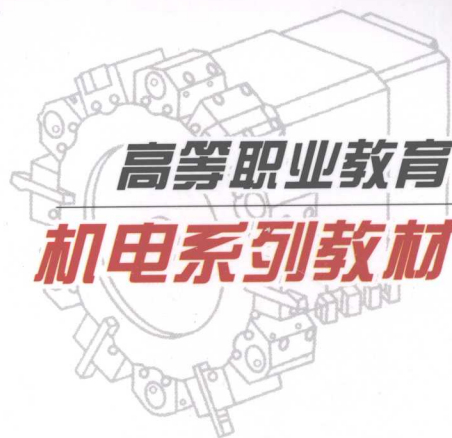




冲压与 塑压设备

■ 王浩钢 主编 ■ 李海平 副主编 ■ 程贵生 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等职业教育机电系列教材

冲压与塑压设备

王浩钢 主 编

李海平 副主编

程贵生 主 审

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压与塑压设备 / 王浩钢主编. —北京: 人民邮电出版社,
2008.6

高等职业教育机电系列教材

ISBN 978-7-115-17814-5

I. 冲… II. 王… III. ①冲压机—高等学校: 技术学校—教材②塑料成型加工设备—高等学校: 技术学校—教材
IV. TG385.1 TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 032407 号

内 容 提 要

本书为适应高职高专院校模具类专业的教学需要而编写。全书共分 5 章, 主要内容有: 绪论、塑料注射成型机、通用压力机、液压机、其他成型设备等。本书各章设有思考题, 便于学生更好地掌握所学内容。

本书可作为高职高专、技师学院、高级技工学校模具类专业教材, 也可作为成人教育和职工培训教材, 并可供相关技术人员参考。

高等职业教育机电系列教材

冲压与塑压设备

-
- ◆ 主 编 王浩钢
副 主 编 李海平
主 审 程贵生
责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 9.25
字数: 222 千字
印数: 1—3 000 册
 - 2008 年 6 月第 1 版
2008 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17814-5/TN

定价: 18.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

前 言

本书根据作者长期工程实践和教学工作的经验编写而成。在内容的安排上,大胆取舍并注重创新,与过去同类教材相比,重点突出,仅挑选了在模具企业中应用最为广泛的设备型号,深入浅出地讲解了设备的工作原理、结构、维护等内容,并且补充了模具专业学生需要掌握的工厂实践内容,以达到能真正提高高职高专、技师学院的模具专业学生的技能水平。

本书突出职业教育特色,以增强应用性、加强能力与素质培养为指导,根据工程实践对设备知识与操作能力的要求和学科自身规律,突破传统专业教材的框框,建立了新的教学内容体系。本书第1章介绍了冲压塑压设备的发展概况和这门课程的学习方法,第2章介绍了注塑机的工作原理、结构、使用及维护,第3章介绍了通用曲柄压力机的工作原理、结构、使用及维护,第4章介绍了液压机的工作原理和基本结构,并重点介绍了液压机在冲压和塑压设备中的应用,最后一章介绍了企业中应用比较广泛的其他成型设备。本书注意贯彻最新国家标准,内容翔实,重点突出。

本书在讲授时,可根据实际情况将内容作适当增减,学时数控制在40学时左右。本课程需要4学时以上的实习,以掌握设备的工作原理、使用与维护要求、模具与设备的装配关系,真正掌握模具设备专业知识。

本书可作为职业技术学院模具专业的主干专业课程教材,也可作为职工大学、职业大学、技师学院、高级技工学校等相关专业教材,并可供从事模具制造专业的工程技术人员参考。

本书由河南工业大学王浩钢老师任主编,李海平老师任副主编,平顶山工业职业技术学院吕恒志老师、鹤壁职业技术学院孟亚峰老师、开封大学朱要峰老师等参加编写。全书由王浩钢、吕恒志两位老师负责统稿工作。

本书由鹤壁职业技术学院程贵生教授主审,郑州铁路职业技术学院吴新佳老师参加了审稿会,并认真审阅了书稿,对教材的体系和内容提出了许多宝贵意见,在此向他们表示衷心的感谢。本书在编写过程中,得到了安阳工学院赵成刚老师、郑州参数技术有限公司魏斌老师的大力支持与帮助,在此一并致谢!

高等职业院校模具专业教学改革是一项长期而又艰苦的工作,目前仍处于探索阶段,如果本书的出版能对高等职业院校专业教学改革工作起一点作用,那将是我们最大的欣慰。由于编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 冲压和塑料成型机械发展概况	1
1.2 冲压机械和塑料成型机械分类	2
1.3 本课程的学习要求	3
思考题	3
第2章 塑料注射成型机	4
2.1 概述	4
2.1.1 注射机的工作原理	4
2.1.2 注射机的结构组成	4
2.1.3 注射机的工作过程	5
2.1.4 注射机的分类	6
2.1.5 注射机的技术参数及型号	9
2.2 注射装置	15
2.2.1 注射装置的类型	15
2.2.2 注射装置的主要零部件	19
2.3 合模装置	27
2.3.1 合模装置的形式	27
2.3.2 调模装置	32
2.3.3 顶出装置	34
2.4 注射机的使用及维护	35
2.4.1 注射机的使用	35
2.4.2 注射机的安全措施	37
2.4.3 注射机的维护	38
思考题	39
第3章 通用压力机	40
3.1 概述	40
3.1.1 通用压力机的工作原理及结构组成	40
3.1.2 通用压力机的分类及型号	41
3.1.3 通用压力机的技术参数	44
3.2 曲柄滑块机构	47
3.2.1 曲柄滑块机构的运动分析和许用负荷曲线	47

