



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教材)

# 橡胶材料与配方

第二版

▶ 聂恒凯 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教材)

# 橡胶材料与配方

第二版

聂恒凯 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

全书分为两篇共十一章，上篇共七章，主要介绍橡胶制品生产的各种原材料；下篇共四章主要介绍橡胶制品的配方设计。第一章生胶的主要品种、生胶的结构、生胶的物理力学性能及其应用，再生胶的再生机理、生产方法及其应用；第二章硫化体系中硫化剂的主要品种、使用性能和使用方法，促进剂的分类、主要品种、结构、性能特点和使用方法，防焦剂的使用方法及其特点；第三章橡胶的老化、防老剂的主要品种及应用、各种橡胶老化的防护方法。第四章橡胶填充补强剂的结构、性能及其使用方法。第五章橡胶软化增塑剂的分类、性能特点以及它们的使用方法。第六章橡胶制品可能涉及的其他助剂。第七章橡胶制品的骨架材料的基本特点和应用。第八章橡胶配方设计的基本概念。第九章配方设计的基本原理和配方成本核算的方法。第十章橡胶配方设计的试验设计方法。第十一章常用特种橡胶配方设计的方法。

本书理论联系实际，深入浅出、图文并茂，结合了目前橡胶工业的发展趋势，填补了以往教材中特种橡胶材料和加工方面内容较少的不足，有一定的实用价值。

本书可作高职高专学院高分子材料类橡胶制品专业的教材，也可作为中等职业学校高分子类专业的教材，并可供橡胶制品厂工程技术人员和研究人员参考。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶材料与配方/聂恒凯主编. —2版. —北京: 化学工业出版社, 2009.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专教材

ISBN 978-7-122-05199-8

I. 橡… II. 聂… III. ①橡胶加工-原料-高等学校: 技术学院-教材②橡胶制品-配方-高等学校: 技术学院-教材 IV. TQ330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 050083 号

责任编辑: 于 卉

文字编辑: 徐雪华

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 于 兵

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$  字数 497 千字 2009 年 6 月北京第 2 版第 1 次印刷

图书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 33.00 元

版权所有 违者必究

# 高职高专高分子材料加工技术专业规划教材 编审委员会

顾问 陶国良  
主任委员 王荣成  
副主任委员 陈滨楠 陈炳和 金万祥 冉新成 王慧桂  
杨宗伟 周大农

委员 (按姓名汉语拼音排列)

卜建新	蔡广新	陈滨楠	陈炳和	陈改荣	陈华堂
陈健	陈庆文	丛后罗	戴伟民	邸九生	付建伟
高朝祥	郭建民	侯文顺	侯亚合	胡芳	金万祥
孔萍	李光荣	李建钢	李跃文	刘巨源	刘青山
刘琼琼	刘少波	刘希春	罗成杰	罗承友	麻丽华
聂恒凯	潘文群	潘玉琴	庞思勤	戚亚光	冉新成
桑永	王国志	王红春	王慧桂	王加龙	王玫瑰
王荣成	王艳秋	王颖	王玉溪	王祖俊	翁国文
吴清鹤	肖由炜	谢晖	徐应林	薛叙明	严义章
杨印安	杨中文	杨宗伟	张芳	张金兴	张晓黎
张岩梅	张裕玲	张治平	赵继永	郑家房	郑式光
周大农	周健	周四六	朱卫华	朱雯	朱信明
邹一明					

# 前 言

本书力求体现新时期高职教育工作过程导向的任务驱动模式，材料部分根据产品要求进行典型案例分析编写本教材。考虑到目前国内橡胶企业产品出口较多，教材力求考虑欧洲市场和美国市场对于橡胶助剂使用的限制及欧美标准的具体要求，适当增加了新型橡胶助剂使用性能特点，特别是不利于绿色环保的限制，尽可能地真实反映现代橡胶工业发展动态，对于从事橡胶行业的工程技术人员有很好的指导作用，使得使用群体得以扩大。

