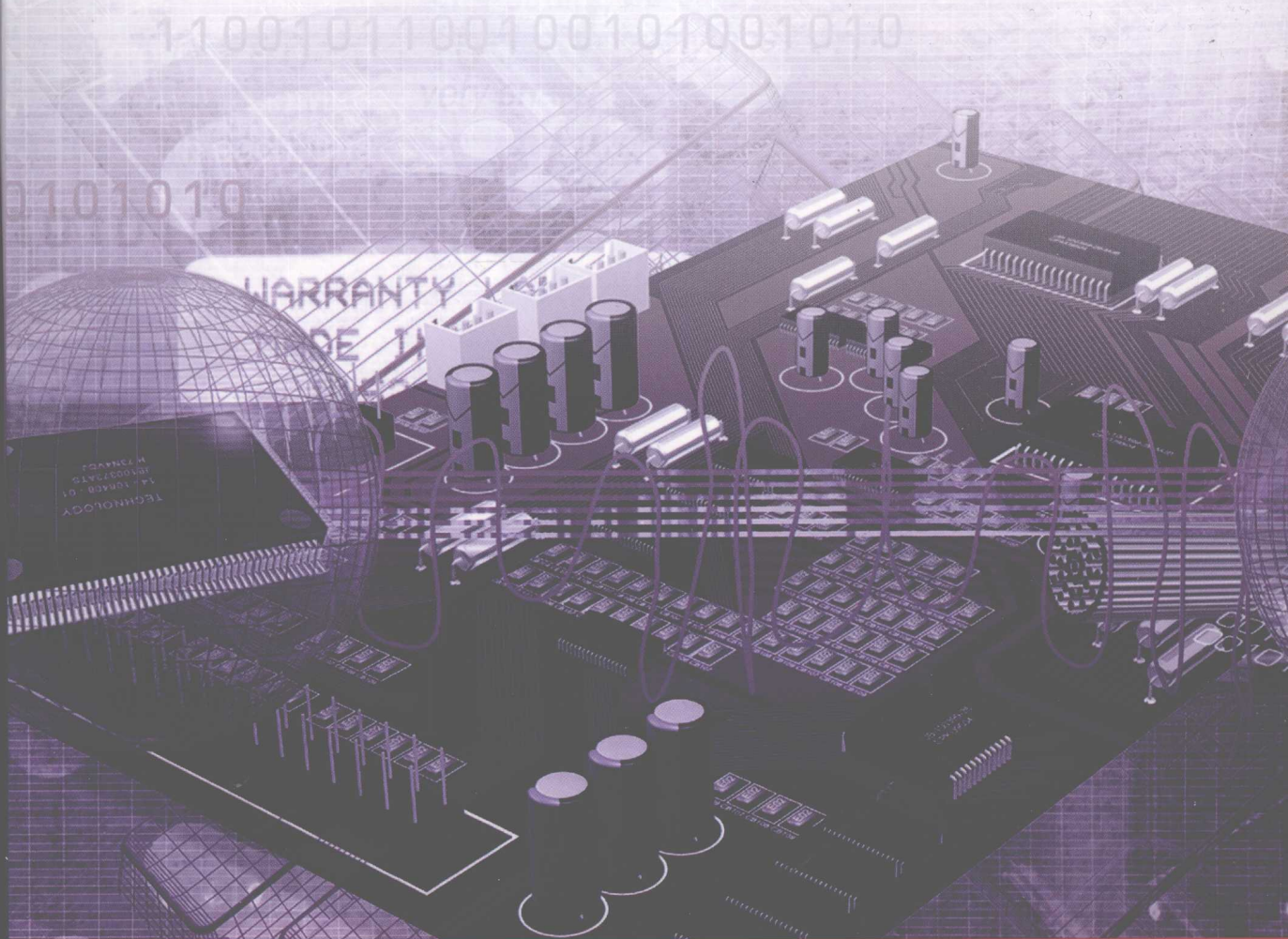


中等职业教育规划教材

根据国家教育部中等职业教育教学大纲编写

电子技能与实训

主编 王 超 张英华



电子科技大学出版社

中等职业教育规划教材

电子技能与实训

主 编 王 超 张英华

编 委 顾 民 黄洪全 张 航

覃章健 龚迪琛 张英华

王 超

主 审 方 方

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与实训/王超, 张英华主编.—成都:

电子科技大学出版社, 2007.7

ISBN 978 - 7 - 81114 - 541 - 0

I.电... II.①王...②张... III.电子技术—专业学校—教材

IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 089430 号

内 容 提 要

本书是中等职业教育系列规划教材之一。

本书介绍了电子技术基础知识: 全书分为常用元器件的选用、电子电路基础、常用电子仪器及其使用方法、焊接和元器件装配、电子基础实训、电子课程设计基本实训、设计性实训七章。本书从电子技术基本概念入手, 讲述了常用元器件的选用、电子技术分析的一般方法, 介绍了万用表、示波器等常用电子设备的结构和工作原理。在编写安排上, 突出基本概念和基本电子仪器的使用, 也涉及一些电路原理的简单公式推导, 并结合一定的实用电路, 力求做到循序渐进, 深入浅出, 简单易懂, 具有较强的实用性。书中相关章节后面附有习题, 供教师和学生选用, 以便教学和自学。

该书从中等职业学校实际出发, 理论联系实际, 由浅入深, 通俗易懂。可作为中等职业技术学校电子电器专业类电子技术技能课程教材, 也可作为岗位培训教材。

中等职业教育规划教材

电子技能与实训

主 编 王 超 张英华

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 张 俊

责任编辑: 周元勋

主 页: www.uestcp.com.cn 电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川墨池印务有限公司

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张 12.5 字数 312 千字

版 次: 2007 年 7 月第一版

印 次: 2007 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 81114 - 541 - 0

定 价: 18.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前 言

我们根据《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神以及教育部《中等职业教育国家规划教材教育教学大纲》中,中等职业学校新的电工电子类专业教学大纲而编写了这套电工电子类专业基础课通用教材,以密切课堂与社会的关系为目的,力求增强学生动手和实践操作能力。

《电子技能与实训》是中等职业学校电子类专业的一门重要的基础训练课程。教学目的是使学生具备从事电子类工作的高素质劳动者和初、中级专门人才所需要的电子基本技能。该书以职业能力培养为主线,通过对电子技术基础知识的阐述和实际生产相结合的实训,使学生获得电子类职业技术人才必需的电子技术的相关知识、基本技能,从而培养学生解决电子技术工程实际问题的能力。

本课程是一门实践性很强的课程。在理论教学的同时,应尽量与实训技能的培养相结合同步进行,以达到理论联系实际,学以致用为目的。该教材编写时重点突出,加大弹性,增加教材的灵活性,并具有一定深度和广度,可适应不同学校、不同学制、不同专业的教学需要,又便于学生自学。

本书由王超编写第1、2、3、4章,张英华编写第5、6、7章。另外,本书在编写过程中,成都理工大学电气与自动化系方教授提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。

本书是中职电工电子类丛书中的一本,本套书将陆续出版发行,包括该类图书的基础课程和专业课程。

本书提供网上售后服务,提供后期技术支持;开展网上调查、勘误、答疑、交流、收集反馈信息。读者还可通过电子邮箱 19630807@163.com 与作者进行交流。同时,在我们的网站 <http://www.dztf.com> 的论坛中也提供了交流场所,因是系列丛书,有的书需要提供下载,下载地址: <http://www.dztf.com> 中“中职教材系列”专栏。

在本书的编写过程中,我们参考了所能找到的有关方面的文献和资料,包括互联网上的一些信息,在此向信息资源的提供者一并表示感谢!由于时间仓促,加上作者水平有限,书中错误在所难免,恳请专家和广大读者不吝赐教!

本教材教学总学时数约为90学时,各章学时安排如下(仅供参考):

第1章 常用元器件的选用	16
第2章 电子电路基础	18
第3章 常用电子仪器及其使用方法	8
第4章 焊接和元器件装配	6
第5章 电子基础实训	18
第6章 电子课程设计基础实训	10
第7章 设计性实训	14

编 者

2007年7月

中等职业教育规划教材出版说明

为培养 21 世纪新型职业技术人才，贯彻执行《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，我们组织力量对中等职业教育进行分析和研究。结合为新世纪培养新型职业技术人才以及为实现“十一五”规划制定的目标，从 2003 年我们就组织力量按中等职业教育基本教学规格陆续对德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2004 年起已陆续提供给各类中等职业学校选用。

这些规划教材全部经中等职业教育教材审定委员会审定。这些教材全面贯彻了素质教育思想，从社会发展需要出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养，大胆融入一些先进的教材理念和教学方法。总之，该批规划教材能满足不同办学、不同学制、不同专业的需要。

最后我们希望各地相关部门积极推广并选用该规划教材。在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，让我们不断完善和提高。

