

电工技术无师自通系列丛书

电子元器件 的识别与选用

李良洪 主 编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

014036046

TN6
99

电工技术无师自通系列丛书

电子元器件的识别与选用

李良洪 主编
岳惊涛 朱喆 李志勇 副主编
李建文 陈影 主审



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



北航

C1715656

TN6
99

820280910

内 容 简 介

本书紧跟电子技术的发展,以电子元器件为主线,把前沿知识融入到本书中。本书主要介绍电阻器、电位器、电感器、电容器、变压器、半导体二极管、晶体三极管、场效应晶体管、晶闸管、集成电路的识别、检测与选用。本书将简洁明了的文字和通俗易懂的插图相结合,辅以实际应用举例和经验总结,使复杂的理论容易被读者接受和理解,从而达到活学活用的目的。

本书可供电子爱好者和相关技术人员参考,也可作为高职高专相关专业学生的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有,侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件的识别与选用 / 李良洪主编. —北京:电子工业出版社, 2014.3

(电工技术无师自通系列丛书)

ISBN 978-7-121-22476-8

I. ①电… II. ①李… III. ①电子元件—识别②电子器件—识别 IV. ①TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 029158 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:刘真平

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:13.5 字数:302.4 千字

印 次:2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着电子技术的飞速发展,各种电子产品给我们的工作和日常生活带来了日新月异的变化。如果我们想正确地掌握、使用、维修这些产品,则应尽快了解各种电子元器件与零部件在电子设备中的应用情况,学会检测与选用元器件的一些基本方法。

本书以常用电子元器件为主线,力求深入浅出、语言精练、通俗易懂,突出实用性,并通过大量的图片和基本原理的讲解,让电子爱好者和初学者动手实践并在实践中逐步理解电子元器件的识别、检测与选用。

全书共分十章:第1章为电阻器的识别与选用,第2章为电位器的识别与选用,第3章为电感器的识别与选用,第4章为电容器的识别与选用,第5章为变压器的识别与选用,第6章为半导体二极管的识别与选用,第7章为晶体三极管的识别与选用,第8章为场效应晶体管的识别与选用,第9章为晶闸管的识别与选用,第10章为集成电路的识别与选用。

本书由李良洪任主编,岳惊涛、朱喆、李志勇任副主编,参加本书编写工作的还有孙昱、付兰芳、李纪红、赵建辉、俞妍、马博韬、潘晓峰、钱晓涛等。全书由李建文、陈影主审。

在编写本书时,引用了众多电工师傅和电气工作者的成功经验和资料,难以一一列举,谨在此向有关杂志和资料的作者表示诚挚的谢意。同时,由于时间仓促,作者实践经验和学识水平有限,书中缺点错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电阻器的识别与选用	(1)
第 1 节 电阻器的识别	(1)
一、电阻器的作用	(1)
二、电阻器的种类	(1)
三、电阻器的符号及单位	(3)
四、电阻器的型号	(3)
五、电阻器的主要性能指标	(5)
六、固定电阻器	(7)
七、可变电阻器	(11)
八、敏感电阻器	(12)
九、熔断电阻器	(19)
第 2 节 电阻器的检测	(20)
一、检测电阻器的一般方法	(20)
二、固定电阻器的检测	(21)
三、可变电阻器的检测	(23)
四、敏感电阻器的检测	(23)
五、熔断电阻器的检测	(31)
第 3 节 电阻器的选用	(32)
一、电阻器的选用原则	(32)
二、选用电阻器时的注意事项	(35)
第 2 章 电位器的识别与选用	(36)
第 1 节 电位器的识别	(36)
一、电位器的分类	(36)
二、电位器的型号	(38)
三、电位器的主要参数	(39)
第 2 节 电位器的检测	(40)
一、电位器使用前的检查	(40)
二、电位器的检测方法	(42)
三、同轴电位器的检测	(43)
四、电位器的修理及代换	(44)

