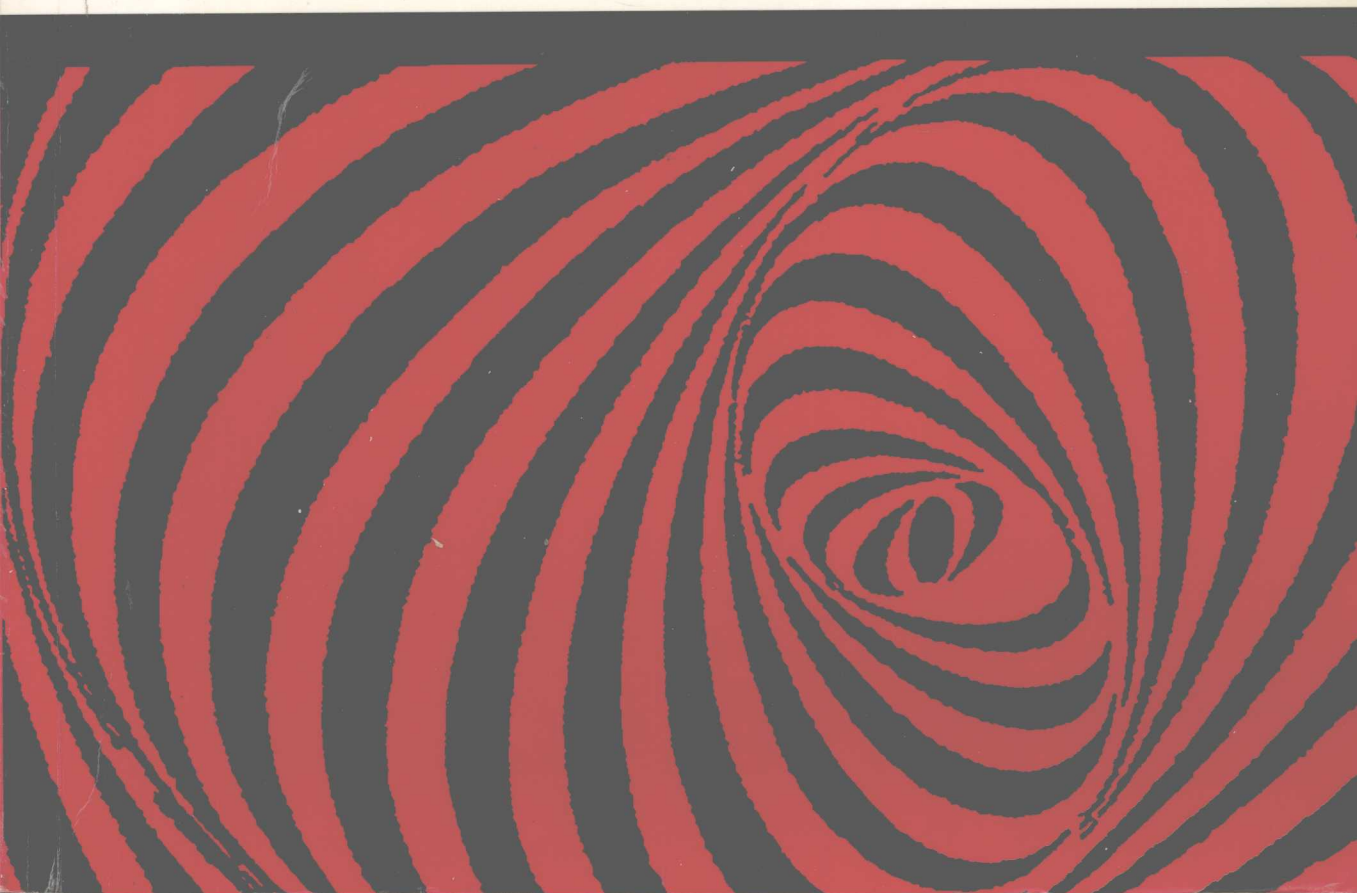


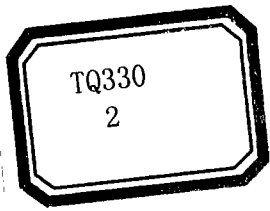
中等专业学校教材

化学工业出版社

橡胶加工工艺

王文英 主编





中等专业学校教材

橡胶加工工艺

王文英 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

橡胶加工工艺/王文英主编. —北京: 化学工业出版社, 1993. 6
中等专业学校教材
ISBN 7-5025-1174-1

I. 橡… II. 王… III. 橡胶加工-工艺学-技术教育-教材 IV.
TQ330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 03075 号

中等专业学校教材

橡胶加工工艺

王文英 主编

责任编辑: 王秀鸾

封面设计: 宫 历

*

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

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张 24 $\frac{1}{4}$ 字数 610 千字

