



高等院校规划教材

主 编 吴培刚
主 审 苑尚尊

电工与电子技术综合训练实习指导书

注重学科体系的完整性，兼顾考研学生需要
强调理论与实践相结合，注重培养专业技能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

电工与电子技术综合训练 实习指导书

主 编 吴培刚

主 审 苑尚尊



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本指导书是高等学校工程类非电专业电工与电子技术课程的实践环节的实习指导书,其目的是拓展学生知识面,提高学生综合素质和实践动手能力。

本指导书以培养应用型人才为特点,突出应用和技能的培养,扩大学生知识面。如常用电子元器件部分重点介绍各类元器件的识别和判断,电气特性和实际应用;电子线路的设计与制作基础部分介绍电子电路的设计方法和电磁干扰对整机的电气影响;元器件的安装与焊接工艺部分重点介绍电子产品焊接的工艺流程和焊接方法;半导体收音机部分介绍无线电基础知识 and 无线电广播系统,介绍超外差式调幅、调频收音机各功能部分作用和实现原理,最后介绍 HX108-2 AM 收音机和 HX203 AM/FM 调幅/调频收音机(集成电路)的安装、调试步骤和方法,特别是收音机系统三点统调原理和方法,并配有收音机各种故障现象和检查排除方法。另外,在实践教学中,可结合多媒体和录像进行教学,以增强教学的互动性,提高学生的学习效率。

本指导书理论联系实际强,叙述清楚,深入浅出,通俗易懂,图形符号和文字符号均采用新颁布的国家标准。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术综合训练实习指导书 / 吴培刚主编.

北京: 中国水利水电出版社, 2008

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 978-7-5084-5664-5

I. 电… II. 吴… III. ①电工技术—高等学校: 技术学校—教学参考资料②电子技术—高等学校: 技术学校—教学参考资料 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 106715 号

书 名	电工与电子技术综合训练实习指导书
作 者	主 编 吴培刚 主 审 苑尚尊
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京诚顺达印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 6.75 印张 161 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	14.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21 世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21 世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了 3 个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现

学科发展的内在规律；教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

本指导书是高等学校工程类非电专业电工与电子技术课程的实践环节的实习指导书，其目的是拓展学生知识面，提高学生综合素质和实践动手能力。

本指导书以培养应用型人才为特点，突出应用和技能的培养，扩大学生知识面。如常用电子元器件部分重点介绍各类元器件的识别和判断，电气特性和实际应用；电子线路的设计与制作基础部分简介电子电路的设计方法和电磁干扰对整机的电气影响；元器件的安装与焊接工艺部分重点介绍电子产品焊接的工艺流程和焊接方法；半导体收音机部分简介无线电基础知识和无线电广播系统，介绍超外差式调幅、调频收音机各功能部分作用和实现原理，最后介绍 HX108-2 AM 收音机和 HX203 AM/FM 调幅/调频收音机（集成电路）的安装、调试步骤和方法，特别是收音机系统三点统调原理和方法，并配有收音机各种故障现象和检查排除方法。另外，在实践教学中，可结合多媒体和录像进行教学，以增强教学的互动性，提高学生的学习效率。

本指导书理论联系实际强，叙述清楚，深入浅出，通俗易懂，图形符号和文字符号均采用新颁布的国家标准。

全书由吴培刚任主编，负责统稿修改，由苑尚尊副教授任主审，并提出宝贵意见和建议。具体分工为：第 1 章由聂玲编写，第 2 章由许弟建编写、第 3 章由吴培刚编写，第 4 章由张俊林编写。同时也得到了电工电子实验教学中心其他实验老师的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在许多不足，敬请广大读者提出批评和改进意见。

