

| 中等职业教育规划教材 |

电子技能与训练

陈小瑜 侯寅珊◎主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育规划教材

电子技能与训练

主 编 陈瑜 侯寅珊

中等职业教育规划教材
电子技能与训练

主 编 陈瑜 侯寅珊

责任编辑 陈瑜

◆ 人民邮电出版社出版 北京市崇文区东便门大街11号

◆ 编辑 100061 电子所 312@ptpress.com.cn

网址: <http://www.ptpress.com.cn>

北京人民邮电出版社印刷厂印刷

北京人民邮电出版社发行

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14

字数: 312千字

印数: 1-4 000册

2008年2月第1版

2008年2月北京第1次印刷

ISBN 978-7-112-17463-2

人民邮电出版社

(010) 67171124

北京 010000

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技能与训练/陈小瑜, 侯寅珊主编. —北京: 人民
邮电出版社, 2008. 5
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-115-17463-5

I. 电… II. ①陈…②侯… 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 (2008) 第 011163 号

内 容 提 要

本书根据教育部颁发的中等职业教育《电子技能与训练课程教学大纲》编写, 同时参考了相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

本书主要内容有: 常用电子器件, 电子产品的安装、调试及焊接技术, 模拟电子电路, 脉冲与数字电路, 电子实用技术与应用电路等。

本书采用模块式教学方法, 知识面宽, 实用性强, 可作为中等职业学校电子电器应用与维修专业及相关专业教材, 也可作为岗位培训教材。

中等职业教育规划教材

电子技能与训练

- ◆ 主 编 陈小瑜 侯寅珊
责任编辑 郭 晶
 - ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14
字数: 317 千字
印数: 1-4 000 册
- 2008 年 5 月第 1 版
2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17463-5/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前言

本书根据教育部颁发的中等职业教育《电子技能与训练》课程教学大纲编写,同时参照了电子电气类职业技能规范,从目前中等职业学校学生的实际出发,淡化了理论教学,着重培养学生的学习能力、分析问题的能力和应用知识解决问题的能力,力图使学生通过本书的学习对电子方面的知识产生浓厚的兴趣,并形成技术创新的理念。

本教材遵循“宽基础、重技能、活模块”和“一纲多本”的原则,组织有关专家对本教材进行了审定。本教材既保持了传统教育重基础的特色,又介绍了当前先进技术成果,兼顾实用性和先进性。

全书共5个模块,内容涉及常用电子器件,电子产品的安装、调试及焊接技术,模拟电子电路,脉冲与数字电路,电子实用技术与应用电路等。编写时充分考虑到中职学生的认知特点和理解能力,在每章分别配有应用实例和相关知识,以帮助学生理解。

本书尽量避免繁杂的理论推导,突出维修技能及新技术的学习,力求简明扼要、通俗易懂。

本书由陈小瑜、侯寅珊担任主编,参加编写的有李克华、李智俊、谷彦超、郭军、张良玉、杨雪兰等。

由于水平所限,加上时间仓促,书中难免存在错误和不足之处,敬请专家和读者批评指正,以使本教材在教学实践中不断完善。

编者

2008年3月

目 录

模块一 常用电子器件	1
项目一 电阻器	2
活动一 作用与类别	2
活动二 电阻器型号命名方法	6
活动三 主要参数	7
活动四 电位器	11
活动五 电阻器、电位器的测量及质量判别	14
应用实例	14
相关知识	15
项目二 电容器	18
活动一 作用与类别	18
活动二 电容器型号命名方法	20
活动三 主要参数	21
活动四 电容器的质量判别与检测	23
活动五 电容器的选用常识	24
应用实例	25
相关知识	25
项目三 电感器	27
活动一 作用与类别	27
活动二 线圈	28
活动三 变压器	29
活动四 常用电感器的质量判别和检测	30
应用实例	30
相关知识	32
项目四 半导体器件	33
活动一 半导体二极管	33
应用实例	37
活动二 半导体三极管	38
活动三 场效应管	41
活动四 晶闸管	43



应用实例	45
活动五 集成电路	46
应用实例	50
相关知识	50
项目五 接插件、开关件	53
活动一 接插件	53
活动二 开关件	55
项目六 电声器件、磁头	57
活动一 电声器件	57
活动二 磁头	58
应用实例	60
相关知识	60
项目七 继电器、参数固态继电器	61
活动一 继电器	61
活动二 参数固态继电器	62
项目八 传感器	65
活动一 传感器的作用与重要性	65
活动二 传感器的种类	66
活动三 几种传感器介绍	67
模块二 电子产品的安装、调试及焊接技术	69
项目一 印刷电路板的制作	70
活动一 印刷电路板的选用	70
活动二 印刷电路图的设计	70
相关知识	73
项目二 电子产品的安装	73
活动一 概述	73
活动二 安装工艺的原则和基本要求	74
活动三 几种安装联结工艺介绍	75
相关知识	76
项目三 电子产品的调试检测	78
活动一 调试基本要求	78
活动二 调试安全措施	78
活动三 调试程序步骤	79
活动四 基本调试技术	79
活动五 电子电路的检测方法	81
相关知识	83
项目四 焊接技术	85



