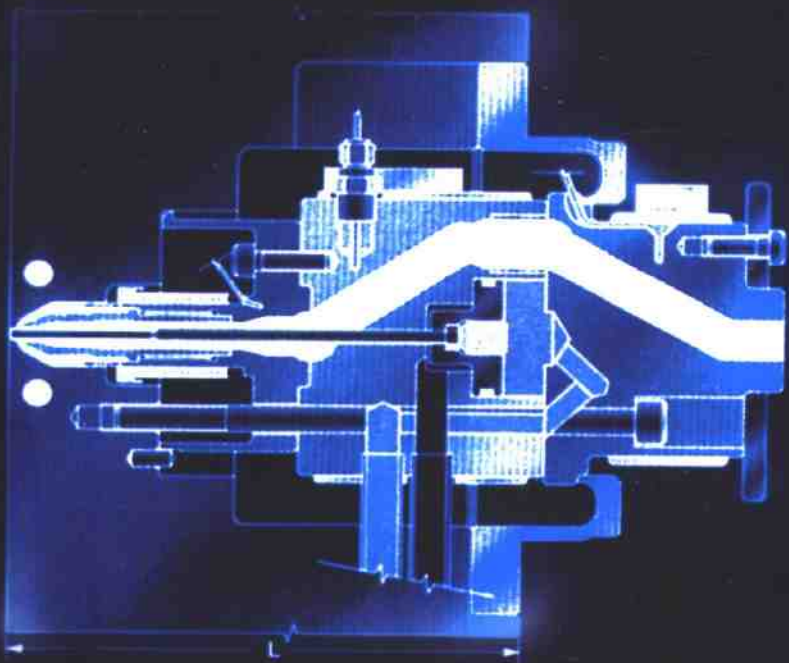


塑料注射模具设计 技巧与实例

▶ 王文广 田宝善 田雁晨 主编



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料注射模具设计技巧与实例

王文广 田宝善 田雁晨 主编

化学工业出版社
材料科学与工程出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料注射模具设计技巧与实例/王文广, 田宝善, 田雁晨主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 12
ISBN 7-5025-4972-2

I. 塑… II. ①王… ②田… ③田… III. 塑料模具-设计 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 113677 号

塑料注射模具设计技巧与实例

王文广 田宝善 田雁晨 主编

责任编辑: 白艳云

责任校对: 郑捷

封面设计: 关飞

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×960 毫米 1/16 印张 29½ 字数 540 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4972-2/TQ·1875

定 价: 56.00 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

前 言

由于塑料具有很多优良的性能和特点,近年来它在各领域得到了越来越广泛的应用。作为塑料制造业的支柱产业——塑料模具的设计与制造也得到了空前的发展,特别是作为塑料必备成型工具的塑料注射模具,由于它成型效率高,易成型形状复杂的制品,并可实现自动化生产,得到迅速的发展,在我国其发展速度之快、需求量之大是前所未有的。同时其技术水平也得到了迅速发展和提高,新的设计结构层出不穷,传统的设计理念不断更新,并逐步缩小和发达国家之间的距离。

新的形势给我们提出了更高的要求。为顺应这个形势的需要,满足广大塑料注射模具设计人员和制造人员学习的需要,以提高其理论和实践水平,我们编写了这本书,愿它能对提高模具行业人员的技术水平有所帮助。

本书以热塑性塑料注射模具的设计为主线,依据模具的基本组成部分,采取基础知识和设计技巧相结合,理论和实践相结合,图例和剖析相结合,模具设计和加工工艺相结合的方式,对典型的模具结构的动作过程进行分步分解,并对它们的优点、设计中的关键所在以及可能出现的问题和处理方法进行详细地剖析。同时,从模具加工工艺的角度出发,分析并提供便于加工的模具结构形式,使模具设计和现场加工更加紧密地结合起来。

本书广泛吸收了国内外各个领域成熟的经验和最新参考资料,而很大一部分的内容是作者在实践中积累的一些有实用价值的设计实例和技巧,并对一些有普遍实用意义的模具结构形式进行了总结和升华,以便在实际应用中达到举一反三、触类旁通的目的。

