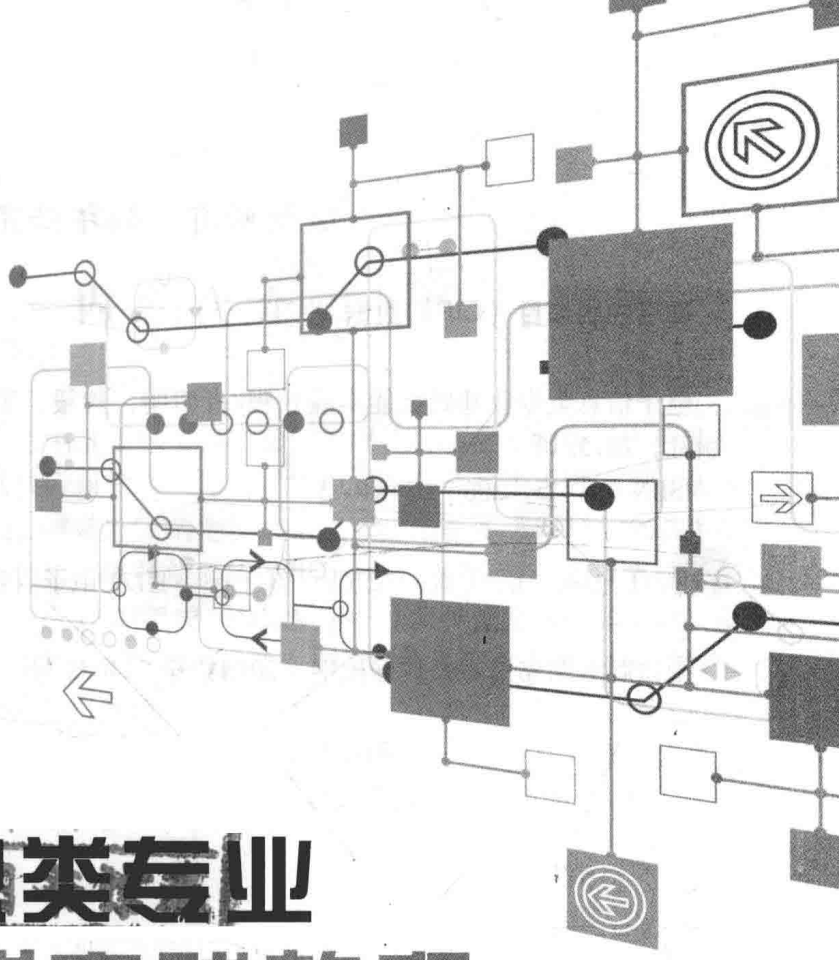
电子信息类专业基础技能实践教程

DIANZI XINXILEI ZHUANYE
JICHU JINENG SHIJIAN JIAOCHENG

肖明明　刘　毅　王　骥 ◆ 编著

中山大學出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS



电子信息类专业基础技能实践教程

DIANZI XINXILEI ZHUANYE JICHU JINENG SHIJIAN JIAOCHENG

安徽建筑大学 藏书 图书馆

肖明明　刘　毅　王　骥 ◆ 编著

中山大學出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS
• 广州 •

版权所有　翻印必究

图书在版编目（CIP）数据

电子信息类专业基础技能实践教程/肖明明，刘毅，王骥编著．—广州：中山大学出版社，2015.10

ISBN 978-7-306-05484-5

Ⅰ.①电…　Ⅱ.①肖…②刘…③王…　Ⅲ.①电子信息—实验—教材　Ⅳ.①G203-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 244073 号

出 版 人：徐 劲
策划编辑：周建华　黄浩佳
责任编辑：黄浩佳
封面设计：曾　斌
责任校对：李　文
责任技编：何雅涛
出版发行：中山大学出版社
电　　话：编辑部 020-84111996，84113349，84111997，84110779
　　发行部 020-84111998，84111981，84111160
地　　址：广州市新港西路 135 号
邮　　编：510275　　传真：020-84036565
网　　址：http://www.zsup.com.cn　E-mail：zdcbs@mail.sysu.edu.cn
印 刷 者：广州中大印刷有限公司
规　　格：787mm×1092mm　1/16　12.5 印张　350 千字
版次印次：2015 年 10 月第 1 版　2015 年 10 月第 1 次印刷
定　　价：35.00 元

