

注射模具与 注射成型实用手册

[美] J. B. 戴姆 著



化学工业出版社

注射模具与注射成型实用手册

[美] J. B. 戴姆著

沈金堂 译

洪国宝 校

化学工业出版社

(京) 新登字039号

Joseph B. Dym
Injection Molds and Molding
A Practical Manual
Van Nostrand Reinhold Company
New York, 1979

注射模具与注射成型实用手册

沈金堂 译

洪国宝 校

责任编辑: 龚浏澄

封面设计: 季玉芳

•

化学工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号)

北京通县京华印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

•

开本787×1092¹/₃₂印张14³/₈字数329千字

1987年10月第1版 1993年10月 北京第2次印刷

印 数 21871—24870

ISBN 7-5025-1226-8/TQ·705

定 价 10.40 元

内 容 提 要

作者花了十五年时间，深入调查研究美国三十余家注射成型厂和五十多家模具制造厂，收集了大量数据和有关资料。本书内容是按实际工作顺序编排的，把注射模具与注射成型作为统一的整体加以讨论，并着重阐述关于模具设计、制造、注塑机性能、注塑参数的设定，物料处理及高效生产质量稳定制件的各道工序。重点在模具设计与制造，热塑性塑料注射成型，但专列两章讨论发泡塑料和热固性塑料的模具与注射成型。

本书汇总了大量实际经验、参考资料和实用数据，是一本实用性手册。可供模具设计、制造、试模和维修人员，操作工和工程技术人员及管理人员作为充实知识和解决生产实际问题的工具书。

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第二章 模具设计	6
第三章 热塑性塑料注射模具	12
一、模座	12
二、模腔与模芯	16
第四章 制件需考虑的问题	19
一、决定制件使用性能的尺寸	19
二、材料需考虑的问题	20
三、收缩量	21
四、模塑后收缩	24
五、流动长度	25
六、模具温度	25
七、注塑内应力	26
八、分型面	26
九、浇口位置	27
十、熔合纹	27
十一、拔模斜度	28
十二、凸缘与凸台	31
十三、制造厂商和模腔的识别标记	32
十四、顶出杆	32
十五、清晰度或透明度的要求	32
十六、对中性要求	33
十七、制件设计要点	33
第五章 模具尺寸与模具强度	38
一、模腔的数量	38
二、模腔的材料	38
三、模腔的强度	43

四、流道系统	56
五、模腔与模具的温度	57
六、模座用钢材和模座规格	63
七、支模柱	64
八、两片半模的对中问题	66
九、关于本章插图的几点说明	67
第六章 模具与注塑机的关系	74
一、机器规格	74
二、动模板与定模板的安装资料	79
三、吊环螺孔	84
四、模具的冷却水接头	84
五、锁模力与模具尺寸	84
第七章 模塑性特征	86
一、制件的脱模	86
二、料道与压降	86
三、主流道	87
四、分流道系统	90
五、冷料阱	94
六、浇口位置	97
七、过渡区形状	99
八、浇口的类型	100
九、浇口面	105
十、排气槽	106
十一、模温的控制	107
十二、熔体流变学	108
(一) 理论上的考虑	109
(二) 粘度的图示和描述	110
第八章 模具细节	117
一、顶出杆	117
二、模腔与模芯	122
三、模塑嵌件	123
四、模具动模板	124
五、细长模芯	124

六、钢材内应力	125
七、冷却水通道的钻削	127
八、模具零件的尺寸确定	129
九、模具维护	130
第九章 模座与模具的类型	132
一、最常用的模座类型	132
二、无垫模板模座	142
三、三板式模座	142
四、脱模板式模座	145
五、模腔可换式模座	145
第十章 模腔材料	149
一、材料的强度	149
二、硬度的确定和有关的性质	161
三、耐磨性	164
四、工具钢	165
五、塑料模具用钢材	169
六、热处理	175
第十一章 模具模腔的加工方法	181
一、机械加工	182
二、铸造	183
三、冷挤压	185
四、电火花加工	189
五、电火花加工法的操作	192
六、电铸	204
七、真空蒸镀的镍壳	207
八、试样和小批量制件用模腔的加工	208
九、模具表面的精加工	210
十、抛光	212
(一) 机械加工模腔的抛光	212
(二) 冷挤压模腔的抛光	213
(三) 电火花加工模腔的抛光	213
(四) 结语	214
十一、焊接	214

