

塑料加工实用技术丛书

Plastic

塑料制品 成型工艺

SULIAOZHIPINCHENGXINGGONGYI

杨东洁◎主编



中国纺织出版社

■塑料加工实用技术丛书

塑料制品成型工艺

杨东洁 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书以塑料加工的几大成型工艺为核心,配套介绍了塑料制品加工的原材料性能、配方设计、工艺特点、原理分析、设备选用、工艺控制条件等相关内容。在每章的最后,介绍了当前塑料成型的新技术、新工艺、新设备和新材料,帮助读者开阔视野。在讲解每种塑料加工工艺时,作者还总结出各种工艺在加工时常出现的问题及简捷的处理方法,方便读者使用。本书是从事塑料成型加工企业研究、应用及制造人员、分析测试人员的必备之书,并可作为大专院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料制品成型工艺/杨东洁主编. —北京:中国纺织出版社, 2007.3

(塑料加工实用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5064 - 4251 - 0

I. 塑… II. 杨… III. 塑料制品 - 塑料成型 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 001815 号

策划编辑:朱萍萍 责任编辑:孙 玲 责任校对:俞坚沁
责任设计:何 建 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

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

E-mail:faxing @ c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2007年3月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:20.75

字数:442千字 印数:1—4000 定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

■前言

塑料工业是集原材料、加工工艺、制造设备和成型模具等一系列科技产业为一体的行业。目前,中国塑料工业的总体水平与其他先进国家相比还有一定差距,还需要大力推进这门学科及其产业的技术进步。近年来,我国塑料加工工业一直持续快速发展,塑料制品在各个领域得到广泛应用,从事和关注塑料研究、生产及应用的人也日益增多。随着新技术、新材料和新工艺的不断涌现,特别是技术力量相对薄弱的民营企业逐渐成为行业中的重要生力军,加强塑料加工从业人员的技术培训显得日益重要。

本书共分十一章。第一章介绍塑料成型工艺、塑料成型加工工业的情况。第二章讨论各种成型工艺共同的基本理论。第三章介绍塑料各种成型用原辅料及其原辅料的配置。第四章至第十章介绍各种塑料成型方法、成型过程的分析、成型工艺控制、生产设备类型及配置、成型过程中的常见故障及解决方法。第十一章为塑料的机械加工、修饰和装配。

本书重点介绍原材料性能、工艺特点、原理分析、工艺控制条件分析、生产设备类型及配置、常见问题分析与解决方法等。在每章章末介绍了当前塑料成型的新技术、新工艺、新设备和新材料,帮助读者开阔视野。本书的编写原则为实用性、先进性相结合,特别强调可操作性。本书可作为大专院校、有关企业、设计院所的相关专业教师、学生,企业研究、应用及制造人员、分析测试人员的参考资料。

本书由杨东洁主编。参加编写工作的人员有刘晓华(第一章、第十章),阳建斌(第二章),杨东洁(第三章、第四章、第五章、第八章、第九章),李春(第六章、第七章),金灿(第十一章),全书由杨东洁统稿。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏、缺点和错误,恳请广大读者批评指正,并对本书参考文献中列出资料的作者以及尚未列入的作者表示感谢。

编者

2007年1月

■ 目录

第一章 概论	(1)
第一节 塑料及其应用	(1)
一、塑料的组成	(1)
二、塑料的分类	(1)
三、塑料的性能	(2)
四、塑料的用途	(3)
第二节 塑料成型工业的发展史	(4)
第三节 塑料的主要成型方法	(5)
一、成型	(5)
二、机械加工	(6)
三、修饰	(7)
四、装配	(7)
 第二章 塑料成型的理论基础	(9)
第一节 聚合物的流变行为	(9)
一、非牛顿流体	(10)
二、拉伸黏度	(11)
三、温度和压力对剪切黏度的影响	(12)
第二节 塑料的可加工性	(13)
一、塑料的可挤压性	(13)
二、塑料的可模塑性	(14)
三、塑料的可延展性(可拉伸性、可纺性)	(14)
第三节 流动的缺陷	(15)
一、管壁上的滑移	(15)
二、端末效应	(15)
三、弹性对层流的干扰	(16)
四、“鲨鱼皮症”	(16)
五、熔体破裂	(16)