编者

2008 年 4 月

目 录

序

前言

第 1 章 常用电子元器件	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器的作用	1
1.1.2 电阻器的种类	1
1.1.3 电阻器型号命名方法	2
1.1.4 电阻器的主要参数	3
1.1.5 使用时应注意的问题	7
1.1.6 阻值测量	7
1.1.7 电阻器的质量判别与选用	7
1.1.8 电位器	8
思考题:	8
1.2 电容器	9
1.2.1 电容器的作用和类别	9
1.2.2 电容器型号命名方法	9
1.2.3 电容器的主要参数	9
1.2.4 电容器的质量判别与选用	12
1.3 电感器	12
1.3.1 线圈	12
1.3.2 变压器	14
1.4 半导体器件	16
1.4.1 半导体器件的型号	16
1.4.2 半导体二极管	16
1.4.3 半导体三极管	18
1.4.4 晶闸管和单结晶体管	21
1.5 元器件的老化和筛选	23
第 2 章 电子线路的设计与制作基础	24
2.1 电子电路的设计方法	24
2.1.1 功能和性能指标分析	24
2.1.2 总体方案的设计与选择	24
2.1.3 单元电路的设计与选择	27
2.1.4 总电路图的画法	29
2.1.5 元器件的选择	30

2.1.6	参数计算.....	31
2.2	电子电路的抗干扰技术.....	31
2.2.1	杂散电磁场干扰及其抑制.....	31
2.2.2	电子电路中的接地.....	33
2.3	印制电路板地设计与制作.....	36
2.3.1	PCB 基本知识.....	36
2.3.2	PCB 的设计.....	38
第 3 章	元器件的安装和焊接工艺.....	41
3.1	基本知识.....	41
3.2	焊前必备的加工工艺.....	43
3.2.1	导线的加工工艺.....	43
3.2.2	预焊工艺.....	43
3.2.3	引线成形工艺.....	43
3.3	焊接前接点的连接和元件的装置.....	44
3.3.1	一般结构焊接件焊接部位的连接.....	44
3.3.2	导线与导线的连接.....	45
3.3.3	元件的装置.....	45
3.4	手工烙铁焊接技术.....	48
3.4.1	焊接前的准备.....	48
3.4.2	操作要领和安全卫生.....	48
3.4.3	焊接的步骤及注意事项.....	49
3.4.4	有特殊要求的焊接.....	49
3.5	焊接后清洗.....	50
3.5.1	液相清洗法.....	50
3.5.2	气相清洗法.....	50
3.6	元器件的拆焊.....	50
3.7	焊点质量检查.....	51
3.8	无锡焊接.....	54
3.8.1	压接.....	54
3.8.2	绕接.....	54
第 4 章	半导体收音机.....	55
4.1	无线电波及无线电广播.....	55
4.1.1	无线电基础.....	55
4.1.2	无线电广播系统.....	56
4.1.3	收音机.....	58
4.1.4	收音机性能及指标.....	59
4.2	HX108-2 AM 收音机及性能指标.....	65
4.2.1	产品介绍.....	65
4.2.2	性能指标.....	65

4.2.3	超外差调幅收音机的工作原理.....	66
4.2.4	装配.....	70
4.2.5	调试.....	75
4.3	调频收音机	81
4.3.1	调频广播和接收特点.....	81
4.3.2	调频收音机的电路构成.....	82
4.3.3	典型调频收音机电路.....	83
4.4	HX203 AM/FM 调幅/调频收音机（集成电路）	87
4.4.1	产品介绍.....	87
4.4.2	工作原理分析.....	87
4.4.3	装配.....	91
4.4.4	测量与调试.....	95
4.4.5	常规故障及排除方法.....	97
参考文献		98

第 1 章 常用电子元器件

1.1 电阻器

电阻，英文名 Resistance，通常缩写为 R ，它是导体的一种基本性质，与导体的尺寸、材料、温度有关。由欧姆定律， $I=U/R$ ，那么 $R=U/I$ ，电阻的基本单位是欧姆，用希腊字母 Ω 表示，它有这样的定义：导体上加上 1 伏特电压时，产生 1 安培电流所对应的阻值。电阻器是电子线路中最基本的元件之一。

1.1.1 电阻器的作用

电阻的主要功能就是阻碍电流流过。事实上，“电阻”说的是一种性质，而通常在电子产品中所指的电阻，是指电阻器这样一种元件。师傅对徒弟说：“找一个 100 欧的电阻来！”，指的就是一个“电阻值”为 100 欧姆的电阻器，欧姆常简称为欧。表示电阻阻值的常用单位还有千欧 ($k\Omega$)，兆欧 ($M\Omega$)。电阻在电路中用 R 加数字表示，如 R_{15} 表示编号为 15 的电阻。电阻在电路中的主要作用有分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容器组合使用）和阻抗匹配等。

