

塑料注射成型 实用技术

齐贵亮 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本有关注射成型生产的指导书,内容包括注射成型过程中所涉及的塑料材料、注射机、注射模具、注射成型过程与工艺控制、注射制品的质量分析与检验等方面。主要介绍了常用注射机的注射成型系统、合模系统和控制系统,注射机的安装、调试及安全生产;注射制品的设计;注射模的组成以及成型零件、浇注系统、合模导向机构、脱模机构、侧向分型抽芯机构、温度调节系统等的设计;注射成型工艺过程及工艺条件分析;热塑性塑料、热固性塑料、泡沫塑料、橡胶、液晶聚合物、金属和陶瓷粉末等材料的工艺特性、制品与模具特点、成型设备选择、成型工艺以及注射成型中的常见问题、产生原因和解决方法;注射成型制品的质量分析与检验等。本书内容全面,语言简练,图文并茂,通俗易懂,数据资料实用性强,很多内容是注射成型工厂生产技术及科学管理的经验总结。

本书可作为塑料研究、产品和模具设计、制品加工、销售和管理人员的参考用书,也可作为塑料成型加工技术工人和塑料专业师生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

塑料注射成型实用技术/齐贵亮主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-111-36940-0

I. ①塑… II. ①齐… III. ①注塑—塑料成型 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第276945号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:曲彩云 王彦青

版式设计:霍永明 责任校对:常天培

封面设计:赵颖喆 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012年4月第1版第1次印刷

169mm × 239mm · 22.75印张 · 468千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36940-0

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

注射成型也称注塑或注射模塑，是高分子材料成型加工中一种重要的方法。其基本原理是：固态物料先在注射机机筒中均匀塑化后，由螺杆或柱塞将其推挤到闭合的模具型腔内，型腔内的塑化物料通过冷却或反应固化而得到模塑制品。注射成型几乎适用于所有的热塑性塑料，也可以用于成型某些热固性塑料和橡胶，还扩展到了陶瓷加工和粉末冶金等领域。它的主要特点是能在较短的时间内一次成型出形状复杂、尺寸精度高和带有金属嵌件的制品，并且生产效率高，适应性强，易实现自动化，因而被广泛用于塑料制品的生产中。

为满足我国塑料工业迅速发展的需要，我们编写了《塑料注射成型实用技术》一书，对注射成型生产中所涉及的技术问题和工艺参数资料进行了较全面、系统的收集整理。全书分为七章，包括第1章注射机，第2章注射成型制品与模具设计，第3章注射成型工艺，第4章热塑性塑料的注射成型，第5章热固性塑料的注射成型，第6章其他材料的注射成型，第7章注射成型制品的质量分析与检验。前两章详细地介绍了注射机的类型、结构组成、技术参数、安装与调试、操作规程，注射制品的设计原则和程序，注射模具的类型、结构设计、材料选择和模具调试等内容；在第3章注射成型工艺中较为翔实地阐述了注射机的选择，注射前的准备，工艺过程，工艺条件与控制及注射制品的后处理技术和具体操作方法；在第4、5、6章热塑性塑料、热固性塑料和其他材料的注射成型中详细地论述了各种材料的工艺特性，制品与模具特点，成型设备，成型工艺以及注射成型中的常见问题、产生原因和解决方法；最后一章介绍了注射制品质量分析和检验的相关知识。全书内容具体、全面，语言简练、通俗易懂，数据资料实用性强，很多内容是注射成型工厂生产技术及科学管理的经验总结。

参加本书编写的还有张永爱、韦亚利、王强、王鲁飞、付广慧、孙健、李树梅、宋秀敏、杜厚波、范翠美、梁振河。

本书内容参阅了部分近年发表在国内外主要期刊的研究论文和技术资料，同时还参阅了本行业许多资深专家的专著，在此向文献的作者表示衷心感谢！

由于编者水平所限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 注射机	1
1.1 注射机的分类和规格表示	1
1.1.1 注射机的分类	1
1.1.2 注射机的规格表示	5
1.2 注射机的结构组成和功能	7
1.2.1 注射系统	7
1.2.2 合模系统	17
1.2.3 液压系统	21
1.2.4 控制系统	23
1.2.5 加热冷却系统	24
1.2.6 润滑系统	24
1.2.7 安全保护和监测系统	25
1.2.8 辅助系统	25
1.3 注射机的主要参数	26
1.3.1 注射系统的主要技术参数	26
1.3.2 合模系统的主要技术参数	29
1.3.3 注射机综合技术参数	32
1.4 注射机的选择	32
1.4.1 注射机的评估标准	32
1.4.2 选择注射机要考虑的因素	34
1.4.3 注射机选择步骤	35
1.5 注射机的安装与调试	37
1.5.1 注射机的安装	37
1.5.2 注射机的调试	37
1.6 注射机的操作与安全生产	39
1.6.1 注射机工作程序	39
1.6.2 注射机操作项目	39
1.6.3 注射工艺条件的控制	42
1.6.4 注射机的操作规程	44
1.6.5 生产中的安全与保护措施	46
第 2 章 注射成型制品与模具设计	47
2.1 注射制品设计	47
2.1.1 制品设计的基本原则	47

