

橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册

材料配合

杜 军 袁仲雪 主编

与混炼加工

橡胶部分



化学工业出版社

橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册

- 压延成型与制品应用
- 材料配合与混炼加工(塑料部分)
- 材料配合与混炼加工(橡胶部分)
- 挤出成型与制品应用
- 注射成型与制品应用
- 复合成型与制品应用
- 模压成型与制品应用
- 涂覆成型与制品应用
- 反应加工与交联定型
- 原料与制品性能检测
- 加工机械与成型模具
- 橡胶塑料加工与制品常用数据

ISBN 7-5025-4070-9



9 787502 540708 >

ISBN 7-5025-4070-9 /TQ · 1608 定价: 48.00元

橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册

材料配合与混炼加工

(橡胶部分)

杜 军 袁仲雪 主编

化学工业出版社

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

材料配合与混炼加工 (橡胶部分)/杜军, 袁仲雪主编.
北京: 化学工业出版社, 2002.12
(橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册)
ISBN 7-5025-4070-9

I. 材… II. ①杜…②袁… III. ①橡胶加工②塑料
工业 IV. ①TQ33②TQ32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 084134 号

橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册

材料配合与混炼加工

(橡胶部分)

杜 军 袁仲雪 主编

责任编辑: 武志怡 周国庆

责任校对: 顾淑云

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 25 字数 616 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4070-9/TQ·1608

定 价: 48.00 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

前 言

在化学工业出版社的大力支持下，我们组织编写了《橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册》（以下简称《手册》）。《手册》共分 11 分册，分别为：

- 材料配合与混炼加工；
- 挤出成型与制品应用；
- 注射成型与制品应用；
- 压延成型与制品应用；
- 模压成型与制品应用；
- 涂覆成型与制品应用；
- 复合成型与制品应用；
- 反应加工与交联定型；
- 加工机械与成型模具；
- 原料与制品性能检测；
- 加工与制品常用数据。

《手册》具有以下几个特点：

- (1) 以加工设备为主线，打破以往按产品为目录编写的成书体系，并注重工程应用。
- (2) 以设备—工艺—制品为编写顺序，把手册和制品合二为一。
- (3) 兼顾加工成型与制品应用，以加工成型为主，制品应用为副，但都单列使用说明和故障排除。

(4) 橡塑有分有合。每一分册上篇为橡胶，下篇为塑料。对于二者的结合点，如并用共混制品，以塑料为主，加橡胶改性的，放在下篇；以橡胶为主，加塑料改性的，放在上篇。

《手册》由北京化工大学博士生导师、有突出贡献专家程源担任主编，各分册主编也分别由橡胶、塑料工艺和机械模具领域的专家担任。

《手册》适合于从事橡胶塑料加工成型技术人员和加工设备设计和维修人员使用。

在《手册》的编写过程中，各分册主编和编写人员虽然尽了很大努力，恐仍有不当之处，希望读者批评指正。

程 源

2001 年 3 月于北京化工大学

内 容 提 要

本书为《橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册》系列丛书的一本。全书以翔实的内容，合理的结构，简练的语言，围绕着设备—工艺—制品这条主线，讲解了橡胶材料配合与混炼加工。

全书共包括6章。第1章讲解了生胶及其配合特性；第2章讲解了配合剂及其配合特性；第3章为橡胶配方设计；第4章叙述了橡胶塑炼、混炼加工机械；第5章叙述了橡胶塑炼工艺；第6章为橡胶混炼工艺。

本书适合从事橡胶加工的工程技术人员及大、中专院校师生使用。

《橡胶塑料加工成型与制品应用工程手册》

主 编：程 源

副主编：吕柏源 黄汉雄

《材料配合与混炼加工》

(橡胶部分)