中等职业教育教材编写委员会

目 录

第 1 章 常用元器件的选用	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器种类	1
1.1.2 电阻器的主要参数	1
1.1.3 常用电阻器介绍及选用常识	3
1.1.4 电位器	4
1.1.5 用万用表测量电阻器、电位器的阻值	6
1.2 电容器	7
1.2.1 电容器的种类	7
1.2.2 电容器的主要参数	7
1.2.3 电容器的电容量标注方法及误差表示法	8
1.2.4 常用电容器介绍	9
1.2.5 电容器的检测	10
1.2.6 电容器的选用常识	11
1.3 电感器	12
1.3.1 电感器的分类	12
1.3.2 电感器的主要参数	12
1.3.3 电感线圈的测量	12
1.3.4 常用电感器	13
1.4 变压器和继电器	13
1.4.1 变压器的分类	13
1.4.2 变压器的特性参数	14
1.4.3 继电器	14
1.5 半导体二极管	17
1.5.1 半导体二极管的种类	17
1.5.2 常用半导体二极管介绍	17
1.5.3 半导体二极管的测试与选用	19
1.6 半导体三极管	20
1.6.1 半导体三极管	21
1.6.2 光电三极管	24

1.6.3	场效应管 (FET)	25
1.7	集成运放和集成稳压器	26
1.7.1	集成电路及其分类	26
1.7.2	集成运算放大器	26
1.7.3	集成稳压电源	29
1.8	晶闸管与单结晶体管	31
1.8.1	晶闸管及其测试	31
1.8.2	单结晶体管	33
1.9	接插件	34
1.9.1	概述	34
1.9.2	常用接插件	34
1.9.3	接插件使用注意事项	35
	习题一	36
第2章	电子电路基础	37
2.1	二极管整流与滤波电路	37
2.1.1	单相半波整流	37
2.1.2	桥式整流电路	38
2.1.3	滤波电路	40
2.2	三极管放大电路	40
2.2.1	三极管的放大作用	40
2.2.2	三极管的开关作用	41
2.2.3	三极管伏安特性曲线	41
2.3	基本放大电路及组成原理	43
2.3.1	放大电路的组成	43
2.3.2	放大电路的原理	44
2.3.3	放大电路的组成条件	44
2.3.4	分压式工作点放大电路	44
2.4	共集基本放大电路	45
2.5	集成运算放大器	46
2.5.1	集成运放的组成	46
2.5.2	集成运放的外形和符号	47
2.5.3	集成运放的保护措施	47
2.6	集成逻辑门电路	48
2.6.1	概述	48
2.6.2	基本门电路	48
2.6.3	复合门电路	49

2.7 集成 TTL 逻辑门	49
2.7.1 TTL 与非门组成及原理	50
2.7.2 TTL 逻辑门电路的主要参数	51
2.7.3 其他类型 TTL 门电路	52
2.7.4 TTL 系列简介	54
2.7.5 MOS 逻辑门电路	55
2.8 组合逻辑电路	56
2.8.1 组合逻辑电路的设计	56
2.8.2 译码器	57
2.8.3 时序逻辑电路	58
2.8.4 同步触发器	60
2.8.5 时钟脉冲的边沿触发方式	63
2.8.6 触发器的清除输入端和预置输入端	63
2.8.7 触发器之间的相互转换	64
2.8.8 触发器的典型参数	65
2.8.9 计数器	66
2.9 只读存储器 (ROM)	68
习题二	70
第 3 章 常用电子仪器及其使用方法	71
3.1 电子测量基础	71
3.1.1 概述	71
3.1.2 误差的产生及处理方法	73
3.2 常用电子测量仪器的正确使用	75
3.3 万用表	75
3.3.1 YX-960 型万用表	76
3.3.2 DT890B+ 数字万用表	78
3.4 示波器	80
3.5 函数信号发生器	86
习题三	91
第 4 章 焊接和元器件装配	92
4.1 电烙铁	92
4.1.1 电烙铁的种类	92
4.1.2 电烙铁的正确选用	93
4.1.3 电烙铁的使用方法	94
4.2 焊料和焊剂的选用	95

4.2.1	焊料	95
4.2.2	焊剂	95
4.3	元件的装配和焊接工艺	96
4.3.1	元件的装配	96
4.3.2	元件的焊接工艺	97
习题四		98
第 5 章	电子基础实训	99
5.1	电子基础实训须知	99
5.1.1	电子基础实训的目的和意义	99
5.1.2	电子基础实训环节	99
5.1.3	实训安全措施	101
5.2	实训电路安装技术	101
5.2.1	实训电路安装	101
5.2.2	布线的一般原则	102
5.3	印制电路的设计与制作	103
5.3.1	印制电路板图设计原则	103
5.3.2	印制电路板制作	104
第 6 章	电子课程设计基础实训	150
6.1	电子电路设计与调试	150
6.1.1	电子电路的一般设计方法	150
6.1.2	电子电路的安装和调试	152
6.2	课程设计报告要求	155
第 7 章	设计性实训	171
参考文献		192

