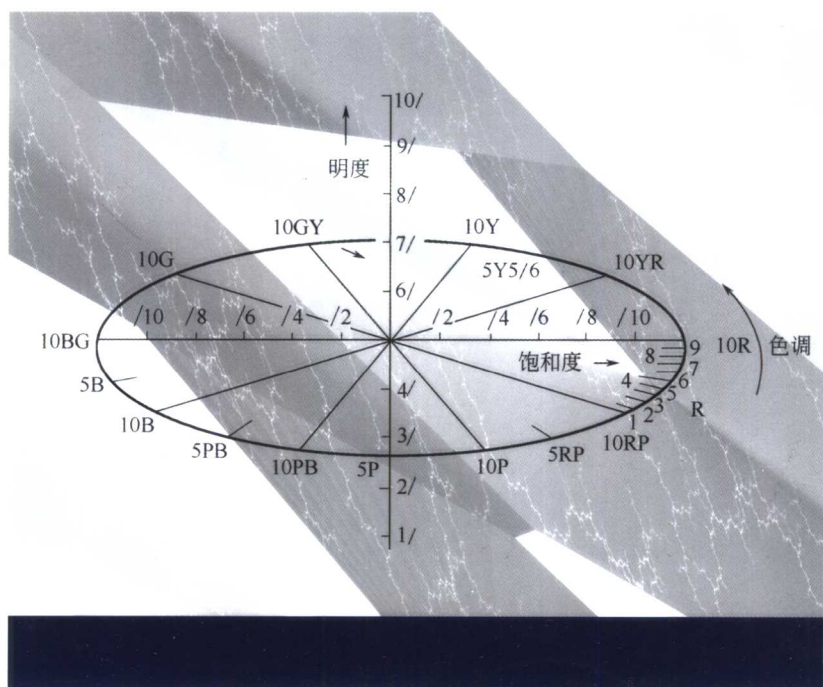


林师沛 编著

塑料配制与成型

第二版



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料配制与成型

第二版

林师沛 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料配制与成型/林师沛编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 7

ISBN 7-5025-5848-9

I. 塑… II. 林… III. ①塑料制品-配制②塑料成型 IV. TQ320.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第077315 号

塑料配制与成型

第二版

林师沛 编著

责任编辑: 龚浏澄

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 27 字数 666 千字

2004 年 10 月第 2 版 2004 年 10 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-5025-5848-9/TQ·2035

定 价: 55.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

第二版前言

《塑料配制与成型》一书自 1997 年 10 月出版以来，曾多次重印，似说明尚能符合塑料配制和成型的工程技术人员及有关读者的需要。不过本书脱稿至今已经 7 年多，塑料工业在发展，科学技术在进步，因此有必要对其内容进行修订，补充塑料的新配方及成型的新进展。

《塑料配制与成型》第二版由合成树脂的特性、塑料配制和塑料成型三篇组成，共十八章。它秉承了第一版的内容系统、理论联系实际、信息量大和实用性强等特点，根据近几年的新成就进行增订。在第一篇（共五章），对前三章，补充了聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯新近生产概况，增写了茂金属聚乙烯和茂金属等规聚丙烯等的特性，介绍了用引进技术生产树脂的命名；对四、五章，补充的内容有：茂金属间规聚苯乙烯、共聚的丙烯酸树脂（如 ACR 加工助剂和冲击改性剂、离子键聚合物）、EVOH 树脂等。在第二篇（共七章），对第六章，通过改写，更确切地表述了添加剂对聚合物的作用；对第七章，增写了“造粒”和“粉碎”两节；对第八章，通过改写，突出了聚合物共混物的制备和实用性；对其后四章（含新增的“苯乙烯类塑料”），着重筛选了聚烯烃、聚氯乙烯等塑料的基本配方，约 350 例，还介绍了聚烯烃纳米塑料及相关知识。在第三篇（共六章），除增写“压延”、“压塑”两章和介绍成型新进展外，着重改写了“单螺杆挤出”、“双螺杆挤出”和“注塑”等的成型实例，具体阐明了典型制品及其工艺特点。

