

DIANZICHANPINZHUANGPEIGONG
KUAISURUMEN

电子产品装配工

快速入门

牛百齐 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANZICHANPINZHUANGPEIGONG
KUAISURUMEN

电子产品装配工

快速入门

牛百齐 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以培养实践能力、提高技能操作为出发点来编写,力求反映电子技术领域的新技术。书中以电子产品整机生产为主线,内容涉及电子产品生产的全过程,系统讲述了电子元器件的识别、检测、选用,印制电路板的设计、制作,电子产品的焊接工艺,整机的装配、调试工艺等知识。

本书内容由浅入深、通俗易懂、简明扼要,将电子产品生产环节分解为诸多技能点,针对每一技能点介绍了详细的操作步骤,并通过实景图片表现操作流程,对操作细节、要点配以文字讲解,使知识和技能直观化、真实化,易于学生理解和掌握。

本书适合作为电子产品生产、调试、维修等岗位的培训及技能鉴定教材,可作为电子爱好者的学习用书,也可作为中、高等职业院校教材及相关专业学习的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品装配工快速入门/牛百齐著. —北京:中国电力出版社, 2014. 7

ISBN 978-7-5123-5759-4

I. ①电… II. ①牛… III. ①电子设备-装配(机械) IV. ①TN805

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 067062 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 7 月第一版 2014 年 7 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 16.25 印张 281 千字

印数 0001—3000 册 定价 36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

当前,电子技术发展迅速,电子产品与人们的生活愈加密不可分,随着人们对电子产品需求量的不断增大,需要大批电子产品装接与调试人员。本书针对电子产品生产环节中的各个工作岗位,依据《电子产品装接工考试标准》编写。

本书编写以“理论为基础,实用为前提,技能训练为主导”,系统介绍电子产品各个生产环节的工艺、方法,具体特点如下:

(1) 紧密结合电子产品的生产实际。本书以电子产品整机生产为主线,系统讲述了电子元器件的识别、检测、选用,印制电路板的设计、制作,电子产品的焊接工艺,整机的装配、调试工艺。

(2) 突出技能训练,可操作性强。本书将电子产品生产环节分解为诸多技能点,通过针对性的技能训练,使学生动手实践操作,逐步掌握一个个小的技能点,从而实现单元技能模块的全面掌握。

(3) 大量实景图片表现操作流程。针对每一技能点,都介绍了详细的操作步骤,操作过程通过实景拍摄记录,以真实的图片展示出来,并对操作细节、要点配以文字讲解,使知识和技能直观化、真实化。读者只要“跟着学、比着做”,就能即学、即会、即用。

(4) 理论知识叙述通俗易懂、简明扼要。对理论知识,以实用为目的,突出初学特点,营造轻松学习环境,使读者易于理解和掌握,达到看得懂、学得会、用得上、立竿见影的效果。

(5) 体现新知识、新技术、新工艺和新方法。本书介绍了贴片元器件、表面安装技术、印制电路板的计算机设计、波峰焊、再流焊等内容,力求反映本领域的最新发展。

本书适合作为电子产品生产、调试、维修等岗位的培训及技能鉴定教材,可作为电子爱好者的学习用书,也可作为中、高等职业院校教材及相关专业学

习的参考用书。

在撰写本书的过程中，作者得到了作者单位济宁职业技术学院领导和教师的大力支持，并参阅和引用了相关的技术资料，在此一并表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限，书中不妥和疏漏之处在所难免，恳请专家、同行批评指正，也希望得到读者的意见和建议。

作 者

目 录

前言

第 1 章

常用电子元器件的识别与检测	1
1.1 电阻器和电位器	1
1.1.1 电阻器种类及参数	1
1.1.2 电阻器的识别	3
1.1.3 电位器种类及参数	6
1.1.4 常用电阻器、电位器及其使用	7
技能训练 1 电阻器的选用	12
技能训练 2 电阻器的检测	13
技能训练 3 电位器的检测	15
技能训练 4 敏感电阻器的检测	16
1.2 电容器	17
1.2.1 电容器的种类及参数	17
1.2.2 电容器的标识方法	19
1.2.3 常用电容器及其使用	20
技能训练 5 电容器的选用	23
技能训练 6 固定电容器的检测	23
技能训练 7 电解电容器的检测	24
技能训练 8 可变电容器的检测	25
1.3 电感器和变压器	26