2.1.2	制品设计的一般程序	47
2.1.3	注射制品的工艺性设计	49
2.1.4	注射制品的形状和结构设计	50
2.2	注射模具设计	59
2.2.1	注射模具的分类	59
2.2.2	注射模具的结构组成	62
2.2.3	注射模具设计要点	63
2.2.4	注射模具设计步骤	64
2.2.5	成型零件设计	67
2.2.6	浇注系统设计	74
2.2.7	合模导向机构设计	83
2.2.8	脱模机构设计	86
2.2.9	侧向分型抽芯机构设计	91
2.2.10	温度调节系统设计	97
2.2.11	模具材料的选用	100
2.2.12	注射模具的安装调试	102
第3章	注射成型工艺	106
3.1	注射成型前的准备工作	106
3.1.1	原材料的预处理	106
3.1.2	螺杆的选择	109
3.1.3	模具的安装调试	109
3.1.4	嵌件的预热	109
3.1.5	机筒的清洗	110
3.1.6	脱模剂的选用	112
3.2	注射成型工艺参数的选择	113
3.2.1	温度的选择	113
3.2.2	压力的选择	118
3.2.3	时间(成型周期)的选择	122
3.2.4	其他参数的选择	123
3.3	注射成型过程与注射机动作程序	124
3.3.1	注射成型过程	124
3.3.2	注射机动作程序	127
3.4	制品的后处理	128
3.4.1	退火处理	128
3.4.2	调湿处理	129
第4章	热塑性塑料的注射成型	131
4.1	通用塑料的注射成型	131
4.1.1	聚乙烯的注射成型	131
4.1.2	聚丙烯的注射成型	136

4.1.3	聚氯乙烯的注射成型	140
4.1.4	聚苯乙烯的注射成型	148
4.1.5	ABS 的注射成型	152
4.1.6	聚甲基丙烯酸甲酯的注射成型	160
4.2	工程塑料的注射成型	165
4.2.1	聚酰胺的注射成型	165
4.2.2	聚碳酸酯的注射成型	178
4.2.3	聚甲醛的注射成型	188
4.2.4	聚对苯二甲酸丁二醇酯的注射成型	197
4.2.5	聚对苯二甲酸乙二醇酯的注射成型	203
4.2.6	聚苯醚和改性聚苯醚的注射成型	208
4.2.7	聚苯硫醚的注射成型	213
4.2.8	聚砜类塑料的注射成型	218
4.2.9	聚醚醚酮的注射成型	223
4.2.10	聚酰亚胺的注射成型	226
第5章	热固性塑料的注射成型	230
5.1	热固性塑料注射成型设备	230
5.1.1	热固性塑料注射机	230
5.1.2	热固性塑料注射成型模具	232
5.2	热固性注射料	233
5.2.1	热固性注射料的种类	233
5.2.2	热固性注射料的组成	233
5.2.3	热固性注射料的成型工艺特性	235
5.3	热固性塑料注射成型工艺	238
5.3.1	热固性塑料注射成型工艺流程	238
5.3.2	热固性塑料注射成型工艺条件分析	239
5.4	常用热固性塑料的注射成型	241
5.4.1	酚醛塑料的注射成型	241
5.4.2	环氧塑料的注射成型	244
5.4.3	氨基塑料的注射成型	246
5.4.4	不饱和聚酯塑料的注射成型	248
5.4.5	有机硅塑料的注射成型	252
5.5	热固性塑料无流道注射成型	253
5.5.1	热固性塑料无流道注射成型的分类	253
5.5.2	热固性塑料无流道注射成型的特点和注射料的选择	254
5.5.3	热固性塑料无流道注射成型设备	255
5.5.4	热固性塑料无流道注射成型控温精度	256
5.6	热固性塑料无流道注压成型	257
5.6.1	热固性塑料无流道注压成型设备	257

