



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子整机装配实习

(电子技术应用专业)

主编 陈其纯 王 玫



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子整机装配实习

(电子技术应用专业)

主 编 陈其纯 王 玫
责任主审 刘蕴陶
审 稿 王卫平 陈步峥

高等教育出版社

内容简介

本书系中等职业学校国家规划教材,根据2001年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子技术应用专业)“电子整机装配教学基本要求”编写。全书共两篇:第一篇基础知识,简要阐述了电子整机装配有关的常用器材、技术文件及各类工艺的必要基本知识,共六章;第二篇实践训练,安排各类工艺操作训练18个,供教学选用。

本书注重理论联系实际,强化技能训练,通俗易懂,可作为中等职业学校电子技术应用专业教材,也可作为从事电子整机装配生产和维修人员的培训及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子整机装配实习/陈其纯等主编. —北京:高等教育出版社,2002.7
中等职业学校教材
ISBN 7-04-010872-0

I. 电... II. 陈... III. 电子设备—装配—专业学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第037266号

责任编辑 李波 封面设计 王 晔 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 马桂兰 责任印制 宋克学

电子整机装配实习
陈其纯 王玫 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街55号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 12
字 数 280 000

版 次 2002年7月第1版
印 次 2002年7月第1次印刷
定 价 14.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是中等职业教育国家规划教材。根据 2001 年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子技术应用)“电子整机装配实习教学基本要求”,为适应中等职业学校人才培养和全面素质教育的需要以及中等职业学校电子技术应用类专业主干专业课程教学实际需要编写。

按照中等职业教育培养目标,本教材打破专业基础与专业课的界线,对课程的内容与知识点重新编排组合,以够用为度,以培养综合职业能力为目标。本教材编写的指导思想是:面向社会、面向市场;讲原理、说方法、练技能。教材内容密切联系实际,讲清基本原理、基本方法,反映新知识、新技术、新工艺、新方法,让学生既学到所需专业知识,又掌握实际操作技能,着力提高学生的工程素质。

学习本书的目的是使学生具备电子整机装配知识和直接从事电子整机装配的基本技能。要实现这一目标,在教学过程中要从劳动市场和职业岗位分析入手,确立以能力为本位的教学指导思想,培养学生成为能够在电子整机生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才。

本教材的特点是浅显,突出基础,力求结合生产实际,反映新知识、新技术、新工艺、新方法。基本知识与基本技能分别具体表述,便于教学选用,保证教学有足够的弹性,以满足不同地区、不同条件学校的实际教学需要。例如:突出元器件质检知识与操作,突出手工焊接(三步法、五步法)操作,在新知识新技能方面介绍 SMT 表面安装技术的元件和设备及具体操作等,但总体仍围绕学以致用、培养熟练技能为主。

全书共两篇:第一篇基础知识,简要阐述电子整机装配常用器材、技术文件及各类操作工艺等基本知识,共六章;第二篇实践训练,共安排各类工艺操作训练 18 个,供教学使用。

本书由苏州高级工业学校陈其纯编写第一、三章及实训 1、2、3、4、5、6、7、8;南京无线电工业学校王玫编写第二、六章及实训 15、16、17、18;常州第三职业高中朱国平编写第四、五章及实训 9、10、11、12、13、14。陈其纯、王玫任主编。