3.2.2 曲柄滑块机构的结构	50
3.2.3 连杆及装模高度调节机构	53
3.2.4 滑块与导轨	57
3.3 离合器和制动器	60
3.3.1 刚性离合器	60
3.3.2 摩擦离合器—制动器	65
3.3.3 带式制动器	66
3.4 附属装置	68
3.4.1 过载保护装置	68
3.4.2 拉深垫	70
3.4.3 推料装置	72
3.4.4 滑块平衡装置	74
3.4.5 移动工作台	74
3.5 压力机的选择与使用	76
3.5.1 压力机的选择	76
3.5.2 压力机的正确使用与维护	78
3.5.3 模具的安装与调整	80
思考题	80
第4章 液压机	81
4.1 概述	81
4.1.1 液压机的工作原理	81
4.1.2 液压机的特点	81
4.1.3 液压机的分类	82
4.1.4 液压机的技术参数及型号	85
4.2 液压机的结构	88
4.2.1 本体部分	88
4.2.2 动力部分——高压泵	90
4.2.3 操纵及液压系统	90
4.3 冲压液压机	93
4.3.1 双动拉深液压机	93
4.3.2 单动薄板冲压液压机	96
4.3.3 汽车纵梁冲压液压机	96
4.4 塑料液压机	97
4.4.1 塑料液压机的分类	98
4.4.2 塑料制品液压机的主要技术参数	99
4.4.3 塑料液压机的液压传动系统	100
思考题	101

第5章 其他成型设备	102
5.1 塑料挤出机	102
5.1.1 塑料挤出机的工作原理及特点	102
5.1.2 塑料挤出机的分类及主要技术参数	103
5.1.3 塑料挤出机的典型结构	105
5.2 高速自动压力机	108
5.2.1 高速自动压力机的工作原理及特点	108
5.2.2 高速自动压力机的分类及主要技术参数	109
5.2.3 高速自动压力机的典型结构	110
5.3 板料多工位压力机	111
5.3.1 板料多工位压力机的工作原理及特点	111
5.3.2 板料多工位压力机的分类及主要技术参数	113
5.3.3 板料多工位压力机的典型结构	114
5.4 双动拉深压力机	117
5.4.1 双动拉深压力机的工作原理及特点	117
5.4.2 双动拉深压力机的分类及主要技术参数	118
5.4.3 双动拉深压力机的典型结构	119
5.5 数控冲模回转头压力机	124
5.5.1 数控冲模回转头压力机的工作原理及特点	124
5.5.2 数控冲模回转头压力机的分类及主要技术参数	125
5.5.3 数控冲模回转头压力机的典型结构	126
5.6 冷挤压压力机	128
5.6.1 机械式冷挤压压力机的工作原理及特点	128
5.6.2 机械式冷挤压压力机的分类及主要技术参数	130
5.6.3 机械式冷挤压压力机的典型结构	130
5.7 压铸机	133
5.7.1 几种压铸机的工作原理及特点	133
5.7.2 压铸机的分类及主要技术参数	135
5.7.3 压铸机的典型结构	137
思考题	140
参考文献	141

第1章 绪 论

1.1 冲压和塑料成型机械发展概况

冲压和塑料成型机械分别是指材料冲压成型加工和塑料成型加工所用的设备。●冲压成型加工以金属材料为主,在常温下利用金属的塑性特性,在冲压机械上通过冲压模具成型金属零件。塑料成型加工利用以树脂为主要成分的高分子聚合物(即塑料),在一定温度和压力下具有可塑性的特性,在塑料成型机械上通过塑料模具成型塑料制件。采用冲压工艺生产的产品具有效率高、品质好、耗能低和成本低的优点,这种无切削加工工艺越来越多地替代切削、焊接和其他工艺。冲压机械在机床中占的比例也越来越大。各种塑料特别是工程塑料的发展,使塑料在工业产品与生活产品中获得了广泛的应用,以塑料替代金属的情况很广泛,适用于不同塑料成型工艺方法的各种塑料成型机械得到了迅速发展。

