

机械工程材料手册

下 册

(修 订 第 三 版)

第一汽车制造厂设备修造分厂编写组 编

机 械 工 业 出 版 社

机 械 工 程 材 料 手 册

下 册

(修 订 第 三 版)

第一汽车制造厂设备修造分厂编写组 编



机 械 工 业 出 版 社

机械工程材料手册

下 册

(修订第三版)

第一汽车制造厂设备修造分厂编写组 编

*

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 787×1092 1/16·印张 47 3/4·插页 3·字数 1,488 千字

1982 年 10 月北京第三版·1982 年 10 月北京第四次印刷

印数 00,001—21,000·定价 4.95 元

*

统一书号: 15033·4128

增 订 说 明

机械工程材料手册初版是 1970 年与读者见面的, 1971 年重印, 1977 年修订再版。由于工业材料的品种、规格、型号日益增多, 国家标准和部颁标准也有相应的修改增删, 为此, 特进行第三版修订。这次修订, 全面核实查对了国家标准和部颁标准, 增补了新的材料品种、规格。考虑到广大科技工作者和企业管理干部学习和掌握工程材料的需要, 对于各类材料的基本特征、分类方法、质量指标涵义、材料的成分、性能、应用范围及有关数据等方面作了适当的补充。对正在试制或试生产尚未标准化的某些新产品暂未列入。

这次修订力求做到简明扼要, 数据完整可靠切合实用。为使用方便, 分上下两册出版。上册包括第一篇黑色金属材料; 第二篇有色金属材料。下册包括第三篇非金属材料; 第四篇五金电气材料; 第五篇电线电缆材料及附录。

这次修订工作得到本厂领导同志的热情支持, 并承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, 经验不足, 书中难免存在缺点和错误, 希望读者批评指正。

第一汽车制造厂设备修造分厂编写组

1979.7.

目 录

第三篇 非金属材料

第一章 橡胶及其制品	3-2
一、橡胶的特性及其组成成分	3-2
二、橡胶的分类	3-3
三、常用橡胶的品种、性能和用途	3-4
四、常用橡胶的综合技术性能数据	3-6
五、橡胶的选用	3-8
六、工业用橡胶制品的分类及其应用范围	3-9
七、橡胶制品的主要质量指标及其在使用上的意义	3-11
八、常用橡胶制品的品种、型号、性能、用途、规格及主要质量指标	3-12
(一) 普通三角胶带	3-12
(二) 活络三角胶带	3-15
(三) 运输胶带	3-16
(四) 传动胶带	3-18
(五) 夹布压力胶管	3-19
(六) 夹布吸引胶管	3-21
(七) 棉线编织缠绕胶管	3-22
(八) 钢丝编织胶管	3-24
(九) 纯胶管(全胶管)	3-26
(十) 工业用橡胶板	3-27
(十一) 密封橡胶制品	3-29
(十二) 方、圆橡皮条	3-32
(十三) 橡胶螺旋盘根	3-32
(十四) 绝缘硬质橡胶棒、板	3-33
(十五) 密着胶	3-34
(十六) 橡胶水	3-34
(十七) 102 腻子	3-34
第二章 塑料及其制品	3-35
一、塑料的特性及其在机械工程上的应用概况	3-35
二、塑料的组成	3-36
三、塑料的分类	3-37
四、常用热固性塑料的品种、性能和用途	3-40
五、常用热塑性塑料的品种、性能和用途	3-42
六、常用热塑性塑料的综合技术性能数据	3-46
七、常用热固性塑料的综合技术性能数据	3-52
八、工程塑料的选用	3-52
九、塑料的成型、加工方法	3-54

