

橡胶品种与性能手册

张玉龙 孙 敏 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要介绍了天然橡胶、通用合成橡胶、特种合成橡胶、热塑性弹性体、再生橡胶、橡胶复合材料与纳米橡胶等品种的基本性能，国内生产厂家、牌号与性能，国外生产厂家、牌号与性能及应用。本书内容翔实，数据可靠，方便查找。适用于橡胶材料研发、产品设计、制备、销售人员和相关专业师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶品种与性能手册/张玉龙, 孙敏主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 8
ISBN 7-5025-9221-0

I. 橡… II. ①张…②孙… III. ①橡胶-品种-手册
②橡胶-性能-手册 IV. TQ330-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 100541 号

橡胶品种与性能手册

张玉龙 孙 敏 主编
责任编辑: 白艳云 杜春阳
责任校对: 王素芹
封面设计: 康巴朗斯公司

*

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)
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
北京云浩印刷有限责任公司印装
开本 850mm×1168mm 1/32 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 496 千字
2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-9221-0
定 价: 38.00 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
京化广临字 2006—45 号

编者名单

主 编 张玉龙 孙 敏

主 审 张广玉

副主编 齐贵亮 王喜梅 王化银 李 萍 商 悦

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王化银	王永连	王全为	王喜梅	邓 丽
艾克聪	石 磊	卢瑞乾	帅 琦	刘志成
齐贵亮	齐晓声	孙 敏	孙红彦	李 军
李 萍	李传清	李迎春	李桂变	李惠元
杨 耘	杨艺竹	杨振强	吴光宁	宋志广
张广玉	张玉龙	张喜生	陈 瑞	陈万社
陈晓东	陈瑞华	陈耀波	金川川	周国萍
庞丽丽	庞丽萍	官周国	郝向阳	侯京陵
姜晓菊	宫 洁	贾兴华	夏 敏	柴 娟
徐亚洲	郭 斌	姬荣斌	曹根顺	商 悦
韩 辉	韩志强	程映昭	曾泉雁	蔡志勇
潘 辉				

前 言

橡胶在工业、农业和国防建设中应用多年，已形成比较完备的材料研发、产品设计与制造及销售体系，可谓是技术比较完备的材料。近年来随着高新技术在橡胶工业中的应用，又开发出实用性更强的新品种、新牌号。为了推广并宣传这些成果，我们在广泛收集国内外有关品种牌号的基础上，对其性能和实用性进行了认真研究分析，组织编写了《橡胶品种与性能手册》一书，全书7章，重点介绍了天然橡胶、通用合成橡胶、特种合成橡胶、热塑性弹性体、再生橡胶、橡胶复合材料与纳米橡胶等品种的基本性能，国内生产厂家、牌号与性能，国外生产厂家、牌号与性能及应用。为了涵盖更多技术内容，全书以列表为主，文字叙述为辅，且编写层次清晰，以便于读者阅读查寻。若本书能对我国橡胶工业发展起到一定的作用，作者将感到无比欣慰。

本书编写注重实用性、先进性和可操作性，内容翔实，数据可靠，方便查找。适用于橡胶工业材料研发、产品设计、制备、销售人员和相关专业师生使用。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请批评指教。

编 者

2006年6月

目 录

第 1 章 天然橡胶	1
1.1 概述	1
1.1.1 天然橡胶的分类	1
1.1.2 天然橡胶的成分与结构	5
1.1.3 天然橡胶的基本性能	8
1.2 通用天然橡胶	11
1.2.1 配合技术	11
1.2.2 烟片胶与绉片胶	14
1.2.3 胶清胶	18
1.2.4 标准胶 (颗粒胶)	19
1.3 特制天然橡胶	21
1.3.1 特制技术	21
1.3.2 纯化天然橡胶	22
1.3.3 黏度稳定橡胶	23
1.3.4 易操作橡胶	23
1.3.5 自由流动天然橡胶	24
1.3.6 充油天然橡胶	25
1.3.7 轮胎用天然橡胶	25
1.3.8 粉末天然橡胶	26
1.4 改性天然橡胶	27
1.4.1 接枝天然橡胶	27
1.4.2 环化天然橡胶 (热导橡胶)	28
1.4.3 氯化天然橡胶与氢氯化天然橡胶	29
1.4.4 环氧化天然橡胶	30
1.4.5 液态天然橡胶	31
1.4.6 热塑性天然橡胶	31
1.4.7 热塑性环氧化天然橡胶	32

