

灌水器注塑模浇注系统计算机辅助设计*

王建和 史玉升 魏青松 董文楚 黄树槐

【摘要】 根据灌水器注塑模非平衡浇注系统的特点,给出了非平衡浇注系统的流动平衡数学模型,通过基于Pro/toolkit的二次开发,在Pro/E软件平台上实现了非平衡浇注系统的流动平衡计算及其自动生成,避免了反复的试模与修改,提高了设计效率,降低了生产成本。

关键词: 灌水器 注塑模 浇注系统 计算机辅助设计

中图分类号: S275.6; TQ320.66⁺2

文献标识码: A

Computer Aided Design of Runner System for Emitter Injection Mold

Wang Jianhe¹ Shi Yusheng¹ Wei Qingsong¹ Dong Wenchu² Huang Shuhuai¹

(1. Huazhong University of Science and Technology 2. Wuhan University)

Abstract

According to the characteristic of a non-balance runner system of emitter injection mold, a mathematical model for flow balance of a non-balance runner system is given. Based on the secondary development of Pro/toolkit, the calculation and automatic molding balance flow of the non-balance runner system was carried out on Pro/E software platform, which avoided repeatedly try and mold modification. Therefore, the design efficiency is promoted, and the production cost is reduced.

Key words Emitter, Injection mold, Runner system, Computer aided design

引言

在批量生产条件下,灌水器模具常采用一模多腔的形式。对于多型腔模具设计,为保证各腔制品的重量、性能等指标均匀一致,必须对浇注系统进行平衡分析,以使浇注系统流动平衡,即各型腔在相同压力下同时充满^[1~4]。

一般研究流动平衡时主要分两个阶段设计浇注系统,第一阶段调节各流道尺寸使熔体同时到达浇口处;第二阶段调节浇口尺寸分配流量使熔体同时充满型腔。但是,由于熔体流动过程的非等温性以及流道阻力不同,使得设计结果与实际结果存在一定

的误差^[5]。

本文在Pro/E软件平台上开发浇注系统设计专用模块,设计者输入初始相关参数,由系统自动计算出浇注系统其他参数,并将所设计的浇注系统自动生成出来。

1 多型腔浇注系统的平衡算法

1.1 流道尺寸计算

对于多型腔注塑模非平衡式浇注系统的设计,考虑到实际情况的复杂性,作以下基本假设:流经流道的熔体为等温稳定流;流道为充分发展流动,即静压力沿向有压降,且压力梯度为常数;熔体流动符合

收稿日期:2005-11-09

* 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(项目编号:2002AA6Z3083)、浙江大学流体传动及控制国家重点实验室开放基金(项目编号:GZKF-2002003)和武汉大学水资源与水电工程国家重点实验室开放基金资助项目(项目编号:2004B014)

王建和 华中科技大学材料科学与工程学院 硕士生,430074 武汉市

史玉升 华中科技大学材料科学与工程学院 教授 博士生导师

魏青松 华中科技大学材料科学与工程学院 博士生

董文楚 武汉大学水利水电学院 教授,430072 武汉市

黄树槐 华中科技大学材料科学与工程学院 教授 博士生导师

幂律模型；忽略流道转弯处因局部阻力引起的压力损失；熔体为不可压缩熔体。如图 1 所示。

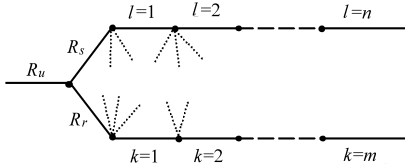


图 1 任意两条流动分支示意图

Fig. 1 Two random sub-runners

为了使流道中每个分流道都保持恒定的体积流量，即各分流道的体积流量彼此互不影响，有

$$R_u^3 = \sum_{i=1}^d R_i^3 \quad (1)$$

式中 R_u ——上游流道半径
 R_i ——下游流道半径
 d ——下游分支的总数

具有公共上游半径 R_u 的两个任意分支分流道半径 R_r 和 R_s ，又分别为下游分支的上游半径。熔体能同时到达这两条路径末端，则有

$$\frac{\pi R_r^2 L_r}{Q_r} + \sum_{k=1}^m \frac{\pi R_k^2 L_k}{Q_k} = \frac{\pi R_s^2 L_s}{Q_s} + \sum_{l=1}^n \frac{\pi R_l^2 L_l}{Q_l} \quad (2)$$

