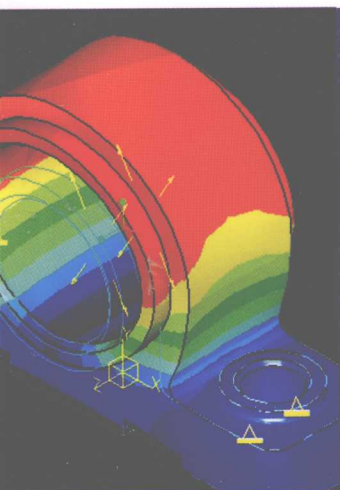


模 具 实 用 技 术 丛 书

<http://www.phei.com.cn>

陈智勇 主编



Moldflow 6.1

注塑成型从入门到精通



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



含DVD光盘

模具实用技术丛书

Moldflow 6.1 注塑成型 从入门到精通

陈智勇 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是关于 Moldflow 6.1 模流分析的专业书籍, 全书内容包括注塑工艺的成型原理、注塑成型过程、塑胶材料数据库、塑胶材料的选择与材料属性、模流分析流程、模流分析要领、软件功能介绍、划分和修复网格、创建各种流道和水路、快速建模、最佳进浇位置分析、流道平衡分析、成型窗口分析、模流分析案例解释、改善制品翘曲变形及熔接痕分析、双色成型模流分析、Insert molding (包铁件) 成型案例分析、光学双折射案例分析等。

书中案例皆取自实际操作, 并辅以 DVD 光盘, 重点突出 Moldflow 在注塑工业中的应用价值。本书适合于模具专业和工业设计专业的广大高职高专院校以及相关专业的师生学习使用, 也可对模流分析工程师及相同领域的技术人员提供参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Moldflow 6.1 注塑成型从入门到精通 / 陈智勇主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.9
ISBN 978-7-121-09476-7

I. M… II. 陈… III. 注塑—塑料模具—计算机辅助设计—应用软件, Moldflow 6.1 IV. TQ320.66-39
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 157262 号

责任编辑: 李 洁 特约编辑: 吴晓涛
印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂
装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司
出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 17.75 字数: 446 千字
印 次: 2009 年 9 月第 1 次印刷
印 数: 4 000 册 定价: 45.00 元 (含 DVD 光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

Moldflow 是全球领先的塑料注塑成型生产解决方案计算机设计软件公司和咨询公司。该公司宣布,推出新的设计软件: Moldflow Plastics Insight (MPI) 6.1, 这是目前世界上功能最强大也是应用范围最广的计算机辅助工程分析软件。MPI 6.1 采用了最新的技术并且在原有的设计软件基础上添加了很多关键性功能,可以帮助使用者调查和解决潜在的设计难题。同时,比 CAE 软件具有更好的操作界面,能减少设计的时间,提高工作效率。

为什么写本书

现在仅有的一些书籍或 Moldflow 学习教材,不论是基础篇还是实例篇,读之总使人难有畅快淋漓的感觉,觉得仍然满足不了模流分析者的需求:基础篇偏重于软件操作的讲解,多倾向于介绍一些一目了然的东西,稍会 CAD 软件的人看之即可操作;到实例篇的时候,内容又似蜻蜓点水,相对于基础篇拔高不多。鉴于此我们团队决定编写这本书,希望能够对想学习模流分析的人或模流分析工作者有所帮助。

相对于同类书集,本书全面而深入地讲解 Moldflow 6.1 的分析功能及在实践中的应用。书中案例皆取自实际注塑成型,强力突出 Moldflow 在注塑工业中的应用价值。本书既可以引导初学者建立正确的学习塑料注塑成型技术的方向,同时又可以给模流分析工程师及相同领域技术人员提供很有价值的参考。

本书主要内容

本书对塑料成型计算机辅助工程分析软件 Moldflow 6.1 的操作及实际应用进行了详细的介绍。从 Moldflow 6.1 的基础入门学习到高阶案例分析与改善,全书共分为五大篇,分别为:

1. **注塑理论篇** 为了便于读者深入学习 Moldflow 6.1,系统地讲述注塑工艺的成型原理和成型过程,为读者指明学习方向。

2. **软件功能篇** 本篇主要讲述完整的模流分析流程,使读者可以在短时间内掌握模流分析的要领。

3. **初级实例篇** 为读者在 Moldflow 中快速建模打下坚实的基础。快速、准确地建模不仅减少分析前的准备时间,还可以迅速实现方案的改动与改善,缩短模流分析周期,提高作业效率。

4. **进阶案例篇** 本篇主要讲述创建适用不同制品造型的水路排布、完整序列分析前的冷却与填充优化分析,包括对模具设计具有重要意义的最佳进浇位置分析、流道平衡分析和成型窗口分析。

5. **高阶案例篇** 本篇首先通过多个案例讲述 Moldflow 分析模块在传统注塑成型中的应用,向读者全面展示模流分析技术对高精密注塑模具制造的指导价值,表现在成功预测多种塑胶制品成型上潜在的问题,可以使模具工程人员快速发现问题并及时给予解决,从源头上提高塑胶制品的品质及精度。并通过 Insert molding 和双折射成型讲述 3D 网格在模流分析中的应用,为读者在工作中遇到的大型、复杂、厚壁制品的模拟注塑分析开启新的篇章。

