

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.09.011

基于 SIM 的多型腔注塑模具流动平衡优化

杨方洲¹, 杨晓东²

(1. 重庆文理学院材料学院, 重庆 402168; 2. 上海弗列加滤清器有限公司, 上海 201208)

摘要: 针对多型腔模具常规注射成型时流动不平衡问题, 提出采用顺序注射成型 (SIM) 技术对其进行改善。以充填结束时间差、体积收缩率、缩痕指数等为评价指标, 利用 Moldflow 软件对基于 SIM 的多型腔模具流动平衡优化过程进行分析, 并确定合理的 SIM 方案和阀浇口时间参数。结果表明, 采用延时充填的 SIM 优化方案可显著提高多型腔模具的流动平衡性, 流动不平衡率由优化前的 44.1% 降低为 1.6%, 同时其它成型质量指标也都有所改善, 表明所提出的 SIM 方法有效可行。同时基于 Moldflow 软件确定了合理的阀浇口延时时间为 1.4 s。

关键词: 顺序注射成型; Moldflow; 多型腔模具; 工艺优化

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)09-0044-04

Optimization of Balanced Flow for Multi-Cavity Injection Mold Based on SIM

Yang Fangzhou¹, Yang Xiaodong²

(1. School of Materials Science and Engineering, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402168, China; 2. Shanghai Fleetguard Filter Co. Ltd., Shanghai 201208, China)

Abstract: Aiming at the unbalanced flow between cavities in multi-cavity mold during conventional injection molding, sequential injection molding (SIM) technology was proposed to solve the problem. Taking the difference of end filling time, volumetric shrinkage, sink index and so on as evaluation criteria, the optimization of balanced flow based on the SIM technology was simulated by adopting Moldflow software, the reasonable sequential injecting schemes and valve gates parameters were also analyzed and optimized. The analysis results showed that sequential injecting scheme with the valve gates delay opening could effectively improve the balanced flow for multi-cavity mold, the ratio of unbalanced flow was decreased from 44.1% to 1.6% after optimization and the rest of the quality index were also improved at different degrees, which indicated that the method proposed in this study was reasonable and effective. At the same time, the reasonable valve gate delay opening time which equals to 1.4 s was determined based on Moldflow software.

Keywords: sequential injection molding; Moldflow; multi-cavity injection mold; process optimization

在注射成型过程中, 为了降低生产成本和提高生产效率, 常采用多型腔模具结构, 一次成型多个形状大小相同或各异的注塑制品。流动不平衡是多型腔模具注射成型过程中常见问题之一, 其对注塑制品成型质量具有重要影响。采用多型腔模具注射成型时, 过早充满的型腔在补缩过程中会因保压压力过大或保压时间过长而产生飞边缺陷; 充填过慢的型腔则因塑料熔体温度降低而需要提高注塑压力, 除容易产生应力之外, 还会导致短射、型腔充满不满等缺陷。因此, 为了保证各型腔注塑制品的品质, 需对多型腔模具存在的流动不平衡问题进行改善。

针对多型腔注塑模具流动不平衡问题, 常采用流道平衡措施改善^[1-3], 即通过对浇注系统的流道和浇口进行优化设计来平衡熔体充满型腔。但塑料熔

体在充填过程中的剪切作用会使多型腔模具的“自然均衡”流道产生明显的不均衡现象^[4]; 同时成型工艺如温度、速度等也会对流道优化后的流动平衡状态产生影响^[5]; 且在实际生产过程中, 当流动平衡状态受到影响或产生较大波动后只能通过对模具试错性的修正来改善。由流动不平衡对成型质量影响机理的分析可知, 使各型腔同时充满并不是该问题唯一的解决途径, 也可通过采取特殊措施使各型腔顺序充填或保压来改善由于流动不平衡引起的成型缺陷。

