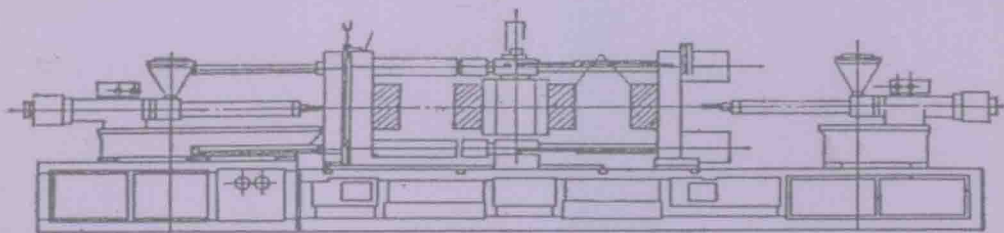


国家示范性高职院校建设课程改革系列教材



# PLASTICS Injection

Molding Technology

## 塑料注射成型技术

主编◎刘青山



 中国轻工业出版社

国家示范性高职院校建设课程改革系列教材

# 塑料注射成型技术

刘青山 主编

刘青山 李建钢 陈金伟 编

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

塑料注射成型技术/刘青山主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010.9

国家示范性高职院校建设课程改革系列教材

ISBN 978-7-5019-7786-4

I. ①塑… II. ①刘… III. ①注塑 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 152343 号

责任编辑: 郭雪娇

策划编辑: 赵红玉 林 媛 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 李 靖 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 14.75

字 数: 388 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7786-4 定价: 33.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

090192J2X101ZBW

## 前 言

注射成型亦称注塑或注射模塑，是使热塑性或热固性塑料先在料筒中均匀塑化之后，由螺杆或柱塞将其推挤到闭合的模具中，从而成型为模具所赋予的形状，最后经过固化而得到产品的一种塑料生产过程。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。目前，注射成型制品产量已接近塑料制品产量的1/3，制品生产所用的注射机台数约占塑料制品成型设备总台数的1/4。随着注射成型工艺、理论和设备的研究进展，注射成型已应用于部分热固性塑料、泡沫塑料、多色塑料、复合塑料及增强塑料的成型中。近年来，注射成型技术发展迅猛，新的设备、模具和工艺层出不穷，其目的是为了最大限度地发挥塑料特性、提高塑料制品性能，以满足塑料制品向高度集成化、高度精密化、高产量等方面的发展要求。

《塑料注射成型技术》首次采用项目化教学改革的理念，根据学习过程中循序渐进的规律，设置了塑料注射成型初级、塑料注射成型中级和塑料注射成型高级三个模块，共六个项目。六个项目从最初注射成型一个简单的标准试样开始，然后逐渐提高难度完成透明产品、结晶性产品的成型，直到最后生产热敏性塑料产品和试模结束，使学生逐步完成从模仿、消化吸收到熟悉提高的过程。其中，每一个项目都包括了学习目标、工作任务、项目资讯、项目分析、项目实施、项目评价与总结提高五个部分。学生通过完成这些学习活动，逐步完成项目中的各项任务，充分体现了项目导向、任务驱动的特点。学生在学习过程中全面接触到塑料注射成型的原料、设备、模具等实际生产条件，而且教学过程以学生为主体，融“教、学、做”为一体，全面培养了学生在塑料注射成型方面的知识、能力和素质。

本教材是为高职高专学生学习高分子材料类专业而编写的教学用书，也可作为塑料注射成型的培训教材或者供从事塑料注射成型生产的专业技术人员参考。

本书由广东轻工职业技术学院组织编写，刘青山为主编。其中，模块一及注射成型机械方面的知识由李建钢编写，模块二及注射成型工艺方面的知识由刘青山编写，模块三及注射成型模具方面的知识由陈金伟编写。

本书首次以模块化、项目化的模式编写适用于高职高专的《塑料注射成型技术》教材，而且其中包括了许多实用的工业技术，涉及了多方面知识的综合应用。但是，由于编者水平有限，书中错误在所难免，恳请各位学者、同行和读者批评指正。

