

橡胶 技术 与

制造概论

陈士朝 王仰东 编著

中国石化出版社

橡胶技术与制造概论

陈士朝 王仰东 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书较全面地介绍橡胶技术与制造加工方面的技术知识。内容包括橡胶弹性体材料与橡胶配合剂的性能及用途；橡胶加工技术的工艺原理、工艺条件和加工设备；配方设计基本原理和胶料性能要求；各种橡胶制品的结构、品种、材料选用、部件胶料配方特点与要求，制造工艺以及在工农业生产、国防建设与日常生活中的应用和在国民经济发展中的地位，可能的发展远景。书末收集了橡胶及主要配合剂的中英文名称对照，主要橡胶的工艺条件和各种有关性能等一些资料，供参考之用。

本书内容全面，深入浅出。可供从事橡胶工业的技术人员、管理人员和技术工人以及合成橡胶工业有关人员参考，并可作为中专、技校及各种相关培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

橡胶技术与制造概论/陈士朝，王仰东编著.
—北京：中国石化出版社，2002
ISBN 7-80164-275-9

I. 橡… II. ①陈…②王… III. 橡胶加工—理论
IV. TQ330.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062168 号

中国石化出版社出版发行

地址：北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编：100011 电话：(010)84271850

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北省徐水县印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

850×1168 毫米 32 开本 10.25 印张 264 千字 印 1—2000

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

定价：20.00 元

前 言

橡胶是一类重要的工业材料,包括天然橡胶和合成橡胶与弹性体。由于橡胶具有独特的高弹性,优异的耐疲劳性、耐磨耗性、耐油和耐溶剂性、耐高温以及耐气体透过性,且有极好的电绝缘性等,被广泛用于制造轮胎、减震制品、密封制品、化工防腐蚀材料和电缆绝缘材料等。橡胶制品的品种已达数万种之多,包括在工业、农业、交通运输业、国防工业、人民生活、医疗卫生以及文教体育等各个领域,从人民生活到火箭、卫星、宇航等高新技术方面,橡胶都有着广泛的用途。长期以来,橡胶不仅是国民经济各部门不可缺少的物资,而且也是国家重要的战略物资之一。

橡胶工业是为国民经济各部门服务的工业,直接关系到国家经济的发展、人民生活的进步与提高。改革开放 20 多年来,我国橡胶工业取得了举世瞩目的长足进展,年耗胶量已达 190 多万吨,居美日之后为第 3 位,已进入世界橡胶产品生产大国之列。我国橡胶工业将以新的姿态进入 21 世纪。

为使在橡胶种植、制造、生产特别是合成橡胶生产方面的人们对橡胶工业有更深入的认识与了解,使从事橡胶工业的有关人员了解熟悉橡胶生产技术与制造知识,编写了这本书。以增进橡胶原料生产与橡胶制品制造两方面的沟通,促进相互了解与生产水平的提高,为我国橡胶工业的更大发展尽一份力量。

这是一本关于橡胶技术与制造加工的知识性概论读物。通过对橡胶聚合物材料、各种助剂及骨架材料的特

性用途;橡胶加工工艺技术;配方设计基本原理和胶料的性能要求;以及各类橡胶制品主要包括轮胎、胶管胶带、工业制品以及胶乳制品等的性能结构与制造的介绍,可以了解橡胶工业在国民经济发展中的应用与重要性以及可能的发展趋势。有关橡胶方面的著作不少,但多为高校的教科书、大型的手册工具书和少量的专著,而知识性的则较少。编者愿以抛砖之心希期各方面的学者和从事橡胶工业的工作者,编写更多专业性强的学术著作,促进橡胶科学技术的发展与进步。

本书深入浅出地介绍橡胶工业的概貌和前景,对从事橡胶工作的有关人员,包括生产、科研、营销管理等各方面以及相关的原材料生产厂家、科研院所、院校、进出口贸易部门等将是有益的参考。

