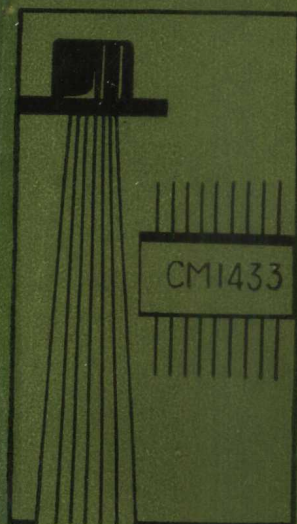
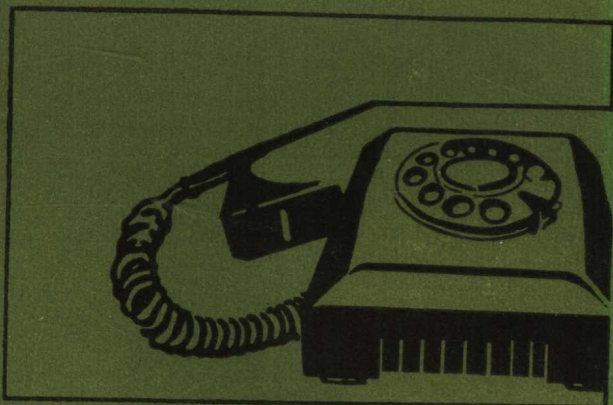


通信技术业务
知识丛书

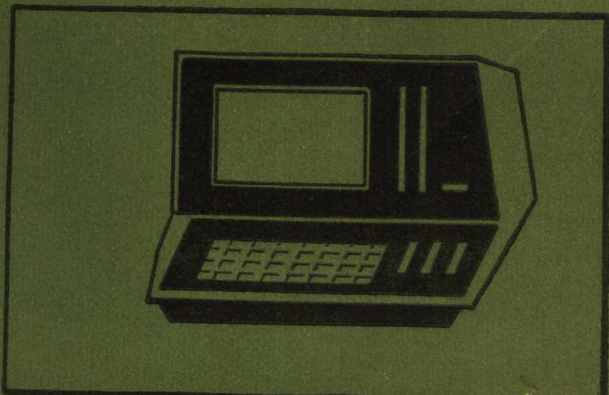


电子元器件

DIANZI YUANQIJIAN

王文秀 龙开源 编 人民邮电出版社

电



通信技术业务知识丛书

电 子 元 器 件

王文秀 龙开源 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是介绍电子元件的通俗读物。简要介绍了电阻器、电容器、变压器、电子管、常用半导体(二极管、三极管)、集成电路等电子元件的结构、分类型号及参数、性能指标、用途等基本知识。本书适合通信部门的领导干部、管理人员和广大职工阅读,也可供无线电爱好者参考。

通信技术业务知识丛书

电 子 元 器 件

王文秀 龙开源 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 1985年5月第 一 版
印张: 7 8/32 页数: 116 1985年5月河北第一次印刷
字数: 163 千字 印数: 1—29,000 册

统一书号: 15045·总3022-有5412

定价: 1.10 元

出 版 说 明

为了帮助通信部门的领导干部和广大职工学习邮电通信的技术业务知识，更好地为早日实现四个现代化服务，我们正在陆续出版一套《通信技术业务知识》的科学普及读物。

这套科学普及读物，大部分取材于各通信单位的技术业务讲座。考虑到通信部门领导干部和职工的工作需要，在内容上，除与一般科普读物一样，着重讲解一般原理概念，力求通俗易懂，深入浅出外，并适当地对所介绍的某些通信技术进行一些技术与经济上的分析和介绍国外的发展概况。

