

〔日〕白石順一郎 著

注塑 成型 模具



烃加工出版社



注塑 成型 模具

注塑成型模具

〔日〕 白石順一郎 著

许鹤峰 译

石通灵 校

烃加工出版社

内 容 提 要

本书是日本注塑成型行业广为采用的一本实用专业书。本书的特点是 把 注塑制品的设计、成型条件和各种不同的树脂与模具设计、制造紧密地联系 在一起，将注塑制品的质量与模具的设计制造结合起来，既有大量的实用的行之有效的经验、方法的详细叙述，又有相当的理论分析，图文表并茂，因此实用性强。此外，书中还介绍了估算模具价格与制造时间的方法。

本书的内容不但适合于从事注塑成型模具设计、制造的工程技术人员阅读使用，而且也完全适合于塑料制品厂广大工程技术人员阅读参考；此外，也可供大专院校有关专业师生和科研设计人员参考。

注塑成型模具

〔日〕 白石顺一郎 著

许鹤峰 译

石通灵 校

轻加工出版社出版

京辉印刷厂排版

京辉印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 16¹/₄ 印张 377千字 印1—8000

1989年3月北京第1版·1989年4月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-059-6/TQ·047 定价：6.15元

译 者 的 话

白石順一郎先生所著的本书是日本注塑成型模具设计制造行业广为采用的实用专业书著之一。本书于1973年12月出版第一版，由于内容实用且较丰富，所以在日本颇受欢迎，到1983年1月就印刷了10次。作者在第一版的基础上，结合近十多年来的实际情况和进展作了重大修改和补充，于1984年8月出版了本书的第二版。现将此书第二版译成中文奉献给读者。

随着塑料制品在各个领域的广泛应用，人们对塑料成型模具的设计、制造提出了更高的要求。众所周知，要设计高质量的模具必须了解制品设计及成型的技术要求。本书的特点就在于把注塑制品的设计、成型条件与模具设计、制造有机地联系在一起，并将不同树脂的成型工艺与模具设计结合起来论述，同时对各有关问题作了详细的阐述。此外还介绍了估算模具价格与制造时间的方法。本书内容深入浅出图文并茂，既有大量实用的行之有效的经验、方法，又有相当的理论分析，因而本书可作为我国从事注塑成型模具设计、制造科技人员和塑料技术人员的实用专业书，也可作为注塑成型模具教学的参考书。

本书的专业性较强。限于译者的水平，书中译文难免有不当之处，热切欢迎读者批评指正。全书由石通灵同志校订，在此谨表衷心的感谢。

译者

一九八七年九月十五日

目 录

第一章 注塑模具与制品	1
第一节 制品的要求与成型条件的关系	2
一、收缩率.....	3
二、制品的变形.....	4
三、制品尺寸的稳定性.....	5
四、制品的强度.....	6
五、制品的外表.....	7
六、制品的耐应力开裂性.....	8
第二章 注塑制品设计造成的缺陷与对策	12
第一节 分模面	12
第二节 对于脱模斜度的对策	15
一、箱形或者盖状制品.....	18
二、格子状制品.....	18
三、纵向筋与底部筋.....	19
四、支撑座.....	20
五、壁厚.....	22
第三节 增强制品与防止变形	23
一、设置加强筋的方法.....	24
二、将拐角部作成圆角的方法.....	27
三、增加壁厚与改变形状的方法.....	29
四、注塑成型孔.....	32
五、注塑成型螺纹.....	33
六、熔接痕.....	34

七、滚花·····	37
八、刻字·····	37
九、制品的推出·····	37
十、嵌件·····	38
第四节 注塑制品的尺寸变化·····	41
一、树脂的膨胀与收缩·····	41
二、成型收缩·····	42
三、制品的尺寸精度·····	43
四、成型尺寸与稳定尺寸·····	50
五、形状变化·····	54
六、注塑制品的尺寸公差·····	59
七、单型腔模具制品的尺寸精度·····	60
八、多型腔模具的尺寸公差范围·····	63
第五节 成型收缩与结晶度·····	64
一、成型收缩的特征·····	64
二、成型条件与成型收缩·····	65
三、模具及制品设计所造成的成型收缩·····	68
四、不同成型树脂造成的成型收缩·····	69
五、结晶性树脂的特性·····	74
六、对压缩收缩及结晶化的对策·····	79
七、制品的残余应力·····	82
第三章 注塑模具设计概论·····	85
第一节 设计的基础事项·····	86
第二节 使用的注塑机与树脂·····	86
一、注塑机规格的研讨·····	87
二、由注塑机引起的缺陷与对策·····	91
三、考虑使用树脂的性质·····	94