130	活动一 焊接技术的重要性	85
131	活动二 焊接前的准备工作	86
	应用实例	87
141	活动三 手工焊接的方法和步骤	91
141	活动四 焊接缺陷的种类、原因和排除方法	94
141	相关知识	95
146	模块三 模拟电子电路	98
148	项目一 晶闸管电路	99
150	活动一 电路简介	99
151	活动二 元器件选择与测试	100
152	活动三 制作技术	102
153	活动四 扩展应用	103
153	应用实例	103
157	项目二 集成稳压电路	108
160	活动一 电路原理	108
160	活动二 元器件的选择与测试	109
161	活动三 制作技术	110
161	相关知识	112
170	项目三 振荡器电路	113
170	活动一 电路原理	113
171	活动二 元器件选择与测试	114
171	活动三 制作技术	115
172	活动四 扩展应用	115
172	相关知识	115
173	项目四 集成电路	116
173	活动一 电路原理	116
176	活动二 元器件选择与测试	118
176	活动三 制作技术	118
177	项目五 单向晶闸管集成电路	118
177	活动一 电路原理	119
	活动二 元器件选择与测试	120
	活动三 制作技术	121
180	活动四 扩展应用	122
181	项目六 AM/FM 单片收音机电路	122
181	活动一 电路简介	122
181	活动二 元器件选择与测试	125
181	活动三 制作技术	127



28	活动四 集成电路收音机故障检修	129
38	相关知识	136
78		
10	模块四 脉冲与数字电路	142
10	相关知识	144
20	项目一 信号源和逻辑测试仪	146
80	活动一 键控多谐振荡器	146
90	活动二 状态逻辑测试笔	148
90	相关知识	150
001	项目二 多地控制开关电路	152
501	活动一 电路工作原理	152
501	活动二 元器件选择与测试	153
501	活动三 电路制作	153
501	应用实例	154
501	相关知识	157
501	项目三 555 时基电路应用	160
501	活动一 声控开关电路	160
501	活动二 红外线多路遥控电路	164
501	相关知识	167
501	项目四 延时报警电路	170
501	活动一 电路工作原理	170
501	活动二 元器件选择与测试	171
501	活动三 电路制作	171
501	活动四 电路的扩展	172
501	相关知识	172
501	项目五 数控驱蚊器电路	173
501	活动一 电路的工作原理	173
501	活动二 元器件选择与测试	176
501	活动三 电路制作	176
501	活动四 扩展应用	177
501	相关知识	177
501		
501	模块五 电子实用技术与应用电路	180
501	项目一 固体语音录放器	181
501	活动一 电路简介	181
501	活动二 元器件选择与检测	183
501	活动三 制作技术	183



活动四 扩展应用	185
相关知识	185
项目二 人体感应照明开关	187
活动一 电路简介	187
活动二 元器件选择与测试	188
活动三 制作技术	190
活动四 扩展应用	191
相关知识	192
项目三 红外自动水龙头	192
活动一 电路简介	192
活动二 元器件选择与测试	193
活动三 制作技术	195
项目四 电子音叉电路	198
活动一 电路工作原理	198
活动二 元器件选择与测试	198
活动三 电路制作	199
活动四 扩展应用	200
相关知识	200
项目五 高精度定时器	202
活动一 电路工作原理	202
活动二 元器件选择与测试	204
活动三 电路制作	204
活动四 扩展应用	205
相关知识	205
项目六 动态扫描数字时钟的制作	206
活动一 工作原理	207
活动二 元器件选择与测试	209
活动三 电路制作	209
活动四 扩展应用	211
相关知识	211



模块一

常用电子器件

- 项目一 电阻器
- 项目二 电容器
- 项目三 电感器
- 项目四 半导体器件
- 项目五 接插件、开关件
- 项目六 电声器件、磁头
- 项目七 继电器、参数固态继电器
- 项目八 传感器



