



高职高专
应用电子技术专业系列规划教材

电子技术实训教程

(初级)

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主编 王扬帆 主审 栾良龙



大连理工大学出版社



高职高专应用电子技术专业系列规划教材

第1版 1917 日 1917 年 1 月 1 日

电子技术实训教程

(初级)

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 王扬帆 主审 栾良龙

副主编 李 茁

DIANZI JISHU SHIXUN JIAOCHENG

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实训教程:初级 / 王扬帆主编. —大连:大连理工大学出版社, 2008. 6

(高职高专应用电子技术专业系列规划教材)

ISBN 978-7-5611-3375-0

I. 电… II. 王… III. ①电子技术—高等学校②技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 078483 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://www.dulp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm

印张:14

字数:309 千字

2008 年 6 月第 1 版

2008 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑:陈祝爽

责任校对:张玉卓

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5611-3375-0

定价:26.00 元

总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身于其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



新世纪

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日,还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日

前言

电子技术实训(初级)是一门操作性较强的专业基础课,它是专业技能实训和技术应用与创新能力实训等许多后续课程的基础。《电子技术实训教程(初级)》的编写目的,是让学生了解元器件方面的基本知识,掌握常用元器件的识别、测试和基本应用方法,熟悉常用工具和仪器设备的使用,使学生能够独立运用它们分析和解决在后续专业课学习过程中出现的一些问题。

本教材紧密结合高职教育的特点,注重培养学生的实践能力和应用能力,这也是实训课教学的主要目标。电子元器件是电子技术中的基本元素,任何一种电子装置,都由这些电子元器件合理、和谐、巧妙地组合而成。特别是近年来传统电子元器件的更新换代,新型元器件层出不穷,客观地说,不了解这些元器件的性能和规格,就难以适应当代电子技术的发展。因此,编者认为电子技能的基本功应以了解元器件为起点,在教学方式的构思上,编者将培养职业能力、倡导教学创新贯彻于始终,希望把学、教、练三者有机地融合起来。

本教材将教学内容分成17个单元,1~16单元内容分三部分:第一部分是元器件的基础知识简介,使学生初步了解元器件的分类、符号、特点和作用;第二部分是元器件的基础实训,介绍了元器件的型号命名、标识方法和元器件的识别练习,进一步巩固学生对元器件的认知;第三部分是元器件的技能实训,主要是使学生学会运用相应的基础知识,使用仪表对元器件进行各种性能检测。学生通过上述三部分训练,基本上对相应的元器件有了一个深刻的认识,提高了学生的实践能力,强化了学生实际应用能力的培养。第17单元是分立元件收音机的安装、焊接及调试训练,通过对分立元件收音机进行安装、焊接、调试,了解电子产品装配的全过程,训练动手能力,巩固相关元器件的识别、检测及了解整机的调试工艺。



4 / 电子技术实训教程(初级) □

本教材适合于边教、边启发、边做、边学习的教学方法,在每章开始的实训项目中,先对相关的知识点予以讲解,在此基础上启发学生独立完成实训内容;在实训中,根据测试器件参数,有针对性地介绍它们的基本操作和使用方法。

需要说明的是,本教材的每个单元的技能训练内容相对独立,讲授的次序由教师根据教学实际自行决定。另外,一套元器件可同时安排多班示范教学,因此,教学成本极低。本教材参考教学时数建议为 64 学时(含实训),可根据专业和需要,对各实训单元内容予以取舍。

本教材由王扬帆担任主编并统稿,李茁担任副主编,第 4 章至第 14 章由王扬帆编写,第 1 章至第 3 章、第 15 章、第 16 章由李茁编写,第 17 章由周谟彦和王扬帆编写。

本教材由梁良龙担任主审。

编写技能训练教材是高等职业学校的一个崭新课题,需要不断探索和研究。鉴于编者水平、经验有限,且时间仓促,书中的错误和缺点在所难免,热忱欢迎读者对本教材提出批评与建议。

所有意见、建议请发往:gzjckfb@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707492 0411-84706104

