

注塑成型工艺 技术与生产管理

梁明昌 编著

ZHUSU CHENGXING GONGYI
ISHUYU SHENGCHAN GUANLI



化学工业出版社

注塑成型工艺 技术与生产管理

梁明昌 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以塑料注塑成型技术和成型工艺为主线，简明扼要地论述了塑料注塑成型基础知识，是一本实用性很强的注塑成型专业技术读物。

本书共分九章，书中首先阐述了注塑成型基础知识，介绍了注塑成型过程和常用塑料的基本特性，接着详细论述了注塑成型工艺参数的设置，对注塑制品的质量缺陷及其影响因素，解决措施作了详细分析。简要论述了特殊注塑成型、常用塑料的注塑工艺、注塑成型设备、注塑成型模具等几个方面的知识，最后介绍了塑料制品的二次加工和注塑件产品质量控制方面的知识。

本书内容实用，图文并茂，很多内容是注塑成型生产技术及科学管理知识的经验总结，可作为注塑工厂的培训教材及注塑技术人员的自学教材，也可供塑料加工企业管理人员、技术人员、质量控制人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑成型工艺技术与生产管理/梁明昌编著. —北京: 化学工业出版社, 2013.10

ISBN 978-7-122-18505-1

I. ①注… II. ①梁… III. ①塑料成型-生产工艺
②塑料成型-工业企业管理-生产管理 IV. ①TQ320.66
②F407.762

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 224708 号

责任编辑: 仇志刚
责任校对: 宋 玮

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 225 千字
2014 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

注塑成型是塑料成型中应用最为广泛的一种成型方法，能生产结构复杂、尺寸精确的制品，生产周期短，自动化程度高。塑料注塑制品广泛应用于汽车、电子电器、建材、医疗器械等产业，推动了这些产业的发展。

本书作者是从事多年注塑厂一线生产管理和技术管理的人员，工作经验丰富，曾在多家大型外资及民营注塑企业任职，本书是依据作者从事注塑工作的经验编写而成。本书以塑料注塑成型技术和成型工艺为主线，理论知识与实际经验相结合，主要介绍基本知识及其应用，注重先进性、适用性和操作性。从理论上简明扼要地论述了塑料注塑成型基础知识，从注塑成型工艺、注塑成型缺陷分析、特殊注塑成型、常用塑料的注塑工艺、塑料注塑成型设备、注塑成型模具、注塑制品的二次加工和注塑件产品质量控制等几个方面系统介绍了注塑成型技术。

在编写过程中，编者既从注塑技术人员需要掌握的基础理论出发，又考虑到注塑成型技术涉及塑胶原料、注塑模具、注塑机、工装夹具、辅助设备、色母（色粉）、喷剂、辅助工具/物料及包装材料等，岗位多、人员分工复杂的特点，在内容的选取上尽量构建相对系统的注塑成型基础知识理论，使全书整体框架合理、有序。在编写时充分反映实用性的特点，适当反映新的注塑成型技术，重在提高注塑成型行业广大技术人员解决实际问题的能力和注塑厂整体的配套加工能力。

本书在编写过程中得到了张秋菊、梁欣的支持，在这里表示感谢。由于受水平所限，难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

梁明昌

2013年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 注塑成型及其工作过程简介	1
一、注塑成型的定义	1
二、注塑成型过程的步骤	1
第二节 主要注塑过程原理	3
一、塑化计量过程	3
二、注射充模、保压过程	5
三、冷却定型过程	5
第三节 注塑加工的发展趋势	6
第二章 注塑工艺参数设定及其影响因素	8
第一节 注塑工艺设定考虑的影响因素	8
一、收缩率	8
二、流动性	9
三、结晶性	10
四、热敏性塑料及易水解塑料	11
五、应力开裂及熔体破裂	11
六、热性能及冷却速率	12
七、吸湿性	12
第二节 注塑成型工艺参数的选择与设定	13
一、温度控制	13
二、压力控制	17
三、时间控制	20
四、塑化参数的设定	24
第三节 最佳成型参数的设定步骤	32
第三章 克服制品外观质量缺陷的工艺措施	36
第一节 注塑制品缺陷定义	36
第二节 制品外观质量缺陷的工艺措施	38
一、塑料注塑制品的翘曲变形的原因分析和解决方法	38

