

塑料配料工



塑料捏合工

中国塑料加工工业协会 组织编写

王加龙 编著

LASTIC



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料配料工 与 塑料捏合工

中国塑料加工工业协会 组织编写

王加龙 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

塑料配料工与塑料捏合工/王加龙编著. —北京: 化学工业出版社, 2006.2
ISBN 7-5025-8269-X

I. 塑… II. ①中…②王… III. ①塑料-配料②塑料制品-捏合 IV. TQ32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 010910 号

塑料配料工与塑料捏合工

中国塑料加工工业协会 组织编写

王加龙 编著

责任编辑: 龚浏澄 朱 彤

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 潘 峰

*

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)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7¼ 字数 181 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8269-X

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

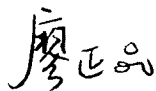
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序 言

在经济全球化和市场国际化的大趋势下，中国作为“世界制造基地”的地位日益突出，提高中国塑料加工行业的国际竞争力是我们面临的紧迫而重要的任务。竞争力的核心是人的素质，即人才的竞争。

中国的合成树脂消费量和塑料制品产量都位居世界第二，但我们行业的装备能力和技术水平与工业发达国家还有较大的差距，特别是技术工人的操作技能和知识与塑料强国不相匹配。大力培育各类高、精、尖专业技术人才和各专业工种的能工巧匠，为行业的持续发展提供技术支撑是中国塑料加工工业协会的重要使命。为此，中国塑料加工工业协会依据国家职业技能鉴定标准的基本要求，拟分期分批举办有关技术人员特别是技术工人培训，编写系列相关培训教材，从2006年开始启动这项工作并委托江苏省塑料加工行业国家职业技能鉴定所编写《塑料注塑工》、《塑料挤出工》、《塑料配料工与塑料捏合工》、《塑料测试工》作为第一批，然后在总结培训工作和教材编写工作经验的基础上，逐步全面铺开。希望有关单位在培训过程中不断总结经验，及时反馈意见，以便进一步完善补充，促进行业人才的培养和技术进步。

中国塑料加工工业协会



2006年1月

前 言

在加入 WTO 的今天，我国已成为塑料加工工业的大国，但还不是塑料加工工业强国。首先，目前在职的绝大多数从事塑料加工的工人没有经过系统的、正规的培训，缺乏必要的基础知识和解决技术上出现问题的能力。如何才能加工出优质的制品？首要条件是：必须要有大批有技术技能的劳动者。我国劳动力资源丰富，但有技术、有技能的劳动力却不多。有很多富余的劳动力却找不到工作岗位，处于失业状态。在这种情况下，必须大力加强在职工人的培训，同时加强下岗失业人员、新生劳动力和农村富余劳动力的职业培训工作，提高他们的就业能力、工作技能和职业转换能力。加快培养一大批有技术技能的劳动者，尽快扭转当前企业和劳动力市场中技术技能劳动者严重短缺的局面，是职业技术教育工作者义不容辞的任务。

江苏省塑料加工行业国家职业技能鉴定所设在常州轻工职业技术学院，并进行了五年的职业技术鉴定工作。该所具有“塑料配料”、“塑料挤出”、“塑料注塑”和“塑料性能测试”四个工种的技师鉴定资格。我们根据中国塑料加工工业协会和化学工业出版社的要求，编写《塑料配料工与塑料捏合工》培训教材，希望在几年之后能出版一套较完善的培训教材。

在塑料成型加工工业中，要生产出优质的制品，必须具备三个条件：优质的原料、精良的设备和适宜的工艺。笔者认为，塑料配混工既解决原料方面问题，也解决工艺方面的问题。许多情况下，只有通过配料和捏合才能制备出优质的原料，而这一过程

又要通过一定的工艺方法和工艺条件来实施，是塑料成型加工的开始阶段。

笔者编纂《塑料配料工与塑料捏合工》一书，旨在致力于解决塑料配料和塑料捏合中的实际问题，为培训这方面的操作工提供教材，为加快我国塑料加工行业的发展作一份贡献。聚氯乙烯树脂只有添加各种助剂后才能成型加工成塑料制品，因而配料和混合是很重要的工艺，对软质聚氯乙烯通常要采用捏合工序进行混合，因而本书重点阐述聚氯乙烯的配混与捏合。其他品种通常不用捏合工艺，因而不作介绍。