十二、网纹表面的加工	216
十三、硬铬的电镀	216
十四、结语	217
第十二章 模具温度的设计	218
一、传热基本原理	218
二、热传导	219
三、对流传热	224
四、热管传热	227
五、两月半模的热平衡	228
六、冷却循环装置的接管	229
七、循环液体回路	231
八、模具的冷却要求	232
第十三章 无流道凝料注射成型	238
一、热流道	239
(一) 热流道与短流道的组合	243
二、绝热流道	248
三、加热器	254
第十四章 热塑性塑料的注射成型	260
一、热塑性塑料注塑机	262
二、柱塞式注塑机	262
三、全液压式螺杆注塑机及其工作过程	263
四、注塑机的组成部分及它们在加工中的作用	265
(一) 加料斗	265
(二) 加料口	266
(三) 螺杆	266
(四) 机器能力	269
(五) 注射速率	273
(六) 注射量的补充	277
(七) 止流阀	278
(八) 喷嘴	278
(九) 料腔	280
(十) 闭模	281
(十一) 开模	282

(十二) 模具保护	282
五、成型性能	283
(一) 时间、温度与压力	283
(二) 内应力和试模	284
(三) 熔合纹	287
(四) 制件性能参数的控制	287
六、注塑机的维护	288
七、肘节式注塑机	294
八、增强热塑性塑料的注射成型	294
(一) 模具	296
(二) 注塑机	297
(三) 小结	298
第十五章 试模资料	299
一、注塑机制造厂与注塑机规格	300
二、材料详细规格	300
三、干燥技术要求	301
四、注射量(重量)	301
五、附加料量	301
六、注射速率	302
七、高速注射定时器	305
八、注射保压定时器	306
九、闭模定时器	307
十、物料的注射压力	307
十一、物料的螺杆背压	308
十二、熔体释压	309
十三、熔体温度	309
十四、喷嘴的类型	310
十五、螺杆转矩	310
十六、模具温度	310
十七、模板开距	310
十八、脱模杆的规格和数量	311
十九、限位开关	311
二十、安全检查	312

第十六章 模具的安装	313
一、模具的安装	313
二、模具从注塑机上拆卸	317
三、清洗	317
第十七章 注塑问题及其解决方法	319
第十八章 塑料加工数据表——热塑性塑料部分	332
一、制件设计因素	333
二、模具因素	335
三、机器因素	336
四、成型加工因素（塑料加工数据）	337
五、塑料加工数据表	339
第十九章 发泡聚苯乙烯的模塑	364
一、模塑加工	364
（一）概述	364
（二）预发泡	365
（三）模塑	367
（四）发泡聚苯乙烯的模塑问题及其解决方法	372
二、模具设计	374
三、模具安装	377
四、异常情况	378
第二十章 发泡工程塑料的注射成型和模具	379
一、发泡过程的描述	380
二、高压系统	381
三、低压系统	383
四、注射成型加工	386
五、成型加工参数	389
六、注塑缺陷及其起因	390
第二十一章 反应注射成型和模具	394
一、工艺过程	398
（一）单体或组份的贮器	399
（二）热交换器	399
（三）计量系统	399
（四）混合头	400

二、模具	402
(一) 模具材料	403
(二) 模具特征	404
三、注射机的特征	412
四、制件性能	412
五、反应注射成型工艺的注塑问题	414
第二十二章 热固性塑料注射成型与模具	416
一、热固性塑料的注射成型	417
二、注射成型过程的要素	419
三、其它	423
四、热固性塑料的注塑问题及其解决方法	424
五、注塑条件的初步设定和调整	428
六、热固性塑料注射模具	430
(一) 模具材料	430
(二) 模腔设计	431
(三) 主流道衬套	434
(四) 分流道与浇口	435
(五) 模具的排气	438
(六) 收缩率	439
(七) 热流道注射成型	439
七、模具的加热	442
八、加热器的安装	447
单位换算	449

第一章 绪 论

《注射模具与注射成型实用手册》讨论模具设计和与之密切相关的注射成型操作问题。作者认为，唯有在执行模具设计任务的人员和贯彻注射成型各项规定的人员充分理解了上述两个方面工作后，才能建立一座完美的注射成型厂。

