

机械工程材料手册

非金属材料

(第四版)

第一汽车制造厂
长春汽车材料研究所 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 四 版)

第一汽车制造厂 编写组编
长春汽车材料研究所



机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

机械工程材料手册

非金属材料

(第四版)

第一汽车制造厂
长春汽车材料研究所 编写组编

*

责任编辑: 张绪江 版式设计: 胡金瑛

封面设计: 姚毅 责任校对: 熊天荣

责任印制: 路琳

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 64·插页 2·字数 1919 千字

1970年6月北京第1版

1977年12月北京第2版

1982年8月北京第3版

1992年9月北京第4版·1992年9月北京第6次印刷

印数223 601—229 800·定价: 40.50元

*

ISBN 7-111-03064-8/TH·333

第四版出版说明

机械工程材料手册自1970年初版以来，深受读者欢迎，1971年重印。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，国家标准和部颁标准也有相应的修改增删；为此，在1977年出版第二版，1982年出版第三版，现又进行第四版修订。

这次修订，全面核实查对了1990年前新颁布的国家标准和部颁标准，基本上全部更新了原书内容，并增补了一批新的材料品种、规格和部分材料的选用资料。全书内容力求做到简明扼要，切合实用。为便于读者使用，分四卷出版（黑色金属材料一卷，有色金属材料一卷和非金属材料二卷）。

这次修订工作是由第一汽车制造厂、长春汽车材料研究所共同组织编写、审校的。

在修订工作中，得到我厂我所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。由于水平所限，书中难免存在缺点和错误，希望读者批评指正。

第一汽车制造厂 编写组
长春汽车材料研究所

1990年8月

机械工程材料手册

非金属材料

(第四版)

第一汽车制造厂

长春汽车材料研究所

编写组

主	编	彭福泉						
主	审	姚贵升						
编	委	(按姓氏笔划为序)						
		陈言立	周汝格	金奉燮	姚贵升	姜忠贤	黄 晶	曾天辉
		彭福泉	彭达志	谭善琨				
审	校	周汝格	曾正明					
参加工作人员		肖方	陆淑兰	马洪力				

