

韩宝仁 朱元吉 冯连勋 编著

塑料技术丛书

SULIAO JISHU CONGSHU

塑料异型材制造原理与技术



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑 料 技 术 丛 书

塑料异型材制造原理与技术

韩宝仁 朱元吉 冯连勳 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

塑料异型材制造原理与技术/韩宝仁, 朱元吉, 冯连勋
编著. —北京: 化学工业出版社, 2001. 9

(塑料技术丛书)

ISBN 7-5025-3285-4

I. 塑… II. ①韩… ②朱… ③冯… III. 塑料型
材-生产工艺 IV. TQ320.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 037708 号

塑料技术丛书

塑料异型材制造原理与技术

韩宝仁 朱元吉 冯连勋 编著

责任编辑: 龚浏澄

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 于兵

*

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) 64918013

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850×1168 毫米^{1/32} 印张 16 字数 430 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-3285-4/TQ·1379

定价: 36.00 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

京工商广临字 2001—14 号

前 言

化学建材是继钢材、木材、水泥之后，当代新兴的第四大类新型建筑材料。其种类繁多，包括建筑塑料、建筑涂料、建筑防水材料、建筑胶粘剂等。其中塑料门窗、塑料管材都属于建筑塑料类别。

建筑塑料不仅可大量代钢、代木，而且有许多优于钢材、木材、铝材和传统建筑材料的性能，例如节约能源、保护生态环境、改善居住条件、提高建筑物功能、有较好的防腐蚀性能、自重轻、施工方便等。同时它还是一类节能产品，节能效益表现在节约生产能耗和使用能耗两方面。以单位生产能耗计算，塑料分别为钢材和铝材的 $1/4$ 和 $1/8$ ；在使用能耗方面，采暖地区采用塑料窗替代普通金属窗，可节约采暖能耗 $30\% \sim 50\%$ ，节能效益十分明显。

因此，建设部等五部委制定了加强我国化学建材生产和推广应用的若干意见及具体规划、指标，大力推进化学建材的发展。作为新型化学建材之一的塑料异型材和门窗，已走过了 20 年艰难的发展历程。在国家政策的支持与鼓励下，近年来已从推广应用阶段进入到普及应用阶段，进入了一个快速发展的新阶段，且变成了塑料加工工业中新的热点。此时，行业内的每一个企业，都应珍惜这来之不易的成果，珍惜塑料门窗难得的发展机遇。这就要求行业内的任何一个成员懂得塑料窗，严格保证产品质量，充分认识保证产品质量是行业的生命，也是行业继续发展的生命线。

为适应目前形势发展的需要，普及和提高塑料门窗的生产基础知识和加工技术，提高行业技术水平和从业人员的素质，促进行业稳步、健康地发展，我们总结了多年理论研究和工作经验，从实用角度出发，以理论结合实际的方法，参考国内外有关资料，编写了此书。以此贡献给工作在化学建材岗位上的同行们及我国年青

的塑料门窗和异型材的生产者和领导者。

塑料门窗、异型材行业是一个涉及诸多学科的综合性领域，涉及机械设备、模具、原材料、加工工艺及组装、施工等方面，十分复杂。因此，本书由多年从事塑料加工研究开发、挤出机械设计与制造、模具设计与应用的三位同志联手完成。内容涉及了塑料异型材及门窗制造原理及生产技术的诸多方面，是一部较系统的、理论结合实际的专业书。此外，本书对塑料门窗制造技术各领域的最新发展也作了介绍和阐述。书中还列举了大量的配方实例、设计规范、工艺参数及许多问题的详细说明，对工业生产者有一定的指导意义和参考价值，也可供有关技术人员和操作人员作为专业书籍学习。由于聚氯乙烯管材和异型材生产设备、原料、工艺及原理的类似或相同，本书也可作为广大管材生产者一本较全面的参考书。

在编写本书时，引用了某些已经出版的有关专业书籍、专业杂志、技术资料及国内外许多产品说明书等珍贵参考资料，主要文章均已列入每章后的主要参考文献，但也难免有所遗漏，在此表示深切的谢意。

由于作者的水平和经验限制，本书中有些提法和看法可能出现错误，恳请读者批评指正。

编著者

2000年6月

本书编写分工如下：

韩宝仁：第1、2、3、7、8、9、10、11、12章

朱元吉：第5、6章

冯连勋：第4章

内 容 提 要

全书共 12 章，首先介绍原材料性能及要求，以及配方设计，进而阐述混合、挤出设备原理和维护保养，再论述成型加工原理和硬聚氯乙烯挤出工艺与技术，并重点介绍塑料门窗型材及其截面设计和模具设计，最后介绍各种测试方法和耐候性评价。书末附有塑料异型材和塑料门窗的国家标准、行业标准。

