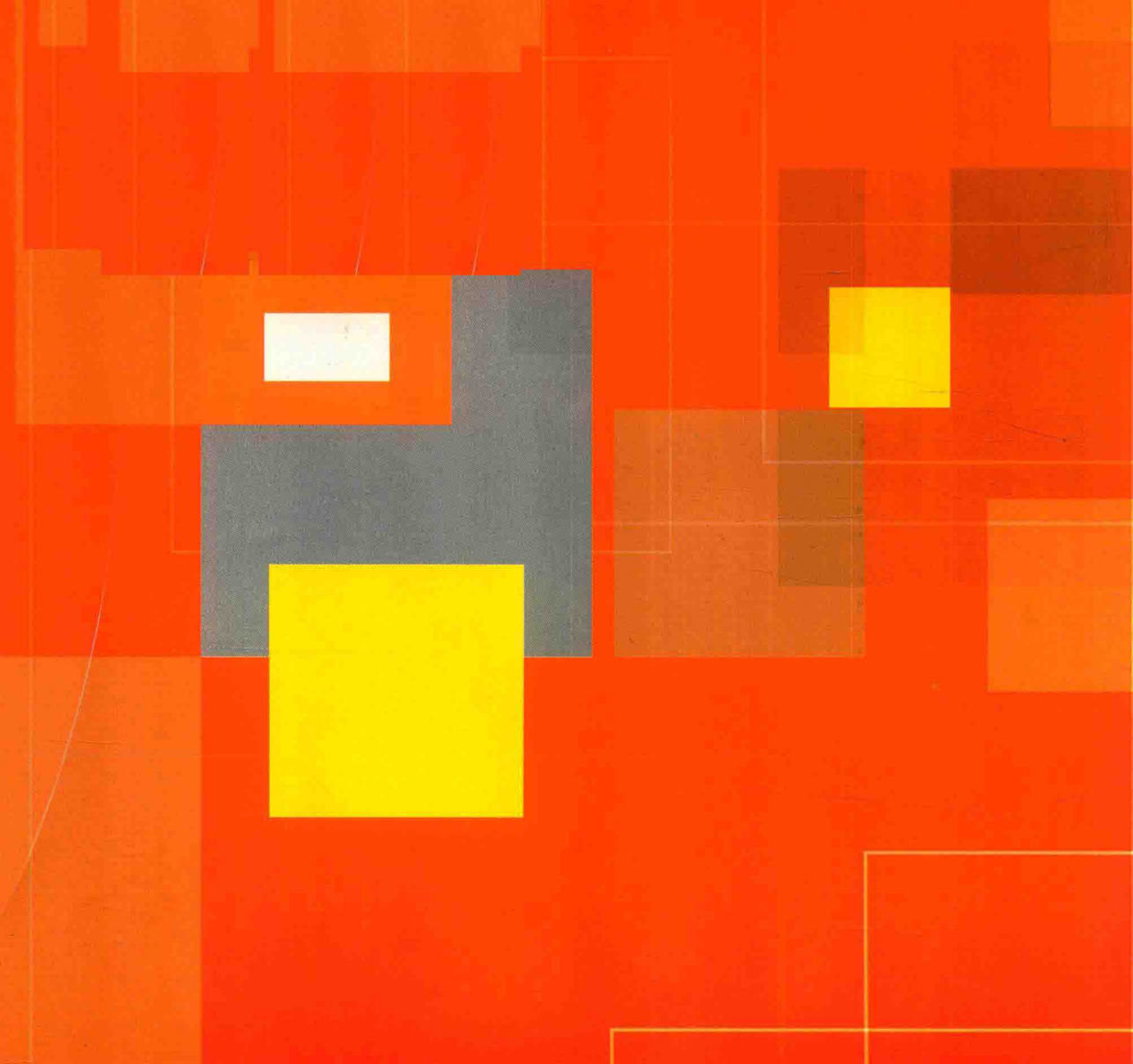




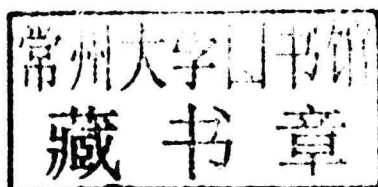
塑料模具设计简明教程

● 主 编 许红伍 王洪磊

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

塑料模具设计简明教程

主 编 许红伍 王洪磊
副主编 倪红海
主 审 周晓刚



图书在版编目 (CIP) 数据

塑料模具设计简明教程/许红伍, 王洪磊主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 8

ISBN 978 - 7 - 5682 - 4807 - 5

I. ①塑… II. ①许… ②王… III. ①塑料模具 - 设计 - 高等学校 - 教材
IV. ①TQ320. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 218938 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.5

字 数 / 295 千字

版 次 / 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

前 言

“塑料模具设计”是面向高等院校模具设计与制造专业或机械设计类专业的一门专业核心课程。本书遵循“简明、实用”的原则进行编写，在内容的编排和选取方面，充分考虑了学生的学习习惯和学习能力，主要体现在以下几个方面：

