

最新统一编写

塑料行业职业技能培训教材

# 塑料注塑工

◎ 主 编 胡凡启  
◎ 副主编 吴华财 李 玲



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

最新统一编写  
塑料行业职业技能培训教材

# 塑料注塑工

主 编 胡凡启

副主编 吴华财 李 玲



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书系统介绍了塑料注射成型技术原理、塑料注射成型机、塑料注射成型模具、塑料注射成型材料、塑料注射成型工艺、塑料注射成型作业、塑料注射成型质量控制、塑料注射成型机的维护和安全生产等内容。本书遵循“系统、重点、简单、实用”的原则，并附有大量实际案例，期望达到快速提高注塑一线职工的理论知识与操作技能的目的。

本书适用于企业注塑生产一线操作工人和检验人员，以及从事注塑生产的技术人员和管理人员。

### 图书在版编目（CIP）数据

塑料注塑工 / 胡凡启主编. — 北京：中国水利水电出版社，2009.12

最新统一编写塑料行业职业技能培训教材

ISBN 978-7-5084-7124-2

I. ①塑… II. ①胡… III. ①注塑—技术培训—教材  
IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第242891号

书 名	最新统一编写塑料行业职业技能培训教材 <b>塑料注塑工</b>
作 者	主 编 胡凡启 副主编 吴华财 李 玲
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9印张 213千字
版 次	2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	<b>18.00元</b>

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 本书编写委员会名单

名誉主编 于卫星

主 编 胡凡启

副主编 吴华财 李 玲

编 委 翁水茂 岑洋晖 延克雄 管后庭

柳爱新 赖禹平 杨新定 周 华

编 辑 李 玲

# 序言

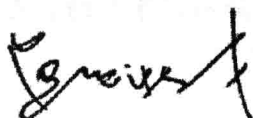
浙江宁波已成为当前国内塑料工业最为发达的地区之一，是国内最大的塑料原料生产与交易、塑料制品加工与开发、塑料展会与信息发布、塑料机械制造与塑料模具开发等基地。塑料产业在宁波工业总产值超百亿行业中位居第三，是宁波市的重点产业。2008年度，宁波800多家规模以上塑料加工企业创造了380多亿元的产值，其中上亿产值的企业超过30家。

但是，从目前情况来看，宁波市塑料行业和企业普遍存在由于技能型人才短缺，以及大量外来务工人员的知识水平和操作技能不能适应形势发展的需要，从而导致的产品质量不高、生产效益低下、增长方式粗放、创新改善能力不强等问题，尤其是生产一线的车间主任、班组长、工艺技术员、质量检验员等关键岗位人员缺乏专业培训渠道，致使企业学习力和内生力明显不足，竞争力偏弱，严重制约着企业的转型和产品升级换代。随着市场竞争的日益激烈，尤其是在世界范围内金融危机的影响下，企业内部管理的压力越来越大，技术工人的作用也显得越来越重要，培养一支创新型、知识型、技术型的劳动队伍，为提升企业的创新能力和竞争能力打好坚实基础，已成为当务之急。

宁波市塑料行业协会致力于充分整合宁波塑料行业优势，规范行业行为，加快人才培养，增强行业和企业核心竞争力。协会提出以“科学发展观为指导，把改进和加强从业人员的职业技能培训作为推进行业发展模式转型的重大战略举措”的指导思想，并由协会培训服务部组织专家学者，结合行业与企业实际，编写《塑料行业职业技能培训教材》，旨在致力于塑料行业生产一线技术工人的培训。

感谢胡凡启先生和参与本教材编写的各位专家学者所付出的辛勤劳动，期望借此起到提高塑料行业企业职工整体素质、促进企业的成长壮大和推动经济发展的作用。

宁波市塑料行业协会会长



2009年2月18日

# 前言

塑料注射成型技术是生产塑料制品的主要途径之一，也是近代蓬勃发展起来的一项实现少无切削的零件成型技术，不仅能一次成型外形复杂、尺寸精确的塑料制品，生产效率高，而且作为金属材料 and 木材等的替代品，可以节约大量的能源和资源，从而降低产品的制造成本，提高经济效益。作为一种先进的工艺技术，塑料注射成型在全球制造业中正呈现出不断增长的趋势，并广泛应用于国民经济的各个部门。全世界塑料原材料中的 30% 左右是用于注射成型的，而注射成型机的年产量为塑料成型加工机械总产量的 50% 以上，在我国塑料注射成型机的年产量则约占整个塑料成型机械的 40%。

