

# 轻工塑料

塑料注射成型机专辑

北京化工学院塑料机械教研组

特刊

1976

塑料工业科技情报服务站

66

# 輕工塑料

1976年 特 刊

---

编辑出版：塑料工业科技情报服务站

地 址：上海宝庆路 20 号  
(上海市轻工业研究所内)

电 话：372070 × 30 分机

电报挂号：上海 1095

印 刷：上海市印刷四厂

---

定价：0.80 元



# 毛主席语录

**世上无难事，只要肯登攀。**

**为了保证我们的党和国家不改变颜色，我们不仅需要正确的路线和政策，而且需要培养和造就千百万无产阶级革命事业的接班人。**

**这次无产阶级文化大革命，对于巩固无产阶级专政，防止资本主义复辟，建设社会主义，是完全必要的，是非常及时的。**

# 目 录

## 塑料注射成型机专辑

### 第一章 注射成型机的类型和基本参数

第一节 引言.....	( 1 )
第二节 成型原理.....	( 1 )
第三节 注射成型机的组成和分类.....	( 2 )
一、立式注射成型机.....	( 3 )
二、卧式注射成型机.....	( 3 )
三、角式注射成型机.....	( 4 )
四、多模注射成型机.....	( 5 )
第四节 注射成型机的基本参数.....	( 6 )
一、注射部分的主要参数.....	( 6 )
二、合模部分的主要参数.....	( 11 )
三、表征机器综合性能的参数.....	( 16 )

### 第二章 注射装置

第一节 注射装置的形式.....	( 18 )
一、柱塞式注射装置的组成和工作原理.....	( 19 )
二、预塑式注射装置的组成和工作原理.....	( 21 )
三、螺杆式注射装置的基本形式.....	( 24 )
第二节 注射装置的主要零部件的设计.....	( 27 )
一、柱塞式注射装置.....	( 27 )
二、螺杆式注射装置.....	( 33 )
三、螺杆参数.....	( 38 )
四、注射成型机的喷嘴.....	( 53 )

### 第三章 合模装置

第一节 液压式合模装置.....	( 58 )
一、液压式合模装置的形式.....	( 58 )
二、设计液压式合模装置中的几个问题.....	( 66 )
第二节 液压机械式合模装置.....	( 68 )
一、液压机械式合模装置的形式.....	( 68 )

二、调整模板距离的装置.....	( 75 )
三、连杆合模机构的分析.....	( 76 )
<b>第三节 顶出装置</b> .....	( 81 )
<b>第四节 合模装置的零部件设计</b> .....	( 82 )
一、拉杆.....	( 82 )
二、模板.....	( 82 )
三、拉杆与动模板的配合和连接.....	( 84 )

## 第四章 注射成型机的调整和操纵

<b>第一节 注射成型机的调整</b> .....	( 87 )
<b>第二节 注射成型机的操纵</b> .....	( 90 )
一、注射成型的加料方式.....	( 90 )
二、注射成型机的控制.....	( 91 )
<b>第三节 注射成型机的驱动</b> .....	( 91 )
<b>第四节 注射成型机的安全措施</b> .....	( 92 )
一、人身安全保护.....	( 92 )
二、机器设备的安全措施.....	( 93 )
三、模具保护措施.....	( 93 )
四、电器及液压保护.....	( 93 )

## 第五章 注射成型机的发展

<b>第一节 注射机的高速化和自动化</b> .....	( 94 )
<b>第二节 专用注射成型机</b> .....	( 96 )
一、热固性塑料成型机.....	( 96 )
二、多色注射成型机.....	( 99 )
三、排气式注射成型机.....	( 99 )
四、注射吹塑成型机.....	( 100 )
五、低发泡注射成型机.....	( 101 )
<b>第三节 注射成型的变革</b> .....	( 102 )

# 第一章 注射成型机的类型和基本参数

## 第一节 引言

毛主席教导我们：“不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事。”因此，我们在讨论注射成型机(简称注射机)的具体结构之前，将首先对注射成型机的产生和发展，注射成型工艺过程以及注射成型机的组成和作用等进行简略的介绍。

塑料注射成型技术是劳动人民根据金属压铸原理在十九世纪末和二十世纪初发展起来的。但是由于当时塑料品种有限，而这些塑料的工艺性能又很差，因此注射成型技术的发展受到了限制。四十年代以后，由于石油化学工业的发展，促进了塑料工业的发展。近二十多年，热塑性塑料无论在品种方面或是在数量方面都得到大幅度的增长。因此，注射成型技术以及注射成型机也得到相应的发展。目前，塑料又作为工程结构材料，广泛用到国防工业、机电工业、交通运输业、建筑、农业以及文教卫生等领域内的机器设备、仪表等的零部件上，并取得极为显著的效果，使塑料的重要性又提高到一个新的高度。而作为这类用途的工程塑料的主要成型方法仍是注射成型，这是因为注射成型具有能一次成型出外型复杂，尺寸精确或带有金属嵌件的塑料模制品，对各种塑料的加工具有良好的适应性，生产能力比较高，以及易于实现自动化等一系列的优点之故。随着注射成型在塑料成型工业中地位的提高，在塑料成型机械中，注射成型机的生产和设计也占据了一定的地位，近十年来世界上注射成型机的生产量增加了十倍，生产总数约占整个塑料成型设备的20~30%，成为目前塑料机械生产中增长最快、生产数量最多的机种之一。

## 第二节 成型原理

“每一物质的运动形式所具有的特殊的本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。”而“成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意的特殊点。”注射成型同挤出成型相比，究竟有那些不一样的地方呢？这需要首先了解一下注射成型的工艺过程。

