

塑料成型加工技术

何亮 冯翠兰 主编

国家一级出版社  中国纺织出版社 全国百佳图书出版单位

塑料成型加工技术

何 亮 冯翠兰 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

塑料作为一种常用材料,近年来发展迅速。塑料制品的应用已经遍布到国民经济中的各个部门。塑料是高分子材料最主要的品种,塑料成型加工技术集中体现了高分子材料的整体成型加工技术水平。塑料成型加工技术属于高分子材料加工工程学科,也是高分子材料加工工程学科最为活跃的研究领域与发展领域之一。

本书系统地讲解了塑料成型加工的发展,加工塑料使用的原料和助剂,塑料加工基础以及物料的配制。希望通过本书的介绍和讲解,使读者能够掌握塑料的性能和基本的成型加工方法。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型加工技术 / 何亮, 冯翠兰主编. —北京 :

中国纺织出版社, 2019.2

ISBN 978-7-5180-5764-1

I. ①塑… II. ①何… ②冯… III. ①塑料成型—工艺 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 273513 号

责任编辑:朱利锋 责任校对:楼旭红

责任设计:胡 姣 责任印制:王艳丽

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010-67004422 传真:010-87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

北京虎彩文化传播有限公司印刷 各地新华书店经销

2019年2月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5

字数:370千字 定价:67.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前 言

材料、能源、信息是 21 世纪科学技术的三大支柱,材料只有通过成型加工才能成为具有一定形状、尺寸、性能的制品。高分子材料成型加工技术是材料加工工程领域不可缺少的分支,与金属材料、无机非金属材料等传统材料成型加工相比,其制品性能对成型加工技术的依赖度更高。在成型加工过程中,聚合物不仅会发生物理或者相态变化,也会发生化学变化。制品中聚合物的取向、结晶、内应力、交联、降解、气泡、多组分的分散程度等内在因素均依赖于成型加工过程而发生变化,模具结构、产品形状与尺寸、加工过程中温度、压力、时间、速度、外场等外在因素对制品最终性能也有着至关重要的影响。近年来,人们发现高分子材料的性能不仅依赖于其本身的大分子结构,而且越来越多地依赖于成型加工过程及其后处理过程所形成的形态结构。

随着合成树脂、塑料制品产量的增长,质量不断提高,塑料制品的应用范围日益扩大,现已广泛应用于农业、工业、建筑、国防尖端工业、交通与航空等领域。塑料制品已经渗透到人类日常生活的各个领域,如办公用品、家用电器、医疗器械和体育等。塑料成型加工水平的高低直接影响着塑料制品的应用,塑料成型过程采用的方法有挤出、注射、压延、中空吹塑、模压、发泡成型及热成型等。因此,学习并掌握各种塑料成型方法的工艺过程、工艺参数、成型设备等知识是非常重要的。

本书系统地讲解了塑料成型加工的发展,加工塑料使用的原料和助剂,塑料加工基础以及物料的配制。其中选取挤出成型、压延成型、注塑成型和中空成型展开讲解,包括其原理、使用设备等。并在最后简略地讲解了塑料成型加工的新技术。

本书可作为高分子材料与工程专业的本科教材使用,也适合于塑料工程及相关专业的学生使用,并可供从事塑料加工、研究开发和应用的工程技术人员参考。

由于编者水平所限,难免有错误和不足之处,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2018 年 10 月

目 录

CONTENTS

第一章 绪 论	1
第一节 塑料成型加工与其他学科的关系	1
第二节 塑料成型加工的发展历史	2
第三节 塑料成型加工技术的分类	6
第四节 塑料成型加工过程	7
第五节 塑料成型加工新技术及其未来发展	8
第二章 常用塑料的性能和用途	10
第一节 聚乙烯	10
第二节 聚丙烯	15
第三节 聚氯乙烯	18
第四节 聚苯乙烯	24
第五节 聚酰胺	26
第六节 聚碳酸酯(双酚 A 型)	27
第七节 聚甲醛	28
第八节 聚对苯二甲酸乙二醇酯	29
第九节 聚对苯二甲酸丁二醇酯	29
第十节 聚砜	30
第十一节 聚苯醚	31
第十二节 聚苯硫醚	31