自 2004 年以来，应相关企业的迫切要求，宁波启凡机电科技开发咨询有限公司和慈溪市建设职业培训学校陆续开设塑料注塑工培训班，收到了较好的效果，并于 2007 年被正式列入宁波市企业生产一线职工培训项目。2008 年，在慈溪市劳动和社会保障局与宁波市塑料行业协会的组织和指导帮助下，编者对此前使用的《塑料注塑工》培训教材进行重新编写和修订，完成了《塑料注塑工》一书的修订工作，本书也可供工程技术人员和生产管理人员参考。

本书遵循“系统、重点、简单、实用”的原则，并附有大量实际案例，期望达到快速提高注塑一线职工的理论知识与操作技能的目的。但囿于水平，难免存在错漏，恳请学员和读者批评指正。

本书在编写过程中参阅和引据了有关书籍、论文和网上资料，应用了某些企业的设备使用维修说明书、文件资料和案例，并得到了宁波市教育局、宁波市劳动和社会保障局、宁波市塑料机械协会、浙江卓力电器集团有限公司、宁波太阳实业有限公司、宁波家联塑料用品制造有限公司、宁波兴瑞电子有限公司的大力支持和指导帮助，在此，谨向有关学者、专家和单位一并致谢。

编者

2009 年 12 月

# 目 录

序言

前言

<b>第一章 塑料注射成型技术原理</b> .....	1
第一节 塑料注射成型技术及其特点 .....	1
一、塑料注射成型的概念 .....	1
二、塑料注射成型技术的特点及用途 .....	1
第二节 塑料注射成型理论基础 .....	2
一、帕斯卡原理 .....	2
二、伯努利定律 .....	3
三、连续式 .....	4
第三节 塑料注射成型新技术应用及其发展趋势 .....	4
一、高速化 .....	5
二、高效化 .....	5
三、智能化 .....	5
四、专业化 .....	5
五、环保化 .....	6
<b>第二章 塑料注射成型机</b> .....	7
第一节 塑料注射成型机的结构及其功能 .....	7
一、注射系统 .....	8
二、合模系统 .....	8
三、液压传动系统 .....	8
四、电气控制系统 .....	8
五、冷却系统 .....	8
六、润滑系统 .....	9
七、安全保护与检测系统 .....	9
第二节 塑料注射成型机的基本功能 .....	9
一、塑化过程 .....	10
二、注射过程 .....	10

三、冷却定型过程 .....	10
第三节 塑料注射成型机的工作循环 .....	10
一、合模和锁紧 .....	10
二、注射装置前移和注射 .....	11
三、保压 .....	11
四、制品冷却和预塑化 .....	11
五、注射装置后退和开模顶出制品 .....	12
第四节 塑料注射成型机的分类 .....	12
一、按塑化方式分类 .....	12
二、按合模装置分类 .....	14
三、按排列方式分类 .....	15
四、按机器用途分类 .....	16
第五节 塑料注射成型机的主要参数 .....	16
一、注射成型工艺参数 .....	16
二、整机技术参数 .....	18
第六节 塑料注射成型机的电脑控制系统 .....	20
一、电脑控制系统的结构及键盘操作 .....	20
二、数据输入 .....	26
三、继电器控制型注射成型机的参数设定 .....	27
第七节 塑料注射成型机的安装程序 .....	27

### **第三章 塑料注射成型模具** .....

第一节 塑料注射成型模具的结构 .....	29
一、主流道 .....	30
二、冷料穴 .....	30
三、分流道 .....	30
四、浇口 .....	30
五、型腔 .....	30
六、排气口 .....	31
七、结构零件 .....	31
八、加热或冷却装置 .....	31
第二节 塑料注射成型模具的管理 .....	31
一、模具的准备 .....	31
二、模具的使用 .....	32
三、模具的维修保养 .....	32
第三节 脱模剂的选用 .....	33
一、硬脂酸锌 (ZINC STEARATE) .....	33
二、二甲基硅油 (DIMETHYL SILICONE OIL 201) .....	34



