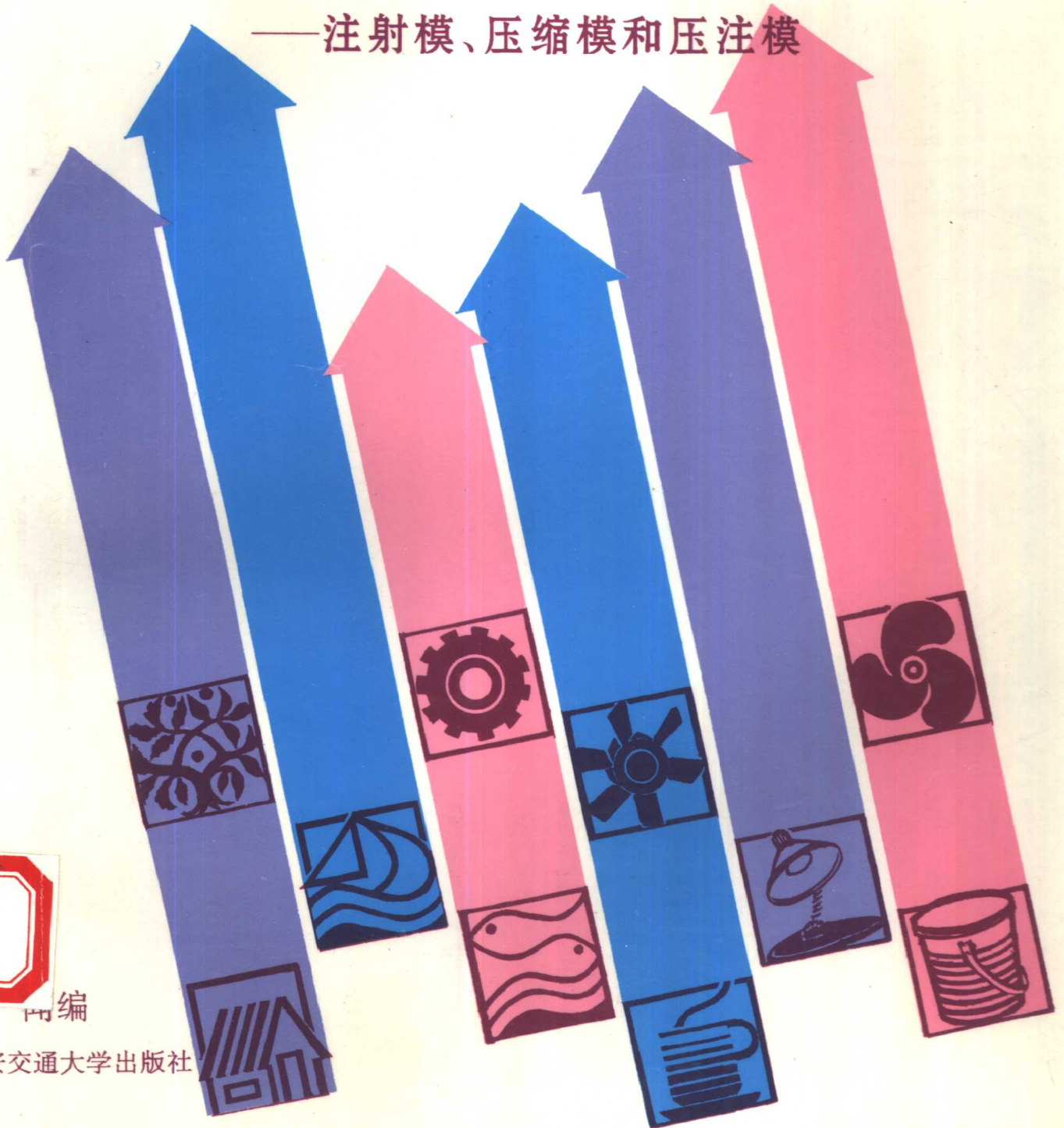


# 实用 塑料成型模具 设计手册

——注射模、压缩模和压注模



编

西安交通大学出版社

# 实用塑料成型模具设计手册

——注射模、压缩模和压注模

丁 闻 编

西安交通大学出版社

## 内 容 简 介

本手册系统地介绍了塑料成型模具——注射模、压缩模和压注模的设计基础、设计总则、结构设计计算与典型示例，以及塑料成型时的质量控制等内容。

本手册中贯彻现行国家标准，采用法定计量单位；文字与图表结合，技术实用可行。

本手册可供从事模具设计的技术人员和大专院校有关专业师生参考。

(陕) 新登字 007 号

### 实用塑料成型模具设计手册

——注射模、压缩模和压注模

丁 闲 编

组稿编辑 高民军 责任编辑 张明烈

\*

西安交通大学出版社出版

(西安市咸宁路 28 号 邮政编码: 710049)

