

工 程 塑 料

第二册 成型加工

(試用教材)

北京航空学院一〇四教研室

1972.12.

毛 主 席 語 录

馬克思主义的哲学辯証唯物論有两个最显著的特点：一个是它的阶级性，公然申明辯証唯物論是为无产阶级服务的；再一个是它的实践性，强调理論对于实践的依賴关系，理論的基础是实践，又轉过来为实践服务。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

第一章	主要工艺性
一、	吸水性
二、	流动性
三、	收缩性
四、	熔体破裂现象
第二章	注射成型
一、	注射成型的原理及过程
二、	注射成型机
三、	注射成型工艺
四、	注射成型时出现的問題及可能产生的原因。
〔附一〕	重要工程塑性的注射成型工艺条件。
〔附二〕	注射成型工艺发展动向
第三章	挤出成型
一、	挤出成型的原理和过程
二、	挤出成型的设备和装置
三、	挤出成型工艺
四、	单螺杆排气式挤出机
〔附〕	挤出成型的一些情况
第四章	真空成型原理及方法
一、	真空成型原理及方法
二、	真空成型设备
三、	真空成型工艺
四、	存在問題及解决方法
五、	飞机座舱有机玻璃真空成型概述
第五章	其他成型加工方法
一、	中空制品吹塑成型
〔附〕	注射吹塑成型簡介
二、	吹塑薄膜
三、	滚塑成型
四、	冷压烧结成型
五、	塑料的粘接

工程塑料——成型加工。

这一册的内容主要介绍各种工程塑料的成型加工方法。它是整个塑料工业从树脂制造到制件应用中間的一个重要环节。

由于工程塑料的种类很多，加工方法又不完全相同，而且某些加工工艺只适合于一些特殊的塑料。表面上看起来五花八門很复杂，但是只要通过实践，认真总结，掌握规律，正如毛主席教导的那样：“入門既不难，深造也是办得到的，只要有心，只要善于学习罢了。”

根据制件用途的要求不同，各种塑料可以制成許多不同的制件，而同一制件又可用几种不同的加工方法来完成。因此，正确的选择合适的加工方法是非常重要的，要能做到这一点，就要求我們了解各种成型工艺的原理和过程，熟悉每一种工艺方法的优点和局限性，作为选择的依据。目前，热塑性工程塑料常用的成型加工方法有：注射成型，挤压成型，真空成型（热压），吹塑（中空）成型，模压成型，迴轉成型以及流涎，粘合，焊接和机械加工等。

在这里就我們經常碰到的几种加工方法，如注射，挤压，热压成型較詳細的討論。其它的只作一般介绍。

討論的重点只是方法的一般原理和工艺过程中的特点以及設備的有关問題。至于各种材料采用各种加工方法时，都有自己的特点，这里就不作詳細討論了。在下册材料中再涉及這個問題

第一章 主要工艺性

“大家明白，不論做什么事，不懂的那件事的情形，它的性質，它和它以外事情的关联，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。”我們在上一册中較詳細的討論了作为工程塑料基本成分的聚合物的分子结构以及它在各种情况下的运动规律，为学习这一册打下个基础。在討論各种成型加工方法之前，把加工时常常碰到的几个工艺性問題，集中在这一节里，运用前面的基础，加以学习和討論是很必要的。也是学习成型加工方法的必要前提。下面就分別加以討論。

一、吸水性

塑料的含水量对塑料的成型加工以及制件的物理机械性能影响极大。在某些情况下是成收的关键，因此是必须十分重视的一个因素。塑料就其吸水的程度大体上可以分为两类，一类是具有吸水或易粘附水分的，如，聚甲基丙烯酸甲酯，聚酰胺（尼龙），聚碳酸酯、聚酰胺、聚苯醚等；另一类是不吸水也不会粘附水分的，例如，聚苯乙烯，聚氯乙烯、聚甲醛、含氟塑料等。

凡是具有吸水性或粘附水分倾向的塑料，尤其象聚酰胺，聚碳酸酯一类塑料，如果在成型加工以前，其水分含量超过限度，那么在成型加工过程中，由于水分在成型机的高温料筒内挥发成气体，或者促使塑料水解等原因，造成塑料起泡，粘度降低，不仅给加工带来困难，而且会使成型出来的制件，外观质量及机械强度均会显著下降。例如尼龙类塑料注射成型时，只要原料稍微吸潮，制件上就会出现“银丝”，聚碳酸酯塑料引起开裂，甚至制件内出现气泡，使注射工艺很难掌握。

由此可见，塑料的吸水性对成型加工的顺利与否，制件质量的优劣，有举足轻重的影响。所以，如欲保证加工顺利进行，并取得优质的制件，唯一办法，是在此类塑料成型加工之前，进行仔细的干燥处理。因此，塑料的干燥工艺是成为这类塑料整个成型工艺的一个重要环节，绝不能疏忽。一般塑料水分含量在0.5~0.2%以下。例如，聚碳酸酯，尼龙塑料都要求在0.2%以下。ABS可在0.4%左右。

还必须强调指出，虽经干燥过的原料，如在空气中露置一定时间（大致为半小时至4小时，视塑料品种不同而异），则仍有从空气中吸收水分的可能，结果使干燥效果丧失。故已经干燥的原料，在加工过程中，仍要以各种方法（如料斗加热器，红外线灯）保温。如果发生再吸水的情况，则必须重新干燥。

