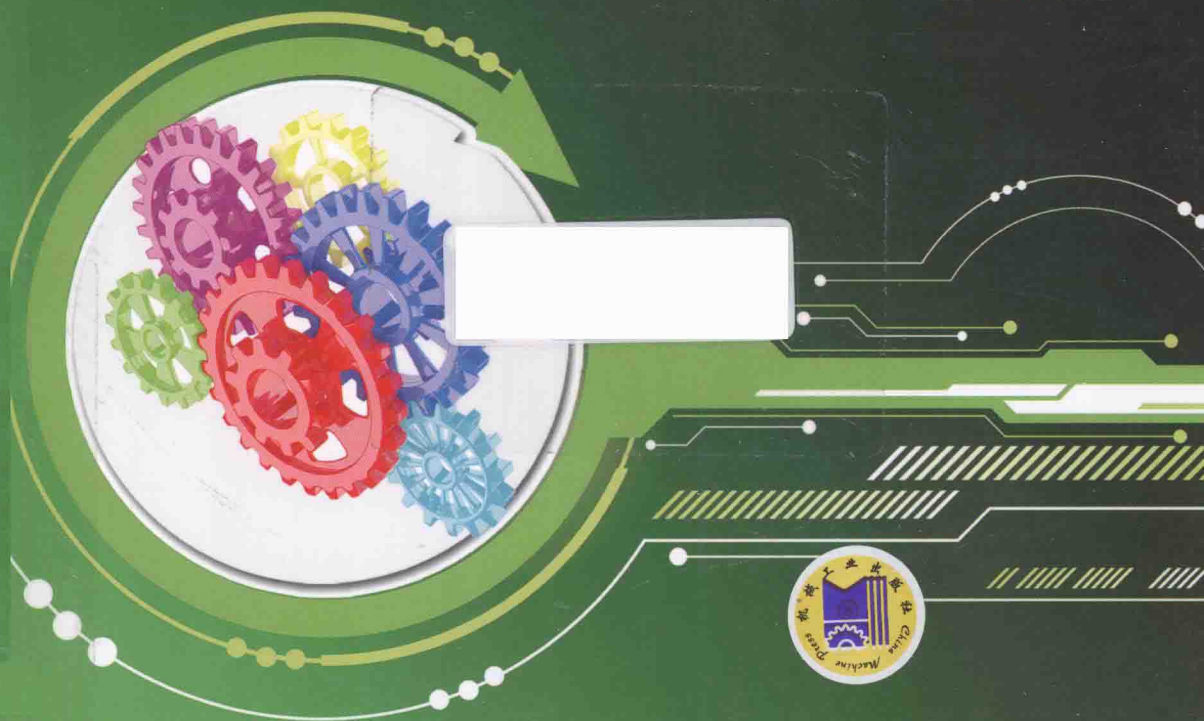


塑料注射

制品配方集锦

张玉龙 石磊◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

塑料注射制品配方集锦

主 编	张玉龙	石 磊			
副 主 编	宫 平	李 萍	王志强	王 玲	
参编人员	孔令美	杨兴娟	修志峰	冯雪艳	李明俊
	尹 勋	崔紫方	刘 鹏	孙建文	杨锦荣
	张文超	刘宝玉	闫 军	杜仕国	孙德强
	李旭东	李桂变	杨振强	吴建全	邵颖惠
	康 敏	李 燕			



机械工业出版社

系统地介绍了汽车零件用塑料注射制品与专用料、家电产品用塑料注射制品与专用料、机电产品用塑料注射制品与专用料、注射成型塑料管件与专用料、注射成型塑料鞋制品与专用料及注射成型塑料日用制品与专用料的配方及性能，与此同时还简要介绍了塑料注射成型技术等内容。

本书是从事塑料行业材料研究、产品设计、配方设计、制造加工、管理销售与教学人员的必读之书，也可作为行业职工的培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

塑料注射制品配方集锦/张玉龙，石磊主编. —北京：
机械工业出版社，2014.9
ISBN 978-7-111-47465-4

I. ①塑… II. ①张…②石… III. ①注塑-塑料制品-配方 IV. ①TQ320

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 168569 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张秀恩 责任编辑：张秀恩 张元生

版式设计：赵颖喆 责任校对：刘秀丽

封面设计：陈沛 责任印制：刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·15.5 印张·337 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-47465-4

定价：39.00 元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工微博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

塑料注射成型技术是塑料制品加工中最常见的工艺技术，具有技术成熟、设备齐全、生产效率高的特点，可用于各种小型制品和塑料构件制品的加工，产品形式多样，用途十分广泛，在国民经济建设、国防建设和人们的日常生活中发挥了巨大的作用。近年来随着高新技术在成型技术中的应用，使这一工艺技术取得了长足的进步，展现出了广阔的发展前景。注射成型技术的发展最根本的目的是进一步开发新型高质量的注射制品，以适应市场需求。而新产品开发仅依靠工艺技术还远远不够，必须采用先进的塑料改性技术与制品的配方设计技术，才能研制出满足市场需求、性价比合理的产品。