目 录

第一章 橡胶及其制品1

一、概述1

(一) 橡胶的特性及其组成成分1

(二) 橡胶的分类2

(三) 常用橡胶的品种、性能和用途3

(四) 橡胶制品的基本生产工艺过程7

(五) 橡胶制品的分类及其应用范围8

(六) 橡胶制品的主要质量指标及其
在使用上的意义11

二、常用橡胶制品的品种、型号、性能、 用途、规格及主要质量指标12

(一) 普通三角胶带(GB1171—74)12

(二) 窄型三角胶带15

(三) 风扇带(HG4—401—74)16

(四) 活络三角胶带17

(五) 无级变速三角胶带(简称无级
变速带)19

(六) 六角胶带(别称重叠三角带)22

(七) 运输胶带23

(八) 平型传动胶带25

(九) 尼龙片传动胶带(锦纶片传动
胶带)26

(十) 同步齿形带(简称同步带)27

(十一) 浇注型聚氨酯胶带28

(十二) 夹布压力胶管29

(十三) 夹布吸引胶管33

(十四) 棉线编织缠绕胶管(HG4—
405—75)34

(十五) 钢丝编织液压胶管(GB3683—
83)35

(十六) 全胶管36

(十七) 化工设备衬里用未硫化
橡胶板37

(十八) 工业用硫化橡胶板40

(十九) 海绵橡胶板42

(二十) 真空橡胶板43

(二十一) 真空胶管、胶棒44

(二十二) 密封橡胶制品45

(二十三) 方、圆橡皮条(沪Q/HG
160—19—63)69

(二十四) 橡胶螺旋盘根(沪Q/HG16—
091—64)69

(二十五) 绝缘硬质橡胶棒、板(沪
Q/HG16—102—64)70

三、橡胶材料的选用70

(一) 选用橡胶材料的一般原则和注意
事项71

(二) 典型橡胶零件的选材及应
用实例73

第二章 塑料及其制品77

一、概述77

(一) 塑料的特性及其在机械工程上
的应用概况77

(二) 塑料的组成78

(三) 塑料的制取方法和分类79

(四) 常用塑料的品种、性能和用途81

(五) 塑料的成型、加工方法94

(六) 塑料与塑料制品的主要性能指标
及其在使用上的意义95

二、常用塑料制品的品种、型号、特性、 用途、规格及主要性能指标99

(一) 酚醛层压纸板99

(二) 环氧层压纸板104

(三) 酚醛层压布板105

(四) 层压玻璃布板108

(五) 覆铜箔层压板113

(六) 胶纸棒和胶布棒116

(七) 玻璃布棒117

(八) 层压管118

(九) 热固性模塑料123

(十) 浇铸型工业有机玻璃板材、棒
材和管材129

(十一) 浇铸型珠光有机玻璃板材132

(十二) 聚乙烯塑料型材133

(十三) 聚丙烯塑料型材	135	(二) 粘接剂的选用实例	314
(十四) 硬聚氯乙烯塑料型材	139	第四章 涂料	320
(十五) 软聚氯乙烯塑料型材	142	一、概述	320
(十六) 电线电缆用软聚氯乙烯塑料 (简称聚氯乙烯电缆料)	146	(一) 涂料的定义和作用	320
(十七) 聚氯乙烯人造革	147	(二) 涂料的组成和基本生产过程	320
(十八) 尼龙1010棒材及管材	148	(三) 涂料产品的分类、命名和型号 编制方法	323
(十九) 聚碳酸酯塑料型材	150	(四) 各类涂料产品的性能特点和适用 范围简介	325
(二十) 聚砜塑料型材	151	(五) 涂料质量检查的内容	330
(二十一) 聚四氟乙烯塑料型材	153	(六) 涂料的施工技术	332
(二十二) 填充聚四氟乙烯板、棒	155	二、常用涂料产品的品种、牌号、组成成 分、特性、用途及主要质量指标	333
(二十三) 泡沫塑料	156	(一) 清油	333
(二十四) 塑料薄膜	162	(二) 厚漆	333
(二十五) 电气绝缘柔软复合材料 (简称薄膜复合材料)	169	(三) 调合漆	334
(二十六) 塑料-金属三层复合材料	172	(四) 清漆	335
三、工程塑料的选用	190	(五) 磁漆	341
(一) 选用工程塑料的原则、方法和 注意事项	190	(六) 底漆	347
(二) 典型塑料零件的选材及应用 实例	194	(七) 腻子	351
第三章 粘接剂	205	(八) 绝缘漆	352
一、概述	205	(九) 电容器漆	356
(一) 粘接剂的特点及其应用概况	205	(十) 电阻漆	357
(二) 粘接剂的组成	208	(十一) 半导体漆	358
(三) 粘接剂的分类	209	(十二) 透明漆	358
(四) 各类粘接剂的基本特性和用途 简介	212	(十三) 电泳漆	359
(五) 粘接工艺	227	(十四) 锤纹漆	360
(六) 粘接剂的主要性能指标及其在 使用上的意义	231	(十五) 防锈漆	360
二、常用粘接剂的品种、牌号、组成、 工艺条件、性能指标、特点及用途	233	(十六) 耐酸漆	362
(一) 热固性树脂粘接剂	233	(十七) 防腐漆	362
(二) 热塑性树脂粘接剂	256	(十八) 耐热漆	363
(三) 橡胶粘接剂	264	(十九) 乳胶漆	364
(四) 特种粘接剂	273	(二十) 硅钢片漆	364
(五) 无机盐粘接剂	296	(二十一) 带锈涂料	365
(六) 天然粘接剂	299	(二十二) 稀释剂	365
(七) 常用热塑性塑料采用溶剂法粘接 时的溶液及配方	303	(二十三) 脱漆剂	366
三、粘接剂的选用	305	(二十四) 防潮剂	366
(一) 选择粘接剂的一般原则和方法	305	(二十五) 胶液	367
		三、涂料的选用	367
		(一) 涂料选用的基本原则	367
		(二) 涂料选用举例	373
		第五章 木材	385
		一、概述	385

(一) 木材的特性、用途和分类	385	用途及主要技术指标	451
(二) 木材的组成和构造	386	(一) 电缆纸及电话纸	451
(三) 木材的物理、力学和工艺性质	388	(二) 电容器纸	453
(四) 木材的干燥和防腐	398	(三) 电解电容器纸	454
(五) 木材的缺陷及其对材质的影响	399	(四) 粉云母纸	455
(六) 木材的尺寸检量和材积计算	403	(五) 浸渍绝缘纸及卷绕绝缘纸	455
二、常用木材的识别特征、性质和用途	405	(六) 电绝缘纸板(QB342—73)	456
(一) 针叶树材	405	(七) 钢纸板	457
(二) 阔叶树材	408	(八) 钢纸管	459
三、常用木材材种的品种、尺寸、用途、分类等及其缺陷限度	416	(九) 钢纸棒	460
(一) 直接用原木(GB142—84)	416	(十) 标准纸板	460
(二) 针叶树加工用原木(GB143—84)	416	(十一) 衬垫纸板	460
(三) 阔叶树加工用原木(GB4813—84)	417	(十二) 防水纸板(QB219—62)	461
(四) 特级原木(GB4812—84)	418	(十三) 滤芯纸板	462
(五) 杉原条(GB5039—84)	419	(十四) 油纸及油毡纸	462
(六) 针叶树锯材(GB153—84)	420	(十五) 合成纤维纸	464
(七) 阔叶树锯材(GB4817—84)	421	(十六) 制图纸和描图纸	465
(八) 铁路货车锯材(GB4818—84)	422	(十七) 晒图原纸和重氮盐正象晒图纸	466
(九) 载重汽车锯材(GB4819—84)	422	(十八) 防锈用纸	467
(十) 枕木(GB154—84)	423	(十九) 滤纸	468
四、人造板材的主要品种、规格、用途和质量标准	425	(二十) 包装用纸	468
(一) 胶合板	425	(二十一) 照相纸	470
(二) 硬质纤维板	429	(二十二) 电讯用纸	470
(三) 刨花板	429	(二十三) 电子打印纸	472
(四) 细木工板	431	(二十四) 半导电纸	473
(五) 软木板	433	第七章 纺织纤维材料	475
(六) 塑料贴面板	434	一、概述	475
五、木材的选用	435	(一) 纺织纤维的分类	475
(一) 选用木材的一般原则	435	(二) 常用纺织纤维的组成成分和基本性能简介	476
(二) 工业用材对木材材质的要求及其适用树种的选择	435	(三) 纺织纤维制品的分类	486
第六章 纸和纸板	449	(四) 纺织纤维材料的主要质量指标及其在使用上的意义	488
一、概述	449	二、常用纺织纤维材料的品种、型号、规格、用途及主要性能指标	490
(一) 纸和纸板的特性、用途及其发展动态	449	(一) 无碱玻璃纤维纱	490
(二) 纸和纸板的分类及其应用范围	449	(二) 无碱玻璃纤维带、绳	491
(三) 纸和纸板的主要质量指标及其在使用上的意义	450	(三) 无碱玻璃纤维布	492
二、常用纸制品的品种、牌号、规格、		(四) 无碱玻璃纤维套管	493
		(五) 超细玻璃纤维制品	494
		(六) 高硅氧玻璃纤维制品	496
		(七) 油性漆布(黄漆布)	497