塑料原料颗粒干燥方法有许多种，最常用的有循环热风干燥，红外线干燥，真空干燥（静止或迴转），负压沸腾床干燥。这些干燥方法各有其特点，例如循环热风干燥和红外线干燥的设备比较简单，适合于批量不大的塑料干燥；真空干燥对易于在高温下氧化变色的塑料，如聚酰胺等尤其合适；沸腾床干燥则效率高，可大大缩短干燥时间（因为塑料粒在干燥时是沸腾状态，塑料粒的受热表面积显著增加），特别符合大批量塑料粒子的

干燥速度快的要求。

国外现在采用料斗干燥器的办法，料斗本身就是个干燥器，料斗从上到机床进料口有个温度梯度，根据成型周期，控制进料速度，原料从上料到进入机床，经过一个干燥过程，使料达到干燥要求。显然，这种措施可使干燥和成型连续化，大大提高生产效率，可避免干燥料的再吸水现象，保证了制件质量。同时节省了原料出厂包装费用以及庞大的干燥设备。这种方法目前还不太成熟，正在研究和完善中。

至于塑料颗粒的干燥工艺条件，却因干燥方法，塑料品种以及干燥效果（即干燥后的水分含量）而定，不能一概而论。现将主要几种工程塑料，通常采用的干燥工艺，列表介绍而下，以供参考（见表1-1）。

表 1-1 热塑性工程塑料常用干燥方法及工艺条件

原料品种	可采用的干燥方法	干燥工艺条件
纤维素塑料, ABS, 聚甲基丙烯酸甲酯, 离子聚合物, 聚酚氧。	A*, B*, C, D	A, B { 干燥温度 70~75℃ 干燥时间 4小时以上 原料层厚度 不超过50毫米。
聚酰胺 线型聚对苯二甲酸乙二酯	C*, D*	C { 干燥温度 100~110℃ 真空度 10~20毫米汞柱 干燥时间 12~16小时 原料厚度 不超过50毫米 D { 干燥温度 110℃ 干燥时间 15~30分钟 一次加料量 40~80公斤
聚碳酸酯, 聚砒等	A*, B, C*, D*,	A { 干燥温度 聚碳酸酯 110℃, 聚砒 130℃ 干燥时间 12小时以上 原料层厚度 25~50毫米 C { 干燥温度 聚碳酸酯 110℃, 聚砒 130℃ 真空度 10~20毫米汞柱 干燥时间 达温度后8小时以上 原料层厚度 20~25毫米

表 1-1 續

熱塑性工程塑料常用干燥方法及工艺条件

原料品种	可采用的干燥方法	干燥工艺条件
聚苯醚， 聚酰亚胺等	A, B, C*, D*	C 干燥温度 130°C 干燥时间 达温度后 4 小时以上 真空度 10~20 毫米汞柱 原料层厚度 25~50 毫米 D 干燥温度 130°C 干燥时间 30 分 一次加料量 40 公斤
聚苯乙烯，聚 氯乙烯，聚甲 醛，含氟塑料 等	E	

附注：① A—循环热风干燥；B—红外线干燥；C—真空干燥；
D—负压沸腾干燥。E—不必干燥。

② 带有“*”符号的指常用或推荐的干燥方法。

二、流动性

塑料在高于它的流动温度情况下，塑料在外力作用下可以发生流动。塑料在一定的温度（一般指高于流动温度）和压力的作用下，能够充满模腔各部分的能力，称为塑料的流动性。塑料的流动性是成型加工时所必须考虑的一个重要因素。因为了解塑料的流动性，不仅对于正确设计注射成型模具的浇铸系统的尺寸（即主流道，分流道和浇口的尺寸）以及挤压模具的流道角等非常重要，而且还可以合理地决定成型工艺条件。

从上册中，我们已经知道，流动性与塑料的大分子结构特征有关。组成塑料的聚合物（树脂）分子的大小，结构形状及它的柔性对流动性起主要作用。通常线型分子或稍有交联结构的树脂流动性较大，结晶聚合物的塑料的流动性较大。因为结晶塑料的分子结构都较简单，柔性较大。塑料

