

机械工程师手册

非金属材料

(第5版)

中国第一汽车集团公司编写组 编

机械工业出版社

机 械 工 程 材 料 手 册

非金属材料

(第 5 版)

中国第一汽车集团公司编写组 编



机 械 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程材料手册: 非金属材料/中国第一汽车集团公司编写组编.
(第5版) - 北京: 机械工业出版社, 1999.10

ISBN 7-111-03064-8

I. 机… II. 中… III. 机械工程-工程材料: 非金属材料 IV. TH145

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 63811 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 刘彩英 张绪姜 版式设计: 冉晓华 责任校对: 魏俊云

封面设计: 方 芬 责任印制: 何全君

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 1 月第 5 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·69.25 印张·2 插页·2160 千字

236801 - 239300 册

定价: 115.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

第 5 版出版说明

机械工程材料手册自 1970 年初版以来，深受读者欢迎。随着我国经济建设的发展，工程材料的品种、型号、规格日益增多，经常颁布新的国家标准和部颁标准或相应地进行修改。为此，本手册在 1977 年出版第 2 版，1982 年出版第 3 版，1991 年出版第 4 版，现又进行第 5 版修订。

这次修订，全面核实查对了 1997 年前新颁布的国家标准和部颁标准，因此，基本上更新了原书内容，并增补了一批新的材料品种、规格。全书内容力求做到简明扼要，切合实用。为便于读者使用，决定分成两卷（即金属材料和非金属材料）出版。

在修订过程中，得到我公司领导的热情支持和有关兄弟单位的大力协助，在此谨致以诚挚的谢意。由于作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，希望读者批评指正。

中国第一汽车集团公司 编写组

1999 年 3 月

机械工程材料手册

非金属材料

(第 5 版)

中国第一汽车集团公司 编写组

主 编 曾正明 彭福泉

审 校 周汝格

编写人员 (按姓氏笔划为序)

史元兴 许国旗 吴成明

陈子侠 吴洪发 周汝格

金奉燮 黄 晶 曾 晶

曾 鹏 曾正明 彭达志

彭福泉 傅 杰 傅绍云

虞莲莲 蒋主周

目 录

第 1 章 橡胶及其制品	1
1.1 概述	1
1.1.1 橡胶的分类	1
1.1.2 橡胶制品的分类	4
1.1.3 橡胶制品的性能	7
1.2 胶带	11
1.2.1 普通 V 带和窄 V 带	11
1.2.2 难燃 V 带	16
1.2.3 工业用变速宽 V 带	17
1.2.4 一般工业用窄 V 带	19
1.2.5 工业用多楔带及带轮尺寸	20
1.2.6 汽车 V 带	22
1.2.7 汽车多楔带	23
1.2.8 农业机械用普通 V 带	24
1.2.9 农业机械用变速（半宽）V 带	25
1.2.10 同步带	27
1.2.11 一般传动用同步带 （环状梯形）	32
1.2.12 汽车同步带（凸轮同步带）	32
1.2.13 活络 V 带	34
1.2.14 双面 V 带（重叠 V 带）	35
1.2.15 平带	36
1.2.16 普通平带	36
1.2.17 聚酰胺片基平带	37
1.2.18 运输带	38
1.2.19 普通用途织物芯输送带	39
1.2.20 一般用途难燃输送带	41
1.2.21 钢丝绳芯输送带	42
1.2.22 钢丝绳芯难燃输送带	45
1.2.23 钢丝绳牵引难燃输送带	46
1.2.24 耐热输送带	47
1.3 胶管	48
1.3.1 常用胶管的尺寸	48
1.3.2 输水、通用橡胶软管	49
1.3.3 织物增强吸水胶管	50
1.3.4 压缩空气橡胶软管	51
1.3.5 蒸汽胶管	52
1.3.6 氧气、乙炔橡胶软管	53
1.3.7 耐稀酸碱橡胶软管	53
1.3.8 钢丝绳编织液压胶管	54
1.3.9 钢丝缠绕增强外覆橡胶的液压 橡胶软管和软管组合件	55
1.3.10 织物增强液压橡胶软管和软管 组合件	58
1.3.11 液化石油气橡胶软管	59
1.3.12 输送常规石油基燃油用橡胶软 管	60
1.3.13 岸上排吸油橡胶软管	61
1.3.14 汽车液压制动软管	62
1.3.15 汽车气压制动软管	63
1.3.16 汽车用输水橡胶软管	64
1.3.17 内燃机燃油系统输送常规液体 燃油（含非氧化合物）用纯胶 管和橡胶软管	64
1.3.18 内燃机车机油橡胶软管	65
1.3.19 油槽车输油用橡胶软管	66
1.3.20 喷砂橡胶软管	66
1.4 橡胶板	67
1.4.1 工业用橡胶板	67
1.4.2 电绝缘橡胶板	68
1.4.3 设备防腐衬里用橡胶板	68
1.5 密封橡胶制品	69
1.5.1 机械密封用 O 形橡胶圈	69
1.5.2 V _D 形橡胶密封圈	73
1.5.3 U 形内骨架橡胶密封圈	77
1.5.4 高压电器设备用橡胶密封件	78
1.6 轮胎	80
1.6.1 载货汽车轮胎	81
1.6.2 轿车轮胎	99
1.6.3 工程机械轮胎	114
1.6.4 工业车辆轮胎	128
1.7 橡胶材料的选用	139
1.7.1 选用橡胶材料的一般原则和注 意事项	139
1.7.2 典型橡胶零件的选材	140
第 2 章 塑料及其制品	144

