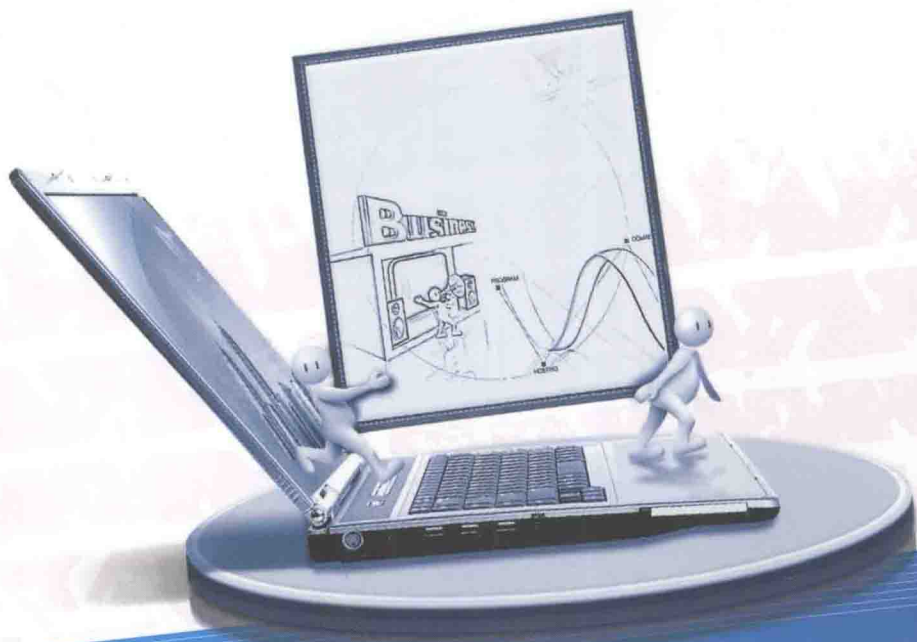


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



综合电子设计与实践

钱卫钧 赵云伟 李 倩 孙红亮 编 著

- 无缝衔接电子技术课程体系
- 7大项目训练提升实操能力
- 全新收录电路设计实际案例
- 4届大赛设计启迪创新思维



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

综合电子设计与实践

钱卫钧 赵云伟 李 倩 孙红亮 编 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书与《模拟电子技术》《数字电子技术》《单片机应用技术》等教材的内容紧密结合,是职业院校参加各级电子技能大赛赛前训练的基本教材。

本书共分7个项目。项目1电子制作基础,介绍常用电子元器件的性能、作用、分类、识别和检测方法,以及部分常用手工工具的类型、作用、使用方法;项目2设计与制作基本单元模拟电路,列举了常用的基本单元电路的设计;项目3设计与制作数字电路,通过几个典型例子介绍数字电路中常用电路;项目4常用传感器及应用,介绍常用的几种传感器原理、特性及典型应用电路;项目5围绕着STC89C51开发板的设计,介绍单片机常用设计及C51程序设计;项目6介绍Proteus在电路设计及单片机系统开发中的应用;项目7介绍4个历届电子设计大赛的设计案例。

本书可作为自动化、电气工程、电子信息、通信工程、计算机等电类专业学生的教材,同时对电子工程技术人员、电子爱好者也具有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

综合电子设计与实践/钱卫钧等编著. —北京:北京大学出版社, 2011.8

(21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19326-6

I. ①综… II. ①钱… III. ①电子电路—电路设计—高等职业教育—教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第154883号

书 名: 综合电子设计与实践

著作责任者: 钱卫钧 赵云伟 李 倩 孙红亮 编著

策 划 编 辑: 赖 青 张永见

责 任 编 辑: 李 辉

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-19326-6/TP·1180

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 山东省高唐印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16开本 12.25印张 273千字

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

定 价: 25.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《综合电子设计与实践》编写成员

著 者 钱卫钧 赵云伟 李 倩 孙红亮

统 稿 赵云伟 赵 辉

图 片 路荣亮 赵 辉 刘元永 李 倩

参 编 路荣亮 刘元永 周伟伟 赵 辉

前 言

本书是针对全国电子设计大赛的特点,为满足高职高专院校电类专业参加各级电子技能大赛而编写的培训教材。本书介绍常用电子元器件的识别、检测方法,常用装配工具的使用方法,常用的基本单元电路的设计,常用传感器的典型应用电路,单片机最小系统及C51程序设计,Proteus 电路仿真,最后给出4个历届大赛的设计案例。本书在编写过程中,主要考虑了以下几个方面。