1.1.2 电阻器的种类

电阻器的种类通常分为 3 大类，即固定电阻、可变电阻、特种电阻。在电子产品中，以固定电阻应用最多。而固定电阻以其制造材料又可分为好多类，但常见的有 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻，还有近年来开始广泛应用的片状电阻。其型号命名规律，R 代表电阻，T 代表碳膜，J 代表金属，X 代表绕线，是拼音的第一个字母。在国产老式的电子产品中，常可以看到外表涂覆绿漆的电阻，那就是 RT 型的；而红颜色的电阻，是 RJ 型的。一般老式电子产品中，以绿色的电阻居多，为什么呢？这涉及产品成本的问题，因为金属膜电阻虽然精度高、温度特性好，但制造成本也高，且碳膜电阻特别价廉，且能满足民用产品要求。

电阻器按其功率划分，一般约在 $1/8\sim 2W$ ，最大可到 10W。常见的是 $1/8W$ 的“色环碳膜电阻”，它是电子产品和电子制作中用得最多的。当然在一些微型产品中，会用到 $1/16W$ 的电阻，它的个头小多了。再者就是微型片状电阻，它是贴片元件家族的一员，以前多见于进口微型产品中，现在电子爱好者也可以买到了，用来做无线窃听器。

膜式（包括碳膜、金属膜等）电阻器阻值范围大，从几欧到几十兆欧，但功率不大；线绕式电阻器阻值范围小，从十分之几欧到几十千欧，但功率较大，最大可到几百瓦。

常用电阻器及其图形符号如图 1-1 所示。

1.1.3 电阻器型号命名方法

根据 GB2470-81 的规定，电阻器的型号由下列几部分组成：

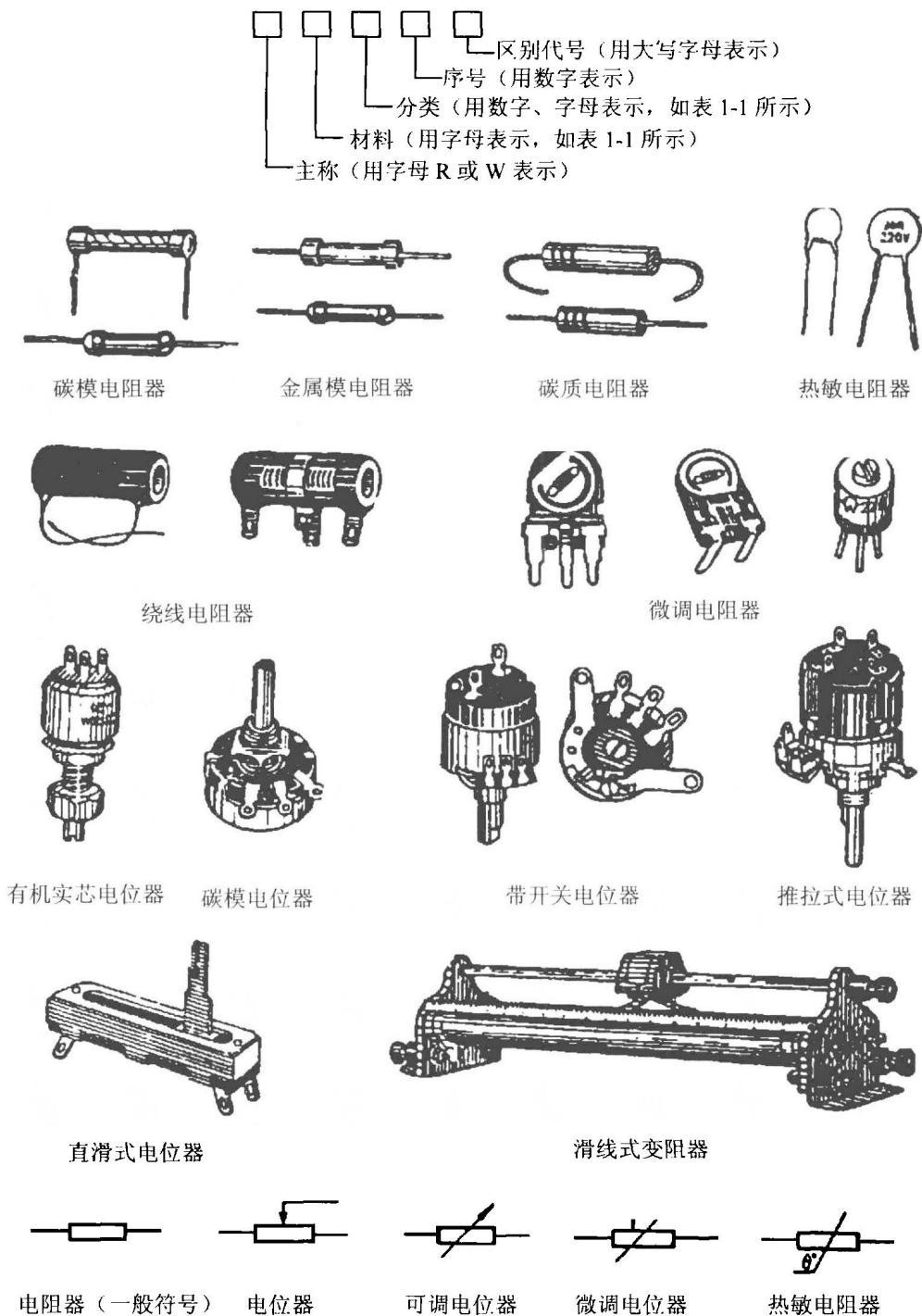


图 1-1 电阻器及其图符号

例如, RJ71——精密金属膜电阻器; WSW1A——微调有机实芯电位器。

表 1-1 电阻器的材料、分类代号及其意义

材料			分类				
代号	意义	数字代号	意义		字母代号	意义	
			电阻器	电位器		电阻器	电位器
T	碳膜	1	普通	普通	G	高功率	—
H	合成膜	2	普通	普通	T	可调	—
S	有机实芯	3	超高频	—	W	—	微调
N	无机实芯	4	高阻	—	D	—	多调
J	金属膜	5	高阻	—	说明: 新型产品的分类根据发展情况予以补充		
