

中等职业教育系列教材

电子技能实训教程

主编 陈 栋 陈德乾

主审 朱力恒



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

中等职业教育系列教材

电子技能实训教程

主 编 陈 栋 陈德乾

副主编 林家祥 刘润田

参 编 (以姓氏笔画为序)

汤 敏 陈均建 罗慧珍 郑永富

袁永智 梁倡明 程志刚 廖志辉

主 审 朱力恒

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书详细阐述了电子技术的基本技能，并融入了一些新工艺、新方法和实用电路的制作。

全书共6章，内容包括：常用电子元器件，常用电子测量仪器、仪表的使用，电子焊接工艺和制板技术，模拟电子电路的安装及调试，数字电路的安装与调试，计算机辅助设计——ProtelDxp 电路设计制板实例精选。本书每一章都是一个独立的模块，从基础知识和技能准备入手，配以多项技能训练项目以及操作指导和评价进行综合能力的培训。

本书可作为中等职业技术学校电子技术应用专业技能训练教材，也可作为相应专业教学参考书，还可供电子技术爱好者参考使用。

★ 本书配有电子教案，需要者可与出版社联系，免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

电子技能实训教程 / 陈栋, 陈德乾主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.9

(中等职业教育系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2024 - 4

I. 电… II. ①陈… ②陈… 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 065378 号

策 划 陈 婷

责任编辑 任倍萱 陈 婷

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 22.375

字 数 528千字

印 数 1~4000册

定 价 31.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2024 - 4/TN · 0420

XDUP 2316001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

中等职业教育系列教材

编审专家委员会名单

主任：彭志斌（广东省佛山市顺德区陈村职业技术学校校长 中学高级教师）

副主任：徐益清（江苏省惠山职业教育中心校教务主任 高讲）

孙 华（张家港职业教育中心校机电工程部主任 中学高级教师）

计算机、电子组 组长：徐益清（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王霁虹（深圳龙岗职业技术学校教务副主任 高级工程师）

王新荣（杭州市萧山区第三中等职业学校计算机教研组组长 中学高级教师）

甘里朝（广州市无线电中等专业学校计算机科副主任 讲师）

江国尧（苏州工业职业技术学院苏高工校区 中学高级教师）

吕小华（深圳华强职业技术学校计算机教研组组长 中学高级教师）

毕明聪（南京市江宁职业教育中心校教务处主任 中学高级教师）

严加强（杭州市电子信息职业学校电子教研组组长 高级教师）

陈 栋（广东省佛山市顺德区陈村职业技术学校实训处主任 中学高级教师）

徐伟刚（江苏省苏州职业教育中心校专业办主任 工程师）

机电组 组长：孙 华（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王明哲（陕西国防工业职业技术学院机电系主任 副教授）

冯彦炜（陕西省机电工程学校机电专业科科长 讲师）

张 俊（西安航空职业技术学院机械系主任助理 讲师）

杨荣昌（陕西省机电工程学校科长 高级讲师）

周兴龙（南京市江宁职业教育中心校机电专业办主任 中学高级教师）

前言

改革开放 30 年来,随着我国经济持续高速的发展,第二、第三产业的发展势头也越来越迅猛,各类民营企业、外资企业、合资企业争先抢滩并细分我国的资本市场。在全球知识经济的大背景下,社会分工的细化对生产技术的要求日益增高,因而使得开放的市场经济环境急需大量的技术工人。

职业教育是实施职业技能开发,培养技术工人的前沿阵地。学校教育改革的成效是影响人才培养质量的关键,而教育改革的核心是教学改革,教材则为教学之本。多年来,能让教学一线满意的专业教材不多,特别是指导技能实训教学的教材更少,要么是通篇理论、专家学者使用型的教材,要么是项目实验、工程技术型的教材,“四新”知识的应用尤为匮乏。鉴于此,本书以教材改革为突破口,在深入实践的基础上尝试编写适合中等职业技术学校使用的教材。

本书按照中等职业技术学校电子、电工、电气化等专业培养目标的要求,以教育部颁发的教学大纲为指导,本着与电子相关学科成一体体系的原则编写而成。与以往同类教材相比,本书具有以下几方面特点:

(1) 淡理论、重技能。理论部分以够用、可用、适用为原则,重点突出技能训练部分。

(2) 图文并茂。教材的编写将应知应会的内容或分类列表,或整理成方框图,或编辑成原理演示操作图,思路清晰,易于教和学。

(3) 技能要求循序渐进,逐层深入,项目渗透。电子元器件的检测及使用、仪表的使用及测量技巧、焊接技术等内容作为基础技能,为电路的安装及调试服务,技能要求呈阶梯状分布,又相互渗透,并重视综合项目的应用。

(4) 项目教学法贯穿全书。教材每一章的内容是一个实训项目,全书是一个综合的实训大项目,包括了元件检测、电路设计、安装、调试等技能项目的要求,主线鲜明。特别是第 4 章和第 5 章,安排了 OTL 功放、数字频率计的安装及调试等技能训练项目,使每一章结束后就能成功地组装整机,同时也应用了前面三章的知识内容,从而突显了项目教学法的明显特色。

(5) 引入了“四新”知识。新工艺、新设备、新知识、新技能是对当代技术工人的显著要求。我们在编写教材的时候考虑了这些因素,如新颖的元器件、主流的仪器、制板机实用技能、Protel 设计及应用等,适度拓展了教学要求,实现了教学与生产一线同步。

(6) 注重学生的养成教育和思维开拓。教材的编写充分考虑了中职学生的能力特点,设计实习目标时以能模仿、能操作、能成功为原则,重视学生自主学习能力的培养;技能训练后安排有“拓展阅读”环节,拓展学生的知识视野。

(7) 适合教师实施技能教学。我们在选用电路时进行了操作试验,保证其可行性,并对元件清单、评分表、电路图、印刷板图等因素反复斟酌,适合教师组织实践教学的需求。

(8) 书中所用电路元器件通用性强,易购买,成本低;电路成功率高,趣味性强。

本书构思系统,内容严谨,操作灵活,具有适合中等职业教育需要的内涵,特别是对指导实践教学的效果明显。

鉴于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏和不当之处,恳请广大读者、专家及时指正。

编者

2008年4月

目 录

第 1 章 常用电子元器件	1
1.1 电阻器	1
【技能训练一】 电阻器的识别与检测	6
1.2 电容器	10
【技能训练二】 电容器的识别与检测	14
1.3 电感器	17
【技能训练三】 电感器的识别与检测	21
1.4 晶体二极管	23
【技能训练四】 二极管的检测	26
1.5 晶体三极管	28
【技能训练五】 三极管的检测与判别	31
1.6 场效应管	33
【技能训练六】 场效应管的检测与判别	36
1.7 电声器件	38
【技能训练七】 扬声器、蜂鸣器及传声器的检测	44
1.8 继电器	46
【技能训练八】 继电器的检测	50
1.9 传感器	51
1.10 变压器	53
【技能训练九】 变压器的检测	56
1.11 接插件	58
1.12 集成电路	59
第 2 章 常用电子测量仪器、仪表的使用	68
2.1 指针式万用表的使用	68
【技能训练十】 MF47 型万用表基础训练	71
【技能训练十一】 MF47 型万用表测量电阻、电压和电流	75
2.2 数字式万用表	79
【技能训练十二】 数字式万用表的使用	83
2.3 直流稳压电源	87
2.4 晶体管毫伏表	89