如发现本书因印装质量影响阅读，请与出版社发行部联系调换

内 容 简 介

本书面向电子信息类专业（电子信息工程、通信工程、自动化和物联网工程等专业）的基础技能实践环节，提供面向工程应用的、集中实践环节的指导方案。本书按照“厚基础、强能力、宽口径、强适应”的电类大平台课程培养要求编写。全书为电子信息类专业提供电子技能实训、基础技能实践的指导方案，目标定位为提高电子信息类学生的基础实践技能。全书由 12 章组成，每章就是一个具体的实践指导方案。全书以分层次、分阶段、循序渐进的模式，体现由浅入深、由简单到综合、课内外结合、注重实践、培养工程创新型能力的特色和宗旨。

本书可作为电子信息类本科专业的基础技能实践环节阶段的实践指导教材，也可作为高职高专相关专业或从事相关领域的工程技术人员开发设计的实用参考书。

序 言

目前国内大多数高校，本科层次的培养目标基本上是以培养应用型人才为目标。因此，强化实验实践环节，加强培养学生的实际动手能力，成为各高校实践高等教育质量工程的重要举措。然而，目前绝大多数高校所用的实验设备基本都是实验箱或实验台等成套设备，能开设的实验大多为验证型实验。总体来说，目前大多数高校的实验课体现为验证型多、设计型少，单科型多、综合型少，采用传统方法多、应用最新技术少的现状。实验仅仅作为理论教学的补充和验证，没有突出实验在学生实践能力提高中的优势地位；实验多以验证性实验为主，缺乏综合型实验和设计型实验；各课程之间缺乏必要的逻辑联系，实验设置仅仅为本课程服务。这样的实践模式很难锻炼和提高学生的实际动手能力，不利于新形势下对应用创新型人才的综合性和集中性的培养。

当今的学科，既高度分化，又高度综合，并以综合为主导趋势。为了适应这个趋势，本书的出版就是贯彻这样一个非常重要的理念：设置并加强面向工程应用的渐进式综合化实践指导体系。

本书以我们对电子信息类本科专业的实践课程的教学改革为基础，根据建立面向工程应用的综合化集中实践指导体系为目标，提供面向工程应用的、渐进式综合化集中实践指导方案。本书内容主要以“电子技能实训、基础技能实践”为教学目标，这一步骤主要是培养学生对电子系统的感知认识和提高学生亲自动手制作简单电子信息系统的兴趣，为以后更高层次的实践打下扎实的工程实践基础。

目前，系统地、完整地把电子信息学科的实践课程的指导方案进行汇编的教材鲜见，少数这方面的教材也只是阐述某一课程的单方面的实践指导。本书的出版为相关的教学工作提供了很好的指导借鉴作用。本书是编者在多年电子信息类专业的实践教学积累的指导方案的基础上，并结合当今快速发展的电子信息前沿技术编著而成，同时也借鉴了一些相关教材的部分内容，如孙惠康编写的《电子工艺实训教程》中电子工艺的基础部分内容。另外，由于在教学中我们引进了清华大学电子实习基地的几个实践方案，我们把相关的实践指导内容也汇编到本教程中，在此给予注明和表示感谢。本书编写工作由肖明明、刘毅、王员根、刘云、倪宇和岳洪伟共同完成，蔡肯也参与了部分编写工作，在此一并表示感谢。

总体而言，本书与其他国内外电子信息工程类专业实践教材相比较，具有以下特色：①根据课程内容和知识结构的调整、优化以及个性化人才培养的需要，在本书中体现了我们对实践教学指导体系进行了调整和优化；②在确保验证性实践质量的同时，增加提高型实践（综合性、设计性、应用性方案等）的比例；③采取分层次、分阶段、循序渐进的模式，由浅入深、由简单到综合、课内外结合，并通过开放式实践教学，留有余地鼓励学生自主立项，充分调动学生学习的积极性和主动性，让学生成为实践

