



高分子材料改性丛书

橡胶 改性技术

张玉龙 齐贵亮 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高分子材料改性丛书

橡胶改性技术

张玉龙 齐贵亮 主编



机械工业出版社

本书重点介绍了天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶、氟橡胶和聚硫橡胶的配方设计、化学改性、掺（共）混改性、增强改性和纳米改性等内容。并以改性实例为主对每一种改性橡胶详细介绍，按选材、制备方法、性能分析与效果评价的格式加以介绍。本书适用于橡胶工业材料研发人员、产品设计、制造、销售人员以及教学人员使用，也可用作教材。

图书在版编目（CIP）数据

橡胶改性技术/张玉龙, 齐贵亮主编. —北京: 机械工业出版社, 2006.7

(高分子材料改性丛书)

ISBN 7-111-19692-9

I. 橡... II. ①张...②齐... III. 橡胶-改性
IV. TQ330.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 088902 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: 张秀恩 责任编辑: 张秀恩 版式设计: 冉晓华

责任校对: 王 欣 封面设计: 陈 沛 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·11.875 印张·463 千字

0 001—4 000 册

定价: 34.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线电话 (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

高分子材料改性丛书编委会

主 任：张玉龙

副主任：王化银 王喜梅 齐贵亮 李 萍 (按姓氏笔画)

主 审：张广玉

编 委：(按姓氏笔画)

马守诚	王化银	王永连	王 明	王喜梅	石 磊
帅 琦	邓 丽	艾克聪	曲万春	孙志敬	刘志成
齐贵亮	齐晓声	吴光宁	陈万社	陈晓东	陈 瑞
陈瑞华	陈耀波	李 军	李传清	李迎春	李桂变
李 萍	李 强	李惠元	杨艺竹	杨 耘	杨振强
肖 冰	宋志广	张广玉	张玉龙	张丽娜	张健康
张喜生	林 娜	金川川	庞丽丽	官周国	官 洁
夏 敏	侯京陵	姜晓菊	姬荣斌	郭 斌	贾书波
贾兴华	徐亚洲	黄 晖	韩志强	韩 辉	曾泉雁
路香兰	蔡志勇	潘 辉			

前 言

橡胶是传统的工程用高分子材料，其产品已经在各行各业广泛应用，其制造技术业已成熟。为了进一步提高橡胶产品的性能，改善其制造技术，近年来，在橡胶材料研究、产品设计与制造中，也广泛运用高新技术。特别是橡胶改性技术的应用，可使橡胶自身的性能有本质的提高，也逐步形成了一套切实可行的改性技术体系。

为了推广和宣传近年来橡胶改性的成果和改性技术，我们组织编写了《橡胶改性技术》一书，全书共9章，较为详细地介绍了天然橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶、氟橡胶和聚硫橡胶的配方设计，化学改性，掺（共）混改性，增强改性和纳米改性等内容。并对每一种改性橡胶详细介绍，按选材、制备方法、性能分析与效果评价进行编写，以便使读者查找阅读方便。若本书对我国橡胶技术创新有一定帮助，那么作者将感到无比欣慰。

本书注重实用性、先进性和可操作性，理论叙述从简，实际操作从详，以实例为主，强化本书的可仿效性，并对技术内容进行加工处理，以提高本书的可读性。本书适用于橡胶工业材料研发人员，产品设计、制造、销售人员以及教学人员使用，也可用作教材。

