



塑料制品与加工丛书
SULIAO ZHIPIN YU JIAGONG CONGSHU

SULIAO BANCAI
YU JIAGONG

塑料板材 与加工

陈海涛 主编



化学工业出版社

013069760

TQ320.72

15



塑料制品与
SULIAO ZHIPIN YU JIA

SULIAO BANCAI
YU JIAGONG

塑料板材 与加工



陈海涛 主编

责任编辑：陈海涛
封面设计：陈海涛

TQ320.72
15



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1678504

027230810

全书共分六章,系统阐述了塑料板材概念、塑料板材选择、塑料板材特性、塑料板材用途。重点介绍了塑料板材及片材生产原料与添加剂、塑料板材及片材挤出工艺和原料配方与实例、塑料板材及片材加工的新工艺与新技术、塑料地板材料加工的新工艺与新技术、塑料板材及片材生产线的设备与模具。

全书内容翔实、通俗易懂、图文并茂,实用性强,专业应用实例众多,是一本十分有价值的塑料板材及片材研究、开发和应用的科普著作。

编写本书主要是为了适应塑料制品加工发展的需要,帮助有关企业与读者了解塑料板材及片材的加工生产的应用实例与基本理论和基本知识。

本书对从事塑料制品加工人员、塑料板材研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员和教学人员有很好的参考价值,也可供高等院校塑料工艺专业学生论文研究与教学参考,还可作为具有高中以上文化程度的技术工人的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料板材与加工/陈海涛主编. —北京:化学工业出版社, 2013.7

(塑料制品与加工丛书)

ISBN 978-7-122-17795-7

I. ①塑… II. ①陈… III. ①塑料型材-生产工艺
IV. ①TQ320.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第144203号

责任编辑:夏叶清

装帧设计:韩飞

责任校对:边涛

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张27 字数506千字 2013年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:88.00元

版权所有 违者必究

丛书编委会

主 任：童忠东

副主任：欧玉春 陈海涛 吕仙贵

委 员：王 雷 吕仙贵 李斐隆 李红元 许 霞

刘殿凯 於林辉 杨经涛 欧玉春 陈海涛

童忠东 崔春芳 奚志刚 谢义林

丛书序

塑料是近年来我国飞速发展的一类加工材料，它广泛地应用于国民经济的各个领域，在国防军事、农业、工业、建筑、包装及人们日常生活中已成为重要的材料，并发挥着越来越重要的作用。

2011年中国塑料消费量已经达到6000万~8000万吨，是名副其实的塑料大国。快速发展的塑料产业需要新技术的支撑，在国家“十二五”发展规划之中，把科技创新带动产业发展提到了空前的高度。为了推动塑料领域科技成果的转化，以塑料新材料、新技术、新装备来促进塑料产业化发展，我们编写了《塑料制品与加工》丛书，有利于推动先进高分子材料健康有序的发展，优化产业结构，沟通读者实现信息交流，且能够满足先进高分子产业集群人员的知识需求，切实把科技创新与技术资源优势转化为经济优势，为企业解决一些技术难题。

丛书共分七册，包括《塑料薄膜制品与加工》、《塑料管材与加工》、《塑料板材与加工》、《塑料异型材与加工》、《发泡塑料制品与加工》、《塑料建筑材料与加工》、《塑料弹性材料与加工》。

出版这套丛书的目的是为了有效地推动塑料材料的制品与加工和技术研究领域的发展步伐，从而促进我国经济发展。从前瞻性、战略性和基础性来考虑，目前应更加重视塑料材料的应用技术与产业化前景的研究。因此，该丛书的特点是以技术性为主，兼具科普性和实用性，同时体现前瞻性。

为了帮助广大读者比较全面地了解该领域的理论发展与技术进步，我们在参阅大量文献资料的基础上组织编写了《塑料制品与加工》丛书，相信本丛书的出版对广大从事塑料新材料制品与加工和开发研究的科技人员会有所帮助。