本分册主编：杜 军 袁仲雪

本分册编写人员：李 勇 李志华 高彦臣

李增心 杭柏林 李亚莉

目 录

第 1 章 生胶及其配合特性	1	4.1 概述	20
1 天然橡胶	1	4.2 结构、特性	20
1.1 概述	1	4.2.1 结构	20
1.2 基本特性	2	4.2.2 特性	20
1.2.1 天然橡胶的化学组分	2	4.3 主要品种	21
1.2.2 天然橡胶的物化性能	2	4.4 配合特性	21
1.3 通用固体天然橡胶	3	4.5 应用	22
1.3.1 通用固体天然橡胶分级方法	3	5 氯丁橡胶	23
1.3.2 烟胶片	3	5.1 概述	23
1.3.3 白绉胶片和浅色绉胶片	5	5.2 结构、特性	23
1.3.4 标准橡胶	5	5.2.1 结构	23
1.3.5 杂胶绉胶片	6	5.2.2 特性	23
1.3.6 胶清橡胶	6	5.3 主要品种	24
1.4 特种天然橡胶	7	5.3.1 通用型氯丁橡胶	25
1.5 改性天然橡胶	7	5.3.2 粘接型氯丁橡胶	26
1.6 配合特性	7	5.3.3 耐寒氯苯橡胶	27
1.7 应用	9	5.4 配合特性	27
2 丁苯橡胶	10	5.5 应用	28
2.1 概述	10	6 丁腈橡胶	28
2.2 基本性能	10	6.1 概述	28
2.3 主要品种	11	6.2 结构、特性	29
2.3.1 乳聚丁苯橡胶	11	6.2.1 结构	29
2.3.2 溶聚丁苯橡胶	13	6.2.2 特性	29
2.4 配合特性	14	6.3 主要品种	30
2.5 应用	15	6.3.1 通用型丁腈橡胶	30
3 聚丁二烯橡胶	15	6.3.2 特殊型丁腈橡胶	31
3.1 概述	15	6.4 配合特性	31
3.2 结构、特性	16	6.5 丁腈橡胶的应用	33
3.2.1 结构	16	7 乙丙橡胶	33
3.2.2 特性	16	7.1 概述	33
3.3 主要品种	16	7.2 结构、特性	34
3.3.1 顺丁橡胶	17	7.2.1 结构	34
3.3.2 充油顺丁橡胶	18	7.2.2 特性	34
3.3.3 低顺式聚丁二烯橡胶	18	7.3 主要品种	35
3.3.4 中乙烯基聚丁二烯橡胶	18	7.3.1 二元乙丙橡胶	36
3.4 配合特性	18	7.3.2 三元乙丙橡胶	36
3.5 应用	19	7.4 配合特性	37
4 异戊橡胶	20	7.5 应用	38

8 丁基橡胶	38	12.4 再生橡胶的应用	57
8.1 概述	38	参考文献	57
8.2 结构、特性	39	第2章 配合剂及其配合特性	58
8.2.1 结构	39	1 橡胶的硫化体系	59
8.2.2 特性	39	1.1 硫化剂及其配合特性	59
8.3 主要品种	40	1.1.1 硫、硒、碲	60
8.4 配合特性	40	1.1.2 硫黄给予体	61
8.5 应用	41	1.1.3 过氧化物硫化剂	62
8.6 改性丁基橡胶	42	1.1.4 醌类硫化剂	64
9 氟橡胶	42	1.1.5 胺类硫化剂	64
9.1 概述	42	1.1.6 树脂类硫化剂	66
9.2 结构、特性	43	1.1.7 金属氧化物硫化剂	66
9.2.1 结构	43	1.1.8 其他硫化剂	67
9.2.2 特性	43	1.2 促进剂及其配合特性	68
9.3 主要品种	43	1.2.1 噻唑类促进剂	69
9.3.1 氟橡胶 23	44	1.2.2 二硫代氨基甲酸盐类促进剂	71
9.3.2 氟橡胶 26 和氟橡胶 246	44	1.2.3 秋兰姆类促进剂	72
9.4 配合特性	45	1.2.4 次磺酰胺类促进剂	74
9.5 应用	46	1.2.5 黄原酸类促进剂	76
10 硅橡胶	46	1.2.6 醛胺类促进剂	77
10.1 概述	46	1.2.7 胍类促进剂	77
10.2 结构、特性	47	1.2.8 硫脲类促进剂	79
10.2.1 结构	47	1.2.9 胺类促进剂	80
10.2.2 特性	47	1.3 活性剂及其配合特性	81
10.3 主要品种	47	1.3.1 无机活性剂	81
10.3.1 二甲基硅橡胶	47	1.3.2 有机活性剂	83
10.3.2 甲基乙烯基硅橡胶	48	1.4 防焦剂及其配合特性	85
10.3.3 甲基苯基乙烯基硅橡胶	48	1.4.1 有机酸及酸酐类防焦剂	85
10.3.4 氟硅橡胶	49	1.4.2 亚硝基化合物类防焦剂	86
10.3.5 室温硫化硅橡胶	49	1.4.3 氮硫类化合物防焦剂	86
10.4 配合特性	51	1.5 硫化体系的选用	87
10.5 应用	52	2 橡胶的补强与填充体系	88
11 聚氨酯橡胶	53	2.1 炭黑及其配合特性	89
11.1 概述	53	2.1.1 炭黑的结构特征	89
11.2 结构、特性	53	2.1.2 炭黑的性质及其对橡胶性能的影响	89
11.2.1 结构	53	2.1.3 炭黑的分类	92
11.2.2 特性	53	2.1.4 炭黑品种介绍	94
11.3 主要品种	54	2.2 白炭黑及其配合特性	106
11.4 配合特性	55	2.2.1 白炭黑的结构特征	107
11.5 应用	55	2.2.2 白炭黑的基本性质	107
12 再生橡胶	56	2.2.3 白炭黑的性质对橡胶性能的影响	107
12.1 概述	56	2.2.4 白炭黑的配合特性	109
12.2 基本性能	56		
12.3 分类及质量指标	56		