项目一 电阻器

活动一 作用与类别

电阻器是组成电路的基本元件之一。在电路中,电阻器用来调节和稳定电流、电压,作分流器和分压器用,或作为消耗电能的负载电阻。

电阻器可分为固定式和可变式两大类。固定电阻器主要用于阻值固定的电路中,起限流、分流、分压、降压、负载等作用。其文字符号为 R 或 r 。

可变电阻器又称变阻器或电位器,主要用在阻值需要经常变动的电路中,用来调节音量、电压、电流等。电位器在结构上分为可转动的旋柄式和可移动的滑动式两类。其文字符号为 R_P 。

还有一种微调电阻器,主要用在阻值不经常变动的电路中,其转动结构较简单。

电阻器按其材料及结构,可分为膜式(碳膜、金属膜)和金属线绕式两种。膜式电阻器阻值范围大,从几欧到几十兆欧,但功率不大,一般为 $0.125\text{ W} \sim 2\text{ W}$,最大到 10 W 。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。

电阻器的分类如图 1-1 所示。

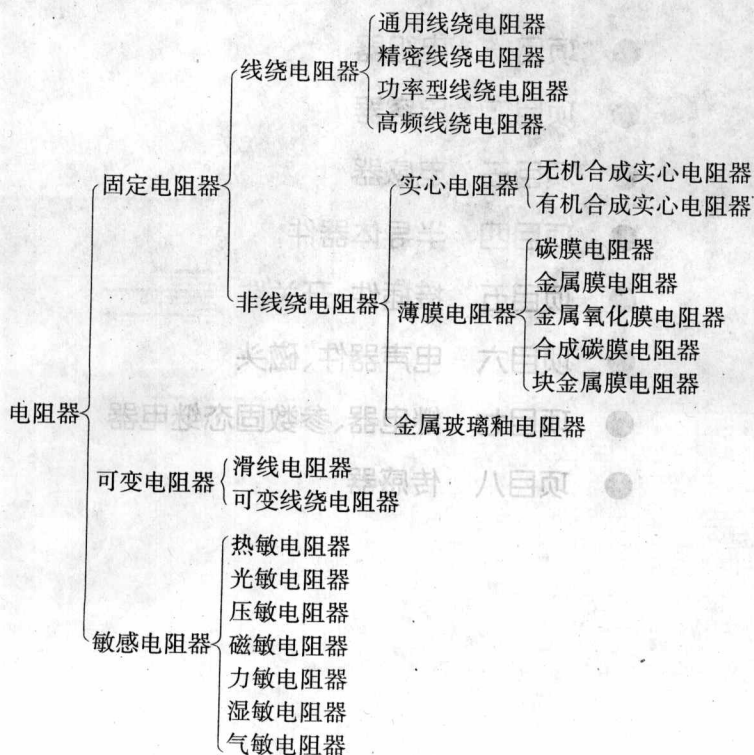


图 1-1 电阻器的分类

保险电阻器又叫熔断电阻器,在正常情况下起着电阻器和保险丝的双重作用。当电流使其表面温度达到 500°C 以上时,电阻层便会自行剥落而熔断,从而使彩色电视机中的其他元件得到保护,提高了电视机的安全可靠性能。保险电阻器的阻值范围一般较小,从零点几欧到 $3.3\text{ k}\Omega$,功率也不大,为 $0.25\text{ W}\sim 2\text{ W}$,主要用于彩电行扫描电路及录像机、音响、仪器等高档电器的电源电路中,熔断时间一般为几十秒。

常见的保险电阻器的符号如图 1-2 所示。

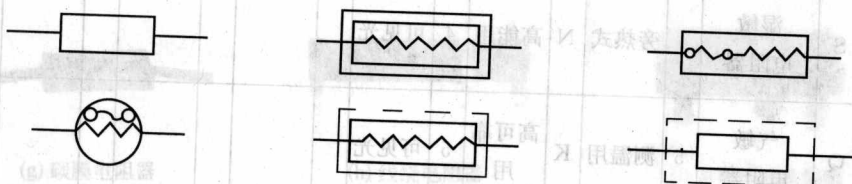


图 1-2 常见保险电阻器符号

另外,还有一些特殊电阻器称为敏感电阻器,常用于各种控制电路中,其型号命名方法如表1-1所示。

敏感电阻器的型号命名方法

[illegible]

