

第二版

塑料制品

生产工艺手册

吴培熙 王祖玉 景志坤 等编著



化学工业出版社

塑料制品生产工艺手册

第 二 版

吴培熙 王祖玉 景志坤等编著

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

塑料制品生产工艺手册/吴培熙等编著. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 1998. 5
ISBN 7-5025-1876-2

I. 塑… II. 吴… III. 塑料制品-生产工艺-手册 IV. T
Q320. 63-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 09065 号

塑料制品生产工艺手册

第 二 版

吴培熙 王祖玉 景志坤 等编著

责任编辑: 龚浏澄 白艳云

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 郑小红

* 0.0 *

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市密云云浩印制厂印刷

三河市东柳装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 34½ 字数 867 千字

1998 年 5 月第 2 版 1998 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-1876-2/TQ · 975

定 价: 50.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

前 言(第二版)

近十余年我国塑料加工工业一直持续快速发展,塑料制品在工业、农业、文教卫生、交通运输业、军事工程以及人民生活的各个领域获得越来越广泛的应用,因此从事和关注塑料、塑料制品研究、生产与应用开发的人们也日益增多。为了适应我国蓬勃发展的塑料工业的需要和满足塑料工程界以及各行各业人员了解、掌握塑料制品生产基本知识的渴望,我们在1988年完成了《塑料制品生产工艺手册》(第一版)一书的编写,并于1991年出版发行。

该书以产品类型分类(不是以成型加工方法分类)加以介绍,是一次新的尝试,也是与众多有关塑料专业出版物不同的一大特点;该书由我们主编,同时还邀集了许多在塑料制品生产第一线工作多年并富有经验的工程技术人员参加了编写(名单详见该书第一版前言),内容全面,讲求实际,结合国情构成了该书的另一特点。

我国塑料工程界著名专家、中国塑料工程学会副理事长、原轻工部塑料局陈文瑛总工非常支持我们的编撰工作,并欣然为该书作序。在陈总当年写的序言中,对发展塑料工业的重要性给予了精辟的阐述,同时充分肯定了该书的上述特点,指出该书“不仅是我国塑料制品生产工艺的总汇,更是适应塑料加工企业、应用设计部门、供销部门以及专业院校中的科技、经济和教学工作需要的必备参考资料”。在序言中,陈总还热情向读者推荐该书,并称赞该书的编写是一项“大工程”,还提出“希望今后定期加以充实、完善和更新,以适应我国塑料工业前进的步伐”。

正是在陈总的殷切希望,化工出版社龚浏澄编审的热情支持以及广大读者强烈的需求(该书已五次印刷,发行2万余册,仍供不应求)激励下,我们在去年又开始着手本书(即第二版)的编写。参加过第一版编写的人员中,大多数由于工作的变动或非常忙碌,未能参加本书(即第二版)的编写工作,这是我们深感遗憾的事,但他们曾经为此所做的贡献以及在与我们的合作中,所建立起的深厚友谊,将永远铭记在我们的心中。

本书仍保持原书(即第一版)的结构框架和写作特点。内容上,由原来十三章,38大类226种塑料制品扩展至共十四章,45大类264种塑料制品,并重点增补了关于塑料母料的内容。本书名仍为《塑料制品生产工艺手册》。沈志刚、李曙云、侯玉萍同志参加了部分内容的编写。

本书主要技术内容取自作者及其第一版合作者的多年工作经验,但亦有相当部分参考了国内的公开出版物。由于联系上的困难,未能一一征询这些出版物原作者的意见,尚希有关同志见谅,并请接受我们的敬意。

在第一版前言最后一段说的话,现在仍有必要再重述一遍,即:由于我们水平所限以及资料收集的某些困难(例如技术保密的原因),所以本书不尽完善,甚至谬误之处在所难免,我们恳请广大读者给以批评指正。

编 者

1996年8月

于天津

前 言(第一版)

我国塑料加工工业获得迅速发展,塑料制品广泛应用于工业、农业、交通运输业、军工、文教卫生和人民生活的各个领域,因此关注塑料制品生产的人们日益增多。为了适应我国蓬勃发展的塑料工业的需要和满足各行各业人员了解、掌握塑料制品生产基本知识的渴望,我们编写了这本手册。

本手册系统介绍了 38 大类 226 种塑料制品生产技术的基本情况,内容主要包括各种塑料制品的原材料配方、生产工艺流程、生产工艺控制参数、生产设备、产品标准、国内主要生产厂家等。

本书由河北省塑料工程学会组织编写,学会副理事长吴培熙、王祖玉任主编,其它主要编写人员有:景志坤、沈志刚、王进武、王风然、周振林、王爱珍、夏敏、陆作谬、王正侠、**吴云琴**、王泽军、谭平、秦秀杰、魏跃成、张殿杰等。此外,李宗国、李宗炎、王惠琼、金莲娣、宋宗升、秦玉军、杨丹、李景顺、苏学位、谢光贤、杜秀君、李新光、丁雨泽、卢振琦、郭玉敏、王福玲、李茂隆、马绍曾、宋秀玲、王金生、高乐、葛同江、赵须辰、胡志刚、王中明、李文章、李晓峰、张乔、李素华等也参加了编写工作。

我国塑料工程界著名专家、中国塑料工程学会副理事长陈文瑛高级工程师热情支持本书的编写并为本书作序。本书在编写过程中还得到了河北省塑料公司、河北省塑料科技情报站的大力支持和帮助,在此一并表示深切的谢意。

本书以产品类型分类,这是一次新的尝试。由于我们水平所限以及资料收集的某些困难(例如技术保密的原因),所以本书不尽完善,甚至谬误之处在所难免,我们恳请广大读者给以批评指正。

