



塑料制品成型制作工
职业技能鉴定培训教程

注塑成型

陈青葵 卢金重 史兆侠 编

● 紧密结合生产实际

● 面向国家职业资格培训



化学工业出版社

塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程

注塑成型

陈青葵 卢金重 史兆侠 编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑成型/陈青葵, 卢金重, 史兆侠编. —北京: 化学工业出版社,
2006. 8

塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程

ISBN 978-7-5025-9219-6

I. 注… II. ①陈…②卢…③史… III. 塑料成型-职业技能鉴定-
教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 100537 号

丛 书 名	塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程
书 名 名	注塑成型
编 者	陈青葵 卢金重 史兆侠
责任编辑	赵丽霞
文字编辑	林 丹
责任校对	宋 夏
封面设计	于 兵

出版发行	化学工业出版社
地 址	北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011
购书咨询	(010)64982530
	(010)64918013
购书传真	(010)64982630
网 址	http://www.cip.com.cn
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	大厂聚鑫印刷有限责任公司
装 订	三河市延风装订厂
开 本	720mm×1000mm 1/16
印 张	9 $\frac{3}{4}$
字 数	173 千字
版 次	2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5025-9219-6
定 价	20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

**《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》
编写委员会**

主 任：赵丽梅

副主任：何震海

委 员：赵丽梅 何震海 陈青葵 王艳芳
 常红梅 郝连东 卢金重 史兆侠

前言

中国塑料工业经过长期的奋斗和面向全球的开放,已形成门类较齐全的工业体系,成为与钢材、水泥、木材并驾齐驱的基础材料产业,塑料作为一种新型材料其使用领域已远远超越上述三种材料,中国目前已步入世界塑料制造大国行列,中国的塑料企业已具备一定的实力参与国际竞争,面向未来,形势喜人。为了适应塑料工业建设发展的需要,企业需要加快培养塑料工业后备的技术工人,因此建设一支以在职中、高级技术工人为主体的,技术结构比较合理,具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍的任务迫在眉睫。为了便于做好技术工人技能鉴定的培训工作,弥补塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教材的空白,化学工业出版社组织编写了《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》系列丛书。具体包括《塑料制品成型基础知识》、《挤出成型》、《注塑成型》、《中空吹塑》和《压延及其它特殊成型》。

在编写的过程中参考中国石化集团公司颁布的《塑料制品成型制作工技能鉴定技术等级标准》,在该标准中的初、中、高级工人应知应会的要求基础上,增加了成型设备、新技术、新工艺、新材料、设备维护保养、劳动保护与安全生产等知识。

《注塑成型》是《塑料制品成型制作工职业技能鉴定培训教程》之一,全书共分六章。介绍了注塑成型的原理、设备类型及基本工艺过程;阐述了注塑成型机的基本结构;介绍了注塑成型用塑料的种类和性能,注塑成型的工艺方法;并且介绍了目前工业中采用的特殊注塑成型方法,最后介绍了注塑成型的设备及发展趋势。

其中第1章由卢金重编写,第2章、第4章、第5章由陈青葵编写,第3章、第6章由史兆侠编写。全书由陈青葵统稿,何震海审稿。

本书适用于塑料制品成型制作工技能鉴定培训和在职的初、中、高级技术工人的岗位培训,可以作为中、高级职业院校、技工学校塑料工艺专业教材,也可以作为具有初中以上文化程度的技术工人的自学教材。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者及使用本教材的读者批评指正。

编者

2006年11月

化学工业出版社图书推荐

为配合企业对仪表技术工人进行职业技能鉴定及培训,根据国家有关部门职业技能鉴定标准,结合企业技术工人的现状,现推荐化学工业出版社出版的一批培训教材。

《化工工人岗位培训读本	乙烯生产工》	18.00 元
《化工工人岗位培训读本	磷肥生产工》	25.00 元
《化工工人岗位培训读本	合成橡胶生产工》	28.00 元
《化工工人岗位培训读本	硝酸铵生产工》	15.00 元
《化工工人岗位培训读本	合成氨生产工》	26.00 元
《化工工人岗位培训读本	聚酯生产工》	18.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工(初级)》	23.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工(中级)》	23.00 元
《职业技能鉴定培训教程	油品储运操作工(高级)》	26.00 元
《职业技能鉴定培训教程	固体包装工》	33.00 元
《催化裂化装置培训教程(中级 高级)》		38.00 元
《催化裂化装置培训教程(技师 高级技师)》		50.00 元
《氨汽提尿素生产工艺培训教材》		62.00 元
《生产现场伤害与急救》		23.00 元
《工伤认定与待遇给付实例剖析》		29.00 元
《企业班组管理攻略》		28.00 元