由于橡胶技术和生产制造发展快、变化大,尽管编者做了较大努力,但因水平有限,必有许多缺点与不足,遗憾之处在所难免,敬请各方读者惠予批评、补充指正。

编 者

目 录

第一章 绪论	(1)
参考文献	(4)
第二章 橡胶与弹性体材料	(5)
第一节 天然橡胶	(5)
一、烟片胶与绉片胶	(6)
二、颗粒胶或标准胶	(7)
三、特制天然橡胶	(8)
四、改性天然橡胶	(10)
五、其它天然橡胶	(12)
第二节 合成橡胶与弹性体	(14)
一、概述	(14)
二、丁苯橡胶	(19)
三、聚丁二烯橡胶	(30)
四、聚异戊二烯橡胶	(34)
五、氯丁橡胶	(37)
六、丁腈橡胶类	(40)
七、聚异丁烯和丁基橡胶	(47)
八、乙丙橡胶	(52)
九、聚丙烯酸酯类橡胶	(57)
十、氯磺化聚乙烯	(60)
十一、氯化聚乙烯	(61)
十二、聚硫橡胶	(63)
十三、聚醚橡胶	(65)

十四、聚氨酯橡胶·····	(70)
十五、聚降冰片烯橡胶·····	(75)
十六、硅橡胶·····	(76)
十七、氟橡胶·····	(84)
十八、苯乙烯类热塑性弹性体·····	(93)
十九、聚烯烃类热塑性弹性体·····	(96)
二十、聚氨酯类热塑性弹性体·····	(100)
二十一、聚酯类热塑性弹性体·····	(101)
二十二、聚酰胺热塑性弹性体·····	(103)
二十三、乙烯共聚物热塑性弹性体·····	(104)
二十四、熔融加工型热塑性弹性体·····	(104)
二十五、其它热塑性弹性体·····	(105)
第三节 胶乳·····	(109)
一、天然胶乳·····	(111)
二、合成胶乳·····	(114)
三、人造胶乳·····	(119)
四、其它品种胶乳·····	(120)
第四节 液体橡胶·····	(123)
一、液体聚丁二烯·····	(125)
二、液体聚硫橡胶·····	(127)
参考文献·····	(128)
第三章 橡胶配合材料·····	(131)
第一节 硫化体系配合剂·····	(131)
一、硫化剂·····	(131)
二、硫化促进剂·····	(133)
三、硫化活性剂·····	(138)
四、防焦剂(硫化延缓剂)·····	(139)
第二节 加工添加剂·····	(139)

一、增塑剂和软化剂·····	(139)
二、匀化剂·····	(142)
三、增粘剂·····	(142)
第三节 防护体系配合剂·····	(142)
一、防老剂·····	(142)
二、有害金属抑制剂·····	(147)
三、光稳定剂·····	(147)
四、阻燃剂·····	(147)
五、防霉剂·····	(148)
六、抗静电剂·····	(148)
第四节 补强-填充体系配合剂·····	(148)
一、炭黑·····	(149)
二、白炭黑·····	(154)
三、其它补强剂·····	(156)
四、填充剂·····	(157)
五、填充剂用活性剂·····	(160)
六、偶联剂·····	(160)
第五节 特殊用途添加剂·····	(161)
一、着色剂·····	(161)
二、发泡剂和发泡助剂·····	(162)
三、芳香剂·····	(163)
第六节 胶乳专用配合剂·····	(164)
一、分散剂和乳化剂·····	(164)
二、稳定剂·····	(164)
三、湿润剂·····	(165)
四、凝固剂、胶凝剂和热敏剂·····	(165)
五、增稠剂和膏化剂·····	(166)
六、起泡剂、发泡剂、消泡剂和抗蹼剂·····	(166)

七、保存剂和防腐剂·····	(166)
第七节 橡胶用骨架材料·····	(166)
一、纤维骨架材料·····	(167)
二、金属骨架材料·····	(171)
三、钢丝与橡胶的粘合·····	(173)
参考文献·····	(174)
第四章 橡胶加工技术·····	(176)
第一节 塑炼·····	(176)
一、机械塑炼·····	(177)
二、化学塑炼·····	(178)
第二节 混炼·····	(179)
一、开炼机混炼·····	(180)
二、密炼机混炼·····	(181)
第三节 压延·····	(183)
一、压延前的准备·····	(184)
二、压片和压型·····	(184)
三、织物的压延·····	(185)
第四节 压出·····	(186)
一、热喂料压出·····	(187)
二、冷喂料压出·····	(188)
三、滤胶和内胎压出·····	(188)
第五节 成型·····	(189)
一、压出压延法·····	(189)
二、粘接法·····	(190)
三、浸渍法成型·····	(191)
四、注压法·····	(191)
五、浇注法·····	(192)
第六节 硫化·····	(193)

