



塑料成型技术

周殿明◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



塑料成型技术

主编 周殿明



机械工业出版社

本书以塑料挤出成型、注射成型和压延成型塑料薄膜、片、板、人造革、管材、管件、异型材、丝、网、棒、瓶和电缆料，生活日用品等 70 多种生产工艺实例为主要内容，详细介绍了塑料制品成型生产用材料、设备、工艺和生产操作要点等工作中必备知识。

本书适合塑料加工企业的生产车间工艺技术人员和生产操作人员参考、使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型技术/周殿明主编. —北京: 机械工业出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-111-47142-4

I. ①塑… II. ①周… III. ①塑料成型 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 136952 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孔 劲 责任编辑: 孔 劲 陈建平 版式设计: 霍永明
责任校对: 刘志文 封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2014 年 10 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 38.25 印张 · 939 千字

0001—2000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47142-4

定价: 88.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

策划编辑电话: (010) 88379772

前 言

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。改革开放以来，我国的塑料制品加工行业有了飞速的发展。

本书以塑料挤出、压延、注射成型的薄膜、片、板、人造革、管材、管件、异型材、丝、网、棒、瓶、电缆料和生活日用品等多种塑料制品生产实例为主要内容，用通俗易懂的语言向读者介绍塑料制品成型生产用材料、设备、工艺和生产操作工艺要点等必备知识。这些技术资料 and 工艺参数等数据，都是来自生产车间的各个岗位，实用性和可操作性强，对不同岗位的塑料制品加工生产者和车间工艺技术人员都有提示作用和参考价值。本书可供从事塑料加工行业的技术人员和操作工学习参考。

参加本书编写的人员有周殿明、李洪喜、张丽珍、周殿阁、季丽芳、张力男、周恩来、张艳萍、廖伟伟、王丽、王立岩、王相华、吴鹏和康广乐。

本书内容涉及面较宽，由于编者水平有限，可能存在一些不足之处，恳请读者阅后批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 原 材 料

第 1 章 常用塑料的性能和用途 1

1.1 聚乙烯	1
1.1.1 低密度聚乙烯	2
1.1.2 高密度聚乙烯	14
1.1.3 线型低密度聚乙烯	20
1.1.4 超高相对分子质量聚乙烯	22
1.1.5 氯化聚乙烯	34
1.1.6 交联聚乙烯	36
1.1.7 乙烯-醋酸乙烯共聚物	37
1.2 聚丙烯	38
1.2.1 等规聚丙烯	39
1.2.2 丙烯-乙烯无规共聚物	45
1.2.3 丙烯-乙烯嵌段共聚物	54
1.3 聚氯乙烯	55
1.3.1 悬浮法聚氯乙烯	55
1.3.2 乳液法聚氯乙烯	59
1.3.3 氯化聚氯乙烯	62
1.3.4 氯乙烯-乙烯-醋酸乙烯共聚物	63
1.3.5 氯乙烯-乙丙橡胶接枝共聚物	64
1.3.6 聚氯乙烯/乙烯-醋酸乙烯共聚物 共混物	64
1.3.7 聚氯乙烯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 三元共聚物共混物	65
1.3.8 电镀级聚氯乙烯	66
1.4 聚苯乙烯	67
1.4.1 高抗冲聚苯乙烯	69
1.4.2 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	72
1.4.3 甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯 共聚物	75
1.5 聚酰胺	76
1.6 聚碳酸酯(双酚 A 型)	78
1.7 聚甲醛	80
1.8 聚对苯二甲酸乙二醇酯	84
1.9 聚对苯二甲酸丁二醇酯	86

1.10 聚砒	89
1.11 聚苯醚	91
1.12 聚苯硫醚	94
1.13 聚甲基丙烯酸甲酯	95
1.14 丙烯腈-苯乙烯共聚物	97

第 2 章 助剂 99

2.1 助剂的功能与分类	99
2.2 助剂的选用	99
2.2.1 增塑剂	100
2.2.2 稳定剂	104
2.2.3 抗冲改性助剂	107
2.2.4 润滑剂	107
2.2.5 发泡剂	108
2.2.6 阻燃剂	108
2.2.7 抗静电剂	109
2.2.8 防雾剂	109
2.2.9 填充剂	109
2.2.10 着色剂	110
2.2.11 交联剂	111
2.2.12 偶联剂	111
2.2.13 食品包装用塑料制品中助剂 含量	112

