

橡胶工业手册

HANDBOOK OF RUBBER INDUSTRY

修订版

第十二分册

技术经济

化学工业出版社

橡 胶 工 业 手 册

修 订 版

第 十 二 分 册

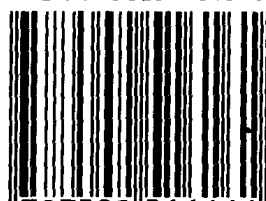
技 术 经 济

张启耀 周俊伟 主编

化 学 工 业 出 版 社
• 北 京 •

(京) 新登字 039 号

ISBN 7-5025-1616-6



9 787502 516161 >

图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶工业手册 第十二分册: 技术经济 / 张启耀, 周俊伟主编. —2
版 (修订本). —北京: 化学工业出版社, 1996 (2001.4 重印) ;

ISBN 7-5025-1616-6

I. 橡… II. ①张… ②周… III. ①橡胶工业-手册②橡胶工业-技
术经济-手册 IV. TQ33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 18946 号

橡 胶 工 业 手 册

修 订 版

第十二分册

技 术 经 济

张启耀 周俊伟 主编

责任编辑: 宋向雁

*

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) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 48 $\frac{1}{4}$ 字数 1216 千字

1996 年 3 月第 2 版 2001 年 4 月北京第 2 次印刷

印 数: 4001—5000

ISBN 7-5025-1616-6/TQ·866

定 价: 98.00 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

《橡胶工业手册》修订工作委员会

主任委员：于清溪

副主任委员：吕百龄 董庭辉 杨银初

秘书长：周国樞

副秘书长：刘植榕 谢遂志 单既宝

秘书组：汤华远 姜志悌 刘登祥 薛广智

委员：(按姓氏笔划排列)：

丁邦曾	于清溪	王迪钧	王明仁	王梦蛟	叶可舒	白仲元	刘植榕	刘登祥
朱馨镛	汤华远	李廷林	吕百龄	杨顺根	杨银初	吴庆云	吴宇方	张丹秋
张玉崑	张启耀	单既宝	林孔勇	林宝善	周木英	周国樞	周鸣峦	周俊伟
金晟娟	郑亚丽	赵光贤	钟延璦	姜志悌	涂毓贤	龚怀耀	梁守智	梁星宇
董庭辉	谢遂志	翟祥国	薛广智	魏邦柱				

各分册的委员分工如下：

分 册	主 编	副 主 编
第一分册	谢遂志	刘登祥 周鸣峦
第二分册	王梦蛟	龚怀耀 薛广智
第三分册	梁星宇	周木英
第四分册	梁守智	钟延璦 张丹秋
第五分册	李廷林	吴宇方 翟祥国
第六分册	林孔勇	金晟娟 梁星宇
第七分册	赵光贤	王迪钧 魏邦柱
第八分册	刘植榕	汤华远 郑亚丽
第九分册	杨顺根	白仲元
第十分册	涂毓贤	林宝善 朱馨镛
第十一分册	王明仁	叶可舒 吴庆云
第十二分册	张启耀	周俊伟

编 辑：张玉崑 周伟斌 宋向雁

本分册编写人员

第一章

第一节 周俊伟 梁星宇 张启耀 沈但理

第二节 史 清

第二章

第一节 张启耀

第二节 张启耀 张新月 张亚萍 何玲妹

第三节 程林妹 杨 晶 张亚萍 何玲妹 张启耀 陆亚芬

第三章

第一节 程林妹

第二节 杨耀祖

第三节 杨耀祖

第四节 赵建伟 汪 蓁

第五节 程林妹

第四章 张启耀

第五章

第一节 梁星宇 王毓琪

第二节 陈惠昌

第三节 王毓琪

修订版前言

《橡胶工业手册》自 1973 年问世以来,深受广大读者的欢迎,在传播和积累橡胶工业科学技术知识、交流和总结技术经验,促进生产发展及提高技术水平等方面,在生产、科研、教学各个领域中都发挥了重要的作用,曾多次重印,并在 1983 年被评为化学工业部优秀图书。随着橡胶工业科学技术的迅速发展,原手册的内容已不能满足读者的要求和适应橡胶工业进一步发展的需要,急需组织力量进行全面修订。为此,于 1984 年成立了《橡胶工业手册》修订工作委员会,负责手册的全面修订工作。

修订工作委员会在化学工业部橡胶司和化学工业出版社的指导下,邀请化学工业部北京橡胶工业研究设计院、化学工业部桂林橡胶工业设计研究院、上海橡胶制品研究所、天津市橡胶工业研究所、上海市胶鞋研究所、化学工业部沈阳橡胶工业制品研究所等单位推荐一批有实践经验的专家分别担任各分册的主编工作,并具体组织国内 70 多个单位的 300 余名各方面专家和工程技术人员分头执笔,从当代科学技术水平着眼,对原书进行了全面修订。为集思广益、确保质量,在初稿写就后采取各种不同方式邀请有关专家比较扎实地进行了审查,以求切实保证质量。《橡胶工业手册》修订版力图保持原书实用性、简明性、全面性的特点,并努力提高内容的科学性、先进性和系统性。手册体现了技术工具书的特点,力求简明扼要,编排合理,检索方便。

