

橡胶工业手册

(第③版)

试验与检验

游长江 贾德民 曾幸荣 主编



化学工业出版社

·北京·

本书介绍了生胶、配合剂、混炼胶、硫化胶和骨架材料的化学分析、仪器分析以及物理性能试验方法与标准。全书共分 3 篇 26 章。化学分析包括通用分析方法、燃烧试验、热分解物试验、纸上斑点试验、溶解试验、着色试验和薄层层析法等；仪器分析包括光谱分析、核磁共振与电子顺磁共振波谱法、色谱分析法、热分析法、显微技术分析法、X 射线衍射和电子衍射法，以及其他常用近代仪器分析方法；物理性能试验包括加工性能、静态力学性能、黏弹性、疲劳性能、低温性能、摩擦与磨耗性能、橡胶老化、耐介质性能、电性能、粘接性能、扩散和渗透性能、硬质橡胶、骨架材料和其他物理性能的试验，以及统计方法和结果处理。本书内容具有科学性、先进性和系统性，并具备实用性、简明性、全面性的特点，是橡胶专业的技术工具书。

本书可供橡胶工业从事科研、设计、生产、应用、管理的人员使用，也可供高等院校相关专业的教师、研究生、本科生阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

橡胶工业手册：试验与检验/游长江，贾德民，曾幸荣
主编. —3 版. —北京：化学工业出版社，2011.12
ISBN 978-7-122-11695-6

I. 橡… II. ①游…②贾…③曾… III. 橡胶工业-
技术手册 IV. TQ33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 129812 号

责任编辑：赵卫娟 宋向雁 李晓文 杜春阳
责任校对：王素芹

文字编辑：颜克俭
装帧设计：尹琳琳

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 装：北京白帆印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 60¼ 插页 1 字数 1705 千字 2012 年 2 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：298.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2011—55 号

《橡胶工业手册：试验与检验》编委会

主 编：游长江 贾德民 曾幸荣

编 委（按姓氏笔画排序）：

丁剑平	王 进	王小萍	王慧敏	古 菊	朱立新
刘 岚	刘运春	李伊华	陈勇军	陈朝晖	张北龙
张安强	侯有军	贾德民	郭建华	游长江	曾幸荣
蒋智杰	傅伟文	谢宇芳	黎 宁		

出版者的话

《橡胶工业手册》于1973年问世，其修订版于1989年陆续出版发行，是我国橡胶行业最权威、最实用的大型工具书，深受广大读者的欢迎和厚爱。该手册的第1版和修订版曾分别获得原化学工业部科技进步奖、以及原中国石油和化学工业协会优秀图书奖。

《橡胶工业手册》（修订版）出版至今已有20多年的时间，在这期间，随着世界经济一体化的发展，橡胶工业国际化竞争越来越激烈，国际上的橡胶公司、轮胎公司和原材料公司不断经历分化、并购和重组，橡胶工业在这种竞争下也发生了翻天覆地的变化。为适应日益加剧的市场竞争，我国橡胶工业不断调整战略，加大科技投入，利用高新技术大力开发新产品、新材料、新设备、新工艺，进一步提高国际化、集团化和专业化程度。尤其是“十一五”期间，随着汽车、建筑、电子电气等行业的快速发展，对橡胶原材料和产品性能等也提出了越来越高的要求，迫使其不断更新换代。在这种情况下，代表20世纪80、90年代橡胶工业发展水平的《橡胶工业手册》（修订版）内容显然已经满足不了当前行业发展的需求，广大读者希望《橡胶工业手册》再次修订、更新的期望和呼声非常强烈。

化学工业出版社急行业之所需，在有关单位和专家学者的大力支持下，于2004年启动了《橡胶工业手册》（第3版）的修订组织工作。本次修订工作的主编由北京橡胶工业研究设计院、上海橡胶制品研究所、青岛科技大学、华南理工大学和北京化工大学等单位推荐的高水平专家担任，他们组织了国内科研、生产一线有实践经验和专业造诣的100多位专家和技术人员参与修订工作，历经数年的艰苦努力，克服重重困难，为《橡胶工业手册》（第3版）的顺利出版贡献了智慧和汗水。

《橡胶工业手册》（第3版）在秉承前两版实用性、简明性、全面性的基础上，重点突出了新牌号、新助剂、新工艺、新设备、新产品、新检测手段，旨在推陈出新，体现新发展，以跟上时代的步伐。在借鉴修订版风格的基础上删繁就简，大幅度减少篇幅，但有些内容由于近些年来发展比较平缓，技术层面变化不大，所以仅对个别设备和标准等进行了更新，在此对原作者表示感谢。

为了适应市场的变化，方便广大读者阅读，本次修订对整体结构进行了重新的规划和调整，《橡胶工业手册》（第3版）各分册名称如下：

《生胶与骨架材料》

《配合材料》

《配方与基本工艺》

《轮胎》

《橡胶制品（上、下册）》

《橡胶机械（上、下册）》

《试验与检验》

参与《橡胶工业手册》（第3版）修订工作的主编和新老作者在时间紧、任务重的情况下，承担了为行业做贡献的责任，并很好地完成了这一艰巨的任务，同时，《橡胶工业手册》修订工作的顺利完成也离不开各主编所在单位强有力的协助与支持，借《橡胶工业手册》（第3版）即将出版之际，再次向各位主编和所在单位以及全体参编人员表示衷心的感谢！向为《橡胶工业手册》前几版编写做出重大贡献的老作者们表示由衷的敬意和感谢！