【技能训练十三】 晶体管毫伏表的使用	92
2.5 函数信号发生器	95
【技能训练十四】 信号发生器的使用	98
2.6 双踪示波器	100
【技能训练十五】 示波器的使用	105
【技能训练十六】 运用李沙育图形测量信号频率	107
【技能训练十七】 常用电子仪器、仪表的综合应用	109
2.7 晶体管测试仪	111
2.8 虚拟仪器简介	121
第3章 电子焊接工艺和制板技术	124
3.1 元器件引脚成形和连接导线端头处理技术	124
3.2 搪锡方法和技术要求	129
3.3 手工焊接技术	131
3.4 制作印制电路板	139
3.5 表面组装技术简介	144
【技能训练十八】 手工焊接技术	152
第4章 模拟电子电路的安装及调试	159
4.1 电源电路	159
【技能训练十九】 集成稳压电源电路的安装及调试	162
【技能训练二十】 正负双电源稳压电路的安装及调试	168
4.2 低频放大电路	174
【技能训练二十一】 分立元件音频放大电路的安装及调试	176
【技能训练二十二】 集成运放音频前置放大电路的安装与调试	186
【技能训练二十三】 集成电路音频功率放大电路的安装与调试	197
【综合技能训练一】 OTL 功率放大器的整机安装及调试	203
4.3 高频放大电路	212
【技能训练二十四】 调频无线话筒的安装及调试	216
【综合技能训练二】 超外差式调幅收音机的安装及调试	222
第5章 数字电路的安装与调试	234
5.1 基本逻辑门电路	234
【技能训练二十五】 触摸延时开关的安装及调试	236
5.2 常用组合逻辑器件及其应用	241
【技能训练二十六】 0~9 数码显示电路的安装及调试	248
5.3 时基集成电路的应用	252
【技能训练二十七】 两灯交替闪烁电路的安装及调试	253
【技能训练二十八】 电冰箱断电延时保护电路的安装及调试	257

5.4 时序逻辑电路	261
【技能训练二十九】 一种由 D 触发器组成的计数器电路的安装及调试	265
5.5 综合实训	271
【综合技能训练三】 数字频率计的安装及调试	271
【综合技能训练四】 四路防盗报警器的安装及调试	279
 第 6 章 计算机辅助设计——ProtelDxp 电路设计制板实例精选	283
6.1 ProtelDxp 使用简介	283
6.2 ProtelDxp 的文件管理	283
6.3 常用的菜单、工具及快捷键	286
6.4 电路设计步骤概述	288
6.5 设计三端集成稳压电源电路(实例一)	290
6.6 设计无线话筒电路(实例二)	304
6.7 设计电冰箱断电延时保护电路(实例三)	314
6.8 设计四路防盗器电路(实例四)	321
 附录	333
附录一 常用电子元器件	333
附录二 74LS 系列通用数字集成电路的功能与参考单价	336
附录三 CD40 系列通用数字集成电路的功能与参考单价	338
附录四 OTL 功放整机原理图	340
附录五 OTL 功放整机 PCB 图(焊接图)	341
附录六 云雀牌 YQ-172 超外差式调幅收音机 PCB 图(焊接面)	342
附录七 云雀牌 YQ-172 超外差式调幅收音机原理图	343
附录八 数字频率计原理图	344
附录九 数字频率计 PCB 图(焊接面)	345
 参考文献	346

第1章 常用电子元器件

本章学习内容与目标:

- (1) 了解各种常用电子元器件的外形;
- (2) 掌握各类电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管、扬声器、继电器、开关及变压器等电子元器件的种类、标志方法和主要参数;
- (3) 熟练掌握识别和测试常用电子元器件质量和电气性能的方法;
- (4) 通过技能实训,培养学生的逻辑思维能力、观察能力以及运用所学知识解决问题的能力。