1.4.8	氢化环氧化天然橡胶	32
第2章	通用合成橡胶	34
2.1	丁苯橡胶	34
2.1.1	概述	34
2.1.2	丁苯橡胶的物理和化学性质	36
2.1.3	常用丁苯橡胶的特点	38
2.1.4	丁苯橡胶品种与性能	45
2.1.4.1	乳液聚合丁苯橡胶	45
2.1.4.2	溶液聚合丁苯橡胶 (简称溶聚丁苯橡胶)	66
2.1.5	丁苯橡胶的应用	74
2.2	丁腈橡胶	75
2.2.1	概述	75
2.2.2	丁腈橡胶的物理、化学性质	75
2.2.2.1	通用丁腈橡胶	75
2.2.2.2	特种丁腈橡胶	84
2.2.3	丁腈橡胶的品种与性能	93
2.2.4	丁腈橡胶的应用	105
2.3	丁基橡胶	105
2.3.1	概述	105
2.3.2	丁基橡胶的特点	106
2.3.2.1	通用丁基橡胶	106
2.3.2.2	卤化丁基橡胶	110
2.3.3	丁基橡胶的品种与性能	114
2.3.4	丁基橡胶的应用	117
2.4	氯丁橡胶	118
2.4.1	概述	118
2.4.2	氯丁橡胶的特点	120
2.4.3	氯丁橡胶的品种与性能	121
2.4.4	氯丁橡胶的应用	127
2.5	乙丙橡胶	129
2.5.1	概述	129
2.5.2	乙丙橡胶的特点和分类	131
2.5.2.1	乙丙橡胶的特点	131
2.5.2.2	乙丙橡胶的分类	133

2.5.3	乙丙橡胶的品种与性能	138
2.5.4	乙丙橡胶的应用	148
2.6	聚丁二烯橡胶	149
2.6.1	概述	149
2.6.2	聚丁二烯橡胶的特点	151
2.6.3	聚丁二烯橡胶的品种与性能	162
2.6.3.1	国内品种与性能	162
2.6.3.2	国外品种与性能	165
2.6.4	聚丁二烯橡胶的应用	174
2.7	聚异戊二烯橡胶	175
2.7.1	概述	175
2.7.2	聚异戊二烯橡胶分类	177
2.7.3	聚异戊二烯橡胶的品种与性能	182
2.7.4	聚异戊二烯橡胶的应用	185
第3章	特种合成橡胶	186
3.1	硅橡胶	186
3.1.1	概述	186
3.1.2	硅橡胶的特点	187
3.1.2.1	常用硅橡胶	187
3.1.2.2	硅橡胶的调节技术与效果	197
3.1.3	硅橡胶品种与性能	201
3.1.3.1	国内品种与性能	201
3.1.3.2	国外主要品种与性能	203
3.1.4	硅橡胶应用	218
3.2	氟橡胶	220
3.2.1	概述	220
3.2.2	氟橡胶的性能特点	222
3.2.3	氟橡胶的品种与性能	237
3.2.3.1	国内氟橡胶的品种与性能	237
3.2.3.2	国外氟橡胶品种与性能	241
3.2.4	氟橡胶的应用	250
3.3	聚硫橡胶	252
3.3.1	概述	252
3.3.2	聚硫橡胶的性能特点	253

3.3.2.1	固态聚硫橡胶的性能特点	253
3.3.2.2	液态聚硫橡胶的性能特点	254
3.3.3	聚硫橡胶的品种与性能	260
3.3.3.1	国内品种与性能	260
3.3.3.2	国外品种与性能	260
3.3.4	聚硫橡胶的应用	261
3.4	丙烯酸酯橡胶	266
3.4.1	概述	266
3.4.2	丙烯酸酯橡胶的品种与性能	269
3.4.2.1	国内品种与性能	269
3.4.2.2	国外品种与性能	272
3.4.3	丙烯酸酯橡胶的应用	277
3.5	氯磺化聚乙烯橡胶	277
3.5.1	概述	277
3.5.2	氯磺化聚乙烯橡胶的品种与性能	281
3.5.2.1	国内品种与性能	281
3.5.2.2	国外品种与性能	282
3.5.3	氯磺化聚乙烯橡胶的应用	284
3.6	氯化聚乙烯橡胶	284
3.6.1	概述	284
3.6.2	氯化聚乙烯橡胶的品种与性能	285
3.6.2.1	国内品种与性能	285
3.6.2.2	国外品种与性能	287
3.6.3	氯化聚乙烯橡胶的应用	290
3.7	其他特种合成橡胶	290
3.7.1	聚异丁烯橡胶	290
3.7.2	聚醚橡胶	293
3.7.2.1	氯醚橡胶	293
3.7.2.2	共聚氯醚橡胶	296
3.7.2.3	环氧丙烷橡胶	298
3.7.3	氯醇橡胶	300
3.7.4	乙烯-乙酸乙烯酯橡胶	302
第4章	热塑性弹性体	308
4.1	聚氨酯弹性体	308

