

橡胶材料的选择

XIANGJIAO CAILIAO
DE XUANYONG

翁国文 张馨 编著



化学工业出版社

橡胶材料的选用

XIANGJIAO CAILIAO
DE XUANYONG

翁国文 张馨 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书首先对通用橡胶、特种橡胶及配合剂的结构、品种、性能、应用等进行了比较详细的介绍,给读者合理选用橡胶材料提供了素材。然后,介绍了橡胶材料选用的基本原则和具体方法。最后从两个方面介绍了具体的选用实例。在性能方面,介绍了耐热、耐油、耐寒、透明、绝缘、导电、磁性、吸水、耐磨、耐燃、耐酸碱橡胶材料的选用;在制品方面,介绍了轮胎、胶鞋、胶管、胶带、密封制品、减震制品、医用橡胶制品、纺织用橡胶制品等的橡胶材料选用。

本书可供企业技术人员及有关人员自学使用,也可作为相关教学和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

橡胶材料的选用/翁国文,张馨编著. —北京:
化学工业出版社, 2010.9

ISBN 978-7-122-09237-3

I. 橡… II. ①翁…②张… III. 橡胶加工-原
料-基本知识 IV. TQ330.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第143779号

责任编辑:赵卫娟 宋向雁
责任校对:宋 夏

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张18½ 字数380千字 2010年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究



前 言

橡胶的独特性能是高弹性，是重要的工业材料及战略资源，广泛用于制造轮胎、胶管、胶带、胶鞋、工业制品（如减震制品、密封制品、化工防腐材料、绝缘材料、胶辊、胶布及其制品等）以及胶黏剂、胶乳制品。随着科学技术进步，新型橡胶及配合剂仍在不断出现，橡胶应用范围还在不断扩大。

一个橡胶制品将选用什么样的生胶和配合剂材料？这是橡胶技术人员面临的一个问题。橡胶制品中选用的材料正确与否不仅影响制品质量，同时也影响制品的成本及加工工艺性能，从而影响橡胶制品的综合经济效益。近几年来，随着我国经济的高速发展，我国橡胶工业的技术水平和生产工艺也得到很大程度的提高和发展。为了适应橡胶工业这一变化，促进橡胶工业技术的发展，我们编写了此书。

在编写过程中本着立足生产实际和现状，侧重生产实用，以保证内容深浅适度，通俗易懂，主要作为橡胶企业技术人员及有关人员自学使用，也可作为相关教学和培训教材。

本书主要介绍橡胶基础，生胶和配合剂种类及特性，橡胶选用的程序、原则和方法，按橡胶性能要求选用材料，按橡胶制品种类选用材料。本书第4章和第5章由徐州工业职业技术学院翁国文编写，第1章~第3章和第6章由徐州工业职业技术学院张馨编写。全书由翁国文统稿，徐州工业职业技术学院朱信明教授主审。

本书在编写过程中得到青岛科技大学和北京化工大学等有关橡胶专家和工程技术人员的帮助，提出了许多宝贵的意见，谨此一并致谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促和编写经验不足，书中的不妥之处在所难免，恳请广大读者批评和指正。

编者
2010年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 橡胶材料的分类	1
1.2 橡胶配方	3
1.3 橡胶材料的鉴别	6
第 2 章 橡胶的特性	10
2.1 通用橡胶	10
2.1.1 天然橡胶	10
2.1.2 丁苯橡胶	13
2.1.3 聚丁二烯橡胶	15
2.1.4 氯丁橡胶	17
2.1.5 丁腈橡胶	20
2.1.6 乙丙橡胶	23
2.1.7 丁基橡胶	25
2.2 特种橡胶	27
2.2.1 硅橡胶	27
2.2.2 氟橡胶	29
2.2.3 丙烯酸酯橡胶	32
2.2.4 氯醚橡胶	34
2.2.5 氯磺化聚乙烯橡胶	37
2.2.6 聚氨酯橡胶	38
2.2.7 聚硫橡胶	40
2.2.8 氯化聚乙烯橡胶	41
2.3 橡胶代用品	42
2.3.1 再生胶	42
2.3.2 胶粉	43