第 3 章 主、辅料应用组合(配方) ... 113

3.1 配方设计	113
3.1.1 配方设计注意事项	113
3.1.2 原料选择	113
3.1.3 压延成型薄膜用料配方设计	114
3.1.4 压延成型硬质聚氯乙烯片配方 设计	116
3.1.5 挤出成型聚氯乙烯制品用料配方 设计	117
3.2 聚乙烯、聚丙烯制品成型用料组合 ...	122
3.3 树脂的掺混组合使用	123
3.4 组合料的应用	124

第4章 塑料成型产前准备	125	4.4.1 原料配混前的准备	129
4.1 原料验收	125	4.4.2 原料配混造粒用设备	130
4.2 原料着色	125	4.4.3 原料配混工艺操作要点	143
4.3 原料干燥处理	127	4.4.4 混合料造粒	144
4.4 原料的配混	129	4.5 玻璃纤维增强塑料的配制	146
第2篇 挤出成型			
第5章 挤出机与辅助设备	150	6.4.5 其他几种热塑性塑料管成型	
5.1 挤出机分类	150	工艺	255
5.1.1 单螺杆式挤出机	150	第7章 薄膜挤出成型	262
5.1.2 双螺杆式挤出机	157	7.1 概述	262
5.1.3 排气式挤出机	162	7.1.1 塑料薄膜的用途	262
5.1.4 多螺杆式挤出机	165	7.1.2 塑料薄膜成型材料	263
5.1.5 混合、喂料及过滤式挤出机	166	7.1.3 塑料薄膜的品种分类	263
5.1.6 阶式挤出机	167	7.1.4 塑料薄膜成型的方法	263
5.2 新型挤出技术	168	7.2 成型模具	267
5.2.1 反应式挤出机生产技术	168	7.2.1 挤出吹塑法成型薄膜用模具	267
5.2.2 共挤出技术	169	7.2.2 挤出平膜法成型模具	274
5.3 挤出机结构	178	7.3 薄膜挤出吹塑成型	278
5.3.1 单螺杆挤出机结构	178	7.3.1 薄膜挤出吹塑成型用辅机	278
5.3.2 双螺杆挤出机结构	185	7.3.2 聚乙烯薄膜挤出吹塑成型	285
5.4 挤出机的使用	186	7.3.3 聚丙烯薄膜挤出吹塑成型	317
5.4.1 挤出机的选择	187	7.3.4 聚氯乙烯薄膜挤出吹塑成型	319
5.4.2 挤出机操作	188	7.3.5 其他塑料薄膜挤出吹塑成型	325
5.5 辅机	189	7.3.6 常用塑料薄膜挤出吹塑成型	
第6章 管材挤出成型	191	工艺要点	327
6.1 管材挤出成型生产线	191	7.3.7 挤出吹塑成型薄膜质量分析	328
6.2 成型模具	193	7.4 薄膜挤出流延成型	329
6.2.1 模具结构参数	195	7.4.1 设备	330
6.2.2 模具对制品质量的影响	197	7.4.2 原料选择	331
6.2.3 模具使用与维护注意事项	198	7.4.3 挤出流延法成型薄膜工艺	331
6.3 管材挤出成型用辅机	199	7.4.4 挤出流延法成型薄膜应用例	333
6.3.1 冷却定径套	199	7.5 薄膜挤出牵引成型	336
6.3.2 冷却水槽	201	7.5.1 设备	337
6.3.3 牵引机	203	7.5.2 聚丙烯膜片挤出牵引成型	338
6.3.4 切割机	203	7.5.3 聚乙烯膜片挤出牵引成型	338
6.3.5 辅机工作与产品质量	205	7.6 塑料薄膜挤出单向拉伸成型	339
6.4 成型工艺	206	7.6.1 高密度聚乙烯平膜挤出单向	
6.4.1 硬质聚氯乙烯管成型工艺	209	拉伸成型	339
6.4.2 软质聚氯乙烯管成型工艺	223	7.6.2 聚丙烯平膜挤出单向拉伸成型	340
6.4.3 聚乙烯管成型工艺	229	7.7 塑料薄膜挤出双向拉伸成型	340
6.4.4 聚丙烯管成型工艺	248	7.7.1 聚丙烯薄膜挤出双向拉伸成型	341

