

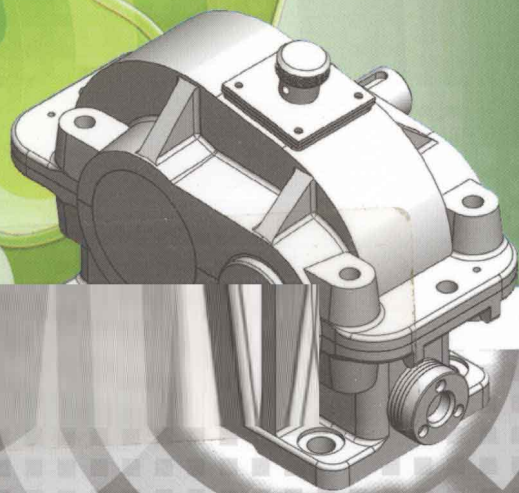


塑料成型工艺与实例丛书



塑料注射成型 工艺与实例

● 张玉龙 李萍 主编



化学工业出版社

塑料成型工艺与实例丛书

塑料注射成型工艺与实例

张玉龙 李 萍 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书重点介绍了塑料(聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯),通用工程塑料(聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯醚),特种工程塑料(聚苯硫醚、聚砜、聚醚醚酮),热固性塑料(酚醛、环氧、不饱和聚酯、氨基塑料),液体注射成型(反应注射成型与树脂传递模塑),辅助注射成型(气体辅助注射成型与计算机辅助注射成型)以及金属粉末注射成型等工艺技术的工艺设备、产品设计、工艺过程、工艺参数及常见故障与排除方法,与此同时精选了大量的塑料产品制备实例,每一实例按照原材料与配方或选材、设备与模具、制备工艺、性能与效果的编写格式逐一进行了详细介绍。使注射成型工艺理论与制品的加工实践进行了完美结合,可作为塑料材料研究、产品设计、制品加工、管理、销售与教学人员必读必备之书,亦可作为技术工人与初学者教材以及塑料爱好者参考或学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料注射成型工艺与实例/张玉龙,李萍主编. —北京:
化学工业出版社, 2011.1

(塑料成型工艺与实例丛书)

ISBN 978-7-122-10097-5

I. 塑… II. ①张…②李… III. 注塑-塑料成型-生产
工艺 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 240277 号

责任编辑:仇志刚

文字编辑:颜克俭

责任校对:蒋宇

装帧设计:杨北

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:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张16¼ 字数441千字 2011年3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:48.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：张玉龙 李 萍

副主编：薛维宝 王仲平 朱洪立 王国义

参编人员（按姓氏笔画排序）：

于春英	王仲平	王兆德	王国义	邓桃益
石 磊	石元昌	闫 军	庄明忠	刘小兰
刘洪章	刘荣田	刘景春	刘恩骞	刘 燕
刘锡鼎	杜仕国	朱洪立	吕春健	宋兴民
李 萍	李 静	吴宝玉	张广成	张玉龙
张军营	张 伟	张福田	张 蓓	杨振强
杨士勇	杨守平	岳乃凤	陈 国	陈德展
赵峰俊	侯京陵	律微波	徐丽新	徐勤福
崔应强	柴 娟	葛圣松	蔡玉海	蔡志勇
解海华	薛维宝			

前 言

近几年，塑料成型加工技术得到快速发展，材料改性与配方设计逐步深入，设备不断创新与改进，成型工艺技术也得到长足进步，致使塑料产品质量不断提高，更新换代制品不断涌现。塑料制品已经成为国民经济建设、国防建设和人们日常生活中不可短缺的制品之一，极大地丰富了消费市场，满足了工业建设和人们物质生活的需要。

为满足塑料加工发展的需求，特别是满足塑料成型加工技术人员与工人迫切需要，普及塑料成型加工基础知识，宣传推广近年来塑料成型加工出现的新成果，我们组织编写了《塑料成型工艺与实例丛书》一套五册，即《塑料注射成型工艺与实例》、《塑料挤出成型工艺与实例》、《塑料吹塑成型工艺与实例》、《塑料模压成型工艺与实例》和《塑料低压成型工艺与实例》。各册书均在介绍工艺装备、工艺过程、工艺条件与注意事项的基础上，列举了大量实例，每一实例均按照选材与配方设计、工艺设备、制备方法、性能与效果的格式编写，逐一做了详细介绍。是塑料材料研究、产品设计、制品加工、管理营销和教学人员，特别是产品加工技术人员和技术工人必备之书。也可作为培训教材。