二、浇口斑纹的原因分析和解决方法	44
三、锐边料流区有黯区(划痕)的原因分析和解决方法	45
四、空隙的原因分析和解决方法	46
五、气泡的原因分析和解决方法	47
六、黑点或黑纹的原因分析和解决方法	49
七、喷射纹的原因分析和解决方法	51
八、唱片纹的原因分析和解决方法	52
九、熔接线的原因分析和解决方法	52
十、脆化、烧痕的原因分析和解决方法	54
十一、溢料(飞边)的原因分析和解决方法	56
十二、凹痕的原因分析和解决方法	59
十三、缺料(欠注)的原因分析和解决方法	61
十四、顶白的原因分析和解决方法	65
十五、色差的原因分析和解决方法	65
十六、冷料斑的原因分析和解决方法	68
十七、龟裂的原因分析和解决方法	68
十八、银纹(银丝)的原因分析和解决方法	70
十九、白线的原因分析和解决方法	72
第四章 特殊注塑成型工艺	74
第一节 气体辅助注塑成型	74
一、气体辅助注塑成型技术简介	74
二、气辅设备	75
三、气辅模具	77
四、气辅注塑成型使用的气体	78
五、气体辅助注射成型的流程	78
六、气辅注塑成型条件的设定	81
七、气辅设备工艺控制	82
八、气辅注塑成型产品常见缺陷及排除方法	83
九、采用气体辅助注射成型的主要产品	84
第二节 注塑-压缩成型	86
一、注塑-压缩成型技术简介	86
二、注塑-压缩成型方式	86
三、注射-压缩成型注塑件与模具的设计	88

四、注射-压缩成型设备	88
第三节 微发泡注塑成型技术	89
一、微发泡注塑成型技术简介	89
二、微发泡注塑成型工艺控制要点	90
三、微发泡注塑成型产品和模具设计要点	93
四、微发泡注塑成型产品缺陷原因及其解决方法	95
五、微发泡制件的质量标准	97
第四节 薄壁注塑成型技术	97
一、薄壁注塑成型技术简介	97
二、薄壁注塑的优点	98
三、薄壁注塑模具要求	98
四、薄壁注塑成型设备要求	98
五、适合薄壁注塑的塑料品种	101
第五节 多色/多物料注塑加工技术	102
一、多色/多物料注塑成型技术简介	102
二、多色/多物料注塑加工产品的设计要点	104
三、多色/多物料注塑加工的模具设计要点	106
四、多色/多物料注塑加工工艺控制要点	108
五、多色/多物料注塑加工缺陷及解决方法	110
第六节 热固性塑料的注塑成型	112
一、热固性塑料注塑成型技术简介	112
二、热固性塑料注塑成型工艺过程	113
三、热固性塑料注塑成型设备	114
四、热固性塑料注塑成型实例	115
第五章 常用塑料的注塑工艺与鉴别方法	122
第一节 常用工程塑料的性能与加工工艺要求	122
第二节 塑料简易鉴别法	137
一、塑料的外观鉴别	138
二、塑料的加热鉴别	138
三、塑料的密度鉴别	138
四、塑料的燃烧鉴别	140
第六章 注塑成型设备	141
第一节 注塑机的型式与特点	141

一、注塑机的分类	141
二、常用类型注塑机的特点	141
第二节 注塑机的组成和各部分的功能	143
一、注射系统	144
二、合模系统	144
三、液压系统	144
四、电气控制系统	144
五、加热/冷却系统	145
六、润滑系统	145
七、安全保护与监测系统	145
第三节 注塑部件的常见型式及结构	145
一、螺杆	146
二、机筒	148
三、分流梭（过胶头）	150
四、止逆环（过胶圈）	150
五、射嘴	150
六、法兰	151
七、加料斗	152
第四节 合模部件的常见型式与结构	152
一、合模方式	152
二、合模机架的组成	153
三、调模装置	153
四、顶出装置	154
第五节 注塑机规格及参数	154
一、注射容量表示法	154
二、合模力表示法	154
三、注射容量与合模力表示法	155
四、注塑机的技术参数	156
第六节 如何选择注塑机	159
一、注塑机选择的重要因素	159
二、注塑机选择步骤	159
第七节 维修塑料注塑机的基本方法和要点	161
一、对注塑机维修工作的要求	161