本书由张玉龙、齐贵亮主编，参加编写工作的还有王化银、王喜梅、李萍等。

由于水平有限，文中错误在所难免，敬请批评指教。

作 者

2006.5

目 录

前言

第 1 章 天然橡胶	1
1.1 简介	1
1.1.1 天然橡胶的基本结构	1
1.1.2 天然橡胶的主要品种与分级法	2
1.1.3 天然橡胶的制造	8
1.1.4 天然橡胶的性能	8
1.2 天然橡胶的配方设计技术	13
1.2.1 天然橡胶的组分设计	13
1.2.2 天然橡胶配方实例	17
1.3 天然橡胶的加工工艺	19
1.3.1 塑炼	19
1.3.2 混炼	19
1.3.3 压延及挤出	20
1.3.4 硫化	20
1.4 天然橡胶的化学改性	20
1.4.1 环氧化改性	20
1.4.2 液体天然橡胶 (LNR)	22
1.4.3 热塑性天然橡胶	22
1.5 天然橡胶的掺混改性技术	23
1.5.1 NR 中掺混 SBR	23
1.5.2 NR 中掺混 BR	23
1.5.3 NR 中掺混 EPDM	23
1.5.4 NR 中掺混 CIIR	24
1.5.5 NR 中掺混 CR	24
1.5.6 NR 中掺混 NBR	25
1.5.7 NR 中掺混氯化聚乙烯 (CPE)	25
1.5.8 NR 中掺混氯磺化聚乙烯 (CSM)	25
1.5.9 NR 中掺混胶粉	26
1.6 天然橡胶的增强改性技术	27
1.6.1 剑麻短纤维增强天然橡胶	27
1.6.2 剑麻短纤维增强环氧化天然橡胶/PVC 复合材料	30
1.6.3 菠萝叶短纤维增强天然橡胶	33

1.6.4 菠萝叶短纤维增强环氧化天然橡胶	33
1.6.5 玻璃纤维增强天然橡胶	34
1.7 天然橡胶的纳米改性技术	36
1.7.1 纳米粘土改性天然橡胶	36
1.7.2 纳米碳酸钙改性天然橡胶	40
1.7.3 纳米碳管改性天然橡胶	42
1.8 性能评价	46
1.8.1 各种天然橡胶的性能参数与对比	46
1.8.2 评价	49
第2章 丁苯橡胶	50
2.1 简介	50
2.1.1 丁苯橡胶的主要品种	50
2.1.2 丁苯橡胶结构与性能	51
2.2 丁苯橡胶的配方设计技术	53
2.2.1 ESBR 的配方设计	53
2.2.2 SSBR 的配方设计	60
2.3 丁苯橡胶的掺混改性技术	63
2.3.1 ESBR 掺混胶的主要品种	63
2.3.2 掺混胶配方设计与性能	63
2.4 丁苯橡胶的增强改性技术	65
2.4.1 尼龙短纤维增强丁苯橡胶	65
2.4.2 短玻璃纤维增强丁苯橡胶	67
2.5 丁苯橡胶的纳米改性技术	72
2.5.1 纳米粘土改性丁苯橡胶	72
2.5.2 纳米累托石改性丁苯橡胶	75
2.5.3 纳米凹凸棒石改性丁苯橡胶	79
2.5.4 超细石膏改性丁苯橡胶	82
2.6 性能评价	84
2.6.1 各种丁苯橡胶的性能参数	84
2.6.2 掺混改性丁苯橡胶的性能参数	88
第3章 丁腈橡胶	90
3.1 简介	90
3.1.1 丁腈橡胶的主要品种与分类	90
3.1.2 丁腈橡胶的性能	91
3.1.3 丁腈橡胶的聚合物结构与其基本物理性能及加工性能的关系	95
3.1.4 丁腈橡胶加工过程中排除故障的常用方法	99
3.1.5 丁腈橡胶加工、使用中常见的不良情况实例	104
3.2 丁腈橡胶的配方设计技术	105

3.2.1 丁腈橡胶的组分设计	105
3.2.2 丁腈橡胶的配方实例	107
3.3 丁腈橡胶的掺混改性技术	109
3.3.1 丁腈橡胶与塑料掺混改性	109
3.3.2 丁腈橡胶与其他橡胶掺混改性	113
3.4 丁腈橡胶的增强改性技术	114
3.4.1 尼龙短纤维增强丁腈橡胶	114
3.4.2 芳纶短纤维增强丁腈橡胶	119
3.4.3 碳纤维增强丁腈橡胶	123
3.4.4 碳纤维/玻璃纤维混杂增强丁腈橡胶	126
3.5 丁腈橡胶的纳米改性技术	128
3.5.1 纳米粘土改性丁腈橡胶	128
3.5.2 纳米累托石改性丁腈橡胶	131
3.5.3 纳米甲基丙烯酸锌 ($\text{Zn}(\text{MAA})_2$) /蒙脱土改性丁腈橡胶	134
3.5.4 纳米碳酸钙改性丁腈橡胶	136
3.5.5 纳米氧化锌改性丁腈橡胶	141
3.6 各种丁腈橡胶的性能参数	143
第4章 氯丁橡胶	146
4.1 简介	146
4.1.1 氯丁橡胶的结构与主要品种	146
4.1.2 氯丁橡胶的性能	147
4.2 氯丁橡胶的配方设计技术	148
4.2.1 硫调节型 CR 的组分设计	148
4.2.2 非硫调节型 CR 的组分设计	151
4.2.3 氯丁橡胶配方实例	152
4.3 氯丁橡胶的掺混改性技术	156
4.3.1 CR/SBR 掺混体系	156
4.3.2 CR/(NBR、BR、EPDM、PVC) 掺混体系	158
4.4 氯丁橡胶的增强改性技术	159
4.4.1 蓝棉短纤维增强 CR	159
4.4.2 聚酯短纤维增强 CR	163
4.4.3 聚酯短纤维增强 CR/NBR 并用橡胶	167
4.4.4 短碳纤维增强 CR	168
4.5 氯丁橡胶的纳米改性技术	171
4.5.1 纳米氧化锌改性 CR	171
4.5.2 有机纳米蛭石改性 CR	175
4.5.3 纳米白炭黑改性 CR	178
4.6 各种氯丁橡胶的性能参数	181