螺杆式注射成型主要包括以下几个主要过程(图1-1)即：

粒状或粉状塑料首先通过螺杆的旋转和外部加热的作用，将塑料塑化成熔融状态(即粘流态)，然后机器进行合模和注射座前移，当喷嘴紧贴模具的浇道后，便可向注射油缸内通入压力油，使螺杆前进，以一定的速度和压力将熔料射入到模腔，经过一定时间的压力保持和固化定型，便可开模取出制品。所以塑料注射成型是一种借助螺杆(或柱塞)的推力，将已塑化好的熔融状态的塑料射入已闭合好的模腔内，经固化定型后取得制品的工艺过程。

注射成型与挤出成型相比，虽然它们都是利用了热塑性塑料随温度的不同而存在着三种状态(玻璃态、高弹态、粘流态)的这一特性，并采用相同的方式(螺杆)实现了对塑料的塑化，但是注射成型的熔料流动是以很高的压力和比较快的速度进入已闭合的模腔内，其压力

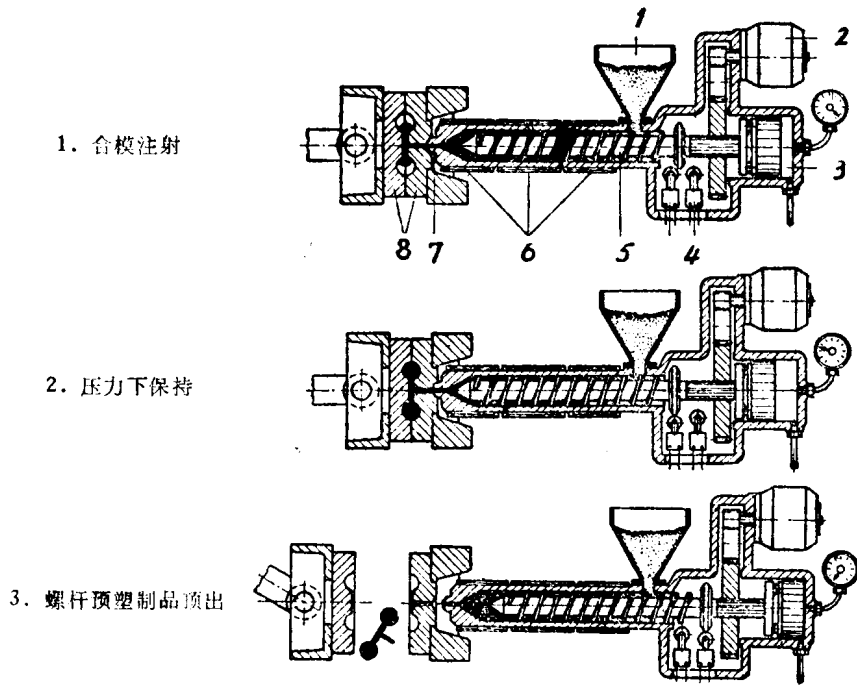


图 1-1 螺杆式成型工艺过程

1—料斗；2—螺杆传动装置；3—注射油缸；4—计量装置；5—螺杆；6—加热装置；7—喷嘴；8—模具

和速度并非依靠螺杆的转动而直接产生的（图1-2）。因此，构成注射成型的必要条件是1. 塑料必须以熔融状态进入模具；2. 为了保证及时充满模腔，熔料必须具有足够的压力和流速。这就对注射成型机提出了相应的必须完成塑化、注射、成型这三方面的基本要求。塑料的塑化是实现良好注射的前提，同时又影响到成型。为了满足成型的要求，其注射必须保证足够压力和速度。所以注射就成为在注射成型机的设计中考虑较多或影响着其它的中心环节。这一特殊点也是我们认识注射成型、区别其它成型方法的基础。

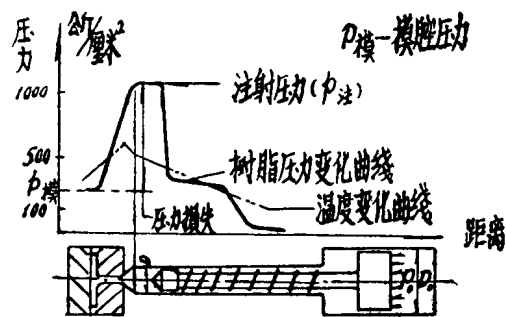


图 1-2 注射过程压力和温度的分布

### 第三节 注射成型机的组成和分类

为了保证注射成型过程的实现，一般注射成型机应由下列几个部分组成(图1-3)。

注射装置：它的主要作用是使塑料均匀地塑化成熔融状态，并以足够的压力和速度将熔料射入模腔。为此注射装置一般由塑化部件(机筒、螺杆、喷嘴等)、料斗、计量装置、螺杆的传动装置、注射和移动油缸等组成。