(1) 系统性。由于本书是在学生修完“电子技术基础”等课程后进行的实践教学环节,所以选择的内容尽可能与前后课程连贯,与整个“电子技术”课程体系进行有机地结合。

(2) 实用性。本书的最突出特点就是针对刚学完“电子技术基础”的学生,内容简单、翔实,所列举的电子电路设计题目都是经过实践验证的实用设计题目,均配有电子套件,可直接引用。

(3) 便于教学。本书每个项目各成体系,可集中教学,也可根据教学实际情况分散教学,以适应不同的教学对象。

(4) 使用范围广。本书可作为自动化、电气工程、电子信息、通信工程、计算机等电类专业学生的教材,同时对电子工程技术人员、电子爱好者 also 具有很好的参考价值。

本书的编写分工为:李倩、周伟伟编写项目1、项目2,路荣亮编写项目3,刘元永编写项目4,赵云伟编写项目5,孙红亮编写项目6,钱卫钧、赵辉编写项目7。编者曾长期从事电子技术、单片机技术理论教学、实践教学,对电子设计过程有切实的体会和经验,因此本书在编写的过程中力求结合实际,为广大读者提供有益的帮助。

为方便教学,本书配有电子课件、仿真电路、源程序和电子套件等,凡需要的老师和学生均可来电或邮件索取,0533-8407909 或 zhaoyun2090@sina.com。

由于编者自身的水平有限,若书中存在不妥之处,敬请读者指正。

编 者

2011 年

北京大学出版社高职高专机电系列规划教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-10371-9	液压传动与气动技术	曹建东	28.00	2006.1
2	978-7-5038-4868-1	AutoCAD 机械绘图基础教程与实训	欧阳全会	28.00	2007.8
3	978-7-5038-4866-7	数控技术应用基础	宋建武	22.00	2007.8
4	978-7-5038-4937-4	数控机床	黄应勇	26.00	2007.8
5	978-7-301-13258-6	塑模设计与制造	晏志华	38.00	2007.8
6	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
7	978-7-5038-4861-2	公差配合与测量技术	南秀蓉	23.00	2007.9
8	978-7-5038-4865-0	CAD/CAM 数控编程与实训(CAXA 版)	刘玉春	27.00	2007.9
9	978-7-5038-4869-8	设备状态监测与故障诊断技术	林英志	22.00	2007.9
10	978-7-301-13260-9	机械制图	徐 萍	32.00	2008.1
11	978-7-301-13263-0	机械制图习题集	吴景淑	40.00	2008.1
12	978-7-301-13264-7	工程材料与成型工艺	杨红玉	35.00	2008.1
13	978-7-301-13262-3	实用数控编程与操作	钱东东	32.00	2008.1
14	978-7-301-13261-6	微机原理及接口技术(数控专业)	程 艳	32.00	2008.1
15	978-7-301-13383-5	机械专业英语图解教程	朱派龙	22.00	2008.3
16	978-7-301-13574-7	机械制造基础	徐从清	32.00	2008.7
17	978-7-301-13573-0	机械设计基础	朱凤芹	32.00	2008.8
18	978-7-301-13582-2	液压与气压传动技术	袁 广	24.00	2008.8
19	978-7-301-13662-1	机械制造技术	宁广庆	42.00	2008.8
20	978-7-301-13653-9	工程力学	武昭晖	25.00	2008.8
21	978-7-301-13652-2	金工实训	柴增田	22.00	2009.1
22	978-7-301-14470-1	数控编程与操作	刘瑞己	29.00	2009.3
23	978-7-301-13651-5	金属工艺学	柴增田	27.00	2009.6
24	978-7-301-12389-8	电机与拖动	梁南丁	32.00	2009.7
25	978-7-301-13659-1	CAD/CAM 实体造型教程与实训 (Pro/ENGINEER 版)	诸小丽	38.00	2009.7
26	978-7-301-13656-0	机械设计基础	时忠明	25.00	2009.8
27	978-7-301-15692-6	机械制图	吴百中	26.00	2009.9
28	978-7-301-15676-6	机械制图习题集	吴百中	26.00	2009.9
29	978-7-301-17122-6	AutoCAD 机械绘图项目教程	张海鹏	36.00	2010.5
30	978-7-301-17148-6	普通机床零件加工	杨雪青	26.00	2010.6
31	978-7-301-17398-5	数控加工技术项目教程	李东君	48.00	2010.8
32	978-7-301-17573-6	AutoCAD 机械绘图基础教程	王长忠	32.00	2010.8
33	978-7-301-17557-6	CAD/CAM 数控编程项目教程(UG 版)	慕 灿	45.00	2010.8
34	978-7-301-17609-2	液压传动	龚肖新	22.00	2010.8
35	978-7-301-17679-5	机械零件数控加工	李 文	38.00	2010.8
36	978-7-301-17608-5	机械加工工艺编制	于爱武	45.00	2010.8
37	978-7-301-17707-5	零件加工信息分析	谢 蕾	46.00	2010.8
38	978-7-301-18357-1	机械制图	徐连孝	27.00	2011.1
39	978-7-301-18143-0	机械制图习题集	徐连孝	20.00	2011.1
40	978-7-301-18470-7	传感器检测技术及应用	王晓敏	35.00	2011.1
41	978-7-301-18471-4	冲压工艺与模具设计	张 芳	39.00	2011.3
42	978-7-301-18630-5	电机与电力拖动	孙英伟	33.00	2011.3
43	978-7-301-18852-1	机电专业英语	戴正阳	28.00	2011.5
44	978-7-301-19272-6	电气控制与 PLC 程序设计(松下系列)	姜秀玲	36.00	2011.8
45	978-7-301-19297-9	机械制造工艺及夹具设计	徐 勇	28.00	2011.8

