



中学生无线电 制作指导

内 容 简 介

本书是为各中学、各级科学技术学会、科技活动站(馆)、少年文化宫开展青少年无线电制作活动而编写的。全书共分五部分,主要介绍了常用无线电元器件的性能和用途,电路安装、故障检修和调试的基本方法,详细介绍了18种电子装置的制作方法,还简单地介绍了常用工具和仪表的使用方法。

本书可作为青少年开展无线电制作活动的教材,也可供广大中学生和无线电爱好者阅读、参考。

中学生无线电制作指导

郑 浩 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 8印张 148千字

1985年1月第1版 1985年1月第1次印刷

印数: 1—80,000

书号 13195·130 定价 1.25 元

前 言

随着国民经济的日益发展，无线电技术的应用越来越广泛。日常生活中的收音机、录音机、电视机、扩音机就是无线电技术最普通的应用，工业生产上的各种自动控制、电脑控制及国防上的导弹、雷达等也都是无线电技术的应用。

为了启迪青少年学科学、用科学的兴趣，加速电子技术后备人才的培养，目前各中等学校以及各级科学技术学会、科技活动站（馆）、少年文化宫普遍开展了无线电制作活动。为了适应这一形势，满足广大青少年开展无线电制作活动的需要，我们编写了《中学生无线电制作指导》一书。

本书较详细地叙述了常用无线电元器件的性能、用途和使用时的注意事项，电路安装、故障检修和调试的基本知识；具体介绍了收音机、稳压电源、光电式自动响铃钟、光控及声控开关、电子琴、电码练习器及遥控航模、舰模、车模等十八种电子装置的制作方法。除此之外，还简单地介绍了常用工具、仪表的使用方法以及工作室、工作台的布置原则。

本书在编写过程中得到了山东省科学技术协会、德州地区科学技术协会、德州地区教育局、德州一中、德州二中等单位的大力支持和帮助，在此一并致谢。

编 者

1984.8

目 录

一、常用无线电元器件的性能和使用常识·····	(1)
(一) 电阻器·····	(1)
(二) 电位器·····	(7)
(三) 电容器·····	(10)
(四) 电感线圈·····	(24)
(五) 变压器·····	(31)
(六) 二极管·····	(59)
(七) 三极管·····	(66)
(八) 电声器件·····	(86)
(九) 其他元器件·····	(99)
二、电路选择、安装和调试·····	(107)
(一) 电路选择原则·····	(107)
(二) 电路方框图和原理图·····	(108)
(三) 元器件的选择和代换·····	(117)
(四) 元器件的安装和焊接·····	(122)
(五) 电路常见故障及检修方法·····	(128)
(六) 三极管直流工作状态的调测·····	(131)
三、无线电装置制作·····	(134)
(一) 两管直放再生式收音机·····	(134)
(二) 四管直放来复式收音机·····	(136)
(三) 标准六管超外差式收音机·····	(140)
(四) 简易稳压电源·····	(152)

(五) 袖珍晶体管信号发生器·····	(154)
(六) 光电式自动响铃钟·····	(158)
(七) 路灯光控开关·····	(162)
(八) 水开报警器·····	(164)
(九) 声控开关·····	(166)
(十) 简易电子闹钟·····	(168)
(十一) 简易电子琴·····	(171)
(十二) 普及型电子琴·····	(173)
(十三) 电码练习器·····	(178)
(十四) 简易无线电报话机·····	(182)
(十五) 车辆模型的自动换向装置·····	(186)
(十六) 无线电遥控汽车模型·····	(190)
(十七) 单声道无线电遥控航模·····	(197)
(十八) 无线电遥控高速导弹艇模型·····	(203)
四、常用工具、仪器·····	(207)
(一) 常用工具·····	(207)
(二) 电烙铁·····	(210)
(三) 自耦式调压器·····	(213)
(四) 万用电表·····	(216)
(五) 常用仪器·····	(232)
五、无线电制作室和工作台·····	(234)
(一) 无线电制作室·····	(234)
(二) 工作台·····	(236)
附 录	
一、常用二极管参数·····	(240)
二、常用三极管参数·····	(242)

- 三、常用几种刻度盘拉线方式.....(245)
- 四、我国部分中波广播电台频率表 (千赫)(246)
- 五、遥控船模常用直流电动机的主要参数.....(249)