参加本书第二版修订工作的还有蓝方、张季冰、林琳、胡兴敏和林炼同志，分别编写了“苯乙烯类塑料”、“聚烯烃纳米塑料”和“造粒”等章节。

作者对本书第二版修订过程中给以关心和支持的同志，以及引用文献的作者，表示衷心感谢。由于作者水平有限，若有不当之处，希读者批评指正。

林师沛

二〇〇四年二月

第一版前言

在市场经济中，塑料制品生产企业在正常生产的同时，还应开展塑料配制工作，如研制新产品、开发新材料，使产品不断更新换代，以便在竞争中立于不败之地。但是，关于塑料配制技术，特别是塑料配方，涉及企业或研究者的利益，大多秘而不宣，或报道梗概，或载于专利中。为了探讨和揭示塑料配制的基本规律，掌握塑料成型基本方法的要领，作者查阅了国内、外塑料杂志和专著，积累资料，搜集配方，结合作者长期从事塑料研究和教学的经验、体会，经过筛选、提炼，编写成《塑料配制与成型》一书。

本书主要介绍合成树脂的特性，聚合物合金与共混物、聚烯烃塑料、聚氯乙烯塑料和短切玻璃纤维增强热塑性塑料等的配制技术，以及塑料的单、双螺杆挤出、注塑和吹塑等基本成型方法。

本书具有理论联系实际，信息量大，实用性强，配方、流程和成型实例兼收等特点，它不仅可供从事塑料配制和成型的工程技术人员、技术工人参考，也可作为职工培训教材或供大专院校高分子材料及其成型专业师生参考。

参加本书编写的还有张兴珠、蓝方和王少庭同志，分别撰写了“氯乙烯-乙酸乙烯共聚物及其他含氯塑料”、“聚氯乙烯糊塑料”和“连续法乳液聚氯乙烯树脂”等部分。林玲同志协助誊写、制图等工作。

作者在《塑料加工流变学》一书出版后，即着手准备，制订本书的编写大纲；先写成部分稿件，在四川塑料杂志上陆续发表；待初稿完成后，又根据新近文献进行了增补或重写，以反映新成就，然后定稿。最后，作者对编写过程中给以支持和帮助的同志，以及大量参考文献的作者，表示衷心感谢。

由于作者水平有限，若有错误和不妥之处，请读者批评指正。

林师沛

一九九六年十月

内 容 提 要

本书是《塑料配制与成型》的第二版，在第一版的基础上根据近几年塑料工业的新发展进行改写和补充，比第一版内容更丰富、更充实。

本书系统地介绍了合成树脂的特性、塑料配制和塑料成型基本方法，共分三篇。第一篇介绍了聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、苯乙烯类树脂及工程聚合物等的结构与性能的关系。第二篇在介绍各种添加剂及混配设备之后，着重介绍了聚合物共混物、聚烯烃塑料、聚氯乙烯塑料、苯乙烯类塑料和短玻璃纤维增强热塑性塑料的配制技术，列举了基本配方约 350 例。第三篇介绍了塑料的单螺杆挤出、双螺杆挤出、注塑、吹塑、压延和压塑等成型基本方法、原理和制品生产实例。

本书可供从事塑料配制与成型的工程技术人员、技术工人阅读，也可作为职工培训教材或大专院校高分子材料学与工程专业师生参考用书。

目 录

绪论	1
一、塑料工业现状	1
二、塑料配制在塑料工业中的地位	1
三、塑料配制的步骤	2
四、本书的内容与构成	3
参考文献	3

第一篇 合成树脂的特性

第一章 聚乙烯树脂	7
第一节 聚乙烯的合成	7
一、乙烯单体	7
二、聚合	7
三、生产方法	8
四、我国聚乙烯树脂生产现状	10
第二节 聚乙烯的结构	10
一、化学结构	10
二、结晶性	15
第三节 聚乙烯的性能	16
一、溶解性	17
二、化学性能	18
三、热性能	18
四、电性能	21
五、力学性能	22
六、应力开裂	23
七、线型低密度聚乙烯与低密度聚乙烯的比较	24
八、茂金属聚乙烯与传统聚乙烯的比较	25
第四节 聚乙烯的命名和牌号	30
一、国家标准	30
二、国外标准	31
三、聚乙烯树脂牌号对照	32
第五节 聚乙烯的加工与应用	33
参考文献	34
第二章 聚丙烯树脂	36