第3节 电位器的选用	(44)
一、电位器的选用方法	(44)
二、选用电位器时的注意事项	(45)
三、电位器的应用电路	(46)
第3章 电感器的识别与选用	(48)
第1节 电感器的识别	(48)
一、电感器的基本知识	(48)
二、电感器的主要参数	(48)
三、电感器的分类	(50)
四、电感器的型号及绕法	(51)
五、电感器的标识方法	(52)
第2节 电感器的检测	(52)
一、电感量的测试	(52)
二、电感器的通断测试	(53)
三、电感器的性能检测	(54)
第3节 电感器的选用	(55)
一、线圈在使用和装配时应注意的问题	(55)
二、电感器的应用电路	(56)
第4章 电容器的识别与选用	(59)
第1节 电容器的识别	(59)
一、电容器的型号	(59)
二、电容器的分类	(61)
三、电容器的主要参数	(63)
四、电容量的标注方法	(64)
五、电容器的充电和放电	(66)
第2节 电容器的检测	(66)
一、对电容器质量进行简单测试	(66)
二、电容器的检测方法	(67)
三、电解电容器的检测	(68)
四、可变电容器的检测	(71)
五、高电压电容器的检测	(71)
六、电容器漏电阻的测试	(72)
第3节 电容器的选用	(72)
一、电容器的选用方法	(72)

二、选用电容器的注意事项	(73)
三、不同电容器的选用	(74)
第5章 变压器的识别与选用	(78)
第1节 变压器的识别	(78)
一、变压器的用途、分类和型号	(78)
二、单相变压器	(81)
三、三相变压器的结构和电路系统	(86)
四、变压器的并联运行	(88)
第2节 变压器的检测	(89)
一、变压器各绕组电阻的测量	(89)
二、变压器次级空载电压的测试	(90)
三、变压器绝缘性能的检测	(90)
四、变压器各绕组同名端的检测	(91)
第3节 变压器的选用	(91)
第6章 半导体二极管的识别与选用	(94)
第1节 普通二极管的识别与选用	(94)
一、普通二极管的识别	(94)
二、普通二极管的检测	(99)
三、普通二极管的选用	(107)
第2节 稳压二极管的识别与选用	(108)
一、稳压二极管的识别	(108)
二、稳压二极管的检测	(112)
三、稳压二极管的选用	(113)
第3节 特殊二极管的识别与选用	(113)
一、双向触发二极管	(113)
二、变容二极管的主要参数与使用	(115)
三、硅整流桥	(118)
第7章 晶体三极管的识别与选用	(124)
第1节 晶体三极管的识别	(124)
一、晶体三极管的结构	(124)
二、电流放大作用	(125)
三、特性曲线	(125)
四、主要参数	(126)
五、三极管的命名	(130)

第2节 晶体三极管的检测	(133)
一、三极管引脚的判别	(133)
二、晶体三极管热稳定性的检测	(136)
三、晶体三极管电流放大系数 β 的测试	(136)
四、普通型复合晶体管的检测	(137)
五、带保护电路的复合晶体管的检测	(138)
六、晶体三极管的在线检测	(139)
第3节 晶体三极管的选用	(141)
一、选用三极管的原则	(141)
二、选用三极管时的注意事项	(141)
三、三极管的应用电路	(142)
第8章 场效应晶体管的识别与选用	(147)
第1节 场效应晶体管的识别	(147)
一、场效应管的结构	(147)
二、场效应管的主要参数	(149)
第2节 场效应晶体管的检测	(153)
一、场效应管引脚的判别	(153)
二、结型场效应管的检测	(155)
第3节 场效应晶体管的选用	(156)
一、场效应管放大电路	(156)
二、场效应管开关电路	(158)
第9章 晶闸管的识别与选用	(161)
第1节 晶闸管的识别	(161)
一、晶闸管的功用及其结构	(161)
二、晶闸管的工作特性及其特点	(162)
三、晶闸管的主要参数	(163)
四、双向晶闸管的主要技术参数及触发控制方式	(164)
第2节 晶闸管的检测	(165)
一、晶闸管电极和好坏的判别	(165)
二、双向晶闸管的检测	(166)
第3节 晶闸管的选用	(167)
一、晶闸管的选用方法	(167)
二、晶闸管的应用电路	(168)