一、常用无线电元器件的 性能和使用常识

随着电子工业的发展，各种型号的收音机、电视机、扩音机、录音机、示波器及其他电子仪器越来越多。但是只要打开它们的外壳就会发现，尽管它们的用途不同，外部造型各式各样，但其内部结构却非常相似，都是由种类不太多的零件——无线电元器件组成的。在无线电制作活动中，同样需要这些元器件。下面分别介绍最常用的十几种元器件的性能和使用常识。

（一）电 阻 器

电阻器简称电阻，是所有电子线路中用得最多的元件之一。电阻在电路中对电流的通过起阻碍作用，常用作分压器、分流器及电路的负载。另外，电阻和电容相结合，还可以组成滤波器等。

电阻在电路中的代表字母为“ R ”，基本单位是欧姆，简称欧，记为“ Ω ”。在使用中有时嫌它太小，也用千欧，兆欧作单位，分别记为“ $K\Omega$ ”、“ $M\Omega$ ”。各单位之间的换算关系为

$$1K\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1000K\Omega = 1000000\Omega$$

1. 种类

电阻的种类很多,最常使用的有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻及热敏电阻等,标志符号分别为RT、RJ、RX、RR。另外,还有一种“可变电阻”,因其阻值可在一定范围内调节而得名,主要用在要求阻值可调的电路中。

碳膜电阻是用化学的方法在瓷管或瓷棒上结晶一层碳质电阻膜,两端焊接上引线,外皮涂上一层保护用漆或聚合树脂而成。碳膜电阻具有较高的稳定性、可靠性,允许长期工作于 $+70^{\circ}\text{C}$;噪声较小,可工作于几兆赫(1兆赫等于 10^6 赫)的高频范围;制作成本低、价格便宜,是一种性能优良的电阻器。

金属膜电阻的电阻膜是用真空蒸发法或烧渗法生成的镍铬合金膜或金铂合金膜。金属膜电阻的各种性能均优于碳膜电阻,但价格较贵。

线绕电阻是用电阻系数大的锰铜或镍铬合金等导线绕制在绝缘骨架上,外皮涂上耐热绝缘层而成。它的阻值一般不很大(100千欧以下),但精确度极高,承受的功率较大,能在高温(300°C)下工作;温度系数非常小,噪声也很小,稳定性很好且不易老化,多用在耗散功率较大的电路中,或者是对阻值要求很高的精密仪表及设备中。

热敏电阻是用半导体材料制成的电阻器,因其阻值对温度的变化很敏感而得名。热敏电阻有两大类型:正温度系数(阻值随温度升高而增大)热敏电阻和负温度系数(阻值随温度升高而减小)热敏电阻。目前应用较多的是后者,在电路中多用来稳定晶体三极管的工作点(即直流工作状态)。