本书实用性强，是作者多年科研教学的心得体会。可供从事本专业的生产、设计、应用、教学单位的工作者参考。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 塑料门窗概述	1
1.2 硬聚氯乙烯塑料门窗的性能和特点	1
1.2.1 隔热、保温、节能	1
1.2.2 物理性能	3
1.2.3 耐候性能	3
1.2.4 其他性能	3
1.3 硬聚氯乙烯塑料门窗的发展历史	4
1.4 硬聚氯乙烯塑料门窗的发展趋势	6
1.4.1 西欧各类门窗的发展趋势	6
1.4.2 北美各类门窗的发展趋势	8
1.4.3 世界各国窗用型材的增长	8
1.5 中国硬聚氯乙烯塑料门窗及异型材的发展前景	9
1.6 未来异型材市场发展倾向	9
1.7 未来异型材市场技术发展趋势	10
主要参考文献	11
第 2 章 硬聚氯乙烯门窗异型材用原材料及其选择	12
2.1 硬聚氯乙烯门窗异型材的要求	12
2.2 硬聚氯乙烯塑料及其特性	12
2.2.1 聚氯乙烯的结构特性与性能	12
2.2.2 硬聚氯乙烯塑料的改性	13
2.3 聚氯乙烯树脂	13
2.3.1 概述	13
2.3.2 聚氯乙烯树脂的制备方法	14
2.3.3 聚氯乙烯树脂的规格	15
2.3.4 聚氯乙烯树脂的分子结构	16
2.3.5 聚氯乙烯树脂的颗粒形态	19

2.3.6	聚氯乙烯树脂相对分子质量对材料性能的影响	20
2.3.7	国内、外主要生产厂家及引进技术性能指标	22
2.4	硬聚氯乙烯的稳定性及稳定体系	23
2.4.1	概述	23
2.4.2	聚氯乙烯的不稳定机理	24
2.4.3	稳定剂的稳定原理和基本性质	28
2.4.4	门窗异型材用新型稳定剂特性及发展趋势	28
2.4.5	各类稳定剂稳定机理及主要品种	30
2.5	硬聚氯乙烯的韧性和抗冲击改性	48
2.5.1	硬聚氯乙烯的增韧方法	49
2.5.2	硬聚氯乙烯的增韧原理	49
2.5.3	各类改性剂性能及市场份额	51
2.5.4	抗冲击改性剂的特点	52
2.5.5	抗冲击改性剂用量对硬聚氯乙烯性能的影响	54
2.5.6	常用的抗冲击改性剂	54
2.6	硬聚氯乙烯的流动性和润滑体系	63
2.6.1	概述	63
2.6.2	润滑剂的类别	64
2.6.3	润滑剂的作用原理及配合使用	67
2.6.4	常用的各类润滑剂	73
2.7	硬聚氯乙烯的加工性能及加工助剂	78
2.7.1	概述	78
2.7.2	加工助剂的改性原理	79
2.7.3	加工助剂的类别	81
2.7.4	常用典型加工助剂系列及性能	82
2.7.5	国内、外加加工助剂主要生产厂及产品性能	85
2.8	硬聚氯乙烯的着色与增白	86
2.8.1	着色剂的性能要求	86
2.8.2	白色硬聚氯乙烯异型材常用的无机颜料	87
2.8.3	白色硬聚氯乙烯异型材常用的有机颜料	93
2.8.4	荧光增白剂	94
2.9	硬聚氯乙烯的填充改性	97
2.9.1	填料的形态特征与填料的聚集	97

2.9.2	填料的表面处理	99
2.9.3	填料对硬聚氯乙烯性能的影响	100
2.9.4	填料的硬度及对设备的磨损	101
2.9.5	硬聚氯乙烯异型材常用填料的分类及其性能	101
2.9.6	国内、外主要产品及典型产品的性能	104
	主要参考文献	107
第3章	硬聚氯乙烯异型材的配方设计和评价方法	109
3.1	概述	109
3.2	配方设计的原则	109
3.3	窗框用异型材的主要性能要求	110
3.4	硬聚氯乙烯异型材的配方设计要点	111
3.4.1	稳定剂系统的确定	111
3.4.2	润滑剂系统的配合设计	111
3.4.3	影响制品主要性能的因素	113
3.5	硬聚氯乙烯异型材的配方实例	114
3.5.1	窗框用异型材配方	114
3.5.2	一般用途异型材配方	117
3.5.3	发泡型材配方	118
3.5.4	硬聚氯乙烯异型材用清洗料配方	119
3.6	配方的性能评价方法	119
3.6.1	热稳定性的试验与评价	119
3.6.2	光稳定性和耐候性试验	122
3.6.3	加工性能的试验与评价	124
3.6.4	微观形态的测定与评价	129
3.6.5	物理与力学性能的测试与评价	130
	主要参考文献	131
第4章	硬质聚氯乙烯门窗异型材生产设备	132
4.1	概述	132
4.2	混合及混合设备	133
4.2.1	混合机理	133
4.2.2	混合机	140
4.3	传输设备	160
4.3.1	真空上料机	161