本系列丛书突出实用性、先进性、可操作性和仿效性，以生产实例为中心，以技术操作为主线，由浅入深加以介绍。本系列丛书结构严谨清晰、语言简练、通俗易懂，凡具有中等文化程度而无专业知识的人员，也可看懂学会。相信本丛书的出版发行将有助于进一步提高现有塑料产品的档次，改善生产工艺，开发新型产品，进而对企业的技术创新和经济效益提高起到积极作用。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 简介	1
一、基本概念与范畴	1
二、注射成型基本原理	1
三、注射成型在塑料加工中的地位与作用	2
第二节 塑料注射成型机	3
一、注塑机的组成	3
二、注塑机的技术参数	7
三、注塑机的辅助系统	10
第三节 注射模具	11
一、注射模具的分类	11
二、注射模具的安装调试	12
三、注射模试注射	13
第四节 注射成型工艺	17
一、注塑机规格型号选择	17
二、注射成型前的准备	19
三、注射成型工艺过程	23
四、注射成型工艺条件的选择与控制	25
五、塑料制品注射后的处理技术	42
第二章 通用塑料注射成型与制备实例	45
第一节 聚乙烯	45
一、聚乙烯注射成型	45
二、制备实例	49
第二节 聚丙烯	62

一、聚丙烯注射成型	62
二、制备实例	67
第三节 聚氯乙烯	108
一、聚氯乙烯注射成型	108
二、制备实例	114
第四节 聚苯乙烯	139
一、聚苯乙烯注射成型	139
二、制备实例	144
第五节 ABS	151
一、ABS 注射成型	151
二、制备实例	159
第六节 聚甲基丙烯酸甲酯	174
一、聚甲基丙烯酸甲酯注射成型	174
二、制备实例	180
第三章 通用工程塑料注射成型与制备实例	191
第一节 聚酰胺	191
一、聚酰胺注射成型	191
二、制备实例	202
第二节 聚碳酸酯	254
一、聚碳酸酯注射成型	254
二、制备实例	266
第三节 聚甲醛	290
一、聚甲醛注射成型	290
二、制备实例	296
第四节 聚对苯二甲酸乙二醇酯	323
一、聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型	323
二、制备实例	329
第五节 聚对苯二甲酸丁二醇酯	333
一、聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型	333
二、制备实例	340

第六节 聚苯醚	345
一、聚苯醚注射成型	345
二、制备实例	352
第四章 特种工程塑料注射成型与实例	359
第一节 聚苯硫醚	359
一、聚苯硫醚注射成型	359
二、制备实例	362
第二节 聚砜类塑料	366
一、聚砜类塑料注射成型	366
二、制备实例	373
第三节 聚醚醚酮	383
一、聚醚醚酮注射成型	383
二、制备实例	385
第五章 热固性塑料注射成型与制备实例	404
第一节 酚醛塑料	404
一、酚醛塑料注射成型	404
二、制备实例	406
第二节 环氧塑料	410
一、环氧塑料注射成型	410
二、制备实例	412
第三节 不饱和聚酯	415
一、不饱和聚酯注射成型	415
二、制备实例	419
第四节 氨基塑料	423
一、氨基塑料注射成型	423
二、制备实例	426
第六章 液体辅助注射成型与制备实例	431
第一节 反应注射成型与制备实例	431
一、反应注射成型	431
二、制备实例	445

第二节 树脂传递模塑与制备实例.....	455
一、树脂传递模塑.....	455
二、制备实例.....	465
第三节 气体辅助注射成型与制备实例.....	481
一、气体辅助注射成型.....	481
二、制备实例.....	487
第四节 计算机辅助注射成型.....	497
一、捷达轿车阀体套计算机辅助注射成型.....	497
二、红旗轿车装饰板左右支柱计算机模拟注射成型.....	500
参考文献.....	506

第一章 概 述

第一节 简 介

一、基本概念与范畴

注射成型（也称注射模塑，简称注塑）是指将注射用原料（粒状或粉状塑料）置于能加热的料筒内，受热、塑化后用螺杆或柱塞施加压力，使熔体经料筒末端的喷嘴注入所需形状的模具中填满模腔，经冷却定型后脱模，即得到具有要求形状的制品。这一过程是通过注射机和模具来实现的。通常，我们把塑料、注塑机和模具称为注射成型三要素，而把成型压力、成型温度和成型周期称为注射成型的三原则，在评价其重要性时，前者为 30%，而后者占 70%，也就是说控制工艺条件是最重要的。

