

塑料制品配方设计与加工实例丛书

泡沫塑料制品

配方设计与加工实例

主编 张玉龙 张子钦



国防工业出版社

National Defense Industry Press

塑料制品配方设计与加工实例丛书

泡沫塑料制品 配方设计与加工实例

主 编 张玉龙 张子钦
副主编 齐贵亮 李长德 王化银

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书重点介绍了通用泡沫塑料(PVC、PE、PP、PS、EVA等)制品,热固性泡沫塑料(聚氨酯、酚醛、环氧、不饱和聚酯、吡喃、聚酰亚胺、有机硅等)制品的选材、配方设计、组分调整、成型工艺与工艺检测、制品性能、应用、效果与评价等内容。可供塑料从业人员和广大塑料制品用户阅读,更是塑料材料研究、应用人员、制品设计人员、成型加工人员、分析测试人员和教学人员必备之书,也可作为自学教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

泡沫塑料制品配方设计与加工实例 / 张玉龙, 张子钦
主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 1
(塑料制品配方设计与加工实例丛书)
ISBN 7-118-04224-2

I. 泡... II. ①张... ②张... III. ①泡沫塑料-配方-设计 ②泡沫塑料-生产工艺 IV. TQ328

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 133648 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16½ 406 千字
2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷
印数: 1—4000 册 定价: 30.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

丛书编委会名单

主 编 张玉龙 张子钦

副主编 王化银 徐亚洲 郭斌

编 委 (按姓氏笔画)

王化银	王永连	王金为	王树魁	王泰松	王喜梅
牛新光	艾克聪	石 磊	卢瑞乾	邓 丽	帅 琦
田清波	刘志成	齐贵亮	齐晓声	闫 平	李 凤
李长德	李 军	李传清	李迎春	李桂变	李 萍
李 强	李惠元	杨艺竹	杨玉芬	杨 耘	杨振强
吴光宁	何 杰	邹积洋	宋志广	张广玉	张子钦
张玉龙	张永亮	张庆华	张喜生	陈万社	陈晓东
陈 瑞	陈瑞华	陈耀波	金川川	周国萍	庞丽丽
庞丽萍	官周国	赵中魁	郝向阳	官 洁	侯京陵
姜晓菊	夏 敏	商 悦	姬荣斌	郭 斌	贾兴华
徐亚洲	徐 苓	曹根顺	盖国胜	程映昭	韩志强
韩 辉	曾泉雁	蔡志勇	潘 辉		

序

随着高新技术在塑料工业中应用步伐的加快,塑料材料研究、制品设计、成型技术、工装设备制造技术均得到快速发展,塑料制品的质量和档次也有了明显提高,市场上种类繁多、形态各异、色彩斑斓的塑料制品不断满足人们的日常生活需要,在工程和高尖端工业领域,塑料制品的用量也不断增大,应用领域逐步拓展。这些都充分展示了作为新材料技术的塑料制品技术强劲的发展势头。在这一系统工程中除了塑料成型工艺设备外,很大程度上都取决于对塑料制品配方设计和工艺技术的研究与实践的长足进步。

为了推广和宣传近年来塑料制品技术的研究成果和实际的经验技术,我们在广泛收集国内外文献的基础上,结合多年来的研究与实践经验教训和体会,组织编写了《塑料制品配方设计与加工实例丛书》。该丛书包括《塑料注射制品配方设计与加工实例》、《塑料挤出制品配方设计与加工实例》、《塑料吹塑制品配方设计与加工实例》、《橡塑压制成型制品配方设计与加工实例》、《功能塑料制品配方设计与加工实例》、《塑料低压成型制品配方设计与加工实例》、《泡沫塑料制品配方设计与加工实例》和《塑料专用料配方设计与加工实例》。

本套丛书注重先进性、实用性和可操作性,由浅入深,以实例叙述为主,理论表述从简,易学好懂,可操作性强,语言简练,表文并茂,是塑料工业从业人员良好的指导教材,更是塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员、制品检验人员和教学人员必读之书。相信本丛书的出版发行对我国的塑料加工业的发展,具有积极的指导作用。然而,随着科学技术的进步,本丛书还应不断增加新内容,扩充新技术,补充新知识,使之更贴近读者,更贴近实践。