1993 年 6 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 9 次印刷

ISBN 7-5025-1174-1/G·312

定 价: 35.00 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

本书是在化工部教育司的领导下,根据1990年5月在天津召开的“全国化工中专橡胶专业教学协作会议”上制定的中等专业学校四年制橡胶加工工艺专业《橡胶加工工艺学》教学大纲编写的。

全书共两篇十五章。第一篇橡胶原材料及配方设计共十章,主要讲述橡胶制品生产所需天然橡胶、合成橡胶、新形态橡胶和橡胶代用材料,硫化体系、补强填充体系、软化增塑体系、防护体系和其它体系配合剂以及骨架材料的品种、组成、性质性能与作用原理,橡胶(橡塑)并用和配方设计的原理与方法等。第二篇橡胶制品加工工艺共五章,主要讲述橡胶制品加工过程,包括塑炼、混炼、压延、压出、硫化的原理与工艺方法以及常出现的质量问题与改进措施等。

根据化工中专橡胶加工工艺专业培养工艺技术员的目标出发,本书在编写上力求做到以实际应用和提高学生动手能力为主、能反映现代橡胶工业的生产水平,并在内容的安排上考虑循序渐进和精讲多练的原则。本书在每章后编排了一定数量的练习题和与生产实际结合的思考题,并结合授课内容安排了促进剂性能对比、炭黑性能对比、防老剂性能对比、生胶可塑性、胶料硫化性能等五个实验,以期学生通过全课程的学习,既能掌握橡胶配合和橡胶加工工艺的基本概念、基本知识、基本理论,又能提高分析问题和解决问题的能力。

本书绪论、第一篇由天津橡胶工业学校王文英执笔,第二篇由徐州化工学校梁罗俊和天津橡胶工业学校王文英执笔,全书由王文英统稿。北京化工学院周彦豪教授主审。

参加本书审定的还有北京化工学校韩宇略、沈阳化工学校陈俊敏、吉林化工学校李晓林等,在此一并致以衷心的感谢。

本书由于编者的水平所限,有错误之处恳请使用本书的师生和读者给予批评指正。

编者

1992.12

绪 论

一、橡胶工业在国民经济中的地位

橡胶是高弹性高分子化合物的总称。由于橡胶在室温上下很宽的温度范围内具有优越的弹性、很好的柔软性,并且具有优异的疲劳强度,很高的耐磨性、电绝缘性、不透气性和不透水性;以及耐腐蚀、耐溶剂、耐高温、耐低温等特殊性能,因此成为重要的工业材料,广泛用于轮胎、胶管、胶带、胶鞋、工业制品(如减震制品、密封制品、化工防腐材料、绝缘材料、胶辊、胶布及其制品等),以及电线、电缆的制造。以上产品无论在农业、工业、交通运输、能源建设、医疗卫生、文化体育、日常生活等方面都有着极其广泛的用途。同时,橡胶又是重要的战略物资,在国防军工、航天、航海、宇宙开发等现代科学技术的发展中,都离不开各种耐高低温、耐辐射、耐腐蚀、耐高度真空、高强度、高绝缘性、减震性和密封性优异的各种特殊性能的橡胶材料和制品。从现代化的科学尖端技术到日常生活用品,从宇宙飞船到雨鞋、奶嘴都离不开橡胶。由于应用面广,所以产品品种规格繁多,而且越来越多。例如,一辆豪华轿车要用100多种、1000多个橡胶件,一架重型飞机要装配万件橡胶制品,一艘大型船舶需装用橡胶制品则多达几万件。据估计,目前,世界橡胶制品的品种和规格的总数约有10万之多,这在其它部门是极为罕见的。表1是全世界生胶的总消耗量。从表中数据可见,1900年前只生产天然橡胶,耗量仅为 5.25×10^4 t,到1990年,生胶耗量增长约286倍(见表1)。

表1 世界生胶总耗量

单位:10⁴t

年度	1820	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990
天然橡胶	0.037	5.25	143.7	190.0	202.9	228.0	382.0	510.0
合成橡胶	—	—	4.3	54.3	190.2	600.0	850.0	994.0
合计	0.037	5.25	148.0	244.3	393.1	828.0	1232.0	1504.0