2.2.5 主要品种介绍	110	1.3 橡胶配方的组成及表示方法	156
2.3 无机填充剂及其配合特性	112	1.4 橡胶配方的计算	157
2.3.1 硅酸盐类填充剂	112	1.5 配方试验设计方法简介	158
2.3.2 碳酸盐类填充剂	115	2 配合体系与硫化胶物理机械性能的	
2.3.3 硫酸盐类填充剂	116	关系	159
2.3.4 金属氧化物和氢氧化物类		2.1 配合体系与拉伸强度的关系	159
填充剂	117	2.2 配合体系与撕裂强度的关系	160
2.4 树脂类填充剂	117	2.3 配合体系与定伸应力和硬度的	
2.5 填充剂的应用	118	关系	160
2.5.1 填充剂的选用原则	118	2.4 配合体系与耐磨性的关系	162
2.5.2 填充剂的并用	120	2.5 配合体系与耐疲劳破坏性的	
3 橡胶的防护体系	120	关系	162
3.1 化学防老剂及其配合特性	121	2.6 配合体系与弹性的关系	163
3.1.1 胺类防老剂	121	2.7 配合体系与扯断伸长率的关系	163
3.1.2 酚类防老剂	127	3 配合体系与胶料工艺性能的关系	163
3.1.3 其他防老剂	130	3.1 配合体系与胶料黏度的关系	163
3.1.4 紫外线吸收剂	130	3.2 配合体系对胶料混炼性能的影响	164
3.1.5 防霉剂	133	3.3 配合体系对包辊性的影响	164
3.2 物理防老剂-防护蜡	133	3.4 防焦烧性的配合特点	164
3.2.1 微晶蜡	134	3.5 配合体系对喷霜的影响	165
3.2.2 石蜡	134	3.6 配合体系对压延的影响	165
3.3 反应性防老剂	134	3.7 配合体系对压出的影响	165
3.3.1 加工型反应性防老剂	134	3.8 提高胶料黏着性的配合要点	166
3.3.2 聚合型防老剂	135	3.9 连续硫化胶料的配合要点	166
3.4 防老剂的选用	136	4 特种性能橡胶的配合	167
3.4.1 对防老剂的要求	136	4.1 耐热橡胶	167
3.4.2 防老剂选用的相关因素	136	4.2 耐寒橡胶	167
3.4.3 防老剂的用量	137	4.3 耐油橡胶	168
4 橡胶的增塑体系	137	4.4 耐腐蚀橡胶	169
4.1 物理增塑剂及其配合特性	138	4.5 阻燃橡胶	170
4.1.1 石油系增塑剂	138	4.6 导电橡胶	170
4.1.2 煤焦油系增塑剂	138	4.7 磁性橡胶	170
4.1.3 松油系增塑剂	141	4.8 海绵橡胶	171
4.1.4 脂肪油系增塑剂	142	5 橡胶制品的典型配方	172
4.1.5 合成增塑剂	142	5.1 轮胎类配方	172
4.2 化学增塑剂(塑解剂)	149	5.2 胶管胶带类配方	174
4.3 增塑剂的选用	150	5.3 鞋类胶料配方	176
4.3.1 增塑剂的选用原则	150	5.4 工业橡胶制品类配方	177
4.3.2 各种橡胶常用增塑剂及用量	153	5.5 特殊用途橡胶配方	177
参考文献	154	参考文献	179
第3章 橡胶配方设计	155	第4章 橡胶塑炼、混炼加工机械	180
1 橡胶配方设计的基本概念	155	1 原材料加工机械	180
1.1 橡胶配方设计的原则	155	1.1 切胶机	180
1.2 橡胶配方设计的程序	155	1.1.1 立式单刀切胶机	181