丛书编委会
2006年1月

前 言

泡沫塑料以其轻质化、高比强度、高比模量、绝热绝缘、隔音减震,且成型工艺简便易行,制品制造成本低廉等优越性,而广泛应用于包装、建材、汽车、化工、日用品和国防工业等领域,并发挥了积极作用。随着高新技术在泡沫塑料制备中的应用,几乎所有塑料品种都可制成泡沫塑料,使泡沫塑料成为塑料材料最重要的品种之一,加之微孔泡沫塑料的出现及其在结构部件或承力部件中的应用,使制品的轻质化和综合性能有了显著的提高,业已成为国民经济各行各业不可缺少的重要材料与用品之一。

为了宣传推广近年来泡沫塑料与制品研究与应用成果,普及泡沫塑料与制品制备技术的基本知识,奉献给读者一本便于阅读,易学好懂,便于仿效,可操作性强的参考书,我们在收集国内外大量资料的技术上,编写了《泡沫塑料制品配方设计与加工实例》一书,书中较详细地介绍了 PVC、PE、PP、PS、EVA、聚氨酯、酚醛、环氧、不饱和聚酯、吡喃、聚酰亚胺、有机硅等泡沫塑料与制品的选材、配方设计、组分调整、成型工艺与工艺检测、制品性能、应用和效果与评价等内容。

本书编写以实例说明为主,理论叙述为辅,突出实用性、先进性、可仿效性与可操作性。由浅入深,逐个实例进行较为详尽介绍,且注重语言简练、层次清晰,力求为读者奉献一本易学好懂,便于执行的参考书。若本书的出版发行能对我国塑料工业的发展有积极的促进作用,作者将感到无比欣慰。

由于水平有限,文中错误在所难免,敬请读者批评指正。

作者
2005年9月

目 录

第 1 章 聚氯乙烯泡沫塑料制品	1
1.1 聚氯乙烯泡沫塑料	1
1.1.1 简介	1
1.1.2 原料	1
1.1.3 制备方法	3
1.1.4 性能	5
1.1.5 用途	5
1.2 PVC 泡沫管材	5
1.2.1 硬质 PVC 低发泡管材	5
1.2.2 双机共挤芯层发泡 PVC 管材	7
1.2.3 结皮低发泡硬质 PVC 管材	10
1.3 PVC 发泡板材	13
1.3.1 硬质 PVC 低发泡板材	13
1.3.2 PVC 结皮发泡板材	14
1.3.3 PVC 阻燃结皮发泡板材	17
1.3.4 低密度自由发泡 PVC 板材	19
1.4 PVC 发泡片材	23
1.4.1 软质 PVC 发泡片材	23
1.4.2 硬质 PVC 低发泡窗饰片材	25
1.5 PVC 发泡型材与异型材	27
1.5.1 PVC 发泡型材	27
1.5.2 PVC 结皮发泡异型材	31
1.5.3 PVC 低发泡结皮钢塑复合异型材	35
1.5.4 木纹结皮发泡 PVC 异型材	38
1.6 仿木 PVC 发泡制品	42
1.6.1 硬 PVC 合成木	42
1.6.2 改性 PVC 合成木	44
1.6.3 带年轮状合成木	46
1.7 PVC 人造革	49
1.7.1 PVC 压延泡沫人造革	49
1.7.2 PVC 彩虹革	52
1.7.3 PVC 水晶革	53
1.8 其他泡沫制品	55

1.8.1	PVC 发泡凉鞋	55
1.8.2	PVC 墙纸	57
1.8.3	植绒发泡地毯	62
1.8.4	PVC 弹性发泡辊	65
1.8.5	NBR/PVC 共混发泡密封制品	66
1.8.6	PVC/NBR 发泡弹性体缓冲垫	67
1.8.7	木粉填充 PVC 发泡装饰材料	67
第 2 章	聚乙烯泡沫塑料制品	69
2.1	简介	69
2.1.1	原料选择	69
2.1.2	制备方法	70
2.1.3	性能	72
2.1.4	用途	73
2.2	聚乙烯泡沫管材	73
2.2.1	选材与配方设计	73
2.2.2	主要设备	75
2.2.3	制备工艺	75
2.2.4	评价	77
2.3	聚乙烯发泡板(片)材	77
2.3.1	LLDPE 交联型发泡板材	77
2.3.2	聚乙烯发泡片材	79
2.3.3	LDPE/EVA 辐射交联发泡片材	80
2.3.4	LDPE 挤出发泡网片、材	81
2.4	聚乙烯泡沫鞋	84
2.4.1	改性 PE 泡沫拖鞋	84
2.4.2	改性 LDPE 泡沫鞋底	87
2.5	其他 PE 泡沫塑料与制品	88
2.5.1	木粉/PE 发泡料	88
2.5.2	CaCO ₃ 填充 HDPE 泡沫塑料	91
2.5.3	阻燃 PE 泡沫塑料	92
2.5.4	高发泡 PE 包装材料	95
2.5.5	高发泡 PE 保温材料	98
第 3 章	聚丙烯泡沫塑料制品	100
3.1	简介	100
3.1.1	原料	100
3.1.2	制备工艺	101
3.1.3	性能	101
3.1.4	用途	102
3.2	聚丙烯发泡板(片)材	102
3.2.1	结构 PP 发泡板材	102