橡胶工业是高分子应用化学工业的一个重要组成部分,在国民经济中占有极其重要的地位。

二、橡胶工业发展简史

远在11世纪,南美洲人民就发现并利用了天然橡胶,将天然橡胶胶乳滚成球做游戏,涂在自己脚上待凝成一层薄膜后就制成一双可以防水的套鞋,并用来制做盛水器,载人橡皮船等。直到哥伦布于1493~1496年第二次航行探险发现美洲大陆时,在海地看到当地居民玩耍橡胶球并将其带回欧洲,欧洲人才开始认识了天然橡胶。1735年法国科学家康达明(Condamine)赴南美考查,详细地记叙了当地人民从橡胶树割取胶乳制造胶鞋、容器等橡胶制品的生动情景,并将样品寄回巴黎。

橡胶工业的研究和应用开始于19世纪初。1823年在英国建立了第一个橡胶工厂,将橡胶

溶于苯中制成防水布生产雨衣。在这以前,英国人就曾先后用松节油的橡胶溶液制造防水材料,用等量松节油和酒精的橡胶溶液制造防水雨布了。这时他们开始认识到橡胶的弹性给加工带来的困难。1826年汉考克(Hancock)发现橡胶反复通过两个转动辊筒间的缝隙后,弹性下降而可塑性增加,这一发现奠定了现代橡胶加工方法的基础。此后逐渐形成了塑炼、混炼、压延、压出、成型等一系列加工过程,相应的设备也随之出现。

1830年英国人开始把橡胶树的种子和幼苗从伦敦皇家植物园移植到印尼、新加坡、马来西亚等地,到1876年的40多年间,天然橡胶的栽培发展很快。此即为巴西橡胶树在远东落户的开端。

当时,橡胶制品冷则变硬,热则发粘,受温度影响变化很大。1839年美国科学家固特异(Goodyear)发现了橡胶与硫黄共热后可以消除变硬发粘的弊病,并可大大增加橡胶的弹性和强度。硫化方法的发现开辟了橡胶制品广泛应用的前景,为后来的橡胶加工打下了基础,有利地推动了橡胶工业的发展,是橡胶发展史上的重要里程碑。应该指出,早在固特异发明硫化之前,印第安人已经知道硫化了。经分析,在他们制造的产品中含有一定数量的硫黄,据外国专家分析推测,这是印第安人在胶乳中加入火药制造的。据此推断,我国古代四大发明之一的火药,可能是橡胶工业最早采用的硫化剂和补强剂。

使用硫黄硫化,仍存在硫黄用量高,硫化温度高、时间长,硫化胶质量仍不甚理想的缺点。1888年英国邓录普(J·Dunlop)发明了充气轮胎,促进了上述问题必须解决。1904年虽然已发现某些金属氧化物(如氧化铅、氧化镁等)有促进硫化的作用,但效果不十分理想。1906年发现苯胺有促进硫化的作用,有机促进剂的应用提高了生产效率,改善了硫化胶性能。直到1919年才开始大量应用噻唑类促进剂。

使用有机硫化促进剂后,橡胶制品的应用范围扩大了,可是如何进一步提高橡胶材料的强度、耐磨性等又成为新的亟待解决的重要课题。20世纪初已经发现氧化锌、陶土等有提高橡胶机械强度的作用,并将炭黑作着色剂使用。1920年炭黑作为橡胶的补强剂而被大量使用,这使橡胶性能得到了全面提高,制品的使用寿命大大延长,也从而促进了橡胶工业的进一步发展。

随着橡胶工业的迅速发展,天然橡胶已远远不能满足需要,于是又促进了合成橡胶的研究。在分子链状结构学说和橡胶弹性分子动力学理论的指导下,1914~1918年第一次世界大战期间德国生产了甲基橡胶,开创了合成橡胶生产的新纪元。1932年苏联大规模生产了丁钠橡胶。在20世纪30年代,德国发明了乳液聚合方法,合成了丁苯橡胶和丁腈橡胶,美国也研制了聚硫橡胶、氯丁橡胶和丁基橡胶。由于第二次世界大战切断了美、英和加拿大等国天然橡胶的来源,于是这些国家大力发展了丁苯橡胶的生产。50年代中期,齐格勒(Ziegler)和纳塔(Natta)等创立了定向聚合法,从而生产了一代崭新的合成橡胶,如结构极为规整的顺丁橡胶、结构和性能与天然橡胶一致的异戊橡胶等。60年代,合成橡胶的产量已超过了天然橡胶。发展至今,合成橡胶的品种已达30~40种,产量则远远超过了天然橡胶。1976年世界合成橡胶的总产量已突破了 1000×10^4 t。