1.1.2 卧式十刃切胶机	183	2.8 开炼机的选用	217
1.2 粉碎机	186	2.8.1 选用原则	217
1.2.1 圆盘粉碎机	186	2.8.2 国产开炼机主要性能参数	218
1.2.2 翼轮粉碎机	186	3 螺杆塑炼机	224
1.2.3 松香粉碎机	187	3.1 概述	224
1.3 筛选机	188	3.2 基本结构	224
1.3.1 圆鼓筛选机	188	3.2.1 螺杆	224
1.3.2 立式圆筒筛	189	3.2.2 机筒	225
1.3.3 往复振动筛	190	3.2.3 机头	225
1.3.4 旋振筛	191	3.2.4 加料装置	225
2 开放式炼胶机	193	3.2.5 传动装置	225
2.1 概述	193	3.3 基本参数	226
2.1.1 工作原理	193	4 密闭式炼胶机	226
2.1.2 用途与分类	194	4.1 概述	226
2.2 基本结构	195	4.1.1 用途和分类	227
2.2.1 结构简介	195	4.1.2 工作原理	227
2.2.2 传动形式	199	4.2 基本结构	228
2.3 基本参数	199	4.2.1 结构简介	228
2.3.1 辊筒工作部分直径及长度	199	4.2.2 传动形式	234
2.3.2 辊筒工作速度与速比	199	4.3 基本参数	235
2.3.3 横压力	200	4.3.1 密炼室总容积	235
2.3.4 辊距	201	4.3.2 转子转速和速比	235
2.3.5 电机功率	201	4.3.3 上顶栓对胶料的压力	235
2.3.6 生产能力	202	4.3.4 生产能力	236
2.3.7 国家标准 开炼机系列及基本 参数	203	4.3.5 电机功率	236
2.4 主要零部件	204	4.3.6 国家标准 密炼机系列及基本 参数	237
2.4.1 辊筒	204	4.4 主要零部件	238
2.4.2 辊筒轴承	206	4.4.1 转子	238
2.4.3 调距装置	207	4.4.2 密炼室	239
2.4.4 安全装置	210	4.4.3 加料及压料装置	241
2.4.5 制动装置	211	4.4.4 卸料装置	243
2.4.6 辊温调节装置	212	4.4.5 密封装置	244
2.5 安装与验收	213	4.4.6 转子轴向调整装置	248
2.5.1 安装技术要求	213	4.4.7 转子轴承	249
2.5.2 验收	214	4.5 控制系统	249
2.6 维护与保养	215	4.5.1 电气控制原理	249
2.6.1 开车前的检查	215	4.5.2 气动控制原理	249
2.6.2 运行时的维护	215	4.5.3 液压控制原理	249
2.6.3 常见故障及处理方法	216	4.5.4 温度控制系统	253
2.7 翻胶装置	216	4.6 安装与验收	254
2.7.1 用途	216	4.6.1 安装	254
2.7.2 基本结构	216	4.6.2 验收	254
2.7.3 基本参数	217	4.7 维护与保养	255

4.7.1	开车前的检查	255	6.4.3	悬挂式胶片冷却机组	308
4.7.2	运行时的维护	256	6.5	安装与调整	320
4.8	密炼机的选用	257	6.5.1	开炼压片机的安装与调整	320
4.8.1	选用原则	257	6.5.2	双螺杆挤出压片机的安装与调整	321
4.8.2	国产密炼机主要性能参数	257	6.5.3	胶片冷却机组的安装与调整	322
5	密炼机上辅机系统	262	6.6	维护与保养	322
5.1	概述	262	6.6.1	开炼压片与双螺杆挤出压片机的维护与保养	322
5.2	系统组成及主要技术参数	262	6.6.2	胶片冷却机组的维护与保养	323
5.3	炭黑的几种输送方式	262	6.7	典型举例	323
5.3.1	负压式气力输送	266	参考文献		329
5.3.2	正压式气力输送	267	第5章	橡胶塑炼工艺	330
5.3.3	其他输送方式	270	1	概述	330
5.4	主要设备及部件的结构型式	270	1.1	塑炼的意义	330
5.4.1	压送罐	270	1.2	塑炼机理	330
5.4.2	炭黑输送管道及分配器	270	2	机械塑炼工艺方法	332
5.4.3	输送炭黑气力流槽	274	2.1	塑炼准备	332
5.4.4	螺旋输送机	275	2.1.1	烘胶	332
5.4.5	炭黑秤	277	2.1.2	切胶	333
5.4.6	油料秤	278	2.1.3	破胶	333
5.4.7	胶料秤	279	2.2	开炼机塑炼	333
5.5	小料配料称量机组	280	2.2.1	塑炼方法	333
5.5.1	全自动小料配料称量机组	280	2.2.2	工艺条件及其对塑炼效果的影响	334
5.5.2	半自动小料配料称量机组	284	2.3	密炼机塑炼	336
5.5.3	典型举例	285	2.3.1	塑炼方法	336
5.6	控制原理和控制功能	285	2.3.2	工艺条件及其对塑炼效果的影响	337
5.6.1	上辅机的控制原理和控制功能	285	2.4	螺杆塑炼机塑炼	339
5.6.2	小料配料称量机组的控制原理和控制功能	286	3	塑炼胶的质量检测	340
5.7	安装与调整	287	3.1	可塑性测定方法	340
5.8	维护与保养	288	3.1.1	压缩法	340
5.9	上辅机系统的典型举例	296	3.1.2	旋转扭力法——门尼(Mooney)黏度法	341
6	密炼机下辅机系统	299	3.1.3	压出法	342
6.1	概述	299	3.2	塑炼胶的质量缺陷及改进措施	342
6.2	开炼机压片	299	4	常用橡胶的塑炼特性	343
6.2.1	概述	299	4.1	天然橡胶的塑炼特性	343
6.2.2	国产开炼机压片主要性能参数	302	4.2	合成橡胶的塑炼特性	343
6.3	双螺杆挤出压片	302	4.2.1	异戊橡胶	344
6.3.1	概述	302	4.2.2	丁苯橡胶	344
6.3.2	基本结构	302	4.2.3	顺丁橡胶	345
6.3.3	国产双螺杆挤出压片机主要性能参数	305	4.2.4	氯丁橡胶	345
6.4	冷却机组	305			
6.4.1	概述	305			
6.4.2	简易式胶片冷却机组	306			