顺序注射成型 (SIM) 工艺是一种在常规注射成型热流道浇注系统中引入气压或液压驱动的时

联系人: 杨方洲, 讲师, 主要从事材料成型 CAD/CAE 研究

收稿日期: 2012-06-28

序阀浇口,通过设置针阀浇口参数对各路熔体充填时间、压力或顺序进行控制的技术。该技术可扩大对熔体充填型腔过程的主动干预,能够解决常规注射成型难以克服的成型缺陷,如实现对熔接痕的位置控制或消除^[6-8]。基于此,笔者提出采用 SIM 工艺对多型腔模具流动不平衡问题进行改善。利用 Moldflow 软件对多型腔模具 SIM 过程进行仿真分析,并确定合理的 SIM 方案和阀浇口时间参数,从而改善多型腔模具的流动平衡性和提高注塑制品的成型质量。

1 优化问题的建立

多型腔模具包括成型相同注塑制品的多型腔与不同注塑制品的多型腔 2 种形式。笔者主要研究成型不同注塑制品的多型腔模具,因其在成型过程中的流动不平衡问题更突出。

以丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)饭盒组装制品为研究对象,利用 Moldflow 软件研究了 SIM 工艺改善其熔体流动不平衡的过程。该制品由上盖、下盖两部分组成,上下盖的长度、宽度和厚度尺寸相同,高度之比为 1:4,体积之比为 1:1.5。实际生产中综合考虑注塑制品的产量、装配精度、模具制造成本等因素,拟采用一模两腔的多型腔模具注射成型方案,原始设计方案的模具型腔排布和浇注系统如图 1 所示。

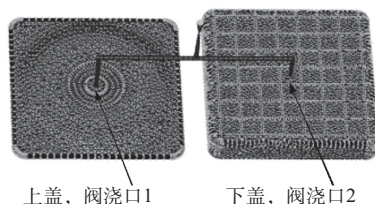


图 1 原始设计方案的模具型腔排布和浇注系统

2 基于 SIM 的流动平衡优化

2.1 流动不平衡性

现有文献的研究中大都采用各型腔充填结束时间差与总充填时间的比值来直接反映流动不平衡率,其值越小表明流动平衡性越好。笔者利用 Moldflow 软件对多型腔模具 SIM 过程进行模拟分析时,还同时兼顾其它成型质量指标如最大注塑压力、最大锁模力、体积收缩率、缩痕指数和翘曲量等,全面分析 SIM 方案对流动平衡性和成型质量的改善效果。

利用 Moldflow 软件对原始模具设计方案进行充填分析,相关参数设置如表 1 所示,分析结果如图 2 所示。由图 2 可知,原始设计方案的多型腔模具

表 1 注射成型工艺参数

参 数	数 值
模具温度 / $^{\circ}\text{C}$	60
熔体温度 / $^{\circ}\text{C}$	270
流动速率 / $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	220
保压压力 / MPa	120
保压时间 / s	2
冷却时间 / s	20

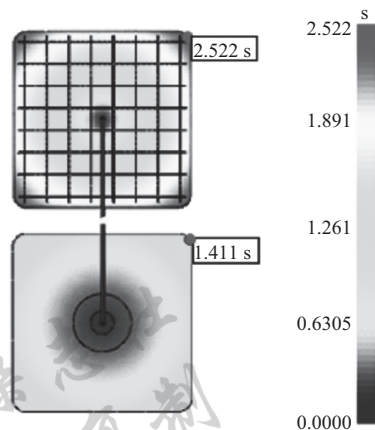


图 2 原始方案充填时间结果

流动不平衡率为 44.1%。

2.2 SIM 优化方案

在 SIM 过程中,阀浇口开闭顺序的不同组合对应着不同的成型方案和成型结果。主要有 3 种不同的成型方案,即延时充填、逐个充填和同时充填,具体描述如下:

(1) 方案 1 (延时充填)。先打开下盖阀浇口 2 充填较大型腔,然后在某一时刻打开上盖阀浇口 1 (即延时 Δt 时刻开启),上、下盖同时充满后进行保压,完毕后一起关闭;

(2) 方案 2 (逐个充填)。先打开上盖阀浇口 1 充填较小型腔至保压阶段,完毕后关闭上盖阀浇口 1,然后打开下盖阀浇口 2 单独充填较大型腔,保压完毕后关闭下盖阀浇口 2;