70年代以来开始进入橡胶分子设计时期。随着高分子科学与工业的发展,为使材料适其所用,在首先了解构成材料的分子结构和性能之间关系的基础上,再依据要求合成出所需性能而具有特定化学结构的物质,这就是高分子设计的基本概念。1,2-聚丁二烯橡胶(或称中乙烯基聚丁二烯橡胶)就是橡胶分子设计的产物。这种橡胶保留了顺丁橡胶优异的耐磨性,又克服了顺丁橡胶抗湿滑性差的弊病。

近年来,橡胶工业又出现了新的突破。液体橡胶、热塑性橡胶及粉末橡胶的开发和利用,为

橡胶工业的发展开辟了崭新的远景。液体橡胶可以直接进行浇注,广泛用来制造胶粘剂、塑料改性材料、橡胶垫圈及形状复杂的橡胶另件等。热塑性橡胶则不必硫化,就象塑料那样可以直接注射成型。而粉末橡胶对简化加工过程、实现加工过程的自动化及推广电子计算机技术有着重要意义。因而,所有这些都可能引起橡胶加工工业的根本变革。

此外,随着整个高分子材料科学技术的发展,各高分子材料之间的理论和实践正在相互渗透,相互补充和相互促进。各种高分子材料之间的并用(如橡塑并用)也正在迅速发展,这对改进橡胶制品的使用性能,加工性能以及增加花色品种、降低成本等都有着重要意义。

我国的橡胶工业,仅有 70 多年的历史,1917 年在广州建立了第一个规模甚小的胶鞋工厂。随后,在上海、天津、青岛等地相继兴建了一些橡胶厂,早期以生产胶鞋为主。旧中国的橡胶工业不仅规模小、技术落后、劳动条件恶劣,而且所需原材料、设备甚至半成品都靠进口,是典型的殖民地经济。

解放后,我国橡胶工业有了迅速的发展。1950~1951 年先后在海南岛、云南地区开辟了天然橡胶种植园。农垦工作者通过不断地科学实验,打破了国外近百年来所谓北纬 15°以北是巴西橡胶树植胶“禁区”的定论,成功地在北纬 18~24°的辽阔地区种植了巴西橡胶树,并获得了较高产量。1982 年全国植胶面积为 453000m²,为世界植胶总面积的 6%,占世界第四位。1984 年我国天然橡胶的产量为 17.2×10⁴t,为世界总产量的 4.3%,也占世界第四位。此外,我国橡胶消耗量仍居世界第四位。为满足国内对橡胶数量、性能不断发展的需要,也着力发展了合成橡胶工业。据不完全统计,目前我国已能生产 13 个种类以上的合成橡胶,其规格可达数十种之多。与此同时,新建和扩建了许多大、中、小型的橡胶加工厂,产品品种成倍增加,产品质量有了大幅度提高。近 40 年来,我国橡胶工业有了根本性的变化,生胶、炭黑和其它原材料及橡胶机械设备基本上都能生产,并且不断提高自给水平,初步形成了自己的橡胶工业体系。这不仅满足了国内市场需要,而且还有大量出口。1989 年胶鞋出口量为 1.3~1.5 亿双(其中新工艺橡塑鞋约占 20%),轮胎出口量为 100 万套以上,乳胶检查手套 10 亿只以上,其它如气垫床、自行车胎、胶管、胶带、炭黑等都有相当数量的出口。此外,还建立了许多橡胶研究、设计机构和专业院校,培养了大量人材,壮大了技术力量。

同时,我们应该清醒地看到我国的橡胶工业与世界先进水平相比还有很大差距。无论是人员素质,生产效率,产品品种、数量和质量,还是自动化、联动化水平,都远远不能与“四个现代化”的要求相适应。

三、橡胶制品原材料分类及基本工艺过程

橡胶制品的品种虽然繁多,但是生产各种橡胶制品所需要的原材料和工艺过程等,却有许多共同之处。

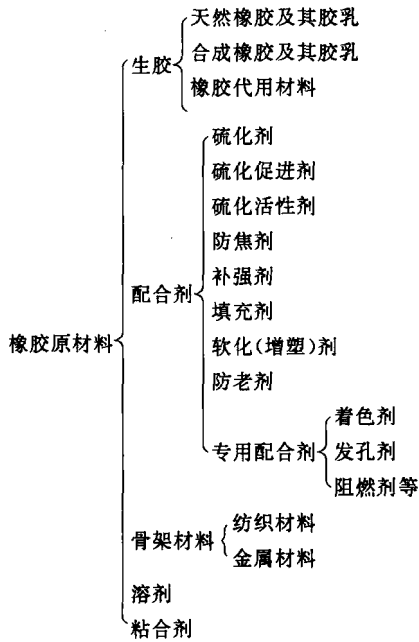
从干胶制造橡胶制品的主要原料是生胶,同时还要掺加各种配合剂,采用纤维织物或金属材料做骨架。制造胶浆时,还需要大量的溶剂。为提高橡胶与骨架材料的粘合力,在成型过程中有时还要使用粘合剂。橡胶制品原材料分类见表 2 所示。

