

注塑工艺员

手册

周殿明 主编

✓ 内容具体，语言简炼、数据资料实用性强



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

注塑工艺员手册

周殿明 主编

图书在

注塑工艺员

手册

ISBN 978

7-111-02111-1

中国版

机械工业出版社

北京

地址：北京市西城区

百万庄大街24号

邮编：100037

电话：(010) 68995100

传真：(010) 68995101

网址：www.cip.com.cn

定价：28.00元



机械工业出版社

本书介绍了注射机成型塑料制品用原料、设备、工艺、模具、制品质量及制品性能的检测试验方法等；对注塑制品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。全书内容具体，语言简炼、通俗易懂，数据资料实用性强。

本书适合从事塑料制品行业的技术人员、设备管理人员使用；也可供工人培训、自学及实际工作时参考。

主 编 周 殿 明

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑工艺员手册/周殿明主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 7

ISBN 978 - 7 - 111 - 27553 - 4

I. 注… II. 周… III. 注塑 - 手册 IV. TQ320.66 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 114469 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: 孔 劲 责任编辑: 孔 劲

版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧

封面设计: 陈 沛 责任印制: 乔 宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 8 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm × 239mm · 25.5 印张 · 507 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 27553 - 4

定价: 56.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379772

封面无防伪标均为盗版

前 言

塑料制品采用注射机注射成型，是塑料加工行业中重要的成型方法之一。用注射机把原料塑化熔融，以一定的注射压力把熔料推入成型模具内，经冷却定型成为注塑制品。注射成型的塑料制品种类、品种繁多，如通用机械零件中的手轮、手柄、叶轮、凸轮、衬套、密封圈、紧固件、管件、齿轮、轴承、各种形状的机壳、仪表零件及中空制品、玩具和生活日用品等等。广泛地应用在机械、仪表、电器、电子工业、汽车制造业、纺织机械、通信、家电和国防尖端等国民经济建设中的各个领域。已成为一类不可缺少的重要生产资料和消费物品。注射成型的塑料制品全国年消费量已超过 300 万 t。

本书介绍了注射机成型塑料制品用原料、设备、工艺、模具、制品质量及制品性能的检测试验方法等；对注塑制品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。全书内容具体，语言简炼，通俗易懂，数据资料实用性强。本书适合从事塑料制品行业的技术人员、设备管理人员使用；也可供工人培训、自学和实际工作时参考。

本书由周殿明主编，参加编写的还有：李洪喜、周殿阁、张丽珍、周恩会、季丽芳、张力男、张艳萍。

书中内容涉及面较宽，由于个人水平有限，可能存在一些不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 注塑制品及用途	2
1.2 注塑制品用原料	2
1.3 塑料制品注射成型生产过程	2
1.4 注射机类型	4
1.4.1 按对原料塑化和注射方式分类	4
1.4.2 按注射机外形结构的不同分类	5
1.4.3 按注射机的加工能力分类	7
1.4.4 按注射机的特殊用途分类	8
1.5 注射机标准与型号标注	20
1.5.1 注射机标准	20
1.5.2 注射机标准机型型号标注	20
1.6 注射机的主要参数	28
1.6.1 注射部分主要参数	28
1.6.2 合模部分主要参数	31
1.6.3 注射机的综合性能参数	34
1.7 注射机生产用辅机	34
1.7.1 粉碎机	34
1.7.2 干燥机	37
1.7.3 上料装置	39
1.8 注塑制品结构	40
1.8.1 注塑制品结构设计原则	40
1.8.2 注塑制品形状尺寸设计	41
1.8.3 注塑制品中的金属嵌件	52
1.8.4 注塑制品成型收缩率 S	53
1.8.5 注塑制品与模具型腔的尺寸关系	54
第2章 注塑制品用原料	55
2.1 聚乙烯	55
2.1.1 低密度聚乙烯	55
2.1.2 高密度聚乙烯	59
2.1.3 线型低密度聚乙烯	66
2.1.4 中密度聚乙烯	68