由于对注射模具和注射成型的许多要素的要求在制件质量中的价值缺乏正确估计，常常加以忽视或有意省略。举例来说，大多数模具的模腔都采用预淬火热钢来制造，在制造模具的过程中，钢材内部会引起热处理应力，如不采用适当手段加以消除，该应力势必会与注射成型操作中形成的应力相叠加。这种叠加应力会导致昂贵模具零件的损坏。尽管钢材供应厂主张消除由模具制造引起的内应力，但很少得到实施，主要原因是模具设计图上对此没有专门要求。再举一个冷料阱的例子，冷料阱通常与勾料结构配合使用。冷料阱用于集存来自喷嘴前部的冷料，不使它们有机会进入模腔。冷料阱的尺寸取决于喷嘴的内孔尺寸及其加热方式。如果没有冷料阱，或者冷料阱的容积不当，部分冷料就会进入模腔，造成制件内部冷却速度不一，继而反映在制品的内应力、翘曲和尺寸变化上。

上述要求的特征在本书所列举的许许多多中是典型的，它们对于取得成功的制品性能是很重要的。本书将它们表述为重要的要求，解释了它们在制品质量中的作用，并阐明了一旦缺少它们或配用不当的不良后果。熟悉要求的特征，能有效地将它们应用于一般的注射成型操作，尤其是应用于新模具交付生

产前的试模中。首次试模是设法使决定制品成本、性能和总体质量的各特征在生产合格制品的任务中发挥作用的良好时机。

本书反复强调了注射成型操作和模具设计的一些概况，旨在读者心目中留下深刻的印象，从而确保它们的实施。本书还从模具设计者、制件设计者和注射成型加工人员的观点出发，考虑了整个注射成型领域的若干方面，以使上述人员明白自己能为生产合格的注塑制件贡献多大的力量。对问题的可能起因，无论发生在模具还是注射成型参数的控制方面，均一一作了分析，并指出了适当的解决办法。

在模具强度和注射机保护方面，过去以经验判断为唯一的准则，现已采纳计算方法。在成功经验基础上的判断固然重要，但一般不能证明是最佳的解决办法。若对照适当公式计算的结果来校核正确的经验判断，就造成了有把握的气氛，从而使得昂贵的模具和设备的使用安全性大为提高。

本书建议用算法而避免用试验方法去获得试模用注射成型参数的数据。本书采用的全部计算方法和图表不但能节省试模时间和原材料，而且能使读者获得精确而可预期的结果。

廉价袖珍计算器的出现，及其迅速而简便的运算促使人们采纳计算的途径。本书提供了若干材料表，可供查阅各种材料的模型性和选定注射成型参数参考。

本书各章节系按类似于实际工作的顺序编排。第一步，分析制件图以确定制件尺寸与形状的设计能否得到最佳的制件性能。进而，构思模具的结构及其特征，以便有可能按所需规格生产制件。最后提出用该模具生产合格制件所需的各注射成型参数的概值。

上述顺序特别符合热塑性塑料的注射成型。事实上，本书的22章中，有18章都是讨论热塑性塑料注射成型的。尽管其中

不少内容也在一定程度上适用于其它注射成型方法。本书之所以要以这么多的篇幅论述热塑性塑料的注射成型，是鉴于它乃是注射成型领域中最大宗的加工方法；热塑性塑料注射成型的注射压力极高（高达20000磅/英寸²），物料温度亦很高（达800F°），而且注射周期十分频繁（3~4次/分）。此外，热塑性注射成型的大多数基本原理都可适用于其它注射成型方法，一旦掌握了热塑性塑料注射成型的各个方面，过渡到其它注射成型方法就比较简单了。

其它注射成型方法的差异多半体现在向模腔的加料方式、模温控制、有关的压力以及制件脱模等诸方面。从模具方面补偿每一种偏差的方法将在有关章节内叙述。

近十五年来，作者一直在悉心研究遍布整个美国的30余座注射成型厂和大约50家模具制造厂。而且，作者还在认识和解决注射成型问题方面指导过从事注射成型的一些主要技术人员和工人。

