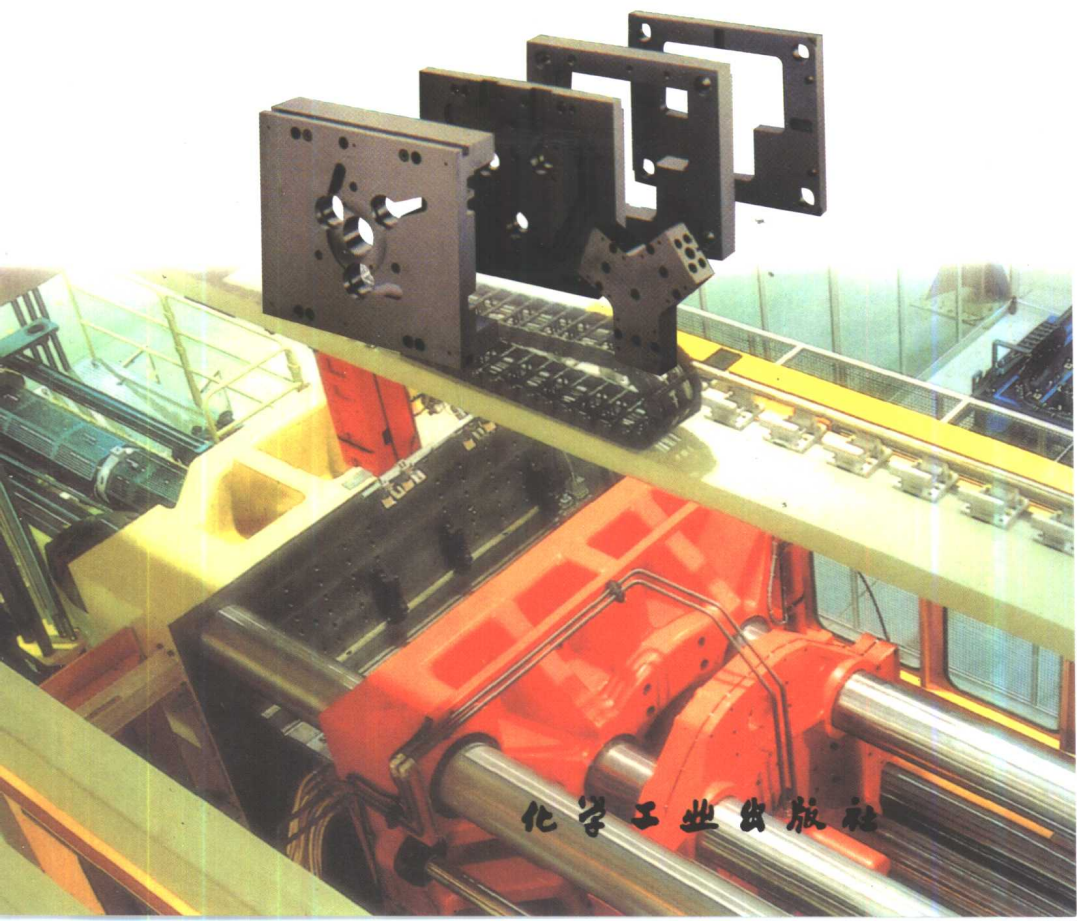


MOLD ENGINEERING

[加] H.瑞斯 著

模具工程



化学工业出版社

模 具 工 程

[加] H. 瑞斯 著

朱元吉 等译

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图字: 01-98-1855 号

图书在版编目 (CIP) 数据

模具工程/[加] H. 瑞斯 (H. Rees) 著; 朱元吉等译.
北京: 化学工业出版社, 1998 (2001.5 重印)
书名原文: Mold Engineering
ISBN 7-5025-2155-0

I. 模… II. ①瑞… ②朱… III. 塑料模具-生产工艺
IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 12390 号
英语版 © Hanser Publishers, 1995