一、硫化特性	(194)
二、正硫化及其测定方法	(195)
三、硫化条件的选取与制订	(196)
四、硫化方法	(198)
参考文献	(199)
第五章 配方设计原理	(200)
第一节 胶料配方组成	(201)
第二节 胶料配方设计	(202)
参考文献	(211)
第六章 橡胶产品制造技术	(213)
第一节 轮胎	(213)
一、轮胎结构	(214)
二、轮胎分类与表示方法	(217)
三、轮胎设计	(218)
四、轮胎制造工艺	(221)
第二节 胶带	(224)
一、胶带结构	(224)
二、胶带用原材料	(226)
三、胶带设计	(226)
四、胶带制造工艺	(227)
第三节 胶管	(229)
一、胶管用原材料	(229)
二、胶管的结构和分类	(230)
三、胶管的设计	(231)
四、胶管制造工艺	(232)
五、胶管硫化	(235)
第四节 胶布和胶布制品	(236)
一、胶布的分类、结构、性能和织物	(237)

二、胶料配方设计·····	(238)
三、胶布制造工艺·····	(238)
四、胶布制品·····	(239)
第五节 胶鞋·····	(242)
一、胶鞋结构和所用材料·····	(243)
二、胶鞋结构设计·····	(244)
三、胶鞋配方设计·····	(245)
四、胶鞋制造工艺·····	(245)
五、胶鞋硫化·····	(246)
第六节 橡胶密封制品和减震制品·····	(246)
一、橡胶密封制品·····	(246)
二、橡胶减震制品·····	(250)
第七节 其它橡胶制品·····	(259)
一、橡胶海绵制品·····	(260)
二、胶板与卷材·····	(262)
三、胶辊与胶毯·····	(265)
四、纺织用橡胶制品·····	(266)
五、印刷工业用橡胶制品·····	(268)
六、硬质橡胶·····	(269)
七、橡胶衬里·····	(270)
八、医用橡胶制品·····	(271)
九、接触食品用橡胶制品·····	(273)
十、文教体育及日常生活用品·····	(274)
第八节 电线与电缆·····	(279)
一、电线电缆用绝缘橡胶和护套橡胶·····	(281)
二、制造工艺·····	(282)
三、橡胶绝缘制品·····	(282)
四、绝缘胶带·····	(284)

第九节 胶乳制品	(285)
一、胶乳制品分类	(285)
二、胶乳及配合剂的加工技术	(286)
三、胶乳制品的配方设计与胶乳的配合	(287)
四、胶乳的硫化	(289)
五、胶乳制品制造工艺	(290)
参考文献	(300)
附录 I 一些橡胶等的名称缩写表	(301)
表 1 橡胶中英文名称与缩写或代号	(301)
表 2 各种炭黑中英文名称与缩写代号	(303)
表 3 主要促进剂中英文名称和化学名	(304)
表 4 主要防老剂中英文名称与化学名	(305)
表 5 主要有机过氧化物中英文名称与化学名	(306)
附录 II 主要橡胶的工艺条件和一些高分子溶解度参数	(307)
表 6 各种橡胶开炼机混炼的适用温度	(307)
表 7 几种主要橡胶压片时辊温	(307)
表 8 各种常用橡胶的压出温度	(307)
表 9 几种高分子的溶解度参数(δ)	(308)
附录 III 一些主要性能表	(309)
表 10 天然橡胶和主要合成橡胶的性能表	(309)
表 11 橡胶用炭黑的品种及性能	(311)
表 12 橡胶经硫化作用后性能的变化	(312)
表 13 橡胶主要硫化体系交联类型及性能特点	(312)
表 14 操作油的性质及其与各种橡胶的相容性	(313)
表 15 各种硫化橡胶的电性能	(313)