5.6.2 热固性注压料的选择	258
5.6.3 注射压缩成型工艺	258
5.7 反应注射成型、增强反应注射成型与结构反应注射成型	259
5.7.1 反应注射成型	259
5.7.2 增强反应注射成型与结构反应注射成型	261
5.8 液体注射成型	263
5.8.1 液体注射成型的特点	263
5.8.2 液体注射成型设备和模具	264
5.8.3 液体注射成型常用的材料和成型工艺	265
5.9 热固性塑料注射制品缺陷及产生原因	266
第6章 其他材料的注射成型	270
6.1 热塑性弹性体的注射成型	270
6.1.1 聚烯烃类弹性体的注射成型	270
6.1.2 苯乙烯类弹性体的注射成型	272
6.1.3 聚酯类弹性体的注射成型	277
6.1.4 聚氨酯类弹性体的注射成型	279
6.1.5 聚酰胺类弹性体的注射成型	281
6.1.6 聚氯乙烯类弹性体的注射成型	281
6.1.7 热塑性弹性体注射成型中的注意事项及影响因素分析	281
6.2 发泡塑料的注射成型	284
6.2.1 塑料的发泡方法	284
6.2.2 结构发泡注射成型	285
6.2.3 微孔塑料注射成型	290
6.3 液晶聚合物的注射成型	292
6.3.1 液晶聚合物的工艺特性	293
6.3.2 液晶聚合物注射成型设备和模具	294
6.3.3 液晶聚合物注射成型工艺	295
6.3.4 液晶聚合物注射成型注意事项	298
6.4 橡胶的注射成型	299
6.4.1 注射成型设备	299
6.4.2 对胶料的要求	301
6.4.3 注射过程与原理	301
6.4.4 注射成型工艺	303
6.4.5 橡胶注射成型中的质量问题及对策	308
6.5 粉末注射成型	311
6.5.1 制品设计	312
6.5.2 原材料的选择与配料	314
6.5.3 注射成型技术	320
6.5.4 脱脂技术	322

6.5.5 烧结技术	326
6.5.6 影响粉末注射成型制品质量的因素	327
第7章 注射成型制品的质量分析与检验	330
7.1 注射制品的质量分析	330
7.1.1 内应力	330
7.1.2 收缩性	333
7.1.3 熔接痕与熔接强度	335
7.1.4 冲击强度	336
7.1.5 透明性	337
7.1.6 注射成型制品的表面缺陷与处理	337
7.2 注射制品的质量检验	342
7.2.1 外观检验	342
7.2.2 尺寸检验	343
7.2.3 强度检验	344
7.2.4 老化试验	344
附录	346
附录1 部分国产注射机的技术参数	346
附录2 塑料原料名称中英文对照表	347
附录3 常用单位、名称及换算值	351
附录4 筛孔尺寸与对应的标准目数	352
参考文献	353

第1章 注射机

注射机又名注射成型机或注塑机。它是将热塑性塑料或热固性塑料利用塑料成型模具制成各种形状的塑料制品的主要成型设备。其工作原理与打针用的注射器相似，它是借助螺杆（或柱塞）的推力，将已塑化好的熔融状态（即粘流态）的塑料注入闭合好的模具型腔内，经固化定型后取出，制得塑料制品。

1.1 注射机的分类和规格表示

1.1.1 注射机的分类

注射机的类型和规格很多，其分类方法也没有统一的规定，通常的分类方法有以下几种。

1. 按注射机的加工能力分类

按加工能力大小给注射机分类是注射机分类中最常用的一种方法。注射机的加工能力大小，就是指注射机的锁模力和一次注射原料量的大小。根据加工能力大小，注射机可分为以下几种类型：

(1) 超小型注射机 锁模力小于160kN，一次理论注射熔体容积小于16cm³。

(2) 小型注射机 锁模力在160~2000kN之间，一次理论注射熔体容积在16~630cm³之间。

(3) 中型注射机 锁模力在2000~4000kN之间，一次理论注射熔体容积在800~3150cm³之间。

(4) 大型注射机 锁模力在4000~12500kN之间，一次理论注射熔体容积在4000~10000cm³之间。

(5) 超大型注射机 锁模力大于12500kN，一次理论注射熔体容积大于16000cm³。

2. 按注射机的塑化和注射方式分类

(1) 柱塞式注射机 柱塞式注射机是用柱塞依次把落入机筒中的塑料推向机筒前端的塑化室内，塑料在塑化室内依靠机筒外围加热器提供的热量塑化成熔融状态，然后通过柱塞快速前移把熔融料注射到模具型腔内，冷却成型。图1-1为柱塞式注射机结构示意图。