本书修订中,在注意全套书连贯性的同时,又保持了各分册的相对独立性和完整性。每个分册都有自己的特点,自成体系。考虑到当今技术工作中技术经济和管理科学的日趋重要,此次修订特增加了第十二分册,专门介绍技术管理的内容。全书采用了我国 1984 年 2 月公布的法定计量单位,并附有原计量单位和法定计量单位之间的换算关系。在专业名词术语方面也尽量做到统一,力求符合标准化、通用化的原则。对于目前还无定论的某些化合物命名问题,考虑到行业习惯的这一客观情况,有一些仍采纳行业习惯叫法,待有定论后再行订正。

为方便广大读者使用,手册修订后,由原来九个分册增订为十二个分册。划分如下:

- | | |
|-------|-------------|
| 第一分册 | 生胶与骨架材料 |
| 第二分册 | 配合剂 |
| 第三分册 | 配方与基本工艺 |
| 第四分册 | 轮胎 |
| 第五分册 | 胶带、胶管与胶布 |
| 第六分册 | 工业橡胶制品 |
| 第七分册 | 生活橡胶制品和胶乳制品 |
| 第八分册 | 试验方法 |
| 第九分册 | 橡胶机械(上、下册) |
| 第十分册 | 工厂设计 |
| 第十一分册 | 标准与文献 |
| 第十二分册 | 技术经济 |

在本书修订过程中得到了化学工业部北京橡胶工业研究设计院、原上海市橡胶工业公司

和天津市橡胶工业公司等单位的大力支持,还得到了中国橡胶工业协会、中国化工学会橡胶学会、化学工业部北京橡胶工业研究设计院、常熟橡胶制品厂、天津橡胶工业研究所、威海轮胎厂、北京橡胶制品设计研究院、哈尔滨北方橡胶厂等单位以及薛广智、严鸿光等同志的赞助,在此一并表示感谢。

本书修订工作始自 1984 年,时间跨度大,涉及单位多,整个工作的组织、书稿的具体编写和审查、以及编辑出版等,工作量甚大。其间,原副主任委员胡又牧、苗润生和张绍祖同志在任职期间都曾做过诸多有益工作,为日后工作的进一步开展创造了条件。谨此说明并致谢。

《橡胶工业手册》系橡胶专业的技术工具书,主要供橡胶行业的工程技术人员、管理干部和具有一定生产经验的技术工人使用,也可供有关部门工作人员和高等院校师生参考。

我们期望本书能够对读者有所帮助,如果读者从中得到有益的知识和信息,并在生产、科研和管理工作中发挥作用,修订工作委员会和所有执笔者都将感到高兴和欣慰!

修订工作虽然尽了很大努力,但由于时间和水平有限,缺点和错误之处在所难免,希望广大读者予以指正。

《橡胶工业手册》修订工作委员会
1987 年

目 录

第一章 橡胶工业发展史

第一节 世界橡胶发展史	1
一、天然橡胶	1
(一)早期历史追溯及名称探源	1
(二)野生橡胶	2
(三)栽培橡胶	3
(四)马来西亚标准橡胶(SMR)	6
(五)近期的发展	6
二、合成橡胶	8
(一)四个历史发展阶段	8
(二)主要合成橡胶品种的发展	12
三、橡胶制品	68
(一)轮胎发展简史	68
(二)胶鞋发展简史	71
(三)工业制品发展简史	83
第二节 中国橡胶工业发展史	86
一、橡胶工业悲惨孕育时期(1863~1915年)	90
二、橡胶工业艰难创立时期(1915~1928年)	92
三、橡胶工业动荡形成时期(1928~1945年)	97
(一)民族资本橡胶工业的盛衰	97
(二)爱国华侨资本橡胶工业的诞生演变	105
(三)日系资本橡胶工业的兴亡	105
(四)官僚资本橡胶工业的萌芽发迹	109
四、橡胶工业分化改组时期(1945~1949年)	111
(一)旧中国政府对橡胶工业的接收和分群	111
(二)解放区公有制橡胶工业的建立和壮大	116
(三)民族资本橡胶工业战后出现的繁荣和内战带来的萧条	118
五、橡胶工业恢复建设时期(1949~	

1958年)	124
(一)医治战争创伤 积极恢复生产	124
(二)支援抗美援朝 开展增产节约	126
(三)加强行政管理 开展重点建设	128
(四)对私营橡胶工业实行社会主义改造	129
六、橡胶工业统一发展时期(1958~1968年)	134
(一)下放企业 实行调整	134
(二)试用经济办法管理工业,组建橡胶工业经济实体	135
七、橡胶工业扩大配套时期(1968~1978年)	138
(一)实行战备搬迁 加强内地建设	138
(二)发展支农橡胶制品 推行省市地区配套	139
(三)组织成套援外 培养援外队伍	158
(四)抵制干扰,坚持生产工作	158
八、橡胶工业改革开放时期(1978~1989年)	159
(一)打好产品质量翻身仗	159
(二)实行调整、改革、整顿、提高的方针 搞好橡胶企业的转轨变型	160
(三)坚持改革 阔步前进	164
(四)开展工业普查 摸清橡胶工业实力	165
(五)改革开放出现的繁荣和经济过热的来的问题	173
九、橡胶工业结构调整时期(1989~1993年)	174
(一)治理整顿 调整结构	175
(二)发展外向型经济 参与国际市场竞争	175
(三)转换机制 优化结构,促进橡胶工业新发展	181