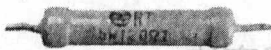
续表

第一部分 主 称		第二部分 类别		第三部分用途或特征													
字母	含义	字母	含义	热敏电阻器		压敏电阻器		光敏电阻器		湿敏电阻器		气敏电阻器		磁敏电阻器		力敏电阻器	
				数字	用途或 特征	字母	用途或 特征	数字	用途或 特征	字母	用途或 特征	字母	用途或 特征	字母	用途或 特征	数字	用途或 特征
M	敏 感 元 件	S	湿敏 电阻器	4	旁热式	N	高能 用	4	可见光								4
		Q	气敏 电阻器	5	测温用	K	高可靠 用	5	可见光								5
		G	光敏 电阻器	6	控温用	L	防雷用	6	可见光								6
		C	磁敏 电阻器	7	消磁用	H	灭弧用	7	红外光								7
				8	线性用	Z	消噪用	8	红外光								8
		L	力敏 电阻器	9	恒温用	B	补偿用	9	红外光								9
				0	特殊用	C	消磁用	0	特殊								0

如：型号为 MQK 的敏感元件，是电阻值随可燃性气体浓度改变的气敏电阻器；型号为 MG6 的敏感元件，是电阻值随可见光光线强弱变化的光敏电阻。

常用的电阻器符号及其外形图，如图 1-3 和图 1-4 所示。

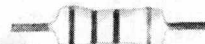
图 1-3 电阻器符号



(a) 碳膜电阻器



(b) 碳膜电阻器



(c) 金属膜电阻器



(d) 精密电阻器(5环)



(e) 金属氧化膜电阻器(直标法电阻)



(f) 碳膜电阻器



(g) 碳膜电阻器



(h) 线绕电阻器



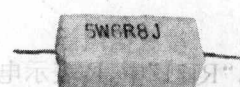
(i) 可调线绕电阻器



(j) 线绕电阻器



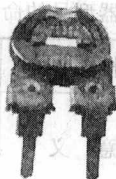
(k) 线绕电阻器



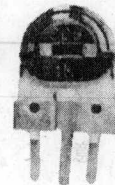
(l) 水泥电阻器



(m) 可调电阻器



(n) 可调电阻器



(o) 可调电阻器



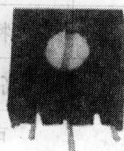
(p) 可调电阻器



(q) 滑线电阻器



(r) 精密线绕电阻器



(s) 微调电阻器



(t) 微调电阻器

图 1-4 常用电阻器外形图

活动二 电阻器型号命名方法

根据国家标准 GB 2470—81,电阻器和电位器的型号由四部分组成,如图 1—5 所示。

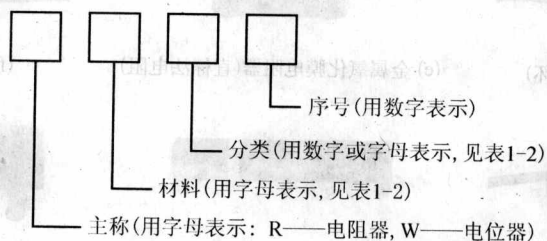


图 1—5 电阻器的型号表示法

例如,“RJ71”中,R 表示电阻器;J 表示用金属膜材料制成;7 为分类号,表示精密电阻器;1 表示序号。故 RJ71 为精密金属膜电阻器。同理,WSW1 为微调有机实心电位器。

电阻器型号的命名法,如表 1—2 所示。

表 1—2

电阻器型号的命名法

第一部分: 主称		第二部分: 材料		第三部分: 分类		
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	意 义
					电阻器	电位器
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通
W	电位器	J	金属膜	2	普通	普通
		Y	氧化膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		S	有机实心	5	高温	
		N	无机实心	6	支柱	
		I	玻璃釉膜	7	精密	精密
		X	线绕	8	高压	特种函数
				9	特殊	特殊
				G	高功率	
				T	可调	
				W		微调
				D		多圈



活动三 主要参数

电阻器的主要参数有：标称阻值、偏差、额定功率、最高工作温度、极限工作电压、稳定性、噪声、高频特性和温度特性等。要正确选用、识别电阻器，就应了解它的主要参数。一般只考虑标称阻值、偏差和额定功率。

任务1. 标称阻值和偏差

电阻器的标称阻值是指电阻器上标出的名义阻值，它是电阻器的设计阻值。由于电阻器的结构、材料、设备和工艺等方面的原因，同一批生产出来的电阻器实际阻值与标称阻值不完全相符，存在着误差。电阻器的标称阻值与实际阻值之差除以标称阻值所得的百分数，就是电阻器阻值的误差，也称偏差。

通常电阻器的阻值偏差分为三级：Ⅰ级准确度的阻值允许误差为 $\pm 5\%$ ，Ⅱ级准确度为 $\pm 10\%$ ，Ⅲ级准确度为 $\pm 20\%$ 。

精密电阻器的阻值偏差有 11 个等级，见表 1-3。

表 1-3 偏差等级表

等 级	偏 差	等 级	偏 差
1	$\pm 2\%$	7	$\pm 0.02\%$
2	$\pm 1\%$	8	$\pm 0.01\%$
3	$\pm 0.5\%$	9	$\pm 0.005\%$
4	$\pm 0.2\%$	10	$\pm 0.002\%$
5	$\pm 0.1\%$	11	$\pm 0.001\%$
6	$\pm 0.05\%$		