一九八四年十月

目 录

第一篇 电子元件	(1)
§1 电阻器和电位器	(1)
(一)基本知识	(1)
〔电阻器〕〔固定电阻器〕〔可变电阻器〕〔欧姆〕〔标称电阻值〕〔阻值允许误差〕〔额定功率〕〔电阻温度系数〕〔最高工作电压〕〔电位器〕〔开关载流量〕〔阻值变化规律〕〔电位器绝缘电阻〕〔零位电阻〕〔基体〕〔骨架〕	
(二)电阻器	(8)
〔碳膜电阻器〕〔金属膜电阻器〕〔氧化膜电阻器〕〔碳质电阻器〕〔线绕电阻器〕〔热敏电阻器〕	
(三)电位器	(14)
〔碳膜电位器〕〔合成碳膜电位器〕〔小型合成碳膜电位器〕〔WH7型碳膜微调电位器〕〔有机实芯电位器〕〔线绕电位器〕〔直滑式电位器〕	
(四)附录电阻器型号的命名方法及其组成符号的意义	(20)
§2 电容器	(21)
(一)基本知识	(21)
〔电容器〕〔电容量〕〔标称电容量〕〔电容量允许误差〕〔耐压〕〔漏电流〕〔绝缘电阻〕〔充电〕〔放电〕〔击穿〕〔击穿电压〕〔试验电压〕〔稳定性〕〔自愈作用〕	
(二)有机介质电容器	(26)
〔纸介电容器〕〔金属化纸介电容器〕〔涤纶电容器〕〔聚苯乙烯电容器〕	

(三)无机介质电容器..... (30)
〔云母电容器〕〔瓷介电容器〕〔独石电容器〕〔玻璃
釉电容器〕

(四)电解电容器..... (34)
〔铝电解电容器〕〔钽电解电容器〕〔固体~~钽~~电解电容
器〕

(五)可变电容器..... (39)
〔单联可变电容器〕〔双联可变电容器〕〔多联可变电容
器〕〔空气可变电容器〕〔薄膜介质可变电容器〕〔半可变
电容器〕〔瓷介微调电容器〕〔薄膜介质微调电容器〕〔云
母介质微调电容器〕〔瓷介线绕微调电容器〕

§ 3 电感器..... (49)

(一)基本知识..... (49)
〔电感器〕〔自感〕〔电感量〕〔线圈的品质因数(Q
值)〕〔线圈的标称电流〕〔线圈的分布电容〕〔固定电感
器〕〔可变电感器〕〔微调电感器〕〔天线线圈〕〔扼流圈〕

(二)电感器..... (52)
〔螺旋磁芯微调电感器〕〔罐形磁芯微调电感器〕〔固
定电感器〕〔空心式天线线圈〕〔磁棒式天线线圈〕〔LTA
型小型中波段天线线圈〕〔振荡线圈〕〔高频扼流圈〕〔音
频扼流圈〕〔滤波阻流圈〕

(三)附录..... (58)

1. 电感线圈的型号表示方法..... (58)
2. 电感线圈的几种绕法..... (60)

§ 4 变压器..... (61)

(一)基本知识..... (61)
〔变压器〕〔匝比〕〔频带宽度〕〔环境温度〕〔温升〕
〔额定功率〕〔空载电流〕〔效率〕〔绝缘电阻〕〔阻抗四

配〕〔互感〕〔非线性失真〕〔漏电感〕

(二) 变压器..... (65)

〔电源变压器〕〔自耦变压器〕〔调压变压器〕〔音频
变压器〕〔输入变压器〕〔输出变压器〕〔线间变压器〕
〔中频变压器〕〔单调谐式中频变压器〕〔双调谐式中周变
压器〕〔晶体管黑白电视机用中频变压器〕〔行输出变压器〕

§ 5 软磁铁氧体磁性元件..... (81)

(一) 磁性基础知识..... (81)

〔磁性材料〕〔软磁材料〕〔铁氧体〕〔软磁铁氧体磁
性材料〕〔锰锌铁氧体〕〔镍锌铁氧体〕〔初始导磁率〕
〔电阻率〕〔居里点〕

(二) 软磁铁氧体磁性元件..... (85)

〔铁氧体天线磁棒〕〔磁芯〕〔E形磁芯〕〔“工”字、
“王”字形磁芯〕〔螺旋形磁芯〕〔环形磁芯〕〔U形磁芯〕〔碗
形磁环〕

第二篇 电真空器件..... (95)

§ 1 电子管..... (95)

(一) 基本知识..... (95)