十、塑料与塑料制品的主要性能指标及其在使用

上的意义	3-56
(一) 机械性能	3-56
(二) 物理性能	3-57
(三) 电性能	3-58
(四) 热性能	3-58
(五) 工艺性能	3-59
十一、常用塑料制品的品种、型号、特性、用途、规格及主要性能指标	3-60
(一) 酚醛层压纸板	3-60
(二) 酚醛层压布板	3-62
(三) 层压玻璃布板	3-64
(四) 覆铜箔层压板	3-66
(五) 木质胶木板	3-67
(六) 胶纸棒及胶布棒	3-68
(七) 玻璃布棒	3-69
(八) 层压管	3-70
(九) 热固性压塑料	3-72
(十) 工业有机玻璃	3-76
(十一) 珠光有机玻璃板材	3-78
(十二) 聚乙烯管材	3-79
(十三) 硬聚氯乙烯塑料型材	3-80
(十四) 软聚氯乙烯管材	3-82
(十五) 电缆工业用软聚氯乙烯塑料	3-83
(十六) 聚氯乙烯人造革	3-84
(十七) 聚四氟乙烯板	3-85
(十八) 聚四氟乙烯棒	3-87
(十九) 聚四氟乙烯管	3-87
(二十) 填充聚四氟乙烯板、棒	3-88
(二十一) 塑料薄膜	3-89
(二十二) 薄膜复合制品	3-96
(二十三) 薄膜粘带	3-97
(二十四) 泡沫塑料	3-98

第三章 石棉及其制品

一、石棉的分类、成分和性质	3-104
二、石棉纤维的分级	3-105
三、石棉制品的分类及其应用范围	3-106
四、石棉制品的主要质量指标及其在使用上的意义	3-108

五、常用石棉制品的品种、牌号、用途、规格及主要质量指标.....3—108	(三) 合成纤维3—139
(一) 石棉纱、线.....3—108	(四) 玻璃纤维3—144
(二) 石棉绳3—109	三、常用纺织纤维的综合技术性能数据.....3—146
(三) 油浸石墨石棉绳3—109	四、纺织纤维制品的分类.....3—150
(四) 石棉松绳3—110	五、纺织纤维材料的主要质量指标及其在使用上的意义.....3—152
(五) 石棉绒3—110	六、常用纺织纤维制品的品种、牌号、规格、用途及主要质量指标.....3—153
(六) 油浸石棉盘根3—111	(一) 电工用玻璃纤维捻纱3—153
(七) 橡胶石棉盘根3—112	(二) 电工用玻璃纤维带3—154
(八) 石棉带3—113	(三) 玻璃纤维布及套管3—155
(九) 石棉布3—113	(四) 绝缘漆布和绝缘漆绸3—157
(十) 石棉纸3—115	(五) 绝缘玻璃漆布3—159
(十一) 石棉板3—115	(六) 绝缘漆管3—162
(十二) 石棉橡胶板3—116	(七) 绝缘布带3—163
(十三) 耐油石棉橡胶板3—117	(八) 工业用毛毡3—164
(十四) 衬垫石棉板3—118	(九) 油浸棉、麻盘根.....3—165
(十五) 石棉水泥板3—118	第六章 纸和纸板.....3—166
(十六) 石棉刹车带、刹车片和离合器片.....3—119	一、纸和纸板的特性、用途及其发展动态3—166
(十七) 石棉钢片3—120	二、纸和纸板的分类及其应用范围.....3—166
(十八) 石棉粉3—120	三、纸和纸板的主要质量指标及其在使用上的意义.....3—167
第四章 云母及云母制品.....3—121	四、常用纸制品的品种、牌号、规格、用途及主要技术指标.....3—168
一、云母的组成成分和分类.....3—121	(一) 电缆纸及电话纸3—168
二、云母的性能和用途.....3—122	(二) 电容器纸3—170
三、云母原料的加工和产品分类.....3—124	(三) 浸渍绝缘纸及卷绕绝缘纸3—171
四、云母制品的分类及其应用范围.....3—126	(四) 电绝缘纸板3—171
五、云母制品的主要质量指标及其在使用上的意义.....3—127	(五) 钢纸板3—172
六、常用云母制品的品种、型号、特性、用途、规格及主要质量指标.....3—128	(六) 钢纸管3—174
(一) 塑性云母板3—128	(七) 钢纸棒3—175
(二) 柔软云母板3—129	(八) 青壳纸3—175
(三) 衬垫云母板3—130	(九) 衬垫纸板3—175
(四) 换向器云母板3—131	(十) 防水纸板3—176
(五) 云母带3—132	(十一) 滤芯纸板3—177
(六) 云母箔3—133	(十二) 油纸及油毡纸3—177
(七) 粉云母板3—134	(十三) 合成纤维纸3—179
(八) 粉云母带3—135	第七章 木材.....3—180
(九) 粉云母箔3—136	一、木材的特性和分类.....3—180
(十) 云母玻璃3—137	二、木材的构造.....3—181
第五章 纺织纤维材料.....3—138	三、国产木材的物理、力学性能3—183
一、纺织纤维的分类.....3—138	四、常用木材的识别特征、性质和用途3—188
二、常用纺织纤维的组成成分和基本性能简介.....3—139	五、木材的选用.....3—191
(一) 天然纤维3—139	六、木材的缺陷分类.....3—193
(二) 人造纤维3—139	