1. 本教材是按照教育部高职高专人才培养指导思想，在广泛吸取近几年高分子材料类高职高专人才培养经验基础上，根据2007年制定的国家“十一五”规划教材《橡胶材料与配方》编写大纲编写而成的。

2. 本教材对生胶的基本特性、加工与配方进行综合讲解，力求将新工艺、新材料、新方法融入教学内容中，使学生能够对橡胶企业的材料选用原则、配方设计方法有一个系统的学习，从而为学生建立起工科学生应具备的工程化概念服务。

3. 在第二章橡胶硫化体系中，吸取了部分典型轮胎企业对于环境友好型硫化体系所选用的硫化助剂，同时以具体案例、项目分析入手，采用边讲边练方式。其他章节增加一些纳米材料、偶联剂等新材料的应用。

4. 根据高职高专职业教育特点，对于部分反应机理等进行了淡化处理，严格按照教育部高职高专人才培养方案制定原则意见所要求的人才培养必须以工作过程为导向的目标，以“必需、够用”为基本出发点，密切结合橡胶生产过程，为后续典型产品生产案例分析和生产过程方案制定提供有力保障。

5. 本书将配备一定数量的实践性思考题，部分思考题与书中所讲授的内容形成了互补关系；还有些开放型思考题，对理解课程内容有很大帮助，并且对今后从事橡胶配方设计、橡胶制品开发、成本核算等有实用价值。本教材力求在能力目标中注重学生职业素养的培养，同时也注意培养学生生产实际中分析问题解决问题的能力。

此次修订主要由聂恒凯在第一版的基础上完成，不妥之处，欢迎指正。

编者  
2009年3月

# 第一版前言

本书是教育部高职高专规划教材，是按照教育部对高职高专人才培养指导思想，在广泛汲取近几年高职高专人才培养经验基础上，根据2003年所制订的《橡胶材料与配方》编写大纲编写而成的。

本书共两篇十一章，上篇主要介绍橡胶原材料。下篇主要介绍橡胶配方原理、配方设计的方法以及特种橡胶的配方设计。

根据高职高专高分子材料类橡胶专业的培养目标，本书在编写上力求做到从实际出发，以提高学生动手能力为主，能够反映现代橡胶工业的发展水平和发展方向，内容安排上力求体现高职教育的特色，以实用和够用为目的。章前有学习目标，章后有一定数量的思考题，希望通过本课程的学习，学生既能够掌握橡胶原材料和橡胶的配方设计的基本概念、基本理论，又能够提高分析问题和解决问题的能力。

本书绪论、第一章、第六章、第十一章由聂恒凯编写，第三章、第四章、第五章由罗成杰编写，第七章、第八章、第十章、附录由丛后罗编写，第二章、第九章由侯亚合编写。全书由聂恒凯主编，朱信明主审。

参加审稿的还有杨宗伟、翁国文、潘文群等，在此致以深深的谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请使用本书的师生和读者给予批评指正。

编者  
2004年3月

# 目 录

绪论 .....	1	三、橡胶原材料 .....	2
一、橡胶工业在国民经济中的作用 .....	1	四、本课程的学习方法 .....	3
二、橡胶工业的发展简史 .....	2		

