



职业技能 短期培训教材

全国职业培训推荐教材 | 人力资源和社会保障部教材办公室评审通过 | 适合于职业技能短期培训使用

电子装接工基本技能

ZI ZHUANGJIEGONG JIBEN JINENG (第二版)

● 推荐使用对象：农村进城务工人员 | 就业与再就业人员 | 在职人员



中国劳动社会保障出版社

全国职业培训推荐教材
人力资源和社会保障部教材办公室评审通过
适合于职业技能短期培训使用

电子装接工基本技能

(第二版)

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子装接工基本技能/黄培鑫主编. —2 版. —北京: 中国劳动
社会保障出版社, 2013

职业技能短期培训教材

ISBN 978-7-5167-0261-1

I. ①电… II. ①黄… III. ①电子技术-技术培训-教材
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 051612 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 4.875 印张 124 千字

2013 年 5 月第 2 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版
图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者重奖。

举报电话: (010) 64954652

前言

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训，能够在短期内使受培训者掌握一门技能，达到上岗要求，顺利实现就业。

为了适应开展职业技能短期培训的需要，促进短期培训向规范化发展，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训系列教材，涉及二产和三产百余种职业（工种）。在组织编写教材的过程中，以相应职业（工种）的国家职业标准和岗位要求为依据，并力求使教材具有以下特点：

短。教材适合 15~30 天的短期培训，在较短的时间内，让受培训者掌握一种技能，从而实现就业。

薄。教材厚度薄，字数一般在 10 万字左右。教材中只讲述必要的知识和技能，不详细介绍有关的理论，避免多而全，强调有用和实用，从而将最有效的技能传授给受培训者。

易。内容通俗，图文并茂，容易学习和掌握。教材以技能操作和技能培养为主线，用图文相结合的方式，通过实例，一步步地介绍各项操作技能，便于学习、理解和对照操作。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。欢迎职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

人力资源和社会保障部教材办公室

简介

本书共四个单元。第一单元电子元器件的识别与测量技能，讲述了电阻器、电容器、晶体二极管、晶体三极管等常用电子元器件外形识别及测量技能。第二单元电子元器件插件与导线的加工技能，讲述了电子元器件的成形技能、插件技能和导线的加工技能。这些都是电子装接工作中不可缺少的工作技能，与电子装接技能紧密相关。第三单元电子元器件的焊接与拆焊技能，讲述了手工焊接（电烙铁焊接）的方法及要领，工具、焊料的选用以及焊接工具的修理技能。第四单元是电子产品电路的装接实践。通过本单元的学习，培养学员整体装接的操作技能。

本书突出应用性和实用性，把技能训练与专业知识相结合，把教学与企业需求相结合。全书图文并茂，训练方法贴合实际，技能要求规范标准，可操作性强。

本书由江苏省南通技师学院黄培鑫主编，江苏省南通中等专业学校陈晓佳参编。

目录

第一单元 电子元器件的识别与测量技能·····	(1)
模块一 电阻器的识别与测量技能·····	(2)
模块二 电容器的识别与测量技能·····	(29)
模块三 二极管的识别与测量技能·····	(47)
模块四 三极管的识别与测量技能·····	(61)
第二单元 电子元器件的插装与导线加工技能·····	(82)
模块一 元器件的引脚成形技能·····	(82)
模块二 元器件的插装技能·····	(87)
模块三 导线的加工技能·····	(91)
第三单元 电子元器件的焊接与拆焊技能·····	(95)
模块一 元器件的焊接技能·····	(95)
模块二 元器件的机器焊接·····	(108)
模块三 元器件的拆焊技能·····	(111)
第四单元 电子产品电路的装接实践·····	(116)
培训学时建议·····	(149)
参考文献·····	(150)

第一单元 电子元器件的 识别与测量技能

培训目标：

1. 适应企业生产中识别常用电子元器件的种类区分的技术需要。
2. 适应企业生产中判断常用电子元器件性能参数的技术需要。
3. 熟练判断常用电子元器件的性能优劣。

培训要求：

1. 掌握电阻器的识别与测量技能。
2. 掌握电容器的识别与测量技能。
3. 掌握二极管的识别与测量技能。
4. 掌握三极管的识别与测量技能。

电子装接中，通常涉及的电子元器件有电阻器、电容器、半导体二极管、半导体三极管、集成电路、发光管、传感器、继电器等。要学会对这些电子元器件的装配技能，首先要认识这些电子元器件，了解它们的性能，并掌握判断它们优劣的测量方法，才能很好地掌握、运用它们，并能将这些电子元器件准确地进行装配和组装。

