

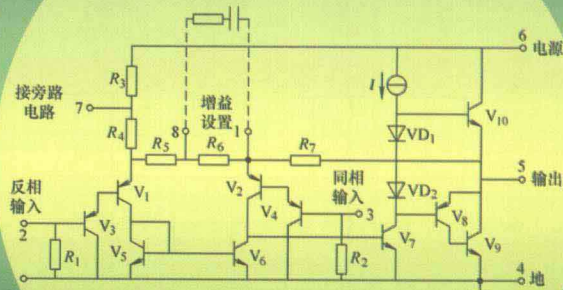


普通高等教育“十二五”电子电气基础课程规划教材

模拟电子技术基础

MONI DIANZI JISHU JICHU

主编 沈任元



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”电子电气基础课程规划教材

模拟电子技术基础

主编 沈任元

参编 王海群 成叶琴 刘桂英

主审 劳五一



机械工业出版社

《模拟电子技术基础》是依据“教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会”制订的“电子技术基础课程教学基本要求”编写的。强调了“保基础、重实践”，学生通过实践体验来加深对基础理论知识的理解。理论与实验合一和通俗易懂是本教材的特点。

全书内容共 10 章，分别是电子系统基础知识、半导体二极管及其基本应用电路、双极型晶体管及其放大电路、场效应晶体管及其基本放大电路、集成运算放大器及其应用、负反馈放大电路、功率放大电路、有源滤波器、波形发生和变换电路、直流稳压电源，以及每章实验。

本书可作为高等学校电气类、电子信息类、自动化类、计算机类和其他相近专业本科、高职高专的“模拟电子技术”课程教材和教学参考书，也可供从事电子技术工作的工程技术人员学习参考。

本书配有的电子课件和课外阅读材料等内容，请登录 <http://www.sdju.edu.cn/课程中心/课程资源/模拟电子技术>。

图书在版编目 (CIP) 数据

模拟电子技术基础/沈任元主编. —北京: 机械工业出版社, 2013. 8

普通高等教育“十二五”电子电气基础课程规划教材
ISBN 978-7-111-42888-6

I. ①模… II. ①沈… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 144822 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 贡克勤 责任编辑: 贡克勤 徐 凡

版式设计: 霍永明 责任校对: 胡艳萍

封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·21.5 印张·530 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-42888-6

定价: 42.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203

封面防伪标均为盗版

写给同学们的话

随着现代科学技术高速发展，电子技术有着越来越广泛的应用，现代信息化的社会也对电子技术提出了更高的要求。模拟电子技术和数字电子技术同属于电子技术，而模拟电子技术是知识性、实践性和复杂性都很强的实用技术，学习起来会有一些的难度，同学普遍感到困难。如何能顺利入门和学以致用，成为初学者最为关注的问题。

模拟电子技术基础课程是电类专业的重要核心基础课，课程的学习效果会直接影响到后续课程的学习和工科学生基本素质的形成。我们的课程教学是按照理论与实践紧密结合的方法，采用精讲多练的教学策略，并在教学活动中确立你们为学习主体的地位，建立一种教与学相结合、学与用相结合、动手与动脑相结合的教学模式，为把你们培养成国家急需的创新型、实用型、复合型人才打好基础。

