

从零开始学电子

CONGLING KAISHI XUE DIANZI

图解

电子爱好者入门

张宪 张大鹏 主编

✓ 零点起步，轻松入门

✓ 图文并茂，易读易懂

✓ 内容实用，快速掌握



化学工业出版社

· 014034541

TN-64
14

从零开始学电子

CONGLING KAISHI XUE DIANZI

图解

电子爱好者入门

张宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1715002

TN-64
14

132380310 .

图书在版编目 (CIP) 数据

图解电子爱好者入门/张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 2
(从零开始学电子)
ISBN 978-7-122-19400-8

I. ①图… II. ①张…②张… III. ①电子技术-图解
IV. ①TN-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 001103 号

从零开始学电子

张宪 张大鹏 主编



责任编辑: 宋 辉
责任校对: 宋 玮 程晓彤

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 507 千字 2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

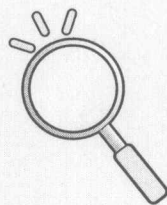
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

《从零开始学电子》

丛书编委会



主 任 张 宪
编 委 (按照姓名汉语拼音排序)

陈 影 付兰芳 付少波

郭振武 孔 曦 李良洪

李志勇 刘广伟 沈 虹

张大鹏 张 宪 赵慧敏

赵建辉

《图解电子爱好者入门》编写人员

主 编 张 宪 张大鹏

副 主 编 李玉轩 赵慧敏 沈 虹 程 玮

参 编 (按照姓名汉语拼音排序)

陈 影 程 玮 范毅军 付兰芳

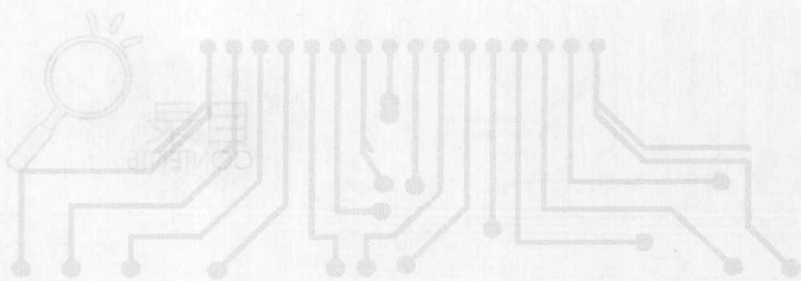
郭振武 韩凯鸽 何惠英 胡云朋

李纪红 李玉轩 李志勇 刘卜源

柳贵东 沈 虹 俞 妍 张大鹏

张 宪 赵慧敏 赵建辉 赵 玲

主 审 贾继德 付少波 张 济



进入 21 世纪,电子技术的发展日新月异,现代电子设备性能和结构发生的巨大变化,令人目不暇接。电子技术的广泛应用,给工农业生产、国防事业、科技和人民的生活带来了革命性的变化。如果想正确地掌握、使用、维修电子产品,就必须具有一定的理论知识和较强的动手能力。为推广现代电子技术,普及电子科学知识,我们编写了这套《从零开始学电子》丛书,以帮助正在学习电子技术的读者,以及即将从事电子设备与电子装置维修的人员尽快理解现代电子设备与电子装置构成原理,了解各种电子元器件与零部件在电子技术中的应用情况,学会检测元器件和制作简单电子设备的一些基本方法,书中电子电路仅供学习参考。

本套丛书包括《图解电子爱好者入门》、《图解电子技能速成》、《图解电子元器件的选用与检测》、《图解万用表检测电子器件与电路》、《图解实用电子电路》、《图解怎样用万用表检修家用电器》六个分册,使广大电子爱好者通过本套丛书的学习,轻松进入电子科学技术的大门,激发他们对电子技术的探索兴趣,掌握深入研究电子技术所必备的基础知识,并把它应用到生产和实际生活中去。