(八) 油性漆绸(黄漆绸)	498	分类及所用符号的说明(第 2	
(九) 玻璃纤维漆布	499	部分: H 组——液压系统	
(十) 绝缘漆管、套管	502	GB7631.2—87)	657
(十一) 绝缘布带和绝缘胶布带	508	(三) 常用液压油类产品的品种、牌	
(十二) 工业用毛毡	510	号、性能、适用范围和质量指标	661
(十三) 白棕绳	516	(四) 液压油的选用	679
(十四) 油浸棉麻盘根	517	五、电器绝缘用油	684
(十五) 麻布和麻袋	517	(一) 电器绝缘用油的作用和性能	
(十六) 工业用棉布和帆布	518	要求	684
(十七) 棉织及毛织传动带	519	(二) 电器绝缘用油的分类和牌	
(十八) 玻璃纤维过滤布	520	号表示方法(按 GB502—81)	684
第八章 石油产品	521	(三) 常用电器绝缘用油的品种、牌号、	
一、概述	521	性能、适用范围和质量指标	684
(一) 石油的组成和分类	521	六、防锈油脂	687
(二) 石油炼制的基本方法	521	(一) 防锈油脂的作用、性能要求和	
(三) 石油产品及润滑剂的总分类		分类方法	687
(按 GB498—87)	523	(二) 防锈添加剂的种类和性能	688
(四) 石油产品的主要性能指标及其		(三) 常用防锈油脂的品种、组成、牌	
在使用上的意义	524	号、质量指标、性能和用途	689
二、石油燃料	531	(四) 防锈油脂的选用	708
(一) 石油燃料的特点和应用	531	七、工艺用油	708
(二) 石油燃料的分组、命名和代号		(一) 金属切削加工用油	708
表示方法(按 GB499—65)	531	(二) 金属热处理用油	725
(三) 石油燃料的常用品种、牌号、用		八、其它石油产品	730
途及质量指标	533	(一) 溶剂油	730
(四) 石油燃料的选用	538	(二) 蜡及其制品	731
三、润滑油和润滑脂	540	(三) 石油沥青	732
(一) 润滑材料的作用和分类	540	(四) 特种液体——硅油	734
(二) 润滑剂和有关产品(L类)的		第九章 化工原料	736
分类及所用符号的说明	541	一、概述	736
(三) 工业用润滑油粘度分类	551	(一) 化工原料的定义和分类	736
(四) 润滑油、脂的添加剂	554	(二) 化工原料的特点及其在机械工	
(五) 常用润滑油的品种、牌号、		程中的应用概况	742
性能、适用范围和质量指标	556	(三) 化工原料的主要质量指标及其	
(六) 常用润滑脂的品种、牌号、		在使用上的意义	748
性能、用途和质量指标	597	(四) 生产化工原料的物质资源	749
(七) 润滑油脂的选用原则	621	二、工业用无机化工原料的主要品种、	
(八) 典型机械零、部件润滑油、脂		规格质量、性能和用途	751
的选用	623	(一) 无机酸类	751
四、液压油类产品	656	(二) 无机碱类	754
(一) 液压油类产品的作用和性能		(三) 无机盐类	756
要求	656	(四) 其它无机物类	772
(二) 润滑剂和有关产品(L类)的		三、工业用有机化工原料的主要品种、规	

