

塑料加工实用技术丛书

Plastic

塑料制品 加工技术

SULIAOZHIPIN JIAGONGJISHU

邹恩广 徐用军◎主编



中国纺织出版社

■塑料加工实用技术丛书

塑料制品加工技术

邹恩广 徐用军 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书重点介绍了以通用塑料为原料的塑料制品加工工艺以及加工成型中存在的问题及解决方法。主要内容包括薄膜,注塑制品,塑料管材,塑料中空制品,塑料丝、网、带、袋制品,塑料板(片)材制品以及泡沫塑料制品的加工成型技术。

本书由数位多年从事塑料科研、生产加工和质量检测的技术人员联合编写,适合塑料加工行业的工程技术人员、操作人员、塑料研发人员和大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料制品加工技术/邹恩广,徐用军主编. —北京:中国纺织出版社,2008.4

(塑料加工实用技术丛书)

ISBN 978-7-5064-4871-0

I. 塑… II. ①邹…②徐… III. 塑料制品-加工工艺

IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 022267 号

策划编辑:朱萍萍 责任编辑:安茂华 特约编辑:秦 伟
责任校对:寇晨晨 责任设计:李 然 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

2008年4月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.5

字数:378千字 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

塑料制品具有绝缘性能好,耐腐蚀性强,质量轻,比强度高,化学稳定性好,透光、减震及消音性能优良,形状设计灵活,成型加工方便,可回收再利用等优点。正是由于塑料具有这些突出的优点,因此在其短短一百多年的发展历程中,尤其是从20世纪40年代至今,随着科学技术和工业的发展,石油资源被广泛地开发利用,塑料工业获得迅速发展。随着塑料产量迅猛增加,品种快速增长,它已被广泛用于工业、农业、建筑、包装、国防尖端工业以及人们日常生活等国民经济各个领域。可以毫不夸张地说,塑料制品已无处不在。塑料种类很多,到目前为止,世界上投入生产的塑料大约有五十多种,其中用途最广泛的是通用塑料,即产量大、用途广、成型性好、价格低廉的塑料,包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物(ABS)等。

塑料成型加工是由原料树脂添加适当的助剂制成最终塑料制品的过程,加工方法(通常称为塑料的一次加工)包括压塑(模压成型)、挤塑(挤出成型)、注塑(注射成型)、吹塑(中空成型)、压延等。

根据塑料制品不同的应用领域,在制品设计和加工时,必须选择合适的基础原料和相应的生产设备以及加工工艺,这些是决定塑料制品最终使用性能的关键因素。

塑料加工涉及机械电子、自动化、高分子物理、高分子材料、流体力学、流变学等学科,是一门复杂的系统科学。本书以实用为目的,避免繁琐的理论探讨和公式推导,针对以通用塑料为原料生产的薄膜、网、丝、带、中空容器、板材、管材、注塑制品和泡沫制品,简明扼要地阐述了不同类型塑料制品的原料要求、生产设备选择、加工工艺条件,并提供了大量详细的制品配方实例。同时,为了加强对实际生产的指导作用,本书对通用塑料制品在加工中经常出现的问题进行了分析,给出了解决措施。

本书第一章由邹恩广、徐用军编写,第二章由张怀志编写,第三章、第五章由宋磊编写,第四章由徐用军、邓军编写,第六章由邹恩广编写,第七章由邓军编写,第八章由王奇坤编写。本书由邹恩广、徐用军负责统稿及审定。

由于编者水平有限,且所掌握资料难免具有局限性,因此书中疏漏和错误在所难免,真诚欢迎专家学者和广大读者批评指正。

编者

2008年1月

■ 目录

第一章 塑料加工基础	(1)
第一节 塑料的基本概念	(1)
一、塑料	(1)
二、塑料的分类	(1)
三、塑料制品的分类	(2)
四、常用热塑性塑料的鉴别	(3)
第二节 常用热塑性塑料	(3)
一、聚乙烯	(3)
二、聚丙烯	(5)
三、聚氯乙烯	(6)
四、聚酰胺	(6)
五、聚苯乙烯	(7)
六、丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物	(8)
七、丙烯腈—苯乙烯共聚物	(9)
八、聚甲基丙烯酸甲酯	(9)
九、聚碳酸酯	(10)
十、聚甲醛	(10)
十一、聚对苯二甲酸乙二醇酯	(11)
十二、聚对苯二甲酸丁二醇酯	(11)
十三、聚砒	(11)
十四、聚醚砒	(12)
十五、聚苯醚	(12)
十六、聚芳酯	(13)
十七、聚苯硫醚	(13)
第三节 常用热塑性塑料的主要成型方法	(13)
一、挤出成型	(15)
二、注射成型	(17)
三、吹塑成型	(19)
四、压延成型	(21)

