

阻、容元件材料手册

第四机械工业部标准化研究所

1979年

说 明

材料是产品的基础。阻容专业迫切需要一本较结合专业的材料手册。为此我所组织成都电讯工程学院、国营宏明无线电器材厂、国营华星无线电器材厂、上海无线电一厂、北京第二无线电器材厂、国营宏星无线电器材厂、国营洛南无线电绝缘材料厂、上海无线电十二厂、上海电容器厂等总结了阻容元件厂当前所用材料的经验，共同编写了本手册。

为体现阻容元件专业的特点，“阻容元件材料手册”按阻容元件产品结构部位分类、结合材料通性区分章节计十三章。每种材料大致介绍了基本特性、用途、技术指标和生产单位等。有些重要材料还从机理上作了简要阐述，以期满足刚刚接触材料工作人员的需要。

由于这样分类特点，致使极个别材料前后有重复。又由于结合阻容专业特点，有些材料列入了几种牌号、品种、规格供选用；有些不常用的品种、规格则从略，用途方面不属于阻容专业范围也从简。

关于技术指标，以国家标准、部标准、企业标准为依据。没有以上三级标准的材料或标准中某些不能满足使用要求的方面，则从使用角度或当前生产水平列出了技术要求。

本手册可供阻容专业的工人、技术人员参考，也可供材料专业人员了解阻容专业对材料的要求。

由于对手册缺乏编写经验，水平有限，调查研究工作不够深入，手册的缺点、错误一定不少，内容上也可能赶不上材料生产和研究的发展，欢迎各单位提出宝贵意见。

手册在编写过程中，得到各单位大力支持和关怀，在此表示感谢。

四机部标准化研究所

一九七七年

目 录

第一章 概述	1
一、无线电材料在基础元件中的重要性	1
二、固定电容器及其对材料的要求	2
三、可变电容器及其对材料的要求	6
四、电阻器及其对材料的要求	9
五、电位器及其对材料的要求	12
六、半导体电阻器及其对材料的要求	15
第二章 电容器用介质材料	21
有机介质类	21
一、有机介质材料的通性	21
二、电容器纸(附电解电容器纸)	26
三、乙基纤维素(附氰乙基纤维素)	35
四、聚苯乙烯薄膜	37
五、聚四氟乙烯薄膜	40
六、聚碳酸酯薄膜	45
七、聚酯(聚对苯二甲酸乙二酯)薄膜	47
八、聚丙烯薄膜	51
九、聚酚酯薄膜	52
十、聚酰亚胺薄膜	53
无机介质类	57
十一、无机介质材料的通性	57
十二、云母	57
十三、玻璃釉介质	66
十四、陶瓷介质	72
十五、氧化膜介质	97
十六、气体电介质	101
第三章 电容器用浸渍料	115
一、概述	115
二、电容器油	117
三、电容器用凡士林	121
四、纯地蜡及合成地蜡	122
五、有机硅油	124
六、低分子量聚异丁烯	129
七、蓖麻油	129

八、十二烷基苯及硝化十二烷基苯	132
九、轻烯烃重合油	135
第四章 电阻材料	138
一、非线性电阻材料	138
(一) 概述	138
(二) 炭黑	148
(三) 石墨	151
(四) 钼粉(包括氧化钼)	154
(五) 氧化钨	158
(六) 二硫化钼	159
(七) 五氧化二钒	162
(八) 硫化镉	162
(九) 硒化镉	163
(十) 硅粉	164
(十一) 碳化硅	165
(十二) 氧化锌	166
(十三) 粉状氧化铜	168
(十四) 铋化铜	169
(十五) 合金粉(金属膜电阻器用)	170
二、电阻合金线	170
(一) 概述	170
(二) 康铜线	177
(三) 锰铜线	180
(四) 镍铬合金电阻线	185
(五) 高电阻精密合金线	188
(六) 白铜线	196
(七) 漆包电阻合金线	198
三、粘合剂	206
(一) 概述	206
(二) 苯酚、苯胺——甲醛树脂	206
(三) 酚醛电位器烘漆	206
(四) 釉料	207
四、填料	209
(一) 概述	209
(二) 云母粉	209
(三) 石英粉	209
(四) 氧化锌	210
(五) 膨润土	210
(六) 白炭黑(轻质二氧化硅)	211