编者

1988 年 7 月

目 录

第一章 概论	1	8. 润滑剂	34
一、基础知识	1	9. 填充剂及增强剂	34
1. 几个概念	1	10. 偶联剂	35
2. 塑料的分类	1	11. 加工改性剂	36
3. 塑料制品的分类	2	12. 相容剂	37
4. 塑料制品工业的发展概况	2	四、塑料配混工艺概述	38
5. 配方设计	2	1. 塑料粉、粒料配制(配混)过程	39
二、塑料用聚合物简介	3	2. 塑料配制(配混)设备	39
1. 聚氯乙烯	3	3. 塑料粒化(造粒)工艺及设备	44
2. 聚乙烯	6	五、塑料合金概述	45
3. EVA 等乙烯共聚类树脂	10	1. 塑料合金的制造方法	45
4. 氯化聚乙烯	10	2. 塑料合金的发展动态	45
5. 聚丙烯	10	六、塑料成型加工方法概述	48
6. 聚苯乙烯	11	1. 挤出成型	48
7. ABS 等苯乙烯共聚类树脂	11	2. 注塑成型	50
8. 聚甲基丙烯酸甲酯	13	3. 压延成型	53
9. 聚氨酯	13	4. 模压成型	55
10. 聚碳酸酯	13	5. 吹塑成型	56
11. 聚对苯二甲酸酯类树脂	14	6. 发泡成型	57
12. 不饱和聚酯	14	7. 浇铸成型	58
13. 聚酰胺	15	8. 增强塑料的成型	60
14. 聚酰亚胺	15	9. 涂覆制品成型	62
15. 聚甲醛	16	10. 热成型	63
16. 氯化聚醚	17	11. 其他新的、特殊加工方法介绍	64
17. 聚砜	17	第二章 塑料母料	73
18. 聚苯醚	18	一、填充母料	73
19. 聚苯硫醚	18	1. 概述	73
20. 氟树脂	19	2. 填充母料结构模型	73
21. 酚醛树脂	19	3. 填充母料用原材料	74
22. 氨基树脂	20	4. 填充母料生产的主要工艺路线	79
23. 环氧树脂	20	5. 填充母料生产工艺	80
三、塑料用加工助剂简介	21	6. 主要设备	81
1. 概述	21	7. 产品质量要求(聚烯烃填充母料)	82
2. 增塑剂	23	二、色母料	82
3. 稳定化助剂	27	1. 概述	82
4. 阻燃剂	29	2. 配色原理及注意事项	84
5. 发泡剂	31	3. 着色剂的选择原则	85
6. 着色剂	32	4. 色母料配方设计	87
7. 抗静电剂	33	5. 色母料生产方法和工艺	91

6. 色母料使用注意事项	93
7. 色母料的质量标准	93
三、阻燃母料	94
1. 概述	94
2. 配方设计	94
3. 生产工艺与设备	95
4. 主要设备	95
四、聚烯烃稳定化母料	95
1. 聚乙烯抗氧剂母料	96
2. 聚烯烃光稳定剂母料	96
3. 聚烯烃抗铜害母料	97
4. 聚烯烃防老化母料	97
五、农膜用功能性母料	98
1. 防雾滴农膜母料	98
2. 保温、防病害农膜母料	100
3. 多功能性农膜母料	100
4. 降解母料	100
六、其他专用母料	101
第三章 塑料管	103
一、聚乙烯管	103
1. 普通聚乙烯管	103
2. 聚乙烯煤气管	104
3. 聚乙烯农用暗管(滴灌管)	105
4. 聚乙烯复合管	106
5. 聚乙烯钙塑管	107
6. 线型低密度聚乙烯管	108
7. 阻燃线性低密度聚乙烯(LLDPE)护 线管	108
8. 辐照交联聚乙烯热收缩管	109
二、聚丙烯管	110
1. 普通聚丙烯管	110
2. 改性聚丙烯管	111
3. 聚丙烯喷灌管	111
三、聚氯乙烯管	113
1. 普通硬聚氯乙烯管	113
2. 给水用硬聚氯乙烯管	115
3. 聚氯乙烯钙塑管	116
4. 普通软聚氯乙烯管	117
5. 织物增强聚氯乙烯水龙带(维塑管)	118
6. 聚氯乙烯夹网管(纤维增强聚氯乙烯管)	120
7. 聚氯乙烯波纹管	121
8. 低发泡聚氯乙烯管	122
9. 聚氯乙烯缠绕管	123

10. 聚氯乙烯弹簧管	124
11. 聚氯乙烯防静电管	126
12. 聚氯乙烯可弯穿线管	127
13. 芯层发泡聚氯乙烯复合管	128
14. 钢丝增强聚氯乙烯管	128
四、其他热塑性塑料管	129
1. 氯化聚氯乙烯管	129
2. 聚甲基丙烯酸甲酯管	130
3. ABS 管	132
4. 聚甲醛管	133
5. 聚四氟乙烯管	133
6. 聚四氟乙烯热收缩管	136
7. 尼龙管	137
8. 聚碳酸酯管	137
9. 氯化聚醚管	138
10. 聚砒管	139
11. EVA 彩色发泡管	139
五、热固性塑料管	140
1. 卷绕法热固性增强塑料管	140
2. 缠绕法热固性增强塑料管	142
3. 拉拔法热固性增强塑料管	143
第四章 塑料薄膜	146
一、聚乙烯薄膜	146
1. 普通聚乙烯薄膜	146
2. 重包装用薄膜	147
3. 大棚用薄膜	148
4. 食品包装用薄膜	149
5. 地面覆盖膜	150
6. 降解性农用地膜	151
7. 聚乙烯高光效膜	153
8. 热收缩包装用薄膜	154
9. 聚乙烯防滑薄膜	155
10. 挤出流延平膜	156
11. 气垫膜	157
12. 拟纸膜	158
13. 线型低密度聚乙烯吹塑超薄薄膜	159
14. 聚乙烯压延薄膜	160
15. 调味品包装用聚乙烯复合薄膜	161
二、聚丙烯膜	162
1. 吹塑包装薄膜(IPP 膜)	162
2. 挤出流延平膜(CPP 膜)	163
3. 五层共挤真空镀膜用平膜(CPP 膜)	164
4. 双向拉伸薄膜(BOPP)	165
三、聚氯乙烯薄膜	166

