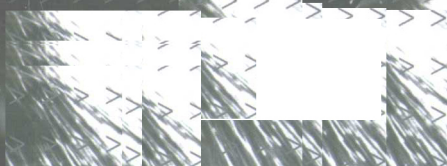


21世纪技工技能入门丛书

塑料模具加工技能 快速入门



塑料科学

适合培训

就业入门

SHIJIJIGONGJINENRUMENCONGSHU



出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

塑料模具加工技能 快速入门

主编 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具加工技能快速入门/上海职业指导培训中心
编著. —南京: 江苏科学技术出版社, 2010. 4

(21 世纪技工技能入门丛书)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 6735 - 3

I. 塑… II. 上… III. ①塑料模具-设计-基本知识
②塑料模具-制造-基本知识 IV. TQ320. 66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 073697 号

塑料模具加工技能快速入门

主 编 上海市职业指导培训中心

责任编辑 汪立亮 谷建亚

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南通印刷总厂有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/32

印 张 13.5

字 数 390 000

版 次 2010 年 4 月第 1 版

印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 6735 - 3

定 价 28.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书主要介绍塑料模具设计与制造的基本原理、基本方法和相关知识。全书内容共分六个单元：塑料模具基础知识、注射模的设计与制造、压缩模具的设计与制造、传递成型模的设计与制造、塑料模具的装配及其使用与维修。本书以培养技术应用能力为主线，从内容上兼顾理论基础和设计实践两个方面，用较大篇幅介绍了各种模具的设计实例，突出了应用性、实用性、综合性和先进性，体系新颖，内容详实。

本书不仅可以满足高职高专的模具设计与制造专业、机电一体化专业、机械制造与控制专业的教学要求，同时也可作为工程技术人员的培训教材。

前 言

模具是一种技术密集、资金密集型的产品,在我国国民经济中的地位非常重要。模具工业已被国家正式确定为基础产业,并在“十五”期间列为重点扶持产业。模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,因为模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

随着发达国家将制造业纷纷转移到中国,中国塑料模具工业面临空前的发展机遇。到2005年,中国塑料模具产值已达到460亿元,年均增长速度为12%左右。模具自给率提高到80%左右,模具及模具标准件出口达2亿美元左右,汽车用塑料模具进口将大量减少。

在模具工业的总产值中,冲压模具约占50%,塑料模具约占33%,压铸模具约占6%,其他各类模具约占11%。由于新技术、新材料、新工艺的不断发展,促使模具技术不断进步,对人才的知识、能力、素质的要求也在不断提高。

为加快和推动模具专业技术的发展江苏科学技术出版社通过大量的市场调研,组织编写了《塑料模具加工技能快速入门》一书。

本书主要介绍塑料模具设计与制造的基本原理、基本方法和相关知识。全书内容共分六个单元:塑料模具基础知识、注射模的设计与制造、压缩模具的设计与制造、传递成型模的设计与制造、塑料模具的装配及其使用与维修。本书以培养技术应用能力为主线,从内容上兼顾理论基顾和设计实践两个方面,用较大篇幅介绍了各种模具的设计实例,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。



因为编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有不妥或出现编校错误,恳请读者批评指正以期及时调整与改进。此外,本书参阅了多种同类教材和著作,在此特向参考文献中的著者致谢。

本书不仅可以满足高职高专的模具设计与制造专业、机电一体化专业、机械制造与控制专业的教学要求,同时也可作为工程技术人员培训教材。

本书在编写过程中得到上海模具协会、昆山模具协会、江南大学机械学院、常州职业技术学院、上海屹丰模具制造有限公司、长三角国家高技能人才培养中心的大力支持和帮助,并得到众多专家的指导和鼎力相助;同时参考了大量的企业内部培训资料和有关图书,谨此表示衷心的感谢和敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一单元 塑料模基础知识	1
课题一 塑料及塑料制品	1
一、塑料及其分类	1
二、塑料的特性和应用	2
三、塑料制品	3
课题二 塑料成型原理及工艺特性	3
一、注射成型原理及工艺特性	3
二、压缩成型原理及工艺特性	12
三、其他成型方法的原理及工艺特性	16
课题三 塑料制品的工艺性设计	21
一、塑料制品的表面装饰、精度和粗糙度	21
二、塑料制品的几何形状与特点	25
三、毛边	34
四、齿轮	36
五、带嵌件塑料制品的设计	38
课题四 塑料成型设备	43
一、注射机	43
二、压力机	55
三、挤出机	66
第二单元 注射模的设计与制造	71
课题一 注射模结构及特点	71
一、注射模的基本结构与分类	71
二、单分型面注射模	81
三、双分型面注射模	91
四、侧向分型与抽芯机构	95
课题二 注射模的设计	101