2.1.5	极低密度聚乙烯	71
2.1.6	高相对分子质量高密度聚乙烯	72
2.1.7	超高相对分子质量聚乙烯	72
2.1.8	氯化聚乙烯	74
2.1.9	交联聚乙烯	76
2.1.10	乙烯-醋酸乙烯共聚物	77
2.2	聚丙烯	78
2.2.1	丙烯-乙烯无规共聚物	87
2.2.2	丙烯-乙烯嵌段共聚物	89
2.2.3	玻璃纤维增强聚丙烯	91
2.2.4	改性增强聚丙烯	93
2.2.5	填充聚丙烯	94
2.2.6	阻燃聚丙烯	97
2.3	聚苯乙烯	99
2.3.1	高抗冲聚苯乙烯	101
2.3.2	苯乙烯-丙烯腈共聚物	104
2.3.3	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	105
2.4	聚氯乙烯	106
2.4.1	悬浮法聚氯乙烯	107
2.4.2	乳液法聚氯乙烯	113
2.4.3	本体法聚氯乙烯	115
2.4.4	氯化聚氯乙烯	115
2.4.5	氯乙烯-乙烯-醋酸乙烯共聚物	118
2.4.6	氯乙烯-乙丙橡胶接枝共聚物	119
2.4.7	聚氯乙烯/乙烯-醋酸乙烯共聚物共混物	119
2.4.8	聚氯乙烯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物共混物	121
2.4.9	聚氯乙烯/聚丙烯酸酯共混物	122
2.4.10	电镀级聚氯乙烯	123
2.5	聚酰胺	124
2.5.1	聚酰胺 6	126
2.5.2	玻璃纤维增强聚己内酰胺	126
2.5.3	聚酰胺 66	127
2.5.4	玻璃纤维增强聚己二酰己二胺	127
2.5.5	聚酰胺 1010	128
2.5.6	玻璃纤维增强聚癸二酰癸二胺	130
2.5.7	聚-9-氨基壬酸	130
2.5.8	聚癸二酰己二胺	131
2.5.9	聚十一酰胺	131

2.6	聚碳酸酯	132
2.7	聚甲醛	133
2.8	聚对苯二甲酸乙二醇酯	135
2.9	聚对苯二甲酸丁二醇酯	136
2.10	聚砜	138
2.11	聚苯醚	139
2.12	聚苯硫醚	140
2.13	辅助料	142
2.13.1	助剂应用选择注意事项	142
2.13.2	增塑剂	142
2.13.3	稳定剂	143
2.13.4	加工助剂	146
2.13.5	抗冲改性助剂	146
2.13.6	发泡剂	147
2.13.7	阻燃剂	148
2.13.8	抗静电剂	148
2.13.9	防雾剂	148
2.13.10	润滑剂	149
2.13.11	填充剂	149
2.13.12	着色剂	150
2.13.13	交联剂	151
2.13.14	偶联剂	152
2.13.15	食品包装用塑料制品中助剂含量	152
第3章	注射机结构	154
3.1	注射机的原料塑化及注射装置	155
3.1.1	柱塞式塑化注射装置	156
3.1.2	往复螺杆式塑化注射装置	160
3.2	合模装置	176
3.2.1	结构及工作要求	177
3.2.2	合模装置结构类型及工作特点	177
3.2.3	模板行程的调整	184
3.2.4	合模装置中的顶出杆	186
3.3	液压传动系统	187
3.3.1	液压传动工作特点	188
3.3.2	注射机工作对液压传动的要求	189
3.3.3	液压系统中主要零部件	191
3.4	安全保护装置	204
第4章	注塑模具的使用与维护	206

4.1 模具结构类型	206
4.1.1 两开式模具	206
4.1.2 三开式模具	206
4.1.3 四开式模具	207
4.2 模具设计	207
4.3 模具结构与注射机规格型号的匹配	208
4.4 模具结构	209
4.4.1 浇注系统	210
4.4.2 型腔	214
4.4.3 型芯	216
4.4.4 顶出杆	216
4.4.5 导柱和导套	217
4.4.6 定位圈	218
4.4.7 拉料杆	219
4.4.8 四开式模具中的特殊零件	220
4.5 模具温度的调节控制	222
4.6 模具的安装调试	224
4.6.1 模具安装前的准备	224
4.6.2 模具安装	225
4.6.3 模具安装固定后的调试	225
4.7 制品成型质量与模具结构精度	226
4.8 模具的使用与维护	228
4.9 模具的损坏与修复	229
4.10 注射成型制品用模具结构参考例	230
第5章 塑料注射成型工艺	237
5.1 注塑前准备工作工艺	237
5.1.1 原料检验	237
5.1.2 原料的配色	237
5.1.3 原料的干燥处理	240
5.1.4 金属嵌件的热处理	241
5.1.5 模具的安装调试	241
5.1.6 螺杆的选择	241
5.1.7 机筒的清理	242
5.1.8 脱模剂的选择和应用	242
5.2 注塑工艺参数选择	242
5.2.1 计量加料与预塑化工艺参数	242
5.2.2 注射充模工艺参数	245
5.2.3 成型周期	249