4.1.1	概述	308
4.1.2	聚氨酯弹性体的特点	310
4.1.2.1	聚酯型聚氨酯弹性体的特点	314
4.1.2.2	聚醚型聚氨酯弹性体的特点	315
4.1.3	聚氨酯弹性体品种与性能	319
4.1.3.1	国内品种与性能	319
4.1.3.2	国外品种与性能	323
4.1.4	聚氨酯弹性体应用	341
4.2	苯乙烯类弹性体	345
4.2.1	概述	345
4.2.2	苯乙烯类弹性体的特点	346
4.2.3	苯乙烯类弹性体品种与性能	348
4.2.3.1	国内品种与性能	348
4.2.3.2	国外品种与性能	351
4.2.4	苯乙烯类弹性体应用范围	358
4.3	聚烯烃类弹性体	358
4.3.1	概述	358
4.3.2	聚烯烃类弹性体的特点	359
4.3.3	聚烯烃类弹性体品种与性能	361
4.3.3.1	国内品种与性能	361
4.3.3.2	国外品种与性能	362
4.3.4	聚烯烃类弹性体应用	372
第5章	再生橡胶	373
5.1	再生橡胶的主要特征与分类	373
5.1.1	主要特征	373
5.1.2	再生橡胶的分类	373
5.2	再生橡胶技术	374
5.2.1	再生技术	374
5.2.1.1	物理再生技术	374
5.2.1.2	化学再生技术	375
5.2.1.3	生物再生技术	377
5.2.2	再生剂	377
5.2.2.1	软化剂	377
5.2.2.2	活化剂	378

5.2.2.3	新型再生剂	379
5.2.3	再生橡胶的制备	380
5.3	再生橡胶的性能	385
5.3.1	基本性能	385
5.3.2	再生橡胶分类	387
5.3.2.1	再生普通合成胶	387
5.3.2.2	再生硅橡胶	387
5.3.2.3	再生氟橡胶	389
5.3.3	再生橡胶性能的主要影响因素与控制	391
5.4	再生橡胶的应用	395
第6章	橡胶复合材料	399
6.1	天然纤维增强橡胶基复合材料	399
6.1.1	棉纤维增强橡胶基复合材料	399
6.1.1.1	棉纤维的性能	399
6.1.1.2	棉纤维织物的性能	399
6.1.1.3	棉纤维增强橡胶基复合材料的性能	408
6.1.1.4	复合材料在切边V带中的应用	408
6.1.2	麻纤维增强橡胶基复合材料	409
6.1.2.1	麻纤维的性能	409
6.1.2.2	麻纤维增强橡胶复合材料的性能	411
6.1.3	木质纤维素短纤维增强橡胶基复合材料	412
6.1.3.1	木质纤维素短纤维的性能	412
6.1.3.2	木质纤维素短纤维增强橡胶复合材料的性能	412
6.1.4	黏胶纤维	422
6.1.5	毛纤维	424
6.1.6	石棉纤维	424
6.2	聚酰胺纤维增强橡胶基复合材料	425
6.2.1	聚酰胺纤维的性能	425
6.2.2	聚酰胺纤维织物的性能	428
6.2.2.1	聚酰胺纤维帘布	428
6.2.2.2	聚酰胺纤维与聚酯纤维帆布	433
6.2.2.3	聚酰胺纤维轮胎子口布	439
6.2.2.4	锦纶绳	440
6.2.3	聚酰胺纤维增强橡胶基复合材料的性能	441

