



橡胶工人培训用书

橡胶加工基础

何立中 纪奎江 傅政编

XIANGJIAO GONGREN PEIXUN YONGSHU

化学工业出版社

橡胶工人培训用书

橡胶加工基础

何立中 纪奎江 傅政 编

化学工业出版社

内 容 提 要

《橡胶加工基础》是橡胶加工行业中级工人培训用书。本书介绍了加工橡胶制品用各种橡胶、配合剂、骨架材料等的品种、结构、性能和用途；橡胶加工的基础理论知识和配方设计知识；橡胶加工的基本工艺过程，包括塑炼、混炼、压延、压出和硫化的工艺方法、工艺条件、所用设备以及产生质量毛病的原因和防止办法。

本书还可供橡胶企业管理干部，初级技术人员和中等橡胶工业学校、橡胶技工学校师生参考。

橡胶工人培训用书

橡胶加工基础

何立中 纪奎江 傅政 编

责任编辑：张玉昆

封面设计：季玉芳

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $9^{1/2}$ 字数204千字印数1—28,170

1985年12月北京第1版1985年12月北京第1次印刷

统一书号15063·3700定价1.90元

前 言

我国现在已进入社会主义建设新时期，我们的战略目标是实现农业、工业、国防和科学技术现代化。被认为是“发展缓慢”的橡胶工业，近十多年间也有了迅速的发展，橡胶工艺的知识领域几乎在所有方面都大大开拓了。因此，学习和提高橡胶专业理论知识和技术水平，已成为我国橡胶技术工人目前的迫切任务。为此编写了《橡胶加工基础》一书。

本书是在化学工业部橡胶司和中国橡胶学会的指导下，为培训橡胶工业中级技术工人为主要对象而编写的。内容涉及橡胶工业用原材料及其性能，橡胶配方和橡胶制品生产的基本工艺过程等方面。编写时兼顾了本行业中初级工人的基础知识水平和高级工人的进一步学习的需要，适当的介绍了一些橡胶基础理论知识。教师或技术人员讲课时，应依据各厂的实际情况，若能有针对性的适当压缩或补充，也可适用于初级工和高级工培训的需要。此外，对未学过化学、物理的工人，在教学前宜先讲授些化学或物理基础知识。

根据化工部橡胶司和中国橡胶学会的要求，编者首先拟定了编写提纲，分发给出席在青岛召开的橡胶公司经理会议代表征求意见，并提交中国橡胶学会副理事长邹辛同志审阅。又经过大连、西安两次橡胶学会理事会的反复讨论确定编写原则、读者对象之后，才着手分工编写的。编完的初稿于1983年在天津召开的审查会上进行了审查，尔后再行修改、补充始最后定稿。在编写过程中，为尽力做到理论结合

实际，我们曾到青岛地区有关橡胶厂，征求工人和工程技术人员意见，并注意到反映先进的生产方法和科学技术。可是，由于二十多年没有出版过适合工人培训用书可资借鉴，加之我们对工人实际需要的调查研究不够广泛深入，对中级技术工人的水准掌握不一定贴切，能否起到提高橡胶加工行业工人素质的作用还有待于实践。

本书编写是在中国橡胶学会理事长张焕文同志和橡胶司副司长于清溪同志的关怀下，在化学工业出版社、天津橡胶工业公司以及山东化工学院领导的大力支持下完成的。为本书出版，中国橡胶学会秘书长周国楹高级工程师也做了许多工作。参加本书审查的有陈国英、董诚春、李苑青、吴小谦、熊述唐、路长荣、王以山、陈汝尧、孙振宗、唐庚尧、张蕴、崔炳鑫、徐桃源、支佩铭等同志，他（她）们都提出了很好的意见，在此谨向以上所有同志致以衷心的感谢。

本书绪论、第五、六、七、八、九章由何立中同志执笔，第一、二章由纪奎江同志执笔，第三、四章由傅政同志执笔，最后由纪奎江同志统一整理和校订。全书由天津橡胶工业公司张绍骞总工程师负责主审。

编者

一九八四年三月

目 录

绪论

- 一、橡胶工业在国民经济中的作用 1
- 二、橡胶工业发展概况 3

第一章 生胶 6

第一节 天然橡胶 6

- 一、天然橡胶的来源 6
- 二、天然胶乳 7
- 三、天然橡胶的品种和分级标准 8
- 四、天然橡胶的化学组成 10
- 五、天然橡胶的结构 11
- 六、天然橡胶的性能和用途 15