我国的冲压和塑料成型机械的生产,在生产品种、数量、质量和技术水平上发展迅速,基本上能满足国内生产需要,通过引进、消化、吸收国外先进技术,形成了一套从研究开发到生产的完整体系,从而接近国际先进水平。1991年,以济南铸锻机械研究所为首的8家单位在天津建成了我国第一条板材加工柔性制造体系(FMS),该系统由冲孔单元、剪切单元、仓库单元、中心计算机控制室和后援设备组成,标志着我国板材冲压加工技术进入了国际先进行列。数控冲压机械也有新的突破,济南铸锻机械研究所研制开发的J92K—25数控冲模回转头压力机,是我国第一台自行研制的数控压力机。上海第二锻压机床厂又相继开发了J92K—30型数控冲模回转头压力机,哈尔滨锻压机床厂和国外联合研制了400kN数控冲压加工中心,另外,数控激光切割机、数控剪板机、数控板料折弯机和数控辗环机相继开发成功。济南第二机床厂研制的J47—1250/2000型闭式四点双动压力机是目前我国规格最大、技术水平最高的双动拉深压力机,是国产轿车生产急需的关键冲压机械。过去我国的高速自动压力机依靠进口,济南铸锻机械研究所首次开发了DS—048型600kN高速自动压力机,滑块行程次数为120~400次/分,可无级调速。

近年来,塑料成型技术与成型机械的配合更为紧密。塑料及成型技术的不断提高以及高性能化,要求成型加工机械及周边机械与其配套,而加工机械的进步又促进成型加工技术的进步,近20年来塑料成型机械朝着微型化、超大型化和自动化发展。德国有注射量为0.1g的微型塑料注射机,可生产0.05g的塑料制件,我国开发了注射量为0.1g的微型塑料注射机,可生产0.1g的塑料制件,法国有注射量为17000g的超大型塑料注射机,我国宁波海天集团股份有限公司开发生产了国内最大的HTF3600X/1g塑料注射机,注射量为51460g。近

几十年来，以微电子技术为中心的控制技术和检测技术的发展，给冲压和塑料成型机械的发展提供了良好的基础。另外，随着国际和国内大市场的形成和发展，出现了空前的产业结构和产品结构的大调整和大发展。综合十余年来国内外冲压和塑料成型机械的发展，可看出下述发展趋势。

(1) 数控成型机械将迅速发展。

自数控技术进入冲压和塑料成型机械以来，数控成型机械所占比重不断扩大，数控技术水平也会不断提高，使成型机械能进行复杂的程序控制、自动调整和自动检测，从而改变成型机械的结构和性能，扩大成型机械的加工范围，提高加工质量和加工效率，使成型机械的整体技术水平得到提高。

(2) 高速精密成型机械的水平将不断提高。

以高速自动压力机为代表的冲压成型设备的高速化水平将不断提高，其应用范围也会逐渐扩大，有从中小型设备扩大到大中型设备、有冲裁用加工扩展到其他成型加工的趋势。高速压力机的精度也将提高，同时要求成型机械有更好的刚性，运动机构有更好的平衡性能，导向机构有更好的导向精度。

(3) 传统成型技术和新的成型技术进一步结合。

随着激光加工技术和等离子加工技术的发展和提高，其将与传统的冲压成型技术进一步结合，充分发挥各自的特点和优势，使生产效率和生产经济不断提高，并通过计算机技术控制使自动化程度得到提高。

(4) 成型柔性制造系统大有前途。

将自动化技术、数控技术和机器人技术与板料冲裁、弯曲加工相结合，出现了板材加工柔性系统(FMS)。在计算机的控制和管理下，该系统能根据生产需要，以最短的生产周期和最小的物耗，生产出最优质的产品，现已在开关、电器、仪表和计算机产品的板材零件生产中得到了很好的应用。目前，世界各国都在大力研究和开发成型柔性制造系统，它将极大地改善冲压工作条件和工作方式。

1.2 冲压机械和塑料成型机械分类

冲压机械的类型很多，以适应不同的冲压工艺要求。在我国锻压机械的八大类中，它就占了一半以上。为表述得简明和系统，现将我国锻压机械的分类和冲压机械的名称代号列于表 1-1 中，其中应用最广泛的是电动机械压力机中的曲柄压力机、摩擦压力机等，其次是液压机。

表 1-1 锻压机械分类代号

序 号	类 别 名 称	汉语简称及拼音	拼 音 代 号
1	机械压力机	机 Jj	J
2	液压机	液 Ye	Y
3	自动锻压机	自 Zi	Z
4	锤	锤 Chui	C
5	锻机	锻 Duan	D

续表

序 号	类 别 名 称	汉语简称及拼音	拼 音 代 号
6	剪切机	切 Qie	Q
7	弯曲	弯 Wan	W
8	其他	他 Ta	T

塑料成型机械的类型也很多，可以说有多少种成型方法，相应地就有多少种成型机械，如有各种模塑成型机械和压延机等。塑料成型机械包括挤出机、注射机、浇铸机、真空成型机、液压机等。在生产中最常用的是挤出机和注射机，其次是液压机和压延机。挤出成型生产的制品量常占首位（占整个塑料制品总产量的一半以上），注射成型生产的制品量占 25%~30%。就成品机械而言，注射机的产量最大。据统计，近 10 年来全世界注射机的产量增加了 10 倍，每年生产的台数约占整个塑料机械产量的 50%，是塑料机械生产中增长最快、生产量最多的机种。