要了解以上图书的内容简介和详细目录,请浏览我们网站:
<http://www.cip.com.cn>

各大书店均有销售,也欢迎直接向出版社邮购(邮费为书价的10%)。

地址:(100011)北京市东城区青年湖南街13号 化学工业出版社
邮购:010-64918013, 64982530 编辑:010-64519261(赵丽霞) 营
销:010-64519271(段志兵)

目录

第1章 概述	1
1.1 注塑原理	1
1.1.1 塑化过程	2
1.1.2 注塑过程	8
1.2 注塑机的基本参数	14
1.2.1 注塑机的技术参数	14
1.2.2 合模装置的技术参数	18
1.2.3 整机性能参数	21
1.3 注塑机的选择	21
思考与练习	25
第2章 注塑机的基本结构	26
2.1 注塑机的基本组成及分类	26
2.1.1 注塑机的基本组成	26
2.1.2 注塑机的分类	28
2.2 注射装置	34
2.2.1 注射装置的结构类型及工作原理	34
2.2.2 注塑机喷嘴	36
2.2.3 传动装置	39
2.2.4 加料装置	42
2.3 合模装置	43
2.3.1 合模装置的结构及分类	43
2.3.2 合模装置的主要零部件	49
2.3.3 调模机构	52
2.3.4 顶出机构	53
2.4 注塑机的辅助装置	54
2.4.1 供料系统	54
2.4.2 干燥系统	56
2.4.3 其它辅助设备	60
2.5 注塑机的操作与安全生产	61
2.5.1 注塑机的开机、停机	61

2.5.2	注塑机的操作	62
2.5.3	注塑机的加料方式	63
2.5.4	注塑机的安全操作规程与维护保养	63
2.6	液压油及液压系统安全保护保养要求	64
2.6.1	注塑机的主要液压元件及作用	64
2.6.2	液压系统的使用和调整	65
2.7	注塑成型制品生产中的电器及安全用电常识	67
2.7.1	注塑机电器	67
2.7.2	电动机的安全用电常识	68
2.7.3	注塑机其它电器安全用电常识	68
2.7.4	触电事故的原因及防止措施	69
	思考与练习	70
第3章	注塑用塑料	71
3.1	聚乙烯	71
3.2	聚丙烯	72
3.3	聚氯乙烯	74
3.4	聚苯乙烯	76
3.5	聚甲基丙烯酸甲酯	77
3.6	聚碳酸酯	79
3.7	ABS	82
	思考与练习	86
第4章	注塑成型工艺	87
4.1	注塑成型前的准备	87
4.2	注塑成型工艺条件的选择与确定	90
4.3	注塑工艺参数对制品质量的影响	95
4.4	注塑制品的异常及排除方法	97
	思考与练习	104
第5章	特殊注塑工艺	105
5.1	排气注塑成型	105
5.1.1	排气注塑成型原理	105
5.1.2	注塑工艺	105