6.2.3.1	聚酰胺 6 帘线/天然橡胶复合材料	441
6.2.3.2	聚酰胺短纤维增强丁苯橡胶复合材料	441
6.2.3.3	聚酰胺短纤维增强丁腈橡胶复合材料	444
6.2.3.4	废聚酰胺(尼龙)纤维增强丙烯酸橡胶复合材料	447
6.3	芳香聚酰胺纤维(芳纶)增强橡胶复合材料	448
6.3.1	芳纶的性能	448
6.3.2	芳纶织物的性能	454
6.3.3	芳纶增强橡胶复合材料的性能	456
6.4	聚酯纤维增强橡胶复合材料	459
6.4.1	聚酯纤维的性能	459
6.4.2	聚酯纤维织物的性能	461
6.4.2.1	聚酯纤维(涤纶)帘布	461
6.4.2.2	橡胶工业用涤纶垫布	464
6.4.2.3	涂覆制品用布	464
6.4.2.4	胶管用聚酯线绳和聚酯帘线	466
6.4.2.5	传动带用线绳	467
6.4.3	聚酯纤维增强橡胶复合材料的性能	471
6.5	玻璃纤维增强橡胶复合材料	473
6.5.1	玻璃纤维的性能	473
6.5.2	玻璃纤维织物的性能	475
6.5.3	玻璃纤维增强橡胶复合材料的性能	476
6.5.4	玻璃纤维/橡胶复合材料的应用	477
6.6	碳纤维与石墨纤维及其橡胶复合材料	480
6.6.1	碳纤维和石墨纤维的性能	480
6.6.1.1	聚丙烯腈基碳纤维与石墨纤维	480
6.6.1.2	黏胶基(或人造丝基)碳纤维与石墨纤维	485
6.6.1.3	沥青基碳纤维与石墨纤维	488
6.6.2	碳纤维增强橡胶复合材料的性能	490
6.6.3	碳纤维和石墨纤维增强橡胶复合材料的应用	493
第 7 章	纳米橡胶	495
7.1	纳米天然橡胶	495
7.1.1	纳米黏土天然橡胶	495
7.1.2	纳米二氧化硅改性彩色天然橡胶	497
7.1.3	纳米氧化锌/天然橡胶	500

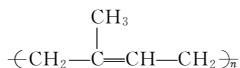
7.2	纳米通用合成橡胶	503
7.2.1	纳米丁腈橡胶	503
7.2.1.1	纳米黏土丁腈橡胶	503
7.2.1.2	纳米甲基丙烯酸锌/丁腈橡胶	507
7.2.1.3	纳米碳酸钙/丁腈橡胶	514
7.2.2	纳米丁苯橡胶	517
7.2.2.1	纳米黏土/丁苯橡胶	517
7.2.2.2	纳米累托石/丁苯橡胶	521
7.2.2.3	纳米碳酸钙/丁苯橡胶	525
7.2.3	纳米有机蒙脱土改性三元乙丙橡胶	530
7.2.4	原位插层纳米蒙脱土/聚丁二烯橡胶	533
7.3	纳米特种合成橡胶	533
7.3.1	纳米氯化聚乙烯橡胶	533
7.3.2	纳米硅橡胶	537
7.3.2.1	纳米蒙脱土/硅橡胶	537
7.3.2.2	室温硫化纳米 SiO_x /硅橡胶	539
7.3.2.3	纳米导电纤维增强导电炭黑/硅橡胶	541
7.3.3	纳米金刚石/氟橡胶	543
7.4	纳米热塑性弹性体	545
7.4.1	纳米 SBS	545
7.4.2	纳米聚甲基丙烯酸锌/乙烯- α -辛烯弹性体	546
7.4.3	纳米累托石/聚氨酯弹性体	548

第 1 章 天然橡胶

1.1 概述

1.1.1 天然橡胶的分类

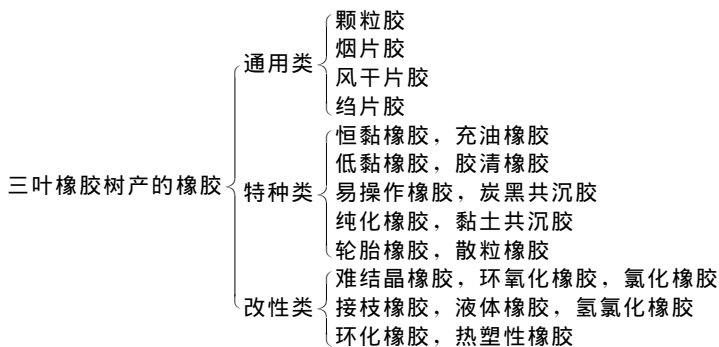
天然橡胶是橡胶树上流出的胶乳，经过凝固、干燥等工序加工而成的弹性固状物；橡胶烃含量达 90% 以上，还有少量的蛋白质、脂肪酸、糖分及灰分等，是一种以异戊二烯为主要成分的不饱和状态的天然高分子化合物，其化学结构为：



