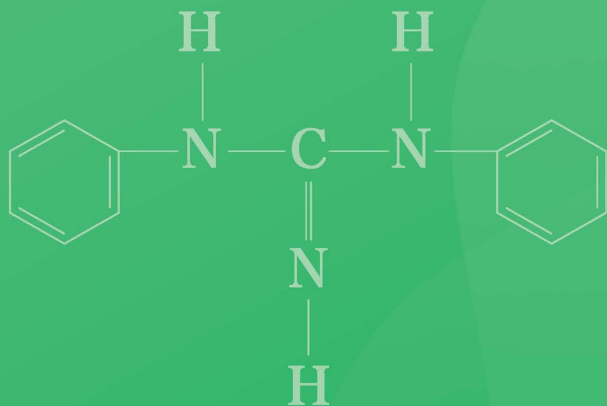


XIANGJIAO ZHUJI  
ZHIBEI XINGONGYI

# 橡胶助剂 制备新工艺 上册

须辑 张智亮 张雁 编著



华东理工大学出版社  
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

# 橡胶助剂制备新工艺 (上册)

须 辑 张智亮 张 雁 编著



华东理工大学出版社  
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

橡胶助剂制备新工艺. 上册/须辑, 张智亮, 张雁  
编著. —上海: 华东理工大学出版社, 2022. 9  
ISBN 978-7-5628-6881-1

I. ①橡… II. ①须… ②张… ③张… III. ①橡胶助  
剂-制备-生产工艺 IV. ①TQ330.38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 140266 号

## 内容提要

本书分为上册和下册,共收录国内在用的 253 个橡胶助剂产品。在上册中,主要介绍用量较大的橡胶硫化促进剂和橡胶防老剂,按照化学结构的不同将其分为 12 类,如二硫代氨基甲酸盐、黄原酸盐、秋兰姆、噻唑类、次磺酰胺类等,包含 127 个品种。本书对橡胶助剂产品的化学名称、CAS 号、英文名称、分子式、相对分子质量、结构式、理化性质、质量指标、用途、储存方式等做一般性介绍,且对每个产品的制备方法,特别是最新制备工艺做了详细叙述。本书可供从事橡胶助剂制备或相关领域研究的科研人员、相关专业的大学师生参考。

项目统筹 / 翟玉清

责任编辑 / 陈 涵

责任校对 / 陈婉毓

装帧设计 / 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: [www.ecustpress.cn](http://www.ecustpress.cn)

邮箱: [zongbianban@ecustpress.cn](mailto:zongbianban@ecustpress.cn)

印 刷 / 广东虎彩云印刷有限公司

开 本 / 710 mm×1000 mm 1/16

印 张 / 23.5

字 数 / 501 千字

版 次 / 2022 年 9 月第 1 版

印 次 / 2022 年 9 月第 1 次

定 价 / 78.00 元

版权所有 侵权必究

## 编委会成员(上册)

主 编:须 辑 张智亮 张 雁  
副主编:王延栋 宋士杰 訾守云  
编 委:张旭旭 赵锴锴 李晶晶 袁亚楠 王中伟  
焦瑞艳 曹现利 聂 鹏 李合平 刘素美  
杨丽琴 孙 青 王嘉宁 苏 琼

## 序言一

橡胶分为天然橡胶与合成橡胶两种。天然橡胶,作为一种大自然馈赠予人类既普通又特殊的天然物质,被人们广泛利用。说它普通,是因为每个人的日常生活都能见到它的身影;而说它特殊,则是因为它在当今的轻、重工业,农林牧业等诸多领域中都发挥着巨大的作用,甚至在高端的航天工业中也少不了它的影子。由于其特殊性,它更是曾在战争时期被列为战略物资,被政府严格掌控。

但如同水泥离开水即为尘土、废物一样,橡胶的初级形态——树胶,要成为被人类所能利用的橡胶制品,也离不开一种神奇物质的帮助,这种具有“点石成金”功能的物质——橡胶助剂,是橡胶制品重要的组成部分,可以说,没有橡胶助剂就没有现代橡胶工业。近年来,我国橡胶助剂产业得到了飞速发展,不仅扭转了曾经长期依赖进口的局面,且已大量出口。据统计,2001年全国橡胶助剂产量仅为14万吨,2010年为70万吨,2020年即达132万吨,占全球橡胶助剂产量的80%,而环保型橡胶助剂更是占比达90%以上。可以说,我国已经成为全球橡胶助剂生产第一大国,但与具有先进生产技术的国家相比,还存在较大差距,如生产工艺比较落后,产品纯度相对较低,品种亦较少,这些短板在一定程度上阻碍了我国橡胶助剂生产行业高效、高质量地发展。