4.3.2	鼓风上料机	162
4.3.3	螺旋上料机	163
4.4	挤出机	164
4.4.1	挤出机分类	164
4.4.2	单螺杆挤出机	165
4.4.3	单螺杆排气挤出机	193
4.4.4	双螺杆挤出机	198
4.4.5	挤出机的维护与保养及异常现象	231
4.5	异型材辅机	234
4.5.1	冷却定型装置	235
4.5.2	牵引装置	237
4.5.3	切割装置	239
4.5.4	堆放架	241
	主要参考文献	242
第5章	硬质聚氯乙烯门窗异型材及其截面设计	243
5.1	概述	243
5.1.1	薄壁型材	244
5.1.2	共挤出型材	245
5.1.3	低发泡挤出型材	247
5.2	门窗用硬质聚氯乙烯异型材的结构特点及分类	248
5.2.1	门窗用硬质聚氯乙烯异型材的结构特点	248
5.2.2	门窗用硬质聚氯乙烯异型材的分类	254
5.3	门窗用硬质聚氯乙烯异型材截面设计	255
5.3.1	外形设计	256
5.3.2	空腔设计	257
5.3.3	壁厚设计	258
5.3.4	关于五金附件	260
5.3.5	玻璃镶嵌槽	261
5.3.6	排水与框扇密封	262
5.3.7	型材增强	264
5.3.8	关于保温问题	267
5.3.9	关于隔声问题	268
5.3.10	关于辅助型材的设计	269

5.3.11 关于型材功能块的设计	270
主要参考文献	271
第6章 硬质聚氯乙烯异型材挤出成型模具	272
6.1 概述	272
6.1.1 基本构成	272
6.1.2 重要性	273
6.2 挤出模头设计理论的几个方面	273
6.2.1 牛顿流体与非牛顿流体	273
6.2.2 粘性流动方程	275
6.2.3 影响塑料熔体粘性流动的因素	276
6.2.4 塑料熔体的弹性现象	282
6.3 硬质聚氯乙烯异型材挤出模头	285
6.3.1 挤出模头的基本结构	285
6.3.2 挤出模头流道的基本要求	287
6.3.3 影响模头流道设计的主要因素	289
6.3.4 挤出模头结构设计	292
6.3.5 挤出模头强度设计	308
6.3.6 挤出模头热设计	310
6.4 硬质聚氯乙烯异型材挤出定型模	312
6.4.1 异型材定型模的基本结构及其作用	312
6.4.2 定型模长度设计	314
6.4.3 定型模型腔尺寸设计	317
6.4.4 定型模结构设计	319
6.5 异型材挤出模的维护和调试	322
6.5.1 挤出模的试模和修模	322
6.5.2 挤出模的装卸与维护	325
6.6 进一步提高异型材挤出模生产效率的途径	326
6.7 异型材挤出模 CAD	331
6.7.1 概述	331
6.7.2 Exmold-CAD 系统简介	333
6.7.3 塑料门窗并行设计	337
主要参考文献	338
第7章 硬聚氯乙烯塑料的加工原理	340