第一节 聚丙烯的合成	36
一、丙烯单体	36
二、聚合	36
三、生产方法	37
四、我国聚丙烯树脂生产现状	38
第二节 聚丙烯的结构	38
一、立体化学和结晶性	38
二、共聚物的结构	39
三、分子量及其分布	39
四、取向	41
第三节 聚丙烯的性能	42
一、化学性能和稳定化	42
二、物理性能与力学性能	42
三、茂金属聚丙烯的特点	45
第四节 聚丙烯的命名和牌号	49
一、国家标准 (GB 2546—88)	49
二、国外标准	50
三、牌号对照	52
第五节 聚丙烯的加工与应用	53
参考文献	54
第三章 聚氯乙烯树脂	55
第一节 聚氯乙烯的合成	55
一、树脂的制备	55
二、树脂的生产现状	56
第二节 聚氯乙烯的结构	57
一、分子结构	57
二、聚集态结构	59
第三节 聚氯乙烯的性能	62
一、热稳定性	62
二、溶解性	62
三、熔融特性	63
四、熔体黏度	65
五、力学性能	65
第四节 聚氯乙烯树脂的分类、型号及规格	65
一、通用树脂	66
二、糊用树脂	67
三、特殊用途的专用树脂	68
第五节 聚氯乙烯的加工与应用	69
参考文献	70
第四章 苯乙烯类树脂、丙烯酸树脂、EVA 及 EVOH 树脂	71

第一节 聚苯乙烯树脂	71
一、聚苯乙烯的合成	71
二、聚苯乙烯的结构与性能	71
三、聚苯乙烯的品级	73
四、聚苯乙烯的加工与应用	73
第二节 高冲击强度聚苯乙烯树脂	74
第三节 ABS 树脂	74
一、ABS 的制备和结构	74
二、ABS 的性能与牌号	75
三、ABS 的加工与应用	76
四、ACS、AES 和 ASA 树脂	77
第四节 苯乙烯-丙烯腈共聚物、苯乙烯型热塑性弹性体和茂金属间规聚苯乙烯	77
一、苯乙烯-丙烯腈共聚物	77
二、苯乙烯型热塑性弹性体	78
三、茂金属间规聚苯乙烯	79
第五节 丙烯酸系树脂	80
一、聚甲基丙烯酸甲酯的合成	80
二、聚甲基丙烯酸甲酯的结构和性能	81
三、聚甲基丙烯酸甲酯的加工与应用	82
四、丙烯酸及其酯的共聚物	82
第六节 EVA 和 EVOH 树脂	84
一、EVA 树脂	84
二、EVOH 树脂	86
参考文献	86
第五章 工程聚合物和工程塑料	88
第一节 聚酰胺	88
一、聚酰胺的合成	88
二、聚酰胺的结构与性能	89
三、聚酰胺的加工与应用	91
第二节 聚甲醛	91
一、聚甲醛的合成	91
二、聚甲醛的结构与性能	91
三、聚甲醛的加工与应用	93
第三节 聚碳酸酯	93
一、聚碳酸酯的合成	93
二、聚碳酸酯的结构与性能	93
三、聚碳酸酯的加工与应用	95
第四节 热塑性聚酯	96
一、聚对苯二甲酸乙二醇酯	96
二、聚对苯二甲酸丁二醇酯	97

三、聚对苯二甲酸环己烷二甲酯	98
第五节 聚苯醚	98
一、聚苯醚的合成	99
二、聚苯醚的结构与性能	99
三、聚苯醚的加工与应用	100
第六节 特种树脂	100
一、聚四氟乙烯	100
二、聚苯硫醚	101
三、聚砜	102
四、芳香族聚醚酮、聚酯和聚酰亚胺	103
五、液晶聚酯	104
参考文献	105