第 5 章 丁基橡胶	184
5.1 简介	184
5.1.1 丁基橡胶的结构与品种	184
5.1.2 丁基橡胶的性能	185
5.2 丁基橡胶的配方设计技术	187
5.2.1 丁基橡胶的组分设计	187
5.2.2 丁基橡胶的配方实例	190
5.3 丁基橡胶的化学改性	192
5.3.1 氯化丁基橡胶 (CIIR)	192
5.3.2 溴化丁基橡胶 (BIIR)	195
5.4 丁基橡胶的掺混改性技术	197
5.4.1 普通丁基橡胶的掺混改性	197
5.4.2 氯化丁基橡胶的掺混改性	197
5.4.3 溴化丁基橡胶的掺混改性	198
5.5 丁基橡胶的纳米改性技术	199
5.5.1 纳米粘土改性丁基橡胶	199
5.5.2 纳米有机蒙脱土 (OMMT) 改性丁基橡胶	202
5.6 各种丁基橡胶的性能参数	205
第 6 章 乙丙橡胶	207
6.1 简介	207
6.1.1 乙丙橡胶的结构与主要品种	207
6.1.2 乙丙橡胶的性能	208
6.2 乙丙橡胶的配方设计技术	213
6.2.1 乙丙橡胶的组分设计	213
6.2.2 乙丙橡胶的配方实例	216
6.3 乙丙橡胶的掺混改性技术	223
6.3.1 掺混胶的类型	223
6.3.2 掺混方法	224
6.3.3 掺混胶的性能	225
6.4 乙丙橡胶的增强改性技术	226
6.4.1 Kevlar 浆粕增强 EPDM	226
6.4.2 芳纶纤维增强 EPDM	229
6.4.3 聚酯短纤维增强 EPDM/PP 共混型热塑性弹性体	232
6.5 乙丙橡胶的纳米改性技术	235
6.5.1 纳米蒙脱土改性 EPDM	235
6.5.2 纳米氢氧化镁改性 EPDM	239
6.6 各种乙丙橡胶的性能参数	246
6.6.1 二元乙丙橡胶的性能参数	246

6.6.2 三元乙丙橡胶的性能参数	246
第7章 硅橡胶	248
7.1 简介	248
7.1.1 硅橡胶的分类和主要品种	248
7.1.2 硅橡胶的性能	254
7.1.3 硅橡胶的硫化	256
7.2 硅橡胶的配方设计技术	257
7.2.1 热硫化型硅橡胶的配方设计技术	257
7.2.2 室温硫化型硅橡胶的配方设计技术	263
7.2.3 加成硫化型硅橡胶的配方设计技术	263
7.2.4 配方设计改性硅橡胶的性能与效果评价	264
7.3 硅橡胶的掺混改性技术	269
7.3.1 硅橡胶与丙烯酸酯橡胶掺混	269
7.3.2 硅橡胶与三元乙丙橡胶掺混	272
7.3.3 硅橡胶与氟橡胶掺混	272
7.3.4 硅橡胶与聚氨酯橡胶掺混	273
7.3.5 硅橡胶与其他橡胶掺混	273
7.4 硅橡胶的增强改性技术	274
7.4.1 短纤维增强硅橡胶包覆材料	274
7.4.2 玻璃纤维增强硅橡胶/聚四氟乙烯合金	277
7.4.3 芳纶增强硅橡胶热防护材料	280
7.5 硅橡胶的纳米改性技术	282
7.5.1 纳米蒙脱土改性硅橡胶	282
7.5.2 纳米粘土改性硅橡胶	285
7.5.3 纳米 SiO ₂ 改性室温硫化硅橡胶	287
7.5.4 纳米 SiO ₂ 改性 6109 硅橡胶	290
7.5.5 纳米 SiO ₂ /炭黑改性硅橡胶粉体	292
7.5.6 纳米导电纤维改性导电炭黑/硅橡胶	295
7.5.7 纳米聚乙炔碳纤维改性硅橡胶	298
第8章 氟橡胶	300
8.1 简介	300
8.1.1 氟橡胶的结构与分类	300
8.1.2 氟橡胶的性能	306
8.1.3 氟橡胶的加工	310
8.2 氟橡胶的配方设计技术	310
8.2.1 组分设计	310
8.2.2 配方实例	312
8.2.3 配方组分性能分析	313