模 具 工 程

[加] H. 瑞斯 著

朱元吉 等译

责任编辑: 龚浏澄 虞 旻

责任校对: 王安达 麻雪丽

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 22 字数 603 千字

1999 年 1 月第 1 版 2001 年 5 月北京第 3 次印刷

印 数: 4001—8000

ISBN 7-5025-2155-0/TQ·1062

定 价: 40.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

塑料工程师协会 (SPE) 很高兴能主持哈伯特·瑞斯著的《模具工程》一书的出版。本书用简洁的语言, 详细深入地介绍了注塑模具的设计, 操作和概率寿命方面的知识。

本书不仅可作为教学指导书, 而且可作为和注塑模具的制造、购买及操作相关的人员的参考资料。

SPE, 通过其技术手册委员会, 长期支持与塑料相关各领域的书籍的出版。其工作包括将认定必须出版的书籍分类排序, 寻觅新作者和审定出版新书。

我们的技术工作渗透到 SPE 的所有活动中, 不仅包括书籍出版, 还包括其他方面, 诸如主办技术会议和教育节目。另外, 协会出版的期刊, 包括塑料工程 (Plastics Engineering)、聚合物工程及科学 (Polymer Engineering and Science)、聚合物加工与流变学 (Polymer Processing and Rheology)、聚氯乙烯技术杂志 (Journal of Vinyl Technology)、聚合物合成 (Polymer Composites), 以及会议录和其他出版物。都要经受严格的技术审查程序。

38 000 名经验丰富的塑料工程师, 科学家和技术专家使 SPE 成为成员遍布世界的大型组织。详细情况可以从协会获得。

协会地址: 14Fairfield Drive, Brookfield, Connecticut 06804,
U. S. A

塑料工程师协会临时执行主席: 迈克尔 R. 开普勒提
(Michael R. Cappelletti)

译 者 序

本书译自美国塑料工程师协会 (SPE) 组织出版的 H. 瑞斯的新著——《Mold Engineering》。

作者以长期从事塑料模具技术工作的丰富经验, 深入浅出的以工程的观点, 全面论述了注塑模具及其相关的各方面问题。

本书明确地提出并实现了, 用工程的观点处理模具问题, 以最佳效益为中心, 将与塑料模具相关的塑料原料, 注塑机、模具的订购与销售, 模具的设计与制造, 模具的使用与维修, 模塑车间的设备与供应以及安全等各方面问题都作了系统地论述。这些都是实现高速度、高精度和高效益的塑料模塑必不可少的。

本书内容翔实, 图文并茂, 并配有大量的参考数据及换算表格, 反映了当前先进的模具技术状况, 而且, 实践性很强。我们深信, 本书无论是作为塑料模具及模塑工作者的参考书, 还是作为模具以及塑料工程专业的教学用书都是很有价值的。

本书共 32 章, 其中第 1~5 章, 11~13 章由朱元吉翻译, 第 6~10 章由解挺翻译, 第 16~22 章由吴玉程翻译, 第 15, 23~28 章由王晓枫翻译, 第 14, 29~32 章及术语汇编由尹延国翻译。全书由朱元吉校阅。赵大庆、王婷兰等参加了本书的部分译校工作。

限于译校者水平, 译文中错误与不妥之处, 衷心地希望读者批评指正。

1997 年 12 月

前 言

《模具工程》主要论述有关热塑性塑料注塑模具及其性能。然而，这里讨论的许多问题同样适用于其他类型的模具，例如吹塑模具和热固性塑料模具。本书语言浅显易懂，很少使用数学公式或深奥的理论，争取给大家介绍实践性强的注塑模具设计方法。

本书分为以下部分：

第一篇 模具工程

第一部分 有关模具、注塑机、塑料原料及其制品的基础知识

第二部分 模具设计的一般指导原则

第三部分 针对模具设计者的问题

第二篇 模具性能

本书的重要部分用来解释影响模具性能、生产率和寿命的各因素之间的关系。理解这些关系不仅对模具设计者，而且对和策划（和成本预算）、订购和操作注塑模具有关人员都很重要。

本书从塑料制品图开始到完成模具装配图，逐步介绍了模具设计的指导原则。并向设计者说明了如何在开始设计模具之前，研究塑料制品图。

模塑制品的数量及其成型模具的方案是无穷尽的；因此，这里将模具分成几个基本组成部分介绍，而不是挑选一些塑料制品的模具，绘出它们的完整装配图。设计者可能遇到的各种情况都将在这里介绍。

本书涵盖了收缩，排气，冷却，顶出，热膨胀，浇口，冷、热流道系统，模腔平衡布局，尺寸公差等问题；并介绍了模具材料的选择，热处理和成型部件的表面精整处理等问题。配有大量的参考数据及换算表格；还有与模具操作有关的内容。另外，书中还有大量的内容与该领域的技术人员相关，如注塑机的安装、维护以及模具与注塑机的销售等方面的问题，这些对于模具制造人员、设计人员、成本预算人

员以及模具和模塑的质检人员都是有意义的。

本书的主要目的是作为聚合物工程专业学生的课本及模具设计者，特别是注塑模设计者的参考书，然而，书中的许多问题同样适用于压铸模具、压塑模具以及其他将原料注入即能永久成型的任何一类模具。

我们希望本书对从事有关注塑模具工作的人员是有价值的，能够帮助他们分析解决在工作中遇到的难题。

哈伯特·瑞斯
(Herbert Rees)