第1章 常用元器件的选用

1.1 电 阻 器

电阻器在电子产品中是必不可少的、用得最广泛的一种元件，在电子设备中约占元件总数的30%以上，其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。它是利用金属或者非金属材料制成的在电路中对电流有阻碍作用的电子元件。它的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还作为分流器、分压器和负载使用。电阻器的种类繁多、形状各异，功率也各有不同。

1.1.1 电阻器种类

1. 按用途分类

按用途不同可分为：大功率电阻器、精密电阻器、高频电阻器、热敏电阻器、熔断电阻器等。

2. 按结构和材料分类

电阻器按结构形式分类有固定电阻器、可变电阻器两大类。固定电阻器的种类比较多，按材料不同，有碳质电阻、碳膜电阻和线绕电阻器等。固定电阻器的电阻值是固定不变的，阻值的大小就是它的标称阻值。固定电阻器的文字符号常用字母“ R ”表示。在电路图中的符号如图1-1所示。

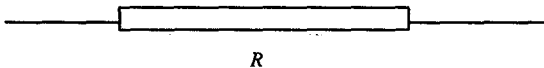


图 1-1 电阻器在电路中的符号

可变电阻器主要是指可调电阻器、电位器。它们的阻值可以在一定的范围内变化。

1.1.2 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值、额定功率、阻值误差、温度特性、最高工作电压等。我们选用电阻器时主要考虑标称阻值、额定功率以及阻值误差，其他几项参数，只在有特殊需要时才考虑。

1. 标称阻值

电阻器的标称阻值是指电阻器表面所标的阻值。不同类型的电阻，阻值范围不同；不同精度的电阻其阻值系列亦不同。电阻器上所标的阻值是按国家规定的阻值系列标注（见表1-1）。选用电阻器必须按规定的标称值范围选用。

表 1-1 标称阻值系列

阻值系列	允许误差	偏差等级	电阻标称值											
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	6.8	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	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2			

使用时,将表中的数值乘 10、100…一直到 10^n (n 为整数)就可成为这一值系列。如 E24 系列中的 1.5 就有 1.5Ω 、 15Ω 、 150Ω 、 $1.5k\Omega$ 等。

标称阻值的表示方法有直标法、文字符号法和色标法。

(1) 直标法 就是将电阻值直接打印在电阻器上。

(2) 文字符号法 就是用文字和数字有规律地组合起来表示出电阻器的阻值与阻值误差。标志符号规定如下:

欧姆 (10^0 欧姆) 用 Ω 表示、千欧 (10^3 欧姆) 用 $k\Omega$ 表示、兆欧 (10^6 欧姆) 用 $M\Omega$ 表示、吉欧 (10^9 欧姆) 用 $G\Omega$ 表示、太欧 (10^{12} 欧姆) 用 $T\Omega$ 表示。

(3) 色标法 就是用不同颜色的色环表示电阻器的阻值和误差。一般电阻器上有三道或四道色环,靠近电阻器端头的为第一色环,其余的顺次为二、三、四道色环。第四道色环表示误差,如没有,则其误差为 $\pm 20\%$,色环所代表的意义见表 1-2。如一个电阻器的色环分别为红、蓝、棕、银四种颜色,则这个电阻器的阻值为 260Ω ,误差为 $\pm 10\%$ 。

表 1-2 电阻色环代表的意义

色环颜色	第一色环第一位数	第二色环第二位数	第三色环应乘的数	第四色环误差
黑	0	0	$\times 10^0$	$\pm 1\%$
棕	1	1	$\times 10^1$	$\pm 2\%$
红	2	2	$\times 10^2$	$\pm 3\%$
橙	3	3	$\times 10^3$	$\pm 4\%$
黄	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	$\times 10^5$	
蓝	6	6	$\times 10^6$	
紫	7	7	$\times 10^7$	
灰	8	8	$\times 10^8$	
白	9	9	$\times 10^9$	
金	8	8	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	9	9	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$

2. 阻值误差

实际值与标称值的差值除以标称阻值所得数值的百分数就是阻值误差。普通电阻器的误差一般分为三级,即 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$,或用 I、II、III 表示。误差越小,表明电阻器的精度越高。