近年来，国内外科技发展速度很快，手册编写过程中坚持了实用、全面、新颖、简明的编写原则，力图更好地满足行业读者需要，但难免有不当之处，恳请读者多提宝贵意见和建议。

《橡胶工业手册》（第3版）编辑人员：周伟斌、宋向雁、李晓文、赵卫娟、杜春阳、冯国庆。

化学工业出版社
2011年12月

前 言

随着高新技术的日新月异，特别是航空航天、高铁、汽车、建筑、电子、电气等行业的高速发展，给橡胶产业提供了崭新的机会。现代科技的需求推动了橡胶产业的进步，新材料和新技术的不断涌现，推进了橡胶产业结构调整与升级。目前，我国已经成为一个橡胶工业大国，成为世界橡胶工业竞争的焦点。面对激烈的挑战，为数众多的中国橡胶企业及其从业人员需要了解最新的现代分析测试方法。《橡胶工业手册》(修订版)的内容已经不能适应我国橡胶工业的需要。

因此，化学工业出版社经过广泛的调研和征得专家的意见后，决定重新修订《橡胶工业手册》。本分册的编写工作得到华南理工大学、株洲时代新材料科技股份有限公司、广州合成材料研究院、华南轮胎厂、广州广橡企业集团有限公司钻石车胎厂、广州橡胶研究所等单位及其专家、教授的大力支持和帮助，认为这是历史赋予的责任，愿为编好《橡胶工业手册》作出贡献。由于参加编写的单位和专家、教授很多，在此恕不一一列举。经过多年的努力，本手册终于问世，在此仅向有关单位和个人表示衷心的感谢。

《橡胶工业手册》的编写旨在全面、系统、完整地介绍橡胶工业的基本知识；反映橡胶工业最新的科技水平；注重内容的实用性，理论叙述简明扼要。本分册介绍各种生胶、配合剂、混炼胶、硫化胶和骨架材料的化学分析、仪器分析和物理性能试验方法与标准。化学分析包括通用分析方法、燃烧试验、热分解物试验、纸上斑点试验、溶解试验、着色试验和薄层层析法等；仪器分析包括光谱分析、核磁共振与电子顺磁共振波谱法、色谱分析法、热分析法、显微技术分析法、X射线衍射和电子衍射法，以及其他常用近代仪器分析方法；物理性能试验包括加工性能、静态力学性能、黏弹性、疲劳性能、低温性能、摩擦与磨损性能、橡胶老化、耐介质性能、电性能、粘接性能、扩散和渗透性能、硬质橡胶、骨架材料和其他物理性能的试验，以及统计方法和结果处理。在一些章节还解释了一些重要的原理或概念。

本分册第1章和第2章由李伊华、游长江、朱立新、张北龙编写；第3章和第6章由傅伟文编写；第4章由古菊编写；第5章和第9章由刘岚编写；第7章由郭建华、曾幸荣编写；第8章由张安强编写；第10章由侯有军编写；第11章、第22章和第25章由游长江编写；第12章和第15章由王小萍编写；第13章由蒋智杰编写；第14章由王进编写；第16章由陈勇军、贾德民编写；第17章由陈朝晖编写；第18章由谢宇芳编写；第19章、第21章和第23章由王慧敏编写；第20章由刘运春编写；第24章由黎宁编写；第26章由丁剑平编写。全书由游长江审定。

尽管全书经过认真校订，但由于编写人员多、资料来源与编者水平的局限，难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者
2011年12月



第1篇

橡胶的化学分析

第1章 原料橡胶分析方法	2	1.5 再生橡胶和硫化橡胶粉的分析方法	61
1.1 生胶通用分析方法	2	1.5.1 外观要求	61
1.1.1 外观	2	1.5.2 试样制备	61
1.1.2 取样及试样制备	2	1.5.3 水分的测定	62
1.1.3 相对密度的测定	3	1.5.4 灰分的测定	62
1.1.4 灰分的测定	3	1.5.5 丙酮抽出物的测定	62
1.1.5 挥发物含量的测定	4	1.5.6 硫化橡胶粉筛余物的测定	63
1.1.6 相对分子质量及相对分子质量分布 的测定	5	1.5.7 橡胶烃和炭黑含量的测定	63
1.1.7 凝胶含量的测定	8	1.5.8 金属含量的测定	63
1.1.8 溶剂抽出物的测定	9	1.5.9 纤维含量的测定	64
1.1.9 充油橡胶中油含量的测定	10	1.5.10 倾注密度的测定	64
1.2 天然橡胶分析方法	11	1.6 胶乳分析	64
1.2.1 杂质含量的测定	11	1.6.1 天然胶乳分析	64
1.2.2 塑性初值的测定	12	1.6.2 合成胶乳分析	74
1.2.3 塑性保持率 (PRI) 的测定	13	1.7 液体橡胶的分析方法	78
1.2.4 加速储存硬化值的测定	14	1.7.1 液体丁腈橡胶分析方法	78
1.2.5 水溶物的测定	15	1.7.2 液体硅橡胶分析方法	79
1.2.6 橡胶烃含量的测定	16	1.7.3 液态聚硫橡胶分析方法	80
1.2.7 氮含量的测定	16	1.8 热塑性弹性体的分析方法	80
1.2.8 蛋白质含量的测定 (分光 光度法)	19	1.8.1 聚酰胺类热塑性弹性体	80
1.2.9 颜色指数的测定	20	1.8.2 共聚酯类热塑性弹性体	81
1.3 合成橡胶分析方法	20	1.8.3 烯烃类热塑性弹性体	81
1.3.1 丁苯橡胶分析	20	1.8.4 苯乙烯类热塑性弹性体	81
1.3.2 聚丁二烯橡胶分析	26	1.8.5 氨基甲酸乙酯类热塑性弹性体	81
1.3.3 乙丙橡胶 (EPM 和 EPDM) 分析方法	28	1.8.6 热塑性硫化胶	82
1.3.4 氯丁橡胶分析	30	1.8.7 未分类的其他热塑性弹性体	82
1.3.5 丁腈橡胶和氢化丁腈橡胶分析	36	1.8.8 热塑性弹性体分析	83
1.3.6 聚异戊二烯橡胶分析	38	1.8.9 附录	89
1.3.7 丁基橡胶 (IIR) 分析方法	45	参考文献	91
1.4 特种合成橡胶分析方法	48	第2章 橡胶配合剂分析方法	95
1.4.1 硅橡胶分析方法	48	2.1 通用分析方法	95
1.4.2 氟橡胶分析方法	51	2.1.1 硫化剂、活性剂、促进剂和防老剂 通用分析方法	95
1.4.3 聚氨酯橡胶分析	52	2.1.2 补强填充剂通用分析方法	104
1.4.4 聚硫橡胶分析	54	2.2 硫化剂分析方法	109
1.4.5 氯磺化聚乙烯橡胶分析	57	2.2.1 硫黄分析方法	109
1.4.6 丙烯酸酯橡胶分析	58	2.2.2 过氧化二异丙苯 (DCP) 纯度的 测定	114
1.4.7 氯醚橡胶分析	60	2.2.3 硫化树脂分析方法	115
		2.3 活性剂的分析方法	116