第二篇 塑料配制

第六章 添加剂对聚合物的作用	109
第一节 稳定剂	109
一、热稳定剂	109
二、光稳定剂	112
三、抗氧剂	115
四、生物杀伤剂	117
第二节 特性添加剂	118
一、填充剂、增强剂和偶联剂	118
二、增塑剂	120
三、着色剂	122
四、冲击改性剂	124
五、阻燃剂	125
六、抗静电剂	125
第三节 加工添加剂	125
一、发泡剂	126
二、润滑剂	126
三、加工助剂	128
四、脱模剂、抗粘连剂和滑爽剂	130
第四节 反应控制剂	131
一、催化剂、引发剂和阻聚剂	132
二、交联剂	132
三、辅助加工材料	132
参考文献	133
第七章 塑料混合与配制设备	134
第一节 混合的基本概念	134
一、术语	134

二、混合程度·····	135
三、混合理论·····	135
第二节 液体和糊的混合·····	137
一、糊用混合机·····	137
二、三辊磨·····	138
三、静态混合器·····	138
第三节 干混合·····	138
一、掺混机·····	139
二、捏和机·····	139
三、高速混合机·····	140
第四节 熔融混合·····	140
一、双辊混合机·····	140
二、密闭式混合机·····	141
三、单螺杆挤出机·····	141
四、双螺杆挤出机·····	143
五、双转子连续式混合机·····	145
第五节 造粒·····	145
一、方粒切粒机·····	146
二、线料切粒机·····	147
三、制粒机·····	148
四、模面切粒机·····	149
第六节 粉碎·····	151
一、破碎机·····	152
二、磨碎机·····	153
参考文献·····	154
第八章 聚合物共混物·····	155
第一节 关于共混的概念·····	155
一、聚合物合金和共混物·····	155
二、溶混性和相容性·····	156
三、聚合物合金和共混物的分类·····	156
第二节 聚合物共混物的配制·····	156
一、关于聚合物共混物的发展概况·····	156
二、关于商品聚合物共混物的开发（要点）·····	160
三、配制技术·····	162
第三节 聚合物共混物品种举例·····	167
一、聚氯乙烯系共混物·····	167
二、聚丙烯系共混物·····	169
三、聚苯醚系共混物·····	170
四、聚碳酸酯系共混物·····	172
五、热塑性聚酯系共混物·····	173

六、其他共混物·····	174
第四节 聚合物共混物的性能·····	177
参考文献·····	179
第九章 聚烯烃塑料·····	180
第一节 聚乙烯塑料·····	180
一、配方设计要点·····	180
二、基本配方举例·····	187
三、粒料的生产·····	193
第二节 聚丙烯塑料·····	194
一、配方设计要点·····	194
二、基本配方举例·····	198
三、粒料的生产·····	202
第三节 阻燃聚烯烃塑料·····	203
一、配方设计要点·····	203
二、基本配方举例·····	206
三、阻燃母料的制造·····	208
第四节 聚烯烃的着色·····	208
一、配方设计要点·····	208
二、基本配方举例·····	211
三、着色剂类型与着色技术·····	213
四、色母料技术·····	214
第五节 聚烯烃纳米塑料·····	215
一、关于纳米塑料的基本知识·····	215
二、聚丙烯纳米塑料·····	217
三、超高分子量聚乙烯纳米塑料·····	219
参考文献·····	220
第十章 聚氯乙烯塑料·····	222
第一节 硬质聚氯乙烯塑料·····	222
一、配方设计要点·····	222
二、基本配方举例·····	227
三、干混料及粒料的生产·····	239
第二节 软质和半硬质聚氯乙烯塑料·····	241
一、配方设计要点·····	241
二、基本配方举例·····	245
三、干混料及粒料的生产·····	248
第三节 聚氯乙烯糊塑料·····	249
一、配方设计要点·····	249
二、基本配方举例·····	251
三、糊的生产·····	253
第四节 氯乙烯-乙酸乙烯共聚物及其他含氯塑料·····	253