北京大学出版社高职高专电子信息系列规划教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-11566-4	电路分析与仿真教程与实训	刘辉路	20.00	2007.2
2	978-7-301-12182-5	电工电子技术	李艳新	29.00	2007.8
3	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
4	978-7-301-12180-1	单片机开发应用技术	李国兴	21.00	2007.8
5	978-7-301-09529-5	电路电工基础与实训	李春彪	31.00	2007.8
6	978-7-301-12392-8	电工与电子技术基础	卢菊洪	28.00	2007.9
7	978-7-301-12386-7	高频电子线路	李福勤	20.00	2008.1
8	978-7-301-12384-3	电路分析基础	徐 锋	22.00	2008.5
9	978-7-301-13572-3	模拟电子技术及应用	刁修睦	28.00	2008.6
10	978-7-301-13575-4	数字电子技术及应用	何首贤	28.00	2008.6
11	978-7-301-14453-4	EDA 技术与 VHDL	宋振辉	28.00	2009.2
12	978-7-301-14469-5	可编程控制器原理及应用(三菱机型)	张玉华	24.00	2009.3
13	978-7-301-12385-0	微机原理及接口技术	王用伦	29.00	2009.4
14	978-7-301-12390-4	电力电子技术	梁南丁	29.00	2009.4
15	978-7-301-12383-6	电气控制与 PLC(西门子系列)	李 伟	26.00	2009.6
16	978-7-301-12391-1	数字电子技术	房永刚	24.00	2009.7
17	978-7-301-12387-4	电子线路 CAD	殷庆纵	28.00	2009.8
18	978-7-301-12382-9	电气控制及 PLC 应用(三菱系列)	华满香	24.00	2009.9
19	978-7-301-16898-1	单片机设计应用与仿真	陆旭明	26.00	2010.2
20	978-7-301-16830-1	维修电工技能与实训	陈学平	37.00	2010.7
21	978-7-301-17324-4	电机控制与应用	魏润仙	34.00	2010.8
22	978-7-301-17569-9	电工电子技术项目教程	杨德明	32.00	2010.8
23	978-7-301-17696-2	模拟电子技术	蒋 然	35.00	2010.8
24	978-7-301-17712-9	电子技术应用项目式教程	王志伟	32.00	2010.8
25	978-7-301-17730-3	电力电子技术	崔 红	23.00	2010.9
26	978-7-301-17877-5	电子信息专业英语	高金玉	26.00	2010.10
27	978-7-301-17958-1	单片机开发入门及应用实例	熊华波	30.00	2011.1
28	978-7-301-18188-1	可编程控制器应用技术项目教程(西门子)	崔维群	38.00	2011.1
29	978-7-301-18322-9	电子 EDA 技术(Multisim)	刘训非	30.00	2011.1
30	978-7-301-18144-7	数字电子技术项目教程	冯泽虎	28.00	2011.1
31	978-7-301-18470-7	传感器检测技术及应用	王晓敏	35.00	2011.1
32	978-7-301-18630-5	电机与电力拖动	孙英伟	33.00	2011.3
33	978-7-301-18519-3	电工技术应用	孙建领	26.00	2011.3
34	978-7-301-18770-8	电机应用技术	郭宝宁	33.00	2011.5
35	978-7-301-18520-9	电子线路分析与应用	梁玉国	34.00	2011.7
36	978-7-301-18622-0	PLC 与变频器控制系统设计与调试	姜永华	34.00	2011.6
37	978-7-301-19310-5	PCB 板的设计与制作	夏淑丽	33.00	2011.8
38	978-7-301-19326-6	综合电子设计与实践	钱卫钧	25.00	2011.8