3.2.2	聚丙烯低发泡片材	103
3.2.3	PP/CaCO ₃ 低发泡片材	106
3.3	聚丙烯发泡型材	108
3.3.1	选材与配方设计	108
3.3.2	主要设备	110
3.3.3	制备工艺	110
3.4	其他聚丙烯泡沫塑料	112
3.4.1	一步法交联聚丙烯挤出发泡材料	112
3.4.2	PP 微孔材料注射成型	113
第 4 章	聚苯乙烯泡沫塑料与制品	116
4.1	简介	116
4.1.1	制备工艺	116
4.1.2	性能	117
4.1.3	用途	119
4.2	聚苯乙烯(PS)泡沫板(片)材	119
4.2.1	PS 泡沫板材	119
4.2.2	PS 泡沫片材	122
4.2.3	PS 泡沫纸	127
4.3	高抗冲 PS 泡沫材料	129
4.3.1	高抗冲 PS 泡沫材料	129
4.3.2	HIPS 低发泡材料	130
4.3.3	填充 HIPS 结构泡沫材料	131
第 5 章	其他热塑性泡沫塑料与制品	133
5.1	乙烯-醋酸乙烯共聚物泡沫塑料	133
5.1.1	简介	133
5.1.2	EVA 交联泡沫塑料	134
5.1.3	超轻质 EVA 泡沫塑料	136
5.1.4	EVA/EPDM/IR 共混发泡材料	140
5.2	聚乙烯醇缩甲醛泡沫塑料	142
5.2.1	简介	142
5.2.2	聚乙烯醇缩甲醛(PVF)泡沫塑料	143
5.2.3	PVF 微孔材料	146
5.2.4	天然纤维增强 PVF 发泡材料	147
5.3	其他泡沫塑料	150
5.3.1	ABS 泡沫塑料	150
5.3.2	聚酰胺泡沫塑料	153
5.3.3	聚四氟乙烯泡沫塑料	154
5.3.4	聚乙烯吡唑泡沫塑料	156
5.3.5	聚苯并咪唑泡沫塑料	158
5.3.6	丙烯酸类泡沫塑料	159

第 6 章 聚氨酯泡沫塑料与制品	162
6.1 简介	162
6.1.1 原料	162
6.1.2 性能	163
6.1.3 用途	166
6.2 硬质聚氨酯泡沫塑料与制品	166
6.2.1 高密度阻燃硬质聚氨酯泡沫塑料	166
6.2.2 难燃级硬质聚异氰脲酸酯泡沫塑料	169
6.2.3 全水发泡硬质聚氨酯泡沫塑料	172
6.2.4 硬质自结皮聚氨酯泡沫塑料	174
6.2.5 聚氨酯结构泡沫塑料	177
6.2.6 家具用聚氨酯硬质结构泡沫塑料	179
6.2.7 供热管道保温用全水发泡聚氨酯泡沫塑料	182
6.2.8 航空用阻燃硬质聚氨酯泡沫塑料	184
6.2.9 复合板用聚氨酯硬泡	187
6.2.10 聚氨酯真空隔热板芯材	191
6.3 半硬质聚氨酯泡沫塑料与制品	193
6.3.1 低密度聚氨酯半硬质泡沫塑料	193
6.3.2 包装用聚氨酯半硬质泡沫塑料	195
6.3.3 头盔硬衬用聚氨酯泡沫塑料	197
6.3.4 车用半硬质聚氨酯整皮泡沫塑料	199
6.4 软质聚氨酯泡沫塑料与制品	202
6.4.1 高回弹软质聚氨酯泡沫塑料	202
6.4.2 高抗湿热老化的聚氨酯高回弹泡沫	205
6.4.3 冷熟化高回弹软质聚氨酯模塑泡沫	206
6.4.4 复合面料聚氨酯泡沫垫	208
6.4.5 聚醚型网状聚氨酯软泡	209
6.4.6 低密度冷模塑聚氨酯软质泡沫塑料	211
6.4.7 难燃聚氨酯软质泡沫	213
6.4.8 全水低密度超柔软块状聚氨酯软泡	216
第 7 章 酚醛与脲甲醛泡沫塑料	221
7.1 酚醛泡沫塑料	221
7.1.1 简介	221
7.1.2 普通酚醛泡沫塑料	227
7.1.3 隔热用酚醛泡沫塑料	228
7.1.4 轻质耐火板用酚醛泡沫塑料	231
7.1.5 酚醛/聚氨酯泡沫塑料	232
7.2 脲甲醛泡沫塑料	233
7.2.1 选材	234
7.2.2 生产工艺	234