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

活动的主人，培养科学的实验方法和严谨的工作态度。

本书详尽、通俗易懂而不乏精练，基础性理论内容权威且覆盖了本领域的核心内容，介绍最新的前沿技术且贴近应用。从目前我们每年开展的本科教学来看，学生对我们设计的课题内容兴趣浓厚，并可以付诸于应用。如上所述，目前系统地、完整地把电子信息学科的实践课程的指导方案进行汇编的教材鲜见，可以说本书开创了电子信息学科实践课程指导方案的先河，相信本书的出版必将引起国内其他相关院校相关专业教学工作者的极大关注。

编者

2015 年 9 月

目　录

第 1 章　电子工艺实训指引 …… 1
1.1　常用电子元器件 …… 1
1.1.1　电阻器与电位器 …… 1
1.1.1.1　电阻器与电位器的功能及分类 …… 1
1.1.1.2　固定电阻器、电位器、敏感电阻的命名 …… 2
1.1.1.3　电阻器参数 …… 3
1.1.1.4　常见电阻器 …… 5
1.1.1.5　电位器 …… 6
1.1.2　电容器 …… 7
1.1.2.1　常见电容器外形和电路符号以及单位 …… 7
1.1.2.2　电容器性能参数 …… 9
1.1.2.3　常见的几种电容器的特点 …… 10
1.1.2.4　电容器的合理选用 …… 11
1.1.2.5　电容器的质量判别 …… 11
1.1.3　电感器和变压器 …… 13
1.1.3.1　电感器 …… 13
1.1.3.2　变压器 …… 14
1.1.4　半导体器件 …… 17
1.1.4.1　半导体器件命名 …… 17
1.1.4.2　二极管 …… 18
1.1.4.3　三极管 …… 20
1.1.4.4　场效应管 …… 21
1.1.4.5　集成电路 …… 22
1.2　印制电路板 …… 23
1.2.1　印制电路板的特点 …… 23
1.2.2　印制电路板的分类 …… 23
1.2.3　对印制导线的要求 …… 24
1.2.4　电路中各种元器件的安排 …… 25
1.2.5　印制电路板的简易制作 …… 25
1.3　焊接工艺 …… 27
1.3.1　线路板焊接基本知识 …… 27
1.3.1.1　焊接概述 …… 27
1.3.1.2　焊接原理 …… 28

1.3.1.3 线路板焊接特点 …… 28
1.3.1.4 线路板锡接条件 …… 29
1.3.1.5 助焊剂要求 …… 29
1.3.1.6 助焊剂的作用 …… 30
1.3.1.7 常用助焊剂介绍 …… 30
1.3.1.8 阻焊剂 …… 31
1.3.1.9 焊锡丝的组成与结构 …… 31
1.3.2 电烙铁的基本结构 …… 32
1.3.3 手工焊接过程 …… 34
1.3.3.1 操作前检查 …… 34
1.3.3.2 焊接步骤 …… 34
1.3.3.3 焊接要领 …… 36
1.3.3.4 锡点质量的评定 …… 37
1.3.3.5 使用拆焊技术 …… 37
参考文献 …… 38
第2章 FM（SMT）微型收音机制作 …… 39
2.1 引言 …… 39
2.1.1 SMT 简介 …… 39
2.1.1.1 THT 与 SMT …… 39
2.1.1.2 SMT 主要特点 …… 40
2.1.1.3 SMT 工艺及设备简介 …… 40
2.1.2 SMT 元器件及设备 …… 41
2.1.2.1 表面贴装元器件 SMD（surface mounting devices） …… 41
2.1.2.2 印制板 SMB（surface mounting Board） …… 42
2.1.2.3 小型 SMT 设备 …… 43
2.1.2.4 SMT 焊接质量 …… 44
2.1.3 实习产品——电调谐微型 FM 收音机 …… 45
2.1.3.1 产品特点 …… 45
2.1.3.2 工作原理 …… 45
2.1.4 实习产品安装工艺 …… 48
2.1.4.1 安装流程 …… 48
2.1.4.2 安装步骤及要求 …… 48
2.1.4.3 调试及总装 …… 50
2.1.4.4 材料清单 …… 52
2.2 电子元器件检测 …… 52
2.2.1 电阻器检测 …… 53
2.2.2 电位器检测 …… 53
2.2.3 电容器检测 …… 54