四、注塑用树脂的主要成型缺陷与对策	98
第三节 注塑模具的结构	120
第四节 有关制品形状与成型技术方面的研讨	124
一、有关制品形状的研讨	124
二、成型技术的研讨	125
第五节 注塑模具的设计步骤	126
第六节 注塑模具设计任务书与审核项目	128
一、模具设计任务书	128
二、模具设计的审核项目	131
第四章 模具的材料	134
第一节 注塑模具材料的特性、用途及使用方法	134
一、在锻造、轧制或拉拔的原始状态下使用的钢材	135
二、进行退火处理使用的钢材	136
第二节 注塑模具用原材料的热处理与表面处理	141
一、模具原材料热处理的梗概	141
二、注塑用模具材料的表面处理	144
第五章 注塑模具的强度计算与尺寸精度	151
第一节 模具的强度计算	151
一、矩形凹模的侧壁计算	152
二、圆形凹模的挠度	160
三、动模型芯的挠度计算	161
第二节 模具结构零件的尺寸精度	163
第三节 成型零件的尺寸精度	166
第四节 注塑模具的尺寸公差标准	169
第六章 流道、浇口方式	170
第一节 流道、浇口的选择标准	170
第二节 流路的形状与流动性	172

一、压力降与流量的计算	174
二、由流动性考虑浇口与流道的关系	177
三、浇口平衡与流道排列	178
四、流动比与面积比	184
五、流动性造成的缺陷与对策	186
第三节 浇口的种类	189
一、直接浇口	190
二、普通流道与浇口	191
三、点浇口	200
四、潜伏浇口	202
五、阀浇口	203
六、其它浇口的名称	205
第四节 树脂材料与浇口的适应性	206
一、制品的物理性能与浇口的关系	206
二、各种树脂与浇口	207
第七章 无流道与热流道方式	222
第一节 无流道方式	224
一、井式喷嘴	224
二、延伸喷嘴	227
三、绝热流道	230
第二节 热流道方式	237
一、热流道的结构概要	238
二、喷嘴与模具的绝热	240
三、流道装置的加热与控制	244
四、各种热流道的形式及参考尺寸	246
五、其它方式	251
第八章 温度调整与冷却	255

第一节	以成型效率为目的的温度调整	256
第二节	以防止变形为目的的温度调整	258
一、	制品的质量	259
二、	以最小变形为目的的温度调整	262
第三节	温度调整的理论性要素	263
一、	模具温度调整所需要的传导面积	264
二、	模具的冷却与加热	265
三、	冷却水回路的分布	266
四、	冷却水用量	273
五、	各种冷却水回路的实例	275
第四节	注塑模具的热分析	281
一、	热与电的关系	282
二、	熔融树脂带入模具的热量与温度梯度	284
三、	制品的分割与模具平均温度的求法	287
四、	相似模型的准备与冷却回路的表面温度模拟	289
五、	相似电路的测定	291
第九章	推出机构	293
第一节	制品的推出	294
一、	推出的种类	294
二、	具有螺纹的制品的脱模方式	300
三、	螺纹成型零件转动的驱动方式	305
第二节	主流道、流道的推出机构	308
一、	主流道、流道推出机构的图例	309
二、	浇口的自动切断装置	312
第三节	二次推出装置	313
一、	二次推出装置的应用实例	313
二、	二次推出的调整机构	315

三、推板的早复位机构	318
第十章 侧向凹凸面的处置	321
第一节 侧向凹凸面位于制品外侧时的处置方法	322
一、采用瓣合模处置侧向凹凸面的方法	322
二、依靠侧型芯处置侧向凹凸面	325
三、侧型芯的移动距离相当大时的处置方法	328
第二节 制品内部侧向凹凸面的处置方法	329
第十一章 模具结构零件及尺寸标准	333
第一节 型板类	333
第二节 导柱与异套	335
第三节 推杆、推套及复位杆	343
一、推杆与推杆孔	343
二、复位杆	352
第四节 定位圈与浇口套	354
一、定位圈的标准与应用实例	354
二、浇口套的标准与应用实例	357
第五节 主流道拉料杆与流道拉料杆	363
一、主流道拉料杆的形状、尺寸标准与应用实例	363
二、流道拉料杆的形状、尺寸标准与应用实例	365
第六节 流道的尺寸标准与选用实例	368
第七节 推出机构附件的形状与尺寸标准	370
一、推板导柱的形状、尺寸标准与应用实例	370
二、连接推杆与限位钉	373
三、支撑柱	375
第八节 与侧型芯相关的零件形状及尺寸标准	376
一、斜导柱及斜楔的形状、尺寸标准及应用实例	377
二、侧型芯的形状、滑动部位的尺寸标准与种类	382