一、成型零件的设计	101
二、浇注系统设计	115
三、结构零件设计	132
四、推出机构设计	166
五、侧向分型与抽芯机构设计	172
六、模具加热与冷却装置的设计	179
七、注射模与注射机的关系	191
八、注射模设计实例	198
课题三 注射模的加工与制造	212
一、注射模零件基本表面的加工方法	212
二、注射模各标准件加工	255
三、注射模的装配与试模	263
第三单元 压缩模的设计与制造	278
课题一 压缩模概述	278
一、压缩模结构零件、基本结构与分类	278
二、压缩模与压力机的关系	290
课题二 压缩模的设计	298
一、成型零件结构设计	298
二、导向机构设计	304
三、开模及脱模机构	311
四、侧向抽芯机构设计	321
五、模架设计	323
六、凸、凹模结构设计	327
课题三 压缩模的加工与制造	335
一、压缩成型工艺条件控制	335
二、模具零件的加工工艺要点	343
三、压缩模设计与制造实例	345
第四单元 传递成型模的设计与制造	355
课题一 概述	355
一、传递成型的优点与缺点	355
二、传递模的分类	355

三、传递模的结构	358
课题二 传递成型模设计	358
一、加料室	358
二、柱塞	362
三、加料室与柱塞的配合	363
四、浇注系统与排气槽设计	365
五、典型传递模	370
第五单元 塑料模的装配	376
课题一 塑料模的装配工艺	376
一、装配的目的和内容	376
二、装配精度要求	378
三、模具装配尺寸链和装配工艺方法	378
四、模具工作零件的固定方法	384
课题二 塑料模的装配	389
一、浇口套的装配	389
二、成型零件的装配	389
三、脱模机构的装配	393
四、滑块抽芯机构的装配	399
五、总装	404
六、试模	409
第六单元 塑料模的使用与维修	413
课题一 塑料模的使用	413
一、压缩模的成型工序及使用方法	413
二、注射模的使用及注意事项	415
三、塑料模的保养与保管	416
课题二 模具维修	418
一、模具修复手段	418
二、模具修复方法	421
三、模具修理工作的组织	422
参考文献	424

第一单元 塑料模基础知识

课题一 塑料及塑料制品

一、塑料及其分类

1. 塑料的组成

塑料是由多组分组成的,其主要成分是树脂,另外,根据不同的树脂或者制品的不同要求,加入不同的添加剂,从而获得不同性能的塑料配件。

(1) 树脂:合成树脂是塑料的主要成分,它在塑料中起黏结作用,也叫黏料。树脂的成分决定塑料的主要性能(物理性能、化学性能、力学性能及电性能),也决定塑料的类型(热塑性或热固性)。

(2) 填料:填料在塑料中主要起增强作用,有时还可以使塑料具有树脂所没有的性能。正确使用填料,可以改善塑料的性能,扩大其使用范围,也可减少树脂的含量,降低成本。对填料的一般要求是:易被树脂浸润;与树脂有很好的粘附性;本身性质稳定;价格便宜;来源丰富。填料按其形状有粉状、纤维状和片状。常用的粉状填料有木粉、滑石粉、铁粉、石墨粉等;纤维状填料有玻璃纤维、石棉纤维等;片状填料有麻布、棉布、玻璃布等。

(3) 增塑剂:增塑剂是为改善塑料的性能、提高柔软性而加入塑料中的一种低挥发性物质。对增塑剂的基本要求是:能与树脂很好地混溶而不起化学变化;不易从制件中析出及挥发;不降低制件的主要性能;无毒、无害、成本低。常用的增塑剂有邻苯二甲酸酯类、癸二酸酯类、磷酸酯类、氯化石蜡等。