第1章

1.3.1 电感器	26
1.3.2 变压器	30
技能训练9 电感器与变压器的选用	32
技能训练10 电感器与变压器的检测	33
1.4 半导体器件	35
1.4.1 半导体器件的命名方法	35
1.4.2 半导体二极管	35
技能训练11 二极管的选用	38
技能训练12 二极管的检测	38
1.4.3 半导体晶体管	40
技能训练13 晶体管的检测	41
1.4.4 场效应管	43
技能训练14 场效应管的测试	44
1.4.5 集成电路	45
技能训练15 集成电路引脚识别	46
技能训练16 集成电路的检测方法	48
1.5 电声器件	48
1.5.1 扬声器	48
技能训练17 扬声器的检测	49
1.5.2 传声器	50
技能训练18 传声器的检测	52

第2章

印制电路板的设计与制作	53
2.1 印制电路板的种类与结构	53
2.2 印制电路板的设计	56
2.2.1 印制电路板的设计原则	56
2.2.2 印制导线的尺寸和图形	60
2.2.3 印制电路板电路的干扰及抑制	62

第
2
章

技能训练 1 印制电路板的人工设计	65
2.2.4 印制电路板的计算机设计	66
技能训练 2 用 Protel DXP 2004 设计电路原理图	68
技能训练 3 用 Protel DXP 2004 设计印制电路板	74
2.3 印制电路板的制作	79
2.3.1 手工制作方法	79
技能训练 4 刀刻法制作印制电路板	79
技能训练 5 热转印法制作印制电路板	81
技能训练 6 用感光板制作印制电路板	85
2.3.2 印制电路板的生产工艺	88
2.3.3 印制电路板质量检验	92

焊接技术

3.1 焊接工具与材料	94
3.1.1 焊接工具	94
技能训练 1 烙铁头的选择方法	96
技能训练 2 电烙铁的使用	98
技能训练 3 电烙铁的维护与维修	100
3.1.2 焊接材料	103
3.1.3 助焊剂与阻焊剂	104
技能训练 4 焊料与助焊剂的选用	105
技能训练 5 助焊剂“松香水”的配制	106
3.2 手工焊接技术	107
3.2.1 手工焊接的过程	107
技能训练 6 “五工步焊接法”训练	108

第
3
章

第
3
章

技能训练 7 焊点焊接训练	110
3.2.2 焊接的质量检验	113
3.2.3 手工拆焊技术	116
技能训练 8 印制电路板上元器件的拆焊训练	117
技能训练 9 吸锡工具拆焊训练	118
3.3 自动焊接技术	120
3.3.1 浸焊	120
3.3.2 波峰焊	121
3.3.3 再流焊	124
3.3.4 焊接技术的发展趋势	126

第
4
章

表面安装技术	128
4.1 表面安装技术的特点	128
4.2 表面安装元器件	129
4.2.1 表面安装元器件的种类	129
4.2.2 表面安装元器件 SMC	130
4.2.3 表面安装元器件 SMD	134
技能训练 1 表面安装元件的识别	138
4.3 表面安装材料与设备	138
4.3.1 表面安装材料	138
4.3.2 表面安装设备	140
4.4 表面安装工艺	144
4.4.1 SMT 的安装方式	144
4.4.2 表面安装的自动焊接工艺	145
4.4.3 表面安装的手工焊接工艺	148

第4章

技能训练 2	一般 SMC/SMD 元器件的手工焊接	149
技能训练 3	SOP 封装集成电路的手工焊接	150
技能训练 4	QFP 封装集成电路焊接	150
技能训练 5	SMC/SMD 元器件的手工拆除	151
技能训练 6	用热风工作台拆焊 SMC/SMD 元器件	154

第5章

电子产品的整机装配	157
5.1 工艺文件	157
5.1.1 工艺文件概述	157
5.1.2 工艺文件的格式	158
5.1.3 工艺文件的编制	161
技能训练 1 常见工艺文件的编制	162
5.2 电子产品整机装配基础	169
5.2.1 整机装配的内容与方法	169
5.2.2 整机装配的工艺流程	170
5.2.3 整机装配生产流水线	171
5.3 印制电路板的装配	172
5.3.1 电路板装配的工艺流程	172
5.3.2 元器件的引线成形加工	174
技能训练 2 元器件的引线成形加工	174
5.3.3 电子元器件的安装工艺	176
技能训练 3 电子元器件安装方法	177
5.4 导线的加工	179
技能训练 4 绝缘导线的加工	179
技能训练 5 屏蔽导线或同轴电缆的加工	181