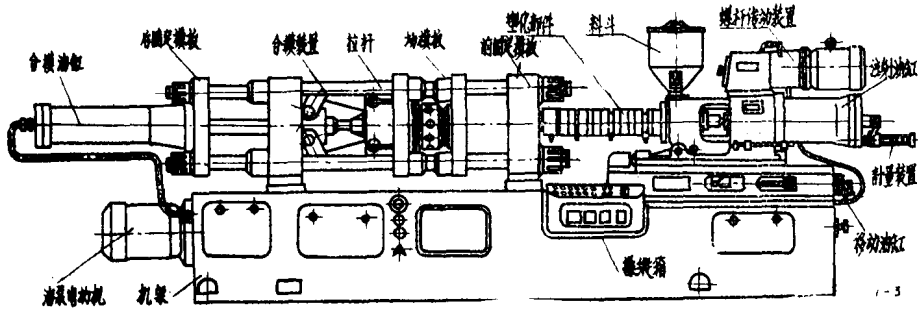


图 1-3 螺杆式注射成型机的组成

合模装置(即成型部分)：它是保证成型模具可靠的闭合和实现模具启闭动作以及取出制品的部件。因为在注射时，进入模腔中的熔料还具有一定压力，这就要求合模装置给予模具以足够的合紧力(通常称之为合模力)，以防止在熔料的压力作用下模具被打开，否则会导致制品溢边的产生或影响到制品的精度。合模装置主要由固定模具用的前固定模板和移动模板、连接前后固定模板用的拉杆、合模油缸、制品的顶出装置等组成。

液压传动和电气控制系统：如前所述，注射成型是由塑料熔融、模子闭合、注射入模、压力保持、制品固化定型、开模取出制品等多工序组成的连续生产的过程，液压和电气则是为了保证注射成型机按工艺过程预定的要求(压力、速度、温度、时间)和动作程序准确有效的进行工作而设置的动力和控制系统。

在党的社会主义建设总路线指引下，我国工人阶级和革命技术人员高举毛泽东思想伟大红旗，坚决“走自己工业发展道路”，仅用了十来年时间，现已成批生产和试制一次注射容量从 16 厘米<sup>3</sup>到具有世界水平的 32000 厘米<sup>3</sup>的大型注射成型机等系列产品，初步形成技术比较先进的注射成型机系列。与此同时，对在注射成型方面的许多新工艺(如热固性塑料注射、泡沫注射、排气注射等)也进行了试验，并且有的已推广使用。

近十多年注射成型机的发展很快，类型在日益增多。注射成型机的分类方法很多，有的按塑料塑化方式分为柱塞式和螺杆式，也有的按机器的传动方式分为液压式和机械式，还有按操纵方式分自动、半自动、手动等等，致今还没有完全统一的意见。根据比较普遍采用的按外形特征分类的方法，可分为下列类型型式：

### 一、立式注射成型机

这种注射成型机如图 1-4 所示，它的注射装置和合模装置的轴线呈一线垂直排列。因此它具有以下一些优点：占地面积小，模具拆装方便，成型制品的嵌件易于安放，料斗中的塑料能均匀地进入料筒(机筒)。其缺点是：制品顶出后常须要用手取出制品，不易实现全自动化操作；又因机身较高，对厂房高度有一定要求，机器易倾伏不够稳定，加料也不太方便。目前这种型式主要用于注射量在 60 厘米<sup>3</sup>以下的成型多嵌件制品的注射成型机上，大中型的注射成型机不宜采用。

### 二、卧式注射成型机

图 1-5 所示为卧式注射成型机的排列形式。它的注射装置和合模装置的轴线呈一线水平排列。因此同立式注射机相比其主要优点是：机身较低，利于操纵和维修，机器因重心较低



而比较稳定，限制机器能力发展的因素比较少。此外，成型后顶出的制品可利用重力作用自动落下，容易实现全自动操作。所以卧式注射成型机是目前国内外注射成型机生产中最基本的型式。

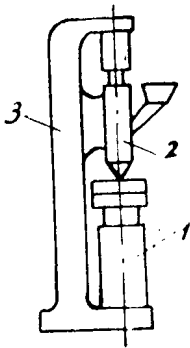


图 1-4 立式注射成型机  
1—合模装置；2—注射装置；3—机身

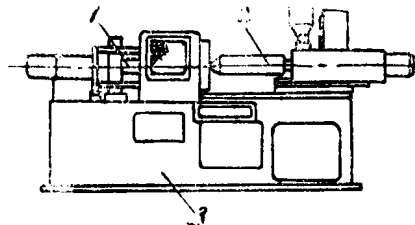


图 1-5 卧式注射成型机  
1—合模装置；2—注射装置；3—机身

卧式注射机的主要缺点是：模具的安装和嵌件的安放比不上立式注射机方便，机器的占地面积较大。

### 三、角式注射成型机

角式注射成型机如图 1-6 所示，这种注射成型机的注射装置和合模装置的轴线相互垂直排列，因此其优缺点介于立、卧两种注射成型机之间，使用也比较普遍，在大、中、小型注射成型机中都有应用，它特别适合于成型中心不允许留有浇口痕迹的制品。因为如果使用卧式或立式注射成型机成型这种制品时，则要将模具设计成多型腔或偏至一边的型腔，这经常会受到机器模板尺寸的限制。使用角式注射成型机成型这种制品时，由于料流是经模具的分型面进入型腔，因此便不存在上述问题。近年来，为了满足生产使用要求，出现了一种注射装置和合模装置的位置可以根据需要进行多种组合的注射成型机(图 1-7)。