第十三节	聚甲基丙烯酸甲酯	32
第十四节	丙烯腈—苯乙烯共聚物	32
第三章	助剂	33
第一节	助剂的功能与分类	33
第二节	助剂的选用	34
第四章	塑料成型加工基础	48
第一节	概述	48
第二节	塑料成型加工的热力学	48
第三节	塑料成型加工流变学	59
第五章	成型物料的配制	86
第一节	物料的混合和分散	86
第二节	混合与混炼设备	91
第三节	塑料加工用物料的配制	109
第六章	挤出成型	121
第一节	概述	121
第二节	挤出设备	122
第三节	挤出过程及挤出理论	128
第四节	双螺杆挤出机	132
第五节	挤出成型工艺	134
第六节	挤出成型新工艺	137
第七章	压延成型	139
第一节	概述	139
第二节	压延成型原理	140
第三节	压延成型设备	142
第四节	聚氯乙烯膜(片)压延成型实例	150
第八章	注塑成型	156
第一节	概述	156
第二节	注塑机结构	158
第三节	注塑机操作	165

第四节	注塑制品质量	170
第九章	中空吹塑成型	176
第一节	概述	176
第二节	挤出中空吹塑成型	179
第三节	注一吹中空成型	185
第四节	拉伸吹塑中空成型	189
第十章	塑料成型加工新技术	201
第一节	概述	201
第二节	气体辅助注射成型	201
第三节	反应成型技术	212
第四节	熔芯注射成型	222
第五节	注射压缩成型	226
第六节	自增强成型	228
第七节	快速成型	238
参考文献	245



第一章 绪 论

第一节 塑料成型加工与其他学科的关系

材料、能源、信息是 21 世纪科学技术的三大支柱。材料科学与工程是一级学科,下设材料学、材料加工工程、材料物理与化学三个二级学科。目前材料通常分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料、复合材料和功能材料等类型,每一类材料都有自己的独特性能,相应也有自己的独特成型加工技术。

材料学科主要研究材料的组成与结构、材料制备、材料性能、材料应用等内容,而材料加工工程学科主要研究将材料成型加工为制品的方法与工艺。材料通过加工不仅能够获得具有一定形状和尺寸要求的制品,满足制品后续装配要求和使用性能要求,同时还可以进一步改变或者调控材料的微观结构,提高材料的性能。

高分子材料成型加工技术是材料加工工程领域不可缺少的分支,与金属材料、无机非金属材料等传统材料成型加工相比,其制品性能对成型加工技术的依赖度更高。在成型加工过程中,聚合物不仅会发生物理或者相态变化,也会发生化学变化。制品中聚合物的取向、结晶、内应力、多组分的分散程度、交联、气泡等内在因素均依赖于成型加工过程而发生变化,模具结构,产品形状与尺寸,加工过程中温度、压力、时间、速度、外场等外在因素对制品最终性能有着至关重要的影响。

近年来,人们发现高分子材料的性能不仅依赖于其本身的大分子结构,而且越来越多地依赖于成型加工过程及其后处理过程所形成的形态结构。例如,超高分子量聚乙烯经过凝胶挤出纺丝所形成的纤维,其拉伸强度、拉伸模量高达 7 GPa 和 100 GPa,分别是普通高密度聚乙烯的 200 倍和 100 倍,这一性能的突出变化在很大程度上就取决于加工过程中聚乙烯大分子链的高度取向以及串晶结构的形成。再比如,通过在管材挤出口模中增加超声波,使大分子链沿着管材环向取向,可以使聚乙烯管材的爆破内压提高 4 倍以上。

塑料成型加工技术隶属高分子材料加工工程学科,是高分子材料加工工程学科最为活跃的研究与发展领域之一。它以高分子材料、高分子物理等为基础,研究将塑料转变为塑料制品的方法与技术,涉及传质传热、分散与混合、固体力学、聚合物熔体流变学等基本工程原



理,还涉及熔体流变学、高分子物理、高分子化学等高分子科学(图 1-1-1)。

基本步骤	固体颗粒处理		成型工艺	初步成型		后期处理
	熔化			模塑和注射		
	压力输送和抽吸			拉伸成型		
	混合			压延和涂膜		
	脱挥发分和杂质分离			塑模涂层		
高分子材料成型加工中所涉及的高分子知识						
传递现象	混合原理	固体力学	聚合物熔体流变学	高分子物理	高分子化学	
工程原理			高分子科学			