7.2.3	性能	238
7.2.4	用途	239
第8章	其他热固性泡沫塑料	240
8.1	环氧泡沫塑料	240
8.1.1	选材与配方设计	240
8.1.2	制备工艺	242
8.1.3	性能	242
8.1.4	用途	244
8.2	不饱和聚酯泡沫塑料	244
8.2.1	选材	244
8.2.2	生产工艺	244
8.2.3	性能	245
8.2.4	用途	245
8.3	吡喃泡沫塑料	245
8.3.1	选材	245
8.3.2	制备工艺	246
8.3.3	性能	246
8.3.4	用途	247
8.4	醋酸纤维素泡沫塑料	247
8.4.1	选材	247
8.4.2	生产工艺	247
8.4.3	性能	247
8.4.4	用途	248
8.5	有机硅泡沫塑料	248
8.5.1	选材	248
8.5.2	制备工艺	248
8.5.3	性能	249
8.5.4	用途	249
8.6	聚酰亚胺泡沫塑料	249
8.6.1	选材	249
8.6.2	制备工艺	250
8.6.3	性能	251
8.6.4	用途	251
参考文献	252

第 1 章 聚氯乙烯泡沫塑料制品

1.1 聚氯乙烯泡沫塑料

1.1.1 简介

聚氯乙烯(PVC)泡沫塑料具有良好的物理性能、耐化学性能和电绝缘性能,且能隔声、防震,原料来源丰富,价格低廉等。聚氯乙烯泡沫塑料可分为硬质和软质两种,硬质是在加工时用溶剂溶解聚氯乙烯树脂,成型时溶剂受热挥发;软质在加工时用增塑剂与聚氯乙烯树脂首先调制成糊状,炼塑成片或挤出成粒,成型时增塑剂不会受热挥发,因而具备一定的柔软性。另外,还可按结构分为开孔型和闭孔型;按发泡方法分为机械发泡法和化学发泡法。

交联硬质聚氯乙烯泡沫塑料在所有泡沫塑料中水蒸气透过率最低。与硬质聚氨酯和聚苯乙烯泡沫塑料相比,强度高,阻燃性能好,隔热性、使用温度和耐化学性能接近于聚氨酯泡沫塑料,优于聚苯乙烯泡沫塑料,但成本较高。

聚氯乙烯泡沫塑料在第二次世界大战期间德国首先开发,1950年前美国就开始利用惰性气体作发泡剂生产这种泡沫塑料。此后由于采用了聚氯乙烯塑料溶胶促进了聚氯乙烯泡沫塑料的快速发展。我国于20世纪60年代工业化生产,是目前生产数量最多的泡沫塑料品种之一。

1.1.2 原料

1. 树脂

聚氯乙烯树脂是生产聚氯乙烯泡沫塑料的主要原料,是由乙炔与氯化氢制成氯乙烯,然后经过聚合制成聚氯乙烯树脂。

聚氯乙烯树脂聚合方法有5种,即悬浮法、乳液法、本体法、微悬浮法和溶液法,但以悬浮法和乳液法为主。按聚合方法不同,可分为悬浮聚合树脂和乳液聚合树脂。前者简称为悬浮树脂,后者简称为乳液树脂。悬浮树脂分为紧密型(XJ型)和疏松型(XS型)两大类型。X、J、S分别为悬、紧、疏的汉语拼音的第一个字母,各型号聚氯乙烯树脂的黏度见表1-1。