1. 内容的编排顺序：先识图，后绘图；先抄图，后设计；先结构，后尺寸；先易，后难。
2. 选取的项目源于实际生产，但根据学生特点进行了加工整理，可操作性强，重在实用。
3. 每个项目或单元都有建议的教学方法及课内实践内容。
4. 控制了教材内容的广度和深度，使得教材的利用率更高。

本书共分为五个项目，分别是认识注塑模具、两板模设计、双分型面注塑模具设计、侧向分型与抽芯模具设计、其他塑料成型工艺及模具认识。

本书以案例作为引导，具有从易到难、层次清晰、易于学习、实用性强等特点，可作为高等院校模具设计与制造专业或机械设计制造类相关专业的教学用书，也可以作为从事塑料模具设计与制造工作人员的参考资料。

由于编者水平有限，书中难免存在疏忽错误之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 认识注塑模具	1
单元一 塑料注塑成型工艺过程认识	1
1.1.1 注塑成型工艺简介	2
1.1.2 塑料成型行业现状与发展趋势	6
1.1.3 课内实践	6
单元二 典型注塑模具结构认识	6
1.2.1 注塑模具的结构组成介绍	7
1.2.2 常用的注塑模架认识	11
1.2.3 课内实践	14
项目二 两板模设计	16
单元一 简单塑料两板模模具图纸识读	16
2.1.1 注塑两板模的结构分析与工作原理	16
2.1.2 简单的模具结构三维图绘制	18
2.1.3 课内实践	25
单元二 塑件工艺分析	25
2.2.1 简单塑件图案案例分析	26
2.2.2 塑件尺寸精度及结构工艺性分析	43
2.2.3 课内实践	60
单元三 分型面的选择与浇注系统的设计	60
2.3.1 简单塑件图分型面的选择与浇注系统设计	60
2.3.2 分型面的设计	61
2.3.3 浇注系统的设计	68
2.3.4 课内实践	84
单元四 成型零件的设计	84
2.4.1 成型零件的结构设计	84
2.4.2 成型零件的尺寸计算及选材	90
2.4.3 盒盖注塑模具的模仁零件设计	93
2.4.4 课内实践	93
单元五 模架及模具结构件的选择	93
2.5.1 常用模架的类型与规格介绍	94
2.5.2 模架尺寸计算与选择	94

2.5.3	模架结构件的设计	95
2.5.4	课内实践	99
单元六	脱模机构设计	99
2.6.1	盒盖注塑模具的推出机构设计	99
2.6.2	顶杆和推板的设计	100
2.6.3	其他推出方式介绍	103
2.6.4	课内实践	103
单元七	温度调节系统的设计	103
2.7.1	温度调节系统设计	103
2.7.2	课内实践	105
项目三	双分型面注塑模具设计	106
单元一	双分型面模具基础认识	106
3.1.1	双分型面模具的特点与工作原理	106
3.1.2	三板模常用标准件介绍	116
3.1.3	课内实践	121
单元二	注塑机的选择	121
3.2.1	注塑机介绍	121
3.2.2	注塑机的选用实例	130
3.2.3	课内实践	132
单元三	双分型面模具案例设计	132
3.3.1	塑件工艺分析及成型方案确定	132
3.3.2	模具尺寸计算与校核	134
3.3.3	模具图纸绘制	135
3.3.4	注塑机的选择与校核	140
3.3.5	课内实践	140
项目四	侧向分型与抽芯模具设计	142
单元一	侧向分型与抽芯模具设计	142
4.1.1	任务概述及分析	142
4.1.2	抽芯模具设计	145
4.1.3	课内实践	152
单元二	侧向分型与抽芯结构介绍	152
4.2.1	斜导柱抽芯机构	152
4.2.2	斜顶机构(斜滑块侧向分型机构)	163
4.2.3	课内实践	167
项目五	其他塑料成型工艺及模具认识	168
单元一	无流道模具介绍	168
5.1.1	无流道凝料模具的基本形式	169

5.1.2 热唧咀、热流道模具的注意事项	171
5.1.3 课内实践	175
单元二 其他塑料成型工艺介绍	175
5.2.1 压缩成型工艺介绍	175
5.2.2 压注成型工艺介绍	180
5.2.3 挤出成型工艺介绍	183
5.2.4 吹塑成型工艺介绍	188
5.2.5 课内实践	191
参考文献	192