格、性能和用途	782	(二十二) 石棉水泥板	829
(一) 烃类	782	(二十三) 石棉刹车带、刹车片和离合器片	829
(二) 卤代烃类	783	(二十四) 石棉钢片	830
(三) 含氧有机物类	786	(二十五) 石棉粉	831
(四) 含氮有机物	801	(二十六) 石棉绒	831
(五) 其它有机物类	804	第十一章 云母及云母制品	832
四、化学危险物品储运注意事项	808	一、概述	832
(一) 化学危险物品的分类说明	808	(一) 云母的组成成分和分类	832
(二) 化学危险物品装卸搬运中的安全操作规则	808	(二) 云母的性能和用途	833
(三) 化学危险物品的安全储存措施	809	(三) 云母原料的加工和产品分类	835
(四) 灭火器使用须知	809	(四) 云母制品的分类及其应用范围	837
第十章 石棉及其制品	810	(五) 云母制品的主要质量指标及其在使用上的意义	838
一、概述	810	二、常用云母制品的品种、型号、特性、用途、规格及主要质量指标	839
(一) 石棉的分类、成分和性质	810	(一) 塑型云母板	839
(二) 石棉纤维的分级	810	(二) 柔软云母板	840
(三) 石棉制品的分类及其应用范围	812	(三) 衬垫云母板	841
(四) 石棉制品的主要质量指标及其在使用上的意义	814	(四) 换向器云母板	842
二、常用石棉制品的品种、牌号、用途、规格及主要质量指标	814	(五) 云母带	843
(一) 石棉纱、线	814	(六) 云母箔	844
(二) 石棉绳	815	(七) 粉云母板	845
(三) 油浸石墨石棉绳	816	(八) 粉云母带	846
(四) 石棉松绳	816	(九) 粉云母箔	847
(五) 油浸石棉盘根	817	(十) 云母玻璃	848
(六) 橡胶石棉盘根	818	第十二章 耐火材料	849
(七) 石棉绝缘带	818	一、概述	849
(八) 石棉布	819	(一) 耐火材料的定义、特点和分类	849
(九) 石棉纸	819	(二) 耐火材料的化学矿物组成	851
(十) 石棉板	821	(三) 耐火材料的生产过程	852
(十一) 石棉橡胶板	822	(四) 耐火材料的主要性能指标及其在使用上的意义	854
(十二) 耐油石棉橡胶板	823	二、常用定形耐火制品的品种、牌号、特性、用途和理化性能指标	857
(十三) 耐酸、绝缘石棉橡胶板	824	(一) 粘土质耐火砖	857
(十四) 增强石棉橡胶板	824	(二) 高铝砖	858
(十五) 石棉橡胶垫片	824	(三) 硅砖	860
(十六) 石棉橡胶-聚四氟乙烯复合垫片	826	(四) 镁质砖	860
(十七) 缠绕式石棉橡胶钢带垫片	827	(五) 隔热耐火砖	862
(十八) 石棉铅片盘根	827	(六) 其它耐火砖	863
(十九) 石棉橡胶垫圈	827	三、常用耐火砖的形状尺寸	865
(二十) 石棉橡胶旋塞衬套	828	(一) 通用耐火砖形状尺寸(按GB2992	
(二十一) 衬垫石棉纸、板	828		

—82).....	865	(四) 水泥的主要质量指标及其在使 用上的意义	924
(二) 炼钢电炉炉顶用砖形状尺寸 (按GB2993—82)	865	(五) 水泥的标号及其测定方法	926
(三) 镁砖及镁硅砖形状尺寸(按GB 1590—79).....	870	二、常用水泥的品种、标号、特性、用 途和质量指标	926
四、常用不定形耐火材料的品种、牌号、 组成、特性、用途和理化性能指标	872	(一) 一般水泥	926
(一) 耐火浇注料(耐火混凝土).....	872	(二) 快硬高强水泥	929
(二) 耐火可塑料	877	(三) 耐侵蚀水泥	933
(三) 耐火捣打料	879	(四) 膨胀水泥和自应力水泥	937
(四) 耐火喷涂料和耐火投射料	881	(五) 其它水泥	941
(五) 耐火泥	881	三、水泥的选用	946
(六) 耐火涂抹料	887	(一) 施工条件	946
五、常用耐火纤维材料的品种、牌号、 组成、规格、特性、用途和理化 性能指标	889	(二) 工程环境	946
(一) 耐火纤维	889	(三) 载荷强度	946
(二) 硅酸铝耐火纤维制品	891	(四) 其它	946
六、耐火材料的选用	894	第十五章 玻璃	948
(一) 工业炉的工作条件及对耐火材 料的性能要求	894	一、概述	948
(二) 选用耐火材料的一般原则	895	(一) 玻璃的定义和化学组成	948
(三) 耐火材料选用举例	895	(二) 玻璃的分类	948
第十三章 陶瓷材料	900	(三) 玻璃的性质	950
一、概述	900	(四) 玻璃的原料	952
(一) 陶瓷的定义、特点和分类	900	(五) 玻璃的基本生产过程	953
(二) 陶瓷的制造工艺	902	(六) 玻璃制品的外观质量缺陷	954
(三) 陶瓷材料的组织结构	902	二、常用玻璃制品的品种、规格、性能、 用途和质量标准	954
(四) 陶瓷材料的性能分析	903	(一) 窗用平板玻璃	954
二、常用工业陶瓷的品种、规格、性能 和用途	905	(二) 装饰用平板玻璃	959
(一) 耐酸陶瓷(化工陶瓷).....	905	(三) 钢化玻璃	960
(二) 过滤陶瓷	912	(四) 夹丝玻璃和夹层玻璃	965
(三) 高温、高强度、耐磨、耐腐蚀 陶瓷	913	(五) 特种玻璃	966
(四) 透明陶瓷	919	(六) 硼硅玻璃板、管、棒材	969
(五) 电解质陶瓷	920	(七) 石英玻璃制品	970
第十四章 水泥	922	(八) 泡沫玻璃	980
一、概述	922	第十六章 其他非金属材料	982
(一) 水泥的特点及其在国民经济中 的地位	922	一、皮革及其制品	982
(二) 水泥的分类	922	(一) 皮革的分类	982
(三) 水泥的生产过程	923	(二) 常用皮革制品的品种、规格、 用途和性能指标	982
		二、铸石及其制品	984
		(一) 铸石的组成、性能和用途	984
		(二) 铸石制品的品种、规格、用途及 技术指标	986
		三、碳及石墨制品	999