第二节 合成橡胶 16

- 一、聚异戊二烯橡胶 (IR) 18
- 二、丁苯橡胶 (SBR) 19
- 三、聚丁二烯橡胶 (BR) 22
- 四、丁腈橡胶 (NBR) 25
- 五、氯丁橡胶 (CR) 27
- 六、丁基橡胶 (IIR) 30
- 七、乙丙橡胶 (EPDM) 32
- 八、硅橡胶 (Q) 34
- 九、氟橡胶 (FPM) 35
- 十、氯乙醇橡胶 (CO, ECO) 36
- 十一、氯磺化聚乙烯 (CSM) 37
- 十二、氯化聚乙烯 (CM) 38

十三、丙烯酸酯橡胶 (ACM)	38
十四、聚氨酯橡胶 (AU、EU)	39
十五、热塑性橡胶	39
十六、合成胶乳	41
第三节 再生胶	43
一、再生胶的使用特点	44
二、橡胶再生原理	45
三、再生胶生产工艺方法	47
四、再生胶的性能和用途	50
第二章 配合剂	54
第一节 硫化剂	55
一、橡胶硫化的概念	55
二、橡胶用硫化剂	56
三、喷硫	62
第二节 硫化促进剂	63
一、橡胶的硫化历程	63
二、硫化促进剂及其种类	64
三、促进剂的选择和应用	73
第三节 硫化活性剂	75
第四节 防焦剂	76
第五节 防老剂	77
一、橡胶的老化	77
二、防老剂的种类	81
三、使用防老剂须注意的问题	87
第六节 补强剂与填充剂	88
一、填料对橡胶的补强作用机理	89
二、炭黑	89
三、白色填充剂	97
第七节 软化剂	99

一、软化剂的作用	99
二、石油系软化剂	100
三、煤焦油系软化剂	102
四、植物油系软化剂	103
五、酯类增塑剂	104
第八节 其它配合剂	105
一、着色剂	105
二、发孔剂	106
三、溶剂	107
四、塑解剂	108
五、阻燃剂	108
六、防霉剂	109
七、偶联剂	109
第三章 骨架材料	112
第一节 纺织纤维及其分类	112
一、纺织纤维的概念	112
二、棉纤维的性能	115
三、粘胶纤维的性能	115
四、合成纤维的性能	117
五、玻璃纤维与B纤维的性能	119
第二节 帘布与帆布	119
一、帘布	119
二、帆布	123
第三节 金属材料	124
一、钢丝的基本性质	124
二、钢丝帘线	126
三、钢丝与钢丝绳	127
第四章 胶料配方	129
第一节 胶料配方的组成及表示方法	130

一、胶料配方的组成	130
二、胶料配方的表示方法	130
三、设计胶料配方的一般程序	135
第二节 生胶和配合剂的选用	137
一、生胶的选用	137
二、硫化体系的选用	144
三、防老体系的选用	151
四、补强填充体系的选用	153
五、软化体系的选用	155
第三节 胶料质量的鉴定	156
一、可塑度	156
二、门尼粘度	157
三、扯断强度	158
四、伸长率	158
五、定伸强度	159
六、永久变形	159
七、硬度	159
八、撕裂强度	160
九、屈挠疲劳	160
十、磨耗	161
十一、冲击弹性	162
十二、老化系数	162
第五章 塑炼	164
第一节 塑炼的目的和测试方法	164
一、橡胶塑炼的目的	164
二、橡胶可塑度的测定方法	165
第二节 橡胶塑炼原理	166
一、橡胶塑炼的机械化学作用	167
二、橡胶机械塑炼的原理	169

第三节 塑炼工艺方法	172
一、开炼机塑炼	173
二、密炼机塑炼	178
三、螺杆塑炼机塑炼	182
四、塑炼用凝胶防止剂	184
第四节 合成橡胶的塑炼	184
一、氯丁橡胶	185
二、丁腈橡胶	188
三、丁基橡胶	189
第六章 混炼	191
第一节 生胶及配合剂在混炼前的加工准备	191
一、原材料贮存应注意的几个问题	192
二、软化剂（增塑剂）的准备	192
三、称量和配合	193
第二节 胶料混炼工艺	195
一、开炼机混炼	195
二、密炼机混炼	197
三、连续混炼机混炼	201
四、混炼胶的冷却、停放和过滤	204
第三节 混炼胶质量的检查	205
一、可塑度	205
二、比重	205
三、硬度	206
四、初硫点	206
第四节 合成橡胶的混炼	206
一、异戊橡胶	206
二、顺丁橡胶	208
三、丁苯橡胶	210
四、丁基橡胶	213