上海市退(离)休高级专家协会化工冶金专业委员会顾问、教授级高工须辑先生,曾长期从事橡胶助剂和药物中间体的研究,虽已退休多年,仍致力于橡胶助剂和药物中间体的研发,并取得丰硕成果,因而先后荣获2006年中国老科学技术工作者协会突出贡献奖、2016年中国老科学技术工作者协会奖。他深感我国橡胶助剂现状亟待改变,遂与鹤壁元昊新材料集团股份有限公司总经理、高级工程师张智亮及其他专家合作,编著本书。为此,



作者花了大量精力,对本书所列每种产品的制备工艺的历史演变、发展过程,都进行了精心的研究、分析和选择。

本书有三个特点:

(1)除对所列每种产品的理化性质、质量指标、用途、储存均做了一般叙述外,还列出了CAS号(美国化学文摘服务社为化学物质制定的登记号),为需要进一步查询的读者提供了方便。

(2)侧重于介绍每种产品的各种制备方法,具有较强的可操作性。

(3)对每种产品的最新制备工艺和国内尚未开发或正在开发的环保型新品种进行了重点介绍。

本书可为我国橡胶助剂企业的有关领导和科技工作者在决策、研发,以及生产、管理中提供参考。

本人深信此书的出版,将对我国橡胶助剂工业的提高、发展、创新和赶超国际先进水平作出贡献。

上海市原副市长  
上海市退(离)休高级专家协会原第一副会长  
研究员、博士

2022年1月26日

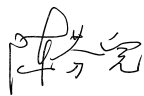
## 序言二

随着橡胶工艺的持续发展,世界橡胶助剂生产格局发生了巨大变化,最突出的特点是橡胶助剂生产链逐渐由欧美转向亚洲尤其是中国。据中国橡胶工业协会助剂分会统计,2021年我国橡胶助剂总产量达140万吨,占世界总量的85%以上。我国已经成为世界最大的橡胶助剂生产国和供应国。中国橡胶助剂工业正迈入由大国到强国转变的关键时期。工艺技术创新、清洁生产、环保新产品的开发已成为行业发展的重要推动力。因此汇集老牌世界助剂强国的最新工艺技术,借鉴国内外现有最新研究成果,具有十分重要的意义。

本书第一作者须辑教授级高工是我的好友、前辈,他曾经长期从事橡胶助剂、药物中间体的试验研究,并取得优异成绩。曾获得2016年度中国老科学技术工作者协会奖。他现在虽已步入高龄,然而,为本书查阅整理大量文献案头劳顿两月有余,终成此书。求序于我,我有感于他对我国精细化工领域的关心,欣然命笔,草成此序。本书可为橡胶助剂行业领导、科技人员和相关大专院校师生在决策开发新产品过程中提供参考。

深信此书的出版,将对我国橡胶工业的发展创新和赶超国际先进水平作出贡献。

中国工程院院士  
上海复旦大学博导、教授



2022年2月2日



## 前 言

橡胶工业的飞跃发展,对促进生产、改善人们生活起了很大作用,而作为橡胶工业重要组成部分的橡胶助剂的快速发展,为橡胶工业发展提供了基础。

长期以来,在从事橡胶助剂的研发工作过程中,笔者深切感受到了了解橡胶助剂产品制备工艺的必要性,特别是了解国际上最新的制备工艺对开拓研发创新思路具有不可忽视的作用,因此编写本书,以期为我国橡胶助剂的发展尽绵薄之力。

橡胶助剂种类繁多,本书分为上册和下册,共收录国内在用的 253 个橡胶助剂产品。其中,上册主要介绍了占橡胶助剂产品用量 70% 以上的橡胶硫化促进剂、防老剂,共计 12 章,127 个品种;下册主要介绍用量相对较少但不可或缺的橡胶助剂产品,包括硫化剂、增塑剂、光稳定剂、阻燃剂、防霉剂、有机着色剂等,共计 12 章,126 个品种。

