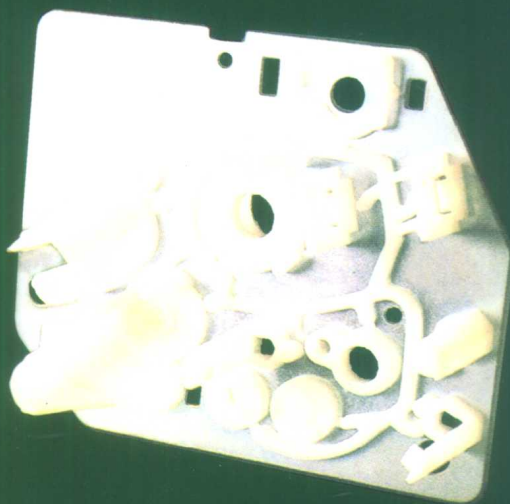
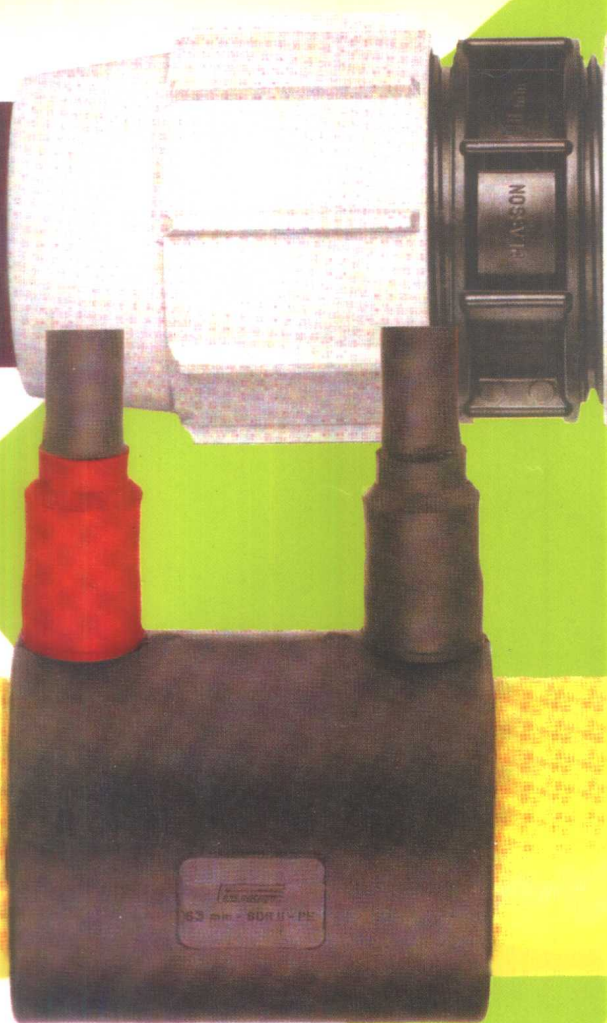


实用 塑料加工 技术

SHIYONG
SULIAO
JIAGONG
JISHU



金盾出版社

实用塑料加工技术

主编

叶蕊

编 著

王加龙	戚亚光	戴伟民	王玉溪
周健	汪萍	都超平	卜建新
叶蕊	沈顺林	郑式光	郭庆国
苏勇	何炜德	孙世国	李百顺
申迎华	曹民干	张友新	

金盾出版社

内 容 提 要

本书是介绍塑料加工生产技术、工艺措施的实用科技读物。共分九章,第一章、第二章介绍塑料成型工艺基础和塑料材料、助剂及其改性技术;第三章至第八章介绍塑料挤出成型技术、塑料注射模塑设备、塑料注射模塑技术、塑料压延成型技术、其他塑料成型技术和塑料的二次加工。废旧塑料是人所共知的白色垃圾,是世界性的公害,第九章专门介绍废旧塑料的回收利用,包括用来生产汽油、柴油的生产设备及技术。

本书由九省市的技术专家通力合作写成,内容实用具体,不少是近年开发的高新技术,有些还是技术转让项目。可供塑料加工企业技术人员、技工及有关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用塑料加工技术/叶蕊主编. —北京：金盾出版社，2000. 11
ISBN 7-5082-1282-7