2.1 概述	144	2.4.19 压缩空气用织物增强热塑性塑料软管	200
2.1.1 塑料的分类	144	2.4.20 织物增强液压型热塑性塑料软管和软管组合件	201
2.1.2 塑料的组成	144	2.5 塑料板材	203
2.1.3 塑料的性能	144	2.5.1 硬质聚氯乙烯层压板材	203
2.2 常用工程塑料品种	164	2.5.2 硬质聚氯乙烯挤出板材	203
2.2.1 ABS树脂	165	2.5.3 聚乙烯挤出板材	204
2.2.2 尼龙 1010 树脂	165	2.5.4 改性聚丙烯层压板材	204
2.2.3 聚碳酸酯树脂	166	2.5.5 高抗冲聚苯乙烯挤出板材	205
2.2.4 共聚甲醛树脂	166	2.5.6 ABS 塑料挤出板材	206
2.2.5 聚四氟乙烯树脂	167	2.5.7 聚四氟乙烯板材	206
2.2.6 聚三氟氯乙烯树脂	167	2.5.8 浇注型工业有机玻璃板材	207
2.2.7 聚全氟乙丙烯树脂	167	2.5.9 浇注型珠光有机玻璃板材	208
2.2.8 酚醛模塑料	167	2.6 泡沫塑料	209
2.2.9 电线电缆用软聚氯乙烯塑料	169	2.6.1 硬质聚氨酯泡沫塑料板	211
2.3 塑料棒材	170	2.6.2 软质聚氨酯泡沫塑料	212
2.3.1 尼龙 1010 棒材	170	2.6.3 高回弹软质聚氨酯泡沫塑料	213
2.3.2 聚四氟乙烯棒材	171	2.6.4 冰箱、冰柜用硬质聚氨酯泡沫塑料	214
2.3.3 浇注型工业有机玻璃棒材	171	2.6.5 隔热用聚苯乙烯泡沫塑料	215
2.4 塑料管材	172	2.7 塑料薄膜	215
2.4.1 流体输送用热塑性塑料管材	172	2.7.1 高密度聚乙烯吹塑薄膜	217
2.4.2 硬聚氯乙烯管材	174	2.7.2 聚乙烯热收缩薄膜	219
2.4.3 化工用硬聚氯乙烯管材	175	2.7.3 包装用聚乙烯吹塑薄膜	220
2.4.4 给水用聚氯乙烯管材	178	2.7.4 液体包装用聚乙烯吹塑薄膜	222
2.4.5 给水用聚丙烯 (PP) 管材	181	2.7.5 热封型双轴拉伸聚丙烯薄膜	223
2.4.6 给水用低密度聚乙烯 (LDPE、LLDPE) 管材	185	2.7.6 聚四氟乙烯薄膜	223
2.4.7 给水用高密度聚乙烯 (HDPE) 管材	187	2.8 塑料密封材料	229
2.4.8 燃气用埋地聚乙烯管材	188	2.8.1 机械密封用填充聚四氟乙烯和聚四氟乙烯毛坯	229
2.4.9 埋地排污、废水用硬聚氯乙烯管材	190	2.8.2 管法兰用聚四氟乙烯包覆垫片	232
2.4.10 建筑排水用硬聚氯乙烯管材	193	2.8.3 聚四氟乙烯编织填料	235
2.4.11 聚四氟乙烯管材	194	2.8.4 芳纶纤维、酚醛纤维编织填料	236
2.4.12 浇注型工业有机玻璃管材	195	2.8.5 金属缠绕垫用聚四氟乙烯生料带	237
2.4.13 纤维缠绕增强热固性树脂压力管	197	2.9 人造革	237
2.4.14 红泥耐候塑料管材和管件	198	2.9.1 聚氯乙烯人造革	237
2.4.15 流体输送用软聚氯乙烯管	198	2.9.2 聚氯乙烯针织布基发泡人造革	239
2.4.16 电线绝缘用软聚氯乙烯套管	199	2.9.3 聚氯乙烯尼龙布基人造革	240
2.4.17 聚合物增强热塑性材料排吸软管	199	2.9.4 聚氨酯干法人造革	242
2.4.18 吸引和低压排输石油液体用塑料软管	200	2.10 其他塑料制品	243
		2.10.1 湿式 (非金属) 摩擦材料	243

2.10.2 热固性塑料水润滑耐磨材料	243	3.3.6 胶液	304
2.11 工程塑料的选用	245	3.4 涂料的选用	305
2.11.1 选用工程塑料的原则和方法	245	3.4.1 涂料选用的基本原则	305
2.11.2 典型塑料零件的选材	246	3.4.2 涂料选用实例	310
第3章 涂料	256	第4章 燃料	318
3.1 概述	256	4.1 概述	318
3.1.1 涂料的组成	256	4.2 固体燃料(煤炭)	318
3.1.2 涂料的分类	257	4.2.1 煤炭的分类和性能	318
3.1.3 涂料的特点及应用	260	4.2.2 发电煤粉锅炉用煤	318
3.1.4 涂料质量检查	263	4.2.3 焦炭	318
3.2 常用涂料品种	265	4.3 液体燃料(石油燃料)	324
3.2.1 清油	265	4.3.1 液体燃料的分类和性能	324
3.2.2 厚漆	266	4.3.2 汽油	328
3.2.3 调合漆	266	4.3.3 煤油	332
3.2.4 清漆	267	4.3.4 柴油	334
3.2.5 底漆	267	4.3.5 重油	337
3.2.6 电泳底漆	277	4.3.6 燃料油	337
3.2.7 汽车用底漆	277	4.4 气体燃料	338
3.2.8 机床底漆	277	4.4.1 煤气	338
3.2.9 腻子	277	4.4.2 天然气	339
3.2.10 磁漆	277	4.4.3 液化石油气	339
3.2.11 汽车用面漆	286	第5章 润滑材料	341
3.2.12 机床面漆	287	5.1 概述	341
3.2.13 绝缘漆	287	5.2 润滑油	343
3.2.14 电容器漆	292	5.2.1 全损耗系统润滑油(机械油)	352
3.2.15 电阻漆	292	5.2.2 工业齿轮油	352
3.2.16 半导体漆	294	5.2.3 车辆齿轮油	360
3.2.17 透明漆	294	5.2.4 轴承油	363
3.2.18 电泳漆	294	5.2.5 车轴油	365
3.2.19 锤纹漆	297	5.2.6 导轨油	366
3.2.20 防锈漆	297	5.2.7 内燃机油	366
3.2.21 耐酸漆	298	5.2.8 空气压缩机油	374
3.2.22 防腐漆	298	5.2.9 真空油	377
3.2.23 耐热漆	299	5.2.10 冷冻机油	380
3.2.24 乳胶漆	300	5.2.11 汽轮机油	383
3.2.25 硅钢片漆	301	5.2.12 汽缸油	386
3.2.26 带锈涂料	301	5.2.13 仪表油	386
3.3 涂料辅助材料	302	5.3 润滑脂	388
3.3.1 稀释剂	302	5.3.1 钙基润滑脂	392
3.3.2 乳化剂	302	5.3.2 钠基润滑脂	393
3.3.3 脱漆剂	303	5.3.3 锂基润滑脂	394
3.3.4 防潮剂	303	5.3.4 铝基润滑脂	397
3.3.5 催干剂	304	5.3.5 混合皂基润滑脂	397