本书另有配套 DVD 光盘,其中收录了编写组精心录制的高清有声视频,以及书中部分案例的源文件 3D 档,便于读者更好地理解书中内容,边学边练。

目 录

第一篇 注塑理论篇	(1)	3.5 在 Moldflow 6.1 中输入 CAD 模型	(21)
第 1 章 注塑基础知识	(2)	3.6 划分网格	(24)
1.1 注塑原理	(2)	3.7 检查并修补网格	(25)
1.2 塑料的塑化	(2)	3.8 选择成型材料	(26)
1.2.1 螺杆式塑化过程	(2)	3.9 确定最佳进浇位置	(26)
1.2.2 柱塞式塑化过程	(3)	3.10 创建浇注系统	(27)
1.3 注塑过程	(3)	3.11 创建冷却系统	(28)
1.3.1 熔体在喷嘴区中的流动	(3)	3.12 成型窗口分析	(28)
1.3.2 熔体在模腔中的流动	(4)	3.13 选择分析类型	(29)
1.3.3 开模顶出制品	(4)	3.14 设置成型工艺参数	(30)
1.4 模流分析相关专业知识介绍	(4)	3.15 立即分析	(31)
1.5 模流分析前应掌握的信息	(5)	3.16 分析结果	(32)
1.6 模流分析结果的指导性	(5)	3.16.1 屏幕输出结果	(32)
本章小结	(6)	3.16.2 主要的流动分析结果	(34)
思考与练习	(6)	3.16.3 主要的冷却分析结果	(41)
第 2 章 Moldflow 6.1 塑胶材料数据库 ..	(7)	3.16.4 主要的翘曲分析结果	(43)
2.1 Moldflow 6.1 塑胶材料数据库增补	(7)	本章小结	(45)
2.2 选择塑胶材料	(7)	思考与练习	(46)
2.3 塑胶材料属性	(11)	第 4 章 Moldflow 6.1 操作界面	(47)
2.3.1 材料描述	(11)	4.1 标题栏	(47)
2.3.2 推荐成型工艺条件	(12)	4.2 菜单栏	(47)
2.3.3 流变属性	(12)	4.2.1 文件	(47)
2.3.4 热属性	(13)	4.2.2 编辑	(50)
2.3.5 PVT 属性	(14)	4.2.3 视图	(52)
2.3.6 机械性能	(15)	4.2.4 建模	(52)
2.3.7 收缩属性	(15)	4.2.5 网格	(53)
2.3.8 填充物属性	(16)	4.2.6 分析	(54)
2.3.9 光学属性	(17)	4.2.7 结果	(58)
本章小结	(18)	4.2.8 工具和窗口	(60)
思考与练习	(18)	4.2.9 工具栏	(60)
第二篇 软件功能篇	(19)	4.2.10 项目管理区	(60)
第 3 章 Moldflow 6.1 分析流程介绍	(20)	4.2.11 案例浏览区	(60)
3.1 文件另存	(20)	4.2.12 图层管理区	(61)
3.2 另存文件格式对网格划分的影响	(20)	4.2.13 主窗口和状态栏	(61)
3.3 编辑输出模型的精度	(21)	本章小结	(62)
3.4 在 Moldflow 6.1 中新建工程项目	(21)	思考与练习	(62)