I. 实... II. 叶... III. 塑料成型 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 26645 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷：北京 2207 工厂

正文印刷：北京 3209 工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:27 字数:660千字

2000 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—6000 册 定价:32.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

塑料是现代主要的工业结构材料之一,广泛应用于汽车、宇航、机械、舰船、电子电气、文体用品、建筑、包装、化工、纺织、医药卫生、家具、生活用品以及军工等各个领域。20 世纪末,我国塑料制品的年产量已突破 1200 万吨。展望 21 世纪,高分子合成材料将进入质的飞跃发展时期。考察某个国家的科学与生产技术水平,塑料的生产与应用情况是重要标志之一。塑料的生产与应用和塑料工业发展的快慢,对国家科技与生产,对国民经济发展的巨大影响是不言而喻的。因此,对塑料的加工技术必须予以高度重视。

本书从研讨塑料成型工艺基础开始,进一步介绍了各种塑料材料、助剂及改性技术。在挤出成型、注射成型技术方面,提供了大量的产品开发项目及生产实例,深入具体地介绍了注射机械、模塑模具。介绍了薄膜、人造革的压延生产工艺及配方,研讨了中空容器吹塑成型的多种工艺措施,还对其中三层塑料容器成型工艺的机头模具提供了详图及全部零件表。运用生产实例介绍了加工难度较大的“塑料王”的多孔材料成型及冷压烧结成型生产技术。此外,还介绍了人造革的涂覆成型技术、滚塑成型技术,如何用小型设备生产大型铸塑件,如何采用砂型或石膏型生产内腔复杂的大型铸塑件。研讨了热成型与冷成型技术及塑料机械加工和塑料焊接、粘合及修饰技术。最后介绍了废旧塑料的回收利用,为此,作者曾赴一些省、市用废旧塑料生产汽油、柴油的工厂考察,书中介绍了全国八类此种炼油厂,并提供了国家对废旧塑料加工企业的优惠政策和文件,可供有志创办废旧塑料加工企业的人员参考。

本书 19 名作者遍布九省市,都是企业、院校、科研单位富有经验的专家,内容密切结合生产实际,实用具体,切实可行,文、图、表紧密配合,文字通俗易懂,使中等文化程度及不熟悉塑料专业的人员也能看懂。内容中有些是高新技术,有些是技术转让或即将技术转让的项目,对企业选择生产项目,开发新产品,吸收技术知识,改进生产工艺,提高产品质量,增强企业经济效益,提高企业素质均大有裨益。

本书在内容组稿、编写等方面,曾得到蒋必彪博士的热忱帮助;在绘图、描图、打印方面得到煤炭工业部北京设计研究院常州分院的协助。在此,均致以衷心的感谢。书中错误及不妥之处恳请读者批评指出,帮助我们改进。

作 者

2000 年 6 月

目 录

第一章 塑料成型工艺基础	(周 健)(1)
第一节 塑料的基本概念	(1)
一、塑料的定义、组成及其分类	(1)
二、塑料的基本性能	(2)
三、塑料的用途	(3)
第二节 塑料成型中的物理和化学变化	(3)
一、线型无定型高聚物的聚集态	(4)
二、成型过程中聚合物的结晶	(5)
三、成型过程中高聚物的取向	(7)
四、塑料成型过程中高聚物的降解	(9)
五、成型过程中高聚物的交联	(11)
第三节 高聚物熔体的流变性质	(12)
一、高聚物熔体的流变行为	(13)
二、影响高聚物熔体流变行为的主要因素	(15)
三、高聚物熔体在流动过程中的弹性行为	(16)
第二章 塑料材料	(威亚光)(18)
第一节 通用热塑性塑料	(18)
一、聚乙烯及乙烯共聚物	(18)
二、聚丙烯(PP)	(20)
三、苯乙烯系树脂与塑料	(20)
四、ABS 类树脂与塑料	(21)
五、氯乙烯类树脂与塑料	(22)
六、丙烯酸类树脂与塑料	(23)
第二节 工程塑料	(24)
一、通用工程塑料	(24)
二、特种工程塑料	(25)
第三节 热塑性弹性体(TPE)	(29)
一、热塑性弹性体的基本概念	(29)
二、苯乙烯类热塑性弹性体(TPS)	(29)
三、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)	(30)
四、热塑性聚烯烃弹性体(TPO)	(30)
五、热塑性聚酯弹性体(TPFE)	(31)
六、其他热塑性弹性体	(32)
第四节 塑料助剂	(33)

