

中国塑料工业协会塑料助剂专业委员会组织编写

聚氯乙烯塑料助剂 与配方设计技术

龚浏澄 郑德 李杰 主编

第2版

- 降解与稳定、老化、塑料再生
- 原材料的特性与最佳配方设计
 - 正确选用塑料原材料与助剂
 - 共混改性、增强增韧
 - 人造革、超细填充材料
 - 管材、电线电缆……

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

聚氯乙烯塑料助剂 与 配方设计技术

(第2版)

中国工程塑料工业协会塑料助剂专业委员会组织编写

李润澄 郑德孝 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

为提高从事聚氯乙烯成型加工人员的技术能力,正确选用塑料原材料与助剂,合理地进行配方设计,我们邀请了40位国内知名教授和专家讲授企业界最关心的技术内容,如原材料的特性与最佳配方设计、共混改性、增强增韧、管材、电线电缆、人造革、超细填充材料等。

本书分为专论、配方设计、应用三篇。并在第1版的基础上增加了2007~2009年配方设计研讨会专家报告。专论阐述了塑料增强增韧、降解与稳定、老化、塑料再生等;配方设计涉及各种塑料助剂的功能与配方设计技术;应用篇介绍了PVC在异型材、管材、电线电缆、人造革方面的应用。

图书在版编目(CIP)数据

聚氯乙烯塑料助剂与配方设计技术 / 龚浏澄, 郑德, 李杰主编. —2版. —北京: 中国石化出版社, 2010. 8
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0429 - 9

I. ①聚… II. ①龚… ②郑… ③李… III. ①聚氯乙烯塑料 - 助剂 ②聚氯乙烯塑料 - 配方 IV. ①TQ325. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 138215 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 21.25 印张 540 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定价: 46.00 元

作者介绍

- 第1章 龚浏澄 中塑协塑料助剂专业委员会副会长，化学工业出版社编审
- 第2章 钟世云 上海同济大学材料科学与工程学院教授
- 第3章 栾照辉 哈尔滨理工大学哈尔滨哈普电气技术有限责任公司副教授
- 王 暄 哈尔滨理工大学哈尔滨哈普电气技术有限责任公司教授，博士生导师
- 第4章 周洪荣 大连实德集团高级工程师
- 第5章 欧育湘 北京理工大学材料科学与工程学院教授，博士生导师
- 第6章 王国建 上海同济大学材料科学与工程学院教授，博士生导师
- 第7章 黄 艳 南京协和化学有限公司博士，高级工程师，董事长
- 第8章 吴旅良 江西宏远化工有限公司高级工程师，董事长
- 张顺华 江西宏远化工有限公司
- 晏宗伟 江西宏远化工有限公司工程师
- 第9、10章 蒋平平 江南大学教授、博士生导师
- 第11章 杨 涛 北京工商大学材料科学与工程学院
- 王丽红 北京工商大学材料科学与工程学院
- 第12章 吴茂英 广东工业大学轻工化工学院博士，教授
- 第13章 严一丰 深圳志海实业有限公司总经理，高级工程师
- 第14章 陈金鹏 广州广洋科技股份有限公司高级工程师，副总经理
- 第15章 吴旅良 江西宏远化工有限公司高级工程师，董事长
- 第16章 施珣若 杭州三叶化工有限公司总经理，高级工程师

