

硬聚氯乙烯塑料成型加工

林咏兰 李文杰 周正安 编 上海科学技术出版社

硬聚氯乙烯塑料成型加工

林詠兰 李文杰 周正安 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书主要介绍硬质聚氯乙烯塑料如板、管、棒、焊条、型材、管件及耐腐蚀塑料设备的成型加工工艺及装备。全书共分六章,即原料、助剂与配方,压制,挤压,注射,二次成型,质量检验与测试。

本书可供塑料成型加工研究单位和工厂的技术人员,从事塑料技术开发、推广应用的有关专业人员,以及大专院校的有关专业师生参考。

硬聚氯乙烯塑料成型加工

林詠兰 李文杰 周正安 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 无锡县人民印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.875 字数 284,000

1983 年 8 月第 1 版 1983 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—12,000

统一书号: 15119·2269 定价: (科四) 1.20 元

再 版 前 言

聚氯乙烯塑料是目前世界上产量最大的热塑性合成材料之一,也是我国产量最大的塑料品种。聚氯乙烯塑料有软质制品和硬质制品两种。西欧各国七十年代初硬制品与软制品比例为 51:49,但到七十年代末期,应用构成发生了很大的变化。1978 年西欧及美国硬质制品占聚氯乙烯总耗量各为 62.5% 及 64.3%。我国目前聚氯乙烯制品中,硬制品还比较少,约占 10%。同时由于生产软制品的增塑剂供应比较困难,为了合理使用国内资源丰富的聚氯乙烯树脂,大力发展聚氯乙烯硬制品是很有必要的。

聚氯乙烯硬制品以管材、板材、异型材为中心发展很快。管材主要用于压力管,屋内下水、排气、排废水管道。板材大量地用作化工防腐蚀材料,不仅能防止化工设备的腐蚀,又能节约贵重金属和木材。异型材在建筑材料中主要用作门窗、扶手、隔墙、屋顶材料、雨坡等。聚氯乙烯硬制品成型加工的工艺技术及成型加工的设备都在不断地更新和发展;此外,稳定剂、润滑剂、加工助剂和改性剂也以日新月异的发展趋势在发展。因此,及时地总结经验,发展新技术,对发展硬聚氯乙烯生产将起到一定的促进作用。

本书原名《聚氯乙烯塑料成型加工》,初版于 1974 年,早已售缺多年。几年来我们陆续收到不少读者来信,要求再版重印,为此,我们组织原作者先将硬质聚氯乙烯部分修订成册,定名为《硬聚氯乙烯塑料成型加工》,与读者见面。这次修

订,更新了内容,增加了最近发展的新技术,并增写了“质量检验与测试”一章,以满足读者需要。

本书第一、三、四章由林詠兰编写,第二章由李文杰编写,第五章由周正安编写,第六章由林詠兰、周正安合写。

本书编写稿承陆福臻和徐原亢两位总工程师在百忙中亲自审阅,编者表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中可能有许多不足甚至错误之处,敬请广大读者批评指正。

上海化工厂

1981年11月

塑料及树脂缩写代号

缩写代号	塑料或树脂全称
PVC	Polyvinyl chloride 聚氯乙烯
LDPE	Low density polyethylene 低密度聚乙烯
HDPE	High density polyethylene 高密度聚乙烯
PE	Polyethylene 聚乙烯
PP	Polypropylene 聚丙烯
PS	Polystyrene 聚苯乙烯
ABS	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物
ACS	Acrylonitrile-chlorinated polyethylene-styrene copolymer 丙烯腈-氯化聚乙烯-苯乙烯共聚物
AAS	Acrylonitrile-acrylate-styrene copolymer 丙烯腈-丙烯酸酯-苯乙烯共聚物
EVA-VC	Ethylene-Vinylacetate-Vinyl chloride copolymer 乙烯-醋酸乙烯-氯乙烯共聚物
CPE	Chlorinated polyethylene 氯化聚乙烯
MBS	Methacrylate-butadiene-styrene copolymer 甲基丙烯酸酯-丁二烯-苯乙烯共聚物