本书内容准确合理,由浅入深,深入浅出,重点突出,简明扼要,实例实用可靠,可供从事塑料注射模具设计的初、中级工程技术人员参考,同时对模具制造业的中、高级技工和初学者整体理论素质和实践水平的提高有实际参考价值。

在本书的编写过程中,沈阳化工学院材料学院的各位教授、沈阳九日实业有限公司、辽宁省技术情报研究所和孙孝俭先生给本书提供了大量的技术信息,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中可能出现疏漏或不足之处，殷切希望广大读者批评指正，作者愿与读者经常沟通与商讨。

作者

2003 年秋于沈阳

目 录

第一章 塑料成型技术的基本知识	1
第一节 塑料的使用性能	1
一、塑料的突出性能	1
二、塑料的不足性能	4
三、常用热塑性塑料的火焰鉴别方法	12
第二节 热塑性塑料的成型性能	13
一、塑料的流动性	13
二、塑料的结晶性	14
三、塑料的收缩性	15
四、塑料的热敏性和水敏性	16
第三节 塑料的注射成型过程	21
一、塑化过程	22
二、注射过程	23
三、模塑过程	23
第四节 塑料注射成型机	24
一、注射成型机的分类	24
二、注射成型机的主要机构	26
三、注射成型机的选择	27
第五节 设计塑料结构件的基本知识	31
一、设计塑料结构件的基本原则	31
二、塑料结构件的设计要点	31
第二章 塑料注射模具设计的基本知识	50
第一节 塑料注射模具概论	50
第二节 塑料注射模具的基本结构形式	51
一、塑料注射模的基本组成	51
二、塑料注射模的基本分类	51
三、卧式注射模的结构形式	52

第三节 塑料注射模具的设计步骤	58
一、审视塑件蓝图	58
二、绘制模具装配草图	58
三、绘制主要零件工程图	61
四、绘制模具装配图	61
五、补充绘制全部自制零件的工程图	61
六、编写设计说明书	61
七、全面总结, 积累经验	62
第三章 注射模具分型面的选择技巧	63
第一节 分型面的基本形式	64
一、平面式分型面	64
二、阶梯式分型面	64
三、斜面式分型面	65
四、曲面式分型面	65
五、综合式分型面	65
第二节 选择分型面的基本原则	66
一、保持塑料件外观整洁	66
二、分型面应有利于排气	67
三、应考虑开模时塑件留在动模一侧	67
四、应容易保证塑件的精度要求	68
五、分型面应力求简单适用并易于加工	69
六、考虑侧向分型面与主分型面的协调	70
七、分型面应与注射机的参数相适应	72
八、考虑脱模斜度的影响	72
九、嵌件和活动型芯应安装方便	73
第三节 典型塑料件分型面的设计实例	74
实例 3-1 灯罩模的分型面	74
实例 3-2 动模侧抽芯形式的比较	74
实例 3-3 改变分型面可避免侧抽芯	75
实例 3-4 多阶梯式分型面的注射模具	75
第四章 注射模具浇注系统的设计技巧	76
第一节 注射模具浇注系统的组成	76

第二节 注射模具主流道的设计	77
一、主流道的设计要点	77
二、浇口套的结构形式	78
第三节 注射模具分流道的设计	79
一、分流道的设计要点	79
二、分流道的截面形状	80
三、分流道的布局形式	82
四、分流道的计算	87
第四节 注射模具浇口的设计	87
一、浇口的基本类型	88
二、浇口的设计要点	104
第五节 冷料穴和钩料脱模装置	112
一、冷料穴的设置	112
二、顶杆式钩料装置	113
三、推板式钩料装置	114
第六节 排气系统和引气装置	116
一、排气系统	116
二、引气装置	118
第五章 注射模具成型零件和模体的设计	120
第一节 注射模具型腔的结构设计	120
一、型腔的结构形式	120
二、型腔壁厚和底板厚度的计算	125
实例 5-1 组合式圆形型腔计算实例	133
实例 5-2 组合式矩形型腔计算实例	133
第二节 注射模具型芯的结构设计	135
一、型芯的结构形式	135
实例 5-3 完全组合式型芯的结构实例	139
二、小型芯的固定形式	141
第三节 注射模具成型零件尺寸的确定	142
一、影响塑件尺寸的因素	142
二、确定成型零件尺寸的原则	143
三、成型零件尺寸的计算	145
实例 5-4 成型零件尺寸的计算实例	146