5.3.6 复合皂基润滑脂	397	5.9.7 绝缘胶	498
5.3.7 膨润土润滑脂	401	第6章 化工原料	500
5.3.8 专用润滑脂	402	6.1 概述	500
5.4 固体润滑材料	413	6.1.1 化工原料的分类	501
5.4.1 二硫化钼	415	6.1.2 化工原料的性能	505
5.4.2 二硫化钨	417	6.1.3 化工原料在机械工程中的应用	505
5.4.3 石墨	418	6.2 工业用无机化工原料	512
5.4.4 氮化硼	419	6.2.1 无机酸类	512
5.4.5 粉尘润滑材料	419	6.2.2 无机碱类	515
5.5 润滑材料的选用	419	6.2.3 无机盐类	517
5.5.1 润滑材料的选用原则	419	6.2.4 其他无机物类	537
5.5.2 滚动轴承用润滑材料的选用	421	6.3 工业用有机化工原料	546
5.5.3 滑动轴承用润滑材料的选用	428	6.3.1 烃类	546
5.5.4 齿轮用润滑材料的选用	431	6.3.2 卤代烃类	547
5.5.5 联轴器和无级变速器用润滑材 料的选用	441	6.3.3 含氧有机物类	550
5.5.6 导轨用润滑材料的选用	443	6.3.4 含氮有机物类	564
5.5.7 传动链条用润滑材料的选用	444	6.3.5 其他有机物类	567
5.5.8 螺旋传动用润滑材料的选用	445	6.4 化学危险物品储运注意事项	571
5.5.9 钢丝绳用润滑材料的选用	446	6.4.1 化学危险物品的分类	571
5.5.10 电动机用润滑材料的选用	446	6.4.2 化学危险物品装卸搬运中的安 全操作规则	571
5.5.11 内燃机用润滑材料的选用	447	6.4.3 化学危险物品的安全储存措施	571
5.5.12 通用设备用润滑材料的选用	448	6.4.4 灭火器使用须知	572
5.6 液压油	460	第7章 纸和纸板	573
5.6.1 概述	460	7.1 概述	573
5.6.2 液压油的品种	464	7.1.1 纸和纸板的分类	573
5.6.3 液压油的选用	477	7.1.2 纸和纸板的尺寸	574
5.7 热处理用油	482	7.1.3 纸和纸板的性能	575
5.7.1 淬火油	482	7.2 常用纸的品种	576
5.7.2 回火油	486	7.2.1 电缆纸	576
5.7.3 渗碳油	487	7.2.2 绝缘纸	579
5.8 电器绝缘用油	487	7.2.3 电容器纸	582
5.8.1 变压器油	487	7.2.4 电话纸、电报纸和电传纸	587
5.8.2 断路器油	488	7.2.5 信息处理纸	588
5.8.3 电容器油	489	7.2.6 仪表记录纸	589
5.8.4 电缆油	490	7.2.7 电子计算机连续记录格式原纸	593
5.9 其他石油产品	490	7.2.8 制图纸、描图纸和晒图纸	593
5.9.1 润滑油基础油	490	7.2.9 相纸和复印纸	595
5.9.2 溶剂油	491	7.2.10 纸袋纸	597
5.9.3 特种液体——硅油	493	7.2.11 牛皮纸	600
5.9.4 石蜡	493	7.2.12 羊皮纸	601
5.9.5 凡士林	495	7.2.13 防锈纸	602
5.9.6 石油沥青	496	7.2.14 滤纸	604

