

21世纪高职高专规划教材

电子信息
工学结合模式
系列教材

电子电路分析与实践指导教程

李仲秋 黄 荻 编著

清华大学出版社

电子信息
工学结合模式
系列教材

21世纪高职高专规划教材

电子电路分析与实践指导教程

李仲秋 黄 荻 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以典型单元电路或简单电子产品为载体,将电子电路分析与实践课程的晶体管及基本放大电路、运算放大电路、负反馈放大电路、直流电源电路、功率放大电路、振荡电路、调制与解调电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、数字电路的综合分析与设计、电子 CAD 等电子技术(包括高频电子电路)基础知识融合到五大项目的 14 个具体工作任务的实施过程中。通过完成这些具体任务,培养学生对于电子元器件识别与检测、电子测量基本仪器仪表的操作与使用、信息的搜集和整理、单元电子电路的分析与设计、简单电子产品的装/调/测等基本专业技术应用能力,为专业后续课程奠定知识和学习能力基础。

本书可作为高职高专院校应用电子技术、电子与信息、电气自动化、通信技术、电子声像等专业的理实一体化课程的教材,也可作为电子设计与制作爱好者的自学指导用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子电路分析与实践指导教程/李仲秋,黄荻编著. —北京:清华大学出版社,2011.5

(21 世纪高职高专规划教材. 电子信息工学结合模式系列教材)

ISBN 978-7-302-24686-2

I. ①电… II. ①李… ②黄… III. ①电子电路—电路分析—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 013767 号

责任编辑:刘 青

责任校对:刘 静

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23.75 字 数:532 千字

版 次:2011 年 5 月第 1 版 印 次:2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:43.00 元

产品编号:033574-01

为了推进教学创新,提高教学质量,以适应新形势下高等职业教育教学事业的发展,我院的应用电子技术专业在广泛调研、深入研究的基础上,建立了基于工作过程的课程体系,电子电路分析与实践学习领域是该体系中承前启后的一门核心课程。

为适应电子电路分析与实践课程“项目驱动,理实一体化教学”改革的要求,电子电路分析与实践教学团队以“融合职业标准,培养职业能力,积储创新素质”的教学理念建设课程内涵。通过多年的教学改革实践,整合了模拟电子技术、数字电子技术、高频电子线路、电子技术基础实训、电子技术课程设计等课程的知识要素,基于实用电路或产品的分析、测试与制作程序化课程内容,我们编写了《电子电路分析与实践指导教程》一书。

本书紧紧围绕课程目标重构其知识体系结构,力图彻底打破以知识传授为主要特征的传统学科教材模式,转变为以工作任务为核心的项目指导模式。让学生通过完成具体项目来学习相关理论知识,发展职业能力。本书内容的选取紧紧围绕工作任务完成的需要来进行,同时充分考虑高职教育对理论知识学习的需要,融合相关职业资格标准对知识、技能和态度的要求。每个项目的学习都以典型产品为载体设计的活动来进行,以工作任务为中心,整合理论与实践,实现理论与实践的一体化。在适度的基础知识与理论体系覆盖下,注重理论指导下的可操作性,更注意实际问题的解决,强化实际操作的训练,以理论够用为度,但知识要素不减少。力求体现“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精练、可操作”的编写风格。

本书遵循从简单到复杂的职业能力累积形成规律,以典型的、实际应用的单元电路或简单电子产品为项目载体,以完成工作任务所涉及的理论与实践知识进行编写。本书共安排了五个项目,14个工作任务,重点关注如何综合运用所获得的操作知识、理论知识来完成工作任务,从而形成在复杂的工作情境中做出判断并采取行动的能力,同时关注工作任务之间的联系。通过“完整性活动”,学生可获得有工作意义的“产品”,不仅可以增强学生对学习内容的直观感,而且有利于增强学生的成就感。

由于“项目驱动,理实一体化教学”还是一项尝试性工作,在内容与组织方面难免有不到之处,尚需在实践中进一步完善。但我们坚信,只要不

懈努力,不断发展和完善,最终一定会实现目标。

本书由李仲秋、黄荻共同编写。其中,黄荻编写了项目一和项目二;李仲秋编写了项目三、项目四和项目五,并统编全稿。

湖南大学教授胡锦、湖南宏安科技总经理秦和见为本书撰写提供了宝贵的现场资料和建议。长沙航空职业技术学院电子电气工程系朱国军教授为本书审稿,提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,加之作者水平有限,本书难免存在不足和疏漏之处,敬请读者批评指正,以便我们以后不断完善相关内容。