2.2.4 电感器检测 …… 54
2.2.5 二极管检测 …… 54
2.2.6 开关及连接器检测 …… 55
2.2.7 三级管的检测 …… 55
参考文献 …… 56
第3章 直流稳压/充电电源制作 …… 57
3.1 实践目标 …… 57
3.2 产品简介 …… 57
3.2.1 主要性能指标 …… 57
3.2.2 工作原理 …… 57
3.2.3 软件仿真（Multisim） …… 59
3.3 印制板设计（Ultiboard） …… 60
3.4 制作工艺 …… 62
3.4.1 印制板制作 …… 62
3.4.2 印制板的安装 …… 62
3.4.3 整机装配工艺 …… 64
3.4.3.1 装接电池夹正极片和负极弹簧 …… 64
3.4.3.2 电源线连接 …… 65
3.4.3.3 焊接A板与B板以及变压器的所有连线 …… 65
3.4.3.4 焊接印制板B与电池片间的连线 …… 65
3.4.3.5 装入机壳 …… 65
3.5 检测调试 …… 65
3.5.1 目视检验 …… 65
3.5.2 通电检测 …… 65
3.5.3 故障检测 …… 68
3.5.4 设计所用材料清单 …… 69
参考文献 …… 70
第4章 电子闹钟的设计 …… 71
4.1 本设计概述 …… 71
4.2 产品简介 …… 71
4.3 设计思路及总体设计 …… 71
4.4 工作条件 …… 72
4.4.1 74160 …… 72
4.4.2 解码型七段数码管 …… 72
4.5 项目的原理图与仿真 …… 73
4.5.1 计时模块设计 …… 73
4.5.1.1 计分钟、计秒钟子模块的设计 …… 73
4.5.1.2 计小时子模块的设计 …… 73

4.5.2 显示模块及调时模块设计 …… 76
4.5.3 闹钟模块设计 …… 76
4.6 附录 …… 79
参考文献 …… 79
第5章 声控楼道延时照明开关的制作 …… 80
5.1 设计概述 …… 80
5.2 实验条件 …… 80
5.3 电路原理 …… 80
5.4 元件清单 …… 84
参考文献 …… 84
第6章 机器猫制作 …… 85
6.1 实践目标 …… 85
6.2 实习产品简介 …… 85
6.2.1 工作条件 …… 85
6.2.2 555 构成的单稳态触发电路的工作原理 …… 86
6.3 原理图设计与仿真（Multisim） …… 87
6.4 印制板设计（Ultiboard） …… 89
6.5 制作工艺 …… 92
6.5.1 印制板制作 …… 92
6.5.2 印制板的安装 …… 93
6.5.2.1 元器件检测 …… 93
6.5.2.2 印制板焊接 …… 93
6.6 整机装配与调试 …… 94
6.7 机器猫制作材料清单 …… 95
6.8 创建光电耦合器 4N25 …… 96
参考文献 …… 101
第7章 自动寻迹防撞小车的的设计实现 …… 102
7.1 设计概述 …… 102
7.2 自动寻迹防撞小车的设计方案 …… 102
7.2.1 智能小车总体功能方案 …… 102
7.2.2 硬件方案 …… 102
7.2.2.1 传感器方案 …… 103
7.2.2.2 电机驱动模块 …… 103
7.2.2.3 单片机系统 …… 103
7.2.3 软件方案 …… 103
7.3 硬件设计与描述 …… 104
7.3.1 TCRT5000 传感模块介绍 …… 104
7.3.1.1 TCRT5000 传感模块 …… 104