1.3 本课程的学习要求

冲压和塑料成型机械课程是模具设计与制造专业的主要必修课之一，它是在学完机械原理、机械零件和液压传动等课程的基础上，与冲压工艺与模具设计、塑料成型工艺与模具设计等专业课程相配套、衔接讲授的专业课。本课程所介绍的冲压和塑料成型机械为冲压工艺冲压模具及塑料成型工艺塑料模具所涉及的成型设备，另外也介绍了部分与专业培养目标相接近的成型设备。

本课程是为成型工艺和模具设计配套的，要求学生了解设备的工作原理过程，掌握设备的主要结构、技术参数、设备的特点和用途，能够根据成型工艺模具结构等因素正确选用设备，调整和使用设备，正确地设计模具，保证成型制件的质量和生产效率，提高学生对模具的综合设计水平和使用能力。本课程以通用压力机、万能液压机和热塑性塑料注射成型机为主，同时考虑现代工业的发展及新技术、新工艺的推广应用，还介绍一些专用、先进和精密成型设备的基本结构、特点、性能和技术参数，如高速自动压力机等。

本课程的基本要求简述如下。

(1) 熟悉、了解常用冲压和塑料成型机械的工作原理，掌握设备的工作过程、规格、技术参数和主要结构的构成；掌握主要机械与模具的关系，能根据工艺要求合理选择机械设备。

(2) 根据工艺要求和机械说明书，能正确使用、调整和维护主要机械设备，具有分析和排除一般故障的能力。

(3) 理解部分专用、先进和精密机械的工作原理、结构特点和性能，能正确选用机械设备。

思 考 题

1. 简述冲压机械和塑料成型机械的种类。
2. 简述冲压与塑压设备的发展概况。

第2章 塑料注射成型机

2.1 概 述

2.1.1 注射机的工作原理

塑料注射成型机（简称注射机）是塑料成型加工的主要设备之一，它的成型原理是将已经完成塑化的熔融状态的塑料（即粘流态塑料），在压力作用下注射入模腔内，经冷却定型后而获得塑料制品。

注射机主要用于热塑性塑料成型，近年来也已成功地用于某些热固性塑料成型。由于它能一次成型出形状复杂、尺寸精确、表面质量很高的制品，生产率高，对不同性质塑料的加工具有较强的适应性，还能生产带镶嵌件以及添加填料的改性塑料制品，并便于实现自动化等一系列优点，所以注射成型工艺和注射机得到了广泛应用。注射机是目前塑料成型设备中，数量增长最快、产量最多、应用最广的塑料成型设备，而且正朝着大型、精密、微型、高速、自动化、节能等方向发展。

2.1.2 注射机的结构组成

注射成型时，每一个工作循环中注射机需完成塑化、注射和成型 3 个基本过程。因此，一台普通型的注射机主要由注射装置、合模装置、液压传动和电气控制系统等组成，如图 2-1 所示。

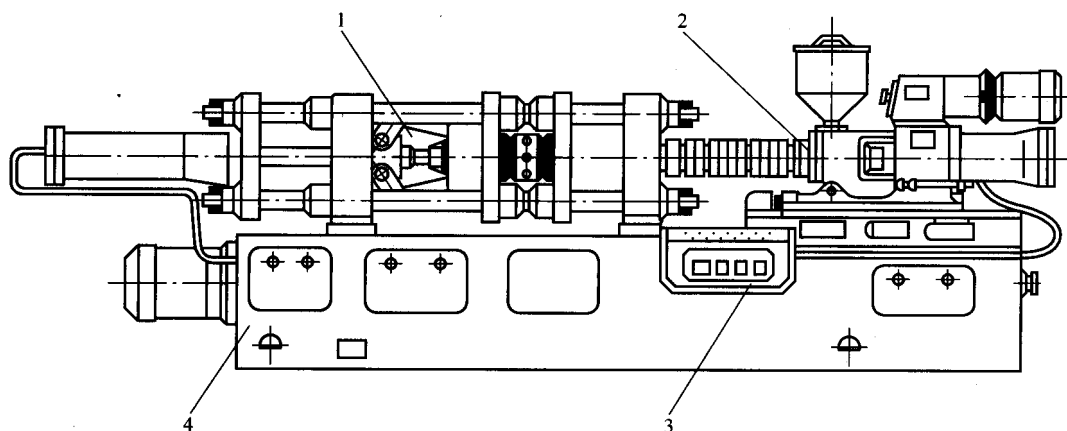


图 2-1 往复螺杆式注射机的组成

1—合模装置；2—注射装置；3—电气控制系统；4—液压系统

(1) 注射装置：将各种形态的塑料均匀地熔融塑化，并以足够的压力和速度将一定量的熔料注射到模具的模腔内，当熔料充满模腔后，仍需保持一定的压力和作用时间，使其在合适压力作用下冷却定型。