2.3.1 氧化锌的分析	116	2.8.9 锰含量的测定	182
2.3.2 硬脂酸分析方法	118	2.8.10 密度的测定	182
2.3.3 轻质氧化镁的分析	122	2.9 陶土的分析方法	183
2.3.4 氯化亚锡纯度的测定	126	2.9.1 总铜含量的测定	183
2.3.5 一氧化铅纯度的测定	126	2.9.2 硅含量的测定	184
2.4 促进剂分析方法	127	2.9.3 铝含量的测定	187
2.4.1 促进剂 NS 甲醇不溶物的测定	127	2.9.4 总铁含量的测定	188
2.4.2 促进剂 DM 中游离促进剂 M 含量的测定	127	2.9.5 总锰含量的测定	189
2.4.3 促进剂 H 纯度的测定	127	2.10 轻质碳酸镁分析方法	190
2.4.4 促进剂 ZDC 中锌含量的测定	128	2.10.1 氧化钙含量的测定	190
2.4.5 促进剂 ZDC 中水溶性锌盐含量 的测定	128	2.10.2 氧化镁含量的测定	190
2.4.6 促进剂 MZ 中锌含量的测定	129	2.10.3 硫酸盐的测定	191
2.5 防老剂分析方法	129	2.10.4 氯化物含量的测定	191
2.5.1 防老剂 A 中游离苯胺含量的 测定	129	2.10.5 铁含量的测定	191
2.5.2 防老剂 D 中游离胺（苯胺）含量 的测定	130	2.10.6 锰含量的测定	192
2.5.3 防老剂 BLE 密度的测定	130	2.11 硫酸钡分析方法	193
2.5.4 液体防老剂挥发分的测定	130	2.11.1 硫酸钡含量的测定	193
2.5.5 粉体剂型液体防老剂含量的 测定	131	2.11.2 吸油值的测定	193
2.5.6 石蜡滴熔点的测定	131	2.12 软化剂分析方法	194
2.5.7 石蜡 100℃ 运动黏度的测定	132	2.12.1 石油软化剂分析方法	194
2.5.8 石蜡含油量的测定	132	2.12.2 合成增塑剂的分析方法	211
2.5.9 石蜡熔点的测定	134	2.12.3 树脂及其他软化剂分析方法	216
2.5.10 石蜡颜色的测定	134	2.13 着色剂分析方法	222
2.5.11 石蜡针入度的测定	134	2.13.1 通用分析方法	222
2.5.12 石蜡机械杂质及水的测定	135	2.13.2 专用分析方法	226
2.6 炭黑的分析方法	135	2.14 溶剂分析方法	234
2.6.1 炭黑粒径的测定	135	2.14.1 通用分析方法	234
2.6.2 炭黑表面积测定	138	2.14.2 专用分析方法	237
2.6.3 炭黑结构的测定	145	附录 标准溶液及一般试剂的制备	242
2.6.4 其他的测定	150	参考文献	264
2.6.5 造粒炭黑的测定	154	第3章 硫化橡胶分析方法	266
2.6.6 乙炔炭黑的测定	157	3.1 硫化橡胶的鉴定与测定	266
2.7 白炭黑的分析方法	160	3.1.1 胶种鉴定的预测	266
2.7.1 沉淀法白炭黑分析方法	160	3.1.2 橡胶的通性试验	267
2.7.2 气相法白炭黑的分析方法	173	3.1.3 橡胶的特性试验	274
2.8 碳酸钙的分析方法	177	3.1.4 橡胶含量的测定	278
2.8.1 碳酸钙含量的测定	177	3.2 硫化橡胶中硫化剂分析方法	279
2.8.2 吸油量的测定	178	3.2.1 含硫硫化剂的分析	280
2.8.3 白度的测定	178	3.2.2 非硫黄硫化剂的鉴定	282
2.8.4 活化度的测定	179	3.3 薄层色谱法鉴定硫化胶中促进剂	285
2.8.5 水溶物的测定	179	3.3.1 样品处理	285
2.8.6 粒径的测定	180	3.3.2 薄层色谱条件	285
2.8.7 团聚指数的测定	180	3.4 硫化橡胶中防老剂分析方法	286
2.8.8 铁含量的测定	180	3.4.1 防老剂的鉴定	286
		3.4.2 防老剂的测定（光度法）	289
		3.5 硫化橡胶中炭黑分析方法	291
		3.5.1 炭黑类型的鉴定	291
		3.5.2 炭黑含量的测定	293
		3.6 硫化橡胶中无机填料分析方法	294