中加入填料（影响大小取决于填料的性质，如，纤维填料比粉末状填料影响大）会降低塑料的流动性，但与此相反，加入增塑剂和润滑剂，可增加塑料的流动性。

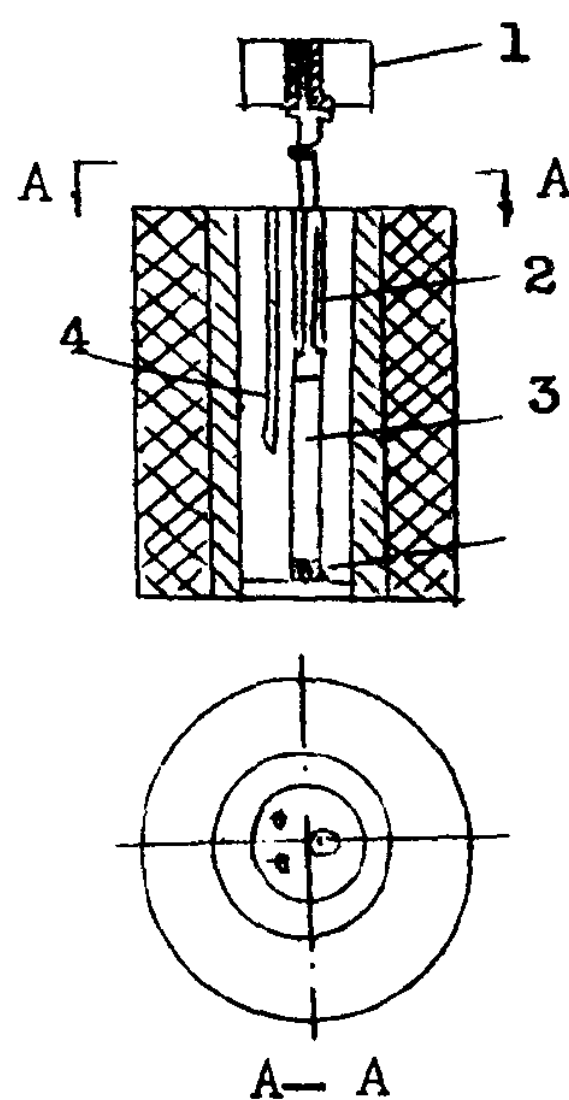
流动性较差的塑料，在注射成型时不易充满模腔（造成缺料），因而需要较大的注射压力才能成形。相反，流动性较好的塑料，可以减少成型压力，就可充满模腔。但是流动性太好，又会使塑料在注射成型时产生“流涎”现象或制件大的溢边（废边）（结晶塑料容易发生上述现象），在挤压成型时难于控制挤出物的形状。

由此可见，塑料流动性对制件成型关系是很大的，可以说是确定成型工艺条件必须首先考虑的因素。测定塑料流动性的方法很多，热固性塑料和热塑性塑料的测试方法也不一样。一般都基于这样的原理，即在一定的压力和温度，从一定的孔穴中流出的塑料量与其流动性大小成正比。对热塑性塑料而论。常用的有两种方法：一种是熔融指数测定法；另一种是螺旋线流动性试验法。

熔融指数测定是在图 1-1 所示仪器中进行。管中加入一定量的塑料，加热至预定的温度（各种塑料这个温度是规定的），在特定的压力下将塑料从固定直径的喷嘴中压出。每 10 分钟所压出的塑料重量，用克表示，即为该塑料的熔融指数，单位为克/10 分钟。熔融指数越高，即表示塑料流动性愈好。

螺旋线流动实验，实际上是用待测定的塑料，加入注射成型机内，在一定的温度及一定的压力下注射入模腔呈螺旋的曲线（称阿基米德螺旋线）的模具内（图 1-2），塑料所能达到的流动长度，即表示该塑料的流动性。长度越长即表示流动性越好。

这些试验只对同一聚合物的不同品种进行试验和对比才有实际参考价值，而对于不同聚合物并不能判断出流动性之间的定量差别。因为上述两种情况，



1—重锤 2—柱塞 3—塑化室；
4—温度表； 5—喷嘴。

图 1-1 熔融指数测定原理

是在规定的压力和温度下测试的，但由于不同聚合物流动性试验时其温度和压力互不相同，因此将得到的试验结果简单地，盲目地用于生产工艺中是不合适的。

三、收缩性

注射成型的塑料制件，冷却后它的尺寸总是小于模具在常温下的模腔尺寸，这说明塑料于成型以及冷却过程中在体积上发生了变化。塑料制件自模具中取出冷却至室温后，尺寸缩小的性能称为塑料的收缩性。

塑料收缩性的大小，主要随塑料的品种而异。换句话说与各种塑料的分子结构特征有关。我们在上册玻璃态一节中已知，聚合物玻璃具有“松散”的结构特征，

它是与分子的大小及柔性有关，柔性分子的聚合物玻璃化后它的结构更接近于小分子玻璃，相反，刚性分子聚合物玻璃化后它的结构接近液体。因此，可以预期柔性分子聚合物组成的塑料从熔融体变成固体时体积变化很明显，即收缩性大。而较刚硬分子的塑料这时的体积变化小，即收缩性小。事实上结晶型塑料，例如尼龙，聚乙烯等的收缩性比非晶型，分子较刚性的塑料如，聚碳酸酯，聚酰胺等的收缩性大得多。

1 — 螺旋形模腔； 2 — 可变模数； 3 — 循环介质通道。

图 1-2

此外，塑料的收缩性受加工方法和工艺条件，制件结构以及有无增强填料或金属嵌件等的影响。因此，为了保证制件尺寸的精度，使其符合设计要求。必须对塑料的收缩性有全面的了解。由于塑料收缩性受制件结构和工艺条件的影响很大，单靠一般的收缩性测定法了解到的数据，是不够的，只能参考。还必须在生产实践中，用心加以考察，不断积累经验，逐渐掌握影响塑料收缩性的规律。

塑料收缩性通常用收缩率来表示，它是塑料模具设计非常重要的参数。

通常测定收缩率是用直径为 100 ± 3 毫米 厚度为 4 ± 0.2 毫米的圆片或边长为 25 ± 0.5 毫米的立方体。成型试样时，必须采用适应该塑料所要求的工艺条件。在常温下制件尺寸与模腔尺寸的差异，以制件尺寸的百分率