5.3 注塑制品的后处理	249
5.3.1 退火处理	250
5.3.2 调湿处理	250
5.4 常用塑料注射成型工艺	251
5.4.1 聚乙烯注射成型	251
5.4.2 聚丙烯注射成型	259
5.4.3 聚苯乙烯注射成型	272
5.4.4 ABS 注射成型	275
5.4.5 聚氯乙烯注射成型	278
5.4.6 聚酰胺注射成型	294
5.4.7 聚甲醛注射成型	297
5.4.8 聚碳酸酯注射成型	299
5.4.9 聚甲基丙烯酸甲酯注射成型	302
5.4.10 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型	304
5.4.11 聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型	311
5.4.12 聚砜注射成型	313
5.4.13 聚苯醚注射成型	316
5.4.14 聚苯硫醚注射成型	318
5.4.15 双色塑料制品注射成型	319
5.4.16 热固性塑料注射成型	321
5.4.17 气体辅助注射成型塑料制品	323
5.4.18 反应注射成型塑料制品	324
5.4.19 注射成型制品质量问题分析	326
第6章 注塑制品性能检测试验	340
6.1 塑料制品性能检测试验工作环境	340
6.2 塑料制品的密度检测试验	340
6.3 维卡软化温度检测试验	341
6.4 塑料熔体流动速率的检测试验	342
6.5 硬质聚氯乙烯 (UPVC) 管件坠落试验方法	345
6.6 管件的热烘箱检测试验	345
6.7 硬质聚氯乙烯 (UPVC) 饮用水管件和管材中铅、锡、镉、汞的萃取 方法及允许值	345
6.8 聚酯 (PET) 无气饮料瓶质量检测试验	346
6.9 瓶装酒、饮料塑料周转箱质量检测试验	347
第7章 注射机的使用与维护保养	350
7.1 注射机的选择	350
7.1.1 按制品质量选择注射机理论注射量	350
7.1.2 按制品成型用合模力选择注射机	351

7.1.3 注塑用螺杆直径选择	351
7.1.4 选择注射机其他参数条件	352
7.2 注射机的开箱验收	352
7.3 注射机生产车间及设备布置	353
7.4 注射机的验收检查	354
7.4.1 开机前的验收检查	356
7.4.2 空运转试机验收检查	357
7.4.3 投料试机验收检查	358
7.5 注射机操作要点	360
7.5.1 循环动作程序	360
7.5.2 几种操作方式应用	362
7.5.3 注塑生产注意事项	363
7.5.4 注射机生产操作	363
7.6 注射机的维护保养	366
7.6.1 注射机整机维护保养	366
7.6.2 主要零部件的维护保养	367
附录	375
附录 A 塑料的特点	375
附录 B 塑料性能含义	375
附录 C 塑料的简单鉴别	378
附录 D 常用资料	383
参考文献	395

第1章 概述

以高聚物（树脂）为主要成分的塑料，采用注射机注射成型塑料制品，是塑料制品多种成型生产方法中的一种重要成型方法。几乎所有热塑性塑料和部分热固性塑料（酚醛塑料、氨基塑料等）都可采用注射机注射成型塑料制品。用注射机注射成型的塑料制品产量约占塑料制品生产总量的30%。制品生产用注射机台数约占塑料制品成型设备总台数的25%。

塑料制品采用注射机注射成型生产的特点是：能在较短的时间内在注塑模具中一次成型，生产工艺比较简单、效率也比较高；可以一次成型外形比较复杂的塑料零件，而且尺寸比较精确；塑料注射件还可同时与金属嵌件结合成一体；注射机注射成型塑料制品是一种单机生产操作方式，更换新品种时，原料的更换、模具的更换安装都要方便些。由此可见，注射机注射成型生产塑料制品对各种原料的适应性强，比较容易进行自动化生产。