陕西机械学院印刷厂印装

各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 441 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN7-5605-0577-5/TB·32 定价: 12.80 元

## 前 言

塑料工业是建立在 20 世纪新兴科学技术基础上的聚合材料工业。塑料制品正以其优异的独特性能，日益广泛进入人们日常生活和国民经济各部门。

注射模塑、压缩模塑和压注模塑工艺是塑料制品成型的基本方法；注射模、压缩模和压注模是保证实现上述成型方法，获得形状正确、尺寸合格、质量符合要求和塑料制品之技术和物质基础。

本手册中以阐述模具设计为主体，对模具制造的新技术作了重点介绍，并对塑料成型的质量控制以专门章节进行了论述，力求使塑料成型模具设计人员在正确设计模具结构、合理选择制造方法，以及分析处理模具使用中的有关问题时，有比较全面的技术知识。

本手册在编写过程中，承蒙天津市锻压机床厂、浙江塑料机械厂、天津市塑料机械厂、成都塑料机械厂、柳州市奇峰机械总厂、西安塑料机械厂等单位提供宝贵资料、西安昆仑机械厂季龙兴厂长等领导 and 同志们的大力支持与帮助，在此向他们致以衷心的感谢！

本手册经西安交通大学储家佑教授审阅，在此一并致谢。

由于编者水平有限，本手册中的缺点错误，尚希读者批评指正。

丁 闻      1992 年 12 月

# 目 录

## 第一章 模具设计基础

第一节 塑料 .....	(1)
一、热固性塑料 .....	(1)
二、热塑性塑料 .....	(3)
第二节 塑料成型方法 .....	(4)
一、压缩模塑成型 .....	(4)
二、压注模塑成型 .....	(5)
三、注射模塑成型 .....	(6)
第三节 成型设备 .....	(7)
一、液压机 .....	(7)
二、注射成型机 .....	(11)
第四节 模具分类 .....	(27)
第五节 塑料制品的工艺性 .....	(29)
一、塑料制品尺寸公差 .....	(29)
二、制品形状 .....	(31)
三、凸台 .....	(31)
四、壁厚 .....	(32)
五、端面边缘 .....	(36)
六、脱模斜度 .....	(36)
七、加强筋 .....	(37)
八、支承面 .....	(39)
九、圆角 .....	(39)
十、孔 .....	(40)
十一、螺纹 .....	(42)
十二、嵌件 .....	(43)
十三、花纹、字符、标志 .....	(46)

## 第二章 模具设计总则

第一节 技术任务书的制定 .....	(48)
第二节 型腔数计算 .....	(50)
第三节 制品在模具中的位置 .....	(52)
第四节 分型面的选择 .....	(54)
第五节 成型零件工作尺寸计算 .....	(57)
一、光滑成型零件工作尺寸计算 .....	(57)

二、螺纹成型零件工作尺寸计算	(62)
第六节 模具材料	(70)
一、钢	(71)
二、电铸材料(电铸镍-钴)	(76)
三、有色合金	(77)
四、环氧塑料	(79)
第七节 型腔侧壁和底板厚度计算	(83)

### 第三章 注射模设计

第一节 浇注系统	(86)
一、主流道	(86)
二、分流道	(90)
三、浇口(进料口)	(95)
四、浇口尺寸的修正	(105)
五、可发泡热塑性塑料的浇注系统	(105)
第二节 无流道凝料(不凝式)的浇注系统	(106)
一、绝热流道系统	(106)
二、局部加热流道系统	(107)
三、热流道浇注系统	(108)
第三节 排气槽	(114)
第四节 流道凝料抽取机构	(116)
第五节 制品推出机构	(122)
一、机械式推出机构	(122)
二、气吹推出机构	(141)
第六节 嵌件的安放与固定	(142)
第七节 定距分型拉紧机构	(144)
一、定距拉杆	(144)
二、定距拉板	(145)
第八节 侧向分型抽芯机构	(147)
一、机动分型抽芯机构	(147)
二、液压和气动分型抽芯机构	(161)
第九节 定位、导向零件	(161)
一、定位零件	(162)
二、导向零件	(164)
第十节 温度调节系统	(172)
一、冷却管路计算	(173)
二、温度调节系统设计	(176)
第十一节 热固性塑料注射模	(180)
第十二节 注射模结构示例	(182)