〔电子管〕〔热电子发射〕〔阴极〕〔阳极〕〔跨导〕
〔放大系数 μ 〕〔交流内阻〕〔极间电容〕〔二次电子发射〕
〔负阻效应〕〔空间电荷效应〕〔极限参数〕〔最大反向电
压〕〔最大工作电流〕〔额定灯丝电压 U_f 〕〔最大阳极电压〕
〔阳极最大耗散功率〕

(二) 电子管..... (101)

〔二极管〕〔三极管〕〔四极管〕〔五极管〕〔束射四极
管〕〔多极管〕〔复合管〕〔双二极管〕〔双三极管〕〔双
二极三极管〕〔三极五极管和三极束射四极管〕〔三极七极管〕
〔调谐指示管〕

(三) 附录 国产电子管型号命名法..... (116)

§ 2 充气管	(118)
(一)基本知识	(118)
〔充气管〕〔气体放电〕〔非自持放电与自持放电〕	
〔辉光放电与非正常辉光放电〕〔弧光放电〕〔着火电压〕	

(二)几种常用的充气管	(121)
-------------------	---------

 〔充气整流管〕〔稳压管〕〔稳流管〕

§ 3 电子束器件	(127)
-----------------	---------

(一)基本知识	(127)
---------------	---------

 〔电子束管〕〔电子枪〕〔荧光屏〕〔偏转系统〕〔余辉时间〕〔显象管的偏转角〕〔对比度〕〔分辨力〕〔偏转线圈〕〔色纯度〕〔白色平衡〕〔会聚〕〔透过率〕

(二)电子束器件	(132)
----------------	---------

 〔示波管〕〔显象管〕〔黑白显象管〕〔彩色显象管〕〔三枪三束彩色显象管〕〔单枪三束彩色显象管〕〔自会聚彩色显象管〕

第三篇 半导体器件	(155)
------------------------	----------------

§ 1 半导体基本知识	(155)
-------------------	---------

 〔半导体〕〔载流子〕〔空穴〕〔多数载流子和少数载流子〕〔P型和N型半导体〕〔PN结〕〔耗尽层〕〔PN结电容〕〔PN结的击穿〕

§ 2 半导体二极管	(158)
------------------	---------

(一)基本知识	(158)
---------------	---------

 〔半导体二极管〕〔最大整流电流(平均值)〕〔最大整流电流时的正向压降〕〔最大反向电压〕〔最高工作频率〕〔起始电压〕〔点接触二极管〕〔面接触二极管〕

(二)半导体二极管	(160)
-----------------	---------

 〔硅整流二极管〕〔检波二极管〕〔稳压二极管〕〔开关二极管〕〔变容二极管〕〔高压硅堆〕

(三)附录 国产半导体二极管型号命名方法…… (170)

§ 3 半导体三极管 …………… (170)

(一)基本知识…………… (170)

〔半导体三极管〕〔晶体管的共基极接法〕〔晶体管的共发射极接法〕〔晶体管的共集电极接法〕〔合金晶体管〕〔台面晶体管〕〔平面晶体管〕〔共基极电路电流放大系数 α 〕〔共发射极电路电流放大系数 β 〕〔共发射极电路直流放大系数 $h_{FE}(\beta)$ 〕〔晶体管的输入特性曲线〕〔晶体管的输出特性曲线〕〔饱和态, 饱和压降 V_{CEs} 〕〔晶体管共基极截止频率 f_a 〕〔晶体管共发射极截止频率 f_β 〕〔特征频率 f_T 〕〔功率增益 K_P 〕〔最高振荡频率 f_M 〕〔集电极反向截止电流 I_{CBO} 〕〔穿透电流 I_{CBO} 〕〔集电极最大允许电流 I_{CM} 〕〔基极开路, 集电极—发射极反向击穿电压 BV_{CBO} 〕〔集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 〕〔集电结最高温度 T_{jM} 〕〔噪声系数 N_F 〕〔晶体管开关时间〕〔热阻〕

(二)晶体三极管…………… (179)