丛书编委会

前言

中国塑料工业经过长期的奋斗和努力,已形成门类较齐全的工业体系,成为与钢材、水泥、木材并驾齐驱的基础材料产业,其使用领域甚至已超越了它们。

进入 21 世纪以来,中国塑料工业取得了令世人瞩目的成就,实现了历史性的跨越。作为化学工业行业支柱产业之一的塑料行业,近几年增长速率一直保持在 10% 以上,在保持较快发展的同时,经济效益也有新的提高。塑料制品行业规模以上企业产值总额在化学工业和轻工业的 19 个主要行业中位居第 3 位,实现产品销售率 97.8%,高于轻工行业平均水平。从合成树脂、塑料机械和塑料制品生产来看,都显示了中国塑料工业强劲的发展势头。

目前快速发展的塑料产业需要新技术的支撑,在“十二五”发展规划的开局以来,国家已把科技创新带动产业发展提到了空前未有的高度。尤其是改革开放以来,我国从事各种塑料机械的研究开发、设计制造的高科技公司,将高分子材料学科应用于塑料板材生产线,塑料型材生产线,挤出机等塑料加工成套设备中。国内公司塑料机械产品主要有:塑料挤出异型材生产线,塑料挤出波纹管生产线, SJG-1400 型大口径 PE 保温管材生产线, PVC 实壁发泡内螺旋管材挤出生产线, PP-R、PE-RT 冷热水管机组, PE 燃气供水管材生产线, HDPE 大口径中空壁缠绕管材生产线。

全书共分六章,系统阐述了塑料板材的概念、塑料板材的选择、塑料板材的特性、塑料板材的用途。重点介绍了塑料板材及片材生产原料与添加剂、塑料板材及片材挤出工艺和原料配方与实例、塑料板材及片材加工的新工艺与新技术、塑料地板材料加工的新工艺与新技术、塑料板材及片材生产线的设备与模具。全书内容翔实、通俗易懂、图文并茂,实用性强,专业应用实例众多,是一本十分有价值的研究、开发和应用的参考书。

本书供从事塑料制品加工人员、塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员和教学人员阅读参考,也可作为具有高中以上文化程度的技术工人的自学参考书。

在本书编写过程中,许多塑料板材前辈和同仁给予热情支持和帮助,并提供有关资料,对本书内容提出了宝贵意见。童忠东等参加了本书的编写与审核,陈羽、王素丽、王瑜、王月春、荣谦、沈永淦、崔春玲、王书乐、郭爽、丰云、蒋

由于我们水平有限，收集的资料挂一漏万在所难免，恐有不足之处，敬请读者批评指正，以便再版时更臻完善。

2013 年 5 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 塑料板材	1
一、塑料板材定义	1
二、塑料板材成分组成	1
三、塑料板材的种类与形式	2
第二节 塑料板材原料与改性	3
一、塑料板材原料问题与方向	3
二、塑料板材改性方法	3
三、塑料板材加工所需的添加剂	4
第三节 塑料板材设计与加工	5
一、概述	5
二、塑料选材	5
三、塑料板材与片材设计	6
四、塑料板材与片材选择	9
五、塑料板材加工中的配制及混合	24
六、塑料板材加工中的模具与设备	32
第四节 塑料板材新技术与应用	36
一、塑料板材新技术	36
二、塑料板材新技术应用	37
三、塑料板材的拓展方向	40
第二章 塑料板材及片材生产原料与添加剂	42
第一节 聚乙烯板材原料	42
一、聚乙烯的结构及种类	42
二、聚乙烯的性能特征	49
三、改性聚乙烯板材原料	49
四、聚乙烯板材的用途	51
第二节 聚丙烯板材原料	53
一、聚丙烯的种类及结构	53