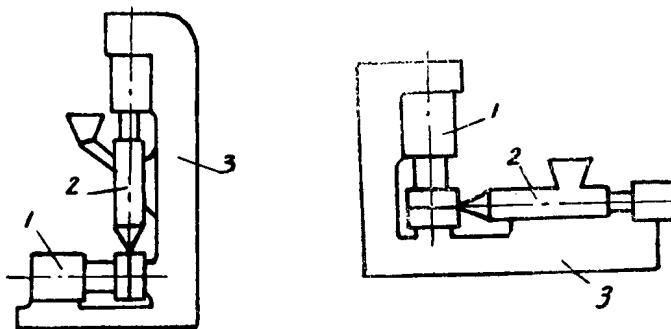


图 1-6 角式注射成型机  
1—合模装置；2—注射装置；3—机身

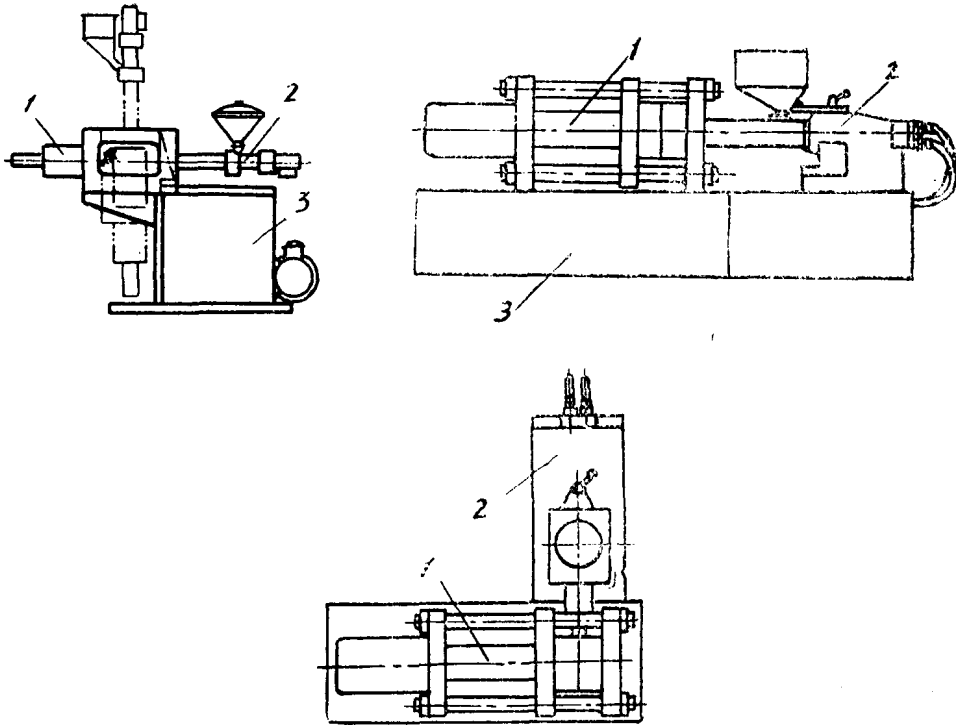


图 1-7 组合式注射成型机

1—合模装置；2—注射装置；3—机身

#### 四、多模注射成型机

多模注射成型机是一种多工位操作的特殊注射成型机(图1-8)。它的主要特点是充分发挥了注射装置的塑化能力,可以缩短生产周期提高机器的生产能力,因此它特别适合于冷却定型时间长或因安放嵌件而需要较多生产辅助时间的大批量塑料制品的生产。

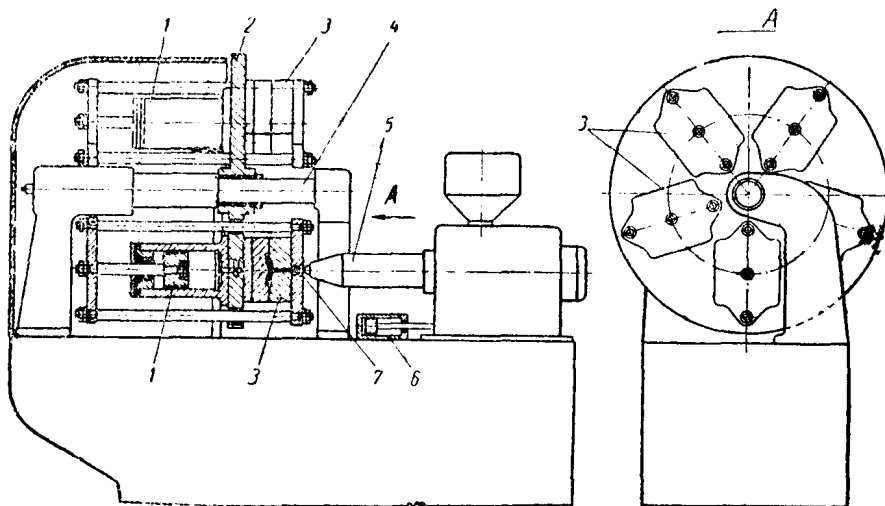


图 1-8 多模注射成型机

1—合模油缸；2—转盘；3—模具；4—转盘轴；5—注射装置；6—整体移动缸；7—浇道

当然,上述几种类型的注射成型机不是一成不变的,为了满足生产发展的要求,目前已出现了各种新型和特殊用途的注射成型机。

注射机除按外形特征进行分类外,还经常根据机器注射能力的大小分为超小型(合模力在40吨以下者),小型(合模力40~200吨,注射量60~500厘米<sup>3</sup>以下者),中型(合模力300~600吨,注射量为500~2000厘米<sup>3</sup>),大型和超大型(合模力800吨,注射量2000厘米<sup>3</sup>以上者)。

#### 第四节 注射成型机的基本参数

一台注射成型机的性能特征,通常用一些性能参数加以表示,例如从表1-1列出的各项数据中,就可以大略了解到我国生产的注射成型机的性能,从而作为我们选用注射成型机的依据。但是作为一个设计人员不仅要懂得注射成型机有那些参数以及这些参数的含意,更重要的是如何合理选择这些参数。根据参数所表征的内容,可以将它们分为以下三个方面:

##### 一、注射部分的主要参数

1. 公称注射量(即机器的一次最大注射量):是指注射螺杆(或柱塞)作一次最大注射行程( $S_{注}$ )时,注射装置所能达到的最大注出量。注出量的表示,一般有两种方法。一种是以聚苯乙烯原料为标准,用注射出熔料的重量单位(克)表示,另一种是用注射出的熔料容积(厘米<sup>3</sup>)表示。因为容积表示法同料的比重无关,使用起来也比较方便,所以我国生产的注射成型机均用此法表示。机器的一次最大注射量是一个重要参数,它在一定程度上反映了机器的加工能力,标志着机器能生产的最大塑料制品,所以它经常被用来作为表征整个机器参数。例如我国生产的XS-ZY500注射成型机,即表示公称注射量为500厘米<sup>3</sup>的螺杆式(Y)塑料(S)注射(Z)成型(X)机。根据我国注射成型机生产情况,目前我国注射系列(草案)推荐,有30、60、125、250、350、500、1000、2000、3000、4000、6000、8000、12000、16000、24000、32000、48000、64000厘米<sup>3</sup>等十余种规格的注射成型机,其中应用最多的还是60~1000厘米<sup>3</sup>的中小型注射成型机,约占注射机生产总数的70%左右。

2. 注射压力:为了克服熔料流经喷嘴,浇道和型腔的流动阻力,螺杆(或柱塞)对熔料必须作用足够的压力。此压力称之为注射压力。根据图1-2所示,注射压力应为:

$$P_{注} = \frac{\frac{\pi}{4} D_0^2 \cdot P_0}{\frac{\pi}{4} D^2} = \left( \frac{D_0}{D} \right)^2 \cdot P_0 \quad \text{公斤/厘米}^2 \quad (1-1)$$

式中:  $P_0$ ——油压(公斤/厘米<sup>2</sup>)

$D_0$ ——注射油缸内径(厘米)

$D$ ——螺杆(柱塞)外径(厘米)

影响所需注射压力的因素很多,如塑料性能,成型制品的复杂程度及其对精度的要求,塑化方式,喷嘴和模具的结构以及塑化温度和模具温度等。根据目前工程塑料的发展与应用,注射压力有提高的趋势(图1-9),但是注射压力选得过高,会直接影响机器的结构和传动部分的设计,同时,成型加工提高注射压力,在某种情况下也非唯一有效的办法,有时反而带来其它弊病。因此,设计时注射压力主要根据机器的结构和用途,在认真进行调查研究

表 1-1 (之一)

部分国产塑料注射成型机技术特征和规范

型 号		XS-ZS-22	XS-Z-30	XS-Z-60	XS-ZY -125	G54-S 200/400	XS-ZY250	SZY-300
公称注射量	厘米 <sup>3</sup>	30; 20	30	60	125	200~400	250	320
螺杆(柱塞) 直径	毫米	25×2; 20×2	28	38	42	55	50	60
射压力	公斤/厘米 <sup>2</sup>	750;1170	1190	1220	1190	1090	1300	775
注射行程	毫米	130	130	170	115	160	160	150
注射时间	秒	0.45;0.5	0.7		1.6		2	
螺杆转数	转/分				29,43,56, 69,83,101	16,28,48	25,31,39, 58,32,89	15~90
注射方式		双柱塞 (双色)	柱塞式	柱塞式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
合模力	吨	25	25	50	90	254	180	150
最大成型面积	厘米 <sup>2</sup>	90	90	130	320	645	500	
模板最大行程	毫米	160	160	180	300	260	500	340
模具最大厚度	毫米	180	180	200	300	406	350	355
模具最小厚度	毫米	60	60	70	200	165	200	285

型 号		XS-ZY500	XS-ZY -1000	SZY-2000	XS-ZY -3000	XS-ZY -4000	XS-ZY -6000	T-S-Z 7000
公称注射量	厘米 <sup>3</sup>	500	1000	2000	3000	4000	6000	3980,5170, 7000(克)
螺杆(柱塞) 直径	毫米	65	85	110	120	130	150	110, 130, 150
注射压力	公斤/厘米 <sup>2</sup>	1040	1210	900	900; 1150	1060	1100	1580, 850, 1130
注射行程	毫米	200	260	280	340	370	400	450
注射时间	秒	2.7	3	4	3.8	~6	10	10
螺杆转数	转/分	20,25,32, 38,42,50, 63,80, 螺杆式	21,27,35, 40,45,50, 65,83, 螺杆式	0~47	20~100	16,20,32 41,51,74	0~80	15~67
注射方式				螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
合模力	吨	350	450	600	630	1000	1800	1800
最大成型面积	厘米 <sup>2</sup>	1000	1800	2600	2520	3800	5000	7200~ 14000
模板最大行程	毫米	500	700	750	1120	1100	1400	1500
模具最大厚度	毫米	450	700	800	960, 680, 400	1000	1000	1200
模具最小厚度	毫米	300	300	500		700	700	600

表 1-1 (之二)