第四节 聚合物的加热与冷却	(17)
第五节 成型加工与聚合物结晶	(18)
一、成型过程中的结晶	(18)
二、成型过程中的取向作用	(19)
第六节 成型过程中聚合物的降解和交联反应	(21)
一、聚合物的降解	(21)
二、热固性塑料的交联作用	(22)
 第三章 塑料成型用的物料及其配制	(24)
第一节 成型用物料的组成	(24)
一、聚合物(或树脂)	(24)
二、添加剂(助剂)	(24)
第二节 配料工艺	(29)
一、粉料和粒料的配制	(29)
二、溶液的配制	(35)
三、分散体的配制	(35)
 第四章 挤出成型	(36)
第一节 概述	(36)
第二节 挤出成型理论	(38)
一、单螺杆挤出机挤出成型理论	(38)
二、双螺杆挤出机挤出成型理论	(40)
第三节 螺杆挤出机	(40)
一、单螺杆挤出机	(40)
二、双螺杆挤出机	(54)
第四节 各种塑料制品的挤出成型	(59)
一、管材的挤出	(59)
二、异型材的挤出	(72)
三、板材和片材的挤出	(78)
四、挤出吹塑薄膜	(87)
第五节 挤出成型的前沿技术	(98)
一、新型螺杆	(98)
二、反应挤出	(100)
三、固态挤出	(101)
四、共挤出技术	(102)

五、新型挤出成型机头	(102)
第五章 注射成型	(106)
第一节 概述	(106)
第二节 注射成型设备	(107)
一、注射机的基本结构及分类	(107)
二、注射机的注射系统	(111)
三、注射机的合模系统	(115)
四、注射机的液压系统	(118)
五、注射机的电气控制系统	(118)
第三节 注射成型工艺过程	(119)
一、成型前的准备工作	(119)
二、注射成型	(122)
三、制件的后处理	(125)
第四节 注射成型工艺控制	(126)
一、注射成型用原料	(126)
二、温度	(126)
三、压力	(130)
四、成型周期	(134)
五、注射成型中的异常现象	(138)
第五节 注射成型模具	(141)
一、浇注系统	(142)
二、成型零件	(144)
三、结构零件	(146)
四、加热或冷却装置	(147)
第六节 注射成型前沿技术	(147)
一、注塑模 CAD/CAM/CAE 技术	(147)
二、排气式注射成型	(148)
三、共注射成型	(150)
四、流体辅助注射成型	(151)
五、流动注射成型	(154)
六、反应注射成型(RIM)	(155)
七、热固性塑料的注射成型	(157)
八、动态注射成型	(162)
九、微注射成型	(163)

十、熔芯注射成型	(164)
十一、高速低压注射成型	(165)
第六章 压延成型	(167)
第一节 概述	(167)
第二节 压延工艺流程	(168)
第三节 压延设备	(169)
一、压延机	(170)
二、辅机	(174)
第四节 聚氯乙烯的压延工艺过程及工艺控制因素	(176)
一、软质聚氯乙烯薄膜	(176)
二、硬质聚氯乙烯片材	(177)
三、影响压延制品质量的因素	(177)
四、压延成型中的异常现象	(186)
第五节 压延成型的发展	(189)
一、压延成型用原料的进展	(189)
二、压延机的大型、高速、精密、自动化	(190)
三、冷却装置的改进	(190)
四、压延牵引	(191)
第七章 模压、层压成型	(192)
第一节 概述	(192)
第二节 模压成型原理及工艺	(192)
一、模压成型原理	(192)
二、模压成型工艺过程	(193)
第三节 模压成型工艺控制	(195)
一、模压成型压力	(195)
二、模压成型温度	(196)
三、模压成型时间	(197)
第四节 模压成型设备	(197)
一、压机	(197)
二、塑模	(198)
第五节 模压成型中的异常现象	(200)
第六节 层压成型	(202)
一、浸渍	(202)