7.3.1.2 TCRT5000 结构 …… 104
7.3.1.3 IC_ LM324 介绍 …… 105
7.3.1.4 TCRT5000 传感器模块工作原理 …… 105
7.3.1.5 应用场合 …… 105
7.3.1.6 基本参数 …… 105
7.3.1.7 传感器模块电路图 …… 106
7.3.2 直流电机驱动模块介绍 …… 106
7.3.2.1 IC_ L298 介绍 …… 106
7.3.2.2 IC_ L298 内部结构 …… 107
7.3.2.3 驱动模块电路图 …… 108
7.3.3 STC89C52 单片机系统 …… 109
7.3.3.1 STC89C52 系统性能 …… 109
7.3.3.2 芯片引脚图排列和说明 …… 109
7.3.3.3 STC89C52 最小系统 …… 110
7.4 自动寻迹防撞小车工作原理 …… 111
7.4.1 小车运动原理 …… 111
7.4.2 小车防撞原理 …… 112
7.4.3 自动寻迹原理 …… 112
7.5 软件设计与描述 …… 113
7.5.1 小车系统流程图 …… 113
7.5.2 程序分析 …… 114
7.5.3 小车调试方法 …… 116
7.6 小车系统电路图 …… 116
第8章 数控数显充电器的设计实现 …… 118
8.1 本设计概述 …… 118
8.2 产品简介 …… 118
8.3 工作条件 …… 118
8.3.1 ADC0809 …… 118
8.3.2 DAC0832 …… 121
8.4 项目的原理图 …… 124
8.5 单片机程序设计 …… 128
8.6 附录 …… 128
8.6.1 元件清单 …… 128
8.6.2 单片机参考代码 …… 129
参考文献 …… 133
第9章 桌上电子记事本的设计 …… 135
9.1 本设计概述 …… 135
9.2 产品简介 …… 135

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

9.3 工作条件 …… 135
9.3.1 LCD1602 液晶显示芯片引脚介绍 …… 135
9.3.2 LCD1602 的显示控制方法 …… 137
9.4 项目的原理图与仿真 …… 140
9.4.1 原理图设计 …… 140
9.4.2 液晶显示仿真 …… 142
9.5 计算机端控制程序设计 …… 143
9.5.1 计算机控制界面设计 …… 143
9.5.2 VB 与单片机进行串行通信 …… 144
9.6 单片机程序设计 …… 145
9.7 附录 …… 146
9.7.1 元件清单 …… 146
9.7.2 VB 参考代码 …… 146
9.7.3 单片机参考代码 …… 147
参考文献 …… 152
第 10 章 一种简单可调稳压电源的制作 …… 154
10.1 本设计概述 …… 154
10.2 产品简介 …… 154
10.3 电路原理 …… 154
10.4 制作及调试 …… 157
10.4.1 元件清单 …… 157
10.4.2 PCB 制作与调试 …… 158
参考文献 …… 158
第 11 章 低成本的无线话筒设计 …… 159
11.1 设计目的 …… 159
11.2 设计任务与要求 …… 159
11.2.1 任务 …… 159
11.2.2 要求 …… 159
11.3 设计原理与实现 …… 159
11.3.1 设计原理 …… 159
11.3.1.1 调频无线话筒原理图 …… 160
11.3.1.2 调频无线话筒电路 …… 160
11.4 单元电路设计、参数计算、元器件选择 …… 161
11.4.1 单元电路设计 …… 161
11.4.2 元件参数的确定 …… 162
11.4.2.1 元件选择与自制 …… 162
11.4.2.2 元器件型号 …… 163
11.5 安装与调试 …… 164