Y	氧化膜	6	—	—			
C	沉积膜	7	精密	精密			
I	玻璃膜	8	高压	特种函数			
X	绕线	9	特殊	特殊			

敏感电阻器型号也由主称、材料、分类和序号等部分组成。主称用 M 表示, 材料、分类部分意义如表 1-2 所示。

表 1-2 敏感电阻器的材料、分类及其意义

材料		分类				
字母代号	意义	数字代号	意义			
			负温度系数	正温度系数	光 敏	压 敏
F	负温度系数热材料	1	普 通	普 通		碳化硅
Z	正温度系数热材料	2	稳 压	稳 压		氧化锌
G	光敏材料	3	微 波			氧化锌
Y	压敏材料	4	旁 热		可 见	
S	湿敏材料	5	测 温	测 温	可 见	
C	磁敏材料	6	微 波		可 见	
L	力敏材料	7	测 温			
Q	气敏材料	8				

例如, MF41——旁热式负温度系数热敏电阻器。

1.1.4 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值和偏差、标称功率、最高工作温度、极限工作电压、稳定性、噪声电动势、高频特性和温度特性等。要正确地选用、识别电阻器, 就应了解它的主要参数, 一般只考虑标称阻值、偏差和标称功率。

1. 标称阻值和偏差

电阻上面都标有阻值此值就有该电阻的标称值。阻值的范围很广，可从几欧到几十兆欧，但都必须符合阻值系列。电阻器的标称阻值应为表 1-3 中所列数的 10^n 倍， n 为整数。

表 1-3 电阻器标称阻值系列

系列	偏差	电阻的标称值
E24	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
E12	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
E6	III 级±20%	1.0; 1.5; 2.2; 3.3; 4.7; 6.8

以 E6 中 4.7 为例，电阻器的标称值可为 0.47Ω ； 4.7Ω ； 47Ω ； 470Ω ； $4.7k\Omega$ ； $47k\Omega$ 。精密电阻器的标称阻值系列除 E24 外，还有 E48、E96、E192 等系列。