二、板材的成型	(203)
三、管材和棒材的制造	(206)
第八章 泡沫塑料成型	(207)
第一节 概述	(207)
一、泡沫塑料分类	(207)
二、泡沫塑料的特点	(207)
三、泡沫塑料加工成型方法	(208)
四、泡沫塑料的应用	(208)
第二节 泡沫塑料的发泡方法及原理	(209)
一、泡沫塑料的发泡方法	(209)
二、泡沫塑料成型原理	(212)
第三节 泡沫塑料成型工艺控制	(214)
一、聚苯乙烯泡沫塑料——利用溶解液体为发泡剂的发泡法	(214)
二、聚氨酯泡沫(PU)塑料——利用聚合物生成反应中副产物的发泡法 ...	(219)
三、聚氯乙烯泡沫塑料	(236)
四、聚乙烯泡沫塑料	(246)
第四节 泡沫塑料成型前沿技术	(250)
一、微孔发泡技术	(250)
二、泡沫塑料反应注射成型	(251)
三、吹塑发泡技术	(252)
四、新型发泡聚合物	(252)
五、新型发泡剂	(253)
第九章 中空吹塑成型	(254)
第一节 概述	(254)
一、中空吹塑制品的性能及应用	(254)
二、中空吹塑成型的常用方法	(254)
第二节 挤出吹塑	(255)
一、挤出吹塑工艺过程	(256)
二、挤出吹塑设备	(256)
三、挤出吹塑工艺控制	(263)
四、挤出吹塑成型的异常现象	(266)
第三节 注射吹塑	(268)
一、注射吹塑过程	(268)

二、注射吹塑设备	(269)
三、注射吹塑工艺控制	(271)
第四节 拉伸吹塑	(273)
一、拉伸吹塑过程	(274)
二、拉伸吹塑工艺控制	(274)
第五节 多层吹塑	(276)
第六节 中空吹塑成型前沿技术	(277)
一、中空吹塑成型设备的更新	(277)
二、三维挤出吹塑成型	(278)
三、扁平吹塑成型	(278)
四、交替挤出吹塑	(278)
 第十章 热成型	(279)
第一节 概述	(279)
第二节 热成型的基本方法	(279)
一、差压成型	(280)
二、模压成型	(281)
三、对模成型	(282)
四、柱塞辅助成型	(282)
五、预吹—辅助柱塞成型	(284)
六、回吸成型	(284)
七、双片热成型	(285)
第三节 热成型设备	(286)
一、热成型工艺流程	(286)
二、热成型设备	(286)
第四节 热成型工艺控制	(288)
一、加热	(289)
二、成型	(290)
三、模具温度	(291)
四、冷却脱模	(291)
五、塑料材料	(292)
六、热成型中的异常现象	(292)
 第十一章 塑料的机械加工、修饰和装配	(295)
第一节 概述	(295)

第二节 机械加工	(295)
一、车削	(295)
二、刨削	(298)
三、刮削	(299)
四、铣削	(300)
五、钻削	(301)
六、螺纹加工	(302)
第三节 表面修饰	(303)
一、机械修饰	(304)
二、表面涂饰	(307)
三、表面烫印	(309)
第四节 连接	(310)
一、机械连接	(310)
二、焊接	(313)
三、胶接	(313)
主要参考文献	(316)

■第一章 概论

第一节 塑料及其应用

塑料是指以树脂为主要成分,适当加入填料、增塑剂及其他助剂(如着色剂、防老剂、阻燃剂等),在一定温度和压力下,可塑制成一定的形状,并在常温下能保持既定形状的材料及其制品。