1. 压延薄膜	166	3. ABS 挤出板材	217
2. 软质 PVC 印花薄膜	169	4. 聚甲基丙烯酸甲酯浇铸板材	218
3. 医用薄膜	170	5. 聚甲基丙烯酸甲酯挤出板材	221
4. 木纹膜	171	6. 聚碳酸酯挤出板材	223
5. 软质聚氯乙烯吹塑薄膜	173	7. PETP 透明硬片	224
6. 热收缩包装薄膜	174	四、热固性塑料板材	225
7. 防锈收缩膜	175	1. 纸基热固性树脂层压板	225
8. 硬质聚氯乙烯透明包装薄膜	176	2. 布基、玻璃布基热固性树脂层压板	228
9. 聚氯乙烯夹网膜	178	第六章 人造革	230
四、其他塑料薄膜	178	一、聚氯乙烯人造革	230
1. 共挤出多层复合管状薄膜	178	1. 直接涂刮法聚氯乙烯人造革	230
2. 聚苯乙烯薄膜	180	2. 直接涂刮法聚氯乙烯泡沫人造革	233
3. EVA 吹塑薄膜	181	3. 间接涂刮法聚氯乙烯人造革	234
4. 流延法维尼纶薄膜	182	4. 压延法聚氯乙烯人造革	236
5. 吹塑法维尼纶薄膜	183	5. 挤出压延法聚氯乙烯人造革	237
6. 聚偏氯乙烯薄膜	184	6. 圆网涂布法聚氯乙烯人造革	238
7. 聚酯双向拉伸薄膜	184	二、其他人造革	240
8. 聚碳酸酯薄膜	186	1. 干式聚氨酯人造革	240
9. 聚芳酯薄膜	186	2. 湿式聚氨酯人造革	242
10. 尼龙薄膜	187	3. 聚氨酯/聚氯乙烯复合人造革	244
11. 聚四氟乙烯薄膜	189	4. 聚乙烯人造革	245
12. 聚四氟乙烯生料带	190	5. 尼龙人造革	246
13. 聚酰亚胺薄膜	192	6. 橡塑尼龙帆布革	247
14. 虹彩薄膜	194	第七章 塑料丝、网、带、袋	248
15. 真空镀膜	195	一、塑料丝	248
16. 电化铝烫金膜	195	1. 聚乙烯单丝	248
第五章 塑料板材及片材	197	2. 聚氯乙烯单丝	250
一、聚乙烯、聚丙烯板材、片材	197	3. 聚酰胺(尼龙)单丝	253
1. 聚乙烯挤出板材、片材	197	4. 聚丙烯单丝	254
2. 聚丙烯挤出板材	199	5. 聚丙烯扁丝	255
3. 聚乙烯高发泡钙塑板材	200	6. 聚氯乙烯发丝	258
二、聚氯乙烯板材、片材	201	二、塑料带	259
1. 聚氯乙烯压延硬片	201	1. 聚丙烯塑料打包带	259
2. 聚氯乙烯挤出硬片	203	2. 聚丙烯捆扎绳	261
3. 聚氯乙烯挤出软板	204	3. 聚氯乙烯塑料打包带	263
4. 聚氯乙烯挤出硬板	207	4. 聚氯乙烯运输带	264
5. 聚氯乙烯挤出发泡板	208	5. 聚氯乙烯绝缘带	266
6. 聚氯乙烯层压软板	210	三、塑料网	268
7. 聚氯乙烯层压硬板	211	1. 塑料挤出网	268
8. 聚氯乙烯石墨板	212	2. 聚乙烯挤出发泡网	271
9. 磷矿渣、铁泥填充聚氯乙烯板	213	四、塑料袋	272
三、其他热塑性塑料片及板	215	1. 塑料蒸煮袋	272
1. 聚苯乙烯发泡片材	215	2. 塑料自封袋	276
2. 聚苯乙烯挤出板材	216	3. 聚乙烯、聚丙烯包装袋	277

4. 高密度、低密度聚乙烯购货袋	279
5. 塑料水泥包装袋	280
第八章 塑料容器	284
一、塑料中空容器	284
1. 吹塑桶	284
2. 挤出-吹塑塑料瓶	286
3. 注射-吹塑塑料瓶	286
4. 挤出-拉伸-吹塑塑料瓶	287
5. 注射-拉伸-吹塑塑料瓶	289
6. 挤出-吹塑大型中空容器	291
7. 旋转成型容器	291
8. 共挤复合中空容器	293
9. 涂覆 PVDC 的 PETP 瓶	294
二、塑料箱	295
1. 注塑周转箱	295
2. 热挤冷压周转箱	296
3. 聚乙烯钙塑瓦楞箱	297
4. ABS 衣箱	299
5. 双层壁衣物箱	300
第九章 塑料鞋及塑料鞋底	302
一、聚氯乙烯塑料鞋及塑料鞋底	302
1. 聚氯乙烯全塑凉鞋	302
2. 聚氯乙烯矿工鞋、雨鞋	304
3. 聚氯乙烯注塑发泡凉鞋	305
4. 聚氯乙烯塑料底仿革鞋	307
5. 聚氯乙烯发泡拖鞋	308
6. 聚氯乙烯鞋底	309
二、其他塑料鞋	310
1. 聚乙烯发泡底凉鞋、拖鞋和布鞋	310
2. 聚氨酯发泡底旅游鞋、凉鞋、皮鞋	312
3. SBS 底旅游鞋、凉鞋、布鞋	313
附:塑料鞋的装饰美化	314
第十章 泡沫塑料及其制品	315
一、软质泡沫塑料及其制品	315
1. 聚乙烯软质泡沫塑料卷材	315
2. 聚乙烯软质泡沫塑料座垫	316
3. 丁烷发泡的高发泡聚乙烯(EPE)	317
4. 聚氯乙烯软质泡沫塑料	318
5. 聚氨酯软质泡沫塑料	319
6. 软质聚氨酯泡沫塑料的复合材料	321
7. 乙烯-醋酸乙烯共聚树脂软质泡沫塑料	321
二、硬质泡沫塑料及其制品	323
1. 聚乙烯硬质泡沫塑料救生衣	323