实际上，电阻器的实际阻值与标称阻值不完全相符，它们存在着误差（也称偏差）。电阻值允许偏差的标志符号如表 1-4 所示。

表 1-4 阻值偏差标志符号规定

对称偏差标志符号				不对称偏差标志符号	
允许误差 (%)	标志符号	允许误差 (%)	标志符号	允许误差 (%)	标志符号
±0.001	E	±0.5	D	+100	R
±0.002	X	±1	F	-10	
±0.005	Y	±2	G	+50	S
±0.01	H	±5	J	-20	
±0.02	U	±10	K	+30	Z
±0.05	W	±20	M	-20	
±0.1	B	±30	N	+不规定	不标记
±0.2	C			-20	

设计电路时，若计算出的电阻值不是标称阻值时，可选择与之相近的标称阻值。

电阻器的标称阻值和偏差都标在电阻体上，其标志方法有以下几种：

(1) 直标法。直标法是指在产品表面直接标出产品的主要参数和技术性能的标志方法。主要参数和技术性能的有效值用阿拉伯数字和文字符号标出。

例如，图 1-2 所示的电阻器，其阻值为 $5.1k\Omega$ ，偏差为 I 级，即±5%。

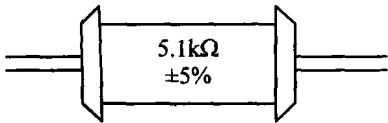


图 1-2 电阻器直标法示意图

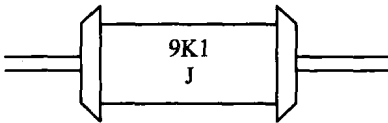


图 1-3 电阻器文字符号法示意图

(2) 文字符号法。文字符号法是将需要标志的主要参数与技术性能用文字、数字符

号有规律地组合标志在产品表面上的方法。用 R 代表 100，K 代表 10^3 ，M 代表 10^6 ，G 代表 10^9 ，T 代表 10^{12} 。

电阻器标称电阻的文字符号及其组合的一般规定是：阻值的整数部分写在单位标志等号的前面，小数部分写在单位标志符号的后面。

例如，图 1-3 所示的 9K1 表示阻值为 $9.1\text{k}\Omega$ ，偏差为 $\pm 5\%$ ；又如，R33 表示 0.33Ω ，5R1 表示 5.1Ω ，2G2 表示 $2200\text{M}\Omega$ 等。

(3) 色环标注法。色环标注法使用最多，常见的有四环电阻和五环电阻（精密电阻）。

对于直接标注的电阻，在新买来的时候，很容易识别规格。可是在装配电子产品的时候，必须考虑到为以后检修的方便，把标注面朝向易于看到的地方。所以在弯脚的时候，要特别注意。在手工装配时，多这一道工序，不是什么大问题，但是自动生产线上的机器没有那么聪明。而且，电阻器元件越做越小，直接标注的标记难以看清。因此，国际上惯用“色环标注法”。事实上，“色环电阻”占据电阻器元件的主流地位。“色环电阻”顾名思义，就是在电阻器上用不同颜色的环来表示电阻的规格。有的是用 4 个色环表示，有的用 5 个色环表示。四环电阻一般是碳膜电阻，用 3 个色环表示阻值，用 1 个色环表示误差。五环电阻一般是金属膜电阻，为更好地表示精度，用 4 个色环表示阻值，另一个色环也是表示误差。如表 1-5 所示。

表 1-5 电阻的色标位置和倍率关系

色 环 标 志						
	颜色	I	II	III	倍率	允许误差
	黑	0	0	0	10^0	
	棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
	红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
	橙	3	3	3	10^3	
	黄	4	4	4	10^4	
	绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
	兰	6	6	6		$\pm 0.25\%$
	紫	7	7	7		$\pm 0.1\%$
	灰	8	8	8		
	白	9	9	9		
	金				10^{-1}	$\pm 5\%$
	银				10^{-2}	$\pm 10\%$

色环电阻的规则是最后一圈代表误差，对于四环电阻，前二环代表有效值，第三环代表乘上的次方数。记住颜色和数码就行，其他的不用记。有一个秘诀：面对一个色环电阻，找出金色或银色的一端，并将它朝下，从头开始读色环。例如图 1-4 中所示的标称阻值为 27000Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ 。精密电阻用五条色环表示阻值和偏差，它的前三条为有效数字，第四条为乘数，第五条为允许偏差。例如图 1-5 中所示的标称阻值为 33200Ω ，允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