(七) 氧化铝	212
(八) 滑石粉	212
第五章 电极材料	214
一、固定电容器用电极材料	214
(一) 概述	214
(二) 铝材	215
(三) 钽材	220
(四) 铌材	230
(五) 纸金属化用锡锌	236
二、可变电容器用电极材料	238
(一) 概述	238
(二) 铝材	239
(三) 紫铜箔	240
(四) 黄铜带	240
(五) 低膨胀合金带	241
(六) 热双金属带	242
(七) 低碳钢冷轧钢带	242
(八) 锡青铜带	243
三、电阻器电极材料	244
(一) 概述	244
(二) 银膏 (包括电阻器、电容器用银膏)	244
附: 银膏的配制简介	248
(三) 金水	251
(四) 银粉	252
(五) 导电胶 (导电粘合剂)	253
(六) 聚四氟乙烯导线	253
(七) 60 号电缆	256
(八) 圆铜单线	259
(九) 镀锡软铜圆单线	259
(十) 低膨胀合金	262
四、电位器接点材料	262
(一) 概述	262
(二) 碳刷接触点	263
(三) 镍铬接点	264
(四) 镀青铜条、带材	264
(五) 钯银接点	267
(六) 铂铱合金丝	268
(七) 纯铂丝	269
(八) 镍钎合金带	270

(九) 锡青铜带、板材·····	271
(十) 白铜线·····	273
(十一) 银线·····	274
(十二) 金银镍铜合金·····	275
(十三) 铜青铜板带·····	276
(十四) 五元合金·····	277
(十五) 银镍合金条·····	278
(十六) 铜镍锡带材·····	278
(十七) 银铜合金线·····	279
(十八) 铜青铜线·····	280
(十九) 接点、弹性复合材料·····	281
第六章 电阻用基体材料·····	282
一、概述·····	282
二、高碱瓷·····	282
三、低碱瓷·····	283
四、高铝瓷(75瓷)·····	283
五、微晶玻璃·····	285
六、石英底板·····	286
七、层压制品·····	287
(一) 酚醛层压纸板·····	287
(二) 玻璃布层压板·····	289
(三) 层压布棒·····	296
八、高强度聚酯漆包圆铜线·····	297
九、环氧基自粘性漆包圆铜线·····	299
第七章 化工材料及矿物原料·····	302
一、电阻器用主要化工材料·····	302
(一) 概述·····	302
(二) 二氧化锰·····	302
(三) 三氧化钨(钨酸酐)·····	303
(四) 三氧化二铋·····	304
(五) 三氧化二钴·····	304
(六) 三氧化二锑·····	305
(七) 三氧化二镍·····	306
(八) 三氧化二铬·····	307
(九) 三氧化二铈·····	307
(十) 三氧化二铁·····	308
(十一) 三氯化锑·····	309
(十二) 三氯化铋·····	309
(十三) 六甲基二硅醚·····	310

(十四) 四氯化钛	310
(十五) 四氧化三锰	311
(十六) 结晶四氯化锡	312
(十七) 正硅酸乙酯	312
(十八) 次磷酸二氢钠	313
(十九) 异丙醇	314
(二十) 庚烷	315
(二十一) 氢氧化钠	315
(二十二) 氢氧化钾	316
(二十三) 氧化亚镍	318
(二十四) 氧化镁	318
(二十五) 氧化钙	319
(二十六) 氧化铝	320
(二十七) 氧化钡	320
(二十八) 一氧化铅	321
(二十九) 氧化铅	322
(三十) 氧化镧	323
(三十一) 氧化镓	323
(三十二) 氯化钴	324
(三十三) 氯化钡	324
(三十四) 氯化铈	326
(三十五) 氯化亚铈	326
(三十六) 氯化钾	327
(三十七) 氯化镭	328
(三十八) 氯化铁	329
(三十九) 氯化锌 (无水)	329
(四十) 氯化镍	330
(四十一) 硫化钠	330
(四十二) 硫酸镍	332
(四十三) 硫酸钴	332
(四十四) 硫脲	333
(四十五) 硝酸钴	333
(四十六) 硝酸铅	335
(四十七) 硝酸铜	335
(四十八) 联氨	336
(四十九) 无水碳酸钠	337
(五十) 碳酸铈	338
(五十一) 碳酸钙	338
(五十二) 偏钒酸铵	339