项目一 认识注塑模具

能力目标

1. 具备查手册及相关资料制定注塑成型工艺卡片的能力；
2. 具备看懂简单注塑模具结构的能力；
3. 具备分清各类模架及看懂模架平面图的能力。

知识目标

1. 认识注塑成型工艺过程；
2. 了解塑料行业的发展趋势；
3. 熟悉注塑工艺参数；
4. 熟悉注塑模具结构；
5. 熟悉常用模架类型。

建议教学方法

注塑机现场实践、软件操作与演示、多媒体课件讲解和手绘模架。

单元一 塑料注塑成型工艺过程认识

教学内容：

注塑成型工艺过程及塑料产品的应用。

教学重点：

注塑成型工艺过程及成型参数。

教学难点：

注塑成型工艺过程及成型参数。

目的要求：

理解注塑成型工艺过程。

建议教学方法：

演示注塑过程，结合多媒体课件讲解。

在塑料成型生产中，塑料原料、成型设备和成型所用模具是三个必不可少的物质条件，必须运用一定的技术方法，使这三者联系起来形成生产能力，这种方法称为塑料成型工艺。塑料种类很多，其成型方法也很多，表 1-1 列出了常用的成型加工方法与模具。

塑料的成型方法除了表 1-1 中列举的六种外，还有压延成型、浇铸成型、玻璃纤维热固性塑料的低压成型、滚塑（旋转）成型、泡沫塑料成型和快速成型等。本书着重介绍应用最广泛的注塑成型。

表 1-1 常用的成型加工方法与模具

序号	成型方法	成型模具	用 途
1	注塑成型	注塑模	如电视机外壳、食品周转箱、塑料盆和桶、汽车仪表盘等
2	压缩成型	压缩模	如电器照明用设备零件、电话机、开关插座、塑料餐具、齿轮等
3	压注成型	压注模	适用于生产小尺寸的塑件
4	挤出成型	口模	如塑料棒、管、板、薄膜、电缆护套、异形型材（扶手等）
5	中空吹塑	口模、吹塑模	适用于生产中空或管状塑件，如瓶子、容器、玩具等
6	热成型	真空成型模	适合生产形状简单的塑件，此方法可供选择的原料较少
		压缩空气成型模	

1.1.1 注塑成型工艺简介

注塑成型包括三大要素：树脂、注塑模具、注塑成型设备。图 1-1 所示为注塑成型工艺示意图。

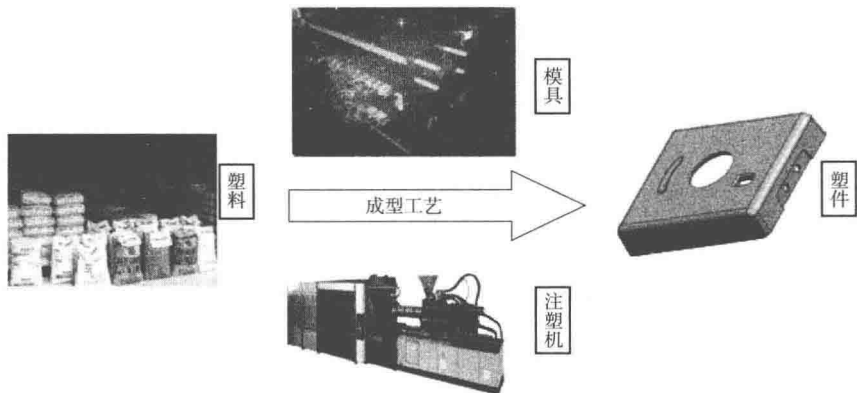


图 1-1 注塑成型工艺示意图

1. 注塑机的基本结构组成

注塑机是塑料成型加工的主要设备之一。注塑机的类型很多，主要由注塑装置、合模装置、液压传动系统和电气控制系统等组成，图 1-2 所示为常见卧式注塑机示意图。

(1) 注塑装置的主要作用是将各种形态的塑料均匀地熔融塑化（塑化是指塑料在料筒内经加热达到流动状态并具有良好的可塑性的过程），并以足够的压力和速度将一定量的熔料注塑到模具的型腔内，当熔料充满型腔后，仍需保持一定的压力和作用时间，使其在合适的压力作用下冷却定型。