7.7.2 聚苯乙烯薄膜(片)挤出拉伸成型	348	11.1 设备	373
7.7.3 聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜挤出拉伸成型	350	11.2 原料	375
第8章 异型材挤出成型	352	11.3 工艺	377
8.1 设备	353	第12章 塑料丝网、塑料带等挤出成型	381
8.1.1 挤出机	353	12.1 聚乙烯网挤出成型	381
8.1.2 成型模具	353	12.2 聚乙烯发泡网挤出成型	384
8.1.3 辅机	357	12.3 聚丙烯打包带挤出成型	385
8.2 原料	358	12.4 聚丙烯捆扎绳挤出成型	388
8.3 工艺	358	12.5 聚丙烯密封条挤出成型	389
8.4 异型材挤出成型故障排除	359	12.6 聚丙烯扁丝挤出成型	390
第9章 塑料丝挤出成型	362	12.7 聚氯乙烯密封条挤出成型	393
9.1 设备	362	12.8 聚氯乙烯焊条挤出成型	394
9.2 原料	365	12.9 塑料棒材挤出成型	396
9.3 工艺	366	第13章 塑料中空制品挤出吹塑成型	399
9.4 丝挤出成型故障排除	367	13.1 聚乙烯桶	401
第10章 塑料包覆层电线的挤出成型	369	13.2 聚乙烯瓶	405
10.1 设备	369	13.3 聚丙烯瓶	405
10.2 原料	370	13.4 聚氯乙烯瓶	408
10.3 工艺	371	13.5 成型生产故障分析	408
第11章 塑料板(片)挤出成型	373		

第3篇 注射成型

第14章 注射机与辅机	414	14.4.2 干燥机	432
14.1 注射机类型	414	14.4.3 原料混合机	433
14.1.1 按对原料塑化和注射方式分类	414	14.4.4 上料装置	433
14.1.2 按注射机外形结构的不同分类	415	14.4.5 温度控制器	433
14.1.3 按注射机的加工能力分类	416	14.4.6 机械手	435
14.1.4 按注射机的特殊用途分类	417	14.5 注射机结构	435
14.2 注射机标准与型号	420	14.5.1 注射机的塑化注射部分结构分类	436
14.2.1 注射机标准	420	14.5.2 往复螺杆式注射装置	440
14.2.2 注射机标准机型型号标注	421	14.6 注射机应用选择	453
14.3 注射机的主要参数	425	14.6.1 按注射制品质量选择注射机理论注射量	453
14.3.1 注射部分主要参数	425	14.6.2 按制品成型用合模力选择注射机	453
14.3.2 合模部分主要参数	428	14.6.3 注塑用螺杆直径选择	454
14.3.3 注射机的综合性能参数	430	14.6.4 选择注射机其他参数条件	454
14.4 注射机生产用辅机	430	14.7 注射机操作要点	455
14.4.1 粉碎机	430		

