

XIANDAI DIANZI JISHU
YINGYONG YU SHEJI

现代电子技术 应用与设计

电子技术

肖洪生 等编著

科学技术文献出版社

XIAN DAI DIAN ZI JI SHU YING YONG YU SHEJI

现代电子技术 应用与设计

主 编

肖洪生

编 著

肖洪生 邓相国

郑 勇 雷亿强

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

·北 京·

(京)新登字 130 号

图书在版编目(CIP)数据

现代电子技术应用与设计 / 肖洪生等编著. - 北京:科学技术文献出版社,2000.8

ISBN 7-5023-3574-9

I. 现... II. 肖... III. 电子技术 - 高等学校 - 教材 IV. TN99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27315 号

策 划 编 辑: 千 一

责 任 编 辑: 王 维

责 任 校 对: 张 林

责 任 出 版: 魏 鹏

封 面 设 计: 江 东

发 行 者: 全国各地新华书店经销

印 刷 者: 重庆电力印刷厂印刷

版 (印) 次: 2000 年 8 月第一版 2000 年 8 月第一次印刷

开 本: 787×1092 16 开

字 数: 600 千

印 张: 32.5

定 价: 42.25 元

© 版权所有 违法必究

购买本图书,凡有印装质量问题,由承印厂负责调换。

科学技术文献出版社 向广大读者致意

科学技术文献出版社成立于 1973 年,国家科学技术部主管,主要出版科技政策、科技管理、信息科学、农业、医学、电子技术、实用技术、培训教材,教学辅导等图书。
我们的所有努力,都是为了使您增长知识和才干。

前言

本书系总参通信部“九五”规划重点建设教材之一,是按照新一代教学计划、教学大纲的要求,为适应二十一世纪对人才的知识、能力、素质的培养目标而编写的。电子技术是一门实践性很强的学科,只有通过大量的科学的实践环节,才能真正的掌握电子技术。同时,现代电子技术飞速发展,知识更新周期缩短,尤其是计算机辅助分析与设计的广泛应用,使其灵活性大为增强。为此,在本书的编写过程中,注意了内容选择的先进性、系统性和完整性,吸取了同类教材的优点并结合作者多年的实验教学经验,增加了可编程器件的原理和应用、电子设计自动化等新理论、新技术。本书内容详尽,层次分明,其中的实作部分有详细的操作步骤和元件数据,可操作性强。

本书共分为五个部分:

第一部分简要地介绍电子技术实验的基础知识、电路参数的基本测量方法以及几种常用电子仪器的操作使用方法。

第二部分是基本的电子技术基础实验,包括电路、信号与系统、低频电子线路和数字电路实验。每类实验都编写了基本的验证型实验和较为复杂的综合型实验,可根据实际情况让学生部分完成或全部完成。在学习中,要求学生掌握基本实验方法,熟悉常用仪器的使用,撰写规范的实验报告。

第三部分是阵列逻辑(PLD)的原理和应用。介绍了PLD的发展过程,详细阐述了其中的通用阵列逻辑(GAL)的构成原理,介绍了PALASM.4软件的使用方法,给出了详细的设计举例。

第四部分为电子设计自动化(EDA)技术,阐述了EDA技术的基本概念,主要介绍了电路模拟软件PSPICE的特点、功能和使用方法。

第五部分是课题设计。共编写十一个课题,内容涉及通信、自动控制、仪表电路。前五个课题穿插介绍了典型集成电路的应用,后六个课题涉及单片机的知识。在实施过程中,教师应至少提前一个星期布置课题,提供相应的元器件型号。学生通过查阅资料写出较为详细的设计报告。在实作中,边调整边修改直

到达到所要求的性能指标。

本书在编写出版过程中,得到了重庆通信学院及院训练部领导的大力支持。全书承李崇之教授主审,他对本书认真审阅,提出了宝贵的修改意见。袁武君、刁治中同志在编写出版过程中作了大量的具体工作,李耀东、刘元铭等同志也提供了许多的帮助。再此,谨向他们和为本书提供资料的作者表示诚挚的感谢。

本书由肖洪生、邓相国、郑勇、雷亿强编写,肖洪生编写了第一、第四部分,邓相国编写了第二部分的第二章、第三、第五部分和附录,郑勇编写了第二部分的第三章,雷亿强编写了第二部分的第一章,肖洪生任主编。