实用的模拟电子电路几乎都需要进行通电调试才能达到预期的目标，因而既要有理论知识又要掌握电子电路的测试方法。实验教学是我们教学体系中的一个重要环节，它具有的直观性、实践性、综合性，是使理论知识向实践能力转化的重要途径，实验是帮助你们深化理解和记忆知识的有效方法。本书实验的内容紧密配合理论教学，你们不但要动手，而且还要动脑，把所学到的理论知识灵活地运用到发现、分析、解决实际问题中，当你们能对实验中碰到的问题，开始用理论知识来进行思考和解释时，理论知识的掌握会得到升华，更会感觉到理论知识不枯燥、也不复杂，兴趣也会越来越高。通过实验还能引发主动思考，你们通过深入钻研实验现象结果的各种分析，独立思考、自身钻研、分析问题和解决问题的能力会越来越强。你们在进入实验室之前要预习实验内容，利用便携式电子电路实验箱完成电路的搭建和必要的测试，进入实验室后教师会检查每个学生搭建的电路和工作情况，并提问有关实验预习的内容。在排除电路故障后，你们再使用实验室的仪器仪表进行电路的有关测试，教师会做全程现场指导。我们提供的课外阅读材料是可以根据理论学习和实验的需要自主选择的。安排的深度实验只提供实验目的、实验要求和实验原理等，自己确定有深入研究的实验。富有灵活性和挑战性的深度实验任务是为了从独立思考、探索把事情做得更好的角度出发，培养你们提出问题和分析问题的能力，养成科学严谨的工作作风、开拓创新的精神，为你们提供一个体验探究的全过程。安排的课外实验是要求你们利用课余时间，结合课内的理论课学习自行搭建、测试电路，完成电路验证，增加动手的机会，增强独立解决实验中碰到的各种问题的能力。

你们要有做事认真负责、尊重事实、注意调查研究的务实精神，有不满足现状、追求更高更好的创新意识，养成不畏艰难、精确细致、严谨踏实、讲求工作效率的态度和习惯，练就自己的真本事。

我们希望你们通过自己的努力，亲手能做成功各个实验，把每一次困难和挫折，成

为你思考和探求的起点，享受到做学习主人的乐趣，相信自己一定能学好模拟电子技术，能够培养出自己学习电子技术的基本能力，让模拟电子技术课成为你们喜欢的一门课程。

编者

前 言

为了适应应用型本科人才培养的要求和电子科学技术的发展，我们在“模拟电子技术基础”课程的教学要求和总结教学实践的基础上编写了这本理论和实验合一的教材，采用更紧密的“教、学、做”教学理念，在传统的传递知识型学科教学的基础上，通过“教、学、做”使学生能学会学习，把被动接受学习转向主动探究性的学习，对学生在信息化时代的学习和工作更具有意义和富有实际价值。

本教材的主要特色：

(1) 本课程教学参照了教育部课程教学指导委员会制订的模拟电子技术课程教学基本要求，并根据应用型本科培养的人才要求，从学习模拟电子知识必要的完整性出发，编写了这本理论和实验合一的教材。本书适当降低了理论的深度和难度，加强了动手实验的体验，目的是充分掌握模拟放大的本质，更深刻地理解电路原理和特性，能更从容地应用集成电路，使学生能掌握分析电子电路的方法，来应对电子技术的飞速发展，用提高学习效率的办法来克服课时少、内容多的矛盾。

(2) 本教材也注意到与后续专业课的区别，书中一般只讨论典型、局部性电路的工作原理和应用，通过几张综合性的电子电路图的阅读，力图使学生从电子系统的角度了解模拟电子单元电路在系统中的功能，从而让学生能更接近实际应用来学习单元电路。

(3) 理论教学与实验教学紧密配合，将理论知识点融入实验中，教材中安排了16个实验，每个实验按2~3学时数设计的，其中基础实验12个，深度实验1个，课外实验3个，学生也可以自主设计实验。设法改变原来的课程实施过于强调接受学习、死记硬背的现状，鼓励学生主动参与和充分交流，乐于探究，勤于动手，培养学生更新知识的能力，在实验中教会学生发现问题、分析和解决问题的能力，能阅读更多的学习材料，使学生能够学以致用，形成积极主动的学习态度，符合应用型本科人才培养的要求。

(4) 基础性实验主要是完成验证理论教学的电子电路工作原理和基本应用，学生可以按实验的步骤进行操作。增设的深度实验要求学生对知识融会贯通，结合理论课程中讲述的个别有实际意义和有深入研究的问题，自己独立选择实验电路、测试电路、改进电路，完成实验数据的记录和实验总结。

(5) 与教材配套的《常用电子元器件简明手册》中选编了各种用于模拟电路的典型元器件的参数，便于在实验时查用。教材附录中电子仪器的面板图是用来对照阅读电子版仪器说明书的（在课外阅读材料中）。