为了普及塑料注射制品配方设计的基本知识，推广并宣传塑料注射制品配方设计的研究与应用成果，国防信息学会军用材料信息专业委员会与北方（济南）胶粘剂与涂料协会联合编写了本书。本书共 7 章 26 节，收录配方约 530 例，较为系统地介绍了汽车零件用塑料注射制品与专用料、家电产品用塑料注射制品与专用料、机电产品用塑料注射制品与专用料、注射成型塑料管件与专用料、注射成型塑料鞋制品与专用料及注射成型塑料日用制品与专用料的配方及性能，与此同时还简要介绍了塑料注射成型技术等内容。本书是从事塑料行业材料研究、产品设计、配方设计、制造加工、管理销售与教学人员的必读之书，也可作为行业职工的培训教材。

本书突出实用性、先进性、可操作性，理论叙述从简，着重用配方设计实例与使用数据说明问题。全书结构紧凑、语言简练、数据翔实可靠、信息量大、便于查阅。若本书的出版发行能对我国塑料制品的质量提高、新产品的开发和更新换代等工作起到促进作用，编者将感到十分欣慰。

由于水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 塑料注射成型技术	1
第一节 简介	1
一、基本概念	1
二、注射成型基本原理	1
三、塑料注射成型材料的选择	2
四、注射成型在塑料加工中的地位与作用	3
第二节 塑料注射成型工艺	3
一、注射机规格型号选择	3
二、注射成型前的准备	5
三、注射成型工艺过程	8
第三节 注射成型工艺条件的选择与控制	9
一、温度	9
二、压力	16
三、注射速度	20
四、成型周期	21
五、各类塑料的注射工艺参数	23
第四节 注射成型的操作技术	25
一、注射机四种操作方式的应用	25
二、注射机的生产操作规程	26
三、注射机操作注意事项	28
第五节 塑料制品注射后的处理技术	29
一、手工或机械加工	29
二、抛光和表面涂饰	29
三、退火处理	29
四、调湿处理	30
五、回料利用	30
第六节 注射成型塑料制品质量问题分析	31
一、制品的外形结构尺寸不完整	31
二、制品的外形尺寸不稳定, 出现收缩现象	31
三、制品脱模困难	32
四、制品有飞边	32
五、制品脱模易损坏	32
六、制品表面有熔接痕	32

七、制品表面有波纹	33
八、制品表面有气泡和银纹	33
九、制品表面无光泽	33
十、制品成型后变形	33
十一、制品有黑点或黑纹	34
第二章 汽车零件用塑料注射制品与专用料	35
第一节 聚丙烯注射制品与专用料	35
一、保险杠	35
二、仪表盘（板）	41
三、汽车其他部件与专用料	45
四、汽车零件用聚丙烯供选料	55
第二节 汽车零件用其他塑料制品与专用料	62
一、聚氯乙烯类汽车制品与专用料	62
二、汽车零件用其他专用料	63
第三章 家电产品用塑料注射制品与专用料	79
第一节 洗衣机用塑料注射制品专用料与供选料	79
一、洗衣机用塑料注射制品专用料	79
二、洗衣机用塑料注射制品供选料	83
第二节 电冰箱用塑料注射制品专用料与供选料	85
一、电冰箱用塑料注射制品专用料	85
二、电冰箱用塑料注射制品供选料	89
第三节 空调用塑料注射制品与专用料	92
第四节 电视机用塑料注射制品与专用料	96
第五节 其他家电用塑料注射制品与专用料	98
第四章 机电产品用塑料注射制品与专用料	107
第一节 机电产品通用塑料注射制品与专用料	107
一、机电产品用聚乙烯注射制品与专用料	107
二、机电产品用聚丙烯注射制品与专用料	109
三、机电产品用聚氯乙烯注射制品与专用料	115
四、机电产品用 ABS 注射制品与专用料	117
第二节 机电产品通用工程塑料注射制品与专用料	122
一、机电产品用聚酰胺注射制品与专用料	122
二、机电产品用聚甲醛注射制品与专用料	139
三、机电产品用热塑性聚酯注射制品与专用料	149
四、机电产品用聚苯醚注射制品与专用料	155
第三节 机电特种工程产品用塑料注射制品与专用料	157
一、机电产品用聚苯硫醚注射制品与专用料	157
二、机电产品用聚酰亚胺注射制品与专用料	161
三、机电产品用聚醚醚酮注射制品与专用料	164