二、注射成型基本原理

对注射用塑料的要求是在热、压作用下能熔融流动的，因而热塑性塑料和热固性塑料中的绝大多数可适用注射成型工艺。但由于热塑性塑料和热固性塑料的性能不同，因此其注射成型原理也有区别。现仅以热塑性塑料为例简述其注射成型原理。

将树脂通过料斗进入热料筒中。料筒中设有由注射油缸带动的柱塞或螺杆，将物料送到料筒的加热区，物料在加热区软化并被加热到要求温度。在柱塞或螺杆推移下，热塑性塑料熔体被注入闭合的模具中。注模系统固定在注塑机的装模板上。锁模系统保证注模的闭合，并提供注塑机必要的锁模力。注塑机装有时间调节系统，

可以控制注射周期的操作程序。注塑机原理如图 1-1。

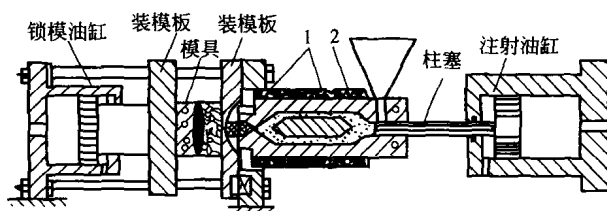


图 1-1 注塑机的原理

1—电加热器；2—加料筒

注射成型的特点如下。注射成型周期从几秒钟到几分钟不等。周期的长短取决于制品的壁厚、大小、形状、注塑机的类型以及所采用的塑料品种和工艺条件等。

注射成型制品的质量从一克到几十千克不等，视需要而定。

注射成型具有生产周期短，生产效率高，能成型形状复杂、尺寸精确或带嵌件的制品，具有良好的装配性和互换性，因而，可以使制品规格化、系列化、标准化；注塑机操作简便易行，模具更换方便，制品翻新快，可多腔成型；对各种塑料的成型适应性强，在注射成型过程中易于实现自动化、高速化生产，经济效益好等特点，因此，注射成型是一种比较先进的成型工艺。

三、注射成型在塑料加工中的地位与作用

注射成型是目前塑料加工中最普遍采用的一种重要的成型方法。它是根据压铸原理从 19 世纪末、20 世纪初发展起来的。除极少数塑料外，几乎所有的热塑性塑料和部分热固性塑料都可采用此法成型，采用这种方法可以在高生产率下成型各种形状、满足各种要求的高精度、高质量制品。因此，注射成型在塑料制品成型中占有很大的比重，注射模塑制品约占塑料制品总量的 20%~30%，尤其是塑料作为工程结构材料的出现，注射模塑制品的用途已从民用扩大到国民经济各个领域，并将逐步代替传统的金属和非金属

材料制品。用注射成型方法制造的制品主要是各种工业配件、仪器仪表的零件和壳体，如各种齿轮、螺钉、螺帽、轴承、手柄、密封环、阀件、活门、纺织梭纱管、开关、接线柱、管道、管接头、容器等。在发展尖端科学技术中是不可缺少的。总之，注射成型在塑料加工中也将占有重要位置。

第二节 塑料注射成型机

一、注塑机的组成

无论何种注塑机，其总体结构按注射成型过程可分为以下几部分。

(1) 注射部分 该部分的主要作用是将固态的塑料颗粒均匀塑化到熔融状态，以足够的压力和速度将其注入闭合的模具型腔中，它包括料斗、料筒、加热器、计量装置、螺杆（柱塞式为柱塞和分流梭）及其驱动装置、喷嘴等部件。

(2) 合模部分 合模装置起以下三个方面的作用：第一，实现模具的开闭动作；第二，成型时提供足够的锁模力使模具夹紧；第三，开模时推出模内的塑料制品。合模装置可分为机械式、液压式或机械液压联合式，推出机构也分为液压式和机械式两种，液压式推出又分为单点推出和多点推出。