1.1 电 阻 器

【基础知识与技能准备】

电阻器简称电阻,是电气、电子设备中用得最多的基本元件之一,主要用于控制和调节电路中的电流和电压,或用作消耗电能的负载。图 1-1-1 是常见电阻器的外形。

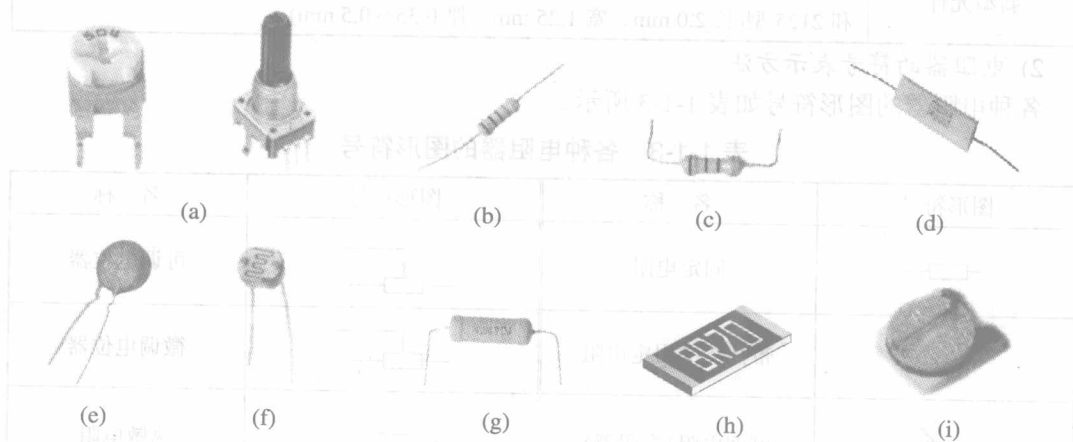


图 1-1-1 常见电阻器的外形

- (a) 可调电阻器; (b) 碳膜电阻器; (c) 金属膜电阻器; (d) 水泥电阻器; (e) 热敏电阻器;
(f) 光敏电阻器; (g) 线绕电阻器; (h) 超低阻贴片电阻器; (i) 贴片可调电阻器

1. 电阻器的主要参数

电阻器的参数很多,通常考虑标称阻值、允许偏差和额定功率等三项。对有特殊要求的电阻器,还要考虑它的温度系数、稳定性、最大工作电压、噪声和高频特性等。表 1-1-1 所示是电阻器的主要参数。

表 1-1-1 电阻器的主要参数

主要参数	说 明	图 例
标称阻值	指电阻器表面所标的阻值	
允许偏差	指电阻器的实际阻值和标称阻值之差除以标称阻值所得到的百分数。允许偏差越小，其精度等级越高	
额定功率	指电阻器在直流或交流电路中，长期连续工作所允许承受的最大功率。电阻器的额定功率通常有 1/8 W、1/4 W、1/2 W、1 W、2 W、3 W、5 W、10 W 等	

2. 电阻器的分类与符号表示方法

1) 电阻器的分类

电阻器种类繁多、形状各异、额定功率也各不相同，常见的分类方法及种类如表 1-1-2 所示。

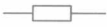
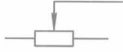
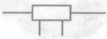
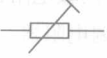
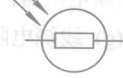
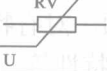
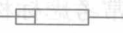
表 1-1-2 电阻器的分类方法及种类

分类方法	种 类
按阻值是否可调节分	固定电阻器和可变电阻器
按制造材料分	碳膜电阻器、水泥电阻器、金属膜电阻器和线绕电阻器等
按用途分	通用型电阻器、高阻型电阻器、高压型电阻器、高频无感型电阻器
新型元件	贴片电阻器有两种型号：3216 型(长 3.2 mm、宽 1.6 mm、厚 0.45~0.6 mm)和 2125 型(长 2.0 mm、宽 1.25 mm、厚 0.35~0.5 mm)

2) 电阻器的符号表示方法

各种电阻器的图形符号如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 各种电阻器的图形符号

图形符号	名 称	图形符号	名 称
	固定电阻		可调电位器
	带抽头的固定电阻		微调电位器
	可调电阻(变阻器)		热敏电阻
	微调电阻		光敏电阻
	压敏电阻		熔断电阻

3. 电阻器的标志方法

1) 直标法

直标法就是将电阻器的阻值和误差等级直接用数字印在电阻器上，使用者可以从电阻器的表面直接读出阻值及阻值误差，如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 直标法

2) 文字符号法

文字符号法就是将需要标志的主要参数与技术指标用文字和数字符号有规律地标志在产品表面上，如表 1-1-4 所示。用文字符号法表示时，还必须了解有关电阻器的标称阻值系列、文字符号的意义及电阻器的允许偏差值，具体内容分别如表 1-1-5、1-1-6、1-1-7 所示。

表 1-1-4 文字符号法

图 例	说 明
	电阻值为 3.3 Ω，允许误差为±5%
	电阻值为 5.1 MΩ，允许误差为±10%
	电阻值为 1.8 kΩ，允许误差为±20%

表 1-1-5 电阻器标称阻值系列

系 列	允许误差	电阻器的标称阻值						
E ₂₄	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				
E ₁₂	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	8.7		
E ₆	III 级(±20%)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	