由于作者水平有限,书中定有许多错误或不足之处,欢迎读者批评指教。

作者

2000年8月

目 录

第一部分 电子技术实验基础与测量	1
第一章 电子技术实验基础	3
1.1 实验概论	3
1.2 常用元器件使用常识	5
1.3 实验电路故障检修技术	18
1.4 电子电路的干扰及其抑制	20
第二章 电子基础测量与仪表	25
2.1 基本电参量的测量	28
2.2 误差分析与测量结果的处理	34
2.3 常用测量仪表	39
第二部分 基本实验	65
第一章 电路与信号实验	67
1.1 实验一 简单直流电路	67
1.2 实验二 线性网络定理验证	69
1.3 实验三 R、L、C 元件的正弦特性	71
1.4 实验四 谐振电路	75
1.5 实验五 变压器的基本特性	78
1.6 实验六 动态网络的过渡过程	81
1.7 实验七 离散信号的频谱与抽样定理	84
1.8 实验八 双口网络设计	86
第二章 低频电子线路实验	91
2.1 实验一 单级放大器	91
2.2 实验二 多级负反馈放大器	98
2.3 实验三 差动放大器	101
2.4 实验四 集成直流稳压电源	103

2.5 实验五 运算放大器	107
2.6 实验六 波形的产生与变换	117
2.7 实验七 有源滤波器	124
2.8 实验八 集成音频功率放大器	130
2.9 实验九 简易直流稳压/稳流电源设计	137
2.10 实验十 低频功率放大器设计	142
第三章 数字电路实验	144
3.1 实验一 逻辑门	144
3.2 实验二 组合逻辑电路的设计及竞争冒险	150
3.3 实验三 编码器、译码器及数据选择器	156
3.4 实验四 触发器	160
3.5 实验五 计数器	166
3.6 实验六 移位寄存器	172
3.7 实验七 脉冲形成电路	178
3.8 实验八 数模(D/A)和模数(A/D)转换器	182
3.9 实验九 数字抢答器设计	192
3.10 实验十 数控直流电压源设计	195
3.11 实验十一 多路数据采集器设计	198
第三部分 可编程器件	201
第一章 可编程逻辑器件概述	203
1.1 PLD 的基本概念	203
1.2 PLD 的分类和发展	208
1.3 主要 PLD 简介	211
第二章 通用阵列逻辑(GAL)	231
2.1 FGMOS 管结构和编程原理	231
2.2 GAL 器件的结构	234
2.3 GAL 器件介绍	242
第三章 PALASM4 可编程设计软件菜单命令和语句	254
3.1 概述	254
3.2 FILE 菜单	256
3.3 EDIT 菜单	268
3.4 RUN 菜单	269
3.5 VIEW 菜单	271
3.6 DOWNLOAD 和 DOCUMENTATION 菜单	273

3.7 [F1]FOR HELP 栏	274
3.8 语句	274
第四章 PLD 器件的设计方法	308
4.1 PLD 器件设计的一般步骤	308
4.2 组合逻辑电路的设计	309
4.3 寄存器型逻辑设计	313
4.4 部分常用数字集成电路布尔方程	323
4.5 状态机的设计	336
第四部分 电子设计自动化软件	347
第一章 通信电子技术实验计算机仿真系统	349
1.1 系统的安装、启动与卸载	350
1.2 基本操作	351
1.3 《实验目的》和《实验内容》项目的文字材料	354
第二章 电路模拟软件 PSPICE	364
2.1 概述	364
2.2 绘制电路图	366
2.3 分析要求设置	378
2.4 输入激励信号属性的编辑设置	384
2.5 电路模拟计算 PSpice	389
2.6 波形显示和分析模块 Probe	389
2.7 信号波形的显示与处理	395
2.8 波形显示标示符(Marker)	399
2.9 数字电路逻辑模拟	401
第五部分 电子设计	407
第一章 小型电子系统的设计与制作方法	409
1.1 理论设计的方法步骤	409
1.2 安装调试注意事项	412
1.3 编写设计与总结报告	413
1.4 查阅技术资料	414
第二章 电子设计课题	415
2.1 课题一 数字电容测试仪	415

2.2 课题二 简易数字频率计	431
2.3 课题三 远程监测/控制器	439
2.4 课题四 数字式函数发生器	445
2.5 课题五 电压遥测仪	448
2.6 课题六 简易无线电遥控系统	451
2.7 课题七 实用信号源的设计和制作	456
2.8 课题八 电热恒温箱的单片微机控制系统	460
2.9 课题九 单片机控制的调幅波发生器	465
2.10 课题十 相位差的简便智能化检测	468
2.11 课题十一 电子式 IC 卡智能电度表	471