一、专用注射模 .....	(183)
二、可换模腔注射模 .....	(210)

#### 第四章 压缩模和压注模设计

第一节 压缩模设计 .....	(220)
一、压缩模特点 .....	(220)
二、压缩模的结构零件 .....	(220)
三、无飞边压缩模 .....	(229)
四、加热装置 .....	(231)
第二节 压缩模结构示例 .....	(237)
一、专用压缩模 .....	(237)
二、可换模腔压缩模 .....	(242)
第三节 压注模设计 .....	(251)
一、压注模特点 .....	(251)
二、压注模的结构零件 .....	(251)
三、浇注系统设计 .....	(255)
四、无飞边压注模 .....	(255)
第四节 压注模结构示例 .....	(258)

#### 第五章 塑料成型的质量控制

第一节 新产品生产技术准备阶段的质量控制 .....	(261)
一、产品设计时的质量控制 .....	(261)
二、材料选定时质量控制 .....	(262)
三、成型工艺编制时的质量控制 .....	(263)
四、模具设计时的质量控制 .....	(263)
五、模具制造和试用时的质量的控制 .....	(264)
六、样品试制检测时的质量控制 .....	(265)
第二节 塑料制品成型工序的质量控制 .....	(265)
一、热固性塑料压缩模塑成型工艺过程 .....	(266)
二、热固性塑料压注(传递)模塑成型工艺过程 .....	(268)
三、热固性塑料压缩和压注模塑成型工艺的控制因素 .....	(268)
四、热固性塑料注射成型工艺过程及其质量控制 .....	(269)
五、热固性塑料模塑成型时影响制品质量的因素 .....	(270)
六、热塑性塑料注射成型工艺过程及其质量控制 .....	(274)
七、热塑性塑料注射成型时影响制品质量的因素 .....	(277)

附录 .....	(282)
----------	-------

塑料及树脂缩写代号

参考文献 .....	( 83 )
------------	--------

# 第一章 模具设计基础

## 第一节 塑料

塑料是以树脂（有时用单体在加工过程中直接聚合）为主要成分，一般含有添加剂，在加工过程中能流动成型材料。

树脂是高分子聚合物，是塑料中必不可少的成分，它起着粘结其它成分的作用，并确定了塑料的基本性能。

添加剂是为了改善塑料的性能而加入的物质。塑料添加剂种类很多，如填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂和着色剂等等。根据塑料的成分不同，而选用不同的添加剂。

填料是为了降低塑料成本或改善塑料性能而加入的惰性物质。

填料有无机的和有机的；形状有粉状的、纤维状的和层状的。填料对塑料性能的作用是相当大的，如加入石棉、滑石粉、玻璃以提高耐热性；加入石墨、氟塑料、二硫化钼以减小摩擦系数和提高耐磨性；加入石棉、重晶石以改善摩擦性能；加入云母、石英粉、玻璃、晶石以提高绝缘性能；加入有色金属以提高导热性等等。