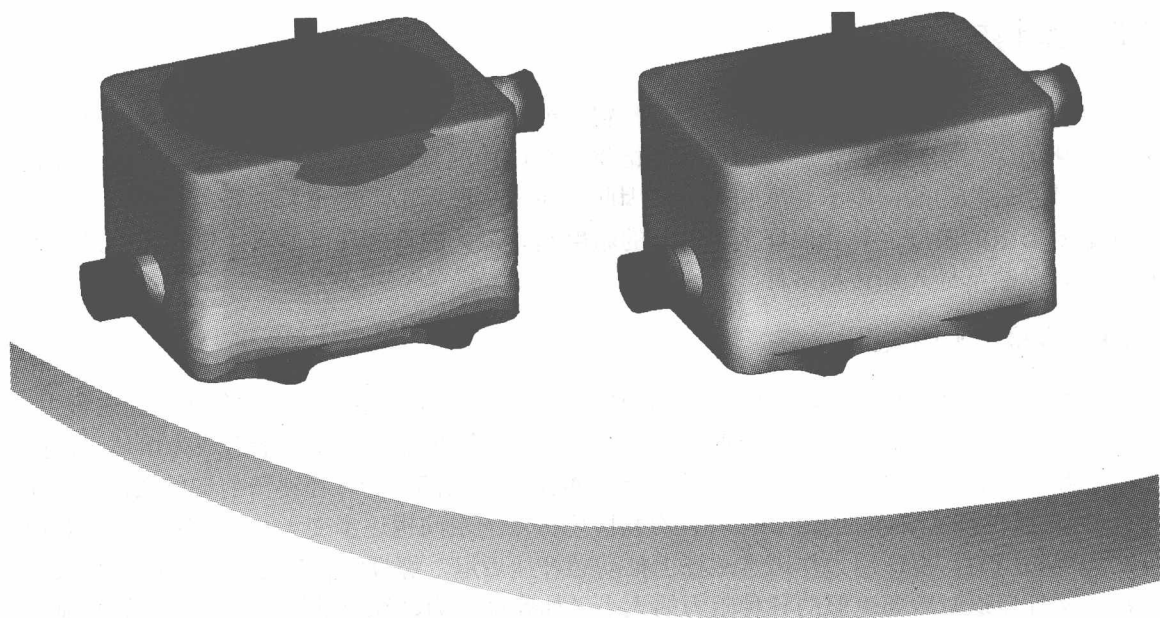
第5章 模型网格的划分和修补	(63)	6.8.6 创建完整的浇注系统	...	(152)
5.1 网格的类型	(63)	6.8.7 型腔复制向导	(154)	
5.2 模型的输入	(64)	6.9 检查型腔连通性	(156)	
5.3 网格的划分	(66)	6.10 设置进料点	(156)	
5.4 检查网格质量	(68)	本章小结	(157)	
5.5 优化网格	(69)	思考与练习	(157)	
5.6 网格的诊断	(71)	第四篇 进阶案例篇	(159)	
5.6.1 调入网格诊断工具栏	...	第7章 创建冷却系统	(160)	
5.6.2 网格缺陷诊断介绍	...	7.1 冷却回路排布向导	(160)	
5.7 网格的修补	(84)	7.2 隔板式水路和喷泉式水路	...	(162)
5.7.1 调入网格修补工具栏	...	7.2.1 隔板式水路	(162)	
5.7.2 修补问题网格	(85)	7.2.2 喷泉式水路	(165)	
本章小结	(101)	7.3 箱类制品	(167)	
思考与练习	(101)	7.3.1 创建母模侧水路	...	(168)
第三篇 初级实例篇	(103)	7.3.2 创建公模侧水路	...	(170)
第6章 建模范例	(104)	7.3.3 其他常用冷却管道排布	...	(172)
6.1 调入建模工具条	(104)	方法	(172)	
6.2 创建节点	(104)	7.4 设置冷却液入口	(172)	
6.3 创建曲线	(107)	7.5 模具边界向导	(174)	
6.4 创建曲面	(112)	本章小结	(175)	
6.4.1 边界创建区域	(112)	思考与练习	(175)	
6.4.2 节点创建区域	(112)	第8章 最佳浇口位置和流道平衡分析		
6.4.3 拉伸创建曲面	(113)	实例	(176)	
6.4.4 直线创建区域	(114)	8.1 最佳浇口位置分析	(176)	
6.4.5 边界创建孔	(114)	8.2 最佳浇口位置分析结果解析	...	(177)
6.4.6 节点创建孔	(115)	8.3 流道平衡分析	(180)	
6.5 创建模具镶件	(115)	8.4 流道平衡优化前后分析结果对比	...	(183)
6.6 创建局部坐标系/建模基准面	...	8.4.1 流道尺寸优化前后充填	...	(185)
6.7 移动/复制	(117)	时间对比	(185)	
6.7.1 平移	(118)	8.4.2 流道尺寸优化后速度/压	...	(185)
6.7.2 旋转	(118)	力切换时的压力	(185)	
6.7.3 点旋转	(119)	8.4.3 充填结束时的压力	...	(186)
6.7.4 缩放	(120)	8.4.4 锁模力: X Y 图	...	(186)
6.7.5 镜像	(121)	本章小结	(187)	
6.8 建立浇注系统	(122)	思考与练习	(187)	
6.8.1 创建浇口	(122)	第9章 成型窗口分析实例	(188)	
6.8.2 常用浇口的创建方法	...	9.1 设置过程	(188)	
6.8.3 创建流道	(144)	9.2 分析结果解析	(189)	
6.8.4 分流道的形状	(147)	9.2.1 质量(成型窗口)	...	(190)
6.8.5 创建主流道	(150)	9.2.2 区域(成型窗口)	...	(190)