(2) 合模装置：实现模具的开合并锁紧，以保证注射时模具能可靠地合紧，以及完成模具的开启和脱出制品的动作。

(3) 液压传动和电气控制系统：保证注射机按工艺过程的动作程序和预定的工艺参数（压力、速度、温度、时间等）的要求准确有效地工作，二者有机地配合，对注射机提供动力和实现控制。

2.1.3 注射机的工作过程

尽管注射机的类型很多，但其完成注射成型的基本过程是相同的。下面以目前应用最广的螺杆式注射机为例，阐述其工作过程，如图 2-2 所示。

1. 合模与锁紧

注射成型机的成型周期一般自模具开始闭合时算起。模具首先以低压进行快速闭合，当动模与定模很接近时，合模的动力系统自动切换成低压（即试合模压力）、低速，在确认模内无异物存在时，再切换成高压低速而将模具锁紧。

2. 注射装置前移

注射座移动液压缸工作使注射装置前移，保证喷嘴与模具主流道入口以一定的压力贴合，为注射阶段做好准备。

3. 注射与保压

完成上述两个工作过程后，便可向注射液压缸接入压力油。于是与液压缸活塞杆相接的螺杆，便以高压高速将头部的熔料注入模腔。熔料充满模腔后，要求螺杆对熔料还需保持一定的压力，以防止模腔内的熔料回流，并向模腔内补充因制品冷却收缩所需的物料。保压时，螺杆因补缩会有少量的前移。

4. 制件冷却与预塑化

当保压进行到模具内熔料失去从浇口回流的可能性时（即浇口封闭），注射液压缸内的保压压力即可卸去（此时合模液压缸内的高压也可卸去），使制件在模腔内冷却定型。为缩短成型周期，制件冷却的同时螺杆传动装置工作，带动螺杆转动，使料斗内的塑料经螺杆向前输送，在料筒加热系统的外加热和螺杆的剪切、混炼作用下，使塑料逐渐依次熔化，由螺杆输送到料筒的端部，并产生一定的压力。这个压力是根据所加工的塑料、调节注射机液压系统的背压阀和克服螺杆后退的运动阻力建立的，统称为预塑背压，其目的是保证塑料的塑化质量。由于螺杆不停地转动，故熔料也不断地向料筒端部输送，螺杆端部产生的压力迫使螺杆连续向后移动，当后移一段距离后，料筒端部的熔料足以满足下次注射量时螺杆停止转动和后移，这就是常说的计量。由于制件冷却和预塑同时进行，故一般情况下，要求螺杆预塑时间要少于制件冷却时间，以免影响成型周期。

5. 注射装置后退

注射装置是否后退可根据所加工塑料的工艺而定，有的在预塑后退回，有的在预塑前退回，有的注射装置根本不退回。如热流道模具，注射装置一般不退回。注射装置退回的主要目的是避免喷嘴与冷模长时间接触产生喷嘴内料温过低，影响下次注射和制件质量，另一