第二章 橡胶工业(工艺设计)常用数据

第一节 物理机械性能与常数	184
---------------	-----

一、一般性能	184
二、物理机械性能	207
三、流变性能	260
第二节 物理性能与常数	265
一、热性能和电性能	265
二、耐介质性能	268
(一)液体介质	268
(二)气体介质	295
三、声学性能	297
四、橡胶的抗耐性比较	297
五、相容性参数	299
第三节 橡胶粘接性能	304
一、橡胶与金属粘接	304
(一)与金属的粘接性能	304
(二)与铜的粘接	311
(三)与钢、铁的粘接	313
(四)与铝的粘接	317
二、橡胶与橡胶的粘合	318
三、橡胶与纤维的粘合	322
(一)橡胶与各种纤维	322
(二)橡胶与帘线	322
(三)橡胶与尼龙	324
(四)橡胶与其它纤维	325
四、橡胶与其它材料的粘合	327

第三章 统计资料

第一节 生胶	331
一、天然橡胶	331
(一)世界天然橡胶产量	331
(二)世界天然橡胶耗胶量	334
(三)中国天然橡胶产量、耗胶量及 进口量	336
二、合成橡胶	337
(一)合成橡胶产量	337
(二)合成橡胶耗胶量	354
(三)合成橡胶贸易情况	374
第二节 骨架材料	377
一、国外橡胶工业用帘线的生产和消耗	377
(一)世界橡胶工业用帘线的生产和消耗	377
(二)主要工业国家的帘线生产和消耗	379
二、中国橡胶工业帘线的生产和消耗	386
(一)帘线的消耗量	386

(二)帘线的产量	387
第三节 橡胶助剂	389
一、国外橡胶助剂生产和耗用情况	389
(一)世界橡胶助剂的耗用量及销售量	389
(二)欧洲橡胶助剂的耗用量及产量	390
(三)主要工业国家橡胶助剂的生产 和销售	391
(四)世界炭黑的生产和销售	401
二、中国橡胶助剂生产和耗用情况	411
(一)橡胶促进剂和防老剂的品种	411
(二)促进剂和防老剂的产量	413
(三)中国炭黑的生产情况	420
第四节 橡胶制品	422
一、轮胎	422
(一)世界轮胎生产情况	422
(二)世界轮胎贸易情况	474
(三)中国轮胎生产情况	527
(四)中国轮胎贸易情况	539
二、管带制品	555
(一)世界管带制品生产和贸易 情况	555
(二)中国管带制品生产和贸易 情况	563
三、工业橡胶制品	571
(一)世界工业橡胶制品生产和贸易 情况	571
(二)中国工业橡胶制品生产和贸易 情况	585
四、胶鞋	602
(一)世界胶鞋生产和贸易情况	602
(二)中国胶鞋生产和贸易情况	615
五、胶乳	630
(一)世界胶乳和胶乳制品的生产、消 耗及贸易情况	630
(二)中国胶乳和胶乳制品的生产、消 耗情况	635
第五节 商品牌号(机械设备)	637
一、原材料加工设备	637
(一)切胶设备	637
(二)密炼机	638
(三)开炼机	640
(四)连续混炼机与挤出机	642
(五)帘布浸胶及热伸长装置	645

(六)压延机及联动装置	646
(七)帘布裁断与接头设备	648
二、轮胎制造机械	649
(一)轮胎成型设备	649
(二)轮胎钢丝圈制造机械	653
(三)外胎定型硫化机	654
(四)内胎接头机及硫化机	659
(五)轮胎试验与检测设备	660
三、力车胎制造机械	664
四、胶带制造机械	666
(一)输送带制造机械	666
(二)V带制造机械	668
五、胶管制造机械	670
六、橡胶密封制品制造机械	672
(一)半成品准备工段生产设备	672
(二)硫化成型设备	672
(三)成品修边和检测设备	675
(四)国内模型制品制造机械	675
七、胶鞋制造机械	677
(一)成型设备	677
(二)鞋帮制造设备	681
(三)缝纫机	683
(四)打眼、钉扣机	684
(五)打印、压花机	684
(六)加热熔接机及雕刻机	685
(七)胶鞋试验设备	686
八、胶乳制品制造机械	686
九、轮胎翻修机械	687
(一)国外轮胎翻修机械	687
(二)国内轮胎翻修机械	691
十、炭黑与再生胶生产机械	692
十一、橡胶物理机械性能试验设备	694
(一)未硫化胶塑性和硫化性能试验 设备	694
(二)硫化橡胶的力学性能试验设备	695

(三)橡胶粘弹性能试验设备	696
(四)橡胶疲劳和磨损性能试验设备	696
(五)橡胶低温性能试验设备	697
(六)橡胶老化性能试验设备	697
(七)橡胶硬度试验设备	697
(八)其它试验设备	698

第四章 橡胶工业用法定 计量单位及常用公式

第一节 橡胶工业用法定计量单位	702
一、国际单位	702
二、橡胶工业用法定计量单位	703
三、单位换算	705
第二节 橡胶工业常用计算公式	717
一、橡胶基本性质公式	717
(一)玻璃化温度	717
(二)熔化、结晶	719
(三)门尼粘度	721
(四)网络链密度	722
(五)拉伸弹性模量	726
(六)应力-应变关系	728
(七)应力松弛	734
(八)拉伸强度	738
(九)生热	742
(十)疲劳	742
二、橡胶加工用主要公式	746
(一)生胶塑炼	746
(二)生胶混炼	747
(三)压延	748
(四)挤出	750
(五)硫化	752
(六)注压	757
主要参考文献	758