表 1-1 国产悬浮树脂型号及黏度

型 号	黏度 ^① /(Pa·s)	型 号	黏度 ^① /(Pa·s)
XJ-1	0.021 以上	XS-1	0.021 以上
XJ-2	0.019 ~ 0.021	XS-2	0.019 ~ 0.021
XJ-3	0.018 ~ 0.09	XS-3	0.018 ~ 0.019
XJ-4	0.017 ~ 0.08	XS-4	0.017 ~ 0.018
XJ-5	0.016 ~ 0.07	XS-5	0.016 ~ 0.017
XJ-6	0.015 ~ 0.06	XS-6	0.015 ~ 0.016

① 1%树脂的1,2-二氯乙烷溶液20℃时的绝对黏度

泡沫塑料用的聚氯乙烯树脂要求加工流动性好,一般 K 值在 58 ~ 65。为提高加工流动性,可加入适量的聚甲基丙烯酸甲酯。

2. 发泡剂

常用为偶氮二甲酰胺、偶氮二异丁腈,也可使用无机发泡剂如碳酸铵、碳酸氢铵和亚硝酸丁酯液体等。

3. 增塑剂

在成型加工中可提高聚氯乙烯可塑性和流动性,使之具有柔软性。增塑剂通常为黏稠液体或易熔化的固体,根据作用可分为主增塑剂和辅助增塑剂。

(1) 主增塑剂。苯二甲酸二丁酯为透明微黄色油状液体,与聚氯乙烯树脂相容性好,加工方便,但挥发性大,容易损耗。

苯二甲酸二辛酯为无色透明油状液体,塑化性好,加工方便,具有较好的耐寒性及较小的挥发性。

烷基磺酸苯酯为淡棕黄色油状液体,与聚氯乙烯树脂相容性良好,塑化性也好,但耐寒性较差。

(2) 辅助增塑剂。癸二酸二辛酯为无色透明油状液体,低温柔软性较好,是性能良好的辅助增塑剂。

环氧油酸丁酯为黄色油状液体,是聚氯乙烯树脂的稳定剂,兼有增塑性能,塑化性能良好,并能增加树脂加工的流动性。

4. 稳定剂

聚氯乙烯树脂在长期高热下会逐渐分解,逸出氯化氢气体,而且这种气体又能使树脂继续分解。聚氯乙烯树脂要在 150℃ ~ 200℃ 的温度下加热,但树脂的分解温度也在这一范围内,因此需要加入稳定剂,才能把氯化氢气体吸收,并阻止树脂加工时分解,常用稳定剂有:

(1) 三盐基硫酸铅。耐热性、耐气候性及电绝缘性能优良,使用很广。若与二盐基亚磷酸铅并用,能提高耐气候性。

(2) 二盐基亚磷酸铅。白色粉末,热稳定性及电绝缘性能良好。此外,防止氧化及吸收紫外线的能力强,但需与润滑剂配合使用。

(3) 硬脂酸钙。白色粉末,耐热性比其他金属皂类稍差。与环氧化合物及锌皂类并用时,润滑效果优良。吸湿性好,可降低加工时的软化温度。

(4) 硬脂酸钡。白色粉末,热稳定效率较硬脂酸铅略差,稳定作用持续时间长,并且不会被硫化氢污染,若与硬脂酸镉并用,能提高稳定效率和透明度。

(5) 硬脂酸锌。白色粉末,无毒,润滑性优良,不会被硫化氢污染,耐热性差,必须与环氧化合物并用。

(6) 硬脂酸镉。白色粉末,属耐热和耐气候型稳定剂。

(7) 二月桂酸二丁基锡。淡黄色液体,耐热,耐气候性,透明性优良,润滑效果好,不会被硫化氢污染,与硬脂酸钡、硬脂酸镉并用效果良好。

5. 润滑剂

润滑剂作用是能减少对加工设备表面的粘附力,使树脂的流动性增大,常用的润滑剂有:

(1) 硬脂酸。能使聚氯乙烯表面形成润滑薄膜,降低内部摩擦力,增加流动性。

(2) 硬脂酸盐类。如硬脂酸钙、硬脂酸钡,除了有稳定作用外,还有较好的润滑作用。

(3) 其他类。如油、脂的润滑效果也不错,但不常用。

6. 着色剂

着色剂主要使泡沫塑料色泽鲜艳美观,有些着色剂还具有吸收紫外线能力,因而有防光老化的作用。例如酞菁蓝、酞菁绿、铬黄、炭黑、钛白粉和金光红等均可使用。

7. 表面活性剂

主要作用是降低塑料溶胶的表面张力,从而生成稳定的流动泡沫,防止熔结前泡沫塌陷。有非离子型和阴离子型(如油酸钾、玛琳亚油酸酯乳液等)。

1.1.3 制备方法

制造方法有机械发泡法和化学发泡法两种。化学发泡法又有模压-后发泡法,一步大气发泡法,两步大气发泡法,挤出-后发泡法,直接挤出发泡法,压延法聚氯乙烯泡沫人造革的生产工艺,载体法聚氯乙烯泡沫人造革的生产工艺等。

1. 机械发泡法

机械发泡法制备聚氯乙烯泡沫塑料是以聚氯乙烯溶胶为基础的,溶胶的生产方法是将聚氯乙烯树脂、增塑剂、稳定剂、表面活性剂和其他助剂按配比配制好,在螺旋叶片式搅拌机或霍巴特混合器中混合制取。大批量生产低密度($0.064\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.16\text{g}/\text{cm}^3$)开孔泡沫的机械发泡法通常有3种工艺:

(1) 丹尼斯工艺。液态塑料溶胶靠重力的作用通过装有填料的吸收柱,低压(小于 6.9MPa)二氧化碳反向流过吸收柱(通过改变二氧化碳的分压和塑料溶胶的温度来调节吸收二氧化碳的量),吸收了二氧化碳的溶胶,经冷却后,用泵加压,通过一导管进入大气,溶胶便发泡,再将润湿泡沫体在 $171^\circ\text{C} \sim 182^\circ\text{C}$ 的烘箱中加热,使其凝胶和熔结,厚壁件应在高频烘箱中凝胶和熔结。

(2) 艾拉斯特牟工艺。在氨冷冻的混合器中将压力为 $0.69\text{MPa} \sim 3.45\text{MPa}$ 的气体(如二氧化碳或卤化烃)与溶胶混合、冷冻和高压作用使得气体液化并基本溶于溶胶中,然后再将溶胶混合物放至衬有防粘纸的输送带上,送入高频固化炉中加热发泡制得泡沫塑料块。

(3) 范德比尔特工艺。利用机械搅拌的方法,在低于 33°C 下,将清洁干燥的压缩空气和含有表面活性剂的溶胶在混合器中混合,从而可形成稳定的泡沫,将此泡沫灌入模具中或放至衬有防粘纸的输送带上,加热至 88°C ,使其凝胶后,再加热至 $143^\circ\text{C} \sim 163^\circ\text{C}$,便制得微孔泡沫塑料。

2. 模压-后发泡法

可制得低密度(最低可达 $0.032\text{g}/\text{cm}^3$)、闭孔软质聚氯乙烯泡沫塑料。

工艺过程如下:

(1) 聚氯乙烯塑料溶胶的制造。将表2-3中的各组分在调浆机中混合均匀。

(2) 模压。将配制均匀的塑料溶胶放入可密封的厚壁钢制模具中,在压机上加压、加热(压力大小以保证模具密封为准),使塑料溶胶发泡熔结。然后冷却至室温、卸压,此时气体就以微孔的形式均匀地分布于物料之中。

(3) 加热发泡。料片从模具中取出后于 $100^\circ\text{C} \sim 115^\circ\text{C}$ 热空气中加热、发泡。为了得到尺寸稳定的泡沫塑料,也可在 65.5°C 下进行热处理。

生产大型泡沫塑料制件时,通常是由压延片材代替聚氯乙烯溶胶,并且用压延型树脂和丁腈橡胶分别代替分散型树脂和增塑剂。

3. 一步大气发泡法

制得的泡沫塑料为开孔结构。

工艺过程如下：

(1) 聚氯乙烯塑料溶胶的制造与模压 - 后发泡工艺相同。

(2) 将一定量的塑料溶胶放入模具中,于 177℃ ~ 215℃ 下加热 10min ~ 30min 即可制得聚氯乙烯泡沫塑料。根据塑料溶胶的配方,泡沫塑料的厚度和模具的传热性能来确定最佳温度和时间。由于发泡剂必须在聚氯乙烯溶胶的胶凝温度和熔结温度之间分解,因此在选择发泡剂和塑料溶胶时,要注意几者关系的平衡。