本书共分十章。当你读完第一章时，会对塑料配料工和塑料捏合工有一个清晰的概念；当你读完第二章和第三章时，会对PVC塑料及其添加剂有一个初步的认识；当你读完“塑料配料和捏合基础知识”后，会对塑料配料和捏合的过程及其步骤有清晰的认识，并基本学会塑料配料和捏合；当你读完“塑料配料和捏合所用设备”后，通过实际练习，会基本掌握这些设备的操作方法及其注意事项；当你读完“塑料配料和捏合工艺”后，就会熟悉塑料配料和捏合的工艺过程和工艺参数，对其要求和影响因素有一定的理解；当你读完“配料和捏合基本操作技能”并进行实际操作后，就能学会配料和捏合基本操作技能；当你读完“质量问题及一般处理”后，就会熟悉塑料配料和塑料捏合过程经常出现的问题、产生的原因及其处理方法；当你读完“设备维护和故障排除”后，就能学会塑料配料和捏合设备的维护并能排除简单的故障；当你读完本书的最后一章时，就能学会对计量器的维护和保养。

本书内容丰富，密切结合塑料配料和捏合过程中的实际，配料和捏合技术及其工艺参数实用、具体，切实可靠，有些操作技术还配合图形来描述，文字通俗易懂，使中等文化程度人员及非塑料专业的人员也能看懂。本书较多地介绍了塑料配料和捏合过

程中的实例，因而对塑料造粒工厂及生产 PVC 塑料制品加工的专业工厂是很有价值的参考书。

本书主体上面向塑料配混工，可供从事塑料加工、科研部门原材料改性的人员参考，也可供高等职业技术教育的院校、中等职业技术学院有关专业师生参考。

对书中的错误和缺陷，恳请批评指正，帮助笔者改进。

王加龙

2005 年元月于江苏省常州轻工职业技术学院

目 录

第一章 绪论	1
一、配料和捏合在塑料工业中的地位	1
二、塑料配料工和塑料捏合工	2
三、塑料配料中的混合	3
四、本书内容构成和学习方法	6
思考题	7
上篇 基础知识培训	9
第二章 塑料的基础知识	11
第一节 塑料的基本概念	11
一、塑料和树脂的概念	11
二、塑料的分类	11
第二节 聚氯乙烯树脂概论	13
一、聚氯乙烯的合成	13
二、聚氯乙烯的结构与性能	14
第三节 聚氯乙烯塑料	20
一、聚氯乙烯的型号和用途	20
二、聚氯乙烯的加工特性	23
三、硬质聚氯乙烯塑料及其制品	25
四、软质聚氯乙烯塑料及其制品	26
第四节 其他塑料品种	27
一、聚烯烃	27

二、聚苯乙烯及系列产品	30
三、热固性树脂及塑料品种	34
思考题	38
第三章 聚氯乙烯塑料用原辅材料	40
第一节 增塑剂	40
一、增塑剂的结构及作用机理	40
二、增塑剂的主要性能	42
三、常用增塑剂	45
四、增塑剂的应用	48
第二节 热稳定剂	50
一、PVC 的热降解与热稳定	50
二、热稳定剂的作用机理	52
三、常用热稳定剂	54
四、PVC 热稳定剂的应用	59
第三节 抗氧剂与光稳定剂	60
一、塑料的老化	60
二、塑料的氧老化	61
三、抗氧剂与光稳定剂的作用机理	62
四、塑料常用抗氧剂与光稳定剂	63
五、抗氧剂与光稳定剂的应用	67
第四节 润滑剂	68
一、润滑剂的作用机理	69
二、常用润滑剂品种	70
三、润滑剂在塑料中的应用	74
第五节 填料	75
一、颗粒状填料	76
二、塑料中常用颗粒状填料	78
三、纤维状填料	79

第六节 其他塑料助剂	83
一、阻燃剂	83
二、抗静电剂	87
三、发泡剂	89
四、交联剂	91
思考题	92
第四章 塑料配料和塑料捏合常识	94
第一节 塑料配料	94
一、准备	94
二、配料	100
第二节 塑料捏合	108
一、计量	108
二、输送和加料	109
三、混合和分散	109
思考题	119
第五章 塑料配料和捏合设备	120
第一节 塑料配料设备	120
一、粉碎设备	120
二、筛粉设备	121
三、过滤设备	125
四、料位监测系统	126
五、干燥设备	127
六、上料机	130
七、配料器	130
第二节 塑料捏合设备	133
一、预混设备	133
二、间歇式混合设备之一	140
三、间歇式混合设备之二	141
四、连续混合设备之一	141

五、连续混合设备之二	143
六、连续混合设备之三	143
思考题	144
第六章 塑料配料和塑料捏合工艺	145
第一节 塑料配料工艺	145
一、准备阶段的工艺	145
二、聚氯乙烯塑料的配料工艺	152
第二节 塑料捏合工艺	160
一、Z形捏合机和高速混合机的捏合工艺	160
二、密炼机的捏合工艺	161
三、开炼机的捏合工艺	162
四、挤出过滤工艺	163
第三节 色母料配料工艺实例	163
一、颜料分散的基本条件	164
二、分散前颜料颗粒状态	164
三、颜料的分散过程	164
思考题	166
下篇 操作技能培训	169
第七章 配料操作和捏合操作技能	171
第一节 硬聚氯乙烯塑料配料操作和捏合操作	171
一、准备阶段的操作	171
二、硬聚氯乙烯配料操作规程	172
三、称量操作	172
四、混合操作	174
第二节 软聚氯乙烯配料操作和捏合操作	182
一、液体助剂的加入	182
二、捏合操作	183

