

无线电爱好者丛书

怎样用万用电表 检测电子元器件 (修订本)

郑浩 高静 董磊 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电爱好者丛书

怎样用万用电表检测电子元器件

(修订本)

郑 浩
高 静 编著
董 磊

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样用万用电表检测电子元器件/郑浩, 高静, 董磊编著;
—修订本. —北京: 人民邮电出版社, 2005. 6

(无线电爱好者丛书)

ISBN 7-115-12409-4

I. 怎... II. ①郑... ②高... ③董... III. 复用电表-测量
方法 IV. TM938.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 024590 号

无线电爱好者丛书

怎样用万用电表检测电子元器件 (修订本)

◆ 编 著 郑 浩 高 静 董 磊

责任编辑 赵桂珍 孙中臣

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京市通州大中印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/32

印张: 10.75

字数: 241 千字

2005 年 6 月第 2 版

印数: 355 001 360 000 册

2005 年 6 月北京第 23 次印刷

ISBN 7-115-12409-4 / TN · 2305

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

中国电子学会
《无线电爱好者丛书》编委会

主 任：杜肤生

副 主 任：徐修存 宁云鹤 李树岭

编 委：王晓丹 王亚明 刘宪坤

王明臣 刘 诚 孙中臣

安永成 郑凤翼 赵桂珍

聂元铭 郑春迎 孙景琪

李勇帆 刘文铎 陈有卿

徐士毅 于世钧 贾安坤

张国峰 唐素荣 姚予疆

无线电爱好者丛书前言

众所周知，迅速发展着的无线电电子技术，是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识，培养更多的无线电爱好者，适应现代化建设的需要，中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发，按照理论联系实际的指导思想，深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理；介绍各种家用电器、电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、数码相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等）的工作原理、制作技术、使用和维修方法，为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书，使读者通过阅读本丛书和不断动手实践，能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见，给予帮助。让我们共同努力，为普及无线电电子技术，为实现我国现代化做出贡献。

内 容 提 要

本书为无线电爱好者介绍简易检测电子元器件的方法，利用一台万用电表或配合一些简单的电子线路，即可检测常用电子元器件（如电阻、电容、晶体管、场效应管、集成电路、可控硅、扬声器、磁头、变压器等）的好坏及其主要性能。本书选材实用，通俗易懂，是无线电爱好者有实用价值的参考读物。

前 言

从事无线电制作及修理，经常需要检测一些元器件的类型及性能好坏。对广大无线电爱好者来说，由于条件限制，欲准确地测量元器件的性能参数，往往是难以做到的，有时也是不必要的。而在多数情况下，仅需要知道其主要性能即可。根据这一点，本书将主要介绍如何用一台万用电表或配合一些简单的电子线路检测常用无线电元器件（如电阻、电容、晶体管、场效应管、集成电路、可控硅、扬声器、磁头、变压器等）的好坏及其主要性能。为了明确检测项目，对常用无线电元器件的主要参数及其意义也作了扼要介绍。

在编写本书过程中得到王玉明、冯玉兰及董福英同志的热情支持和帮助，在此一并致谢。

由于水平和经验所限，难免有一些不足之处，欢迎读者批评指正。

作 者

修 订 委 员 会

主 编：郑 浩 高 静 董 磊

副 主 编：王 晶 董 丽 华科荣

编 委：郑 浩 高 静 董 磊

王 晶 董 丽 华科荣

郑 彦 郑 雯 董福英

安维涛 韩朝蓉 王东英

任希林

修 订 说 明

《怎样用万用电表检测无线电元器件》一书已出版发行 15 年了，其间重印了 20 次，发行 33 万余册，可见它是一本深受广大电子技术爱好者欢迎的一本好书。

随着时间的推移和科学技术的飞速发展，现在看来该书有些内容已显陈旧，与此同时，一些新型电子元器件及其有关知识需要补充，鉴于这两点，所以对该书进行了全面修订。考虑到目前电子技术的应用已涉及到工业、农业、国防、家用电器甚至日常生活的各个方面，故这次修订书名也改为《怎样用万用电表检测电子元器件》。这次修订补充的内容主要有特种电阻器、石英晶体、声表面波滤波器、超声延迟线、霍尔元件、耳塞机、微型直流音响器、视频磁头、激光头组件、变容二极管、带阻尼三极管、三端电源稳压器、音乐集成电路、厚膜电路、发光二极管、LED 数码管、液晶显示器、光电耦合器、光电开关、红外发光二极管、红外光电二极管等新型常用电子元器件的有关知识及其主要性能检测方法。另外，考虑到数字万用电表的使用日益普及，所以也补充了数字万用电表的结构及使用注意事项等方面的内容。