三、有关侧型芯的导板、滑座及侧型芯导向的注意事项	
项	384
四、锁模斜楔的种类与侧型芯的位置	388
五、其它零件的 JIS 标准	392
第九节 机床的静止精度与加工精度	392
一、JIS 标准对模具制造用机床的精度检验的规	
定	392
二、一般加工精度与测量器具的精度	395
第十二章 实现高速化、自动化成型的模具设计	397
第一节 实现高速化成型的模具设计	397
第二节 实现自动化成型的模具设计	401
一、有关自动运转模具的浇口套、主流道、流道的	
注意事项	403
二、难于脱模的制品整体推出时的问题	404
三、确认制品是否取出	407
四、使主流道、流道固化的模具实现自动运转	412
五、有活型芯或制品上有螺纹的模具实现自动	
运转	413
第十三章 考虑加工工艺性的模具设计	415
第一节 型腔模板及型芯的加工与组合、镶配	415
一、镶入模板盲孔中的方法	416
二、将镶件镶在模板通孔上的方法	417
第二节 考虑模具结构零件及成型零件加工工艺性的	
设计实例	418
一、通过组合与拼镶改善加工工艺性	418
二、便于进行机械加工的设计	421
三、便于进行钳加工与装配作业的设计	424

第十四章 注塑模具的加工方法概述	426
第一节 坯料的平面切削加工	426
第二节 成型部位的加工	428
一、使用铣床及仿形铣加工成型部位	428
二、成型部位的特种加工	429
第三节 钳加工与装配	432
第四节 模具的检验	434
一、加工过程检验	434
二、试模检验	437
第五节 模具的修补	438
一、防锈与去油	446
二、模具的修理	446
三、研磨材料及其使用方法	448
第六节 模具保管场所、保管方法、保管记录	449
第十五章 注塑模具的估价	450
第一节 模具企业的成本与特殊性	450
第二节 模具的价格	451
一、模具价格与加工费	451
二、模具价格的构成	459
第三节 模具估价的方法	460
一、依据各种机床加工时间与各种机床单价的估算方法	464
二、计算各种机床单价实例	490
第四节 采用总加工时间与不同模具种类平均单价的估价方法	497
一、计算总加工时间的方法	497
二、模具平均单价的计算方法	501

三、演算例题	503
第五节 各个企业各自不同的简易估价法	511
第六节 交货期的计算方法	516
参考文献	522

第一章 注塑模具与制品

众所周知，树脂、成型机及模具是生产塑料制品必不可少的条件，就好比是切削加工中的被切削材料、机床及刀具。当然，切削加工需要有适用于被切削材料的刀具，有适用于机床的刀具。可是，即使有了适当材质，适当形状的刀具，若不齐备加工图纸与加工条件，那也无法得到切削零件。不仅如此，刀具的形状还常常因加工图纸与加工条件而不同。

由上面的比喻可以知道，生产塑料制品时，除上述三个条件之外，还不能缺少制品设计图（也称制品图）和成型条件。换句话说，设计成型制品的模具时，必须具备如下条件：①这个制品采用何种树脂成型；②这个制品的形状是否具备适于成型的形状和条件、尺寸精度是否合理；③使用哪个厂家制造的、何种型式的注塑机；④成型条件如何，成型周期为多少秒，制品的总产量需要多少。

设计模具时，至少要了解上述四个条件，否则就无法设计制造出高质量的模具。

目前的实际情况是，按照机械设计人员设计的制品图向外订购用于某种树脂、某种注塑机成型制品的模具。因此，要求对制品性能了解比较充分的人员、成型操作人员、模具设计制造人员之间必须进行充分的协商。然而现状却是，这种协商进行得不够充分。设计人员在设计时，由于与对方协商不够，多少有些疑惑，往往会导致试模后出现各种

问题而不得已修改已做成的模具。当然，为了研究了解树脂的流动、尺寸精度、翘曲、变形等情况，当模具完成后有必要进行试模。同时，试模也是为了确定模具在正式生产时的成型条件。