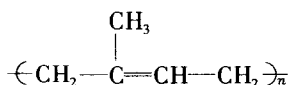
8.3 氟橡胶的掺混改性技术	321
8.3.1 不同牌号氟橡胶的掺混	321
8.3.2 氟橡胶与氟醚橡胶掺混	322
8.3.3 氟橡胶与 ACM 掺混	322
8.3.4 氟橡胶与乙丙橡胶掺混	323
8.3.5 氟橡胶与 NBR 掺混	324
8.3.6 氟橡胶与 IR 掺混	325
8.3.7 氟橡胶与 MVQ 掺混	325
8.4 氟橡胶的增强改性技术	326
8.4.1 玻璃纤维织物增强氟橡胶密封件	326
8.4.2 木质纤维素短纤维增强氟橡胶	329
8.4.3 纤维状填料增强四丙氟橡胶	331
8.5 氟橡胶的纳米改性技术	333
8.5.1 纳米金刚石改性氟橡胶	333
8.5.2 纳米炭黑与纳米白炭黑复合体系改性氟橡胶	336
第 9 章 聚硫橡胶	340
9.1 简介	340
9.1.1 主要品种与结构	340
9.1.2 聚硫橡胶的性能	343
9.2 聚硫橡胶的配方设计技术	352
9.2.1 固体聚硫橡胶的配方设计技术	352
9.2.2 液态聚硫橡胶的配方设计技术	353
9.3 聚硫橡胶的改性技术	355
9.3.1 聚氨酯改性聚硫橡胶	355
9.3.2 改性聚硫橡胶建筑密封防水材料	358
9.3.3 天然白垩和改性白垩改性聚硫密封胶	362
9.3.4 纤维增强改性聚硫耐油薄膜	365
参考文献	368

第1章 天然橡胶

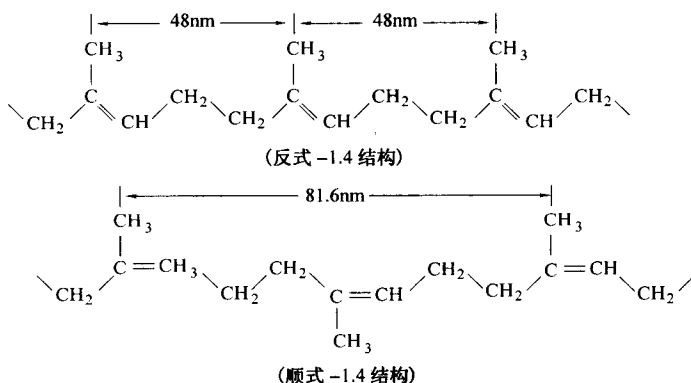
1.1 简介

1.1.1 天然橡胶的基本结构

天然橡胶是橡胶树上流出的胶乳。经过凝固、干燥等工序加工而成的弹性固状物；橡胶烃含量达 90%^① 以上，还有少量的蛋白质、脂肪酸、糖分及灰分等，是一种以异戊二烯为主要成分的不饱和状态的天然高分子化合物，其化学结构为：



n 约为 10 000 左右，相对分子质量分布在 10 万到 180 万之间，平均相对分子质量约为 70 万左右，实际上天然橡胶为多种不同相对分子质量的聚异戊二烯的混合体。异戊二烯的链节，基本上有两种排列方式：



根据橡胶树的种类不同，橡胶的性质也不同。以三叶橡胶为代表的顺式-1,4 结构，在室温下具有弹性及柔软性，是名副其实的弹性橡胶；以古塔波橡胶为代表的反式-1,4 结构，在室温下呈硬固状态，实际上是一种具有塑料性质的橡胶。