五、发泡成型	(22)
六、热成型	(23)
七、滚塑成型	(24)
八、塑料喷涂	(25)
第四节 常用塑料加工助剂	(26)
一、基本概念	(26)
二、热稳定剂	(26)
三、润滑剂	(28)
四、脱模剂	(29)
五、增塑剂	(29)
六、抗氧剂	(30)
七、光稳定剂	(33)
八、抗静电剂	(35)
九、偶联剂	(36)
十、着色剂	(38)
十一、成核剂	(39)
 第二章 薄膜加工技术	 (40)
第一节 概述	(40)
第二节 挤出吹塑薄膜	(40)
一、原料选择及工艺条件	(41)
二、加工工艺	(41)
三、加工设备	(42)
四、主要产品性能及应用	(44)
五、生产中容易出现的问题及解决办法	(44)
第三节 挤出流延膜	(47)
一、原料选择及工艺条件	(47)
二、加工工艺	(47)
三、加工设备	(48)
四、产品性能	(48)
第四节 双向拉伸薄膜	(49)
一、原料选择	(49)
二、主要加工方法	(49)
三、主要产品性能及应用	(52)
四、双向拉伸薄膜的主要生产设备	(57)
第五节 压延薄膜	(58)

一、原料选择	(58)
二、加工工艺	(58)
三、生产设备	(58)
四、常见问题及解决办法	(60)
第六节 复合膜	(60)
一、原料选择	(61)
二、典型复合膜介绍	(61)
第七节 其他薄膜	(63)
一、热收缩薄膜	(63)
二、气垫膜	(64)
三、保鲜薄膜	(65)
四、弹性缠绕薄膜	(66)
五、气相防锈薄膜	(66)
六、EVA 薄膜	(68)
七、聚酰胺薄膜	(69)
 第三章 注塑制品加工技术	 (71)
第一节 概述	(71)
第二节 注塑加工设备	(72)
一、注塑机的分类	(72)
二、注塑机规格的表示方法	(73)
三、注塑机的结构	(74)
四、注塑机的工作原理	(78)
第三节 注塑机的主要参数及其调整	(79)
一、注塑机的主要参数	(79)
二、注塑机的参数调整	(82)
第四节 注塑加工主要原料及成型工艺	(83)
一、聚乙烯注塑制品加工技术	(83)
二、聚丙烯注塑制品加工技术	(87)
三、聚苯乙烯注塑制品加工技术	(92)
四、ABS 注塑制品加工技术	(94)
第五节 注塑加工工艺参数	(98)
第六节 几种特殊注塑加工工艺介绍	(98)
一、发泡注塑成型	(98)
二、精密注塑成型	(101)
三、压注成型	(101)

四、气体辅助注塑成型	(102)
五、动态注塑成型	(104)
六、注射吹塑中空成型	(105)
七、多组分注塑成型	(106)
第七节 注塑制品缺陷产生的原因及解决方法	(108)
一、欠注产生的原因及解决方法	(108)
二、溢料飞边产生的原因及解决方法	(110)
三、熔接痕产生的原因及解决方法	(110)
四、波流痕产生的原因及解决方法	(111)
五、浇口附近表面浑浊及斑纹产生的原因及解决方法	(112)
六、裂纹及破裂产生的原因及解决方法	(112)
七、翘曲变形产生的原因及解决方法	(114)
八、制品尺寸不稳定产生的原因及解决方法	(115)
九、凹陷及缩痕产生的原因及解决方法	(116)
十、气泡和真空泡产生的原因及解决方法	(117)
十一、糊斑产生的原因及解决方法	(118)
十二、变色及色泽不均产生的原因及解决方法	(119)
十三、表面光泽不良产生的原因及解决方法	(120)
十四、杂质及冷料僵块产生的原因及解决方法	(121)
十五、黏模及脱模不良产生的原因及解决方法	(121)
 第四章 塑料管材加工技术	(124)
第一节 塑料管道	(124)
一、塑料管道的特性	(124)
二、塑料管道的发展状况及动向	(124)
第二节 普通聚乙烯管	(126)
一、成型设备	(126)
二、挤出成型工艺	(128)
三、原料选择	(128)
四、聚乙烯管材挤出成型故障的排查	(129)
第三节 聚乙烯燃气管	(130)
一、生产工艺及参数	(130)
二、原料选择	(131)
第四节 钢骨架塑料复合管	(132)
一、钢骨架塑料复合管的特点	(132)
二、钢骨架塑料复合管制造工艺及特点	(135)