注塑装置主要由塑化部件（螺杆、料筒、喷嘴）和料斗、计量装置、传动装置、注塑及移动油缸等组成。

(2) 合模装置的作用是实现模具的闭合并锁紧，以保证注塑时模具可靠地合紧及脱出制品。

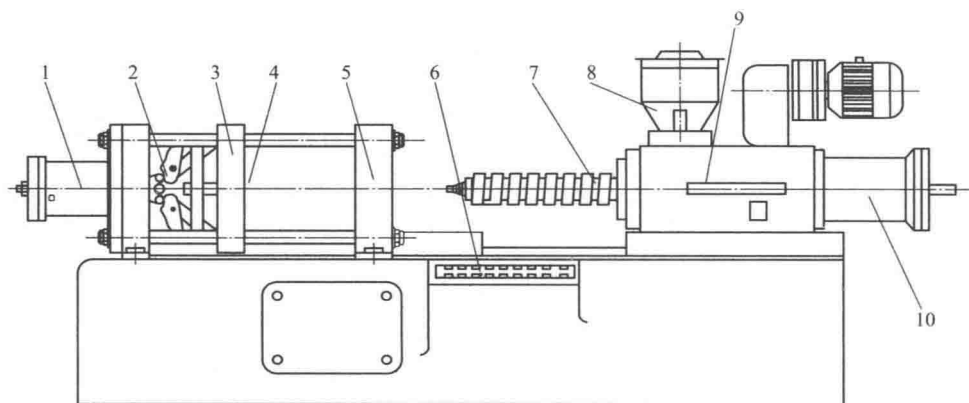


图 1-2 卧式注塑机示意图

1—锁模液压缸；2—锁模机构；3—移动模板；4—顶杆；5—固定板；6—控制台；
7—料筒；8—料斗；9—定量供料装置；10—注塑液压缸

合模装置主要由前后固定板、移动模板、连接前后固定用的拉杆、合模油缸、移动油缸、连杆机构、调模装置及塑料顶出装置等组成。

(3) 液压传动和电气控制系统的作用是保证注塑机按工艺过程的动作程序和预定的工艺参数（压力、速度、温度、时间等）要求准确有效地工作。

液压传动系统主要由各种液压元件和回路及其他附属设备组成。电气控制系统则主要由各种电气仪表等组成。

2. 注塑过程

注塑过程简单点说是从合模到注塑、保压、冷却、开模取件的工作循环，如图 1-3 所示。

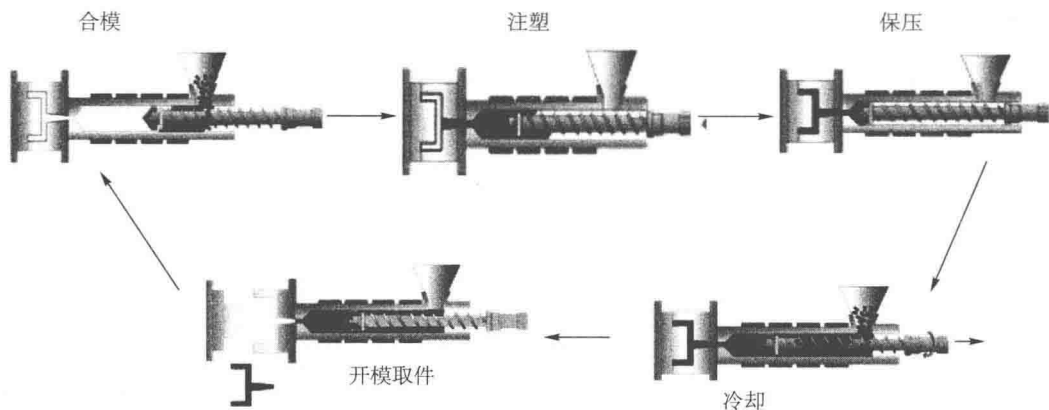


图 1-3 注塑成型过程示意图

其详细的工作工程如下：

1) 加热、预塑化

螺杆在传动系统的驱动下，将来自料斗的物料向前输送、压实，在料筒外加热器、螺杆和机筒剪切、摩擦的混合作用下，物料逐渐熔融，在料筒的头部已积聚了一定的熔融塑料，在熔体的压力下螺杆缓慢后退。后退的距离取决于计量装置依据一次注塑所需的量来调整，当达到预定的注塑量后螺杆停止旋转和后退。

2) 合模和锁紧

锁模机构推动动模板及安装在动模板上的模具动模部分与定模板上的模具定模部分合模并锁紧,以保证成型时提供足够的夹紧力使模具锁紧。

3) 注塑装置前移

当合模完成后,整个注塑座被推动、前移,以便注塑机喷嘴与模具主浇道口完全贴合。

4) 注塑、保压

在注塑机喷嘴完全贴合模具主浇道口以后,注塑液压缸进入高压油,推动螺杆相对料筒前移,将积聚在料筒头部的熔体以足够压力注入模具的型腔。温度降低会使塑料体积产生收缩,为保证塑件的致密性、尺寸精度和力学性能,需对模具型腔内的熔体保持一定的压力,以补充塑件的收缩。

5) 卸压

当模具浇口处的熔体冻结时,即可卸压。

6) 注塑装置后退

一般来说,卸压完成后,螺杆即可旋转、后退,以完成下一次的加料、预塑化过程。预塑完成以后,注塑装置撤离模具的主浇道口。

7) 开模、顶出塑件

模具型腔内的塑件经冷却定形后,锁模机构开模,并推出模具内的塑件。

3. 注塑成型工艺过程

注塑成型工艺过程的确定是注塑工艺规程制订的中心环节,主要有成型前的准备、注塑过程和塑件的后处理三个过程。

1) 注塑成型前的准备

为了保证注塑成型过程顺利进行,使塑件产品质量满足要求,在成型前必须做好一系列准备工作,主要有原材料的检验、原材料的着色、原材料的干燥、嵌件的预热、脱模剂的选择以及料筒的清洗等。