一、增塑剂	(33)
二、热稳定剂	(36)
三、抗氧剂	(38)
四、光稳定剂	(39)
五、润滑剂	(40)
六、发泡剂	(41)
七、阻燃剂	(42)
八、抗静电剂	(43)
第五节 塑料改性	(44)
一、塑料的填充改性	(44)
二、塑料的增强改性	(46)
三、塑料的共混改性	(48)
第三章 塑料挤出成型技术	(51)
第一节 挤出成型工艺原理	(王加龙)(51)
一、概述	(51)
二、单螺杆挤出成型机	(51)
三、塑料在挤出机中的状态及流动	(53)
四、双螺杆挤出机	(54)
第二节 挤出机的调试、操作、维护与保养	(王加龙)(56)
一、调试	(56)
二、操作	(57)
三、维护	(57)
四、保养	(58)
五、双螺杆挤出机操作要点	(58)
六、RPVC 清洗料配方举例	(58)
第三节 塑料管材的挤出成型	(59)
一、挤出成型机头概述	(王加龙)(59)
二、塑料管材及其生产的主要装置	(王加龙)(59)
三、直通式 RPVC 管机头工艺参数的设计	(王加龙)(62)
四、普通 RPVC 管材配方和生产工艺实例	(王加龙)(63)
五、耐油特种 PVC 软管的研制与生产	(沈顺林)(65)
六、其他塑料管生产工艺举例	(王加龙)(68)
七、双螺杆挤出机生产大口径 UPVC 管材实例	(王加龙)(70)
八、PE 辐射交联热收缩套管	(王加龙)(70)
九、RPVC 管材在生产过程中不正常现象、产生原因及排除方法	(王加龙)(71)
第四节 塑料薄膜的挤出吹塑成型	(72)
一、概述	(王加龙)(72)
二、吹塑薄膜及生产形式	(王加龙)(73)
三、吹塑薄膜机头	(王加龙)(74)

四、吹塑薄膜的冷却装置、牵引装置和卷取装置	(王加龙)(75)
五、机头工艺参数设计	(王加龙)(76)
六、生产工艺流程及其控制	(王加龙)(77)
七、几种吹塑薄膜生产工艺实例	(王加龙)(79)
八、吹塑薄膜生产过程中的不正常现象、产生原因及排除方法	(王加龙)(80)
九、夹链自封袋的生产技术	(何炜德)(81)
十、薄膜挤出成型的其他方法	(王加龙)(85)
十一、降解塑料薄膜	(王加龙)(87)
第五节 流延薄膜与流延法双向拉伸薄膜的成型	(88)
一、流延成型工艺及其所用的设备	(王加龙)(88)
二、流延薄膜的成型工艺	(王加龙)(90)
三、流延法双向拉伸薄膜的成型	(王加龙)(92)
四、流延吸塑片材的生产技术	(何炜德)(93)
第六节 塑料板材的挤出成型	(96)
一、概述	(王加龙)(96)
二、板材挤出设备	(王加龙)(96)
三、生产工艺	(王加龙)(98)
四、CM80 挤出 PVC 板材生产工艺	(沈顺林)(99)
五、ABS 薄片生产工艺实例	(王加龙)(106)
第七节 塑料丝及单向拉伸制品的挤出成型	(王加龙)(106)
一、概述	(106)
二、塑料单丝的成型设备	(107)
三、几种塑料单丝的生产工艺	(108)
四、单丝生产中不正常现象、产生原因及排除方法	(111)
五、塑料扁丝的生产装置	(111)
六、撕裂膜的成型工艺	(113)
七、打包带的成型工艺	(113)
第八节 塑料异型材的挤出成型	(114)
一、概述	(王加龙)(114)
二、设备及装置	(王加龙)(114)
三、配方及生产工艺实例	(王加龙)(115)
四、不正常现象、产生原因及排除方法	(王加龙)(117)
五、硬 PVC 发泡异型材	(王加龙)(118)
六、RPVC 边角装饰护条的生产与应用	(曹民干)(119)
第九节 共挤出成型	(王加龙)(121)
一、概述	(121)
二、共挤出吹塑薄膜机头	(121)
三、共挤出吹塑薄膜工艺	(122)
四、共挤出板材、片材和流延薄膜	(124)