2. 聚乙烯硬质泡沫塑料游泳圈	325
3. 聚苯乙烯泡沫塑料	326
4. 聚氨酯硬质泡沫塑料	327
5. 聚氨酯发泡保温管套	328
6. 热塑性树脂结构泡沫塑料	330
7. 酚醛泡沫塑料	331
第十一章 塑料建材及建筑用塑料制品	334
一、塑料铺地材料	334
1. 压延法聚氯乙烯地板革	334
2. 挤出压延法聚氯乙烯地板革	335
3. 涂刮法聚氯乙烯地板革	336
4. 圆网涂布法聚氯乙烯地板革	340
5. 辊涂法聚氯乙烯地板革	341
6. 挤出法彩色聚氯乙烯塑料地板砖	345
7. 赤泥、粉煤灰填充聚氯乙烯地板砖	345
8. 石英填充聚氯乙烯耐磨地板砖	346
9. 塑料地毯	347
二、塑料壁纸	349
1. 压延法聚氯乙烯塑料壁纸	349
2. 涂刮法聚氯乙烯塑料壁纸	351
3. 挤出压延法聚氯乙烯塑料壁纸	353
4. 圆网涂布法聚氯乙烯塑料壁纸	354
三、塑料屋顶材料	358
1. 聚氯乙烯屋顶防水卷材	358
2. 聚乙烯发泡天花板	359
3. 聚氯乙烯吸阻阻燃天花板	360
4. 红泥填充聚氯乙烯阻燃波纹瓦	360
四、塑料门、窗及其他异型材制品	362
1. 塑料窗	362
2. 塑料门	363
3. 塑料楼梯扶手、踢脚板、隔墙、屏风、落水槽、地板条等	363
4. 组装塑料家具	364
5. 聚丙烯家具(实体、异型断面)	366
6. 聚丙烯家具(结构发泡)	366
五、塑料卫生洁具	367
1. 塑料整体卫生间	367
2. 人造大理石卫生洁具及人造大理石材	368
六、其他建筑方面用塑料制品	371
1. 塑料土工布	371
2. 塑料模板(模壳)	372
第十二章 塑料电线电缆	373

一、电缆料	373
1. 聚氯乙烯电缆料	374
2. 聚乙烯电缆料	376
3. 聚丙烯电缆料	377
二、塑料电线、电缆	378
1. 聚氯乙烯电线、电缆	378
2. 交联聚乙烯电线、电缆	379
3. 通信电缆	380
第十三章 某些工业用塑料制品	382
一、塑料制化工设备	382
1. 硬聚氯乙烯化工设备	382
2. 手糊成型玻璃钢化工设备	384
3. 缠绕成型玻璃钢化工设备	386
二、塑料密封材料	387
1. 聚氯乙烯密封垫片	387
2. 聚四氟乙烯密封垫片	388
3. 其他塑料密封垫片	389
4. 聚丙烯密封条	389
5. 电冰箱塑料门封框	390
三、塑料电工制品	392
1. 酚醛塑料电工制品	392
2. 氨基塑料电工制品	395
3. 不饱和聚酯电工制品	395
四、增强热固性塑料制工业零部件	396
1. 玻璃纤维增强酚醛塑料制工业 零部件	396
2. 玻璃纤维增强环氧塑料制工业 零部件	398
3. 玻璃纤维增强不饱和聚酯塑料 制工业零部件	399
4. 石棉纤维增强酚醛塑料制工业 零部件	401
5. 金属纤维增强酚醛塑料制工业 零部件	403
6. 矿物填料填充酚醛树脂磨具(砂轮)	405
五、热塑性塑料制工业零部件	405
1. 聚氯乙烯注塑管件、阀门	405
2. 聚氯乙烯焊条	407
3. 增强聚丙烯塑料制工业零部件	409
4. MS 共聚树脂注塑高透明度 工程零件	409
5. 浇铸尼龙工业零部件	410
6. 聚乙烯醇薄膜光学偏振片	411
7. 轿车保险杠	412