2) 注塑过程

注塑成型过程包括加料、塑化、注塑、保压、冷却和脱模等几个步骤。但就塑料在注塑成型中的实质变化而言,是塑料塑化和熔体充满型腔与冷却定型两大过程。

3) 塑件的后处理

塑件脱模后常需要进行适当的后处理。塑件的后处理主要指退火或调湿处理。

(1) 退火处理。

由于塑化不均匀或塑料在型腔中的结晶、定向和冷却不均匀,造成塑件各部分收缩不一致,或由于金属嵌件的影响和塑件的二次加工不当等原因,塑件内部不可避免地存在一些内应力,而内应力的存在往往导致塑件在使用过程中产生变形或开裂,因此塑件常需要进行退火处理消除残余应力。

(2) 调湿处理。

刚脱模的塑件(聚酰胺类)需放在热水中隔绝空气,防止氧化,消除内应力,以加速达到吸湿平衡,稳定其尺寸,称为调湿处理。如聚酰胺类塑件脱模时,在高温下接触空气容易氧化变色,在空气中使用或存放又容易吸水而膨胀,经过调湿处理,既隔绝了空气,又使塑件快速达到吸湿平衡状态,使塑件尺寸稳定下来。

4. 注塑成型工艺参数

注塑成型工艺参数主要是指成型时的温度、时间、压力和速度。

1) 温度

注塑成型过程需控制的温度有料筒温度、喷嘴温度和模具温度等。

料筒温度是决定塑料塑化质量的主要依据。料筒温度低，塑化不充分；料筒温度过高，塑料可能会发生分解。料筒温度的选择与各种塑料的特性有关，温度的分布一般应遵循前高后低的原则，即料筒后端温度最低，喷嘴处的前端温度最高。

喷嘴温度应控制在防止塑料发生“流涎”现象。喷嘴温度一般略低于料筒最高温度。

模具温度对塑料熔体的充型能力及塑件的内在性能和外观质量影响很大。模具温度高，塑料熔体的流动性就好，塑件的密度和结晶度就会提高，但塑件的收缩率和塑件脱模后的翘曲变形会增加，塑件的冷却时间会变长，生产率下降。模具温度越低，因热传导而散失热量的速度越快，熔体的温度越低，流动性越差。当采用较低的注塑速率时，这种现象尤其明显。

2) 时间（成型周期）

完成一次注塑成型过程所需的时间称为成型周期，包括射出时间，保压时间，模内冷却时间，开模、脱模、喷涂脱模剂、安放嵌件和合模时间。

3) 压力

注塑成型过程中的压力主要包括塑化压力、注塑压力、保压压力、锁模压力，它们直接影响着塑料的塑化和塑件质量。

(1) 塑化压力又称背压，是指采用螺杆式注塑机时，螺杆头部熔料在螺杆转动后退时所受到的压力。一般操作中，塑化压力应在保证塑件质量的前提下越低越好，其具体数值随所用塑料的品种而异，但很少超过 20 MPa。

作用：提高熔体的比重；使熔体塑化均匀；使熔体中含气量降低，提高塑化质量。

(2) 注塑压力是指注塑机柱塞或螺杆头部对塑料熔体所施加的压力，其大小取决于注塑机的类型、模具结构、塑料品种和塑件壁厚等。

作用：用以克服熔体从喷嘴→流道→浇口→型腔的压力损失，以确保型腔被充满，获得所需的制品。

(3) 保压。从模腔填满塑胶，继续施加于模腔塑胶上的注塑压力，直至浇口完全冷却封闭的一段时间，要靠一个相当高的压力支持，这个压力叫保压。

保压的作用：补充靠近浇口位置的料量，并在浇口冷却封闭以前制止模腔中尚未硬化的塑胶在残余压力作用下倒流，防止制件收缩，避免缩水，减少真空泡；减少制件因受过大的注塑压力而产生黏模爆裂或弯曲。

(4) 锁模压力是指合模系统为克服在注塑和保压阶段使模具分开的张模力而施加在模具上的闭紧力。

作用：保证注塑和保压过程中模具不致被张开；保证产品的表面质量；保证产品的尺寸精度。

5. 注塑成型工艺卡片记录

观看注塑机的操作过程，记录成型工艺卡片。

1.1.2 塑料成型行业现状与发展趋势

从最近几年的塑料行情来看,我国的塑料化工行业得到了迅猛发展,塑料加工业实现了历史性跨越。特别是党的十八大召开以后,塑料行业已被重新定位为发展中的支柱产业,塑料制品已从简单满足于民生需求而形成一种全新的配套模式,实现了从以消费品为主快速进入生产资料领域的重要转型,成为集新材料、新工艺、新技术、新装备为一体的新型制造业。因而,塑料行业的发展空间是非常大的。

塑料制品的应用:

- (1) 农业:薄膜、管道、片板、绳索和编织袋等,农田水利工程多选用塑料管。
- (2) 交通运输:门把手、方向盘、仪表板等。
- (3) 电气工业:电线、电缆、开关、插头、插座绝缘体、家用电器、计算机(键盘套件、显示器外壳)等及各种通信设备。
- (4) 通信产品:电话机、手机、传真机等外壳。
- (5) 日常生活用品:塑料桶、塑料盆、热水器外壳、塑料袋、航空茶杯和尼龙绳等。
- (6) 医疗:人工血管、输液器、输血袋、注塑器、插管、检验用品、病人用具、手术室用品等。