但是应当指出，加入填料后，一般会导致注塑时成型压力和浇口截面积的增大，并促使模具和注射机磨损加剧。当设计模具时，必须考虑这些因素。

塑料按其合成树脂的分子结构及热性能分为热固性塑料和热塑性塑料两类。

热固性塑料是在一定温度下，经一定时间的加热或加入固化剂后，通过不可逆的物理化学变化，能固化成为不熔不溶性物料的塑料。它不能再次成型。

热塑性塑料是在一定温度下，经过加热软化并熔融，冷却后硬化的塑料。它成型时一般只有物理变化而无化学变化，可以反复加热、冷却，再次成型。

### 一、热固性塑料

常用的热固性塑料有酚醛塑料和氨基塑料（脲甲醛、三聚氰氨-甲醛）等。可用于压缩模塑、压注模塑和注射模塑成型。

表 1-1~1-3 中，收集了机械制造业和日用工业中应用最广泛的热固性塑料牌号及其物理和工艺性能，供设计模具时参考。



表 1-1 压缩和压注成型的热固性塑料的物理和工艺性能

塑料名称	密度 (kg/m <sup>3</sup> ) 不高于	比容 (ml/g) 不高于	收缩率 (%)	流动性 (拉西格) (mm)	压塑温度 (°C)		单位压力 (MPa)	
					无预热	经预热	无预热	经预热
酚醛塑料								
日用(R)	1 500	2.0	0.5~1.0	100~190	155~165		25~35	
电气(D)	1 500	2.0	0.5~1.0	80~180		155~165		25~35
绝缘(U)	1 450	2.0	0.5~1.0	100~200		155~165		25~35
高频(P)	1 900	-	0.3~0.7	80~180		160~170		40~50
高电压(Y)	1 900	-	0.4~0.7	100~200		165~175		40~50
无氮(A)	1 450	2.0	0.5~1.0	80~180		150~160		25~35
耐酸(S)	1 600	-	0.4~0.8	100~200		150~160		25~35
湿热(H)	1 500	2.0	0.5~0.9	100~190		150~160		25~35
耐热(E)	1 700	2.0	0.2~0.6	80~180		155~165		25~35
冲击(J)	1 450	2.0	0.5~1.0	100~200		165~175		25~35
氨基塑料								
脲甲醛	1 500	3.0	0.4~0.8	140~200	135~145		25~35	
三聚氰氨-甲醛	1 500	3.0	0.4~0.8	110~190	145~155		25~35	

表 1-2 压缩和压注成型的酚醛玻璃纤维塑料的物理和工艺性能

塑料牌号 (山东化工厂)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	收缩率 (%)	预热温度 (°C)	压塑温度 (°C)	单位压力 (MPa)
FX-501	1 650~1 780	≤0.15	90~130	155~165	40~50
FX-502	1 700~1 800				
FX-503	1 650~1 780				
FX-504	1 780~1 880				

表 1-3 注射成型的热固性塑料的物理和工艺性能

塑料名称	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	流动性 (拉西格) (mm)	收缩率 (%)	模具温度 (°C)	注塑压力 (MPa)
酚醛塑料					
木粉填料	1 300~1 450	100~200	0.9~1.3	165~205	14~140
矿物填料	1 400~1 700	100~200	0.7~1.5	165~195	14~140
纤维填料	1 350~1 700	80~180	0.4~0.8	165~205	14~140
氨基塑料(加入 纤维素的)					
脲甲醛	1 400~1 500	140~200	0.4~0.8	143~160	14~140
三聚氰氨-甲醛	1 600~1 800	110~190	0.4~0.8	145~170	56~140
三聚氰氨酚醛	1 600~1 800	150~170	0.4~0.8	175~205	35~140

## 二、热塑性塑料

热塑性塑料由于其物理-机械和工艺性能的许多优良特性,早已进入日用工业领域,特别是工程塑料的发展,使其日益广泛应用于机械制造业各部门。绝大部分热塑性塑料是以注射成型来获得塑料制品的。表 1-4 中列举了常用注射成型的热塑性塑料的物理和工艺性能。

表 1-4 注射成型的热塑性塑料的物理和工艺性能

塑料名称	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	收缩率 (%)	熔融料温度 (°C)	模具温度 (°C)	注塑压力 (MPa)
高压聚乙烯(LDPE)	913~929	1.0~3.5	(190~220)	30~60	40~100
低压聚乙烯(HDPE)	935~959	1.0~4.0	(240~270)	30~70	50~140
聚丙烯(PP)	900~910	1.0~2.5	(260~280)	30~90	80~140
聚苯乙烯(PS)	1 050~1 100	0.4~0.8	180~230	40~70	100~120
苯乙烯-丁二烯-丙烯腈 共聚物(ABS)	1 030~1 070	0.3~0.8	200~240	70~80	100~140
聚酰胺(PA)					
尼龙 6	1 130~1 150	1.0~2.0	240~260	80~90	100~120
尼龙 66	1 140~1 150	1.0~2.0	240~270	75~85	100~140
尼龙 610	1 080~1 100	0.8~2.0	220~260	60~80	100~120
聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	1 180~1 200	0.4~0.7	190~235	40~60	100~120
聚碳酸酯(PC)	1 190~1 200	0.5~0.8	245~290	90~120	100~160
聚甲醛(POM)	1 410~1 420	1.9~2.5	170~210	60~80	60~150
乙酸纤维素(CA)	1 270~1 340	0.9~1.5	170~220	25~30	80~120
聚氯乙烯(硬质)(PVC)	1 380~1 450	0.6~1.5	170~200	30~60	80~130

注:括号内数据用于薄壁和形状复杂的制品。

## 第二节 塑料成型方法

塑料成型加工是一门专业工程技术，是将塑料材料转变为有使用价值的塑料制品的各种工艺和工程。要生产一个合格的塑料制品，除了对塑料的材料性能有一定要求外，还需要有一个合理的成型方法，否则难以达到目的。