3. 电阻器的额定功率及其符号

电阻器在电路中长时间连续工作不损坏,或不显著改变其性能所允许消耗的最大功率称

为电阻器的额定功率。电阻器的额定功率并不是电阻器在电路中工作时一定要消耗的功率，而是电阻器在电路工作中所允许消耗的最大功率。

电阻器功率的单位符号用 W（瓦）表示。

1.1.3 常用电阻器介绍及选用常识

1. 碳质电阻器

碳质电阻器又称为实心型电阻器，它是由碳粉、填充料、黏合剂等材料制成，电阻引线从内部引出。这种电阻器成本低、价格便宜，其缺点是误差较大、工作不稳定，所以现在的电路中一般不再采用。

2. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是用有机黏合剂将碳粉、石墨和填充料配成悬浮液涂覆于绝缘基体上，经加热聚合而成的。这种电阻器稳定性好、高频特性好、噪声小，并可在一定的温度下长期工作，因此得到了广泛应用，如用在电视机以及其他一些家用电子产品中。

3. 金属膜电阻器

金属膜电阻器除具有碳膜电阻器的特点外，还具有比较好的耐高温特性（能在 125℃ 的温度下长期工作）以及精度高的特点。因而在要求较高的电路中常采用这种电阻器（如各种信号处理电路）。

4. 金属氧化膜电阻器

金属氧化膜电阻器与金属电阻器的性能和形状基本相同，而且具有更高的耐压、耐热性能，可与金属膜电阻器互换使用，其缺点是长期工作稳定性稍差。

5. 热敏电阻器

热敏电阻器是阻值随温度的变化而发生明显的变化的电阻。主要在电路中作为温度补偿用，也可用作温度测量和温度控制电路中作敏感元件。热敏电阻器可分为两大类：一类是正温度系数的热敏电阻器；另一类是负温度系数的热敏电阻器。所谓正温度系数的热敏电阻器是指阻值随温度的升高而增大，而负温度系数的热敏电阻值随温度的升高而减小。

热敏电阻从外形上分片状、杆状、垫圈状和管状等。有关参数见表 1-3（负温度系数热敏电阻）。这里要注意的是，测量热敏电阻器时不宜用普通万用表，因表的电流过大，会使热敏电阻发热造成阻值的变化。

表 1-3 负温度系数热敏电阻

参数 型号	标称阻值/ Ω	温度系数/%	额定功率/W	时间常数/s	最高工作温度/ $^{\circ}\text{C}$
MF11E	10~100	-(2.23~2.72)	0.25	≤ 30	85
MF11F-G	110~15 $\times 10^3$	-(2.73~4.09)	0.25	≤ 30	85
MF12	56~1 $\times 10^6$	-(3.95~6.94)	0.25~1.0	10~60	125
MF13	820~3 $\times 10^5$	-(2.73~4.09)	0.25	≤ 30	125
Ω MF14	820~3 $\times 10^5$	-(2.73~4.09)	0.5	≤ 60	125
MF15	1 $\times 10^4$ ~1 $\times 10^6$	-(3.95~5.83)	0.5	≤ 30	125
MF16H	1 $\times 10^4$ ~47 $\times 10^3$	-(3.95~4.84)	0.5	≤ 60	125
MF16I	51 $\times 10^3$ ~1 $\times 10^6$	-(4.76~5.83)	0.5	≤ 60	125

6. 线绕电阻器

线绕电阻器是镍、铬、康铜、锰铜等合金电阻绕在瓷管上制成，外表涂有耐热的绝缘层，具有精度高，稳定性好的特点，并能承受较高的温度（能在 300℃左右的温度下连续工作）和较大的功率。

7. 熔断电阻器

熔断电阻器是一种具有电阻器和熔断器双重作用的特殊元件。即它在正常情况下使用时，具有普通电阻器的电气特性。只有当电路发生故障、电源电压发生变化或某个元器件发生短路或失效时，熔断电阻就会超过负荷，会在规定时间内断开电路，从而起到保护电路的作用。

熔断电阻器可分为可恢复式熔断电阻器和一次性熔断电阻器两种。可恢复式熔断电阻器采用低熔点焊料焊接一根弹性金属片，当负荷过大，温度过高时，低熔点焊料的焊点便会熔化，弹性金属片脱开使电路开路。其外壳有金属和透明塑料等几种。

一次性熔断电阻器在通过超负荷电流时，便会使涂有熔断料的电阻膜层或绕组线熔断，从而使电阻器断路，使电路得到保护。一次性熔断电阻器熔断后，无法进行修复，只能更换新的熔断电阻器。

8. 片状电阻器

片状电阻器是新一代小型电子元件，它没有引线，具有很小的安装尺寸，受分布电容、分布电感影响小，使高频设计易于实现，并且可靠性高，适合于自动装配，因而它具有广阔的发展前途。圆柱形片状电阻器成本低，是标准规格。目前通用的尺寸是 $\phi 2.2\text{mm} \times 5.9\text{mm}$ ，也有 $\phi 1.6\text{mm} \times 3.2\text{mm}$ 和 $\phi 1.0\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ 的电阻器。片状电阻器阻值大小用色环表示，第一、第二道色环表示有效数字，第三道色环表示倍乘。它没有表示误差的色环，色环标志数值同普通电阻。