第5章

技能训练 6 绝缘套管的使用方法	183
技能训练 7 线扎的制作方法	184
5.5 整机的连接与总装	187
5.5.1 整机的连接	187
技能训练 8 压接	187
技能训练 9 绕接	188
技能训练 10 胶接	188
技能训练 11 螺纹联接	189
5.5.2 整机总装	189
技能训练 12 收音机的整机装配	191

第6章

电子产品的调试	196
6.1 调试要求与调试方案	196
6.1.1 调试方法与要求	196
6.1.2 调试方案	197
6.2 电子产品调试仪器设备	198
6.2.1 调试仪器设备介绍	198
6.2.2 调试仪器设备的使用	200
技能训练 1 示波器的使用	201
技能训练 2 低频信号发生器的使用	206
技能训练 3 函数信号发生器的使用	208
6.3 电子产品的调试	210
6.3.1 静态调试	210
技能训练 4 电子产品的静态测试与调整	210
6.3.2 动态调试	212

第 6 章

技能训练 5 电子产品的电路动态调试	212
6.3.3 整机性能测试与调整	214
6.4 电子产品的质量检验	215
6.4.1 质量检验的方法和程序	216
6.4.2 电子产品故障检测方法	218
6.4.3 收音机电路原理与检修方法	219
技能训练 6 检修基本方法	223
技能训练 7 收音机的调试	225

第 7 章

电子产品制作实例	230
7.1 简易数码录音机	230
7.2 热释红外传感报警器	233
7.3 调频对讲、收音机	241

参考文献	248
------------	-----



第1章

常用电子元器件的识别与检测

任何一个简单或复杂的电子产品都是由各种作用不同的电子元器件组成的，元器件的性能和质量直接影响电子产品质量，了解和掌握各个电子元器件的特性、技术参数、规格型号、识别及检测方法，对于学习电子产品的组装、调试和维修具有非常重要的意义。

1.1 电阻器和电位器

1.1.1 电阻器种类及参数

电阻器是电路中最常用的电子元器件之一，常用于稳定和调节电流、电压，组成分流器和分压器，在电路中起到限流、降压、去耦、偏置、负载、匹配、取样等作用。其产品质量的好坏对电路工作的稳定性有很大影响。

电阻器用符号 R 表示，单位为欧姆 (Ω)。常用单位还有千欧 ($k\Omega$) 和兆欧 ($M\Omega$)，其换算关系为 $1k\Omega=10^3\Omega$ ， $1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$ 。

1. 电阻器的种类

电阻器种类繁多，按材料种类可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器和线绕电阻器等。按阻值特性分为固定电阻器、可变电阻器（变阻器或电位器）和敏感电阻器。

固定电阻器是指阻值固定不变的电阻器，主要用于阻值固定而不需要调节变动的电路中。阻值可以调节的电阻器称为可变电阻器，其又分为可变和半可变电阻器，半可变（或微调）电阻器主要用在阻值不经常变动的电路中。敏感电阻器是指其阻值对某些物理量表现敏感的电阻元件。常用的敏感电阻器有热敏、光敏、压敏、湿敏、磁敏、气敏和力敏电阻器等。它们是利用某种半导体材料对某个物理量敏感的性质而制成的，也称为半导体电阻器。

常用电阻器的电路符号如图 1-1 所示。

2. 电阻器的主要技术参数

(1) 标称阻值。电阻器上所标示的名义阻值称为标称阻值。为了满足使用

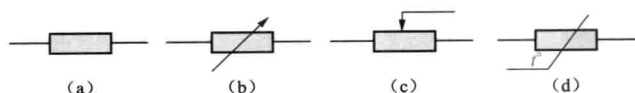


图 1-1 常用电阻器的电路符号

(a) 固定电阻器；(b) 可变电阻器；(c) 电位器；(d) 热敏电阻器

者的需要，电子工业生产了不同阻值的各种电阻器。显然，不可能做到要什么阻值就有什么样的阻值，为了达到既满足使用者对规格的各种要求，又便于大量生产，使规格品种简化到最低程度，国家规定只按一系列标准化的阻值生产，这一系列阻值叫作电阻器的标称阻值系列。常用的标称阻值系列有 E6、E12、E24 等，其中 E24 系列最全。如表 1-1 所示为通用电阻器的标称阻值系列。