8. 汽车方向盘	413
9. 蓄电池槽	414
10. 汽车风扇、风扇罩	415

第十四章 日用、工艺美术及其他塑料

制品	417
1. 聚烯烃、苯乙烯类塑料头梳、皂 盒及茶盘	417
2. 塑料暖瓶盖	419
3. 无毒聚氯乙烯糕点盒	419
4. 聚氯乙烯头梳、洗衣板	421
5. 密胺塑料餐具	422
6. 聚乙烯切菜板	423
7. 家具塑料装饰条	423
8. 塑料窗纱	424
9. 聚氯乙烯塑料“抽纱”台布	425
10. 有机玻璃工艺品	427
11. 珠光有机玻璃钮扣	429
12. 人造琥珀制品	430
13. 搪塑玩具	432
14. 聚氯乙烯卫生检查手套	433
15. 聚氯乙烯充气塑料玩具	435
16. 聚氯乙烯蘸塑制品	436
17. 散香塑料制品	437
18. 塑料纸(合成纸)	437
19. 塑料棋	438
20. 塑料球(包括羽毛球)	439
21. 碳纤维增强塑料羽毛球拍杆	440
22. 医用一次性塑料注射器	441
23. 塑料宫颈细胞自采器	443
24. 医用聚四氟乙烯膨体制品	443
25. 印刷塑料制品	445
26. 烫金塑料制品	447
27. 电镀塑料制品	448
附录	452
附录一 塑料制品主要生产厂及其产品	452
附录二 常用塑料主要性能表	498
附录三 塑料薄膜主要性能一览表	505
附录四 树脂及塑料英文名称惯用缩 写代号	507
附录五 塑料鉴别表	512
附录六 国内树脂、塑料助剂主要品种和生产 单位	518
附录七 国内塑料机械的规格、主要生产 厂家	527

第一章 概 论

一、基础知识

1. 几个概念

(1) 高分子 高分子是由含有可反应功能团的一种或几种称为单体的小分子物质,按照某种规律通过化学键连接起来的巨型分子。由高分子所组成的物质叫做高分子化合物,又称为高聚物或聚合物,它与低分子化合物相比有如下特点:

① 它们都是由成千上万的原子以共价键(主价键)相结合起来的大分子所组成的物质;

② 分子量很大,一般可自几万至几十万、几百万,甚至上千万。而普通低分子物质的分子量只有几十或几百;

③ 分子量具有多分散性,即分子量是不均一的。

(2) 塑料 塑料一般指以合成或天然的高分子化合物(树脂)为基本成分,可在一定条件下塑化成型,而产品最终形状能保持不变的材料。它的组成除了高聚物为主要成分外,还根据需要可能含有某些具有特定用途的助剂。助剂主要有填料、增塑剂、着色剂、稳定剂等。作为塑料基本成分的高聚物,习惯上称为树脂。

(3) 塑料工业 塑料工业包含塑料生产(包括树脂和半制品(即塑料)的生产)和塑料制品生产(也称为塑料成型工业或加工工业)两个系统。

塑料制品生产系统又由“成型”和“加工”两个过程组成。成型是将不同形态的塑料(如粉、粒料等)制成所需制品或坯件的过程,是一切塑料制品生产必须的过程。而加工包括机械加工、修饰、装配等过程。它们将根据制品的要求有所取舍。

2. 塑料的分类

塑料有多种分类的方法,其含意往往不尽确切,只能在某种程度上指明其含意,具有惯用或约定俗成的粗略性质。一般说来,可以从以下二个方面分类。

(1) 按照塑料的使用特性分类 可分为通用塑料、工程塑料和功能塑料。

① 通用塑料 一般只能作为非结构材料使用,产量大,价格低,但性能一般。目前,主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料等。

② 工程塑料 一般是指可以作为结构材料,能在较广的温度范围内承受机械应力和较为苛刻的化学物理环境中使用的材料,如聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯、聚甲醛、聚苯醚和热塑性聚酯等。它们与通用塑料相比,产量较小,价格较高,但具有优异的机械性能、电性能、化学性能,以及耐热性、耐磨性、尺寸稳定性等。

③ 功能塑料 是指人们用于特种环境的具有特种功能的塑料。如医用塑料、光敏塑料等。

(2) 按受热所呈现的基本行为分类 可将塑料分为热固性塑料和热塑性塑料。

① 热塑性塑料 是指在特定温度范围内,能反复加热软化和冷却硬化的塑料。这类塑料基本是以聚合反应所得到的树脂为基础制成的,受热时不产生化学交联,因而当它再一次受热时仍具有可塑性。如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚碳酸酯等。

② 热固性塑料 是指受热后能成为不熔不溶性物质的塑料。这类塑料基本以缩聚反应所

得到的树脂为基础制成的,受热时发生化学变化使线型分子结构的树脂转变为体型结构的高分子化合物。当它再一次受热时就不再具有可塑性,如酚醛塑料,氨基塑料等。

3. 塑料制品的分类

由于塑料品种和成型加工方法的多种多样,塑料制品更是名目繁杂、形状各异,因此其分类方法也有多种。但一般说来,有以下几种分类方法:

(1)按照塑料品种的不同,可分为聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛、氨基塑料制品等等;

(2)按照成型加工方法的不同,可分为挤出、注塑、中空、模压、压延、搪塑、浇铸、发泡塑料制品等等;

(3)按照塑料制品的几何形状并结合用途,可分为管、膜、板、片、丝、带、袋、人造革、塑料建材、泡沫塑料、塑料容器、塑料鞋、电线、电缆、塑料工业零部件、日用塑料制品、工艺美术塑料制品和文教体育用塑料制品等等。本书就是按照此一方法对塑料制品进行分类并加以介绍的。

4. 塑料制品工业的发展概况

早期,人类就知道用天然聚合物(如纤维素、天然树脂、天然橡胶等)制造工具和武器。直到19世纪后期(1869年)才开始利用改性的天然聚合物——硝酸纤维素(又称赛璐珞)制造一些日用塑料制品,例如刷子、梳子、胶片、伞柄、小刀柄、容器等。

1908年,Leo Baekeland博士研制成功了酚醛树脂,人们以此为原料制造出电话机壳、电绝缘零部件和烹饪用具手柄等。这是最早出现的全合成塑料制品。1927年,在市场上又出现了醋酸纤维素的棒、管、片材等制品,1929年用醋酸纤维素的粒料,采用当时刚开发的注射成型法,得到了最初的注塑制品。