五、丁腈橡胶	214
六、氯丁橡胶	217
七、乙丙橡胶	219
第五节 胶料的混炼原理及分散状态	220
一、胶料的混合原理	220
二、胶料的混炼过程及分散状态的变化	221
三、胶料混炼过程的化学反应	222
第六节 混炼工艺的主要质量问题及其产生原因	223
一、胶料焦烧现象	223
二、胶料比重波动大	224
三、硬度过大或过小	225
四、胶料物理性能不均或降低	225
第七章 压延	227
第一节 压延机	227
第二节 胶料的热炼	230
一、热炼的目的	230
二、热炼的方法	230
第三节 胶片的压延	231
一、压片	231
二、压型	233
三、贴合	233
四、胶料压延后的收缩	234
五、挠度补偿	235
六、压延效应	237
第四节 纺织物挂胶	238
一、纺织物挂胶的目的	238
二、纺织物的浸胶与干燥	238
三、挂胶方法与工艺条件	240
第五节 合成橡胶的压延	243

一、丁苯橡胶	243
二、氯丁橡胶	244
三、顺丁橡胶	245
四、丁腈橡胶	245
五、丁基橡胶	245
第六节 压延工艺的主要质量毛病及防止办法	246
第八章 压出	248
第一节 螺杆挤出机	248
第二节 压出工艺方法	252
一、热炼与供胶	252
二、压出工艺	253
第三节 胶料压出过程	256
一、压出过程对胶料的性能要求	256
二、胶料压出时的状态变化	256
第四节 压出工艺质量问题及解决办法	257
第五节 各种橡胶的压出	259
一、天然橡胶	259
二、丁苯橡胶	259
三、顺丁橡胶	259
四、氯丁橡胶	260
五、丁腈橡胶	260
六、丁基橡胶	260
第九章 硫化	262
第一节 正硫化及其意义	262
第二节 硫化条件	264
一、硫化温度	264
二、硫化时间	265
三、硫化压力	265
第三节 正硫化和测定方法简介	269

一、正硫化理论简介	270
二、正硫化的测定方法	271
第四节 硫化方法	276
一、热硫化法	276
二、冷硫化法	282
第五节 硫化设备	283
一、平板硫化机	283
二、硫化罐	283
三、液压立式硫化罐	286
四、个体硫化机	287
第六节 硫化工艺质量缺陷及解决措施	287

绪 论

橡胶是高弹性高分子化合物的总称，由于它特有的高弹性，所以也称为弹性体。橡胶材料的主要特点是：能在很宽的温度（ $-50\sim+150^{\circ}\text{C}$ ）范围内保持优越的弹性，伸长率大而弹性模量小，伸长率可高达1000%，而弹性模量仅为软质塑料的1/30左右，因而橡胶不需很大外力就能产生很大的变形，具有很好的柔软性；此外，橡胶还具有很高的强度、不透水性、电绝缘性及其它许多宝贵的性能。这些优越性能使得橡胶成为重要的工业材料。

一、橡胶工业在国民经济中的作用

橡胶工业是高分子应用化学工业，是一个复杂而又非常重要的工业部门，它与钢铁、煤炭和石油并驾齐驱，从十九世纪末以来就飞快地向前发展，我们可以从全世界的生胶耗量看出。

历年来世界生胶总消耗量

单位：万吨

年度 生胶	1820	1900	1940	1950	1960	1970	1980
天然橡胶	0.037	5.25	143.7	190.0	202.9	228	382
合成橡胶	—	—	4.3	54.3	190.2	600	850
总 计	0.037	5.25	148.0	244.3	393.1	828	1232

橡胶工业为什么发展的这样快呢？关键是橡胶具有其它材料所不具备的高弹性。有些橡胶对某些化学物质具有耐腐蚀性，还有耐高温、耐低温、耐油等特殊性能，因而橡胶制品的使用范围非常广泛，目前产品已达五万种之多，对国民经济建设有着非常重大的意义。

我国是一个农业国家，实现农业现代化是当前的主要任务之一。农业现代化首先必须实现农业机械化，即要用农业机械进行生产。例如拖拉机、播种机、收割机、喷水机和打谷机等都需要数十种橡胶配件，农业水利化要用抽水机，相应就要配上抽水胶管，拦河用的橡胶水坝、灭虫用的喷雾胶管等都是用橡胶制造的，可见装配在农业机械上的各种橡胶配件，是与实现农业机械化和水利化密切联系在一起的。