3.6.1 试液的制备	294	3.9 硫化橡胶中树脂的鉴定	305
3.6.2 无机元素的鉴定	294	3.9.1 丁腈橡胶中聚氯乙烯的鉴定	306
3.6.3 无机元素的测定	296	3.9.2 氯化聚醚的鉴定	306
3.7 硫化橡胶中增塑剂(软化剂)的鉴定	299	3.9.3 三元尼龙(548树脂)的鉴定	306
3.7.1 一般鉴定方法	299	3.9.4 聚砜类塑料的鉴别	307
3.7.2 特性试验	301	3.9.5 聚乙烯的鉴定	307
3.8 硫化橡胶中溶剂抽出物的测定	302	3.9.6 聚甲醛的鉴定	307
3.8.1 丙酮抽出物的测定	302	3.9.7 酚醛树脂的鉴定	308
3.8.2 三氯甲烷抽出物的测定	303	3.9.8 ABS树脂和聚碳酸酯的鉴定	308
3.8.3 乙醇氢氧化钾抽出物的测定	303	3.10 硫化橡胶中纤维的鉴定	308
3.8.4 丙酮抽出物中酸值的测定	304	3.10.1 纤维鉴定的一般方法	308
3.8.5 丙酮抽出物中皂化值的测定	304	3.10.2 纤维的特性试验	311
3.8.6 丙酮抽出物中未皂化物的测定	304	3.11 工艺过程中混炼胶分析	312
3.8.7 抽出物中蜡状烃类化合物的 测定	305	3.11.1 分析项目的确定	313
3.8.8 抽出物中软化剂的测定	305	3.11.2 分析程序和方法	313
		参考文献	314

第2篇 橡胶的仪器分析

第4章 光谱分析

4.1 红外光谱法	318
4.1.1 基本知识	318
4.1.2 红外光谱仪	320
4.1.3 实验技术	321
4.1.4 红外光谱法在橡胶工业中的 应用	323
4.1.5 分析实例	328
4.2 紫外-可见光谱法	332
4.2.1 基本原理	332
4.2.2 仪器与实验技术	336
4.2.3 紫外-可见光谱法在橡胶中的 应用	340
4.3 原子吸收光谱法	345
4.3.1 基本原理	345
4.3.2 原子吸收光谱仪	346
4.3.3 实验技术	346
4.3.4 原子吸收光谱法在橡胶工业中的 应用	346
参考文献	354

第5章 核磁共振与电子顺磁共振

波谱法	356
5.1 核磁共振波谱法	356
5.1.1 基本原理	356
5.1.2 仪器及实验技术	367
5.1.3 核磁共振波谱法在聚合物研究中的 应用	369

5.2 电子顺磁共振波谱及在聚合物研究中的 应用	392
5.2.1 电子顺磁共振的基本原理	392
5.2.2 仪器与实验技术	394
5.2.3 ESR谱图	396
5.2.4 ESR在聚合物结构研究中的 应用	397
参考文献	400

第6章 色谱分析法

6.1 气相色谱法	402
6.1.1 基本原理	402
6.1.2 试验技术	403
6.1.3 定性分析和定量分析	404
6.1.4 裂解气相色谱法	404
6.2 高效液相色谱法	409
6.2.1 概述	409
6.2.2 基本原理	409
6.2.3 实验技术	409
6.2.4 液相色谱在橡胶工业分析上的 应用	411
6.3 薄层色谱法	419
6.3.1 基本原理	419
6.3.2 试验技术	419
6.3.3 应用	422
6.4 薄层色谱扫描仪定量法	423
6.4.1 概述	423
6.4.2 测定方法和应用范围	424
参考文献	424

第7章 热分析法	426
7.1 差热分析和示差扫描量热法	427
7.1.1 基本原理	427
7.1.2 实验技术	428
7.1.3 差热分析和示差扫描量热法在橡胶工业中的应用	430
7.2 热重分析法	439
7.2.1 基本原理	439
7.2.2 实验技术	439
7.2.3 热重分析法在橡胶工业中的应用	440
7.3 热机械分析法	447
7.3.1 基本原理	447
7.3.2 实验技术	449
7.3.3 热机械分析法在橡胶工业中的应用	449
7.4 动态热机械分析法	452
7.4.1 基本原理	452
7.4.2 实验技术	452
7.4.3 动态热机械分析法在橡胶工业中的应用	454
参考文献	457
第8章 显微技术分析法	460
8.1 光学显微镜法	460
8.1.1 基本原理	460
8.1.2 实验技术	461
8.1.3 光学显微镜法在橡胶工业中的应用	462
8.2 透射电子显微镜法	463
8.2.1 透射电镜的构造及其成像原理	464
8.2.2 透射电镜的制样方法	464
8.2.3 透射电镜在橡胶工业中的应用	467
8.3 扫描电子显微镜法	473
8.3.1 扫描电镜的构造及其成像原理	473
8.3.2 扫描电镜的制样方法	474
8.3.3 扫描电镜在橡胶工业中的应用	476
参考文献	483
第9章 X射线衍射和电子衍射法	485
9.1 X射线衍射法	485
9.1.1 WAXD的基本原理	485
9.1.2 仪器与实验技术	485
9.1.3 X射线衍射法在橡胶工业中的应用	486
9.1.4 小角X射线散射法(SAXS)	493
9.2 电子衍射法	495
9.2.1 基本原理	496
9.2.2 仪器与实验技术	499
9.2.3 电子衍射法在橡胶工业中的应用	500
参考文献	501
第10章 其他常用近代仪器分析方法简介	503
10.1 X射线光电子能谱法(XPS)	503
10.1.1 基本原理	503
10.1.2 仪器与实验技术	507
10.1.3 X射线光电子能谱法在橡胶工业中的应用	509
10.2 二次离子质谱法(SIMS)	516
10.2.1 基本原理	516
10.2.2 仪器与实验技术	518
10.2.3 二次离子质谱法(SIMS)在橡胶工业中的应用	526
10.3 小角激光光散射法(SALLS)	532
10.3.1 基本原理	533
10.3.2 仪器与实验技术	535
10.3.3 小角激光光散射法在橡胶工业中的应用	538
参考文献	550