本章小结	(192)	第 11 章 双色成型模流分析	(246)
思考与练习	(192)	11.1 双色成型分析设置过程	(246)
第五篇 高阶案例篇	(193)	11.2 双色成型分析重要结果	(249)
第 10 章 传统注塑成型模拟分析案例 ...	(194)	11.3 双色成型问题点及解决方法 ...	(251)
10.1 冷却+流动+翘曲分析范例 ...	(194)	本章小结	(251)
10.1.1 制品的品质要求	(195)	思考与练习	(252)
10.1.2 选择分析类型与成型材料	(195)	第 12 章 Insert molding 成型案例分析 ...	(253)
10.1.3 设置工艺参数	(195)	12.1 Insert molding 成型原理	(253)
10.1.4 编辑冷却液属性	(200)	12.2 Insert molding 分析前处理	(253)
10.1.5 分析结果解析	(201)	12.3 编辑 Insert 属性	(257)
10.1.6 主要的流动分析结果	(202)	12.4 创建浇注系统	(258)
10.1.7 主要的冷却分析结果	(212)	12.4.1 复制型腔	(259)
10.1.8 主要的翘曲分析结果	(216)	12.4.2 创建爬坡式流道	(259)
10.2 改善制品翘曲变形范例	(221)	12.5 Insert molding 分析结果解析 ...	(260)
10.2.1 引起翘曲的原因	(221)	12.6 Insert molding 成型常见问题与解决方案	(263)
10.2.2 改善措施	(221)	本章小结	(263)
10.2.3 改善效果	(222)	思考与练习	(264)
10.2.4 改善前后结果对比列表	(227)	第 13 章 光学双折射案例分析	(265)
10.3 综合考量冷却系统排布范例 ...	(227)	13.1 光学双折射原理	(265)
10.3.1 从制品冷却速率考量水路排布	(228)	13.1.1 自然光和偏振光	(265)
10.3.2 从模具成型结构考量水路排布	(231)	13.1.2 晶体双折射现象	(265)
10.3.3 冷却效果	(232)	13.2 热塑性材料应力双折射现象 ...	(266)
10.4 改善熔接痕范例	(234)	13.3 热塑性材料应力双折射流程 ...	(266)
10.4.1 原始进浇方案熔接痕分布	(235)	13.3.1 导入制品模型	(266)
10.4.2 改善进浇方案后熔接痕分布	(236)	13.3.2 设置成型工艺和分析类型	(267)
10.5 收缩分析应用范例	(237)	13.3.3 选择成型材料	(267)
10.5.1 影响制品收缩的因素	(237)	13.3.4 划分 3D 网格	(268)
10.5.2 冷却+流动+收缩分析范例	(238)	13.3.5 创建浇注系统	(270)
本章小结	(244)	13.3.6 创建冷却系统	(270)
练习与思考	(244)	13.3.7 成型参数设置	(271)
		13.3.8 双折射分析结果	(272)
		本章小结	(275)
		思考与练习	(276)

第一篇

注塑理论篇

- ◆ 第1章 注塑基础知识
- ◆ 第2章 Moldflow 6.1 塑胶材料数据库



第 1 章 注塑基础知识

Moldflow 是从事塑料制品计算机辅助工程分析的 CAE 软件的先驱者, 自发行世界上第一套流动分析软件以来, 一直主导着塑料 CAE 软件市场。

为了便于大家深入学习 Moldflow, 将在以下几小节系统地讲述注塑工艺的成型原理和成型过程。

1.1 注塑原理

注塑是将塑料熔体以高压高速注入闭合的模具型腔内, 经冷却定型后, 得到和模具型腔一致的塑料制品的成型方法。

用注塑的方法加工塑料制品, 不仅精度高、质量好, 而且生产效率高, 可以加工出外形复杂、花纹精细的模制品。塑料因具有美观轻巧、耐磨耐腐蚀、优异的绝缘性能, 已备受人们关注。随着经济的发展和科学技术的进步, 使用塑胶制品的数量与日俱增, 并且广泛应用于国民经济各个部门。

注塑的必要条件为: ①塑料必须以熔融状态注入型腔; ②熔融塑胶必须具有足够的压力和速度, 以保证能及时充满型腔。注塑机必须具备塑化、注射和成型三个基本功能。注塑机主要由注射装置和锁模装置两大部分组成。注射装置的主要功能是完成塑料的塑化和注射。因此注塑装置应具有塑化良好、计量精确, 且在注射时能给熔融塑胶提供足够的压力和速度。锁模装置应确保模具能可靠开合, 使模具完成成型的基本功能。锁模装置应具有足够的锁模力, 以防止注射时, 高压熔体将模具撑开, 使制品产生溢边或精度下降。

1.2 塑料的塑化

注塑中的塑化过程是将固体状的塑料粒料(或粉状料)经过加热、压实、混炼, 使之转变为均化的黏流态的过程。所谓均化, 是指将塑料熔体混合, 使之温度达到均匀分布, 并使塑料熔体具有均匀的密度、黏度和组分。因此, 在塑化过程中, 最重要的是应该保证塑料熔体能达到要求的温度, 并能保证塑料熔体的温度具有最大的均匀性。所以, 影响塑化过程的重要因素是热量导入和转换条件。

1.2.1 螺杆式塑化过程

塑料通过转动的螺杆的输送作用, 不断沿螺槽方向向前运动。塑料在这种运动的过程中, 经历了料筒的加热、螺杆摩擦热及剪切热的共同作用, 逐步受热软化, 最后成为熔体(即处于熔融黏流状态)。熔体在螺杆的转动作用下被推至螺杆头部并储存在料筒前端的头部(即存料区), 随着存料区熔体的增多, 熔体在存料区内占用的空间也逐步变大, 存料区中熔体对螺杆产生反作用力, 反作用力作用于螺杆上推动螺杆往后退, 螺杆能否后退及后退速度的大小取决于螺杆后退时所要克服的各种阻力的大小(如摩擦阻力、注射油压缸内工作油的回泄阻力即注射油缸的背压)。螺杆后退至一定距离后, 停止转动, 存料区总熔体体积(即注射量)