(3) 液压与电器控制部分 液压与电器控制部分是保证注射成型过程按预定的工艺要求（压力、速度、时间、温度）和动作顺序的进行而设置的，液压传动系统是注塑机的动力系统，电器控制系统用以控制液压和电气部分的动作。

随着计算机应用技术的发展，采用计算机控制的注塑机已变得很普遍，其控制系统由 CPU、存储器、显示器、传感器等部分组成，并带有初始化和调试模具的动作、温度和压力以及速度的控制、PID 调试、诊断等功能。

典型的注射成型机的结构如图 1-2。

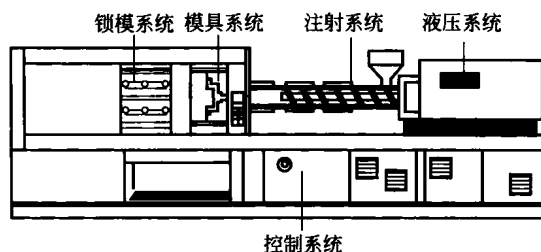


图 1-2 典型的注射成型机的结构

注塑机的类型和规格很多，其分类方法有以下三种。

(1) 按注射量大小（成型能力）分类 按注塑机的成型能力可分为表 1-1 中的五类。

表 1-1 注塑机类型与成型能力

类型	锁模力/kN	理论注射容量/cm ³	类型	锁模力/kN	理论注射容量/cm ³
超小型	<160	<16	大型	5000~12500	4000~10000
小型	160~2000	16~630	超大型	>16000	>16000
中型	2000~4000	800~3150			

(2) 按塑料的塑化和注射方式分类

① 柱塞式注塑机 柱塞式注塑机是用柱塞依次把落入料筒中的塑料推向料筒前端塑化空腔内。塑料在空腔内依靠料筒外围的加热器提供热量，塑化成为熔融状态，然后，通过柱塞快速前移，把熔融料注射到模具腔内冷却成型。图 1-3 为柱塞式注塑机示意。

② 往复螺杆式注塑机 注塑机中塑料的塑化，是由于螺杆旋转时把塑料挤压、剪切和机筒外围供热的结果形成，然后，再经过螺杆轴向往复运动，像柱塞一样把塑化料注射到模具成型空腔内，冷却成型。往复螺杆式注塑机结构示意如图 1-4。目前这种结构形式注塑机应用最多。

③ 螺杆塑化柱塞注射式注塑机 这种注塑机的注射装置由两部分组成：即物料塑化部分和注射部分。首先塑料在塑化部分的挤出机中均匀塑化，经由单向阀挤入注射料筒空腔中，然后，注射部

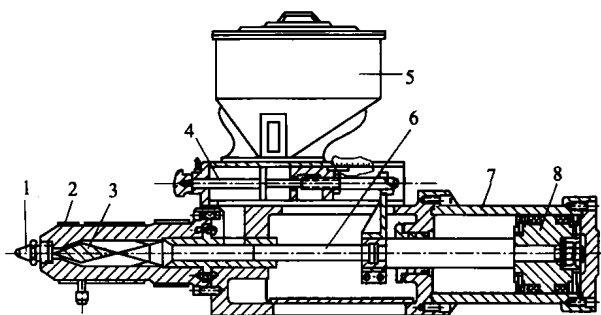


图 1-3 柱塞式注塑机示意

1—喷嘴；2—加热器；3—分流梭；4—计量装置；5—料斗；
6—柱塞；7—注射油缸；8—注射活塞

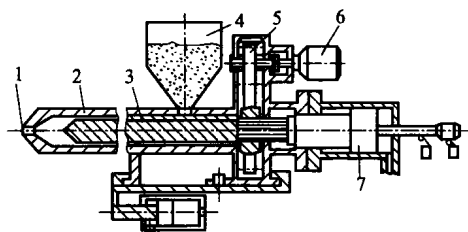


图 1-4 往复螺杆式注塑机结构示意图

1—喷嘴；2—机筒；3—螺杆；4—料斗；
5—齿轮箱；6—电动机；7—油缸

分柱塞快速前移，把物料注射到模具空腔内冷却成型。工作结构示意图如图 1-5。

(3) 按注塑机外形结构不同分类

① 立式注塑机 立式注塑机的外形结构特点是：设备的高度尺寸大于设备的长宽尺寸，它的注射部分和合模部分装置轴线，是上下垂直成一直线排列，如图 1-6。这种机型占地面积小、模具装配方便；不足之处是加料比较困难，工作时稳定性比较差，这种外形结构注塑机多数是注射量小于 60cm^3 的小型注塑机。

