

塑料注射成型技术

(修订本)

钟志雄

广东科技出版社

Suliao Zhushhe
Chengxing Jishu



塑料注射成型技术

(修订本)

钟志雄 编著

广东科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

塑料注射成型技术(修订本)/钟志雄编著. —2
版. —广州:广东科技出版社, 1995. 9

ISBN 7-5359-1481-0

I. 塑…

II. 钟…

III. 注射成型 - 塑料加工

IV. TQ320.66

MAUSS/05

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

出版人: 黄达全

经 销: 广东省新华书店

印 刷: 广州市番禺新华印刷有限公司

(番禺市市桥镇环城西路工农大街45号 邮码: 511400)

规 格: 787mm×1092mm 1/32 印张11.5 字数250千

版 次: 1995年9月第2版

2001年3月第9次印刷

印 数: 67301~73300册

I S B N 7-5359-1481-0/TQ·29

定 价: 12.00元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 提 要

本书介绍了塑料注射成型的基本原理、各种常用塑料的特性和包括干燥、着色、造粒、成型在内的加工技术,还从实用的角度提出了注塑生产车间技术管理的方方面面问题,以及对注塑生产中常见问题的剖析和解决对策。

本书文字简洁,通俗易懂,配有生产实例和各种简单示图,可供塑料注射成型加工厂的管理人员、技术人员、技工参考,也可作为工人专业技术培训辅助教材。

再版前言

本书最初是作为对注塑专业生产厂的技术人员和技工进行技术培训而编写的。出版以后,得到了不少专家、读者的鼓励和帮助,受益殊深。

当前,国外和国内部分先进地区的塑料制品市场,以新型塑料材料和改性塑料材料为主体的塑料开发应用,为人所瞩目。塑料制件,不论超大型的、精密的、航天的、民用的,都能够以其独特的性能,占据着不可替代的位置,成为现代文明生活中的构成部分。先进电子操纵系统在生产技术、设备、管理等诸方面的介入,使塑料制件智能化生产成为可能,也使整个注塑工艺水平得到极大的提升。

本书无意立足于将上述先进生产与管理技术作为主题,而着意国内大多数中小型注塑厂现有的水平上,从实用的角度去介绍一些最基本的东西,并在文字表达上力求通俗易懂,简明扼要,以期既能兼顾先进机械化生产,又能兼顾非先进机械化生产乃至非规范化生产。目的是发挥现有装备能力,自己动手解决问题,推动生产,并为将来必然来临的智能化生产做一些知识准备。

此次再版,经过了较认真的修改和补充,增加

了一些新的内容。对技术管理问题,专门增辟一章进行介绍。

在编写过程中,承蒙陈性超女士、钟志德先生的帮助,在此表示衷心感谢。

限于编者的知识水平及经验,难免有不少错漏和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

1995年1月

目 录

第一章 基本概念	(1)
第一节 塑料	(1)
第二节 塑料的分类	(2)
第三节 常用塑料的识别特征	(5)
第二章 常用热塑性塑料的性能	(9)
第一节 聚苯乙烯	(9)
第二节 改性聚苯乙烯	(11)
第三节 ABS	(13)
第四节 聚乙烯	(15)
第五节 聚丙烯	(18)
第六节 尼龙	(24)
第七节 有机玻璃	(29)
第八节 聚碳酸酯	(32)
第三章 干燥	(35)
第一节 塑料的干燥	(35)
第二节 热风循环烘箱干燥工艺	(37)
第三节 远红外线干燥工艺	(41)

第四节	热风料斗干燥器	(44)
第四章	着色	(47)
第一节	塑料着色的一般概念	(47)
第二节	着色剂	(56)
第三节	常用塑料着色应用	(64)
第四节	提高塑料着色力的途径	(73)
第五章	塑料热成型理论概述	(77)
第一节	非晶态线型高聚物热力学三态	(77)
第二节	高聚物热力学三态的微观结构和工艺特性	(79)
第三节	塑料的加工温度	(83)
第四节	高分子聚合物的取向	(84)
第六章	造粒	(88)
第一节	挤出机挤条造粒	(88)
第二节	单螺杆挤出机的构造及工作原理	(89)
第三节	挤出过程工作段的划分	(101)
第四节	挤出机的温度控制	(104)
第五节	挤条冷切造粒	(108)
第六节	破碎造粒	(110)
第七章	注射成型	(114)
第一节	注射成型概述	(114)
第二节	注塑机	(115)