① 为叙述简洁，且遵循行业习惯，本书的配方均指质量份（个别注明体积份的除外），所有含量均指质量分数（注明体积分数、摩尔分数者除外）。

现代橡胶工业使用的，大都是三叶橡胶树上采集的天然橡胶，而古塔波橡胶、巴拉塔橡胶、马来树胶、杜仲橡胶均为反式-1,4结构，用途有限，产量甚微。

天然橡胶除顺式结构与反式结构两种之外，还有一些异构化、改性的天然橡胶衍生物。

1.1.2 天然橡胶的主要品种与分级法

1. 天然橡胶（NR）的品种

NR 的分类见图 1-1。

2. 通用 NR 的分级

通用 NR 有两种分级方法，一种是按外观质量分级，如烟胶片及绉胶片就是按这种方法分级的；另一种是按理化指标分级，这种方法比较科学，一般颗粒胶是按这种方法分级的。分级见表 1-1 ~ 表 1-4。

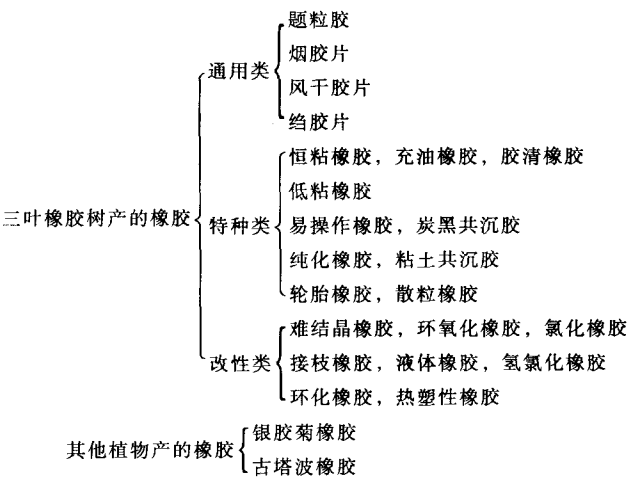


图 1-1 NR 的分类

表 1-1 中国天然橡胶（通用 NR）品种等级

质量等级	烟片胶	白绉胶	黄绉胶 浅绉胶	杂绉胶
A		特一级		
B	一级	一级	特一级	
C	二级		一级	
D	三级		二级	
E	四级		三级	
F	五级			
G				杂绉胶

表 1-2 国际天然橡胶 (通用 NR) 品种等级

品 种	等 级	原 料	颜 色
条纹烟胶 (Ribbed smoked sheets)	RSS 1X 号 (特一级)	乳胶	浅棕色
	RSS 1 号 (一级)	乳胶	浅棕色
	RSS 2 号 (二级)	乳胶	棕 色
	RSS 3 号 (三级)	乳胶	深棕色
	RSS 4 号 (四级)	乳胶	深棕色
	RSS 5 号 (五级)	乳胶	深棕色
白 绉 胶 (White crepes)	WC 薄片 1X 号 (特一级)	乳胶	白色
	WC 厚片 1X 号 (特一级)	乳胶	白色
浅 绉 胶 (Pale crepes)	PC 薄片 1X 号 (特一级)	乳胶	浅黄色 ↓ 深黄色
	PC 厚片号 (特一级)	乳胶	
	PC 薄片 1 号 (一级)	乳胶	
	PC 厚片 1 号 (一级)	乳胶	
	PC 薄片 2 号 (二级)	乳胶	
	PC 厚片 2 号 (二级)	乳胶	
	PC 薄片 3 号 (三级)	乳胶	
	PC 厚片 3 号 (三级)	乳胶	
胶 园 褐 绉 胶 (Estate brown crepes)	EBC 薄片 1X 号 (特一级)	} 新鲜杯凝胶、高级胶园杂胶	浅褐色 ↓ 深褐色
	EBC 厚片 1X 号 (特一级)		
	EBC 薄片 2X 号 (特二级)	} 杯凝胶、胶园杂胶	
	EBC 厚片 2X 号 (特二级)		
	EBC 薄片 3X 号 (特三级)		
	EBC 厚片 3X 号 (特三级)		
混 合 绉 胶 (Compo crepes)	CC 1 号 (一级)	杯凝胶、胶园杂胶	浅褐色 ↓ 深褐色
	CC 2 号 (二级)	} 熏烟片切下碎胶湿胶	
	CC 3 号 (三级)		
薄褐绉胶 (再炼 胶) (Thin brown crepes)	TBC 1 号 (一级)	湿胶块、自然凝固杂胶	浅褐色 ↓ 深褐色
	TBC 2 号 (二级)		
	TBC 3 号 (三级)		
	TBC 4 号 (四级)		