一、塑料的组成

树脂是塑料最基本、最重要的成分。树脂分为天然树脂和合成树脂。天然树脂有松香、虫胶、沥青等,合成树脂有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚碳酸酯、酚醛树脂、聚氨酯、环氧树脂等。在工业生产和应用上,大部分塑料中还需加入各种助剂(也称添加剂),用以改善塑料的加工性能和使用性能或降低成本。助剂有增塑剂、稳定剂、润滑剂、填充剂、阻燃剂、发泡剂、着色剂等。助剂在一定程度上对塑料的力学性能、物理性能和加工性能的改善起重要作用。

有些塑料也可不加任何助剂,如聚四氟乙烯塑料,这种塑料称为单组分塑料。有些塑料为多组分塑料。

二、塑料的分类

塑料的种类繁多,主要的就有几十种。塑料的分类方法有以下几种:

(一)按加热性质分类

1. 热塑性塑料 热塑性塑料加热时变软,甚至成为具有一定流动性的黏稠物质。此时具有可塑性,可塑制成一定形状的制品,冷却后硬化定型;若再加热,它又变软,可再加工成另一种形状的制品,冷却后又硬化定型。这样可反复多次。具有这种性质的塑料称为热塑性塑料。聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲醛、聚酰胺以及聚碳酸酯等都是热塑性塑料。

热塑性塑料发展很快。近年来又发展了一批具有特殊性能的热塑性塑料,如聚砒、含氟塑料等。

2. 热固性塑料 热固性塑料在加工时,起初也会变化,并具有一定的塑性,可制成一定形状的制件,但继续加热或加入固化剂后则随化学反应的发生而变硬(固化),使形状固定下来不再变化(定型)。固化定型后的塑料,质地坚硬而不溶于溶剂之中,如再加热也不会软化 and 不具有可塑性,温度过高就会发生分解。具有这种性质的塑料称为热固性塑料。酚醛塑料(电木)、脲

醛塑料(电玉)、环氧树脂以及不饱和聚酯等都是热固性塑料。

(二)按原料树脂的合成途径分类

1. 以加聚树脂为基础原料的塑料 加聚树脂即以加聚反应得到的合成树脂。常见的有聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯等。

2. 以缩聚树脂为基础原料的塑料 常见的有酚醛树脂等。

3. 以天然高分子化合物为原料的塑料 以天然高分子化合物为基础原料的,必须经过化学加工而制得塑料。常见的有硝化纤维素、醋酸纤维素等。

(三)按应用范围分类

1. 通用塑料 通用塑料是指目前产量较大、用途较广、成本较低、性能多样的一类常用塑料。聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料为五大通用塑料。其他聚烯烃、乙烯基塑料、丙烯酸塑料、氨基塑料等也都属于通用塑料。他们的产量占塑料总产量的一大半以上,构成塑料工业的主体。

2. 工程塑料 工程塑料是指性能优良、能作为工程材料或结构材料的一类塑料。如聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、聚砜和丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物(ABS 共聚物或 ABS)等,都是具有优良的力学性能或耐热、耐腐蚀、耐磨等特性的工程塑料。

3. 特种塑料 特种塑料又称功能塑料,指具有某种特殊功能的塑料。如用于导电、导磁、感光、防辐射、光导纤维、液晶、高分子分离膜等的塑料。特种塑料一般是由通用塑料或工程塑料用树脂经特殊处理或改性获得的,但也有一些是由专门合成的特种树脂制成的。

三、塑料的性能

塑料的产量大,应用广,这与它的优异性能是分不开的。它们的主要性能可归结如下几点。

1. 质轻、比强度高 塑料质轻,一般塑料的密度在 $0.9 \sim 2.3 \text{ g/cm}^3$ 之间,只是钢铁的 $1/8 \sim 1/4$,铝的 $1/2$ 。泡沫塑料则更轻,它的密度在 $0.01 \sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ 之间,材料的强度与密度的比值称作比强度,有些增强塑料的比强度接近甚至超过钢材。