四、机电产品用聚四氟乙烯注射制品与专用料	166
五、机电产品用聚砒注射制品与专用料	168
第四节 机电产品用热固性塑料注射制品与专用料	170
一、机电产品用酚醛注射制品与专用料	170
二、机电产品用环氧注射制品与专用料	175
三、机电产品用不饱和聚酯注射制品与专用料	180
四、机电产品用其他热固性塑料注射制品与专用料	182
第五章 注射成型塑料管件与专用料	184
第一节 聚氯乙烯注射管件与专用料	184
第二节 聚烯烃注射管件与专用料	188
第六章 注射成型塑料鞋制品与专用料	196
第一节 聚氯乙烯注射成型鞋制品与专用料	196
第二节 聚烯烃注射成型鞋制品与专用料	205
第三节 其他塑料注射成型鞋制品与专用料	211
第七章 注射成型塑料日用制品与专用料	213
第一节 聚乙烯注射成型日用制品与专用料	213
第二节 聚丙烯注射成型日用制品与专用料	217
第三节 聚氯乙烯注射成型日用制品与专用料	227
第四节 其他塑料注射成型日用制品与专用料	230
参考文献	233

第一章 塑料注射成型技术

第一节 简介

一、基本概念

注射成型(也称注射模塑,简称注塑)是指将注射用原料(粒状或粉状塑料)置于能加热的机筒内,受热、塑化后用螺杆或柱塞施加压力,使熔体经机筒末端的喷嘴注入所需形状的模具中并填满模腔,冷却定型后脱模,即得到具有要求形状制品的一种成型方法。这一过程是通过注射机和模具来实现的。通常,我们把塑料、注射机和模具称为注射成型三要素,而把成型压力、成型温度和成型周期称为注射成型的三大工艺参数。在评价其重要性时,前者占30%,而后者占70%,也就是说控制工艺条件是最重要的。

二、注射成型基本原理

对注射用塑料的要求是在热、压作用下能熔融流动,因而热塑性塑料和热固性塑料中的绝大多数都适用注射成型工艺。但由于热塑性塑料和热固性塑料的性能不同,因此其注射成型原理也有所区别。现仅以热塑性塑料为例简述其注射成型原理。

将树脂通过料斗送入热机筒中。机筒中设有由注射液压缸带动的柱塞或螺杆,将物料送到机筒的加热区,物料在加热区软化并被加热到要求温度。在柱塞或螺杆的推移下,热塑性塑料熔体被注入闭合的模具中。注模系统固定在注射机的装模板上。锁模系统保证注模的闭合,并提供注射机必要的锁模力。注射机装有时间调节系统,可以控制注射周期的操作程序。注射机的原理如图1-1所示。

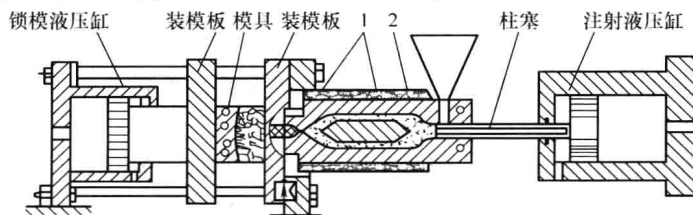


图 1-1 注射机的原理

1—电加热器 2—加热机筒

注射成型的特点如下:

1) 注射成型周期从几秒钟到几分钟不等,周期的长短取决于制品的壁厚、大小、

形状、注射机的类型以及所采用的塑料品种和工艺条件等。

2) 注射成型制品的质量从几克到几十千克不等,视需要而定。

3) 注射成型生产周期短,生产效率高,能成型形状复杂、尺寸精确或带嵌件的制品,且制品具有良好的装配性和互换性,因而可以使制品规格化、系列化、标准化。

4) 注射机操作简便易行,模具更换方便,制品翻新快,可多腔成型。

5) 对各种塑料的成型适应性强,在注射成型过程中易于实现自动化、高速化生产,经济效益好。

三、塑料注射成型材料的选择

要研制出一个好的塑料注射制品,需要做很多的技术和经济分析工作。其中,最重要的是塑料材料的选择、制品的设计及模具的设计。虽然这些工作应该由产品开发技术人员完成,但作为一名优秀的注射工,若能共同参与选择塑料材料,会使产品开发更快、更准确。

1. 选择塑料材料应考虑的因素

塑料工业发展迅速,其种类和品级也日趋繁多,现在可供选择的牌号塑料材料已有 15 000 多种。这既拓宽了塑料选择的范围,也增大了塑料选择的难度。在选择塑料材料时,应着重考虑以下因素:

(1) 塑料材料的基本类别

1) 通用塑料,包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)和聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)等。