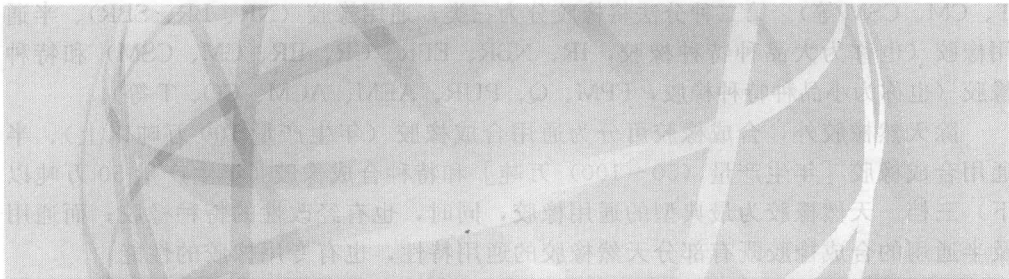
第3章 橡胶配合剂	45
3.1 硫化体系	45
3.1.1 硫化剂	48
3.1.2 促进剂	53
3.1.3 活性剂	63
3.1.4 防焦剂	65
3.1.5 硫黄硫化体系的配合	66
3.2 补强填充体系	67
3.2.1 炭黑	68
3.2.2 白炭黑	75
3.2.3 其他填料	78
3.3 软化增塑体系	82
3.3.1 石油系软化增塑剂	83
3.3.2 煤焦油系列软化增塑剂	85
3.3.3 松油系列软化增塑剂	86
3.3.4 脂肪油系列软化增塑剂	87
3.3.5 合成酯类增塑剂	88
3.3.6 软化增塑剂选用原则	91
3.4 防老化体系	92
3.4.1 化学防老剂	93
3.4.2 物理防老剂	98
3.4.3 橡胶的臭氧老化及防护	98
3.4.4 橡胶的疲劳老化及防护	99
3.5 其他体系	99
3.5.1 着色剂	99
3.5.2 发泡剂和发泡助剂	104
3.5.3 抗静电剂	107
3.5.4 阻燃剂	108
第4章 橡胶选用	113
4.1 橡胶材料选用程序与原则	113
4.1.1 橡胶选材的一般程序	113
4.1.2 橡胶选材的一般原则	119
4.2 橡胶制品的成本	119
4.2.1 单位胶料成本计算	120
4.2.2 低成本胶料材料选用	121
4.3 橡胶材料选用方法	123
4.3.1 星形轮廓模型法	123

4.3.2	统计数量化综合法	124
第5章 按橡胶制品性能要求选用材料 125		
5.1	耐热橡胶的材料选用	125
5.2	耐油橡胶的材料选用	132
5.3	耐寒橡胶的材料选用	137
5.4	透明橡胶的材料选用	141
5.5	绝缘橡胶的材料选用	146
5.6	导电橡胶的材料选用	149
5.7	磁性橡胶的材料选用	153
5.8	吸水膨胀橡胶的材料选用	157
5.9	高强度橡胶的材料选用	160
5.10	高伸长橡胶的材料选用	164
5.11	不同硬度和定伸应力橡胶的材料选用	166
5.12	高耐磨橡胶的材料选用	171
5.13	低滞后低生热橡胶的材料选用	176
5.14	低压缩永久变形橡胶的材料选用	178
5.15	高弹性橡胶的材料选用	181
5.16	耐酸碱橡胶的材料选用	184
5.17	耐燃橡胶的材料选用	187
5.18	耐真空橡胶的材料选用	196
5.19	海绵橡胶的材料选用	196
第6章 按橡胶制品种类选用材料 208		
6.1	轮胎胶料的材料选用	208
6.1.1	斜交胎胶料的材料选用	208
6.1.2	子午胎胶料的材料选用	216
6.1.3	工程胎、农业胎胶料的材料选用	225
6.1.4	力车胎胶料的材料选用	227
6.2	胶管胶料的材料选用	232
6.2.1	普通胶管胶料的材料选用	232
6.2.2	特种胶管胶料的材料选用	236
6.3	胶带胶料的材料选用	240
6.3.1	输送带胶料的材料选用	240
6.3.2	传动带胶料的材料选用	242
6.4	胶鞋胶料的材料选用	247
6.4.1	胶鞋配方的整体设计	247
6.4.2	胶鞋各部件性能要求	249

6.4.3	大底的材料选用	250
6.4.4	鞋面的材料选用	254
6.4.5	围条及外包头的材料选用	256
6.4.6	中底的材料选用	257
6.4.7	里后跟的材料选用	259
6.4.8	底后跟、大梗子、外包头、前后皮的材料选用	259
6.4.9	黏合剂的材料选用	259
6.4.10	亮油的材料选用	262
6.4.11	专用胶面胶鞋胶料的材料选用	263
6.4.12	鞋用橡塑并用胶的材料选用	264
6.5	密封制品胶料的材料选用	265
6.6	减震制品胶料的材料选用	270
6.7	橡胶轨枕垫胶料的材料选用	275
6.8	医用橡胶制品胶料的材料选用	276
6.9	硬质橡胶的材料选用	278
6.10	纺织用胶料的材料选用	281
6.10.1	纺织皮圈胶料的材料选用	281
6.10.2	皮辊胶管胶料的材料选用	284