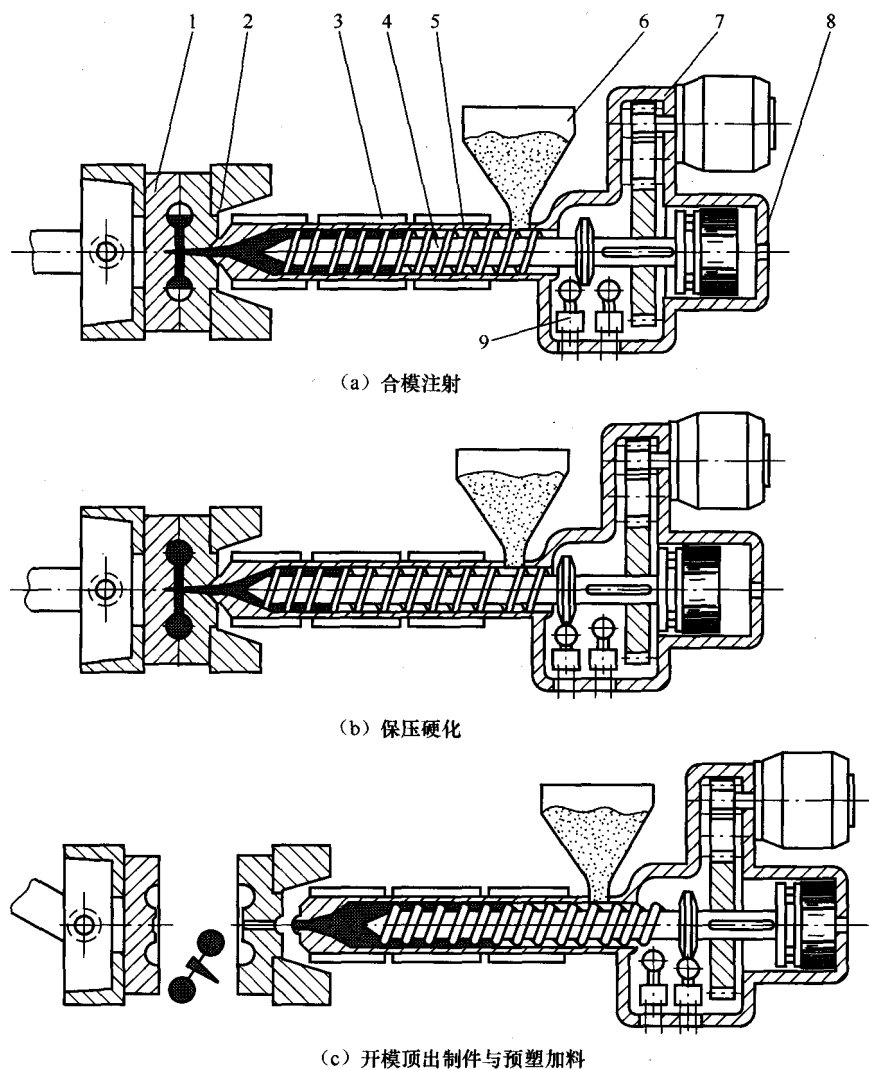


图 2-2 螺杆式注射机的基本程序

1—模具；2—喷嘴；3—加热圈；4—料斗；5—螺杆传动装置；6—注射液压缸；
7—行程开关；8—螺杆；9—料筒

方面，有时为了便于清料，常使注射装置退回。

6. 开模与顶出制件

模具内的制件冷却定型后，合模机构就开启模具。在注射机的顶出系统和模具的推出机构的联合作用下，将制件自动推出，为下次成型做好准备。

图 2-3 所示为注射机的工作循环原理图。

2.1.4 注射机的分类

随着注射成型工艺的应用范围不断扩大，注射机的类型也不断增多，尤其是近 20 年来注射机发展很快，虽然目前对注射机的分类尚无统一的方法和标准，但在实际工作中，根据需要有多种多样的分类方法。

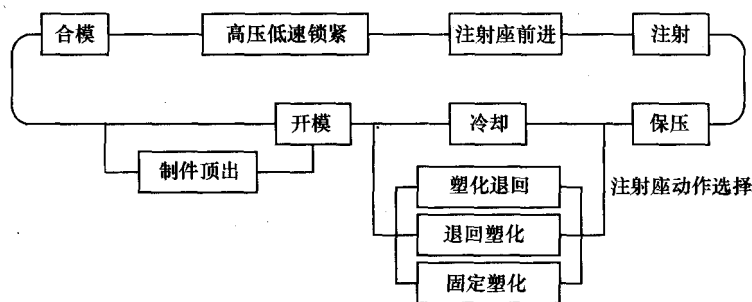


图 2-3 注射机的工作循环原理图

按注射机的加工能力分为超小型（注射量和锁模力分别小于 30cm^3 和 400kN ）、小型（注射量 $60\sim 500\text{cm}^3$ ，锁模力 $400\sim 3\,000\text{kN}$ ）、中型（注射量 $500\sim 2\,000\text{cm}^3$ ，锁模力 $3\,000\sim 6\,000\text{kN}$ ）、大型和超大型（注射量和锁模力分别大于 $2\,000\text{cm}^3$ 和 $8\,000\text{kN}$ ）注射机。

按机器的传动方式分为液压式、机械式和液压—机械（连杆）式注射机。

按塑化和注射方式分为柱塞式、螺杆式和螺杆塑化柱塞注射式注射机。

按操作方式分为自动、半自动和手动注射机。

按注射机的用途分为加工一般塑料和一般制品的通用注射机和专用注射机（如玻璃纤维增强塑料注射机、发泡塑料注射机、热固性塑料注射机等）。

目前比较普遍按机器外形特征分类，主要是根据注射和合模装置的排列方式分为如下几种形式。

1. 卧式注射机

如图 2-4 (a) 所示，卧式注射机的注射装置与合模装置的轴线呈一线水平排列。其优点是：机身低，便于操作和维修，机器重心低，安装稳定性好；制品顶出后可利用其自重作用而自动下落，容易实现自动操作。缺点是：模具的安装和嵌镶件的安放比较麻烦；占地面积较大。这种类型对于大、中、小型注射机都适用，是最常见的，也是目前国内外大、中型注射机广泛采用的形式。

2. 立式注射机

如图 2-4 (b) 所示，立式注射机的注射装置与合模装置的轴线呈一线垂直排列。其优点是：占地面积小；模具的装拆和嵌镶件的安放都较方便；料斗中的物料能比较均匀地加入到料筒进行塑化。缺点是：制品自模具顶出后常需用手或其他方法将其取出，不易实现自动化操作；由于机身高，机器重心和料斗都高，以致机器的稳定性较差，维修和加料也不方便。这种类型的注射机多为注射量在 60cm^3 以下的小型注射机。

3. 角式注射机

角式注射机是介于卧式和立式之间的一种形式，它的注射装置与合模装置的轴线互相垂直排列，注射装置的轴线与模具的分界面同处于同一平面上，其布置有两种形式，如图 2-4 (c)、(d) 所示。这种类型注射机的优缺点介于卧式和立式注射机之间。由于注射成型时熔料是从模具的侧面进入模腔，因此它特别适用于加工中心部分不允许留有浇口痕迹的制品。