第一章 橡胶工业发展史

第一节 世界橡胶发展史

100 多年前,全世界橡胶的年产量还不到 7000t,而且仅局限于产自亚马逊河流域的天然橡胶。如今,全世界每年消耗 1500 多万 t 橡胶,既有品级不同的天然橡胶,也有各种各样的合成橡胶。后者的综合物理机械性能虽然不如天然橡胶,但在某些单项指标方面却往往优于前者。目前,合成橡胶的年消耗量早已大大超过天然橡胶,约占年总消耗量的 64~65%。随着工业和科学技术的发展,橡胶工业日趋完善,橡胶的用途也越来越广泛。现在实际应用的橡胶制品多达几万种,包括轮胎、胶鞋、胶管、胶带、密封垫圈、胶辊、胶布及其制品、胶板、电气绝缘材料、化工衬里、减震橡胶、医用橡胶制品、文体橡胶制品等。无论是交通运输,还是建筑、造纸、纺织、印刷、医药、电子、国防等工业,以及农、林、渔、牧业等,都要使用一定数量的橡胶制品。例如,一艘万吨级巨轮需用橡胶 10t,一架喷气客机要装配 10 万个橡胶零部件,一台拖拉机有 120 多个橡胶制品,一台大型长网造纸机用胶辊近 80 个。经济发达国家的年人均耗胶量约为 13.5kg。由此可知,橡胶工业在国民经济中占有举足轻重的地位,橡胶已成为人类不可缺少的必需品。

一、天然橡胶

(一)早期历史追溯及名称探源

15 世纪末,欧洲人哥伦布第二次远渡重洋去新大陆,他在海地发现当地土著人玩耍一种具有弹性的球,这种球是由“野生天然橡胶”制成的。因此,后人称哥伦布是最早发现“橡胶”的人。其实人类对橡胶的认识可以追溯到更久远的年代。

据 2000 年前一位古希腊历史学家的记载,小亚细亚东部很早就流行一种橡皮球游戏,据说,那是从埃及和埃塞俄比亚传入的。后来在埃及的金字塔发现了一幅公元前 630 年的壁画,也证实了这一推测。壁画上一位神官头戴蛇冠,手拍橡皮球,神态逼真,尤其是那只橡皮球,在下面一轮轮影环的烘托下,宛如正在弹跳的真球一般。可见古人对橡皮球的弹性运动已给予了一定的关注。

4000 年前居住在墨西哥东南部的 Olmec 族人也早已知道橡胶。在他们乞求神明恩降甘霖的仪式上,橡胶是不可缺少的东西。他们一面点燃橡胶,以橡胶冒出的袅袅黑烟来象征雨和云;一面举行橡皮球比赛,把输者的首级斩下,作为供神的祭品。由此可见,他们对橡胶这种神秘的东西是何等重视。

在有关橡胶的历史遗物中,最早的大概要算 1924 年在德国一个煤矿中发现的硫化橡胶化石,距今已有 6000 万年。这是一块类似猿毛的化石,据分析,其硫黄含量高达 17%,点燃后,即散发出一股特殊的硫化橡胶的臭味。此种猿毛化石外观与普通动物的毛发无异,但伸长率却为后者的 2.5 倍。有人认为,硫化橡胶化石的形成是自然界原始硫化的结果。橡胶树在地壳变动过程中倾倒,胶乳向四处渗流,一旦与硫黄接触,并受到地热及压力的作用,便发生了硫化。看来,这种解释不无道理,然而硫化橡胶化石具有如此优异的耐老化性能,似乎是不可思议的。

在哥伦布之后,人们还发现,土著人除了制作橡皮球外,还把树胶涂在衣服和鞋面上,用烟火熏干,以防止雨水的渗透。后来,西班牙人和葡萄牙人也做过不少实验,试图开拓橡胶的用途,但都没有取得成功。在人类历史上首先使橡胶真正获得实用价值的是18世纪的法国科学家Condamine和Fresneau。尽管他们制造的橡胶制品在夏季会发粘,冬季易变脆,但他们的工作却标志着人类应用橡胶的一个真正的开端。Fresneau还是第一个确定巴西三叶橡胶的人。那时,法国人对橡胶抱有浓厚的兴趣,法国科学院做了大量的实验工作,最先揭开了有关橡胶性能的奥秘。18世纪末,英国杰出的化学家Joseph Priestley发现橡胶能够擦去铅笔写的字迹,就把它称做“擦子”(Rubber),这便是“橡胶”一词的由来。尽管这根本不是橡胶的主要功能,但却一直沿用至今。

通常“橡胶”被称为“Caoutchouc”,起源于玛雅印第安语,意思是“树的眼泪”,因为胶乳是橡胶树树皮受伤时流出来的液态物质。该词后为法语所沿用,并音译为其它欧洲语音。英语中的“gum”和古塔波胶(gutta-peccha)也各有其根。gum在古代英语和古代法语中读作gomme,与古埃及语Kema及Kemai读音颇为接近。Kema及Kenai有“黑色”之意,因为橡胶树生长在尼罗河流域黑色的沃土上。gutta-percha出自马来语。gutta即古马来语中的guetah,意为“橡胶”,而percha则与英语中的piece相当,有个、件、块等之意。因此gutta-percha在马来语中即为一件橡胶制品之含义。如今橡胶一词并不局限于天然橡胶,而是笼统地泛指力学性能与天然橡胶相类似的材料,不考虑其化学成分如何。对于合成橡胶来说,当把它视为一类较广泛的化学物质看待时,往往采用“弹性体”这一新名词。