全书由教育部聘请刘蕴陶主审,王卫平、陈步峰审稿,另外高等教育出版社还聘请南京无线电工业学校高级讲师王钧铭审稿。

对在编写过程中有关各方的指导和支持,表示诚挚的感谢。

编者水平有限,书中存在的缺点和错误,欢迎批评指正。

为了方便教学,以下列出课时分配表,供教师教学参考。

课时分配表

内 容		课时数	内 容		课时数
第一篇 基础知识	绪论	1	实训 1 电阻器标称值判读及实际值检测		2
			实训 2 电容器标称值判读及电容量比较		2
			实训 3 晶体二极管和三极管的简单测试		2
	第一章 电子整机装配常用器材	6	实训 4 手工焊接法(一)——五步法和三步法		2
			实训 5 手工焊接法(二)——搭焊、钩焊和绕焊		2
	第二章 电子产品技术文件和安全文明生产	4	实训 6 手工焊接法(三)——印制电路板上元器件的焊接		2
			实训 7 手工焊接法(四)——集成电路在印制电路板上的焊接		2
	第三章 焊接工艺	8	实训 8 手工焊接法(五)——拆焊		2
			实训 9 导线、屏蔽线、电缆线的端头加工		2
	第四章 整机装配工艺	8	实训 10 线把扎制		2
			实训 11 电原理图和印制电路图的互绘(驳图)		2
			实训 12 印制电路板制作		2
	第五章 整机调试检验工艺	4	实训 13 组装直流稳压电源		4
			实训 14 晶体管特性图示仪使用		2
			实训 15 示波器使用练习		2
	第六章 整机装配常见新技术简介	4	实训 16 选装整机		4
			实训 17 参观再流焊及表面安装技术实际操作		4
	复习考核	5	实训 18 表面安装技术的实践操作		2
	小计	40	复习考核		8
			小计		50

编 者

2001 年 12 月

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 基础知识

第一章 电子整机装配常用器材	3
1.1 常用元器件	3
1.1.1 电阻器	3
1.1.2 电容器	8
1.1.3 电感器	11
1.1.4 半导体分立器件	13
1.1.5 光电耦合器	16
1.1.6 集成电路	16
1.2 常用材料	17
1.2.1 线材	17
1.2.2 绝缘材料	20
1.2.3 磁性材料	21
1.2.4 敷铜板及印制电路板	21
1.2.5 漆料、有机溶剂及粘合剂	22
1.3 常用装配工具	24
1.3.1 常用手工工具	24
1.3.2 常见的专用设备	27
1.4 常用检测仪器	28
1.4.1 万用表	28
1.4.2 晶体管特性图示仪	28
1.4.3 信号发生器	29
1.4.4 示波器	29
习题一	29
第二章 电子产品技术文件和安全文明生产	31
2.1 概述	31
2.1.1 技术文件的应用领域	31
2.1.2 技术文件的特点	31
2.2 设计文件	32
2.2.1 设计文件种类	34
2.2.2 设计文件的编制要求	34
2.2.3 电子整机设计文件简介	37

2.3	工艺文件	41
2.3.1	工艺文件的种类和作用	41
2.3.2	工艺文件的编制要求	42
2.3.3	工艺文件的格式	43
2.4	安全文明生产	44
2.4.1	安全生产	44
2.4.2	文明生产	45
	习题二	45
第三章	焊接工艺	46
3.1	手工焊接工艺	46
3.1.1	焊料与焊剂	46
3.1.2	焊接工具的选用	47
3.1.3	保证焊接质量的因素	49
3.1.4	手工焊接的工艺流程和方法	50
3.1.5	导线和接线端子的焊接	53
3.1.6	印制电路板上的焊接	55
3.2	自动焊接技术简介	57
3.2.1	波峰焊接技术	57
3.2.2	二次焊接工艺简介	60
3.2.3	长脚插件一次焊接新工艺简介	61
3.3	焊接质量分析及拆焊	62
3.3.1	焊接质量分析	62
3.3.2	拆焊	63
3.4	无锡焊接	64
3.4.1	压接	64
3.4.2	绕接	64
	习题三	65
第四章	整机装配工艺	67
4.1	总装前准备工序中的加工工艺	67
4.1.1	元器件的分类和筛选	67
4.1.2	元器件引线成形	67
4.1.3	普通导线和屏蔽导线的端头处理	68
4.1.4	电缆的加工	70
4.1.5	线扎成形加工	71
4.1.6	印制电路板的加工	75
4.2	总装前部件装配工艺	77
4.2.1	印制电路板装配工艺	78
4.2.2	其他部件的装配工艺	78
4.3	整机总装工艺	85
4.3.1	整机总装的工艺流程和原则	85