第四节 注射模具螺纹成型零件的设计	148
一、塑件螺纹的成型方法	148
二、螺纹成型零件尺寸的计算	149
三、螺纹成型零件的设计原则	152
四、螺纹成型零件尺寸计算实例	153
实例 5-5 螺纹成型零件尺寸的计算实例	153
五、小直径螺纹型芯的安装形式	154
六、塑件螺纹螺距收缩的修正措施	155
第五节 注射模具成型零件的设计技巧	157
一、保持塑件的整体外观整洁	158
二、应使成型零件便于加工	159
三、选择适当的加工基准面	161
四、相互配合部分应尽量减少配合面	162
五、组合件应便于装卸	162
六、应使成型零件使用方便	162
七、应考虑成型零件的强度	163
实例 5-6 塑料风轮注射模的结构实例	164
第六章 注射模具的侧抽芯机构	166
第一节 注射模具的侧抽芯机构概述	166
一、脱模力	166
二、抽芯距	168
三、侧抽芯机构的分类	169
第二节 注射模具的手动侧抽芯机构	170
一、模内手动侧抽芯机构	170
实例 6-1 模内手动辐射侧抽芯机构实例	171
实例 6-2 模内手动弯管抽芯机构实例	172
二、模外手动侧抽芯机构	173
实例 6-3 模外手动取活芯机构	174
第三节 注射模具的斜导柱侧抽芯机构	176
一、斜导柱侧抽芯机构的工作原理	176
二、斜导柱侧抽芯机构的组合形式	176
三、斜导柱的设计	177
四、侧型芯机构的设计	185

五、设计斜导柱侧抽芯时应注意的问题	192
六、斜导柱侧抽芯机构应用实例	194
实例 6-4 斜导柱多方位侧分型注射模具	198
第四节 注射模具的顺序定距分型拉紧机构	199
一、定距方式	199
二、拉紧机构的基本形式	201
三、顺序定距分型机构的应用实例	202
实例 6-5 搭钩式顺序定距分型机构实例	203
实例 6-6 拉钩式顺序定距分型机构实例	203
实例 6-7 摆钩式顺序定距分型机构实例	203
实例 6-8 滑块式顺序定距分型机构实例	209
实例 6-9 扣机式顺序定距分型机构实例	212
实例 6-10 弹簧拉杆式顺序定距分型机构实例	212
实例 6-11 横销式顺序定距分型机构实例	214
实例 6-12 暗销式顺序定距分型机构实例	216
实例 6-13 制动销式顺序定距分型机构实例	220
第五节 注射模具的弯拉杆抽芯机构	222
一、弯拉杆与斜导柱侧抽芯机构的性能比较	223
二、弯拉杆的基本形式	223
三、弯拉杆抽芯机构的基本形式	223
四、弯拉杆抽芯机构的应用实例	226
实例 6-14 三通管弯拉杆注射模具	226
实例 6-15 弯拉杆变角侧抽芯模具	226
实例 6-16 滑板式内斜抽芯顺序分型注射模具	228
实例 6-17 弯拉杆双级侧抽芯模具	228
第六节 注射模具的斜滑块侧抽芯机构	231
一、斜滑块抽芯机构的基本形式	231
二、斜滑块的导滑形式	233
三、斜滑块抽芯机构的设计要点	235
四、斜滑块抽芯模的应用实例	236
实例 6-18 定模顶出的斜滑块抽芯模具	236
第七节 注射模具的顶出式侧抽芯机构	238
一、顶出式抽芯机构的基本形式	238
二、顶出式抽芯机构的设计要点	243