五、共挤管材	(126)
六、共挤出复合异型材	(128)
七、共挤出吹塑	(128)
第十节 挤出涂覆、包覆和复合工艺	(128)
一、概述	(王加龙)(128)
二、挤出涂覆	(王加龙)(129)
三、电线电缆挤出包覆成型	(王加龙)(130)
四、密目式建筑施工安全网的生产	(曹民千)(133)
五、聚乙烯夹铝管	(王加龙)(134)
六、铝塑复合板	(王加龙)(135)
七、复合薄膜的复合工艺	(王加龙)(137)
八、其他复合工艺	(王加龙)(139)
第四章 塑料注射模塑设备	(140)
第一节 塑料注射成型机的结构与基本参数	(王玉溪)(140)
一、注射成型机的结构	(140)
二、注射成型机的基本参数	(145)
第二节 注射成型机的注射、合模、调模与顶出装置	(王玉溪)(151)
一、注射装置	(151)
二、合模装置	(165)
三、调模装置	(172)
四、顶出装置	(174)
五、注射成型机的液压传动与电器控制系统	(175)
第三节 注射成型机的安装、操作、维护保养与安全措施	(王玉溪)(180)
一、注射成型机的安装与调试	(180)
二、注射成型机的操作与加料方式	(181)
三、注射成型机在操作前的注意事项	(182)
四、注射成型机停车时的注意事项	(182)
五、注射成型机的维护保养	(182)
六、注射成型机的安全措施	(183)
第四节 塑料注射模塑模具	(都超平、卜建新)(184)
一、注射模的结构及组成	(184)
二、注射模和注射机的关系	(186)
三、成型零件设计	(187)
四、浇注系统	(194)
五、合模导向机构	(200)
六、脱模机构	(200)
七、侧向分型抽芯机构	(205)
八、温度调节系统	(211)
第五章 塑料注射模塑技术	(214)

第一节 塑料注射成型技术	(戴伟民)(214)
一、成型前的准备工作	(214)
二、注射成型过程	(216)
三、注射成型工艺条件	(218)
四、多级注射	(223)
五、制品的后处理	(224)
六、常用热塑性塑料的注射成型	(225)
第二节 注射制品缺陷与处理	(戴伟民)(236)
一、内应力	(236)
二、收缩性	(236)
三、熔接强度	(237)
四、注射制品的表面缺陷与处理	(238)
第三节 典型制品的注射成型工艺	(243)
一、硬 PVC 给水管件的生产	(戴伟民)(243)
二、塑料箱包的生产	(戴伟民)(249)
三、接线座的生产	(戴伟民)(250)
四、啤酒箱的生产	(戴伟民)(251)
五、透明调味瓶的生产	(戴伟民)(252)
六、尼龙-11 树脂的注射成型	(申迎华)(253)
第四节 精密注射成型	(戴伟民)(257)
一、概述	(257)
二、精密注射成型材料的选择	(257)
三、精密注射模具	(257)
四、精密注射机	(257)
五、精密注射成型工艺	(258)
六、精密注射制品的测量	(259)
第五节 特种注射成型	(戴伟民)(259)
一、热固性塑料注射成型	(259)
二、排气注射成型	(263)
三、共注射成型	(264)
四、流动注射成型	(265)
五、反应注射成型(RIM)	(267)
六、气体辅助注射成型(GAM)	(269)
第六章 塑料压延成型技术	(272)
第一节 塑料压延成型设备	(王玉溪)(272)
一、压延成型机的基本类型	(272)
二、压延成型机的基本结构	(274)
三、压延辅助设备及装置	(276)
四、压延成型机的操作与维护	(279)