附 录

附录一 常用晶体(场效应)管主要参数表	475
附录二 常用运算放大器的引脚功能及主要参数表	479
附录三 常用三端稳压器的引脚功能及主要参数表	487
附录四 两种新型集成电源简介	488
附录五 常用数字集成电路推荐工作条件及引脚排列图	492
附录六 专用波形发生器 ICL8038 简介	497
附录七 AMD 公司部分可编程器件简介及引脚排列图	502

主要参考文献	510
--------------	-----

第一部分

电子技术 实验基础与测量

第一章 电子技术实验基础

1.1 实验概论

1.1.1 科学实验的意义与地位

科学实验是科学发展的基础,它一方面和科学理论密不可分,另一方面又和技术发展相辅相成。科学实验从本质上讲,就是利用科学仪器和设备等物质手段,人为地控制或模拟自然现象,使自然过程或生产过程以比较纯熟的形式表现出来,并以各种方式进行数据采集、处理,以揭露或显示自然规律,是一种在有利条件下研究自然规律的方法。科学实验已成为一门新的学科——实验工程学。

实验工程学的创立和发展经历了漫长的历史进程。在古代的自然科学研究中,是以直接的生产经验和对自然界的直接观察为基础的。由于人类最早的生产活动是畜牧业和农业,所以天文学成为最早发展的一门学科。随着人类生产活动的进一步开展,人们对自然规律的发现和认识也不断加深,出现了科学实验的萌芽。在我国,战国时期的墨家学派对平面镜、凹面镜、凸面镜以及针孔成像等进行了实验和研究,发现了空间位置、大小和镜面曲率之间的关系。《墨经》里就有许多光学实验记载。在国外,古希腊的学者、静力学的奠基人阿基米德,在公元前三世纪就运用实验方法研究了斜面、杠杆、滑轮的规律,得到一些新的发现。著名的浮力定理就是阿基米德利用实验的方式发现的。但这种早期的科学实验只是个别的事例,科学实验尚未形成一种系统工程。

十六、十七世纪,欧洲资本主义迅速发展,生产力水平不断提高。近代工业的发展不但提供了大量可供观察的材料,而且自身也提供了全新的实验手段,科学实验逐渐从生产中分化出来,得到了比较系统的相对独立的发展,开创了真正的系统实验科学。

在近代科技史上,明确地阐述了科学实验的特点和作用并运用实验方法取得了重大成果者,应首推英国哲学家弗兰西斯·培根和意大利科学家伽利略。被马克思誉为“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖”的培根,在《新工具》等著作中明确提出“科学应该是实验的科学”,深刻地揭示了实验的重要性。伽利略是运用实验方法打开近代科学之门的大师,爱因斯坦称他为“近代自然科学之父”。他在力学研究中获得的重要成果,都是在他亲自参加的科学实验中取得的。事实上,所有自然科学的理论都离不开科学实验,通常都是在实验的基础上总结出来的,或者要为实验所检验。总之,没有实验就没有科学。

同时,科技史也表明,实验和理论是辩证的关系,两者紧密相联,不可偏废的。科学理论的产生、验证和发展依赖于科学实验,科学实验离不开理论思维的指导。从实验课题的选择、实验的构思和设计、实验方法的确定、实验数据的处理以及由实验结果提出科学假说、作出科学的结论等,都始终受理论所支配。

1.1.2 实验教学的目的、功能与分类

实验教学的目的主要是通过实践的过程来提高学生的能力。作为高等学校活动的重要组成部分,对提高教学质量,培养出善于从事科学实验而有创造性贡献的人材,实验教学起着理论教学不可替代的作用。

高等学校的学生限于理论与实践的知识,还不可能充分研究自然,即自主进行科学实验。对实验仪器、种类及使用方法等认识还有一个渐进的过程,其参加实验的过程,还主要是一个知识积累的过程,所以实验教学的主要功能是:

1. 验证的功能。在实验仪器的帮助下,通过教师的演示和学生的直接操作,形成直观的印象,从而巩固和加深理论教学的内容。

2. 综合的功能。学生在掌握了一门或数门理论课程和一定的实验技能以后,可以通过理论的指导,遵循一定的实验规律,对实验仪器进行组合,进行一些较为复杂的综合实验,从而比较全面地掌握理论知识和实验技术。