9. 电阻器的选用

（1）根据电路的用途选择不同种类的电阻器

总的来讲，电阻器的选用要根据实际应用来进行选择。对要求不高的电子电路，如收音机、电视机等可选用碳膜电阻器。对整机质量、工作稳定性、可靠性要求较高的线路可选用金属膜电阻器。对于测控仪器、仪表电路应选用精密电阻器或线绕电阻器。

（2）选用电阻器的额定功率要适中

如选用的额定功率低于实际消耗功率，就不能保证电阻器安全可靠工作。如选用的额定功率超过实际消耗的功率太多，势必要增大电阻的体积。就应用来讲，一般选用电阻器的额定功率大于实际消耗功率的两倍左右，以保证电阻器的可靠性。

（3）电阻器的代用

在实际应用中存在有电阻器的代用情况，一般来讲大功率的电阻器可代替小功率的电阻器，金属膜电阻器可代替碳膜电阻器，固定电阻器与半可调电阻可相互代替使用。

（4）电阻器的误差选择

在一般电路中选用电阻器的精度为 10%~20% 的即可。特殊电路中根据具体要求选用。

1.1.4 电位器

1. 电位器分类

电位器又称为可调电阻，在电子技术中有着广泛的用途。电位器按电阻体所用材料的

不同分为金属膜电位器、碳膜电位器、线绕电位器、碳质实心电位器、有机实心电位器。按结构的不同可分为单圈、多圈电位器，带开关电位器、锁紧和非锁紧型电位器以及单联、双联、多联电位器和贴片式电位器。按调节方式又可分为旋转式电位器、直滑式电位器和推拉式电位器。其中旋转式电位器的滑动臂在电阻体上作旋转运动，而单圈式、多圈式电位器就属于这种。按驱动方式不同可以分为手动调节电位器和电动调节电位器。按电阻值变化规律可以分为直线式、指数式和对数式电位器。

(1) 金属膜电位器

金属膜电位器的电阻体由合金膜、金属氧化膜、金属箔等组成。特点是分辨力高、耐高温、温度系数小、动噪声小、平滑性好。

(2) 碳膜电位器

碳膜电位器主要由马蹄形电阻片和滑动臂构成，随滑动触点的位置改变，就可达到改变电阻的目的，因此这种电位器的结构比较简单。碳膜电位器的阻值范围比较宽，一般为 $10\Omega \sim 4.7M\Omega$ 。功率一般都在 $2W$ 以内。碳膜电位器还具有噪声小、稳定性好、品种多等优点，因此广泛用于家用电器和通信电子设备中。

(3) 线绕电位器

绕线电位器是将康铜丝或镍铬合金丝作为电阻体，并把它绕在绝缘骨架上制成。绕线电位器特点是接触电阻小，精度高，温度系数小，其缺点是分辨力差，阻值偏低，高频特性差。主要用作分压器、变阻器、仪器中调零等。

(4) 有机实心电位器

有机实心电位器是一种新型电位器，它是用加热塑压的方法，将有机电阻粉压在绝缘体的凹槽内。有机实心电位器与碳膜电位器相比具有耐热性好、功率大、可靠性高、耐磨性好的优点。但温度系数大、动噪声大、耐潮性能差、制造工艺复杂、阻值精度较差。主要用在小型化、高可靠、高耐磨性的电子设备以及交、直流电路中用作调节电压、电流。

(5) 直滑式电位器

直滑式电位器的形状一般为长方体，也是通过滑动触头来改变电阻值。直滑式电位器多用于电视机等设备中，这种电位器的功率小，阻值范围为 $470\Omega \sim 2.2M\Omega$ 。

(6) 方形电位器

方形电位器是一种新型电位器，特点是耐磨性能好，装有插入式焊片和插入式支架，能直接插入印制电路板，使用起来很方便。常用于电视机的亮度、对比度、色饱和度的调节，它的阻值范围在 $470\Omega \sim 2.2M\Omega$ 之间。

2. 电位器的阻值变化形式

电位器的参数除与电阻器的相同外还有一些参数，主要是阻值的变化形式不同，所谓电位器的阻值的变化形式指电位器的阻值随转轴的旋转角度而变化的关系。变化规律有三种不同的形式，即直线式、指数式、对数式。