来表示，就是該塑料的收縮率。可以用下面公式計算：

$$\text{收縮率} = \frac{D-D_1}{D_1} \times 100\%$$

式中， D — 常溫下模腔實際尺寸； D_1 — 常溫下制件實際尺寸。

四、熔體破裂現象

所謂熔體破裂或熔體破裂現象，是指一定熔融指數的聚合物熔體，在恒定溫度下，通過固定截面積的孔徑（例如，注射成型的噴咀以及擠壓機的機頭口模間隙），當其流動速度超過某一速度（亦稱“臨界速度”）時，就會在熔融聚合物表面產生極為明顯的橫向裂紋，既影響制件外觀質量，又危及制件的物理機械性能。

在熱塑性工程塑料中，雖然有很大一部分品種（如聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯、聚砒、聚三氟氯乙烯、聚全氟乙丙烯等塑料），在加工過程中可能產生這種熔體破裂現象，不過在程度上也不完全相同，其中尤以聚全氟乙丙烯最為顯著。

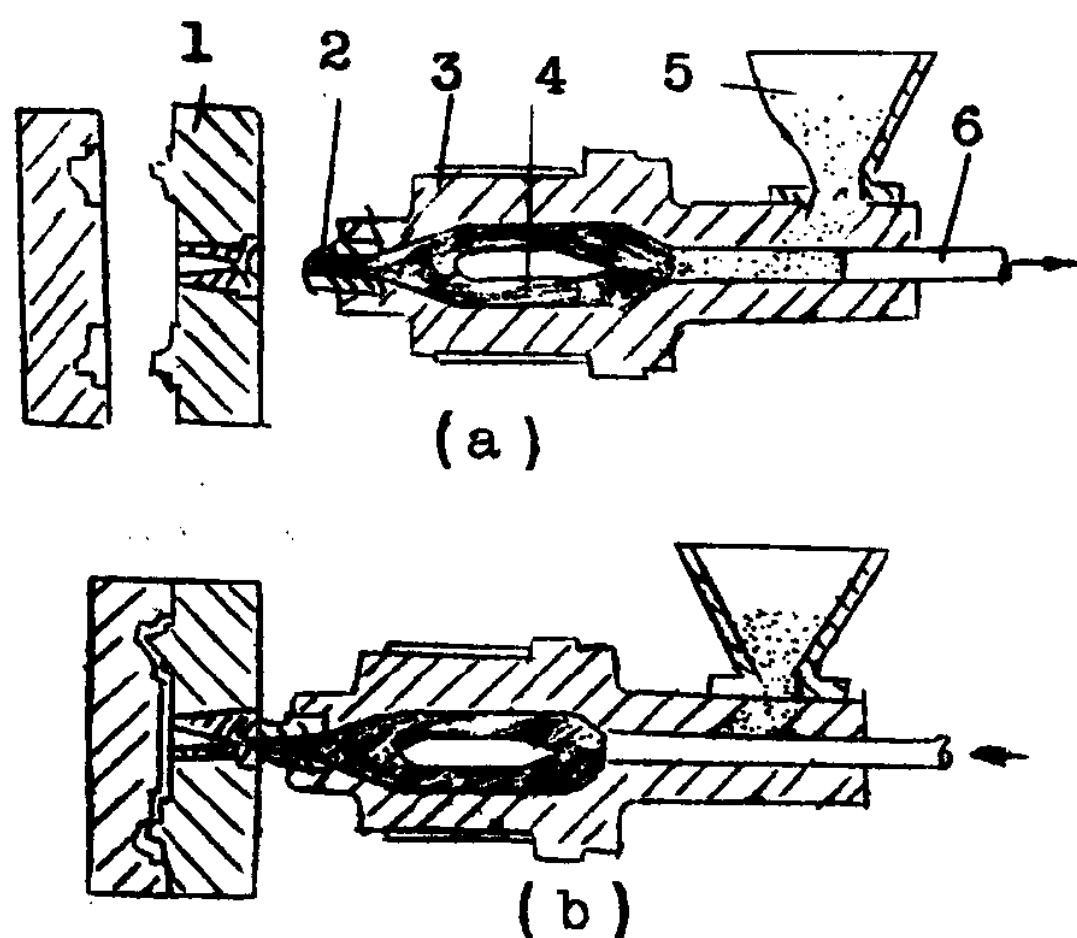
塑料加工過程中所以出現熔體破裂現象，一般認為是由于塑料受到過度的剪切作用所致。對於詳細機理尚未明確，不過消除或減緩這種現象的措施已經找到，匯總起來大致有如下四點：（1）選擇較高熔融指數的聚合物；（2）適當放大注射成型用噴咀孔徑或擠壓成型用口模間隙；（3）在不致於引起聚合物分解或降解前提下，儘可能提高成型溫度，特別是噴咀及口模溫度；（4）稍為減慢塑料的注射或擠出速度。這些措施可單獨採用，但以同時使用效果較好。

第二章 注射成型

一、注射成型的原理及过程：

塑料注射成型是塑料加工中应用较早的工艺方法，但是随着工程塑料品种的不断发展和应用越来越广，注射成型得到了飞速的发展，已成为塑料工业中极为重要的塑料加工方法。这种加工方法的优点是生产效率高，适应制件结构形状复杂，尺寸精度高的要求，便于自动化。因此这种加工方法有着广阔的前途，目前注射成型朝着成型微型和大型以及全自动化方向发展。现在已有一次注射量从0.1克至十几公斤的各种型式的注射成型机。不仅这种塑料加工方法广泛用于热塑性工程塑料的加工成型，而且在热固性塑料加工得到采用，发展很快，是热固性塑料加工工艺的一项重大革新，促使热固性工程塑料有一个新的发展。