(3) 方案 3 (同时充填)。同时打开上、下盖阀浇口,较小型腔充填完毕后单独进行保压,然后先行关闭上盖阀浇口 1;等下盖充填完毕后也单独进行保压,然后关闭下盖阀浇口 2。

这 3 种 SIM 方案的阀浇口开闭时间顺序如图 3 所示,图 3 中白色方框表示充填阶段,灰色方框表示保压阶段。由于流动速率恒定,所以 3 种方案的充填时间相同,均为 2.5 s;又由于保压时间设置均为 2 s,所以保压结束时间相同,均为 4.5 s。利用 Moldflow 软件根据表 1 参数设置对充填时间、最大注塑压力、最大锁模力、体积收缩率、缩痕指数和翘

曲量进行分析。由于方案2中2个制品逐个充填、方案3中2个制品各自充填结束后独立进行保压,因此对这3种SIM方案的结果进行对比分析时均不用充填结束时间差与总充填时间的比值即流动不平衡率来表征,而采用其它成型质量指标进行表征。

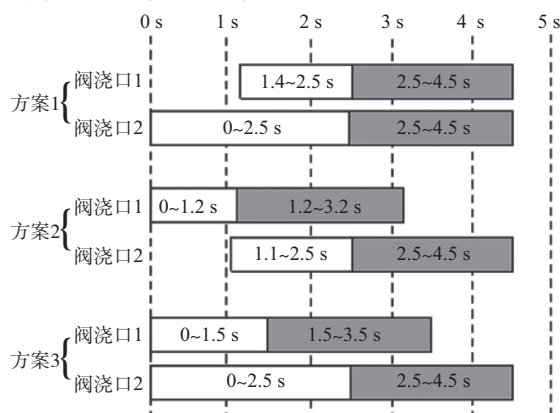


图3 SIM方案的阀浇口开闭时间顺序

2.3 优化结果与分析

3种SIM方案的分析结果汇总如表2所示。由表2可知,采取方案1延时充填方式对多型腔模具的流动平衡性及成型质量最为有利,即先打开下盖阀浇口2充填较大型腔,然后在某一时刻打开上盖阀浇口1(即上盖阀浇口延时开启),上、下盖同时充满后进行保压,完毕后一起关闭阀浇口。

表2 3种SIM方案分析结果

方案	充填时间/s	最大注塑压力/MPa	最大锁模力/kN	体积收缩率/%	缩痕指数/%	翘曲量/mm
1	2.49	153.5	12 500	18.61	0.59	3.61
2	2.53	166.9	15 810	18.73	5.32	4.58
3	2.52	167.6	16 450	18.68	5.34	4.65

采用方案1延时充填时,为使各型腔同时充满或使各型腔充填结束时间差最小化以降低流动不平衡和提高成型质量,还需要对阀浇口延时开启时间参数进行合理设定。因此对阀浇口1分别延时1.0 s、1.4 s和1.6 s开启时的SIM过程进行分析,如表3所示。由表3可知,阀浇口1合理的延时开启时间为1.4 s。

表3 阀浇口延时开启模拟结果

延时时间/s	充填时间/s	充填结束时间差/s	最大注塑压力/MPa	缩痕指数/%	翘曲量/mm
1.0	2.57	0.28	180.0	5.33	4.65
1.4	2.49	0.04	153.5	0.59	3.61
1.6	2.51	0.91	163.3	5.18	3.58