(1) 直线式

用字母 X 表示，其特点是电位器的阻值随转轴的旋转作均匀的变化，并与旋转角度成正比。即阻值随旋转角度的增大也在增大。这种电位器用于电路中分压、限流等。

(2) 对数式

用字母 D 表示，其特点是电位器的阻值随转轴的旋转作对数关系的变化。即阻值变化一开始较大，而后变化逐渐减慢。这种电位器适于作音调控制等。

(3) 指数式

用字母 Z 表示,其特点是电位器的阻值随转轴的旋转指数规律变化。即阻值变化一开始比较缓慢,以后随转角的加大阻值变化也逐渐加快。这种电位器适于作音量控制。

3. 电位器的检测

(1) 外观检查

首先查看标志清晰,保护漆完好、无烧焦、无伤痕、无裂痕、无腐蚀、电阻体与引脚紧密接触。此外还应检查转轴是否灵活、松紧是否适当、手感是否舒适。有开关的要检查开关动作是否正常。

(2) 万用表检测

首先测量两固定端之间电阻值是否正常,若为无限大或为零欧姆,或与标称相差较大,超过误差允许范围,都说明已损坏。电阻体阻值正常,再将万用表一只表笔接电位器滑动端,另一只表笔接电位器(可调电阻)的任一固定端,缓慢旋转轴柄,观察表针是否平稳变化,当从一端旋向另一端时,阻值从零欧姆变化到标称值(或相反),并且无跳变或抖动等现象,则说明电位器正常,若在旋转的过程中有跳变或抖动现象,则说明滑动点有电阻体接触不良。

4. 电位器的识别与选用

在电位器的外壳上用字母标志着它的型号,其意义见表 1-4。

电位器随额定功率不同,体积有大小之分,旋转轴柄有长柄、短柄之分。电位器的轴端式一般分为光轴式、铣平面式、带起子槽式。在使用时要视具体条件选用,可从以下几个方面考虑:

(1) 电位器的体积大小和转轴的轴端式样要符合电路的要求,如经常旋转调整的电位器选用铣平面式,作为电路调式用的电位器可选用带起子槽式。

表 1-4 电位器名称的标志符号

电位器类别	标志符号	电位器类别	标志符号
碳膜电位器	WT	有机实心电位器	WS
合成碳膜电位器	WTH	玻璃釉电位器	WI
线绕电位器	WX		

电位器的阻值变化形式可根据用途而定,如分压控制、音量调节等可用直线式,音调控制用对数式。

(2) 电位器的替换首先应保证外形和体积与原电位器大致相同,以便安装。阻值允许变化为 20%~30%,对于功率来说,原则上不得不小于原电位器,但是对于信号控制电位器来讲,用固定电阻取代调定的等值电位器也是可以的。

1.1.5 用万用表测量电阻器、电位器的阻值

1. 电阻器的测量

电阻器在使用前要进行测量,看其阻值与标称阻值是否相符。万用表测量电阻器要注意:测量时手不能同时接触被测电阻的两根引线,以免人体电阻影响测量结果的准确性。测量电路中的电阻时,必须将电阻器的一端从电路中断开,以防电路中的其他元件影响测量结果。测量电阻器的阻值时,应根据电阻值的大小选择合适的量程。因为万用表的欧姆挡刻度线是非线性关系的,在欧姆挡的中间段,分度较细而准确,因此测量电阻时,尽可能将表针落在

刻度盘的中间段,以提高测量精度。

2. 电位器的测量

电位器有三条引线脚,测量电位器时首先用万用表测电位器的标称值。根据标称阻值的大小,选择合适的挡位,也就是测电位器两端的阻值是否与标称值相符,如阻值为 ∞ 大时,表明电阻体与其相连的引线脚断开了。然后再测另外两端电阻值,并慢慢地旋转轴,若这时万用表指针平稳地朝一个方向移动,没有快速跳跃现象,表明滑动触点与电阻体接触良好。最后用相应大小的挡位进行测量,直至测出最后的大小。

注意 用万用表测量电阻简单方便,但不精确,一般用来作粗测。若需精确测量电阻值,应采用电桥法。

1.2 电 容 器

电容器是由两个金属板,中间夹有绝缘材料(绝缘介质)构成的,根据绝缘材料的不同,构成的电容器的种类也不同。电容器在电路中具有隔断直流、通过交流电的作用。常用于电路级间耦合、滤波、去耦及信号调谐等方面,在电子设备中用量仅次于电阻,是电子电路的基本元件之一。