14.7.1 注射成型制品动作程序	455	15.3 注塑制品的后处理	474
14.7.2 几种操作方式应用	456	15.3.1 退火处理	474
14.8 注塑模具	457	15.3.2 调湿处理	475
14.8.1 模具结构类型	457	15.4 常用塑料注射成型工艺	476
14.8.2 模具结构尺寸与注射机规格 型号的匹配	458	15.4.1 聚乙烯注射成型	476
14.8.3 模具结构	459	15.4.2 聚丙烯注射成型	480
14.8.4 模具温度的调节控制	459	15.4.3 聚苯乙烯注射成型	487
14.8.5 模具的安装调试	461	15.4.4 ABS注射成型	489
14.8.6 模具设计	462	15.4.5 聚氯乙烯注射成型	492
14.8.7 模具的使用与维护	465	15.4.6 聚酰胺注射成型	497
第15章 注射成型工艺	467	15.4.7 聚甲醛注射成型	499
15.1 注塑前准备工作工艺	467	15.4.8 聚碳酸酯注射成型	501
15.1.1 验收制品用原料	467	15.4.9 聚甲基丙烯酸甲酯注射成型	503
15.1.2 原料造粒和着色	467	15.4.10 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射 成型	504
15.1.3 原料干燥	467	15.4.11 聚对苯二甲酸丁二醇酯注射 成型	510
15.1.4 金属嵌件的热处理	467	15.4.12 聚砒注射成型	511
15.1.5 模具的安装调试	468	15.4.13 聚苯醚注射成型	513
15.1.6 螺杆的选择	468	15.4.14 聚苯硫醚注射成型	515
15.1.7 机筒的清理	468	15.4.15 双色塑料制品注射成型	515
15.1.8 脱模剂的选择和应用	469	15.4.16 热固性塑料注射成型	516
15.2 注塑工艺参数选择	469	15.4.17 气体辅助注射成型塑料制品	518
15.2.1 计量加料与预塑化工艺参数	469	15.4.18 反应注射成型塑料制品	519
15.2.2 注射充模工艺参数	471	15.4.19 注射成型制品质量问题分析	520
15.2.3 成型周期	474		

第4篇 压延成型

第16章 压延机与辅机	535	17.1 聚氯乙烯薄膜(片)压延成型	561
16.1 压延机分类及结构特点	535	17.1.1 聚氯乙烯薄膜压延成型工艺	562
16.1.1 按辊筒数量分类	535	17.1.2 聚氯乙烯硬片压延成型工艺	563
16.1.2 按辊筒排列形式分类	535	17.1.3 薄膜(片)压延成型工艺 参数的调整	565
16.2 压延机的规格型号及主要参数	537	17.1.4 薄膜(片)质量故障原因与 排除	567
16.2.1 规格型号	537	17.1.5 PVC硬片质量故障原因与 排除	570
16.2.2 主要参数	541	17.2 聚氯乙烯人造革压延成型	572
16.3 压延机成型塑料制品生产线	544	17.2.1 人造革压延成型生产方式	572
16.3.1 原料供应系统生产线	544	17.2.2 人造革压延成型生产线	573
16.3.2 压延成型系统生产线	546	17.2.3 辅机	573
16.4 压延机生产线中的设备	549	17.2.4 原料	575
16.4.1 压延机	549	17.2.5 压延成型工艺	575
16.4.2 辅机	555		
16.4.3 压延机生产操作要点	560		
第17章 压延成型	561		

17.2.6 压延革质量故障原因及排除方法	580	17.6.1 设备	586
17.3 聚氯乙烯地板革压延成型	581	17.6.2 原料	586
17.3.1 生产工艺顺序与设备	581	17.6.3 工艺	586
17.3.2 原料与配方	582	17.6.4 钙塑瓦楞板的复合成型	587
17.3.3 工艺参数	582	17.7 聚氯乙烯壁纸的压延成型	587
17.4 聚氯乙烯人造革挤出压延成型	583	17.7.1 设备	587
17.4.1 设备	584	17.7.2 原料	588
17.4.2 原料	584	17.7.3 工艺	589
17.4.3 工艺	584	17.7.4 质量	590
17.5 聚乙烯人造革压延成型	585	17.8 塑料人造革其他成型方法	591
17.5.1 设备	585	17.8.1 聚氯乙烯人造革的涂刮法与 辊涂法成型	591
17.5.2 原料	585	17.8.2 塑料地板砖成型	599
17.5.3 工艺	585	参考文献	602
17.6 聚乙烯钙塑片压延成型	585		