二、注塑机液压系统故障常用诊断方法	163
第八节 注塑机的维护与保养	165
一、操作前的检查	165
二、停机时的检查	166
三、每周定期检查	166
四、每月定期检查	167
五、半年一次定期检查	167
六、每年一次定期检查	167
第七章 注塑模具	169
第一节 注塑模具结构与分类	169
一、注塑模具的结构	169
二、典型注塑模具结构	169
第二节 注塑模具的选材	173
一、模具钢简介	173
二、模具钢型号分类	174
三、模具钢工艺性能	175
四、模具零部件材料选用原则	177
第三节 模架规格的确定	178
一、模架尺寸的选择	178
二、模架板吊环螺丝孔的规定	178
三、模架字码的刻印	179
四、模架辅助装置	179
五、撬模坑	181
六、模具铭牌规格	181
七、码模槽	182
第四节 模具内模设计	182
一、概述	182
二、内模材料的选择及其热处理	183
三、主分型面	185
第五节 浇注系统	187
一、浇注系统功能	187
二、浇注系统结构	187
三、浇口的种类及优缺点	191

第六节 模具的热交换系统	198
一、提高模温调节能力的途径	198
二、运水设计的规定和图例	199
三、模具局部温度控制	201
第七节 模具的顶出、复位机构	202
一、对顶出机构的要求	202
二、顶针类顶出机构	202
三、推板类顶出机构	204
第八节 热流道系统	204
一、热流道系统简介	204
二、热流道系统的组成	205
三、对热流道系统的要求	208
第九节 模具的外观、标识、附件、备件和资料	208
一、模具的外观	208
二、模具附件	209
三、模具备件	209
四、随模资料	209
第八章 注塑件的二次加工	210
第一节 注塑件丝印	210
一、注塑件丝印必备的器材	210
二、注塑件丝印的工艺过程	211
三、丝印注塑件设计要求及丝印器材选取	211
四、丝印图案效果	212
五、丝印图案的品质检查	212
第二节 注塑件移印	213
一、移印的工艺流程图	213
二、移印器材	213
三、移印的流程	214
四、移印图案的效果	215
第三节 注塑件烫印	215
一、烫印的工艺过程	216
二、烫印品质检查	216
第四节 注塑件水转印	217

一、水转印原理	217
二、水转印工艺流程	217
三、水转印特点	219
第五节 注塑件超声波焊接	219
一、焊接设备的组成	219
二、选择超声波焊接设备时的注意事项	219
三、常用塑料材料焊接的匹配性	220
四、超声波焊接的质量要求	220
第六节 注塑件喷涂	221
一、常用塑料涂料喷涂分类	221
二、喷涂对环境的要求	221
三、喷涂对零件设计要求	221
四、喷涂可达到的外观效果	222
五、喷涂涂膜的质量控制项目	222
第七节 塑料制品电镀	222
一、塑料制品电镀简介	222
二、塑料电镀工艺原理	223
三、塑胶电镀层的组成及表示法	225
四、塑料电镀质量的影响因素	226
五、解决塑料电镀质量问题的途径	228
六、塑料电镀件的质量测试	229
第九章 注塑件质量管理	231
第一节 质量检验工作基础知识	231
一、概述	231
二、检验的分类	232
三、常用的质量检验英语的缩写及中英文对照	234
第二节 统计抽样检验	234
一、抽样的方法	234
二、抽样检验的分类	235
三、计数抽样检验方案的分类	236
四、与抽样检验有关的术语	236
五、计数抽样检查的实施程序	239
第三节 注塑件检测常识	242