在工厂、矿山和交通运输等工业部门，也需要大量橡胶制品。例如，工厂里各种机械使用的传动带、三角带，矿山用的输送带，化工厂使用的各种耐酸碱、耐化学腐蚀的设备衬里，造纸和印刷工业用的各种胶辊，纺织行业用的橡胶皮辊，电气工业用的绝缘橡胶制品、电线和电缆，石油工业用的输油胶管和钻探胶管，港口用的排泥胶管、拦油栅等都是用橡胶来制造的。

交通运输中的各种类型汽车、火车、轮船、飞机上也采用大量的各种橡胶配件。总之，工业实现现代化是离不开橡胶制品的。

橡胶对国防建设更有极为重要的作用，很多国家都把橡胶列为战略物资。例如一门普通高射炮需要86公斤橡胶，一架喷气战斗机要用600公斤橡胶。又如，炮车用的防弹轮胎，渡河用的橡胶浮桥，防化兵用的防毒面具，都是用各种橡胶制造的。航天领域里的导弹、人造卫星、宇宙飞船、航天飞

机以及核潜艇上都需要耐热、密封性好的橡胶配件，因而现代化国防建设也是离不开橡胶的。

在现代科学技术领域里，如原子能工业、电子计算机、各种精密仪器仪表、海洋开发、空间科学等都需要具有耐辐射、耐寒、减震、耐高度真空，密封性优异的各种特殊性能的橡胶制品。

橡胶与日常生活的关系也是相当密切的，应用历史也是最早的。例如雨衣、胶鞋、暖水袋等都是最早的橡胶制品。在医疗卫生和文化体育方面使用的橡胶制品也相当广泛。

综上所述，橡胶工业在国民经济各部门和满足人民生活的日常需要方面，都起着极为重要的作用。

二、橡胶工业发展概况

1. 橡胶的发现和利用

天然橡胶发现得很早，远在九百年前（即十一世纪），南美洲人民就已用橡胶球做游戏。哥伦布第二次航海时（1493~1496年）把橡胶带回欧洲，欧洲人才开始认识天然橡胶。1735年法国科学家康达明参加南美探险绘制地球子午线时，带回一些最早的橡胶样品，并介绍了当地人们从橡胶树割出胶乳的处理情况。1820年于英国建立了第一个橡胶工厂，当时是把橡胶溶于松节油制造防水布。这时就认识到橡胶的弹性给加工带来了困难，1826年韩可克发现橡胶经机械加工取得塑性的方法。但当时橡胶制品受热发粘，遇冷变硬，受温度影响很大。

1839年固特异发现了橡胶与硫黄一起加热可以消除上述的缺点。硫化法的出现，提高了橡胶制品的强度，延长了使用寿命，为后来的橡胶加工打下了基础，推动了橡胶工业的

发展。但当时硫黄用量高，硫化温度也较高，时间长而质量差，迫切需要解决的是降低硫化温度，缩短硫化时间。1904年发现氧化铅、氧化镁、氧化铝等有促进硫化的作用，但效果不很显著。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。直到1921年才开始大量应用噻唑类促进剂。

这时汽车已经诞生，栽培天然橡胶已开始在世界市场上销售，如何提高橡胶制品的强度和耐磨等物性，以扩大橡胶的应用范围就成为当时的主要课题。1920年炭黑作为橡胶的补强剂开始应用，从而改进了橡胶的物性，大大提高了橡胶制品的使用寿命。

随着橡胶工业的迅速发展，天然橡胶已不能满足需要，于是又促进了合成橡胶的研究。1914~1918年德国生产了甲基橡胶，1932年苏联大规模生产了丁钠橡胶。由于第二次世界大战切断了美国天然橡胶的来源，美国也开始生产氯丁橡胶、丁苯橡胶。橡胶工业发展到了今天，达到了一个完全崭新的境界，新型原材料不断涌现，机械设备不断更新，生产工艺大大简化，自动化机械化水平不断提高，新工艺、新设备、新测试仪器不断涌现。特别应指出的是热塑性橡胶、液体橡胶等新形态橡胶的开发和利用，有可能引起整个橡胶加工工业的根本变革。

2. 我国橡胶工业的发展简况

我国橡胶工业已有六十多年的历史，始于1917年在广州建立的第一家橡胶厂，此后又在上海、天津、青岛、大连等沿海城市相继营建了一些橡胶厂，早期以生产胶鞋为主。旧中国的橡胶工业不仅规模小，生产分散，基础薄弱，技术落后，而且劳动条件恶劣，所用原料、设备甚至半成品都依靠