2. 耐化学腐蚀性好 一般塑料对酸碱等化学药品均有良好的耐腐蚀能力,特别是聚四氟乙烯的耐化学腐蚀性能最好,能耐“王水”等强腐蚀性电解质的腐蚀,被称为“塑料王”。此外,酚醛塑料 also 具有很强的耐腐蚀性,石棉酚醛塑料可制作盛浓硫酸和磷酸的化工容器,硬聚氯乙烯可以耐 90% 的浓硫酸、各种浓度的盐酸和一定浓度的碱。

3. 电绝缘性能优异 几乎所有的塑料具优异的电绝缘性能,如极小的介电损耗和优良的耐电弧特性,这些性能可与陶瓷媲美。

4. 减磨、耐磨性能好 大多数塑料具有优良的减磨、耐磨和自润滑特性。许多工程塑料制造的耐摩擦零件就是利用塑料的这些特性。如用聚酰胺、聚甲醛制作的齿轮。

5. 透光及防护性能 许多塑料可以做成透明或半透明制品。如聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯像玻璃一样透明,可用于仪器仪表的外壳;聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等塑料薄膜具有良好的透光性和保暖性,可用作农用薄膜、地膜。塑料具有多种防护性能,因此常用作防护包装用品,如塑料薄膜和塑料箱、桶、瓶等。

6. 易于成型加工 塑料通过加热(温度一般不超过 300°C)、加压(压力不高),即可塑制成各种形状的制品。如管、板、薄膜及各种机械零件等,并使制品具有良好的精度。如果在成型前加一定量的着色剂,还可使制品带有鲜艳的颜色。

除此之外,塑料还具有绝热、隔音、隔热、减振等许多优点。由于塑料的这些优良性能,使它在工农业生产和人们的日常生活中具有广泛用途,它已从过去作为金属、玻璃、陶瓷、木材和纤维等材料的代用品,而一跃成为现代生活和现代工业不可缺少的材料。

塑料尽管具有以上这些其他材料所不及的优良性能,但也有不足之处。例如,耐热性比金属等材料差,一般塑料的使用温度仅在 100°C 以下,少数则可在 200°C 左右使用,塑料由于受到大气中氧、臭氧、热、光的影响及机械作用会逐渐老化,性能不断破坏,甚至不能继续使用。塑料在载荷作用下,会缓慢地产生黏性流动或变形,即发生蠕变现象。另外,塑料的废弃物回收工作较为困难,易造成环境污染。塑料的这些缺点或多或少地影响或限制了它的应用。但是,随着塑料工业的不断发展和塑料材料科学研究的深入,这些缺点正被逐渐克服,性能优异的塑料和各种复合塑料材料正不断涌现。

塑料工业生产系统包括塑料原料(指树脂或半成品及助剂)的生产和塑料制品的生产(也称塑料成型或塑料加工)两个相辅相成的生产系统。从化工原料制成树脂,再以树脂制成粒料,再使其成为塑料制品的全部过程,即自原料至塑料制品的简单生产流程。

四、塑料的用途

塑料已被广泛用于农业、工业、国防以及人们日常生活等各个领域。

(1) 农业方面,大量塑料被用于制造地膜、育秧薄膜、遮阳网、大棚膜、排灌管道、渔网等。

(2) 工业方面,纺织工业广泛使用塑料来制作纺织配件,代替金属和木制品;医疗器械中广泛使用的一次性塑料注射器、输液器;电子电气工业中用塑料制作绝缘材料;在机械工业中用塑料制成传动齿轮、轴承及许多零部件代替金属制品;化学工业中用塑料制造管道、各种容器及其他防腐材料;建筑工业广泛使用塑料制作防水材料、装饰装潢材料、塑料门窗、雨水管、下水管、卫生洁具等;汽车工业中制造仪表板、保险杠、排风扇、油箱,常用来代替金属以减轻汽车自重。