第 1 篇 原 材 料

塑料是一种高分子聚合物。按照力学性能和热性能的不同，塑料可分为通用塑料和工程塑料。通用塑料一般是指产量大、用途广、生产成型容易、价格又较便宜的塑料品种，如聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯，聚苯乙烯和 ABS 等。工程塑料与通用塑料相比，有较高的应用强度和耐热性能，包括聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯，以及一些高性能的工程塑料，如聚砜、聚醚砜、聚苯硫醚、聚酰亚胺、聚芳脂和聚四氟乙烯等。

塑料按成型性能又可分为热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料在一定温度条件下，能软化熔融成任意形状，冷却后形状不变，这种状态可多次反复，而材料始终具有可塑性，且这种反复只是一种物理变化。应用较多的热塑性塑料有：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚酰胺和聚碳酸酯等。热固性塑料在一定温度条件下能软化成熔融态，降温后形状固定、变硬，但是再次加热升温后，则不能再次熔融软化。说明这种塑料在第一次加热熔融时，已经发生了化学变化。常用的热固性塑料有酚醛塑料、环氧塑料和不饱和聚酯塑料等。

为了使成型塑料制品所用的高分子聚合物适应生产工艺的需要或改善某些性能方面的不足，生产前还需加入些辅助原料。常用的辅助原料有增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂和填充料及一些加工助剂。另外，还可根据制品工作条件的需要，在以树脂为主要原料的混合料中加入一些抗氧剂、光稳定剂、发泡剂、阻燃剂和抗静电剂等具有特殊功能的助剂。

第 1 章 常用塑料的性能和用途

1.1 聚乙烯

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 (HMWHDPE)、极低密度聚乙烯 (VLDPE)、交联聚乙烯 (VPE)、氯化聚乙烯 (CPE) 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 ~ 300MPa 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 ~ 0.935g/cm³ 范围内。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 ~ 0.965g/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。

3. 聚乙烯用途

聚乙烯树脂在全部树脂中的应用量最大。目前,国内聚乙烯制品的年产量约在 500 万 t 左右。用聚乙烯树脂成型塑料制品,主要有薄膜、各种形状的中空容器、管材、编织袋、周转箱、单丝、瓦楞板、电缆料、板材和鞋等。由于聚乙烯制品具有力学性能、电性能良好,化学性能稳定和成型加工性能好等特点,所以其制品广泛地应用在工业、农业、医药卫生和日常生活用品中。

1.1.1 低密度聚乙烯

1. 性能特征

低密度聚乙烯(LDPE)为乳白色蜡质半透明固体颗粒,无毒,无味,密度在 0.910 ~ 0.925g/cm³ 范围内。在聚乙烯树脂中,除超低密度聚乙烯树脂外,低密度聚乙烯是最轻的品种。与高密度聚乙烯相比,其结晶度(55% ~ 65%)和软化点(90 ~ 100℃)较低;有良好的柔软性、延伸性、透明性、耐寒性和加工性;化学稳定性较好,可耐酸、碱和盐类水溶液;有良好的电绝缘性能和透气性;吸水性低;易燃烧,可产生石蜡气味的气体。不足之处是机械强度低于高密度聚乙烯;透湿性、耐热性、抗氧化性和抗日光老化性能差,在日光或高温作用下易老化分解而变色,性能下降,所以低密度聚乙烯应用时要添加抗氧化剂和紫外线吸收剂来改善其不足之处。另外,低密度聚乙烯制品的粘合性和印刷性很差,为了改善这方面的不足,制品表面需经电晕处理或化学腐蚀后方可应用。不同密度聚乙烯的性能参数见表 1-1。不同用途的 PE 树脂的技术要求(GB/T 11115—2009)见表 1-2。