第五节 普通聚丙烯管	(137)
一、成型工艺参数	(137)
二、原料选择	(138)
三、聚丙烯管材挤出成型故障的排查	(141)
第六节 聚氯乙烯塑料管	(142)
一、挤出成型设备与成型工艺	(142)
二、PVC 塑料管原料	(144)
三、硬质聚氯乙烯管原材料的增韧改性	(145)
四、聚氯乙烯硬管挤出成型故障的排除	(149)
第七节 ABS 管	(152)
一、挤出成型工艺及参数调整	(152)
二、原料选择	(153)
 第五章 塑料中空制品加工技术	 (154)
第一节 挤出吹塑成型工艺	(154)
一、挤出吹塑工艺过程	(154)
二、挤出吹塑的分类	(155)
三、挤出吹塑设备	(156)
四、挤出吹塑中出现的问题及解决方法	(158)
第二节 注射吹塑成型工艺	(164)
一、注射吹塑工艺过程	(164)
二、注射吹塑机械	(164)
三、注射吹塑中出现的问题及解决方法	(167)
第三节 拉伸吹塑成型工艺	(168)
一、拉伸吹塑方法的分类	(168)
二、拉伸吹塑机械及工艺	(169)
三、拉伸吹塑的异常现象及排除方法	(172)
第四节 其他吹塑方法	(172)
一、蘸料吹塑	(172)
二、Pressblowing 吹塑	(173)
三、Culus 吹塑	(173)
四、注射压缩吹塑	(173)
第五节 吹塑制品常用的原料	(173)
一、聚乙烯	(173)
二、聚丙烯	(180)
三、聚对苯二甲酸乙二醇酯	(181)

第六节 滚塑成型工艺	(185)
一、滚塑成型的发展过程	(185)
二、滚塑成型的工艺	(187)
三、滚塑成型的工艺分析	(187)
四、滚塑成型工艺应用注意的问题	(189)
五、滚塑制品设计要点	(190)
第七节 常用塑料的滚塑成型	(192)
一、聚乙烯塑料制品的滚塑成型	(192)
二、聚氯乙烯塑料制品的滚塑成型	(200)
 第六章 塑料丝、网、带、袋制品加工技术	(205)
第一节 单丝	(205)
一、原料选择	(205)
二、生产工艺过程及条件	(205)
三、主要生产设备	(206)
四、生产中常见的问题及解决方法	(207)
五、产品性能	(207)
第二节 扁丝	(208)
一、原料选择	(208)
二、生产工艺过程及工艺条件	(209)
三、主要生产设备	(210)
四、产品性能	(211)
五、生产中常见的问题及解决方法	(211)
第三节 塑料带	(212)
一、塑料打包带	(212)
二、水龙带	(214)
三、聚氯乙烯运输带	(215)
四、聚氯乙烯绝缘带	(216)
第四节 塑料捆扎绳	(218)
一、特点及用途	(218)
二、原料选择	(219)
三、生产工艺过程及工艺条件	(219)
四、主要生产设备	(220)
五、产品性能	(220)
六、生产中常见问题及解决方法	(221)
第五节 塑料网	(221)

