:

(1) 充模平衡性提高

对优化后的浇注系统进行仿真计算,可以发现优化后塑料放大镜浇注系统各部分所需要的熔体填充时间一致,均在 7.64 s 左右,和优化前的 8.36 s 相比,减少了 0.72 s,因此,可以保证塑料放大镜各部分同时被充满,并且使塑料放大镜制品处于良好的平衡状态,另外由于填充时间的减少,注射成型周期也相应减少。

(2) 最大注塑压力降低

经过浇注系统优化后,放大镜注射成型的最大注塑压力为 23.4 MPa,这样最大注塑压力降低了,注塑机的性能可以完全满足目前注射成型需求,从而提高放大镜注射成型的经济效益。

(3) 温度分布比较均匀

经过浇注系统的优化后,经过 MATLAB 软件仿真计算,获得最大的温度差小于 15℃,从而能够

确保塑料放大镜填充结束后内部的温度差比较均匀。

因此,经过对浇注系统的优化,可以提高放大镜注射成型的质量和效率。

5 优化前后注射成型效果对比

经过放大镜浇注系统的优化后,注射成型的性能获得了较好的提高。

主要体现在以下几个方面:

(1) 降低最大剪切力。最大剪切力可以体现熔体在流道中的流动流畅性,根据 MATLAB 仿真结果可知,浇注系统优化前后的最大剪切力分别为 0.45 MPa 和 0.25 MPa,剪切力降低了很多,表明熔体流动所需要的压力降低了,从而确保熔体能够更加容易地充满浇注系统的整个腔体。

(2) 降低最大收缩率。最大收缩率可以体现塑料放大镜在冷却阶段能否均匀收缩,经仿真分析可以得出最大体积的收缩率在浇注系统的优化前后分别为 19.8% 和 10.2%,表明经过优化后,塑料放大镜制品在冷却阶段可均匀收缩,有效地提高了塑料放大镜注射成型的质量。

(3) 降低整体翘曲变形量。仿真结果表明,优化前后整体翘曲变形量分别为 5.434 mm 和 3.245 mm,总体翘曲变形量得到了降低,使塑料放大镜制品的各个区域收缩比较均匀,从而能够提高成型放大镜的尺寸精度。

综上所述,经过对浇注系统工艺参数的优化,塑料放大镜成型质量得到较大的提高。

6 结论

综合塑料放大镜制品的使用需求和塑料成型特点,利用 MATLAB 软件对浇注系统进行优化设计。通过对工艺参数的进一步优化,从而使塑料熔体能够具有较好的平衡性,最终提高塑料制品的性能。

参考文献

- [1] 丛穆,江梅.CAE 技术在汽车塑料件生产中的应用[J].汽车工艺与材料,2002(8/9):83-87.
- [2] 张维合.注塑模具设计实用教程[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [3] 曹阳根,傅意蓉.IC 封装模流道平衡 CAE 应用[J].模具工业,2004(5):34-37.
- [4] 陆如辉,菅炳涛,孙福良,等.镁合金齿轮箱压铸模设计与压铸工艺[J].特种铸造及有色合金,2005,25(9):544-545.

OPTIMAL DESIGN FOR GATING SYSTEM OF PLASTICS MOLD BASED ON MATLAB

Jiang Feizhou, Han Jiahao

(Lianyungang Vocational Technical School Electrical and Mechanical Engineering College, Lianyungang 222006, China)

ABSTRACT MATLAB software was used to design the gating system of magnifying glass plastic optimally. Process parameters of plastic mold gating system and the mold structure were optimized, thereby the passing rate of plastic magnifying glass was increased.

KEYWORDS MATLAB, plastic mold, gating system, optimal design

帝人推 CFRP 大规模生产技术及中间材料

日本帝人公司宣布,该公司已拥有了一项用于碳纤维增强塑料(CFRP)的大规模生产技术,使得一次生产循环所用的时间不到1 min。帝人公司的新技术包括使用压机成型工艺,以及采用热塑性树脂替代传统的热固性树脂制成的中间预浸料。该公司还开发了一种焊接技术,既可以将热塑性碳纤维复合材料部件连接起来,也可以将热塑性碳纤维复合材料与金属连接起来,从而有助于在生产过程中减少对金属的使用。帝人公司称,该公司计划开发大批量生产的汽车用碳纤维复合材料部件,以及许多其它需要一定结构强度水平的部件。