表 1-1 不同密度聚乙烯的性能参数

项 目	测试方法 ASTM	低密度	中密度	高 密 度	
				熔体流动速率 /(g/10min) ≥0.1	熔体流动速率 /(g/10min) <0.1
密度/(g/cm ³)	D792	0.910 ~ 0.925	0.926 ~ 0.940	0.941 ~ 0.965	0.945
相对平均分子量		约 3 × 10 ⁵	约 2 × 10 ⁵	约 1.25 × 10 ⁵	约 (1.5 ~ 2.5) × 10 ⁶
折射率		1.51	1.52	1.54	
透气速度(相对值)		1	1 $\frac{1}{3}$	1/3	
断裂伸长率(%)	D638	90 ~ 800	50 ~ 600	15 ~ 100	
邵氏硬度(D)	A785	41 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	55(洛氏 R)
冲击强度(缺口)/(J/m)	D256	> 853.4	> 853.4	80 ~ 1067	> 1067
拉伸强度/MPa	D638	6.9 ~ 15.9	8.3 ~ 24.1	21.4 ~ 37.9	37.2
拉伸弹性模量/MPa	D638	117.2 ~ 241.3	172.3 ~ 379.2	413.7 ~ 1034	689.5
连续耐热温度/℃		82 ~ 100	104 ~ 121	121	
热变形温度(0.46MPa)/℃	D648	38 ~ 49	49 ~ 74	60 ~ 82	73
比热容/[J/(kg · K)]		2302.7		2302.7	
结晶熔点/℃		108 ~ 126	126 ~ 135	126 ~ 136	135
脆化温度/℃	D746	-80 ~ -55		-140 ~ -100	< -137
熔体流动速率/(g/10min)	D1238	0.2 ~ 3.0	0.1 ~ 4.0	0.1 ~ 4.0	< 0.1
线膨胀系数/(× 10 ⁻⁵ /K)		16 ~ 18	14 ~ 16	11 ~ 13	7.2
热导率/[W/(m · K)]		0.35		0.46 ~ 0.52	
耐电弧性/s	D495	135 ~ 160	200 ~ 235		
介电常数					
60 ~ 100Hz	D150	2.25 ~ 2.35	2.25 ~ 2.35	2.30 ~ 2.35	2.34
1MHz		2.25 ~ 2.35	2.25 ~ 2.35	2.30 ~ 2.35	2.30
介电损耗角正切	D150				
60 ~ 100Hz		< 5 × 10 ⁻⁴	< 5 × 10 ⁻⁴	< 5 × 10 ⁻⁴	< 3 × 10 ⁻⁴
1MHz		< 5 × 10 ⁻⁴	< 5 × 10 ⁻⁴	< 5 × 10 ⁻⁴	< 2 × 10 ⁻⁴
体积电阻率(RH50%, 23℃)/Ω · cm	D257	> 10 ¹⁶	> 10 ¹⁶	> 10 ¹⁶	> 10 ¹⁶
介电强度/(kV/mm)					
短时	D149	18.4 ~ 28.0	20 ~ 28	18 ~ 20	28.4
步进		16.8 ~ 28.0	20 ~ 28	17.6 ~ 24	27.2

表 1-2a 吹塑类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项目	单位	PE, BA, 48G100			PE, BA, 52G150			PE, BA, 62D003		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40
2	密度 (D 法)	标称值	0.948			0.952			0.960		
		偏差	±0.003	±0.004	±0.003	±0.002	±0.002	±0.003	±0.002	±0.004	±0.005
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	10			15			0.35		
		偏差	±3.0	±4.0	±5.0	±3.0	±5.0	±6.0	±0.11	±0.13	±0.15
4	拉伸屈服应力	MPa	≥20.0	≥150	≥18.0	≥20.0	≥150	≥18.0	≥25.0	≥350	≥24.0
		%	≥8			≥8			≥18		
5	简支梁缺口冲击强度 23℃	kJ/m ²	由供方提供数据			由供方提供数据			≥25		
6	环境应力开裂时间 (F ₅₀)	h	由供方提供数据			由供方提供数据			≥25		
试样制备			Q			Q			Q		