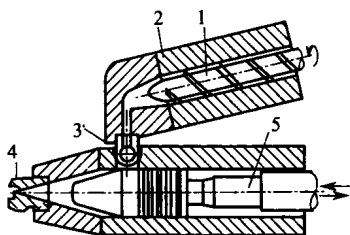


图 1-5 螺杆塑化柱塞注射式注塑机的工作结构示意图

1—螺杆；2—机筒；3—单向阀；
4—喷嘴；5—柱塞

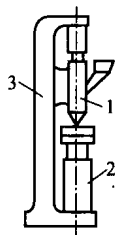


图 1-6 立式注塑机的外形结构

1—合模部分；2—注射部分；3—机身

② 卧式注塑机 卧式注塑机外形结构特点是：机身外形尺寸长度大于宽和高度尺寸，它的注射部分和合模部分装置轴线，在一条直线上呈水平线排列。图 1-7 是卧式注塑机外形结构示意图。这种外形结构注塑机的机身低，工作时平稳性好，工作操作和维修都比较方便，也容易实现自动化操作。目前，卧式注塑机在塑料注塑机中应用数量最多。

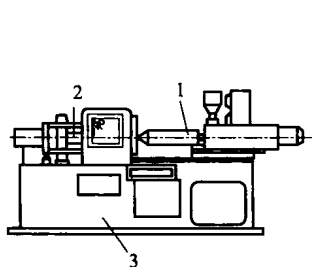


图 1-7 卧式注塑机外形结构示意图
1—注射部分；2—合模部分；3—机身

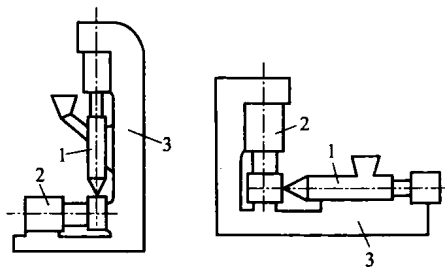


图 1-8 角式注塑机外形结构示意图
1—注射部分；2—合模部分；3—机身

③ 角式注塑机 角式注塑机的注射部分和合模部分的轴心线在一个与机身垂直的平面上，两部分的轴心线互相垂直。这种注塑机的优缺点介于立式和卧式注塑机之间，外形结构形式也比较常

见。如果制品中心不许留有浇口痕迹，用这种角式注塑机非常适合。图 1-8 是角式注塑机外形结构示意图。

④ 多模注塑机 多模注塑机有多个成型模具，工作时转动模具位置依次顺序工作，冷却成型脱模不受生产辅助时间限制，这样缩短了制品的生产周期，可提高生产效率。图 1-9 是多模注塑机结构示意图。

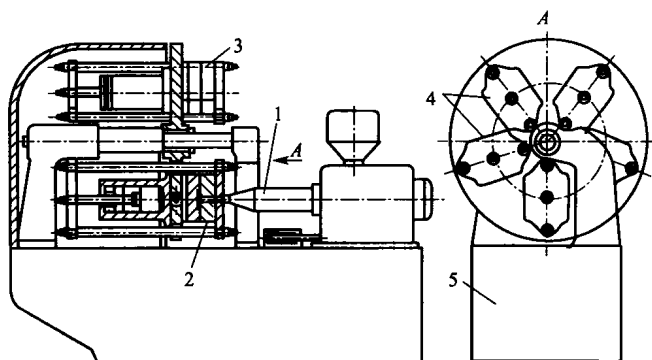


图 1-9 多模注塑机结构示意图

1—注射部分；2—合模部分；3—另一组合模部分；

4—5 组合模部分位置分配；5—机身

二、注塑机的技术参数

一台注塑机应注有较完整的技术参数，供用户单位选择和使用。注塑机主要技术参数应在注射、合模、综合三个方面反映出来，具体如下。

(一) 注塑部件技术参数

- (1) 螺杆直径 螺杆的外径尺寸 (mm)。
- (2) 螺杆有效长度 螺杆上有螺纹部分的长度 (mm)，常以 L 表示。
- (3) 螺杆长径比 L/D 。
- (4) 螺杆压缩比 V_2/V_1 螺杆加料段第一个螺槽容积 (V_2)