可以肯定，这次修订使这本书的内容更为丰富、实用，一定会受到广大电子技术爱好者的欢迎和厚爱。

编 者

目 录

第 1 章 电阻器和电位器	1
第 1 节 电阻器	1
第 2 节 特种电阻器	14
第 3 节 电位器	24
第 2 章 电容器	36
第 1 节 固定电容器	36
第 2 节 可变电容器	61
第 3 章 电感线圈和变压器	67
第 1 节 电感线圈	67
第 2 节 变压器	83
第 4 章 石英晶体、声表面波滤波器、超声延迟线和 霍尔元件	102
第 1 节 石英晶振元件	102
第 2 节 声表面波滤波器	109
第 3 节 超声延迟线	110
第 4 节 霍尔元件	113
第 5 章 电声器件	114
第 1 节 扬声器	114
第 2 节 压电陶瓷扬声器	126
第 3 节 耳机和耳塞机	129
第 4 节 微型直流音响器	131
第 5 节 传声器	135
第 6 章 音频磁头、视频磁头和激光头组件	151

第 1 节	音频磁头	151
第 2 节	视频磁头	160
第 3 节	激光头组件	164
第 7 章	晶体二极管	172
第 1 节	概述	172
第 2 节	整流、检波和开关二极管	176
第 3 节	全桥、半桥和高压整流硅堆	185
第 4 节	稳压二极管	194
第 5 节	变容二极管	201
第 8 章	晶体三极管和场效应管	205
第 1 节	概述	205
第 2 节	普通中、小功率三极管	218
第 3 节	大功率三极管和带阻尼行输出三极管	231
第 4 节	场效应管	236
第 9 章	集成电路	245
第 1 节	概述	245
第 2 节	数字集成电路	269
第 3 节	厚膜电路	280
第 4 节	音乐集成电路	282
第 5 节	三端电源稳压器	287
第 10 章	光电器件	292
第 1 节	发光二极管	292
第 2 节	LED 数码管	295
第 3 节	液晶显示器	298
第 4 节	红外发光二极管和红外光电二极管	300
第 5 节	光电耦合器	302
第 6 节	光电开关	305

第 11 章 万用电表使用注意事项	307
第 1 节 指针式万用电表.....	307
第 2 节 数字式万用电表.....	320

第 1 章 电阻器和电位器

第 1 节 电 阻 器

电阻器通常简称为电阻，是一种应用十分广泛的电子元件。在电路中，电阻器多用来进行分压、分流、滤波（与电容器配合）及阻抗匹配等。

一、种类和电路代表符号

电阻的种类繁多，通常分为固定电阻、可变电阻和特种（敏感、熔断等）电阻三大类。

固定电阻可按电阻体材料、结构形状、引出线及用途等分成多个种类，如图 1-1 所示。电阻在电路中的代表符号如图 1-2 所示，其字母代号如表 1-1 所示。电阻的种类虽多，但常用的主要为 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻和片状电阻，它们的外形如图 1-3 所示。顺便指出，过去的国产 RT 型电阻外表通常涂覆绿漆，RJ 型金属膜电阻则涂覆红漆，且一般都印上型号及规格等，较易识别。近年来随着进口及合资产品大量上市，RT 型电阻中以色环电阻占据主流地位，其底色并不很一致；RX 型线绕电阻外表多为黑色，被釉线绕电阻则多为深绿或浅绿色。片状电阻外表一般都为黑色，且上面标注有代表阻值的数字；若不为黑色且标注为 0 或 000 或根本