上述几种电阻的常见外形及代表符号如图1—1所示。

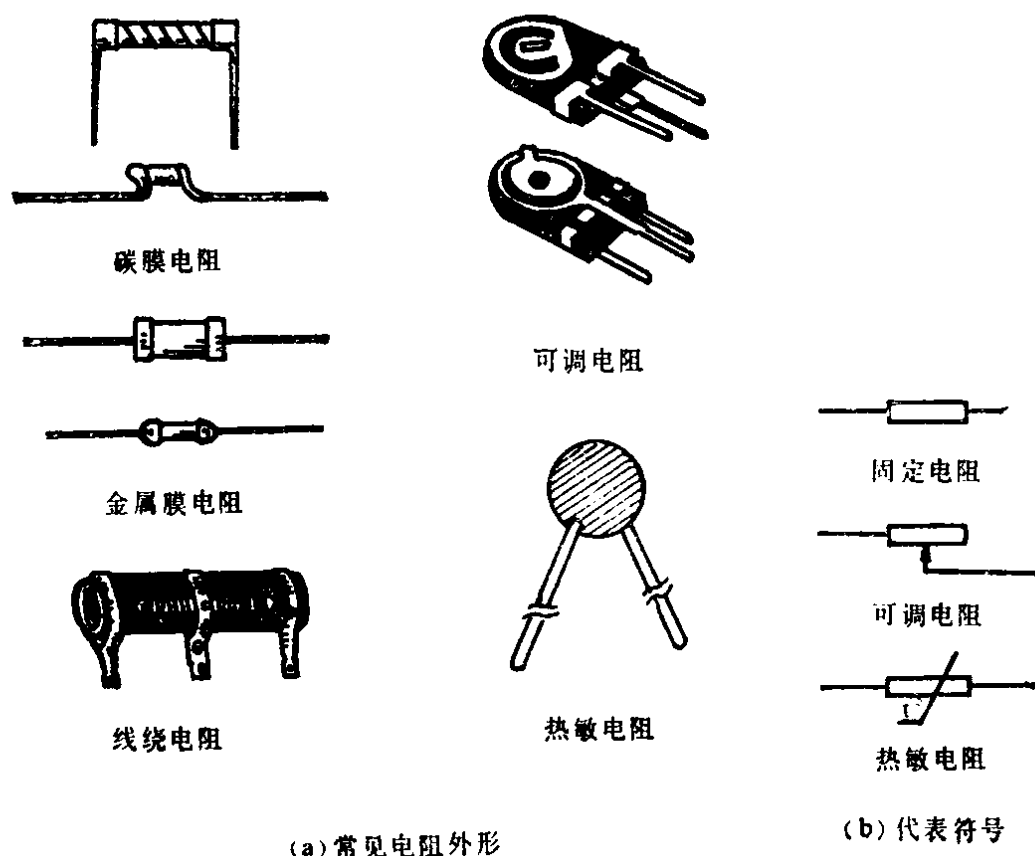


图1-1

2. 主要参数

电阻器的某些性能定额称为它的参数。电阻的主要参数有三个：标称电阻值、误差和额定功率。

(1) 标称系列值和误差。所谓标称电阻值，是指电阻器表面上标注的电阻值。实际电阻值与标称电阻值之间的偏差即为它的误差。电阻器的误差范围一般分为 $\pm 5\%$ (I级)、 $\pm 10\%$ (II级)、 $\pm 20\%$ (III级) 三级。

电阻的标称值实际上为一系列有限数值，如表 1-1 所示。表列数值分别乘以1、10、100、1000 (1K)、10000 (10K)、100000 (100K)、1000000 (1M) 即为从1欧至9.1兆欧之间的所有电阻标称值。

表 1—1 电阻器的标称系列值

系 列	误 差	电 阻 标 称 值
E 24	I 级±5%	1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1
E 12	II 级±10%	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2
E 6	III 级±20%	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

在无线电制作和维修工作中，一般不必要求电阻的阻值十分精确，只要按表 1—1 中所列的标称系列值选取最接近的阻值即可。如果需要比较精确的电阻值，可采取几只电阻相串联或并联的方法解决，或者使用可变电阻通过调节实现。

（2）额定功率。电阻的额定功率是指当大气压为650～800毫米水银柱时，在特定的环境温度范围内所允许承受的最大功率。

由焦耳—楞次定律知道，当电流通过电阻时，电阻因消耗电功率而发热。当电阻的温度升高时，其阻值及其他性能都将发生变化，严重时可能被烧毁。因此使用电阻时，除了应注意它的阻值外，还应注意它的额定功率。国产电阻额定功率的标称系列值分为1/16、1/8、1/4、1/2、1、2、5、10瓦等几种。电阻的额定功率除了从它的标注符号上知道外，还可以从它的体积上判断。市售电阻体积最小（长约7毫米，直径约1.8毫米）的为1/16瓦；体积略大些（长约10毫米，直径约3毫米）的为1/8瓦；体积再大些的为1/4瓦。大于1/4瓦的电阻，其额定功率数值多直接标注在电阻体上。另外，相同

体积的金属膜电阻和碳膜电阻的额定功率，前者比后者高一个档级。

3. 参数标注方法

电阻的阻值和额定功率的标注方法有以下几种：

（1）直标法。将阻值、额定功率及其他参数直接标注在电阻器的表面上，如图 1—2 所示。

直标法标志阻值的单位为欧姆、千欧姆、兆欧姆，对应的符号分别为 Ω 、 $K\Omega$ 、 $M\Omega$ 。

（2）符号法。将阻值和额定功率用阿拉伯数字和符号标注在电阻器表面上。

标注阻值时，整数部分标注在单位代表符号的前面，小数部分标注在后面。例如，5.9欧姆标注为 $5\Omega 9$ ，59欧姆标注为 59Ω ，5.9千欧标注为 $5K9$ ，5.9兆欧标注为 $5M9$ ，59000兆欧标注为 $5G9$ 。