(2) 螺杆式注射机 在螺杆式注射机中，塑料在机筒外加热和螺杆旋转时塑料被挤压、剪切产生的摩擦热共同作用下，软化、熔融，达到塑化的目的。然后再经过

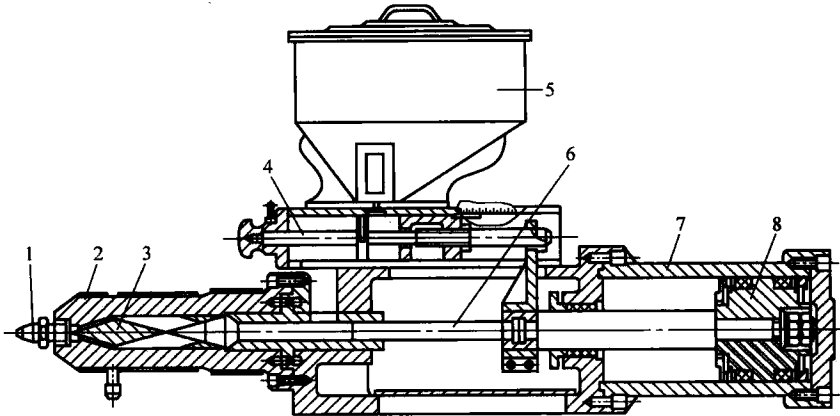


图 1-1 柱塞式注射机结构示意图

1—喷嘴 2—加热器 3—分流梭 4—计量装置 5—料斗 6—柱塞 7—注射液压缸 8—注射活塞

螺杆轴向往复运动，像柱塞一样把塑化好的物料注射到模具型腔内，冷却成型。往复螺杆式注射机结构示意图如图 1-2 所示。目前这种结构形式的注射机应用最多。

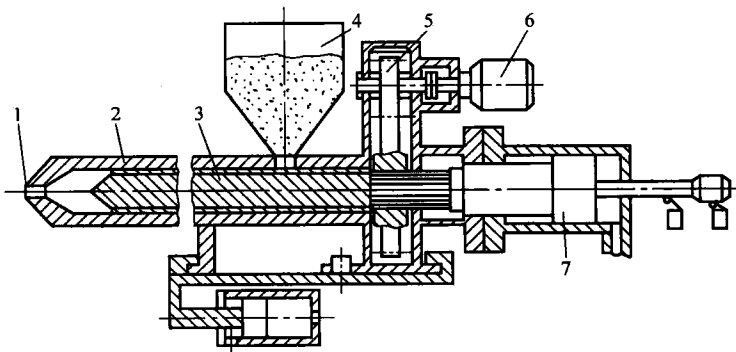


图 1-2 往复螺杆式注射机结构示意图

1—喷嘴 2—机筒 3—螺杆 4—料斗 5—齿轮箱 6—电动机 7—液压缸

3. 按注射机的外形特征分类

(1) 立式注射机 立式注射机的合模装置和注射装置处于同一垂直中心线上，且模具是沿垂直方向打开的，如图 1-3 所示。优点是占地面积小，容易安放嵌件，装卸模具较方便，自料斗落入的物料能均匀地进行塑化。缺点是制品顶出后不易自动落下，必须用手取下，不易实现自动操作。立式注射机多数是小型注射机，大、中型机不宜采用。主要用于生产注射量在 60cm³以下多嵌件的制品。

(2) 卧式注射机 卧式注射机的合模装置和注射装置处于同一水平中心线上，且模具是沿水平方向打开的，如图 1-4 所示。其特点是：机身低，易于操作和维修；机器重心低，安装较平稳；制品顶出后可利用重力作用自动落下，易于实现全自动操作。目前，市场上的注射机多采用此种形式。

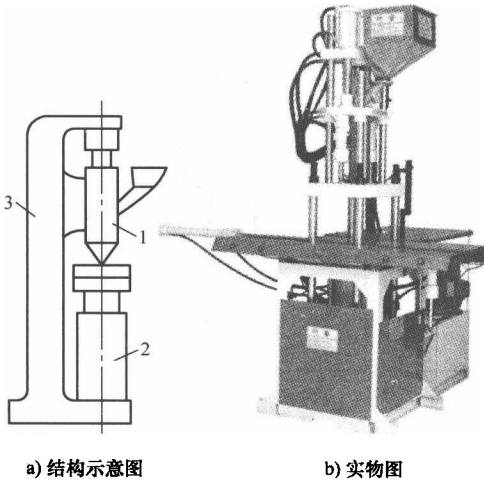
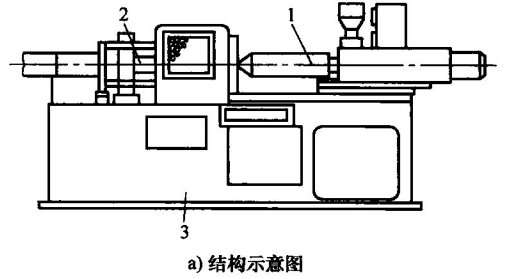


图 1-3 立式注射机

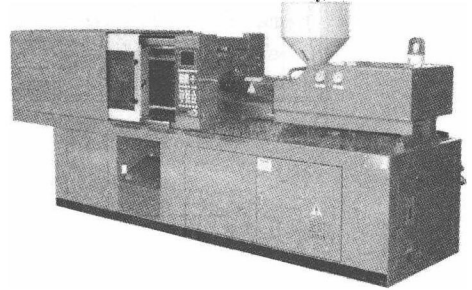
1—注射系统 2—合模系统 3—机身

(3) 角式注射机 角式注射机的注射装置与合模装置的轴线相互成垂直排列，注射时，熔体从模具分型面进入型腔，如图 1-5 所示。该类注射机特别适合于加工中心部分不允许留有浇口痕迹的平面制品。它占地面积比卧式注射机小，但放入模具内的嵌件容易倾斜落下。这种形式的注射机多是小型注射机，大、中型注射机一般不采用这种形式。