表 1-1-6 电阻器文字符号的意义

文字符号	单位及进制关系	名 称
R	Ω(10 ⁰)	欧姆
K	kΩ(10 ³)	千欧
M	MΩ(10 ⁶)	兆欧
G	GΩ(10 ⁹)	吉欧
T	TΩ(10 ¹²)	太欧

表 1-1-7 电阻器的允许偏差值

文字符号	允许偏差/%	文字符号	允许偏差/%
Y	±0.001	D	±0.5
X	±0.002	F	±1
E	±0.005	G	±2
L	±0.01	J	±5
P	±0.02	K	±10
W	±0.05	M	±20
B	±0.1	N	±30
C	±0.25	—	—

大多数电阻器的允许偏差为 J、K、M 三类。例如：6R2J 表示该电阻标称值为 6.2 Ω，允许偏差为±5%；3K6K 表示电阻值为 3.6 kΩ，允许偏差为±10%；1M5M 表示电阻值为 1.5 MΩ，允许偏差为±20%。

3) 色标法

色标法就是将电阻器的标称阻值与误差用不同的颜色环标注在电阻器表面上。各种色环所代表的意义如表 1-1-8 所示。

表 1-1-8 色环电阻数值对照表

颜色	有效数字第一位数	有效数字第二位数	倍乘数	允许误差/%
棕	1	1	10 ¹	±1
红	2	2	10 ²	±2
橙	3	3	10 ³	—
黄	4	4	10 ⁴	—
绿	5	5	10 ⁵	±0.5
蓝	6	6	10 ⁶	±0.25
紫	7	7	10 ⁷	±0.1
灰	8	8	10 ⁸	20~50
白	9	9	10 ⁹	—
黑	0	0	10 ⁰	—
金	—	—	10 ⁻¹	±5
银	—	—	10 ⁻²	±10
无色	—	—	—	±20

(1) 四色环的读数方法。如图 1-1-3 所示，与电阻端部距离最近的为第一环，顺次向右为第二、第三、第四色环。各色环所代表的意义为：1、2 环为有效数字；3 环为 10 的 n 次方；4 环为误差环。例如：有一个四色环电阻如图 1-1-4 所示，则该电阻的阻值为

$$R = (10 \times 10^2) \pm 5\% = 1000 \, \Omega \pm 5\% = 1 \, \text{k}\Omega \pm 5\%$$

