

化工工人技术理论培训教材



橡胶加工基本工艺

化学工业部人事教育司
化学工业部教育培训中心

组织编写

5

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

橡胶加工基本工艺

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

• 北京 •

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶加工基本工艺/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997. 7

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1838-X

I. 橡… II. ①化… ②化… III. 橡胶加工-生产工艺-技术培训-教材 IV. TQ330.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 02024 号

化工工人技术理论培训教材

橡胶加工基本工艺

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 田 桦 宋向雁

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

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)

新华书店北京发行所经销

北京通县京华印刷厂印刷

北京通县京华印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10 字数 287 千字

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-1838-X/G · 474

定 价: 17.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要，提高工人的技术理论水平和实际操作技能，我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求，组织有关人员，编写了这套培训教材。

在教材编审过程中，遵循了“坚持标准，结合实际，立足现状，着眼发展，体现特点，突出技能，结构合理，内容精炼，深浅适度”的指导思想，以“等级标准”为依据，以计划和大纲为蓝图，从有利于教师教学和方便工人自学出发，力求教材内容能适应化工生产技术的发展 and 现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容，在编制教学计划和大纲划定时，我们在充分理解等级标准的基础上，吸取了国外职业教育的成功经验，对不同工种不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解，作为理论教学的基本单位，称之为“单元”。在计划和大纲中，168 个工种按五个专业大类（及公共课）将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动，我们把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起，分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册：《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

1007-1

有机化工类单元教材共7册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

在教材编审过程中，尽管广大编审人员作了很大努力，但由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此我们建议：

一、各单位在组织教学过程中，要按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学要与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中，如发现教材中存在一些问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

我们组织编写本套教材，得到了全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

目 录

生胶的塑炼 (橡 006)	1
第一章 橡胶塑炼目的、可塑性测试方法和塑炼原理	2
第一节 橡胶塑炼目的	2
第二节 可塑性测试方法	3
第三节 塑炼原理	5
第二章 塑炼方法及影响因素	11
第一节 生胶塑炼前的准备加工	11
第二节 开炼机塑炼及影响因素	12
第三节 密炼机塑炼及影响因素	15
第四节 螺杆塑炼机塑炼及影响因素	20
第三章 常用橡胶的塑炼特性	23
胶料的混炼 (橡 007)	28
第一章 混炼工艺	29
第一节 配合剂的准备加工	29
第二节 称量和配合 (配料)	30
第三节 分散程度对胶料性能的影响和表面活性剂的作用	31
第四节 混炼过程	32
第五节 混炼工艺	32
第二章 常用橡胶的混炼特性和混炼胶的质量检查	48
第一节 常用橡胶的混炼特性	48
第二节 混炼胶的质量检查	51
有关炼胶设备的知识 (橡 008)	53
第一章 切胶机	54
第一节 概述	54
第二节 单刀立式液压切胶机	55
第三节 立式多刀液压切胶机	58
第四节 卧式液压切胶机	59

第五节 使用与维护保养	61
第二章 开放式炼胶机	63
第一节 概述	63
第二节 基本结构与传动方式	64
第三节 主要零部件	67
第四节 参数与工作原理	76
第五节 使用与维护保养	82
第三章 密闭式炼胶机	85
第一节 概述	85
第二节 基本结构与传动方式	86
第三节 参数与工作原理	89
第四节 主要零部件	96
第五节 密炼机的附属装置——胶片冷却装置	109
第六节 使用与维护保养	114
胶料的快速检验项目 (橡 009)	117
第一章 混炼胶料快速检验项目	118
第二章 混炼胶料质量问题及处理方法	120
胶料热炼工艺 (橡 011)	123
压延工作原理 (橡 010)	126
第一章 压延过程中胶料的受力和流动状态	127
第一节 胶料在辊缝中的受力情况	127
第二节 胶料在辊缝中的流动状态	128
第二章 胶料的应力松弛与压延效应	130
第一节 胶料的应力松弛现象	130
第二节 压延效应	131
有关压延的设备知识 (橡 012)	133
第一章 压延机概述	134
第二章 压延机的基本结构	137
第一节 基本结构与传动方式	137
第二节 主要零部件	139
第三节 性能与参数	146
第四节 压延机的辊筒挠度及其补偿方法	149