11.5.1 安装 …… 164
11.5.2 调试 …… 164
11.6 计算机模拟 …… 164
11.7 遇到的问题及其解决 …… 166
11.7.1 遇到的问题 …… 166
11.7.2 解决的方法 …… 166
参考文献 …… 167
第12章 自动寻人机器人的设计 …… 168
12.1 本设计概述 …… 168
12.2 产品简介 …… 168
12.3 工作条件 …… 168
12.3.1 LCD1602液晶显示芯片 …… 168
12.3.1.1 LCD1602引脚介绍 …… 168
12.3.1.2 LCD1602的显示控制方法 …… 168
12.3.2 热释电红外探头及处理芯片 …… 168
12.3.2.1 热释电红外探头 …… 168
12.3.2.2 热释红外处理芯片 …… 170
12.3.3 无线数据发射及接收 …… 171
12.3.3.1 无线发射 …… 171
12.3.3.2 无线接收 …… 172
12.3.4 电机驱动 …… 173
12.4 项目的原理图与仿真 …… 174
12.4.1 原理图设计 …… 174
12.4.2 液晶显示仿真 …… 177
12.5 单片机程序设计 …… 179
12.6 附录 …… 180
12.6.1 元件清单 …… 180
12.6.2 单片机参考代码 …… 181
参考文献 …… 184

第1章　电子工艺实训指引

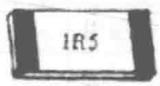
1.1　常用电子元器件

电阻器、电容器、电感器、变压器、晶体二极管、晶体三极管、集成电路等都是整机电路常见的元器件。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能起到重要的保证作用。本节将学习这些元器件的用途，主要性能参数、规格型号以及检查这些元器件质量好坏的基本知识。

1.1.1　电阻器与电位器

1.1.1.1　电阻器与电位器的功能及分类

电阻在电路中的主要作用是控制电压、电流的大小，还可以与其他元件配合，组成耦合、滤波、反馈、补偿等各种不同功能的电路。电位器即可调电阻器，在电路中常用来调节各种电压或信号的大小。电阻器的单位为：欧姆（Ω），千欧（kΩ），兆欧（MΩ），吉欧（GΩ），$1G\Omega = 10^3M\Omega = 10^6k\Omega = 10^9\Omega$。下面对电阻器的分类、主要参数、标志方法等基本知识进行相应的介绍。各种电阻器、电位器的图形和符号如图1-1所示。



（a）片状电阻

（b）金属膜电阻器

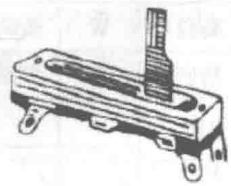
（c）碳膜电阻器

（d）线绕电阻器

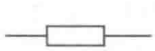
（e）热敏电阻器

（f）带开关电位器

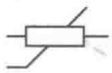
（g）微调电位器



（h）直滑式电位器

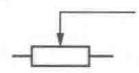


（i）固定电阻

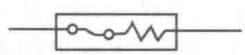


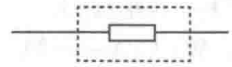
（j）热敏电阻

（k）固定电阻



（l）可变电阻（电位器）





（m）常见熔断电阻器

图1-1　各种电阻器、电位器和符号

1.1.1.2 固定电阻器、电位器、敏感电阻的命名

固定电阻器、电位器、敏感电阻的命名方法主要由五个部分组成：第一部分用字母表示产品的主称。R——电阻器，W——电位器，M——敏感电阻器；第二部分用字母表示产品的材料或类别，如表1-1所示；第三部分用数字或字母表示电阻器、电位器、敏感电阻器的特性、用途、类别，如表1-2所示；第四部分用数字表示生产序号；第五部分用字母表示同一序号但性能又有一定差异的产品区别代号。

表1-1 固定电阻器、电位器、敏感电阻的材料和类别

电阻器电位器				敏感电阻			
字母	材料	字母	材料	字母	材料	字母	材料
T	碳膜	Y	氧化膜	Z	正温度系数热敏材料	S	湿敏材料
H	合成膜	C	沉积膜			Q	气敏材料
S	有机实芯	I	玻璃釉膜	F	负温度系数热敏材料	G	光敏材料
N	无机实芯	X	线绕			C	磁敏材料
J	金属膜			Y	压敏材料		