- 第 17 章 王传琦 湖北南星化工总厂高级工程师
- 第 18 章 郑 德 广东炜林纳功能材料有限公司教授, 总经理
- 第 19 章 冯伟刚 哈尔滨中大化学建材有限公司研发部高级工程师
- 第 20 章 何 慧 华南理工大学材料科学与工程学院教授
- 第 21 章 陈 宇 北京市化工研究院院长, 教授级高级工程师
- 第 22 章 刘 芳 北京天加科技有限公司高级工程师
- 第 23 章 路中伟 上海氯碱化工股份有限公司颗粒厂高级工程师
张 凯 上海氯碱化工股份有限公司颗粒厂工程师
- 第 24 章 刘英俊 轻工业塑料加工应用研究所教授级高级工程师
- 第 25 章 牛建华 浙江华之杰塑料建材有限公司高级工程师
- 第 26 章 张玉杰 北京极易伟业科技发展有限公司工程师
王海鹰 大连塑料研究所有限公司高级工程师
- 第 27 章 胡行俊 广州合成材料研究院教授级高级工程师
- 第 28 章 李明珠 上海电缆研究所高级工程师
- 第 29 章 刘二烈 北京理工大学国家阻燃材料实验室博士、副教授
李 响 北京理工大学国家阻燃材料实验室博士、副教授
- 第 30 章 唐克能 上海汤臣塑胶实业有限公司高级工程师
- 第 31 章 张 军 南京工业大学材料科学与工程学院教授, 博士生导师
- 第 32 章 苑惠林 北京化工大学材料科学与工程学院教授
- 第 33 章 郑 德 广东炜林纳功能材料有限公司教授, 总经理
- 第 34 章 黄 锐 四川大学高分子科学与工程学院博士生导师
- 第 35 章 王 暄 哈尔滨理工大学哈尔滨哈普电气技术有限责任公司
教授, 博士生导师
- 第 36 章 刘 芳 北京天加科技有限公司高级工程师
李 杰 北京加成助剂研究所高级工程师, 所长
时 凯 北京加成助剂研究所助理工程师
黄 艳 南京协和化学有限公司博士, 高级工程师, 董事长

第 二 版 前 言

随着石油资源的短缺和油价的攀升,近年来国内电石法路线得以快速发展;随着电石渣用作水泥原料和制砖,乙炔工艺路线的提升,精制过程的升级,进一步完善了电石法路线。2008年我国聚氯乙烯树脂产能已达到1500万吨/年,今后几年还将有若干个(30~100)万吨/年的装置投产,预计到2015年将达到2000万吨/年。2008年我国聚氯乙烯树脂的消费量已达到1000万吨/年,促使聚氯乙烯快速发展的原因是得益于它在塑料管材、塑料异型材制门窗等建筑材料业的持续、快速发展。为了更合理地使用聚氯乙烯树脂,也为了从事聚氯乙烯成型加工行业的从业者了解塑料添加剂配伍性,中国塑料工业协会塑料助剂专业委员会每年都要举办塑料助剂配方设计研讨会,本书第二版的内容主要是选择近年来(2007~2009)一系列配方设计研讨会专家专题报告。我们今后还要举办各种类型的研讨会,希望广大读者给我们提出各种要求和希望,使得以后的研讨会更有针对性、更切合实际,对聚氯乙烯工业起一定的促进作用。

编者



第 1 章 聚氯乙烯用塑料助剂概况	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 增塑剂	(8)
1.3 热稳定剂	(15)
1.4 阻燃剂	(19)
1.5 冲击改性剂和加工助剂	(27)
1.6 发泡剂	(28)
1.7 润滑剂	(32)
1.8 抗氧化剂	(35)
1.9 光稳定剂	(38)
1.10 抗静电剂	(40)
1.11 塑料着色剂	(47)
1.12 偶联剂	(51)
1.13 成核剂	(53)
1.14 交联剂	(56)
1.15 抗菌剂及生物杀除剂	(57)
1.16 抑菌防霉剂	(60)
1.17 流滴剂与防雾剂	(61)
1.18 除酸剂	(62)
1.19 功能母料	(64)
第 2 章 聚氯乙烯的降解与稳定	(67)
2.1 聚氯乙烯的热降解	(67)
2.2 聚氯乙烯的光降解	(71)
2.3 聚氯乙烯的热稳定剂	(72)
2.4 结束语	(76)