本套丛书从广大电子初学者的实际需要出发,在编写上由浅入深、循序渐进,所编内容注重实用性和可操作性,理论联系实际。本套书对电子技术基础知识作了较详尽的叙述,可为初学者奠定较扎实的理论基础、提高实际操作能力,既是广大初学者的启蒙读本和速成教材,也是电子爱好者们的良师益友。本套丛书对学习电子技术和分析识读电路图大有裨益,既可分册独立学习,又可系统学习全套丛书。

本书是《图解电子爱好者入门》分册,从电子技术初学者需要掌握的基本知识和技能出发,深入浅出地介绍了常用电子元器件的识别与检测方法,分析了实用的电子电路,讲解了电子制作中工具的使用和整件装配方法,通过基本技能训练使读者能够独立运用所学知识分析和解决问题。主要内容包括:常用电子元器件、半导体器件、集成电路、基本放大电路、振荡与调制电路、直流稳压电源、集成运算放大器、集成数字电路、装配工具和装配训练、基本技能实训、实用电子产品制作实例等。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

同类图书推荐

ISBN	书 名	定价/元
9787122188342	从零开始学电子——图解电子技能速成	49
9787122188311	图解电子元器件及其应用电路	49
9787122182937	深度掌握工业电路板维修技术	49
9787122182241	PSoC3 控制器与机器人设计	49
9787122139177	PSoC 模拟与数字电路设计指南	59
9787122181428	LED 照明技术与设计 100 问	38
9787122171177	图解电子技能快速掌握	49
9787122143730	无线电通信入门——火腿必读	48
9787122135803	面包板电子制作 68 例(附光盘)	29.8
9787122154668	LabWindows/CVI 虚拟仪器设计技术(附光盘)	76
9787122144720	LED 照明设计及工程案例	48
9787122142832	LED 实用电路解读	36
9787122138071	LED 驱动电路设计要点与电路实例	48
9787122077189	典型电子电路 160 例	22
9787122152664	电力电子器件选用一本通	49
9787122135827	电子电路精选图集 500 例	58
9787122138927	电子电路实用手册——识读、制作、应用	69
9787122132567	电子技能速成课堂——音频功率放大器(附光盘)	49.8
9787122095879	电子技术速学问答	49
9787122152787	电子线路识读易学通	29.8
9787122138811	电子元器件检测与应用手册	68
9787122144782	电子制作技巧与实例精选	29.8
9787122096296	硅基纳米电子学	45
9787122071255	集成电路图识读快速入门	25
9787122117526	揭秘物联网——技术及应用	48
9787122094261	零起点看图学——电子爱好者入门	26
9787122152671	零起点看图学——示波器的使用	29
9787122082435	零起点看图学——万用表检测电子元件	19
9787122081575	全国大学生电子设计竞赛赛前训练题精选	39
9787122127617	实用电路解读系列——555 时基实用电路解读	29
9787122142832	实用电路解读系列——LED 实用电路解读	36
9787122126481	实用电路解读系列——晶体管实用电路解读	29
9787122146090	实用电路解读系列——晶闸管实用电路解读	36
9787122151278	示波器使用与检修应用	28
9787122144430	双色图解万用表检测电子元件	38
9787122103345	无线电爱好者——制作与维修	58
9787122123022	运算放大器应用全图解	20

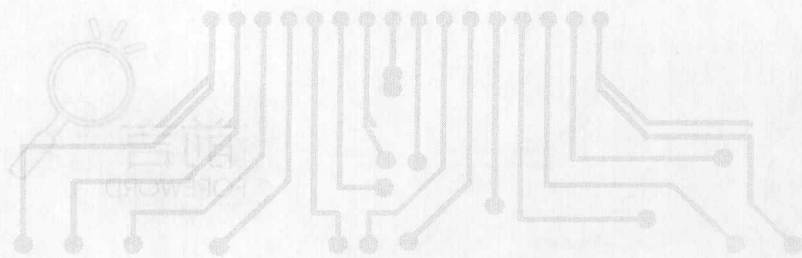
以上图书由化学工业出版社 电气分社出版。如需以上图书的详细介绍以及更多的图书信息,请登录 www.cip.com.cn。