5.1.3 排气注塑机	106
5.2 共注塑成型	107
5.2.1 双色(或多色)注塑成型	107
5.2.2 双层(或多层)注塑成型	110
5.3 气体辅助注塑成型	111
5.3.1 气体辅助注塑成型工艺过程	111
5.3.2 气体辅助注塑成型方法	113
5.3.3 气体辅助注塑成型设备	114
5.3.4 气体辅助注塑成型特点	115
5.4 结构发泡注塑成型	117
5.4.1 单组分结构发泡注塑成型	117
5.4.2 双组分结构发泡注塑成型	119
5.4.3 多组分注塑机主要技术参数	120
5.5 液体注塑成型	120
5.6 流动注塑成型	121
5.7 反应注塑成型	122
5.8 微孔泡沫塑料注塑成型	124
5.9 注塑压缩成型	125
第6章 注塑成型设备及发展趋势	126
6.1 概述	126
6.2 注塑机的工作过程	126
6.3 注射模具	127
6.3.1 注射模具的分类	127
6.3.2 注射模的组成	129
6.4 发展趋势	131
6.4.1 注塑机发展趋势	131
6.4.2 注射模具发展趋势	132
注塑成型技能鉴定考试模拟试题(1)	134
注塑成型技能鉴定考试模拟试题(1) 参考答案	137
注塑成型技能鉴定考试模拟试题(2)	139
注塑成型技能鉴定考试模拟试题(2) 参考答案	142
参考文献	144

注塑成型是高分子材料成型加工中一种重要的方法。它的特点是成型周期短、生产效率高,能一次成型外形复杂、尺寸精确的制品,成型适应性强,制品种类繁多,而且容易实现生产自动化,因此应用十分广泛,几乎所有的热塑性塑料及多种热固性塑料都可用此法成型,也可以成型橡胶制品。

塑料的注塑成型又称注射模塑,或简称注塑。除极少数几种热塑性塑料外,几乎所有的热塑性塑料都可以用此法成型。随着石油工业的发展,塑料的注塑成型技术有了很大的发展,尤其是塑料作为工程结构材料的出现,注塑制品的用途已扩大到国民经济各个领域。目前注塑制品约占塑料制品总量的30%。

塑料的注塑成型是将粒状或粉状塑料从注塑机的料斗送入机筒内加热熔融塑化后,在注塑机的柱塞或移动螺杆的快速而又连续的压力下被压缩并向前移动,通过机筒前端的喷嘴,以很高的压力和很快的速度注入温度较低的闭合模具内,充满模腔的熔体在受压的情况下,经冷却(热塑性塑料)或加热(热固性塑料)固化后,开模得到与模具型腔相应的制品。

注塑成型是间歇式的生产过程,除很大的管、棒、板等型材不能用此法生产外,其它各种形状、尺寸的塑料制品都可以用这种方法生产。它不但常用于树脂的直接注射,也可用于复合材料、增强塑料及泡沫塑料的成型,也可同其它工艺结合起来,如与吹胀相互配合而组成注射-吹塑成型。

注塑成型用于橡胶加工通常叫注压,其所用的设备和工艺原理同塑料的注塑有相似之处。但橡胶的注压是以条状或块粒状的混炼胶加入注塑机,注压入模后需停留在加热的模具中一段时间,发生硫化反应后才能得到最终制品。橡胶的注压类似于橡胶制品的模型硫化,只是压力传递方式不一样,注压时压力大、速度快,比模压生产能力大、劳动强度低、易自动化,是橡胶加工的方向。

1.1 注塑原理

注塑成型的原理如图1-1所示,首先从注塑机的料斗将颗粒状或粉状塑料送入加热的料筒中,经过加热熔化呈流动状态;然后通过柱塞或螺杆压缩并推动塑料熔体向前移动,通过料筒前端的喷嘴以很快的速度注入温度较低的模具闭合型