编者  
2010年6月

# 目 录

## 模块一 塑料注射成型初级

项目 1 注射成型塑料标准试样 .....	1
1.1 学习目标 .....	1
1.2 工作任务 .....	2
1.3 项目资讯——注射机 .....	2
1.3.1 注射机的结构组成 .....	3
1.3.2 注射机的分类 .....	4
1.3.3 注射机的注射系统 .....	5
1.3.4 注射机合模系统 .....	15
1.3.5 注射机的参数与规格型号 .....	21
1.3.6 注射机的操作 .....	27
1.3.7 生产中的安全与保护措施 .....	32
1.3.8 注射机的维护保养 .....	32
1.4 项目分析 .....	37
1.4.1 注射车间布置分析 .....	37
1.4.2 原材料特点分析 .....	37
1.4.3 模具特点分析 .....	37
1.4.4 注射机特点分析 .....	37
1.5 项目实施 .....	38
1.5.1 参观注射车间 .....	38
1.5.2 面板操作 .....	38
1.5.3 维护保养注射机 .....	39
1.5.4 拆卸并安装注射机模具 .....	39
1.5.5 注射成型塑料标准试样 .....	39
1.6 项目评价与总结提高 .....	42
1.6.1 项目评价 .....	42
1.6.2 项目总结 .....	43
1.6.3 相关资讯——专用注射机及注射生产的辅助设备 .....	43
1.6.4 练习与提高 .....	52

## 模块二 塑料注射成型中级

项目 2 注射成型保鲜盒 .....	55
2.1 学习目标 .....	55

2.2	工作任务	56
2.3	项目资讯	57
2.3.1	模具——浇注系统、合模导向机构、脱模机构	57
2.3.2	工艺——注塑过程及工艺条件分析	71
2.4	项目分析	93
2.4.1	保鲜盒产品特点分析	93
2.4.2	原料特点分析	94
2.4.3	模具结构特点分析	95
2.4.4	注射机特点分析	95
2.5	项目实施	95
2.5.1	准备工具	95
2.5.2	准备原料	95
2.5.3	开机并设定工艺参数	95
2.5.4	安装模具	95
2.5.5	脱模剂的使用	96
2.5.6	对空注射	96
2.5.7	注射成型	96
2.5.8	制品后处理	96
2.6	项目评价与总结提高	97
2.6.1	项目评价	97
2.6.2	项目总结	98
2.6.3	相关资讯——各种常见材料的注射成型特点	98
2.6.4	练习与提高	106
<b>项目3</b>	<b>注射成型 DVD 盒</b>	<b>111</b>
3.1	学习目标	111
3.2	工作任务	111
3.3	项目资讯	112
3.3.1	机器——注射机电气控制系统	112
3.3.2	模具——成型零部件、加热冷却系统	116
3.3.3	工艺——多级注射	126
3.4	项目分析	133
3.4.1	DVD 盒产品特点分析	133
3.4.2	材料特点分析	133
3.4.3	模具结构特点分析	133
3.4.4	注射机特点分析	135
3.5	项目实施	135
3.6	项目评价与总结提高	135
3.6.1	项目评价	135
3.6.2	项目总结	135

3.6.3 相关资讯——特种注射成型工艺	135
3.6.4 练习与提高	151
<b>项目4 注射成型手机镜片</b>	<b>153</b>
4.1 学习目标	153
4.2 工作任务	153
4.3 项目资讯	154
4.3.1 机器——注射机液压系统	154
4.3.2 模具——顺序分型机构、排气系统	159
4.3.3 工艺——制品质量分析	161
4.4 项目分析	175
4.4.1 手机镜片产品特点分析	175
4.4.2 材料特点分析	175
4.4.3 模具结构特点分析	175
4.4.4 注射机特点分析	176
4.5 项目实施	176
4.6 项目评价与总结提高	176
4.6.1 项目评价	176
4.6.2 项目总结	176
4.6.3 相关资讯——注射成型技术进展	176
4.6.4 练习与提高	181

### 模块三 塑料注射成型高级

<b>项目5 注射成型三通管件</b>	<b>183</b>
5.1 学习目标	183
5.2 工作任务	184
5.3 项目资讯——模具侧向分型抽芯机构	184
5.3.1 概述	184
5.3.2 机动侧向分型抽芯机构	185
5.3.3 液压侧向分型抽芯机构	193
5.3.4 手动侧向分型抽芯机构	193
5.4 项目分析	194
5.4.1 三通管件的结构特点分析	194
5.4.2 材料特点分析	196
5.4.3 模具特点分析	196
5.5 项目实施——三通管件模具的设计与产品的成型	199
5.5.1 接受任务书	199
5.5.2 收集、分析、消化原始资料	199
5.5.3 影响模具结构设计的主要因素	200
5.5.4 绘制模具图	201