橡胶制品的基本工艺过程包括塑炼、混炼、压出、压延、成型、硫化等基本工序,见图 1 所示。但是随着热塑性弹性体的发展和广泛应用、橡塑并用和复合技术的发展,将有可能采用能耗少、费用低的塑料加工方法来生产橡胶制品,这将大大简化橡胶制品传统生产工艺中的某些过程,使现有的橡胶加工工艺产生重大变革。

四、学习本课程的目的要求及方法

“橡胶制品加工工艺”是研究橡胶制品的配合及加工原理、方法的一门实用性学科。通过本

表 2 橡胶制品原材料分类



课程的学习,应系统掌握橡胶制品生产所需原材料的分类品种、结构组成、性质性能、相互间作用原理及应用,掌握配方设计的基础知识和一般原理,掌握橡胶加工过程的基本原理、工艺条件与方法,为初步具备一般产品配方设计和工艺规程制定的能力奠定基础。

本课程的内容与生产实际密切相连。因此,教学方法除课堂讲授外,要辅以现场教学、实习、实验等,并安排一定数量的练习课和课外作业。提倡学生在教师指导下,努力提高自学的能力和水平,紧紧抓住学习的重点,运用讨论、比较等方法,在理解基本概念和基础理论的基础上,不断扩大专业知识面,并提高理论联系实际的能力、动手能力、分析问题和解决问题的能力,圆满完成本课程的学习任务。

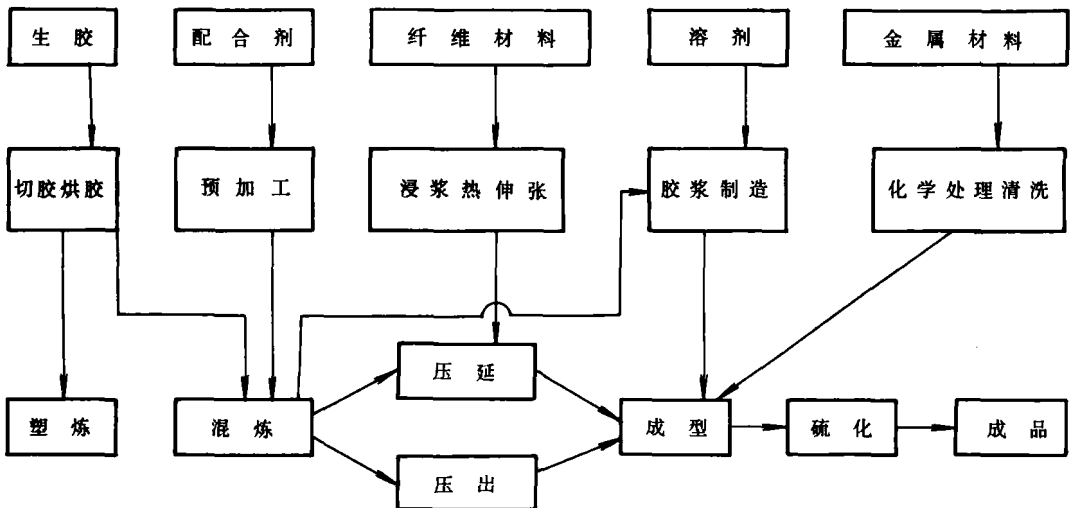


图 1 橡胶制品生产基本工艺过程示意图

内 容 提 要

本书是化工职业技术教育教材和中等专业学校橡胶加工工艺专业教材。全书介绍了橡胶制品生产所用生胶、配合剂和骨架材料的品种、结构组成、性质性能及作用原理；橡胶(橡塑)并用和配方设计的原理与方法；橡胶制品加工过程,包括塑炼、混炼、压延、压出、硫化的原理和工艺方法,常见的质量毛病及改进措施等。