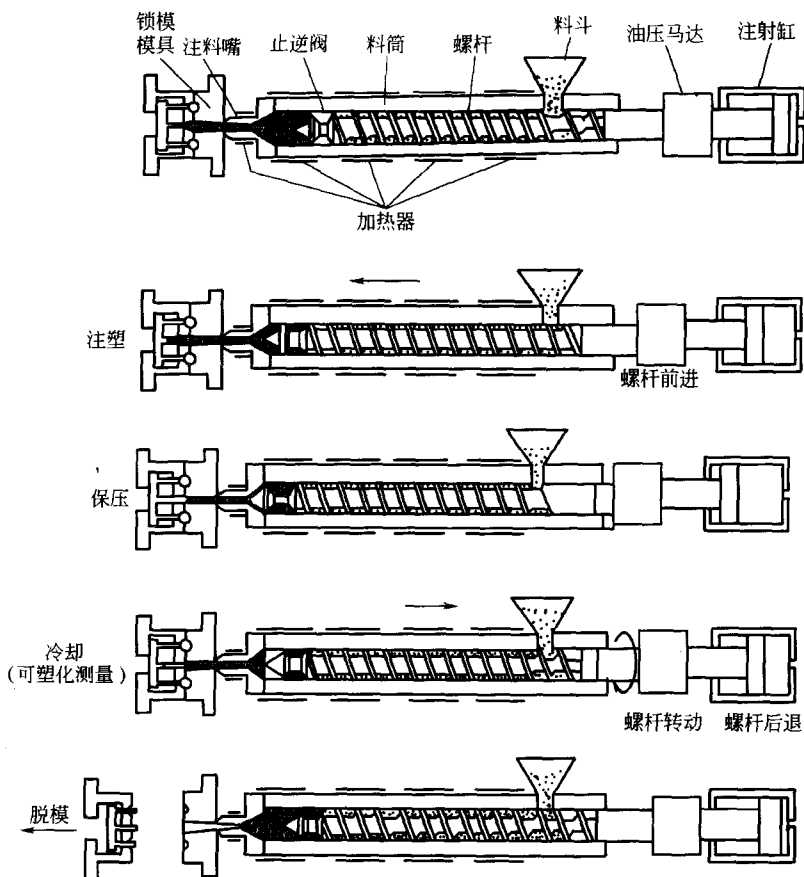


图 1-1 注塑成型原理

腔中；充满型腔的熔体经过一段时间保压冷却固化，保持模具型腔所赋予的形状；最后开模分型获得一定形状和尺寸的成型制件。然后不断重复该周期的生产过程。

热塑性塑料的注塑过程包括加料、塑化、注射充模、冷却固化和脱模等几个工序，其中关键是塑化、流动和冷却。

1.1.1 塑化过程

塑化是注塑成型的准备过程，是指塑料在料筒内受热达到充分熔融状态而且有良好的可塑性的过程，是注塑成型最重要最关键的过程。对塑料塑化的要求是：塑料在进入模腔之前要充分塑化，既要达到规定的成型温度，又要使熔体各

点温度尽量均匀一致，而其中的热分解物的含量则应尽可能少，并能提供足够量的上述质量的熔融塑料以保证生产能顺利进行。这些要求与塑料的特性、工艺条件的控制以及注塑机塑化装置的结构密切相关。

塑化质量主要是由塑料的受热情况和所受的剪切作用所决定的。一定的温度是使塑料得以形变、熔融和塑化的必要条件，通过料筒对塑料的加热使聚合物由固体向液体转变，而剪切作用则是以机械力的方式强化了混合和塑化过程，使熔体温度分布均匀，物料组成和分子形态也发生改变，趋于均匀。同时，剪切作用能在塑料中产生更多的摩擦热，也加速了塑料的塑化。

1.1.1.1 塑化方式

(1) 柱塞式塑化过程

柱塞式塑化装置如图 1-2 所示。预塑时，柱塞在注射油缸推力作用下将落入料口内的物料直推到料筒的前部，而料筒前面已经熔好的黏流区熔体在中间料塞的作用下经喷嘴注入模腔。因此，对柱塞式注塑机来说，注射过程和预塑过程是统一的，是在一个过程中完成的。物料被柱塞推进时，受到压缩，并接受料筒外部传入的热量。料筒内的物料由于经过的热历程不同，所以物理状态也不同，靠近料筒前面的物料结构热量多，温度高，已熔化为黏流态；而靠近入料口处和注射活塞接触的物料则是玻璃态的固体料区。整个料筒分成两个区域：前部黏流区和后部固体区。

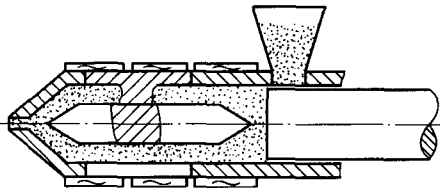


图 1-2 带有分流梭的塑化装置

物料的热源绝大部分靠料筒外部加热，而小部分才是注射柱塞推进物料的剪切热和摩擦热。由于料筒壁厚且料塞是不良导体，加热效率很低，为了改善传热效率，在料筒内设置分流梭，如图 1-2 所示。分流梭的作用除改善加热条件，使物料温度均衡外，还有剪切作用和混炼效果。