塑料成型方法有压缩模塑成型（压塑、压制、模压）、压注模塑成型（传递模塑）、注射模塑成型（注塑）、挤出成型（挤塑）、吹塑成型、铸塑成型等。它们的共同特点是利用塑料成型模具来成型具有一定形状和尺寸的塑料制品。

通常，在塑料制品的生产中，以压缩模塑、压注模塑和注射模塑成型应用最广泛，获得的制品精度较高。挤出成型通常用于生产塑料型材。吹塑和铸塑成型生产出的塑料制品精度较低，吹塑仅用于生产日常生活用品，而铸塑是用来包封某些电气元件。

### 一、压缩模塑成型

压缩模塑成型又称压塑、压制或模压，是塑料在闭合模腔内借助加压（一般尚须加热）来成型的方法。

压缩模塑成型主要用于热固性塑料制品的生产。而对于热塑性塑料，压塑由于其生产周期较长（模具需交替的加热与冷却）、生产效率较低，过去只在某些热稳定性较好的热塑性塑料大型制品的生产中使用，现在由于注射成型技术的发展，除某些流动性很差的热塑性塑料（如聚酰亚胺等）外，已很少采用。所以，下面主要介绍热固性塑料的压缩模塑成型。

#### （一）无预热压缩模塑成型

将按重量或容积份量准备的塑料装入加热的模具（图 1-1 (a)）中，在温度和压力的作用下，材料转变为规定的形状并保持到固化，然后开模取出制品。

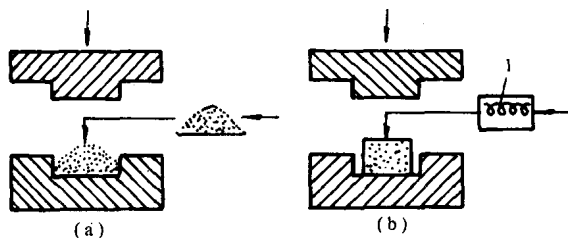


图 1-1 压缩模塑成型

在压制过程中，压机压力直接传递到被压制品上；开始时压力达到 25 ~ 70MPa（与材料有关），在保压过程中下降 2 ~ 2.5MPa。

在制造高度较小的薄壁（至 2mm）和外形不复杂的制品时，可采用这种工艺。如提高模具温度可缩短模压周期。该工艺的缺点是制品沿模具分型面形成飞边，外形复杂和带嵌件的制品成型困难。

#### （二）锭料预热压缩模塑成型

将在液压机或机械式压锭机上压成的锭料，用高频电热器 1 加热到所需温度并装入模具

中，在其中进行类似前述的压塑过程（图 1-1 (b)）。

该工艺由于预压锭和预热使固化时间缩短 30~50%，而具有较高的生产率，并可以获得外形较复杂和质量较高的塑料制品。

### （三） 压塑粉预塑的压缩模塑成型

该工艺的特点是在具有旋转螺杆的料筒中实现模塑料的预热、预塑和分量。准备好的材料自动输入模具中。该工艺过程不需压锭和高频预热。

由于送入模具中的材料已达到相当高的温度，显著地提高了颗粒状和粉状材料的成型生产率，并可生产壁厚较大的塑料制品。螺杆预塑提高了成型材料结构的稳定性，缩短了固化时间。

## 二、 压注模塑成型

压注模塑成型又称传递模塑，用于热固性塑料成型。模塑时塑料（最好经预压锭和预热）被装入加料腔加热软化，在柱塞的作用下经过浇注系统压注入闭合的模腔中，继续受热，经过一定时间固化成型，然后开模取出制品。

### （一） 上加料压注模塑成型

加料腔位于模具上部，模塑料从上部装入（图 1-2 (a)）。此方法由于在模塑时成型压力不直接作用于成型腔壁上，而在充填之后才使腔壁升压，能成型细薄和具有复杂嵌件的制品。但应考虑嵌件安置方向和固定方式，不使来自浇口的材料流引向嵌件。该工艺可以获得具有小直径的深孔制品和复杂外形制品，且制品沿分型面有很小的或者不存在飞边。该方法的缺点是：由于浇注系统占有较大的不可逆残料和在加料腔中有不可避免的工艺剩料，增大了模塑料的材料消耗；模具比较复杂，成本增高。