第 3 章	PVC-U 干混粉料塑化过程的研究	(77)
3.1	研究的背景	(77)
3.2	实验部分	(80)
3.3	结论	(85)
第 4 章	PVC-U 异型材原料配方基础	(87)
4.1	塑料门窗与 PVC	(87)
4.2	PVC-U 异型材配方组成	(88)
4.3	PVC 及 PVC-U 异型材助剂	(90)
第 5 章	软聚氯乙烯用阻燃剂和抑烟剂	(123)
5.1	软聚氯乙烯用阻燃剂	(123)
5.2	软聚氯乙烯用抑烟剂	(139)
第 6 章	聚氯乙烯加工助剂的应用及其发展	(160)
6.1	引言	(160)
6.2	ACR 在 PVC 加工中的应用	(161)
6.3	其他 PVC 加工助剂的发展	(168)
第 7 章	XH-CA 功能性改质剂开发及应用	(175)
7.1	前言	(175)
7.2	实验部分	(177)
7.3	实际应用	(180)
7.4	使用方法	(182)
7.5	产品性能	(182)
第 8 章	塑料异型材防老化体系探讨	(184)
8.1	老化机理探讨	(184)
8.2	江西宏远化工有限公司的抗老化 体系配方组成	(187)
8.3	客户应用结果	(188)
8.4	结语	(189)
第 9 章	环氧大豆油增塑剂的技术问题及在环保 PVC 配方中对复合材料力学性能的影响	(190)
9.1	工业生产环氧大豆油的品种及工艺方法	(191)

9.2	环氧大豆油生产工艺的主要技术问题	(194)
9.3	工业生产环氧大豆油新方法的研究	(195)
9.4	环氧大豆油的卫生性及加工性	(197)
9.5	结论	(199)
第 10 章	环保型增塑剂与 PVC 软制品配方应用	(201)
10.1	无毒环氧大豆油助剂	(201)
10.2	无毒生物可降解柠檬酸酯增塑剂	(203)
10.3	天然多元醇增塑剂	(207)
10.4	无毒、生物可降解新型增塑剂 Benzoflex 2888	(207)
10.5	偏苯三酸酯类增塑剂	(208)
10.6	均苯四酸四辛酯增塑剂	(210)
10.7	聚酯类增塑剂	(214)
第 11 章	PVC 增塑剂环保问题综述	(219)
11.1	常用邻苯二甲酸酯类增塑剂的毒性	(219)
11.2	其他类增塑剂毒性	(222)
11.3	增塑剂安全与环保性的相关法规和要求	(226)
11.4	环保增塑剂主要产品介绍	(233)
11.5	思考	(240)
第 12 章	PVC 热稳定剂体系的设计	(242)
12.1	前言	(242)
12.2	基础知识	(243)
12.3	基本规则	(254)
12.4	步骤与方法	(255)
12.5	结束语	(257)
第 13 章	环保 PVC 热稳定剂应用技术	(259)
13.1	前言	(259)
13.2	E&E 环境管理化学物质检测	(261)
13.3	环保 PVC 稳定剂稳定机理简介	(264)
13.4	环保 PVC 稳定剂的评价	(267)