5.5.5 校对、审图、描图、送晒及制造 .....	202
5.5.6 试模、修模及成型三通管件 .....	203
5.5.7 整理资料进行归档 .....	203
5.6 项目评价与总结提高 .....	203
5.6.1 项目评价 .....	203
5.6.2 项目总结 .....	204
5.6.3 相关资讯——其他类型模具 .....	204
5.6.4 练习与提高 .....	210
<b>项目6 试模</b> .....	<b>211</b>
6.1 学习目标 .....	211
6.2 工作任务 .....	211
6.3 项目资讯——试模 .....	212
6.3.1 试模的定义 .....	212
6.3.2 试模前的注意事项 .....	212
6.3.3 试模的主要步骤 .....	213
6.3.4 重要事项 .....	214
6.3.5 试模时出现的产品缺陷 .....	214
6.4 项目分析 .....	215
6.4.1 PVC 注塑工艺条件分析 .....	215
6.4.2 模具安装 .....	215
6.4.3 试模 .....	216
6.5 项目实施 .....	218
6.6 项目评价与总结提高 .....	220
6.6.1 项目评价 .....	220
6.6.2 项目总结 .....	220
6.6.3 相关资讯——模流分析—以 MOLDFLOW 为例 .....	220
6.6.4 练习与提高 .....	225
<b>参考文献</b> .....	<b>226</b>



# 模块一 塑料注射成型初级

模块一是本课程学习的基础，通过一个项目使学生对于注射成型的场地、设备、维护、基本操作等有一个基本认识，学会基本的注射机维护保养和生产操作技能。

本模块包括1个项目：项目1 注射成型塑料标准试样。

## 项目1 注射成型塑料标准试样

本项目中成型的塑料标准试样用于塑料的拉伸试验，可以测试拉伸强度、断裂伸长率、弹性模量等性能参数，在实际的科研、生产活动中应用非常广泛。本项目以注射成型塑料标准试样为载体，学习注射成型的场地、设备、维护、基本操作等相关知识，学会基本的注射机维护保养和生产操作技能。

### 1.1 学习目标

本项目的学习目标如表1-1所示。

表1-1 注射成型塑料标准试样的学习目标

编号	类别	目标
1	知识目标	①注射成型生产工艺流程、设备 ②注射车间的布置 ③注射机结构和参数 ④注塑机的操作规程 ⑤注射机面板的知识 ⑥注射机的日常维护保养知识 ⑦注射机的定期维护保养知识 ⑧注塑机注射系统、合模系统的知识
2	能力目标	①能够确定注射生产工艺流程 ②能够识别注射生产设备 ③知道注射车间布置注意事项及配套水电气等情况 ④能够进行注射机面板操作 ⑤能够进行注射机的日常维护保养 ⑥能够进行注射机的定期维护保养 ⑦能够安装及拆卸模具 ⑧能够操作注射机成型塑料标准试样

续表

编号	类别	目 标
3	素质目标	①团队协作精神 ②认真观察、勤于思考、自主学习的意识 ③质量、成本、安全、环境意识

## 1.2 工作任务

本项目的工作任务如表 1-2 所示。

表 1-2 注射成型塑料标准试样的工作任务

编号	任务内容	要 求
1	参观注射车间	①熟悉注射成型工艺流程 ②熟悉注射车间设备 ③熟悉注射车间的组织结构
2	启动、停止注射机工作	①开机前检查、加料 ②开水、电，开机 ③开机后的检查 ④关机，关水、电
3	熟悉注射机操作面板	①查看每一个功能界面，熟悉其作用 ②熟悉机器上的每一个按钮、开关 ③按照要求设置相关参数
4	进行注射机的维护保养	①进行注射机的日常维护保养 ②进行注射机的定期维护保养
5	安装及拆卸模具	①安装模具 ②拆卸模具
6	操作注射机成型塑料标准试样	①熟悉注射机的操作规程和工艺流程 ②练习注射机的手动、半自动、全自动操作

## 1.3 项目资讯——注射机

注射机全称为注射成型机，也称为注塑机，是塑料机械的主要品种之一，占塑料机械总产值的 38%，有 1/3 的塑料制品是由注塑机生产的，在工程塑料业中，80% 采用了注射成型。

塑料加工是随着合成树脂的发展而发展起来的，不少塑料加工技术，借鉴了橡胶、金属和陶瓷加工。塑料加工历史可追溯到 19 世纪 90 年代，赛璐珞诞生之后，因其易燃，只能用模压法制成块状物，再经机械加工成片材，片材可用热成型法加工。这是最早的塑料加工。浇铸成型是随着酚醛树脂问世而研究成功的。

注射成型始于 20 世纪 20 年代，用于加工醋酸纤维素和聚苯乙烯；30 年代中期，软聚氯乙烯挤出成型研制成功，塑料专用的单螺杆挤出机相应问世；1938 年双螺杆挤出机

也投入生产。40年代初,制出了聚氨酯泡沫塑料,吹塑技术用于生产聚乙烯中空制品。1952年往复螺杆式注射机问世,使注射成型技术进入到一个新的阶段。60~70年代,新发展起来的塑料加工技术有各种增强塑料新成型方法,如缠绕、拉挤、片材模塑成型、反应注射成型、结构泡沫成型、异型材挤出成型、片材固相成型以及共挤出、共注塑等。进入80年代,塑料加工向着高效、高速、高精度、节能、大型化或超小、超薄等方向发展,计算机技术进入这一领域,把整个塑料加工技术提高到一个新水平。

