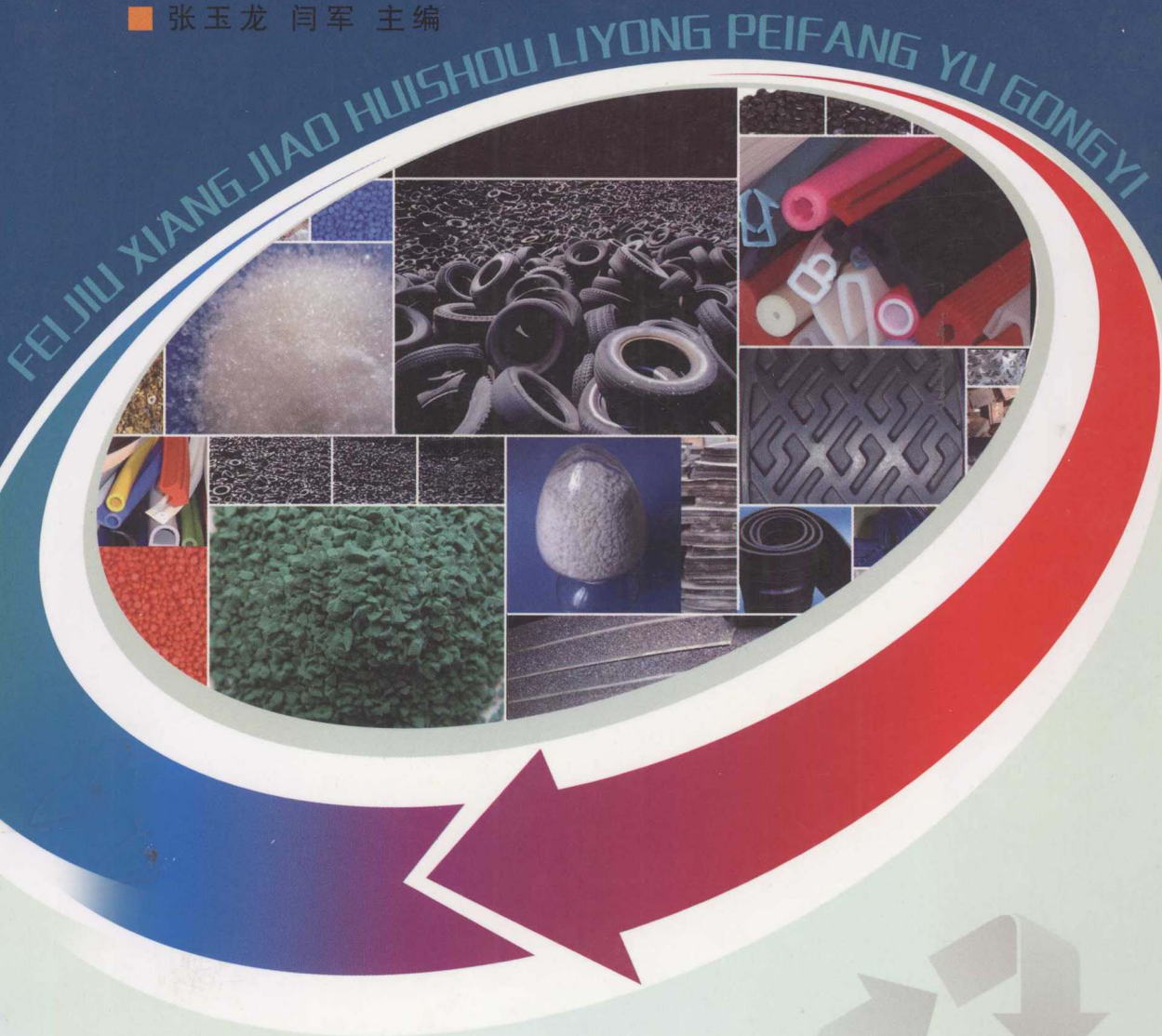




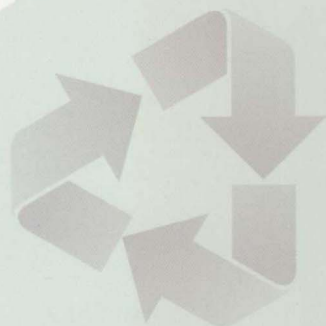
资源回收利用丛书

废旧橡胶回收利用 配方与工艺

■ 张玉龙 闫军 主编



 中国纺织出版社



 资源回收利用丛书

废旧橡胶回收利用 配方与工艺

张玉龙 闫 军 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书较为详细地介绍了废旧橡胶的回收利用技术、废旧橡胶胶粉的制备与改性方法及其应用、再生胶的生产及其应用,每一技术中列举了大量的典型配方与实例,每一实例均按照原材料与配方、制备方法、性能与效果的编写格式逐一进行了介绍。本书是橡胶工业材料研究、产品设计、制品加工、管理销售和教学人员参考用书,也可作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

废旧橡胶回收利用配方与工艺/张玉龙,闫军主编. —北京:中国纺织出版社,2011.9

(资源回收利用丛书)

ISBN 978-7-5064-7686-7

I. ①废… II. ①张…②闫… III. ①橡胶制品—化学工业
废物—废物综合利用 IV. ①X783.305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 137030 号

策划编辑:朱萍萍 责任编辑:范雨昕 责任校对:余静雯
责任设计:李 然 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

三河市华丰印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2011年9月第1版第1次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:11.75

字数:202千字 定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前 言