(3) 国防工业,无论是常规武器、飞机、舰艇,还是火箭、导弹、人造卫星、宇宙飞船和核武器等,塑料都是不可缺少的材料。

(4) 人们日常生活中,塑料的应用更加广泛。如人们每天使用的牙刷、脸盆、肥皂盒、热水瓶壳、塑料凉鞋、拖鞋,还有雨衣、手提包、儿童玩具、家用电器(如电视机、电风扇和洗衣机的外壳,冰箱的内胆)等。

此外,汽车塑料的应用不断增加是大势所趋。在现代车辆上,无论是外装饰件、内装饰件,还是功能与结构件,到处可以看到塑料制品的影子。外装饰件的应用特点是以塑代钢,减轻汽车自重,主要部件有保险杠、挡泥板、车轮罩、导流板等。内装饰件主要部件有仪表板、车门内板、副仪表板、杂物箱盖、座椅、后护板等。功能与结构件主要有油箱、散热器水箱、空滤器罩、风扇叶片等。目前,工业发达国家汽车塑料的用量占塑料总消费量的 $5\% \sim 8\%$ 。美国在 20 世纪 80 年代初,每辆汽车使用塑料占车重的 6.1% ,90 年代初增加了 1 倍。日本每辆车平均使用塑

料 100kg,占车重的 12%。意大利车用塑料占车重的 10% 左右。1999 年,北美轿车塑料平均单车用量就达 116.5kg,2000 年又增加到 142kg,车用量最大的聚丙烯,更是以每年 2.2% ~ 2.8% 的速度增长。

包装材料方面,塑料作为一种新型包装材料而被广泛使用。如各种中空容器、周转箱、桶、集装箱、包装薄膜、编织袋、瓦楞箱、泡沫塑料、捆扎绳和打包带等。

第二节 塑料成型工业的发展史

成型是将各种形态的塑料(粉料、粒料、溶液或分散体)制成所需形样的制品或坯件的过程,在整个过程中最为重要,是一切塑料制品或型材生产的必经过程。成型的种类很多,如各种模塑、层压以及压延等。其他过程,通常都是根据制品的要求来取舍的,也就是说,不是每种制品都须完整地经过这些过程。机械加工是指在成型后的工件上钻眼、切螺纹、车削或铣削等,用来完成成型过程所不能完成或完成得不够准确的一些工作。修饰是为美化塑料制品的表面或外观,也有为其他目的,如为提高塑料制品的介电性能要求它具有高度光滑的表面。装配是将各个已经完成的部件连接或配套,使其成为一个完整制品的过程。后三种过程有时统称为加工。对比来说,加工过程常居于次要地位。

就世界范围来说,塑料成型工业自 1872 年开始到现在,已度过仿制和扩展并已转到了变革的时期。当塑料最初问世时,由于品种不多、对它们的本质理解不足,在塑料制品生产技术上,只能从塑料与某些材料有若干相似之处而进行仿制。作为借鉴的主要是橡胶、木材、金属和陶瓷等制品的生产。此后,塑料品种渐多,在其制品生产的不断实践和实验的基础上,对塑料和其各类制品的特征有了比较深入的认识,因此,不论在生产技术和方法上,都有显著的改进和扩展。这一时期的开始约在 20 世纪的 20 年代。50 年代以来,由于各项尖端科学技术以及工业、农业等发展的需要,要求具有某些特种性能或性能特别优良的塑料制品,而且在制品数量、结构、尺寸和准确程度上也提出了更高的要求。基于此,并力求不使塑料固有性能在制品生产过程中下降,因而对许多原用的生产方法进行了更深入的研究和革新,对适合客观需要所设计的新型塑料和制品又根据具体的特点在生产上进行创新。革新和创新就是这里所说的变革。至今,不仅塑料制品的数量和应用种类都有了显著的增长,而且绝大多数的新旧生产方法也都逐渐形成合理的系统,使塑料制品的生产日益成为一个专业而又庞大的生产部门。

