

塑料成型加工速查手册系列

丛书主编 贾润礼

主编 梁淑君

塑料压制成型 速查手册

SULIAO YAZHI CHENGXING
SUCHA SHOUCHE

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



塑料成型加工速查手册系列

丛书主编 贾润礼

塑料压制成型速查手册

主编 梁淑君

参编 韩海军



机械工业出版社

本书是一本实用性强、使用简单方便、涉及面广的塑料制品成型技术的工具书。对压制成型制品所用的原材料(性能、配方设计等),成型工艺(方法、工艺流程等),压制成型制品、模具及相关设备的设计,制品质量检验要求,压制成型技术的主要问题、缺陷及对策等方面的知识进行了较为详细的阐述和介绍。

本书尽量避免理论的讲解,内容编排全部按照技术流程中涉及到的内容组织数据,形式上力求多用图表。

本手册主要面向从事塑料压制成型行业生产的技术人员,对相关工程技术人员及其制品经营管理的有关人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

塑料压制成型速查手册/梁淑君主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 8

(塑料成型加工速查手册系列)

ISBN 978-7-111-31440-0

I. ①塑… II. ①梁… III. ①塑料成型—压制成型—技术手册 IV. ①TQ320.66—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 146394 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:高依楠

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

130mm×184mm·9 印张·282 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31440-0

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

丛书序言

经过 20 多年的高速发展，目前我国塑料工业基础水平已与塑料发达国家相当，我国已成为世界塑料大国。在我国一些地区和省份，塑料工业已成为支柱产业。塑料塑造着我们的世界，已渗入生活的每一角落，与人类生活密不可分。

作为塑料行业的从业者，我们为塑料发挥的重要作用和身处蓬勃发展的行业而自豪，同时也深知我们肩负的责任。塑料工业的高速发展既衍生出许多新设备、新产品、新技术，也带动了就业，塑料行业每年要新增大量从业者。我们认为，庞大的塑料行业不仅需要高科技，更需要高素质的技术工人队伍。尽快使业内新从业人员掌握塑料相关基础知识和基本技能，使老工人加快知识更新是行业迫切需要解决的问题，这关系到企业的生存质量和行业的发展。为配合国家人事部和机械工业联合会提出的“653”加工行业人才继续教育计划，我们组织编写了这套《塑料成型加工速查手册系列》。

这套丛书专为一线操作工人和技术人员设计。各分册编写人员均为多年从事塑料加工领域教学科研工作的专家学者，编写过程充分考虑了一线工人的工作状态，力求文字图表条理清晰，便于查阅，方便读者快速查找获取有用信息。丛书既涵盖了传统工艺、设备、模具、产品，也介绍了近年来出现的新工艺、新设备、新产品、新技术。这套丛书是塑料行业一线技术人员和操作工人非常实用的工具书。

丛书以手册方式编写，编写过程引用了大量文献资料，特别是一些企业的内部资料，在此一并对所引用文献的作者表示感谢。我们恳请广大读者对丛书中的疏漏不足之处给予

批评指正。期望这套丛书能如我们所愿发挥应有的作用。

贾润礼

2010年4月26日，太原

前 言

压制成型是高分子材料成型加工技术中历史最悠久，也是最为重要的工艺之一，适用性非常广泛，几乎所有的高分子材料都可用此工艺来成型制品。

鉴于压制成型工艺的重要性、应用广泛性，我们编写了这本手册，旨在能为读者提供一本实用性强、使用简单方便、涉及面广的塑料制品成型技术的工具书。本手册注重实用，尽量避免理论的讲解，内容编排全部按照技术流程中涉及到的内容组织数据，形式上力求多用图表。本手册主要面向从事压制成型行业生产的技术人员，对相关工程技术人员及其制品经营管理的有关人员也有一定的参考价值。

本手册编写过程中，查阅了大量相关领域的文献资料，在此基础上，对压制成型制品所用的原材料（性能、配方设计等），成型工艺（方法、工艺流程等），压制成型制品、模具及相关设备的设计，制品质量检验要求，压制成型技术的主要问题、缺陷及对策等方面的知识进行了较为详细的阐述和介绍。

本书主要由梁淑君和韩海军编写，梁淑君任主编在编写过程中得到了丛书主编贾润礼教授的精心指导，在此表示真挚的感谢。另外，对所有参与了本书资料搜集及整理等工作的同事、朋友（恕不一一列出其名字）亦表示真挚的感谢。限于作者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