七、常用木材材种的种类、尺码、等级、用途及材 质标准.....3—194	(五) 绝缘漆3—250
(一) 原木3—194	(六) 锤纹漆3—256
(二) 板、方材.....3—195	(七) 防锈漆3—256
(三) 枕木3—197	(八) 底漆3—257
八、人造板材的品种、规格、用途及性能指标.....3—199	(九) 厚漆3—260
(一) 胶合板3—199	(十) 调合漆3—260
(二) 硬质纤维板3—200	(十一) 腻子3—261
(三) 软木板3—201	(十二) 稀释剂3—262
第八章 石油产品.....3—202	(十三) 脱漆剂3—262
一、石油产品的分类及代号表示方法.....3—202	(十四) 防潮剂3—263
二、石油燃料.....3—203	(十五) 胶液3—263
(一) 石油燃料的分类、特点和制法.....3—203	(十六) 电容器漆3—264
(二) 石油燃料的主要质量指标及其在使用上 的意义.....3—204	(十七) 电阻漆3—265
(三) 石油燃料的品种、代号、用途及质量指标3—205	(十八) 半导体漆3—266
三、润滑油和润滑脂.....3—208	(十九) 透明漆3—266
(一) 润滑油、脂的作用、制取和分类3—208	(二十) 耐酸漆3—267
(二) 润滑油、脂的主要质量指标及其在使用上 的意义.....3—209	(二十一) 防腐漆3—267
(三) 润滑油和润滑脂的品种、代号、性能和用 途.....3—211	(二十二) 耐热漆3—268
四、电气用油.....3—221	(二十三) 乳胶漆3—269
五、真空油脂.....3—222	(二十四) 片漆3—269
六、溶剂油.....3—223	第十章 化工原料.....3—270
七、工艺用油.....3—224	一、化工原料的分类和特性.....3—270
八、蜡及其制品.....3—225	二、有关化工原料专用名词解释.....3—271
九、石油沥青.....3—226	三、工业用无机酸类的主要品种、规格、性能及用 途.....3—272
十、防锈油脂.....3—228	四、工业用碱类的主要品种、规格、性能及用途...3—273
第九章 涂料.....3—230	五、工业用盐类的主要品种、规格、性能及用途...3—274
一、涂料的定义和作用.....3—230	六、其他无机物的主要品种、规格、性能及用途...3—279
二、涂料的组成.....3—230	七、工业用有机化工原料的主要品种、规格、性能 及用途.....3—281
三、涂料产品的分类和命名.....3—231	第十一章 耐火材料.....3—284
(一) 分类3—231	一、耐火材料的分类、特性及用途3—284
(二) 命名3—232	二、粘土砖.....3—286
(三) 型号3—232	三、高铝砖.....3—287
四、涂料质量检查的内容.....3—234	四、硅砖.....3—287
五、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.....3—236	五、轻质耐火砖.....3—288
(一) 清油3—236	六、镁质砖.....3—288
(二) 清漆3—237	七、耐火泥.....3—289
(三) 磁漆3—243	第十二章 其他非金属材料.....3—290
(四) 烘漆3—248	一、皮革及其制品.....3—290
	二、水泥.....3—293
	三、石灰.....3—294
	四、石膏.....3—294
	五、普通粘土砖.....3—294