13.5	环保 PVC 稳定剂应用实例	(273)
13.6	环保 PVC 稳定剂的配方设计	(276)
第 14 章	新型稀土钙/锌复合稳定剂 GS 系列产品及其在 PVC	
	门窗异型材中的应用特点	(279)
14.1	PVC 老化机理	(279)
14.2	传统铅类/无毒类稳定剂及 GS	
	系列产品的异同	(281)
14.3	GS 系列产品的稳定处理	(283)
14.4	GS 稳定剂在 PVC 门窗型材中的应用	(285)
14.5	型材耐候性评价	(286)
14.6	型材的性能测试	(287)
14.7	结论	(287)
第 15 章	改性水滑石在钙锌稳定剂中的应用	(288)
15.1	前言	(288)
15.2	水滑石结构及作用机理	(288)
15.3	粉体水滑石的结构特征	(291)
15.4	实验部分	(294)
15.5	金属皂类热稳定剂、改性水滑石及	
	三盐在 PVC 中的应用	(296)
15.6	改性水滑石与硬脂酸钙、硬脂酸锌、抗氧剂等	
	复配成钙锌稳定剂的使用情况	(299)
15.7	用改性水滑石复配的钙锌稳定剂 619 系列	
	产品的实验结果分析	(300)
15.8	钙锌稳定剂 619 的加工特性	(302)
15.9	结论	(303)
第 16 章	热稳定剂现状及发展趋势	(304)
16.1	热稳定剂的分类与现状	(304)
16.2	现有的环保法规	(306)
16.3	铅盐类稳定剂生产状况	(308)
16.4	有机锡类稳定剂生产状况	(310)

16.5	钙锌类稳定剂生产状况	(313)
16.6	热稳定剂发展趋势	(314)
第17章	硫醇甲基锡热稳定剂在PVC塑料中的应用 ..	(317)
17.1	有机锡热稳定剂的研究、生产现状 及发展趋势	(317)
17.2	硫醇甲基锡在PVC硬制品中的使用	(322)
17.3	硫醇甲基锡在PVC硬制品中的配方实例	(325)
第18章	稀土助剂在PVC塑料高性能化方面的应用 ..	(329)
18.1	稀土化合物在高分子材料中的应用概况	(329)
18.2	稀土化合物作为无机粉体多功能表面 处理剂在PVC加工中的应用	(330)
18.3	稀土化合物作为加工改性剂在 PVC加工中的应用	(335)
18.4	新型高效稀土/钙/锌多功能稳定剂 在PVC加工中的应用	(340)
18.5	结束语	(343)
第19章	与PVC型材质量有关的应用技术	(344)
19.1	PVC树脂技术参数与PVC型材质量	(344)
19.2	抗冲击改性剂与PVC型材抗冲击性能	(351)
19.3	热稳定剂的作用与评价	(353)
19.4	转矩流变曲线在提升PVC型材 质量方面的贡献	(358)
第20章	塑料用冲击改性剂和加工改性剂	(371)
20.1	冲击改性剂	(371)
20.2	加工助剂	(400)
第21章	改性塑料配方功效的技术优化	(417)
21.1	改性塑料配方研发的误区——服药模式	(417)
21.2	基础树脂的正确选择是改性塑料功效的保障 ..	(419)
21.3	多功能改性塑料配方组分的简约化	(420)
21.4	结论	(427)

第 22 章	塑料润滑剂的润滑作用及润滑平衡	(429)
22.1	塑料润滑剂及润滑作用理论与应用	(429)
22.2	润滑剂的结构与作用机理	(454)
22.3	相容度或表观溶解度与润滑作用	(462)
22.4	内、外润滑作用的平衡	(471)
22.5	润滑剂的选择及润滑平衡确定的实验方法	(487)
22.6	扭矩流变曲线上特性参数的微观本质 及其物理意义	(494)
22.7	润滑剂及其他助剂对塑料透明度的影响	(505)
22.8	塑料润滑剂与机械润滑剂的区别	(508)
22.9	配方设计的基本原则	(510)
22.10	结束语——润滑剂的发展趋势	(511)
第 23 章	软质聚氯乙烯塑料的消光性能研究	(514)
23.1	前言	(514)
23.2	试验设备与仪器	(514)
23.3	主要原料	(514)
23.4	试验方法	(515)
23.5	结果与分析	(515)
23.6	结论	(517)
第 24 章	滑石粉在塑料中的改性作用及应用展望	(519)
24.1	滑石粉的基本特性	(519)
24.2	滑石粉的加工及表面处理	(521)
24.3	滑石粉改性塑料实例	(522)
24.4	应用展望	(529)
第 25 章	白色 PVC 塑料异型材的调色、增白和控制	(532)
25.1	白色 PVC 异型材的调色与增白机理	(532)
25.2	白色 PVC 异型材颜色的影响因素	(533)
25.3	白色 PVC 异型材颜色的控制	(535)
25.4	结束语	(536)