一、普通塑料网	(221)
二、聚乙烯挤出发泡网	(223)
第六节 塑料袋	(224)
一、夹链自封袋	(224)
二、方便袋	(226)
三、编织袋	(227)
 第七章 塑料板(片)材制品加工技术	(230)
第一节 PE板(片)材	(230)
一、挤出板(片)材	(230)
二、高发泡钙塑板材	(233)
第二节 PP挤出板(片)材	(235)
一、原料选择	(235)
二、生产工艺	(235)
三、主要设备及特点	(237)
四、产品标准	(238)
第三节 PVC板(片)材	(238)
一、PVC压延硬片	(238)
二、PVC挤出软板	(240)
三、PVC挤出硬片	(244)
四、PVC挤出硬板	(246)
五、PVC挤出发泡板	(247)
六、PVC层压软板	(249)
七、PVC层压硬板	(251)
八、PVC层压石墨板	(253)
九、磷矿渣、铁泥填充PVC板	(254)
第四节 PS板(片)材	(256)
一、发泡片材	(256)
二、挤出板材	(258)
第五节 ABS挤出板(片)材	(259)
一、原料选择	(260)
二、生产工艺流程	(260)
三、主要设备及特点	(262)
四、产品标准	(263)

第八章 泡沫塑料制品加工技术	(264)
第一节 泡沫塑料概述	(264)
一、泡沫塑料分类	(264)
二、泡沫塑料制品常用原料	(265)
三、泡沫塑料制品常用填料	(265)
四、泡沫塑料制品常用助剂	(266)
第二节 聚乙烯泡沫塑料	(266)
一、聚乙烯软质泡沫卷材	(267)
二、聚乙烯泡沫塑料救生衣	(267)
三、发泡交联聚乙烯	(268)
四、发泡板材在加工中常出现的问题	(269)
第三节 聚丙烯泡沫塑料	(270)
一、聚丙烯泡沫塑料的性能	(270)
二、聚丙烯泡沫塑料的应用	(271)
三、聚丙烯泡沫塑料的成型	(271)
四、聚丙烯泡沫塑料制品配方及加工工艺	(273)
第四节 聚苯乙烯泡沫塑料	(275)
一、可发性聚苯乙烯珠粒料的制备	(276)
二、聚苯乙烯泡沫塑料的成型	(276)
三、绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板	(277)
四、聚苯乙烯泡沫塑料包装材料	(278)
五、可发性聚苯乙烯泡沫包装材料模压成型中的瑕疵及解决办法	(280)
六、几种 PS 泡沫塑料制品配方及加工工艺	(281)
参考文献	(283)

■第一章 塑料加工基础

第一节 塑料的基本概念

一、塑料

塑料通常指可以按照设计的形状进行加工,且所加工制品形状能保持不变的一类天然或人工合成高分子化合物。塑料是一种质轻、耐腐蚀、绝缘性好、易于成型为各种外观形状制品的材料,其强度不及金属,但超过木材、玻璃、陶瓷等材料。

塑料的组成一般除高分子化合物(通常将这部分基础原料叫做树脂)外,还含有一些改善其加工或使用性能的助剂,如稳定剂、填充剂、着色剂、增塑剂、增强剂、加工流变剂等。

塑料的性能主要有物理性能、机械性能、电性能、热性能等。

- (1)物理性能——密度、吸水性、透气性等;
- (2)机械性能——抗张强度、抗压强度、抗冲击强度、弹性模量、疲劳强度、蠕变、伸长率、硬度等;
- (3)电性能——表面电阻、体积电阻、击穿电压、介质损耗、介电常数等;
- (4)热性能——熔点或软化点、耐热温度(马丁、维卡)、热变形温度、玻璃化温度、导热系数、热膨胀系数等;
- (5)稳定性——耐化学腐蚀性、耐老化性以及耐气候性等;
- (6)对于透明塑料,还有浊度、透光率、表面光泽度等性能。

二、塑料的分类

塑料有多种分类方法,通常人们根据塑料的加工性能或用途来分类。

(一)按塑料的加工性能分类

根据塑料的加工性能,可将塑料分为热塑性塑料和热固性塑料。

1. 热塑性塑料 指在一定温度范围内,可以反复加热熔融软化而受冷后又硬化的一类塑料。这类塑料受热后一般不发生化学变化,只发生物理形态变化,因此可以反复受热加工。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物、聚酯、聚碳酸酯等。

2. 热固性塑料 指受热后形成不熔性物质的一类塑料。这类塑料受热发生化学反应,使其分子链结构发生变化,当其再次受热时,就不再具有可塑性。此类塑料有酚醛塑料、氨基塑料、脲醛塑料、环氧树脂等。