本书除了对每个品种的化学名称、英文名称、分子式、相对分子质量、结构式、理化性质、质量指标及储存等做一般性介绍外,还收录了各品种的 CAS 号,为读者查阅相关参考文献提供了便利。全书重点介绍橡胶助剂产品不断创新的制备工艺,让读者了解该产品制备工艺的演变过程及当前的国际先进水平,为该产品的进一步开发提供创新思路。另外,本书在各章未收录产品制法相关的大量参考文献,以便读者查阅原文。

本书邀请上海市原副市长刘振元研究员和中国工程院院士、上海复旦大学化学系博士生导师陈芬儿教授分别写了序言,在此特别致谢! 本书制备工艺相关参考文献由华东理工大学张秋华教授提供,上海图书馆祝淳翔馆员和中国科学院上海生命科学信息中心季美云馆员为本书查阅了大量的中外文参考资料,华东理工大学出版社编辑部为本书出版付出了辛勤劳动,在此一并表示衷心感谢!

由于编著者水平所限,不足之处在所难免,请同行专家、读者给予指正。

须辑

2022 年 2 月 28 日

# 目 录

## 上篇 橡胶硫化促进剂

<b>第一章 二硫代氨基甲酸盐</b> .....	3
一、促进剂 SDD .....	3
二、促进剂 SDC .....	6
三、促进剂 TP .....	7
四、促进剂 PZ(ZDMC) .....	9
五、促进剂 ZDC(EZ) .....	11
六、促进剂 BZ(ZDBC) .....	13
七、促进剂 ZPD .....	14
八、促进剂 PX .....	16
九、促进剂 ELaDTC .....	18
十、促进剂 ZBEC .....	20
十一、促进剂 CDD .....	23
十二、促进剂 CED .....	25
十三、促进剂 TDEC .....	28
十四、促进剂 ZDIBC .....	29
参考文献 .....	31
<b>第二章 黄原酸盐</b> .....	34
一、促进剂 SPX .....	34
二、促进剂 ZIX .....	36
三、促进剂 ZBX .....	37
四、促进剂 DIP .....	39



五、促进剂 CPB .....	41
六、促进剂 ZEX .....	43
七、促进剂 KBX .....	45
参考文献 .....	48
<b>第三章 秋兰姆 .....</b>	<b>51</b>
一、促进剂 TMTM .....	51
二、促进剂 TMTD .....	53
三、促进剂 TETD .....	57
四、促进剂 TBTD .....	62
五、促进剂 TBTS .....	65
六、促进剂 TiBTM .....	66
七、促进剂 TiBTD .....	68
八、促进剂 DDTS .....	71
九、促进剂 PTD .....	74
十、促进剂 PMTM .....	76
十一、促进剂 TRA(DPTT) .....	78
十二、促进剂 DPTH .....	80
十三、促进剂 TBzTD .....	83
参考文献 .....	87
<b>第四章 噻唑类 .....</b>	<b>90</b>
一、促进剂 M(MBT) .....	90
二、促进剂 DM(MBTS) .....	97
三、促进剂 MZ(ZMBT) .....	104
四、促进剂 MDB .....	106
五、促进剂 M-Cu .....	107
六、促进剂 CMBT .....	108
七、促进剂 64# .....	110
八、促进剂 DBM (DNBT、DPBT) .....	112
九、促进剂 DMMBT .....	114

十、促进剂 EI - Sixty .....	116
参考文献 .....	117
<b>第五章 次磺酰胺类 .....</b>	<b>121</b>
一、促进剂 CZ(CBS) .....	121
二、促进剂 DZ(DCBS) .....	125
三、促进剂 NS(TBBS) .....	129
四、促进剂 NOBS .....	133
五、促进剂 DIBS .....	136
六、促进剂 OTOS .....	139
七、促进剂 AZ .....	141
八、促进剂 TBSI .....	143
参考文献 .....	147
<b>第六章 胍类 .....</b>	<b>150</b>
一、促进剂 D(DPG) .....	150
二、促进剂 DOTG .....	153
三、促进剂 TPG .....	156
参考文献 .....	158
<b>第七章 硫脲类 .....</b>	<b>160</b>
一、促进剂 CA(DPTU) .....	160
二、促进剂 DOTU .....	165
三、促进剂 DETU(DEU) .....	167
四、促进剂 DBTU(DBU) .....	169
五、促进剂 NA - 22 .....	172
六、促进剂 TMU .....	175
七、促进剂 NA - 101 .....	176
八、促进剂 Thiate B .....	177
九、促进剂 LuR .....	178
参考文献 .....	180