请登陆 www.pup6.com 免费下载本系列教材的电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源。

欢迎免费索取样书, 并欢迎到北京大学出版社来出版您的大作, 可在 www.pup6.com 在线申请样书和进行选题登记, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

联系方式: 010-62750667, laiqingbeida@126.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

项目 1 电子制作基础	1
1.1 常用电子元器件的识别	3
1.1.1 电阻器	3
1.1.2 电容器	6
1.1.3 电感器和变压器	10
1.1.4 二极管	12
1.1.5 三极管	15
1.1.6 集成电路	17
1.2 装配工具及使用方法	20
1.2.1 常用的五金工具	20
1.2.2 手工焊接工具	22
思考与实践	24
项目 2 设计与制作基本单元模拟电路	25
2.1 直流稳压电源电路	26
2.1.1 直流稳压电源的基本原理	26
2.1.2 采用集成三端稳压器制作的稳压电源	26
2.2 运算放大电路	28
2.2.1 比例运算电路	28
2.2.2 加减运算电路	29
2.2.3 积分运算电路	30
2.2.4 微分运算电路	30
2.2.5 测量放大电路结构与特性	30
2.3 信号产生电路	31
2.3.1 方波产生电路	31
2.3.2 正弦波产生电路	32
2.3.3 三角波产生电路	33
2.3.4 多种信号发生器	33
2.4 信号处理电路	34
2.4.1 有源滤波器	34
2.4.2 电压-电流转换器	35
2.4.3 电压-频率转换器	35
2.5 声音报警器电路	36
2.5.1 由分立元件构成声音报警器	36
2.5.2 由单片机构成的声音报警器	37

2.6 功率驱动电路	37
2.6.1 直流电机驱动	37
2.6.2 步进电机	38
思考与实践	39

项目3 设计与制作数字电路..... 41

3.1 数字显示4路抢答器的设计	42
3.1.1 电路设计和原理分析	42
3.1.2 单元电路分析与设计	43
3.1.3 总原理图及元器件清单	45
3.2 4路彩灯控制系统的设计	46
3.2.1 设计任务和要求	46
3.2.2 设计原理	46
3.2.3 单元电路设计	46
3.2.4 总原理图及元器件清单	49
3.3 简易数字钟设计	50
3.3.1 设计要求	50
3.3.2 设计方案说明	50
3.3.3 设计图中所用到的器件的说明	50
3.3.4 原理图与元器件清单	52
3.4 简易数字频率计	53
3.4.1 数字频率计的性能指标要求	53
3.4.2 数字频率计的设计思路	53
3.4.3 数字频率计的基本单元电路设计	54
3.4.4 数字频率计的总电路图	56
思考与实践	58

项目4 常用传感器及应用..... 59

4.1 传感器概述	60
4.2 温度传感器	63
4.2.1 概述	63
4.2.2 电阻式温度传感器	63
4.2.3 热电偶温度传感器	65
4.2.4 PN结型温度传感器	68
4.2.5 集成温度传感器	69
4.2.6 温度传感器应用电路实例	71
4.3 光敏传感器	71
4.3.1 光敏电阻	72
4.3.2 光敏二极管	73
4.3.3 光电倍增管	74



4.3.4	光敏三极管	75
4.3.5	光敏二极管及光敏三极管使用注意事项	76
4.3.6	光电传感器应用电路	77
4.4	磁敏传感器	77
4.4.1	霍尔元件	78
4.4.2	霍尔集成电路	79
4.4.3	霍尔传感器应用	80
4.4.4	霍尔传感器应用实例	82
	思考与实践	83
项目 5 STC89C51 开发板的硬件设计与软件编程		85
5.1	MCS-51 单片机基本知识回顾与单片机最小系统	86
5.1.1	基本知识回顾	86
5.1.2	单片机最小系统	88
5.2	STC89C51 单片机开发板硬件设计	90
5.3	STC89C51 单片机应用系统开发软件	96
5.3.1	Keil C51 软件的使用	96
5.3.2	STC-ISP 下载软件的使用	102
5.4	闪烁的 LED 灯	105
5.4.1	1 只 LED 的闪烁	105
5.4.2	流水广告灯	107
5.5	按键的识别技术	109
5.5.1	按键识别方法一	109
5.5.2	一键多功能按键识别技术	111
5.6	动态数码显示技术	115
5.7	定时与中断技术	117
5.7.1	定时与中断应用技术	117
5.7.2	99 秒马表设计	121
5.8	D/A 与 A/D 接口技术	123
5.8.1	D/A 接口技术	123
5.8.2	A/D 接口技术	125
	思考与实践	127
项目 6 原理图设计及仿真——Proteus 简介		128
6.1	Proteus 6 Professional 界面简介	129
6.2	绘图操作简介——第一个例子叠加定理	131
6.2.1	原理图绘制基本操作	131
6.2.2	绘图实例	132
6.2.3	仿真	134
6.3	绘图与仿真操作——单管放大器设计与仿真分析	134