注: Q 表示压塑。

表 1-2b 挤出管材类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项目	单位	PE, BA, 43G100			PE, BA, 45G120			PE, BA, 49D001		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40
2	密度 (D 法)	标称值	0.942			0.945			0.949		
		偏差	±0.002	±0.003	±0.003	±0.002	±0.002	±0.003	±0.002	±0.002	±0.003
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	10			12			0.11		
		偏差	±2.0	±2.5	±5.0	±3.0	±5.0	±5.0	±0.02	±0.02	±0.03
4	拉伸屈服应力	MPa	≥16	≥15	≥16	≥17	≥16	≥16	≥19.0	≥17.0	≥17.0
		%	≥150	≥6.0	≥6.0	≥150	≥6.0	≥6.0	≥350	≥10	≥10
5	简支梁缺口冲击强度 23℃	kJ/m ²	由供方提供数据			由供方提供数据			由供方提供数据		
6	弯曲模量	MPa	由供方提供数据			由供方提供数据			由供方提供数据		
7	氧化诱导时间 OIT(210℃, Al)	min	由供方提供数据			由供方提供数据			由供方提供数据		
试样制备			Q			Q			Q		

(续)

序号	项目		单位	PE, EA, 50T002			PE, EA, 52D001		
				优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40
2		密度(D 法)							
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	g/10min	±0.002	0.950	±0.003	±0.003	0.952	±0.004
		偏差							
4	拉伸屈服应力	标称值	MPa	±0.04	≥20.0	±0.06	±0.04	±0.05	±0.06
		偏差							
5	拉伸断裂标称应变	标称值	%	≥20.0	≥350	≥18.0	≥22.0	≥20.0	≥18.0
		偏差							
5	简支梁缺口冲击强度 23℃		kJ/m ²		≥12				≥6
6	弯曲模量		MPa		由供方提供数据				由供方提供数据
7	氧化诱导时间 OIT(210℃, Al)		min		由供方提供数据				由供方提供数据
试样制备					Q				Q

注: Q 表示压塑。

表 1-2c 挤出薄膜类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项目		单位	PE-L, FB, 18D010			PE, FAS, 18D075			PE-L, FB, 20D020					
				优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品			
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤5	≤10	≤20	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40			
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20					
		大粒和小粒	g/kg	≤10			≤10			≤10					
2	密度(D 法)	标称值	g/cm ³	0.918			0.919			0.920					
		偏差		±0.003	±0.004	±0.002	±0.003	±0.002	±0.003						
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	g/10min	1.0			7.0			2.0					
		偏差		±0.3	±0.5	±1.3	±1.5	±0.3	±0.5						
4	拉伸屈服应力 拉伸断裂应力 拉伸断裂标称应变		MPa	—			—			≥7.0					
			MPa	≥12.0			≥8.0			—					
			%	≥250			≥90			≥200					
5	鱼眼	方法一	个/1520cm ²	≤8			—			≤8					
		方法二		≤40			—			≤40					
		条纹	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			≤30			—				
≥1.0cm	cm/20m ²		—			≤20			—						
6		雾度		%	由供方提供数据			—			由供方提供数据				
				Q			M			Q					
试样制备															

注: Q 表示压塑。

(续)

序号	项目		单位	PE, F, 21D003			PE, FB, 21D025			PE, F, 21D024		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤20	≤10	≤40	≤20	≤10	≤40	≤20	≤10	≤40
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20		≤40	≤20		≤40	≤20		≤40
		大粒和小粒	g/kg	≤10		≤40	≤20		≤40	≤20		≤40
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	±0.002	0.920	±0.003	±0.002	0.920	±0.003	±0.002	0.920	±0.003
		偏差										
		标称值	g/10min	0.30		±0.1	±0.4	±0.6	2.4	±0.4	2.4	±0.6
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±0.05								
		拉伸屈服应力	MPa	—			—			—		
		拉伸断裂应力	MPa	≥10.0		≥9.0	≥7.0		≥6.0	≥7.0		≥6.0
5	鱼眼	拉伸断裂标称应变	%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
6	雾度	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950			0.950			0.950		
		偏差										
		标称值	g/10min	11			±0.002			±0.003		
3	熔体质量流动速率 MFR	偏差		±2.0			±2.0			±4.0		
		拉伸屈服应力	MPa	≥20			≥20			≥18		
		拉伸断裂应力	MPa	—			—			—		
4	拉伸断裂标称应变		%	≥150			≥150			≥150		
		方法一		—			≤8			≤8		
		方法二		—			≤40			≤40		
5	鱼眼	0.3mm ~ 2.0mm	个/1200cm ²	—			—			—		
		≥1.0cm	cm/20m ²	—			—			—		
		试样制备		Q			Q			Q		
序号	项目		单位	PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110			PE, FA, 50G110		
				优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40	优等品 ≤10	一等品 ≤20	合格品 ≤40
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10			≤10			≤10		
		蛇皮和拖尾粒	个/kg	≤20			≤20			≤20		
		大粒和小粒	g/kg	≤20			≤20			≤20		
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.950								