塑料注射成型就是将塑料颗粒（方形或圆形），在注射成型机的料筒内加热熔化至流动状态图2-1a，所示，再以很高的压力和较快的速度注入温度较低的闭合模具中（见图2-1b）。经过一定时间的冷却，开启模具，即可取出成型制件。这种方法的原理与我们日常生活中常碰到的打针很相似。这种方法可加工制件的木小为0.1克至几公斤。成型周期短，



1—模具； 2—喷嘴； 3—料筒； 4—分流梳；
5—料斗； 6—注射柱塞。

图 2-1 注射成型原理

制件后加工量少和制件尺寸准确性大。

注射成型的一般过程大致如下：塑料颗粒或回料碎块，从料斗加入进到注射成型机的料筒中，料筒外部包以分段的电热带加热。内部是注射柱塞分流梳（鱼雷体），料筒顶端装有喷嘴。当注射柱塞退回时，塑料就落入料筒的空隙部分。注射柱塞前进时，迅速将塑料推入料筒壁和分流梳之间的熔化区。分流梳是利用它的周围几根筋固定在料筒的中心部分，同时分流梳的筋就将热量由料筒壁传到分流梳上，这样就使塑料受到料筒壁和分流梳两方面的加热，而熔融塑化成粘稠的流体（粘流态），当它受到柱塞的推动，即通过喷嘴射入模具中。由于模具的温度低于塑料的玻璃化温度，塑料在模具中迅速冷却。当制件冷却定型后即可开启模具，取出制件。这就完成了一个注射成型的全过程，然后再重复上述过程，达到连续生产。完成这一过程的时间称为周期或总周期。一个周期可以从几秒至几分钟不等，视塑料品种，制件的结构，大小及厚度而定。

注射成型工艺过程初看起来似乎是连续的，实际上这一过程可以分为加料，塑料熔融，注射、制件冷却、制件脱模五个间断步骤。在某些情况下，还必须包括原料干燥以及制件后处理等工序。

二、注射成型机

注射成型机是工程塑料注射成型的主要设备。注射成型机的类型及规格很多，而且还在日益扩大。关于注射成型机的规格，目前已经统一，以注射成型机一次所能注射的聚苯乙烯的最大重量克为标准。注射成型机的分类，按习惯和常用角度看，按外型分则有立式和卧式注射成型机，还有些特殊型式的例如角式，转盘式等。按结构分，则有柱塞式和螺杆式注射成型机。立式或柱塞式都是中小型的。大型注射成型机都是卧式的螺杆型注射机。由于螺杆式注射机有很多优点，已为今后塑料注射成型机发展的主要方向。

卧式注射成型机的主要优点是机体较低，容易操纵加料，制件顶出模具后可自动落下，故可全自动操作；机床重心较低，安装稳妥，适合于大中型注射成型的设计制造，受厂房高度的限制较小。其主要缺点是模具安装比较麻烦，制件放入模具容易倾斜落下；机床占地面积比较多。