本书可作为中等专业学校教材,还可供橡胶技工学校、橡胶职业高中的师生以及初级和中级技术人员、技术工人等阅读参考。

目 录

绪 论

第一篇 橡胶原材料及配方设计

第一章 生胶	1
第一节 天然橡胶	1
一、天然橡胶的来源和采集	1
二、天然胶乳的组成	2
三、固体天然橡胶的品种、制法及分级	2
四、天然橡胶的化学成分	8
五、天然橡胶的结构和性能	9
第二节 合成橡胶	11
一、常用合成橡胶	12
二、其它合成橡胶	28
练习题	38
第二章 其它弹性体和橡胶代用品	40
第一节 再生胶	40
一、再生胶生产工艺方法	40
二、再生机理	42
三、再生胶的使用意义和应用	43
第二节 粉末橡胶、液体橡胶和热塑性橡胶	44
一、粉末橡胶	44
二、液体橡胶	45
三、热塑性橡胶	47
第三节 橡胶代用品	51
一、聚乙烯	51
二、聚丙烯	52
三、高苯乙烯树脂	53
四、乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	53
五、聚氯乙烯	54
练习题	56
第三章 橡胶的硫化(交联)反应和硫化体系配合剂	57
第一节 橡胶硫化概念和硫化历程	57
一、橡胶硫化的概念	57
二、硫化过程中橡胶结构及性能的变化	57
三、硫化历程图	58

四、对合理硫化历程的要求	59
第二节 交联结构与硫化胶性能的关系	60
一、交联密度与硫化胶性能	60
二、交联键的性质与硫化胶性能	60
第三节 硫黄硫化体系	62
一、硫黄	62
二、喷硫	63
三、橡胶的单纯硫黄硫化	64
四、硫黄—促进剂—活性剂硫化体系	67
五、有效、半有效硫化体系	82
第四节 非硫硫化体系	85
一、有机过氧化物硫化	85
二、金属氧化物硫化	90
三、树脂硫化	91
四、其它类型的硫化剂硫化	94
练习题	98
第四章 橡胶的补强与补强、填充剂	100
第一节 概述	100
第二节 炭黑的分类、命名和制造	101
一、炭黑的分类品种	101
二、炭黑的命名方法	101
三、炭黑的生产方法	102
第三节 炭黑的微观结构和组成	104
一、炭黑的微观结构	104
二、炭黑的化学组成	105
第四节 炭黑的基本性质及其对橡胶性能的影响	106
一、炭黑的粒径及其分布	106
二、炭黑的结构性和结构形态	107
三、炭黑的表面性质	109
四、炭黑的基本性质对橡胶性能的影响	111
第五节 炭黑对橡胶的补强作用机理	113
一、表面吸附层理论	113
二、分子链滑动学说	115
第六节 常用炭黑的使用性能及其选择	116
一、常用炭黑的使用性能	116
二、炭黑的选择	117
第七节 白炭黑及矿质填料	118
一、白炭黑	118
二、矿质填料	121
三、矿质填料的表面活化	124

练习题	127
第五章 橡胶的软化(增塑)及软化(增塑)剂	129
第一节 橡胶的软化(增塑)原理	129
一、用溶解度参数判断橡胶与软化(增塑)剂的混溶性	129
二、溶剂化效应	130
三、软化(增塑)剂对橡胶的软化(增塑)原理	131
第二节 软化(增塑)剂的分类及常用品种的使用性能	132
一、软化(增塑)剂的分类	132
二、石油系软化(增塑)剂	132
三、煤焦油系软化(增塑)剂	136
四、松油系软化(增塑)剂	136
五、脂肪油系软化(增塑)剂	136
六、酯类增塑剂	138
第三节 软化(增塑)剂的选择	139
练习题	141
第六章 橡胶老化及防老剂	142
第一节 概述	142
第二节 橡胶防老剂	142
一、防老剂分类	142
二、化学防老剂的常用品种及使用性能	143
三、反应性防老剂	146
第三节 橡胶的氧老化及其防护	148
一、橡胶的氧老化	148
二、抗氧化剂对氧老化的防护	152
第四节 橡胶的臭氧老化及其防护	155
一、橡胶的臭氧老化	155
二、抗臭氧剂的作用机理	156
第五节 橡胶的疲劳老化及其防护	158
第六节 防老剂的选择	160
一、防老剂选择原则	160
二、防老剂并用	161
练习题	162
第七章 专用配合剂	163
第一节 着色剂	163
一、色彩及配色要求	163
二、对着色剂的性能要求	164
三、着色剂的常用品种	165
第二节 发泡剂	166
一、发泡剂的性质和海绵橡胶孔结构的关系	167
二、发泡剂的常用品种	167