第三章 压延机的使用与维护保养	154
纺织物压延工艺与检验 (橡 013)	156
第一章 纤维材料和金属材料	157
第一节 纤维材料	157
第二节 金属材料	164
第二章 纺织物挂胶	166
第一节 挂胶的工艺方法	166
第二节 挂胶工艺中的主要影响因素	169
第三节 挂胶作业中常见的质量毛病及改进措施	170
第四节 常用橡胶的压延特性	172
第五节 胶布的检验	173
胶片压延工艺与检验 (橡 014)	175
第一章 压片	176
第二章 压型	180
第三章 贴合	182
第四章 胶片的检验	184
裁断工艺 (橡 060)	185
第一章 裁断工艺	186
第一节 裁断角度	186
第二节 裁断宽度	187
第二章 胶布裁断工艺技术要求	188
第一节 对压延胶布的要求	188
第二节 对胶布裁断的工艺质量要求	189
第三节 对裁断的操作要求	190
第三章 裁断质量对产品质量的影响	191
第一节 裁断角度	191
第二节 裁断宽度	192
第三节 胶布拼接宽度	193
第四章 裁断设备的简介和特点	194
第一节 裁断机用途与分类	194
第二节 立式裁断机	195
第三节 卧式裁断机	199
挤出原理与挤出设备 (橡 015)	209

第一章 概述	210
第一节 用途和分类	210
第二节 规格型号表示与技术特征	212
第二章 基本结构与传动方式	215
第一节 基本结构	215
第二节 传动方式	224
第三章 工作原理	227
第四章 主要零部件	232
第一节 螺杆	232
第二节 机筒	236
第三节 机头	244
第五章 挤出机的介质消耗量 and 生产能力	251
第一节 挤出机的介质消耗量	251
第二节 生产能力	252
第六章 使用与维护保养	255
挤出工艺 (橡 019)	257
第一章 挤出变形	258
第二章 挤出工艺	261
第一节 挤出前胶料的准备	261
第二节 挤出工艺	262
第三节 常用橡胶的挤出特性	265
第四节 冷喂料挤出工艺	267
第三章 工艺中常见的质量问题及原因	269
硫化原理 (橡 016)	271
第一章 硫化的原理和概念	272
第一节 硫化的概念	272
第二节 橡胶硫化过程的四个阶段	272
第三节 硫化程度对橡胶性能的影响	274
第二章 橡胶硫化三要素及硫化条件的制订原则	279
第一节 硫化温度	279
第二节 硫化压力	281
第三节 硫化时间与硫化速率、硫化程度的关系	282
第三章 硫化效应及其应用	284

第一节 硫化效应的意义与计算	284
第二节 硫化效应的应用	288
第四章 硫化方法与设备	293
第一节 硫化方法	293
第二节 硫化设备简介	297
第五章 硫化常见的质量问题与改进方法	306

生 胶 的 塑 炼

(橡 006)

上海中南橡胶厂 杜宽惕 编

第一章 橡胶塑炼目的、可塑性测试方法和塑炼原理

第一节 橡胶塑炼目的

橡胶特有的性质就是高弹性，正是这种宝贵的高弹性，可使橡胶制造出国民经济各部门所需要的各种产品。但生胶的这种弹性^①同时也给产品制造带来困难。所以，为了满足各种加工工艺过程对胶料可塑度^②的要求，通常在一定的条件下对生胶进行机械加工，使之由强韧的弹性状态转变为柔软的塑性^③状态。这种在机械应力、热、氧或塑解剂的作用下，使生胶由强韧的弹性状态转变为柔软的塑性状态的工艺过程叫生胶塑炼。

塑炼后，生胶线型大分子链断裂，分子量降低，性能亦随之发生一系列变化，表现为：弹性降低，可塑性增大，橡胶溶液的粘度降低，溶解度增大，粘着性增大，还能提高化学活性。

随着生胶可塑性的增大，硫化胶的机械强度降低，永久变形增大，耐磨耗性能降低，耐老化性能下降，因此塑炼胶的可塑性不能过大。可塑性大小主要根据胶料的工艺性能要求和硫化胶的物理机械性能要求来确定。塑炼胶的可塑度大小必须适当，应当避免生胶的过度塑炼。在保证满足工艺加工过程需要的前提下，生胶的可塑性应当尽量小。

生胶塑炼的目的，主要是为了获得工艺要求的可塑性，使混炼过程中橡胶与配合剂易于混合而且分散均匀，在压延时胶料易于渗入纤维，在挤出和成型时容易操作，胶料的溶解性和粘着性得以提高，并且获得适当的流动性，使模型制品有清晰的花纹轮廓。