2) 通用工程塑料,包括聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚苯醚(PPO)等。

3) 特种工程塑料,包括聚四氟乙烯、聚苯硫醚(PPS)、聚砜、聚醚醚酮、聚芳酯和液晶聚合物等。

4) 热固性塑料,包括酚醛、环氧、不饱和聚酯、聚氨酯、聚酰亚胺、氨基塑料等。

(2) 外观和尺寸稳定性

1) 外观方面包括透明度(雾度)、表面光泽或亚光的要求,以及着色的难易程度及持久性。

2) 尺寸稳定性方面包括成型收缩率、允许误差和耐磨性要求。

(3) 材料性能

1) 力学性能包括拉伸、压缩、弯曲及抗冲击要求和抗疲劳要求。

2) 热性能包括正常的工作温度和最高或最低的工作温度。

3) 电性能包括电绝缘性、耐电弧性和抗静电或导电性。

(4) 环境性能 包括接触化学物质(酸、碱)、化学试剂及蒸汽的性能,耐老化性能,受霉菌、细菌侵蚀的性能。

(5) 成型性能 选择容易成型的材料,同时还应考虑到现有设备或企业购买设备后能成型加工,并能进行二次加工(装饰、装配、粘接等)。

(6) 经济性 材料应具有竞争力,生产、储存、管理成本合适。

(7) 符合法规 塑料材料要符合安全法规及标准(食品卫生性能标准,消防、环境保护规定等),符合工业生产许可规定(GMP 医药生产许可、食品包装许可、危险品包装许可等)。

2. 选择注射用塑料材料的一般程序

选择合适的注射用塑料材料,一般要经过多道选择程序。当然,若用户有指定要求,选择程序就会简单一些。

- 1) 熟悉注射制品的使用条件(要求)及装配要求。
- 2) 根据塑料材料性能,初步确定塑料品种。
- 3) 根据本企业配备的成型设备及材料成型工艺要求,初步确定塑料材料及型号。
- 4) 根据材料、模具、生产的成本,确定塑料品种及型号。
- 5) 通过试模及制品性能试验,修正选用的塑料品种及型号,或确认选用型号的基本参数(如密度、黏度或熔体流动速率等)。

四、注射成型在塑料加工中的地位与作用

注射成型是目前塑料加工中采用最普遍的一种重要的成型方法,是根据压铸原理在19世纪末、20世纪初发展起来的。除极少数塑料外,几乎所有的热塑性塑料和部分热固性塑料都可采用此法成型。采用这种成型方法可以在高生产率下成型各种形状、满足各种要求的高精度、高质量制品。因此,注射成型在塑料制品成型中占有很大的比重,注射模塑制品约占塑料制品总量的20%~30%,尤其当塑料作为工程结构材料时,注射模塑制品的用途已从民用扩大到国民经济的各个领域。用注射成型方法制造的制品主要是各种工业配件、仪器仪表的零件和壳体,如齿轮、螺钉、螺母、轴承、手柄、密封环、阀件、阀门、纺织梭纱管、开关、接线柱、管道、管接头、容器等。这些部件在发展尖端科学技术中是不可或缺的。总之,注射成型在塑料加工中占有重要的位置。

第二节 塑料注射成型工艺

一、注射机规格型号选择

在选择注射机的规格型号之前,首先要查看注射机生产厂家提供的产品说明书中的注射机性能参数值,这些参数值表示该注射机的主要性能特征。然后再根据所要生产塑料制品的一些技术要求(如制品用原料种类、牌号,制品的重量及外形尺寸等)去查找说明书中与其相接近的参数值,这些参数值所对应的注射机型号就是我们要选购的注射机型号。

规格型号中重点要对照的数据,是制品的重量(或容积)和外形尺寸与参数值的比例关系。即塑料制品的重量与注射机理论注射量(或容积)之间的比例要求,制品长度(高度)尺寸及与成型模具厚度(移动模板上模具厚度)尺寸之和,与注射机移动模板行

程距离之间的尺寸要求。

(一) 按制品重量选择注射机理论注射量

制品的重量是指注射成型制品时所需要的熔料量。计算方法如下：

1) 计算制品用熔料总重量

$$Q = K \times (\text{制品重量} + \text{浇口系统用料重量})$$

式中 K ——系数, $K = 1.1 \sim 1.3$ 。

2) 计算注射机注射成型该制品时应注射的熔料量

$$Q_s = Q \times \frac{1.05}{\rho_r}$$

式中 ρ_r ——制品相对密度。

例：一件 PE 制品重量为 200g, 浇道系统用料估计为 22g, 计算注射机注射成型此制品时需要的熔料量是多少？

$$\text{①制品用熔料总重量: } Q = 1.2 \times (200 + 22) \text{ g} = 266.4 \text{ g}$$

$$\text{②成型该制品需要熔料量: } Q_s = 266.4 \text{ g} \times \frac{1.05}{0.92} = 304.04 \text{ g}$$

用注射机注射成型该制品的理论注射量, 一般是略大于 Q_s 值的接近数值。

(二) 按制品成型锁模力选择注射机

注射机的锁模力是指合模装置中, 对两片(或多片)模具结合成一制品空腔体的最大夹紧力。当熔料以一定的注射力和流速进入模具空腔时, 通过锁模力的作用, 使成型模具不至于被熔料的注射力作用而胀开。