目 录

第一章 树脂、助剂与配方

第一节 聚氯乙烯树脂	1	第四节 改性剂	38
一、树脂的制造	1	一、加工改性剂	39
二、树脂的规格	4	二、提高热变形温度改 性剂	40
三、树脂的改性	9	三、冲击性能改性剂	42
第二节 稳定剂	14	第五节 填充剂	46
一、聚氯乙烯树脂分解 的原因	14	一、填充剂的作用	46
二、稳定机理	17	二、填充剂的基本要 求	47
三、稳定剂的种类	19	三、选择填充剂的考虑 因素	48
第三节 润滑剂	31	第六节 配方	53
一、润滑剂的作用	31	一、性能特点	54
二、润滑剂的分类	35	二、组分配合依据	58
三、润滑剂的选择原 则	37		

第二章 压 制

第一节 压制过程概述	65	二、下压式多层压机	76
第二节 压延	66	三、辅助设备	75
一、压延过程概述	66	第四节 压制前的准备 工作	78
二、硬聚氯乙烯薄片的 压延工艺	68	一、压延料片的检查	78
第三节 压制设备	68	二、迭合本的组合	79
一、液压机的工作原 理	68	三、铝板衬垫材料	80
		四、迭合本的配制与	

组成	80
第五节 压制工艺过程	82
一、压制方法	82
二、压制工艺条件	83

三、压制工艺讨论	85
四、不正常情况及处理办法	88
第六节 锯切	89

第三章 挤 压

第一节 挤压过程概述	91
一、绝热挤压	92
二、增大螺杆长径比	92
三、排气挤压	93
四、多螺杆挤压	93
第二节 挤压机的分类	94
一、单螺杆挤压机	94
二、双螺杆挤压机	96
第三节 挤压机及其附属设备	105
一、挤压机的基本构造和特征	105
二、螺杆	106
三、机筒	112
四、加热及冷却系统	114
五、机头	116
六、定型装置	124
七、牵引及切割装置	129
八、挤压机的维护与保养	133
第四节 挤压工艺控制	135
一、挤压原理简介	135
二、挤压工艺控制要点	142
第五节 管挤压	147
一、硬管质量要求	148

二、对半制品粒料的要求	151
三、不正常情况及处理办法	153
第六节 棒材挤压	158
一、机头结构	158
二、温度控制	159
三、冷却	160
第七节 焊条挤压	160
一、焊条形状	161
二、机头及切割设备	162
三、温度控制	164
第八节 异型材挤压	166
一、异型材应用及发展	166
二、产品设计	171
三、生产工艺	172
第九节 板片挤压	178
一、挤压机	179
二、片状机头	180
三、三辊压光辊筒	183
四、二辊牵引机	184
第十节 挤压成型的发展	185
一、螺杆的发展	185
二、管道成型工艺动态	195

第四章 注 射

第一节 注射过程概述	205	第四节 注射成型模具	240
第二节 注射设备	207	一、概述	240
一、注射机	207	二、典型结构	240
二、附属装置	220	三、模具规格与注射机 特性参数的关系	242
三、注射机的发展	223	四、浇注流道设计	244
第三节 塑料制品设计	226	五、温度调节系统	258
一、制品的尺寸和精 度	227	第五节 工艺控制	262
二、制品的形状	229	一、原料的准备	263
三、壁厚	230	二、温度及粘度	263
四、加强筋	232	三、压力	266
五、孔	234	四、注射速度	269
六、斜度	235	五、模具温度	270
七、螺纹设计	236	六、循环周期的控制	271
八、圆角	238	七、不正常情况及处理 方法	273
九、嵌件	238		

第五章 二 次 成 型

第一节 化工设备制造概 况	282	第二节 塑料的性能参数	287
一、烟囱	283	一、机械性能	288
二、吸收塔	284	二、热性能	295
三、贮槽	284	三、化学稳定性	296
四、反应器	285	四、老化性能	300
五、电镀槽、电解槽、酸 洗槽	285	第三节 塑料的焊接	302
六、管道	285	一、焊接过程及设备	302
七、鼓风机、泵、管件和 阀门	287	二、焊缝的形状、断面 尺寸及强度	305
		三、焊缝的排列	309
		四、焊接的工艺条件	310

五、焊接的操作方法	311	一、加热方法	344
六、焊缝的化学稳定性 及强度随温度变化 的规律性	312	二、加热时间	345
第四节 管道的连接	315	三、圆形筒体的成型	347
一、硬管的应用	315	四、拱形顶盖的成型	349
二、硬管的特点	316	五、法兰成型	352
三、硬管的连接方式	319	六、成型模具	353
四、管道配件及其成 型	327	第六节 制造化工设备施 工工艺	357
五、硬管的安装和维 护	339	一、全塑结构贮槽	358
第五节 塑料热成型法	344	二、硝酸吸收塔	365
		三、衬里结构	372
		四、液位计	380