(二)野生橡胶

自从哥伦布发现土著人玩橡皮球游戏之后,业已查明世界上有1000多种含橡胶的树及其它植物,其中最主要的是巴西三叶橡胶树。它是一种高大乔木,原产于巴西亚马逊河盆地的热带雨林中,树皮能产生胶乳。巴西橡胶树是产胶植物中胶乳产量最高、质量最好、采胶经济寿命最长的树种。目前世界上使用的天然橡胶绝大部分由巴西橡胶树生产。除此之外,还有产于南美的木薯橡胶树(Manihot)和美洲橡胶树(Castilla),产于非洲的绢丝橡胶树(Funtumia elastica)、非洲胶藤(Lanclolphia)和非洲榕胶树,产自印度和缅甸的印度榕胶树以及产于前苏联的青橡胶草(Kok-Saghiz)和银菊胶(Guaysle)。

18世纪末,欧洲和北美已经开始使用野生橡胶,每年消耗数吨。橡胶在当时是稀有材料,价格昂贵,又因固体橡胶不容易加工,实验工作很难开展。尽管南美人已懂得用浇铸或浸渍的方法直接从液体胶乳来制作简单的制品,但由于交通运输条件的限制,不可能将胶乳运送至世界各地。

19世纪,橡胶制造业方兴未艾,发展十分迅速。对橡胶的需求量逐年增长。巴西产的野生橡胶起先以美洲橡胶为主,但巴西三叶橡胶后来居上,很快就取代了前者的地位。非洲产的野生橡胶,如绢丝橡胶和非洲胶藤,至19世纪末也占有相当的比重,为全世界总需要量的30%。从世界的出口总量来看,当时每年约增长7%。1825年出口量为91t,至1900年达到4.4万t,每吨价格在200~400英镑/t之间浮动。这一时期由于需要量日益增长,所以价格的总趋势是上升。

对于野生橡胶来说,一个悬而未决的问题是缺乏劳动力。野生橡胶的采集是一项非常艰苦的工作,由于橡胶树零散地分布在热带丛林中,10000m²土地上仅能找到4~6株橡胶树,所以采集者不得不在长距离之间疲于奔命。加上当地印第安人采用破坏性割胶法,使橡胶产量日益短缺,不能满足需要。19世纪60年代,英国伦敦印度事务所官员Sir Clemens Markham爵士

想到要把野生的巴西橡胶树引种到东方作人工栽培,以增加产量满足世界的需要。他曾经成功地把生长在南美洲的含奎宁植物引种到印度。当时,含奎宁的野生植物被大量开采,货源日益短缺,价格扶摇直上。既然奎宁引种,橡胶为什么不能引种呢?于是 Markham 派了两位植物学家 Richard Sproul 和 Robert Klaus 去南美洲采集橡胶标本,拿到伦敦的丘植物园进行研究。1872 年,伦敦医药学会的 James Collins 写了一份关于在亚洲栽培巴西三叶橡胶树的可行性报告,对割胶、凝固和加工的方法作了分析,他认为应当把锡兰(现称斯里兰卡)、马来亚和婆罗洲作为引种植物的寄生地。他在报告中还提到了野生橡胶的不足之处。

在 1873~1876 年先后派去巴西引种的人中间,最先获得成功的是 Henny Wickham。他从巴西亚马逊河下游 Tapajos 河和 Madeira 河汇合处的 Boim 附近海拔 70~90m 的高地上采集了 7 万颗高产巴西橡胶树的种子,运回伦敦丘植物园播种,发芽 2700 颗,成苗 2379 株,其中 1919 株运往锡兰,一小部分种在 Peradenya 植物园,大部分送到 Heneratgoda 建立种植园,或种在当地的植物园内。1876 年由丘植物园送往新加坡植物园 50 株苗在途中全部死亡,1877 年再次运去 22 株苗成活,其中 13 株留在植物园,9 株移种至马来西亚霹靂州的 Knala Kangsar,同年丘植物园又将少量橡胶苗送往多米尼加、牙买加、特里尼达、爪哇、缅甸和澳大利亚的昆士兰。至 1877~1878 年,巴西三叶橡胶的种子已经遍布世界各地。

中国最早的引种工作始于 1904 年,当时云南德宏自治州盈江土司刀印生,从日本回国途经新加坡,买了 8000 株巴西橡胶苗,带回盈江凤凰山试种成功。但后来越历变乱,至今只有一株原始实生树幸存。1905 年台湾南部恒春引种成功,1906 年海南岛乐会县华侨何麟书从马来亚引进橡胶种子,在乐会县崇文乡台湾种植,开设“琼安垦务有限公司”,后来改称为“琼安胶园”。1907 年广东南海县佛山镇华侨区的慕颐 and 胡子春在海南岛那大创办“侨兴有限公司”,从马来亚引进橡胶种子,在那大西部种植,建立侨兴胶园。