6.4 绘图与仿真操作——单片机及外围电路设计与仿真分析	137
思考与实践	143
项目7 综合实例	144
7.1 数控稳压电源设计	145
7.1.1 设计要求	145
7.1.2 方案设计与选择	145
7.1.3 理论分析与参数计算	147
7.1.4 硬件及软件设计	147
7.1.5 软件设计	150
7.1.6 系统测试和总结	150
7.2 自动循迹小车的设计	152
7.2.1 设计要求	152
7.2.2 原理与模块方案分析	153
7.2.3 硬件与软件设计	156
7.2.4 调试及总结	159
7.3 悬挂运动控制系统的设计	159
7.3.1 任务及设计要求	159
7.3.2 方案论证与比较	160
7.3.3 硬件与软件设计	164
7.3.4 系统调试	167
7.4 模拟路灯控制系统	169
7.4.1 控制要求	169
7.4.2 系统方案的确定	170
7.4.3 原理分析及各部分硬件电路图	171
7.4.4 软件设计	175
7.4.5 系统测试	177
思考与实践	178
附录 Proteus 仿真库元件中英文对照表	180
参考文献	182

项目 1

电子制作基础

▾ 教学目标及要求

1. 知识目标及要求

掌握常用电子元器件的性能、作用、分类、识别和检测方法，以及部分常用手工工具的类型、外形结构、作用及使用方法。

2. 技能目标及要求

- (1) 注重动手能力的培养，能根据电子元器件的特性分析电路工作原理。
- (2) 排除简单的电路故障。
- (3) 学会使用常用的手工工具。

3. 素质目标及要求

- (1) 具有认真踏实的学习态度。
- (2) 能够通过学习建立自己的知识体系。
- (3) 能够具有将理论知识转化为实际工作的能力。

项目导读

很多大型游戏主机厂商推出体感游戏，这种游戏模式越来越被玩家接受，但是这种体感游戏的设备价格高昂，很多玩家难以承受。因此，Cornell 大学的研究小组自制了一台低成本的体感游戏机，如图 1.1 所示。这款游戏机使用了 ATmega644PA 8 位微控制器、TLC5540 闪存转换器、CM-26N CMOS 摄像头模块等配件，以及一些不同的电阻和电容等零件，由自己设计定制电路板并进行编程。