## 上篇 橡胶原材料

<b>第一章 生胶</b> .....	7	<b>第九节 乙丙橡胶</b> .....	30
<b>第一节 概述</b> .....	7	一、概述 .....	30
一、橡胶的基本特点 .....	7	二、乙丙橡胶的品种与分类 .....	30
二、橡胶的分类方法 .....	8	三、乙丙橡胶的结构与性能 .....	31
<b>第二节 天然橡胶</b> .....	9	<b>第十节 硅橡胶</b> .....	32
一、天然橡胶的来源和采集 .....	10	一、硅橡胶的发展与分类 .....	32
二、天然胶乳的组成 .....	10	二、热硫化型硅橡胶主要品种 .....	34
三、固体天然橡胶的品种、制法及分级 .....	11	三、硅橡胶的性能及应用 .....	35
四、天然橡胶的成分 .....	13	<b>第十一节 氟橡胶</b> .....	36
五、天然橡胶的结构、性能及应用 .....	14	一、氟橡胶的主要品种与结构特点 .....	36
<b>第三节 异戊橡胶</b> .....	15	二、氟橡胶的性能 .....	37
一、概述 .....	15	<b>第十二节 聚氨酯橡胶</b> .....	40
二、异戊橡胶的结构与性能 .....	15	一、聚氨酯橡胶的组成 .....	40
<b>第四节 丁苯橡胶</b> .....	16	二、聚氨酯橡胶的分类 .....	41
一、概述 .....	16	三、聚氨酯橡胶的结构 .....	41
二、丁苯橡胶的分类 .....	17	四、聚氨酯橡胶的性能 .....	42
三、丁苯橡胶的结构、性能及应用 .....	17	<b>第十三节 氯醚橡胶</b> .....	42
<b>第五节 顺丁橡胶</b> .....	19	一、氯醚橡胶的结构 .....	42
一、品种类型 .....	19	二、氯醚橡胶的性能 .....	43
二、顺丁橡胶的结构特点 .....	20	<b>第十四节 聚硫橡胶</b> .....	44
三、顺丁橡胶的性能 .....	20	一、聚硫橡胶的结构 .....	44
四、应用 .....	21	二、固体聚硫橡胶的性能 .....	45
<b>第六节 氯丁橡胶</b> .....	21	三、聚硫橡胶的应用 .....	45
一、氯丁橡胶的结构 .....	21	<b>第十五节 氯磺化聚乙烯橡胶</b> .....	45
二、氯丁橡胶的分类 .....	22	一、氯磺化聚乙烯的性能 .....	45
三、氯丁橡胶的结构特点 .....	22	二、氯磺化聚乙烯的应用 .....	46
四、氯丁橡胶的性质、性能 .....	23	<b>第十六节 丙烯酸酯橡胶</b> .....	46
<b>第七节 丁腈橡胶</b> .....	25	一、组成和品种 .....	46
一、丁腈橡胶的分类品种 .....	25	二、丙烯酸酯橡胶的特性 .....	48
二、丁腈橡胶的结构特点 .....	25	三、丙烯酸酯橡胶的应用 .....	49
三、丁腈橡胶的性质、性能与应用 .....	26	<b>第十七节 胶粉和再生胶</b> .....	50
<b>第八节 丁基橡胶</b> .....	27	一、胶粉 .....	50
一、概述 .....	27	二、再生胶 .....	51
二、丁基橡胶的分类品种 .....	28	思考题 .....	53
三、丁基橡胶的结构、性能及应用 .....	28	<b>第二章 橡胶的硫化体系</b> .....	56