（一）注射成型机的结构

现在塑料注射成型机的种类很多，结构也各不相同。但大致可归纳为

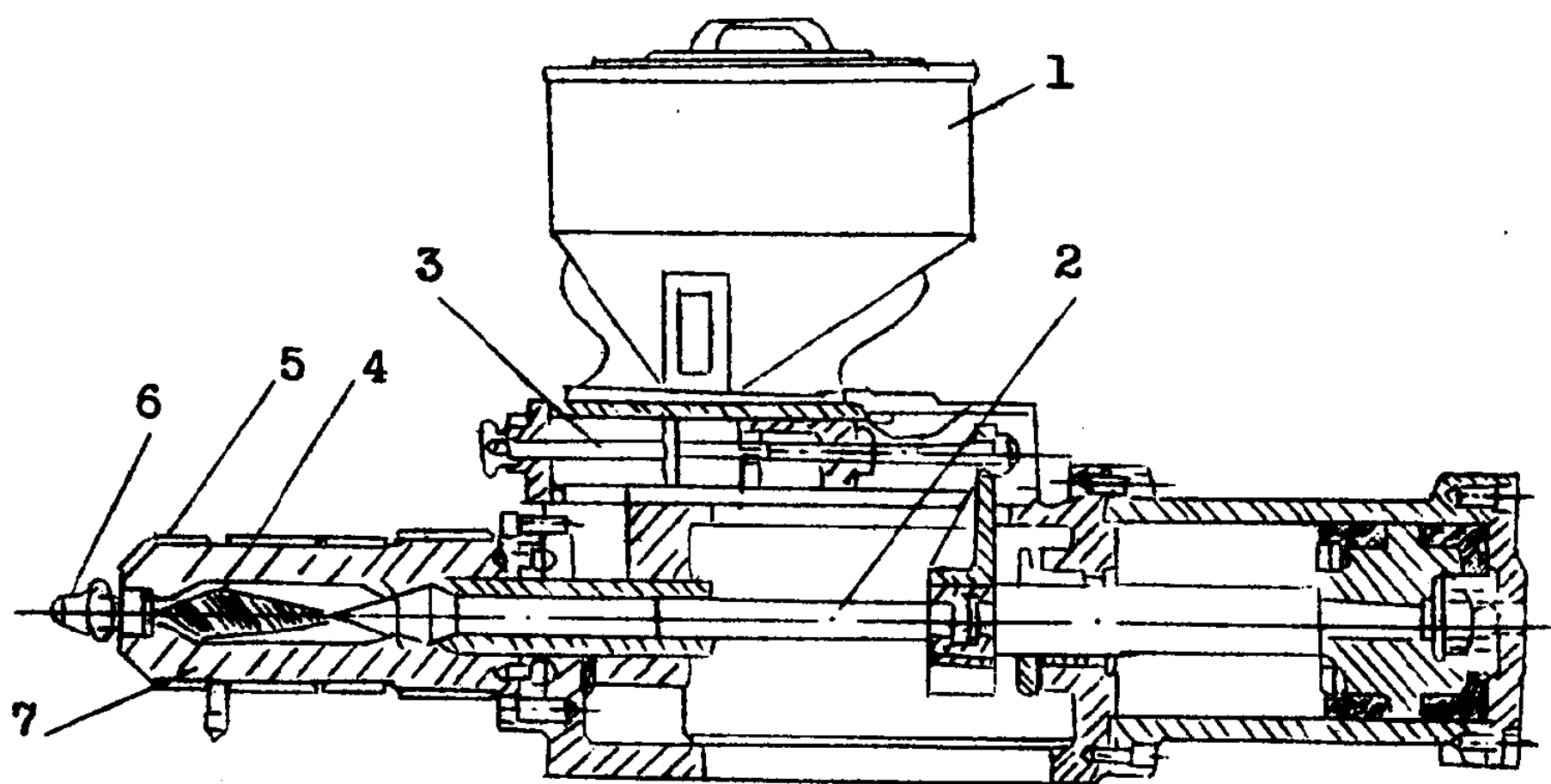
由如下几部分组成：即注射系统，锁模系统，液压系统，计时和电机控制系统以及附属设备等组成。注射成型机的设计和制造是塑料工业的一个专门部门。针对我们的学习情况，不可能涉及很广，只能就重点的，与加工工艺密切相关的，即注射系统及有关问题作一讨论，这种讨论也只能是知识性的，一般的。大部分属专门性问题，就不在这里详细讨论了，可参考有关书籍。

注射系统是注射成型机的最主要部分，所谓柱式和螺杆式之分，主要就在注射系统的结构不同。下面分别给予介绍。

1. 柱塞式注射成型机的注射系统

柱塞式注射机的注射系统其结构如图 2-2 所示。它的主要作用是使塑料均匀地塑化并达到流动状态，在很高的压力和较快的速度下注射入模具，故称为注射系统。它包括料斗、加料计量装置、料筒、分流梭、注射柱塞以及喷嘴等部件。各部件的结构及作用分别叙述如下：

(1) 料斗。无论那一种形式的注射成型机，都配置一只料斗，它的外形是截顶的倒置圆锥或漏斗形。由于它所处的位置较高，一般超过操作者的水平视线，故在料斗底部装一玻璃视窗（图 2-2），借以显示料斗内



1—料斗； 2—注射活塞； 3—加料装置； 4—分流梭； 5—电热圈；
6—喷嘴； 7—料筒。

图 2-2 注射系统正体结构

存料情况。料斗容量並不需要很大，通常为注射成型机一小时至二小时左右的用料量即可。如料斗附有加热装置，則容量还可以适当增大。

(2) 加料計量装置。 塑料从料斗进入料筒的每次容量，必須与每次料筒内注射出去的容量（即制件加上流道的容量）相等，只有这样才能控制塑料在料筒内的停滞时间，保証塑料在料筒内均匀塑化，防止緩冲垫（剩料）的增减，並避免制件产生不足或溢边等弊病。为了达到这一点，采取精确而有效的加料方法是必要的。

加料方法普遍采用定积加料法。图 2—3 是柱塞式注射成型机上常見的定积加料装置。

設計加料装置时有两个要求：
一是料口要有足够的开档，这是为了防止某些塑料顆粒的架桥作用阻塞落料。在螺杆式注射机上发生这种架桥的情况要小得多，因为螺杆的轉动常常会破坏塑料的这种架桥作用；二是落料口处的料筒内应設有冷却水道，这是为了避免塑料受热傳导的作用而熔化結块，阻塞落料。这种情况在螺杆式注射成型机上尤其容易发生。因为料斗是直接架在料筒上的，因此其傳热作用更快。

1—調节螺帽； 2—固定板； 3—料斗； 4—傳动臂； 5—推料板。

图 2—3 定积加料装置

3. 料筒。 料筒也簡称塑化室。它的主要作用是热熔化塑料，使其达到粘流态。料筒的尺寸决定了注射成型机的塑化量。如要增大塑化量，一般是增大料筒的直径或长度。但是直径和长度大的料筒不仅要求配置較大的注射柱塞和注射油缸，因而制造成本相应提高，而且由于塑料是不良导热体，如果一味追求放大料筒，会引起塑料在料筒内的受热不均，产生变色甚至分解等情况。因此料筒的大小，在一定程度上取决于注射机最大注射量。通常，料筒的容积为最大注射量的 6~8 倍，不宜太大或太小。如果料筒太小，則由于塑料通过料筒的受热时间太短，而使塑料塑化不均匀，必然会影响制件的质量。