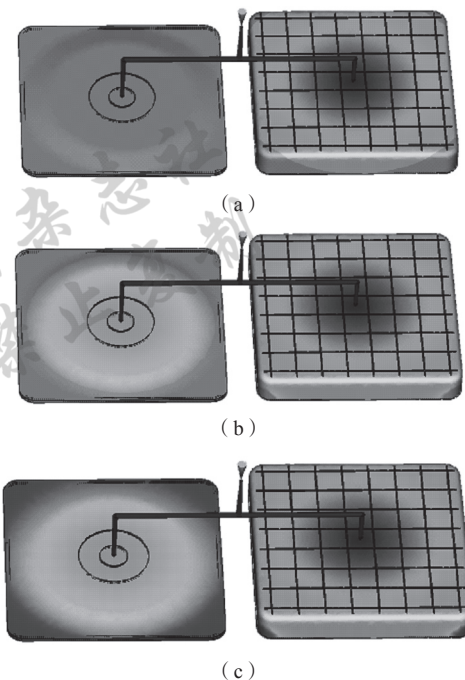
多型腔模具SIM流动平衡优化前后结果对比如表4所示。由表4可知,优化后流动不平衡率由44.1%降低为1.6%,改善效果明显。同时其它成型质量指标也都有所改善,表明笔者提出的方法有效

可行。

表4 多型腔模具SIM流动平衡优化前后结果对比

项目	充填时间/s	流动不平衡率/%	最大注塑压力/MPa	缩痕指数/%	翘曲量/mm
优化前	2.522	44.1	167.6	5.34	4.65
优化后	2.49	1.6	153.5	0.59	3.61

图4示出方案1的SIM流动平衡优化过程,分别为成型1.3 s、2.0 s和2.5 s时刻型腔充填状态。由于上、下盖制品体积上的差异,故先打开阀浇口2使体积较大的下盖先行充填,延时约1.4 s后打开阀浇口1充填上盖,直至两个型腔同时充满或在较小时间差内充满型腔。



成型时间: a—1.3 s; b—2.0 s; c—2.5 s

图4 SIM方案1在不同时刻的成型状态

3 结论

针对多型腔模具常规注射成型时流动不平衡的问题,采用SIM技术对其进行改善,并利用Moldflow软件对优化过程进行模拟分析,得出延时充填的SIM优化方案对改善多型腔模具流动不平衡和提高成型质量最为有利。流动不平衡率由优化前的44.1%降低为1.6%,同时其它成型质量指标也有所改善,表明笔者提出的方法有效可行。另外,通过运用Moldflow软件对不同阀浇口延时开启时间设置的充填过程进行模拟分析,确定了合理的阀浇口延时时间为1.4 s。

参考文献

- [1] 陶永亮, 闫焱. 基于称重法对多腔进料平衡的调整[J]. 工程塑料应用, 2012, 40(3): 62-65.

- [2] 洪剑城. 基于 Moldflow 软件的型腔各异模具流动平衡优化[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(1): 35-38.
- [3] 骆志高, 杨虎振, 周士冲. 基于 CAE 技术的注塑模组合型腔流动平衡优化设计[J]. 塑料工业, 2006, 34(11): 30-32.
- [4] Beaumont J P, Sherman R, Nagel R F. Successful injection molding: Process, design, and simulation [M]. Munich: Hanser Gardner Publications, 2002: 118.
- [5] 欧阳波仪. 多型腔注射模流动平衡的实验分析[J]. 塑料工业, 2008, 36(S1): 116-118.
- [6] Aisa J, Castany J. Dimensional study of thermoplastic parts made using sequential injection molding [J]. Polymer Engineering and Science, 2009, 49(9): 1832-1838.
- [7] 王梦寒, 林莅莅, 周杰. 顺序控制技术在复杂塑料制品注射成型中的应用[J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24(8): 32-35.
- [8] Spina R. Injection moulding of automotive components: Comparison between hot runner systems for a case study [J]. Journal of Materials processing Technology, 2004, 155-156: 1497-1504.