编 者

2010 年 12 月

项目一 直流电源电路的分析与实践

任务1 电子元器件的识别与测试	3
1.1 了解元器件外形及标识	3
1.1.1 元器件的外形与符号	3
1.1.2 元器件参数的标识	7
1.2 普通二极管测试与参数查找	8
1.2.1 极性判别	8
1.2.2 伏安特性测试	9
1.2.3 参数的查阅与理解	14
1.3 稳压二极管的识别与测试	15
1.4 发光二极管的测试	16
1.5 三极管的识别与测试	17
1.5.1 三极管特性曲线的测试	17
1.5.2 特性分析	18
1.5.3 三极管参数的查找与理解	20
1.5.4 三极管的简单判别	22
1.6 知识拓展	24
1.6.1 半导体基本知识	24
1.6.2 晶体三极管的结构与工作原理	28
任务2 串联型稳压电源的分析与仿真	30
2.1 串联型稳压电源电路总体结构功能分析	30
2.2 整流电路分析	31
2.2.1 整流原理及波形分析	31
2.2.2 波形仿真	31
2.2.3 桥式整流电路输出直流电压、直流电流值和脉动系数 S	37

2.2.4	整流二极管的选择	38
2.3	电容滤波电路分析及仿真	38
2.3.1	滤波电路的仿真	38
2.3.2	电容滤波原理分析	39
2.4	稳压电路分析	41
2.4.1	基准电路	41
2.4.2	取样电路	42
2.4.3	比较放大电路	42
2.4.4	调整电路	43
2.4.5	稳压电路的波形观察和指标测定	43
2.5	知识拓展	47
2.5.1	半波整流电路与全波整流电路	47
2.5.2	电感滤波与复式滤波电路	49
2.5.3	开关稳压电路简介	50
任务3	集成稳压器稳压电源的设计与制作	53
3.1	集成稳压器的选择	53
3.2	了解集成稳压器的基本应用方式	55
3.3	电路形式和元件参数的确定	56
3.3.1	电路基本形式的确定	56
3.3.2	电路元件的选择和参数的确定	56
3.4	电路的仿真调试	57
3.5	实际电路的安装与调试	59
3.6	知识拓展	59
3.6.1	固定式三端稳压器的型号和主要技术指标	59
3.6.2	固定式三端稳压器的应用电路	59
	习题与训练一	62

项目二 放大电路的分析与实践

任务4	助听器电路的分析	67
4.1	了解放大器的性能指标及基本分析方法	68
4.1.1	放大电路的性能指标	68
4.1.2	放大电路的一般分析方法	69
4.2	共发射极放大电路的分析	70
4.2.1	基本共射放大电路	70
4.2.2	助听器电路中共射放大电路的分析	77
4.3	典型共射放大电路的测试	83

4.4	共集电极放大电路的分析	85
4.5	助听器电路的总电压增益分析	87
4.5.1	多级放大电路的电压放大倍数	87
4.5.2	自动增益控制分析	88
4.6	知识拓展	88
4.6.1	放大电路中的反馈	88
4.6.2	共基放大电路	95
4.6.3	场效应管及其放大电路	97
任务 5	方波—三角波发生器的分析与测试	106
5.1	了解集成运算放大器的基本组成	106
5.2	差动放大电路的测试与分析	107
5.3	电压比较器的分析	114
5.3.1	集成运算放大器的理想特性	114
5.3.2	非线性应用实例——电压比较器	115
5.4	集成运算放大器基本运算电路仿真及分析	117
5.4.1	反相比例运算放大器的仿真与分析	117
5.4.2	同相比例运算放大器的仿真与分析	119
5.4.3	加法运算电路的仿真与分析	120
5.4.4	减法运算电路的仿真与分析	121
5.4.5	积分、微分运算电路的仿真与分析	122
5.5	方波—三角波发生器的测试	123
5.6	知识拓展	124
5.6.1	集成电路简介	124
5.6.2	差动放大器的电路形式	124
5.6.3	常用电流源电路	125
5.6.4	集成运算放大器的主要参数	127
任务 6	音响放大器的分析与制作	129
6.1	了解功率放大电路的特点和性能指标	129
6.1.1	功率放大电路的特点	129
6.1.2	功率放大电路的分类	130
6.2	OTL 功率放大电路的分析与测试	131
6.2.1	电路原理分析	131
6.2.2	OTL 功率放大电路的测试	135
6.3	集成功率放大器的应用	136
6.3.1	查阅集成功率放大器的参数	136
6.3.2	集成功率放大电路的安装与测试	137