二、聚丙烯的性能特征	54
三、改性聚丙烯板材原料	56
四、聚丙烯板材原料注塑模工艺条件	59
五、聚丙烯板材的用途	60
第三节 聚氯乙烯板材原料	61
一、聚氯乙烯的种类及结构	61
二、聚氯乙烯的性能特征	61
三、改性聚氯乙烯板材原料	62
四、聚氯乙烯板材的用途	63
第四节 聚苯乙烯板材原料	64
一、聚苯乙烯的种类及结构	64
二、聚苯乙烯的性能特征	65
三、改性聚苯乙烯板材原料	65
四、聚苯乙烯板材的用途	66
第五节 ABS 板材原料	67
一、ABS 的种类及结构	67
二、ABS 的性能特征	68
三、改性 ABS 板材原料现状及发展	71
四、ABS 板材的用途	72
五、改性 ABS 产品用途及特性	73
第六节 聚酯板材原料	74
一、ABS 的种类及结构	74
二、改性聚酯板材原料	77
三、聚酯板材的用途	77
第七节 塑料板材用添加剂	78
一、塑料板材添加剂的选择与特点	79
二、塑料板材添加剂的类别及其作用	79
三、提高塑料板材加工性能的添加剂	83
四、改进塑料板材表面性能的添加剂	88
五、提高塑料板材阻燃性能的添加剂	92
六、稳定化添加剂	93
七、提高着色的添加剂	98
八、提高力学性能的添加剂	100
第三章 塑料板材及片材挤出工艺和原料配方与实例	105
第一节 聚乙烯板材、片材	105
一、聚乙烯挤出板材、片材	105

二、聚乙烯发泡片材	107
三、LLDPE 交联型发泡板材	108
四、LDPE/EVA 辐射交联发泡片材	110
五、低密度聚乙烯高发泡压延钙塑板材	112
六、高密度聚乙烯压延钙塑片材	113
七、高密度聚乙烯挤出钙塑瓦楞板	115
八、高密度聚乙烯钙塑中空格子板	116
九、模压法生产聚乙烯发泡厚板	116
十、LDPE 挤出发泡网片、材	118
十一、HDPE 铝塑复合板材	121
第二节 塑料板(片)材挤出成型工艺	123
一、聚丙烯板材及成型工艺	123
二、高阻隔性聚丙烯多层复合片材	125
三、光-生物双降解聚丙烯片材	126
第三节 聚氯乙烯板材、片材	126
一、聚氯乙烯波纹板	126
二、聚氯乙烯层压软板	128
三、聚氯乙烯层压硬板	129
四、聚氯乙烯挤出硬板	130
五、聚氯乙烯挤出硬片	132
六、聚氯乙烯压延硬片	133
七、聚氯乙烯挤出软板	134
八、聚氯乙烯挤出发泡板	136
九、聚氯乙烯结皮发泡板材	137
十、强化阻燃性建筑用硬板	138
十一、石墨填充聚氯乙烯层压板	139
十二、装饰门用聚氯乙烯复合贴片	140
十三、磷矿渣、铁泥填充聚氯乙烯板	141
十四、氯化聚乙烯改性 R 聚氯乙烯低发泡板材	142
第四节 其他热塑性塑料片及板	143
一、ABS 挤出板材	143
二、聚酯透明硬片	143
三、PCB 电路板板材	145
四、聚苯乙烯发泡片材	145
五、聚苯乙烯挤出板材	147
六、聚碳酸酯挤出板材	148
七、三醋酸纤维素薄片	149

八、甲基纤维素尼龙板材	150
九、聚四氟乙烯模压厚板	151
十、可发性聚苯乙烯泡沫塑料板	151
十一、聚甲基丙烯酸甲酯挤出板材	152
十二、聚甲基丙烯酸甲酯挤出板材	153
第五节 热固性塑料板材	155
一、概述	155
二、浸渍玻璃布生产技术	157
三、短纤维预浸料生产技术	159
四、覆铜箔印刷电路板	164
五、纸基热固性树脂层压板	165
六、不饱和聚酯平板、波纹板	168
七、SMC片材挤出成型工艺实例	170
八、布基、玻璃布基热固性树脂层压板	177
九、模压料的质量指标和控制方法	177
十、短纤维模压预浸料的质量控制	179
十一、各类PVC包装薄膜片材的配方和生产工艺	184
十二、聚氨酯板材生产工艺	187
第六节 塑料板材配方设计的基本原则	190
一、概述	190
二、树脂的选择	190
三、助剂的选择	191
四、助剂的形态	192
五、助剂的合理加入量	193
六、助剂与其他组分关系	193
七、配方各组分混合要均匀	194
八、配方对其他性能的负面影响	195
九、配方应具有可加工性	195
十、塑料配方组分的环保性	196
十一、助剂的价格和来源	196
十二、塑料板材着色剂开发与实例	197
十三、聚氯乙烯(PVC)塑料型材配方设计原则	198
第七节 塑料板材、片材配方设计实例及特点	199
第四章 塑料板材及片材加工的新工艺与新技术	203
第一节 概述	203
第二节 国内外塑料板材与片材加工的生产技术	203