图书邮购地址:北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

服务电话:010-64519683/5

如要出版新著,请与编辑联系。

编辑电话:010-64519262,投稿邮箱:sh_cip_2004@163.com。



绪论——浅谈如何学好电子技术

Page

1

第一篇 认识常用电子元器件



第一章 常用电子元器件

Page

6

第一节	电阻器	6
第二节	电容器	12
第三节	电位器	17
第四节	电感器	19
第五节	继电器	23
第六节	开关	30
第七节	电声器件	33



第二章 半导体器件

Page

45

第一节	晶体二极管	45
第二节	晶体三极管	54
第三节	场效应管	59
第四节	单结晶体管	63
第五节	晶闸管	67



第三章 集成电路

Page

71

第一节	集成电路基本知识	72
第二节	集成电路的使用	75
第三节	集成电路的检测	78
第四节	集成运算放大器	82
第五节	三端集成稳压器	86

第二篇 认识基本电路

4	第四章	Page
CHAPTER	基本放大电路	91
第一节	半导体三极管的基本放大电路	91
第二节	小信号放大电路	94
第三节	几种常用放大电路	96
第四节	功率放大电路	106
第五节	场效应管放大电路	116
5	第五章	Page
CHAPTER	振荡与调制电路	118
第一节	选频放大器	118
第二节	正弦波振荡电路	123
第三节	振荡器应用电路	131
第四节	调幅与检波电路	135
第五节	调频与鉴频电路	137
6	第六章	Page
CHAPTER	直流稳压电源	142
第一节	整流电路	143
第二节	滤波电路	149
第三节	直流稳压电路	152
第四节	实用电源电路	159
第五节	开关稳压电源	163
7	第七章	Page
CHAPTER	集成运算放大器	173
第一节	差分放大电路	173
第二节	集成运算放大电路	175
第三节	有源滤波器	181
第四节	集成运算放大器应用电路	185
8	第八章	Page
CHAPTER	集成数字电路	189
第一节	基本逻辑门电路和逻辑函数	190
第二节	常用组合逻辑电路	193
第三节	常用时序逻辑电路	201
第四节	集成 555 定时器	213
第五节	集成电路识图方法	218

第三篇 自己动手进行电子制作

9	第九章	Page
CHAPTER	装配工具和装配训练	225

第一节	装配工具的使用	225
第二节	手工焊接技术	228
第三节	元器件的装配	231
第四节	电子设备的装配	237

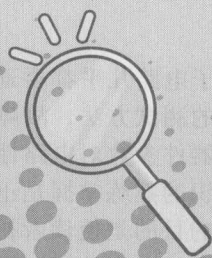
10	第十章	Page
CHAPTER	基本技能实训	243

第一节	电池和电容器的串并联	243
第二节	印制电路板的制作	245
第三节	导线线端加工与捆扎	251
第四节	电子电路设计技能实训	255
第五节	电子设备的检修	259

11	第十一章	Page
CHAPTER	实用电子产品制作实例	265

第一节	电源电路	265
第二节	振荡电路	273
第三节	照明与彩灯控制电路	278
第四节	报警电路	287

		Page
CHAPTER	参考文献	294



绪论

——浅谈如何学好电子技术

一、电子电路的主要特点

1. 工程性

在电子电路学习中，需学会从工程的观点思考和处理问题。

① 实际工程需要证明其可行性。对电子电路的定性分析就是对电路是否能够满足性能指标要求的可行性分析，因而非常重要。理解各种基本电路的性能特点是选择和设计电子电路的基础。

② 实际工程在满足基本性能指标的前提下总是容许存在一定误差范围的，在电子电路的定量分析中也容许存在一定的误差范围，比如 5% 以下或 10% 以下，因而称这种计算为“估算”。