(4) 稳定剂:稳定剂能阻缓材料变质。常用的稳定剂有二盐基性亚磷酸铅、三盐基性硫酸铅、硬脂酸钡等。

(5) 着色剂:着色剂是为了使塑料附上色彩,起着美观和装饰的作



用。有的着色剂还具有其他性能,如耐候性。一般对着色剂的要求是:不易分解、耐候性良好、易扩散以及性能稳定。

(6) 润滑剂: 润滑剂的作用是为了降低塑料内部分子之间的相互摩擦或者减少和避免对模具的磨损。常用的润滑剂是醇类、脂类、石蜡、硬脂酸以及金属皂类。润滑剂分为两类: 内润滑剂和外润滑剂。

2. 塑料的分类

塑料的种类很多,按其受热后所表现的性能不同,可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。

(1) 热固性塑料: 是指在初受热时变软,可以塑制成一定形状,但加热到一定时间后或加入固化剂后,就硬化定型,再加热则不熔融也不溶解,形成体型(网状)结构物质的塑料。例如,酚醛塑料、环氧塑料、氨基塑料等。

(2) 热塑性塑料: 是指在特定温度范围内能反复加热和冷却硬化的塑料。这类树脂在成型过程中只发生物理变化而没有化学变化,所以,受热后可多次成型。其废料可回收和重新利用。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、有机玻璃、尼龙等。

二、塑料的特性和应用

1. 主要特性

(1) 密度小。塑料的密度一般在 $(0.9 \sim 2.3) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 约为铝的 $1/2$, 钢的 $1/3$ 。

(2) 化学稳定性高,某些塑料的耐腐蚀性优异。

(3) 一般塑料都有良好的电绝缘性,有些塑料具有优良的光、电、声、磁特性。

(4) 大部分塑料的摩擦系数低,有些塑料有很好的自润滑性能。

(5) 塑料的来源丰富,价格低廉,可以使用高效率的工艺方法进行成型加工。

2. 应用

塑料的一些优异特性使其在许多领域得到了广泛的应用,例如: 各种产品中用塑料制造结构零件,能全面减轻产品自重;在机械装置中制造轴承和传动零件,能降低磨损和噪声;在电气产品中用作绝缘材

料;在化工装备中用于制造各种耐腐蚀零、部件,等等。

三、塑料制品

塑料制品一般可以分为塑件、塑料型材和其他塑料制品三类。

塑件是指具有特定的使用功能和结构形状,成型后一般不需加工或只做少量修饰加工就能投入使用的塑料制品,它是一种最常见的塑料制品。

塑料型材是指按一定的截面形状和尺寸规格成型加工后供应市场,用户在使用时一般还需做切割或其他加工的一类尺寸塑料制品。常用的塑料型材有实心材料、管类型材、异形截面型材和共挤复合型材四类。

除了塑件和塑料型材外,尚有一些其他塑料制品。例如:塑料丝、绳、网;塑料纤维及其织物;塑料薄膜及其制品如塑料袋、胶粘带;玻璃钢(玻璃纤维增强塑料)制品。

课题二 塑料成型原理及工艺特性

塑料的种类有很多,其成型方法也有很多,有注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、气动成型、泡沫成型等,其中前四种方法最为常用。

一、注射成型原理及工艺特性

1. 注射成型原理及其形成特点

注射成型是热塑性塑料制品生产的一种重要方法。除少数热塑性塑料外,几乎所有的热塑性塑料都可以用注射成型方法产生塑料制品。注射成型不仅用于热塑性塑料的成型,而且已经成功地应用于热固性塑料的成型。

注射成型是通过注射机来实现的。目前,注射机的种类有很多,并且为了适应塑料制品的不断更新,注射机的结构不断得到改进和发展。但无论哪一种注射机,其基本作用均有两个:加热熔融塑料,使其达到粘流状态;对粘流的塑料施加高压,使其射入模具型腔。下面以螺杆式