改革开放20多年来，为了适应人们对注塑制品的大量需要，满足市场供应，塑料行业的工程技术人员通过不断努力改进注射机的组成结构、操作方式来提高生产效率。同时，逐步向注塑制品生产的高速化、自动化方向努力。具体实施方案措施如下。

1) 提高物料塑化用螺杆转速，加快熔料的注射速度，以缩短单件制品注塑生产周期，增加单位时间内的注射循环次数。

2) 一台注射机上配备两个注射料筒。预塑螺杆可依次向两个注射料筒供料，达到连续注射。

3) 采用双套模具注塑。工作时两套模具转动换位，使注射熔料与冷却、开模工序在两个工位上同时进行，缩短了预塑停机等待时间，使注射机的生产能力提高近一倍。

4) 在注塑制品成型生产过程中，原料的输送、机筒供料、工艺温度控制及开模、制件取出等工序，采用计算机对全生产过程实行全自动程序控制，实现自动化生产。

5) 为了使注塑制品能在多种特殊环境中工作，要求用不同性能的塑料生产出能适应各种工作环境的塑料制品。不同性能的塑料制品，其注塑生产工艺条件不同，这就促使注射机向专用型发展。如具有较好的电性能、物理性能和耐热性能、不易变形的制品生产用热固性塑料注射机；多种色彩、多种原料复合成型用多色注射机；为改进产品质量而设计的排气式注射机、纤维增强塑料注射机、低发泡注射

机和注射吹塑成型机等。

6) 注射成型生产工艺方面,有的已采用流动注射成型、注射压缩成型、夹层注射、反应注射及气体辅助注射成型等。

1.1 注塑制品及用途

注塑制品的品种比较多,应用范围也比较广:包括各种机械设备中的轻负荷齿轮、轴衬、垫、外壳,特别是纺织设备和汽车的一些配件电器中的各种零件、仪表外壳、灯具;液体输送管路中的各种阀门、不同形状规格的管件、泵和电动机上的风扇;人们日常生活中使用的各种家用电器的内衬、壳,以及到处可见的瓶、碗、盆、杯、桶、周转箱、鞋底、拉链、灯罩、眼镜等;另外,还有医疗器械和文教用品等。注塑制品在国防工业、交通运输业、机电产品、建筑材料、农业、科教卫生和日常生活中到处都有应用,已成为人们日常生活和国民经济发展中不可缺少的重要物品。

1.2 注塑制品用原料

注塑制品常用塑料材料有:聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)、聚丙烯(PP)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS)、聚苯乙烯(PS)、醋酸纤维素(CA)、聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚氨酯(PUR)、聚苯醚(PPO)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰亚胺(PI)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚酚氧、酚醛树脂(PF)、聚砜(PSU)、聚芳砜(PASU)、聚醚砜(PES)、聚苯硫醚(PPS)、聚苯酯(POB)、氯化聚醚(CPE)等。