图 1-1-1 塑料成型加工基本框架

同时,塑料成型加工技术与塑料材料学、塑料模具设计、塑料成型机械、塑料制品设计紧密相关(图 1-1-2)。塑料成型加工技术是一门既有一定理论指导又偏重于工程技术的多学科交叉的课程。

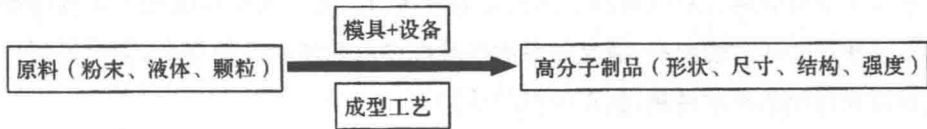


图 1-1-2 塑料成型加工的基本流程

塑料成型加工也是整个塑料工业中的一个重要环节,与树脂合成工业、助剂工业、模具工业、塑料机械工业、改性塑料工业密不可分。树脂合成工业提供各种合成树脂原料;助剂工业提供塑料用各种添加剂;模具工业提供各种成型模具;塑料机械工业提供各种塑料成型设备;改性塑料工业提供以合成树脂为主要原料,添加各种添加剂的改性塑料;塑料加工业则进行各种塑料制品的制造,六大行业相互依存、相互发展,缺一不可。

第二节 塑料成型加工的发展历史

塑料是有机高分子材料中最主要的品种,其成型加工技术代表了高分子材料最主要的成型加工技术。相比于金属材料,塑料的发展只有近百年的历史,因此,塑料成型加工技术初期是从金属材料、无机材料(玻璃、陶瓷)以及橡胶等材料的成型加工技术中移植过来的,随后经过不断创新与发展,形成了比较独立和完善的塑料成型加工技术体系。因此,可以将塑料成型加工技术的发展历史分为移植期、改进期和创新期。

一、移植期

从19世纪70年代开始,硝化纤维素和酚醛塑料的出现以及20世纪初醋酸纤维素和脲醛塑料的出现,如何将这新型材料加工成为有用的塑料制品就成为工业界最为关心的技术问题。

此时,由于没有成型加工塑料的专业化设备,缺乏对于这些新材料基本成型原理的认识,人们自然想到了这几种塑料与已有传统材料在成型工艺上有许多相似之处,通过移植传统材料的成型加工技术和成型设备,或对传统成型加工技术、成型设备进行改进,可以实现塑料制品的成型加工,并将其应用于日用品和工业零件。

借助于铸铁在加热到熔点以上具有良好流动性并可以填充模具形成金属铸件这一铸造技术,形成了“塑料浇铸”这一成型技术;借助于橡胶在高温高压下可以转变为不溶不熔固体物这一技术,将酚醛塑料在高温下压制形成了“压缩模塑”这一成型技术;利用玻璃制品的吹瓶技术形成了塑料中空制品的“吹塑成型”技术;从造纸工业滚筒技术出发,形成了塑料的“压延成型”技术;利用金属的压力挤压铸造技术,形成了塑料的“柱塞注射”成型技术;借鉴金属的钣金加工技术,形成了塑料片材的“热成型”技术等。

由于受到成型原理不清楚、成型设备不完备、成型工艺控制技术不精确以及对于塑料成型工艺性认识不足等条件的制约,移植期成型加工出的塑料制品质量差,形状简单,生产效率低。

二、改造期

从20世纪20年代开始,大量聚合物新品种的问世(图1-2-1)使得人们对于塑料成型加工的要求更加迫切,机械工业已经能够为塑料制品生产企业提供多种专用成型设备,塑料成型加工理论已经取得重大进展,塑料制品从传统材料的代用品逐渐成为一些工业部门不可缺少的零部件。这一切都促使塑料成型加工技术从移植期向改造期转变。