第三节	预塑化螺杆注射机及其操作	(122)
第四节	注塑工艺	(134)
第五节	几种常用塑料注塑工艺分析	(175)
第六节	注塑模具浇注系统概述	(203)
第八章	注塑不正常情况及处理办法	(225)
一、	制件不满	(226)
二、	飞边	(233)
三、	银纹(包括表面气泡和内部气孔)	(238)
四、	收缩凹陷	(245)
五、	熔接缝	(249)
六、	翘曲(变形、弯曲、扭曲)	(253)
七、	制件尺寸变化	(259)
八、	开裂	(263)
九、	透明制件缺陷	(272)
十、	颜色及光泽缺陷	(276)
十一、	浇口区域缺陷	(282)
十二、	变色和焦化	(285)
十三、	肿胀和鼓泡	(286)
十四、	生产缓慢	(287)
第九章	注塑车间技术管理	(288)
一、	原料规格和质量对加工和使用的影响	(288)
二、	矿物充填料的开发应用	(294)
三、	部分外国公司的几种常用塑料的商品名称	(295)
四、	塑料的毒性	(299)

五、利用塑料的密度差异鉴别或分离塑料	(300)
六、液压油的使用	(303)
七、注塑机油压系统污染的防治	(309)
八、机台的润滑	(312)
九、提高注塑螺杆的工作寿命	(313)
十、注塑机停机操作	(315)
十一、注塑机的维修保养	(316)
十二、节约能源	(319)
十三、模具脱模剂的使用	(321)
十四、热电偶的焊接	(322)
附录 I 普通塑料的鉴定流程图(ICI)	(324)
附录 II 热塑性塑料的物理、化学、机械性能.....	(327)
附录 III 主要着色剂的性能及其对树脂的适用性.....	(350)
附录 IV 塑料注射成型机系列.....	(353)
附录 V 塑料常用物理参数的含义.....	(355)

第一章 基本概念

第一节 塑料

塑料是指以有机合成树脂为主要成分,加入或不加入其他配合材料而构成的人造材料。这种材料通常在加热、加压条件下或通过固化交联作用塑制成具有一定形状的器件。

树脂这个名称取自天然树脂,如人们早年制油漆的松脂、制唱片的虫胶、制首饰的琥珀等,这些物质共同的特点是受热时没有明显的熔点,而是逐渐软化,不溶于水,却溶于有机溶剂,化学上称为有机高分子物质。

人工制成的有机高分子物质,或称高分子材料,是由为数众多的低分子有机化合物以共价键构连聚合而成的分子量较大的化合物,分子量都在一万以上,有些高达一百万。这些物质,按用途可分成三大类,即合成树脂、合成橡胶和合成纤维。按制品种类,有模压件、注塑件、吹塑件、吸塑件、薄膜、皮革、纸张、纤维、胶丝、涂料、粘合剂乃至蛋白质等。

现在,光是以合成树脂为基体制成的材料,亦即塑料,已发展到300种以上,深入到人类生活的各个领域。

塑料材料中,除主要成分是合成树脂外,不少还含有其他添加成分,如有助加工的润滑剂、流动促进剂;改进机械性能

的增塑剂、增韧剂；降低配方成本的填充剂、增容剂；改进物理性能的阻燃剂、抗静电剂；提高光学性能的成核剂、着色剂以及抗老化作用的抗氧剂、稳定剂等等。这些添加成分，无论在固定态还是流动态的合成树脂中，都以物理分散的形式存在，对树脂的分子结构影响不明显。虽然，塑料制品的最终性能主要取决于树脂本身，但有效的添加成分的加入，却能大大地影响塑料的加工难易程度和使用价值。例如聚丙烯，本身是结晶型的，如果加入微量的草酸钛，可起到晶种作用，使聚丙烯结晶时生成小的球晶和结晶程度高。这样，不单提高了透明度、光学性，而且还使抗张强度提高一半，使断裂伸长率提高40倍。

市场上供应的塑料，习惯上以其中的合成树脂命名，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等等。要注意，并非同一命名的塑料都是一致的，除了因不同的树脂制造法或配比外，还将因加入的添加成分不同而形成材料的多样化。所以使用前有必要弄清原料来源、牌号、型号和加工使用特性。这样才能满足制件的工艺要求，保持制件的质量稳定。

第二节 塑料的分类

按照用途，塑料分为工程塑料和普通塑料两类。普通塑料如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、改性聚苯乙烯、聚氯乙烯等，是日常使用范围最广的塑料，性能要求不高，成本低，易得。工程塑料这一称呼是从杜邦公司首次称其聚缩醛塑料开始，后来就泛指一些具有能制造机械零件或工程结构材料等工业品质的塑料。其机械性能、电气性能、对化学环境的耐受性、对高温