1.1.3 课内实践

- (1) 简述塑料、模具、注塑机的关系。
- (2) 注塑成型工艺参数有哪些?
- (3) 注塑成型工艺过程包含哪些内容?
- (4) 查资料,制定一份注塑成型工艺卡片。
- (5) 列举5个塑料件,并查资料,给列出的塑料件指定材料。
- (6) 查资料,整理塑料成型技术的发展方向。

单元二 典型注塑模具结构认识

教学内容:

典型注塑模具结构认识。

教学重点:

模具结构组成、模架分类及结构。

教学难点:

模架分类与结构组成。

目的要求:

熟悉模具结构组成及模架分类。

建议教学方法:

软件操作演示,结合多媒体课件讲解,手绘模架。

1.2.1 注塑模具的结构组成介绍

在学习塑料模具的生产要求之前,我们必须先了解什么是塑料模具。所谓模具,其实就是为了进行同样尺寸、性能等产品而大批量生产的工具。而用于生产塑料制品的就称为塑料模具。先举个最简单的例子——蜡烛产品及其模具,如图1-4和图1-5所示。

图1-4所示为我们日常生活中所常见到的蜡烛,在蜡烛的中间位置上有一条线,见图上的A线,这是分模线。

图1-5中的前模板和后模板通过两支导柱是可以合起来的,因为前模和后模上都分别有半支蜡烛的形状,合起来后,就形成一支完整的蜡烛形状,而且里面是空的,此时,我们穿过一根芯线,再倒入蜡液,经冷却后,蜡液会凝结。把前模板打开,取出凝结后的蜡块,就生产出一支完整的蜡烛了。这就是蜡烛最简单的生产过程。前模板、后模板和导柱就是一副最简单的模具,如果把蜡液改成塑料液,则此套模具就变成一套最简单的塑料模具了。从图1-5中可以看到:

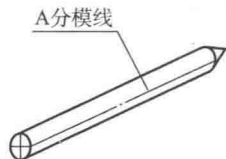


图1-4 蜡烛产品

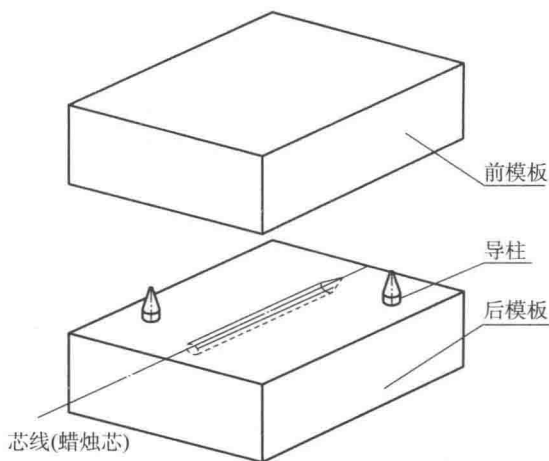


图1-5 蜡烛模具

(1) 塑料液只能是用手工浇进去的,在现代化的今天,肯定是不符合生产需要的,必须加以改进,要想法改成机器浇注。

(2) 提起前模板的动作是由人工完成的,也是必须加以改进的,要改成用机器来完成的才行。

(3) 取出产品时,只能用人工取出来,这对简单易取的产品尚可,一旦产品复杂了,留模力大了,只用人工是取不出来的,必须设法改成用机器顶出,方可适应自动化生产的要求。

(4) 料液是热的,温度较高,这样不停地生产、不停地浇料,前模板、后模板会热到用手根本就不敢去碰,在这么热的情况下,料液又怎么会凝固呢?所以对前、后模板进行冷却是必需的,非要改进不可。

以上所提出的四点改进,其实就是简单塑料模具里的最基本的六大部分,即

(1) 成型部件,主要是型腔部分,包括定模仁、动模仁。

(2) 浇注系统,包含主流道、分流道、浇口等。

- (3) 模具的标准模架（也称模胚），以便装夹在注塑机上。
- (4) 顶出机构，以便顶出产品。
- (5) 温度调节系统，以便使模具能够不间断且长久地连续生产。
- (6) 抽芯机构，对较复杂的模具，要配备抽芯系统。