第二节 聚四氟乙烯管螺纹连接止泄带生产技术·····	(汪 萍)(280)
一、生产技术·····	(281)
二、生产过程中应注意的事项·····	(282)
三、生产低密度止泄带实例·····	(284)
第三节 塑料薄膜压延成型工艺·····	(郭庆国、郑式光)(284)
一、概述·····	(284)
二、塑料薄膜压延设备·····	(285)
三、压延薄膜成型工艺·····	(287)
四、压延工艺条件探讨·····	(290)
第四节 PVC 压延人造革·····	(王加龙、郑式光)(297)
一、概述·····	(297)
二、PVC 压延人造革生产工艺流程及所需设备·····	(297)
三、压延人造革的配方与生产工艺·····	(299)
四、压延人造革加工中不正常现象、原因及改进方法·····	(306)
五、压延法 PVC 塑料壁纸的生产·····	(307)
六、挤出压延法 PVC 塑料壁纸的生产·····	(308)
第七章 其他塑料成型技术 ·····	(309)
第一节 中空容器吹塑成型技术·····	(309)
一、概述·····	(周 健)(309)
二、中空吹塑的基本方法和工艺特点·····	(周 健)(309)
三、中空吹塑设备及模具·····	(周 健)(311)
四、中空吹塑工艺流程及影响因素·····	(周 健)(316)
五、中空吹塑产品实例介绍·····	(周 健)(319)
六、三层塑料容器成型工艺及模具简介·····	(张友新)(323)
第二节 泡沫塑料成型技术——PTFE 多孔材料的生产技术·····	(汪 萍)(324)
一、生产技术·····	(325)
二、生产过程中应注意的事项·····	(326)
三、生产中异常现象、产生原因及排除方法·····	(329)
第三节 冷压烧结成型技术——填充 PTFE 制品的生产技术及应用·····	(汪 萍)(330)
一、生产技术·····	(330)
二、生产过程中应注意事项·····	(332)
三、填充和非填充 PTFE 制品生产技术的异点·····	(335)
四、性能改变·····	(336)
第四节 人造革的涂覆成型·····	(336)
一、直接涂覆法 PVC 人造革的生产·····	(王加龙)(336)
二、间接涂覆法 PVC 人造革的生产·····	(王加龙)(338)
三、PU 湿式仿麂皮服装革的开发·····	(孙世国)(340)
四、水刺无纺布基 PU 革的开发·····	(孙世国)(342)
第五节 滚塑成型技术·····	(李百顺)(345)

一、滚塑成型原理和工艺特点	(345)
二、滚塑成型生产工艺	(346)
三、滚塑成型模具结构与设计	(347)
四、滚塑生产工艺条件对制品性能的影响	(348)
五、滚塑成型工艺对制品内部气泡的影响	(348)
六、滚塑成型生产实例	(349)
第六节 铸塑成型技术	(349)
一、铸型尼龙成型工艺	(叶 蕊)(349)
二、铸型尼龙砂型和石膏型铸造工艺	(苏 勇)(353)
第八章 塑料的二次加工	(361)
第一节 塑料的热成型与冷成型	(王加龙)(361)
一、热成型的基本方法及其特点	(361)
二、热成型的设备及工艺要求	(361)
三、热成型工艺实例	(363)
四、影响制品成型质量的主要因素	(367)
五、热成型制品常见缺陷、产生原因及其排除方法	(367)
六、冷成型	(368)
第二节 塑料的机械加工	(王加龙)(369)
一、塑料材料机械加工的工艺特点	(369)
二、车削、铣削、刨削和刮削	(369)
三、钻孔、铰孔和镗孔	(371)
四、塑料的切断	(371)
五、塑料的螺纹加工	(372)
六、塑料的激光加工	(372)
第三节 塑料制品的修饰	(373)
一、机械修饰	(王加龙)(373)
二、彩饰	(王加龙)(373)
三、化学方法修饰	(王加龙)(375)
四、PU 革的印刷改色	(孙世国)(376)
五、塑料工件镀金属	(王加龙)(377)
第四节 塑料制品的焊接	(377)
一、塑料的焊接	(王加龙)(377)
二、聚四氟乙烯(PTFE)的焊接技术	(汪 萍)(380)
第五节 塑料制品的粘接	(386)
一、概述	(王加龙)(386)
二、被粘接塑料的表面处理	(王加龙)(387)
三、聚四氟乙烯(PTFE)的粘接技术	(汪 萍)(390)
第九章 废旧塑料的回收利用	(叶 蕊)(395)
第一节 废塑料中杂质的清除	(395)