(一) 碳和石墨制品的类别与特点	999	四、铸造用焦炭及造型材料.....	1008
(二) 常用碳和石墨制品的品种、型号、 规格、特性、用途和性能指标	999	(一) 铸造用焦炭.....	1008
		(二) 铸造用造型材料.....	1009

第一章 橡胶及其制品

一、概 述

(一) 橡胶的特性及其组成成分

橡胶是一种有机高分子化合物，是工业上用途广泛的工程材料。它的独特性能就是具有高弹性。对它稍加外力就可使之变形，外力刚一去掉又恢复原状。这种极为可贵的高度弹性，是其它任何工程材料所没有的。除此之外，它还有一定的机械强度，有缓和冲击、吸收震动的能力，以及耐磨、绝缘、不透水、不透气等优良性能。某些特种合成橡胶，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。未经硫化橡胶还能与某些树脂掺合改性，与其它材料如金属、纤维、塑料、石棉、软木等结合而组成兼有两者特点的复合材料和制品。由于橡胶具有这些可贵的性能，因此，现在用橡胶制造的型材（如胶管、胶带、胶板）和其它制品，已有几万个品种，广泛用于国民经济的各个部门，起着其它材料所不能代替的重要作用。

橡胶一系列特有的性能是由它本身的分子结构而决定的。橡胶的分子结构有：线型的、支链型的和体型的三种类型。未经硫化的生胶和胶乳是线型的或含有支链型的分子。硫化后的橡胶则是体型结构。我们常看到的大块生胶或牛奶似的胶乳，它们里面就是由许多细长而有很大柔顺性和流动性的线型分子链所组成。通常，这种长链的橡胶分子往往卷曲成无规则、其乱如麻的线团，并且相互缠曲；当受到外力拉伸时，分子链就伸直，外力去掉后，又恢复成卷曲状，这就是橡胶高弹性的来源。硫化后，不同分子链之间相互连接成立体网状结构，这种立体网状结构就是我们所称呼的体型结构，它使橡胶的物理机械性能得到全面增强，从而具有实际使用价值。

橡胶的主要成分是生橡胶（天然的或合成的）。生橡胶是一种不饱和的橡胶烃（烯烃），它是线型的或含有支链型的长链状分子，分子中有不稳定的双键存在，故性能上有许多缺点，不能直接用来制造

橡胶制品。例如受热发粘、遇冷变硬，只能在5～35℃范围内保持弹性；同时强度差、不耐磨、也不耐溶剂，所以生橡胶只有在经过特种的物理、化学过程，即所谓硫化处理之后，才具有橡胶的各种性质。

硫化是橡胶加工的一个重要工艺过程。未经硫化的生胶，如上所述，在使用上是没有什么价值的。所谓硫化，就是将一定量的硫化剂（最常用的硫化剂是硫磺）加入生胶中，在规定的温度下加热、保温的一种加工过程。它能使生胶的线型分子间通过生成“硫桥”而互相交联成立体的网状结构，从而使塑性的胶料变成具有高弹性的硫化胶。随着合成橡胶的迅速发展，现在硫化剂的品种很多。除用硫磺外，还可使用有机多硫化物、过氧化物、金属氧化物等。近年来还发展了用原子辐射的方法直接进行交联作用。

为使橡胶获得其它必要的性能，生胶中除了加入硫化剂外，还加入有各种配合剂。这些物质根据它们所起的作用可分为：

(1) 补强剂 它是指那些能提高硫化胶的抗张强度、撕裂强力、耐磨性等物理机械性能的物质，如炭黑、氧化锌、白炭黑、活性陶土、活性碳酸钙以及木质素、古玛隆树脂等。其中用量最多、效果最好的是炭黑。