六大部分都是塑料模具的基本系统，图 1-6 所示为一个典型的塑料注射模具结构。在此单元中我们将从结构上简单认识图 1-6 所示的注塑模具。

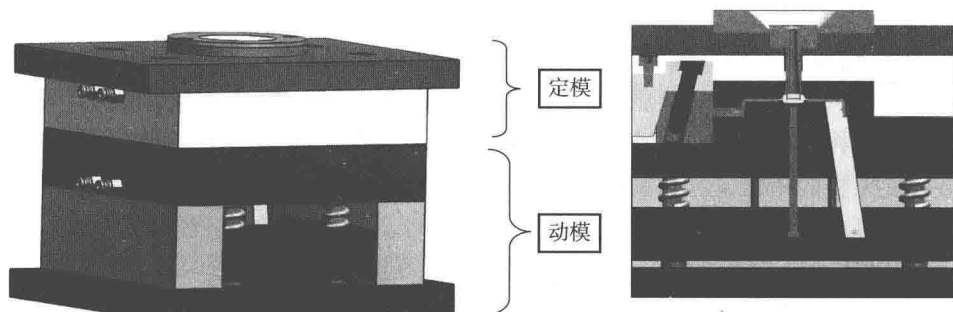


图 1-6 注塑模具视图

1. 成型部件

成型部件主要指的是我们常说的定模仁、动模仁，如图 1-7 所示。定模仁和动模仁在合模时形成一个空腔，方便塑料液填充和冷却，以便得到塑件。成型部件的名称很多，定模仁又叫作型腔，动模仁又叫作型芯。

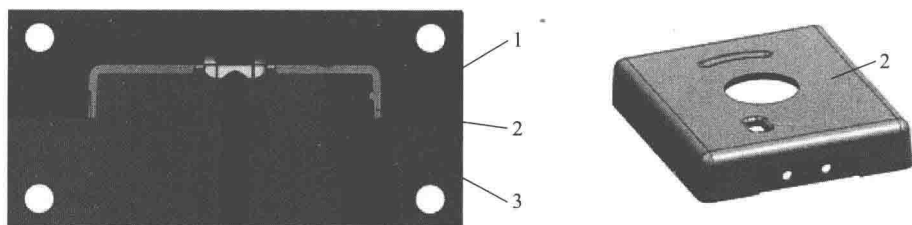


图 1-7 成型部件

1—定模仁；2—塑件；3—动模仁

2. 浇注系统

浇注系统是从注塑机喷嘴到型腔的通道，如图 1-8 所示，主要由主流道、分流道、浇口和冷料穴组成。主流道在浇口套中，浇口套是标准件，在设计时我们可以根据需求选择不同型号和尺寸的浇口套。分流道的截面形式有多种，此样图中我们采用的是圆形分流道。浇口是分流道与型腔的过渡段，浇口尺寸小，方便我们分离浇注系统和塑件。冷料穴又名冷料槽，主要作用是储存流道前端冷料，一般设在主流道和分流道的末端。详细的设计将在后续项目中进行讲解。

3. 抽芯机构

抽芯机构常用于成型有侧凹或侧孔的注塑模具。图 1-7 所示的塑件有侧凹及侧孔，所以采用了如图 1-9 所示的抽芯机构。抽芯机构主要由滑块小型芯、斜导柱、楔紧块组成。工作时，滑块小型芯跟着动模沿开模方向运动，同时也会顺着斜导柱运动，在塑件被推出之前完成抽芯。楔紧块的作用主要是在合模后压紧滑块小型芯。