从20世纪50年代技术创新推出了螺杆式塑料注射机至今已有50多年的历史。普通卧式注塑机仍是注塑机发展的主导方向,其基本结构几乎没有大的变化,发展方向主要集中在提高其控制及自动化水平、降低能耗。此外,生产厂家根据市场的变化正在向组合系列化方向发展,如同一型号的注塑机配置大、中、小三种注射装置,组合成标准型和组合型,增加了灵活性,扩大了使用范围,提高了经济效益。

近几年来,世界上工业发达国家的注塑机生产厂家都在不断提高普通注塑机的功能、质量、辅助设备的配套能力,以及自动化水平。同时大力开发、发展大型注塑机、专用注塑机、反应注塑机和精密注塑机,以满足生产塑料合金、磁性塑料、带嵌件的塑料制品的需求。

### 1.3.1 注射机的结构组成

一台通用型注射机(如图1-1所示)主要由下列几个系统组成。

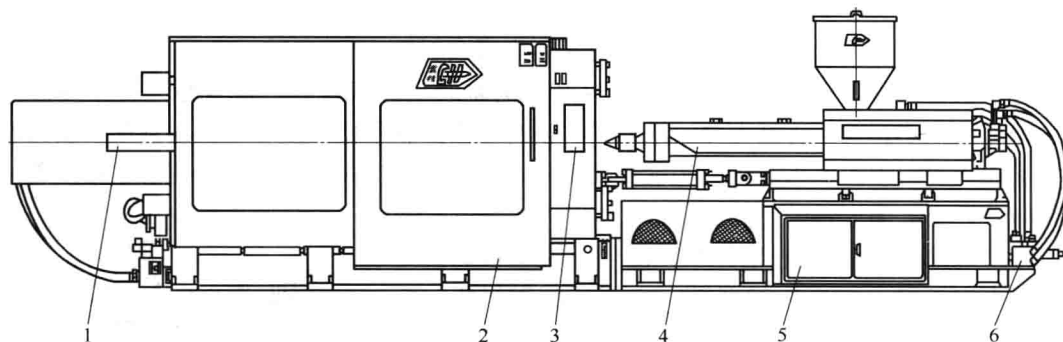


图 1-1 注射机的结构组成

1—合模系统 2—安全门 3—控制电脑 4—注射成型系统 5—电控箱 6—液压系统

#### (1) 注射成型系统

注射成型系统的作用是使塑料均匀地塑化成熔融状态,并以足够的速度和压力将一定量的熔料注入模腔内。主要由料斗、螺杆、料筒、喷嘴、螺杆传动装置、注射成型座移动油缸、注射油缸和计量装置等组成。

#### (2) 合模系统

合模系统亦称锁模装置,其主要作用是保证成型模具的可靠闭合,实现模具的开、合动作以及顶出制品。通常由合模机构、拉杆、模板、安全门、制品顶出装置、调模装置等组成。

#### (3) 液压与电气控制系统

液压与电气控制系统是保证注射机按工艺过程预定的要求(如压力、温度、速度及时间)和动作程序,准确、有效地工作。液压传动系统主要由各种阀件、管路、动力油

泵及其他附属装置组成；电气系统主要由各种电器仪表等组成。液压与电气系统有机地组合在一起，对注射机提供动力和实施控制。

### 1.3.2 注射机的分类

塑料注射机有以下几种常见的分类方法：

#### (1) 按机器加工能力分类

按机器加工能力（指机器的注射量和锁模力）分为超小型（锁模力在 160kN 以下、注射成型量在  $16\text{cm}^3$  以下者）；小型（锁模力为 160 ~ 2 000kN、注射成型量为 16 ~  $630\text{cm}^3$ ）；中型（锁模力为 2 000 ~ 4 000kN、注射成型量为 800 ~  $3\ 150\text{cm}^3$ ）；大型（锁模力为 4 000 ~ 12 500kN、注射成型量为  $3\ 150 \sim 10\ 000\text{cm}^3$ ）；超大型（锁模力在 12 500kN 以上、注射成型量在  $10\ 000\text{cm}^3$  以上）。