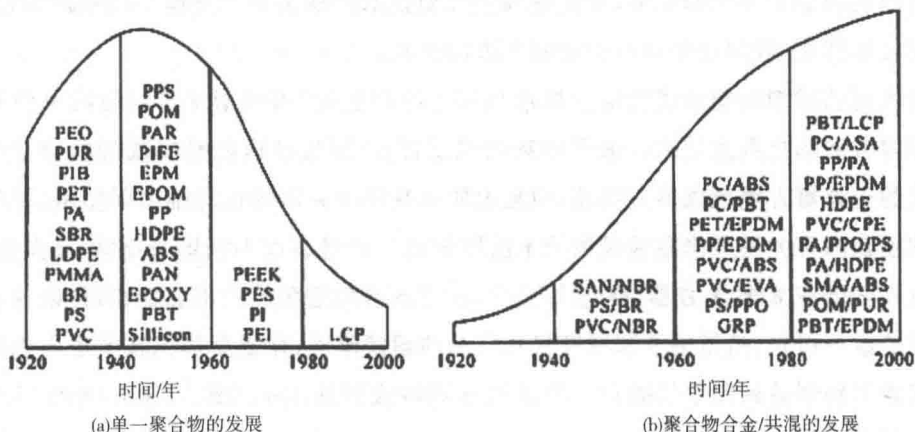


图 1-2-1 塑料品种的发展历史



1936年出现的塑料专用电加热单螺杆挤出机,是塑料成型加工技术进入改造期的第一个重大成就,能够完成固体塑料的加料、压缩、熔融、排气、混合、泵送、挤出等基本操作单元。单螺杆挤出机使得热塑性塑料型材如板材、管材、棒材、片材、膜材和异型材的高效连续化挤出生产成为可能,这一方法依然是当今热塑性塑料连续化挤出的主要技术。

三、创新期

从20世纪50年代中期开始,出现了如聚碳酸酯、聚甲醛、聚苯醚、聚砜、聚酰亚胺、环氧树脂、不饱和聚酯和聚氨酯等一大批高性能塑料。而这些新塑料品种的成型工艺性又各具特色,这就要求有适合它们的成型加工技术将其高效而经济地制造为产品,加之各种尖端技术的发展对塑料制品的性能、结构复杂性和尺寸精度等提出了更高的要求,促使塑料成型加工技术快速发展。电子计算机和各种自动化控制仪表的普及,塑料成型设备的设计和制造技术不断取得的新成果。塑料成型加工理论研究的新进展,则为塑料成型加工技术的创新提供了条件。

1956年出现的往复式螺杆注射机,以及早前问世的双螺杆挤出机,使热敏性和高熔体黏度的热塑性与热固性塑料,都能采用高效的成型技术生产优质的制品。往复式螺杆注射机不仅提高了注射成型的效率,而且对于注射制品的质量也有明显的改善。双螺杆挤出机具有强制加料、自洁、高效混合、混炼、排气脱挥、自压缩泵送等一系列优点,使得塑料填充、塑料合金、塑料增强、反应挤出等一系列新材料、新技术的出现成为可能。这一时期出现的反应注射技术,使聚氨酯、环氧树脂和不饱和聚酯的液态单体或低聚物的聚合与成型能在同一生产线上一次完成;而滚塑技术的采用,使特大型塑料中空容器的成型成为可能。往复螺杆式注射、反应注射和滚塑等一批塑料独有的制品生产技术的出现,标志着塑料成型加工已从以改造各种移植技术为主的时期,转变到开发更能发挥塑料优异成型工艺性的时期。在这一时期成型加工技术的发展,也促使高效成型技术的制品生产过程从机械化和自动化,进一步向着连续化、程序化和自适应控制的方向发展。

进入创新时期的塑料成型加工技术与前一时期相比,可成型加工制品的范围和制品质量控制等方面均有重大突破。采用创新的成型技术,不仅使以往难以成型的热敏性和高熔体黏度的塑料可方便地成型为制品,而且也使以往较少采用的长纤维增强塑料、片状模塑料和团状模塑料可大量用作高效成型技术的原材料。重量超过100 kg的汽车外壳和船体、容积超过50 000 L的特大容器、幅宽大于30 m的薄膜和宽度大于2 m的板材,以及重量仅几十毫克的微型齿轮、微型轴承和厚度仅几微米的超薄薄膜,在成型加工技术进入创新期后都已经成为塑料制品家族中的成员。计算机在塑料成型加工中的推广应用,不仅可对成型设备进行程序控制以实现制品成型过程的全自动化,而且通过发挥计算机的监控、反馈和自动调节功能,可使一些塑料制品的成型过程实现自适应控制,这对提高塑料制品生产效率、降