注: Q 表示压塑, M 表示注塑。

表 1-2d 涂层类聚乙烯 (PE) 树脂技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项 目		单位	PE,H,18D075		
				优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10	≤20	≤40
2	密度(D法)	标称值	g/cm ³	0.918		
		偏差		±0.002		±0.003
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	g/10min	7.0		
		偏差		±0.8		±1.0
4	熔胀比	标称值		1.70		
		偏差		±0.20		±0.30
试样制备				M		

注: M 表示注塑。

表 1-2e 电线电缆绝缘类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项目		单位	PE, JA, 23 D021			PE, JA, 45D007		
				优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤10	≤20	≤40	≤10	≤20	≤40
2	密度(D 法)	标称值	g/cm ³	0. 923			0. 945		
		偏差		± 0. 003		± 0. 004	± 0. 003		± 0. 004
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	g/10min	2. 1			0. 7		
		偏差		± 0. 20		± 0. 30	± 0. 20		± 0. 30
4	拉伸屈服应力		MPa	—			≥15		
	拉伸断裂应力		MPa	≥10			—		
	拉伸断裂标称应变		%	≥80			≥50		
5	相对电容率			由供方提供数据			≤2. 40		
试样制备				M			Q		

注: Q 表示压塑, M 表示注塑。

表 1-2f 挤出单丝类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项 目		单位	PE, LA, 50D012		
				优等品	一等品	合格品
1	颗粒外观	色粒	个/kg	≤ 10	≤ 20	≤ 40
2	密度(D 法)	标称值	g/cm ³	0.951		
		偏差		± 0.002		± 0.003
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	g/10min	1.0		
		偏差		± 0.2		± 0.3
4	拉伸屈服应力		MPa	≥ 22.0	≥ 21.0	≥ 20.0
	抗伸断裂标称应变		%	≥ 350		
试样制备				Q		

注: Q 表示压塑。

表 1-2g 注塑类聚乙烯 (PE) 树脂的技术要求 (GB/T 11115—2009)

序号	项目	单位	PE, M, 18D500				PE, M, 18D022			
			优等品	一等品	合格品	合格品	优等品	一等品	合格品	合格品
1	颗粒外观	个/kg	≤10	≤20	≤40	≤40	≤10	≤20	≤40	≤40
2	密度 (D 法)	标称值	0. 917				0. 918			
		偏差								
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	50				2. 0			
		偏差								
4	拉伸屈服应力	MPa	—				—			
	拉伸断裂应力	MPa	≥6. 0				≥10. 0			
	拉伸断裂应变	%	—				—			
	拉伸断裂标称应变	%	≥90				≥80			
5	简支梁缺口冲击强度 23℃	kJ/m ²	≥50				≥50			
试样制备			M				M			
序号	项目	单位	PE, M, 53D060				PE, M, 56D180			
			优等品	一等品	合格品	合格品	优等品	一等品	合格品	合格品
1	颗粒外观	个/kg	≤10	≤20	≤40	≤40	≤10	≤20	≤40	≤40
2	密度 (D 法)	标称值	0. 953				0. 956			
		偏差								
3	熔体质量流动速率 MFR	标称值	6. 0				18			
		偏差								
4	拉伸屈服应力	MPa	—				—			
	拉伸断裂应力	MPa	≥150				—			
	拉伸断裂应变	%	—				≥80			
	拉伸断裂标称应变	%	—				—			
5	简支梁缺口冲击强度 23℃	kJ/m ²	由供方提供数据				≥2. 0			
试样制备			M				M			

注: M 表示注塑。