第 10 章 集成电路的识别与选用	(172)
第 1 节 半导体集成电路的识别与选用	(172)
一、半导体集成电路的识别	(172)
二、半导体集成电路的检测	(180)
三、半导体集成电路的选用	(187)
第 2 节 集成运算放大器的识别与选用	(191)
一、集成运算放大器的识别	(191)
二、集成运算放大器的检测	(193)
三、集成运算放大器的选用	(195)
第 3 节 三端集成稳压器的识别与选用	(197)
一、三端集成稳压器的识别	(197)
二、三端集成稳压器的检测	(200)
三、三端集成稳压器的应用	(201)

第 1 章 电阻器的识别与选用

电阻器是组成电子电路不可缺少的元器件，在电子设备中约占元器件总数的 30% 以上，电阻器的性能直接影响电路工作的稳定性。

第 1 节 电阻器的识别

一、电阻器的作用

电阻器的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还可作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

二、电阻器的种类

电阻器的种类较多，有不同的分类方法，常见的分类方法如表 1-1 所示。

表 1-1 电阻器的分类

分 类 方 式	类 别		
按用途分	普通型		
	精密型		
	高阻型		
	高压型		
	高频无感型		
按结构分	固定电阻器	膜式电阻	碳膜电阻 RT
			金属膜电阻 RJ
			合成膜电阻 RH
			氧化膜电阻 RY
	固定电阻器	实心电阻	有机实心电阻 RS
			无机实心电阻 RN
			金属线绕电阻 (RX)
			通用线绕电阻器



续表

分 类 方 式	类 别		
按结构分	固定电阻器	金属线绕电阻（RX）	精密线绕电阻器
			功率型线绕电阻器
			高频线绕电阻器
	可变电阻器	变阻器	
		电位器	
	特殊电阻器	热敏电阻器	
		光敏电阻器	
		压敏电阻器	
		力敏电阻器	
		气敏电阻器	
		磁敏电阻器	
湿敏电阻器			
按形状分	圆柱型		
	圆盘型		
	管状型		
	排阻型		
	片状型		
	平片状型		
按制作材料分	碳膜型		
	实心电阻	有机实心电阻器	
		无机实心电阻器	
	金属膜型	金属薄膜电阻器	
		金属氧化膜电阻器	
		金属玻璃釉型	
		线绕电阻器	
		水泥电阻器	
	熔断电阻器		
按引脚分	轴向型		
	径向型		
	同向型		
	无引脚型		



三、电阻器的符号及单位

在电路中固定电阻器的文字符号用“R”表示，它的图形符号如图 1-1 所示。可变电阻器的文字符号用“R”或“RP”表示，图形符号如图 1-2 所示。

可变电阻器一般用在不需要经常性地调节阻值的电路中，它主要起调整电压、电流或控制信号的作用。

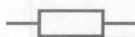


图 1-1 固定电阻器的图形符号

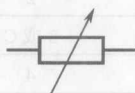


图 1-2 可变电阻器的图形符号

电阻器的基本单位是“欧姆”，用“ Ω ”表示，电阻值较大的电阻器一般用千欧（ $k\Omega$ ）或兆欧（ $M\Omega$ ）表示，它们之间的换算关系是

$$1M\Omega=1\,000k\Omega; 1k\Omega=1\,000\Omega$$

四、电阻器的型号

电阻器的型号命名方法如表 1-2 所示。

表 1-2 电阻器的型号命名方法

名 称	符 号	意 义	备 注
主称	R	电阻器	用字母表示
	RP	电位器	
材料	T	碳膜	用字母表示
	P	硼碳膜	
	U	硅碳膜	
	C	沉积膜或高频瓷	
	H	合成膜	
	I	玻璃釉膜	
	J	金属膜（箔）	
	Y	氧化膜	
	S	有机实心	
	N	无机实心	
	X	线绕	