目 录

第一篇 模具工程

第一部分 有关模具、注塑机、塑料原料 及其制品的基础知识

第一章 模具工程入门	1
1.1 什么是注塑模	2
1.2 什么是注塑机	2
1.2.1 合模机构	3
1.2.2 塑化装置	3
1.2.3 注射装置	3
1.2.3.1 RS型注塑机	3
1.2.3.2 P型注塑机	4
1.2.4 控制装置	5
1.3 模塑时间和技术术语	5
1.3.1 模具闭合过程和开启过程时间(空程周期)	7
1.3.2 顶出时间和开模行程	8
1.3.3 模具打开状态时间	8
1.3.4 注射时间	8
1.3.4.1 注射时间和注塑机	8
1.3.4.2 注射时间和模具结构	9
1.3.4.3 塑料原料	9
1.3.5 注射保压时间	9
1.3.6 冷却时间	10
1.3.6.1 冷却水供应	10
1.3.6.2 冷却布置	10
推荐读物	10
第二章 模具的基本功能	12

2.1	成型制品	12
2.1.1	制品形状	13
2.1.1.1	普通实用形状	13
2.1.1.2	艺术形状	14
2.1.1.3	工程(功能)形状	14
2.2	塑料从注塑机到模腔的输送	15
2.2.1	冷流道	15
2.2.2	热流道	17
2.3	充模时空气从模腔的排出	18
2.3.1	单浇口	18
2.3.2	不均匀壁厚	19
2.3.3	多浇口	19
2.4	塑料的冷却	19
2.5	塑料制品的顶出	20
2.6	生产的经济性和适当的要求	22
2.6.1	模具类型和模腔数目	22
2.6.1.1	机时	24
2.6.1.2	高生产率注塑	25
2.6.2	在一副模具中模塑不同形状的制品	25
2.6.3	多色或多种材料的模塑	26
第三章	对模具的要求	27
3.1	精度和精整	27
3.1.1	精度要求	27
3.1.1.1	钢型尺寸	28
3.1.2	精整要求	28
3.1.2.1	纹饰	28
3.2	生产率	29
3.2.1	模腔数目	29
3.2.2	冷却质量	31
3.2.3	顶出速度和时机	31
3.2.4	模具的强度和耐久性	32
3.2.5	安装、起动方便	32
3.3	物理强度	33

3.3.1	拉伸强度	34
3.3.2	压缩强度	35
3.3.3	板挠度	36
3.4	耐磨性	37
3.4.1	在压力下运动的模具零件的磨损	37
3.4.2	微动磨损	37
3.4.3	塑料的磨蚀和腐蚀磨损	38
3.4.4	锈蚀	38
3.5	安全操作	39
3.5.1	对模具的损伤	39
3.5.2	人身伤害	40
3.6	保养和互换性	41
3.6.1	保养	41
3.6.2	互换性	42
3.7	在注塑机中易于安装	42
3.8	合适的模具成本	43
3.8.1	模具设计工程成本 (CE)	44
3.8.2	生产工程成本 (CP)	44
3.8.3	模块成本 (CS)	45
3.8.4	模套成本 (CM)	45
3.8.5	装配成本 (CA)	45
3.8.6	调试成本 (CT)	45
3.8.7	企业管理成本和利润率 (CO 和 P)	45
3.8.8	多模腔模具的成本	46
3.8.9	迭层模具成本	46
3.8.10	塑料件 (制品) 的成本	46
第四章	模具设计的一般指导原则	47
4.1	在开始设计模具之前	47
4.2	指定塑料的模型特性	49
4.3	预期模塑周期	51
4.4	考察制品	51
4.4.1	检查制品图	52
4.4.1.1	清晰度	52

4.4.1.2	投影	52
4.4.1.3	公差	52
4.4.1.4	制品用途	53
4.4.1.5	图纸上的注释	55
4.4.1.6	脱模角	55
4.4.1.7	谁对收缩率负责	57
4.4.2	从一个制品或模型开始工作	57
4.5	为预算员和设计师设计的典型的检验清单	58
4.5.1	注塑机技术规范	58
4.5.2	制品、制品图和生产技术规范	59
第五章	塑料鉴别	61
5.1	塑料类型的鉴别	61