7.2.15 导火索纸	606	8.4.11 浸渍胶膜纸饰面人造板	693
7.2.16 压敏胶标签纸	606	8.4.12 装饰单板贴面人造板	696
7.2.17 塑料纤维纸	607	8.5 木材的选用	699
7.2.18 石棉纸	608	8.5.1 选用木材的一般原则	699
7.2.19 云母纸	608	8.5.2 工业用材对木材的材质要求及 其选择	699
7.2.20 铝箔衬纸	608	第9章 水泥及其制品	712
7.2.21 油纸和油毡	609	9.1 概述	712
7.3 常用纸板品种	611	9.1.1 水泥的分类	712
7.3.1 电绝缘纸板	611	9.1.2 水泥的性能	713
7.3.2 钢纸板和钢纸管	616	9.2 通用水泥	716
7.3.3 标准纸板	620	9.2.1 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	716
7.3.4 滤芯纸板	621	9.2.2 掺混合料的硅酸盐水泥	717
7.3.5 瓦楞纸板	621	9.2.3 微集料火山灰质硅酸盐水泥和 微集料粉煤灰硅酸盐水泥	717
第8章 木材及其制品	623	9.2.4 钢渣矿渣水泥	718
8.1 概述	623	9.3 专用水泥	718
8.1.1 木材的构造	624	9.3.1 砌筑水泥	718
8.1.2 木材的分类	627	9.3.2 道路硅酸盐水泥	719
8.1.3 木材的性能	629	9.3.3 白色硅酸盐水泥	719
8.1.4 常用木材的识别特征、性质和 用途	640	9.4 特性水泥	720
8.1.5 木材的材积计算	653	9.4.1 快硬硅酸盐水泥	720
8.1.6 木材的防腐、防虫和防火处理	659	9.4.2 快硬硫铝酸盐水泥	720
8.2 原木	661	9.4.3 快硬铁铝酸盐水泥	721
8.2.1 杉原条	661	9.4.4 特快硬调凝铝酸盐水泥	721
8.2.2 直接用原木	662	9.4.5 无收缩快硬硅酸盐水泥	722
8.2.3 特级原木	662	9.4.6 中热硅酸盐水泥和低热矿渣硅 酸盐水泥	722
8.2.4 锯切用原木	663	9.4.7 低热微膨胀水泥	723
8.3 锯材及枕木	666	9.4.8 膨胀硫铝酸盐水泥	724
8.3.1 锯材	666	9.4.9 明矾石膨胀水泥	724
8.3.2 铁路货车锯材	667	9.4.10 自应力硫铝酸盐水泥和自应力 铁铝酸盐水泥	725
8.3.3 载货汽车锯材	667	9.4.11 自应力铝酸盐水泥	725
8.3.4 枕木	669	9.4.12 抗硫酸盐硅酸盐水泥	726
8.4 人造板材	674	9.4.13 磷渣硅酸盐水泥	726
8.4.1 胶合板	674	9.4.14 高铝水泥	727
8.4.2 航空用胶合板	681	9.5 水泥制品	727
8.4.3 硬质纤维板	682	9.5.1 石棉水泥输水管	727
8.4.4 中密度纤维板	684	9.5.2 石棉水泥输煤气管	731
8.4.5 刨花板	684	9.5.3 石棉水泥落水管、排污管	732
8.4.6 细木工板	686	9.5.4 石棉水泥电缆管	733
8.4.7 桦木层压板	689	9.5.5 电力电缆用承插式混凝土预制	
8.4.8 刨切单板	690		
8.4.9 软木板	691		
8.4.10 塑料贴面板	692		

导管	733	管和管件	789
9.5.6 电工用石棉水泥压力板	736	10.7 其他玻璃制品	793
9.6 水泥的选用	736	10.7.1 泡沫玻璃绝热制品	793
第 10 章 玻璃及其制品	739	10.7.2 玻璃棉及其制品	793
10.1 概述	739	第 11 章 陶瓷制品	794
10.1.1 玻璃的分类	739	11.1 概述	794
10.1.2 玻璃的性能	739	11.1.1 陶瓷的分类	794
10.2 建筑玻璃	744	11.1.2 陶瓷的性能	795
10.2.1 普通平板玻璃	744	11.2 耐酸陶瓷(化工陶瓷)	798
10.2.2 浮法玻璃	747	11.2.1 耐酸砖	800
10.2.3 镀膜玻璃	748	11.2.2 耐酸耐温砖	802
10.2.4 压花玻璃	751	11.2.3 化工陶管及配件	803
10.2.5 夹丝玻璃	752	11.3 电瓷材料	808
10.2.6 中空玻璃	753	11.4 过滤陶瓷	809
10.3 工业技术玻璃	754	11.5 高温、高强度、耐磨、耐腐蚀陶 瓷	810
10.3.1 夹层玻璃	754	11.5.1 电阻炉炉管	812
10.3.2 钢化玻璃	755	11.5.2 热电偶瓷套管	813
10.3.3 汽车用安全玻璃	756	11.5.3 辊道窑用陶瓷辊	814
10.3.4 光栅玻璃	761	11.6 透明陶瓷	815
10.3.5 防火玻璃	762	11.7 电解质陶瓷	816
10.4 石英玻璃	763	第 12 章 耐火材料和隔热材料	817
10.4.1 电熔透明石英玻璃管	765	12.1 概述	817
10.4.2 气炼透明石英玻璃管	766	12.1.1 耐火材料的分类	817
10.4.3 不透明石英玻璃管	767	12.1.2 耐火材料的性能	818
10.4.4 光学石英玻璃	768	12.2 耐火原材料	824
10.4.5 半导体用透明石英玻璃管	770	12.2.1 耐火粘土和矾土	824
10.4.6 电光源及电真空仪表用透明石 英管	772	12.2.2 硅石	826
10.4.7 低膨胀石英玻璃管材及器件	774	12.2.3 镁砂	826
10.4.8 石英玻璃弹簧	774	12.2.4 铬铁矿	827
10.5 玻璃纤维及其制品	775	12.2.5 白云石	827
10.5.1 玻璃纤维纱	777	12.2.6 碳化硅和石墨	828
10.5.2 无碱玻璃纤维带	779	12.3 耐火制品的形状尺寸	828
10.5.3 玻璃纤维布	780	12.3.1 耐火制品的分型	828
10.5.4 玻璃纤维过滤布	783	12.3.2 通用耐火砖的形状尺寸	830
10.5.5 玻璃纤维网布	783	12.3.3 炼钢电炉顶用砖的形状尺寸	832
10.5.6 玻璃纤维涂塑网布	784	12.3.4 环砌电炉顶用砖的形状尺寸	835
10.5.7 玻璃纤维涂塑包装布	785	12.3.5 镁砖及镁硅砖的形状尺寸	836
10.5.8 玻璃纤维增强橡胶基布	785	12.3.6 冲天炉用粘土砖及半硅砖的形 状尺寸	838
10.5.9 无碱玻璃纤维套管	786	12.3.7 盛钢桶用粘土质衬砖的形状尺 寸	839
10.6 玻璃钢(玻璃纤维增强塑料)	786	12.4 定形耐火材料	842
10.6.1 玻璃钢冷却塔	788		
10.6.2 聚丙烯-玻璃纤维增强塑料复合			