试模后对模具稍加修改是允许的，但是为了避免因结构上或者功能上的大改动而招致的损失与麻烦，因此在着手设计模具时，应进行充分的研究与调查。

第一节 制品的要求与成型条件的关系

根据制品的用途、性能、形状及加工水平允许模具设计的考虑方案略有差异，但是原则上希望根据一定的技术依据以及边作边试的方式，从不断积累的实验数据出发进行考虑。这些实验数据与实验数据的积累，使现在的设计得到了很大的进步。这种说法并不过分。即使在将来，这种积累也是一件相当重要的工作。

在许多情况下，尤其是对模具的结构与成型条件之间的关系进行技术分析是相当困难的，不实践一下无法弄清楚的因素非常多。模具设计时的直感考虑与冒险性的尝试，能够在模具的成型制品过程中进行数据性的检验，使这些数据成为经验数据，并不断地标准化。

下面以高密度聚乙烯为例进一步说明这些问题。制品要求的性能因其用途不同而不同，制品的物理性质，例如冲击强度、表面质量，可以通过最恰当的成型操作条件而得到。然而，就其它特性来说，其成型条件就不一定与上述条件一致，甚至于往往是相反。

对于制品质量一般有如下要求：

- ① 最小的收缩率；
- ② 最小的变形；
- ③ 尺寸稳定性好；
- ④ 冲击强度最高；
- ⑤ 制品表面质量最好；
- ⑥ 不被清洁剂、洗净剂侵蚀（餐具、容器制品等）。

下面就分别找出最佳成型条件的实验结果来介绍它们的特性。

一、收 缩 率

收缩，除因熔融树脂在凝固时引起的体积变化而造成的收缩之外，结晶性树脂还与其特有的因流动方向不同，即流动方向和与其垂直方向的收缩差异所造成的收缩有关。关于结晶性树脂的实验结果如下：当料筒温度 280°C 、模具温度 40°C 时，其流动方向的收缩率约为 2.92% ，而与其垂直的方向的收缩率则约为 2.04% ，二者相差约 0.9% 。这种收缩差异是造成高密度聚乙烯容器的棱边产生扭曲的原因。就比容的变化来说，可以通过降低树脂的温度、模具的温度和填充速度，使填充树脂的平均温度下降，以缩小熔融树脂的比容，减少模具中树脂的收缩量。

其次，延长注射柱塞在前进位置的保压时间，补偿树脂填充到模具后因温度下降而产生的收缩量，也可以减少收缩量。

为了减少制品的收缩，一般只须降低树脂与模具的温度，延长注射柱塞的保压时间，降低填充速度就可以达到目的。实验的结果表明，对浇口的尺寸和树脂的供给条件没有显著的影响。

二、制品的变形

制品变形不仅影响外观，而且对制品的性能也会有很大的影响，因而是非常讨厌的现象。正如大家所知，为了防止变形，在设计制品时，往往将平面部位作成脊骨状或者波纹状，在侧壁部位设置加强筋，在浇口的背面设置鼓凸部位等等，经过这种细致周到的设计，局部地增加制品的刚性，以求减少应力和变形。

板状制品虽然简单，但是难于成型。在板状制品的成型条件下，缩短注射柱塞的保压时间可减少变形。除此之外，几乎都是模具设计方面的问题。在上面的“收缩率”一项中介绍过，由于流动方向不同所造成的收缩差异而引起的变形，与因模具型腔表面温度分布不规则造成的收缩差异而引起变形。这二种变形中，前者与浇口的位置有关，后者与冷却能力有关。但无论那种变形，只要在模具设计时进行充分的考虑，都能使这种变形减轻。

调查结果表明，对板状以外的容器，除延长注射柱塞保压时间的方法能减小变形外，其余结果完全相同。可以认为，影响变形的主要因素，与其说是收缩差异与内应力，不如说是涉及整体的收缩。因此，成型平底容器时，在制品设计上须考虑在侧壁设置支柱，并且在模具设计时考虑使凹模、凸模表面温度达到均一分布的冷却回路。作为成型条件，只要延长注射柱塞的保压时间，加快填充速度，就能得到不变形的制品。

总而言之，聚乙烯制品的变形是因整体的收缩（比容的变化）、模具内收缩的方向性、冷却不均的变形，以及因成型的内部应力造成的变形而引起的。因此，可以说使变形成