废旧橡胶均属于热固性高分子材料。由于已形成网络结构,此类废品废料在自然环境条件下极难分解,若采用深度掩埋或焚烧无疑又将对环境造成严重的污染。废旧橡胶的回收利用一直是困扰人们的难题,所以人们把它称之为“黑色污染”。随着科学技术的进步,到了 20 世纪 70 年代后,才出现了废旧橡胶回收利用的可行方法,即以胶粉和再生胶的形式回收再利用。为人类解除这一黑色污染指明了方向。我国是橡胶消费大国,每年消费和产生废旧橡胶的量居世界之首,研究与推广废旧橡胶及其废品的回收利用迫在眉睫。

为了普及废旧橡胶回收利用的基础知识,并推广这一研究与应用技术的成果,我们在收集国内外相关资料的基础上,组织编写了《废旧橡胶回收利用配方与工艺》一书。全书共 5 章,较为详细地介绍了废旧橡胶的回收技术,废旧橡胶、胶粉的制备与改性方法及其应用、再生胶的生产技术及其应用。每一技术中列举了大量的典型配方和实例。每一实例均按照原材料与配方、制备方法、性能与效果编写的格式逐一介绍。本书是橡胶工业材料研究、产品设计、制品加工、管理销售和教学人员参考用书,也可作为培训教材使用。

本书突出实用性、先进性、可操作性,重点用实例和实用数据说明问题,全书层次结构清晰、语言简练、通俗易懂,且信息量大,数据可靠,技术专业实用。若本书的出版能对我国废旧橡胶回收利用起到促进作用,编者将感到无比欣慰。

由于编者水平有限,文中不妥之处,真诚期待广大读者不吝批评指正。

编 者

2011 年 4 月

编委会名单

主 编:张玉龙 闫 军

副主编:崔海萍 李 萍 朱洪立 石 磊

编 委:(按姓氏笔画顺序)

丁满城	王 明	王敏芳	孔祥海	石 磊
邓 丽	乔 丽	刘向平	刘志成	刘宝玉
闫 军	朱洪立	杜仕国	吴建全	岳松堂
张广成	张文栓	张玉龙	张用兵	张军营
张然治	张健康	李旭东	李志东	李惠元
李桂变	李 萍	杨晓冬	杨 耘	杨振强
陈海玲	邵颖惠	金川川	官周国	赵媛媛
姚春臣	郝英华	唐 华	康 敏	喻腊梅
曹根顺	崔海萍	普朝光	黄 晖	路香兰