#### (2) 按机器的传动方式分类

按机器的传动方式分为全电动式注射机、全液压式注射机、液压-机械式注射机。

#### (3) 按塑化和注射成型方式分类

按塑化和注射成型方式可分为柱塞式注射机和螺杆式注射机。

螺杆式注射机其物料的熔融塑化和注射成型全部都由螺杆来完成，是目前生产量最大，应用最广泛的注射机。

#### (4) 按机器外形特征分类

按机器外形特征分为立式、卧式、角式和多模注射机。

①立式注射机 注射成型装置与合模装置的轴线呈垂直排列。优点是：易于安放嵌件、占地面积小；模具拆装方便。缺点是：机身较高加料不便；重心不稳易倾伏；制品不能自动脱落，需人工取出，难于实现自动化操作。因此，立式注塑机主要用于生产注塑量在  $60\text{cm}^3$  以下、多嵌件的制品。

②卧式注射机 其注射成型装置与合模装置的轴线呈水平排列，如图 1-2 所示。与立式注射机相比具有机身低、便于操作，制品依自重脱落，可实现自动化操作等优点。但也有模具安装麻烦，嵌件易倾伏落下，机器占地面积大等不足。目前，该形式的注射机使用最广、产量最大，是国内外注射机的基本形式。

③角式注射机 其注射成型装置与合模装置的轴线相互成垂直排列，注射时，熔料从模具分型面进入型腔。该类注射机适用于成型中心不允许留有浇口痕迹的制品。目前，国内许多小型机械传动的注射机，多属于这一类，而大、中型注射机一般不采用这一形式。

④多模注射机 这是一种多工位操作的特殊注射机。该类注射机充分发挥了塑化装置的塑化能力，可缩短成型周期，适用于冷却定型时间长、安放嵌件需要较多生产辅助时间、具有两种或两种以上颜色的塑料制品生产。多模注射机又分单注射成型头多模位式（用一个注射成型装置供多模注射成型）、多注射成型头单模位式和多注射成型头多模位式。

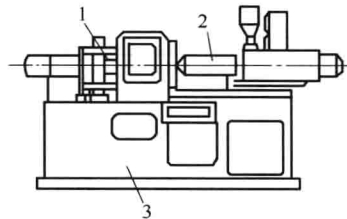


图 1-2 卧式注射机

1—合模系统 2—注射成型系统 3—机身

### 1.3.3 注射机的注射系统

注射系统的作用是使塑料塑化和均化，并在很高的压力和较快的速度下，通过螺杆或柱塞的推挤将熔料注入模具。

#### 1.3.3.1 柱塞式注射系统

##### (1) 结构组成

柱塞式注射系统主要由塑化部件（包括喷嘴、柱塞、料筒、分流梭）、定量加料装置、注射油缸、注射座移动油缸等组成，见图1-3。

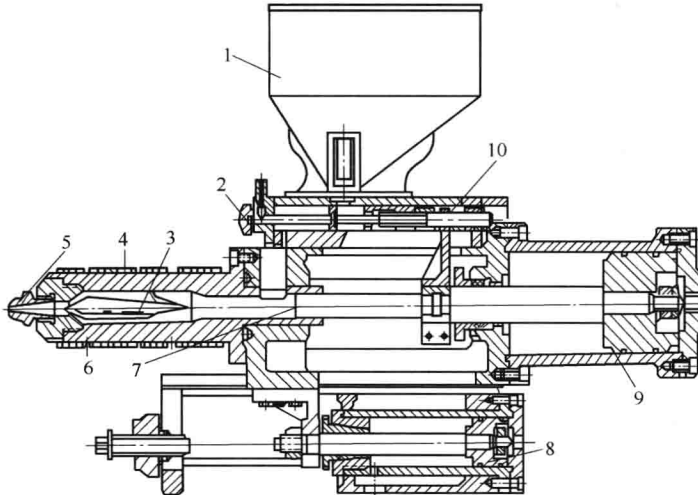


图1-3 柱塞式注射成型机

1—料斗 2—计量供料 3—分流梭 4—加热器 5—喷嘴  
6—料筒 7—柱塞 8—移动油缸 9—注射成型油缸 10—控制活塞

##### (2) 工作原理

加入料斗中的颗粒料，经过定量加料装置，使每次注射所需的塑料落入料筒加料室。当注射油缸活塞推动柱塞前进时，将加料室中的塑料推向料筒前端熔融塑化。熔融塑料在柱塞向前移动时，经过喷嘴注入模具型腔。

根据需要，注射座移动油缸可以驱动注射座做往复移动，使喷嘴与模具接触或分离。

##### (3) 性能特点

①物料塑化不均匀 料筒内塑料加热熔融塑化的热量来自料筒的外部加热，由于塑料的导热性差，加上塑料在料筒内的运动呈“层流”状态，因此，靠近料筒外壁的塑料温度高、塑化快，料筒中心的塑料温度低、塑化慢。料筒直径越大，则温差越大，塑化越不均匀，有时甚至会出现内层塑料尚未塑化好，表层塑料已过热降解的现象。塑化过程中剪切小，物料缺乏交流，混合性能差。通常，热敏性塑料不采用柱塞式注射成型。