一、常用的检验器具	242
二、使用检验器具的注意事项	243
三、使用游标卡尺的一般技巧	243
四、产品尺寸方面的注意事项	244
五、产品色差的检测与判断	244
第四节 来料检验 (IQC) 管理	245
一、来料检验 (IQC) 流程	245
二、来料检验 (IQC) 管制	246
三、来料检验员 (IQC) 主要工作内容和注意事项	247
第五节 制程检验 (PQC) 管理	248
一、制程检验 (PQC) 流程	248
二、制程检验 (PQC) 控制	249
三、制程检验 (PQC) 主要工作内容和注意事项	250
第六节 完成品检验 (FQC) 管理	251
一、完成品检验 (FQC) 流程	251
二、完成品检验 (FQC) 控制	252
三、最终检验员 (FQC) 主要工作内容和注意事项	252
第七节 出货检验 (OQC) 管理	253
一、出货检验 (OQC) 流程	253
二、出货检验 (OQC) 管制	253
三、出货检验 (OQC) 主要工作内容和注意事项	255
第八节 可靠度实验管制	255
一、产品信赖性测试	255
二、材料认可信赖性实验	255
第九节 注塑件检验标准	256
一、测量面划分	256
二、检查条件	256
三、质量要求及检验方法 (各厂根据客户要求制定)	256
四、检验标准判定上的注意事项	258
参考文献	259

第一章 绪 论

第一节 注塑成型及其工作过程简介

一、注塑成型的定义

注塑成型是一种注射兼模塑的成型方法，又称注射成型，通用注塑方法是將聚合物组分的粒料或粉料放入注塑机的料筒内，经过加热、压缩、剪切、混合和输送作用，使物料进行均化和熔融（这一过程又称塑化）。然后再借助于柱塞或螺杆向熔化好的聚合物熔体施加压力，高温熔体便通过料筒前面的喷嘴和模具的浇道系统射入预先闭合好的低温模腔中，再经冷却定型就可开启模具，顶出制品，得到具有一定几何形状和精度的塑料制品。该方法适用于形状复杂塑料部件的批量生产，是重要的塑料加工方法之一。

二、注塑成型过程的步骤

注塑成型过程一般分为锁模（合模）、射胶、保压、冷却、开模、顶出产品 6 个步骤，如图 1-1 所示，各成型步骤代表注塑成型的不同阶段，通过对注塑机参数的设定，在正常生产的情况下注塑机会自动完成，下面对各注塑过程进行简单的说明。

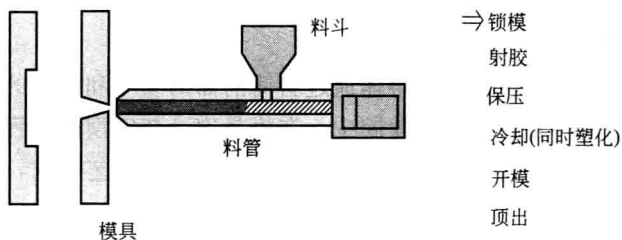


图 1-1 注塑成型过程

1. 锁模（合模）、开模过程

注塑机的开合模动作是由锁模系统完成的，对于液压-机械（连杆）式注塑机，图 1-2 所示，主要通过机铰的运动进行模具的开合，锁模时对模具施加锁模力，用来克服注塑成型时型腔的张力，开模动作主要作用是取出产品，好进入下一个循环的生产。