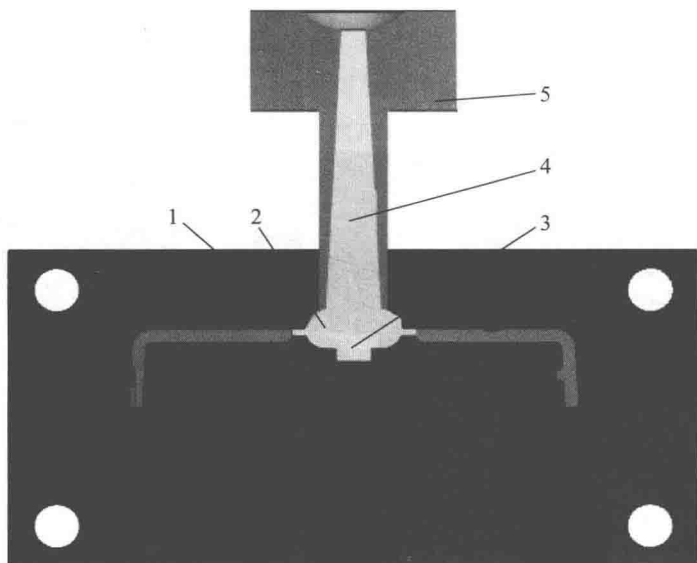


图 1-8 浇注系统

1—浇口；2—分流道；3—冷料穴（槽）；4—主流道；5—浇口套

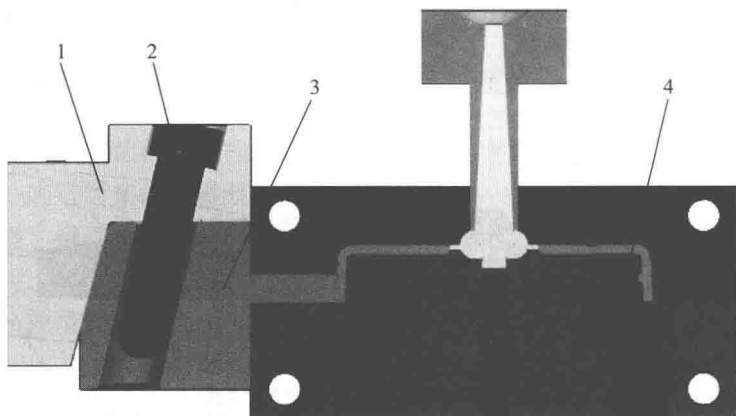


图 1-9 抽芯机构

1—楔紧块；2—斜导柱；3—滑块小型芯；4—斜顶

此塑件的特点之一是有内凸结构，所以在此模具中设置了斜顶，斜顶既可以作为抽芯机构的一部分，也可以视为推出机构的一部分。

详细的设计将在后续的项目中进行讲解。

4. 顶出机构

顶出机构需要实现顶出和复位两个功能。顶出塑件和浇注系统，最主要的有两种方式：顶杆顶出和推板推出。推出机构复位的常见方式是复位杆复位。图 1-10 中所示塑件由推杆（顶杆）顶出，浇注系统由拉料杆顶出，顶出机构的复位由复位杆加弹簧一起完成。推杆和复位杆的固定方式如图 1-10 所示，由推杆固定板和推杆垫板固定。顶出机构的形式很多，详细的设计见后续项目。

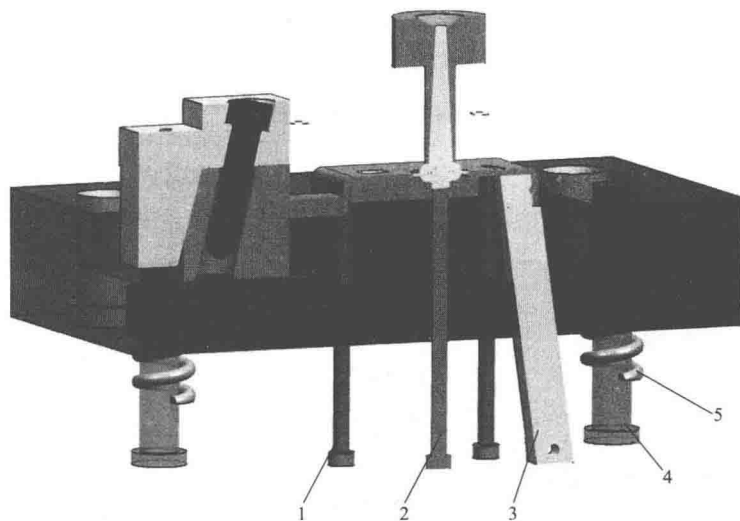


图 1-10 顶出机构

1—推杆（顶杆）；2—拉料杆；3—斜顶；4—复位杆；5—弹簧

5. 标准模架

模架又叫模胚，注塑模具多采用标准模架，分为大水口模架和细水口模架，图 1-11 所示为一副大水口模架，由定模座板、定模板、动模板、模脚、动模座板及推杆固定板、推杆垫板等组成。另外，此模具在安装到注塑机上时是通过定位圈来实现模具与注塑机的定位的。

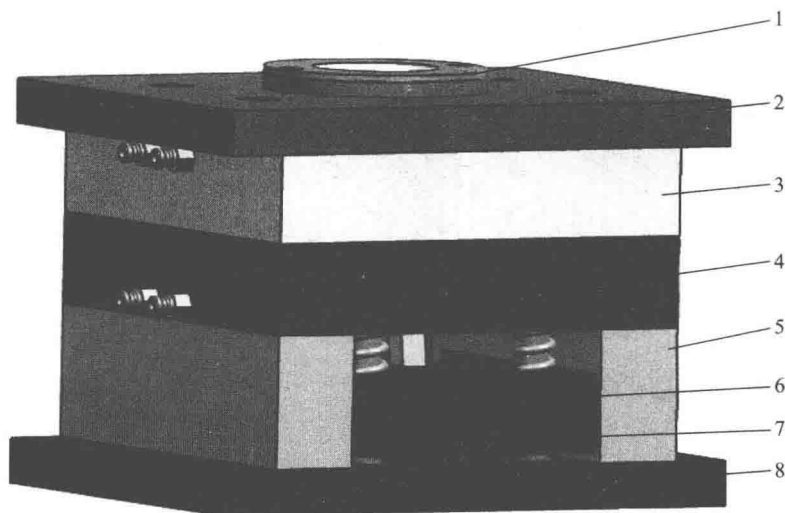


图 1-11 标准模架

1—定位圈；2—定模座板（面板）3—定模板（A板）；4—动模板（B板）5—模脚（C板）；
6—推杆固定板（面针板）7—推杆垫板（底针板）；8—动模座板（底板）

在一些软件和资料上，定模座板又叫面板，定模板又叫 A 板、前模板，动模板又叫 B 板、后模板，模脚又叫 C 板，推杆固定板又叫面针板，推杆垫板又叫底针板，动模座板又叫底板。

模架的种类与选择详见后续项目。