一、氯乙烯-乙酸乙烯共聚物	253
二、偏二氯乙烯聚合物和共聚物	256
三、氯化聚乙烯	257
四、氯化聚氯乙烯	259
五、增塑的超高分子量聚氯乙烯	259
参考文献	262
第十一章 苯乙烯类塑料	265
第一节 聚苯乙烯泡沫塑料	265
一、配方设计要点	265
二、基本配方举例	266
三、成型用料的制备	267
第二节 专用苯乙烯类塑料	267
一、配方设计要点	267
二、基本配方举例	268
三、粒料的生产	269
第三节 阻燃苯乙烯类塑料	270
一、配方设计要点	270
二、基本配方举例	270
三、成型用料的制备	272
参考文献	272
第十二章 短玻璃纤维增强热塑性塑料	273
第一节 玻璃纤维对聚合物的增强作用	273
一、玻璃纤维的组成与特性	273
二、玻璃纤维的表面处理	274
三、混合物规则	275
第二节 玻璃纤维增强热塑性塑料的配制	277
一、配方设计要点	277
二、基本配方举例	278
三、生产方法	281
第三节 玻璃纤维增强热塑性塑料的结构与性能	283
一、结构	283
二、性能	284
第四节 玻璃纤维增强热塑性塑料的加工和应用	286
一、加工要点	286
二、应用	286
参考文献	287

第三篇 塑料成型

第十三章 单螺杆挤出	291
第一节 单螺杆挤出设备	291

一、挤出机的结构·····	291
二、口模·····	293
三、辅助设备·····	296
第二节 单螺杆挤出原理·····	296
一、固体输送·····	297
二、熔化·····	297
三、熔体输送·····	299
第三节 挤出机的一般操作方法·····	300
第四节 制品成型举例·····	301
一、管材·····	301
二、薄膜·····	305
三、片材和板材·····	311
四、型材·····	313
五、扁丝·····	314
六、单丝·····	315
七、打包带·····	318
八、棒材·····	319
九、发泡制品·····	320
十、线缆的包覆·····	322
十一、聚四氟乙烯的柱塞挤出·····	323
参考文献·····	325
第十四章 双螺杆挤出·····	327
第一节 双螺杆挤出设备·····	327
一、双螺杆挤出机的结构·····	327
二、双螺杆挤出机的选用·····	329
第二节 双螺杆挤出原理·····	329
一、分类·····	329
二、反向啮合型双螺杆挤出原理·····	330
三、同向啮合型双螺杆挤出原理·····	331
第三节 双螺杆挤出机操作要点·····	333
第四节 制品生产举例·····	334
一、管材·····	336
二、型材·····	338
三、片材·····	341
四、板材·····	343
五、发泡制品·····	344
参考文献·····	348
第十五章 注塑·····	349
第一节 注塑设备·····	349
一、注塑机·····	349

二、注塑模具	352
三、辅助设备	353
第二节 注塑过程	353
一、成型前的准备	353
二、塑炼	354
三、模内成型	354
四、制件的后处理	355
第三节 充模流动的分析	355
一、成型图	355
二、螺旋形模腔中的流动	356
三、充模的简化分析	357
四、充模的模拟	358
五、气体辅助充模	360
第四节 注塑工艺条件的选择与控制	361
一、注塑工艺条件的选择	361
二、注塑工艺条件的控制	363
第五节 塑料成型举例	365
一、聚苯乙烯塑料	365
二、聚丙烯塑料	366
三、硬聚氯乙烯塑料	367
四、聚酰胺塑料	369
五、聚碳酸酯塑料	370
六、玻纤增强热塑性塑料	371
七、可发泡塑料	372
八、制品缺陷的处理	373
参考文献	374
第十六章 吹塑	376
第一节 注射吹塑	376
第二节 挤出吹塑	377
一、连续挤出吹塑	377
二、间歇挤出吹塑	380
三、挤出吹塑过程的分析	382
第三节 拉伸吹塑	385
一、注射拉伸吹塑	385
二、挤出拉伸吹塑	388
第四节 多层吹塑、三维吹塑及压制吹塑	389
一、多层吹塑	389
二、三维吹塑	389
三、压制吹塑	390
参考文献	391