(2) 软化剂 它是用来增强生胶塑性和使橡胶具有一定柔软性的物质。软化剂有松焦油、松香、矿物油类和酯类合成有机化合物。

(3) 填充剂 又叫增容剂。主要用来增加橡胶容积，节约生胶，降低产品成本。常用的填充剂有未经活化处理的碳酸钙、碳酸镁、陶土、滑石粉、云母粉以及硫酸钡等。

(4) 防老剂 它是用来减缓老化过程、延长橡胶使用寿命的一种物质，如防老剂A、防老剂D、防老剂4010等都是。蜡类也是一种有效的防老剂。

(5) 其它还有硫化促进剂和配合硫化剂加速

硫化过程的活性剂以及着色剂等等。

剂的品种和数量，是各不相同的。

此外，某些特种用途的橡胶，还有专门的配合剂，如发泡剂、硬化剂等。

(二) 橡胶的分类

总之，不同用途的橡胶，在生胶中加入的配合

橡胶的分类方法 见表 1-1。

表 1-1 橡胶的分类

分类方法	分类名称	分 类 说 明
1. 按橡胶的来源而分	(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. 按橡胶的用途而分	(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
3. 按橡胶的物理状态而分	(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、高强度和其它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（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机械性能的半成品，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它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

(续)

分类方法	分类名称	分 类 说 明
3.按橡胶的物理状态而分	(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、挤压和注射成型,制作各种制品,这种新的成型工艺,不像固体橡胶那样复杂,可省去塑炼、混炼等许多工序,如在注射成型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

(三) 常用橡胶的品种、性能和用途

常用橡胶的品种、性能和用途,如表 1-2 所示;它们的综合技术性能数据,可参见表 1-3。

表1-2 常用橡胶的品种、性能和用途

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、糖类和无机盐等	弹性大、定伸强力高、抗撕裂性和电绝缘性优良,耐磨性和耐寒性良好,加工性佳,易与其它材料粘合,在综合性能方面优于多数合成橡胶。缺点是耐氧及耐臭氧性差,容易老化变质;耐油和耐溶剂性不好,抵抗酸碱的腐蚀能力低;耐热性不高,不适用于100℃以上	制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带、电线电缆的绝缘层和护套以及其它通用制品
2.丁苯橡胶(SBR)	是丁二烯和苯乙烯的共聚体	性能接近天然橡胶,是目前产量最大的通用合成橡胶,其特点是耐磨性、耐老化和耐热性超过天然橡胶,质地也较天然橡胶均匀,缺点是:弹性较低,抗屈挠,抗撕裂性能较差;加工性能差,特别是自粘性差、生胶强度低;制成的轮胎,使用时发热量大、寿命较短	主要用以代替天然橡胶制作轮胎、胶板、胶管、胶鞋及其它通用制品
3.顺丁橡胶(BR)	是由丁二烯聚合而成的顺式结构橡胶,全名叫顺式1,4-聚丁二烯橡胶	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,缺点是强力较低,抗撕裂性差,加工性能与自粘性差,产量仅次于丁苯	一般多和天然或丁苯橡胶混用,主要制作轮胎胎面、运输带和特殊耐寒制品
4.异戊橡胶(IR)	是以异戊二烯为单体,聚合而成的一种顺式结构橡胶	化学组成、立体结构均与天然橡胶相似,性能也非常接近天然橡胶,故有合成天然橡胶之称。它具有天然橡胶的大部分优点,耐老化性优于天然橡胶,但弹性和强力比天然橡胶稍低,加工性能差,成本较高	可代替天然橡胶制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带以及其它通用制品
5.氯丁橡胶(CR)	是由氯丁二烯作单体、乳液聚合而成的聚合物	这种橡胶由于含有氯原子,所以和其它通用橡胶相比:它具有优良的抗氧、抗臭氧性,不易燃、着火后能自熄,耐油、耐溶剂、耐酸碱以及耐老化、气密性好等特点;其物理机械性能亦不次于天然橡胶,故可用作通用橡胶,又可用作特种橡胶。主要缺点是耐寒性较差,比重较大、相对成本高,电绝缘性不好,加工时易粘辊、易焦烧及易粘模。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	主要用于制造要求抗臭氧、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;耐燃的地下采矿用橡胶制品(如运输带、电缆包皮),以及各种垫圈、模型制品、密封圈、粘结剂等
6.丁基橡胶(IIR)	是异丁烯和少量异戊二烯或丁二烯的共聚体	最大特点是气密性小,耐臭氧、耐老化性能好,耐热性较高,长期工作温度130℃以下;能耐无机强酸(如硫酸、硝酸等)和一般有机溶剂,吸振和阻尼特性良好,电绝缘性也非常好。缺点是弹性不好(是现有品种中最差的),加工性能差,硫化速度慢,粘着性和耐油性差	主要用作内胎、水胎、汽球、电线电缆绝缘层、化工设备衬里及防振制品、耐热运输带、耐热老化的胶布制品等

(续)