注射机的锁模力和注射机的注射量一样, 是注射机的一个重要性能参数。由这个参数就可知道注射机规模的大小。

注射制品成型锁模力的计算比较复杂, 它与熔料的注射压力、熔料的黏度、原料塑化条件、制品形状、模具结构和制品在模具中的冷却定型温度等因素有关, 很难计算出一个比较准确的锁模力。这里只介绍一个粗略的计算制品注射成型锁模力的方法。

锁模力 = 锁模力计算用常数 $\times$ 制品在模板上垂直投影面积

$$\text{即} \quad F = KS$$

式中 F ——锁模力(t);

K ——不同原料用常数(t/cm^2);

S ——制品在模板上的垂直投影面积(cm^2)。

不同原料的 K 值见表 1-1。

表 1-1 不同原料的 K 值

原料名称	PE	PP	PS	ABS	PA	其他工程塑料
$K/(\text{t}/\text{cm}^2)$	0.32	0.32	0.32	0.32 ~ 0.48	0.64 ~ 0.72	0.64 ~ 0.80

(三) 选择注射机时的注意要点

在注射机厂家给出的产品样本上, 有关机械的性能数值分别统一记载在注射装置、

合模装置、各种附属装置等功能类别内。

但是,准备实际使用注射机时,应当检查以下几方面的性能,并将这些性能综合起来,以最终决定是否可以使用该机器。

- 1) 在成型品的大小(尺寸、重量)方面,是否有足够的成型能力。
- 2) 是否有足够的位置来安装准备使用的模具(横、竖向尺寸,与操作有关的尺寸)。
- 3) 是否有足够快的操作速度以达到预定的成型周期。

二、注射成型前的准备

为了使注射过程顺利进行并保证产品质量,在成型前有一系列的准备工作,如原材料的预处理、嵌件预热、机筒清洗、脱模剂的选用等。由于塑料的供应方式(粉料或粒料)和性质不同,制件的结构(有无嵌件)和使用要求不同,各种制品在成型前的准备工作也不同,应视具体情况而定。

(一) 原材料的预处理

根据各种塑料的特性,成型前应对原材料进行如下预处理。

(1) 原材料检验 原材料的检验包括三个方面:一是所用原材料是否正确,是否能满足制品的使用要求(品种、规格、牌号等);二是外观检验(色泽、颗粒形状及均匀性,有无杂质等);三是物理性能检验(包括熔体流动速率、流动性、热稳定性、含水量指标及收缩率等)。

(2) 原材料的造粒和染色 如原材料是粉料,在成型前还需造粒;如果制品要求带有某种颜色,则要对原料进行染色。注射制品着色最常见的方法最采用色母料着色,即将原材料颗粒与色母料按一定比例混合均匀,直接加入注射机料斗中。该方法简单实用,着色均匀,但成本偏高,仅适用于螺杆式注射机的成型。若使用柱塞式注射机,会因塑化、混料不均,而引起制品色斑或色纹。对于原料为粉料的注射成型,一般采用的是造粒染色,即把粉料和颜色母料经过挤出造粒,获得颜色均匀的颗粒料。

(3) 原材料的预热及干燥 各种塑料颗粒常含有不同程度的水分、溶剂及其他易挥发的低分子物质,它们的存在往往会使注射成型制品产生银纹、收缩孔、气泡等缺陷,高温下还会使塑料产生交联和降解,造成制品的性能及外观质量下降。因此在成型前多数塑料需要进行预热及干燥处理。如聚酰胺、聚碳酸酯、聚砜、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯醚等塑料,因其分子结构中含有酰氨基、酯基、腈基等亲水基团,具有吸湿倾向,一般都要进行干燥处理。塑料干燥条件见表 1-2。聚苯乙烯和 ABS 等塑料,虽亲水能力不强,但一般也要进行干燥处理。对聚烯烃、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚甲醛等不易吸湿的塑料,如果包装严密,贮存运输良好,一般可不干燥。

表 1-2 塑料干燥条件

原料名称	干燥温度/℃	干燥时间/h	干燥厚度/mm
聚酰胺	90 ~ 105	12 ~ 20	< 50

(续)

原料名称	干燥温度/℃	干燥时间/h	干燥厚度/mm
聚碳酸酯	120 ~ 130	6 ~ 8	< 30
聚砒	120 ~ 140	4 ~ 6	20
聚甲基丙烯酸甲酯	70 ~ 80	2 ~ 4	30 ~ 40
ABS	80 ~ 90	2 ~ 4	30 ~ 40
聚甲醛	75 ~ 85	3 ~ 5	< 30

干燥的方法很多,应根据塑料性能、生产批量和具体干燥设备进行选择。批量较小的多采用热风循环烘箱和红外线加热烘箱干燥;大批量的通常采用沸腾干燥和气流干燥;高温下易氧化变色的塑料,如聚酰胺,则采用真空烘箱干燥为好。