20 世纪初叶,由于汽车工业蓬勃发展,需要大量的橡胶来制造轮胎,栽培巴西三叶橡胶的垦植面积从 2500ha (1ha=10000m²) 剧增至 500,000ha。至 1913 年,栽培橡胶的生产量开始超过野生橡胶,1915 年达到野生橡胶的二倍。尽管人们竭尽全力希望扭转这种局面,然而因为野生橡胶的产量根本无法满足日益增长的需要,而且质量也不如栽培橡胶,因此,野生橡胶的衰落已是大势所趋。

(三)栽培橡胶

据记载,最早一批栽培橡胶于 1872 年出现在爪哇,那是由非洲胶藤引种的。锡兰约在 1890 年种植成功栽培橡胶,马来亚最早的胶园建于 1896 年,面积仅 20ha。其它地区,如荷属东印度(即现今的印度尼西亚)直到 1900 年才开始种植橡胶,那时全世界栽培橡胶总种植面积不过 2500ha。由此可见,栽培橡胶从开始引种到商品化成熟期差不多经历了近 30 年的时间,发展非常缓慢,其原因一是技术上不成熟,缺少一种有效的方法把胶乳变成干胶;其次是经济上没有积极鼓励对橡胶作物进行投资的措施。

后来 H·N·Ridley 和他的同事研制了一种有效的生产工艺,解决了悬而未决的技术问题,他的方法至今仍然具有十分重要的意义。Ridley 于 1888 年被任命为新加坡植物园园长,他很快就成为一名热心于发展栽培橡胶的人。实践证明,橡胶树是可以有规律地加以栽培的,可以经常割胶,提高经济收益。橡胶树流出的胶乳经过处理便成为比较纯净的干胶。在实验过程中,Ridley 发现了“伤口反应”现象,即在割胶后的第二天,如果再切开“伤口”,那末流出的胶乳可能比原先还多,这表明橡胶树胶乳的再生能力是非常强的。他还发现,橡胶树可以每隔几天割一次胶,树皮的“伤口”经过几年的时间便能再生自愈,橡胶树产生胶乳的生产期长达 30 年

以上。Ridley 还是世界上第一个利用乙酸使胶乳凝固的人,胶乳在凝固后加工成胶片进行干燥。在这之前,人们都是把湿的橡胶球或橡胶块放在竹杆的端部用火来烘干的。Ridley 同时开展了防治橡胶树发生疾病的研究工作,至 1912 年退休时,他已经牢固地确立了栽培橡胶的地位。

第一次世界大战之后,马来亚、荷属东印度和锡兰成为 3 个主要的橡胶生产国。1924 年非洲的利比里亚也开始大规模种植巴西三叶橡胶树,尽管如此,非洲橡胶产量所占的比例还是比较小的。

南美热带丛林中的巴西三叶橡胶树引种至亚洲后,产量有了明显的提高。但人们并不满足于现状,在栽培过程中,不断改进栽培方法,如改良土壤结构、提高土壤肥力的作用,此外,还通过培育高产类橡胶树,进一步提高产量。荷兰种植者最先开展育种方面的研究,早在 1910 年就开始进行试验,并于 1918 年培育出第一批经过改良的橡胶树。1926 年马来亚橡胶研究所成立,重点研究橡胶树的育种。育种主要采用两种方法:一种是芽接法,对高产类橡胶树进行无性繁殖;另一种是选育种法。

到 1933 年,栽培橡胶的产量已占橡胶总产量的 99%。高产类橡胶树的培育,使橡胶工业发生了很大的变化,满足了对橡胶日益增长的需要。栽培橡胶最初每年亩产仅 300~500kg,经过 80 年的品系改进,目前每年亩产已达 3000kg,几乎是过去的 8~10 倍。

在第一次与第二次世界大战之间的时期,除了育种之外,人们还对栽培技术、割胶和胶乳的采集进行了广泛深入的研究。

尽管技术上取得了上述进展,尽管在耗胶方面出现了几项重大的发明(例如胶乳泡沫问世),但对于橡胶生产者来说,第一次与第二次世界大战之间这一段时期仍然是异常艰难的时期。一方面是生产过剩,另一方面是世界经济萧条,在这种形势下,天然橡胶的发展受到了沉重的打击,直到 1950 年之后,才逐步开始恢复元气。

在 1939 年之前的大大部分时间里,价格下跌;生产增长率逐渐减慢。第一次世界大战之前价格较高,特别在 1910 年,达到了顶峰。战争期间,价格逐年下降;生产量在达到顶峰之后开始出现供过于求的情况,英国政府对价格不断下跌深感不安,于 1922 年制定了一个史蒂文生计划,对生产量加以限制,但这个计划仅适用于英国管辖下的橡胶生产国,主要是马来亚和锡兰。计划推行后,价格开始上升,但却带来了两个意想不到的后果。首先是引起了消费生产者的强烈不满,特别是在美国,这种不满情绪持续了许多年,至今还可感觉到其余波的存在。在计划的直接影响下美国一家橡胶制品制造商在利比里亚建立了橡胶种植园,与此同时,史蒂文生计划使人们对开发合成橡胶发生了兴趣。其次,价格上涨在承包商中间也引起了强烈的反响。尽管如此,在计划实施期间,生产与消费之间却始终维持着良好的平衡。