<b>第八章 醛氨(胺)类</b> .....	183
一、促进剂 H .....	183
二、促进剂 808 .....	185
三、促进剂 AA(AC) .....	186
四、促进剂 A-20 .....	187
五、促进剂 40(DB) .....	188
参考文献 .....	192

## 下篇 橡胶防老剂(抗氧剂)

<b>第九章 胺类</b> .....	195
一、防老剂 PAN(A、PA) .....	195
二、防老剂 D .....	199
三、防老剂 4010 .....	202
四、防老剂 4010NA .....	204
五、防老剂 4020 .....	208
六、防老剂 4030 .....	212
七、防老剂 4040 .....	216
八、防老剂 4050 .....	217
九、防老剂 3100 .....	220
十、防老剂 RD .....	221
十一、防老剂 AH .....	225
十二、防老剂 AP .....	227
十三、防老剂 AW .....	229
十四、防老剂 BLE .....	234
十五、防老剂 288 .....	236
十六、防老剂 H .....	237
十七、防老剂 DNP .....	240
十八、防老剂 688 .....	242
十九、防老剂 KY-405 .....	245
二十、防老剂 DFC-34 .....	248
二十一、防老剂 CMA .....	250
二十二、防老剂 DDM .....	253
二十三、防老剂 DOPD .....	256
二十四、防老剂 Vulcaxflex .....	257

二十五、防老剂 DBPD .....	260
二十六、防老剂 DED .....	264
二十七、防老剂 DPD .....	266
二十八、防老剂 TPPD .....	268
二十九、防老剂 ODA .....	269
三十、防老剂 DTD .....	272
三十一、防老剂 CEA .....	273
三十二、防老剂 NAPM .....	275
参考文献 .....	277
<b>第十章 酚类 .....</b>	<b>285</b>
一、防老剂 DOD .....	285
二、防老剂 SP .....	291
三、防老剂 264(BHT).....	292
四、防老剂 2246 .....	297
五、防老剂 2246 - S .....	300
六、抗氧剂 736 .....	302
七、抗氧剂 330 .....	304
八、抗氧剂 246 .....	311
九、抗氧剂 300 .....	314
十、抗氧剂 1076 .....	316
十一、防老剂 DBH .....	322
十二、防老剂 MBH .....	323
十三、抗氧剂 4426 .....	326
十四、抗氧剂甲叉 4426 - S .....	329
十五、抗氧剂 CA .....	330
十六、抗氧剂 DBEP .....	332
参考文献 .....	334
<b>第十一章 亚磷酸酯类 .....</b>	<b>339</b>
一、防老剂 TNP .....	339
二、抗氧剂 ODP .....	341
参考文献 .....	342



<b>第十二章 含硫有机化合物</b> .....	343
一、防老剂 MB .....	343
二、防老剂 MMB .....	347
三、防老剂 MBZ .....	349
四、防老剂 NBC .....	350
五、防老剂 NDiBC .....	352
六、抗氧剂 DSTP .....	353
七、抗氧剂 DLTP .....	355
八、防老剂 MMBZ(ZMTI) .....	357
参考文献 .....	359

# 上篇

## 橡胶硫化促进剂

### 概 述

硫化促进剂一般简称为“促进剂”，在胶料中加入促进剂，使其与橡胶分子间发生交联反应，从而可缩短硫化时间和降低硫化温度。从20世纪初成功研制有机促进剂至今，已有100多年的历史。由于有机促进剂的效能高、硫化特性好，硫化胶物理机械性能与老化性能优良，故得到迅速发展。目前，已商品化的有机促进剂有100多种，常用的也有50~60种。按化学结构可将其分为二硫代氨基甲酸盐类、黄原酸盐类、秋兰姆类、噻唑类、次磺酰胺类、醛胺类、胍类、硫脲类等。

现按其化学结构，分别介绍它们的制备工艺。