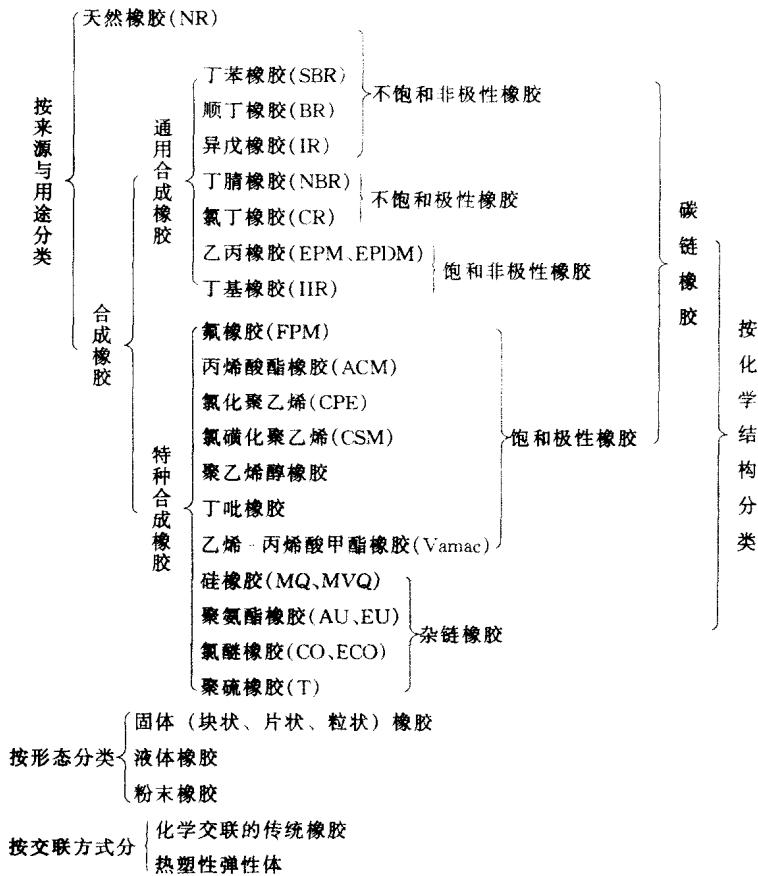
4.2.5	丁腈橡胶	345	4.2.5	密炼机混炼的控制方法	366
4.2.6	丁基橡胶	346	4.2.6	密炼机混炼工艺方法举例	366
4.2.7	聚氨酯橡胶	346	4.3	连续混炼	367
参考文献		346	4.4	混炼胶的补充加工	367
第6章	橡胶混炼工艺	347	4.4.1	冷却	368
1	概述	347	4.4.2	停放	368
1.1	混炼的意义	347	4.4.3	滤胶	368
1.2	混炼工艺流程	347	5	各种原材料的混炼特性	368
2	混炼理论简述	347	5.1	配合剂的混炼特性	368
2.1	混炼胶的结构	347	5.1.1	填充剂	368
2.2	混炼过程	348	5.1.2	软化剂	370
2.2.1	混炼阶段的划分	348	5.1.3	氧化锌	370
2.2.2	炭黑的分散过程	348	5.1.4	硫化剂	371
2.3	分散度的影响	349	5.1.5	促进剂	371
2.4	表面活性剂的作用	350	5.1.6	防老剂	371
2.5	结合橡胶的作用	350	5.2	生胶的混炼特性	371
3	混炼前的准备	351	5.2.1	天然橡胶	371
3.1	原材料的质量检验	351	5.2.2	异戊橡胶	371
3.2	配合剂的补充加工	351	5.2.3	丁苯橡胶	372
3.2.1	粉碎	351	5.2.4	顺丁橡胶	372
3.2.2	干燥	351	5.2.5	氯丁橡胶	373
3.2.3	融化与过滤及加温	351	5.2.6	丁腈橡胶	374
3.2.4	筛选	351	5.2.7	丁基橡胶	375
3.3	膏剂、母炼胶制备	352	5.2.8	乙丙橡胶	376
3.4	称量配合	352	5.2.9	硅橡胶	376
4	混炼工艺方法	353	5.2.10	氟橡胶	377
4.1	开炼机混炼	353	5.2.11	混炼型聚氨酯橡胶	377
4.1.1	开炼机混炼历程	353	5.2.12	特种胶料的混炼	377
4.1.2	开炼机混炼的工艺方法	354	6	混炼胶的质量检查	378
4.1.3	工艺条件及其对混炼效果的影响	356	6.1	混炼过程的检查	378
4.1.4	开炼机混炼工艺方法举例	358	6.1.1	检查消耗功率记录	378
4.2	密炼机混炼	358	6.1.2	检查辊筒压力记录	378
4.2.1	密炼机混炼历程	358	6.1.3	检查混炼温度记录	378
4.2.2	密炼机混炼的工艺方法	359	6.1.4	检查混炼效应记录	378
4.2.3	压片和造粒	361	6.2	混炼胶的检查	378
4.2.4	工艺条件及其对混炼效果的影响	362	6.2.1	混炼胶质量快检	378
			6.2.2	配合剂分散度检查	380
			6.2.3	物理机械性能测定	382
			6.3	混炼胶的质量问题及处理方法	382
			6.3.1	混炼胶的主要质量问题及原因	382
			6.3.2	不合格混炼胶的处理方法	384
			参考文献		385