也就被确定下来,此时预塑计量过程便结束。注射时,螺杆作轴向移动,将存料区中经计量好的熔料射入模腔中。

综上所述,塑料在注塑螺杆中的塑化过程分为三段,依次为固体输料区、熔融区、熔体输送区。注塑螺杆的塑化过程主要发生在螺杆的熔融区。

塑料熔体在螺槽内作横向流动,使塑料熔体在螺槽内产生翻转运动并形成环流,这样就促进了物料的混合,所以在径向上熔体温度可达到很大程度的均匀性。

注塑螺杆工作时一边转动一边后退,注塑螺杆的塑化过程是螺杆轴向后退移动的计量过程,螺杆的后退使螺杆的有效工作长度减短,这样塑料在注塑螺杆的一次塑化过程中,先前和其后加入的塑料所受的热经历就存在明显差异。因为注塑螺杆的塑化能力随螺杆有效工作长度的缩短而逐渐下降,同时塑化了的熔体温度沿螺杆轴向长度上的分布是不均匀的。在轴向上仍然保持一定程度上的不均匀性。

1.2.2 柱塞式塑化过程

塑化时,在注射油缸的作用下,柱塞把落入料筒内的定量塑料依次推入料筒前端,依靠料筒加热器的加热,塑料逐步从玻璃态转化为黏流态,而料筒前端已经先熔化处于黏流态的熔体,则被柱塞依次推出,熔体经喷嘴注射到模具的模腔中,从而完成注射过程。

综上所述,柱塞式塑化装置的塑化过程和注射过程是统一的,能在柱塞推进过程中同时完成。由于料筒的物料经历的热历程不一样,所以物料的物理状态也不一样,在料筒中原则上存在着两个不同的区域:在靠近料筒前端的那一部分加热温度高,所以物料得到的热量多,且被熔化为黏流态,此即熔体黏流区;而靠近落料口的物料则呈玻璃态,此即固体料区。

柱塞式注塑机塑化时,靠加热的料筒把热量传递给塑料使其软化和熔融,但物料的混合程度较差,料筒中的塑料熔体无论在横截面上(径向)或是在长度方向上(轴向),都存在很大的温度梯度。

1.3 注塑过程

已塑化的塑料以熔融状态储存于机筒的存料区中,在螺杆注射压力的作用下,熔料以一定的速率流经机筒、喷嘴、模具浇注系统等处而注入模腔中。螺杆注射时作用在熔料上的压力因要克服熔料所流经的各部分流动阻力而逐渐下降。熔料能否充满模腔,主要取决于注射压力、注射速率、熔料温度、模具温度、浇口及喷嘴的形状与尺寸等因素。在其他工艺条件一定的情况下,熔料所能流过的路程长短,主要取决于熔料的压力和流动速度。

1.3.1 熔体在喷嘴区中的流动

喷嘴是注塑机的机筒与模具之间的连接装置。当注射时,在螺杆推力的作用下,熔体以很高的流动速度通过喷嘴而流入模腔。当熔体以高速流经小孔径的喷嘴时,会受到很大的剪切作用,此时有部分压力能经阻力损失而转变成热量,使熔体温度升高,并起到进一步塑化和均化作用。此外,另一部分压力将转变成速度能,使熔体流速加快。因此,喷嘴结构及尺寸影响注射时熔体的压力损失和温度变化。

1.3.2 熔体在模腔中的流动

在塑料的注塑过程中，模腔压力随注射时间的变化而变化。由于影响模腔压力大小和分布的因素很多，诸如注射装置的类型、制品和模具结构、成型工艺条件等。所以在加工同一种制品时，所使用的注射压力相差很大。成型制品的质量与熔料在注射充模时的状态有密切的关系，而充模压力则是描述熔料流动及其状态变化的重要参数。

根据注射过程模腔压力的变化情况，把注射过程划分为如下五个阶段。

(1) 充模阶段。塑料熔体经浇口注入模腔内并逐步充满模腔。

(2) 压实阶段。在注射压力的作用下，把模腔内的熔料压实增密，模腔压力急剧上升至最大值。

(3) 保压阶段。模腔内物料因模具的冷却作用而产生收缩，在保压压力作用下，少量的熔体流入模腔进行补料增密，此阶段的模腔压力开始缓慢下降。

(4) 倒流阶段。此阶段只发生在模具浇口没有封闭，而保压时间提前结束时的情况，此时，模腔内高压熔体将向外倒流，模腔压力快速下降，直至浇口封闭时为止。

(5) 冷却阶段。因浇口已封闭，此时没有熔料进入或倒流出模腔，模腔压力将随冷却而逐步下降，直至开模顶出制品为止。

1.3.3 开模顶出制品

开模顶出制品是成型周期的最后一个阶段。开模顶出时间是影响注塑机生产效率的关键因素之一，同时对制品顶出后的后续变形和尺寸稳定性有着重要的影响。

对于非结晶型材料，确定开模顶出制品的时间应同时满足以下两个条件：

(1) 压力条件。开模顶出时，模腔内压力应为零。

(2) 温度条件。模腔内制品截面的温度情况决定了制品的冷凝层厚度。为了提高制品尺寸的稳定性，应把中心层温度达到玻璃化温度时的时间作为确定开模顶出时间的另一个条件。

1.4 模流分析相关专业知识介绍

鉴于模流分析涉及内容之广，涵盖范围之宽，建议从事模流分析的读者多留意以下知识：

(1) 模具基础知识、模具结构。应对两板模和三板模及特殊模的模块结构熟悉掌握，这样才能准确确定进浇位置，浇口类型及尺寸，流道形状与尺寸，进行可行的最佳运水管道排布。