第六章 质量检验及测试

第一节 硬板的质量检验	383	三、尺寸变化率	392
一、拉伸强度	383	四、扁平试验	394
二、弯曲强度	384	第三节 塑料设备的检验和 验收	394
三、冲击强度	386	一、中间检验	394
四、马丁耐热性	387	二、外观检验	396
五、加热尺寸变化率	388	三、尺寸检验和验收	396
六、耐腐蚀度	389	四、压力检验	397
第二节 硬管的质量检验	390	五、衬里设备的检验	397
一、液压试验	390	六、管道安装检验	397
二、耐腐蚀度	392		

第一章 树脂、助剂与配方

聚氯乙烯是一种通用树脂。聚氯乙烯塑料是目前我国合成材料中产量仅次于聚乙烯及聚丙烯的塑料品种，它具有重量轻、强度高、耐化学药品性好、加工容易、价格便宜等优点，因此广泛用于农业、化工、电子、建筑、机械、轻工等各部门。尤其是硬质聚氯乙烯制品具有硬度大、耐磨、耐老化性好、刚性和强度高、电绝缘性好、耐燃、抗腐蚀性好等优点，近几年来发展更快，正被用来代替金属、木材等材料制造管道、棒材、板材以及各种零部件，为广大使用者所欢迎。

聚氯乙烯是一种高分子材料，它是从石油、煤、天然气中以及农副产品中提取原料，制得氯乙烯单体，然后聚合而成聚氯乙烯树脂，再在一定条件下，加入各种助剂和稳定剂，经过压制、挤压、注射等加工制成各种制品。

本章主要介绍原料的组成以及各种配方。

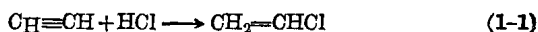
第一节 聚氯乙烯树脂

一、树脂的制造

(一)氯乙烯单体合成工艺

氯乙烯单体合成有乙炔和氯化氢加成法，二氯乙烷裂解法和乙烯、乙炔并用法三种。

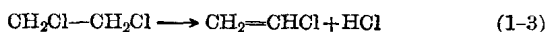
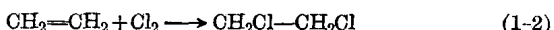
1. 乙炔和氯化氢加成法 一般氯乙烯单体合成方法是将氯化氢与乙炔加成，以制造氯乙烯。



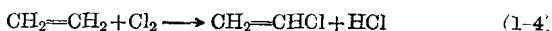
氯化氢除从电解食盐得到外,还可从碳氢化合物、醋酸的氯化工业生产副产物取得。

乙炔可由电石制得,也可由石油热裂解制得。石油热裂解还可以得到乙烯、丙烯等,而电石是煤炭经电弧炉炼制的产物,电石法则是单一的制造乙炔。

2. 二氯乙烷裂解法 由石油炼制的副产物及由石油、石脑油裂解能大量获得乙烯。将乙烯与氯反应可得二氯乙烷,在常压或加压下进行热裂解,即得氯乙烯单体。

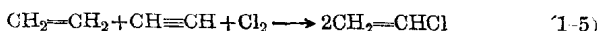


此反应分为两步,将其归纳可得下式:



二氯乙烷合成可以采用未精制的乙烯作原料,这样可以简化工序,减少投资,降低成本。

3. 乙烯、乙炔并用法 本方法是将以上列举的(1-1)式与(1-4)式组合而成:



此式中包括互不相同的三种反应,即(1-1)、(1-2)、(1-3)式所表示的反应。在(1-5)式中乙炔所占的比例不超过原料总重量的四分之一,这样可以降低氯乙烯单体的价格。

本法不用乙烯、乙炔分离工程,而用氯气处理原来的混合气体,这种所谓“混合气体法”由于工程精简因而价格可以降低。例如轻质石脑油经热裂解,除去 C_3 以上高馏分后,将乙炔、乙烯、氢、一氧化碳混合气体用氯化氢处理,使其中乙炔转化成氯乙烯单体,分离后剩余气体用氯气进行处理,制得二氯乙烷。最后所剩气体主要为氢、一氧化碳等,可作其他合成原