4. 多模转盘式注射机

如图 2-5 所示，多模转盘式注射机是一种多工位操作的特殊注射机，它的注射装置和合模装置与一般卧式注射机相似，而合模装置采用转盘式结构，多副模具围绕转盘转动。工作

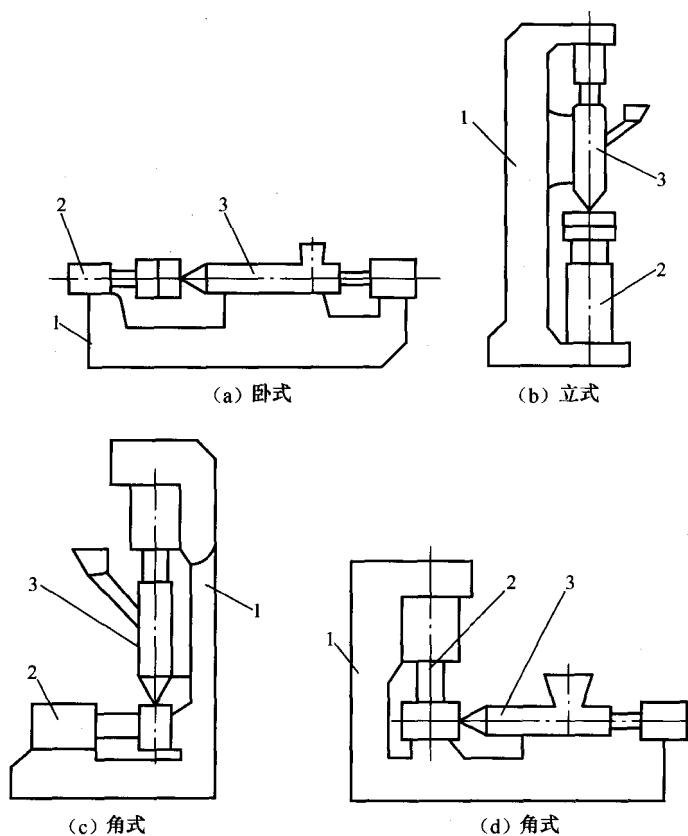


图 2-4 注射机的类型

1—机身；2—合模装置；3—注射装置

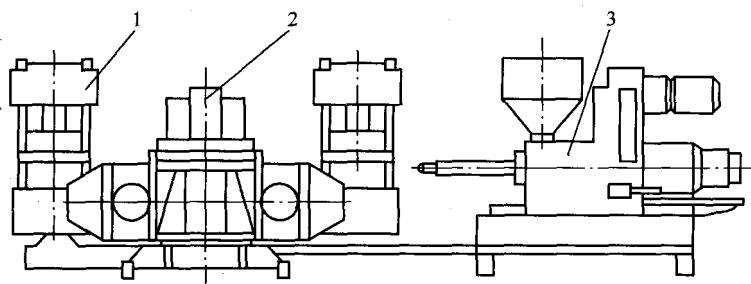


图 2-5 多模转盘式注射机

1—合模装置；2—转盘机构；3—注射装置

时，一副模具与注射装置的喷嘴接触，注射保压后随着转台的转动而离开，在另外工位上进行冷却和定型，（与此同时，另一副模具转入注射工位），然后再转过一定角度实现开模取出制品，其他工位可进行安放嵌镶件、喷脱模液、合模等工序，如此依次周而复始地进行操作。这种注射机的主要优点是充分发挥了注射装置的塑化能力，大大缩短生产周期，提高机器的生产效率，因此特别适合于冷却时间长或因安放嵌镶件需要较多辅助时间的大批量的制品生产，如旅游鞋生产、注射中空吹塑制品成形等。其缺点是合模系统比较复杂且庞大，锁模力有限，也不容易进一步提高。

2.1.5 注射机的技术参数及型号

注射机的主要技术参数有注射量、注射压力、注射速度、塑化能力、锁模力、移模速度、合模装置的基本尺寸、空循环时间等，这些参数是设计和选用注射机的依据。其中注射量和锁模力是反映注射机的加工范围和加工能力的大小，通常用来表示注射机的规格型号。

1. 注射机的技术参数

(1) 注射量。

注射量又称公称注射量，它是指注射机在对空注射的条件下，注射螺杆或柱塞作一次最大注射行程时所能达到的注射量。注射量的单位一般有两种表示方法：一种是以熔料的容积“ cm^3 ”为单位表示，与原料的密度无关，比较方便，所以我国生产的注射机多用这种方法表示；另一种是以聚苯乙烯熔料的质量“ g ”为单位表示，以便于比较。注射量是表明注射机生产塑料制品能力的重要标志，故常用来表示注射机的规格。