作者同各级操作人员讨论后得出结论，备有一本资料集，用它为模具制造和注射成型操作的每一步提供数据和说明将是十分有益的。阐明那些对注塑制件的质量和稳定性有重要影响的技术要求，将扩大这些数据与说明的实用性。把注射模具与注射成型作为统一的整体加以讨论，将更有助于达到生产优质制件的目标。一般公认，多数模具设计人员仅具备很肤浅的注射成型知识。因此，它不利于选定有助于产品质量的最佳特征。本书提供资料的方式是，把模具各特征表述为今后生产优质、内应力低和质量十分稳定的制件的组成部分，这样将会克服模具设计人员的知识脱节现象，从而使塑料得到更加充分的利用。

此外，注射成型厂和注射模具制造厂还应理解和识别能导

致合格制件的各细节，这样就可以对欲得到的模具提出明确的技术要求，从长远看来这将节省高昂的试模打歇费和修模费。

从以下例子可以理解细节的含义：当我们谈到浇口位置时，将它看成应力集中区域和潜在的强度薄弱处、外观上的问题、壁厚不均而造成尺寸变化的起源，以及表面疵病的潜在原因。当模腔系分块制造时，我们指出了如何计算模套横截面的尺寸，以防止模腔各拼合模块“漏料”。当谈到注塑制件在模内脱模时，我们说明了执行脱模动作的螺杆和顶出杆尺寸的计算方法。当必须除去原料所含水份时，我们提供了将各种材料干燥至可供注射成型所需的干燥温度和干燥时间。

上面随便列举的一些例子表明，本书乃是工作在生产第一线的人们为保证操作顺利所必备的资料集。本书不仅可用作从事模具制造和注射成型各方面工作的人员“为用户生产优质、稳定产品”的教材，也可作为初入注射成型厂的入门教材。

本书包括的资料均以理论知识和作者近五十年的实际使用经验为基础。尽管如此，作者也无意建议，注射成型工作者就不可能发现有与本书见解不同之处。如果出现反常，很可能是因为注射成型涉及到了多个变量，这些变量单独或互相结合造成了不良后果。

材料也包含某些变量。材料性能有一定的波动范围，在其上下限可能要求改变正常操作，从而产生明显的偏差。

我们观察模具时，往往检查它的设计而忽视这一因素：即模具性能的优劣反映出模具制造工工作质量的好坏。如果注射机的维护不良，注射机及其在注射成型中的性能也可能引起许多结果的反常。最后，参数的准确性和注射周期的稳定性对最终结果也具有很大的影响。

人们在研究潜在的变量时，不难设想会有偏离正常条件的

情况。表面看来，这种反常似乎与本书叙述相矛盾，而实际上是尚未暴露或纠正的一些变量所致。

书内的主张，推荐的工艺规程或任何其它资料均不应看成是建议读者改变目前通行的车间规定、规程或实践经验。

简而言之，《注射模具与注射成型实用手册》的宗旨在于克服那种将模具制造和注射成型当作一项艺术去处理的倾向，而代之以基于公认的原理和确实可靠的实践。

第二章 模具设计

首先，我们来看看一件塑料制件是如何生产出来的。先绘制制件设计图，设计图上要表示出制件的形状与尺寸、制造制件的材料、以及为满足使用要求而规定的各项技术要求。设计图乃是制造模具的基础。将制造好的模具装入适当的注塑机，便能籍以生产制件。注射机可提供必要的动作，以向模具模腔内注料，並让物料固化，形成所需形状的制件。该制件作为最终制品，在模具打开后，由模内取出。

工业的实践常常表明：生产塑料制件的模具对制件质量有着决定性的影响。如果模具设计没有什么缺陷，而且使设计付诸于现实的模具工的技术水平良好，就能生产出合格的制件。倘若模具设计人员与模具工都能充分地考虑模具所包含的所有要素，赋予模具按所需技术要求生产制件的能力，该模具生产的制件将全部为合格品。

制造质量较差的模具，不仅会提高生产成本，要求操作人员分外注意，而且还会降低制件的质量和使用寿命。模具是价格很贵的工具，然而，少量提高模具成本可以大大减少模具的维护工作量。与此相反，如欲节省模具成本，反而可能增加制件的制造成本高达50%，甚至还可能因质量变动而降低制件的使用寿命。

如果一副模具具有制造价值，就应精心设计，並采用最好的加工技术，以便按用户要求的性能生产价廉的制件。

模具类似于其它任何成型工具，也应看作一种最终的加工