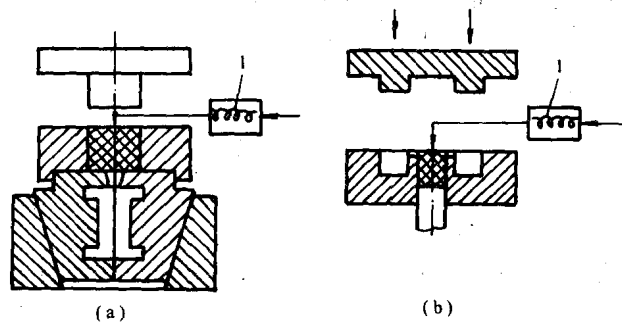


图 1-2 压注模塑成型

### （二） 下加料压注模塑成型

该工艺与上述工艺的区别在于加料腔位于模具下部，模塑料从下部压注入闭合的模腔中（图 1-2 (b)）。

### （三） 压塑粉预塑的压注模塑成型

该工艺的特点是在具有旋转螺杆的料筒中，将压塑粉预热和预塑，然后输入压注料筒中，最后用柱塞压注入闭合的模腔内而成型。

此工艺当制造形状复杂、厚壁，带嵌件的塑料制品时，是非常有效的。缺点是设备和模具比较复杂，且尺寸增大。当变换制品时，调整工作量较大。

### 三、注射模塑成型

注射模塑成型又称注射成型或注塑，是热塑性塑料制品生产的一种主要方法。由于注塑技术的发展，注塑也已经成功地应用于热固性塑料制品的成型。

注塑是将热塑性或热固性模塑料先在注射机加热的料筒内均匀塑化，然后由柱塞或移动螺杆推挤注射入闭合的模腔内成型。

注射模塑生产周期短，生产率高，容易实现自动化生产，塑料制品精度容易保证，适用范围广。但设备较贵，模具也较复杂。

#### (一) 热固性塑料的注射成型

模塑料（颗粒）由料斗 1（图 1-3 (a)）进入注射机料筒 2 中，在其中加热转变成粘稠流动状态，然后由螺杆注射进入闭合的模具 3 内。当熔融料通过注射机喷嘴孔、主流道衬套进料口和模具浇注系统时，材料在短时间内得到补充加热而均匀加热到压塑温度，由此显著地缩短了模具中的保持时间。该工艺有效地用于大型、厚壁、外形复杂和带嵌件塑料制品的成型。此类制品如用压缩模塑特别不经济。

在个别情况下，应用改良的方法来注塑热固性塑料，即将模塑料在注射机料筒中预先加热，并注射入未完全闭合的模具中；到注射结束时模具完全闭合，进行最后压塑。这种方法显著地降低了塑件的各向异性，并能获得具有最小翘曲的薄壁制品；模具排气性好；有较好的制品表面质量。该方法的缺点是模具价格高，模具闭合线处成型表面磨损增大，而且形成飞边。

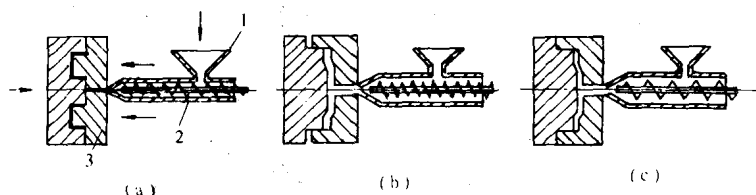


图 1-3 注射模塑成型

#### (二) 热塑性塑料的注射成型

该方法是热塑性塑料制品成型的基本方法，绝大多数热塑性塑料可用此法制成具有较高精度的优质制品。

注射成型过程由注射机进行。料筒温度在  $160\sim 280^{\circ}\text{C}$ （与应用的模塑料有关），将熔融的塑料注射到冷却的模具中，在其中使塑件冷却硬化成型（图 1-3 (a)）。

#### (三) 流动注射成型

流动注射成型也叫侵入法注射成型，它是传统的金属压铸在塑料成型上的利用和发展。

一般注射成型的制品重量不能超过注射机的最大注射量，实际生产过程中，制品和浇注系统凝料的总重量不超过注射机最大注射量的 80%。流动注射成型可扩大注射机的工艺性能，允许获得比铭牌标注的注射量大 30~35% 的塑件（含浇注系统凝料）。

流动注射成型的特点是：塑化工序和注射结合在一起，开始阶段，螺杆旋转，而不轴向移动，将塑化的熔融料填入模具中；然后螺杆停止转动而进入轴向移动，最终将模具填满。后一阶段与传统的金属压铸相似。