7.1 概述	340
7.2 聚氯乙烯树脂结构形态特征——多层微粒结构	340
7.3 聚氯乙烯树脂加工过程中结构形态的变化	342
7.4 硬聚氯乙烯塑料的塑化度与力学性能	345
7.4.1 塑化度的定义	345
7.4.2 塑化度的测定方法	346
7.4.3 塑化度与制品微观形态的关系	347
7.4.4 配方及加工条件对塑化度的影响	347
7.4.5 塑化度与制品力学性能的关系	348
7.4.6 硬聚氯乙烯塑料的塑化度与二次加工	349
7.5 转矩流变仪和双螺杆挤出机在加工原理上的异同	350
7.5.1 物料在流变仪和挤出机内塑化情况的近似对应关系	350
7.5.2 物料在流变仪和挤出机中不同的熔融过程	352
主要参考文献	353
第8章 硬聚氯乙烯干混粉料的制备	354
8.1 概述	354
8.2 高速混合机中物料的混合过程	354
8.3 混合工艺条件对干混粉料性能的影响	355
8.3.1 混合温度的影响	355
8.3.2 混合时间的影响	356
8.3.3 高速混合机中加料量的影响	356
8.3.4 干混粉料冷却方法的影响	356
8.4 各类助剂对混合工艺的影响	357
8.5 高速混合时加料顺序的影响	358
8.6 干混粉料质量对挤出操作及制品质量的影响	360
8.6.1 混料温度对挤出速率的影响	360
8.6.2 混料时间对挤出工艺的影响	360
8.6.3 混合机转速对升温速度及熔化度的影响	360
8.6.4 干混粉料均匀性对挤出质量的影响	361
主要参考文献	361
第9章 硬聚氯乙烯异型材的挤出成型工艺	362
9.1 概述	362
9.2 硬聚氯乙烯异型材的生产工艺流程	363

9.3 异型材的挤出成型生产线	364
9.3.1 挤出设备	364
9.3.2 模头	365
9.3.3 冷却定型装置	366
9.3.4 牵引装置	366
9.3.5 切割与翻转装置	366
9.4 双螺杆挤出生产线挤出异型材的工艺控制	367
9.4.1 成型温度控制	367
9.4.2 挤出工作压力	372
9.4.3 挤出机的螺杆转速	372
9.4.4 计量加料速度	373
9.4.5 挤出机的排气	374
9.4.6 牵引速度	375
9.4.7 异型材的冷却定型	375
9.5 异型材挤出过程中的异常现象及其排除	377
9.6 异型材的高速挤出技术	381
9.6.1 概述	381
9.6.2 抗冲击改性剂对挤出速度的影响	382
9.6.3 高性能干混粉料的制备	383
9.6.4 挤出机的性能	383
9.6.5 异型材的模头设计	384
9.6.6 异型材的定型冷却	386
9.6.7 双股及多股异型材挤出	387
9.6.8 计算机过程控制	388
主要参考文献	388
第10章 异型材生产过程中的质量监控和测试方法	389
10.1 原材料的质量标准和测试方法	389
10.1.1 原材料的质量指标	389
10.1.2 聚氯乙烯树脂的质量标准及监控	391
10.2 异型材用模塑料(干混粉料)的质量控制	395
10.2.1 干混粉料表观密度的监测	395
10.2.2 干混粉料干流性的监测	397
10.2.3 干混粉料的粒度及其分布分析	398

10.2.4	干混粉料热稳定性的测试	399
10.2.5	干混粉料的物理机械性能测定	400
10.2.6	干混粉料性能的测试周期	401
10.3	硬聚氯乙烯异型材的质量控制	402
10.3.1	异型材的挤出质量	402
10.3.2	异型材的物理机械性能	403
10.3.3	耐候性的试验方法	414
10.3.4	焊角强度的测定	414
10.4	塑料窗用模塑料、异型材的检验周期	416
10.5	原材料、模塑料、异型材的检测标准	417
	主要参考文献	419
第 11 章	硬聚氯乙烯塑料窗的耐候性及耐久性	420
11.1	概述	420
11.2	影响塑料窗耐候性的主要因素	420
11.2.1	紫外光 (UV) 的照射	420
11.2.2	温度及湿度的影响	421
11.2.3	塑料窗使用的气候条件	422
11.2.4	太阳光辐射量的影响	423
11.3	硬聚氯乙烯塑料窗的老化机理	423
11.3.1	概述	423
11.3.2	异型材颜色发黄、生色的一般机理	424
11.3.3	异型材褪色反应的一般机理	426
11.3.4	硬聚氯乙烯塑料老化颜色变化实例	426
11.4	硬聚氯乙烯窗框的老化渗透深度	427
11.5	硬聚氯乙烯窗框气候老化的评价方法	428
11.5.1	自然户外大气老化试验	428
11.5.2	加速户外大气老化试验	429
11.5.3	试验室加速人工老化试验	429
11.5.4	户外自然老化和人工老化试验结果的关系	431
11.6	气候老化的主要评价项目	431
11.6.1	制品表面颜色的变化	431
11.6.2	制品韧性的变化	433
11.7	某些气候老化性能测试标准	434