6.4 音响放大器的分析与制作	138
6.4.1 音响放大器电路的分析	138
6.4.2 音响放大器电路的安装与调试	143
6.5 知识拓展	144
6.5.1 消除交越失真电路	144
6.5.2 功率管的选择	144
6.5.3 音响放大器音调控制器原理	145
习题与训练二	147

项目三 超外差收音机的分析与制作

任务7 高频小信号放大器的分析与测试	155
7.1 分析电路的工作原理及性能指标	156
7.1.1 了解高频小信号放大器概况	156
7.1.2 单调谐回路谐振放大器的工作原理及性能指标分析	156
7.2 测试内容及操作步骤	159
7.3 知识拓展	161
7.3.1 谐振回路	161
7.3.2 晶体管高频小信号等效电路	164
7.3.3 高频功率放大器	165
任务8 调制与解调电路的分析与测试	170
8.1 了解调制与解调的基本原理	171
8.1.1 调制和解调的概念	171
8.1.2 振幅调制电路的构成和工作原理	171
8.1.3 幅度解调电路的构成和工作原理	174
8.2 测试内容与操作步骤	176
8.2.1 准备测试仪器器材	176
8.2.2 振幅调制电路的测试	177
8.2.3 调幅信号解调电路的测试	178
8.3 知识拓展	178
8.3.1 无线通信的基础知识	178
8.3.2 调幅波的频谱	181
任务9 超外差式收音机的组装与调试	183
9.1 分析超外差调幅接收机的工作原理	184
9.1.1 超外差调幅接收机系统的初步认识	184
9.1.2 各组成模块的电路形式及作用	184

9.1.3	整机工作原理	185
9.2	超外差调幅收音机组装工艺及组装	186
9.2.1	组装、调试总体要求	186
9.2.2	产品技术指标	186
9.2.3	装配前的准备工作及元器件检测	186
9.2.4	焊接工艺	187
9.2.5	元器件预处理与成形	188
9.2.6	组合件准备	188
9.2.7	插件焊接	189
9.2.8	元器件焊接次序	189
9.2.9	大件装配	189
9.2.10	开机检查与试听	190
9.2.11	前框准备及安装	190
9.2.12	后盖装配	190
9.3	超外差调幅收音机调试工艺及调试步骤	191
9.3.1	仪器设备准备	191
9.3.2	仪器设备连接方框图	191
9.3.3	调试步骤与要求	191
9.3.4	没有仪器情况下的调整方法	192
9.3.5	测试方法	193
9.3.6	组装调整中易出现的问题	193
9.4	故障机的检测与修理	193
9.4.1	检测前提	193
9.4.2	检查要领	194
9.4.3	检测与修理方法	194
9.5	知识拓展	196
9.5.1	正弦波振荡电路	196
9.5.2	混频器	202
9.5.3	锁相环与频率合成技术	204
	习题与训练三	213

项目四 智力竞赛抢答器的分析与制作

任务 10	编码器/译码器的测试与应用	217
10.1	了解编码/译码电路的工作过程	218
10.2	了解基本逻辑门电路的组成及功能	219
10.2.1	与门电路	219
10.2.2	或门电路	220

10.2.3	非门电路	221
10.2.4	TTL 与非门	222
10.2.5	TTL 与非门的主要参数	223
10.2.6	TTL 反相器	224
10.3	了解集成编码器/译码器的组成及功能	225
10.3.1	编码器	225
10.3.2	译码器	227
10.4	集成编码器/译码器功能测试	231
10.4.1	准备测试仪器与器材	231
10.4.2	测试所用参考电路	232
10.4.3	测试内容	232
10.5	探索编码器/译码器的应用	232
10.5.1	用 74LS138 和与非门实现逻辑函数的逻辑功能	232
10.5.2	用 74LS138 构成数据分配器	233
10.6	知识拓展	234
10.6.1	数制与编码	234
10.6.2	逻辑代数基本概念、公式和定理	238
10.6.3	逻辑函数的化简	244
10.6.4	逻辑函数的表示方法及相互转换	249
10.6.5	TTL 集成逻辑门电路	252
10.6.6	CMOS 集成门电路	255
10.6.7	组合逻辑电路	260
任务 11	555 报警电路的设计与测试	266
11.1	了解探讨 555 集成定时器的组成与功能	266
11.1.1	555 集成定时器的结构	266
11.1.2	555 集成定时器的引脚功能	267
11.2	准备测试仪器与器材	268
11.3	用 555 定时器构成单稳态触发器	268
11.4	用 555 定时器构成多谐振荡器	269
11.4.1	多谐振荡器的工作原理分析	269
11.4.2	多谐振荡器的测试	270
11.5	用 555 定时器构成施密特触发器	271
11.5.1	施密特触发器的工作原理分析	271
11.5.2	施密特触发器的测试	272
11.6	用 555 定时器设计一个防盗报警装置	272
11.7	知识拓展	272
11.7.1	其他多谐振荡器	272