参考文献 286

308	.....	286
309	.....	286
310	.....	286
311	.....	286
312	.....	286
313	.....	286
314	.....	286
315	.....	286
316	.....	286
317	.....	286
318	.....	286
319	.....	286
320	.....	286
321	.....	286
322	.....	286
323	.....	286
324	.....	286
325	.....	286
326	.....	286
327	.....	286
328	.....	286
329	.....	286
330	.....	286
331	.....	286
332	.....	286
333	.....	286
334	.....	286
335	.....	286
336	.....	286
337	.....	286
338	.....	286
339	.....	286
340	.....	286



第 1 章 绪 论

1.1 橡胶材料的分类

制造任何一种橡胶制品的橡胶材料，都是主体材料与各种配合剂配合在一起，形成的一个多组分体系材料，其中每一组都起一定的作用。例如，硫化体系 [包括交联剂 (硫化剂)、助交联剂 (硫化剂助剂)、促进剂、活性剂] 可使线型的橡胶大分子通过化学交联，形成一个立体空间网络结构，从而使可塑的黏弹性胶料，转变成高弹性的硫化胶；补强填充剂则能保证胶料具有要求的力学性能，改善加工工艺性能和降低成本；软化增塑剂等加工助剂可使胶料具有必要的工艺性能，改善耐寒性，也可降低成本；防老剂能提高硫化胶的耐老化性能，并对各种类型的老化起防护作用，从而延长橡胶制品的选用寿命。

生胶是制造橡胶制品的基础材料，一般情况下不含有配合剂，但有时也含有某些配合剂。目前橡胶 (包括塑料改性的弹性体) 的种类已不下 100 种之多。如果按牌号估算实际上已超过 1000 种，其分类大致如下。

① 按制取来源与方法 分为天然橡胶与合成橡胶两大类。其中天然橡胶的消耗量占 42% 左右，合成橡胶的消耗量占 58% 左右。

② 按结构单体 分聚异戊二烯橡胶 (天然橡胶 NR、合成天然橡胶也称异戊橡胶 IR)、丁苯橡胶 (SBR)、丁二烯橡胶 (BR)、氯丁橡胶 (CR)、丁腈橡胶 (NBR)、乙丙橡胶 [EPR (EPM、EPDM)]、丁基橡胶 (IIR)、硅橡胶 (Q)、氟橡胶 (FPM、FKM)、聚氨酯橡胶 (PUR)、丙烯酸酯橡胶 (ACM)、乙烯-丙烯酸酯橡胶 (AEM)、氯醚橡胶 (CO、ECO)、氯磺化聚乙烯橡胶 (CSM)、氯化聚乙烯橡胶 (CM) 等。

③ 按橡胶的外观表征 分为固态橡胶 (又称干胶)、乳状橡胶 (简称胶乳或乳胶)、液体橡胶和粉末橡胶四大类。其中固态橡胶的产量占 70%~80%。

④ 按应用范围及用途 第一种分法将橡胶分为两类，即通用橡胶 (NR、BR、SBR、NBR、EPR、CR、IIR) 和特种橡胶 (FPM、Q、PUR、AEM、ACM、CO、

T、CM、CSM等)。第二种分法将橡胶分为三类,通用橡胶(NR、BR、SBR)、半通用橡胶(也称为大品种特种橡胶,IR、NBR、EPR、CR、IIR、CM、CSM)和特种橡胶(也称为小品种特种橡胶,FPM、Q、PUR、AEM、ACM、CO、T等)。

除天然橡胶外,合成橡胶可分为通用合成橡胶(年生产量100万吨以上)、半通用合成橡胶[年生产量(50~100)万吨]和特种合成橡胶(年生产量50万吨以下)三档。天然橡胶为最典型的通用橡胶,同时,也有经改性的特种橡胶;而通用及半通用的合成橡胶既有部分天然橡胶的通用特性,也有专用橡胶的性能。