<b>第四章 塑料注射成型材料</b> .....	35
第一节 塑料的基本概念 .....	35
一、塑料的定义 .....	35
二、塑料的分类 .....	35
第二节 注射成型常用塑料 .....	36
一、聚苯乙烯 (PS) .....	36
二、聚乙烯 (PE) .....	38
三、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) .....	42
四、聚氯乙烯 (PVC) .....	44
五、聚丙烯 (PP) .....	46
六、聚酰胺 (PA) .....	48
七、聚砜 (PSU) .....	51
八、聚碳酸酯 (PC) .....	53
第三节 注射成型原料的预处理 .....	54
一、注射成型原料的预热干燥处理 .....	54
二、注射成型原料的着色 .....	55
第四节 废旧塑料的回收使用 .....	55
一、废旧塑料回收利用的基本原则 .....	56
二、废旧塑料回收加工的工艺步骤 .....	56
<b>第五章 塑料注射成型工艺</b> .....	57
第一节 塑料注射成型机的主要技术参数 .....	57
一、射胶量 .....	57
二、注射压力 .....	58
三、塑化能力 .....	58
四、注射速度 .....	58
五、锁模力 .....	59
六、模板移动速度 .....	59
七、模板最大间距和行程 .....	59
第二节 塑料注射成型工艺技术参数的设置 .....	60
一、压力参数的设置 .....	60
二、速度参数的设置 .....	60
三、温度参数的设置 .....	61
四、冷却参数的设置 .....	61
五、时间参数的设置 .....	61
六、多级注塑 .....	62
七、常用塑料的注射工艺参数汇总 .....	63
第三节 塑料注射成型制品的后处理 .....	65

一、退火处理 .....	65
二、调湿处理 .....	65
三、模外固定冷却 .....	66
四、表面修剪 .....	66
<b>第六章 塑料注射成型作业 .....</b>	<b>67</b>
第一节 安全操作规程和安全技术要求 .....	67
一、安全操作规程 .....	67
二、着装要求 .....	68
第二节 作业前的准备 .....	68
一、熟悉机器性能与操作方法 .....	68
二、新机器安装后的检查 .....	68
三、电热部分检查 .....	69
四、安全装置检查 .....	69
五、工艺技术文件的准备 .....	70
六、工艺装备的准备 .....	70
七、物料准备 .....	70
第三节 塑料注射成型机的调试及操作步骤 .....	71
一、塑料注射成型机调试步骤 .....	72
二、注塑操作工的操作步骤 .....	74
第四节 塑料注射成型作业 .....	75
一、作业准备 .....	75
二、机器调试 .....	75
三、模具安装 .....	76
四、注塑作业 .....	78
五、作业结束 .....	79
<b>第七章 塑料注射成型质量控制 .....</b>	<b>81</b>
第一节 塑料注射成型质量控制的意义和内容 .....	81
一、过程测量 .....	81
二、过程监控 .....	81
三、过程分析与改进 .....	81
第二节 塑料注射成型原料的质量检验 .....	81
一、注射原料的外观和工艺性能检验 .....	81
二、常用塑料的简易鉴别 .....	82
第三节 塑料注射成型制品的质量检验 .....	86
一、外观检验 .....	86
二、尺寸检验 .....	87
三、强度检验 .....	88

四、老化试验 .....	89
第四节 注塑工艺技术条件与产品质量的关系 .....	90
一、温度参数对产品质量的影响 .....	90
二、其他注塑工艺参数对产品质量的影响 .....	91
三、注塑制品常见缺陷及其解决方法 .....	92
四、注塑产品常见缺陷的解决方法 .....	95
<b>第八章 塑料注射成型机的维护和安全生产</b> .....	<b>101</b>
第一节 塑料注射成型机的定期检查 .....	101
一、注射成型机的日点检 .....	101
二、注射成型机的月检查 .....	101
三、注射成型机的年检修 .....	101
第二节 塑料注射成型机的维护保养 .....	102
一、注射系统的一般预防性维护保养 .....	102
二、液压油的选择 .....	103
三、液压系统的维护保养 .....	103
四、锁模系统的维护保养 .....	103
五、电器系统的维护保养 .....	103
第三节 塑料注射成型机的一般故障排除 .....	103
一、没有工作压力 .....	103
二、注塑机速度不正常 .....	104
三、注塑机动作不正常 .....	104
四、模板动作不均匀、爬行 .....	105
五、噪声和振动 .....	105
六、油温过高 .....	105
七、液压冲击 .....	105
第四节 注塑过程的安全生产 .....	106
一、安全生产的基本内容 .....	106
二、预防伤亡事故的技术措施 .....	106
三、人的不安全行为 .....	107
四、塑料注射成型机的安全操作规程 .....	107
五、注塑生产过程中常见的人身事故 .....	108
附录 A 某企业注塑作业规范 .....	109
附录 B 某企业注塑控制程序 .....	110
塑料注塑工知识考核模拟试卷 (A) .....	115
塑料注塑工知识考核模拟试卷 (B) .....	120
塑料注塑工技能考核模拟试卷 (A) .....	125
塑料注塑工技能考核模拟试卷 (B) .....	128
<b>主要参考文献</b> .....	<b>130</b>