塑料制品生产和塑料生产的增长几乎是同步的。世界塑料生产的年增长率在 20 世纪 70 年代以前平均为 12% ~ 15%,进入 70 年代以后,为 4% ~ 5%,80 年代虽然基数已经较大,但仍然保持一定的增长,特别是在发展中国家增长较快。塑料在四大工业材料(钢铁、木材、水泥和塑料)中的年增长率总是居于首位。从我国的具体情况来看,塑料年产量的增长也较高。例如,1983 年我国生产合成树脂 1100 千吨,到 1993 年已增至 5200 千吨。由世界第 12 位升至第 5 位。就世界塑料发展的情况看,它的快速增长不完全是原有制品数量的单纯增加,而主要是应用范围的日益增大。这说明从事塑料工业者的任务比较繁重,与其他生产部门的联系更加重要。

第三节 塑料的主要成型方法

一、成型

成型是将各种形状的塑料(粉料、粒料、溶液和分散体)制成所需形状的制品或坯体的过程。它是一切塑料制成型材必不可少的生产过程。成型的方法很多,主要有挤出、注射、压延、模压、中空、热成型等。

1. 挤出成型 挤出成型又称挤压成型或挤出模塑。它是通过塑料原料在挤出机中加热、加压呈流动状态,连续通过口模成型的方法。挤出成型在塑料的加工工业中占有相当重要的地位,是最早的成型方法之一,其制品约占塑料总产量的1/3以上。挤出成型可加工绝大多数热塑性塑料和少数热固性塑料,其加工所得制品主要有薄膜、板(片)材、管、棒、丝、网、电线电缆被覆以及异型材等。配以其他设备,也可生产中空容器、复合材料等。它的主要特点是可以连续化生产,生产效率高,产品的质量均匀;生产操作简单,工艺控制容易,可一机多用。

2. 注射成型 注射成型又称注射模塑。它是将粒状或粉状的塑料原料从注射机的料斗送进加热的料筒,经加热熔化呈流动状态后,由柱塞或螺杆的推动而通过料筒端部的喷嘴并注入温度较低的闭合模具内。充满塑模的熔料在受压的情况下,经冷却、固化后即可保持模具型腔所赋予的形状,从而得到制品。注射成型是目前塑料加工中最普遍采用的方法之一,适用于全部热塑性塑料和部分热固性塑料,其制品约占塑料制品总量的20%~30%。用途已从民用扩大到国民经济各个领域,并将逐步代替传统的金属和非金属材料的制品,这些制品主要是各种工业配件、仪器仪表的零件和壳体等。注射成型的主要特点是生产周期短,生产效率高;成型制品的形状由简到繁、尺寸由小到大,尺寸精确;可实现生产自动化、高速化,具有极高的经济效益。

3. 压延成型 压延成型是热塑性塑料主要成型方法之一,与挤出成型、注射成型一起,合称为热塑性塑料的三大成型方法。压延成型是将熔融塑化的热塑性塑料置于做相向旋转的加热辊筒间挤压、剪切延展成一定厚度、一定宽度和粗糙度的膜状、片状物料,经冷却即可成膜状、片状制品。也可附以一定的基材,制得人造革、塑料墙壁纸等产品。适用于压延成型的热塑性塑料有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚乙烯醇等,但目前使用最多的是聚氯乙烯。压延成型具有加工能力大,生产速度快,产品质量好,连续化生产、自动化程度高的特点。但其设备庞大,生产流程长,一次性投资高,维修复杂,制品宽度受辊筒长度限制,因此在连续板(片)材的生产方面不如挤出法发展的速度快。