丛书序言

前言

第 1 章 概论	1
1.1 压制成型简介	1
1.2 模压成型简介	1
1.2.1 工艺过程	1
1.2.2 模压成型原理及工艺特点	2
1.2.3 模压成型工艺分类（根据模塑料的种类分）	3
1.3 传递模塑简介	5
1.4 层压成型工艺简介	6
第 2 章 模塑料用原材料	7
2.1 模塑料用主要原材料	7
2.2 常用热固性树脂	8
2.2.1 热固性酚醛树脂	8
1. 制备热固性酚醛树脂常用原料的性能	8
2. 热固性酚醛树脂质量	9
3. 热固性酚醛树脂的主要技术指标	9
2.2.2 氨基树脂	9
2.2.3 不饱和聚酯树脂	10
1. 不饱和聚酯树脂生产用原材料	10
(1) 不饱和二元酸及其酸酐	10
(2) 饱和二元酸及其酸酐	10
(3) 饱和酸与不饱和酸不同比例对聚酯性能的影响	11
(4) 常用二元醇和多元醇	11
(5) 常见单官能团交联剂单体的物性	12
2. 不饱和聚酯的典型配方	13

3. 国产不饱和聚酯树脂的品种	13
4. 丙烯酸类聚酯树脂的原料及生产	15
(1) 二元醇类的二丙烯酸酯	15
(2) 邻苯二甲酸双(一缩二乙二醇丙烯酸酯)	16
1) 中间体的制备(邻苯二甲酸双羟一缩二乙二醇酯) ...	16
2) 中间体的酯化	16
3) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯	17
4) 季戊四醇四丙烯酸酯	18
5) 环氧丙烷合成不饱和聚酯树脂	18
a. 生产配方	18
b. 树脂质量指标	19
2.2.4 环氧树脂	19
1. 环氧树脂的分类和代号	19
2. 国产双酚 A 型环氧树脂牌号及规格	20
2.3 增强材料	20
2.3.1 玻璃纤维	20
1. 不同玻璃纤维的性能	20
2. 玻璃纤维制品及其使用	21
3. 玻璃纤维制品生产工艺流程	22
2.3.2 其他增强材料	23
2.3.3 纤维的表面处理	23
1. 玻璃纤维的表面处理	23
2. 碳纤维的表面处理	24
2.4 填料	25
2.4.1 填料的选择原则	25
2.4.2 常用填料及其性能	26
2.5 着色剂	27
2.5.1 三大基本色料的比较	27
2.5.2 常用着色剂及其性能	28
2.6 脱模剂	28
2.6.1 脱模剂的类型	28
2.6.2 外脱模剂的类型	29

2.6.3 常见的硬脂酸盐的熔点及松密度	30
2.7 其他助剂	30
2.7.1 引发剂	30
1. 引发剂的选用	30
2. 不饱和聚酯树脂常用引发剂的活性顺序	30
3. 有机过氧化物	31
(1) 有机过氧化物的半衰期与分解速率常数 (I)	31
(2) 有机过氧化物的半衰期与分解速率常数 (II)	31
2.7.2 固化剂	32
1. 常用热固性酚醛树脂固化剂的性能	32
2. 环氧树脂常用胺类固化剂	32
2.7.3 化学增稠剂	34
2.7.4 低收缩/低波纹度添加剂	34
第3章 模塑料的制备	35
3.1 模塑料的类型	35
3.2 模塑粉的制备	36
3.2.1 制备方法	36
3.2.2 制备工艺	37
1. 干法生产模塑粉	37
2. 湿法生产模塑粉	37
3.3 团状模塑料的制备	37
3.3.1 团状模塑料用原材料	37
1. 团状模塑料的基本组成	37
2. 树脂系统	38
(1) 乙烯基甲苯改性聚酯树脂的典型性能和固化特性	38
(2) 团状模塑料用低收缩/低波纹度添加剂的种类及特点	39
3. 增强材料	39
(1) 团状模塑料用玻璃纤维性能要求	39
(2) 6.4mm 短切玻璃纤维加入量对制品强度特性的影响 ...	40
4. 填料	40
(1) 团状模塑料用粘土典型物理性能	40