① 弹性：物体受外力变形，当外力除去后，能恢复原状的性质。

② 可塑度：表示橡胶流动性大小的物理指标。

③ 塑性：物体受外力变形，当外力除去后，不能恢复原状的性质。

生产实践证明,橡胶制品加工工艺中的混炼、压延、挤出、成型和硫化的质量,在一定程度上都决定于塑炼效果如何。胶料可塑性若偏小,混炼时粉状配合剂不易混入,而且要增加混炼时间,挤出的半成品表面粗糙,收缩率大,压延胶布容易掉皮,半成品硫化时流动性差,易使产品产生缺胶、气孔等缺陷。如果可塑性过大,混炼时颗粒极小的粉状配合剂反而分散不均匀,而且压延时胶料容易粘辊或粘垫布,成型时变形大,硫化时流失胶较多,从而使产品物理机械性能下降。在生产管理上一般通过控制生胶和半成品的可塑性来确保橡胶加工工艺和成品的质量。所以生胶的塑炼是橡胶制品生产的重要工艺过程之一。

由于各种橡胶制品在各部件的使用要求不同,而且胶料的种类又很多,对生胶的可塑度要求也不可能一样。一般来说,供涂胶、浸胶、括胶、擦胶和制造海绵等使用的胶料要求有较高的可塑度,对要求物理机械性能高、半成品挺性好及模压用胶料,可塑度宜低,挤出胶料的可塑度则介于二者之间。

近年来,大多数合成橡胶和某些天然橡胶品种,如软丁苯橡胶、软丁腈橡胶、标准马来西亚胶的恒粘度(SMR-CV)和低粘度(SMR-LV)天然橡胶等,已在制造过程中控制了生胶的初始可塑度,一般门尼粘度^①在60以下的生胶均可不经塑炼而直接混炼,其混炼胶的可塑度可在混炼时适当控制,若要求可塑度较高,也可进行塑炼,以进一步提高可塑度。总之,随着这些新型橡胶的出现,塑炼加工过程中的工作量已大为减轻。

第二节 可塑性测试方法

测定胶料的可塑性,主要是便于掌握以后工序的加工工艺,也是作为控制同一胶料不同批号之间差别的一种手段。

橡胶的可塑性试验方法有压缩法(威廉氏法、华莱士快速可塑度测定法和德弗法)、旋转扭力法及压出法。所有这些测定方法均需在恒

① 门尼粘度:表示橡胶流动阻力大小的一种量度。

温下进行，因可塑性随温度升高而增大。

现介绍在工厂中常用的二种可塑度测试方法。

一、威廉氏法

此法是在定温度、定负荷条件下，经过一定时间由试样高度变化来评定可塑度。具体是将直径为 16mm、高度 h_0 为 10mm 的圆柱状试样在 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ 温度下先预热 3min，然后在此温度下放在可塑计的两平板之间加 5kg 负荷，压缩 3min 后测其高度为 h_1 mm，再停放 3min 后测其高度为 h_2 mm（去掉负荷），按下式计算试样的可塑度 P 。

$$P = \frac{h_0 - h_2}{h_0 + h_1}$$

如果物体为绝对流动体，则

$$h_2 = h_1 = 0 \quad P = 1$$

如果物体为绝对弹性体，则

$$h_2 = h_0 \quad P = 0$$

故此式计算出的可塑度在 0~1 之间。

数值愈大表示可塑性愈大，我国大多数工厂均用此法表示可塑性。为了使可塑性试验结果简化，也有的直接以 h_1 的数值来表示胶料柔软性（通常以 1/100mm 为单位）， h_1 值愈小表示可塑性愈大。

二、旋转扭力法——门尼粘度法

此法是在一定温度、时间和压力下，以在活动面（转子）与固定面（上下模腔）之间试样变形时所受的扭力来确定可塑度。门尼粘度值视测试条件不同而异，所以要注明测试条件。在我国通常以 $ML_{1+4}^{100^\circ\text{C}}$ 表示，其中 M 表示门尼， $L_{1+4}^{100^\circ\text{C}}$ 表示用大转子（直径为 38.1mm 转速为 2r/min）在 100°C 下预热 1min，转动 4min 时所测取的扭力值（一般用百分表指示）。亦有不经预热而直接测试的，如 $ML_{1+4}^{100^\circ\text{C}}$ 和 $ML_{1+8}^{100^\circ\text{C}}$ 表示试样未经预热在 100°C 下分别转动 4min 和 8min 的门尼值。由于试样的塑性不同，给予转子的扭力也不同，百分表上数值愈大表示粘度愈大，即可塑度愈低。门尼法测值范围为 0~200。