第 1 章 生胶及其配合特性

生胶，即尚未被交联（硫化）的橡胶，是一种高分子弹性聚合材料，分子量一般在几十万以上，有的甚至达到 100 万左右，这种大分子的原子通常排列成柔性的直链或支链，由于原子的不断旋转和振动，分子链一般呈卷缩状态。

生胶是制造橡胶制品的基础材料。生胶经过适当的配合、加工、硫化可制成各种橡胶制品。经过硫化的橡胶称作硫化胶（俗称熟橡胶或橡皮）。我国习惯上把生胶和硫化胶统称为橡胶。

橡胶按其来源不同，可分为天然橡胶和合成橡胶两大类。按其用途不同又可分为通用橡胶和特种橡胶等。为了研究橡胶性能与结构的关系，又可按其化学结构分类，按形态和交联方式分类。不同的分类情况如下：



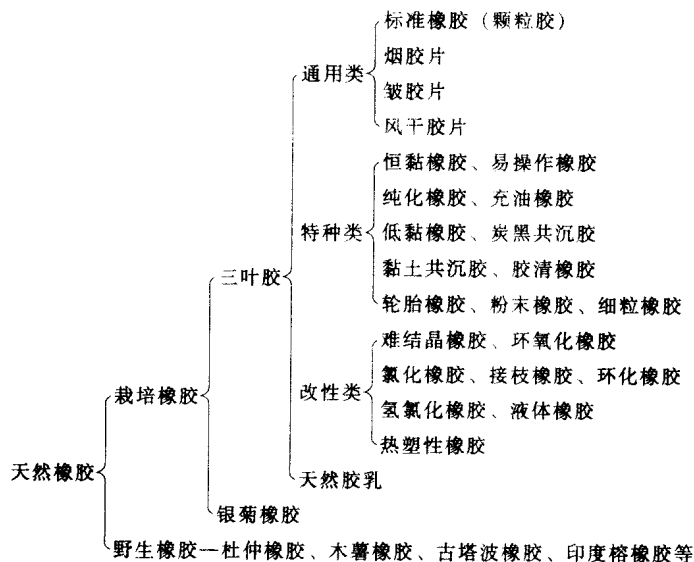
1 天然橡胶

1.1 概述

天然橡胶（raw natural rubber，缩写为 NR）是从植物中的汁液胶乳经加工制成的高弹

性固体。用新鲜胶乳制造的生胶质量好，可制造烟胶片、绉胶片、风干胶片和颗粒胶，其工艺过程基本相同，都有过滤、稀释、凝固、除水、干燥、分级、包装等步骤，但实施的工艺方法不同。自然凝固的杂胶可制造质量等级较低的杂胶颗粒胶和杂胶绉胶片，其工艺过程是通过浸泡、洗涤、压炼以除去杂质，然后再造粒（或压绉）、干燥、分级、包装。