（3）色标法。将阻值和额定功率用色环标注在电阻器表面上。各种色环代表的数值见表 1—2。例如，标称阻值为 27000 欧，允许偏差为 $\pm 5\%$ ，表示方法如图 1—3 所示。

4. 使用常识

电阻器在使用中应注意以下问题：

（1）一般的无线电制作应选用碳膜电阻，以降低制作成本；要求噪声较低的电路，如电视机高频放大电路等，应选用金属膜电阻；经常处于湿度较大的环境中的电子设备，

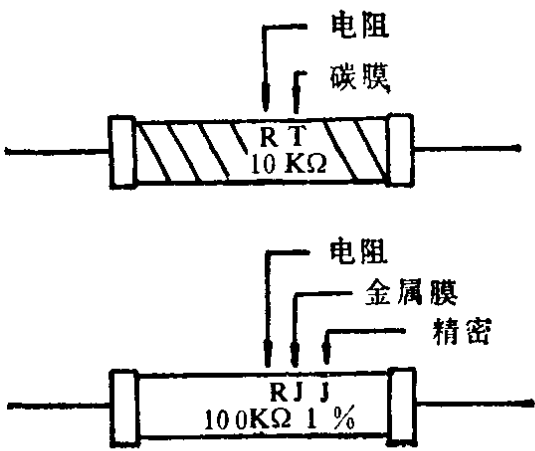
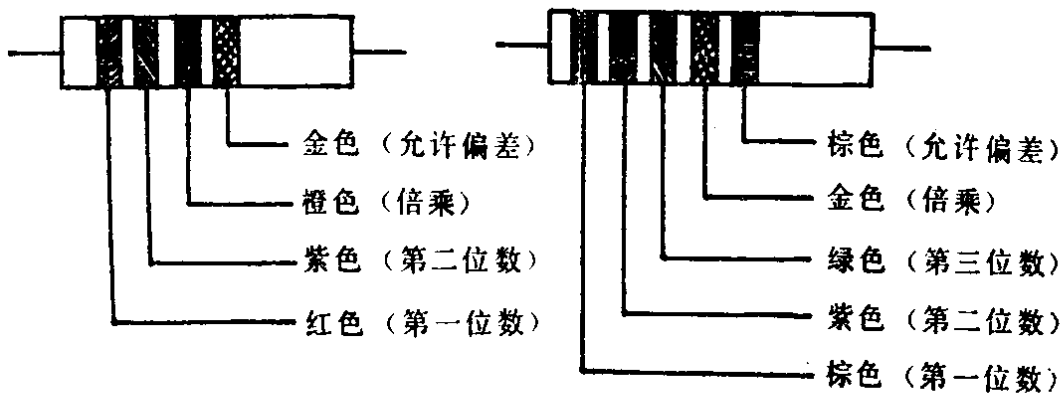


图1—2

表 1—2 各种色环代表的数字

颜 色	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	无
有效数字	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—
乘 数	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	—
允许偏差 %	± 10	± 5	—	± 1	± 2	—	—	± 0.5	± 0.2	± 0.1	—	$+5$ -20	± 20



(a) 27KΩ色标表示法 (b) 17.5Ω色标表示法

图1—3

应选用防潮性能较好的被釉线绕电阻。

(2) 为了保证电阻长期工作的可靠性，电阻的额定功率应比实际承受的功率大1.5~2倍。环境温度特别高时，还应增大它的功率余量。在一般的半导体电路中，通过电阻的电流最大为几十毫安，因此对电阻的功率要求不严格。为了减小体积，可使用1/8或1/16瓦的电阻。