英威达与兰扎科技联合开发生物基丁二烯

8月13日,世界领先的尼龙生产商英威达公司与生物技术公司兰扎科技(Lanza Tech)签订一份生物基丁二烯联合开发协议。根据该协议,双方将合作开发一步法及两步法丁二烯生产技术,将工业废气中的一氧化碳转化为丁二烯。预计有关技术将于2016年实现初步商业化应用。

合作初期双方将重点开发一种生产丁二烯的两步法工艺。该工艺基于兰扎科技的一氧化碳生成2,3-丁二醇技术。同时,该项目将开发一种直接通过气体发酵工艺生产丁二烯的一步法生产工艺。

此外,双方还将共同开发该项技术的各种扩展工具,开发成功后将可以使用兰扎科技的气体发酵技术及其专有的生化技术平台,利用含有废气的一氧化碳直接生产各种化工产品(包括尼龙中间体)。

英威达正在建立内部的生物技术团队,以开发用于生产产品和原料的生物技术途径。

在英威达专有的己二腈(ADN)生产技术中,丁二烯是关键的关键化学中间体,而己二腈是制造尼龙66的重要化学中间体。(中聚网)

2020年全球生物塑料产能将达80万t

据报道,德国诺瓦研究院(Nova-Institute)日前表示,2020年全球生物塑料生产能力将达到80万t,届时至少有7处生产设施的年产能有望达到5万t。

这些数据来自一份最新的生物塑料调查报告——《世界生物基聚合物和塑料市场研究》,该报告基于对全球所有主要生物塑料生产商的调查结果编写,将于2013年1月出版。

诺瓦研究院透露,对聚乳酸(PLA)生产的初级阶段——乳酸生产厂商的研究表明,为了满足用户的具体要求,其每年的生产能力甚至可以上升到约95万t。

该机构常务董事迈克尔·卡鲁斯称,他们第一次拥有了有关全球PLA市场产能强劲增长的数据,这就大大超过了以往的研究——它们均未覆盖全部的生产厂商。预测全球生物塑料年产能2020年将达80万~95万t,这就表明PLA无疑是今后值得期待的一种聚合物。目前,全球最大的生物塑料生产商是NatureWorks公司,其年生产能力达14万t。

(工程塑料网)

长春联塑实业生产基地开业

日前,长春联塑实业有限公司长春生产基地开业庆典在经开区生物产业园区举行。

长春联塑实业有限公司是中国联塑集团控股有限公司控股子公司,位于吉林省长春市经开区的玉米工业园内,是国内最大的塑料管道及塑料挤出生产设备制造企业之一。该公司能为市场提供品种最齐全的塑料管道及管件,包括超过70个系列及7000多种产品。

据了解,此次投产的联塑长春生产基地总投资43066万元,占地面积202040m²。项目共分两期,一期土建已完工。二期办公楼内部装修已完成、围墙修建完毕、完成基础施工,2011年4月1日开工,年底前投产。达产后年产值可达14亿元人民币,利税1.5亿元。

多年来,经开区一直高度重视建材家居产业的发展,并形成了完善的建材家居产品销售网络,在吉林省内具有广泛的影响力。今后,经开区将继续本着为企业服务的宗旨,及时、周到地为企业生产发展创造最佳环境。(工程塑料网)

美篮球衣:再生聚酯纤维队服相当于22个塑料瓶

二十多年来,耐克一直履行着为运动员提供最先进的科技产品的承诺。耐克Better World计划的核心就是研发不仅能帮助运动员取得优异成绩的产品,同时更竭力降低对环境的伤害。他们创新的理念从一开始便融入设计和生产过程中,强调使用环保物料,尽力减少废物生产和有毒物质排放。

耐克已经开创了可持续性运动产品的先河。耐克的理念来源是循环再利用,将旧鞋或旧衣物压碎,再把它们转化成全新产品。而基于对可持续性应用方法的不断探索,耐克实现了两项突破性的创新:包括NIKE Flyknit系列和在高性能衣物生产中更广泛使用再生聚酯纤维。

耐克运用经回收的PET塑料瓶,设计出性能优越的运动服。回收的废弃塑料瓶被再次利用,熔掉后并制成特殊纱线,继而制造耐克的高性能运动服。此举不仅降低了原料损耗,与生产原生聚酯纤维的过程相比,更能减少约30%的能源损耗。

今年耐克继续广泛沿用再生科技。Nike Hyper Elite篮球短裤的材料便是来自100%再生聚酯纤维,而使用于球衣的再生聚酯纤维也高达96%,平均每套队服使用了相当于22个回收塑料瓶。(东方网)