12.4.1 粘土质耐火砖	842	13.2 石墨	910
12.4.2 电阻炉用粘土质耐火砖	843	13.2.1 微晶(无定形)石墨	911
12.4.3 电阻炉用抗渗碳质耐火砖	845	13.2.2 可膨胀石墨	913
12.4.4 冲天炉用粘土砖及半硅砖	846	13.2.3 鳞片石墨	913
12.4.5 盛钢桶用粘土质耐火砖	847	13.2.4 人造金刚石用石墨片	919
12.4.6 浇铸用粘土质耐火砖	850	13.2.5 高纯石墨	920
12.4.7 高铝砖	851	13.2.6 玻璃态碳材料	921
12.4.8 电阻炉用高铝质耐火砖	852	13.3 电极	921
12.4.9 炼钢电炉顶用高铝砖	855	13.3.1 石墨电极	921
12.4.10 盛钢桶用高铝质耐火砖	855	13.3.2 抗氧化涂层石墨电极	923
12.4.11 硅砖	859	13.3.3 高功率石墨电极	923
12.4.12 镁质耐火砖	861	13.3.4 超高功率石墨电极	924
12.4.13 白云石砖	863	13.3.5 碳弧气刨碳棒	924
12.4.14 碳化硅砖	864	13.3.6 炭电极	925
12.4.15 石墨坩埚	865	13.4 石墨密封材料	925
12.5 不定形耐火材料	866	13.4.1 阀门用柔性石墨填料环	925
12.5.1 耐火混凝土(耐火浇注料)	867	13.4.2 机械密封用碳石墨密封环	926
12.5.2 耐火可塑料	876	13.4.3 柔性石墨板	929
12.5.3 耐火喷涂料	877	13.4.4 柔性石墨编织填料	929
12.5.4 耐火涂抹料	878	13.4.5 柔性石墨复合增强(板)垫	929
12.5.5 耐火捣打料	881	13.4.6 柔性石墨金属缠绕垫片	931
12.5.6 耐火泥	884	13.4.7 金属缠绕垫用柔性石墨带	932
12.6 耐火纤维及其制品	885	13.4.8 碳(化)纤维浸渍聚四氟 乙烯	932
12.6.1 耐火纤维	886	13.5 机械用碳材料	933
12.6.2 耐火纤维毡	887	13.5.1 机械用碳材料及其制品	933
12.6.3 耐火纤维绳	887	13.5.2 碳、石墨耐磨材料	936
12.6.4 绝热用硅酸铝棉及其制品	887	13.6 其他碳、石墨材料	937
12.7 隔热材料	889	13.6.1 电机用电刷	937
12.7.1 硅藻土及其制品	890	13.6.2 不透性石墨	945
12.7.2 岩棉、矿渣棉及其制品	892	13.6.3 碳、石墨纤维及其织物	947
12.7.3 膨胀珍珠岩及其制品	893	13.7 碳、石墨材料的选用	948
12.7.4 膨胀蛭石及其制品	894	第 14 章 石棉及其制品	949
12.7.5 硅酸钙绝热制品	895	14.1 概述	949
12.7.6 石棉隔热制品	896	14.1.1 石棉的分类和性能	949
12.7.7 泡沫玻璃绝热制品	897	14.1.2 石棉制品的分类	950
12.7.8 玻璃棉及其制品	898	14.1.3 石棉制品的性能	952
12.8 耐火材料的选用	901	14.2 一般石棉制品	953
12.8.1 选用耐火材料的一般原则	901	14.2.1 石棉纱、线	953
12.8.2 耐火材料选用实例	903	14.2.2 石棉绳	954
第 13 章 碳、石墨材料	906	14.2.3 石棉绝缘带	955
13.1 概述	906	14.2.4 石棉布	956
13.1.1 碳、石墨制品的分类	906	14.2.5 石棉片	957
13.1.2 碳、石墨材料的性能	909		