六、天然砂石、卵石及碎石	3—295
七、矿渣棉	3—296
八、窗用平板玻璃	3—296
九、钢化玻璃	3—297
十、造型粘土	3—298
十一、造型用砂	3—299

第四篇 五金电气材料

第一章 电动机	4—2
一、电动机的分类	4—2
二、常用电机的型号、性能及应用范围	4—3
三、J2 及 JO2 系列三相交流异步电动机	4—4
四、JO2-L 系列小型铝线异步电动机	4—8
五、JO2-W 系列小型户外用异步电动机	4—8
六、JQO2 系列小型高起动转矩异步电动机	4—9
七、J2、JO2、JO2-L、LO2-W、JQO2 系列小型 三相异步电动机外形及安装尺寸	4—10
八、JO3 系列小型异步电动机	4—12
九、J3-L、JO3-L 系列小型铝线异步电动机	4—17
十、JO4 系列小型异步电动机	4—22
十一、JDO2 系列小型变极式多速异步电动机	4—25
十二、JR 系列小型绕线转子异步电动机	4—26
十三、JR2 系列小型绕线转子异步电动机	4—27
十四、JRO2 系列小型绕线转子异步电动机	4—28
十五、JR3 系列小型绕线转子异步电动机	4—29
十六、JZ2、JZR2 系列起重及冶金用异步电动机	4—30
十七、JZZ 小型锥形转子制动电动机	4—32
十八、JZDO2 系列杠杆式电制动电动机	4—33
十九、JHO2 系列小型高转差率异步电动机	4—33
第二章 低压电器	4—35
一、低压电器类产品型号编制办法	4—35
二、熔断器式刀开关	4—37
三、刀开关及刀形转换开关	4—37
四、负荷开关	4—39
五、组合开关	4—42
六、低压熔断器	4—44
七、自动空气开关	4—47
八、交流控制器	4—50
九、交、直流接触器	4—51
十、磁力起动器	4—54
十一、继电器	4—58
十二、主令电器	4—71
十三、电阻器及电阻元件	4—80
十四、ZX1-12 型常用的配吊车电动机的电阻器	

的技术数据	4—82
十五、变阻器	4—86
十六、电磁铁	4—87
十七、其他用途低压电器	4—89
第三章 电瓷制品	4—93
一、电瓷制品的分类及应用范围	4—93
二、电站用户外针式支柱绝缘子	4—94
三、电站用 35 千伏及以下户内支柱绝缘子	4—96
四、户外棒式支柱绝缘子	4—98
五、电站及变电所配电装置用 35 千伏及以下户 内、户外铝导体及母线式穿墙套管	4—100
六、高压线路针式绝缘子	4—105
七、高压线路悬式绝缘子	4—105
八、高压线路蝶式绝缘子	4—107
九、架空电力线路用拉紧绝缘子	4—107
十、架空通讯线路针式绝缘子	4—108
十一、低压架空电力线路绝缘子	4—108
十二、低压布线用绝缘子	4—110
十三、电力线路针式绝缘子金属附件	4—113
十四、低压线路和通讯线路绝缘子金属附件	4—115
第四章 电机用电刷	4—118
一、电刷类别及型号表示方法	4—118
二、电刷新老型号对照	4—118
三、各种型号电刷的特征和主要应用范围	4—119
四、电刷的技术特性及工作条件	4—120
五、电机用电刷尺寸与结构型式	4—121
第五章 滚动轴承	4—123
一、滚动轴承的分类	4—123
二、滚动轴承各基本类型的主要性能及应用范围	4—123
三、滚动轴承代号表示方法	4—125
四、滚动轴承的选择计算	4—127
（一）滚动轴承的寿命计算	4—127
（二）滚动轴承静负荷计算	4—129
五、常用滚动轴承的结构型式、型号、基本尺寸和主 要性能参数	4—132
（一）单列向心球轴承	4—132
（二）双列向心球面球轴承	4—136
（三）单列向心短圆柱滚子轴承	4—140
（四）无内圈和无外圈单列向心短圆柱滚子轴承	4—145
（五）双列向心短圆柱滚子轴承	4—146
（六）双列向心球面滚子轴承	4—147
（七）单列无保持架滚针轴承	4—149