(2) 团状模塑料用滑石典型物理性能	40
(3) 团状模塑料用超细低密度聚乙烯粉的典型性能	40
5. 化学增稠剂	41
(1) MgO 的物理性能	41
(2) Mg(OH) ₂ 的物理性能	41
3.3.2 团状模塑料的配方	41
1. 团状模塑料的通用配方	41
2. 团状模塑料的典型配方	42
(1) 通用型团状模塑料的典型配方	42
(2) 低收缩型团状模塑料的典型配方	42
(3) 化学增稠的低收缩团状模塑料的典型配方	42
3. 团状模塑料的配方实例	42
(1) 低收缩 BMC 配方	43
(2) 低波纹度 BMC 配方	43
(3) 低波纹度可注射成型 BMC 配方	43
(4) 阻燃型 BMC 配方	43
(5) 不同相对密度的 BMC 配方	43
(6) 电器等级 BMC 配方	44
(7) 汽车用 A 级表面 BMC 配方	44
(8) 小型家电零件用 BMC 配方	44
(9) 高强度结构用 BMC 配方	45
3.3.3 团状模塑料的生产工艺	45
3.3.4 团状模塑料生产过程质量管理	46
1. 团状模塑料生产过程的质量管理项目	46
2. 团状模塑料原材料及操作工序的管理项目	47
3. 团状模塑料几种重要性能的测定方法	47
3.4 片状模塑料的制备	48
3.4.1 片状模塑料的基本组成	48
3.4.2 片状模塑料的生产配方	49
1. 标准的 SMC 配方	49
2. 具有不同材料性能的 SMC 配方例/质量份	49
3. 根据 SMC 最终产品用途而设计的配方例	49

(1) 轿车 A 级表面和功能件用 SMC 配方/质量份	49
(2) 货车用 A 级表面和发动机罩下零件用 SMC 配方/ 质量份	50
(3) 公交车辆用低密度阻燃型 SMC 配方	50
(4) 电工用着色低收缩 SMC 配方	51
(5) 急救应用中高阻燃储存盒 SMC 配方	51
3.4.3 片状模塑料生产工艺	51
1. 生产流程	51
2. 生产工艺	51
3.4.4 片状模塑料制品的基本性能	52
3.4.5 片状模塑料生产工艺中常见弊病及解决办法	53
3.4.6 片状模塑料生产过程的质量管理	55
1. SMC 原材料质量管理项目	55
2. SMC 生产过程的质量管理项目	56
3. SMC 产品的质量主要项目	57
3.5 吸附预成型坯模塑料的制备	57
3.5.1 吸附预成型坯模塑料的基本组成	57
1. 预成型坯用主要原材料	57
2. 成型坯用玻璃纤维粗纱的类型和性能要求	58
3. 常用预成型粘接剂的类型及参数	59
3.5.2 吸附预成型坯模压成型配方	59
3.5.3 吸附预成型坯用设备	59
1. 预成型机分类	59
2. 闭式与开式预成型机的特点比较	60
3.5.4 预成型坯的模压成型工艺	60
3.5.5 预成型坯模压制品常见缺陷及其解决办法	61
3.5.6 预成型坯模压制品的典型性能	64
3.6 短纤维模塑料的制备	64
3.6.1 短纤维模塑料用主要原材料	64
3.6.2 短纤维模塑料制品性能	65
1. 不同类型双酚 A 环氧树脂模压制品性能	65
2. 各类酚醛树脂的产品性能指标	65

3.6.3	几种酚醛短纤维模塑料的配方	65
3.6.4	短纤维模塑料的制备工艺	66
1.	预混法制备工艺流程	66
2.	预浸法制备工艺流程	66
3.	预毡法制备工艺流程	66
4.	短纤维模塑料的成型工艺	66
(1)	几种常用模压料的加压时机	67
(2)	几种常见模压料的成型工艺参数	67
(3)	几种玻璃钢模压料的典型成型工艺	68
1)	镁酚醛预混料和预浸料的典型成型工艺	68
2)	硼酚醛等预混料的典型压制工艺参数	68
3.6.5	短纤维模压制品常见缺陷及其原因	69
3.7	模塑料的存放、质量控制及性能检测	70
3.7.1	模塑料的存放	70
3.7.2	模塑料的质量控制（以酚醛模塑料为例）	70
1.	酚醛模塑料质量指标的测定方法	70
2.	几种典型酚醛模塑料的质量指标	71
3.7.3	模塑料的性能检测	71
第4章	模压成型工艺及设备	73
4.1	模塑料的成型工艺性能	73
4.1.1	工艺性能指标	73
4.1.2	常用热固性塑料的模压收缩率	74
4.2	模压成型工艺过程	75
4.2.1	工艺流程	75
4.2.2	工艺过程	75
1.	成型物料的准备	75
(1)	准备内容	75
(2)	模压成型常用的计量加料方法	76
(3)	预压	76
1)	预压的定义、优点及局限性	76
2)	预压物的形状及其优缺点	76
(4)	预热	77