(3) 设计电路时，阻值应尽量选用系列值。但在

一般情况下，阻值与要求值相差20%对电路性能影响不大。

(4) 电阻在焊接前最好校核一下电阻值，特别是在使用标志不太清楚的电阻时更应校核，以免焊错。例如，4.7千欧与47千欧、5.1欧与51欧等极易混淆，应注意。

热敏电阻不宜用普通的万用表测量。因为测量时有较大的电流通过，热敏电阻因受热而阻值发生变化。热敏电阻的标称阻值，是指温度为 25°C 时的电阻值。

(5) 额定功率大于10瓦的电阻应安装在固定支架上；可调电阻应安装在便于调节的位置上；当线绕电阻工作在交流电路中时，因周围会产生交变磁场，其安装位置应仔细选择，以免造成不良影响；电阻器的性能标志符号、字母、数字等均应向外，以便于检查。

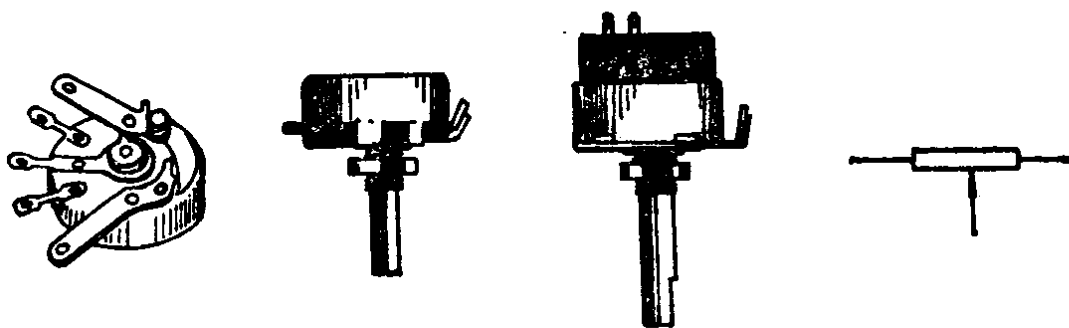
(二) 电 位 器

电位器实质上就是可变电阻器。由于它在电路中的作用是获得与输入电压（外加电压）成一定关系的输出电压而得名。

电位器在电路中的代表字母为“W”。

1. 结构和种类

常用电位器的外形及代表符号如图1—4所示。它的内部结构主要是一个碳膜电阻片和一个能滑动的金属片，如图1—5所示。转动电位器的轴时，其内部的金属片能跟着在电阻片上滑动。当在电阻片的两端加上电压时，随着滑动片的位置不同，在滑动片和电阻片的任一端点之间便得到一个变



(a) 常用电位器外形

(b) 代表符号

图1—4

化的电压。带开关的电位器，除了上述电阻片外，还有一个能控制电路通断的开关，实际上就是一个电位器和一个开关的合体。

电位器的种类比较多，有线绕电位器、合成碳膜电位器、金属膜电位器、直滑

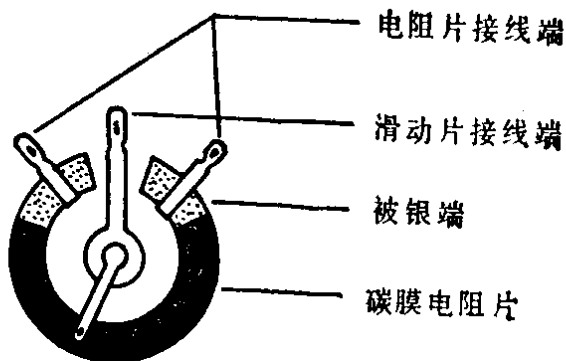


图1—5

式电位器、带开关的电位器等。其中带开关的电位器根据开关运动方式不同，又有旋转式、推拉式等几种，前者多用于收音机中，后者则多用于电视机中。

2. 主要参数

电位器的主要参数有标称阻值、额定功率和阻值变化规律三项，其中前两项参数的意义与电阻器相同。

电位器的阻值变化规律有直线式 (X)、指数式 (Z) 和对数式 (D) 三种。直线式的阻值变化与转角成直线关

系，适用于阻值或电压均匀变化的电路，例如，电视机中的场频、亮度调节电位器等。指数式的阻值变化与转角成指数关系。旋转开始时，阻值变化慢；旋转结束时，阻值变化快。当声音由小到大时，人耳的感觉很灵敏，但声音增大到一定程度后，人耳对声音的继续增大反应变得迟钝。可见，使用指数式电位器作音量调节用，二者相互均衡后可获得音量与电位器转角之间近似线性关系。对数式的阻值变化与转角成对数关系。旋转开始时，阻值变化快；旋转结束时，阻值变化慢。对数式电位器适用于与指数式要求相反的电路中，如收音机中的音调控制电路、电视机的对比度控制电路等。