(八) 螺旋滚子轴承	4—150	六、弹簧盖油杯	4—225
(九) 单列向心推力球轴承	4—151	七、针阀式注油杯	4—226
(十) 单列向心推力球轴承	4—153	第九章 紧固件	4—227
(十一) 单列圆锥滚子轴承	4—155	一、通用紧固件的分类及其现行国家标准一览表	4—227
(十二) 双列圆锥滚子轴承	4—160	二、粗制方螺母	4—232
(十三) 四列圆锥滚子轴承	4—164	三、粗制六角螺母	4—233
(十四) 单、双向推力球轴承	4—166	四、六角螺母	4—234
(十五) 推力向心对称球面滚子轴承	4—170	五、六角扁螺母	4—235
(十六) 钢球	4—171	六、小六角螺母、小六角扁螺母	4—236
(十七) 滚针	4—172	七、六角厚螺母、六角特厚螺母	4—237
六、各种轴承结构型式,附图	4—173	八、六角槽形螺母	4—238
七、各国滚动轴承型号对照表	4—178	九、小六角槽形螺母、小六角槽形扁螺母	4—239
八、我国现行球和滚子轴承国家标准一览表	4—181	十、六角槽形扁螺母	4—240
第六章 传动链和起重链	4—182	十一、小六角特扁细牙螺母	4—241
一、传动链的类型及其应用范围	4—182	十二、蝶形螺母	4—242
二、齿形传动链	4—183	十三、圆柱头螺钉	4—243
三、套筒滚子传动链	4—185	十四、半圆头螺钉	4—245
四、粗规格焊接载重及牵引链	4—187	十五、沉头螺钉	4—247
五、精规格焊接载重及牵引链	4—188	十六、圆柱头内六角螺钉	4—249
第七章 通用管路附件	4—189	十七、圆螺母	4—251
一、阀门型号编制方法	4—189	十八、六角头螺栓(粗制)	4—252
二、闸阀	4—191	十九、六角头螺栓	4—254
三、旋塞阀	4—196	二十、吊环螺钉	4—256
四、球阀	4—198	二十一、地脚螺栓	4—257
五、蝶阀	4—200	二十二、半圆头木螺钉	4—258
六、隔膜阀	4—200	二十三、沉头木螺钉	4—260
七、截止阀、节流阀及止回阀	4—201	二十四、圆锥销	4—262
八、内螺纹直通管接头	4—209	二十五、内螺纹圆锥销	4—263
九、外螺纹直通管接头	4—210	二十六、圆柱销	4—264
十、变径直通管接头	4—211	二十七、内螺纹圆柱销	4—266
十一、内、外螺纹变径直通管接头	4—212	二十八、开口销	4—267
十二、直角管接头	4—213	二十九、粗制垫圈、垫圈及小垫圈	4—268
十三、三通管接头	4—214	三十、弹簧垫圈、轻型弹簧垫圈	4—270
十四、变径三通管接头	4—215	三十一、圆螺母用止退垫圈	4—272
十五、四通管接头	4—216	三十二、孔用弹性挡圈	4—273
十六、变径四通管接头	4—217	三十三、轴用弹性挡圈	4—275
十七、螺母连接管接头	4—218	三十四、半圆头铆钉	4—278
十八、封口管螺母	4—219	三十五、粗制沉头铆钉	4—282
第八章 润滑器具	4—220	三十六、沉头铆钉	4—284
一、直通式压注油杯	4—220	三十七、扁圆头铆钉、扁圆头半空心铆钉	4—286
二、接头式压注油杯	4—221	三十八、标牌用钉	4—288
三、旋盖式油杯	4—222	第十章 焊条	4—289
四、压配式压注油杯	4—223	一、焊条分类及型号编制方法	4—289
五、旋套式注油油杯	4—224		

二、低碳钢及低合金高强度钢焊条	4—293
三、钼和铬钼耐热钢焊条	4—294
四、不锈钢焊条	4—296
五、堆焊焊条	4—298
六、各国焊条牌号对照表	4—300
第十一章 其它五金制品	4—304
一、一般压力表	4—304
二、金属软管	4—307
三、皮带扣	4—307
四、一般用途圆钢钉	4—308
五、一般金属丝网	4—309