但是塑料制品工业的真正发展还是在1936年之后,由于热塑性塑料聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯的相继出现,使塑料制品进入了飞速发展的时代。本世纪50年代至70年代初发展最快,其产量几乎每四、五年就翻一番,1950年产量为150万吨,1960年为640万吨,1970年为3000万吨,1984年达到7204.9万吨,1993年达到10761.4万吨。1995年达到11959.3万吨。

我国的塑料制品工业,解放前基本上是一个空白点,仅能生产少量酚醛和氨基塑料制品,而且原料主要依靠进口。解放后,我国塑料制品工业从无到有,从小到大,得到了迅速的发展。据统计,1950年到1960年的11年间增长了将近10倍,1966年比1960年增长1倍,1970年又比1966年增长60%。改革、开放15年来,塑料制品工业产量年增长率为13.5%,塑料制品产量由1978年92.3万吨增加到92年536.8万吨,约居世界第四位,薄膜、编织袋、塑料鞋产量居世界第一位。根据我国塑料工业九五科技发展规划和2010年规划设想到2000年塑料制品产量达800万吨,70%品种达90年代初世界水平,30%品种达世界水平,50%生产装置达90年代初水平,50%生产装置达世界水平;到2010年塑料制品产量达1600万吨,30%品种达90年代初水平,70%品种达世界水平,20%生产装置达90年代初水平,80%生产装置达世界水平。

5. 配方设计

在塑料制品生产中除聚合物外,往往还要加入各种助剂,通过加工过程中的物理变化和化学变化而生产出符合性能要求的塑料制品来。但由于聚合物和助剂品种繁多,它们之间不同的配合将极大地制约着制品的性能,因此科学的配方设计是塑料制品生产中的关键所在。

简单地说,确定塑料用聚合物和助剂的种类及相对比例的工作过程称作塑料的配方设计。

由于树脂和助剂品种繁多,性能各异,搭配关系、配比用量千变万化,所以配方设计是一项

复杂而细致的工作,也是一项实践性很强的工作。一个好的配方设计必须要经过实践的考验,以满足产品性能的要求;生产工艺的要求;二次加工的要求;原料来源方便的要求;价格低廉的要求等。

(1) 配方设计的类型 塑料配方设计大体上分三类。

① 基础配方 它是专供研究鉴定新型树脂和新型助剂而使用的配方,配方中所用组分尽可能简单。这种配方主要目的是试验或研究新型原材料的特性,探讨对生产工艺过程和产品性能的影响。

② 性能配方 为了满足或改善制品的性能要求和加工工艺要求而设计的一系列研究配方称为性能配方,这种配方主要是进行技术性能和工艺性能两方面的研究,以达到求得最佳配方的要求。

③ 生产配方 是指在前二种配方研究的基础上结合工厂的实际生产条件(主要是设备条件)所设计的实用投产配方。

(2) 配方设计中组成表示方法 配方组成表示方法一般有下面四种形式:

① 以树脂的重量作为 100 份,其他助剂都相对的以重量份数表示,通常称为基本配方或重量份配方(用 phr 表示);

② 配方中的树脂和助剂均用重量百分数表示,又称重量百分数配方;

③ 配方中的树脂和助剂均用体积百分数表示,又称体积百分数配方;

④ 根据设备规格和容量,由基本配方换算出树脂及助剂的实际投料量(一般以公斤为单位),又称生产配方或实用配方。

上述四种配方组成表达形式,基本配方是其他一切配方的原始依据,其他配方都是根据基本配方换算得出来的。

在试验研究中多使用基本配方,其优点是树脂量不变,变化助剂用量,可明显看出助剂对配方性能的影响。体积百分数配方和重量百分数配方多用于经济核算。生产中多采用生产配方,以适应工业计量、投料的方便。

二、塑料用聚合物简介

1. 聚氯乙烯

聚氯乙烯(PVC)由氯乙烯聚合制得,其分子式可表示为 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$ 。目前世界 PVC 产量仅次于聚乙烯,居各塑料品种产量的第二位。1984 年世界总生产能力达到 1650 万吨。在我国 PVC 的产量多年来一直居首位,占我国塑料总产量的 40%。1991 年我国 PVC 的总生产能力达 145 万吨/年,1995 年已达 170 万吨/年,产量 131 万吨/年,消耗 170 万吨/年,厂家遍及除西藏、海南以外的 28 个省市,石油乙烯法 PVC 生产厂家有 3 家合计能力为 53.5 万吨/年,占全国 PVC 总生产能力的 37%,说明我国 PVC 的原料路线由电石乙炔法正向石油乙烯法转换。此外,以天然气为原料的乙炔路线正在建设。PVC 应用范围极广,是最重要的塑料品种之一,到 2000 年 PVC 的生产能力将超过 220 万吨/年。

聚氯乙烯的生产以悬浮聚合法为主,其产量约占 PVC 总产量的 85%,国内则占 90%。悬浮聚合时,采用不同的分散剂能制得颗粒结构不同的两种聚氯乙烯树脂。一种是紧密型树脂,俗称“玻璃球树脂”,其颗粒表面光滑,内部无孔,呈实心球状结构;另一种是疏松型树脂,俗称“棉花球树脂”,颗粒表面粗糙,内部疏松多孔。两者相比,疏松型树脂易于塑化,吸油性好,浸润

性好,成型时间短,制品性能较优,因而紧密型树脂已逐渐被疏松型树脂所取代。在我国 1986 年以前化工部颁标准中,这两种形态的树脂分别以汉语拼音字头“XJ”、“XS”表示,1986 年制订的国家标准中只列出疏松型树脂的标准,它分为 SG1~SG7 等 7 种型号,1993 年国家又颁布了 GB/T5761—93 的新标准,如表 1-1(1)、(2)所示。目前大部分生产厂都执行 93 年的新标准。