(2) 注射工艺条件的掌握。注射工艺条件包括料筒各段温度、注射各段压力、注射各段压力作用时间、保压各段压力、保压各段压力作用时间、不同塑料材质制品的冷却等。

(3) 常用塑胶材料的特性和成型性能。不同的塑料材质、不同的产品、不同的穴数，采用的浇口尺寸和浇口类型不同；不同的流道长度采用的流道尺寸也不同。这些须在设计阶段定出方案，而不是等到试模后出现问题再改模。

(4) 了解有限元理论、流体力学。这些知识将悉数运用到模流分析中，通过模流软件这一集成转换者，使理论产生具有指导实际生产的价值，从而实现模流分析师自身的价值。

1.5 模流分析前应掌握的信息

在对一个产品进行模流分析前,应了解产品的基本信息和开模信息。

(1) 完好无损的产品 3D 模型。完好无损的产品 3D 模型可以保证顺利转档。如产品有破损面或线,应及时请设计师修补完好。有些破损的结构很难修补,所以应在准备之初检查产品的完好性,以免延误分析的进行。

(2) 塑料材质的具体牌号。尽量得到客户要求使用的塑胶材料的具体牌号。有些分析师认为只要是同种塑料材质就可以了,例如,客户要求用 PP 料,那就任意找一种 PP 料来进行分析。殊不知这是一个误区。同一种塑料材质,分子量不同,分子链有异,添加剂不同,都会引起塑料材质流动性和成型性能的差异。很多相同材质但不同牌号的塑料材质的成型性能相差甚远,所以在分析时若不是选用客户指定的塑胶或性能相近的牌号,分析的结果可能和实际的成型有很大出入,产品很多潜在的问题没有及时、真实地反映出来,既延误了设计阶段对产品的合理修改,又可能会在试模时出现诸多成型上的问题。

(3) 客户对产品品质的具体要求。包括产品表面的粗糙度、能否出现熔接痕、熔接痕的位置、是否允许有明显缩水痕迹存在、是否允许留有浇口去除痕迹、是否允许局部拆模线痕迹等要求。这就需要考量产品的进浇方式和进浇位置、拆模构架等。

(4) 客户预想的排模穴数。如客户在前期已提出排模穴数,可针对性地确定出合适的浇注系统尺寸。

1.6 模流分析结果的指导性

(1) 查看有无短射现象。可在分析信息结果输出中查看型腔的填充是否达到 100%。查看产品上是否存在滞流的地方,如果是肉厚太薄,可建议客户将肉厚加至合理厚度。

(2) 射压是否太高。有时对于一些薄壁产品,即使在模流分析时可在高射压下射饱,但实际试模时机台会由于模具锁模能力的限制而不能将注射压力调得太高,否则产品会出现大量毛边。一味增加锁模力会缩短模具的使用寿命,严重的会压坏合模面,所以应提前建议客户修改产品肉厚,尤其对一些精密度高的产品。

(3) 产品不同部位收缩不均。产品不同部位收缩差异较大时就很难保证重要管控尺寸的精度,给型腔放缩水带来困难。产品上收缩值高的部位容易出现缩水。如果产品上肉厚部位可以通过修改产品工艺提前得到改善,既可以保证产品的外光靓丽,又可以节约塑胶原料,而且成型参数更容易控制。

(4) 产品表面出现明显缩水。在多次改变工艺参数的情况下缩水仍无明显改善,尤其当大型产品整体肉厚差异较大,但很难做出大面积改动时,应考虑改善途径包括进浇位置和进浇方式、改变模穴排布、缩短流道长度,以减少压降。

(5) 熔接痕出现在产品表面。如果熔接痕较为明显或熔接痕出现在产品表面不能被接受,多数情况下需要改变浇口位置;当有两个或以上浇口时,可以通过调节浇口的大小和流道的尺寸来控制各浇口的进胶量以驱赶熔接痕。

(6) 气穴出现在肉薄处与结构复杂处。在这些区域可以考虑将成型机构分割成模块,在这些模块间会出现装配间隙,提供模型内气体的排出通道。

(7) 产品不同部位应力残留。残余应力值较高、差异较大时,可以考虑选用敞口型浇口,如类薄膜型浇口,降低射压,使压力在型腔内传递流畅,同时提高压力的传递效率,均化压力分布,减少应力残留。

(8) 产品变形量。首先查看产品的变形量是否在可接受范围内。如果产品的变形量超出允许的范围,应查看引起产品翘曲的主要原因,再从根源上制定出改善产品翘曲的措施。

M

本章小结

本章主要讲述基本的注塑成型知识和熔融塑胶在型腔内的填充行为。Moldflow 软件可以形象地展现熔融塑胶在型腔内的流动行为以及在不同的流动行为下出现的成型问题,从而使模具工程人员在模具设计段就能够根据模流分析结果对产品结构或模具结构进行优化,避免潜在的成型问题。