编者

2008 年 6 月



录

第1章 电阻器	1
1.1 电阻器的基础知识	1
1.2 电阻器的基础实训	5
1.3 电阻器的技能实训	8
第2章 电容器	15
2.1 电容器的基础知识	15
2.2 电容器的基础实训	19
2.3 电容器的技能实训	23
第3章 电感器	28
3.1 电感器的基础知识	28
3.2 电感器的基础实训	32
3.3 电感器和变压器的技能实训	34
第4章 晶体二极管	40
4.1 晶体二极管的基础知识	40
4.2 晶体二极管的基础实训	48
4.3 晶体二极管的技能实训	50
第5章 晶体三极管	57
5.1 晶体三极管的基础知识	57
5.2 晶体三极管的基础实训	61
5.3 晶体三极管的技能实训	65
第6章 晶体闸流管	69
6.1 晶体闸流管的基础知识	69
6.2 晶体闸流管的基础实训	73
6.3 晶体闸流管的技能实训	75
第7章 电声转换器件	79
7.1 电声转换器件的基础知识	79
7.2 电声转换器件的基础实训	85
7.3 电声转换器件的技能实训	87
第8章 声电、压电转换器件	91
8.1 声电、压电转换器件的基础知识	91
8.2 声电、压电转换器件的基础实训	99
8.3 声电、压电转换器件的技能实训	101

第 9 章 显示器件	105
9.1 显示器件的基础知识	105
9.2 显示器件的基础实训	113
9.3 显示器件的技能实训	115
第 10 章 集成电路	119
10.1 集成电路的基础知识	119
10.2 集成电路的基础实训	124
10.3 集成电路的技能实训	127
第 11 章 光电转换器件	131
11.1 光电转换器件的基础知识	131
11.2 光电转换器件的基础实训	135
11.3 光电转换器件的技能实训	137
第 12 章 开关与接插件	141
12.1 开关与接插件的基础知识	141
12.2 开关与接插件的基础实训	148
12.3 开关与接插件的技能实训	149
第 13 章 继电器	152
13.1 继电器的基础知识	152
13.2 继电器的基础实训	155
13.3 继电器的技能实训	157
第 14 章 保险器件	161
14.1 保险器件的基础知识	161
14.2 保险器件的基础实训	166
14.3 保险器件的技能实训	167
第 15 章 单结晶体管与场效应管	169
15.1 单结晶体管与场效应管的基础知识	169
15.2 单结晶体管与场效应管的基础实训	172
15.3 单结晶体管与场效应管的技能实训	174
第 16 章 读图与焊接训练	178
16.1 电子线路图读图基本知识介绍	178
16.2 电子产品整机装配的准备工艺	180
16.3 手工焊接技术	186
第 17 章 分立元件收音机的组装与调试	196
17.1 分立元件收音机实训目的及简介	196
17.2 分立元件收音机的组装、焊接	197
17.3 分立元件收音机调试过程	204
附录 常用半导体器件的技术参数	209
参考文献	214

电阻器

第1章

1.1 电阻器的基础知识

1.1.1 电阻器

电阻器是阻碍电流的元器件,简称为电阻。是一种最基本、最常用的电子元器件。

1. 电阻器的分类

电阻器包括固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器等。

根据制造材料和结构的不同,电阻器有许多种类,常见的有碳膜电阻器、金属膜电阻器、有机实心电阻器、线绕电阻器、固定抽头电阻器、可变电阻器和片状电阻器等。电阻器的外形如图 1-1 所示。

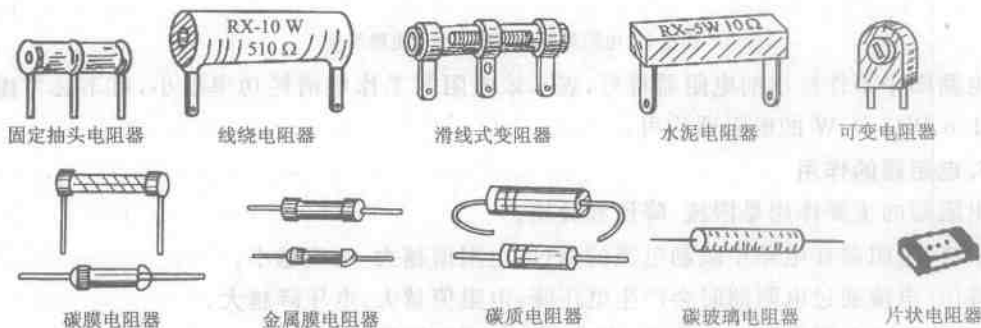


图 1-1 电阻器的外形

碳膜电阻器具有稳定性较高、高频特性好、负温度系数小、脉冲负荷稳定、生产成本低和应用广泛等特点。

金属膜电阻器具有稳定性高、温度系数小、耐热性能好、噪声很小、工作频率范围宽、体积小和应用广泛等特点。

线绕电阻器具有功率大、稳定性高、阻燃性好和绝缘性好等特点。

2. 电阻器的符号

电阻器的文字符号为“R”,电阻器的电路符号如图 1-2 所示。



图 1-2 电阻器的电路符号

3. 电阻器的单位

电阻值简称阻值,基本单位是欧姆,简称欧(Ω)。常用单位有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)。