续表

名 称	符 号	意 义	备 注
材料	R	热敏	用字母表示
	G	光敏	
	M	压敏	
	O	玻璃膜	
特征	0 或 1	普通	用数字或字母表示
	2	普通或阻燃	
	3 或 C	超高频	
	4	高阻	
	5	高温	
	7 或 J	精密	
	8	电阻器—高压	
		电位器—特殊函数	
	9	特殊	
	G	高功率	
	T	可调	
	X	小型	
	L	测量用	
	W	微调	
	D	多圈	
额定功率			用数字表示序号
阻值			用数字表示序号
允许误差		如表 1-4 所示	
精度等级			

型号 RJ71-0.125-5.1kI 的含义如图 1-3 所示。

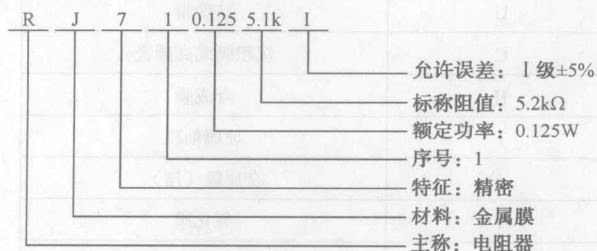


图 1-3 电阻器的型号含义



由此可见,这是精密金属膜电阻器,其额定功率为0.125W,标称电阻值为5.1k Ω ,允许误差为 $\pm 5\%$ 。

五、电阻器的主要性能指标

电阻器的主要性能指标有:标称阻值、允许误差、额定功率、最高工作电压、噪声电动势、高频特性、温度系数、电压系数、老化系数等。

1. 标称阻值

标称阻值是指电阻体表面上标注的电阻值。其单位为欧(Ω)、千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)。固定电阻器的阻值都应符合表1-3所列数值乘以 $10^n\Omega$,其中 n 为整数。热敏电阻器的标称阻值是指在25 $^{\circ}\text{C}$ 时的阻值。

表 1-3 标称阻值系列

系列 代号	允许 误差	误差 等级	标称阻值系列																							
			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
E24	±5%	I	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
E12	±10%	II	1.0	1.2		1.5		1.8		2.2		2.7		3.3		3.9		4.7		5.6		6.8		8.2		
E6	±20%	III	1.0			1.5			2.2			3.3			4.7			6.8								

2. 允许误差等级

允许误差是指电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许误差范围,它表示产品的精度。一个电阻器的实际阻值不可能绝对等于标称阻值,总是有一定的偏差的。两者间偏差的允许范围称为允许误差。一般允许误差小的电阻器,其阻值精度较高,稳定性也好,但生产要求就相应提高,成本也加大,价格也就贵些。电阻器的电阻允许误差应根据电路或实际要求来选用。例如,通常的电子制作实验对电阻器精度大多无特殊要求,可选用普通型的电阻器(允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 均可);在测量仪表(如万用表)及精密仪器中,对许多电阻器都要求高精度(如 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 等),不能选用普通精度的电阻器。

电阻器允许误差等级如表1-4所示。线绕电阻器允许误差一般小于 $\pm 10\%$,非线性绕电阻器的允许误差一般小于 $\pm 20\%$ 。

表 1-4 电阻器允许误差等级与符号对照表

级 别	W	B	C	D	F	G	J	K	M	N
允许误差	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$

电阻器的阻值和误差,一般都用数字标记在电阻器上,有些电阻器(如体积很小的合



成电阻器)的阻值和误差常用色环来表示。在靠近电阻器的一端画有五道或四道色环,称为五环表示法或四环表示法。其中,五环表示法的前三道色环、四环表示法的前二道色环表示相应位数的数字。其后的一道色环表示倍率(表示前面数字乘以 10^n),最后一道色环表示阻值的允许误差,如图1-4所示。各种颜色代表的意义如表1-5所示。