第一章

绪 论

橡胶是具有极好弹性的高聚物，与纤维、塑料并称为三大合成材料。而且它还具有耐油、耐磨、耐屈挠、耐气透性和绝缘等许多特性，因而在工农业、国防建设以及日常生活中有广泛的用途。目前橡胶制品的品种和规格已多达 6 万种以上：包括在工业、农业、交通运输业、国防工业、人民生活和医疗卫生、文化体育等各个领域的应用。长期以来，橡胶是国民经济各部门不可缺少的物资，是重要的工业原料之一。据计算，建造一艘 3.5 万吨的军舰需要橡胶 6.8 万公斤；一辆 2.8 吨重的轻型坦克车需橡胶 800 公斤；一架喷气式歼击机需橡胶约 600 公斤等。因此橡胶也是国家的重要战略物资。由此可见，它对国民经济的发展具有极重大意义。

橡胶工业已有一百多年的历史。19 世纪初在欧洲开始使用生胶工业生产。1839 年美国人固特异发明用硫黄加热硫化生胶的方法，使橡胶成为一种工业原料。经硫化后的硫化胶比生胶强度大，不发粘，有很高的弹性，并且有耐溶剂作用的性能。橡胶工业此时才开始发展起来。

1888 年英国人邓录普发明充气轮胎，使汽车工业和轮胎工业飞跃发展，这更激起对橡胶的巨大需求。1897 年开始，巴西橡胶从野生状态变为栽培的经济作物，使东南亚地区的橡胶栽培事业迅速发展起来，而成为世界上巴西橡胶的主要产地。我国早于 1904 年在云南盈江县由当地土司引种橡胶成功；1905 年日本

人将橡胶引入台湾省嘉义县种植成功；继于 1906 年广东华侨从马来西亚带回橡胶树苗在海南种植，开始了我国种植栽培橡胶的历史。先后在云南、海南和广东等地栽培橡胶。解放后得到很大发展，据 1982 年统计，全国植胶面积为 45.3 万公顷，1997 年天然橡胶产量为 44.4 万吨。

二次世界大战期间，日本帝国主义侵占了东南亚各国，垄断了天然橡胶资源，使美英等主要资本主义国家的天然橡胶来源断绝。迫于这种形势，开始积极发展合成橡胶的生产。由于天然橡胶受地理气候条件的限制，仅能在热带亚热带地区栽培种植，且栽培的橡胶树需待一定树龄才能割胶，同时要使用较多的劳力，还要占用大量土地等的因素，增产速度慢，远跟不上日益增长的需要。因此促使合成橡胶迅速发展，世界各主要国家争相研究建厂生产，至 1962 年合成橡胶的产量达 283 万多吨，超过了天然橡胶的产量 216 万多吨。

我国橡胶工业早在 20 世纪三、四十年代即已起步，在广州、上海、天津、沈阳等地均建有橡胶工厂，生产橡胶产品如胶鞋、轮胎、胶管、胶带等，但规模小，产量低。临近解放已是奄奄一息。解放后，经过恢复建设，橡胶工业得到迅速发展，已先后建起轮胎、工业制品、胶鞋、军工产品以及胶乳制品等较完整的橡胶工业体系。工厂遍布在东北、华北、华东、华南、中南、西北及西南各地区。改革开放 20 年来，我国橡胶工业取得了举世瞩目的长足进展。1997 年我国生胶消耗量已达 197 万吨，在美日之后第三位。轮胎 1997 年产量约 7400 多万套，已进入世界生产大国之列。随着改革开放的进一步深入，企业改革，结构调整，会使橡胶企业更为合理，以适应国民经济的全面发展。中国橡胶工业可望在新的 21 世纪得到更加迅速的发展和进步。