第3篇 橡胶的物理性能试验

第11章 硫化橡胶试验的试样制备	554
11.1 生胶试样的制备	554
11.1.1 取样	554
11.1.2 生胶试样制备	554
11.2 硫化橡胶试样制备	555
11.2.1 配料	555
11.2.2 混炼	555
11.2.3 硫化	563
11.3 试样的制备	566
11.3.1 试样厚度	566
11.3.2 试样的打磨	567
11.3.3 试样的裁切	567
11.4 橡胶试样的停放和实验室标准条件	569
11.4.1 停放	569
11.4.2 实验室标准条件	569
参考文献	569

第 12 章 胶料的加工特性与测定	570	14.2.1 概述	640
12.1 混炼胶的加工性能试验	570	14.2.2 蠕变试验	641
12.1.1 塑性试验	571	14.2.3 影响蠕变和应力松弛的重要 因素	644
12.1.2 黏度测定	574	14.3 自由振荡黏弹性试验	647
12.1.3 剪切变稀行为的测定	581	14.3.1 概述	647
12.1.4 弹性	583	14.3.2 回弹试验	648
12.1.5 焦烧时间	585	14.3.3 扬子尼机械示波器试验	651
12.1.6 硫化速率和正硫化	590	14.3.4 扭摆试验原理	656
12.1.7 抗硫化返原性	595	14.4 强迫振荡黏弹性试验	660
12.1.8 应力松弛加工性能试验	596	14.4.1 概述	660
12.2 混炼胶的质量检查	604	14.4.2 强迫振荡共振式黏弹试验	660
12.2.1 硫化橡胶中炭黑分散度的 测定——显微照相法	605	14.4.3 强迫振荡非共振式黏弹试验	665
12.2.2 炭黑分散度仪试验	606	14.4.4 动态力学性能测定中的影响 因素	673
12.2.3 高锰酸钾染色-显微照相法研究 高聚物并用的结构形态	606	14.5 声波传播法	679
12.2.4 用橡胶加工分析仪测分散度	608	14.5.1 试验原理	679
参考文献	610	14.5.2 试验分类和标准	679
第 13 章 静态力学性能试验	612	14.5.3 试验方法	680
13.1 硬度试验	612	参考文献	684
13.1.1 邵尔硬度试验	612	第 15 章 疲劳性能试验	685
13.1.2 国际橡胶硬度试验	614	15.1 压缩屈挠试验	686
13.1.3 赵氏硬度与邵尔硬度	618	15.1.1 定负荷压缩屈挠试验	686
13.1.4 硬质橡胶硬度测定(钢球 压入法)	619	15.1.2 定变形压缩屈挠试验	690
13.2 拉伸性能试验	620	15.2 屈挠龟裂试验	690
13.2.1 拉力试验机	620	15.2.1 试验方法	691
13.2.2 试样	622	15.2.2 试验影响因素	692
13.2.3 试验方法	623	15.3 回转屈挠疲劳试验	695
13.2.4 试验结果计算	623	15.3.1 试验机结构	695
13.2.5 试验影响因素	624	15.3.2 试验条件	696
13.3 撕裂试验	625	15.3.3 试验步骤	696
13.3.1 试样形状及制备	626	15.3.4 试验结果表示方法	696
13.3.2 试验方法	628	15.3.5 试验影响因素	697
13.3.3 试验结果的表示与计算	628	15.4 伸张疲劳试验	699
13.3.4 试验结果的影响因素	628	15.4.1 试验条件	699
13.4 压缩变形试验	629	15.4.2 试验结果表示方法	700
13.4.1 常温、高温和低温压缩永久 变形试验	629	15.4.3 影响因素	701
13.4.2 短时间静压缩试验	631	参考文献	703
13.4.3 试验结果的影响因素	632	第 16 章 低温性能试验	704
参考文献	632	16.1 低温试验环境的建立	704
第 14 章 黏弹性试验	634	16.1.1 低温试验装置	704
14.1 黏弹性试验概述	634	16.1.2 低温性能试验的测温仪表	705
14.1.1 黏弹性材料的力学特征	634	16.2 温度回缩法试验(TR 试验)	707
14.1.2 黏弹性试验分类	637	16.2.1 试验原理	707
14.1.3 黏弹性试验原理及数学分析 方法	637	16.2.2 试验仪器	707
14.2 蠕变及应力松弛试验	640	16.2.3 试验结果表示方法	707
		16.2.4 试验影响因素	707
		16.3 低温刚性的测定(吉门试验)	708
		16.3.1 试验原理	708