1) 预热的优点及预热的方法	77
2) 预热对某种酚醛树脂塑料力学性能的影响 (以 未预热的指标为 100 计)	78
3) 几种热固性塑料的预热温度和预热时间 (高频 预热)	78
2. 模压成型过程	78
3. 压后处理	79
(1) 压后处理的内容	79
(2) 常用热固性塑件的退火处理规范	80
4.3 模压成型工艺参数	80
1. 模压成型的一般工艺参数	80
2. 常见热固性模塑料的压制成型工艺参数	81
4.4 模压成型设备	82
4.4.1 液压机的结构、工作原理和性能要求	82
1. 液压机的结构	82
2. 液压机的工作原理	84
4.4.2 液压机的技术参数	84
1. 液压机的主要技术参数	84
2. 部分国产液压机的性能参数	85
4.4.3 液压机的操作规程	88
4.4.4 液压机常见故障及排除方法	88
1. 液压系统常见故障及排除方法	88
(1) 噪声产生的原因及消除方法	88
(2) 压力失常或液流波动和振动的原因及消除方法	90
(3) 流量太小或完全不流油的原因及消除方法	90
(4) 油温过高的原因及消除方法	91
2. 叶片泵常见故障及排除方法	91
(1) 泵流量不足的原因及排除故障的方法	91
(2) 泵油吸不上的原因及排除故障的方法	92
(3) 泵运转噪声过大的原因及排除故障的方法	92
3. 液压缸常见故障及排除方法	93
(1) 爬行或局部速度不均匀的原因及排除故障的方法	93

(2) 推力不足的原因及排除故障的方法	93
第 5 章 主要热固性模塑料的模压成型	94
5.1 热固性酚醛模塑料的模压成型	94
5.1.1 热固性酚醛树脂	94
1. 制备热固性酚醛树脂常用原料的性能	94
2. 常用热固性酚醛树脂固化剂的性能	95
3. 热固性酚醛树脂的主要技术指标	96
5.1.2 酚醛模塑料	96
1. 酚醛模塑料的组成	96
2. 热固性酚醛模塑料生产的一般配方	96
3. 酚醛模塑料的性能	97
(1) 不同填料酚醛模塑粉的性能	97
(2) 不同配方酚醛模塑料的性能	97
(3) 镁酚醛模塑料的性能	98
(4) 硼酚醛模塑料的性能	98
(5) 氨酚醛模塑料的性能	99
(6) 其他种类酚醛压塑粉的性能	99
4. 各类酚醛压塑粉标准	100
(1) 酚醛压塑粉标准	100
(2) 聚氯乙烯改性酚醛压塑粉标准	102
(3) 丁腈橡胶改性酚醛压塑粉标准	103
(4) 苯胺改性酚醛压塑粉标准	103
5.1.3 酚醛模塑料的表示方法	106
1. 酚醛树脂类别及表示符号	106
2. 填料种类及表示符号	106
3. 树脂含量及表示符号	106
4. 树脂组成及表示符号	106
5.1.4 酚醛模塑料的特征和用途	107
1. 各种类型酚醛模塑料的特征及用途	107
2. 国产酚醛模塑料的类别、型号和用途	107
3. 国内主要牌号特种酚醛模塑粉的组成、性能及应用	109
5.1.5 酚醛模塑料的成型	110