为什么电子电路的分析计算不是准确的、精确的，而一定是估算呢？因为组成电子电路的半导体器件存在两个基本特点：一是性能参数的分散性，即同一种型号器件的参数值各不相同，但均在一个允许的范围内；二是半导体器件对温度的敏感性，即半导体器件的指标参数会随温度变化而变化，因而即使用实测的参数来计算，也只是在某一温度下的结果。换言之，当温度变化时运算结果将会产生误差。例如，某型号晶体管的电流放大倍数 β 为 80~120，此型号中某只晶体管在温度为 20℃ 时的 β 为 90，温度为 40℃ 时的 β 为 95。其次，电子电路中的电阻、电容等元件的标称值与其实际值也存在误差，如误差范围为 5%、标称值为 10k Ω 的电阻的实际值是在 9.95~10.5k Ω 中的某一确定值。可见，追求电子电路分析计算的准确性和精确性没有实际意义，用很多位有效数字表示运算结果也没有必要，通常用三位有效数字。

③ 近似分析要“合理”。估算就是近似分析，既然是近似分析，在研究什么样的问题



时、在什么条件下可以忽略什么参数及其变化就成为电子电路计算的前提。换言之,要“近似”得有道理。

④ 估算不同的参数需采用不同的模型。电子电路归根结底是“电路”,其特殊性表现在含有非线性特性的半导体器件和具有分散性的集成电路。通常,在求解模拟电子电路时需将其转换成一般电路,即将电路中的半导体器件用其等效模型取代。半导体器件的等效模型是用线性元件组成的电路来近似一定条件下的非线性特性。可见,正确选择模型是正确求解电路的保证。

2. 实践性

实用的电子电路几乎都要通过调试才能达到预期的指标,掌握常用电子仪器的使用方法、电子电路的测试方法、故障的判断和排除方法是十分必要的。

了解各元器件参数对电路性能的影响是正确调试的前提,而对所测试电路原理的深入理解和对基本知识的熟练掌握是正确判断故障的基础。

学习本书的目的是使读者初步掌握电子电路的基本理论、基本知识和基本技能,并具有能够继续深入学习电子技术新发展的能力和将所学知识用于本职工作的能力。

二、学习电子电路需要注意的问题

针对电子电路的特点,在学习过程中需要注意以下几点。

1. 抓住重点

针对不同用途而设计的电子电路是层出不穷的,人们不可能、也不需要去逐个分析和记忆它们。但是它们所涉及的基本概念、基本原理、分析方法、设计方法和制作、调试方法却是相同的。只要掌握了这些基本的原理和方法,就可以分析给出的任何一种电子电路;也可以根据提出的任何一种需要实现的电路功能,设计出相应的电子电路。因此,掌握电子电路的基本概念、原理、分析方法、设计方法和制作、调试方法是本书的重点。

对于各类电子元器件,重点应放在掌握它们的外部特性(包括逻辑功能和输入、输出端的电压-电流关系)上面。为了更好地理解和运用这些集成电路的外部电气特性,必须熟悉它们的输入电路和输出电路的结构,以及这些电路结构的工作原理。至于内部的电路结构和内部的详细工作过程都不是学习的重点。

2. 学会处理工程实际问题的方法

实际的工程技术问题往往比较复杂,影响的因素很多。在满足精度要求的条件下,经常采用工程近似的方法处理这些问题,即忽略次要因素,使问题简化,得到近似的计算结果。

在电子电路中,由于每一种型号的器件都存在非线性特性,或在电气特性上都存在一定的分散性(即允许器件的性能参数与标准值之间有一定的差异),可以有一个允许的变化范围,因而在计算这些参数时更适于采用近似计算的方法。当然,近似的方法必须合理,才能保证计算结果的误差在允许的范围之内。

3. 努力学会制作和调试方法

由于设计、计算过程中采用了工程近似的方法,所以通过理论分析和计算得到的设计结果还必须经过对实际电路进行测试来检验。如果达不到设计要求,可以用实验调试的方法进行修正,直到得出满意的结果。