16.3.2	试验仪器	708	17.3.2	阿克隆磨耗试验	736
16.3.3	试验结果表示方法	708	17.3.3	其他磨耗试验	737
16.3.4	试验影响因素	709	17.4	橡胶磨耗试验的环境因素	738
16.4	脆性温度试验	710	参考文献		739
16.4.1	脆性温度定义及试验原理	710	第 18 章 橡胶老化试验		740
16.4.2	试验仪器及试验方法	710	18.1	自然老化试验	740
16.4.3	试验的影响因素	711	18.1.1	大气老化试验	740
16.5	玻璃化温度的测定	712	18.1.2	动态大气老化试验	745
16.5.1	动态模量法	712	18.1.3	加速大气老化试验	746
16.5.2	量热法	712	18.1.4	耐光性试验	746
16.5.3	吉门试验法	713	18.1.5	棚内暴露试验	746
16.5.4	TR 试验法	713	18.1.6	自然储存老化试验	747
16.6	拉伸耐寒系数试验	713	18.2	热老化和生物老化	748
16.6.1	使用范围及试验原理	713	18.2.1	热空气老化试验	748
16.6.2	试验仪器及试验方法	713	18.2.2	隔室型和试管型老化试验	751
16.6.3	影响因素	713	18.2.3	高压氧和高压空气热老化试验	752
16.7	压缩耐寒系数试验	714	18.2.4	其他老化试验	752
16.7.1	适用范围及试验原理	714	18.3	臭氧老化试验	755
16.7.2	试验仪器及试验方法	714	18.3.1	试验装置	755
16.7.3	影响因素	714	18.3.2	试验方法	756
16.8	低温恒定应变压缩永久变形试验	715	18.3.3	影响因素	759
16.8.1	试验原理	715	18.3.4	注意事项	762
16.8.2	试验方法	715	18.4	人工气候老化试验	762
16.8.3	试验结果的表示方法	716	18.4.1	氙灯老化试验	762
16.9	各项低温试验之间的关系	716	18.4.2	碳弧灯老化试验	766
16.9.1	吉门试验与 TR 试验的关系	716	18.4.3	荧光紫外灯老化试验	766
16.9.2	压缩耐寒系数与玻璃化温度的关系	716	18.4.4	性能评价及相关性	768
16.9.3	玻璃化温度和 TR 试验的关系	717	18.5	储存寿命和最高使用温度的推算	769
16.9.4	TR 试验与低温恒定应变压缩永久变形试验的关系	717	18.5.1	阿累尼乌斯方程	769
16.9.5	橡胶的脆化温度与玻璃化温度的关系	717	18.5.2	阿累尼乌斯图的应用	770
参考文献		717	参考文献		772
第 17 章 摩擦与磨耗性能试验		719	第 19 章 耐久性能试验		775
17.1	橡胶的摩擦及试验	719	19.1	耐液体试验	775
17.1.1	橡胶摩擦的特点	719	19.1.1	体积、质量变化的测定	775
17.1.2	橡胶摩擦的基本类型	720	19.1.2	尺寸变化的测定	776
17.1.3	影响橡胶摩擦性能的因素	720	19.1.3	表面积变化试验	777
17.1.4	橡胶的摩擦试验	722	19.1.4	抽出可溶物质的测定	778
17.2	橡胶的磨耗	726	19.1.5	试样浸泡后物理性能的测定	778
17.2.1	橡胶磨耗的类型	726	19.1.6	浸泡并干燥后物理性能的测定	779
17.2.2	橡胶磨耗的理论解释	728	19.1.7	单面液体接触试验	779
17.2.3	橡胶磨耗与性能的关系	729	19.1.8	硫化橡胶溶胀指数测定	780
17.2.4	外界条件对橡胶磨耗的影响	730	19.2	影响因素	781
17.2.5	不同苛刻度下磨耗量之间的关系	732	19.2.1	试样规格的影响	781
17.3	橡胶的磨耗试验	733	19.2.2	试验液体的影响	781
17.3.1	旋转辊筒式磨耗试验	734	19.2.3	试验温度的影响	781
			19.2.4	湿度的影响	781
			19.2.5	浸泡时间的影响	781
			19.2.6	浸泡过程的影响	781
			19.2.7	操作时间的影响	782

19.2.8 称量过程的影响	782	21.4 压敏胶黏带的黏附性能试验	823
19.3 试验介质	782	21.4.1 压敏胶黏带 180°剥离强度试验 方法	823
19.3.1 标准模拟液体	782	21.4.2 压敏胶黏带低速解卷强度的 测定	824
19.3.2 标准油	782	21.4.3 压敏胶黏带持黏性试验方法	825
19.3.3 模拟工作液	783	21.4.4 压敏胶黏带初黏性试验方法 (滚球法)	826
19.3.4 化学试剂	783	参考文献	829
19.3.5 黏性介质	783	第 22 章 扩散和渗透性能试验	830
19.3.6 蒸气介质	783	22.1 扩散和渗透	830
参考文献	784	22.1.1 气体的透过	830
第 20 章 电性能试验	785	22.1.2 液体的透过	832
20.1 试样的处理	785	22.1.3 吸收和解吸	833
20.2 绝缘电阻率的测定	785	22.2 气体透过性的测定	834
20.2.1 基本概念	785	22.2.1 压差法	834
20.2.2 绝缘电阻测定的意义	785	22.2.2 恒容法	836
20.2.3 绝缘电阻的一般理论	785	22.2.3 恒压法	837
20.2.4 绝缘电阻率的测定	786	22.2.4 真空法	838
20.2.5 影响因素及其分析	788	22.2.5 载气法	839
20.3 介电常数和介质损耗角正切的测试	792	22.2.6 硫化橡胶或热塑性橡胶透气性的 测定	839
20.3.1 基本概念	792	22.2.7 高聚物多孔弹性材料空气透气率 的测定	846
20.3.2 介电常数和介质损耗角正切的 测试概况	792	22.2.8 橡胶和塑料软管及其组合件 透气性的测定	848
20.3.3 影响因素及其分析	798	22.3 液体透过性的测定	851
20.4 击穿电压强度的测试	798	22.3.1 “盘”法测透湿性	851
20.4.1 基本概念	798	22.3.2 “杯”法测透湿性	851
20.4.2 橡胶击穿电压强度试验的意义	798	22.3.3 “杯”法测透水性	853
20.4.3 击穿电压试验的一般理论	799	22.4 橡胶和塑料软管及非增强软管液体 壁透性测定	854
20.4.4 击穿电压强度试验的测试概况	800	22.4.1 方法 A	855
20.5 导电和抗静电性能的测试	804	22.4.2 方法 B	856
20.5.1 基本概念	804	22.5 吸收和解吸特性的测定	857
20.5.2 有压法试验仪器及试验步骤	804	22.5.1 气体吸收试验	857
20.5.3 无压法导电橡胶电阻率试验仪及 试验步骤	806	22.5.2 液体溶胀试验	858
参考文献	807	22.5.3 真空放气试验	858
第 21 章 粘接性能试验	808	参考文献	859
21.1 橡胶与金属粘接性能试验	808	第 23 章 硬质橡胶试验	861
21.1.1 橡胶与金属的扯离黏合强度的 试验	808	23.1 硬质橡胶硬度试验	861
21.1.2 橡胶与金属的剪切黏合强度的 试验	810	23.1.1 试验原理	861
21.1.3 橡胶与金属剥离黏合强度试验	811	23.1.2 试验装置	861
21.2 橡胶与钢丝黏合试验	814	23.1.3 试样	861
21.2.1 硫化橡胶与单根钢丝黏合力的 测定——抽出法	814	23.1.4 试验步骤	862
21.2.2 硫化橡胶与钢丝帘线黏合强度的 测定	816	23.1.5 结果的表述	862
21.3 橡胶与织物黏合试验	821	23.1.6 影响因素	862
21.3.1 硫化橡胶与织物帘线黏合强度的 测定——H 抽出法	821	23.2 硬质橡胶拉伸强度和拉断伸长率 试验	863
21.3.2 橡胶与织物黏合强度的测定	822		