部分国产塑料注射成型机技术特征和规范

型 号		XS-ZS-22	XS-Z-30	XS-Z-60	XS-ZY-125	G45-S 200/400	XS-ZY250	SZY-300	
模板尺寸	毫米	250×380	250×280	330×440		532×634	598×520	620×520	
拉杆空间	毫米	235	235	190×300	260×290	290×368	448×370	400×300	
合模方式		液压-机械	液压-机械	液压-机械	液压-机械	液压-机械	增压式	液压-机械	
油 泵	流量	升/分	50	50	70;12	100;12	170;12	180;12	103.9;12.1
	压力	公斤/厘米 <sup>2</sup>	65	65	65	65	65	65	70
电动机功率	瓩	5.5	5.5	11	11	18.5	18.5	17	
螺杆驱动功率	瓩				4	5.5	5.5	7.8	
加热功率	瓩	1.75		2.7	5	10	9.83	6.5	
机器外形尺寸	米	2.34×0.8 ×1.46	2.34×0.8 ×1.46	3.61×0.85 ×1.55	3.34×0.75 ×1.55	4.7×1.4 ×1.8	4.7×1.0 ×1.815	5.300× 0.940× 1.815	
机器重量	吨	0.9	0.9	2	3.5	7	4.5	6	
资料提供单位		上海塑机厂	上海塑机厂	上海塑机厂	上海塑机厂	无锡红旗 机械厂	上海塑机厂	大连橡塑机 厂	

型 号		XS-ZY-500	XS-ZY-1000	SZY-2000	XS-ZY-3000	XS-ZY-4000	XS-ZY-6000	T-S-Z-7000	
模板尺寸	毫米	70×850		1180×1180	1350×1250			1800×1900	
拉杆空间	毫米	50×440	650×550	760×700	900×800	1050×950	1350×1460	1200×1800	
合模方式		液压-机械	两次动作 液压式	液压-机械	充液式	两次动作 液压式	两次动作 液压式	两次动作 液压式	
油 泵	流量	升/分	200;25	200;18;1.8	175.8×2 14.2	194×2;48; 63	50;50	107×2;58; 25;200	406;25.4
	压力	公斤/厘米 <sup>2</sup>	65	140	140	140,210	200	210;320;15	140,320
电动机功率	瓩	22	40;5.5;5.5	40;40	45;55	17;17	117;5	55;55	
螺杆驱动功率	瓩	7.5	13	23.5	37	30	615公斤·米	60	
加热功率	瓩	14	16.5	21	40	37	50	41.5	
机器外形尺寸	米	6.5×1.3 ×2	7.67×1.74 ×2.38	10.908× 1.9×3.43	11×2.9 ×3.2	11.5×3 ×4.5	12×2.2×3		
机器重量	吨	12	20	37	50	65	~107		
资料提供单位		上海塑机厂	上海塑机厂	大连橡塑机 厂	无锡红旗 机械厂	上海塑机厂	常州塑机厂	天津塑机厂	

的基础上加以确定。

表1-2列出了部分塑料在注射成型时常用的注射压力和温度范围。根据使用情况，可以作如下分类：如加工的塑料粘度较低，制品形状一般，对制品的精度只有一般要求时，注射压力为700~1000公斤/厘米<sup>2</sup>；如加工的塑料具有高、中等粘度(改性聚苯乙烯、聚碳酸脂、聚乙烯等)，制品形状一般，但有一定的精度要求，注射压力约1000~1400公斤/厘米<sup>2</sup>；如加工的塑料具有较高的粘度(有机玻璃，聚砷，聚苯醚等)，薄壁长流程、厚度不均和精度要求严格的制品，注射压力大约在1400~1700公斤/厘米<sup>2</sup>范围内，对于加工

优质精密微型制品，注射压力可用到2300~2500公斤/厘米<sup>2</sup>以上。为了满足加工不同塑料对注射压力的不同要求，在设计中常用更换不同直径的螺杆(或螺杆头)的方法，这样既满足了不同注射压力的要求，同时又充分发挥了机器的生产能力。因为注射油缸的总的注射力和行程是不变的，若用大直径的螺杆在较低压力下进行注射时，就可以提高机器的注射量。