#### (四) 排气式注射成型

排气式注射成型是注射和压缩模塑成型相结合的成型方法。其特点是模具未完全闭合时进行模塑料的注射充填(图 1-3 (b)), 模具打开 0.05~0.2mm (用于充气的聚合物成型时可到几个毫米), 获得按形状和尺寸接近制品的毛坯; 然后闭合模具, 在必需的成型压力下进行压塑, 制品最终成型固化(图 1-3 (c))。

为了使模塑料不致从模具中流出和形成飞边, 凸模应作成柱塞形的, 这就增大了模具制造的难度, 并降低了模具的寿命。该方法在注塑热固性塑料和泡沫热塑性塑料的制品时最为适用。

### 第三节 成型设备

为了保证正常生产和获得良好的塑料制品, 模具的结构一定要适应成型设备的结构及性能。为此, 设计模具时应详细了解成型设备的性能、参数和连系尺寸。

#### 一、液压机

压缩成型和压注成型工艺所用的压机, 按其动力源种类分为手动压力机、机械压力机和液压机三大类。随着压塑技术的进步, 制品的大型化和优质化, 以及实现操作自动化的趋向, 手动和机械压力机已不能适应现时的塑料制品的压塑, 而过渡到采用液压机为主要压塑成型设备。

液压机又分为上压式和下压式。当前我国以立式上压式液压机应用最普遍。

##### (一) 液压机的主要技术规格

我国生产塑料制品液压机的主要工厂——天津市锻压机床厂制造的液压机主要技术规格见表 1-5。

表 1-5 塑料制品液压机的主要技术规格

序号	项 目	单 位	型 号						
			TDY53- 40/45	Y/TD71- 45A	Y71- 100A	YT71- 250	YT71- 500	YT71- 1000 <sup>A</sup> B	TDY42- 1600
1	公称压力	kN	主缸 400 侧缸 450	450	1 000	2 500	5 000	10 000	16 000
2	液体最大工作压力	MPa	26	32	32	25	25	25	
3	回程压力	kN	—	60	200	630	1 000	1 600	3 150
4	顶出压力(脱模力)	kN	16	120	200	400	630	1 600	3 150
5	滑块(动梁)最大行程	mm	主缸 250 侧缸 100	250	380	600	700	1 200	1 200
6	顶出行程	mm	160	175	自动 165 手动 280	250	300	400	工作台移出时 200 工作台不移出时 600
7	滑块(动梁)距工作台面最大距离	mm	450	750	650	1 200	1 400	2 000	2 200
8	工作台有效面积(左右×前后)	mm	300×300	360×400	600×600	900×900	1 120×1 120	2 000×2 000	2 200×2 200
注			多开模					“B”型为移动 工作台式	

## (二) 液压机和模具的关系

### 1. 成型压力

成型压力是压机施加在塑件单位投影面积上的压力。对于半溢式压缩模，成型压力为压机施加在加料腔单位投影面积上的压力。模压成型总压力应小于或等于压机公称压力。其关系式如下：

$$F_{\text{模}} \leq KF_{\text{机}} \quad (1-1)$$

式中  $F_{\text{模}}$ ——模压所需的成型总压力 (kN)；

$F_{\text{机}}$ ——压机公称压力 (kN)；

$K$ ——修正系数， $K=0.75\sim 0.9$ ，根据压机新旧程度确定。

压缩模塑成型时所需成型总压力  $F_{\text{模}}$  可按下式计算：

$$F_{\text{模}} = 10pAn \quad (1-2)$$

式中  $p$ ——压塑时单位成型压力 (MPa)，其数值按表 1-6 选取；

$A$ ——每一型腔的水平投影面积 ( $\text{cm}^2$ )，其数值的确定与模具结构有关。对于溢式和不溢式压缩模，等于塑料制品最大外形的水平投影面积；对于半溢式压缩模和共用加料腔的多型腔压缩模，等于加料腔的水平投影面积；

$n$ ——压缩模内加料腔个数 (单型腔压缩模  $n=1$ ，共用加料腔的多型腔压缩模  $n=1$ )。

表 1-6 压塑时单位成型压力

(MPa)