⑤ 按化学结构 根据橡胶分子链上无双键存在,分为不饱和橡胶与饱和橡胶两大类,前者有二烯类及非二烯类的硫化型橡胶,后者有非硫化型橡胶及其他弹性体之分。饱和橡胶又分为主链含亚甲基的橡胶(乙丙橡胶、氯化聚乙烯、氯磺化聚乙烯、丙烯酸酯橡胶以及氟橡胶等)、主链含硫的橡胶(聚硫橡胶)、主链含氧的橡胶(氯醚橡胶)、主链含硅的橡胶(硅橡胶)及主链含碳、氧、氮的橡胶(聚氨酯橡胶)等。不饱和橡胶由于分子链上具有双键,一般化学活性较高,易于与硫化剂反应,硫化速率快,但也易与氧、臭氧等反应,耐老化性不好,选用温度较低;同时由于双键的隔离作用,分子活动性较高,弹性高,耐寒性好。

除天然橡胶之外,属于不饱和类的橡胶还有量大面广的丁苯橡胶、丁二烯橡胶、异戊二烯橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶等合成橡胶,它们同亚甲基型的橡胶都可以进行化学改性,如羧基化、氯化、氯磺化等。还有用二烯苯等预交联的橡胶。

⑥ 按橡胶中填充材料的种类 在通用及半通用橡胶方面有充油橡胶、充炭黑橡胶以及充油充炭黑橡胶。

⑦ 按单体组分 合成橡胶分为均聚物、共聚物以及带有第三组分的共聚物(亦称三聚物)。共聚物视单体排列顺序又分为任意型(无定形)橡胶、嵌段型橡胶、交替型橡胶以及接枝型橡胶。

⑧ 按聚合条件 合成橡胶有本体聚合、悬浮聚合、乳液聚合及溶液聚合4种。乳液聚合有冷聚合与热聚合之分;溶液聚合有阴离子聚合与阳离子聚合之分。阴离子聚合多为定向聚合,可以合成各种有规立构橡胶。

有规立构橡胶从微观结构观察有顺式-1,4橡胶和反式-1,4橡胶之分。前者又可细分为高顺式橡胶、低顺式橡胶和中顺式橡胶。

乳液聚合常为无规无定形橡胶,以丁苯橡胶、氯丁橡胶为代表,微观呈顺式-1,4、反式-1,4、反式-1,2、反式-3,4位结合的混合型(歧化型)。

⑨ 按橡胶的工艺加工特点 橡胶依据门尼黏度(分子量)的高低,分为标准门尼黏度(40~50)、低门尼黏度(30~40)、高门尼黏度(70~80)和特高门尼黏度(80~90)以及超高门尼黏度(100以上)几种。随着门尼黏度的增高,混合加工难度变大,物理机械性能提高。低黏度橡胶多用于海绵以及与其他橡胶并用改性。高黏度橡胶主要用来制造胶黏剂,并可进行高填充,以降低成本。

合成橡胶还视稳定剂的种类分为非污染型(NST)、污染型(ST)和无污染型(无稳定剂)(NIL)三种。

⑩ 按橡胶的功能 可分成自补性强的橡胶与自补性弱的橡胶，前者又称为结晶型橡胶（如天然橡胶、氯丁橡胶），后者又分为微结晶型橡胶（如丁基橡胶）和非结晶型橡胶（如丁苯橡胶等）。自补强橡胶不论生胶还是硫化胶强度都高，但由于易结晶，温度较低时生胶结晶发硬，工艺上需进行烘胶处理。

根据橡胶分子中是否含有极性基团，又分为极性橡胶（耐油橡胶）和非极性橡胶（不耐油橡胶）。极性橡胶分子呈极性，具有较好的耐非极性油性，但不耐极性油，同时由于分子上含有极性基团，对主链有屏蔽作用，分子间作用力较大，会使橡胶耐热性、耐老化性、导电性、强度上升，也会使耐寒性、绝缘性下降。含有卤素的极性橡胶还具有难燃性。

⑪ 按共混并用材料 橡胶有高苯乙烯（HS）、聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）及乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）共混型等多种类型。根据共混比的不同，构成热硫化型弹性体及热塑性弹性体。热塑性弹性体可用塑料成型机械加工，不需硫化，能取代传统橡胶制造温度要求不高的橡胶制品。

此外，根据橡胶最终交联的性质，还可分为硫黄硫化、无硫（有机硫化物）硫化、过氧化物交联、醌酐交联、金属氧化物交联以及树脂交联等多种类型。硫化和交联形式对橡胶的耐热、耐压缩变形、耐老化等性能有较大影响。