门尼粘度法较威廉氏法迅速简便，而且表示的动态流动性更接近于工艺实际情况。另外，此法可很简便地测出胶料的焦烧时间（规定

用直径为 30.5mm 的小转子在 120℃下门尼粘度升高 5 个门尼值所需的时间),从而及时了解胶料的加工安全性。因此门尼粘度在科研及生产上的应用颇为普遍。

第三节 塑炼原理

橡胶是高分子化合物。它通常是一个主链由 C—C 键连接的长链大分子化合物,分子量几十万至 100 多万,平均分子量可达 35 万。它是由许多细而长的分子链构成的,各个链节都在不停地运动着,同时化学键和原子也都在不断地旋转和振动,通常这些分子链具有很大的柔顺性和移动性,并且卷曲成不规则的线团,当受到外力拉伸时,分子链就会伸展,外力去掉后分子链又恢复了卷曲收缩状,这就是橡胶产生高弹性的原因。生胶在塑炼过程中,可塑性的提高是通过分子量的降低来实现的。因此,塑炼过程实质上就是使橡胶的大分子链断裂,大分子链由长变短的过程。

近代的研究结果认为,生胶塑炼获得可塑性的原因就是橡胶分子链断裂。促使大分子链断裂的因素主要有机械破坏作用和热氧化降解作用。

因此,生胶塑炼机理可归纳为两方面。一是机械作用使分子链断裂,二是氧的作用使分子链氧化裂解。橡胶在塑炼过程中以上两种情况同时存在。低温时以机械作用为主,高温时以氧化裂解为主。

一、影响橡胶分子链断裂的因素

上面我们讨论了降低橡胶分子链的长度(即降低橡胶的平均分子量)能有效地减少橡胶的弹性,增大可塑性。实验表明,在热、光、氧、机械力和某些化学药品作用下,橡胶分子主链和侧链可以断裂,工艺上用来降低橡胶分子量获得可塑性的塑炼方法可分两大类。

第一类为机械塑炼法,采用开炼机、密炼机、螺杆塑炼机等机械作用切断分子链而获得生胶可塑性。即以往工艺上所谓的“素炼”方法。

第二类为化学塑炼法,是在化学药品作用下,使橡胶大分子链解聚,而达到塑化的目的。在机械塑炼时加入塑解剂增塑就属于这种

方法。

(一) 氧的作用

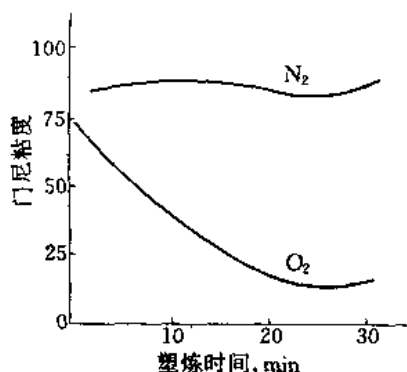


图 1-1 橡胶在不同介质中塑炼时门尼粘度的变化

实践证明,生胶在惰性气体中,例如在氮气中,虽经长时间塑炼,而生胶的可塑性增加极缓慢,看不出有什么塑炼效果,而在氧气中塑炼时,生胶的粘度便迅速下降,如图 1-1 所示。由此可见,氧是塑炼过程中必不可少的重要因素,没有氧的存在,塑炼就不可能获得预定的效果。

实验表明:生胶结合 0.03% 的氧就能使分子量降低 50%, 结合 0.5% 的氧 10 万分子量就会降到

5000。可见氧在塑炼时对分子链的断裂作用是十分激烈的。

(二) 热的作用 (温度的作用)

温度对生胶的塑炼效果有重要影响,但不同温度范围内所起的作用是不同的。例如天然橡胶在 50~150℃ 范围内塑炼 30min 后,得到一条近于“U”型的曲线,如图 1-2 所示。从图中可以看出,随着塑炼温度的升高,塑炼效果是下降的,在 110℃ 左右达到最低值。温度继续升高,塑炼效果又开始不断增大。这表明总过程的相应曲线可以视为由两个不同曲线所组成,它们分别代表两个独立的过程,在最低值附近相交。

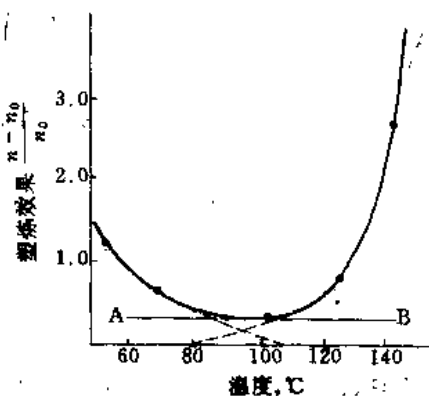


图 1-2 天然橡胶塑炼效果与塑炼温度的关系

n_0 —塑炼前的分子数;

n —塑炼 30min 后的分子数;

A 为低温塑炼; B 为高温塑炼