第一节 概述 .....	56	应用 .....	109
一、硫化的基本概念 .....	56	一、炭黑的发展介绍 .....	109
二、橡胶的硫化历程 .....	58	二、炭黑的分类与命名 .....	110
三、硫化胶交联结构与性能的关系 .....	62	三、炭黑的结构与性质 .....	111
第二节 橡胶的硫化剂 .....	63	四、炭黑补强机理 .....	112
一、硫黄 .....	64	五、各种炭黑的性能与应用 .....	114
二、含硫化合物 .....	68	六、炭黑的选用原则 .....	119
三、过氧化物 .....	69	第二节 白炭黑的性能与应用 .....	120
四、醌类和马来酰亚胺 .....	69	一、白炭黑的分类与命名 .....	120
五、树脂类化合物 .....	70	二、白炭黑的性质 .....	121
六、金属氧化物 .....	70	三、白炭黑的主要品种及其应用 .....	122
七、有机胺类硫化剂 .....	70	第三节 其他填充剂 .....	125
八、异氰酸酯 .....	71	一、无机填充剂 .....	125
九、甲基丙烯酸酯 .....	71	二、有机类及碳素填充剂 .....	129
第三节 硫化促进剂 .....	71	第四节 结合橡胶 .....	129
一、硫化促进剂的分类 .....	72	一、结合橡胶的概念与测定方法 .....	129
二、各类硫化促进剂的结构、性能特点、 典型品种及其应用 .....	72	二、影响结合橡胶的因素 .....	130
三、促进剂并用 .....	78	第五节 填料的性质对橡胶加工性能的 影响 .....	133
第四节 硫化活性剂 .....	80	一、填料的性质对混炼的影响 .....	133
一、无机活性剂 .....	80	二、填料性质对压延和压出的影响 .....	135
二、有机活性剂 .....	82	三、填料的性质对硫化的影响 .....	137
三、硫黄-促进剂-活性剂硫化机理 .....	82	第六节 偶联剂 .....	139
第五节 防焦剂 .....	83	一、硅烷类偶联剂 .....	139
一、概述 .....	83	二、钛酸酯类偶联剂 .....	140
二、防焦剂的主要品种 .....	83	第七节 填料的使用 .....	140
思考题 .....	84	一、填料的使用原则 .....	140
<b>第三章 橡胶的防护体系</b> .....	86	二、填料的常规质量检测 .....	141
第一节 概述 .....	86	思考题 .....	142
一、橡胶的老化 .....	86	<b>第五章 橡胶的软化增塑体系</b> .....	143
二、橡胶老化的原因 .....	86	第一节 橡胶软化增塑剂的分类 .....	143
三、橡胶老化的防护方法 .....	87	一、增塑剂的基本概念 .....	143
第二节 橡胶的热氧老化及防护 .....	87	二、增塑剂的分类方法 .....	143
一、橡胶的热氧老化 .....	87	第二节 橡胶的增塑原理 .....	144
二、橡胶热氧老化的防老剂及其防护 效能 .....	93	一、橡胶与增塑剂的相容性 .....	144
三、热氧防老剂的并用与协同效应 .....	95	二、增塑剂的增塑机理 .....	145
第三节 橡胶的臭氧老化及其防护方法 .....	99	第三节 石油系软化剂 .....	146
一、橡胶的臭氧老化 .....	99	一、链烷烃油(石蜡油) .....	146
二、影响橡胶臭氧老化的因素 .....	100	二、芳香烃油 .....	147
三、橡胶臭氧老化的防护 .....	103	三、环烷烃油 .....	147
第四节 橡胶的疲劳老化及防护 .....	105	四、机械油 .....	148
一、橡胶的疲劳老化机理 .....	105	五、变压器油 .....	148
二、疲劳老化的防护 .....	106	六、工业凡士林 .....	148
思考题 .....	108	七、三线油 .....	148
<b>第四章 橡胶补强填充体系</b> .....	109	八、石油沥青 .....	149
第一节 炭黑的结构、常用品种的性能与 应用 .....	109	第四节 煤焦油系列增塑剂 .....	149
一、炭黑的发展介绍 .....	109	一、煤焦油 .....	149
二、炭黑的分类与命名 .....	110		
三、炭黑的结构与性质 .....	111		
四、炭黑补强机理 .....	112		
五、各种炭黑的性能与应用 .....	114		
六、炭黑的选用原则 .....	119		
第二节 白炭黑的性能与应用 .....	120		
一、白炭黑的分类与命名 .....	120		
二、白炭黑的性质 .....	121		
三、白炭黑的主要品种及其应用 .....	122		
第三节 其他填充剂 .....	125		
一、无机填充剂 .....	125		
二、有机类及碳素填充剂 .....	129		
第四节 结合橡胶 .....	129		
一、结合橡胶的概念与测定方法 .....	129		
二、影响结合橡胶的因素 .....	130		
第五节 填料的性质对橡胶加工性能的 影响 .....	133		
一、填料的性质对混炼的影响 .....	133		
二、填料性质对压延和压出的影响 .....	135		
三、填料的性质对硫化的影响 .....	137		
第六节 偶联剂 .....	139		
一、硅烷类偶联剂 .....	139		
二、钛酸酯类偶联剂 .....	140		
第七节 填料的使用 .....	140		
一、填料的使用原则 .....	140		
二、填料的常规质量检测 .....	141		
思考题 .....	142		