4 橡胶改性技术

(续)

品 种	等 级	原 料	颜 色
厚毡绉胶 (Thick brown crepes)	TBC 2 号 (二级)	湿胶块、自然凝固杂胶	浅褐色
	TBC 3 号 (三级)		↓
	TBC 4 号 (四级)		深褐色
平树皮绉胶 (Flat bark crepes)	标准树皮 FBC 绉胶 硬树皮 FBC 绉胶	洗涤压炼丢下的碎胶、泥胶	浓褐色 黑褐色
纯烟毡绉胶 (Pure smoked blanket crepes)	PSBC	烟片胶切下的碎片	褐色到浓褐色

表 1-3 天然橡胶 (通用 NR) 质量等级及主要用途

质量等级	正 品			副 品		次 品			
	RSS	WC	PC	EBC	CC	再炼 TBC	毛毡 TBC	FBC	PSBC
A		1X 号							
B	1X 号	1 号	1X 号						
C	1 号	2 号	1 号						
D	2 号	3 号	2 号						
E	3 号	4 号	3 号						
F	4 号								
G	5 号			1X 号					
H				2X 号	1 号	1 号			
I				3X 号	2 号	2 号	2 号		
J					3 号	3 号	3 号		
K						4 号	4 号		PSBC
L								FBC	
主要用途	轮胎、 胶带、胶 管、工业 制品	胶布、医疗卫生 制品、胶鞋及生活 日用制品		胶鞋、胶管、一般 工业制品		鞋底、胶布及低级工业制品			

表 1-4 中国标准胶 (CSR) 品种等级

质量项目	一级 CSR 5 号	二级 CSR 10 号	三级 CSR 20 号	四级 CSR 50 号
杂质含量 (%)	0.05	0.10	0.20	0.50
塑性初值	30	30	30	30
塑性保持率 (%)	60	50	40	30
氮含量 (%)	0.60	0.6	0.60	0.60
挥发分含量 (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
灰分含量 (%)	0.60	0.75	1.0	1.50

(1) 烟胶片 国产烟胶片共分 5 个等级, 从 1 级烟胶片 (No.1 RSS) 到 5 级烟胶片 (No.5 RSS)。根据诸如干霉、胶锈、熏烟不透、熏烟过度、气泡、小树

皮屑点、发粘等缺陷的有无或缺陷的程度以及胶的透明度、清洁程度和强韧情况等外观质量进行分级。为了更准确地分级，各等级均有实物标准样本，以便对照。

(2) 绉胶片 根据原料及制法的不同，绉胶片可以分为胶乳绉片和杂绉胶片两种。每种根据质量不同还分为不同等级。国产绉胶片共分 6 个等级，依次为特一级白绉胶片、一级白绉胶片、特一级浅色绉胶片、一级浅色绉胶片、二级浅色绉胶片和三级浅色绉胶片。绉胶片也按外观质量进行分级，也有实物标准样本。

国产烟胶片和绉胶片的技术条件曾经是生胶质量检测的数据，而现在这些技术条件已定为正式标准，成为检测烟胶片和绉胶片质量的法定依据。尽管如此，目前国内仍有许多橡胶厂用技术条件中规定的基本配方制造硫化试样，通过测定拉伸强度和扯断伸长率对生胶质量进行内部监控。因为这两种性能比较有综合性，对橡胶厂来说测试也很方便。表 1-5 列出了几种生胶的基本配方及力学性能，供参考。

表 1-5 国产烟胶片和绉胶片技术条件中的力学性能

等 级	性 能		等 级	性 能	
	拉伸强度 /MPa	扯断伸长率 (%)		拉伸强度 /MPa	扯断伸长率 (%)
一级烟胶片	20	750	四级烟胶片	18	650
二三级烟胶片	18	700	五级烟胶片	16	650
特一级白绉胶片	18	700			