低制品的不合格率和保证同一批次制品的质量指标接近等方面,均起重要作用。

塑料成型加工技术的发展仍在延续,其近期发展趋势是:由单一技术向组合型技术发展,如注射—拉伸—吹塑成型技术和挤出一模压—热成型技术等;由常规条件下的成型技术向特殊条件下的成型技术发展,如超高压和高真空条件下的塑料成型加工技术;由基本上不改变塑料原有性能的成型技术向赋予塑料新性能的成型加工技术发展,如双轴拉伸薄膜成型、发泡成型、交联挤出、振动挤出、凝胶纺丝、电磁动态挤出和注射等。

四、我国塑料成型加工技术的发展

我国的塑料成型加工工业,在民国时期几乎是个空白,仅上海、重庆、武汉和广州等少数几个大城市有十几家小型塑料制品生产厂。这些小厂一年的总产量只有约 400 t 赛璐珞、酚醛胶木粉和电玉粉的日用塑料制品。而且所用的塑料原料和主要成型加工设备多依赖从国外进口。中华人民共和国成立后,我国的各类塑料制品生产,才从无到有或从小到大得到迅速发展。

20 世纪 50 年代,我国塑料制品的产量平均每年以 71% 高速递增。但由于原来的基础薄弱。这一时期塑料制品的年产量低,制品的类别单一,应用范围也比较窄,而且是以生产酚醛和脲醛等热固性塑料制品为主。

进入 20 世纪 60 年代后,由于大批量聚氯乙烯树脂的投产,我国塑料成型加工工业由以生产热固性塑料制品为主,转变为以生产热塑性聚氯乙烯塑料制品为主。塑料制品的应用也从日常生活开始扩展到农业和一些工业部门。这一时期我国塑料制品的产量,平均每年以 18.6% 的速度递增。

20 世纪 70 年代,由于从国外引进了数套大型树脂生产装置,树脂产量比 60 年代增长 4.3 倍。合成树脂产量的大幅度增长,带动了塑料制品生产工业的大发展。我国 70 年代塑料制品的总产量是 60 年代的 5 倍,年平均增长率为 14.4%。到 1979 年我国塑料制品的年产量已达百万吨,而且产品的品种、结构也发生了较大变化。

20 世纪 80 年代,改革开放政策的实施,为我国塑料成型加工工业的发展注入了新的活力。这一时期,虽然塑料制品产量的基数较大,但仍以年平均 14% 的高速度递增,到 1989 年我国塑料制品的年产量已达 300×10^4 t。80 年代我国塑料制品生产发展的特点可概括为速度快、产量大、品种多和应用广。与前 10 年相比,我国塑料制品的生产不仅在产量和制品质量上均有明显提高,而且制品的品种大幅度增加,从而使塑料制品的应用扩展到国民经济的各个领域。

进入 21 世纪,由于建材、农业、包装、日用品、汽车、交通运输、纺织业等行业对塑料制品的需求量猛增,我国塑料行业进入高速发展期,塑料行业的增长速度保持在 10% 左右。2012 年我国规模以上塑料制品加工业企业已达 1.34 万家,产值达 1.67 万亿元。当前我国的塑



料机械、塑料制品和一些树脂生产量已经跃居世界第一,成为真正的塑料大国。塑料制品在各行各业的生产发展和技术进步中起着越来越重要的作用。

第三节 塑料成型加工技术的分类

一、按所属成型加工阶段划分

1. 一次成型技术 一次成型技术,是指将聚合物熔体加热到流动温度或熔点以上,借助于聚合物熔体的黏流态实现聚合物造型。一次成型能将塑料原材料转变成具有一定形状和尺寸要求的制品或半成品,目前生产上广泛采用的挤出、注射、压延、压制、浇铸、涂覆等均为一次成型。一次成型所用原料称为成型物料,通常为粉料、粒料、纤维增强粒料、片料、糊料、碎屑料等,这些原料基本都含有添加剂。