②注射压力损失大 由于注射压力不能直接作用于熔料，需经未塑化的塑料传递后，熔融塑料才能经分流梭与料筒内壁的狭缝进入喷嘴，最后注入模腔，因此，该过程会造成很大的压力损失。据统计，采用分流梭的柱塞式注射机，模腔压力仅为注射压力的25%~50%。

③工艺条件不稳定 柱塞在注射时，首先对加入料筒加料区的塑料进行预压缩，然后才将压力传递给塑化好的熔料，并将头部的熔料注入模腔。由此可见，即使柱塞等速移动，但熔料的充模速度却是先慢后快，直接影响熔料在模内的流动状态。另外，每次加料量的不精确性，对工艺条件的稳定性和制品的质量也会有影响。

④注射量提高受限制 由于注射量的大小主要取决于柱塞面积和柱塞行程，因此，提高塑化能力主要依靠增大柱塞直径和柱塞行程。根据传热原理，对于热的长筒体，单位时间内从料筒壁传给物料的热量与料筒温度和物料温度之差及传热面积（即料筒内径和长度和乘积）成正比，而与料层厚度成反比，但加大料筒内径和长度都会加剧物料塑化和温度的不均匀。因此柱塞式注射成型系统的塑化能力低，从而限制了注射量的提高。柱塞式注射系统的注射量一般在  $250\text{cm}^3$  以下。

⑤料筒的清洗也较困难。

但是，由于柱塞式注射机的结构简单，在注射量较小，生产制品质量要求不太严格，附加价值低的产品生产时，还是有使用价值的。

### 1.3.3.2 螺杆式注射系统

#### (1) 结构组成

螺杆式注射系统是目前应用最为广泛的一种形式，由塑化部件、料斗、螺杆传动装置、注射油缸、注射座以及注射座移动油缸等组成，如图 1-4 所示。

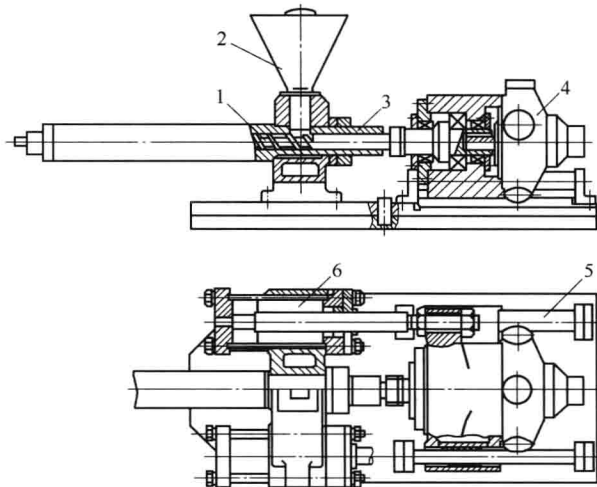


图 1-4 螺杆式注射成型机

1—螺杆 2—料斗 3—料筒 4—液压马达 5—导柱 6—注射成型油缸

#### (2) 工作原理

在螺杆式注射成型机中，物料的熔融塑化和注射成型全部都由螺杆来完成的。液压马达驱动螺杆旋转，使得塑料向前移动。在此过程中，因为外加热以及摩擦发热，塑料逐步熔融并且最终完全熔融，汇入料筒头部。料筒头部熔融塑料压迫螺杆，使其边塑化边后退，直到完成下次注射所需的塑化量。注射时，注射成型油缸推动螺杆，将熔融塑料经过喷嘴注入模具型腔。

### (3) 性能特点

与柱塞式注射系统相比，螺杆式注射系统具有以下特点：

①螺杆式注射系统不仅有外部加热器的加热，而且螺杆还有对物料进行剪切摩擦加热，因而塑化效率和塑化质量较高；而柱塞式注射系统主要依靠外部加热器加热，并以热传导的方式使物料塑化，塑化效率和塑化质量较低。