(4) 多模注射机 多模注射机是一种多工位操作的特殊注射机，其特点是合模装置采用了转盘式结构，模具围绕转轴转动，如图 1-6 所示。这种形式的注射机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，因而特别适合于冷却定型时



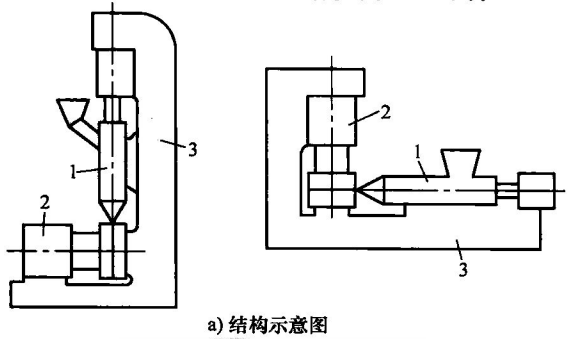
a) 结构示意图



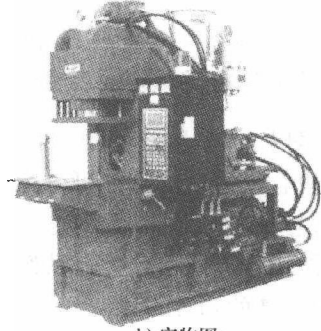
b) 实物图

图 1-4 卧式注射机

1—注射系统 2—合模系统 3—机身



a) 结构示意图

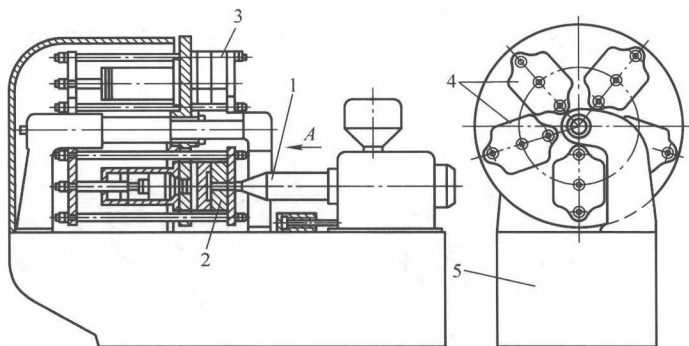


b) 实物图

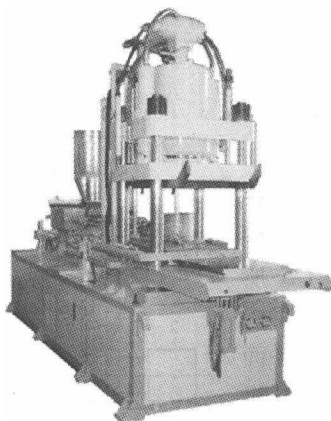
图 1-5 角式注射机

1—注射系统 2—合模系统 3—机身

间长，或因安放嵌件而需要较多辅助时间的大批量塑料制品的生产，但因合模系统庞大、复杂，合模装置的锁模力往往较小，故这种注射机多用于塑胶鞋底等制品的生产。



a) 结构示意图



b) 实物图

图 1-6 多模注射机

1—注射系统 2—合模系统 3—另一组合模系统 4—五组合模系统位置分配 5—机身

4. 按注射机的合模系统特征分类

按注射机合模系统的特征可分为机械式、液压式和液压-机械式三种类型。

5. 按注射机的操作方式分类

注射机按操作方式可分为自动操作、半自动操作、手动操作。

6. 按注射机的用途分类

随着塑料新产品的不断开发，注射新工艺不断涌现，注射机的适用范围也在不断扩大。目前主要有热塑性塑料通用型注射机、热固性塑料注射机、排气式注

射机、塑料鞋用注射机、多色注射机、精密注射机、高速注射机、发泡注射机等。

1.1.2 注射机的规格表示

对注射机的规格表示，虽然各个国家有所差异，但大部分都是采用注射量、锁模力及注射量与锁模力同时表示三种方法。

1. 注射量表示法

利用注射机的注射容量来表示注射机的规格，即以标准螺杆注射时的 80% 理论注射量表示。如常用卧式注射机型号：XS-ZY-30、XS-ZY-60 等，XS 表示塑料成型机械；Z 表示注射成型；Y 表示螺杆式；30、60 为最大注射量（ cm^3 或 g）。由于容量随设计注射机时所取的注射压力即螺杆直径而改变，同时，注射容量与加工物料的性能和状态有密切的关系，因此采用注射容量表示法并不能直接判断出两台注射机的规格大小。