电子元器件的识别与测量是电子装接工的基本技能。掌握电子元器件的识别与测量技能，是保证完成装配任务的前提和必备条件。本单元主要学习电阻器、电容器、半导体二极管和半导体三极管这些较常用的元器件的识别与测量技能。

模块一 电阻器的识别与测量技能

一、电阻器的作用与类别

1. 电阻器的作用

电阻器是一种能使电子运动产生阻力的元件，是一种能控制电路中的电流大小和电压高低的电子元件。如使用的电阻器阻值大，则电路中的电流就小，电压值就低；反之，则电路中的电流就大，电压值就高。所以，电阻器在电路中有稳定和调节电流、电压的作用，既可以作为分流器和分压器，还可以作为消耗功率的负载电阻。

2. 电阻器的分类

电阻器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而不需要变动的电路中，起限流、分流、分压、降压及负载和匹配等作用。

可变电阻器分为可变和半可变两类。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、音调、电压、电流等。如收音机、随身听中的音量调节；歌舞厅调音室中的调音台音量推子（各路音量电位器）等。按照结构不同，可变电阻器分为旋杆式（旋柄式）和滑杆式两类。

半可变电阻器又称微调电阻器或微调电位器。主要对某电路进行调试时作调整之用，使电路符合设计要求。调节时，通过调节微调电阻器的旋转触点，改变其与两侧固定引出端间的阻值，即改变微调电阻器的阻值，从而达到调整电路电压、电流的目的。

按照电阻器的制成材料与制成结构的不同，可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属线绕式电阻器等，部分电阻器实物如图1—1所示。电阻器的基体通常采用耐高温，并且有一定机械强

度的绝缘材料制成，如陶瓷等。为了方便生产和使用，通常将电阻器的基体做成圆柱形。



图 1—1 部分电阻器

在制作电阻器时，首先按其功率大小确定电阻器的基体大小；再将带有引线的金属帽，套在电阻器基体的两端；然后在电阻器基体的四周均匀地涂上碳膜涂层；再给各种阻值的电阻器印上各种阻值标识，就制成了一只碳膜电阻器。金属膜电阻器的外表涂的是一层金属膜涂层，所以比碳膜电阻器的性能好。线绕电阻器是将金属电阻丝绕在基体上而制成。线绕电阻器体积较大，但其性能比碳膜电阻器和金属膜电阻器都好。

金属膜电阻器的阻值范围比较大，可以从零点几欧姆至几十兆欧姆，但功率比较小，一般 2 W 以下的为常见。线绕式电阻器的阻值范围比较小，通常为零点几欧姆至几十千欧姆，但功率较大，最大可达几百瓦。

随着电子设备产品小型化的推进，贴片型元件的使用也越来越广泛。大的控制设备，如挖掘机的计算机控制板，小的电子产品如蓝牙耳机、耳道助听器等，都大量使用了贴片型元件。贴片型电阻器的实物如图 1—2 所示。



图 1—2 贴片型电阻器

贴片电阻器 (SMD Resistor) 又叫“厚膜片式固定电阻器” (Chip Fixed Resistor), 或称“矩形片状电阻” (Rectangular Chip Resistors), 是由 ROHM 公司发明并最早推向市场, 属于金属玻璃釉电阻器中的一种。是将金属粉和玻璃釉粉混合, 采用丝网印刷法印在基板上制成的电阻器。

贴片电阻器具有以下特点:

- (1) 体积小, 质量轻。
- (2) 适合波峰焊和回流焊。
- (3) 机械强度高, 高频特性优越。
- (4) 常用规格的价格比传统的引线电阻还便宜。

(5) 生产成本低, 配合自动贴片机, 适合现代电子产品规模化生产。

贴片电阻器由于价格便宜, 生产方便, 能大幅度减少 PCB (印制电路板) 面积, 减小产品外观尺寸, 现在已取代了大部分传统引线电阻。

二、电阻器的识别技能

1. 电阻器的图形符号与代号

电阻器在电路中的图形符号如图 1—3 所示。

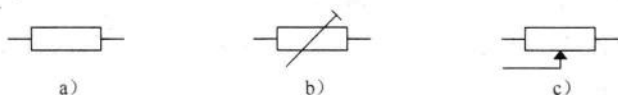


图 1—3 电阻器图形符号

a) 固定电阻器 b) 可变电阻器 c) 电位器

固定电阻器在电路中的文字代号为“R”。如在电路中使用两个电阻器, 就将它们编成“R1、R2”。如在一个电路图有 20 个电阻器, 则可以将它们分别编为 R1、R2、R3、……、R20。