柱塞式注塑机的塑化效果不如移动螺杆式注塑机，因而如何提高其塑化效率和热均匀性是一个重要问题。

(2) 螺杆式塑化过程

螺杆式塑化装置如图 1-3 所示。螺杆式注塑机由于螺杆的混合和剪切作用，不仅提供了大量的摩擦热，而且还能加快热的传递，从而使物料温升较高，温差较小，对塑料的塑化比柱塞式注塑机要好得多。目前广泛采用的是可提供高质量塑化产物的移动螺杆式注塑机。

塑料在螺杆式注塑机内的熔融塑化过程与螺杆式挤出机的熔融塑化过程类似，因此，有关挤出机中的一些理论和实践对注塑机是可以借鉴的。但是由于二

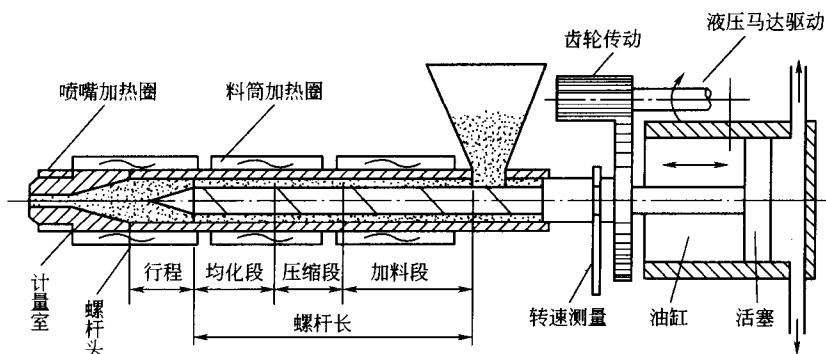


图 1-3 螺杆式塑化装置

者螺杆的工作方式有所不同，其塑化过程也存在一些差异。二者的主要不同点是：挤出机料筒内物料的熔融是稳定的连续过程，而螺杆式注塑机料筒内物料的熔融是一个非稳态的间歇式过程。

1.1.1.2 热均匀性

热塑性塑料由于热导率小，要使其均匀加热是一个相当复杂的问题。塑料塑化所需的热量来自两个方面，即料筒壁的传热和塑料之间的内摩擦热。柱塞式注塑机内物料的热源绝大多数靠料筒的外加热。物料在注塑机中的移动是靠柱塞的推动，几乎没有混合作用，物料在移动过程中产生的剪切摩擦热相当小，这些都是对热传递不利的。在料筒中的物料有不均匀的温度分布，近料筒壁的温度偏高，料筒中心温度偏低，形成温差。此外，熔体在管内流动时，料筒中心处的料流速度快于筒壁处，造成径向速度分布不同。因此料流无论在横截面上还是在长度方面都有很大的温度梯度。由于柱塞式注塑机熔料温差大，制件性能不可能是优异的，一般用该机成型的制件内应力较大，成型热敏性塑料较为困难。

以加热效率 (E) 来分析柱塞式注塑机内熔体的热均匀性。如果进入料筒的塑料初始温度为 T_0 ，加热器对料筒加热后使其内壁达到的温度为 T_w ，则 $T_w - T_0$ 应是塑料可以达到的最大温升，但实际上塑料从加热口至喷嘴范围内只能升到比 T_w 要低的某一温度 $T(T_w > T > T_0)$ ；所以塑料实际温升是 $(T - T_0)$ 。塑料的实际温升和最大温升之比即为加热效率 E ，表示为

$$E = \frac{T - T_0}{T_w - T_0}$$

E 值高，有利于塑料的塑化， E 值与下列因素有关。

- ① 增加料筒的长度和传热面积，或延长塑料在料筒内的受热时间和增大塑

料的热扩散速率,都能使塑料吸收更多的热量,提高 E 值,从而使 E 值增大,但这些对于柱塞式注塑机是难以做到的。在料筒几何尺寸一定的情况下,塑料在料筒内受热的时间 t 与料筒内的存料量 V_p 、每次注射量 W 和注射周期 t_c 有如下关系