低温耐受性等方面都具有较优异的特点,能在工程技术上替代某些金属如铜、铝、锌、部分合金钢或其他材料使用。常见的有 ABS 塑料、聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯、聚甲醛、聚缩醛、聚酯树脂、聚砜、有机玻璃、改性聚苯醚及氟素树脂等,前四种发展取快,为国际上公认的四大工程塑料。

首先是 ABS 塑料,这种塑料有极好的抗冲强度,在低温条件下也不迅速下降,直至 -40°C 时仍有相当的使用韧性。其最大用途是作为汽油、原油和水的输送管道及板材。尼龙的最大特点是摩擦系数低,有良好的耐磨性和自润滑性。据报道,国外曾有人用尼龙66制造汽车油泵齿轮,经80公里运行而无损伤。聚碳酸酯最突出的是韧而刚,由于无缺口抗冲强度在热塑性塑料中最高,而成型的零件可达到很精确的公差并保持尺寸稳定。被称为塑料金属。最后是聚甲醛,以耐疲劳性最为显著,疲劳持久极限达 $24.5\sim 34.3\text{MPa}$,可用于制作轴承、齿轮,尤其是使用在无法加入润滑油的场合。

这些工程塑料,价格(以重量为单位)虽然比金属高,但由于其密度低、隔热、绝缘及成形容易,因而被用于取代金属,作为很多机械、电器及汽车的配件。由于各种工业用途的要求越来越高,这些塑料通常都可以添加一些充填料或玻璃纤维等物作为强化剂,使其刚性及耐热性得到提高。表1-1列出一些工程塑料的一些性能数据。

虽然工程塑料和通用塑料有不同的使用价值,不同的使用范围,但它们之间并无明确的界线,特别是近年来,由于合成制造工艺的进步,优良添加剂的使用,使很多原来仅具备普通性能的塑料赋有了可贵的独特工业品质,也使某些工程塑料大量地使用到民间的日用品市场。

表 1-1

塑料种类	相对密度	热变形温度(°C)		抗拉强度(MPa)	
		无充填料	玻璃强化	无充填料	玻璃强化
聚缩醛	1.42	120	160	5.98	12.54
尼 龙	1.14	70	200	7.84	19.60
聚碳酸酯	1.20	140	150	6.17	13.72
聚 酯	1.31	55	212	6.49	14.21
改性聚苯醚	1.06	120	150	6.57	11.76
聚 砜	1.27	174	185	7.96	12.74

按照受热性能,塑料又可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。热固性塑料是经加热固化后不再在热的作用下变软而重复成型的塑料,特点是质地坚硬,耐热性好,尺寸比较稳定,不溶于溶剂。热固性塑料大多以分子结构为网状的缩聚树脂为基础,加入各种添加成分制成。常见的有酚醛塑料(酚醛树脂加入木粉即常用之电木)、环氧树脂、不饱和聚酯、脲甲醛、聚氨酯等。热塑性塑料可以多次重复加热变软冷却结硬成型,主要由分子结构为线状或链状的聚合树脂构成。常用的有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、ABS 塑料、尼龙、有机玻璃、聚碳酸酯、聚醋酸纤维素等。这类塑料,在一定的塑化温度范围和适当的加工压力下能方便地成型,工艺简单。其塑料制品具有不同高度的物理性能和机械性能,但耐热性较差。

此外,除了热能作用外,用溶剂溶解——重复成型法,也可大体上将塑料区分成热固性的和热塑性的两类,前者不能用溶剂法重复成型,后者则存在着这种可能。

加工热塑性塑料时,绝对不能混杂任何固化了的热固性塑料。在重复使用废旧塑料时特别要注意这一点。管理不善的塑料制品厂在使用挤出机处理回头料时,曾经发现在机头孔板或筛网上堆积着被辗碎而无法熔化的电木颗粒,堵塞熔料通道,影响正常生产。这些不熔的杂质要清除出孔板通道是颇费工夫的,即使在火焰下,也只是缓慢燃烧,并不软化流淌,溶剂对其亦无能为力。

第三节 常用塑料的识别特征

鉴别塑料的实验室方法通常有红外光谱分析法、顺磁共振特性法、X射线衍射法,简单一点的有燃烧对比法、溶解度法和元素分析法。对于一般塑料制品厂,由于条件所限,建立实验室者为数不多,不容易采用这些方法。

在要求不高,只需粗略鉴别的情况下,可以用外观识别法和燃烧观察法实行初步判断。

一、外观识别法

聚乙烯、聚丙烯、尼龙等塑料,有不同程度的可弯性,手触有硬蜡样滑腻感,敲击时有软性角质类声音。与此相比较,聚苯乙烯、ABS、聚碳酸酯、有机玻璃等塑料,无延展性,手触有刚性感,敲击时声较清脆。