第 26 章	光稳定剂在 PVC 中的应用	(537)
26.1	光稳定剂的分类	(537)
26.2	光稳定剂在 PVC 中的应用	(539)
26.3	结束语	(547)
第 27 章	防老剂(稳定剂)的作用机理与应用	(549)
27.1	抗氧化剂	(549)
27.2	紫外线稳定剂	(551)
27.3	防老剂的应用	(554)
第 28 章	环保聚氯乙烯电缆料的发展	(558)
28.1	线缆行业主要用材分析	(558)
28.2	用户对 PVC 电线电缆的环保要求和 环保 PVC 电缆料的发展	(559)
28.3	环保 PVC 电线电缆和选用	(564)
第 29 章	门窗用硬质聚氯乙烯异型材耐候型 冲击改性剂的研究	(565)
29.1	试验部分	(565)
29.2	结果与讨论	(566)
29.3	结论	(569)
第 30 章	硬质聚氯乙烯管材的原料配制及成型加工机理	(571)
30.1	PVC-U 管材的定位	(571)
30.2	PVC-U 管材的原料配制	(573)
30.3	PVC-U 管材的挤出工艺	(580)
第 31 章	鞋用聚氯乙烯塑料配方设计	(582)
31.1	注射成型聚氯乙烯全塑鞋	(582)
31.2	注射成型改性聚氯乙烯鞋	(587)
31.3	高聚合度聚氯乙烯鞋用材料	(594)
第 32 章	挤出发泡与配方设计	(601)
32.1	概述	(601)
32.2	挤出工艺流程	(601)

32.3	硬聚氯乙烯泡沫塑料的配方设计	(605)
第 33 章	稀土发泡专用助剂应用技术	(612)
33.1	发泡的意义	(612)
33.2	发泡原理和过程	(612)
33.3	发泡助剂	(614)
33.4	稀土发泡专用助剂应用技术	(615)
33.5	结论	(621)
第 34 章	PVC 塑木发泡复合材料	(623)
34.1	塑木复合材料定义	(623)
34.2	发泡 PVC 塑木复合材料	(623)
34.3	结语	(631)
第 35 章	转矩流变仪及其在聚合物工中的应用	(633)
35.1	绪论	(633)
35.2	测控主机	(635)
35.3	混合器及数据处理	(638)
35.4	螺杆挤出机及挤出式毛细管流变测量	(641)
35.5	实验部分	(650)
35.6	结论	(657)
第 36 章	悬浮聚氯乙烯的熔体黏度与扭矩对塑料 加工性和制品力学性能的影响	(658)
36.1	扭矩的种类及其物理意义	(658)
36.2	合适的“塑化扭矩”是保证正常生产 SPVC 制品的前提条件	(660)
36.3	影响“塑化扭矩”的因素	(663)
36.4	结论	(665)

第 1 章 聚氯乙烯用塑料助剂概况

1.1 概述

我国 1990 年塑料制品的产量为 2.66Mt/a, 2004 年已跃至 35Mt/a。14 年增长了 13 倍, 相应地, 塑料助剂也增长近 10 倍。2008 年更增至 51.8Mt/a, 4 年增长了 0.67 倍, 聚氯乙烯是使用塑料助剂最多的品种, 2008 年 PVC 的表观消费量达 10Mt, 所用塑料助剂约 2Mt。

塑料助剂又称塑料添加剂, 是聚合物(合成树脂)进行成型加工时为改善其加工性能或为改善树脂本身性能不足而必须添加的一些化合物。例如, 为了降低聚氯乙烯树脂的成型温度, 使制品柔软而添加的增塑剂; 又如为了制备质量轻、抗振、隔热、隔音的泡沫塑料而要添加发泡剂等。