根据橡胶种类及交联形式，在工业选用上橡胶又分为如下几类。

一类按耐热及耐油性等功能分：普通橡胶、耐热橡胶、耐油橡胶、耐热耐油橡胶以及耐天候老化橡胶、耐特种化学介质橡胶等。

另一类按橡胶的软硬程度分：一般橡胶、硬橡胶、半硬质胶、硬质胶、微孔胶、海绵胶、泡沫橡胶等。

所有橡胶及弹性体在橡胶工业上都称为新橡胶；未经橡胶制品企业（工厂）加工的橡胶称为生胶，经过塑炼后的橡胶称为塑炼胶；加入配合剂混炼后的橡胶称为混炼胶或母胶，混炼胶与母胶区别是配合剂是否加全，加全配合剂（所有配合剂）的混炼胶可进入下工序选用，未加全配合剂的母胶（可能只加一种配合剂，材料母胶，如炭黑母胶、硫黄母胶、色母胶等）或少加一种或几种配合剂的母胶（工艺母胶，如胎面胶母胶、内层母胶等），不能进入下工序选用，要进行后段混炼或补充混炼变为混炼胶才能选用；经过硫化后的橡胶为硫化胶；而由废旧橡胶“脱硫”制造的再生橡胶，称作再生胶。废橡胶（有时也用新硫化胶）以常温、冷冻或湿磨法粉碎至40~325目的微细颗粒称为硫化胶粉。再生胶和硫化胶粉仍具有橡胶的属性，可作为降低成本以及改善工艺性能的原料掺用到橡胶中。

一般情况下橡胶多呈块状、片状，也有颗粒状和黏稠液体状及粉末状。习惯上我们把生胶和硫化胶统称为橡胶，有时也称为胶料。



1.2 橡胶配方

天然橡胶和合成橡胶的纯胶性能一般都比较差，无法满足橡胶制品的选用要

求，必须加入相关的配合剂后才能获得改善。为此目的所制订的包括橡胶、配合剂种类、规格型号及其配比的方案，即为橡胶配方。

橡胶配方简单地说，就是一份表示胶料中各种原材料名称、规格（型号）和用量的配比表。但生产中配方有时包含更详细的内容，其中包括：胶料的名称及代号、胶料的用途、生胶及各种配合剂的用量、含胶率、相对密度、成本、胶料的加工工艺、工艺性能和硫化胶的物理性能等。

同一个橡胶配方，根据不同的需要可以用基本配方、质量分数配方、体积分数配方、生产配方四种不同的形式来表示。

① 基本配方 以质量份来表示的配方，规定生胶的总质量为 100 份，其他配合剂用量都以相对生胶为 100 份相应的质量份表示。理论研究、试验研究和配方书写多为这一形式。

② 质量（百）分数配方 以原材料所占的质量百分比来表示的配方。

③ 体积（百）分数配方 以原材料所占的体积百分比来表示的配方。

④ 生产配方 符合生产选用要求的配方，称为生产配方。即以原材料生产中实际配合用量所表示的配方，生产配方的总量等于炼胶机的容量，炼胶机的生产容量多数是一个范围，这样有时同一胶料在同一台设备上有几个生产配方。

表 1-1 是四种配方相互转换关系。

表 1-1 橡胶配方的表示形式

原材料名称	基本配方/质量份	质量分数配方/%	体积分数配方/%	生产配方/kg
NR	100	62.20	76.70	50.0
硫黄	3	1.86	1.03	1.5
促进剂 M	1	0.60	0.50	0.5
氧化锌	5	3.10	1.54	2.5
硬脂酸	2	1.24	0.63	1.0
炭黑	50	31.00	19.60	25.0
合计	161	100.00	100.00	80.50

根据制品的性能要求和工艺条件，通过试验、调整和验证，合理地选用原材料品种和规格，并确定选用各种原材料的用量配比关系的过程称橡胶配方设计（也称为橡胶材料选用）。简单地说，配方设计即为确定（制订）橡胶配方的过程，即橡胶材料选用过程。

配方设计（材料选用）是橡胶工业中的首要技术问题，在橡胶工业中占有重要地位，它既是制品获得所需性能的主要途径，又是橡胶技术工作的开端和总结。合理的配方设计（材料选用）能保证橡胶制品性能优良，胶料工艺性能良好和生产成本较低，并获得最佳经济效益。

配方设计，实质上就是从品种繁多的原材料中选用合适的材料种类和数量，使橡胶制品获得所需的性能，能满足产品要求。总的来说，配方设计（材料选用）是为了寻求各种配合组分的最宜配比组合（包括种类、规格型号、用量），并根据技