2. 二次成型技术 二次成型技术,是指利用一次成型半成品作为原料,借助于聚合物的高弹态实现塑料制品的再次成型或变形的技术。二次成型既能改变一次成型所得塑料半成品(如型材和坯件等)的形状和尺寸,又不会使其整体性能受到破坏。目前生产上采用的双轴拉伸成型、中空吹塑成型和热成型等均为二次成型技术。

3. 二次加工技术 在保持一次成型或二次成型产物固态不变的条件下,为改变其形状、尺寸和表观性质所进行的各种工艺操作方法称为二次加工技术,也称作“后加工技术”。大致可分为机械加工、连接加工和修饰加工三类方法。

二、按聚合物在成型加工过程中的物理化学变化划分

1. 以物理变化为主的成型加工技术 塑料的主要组分聚合物在这一类技术的成型加工过程中,主要发生相态与物理状态转变、流动与变形和机械分离之类物理变化。在这种成型加工过程中,聚合物发生物理变化是其最主要的行为,同时可能会产生少量聚合物热降解、力降解、支化和轻度交联等化学变化,但这些化学变化对成型加工过程的完成和制品性能的影响不起主要作用。热塑性塑料的一次成型、二次成型以及大部分塑料的二次加工过程都是以物理变化为主的成型加工过程。

2. 以化学变化为主的成型加工技术 属于这一类的成型加工技术,在其成型加工过程中,聚合物或其单体有明显的交联反应或聚合反应,而且这些化学反应进行的程度对制品的性能有决定性影响。如加有引发剂的甲基丙烯酸甲酯的静态浇铸成型,加有固化剂的环氧树脂的静态浇铸成型,异氰酸酯与多元醇化合物的反应注射,聚烯烃接枝不饱和单体的反应挤出,热固性树脂的树脂传递模塑(RTM)成型技术等。

3. 物理和化学变化兼有的成型加工技术 热固性塑料如酚醛或脲醛模塑粉的传递模



塑、压缩模塑、注射是这类成型加工技术的典型代表。其成型过程首先通过将聚合物从玻璃态加热到黏流态以上,通过黏流态实现充模填充,再借助于高温实现聚合物的交联固化,从而脱模取出制品。在此成型加工过程中,第一阶段聚合物在加热、加压下的流动充模过程为主要的物理变化过程,第二阶段的聚合物在更高温度的固化过程为化学变化过程。

三、按成型加工的操作方式划分

1. 间歇式成型加工技术 这类技术的共同特点是,成型加工过程的操作不能连续进行,各个制品成型加工操作时间并不固定;有时具体的操作步骤也不完全相同。这类成型加工技术的机械化和自动化程度都比较低,手工操作多。用移动式模具的压缩模塑和传递模塑、冷压烧结成型、层压成型、静态浇铸、滚塑以及大多数二次加工技术均属此类。

2. 连续式成型加工技术 这类技术的共同特点是,其成型加工过程一旦开始,就可以不间断地一直进行下去。塑料产品长度可不受限制,因而都是管、棒、单丝、板、片、膜之类的型材。典型的连续式塑料成型加工技术有型材的挤出,薄膜和片材的压延,薄膜的流延浇铸,压延和涂覆人造革成型和薄膜的凹版轮转印刷与真空蒸镀金属等均为连续式成型加工技术。

3. 周期式成型加工技术 这一类技术在成型加工过程中,每个制品均以相同的步骤、每个步骤均以相同的时间,以周期循环的方式完成工艺操作,主要依靠成型设备预先设定的程序完成各个制品的成型加工操作,因而成型过程中只有很少的人工操作。如全自动式控制的注射和注坯吹塑,以及自动生产线上的片材热成型和蘸浸成型等。