史蒂文生计划于 1928 年被废除。不到一年世界进入大萧条时期,给橡胶价格带来了灾难性的影响。1932 年是最糟糕的一年,1t 橡胶仅值 14 英镑,降到了历史的最低点。橡胶生产者吸取了史蒂文生计划的经验教训,面对这种困难的局面,采取了比较谨慎的作法。所有的橡胶生产国共同制定了价格规定,即“国际橡胶规定协议”,这是一个分配计划,按照统计委员会的计算结果,每个国家都有一定的出口分配额,这项分配计划一直实行到 1943 年为止。

这项规定的重要意义是显而易见的。如果没有这项规定,那么史蒂文生时期高价政策所造成的无计划生产还会继续下去,结果价格继续下降,许多橡胶生产者将不得不退出橡胶行业,另谋出路。随之而来的是生产能力急剧下降,甚至出现货源短缺的危机。从 30 年代后期来看,这项计划确实是合理的。它使价格基本保持稳定,生产率的增长不致太快,因此没有生产过剩

的后顾之忧。

价格规定产生了一个有趣的副作用,即导致人们对研究和开发计划进行大笔投资。“美国橡胶生产者研究协会”就是在这种情况下于1938年诞生的。

至1939年为止,尽管天然橡胶开始面临合成橡胶的挑战,但总的来说生产还是比较稳定的。但大战期间出现了下跌的趋势,1945年的产量降至25万t,仅为1941年的15%。此后几年栽培橡胶出现了明显的好转,1947~1948年恢复到战前的水平,从统计数字来看,1945~1950年之间,天然橡胶的产量每年增长25%。

1950年是一个转折点,为以后的20年定下了基调。由于合成橡胶的迅速发展,天然橡胶在技术上和商业上无可争议的垄断地位受到了严重的挑战。产量的增长极其缓慢,年增长率仅为2.5%,与二次大战前的水平差不多。合成橡胶的每一项重大发展,都对天然橡胶构成了一定的威胁,而它的孪生兄弟——合成聚异戊二烯的诞生则进一步削弱了它的地位。为了应付这种局面,橡胶主要生产国马来亚(于1957年独立,1963年改称马来西亚)制订了三项重大的发展计划:(1)提高橡胶树的产量;(2)研制胶乳的新加工方法;(3)改进销售方式。

提高胶树产量最常用的方法是改植高产量的树种,1954年一个访问马来亚的英国政府代表团指出,马来亚橡胶种植园50%以上的橡胶树的树龄超过33年,没有多大的生产潜力,所以改植新树已迫在眉睫。经过改植,种植园的平均产量从400kg/ha左右上升到1600kg/ha左右,而且仍有很大生产潜力。

除了改植之外,种植者还用激素来提高胶树的产量。经过多年对诸如牛粪等天然激素的试验,人们发现,将某些植物生长调节剂涂在靠近割胶器的树皮上,能够使胶乳产量获得迅速而短暂的增长。通常采用2,4-D和2,4,5-D这类激素,产量可提高25%左右。后来人们对激素的作用机理进行了研究,研制了更为有效的激素。一般说来,胶乳产量高低的区别主要在于割胶后胶乳流动过程的长短,流动过程越长,产量便越高,最后发生堵塞。1970年研制了一种以乙烯利为基础的生长激素,效果极佳,产量可提高40~60%。

马来西亚的第二项发展计划就是改进胶乳加工方法。把胶乳加工成生胶,多年来一直采用老办法:先用酸使胶乳凝固,加工成胶片,然后放在烟房内熏干。这种加工方法周期长,烟片干燥需数日,而胶片干燥则长达数星期。至60年代初,这种方法已不能与高产胶树的产胶量相适应,而且它对不同原料的适应性也较差。另一方面,标准马来西亚橡胶分级法的制订,也要求对传统的加工方法进行改革。尽管改进后的方法各有长处,但都不外乎要把凝固胶乳加工成胶粒,而不是加工成胶片。颗粒的比表面积要比胶片大得多,所以容易清洗,干燥快。采用深底全循环式干燥机,干燥时间只需用数小时而不必用天数来计算。马来西亚广泛采用“机械化学造粒法”(亦称为“天然造粒法”),即用旋转式割刀切割凝固胶乳,形成颗粒状,加工过程中还需加入一种“造粒剂”,最初采用的是蓖麻油。

第三项改革措施是改进销售方法。这是对传统做法的最大一次变革。在天然橡胶独霸世界的年代里,销售方式是无足轻重的,因为用户对包装和技术标准并没有什么特殊的要求。但是在合成橡胶问世以后,情况就大不相同了。合成橡胶在出售时都达到一定的技术标准,而且都用塑料薄膜进行包装。相比之下,天然橡胶的包装显得又大又笨拙,而且凭肉眼判别质量优劣也早已不合时宜,因为肉眼判别的标准与实际加工关系不大。在这种情况下,天然橡胶生产者除了改变陈旧的销售方式外别无选择。马来西亚的研究机构对用户的要求作了广泛深入的调查,在1965年制订了有关马来西亚标准橡胶的规定。根据这一规定,出售的天然橡胶必须在技术上符合一定的要求,并且采用现代的包装方法。

(四) 马来西亚标准橡胶(SMR)

马来西亚标准橡胶产于马来西亚,是一种在技术上符合特定要求的天然橡胶。1979 年对马来西亚标准橡胶的规定作了修订。根据修订后的规定,马来西亚标准橡胶的分级规格包括如下几种:

胶乳级——SMR CV, SMR LV, SMR L, SMR WF

胶片级——SMR 5;

混合级——SMR GP;