术先进、生产可靠、经济合理的原则，使胶料获得最佳的综合平衡的物性，并使它在配炼、压出、压延、成型和硫化等工艺过程中有良好的加工性能。具体可达到以下目的。

① 满足产品性能的要求 由于各种胶料是在特定的条件下选用的，通过合理的配方使胶料基本上满足产品性能的要求。

② 改进橡胶的加工工艺性能，以利工艺操作，满足工业化生产的需要。

③ 在不影响或少影响性能的前提下，配入填充材料，以降低成本。

④ 为适应苛刻的选用条件和地区差别，加入特殊材料，满足选用性能的特殊需要。

⑤ 为满足用户和国内外市场的需要，如配入特殊的着色材料，增加产品的花色品种。

橡胶配方按其作用可分三类：即试验（或检验）配方（基础配方）、性能配方和制品配方（实用配方），试验（或检验）配方是专供研究或鉴定新胶种或新配合剂用的，其配合组分的比例一般采用传统的选用量，以便对比，并要求尽可能简单。制订性能配方的目的是为了满足不同产品性能以及工艺性能的要求，主要研究配方组分与硫化胶及混炼胶性能之间的关系，旨在探求组分对橡胶各种性能的影响和贡献，提高某些特性及探求新的特性配合剂等。因此，性能配方又称性能研究配方。制品配方是在性能配方的基础上，主要研究硫化橡胶物理机械性能和化学性能与橡胶制品实际选用性能之间的关系，旨在探求硫化橡胶性能对制品选用性能的影响和贡献，并根据产品选用要求并结合实际生产条件所作的实用投产配方。

配方设计（材料选用）的基本理论是相关性理论，又称相关性原理。第一是胶料组分与硫化胶及混炼胶性能之间存在着相关关系，胶料组分的品种、类型和用量对硫化胶和混炼胶性能具有决定性影响；第二是硫化胶性能与制品性能之间也存在着相关关系，制品性能取决于硫化胶的性能。与上述两类关系相应的两种配方是橡胶性能配方和橡胶制品配方（又称实用配方）。这两类配方所研究的对象和内容虽不相同，但又互相联系，不可分割，由此形成橡胶配方设计相关理论体系，如图1-1所示。



图 1-1 橡胶配方设计体系

在橡胶配合过程中，有时会遇到如下一些反常现象。

① 在实验室得到满意结果的胶料，在实际生产中不一定得到满意的结果，同

样有时也有在实验室不满意的胶料，在实际生产中不一定得到不满意的结果。

② 某个组的操作人员能得到满意的结果，其他组的操作人员却不一定能获得。

③ 同一胶料在不同的工厂会出现不同的结果。

④ 某个胶料长期以来一直能用来制造性能优异的制品，但有时会突然出现质量问题，原因不明，尔后质量问题又自行消失。

⑤ 质量较差的胶料工艺上故障少。

这些现象看来似乎不可理解，其实在掌握了橡胶的配合理论和配方设计的原理后，是能够得到令人满意的解释的。

橡胶配方设计人员必须掌握原材料、工艺、设备等方面的知识，才能设计出优良的配方，配方设计涉及许多原材料，要在品种繁多的原材料中选用最佳性能的材料，必须掌握各种原材料的特性，几种原材料并用时应考虑到它们的协同效应与作用规律。



1.3 橡胶材料的鉴别

橡胶材料的鉴别包括两个方面内容：一是材料种类（包括生胶和配合剂）鉴定，二是材料含量鉴定。橡胶组分的分析，对于鉴定产品质量、估计未知橡胶样品、仿制产品，都可提供有指导意义的信息。但由于硫化胶是一个多组分体系，给鉴定带来很大困难。

对一个复杂橡胶样品的鉴定，要靠多种手段综合分析才能得出准确结论。对它的组分割析可选用化学分析和物理化学方法进行。近几十年来，应用光谱（红外吸收光谱、紫外吸收光谱，拉曼光谱和核磁共振谱）和色谱（裂解色谱和薄层色谱）等方法对硫化胶中组分割析进行了大量的研究，均得到了较好的试验效果。

对橡胶制品的分析，首先要清除表面的杂质，当发现表面有喷霜现象时要小心地收集喷出物以作鉴定，所取试样应具有代表性。对于多层橡胶制品，如果颜色相同不易分辨时，可剖视制品的断面在紫外灯下观察其层次。用锋利的小刀切取待分析的胶样，并根据需要剪碎，或用试验室炼胶机压碎。硬橡胶用钢锉取试样，再用磁铁吸出其中铁屑。胶浆试样需在 30℃ 下真空烘干，然后选用适当溶剂抽提试样，抽提液进行有机配合剂的鉴定。取另一部分未经抽提过的试样，经低温灰化，高温灼烧后，其灰分作无机填料分析。