思考与练习

- 1-1 注塑机的塑化方式有哪几种?并简述塑化过程。
- 1-2 列举不同塑化方式的特性。
- 1-3 注塑过程分哪几段?
- 1-4 简述熔融塑胶在模具型腔内的流动。
- 1-5 在模流分析前应做哪些准备工作?
- 1-6 总结模流分析的指导意义。

第2章 Moldflow 6.1 塑胶材料数据库

Moldflow 6.1 的塑胶材料数据库中收录了丰富、全面的塑胶材料信息。数据库中的每一种塑胶材料都有针对该材料的属性推荐的成型工艺条件；很多种材料定义了 PVT 数据、收缩属性参数和各向异性机械性能参数。用户在为分析案例选择材料时，可以根据已知的材料信息，在数据库中通过不同的途径选择合适的塑胶材料。

2.1 Moldflow 6.1 塑胶材料数据库增补

在 Moldflow 6.1 中，塑胶材料数据库进行了内容上的增补，使材料数据库质量得到提升。改进的材料数据显示在材料数据发表日志里，用户可以在 MPI 交流中心自行下载。以下是改进的内容：

1) 更新的热塑性材料数据库

(1) 供应商总数已达 376 家，包括 14 家新添加的供应商。

(2) 热塑性塑胶材料总数已达 7734 种，包括新添加 322 种、删除 196 种、改进 1275 种。

其中：

① 3696 种材料定义了 PVT 数据。

② 1521 种材料有收缩数据。

③ 改进 Moldflow 中材料机械性能数据。

④ 多于 470 种塑胶新增熔体流动速率或熔体流动指数。

⑤ 材料数据中新添材料光学属性，支持新的 3D 光学双折射分析。

2) 更新的热固性材料数据库

新添 11 种热固性塑胶材料。

3) 更新的模具钢材质数据库

模具钢材质数据库引入更加精确的机械性能数据和热性能数据。

P20 模具钢材（系统默认的模具钢材质）的弹性模量、泊松比和热膨胀系数（MET）都已经过更新。

【注意】 利用更新数据后的模具钢进行冷却分析、Insert molding 分析和型腔移位分析，分析的结果会与数据更新前有所不同。

2.2 选择塑胶材料

在进行分析之前，先选择成型产品的塑胶材料。单击“分析”按钮，在其下拉菜单中选择“选择材料”指令，或直接单击案例浏览区内默认的 PP 料，弹出“选择材料”对话框，如图 2-1 所示。

1) 常用材料

列表里存放的是经常用到的塑胶材料，选择时直接单击相应的塑胶牌号即可。可以在“文件”、“参数设置”对话框“概述”页面中设置列表中最多材料数量。已经存在于列表中的材

料可以通过右侧的“删除”按钮进行删除。

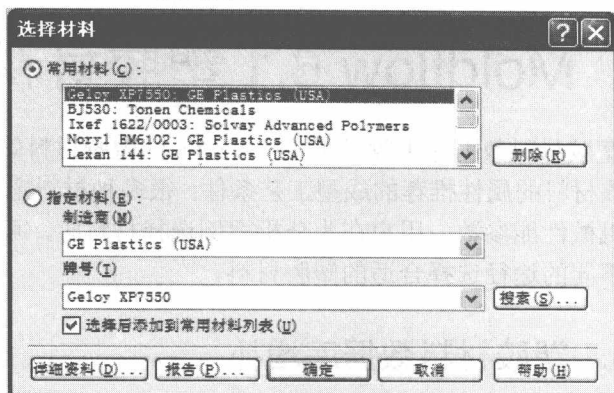


图 2-1 “选择材料”对话框

2) 指定材料

先在“制造商”下拉列表里选择制造商的名称，之后在“牌号”下拉列表里会显示这个制造商名下在录的不同牌号的塑胶材料。由于制造商名录是以英文字母顺序排序，塑胶牌号是以数字排序，有时难以快速找出目标制造商。如果对材料的信息掌握得比较全面，可以通过其他方式查找。被选中的材料，它的牌号和制造商名称会出现在相应的文本框里。

3) 搜索

单击“牌号”右侧的“搜索”按钮，出现“搜索标准”对话框，如图 2-2 所示。在“搜索标准”对话框里可以通过不同途径搜索塑胶材料。

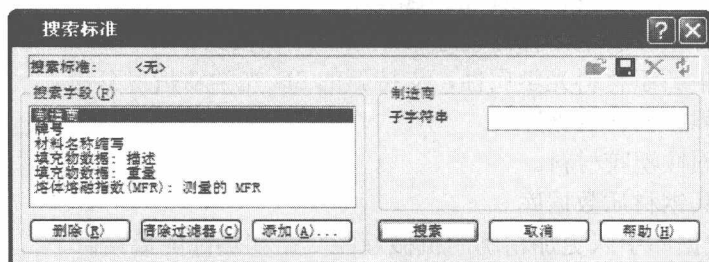


图 2-2 “搜索标准”对话框

(1) 制造商。在右侧文本框里输入制造商的名称，如 Nytex、Hoechst 等，针对性比较低。

(2) 牌号。在右侧文本框里输入材料的牌号，如 7550、7350 等，针对性很强。输入完整的牌号时，如果这种塑胶材料存在于 Moldflow 材料库里，就可以直接找到。