干燥温度和时间以及料层厚度是影响干燥效果的主要因素。温度越高,低分子及水分挥发越快,但不能超过塑料的软化温度或熔点,否则料易变软结成团,使加料困难,干燥温度一般为 100℃ 左右;较长的干燥时间有利于提高干燥效果,但易造成能源浪费,对热稳定性差的塑料还会引起分解变色;若料层过厚,由于塑料导热性差,在同样的干燥条件下会使表层和中心层干燥效果不同。因此料层厚度以 20 ~ 50mm 为宜。

要特别说明的是,干燥后粒料要妥善密封保存,防止塑料再次吸湿而失去干燥效果。有些在成型温度下对水分特别敏感的塑料,在成型过程中还应考虑采用密封或加热料斗。

(二) 螺杆的选择

对于不同塑料的注射成型,按其原料的性能不同,应选择适应其塑化工艺条件要求的螺杆。

结晶性塑料(聚乙烯、聚丙烯和聚酰胺)用螺杆条件:应选用较大压缩比螺杆,一般为 3 ~ 3.5。螺杆的锥形头部应配有止逆环,喷嘴是防流延型。

硬聚氯乙烯原料用螺杆条件:螺杆的螺槽(均化段也叫计量段)比较深。压缩比较小,一般在 2 左右,不用止逆环,喷嘴是直通式。

对于没有特殊要求的常用塑料的注射成型,可选用配有较强通用性标准螺杆的注射机,这样就可以不用经常调换螺杆。

(三) 模具的安装调试

安装成型用模具时,可把型腔安装在固定模板上,型芯安装在移动模板上。安装时应注意以下几点:

1) 注意模具上定位圈外径与固定模板上定位孔直径的间隙配合调整,保证注射喷嘴口直径中心线与模具进料衬套口中心线的重合。

2) 把型芯和型腔配合安装好。导向套和导柱配合滑动合理时,固定两部位模具。一般用螺钉把模具固定在模板上,如果丝孔位置不对应,也可用压板固定模具。

3) 调节移动模板的行程。合模板的行程必须大于或等于制品的高度与脱模距离之和再加 5 ~ 10mm 值,即 $S \geq H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \text{mm}$,模板行程与制品高度的选择尺寸如

图 1-2 所示。

选择设计模具时, 注意模具的外形厚度尺寸应在注射机规定的模具最大厚度尺寸和最小厚度尺寸之间。

(四) 机筒的清洗

在注射成型中, 经常需要更换原料、调换颜色, 或由于温度的升高会造成原料分解, 所有这些情况发生时, 都需对注射机的机筒进行清洗。清洗方法有以下几种:

1) 柱塞式注射机机筒的清洗, 要先把组装件拆卸后才能进行清洗。

2) 螺杆式注射机机筒的清洗, 通常采用直接换料清洗。为了便于机筒的清洗, 一般颜色浅的、熔融温度低的、热稳定性差的注射制品先加工。

3) 若新原料的成型温度比机筒内剩料温度高, 应先将机筒和喷嘴温度升到新原料的最低加工温度, 然后加入新原料(或其回收料)进行连续的对空注射, 直到把机筒内的剩料排尽后再升高机筒温度, 待喷嘴温度达到要求范围, 就可加入新原料转入生产。若新原料的成型温度比机筒内的剩料温度低, 则应将机筒和喷嘴温度升到使剩料处于最好的流动状态, 然后切断机筒和喷嘴的加热电源, 用新原料(或其回收料)进行连续的对空注射, 直至把机筒内的剩料排尽, 待温度降至新料加工温度时, 再加入新原料进行生产。

4) 对于聚氯乙烯、聚甲醛等热敏性残剩料, 为防止清洗过程中塑料分解, 应先用低密度聚乙烯、聚苯乙烯等热稳定性好的塑料进行过渡换料清洗, 最后用所加工的新料置换出过渡清洗料。

5) 为减少原料的浪费, 近年来研制成功了注射机机筒清洗剂, 适用于加工温度范围为 180 ~ 280℃ 的各种热塑性塑料的注射机机筒清洗。

(五) 嵌件的热处理

在塑料注射成型制件内, 有时会加一些金属嵌件, 目的是因制件的工作需要, 增加制件的工作强度。金属件与塑料在注射时熔接成一体, 但由于二者的热性能温度差异较大, 使塑料在固化时与金属接触的四周产生较大的应力集中, 出现裂纹, 降低制品强度。为避免这些现象发生, 金属件在与塑料熔接前应进行预热处理。金属件的预热处理可按金属材料的不同, 在 110 ~ 150℃ 范围内进行。对于较小金属零件可酌情不用预热处理。