$$1 M\Omega = 1000 k\Omega, 1 k\Omega = 1000 \Omega$$

4. 电阻器的额定功率

常用电阻器的额定功率有 $1/8 W$ 、 $1/4 W$ 、 $1/2 W$ 、 $1 W$ 、 $2 W$ 和 $5 W$ 等,其电路符号如图 1-3 所示。



图 1-3 电阻器标有额定功率的电路符号

电路图中不作标示的电阻器符号,表示该电阻器工作中消耗功率很小,可不考虑,选用 $1/8 W$ 、 $1/4 W$ 的电阻器均可。

5. 电阻器的作用

电阻器的主要作用是限流、降压和分压。

限流:电阻器在电路中限制电流的通过,电阻值越大,电流越小。

降压:电流通过电阻器时会产生电压降,电阻值越大,电压降越大。

分压:基于电阻器的降压作用,串联的电阻器可以用来分压。

6. 电阻器的特点

电阻器的特点是对交流和直流的作用相同,任何电流通过电阻器都要受到一定的阻碍和限制,并且该电流必然在电阻器上产生电压降。

一般电阻器有两个引脚,电流可以从任一个引脚流入。

1.1.2 电位器

电位器是调节分压比的元器件,实际上就是一个可变电阻器,常用在电路中需要调整阻值的位置。

1. 电位器的分类

电位器按结构可分为旋转式电位器、直滑式电位器、带开关电位器和双联电位器等,如图 1-4 所示。

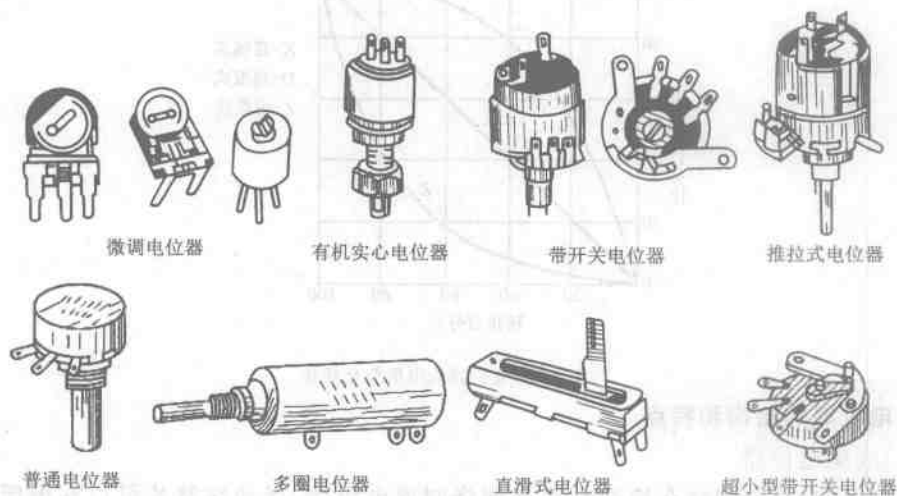


图 1-4 电位器的外形

2. 电位器的符号

电位器的文字符号一般为“RP”, 电位器的电路符号如图 1-5 所示。

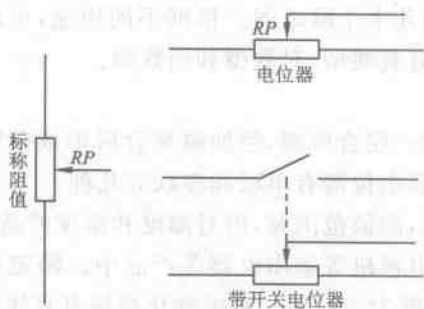


图 1-5 电位器的电路符号

3. 电位器的阻值变化特性

电位器的标称阻值是指两定端之间的阻值,是不变的,变化的是动端和任一定端之间的阻值。

电位器的阻值变化特性是指电位器的阻值随动端的旋转角度或滑动行程而变化的关系。常用的有直线式、指数式和对数式。

(1) 直线式: 电位器的阻值随滑动端的运动作线性、均匀变化。它一般用字符“X”表示,适用于大多数场合,如分压、偏流的调整等。

(2) 对数式: 电位器的阻值随滑动端作对数规律变化。它一般用字符“D”表示,适用于收音机、音响等的音量控制电路。

(3) 指数式: 电位器的阻值随滑动端作指数规律变化。它一般用字符“Z”表示,适用

于收音机、音响等的音调控制电路。

三种电位器在调节时,其阻值随触点的变化而变化的规律如图 1-6 所示。

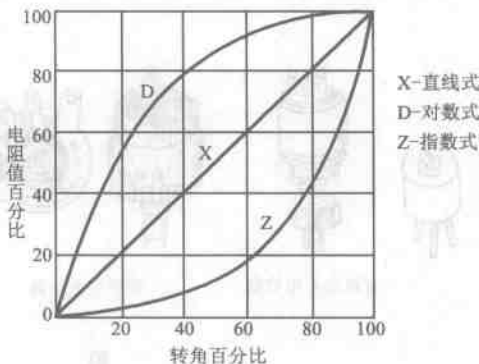


图 1-6 电位器的阻值变化规律

4. 电位器的结构和特点

(1) 线绕电位器

结构:用合金电阻线在绝缘骨架上缠绕制成电阻体,滑动端簧片可以在电阻丝上滑动。有精度达 $\pm 0.1\%$ 的精密线绕电位器,也有额定功率达 100 W 以上的大功率线绕电位器。线绕电位器有单圈、多圈和多联等。