为了既满足使用者对各种规格的需要，又能使规格减少到最低限度，除了少数特殊规格外，电阻器一般都是按国家标准 GB 2471-81 电阻器标称阻值系列标准中的规定进行生产的。使用电阻器时，应尽量在标准规定的系列（见表 1-4）中选择所需的标称阻值。

表 1-4 普通电阻器的标称阻值系列

E24 允许偏差 $\pm 5\%$	E12 允许偏差 $\pm 10\%$	E6 允许偏差 $\pm 20\%$	E24 允许偏差 $\pm 5\%$	E12 允许偏差 $\pm 10\%$	E6 允许偏差 $\pm 20\%$
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	4.7	4.7	4.7
1.6	1.5		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		



电阻器的标称阻值应为表 1-4 中所列标称阻值的 10^n 倍,其中 n 为正整数、负整数或零。以 E24 系列中标称阻值 2.7 为例,电阻器的标称阻值可为 $0.27\ \Omega$, $2.7\ \Omega$, $27\ \Omega$, $270\ \Omega$, $2.7\ \text{k}\Omega$, $27\ \text{k}\Omega$, $270\ \text{k}\Omega$, $2.7\ \text{M}\Omega$ 等,其他各项依此类推。

电阻器的标称阻值和允许偏差一般都标在电阻体上,其标志法有三种:直标法、文字符号法和色标法,如图 1-6 所示。

(1) 直标法

用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值,允许偏差直接用百分数表示,如图 1-6(a)所示。

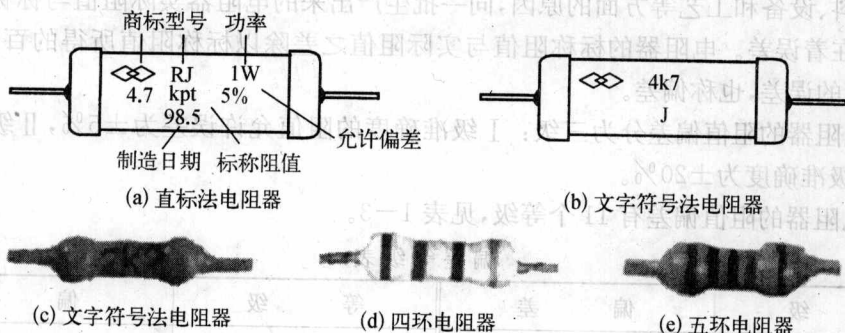


图 1-6 不同标注方法的电阻器

(2) 文字符号法

将标称阻值和允许偏差用文字符号和阿拉伯数字两者有规律地组合来表示。

规定一:阻值单位符号。

欧(Ω , 10^0 欧姆): Ω

千欧($\text{k}\Omega$, 10^3 欧姆): k

兆欧($\text{M}\Omega$, 10^6 欧姆): M

吉欧($\text{G}\Omega$, 10^9 欧姆): G

太欧($\text{T}\Omega$, 10^{12} 欧姆): T

规定二:标称阻值单位符号的位置代表标称阻值有效数字中小数点的位置,单位符号前为整数部分,单位符号后为小数部分。

例如, $0.33\ \Omega$, 标志符号为 $\Omega 33$; $5.1\ \Omega$, 标志符号为 $5\Omega 1$; $4.7\ \text{k}\Omega$, 标志符号为 $4\text{k}7$ 。

规定三:允许偏差文字符号。

B—— $\pm 0.1\%$, C—— $\pm 0.25\%$, D—— $\pm 0.5\%$, F—— $\pm 1\%$, G—— $\pm 2\%$, J—— $\pm 5\%$, K—— $\pm 10\%$, M—— $\pm 20\%$, N—— $\pm 30\%$ 。

例如,图 1-5(b)所示的 $4.7\ \text{k}\Omega$, 标志符号为 $4\text{k}7$, J 表示偏差为 $\pm 5\%$ 。

(3) 色标法

用不同颜色的色环来表示标称阻值和允许偏差的大小,常用在小型电阻器上。

① 普通电阻器用四条色环表示标称阻值和允许偏差,其中三条表示两位有效数字的阻值,一条表示偏差,第一条色环离左引线端较近,而表示偏差的第四条色环离右引线端较远。各种颜色所表示的意义,如表 1-5 所示。