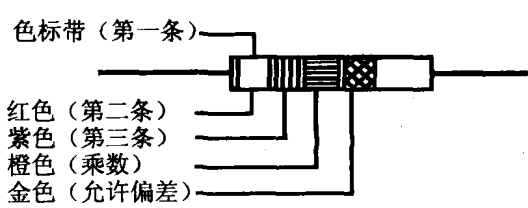


图 1-4 两位有效数字色环表示法

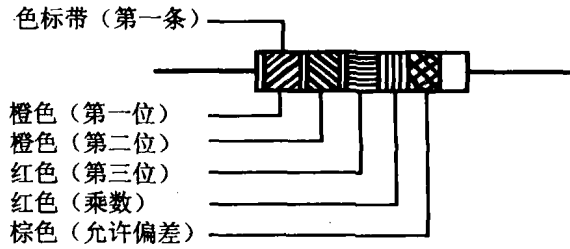


图 1-5 三位有效数字色环表示法

(4) 数码表示法。在产品上用三位数码表示元件标称值的方法称为数码表示法（数码法）。

数码从左到右，第一、二位为有效数字，第三位为乘数即零的个数，单位为 Ω ，偏差通常采用文字符号表示。

例如，222J 表示电阻器为 $2.2\text{ k}\Omega$ ，偏差为 $\pm 5\%$ ；103K 表示电阻器为 $10\text{ k}\Omega$ ，偏差为 $\pm 10\%$ 。

2. 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率是指电阻器在直流或交流电路中，当大气压力为 $86\sim 106\text{kPa}$ ，在产品标准中规定的温度下，长期连续负荷所允许消耗的最大功率。

电阻器额定功率系列应符合表 1-6 中的规定。

表 1-6 电阻器额定功率系列（单位：W）

绕线电阻器的额定功率系列	非绕线电阻器的额定功率系列
0.05; 0.125; 0.25; 0.5; 1; 2; 4; 8; 10; 16; 25; 40; 50; 75; 100; 150; 500	0.05; 0.125; 0.25; 0.5; 1; 2; 5; 10; 25; 50; 100

小于 1W 的电阻器在电路中常不标出额定功率符号；大于 1W 的电阻器都用数字加单位表示，如 25W 。

在电路图中，表示电阻额定功率的图形符号如图 1-6 所示。

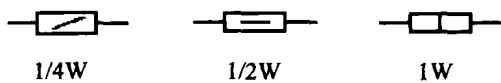


图 1-6 电阻额定功率符号

3. 电阻器的温度系数

电阻器的电阻值随温度的变化而略有改变。温度每变化一度所引起电阻值的相对变化

称为电阻的温度系数。温度系数愈大，电阻的稳定性就愈差。

电阻温度系数有正也有负，在一些电路中，电阻器的这一特性被用来做温度补偿。

热敏电阻器的阻值是随着环境和电路工作温度的变化而变化。它有两种类型：一为正温度系数型，另一为负温度系数型。热敏电阻可在电路中做温度补偿及测量或调节温度。

1.1.5 使用时应注意的问题

(1) 电阻要固定焊接在印制线路板或管座脚下，较大功率的线绕电阻应用螺钉或支架固定起来，以防因振动而折断引线或造成短路，损坏设备，电阻的标志应尽量朝一个方向或朝上，以便于检查。

(2) 电阻引线需要弯曲时，不应从根部打弯，这样做容易使引线折断或造成两端金属帽松脱，接触不良；正确的方法是应从根部留出一定距离（ $\geq 3\text{mm}$ ）。用尖嘴钳或镊子夹住引线根部，将引线弯成所需的角度，焊接电阻时动作要快，不要使电阻长时间受热。

(3) 电阻在存放使用过程中，注意不要互相碰撞摩擦，否则漆膜脱落后，电阻防潮性能降低，容易使导电层损坏，引起电阻失效。

1.1.6 阻值测量

使用电阻器时，首先应检查其性能，即用万用表的电阻档测量实际阻值，看它是否与标称值相符，误差是否在允许误差范围之内。

$$\text{允许偏差} = \frac{R_{\text{实测值}} - R_{\text{标称值}}}{R_{\text{标称值}}} \times 100\%$$