料或燃料之用。

除此之外，还有采用氯化氢氧化回收法，氧氯化法，乙烯和氯直接反应法，乙烯直接氧氯化法，乙烷(或甲烷)和氯直接反应法以及乙烷氧氯化法等制造氯乙烯单体。

(二) 聚氯乙烯树脂的聚合方法

氯乙烯单体的聚合有四种基本方法：

1. 悬浮聚合 采用水作为连续相，借助于悬浮剂将氯乙烯单体分散在水中进行聚合，所得聚合物的粒径较大，制造成本较低，过程易于控制，成品树脂中悬浮剂的含量较低。

2. 乳液聚合 氯乙烯单体借助于乳化剂分散在水中 进行聚合，乳液可在使用过程中凝结和干燥，也可经喷雾干燥得糊状树脂，粒径极细的乳液也可用作漆液。同悬浮聚合一样，存在连续水相，可以有效地排除聚合热。缺点是制造成本高，成品树脂中乳化剂含量高。

3. 本体聚合 氯乙烯单体在没有稀释剂存在下进行聚合。主要优点是产品中不含悬浮剂和乳化剂，因此纯度较高，不存在水和溶剂，干燥简单，但反应速率的控制和聚合热的排除较困难。

4. 溶液聚合 在含有氯乙烯单体的溶液中进行聚合，聚合物不溶于溶剂，而在聚合过程中沉淀，易于分离和干燥。这样的体系也便于热传递。成品树脂中不含有乳化剂和悬浮剂，所以杂质含量低。这个方法主要用于制造高质量的共聚树脂。主要缺点是产品成本高。

目前主要采用悬浮聚合方法生产聚氯乙烯树脂，利用这种方法生产的树脂占聚氯乙烯树脂总量的 80~90%。

与乳液聚合方法比较，悬浮聚合优点是：

(1) 树脂中杂质含量为乳液聚合法所得树脂的 1/10 以

下,热、光稳定性好;

(2) 作电线绝缘用时, 电气绝缘性比乳液聚合树脂高10~100倍;

(3) 作硬质制品用, 透明度好, 耐水性好;

(4) 悬浮聚合树脂粒径为30~150微米, 乳液聚合树脂粒径为0.2~2.0微米, 因为悬浮聚合树脂粒径较粗, 所以加工时粉尘飞扬少, 也有利于粉料挤出和粉料注射成型等加工。

此外, 悬浮聚合的设备投资少, 设备利用率高, 聚合收率高, 催化剂、分散剂等原料消耗少, 产品成本低。

二、树脂的规格

聚氯乙烯树脂的性能, 应能满足各种加工成型工艺和最终制品性能的要求。目前硬质聚氯乙烯制品主要是采用悬浮聚合的树脂, 即一定粒径的粉状树脂, 经挤压压延、压制及注射等工艺加工成制品。

一般用于硬质聚氯乙烯树脂的规格要求是:

(一) 平均分子量(聚合度)

聚氯乙烯树脂是分子量大小不等的聚氯乙烯分子的多分散体系。因为它对加工性质和产品性质有极大影响, 所以平均分子量大小是选择树脂时的重要性能。

平均分子量的表示方法很多, 各种方法都是以测定聚氯乙烯在溶剂中组成稀溶液的粘度作为基础的, 常用绝对粘度、相对粘度、特性粘度和 K 值等来表示, 它们之间存在着一定的关系。为了便于加工上使用, 聚氯乙烯树脂各种分子量的表示法的换算如图1-1所示。我国使用的方法是测定1%树脂的二氯化烷溶液的绝对粘度, 表示树脂的平均分子量。