4. 两步大气发泡法

制得的泡沫塑料也是开孔结构。特点是将发泡和胶凝两阶段与熔结分开,以便使胶凝速度减慢,并可有效控制发泡时的热传递作用,以避免一步法中存在的泡沫厚度大于 13mm 或某一特定配方不能使发泡剂的分解速度与塑料溶胶胶凝速度相平衡问题。工艺过程为：

(1) 溶胶的组成、制造与一步大气法相同。采用聚合物型增塑剂增加溶胶黏度,扩大胶凝温度范围,这样发泡可在溶胶胶凝前或胶凝后分别发生。

(2) 将溶胶放入模具中,在 100℃ 下加热 10min ~ 30min,使发泡剂分解并使泡沫结构胶凝,然后在 176℃ 下加热 10min ~ 30min,使泡沫结构熔结。

5. 挤出 - 后发泡工艺

制得的泡沫为开孔和闭孔混合结构,密度为 0.11g/cm³ ~ 0.64g/cm³。

工艺过程如下：

(1) 首先使发泡剂均匀地分散于增塑剂中,再将各组分在低于发泡剂的分解温度下(通常是 127℃ ~ 132℃),在双辊压延机上进行混炼,然后粉碎或造粒。

(2) 将粒状或碎片状混合物在低于发泡剂的分解温度下挤出,挤出物的中心要有芯材支撑。挤出物可以直接通过 188℃ 的辐射加热管道加热发泡,也可以经水浴冷却后卷在卷盘上待发泡。铜丝、棉绳、尼龙均可做芯材。

6. 直接挤出发泡法

制成的泡沫塑料为闭孔结构,密度在 0.64g/cm³ 以上。

工艺过程如下：

用球磨机使发泡剂同其他组分混合,然后造粒;也可使发泡剂同其他组分制成的粒子在任一简单混合设备内滚动,使发泡剂粘附于粒子上。

挤出发泡中的料筒和机头的温度与挤出不含发泡剂、且含相同量增塑剂的聚氯乙烯相同。所用机头必须为无死角。

7. 载体法聚氯乙烯泡沫人造革

把聚氯乙烯涂料涂在不锈钢带载体上,经预热微胶凝后,将布基覆于涂料上,使之塑化发泡而制成。因涂料配方中含有发泡剂,在塑化的同时,发泡剂分解逸出气体,使涂料成为多孔结构。冷却后布基和塑料层从钢带上剥离下来,再复合上薄膜,或表面涂上处理剂,制成泡沫人造革。

载体法生产的针织布基泡沫人造革具有手感柔软,延伸性大的特点,可用于制作手套、鞋面、帽子及家具复面材料等。

8. 压延法聚氯乙烯泡沫人造革

压延法聚氯乙烯泡沫人造革是把聚氯乙烯树脂、增塑剂、发泡剂和稳定剂等预先经捏和炼塑均匀,在较低温度下经三辊压延机与织物贴合,送入烘房加热塑化发泡而成。压延法的优点是不像针织布基泡沫人造革那样采用不锈钢带,凡是用压延机生产聚氯乙烯薄膜的工厂,只要添置一座烘房即可生产。

1.1.4 性能

1. 软质聚氯乙烯泡沫塑料的性能

软质聚氯乙烯泡沫塑料的耐化学性能、耐磨性和老化性能与软质聚氯乙烯相同。泡沫塑料的密度、硬度和力学性能随着加工方法、配方(尤其是增塑剂体系)的不同而变化,详见表1-2和表1-3。

表1-2 不同工艺制得的软质聚氯乙烯泡沫塑料性能对比

性能	范德比尔特工艺制的软质泡沫塑料	化学发泡法制的软质泡沫塑料
密度/(g/cm ³)	0.20	0.20
拉伸强度/MPa	390	170
伸长率/%	220	140
压缩负荷/kPa	63	70
回弹率/%	26	14

表1-3 直接挤出发泡法制得的软质聚氯乙烯泡沫塑料的性能

性能	指标		
密度/(g/cm ³)	0.61	0.88	1.20
硬度(邵氏 A)		67	76
拉伸强度/MPa	6.41	7.58	13.10
伸长率/%	130	250	310
吸水性/%	1.00	0.40	0.23