第八章 配料和捏合中的质量问题及一般处理方法	184
第一节 混合料和捏合料的质量检验	184
一、检验内容	184
二、不合格料的处理方法	185
第二节 生产过程中不正常现象及其处理方法	185
一、混合料中有粗大颗粒料, 分布不均匀	185
二、捏合料粘在一起, 不容易松开	186
三、捏合机筒体内出现锅巴	186
四、物料在开炼机长时间不能成片	186
五、物料黏附在开炼机辊筒上取不下来	187
六、捏合料的力学强度太低	187
第三节 安全措施	187
一、配料过程中的安全措施	187
二、捏合过程中的安全措施	188
三、捏合工艺参数对捏合料质量的关系	188
第九章 配料和捏合设备的维护、保养及	
一般故障排除	189
第一节 配料工序中设备的维护、保养及一般故障排除	189
一、塑料破碎机的维护保养	189
二、Z形捏合机的维护、保养和故障排除	189
第二节 捏合工序中设备的维护、保养及一般故障排除	190
一、高速混合机的维护、保养和故障排除	190
二、开炼机的维护、保养和故障排除	195
三、密炼机的安装与维护	201
第十章 计量器的使用、维护和保养	209
第一节 计量器的选用和使用	209
一、计量器的选用原则	209
二、计量器的使用	209

第二节 分析天平的使用和称样方法	210
一、双盘分析天平的结构	211
二、双盘分析天平的使用方法	217
三、使用规则	219
四、称样方法	219
五、递减称量法注意事项	220
第三节 单盘分析天平和电子天平	221
一、单盘分析天平	221
二、电子天平	225
第四节 计量器的维护和保养	227
一、等臂双盘天平常见故障及其调修	227
二、其他计量器的维护和保养	230
参考文献	231

第一章 绪 论

一、配料和捏合在塑料工业中的地位

配料 (compounding, compound processing) 是现代塑料工业中不可缺少的阶段。虽然有些塑料品种看起来在塑料加工厂没有经过配料而直接加工, 然而这些塑料品种中的添加剂在树脂合成时已经加入, 也就是说, 配料这一重要的工序是在树脂合成厂就完成了。例如, 聚丙烯 (PP) 树脂中成型所需要的抗氧剂在树脂合成厂将聚丙烯粉料造粒时就加入了。

早在 1872 年, 海厄特 (Hyatt) 将樟脑和硝化纤维素混合, 制成了第一个热塑性塑料——赛璐珞, 实现了塑料工业上的第一次配料。1907 年, 贝克兰 (Bakeland) 用木粉填充了酚醛 (PF) 树脂, 使得 PF 塑料第一次实现了工业化生产。聚氯乙烯 (PVC) 树脂问世以来, 在很长一段时间内由于未找到热稳定剂而未能进入应用领域, 直到西蒙 (Semon) 用邻苯二甲酸二丁酯增塑了 PVC, 使 PVC 软化易于成型。用邻苯二甲酸二丁酯增塑 PVC 的过程就是 PVC 塑料早期的配料过程。

1948 年, 高抗冲击聚苯乙烯 (HIPS) 和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物 (ABS) 的出现是塑料加工业配料技术的新成果, 实现了由两种或两种以上聚合物通过共混配料, 制成了塑料合金及共混物 (PAB)。塑料配料技术不仅促进了塑料工业的发展, 而且在开发塑料的过程中形成了自己独特的配料技术, 概括起来有以下几点。

① 聚合物的接枝和交联技术，如硫化、辐射交联、过氧化物交联等。

② 聚合物的物理改性技术，如增塑、着色、发泡、润滑等。

③ 聚合物的稳定化技术，如热稳定、光稳定和抗氧等。

④ 聚合物的共混技术，如增容剂技术、反应挤出成型技术、聚合物互穿网络（IPN）技术和分子复合等。

⑤ 聚合物复合技术，如玻璃纤维增强聚合物等。

⑥ 塑料混合技术。

应用这些技术，在纯树脂（即聚合物）中配以适当的添加剂（或聚合物），可制得具有一定特性的可加工材料。可以毫不夸张地说，没有配料工序就没有现代塑料加工业。因此，“塑料配料”与“树脂合成”、“塑料成型加工”一起构成了塑料工业的三大支柱。