三、顶出式抽芯机构的应用实例	243
实例 6-19 顶出式斜导板抽芯机构	243
实例 6-20 长距离内侧抽芯模具	243
实例 6-21 摆杆式内侧抽芯机构	244
实例 6-22 简单的顶出式斜孔脱模	245
第八节 注射模具的其他侧抽芯机构	247
一、弹簧侧抽芯机构	247
实例 6-23 定模弹簧外抽芯模具	249
二、斜拉板式侧抽芯机构	250
实例 6-24 延迟式斜拉板侧抽芯模具	251
三、齿轮齿条侧抽芯机构	252
实例 6-25 弯管内抽芯机构	255
四、液压侧抽芯机构	255
实例 6-26 液压双级侧抽芯模具	257
五、其他特殊形式的侧抽芯机构	258
实例 6-27 浮动式定模抽芯模具	258
实例 6-28 圆周联动外侧抽芯模具	260
实例 6-29 弯管内抽芯机构	261
实例 6-30 模内中心斜抽芯模具	263
实例 6-31 内侧长凸台抽芯模具	264
实例 6-32 双层侧分型注射模具	266
实例 6-33 内环形型芯脱模机构	267
实例 6-34 外侧双级双向抽芯模具	267
实例 6-35 外侧双级抽芯模具	269
实例 6-36 弯管圆弧内抽芯模具	270
第七章 注射模具顶出机构的设计技巧	272
第一节 注射模具顶出机构概论	272
一、顶出机构的分类	272
二、影响顶出力的因素	272
三、顶出机构的设计原则	272
第二节 注射模具顶出机构的基本形式	273
一、顶杆顶出机构	274
二、顶管顶出机构	279

实例 7-1 双顶板顶管顶出的结构实例	281
三、推件板顶出机构	282
实例 7-2 多型腔推件板顶出结构实例	285
四、顶块顶出机构	286
五、气动顶出机构	288
六、联合顶出机构	290
七、强制顶出机构	291
第三节 注射模具的二次顶出机构	293
实例 7-3 弹簧推板式二次顶出机构	293
实例 7-4 推珠式二次顶出机构	294
实例 7-5 摆块式二次顶出机构-1	294
实例 7-6 滑楔式二次顶出机构	296
实例 7-7 斜杠式二次顶出机构	296
实例 7-8 摆杆式二次顶出机构	297
实例 7-9 浮动型芯式二次顶出机构	298
实例 7-10 摆钩式二次顶出机构-1	298
实例 7-11 弹套式二次顶出机构	300
实例 7-12 延迟式二次顶出机构-1	301
实例 7-13 延迟式二次顶出机构-2	301
实例 7-14 摆钩式二次顶出机构-2	301
实例 7-15 摆块式二次顶出机构-2	303
实例 7-16 滑块式二次顶出机构-1	304
实例 7-17 滑块式二次顶出机构-2	305
实例 7-18 杠杆式二次顶出机构	306
第四节 注射模具的特殊顶出机构	307
一、动模顶出机构	307
实例 7-19 滑板式多次分型定模顶出机构	309
二、双顶出机构	311
三、超高塑件的顶出	312
实例 7-20 细长塑件定模顶出机构	313
实例 7-21 超高塑件两种顶出方式比较	314
四、长芯侧抽联合顶出	315
五、多次脱模结构	317
实例 7-22 摆钩式多次脱模结构实例	319