# 第一章 塑料注射成型技术原理

## 第一节 塑料注射成型技术及其特点

### 一、塑料注射成型的概念

塑料注射成型简称注塑，是将塑料先在加热料筒中均匀塑化，然后利用注射装置中的柱塞或螺杆做轴向移动产生压力，将已经熔化的塑料以高压、高速推挤到闭合的模具型腔中，再经过保压冷却而固化定型的一种制造塑料制品的工艺方法。

注塑是塑料模制品加工的重要成型方法之一，可以制成与模具型腔的形状几乎完全一致的塑料制品。

### 二、塑料注射成型技术的特点及用途

塑料注射成型技术是近代发展起来的一项以塑料替代金属和木材等材料，并实现少无切削的零件成型技术，具有生产效率高、制造成本低、产品的后加工量小等特点，并可节约大量能源和资源。

注射成型法是一种间歇式成型方法，也是塑料制品的主要成型方法之一。用注射成型方法成型的塑料制品精度高、质量好，它可以成型形状复杂，结构、尺寸精确及带有嵌件的塑料制品，对各种塑料的加工适应性强，因此被广泛地应用于家电、汽车、航空、仪表、国防、电信、医疗、建筑、日用品及农业等各个行业。完成塑料注射成型的机器是塑料注射成型机，塑料注射成型机是集机械、电气、液压于一体的塑料成型设备，具有生产效率高、产品的后加工量小、适应能力强等特点，因此注射成型方法和注射成型机得到了广泛的应用。全世界塑料原材料中的30%左右是用于注射成型的，而注射成型机的年产量为塑料成型加工机械总产量的50%以上，在我国塑料注射成型机的年产量则约占整个塑料成型机械的40%，注塑制品的产量也是与日俱增。

注塑制品在各行各业的具体应用有：

(1) 化工行业：利用塑料轻巧和耐腐蚀的特性，可制成各种管道及管道配件、密封件、阀门以及各种化工设备零部件。

(2) 电气工业：各种电器开关、插座，线圈骨架，机电产品的外壳、灯饰等。

(3) 交通运输行业：汽车、船舶以及其他交通工具的零部件。

(4) 机械仪表工业：各种机械零部件，如结构件、齿轮、凸轮、轴承及仪表面板、外壳等。

(5) 航空、航天及国防工业：在飞机、飞船、人造卫星、火箭、导弹等的结构件和零

部件中，采用塑料制品的品种和数量都在不断增加。

(6) 家用电器行业：电冰箱、洗衣机、空调器、微波炉、电饭煲、电风扇等的外壳及各种结构件、零配件。

(7) 包装行业：各种包装容器。

此外，在其他行业，如农业、日用百货、体育及办公用品、医疗卫生等方面，塑料制品的应用亦数不胜数，而且增长迅速。

## 第二节 塑料注射成型理论基础

### 一、帕斯卡原理

帕斯卡原理：对密闭容器中静止的液体的一部分所加的压力，将原封不动地传递给液体的各个部分（图 1-1）。

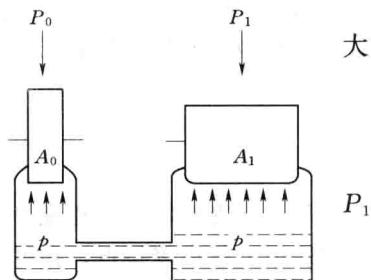


图 1-1 帕斯卡原理

分析：设小活塞的面积为  $A_0$ ，加在它上面的力为  $P_0$ ，大活塞的面积为  $A_1$ ，在液体上产生一个压强  $p$

$$p = \frac{P_0}{A_0} \quad (1-1)$$

这个压强  $p$  作用至  $A_1$  活塞上，发生在  $A_1$  活塞上的力为

$$P_1 = pA_1 = P_0 \frac{A_1}{A_0} \quad (1-2)$$

由于  $A_1 > A_0$ ，所以  $P_1 > P_0$ 。可以用这个原理解析塑料注射成型过程中，由压射力形成的注射压力，是一个很大的胀型力，因此在选择塑料注射成型机时必须有足够的锁模力。