橡胶是橡胶制品的主要组成部分，决定橡胶制品的基本特性。因此，胶种的鉴定是了解胶样的主要手段。关于胶种的鉴定方法大致有以下几种。

① 燃烧特征法；

② 热分解溶液呈色法；

③ 纸上斑点呈色法；

④ 红外光谱法；

⑤ 裂解色谱和薄层色谱法；

⑥ 热分析方法。

红外光谱法和热分析法都是比较先进的胶种鉴定方法。但因仪器昂贵，推广普及受到了限制。一般只含一种橡胶的试样，通过燃烧试验、溶液呈色试验和纸上斑点呈色试验就可以鉴定胶种。对于并用胶的胶种鉴定，则要多做证实试验才能确定。

试验所用的试样，应预先用丙酮和三氧甲烷混合液（1：1）或其他适当溶剂抽提4~8h，以除去有机配合剂。如果试样发生溶解现象，可改用乙醇或乙醚抽提。经抽提的试样置于70℃烘箱中干燥备用。试验过程中，在初步判断的基础上可用已知胶样进行对比试验，即可得出试验结果。

一般来说，对于一个未知橡胶样品，在未进行正式分析试验之前，要首先做以下工作。

① 了解样品的来源和用途 当拿到一个未知橡胶样品时，首先要调查了解有关样品的来源、用途、价格、选用环境和主要的技术性能。这将大大缩小剖析工作的范围。例如在油介质中选用，首先应考虑到丁腈橡胶或其他耐油橡胶；气密性好的橡胶制品可能是丁基橡胶；高温下选用的可能是硅橡胶或氟橡胶；耐磨性好的可能是聚氨酯橡胶。这样将给样品的鉴定提供很重要的信息。

从产品来讲，轮胎通常用丁苯橡胶、天然橡胶和顺丁橡胶或它们的并用胶，橡胶胶带常用聚氨酯橡胶或顺丁橡胶，作为门窗密封条常用乙丙橡胶，用作军工产品并有特殊要求的有可能用特种橡胶。

② 样品的外观检查 对于样品外观（弹性、硬度、强力）的观察也可提供一些帮助；如高弹性的往往是天然橡胶或顺丁橡胶，易撕裂的是硅橡胶。

经以上初步的调查了解观察之后，将大大简化工作程序，减少很多不必要的试验，既节约了人力物力，又加快了工作进程。

③ 燃烧特征试验 不同结构的橡胶具有不同的燃烧特征。考察橡胶的燃烧性、自燃性、火焰特征、形态、颜色和臭味等可以初步判断一些胶种。如含有非碳链结构的硅橡胶燃烧时，冒白烟、呈亮白色火焰，残渣上留有白色的二氧化硅。聚硫橡胶易燃烧，有明显的紫色火焰，火焰最外层为砖红色，同时产生特殊的 H_2S 臭味。燃烧特征很明显的胶种一般不做证实试验即可确定。

试验方法如下：取一条试样，在酒精灯上点燃，观察试样在火焰上或离开火焰后燃烧特征，然后吹熄闻其气味。各种橡胶的燃烧特征如表1-2所示。从表1-2可以看出以下一些特征。