在使用电子元器件或大规模集成的数字电路器件设计电子电路时,必须使用 EDA 的手段。因此,EDA 技术已经成为从事电子系统设计人员所必须掌握的一种技术。在做设计性实验或课程设计当中,可以选择一种 EDA 软件,结合具体应用学习这种软件的用法,这样容易收到较好的效果。

4. 提高自学能力, 注意读书的方法

在阅读一本科技书时, 不需要从头至尾地精读, 应当区别对待不同的内容。一般可以将内容分为两类。

第一类是属于基本概念、基本原理、分析方法和设计方法的内容。这些是学习的重点, 要认真阅读, 务求做到能充分理解和应用这些内容。

第二类是属于扩展知识面的内容, 了解这些内容有利于在工作中开阔视野和思路。以后遇到这些内容时, 是可以通过自学去深入了解和掌握它们的。

三、怎样学习电子技术

应如何学习电子技术这门知识呢?

1. 重点掌握基本概念、基本电路和基本分析方法

基本概念的含义是不变的, 但应用是灵活的。对于任何一个基本概念, 至少应了解引入这一概念的必要性及其物理意义, 如果是一个物理参数, 则还应了解其求解方法及求解过程中的注意事项。

电子电路千变万化, 如不抓住本质而死记硬背, 则不可能学通, 实际上也不可能记住所有电路。在电子技术中都有其基本电路, 掌握这些电路是学好该课程的关键。某种基本电路并不是特指某一个电路, 而是指具有同样结构特征的所有电路。掌握它们至少应了解其产生背景(即为满足什么需求)、结构特点和性能特点。“产生背景”和“性能特点”是选择和设计电路的依据, “结构特点”是识别电路的依据。只有掌握本质, 才能掌握一种基本电路。

在掌握基本概念、基本电路的基础上还应掌握基本分析方法。不同类型的电路满足不同的需求, 具有不同的结构特征, 需用不同的参数描述, 而不同的参数有各自的求解方法。因而基本分析方法包括电路的识别方法、性能指标的估算方法, 在特定需求下电路的选择等。

2. 学会全面、辩证地分析电子电路中的问题

应当指出, 对于实际需求, 从适用的角度出发, 没有最好的电路, 只有最合适的电路, 或者说在某一应用场合中最合适的电路才是最好的电路。

当你为改善电路某方面性能而采取某种措施时, 必须自问, 这种措施还改变了什么? 怎么变的? 能容忍这种变化吗? 因为一个电子电路是一个整体, 各方面性能是相互联系的, 通常“有一利必有一弊”, 不能“顾此失彼”。当“弊”仍能满足基本要求时, 所用措施才是可行的。否则需要改变措施, 或者改变电路形式和元器件类型。

3. 注意电路的基本定理、定律在电子电路分析中的应用

电子电路也是电路, 因此电路的基本定理、定律均可用于电子电路的分析计算, 如基尔霍夫定理、戴维南定理、诺顿定理、叠加定理等, 均为分析电子电路的工具。另外, 电子电路计算机辅助分析和设计软件对学习电子技术大有裨益。

四、如何考查学习效果

一般可以通过是否“会看、会算、会选、会调”四方面考查电子技术的学习成绩。

1. 会看

首先根据电子电路特征判断其属于哪种电路, 然后根据电路特点判断其性能特点。例如, 这是放大电路吗? 如是, 则是几级放大电路? 每一级各是共射、共集、共基还是共源、共漏接法? 引入反馈了吗? 如引入了, 则对电路性能产生了哪些方面的影响, 放大能力的强弱、输入电阻和输出电阻的大小、频带的宽窄如何等。又如, 这是正弦波振荡电路吗? 如是, 则是 RC 、 LC 和石英晶体正弦波振荡电路中的哪一种? 振荡频率的大概范围及其稳定



性、振幅的大小如何等。再如，这是运算电路还是有源滤波器？若是前者，则是比例、求和、积分、微分或者其他哪种运算电路；若是后者，则是低通、高通、带通和带阻滤波器中的哪一种等。