第二部分 模具设计的一般指导原则

第六章	模具设计方案	66
6.1	模具设计规则	66
6.1.1	设计之前	66
6.1.2	首先要考虑的问题	67
6.1.3	逐步设计——模具模块设计	68
6.1.4	逐步法设计——模套设计	77
6.2	模腔中水平方向力的平衡	81
6.3	流道的平衡和模腔的布置	83
6.3.1	流道的平衡	83
6.3.2	三板式模具（冷流道）	84
6.3.2.1	流道长度	85
6.3.2.2	流道截面	85
6.3.2.3	模腔间距	85
6.3.2.4	模腔支撑	85
6.3.2.5	浇口位置	86
6.3.2.6	制品从模具自由落下所需的距离和时间	86
6.3.2.7	拉杆间距（自由落下或引出）	86
6.3.2.8	分子排列	86
6.3.2.9	模腔布置	87

6.3.3	三板式模具	101
6.3.3.1	多腔模具的一般设计方案	101
6.3.4	热流道布局	105
第七章	成型操作程序	107
第八章	塑料收缩	111
8.1	理论方面	111
8.2	实际应用	113
8.2.1	注塑变量和收缩	114
8.2.1.1	厚壁制品	114
8.2.1.2	制品的顶出	114
8.2.1.3	收缩的时限	114
8.2.1.4	制品的退火	115
8.2.1.5	制品厚度	115
8.2.2	收缩的基本公式	117
8.2.3	对收缩负责(收缩因子的选择)	118
8.2.3.1	钢模型腔尺寸	119
8.2.3.2	成型材料	119
8.2.3.3	影响收缩的其他原则	119
8.2.4	收缩对开模和脱模力的影响	120
8.2.5	收缩设计的实用化建议	121
8.2.5.1	制品的公差和收缩	121
8.2.5.2	螺纹的收缩	121
8.2.6	部分材料的成型收缩率	122
8.2.7	影响收缩的其他因素	123
8.2.7.1	制品的壁厚	123
8.2.7.2	制品形状	123
8.2.7.3	浇口	124
8.2.7.4	等效冷却	125
8.2.7.5	塑料在模腔内的取向	126
8.2.7.6	操作条件	126
8.2.8	SPI 标准成型公差	126
8.2.9	收缩对容器形状的影响	126
8.2.9.1	圆柱形容器	127

8.2.9.2 锥形容器	127
参考文献	128
第九章 模具表面公差	129
9.1 标注公差的基本考虑	129
9.1.1 误解之一	129
9.1.2 误解之二	130
9.1.3 误解之三	130
9.2 制品壁厚的公差	131
9.3 对公差负责	133
第十章 浇口和流道	134
10.1 每个模腔浇口的位置和数量	134
10.1.1 每个模腔开一个浇口	134
10.1.1.1 外侧中心浇口	134
10.1.1.2 内侧中心浇口	136
10.1.1.3 靠近顶部的侧浇口	136
10.1.1.4 靠近沿口的外侧浇口	137
10.1.1.5 狭长制品的浇口布置	137
10.1.1.6 带有活铰链的制品的浇口布置	138
10.1.2 每个模腔开两个或更多浇口——大制品	138
10.1.3 每个模腔开两个或更多浇口——细长的制品	140
10.1.3.1 在沿口内侧开侧浇口	141
10.1.4 浇口残迹	141
10.1.4.1 浇口的隐藏	141
10.1.4.2 缩窝	142
10.1.4.3 凹进的浇口	143
10.1.4.4 带有缩窝的热流道边缘浇口	144
10.1.4.5 阀式浇口	144
10.2 热流道浇口的类型和结构	145
10.2.1 开式浇口	145
10.2.1.1 圆形浇口	146
10.2.1.2 环形浇口	148
10.2.1.3 热流道边缘浇口	151
10.2.2 阀式浇口	153

10.2.2.1	基本的阀式浇口	153
10.2.3	影响浇口尺寸和形状的因素	155
10.2.3.1	开式浇口中影响浇口尺寸和浇口长度的因素	157
10.2.4	对正确设计浇口的要求	158
10.2.5	浇口形状和尺寸	159
10.2.5.1	浇口长度	159
10.2.5.2	浇口直径	159
10.2.5.3	剪切效应在确定浇口直径大小时的作用	159
10.2.5.4	剪切作用的时间	160
10.2.5.5	确定适当的浇口尺寸	161
10.3	冷流道浇口类型和结构	162
10.3.1	概要	162
10.3.2	边缘浇口	164
10.3.3	扇形浇口	165
10.3.4	盘形浇口	166
10.3.5	柄形浇口	167
10.3.6	隧道式浇口	168
10.3.7	复式隧道式浇口	172
10.3.8	弧形或沉陷的隧道式浇口	173
10.3.9	三板式浇口	173
10.4	冷流道顶出和拔出器	174
10.4.1	流道拔出器和流道的顶出	176
10.4.2	吸料销头部周围的塑料流动	179
10.4.3	顶出元件、吸料穴或吸料销的位置和数量	179
10.4.4	靠近隧道式浇口的吸料穴的布置	180
10.4.5	用于三板式下沉式流道的吸料销	181
10.5	冷流道模具	182
10.5.1	三板式模具	182
10.5.1.1	注道式浇口(仅一个模腔)	182
10.5.1.2	简单流道(两个或多个模腔)	183
10.5.2	三板式模具	184
10.5.3	三板式模具的综合评述	186
10.5.3.1	缩窝	186