二、固体古马隆	150	一、概述	157
三、液体古马隆	150	二、无机着色剂	159
第五节 松油系列增塑剂	151	三、有机着色剂	161
一、松焦油	151	第二节 发泡剂和发泡助剂	163
二、松香	151	一、无机发泡剂	163
三、歧化松香	151	二、有机发泡剂	164
四、精制妥尔油(氧化松浆油)	152	三、发泡助剂	165
第六节 脂肪油系列增塑剂	152	第三节 抗静电剂	166
一、黑油膏	152	第四节 阻燃剂	167
二、白油膏	152	一、阻燃剂的定义和分类	167
三、甘油	152	二、阻燃剂的作用机理	167
四、蓖麻油	153	三、阻燃剂的主要品种与应用	168
第七节 合成酯类增塑剂	153	四、常用环保型阻燃剂	169
一、邻苯二甲酸二酯类	153	思考题	170
二、脂肪二元酸酯类	154	<b>第七章 橡胶的骨架材料</b>	171
三、磷酸酯类	155	第一节 纤维材料	171
第八节 橡胶塑解剂	155	一、纤维的分类、品种及性能	171
一、2-萘硫酚	155	二、常用纺织材料的种类、规格表示及 应用	174
二、二甲苯基硫酚	155	第二节 金属材料	177
三、五氯硫酚	156	一、钢丝帘线	177
思考题	156	二、钢丝与钢丝绳	178
<b>第六章 其他助剂</b>	157	思考题	178
第一节 着色剂	157		

## 下篇 橡胶配方设计

<b>第八章 橡胶配方设计的基本概念及 配方鉴定方法</b>	181	二、压出	208
第一节 橡胶配方设计的内容和要求	182	三、压延	210
第二节 橡胶配方设计的原则与程序	182	四、焦烧性	211
一、配方设计的原则	182	五、抗返原性	213
二、配方设计的程序	183	六、包辊性	214
第三节 橡胶配方的组成及表示方法	187	七、自黏性	215
思考题	188	八、喷霜	217
<b>第九章 橡胶配方设计原理</b>	189	九、注压	217
第一节 配方设计与硫化橡胶物理性能的 关系	189	第三节 配方设计与产品成本的关系	219
一、拉伸强度	189	一、密度与配合单价的计算	219
二、撕裂强度	192	二、低成本配方设计	220
三、定伸应力和硬度	193	思考题	222
四、耐磨耗性	195	<b>第十章 橡胶配方设计的试验设计 方法</b>	223
五、疲劳与疲劳破坏	200	第一节 单因素配方设计	223
六、弹性	205	一、黄金分割法	224
七、扯断伸长率	206	二、平分法(对分法)	225
第二节 配方设计与胶料工艺性能的 关系	207	三、分批试验法	226
一、生胶和胶料的黏度	207	第二节 多因素配方设计	229
		一、正交表的概念	229
		二、正交表的使用	230