11.7.1	德国塑料窗质量保证规范 RAL-RG 716/1—85	434
11.7.2	德国塑料窗质量保证	437
11.7.3	日本窗框用硬 PVC 型材标准	438
11.7.4	美国用于硬质 PVC 及其有关塑料建材制品 标准规范	438
11.7.5	中华人民共和国国家标准	438
11.8	提高异型材耐候性的主要途径	439
11.8.1	聚氯乙烯树脂质量和稳定性对耐候性的影响	439
11.8.2	稳定剂和稳定体系对耐候性的影响	439
11.8.3	抗冲击改性剂对耐候性的影响	440
11.8.4	填充剂对耐候性的影响	442
11.8.5	着色剂的选择和型材颜色对耐候性的影响	442
11.8.6	紫外线吸收剂和抗氧剂的应用	445
11.8.7	改进增韧 PVC-U 窗耐候性能的其他方法	445
	主要参考文献	446
第 12 章	塑料门窗异型材的色彩和装饰	448
12.1	概述	448
12.2	异型材整体着色法	448
12.2.1	聚氯乙烯塑料的着色原理	449
12.2.2	用于聚氯乙烯塑料的颜料特性	450
12.2.3	成型工艺对着色剂的要求	450
12.3	复合共挤出着色技术	452
12.3.1	PVC/PMMA 复合共挤出	452
12.3.2	PVC/PVC 色母料共挤成型	453
12.4	异型材表面覆膜技术	454
12.4.1	复合膜层的结构	454
12.4.2	覆膜工艺流程	454
12.5	异型材的表面喷涂技术	455
12.5.1	喷涂法对涂料的要求	455
12.5.2	异型材表面的多层涂膜	455
12.5.3	喷涂施工的工艺和装置	456
12.5.4	喷涂用彩色涂料实例	456
12.6	异型材印刷涂饰技术	457

12.6.1 印刷涂饰的工艺流程	457
12.6.2 印刷饰层表面的紫外光固化涂层	458
主要参考文献	458
附录	459
附录 1 中华人民共和国国家标准 GB/T 5761—93 悬浮法 通用型聚氯乙烯树脂	459
附录 2 中华人民共和国国家标准 GB 1636—79 (1989 年确认) 模塑料表观密度试验方法	462
附录 3 中华人民共和国国家标准 GB/T 8814—1998 门、窗框用 硬聚氯乙烯 (PVC) 型材	462
附录 4 中华人民共和国建筑工业行业标准 JG/T 3018—94 PVC 塑料窗	467
附录 5 德国塑料窗用型材标准	483
附录 6 中华人民共和国国家标准 GB 11793.2—89 PVC 塑料 窗力学性能、耐候性技术条件	491

第 1 章 绪 论

1.1 塑料门窗概述

化学建材是继钢材、木材、水泥之后，当代新兴的第四大类建筑材料。化学建材作为一门新兴产业，对节能、节钢、节木以及提高建筑物的使用功能等方面都具有重要意义，在国外发展十分迅速。塑料门窗即是化学建材众多品种中的佼佼者，它是继木门窗、钢门窗、铝合金门窗之后的第四代新型建筑门窗，这类新型门窗材料的出现，将极大地改善人们的居住环境和生活空间，是人们至今寻觅到的较理想的门窗材料。

顾名思义，塑料门窗即是以塑料材料为主，以增强材料为辅，制成的一类新型材质的门窗。据悉目前世界上已开发出多种塑料门窗，例如硬聚氯乙烯（PVC-U）塑料门窗、玻璃纤维增强不饱和聚酯（GFUP）塑料门窗、聚氨酯（PUR）硬质泡沫塑料门窗等。其中 PVC-U 塑料门窗所占比例最大，约为总量的 90% 以上，因此，本书主要介绍 PVC-U 塑料门窗和 PVC-U 异型材。

PVC-U 塑料门窗是以 PVC 树脂为主要原料，加上一定比例的稳定剂、改性剂、润滑剂、着色剂、填充剂、紫外线吸收剂等助剂，经挤塑机挤塑加工成异型材，后经二次加工，切割、焊接成门窗框、扇，配装以橡塑密封条、毛条、五金件等附件而制成的门窗。为增强 PVC-U 异型材的钢性，在规定的长度范围内，型材空腔中需填加金属钢衬（又称加强筋），因此 PVC-U 塑料门窗有时又称为 PVC-U 塑钢门窗。

1.2 硬聚氯乙烯塑料门窗的性能和特点

1.2.1 隔热、保温、节能

众所周知，隔热、保温是塑料门窗的突出优点，其原因如下。