表1-2 固定电阻器、电位器、敏感电阻的特性、用途、类别

电阻器电位器				敏感电阻							
数字	意义	数字	意义	数字	热敏电阻	光敏电阻	力敏电阻	字母	压敏电阻	字母	湿敏电阻
					用途	用途	用途		用途		用途
1	普通	G	高功率	1	普通用	紫外光	硅应变片	W	稳压用	C	测湿用
2	普通	T	可调	2	稳压用	紫外光	硅应变梁	G	高压保护	K	控温用
3	超高频	X	小型	3	微波测量	紫外光	硅柱	P	高频用	字母	气敏电阻
4	高阻	L	测量用	4	旁热式	可见光		N	高能用		用途
5	高温	W	微调	5	测量用	可见光		K	高可靠	Y	烟敏
7	精密	D	多圈	6	控温用	可见光		L	防雷用	K	可燃性
8	电阻：高压			7	消磁用	红外光		H	灭弧用	字母	磁敏电阻
				8	线性用	红外光		Z	消噪用		用途
	电位器：特殊			9	恒温用	红外光		B	补偿用	Z	电阻器
				0	特殊用	特殊用		C	消磁用	W	电位器
9	特殊										

例：RJ21——“R”表示主称为电阻，“J”表示材料为金属膜，“2”表示分类为普通，“1”表示序号。

例：WSW1A——第一个“W”表示主称为电位器，“S”表示材料为有机实芯，第二个“W”表示分类为微调，“1”表示序号，“A”表示区别代号。

例：MF41——“M”表示主称为敏感电阻，“F”表示材料为负温度系数敏感材

料，“4”表示分类为旁热式，“1”表示序号。

1.1.1.3 电阻器参数

1. 标称值和允许偏差

一般电阻器标称值系列如表1-3所示，表中所有数值都可以乘以10^n，单位为Ω，n为整数。该表也使用于电位器、电容器标称值系列，在表示电容容量标称值系列时的单位为pF。

表1-3 电阻器、电容器标称值系列

系列	偏差	标准值
E24	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
E12	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, 8.2
E6	Ⅲ级±20%	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

电阻器的标称值和偏差一般都以各种方法标记在电阻体上，其标记方法有以下几种：

（1）直标法。在电阻体表面用具体数字、单位符号和百分数直接标出电阻器的阻值和允许误差。优点是直观，一目了然。如图1-2a所示，一般用“Ⅰ”表示±5%，“Ⅱ”表示±10%，“Ⅲ”表示±20%。

（2）文字符号法。将标称值及允许偏差用文字和数字有规律的组合来表示，如图1-2b所示。例如，2R2K表示（2.2±0.22）Ω，R33J表示（0.33±0.165）Ω，1K5M表示（1.5±0.3）kΩ，末尾字母表示为偏差。一般常用字母来表示偏差，允许偏差的文字符号表示如表1-4所示，不标记的表示偏差未定。

（3）数码表示法。如图1-2c所示，例如，103K，“10”表示2位有效数字，“3”表示倍乘10^3，“K”表示偏差±10%，即阻值为$10\times10^3\Omega=10k\Omega$。又如222J，表示阻值为$22\times10^2=2.2k\Omega$，“J”表示偏差为5%，偏差表示方法与文字符号相同。10Ω以下的小数点也与文字符号法相同，用R表示，例如2.2Ω，也用2R2表示。