3. 注射时间(或注射速度、注射速率)：为了使熔料及时充满型腔，除了必须有足够的注射压力外，熔料还须有一定的流速。机器的注射时间，即螺杆(或柱塞)射出一最大注射

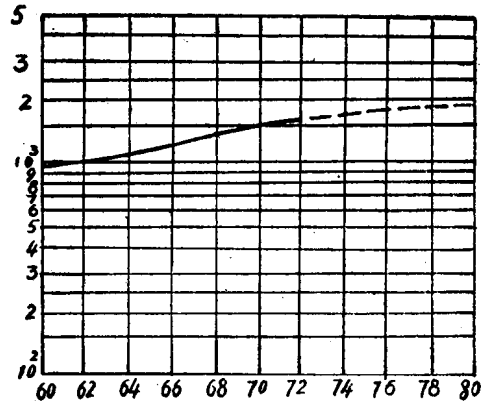


图 1-9

表 1-2 部分塑料成型时常用的注射压力和温制范围

塑料名称(英文代号)	流动性	加工温度(℃)	注射压力(kg/cm <sup>2</sup> )
尼龙6(PA)	极良	210~300	700~1200
尼龙9	极良	220~300	700~1200
尼龙66	极良	265~315	700~1200
尼龙610	极良	225~285	700~1200
尼龙1010	极良	180~240	700~1400
尼龙66(30%玻璃纤维增强)	差	280~370	800~1600
尼龙11	极良	186~250	700~1200
聚乙烯(低压)(HDPE)	极良	186~250	500~1000
聚乙烯(高压)(LDPE)	极良	180~250	200~1800
聚苯乙烯(PS)	极良	169~215	600~1100
苯乙烯-丁二烯-丙烯腈(ABS)	良	190~232	600~1200
丙烯腈-苯乙烯(AS)	良	160~230	600~1200
聚丙烯(PP)	极良	200~260	700~1200
醋酸纤维(CA)	极良	150~190	600~1300
硬聚氯乙烯(HPVC)	差	160~190	800~1300
软聚氯乙烯(SPVC)	良	150~190	400~1800
聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	稍良	160~250	800~1400
聚三氟氯乙烯(PCTFE)	稍良	200~280	600~1400
聚偏二氯乙烯(PVDC)	极良	191~218	600~1000
聚碳酸脂(PC)	差	250~280	800~1500
聚甲醛(POM)	稍良	180~250	800~1500
聚氧醚(CPE)	良	200~240	800~1200
聚全氟乙丙烯	稍良	165~330	800~1300
聚苯醚(PPO)	差	256~343	800~1500
聚砷(PSF)	差	320~398	900~1500
聚酰亚胺(PI)	差	240~315	800~2000

量时所能达到的最短时间。注射时间过长，制品易形成冷接缝，不易充满复杂的模腔，特别是对结晶型塑料和薄壁制品表现更为显著。但是注射时间过短(注射速度过高)，塑料高速流经喷嘴时，易产生大量的摩擦热，产生热解和变色以及吸入气体和排气不良的现象，除此它还直接影响到注射成型机的液压系统的设计。可见，注射时间也同注射压力一样，它不仅是成型工艺方面的重要条件，同时也是机器设计的重要参数。

表示注射的快慢，除用注射时间外还可用注射速度和注射速率。它们之间存在着下列关系：

$$V_{\text{注}} = \frac{S_{\text{注}}}{\tau_{\text{注}}} \quad \text{毫米/秒} \quad (1-2)$$

$$q_{\text{注}} = \frac{Q_{\text{公}}}{\tau_{\text{注}}} \quad \text{厘米}^3/\text{秒} \quad (1-3)$$

式中： $V_{\text{注}}$ ——注射速度；  
 $S_{\text{注}}$ ——注射行程，即螺杆移动距离(毫米)；  
 $\tau_{\text{注}}$ ——注射时间(秒)；  
 $q_{\text{注}}$ ——注射速率；  
 $Q_{\text{公}}$ ——公称注射量(厘米<sup>3</sup>)。

根据实践经验，为使熔料及时充满模腔，对于注射量在1000厘米<sup>3</sup>以下的中小型螺杆式注射机，注射时间一般在4秒以内，大型或超大型注射机也很少有超过10秒的，相应的注射速度大约为80~120毫米/秒。

通过图1-10可以看出，目前有提高注射速度的发展趋势。因为注射速度的提高会使机器加工适应能力增强，缩短成型周期，提高制品质量。设计时可参照表1-3和表1-7以及图1-11所推荐的数值选取。

机器在实际使用中能否达到设计的注射容量呢？这显然不仅取决于机器是否有一定的注射量，同时它还同注射压力和速度有关，为了考核机器的注射能力的高低，因此经常引用注射功率加以表示，即

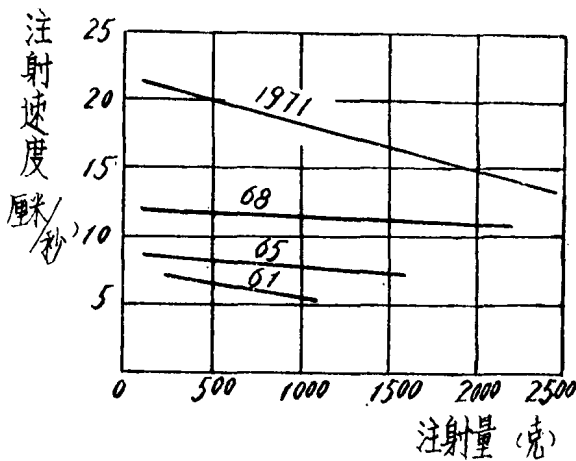


图 1-10

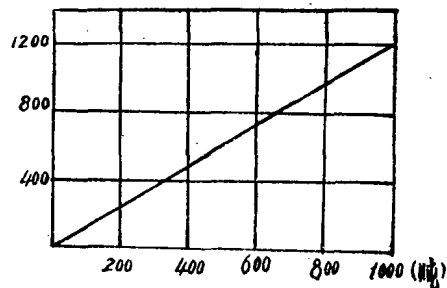


图 1-11

表 1-3

注射量 (克)	注射时间 (秒)	注射量 (克)	注射时间 (秒)
125	1.0	2000	2.25
250	1.25	4000	3.0
500	1.5	6000	3.75
1000	1.75	10000	5.0

$$N_{注} = \frac{Q_{公} \cdot P_{注}}{\tau_{注}} = q_{注} \cdot P_{注} \cdot 10^{-2} \text{米} \cdot \text{公斤/秒} = 9.81 \times 10^{-5} q_{注} \cdot P_{注} \text{ 千瓦} \quad (1-4)$$

4. 表征机器塑化部件的性能参数有螺杆直径(D)、螺杆的长径比(L/D)、螺杆的转数(n)驱动功率和塑化能力等。各参数的意义均与挤出机的相同，其选择将在后面的注射螺杆设计中介绍。

目前，随着对新型塑化装置的研究和通过提高螺杆转速等途径，由图1-12可见，塑化能力有逐渐提高的趋向，以适应高速注射的需要。

二、合模部分的主要参数：

1. 合模力(又称锁模力)