第十七章 压延	392
第一节 压延设备	392
一、压延机.....	392
二、压延的辅助设备.....	395
第二节 压延机辊间的流动行为	395
一、压力和速度分布.....	395
二、辊筒分离力.....	397
三、辊隙存料的流型.....	398
四、压延效应.....	399
第三节 压延制品成型举例	400
一、软质聚氯乙烯压延制品.....	400
二、硬质聚氯乙烯压延制品.....	401
三、半硬聚氯乙烯压延制品.....	403
参考文献	404
第十八章 压塑	405
第一节 压塑设备	405
一、压机.....	405
二、压模.....	407
第二节 压塑过程和充模流动	408
一、压塑过程.....	408
二、充模流动.....	409
第三节 压塑制品生产举例	410
一、层压法硬质聚氯乙烯板材.....	410
二、压塑发泡法制品.....	411
三、热挤冷压法制品.....	412
四、冷压烧结法制品.....	412
参考文献	415

绪 论

一、塑料工业现状

塑料是材料的重要组成部分。由于它具有密度小、比强度高、电性能优异、化学稳定性好、摩擦因数小并耐磨、减震和隔音,以及成型加工容易等特点,在国民经济各部门得到广泛应用,诸如建筑、包装、电气电子、交通运输、家具、农业、机械零件、医疗器具、玩具及日用品等。近几十年来,塑料工业有很大发展,产量不断提高。以1992年为例,世界塑料产量按体积已达10120万立方米(相当于103611万吨),价值为3100亿美元,而钢的产量为5100万立方米,产值为1250亿美元。在1980~1990年期间,塑料产量增加了62%,而钢的产量减少了21%。2001年世界塑料产量为16450万吨。考虑到世界塑料消费差异,在达到发达国家现有消费水平之前,塑料要增加10倍。

二、塑料配制在塑料工业中的地位

在塑料工业发展的最早阶段,人们已经认识到,只有将某些添加剂加入到聚合物基材中,才能得到有用的制品。这种过程就是通常所说的配制(compounding)。配制这一术语是固特异(Goodyear)在1939年提出并首先用于橡胶工业的。当时他发现将硫磺加入到生橡胶中,对制品性能有很大改进。

在1872年,海厄特(Hyatt)将樟脑与硝化纤维素混合,制成了第一个合成的热塑性塑料——赛璐珞,并用挤出、注塑和吹塑等方法加工成制品出售,开创了用增塑法配制塑料的先河。1907年,贝克兰(Bakeland)在研究酚醛树脂^①甲、乙、丙三阶段固化反应的基础上,用木粉填充和控制反应程度制得模塑料,经热压而制得具有强度的酚醛塑料制品。他的工作使酚醛树脂成为工业生产的第一个合成聚合物,同时也给填充、增强以启迪。1931年,聚氯乙烯树脂在小规模生产时仍是一种没有希望的树脂,加热成型就分解、变色,暴露于日光中很快变黑,坚硬又不溶。后来西蒙(Semon)用邻苯二甲酸二丁酯、磷酸三甲酚酯等与之热混,结果使树脂软化而易于成型加工。这种增塑剂的利用成为聚氯乙烯发展的转折点。随着稳定剂、加工助剂、润滑剂及冲击改性剂等的作用,又促进了硬质制品的发展。因此,在工业聚合物中都添加有一种或几种添加剂(见下表)。

此外,1948年,高冲击聚苯乙烯(HIPS)问世,它开辟了聚合物改性的新途径——聚合物共混技术。这种技术由于投资少、见效快、效益显著而得到广泛应用,所制备的聚合物合金与共混物(PAB)在聚合物消费构成中超过30%,平均增长率约9%(为塑料工业总增长率的4倍),PAB专利申请数是稳定增长的,1993年超过3000件/年,经济效益也是很好

① 因呈树脂状而得名,在塑料工业上,广义地说,是指作为塑料基材的任何聚合物。