目 录

第一章 概述	1
第一节 废旧橡胶回收利用的重要性	1
第二节 废旧橡胶回收与循环利用的主要途径	2
一、直接利用	2
二、再生利用	2
三、热分解利用	2
四、粉碎为胶粉后利用	3
五、燃料利用	3
第三节 废旧橡胶回收利用的典型实例	4
实例 1 用常温塑化法回收丁基橡胶	4
实例 2 溴化丁基橡胶废料回收再生胶	5
实例 3 R. V 再生剂法再生溴化丁基橡胶	6
实例 4 用 Haake 流变仪从内胎废料中回收再生胶	7
实例 5 废旧硅橡胶的回收	8
实例 6 从废旧硫化氟橡胶中回收再生胶	9
实例 7 从废旧共聚氟硅橡胶中回收再生胶	10
实例 8 废弃三元乙丙橡胶密封条常温塑化再生	11
第二章 废旧橡胶胶粉	13
第一节 废旧橡胶胶粉简介	13
一、胶粉的分类及主要用途	13
二、胶粉的形态	14
三、胶粉的性质	14
四、胶粉的质量标准	17

五、胶粉对胶料性能的影响	17
第二节 废旧橡胶胶粉的制备技术	28
一、预处理工艺	28
二、粉碎方法	29
第三节 废胶粉的活化改性	35
一、化学机械法	38
二、聚合物涂层法	41
三、脱硫改性法	42
四、接枝或互穿聚合物网络改性法	42
五、气体改性法	43
六、核—壳改性法	43
七、物理辐射改性	44
八、磺化与氯化反应改性	44

第三章 废旧橡胶粉的应用 45

第一节 在塑料改性中的应用 45

实例 1 废轮胎胶粉改性聚乙烯	45
实例 2 80 目废胶粉改性废旧 HDPE	46
实例 3 废旧轮胎胶粉改性 HDPE	47
实例 4 40 目、60 目、80 目全轮胎废橡胶盖 HDPE	48
实例 5 废胶改性 HDPE 回收料	49
实例 6 废轮胎改性 PP	50
实例 7 废轮胎胶粉增韧改性 PP 回收料	52
实例 8 反应性废胶粉增韧 PP	52
实例 9 废轮胎胶料—废 PP/废尼龙短纤维复合材料	54
实例 10 重油与苯乙烯/胶粉改性 PP	55
实例 11 精细废胶粉增韧改性 PVC	56
实例 12 废胶粉改性 PVC	57
实例 13 废胶粉改性聚苯乙烯塑料	58
实例 14 废轮胎胶粉改性 EPDM 胶料	59

第二节 废胶粉改性沥青 60

实例 1 活化废胶粉改性沥青	61
----------------	----

实例 2	斜交与子午线轮胎胶粉改性沥青	62
实例 3	废胶粉改性道路沥青	62
实例 4	活化改性胶粉改性沥青	63
实例 5	废旧胶粉改性沥青混合料	64
实例 6	废胶粉/废 PE 回收料改性沥青	65
实例 7	废旧轮胎胶粉改性 70 [#] A 级道路沥青	66
实例 8	废胶粉/硅藻土改性沥青	67
实例 9	SBS/废胶粉改性 70 [#] 沥青	68
第三节	废胶粉在橡胶制品中的应用	69
实例 1	英国高速子午线轮胎胎胶	69
实例 2	俄罗斯掺混废胶粉轮胎	70
实例 3	国内子午轮胎生产	71
实例 4	拖拉机轮胎	71
实例 5	马车轮胎胎面胶	72
实例 6	自行车与手推车轮胎	73
实例 7	埋线吸引胶管的中层胶和内层胶	75
实例 8	精细胶粉改性输送带覆盖胶	76
实例 9	40 目胶粉改性输送带覆盖胶	76
实例 10	胶粉改性传送胶料	77
实例 11	胶粉改性三角带胶	78
实例 12	60 目胶粉改性汽车三角带	79
实例 13	胶粉改性胶鞋大底胶料	80
实例 14	胶粉改性胶鞋中低、大底胶料	81
实例 15	胶粉改性防滑大底胶	82
实例 16	皮鞋大底	82
实例 17	橡胶减震制品	83
实例 18	橡胶空气弹簧胶	85
实例 19	胶粉改性橡胶护舷胶	86
第四章	再生橡胶	87
第一节	简介	87
第二节	橡胶再生技术	88