第四节 塑料成型加工过程

塑料成型加工一般均要经过三个阶段,第一是成型准备阶段,第二是成型加工阶段,第三是成型制品的后处理阶段。依据成型物料和成型制品的不同,各个阶段的复杂程度也不同。

一、成型准备阶段

成型准备阶段一般包含成型物料的制备、成型物料的预处理。

成型物料的制备又包含塑料的着色、塑料的填充、塑料增强、塑料合金化、热固性塑料的配制、热塑性糊塑料的配制等一系列用于后续一次成型用物料的准备。双螺杆挤出造粒工艺通常用于成型物料的制备过程中,即将聚合物从主喂料口加入螺杆中,通过其他加料口再将粉料、液体原料、纤维等引入螺杆中,通过双螺杆的强制喂料作用、高的混合分散作用,将不同种类、不同形状的原料进行混合,实现对成型物料的改性。通过螺杆结构的设计以及成



型工艺的调控,双螺杆挤出工艺也可以适用于热固性原料各组分的混合。

成型物料的预处理包含成型物料的干燥与预热,热塑性塑料的粉碎。

成型物料的干燥是为了除去成型物料中的水分以及低分子挥发分。首先,水分和低分子挥发分的存在,在成型加工的高温阶段会挥发成为气体,从而造成制品表面缺乏光泽、出现银丝等外观缺陷,对于透明塑料制品如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯等影响特别严重;其次,水分也会在成型加工的高温阶段造成聚酯类、聚酰胺类等聚合物降解;最后,制品中的挥发分冷却凝固产生微小气泡,往往会造成制品力学性能和电性能降低。因此,不同塑料对其允许含有的水分要求不同。可以通过热风循环干燥、红外线干燥、真空干燥、沸腾床干燥和远红外干燥等一系列手段实现对成型物料的干燥。目前,挤出机和注射机料斗带有料斗干燥器,是一种十分方便和高效的除湿设备。

成型物料的预热一般针对热固性模塑料,特别适用于纤维增强热固性塑料的模压成型。预热可以提高模塑料在成型条件下的流动性,有利于降低成型压力,减小模具成型面的磨损,还有利于缩短成型时间、减小制品内应力。

热塑性塑料的粉碎是指将热塑性塑料废品、边角料、流道冷凝物等粉碎后为回收使用所做的准备工作,也包含将开炼机塑炼的片料进行粉碎以适应后续成型机的加料要求,还包含将粒料、碎片料破碎、磨细以适应于滚塑、粉末涂覆等工艺对成型物料的要求。

二、成型加工阶段

成型加工阶段是塑料制品生产过程中的主阶段,一次成型、二次成型、二次加工均属于成型加工阶段。在这一阶段中,塑料由原料变成为不同形状的制品。塑料挤出成型、注射成型、压延成型、压制成型、热成型、吹塑成型、双向拉伸成型、浇铸成型、涂覆成型等均为传统的成型加工阶段。此外,气体辅助注射成型、反应挤出、反应注射、熔芯注射成型、注射压缩成型、自增强成型、快速成型等新型成型加工技术也属于成型加工主阶段。

三、成型制品的后处理阶段

由成型加工阶段获得的制品还可能进行一些后处理操作,例如,为减少内应力所进行的热处理,为减小制品翘曲变形所进行的定型处理,为减少制品因吸湿造成的尺寸变化所进行的调湿处理等均属于制品的后处理阶段。后处理依据材料、制品形状、成型工艺不同而异,并非所有塑料制品都要进行后处理。

第五节 塑料成型加工新技术及其未来发展

经过近百年的努力,伴随着整个塑料工业的整体发展,塑料成型加工技术也取得长足的



发展,经典的挤出成型、注射成型、压延成型、模压成型、热成型、吹塑成型、铸塑成型等主要成型技术都衍生出许多新的成型加工技术,能够满足对于塑料制品结构、形状、尺寸、性能等更高的要求。

在挤出成型加工技术中,发展出了反应挤出、复合挤出、双螺杆及多螺杆挤出、排气式挤出、多级挤出、振动挤出、电磁塑化挤出等新型成型加工技术。在注射成型加工技术中,发展出了反应注射、气体辅助注射、水辅注射、流动注射、注射压缩、熔芯注射、共注射、层状注射等新型成型加工技术。在压延成型加工技术中,发展出了多层复合压延等新技术。在模压成型加工技术中,发展出了片状模塑料(SMC)连续化压制成型等新技术。在吹塑成型加工技术中,发展出了挤出一拉伸一吹塑、注射一拉伸一吹塑、双壁吹塑、模压吹塑、共挤吹塑、复合吹塑、三维吹塑等新型成型加工技术。近年来,基于增材制造的塑料制品 3D 打印等快速成型技术又将使塑料成型加工技术迈入一个新的历史时期。