4.3.2 总装操作对整机性能的影响	85
习题四	86
第五章 整机调试检验工艺	87
5.1 整机调试	87
5.1.1 整机调试的内容和分类	87
5.1.2 整机调试一般程序和方法	87
5.1.3 调试示例	89
5.2 整机检验	93
5.2.1 整机检验目的和分类	93
5.2.2 整机检验的一般程序和方法	94
5.2.3 整机检验示例	96
5.3 整机包装	97
5.3.1 产品包装种类和作用	98
5.3.2 包装材料和要求	98
5.3.3 整机包装工艺与注意事项	99
习题五	99
第六章 整机装配常见新技术简介*	101
6.1 表面安装技术	102
6.1.1 概述	102
6.1.2 表面安装元器件	103
6.1.3 表面安装工艺流程	106
6.2 再流焊技术	111
6.2.1 概述	111
6.2.2 再流焊工艺	111
6.3 微组装技术	113
6.3.1 球栅阵列封装	113
6.3.2 芯片规模封装	116
6.3.3 芯片直接贴装技术	117
6.3.4 系统集成技术	120
习题六	121

第二篇 实践训练

实训1 电阻器标称值判读及实际值检测	123
实训2 电容器标称值判读及电容量比较	125
实训3 晶体二极管和三极管的简单测试	126
实训4 手工焊接法(一)——五步法和三步法	127
实训5 手工焊接法(二)——搭焊、钩焊和绕焊	128
实训6 手工焊接法(三)——印制电路板上元器件的焊接	128
实训7 手工焊接法(四)——集成电路在印制电路板上的焊接	132
实训8 手工焊接法(五)——拆焊	134

实训 9 导线、屏蔽线、电缆线的端头加工..... 135

实训 10 线把扎制..... 136

实训 11 电原理图与印制电路图的互绘(驳图)..... 138

实训 12 印制电路板制作 140

实训 13 组装直流稳压电源 141

实训 14 晶体管特性图仪使用..... 143

实训 15 示波器使用练习 147

实训 16 选装整机..... 152

实训 17 参观再流焊及表面安装技术实际操作..... 161

实训 18 表面安装技术实践操作..... 164

附录 A 电子工业工艺文件格式示例..... 167

附录 B 条形码技术..... 179

参考文献..... 181

绪 论

随着电子技术的飞跃发展,各类电子整机产品被广泛应用于国民经济的众多领域。所谓电子整机是指由电子元器件及其他材料按照设计要求组装成的具有一定功能的电子设备(例如雷达、医疗仪器、收录机及电视机等)。人们希望使用的是性能可靠的电子整机产品。实践证明,要生产出性能可靠的电子整机产品,除了应有完善的设计和选用优良的材料及元器件外,还必须有先进的电子整机装配工艺来保证。

把电子元器件、零件、部件和导线按照设计要求组装成电子整机的过程通常称为“电子整机装配”;电子整机装配过程中,生产方式的选择、工具设备的选用、加工的手段与步骤、操作方法和要求等内容,统称为“电子整机装配工艺”。电子整机装配工艺对于提高劳动生产率、降低成本、减轻劳动强度、提高产品质量具有重要意义,因此电子整机装配人员应当熟悉并掌握它。

电子整机装配工艺水平是随着电子器件的改进而发展提高的。例如,在电子管及半导体二极管和三极管为主要器件的时代,整机装配是手工插元器件和手工焊接;而当集成电路出现后,在装配工艺上就相应地出现了自动装插元器件技术和波峰焊技术;当大规模集成电路问世后,又有了贴装机和再流焊技术;近来,超大规模集成电路的应用,又促进了复合表面安装元件技术及微电子焊接等技术的发展。总体来看,电子整机装配工艺的发展提高有下列特点:

(1) 连接工艺呈现多样化 除焊接外,还有压接、绕接、胶接等多种工艺。

(2) 装联工具的自动化及专用化 采用电动工具、自动剥线捻头机、超声波搪锡机等众多的专业设备。

(3) 新技术的广泛应用 例如,采用气相清洗工艺以提高焊点和印制电路组装件的清洗质量和效率;采用计算机辅助测试系统进行整机的测试和调试,以提高测试精度和测试速度。

电子整机的装配工序与操作内容,虽然因整机的种类、规格、构造等不同而有所差异但基本工序及操作内容大致相同。通常有以下几个方面:

(1) 装配前的准备作业 例如元器件的分类与筛选、元器件成形、线把的扎制等。

(2) 部件装联作业 例如把元器件安插在印制电路板上实施焊接,装联成具有一定功能的部件或单元电路实体。

(3) 总装作业 例如安装底板,按设计要求及工艺规定把各部件装联成完整的电子整机设备。

(4) 测试与调试作业 例如测试电性能及按工艺规定对装配好的电子整机的质量进行检验。

一个优秀的电子整机装配人员,要想既快又好地装配出高质量的电子整机产品,必须具备扎实的装配基础知识和熟练的装配技能。对于初学者来说,在学习过程中,应重点掌握元器件及有关材料的准备工艺以及安装和焊接的工艺要求及操作方法,着重掌握手工装配工艺。装配新工

艺的不断出现,将促使装配工艺由手工操作逐步向自动化、机械化方向发展,这方面的新知识也需要不断地了解和学习。

要掌握好电子整机装配工艺的基础知识与技能,必须多练习、多动手,熟能生巧。

第一篇 基础知识

第一章 电子整机装配常用器材

1.1 常用元器件

电阻器、电容器、电感器及半导体二极管、三极管、集成电路、继电器、开关等都是电子整机电路常用的元器件。学习和掌握常用元器件的性能、用途、质量判别方法,对提高电子设备的装配质量及可靠性将起重要保证作用。

1.1.1 电阻器

电阻器用电阻率较大的材料(碳或镍铬合金等)制成。它在电路中起着稳定或调节电流、电压的作用。

1. 电阻器的分类

电阻器在电子产品中是一种必不可少的、用得最多的元件。它的种类很多,形状各异,额定功率也各不相同,常见的有下列几种:

(1) 按阻值可否调节分 有固定电阻器、可变电阻器两大类。

固定电阻器是指电阻值不能调节的电阻器,可变电阻器主要是指阻值在某个范围内可调节的电阻器,例如半可变电阻器及电位器等。

(2) 按制造材料分 有碳膜电阻器、有机实芯电阻器、金属膜电阻器等。

(3) 按用途分 有精密电阻器、高频电阻器、大功率电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器等。图 1.1 所示是部分电阻器和电位器的外形示意图及有关图形符号。

2. 电阻器的主要参数

(1) 标称阻值和偏差 标称阻值是指电阻器上面所标示的阻值,其数值范围应符合 GB2471《电阻器标称阻值系列》的规定。电阻器的标称阻值应为表 1.1 所列数值的 10^n 倍,其中 n 为正整数、负整数或零。以 E24 系列中的 1.2 为例,电阻器的标称阻值可为 $0.12\ \Omega$, $1.2\ \Omega$, $12\ \Omega$, $120\ \Omega$, $1.2\ \text{k}\Omega$, $12\ \text{k}\Omega$ 或 $1.2\ \text{M}\Omega$ 等。其他以此类推。

偏差是指标称阻值与实际阻值的差值与标称阻值之比的百分数。通常分为 $\pm 5\%$ (I 级)、 $\pm 10\%$ (II 级)、 $\pm 20\%$ (III 级)。此外,还有其他的阻值偏差及其标志符号的规定,可参阅表 1.2。