1.3 塑料制品注射成型生产过程

塑料制品的注射成型生产工艺过程是一个循环的工作程序。各种结构类型不同的注射机的注射成型制品生产动作程序基本相同,其工作程序如下。

1) 合模注射(高压低速锁紧模具→注射台前移→注射)程序,如图1-1所示。

2) 保压、降温冷却定型程序。设备动作如图1-2所示。

3) 成型模具开模、制品顶出模具、制品落下程序。设备动作如图1-3所示。

塑料制品的注射成型生产工艺循环程序路线如图1-4所示,注塑制品其生产工艺循环程序中的具体工作内容如下。

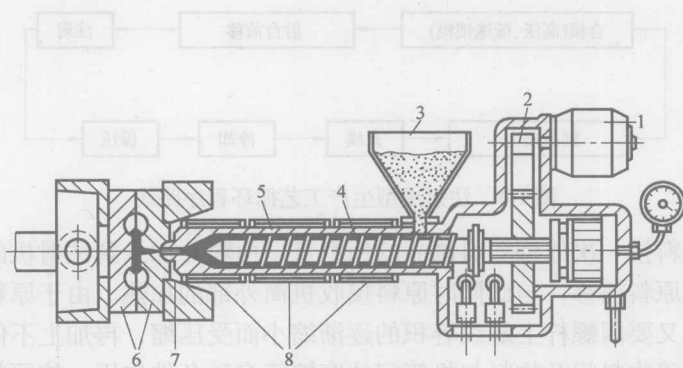


图 1-1 注塑制品中的合模、注射程序

1—电动机 2—减速器 3—料斗 4—螺杆 5—机筒 6—模具 7—喷嘴 8—加热装置

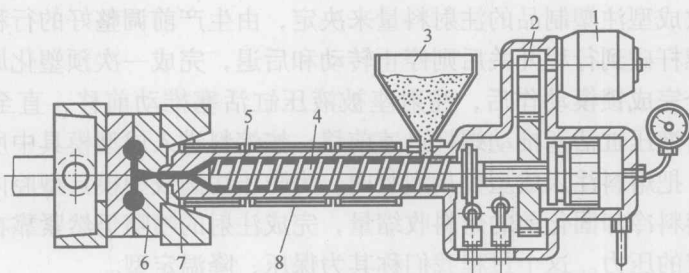


图 1-2 注塑制品中的保压、降温程序

1—电动机 2—减速器 3—料斗 4—螺杆 5—机筒 6—模具 7—喷嘴 8—加热装置

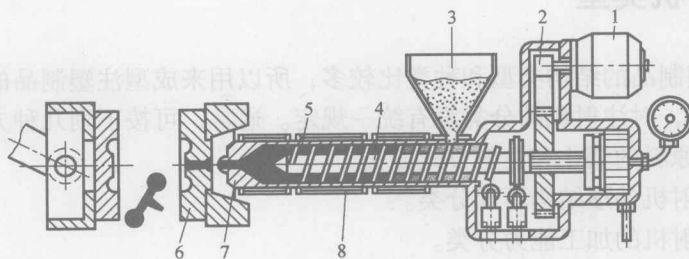


图 1-3 注塑制品中的开模、制品顶出程序

1—电动机 2—减速器 3—料斗 4—螺杆 5—机筒 6—模具 7—喷嘴 8—加热装置

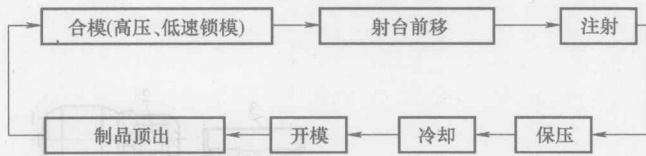


图 1-4 注射成型生产工艺循环程序路线

制品用原料按一次成型塑料制品的用料量，由料斗加入到注射机的机筒内，转动的螺杆推动原料前移，与此同时原料接收机筒外部的加热。由于原料在机筒内既要受热升温，又要因螺杆上螺纹容积的逐渐缩小而受压缩，再加上不停转动螺杆的螺纹使翻动前移物料间及物料与机筒间的摩擦等多种条件作用，使原料在被推动前移的同时逐渐被塑化成熔融态。至螺杆前端的熔料，由于受喷嘴的阻力而产生反螺杆螺纹推压力，随着螺杆推动熔料前移量的增加，则产生的这个熔料反推压力也逐渐增加，当这个反推压力大于液压缸活塞对螺杆的推力和摩擦阻力（这个阻力即是螺杆的背压力）时，螺杆开始后退，同时开始料斗的加料计量。螺杆后退的距离大小由一次成型注塑制品的注射料量来决定，由生产前调整好的行程限位开关控制。后退的螺杆碰到行程开关后则停止转动和后退，完成一次预塑化原料程序。

合模部分完成锁模动作后，注射座被液压缸活塞推动前移，直至喷嘴紧靠浇口；然后注射液压缸活塞推动螺杆迅速前移，按熔料进入成型模具中所需要的压力和流动速度，把熔料注入成型模具型腔内。为防止注满成型模具型腔内的熔料回料和及时补充熔料冷却固化前的熔料收缩量，完成注射的喷嘴仍然紧靠在浇口上，而且保持着一定的压力。这个过程我们称其为保压、降温定型。

保压、降温定型达到预先设定的时间后，制品固化成型即完成。注射座被液压缸活塞拉动后退，开始螺杆的第二次预塑化，成型模具打开，制品被顶出模膛，完成注塑制品的全过程。

1.4 注射机类型

由于注塑制品的结构类型和种类比较多，所以用来成型注塑制品的注射机类型也较多。目前，对注射机的分类没有统一规定。通常，可按下列几种方法分类。

- 1) 按对原料的塑化和注射方式分类。
- 2) 按注射机外形结构不同分类。
- 3) 按注射机的加工能力分类。
- 4) 按注射机的特殊用途分类。

1.4.1 按对原料塑化和注射方式分类

按对原料的塑化和注射方式，可以将注射机分为柱塞式、往复螺杆式和螺杆塑

化柱塞注射式三种。

(1) 柱塞式注射机 用柱塞依次把落入料筒中的塑料推向料筒前端塑化空腔内, 塑料在空腔内依靠料筒外围的加热器提供热量, 塑化成为熔融状态。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 1-5 为柱塞式注射机示意图。