注射机的注射塑件为例介绍注射成型原理,其工作原理如图 1-1 所示。

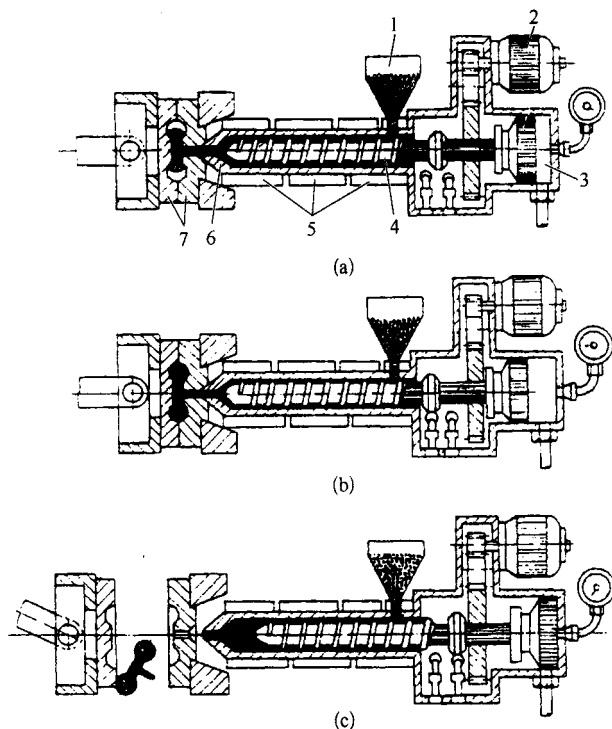


图 1-1 螺杆式注射机注射成型原理图

1—料斗;2—螺杆转动传动装置;3—注射液压缸;
4—螺杆;5—加热器;6—喷嘴;7—模具

首先是动模与定模闭合,接着液压缸活塞带动螺杆按要求的压力和速度,将已经熔融并存积于料筒端部的塑料经喷嘴射入模具型腔中。此时螺杆不转动(图 1-1(a))。当熔融塑料充满模具型腔后,螺杆对熔体仍保持一定压力(即保压),以阻止塑料的倒流,并向型腔内补充因制品冷却收缩所需要的塑料(图 1-1(b))。经一定时间的保压后,活塞的压力消失,螺杆开始转动。此时由料斗落入料筒的塑料,随着螺杆的转

动向前输送。在塑料向料筒前端输送的过程中,塑料受加热器加热和螺杆剪切摩擦热的影响而逐渐升温直至熔融成粘流状态,并建立起一定压力。当螺杆头部的熔体压力达到能够克服注射液压缸活塞退回的阻力时,在螺杆转动的同时,逐步向后退回,料筒前端的熔体逐渐增多,当螺杆退到预定位置时,即停止转动和后退。以上过程称为预塑(图 1-1(c))。

在预塑过程中或在稍长一些时间内,已成型的塑料件在模具内冷却硬化。当塑料件完全冷却硬化后,模具打开,在推出机构作用下,塑料制品被推出模具(图 1-1(c)),即完成一个工作循环。移动螺杆式注射机工作循环可以用图 1-2 表示。

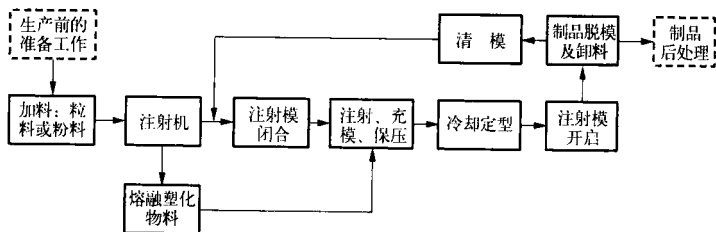


图 1-2 螺杆式注射机成型工作循环

与柱塞式注射成型相比,螺杆式注射机注射成型可使塑料在料筒内得到良好的混合与塑化,改善了成型工艺,提高了塑料制品质量。同时还扩大了注射成型塑料品种的范围和最大注射量,对于热敏性塑料和流动性差的塑料以及大、中型塑料制品,一般可用螺杆式注射机注射成型。