三种形式电位器的阻值与转角间的关系曲线，如图1—6所示。

3. 使用常识

(1) 音量控制电位器应选用指数式的，若没有也可用直线式的代替，但不能用对数式的代替。音调控制电位器应选用对数式的，如果没有，其他两种也可以勉强代用。兼做开关用的电位器，应选用带开关的。经常

调节的电位器，应选用轴端铣成平面式的，轴的长度也应合适以便于安调节旋钮；不经常调节的电位器，可选择轴端带凹槽的，以便于用螺丝刀调节，必要时也可选用带锁紧螺母的。

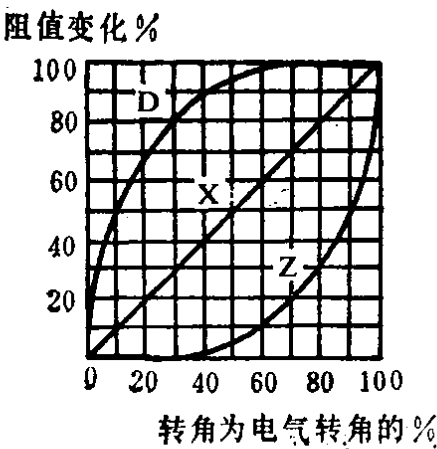


图1—6

(2) 电位器使用前应进行检查，各焊接片的固定应牢固，不可松动；开关应非常可靠地位于“接通”或“断开”的位置上；用欧姆表测量固定端和滑动端接线片之间的阻值时，缓慢旋转电位器的轴，表针应平稳移动，不应有任何跳动现象。

(3) 电位器经过一段使用后，也会出现一些故障，如滑动弹簧片压力减小，致使接触时断时通；因摩擦脱落的碳粉、铜粉的积聚，造成滑动片触点接触不良。对于前者，可用镊子稍稍调整弹簧片，增大接触压力；对于后者，可用药棉蘸些酒精、四氯化碳或汽油进行擦洗，另外也可用软铅笔芯涂抹电阻片，并滴上少许钟油或缝纫机油。不管用哪种方法，在拆卸电位器时应仔细，用力要轻，以免造成新的故障。

对体积较大的带开关的电位器（见图 1—4），若仅仅是开关部分损坏，可找一只开关部分完好，而电位器部分损坏的同型号电位器，将其开关部分拆下来换上即可。

（三）电 容 器

电容器是由两块金属电极、中间夹一层绝缘电介质构成的。当在两个电极之间加上电压时，电极上就贮存电荷，所以电容器是一种能贮存电能的元件。

电容器在电路中的代表字母为“C”，代表符号因种类不同而异。

电容器的基本单位是法拉，简称法，记为“F”。因这个单位太大，实际使用的单位是微法和微微法，分别记为“ μF ”

和“PF”。三者之间的关系为

$$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{PF}$$

1. 种类

目前市售电容器的种类很多。按介质不同分为空气（或真空）、云母、瓷介、纸介（包括金属化纸介）、薄膜（包括塑料、涤纶等）、混合介质、玻璃釉、漆膜和电解电容器等；按结构不同可分为可变、半可变（也称微调）和固定电容器三种。

国产电容器型号标志的第一个字母为主称，用“C”表示；第二个字母为介质材料，各种介质材料的代表字母见表 1—3；其后为数字，依次表示分类和序号。

表1—3 电容器介质材料及其代表字母

介 质 材 料	代 表 字 母	介 质 材 料	代 表 字 母
铝电解	A	涤 纶	L ②
聚苯乙烯	B ①	钽 电 解	N
高频瓷	C	玻 璃 膜	O
铝电解	D	漆 膜	Q
其他材料电解	E	低 频 瓷	T
合金电解	G	云 母 纸	V
复合介质	H	云 母	Y
玻璃釉	I	纸 介	Z
金属化纸	J		

注：①表示除聚苯乙烯外其他非极性有机薄膜时，在B后加一字母区分。如聚四氟乙烯用BF表示。
②表示除涤纶外其他极性有机薄膜时，在L后加一字母区分。如聚碳酸酯用LS表示。