〔低频小功率晶体三极管〕〔低频大功率晶体三极管〕〔高频大功率晶体三极管〕〔高频小功率晶体三极管〕〔开关晶体三极管〕

(三)附录 半导体三极管型号命名法…………… (194)

§ 4 其它半导体器件…………… (196)

〔MOS场效应晶体管〕〔可控硅整流器〕〔单结晶体管〕

§ 5 半导体集成电路…………… (201)

(一)基本知识…………… (201)

〔集成电路〕〔集成度〕〔小规模集成电路〕〔中规模集成电路〕〔大规模集成电路〕〔超大规模集成电路〕〔半导体集成电路〕〔双极型半导体集成电路〕〔MOS集成电路〕〔薄膜集成电路〕〔厚膜集成电路〕〔混合集成电路〕〔模拟

集成电路〕〔微波集成电路〕〔数字集成电路〕〔双极型逻辑集成电路〕〔饱和型逻辑电路〕〔非饱和型逻辑电路〕〔抗饱和型逻辑电路〕〔集成触发器〕〔集成存储器〕

(二)基本逻辑关系和逻辑门……………(211)

〔逻辑, 逻辑关系〕〔“与”逻辑及“与”门〕〔“或”逻辑及“或”门〕〔“非”逻辑及“非”门〕〔“与非”逻辑及“与非”门〕〔“或非”逻辑及“或非”门〕〔“异或”逻辑及“异或”门〕

(三)几种常用的TTL逻辑门……………(214)

〔五管型TTL与非门〕〔六管型TTL与非门〕〔TTL低功耗与非门〕〔TTL与非功率门〕〔抗饱和TTL与非门—STTL电路〕〔TTL逻辑门扩展器〕〔TTL开集电极与非门(OC门)〕〔三状态逻辑门(TST电路)〕

(四)附录 半导体集成电路型号命名方法……………(221)

第一篇 电子元件

§ 1 电阻器和电位器

(一) 基本知识

【电阻器】 电流通过导体时，导体对电流的流通会产生一定的阻力，这种阻力叫电阻。在电路中专起电阻作用的元件称为电阻器，通常简称电阻，用字母 R 来表示。

电阻器的结构多数由电阻体、基体（骨架）和引出端等构成（如线绕电阻器）；也有由电阻体和引出端等构成的（如实芯电阻器）。电阻器可以制成棒形、管形、片形等各种形状。它的主要作用是：稳定和调节电路中的电流和电压，作为分流器和分压器，以及用作消耗电能的负载电阻器等。

电阻器的主要参数有标称阻值、额定功率、精度等级和温度系数等。

电阻器分为固定电阻器和可变电阻器。固定电阻器又分为线绕电阻器、实芯电阻器、膜式电阻器、玻璃釉电阻器等。

【固定电阻器】 指具有一定电阻值且不能任意改变的电阻器，在电路中的表示符号如图1.1-1(a)所示。

【可变电阻器】 指可以在一定的范围内调整其电阻值的电阻器，它有滑线电阻器和可调线绕电阻器等。可变电阻器也叫变阻器，主要用于稳定和调节电流，在电路图中的表示符号如图1.1-1(b)所示。

【欧姆】 衡量电阻值大小的基本单位，简称欧，用符号 Ω

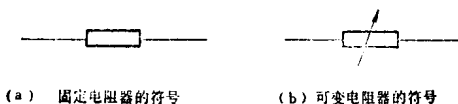


图 1.1-1 电阻器在电路图中的表示符号

表示。在使用中也常用它的一千倍作单位叫千欧，符号为 $k\Omega$ 或 k ；还有用千欧的一千倍作单位叫兆欧，符号为 $M\Omega$ 。

【标称电阻值】 按照各个电路的需要，电阻器和电位器*的电阻值要有无数多种，为了便于工厂成批生产，同时也便于使用者可以在一定的允许偏差范围内选用，国家统一规定了电阻器和电位器的系列电阻值，这些系列电阻值就叫做标称阻值。电阻器的电阻值是按标称阻值来标注的，但每个电阻器的实际电阻值不一定正好等于标称值，只能是个接近值，允许有一定的偏差。