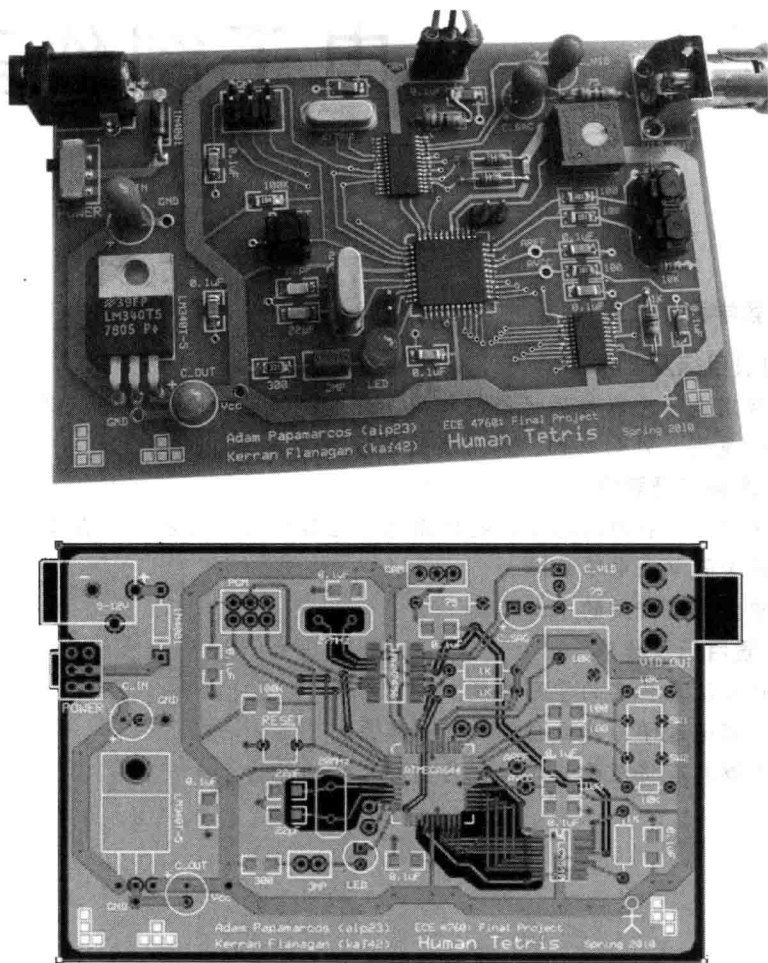


图 1.1 体感游戏机电路板

最后制作成功的游戏机可以成功地追踪到人体的动作，并转化为可用的信号，结合游戏输出为 8 位游戏画面。在视频中可以看到打砖块的游戏与原作保持一致，而人体俄罗斯方块让玩家摆出不同的姿势才能过关。

从图 1.1 中可以看到，电路是由电阻、电容等电子元器件组成的。电子元器件是组成电子整机电路中的最小元素，也是进行电子制作学习的基础，只有把基础知识掌握熟练，才能逐步建立系统知识体系，才能更加轻松自如地驾驭之后的学习。

本项目介绍常用电子元器件的性能、作用、分类、识别和检测方法，以及部分常用手工工具的类型、外形结构、作用及使用方法，为以后的电路设计及制作做准备。



1.1 常用电子元器件的识别

1.1.1 电阻器

1. 电阻器及其作用

电阻器简称电阻,是利用某些材料对电流具有阻碍作用的特性制成的电子元件。电阻在电路中用符号“R”表示,基本单位是欧姆“ Ω ”,常用单位有“ $k\Omega$ ”、“ $M\Omega$ ”、“ $G\Omega$ ”, $1G\Omega = 10^3 M\Omega = 10^6 k\Omega = 10^9 \Omega$ 。电阻器的主要作用有限流、分压、分流、耦合、检测、负载等。常见电阻器电路符号如图 1.2 所示。



图 1.2 常见电阻器电路符号

2. 常见固定电阻器

常见固定电阻器特点解说见表 1-1。

表 1-1 常见固定电阻器特点解说

名称	制作材料	特点及应用
碳膜电阻器(RT)	石墨	温度漂移大、精度不高,但价格低廉、应用广泛
金属膜电阻器(RJ)	合金	利用合金材料制作,性能稳定、精度高,适应温度范围广,但不宜应用于脉冲电路中
金属氧化膜电阻器(RY)	金属氧化物	抗氧化性和热稳定性好,常用于在一些恶劣环境中的电路上
线绕式电阻器(RX)	电阻线绕在耐热瓷体上	具有工作稳定、精度高、功率大、耐高温、耐冲击等特性,多应用于精密仪器设备中,但不适合在高频电路中工作
熔断电阻器(RF)	用陶瓷或水泥封装,内有热熔性电阻丝	当工作功率超过额定功率时,会在规定时间内熔断,从而起到保护电路的作用,常用于电视机、录像机中作为大功率限流电阻
金属玻璃釉电阻器(RI)	金属玻璃釉电阻浆料	具有阻值范围宽、温度系数小、耐高温、耐潮湿等优良特性,常被制成小型贴片电阻
敏感类电阻器(M)		电阻值对于某种物理量(如温度、湿度、光照、电压、机械力以及气体浓度等)具有敏感特性,当这些物理量发生变化时,敏感电阻的阻值就会随物理量变化而发生改变,呈现不同的电阻值。根据对不同物理量敏感,敏感电阻器可分为热敏、湿敏、光敏、压敏、力敏、磁敏和气敏等类型,广泛应用于各种自动化控制电路和保护电路中

常见固定电阻器外形如图 1.3 所示。

3. 可变电阻器及电位器(W)