电阻器的标称阻值为表中所列数值的 10^n 倍。以 E12 系列中的标称阻值 1.5 为例，它所对应的电阻器标称阻值为 1.5Ω 、 15Ω 、 150Ω 、 $1.5k\Omega$ 、 $15k\Omega$ 、 $150k\Omega$ 和 $1.5M\Omega$ 等，其他系列依次类推。

表 1-1 通用电阻器的标称阻值系列和允许偏差

系列	允许误差	标称阻值/ Ω
E6	Ⅲ级 ($\pm 20\%$)	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8
E12	Ⅱ级 ($\pm 10\%$)	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
E24	I 级 ($\pm 5\%$)	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, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1

在电路图中，为了简便起见，凡是阻值在 $1k\Omega$ 以下的电阻器，可不标“ Ω ”的符号，凡是阻值在 $1k\Omega$ 以上， $1M\Omega$ 以下的电阻器，其阻值只需加“k”， $1M\Omega$ 以上阻值的电阻器，其值后只需加“M”的符号。

(2) 允许误差。在电阻器的实际生产中，由于所用材料、设备、工艺等方面的原因，电阻器的标称阻值往往与实际阻值有一定的偏差，这个偏差与标称阻值的百分比称为电阻器的相对误差，允许相对误差的范围叫作允许误差，也称允许偏差，普通电阻器的允许误差可分三级，I 级 ($\pm 5\%$)，II 级 ($\pm 10\%$)，III 级 ($\pm 20\%$)。精密电阻器的允许误差可分为 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\dots$ 、 $\pm 0.001\%$ 等 10 多个等级。电阻器的精度等级可以用符号标明，如表 1-2 所示。误差越小，电阻器的精度越高。

表 1-2

允许误差常用符号

符号	W	B	C	D	F	G	J	K	M	N	R	S	Z
允许误差 (%)	±0.05	±0.1	±0.2	±0.5	±1	±2	±5	±10	±20	±30	+100 -10	+50 -20	+80 -20

(3) 额定功率。额定功率是指电阻器在产品标准规定的大气压和额定温度下,电阻器长时间安全工作所允许消耗的最大功率。一般常用的有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W 等多种规格。在使用过程中,电阻器的实际消耗功率不能超过其额定功率,否则会造成电阻器过热而烧坏。在电路图中,电阻器额定功率采用不同的符号表示,如图 1-2 所示。

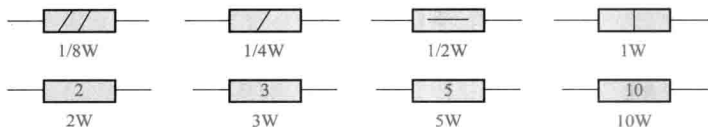


图 1-2 电阻器额定功率的符号表示

(4) 温度系数。温度每变化 1℃时,引起电阻器阻值的相对变化量称为电阻器的温度系数,用 α 表示,即

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$$

式中, R_1 、 R_2 分别为温度 t_1 、 t_2 时的阻值。

温度系数可正、可负,温度升高,电阻值增大,称该电阻器具有正的温度系数,温度升高,电阻值减小,称该电阻器具有负的温度系数。温度系数越小,电阻器的温度稳定度越高。

除上述参数外,电阻器还有静噪声、频率特性、稳定度等参数。对于要求较高的电路,如低噪声放大器和超高频电路等,要求静噪声低,电阻器的分布电容和分布电感应尽量小,电阻值不应随频率的升高而变化等,对电阻器应提出静噪声和频率特性等要求。