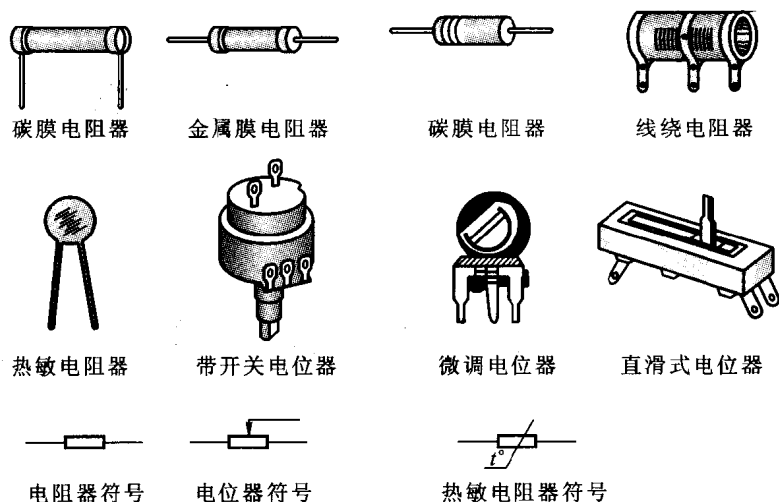


图 1.1 部分电阻器外形及图形符号

表 1.1 电阻器标称阻值系列

系列	偏差	电阻器的标称值
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
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
E6	III 级 $\pm 20\%$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

表 1.2 阻值偏差标志符号规定

对称偏差标志符号				不对称偏差标志符号	
允许偏差 %	标志符号	允许偏差 %	标志符号	允许偏差 %	标志符号
± 0.001	E	± 0.5	D	+100	R
± 0.002	X	± 1	F	-10	
± 0.005	Y	± 2	G	+50	S
± 0.01	H	± 5	J	-20	
± 0.02	U	± 10	K	+80	Z
± 0.05	W	± 20	M	-20	
± 0.1	B	± 30	N	+ 不规定	不标记
± 0.2	C			-20	

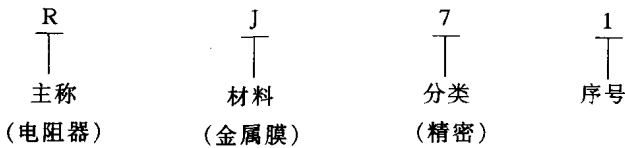
(2) 额定功率 电阻器的额定功率是指电阻器在环境温度为 $-55 \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$, 大气压强为 101 kPa 的条件下, 连续承受直流或交流负荷时所允许的最大消耗功率。

(3) 温度系数 温度每变化 1℃所引起的电阻值的相对变化称为电阻的温度系数。温度系数越小,电阻的稳定性越好。凡阻值随温度的升高而增大的为正温度系数;若温度升高时阻值减小则为负温度系数。

3. 电阻器(含电位器)型号命名方法

电阻器(含电位器)的型号由四部分组成,分别代表产品主称、材料、分类和序号,参见表1.3、表1.4。

[例 1.1] RJ71 型精密金属膜电阻器



[例 1.2] MF41 型旁热式热敏电阻器



[例 1.3] WSW1A 型微调有机实芯电位器

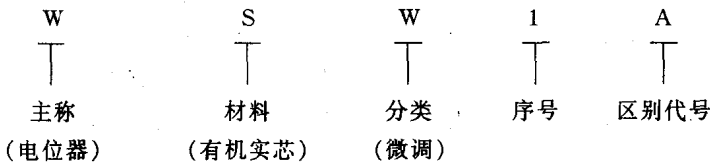


表 1.3 电阻器的材料、分类、代号及其意义

材 料		分 类					
代号	意 义	代号	意 义		代号	意 义	
			电阻器	电位器		电阻器	电位器
T	碳膜	1	普通	普通	G	高功率	
H	合成膜	2	普通	普通	T	可调	
S	有机实芯	3	超高频		W		微调
N	无机实芯	4	高阻		D		多圈
J	金属膜	5	高温				
Y	氧化膜	6					
		7	精密	精密			
I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数			
X	线绕	9	特殊	特殊			

表 1.4 敏感电阻器的材料、分类、代号及其意义

材 料		分 类				
代号	意 义	代号	意 义			
			负温度系数	正温度系数	光敏	压敏
F	负温度系数热敏材料	1	普通	普通		碳化硅
Z	正温度系数热敏材料	1	稳压	稳压		氧化锌
G	光敏材料	3	微波			氧化锌
Y	压敏材料	4	旁热			
S	湿敏材料	5	测温	测温		
C	磁敏材料	6	微波			
L	力敏材料	7	测量			
Q	气敏材料					

4. 电阻器的标志方法

电阻器的标称阻值和偏差通常都标在电阻器件上,标志方法有以下几种:

(1) 直标法 直标法是用数字和文字符号在电阻器上直接标出主要参数的标志方法。如图 1.2 所示,电阻值为 $5.1\text{ k}\Omega$,偏差为 $\pm 5\%$ 。若电阻上未注偏差,则均为 $\pm 20\%$ 。

(2) 文字符号法 文字符号法是用数字和文字符号或两者有规律的组合,在电阻器上标志出主要参数的标志方法。其具体方法为:阻值的整数部分写在阻值单位标志符号的前面,阻值的小数部分写在阻值单位标志符号的后面,如图 1.3 所示,阻值为 $1.6\text{ k}\Omega$

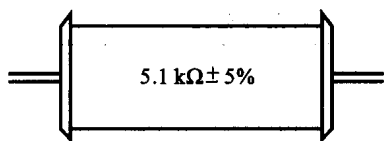


图 1.2 电阻器直标法示意图

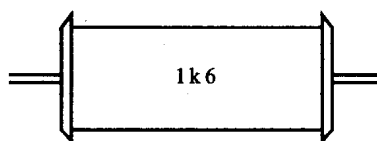


图 1.3 电阻器文字符号法示意图

标志符号规定如下:

欧(10^0 欧),用 Ω 表示,例: $0.1\text{ }\Omega$ 标志为 $\Omega 1$ 。

千欧(10^3 欧),用 k 表示,例: $1\text{ k}\Omega$ 标志为 1k 。

兆欧(10^6 欧),用 M 表示,例: $3.3\text{ M}\Omega$ 标志为 $3\text{M}3$ 。

千兆欧(10^9 欧),用 G 表示,例: $8.2 \times 10^9\text{ }\Omega$ 标志为 $8\text{G}2$ 。

兆兆欧(10^{12} 欧),用 T 表示,例: $3.3 \times 10^{12}\text{ }\Omega$ 标志为 $3\text{T}3$ 。

(3) 色标法 色标法是指用不同颜色的色环,按照它们的颜色和排列顺序在电阻器上标志出主要参数的标志方法。具体规定参看表 1.5 和例 1.4 及例 1.5。

[例 1.4] 两位有效数字的色标示例,见图 1.4,该电阻的标称阻值为 $27\text{ }000\text{ }\Omega$,允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

[例 1.5] 三位有效数字的色标示例,如图 1.5 所示,它的标称阻值为 33 200 Ω ,允许偏差为 $\pm 1\%$ 。

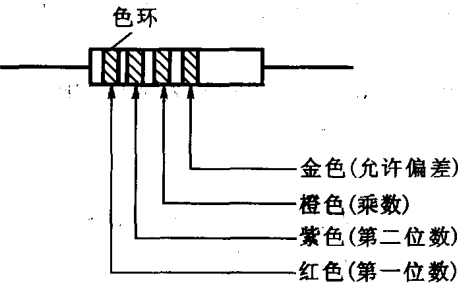


图 1.4 两位有效数字色标示意图

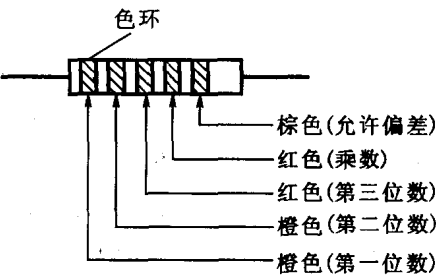


图 1.5 三位有效数字色标示意图

表 1.5 色标符号规定

颜 色	有效数字	乘 数	允许偏差 %	工作电压 U/V
银 色		10^{-2}	± 10	
金 色		10^{-1}	± 5	
黑 色	0	10^0		4
棕 色	1	10^1	± 1	6.3
红 色	2	10^2	± 2	10
橙 色	3	10^3		16
黄 色	4	10^4		25
绿 色	5	10^5	± 0.5	32
蓝 色	6	10^6	± 0.25	40
紫 色	7	10^7	± 0.1	50
灰 色	8	10^8		63
白 色	9	10^9	+ 50, - 20	
无 色			± 20	

(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标志方法。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,参见表 1.2。

[例 1.6] 标志为 222J 和 103 K 的电容器,试指出各自的标称值及偏差。