料筒外壁装有电加热圈加热，整个料筒上温度分布是不均一的，而是分成两个到三个加热区。一般在近注射柱塞一端温度较低，紧接喷嘴一端温度较高。另外，为了精确地控制温度，每一加热装置都有独立的自动温度控制系统。料筒的内壁应流线条平整，在各转角处要有较大的过渡圆角，表面应避免凹痕，其各部分的机械配合要精密，否则会造成不必要的间隙。料筒的材料应保证在高温下和塑料不发生作用，最好是用耐腐蚀的合金钢，并经热处理后镀铬，否则在加工热敏性易分解出腐蚀气体的塑料时，不仅料筒会被浸蚀，而制件也有受污染的可能。

4. 分流梳（也称鱼雷体）。在料筒的中心部分，有一只形状似鱼雷体的零件，一般称为分流梳。其结构如图2-4所示。

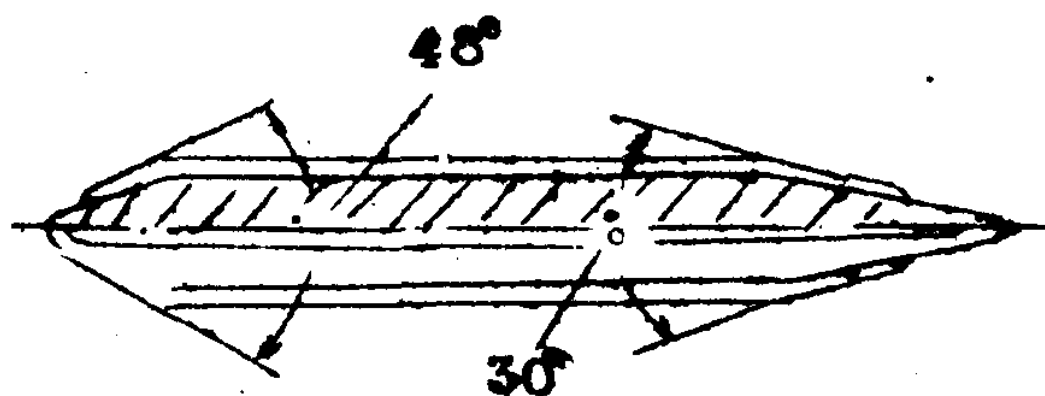


图 2-4 分流梳结构图

由于塑料是一种不良导热体，如果料筒内不设置分流梳，固然料筒的容积增大了，但由于塑料层太厚，则热量自料筒壁传到塑料中心部分，需要很长时间。这样不仅会延长塑化时间，更重要的是会使塑料处于不均受热状态，靠近料筒壁的塑料早已熔融，而中心部分仍是固态。如过延长受热时间，则由于外层塑料可能因过度受热而分解。对成型工艺和制件质量是很不利的。当料筒中心置以分流梳后，则塑料就能较薄层而且均匀地分布在料筒和分流梳之间的通道内，同时由于分流梳上的几条筋，一方面它是与料筒壁相接触，起定位作用；另一方面，热量就从料筒上通过筋传到分流梳上，使分流梳也加热。所以当塑料进入料筒以后，就介于料筒壁与分流梳之间，受两方面的热量加热，不仅缩短塑化时间，而且也改善了塑化的均匀性。某些注射成型机的分流梳还特别设计了内加热装置，其目的也就在于此。分流梳的设置是柱塞式注射成型机的独特之处。

5. 注射柱塞：注射柱塞的作用，是把注射油缸传递来的油压施加

于塑料上，使它受压注射入模具。注射柱塞的截面积和注射油缸的截面积，通常具有一定的比例范围，大致在 1:10 到 1:20 之间。

注射柱塞外观看起来是一根坚实的，表面硬度极高的金属杆，直径自 20 毫米至 100 多毫米。注射柱塞的冲程乘以注射柱塞的截面积，决定了从料筒内注射出来塑料体积。但在任何情况下，注射柱塞的冲程不应超越料筒内分流梳所佔的位置。

关于柱塞与料筒壁之间的间隙问题，至今还没有统一意见。一种意见是两者之间应留有较大间隙，因为料筒和柱塞之间不能用润滑剂；另一种意见认为象加工尼龙，聚苯乙烯，聚乙烯时，因为它们成型温度条件下粘度较小，如间隙太大，将在压力下回流而卡入注射柱塞和料筒间隙当中。总的来说，注射柱塞和料筒的间隙，应以既能使柱塞自由地往复运动，又不致漏入塑料为原则。

6. 喷嘴。每一种注射成型机的料筒，在其靠近模具的一边，总是装有一只喷嘴。在料筒内熔融塑化的塑料，在柱塞的压力作用下通过喷嘴而进入模具。因此喷嘴实际上起连接料筒和模具的桥梁作用。

注射成型热塑性工程塑料的喷嘴类型很多，结构各异，但使用最普遍的有以下三种形式：

(1) 通用式喷嘴——它的结构如图 2-5 所示。它的特点是结构简单，制造方便，注射压力降低较小。它的缺点是无加热装置，冷料有进入制品的可能。加工低熔融粘度的塑料时有流涎作用。适合于加工聚苯乙烯，聚乙烯等塑料。