1.1.2 电阻器的识别

1. 电阻器的命名

我国电阻器的命名由 4 个部分组成,如图 1-3 所示。

第一部分是产品的主称,用字母 R 表示一般电阻器, W 表示电位器, M 表示敏感电阻器。

第二部分是产品的主要材料,用一个字母表示。

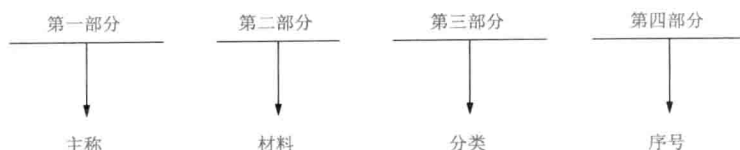


图 1-3 电阻器的命名

第三部分是产品的分类，用一个数字或字母表示。

第四部分是生产序号，一般用数字表示。

电阻器的型号命名中字母和数字的意义如表 1-3 所示。

表 1-3 电阻器的型号命名中字母和数字的意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示产品的主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	意义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	包括：额定功率、阻值、允许误差、精度等级
W	电位器	H	合成膜	2	普通	
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		I	玻璃釉膜	7	精密	
		J	金属膜	8	电阻器-高压	
		Y	氧化膜	9	电位器-特殊	
		S	有机实芯	G	高功率	
		N	无机实芯	T	可调	
		X	线绕	X	小型	
				L	测量用	
				W	微调	
				D	多圈	

例如，有一电阻器为 RJ71-0.25-4.7k I 型，其表示含义如下：

R—主称，电阻器；J—材料为金属膜；7—分类为精密型；1—序号为 1；0.25—额定功率 1/4W；4.7k—标称阻值 4.7kΩ；I—允许误差等级，±5%。

WSW-1-0.5-4.7k±10%型，其表示含义如下：

W—主称，电位器；S—材料为有机实芯；W—分类为微调型；1—序号为 1；0.5—额定功率 1/2W；4.7k—标称阻值 4.7kΩ；允许误差等级，±10%。

2. 电阻器的标识方法

(1) 直标法。直标法主要用在体积较大（功率大）的电阻器上，它将标称

阻值和允许偏差直接用数字标识在电阻器上。例如，在图 1-4 中所示电阻器采用直标法标出其阻值为 $2.7\text{k}\Omega$ ，允许误差为 5% 。

(2) 文字符号法。用文字符号和数字有规律地组合，在电阻器上标识出主要参数的方法。具体方法为用文字符号表示电阻的单位（R 或 Ω 表示 Ω ，k 表示 $\text{k}\Omega$ ，M 表示 $\text{M}\Omega$ ），电阻值（用阿拉伯数字表示）的整数部分写在阻值单位前面，电阻值的小数部分写在阻值单位的后面。用特定字母表示电阻器的允许误差，可参考表 1-2。例如，R12 表示 0.12Ω ，1R2 或 $1\Omega 2$ 表示 1.2Ω ，1k2 表示 $1.2\text{k}\Omega$ 。

如图 1-5 所示，电阻器采用文字符号法标识出 8R2J，表示阻值为 8.2Ω ，允许误差为 $\pm 5\%$ 。

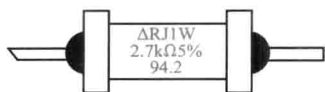


图 1-4 电阻器的直标法

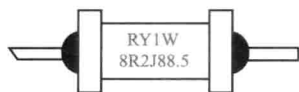


图 1-5 电阻器的文字符号法

(3) 数码法。电阻器的数码法有 3 位和 4 位两种表示方法，如图 1-6 所示。

3 位数码表示电阻值的识别方法是，从左到右第 1、2 位为有效数字，第 3 位为乘数（即零的个数），单位为 Ω ，常用于贴片元件。

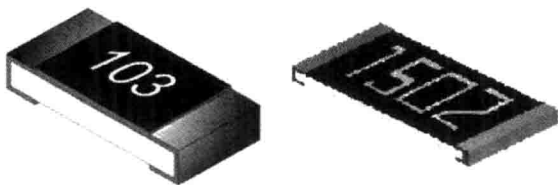


图 1-6 电阻器数码表示法

例如，103，“10”表示

两位有效数字，“3”表示倍乘为 10^3 ，103 表示阻值标称阻值为 $10\text{k}\Omega$ 。

电阻器的 4 位数码表示法中，前 3 位表示有效数字，第 4 位表示有多少个 0，单位是 Ω ，如 $1502 = 15\,000\Omega = 15\text{k}\Omega$ 。

(4) 色标法。用不同颜色的色环表示电阻器的阻值和误差，简称色标法。色标法的电阻器有四色环标注和五色环标注两种，前者用于普通电阻器，后者用于精密电阻器。

电阻器四色环标识时，四色环所代表的意义为：从左到右第一、二色环表示有效数字，第三色环表示乘数（即零的个数），第四色环表示允许误差，单位为 Ω 。其表示方法如图 1-7 (a) 所示。