二、塑料配料工和塑料捏合工

塑料配料工和塑料捏合工都是塑料成型加工专业职业技能培训的基础工种之一。

由中华人民共和国劳动部和原轻工业部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准（塑料行业）》中，“塑料配料工”的工种定义为：利用天平、磅秤等计量器具，将各种原料、辅料、助剂等按工艺配方要求进行称量、配料；适用于各种加工工艺有配料要求的配料工。“塑料捏合工”^①的工种定义为：按工艺要求，将需捏合的物料投入捏合机中捏合，使物料各组分得到充分混合，适用于各种加工工艺有捏合要求的捏合工。然而，根据《中华人民共和国职业分类大典》中将“塑料制品加工人员”[69-09-02（GBM 7-42）]分为“塑料制品配料工”、“塑料制品成型

① 习惯上人们也称为“塑料捏合工”——编者。

制作工”和“其他塑料制品加工人员”。

在“塑料制品配料工”中又分为这样6个工种：塑料筛分工（18-393）、塑料研磨工（18-394）、塑料配料工（18-395）、塑料捏合工（高、低速）（18-396）、塑化工（18-397）、塑料制糊工。

江苏省塑料加工行业国家职业技能进行所能进行“塑料配料”、“塑料挤出”、“塑料注塑”和“塑料性能测试”四个工种的技师鉴定。

三、塑料配料中的混合

塑料配料过程中离不开混合。混合是指降低组分的非均匀性的过程。或者说：混合是指组分在空间的有序或堆积状态的原始分布，从而增加在任一点上任一组分的粒子或体积单元的概率，以便达到合适的空间分布。

按照混合过程中颗粒的大小和形状是否改变，将混合分为“简单混合”和“分散混合”两类。简单混合只是增进空间排列的无规程度但没有减少其结构单元的一种操作；而分散混合则在增进空间无规程度的同时还具有改变颗粒的形状和尺寸作用的一种操作。

按混合过程中物料出现变形的位罝将混合分为“层状混合”和“分配混合”两类。当给予剪切作用时，物料会出现层状的变形，这种混合过程称为“层状混合”。分配混合是指混合不仅单纯地产生层状变形，而且线形料流（准确地说，是成束的线形料流）之间的相对位罝发生变化。

捏合（kneading）是连续地压缩和反复叠合物料所造成的混合。或者说：捏合是依靠剪切作用的混合操作，使组成成分聚集尺寸减小和均化的操作。由此可见，捏合是混合的一种特殊形式，或者说，捏合是混合的一种复杂的表现形式。

然而，在塑料加工行业，还有几个名词术语与“捏合”相

近：“混炼”、“塑炼”及“塑化”。也有人将“kneading”一词译为“混炼”，将其定义为在熔融状态下的混合，因此，“捏合”和“混炼”是同义词。“塑炼”是指借热和（或）机械功使热塑性塑料软化为具有可塑性的均匀熔体的过程。请注意：橡胶工业中“塑炼”的概念与塑料工业中“塑炼”的概念完全不同。橡胶工业中“塑炼”过程主要是指大分子链的断裂过程，降低分子量的操作；而塑料工业中“塑炼”时是不允许或尽可能限制大分子链的断裂。由此可见，在塑料工业中，“塑炼”和“混炼”的概念是相近的，也可以认为是同义词。“塑化”是调节高分子化合物等的可塑性能的过程。在挤出成型工艺和注塑工艺中，“塑化”是指粒状或粉状的塑料原料在挤出机或注射机的料筒中经加热达到流动状态并具有良好可塑性的过程。而在《中华人民共和国工人技术等级标准（塑料行业）》中对“塑化工”的工种定义如下：按工艺要求，将物料投入密炼机或炼塑机中进行充分塑化。由此可见，“塑化”的概念和“捏合”比较接近，“塑化工”和“捏合工”的内容大部分重复。然而，笔者认为，这两个词还是有些区别的，其主要区别是：“塑化”是在加热为主的条件下所形成的可塑性过程，而“塑炼”是以机械作用为主的条件下所形成的可塑性的过程。当然，这两个词之间没有明显的界限。

在《中华人民共和国工人技术等级标准（塑料行业）》中对“制糊工”的工种描述如下：将各种树脂、辅料、颜料等按工艺要求配合，送入打浆机中打浆制糊。聚氯乙烯塑料可分为三大类：硬质聚氯乙烯塑料（RPVC）、软质聚氯乙烯塑料（SPVC）和聚氯乙烯树脂的悬浮体即聚氯乙烯糊（PVC糊，也称为聚氯乙烯溶胶塑料或称为聚氯乙烯的分散体）。制糊实质上就是对聚氯乙烯悬浮体进行捏合的过程，根据此工种定义，笔者认为，“制糊工”也包括在“捏合工”的范围之内。所以，在《中华人民共和国工人技术等级标准（塑料行业）》中，捏合工中基本上