10.5.3.2	流道	186
10.5.3.3	下沉式流道	187
10.5.3.4	每个模腔的浇口数	188
10.6	热流道模具	189
	参考文献	193
第十一章	排气	194
11.1	背景知识及理论	194
11.2	定义及规则	195
11.3	分型面排气	196
11.3.1	排气道和排气槽	198
11.4	排气杆和镶件排气	200
11.4.1	排气杆	200
11.4.2	镶件排气	201
11.5	混杂排气	202
11.5.1	流道排气	202
11.5.2	模腔底部的排气	202
第十二章	顶出	203
12.1	内容及概念概述	203
12.2	顶出方式的基本要求	204
12.2.1	顶出零件	204
12.2.2	注射机顶出杆的长度	204
12.3	顶出的一般原则	205
12.3.1	行程、间隙和制品高度	205
12.3.2	排气	208
12.3.3	顶出制品的位置	208
12.4	顶杆和顶管	212
12.4.1	顶杆配合间隙和长度	212
12.4.2	尺寸, 表面精整和形状	213
12.4.3	专用顶杆形状	214
12.4.4	顶杆数量和布置	216
12.5	顶杆和顶杆固定板	217
12.5.1	顶出力	217
12.5.2	注射压力	218

12.5.3	与注塑机顶杆相关的顶杆位置的影响	218
12.5.4	顶杆固定板	219
12.5.5	防止顶杆偏移转动	220
12.5.6	复位销	221
12.5.7	顶杆箱	223
12.5.8	顶杆托板导向	224
12.5.9	顶杆托板的复位	225
12.5.9.1	顶杆托板与注塑机顶杆连接	226
12.5.9.2	联动装置连接到模具上	226
12.5.9.3	复位弹簧	227
12.5.9.4	气缸	229
12.6	脱模板	230
12.6.1	脱模板的一般准则	231
12.6.2	脱模板导向	233
12.6.3	脱模圈	235
12.6.3.1	固定脱模圈	235
12.6.3.2	浮动脱模圈	236
12.6.4	脱模杆	239
12.6.5	从注射侧脱模	239
12.7	压缩空气顶出	240
12.7.1	空气顶出带来的问题	240
12.7.2	压缩空气顶出的基本要求	241
12.7.3	阀杆顶出	242
12.7.3.1	阀杆设计原则	243
12.7.3.2	双作用驱动器的阀杆	244
12.7.4	吹气喷嘴	245
12.7.4.1	吹落	247
12.7.5	吹气缝	249
12.7.5.1	开式吹气缝	249
12.7.5.2	闭式吹气缝	251
12.7.6	从注射侧进行空气顶出	253
12.7.7	机械和空气联合顶出	254
12.8	多次顶出行程	255

12.9	专用顶出方法	255
12.9.1	颈圈顶出	255
12.9.2	分瓣顶出	256
12.9.3	拉模芯顶出	257
12.9.4	摆杆顶出	258
12.10	两级（和多级）顶出	259
12.10.1	使用两级顶出的原因及场合	261
12.10.2	典型的两级顶出驱动器	261
12.10.3	活动模腔	266
12.11	成型面的精整	270
12.12	顶出顺序	270
12.13	可拆分模芯	273
12.13.1	斜向运动模芯	275
12.14	退螺纹模具	275
12.14.1	传统退螺纹方式	275
12.14.2	哈斯科（Husky）独创的退螺纹模具	277
12.14.3	哈斯科的新退螺纹模具系统	279
第十三章	模具冷却	280
13.1	引言	280
13.1.1	模具设计的目的	282
13.1.2	可利用的帮助	282
13.2	注塑模为什么要冷却	283
13.3	影响模具冷却的因素	284
13.3.1	冷却介质的温度	284
13.3.2	塑料的温度——热平衡	285
13.3.3	热量、温度和能量的基本原理	290
13.3.3.1	热量	290
13.3.3.2	温差	290
13.3.3.3	热导率	291
13.3.3.4	热焓	292
13.3.3.5	冷却水的流动	293
13.3.4	流道系统	295
13.3.5	模套的温度	295