为了使熔融塑料及时充满模具的型腔，螺杆(或柱塞)必须保证有足够的注射压力作用于熔融的塑料上。当熔融塑料在流经机筒、喷嘴和模具的浇注系统时，压力要损失一部分，但进入模腔的熔料仍具有一定的压力(图1-2, 1-13)，此压力称之为模腔压力(P<sub>模</sub>)，它一般为注射压力的0.2~0.4。为了不致被熔融塑料把模子顶开，必须对模子施以足够的夹紧力，此力称作合模力(P<sub>合</sub>) (图1-14)。合模力同公称注射量一样，也在一定程度上反映了机器所能塑制品的大小，所以在一些机器上，也有用合模力作为表征整个机器的特性参数。

合模力可以通过如下分析导出。若取动模板为平衡体，在注射时，则它除了受到熔料给

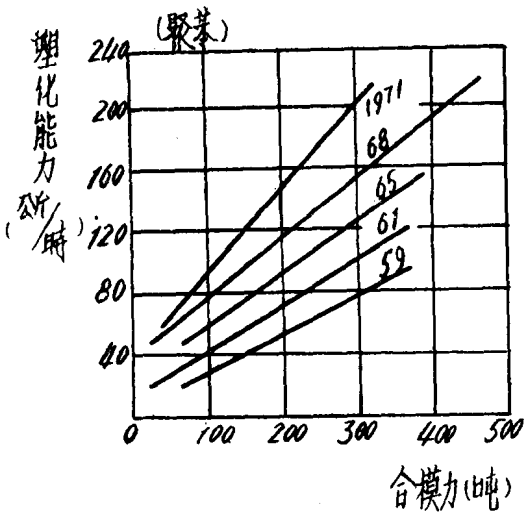


图 1-12

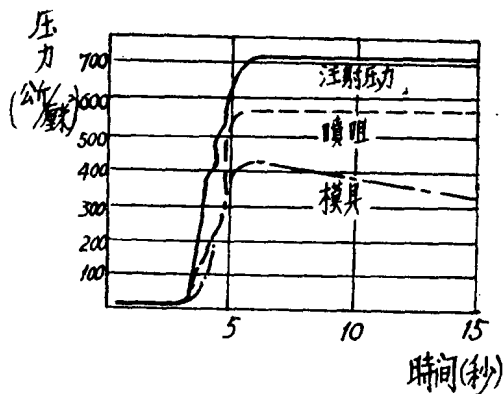


图 1-13 注射时的压力变化



它的静压( $P_{模}$ )作用外,还受到熔料的动压( $P_{动}$ )作用,熔料企图将模板顶开而使合模机构运动部分产生加速度( $\frac{d^2X}{dt^2}$ )引起的惯性力的作用,以及合模力( $P_{合}$ )的作用。这些力在水平方向上的分力应当处于平衡状态,则平衡方程式为:

$$P_{合} - p_{模} \cdot F_{制} - p_{动} \cdot F_{制} + m \frac{d^2x}{dt^2} = 0$$

式中:  $P_{合}$ ——合模力;  
 $P_{模}$ ——模腔压力;  
 $P_{动}$ ——熔料的动压;  
 $F_{制}$ ——制品在分型面上的投影面积;  
 $m$ ——合模装置运动部分的质量;  
 $\frac{d^2x}{dt^2}$ ——合模装置运动部分的加速度。

由于惯性力和动压力比较小,欲使模子在注射时不产生开缝,则可将上式简化成

$$P_{合} = K^1 P_{模} F_{制}$$

式中:  $K^1$ ——安全系数。

在上式的计算中,选定模腔压力( $P_{模}$ )是很困难的,实验证明,模腔压力的数值和分布同许多因素有关(图 1-15)。

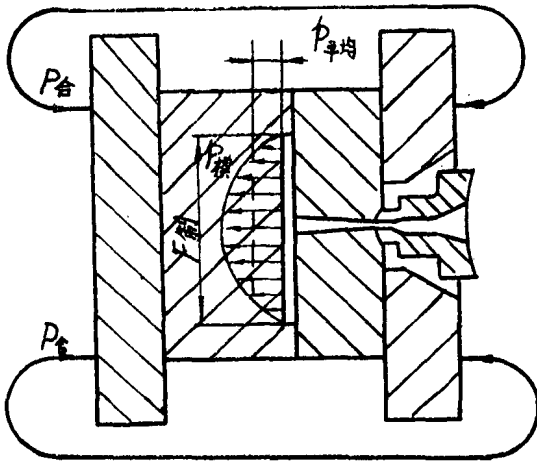


图 1-14

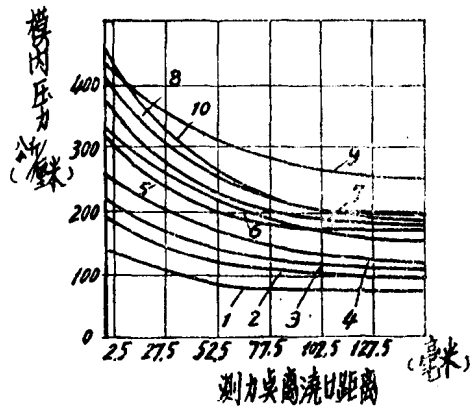


图 1-15 模腔压力的变化情况

曲线编号	料筒加热温度 ±	注射压力 $P_{注}$
1	200°C	340 公斤/厘米 <sup>2</sup>
2	200°C	368 公斤/厘米 <sup>2</sup>
3	180°C	694 公斤/厘米 <sup>2</sup>
4	180°C	780 公斤/厘米 <sup>2</sup>
5	200°C	664 公斤/厘米 <sup>2</sup>