11/13/10

实例 7-23 浮动型芯双向强制脱模结构实例	321
第五节 注射模具螺纹塑件的脱模机构	323
一、手动脱螺纹机构	323
二、拼块式螺纹脱模机构	324
三、强制脱螺纹机构	325
四、旋转自动螺纹脱模的机构	325
五、塑件脱螺纹机构的结构实例	331
实例 7-24 内螺纹脱模机构实例	331
第六节 注射模具的复位机构和先复位机构	333
一、复位机构	333
二、先复位机构	334
实例 7-25 三角块先复位机构	340
实例 7-26 楔杆式先复位机构	341
实例 7-27 弹套式先复位机构	342
实例 7-28 连杆式先复位机构	344
第八章 塑料注射模具的温度调节系统	347
第一节 注射模具温度调节系统的重要性	347
一、模具的热传导	347
二、调节模具温度的主要目的	348
第二节 注射模具冷却系统的设计要点	350
一、冷却系统冷却效果的衡量标准	350
二、冷却系统的设计要点	351
三、冷却系统冷却参数的计算	355
第三节 注射模具冷却系统的结构形式	357
一、冷却水道形式及连通方式	357
二、型腔的冷却	359
三、型芯的冷却	361
四、小型芯的冷却	363
五、冷却系统结构实例	365
实例 8-1 螺旋式冷却的结构形式	365
第四节 模具的加热装置	367
一、模具加热的必要性	367
二、模具加热装置的设计	368

三、模具加热应注意的问题	369
第九章 自动化高速成型和精密模具的设计	370
第一节 自动化高速成型模具的特点	370
第二节 缩短成型周期的主要途径	371
一、缩短注射时间	371
二、缩短熔料冷却固化时间	372
三、缩短辅助时间	373
第三节 浇口凝料和塑件的自动化脱落	373
一、侧浇口和潜伏浇口凝料的自动顶出机构	374
二、点浇口凝料自动脱落机构	374
实例 9-1 内螺纹自动脱模机构	375
三、塑件脱模与拂落装置	378
第四节 热流道注射模具	379
一、井式喷嘴	380
二、绝热流道	381
三、半绝热流道	384
四、加热浇口	384
五、热流道	388
六、热流道注射模具结构实例	396
实例 9-2 探针加热半绝热流道模具	396
实例 9-3 一体式延伸喷嘴模具	396
实例 9-4 双腔延伸式喷嘴模具	397
实例 9-5 筒形热流道注射模具	397
七、热流道应用范围的比较	399
第五节 模具在自动化高速成型时的安全措施	400
第六节 精密塑料注射模具的设计	401
一、精密注射模具的特点	401
二、精密注射模具的设计要点	402
三、塑件高精度配合尝试	407
四、成型零件的表面处理	409
第十章 模具加工工艺实例	411
第一节 模具零件加工工艺	411

一、坯料	411
二、模板的平面加工	411
三、孔及孔系的加工	412
四、成型零件的加工	415
第二节 钳加工与装配	417
一、钳加工的工作内容	417
二、模具的组装与总装	418
第三节 模具加工工艺实例	419
实例 10-1 螺旋分型面的加工工艺实例	419
实例 10-2 螺旋分型模的装配工艺实例	420
实例 10-3 动模板的加工工艺实例	422
实例 10-4 定模板的加工工艺实例	423
实例 10-5 侧型腔加工工艺实例	423
实例 10-6 侧抽芯模的装配工艺实例	426
第四节 试模及模具维修	428
一、试模过程	428
二、模具修复	431
三、常见的注射缺陷及其原因	431
第十一章 最新注射模具计算机辅助设计	435
第一节 工程图绘制和输出	435
一、系统特点	435
二、图形绘制	439
第二节 模具型腔和型芯尺寸的计算和绘制	440
第三节 注射模具的设计和绘制	443
一、模具结构总图的绘制	443
二、浇注系统的确定	444
三、成型腔壁厚的计算	446
四、导柱直径尺寸的确定	449
五、加热和冷却的计算	449
第四节 锁模力和脱模力的计算	452
主要参考文献	454

塑料成型技术的基本知识

· 第一章

随着社会科学技术的进步，人们对制造业所使用的材料提出了越来越高的要求。由于塑料具有质量轻、比强度高、耐腐蚀、绝缘性能好以及良好的可塑性，并易于成型等特点，得到了越来越广泛的应用，并逐渐取代木材，并部分取代金属等传统材料，成为各个领域里经常采用的结构件材料。