$$t = \frac{V_p t_c}{W}$$

即存料量多,注塑周期长,都可以增加塑料受热时间,提高塑料的温升,使 E 值增大。但不适当地延长塑料的受热时间,易使塑料降解,故一般料筒内的存料量不超过最大注射量的 3~8 倍。塑料的热扩散速率 α 与热导率 λ 、塑料的比热容 C 和密度 ρ 有如下关系

$$\alpha = \frac{\lambda}{C\rho}$$

即塑料的热扩散速率正比于热导率,但一般塑料的热导率都较小,因此要增大热扩散速率取决于塑料是否受到搅动,很显然,柱塞式注塑机的加热速率不如移动螺杆式注塑机,塑化质量也比其差。

② 料筒的加热效率 E 还与料筒中塑料层的厚度、塑料与料筒表面的温度有关。由于塑料的导热性差,故料筒的加热效率会随料层厚度的增大和料筒与塑料间的温差减小而降低。因此,减少柱塞式注塑机料筒中的料层厚度是很有必要的。为了达到这个目的,在料筒的前端安装分流梭,它能在减少料层厚度的同时,迫使塑料产生剪切和收敛流动,加强了热扩散作用。此外,料筒的热量可通过分流梭而传递给塑料,从而增大了对塑料的加热面,改善了塑化情况。

③ 料筒加热效率还受到塑料温度分布的影响。由喷嘴射出的塑料各点温度是不均匀的,它的最高极限温度为料筒壁温 T_w ,最低温度为 T_i , T_i 必然高于进入料筒的塑料的初始温度 T_0 ,即 $T_i > T_0$ 。而料筒内塑料的平均温度 T_a 处于 T_i 和 T_w 之间,即塑料熔体的实际温度总是分布在 $T_i \sim T_w$ 之间,塑料从料筒实际所获得的热量可由温差 $(T_a - T_0)$ 表示。在 T_w 固定的情况下,如果塑料的温度分布宽,即塑料的热均匀性差,则塑料的平均温度 T_a 降低, $T_a - T_0$ 的值就小,对应的加热效率较低。反之,在 T_w 一定时,塑料温度分布窄,则 T_a 升高,加热效率提高,如图 1-4 所示。生产中 T_a 是有一定范围的,实践证明,要使塑化质量达到可以接受的水平, E 值不应小于 0.8。据此,在注射成型温度 T 已定的前提下, T_w 就可由热均匀性的公式确定。

由以上讨论可知,延长塑料在机筒中受热时间 t ,增大塑料的热扩散速率 α ,减小料筒中料层的厚度 δ ,在允许的条件下提高料筒壁温 T_w ,都能提高加热效

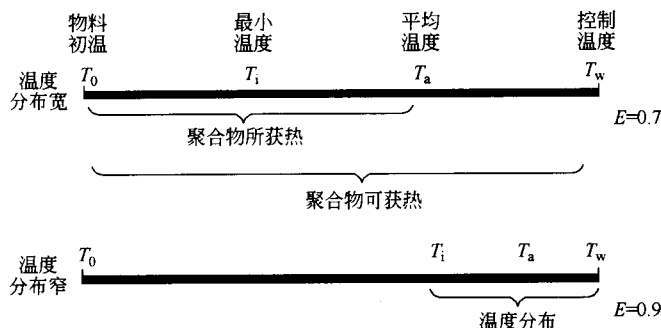


图 1-4 加热效率与温度均匀性的关系

率 E 。这种关系可用函数表示

$$E = f\left[\frac{\alpha t}{(2\delta)^2}\right]$$

如果分流梭能提供热量，就相当于料层厚度减小一倍。大多数情况下，分流梭仅能通过与料筒接触吸收热量并传递给塑料，故料筒的加热效率实际介于上述二式之间，则函数关系式为

$$E = f\left[\frac{\alpha t}{(5-n^2)\delta^2}\right]$$

式中 n 为与加热系统有关的系数， $1 \leq n \leq 2$ ，当热源只来自料筒外加热时， $n=1$ ；当热源来自料筒外加热和分流梭时， $n=2$ 。图 1-5 中表示加热效率 E 与热流动系数 $\alpha t / [(5-n^2)\delta^2]$ 间的关系曲线。