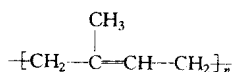
天然橡胶的分类如下：



1.2 基本特性

1.2.1 天然橡胶的化学组分

天然橡胶是一种以聚异戊二烯为主要成分的天然高分子化合物，其结构式可表示为：



n 为 10000 左右。相对分子量分布在 10 万 ~ 180 万之间，平均相对分子量 70 万左右。

天然橡胶中橡胶烃（聚异戊二烯）含量在 90% 以上。因制胶工艺不同，不同品种的天然橡胶的化学组分略有差异，如表 1-1。

表 1-1 天然橡胶的化学组分

组 分	烟胶片	风干胶片	白绉胶片和浅色绉胶片	颗粒橡胶	组 分	烟胶片	风干胶片	白绉胶片和浅色绉胶片	颗粒橡胶
橡胶烃, %	92.8	92.4	93.6	94.0	水溶物, %	0.2	0.2		0.2
蛋白质, %	3.0	3.3	3.0	3.1	灰分, %	0.2	0.5	0.5	0.2
丙酮抽出物, %	3.5	3.2	2.35	2.1	挥发分, %	0.3	0.4	0.55	0.4

1.2.2 天然橡胶的物化性能

(1) 物理常数 相对密度 (20℃) 0.94，折射率 (20℃) 1.5222，弹性模量 2 ~ 4MPa，燃烧值 44.16 ~ 44.80MJ/kg，介电常数 2.4 ~ 2.6，体积电阻 $10^{15} \sim 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ ，导热率 0.134W/(m·K)，比热容 1.88 ~ 2.09kJ/(kg·K)，门尼黏度 90。

(2) 热性能 天然橡胶无一定的熔点。随着温度的变化，它有三态：在 130℃ 以上，为黏流态；在常温下具有较高的弹性，稍带塑性，即为高弹态；温度降低则逐渐变硬，低于 0℃ 时，逐渐结晶硬化，继续冷至 -72℃ 时，则变成脆性物质，即为玻璃态。受冷冻的橡胶

加热至常温，可恢复原状。

生胶拉伸时放热，收缩时吸热。生胶拉伸 70% 以上则会引起结晶。

(3) 弹性 天然橡胶具有很好的弹性。在 0~100℃ 的范围内，回弹率可达 70%~80%；温度达 130℃ 时，仍能保持正常的使用性能。

(4) 机械强度 天然橡胶是一种结晶橡胶，自补强性较大，故具有非常好的机械强度。纯硫化胶的拉伸强度为 16.7~28.4MPa，用炭黑补强的硫化胶，可以提高到 24.5~34.4MPa。在高温（93℃）下的强度损失为 35% 左右。

耐屈挠性很好，到出现裂口时为止，可达 20 万次以上。

(5) 透气性 除含大量填充剂的硫化胶外，一般硫化胶均和生胶具有同等程度的透气性。透气速度因气体种类而不同。例如空气和氮气的透气速度（15℃，101325Pa）分别为 $2.5\text{cm}^3/(\text{cm}^2\cdot 24\text{h})$ 和 $1.38\text{cm}^3/(\text{cm}^2\cdot 24\text{h})$ 。

(6) 电性能 天然橡胶系非极性橡胶，绝缘性良好，尤以脱除蛋白质的橡胶为佳。在潮湿状态下或浸水后，体积电阻变化不大。

(7) 天然橡胶分子主链上有不饱和双键，易于用硫黄硫化体系硫化，但硫化胶不耐老化。高温下老化速度加快，温度每升高 10℃ 老化速度增加一倍。

(8) 有较好的耐碱性能，但不耐浓强酸。

(9) 耐油性、耐非极性溶剂性很差。一般说来，烃、卤代烃、二硫化碳、醚、高级酮和高级脂肪酸对天然橡胶均有溶解作用，但其溶解度则受塑炼程度的影响。而低级酮、低级酯及醇类对天然橡胶则是非溶剂。

1.3 通用固体天然橡胶

1.3.1 通用固体天然橡胶分级方法

通用固体天然橡胶产品主要有烟胶片、风干胶片、绉胶片和颗粒胶。分级方法有两种：外观分级法和理化性能分级法。

(1) 外观分级法 《天然橡胶等级质量和包装国际标准(绿皮书)》(1979) 将天然橡胶的 8 个品种（如烟胶片、风干胶片、绉胶片等）用外观分级法，共分为 35 个级别。我国国家标准 GB 8089—87《天然生胶、烟胶片》、GB 8090—87《天然生胶、白绉胶片和浅色绉胶片》，等效采用了《天然橡胶等级质量和包装国际标准（绿皮书）》(1979)，按外观进行分级。