（二）按塑料的用途分类

根据塑料的用途,一般将塑料分为通用塑料、工程塑料和功能塑料三大类。

1. 通用塑料 指产量大、用途广泛、加工容易、价格低廉、性能不高的一类塑料,一般作为非结构材料使用,如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料、氨基塑料、聚甲基丙烯酸甲酯、环氧树脂等。

通用塑料的主要缺点是耐热性差,使用温度不高,导热性也比较差,受热膨胀系数较大,容易变形。此外,还存在易燃、易老化等问题。

2. 工程塑料 指可以作为结构材料使用,能在较宽的温度范围内承受机械应力和在较苛刻的环境中使用的一类塑料。目前这类塑料主要是指聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、氯化聚醚、ABS、聚砜、聚苯醚、含氟聚合物、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚苯硫醚、聚间苯二甲酸二丙烯酯、聚酰亚胺等。

与通用塑料相比,工程塑料的优越性能表现为密度小、比强度大,优秀的耐磨、吸振和自润滑、抗冲击、抗疲劳等性能,其在机械工业中得到广泛应用;良好的电绝缘性、耐热性,扩大了它在电子、电器等领域的应用范围;化学性能稳定,抗腐蚀能力优于一般钢铁,适用于制造化工机械设备;生产效率高,原料来源广。

工程塑料也存在不足之处。例如机械强度和硬度远不及金属,耐热性也低于金属,存在导热性差、吸湿大、易老化及应力开裂等问题。另外,工程塑料的价格一般比通用塑料高,个别品种成型加工困难。

3. 功能塑料 指用于特定用途具备特定性能的一类塑料。如医用塑料、抗菌塑料、导电塑料、磁性塑料、阻燃塑料等。

三、塑料制品的分类

塑料品种繁多,加工方法各不相同,因此塑料制品更是名目繁多、形状各异。一般来说,人们对塑料制品有以下四种习惯性的分类方法。

（一）按照成型加工方法分类

按照成型加工方法,塑料制品可以分为挤出制品、注塑制品、中空吹塑制品、压延制品、模塑制品、滚塑制品、发泡制品、热成型制品等。

（二）按照制品形状分类

按照制品形状,塑料制品可以分为薄膜制品、管材制品、板片材制品、异型材、容器、丝、带、袋、盆、盒等。

（三）按照用途分类

按照用途,塑料制品可以分为农用塑料制品、日用塑料制品、塑料建材、工业零部件、文教体育用品、医用塑料制品、电线电缆等。

（四）按照所用塑料品种分类

按照所用塑料品种不同,塑料制品可以分为聚乙烯制品、聚丙烯制品、聚氯乙烯制品、氨基塑料制品等。

四、常用热塑性塑料的鉴别

我们经常会遇到这样一个问题,就是想了解塑料制品是由什么塑料制成的?要解答这一问题,就需要掌握塑料鉴别的相关知识。下面,针对几种常用热塑性塑料,介绍两种适合于人们在日常生活中使用,不需要用化学试验或借助仪器的简易鉴别方法。

(一) 感官鉴别法

聚乙烯塑料,乳白色半透明体,质轻柔软,放在水中能浮于水面。

聚苯乙烯塑料,表面较硬而有光泽,透明度较高,声音清脆如金属声,容易摔碎,在 80℃ 热水中能软化。

聚氯乙烯塑料,硬制品坚硬平滑,敲击时不如聚苯乙烯塑料的声音那样清脆。软制品柔软而略有弹性,在 60℃ 热水中发软变形,放入水中下沉。

聚丙烯塑料,表面硬度高,乳白色半透明体,同体积比聚乙烯轻。放在水中能浮于水面,在沸水中不软化。

聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃),外观很像水晶,质轻,透明度可与玻璃相比,有光泽。摩擦时有轻微的果香味,放入水中下沉。

聚酰胺(尼龙),表面光滑坚硬,似牛角质,本色为乳白带黄,敲击时不清脆,放入水中下沉。

(二) 燃烧鉴别法

依据塑料的性能不同,取一小块塑料试样,观察其燃烧的难易程度和火焰的颜色、气味和烟雾的情况、熄灭后所留的灰烬等,仔细观察并与表 1-1 对照,就可以基本确定是哪一品种的热塑性塑料。