一、物理再生技术·····	88
二、化学再生技术·····	88
三、生物再生技术·····	89
第三节 再生剂·····	90
一、软化剂·····	90
二、活化剂·····	91
三、新型再生剂·····	91
第四节 再生橡胶的生产工艺·····	93
一、粉碎·····	93
二、再生·····	94
三、精炼·····	97
第五节 再生橡胶的性能·····	98
一、基本性能·····	98
二、各类再生橡胶的性能·····	100
三、再生橡胶性能的主要影响因素与控制·····	104
第六节 再生橡胶的应用方法与注意事项·····	107
一、再生胶的应用方法·····	108
二、应用再生胶的注意事项·····	108
三、配方设计要点·····	109
 第五章 再生橡胶的生产与应用实例·····	 110
实例1 废三元乙丙胶(EPDM)密封条低温塑化再生·····	110
实例2 废丁基胶内胎、硫化胶囊及瓶塞低温塑化再生·····	111
实例3 低温化学法脱硫再生胶·····	112
实例4 废旧胶鞋胶粉制备再生胶·····	113
实例5 日本大阪府立工业技术研究所制得的再生胶·····	114
实例6 日本京都工艺纤维大学制得的再生胶·····	114
实例7 日本爱知工业大学制得的再生胶·····	116
实例8 日本兵库县立工业试验厂制得的再生橡胶·····	116
实例9 瑞典 Trelleborg 再生胶·····	117
实例10 6m ³ 动态脱硫生产再生胶·····	118
实例11 三级轮胎粉制备再生胶·····	119

实例 12	摩托车废胎面胶再生胶	119
实例 13	无味再生胶	120
实例 14	丁基再生胶	121
实例 15	硅橡胶再生胶	122
实例 16	硫化废旧氟橡胶制备再生胶	125
实例 17	氟橡胶的再生胶制品	126
实例 18	丁腈橡胶再生胶改性聚氯乙烯	128
实例 19	再生橡胶改性高聚合废聚氯乙烯	129
实例 20	胎面再生胶改性 PVC	130
实例 21	再生胶改性聚丙烯	130
实例 22	再生丁基橡胶改性乙烯—辛烯共聚物	131
实例 23	团状模塑料/粉煤灰改性再生胶	132
实例 24	天然乳胶再生胶改性复合胶	134
实例 25	非硫化丁基再生胶防水卷材	135
实例 26	动态硫化再生胶/塑料防水卷材	135
实例 27	废三元丁基橡胶防水卷材	136
实例 28	再生胶在轮胎中应用的典型配方	137
实例 29	含再生胶的轮胎	140
实例 30	白再生胶在轮椅轮胎中的应用	141
实例 31	IIR 再生胶/沥青防水卷材	142
实例 32	再生 SRR-16 胶斜交轮胎胎侧胶	143
实例 33	丁基再生橡胶汽车内胎	144
实例 34	丁基再生胶/NR/SBR 内胎	145
实例 35	IIR 再生胶内胎	147
实例 36	丁基再生胶自行车内胎	148
实例 37	再生胶在制鞋中应用的典型配方	149
实例 38	彩色再生胶胶鞋	156
实例 39	全再生胶水箱胶管配方	157
实例 40	再生胶用于夹布胶管内胶配方	157
实例 41	再生胶用于消防胶管配方	158
实例 42	再生胶用于自行车脚踏套配方	159
实例 43	共聚型氯醚再生胶汽车胶管	160

实例 44	氟橡胶再生胶板	161
实例 45	再生胶胶板	161
实例 46	丁腈再生橡胶耐油减震胶料	162
实例 47	非硫化丁基再生胶嵌缝止水材料	163
实例 48	再生丁基橡胶阻尼材料	163
实例 49	再生胶鼠标垫	164
实例 50	丁腈再生胶/耐油橡胶制品	165
实例 51	再生胶/粉煤灰路面材料	167
实例 52	丁基再生胶胶乳	168
实例 53	再生胶/沥青水乳型防水涂料	169
实例 54	水性再生胶/沥青防水涂料	170
参考文献		172