a. 丁二烯类橡胶、含有苯环的橡胶以及其他不饱和橡胶，在燃烧时产生大量黑烟，同时喷射火花与火星。

b. 含氯、溴的橡胶在燃烧过程中火焰根部呈绿色，当橡胶与铜丝共同在火焰上加热时，其根部的绿色更为明显。除卤化丁基橡胶外，当燃烧后离开火焰时均有自熄性。

c. 饱和结构的橡胶，如聚异丁烯橡胶、聚氨酯橡胶、聚丙烯酸酯橡胶和含有

表 1-2 橡胶的燃烧特征

组别	胶种	燃烧性	自熄性	燃烧特性(火焰特性)	残渣与气味
1	氯丁橡胶	难(中等)	有(慢)		膨胀
	氯化氯丁橡胶	极难	离开火焰就灭		膨胀
	氯化丁基橡胶	易	无	火焰根部呈绿色,与铜	起泡,残渣无黏性
	氯化天然橡胶	难	有	丝一起加热时绿色更明显	稍膨胀
	氯磺化聚乙烯橡胶	难(中等)	无		
	氟橡胶-23	极难	离开火焰就灭		
	氟橡胶-26	极难	离开火焰就灭	火焰根部呈绿色	
	溴化丁基橡胶	易	无	火焰根部呈蓝色,与铜	软化滴滴,起泡,残渣无黏性
2	均聚氯醚橡胶	易	无	丝一起加热时则呈绿色	刺激性气味
	共聚氯醚橡胶	易	无		刺激性气味
	天然橡胶	易	无		软化滴滴,起泡,残渣无黏性
	环化橡胶	易	无		软化滴滴,起泡,残渣无黏性
	异戊橡胶	易	无		软化滴滴,起泡,残渣无黏性
	顺丁橡胶	易	无	橙黄色火焰,喷射火花	残渣无黏性
	丁钠橡胶	易	无	或火星,冒浓黑烟	残渣无黏性
	丁锂橡胶	易	无		残渣无黏性
3	丁吡橡胶	易	无		残渣无黏性
	丁苯橡胶	易	无		略膨胀,残渣代节,无黏性
	丁腈橡胶	易	无		略膨胀,残渣代节,无黏性
	丁基橡胶	易	无		熔化滴滴,起泡
4	聚异丁烯橡胶	易	无		
	乙丙橡胶	易	无		烟雾具有石蜡味
	三元乙丙橡胶	易	无	火焰根部呈蓝色,冒泡	无烟,滴滴,烟雾具有石蜡味
	酯型聚氨酯橡胶	易	无	火焰根部呈蓝色,冒泡	无烟,滴滴,有酯的香味
5	醚型聚氨酯橡胶	易	无	火焰根部呈蓝色,冒泡	无烟,滴滴
	聚丙烯酸酯橡胶	易	无		
	丁腈酯橡胶-11	易	无	黄红色火焰,喷射火花,冒黑烟	热滴滴,残渣冷却后无黏性
	丁腈酯橡胶-33	易	无	黄红色火焰,喷射火花,黑烟	热滴滴,残渣冷却后无黏性
5	氟化聚氨酯橡胶	易	有	灰白色火焰	热滴滴,烟雾为酸性
	硅橡胶	中等	有	白烟,亮白色火焰	白色残渣
	低苯基硅橡胶	难	有	白烟,亮黄白色火焰	灰烬外白内褐
	氟亚苯基硅橡胶	易	无	灰白火焰,燃烧时有响声	膨胀,残渣无黏性
	腈硅橡胶	中等	有	白烟,亮白色火焰	白色残渣
	聚硫橡胶	易	无	蓝紫色火焰,外层砖红色	H ₂ S味
	丁丙橡胶	易	无	黑烟,有火花,冒泡	烟雾弱酸性,清香味

少量不饱和双键成分的丁基橡胶易燃烧,火焰根部呈蓝色,黑烟也较少。

d. 含有非碳链结构的橡胶,如硅橡胶、聚硫橡胶均有明显的特征。

④ 热分解物试验 热分解试验的原理是根据热分解产物的 pH 值、相对密度和对二甲氨基苯甲醛的颜色反应对橡胶进行鉴定。

a. 根据橡胶热分解产物的 pH 值 各种橡胶因单体不同,其热分解产物具有一定的 pH 值范围。所以了解橡胶产物的 pH 值将为鉴定胶种提供依据。天然橡

胶、丁苯橡胶、丁基橡胶、丁吡橡胶等热分解后生成的气体产物呈中性。丁腈橡胶热分解逸出的气体中含有碱性的氨气或胺类化合物。氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、溴化丁基橡胶，氟橡胶-23、氯化天然橡胶和氯化氯丁橡胶在热分解气体中含有酸性很强的卤化氢。聚氨酯橡胶、聚丙烯酸酯橡胶的热分解产物均呈酸性。

b. 根据热分解产物的密度 各种橡胶热分解的气体产物经过凝结而成的油状物具有不同的密度，这对于鉴定胶种很重要。例如，丁基橡胶、聚异丁烯橡胶、溴化丁基橡胶、乙丙橡胶的油珠相对密度小于 0.85；天然橡胶、丁吡橡胶的油珠相对密度在 0.85~0.89；氯磺化聚乙烯橡胶和丁腈橡胶的相对密度在 1.00 以上。

c. 根据热分解产物的颜色反应 热分解产物对二甲氨基苯甲醛的颜色反应，许多橡胶在热解时生成的化合物含有易脱氢的原子，很容易和对二甲氨基苯甲醛缩合成具有特殊颜色的缩合物。虽然某些橡胶的上述缩合物具有相同的颜色，但配合前面谈到的 pH 值试验和密度试验，便可鉴定。

附录 I.5

附录 I.5

附录 I.5 天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法

天然橡胶 (NR) 的鉴别方法