与金属、无机非金属相比,塑料及其成型加工技术依然是一个年轻的行业,塑料成型加工领域的研究较多地集中在某些具体产品的制造技术及工艺条件控制方面,缺乏系统全面的科学研究基础,成型加工的理论研究十分薄弱,宏观问题考虑多,而对聚合物结构、填充体系、成型加工流变学、热力学等微观因素对制品性能的影响研究较少。随着科学技术的发展,塑料成型加工技术将以从制品设计到材料设计再到成型加工设计的整体全方位思路发展,成型加工技术对制品结构与性能的影响越来越强。

塑料成型加工是一门多学科交叉、科学与工程技术紧密结合的学科,塑料新材料的不断涌现,塑料填充、塑料增强、塑料合金等改性技术的发展以及塑料应用领域的不断拓展,促使人们对于塑料成型加工技术提出了更高的要求。塑料制品的性能不仅依赖于聚合物的大分子结构,而且在很大程度上依赖于材料成型过程及其后处理过程中形成的形态结构。塑料成型加工技术的根本任务是了解材料的特性,确定适宜的加工条件,控制形态结构制取最佳性能的产品。塑料成型加工的发展方向是,进一步研究成型过程中多尺度、多相聚合物的流变学,成型加工过程中的基本物理、化学问题,加工外场对制品的形态、结构和性能的影响规律,成型加工过程中材料的结构演变与构筑,计算机模拟和辅助设计、增材制造以及环境友好塑料成型加工等相关科学与技术问题,为发展新型成型加工技术以及提高制品性能提供理论与实践指导。

第二章 常用塑料的性能和用途

第一节 聚乙烯

一、聚乙烯概述

聚乙烯(PE)是由乙烯单体聚合而成的。以聚乙烯树脂为基材,添加少量抗氧剂、爽滑剂等塑料助剂后造粒制成的塑料称为聚乙烯塑料。PE是聚乙烯(polyethylene)的缩写代号。

1. 聚乙烯品种 聚乙烯是一个可用多种工艺方法生产,具有多种结构和特性的系列品种,品种多达几百个。目前,应用较多的品种有:低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)、线型低密度聚乙烯(LLDPE)及一些具有特殊性能的品种,如超高分子量聚乙烯(UHMWPE)、低分子量聚乙烯(LMWPE)、高分子量高密度聚乙烯(HMWHDPPE)、极低密度聚乙烯(VLDPE)、氯化聚乙烯(CPE)、交联聚乙烯(VPE)和多种乙烯共聚物等。

2. 聚乙烯合成方法及特点 聚乙烯的合成,按聚合压力的不同,可分为高压聚合法、低压聚合法和中压聚合法。在聚乙烯聚合生产中三种方法都有应用,但采用三种方法聚合的聚乙烯,其结构、密度和性能又各有特点。

高压法聚合的聚乙烯也称高压聚乙烯,是在100~300 MPa的高压下,用有机过氧化物为引发剂聚合而成的。其密度在0.910~0.935 g/cm³。若按密度分类,称其为低密度聚乙烯。

低压法聚合的聚乙烯也称低压聚乙烯,是用齐格勒催化剂(有机金属)或用金属氧化物作为催化剂,在低压条件下聚合而成的,其密度为0.955~0.965 g/cm³。与高压法聚合的聚乙烯相比,低压法聚合的聚乙烯不只是密度值高,其拉伸强度和撕裂强度也都高于高压法聚合的聚乙烯。由于其密度值较高,所以又称其为高密度聚乙烯。

中压法聚合的聚乙烯,采用了改进型的齐格勒催化剂,其聚合温度和压力都高于低压法聚乙烯的聚合条件。中压法聚乙烯的大分子结构为线型,其纯度和很多性能都介于高压法聚乙烯和低压法聚乙烯之间。所以,此法生产的聚乙烯被称为中密度聚乙烯,MDPE是中密度聚乙烯的缩写代号。