第五篇 电线电缆材料

第一章 裸电线	5—2
一、裸电线的分类、型号及主要用途	5—2
二、裸电线的型号表示方法	5—4
三、裸圆单线的品种、规格及技术指标	5—4
(一) 圆铝单线	5—4
(二) 圆铜单线	5—6
(三) 镀锡软铜圆单线	5—7
四、裸绞线的品种、规格及技术指标	5—7
(一) 铝绞线	5—7
(二) 钢芯铝绞线	5—8
(三) 轻型钢芯铝绞线	5—8
(四) 加强型钢芯铝绞线	5—9
(五) 硬铜绞线	5—9
(六) 铝合金绞线	5—10
(七) 钢芯铝镁合金绞线	5—10
五、软接线的品种、规格及技术指标	5—11
(一) 铜电刷线	5—11
(二) 裸铜天线	5—12
(三) 铜软绞线	5—12
(四) 铜编织线	5—14
(五) 软铜编织蓄电池线	5—16
六、型线的品种、规格及技术指标	5—16~5—17 之间
(一) 扁铜线、铜母线及铜带	5—16~5—17 之间
(二) 扁铝线	5—20
(三) 铝母线	5—21
第二章 电磁线	5—22
一、电磁线的分类、型号及主要用途	5—22
二、电磁线的型号表示方法	5—26
三、普通漆包线的品种、规格及技术指标	5—26
(一) 聚酯、缩醛和聚氨酯漆包圆铜(铝)线	5—26
(二) 聚酯、缩醛漆包扁铜(铝)线	5—30

(三) 环氧、聚酯亚胺漆包圆铜线	5—33
(四) 油性漆包圆铜线 Q 型	5—34
四、耐高温漆包线的品种、规格及技术指标	5—36
(一) 聚酰亚胺漆包圆铜线	5—36
(二) 聚酰胺酰亚胺漆包圆铜线	5—36
(三) 聚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺漆包扁铜线	5—37
五、特种漆包线的品种、规格及技术指标	5—38
(一) 自粘直焊漆包线	5—38
(二) 环氧基、缩醛基、聚酯基自粘性漆包线	5—39
(三) 无磁性聚氨酯漆包圆铜线	5—40
(四) 耐冷冻剂漆包圆铜线	5—40
六、无机绝缘电磁线的品种、规格及技术指标	5—41
(一) 氧化膜铝圆(扁)线	5—41
(二) 氧化膜铝带(箔)	5—42
(三) 玻璃膜绝缘微细线	5—42
七、纤维绕包绝缘电磁线	5—43
(一) 纸包圆铜(铝)线	5—43
(二) 纤维绕包扁铜(铝)线	5—44
(三) 玻璃丝包圆铜(铝)线	5—47
(四) 丝包铜电磁线	5—48
八、特种电磁线的品种、规格及技术指标	5—49
(一) 换位导线	5—49
(二) 聚酰亚胺薄膜绕包线	5—50
(三) 缩醛漆包线聚氯乙烯绝缘潜水电机绕组线	5—50
(四) 中频绕组线	5—51
(五) 高频绕组线	5—51
(六) 扁绕组软电线	5—52
第三章 电气装备用电线	5—53
一、电气装备用电线的分类	5—53
二、电气装备用电线(电缆)型号编制方法	5—54
三、橡皮和塑料绝缘电线(电缆)的导电线芯结构	5—55
(一) 导电线芯的分类及适用范围	5—55
(二) 各种类型导电线芯结构的截面系列及组成	5—55
四、常用电气装备用电线的品种、型号、用途、规格及性能指标	5—60
(一) 橡皮、塑料绝缘电线	5—60
(二) 橡皮、塑料绝缘软线	5—71
(三) 聚氯乙烯绝缘屏蔽电线	5—77
(四) 汽车、拖拉机用绝缘电线	5—81
(五) 电机、电器引接线	5—84
(六) 补偿导线	5—90