(五十三) 草酸	339
(五十四) 硝酸锰	341
(五十五) 硝酸锰溶液	341
(五十六) 醋酸铅	342
(五十七) 醋酸钠	343
(五十八) 无水亚硫酸钠	343
(五十九) 次亚磷酸钙	344
(六十) 过氧化氢	345
(六十一) 氢氟酸	346
(六十二) 柠檬酸	346
(六十三) 柠檬酸钠	347
(六十四) 氟化铵	347
(六十五) 氧化银	349
(六十六) 盐酸	350
(六十七) 铁氰化钾	351
(六十八) 氨合成催化剂	351
(六十九) 氯化亚锡	353
(七十) 氯化铵	353
(七十一) 氯化钡	354
(七十二) 氯化金	355
(七十三) 硫代硫酸钠 (结晶)	355
(七十四) 硝酸	356
(七十五) 硝酸银	357
(七十六) 琥珀酸	358
(七十七) 琥珀酸钠	358
(七十八) 硼酸铅	359
二、电容器用主要化工材料	360
(一) 概述	360
(二) 乙二醇	360
(三) 乙二醇甲醚	361
(四) 乙二醇乙醚	362
(五) 二甲基甲酰胺	362
(六) N,N-二甲基乙酰胺	364
(七) 三乙醇胺	364
(八) 五硼酸铵	365
(九) 丙三醇	366
(十) 甲酸铵	366
(十一) 甲酰胺	367
(十二) 氢氧化锂	368

(十三) 苦味酸	368
(十四) 钨酸	370
(十五) 氨水	370
(十六) 氧化镉	371
(十七) 钼酸铵	371
(十八) 液氨	373
(十九) 氯化锂(无水)	373
(二十) 氯铂(氢)酸	373
(二十一) 硫酸	375
(二十二) 硫酸钠(无水)	376
(二十三) 硫酸钠(结晶)	377
(二十四) 硝酸铵	378
(二十五) 硼酸	378
(二十六) 硼砂	380
(二十七) 醋酸	380
(二十八) 磷酸	382
(二十九) 磷酸二氢铵	383
(三十) 甲醇	383
(三十一) 癸胺	384
(三十二) 硬脂酸	384
(三十三) 溴化铵	385
(三十四) 氯化钠	386
(三十五) 棕榈酸	387
三、陶瓷用化工材料	388
(一) 二氧化钛	388
(二) 二氧化锆	389
(三) 二氧化锡	390
(四) 五氧化二铌	390
(五) 氟化钙	391
(六) 钛酸钙	392
(七) 钛酸锶	392
(八) 钛酸钡	393
(九) 二氟钛	393
(十) 锡酸钙	394
(十一) 锆酸钙	394
(十二) 锆酸锶	395
(十三) 氧化镧	395
(十四) 氧化铝	395
(十五) 聚乙烯醇	396

(十六) 蜂蜡	397
(十七) 碱式碳酸镁	398
(十八) 碳酸锰	399
(十九) 碳酸钡	399
(二十) 碳酸镁	400
四、其他化工材料	400
(一) 乙醇	400
(二) 乙二胺	403
(三) 顺丁烯二酸酐	403
(四) 二甲苯	404
(五) 二氧六环	405
(六) 三氯甲烷	406
(七) 三氯乙烯	407
(八) 大茴香油	408
(九) 丙酮	409
(十) 正丁醇	409
(十一) 甲苯	411
(十二) 甲基紫	412
(十三) 专用石油沥青	413
(十四) 亚麻子油	413
(十五) 吡啶	415
(十六) 环己酮	415
(十七) 油酸	416
(十八) 200 号油漆溶剂油	417
(十九) 松节油	417
(二十) 松油醇	419
(二十一) 松香	420
(二十二) 苯	420
(二十三) 邻苯二甲酸二丁酯	421
(二十四) 吡啶	423
(二十五) 香花溶剂油	423
(二十六) 氢氧化铝	423
(二十七) 重铬酸钾	425
(二十八) 钛酸四丁酯	425
(二十九) 盐酸乙二胺	426
(三十) 盐酸苯胺	427
(三十一) 氟气	427
(三十二) 航空汽油	428
(三十三) 硫酸铜	428