14.2.6 石棉纸	958	15.3.5 电热设备用云母板	988
14.2.7 石棉板	959	15.3.6 熔铸合成云母	989
14.3 石棉橡胶板	960	15.3.7 无机耐高温合成云母纸层 压板	989
14.3.1 普通石棉橡胶板	960	15.3.8 云母玻璃	990
14.3.2 耐油石棉橡胶板	960	15.4 云母带	990
14.3.3 耐酸、绝缘石棉橡胶板	961	15.4.1 醇酸和有机硅玻璃云母带	990
14.3.4 增强石棉橡胶板	961	15.4.2 环氧玻璃粉云母带	991
14.4 石棉橡胶垫片和填料	962	15.4.3 真空压力浸渍用环氧玻璃粉 云母带	993
14.4.1 管路法兰用石棉橡胶垫片	962	15.5 其他云母制品	994
14.4.2 钢制管法兰用石棉橡胶垫片	964	15.5.1 云母箔	994
14.4.3 可锻铸铁管法兰用石棉橡胶 垫片	965	15.5.2 云母纸	995
14.4.4 凸面型球墨铸铁管法兰用石 棉橡胶垫片	968	15.5.3 云母管	997
14.4.5 石棉橡胶-聚四氟乙烯复合 垫片	969	第 16 章 电气绝缘材料	999
14.4.6 阀门用缓蚀石棉填料	970	16.1 概述	999
14.5 石棉盘根	971	16.1.1 绝缘材料的分类及型号	999
14.5.1 橡胶石棉盘根	971	16.1.2 绝缘材料的性能	1001
14.5.2 油浸石棉盘根	971	16.2 浸渍纤维制品	1003
14.5.3 聚四氟乙烯石棉盘根	972	16.2.1 油性漆布(黄漆布)	1003
14.6 石棉摩擦片	972	16.2.2 油性漆绸(黄漆绸)	1004
14.6.1 工业机械用石棉摩擦片	972	16.2.3 油性合成纤维漆绸	1006
14.6.2 汽车用制动器衬片	974	16.2.4 玻璃纤维漆布	1007
14.6.3 汽车用离合器面片	976	16.2.5 绝缘漆管、套管	1010
14.7 其他石棉制品	977	16.2.6 电工用树脂浸渍玻璃纤维无 纬绑扎带	1015
14.7.1 石棉粒	977	16.3 绝缘层压制品	1016
14.7.2 泡沫石棉绝热制品	977	16.3.1 酚醛层压纸板	1016
14.7.3 石棉水泥输水管	977	16.3.2 环氧层压纸板	1020
14.7.4 电工用石棉水泥压力板	977	16.3.3 酚醛层压布板	1021
第 15 章 云母及其制品	978	16.3.4 层压玻璃布板	1024
15.1 概述	978	16.3.5 覆铜箔层压板	1029
15.1.1 云母的分类和性能	978	16.3.6 印刷电路用覆铜箔酚醛纸层 压板	1031
15.1.2 云母制品的分类	980	16.3.7 印刷电路用覆铜箔环氧纸层 压板	1033
15.1.3 云母制品的性能	980	16.3.8 印刷电路用覆铜箔环氧玻璃 布层压板	1034
15.2 云母片	982	16.3.9 印刷电路覆箔板	1035
15.2.1 厚片云母和薄片云母	982	16.3.10 胶纸棒和胶布棒	1037
15.2.2 电容器和电子管用云母片	983	16.3.11 玻璃布棒	1038
15.3 云母板	984	16.3.12 层压管	1039
15.3.1 塑性云母板	984	16.4 薄膜、粘带和复合材料	1043
15.3.2 柔性云母板	985		
15.3.3 衬垫云母板	986		
15.3.4 换向器云母板	987		

16.4.1	电容器用聚丙烯薄膜	1043	17.2.2	特种工业用棉布 (一)	1069
16.4.2	聚酰亚胺薄膜	1046	17.2.3	特种工业用棉布 (二)	1074
16.4.3	电气用压敏粘带	1047	17.2.4	特种工业用帆布	1076
16.4.4	电工聚酯纤维非织布	1049	17.2.5	特种工业用绒布	1077
16.4.5	橡胶涂覆织物绝缘带	1049	17.2.6	特种工业用纱布	1078
16.4.6	绝缘布带	1050	17.2.7	特种工业用原色腈纶布	1079
16.4.7	绝缘柔软复合材料	1051	17.2.8	特种工业用维纶布	1080
16.4.8	6640 型聚酯薄膜聚芳酰胺 纤维纸柔软复合材料	1054	17.2.9	麻布和麻袋	1081
16.4.9	6650 型聚酰亚胺薄膜聚芳 酰胺纤维纸柔软复合材料	1054	17.2.10	油浸棉、麻盘根	1081
第 17 章	其他非金属材料	1056	17.2.11	工业用毛毡	1081
17.1	铸石及其制品	1056	17.2.12	棉织及毛织传动带	1087
17.1.1	铸石板	1057	17.2.13	白棕绳	1088
17.1.2	铸石直管	1062	17.3	皮革及其制品	1089
17.1.3	铸石粉、铸石骨料	1063	17.3.1	皮碗及衬垫用革	1089
17.1.4	其他铸石异型制品	1064	17.3.2	铬鞣黄牛皮圈革及皮辊革	1090
17.2	纺织材料	1064	17.3.3	植鞣黄牛轮带革	1090
17.2.1	特种工业用原色棉布	1067	17.3.4	皮革传动带	1091
			参考文献		1091

第 1 章 橡胶及其制品

1.1 概述

橡胶是一种具有高弹性的有机高分子材料。它的分子量大（一般都在几十万到一百万左右）、分子间引力小、分子链柔顺是区别于其他高分子材料的主要结构特点。在很宽的温度范围内（- 50 ~ 150℃）具有独特的高弹性，又是其区别于其他工程材料的重要性能特点。

未经硫化处理的橡胶叫生胶，生胶的性能随温度变化较大，高温时变粘，低温时变脆，且能为溶剂所溶解，因此，必须添加其他成分并经特殊处理，才可供工业使用。生胶经过加热、加压处理（硫化），制成橡胶制品。硫化使线型的橡胶分子变

成网状的橡胶分子，这种网状分子链使橡胶具有高弹性，对它稍加外力就可使之变形，外力去除又恢复原状，这种特性是其他任何工程材料所没有的。此外，橡胶还具有一定的机械强度，有缓冲、吸震能力，以及耐磨、绝缘、不透气、不透水等优良性能，遇溶剂只发生溶胀而不溶解。某些特种橡胶，还具有耐油、耐化学品腐蚀、耐热、耐寒、耐燃、耐老化、耐辐射等特点。生橡胶经改性与其他材料如金属、纤维、塑料、石棉等结合制成的复合材料，兼有两种材料的特点，使橡胶和其他材料的应用更为广泛。总之，由于橡胶独具的高弹性特点，在国民经济各部门起着其他材料所不能代替的作用。