注：基本配方：NR 100 份；硫磺 3 份；促进剂 M 0.7 份；氧化锌 5 份；硬脂酸 0.5 份；合计 109.2 份。

(3) 标准橡胶 标准橡胶即颗粒胶，是 20 世纪 60 年代发展起来的 NR 新品种。以前，通用的烟胶片、绉胶片和风干胶片等几种传统产品不论在分级方法和制造方法上都束缚着 NR 的发展。因此，马来西亚于 1965 年开始实行标准橡胶计划，在采用生胶理化性能分级的基础上发展了颗粒橡胶的生产。标准橡胶是指按机械杂质、塑性保持率、塑性初值、氮含量、挥发分含量、灰分含量、颜色指数等理化性能指标进行分级的橡胶。标准橡胶包装也比较先进，一般用 PE 薄膜包装，并有鲜明的标识。胶包的重量较小，易于搬运。马来西亚标准 NR 的代号为 SMR，它的包装重为 33.3kg，我国标准 NR 包装重规定为 40kg。

国际标准 NR 的规格见 ISO 2000，其中规定了国际标准的等级及质量要求，如表 1-6 所示。

国产标准 NR 的规格见 GB/T 8081—1999，有 CSR 5，CSR 10，CSR 20 和 CSR 50 共 4 个等级，它们分别与 ISO 2000 中的 5，10，20 和 50 对应。国标中暂无 5L 这一浅色等级。

表 1-6 中列出了 ISO 2000 标准规定的 NR 的 5 个等级, 用 7 项性能指标来控制质量等级。其中杂质含量为主要指标。颜色指数指的是拉维邦 (Lovibond) 颜色指数, 它用来限制生胶的色度。例如 5L 这一等级的生胶颜色指数不得高于 6, 这同时也表明该级生胶是浅色的。塑性保持率 (PRI) 是指生胶在 $140^{\circ}\text{C} \times 30\text{min}$ 加热前后华莱士塑性值的比值, 以百分率来表示, 比值越高, 表明该生胶抗热氧化断链的能力越强。

表 1-6 ISO 2000 中规定的质量等级

性 能	原 料					试验方法
	胶乳及胶乳制胶片		胶园田间生产的凝固胶		杯凝胶及其他凝胶	
	5L 绿带	5 绿带	10 褐带	20 红带	50 黄带	
杂质含量 (%)	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.50	ISO 249
塑性初值	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30	ISO 2007
塑性保持率 (%)	≥ 60	≥ 60	≥ 50	≥ 40	≥ 30	ISO 2930
氮含量 (%)	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.6	ISO 1656
挥发分 (%)	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	ISO 2481
灰分 (%)	≤ 0.6	≤ 0.6	≤ 0.75	≤ 1.0	≤ 1.5	ISO 247
颜色指数	≤ 6	—	—	—	—	ISO 4660

以上所讲的为通用品种的 NR, 它们的用量大、应用面广。在标准橡胶出现之前, 烟胶片用量最大, 现在则是标准胶用量最大。

3. 特种 NR

(1) 恒粘橡胶 这种胶在制造时加入了占干胶质量 0.4% 的中性盐酸羟胺或中性硫酸羟胺或氨基脲等, 使之与分子链上的醛基作用, 从而抑制了生胶贮存过程中的粘度升高, 保持粘度稳定。

(2) 低粘度橡胶 在制造恒粘橡胶时再另加入 4 份非污染型环烷油, 使 NR 的门尼粘度为 50 ± 5 。这也是贮存中粘度稳定的 NR。

(3) 充油 NR 一般充环烷油或芳烃油, 充油量有 25%, 30% 和 40% 三种, 其相应的标志分别为 OE75/25, OE70/30 和 OE60/40。充油胶加工性能好, 抗湿滑性好, 可减少胎面崩花掉块。

(4) 易操作橡胶 简称 SP 橡胶, 它是用部分硫化胶乳与新鲜胶乳混合后再凝固制造的, 其挤出、压延性能优良。

(5) 纯化橡胶 它是将 NR 胶乳浓缩后制得的固体橡胶, 橡胶中的非橡胶组分少, 纯度高, 适于制造电绝缘制品及高级医疗制品。

(6) 轮胎橡胶 它是以胶乳、未熏胶片、胶园杂胶各 30% 为原料, 再加入 10% 的芳烃油或环烷油制成的, 价格较便宜。

(7) 胶清橡胶 它是离心浓缩胶乳时分出的胶清, 经凝固、压片或造粒、干