目前,帝人公司已经开发出了3种由热塑性树脂浸渍碳纤维的中间材料,它们适合于在大规模生产的车辆中使用。这些材料可以根据所需的强度和部件的成本,进行选择性的使用,并且它们可以由各种热塑性树脂生产而出,包括聚丙烯和聚酰胺。这3种中间材料包括:①单向中间材料,在某一个方向有超高的强度;②各向同性的中间材料,在形状灵活性和多方向强度之间达到了平衡;③长纤维增强热塑性塑料颗粒:一种用碳纤维制成的高强度颗粒,用于复杂零部件的注射成型。

帝人公司已开发出了一种电动(EV)概念车,其特点是,车厢框架全部用热塑性碳纤维复合材料制成,质量只有47 kg,大约是传统汽车车厢框架质量的1/5。这辆4座电动车的速度高达60 km/h,行驶范围为100 km。

该公司将以此概念向汽车制造商和零部件供应商介绍其碳纤维复合材料技术,以促进汽车轻量化的实现。(复材在线)

SABIC 携手 AmeriLux International 开发新型

Lexapanel* 板材直立边接缝解决方案

近日,沙特基础工业公司(SABIC)的业务部门——沙伯基础创新塑料推出 Lexapanel* 聚碳酸酯(PC)板材直立边接缝技术,此技术正在申请专利。该技术将为建筑师和施工人员提供非凡的灵活性,以建造环保且美观的半透明屋顶和其它采光应用。Lexapanel 板材是公司、SABIC Lexan* Thermoclear* 和 Thermoclick* 板材产品在北美的授权经销商——AmeriLux International 有限公司共同研发的产品。这一新技术为北美和欧洲客户提供了更多不同宽度、厚度、涂层、颜色、结构和连接类型的采光应用选择。此外, Lexapanel 板材沿袭了 SABIC 著名的 Lexan PC 多层板材所

具有的强度、耐候性、透明度和隔热性。这一高性能的连接解决方案印证了公司积极致力于开发那些促进节能的可持续性解决方案,并提供客户至上的采光解决方案,以改善人们的工作和生活环境。

Lexapanel 板材直立边接缝系统可以通过选择连接件来连接各种长宽尺寸的 Lexan 多层板材面板,包括 U 型、企口连接及定制形式。客户可以指定 Lexan 板材的结构、厚度和颜色,以及所需的涂层,包括独特的增强抗紫外线(UV)性能的涂层。SABIC 供应 Lexan 多层板材产品和型材, AmeriLux 则负责产品转化、组装和分销。

除了屋顶外, Lexapanel 板材直立边接缝系统还可用于众多其它类型的采光应用,例如走道、顶棚、天窗和遮蔽物。

半透明的 Lexan 多层 PC 采光产品为客户和终端用户提供诸多优势。环境方面,该解决方案具有出众的隔热性,可以减少用于供暖和降温的能源消耗,同时允许自然光进入以减少对人工照明的需求。它质量很轻,有助于减少运输过程中的燃料使用和尾气排放。这种材料耐用、抗冲击且坚固,能够确保安全性,并且符合 CC1 (ASTM D635) 和 A 级 (ASTM E-84) 发烟和燃烧评级。Lexan 板材的两面均涂有专门的紫外线(UV)涂层,具备出色的户外耐候性。SABIC 进行了 4000 h 的加速老化试验 (DIN53387 / ASTM G26), 结果证明 Lexan 板材即使暴露在户外中等气候条件下 15 年后仍然可以保持色泽、透光度和抗冲击性。Lexan 板材提供各种颜色和特种涂层的产品规格供选择。所有连接系统都经过机械性质、耐候性和水/空气渗透测试。

Lexapanel 板材系统还通过采用卡扣连接并取消了铝制连接件,简化了安装过程,减少了施工时间,降低了系统成本,而且增加了从屋顶照射进来的总光线量。(爱德曼)

非洲 BOPP 薄膜市场商机巨大

国际质量与生产力中心(IQPC)塑料和包装大会约翰内斯堡会议轮值主席帕特里克·慕贝特近日表示,非洲双向拉伸聚丙烯(BOPP)薄膜市场存在巨大的商业机会,但需要克服诸多挑战。

目前非洲 BOPP 薄膜的生产能力为 7 万 t/a,而需求量达 18 万 t/a。据预测,非洲人口 2050 年将达到 25 亿,而目前人口数量为 12 亿,其间非洲大陆的人口年增长率将高达 26%。这样越来越多的人口正在从农村迁移至城市,将促进食品包装需求增长。另外,南非的中产阶级正快速成长,从而要求不断提高食品包装质量。(中化报)