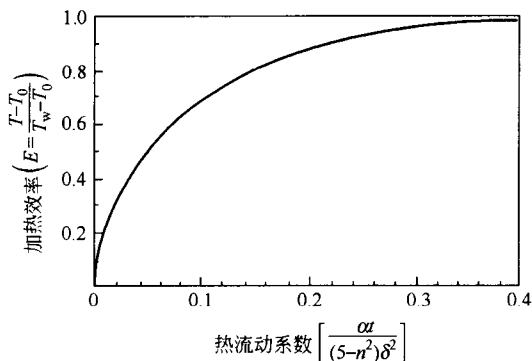


图 1-5 加热效率与热流动系数间的关系曲线

1.1.1.3 塑化能力

注塑机的生产能力取决于加热料筒的塑化能力和注塑成型周期。塑化能力以单位时间内料筒熔化塑料的质量（塑化量） q_m 来表示，在一个成型周期内，塑化量必须与注射量相平衡，所以塑化能力可用下式表示

$$q_m = \frac{3.6W}{t}$$

式中 q_m ——塑化能力， kg/h ；

W ——注射量， g ；

t ——一个注塑周期， s 。

塑化能力除了与物料在料筒中停留时间有关外,还与加热温度及塑料的性质有关,如图1-6所示。

根据料筒与塑料的接触传热面积 A 和塑料的受热面积 V_p 及料筒的加热效率 E , 塑化能力 q_m 可用下式表示

$$q_m = \frac{3.6 A^2 E \rho}{4 K_t (5 - n^2) V_p} = \frac{K A^2}{V_p}$$

在柱塞式注塑机、塑料及其平均温度和加热效率一定的情况下 K 为常数 (K_t 为与所选 E 值有关的常数)。显然要提高塑化量 q_m , 则需增大注塑机的传热面积和减小加热物料的体积, 但在柱塞式注塑机中, 由于料筒的结构所限, 增大 A 就必然加大 V_p 。解决这一矛盾的有效方法是采用分流梭, 用分流梭作加热器或改变分流梭的形状等, 以增大传热面积或改变 K 值。

对于移动螺杆式注塑机, 螺杆的剪切作用引起摩擦热, 能使塑料温度升高, 其温升值为

$$\Delta T = \frac{\pi D n \eta}{C H}$$

式中的 D 、 n 、 H 、 C 、 η 分别为螺杆的直径、转速、螺槽深度、塑料的比热容、熔体的黏度。这种剪切作用和温升都使移动螺杆式注塑机的加热效率增加, 塑化量和塑化质量均有提高。

1.1.1.4 料温分布

物料在料筒中加热时升温曲线如图1-7所示。可以看出, 柱塞式注塑机内, 与料筒接触处附近区域的塑料温升较快, 中心升温很慢, 在流经分流梭附近时升温速度加快, 但其最后的料温仍然低于 T_w 。在移动螺杆式注塑机内, 开始时塑料升温速度甚至比柱塞式注塑机内靠近料筒壁的塑料升温速度还要