品种(代号)	化学组成	性能特点	主要用途
7.丁腈橡胶(NBR)	是丁二烯和丙烯腈的共聚体	特点是耐汽油及脂肪烃油类的性能特别好,仅次于聚硫橡胶、丙烯酸酯橡胶和氟橡胶,而优于其它通用橡胶。耐热性好,气密性、耐磨及耐水性等均较好,粘接力强。缺点是耐寒性及耐臭氧性较差,强力及弹性较低,耐酸性差,电绝缘性不好,耐极性溶剂性能也较差	主要用于制作各种耐油制品,如耐油的胶管、密封圈、贮油箱衬里等,也可用作耐热运输带
8.乙丙橡胶(EPM)	是乙烯和丙烯的共聚体,一般分为二元乙丙橡胶和三元乙丙橡胶两类	为比重最小(0.865)、颜色最浅、成本较低的新品种,其特点是耐化学稳定性很好(仅不耐浓硝酸),耐臭氧、耐老化性能优异,电绝缘性能突出,耐热可达150℃左右,耐极性溶剂——酮、酯等,但不耐脂肪烃及芳香烃,容易着色,且色泽稳定,其它综合物理机械性能略次于天然胶而优于丁苯胶。缺点是粘着性差,硫化缓慢	主要用作化工设备衬里、电线电缆包皮、蒸汽胶管、耐热运输带、汽车配件及其它工业制品
9.硅橡胶(Si)	为主链含有硅、氧原子的特种橡胶,其中起主要作用的是硅元素,故名硅橡胶	其主要特性是既耐高温(最高300℃)、又耐低温(最低-100℃),是目前最好的耐寒、耐高温橡胶;同时电绝缘性优良,对热氧化和臭氧的稳定性很高,化学惰性大。缺点是机械强度较低,耐油、耐溶剂和耐酸碱性差,较难硫化,价格较贵	主要用于制作耐高低温制品(如胶管、密封件等)、耐高温电线电缆绝缘层。由于其无毒无味,还用于食品及医疗工业
10.氟橡胶(FPM)	系由含氟单体共聚而得的有机弹性体	我国生产的氟橡胶有:氟23-11、氟23-21、氟25-41、氟246等牌号,其共同特性是:耐高温可达300℃,不怕酸、碱,耐油性是耐油橡胶中最好的,抗辐射及高真空性优良;其它如电绝缘性、机械性能、耐化学药品腐蚀、耐臭氧、耐大气老化作用等都很好,是性能全面的特种合成橡胶。缺点是加工性差,价格昂贵,耐寒性差,弹性和透气性较低	主要用于国防工业制作飞机火箭上的耐真空、耐高温、耐化学腐蚀的密封材料、胶管或其它零件、少量用于其它各工业部门
11.聚氨酯橡胶(UR)	由聚脲(或聚酯)与二异氰酸酯类化合物聚合而成	耐磨性能高,在各种橡胶中是首屈一指的,强度高,弹性好,耐油性优良,其它如耐臭氧、耐老化、气密性等也都很好。缺点是耐温性能较差,耐水和耐酸碱性不好,耐芳香族、氯化烃及酮、酯、醇类等溶剂性较差	制作轮胎及耐油、耐苯零件、垫圈、防震制品等以及其它需要高耐磨、高强度和耐油的场合
12.聚四氟乙烯橡胶(AR)	由四氟乙烯与丙烯腈乳液共聚而成	最大特点是兼有良好的耐热、耐油性能,可在180℃以下热油中使用;还耐老化、耐臭氧与臭氧、耐紫外光线,气密性也较好。缺点是耐寒性差,在水中会膨胀,耐乙二醇及高芳香族类溶剂性能差,弹性和耐磨、电绝缘性差,加工性能不好	可用作一切需要耐油、耐热、耐老化的制品,如密封件、耐热油软管、化工衬里等
13.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	耐臭氧及耐老化优良,耐候性高于其它橡胶。不易燃、耐热、耐溶剂及耐大多数化学试剂和耐酸碱性也较好;电绝缘性尚可,耐湿性与丁苯相似。缺点是抗撕裂性差,加工性能不好,价格较贵,故使用不广	可用作臭氧发生器上的密封材料,制作耐油垫圈、电线电缆包皮以及耐腐蚀件和化工衬里
14.氯醇橡胶(均聚型CHR共聚型CHC)	由环氧氯丙烷均聚或由环氧氯丙烷与环氧乙烷共聚而成	耐脂肪烃及氯化烃溶剂、耐碱、耐水、耐老化性能极好,耐臭氧性、耐候性及耐热性、气密性高,抗压缩变形良好,粘结性也很好,容易加工,原料便宜易得。缺点是强伸力较低、弹性差、电绝缘性不良	可用作胶管、密封件、薄膜和容器衬里、油箱、胶靴,是制作油封、水封的理想材料
15.氯化聚乙烯橡胶	是乙烯、氯乙烯与二氯乙烯的三元聚合物	性能与氯磺化聚乙烯近似,其特点是流动性好,容易加工;有优良的耐大气老化性、耐臭氧性和耐电晕性,耐热、耐酸碱、耐油性良好。缺点是弹性差、压缩变形较大,电绝缘性较低	电线电缆护套、胶管、胶带、胶辊、化工衬里。与聚乙烯掺合可作电线电缆绝缘层
16.聚硫橡胶(T)	为分子主链中含有硫原子的特种橡胶,是脂肪族烃类或醚类的二卤衍生物(如三氯乙烷)与多硫化钠的缩聚物	耐油性突出,在这方面仅略逊于氟橡胶而优于丁腈橡胶,其次是化学稳定性也很好,能耐臭氧、日光、各种氧化剂、碱及弱酸等,不透水,透气性小。缺点是耐热、耐寒性不好,机械性能很差,压缩变形大,粘着性小,冷流现象严重	由于综合性能均较差以及易燃烧、有刺激性气味,故在工业上很少用作耐油制品,多用作密封腻子或油箱衬里