表 1-1(1) 聚氯乙烯国家标准——GB5761—86

序号	级别 指标 指标名称	型号	PVC-SG1		PVC-SG2		PVC-SG3		PVC-SG4		PVC-SG5		PVC-SG6		PVC-SG7	
		一级	一级		二级		一级		一级		一级		一级		一级	
		A	A	B			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	粘度, ml/g	154~144	143~136		135~127		126~118		117~107		106~96		95~85			
2	表观密度, g/ml, $\geq$	0.42	0.42	0.42	0.40	0.42	0.42	0.40	0.42	0.42	0.40	0.45	0.45	0.40	0.45	0.45
3	100g 树脂的增塑剂吸收量, g $\geq$	25	25	25	16	25	25	16	22	22	16	19	19	13	16	16
4	挥发物(包括水)含量, % $\leq$	0.40	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40
5	过筛率, %	98.0	98.0	98.0	92.0	98.0	98.0	92.0	98.0	98.0	92.0	98.0	98.0	92.0	98.0	98.0
	筛孔, $\geq$ 0.063mm	10.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0	20.0	10.0	10.0
6	100g 树脂中的黑点总数	30	30	30	130	30	30	130	30	30	130	30	30	130	30	30
	黄点总数与黑点数, 黑点数 $\leq$	10	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10
7	白度, % $\geq$	90	90	90	85	90	90	85	90	90	85	90	90	85	90	90
8	‘鱼眼’数, 个/1000cm ² , $\leq$	10	10			10			10			10			10	
9	10%树脂水萃取液电导率 1/ $\Omega \cdot \text{cm}$, $\leq$	5×10^{-5}	5×10^{-5}			5×10^{-5}										

注:技术要求中除上述九项指标外,尚有树脂热稳定性和残留氯乙烯单体含量两项协商指标。树脂热稳定性按 GB2917—82《聚氯乙烯热稳定性测试方法——刚果红法和 pH 法》或附录 A 进行测定;残留氯乙烯单体含量按 GB4615—84《聚氯乙烯树脂中残留氯乙烯单体含量测定方法》进行测定,其中一级品残留氯乙烯单体含量 $\leq 10^{-5}$ 。对协商指标的具体要求以及对其他性能指标有特殊要求均由供需双方商订。

乳液聚合是我国最早使用的生产方法,它的特点是单体分散好,可制出 0.2~5 μm 的 PVC 细粒,因而特别适用于制造 PVC 糊、人造革等。乳液聚合 PVC 的缺点是树脂杂质较多,电性能较差,故乳液法 PVC 应用范围不如悬浮法 PVC。乳液法聚氯乙烯树脂以 P 表示,其技术规格见表 1-2。

本体法 PVC 虽有纯度高、热稳定好、透明及易吸收增塑剂等优点,但目前合成工艺尚较难掌握,故产量不多,目前国内只有宜昌天原化工厂的 2 万吨/年装置,另一套以天然气制备乙炔原料的 6 万吨/年装置正在建设中。

氯乙烯微悬浮聚合法是一种较新的聚合工艺,它是在悬浮聚合和乳液聚合工艺基础上发展起来的。它与悬浮聚合不同之处是不用悬浮稳定剂(保护胶)而选用乳化剂促使单体分散于

表 1-1(2) 疏松型聚氯乙烯树脂国家标准 (GB/T5761—93)

序 号	指 标 级 别	型 号	SG1			SG2			SG3			SG4			SG5			SG6			SG7			SG8		
			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	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	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	项 目																									
	粘数 ml/g(或 k 值)[或平均聚合度] ^①		156~144 (77~75)	143~136 (74~73)	135~127 (72~71) [1350~1250]	126~119 (70~69) [1250~1150]	118~107 (68~66) [1100~1000]	106~96 (85~63) [950~850]	95~87 (62~60) [850~750]	86~75 (59~55) [750~650]																
2	杂质粒子数,个	≤	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	16 30 90	20 40 100	20 40 100	20 40 100	20 40 100	20 40 100	20 40 100
3	挥发物(包括水)含量, %	<	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.30 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50	0.40 0.40 0.50
4	表观密度, g/ml	≥	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.45 0.42 0.40	0.48 0.45 0.40	0.48 0.45 0.40	0.48 0.45 0.40	0.48 0.45 0.40	0.48 0.45 0.40	0.48 0.45 0.40
5	筛余	≤	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0	2.0 2.0 8.0
	0.25mm 筛孔																									
6	物	≥	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80	90 90 80
	0.063mm 筛孔																									
7	“鱼眼”数,个/100cm ²	≤	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —	20 40 —
8	100g 树脂的增塑剂吸收量, g	≥	27 25 —	27 25 —	27 25 —	27 25 —	27 25 —	27 25 —	26 25 —	26 25 —	26 25 —	23 22 —	23 22 —	23 22 —	20 19 —	20 19 —	20 19 —	18 16 —	18 16 —	18 16 —	16 14 —	16 14 —	16 14 —	14 14 —	14 14 —	14 14 —
9	白度(160℃, 10min 后), %	≥	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —	74 — —
10	水萃取液电导率, S/m	≤	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	5×10 ⁻⁵ —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	残留氯乙烯含量 ^②		8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —	8 10 —

①粘数、 k 值和平均聚合度指标可任选其一;使用者若对热稳定性还有其他指标要求,可与生产厂协商确定,并根据指标选用 GB2917(或 GB9349, HG2—1278)进行测定。②小于等于 10⁻⁶。

水介质中,它与乳液聚合不同之处是采用油溶性引发剂而不用水溶性引发剂。微悬浮 PVC 树脂具有悬浮法 PVC 树脂的加工特性,又具有乳液法 PVC 树脂颗粒微小可当作糊树脂使用的特点。微悬浮 PVC 树脂的技术规格与浮液 PVC 树脂相同(见表 1-2)。