可变电阻器是阻值可以调整的电阻器,用于需要调节电路电流或需要改变电路阻值的



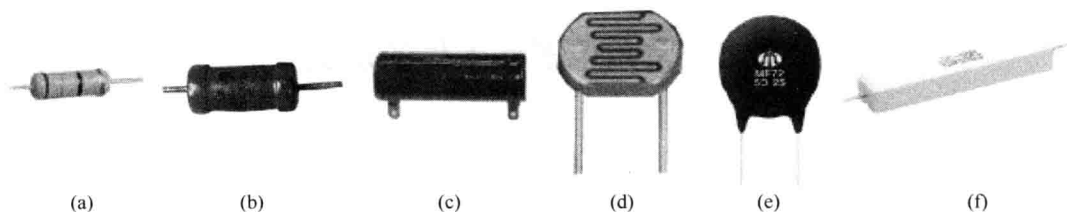


图 1.3 几种常见固定电阻器图形

(a) 碳膜电阻；(b) 金属膜电阻；(c) 线绕电阻；(d) 光敏电阻；(e) 热敏电阻；(f) 水泥电阻

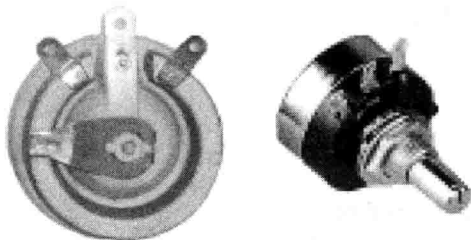


图 1.4 线绕式可变电阻器及旋转式电位器图形

场合。电位器与可变电阻工作原理相近，但可变电阻器阻值变化范围小，可应用于一些要求电阻器值变动而又不常变动的场合。电位器阻值变化范围大。线绕式可变电阻器及旋转式电位器图形如图 1.4 所示。

4. 国产电阻器的命名方法

电阻器的命名主要有 4 个部分，每个部分含义如图 1.5 所示。

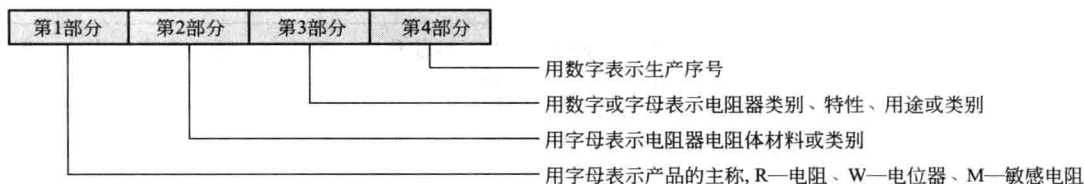


图 1.5 电阻器命名方法示意图

例：WX52 表示高温线绕电位器；MF41 表示旁热式负温度系数热敏电阻；RJ71 表示精密金属膜电阻，如图 1.6 所示。

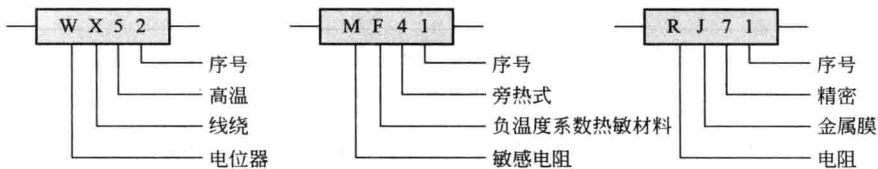


图 1.6 型号识别实例图

5. 电阻器的主要性能参数

1) 标称阻值及允许偏差

标称阻值是指电阻上所标注的阻值，是电阻生产的规定值，这是使用电阻器时最重要的一个参数。为了方便生产和使用，国标规定了一系列阻值作为产品的标准，即标称阻值系列。常用的有 E6、E12、E24 系列。



允许偏差指标称阻值与实际阻值之间的误差,表示电阻的精度。允许偏差越小,电阻精度越高。常用电阻器的允许偏差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。精密电阻器允许偏差要求更高,如 $\pm 2\%$ 、 $\pm 0.001\%$ 等。

2) 额定功率

在正常大气压和额定温度下,长期连续工作的电阻所允许承受的最大功率,又称为电阻的标称功率,其单位为瓦(W)。通常额定功率越大,电阻器体积就越大。

常用电阻的额定功率有 $1/16\text{W}$ 、 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 、 3W 、 5W 、 10W 、 20W 等。

电阻器的参数一般都以各种方法标记在电阻体上,其标记方法有以下4种。

(1) 直标法。用数字、单位、符号直接在电阻体上标出其主要参数的标示方法称为直接标注法。一般应用于体积较大的电阻器,标注信息丰富,有些甚至连商标和生产日期也标注。一般用“I”表示 $\pm 5\%$,”II”表示 $\pm 10\%$,”III”表示 $\pm 20\%$,如图1.7所示,阻值可直接读数为 $3.6\text{k}\Omega$,允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