思考题	235	三、填充体系的选择	256
<b>第十一章 特种橡胶配方设计和功能橡胶配方设计</b>	<b>236</b>	四、增塑剂的选择	256
第一节 耐热橡胶	236	第八节 磁性橡胶	257
一、橡胶品种的选择	236	一、磁性材料	257
二、硫化体系	238	二、磁性橡胶的配方设计	258
三、防护体系	238	第九节 海绵橡胶	258
四、填充体系	239	一、橡胶的选择	259
五、软化剂的影响	239	二、发泡剂、发泡助剂的选择	259
第二节 耐寒橡胶	239	三、硫化体系的选择	259
一、橡胶品种的选择	240	四、填充体系的选择	260
二、耐寒橡胶的软化体系	241	五、软化剂的选择	261
三、硫化体系的选择	241	六、防护体系的选择	261
四、填充体系的选择	242	七、其他配合体系的影响	261
第三节 耐油橡胶	243	第十节 阻燃橡胶	262
一、橡胶品种的选择	243	一、主体材料的选择	263
二、硫化体系的选择	244	二、阻燃剂及其阻燃作用	263
三、填充体系和增塑剂	244	三、其他配合剂的影响	265
四、防护体系的选择	245	第十一节 吸水膨胀橡胶	265
第四节 耐腐蚀橡胶	245	一、橡胶的选择	265
一、橡胶品种的选择	246	二、吸水树脂	266
二、硫化体系	247	三、硫化体系	266
三、填充体系	247	四、其他配合体系	266
四、增塑体系	247	第十二节 透明橡胶	267
第五节 导电橡胶	248	一、橡胶的选择	267
一、导电原理和导电填料	248	二、填料选择	267
二、橡胶的选择	250	三、硫化体系的选择	268
三、导电填料的选择	250	四、防老剂的选择	269
四、硫化体系的影响	251	五、其他助剂的选择	269
第六节 电绝缘橡胶	251	第十三节 医用橡胶	269
一、橡胶的选择	251	一、橡胶的选择	270
二、硫化体系的影响	252	二、其他配合体系	270
三、填充体系的影响	253	第十四节 低透气和真空橡胶	271
四、软化剂、增塑剂的选择	253	一、低透气性橡胶	271
五、防护体系的选择	254	二、真空橡胶	272
第七节 减震橡胶	254	思考题	273
一、橡胶的选择	255	附录	274
二、硫化体系的选择	255	参考文献	289

# 绪 论

## 一、橡胶工业在国民经济中的作用

近年来我国橡胶工业一直保持着 18%~19% 的增长,且行业运行特点表现为:适应国内外市场需求的新产品成为新的发展重点和新经济增长点;企业注重科技投入和人才培养,新产品从创新成果转化为生产力的速度加快;转变增长方式,培育市场品牌,自觉规范市场,注重企业效益;大公司占市场份额逐渐加大,成为市场中坚;老产品逐步萎缩,老工艺逐步淘汰。

与此同时,作为橡胶消费的主要产品,轮胎约占橡胶总消费量的 60% 以上。近几年,我国轮胎产业保持了稳定高速增长,特别是子午胎年递增都在 20% 以上。

据中国橡胶工业协会统计,2007 年 46 家重点会员企业轮胎产量同比增长 20%,销售收入增长 28%,出口增长 30%,轮胎子午化率达到 74%,子午胎出口占出口总量的 80% 以上,出口交货值有较大幅度提高。

具体而言,拉动橡胶行业发展的因素主要体现在五个方面:

一是汽车工业发展的拉动,仍是橡胶工业发展的主要动力。2007 年我国生产汽车超过 850 万辆,比上年增长 15%;2008 年市场规模进一步扩大,达到或接近 1000 万辆;预计 2010 年将超过 1200 万辆,汽车保有量将达到 5300 万辆。

二是公路建设和公路运输继续稳定发展。2007 年我国“五纵七横”国道主干线基本贯通,其中 76% 是高速公路。目前,全国高速公路通车里程达到 5.3 万公里。公路建设的发展将进一步刺激轮胎、工程橡胶等橡胶制品的需求。

三是与橡胶产业相关的煤炭工业、电力工业、建材工业、机械工业等仍处于稳定发展阶段,将继续拉动橡胶管带等产品需求持续增加。

四是国有、国有控股和民营强势企业进一步发展轮胎新产品,外资企业发展势头有增无减。全国子午胎十大中国名牌、半钢乘用车子午胎六大强势品牌、绿色助剂,以及各主导产品行业前十名的企业,新产品发展加快。已经在我国建厂的米其林、固特异、石桥、锦湖等外资企业继续扩大投资规模。民营资本在子午线轮胎、非轮胎汽车橡胶配件等产业的投资增长很快。