(2) 理化性能分级法 按照天然橡胶的杂质含量、塑性保持率、塑性初值、氮含量、挥发分含量、灰分含量和颜色指数七项理化性能指标进行分级。按理化性能分级的天然橡胶称为标准橡胶。国际标准 ISO 2000—1978《天然橡胶 规格》将标准橡胶分为五个等级。我国国家标准 GB 8081—87《天然生胶 标准橡胶规格》参照采用 ISO 2000—1978，规定了标准橡胶的四个级别。国产标准橡胶的代号为 SCR（其中 S 代表“标准”；C 代表“中国”；R 代表“橡胶”，即标准中国橡胶），四个级别是 SCR 5、SCR 10、SCR 20 和 SCR 50。

1.3.2 烟胶片

烟胶片（Rubber Smoked Sheets；RSS）是指天然胶乳经加酸凝固、压片、熏烟干燥而制得的胶片。它曾是天然橡胶中最具代表性的品种，在标准橡胶出现之前，曾是用量最大、用途最广的一个品种。该胶采用外观分级法分为五级（GB 8089—87）。其技术条件如下（GB 8089—87 不适用于全部或部分胶清制成的胶片）。

(1) 一级烟胶片（No.1 RSS）

每个胶包在包装时必须无霉，但允许在交货时发现包皮上或者在包皮与胶包表面连接处有极轻微的干霉痕迹，但未透入到胶包内部。

不允许有氧化斑点或条痕、弱胶、过热胶、熏烟不透胶、熏烟过度胶、不透明和烧焦胶片。

所交货物必须是干燥、清洁、强韧、坚实的橡胶，而且没有缺陷、树脂状物质（胶锈）、火泡、砂砾、污秽包装和其他任何外来物质。但允许有实物标准样本所示程度的轻微分散的屑点和分散的针头大小的小气泡。

(2) 二级烟胶片 (No.2 RSS)

允许在交货时发现有轻微的胶锈，以及在包皮上、胶包表面和内部胶片有少量的干霉。如胶包上出现有显著程度的胶锈和干霉者，不允许超过抽取大样胶包数的5%。

允许有实物标准样本所示程度的微小的树皮屑点和针头大小的小气泡。

不允许有氧化斑点、条痕、弱胶、过热胶、熏烟不透胶、熏烟过度胶、不透明和烧焦胶片。

所交货物必须是干燥、清洁、强韧、坚实的橡胶，而且没有缺陷、火泡、砂砾、污秽包装和上述规定允许之外的其他任何外来物质。

(3) 三级烟胶片 (No.3 RSS)

允许在交货时有轻微的胶锈，以及在包皮上、胶包表面和内部胶片有少量的干霉。如胶包上出现有明显程度的胶锈和干霉者，不允许超过抽取大样胶包数的10%。

允许有实物标准样本所示程度的轻微色泽深浅的差异、小气泡和小树皮屑点。

不允许有氧化斑点或条痕、弱胶、过热胶、熏烟不透胶、熏烟过度胶、不透明和烧焦胶片。

所交货物必须是干燥、强韧的橡胶，而且没有缺陷、火泡、砂砾、污秽包装和上述规定允许之外的其他任何外来物质。

(4) 四级烟胶片 (No.4 RSS)

允许在交货时发现有轻微的树脂状物质（胶锈），以及在包皮上、胶包表面和内部胶片有少量的干霉。如胶包上出现有显著程度的胶锈和干霉者，不允许超过抽取大样胶包数的20%。

允许有实物标准样本所示程度的数量和大小中等树皮颗粒、气泡、半透明的斑点、轻度发黏和轻度的熏烟过度橡胶。

不允许有氧化斑点或条痕、弱胶、过热胶、熏烟不透胶、熏烟过度胶（超过实物标准样本所示程度）或烧焦胶片。

所交货物必须是干燥、坚实的橡胶，而且没有缺陷、火泡、砂砾、污秽包装和上述规定允许之外的其他外来物质。

(5) 五级烟胶片 (No.5 RSS)

允许在交货时发现有轻微的树脂状物质（胶锈），以及在包皮上、胶包表面和内部胶片有少量的干霉。如胶包上出现有显著程度的胶锈和干霉者，不允许超过抽取大样胶包数的30%。

允许有实物标准样本所示程度的数量和大小的大树皮颗粒、气泡和小火泡、斑点、熏烟过度胶和缺陷。允许有轻度的熏烟不透胶。

不允许有氧化斑点或条痕、弱胶、过热胶和烧焦胶片。