式中 m, n ——两支流的流道数
 Q_r, Q_s ——上游流道的流量
 L_r, L_s ——上游流道的长度
 R_r, R_s ——上游流道半径
 Q_k, Q_l ——两条支路上每条流道的流量
 L_k, L_l ——两条支路上每条流道的长度
 R_k, R_l ——两条支路上每条流道的半径
 根据熔体在分流道中剪切速率相同，有

$$\frac{Q_r}{Q_s} = \frac{R_r^3}{R_s^3} \quad (3)$$

同理，在熔体流动前沿更新时，各分支流道内的剪切速率仍应相等。若令 u, d 分别表示上游和下游分流道，则有

$$\frac{Q_u}{Q_d} = \frac{R_u^3}{R_d^3} = \frac{\sum_{i=1}^d R_i^3}{R_d^3} = 1 + \sum_{i=1}^{d-1} r_i \quad (4)$$

其中 $r_i = \frac{R_i^3}{R_d^3}$

将式(2)~(4)联立，并做适当处理后，则可得

$$\frac{R_r}{R_s} = \frac{L_r + \sum_{k=1}^m \left[\prod_{j=1}^k \left(1 + \sum_{i=1}^{d_j-1} r_{ij} \right)^{\frac{1}{3}} \right] L_k}{L_s + \sum_{l=1}^n \left[\prod_{j=1}^l \left(1 + \sum_{i=1}^{d_j-1} r_{ij} \right)^{\frac{1}{3}} \right] L_l} \quad (5)$$

其中 $r_{ij} = \frac{R_i^3}{R_d^3} \quad (i=1, 2, \dots, d_j-1)$

式中 L ——分流道的长度
 d_j ——分流道 j 具有的分支数

R_u ——上游分流道半径

R_i ——下游分流道半径

式(5)表示同级分流道半径之比，式(1)表示上下级分流道半径之间的关系。若已知某分流道的半径和各分流道长度，则可由式(1)和式(5)解出其它各分流道的半径。

1.2 浇口尺寸计算

浇口能够改变型腔的体积流量，保证各型腔同时被充满，此时各型腔的体积流量 Q_i 与其对应的体积比值相等，即

$$\frac{Q_i}{V_i} = \frac{Q_j}{V_j} \quad (6)$$

式中 V_i, V_j ——型腔的体积

另一方面，熔体流经路径到达各型腔的压力降应相等，即

$$\Delta p_r + \Delta p_{t,r} = \Delta p_s + \Delta p_{t,s} \quad (7)$$

式中 Δp_r ——熔体沿路径 r 的压力降
 Δp_s ——熔体沿路径 s 的压力降
 $\Delta p_{t,r}$ ——熔体在浇口 r 处的压力降
 $\Delta p_{t,s}$ ——熔体在浇口 s 处的压力降

当已知所有浇口长度和某一浇口的半径后，可计算出所有浇口的半径。式(7)与材料性质有关，故材料改变时，需修正浇口尺寸。

2 浇注系统 CAD

利用 Pro/E 软件的 Pro/toolkit 开发工具包在 VC++6.0 平台上开发了基于 Pro/E 软件平台的浇注系统设计模块，与随形冷却系统设计模块以及 Pro/E 自带的模具型腔设计模块和 EMX 模具专家系统一起，组成一个功能完善的灌水器模具计算机辅助设计系统。

在进行浇注系统设计时，只需选定浇注系统形式，输入浇口半径和长度 R_G, L_G ，最底端分流道半径 R_d 和各分流道长度 L_1, L_2 等相关参数(图 2)，此处有 $L_3 = 2L_1, L_4 = L_2$ ，通过系统对式(1)、(5)进行求