②由于螺杆式注射系统在注射时，螺杆前端的物料已塑化成熔融状态，而且料筒内也没有分流梭，因此压力损失小。在相同模腔压力下，用螺杆式注射系统可以降低注射压力。

③由于螺杆式注射系统的塑化效果好，从而可以降低料筒温度，这样，不仅可以减小物料因过热和滞流而产生的分解现象，而且还可以缩短制品的冷却时间，提高生产效率。

④由于螺杆有刮料作用，可以减小熔料的滞流和分解，所以可用于成型热敏性物料。

⑤可以对物料直接进行染色，而且清理料筒方便。

螺杆式注射系统虽然有以上许多优点，但是它的结构比柱塞式注射系统复杂，螺杆的设计和制造都比较困难。此外，还需要增设螺杆传动装置和相应的液压传动和电气控制系统。

#### 1.3.3.3 注射成型机的塑化装置

塑化装置是注射系统的重要组成部分。由于柱塞式塑化装置已经趋于淘汰，因此不作详细介绍。下面介绍螺杆式注射机的塑化装置。

螺杆式注射机的主要塑化装置包括螺杆、料筒、注射喷嘴等。

##### 1.3.3.3.1 螺杆

###### (1) 螺杆的类型

注射螺杆的类型与挤出螺杆相似，也分为结晶型和非结晶型螺杆两种。

非结晶型螺杆是指螺槽深度由加料段较深螺槽向均化段较浅螺槽过渡的过程是在一个较长的轴向距离内完成的，如图1-5(a)所示。该类螺杆主要用于加工具有较宽的熔融温度范围、高黏度的非结晶性物料，如PVC等。

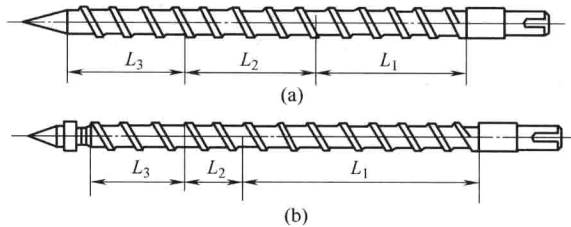


图1-5 注射成型螺杆类型

(a) 非结晶型 (b) 结晶型

结晶型螺杆指螺槽深度由深变浅

的过程是在一个较短的距离内完成的，如图1-5(b)所示。该类螺杆主要用于加工低黏度、熔点温度范围较窄的结晶性物料，如PE、PP等。

为了增加注射螺杆的适应性，在注射机中还使用一种通用螺杆，这是因为在注射成型中，由于经常更换塑料品种，拆螺杆也就比较频繁，既花劳力又影响生产，因此，虽备有多根螺杆，但在一般情况下不予更换，而通过调整工艺条件（温度、螺杆转数、背压）来满足不同物料的要求。通用螺杆的特点是其压缩段长度介于结晶型螺杆和非结晶型螺杆之间，以适应结晶性塑料和非结晶性塑料的加工需要。虽然螺杆的适应性扩大了，但其塑化效率低，单耗大，使用性能比不上专用螺杆。

###### (2) 注射螺杆的主要特征

注射螺杆与挤出螺杆很相似，但由于它们在生产中的使用要求不同，所以，相互之间

有差异。

①作用原理方面 挤出螺杆是在连续推物料的过程中将物料塑化，并在机头处建立起相当高的压力，通过成型机头获得连续挤出的制品。挤出机的生产能力、稳定的挤出量和塑化均匀性是挤出螺杆应该充分考虑的主要问题，这将关系到挤出制品的质量和产量。而注射螺杆按注射工艺过程的要求完成对固体物料的预塑和对熔料的注射这两个任务，并无稳定挤出的特殊要求，注射螺杆的预塑也仅仅是注射成型过程的一个前道工序，与挤出螺杆相比不是主要问题。

②物料受热方面 物料在注射机料筒中，除了受到在塑化时类似于挤出螺杆的剪切作用而产生的热量外，预塑后的物料因在料筒内有较长的停留时间，受到较多外部加热器的加热作用。另外，在注射成型时，物料以高速流经喷嘴而受到强烈剪切产生剪切热的作用。

③塑化压力调节方面 在生产过程中，挤出螺杆很难对塑化压力进行调节，而注射螺杆对物料的塑化压力可以方便地通过背压来进行调节，从而容易对物料的塑化质量进行控制。

④螺杆长度变化方面 注射螺杆在预塑时，螺杆边旋转边后退，使得有效工作长度发生变化。而挤出螺杆要求定温、定压、定量、连续挤出，挤出时必须是定位旋转，螺杆有效工作长度不能发生变化。

⑤塑化能力对生产能力的影晌方面 挤出螺杆的塑化能力直接影响生产能力，而注射螺杆的预塑化时间比制品在模腔内的冷却时间短，因此注射螺杆的塑化能力不是影响生产能力的主要因素。

⑥螺杆头结构形式方面 注射螺杆头与挤出螺杆头不同，挤出螺杆头多为圆头或钝头，注射螺杆头多为尖头，且头部具有特殊结构。尖形或头部带有螺纹的螺杆头如图 1-6 (a) 所示。该类螺杆头主要用于加工黏度高、热稳定性差的物料，可以防止在注射时因排料不干净而造成滞料分解现象。