测量时要注意人手不要碰电阻的两端或接触表笔的金属部分，否则会引起测量误差。当万用表测出的电阻值接近标称值时，就可以认为该电阻器的质量基本上是好的；反之，如果两值相差太大，那么该电阻就是坏的。

1.1.7 电阻器的质量判别与选用

1. 电阻器的质量判别方法

一般是用外观检查法或万用表测量法。外观检查时，看电阻引线是否折断或表面漆皮是否脱落。如果在电路中，可检查电阻器是否烧焦等。用万用表检查时，主要测量它的阻值及误差是否在标称值范围内。在测量时，可用手轻轻摇动引线，看其是否有松动现象。若有松动，则表针将不会稳定。如果要对电阻器进行较精密的测量，则应使用专用测试设备来进行。

2. 电阻器的选用方法

(1) 根据电路要求选择合适型号的电容器。例如金属膜电阻 RJ，体积小、精度高、温度系数小，它被广泛应用于无线电路中；压敏、气敏、湿敏、光敏等电阻器，对于电压、各种气体、温度和光具有一定的敏感性，可以在自动化技术和保护电路中使用。

(2) 根据体积大小选择合适型号的电容器。有些无线电产品，如半导体收音机，若采用碳膜电阻，则体积太大，所以就采用性能较好、体积小的金属膜电阻。

(3) 从经济角度选择合适的电阻器，不应片面追求高精度要求的型号产品，只要能满足电路要求，能节省的应尽量节省。

(4) 从实际承受的功率来选用合适的电阻器。电功率大的电阻器，虽然温度升高时保险系数大，不易发热或烧毁，但是体积增大，价格增加，所以划不来。一般选用的电阻器的额定功率是该电阻实际功率的 1.5~2 倍。

(5) 从结构方式选用电阻器。电阻器的引线有径向式、轴向式及其他方式，应考虑安装方便，选择合适引线方式的电阻器。

1.1.8 电位器

电位器的种类很多，它们的基本结构均由电阻体、滑动臂、转轴、外壳和焊片构成，如图 1-7 所示。按电阻体所用材料不同可分为碳膜、金属膜、绕线、有机实芯和碳质实芯等类型的电位器；按结构不同可分为单联、双联和多联电位器，带开关电位器，锁紧和非锁紧电位器等；按调节方式可分为旋转式和直滑式电位器。

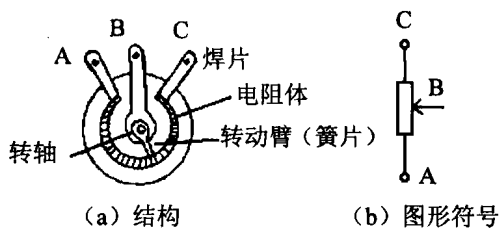


图 1-7 电位器的结构和符号

电位器的主要用途是在电路中作分压器或变阻器，用作电压电流的调节，在收音机中作音量、音调控制，在电视机中作音量、亮度和对比度控制等。

电位器质量在使用前也应进行判别。首先测量一下阻值，即 AC 两端片之间的电阻值，与标称阻值比较，看二者是否一致；然后再测量其中心端与电阻体的接触情况，方法是使万用表欧姆档处于适当的量程，测量过程中，慢慢旋转转轴，注意观察万用表指针，在正常的情况下，指针应平稳地朝一个方向偏转，若出现跳动、跌落或不通等现象，说明滑动触头与电阻体接触不良；对带开关的电位器，还应检查开关部分是否良好，当开关断开或接通时，应发出明显而清脆的响声，若将万用表置于 $R \times 1\Omega$ 档，测量开关 S 接通或断开时表针应分别指向 0 或无穷大。

思考题：

1. 电阻器在电路中起什么作用？
2. 电阻器有哪些种类？
3. 电阻器的主要参数有哪些？
4. 电阻器标志的方法有哪些？假若一个电阻器的色环依次是绿、棕、红、银，用万用表测得其阻值为 $4.7k\Omega$ ，问该电阻器的质量如何？
5. 如何选用电阻器？