(3) 材料名称。塑胶材料的品名，如 PC、ABS 等，针对性比较低。

(4) 填充物数据。根据填充物的名称、重量等，一般配合其他途径选材。

(5) 熔体熔融指数 (MFR)。熔融塑胶在一定载荷下每 10min 通过一定口径的流量。分别输入最小熔融指数和最大熔融指数。

选材途径除“牌号”外，其他几项一般要结合起来运用才能快速找到需要的塑胶材料。

以上几种为默认的选择途径，在“搜索标准”对话框最下一排按钮中选择“添加”按钮，弹出“增加搜索范围”对话框，如图 2-3 所示，可以通过更多反映塑胶材料属性的方式或数

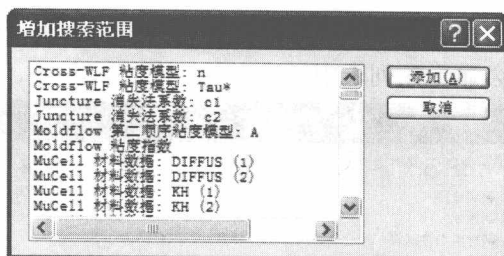


图 2-3 “增加搜索范围”对话框

如果材料库里没有要找的塑胶，可以找一种性能相近的塑胶代替，既可以找同一厂家生产的牌号相近的其他塑胶，也可以找不同厂家生产的同种牌号的塑胶。在“牌号”文本框里输入一种 PC+ABS 料的牌号“7550”，如图 2-4 所示。

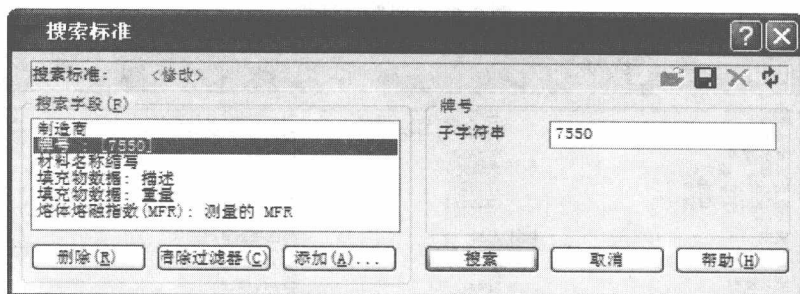


图 2-4 输入塑胶牌号

单击“搜索”按钮，弹出“选择 热塑性塑料”对话框，列表中是牌号含有 7550 的塑胶，如图 2-5 所示。

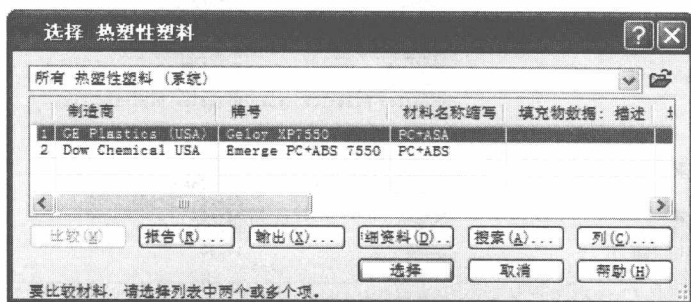


图 2-5 “选择 热塑性塑料”对话框

向右拖动滚动条，查看这两种材料的其他属性，如防火等级、填充物、熔体熔融指数等信息。单击“GE”公司的产品。对话框下方有一排功能按钮。

- (1) 报告。对材料测试数据及测试方法的描述。
- (2) 输出。将图 2-5 中显示的塑料信息另存。
- (3) 搜索。重新搜索材料。
- (4) 列。单击“列”按钮，弹出“列”对话框，如图 2-6 所示。选择需要显示在“选择 热塑性塑料”对话框里描述塑料信息和塑料属性的选项。
- (5) 比较。比较不同塑料属性数据。在“选择 热塑性塑料”对话框里选中不同的塑料，

单击“比较”按钮，弹出“材料测试方法与数据比较报告”列表，如图 2-7 所示。这两种塑料已收入数据库的信息都会显示在列表中。

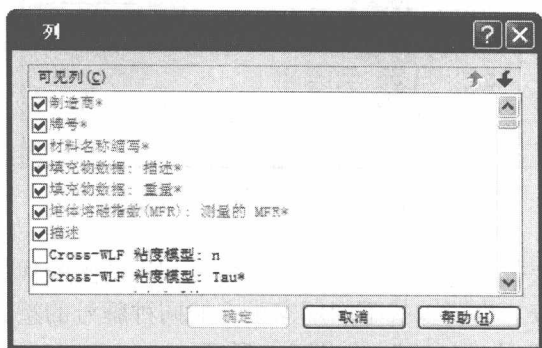


图 2-6 “列”对话框



图 2-7 “材料测试方法与数据比较报告”列表

(6) 详细资料。在材料的“详细资料”对话框中从九个方面详细描述塑胶材料的信息。在 2.3 节里将进行重点讲述。

选定材料后单击“选择”按钮。选中的塑胶材料信息会出现在图 2-1 “选择材料”对话框“制造商”和“牌号”列表里。

勾选“选择后添加到常用材料列表”复选框，选择的材料会被自动添加入“材料列表”中。