11.7.2	多谐振荡器的应用	275
11.7.3	集成施密特触发器	276
11.7.4	集成单稳态触发器	277
任务 12	智力竞赛抢答器的分析与制作	280
12.1	分析智力竞赛抢答器的原理与工作过程	280
12.1.1	智力竞赛抢答器的原理框图	280
12.1.2	工作过程分析	281
12.2	智力竞赛抢答器模块电路分析	281
12.2.1	抢答电路原理	281
12.2.2	定时电路	282
12.2.3	报警电路	282
12.2.4	控制电路	283
12.3	组装与调试要点	284
12.4	知识链接	284
12.4.1	数字实验仪	284
12.4.2	数字万用表	285
12.4.3	逻辑笔	286
12.4.4	示波器	287
	习题与训练四	289
项目五 交通信号灯控制器的分析与制作		
任务 13	N 进制计数器的设计与测试	295
13.1	准备测试仪器及参考元器件	295
13.2	触发器的功能分析及测试	295
13.2.1	基本 RS 触发器的功能分析及测试	296
13.2.2	维持阻塞 D 触发器(74LS74)的功能分析及测试	299
13.2.3	负边沿 JK 触发器(74LS76)的功能分析及测试	301
13.3	用 D 触发器构成 3 位二进制加/减法计数器	304
13.3.1	异步二进制加法计数器	304
13.3.2	异步二进制减法计数器	305
13.4	集成计数器逻辑功能测试	306
13.4.1	测试 74LS90 的逻辑功能	306
13.4.2	74LS163 和 74LS192 的逻辑功能测试	308
13.5	构成 N 进制计数器	308
13.5.1	反馈归零法	308
13.5.2	反馈置数法	310

13.5.3	测试 N 进制计数器的计数功能	310
13.6	知识拓展	311
13.6.1	时钟触发器	311
13.6.2	触发器逻辑功能分类及相互转换	316
13.6.3	触发器的选用	317
13.6.4	时序逻辑电路的分析方法与设计方法	318
13.6.5	计数器	325
任务 14	交通信号灯控制器的分析与制作	334
14.1	分析交通信号灯控制器的设计原理	334
14.1.1	交通信号灯控制电路框图	334
14.1.2	主体电路原理设计	335
14.2	交通信号灯控制器的组装和调试	338
14.2.1	准备测试仪器及参考元器件	338
14.2.2	调试步骤	338
14.3	知识拓展	339
14.3.1	寄存器	339
14.3.2	顺序脉冲发生器	342
14.3.3	数字电路系统设计的基本技术	343
14.3.4	数字逻辑电路的调试方法	351
14.3.5	电路故障的检测与排除	355
	习题与训练五	359
附录	部分习题与训练参考答案	362
	参考文献	365



项目一

直流电源电路的 分析与实践

项目内容

1. 分析直流稳压电源的组成和工作原理，根据直流稳压电源电路负载的需要设计不同类型的稳压电源。

2. 本项目分为三个任务：

- ① 电子元器件的识别与测试
- ② 串联型稳压电源的分析与仿真
- ③ 集成稳压器稳压电源的设计与制作

电子元器件的识别与测试

学习目标

1. 了解常用电子元器件的外形特征。
2. 能正确测试和使用常用电子元器件。
3. 掌握常用电子元器件的识别方法。
4. 能正确使用常见电子测量仪器仪表。

任务描述

电子元器件是构成电子电路的基本单位,识别常见的电子元器件并熟悉它们的性能和参数是分析与设计电路的基础。本任务从拆开一种简单电子产品外壳,认识电路板(PCB)上的电子元件外形和电路符号开始,逐步深入了解半导体二极管和三极管等常见的电子元器件。先从外形目视区分器件的类型,再用万用表、晶体管特性图示仪等测量仪器测量它们的极性和参数。在完成任務的过程中,学习制订工作计划和撰写工作总结报告。