塑料注射成型是成型塑件的重要方法，塑料注射模具则是塑料注射成型必备的工具。

作为塑料注射模具设计人员，了解塑料的基本性能以及有关塑料成型的基本知识，对设计出结构合理易于成型、高质高效低耗的塑料结构件来说是十分必要的。

第一节 塑料的使用性能

不同材料的性能大不相同。在强度方面，以金属材料最好，特种陶瓷和纤维增强工程塑料次之；在比强度方面，以金属铝和增强工程塑料最好；在冲击强度方面，以金属、塑料为好；在耐热方面，以陶瓷、金属和玻璃最好，塑料次之，木材最差；在密度方面，以塑料和木材最小，木材中以泡桐最轻，塑料中以泡沫塑料最轻；在线胀系数方面，以塑料最大，陶瓷最小；在导热性方面，以塑料、木材最小，玻璃、陶瓷次之，金属最好。可以说，不同材料都有其突出性能和不足性能两方面。

一、塑料的突出性能

1. 相对密度低

塑料材料的相对密度在 0.83~2.2 范围内，在众多材料中只比木材的相对密度稍高一点，木材的相对密度在 0.28~0.98 范围内，而且泡沫塑料材料的相对密度会更低，其相对密度在 0.1~0.4 范围内，高发泡塑料制品的相对密度甚至

比 0.1 还要低许多。不同品种材料的相对密度见表 1-1 所示。

表 1-1 不同品种材料的性能

材 料	钢		铝	铜	玻璃	陶瓷	木材	HDPE	PC	30%GPPA610
性 能										
相对密度	7.8	2.8	8.4	2.6	2.1~2.94	0.28~0.9	0.95	1.20	1.45	
线胀系数/($\times 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)	12	24	18	5.8	3~6	9~24	134	77	32.8	
热导率/[$\times 10^3 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$]	0.6	2.1	3.8	0.5	0.4	0.0011	0.0044	0.019	0.022	
拉伸强度/MPa	550	470	390	6~8	20~260		29	65	256	
冲击强度/($\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$)	70	168	46	脆	脆		30	54	177	
比强度	70	168	46	3	10~86	—	30	54	176	

为此，在制品特别强调轻重，而木材又不能满足需要时，一般选用塑料或泡沫塑料。例如，在飞机、轮船、车辆等交通工具中，减轻重量可提高速度、降低能耗。

不同品种材料的性能比较表 1-1。

2. 比强度高

比强度为材料的强度与材料的相对密度比值。在各种材料中，塑料材料具有最高的比强度，甚至比特种合金铝还要高，具体参见表 1-1 所示。在一些既要求减重又要求高强度的中、低载荷使用环境中，塑料材料是最合适的材料品种。如各种交通工具中的结构部件，都可用相应的塑料代替；在汽车工业中，塑料结构件的使用量已达到 6% 以上，而且正逐步增长；在飞机、轮船及航天工具上，使用塑料材料减重的意义更加巨大。

3. 绝缘性能好

按材料的体积电阻率大小来给其导电性分类如下：

- ① 绝缘材料，体积电阻率大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ，一般在 $10^9 \sim 10^{22} \Omega \cdot \text{cm}$ 范围内；
- ② 半导体材料，体积电阻率在 $10^{-2} \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 范围内；
- ③ 导电材料，体积电阻率小于 $10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，一般在 $10^{-2} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 范围内。从表 1-2 中可以看出，大部分塑料的体积电阻率都可达到绝缘材料的要求，是优良的绝缘材料。只有少数吸水性塑料的体积电阻率小于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ，如聚乙烯醇、聚丙烯腈及丙烯酸酯类等。

4. 具有防震、隔热、隔音性能

塑料尤其是泡沫塑料同时具有优异的防震、隔热、隔音性能，只有木材具有相近的性能，而其他材料都无可比拟。

在防震应用上，软质聚氨酯 (PU)、PE、PS 泡沫塑料最为常用。其中软质 PU 泡沫塑料常用于体育器材，而 PE、PS 常用于防震包装。