表1-3 常用橡胶的综合技术性能数据

性能	品 种	天然橡胶 (NR)	异戊橡胶 (IR)	聚异戊橡胶 (PIR)	顺丁橡胶 (BR)	丁基橡胶 (CR)	丁腈橡胶 (NBR)	乙丙橡胶 (EPM)	氯丁橡胶 (CSM)	丙烯酸酯橡胶 (AR)	聚氨酯橡胶 (UR)	硅橡胶 (Si)	氟橡胶 (FPM)	聚苯硫醚橡胶 (T)	氯化聚乙烯橡胶 (CM或CPF)
密度 (生胶), g/cm ³		0.90~0.95	0.92~0.94	0.92~0.94	0.91~0.94	1.15~1.30	0.91~0.93	0.86~0.87	1.11~1.18	1.09~1.10	1.09~1.10	0.95~1.40	1.80~1.82	1.35~1.41	1.16~1.32
抗张强度, N/cm ²	未补强硫化胶	1667~2844	1961~2942	196~294	98~981	1471~2452	196~392	294~588	834~2403	—	—	196~490	981~1961	69~137	—
	半补强硫化胶	2452~3432	1961~2942	1471~2942	1765~2452	1667~2060	1471~2842	1471~2452	681~1961	687~1177	1961~2432	392~981	1961~2158	883~1471	>1471
伸长率, %	未补强硫化胶	650~900	800~1200	50~800	200~900	800~1000	650~850	—	—	—	—	40~300	500~700	300~700	400~500
	半补强硫化胶	650~900	600~900	500~800	450~800	800~1000	650~800	400~800	100~500	400~600	300~800	50~500	100~500	100~700	—
200%定伸24 h后永久变形, %	未补强硫化胶	3~5	—	5~10	—	18	2	6.5	—	—	—	—	—	—	—
	半补强硫化胶	8~12	—	10~15	—	7.5	11	6	—	—	—	—	—	—	—
回弹率, %		70~95	70~90	60~80	70~95	50~80	20~50	5~65	30~60	30~40	40~90	50~85	20~40	20~40	—
永久压缩变形, % 100°C×70 h		+10~+50	+10~+50	+2~+50	+2~+10	+2~+40	+10~+40	+7~+20	+20~+60	+25~90	50~100	—	+5~+30	—	—
抗撕裂性		优	良~优	良	可~良	良~优	良	良~优	可~良	可	良	劣~可	良	劣~可	优
耐磨性		优	优	优	优	良~优	优	良~优	优	可~良	优	可~良	优	劣~可	优
耐屈挠性		优	优	良	优	良~优	良	良	良	良	优	劣~良	良	劣	—
耐冲击性能		优	优	优	良	良	良	良	可~良	劣	优	劣~可	劣~可	劣	—
硬度 (邵氏)		20~100	10~100	35~100	10~100	20~95	15~75	10~100	40~95	30~95	40~100	30~80	50~60	40~95	—
导热系数, cal/(cm·s·°C)①		4×10 ⁻⁴	—	7×10 ⁻⁴	—	5×10 ⁻⁴	6.45×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	—	1.6×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁴	—	—	—
最高使用温度 (°C)		100	100	120	120	150	170	150	150	180	80	315	315	130	—
长期工作温度 (°C)		-55~+70	-55~+70	-45~+100	-70~+100	-40~+120	-40~+130	-50~+130	-30~+130	-10~+180	-30~+70	-100~+250	-10~+280	-10~+70	90~105
脆化温度 (°C)		-50~ -70	-50~ -70	-30~ -60	-73	-35~ -42	-30~ -55	-40~ -60	-20~ -60	0~ -30	-30~ -60	-70~ -120	-10~ -50	-10~ -40	—
体积电阻率 (Ω·cm)		10 ¹⁵ ~10 ¹⁷	10 ¹⁰ ~10 ¹⁵	10 ¹⁴ ~10 ¹⁶	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹² ~10 ¹⁶	10 ¹² ~10 ¹⁵	10 ¹³ ~10 ¹⁵	10 ¹¹	10 ¹⁰	10 ¹² ~10 ¹⁷	10 ¹³	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹² ~10 ¹³
表面电阻率 (Ω)		10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	—	10 ¹³ ~10 ¹⁴	—	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹³ ~10 ¹⁴	—	10 ¹⁴	—	10 ¹⁰	10 ¹³	—	—	—