第二节 塑料的鉴别与分类	(395)
一、理化分析法	(395)
二、直观鉴别法	(396)
三、燃烧鉴别法	(397)
四、密度鉴别法	(399)
五、溶剂鉴别法	(400)
六、薄膜鉴别法	(401)
七、元素鉴定法	(402)
八、热解试验鉴别法	(402)
九、综合鉴别法	(403)
第三节 塑化再生	(403)
一、单纯再生(简单再生)	(404)
二、复合再生	(404)
三、废旧塑料回收再生造粒	(404)
四、回收塑化再生料制品	(405)
第四节 裂解还原	(405)
一、裂解还原,转化为塑料单体及化工原料	(405)
二、转化为汽油、柴油、煤油、燃气	(406)
第五节 燃烧回收热能	(410)
第六节 国家对废旧塑料回收利用的优惠政策	(411)
附录	(叶蕊)(412)
塑料、树脂、助剂缩写代号及中文英文名称	(412)
一、塑料、树脂缩写代号及中文英文名称	(412)
二、助剂缩写代号及中文英文名称	(418)

第一章 塑料成型工艺基础

第一节 塑料的基本概念

一、塑料的定义、组成及其分类

(一)塑料的定义、组成

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。

树脂是塑料最基本的、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。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。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。否则为多组分塑料。

(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:

1. 按加热性质分类。可分为热塑性塑料和热固性塑料两种。

(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粘稠物质。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。这样可反复变化多次。具有这种性质(常称为“热塑性”)的塑料,就称为热塑性塑料。聚氯乙烯、聚烯烃、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,如聚砜、聚酰亚胺及含氟塑料等。

(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和不具有可塑性,温度过高就会发生分解。具有这种性质(常称“热固性”)的塑料,就称为热固性塑料。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。

2. 按原料树脂的合成途径分类。以原料树脂的合成途径不同,塑料可以分为以下三种:

(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、聚酯等。

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

3. 按用途分类。按用途不同,塑料还可分为通用塑料和工程塑料两种。

(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。如聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛、脲醛等。

(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、聚砒和 ABS 等,都是具有优良的力学性能或耐热、防腐、耐磨等特性的工程塑料。

二、塑料的基本性能

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:

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,甚至能耐“王水”等强腐蚀性电解质的腐蚀,被称为“塑料王”。此外,酚醛塑料也具有很强的耐蚀性,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。几乎所有的塑料都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。如用尼龙、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 300C)、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、减震等许多优点。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,耐热性比金属材料差,一般塑料的使用温度仅在 100C 以下,少数则可在 200C 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,会缓慢地产生粘性流动或变形,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,又以树脂制成塑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,如图 1-1-1 所

示：

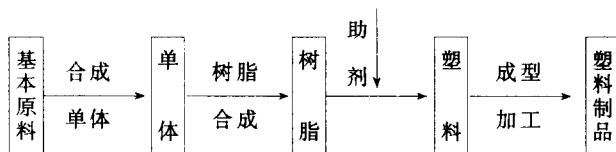


图 1-1-1 由基本原料到塑料的简单生产流程

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。它在四个过程中最为重要,也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、层压等。

机械加工是指在成型后的工件上进行车、钳、刨,以满足制品在形状上或在装配技术上的需要。

修饰是指在塑料制件(或它的部分)表面进行抛光、磨光、溶浸或涂覆各种涂层的过程,其目的多数是为了美化塑料制品的表现,也兼有改善性能的效果。

装配是指将各个已经完成的零部件用粘接、焊接或用其他机械方法进行连接或配套,以使之成为一个完整的塑料制品。

机械加工、修饰和装配等三个过程,通常都是根据制品的不同要求来取舍的。不是每种制品都必须完整地经过这三个过程。相对于“成型”来说,这三种过程统称为“加工”,而且常居于次要地位。