从注射成型过程可以看出,注射成型产生周期短,生产率高,可采用微机控制,容易实现自动化生产,塑料制品精度容易保证,适用的范围广。但设备昂贵,模具较复杂。

2. 注射成型工艺过程

注射成型工艺包括成型前的准备、注射过程和塑件的后处理。

(1) 成型前的准备。

① 原料与处理。为了保证注射成型的正常进行和保证塑件质量,在注射成型前应做一定的准备工作,如对塑料原料进行外观检验,即检



查原料的色泽、细度及均匀度等,必要时还应对塑料的工艺性能进行测试。对于吸湿性强的塑料,如尼龙、聚碳酸酯、ABS等,成型前应对其进行充分的预热干燥,除去物料中过多的水分和挥发物,以防止成型后塑件出现起泡和银丝缺陷。

② 清洗机筒。生产中,如需改变塑料品种、调换颜色,或发现成型过程中出现了热分解或降阶反应,则应对注射机料筒进行清洗。通常,柱塞式注射机料筒存量较大,必须将料筒拆卸清洗。对于螺杆式料筒,可采用对空注射法清洗。采用对空注射法清洗螺杆式料筒时,若欲更换的塑料的成型温度高于料筒内材料的成型温度时,应将料筒和喷嘴温度升高到欲换之塑料的最低成型温度,然后加入欲换的塑料或其回料,并连续对空注射,直到将全部残料排除为止。若欲更换的塑料的成型温度低于料筒内残料的成型温度时,应将料筒和喷嘴温度升高到欲换之塑料的最高成型温度,切断电源,加入欲换塑料或回料,并连续对空注射,直到将全部残料排除为止。当两种塑料成型温度相差不大时,不必变更温度,先用回头料,然后用欲换的塑料对空注射即可。残料属热敏性塑料时,应从流动性好,热稳定性好的聚乙烯、聚苯乙烯等塑料中选择黏度较高的品级作为过渡料对空注射。

③ 预热嵌件。对于有嵌件的塑料制件,由于金属与塑料的收缩率不同,嵌件周围的塑料容易出现收缩应力和裂纹,因此,成型前可对嵌件进行预热,减小它在成型时与塑料熔体的温差,避免或抑制嵌件周围的塑料容易出现的收缩应力和裂纹。在嵌件较小时对分子链柔顺性大的塑料也可以不预热。在成型前,有时还需对模具进行预热。

④ 选择脱模剂。为了使塑料制件容易从模具内脱出,有的模具型腔或模具型芯还需涂上脱模剂,常用的脱模剂有硬脂酸锌、液体石蜡和硅油等。

(2) 注射过程。完整的注射过程包括加料、塑化、充模、保压、倒流、冷却和脱模等几个阶段。

① 加料。将粒状或粉状塑料加入注射机料斗,由柱塞或螺杆带料筒进行加热。

② 塑化。成型塑料在注射机料筒内经过加热、压实以及混料等作用以后,由松散的粉粒状颗粒或粒状的固态转变成连续的均化熔体的

过程。

③ 充模。塑化好的塑料熔体在柱塞或螺杆的推动作用下,以一定的压力和速度经过喷嘴和模具的浇注系统进入并充满模具型腔。

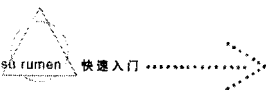
④ 保压。充模结束后,在注射机柱塞或螺杆推动下,熔体仍然保持压力进行补料,使料筒中的熔料继续进入型腔,以补充型腔中的塑料的收缩需要。保压时间应适当,过长的保压时间容易使塑料件产生应力,引起塑件翘曲或开裂。保压结束后,柱塞或螺杆后退,型腔中的熔料压力解除,这时,型腔中的熔料压力将比浇口前方的压力高。如果此时浇口尚未冻结,就会发生型腔中熔料通过浇注系统倒流的现象,使塑料之制件产生收缩、变形及质地疏松等缺陷。如果撤除注射压力时,浇口已经冻结,则倒流现象就不会存在。由此可见,倒流是否发生或倒流的程度如何,均与保压时间有关。一般来讲,保压时间较长时,保压压力对型腔内的熔体作用时间也越长,倒流较小,塑件的收缩情况会有所减轻。而保压时间短时,情况则刚好相反。