1.1.1 橡胶的分类（表 1-1 ~ 表 1-3）

表 1-1 橡胶的分类

分类方法	分类名称	分 类 说 明
1. 按橡胶的来源分	(1) 天然橡胶	它是采集橡胶树或橡胶草等含胶植物中的胶汁，经去杂质、凝聚、滚压、干燥等加工步骤而制成的，其主要化学组成成分是不饱和的橡胶烃(顺式聚异戊二烯)。天然橡胶盛产于东南亚地区，原系世界橡胶工业的主要原料来源，自本世纪 60 年代合成橡胶迅速发展以来，它已退居次要地位，只占世界橡胶总产量（包括天然橡胶和合成橡胶）中的 30% 左右
	(2) 合成橡胶	它是从石油、天然气或煤和石灰石以及农副产品中（现在主要是从石油化工产品中）提炼某些低分子的不饱和烃作原料，制成所谓“单体”物质，然后经过复杂的化学反应而获得的人工合成的高分子聚合物，故有人造橡胶之称。合成橡胶不但在一系列性能上均优于天然橡胶，而且由于原料来源充沛，价格便宜；同时不受地区、气候和时间的限制，可以按照人们的意愿进行生产，充分满足各方面的不同需要；故自石油化学工业迅猛发展以来，合成橡胶产量随之激增，目前已大大超过了天然橡胶，成为现代橡胶工业的主要原料来源 合成橡胶的品种很多，现在已开始工业化生产的，有：异戊橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、乙丙橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸酯橡胶、聚氨酯橡胶、硅橡胶、氟橡胶、聚硫橡胶以及氯醇橡胶等等
2. 按橡胶的用途分	(1) 通用橡胶	它是指产量大、应用广、在使用上一般无特殊性能要求的通用性橡胶而言，主要有：天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、异戊橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、丁基橡胶等七大品种；其中氯丁、丁腈、丁基也可作特种橡胶使用
	(2) 特种橡胶	它是指用在特殊用途上，如：耐油、耐酸碱、耐高温、耐低温、耐辐射等橡胶而言。主要有：乙丙橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丙烯酸酯橡胶、聚氨酯橡胶、硅橡胶、氟橡胶、聚硫橡胶、氯醇橡胶、氯化聚乙烯橡胶等品种。目前在这方面还在不断研制、发展新的品种

(续)

分类方法	分类名称	分 类 说 明
3. 按橡胶 的物理状态 分	(1) 生 橡胶	简称生胶,是指由天然采集、提炼或人工合成、未加配合剂而制造出来的原始胶料,为较硬的大块。生胶是一种不饱和的橡胶烃,分子中有双键存在,故性能较差,不能直接使用
	(2) 熟 橡胶(软橡 胶)	又叫软橡胶,或称橡皮。是指在生胶中加入各种配合剂、经过塑炼、混炼、硫化等加工过程,而制成为具有高弹性、高强度和其他实用性能的橡胶产品。一般所谓的橡胶就是指这种软橡胶而言。根据各种工业技术制品的需要,软橡胶可用不同性能的天然或合成生橡胶,加入各种不同比例的配合剂,就可制成不同硬度和具有各种特殊性能的橡胶制品
	(3) 硬 橡胶	又称硬质橡胶,它与软橡胶不同之处,是由含有大量硫磺(质量分数为 25%~50%)的生胶经过硫化后而制得的硬质制品。这种橡胶具有较高的硬度和强度,优良的电绝缘性以及某些酸、碱和溶剂的高度稳定性。广泛用于制作电气绝缘制品和耐化学腐蚀制品
	(4) 混 炼胶	它是指在生胶中加入各种配合剂,经过机器作用的混合后,使胶料具有所需要的物理力学性能的半成品,俗称胶料。通常均作为商品出售,购买者可直接用它加工、硫化压制成为所需要的橡胶制品,不需要再配制胶料。混炼胶有不同的品种和牌号,其性能用途可参考各生产厂的产品目录或产品说明书
	(5) 再 生胶	再生胶是以废轮胎和其他废旧橡胶制品为原料,经过一定的加工过程,而制成具有一定塑性的翻新橡胶。它是橡胶工业中主要原料之一,可以部分地代替生胶、节约生胶
	(6) 液 体橡胶	液体橡胶是 60 年代中期崛起的新的合成橡胶领域,它是一种低分子量聚合物,呈液态,带有橡胶的弹性和强力。工业上最早生产的是液体聚硫橡胶,到目前为止,已出现有丁苯、丁腈、氯丁、丁基等品种而且发展趋势迅速,几乎所有的大品种橡胶都有相应的液体橡胶。它的主要用途,目前依然是作为胶粘剂使用,但其加工方便,除可制作涂料、密封材料、火箭燃料外,还可通过浇铸、挤压和注射成形,制作各种制品,这种新的成形工艺,不像固体橡胶那样复杂,可省去塑炼、混炼等许多工序;如在注射成形时可同时进行硫化或提高预硫化程度。由于它是液态、流动性好,还可进行连续化和自动化操作,因此低分子液体橡胶的出现,对于橡胶制品加工工艺来说,将是一件具有变革意义的事情。目前它已引起世界各国的普遍注意,这将会推动橡胶工业的技术革新