3. 探索的功能。学生在掌握了一定的专业知识之后,通过前两种功能的完成,也掌握了必须的基础理论和比较扎实的实验技术以及一定的认识论基础,可以独立选题,独立地进行设计、观察、记录、处理数据,归纳、深化、开拓了视野,甚至发现新的理论。

4. 品格培养的功能。通过上述环节的进行,将学生培养成勤奋、进取、严谨、求实、理论联系实际的严密的科学方法和对科学事业奋斗到底的品格。

根据实验教学的功能和实验的性质,实验教学可分为以下三种:

- 验证型实验:以验证理论为目的,按课堂理论教学的进度和要求安排进行的观察和操作等实验。

- 综合性实验:以综合运用课堂理论和实验技术理论为目的所进行的实验。

- 设计型实验:以深化和开拓理论为目的,学生在选题、方案拟定等方面有一定自由度的实践。

1.1.3 电子技术基础实验教学过程与要求

通过电子技术基础实验的训练,应使学生具备以下 5 种能力:

实验方案拟制能力;

电气性能测试能力;

电路故障排除能力;

实用电路设计能力;

实验报告撰写能力。

考虑到能力培养的渐进过程和实验内容的结构,本书将电子技术基本实验分为 3 个阶段。

(1)验证性实验阶段

通过验证性实验,使学生掌握电子技术基础实验的基本方法和技术,掌握电子仪器的基本用法和实验的基本规律,掌握基本电子器件的功能和使用方法及基本电参数的测量方法。

(2)综合性实验阶段

通过综合实验,使学生逐步掌握基本电路的理论设计与实验研究相结合的方法,掌握利用典型的运放电路、集成功放及中规模组合逻辑电路、时序逻辑电路、D/A、A/D 转换器构成的常用功能电路的设计和调整方法,掌握可编程逻辑器件的原理、结构和设计方法。

(3)电子线路的设计与制作阶段

通过电子线路的设计与制作,使学生掌握小型电子系统设计制作方法、安装调试工艺知识,掌握电路故障排除技术,掌握单片机在电路中的应用,学会开发没学过的新器件,培养学生综合运用理论知识解决工程实际问题的能力。

为达到实验教学的目的,在组织实验教学的过程中,应注意调动学生的积极性,充分发挥学生的主动精神,促使其独立思考、独立完成实验任务并有所创造。

1.2 常用元器件使用常识

1.2.1 电阻器

1.电阻器的作用和类别

电阻器是组成电路的基本元件之一。在电路中,电阻器用来稳定和调节电流、电压,作分流器和分压器,并可作消耗功率的负载电阻等。

电阻器可分为固定式和可变式(包括半可变式)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、负载和匹配用。

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。电位器可分为可转动的旋柄式和可移动的滑键式两类。

半可变(或微调)电阻器,主要用在阻值不经常变动的电路中,其转动结构较简单。

电阻器按其材料结构,可分为膜式(包括碳膜、金属膜等)和金属线绕式两种。膜式电阻器阻值范围大,从几十欧到几十兆欧,但功率不大,一般在 1/8W 到 2W,最大可到 10W。线绕式电阻器阻值范围小,从十分之几欧到几十千欧,但功率大,最大可达几百瓦。

2.电阻器型号命名方法

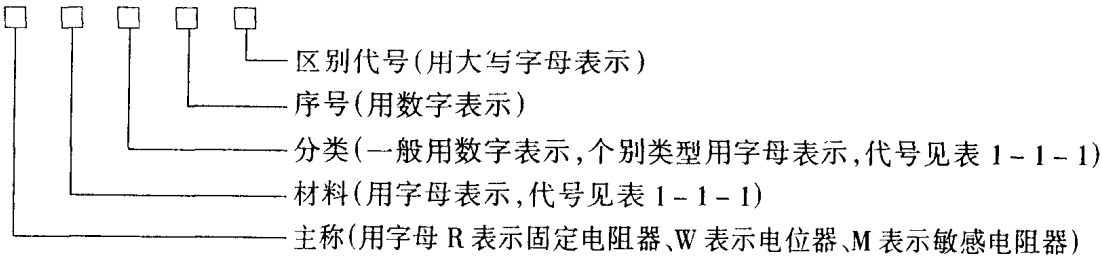
根据国家标准 GB2470-81 规定,电阻器的型号由下列几部分组成:

表 1-1-1

电阻器的材料、分类代号及其意义

材 料		分 类					
代号	意 义	数字代号	意 义		字母代号	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	-

材 料		分 类					
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	-	注：新型产品的分类根据发展情况予以补充		
Y	氧化膜	6	-	-			
C	沉积膜	7	精密	精密			
I	玻璃釉膜	8	高压	特种函数			
X	线绕	9	特殊	特殊			



3. 电阻器的主要参数

电阻器主要参数有:标称阻值与偏差、标称功率、最高工作温度、极限工作电压等,一般考虑标称值、偏差、标称功率。

(1) 标称值与偏差

电阻器上标有的阻值就是电阻的标称值,阻值范围很广,但都必须符合阻值系列(见表 1-1-2)。电阻器的标称值应为表 1-1-2 所列数值的 $10n$ 倍,其中 n 为正整数、负整数或零。

表 1-1-2 电阻器标称阻值系列

系列	偏差	电 阻 的 标 称 值
E24	I 级 $\pm 5\%$	1.0;1.1;1.2;1.3;1.4;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;4.7;6.8

(2) 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率系指电阻器在直流和交流电路中,当大气压力为 $86 \sim 106\text{kPa}$ 时,产品标准中规定的温度下,长期连续负荷所允许消耗的最大功率。

电阻器的额定功率应符合表 1-1-3 的标准。

表 1-1-3 电阻器额定功率系列(W)

线绕电阻器的额定功率系列	非线性绕电阻额定功率系列
0.05;0.125;0.25;0.5;1;2;4;8;10;16;25;40;50; 75;100;150	0.05;0.125;0.25;0.5;1;2;5;10;25;50;100

小于 1W 的电阻器在电路图中常不标出额定功率符号,而采用如图 1-1-2 所示的标志方法。

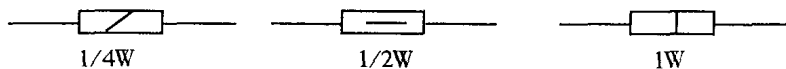


图 1-1-1 电阻器额定功率符号

4. 电阻器的标志方法

电阻器的标志方法有直标法、文字符号法、色标法和数码表示法四种,常见的主要是直标法和色标法。直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出产品标称阻值的方法,其允许偏差直接用百分数表示。直标法的优点是直观、一目了然,易于判读,但不利于自动化生产线安装时保证标志向外。

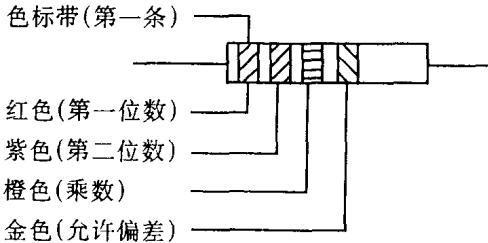


图 1-1-2 两位有效数字色环表示

色标法是指用不同颜色表示元件不同参数的方法。在电阻器上,不同的颜色代表不同的标称值和偏差,其规定见表 1-1-4。表 1-1-4(a)为四色带两位有效数字色标法,表 1-1-4(b)为五色带三位有效数字色标法。电阻上距引脚最近的那一环为第一环。

例如:用四色法标志的电阻如图 1-1-2 所示,第一环红色,表示第一位有效数字为 2;第二环紫色,表示第二位有效数字为 7;第三环橙色,表示倍率的指数为 3;第四环金色,表示电阻值偏差为 $\pm 5\%$;所以,该色码电阻所标有的电阻值为 $27 \times 10^3 = 27000(\Omega)$,其偏差为 $\pm 5\%$ 。

表 1-1-4(a)

颜色	第一有效数	第二有效数	倍率	简便读法	允许偏差
黑	0	0	10^0	几十欧	
棕	1	1	10^1	几百欧	
红	2	2	10^2	几点千欧	
橙	3	3	10^3	几十千欧	
黄	4	4	10^4	几百千欧	
绿	5	5	10^5	几点兆欧	
蓝	6	6	10^6	几十兆欧	
紫	7	7	10^7		
灰	8	8	10^8		
白	9	9	10^9		$+ 50\% \sim - 20\%$
金			10^{-1}	几点欧	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	零点几欧	$\pm 10\%$
无色					$\pm 20\%$

表 1-1-4(b)

颜色	第一有效数	第二有效数	第三位有效数	倍率	简便读法	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	几百欧	
棕	1	1	1	10^1	几点几 K 欧	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	几十点几千欧	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	几百几十千欧	