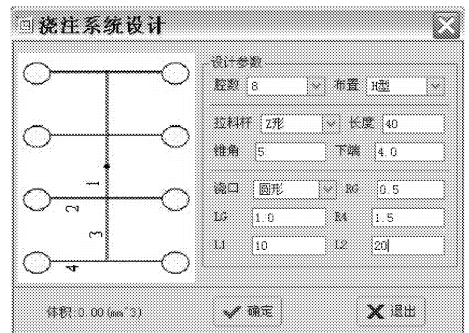


图 2 流道相关参数输入界面

Fig. 2 Parameter input dialog box

解,就可计算出其它各段分流道半径 R_1 、 R_2 、 R_3 ,最后利用 Pro/E 软件参数化设计的强大功能,由系统自动生成完整的浇注系统(图 3)。

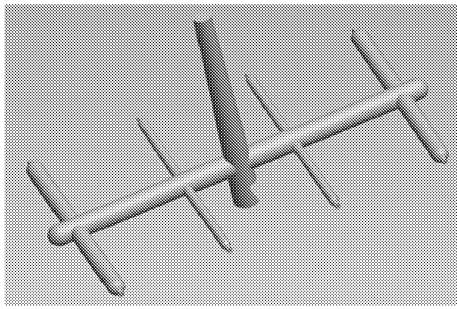


图 3 自动生成的浇注系统

Fig. 3 Runner system auto-generated by software

3 应用及分析

以涡流滴箭注塑模浇注系统设计为例,采用一模八腔非平衡布置,如图 3 所示,各流道段尺寸计算结果见表 1。

表 1 各段流道尺寸

Tab. 1 Dimensions of the runners

参数	流道段号				浇口
	1	2	3	4	
直径 d /mm	4.0	1.7	3.8	3.0	1.0
长度 L /mm	10	20	20	20	1.0

在 MoldFlow 注塑模流动分析软件平台上进行注塑过程模拟时,设定注塑材料为 PP,模具温度为 40℃,注塑温度为 230℃,其余参数选用系统默认

值,采用圆形分流道、圆形浇口(各浇口设计参数相同)。由其流动前沿(图 4)可以看出,塑料充模时间约为 0.78 s,且所有型腔几乎同时充满,能够保证产品性能均匀一致。

在实际生产中,各个型腔基本同时充满,克服了以往型腔浇不足或过压等现象,产品成型质量高,性能均匀一致。与采用平衡布置的浇注系统相比,非平衡布置不仅简化了流道的复杂程度,且废料一般可以减少 20%;另外,采用非平衡布置流程短,压力损失小,充分利用了注塑机的注塑压力,提高了产品致密度,从而能够获得高质量、高精度的灌水器产品。

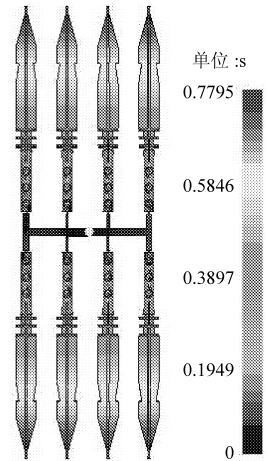


图 4 模拟流动前沿

Fig. 4 Flow front

4 结束语

浇注系统设计模块能够实现常用浇注系统的流动平衡及其自动生成。它充分利用了 Pro/E 参数化设计的强大功能,同时又考虑了注塑模产品设计时的工艺需求,大大减少了设计—注塑模拟—修改的反复次数,有效避免了频繁的试模,提高了设计效率,缩短了模具设计周期,减少了废料的产生,降低了生产成本。

参 考 文 献

- 1 鲁俊,史玉升,魏青松,等. 滴灌灌水器精密注塑模具设计与开发[J]. 中国农村水利水电,2005(7):1~6.
- 2 史玉升,魏青松,鲁俊,等. 农业节水产品(灌水器)低成本快速开发方法研究[J]. 节水灌溉,2004(5):31~32.
- 3 李云开,杨培岭,任树梅. 滴灌灌水器流道设计理论研究若干问题的综述[J]. 农业机械学报,2006,37(2):145~149.
- 4 魏青松,史玉升,芦刚,等. 精密滴灌灌水器快速响应开发的方法[J]. 农业机械学报,2007,38(2):93~97.
- 5 唐志玉,李德群,徐佩弦. 塑料模具设计师指南[M]. 北京:国防工业出版社,1999.