23.2.1	试验仪器	863	24.1.10	附胶量试验	880
23.2.2	试样	863	24.1.11	疲劳试验	881
23.2.3	试验步骤	864	24.1.12	帘布经、纬线密度的测定	882
23.2.4	试验结果表示	864	24.1.13	帘布幅宽、匹长的测定	882
23.2.5	影响因素	864	24.1.14	试验结果的综合和复试	883
23.3	硬质橡胶弯曲强度的测定	865	24.1.15	包装、标志、运输和储存	883
23.3.1	试验仪器	865	24.2	帆布试验	884
23.3.2	试样	865	24.2.1	试验条件和取样	884
23.3.3	试验步骤	865	24.2.2	帆布拉断强度和伸长率试验	884
23.3.4	试验结果	865	24.2.3	帆布的厚度试验	884
23.3.5	影响因素	866	24.2.4	帆布的平方米质量测定	885
23.4	硬质橡胶抗剪切强度的测定	866	24.2.5	帆布长度检测	885
23.4.1	定义	866	24.2.6	帆布宽度测定	885
23.4.2	试验仪器	866	24.2.7	帆布经、纬密度的测定	885
23.4.3	试样	866	24.2.8	帆布的包装、标志、储运	886
23.4.4	试验步骤	866	24.3	钢丝帘线检验试验	886
23.4.5	试验结果	867	24.3.1	试验条件和取样	886
23.5	硬质橡胶冲击强度的测定	867	24.3.2	外观	887
23.5.1	试验仪器	867	24.3.3	帘线及单丝粗度(直径)的 测量	887
23.5.2	试样	868	24.3.4	捻距及捻向的测定	888
23.5.3	试验步骤	868	24.3.5	破断力和破断伸长率试验	888
23.5.4	试验结果	869	24.3.6	定负荷伸长率试验	889
23.5.5	影响因素	869	24.3.7	线密度试验	890
23.6	硬质橡胶压碎强度的测定	869	24.3.8	散头(松散度)试验	890
23.6.1	定义	869	24.3.9	残余扭矩试验	890
23.6.2	试验仪器	869	24.3.10	平直度试验	890
23.6.3	试样	869	24.3.11	弹性试验	890
23.6.4	试验步骤	869	24.3.12	接头(焊点)	891
23.6.5	试验结果表述	870	24.3.13	钢丝帘线附着力试验(抽出 黏合力)	891
23.7	硬质橡胶耐热试验的测定	870	24.3.14	Taber刚度的测定	891
23.7.1	试验仪器	870	参考文献		892
23.7.2	试样	871	第25章	其他物理性能试验	893
23.7.3	试验步骤	871	25.1	导热性能测定	893
23.7.4	结果的表述	873	25.1.1	橡胶的导热性能	893
23.7.5	影响因素	873	25.1.2	热导率的测定	894
参考文献		873	25.1.3	热扩散系数的测定	897
第24章	橡胶工业用骨架材料试验	874	25.1.4	比热容的测定	898
24.1	纤维帘线试验	874	25.2	燃烧性能测定	900
24.1.1	试验条件和取样	874	25.2.1	氧指数试验	901
24.1.2	纤度试验	874	25.2.2	燃烧试验	902
24.1.3	拉断强度、拉断伸长率和定负荷 伸长率试验	875	25.2.3	发烟试验	904
24.1.4	帘线直径的测定	877	25.3	辐射性能试验	906
24.1.5	帘线捻度试验	877	25.3.1	聚合物材料辐照的一般要求	907
24.1.6	含水率和回潮率试验	878	25.3.2	辐照后橡胶物理性能变化的 测定	908
24.1.7	干热收缩率试验	879	25.3.3	核辐射透射率的测定	910
24.1.8	蠕变试验	879	25.4	污染性能测定	911
24.1.9	帘线与橡胶黏着强度的测定 (H抽出法)	880			

25.4.1	试验方法	912	26.4	采样及实验室的质量控制	925
25.4.2	辐照条件	913	26.4.1	概念简介	925
25.4.3	污染程度的评价	914	26.4.2	抽样检验的方法	925
参考文献		915	26.4.3	采样数量的研究	926
第 26 章	橡胶物理试验统计方法和结果		26.4.4	实验室的质量管理	927
	处理	917	26.5	试验结果的计算及表达	928
26.1	橡胶物理试验统计概述	917	26.5.1	试验数据分布函数的取得	928
26.1.1	意义及概况	917	26.5.2	分布函数及参数的统计检验	931
26.1.2	最常用的数理统计术语	917	26.5.3	方差分析及方差分析表	934
26.2	测量值的变异性	919	26.5.4	方差分析在橡胶物理试验中的 应用	936
26.2.1	变异性及其来源	919	26.5.5	回归分析	938
26.2.2	我国橡胶物理试验标准的数据 取值方法及取值范围	921	26.6	试验设计与试验结果分析	944
26.3	评价试验方法的基本统计观点	922	26.6.1	正交试验设计	944
26.3.1	对试验方法的要求	922	26.6.2	均匀设计	946
26.3.2	橡胶物理试验的准确度、精密度、 相关性及其显著性	923	26.6.3	人工神经网络	947
			参考文献		948