第三节 阻燃剂和抗静电剂	170
一、阻燃剂	170
二、抗静电剂	173
练习题	174
第八章 纺织材料和金属材料	175
第一节 纺织材料	175
一、纺织纤维的分类、品种及性能	175
二、常用纺织材料的种类、规格表示及应用	178
第二节 金属材料	181
一、钢丝帘线	181
二、钢丝与钢丝绳	182
练习题	183
第九章 橡胶(橡塑)并用	184
第一节 橡胶(橡塑)并用的目的和方法	184
一、橡胶并用的目的	184
二、橡胶并用的方法	184
第二节 橡胶(橡塑)并用原理	185
一、并用橡胶的相容性和分散性	185
二、并用橡胶中填料的分布	191
三、并用橡胶的共硫化	192
第三节 橡胶(橡塑)并用体系的加工和应用	195
一、以天然橡胶为主的通用橡胶之间的并用	195
二、天然橡胶与三元乙丙橡胶的并用	195
三、丁腈橡胶与聚氯乙烯的并用	196
四、天然橡胶(或丁苯橡胶、顺丁橡胶等)与聚乙烯的并用	199
五、丁苯橡胶(或天然橡胶、顺丁橡胶等)与高苯乙烯树脂的并用	201
六、天然橡胶(或丁苯橡胶、顺丁橡胶等)与乙烯-乙酸乙烯酯共聚物 (EVA 树脂)的并用	202
练习题	204
第十章 配方设计基础知识	205
第一节 配方设计的意义、要求与方法	205
一、配方设计的意义和配方研究的类型	205
二、配方设计的原则和程序	206
第二节 配方的表示方法和计算	208
一、配方的表示方法	208
二、配方计算	209
第三节 根据工艺性能和硫化胶物理机械性能设计配方的原理	211
一、根据工艺性能设计配方的原理	211
二、根据硫化胶物理机械性能设计配方的原理	215
第四节 天然橡胶的配方设计	218

一、天然橡胶的配合	218
二、天然橡胶的配方举例	226
第五节 常用合成橡胶的配方设计	229
一、丁苯橡胶的配合特点	229
二、顺丁橡胶的配合特点	234
三、氯丁橡胶的配合特点	240
四、丁腈橡胶的配合特点	247
五、丁基橡胶的配合特点	252
六、三元乙丙橡胶的配合特点	258
练习题	265

第二篇 橡胶通用加工工艺

第十一章 塑炼	267
第一节 生胶塑炼的意义和可塑性测试方法	267
一、生胶塑炼的意义	267
二、可塑性测试方法	268
第二节 塑炼机理	269
一、影响橡胶分子链断裂的因素	270
二、塑炼反应机理	272
第三节 塑炼工艺方法及影响因素	274
一、塑炼的准备工艺	275
二、生胶塑炼方法	275
三、生胶的造粒	283
第四节 常用橡胶的塑炼特性	283
第五节 塑炼胶质量问题及改进	286
练习题	288
第十二章 混炼	289
第一节 混炼的基本原理	289
一、混炼胶的结构	289
二、分散程度对胶料性能的影响和表面活性剂的作用	290
三、混炼过程	291
四、结合橡胶的作用	291
第二节 混炼前配合剂的加工和准备	293
一、粉碎、干燥、筛选	293
二、软化剂的预热和过滤	293
三、母炼胶和膏剂的制备	293
四、称量与配合	294
第三节 混炼工艺方法	295
一、开炼机混炼	295
二、密炼机混炼	299

三、连续混炼	304
四、胶料混炼后的补充加工	306
第四节 常用橡胶的混炼特性	306
第五节 混炼胶质量及快检方法	309
一、混炼胶料的快检项目	309
二、混炼胶质量问题及处理方法	309
练习题	311
第十三章 压延	312
第一节 压延的基本原理	312
一、胶料在辊筒缝隙中的受力及流动状态	312
二、压延中胶料粘度与切变速率和温度的依赖关系	314
三、胶料压延后的收缩	315
四、压延效应	315
第二节 压延工艺方法及工艺条件	316
一、压延前的准备工艺	316
二、胶片的压延	318
三、纺织物挂胶	320
四、钢丝帘布的压延	325
第三节 常用橡胶的压延特性	325
第四节 压延工艺的质量问题及改进	327
练习题	328
第十四章 压出	329
第一节 压出的基本原理	329
一、压出机的基本结构与压出工艺的关系	329
二、胶料在压出过程中的运动状态	330
三、压出变形	332
第二节 口型设计	334
一、口型设计的原则	334
二、口型设计的方法	335
第三节 压出工艺方法及工艺条件	337
一、压出前胶料的准备	337
二、压出工艺方法	338
三、压出后的工艺	340
第四节 常用橡胶的压出特性	341
第五节 压出工艺质量问题及改进	342
练习题	344
第十五章 硫化	345
第一节 硫化的基本理论	345
一、橡胶的硫化历程	345
二、正硫化及其测定方法	346