(三十四) 氯苯	430
(三十五) 硬脂酸锌	431
(三十六) 硬脂酸钙	432
(三十七) 氮气	432
(三十八) 蓖麻油	433
(三十九) 三氟三氯乙烷	434
(四十) 硝酸纤维素	434
(四十一) 糊精	434
五、矿物原料	435
(一) 概述	435
(二) 滑石	436
(三) 长石	436
(四) 石英	437
(五) 方解石	437
(六) 萤石	438
(七) 菱镁矿	438
(八) 高岭土	439
(九) 粘土	440
(十) 膨润土	440
第八章	441
一、黑色金属	441
(一) 概述	441
(二) 化学成份	443
(三) 型钢	447
(四) 薄钢板	456
(五) 钢带	465
(六) 钢丝	474
(七) 钢管	487
二、有色金属	489
(一) 概述	489
(二) 有色金属及合金的化学成分	493
(三) 板材、带材、箔材	500
(四) 棒材、线材	524
(五) 管材	549
(六) 金属粉	560
三、贵金属	563
(一) 概述	563
(二) 铂和铂合金材料	564
(三) 金及金合金材料	564

(四) 银及银合金材料	566
(五) 钯及钯合金材料	567
(六) 金和银的分类	568
四、精密合金	574
(一) 概述	574
(二) 膨胀合金	574
(三) 热双金属	579
(四) 弹性合金	581
(五) 铁镍软磁合金带	588
五、焊料	589
(一) 概述	589
(二) 焊料分类	590
(三) 锡铅焊料	590
(四) 锡铅锡低温焊料	592
(五) 锡铈焊料	593
(六) 银焊料	595
(七) 银铜焊料	596
(八) 银铜焊料	596
(九) 铜焊料	597
第九章 包封料	599
一、概述	599
二、粉末包封料	599
(一) 环氧粉末涂料	599
(二) FMKE-10 酚醛粉末包封料	603
(三) 低压模塑粉	604
三、环氧树脂类	605
(一) 环氧树脂	605
(二) 常用固化剂	613
(三) 常用增韧剂	625
(四) 常用稀释剂	627
(五) 常用填料、颜料	629
(六) 包封料配方应用举例	629
四、有机硅橡胶类	632
(一) 室温硫化硅橡胶的分类、特性和用途	632
(二) 单组份室温硫化硅橡胶	633
(三) 室温硫化硅橡胶	635
(四) 有机硅凝胶	636
五、硅酮树脂封装料	638
(一) 概述	638

(二) 硅酮树脂	639
(三) 硅酮树脂封装料	639
(四) 硅酮树脂封装料参考性能指标	640
第十章 涂料	641
一、概述	641
1、涂料的组成	642
2、涂料主要质量指标及其含义	642
(一) 涂料产品性能的检查	642
(二) 涂料施工性能的检查	643
(三) 涂料涂膜性能的检查	643
四、电阻器漆	644
(一) 红有机硅电阻烘漆 W37-1	644
(二) 各色醇酸电阻烘漆 C37-1	645
(三) 各色环氧树脂电阻烘漆 H37-1	645
(四) 醇溶酚醛清烘漆 F01-10	646
(五) 草绿色有机硅耐热漆 W61-24	647
(六) 有机硅绝缘烘漆 W30-3	647
(七) 有机硅绝缘漆 W30-4	649
(八) 聚酯漆包线烘漆 Z-34-1	650
(九) 各色氨基烘漆 A05-9	650
(十) 氨基绝缘烘漆 A30-1	651
(十一) 缩醛烘干胶液 X98-1	652
(十二) 透红外保护涂料 A-9 胶	653
(十三) 透红外保护涂料 B-4 胶	654
(十四) 硝基木器清漆 Q22-1	654
(十五) 有机硅绝缘烘漆 W35-5	655
(十六) 醇酸电阻烘漆 C37-2	656
(十七) 酚醛树脂 2124	657
五、电容器漆	657
(一) 各色醇酸磁漆 C04-42	657
(二) 灰醇酸磁漆 C04-35	658
(三) 各色醇酸电容器烘漆 C36-1	659
(四) 各色环氧电容器烘漆 H36-1	660
(五) 各色环氧聚酯酚醛电容器烘漆 H36-2	661
(六) 酚醛清漆 3201, 3203-1, 3203-2	661
(七) 各色硝基外用磁漆 Q04-2	662
(八) 丁醇改性三聚氰胺甲醛树脂 582-2	664
(九) 液体固化型光敏树脂	664
六、标志用漆	666