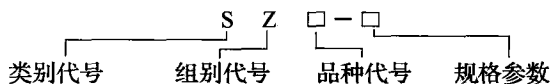
2. 锁模力表示法

利用注射机最大锁模力（kN）来表示注射机规格。该方法简单、直观，不会受其他取值的影响，可直接反映出注射机成型面积的大小，但不能反映注射量的大小。

3. 锁模力与注射量表示法

该方法为国际通用的表示法，即以理论注射量作分子，锁模力作分母（即注射容量/锁模力）表示设备的规格。具体表示为 SZ-口/口，S 表示塑料机械，Z 表示注射机，如 SZ-200/1000 表示塑料注射机（SZ），理论注射量为 200cm^3 ，锁模力为 1000kN。

我国注射机的规格是按国家标准 GB/T 12783—2000 编制的。注射机规格表示的第一项是类别代号，用 S 表示塑料机械；第二项是组别代号，用 Z 表示注射；第三项是品种代号，用英文字母表示；第四项是规格参数，用阿拉伯数字表示。第三项与第四项之间一般用短横线隔开，其表示方法为：



如理论注射容量为 10000cm^3 ，锁模力为 16000kN 的塑料注射成型机的型号为 SZ-16000；理论注射容量为 160cm^3 ，锁模力为 800kN 的塑料双色注射成型机的型号为 SZS-800。

注射机产品型号、规格表示见表 1-1，锁模力参数应符合表 1-2 的规定。

为了与国际命名取得一致，目前热塑性塑料注射机基本上都采用新式命名法。

1) 一般开首为厂家名称或商标的大写汉语拼音缩写（取第一个字母）。如海天 HT、甬江 YJ、双马（伯乐牌）BL、韩国的宇进 SELEX。

表 1-1 注射机产品型号和规格表示 (GB/T 12783—2000)

类别	组别	品 种		基本 代号	规格参数	备 注	
		产品名称	代 号				
塑料 机械 S (塑)	塑料 注射 成型 机械 Z (注)	塑料注射成型机	不标	SZ	锁模 力/kN	卧式螺杆式预塑 为基本型不标注品 种代号	
		立式塑料注射成型机	L (立)	SZL			
		角式塑料注射成型机	J (角)	SZJ			
		柱塞式注射成型机	Z (柱)	SZZ			
		塑料低发泡注射成型机	F (发)	SZF			
		塑料排气式注射成型机	P (排)	SZP			
		塑料反应式注射成型机	A (反)	SZA			
		热固性塑料注射成型机	G (固)	SZG			
			塑料鞋用注射成型机	E (鞋)	SZE	工位 数×注射 装置数	注射装置数为 1 不标注
			聚氨酯鞋用注射成型机	EJ (鞋聚)	SZEJ		
			全塑鞋用注射成型机	EQ (鞋全)	SZEQ		
			塑料雨鞋、靴注射成型机	EY (鞋雨)	SZEY		
			塑料鞋底注射成型机	ED (鞋底)	SZED		
			聚氨酯鞋底注射成型机	EDJ (鞋底聚)	SZEDJ		
			塑料双色注射成型机	S (双)	SZS	锁模 力/kN	卧式螺杆式预塑 为基本型不标注品 种代号
			塑料混色注射成型机	H (混)	SZH		

表 1-2 锁模力参数

系 列	锁模力参数值/kN											
第 1 系列	160	200	250	320	400	500	530	800	1000	1250	1600	
第 2 系列	180	220	280	360	450	560	(600)	710	900	1100	(1200)	1400
	(1500)	1800										
系 列	锁模力参数值/kN											
第 1 系列	2000	2500	3200	4000	5000							
第 2 系列	(2100)	2200	(2400)	(2700)	2800	(3000)	(3500)	3600				
	(4200)	(4300)	4500	5600	(5700)							
系 列	锁模力参数值/kN											
第 1 系列	6300	8000	10000	12500	15000	20000	25000	32000	40000	50000		
第 2 系列	(6500)	7100	(7500)	9000	11000	14000	18000	22000	28000	36000	45000	

注: 1. 优先选用第 1 系列。

2. 带括号的尽量不采用。

2) 接着为系列代号字母。如宇进 SELEX 的 NE 系列为精密注射成型机、NS 系列是节能型精密注射机、NM 系列是超高速精密注射机、NT 系列是手机专用注射

成型机。

3) 再下来为具体规格参数, 一般用锁模力表示。有的厂家用 t 锁模力表示, 如海天 HTF250X1 型号中的 250, 即锁模力为 250t; 而有的则用 kN 来表示, 如甬江 YJ2500C 型号中的 2500, 即锁模力为 2500kN。

4) 规格后面为分系列或不同型号配置。如海天 HTF 系列已发展到 HTFX1、HTFX2、HTF3、HTF5 四个系列; SELEX 的手机专用注射机就有 NT-I 型和 NT-II 型。