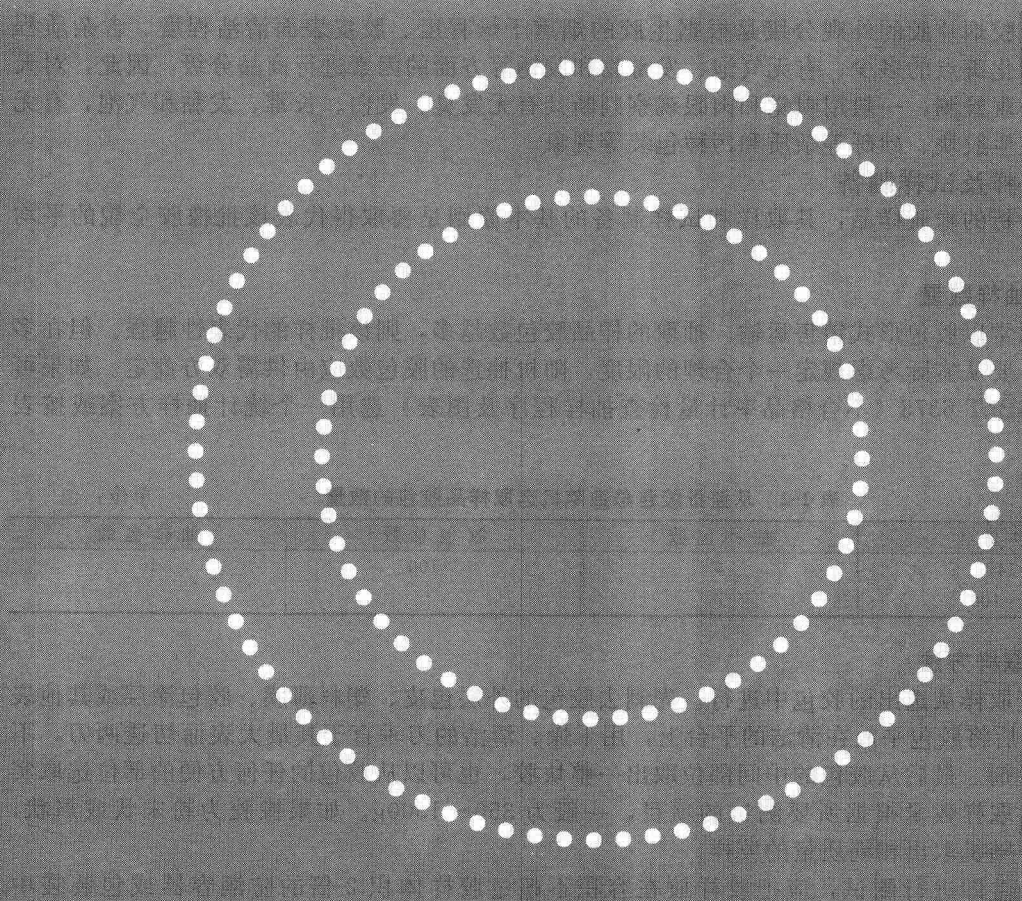
橡胶的化学分析 第1篇

第

1

篇

橡胶的化学分析



第 1 章 原料橡胶分析方法

1.1 生胶通用分析方法

1.1.1 外观

由于合成橡胶是工业产品，天然橡胶是农业产品，不同制造过程的产品外观不同是显而易见的。

对于合成橡胶而言，外观指气味、色泽、形状等，通常凭嗅觉和肉眼观察进行鉴别，不允许含焦化颗粒、泥沙、机械杂质、油污等异物。非污染型合成橡胶要求是无色或浅色。

标准天然橡胶中，除了恒黏胶（CV）和浅色胶（L）之外，规格均以其杂质含量的最高数值来表示，见表 1-1 所列。但这种分级无法用肉眼观察判断，必须经过化验室用 45 μ m 筛网过滤检定。

表 1-1 标准天然橡胶的杂质含量 单位：%

规 格	杂质含量最大值	规 格	杂质含量最大值
恒黏胶、浅色胶、SCR 5	0.05	SCR 20	0.20
SCR 10	0.10	SCR 50	0.50

天然橡胶烟片胶的外观分级是根据生胶的烟熏干燥程度、胶皮表面清洁程度、含杂质程度、表面氧化斑点的多少、有无气泡、发霉物和胶锈等方面的因素进行商品分级。因此，对天然橡胶的外观检测，一般用嗅觉和肉眼观察判断其有无发臭、发白、长霉、发黏和气泡，有无未烘干的夹生胶块、砂砾等杂质和污秽包装等现象。

1.1.2 取样及试样制备

用于分析的橡胶样品，其取样和试样制备的基本原则是要取得代表该批橡胶全貌的平均试样。

1.1.2.1 抽样数量

生胶通常以胶包形式销售运输。抽取的样品胶包数越多，则该批样的代表性越强。但在多数情况下，要从实际考虑规定一个合理的限度。随机抽选的胶包数应由供需双方商定。如果可行，可从 GB/T 6378《不合格品率计量检查抽样程序及图表》选用一个统计抽样方案或按表 1-2 取样。

表 1-2 从整批胶包总数随机选取样品胶包的数量 单位：包

胶 包 总 数	抽 样 包 数	胶 包 总 数	抽 样 包 数
<40	4	>100	10
40~100	7		

1.1.2.2 取样方法

实验室取样从选出的胶包中进行。先剥去胶包的外层包皮、塑料薄膜、胶包涂层或其他表面材料，然后将胶包平放在清洁的平台上，用干燥、清洁的刀垂直于其最大表面切透两刀，不得使用润滑剂。最后从胶包的中间部位取出一整块胶，也可以从胶包的任何方便部位选取实验室样品。取样数量根据所要测试的项目，一般为 350~1500g。如果橡胶为粉末状或屑状，应从胶袋中随机取出相同质量的胶样。

如果不立即进行测试，应把胶样放在容积不超过胶样体积 2 倍的防潮容器或包装袋中备检。