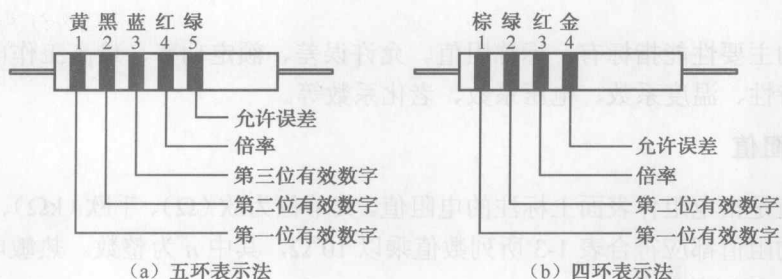


图1-4 阻值和误差的色环标记

表1-5 色环颜色的意义

颜 色	代表数值	允许误差	颜 色	代表数值	允许误差
黑	0	$\pm 1\%$	紫	7	$\pm 0.1\%$
棕	1	$\pm 2\%$	灰	8	—
红	2	$\pm 3\%$	白	9	—
橙	3	$\pm 4\%$	金		$\pm 5\%$
黄	4	—	银		$\pm 10\%$
绿	5	$\pm 0.5\%$	本色		$\pm 20\%$
蓝	6	$\pm 0.2\%$			

例如,四色环电阻器的第一、二、三、四道色环分别为棕、绿、红、金色,则该电阻的标称阻值 $R=(1\times 10+5)\times 10^2\Omega=1\,500\Omega$,即表示该电阻的标称阻值是 $1.5\text{k}\Omega$,误差为 $\pm 5\%$ 。

3. 额定功率

电阻器的额定功率是指在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流通,在电阻器长时间连续工作而不损坏或基本不改变性能的情况下,电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时,电阻器的阻值将发生变化,甚至因过热而烧毁。不同材料的电阻器额定功率与电阻器的外形尺寸、应用的环境温度等有关。在选用时,根据电阻器的额定功率和环境温度的不同,应当留有不同裕量,为保证安全,一般选择额定功率比它在电路中消耗的功率高1~2倍。

额定功率分19个等级,常用的有 $1/20\text{W}$ 、 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 、 4W 、 5W 。



在电路图中，非线绕电阻器额定功率的符号表示法如图 1-5 所示。

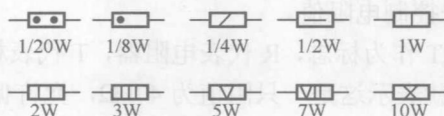


图 1-5 额定功率的符号表示法

实际中应用较多的有 1/4W、1/2W、1W、2W。线绕电阻器应用较多的有 2W、3W、5W、10W 等。电阻器的额定功率系列如表 1-6 所示。

表 1-6 电阻器的额定功率系列

(W)

额定功率系列	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5	8	10	16	25	40	50	75	100	150	250	500
线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2	4		8	10	16	25	40	50	75	100	150	250	500
非线绕电阻	0.05	0.125	0.25	0.5	1	2		5		10		25		50		100			

4. 最高工作电压

最高工作电压是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿损坏时的工作电压。如果电压超过该规定值，则电阻器内部将产生火花，引起噪声，导致电路性能变差，甚至损坏该电阻器。对于阻值较大的电阻器，当工作电压过高时，虽然消耗的功率未超过规定值，但电阻器内部可能发生电弧火花放电，使电阻器损坏。