特点:具有精度易于控制、稳定性好、电阻温度系数小、噪声小和耐高压等优点。但阻值范围较窄,一般在几欧到几十千欧之间。根据不同用途,可制成普通型、精密型和微调型电位器。阻值变化规律有直线型、对数型和指数型。

(2) 合成碳膜电位器

结构:在绝缘体上涂敷一层合成膜,经加温聚合后形成碳膜片,再与滑动端簧片等其他零件组合而成。合成碳膜电位器有单联和多联等几种。

特点:其阻值变化连续,阻值范围宽,但对温度和湿度的适应性差,使用寿命较短。其成本低,广泛用于收音机、电视机等家用电器等产品中。额定功率有 1/8 W、1/4 W、1 W 和 2 W 等,一般阻值误差精度为 $\pm 20\%$ 。阻值变化规律有直线型、对数型和指数型。

(3) 有机实心电位器

结构:由导电材料与有机填料、热固性树脂配制成电阻粉,经过热压,在基座上形成实心电阻体。轴端尺寸与形状分多种规格,有带锁紧功能和不带锁紧功能两种。

特点:有机实心电位器具有结构简单、耐高温、体积小、寿命长、可靠性高等优点。缺点是耐压偏低、噪声较大和转动力矩大等。多用于对可靠性要求较高的电子仪器中。其阻值范围是几十欧到几兆欧;功率多在 1/4 W~2 W 之间;精度有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 几种。

(4) 多圈电位器

结构:调节方式有螺旋式和螺杆式等不同形式。

特点:属于精密电位器,调整阻值时滑动端簧片可以旋转多圈,因此其调整精度高、分辨力高。多圈电位器的种类很多,有线绕型和有机实心型等。

1.2 电阻器的基础实训

1.2.1 电阻器的识别

1. 我国电阻器的型号命名

我国电阻器的型号命名由四部分组成。

R 字母 数字/字母 数字

第一部分用字母 R 表示电阻器的主称。

第二部分用字母表示构成电阻器的材料。

第三部分用数字或字母表示电阻器的分类。

第四部分用数字表示生产序号。

各部分字母意义见表 1-1。

表 1-1 电阻器的各部分字母意义

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		用数字或字母表示电阻器的分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		I	玻璃釉膜	5	高温	
		J	金属膜	6 和 7	精密	
		Y	氧化膜	8	高压	
		S	有机实心	9	特殊	
		N	无机实心	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		C	沉积膜	X	小型	
		G	光敏	L	测量	
				W	微调	
				D	多圈	

2. 电阻器上阻值的标示方法

(1) 直标法：将电阻值直接印刷在电阻器上。如图 1-7 所示。

例如：在 $5.1\ \Omega$ 的电阻器上印有 5R1 的字样，在 $6.8\ \text{k}\Omega$ 的电阻器上印有 6K8 的字样。其中 R 和 K 既表示单位，又代表小数点。