(2) 文字符号法。用数字与文字符号有规律的组合来表示阻值和允许偏差,并将这些信息直接标注在电阻体上。一般常用字母来表示偏差,不标记表示偏差未定。如图1.8所示,3R6表示标称值为 3.6Ω 、K表示允许偏差为 $\pm 10\%$ 、5W表示额定功率为 5W 。

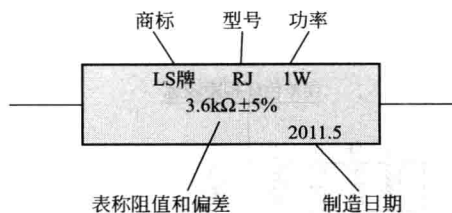


图 1.7 直标法

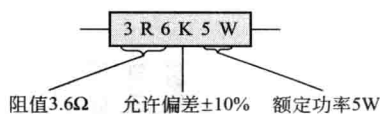


图 1.8 文字符号法

又如, $4\text{k}7\text{J}$ 表示标称值 $4.7\text{k}\Omega$, 允许偏差为 $\pm 5\%$; $\text{R}33\text{J}$ 表示标称值为 0.33Ω , 允许偏差为 $\pm 5\%$; $1\text{k}5\text{M}$ 表示标称值为 $1.5\text{k}\Omega$, 允许偏差为 $\pm 20\%$ 。

(3) 数码标注法。对体积更小的贴片电阻, 直接用3位或4位数码标注其阻值。如图1.9所示: 数值223中, “22”表示有效数字, “3”表示倍乘 10^3 , 即阻值为 $22 \times 10^3 \Omega = 22\text{k}\Omega$; 数值1502中, “150”表示有效数字, “2”表示倍乘 10^2 , 即阻值为 $150 \times 10^2 \Omega = 15\text{k}\Omega$ 。采用这种方法标注, 不能表示出电阻器的额定功率, 对额定功率的判定只能依赖于封装。

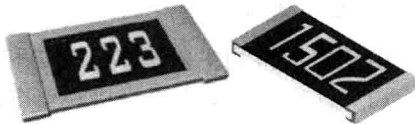


图 1.9 数码标注法

(4) 色环标注法。用不同颜色的色环表示标称阻值和允许偏差, 通常有4环和5环两种表示方法。用4色环标记时, 第1、第2环是有效数值, 第3环是乘数, 第4环是允许偏差。用5色环标记时, 第1、第2、第3环是有效数值, 第4环是乘数, 第5环是允许偏差。色环颜色与数字的对应关系见表1-2, 其中金、银、无色专用于表示4环电阻的允许偏差。

表 1-2 色环颜色与数字的对应关系

色环颜色	有效数字	倍率	允许偏差
黑	0	10^0	
棕	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	10^3	
黄	4	10^4	
绿	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	10^8	
白	9	10^9	$\pm 20\% \sim 50\%$
金		10^0	$\pm 5\%$
银		10^0	$\pm 10\%$
无色		10^0	$\pm 20\%$

如图 1.10 所示, 4 环电阻阻值为 $1\text{k}\Omega$, 偏差为 $\pm 10\%$; 5 环电阻阻值为 $47\text{k}\Omega$, 偏差为 $\pm 1\%$ 。

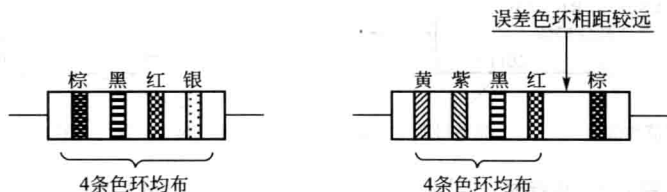


图 1.10 色标法

【思考】

4 环电阻“红、橙、棕、绿”及 5 环电阻“绿、蓝、黑、棕、棕”的标称阻值及允许偏差。

6. 电阻器的检测

电阻器的检测主要采取直观法和测量法两种方式。

(1) 直观法是用肉眼直接观察电阻, 看电阻有无烧焦、引脚有无脱落及松动的现象。

(2) 测量法是指利用万用表的欧姆挡来测量电阻的阻值, 将测量值和标称值进行比较, 如果实际阻值超出标称值的允许偏差范围, 就算不合格。

1.1.2 电容器

1. 电容器及其作用

电容器简称电容, 是由两个互相靠近的导体中间隔以介质(绝缘材料)构成的具有存储电荷功能的器件。电容的基本单位是法拉“F”, 常用单位有“ μF ”、“ nF ”、“ pF ”, $1\text{F} =$