一、塑料成型片材共挤出技术的理论研究	204
二、高阻燃性聚偏氟乙烯乳胶泡沫片材新技术	205
三、热成型塑料片材机及片材工艺与技术的进展	206
第三节 国内外超高分子量聚乙烯板材挤出集成化的生产技术	209
一、概述	209
二、UHMWPE 的挤出成型	209
三、注塑成型、烧结成型、压缩模塑与传递模塑	212
四、UHMWPE 的其他加工	213
第四节 国内塑料板材注塑成型新工艺与新技术	214
一、概述	214
二、透明塑料板材注塑成型工艺技术	214
三、注塑成型——工艺组合	215
四、水辅注塑工艺	217
五、多组分注射新技术	219
六、新型水注射配合多组分共注射成型	221
第五节 国内改革创新的共挤出成型新工艺与新技术	222
一、概述	222
二、CPVC 的加工工艺与分析	223
三、ABS 的注塑工艺分析	229
四、ABS、ASA、ACS 挤出板材的工艺分析	232
五、聚酯 (PET) 的成型工艺分析	234
第六节 塑料门窗与板材的生产技术	235
一、概述	235
二、塑料门窗与板材的技术特点	239
三、塑料门窗与板材的生产技术	241
四、塑料门窗执行标准	245
五、塑料门窗材料选择	245
六、塑料门窗在节能建筑领域优势突显	246
第七节 塑料家具与板材的生产技术	247
一、概述	247
二、聚丙烯家具板材 (实体, 异型断面)	247
三、聚丙烯家具板材 (结构发泡)	248
四、聚氯乙烯组装塑料家具板材	249
五、家具塑料装饰片材	251
第八节 透明塑料板材与片材的生产技术	252
一、概述	252
二、透明聚碳酸酯板材	253
第九节 其他塑料板材与片材的生产技术	259

一、概述	259
二、结构材料	259
三、聚苯硫醚 (PPS 板) 与改性聚苯醚、氟塑料材料	260
第十节 硬质聚氨酯泡沫板材产品及应用	261
一、概述	261
二、聚氨酯板材的种类	262
三、聚氨酯板材的特点	262
四、聚氨酯板材的生产与工艺	263
第十一节 汽车工业用塑料板材与产品及应用	265
一、概述	265
二、汽车仪表板	271
三、汽车门内板	275
四、汽车车身壁板材料	277
五、汽车挡泥板	284
六、导流板	286
七、翼子板	286
八、刮水器片组件	286
九、节气门和离合器脚踏板	287
十、片状模塑料 (SMC 片材料) 在汽车制造业的应用	287

第五章 塑料地板材料加工的新工艺与新技术 292

第一节 概述	292
一、塑料地板的分类、工艺及性能	292
二、塑料地板材料的选用	296
三、塑料地板的性能指标	298
四、塑料地毯的分类及性能	298
第二节 塑料地板	299
一、塑料地板砖	299
二、塑料卷材地板	306
三、木塑复合地板	315
四、圆网涂布法聚氯乙烯地板革	319
五、压延法聚氯乙烯地板革	320
六、辊涂法聚氯乙烯地板革	322
七、涂刮法聚氯乙烯地板革	324
八、挤出压延法聚氯乙烯地板革	327
九、环氧乙烯基玻璃钢防腐地坪	328
十、赤泥、粉煤灰填充聚氯乙烯地板砖	329
十一、挤出法彩色聚氯乙烯塑料地板砖	330