五、绝缘电线的载流量.....	5—91	(十四) 马力与千瓦换算表	6—14
(一) 空气敷设时的载流量	5—91	(十五) 温度换算表	6—14
(二) 穿管敷设时的载流量	5—92	(十六) 公斤与磅换算表	6—16
(三) 校正系数	5—94	二、常用数值表.....	6—17
第四章 电气装备用电缆.....	5—96	(一) 常用材料比重表	6—17
一、电气装备用电缆的分类.....	5—96	(二) 布氏、洛氏、维氏、肖氏硬度换算表.....	6—18
二、电气装备用电缆型号编制方法.....	5—97	(三) 小数化分数表	6—23
三、导电线芯结构.....	5—97	(四) 面积计算表	6—24
四、普通橡套软电缆的品种、型号及主要用途 ...	5—97	(五) 体积和表面积计算表	6—25
五、常用普通橡套软电缆的品种、规格及性能指		三、常用符号、字母表.....	6—27
标.....	5—98	(一) 常用数学符号表	6—27
(一) 通用橡套软电缆	5—98	(二) 常用化学元素符号表	6—27
(二) 电焊机用软电缆.....	5—102	(三) 文字表量符号表	6—28
		(四) 公制计量单位符号表	6—29
		(五) 国内外常用工业标准代号表	6—30
		四、几种物资的折算方法.....	6—31
		(一) 平板玻璃折合标准箱和重量箱	6—31
		(二) 枕木折合材积	6—31
		(三) 胶合板折合材积	6—31
		(四) 三角带换算标准米	6—32
		(五) 运输带换算平方米	6—32
		(六) 传动带折合平方米	6—32
		(七) 胶管折合为英寸米	6—32
		(八) 水泥折合吨数	6—32
		(九) 砖折合吨数	6—32
		(十) 棉纱大、中、小包及重量换算	6—32
		(十一) 棉布折合米	6—32
		五、各种线规对照.....	6—33
		(一) 中国线规	6—33
		(二) 中国线规与英规、美规对照.....	6—34
附 录			
一、度量单位及其换算表	6—2		
(一) 公制计量单位表.....	6—2		
(二) 市制计量单位表.....	6—3		
(三) 英美制常用计量单位表.....	6—4		
(四) 日制计量单位表.....	6—5		
(五) 长度单位换算表.....	6—6		
(六) 重量单位换算表.....	6—7		
(七) 体积和容积(容量)单位换算表.....	6—8		
(八) 面积和地积单位换算表.....	6—9		
(九) 英尺与米的换算表	6—10		
(十) 毫米换算英寸表	6—10		
(十一) 英寸换算毫米表	6—11		
(十二) 小数英寸值换算毫米表	6—13		
(十三) 磅/英寸 ² 与公斤/厘米 ² 换算表	6—13		

第 三 篇

非 金 属 材 料

第一章 橡胶及其制品

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、不透气、不透水等优良性能。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 $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ 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：

（I）补强剂——它是指那些能提高硫化胶的抗张强度、撕裂强力、硬度、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。

（II）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。

（III）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。

（IV）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。

（V）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。

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。

总之，不同用途的橡胶，在生胶中加入的配合剂的品种和数量，是各不相同的。

二、橡胶的分类

分类方法	分类名称	分 类 说 明
(I) 按橡胶的来源而分	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,自本世纪六十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
	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
(II) 按橡胶的用途而分	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
	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
(III) 按橡胶的物理状态而分	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
	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。 软橡胶的分类、性能和用途,可参考 HG4-329-66 (密封橡胶制品用胶料)
	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
	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
	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,其类别、编号、用途和质量指标,参见化工部颁标准 HG4-390-75 中的规定
	液体橡胶	液体橡胶是六十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

(续)

分类方法	分类名称	分 类 说 明
(III)按橡胶的物理状态而分	液体橡胶	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

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体	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,粘着性和耐油性不好	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、耐热耐老化的胶布制品等