2. 硬质聚氯乙烯泡沫塑料的性能

硬质聚氯乙烯泡沫塑料(尤其是交联型)强度高,电性能、耐酸、碱和溶剂性能优良,水蒸气透过率低,具有自熄性,使用温度也较高。

1.1.5 用途

1. 软质聚氯乙烯泡沫塑料

软质聚氯乙烯泡沫塑料可做精密仪器的包装衬垫;火车、汽车、飞机和影剧院的坐垫;密封材料;导线绝缘材料以及日常生活用品,如衣服、手套、帽子、鞋和室内装潢用品等。

2. 硬质聚氯乙烯泡沫塑料

硬质聚氯乙烯泡沫塑料可用于建筑;车辆、船舶和冷冻、冷藏设备的隔热材料、防震包装材料、救生漂浮材料等。

1.2 PVC 泡沫管材

1.2.1 硬质 PVC 低发泡管材

1. 选材与配方设计

(1) 选材。经实验分析选定如下原材料。聚氯乙烯 S-700、S-1000:齐鲁石化公司氯碱厂;Exocero1232:德国 Ingelheim 公司;泡孔调节剂 ZB-530:淄博塑料助剂厂;氯化聚乙烯:潍坊化工厂;ACR-201:苏州安利化工厂;三盐、二盐、硬脂酸、氧化聚乙烯蜡、轻质碳酸钙等均为市售。

表1-4给出了采用两种不同牌号树脂生产的低发泡管材的性能数据。

表1-4 不同牌号树脂对管材性能的影响

PVC	密度/(g/cm ³)	维卡软化点/℃	吸水性/%	冲击强度/(kJ/m ²)	外观
S-700	0.82	82	31	7.89	管壁光滑有光泽
S-1000	0.86	88.9	11.6	10.4	管壁有轻微刮痕

从表中数据可以看出,采用 S-1000 生产的低发泡管材综合性能明显优于 S-700;维卡软化温度比 S-700 提高了 7℃(提高了管材的使用温度上限),冲击强度也明显提高,吸水率降低,而密度虽有所升高,但幅值较小。因此,为提高管材的物理力学性能,树脂应选用 S-1000,但配方中内外润滑剂的用量应适当增加以减少物料间,物料与机筒、模具间的摩擦生热,同时润滑剂用量的增加还可减少设备的磨损,提高管材的表观质量。

(2) 配方。RPVC 低发泡管材基本配方如表 1-5 所列。

表 1-5 RPVC 低发泡管材基本配方

PVC	稳定体系	润滑体系	成核剂	抗冲改性剂	增塑剂	泡孔调节剂	发泡剂
100	6.4	1.0	5	9	2	8	0.6

2. 主要设备

SPJ65 型单螺杆挤出机组,青岛远东塑料工程有限公司。

3. 制备工艺

在 RPVC 低发泡管材的单螺杆挤出生产中,采用了一种新型挤出成型工艺——受控自由发泡工艺。

1) 工艺流程

RPVC 低发泡管材的加工工艺流程见图 1-1。

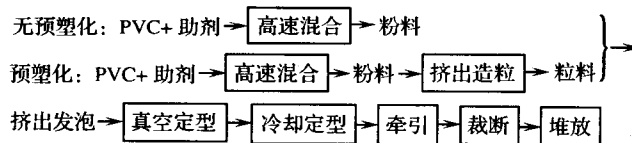


图 1-1 工艺流程

2) 工艺条件

工艺条件见表 1-6。

表 1-6 RPVC 低发泡管材的生产工艺

PVC	螺杆转速 /(r/min)	螺杆各区段的温度/℃							
		1	2	3	4	5	6	7	8
S-700	19	130	140	155	160	160	162	162	115
S-1000	12	136	152	158	167	179	173	176	164

3) 注意事项

(1) 预塑化对管材性能的影响。采用未经预塑化的粉料和经预塑化的粒料分别进行挤出成型,结果表明,预塑化与否对管材质量影响极大。采用粉料进行挤出时,管材表面粗糙,管壁截面上泡孔分布不均匀,尺寸差别大,且有明显的发泡分层现象;采用粒料进行挤出时,管材内外表面光滑,管壁截面上泡孔分布均匀细密,无分层。

所以采用单螺杆挤出机进行生产时,建议预先造粒,经两次挤出成型管材。若采用粉料挤出须严格控制配料环节,注意加料顺序及水蒸气的排除,同时应在工艺条件上下功夫,如降低螺杆转速,适当提高料筒及机头、口模各区段的温度以优化物料的塑化效果。

(2) 口模结构对管材性能的影响。用于生产普通管材的口模与专用于生产低发泡管材的口模的显著差别在于:普通口模平行段长 110mm,而专用口模平行段只有 50mm(图 1-2)。相