可变电阻器和电位器的文字代号为“RP”。如在一个电路图中有 3 个电位器, 则可以将它们分别编为 RP1、RP2、RP3。

2. 电阻器的串、并联及其作用

(1) 电阻器的串联及其作用。把 2 个或 2 个以上电阻器的首尾相连,即为电阻器的串联。电阻器串联相当于电阻物理长度增加,使总阻值增大。如将三个电阻串联,串联后的阻值等于各个电阻值之和(见图 1—4)。

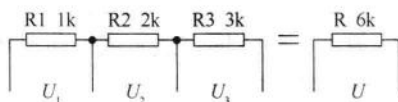


图 1—4 电阻器的串联

串联后的总电阻值 $R=R_1+R_2+R_3$

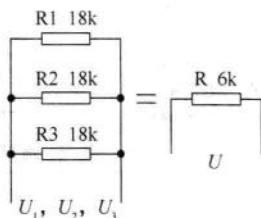
各个电阻器上的电压降(也可以看成是电阻器的分压)是这个电阻器占总电阻的比值乘上接在总电阻器上的电压。

R1 上的分压 $U_1=R_1 \times U/(R_1+R_2+R_3)$

R2 上的分压 $U_2=R_2 \times U/(R_1+R_2+R_3)$

R3 上的分压 $U_3=R_3 \times U/(R_1+R_2+R_3)$

(2) 电阻器的并联及其作用。把 2 个或 2 个以上的电阻并排地连在一起,电流可以从各条途径同时流过各个电阻,这就是电阻的并联。如将图 1—5 中的三个电阻并联,其结果就相当于电阻截面积加大,总电阻值减小。



并联后的总电阻 $R=U/I=1/(1/R_1+1/R_2+1/R_3)$

图 1—5 电阻器的并联

并联时各电阻器承受的电压降相同,即 $U=U_1=U_2=U_3$

并联电路中的总电流等于各电阻上流过的电流之和。

$I=I_1+I_2+I_3=U/R_1+U/R_2+U/R_3=U(1/R_1+1/R_2+1/R_3)$

电阻器无论串联或并联,电路中消耗的总功率是各个电阻器消耗功率之和。在对电阻器进行串、并联时,要注意各电阻器功率最好一致或相近。

三、电阻器的识别

电阻器的识别包括电阻器阻值的识别，电阻器功率的识别，电阻器制成材料、性能的识别等。每个电阻器都有它自己的型号，以表示其类别（固定式电阻器或可变式电阻器）、材料（碳膜材料或金属膜材料或其他材料）、性能（高频或低频，线性式调节或指数式调节等）、阻值和误差精度等。

电阻器型号一般有 4 位（固定式）或 5 位（可调式）字母及数字表示，其含义见表 1—1。

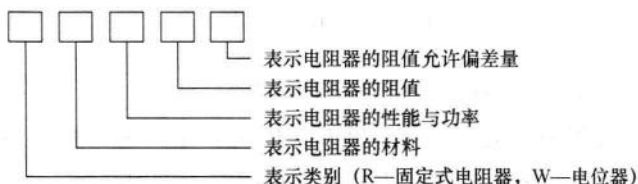


表 1—1 电阻器和电位器型号命名方法

第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位	第 5 位
字母	字母	数字和字母	数字和字母	数字
R (电阻器)	T	碳膜	1	普通
	P	硼碳膜	2	普通
W (电位器、可变电阻器)	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	7	精密
	Y	氧化膜	8	高压；特殊
	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	测量用
	R	热敏	W	微调
			D	多圈
			表示电阻器阻值	表示电阻器阻值允许偏差量

1. 电阻器阻值的识别

电阻器阻值的表示方法有字标表示法、数字表示法和色环表示法三种。字标表示法的电阻器识别比较直观，但在电阻器的生产及电阻器装配和电子设备的维修时，都不太方便，特别是维修时的识别很不清晰。色环表示法的电阻器，无论是生产，还是装配与维修中的识别都很方便，所以使用比较普遍。