1.2.1 电容器的种类

电容器的种类很多,形状各异。按结构可分为:固定电容器、可变电容器、半可变电容器。按介质材料的不同可分为:气体介质电容器、液体介质电容器、无机固体介质电容器,和陶瓷电容器等。以电解质的不同形态可分为液式和干式两种电解电容器;按阳极材料可分为铝、钽、钛电解电容器等;按极性可分为有极性和无极性电容器等。在电路图中,电容器的符号如图 1-2 所示。

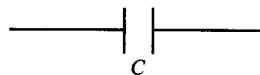


图 1-2 电容器的符号

1.2.2 电容器的主要参数

1. 标称容量和误差

标在电容外壳上的数值称为电容器的标称容量。对于标称容量有一系列国家标准。表 1-5 给出了固定电容器的标称容量系列。

电容的单位有:法拉(F)、微法(μF)、皮法(pF)。它们之间的换算关系是:

$$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{pF}$$

电容器的标称值与其实际容量之差,除以标称值所得的百分数,就是电容器的容量误差。电容器的容量误差一般分为三级,即 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$,或写成 I 级、II 级、III 级。有的电解电容器的容量误差可能大于 20%,对于不同材料制成的电容器,其标称容量系列也不一样。对于纸介质电容器、纸膜复合介质电容器及低频(有极性)有机薄膜介质电容器的允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。对于高频(无极性)有机薄膜介质电容器、瓷介质电容器、玻璃釉电容器、云母电容器的标称容量值采用 E24、E12、E6 系列。其中大于 4.7pF 的电容器标称容量值采用 E24 系列。小于和等于 4.7pF 的其标称容量值采用 E12 系列。对于铝、钽、钛电解电容器的标称容量值采用 E6 系列。

表 1-5 固定电容器标称容量系列

标称值系列	允许误差	标称容量系列
E24	$\pm 5\%$	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、3.9、4.3、4.7、5.1、5.6、6.2、6.8、7.5、8.2、9.1
E12	$\pm 10\%$	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	$\pm 20\%$	1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8

2. 额定直流工作电压

电容器的额定直流工作电压（也称为电容器的耐压值）指的是电容器接入电路后，能长期连续可靠地工作，不被击穿时所能承受的最大直流电压。在实际使用时不允许超过这个耐压值，如果超过这个值，电容器就可能损坏或被击穿。如果电压超过耐压值很多时，电容器可能会爆裂而损坏。

3. 绝缘电阻

电容器的绝缘电阻是指电容器两极之间的电阻，也称为漏电阻。它在数值上等于直流电压加在电容上，产生漏电电流，两者之比的大小。绝缘电阻的大小决定于电容器介质性能的好坏，在选用电容器时应选绝缘电阻大的为好。因为电容器的绝缘电阻越小，漏电就越多，这样会影响电路的正常工作。

1.2.3 电容器的电容量标注方法及误差表示法

1. 直标法

直标法是国际电工委员会推荐的表示方法。这种方法识别很直观，是目前普遍采用的标注法。一般来讲，金属膜或瓷片电容通常采用与直标法类似的数字标注法，其具体内容是：用 2~4 位数字和一个字母表示标称容量，其中数字表示有效数值，字母表示数值的量级。字母为 m、 μ 、n、p。字母 m 表示毫法（ 10^{-3}F ）、 μ 表示微法（ 10^{-6}F ）、p 表示皮法（ 10^{-12}F ）。字母有时也表示小数点。如 33m 表示 33 000 μF ，47n 表示 0.047 μF ，3 μ3 表示 3.3 μF ，另外也有些是在数字前面加 R，则表示为零点几微法，即 R 表示小数点，如 R22 表示 0.22 μF 。

2. 色环表示法

所谓色环表示法就是用不同的颜色表示不同的数字。具体的方法是：沿着电容器引线方向，第一、第二个色环代表电容量的有效数字，第三个色环表示有效数字后面零的个数，其单位为 pF。每种颜色所代表的数字见表 1-6。如遇到电容器色环的宽度为两个或三个色环的

表 1-6 色码表示的意义

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

宽度时，就表示这种颜色的两个或三个相同数字。例如沿着引线方向，第一道色环的颜色为棕色，第二色环的颜色为紫色，第三道色环的颜色为橙色，则这个电容器的电容量为 17 000pF 即 0.017 μF 。

3. 电容量的误差表示法

电容量误差的表示方法有两种：一种是将电容量的绝对误差范围直接标志在电容器上，即直接表示法，如 (2.2 ± 0.2) pF。另一种方法是直接将字母或百分比误差标志在电容器上。字母表示的百分比误差是：D 表示 $\pm 0.5\%$ ，F 表示 $\pm 1\%$ ，G 表示 $\pm 2\%$ ，J 表示 $\pm 5\%$ ，K 表示