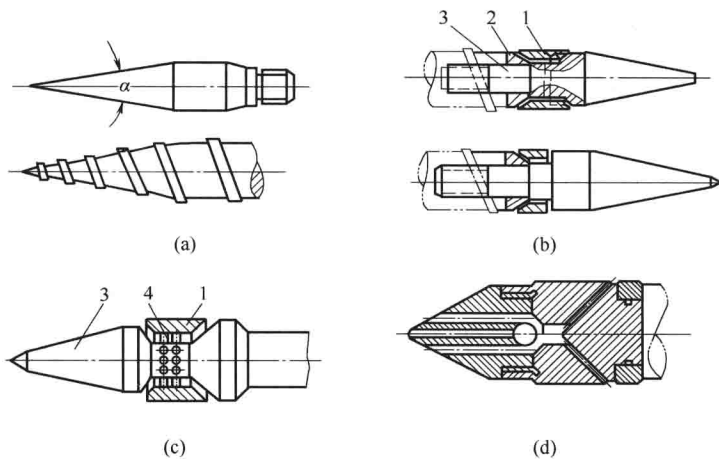


图 1-6 注射用螺杆头结构

(a) 锥形螺杆头 (b) 止逆环螺杆头 (c) 销钉形螺杆头 (d) 止逆球螺杆头  
 1—止逆环 2—环座 3—螺杆头 4—销钉



止逆环螺杆头如图 1-6 (b) 所示。对于中、低黏度的物料，为防止在注射时螺杆前端压力过高，使部分熔料在压力下沿螺槽回流，造成生产能力下降、注射压力损失增加、保压困难及制品质量降低等，通常使用带止逆环的螺杆头。止逆环螺杆头的工作原理是：当螺杆旋转塑化时，沿螺槽前进的熔料具有一定的压力，将止逆环推向前方，熔料通过止逆环与螺杆头间的通道进入螺杆头前面；注射时，在注射压力的反作用下使止逆环向后退，与环座紧密贴合，压力越高贴合越紧密，从而防止了熔料的回流。

注射机配置的螺杆一般只有 1 根，且必备基本型式的螺杆头。为扩大注射螺杆的使用范围，降低生产成本，可通过更换螺杆头的办法来适应不同物料的加工，如图 1-6 (c) 和 (d) 所示。

综上所述，注射螺杆和挤出螺杆在结构上有下列几个主要差别：

- 注射螺杆长径比和压缩比比挤出螺杆小；
- 注射螺杆均化段螺槽深度比挤出螺杆深；
- 注射螺杆加料段长度比挤出螺杆长，而均化段长度比挤出螺杆短；
- 注射螺杆头多为尖头并带有特殊结构。

### (3) 新型注射螺杆

在注射过程中，注射螺杆既要做旋转运动又要做轴向移动，而且是间歇动作的，因而注射螺杆中物料的塑化过程是非稳定的。其次，螺杆在注射时螺槽中产生较大的横流和倒流。这都是造成固体床破碎比挤出机更早的原因。由挤出过程可知，破碎后的固体碎片被熔料包围，不利于熔融。根据注射过程的特点，注射螺杆的均化段不像挤出螺杆那样要求获得稳定的熔体输送，而是对破碎后的固体碎片进行混炼、剪切，促进其熔融。普通注射螺杆难以完成这一任务。

近年来，由于注射机合模力的下降，普遍要求对原来注射机的加工能力作相应提高，即在不改变合模力的情况下提高螺杆的注射量和塑化能力。为此，在研制新型挤出螺杆的基础上，经过移植，研制出了很多适应加工各种物料特殊形式的注射螺杆，如波状型、销钉型、DIS 型、屏障型的混炼螺杆、组合螺杆等。它们是在普通螺杆的均化段上增设一些混炼剪切元件，对物料能提供较大的剪切力，而获得熔料温度均匀的低温熔体，这样不仅可制得表面质量较高的制品，同时节省能耗，得到较大的经济效益。图 1-7 中所示的是

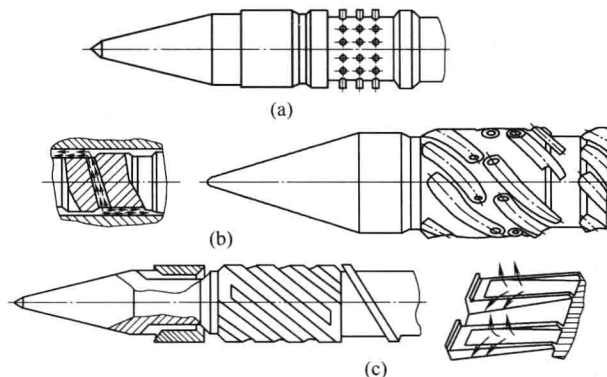


图 1-7 注射成型螺杆上常用的混炼剪切元件  
(a) 销钉混炼型 (b) DIS 混炼型 (c) 屏障剪切型