(1) 电阻器字标表示法。电阻器字标表示法是用 0~9 的 10 个阿拉伯数字及英文字母组成不同的组合，来表示电阻器的不同阻值及其性能参数。

[例 1-1] 5.1 k Ω 电阻器

字标表示法为：5.1 k Ω 、5.1 k 或 5 k1。千欧姆以上的电阻器，其“ Ω ”字母可以不标注。

字标表示法电阻器的外形如图 1—6 所示。

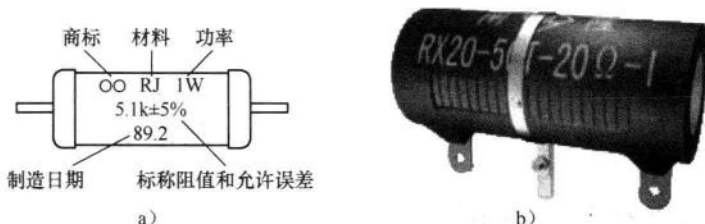


图 1—6 电阻器的字标表示法

a) 字标表示法的电阻器 b) 字标表示法的电阻器实物图

(2) 电阻器数字表示法。数字表示法通常由 3 位阿拉伯数字组合而成。第 1 位数字和第 2 位数字表示电阻器的具体阻值数，第 3 位数字表示 $\times 10^n$ ，也可以看成是“零”的个数。数字表示法含义见表 1—2。

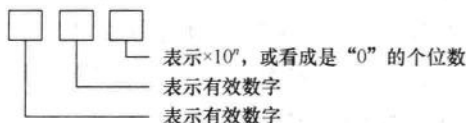


表 1—2

数字表示法含义

第 1 位 (表示数字)	第 2 位 (表示数字)	第 3 位 (表示 10^n 或零的个数)
1=1	1=1	1 表示 $\times 10^1$ (或 1 个 0)
2=2	2=2	2 表示 $\times 10^2$ (或 00)
3=3	3=3	3 表示 $\times 10^3$ (或 000)
4=4	4=4	4 表示 $\times 10^4$ (或 0000)
5=5	5=5	5 表示 $\times 10^5$ (或 00000)
6=6	6=6	6 表示 $\times 10^6$ (或 000000)
7=7	7=7	7 表示 $\times 10^7$ (或 0000000)
8=8	8=8	8 表示 $\times 10^8$ (或 00000000)
9=9	9=9	9 表示 $\times 10^9$ (或 000000000)
0=0	0=0	0 (或 R) 表示 $\times 10^0$ (无 0)
R (表示小数点)		

[例 1-2] “471”

“47”表示数字 4 和 7; “1”表示 $\times 10^1 = 10$, 也可以看成是一个“0”。则“471”含义为 $47 \times 10 = 470$, 或看成在 47 的后面加上一个零, 即为 470。单位是欧姆。

[例 1-3] “47R”

“47”表示数字 4 和 7; “R”表示 $\times 10^0 = 1$, 也可以看成没有“0”。则“47R”含义为 $47 \times 1 = 47$, 或看成在 47 的后面没有零, 即为 47。单位是欧姆。

[例 1-4] “473”

“47”表示数字 4 和 7; “3”表示 $\times 10^3 = 1\,000$, 也可以看成有 3 个“0”, 即为“000”。则“473”含义为 $47 \times 1\,000 = 47\,000$; 或看成在 47 的后面加上三个零, 即为 47 000。单位是欧姆。简化后的写法为“47 k Ω ”, 也可写成“47 k”。

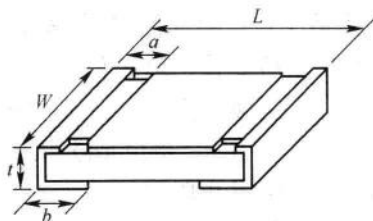
数字表示法使用十分普遍, 特别是在 SMD 贴片式电阻器上, 都是采用数字表示法的标注方法。

制设备中的控制电路板，如 LED 灯、医疗器械、汽车行驶记录仪，由于工作电压比较高、电流比较大，使用的贴片电阻器，大部分采用体积较大封装的贴片电阻器，如 0805、1206、1210、1812、2010、2512。