下面进一步分析压力传递和胀型力产生过程（图 1-2）。

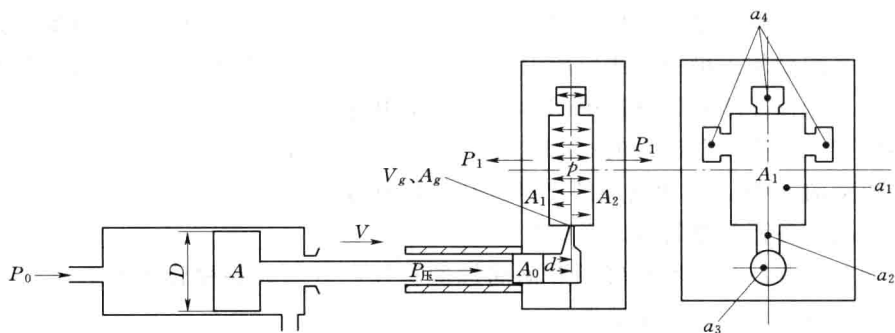


图 1-2 压力传递和胀型力的产生示意图

#### 1. 注射压力 $P_{\text{压}}$

注射时螺杆（或柱塞）对料筒内物料所施加的压力称为注射压力。注射压力在注塑中起着重要作用，注射时，它必须克服熔料从料筒流向模具型腔所经过各种流道的流动阻

力，给予熔料必要的充模速度，并对熔体进行压实。注射压力  $P_{\text{压}}$  由料筒工作压力  $P_0$  与料筒面积  $A$  的乘积得出：

$$P_{\text{压}} = P_0 A \quad (1-3)$$

式中  $P_{\text{压}}$ ——压射力，kN；  
 $P_0$ ——工作压力，MPa；  
 $A$ ——料筒面积， $\text{cm}^2$ 。

### 2. 比压 $p$

注射系统通过电加热，使塑料均匀地塑化成为熔融状态的熔体，并以一定的注射压力和注射速度把一定量的塑料熔体注射入模具型腔中，使熔融塑料以高压充填。比压  $p$  是指熔融塑料单位面积上所受的力。

$$P = P_{\text{压}} / A_0 \quad (1-4)$$

式中  $P$ ——比压，MPa；  
 $A_0$ ——冲头面积， $\text{cm}^2$ 。

### 3. 胀型力 $P_1$

熔融塑料以高压、高速充填型腔，必然会对型腔产生作用力——胀型力，这个力的大小取决于熔融塑料的比压  $p$  及注射面积  $A_1$  的大小。 $A_1$  包括了注塑件的投影面积  $a_1$ ，溢流槽投影面积  $a_4$ ，浇道投影面积  $a_2, a_3$ 。

$$P_1 = p A_1 \quad (1-5)$$

式中  $P_1$ ——胀型力，kN；  
 $p$ ——比压，MPa；  
 $A_1$ ——注射面积， $\text{cm}^2$ 。

### 4. 锁模力 $P_{\text{锁}}$

$$P_{\text{锁}} = K(P_1 + P_{\text{抽}}) \quad (1-6)$$

式中  $P_{\text{锁}}$ ——锁模力，kN；  
 $K$ ——系数，取 1.1~1.3；  
 $P_{\text{抽}}$ ——抽芯分力，kN。

在塑料注射成型过程中选择塑料注射成型机的锁模力一定要大于胀型力，否则模具分型面处于分离状态时，会产生熔融塑料飞溅，使生产过程不安全，也使型腔内的压力无法建立，注塑件难以成型，产生飞边、毛刺、致密度差等缺陷。

## 二、伯努利定律

根据水力学工程流体的伯努利方程，在一个流线管内，当液体不变地流过其间时，在这个流路的任何点上，其速度水头  $V^2/2g$ ，压力水头  $P/\gamma$ ，位置水头  $h$  的总和都是一定的，这叫伯努利定律，反映了能量守恒的原则，说明流动中的熔融塑料流所具有的能是一定的（图 1-3）。