五是轮胎等橡胶产品出口将保持一定增幅。虽然受到国外反倾销和出口退税降低的影响,但由于产品结构不断优化、质量达到或接近国际先进水平、价格竞争力不断增强,以及贸易摩擦的协调,预计轮胎等橡胶制品的出口量将保持一定水平。

预计 2008 年全国天然橡胶产量将超过 2007 年,达到 65 万吨;合成橡胶产量增长 10%,达 220 多万吨。2008 年橡胶消耗将超过 550 万吨,其中天然橡胶 248 万吨,合成橡

胶 302 万吨。

如果不发生严重自然灾害, 预计 2010 年天然橡胶产量达到 78 万吨, 合成橡胶产量 250 万吨。2010 年橡胶预计消耗 650 万吨, 其中天然橡胶 285 万吨, 合成橡胶 365 万吨。尚需进口约 322 万吨才能供需平衡, 其中进口天然橡胶约 210 万吨, 合成橡胶约 115 万吨。

## 二、橡胶工业的发展简史

11 世纪, 南美人就已经发现和利用橡胶, 用天然胶乳做成游戏的球、套鞋、盛水器皿或载人橡皮舟等。直到哥伦布于 1493~1496 年发现美洲大陆, 在海地发现当地居民玩橡胶球, 将其带到欧洲, 欧洲人才开始认识天然橡胶。1735 年法国科学家 Condamine 赴南美考察, 详细记录当地人民利用橡胶的情况, 并将样品寄回巴黎。

橡胶工业的研究起始于 19 世纪初。1823 年英国建立了第一个橡胶厂, 制造雨衣, 1826 年 Hancock 发明了开炼机, 为橡胶的加工奠定了基础。1839 年美国固特异 (Goodyear) 发现了硫黄硫化。1888 年英国人邓录普 (J. Dunlop) 发明了充气轮胎。1904 年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。1906 年发现苯胺有促进硫化的作用。1919 年开始大量应用噻唑类促进剂。1920 年炭黑作为橡胶补强剂被大量使用。

1914~1918 年第一次世界大战期间德国生产了甲基橡胶。1932 年前苏联大规模生产了丁钠橡胶。20 世纪 30 年代, 德国合成了丁苯橡胶和丁腈橡胶。20 世纪 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。20 世纪 60 年代, 合成橡胶的产量已超过了天然橡胶。20 世纪 70 年代以来, 进入了橡胶分子设计时期。

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。

中国的橡胶工业仅有近 90 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、青岛等地相继营建了一些橡胶厂, 早期以生产胶鞋为主, 规模较小、技术落后、劳动条件恶劣, 且所需原材料、设备甚至半成品都靠进口。

建国后, 中国橡胶工业有了迅速发展。1950~1951 年先后在海南岛、云南地区开辟了天然橡胶种植园。目前我国植胶面积为世界第四位。

近几十年来, 中国橡胶工业发生了根本性的变化。生胶、炭黑和其他原材料及橡胶机械设备基本上都能生产, 并且不断提高技术水平, 已形成了自己初具规模的橡胶工业体系。

随着改革开放步伐的不断加大, 目前世界橡胶制品企业巨头们纷纷入驻中国市场, 例如世界前十二强的轮胎企业分别在中国沿海地区开办独资或合资轮胎公司, 更好地推进了中国橡胶工业的迅速发展, 目前中国橡胶制品的总产值居世界第三位, 仅次于美国、日本。

同时应该清醒地看到, 中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, 都远远不能与现代化建设的需要相适应。