⑤ 浇口冻结后的冷却。塑件在型腔内的冷却过程是指从浇口处的塑料熔体完全冻结时起到塑件将从型腔内推出为止的全过程。在此阶段,补缩或倒流均不再继续进行,型腔内的塑料继续冷却、硬化和定型。当脱模时,塑料制件具有足够的刚度,不致产生翘曲和变形。随着冷却过程的进行,温度继续下降,型腔内压与外界大气压力之差值称为残余压力,残余压力为负值时,塑件表面有缺陷或内部有真空泡。所以,如果冷却过急,或型腔与塑料熔体接触的各部分温度不同,则会导致冷却不均和收缩率不一致,使塑件产生内应力,产生翘曲变形。

⑥ 脱模。塑件冷却后即可开模,在推出机构的作用下,将塑料制件推出模外。

(3) 塑件的后处理。由于塑化不均匀或由于塑料在型腔内的结晶、取向和冷却不均匀及金属嵌件的影响等原因,塑料件内部不可避免地存在一些内应力,从而导致塑件在使用过程中产生变形或开裂。为了解决这些问题,可对塑件进行一些适当的处理。常用的后处理方法有退火和调湿两种。

① 退火处理。退火是将塑件放在低温的加热介质(如热水、热油、热空气和液体石蜡等)中保温一段时间的热处理过程。退火温度一般



在塑件实际使用温度以上 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 至热变形温度以下 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 之间进行选择和控制。退火时间以塑料品种及塑件厚度而定。一般取 $4\sim 24\text{ h}$ 。

② 调湿处理。调湿处理主要用于吸湿性很强且又容易氧化的聚酰胺等塑料制件,调湿处理除了能在加热条件下消除残余应力外,还能使塑件在加热介质中达到吸湿平衡,以防止在使用过程中发生尺寸变化。调湿处理所用的介质一般为沸水或醋酸钾溶液(沸点为 121°C),加热温度为 $100\sim 121^{\circ}\text{C}$ 。调湿时间取决于塑件厚度,厚度在 $1.5\sim 6\text{ mm}$ 范围内的尼龙,调湿时间取 $2\sim 93\text{ h}$ 。

3. 注射成型的工艺参数

正确的注射成型工艺可以保证塑料熔体良好塑化,顺利充模、冷却与定型,从而产生出合格的塑料制件。温度、压力和时间是影响注射成型工艺的重要参数。此外还有用料量与合模力等问题。

(1) 温度。注射成型过程需控制的温度有料筒温度、喷嘴温度和模具温度等。料筒温度、喷嘴温度主要控制塑料的塑化和流动,模具温度主要影响塑料的流动和冷却定型。

① 料筒温度。料筒温度的选择与诸多因素有关,凡是平均分子量偏高、分布较窄的塑料、玻璃纤维增强塑料、采用柱塞式塑化装置的塑料和注射压力较低、塑件壁厚较小的,都应选择较高的料筒温度。反之,则选择较低的料筒温度。每一种塑料都有不同的粘流态温度 T_f (对结晶态塑料即为 T_m) (图 1-3)。为了保证塑料熔体的正常流动,不使熔料产生变质分解,料筒最合适的温度应该在粘流态温度 T_f (或 T_m) 和热分解温度 T_d 之间。

料筒温度的分布一般应遵循前高后低的原则,即料筒的后端温度最低,喷嘴处的前端温度最高。料筒后段温度应比中段、前段温度低 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。对于含水量偏高的塑料,也可使料筒后段温度偏高一些;对于螺杆式料筒,为了防止由于螺杆与熔料、熔料与熔料、熔料与料筒之间的剪切摩擦热而导致塑料热降解,可使料筒前段温度略低于中段。

螺杆式和柱塞式注射式料筒温度低 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

为了避免熔料在料筒里过热降解,除必须严格控制熔体的最高温度外,还必须控制熔料在料筒里的滞留时间。通常,提高料筒温度以