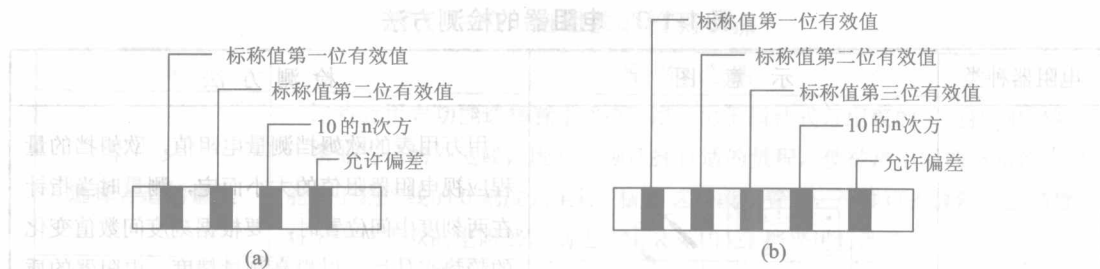


图 1-1-3 色环电阻的标识方法

(a) 四环电阻的标识方法; (b) 五色环电阻的标识方法

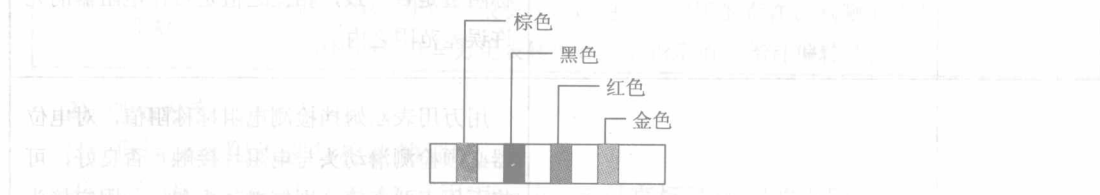


图 1-1-4 四环电阻的读数

(2) 五色环的读数方法。五色环电阻的读数方法与四环电阻相似，所不同的是第三环代表第三位有效数字，第四环代表 10 的 n 次方，第五环为误差环。例如：有一个五色环电阻如图 1-1-5 所示，则该电阻的阻值为

$$R = (100 \times 10^2) \pm 5\% = 10 \text{ k}\Omega \pm 5\%$$

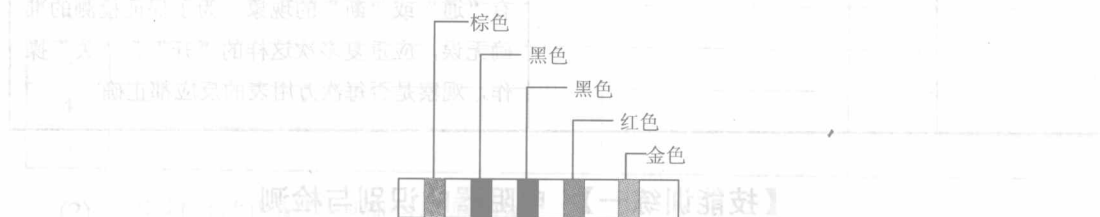


图 1-1-5 五色环电阻的读数

4) 数码表示法

数码表示法是在电阻器上用三位数码表示标称值的表示方法。数码从左至右，第一、二位为有效值，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。数码表示法常见于贴片电阻或进口器件上。

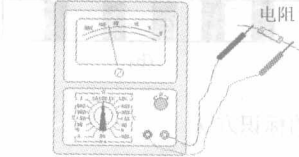
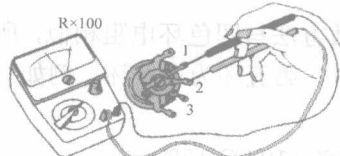
例如：标识为 222 的电阻器，表示其阻值为 2200 Ω ，即 2.2 k Ω ；标识为 105 的电阻器，表示其阻值为 1 M Ω ；标识为 47 的电阻器，表示其阻值为 47 Ω 。

4. 电阻器的选用与检测方法

选用电阻时，首先应观察外表，电阻应标志清晰，保护层完好无损，盖帽与电阻体结合紧密，无断裂和烧焦现象；电位器转动灵活，手感接触均匀；若带有开关，应听到开关接通时清脆的“叭哒”声。

其次，应利用仪表进行检测，检测方法如表 1-1-9 所示。

表 1-1-9 电阻器的检测方法

电阻器种类	示意图	检测方法
普通电阻器		用万用表的欧姆挡测量电阻值，欧姆挡的量程应视电阻器阻值的大小而定，测量时当指针在两刻度中间位置时，要根据刻度间数值变化的趋势来估读，以提高测量精度。电阻器的质量好坏是比较容易鉴别的，检测时可以用万用表的电阻挡测量电阻器的阻值，看其阻值与标称阻值是否一致，相差之值是否在电阻器的允许误差范围之内
电位器		用万用表欧姆挡检测电阻标称阻值，对电位器必须检测滑动头与电阻片接触是否良好，可将万用表两表笔分别接滑动头和任一固定接头相连，然后旋动电位器把柄，观察其阻值的变化是否连续均匀。若电位器带有开关，检测时还应用万用表的低阻挡测两个焊片。旋动电位器的轴柄，使开关处于“开”“关”的状态，同时观察万用表表盘指针情况，是否出现有“通”或“断”的现象。为了保证检测的准确无误，应重复多次这样的“开”、“关”操作，观察是否每次万用表的反应都正确

【技能训练一】 电阻器的识别与检测

一、技能训练目标

- (1) 熟悉各种电阻器的型号及主要技术参数。
- (2) 熟悉色环电阻的读法、测量电阻器阻值的方法，并能从电阻体积大小识别其额定功率。
- (3) 了解电阻器的标准误差和实际误差。