5) 一般每个厂家同一锁模力规格的注射机都配有 2~4 种螺杆 (直径不同), 多用 A、B、C、D 字母来区分, 也有少量用罗马数字 I、II、III、IV 来区分。

1.2 注射机的结构组成和功能

无论何种注射机, 其总体结构通常由注射系统、合模系统、液压传动系统、电气控制系统四部分组成, 如图 1-7 所示。其他还包括加热与冷却系统、润滑系统、安全保护和监测系统。

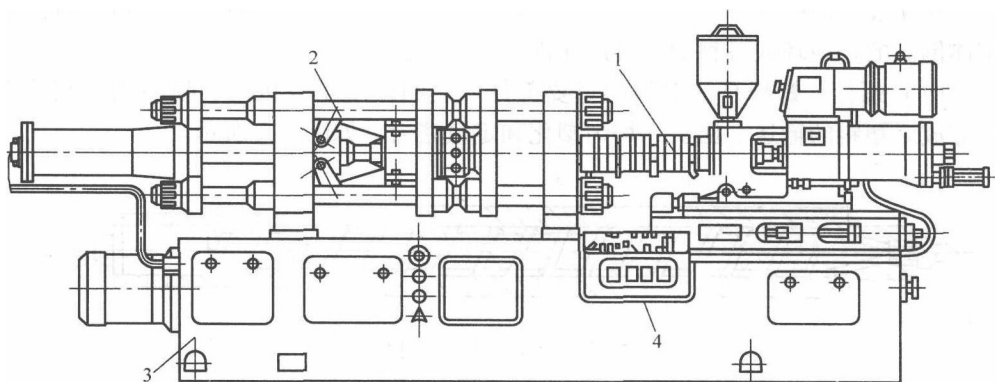


图 1-7 往复螺杆式注射机的组成

1—注射系统 2—合模系统 3—液压传动系统 4—电气控制系统

1.2.1 注射系统

注射系统的主要作用是将各种形态的塑料均匀地熔融塑化, 并在很高的压力和较快的速度下通过螺杆或柱塞的推动将塑化好的塑料注射入模具型腔。当熔体充满型腔后, 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。因此注射系统应具有塑化良好、计量精确的性能, 并且在注射时能够对熔体提供足够的压力和速度。

注射系统是注射机最主要的组成部分之一, 主要有活塞式和往复螺杆式两种形

式。现在活塞式的注射机已很少见，这里不作介绍。往复螺杆式注射机的注射系统主要由加料装置、塑化装置、螺杆驱动装置、注射座及其移动液压缸等组成。

1. 加料装置

即加料斗，是储存塑料原料的部件，有的加料斗还设有加热和干燥装置。加料斗的形状一般是下部为圆锥形而上部为圆筒形。其容量视注射机大小而定，一般要求能容纳 1~2h 的用料量。圆锥形的锥面斜度对于不同粒度、不同颗粒形状以及颗粒之间摩擦因数和粘接系数不同的塑料都有不同的最佳值，否则不是浪费了加料斗的储料量，就是出现加料不畅或根本不下料的“架桥”或“漏斗成管”现象。引起“架桥”现象的原因是塑料颗粒之间在圆锥小口处形成压实的固体，阻止原料进入机筒，对于颗粒较大以及形状不规则的塑料颗粒比较容易发生这种现象。“漏斗成管”是因为往下流的颗粒不足以拉动其相邻的颗粒一起流动，这种现象往往在塑料粒度较小时发生。一般的解决方法是在加料斗上安装振动装置或减小圆锥斜度。如果机筒上的热量传递到加料斗，使加料斗温度过高，塑料颗粒表面软化或粘接成块，更容易形成“架桥”或阻塞。