表 1-1 几种常用热塑性塑料的燃烧特性

塑料品种	燃烧难易情况	离火情况	燃烧状况	样品状态	气 味
聚乙烯	易燃	继续燃烧	无黑烟,火焰上黄下蓝	熔化滴落	烧蜡味
聚丙烯	易燃	继续燃烧	少量黑烟	熔化滴落	烧蜡味
聚氯乙烯	不易燃	熄灭	火焰上黄下绿	软化	氯刺激味
聚苯乙烯	易燃	燃烧	黑浓烟并喷黑炭末	软化	苯乙烯味
ABS	易燃	继续燃烧	黑烟	软化烧焦	特殊刺激气味
聚酰胺	缓燃	熄灭	火焰呈蓝黄色	熔化滴落,起泡	羊毛味
聚甲基丙烯酸甲酯	易燃	继续燃烧	无烟,火焰蓝白	软化,起泡	水果香味
苯乙烯- 丙烯腈(SAN)	易燃	燃烧	浓黑烟	软化,起泡	特殊聚丙烯腈味

第二节 常用热塑性塑料

一、聚乙烯

聚乙烯(PE)是以乙烯为原料聚合而成,是最通用的热塑性塑料之一。聚乙烯的成型加工

方法很多,可采用注塑、挤塑、吹塑等一般热塑性塑料成型方法,还可以进行喷涂、焊接、机加工等。

聚乙烯是非极性结构,因此吸湿性很小。但由于它是非导体,所以颗粒在储存运输过程中,特别是在干燥的大气中,易产生静电,吸附空气中的水分而造成水分含量过大。因此,在成型加工前应进行干燥处理(含水量超过0.05%而不经干燥直接用来成型,制品内部可能产生气泡),通常是在80℃烘干2~3h。

(一) 低密度聚乙烯

低密度聚乙烯(LDPE)是以乙烯为单体,在高压下用氧或有机过氧化物为引发剂,经聚合所得的聚合物,密度为0.910~0.925g/cm³。

LDPE分子呈树状,链上有大量长支链,结晶度较低,是一种乳白色半透明的蜡状固体树脂,无毒。LDPE成型加工性、柔软性、抗冲击韧性、耐低温性等性能较好,电绝缘性优良,但机械强度差,耐热性差,抗环境应力开裂性差;LDPE吸水性低,化学稳定性好,如对酸、碱、盐、有机溶剂等都较稳定;对水蒸气、空气的渗透性较大;在日光和热作用下容易老化降解而变色、性能下降或龟裂。

LDPE适合注塑、挤塑、吹塑、旋转成型、涂覆、发泡工艺、热成型、热风焊、热焊接等热塑性塑料成型加工的各种成型工艺,成型加工性好。

LDPE主要用作薄膜产品,如农业用薄膜、包装用膜、内衬薄膜、建筑用薄膜等。LDPE还可用于注塑制品,如小型容器、盖子、日用制品、塑料花、医疗器具、药品和食品包装材料、挤塑管材、板材、电线电缆包覆、异型材、热成型等制品。

(二) 中密度聚乙烯

中密度聚乙烯(MDPE)密度为0.926~0.940g/cm³,结晶度为75%,刚性、耐磨性(相对值)、透气性介于LDPE和高密度聚乙烯(HDPE)之间,拉伸强度较HDPE差。

MDPE用途不如LDPE和HDPE广泛,适合于挤塑管材、蒸煮袋的内衬薄膜和包装等制品。

(三) 线型低密度聚乙烯

线型低密度聚乙烯(LLDPE)是继LDPE和HDPE后的第三种聚乙烯,实际上是乙烯与少量 α -烯烃(如1-丁烯、1-己烯、1-辛烯、4-甲基1-戊烯等)在催化剂存在下低压聚合而成的共聚物。

LLDPE分子链呈线型结构,具有高度支化的短支链,因此结晶度低,其性能(如耐应力开裂性、拉伸强度、抗撕裂强度和落锤冲击强度等)与LDPE相比有较大的提高。

LLDPE外观与LDPE相似,透明性略差些,但表面光泽好,加工性能不如LDPE。

LLDPE适合于注塑、挤塑、吹塑、旋转成型、热熔焊接、涂覆等成型加工工艺,主要用于薄膜制品。12 μ m以下的薄膜有良好的撕裂强度、穿刺强度、拉伸强度、抗冲击性、耐热性、耐低温性、热密封性。LLDPE也用于管材、注塑容器、型材、旋转成型的容器制品、纸、布织物涂覆制品以及一般日用品、打包带、编织袋、绝缘制品等。