1. 各种模塑料的成型条件	110
2. 特种类型酚醛模塑料模压参考工艺条件	110
3. 酚醛模塑料的制造工艺	110
5.2 氨基树脂模塑料的模压成型	111
5.2.1 氨基模塑料的组成	111
5.2.2 氨基模塑料的性能	112
1. 脲甲醛模塑粉的性能	112
2. 三聚氰胺甲醛模塑粉的性能	113
3. 三聚氰胺甲醛玻璃纤维模压料的主要性能	115
5.2.3 三聚氰胺甲醛模塑料牌号、组成、特性	115
5.2.4 氨基模塑料成型工艺	115
1. 成型特性	115
2. 成型条件	116
(1) 模压成型工艺条件	116
(2) 传递模塑成型工艺条件	116
5.2.5 氨基模塑料的类型及用途	116
5.3 不饱和聚酯树脂模塑料的模压成型	117
5.3.1 不饱和聚酯模塑料的组成	117
1. 片状模塑料 (SMC)	117
(1) 片状模塑料的生产配方	117
1) 标准的 SMC 配方例	117
2) 具有不同材料性能的 SMC 配方例/质量份	117
3) 根据 SMC 最终产品用途而设计的配方例	118
a. 轿车 A 级表面和功能件用 SMC 配方例/质量份	118
b. 货车用 A 级表面和发动机罩下零件用 SMC 配方例/ 质量份	118
c. 公交车用低密度阻燃型 SMC 配方	119
d. 电工用着色低收缩 SMC 配方	119
e. 急救应用中高阻燃储存盒 SMC 配方	120
2. 团状模塑料 (DMC)	120
(1) 团状模塑料的基本组成	120
(2) 团状模塑料的主要原材料	120

1) 乙烯基甲苯改性聚酯树脂的典型性能和固化特性	120
2) 团状模塑料用低收缩/低波纹度添加剂的种类及特点	121
3) 团状模塑料用玻璃纤维性能要求	121
(3) 团状模塑料配方	122
1) 团状模塑料的通用配方	122
2) 团状模塑料的典型配方	122
a. 通用型团状模塑料的典型配方	122
b. 低收缩型团状模塑料的典型配方	122
c. 化学增稠的低收缩团状模塑料的典型配方	122
3) 团状模塑料的配方实例	123
a. 低收缩 BMC 配方	123
b. 低波纹度 BMC 配方	123
c. 低波纹度可注射成型 BMC 配方	124
d. 阻燃型 BMC 配方	124
e. 不同相对密度的 BMC 配方	124
f. 电器等级 BMC 配方	124
g. 汽车用 A 级表面 BMC 配方	125
h. 小型家电零件用 BMC 配方	125
i. 高强度结构用 BMC 配方	125
5.3.2 不饱和聚酯 BMC 和 SMC 模塑料的性能	126
5.3.3 不饱和聚酯模塑料的成型工艺	126
1. 成型特性	126
2. 模压成型工艺条件	126
5.3.4 不饱和聚酯模压制品性能	127
1. SMC 制品的力学性能	127
2. BMC 制品的性能	127
(1) BMC 制品力学性能	127
(2) 电气级 BMC 的主要性能	127
(3) 各种树脂 SMC 制品性能比较	128
5.3.5 聚酯 SMC 与酚醛 SMC 模压成型技术比较	128
(1) 酚醛 SMC 与聚酯 SMC 制品的强度对比	128

(2) 酚醛 SMC 与聚酯 SMC 的阻燃性对比	129
5.4 环氧树脂模塑料的模压成型	129
5.4.1 环氧模塑料	129
1. 环氧模塑料的组成	129
2. 环氧模塑料常用胺类固化剂	130
5.4.2 环氧模塑料配方	131
5.4.3 典型环氧树脂模压料质量指标	132
5.4.4 环氧树脂和酚醛树脂模压料的性能	132
5.4.5 环氧树脂 SMC 制品的性能	132
5.4.6 环氧树脂模压成型工艺条件	133
5.5 DAP 树脂模塑料的模压成型	133
5.5.1 DAP 模塑料的性能	133
5.5.2 DAP 模压成型工艺条件	135
5.6 有机硅树脂模塑料的模压成型	135
5.6.1 有机硅树脂模压料的组成	135
5.6.2 有机硅树脂模压料的性能	135
1. 无溶剂有机硅模压料的性能	135
2. 美国 DOW 公司有机硅模塑粉性能	136
3. 日本信越 (Shin Etsu) 有机硅模塑粉的性能	137
5.6.3 有机硅树脂模压成型工艺条件	137
5.7 热固性模压制品缺陷分析与解决	137
5.7.1 制品质量与成型条件的关系	137
5.7.2 压制成型制件常见缺陷的产生原因及解决办法	138
第 6 章 典型热塑性塑料压制成型	144
6.1 超高分子量聚乙烯	144
6.1.1 超高分子量聚乙烯的性能	144
6.1.2 模压工艺	145
6.1.3 超高分子量聚乙烯塑料的应用	146
6.2 氟塑料	146
6.2.1 氟塑料的性能	146
1. 聚四氟乙烯塑料 (F4) 的性能	146
2. 聚四氟乙烯的烧结温度	147