三、塑料的用途

塑料已被广泛用于工业、农业、建筑、国防以及人们日常生活等各个领域。

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、鱼网等。

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;建筑业广泛使用塑料制作防水材料、装饰装潢材料、塑料门窗、落水管、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重量。

在国防工业中,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。

在人们的日常生活中,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、收录机、电风扇和洗衣机的外壳,冰箱的内胆)等。

在包装材料方面,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 塑料成型中的物理和化学变化

高聚物有线型、支链型和体型三种化学结构。线型高聚物又可以无定型和结晶状态存在。

一、线型无定型高聚物的聚集态

在室温下,一般固体线型无定型高聚物处于无定型玻璃态,加热后,能转变为粘度很大的液体,称为粘流态,而且在转变成粘流态之前,往往先经过类似橡胶性质的高弹态(见图 1-2-1)。

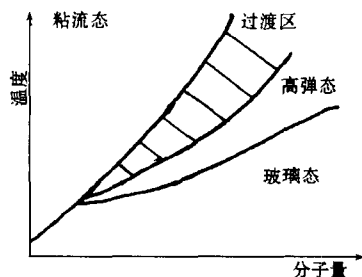
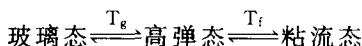


图 1-2-1 线型无定型高聚物聚集态和温度及分子量的关系

聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯等塑料在常温下呈玻璃态;橡胶在常温下呈高弹态。加热熔化后的聚氯乙烯、聚苯乙烯等呈粘流态(似浆糊状)。处于玻璃态的线型高聚物受热后,一般可以变成高弹态,其转变温度称为玻璃化温度 T_g ;继续加热,则其由高弹态转变为粘流态,其转变温度称为粘流温度 T_f ;当温度升到该聚合物的分解温度 T_d 时,该高聚物则开始分解。冷却时,则以粘流态经高弹态最后回复到玻璃态。



玻璃态、高弹态和粘流态是高聚物受力时所呈现出来的,所以也称为高聚物的力学三态。

1. 玻璃态。处于玻璃态下的聚合物,体系的粘度很大。这时无论是聚合物的整个分子链活动还是链段的内旋转都被冻结,受力是以普弹形变为主,即加外力时,形变很小;除去外力后,立刻完全恢复原状(可逆)。应力与形变成正比,服从虎克定律。形变是在瞬时内完成的,可考虑与时间无关。普弹形变是由键的微小伸缩和键角的微小变化造成的,它反映出形变值小、可逆、与时间无关的三个特点。见图 1-2-2。

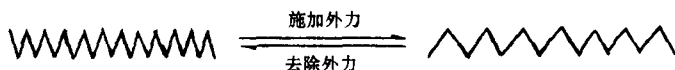


图 1-2-2 普弹形变时大分子链键角变化示意图

塑料的特点是常温下具有一定的强度,可以进行锉、锯、钻、车、铣等机械加工,且可作工程材料使用。玻璃化温度常常是由无定型聚合物组成硬质塑料制品的使用温度上限。

2. 高弹态。当温度升至线型无定型聚合物玻璃化温度以上时,聚合物体系粘度渐渐下降,成为同时兼有固态和液态双重性质的高弹态,例如普通的橡皮筋和软聚氯乙烯单丝,受外力时以高弹形变为主。高弹态有两个特征:一是在较小的外力作用下,可产生很大的形变(有时超过 100%),外力解除后,能够完全恢复原状(可逆),这种形变称为高弹形变;二是形变的产生和恢复都需要一定的时间,这一时间为松弛时间。这一现象称为松弛现象。

聚合物处于高弹态时,长链大分子呈无规卷曲状态,它基本被冻结,无法运动。但是大分子链段能够在外力作用下移动,高弹形变的实质就是大分子链段的伸缩产生的。加外力时,克服了链段间的内摩擦而伸长;去除外力后,链段便克服内摩擦而回缩(见图 1-2-3)。