2. 会算

对于放大电路应会求解静态工作点、电压放大倍数、输入电阻、输出电阻、截止频率，对运算电路应会求解运算关系，对有源滤波器应会求解幅频特性，对电压比较器应会求解电压传输特性，对波形发生电路应会求解振荡幅值和频率，对于功率放大电路应会求解输出功率及效率，对直流稳压电源应会求解输出电压的可调范围，等等。

3. 会选

在已知需求情况下选择电路形式，在已知功能情况下选择元器件类型，在已知性能指标情况下选择电路参数。

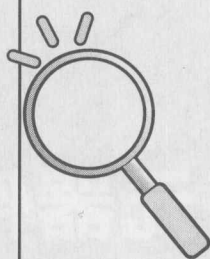
例如，欲得到 10kHz 的正弦波，则应选 RC 正弦波振荡电路；欲得到输出电压为 10~20V、负载电流为 3A 的直流稳压电源，应选用桥式整流、电感滤波、串联型稳压电路，等等。

4. 会调

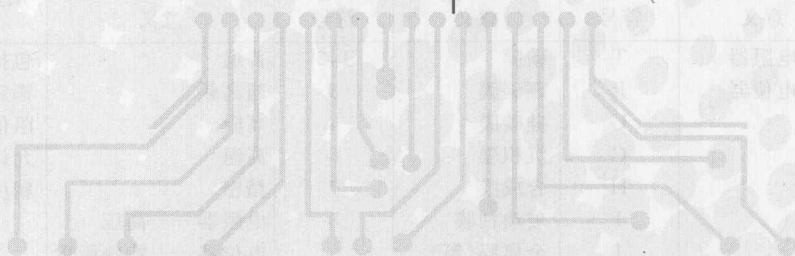
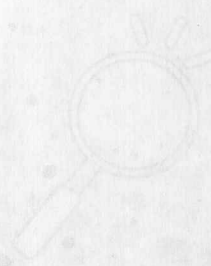
掌握电子电路的测试方法、仪器的选用、故障的判断和排除。调整电路性能指标应改变哪些元件参数，如何改变，如增大放大电路电压放大倍数有哪些措施，消除截止失真和饱和失真有哪些手段。

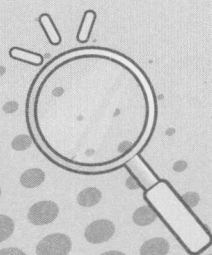
测试不同的物理量应选用不同的仪器。如测放大电路的静态工作点应用直流电压表，测量电压放大倍数应在示波器监视输出电压不失真的情况下用交流毫伏表分别测输出电压和输入电压的有效值。电路产生异常现象时会判断故障所在，电路中有某一故障时会判断将产生什么现象。

第一篇



认识常用电子元器件





第一章 常用电子元器件

第一节 电阻器

一、电阻器的性能指标

1. 电阻器的型号命名

电阻器的型号命名详见表 1-1。

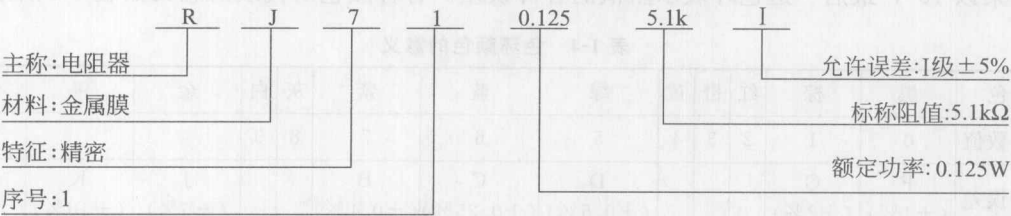
表 1-1 电阻器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R RP	电阻器 电位器	T	碳膜	1,2	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器——高压	
		J	金属膜(箔)		电位器——特殊函数	
		Y	氧化膜	9	特殊	
		S	有机实心	G	高功率	
		N	无机实心	T	可调	