(2) 延伸式喷嘴——它的结构如图 2-6 所示。这种喷嘴的优点是结构简单，制造方便，是通用式喷嘴的改型。有加热装置，避免了冷料的产生，注射压力降低较小，补料作用大，塑料的注射流程长。缺点是若温度

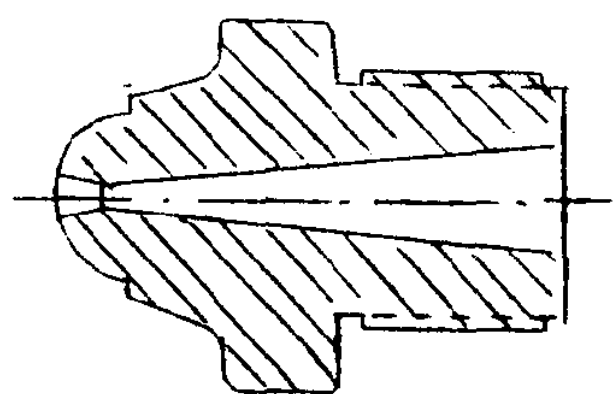
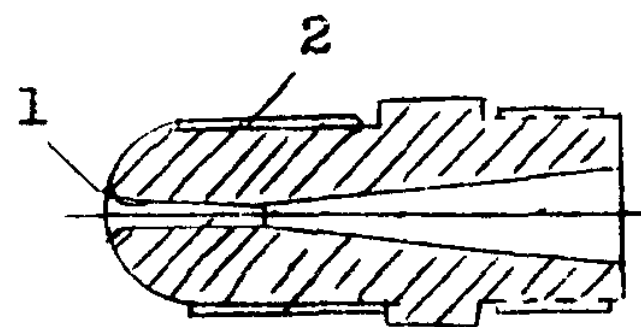


图 2-5

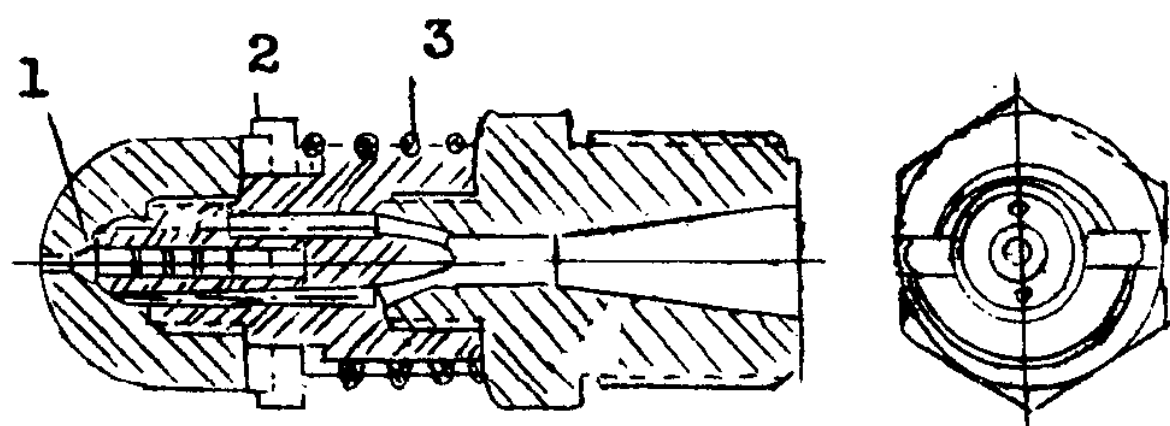


1—喇叭口； 2—电热圈。

图 2-6

控制不当，不是产生冷料，就是产生流涎现象。它适用于加工聚甲基内烯酸甲酯，ABS、ACS、聚甲醛，聚氯醚，聚酰胺、聚碳酸酯、聚苯醚、聚酚氧、含氟塑料、聚4-甲基戊烯(1)、聚酰亚胺以及玻璃纤维增强的各种塑料。

(3) 弹簧针阀式喷嘴——它的结构如图2-7所示。



1—顶针；2—导杆；3—弹簧。

图 2-7

这种喷嘴的优点是基本上杜绝了熔融粘度较低的塑料的流涎作用。缺点是结构复杂，制造困难；注射压力降较大，补料作用小，塑料的注射流程短。适用范围：主要用于聚酰胺类塑料，以及其它共聚尼龙和芳香尼龙，透明尼龙等品种。此外，在注射成型线型对苯二甲酸乙二醇酯和泡沫塑料的时候，也必须采用这种喷嘴。

上述三种形式是一般注射成型时所普遍采用的。还有些特殊用途的喷嘴的结构这里不介绍了。

喷嘴通常用中碳钢制造，并经热处理，要求较高硬度。一般喷嘴的硬度较模具主流道衬套的硬度稍高，这样对喷嘴起一定的保护作用。

要使喷嘴与模具相吻合，喷嘴的凸面圆弧与模具主流道衬套的凹面圆弧必须一致（或者前者比后者稍小）。同时喷嘴的喷嘴直径一定要比主流道直径小一些（小0.5~1毫米），并且在同一中心线上。这样既能防止漏料现象，还能避免死角，容易将二次注射之间积存在喷嘴处的冷料连同主流道一同拉出喷嘴。图2-8和图2-9，为喷嘴与模具的配合情况。

喷嘴的直径随喷嘴的类型，注射成型机的大小而异。表2-1中所列喷嘴直径是一般常用的数据。