现在橡胶工业使用的，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。

天然橡胶主要根据制法分类，在每类中，又按质量水平或原料的不同而分级。天然橡胶的分类如下：



其他植物产的橡胶 { 银菊橡胶
杜仲橡胶

(1) 通用天然橡胶及其分级 天然橡胶有两种分级方法，一种是按外观质量分级，如烟片胶及绉片胶就是按这种方法分级的；另一种按理化指标分级，这种方法比较科学，一般颗粒胶是按这种方法分级的。

① 烟片胶 烟片胶有 80 余年的生产历史，以外观质量分级，国家标准分有一级、二级、三级、四级、五级。一级质量最高，以后质量逐渐下降。例如要求一级胶片无霉、无氧化斑点、无熏不透、无熏过度、无不透明等。而二级烟片胶可允许胶片有少量干霉、轻微胶锈，无氧化斑点和熏不透胶等。各级烟片胶均有标准胶样，以便参照。烟片胶包装比较大，使用不方便，国际上规定包重为 102~114kg，体积为 0.14m³。我国规定包重 50kg，体积为 0.06m³，胶包上要注明烟片胶、级别、厂名、生产日期等标志。

② 绉片胶 由于原料及制法不同，绉片可以分为胶乳绉片、杂绉片两种。每种中根据质量不同还分为不同等级。

③ 标准橡胶 标准橡胶（或颗粒胶）是 20 世纪 60 年代发展起来的天然橡胶新品种。以前，通用的烟片、绉片、风干片这几种传统产品不论在分级方法、制造方法上都束缚着天然橡胶的发展。因此，马来西亚于 1965 年开始实行标准橡胶计划，在使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，一般用聚乙烯薄膜包装，并有鲜明的标识，包的质量较小，易于搬动。马来西亚包装为 33.3kg，我国规定为 40kg。

标准胶的分级较为科学，所以这种分级方法很快为各主要天然橡胶生产国以及国际标准化机构所接受，并先后制定了标准胶的分级标准。这些标准大体相同，但又不完全一致。例如 ISO2000 规定分五个等级。

以上所述的是通用品种的天然橡胶，它们用量大、应用面宽。在标准胶未出现之前，烟片胶用量最大，目前则是标准胶用量

最大。

(2) 特种与改性天然橡胶

① 恒黏橡胶 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黏度的升高，保持了黏度稳定。

② 低黏橡胶 在制造恒黏橡胶时再另加入 4 份非污染性环烷油，使天然橡胶的门尼黏度为 50 ± 5 。这也是一种贮存时黏度稳定的天然橡胶。

③ 充油天然橡胶 一般充环烷油或芳烃油，充油量分三种，油的质量分别为 25%、30%、40%。其相应的标志为 OE75/25、OE70/30、OE60/40。充油胶操作性能好，抗滑性好，可减少花纹崩花。

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

⑤ 纯化橡胶 是将天然胶乳经过离心浓缩后制成的固体橡胶，橡胶中的非橡胶烃组分少，纯度高，适于制造电绝缘制品及高级医疗制品。

⑥ 轮胎橡胶 它使用质量分数各占 30% 的胶乳、未熏烟片、胶园杂胶为原料，再加入质量分数为 10% 芳烃油或环烷油制成的，价格较便宜。

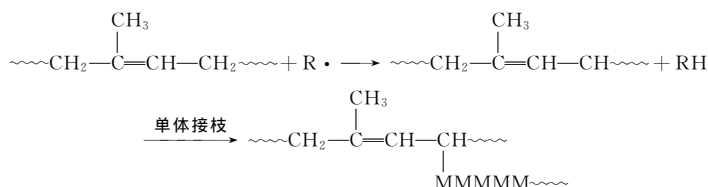
⑦ 胶清橡胶 是离心浓缩胶乳时分出的胶清，经凝固、压片或造粒、干燥而制成。它的非橡胶烃成分约占 20%，含蛋白质多，铜、锰含量也较多。这种胶易硫化、易焦烧、耐老化性能差，是一种质量较低的橡胶。