2. 塑化装置

塑化装置由螺杆、机筒、喷嘴及加热冷却元件组成，在螺杆头部还可设置防止熔体倒流的止逆环或各种剪切混炼元件。

(1) 螺杆 螺杆是注射机的重要部件。它的作用是与机筒、喷嘴构成塑化部件完成对塑料的输送、压实、均匀塑化和定量注射，如图 1-8 所示。

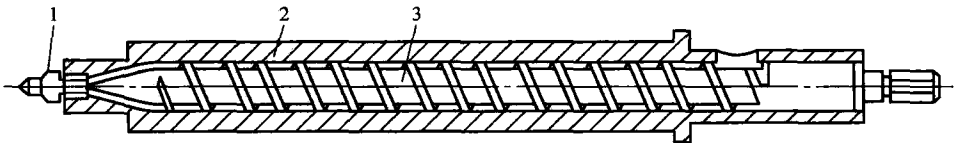


图 1-8 螺杆式塑化部件

1—喷嘴 2—机筒 3—螺杆

1) 螺杆分类和基本结构。注射螺杆有多种结构形式，按其对塑料的适应性，可分为通用螺杆和特殊螺杆，特殊螺杆有渐变型螺杆、突变型螺杆两大类，如图 1-9 所示。

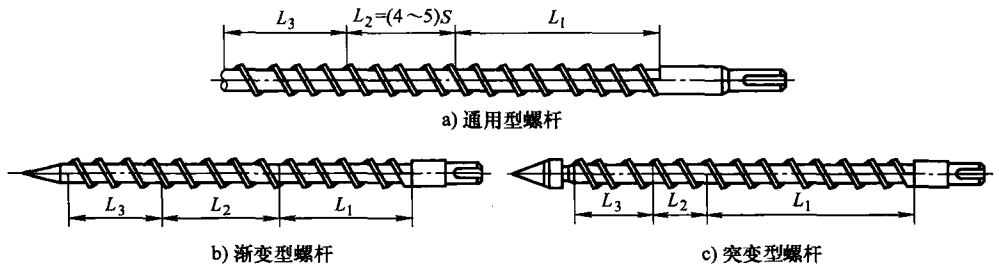


图 1-9 注射螺杆形式

① 通用型螺杆 (图 1-9a)。通用型螺杆又称三段式螺杆, 是螺杆的基本形式。根据塑料在螺杆螺槽中的不同形态, 把螺杆分为三段, 即加料段 (也叫输送段或进料段)、压缩段 (也叫塑化段或熔融段) 和均化段 (也称计量段)。其特点是压缩段的长度介于渐变型和突变型螺杆之间, 约 4~5 个螺距 (S)。通用型螺杆可加工大部分具有中、低粘度的塑料, 但其塑化效率低, 单耗大, 使用性能不如专用螺杆。

② 渐变型螺杆 (图 1-9b)。其特征是压缩段较长, 塑化时能量转换较缓和, 主要用于加工具有较宽软化温度范围的高粘度非结晶型塑料, 如 PVC 类。

③ 突变型螺杆 (图 1-9c)。其特征是压缩段较短, 塑化时能量转换较剧烈, 主要用于加工低粘度、熔点温度范围较窄的结晶型塑料, 如聚酰胺、聚烯烃类。实践证明, 突变型螺杆的使用效果并非十分理想, 采用不多。

在螺杆旋转时, 塑料对于机筒内壁、螺杆螺槽底面、螺棱推进面以及塑料与塑料之间都会产生摩擦及相互运动。塑料的向前推进就是这种运动组合的结果, 而摩擦产生的热量也被吸收用来提高塑料温度及融化塑料。螺杆的结构将直接影响到这些作用的程度。因此为了提高塑化质量, 出现了一些新型螺杆, 如分离型螺杆, 屏障型螺杆或分流型螺杆。

2) 螺杆的几何形状和参数。如图 1-10 所示。

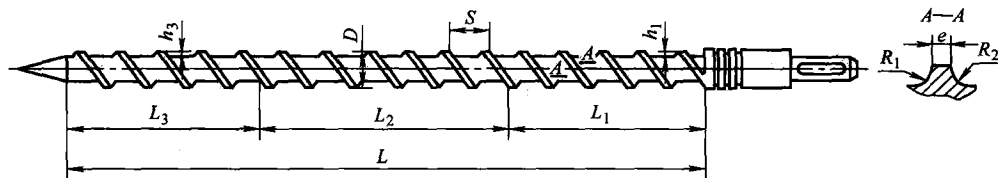


图 1-10 通用型螺杆的几何形状及各部位尺寸代号

L —螺纹部分长度 L_1 —加料段长度 L_2 —压缩段长度 L_3 —均化段长度 S —螺距 D —螺杆直径

h_1 —加料段螺槽深 h_3 —均化段螺槽深 e —螺棱宽 R_1 、 R_2 —螺纹根部圆角半径

① 螺杆直径 (D)。螺杆直径大小直接影响塑化能力的大小, 也就直接影响到理论注射量的大小。一次最大注射量是根据螺杆直径与最大行程决定的。直径与行程之间有一定的比例关系, 行程过长会使螺杆的有效长度缩短, 影响塑化均匀性。行程过短也不好, 为保持一定的注射量就得增大螺杆的直径, 也要相应地增大注射液压缸的直径。一般螺杆的行程与直径之比为 3~5。注射量小或长径比小的螺杆其比值较小, 即螺杆直径较大, 以增加强度和刚度。

② 螺杆的长径比 (L/D)。 L 是螺杆螺纹部分的长度。螺杆长径比越大, 说明螺纹部分的长度越长, 直接影响到物料在螺槽中的受热状况, 决定物料的融化效果和熔体质量。注射机螺杆的长径比 (L/D) 一般比挤出机螺杆的小, 这是因为注射机螺杆仅作预塑之用, 塑化时出料的稳定性对制品质量的影响很小, 而且喷嘴对物