表 1-2 通用橡胶的品种、组成、特性和用途

品种 (代号)	化学组成	性 能 特 点	主要用途
1. 天然橡胶 (NR)	以橡胶烃(聚异戊二烯)为主,另含少量蛋白质、水分、树脂酸、糖类和无机盐	弹性大,定伸强度高,抗撕裂性和电绝缘性优良,耐磨、耐寒性好,加工性佳,易与其他材料粘合,综合性能优于多数合成橡胶。缺点是耐氧及臭氧性差,容易老化,耐油、耐溶剂性不好,抵抗酸碱腐蚀的能力低,耐热性不高	制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带、电线电缆的绝缘层和护套以及其他通用橡胶制品
2. 丁苯橡胶 (SBR)	丁二烯和苯乙烯的共聚物	耐磨性突出,耐老化和耐热性超过天然橡胶,其他性能与天然橡胶接近。缺点是弹性和加工性能较天然橡胶差,特别是自粘性差,生胶强度低	代替天然橡胶制作轮胎、胶板、胶管、胶鞋及其他通用制品
3. 顺丁橡胶 (BR)	由丁二烯聚合而成的顺式结构橡胶	结构与天然橡胶基本一致。它突出的优点是弹性与耐磨性优良,耐老化性佳,耐低温性优越,在动负荷下发热量小,易与金属粘合;但强力较低,抗撕裂性差,加工性能与自粘性差,产量次于丁苯	一般和天然或丁苯橡胶混用,主要用作轮胎胎面、运输带和特殊耐寒制品

(续)

品种 (代号)	化学组成	性 能 特 点	主要用途
4. 异戊橡胶 (IR)	以异戊二烯为单体聚合而成, 组成和结构均与天然橡胶相似	又称合成天然橡胶, 具有天然橡胶的大部分优点, 吸水性低, 电绝缘性好, 耐老化性优于天然胶。但弹性和加工性能比天然胶较差, 成本较高	可代替天然橡胶制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带以及其他通用橡胶制品
5. 丁基橡胶 (IIR)	异丁烯和少量异戊二烯的共聚物。又称异丁橡胶	耐老化性及气密性、耐热性优于一般通用橡胶, 吸振及阻尼特性良好, 耐酸碱、耐一般无机介质及动植物油脂, 电绝缘性亦佳。但弹性不好, 加工性能差, 包括硫化慢, 难粘, 动态生热大	主要用作内胎、水胎、气球、电线电缆绝缘层、化工设备衬里及防振制品、耐热运输带、耐热耐老化胶布制品
6. 氯丁橡胶 (CR)	由氯丁二烯作单体, 乳液聚合而成的聚合物	有优良的抗氧、抗臭氧及耐候性, 不易燃、着火后能自熄, 耐油、耐溶剂及耐酸碱、气密性等亦较好。主要缺点是耐寒性较差, 密度较大, 相对成本高, 电绝缘性不好, 加工时易粘辊、易焦烧及易粘膜。此外, 生胶稳定性差, 不易保存。产量仅次于丁苯、顺丁, 在合成橡胶中居第三位	主要用于制作要求抗臭氧、耐老化性高的重型电缆护套、耐油、耐化学腐蚀的胶管胶带和化工设备衬里, 耐燃的地下采矿用制品以及汽车门窗嵌条、密封圈等
7. 丁腈橡胶 (NBR)	丁二烯与丙烯腈的共聚物	耐油性仅次于聚硫、丙烯酸酯及氟橡胶而优于其他通用胶, 耐热性较好, 可达 150℃, 气密性和耐水性良好, 粘接力强, 但耐寒、耐臭氧性较差, 强力及弹性较低, 电绝缘性不好, 耐酸及耐极性溶剂性能较差	主要用于制作各种耐油制品, 如耐油的胶管、密封圈、贮油槽衬里等, 也可用作耐热运输带

表 1-3 特种橡胶的品种、组成、特性和用途

品种 (代号)	化学组成	性 能 特 点	主要用途
1. 乙丙橡胶 [EPM, EPDM] (二元) (三元)	是乙烯和丙烯的共聚物。一般分二元乙丙橡胶和三元乙丙橡胶(乙烯、丙烯和二烯类三元共聚)两类	为密度最小、颜色最浅、成本较低的新品种。耐化学稳定性很好(仅不耐浓硝酸), 耐臭氧及耐候性优异, 电绝缘性突出, 耐热可达 150℃, 耐极性溶剂但不耐脂肪烃及芳香烃。其他综合物理力学性能仅略次于天然橡胶而优于丁苯胶。缺点是硫化缓慢、粘着性差	主要用作化工设备衬里、电线电缆绝缘层、蒸汽胶管、耐热运输带、汽车配件(散热管及发动机部位的橡胶零件)及其他工业制品
2. 氯磺化聚乙烯橡胶 (CSM)	用氯和二氧化硫处理(即氯磺化)聚乙烯后再经硫化而成	耐臭氧及耐日光老化性优良, 耐候性高于其他橡胶。不易燃, 耐热、耐酸碱及耐溶剂性能也较好, 电绝缘性尚佳, 耐磨性良好。缺点是抗撕裂性不太好, 加工性能差, 价格较贵	臭氧发生器上的密封材料、耐油垫圈、电线电缆包皮及绝缘层、耐腐蚀件及化工设备衬里等
3. 丙烯酸酯橡胶 (AR)	烷基丙烯酸酯与不饱和单体(如丙烯腈)的共聚物	最大特点是兼有耐油、耐热性能, 可在 180℃以下热油中使用。还耐日光老化、耐氧与臭氧、耐紫外光线, 气密性也较好。缺点是耐低温性较差, 不耐水及热蒸汽, 强度、弹性及耐磨性均较差, 在苯及丙酮溶剂中膨胀较大, 加工性能不好	可用作一切需要耐油、耐热、耐老化的制品, 如耐热油软管、油封等