4. 压制成型 压制成型包括压缩模塑(模压)和层合(即层压)两种,模压成型是将粉状、粒状或纤维状物料放入成型温度下的模具型腔中,然后闭模加压,而使其成型并固化的方法。可用于热固性塑料和热塑性塑料,但主要用于热固性塑料。层压成型主要用于生产板材,可用于热固性塑料(一般加入纤维状填料),也可用于热塑性塑料。模压成型的设备和模具结构简单、制造费用低、精度要求低;压机占地面积小、可马上投产,且收益显著;成型压力低、原料损耗小;

纤维状填料的定向性小,受塑料种类和填料种类影响少,是制备高强度制件的有效方法。但该方法生产效率低,制品精度低,劳动强度大,大都为手工操作等。故模压成型随着其他成型方法的发展和普及而逐步减少,但就其优缺点的综合分析来看,模压成型仍属一种不可缺少的成型方法。

5. 中空吹塑 中空吹塑是将挤出或注射成型所得的半熔融态管坯(型坯)置于各种形状的模具中,管坯中通入压缩空气将其吹胀,使之紧贴于模腔壁上,再经冷却脱模得到中空制品。这种成型方法可以生产口径不同、容量不同的瓶、壶、桶等各种包装容器,日常用品和儿童玩具等。用于中空吹塑的塑料品种有聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、线性聚酯、聚碳酸酯等。

6. 热成型 热成型是利用热塑性塑料板、板(片)材作为原料来制造塑料制品的一种方法。成型时,先将板(片)材,固定于夹框上,并将其加热到一定温度,而后凭借施加的压力使其贴近模具型面,因而取得与型面相仿的形样。成型后的板(片)材冷却后,即可从模具上取下,经适当修整即得制品。适应于热成型的塑料品种很多,如各种类型的聚苯乙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、聚丙烯、聚乙烯、聚碳酸酯、ABS等。其制品的应用范围越来越大,已广泛用于工业、农业、食品、医药、电子等各个领域,尤其在包装行业得到更为迅速的发展。热成型工艺简单、设备投资少,模具制造方便。但制品结构不宜太复杂,且壁厚均匀度较差,边角废料多等。虽然如此,热成型仍属很有经济价值和实用价值的成型方法,其产品花色品种变化之快,哪种方法均不可与之匹敌。

总之,塑料制品的成型方法有很多,在后面的章节中——详细介绍。

二、机械加工

塑料制品的机械加工是采用机械方法对塑料制品进行加工的总称。对塑料制品进行机械加工的类型,主要有裁切、冲切、切削、钻削、螺纹加工、激光加工等。通过机械加工可获得尺寸精度高、结构复杂的制品。此外,机械加工还作为模塑或其他成型作业的辅助性工序。如模制品的废边切除、挤压型材的锯切以及将片材切成规定的尺寸等。

(1) 塑料的裁切,主要用于塑料板材、管、棒等型材,可以采用多种方法,如锯切、剪切、铣切、砂轮切割、激光切割、电热丝切割、超声波切割、高压水流(水刀)切割等。对棒状或管状塑料材料的裁切,也可使用车床。

(2) 塑料的冲切,是用具有一定形状且带有刃口的冲模剪裁塑料板材。冲切的方法有冲裁、冲孔、切口、剖切、修边、整修等,其中冲裁和冲孔最为常见。

(3) 塑料的切削加工,是用切削工具将坯料或工件上的多余材料切除掉,以获得具有所需的几何形状、尺寸和表面质量的机器零件。

(4) 塑料钻削的目的就是钻孔,它不仅可在各种钻床上进行,也可在车床、铣床上进行,还可使用手钻。

(5) 塑料的螺纹加工,分攻丝与车螺牙两种。攻丝是指在孔眼内制造内螺牙,车螺牙则是在柱形体上制出外螺牙。攻丝是在攻丝床或有攻丝附件的钻床上进行的,但也有手工进行的。采用的刀具是丝锥。车螺牙可用车削或铣削完成,也可以手工用螺纹板牙来完成。

(6) 塑料的激光加工,利用激光对塑料加工的本质是,塑料能将吸收的光迅速转成热能,在