十二、石英填充聚氯乙烯耐磨地板砖·····	331
第三节 特殊用途塑料地板·····	332
一、防静电地板·····	332
二、阻燃地板·····	333
三、耐磨地板·····	335
四、防滑地板·····	337
五、负离子地暖地板·····	339
第四节 塑料地毯·····	340
一、簇绒地毯·····	341
二、静电植绒地毯·····	343
第六章 塑料板材及片材生产线的设备与模具 ·····	344
第一节 国内新型塑料挤出设备与生产线开发概况·····	344
一、概述·····	344
二、新型塑料挤出设备的开发·····	345
三、特种单螺杆挤出机进展·····	346
四、新型双螺杆挤出机的发展·····	346
五、中国挤出机技术的创新·····	348
六、中国挤出机专利技术的发展·····	349
七、挤出成型设备生产一体化·····	351
第二节 塑料板材及片材的挤出成型设备·····	352
一、概述·····	352
二、单螺杆挤出机·····	355
三、高速单螺杆挤出机·····	356
四、新型高效单螺杆挤出机·····	357
五、平行双螺杆挤出机·····	357
六、同向双螺杆挤出机·····	358
七、锥形双螺杆塑料挤出机·····	358
八、PVC 木塑结皮发泡板设备·····	359
九、PVC 塑料空格子板材机·····	360
十、PC、PMMA、GPPS 塑料片板材机组·····	361
十一、塑料片材、板材的辅助设备·····	361
第三节 塑料板材及片材的挤出模具设计·····	362
一、概述·····	362
二、塑料异型材挤出模的发展概况·····	362
三、塑料板材、片材挤出模具·····	364
四、挤出平模头优化设计、制造应用技术·····	366
五、木塑挤出模具·····	368

六、型材挤出模具与木塑挤出模具技术	372
第四节 塑料板材生产线的设计	377
一、概述	377
二、PVC 挂壁板高速挤出生产线	380
三、PVC 免漆板、发泡板生产线	381
四、PE/PP/PS/HIPS/ABS/PVC 单层、多层板材挤出生产线	381
五、环保型 XPS 发泡保温板材挤出生产线	382
第五节 塑料片材生产线的生产工艺和设计	384
一、概述	384
二、PET 片材生产工艺和设计	384
三、光波导片材生产工艺和设计	385
四、生产气泡片材的工艺和设计	385
五、生产层压发泡片材工艺和设计	386
六、塑料草坪片材生产线	386
七、特殊用途的塑料片板生产线	387
八、塑料 PET 单层/多层片材生产线	387
九、塑料 APET APET、PETG、CPET 片材生产线	388
十、PVC 片材生产线用冷却装置的设计	388
十一、PP/PS/ABS 片材挤出生产线	389
十二、PP、PE 塑料板(片)材覆布生产线	390
十三、PP、EVA、EVOH、PS、PE 等多层共挤阻隔片材生产线	391
十四、EPS 发泡片材(珍珠棉片材)挤出生产线	391
十五、PVC 软、硬片硬板及 PVC 装饰板材木塑板材等生产线	392
第六节 聚酯复合片材生产线的生产工艺和加工方法的设计	392
一、概述	392
二、XM-PET 聚酯复合防水片材	392
三、技术参数	393
四、技术控制与装置	393
第七节 塑料板材加工中混合设备及辅助设备	394
一、塑料板材加工中的混合设备	394
二、辅助设备	398
第八节 塑料板材加工中干燥与输送	399
一、塑料的干燥	399
二、塑料板材加工中的原料输送	408
参考文献	412

· 第一章 ·

绪 论

第一节 塑料板材

一、塑料板材定义

塑料板材 (plastic sheets) 是用塑料为原料做成的板材, 塑料为合成的高分子化合物, 可以自由改变形体样式。塑料是利用单体原料以合成或缩合反应聚合而成的材料, 由合成树脂及填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、色料等添加剂组成的, 它的主要成分是合成树脂。

塑料板材大量适用于建筑、化工行业, 用于化工、环保、建筑板时有耐磨、耐震动、耐腐蚀、可回收、强度大、抗老化、防水、防潮、不易变形、重复使用等特点。而且目前替代下的硬塑料托板板, 还可以回收加工, 大大降低成本。