第一章 概 述

第一节 废旧橡胶回收利用的重要性

废旧橡胶属于热固性聚合物材料，在自然条件下很难降解，弃于地表或埋于地下十几年都不会腐烂变质。废旧橡胶的堆积既占用土地，又污染环境。很多废旧轮胎堆积在一起还会滋生蚊虫，不但损害居民健康，而且容易引起火灾。因此，尽管废橡胶在固体废弃物总量中所占比例较小，却是固体废物处理的主要问题之一。废橡胶的回收利用成本较高，技术难度大，过去人们将其看做废物，只考虑如何处理。进入 20 世纪 70 年代以后，随着科技的发展，人们发现回收利用废橡胶可以节约生产合成橡胶所消耗的大量原油，开始对其进行回收利用，或者作为橡胶和塑料的填充材料，或者单用胶粉生产橡胶制品，开辟了废旧橡胶资源化利用的新时代。在能源相对紧缺的今天，回收利用废橡胶具有重大的意义。

随着世界现代工业的迅猛发展，橡胶产品的使用量将进一步加大，一方面使得橡胶逐年增加，橡胶资源短缺；另一方面，橡胶废弃物的增加加重了环境污染。在人们环保意识日益增强的今天，对废橡胶的回收利用过程进行改善是我们解决的重要问题之一。从发展的观点来看，橡胶的回收利用要在原有工艺基础上，大力开发不经过再生或只添加少量再生剂的废旧橡胶产品。废旧橡胶的合理回收利用既能够解决废旧橡胶的废弃所带来的环境污染问题，同时又能弥补我国橡胶资源和石油资源不足的缺陷，使橡胶资源和石油资源能够循环利用，促进资源的可持续发展，具有重要的战略意义。

我国是世界上橡胶消耗量最大的国家，废旧橡胶的产生量也位居世界首位。合理利用废旧橡胶资源能在一定程度上缓解我国天然橡胶短缺、石油资源匮乏的矛盾。废旧橡胶资源主要是以废轮胎、胶鞋和橡胶工厂模压制品的边角料为主。废旧橡胶尤其是废旧轮胎具有很强的抗热性、抗机械性，很难降解，被人们称为“黑色污染”。目前，废轮胎在废旧橡胶总量中占 60% ~ 70%，其他含骨架材料的管带、特种橡胶的密封件、胶布、防水材料的再利用率仅为 1.5%，乳胶制品的再利

用率更低。

第二节 废旧橡胶回收与循环利用的主要途径

废旧橡胶回收与循环利用的途径主要有直接利用、再生利用、热分解利用、粉碎为胶粉后利用、燃料利用等几种。本书仅对废胶粉和再生胶的回收利用进行详细的介绍。

一、直接利用

直接利用是将废旧橡胶制品以原有形状或近似原形加以利用，以废旧轮胎为例，轮胎翻修便是其直接利用中最有效、最直接而且经济的利用方式。在使用保养良好的情况下，一条轮胎可以多次翻修，这样总的翻胎寿命往往可达新胎的 1~2 倍，而所耗原材料仅为新胎的 15%~30%，所以世界各国都普遍重视轮胎的翻修工作。目前世界上最先进的翻胎技术为预硫化翻胎法，又称冷翻法，即把已经硫化成型的胎面胶黏合到经过打磨处理的胎体上，装上充气内胎和包封套，送入大型硫化罐，在较低温度和压力下硫化，一次可生产多条翻新轮胎。除翻修外，废旧轮胎还可作为人工鱼礁、码头护舷以及赛道车辆等的缓冲材料。在美国还有将其做成高速公路的隔音墙使用。

二、再生利用

废旧橡胶再生是指把硫化过程中形成的交联键切断，从而得到可以重新加工利用的橡胶。用传统方法——油法和水油法生产再生胶存在着能耗大、“三废”治理难等缺点，无法适应环境提出的要求。为此，世界各国着手开发了，如微波脱硫、生物脱硫等新型工艺，这些新方法很有可能成为再生胶生产技术的转折点。可以通过化学和超声结合将硫化过程中形成的交联键切断的方法，通过本方法可以分别得到再生胶、炭黑、硫黄和再生油。另外，通过脱硫重新制备 EPDM 再生胶，所制备的 EPDM 再生胶重新硫化后具有较好的力学性能，但比原生 EPDM 胶稍差。