表 1—3 为贴片电阻器封装、尺寸、功率一览表。

表 1—3 贴片电阻器封装、尺寸、功率一览表

英制 (inch)	公制 (mm)	长 (L) (mm)	宽 (W) (mm)	高 (t) (mm)	a (mm)	b (mm)	功率 (W)
0201	0603	0.60 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.23 ± 0.05	0.10 ± 0.05	0.15 ± 0.05	1/20
0402	1005	1.00 ± 0.10	0.50 ± 0.10	0.30 ± 0.10	0.20 ± 0.10	0.25 ± 0.10	1/16
0603	1608	1.60 ± 0.15	0.80 ± 0.15	0.40 ± 0.10	0.30 ± 0.20	0.30 ± 0.20	1/10
0805	2012	2.00 ± 0.20	1.25 ± 0.15	0.50 ± 0.10	0.40 ± 0.20	0.40 ± 0.20	1/8
1206	3216	3.20 ± 0.20	1.60 ± 0.15	0.55 ± 0.10	0.50 ± 0.20	0.50 ± 0.20	1/4
1210	3225	3.20 ± 0.20	2.50 ± 0.20	0.55 ± 0.10	0.50 ± 0.20	0.50 ± 0.20	1/3
1812	4832	4.50 ± 0.20	3.20 ± 0.20	0.55 ± 0.10	0.50 ± 0.20	0.50 ± 0.20	1/2
2010	5025	5.00 ± 0.20	2.50 ± 0.20	0.55 ± 0.10	0.60 ± 0.20	0.60 ± 0.20	3/4
2512	6432	6.40 ± 0.20	3.20 ± 0.20	0.55 ± 0.10	0.60 ± 0.20	0.60 ± 0.20	1



(3) 色环表示法。将各种颜色的色环印在电阻器上，这种电阻器就叫做色环电阻器。色环电阻器具有生产方便，识别直观的特点，所以被广泛使用。

色环电阻器中的色环表示色有：棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑以及金、银 12 种颜色。色环含义见表 1—4。

表 1—4

色环含义

颜色	第 1 色环 (表示数字)	第 2 色环 (表示数字)	第 3 色环 (表示 10^n 或零的个数)	阻值允许偏差
棕	1	1	$\times 10^1$ (0)	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 10^2$ (00)	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 10^3$ (000)	
黄	4	4	$\times 10^4$ (0000)	
绿	5	5	$\times 10^5$ (00000)	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6$ (000000)	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	$\times 10^7$ (0000000)	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8$ (00000000)	
白	9	9	$\times 10^9$ (000000000)	
黑	0	0	$\times 10^0$ ()	
金			$\times 10^{-1}$ (0.1)	$\pm 5\%$
银			$\times 10^{-2}$ (0.01)	$\pm 10\%$

色环电阻器中分为四道色环的电阻器和五道色环的电阻器两种。

四道色环的电阻器的识别：四道色环的电阻器外表有四道颜色环，如图 1—8 所示。

例：

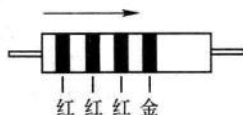
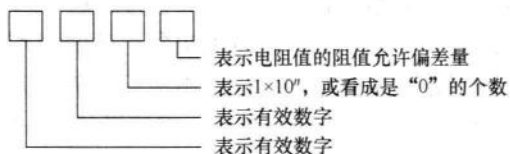


图 1—8 四色环电阻器



2. 电阻器制成材料的识别

电阻器根据其制成材料的不同可以分成很多种，如碳膜电阻器、金属膜电阻器、玻璃釉膜电阻器等。通过正确的识别，达到正确的使用目的。

电阻器制成材料的识别，通常可以通过以下几个方面进行判断：

(1) 根据电阻器外形的颜色判断其制成材料。

直接表示法的碳膜电阻器，其外形颜色一般为绿色。直接表示法的金属膜电阻器，其外形颜色一般为红色。

色环表示法的碳膜电阻器，其外形颜色一般为米色。色环表示法的金属膜电阻器，其外形颜色一般为浅蓝色。

(2) 根据电阻器上的色环数判断其制成材料。

四道色环的电阻器一般为碳膜电阻器，其电阻器的底色为米色。

底色为浅蓝色的四道色环的电阻器，则为金属膜材料的电阻器。

五道色环的电阻器都为金属膜材料的电阻器，与电阻器的底色无关。

3. 电阻器功率的识别

电阻器的功率与电阻器的外形大小有直接关系，一般来说，电阻器的功率越大，其外形体积也越大。那么电阻器的功率是什么呢？电阻器的功率是指：流过电阻器的平均电流与工作电压之乘积，单位为瓦，用字母 W 表示，即 $1\text{ W} = 1\text{ V} \cdot \text{A}$ 。电阻器的功率目前分为 $1/16\text{ W}$ 、 $1/8\text{ W}$ 、 $1/4\text{ W}$ 、 $1/2\text{ W}$ 、 1 W 、 2 W 、 3 W 、 5 W 、 8 W 、 10 W 等。

电阻器的功率在电阻器的型号上就能识别（见图 1—10）。

例：

RT-1W-5.1k±5%
└───────────┘ 表示电阻器的功率为1W

图 1—10 电阻器功率识别