总能量 = 速度水头 + 压力水头 + 位置水头

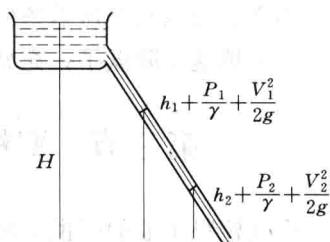


图 1-3 伯努利定律

$$H = h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (1-7)$$

若是水平流路： $h_1 = h_2$

$$H = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (1-8)$$

式中  $H, h_1, h_2$ ——能量，N/m，可理解为处于高处的水具有潜在能量；

$P_1, P_2$ ——压力，Pa；

$V_1, V_2$ ——速度，m/s；

$g$ ——加速度， $9.8 \text{ m/s}^2$ ；

$\gamma$ ——密度， $\text{g/cm}^3$ 。

可以用上述理论分析塑料注射成型过程中，熔融塑料的充填能量  $E$

$$E = mV^2/2 \quad (1-9)$$

式中  $E$ ——液流能量，N/m；

$m$ ——液流质量，g；

$V$ ——充填速度，m/s。

由公式中看到，由于注塑件质量是定值，充填能量大小取决于充填速度。当充填速度下降时，能量下降，因此在设计浇注系统过程中，应使熔融塑料流受到的阻力、碰撞、卷气、冲击尽量小，尽量减少充填速度下降，也就提高了充型能量，从而获得良好的充填状态，来得到优质的塑料注射成型制品。

### 三、连续式

流体流过某一限定部位，在一定时间内流体连续地充满这个部位，因此在这个时间内流入、流出这个部位的流量是相等的（图 1-4）。

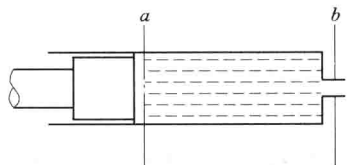


图 1-4 连续性原理的应用

压室  $a$  处：压射速度  $V$ ，冲头截面积  $A$ ，流量  $Q$ 。内浇口  $b$  处：充填速度  $V_g$ ，内浇口截面积  $A_g$ ，流量  $Q_g$ 。

根据连续性原理： $Q = VA = V_g A_g = Q_g$ ，指导浇注系统设计：

压射速度  $\times$  冲头面积 = 充填速度  $\times$  内浇口截面积；

充填速度 = 压射速度  $\times$  冲头面积 / 内浇口截面积。

充填速度与内浇口截面积成反比。在生产中，常发现这样的问题，注塑件充型不良，进行内浇口修改，把内浇口截面积扩大些，其结果是更加充型不良。原因是当压射条件（压力、流量）一定时，根据连续性原理，内浇口截面积扩大了，充填速度降低了，充型更差。

## 第三节 塑料注射成型新技术应用及其发展趋势

现代塑料工业的问世可溯源至 1849 年，Sturgiss 公司推出首台金属塑料注射成型机，用于加工纤维素硝酸酯和醋酸纤维类塑料，1872 年 Hyatt 兄弟取得第一台塑料注射成型

机专利,1920年注塑已开始工业化;1926年在德国已经出现根据工业标准而制造的首批用于加工塑料的注射成型机,1932年德国人发明了全自动柱塞式卧式塑料注射成型机,1948年开始使用螺杆塑化装置,1956年出现世界第一台往复式螺杆注射成型机。从此,注塑成型工艺技术得到重大突破,注射成型机的生产效率和生产质量大幅提高。近年来,随着科学技术的进步,塑料制品从民用向工业、农业、国防、交通等行业发展。因此,对制品质量的要求越来越高,对注塑设备及技术提出了更高的要求。塑料注射成型设备和技术开始向高速化、高效化、自动化、专业化和环保化方向发展。

## 一、高速化

高速化以尽量缩短成型周期为目标,主要体现为如下几个方面:

(1) 提高开、闭模速度。把机器开、闭模速度由过去的20~30m/min提高到45~50m/min,高的甚至达70m/min,以减少开闭模时间。

(2) 提高注射速度和注射压力。提高注射速度以便缩短注射时间。注射速度从以前的80~100mm/s提高到目前的250mm/s,甚至高达450mm/s左右;而某些电动注射成型机还可达900mm/s。注射压力由过去的120~150MPa提高到目前的180~250MPa,有的甚至高达460MPa。