(一) 硝基清漆 Q01-1	666
(二) 各色醇酸磁漆 G04-2	666
(三) 4150 各色有机硅磁漆	667
(四) 各色醇酸标志漆 G86-1	668
(五) 铅印黑油墨 5713	669
(六) 快燥磁漆	670
(七) 玻璃兰墨	670
七、浸渍用漆	671
(一) 醇酸绝缘烘漆 G30-11	671
(二) 缩醛漆包线烘漆 X34-1	672
八、辅助材料	672
(一) 催干剂	672
(二) 稀释剂	673
第十一章 绝缘材料	676
一、概述	676
二、酚醛塑料粉	676
三、橡胶及其制品	687
(一) 概述	687
(二) 氟橡胶胶料	688
(三) 硅橡胶胶料及其制品	690
(四) 丁腈橡胶胶料	693
四、润滑油和润滑脂	699
(一) 概述	699
(二) 特 3、4、5、14、16 号精密仪表油	701
(三) 特 1 号、特 10 号、特 14 号润滑油	701
(四) 2 号低温润滑脂 (201 润滑脂)	702
(五) 2 号航空润滑脂 (202 润滑脂)	703
(六) 4 号高温润滑脂 (50 号高温润滑脂)	704
(七) 特 7 号、特 75 号、特 12 号精密仪表脂	704
(八) 特 211 号润滑脂	705
(九) 锂基润滑脂	706
(十) 真空封脂	706
(十一) 硅脂 295	707
(十二) 275 号超高真空扩散泵硅油	707
五、其他绝缘材料	708
(一) 电绝缘纸板	708
(二) 电缆纸	709
(三) 黄漆管	710
第十二章 工程塑料	712

一、概述	712
二、低压聚乙烯	714
三、改性聚苯乙烯	716
四、ABS(苯乙烯-丁二烯-丙烯腈共聚物)	717
五、聚酰胺塑料-尼龙 66、尼龙 1010 和增强尼龙 1010	718
六、聚甲醛	720
七、聚碳酸酯	722
八、聚苯醚	723
九、聚砒	724
十、聚芳砒	726
十一、聚苯醚砒	727
十二、聚四氟乙烯板、棒、管	728
十三、有机玻璃板、棒、管	733
十四、聚邻苯二甲酸二丙烯酸酯塑料	738
十五、不饱和聚酯料团	739
十六、酚醛玻璃纤维塑料	740
第十三章 主要配套材料	743
一、概述	743
二、通心玻璃绝缘子	743
三、陶瓷绝缘子	747
四、玻璃粉绝缘子	754
五、锗滤光片	756
六、瓷管	757
七、陶瓷板	758
八、陶瓷棒	759
九、轴承	759
第十四章 附录	764
一、钢铁产品牌号表示方法(GB 221-63)	761
二、有色金属合金产品牌号表示方法(GB 340-76)	767
三、精密合金产品牌号表示方法(YB 658-69)	769
四、瓷介的型号和命名	770
五、涂料产品分类、命名	771
六、一机部电工绝缘材料型号表示方法	774
七、常用文字知识	775
(一) 汉语拼音方案	775
(二) 希腊文字母	778
八、各种温度换算公式	778
九、公制计量单位表	779
十、各种线规对照	780