表 1-2 乳液法 PVC 树脂技术标准^{①②}

序号	指 标 名 称	技 术 指 标					
		I 号		II 号		III 号	
1	糊粘度(厘泊)聚氯乙烯二邻苯二甲酸二辛酯=1:1,25℃搁置 24 小时测定	3000		3000 以上至 7000		7000 以上至 10000	
2	过筛率(160 目/英寸,孔径 0.088mm) %≥	一级品 99.0	二级品 97.0	一级品 99.0	二级品 97.0	一级品 99.0	二级品 97.0
3	水分,%≤	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.50
4	绝对粘度(厘泊)(1%1,2-二氯乙烷溶液,20℃测定)	1 型 2.01~2.40 2 型 1.81~2.00 3 型 1.60~1.80					

① 产品型号表示法如下:

RH—X—Y

RH 代表乳液法糊树脂;

X 指按树脂稀溶液绝对粘度分的型号;

Y 指按树脂增塑糊粘度分的型号,1000 厘泊=1 帕斯卡·秒(Pa·s)。

② 摘自化工部部颁聚氯乙烯树脂(乳液体)标准 HG2—883—76。

根据成型加工或使用性能的要求,在 PVC 树脂中加入各种助剂以制成具有各种性能特征的 PVC 塑料制品。例如,添加增塑剂可以降低 PVC 的熔融温度和熔体粘度,并可以借增塑剂的添加比例来获得不同软、硬程度的 PVC 产物。稳定剂的加入使 PVC 在成型加工过程及使用过程中不易老化。润滑剂则在加工中起润滑减少摩擦热及使制品表面光滑的作用。

聚氯乙烯塑料根据软、硬程度的不同,可以进行压延、模压、挤出、注塑、吹塑等成型加工。聚氯乙烯薄膜通常是用吹塑、压延法制得;板材、管材、棒材、线材及型材以挤出法生产为主;大型板材、层合材料采用模压法成型;工业零件则多用注塑成型。

硬 PVC 塑料的主要缺点是加工性、热稳定性和耐冲击力差。软 PVC 塑料的主要缺点是在使用过程中存在增塑剂挥发、迁移、抽出等现象。为改变聚氯乙烯加工成型和使用上的不足,可以通过共聚、共混或寻找合适的稳定剂、增塑剂等助剂来降低熔体粘度、降低加工温度和改进加工性能。

聚氯乙烯被广泛地应用于工农业、医药卫生、科学研究和国防建设各个方面。各种型号悬浮聚氯乙烯树脂的主要用途列于表 1-3。

2. 聚乙烯

聚乙烯(PE)是由乙烯聚合而成的,其分子式为: $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n$ 。聚乙烯的原料——乙烯来源充足,而且聚乙烯具有优良的电绝缘性能、耐化学腐蚀性能、耐低温性能和良好的加工流动性,因此,聚乙烯及其制品生产发展非常迅速。

过去按生产压力的高低将聚乙烯分为高压、中压、低压聚乙烯,但目前利用低压法也可以生产出与高压聚乙烯相类似的线性低密度聚乙烯。目前,按密度的不同来分类,即分为高密度、低密度、线性低密度和甚低密度聚乙烯等类别。

表 1-3 悬浮聚氯乙烯树脂生产型号及主要用途

型 号	级 别	主 要 用 途
PVC-SG1	一级 A	高级电绝缘材料
PVC-SG2	一级 A	电绝缘材料、薄膜
	一级 B	一般软制品
	二级	
PVC-SG3	一级 A	电绝缘材料、农用薄膜、人造革表面膜
	一级 B	全塑凉鞋
	二级	
PVC-SG4	一级 A	工业和民用薄膜
	一级 B	软管、人造革、高强度管材
	二级	
PVC-SG5	一级 A	透明制品
	一级 B	硬管、硬片、单丝、套管、型材
	二级	
PVC-SG6	一级 A	唱片、透明片
	一级 B	硬板、焊条、纤维
	二级	
PVC-SG7	一级 A	瓶子、透明片
	一级 B	硬质注塑管件、过氯乙烯树脂
	二级	

按国家标准,聚乙烯树脂根据其公称密度、产品的主要用途、公称熔体指数和改性情况进行分类。聚乙烯树脂的型号用分类代号按下列顺序组成。

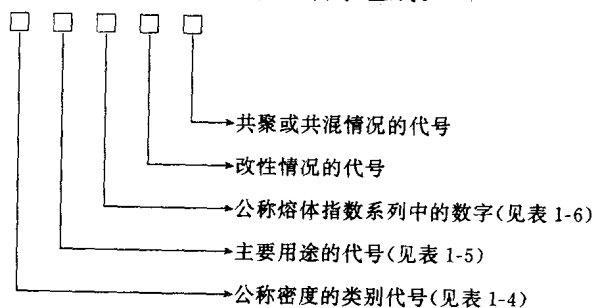


表 1-4 公称密度的分类

类别	1	2	3	4	5
公称密度, g/cm ³	<0.922	0.923~0.932	0.933~0.946	0.947~0.956	≥0.957

表 1-5 主要用途的代号

代 号	B	C	E	F	I	J
用 途	中空成型	涂层	通用挤塑	薄膜	注塑	电缆护套
代 号	K	L	P	S	Y	T
用 途	电缆绝缘	单丝	管材	粉末成型	扁带	特殊用途

表 1-6 公称熔体指数的分类

熔体指数	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5
范围, g/10min	0.13~0.17	0.18~0.22	0.23~0.27	0.28~0.34	0.35~0.43	0.44~0.58