续表

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
		X	线绕	X	小型	
		R	热敏	L	测量用	
		G	光敏	W	微调	
		M	压敏	D	多圈	

示例：RJ71-0.125-5.1kI 型的命名含义



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 5.1kΩ，允许误差为±5%。

2. 电阻器的主要性能指标

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

3. 电阻器的标称阻值

标称阻值是指电阻体表面上标志的电阻值。其单位为欧（Ω），对热敏电阻器则指 25℃ 时的阻值、或标以千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。标称阻值系列如表 1-2 所示。

任何固定电阻器的阻值都应符合表 1-2 所列数值乘以 10ⁿΩ，其中 n 为整数。

表 1-2 标称阻值

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

4. 电阻器的允许误差等级

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。两者间的偏差允许范围称为允许误差。一般允许误差小的电阻器，其阻值精度就高，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整机实际要求来选用。例如通常的电子制作实验对电阻精度大多无特殊要求，可选用普通型的电阻器（允许误差为±5%、±10%、±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±1%、±0.5%等），不能选用普通精度的电阻器。

允许误差等级如表 1-3 所示。线绕电位器允许误差一般小于±10%，非线绕电位器的允许误差一般小于±20%。



表 1-3 允许误差等级

级 别	005	01	02	I	II	III
允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

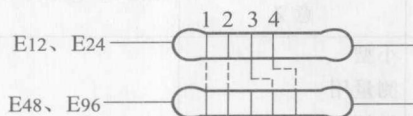


图 1-1 阻值和误差的色环标记

电阻器的阻值和误差，一般都用数字标印在电阻器上，但体积很小的一些合成电阻器，其阻值和误差常用色环来表示。如图 1-1 所示。它是在靠近电阻器的一端画有四道或五道（精密电阻）色环。其中，第一道色环、第二道色环以及精密电阻的第三道色环都表示其相应位数的数字。其后的一道色环则表示前面数字再乘以 10^n ，最后一道色环表示阻值的容许误差。各种颜色所代表的意义如表 1-4 所示。

表 1-4 色环颜色的意义

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	本色
代表数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
容许误差	F ($\pm 1\%$)	G ($\pm 2\%$)				D ($\pm 0.5\%$)	C ($\pm 0.25\%$)	B ($\pm 0.1\%$)			J ($\pm 5\%$)	K ($\pm 10\%$)	$\pm 20\%$

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，则该电阻的阻值和误差分别为：

$$R = (1 \times 10 + 5) \times 10^2 \Omega = 1500 \Omega, \text{ 误差为 } \pm 5\%$$

即表示该电阻的阻值和误差是： $1.5 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 。

5. 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下，假定周围空气不流通，在长期连续负载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，甚至发热烧毁。不同材料的电阻器额定功率与电阻器外形尺寸及应用的

环境温度有关。在选用时，根据电阻器的额定功率和环境温度的不同，应当留有裕量，为保证安全，一般选其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 $\frac{1}{20} \text{ W}$ 、 $\frac{1}{8} \text{ W}$ 、 $\frac{1}{4} \text{ W}$ 、 $\frac{1}{2} \text{ W}$ 、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 1-2 所示。

实际中应用较多的有 $\frac{1}{4} \text{ W}$ 、 $\frac{1}{2} \text{ W}$ 、1W、2W。线绕电位器应用较多的有 2W、3W、5W、10W 等。电阻器的额定功率系列见表 1-5。

表 1-5 电阻器的额定功率系列

类 别	额定功率系列																
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						
线绕电位器	0.25	0.5	1	1.6	2	3	5	10	16	25	40	63	100				
非线绕电位器	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2	3									

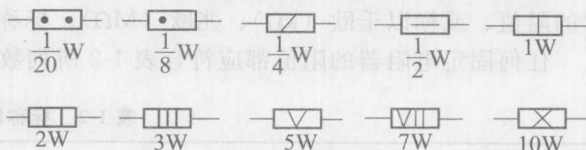


图 1-2 额定功率的符号表示法