(3) 提高冷却效率。提高冷却的效率以减少制品冷却时间,使制品能尽快开模顶出以缩短制品冷却所需时间。

(4) 提高塑化能力。成型周期的减少要求注射螺杆的塑化能力应相应提高,目前多采用各种具有高效塑化功能的螺杆结构,以适应螺杆转速的提高。

## 二、高效化

高效化主要体现为高成品率及低能耗。如实现低温塑化,动力源和冷却源的合理使用,液压系统使用变频调速控制和伺服控制技术以降低能耗,采用先进的可编程控制器和专用计算机控制技术,提高控制精度,减少废品率等。

## 三、智能化

通过应用计算机控制技术,并采用各种机械手及模具自动装卸装置等辅助装置,来实现注塑生产的全程自动化。例如,配备相应的自动化辅助装置,如自动供料系统、制品自动取出装置及制品自动检测装置等。另外,采用电脑集中监控系统,对塑料注射成型机、模具和各种辅助装置等自动化生产过程的各个环节进行实时监控和处理。

西安交通大学研制的激光快速成型机,采用材料累加成型原理,由CAD数据直接控制激光扫描光敏树脂,能快速精确地制造出任意几何形状及复杂程度的产品,从而实现了无模制造,而且具有成型速度快、成型精度高、表面质量好,处理简单省时等优点。

## 四、专业化

目前一个重要的发展方向就是为用户提供专门用途的塑料注射成型设备和技术,以满足某些塑料制品或原材料的特殊性能和外观要求。现已出现的专用注射成型机有如下



几种。

(1) 热固性注射成型机。针对加工热固性塑料而设计的注射成型机。其中，排气式注射成型机的主要特点是在料筒中部开设排气口，注射螺杆也在相应位置设置排气段，以使水分子等低分子化合物从排气口排出。

(2) 发泡注射成型机。生产发泡注塑制品的专用注射成型机，可以分为低压发泡注射成型机、高压发泡注射成型机及夹心棒法发泡注射成型机。

(3) 多色注射成型机。用于成型具有多种颜色或多种塑料的复合塑料制品的注射成型机。

(4) 注射吹塑成型机。用于注吹中空制品的注射成型机。

(5) 精密注射成型机。用于生产制品尺寸精度的范围在  $0.01\sim 0.001\text{mm}$  之间的注射成型机。

(6) 电动注射成型机。以伺服电动机代替普通注射成型机中的液压油缸，实现原来由液压系统完成的动作，从而不需要任何液压动力装置的注射成型机。

(7) 注射压制成型机。由注射和压制方法相结合的成型机，其合模装置的特点是合模动作分为两步，第一步为合模注射，第二步是继续合模压制。

(8) 流动注射成型机。将挤出和注射方法相结合的一种成型机，可以成型质量超过机器最大注射量的制品。

(9) 气体辅助注射成型机。这种注射成型机将高压的惰性气体（如氮气）由分级压力控制系统直接注射入模具型腔内的塑料熔体中，使塑料制品内部形成中空，但制品的表面和外形仍然完好无损。主要用以制造各种家用电器的外壳、汽车塑料件、家具等。

此外，还有 BMC 注射成型机、合金注射成型机、陶瓷注射成型机、磁性塑料注射成型机、振动注射成型机等。随着科学技术的发展及塑料品种的增多，会有越来越多的新型注射成型技术和设备出现。

## 五、环保化

随着全社会对环境保护的高度重视，那些资源和能源利用率高、原材料转化率高、污染物产生量少（两高一少）的绿色设备越来越受到人们的青睐。环保技术在塑料注射成型机上的应用主要体现为高成品率及低能耗。近年来采用的主要节能降耗技术有：实现低温塑化技术，合理使用动力源和冷却源，液压系统使用变频调速控制和伺服控制技术以降低能耗，提高塑化加热效率等。

在此介绍一种用于减少塑化加热中热能散发的节能技术，方法是在注射成型机料筒外部的加热圈上包裹隔热材料，其优点是：①减少了热能损耗，设备的总耗电量可以降低  $25\%\sim 40\%$ ；②减少热能向外部散发，车间温度明显下降，改善了工作环境；③螺套外壳保持常温，避免操作人员烫伤，提高了安全系数；④料筒升温时间缩短，增加了有效工作时间。其缺点是在加装保温套之后，给电热圈的检查 and 更换带来不便。现在已有一种在外部增加保温层的加热圈，具有一定的保温节能效果，而且检查和更换也比较方便。