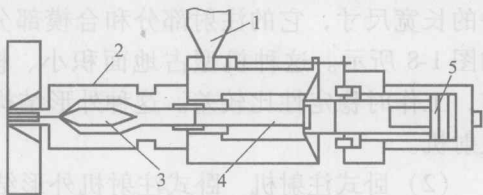


图 1-5 柱塞式注射机示意图

(2) 往复螺杆式注射机 注射机中塑料的塑化, 是由于螺杆旋转时把塑料挤压、剪切和机筒外围供热的结果。然后, 经过螺杆轴向往复运动, 像柱塞一样把塑化料注射到模具成型空腔内冷却成型。往复螺杆式注射机结构示意图如图 1-6 所示。目前这种结构形式注射机应用最多。

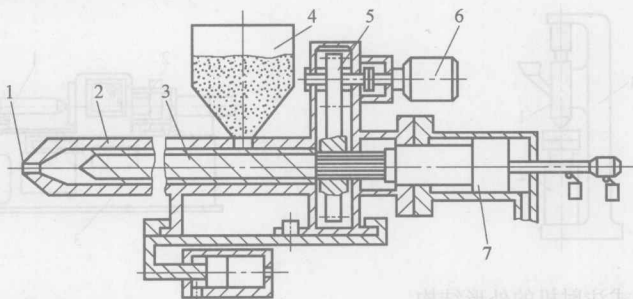


图 1-6 往复螺杆式注射机结构示意图

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) 螺杆塑化柱塞注射式注射机 这种注射机的注射装置由两部分组成: 即物料塑化部分和注射部分。首先, 塑料在塑化部分的挤出机中均匀塑化, 经由单向阀挤入注射料筒空腔中。然后, 注射部分柱塞快速前移, 把物料注射到模具型腔内冷却成型。其工作结构示意图如图 1-7 所示。

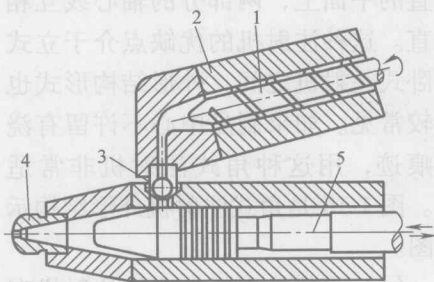


图 1-7 螺杆塑化柱塞注射式注射机的工作结构示意图

1—螺杆 2—机筒 3—单向阀
4—喷嘴 5—柱塞

1.4.2 按注射机外形结构的不同分类

注射机按外形结构不同, 可分为立式注射机、卧式注射机、角式注射机、多模

注射机和组合式注射机。

(1) 立式注射机 立式注射机的外形结构特点是：设备的高度尺寸大于设备的长宽尺寸，它的注射部分和合模部分装置轴线，是上下垂直成一直线排列，如图 1-8 所示。这种机型占地面积小、模具装配方便；不足之处是加料比较困难，工作时稳定性比较差。这种外形结构注射机多数是注射量小于 60cm^3 的小型注射机。

(2) 卧式注射机 卧式注射机外形结构特点是：机身外形尺寸长度大于宽和高度尺寸，它的注射部分和合模部分装置轴线，在一条直线上呈水平排列。图 1-9 是卧式注射机外形结构示意图。这种外形结构注射机的机身低，工作时平稳性好，操作和维修都比较方便，也容易实现自动化操作。目前，卧式注射机在塑料注射中应用最多。