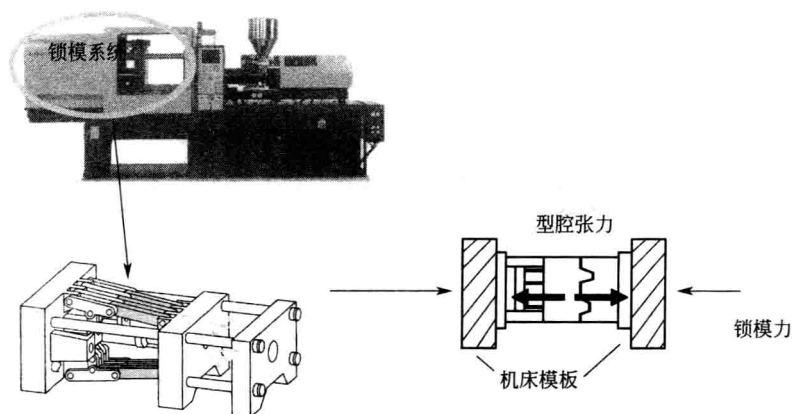


图 1-2 开合模动作示意图

2. 射胶、保压和塑化

射胶、保压和塑化动作主要是通过注塑机的塑化系统来完成，在注塑机的一个循环中，能在规定的时间内将一定数量的塑料加热塑化后，在一定的压力和速度下，通过螺杆将熔融塑料注入模具型腔中。注射结束后，对注射到模腔中的熔料保持定型，如图 1-3 所示。

3. 冷却过程

产品冷却阶段是高温熔体通过料筒前面的喷嘴和模具的浇道系统射入预先闭合好的低温模腔中，在模具内冷却定型的过程。冷却定型过程对生产周期影响较大，需根据产品生产工艺要求，设置合理的冷却时间。

4. 产品顶出

产品顶出由注塑机上的顶出系统来完成，注塑机开模后，产品

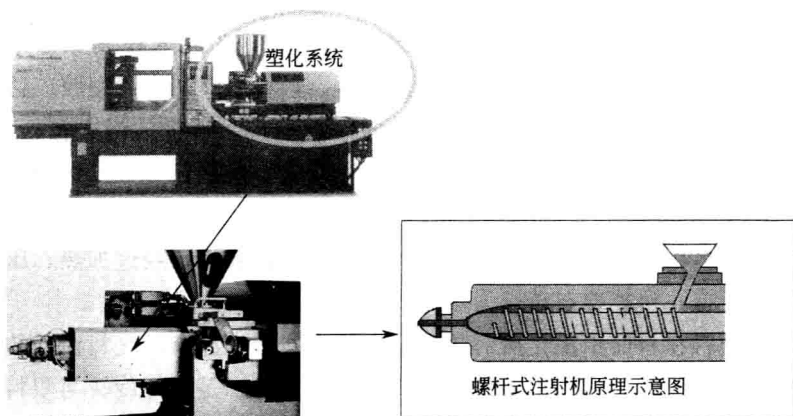


图 1-3 注射系统示意图

顶出系统向前，顶出产品后回退，产品顶出方式根据取件的要求可以设置为保持、回退、中间顶出等模式，见图 1-4。

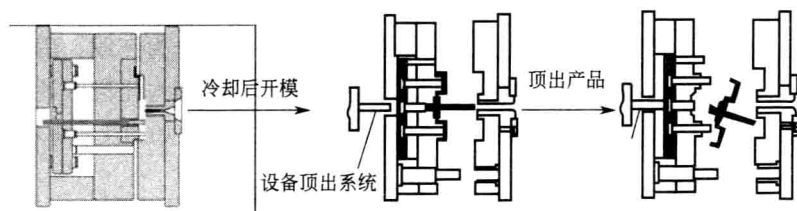


图 1-4 产品顶出示意图

第二节 主要注塑过程原理

注塑制品加工过程主要是在注塑机上完成的。注塑过程包括塑化计量，注射充模、保压，冷却定型等过程。研究注塑过程的目的是为了根据塑料和制品调整注塑工艺参数，控制好注塑制品质量。

一、塑化计量过程

塑化是指塑料在料筒经加热达到流动状态并具有良好的可塑性

的过程。塑料原料与旋转的注塑机螺杆摩擦产生的热量，或者被注塑机筒外的加热器供给的热量高温均匀熔融，为注入模具做好准备。可以说塑化是注塑成型的准备过程。塑料熔体在进入型腔应达到规定的成型温度，并能在规定的时间内提供足够量的熔融塑料，熔融塑料各点温度应均匀一致，不发生或极少发生热分解以保证生产的连续进行。