三、热分解利用

废旧轮胎的热分解主要包括热解和催化降解。已有的热解技术主要包括常用惰

性气体热解、真空热解和熔融盐热解，但无论采用哪种方法，都存在处理温度高、加热时间长、产品杂质多等缺陷。催化降解则采用路易斯酸熔融盐作催化剂，反应速度快，产品质量较热解好。通过热分解可以得到和回收液体燃料和多种化学品，可以将天然橡胶（NR）和丁苯橡胶（SBR）降解后产生的产物代替传统的橡胶混炼过程中的操作油或者增塑剂，结果表明，与添加传统的操作油相比，添加降解物后，所得到的硫化胶具有更优异的力学性能以及更低的丙酮抽出率。不过，总体来说，热分解工艺的设备投资较高，附加值低。更重要的是燃烧产生苯和二噁英类等致癌的毒害性气体，对大气环境造成严重的污染，对人类和生态构成严重威胁，目前在很多发达国家已经明令禁止。

四、粉碎为胶粉后利用

将废旧橡胶通过常温粉碎或者低温粉碎等方法制备胶粉后加以利用，这是很早以来就采用的方式，也是目前废旧橡胶回收的一种非常重要的途径，目前生产精细胶粉已成为废旧橡胶再利用的主导方向。现在，胶粉主要应用于以下三个方面：

（1）橡胶工业，用于直接成型弹性体或与新胶料并用。

（2）塑料工业，主要为掺入热塑性塑料和热固性塑料中，作为填充材料或者增韧材料，胶粉在填充前往往需要经过表面改性以使得其与塑料基体具有良好的相容性。

（3）用于沥青、塑胶跑道和建筑等方面。

此外，近年来还开发了许多新用途，如用于制备离子交换剂、土壤改良、作为轻质工程回填料等。

五、燃料利用

废旧轮胎是一种高热值材料，其燃烧热约为 33MJ/kg，与优质煤相当，可以代替煤作燃料使用，将废旧轮胎作为燃料，以前采取直接燃烧的方式，这样会造成大气污染。

目前，废旧轮胎的燃烧利用主要用于焙烧水泥、水力发电以及参与制成固体垃圾燃料。其中，焙烧水泥是对废旧轮胎利用率较高的回收方式：在水泥焙烧过程中，钢丝被烧断裂变成氧化铁粉末，所有燃料残渣都可作为水泥的原料，既不影响水泥质量，又不会产生黑烟、臭气，无二次公害。据报道，在日本有 50% 的废旧轮胎作为燃料利用都是用于焙烧水泥。

第三节 废旧橡胶回收利用的典型实例

实例1 用常温塑化法回收丁基橡胶

1. 配方

原材料	配比（质量份）		
	废丁基胶内胎 再生胶（R-1）	废丁基胶囊 再生胶（R-2）	废丁基胶瓶塞 再生胶（R-3）
废丁基胶内胎	100	—	—
废丁基胶囊	—	100	—
废丁基胶瓶塞	—	—	100
再生剂 N	3	—	—
再生剂 S	—	3	3
石蜡油	2	5	2

2. 再生工艺

首先将洗净的废丁基胶制品投入破碎机压碎，过 30 目筛，投入搅拌机，开动搅拌机，边搅拌边添加软化剂石蜡油，搅 5min 后排料，停放膨润 24h 后投入开炼机（辊温 80℃左右）薄通，再添加再生剂 N 或再生剂 S，混合均匀，薄通数次成片后，再放到精炼机上薄通 3 次后卷到轴上下片，即成丁基再生胶。

如果没有破碎机和搅拌机，可直接在开炼机上操作，首先用大辊距破碎废丁基胶制品，逐渐缩小辊距至 0.3mm 包辊，同时逐渐加入石蜡油和再生剂 N 或再生剂 S，混炼均匀后下片，然后放到精炼机上薄通 3 次后卷到轴上下片，即成丁基再生胶。