塑料制品的特征	粉状酚醛塑料		布基填料的 酚醛塑料	氨基 塑料	酚醛石 棉塑料
	不预热	预 热			
扁平厚壁制品			29.42~39.23		
高 20~40mm, 壁厚 4~6mm	12.26~17.16	9.81~14.71	34.32~44.13	12.26~17.16	44.13
高 20~40mm, 壁厚 2~4mm			39.23~49.03		
高 40~60mm, 壁厚 4~6mm	17.16~22.06	12.26~15.40	49.03~68.65	17.16~22.06	
高 40~60mm, 壁厚 2~4mm	22.06~26.97	14.71~19.61	58.84~78.45	22.06~26.97	53.94
高 60~100mm, 壁厚 4~6mm	24.52~29.42		—	24.52~29.42	
高 60~100mm, 壁厚 2~4mm	26.97~34.32	17.16~22.06	—	26.97~34.32	

压注模塑成型时所需成型压力按下列公式计算：

$$\frac{0.1F_{机}}{A} = p \geq q \quad (1-3)$$

- 式中  $F_{机}$ ——压机公称压力 (kN);  
 $p$ ——压注模塑成型时所需的单位压力 (MPa);  
 $A$ ——加料腔水平投影面积 (cm<sup>2</sup>);  
 $q$ ——压注时单位成型压力 (MPa), 见表 1-7。

表 1-7 压注时单位成型压力

(MPa)

塑 料	填 料	单位成型压力
酚醛塑料	木粉	58.84~68.65
	玻璃纤维	78.45~117.68
	布屑	68.65~78.45
三聚氰胺	矿物	68.65~78.45
	石棉纤维	78.45~98.07
氨基塑料		68.65

## 2. 开模力

开模力是塑件成型后使模具从分型面上分开所需的力。压机的回程压力应大于开模力。开模力的大小与成型压力成正比。其值还关系到压缩模和压注模连接螺钉的数量及直径大小。开模力按下式计算：

$$F_{开} = K_1 F_{成} \quad (1-4)$$

式中  $F_{开}$ ——开模力 (kN);



$F_{模}$ ——模压所需的成型总压力 (kN);

$K_1$ ——压力系数, 对于形状简单的制品, 凸、凹模配合段部分不高时取 0.1; 配合段部分较高时取 0.15; 塑料制品形状复杂、配合段部分又高时取 0.2。

### 3. 脱模力

脱模力是使塑件从模具内脱出所需的力。压机的顶出压力应大于脱模力。脱模力按下式计算:

$$F_{脱} = 10A_1p_1 \quad (1-5)$$

式中  $F_{脱}$ ——塑料制品脱模力 (kN);

$A_1$ ——塑料制品侧面积之和 ( $cm^2$ );

$p_1$ ——塑料制品与金属的结合力, 一般木纤维和矿物填料取 0.49MPa, 玻璃纤维填料取 1.47MPa。

### 4. 最大开距、最小开距

最大开距和最小开距是压机上、下工作台之间可分开的最大距离和最小距离。它直接关系到模具的闭合高度尺寸和开模时塑料制品的取出。

压机的最大开距, 即滑块 (动梁) 距工作台面最大距离; 最小开距即滑块 (动梁) 距工作台面最大距离与滑块 (动梁) 最大行程之差。模具的闭合高度是模具处于闭合状态下的总高度。

为了保证模具的安装和成型工作, 模具的闭合高度必须在压机允许使用的高度范围之内, 即:

$$H_{小} < h_{闭} < H_{大} \quad (1-6)$$

式中  $h_{闭}$ ——模具闭合高度 (mm);

$H_{小}$ ——压机最小开距 (mm);

$H_{大}$ ——压机最大开距 (mm)。

为了保证塑料制品成型后开模时能从模具中取出, 应满足下列关系式:

$$H_{大} > h_{下} + h_{塑} + h_{上} \quad (1-7)$$

式中  $h_{下}$ ——下模全高 (mm);

$h_{塑}$ ——塑料制品最大压制高度 (mm);

$h_{上}$ ——上模全高 (mm)。

### 5. 顶出行程

固定式压缩模和压注模, 成型后塑料制品的推出, 一般由压机的顶出机构驱动模具推出 (脱模) 装置来完成。压机顶出机构通过尾轴、中间接头或拉杆等零件与模具的推出装置相连接。制品推出行程与压机顶出行程的关系式如下:

$$S_{制} = h + h_1 < S_{机} \quad (1-8)$$

式中  $S_{机}$ ——压机顶出行程 (mm);

$S_{制}$ ——塑料制品需从模具中推出的高度 (mm);

$h$ ——塑料制品最大高度 (mm);

$h_1$ ——加料腔高度 (mm)。

### 6. 压机工作台

压缩模和压注模上、下模座板的外形尺寸, 应与压机上、下工作台的有效面积相适应。上、