## 三、橡胶原材料

橡胶配合的主要原材料有生胶 (包括天然橡胶和合成橡胶), 为橡胶的母体材料或称为基体材料; 硫化体系 (包括硫化剂、促进剂、活性剂、防焦剂) 与橡胶大分子进行化学反应, 使橡胶由线形大分子交联成空间网状结构; 防护体系的作用是延缓橡胶的老化, 延长制品的使用寿命; 填充补强剂 (炭黑、矿质填料、短纤维) 提高橡胶的力学性能, 改善胶料的加工工艺性能, 降低成本; 软化增塑剂 (操作油系列、松焦油系列、煤焦油系列、合成酯

类)可降低混炼胶的黏度,改善加工性能,降低制品硬度;其他配合剂主要是一些特殊配合剂(例如:发泡剂、阻燃剂、磁性材料、抗静电剂和着色剂等),赋予橡胶特殊性能。

#### 四、本课程的学习方法

学生通过本课程的学习,应该能够系统地掌握橡胶制品生产的各种原材料主要品种、结构组成、性质性能、相互间的作用机理和应用方法、用量等,掌握配方设计的基础知识和一般原理,使学生具有一般产品的配方设计能力。

本课程的内容结合橡胶工业发展的最新动态,密切联系生产实际,教学上除了进行课堂讲授外还应该结合现场教学,必要的综合实训、实验,安排一定的课堂练习和课外作业,提倡在老师指导下的自学能力的培养,紧紧抓住学习目标,运用任务驱动、案例教学、模式、采用项目引导等进行学习,在理解和掌握理论、基本原理的基础上,不断扩大专业知识面,努力提高理论联系实际的能力、动手能力、分析和解决实际问题的能力,从而圆满完成本课程的学习。



上篇

---

橡胶原材料





## 生 胶

### 学习目标

掌握天然橡胶和通用合成橡胶的结构、性能干预，理解特种橡胶具体特殊性能及应用，使学生能够根据橡胶制品性能要求正确选用不同类型的橡胶品种。

### 第一节 概 述

生胶是一种高弹性高聚物材料，是制造橡胶制品的基础材料，一般情况下不含有配合剂（但有时也含有某些配合剂）。生胶一般情况下多呈块状、片状，也有颗粒状和黏稠液体状及粉末状。习惯上将高分子弹性体统称为橡胶。

#### 一、橡胶的基本特点

什么是橡胶？ASTM D1566 中定义是：橡胶是一种材料，它在大的形变下能迅速而有力恢复其形变，能够改性。因此可以认为橡胶就是所有高分子弹性体的总称。

橡胶的独特加工工艺是通过“硫化”将线型高分子通过化学交联反应变成三维网状高分子的过程，也就是将各种生胶的混炼胶转化为硫化胶。

生胶为相对分子质量由 10 万~100 万以上的黏弹性物质。生胶在室温和自然状态下有极大的弹性，而在 50~100℃ 之间开始软化，此时进行机械加工能产生很大的塑性变形，易于将配合剂均匀地混入塑炼胶中并制成各种胶料和半成品。这种配合的混炼胶在 140~180℃ 的温度下，经过一定时间（通常为 2~40min）的硫化，橡胶分子之间产生化学反应，由线型结构转化为体型结构，从而丧失塑性，成为既有韧性又很柔软的有实用价值的弹性体。

橡胶的最大特征是弹性模量非常小，仅为 2~4MPa，约为钢铁的 1/30000，而伸长率则高达钢铁的 300 倍；同塑料相比，伸长率虽然接近，但弹性模量只有其 1/30。橡胶的拉伸强度约为 5~40MPa，破坏时伸长率可达 100%~800%。在 350% 的范围内伸缩，回弹率能达到 85% 以上，即永久变形在 15% 以内。橡胶最宝贵的性能是在 -50~+130℃ 的广泛温度范围内均能保持正常的弹性。

橡胶以及弹性体的第二大特征，是它具有相当好的耐气透性以及耐各种化学介质和电绝缘的性能。某些特种合成橡胶具备良好的耐油性及耐温性，能抵抗脂肪油、润滑油、液压油、燃料油以及溶剂油的溶胀；耐寒可低至 -50~-80℃，耐热可高达 180~350℃。橡胶