1.1 了解元器件外形及标识

1.1.1 元器件的外形与符号

打开一种常用小型电子产品的外壳,观察电路板,识别电路板上的各种元器件,列出元器件清单。

元器件清单是设计开发电子产品必须生成的文件之一,它应当包含元件名称、型号规格、代号、数量等内容。此处,代号指元件在电路板或电路图上的字符标识。

例如,图 1-1 所示是一块串联型稳压电源电路板,元件清单如表 1-1 所示。

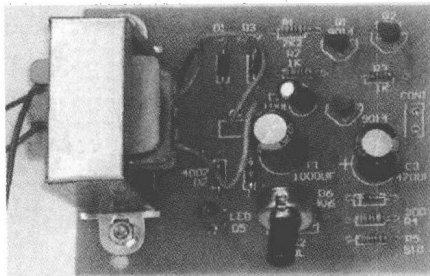


图 1-1 串联型稳压电源电路板

图 1-2 所示是常见电子元器件的实物图片。图 1-3 所示是常见电子元器件的图形符号。这些符号除了出现在电路图中,也经常被印制在电路板(PCB)上。

表 1-1 串联型稳压电源元器件清单

序号	元器件名称	型号(规格)	代 号	数 量
1	变压器	双 9V/3W	T ₁	1
2	整流二极管	1N4007	D ₁ 、D ₂ 、D ₃ 、D ₄	4
3	发光二极管	φ3.0mm, 红色	D ₅	1
4	1/4W 电阻	22kΩ	R ₁	1
5	1/4W 电阻	1kΩ	R ₂ 、R ₃	2
6	1/4W 电阻	300Ω	R ₄	1
7	1/4W 电阻	510Ω	R ₅	1
8	电解电容	1000μF	C ₁	1
9	电解电容	10μF	C ₂	1
10	电解电容	470μF	C ₃	1
11	三极管	9014	Q ₁ 、Q ₃	2
12	三极管	9013	Q ₂	1
13	稳压二极管	2CW11	D ₆	1
14	电位器	塑柄 22kΩ	R _L	1

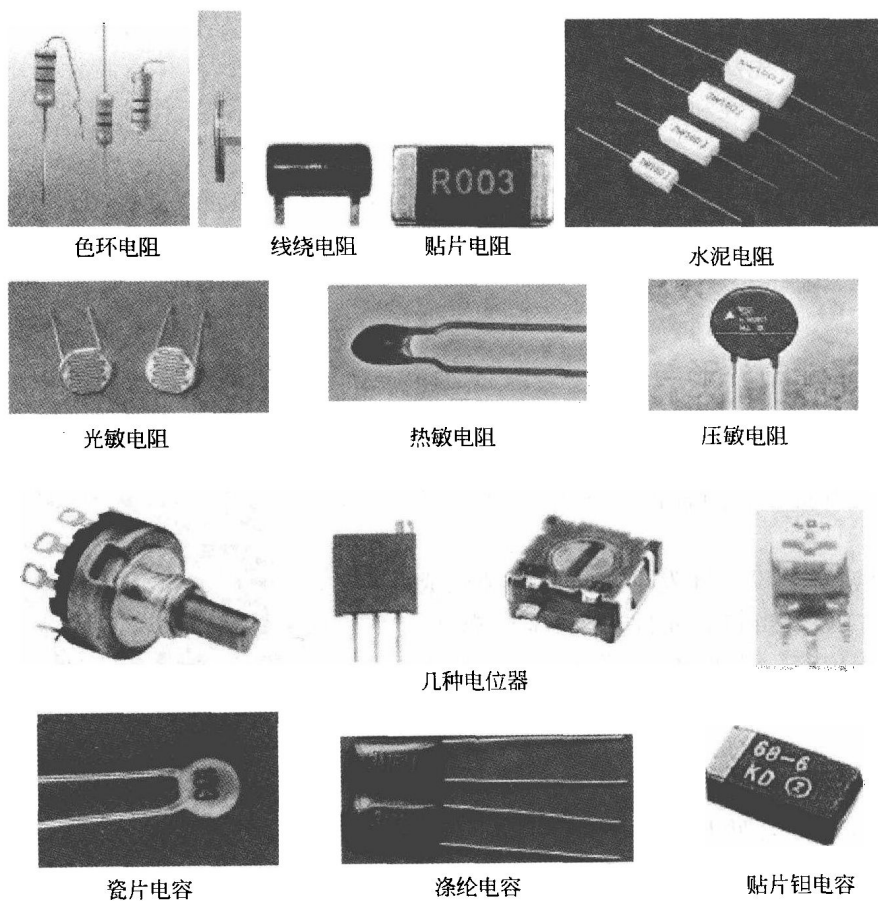


图 1-2 常见电子元器件的实物图片