橡胶工业用的主要原料是橡胶与弹性物材料。此外，还有众多来自石油、化工、煤炭、冶金、轻工、纺织、农业和林产等诸

多领域的原材料，包括各种配合助剂以及骨架材料等。这些原材料在胶料中都有其各自的功能和作用，经配合加工以致产品的制造过程，最终制成符合使用性能要求的种种橡胶产品。

橡胶有天然橡胶和各种合成橡胶之分。常用合成橡胶如丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等；特种合成橡胶如硅橡胶、氟橡胶等；以及热塑性弹性体如 SBS 等。它们各具不同的结构和性能而适于种种用途，大量使用的通用合成橡胶和半通用合成橡胶；专用合成橡胶与特种用途的特种合成橡胶。

橡胶配合材料有：硫化剂、促进剂、活性剂、防护剂、补强剂和填充剂，加工工艺配合剂如软化剂、增塑剂、塑解剂、增粘剂以及特殊用途的添加剂如发泡剂、着色剂、阻燃剂等。品种众多，形态不同，性能各异，而在胶料配方中各具不同的功能与要求。

在橡胶制品中除了橡胶与种种配合助剂配合加工成各具性能要求的胶料外，还有用以增强橡胶产品的骨架材料，这主要是纤维材料及其织物和钢丝材料等。

从橡胶及各种原材料需经过各种加工工艺技术，加工过程才能制成多种要求的橡胶产品，这些加工工艺过程有将橡胶与配合剂混和成胶料的混炼；各种半成品的加工制备则有压延、压出和成型等加工工艺过程；再将半制品经硫化工艺而加工出最终符合使用性能要求的橡胶产品。

橡胶产品种类繁多，规格形状多种多样，目前数量已达几万种之多。包括飞机、汽车、拖拉机、农业、林业、工业、工程机械等用的充气轮胎，摩托车胎、力车胎、自行车胎等；输送气体、液体和固体用的各种胶管；工矿部门用于输送物料的各种输送带，机场、车站、大型商场等用于载人的输送带；机械传动用的各种传动带；从人民生活、文体卫生活动到火箭、人造卫星、航天飞机等无一不使用橡胶配件，诸如减震制品、密封制品、各

种机械橡胶配件、胶布制品、胶辊、化工衬里、胶线……等。此外，还有各种用途的胶鞋、运动用品及胶乳剂品等。一般统分为轮胎和非轮胎制品两大类。

参 考 文 献

- [1] 华南热带作物学院编. 橡胶栽培学. 北京: 中国林业出版社, 1981
- [2] 谢遂志, 刘登详, 周鸣峦主编. 橡胶工业手册(第一分册, 修订版). 北京: 化学工业出版社, 1989
- [3] Rubber Statistical Bwletin, IRSC, 1998, 52(10)
- [4] G. 维哈尔编. 天然橡胶加工. 北京: 中国对外翻译出版公司, 1983

第二章

橡胶与弹性体材料

第一节 天然橡胶

天然橡胶是由橡胶树的乳汁制成。这种树的发现已有二百多年的历史，是野生的，学名巴西橡胶树(*Hevea brasiliensis*)，故也称巴西橡胶，简称 NR。1876 年英国人威克汉自巴西带回巴西橡胶树种子，在英国植物园育成橡胶树苗，先后运往锡兰(今斯里兰卡)、印尼、新加坡、马来西亚等地试种成功，建起栽培橡胶的胶园，而广为发展。因为它具有产量高，品质好，经济寿命长，采胶成本低，加工容易等优点，几乎占了世界天然橡胶总产量的 99% 以上。我国云南、海南、广东等地也大量栽培巴西橡胶树。其它产胶植物尚有银色橡胶菊(*Parthenium argentatum*)、杜仲树(*Eucommia ulmoides* Oliv.) 等十余种。据调查已发现含胶植物有二千余种，但产胶量极少。

巴西橡胶树分布于亚、非、拉各洲数十个国家地区。但主要在亚洲的马来西亚、印尼、泰国、中国、印度等国、南美的巴西、非洲的尼日利亚、喀麦隆等国。

胶树达到一定树龄开割标准，即进行采割胶乳。收集胶乳或自然凝固的杂胶，经制胶厂通过加工凝固、洗涤、压片、压炼、造粒和干燥，制成各种片状或颗粒状的固体天然橡胶。胶乳的组成因地理、气候、土壤等条件影响而不同，其代表组成见表