第二节 硫化工艺条件	350
一、硫化温度	350
二、硫化压力	351
三、硫化时间	352
第三节 硫化介质和硫化工艺方法	359
一、硫化介质	359
二、硫化工艺方法	360
第四节 硫化工艺的质量问题及改进	365
练习题	366
实验一 促进剂性能对比实验	367
实验二 炭黑性能对比实验	370
实验三 防老剂性能对比实验	372
实验四 可塑性实验	374
实验五 胶料硫化性能实验	375

第一篇 橡胶原材料及配方设计

第一章 生 胶

第一节 天然橡胶

一、天然橡胶的来源和采集

天然橡胶(NR)是从天然植物中采集并经加工而得到的一种高弹性材料。自然界中含有橡胶成分的植物不下两千种。但含胶量多、产量大、质量好、采集容易的要首推巴西橡胶树。因此,目前全世界天然橡胶总产量的98%以上都来自巴西橡胶树。

巴西橡胶树原产于南美巴西亚马逊河流域,是热带乔木,高达10~20m,20年后径粗达25~40cm,叶子呈长圆形,三个一组,故也称三叶橡胶树。本世纪初巴西橡胶树已从原产地移植到东南亚地区,主要是马来西亚、印度尼西亚、新加坡及斯里兰卡等地栽培种植。现在东南亚地区已经成为全世界天然橡胶的集中产地。长期以来,人们一直认为橡胶树只能生长在高温、多湿、静风、沃土赤道南纬5°到北纬5°之间的地带。从50年代开始,我国在广东省的海南岛和雷州半岛等地着手研究适于我国自然条件生长的橡胶树,终于实现了“南胶北移”。使橡胶树可以在北纬18~24°大面积种植。现在我国的植胶地区遍布于海南、广东、广西、云南、福建和台湾等地,主要集中于海南岛、雷州半岛和西双版纳地区。

通常,橡胶呈乳液状态——胶乳贮存于橡胶树的根、茎、叶、花、果以及种子等器官的乳管中,其中树干下半部及根部的皮层中分布的乳管最多。在橡胶园内,每逢割胶季节,割胶工人每天凌晨去胶园割胶。割胶就是用锋利的割胶刀在距地面1m左右高的树干上,按一定倾斜角度先切去树皮,再深入割口,将真皮层中的乳管割破,胶乳因受内压作用迅速排出,沿割口流入下面的接胶杯内。排胶1~2h后,由于胶树内压下降,胶乳排出的速度减慢,流量逐渐减少,胶乳变稠而滞留在割口上。当胶乳中的部分水分蒸发以及胶乳凝固酶的作用,胶乳产生自然凝固,形成一条胶线,自动封闭乳管割口,此时排胶完全停止。目前,多采用半树周(半螺旋线)隔日割一次的割胶制度。通过割胶收集起来的胶乳还必须经过一定的加工才能使用。

巴西橡胶树从播种、育苗起,经过5~8年才能开始割胶,10~20年为盛产期,30年后为衰老期,渐渐失去经济价值,需要重新栽培。它的更新一般采用育苗芽接法栽植。每棵橡胶树每年约产干胶2.5~4kg,每市亩栽25~40棵,因此每市亩年产干胶量约为60~100kg以上。

天然橡胶除来源于巴西橡胶树外,还有银叶橡胶菊和杜仲树。银叶橡胶菊主要分布在墨西哥的荒漠地区,是一种多年生干旱性的产胶植物。野生的银叶橡胶菊是矮小的灌木,经培育的植株可高达5~6m,可从其根茎中提取橡胶。第二次世界大战期间,美国在加利福尼亚州大规模栽培了银叶橡胶菊。1951年他们从银叶橡胶菊中提取橡胶,并制成轮胎,经严苛的道路试验,与巴西橡胶制成的轮胎同样坚固。70年代,他们试用2-(3,4-二氯苯氧基)三乙胺刺激银叶橡胶菊,促使其增产橡胶1~2倍,甚至5倍。这一成果为进一步促进第二种天然橡胶资源的崛起开辟了新的途径。近年来,我国也开始引种银叶橡胶菊,这对于开发和利用我国干旱荒漠