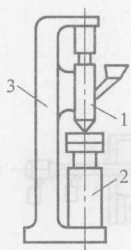


图 1-8 立式注射机的外形结构

1—合模部分 2—注射部分
3—机身

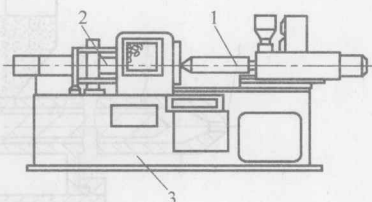


图 1-9 卧式注射机外形结构示意图

1—注射部分 2—合模部分
3—机身

(3) 角式注射机 角式注射机的注射部分和合模部分的轴心线在一个与机身垂直的平面上，两部分的轴心线互相垂直。这种注射机的优缺点介于立式和卧式注射机之间，外形结构形式也比较常见。如果制品中心不许留有浇口痕迹，用这种角式注射机非常适合。图 1-10 是角式注射机外形结构示意图。

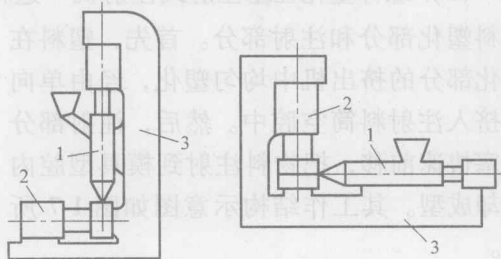


图 1-10 角式注射机外形结构示意图

1—注射部分 2—合模部分 3—机身

(4) 多模注射机 多模注射机有多个成型模具，工作时转动模具位置依次顺序工作，冷却成型脱模不受生产辅助时间限制，这样缩短了制品的生产周期，可提高生产效率。图 1-11 是多模注射机结构示意图。

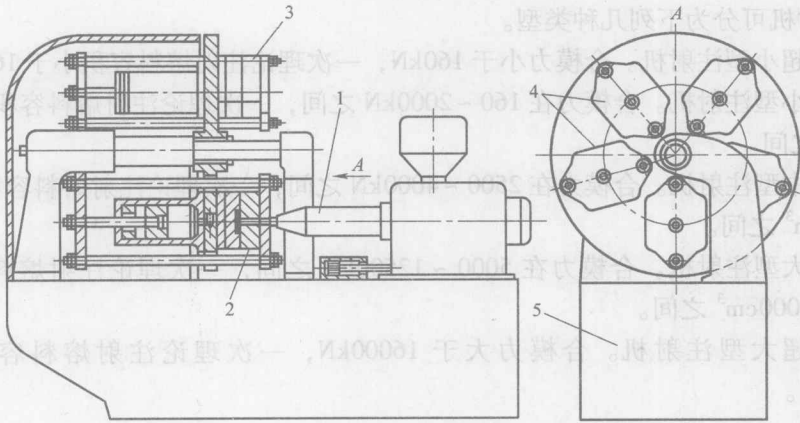


图 1-11 多模注射机结构示意图

1—注射部分 2—合模部分 3—另一组合模部分 4—五组合模部分位置分配 5—机身

为了满足不同塑料注塑制品的生产工艺需要，还有许多特殊结构外形的注射机，图 1-12 是几种组合式注射机外形结构示意图。

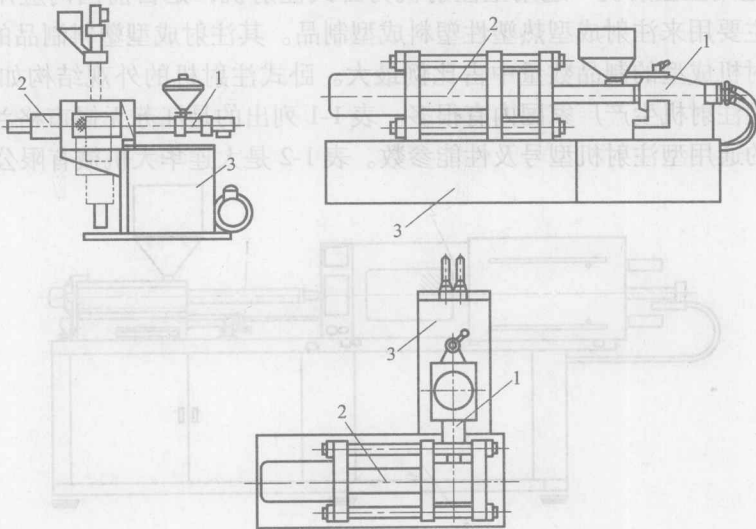


图 1-12 几种组合式注射机外形结构示意图

1—注射部分 2—合模部分 3—机身

1.4.3 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，就是指注射机的合模力和一次注射原料量的大小。按加工能力大小分