本理论与实验合一教材的理论教学参考学时数为52~64，实验参考学时数为14~42，有关章节内容可根据各校专业要求及学时情况酌情调整。采用“教、学、做”合一的教学法来学习模拟电子技术基础课，需要理论课教师与实验指导教师密切配合。本书可作为高等学校理工科电类各专业应用型本科或高职高专“模拟电子技术”及相关课程

的教材，也可供有关工程技术人员自学和参考。

参加本书编写工作的编者有王海群（第7、8、9、10章）、成叶琴（第2、3、4章）、刘桂英（第5、6章）、沈任元（第1章、附录、各章实验等）。全书由沈任元统稿，华东师范大学劳五一教授担任主审，他认真审阅了全书，并提出了宝贵的修改意见。编写过程中得到了上海电机学院领导、教师、学生的关怀和支持，在此一并表示深深的谢意。

由于编者教学经验和学术水平有限，对教材中存在的一些不妥和错误之处，敬请读者批评指正，请把你们的意见和建议告诉我们。编者 E-mail: ren yuan@ciyiz.net。

编 者

模拟电子电路常用文字符号一览表

一、文字符号的一般规定

1. 电压和电流

U_B, I_B 大写字母、大写下标, 分别表示基极的直流电压、电流值

U_b, I_b 大写字母、小写下标, 分别表示基极的交流电压、电流有效值

u_B, i_B 小写字母、大写下标, 分别表示基极的电压、电流瞬时值 (含有直流分量)