二、技能训练内容及步骤

1. 电阻器的识别与检测训练

1) 检测步骤

电阻器的检测步骤及操作说明如表 1-1-10 所示。

表 1-1-10 电阻器的检测步骤

步 骤	操 作 说 明
第一步： 选择合适的量程	先将万用表功能选择置于“Ω”挡，由于指针式万用表的电阻挡刻度线是一条非均匀的刻度线，因此必须选择合适的量程，使被测电阻的指示值尽可能位于刻度线的 0 刻度到全程 2/3 的这一段位置上，这样可提高测量的精度。对于上百千欧的电阻器，则应选用 R × 10 kΩ 挡来进行测量
第二步： 万用表调零	将电表的两只表笔短接，调节“调零”旋钮，使表针指向表盘上的“0 Ω”位置上。注意每更换一次量程都必须重新调零一次
第三步： 读数	读数时，万用表应水平放置，两眼位于指针的正上方，注意双手不能同时接触被测电阻的两根引线，以免人体电阻的存在影响测量的准确性 电阻的阻值 = 万用表转换开关的指示值 × 指针偏转的格数

2) 训练内容

(1) 直标法电阻识别与检测的训练。

① 训练设备及材料：MF47 万用表一块、5 只直标法标识的电阻。

② 训练要求：将所提供的 5 只电阻的标称阻值和允许误差填写在表 1-1-11 中，再用万用表检测读数是否准确，并对电阻的质量进行判定。

表 1-1-11 直标法电阻的标称阻值和允许误差

序号	标称阻值	允许误差	万用表读数	质量判定
1				
2				
3				
4				
5				

(2) 文字符号法电阻的识别与检测训练。

① 训练设备及材料：MF47 万用表一块、5 只文字符号法标识的电阻。

② 训练要求：将所提供的 5 只电阻的标称阻值和允许误差填写在表 1-1-12 中，再用万用表检测读数是否准确，并对电阻的质量进行判定。

表 1-1-12 文字符号法电阻的标称阻值和允许误差

序号	标称阻值	允许误差	万用表读数	质量判定
1				
2				
3				
4				
5				

(3) 色环电阻的识别与检测训练。

① 训练设备及材料：MF47 万用表一块、5 只四色环电阻、5 只五色环电阻。

② 训练要求：将所提供的 10 只电阻的色环排列、标称阻值和允许误差填写在表 1-1-13 中，再用万用表检测读数是否准确，并对电阻的质量进行判定。

表 1-1-13 色环电阻的标称阻值和允许误差

序号	色环排列	标称阻值	允许误差	万用表读数	质量判定
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

2. 电位器的检测

1) 检测步骤

先测量电位器的总阻值，然后再测量它的中心端片与电阻体的接触情况。如图 1-1-6 所示，先将一只表笔接电位器的中心焊接片，另一只表笔接其余两端片中的任意一个，再慢慢将其转柄从一个极端位置旋转至另一个极端位置，其阻值则应从零(或标称值)连续变化到标称值(或零)。在整个旋转过程中，万用表的指针不应有跳动现象。在电位器转柄的旋转过程中，应感觉平滑，松紧适中，不应有异常响声。开关接通时，开关两端之间的阻值应为零；开关断开时，其阻值应为无穷大。

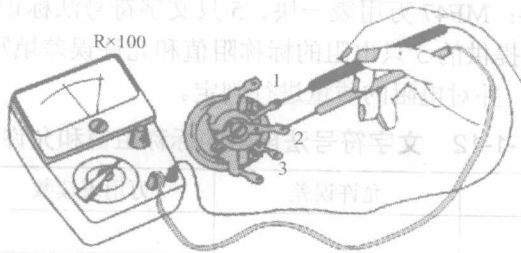


图 1-1-6 电位器的检测

2) 检测训练

(1) 训练设备及材料：开关电位器 2 只、微调电位器 2 只、单联开关 1 只、双联开关 1 只。

(2) 训练要求：完成表 1-1-14 的填写。