(六) 脱模剂的选择和应用

如果模具的脱模斜度设计合理、制造精度有保证, 成型时再加上有顶出杆作用, 应该说脱模工作比较顺利。但有时为使脱模工作顺利快捷, 在合模注射前可在模具腔表面涂一层脱模剂。

常用的脱模剂有硬脂酸锌、液体石蜡或硅油。注意, 在用聚酰胺塑料注射成型时,

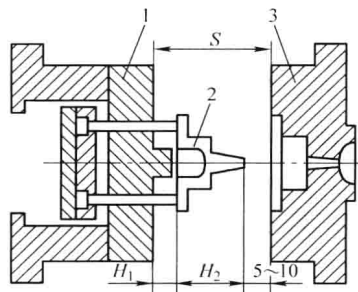


图 1-2 模板行程与制品高度的选择尺寸

1—动模板 2—制品 3—静模板

脱模剂不宜用硬脂酸锌。

如果脱模剂涂层过厚或涂层不均,注射成型后的制件表面质量会受到影响。所以,脱模剂要少涂或涂在脱模困难部位。采用液体雾化喷涂方法,涂层既均匀又薄,比较理想。

三、注射成型工艺过程

塑料注射成型是利用塑料的三种状态,借助于注射机和模具,成型出所需要的塑料制品。尽管所用的注射机不尽相同,但要完成的工艺内容和基本过程还是相同的。下面以卧式螺杆注射机的加工过程为例予以说明。

(一) 合模与锁紧

注射成型过程是一个循环工作过程,一般以合模作为注射机工作过程的始点。合模动作由注射机合模系统来执行。一般合模过程动模板的移动速度是变化的,符合慢—快—慢要求,而且有低压保护阶段。其目的—方面是保证模具平稳地合模,减小冲击,缩短闭模时间,从而缩短成型周期;另一方面,是当动模与定模快要接近时,以免模具内有异物或模内嵌件松动脱落损坏模具。最后为高压、低速锁模阶段,保证模具有足够的锁模力,以免在注射、保压时产生溢边等现象,影响制品质量。

(二) 注射装置前移

当合模机构闭合锁紧后,注射座整体移动液压缸工作,使注射装置前移,保证喷嘴与模具浇口贴合,为注射阶段做好准备。

(三) 注射与保压

完成上述两个工作过程后,注射装置的注射液压缸工作,推动注射机螺杆前移,使机筒前部的熔料以高压、高速注入模腔内。此时螺杆头部作用于熔料上的压力称之为注射压力,又称一次压力。熔料注入模腔后,由于模具的冷和热传导作用,使模腔内物料产生体积收缩。为了保证塑料制品的致密性、尺寸精度、强度和刚度,必须使注射系统对模具施加一定的压力进行补料,直到浇注系统(关键是浇口处)的塑料冻结为止。此时,螺杆作用于熔料上的压力称为保压压力,又称二次压力。

(四) 制品冷却和预塑化

随着模具的进一步冷却和热传导,模具浇注系统内的熔料逐渐趋于冻结,尤其当浇口冻结时,保压已失去了补料作用。此时,可以卸去保压压力,使制品在模内充分冷却定型。

为了缩短成型周期,冷却的同时螺杆传动装置工作,带动螺杆传动,使料斗内的塑料经螺杆向前输送。在机筒加热系统的外加热和螺杆的剪切、混炼作用下,使塑料逐渐依次熔融塑化,由螺杆运到机筒端部,并产生一定的压力。这个压力是根据所加工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,其目的是保证塑化质量。由于螺杆不停地转动,熔料也不断地向机筒端部输送,螺杆端部产生的压力迫使螺杆连续向后移动,当后移到一段距离,机筒端部的熔料足以满足下次注射量时,螺杆停止工作,后移停止,这就是常说的计量。由于制品冷却和预塑同时进

行, 一般要求预塑时间不超过制品冷却时间, 以免影响成型周期。

(五) 注射装置后退

注射装置是否后退根据所加工的塑料工艺而定。有的在预塑化后退回, 有的在预塑化前退回, 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。注射装置退回的目的主要是避免喷嘴与冷模因长时间接触而导致喷嘴内料温过低, 影响下次注射和制品的质量。另一方面, 有时为了便于清料, 常使注射装置退回。