根据注射机注射量的定义，公称注射量应为

$$V_c = \frac{\pi}{4} D_s^2 s$$

式中： V_c ——公称注射量， cm^3 ； D_s ——螺杆或柱塞的直径， cm ； s ——螺杆或柱塞的最大行程， cm 。

该式说明，理论上直径为 D_s 的螺杆移动 s 距离，应当射出 V_c 的注射量，但是在注射时少部分熔料在压力作用下回流，以及为保证塑化质量和在注射完毕后保压时补缩的需要，故实际注射量要小于理论注射量，为描述二者的差别，引入射出系数 α ：

$$V = \alpha V_c = \alpha \frac{\pi}{4} D_s^2 s$$

式中： V ——实际注射量， cm^3 ； α ——射出系数。

影响射出系数的因素很多，如螺杆的结构和参数、注射压力和注射速度、背压的大小、模具的结构和制件的形状、塑料的特性等。所以在实际使用中，射出系数并非是一个恒定的数值，而是通常在 0.7~0.9 之间变化。选择设备时，实际注射量应为注射机理论注射量的 25%~70% 为宜。

(2) 注射压力。

注射压力是指螺杆（或柱塞）施加于料筒中熔料单位面积上的力，它用来克服熔料从料筒流经喷嘴、浇道和模腔时的流动阻力，使熔料充满模腔，以及使制品具有一定的致密度。

注射压力的选取很重要。注射压力过高，制品可能产生毛边和脱模困难，影响制品表面粗糙度，制品应力较大，甚至造成废品。注射压力过低，则熔料不易充满模腔。影响注射压力选取的因素很多，如塑料的性能、制品的形状和精度要求、喷嘴和模具的结构、模具的温度等。由于影响注射压力的因素多而复杂，目前还没有准确的计算方法，而是依靠积累的实践经验，根据实际情况分析决定。根据塑料的性能，目前对注射压力的使用情况可大致分为以下几类。

- ① 注射压力小于 70MPa，用于加工流动性好的塑料，且制件形状简单，壁厚较大。
- ② 注射压力为 70~100MPa，用于加工塑料粘度较低，形状、精度要求一般的制件。
- ③ 注射压力为 100~140MPa，用于加工中、高粘度的塑料，且制件的形状、精度要求

一般。

④ 注射压力为 140~180MPa，用于加工较高粘度的塑料，且制件壁薄或不均匀、流程长、精度要求较高。对于一些精密塑料制件的注射成型，注射压力可用到 230~250MPa。

选择设备时，要考虑所需的注射压力是否在注射机的理论注射压力范围内。为满足加工不同塑料和各种结构制品的要求，一般注射机都配备有不同直径的螺杆（或柱塞）和料筒，这样不仅可以通过调节供油压力，还可以通过更换螺杆（或柱塞）和料筒的办法来改变注射压力。

(3) 注射速度、注射速率与注射时间。

注射速度是指螺杆或柱塞的移动速度；注射速率是指将公称注射量的熔料在注射时间内注射出去，单位时间内所能达到的体积流率；而注射时间则是指螺杆（或柱塞）射出一次注射所需要的时间。它们三者之间的关系为：

$$v = \frac{s}{\tau}$$
$$q = \frac{Q}{\tau}$$

式中： v ——注射速度，mm/s； s ——注射行程，即螺杆（或柱塞）的移动距离，mm； τ ——注射时间，s； q ——注射速率，mm³/s； Q ——注射量，cm³。

上述参数的选择恰当与否直接影响到制品的质量和机器的生产率。例如，注射速度过慢，熔料不易充满模腔或制品形成接缝，特别是对加工软化温度较窄的结晶型塑料和薄壁制品时影响更大；注射速度过快，则塑料熔体流经喷嘴等处时，由于产生大量摩擦热易使塑料产生过热分解和变色，以及排气不良或在排气口处由于气体急剧被压缩产生过热而烧灼制品等缺陷。因此，在选定注射速度时，要考虑到熔料的粘度、制品的结构、模具的温度、浇口尺寸等。

近年来注射速度有不断提高的趋势，因为提高注射速度不仅缩短了成型周期、减少制品的尺寸公差，而且能在较低的模温下获得优质的制品。尤其是在注射成型各种薄壁长流程制品的低发泡塑料制品时，高的注射速度是获得优质制品的先决条件。而且要求在注射过程中可进行程序控制，实现所谓“分级注射”以对熔料充模时的流动状态实现控制。根据国外文献介绍的不同规格注射机的注射时间如表 2-1 所示。

表 2-1 注射量与注射时间的关系

注射量/cm ³	125	250	500	1000	2000	4000	6000	10000
注射速率/(cm ³ ·s ⁻¹)	125	200	333	570	890	1330	1600	2000
注射时间/s	1	1.25	1.5	1.75	2.25	3	3.75	5

(4) 锁模力。

锁模力是指注射机的合模装置对模具所能施加的最大夹紧力。注射时熔料进入模腔后仍有较大的压力，它促使模具从分型面处胀开。为了平衡熔料的压力、夹紧模具、保证制件的精度，注射机合模机构必须有足够的锁模力。锁模力同注射量一样，也是反映注射机所能塑料制品大小的重要参数，所以有的国家采用最大锁模力作为注射机的规格标称。

锁模力大小的选择主要决定于模腔压力和制品的最大成型面积。模腔压力由注射压力传