(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、贮油槽衬里等, 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, 耐极性溶剂一酮、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、耐溶剂和耐酸碱性能差, 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 26-41 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)	由聚酯(或聚醚)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, 耐水和耐酸碱性能不好, 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. 聚丙烯酸酯橡胶 (AR)	由丙烯酸酯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, 可在180℃以下热油中使用; 还耐老化、耐氧与臭氧、耐紫外光线, 气密性也较好。缺点是耐寒性较差, 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能也都较好; 电绝缘性尚可, 耐磨性与丁苯相似。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、胶辊, 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体	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、有催泪性气味, 故在工业上很少用作耐油制品, 多用作密封腻子或油库覆盖层

四、常用橡胶的综合技术性能数据

品 种	天 然 橡 胶 (NR)	异 戊 橡 胶 (IR)	丁 苯 橡 胶 (SBR)	顺 丁 橡 胶 (BR)	氯 丁 橡 胶 (CR)	丁 基 橡 胶 (IIR)	丁 腈 橡 胶 (NBR)	乙 丙 橡 胶 (EPM)	氯 磺 化 聚 乙 烯 橡 胶 (CSM)	丙 烯 酸 酯 橡 胶 (AR)	氟 橡 胶 (FPM)	聚 硫 橡 胶 (T)	氯化聚乙 烯 橡 胶 CM 或 CPF
比重(生胶)	0.90~0.95	0.92~0.95	0.92~0.94	0.91~0.94	1.15~1.30	0.91~1.30	0.96~1.20	0.86~0.87	1.11~1.18	1.09~1.10	1.80~1.82	1.35~1.41	1.16~1.32
抗张强度	170~290	200~300	20~30	10~100	150~200	140~210	20~40	30~60	85~245	—	20~50	100~200	7~14
伸长率	250~350	200~300	150~200	180~250	250~270	170~210	150~300	150~250	70~200	70~120	200~350	90~150	>150
永久伸长率	650~900	800~1200	500~800	200~900	800~1000	650~850	300~800	—	—	—	40~300	500~700	400~500
200%定伸	650~900	600~900	500~800	450~800	800~1000	650~800	300~800	400~800	100~500	100~650	100~500	100~700	—
24小时后永久变形(%)	3~5	—	5~10	—	18	2	6.5	—	—	—	—	—	—
回弹率(%)	70~95	70~90	60~80	70~95	50~80	20~50	5~65	50~80	30~60	30~40	40~90	20~40	—
永久压缩变形(%)	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	10~15	—
抗撕裂性	优	良~优	良	可~良	良~优	良	良	良~优	可~良	可	良	劣~可	优
耐磨性	优	优	优	优	良~优	良	优	良~优	优	可~良	优	劣~可	优
耐屈挠性	优	优	良	良	良~优	良	良	良	良	良	良	劣	—
耐冲击性能	优	优	优	良	良	良	可	良	可~良	劣	劣~可	劣	—
硬度(邵氏)	20~100	10~100	35~100	10~100	20~95	15~75	10~100	30~90	40~95	30~95	40~100	50~60	40~95
导热系数	4×10 ⁻⁴	—	7×10 ⁻⁴	—	5×10 ⁻⁴	6.45×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	—	1.6×10 ⁻⁴	—	—
最高使用温度(°C)	100	100	120	120	150	170	170	150	150	180	315	130	—
长期工作温度(°C)	-55~+70	-55~+70	-45~+100	-70~+100	-40~+120	-40~+130	-10~+120	-50~+120	-30~+130	-10~+180	-10~+250	-10~+280	90~105
脆化温度(°C)	-50~-70	-50~-70	-30~-60	-73~-104	-35~-42	-30~-42	-10~-20	-40~-60	-20~-60	0~-30	-10~-120	-10~-50	—
体积电阻率(欧姆·厘米)	10 ¹⁵ ~10 ¹⁷	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	10 ¹² ~10 ¹³	10 ¹² ~10 ¹³	10 ¹³ ~10 ¹⁴	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹³ ~10 ¹⁴	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹² ~10 ¹³
表面电阻率(欧姆)	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	—	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	—	10 ¹¹ ~10 ¹²	10 ¹³ ~10 ¹⁴	10 ¹² ~10 ¹³	—	10 ¹⁴ ~10 ¹⁵	—	10 ¹³ ~10 ¹⁴	—	—