田园级——SMR 10, SMR 20 和 SMR 50。

与 1965 年制订的规定相比,原来胶乳级中的 SMR EQ 已被取消,而 5-CV, 5-LV, 5L 和 5 则分别改为 SMR CV, SMR LV, SMR L 和 SMR WF。SMR 5 虽然仍延用,但不再作为胶乳级,而作为胶片级。CV 和 LV 分级中分别减为三种规格和一种规格。

1979 年的新规定主要作了如下几项修正:

(1)改进了分级类型的命名;

(2)增加了一种新的通用型粘度稳定级的规格——SMR GP;

(3)对高质量分级规格和粘度分级规格 CV 和 LV 作了合理的调整;

(4)对所有的分级规格,减小了挥发物和氮含量的范围;对胶乳分级规格,减小了杂质和灰分含量的范围;

(5)对不能进行初级分类的橡胶作了重新分类的新规定;

(6)增加了用 Monsanto 流变仪进行硫化试验的规定;

(7)对含氮量的控制范围作了新规定(生产者);

(8)试验证明单上对 SMR 类型的鉴别方法有了更合理的调整。

大多数马来西亚标准橡胶都是以颗粒状的形式进行机械或化学加工的。颗粒橡胶经过清洗和干燥被压成 32~34kg 的胶包,然后用聚乙烯塑料进行包装。胶包的大小约为 $71 \times 35.5 \times 16.5$ cm 或 $57 \times 38 \times 18$ cm。

马来西亚标准橡胶的优点是均一性好,纯度高,外观好,操作方便。1966 年产量仅数千吨,1972 年增至 38 万 t。1975 年以后,估计已超过天然橡胶总产量的半数。

(五) 近期的发展

本世纪 70 年代,全世界每年生产 300 多万 t 天然橡胶,东南亚是主要产地,占全世界天然橡胶总产量的 90% 左右。其中马来西亚最多,占 43%,印度尼西亚为 35%,泰国约 17%。非洲产量较小,约 5%,生产国有尼日利亚、喀麦隆和象牙海岸等。南美洲的产量是微不足道的。

东南亚橡胶工业的特点是小农户拥有的种植面积比例很高:在马来西亚占总种植面积的 67%,在印度尼西亚和泰国则分别占 78% 和 95%。小农户拥有的橡胶种植地通常不超过 2ha。橡胶树的栽培尽管十分分散,但是从树胶到生胶都有大型加工厂统一组织。此外,政府部门也加强对小农户的管理,把他们组织起来,派内行管理栽培工作。这种趋势在马来西亚最为明显,其邻国也都效仿这种作法。

马来西亚还有一个特点是,橡胶种植园仍然起很大的作用,其产量占马来西亚天然橡胶总产量的 40%。种植园的规模从 40 至数千 ha 不等,平均约为 700ha。

70 年代中期,天然橡胶的需求量出现了增长的趋势。一是由于 70 年代发生了石油危机,石油价格上涨,合成橡胶生产成本相对增加,有不少场合尽可能用天然橡胶来取代价格较高的合成橡胶;另一原因则可归于轮胎工业出现的新发展,例如子午胎大量发展,天然橡胶的需求

量明显提高,卡车胎增长速度高于轿车胎,也促使天然橡胶消费量增高,因为卡车胎内含的天然橡胶比轿车胎的多。

近年来,天然橡胶主要用于制造轮胎,其耗用量不断提高,在过去 20 年中已从 60%以下上升到 70%左右,除此之外,天然橡胶还用于工业制品、胶乳制品、胶鞋和胶粘剂等(表 1-1 1~表 1-1-3)。

表 1-1-1 世界天然橡胶消费量

t

国家或地区	1975 年	1980 年	1985 年	1990 年	1991 年	1992 年
世界总计	3 367 500	3 760 000	4 420 000	5 280 000	5 230 000	5 510 000
法国	156 204	187 684				
联邦德国	197 101	179 674				
意大利	118 000	132 000				
荷兰	22 604	20 147				
英国	170 500	130 800				
其它西欧国家	212 500	210 000				
东欧	470 000	415 000		150 000 ^①	80 000 ^①	100 000 ^①
巴西	58 740	81 059				
加拿大	72 291	80 000				
美国	665 950	585 000	764 000	807 000	756 000	910 000
澳大利亚	49 878	42 231				
印度	129 138	170 800				
日本	285 000	427 000	539 000	677 000	659 000	685 000
马来西亚	30 593	49 391				
新加坡	4 190	3 249				
印度尼西亚	35 000	46 000				
泰国	15 296	28 063				
斯里兰卡	6 593	14 926				
越南	3 800	10 000				
缅甸	4 500	6 000				
菲律宾	49 250	61 000				
尼日利亚	15 000	22 000				
其它非洲国家	9 000	13 000				
拉丁美洲国家	10 000	13 000				

①为独联体消费量。

表 1-1-2 世界天然橡胶产量

×10⁶t

年 份	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1994	1995
总产量	3.505	3.445	3.315	3.585	3.625	3.755	3.860	3.820	3.620	555	580
马来西亚	1.542	1.525	1.459	1.612	1.588	1.582	1.569	1.552	1.530	—	—
印度尼西亚	0.886	0.855	0.823	0.848	0.835	0.903	0.905	1.020	0.864	—	—
泰 国	0.390	0.380	0.355	0.412	0.431	0.467	0.536	0.501	0.504	—	—