表1-4 允许偏差的文字符号表示

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

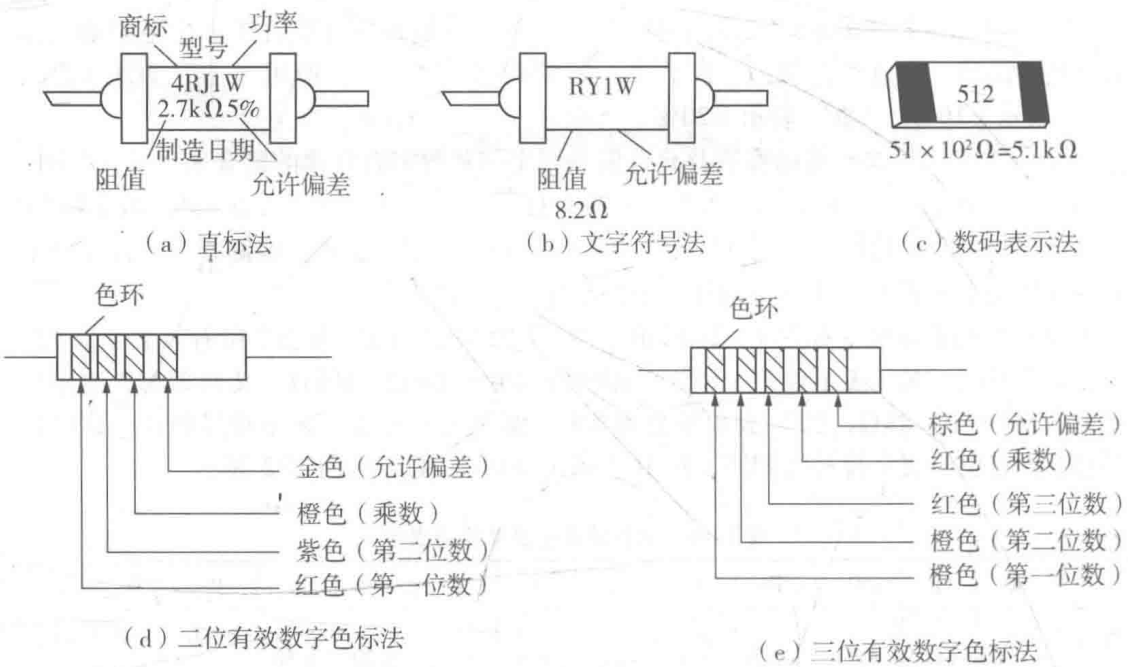
（4）色标法。用不同颜色表示电阻数值和偏差或其他参数时的色标符号规定，如表1-5所示。该表也适合于用色标法表示电容、电感的数值和偏差，它们的单位分别是：用于电阻时为Ω，用于电容时为pF，用于电感时为μH，表示额定电压时只限于电容。

表 1－5　色标符号规定

	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	
有效数字	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—
乘数	10^{-2}	10^{-1}	10^{0}	10^{1}	10^{2}	10^{3}	10^{4}	10^{5}	10^{6}	10^{7}	10^{8}	10^{9}	—
偏差（%）	±10	±5	—	±1	±2	—	—	±0.5	±0.25	±0.1	—	+50 −20	±20
额定电压（V）	—	—	4	6.3	10	16	25	32	40	50	63	—	—

用色标法表示电阻数值和偏差如图 1－2d、e 所示。普通电阻常用 2 位有效数字表示，精密电阻常用 3 位有效数字表示。图 1－2d 所示的阻值为 $27\times10^{3}\Omega=27k\Omega$，偏差 ±5%，图 1－2e 所示的阻值为 $332\times10^{2}\Omega=33.2k\Omega$，偏差 ±1%。

第一色环即第一位有效数字识别方法：第一色环一般是靠最左边，偏差色环常稍远离前面几个色环。还有金、银色环不可能是第一色环，如色环完全是均匀分布且没有金银色环时，只能通过万能表测试来帮忙判断。若色环颜色分不清楚时，也可利用电阻标称值系列来帮助判断，这样可大大减少颜色可选择种类。



（a）直标法　（b）文字符号法　（c）数码表示法

（d）二位有效数字色标法　（e）三位有效数字色标法

图 1－2　电阻器标称值表示方法

2. 电阻器额定功率

电阻器额定功率是指正常条件下，电阻器长期连续工作并满足规定的性能要求时，所允许消耗的最大功率。电阻器额定功率系列如表 1－6 所示。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com