(六) 开模和顶出制品

模具内的制品冷却定型后, 合模机构就开启模具。在注射机的顶出系统和模具的顶出机构联合作用下, 将制品顶落, 为下次成型过程做好准备。

根据上述动作, 按时间先后顺序可将注射机工作过程循环绘成图 1-3 所示框图。

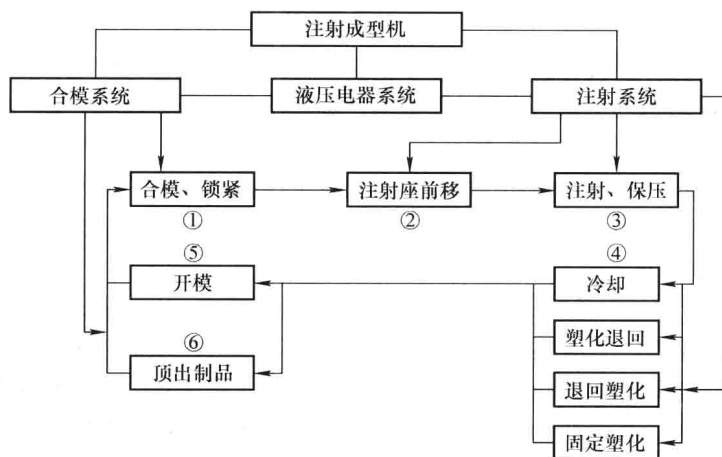


图 1-3 注射机工作过程循环框图

第三节 注射成型工艺条件的选择与控制

影响注射成型制品质量的因素很多, 当成型材料、成型设备(包括模具)确定后, 注射成型过程中工艺条件的选择与控制就成为最关键的因素。概括地讲, 注射成型工艺条件主要包括四个方面, 即温度、压力、速度和时间。下面分别对其进行介绍。

一、温度

注射成型过程中需控制的温度主要包括机筒温度、喷嘴温度、模具温度和油温。

(1) 机筒温度 确定机筒温度时, 应保证塑料塑化均匀, 能顺利地进行充模, 同时又不造成塑料降解。机筒温度的确定原则如下。

1) 对于热稳定性较差的塑料, 如 PVC、POM 等, 机筒温度应选较低值; 对加热温度区间较宽、熔融黏度大的塑料, 机筒温度应取较高值。同一种类塑料, 平均相对分子

质量高、相对分子质量分布窄的牌号，机筒温度应取高值；反之则取低值。对加有增塑剂、润滑剂等助剂的塑料，因其黏度低、流动性好，机筒温度应相对较低。而对加有玻璃纤维或其他固体填料的塑料，机筒温度应相对较高。总之，机筒温度应在考虑到成型材料的热稳定性能、流变性能等基础上合理选择，并在整个成型过程中保持稳定。

要避免物料的过热分解，除应选择和控制好机筒最高温度，还应严格控制物料在机筒内的停留时间，这一点对于热稳定性较差的塑料尤其重要。物料在机筒中的停留时间取决于实际注射量与注射机最大注射量的相对比例，以及注射机的塑化能力等多方面因素。

2) 机筒温度的确定还与成型制品及模具结构有关。通常注射成型薄壁、长流程、结构复杂、带金属嵌件的制品时，机筒温度应取较高值，否则，有可能造成充模不完全等制品缺陷。

3) 其他条件相同的情况下，所选用的注射机种类不同，机筒温度也应随之变化。例如，螺杆式注射机的机筒温度可比柱塞式注射机的机筒温度低 10 ~ 20℃。

4) 机筒温度还与其他工艺条件有相互制约关系，有时改变机筒温度会起到与调整其他工艺条件相同的效果。例如，为提高熔体的充模流动长度，既可采用提高机筒温度的办法，也可相应提高注射压力和注射速度。因此，机筒温度的确定必须与其他工艺条件结合起来综合考虑。

5) 机筒温度的分布通常是从料斗向喷嘴方向逐步升高，以保证塑料温度平稳上升，达到均匀塑化的目的。在某些特殊情况下，这种分布也可作某些变化。例如，当成型材料中水分含量较高时，可使机筒后段温度略高，以利水汽排出。又如螺杆式注射机由于可产生大量剪切热，为防止物料分解，前段温度可略低于中段。部分塑料适用的机筒和喷嘴温度见表 1-3，供参考。

表 1-3 部分塑料适用的机筒和喷嘴温度

塑 料	机筒温度/℃			喷嘴温度/℃
	后 段	中 段	前 段	
PE	160 ~ 170	180 ~ 190	200 ~ 220	220 ~ 240
HDPE	200 ~ 220	220 ~ 240	240 ~ 280	240 ~ 280
PP	150 ~ 210	170 ~ 230	190 ~ 250	240 ~ 250
PS	140 ~ 160	—	170 ~ 190	160 ~ 170
ABS	150 ~ 180	180 ~ 230	210 ~ 240	220 ~ 240
SAN	170 ~ 180	210 ~ 230	200 ~ 210	180 ~ 190
SPVC	125 ~ 150	140 ~ 170	160 ~ 180	150 ~ 180
RPVC	140 ~ 160	160 ~ 180	180 ~ 200	180 ~ 200
PCTFE	250 ~ 280	270 ~ 300	290 ~ 330	340 ~ 370
PMMA	150 ~ 180	170 ~ 200	190 ~ 220	200 ~ 220
POM	150 ~ 180	180 ~ 205	195 ~ 215	190 ~ 215