塑料在料筒内进行塑化的过程，固体粒料或粉料经过加热、压实、混合，从玻璃态转变为均化的黏流态。

物料在料筒中塑化所需的热量主要有两个来源：一是料筒外的加热器，此时，热的主要传播方式是热传导；二是螺杆旋转与塑料产生的摩擦剪切热。

塑化可分柱塞式塑化（略）和螺杆式塑化，螺杆式塑化时，不仅有旋转运动，而且还兼有后退的直线运动，螺杆边旋转边后退，后退的直线运动是螺杆在旋转时，处于螺槽中的物料和螺杆头部熔体对螺杆进行反作用的结果。聚合物在料筒中从后部到前部，经历三种状态：玻璃态、高弹态、黏流态。相应的螺杆分为三段：后部固体输送段（加料段）、中间压缩段（熔融段）、前部均化段（计量段）。通用螺杆从加料段到计量段螺槽深度逐渐变浅，如图 1-5 所示。

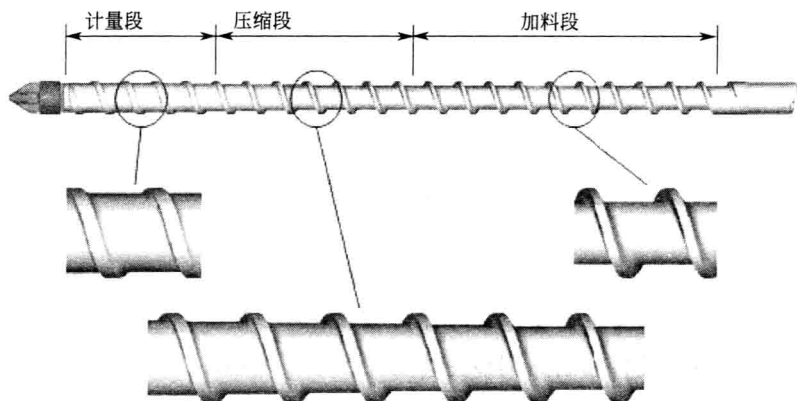


图 1-5 通用螺杆示意图

二、注射充模、保压过程

注射充模过程是把计量室中塑化好的熔体注入到模具型腔里的过程，注射充模分为两个阶段：注射阶段和保压阶段。注射阶段指从螺杆推进熔体开始，到熔体充满型腔为止。

保压阶段指从熔体充满型腔开始到浇口封冻为止，保压阶段可分以下两段：保压补缩流动阶段和保压切换倒流阶段。

充模过程是比较复杂而又非常重要的阶段，是高温熔体向相对较低温度的模腔中流动的阶段，是决定聚合物定向和结晶的阶段，直接影响到产品质量。

保压阶段压力表现是主要的，在保压压力作用下，模腔中的熔体得到冷却补缩和进一步的压缩增密。保压补缩流动阶段是当喷嘴压力（注射压力）达到最大值时，模腔压力并没有达到最大值，也就是说模腔压力极值要滞后于注射压力一段时间，还须经过致密流动过程，在很短的时间内，熔体要充满型腔各部缝隙，且熔体本身要受到压缩。

保压切换倒流阶段在保压阶段熔体仍有流动，称保压流动，这时的压力称保压压力，又称二次注射压力，保压流动和充模时的压实流动都是在高压下的熔体致密流动，这时的流动特点是熔体流速很小，不起主导作用，而压力却是影响过程的主要因素，在保压阶段，模内压力和比容不断的变化，产生保压流动的原因是因为模腔壁附近的熔体受冷后收缩，熔体比容发生变化，这样，在浇口封冻之前，熔体在注射压力作用下继续向模腔补充熔体，产生补缩的保压流动。

三、冷却定型过程

冷却定型过程是从浇口“封冻”开始至制品脱模为止，冷却定型过程的特点：温度表现是主要的。一般从浇口冻结到制件脱模，仍需在型腔中继续冷却一段时间，以保证制件脱模时有足够的刚度而不致扭曲变形。此过程中，模腔内熔体温度逐渐下降。型腔压力变化与保压时间有关。保压时间越长，型腔残余应力越大。脱模时