二、塑料板材成分组成

我们通常所用的塑料并不是一种纯物质, 它是由许多材料配制而成的。其中高分子聚合物 (或称合成树脂) 是塑料的主要成分, 此外, 为了改进塑料的性能, 还要在聚合物中添加各种辅助材料, 如填料、增塑剂、润滑剂、稳定剂、着色剂等, 才能成为性能良好的塑料。

(1) 合成树脂 合成树脂是塑料的最主要成分, 其在塑料中的含量一般为 40%~100%。由于含量大, 而且树脂的性质常常决定了塑料的性质, 所以人们常把树脂看成是塑料的同义词。例如把聚氯乙烯树脂与聚氯乙烯塑料、酚醛树脂与酚醛塑料混为一谈。其实树脂与塑料是两个不同的概念。树脂是一种未加工的原始聚合物, 它不仅用于制造塑料, 而且还是涂料、胶黏剂以及合成纤维的原料。而塑料除了极少一部分含 100% 的树脂外, 绝大多数的塑料, 除了主要组分树脂外, 还需要加入其他物质。

(2) 填料 填料又叫填充剂, 它可以提高塑料的强度和耐热性能, 并降低成

本。例如酚醛树脂中加入木粉后可大大降低成本，使酚醛塑料成为最廉价的塑料之一，同时还能显著提高机械强度。填料可分为有机填料和无机填料两类，前者如木粉、碎布、纸张和各种织物纤维等，后者如玻璃纤维、硅藻土、石棉、炭黑等。

(3) **增塑剂** 增塑剂可增加塑料的可塑性和柔软性，降低脆性，使塑料易于加工成型。增塑剂一般是能与树脂混溶，无毒、无臭，对光、热稳定的高沸点有机化合物，最常用的是邻苯二甲酸酯类。例如生产聚氯乙烯塑料时，若加入较多的增塑剂便可得到软质聚氯乙烯塑料，若不加或少加增塑剂（用量 $<10\%$ ），则得硬质聚氯乙烯塑料。

(4) **稳定剂** 为了防止合成树脂在加工和使用过程中受光和热的作用分解和破坏，延长使用寿命，要在塑料中加入稳定剂。常用的有硬脂酸盐、环氧树脂等。

(5) **着色剂** 着色剂可使塑料具有各种鲜艳、美观的颜色。常用有机染料和无机颜料作为着色剂。

(6) **润滑剂** 润滑剂的作用是防止塑料在成型时不粘在金属模具上，同时可使塑料的表面光滑美观。常用的润滑剂有硬脂酸及其钙镁盐等。

(7) **抗氧化剂** 防止塑料在加热成型或在高温使用过程中受热氧化，而使塑料变黄，发裂等。除了上述助剂外，塑料中还可加入阻燃剂、发泡剂、抗静电剂等，以满足不同的使用要求。

三、塑料板材的种类与形式

(1) **塑料板材的种类** 一般塑料板材大概分为如下种类：PE 板材、PVC 板材、PMMA 板材、PC 板材、PETG 板材、MC 板材、PSU 板材、PEEK 板材、POM 板材、PBT 板材、PVDF 板材、PCB 板材、ABS 板材、PET 板材、PP 板材、PS 板材、HIPS 板材、GPPS 板材、APET 板材、复合板材、雕刻板材、PVC 发泡板材、塑料藤条材、仿木塑料板等；塑料板材、塑料片材和塑料卷材等。

常见的市售塑料板材按其原材料的不同有以下 8 种：①硬质 PVC 建筑板材；②三聚氰胺装饰层压板；③有机玻璃（PMMA）板；④聚乙烯低发泡钙塑板；⑤聚氨酯泡沫塑料板；⑥聚苯乙烯泡沫塑料板；⑦聚丙烯中空板（PP）；⑧塑料金属复合板。

(2) **塑料板材的形式** 按外形分，塑料板材有以下几种形式：①波形板 包括具有各种圆弧形式或梯形断面的波形板，被用作屋面板和护墙板；②异形板材 是具有异形断面的长条板材，也称为波迭板或侧板，主要用作吊顶和墙板；③格子板 是具有立体图案的方形或矩形塑料板材，用作吊顶和护墙板；④夹层