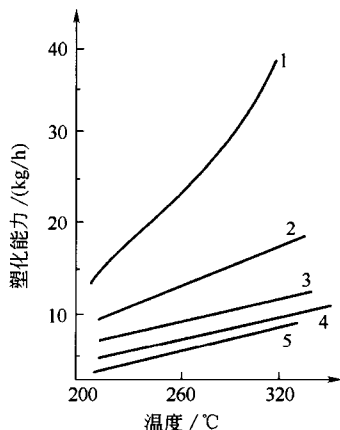


图1-6 不同塑料的塑化能力与加工料筒温度的关系
1—LDPE; 2—PS; 3—HDPE;
4—DP; 5—ABS

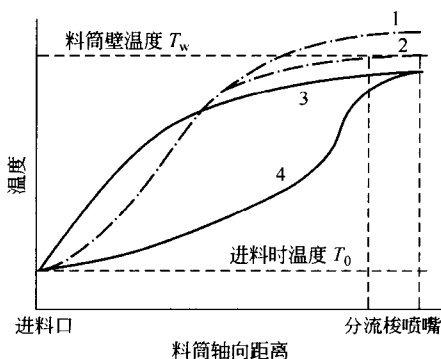


图1-7 注塑机料筒内塑料升温曲线
1—移动螺杆式注塑机, 剪切作用强时; 2—移动螺杆式注塑机, 剪切作用较平缓; 3—柱塞式注塑机, 靠近料筒的物料; 4—柱塞式注塑机, 中心部分物料

慢,料温可接近 T_w , 如果剪切作用很强时,料温甚至会超过 T_w 。

物料沿料筒前进方向的径向温度分布如图 1-8 所示。可以看出,柱塞式注塑机内塑料在料筒壁中心的温差沿前进的方向逐渐增大,而在分流梭附近接近喷嘴处才逐渐缩小并变得比较均匀。移动螺杆式注塑机内塑料受螺杆剪切作用,靠近料筒壁的剪切应力最大,因而摩擦生热使该处料温要比中心部分高,最终甚至可超过料筒壁温 T_w , 另外由于料筒的传热冷却作用而使接近料筒壁面处的温度曲线向下弯曲。在剪切作用很强时,甚至离喷嘴较远处的料筒中部物料的温度也可达到 T_w 以上。

1.1.2 注塑过程

塑化良好的塑料熔体在柱塞或螺杆的推动下,由料筒前端经喷嘴和模具浇注系统流入型腔而获得型样的过程是注塑成型最重要和最复杂的阶段。这一过程经历的时间虽短,但熔体在其间所发生的变化却不少,而且这些变化对制品的质量有重要的影响。

熔体自料筒注入模腔需要克服一系列的流动阻力,其中包括熔体与料筒、喷嘴、浇注系统之间的外摩擦以及熔体内部的摩擦,同时还需要对熔体进行压实,所用的注射压力应很高。因此这一过程所表现出的物料流动特点是压力随时间的变化为非线性函数。

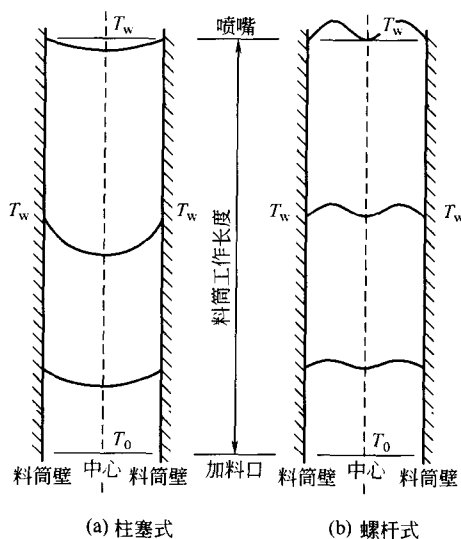


图 1-8 料筒中沿径向方向物料温度分布

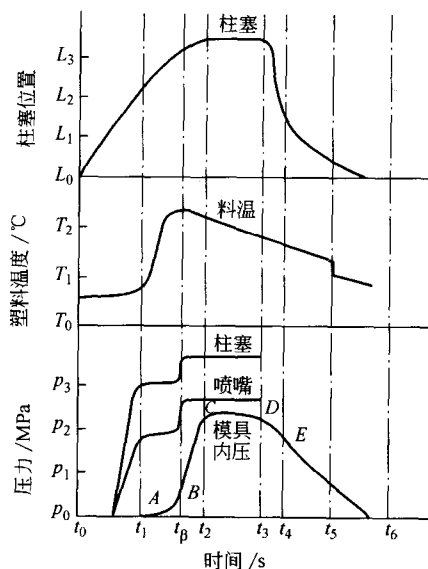


图 1-9 注塑过程中柱塞位置、塑料温度、柱塞与喷嘴压力以及模腔内压力与时间的关系