3. 性能与效果

(1) 常温塑化法生产的丁基再生橡胶的物理性能好（R-1 和 R-2），均优于国家标准，因此可用于生产丁基胶内胎和硫化胶囊，也可用于生产瓶塞，其经济效益可观。

(2) 常温塑化法生产再生胶对水和空气均无污染，有利于环境保护。

(3) 目前由于石油涨价，丁基橡胶的市场价大幅上扬，因此，该种再生胶的市

场好，已形成供不应求的局面。

(4)再生剂 N 和再生剂 S 已工业化生产，而且较其他品种的再生剂价格低廉。

(5)丁基胶硫化胶囊厂的经济效益：假设每千克新丁基混炼胶的成本为 11 元，丁基再生胶每千克售价为 6 元，如果添加 30% 的再生胶，即加有再生胶的混炼胶的成本为 $(100 \times 11 + 30 \times 6) / 130 = 9.85$ 元/kg，则每吨可降低成本 1150 元 $(11000 - 9850 = 1150)$ ，添加的促进剂未计入成本。一个中型厂，每年至少需用 2000t 混炼胶，每年可降低成本 230 万元 $(2000 \times 1150 = 2300000)$ 。

实例 2 溴化丁基橡胶废料回收再生胶

1. 原材料与配方

(1)原材料。溴化丁基橡胶 2030，德国 Bayer 公司；高耐磨炭黑 N330，卡博特公司；陶土，朔州金原材料公司；SU95（可溶性硫黄），上海彤程公司；二硫化四甲基秋兰姆（TMTD）、DM 等促进剂，浙江黄岩兴华化工厂；实验用的其他原材料均为橡胶工业常用材料。

(2)配方。

原材料	配比（质量份）
溴化丁基橡胶 2030	100
氧化锌	5
硬脂酸	2
SU95	1
TMTD	0.5
DM	0.3
陶土	80
高耐磨炭黑 N330	10
凡士林	5

2. 制备方法

把已经分硫化过的溴化丁基材料切成 1~2mm 左右的薄片，然后在开炼机上拉 20~30 个薄通（辊距 < 0.5 mm，不需要冷却水），之后包辊出片，会发现溴化丁基橡胶能完全呈片状，表面光滑，并且保持了一定的强度和伸长。在采用相同工艺的情况下，将溴化丁基橡胶与三元乙丙橡胶、普通丁基橡胶、天然橡胶作对比。

由结果可以看到，天然橡胶与三元乙丙橡胶在经过上述工艺后，不容易成片，表面呈颗粒状，用手拉扯，基本没有拉伸强度与伸长率。而普通丁基橡胶与溴化丁

基橡胶却能够呈表面较光滑的片状。且保持了一定的拉伸强度与伸长率。由此可见，普通丁基橡胶与溴化丁基橡胶较其他橡胶而言，有较简单的再生工艺和很好的再生性能。

将塑炼好的溴化丁基再生胶掺入已混炼好的溴化丁基橡胶，（两者同时混炼会造成包辊的困难，不易于操作）然后经 6~8 次薄通，充分混合均匀。按照再生胶占混炼胶的比例不同，对各种比例胶料作 160℃ 硫化性能比较发现，增加再生胶的含量会使胶的 t_{90} 与 t_{10} 都有减小的趋势。这样可以缩短硫化时间，但焦烧的危险性就同时增加了。因此在使用再生胶的时候首先要考虑的是焦烧性问题。

3. 性能与效果

(1) 物理特性。加入再生胶的溴化丁基橡胶料随着再生胶用量的增加，其拉伸强度会逐渐下降，而伸长率会逐渐增大。显然和其他橡胶的再生胶应用情况一样，加入再生胶的比例增加，力学性能就会下降。但相对于其他橡胶而言，总体上这种变化不是十分明显，特别是溴化丁基橡胶，再生胶的添加量在 15% 以内性能保持得很好。

(2) 化学特性。溴化丁基橡胶有很好的再生利用性能与价值。它的再生工艺非常简单，不需要经过高温脱硫等复杂工艺，只要经过一定的塑炼就可以使用，并且与溴化丁基橡胶的原胶混合性能良好。

值得一提的是，在溴化丁基橡胶中掺入再生胶固然可以达到降低成本的目的，但是以牺牲一定性能作为代价的，所以必须考虑使用的范围和使用的量。

实例 3 R. V 再生剂法再生溴化丁基橡胶

1. 原材料与配方

(1) 原材料。溴化丁基橡胶（BIIR）硫化胶边角料，安徽环能橡塑集团；R. V 再生剂，石家庄瑞威科技贸易有限公司。

(2) 配方。

原材料	配比（质量份）
BIIR	100
白炭黑	50
钛白粉	10
二甘醇	3
硬脂酸	1
氧化锌	3
硫黄	2