电阻的标称电阻值有 E_{24} 、 E_{12} 和 E_6 等三个系列，请参看表1.1-1。如允许偏差为 $\pm 5\%$ 用 E_{24} 系列，该系列有24个基本数，它的任何三个连续标称电阻值间存在这样的关系，即中间的一个标称值加上一个允许偏差值便接近后一个标称值；减去一个允许偏差值便接近前一个标称值。允许偏差为 $\pm 10\%$ 的 E_{12} 系列有12个基本数；允许偏差为 $\pm 20\%$ 的 E_6 系列有6个基本数。这三个系列的基本数分别乘以 10^n （其中 n 为正整数或负整数），则可以得到整个系列的电阻器的标称阻值。

【阻值允许误差】 指电阻器或电位器的实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围。它标志了产品的精度。通常规定有三级精度，其中Ⅰ级的阻值允许偏差为 $\pm 5\%$ ；Ⅱ级为 $\pm 10\%$ ；

* 电位器实际上是有三个引出端的变阻器，详见〔电位器〕一节。

表1.1-1

电阻器标称阻值系列表

允许偏差			允许偏差		
$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
E_{24}	E_{12}	E_6	E_{24}	E_{12}	E_6
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	4.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

Ⅲ级为 $\pm 20\%$ ，所以阻值允许偏差也就是精度等级。产品上有的用罗马数字Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ表示，有的用百分数表示。例如，有两只电阻器，一只上面标有51kⅠ，另一只上面标有51kⅢ，前者表示标称阻值为51千欧，最大允许偏差不超过 $\pm 5\%$ ，即精度为Ⅰ级的电阻器；后者表示标称阻值为51千欧，最大允许偏差为 $\pm 20\%$ ，即精度为Ⅲ级的电阻器。显然，在阻值要求较准确的场合应选用前者。

【额定功率】 指在标准环境温度（ $+20 \pm 5^\circ\text{C}$ ）下，电阻

器及电位器的容许功率。它的大小决定于电阻器及电位器的结构、尺寸和材料。当环境温度低于标准温度时,可满负荷使用;环境温度高于标准温度时,则应降负荷使用。

额定功率的单位为瓦(W), 其标称值有1/8、1/4、1/2、1、2、5、10瓦等, 有些厂家把额定功率值标记在电阻器或电位器的外壳上。在电路图上电阻的额定功率的标记如图1.1-2所示。

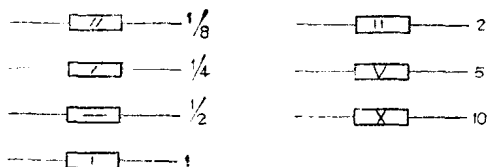


图 1.1-2 电阻的额定功率在电路图上的标记

【电阻温度系数】 指温度每变化 1°C 时, 电阻器阻值的相对变化。它是体现电阻器稳定性的主要参数之一。温度升高电阻值随之增大的, 其温度系数为正; 随温度之升高而减小的, 其温度系数为负。