图 1-7 直标法

(2) 数码法：用 3 位数字表示，前两位是表示阻值的有效数字，第三位表示有效数字后面零的个数。当阻值小于 10 时，用 xR_x 表示（ x 代表数字），将 R 看作小数点。

(3) 色环法：在电阻器上印刷 4 道或 5 道色环来表示阻值，5 色环电阻的精度高于 4 色环电阻精度，阻值的单位为 Ω 。

4 色环表示法：第 1、2 环表示有效数字，第 3 环表示倍乘数，第 4 环表示允许误差。如图 1-8 所示。

5 色环表示法：第 1、2、3 环表示有效数字，第 4 环表示倍乘数，第 5 环表示允许误差。如图 1-9 所示。

色环一般采用棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑、金、银 12 种颜色，它们的意义见表 1-2。

色环电阻阻值计算方法：

例如：电阻器的 4 道色环依次为黄、紫、红、金，则其可记为 $47 \times 10^2 \pm 5\% \Omega$ ，即阻值为 4.7 k Ω ，误差为 $\pm 5\%$ 。

电阻器的 5 道色环依次为红、黄、黑、金、棕，则其可记为 $240 \times 10^{-1} \pm 1\% \Omega$ ，即阻值为 24 Ω ，误差为 $\pm 1\%$ 。

表 1-2 (1) 4 色环电阻器上色环的意义

颜色	第一位有效数字	第二位有效数字	倍率	允许误差
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
黑	0	0	10^0	
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$
无				$\pm 20\%$



图 1-8 4 色环电阻器

表 1-2 (2)5 色环电阻器上色环的意义

颜色	第一位有效数字	第二位有效数字	第三位有效数字	倍率	允许误差
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	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
黑	0	0	0	10^0	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	



5 色环电阻

1、2、3 环为有效数字环
第4环为倍率环
第5环为误差环

图 1-9 5 色环电阻器

1.2.2 电位器的识别

1. 电位器的型号命名方法和电阻器的型号命名方法相同。
2. 电位器上阻值的标示方法主要采用直标法:将电位器的电值范围直接印刷在电阻器上。

1.2.3 电阻器及电位器识别练习

准备各种类型的电阻器和电位器,由学生根据电阻器和电位器的基础知识,并到网络上进行查询相关资料,对各种电阻和电位器进行判别。并填写下表。

1. 色环电阻器的识别

序号	色环顺序 1 2 3 4 5	电阻阻值	误差	序号	色环顺序 1 2 3 4 5	电阻阻值	误差
示范	棕蓝绿黑棕	165×10^0	$\pm 1\%$				
1				6			
2				7			
3				8			
4				9			
5				10			

2. 其他非色环电阻器识别

电阻器识别与检测(续表)

序号	标识	电阻阻值	误差	序号	标识	电阻阻值	误差
示范	2 2 3	22×10^3	$\pm 1\%$				
1				6			
2				7			
3				8			
4				9			
5				10			

3. 电位器识别

序号	标识	电位器阻值范围	误差	序号	标识	电位器阻值范围	误差
1				6			
2				7			
3				8			
4				9			
5				10			

1.3 电阻器的技能实训

1.3.1 万用表及其使用

1. 用机械万用表检测电阻器

(1) 选择挡位“ Ω ”检测时,首先根据电阻器阻值的大小,选择适当的倍率挡。如图 1-10 所示。

测量 100Ω 以下的电阻器可选“ $R \times 1$ ”挡;测量 $100 \Omega \sim 1 \text{ k}\Omega$ 之间的电阻器可选“ $R \times 10$ ”挡;测量 $1 \text{ k}\Omega \sim 10 \text{ k}\Omega$ 之间的电阻器可选“ $R \times 100$ ”挡;测量 $10 \text{ k}\Omega \sim 100 \text{ k}\Omega$ 之间的电阻器可选“ $R \times 1 \text{ k}\Omega$ ”挡;测量 $100 \text{ k}\Omega$ 以上的电阻器可选“ $R \times 10 \text{ k}\Omega$ ”挡。

由于万用表电阻挡一般按中心阻值校准,而其刻度线又是非均匀的,因此,测量电阻器应避免表针指在刻度线两端。

(2) 电调零

测量挡位选择后还需对万用表电阻挡进行校零。将万用表两表笔短接,转动调零旋钮使表针指向电阻刻度的 0Ω 处。如图 1-11 所示。