(四) 高密度聚乙烯

高密度聚乙烯(HDPE)是采用齐格勒为催化剂,乙烯为原料,少量1-丁烯、1-己烯或丙烯

等 α -烯烃为共聚单体,低压下聚合而得到的聚合物。HDPE 是乳白色半透明的蜡状固体,其相对分子质量一般为 10 万 ~ 30 万,密度为 $0.941 \sim 0.970 \text{g/cm}^3$,分子链呈线型结构,分支少,结晶度高(约为 80% ~ 90%)。

与 LDPE 和 LLDPE 相比较,HDPE 的支化度最小,分子能紧密地堆砌,结晶度高。与 LDPE 相比,HDPE 有较高的耐温性、耐油性、耐蒸汽透过性及抗环境应力开裂性,电绝缘性、抗冲击性及耐寒性都很好,强度和劲度好;与 PVC、PP 相比,HDPE 韧性比较好,加工特性优于 PVC,耐低温和老化性能优于 PP;HDPE 有较高的刚性及韧性,良好的力学性能及较高的使用温度,吸水性极微小,无毒,化学稳定性极佳,薄膜对水蒸气、空气的渗透性小。

HDPE 适用于注塑、挤塑、吹塑、中空成型、喷涂、旋转成型、涂覆、发泡、热成型、热熔焊接等加工工艺,成型性能很好。

HDPE 的用途主要是制造注塑制品,如周转箱、瓶盖、桶类、帽、食品容器、盆、垃圾箱、盒以及塑料花等;吹塑制品,如桶、容器、瓶类、汽油箱、日用品等;吹塑薄膜,用于食品包装、杂品购物袋、一般工业用薄膜和垃圾袋;挤塑制品,主要是薄膜、管材、管件、编织袋、单丝、片材、电线电缆、涂层、打包带,编织物用纤维、绳索、渔网、窗纱、合成纸、合成木材等;旋转成型,如大型容器、储槽、罐、箱、桶等。

二、聚丙烯

聚丙烯(PP)是采用齐格勒-纳塔催化剂,以丙烯为原料催化聚合而得。PP 为无毒、无臭、无味的乳白色高结晶聚合物,密度只有 $0.90 \sim 0.91 \text{g/cm}^3$,成型性好,易于着色,制品表面光泽性好。但因收缩率大,厚壁制品易凹陷,不可用于加工尺寸精度要求较高的零件。

PP 具有优良的力学性能,其屈服强度、拉伸强度、压缩强度和硬度、弹性模量等都比 HDPE 高,但在室温及低温下,由于本身的分子结构规整度高,所以冲击强度较差;PP 的抗弯曲疲劳强度突出,具有良好的耐热性,耐摩擦性能也较好,但在低于 -35°C 的温度下会发生脆裂,耐寒性不如聚乙烯;PP 的化学稳定性很好,除能被浓硫酸及浓硝酸侵蚀外,对其他各种化学试剂都比较稳定,但是低分子量的脂肪烃、芳香烃和氯化烃等能使聚丙烯软化和溶胀;PP 的高频绝缘性能优良,由于它几乎不吸水,故绝缘性能不受湿度的影响,它有较高的介电系数,可以用来制作受热的电气绝缘制品,它的击穿电压也很高,适合用作电气配件等。

PP 热稳定性差,对光、热很敏感,加入稳定化助剂则可改善其老化性能。PP 制品对缺口敏感,因此在设计模具时必须注意避免尖角存在,否则会产生应力集中现象,影响产品的使用寿命。

PP 的成型方法很多,如注塑、挤塑、吹塑、真空热成型、涂覆、旋转成型、熔接、机加工、电镀和发泡等,并可在金属表面喷涂。PP 长时间与金属壁接触时,会发生分解、炭化,所以在加工过程中要注意不要使物料长期停滞在料筒里。在注塑成型时,为了便于塑化,最好加长注塑机的分流梭。若要缩短注塑周期,也可适当提高注塑温度,但掌握在以不发生严重降解为限。注塑时选择适当的模温是非常重要的,因为聚丙烯分子容易发生取向,分子取向后会发生应变并降低冲击强度,而取向现象在低温高压注射时最容易产生,因此温度不能过低(模温最好在 80°C