常见碳膜电阻器的最高工作电压如表 1-7 所示。

表 1-7 常见碳膜电阻器的最高工作电压

标称功率 (W)	1/16	1/8	1/4	1/2	1	2
最高工作电压 (V)	100	150	350	500	700	1 000

5. 分布参数

分布参数是指电阻器的分布电感和分布电容。一般来说，任何一种电阻器都或多或少存在分布电感和分布电容。通常非线绕电阻器的分布电感为 $0.01 \sim 0.05 \mu\text{H}$ ，分布电容为 $0.1 \sim 5 \text{pF}$ 。线绕电阻器的分布电感为几十 μH ，分布电容可达十几 pF 。显然，线绕电阻器的分布参数比非线绕电阻器相对要大很多。

六、固定电阻器

1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是膜式电阻器的一种，它是通过真空高温热分解的结晶碳沉积在柱形或管



形的陶瓷骨架上制成的。其表面经常涂有绿色保护漆。碳膜的厚度决定阻值的大小，通常通过控制膜的厚度和刻槽来控制电阻值。

碳膜电阻器常用符号 RT 作为标志，R 代表电阻器，T 代表材料是碳膜。如某电阻器外壳上标有 RT47kI 的字样，就表示这是一只阻值为 $47\text{k}\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 5\%$ 的碳膜电阻器。

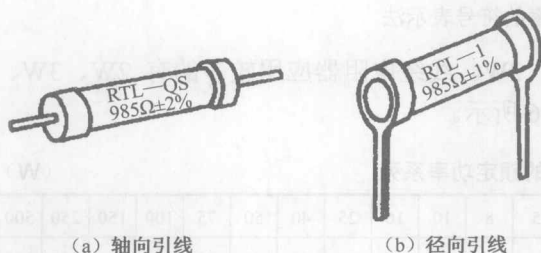


图 1-6 碳膜电阻器

碳膜电阻的额定功率不在电阻的外壳上标出，而由电阻器的长度和直径的大小来辨认，长度大、直径大的功率大。碳膜电阻器有轴向引线、径向引线以及无接引线等方式。碳膜电阻器的外形如图 1-6 所示。

碳膜电阻器的性能特点：

碳膜电阻器具有良好的稳定性，负温度系数小，高频特性好，受电压和频率影响较小，噪声电动势较小，脉冲负荷稳定，阻值

范围宽，因其制作容易、生产成本低、价格低廉，应用非常广泛。

其阻值范围为 $1\Omega \sim 10\text{M}\Omega$ ；额定功率有 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 、 5W 、 10W 等。

普通碳膜电阻器的体积较大，为了适应小体积电子装置的需要，又生产出小型碳膜电阻器 RTX 型，功率仅为 0.125W ，大多制成色码电阻。

2. 线绕电阻器

线绕电阻器是采用高阻值金属线（如康铜、锰铜、镍铬合金丝等材料）缠绕在用绝缘体制作的骨架上制成的。表面被覆一层玻璃釉的称作被釉线绕电阻器；表面被覆一层保护有机漆或清漆的称为涂漆线绕电阻器；表面没有保护的裸线绕制的称作裸式线绕电阻器。线绕电阻器分固定式和可调式两种，常见线绕电阻器的外形如图 1-7 所示。



图 1-7 线绕电阻器

线绕电阻器的性能特点：

线绕电阻器的优点是电阻值精确（温度系数小），电流噪声小（甚至无电流噪声），热稳定性好，耐高温性能好（工作温度可达到 315°C ），功率范围大（能承受大功率负荷）等。缺点是体积相对较大，分布电感和分布电容也较大，高频特性差（不适用于高频工作）。

其阻值范围为 $0.1\Omega \sim 5\text{M}\Omega$ ；额定功率为 $1/8\text{W} \sim 500\text{W}$ 。

线绕电阻器既有阻值固定的，也有阻值可调节的，后者称为可变线绕电阻器。可变阻值的线绕电阻器是在固定式线绕电阻器的绝缘层上开一条长槽，使各圈电阻丝在槽中露出，然后装上滑动铜圈制成。铜圈的触点可以在槽中滑动并与电阻丝接触，因而通过移动铜圈