表1-1为我国PVC树脂的粘度及平均聚合度和 K 值的

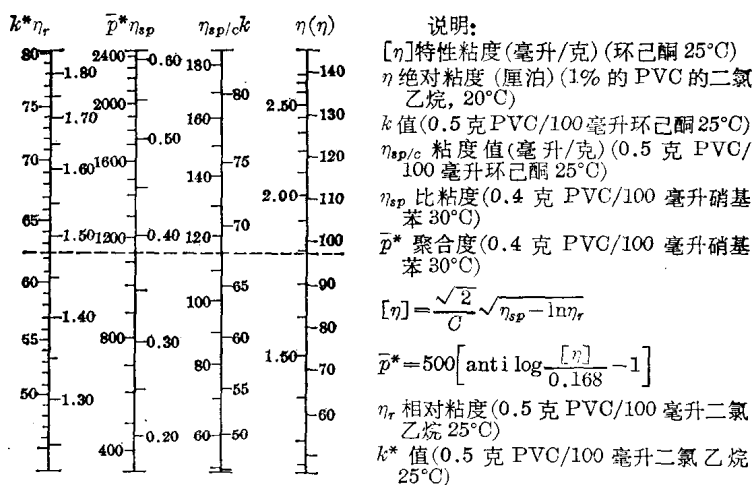


图 1-1 聚氯乙烯分子量表示法换算

表 1-1 我国 PVC 树脂的绝对粘度及平均聚合度和 K 值查对参考表

型 号	XJ XS-1	XJ XS 2	XJ XS-3	XJ XS-4	XJ-5 XS-5	XJ-6 XS-6
绝对粘度 Cp	2.1 以上	1.9~ 2.1	1.8~ 1.9	1.7~ 1.8	1.6~ 1.7	1.5~ 1.6
平均聚合度 $\bar{p}$	大于 1888	1108~ 1888	980~ 1108	845~ 980	720~ 845	590~ 720
K 值	>74.2	70.3 以上 ~74.2	68~ 70.3	65.2~ 68	62.2~ 65.2	58.5~ 62.2

查对参考表。

(二) 粒径(筛析)

树脂的粒径大小和粒径分布将决定今后捏和和其他加工性能, 以及容积计量。因此理想的是具有均匀而适当粒径的树脂。细粒树脂易造成加工中粉尘飞扬和容积计量困难, 也

会产生捏和过程中树脂吸收增塑剂的不均衡性。同时,在加料过程中还会引起粉粒不易进入挤压机。粒径过粗,则造成树脂包装、贮存困难,也使加工的生产效率降低。

粒径的测定是采用过筛分析(筛析)方法,以一定规格筛孔过筛,用树脂中粒径大小所占的比例来表示树脂的粒径分布。大多数悬浮聚合的聚氯乙烯树脂的粒径为30~150微米。

在聚合过程中采用不同的悬浮分散剂,可制得结构和性能不同的树脂,即疏松型树脂XS及紧密型树脂XJ,二者的粒径不同,性能也不同。

实践表明,不规则形状的质地疏松的疏松型树脂,在加工过程中能表现出很多优越的性能,例如吸油性大、易于塑化、干流动性好、便于计量、加工操作控制方便、制品性能优异等。适用于粉料直接挤出或注射成型。

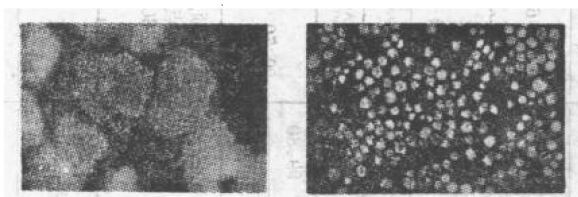
疏松型树脂和紧密型树脂的特点和外形区别,如表1-2和图1-2所示。

(三)表观密度

单位容积树脂的重量称为表观密度(克/毫升)。表观密

表 1-2 疏松型树脂和紧密型树脂比较

项 目	疏松型树脂 XS	紧密型树脂 XJ
粒 子 直 径	50~150(微米)	5~100(微米)
颗 粒 外 形	不规则,表面毛糙	球状,表面光滑
断 面 结 构	疏松,多孔呈网状	无孔实心结构
吸 收 增 塑 剂	快	慢
塑 化 性 能	塑化速度快	塑化速度慢



疏松型树脂

紧密型树脂

图 1-2 疏松型树脂和紧密型树脂外形

度大的树脂可以减少粒子间的无效空间，因此可以提高捏和其他加工的效率。XJ 型树脂的表观密度大于 XS 型树脂。

(四)干流动性

干流动性是测定一定体积的粒状树脂通过标准漏斗时所需的时间。主要用于表示粒状树脂输送计量的性能。均匀的大颗粒树脂通常具有良好的干流动性，也即树脂可以自由地输送到料斗、螺杆给料器等。树脂湿度较高时，会妨碍流动性，湿度较低时会引起静电。

(五)水分及挥发物含量

树脂中挥发物通常是水和残余的单体，还有链转移剂、溶剂等。高挥发物含量过多会使制品中产生气泡和缺陷，高湿度也会使树脂干流动性变差。一般悬浮聚合树脂的挥发物含量应小于 0.3%。测定方法是树脂在 80℃ 加热 2 小时测量重量损失。

(六)黄黑点总数

树脂中的杂质会影响制品的外观，特别在成型白色窗框及色泽鲜艳的建筑异型材料时尤其明显，必须引起重视。

有关悬浮聚合聚氯乙烯树脂的技术指标可参考表 1-3。