⑧ 难结晶橡胶 由于在胶乳中加入硫代苯甲酸，使天然橡胶大分子产生少部分反式结构，使橡胶结晶性下降，改善了它的低温性能、更宜于在寒冷地区使用。

⑨ 炭黑共沉橡胶 是由新鲜胶乳与定量的炭黑-水分散体充分混合，再凝固、除水分、干燥而制成的。该胶性能除了定伸稍低之外，其他各项物理力学性能均较好，混炼时无炭黑飞扬、节省电力，但这种胶表观密度小，包装体积较大，运输费用较高。

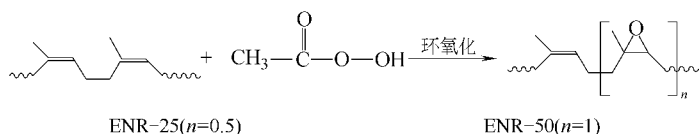
⑩ 黏土共沉胶 是由黏土的水分散体与胶乳共沉而制得的。该胶的压缩生热与滞后损失比炭黑胶料明显低，其他性能与炭黑胶料大体相同。

⑪ 接枝天然橡胶 甲基丙烯酸甲酯在天然橡胶大分子链上的接枝产物，如下反应过程所示。



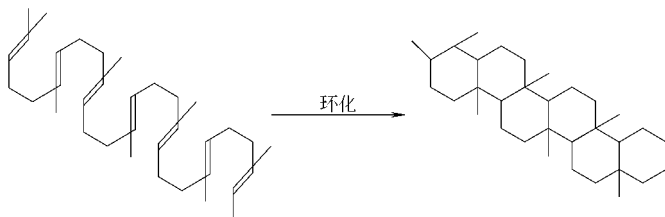
接枝天然橡胶目前有两种，一种是甲基丙烯酸甲酯含量为49%（质量分数）的，称MG49；另一种是含30%（质量分数）的，称MG30。该胶定伸应力及拉伸强度均很高，抗冲击性、耐曲挠龟裂性、动态疲劳性、黏着性均较好，主要用来制造要求具有良好抗冲击性能的坚硬制品，无内胎轮胎中不透气的内贴层，纤维与橡胶的强力黏合剂等。

⑫ 环氧化天然橡胶 简称ENR，是天然胶乳在一定条件下与过氧乙酸反应而得到的产物。目前商品生产的有环氧化程度达10%、25%、50%、75%（mol）的ENR-10、ENR-25、ENR-50、ENR-75。随环氧化程度增加，其性能变化增大。例如ENR-50的气密性接近于丁基橡胶，而耐油性接近中等丙烯腈含量的丁腈橡胶，仍基本上保持天然橡胶较好的机械强度。环氧化天然橡胶的制取过程如下：

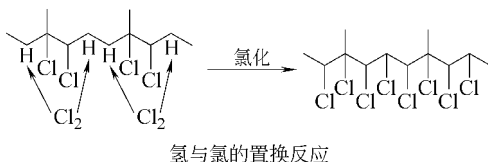
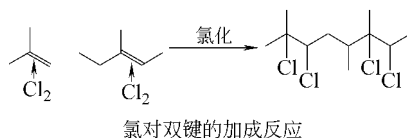


⑬ 环化天然橡胶 天然胶乳经稳定后，加入浓度在70%以上的H₂SO₄，在100℃下保持2h即可环化。环化使不饱和度下降、密度增大、软化点提高、折射率增大，一般用来制造鞋底、坚硬的

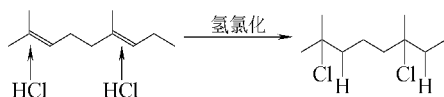
模制品、机械衬里，对金属材料、聚乙烯、聚丙烯有较大的黏着力。



⑭ 氯化天然橡胶 向天然橡胶溶液中通入氯气，便可得到氯化天然橡胶，随氯化程度不同，性能变化也不同，主要做黏合剂。



⑮ 氢氯化天然橡胶 由天然橡胶与氯化氢反应而得，是白色粉末，主要做黏合剂用。



⑯ 液体天然橡胶 简称 LNR，是天然橡胶的降解产物，分子量在 1 万~2 万范围。黏稠液体，可浇注成型，现场硫化，已广泛应用于火箭固体燃料、航空器密封、建筑物粘接、防护涂层等。

1.1.2 天然橡胶的成分与结构

天然橡胶是由胶乳制造的，胶乳中所含的非橡胶成分有一部分就留在固体的天然橡胶中。一般天然橡胶中含橡胶烃 92%~95%