高压、中压、低压聚乙烯、聚丙烯,相对密度均小于1,浮于水。聚苯乙烯及其他绝大多数塑料,相对密度均大于1,沉于水。当然,也还有极个别的塑料浮于水,但不常用,如聚4-甲基戊烯-1,相对密度仅0.83,为所有塑料中最轻者。此外,如尼龙

12, 相对密度为1.01~1.03, 在水中也接近悬浮状。

高压聚乙烯未染色前呈乳白色半透明状, 较软, 柔而韧, 稍能伸长。低压聚乙烯未染色前也呈乳白色, 但不透明, 质地较硬, 不易延伸。聚丙烯未染色前呈白色, 半透明, 但比高压聚乙烯透明度略高, 且更轻, 更为刚硬。尼龙在未染色前色泽微黄。

聚苯乙烯和改性聚苯乙烯、ABS 的区别, 主要是前者为脆性, 后两者为韧性。在弯折试样时, 前者很易脆裂, 后两者很难折服断裂, 在弯折部位由于分子拉伸取向而发白, 裂口特别是如此。此外, 还会因多次反复弯折发热而各自发出特有气味。

上述三种塑料虽然都以苯乙烯为基质, 但在未染色前却很易识别: 聚苯乙烯是透明的, 改性聚苯乙烯是乳白色的, ABS 塑料则呈浅象牙色。

二、燃烧观察法

用酚醛树脂制成的电木, 以及其他所有热固性塑料, 受热或燃烧时都没有发软熔融过程, 只会变脆和焦化。

聚苯乙烯及其他所有热塑性塑料, 受热或燃烧时都必先经历发软熔融过程, 但不同种类塑料有不同的燃烧现象。

聚乙烯容易燃烧, 离火源后仍能继续燃烧。燃烧时火焰上端呈黄色, 下端呈蓝色。由于燃烧比较完全, 黑烟甚少。在近火焰处, 塑料有熔融滴落现象, 类似于矿烛蜡的流淌, 熔融物亦很少被烟色熏染。火焰熄灭后, 有较明显的石蜡燃烧气味。

聚丙烯的燃烧现象与聚乙烯大体相同, 可能有少量黑烟。火焰熄灭后, 闻到的是介乎煤油之类的石油味, 这是与聚乙烯特别不同的地方。

尼龙不象聚乙烯或聚丙烯那样容易起燃,燃烧较为缓慢,移走火源后,如果环境温度不太高,或有金属附件将热量带走,维持燃烧的时间不很长,稍后便自行熄灭。火焰颜色也是上黄下蓝。在近火焰处,塑料表面既熔融滴落,又会起泡。熄灭后有类似烧焦羊毛或指甲气味。

聚苯乙烯、改性聚苯乙烯和 ABS 塑料都是容易燃烧的,在取走火源后,仍会继续燃烧。由于燃烧极不完全,火焰呈黄色,并夹有浓密黑烟炭束,随烟气飞逸,弥漫四周。不过,聚苯乙烯的炭束稍少一些。燃烧时,近火焰处的塑料表面软化而不易发生滴落。聚苯乙烯和改性聚苯乙烯表面会起泡,ABS 塑料不起泡而呈焦化状态。这几种塑料在熄灭时发出的气味差别很大,聚苯乙烯带苯乙烯单体味,ABS 有一种非常独特的臭味,用已知 ABS 塑料样品比较容易作出判断。

聚碳酸酯燃烧现象接近聚苯乙烯,但燃烧速度缓慢,离火后会慢熄,熄灭后发出的是花果臭。

原色的有机玻璃与聚苯乙烯,从外观上是较难识别的,都有较好的透光性。即使染上颜色,其透色效果、光泽度、硬度等几乎都是一样。但燃烧的情况就不同。前者没有炭束飞逸而后者有。特别的是有机玻璃燃烧时火焰呈浅蓝色、顶端白色,燃烧后发出强烈花果臭和腐烂的蔬菜臭味。

聚氯乙烯较之上述各种塑料难燃,离开火源后容易自熄。燃烧时火焰上方黄色,底部绿色,有时还喷溅黄色绿色小焰,冒出白烟,发出的气味辛辣刺鼻。熔体一边燃烧一边软化,可以拉扯出丝。

以上两种识别方法仅作为一般塑料的初步粗略鉴别。在工厂生产实际中,往往会遇到一些特殊情况,如聚苯乙烯与改