塑料助剂按用途可分为工艺用助剂和功能性助剂, 如图 1-1 所示。广义的塑料助剂还把填充材料和增强材料也列入其中。

不同塑料品种所需的塑料助剂也不同, 表 1-1 列出了主要塑料品种用塑料助剂。

我国的塑料助剂工业是随聚氯乙烯工业化而发展起来的, 经过 50 年的建设和发展, 已形成门类齐全, 生产企业超过 1000 家的一大行业。表 1-2 列出塑料和 PVC 用助剂的用量及其构成比, PVC 助剂的用量占热塑性塑料用助剂的 76%。

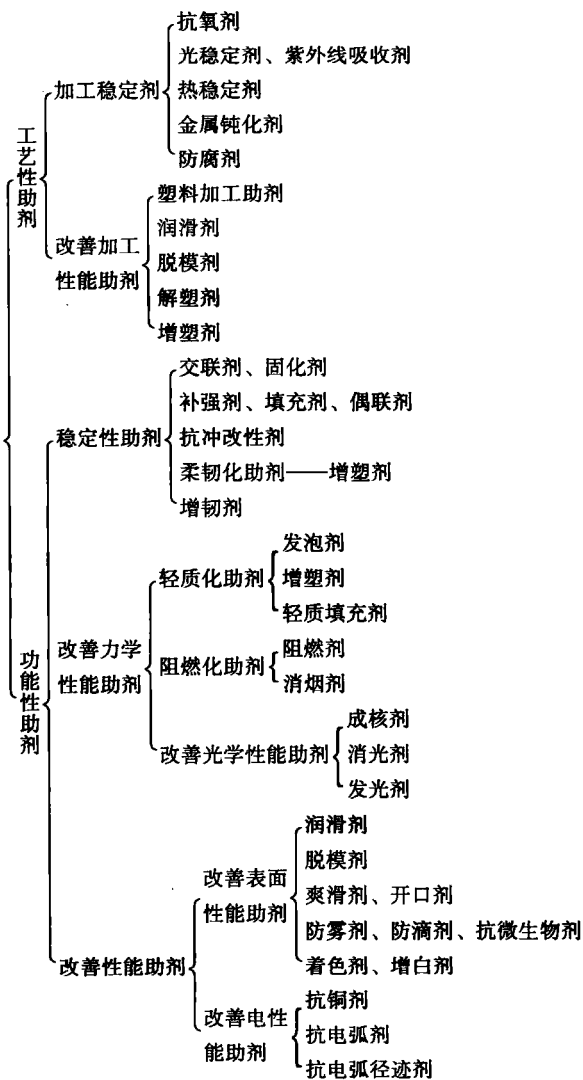


图 1-1 塑料助剂的分类

表 1-1 主要塑料品种用塑料助剂

助剂品种	PVC	PP	PE	PS	ABS	PA	PC	POM	PBT	PET	PU	PMMA	PF	UF	MF	EP	UP
抗氧化剂	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	△	△
光稳定剂	△	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○
热稳定剂	◎	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
增塑剂	◎	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×
阻燃剂	○	△	△	△	△	△	○	△	◎	△	◎	○	○	○	○	○	○
成核剂	△	◎	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
冲击改性剂与加工助剂	◎	△	△	△	△	△	◎	○	○	△	◎	×	△	×	×	×	×
发泡剂	○	△	○	◎	×	×	×	×	×	×	◎	×	△	△	×	×	×
抗静电剂	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	△	△	△	○	×	×	×	×	×	○
防雾滴剂	◎	△	◎	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
润滑剂	◎	◎	△	△	△	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○
抗菌剂	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△
着色剂	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○	◎	△	○	○	○	△
填充剂	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	△	△	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注：◎—用量多；○—用量一般；△—用量少；×—不用。