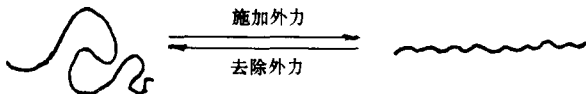


图 1-2-3 高弹形变时大分子形状变化示意图

3. 粘流态。当温度升至线型无定形聚合物的粘流温度以上时,体系的粘度继续降低,成

为粘度较大的流体。在一定外力作用下,形变慢慢随时间不断发展,也有显著的松弛特性;去除外力后,不能恢复原状,结果造成永久变形,也称为塑性变形。

在粘流态下,由于温度较高,大分子链易于活动,大分子链(即分子链的重量中心)和链段都可以在外力作用下移动,粘流形变是由整个分子链的相对滑动所引起的(见图 1-2-4)。

绝大多数塑料成型都是在粘流态或粘流温度 T_f 附近进行。塑料在 T_f 以上不高的温度下,表现出流动性质,这一温度范围适宜于将塑料进行压延成型、某些挤出和吹塑成型等。在比 T_f 高的温度下,塑料熔体的粘性较小,弹性模量降到最低,在不太大的外力作用下就能引起熔体流动变形,待熔体冷却后即能将此变

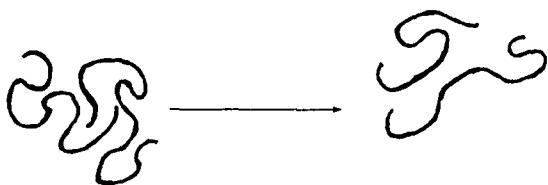


图 1-2-4 粘性形变时大分子链变化示意图

形保持下来,因此这一温度范围适宜于塑料的挤出成型、注射成型和吹塑成型等。温度过高,不利于塑料成型,因为塑料熔体粘度太低,难以制得性能良好的制品。如果温度超过或接近塑料的分解温度 T_d ,会导致聚合物分解,以致破坏塑料制品的内在结构、力学性能和制品的外观质量。

玻璃化温度 T_g 和粘流温度 T_f 都是塑料成型的重要参数。但是,玻璃化温度和粘流温度都不是突变的转折点,而是有较宽的温度区间,同时随测定仪器、测定方法和测定条件(主要是作用力大小和时间的长短)的不同而改变。

同种高聚物在加热或冷却时,可以从一种物理态转变为另一种物理态。例如高分子量的聚异丁烯在室温下处于高弹态,加热时可以转变成粘流态,而冷却时可呈现为玻璃态。但同种高聚物也可能因所受机械力的速度不同而呈现三态中的任一态。例如,用普通橡胶做的飞机轮胎,当飞机着陆速度太快时,就会像玻璃一样破碎。又如将高聚物加热到粘流态的某一温度时,突然加外力以致整个链来不及移动,而链段能移动,即呈高弹态;如果力加得太快,甚至连小的链段也来不及移动,则呈玻璃态。

二、成型过程中聚合物的结晶

塑料有透明、半透明和不透明之分。像聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯等非晶态的高聚物是透明的;而像聚酯、聚酰胺、聚乙烯等结晶性高聚物是不透明的,且随着结晶度的增加,越来越不透明。当然,也有些例外。

(一)高聚物的结晶过程

如果高聚物的分子与分子之间排列得很有次序,而且三维空间都是有序排列,有序的范围很大,这种分子的有序排列方式称为晶态聚合物;相反,如果其分子与分子间的排列和堆砌没有次序,则称为非晶态高聚物。高聚物的结晶过程,简单地说,就是能够结晶的高聚物在一定的条件下,分子进行有序排列的过程。

高聚物的结晶过程,像小分子物质一样,也分成晶核形成和晶核生长两个阶段。首先是由高分子作有规则的排列生成足够大的、稳定的晶核,然后以此晶核为基础,高分子进一步有序地凝集在晶核表面,使晶核渐渐增长变大。

以上两个过程与温度直接有关,如果温度太高(在熔点以上),由于分子的热运动使晶核不能存在,即使它生成了晶核,因分子强烈热运动的破坏也不能稳定存在。因此,尽管此时结晶的成长速度可能很快,但因结晶中心太少而使生成结晶的速度不快。相反,如果温度太低(在玻璃