(一) 中国线规	780
(二) 中国线规与英规、美规对照	781
十一、常用一般技术量名称的文字符号	781
十二、硬度换算表	786
十三、铜丝布规格表	789
十四、蚕丝筛绢规格表	789
十五、尼龙筛绢规格表	791
十六、棕丝筛网规格表	791
十七、标准代号	792
(一) 我国国家标准代号	792
(二) 我国部(局)标准代号	792
(三) 部分国外标准代号	793
十八、化学元素周期表	

第一章 概 述

一、无线电材料在基础元件中的重要性

电阻器和电容器是无线电设备中用得最多而且不可缺少的重要元件。电子设备的小型化,首先依赖于元件的小型化,设备的好坏,很大程度上取决于元件的性能。因此,要实现电子设备的小型化,提高电子设备的可靠性和稳定性,必须从元件器件着手。

电阻器由电阻材料、基体材料、电极材料以及其它辅助材料构成;电容器由介质材料、浸渍材料、电极材料以及其它辅助材料构成。材料性能的优劣,决定元件质量的好坏,而元件的可靠性和稳定性,又取决于材料的质量。因此,可以说材料是元件的基础。

从元件的发展情况也可清楚的看出,元件是随材料的发展而发展的。

以电阻器为例,每当出现一种新的电阻材料,接着就出现一种新的电阻器。起初是用炭黑、石墨和树脂材料混合压制成一种实心电阻器,这种电阻器的耐湿耐温性能差,精度不够高,满足不了大功率和耐高温的要求,因此又研制出了一种耐热性好、阻值精度高的合金线电阻材料,人们把它绕在陶瓷基体上而成了线绕电阻器,但这种电阻器阻值还做得不够高,因而又研制出了阻值范围大、精度高、稳定性好的炭膜和金属膜电阻材料,在此基础上为了进一步提高工作温度又研制出了金属氧化膜、硅炭膜电阻材料,用这些电阻材料制成的电阻器,基本上能满足一般工业生产的需要。

再以电容器为例,早期普遍使用的电容器是用纸作为介质制成的。由于纸可以做得很薄,故这类电容器的电容量能做得很大。但由于损耗较大,稳定性差,这种电容器满足不了高频下使用的要求,因此人们又采用了具有极大的稳定度和极小的损耗角的天然云母材料做为介质材料,制成云母电容器。这种电容器高频性能虽好,但由于天然云母的储藏量有限,不能满足电子工业的需要,故又研制了料源丰富、品质优良的新型陶瓷介质材料。这类介质材料通过恰当的配方和工艺,虽然部份地保持了云母的优良特性,但由于陶瓷介质不能做得很薄,所以在制作电容器时,其电容量的上限受到了很大的限制,比体积也不能做得很小,因而就满足不了无线电电子学对小型化越来越高的要求。通过对纸介电容器实行工艺变革,人们采用先进的真空蒸发工艺将金属蒸发在纸上来代替金属箔式电极,这样制成的金属化纸介电容器,当工作电压不太高时,电容量大而体积较小,同时由于其具有自愈特性,就避免了单层纸不可避免地存在着的导电微粒所致的短路击穿。单层纸做介质,电容器的比容可减小到原箔式纸介电容器纸的 $\frac{1}{4}$,而击穿电场强度却增加了一倍。这对纸介电容器本身也是一个重大发展,同时也弥补了陶瓷电容器的某些不足。

随着电子设备中电路的发展,对电容器的要求愈来愈高,又出现了有机合成薄膜类电容器,此类薄膜有聚苯乙烯、聚四氟乙烯等,近几年又出现了诸如聚酯(涤纶)、聚碳酸酯、聚砒等新型有机合成膜,这些有机合成膜的厚度可以做得更薄(如 2.5μ),且很少缺陷,具有低损耗、高击穿电场强度、高绝缘电阻等优良品质,用这些有机合成薄膜制成的电容器有较好的温度、频率特性,目前已得到广泛的使用。

随着电子工业和无线电技术的飞跃发展,特别是宇宙飞船、人造卫星等的出现,对元