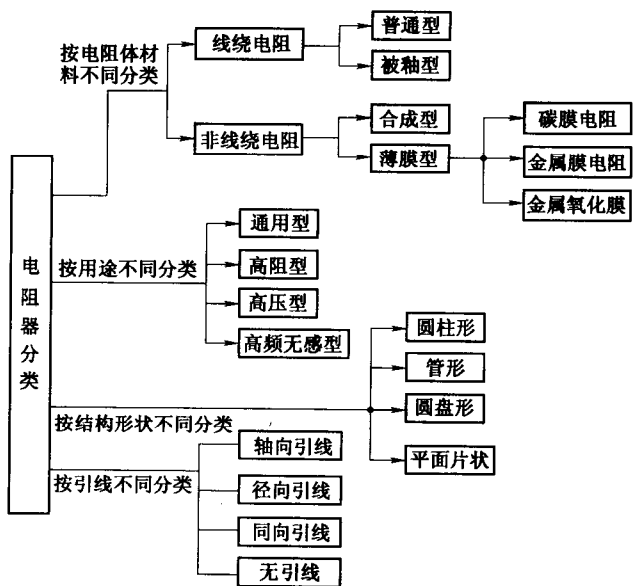


图 1-1 电阻器分类

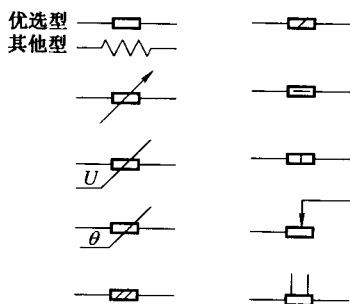


图 1-2 电阻器在电路中的代表符号

无标注，这种片状元件并非电阻，而是一种用于代替连接导线，阻值为零的“桥接元件”。现在这种元件已大量应用于各类电子整机中，实践中切勿与片状电阻相混淆。

表 1-1 电阻器字母代号及其意义

第 1 部分： 主称		第 2 部分： 电阻体材料		第 3 部分： 类别		第 4 部分： 字母
字 母	含 义	字 母	含 义	符 号	产品类型	用数字表示
R	电阻器	T	碳膜	0		常用个位数或无 数字表示
				1	普通型	
		H	合成膜	2	普通型	
				3	超高频	
		S	有机实心	4	高阻	
				5	高阻	
		N	无机实心	6		

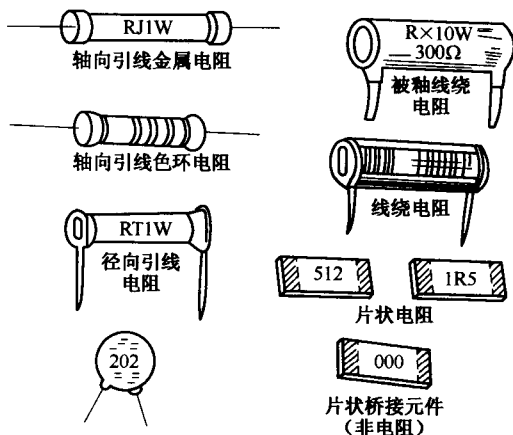


图 1-3 常用电阻器外形

二、主要技术参数

电阻器的主要技术参数有三个：标称阻值、允许偏差和额定功率。标称阻值是指电阻体表面上标注的电阻值（对热敏电阻器则指 25℃时的阻值）；一个电阻的实际阻值不可能绝对等于标称阻值，两者间的偏差允许范围称为允许偏差。一般允许偏差小的电阻，其阻值精度越高，稳定性越好，但生产要求相应提高，成本也大，价格就贵。电阻允许偏差这一参数应根据电路或整机实际要求来选用。例如通常的电子制作对电阻精度大多无特殊要求，可选普通型电阻（允许偏差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 均可）；但在测量仪表（如万用电表）及精密仪器中，对电阻都要求高精度（如 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 等），不能使用普通精度的电阻；额定功率是指电阻器在直流或交流电路中，当在一定大气压力下和在产品标准中规定的温度下（ $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ 不等），长期连续工作所允许承受的最大功率。电阻器的其他技术参数还有温度系数、工作电压等，限于篇幅不再赘述。

为了便于工厂生产和用户选用，常用电阻器的标称阻值和额定功率分别如表 1-2、表 1-3 所示。

表 1-2 电阻器的标称阻值

E ₂₄ 系列 允许误差 $\pm 5\%$	E ₁₂ 系列 允许误差 $\pm 10\%$	E ₆ 系列 允许误差 $\pm 20\%$	E ₂₄ 系列 允许误差 $\pm 5\%$	E ₁₂ 系列 允许误差 $\pm 10\%$	E ₆ 系列 允许误差 $\pm 20\%$
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

续表

E ₂₄ 系列 允许误差 ±5%	E ₁₂ 系列 允许误差 ±10%	E ₆ 系列 允许误差 ±20%	E ₂₄ 系列 允许误差 ±5%	E ₁₂ 系列 允许误差 ±10%	E ₆ 系列 允许误差 ±20%
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		

表 1-3

电阻器的额定功率

线绕电阻额定 功率系列 (W)		非线性电阻额定 功率系列 (W)	线绕电阻额定 功率系列 (W)		非线性电阻额定 功率系列 (W)
0.05	16	0.05	2	100	5
0.125	25	0.125			10
0.25	40	0.25	4	150	25
0.5	50	0.5	8	250	50
1	75	1	10	500	100
		2			

三、规格标注方法

电阻器的类别、标称阻值及误差、额定功率一般均标注在电阻器外表面上。目前常用的标注方法有两种：

1. 直标法

直标法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值直接标注在电阻器表面上，如图 1-4 所示。对片状电阻，虽然其体积有大