【最高工作电压】 指容许加在电阻器、电位器两端的最高电压值, 超过此值, 电阻体就有被击穿和烧坏的可能。

【电位器】 电位器实际上就是一个变阻器。它有三个引出端头, 如图1.1-3所示。如果在1、3端加电压, 就可以用改变接触簧片位置的方法来调整1、2端上的电压。

电位器有三种接线方法, 分别如图1.1-4(a)和(b)所示。

电位器的主要参数有: 标称阻值、精密等级、额定功率、阻值变化的线性型式、最高工作电压、开关载流量等。

电位器按其结构可分为线绕电位器和非线绕电位器两大

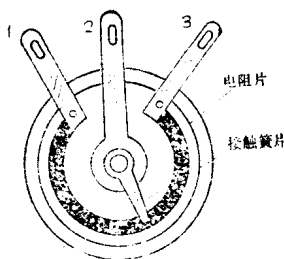


图 1.1—3 电位器示意图

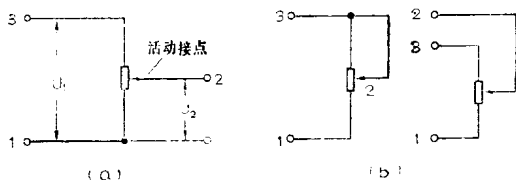


图 1.1—4 电位器的三种接线方法

类。非线性绕电位器的种类很多，有碳膜电位器、合成碳膜电位器、有机实芯电位器、无机实芯电位器、玻璃釉电位器等。

电位器的滑动接触簧片是通过转轴来改变其位置的。为了使用上的方便，有的还在电位器上装有电源开关，这种叫做带开关电位器。有些电位器还做有一个与金属外壳相连的第四个出头焊片，把这个焊片接地，可以对电位器起到屏蔽作用。

以上讲的都是单式的电位器，除此之外还有具有两组或多组电阻体的双联和多联式的电位器。双联和多联电位器的转轴旋转时，它的两组或多组的阻值同时变化。各组的阻值的变化相同的叫同轴同步式，变化不同的叫同轴异步式。

由于使用上的要求不同，电位器有不同的轴端式样（如光轴式、铣槽式、铣边式、斜面带螺孔式等）和不同的轴长，选

用时要注意这一点。

电位器的型号用汉语拼音字母和数字标注在电位器的外壳上。通常用四个符号表示，各符号的含意参看表 1.1-2。也有些电位器用五个符号表示，第五个符号叫区别代号^{*}，用大写字母 A、B、C……等代表。

电位器在电路中的代表符号，不带开关的如图 1.1-5(a)、带开关的如图 1.1-5(b)所示。

【开关载流量】 这是带开关电位器的一个指标，当开关闭

表 1.1-2 电位器型号的命名方法及其组成符号的意义

型 号 组 成 顺 序						
第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
主 称		导体材料		分类(形状、性能)		序号
符号	意义	符号	意 义	符号	意义	
W	电 位 器	T	碳 膜	1	普通	用数字 表 示
		H	合成碳膜	2	普通	
		S	有机实芯	7	精密	
		N	无机实芯	8	特种函数	
		J	金属膜	9	特殊	
		Y	氧化膜	W	微调	
		I	玻璃釉膜	D	多圈	
		X	线 绕			

注：电位器的型号虽有统一的命名方法，但由于品种很多，过去各厂家的型号表示方法很不一致，现正在逐步统一。

* 区别代号：对主称、材料特征相同，但尺寸、性能指标不同的产品，在序号后面再用大写字母 A、B、C 等作代号，予以区别。

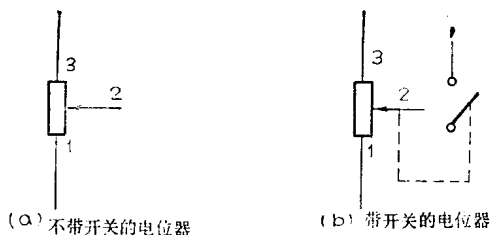


图 1.1—5 电位器在电路中的代表符号

合后，开关触点上便有电流流过，开关载流量是指该开关触点能通过电流的大小。这个数据一般也都标注在电位器的外壳上。小型和微型电位器的开关载流量一般为0.2安，其它有0.25安、0.5安、1安等几种。

【阻值变化规律】 指电位器转轴旋转的角度和阻值变化关系的规律。

阻值随转轴角度是均匀变化的叫直线式变化律，具有这种变化规律的电位器叫直线式电位器，用英文字母X表示。它适用于调节电压的分压器电路中。例如中放兼来复的外差式收音机中常选用它来作音量控制。

开始时阻值变化较小，以后阻值变化逐渐增大，呈指数式变化的，叫指数式电位器，用英文字母Z表示。一般用于外差收音机的音量控制。

电位器转轴旋转角度和阻值的变化规律与指数式正相反，即开始阻值变化大，以后阻值变化逐渐减小，呈对数式变化的，叫对数式电位器，用英文字母D表示，常用于收音机中作音量控制。

【电位器绝缘电阻】 指电阻体与转轴（外壳）之间的电阻。它与结构、材料有关，一般在几百兆欧以上。