u_b, i_b 小写字母、小写下标, 分别表示基极的交流电压、电流瞬时值

$\Delta u_B, \Delta i_B$ 分别表示基极的电压、电流瞬时值的变化量

\dot{U}, \dot{i} 正弦交流电压、电流

$\Delta U, \Delta I$ 分别表示直流电压、电流的变化量

2. 电源电压

V_{CC} 晶体管集电极电源电压

V_{BB} 晶体管基极电源电压

V_{EE} 晶体管发射极电源电压

V_{DD} MOS 管漏极电源电压

V_{SS} MOS 管源极电源电压

V_{GG} MOS 管栅极电源电压、晶闸管门极电源电压

3. 器件

VD 二极管

VL 发光二极管

VS 稳压二极管

V 晶体管、场效应晶体管

VT 晶闸管

A 放大器

S 开关

SB 按钮

T 变压器

KA 继电器

二、基本符号

1. 电压和电流

U_B 基极对地电压

U_C 集电极对地电压

U_E 发射极对地电压

U_{BC} 晶体管基集电压

U_{BE} 晶体管基射电压

U_{CE} 晶体管的集射电压

U_{CES} 晶体管的集射饱和压降

$U_{(BR)CEO}$ 基极开路晶体管集射间击穿电压

$U_{(BR)EBO}$ 集电极开路晶体管射基间击穿电压

U_i 输入电压

U_{IC} 共模输入电压

U_{ID} 差模输入电压

U_{IDM} 最大差模输入电压

U_{id} 净输入电压

U_L 负载电压

U_o 输出电压

$+U_{O(sat)}$ 运算放大器正饱和输出电压

$-U_{O(sat)}$ 运算放大器负饱和输出电压

U_{GD} 栅漏电压

U_{GS} 栅源电压

$U_{GS(off)}$ 夹断电压

$U_{GS(th)}$ 开启电压

U_{RM} 二极管反向工作峰值电压

U_{OC} 开路电压、共模信号输出电压

U_{OD} 差模信号输出电压

U_R 基准、参考电压

U_S 信号源电压

U_Z 稳压管的稳定电压

U_{TH} 阈值电压、门限电压

I_B 基极电流

I_C 集电极电流

I_E 发射极电流

I_{BQ}, I_{CQ}, I_{EQ} 基极、集电极、发射极静态电流

I_D 漏极电流

I_S 源极电流

I_{DSS} 饱和电流

I_{BS} 临界饱和基极电流

I_{CS} 临界饱和集电极电流

I_{CBO}	发射极开路集基极间反向电流	C_i	放大电路输入端的电容
I_{CEO}	基极开路集射极间反向电流	L	通用电感
I_{CM}	集电极最大允许电流	4. 频率	
I_F	二极管最大整流电源、反馈电流	f	频率通用符号
I_i	输入电流	f_{BW}	通频带
I_L	负载电流	f_T	晶体管的特征频率
I_o	输出电流	f_β	晶体管的截止频率
I_{id}	净输入电流	f_H	放大电路的上限截止频率
I_N	集成运算放大器反相输入端电流	f_L	放大电路的下限截止频率
I_P	集成运算放大器同相输入端电流	f_o	谐振频率、中心频率
I_R	基准电流、二极管反向电流	f_p	滤波电路的通带截止频率
I_Z	稳压管稳定电流	f_n	滤波电路的特征频率
2. 功率		f_m	最高工作频率
P	功率通用符号	ω	角频率通用符号
p	瞬时功率	5. 器件、电路的引出端	
P_C	集电极功率损耗	b	晶体管基极
P_{CM}	集电极最大允许功率损耗	c	晶体管集电极
P_E	直流电源提供的功率	e	晶体管发射极
P_V	晶体管耗散功率	s	MOS 管源极
P_O	输出功率	g	MOS 管栅极、晶闸管门极
P_{Omax}	最大输出功率	d	MOS 管漏极
P_{ZM}	稳压管最大耗散功率	N	集成运算放大器反相输入端
3. 电阻、电容、电感		P	集成运算放大器同相输入端
R	通用电阻	6. 参数符号	
RP	电位器	$\bar{\beta}$	共发射极直流电流放大倍数
R_T	热敏电阻	β	共发射极交流电流放大倍数
R_B	基极偏置电阻	α	共基极交流电流放大倍数
R_C	集电极电阻	g_m	晶体管的低频跨导
R_E	发射极电阻	A	放大倍数通用符号
R_F	反馈电阻	A_f	闭环放大倍数
R_i	输入动态电阻	A_u	交流电压放大倍数
r_{be}	基极、发射极间等效动态输入电阻	A_i	电流放大倍数
r_{ce}	集电极、发射极间等效动态输出电阻	A_P	功率放大倍数
R_L	负载电阻	A_{uc}	共模电压放大倍数
R'_L	等效负载电阻	A_{ud}	差模电压放大倍数
R_o	输出动态电阻	A_{um}	中频区电压放大倍数
R_S	信号源电阻	A_{up}	有源滤波电路的通带电压放大倍数
r_z	稳压管的动态电阻	A_{us}	考虑信号源内阻的源电压放大倍数
R_{iD}	运算放大器开环输入电阻	C_{TV}	稳压管温度系数
C	通用电容	S	脉动、相对稳压系数
C_{bc}	晶体管基集极间电容	γ	纹波因数
C_{be}	晶体管基射极间电容	η	效率、单结晶体管的分压比
C_o	放大电路输出端的电容	θ	相位角、导通角

φ	辅助角、相位角	S_T	稳压温度系数
$\Delta\varphi$	附加相移	S_I	负载调整率、电流调整率
τ	时间常数	K_{CMR}	共模抑制比
S_R	纹波抑制比	F	反馈系数通用符号
S_U	稳压系数		

目 录

写给同学们的话

前言

模拟电子电路常用文字符号一览表

第1章 电子系统基础知识 1

1.1 电信号 1

1.1.1 信号 1

1.1.2 模拟信号和数字信号 1

1.2 电子信息系统 2

1.2.1 电子信息系统的组成 2

1.2.2 模拟电子电路的组成 2

1.3 放大电路 4

1.4 放大电路的框图和性能指标 5

1.4.1 放大电路的框图 5

1.4.2 放大电路的性能指标 5

1.5 级联放大电路 7

1.6 放大电路的反馈 7

1.7 计算机仿真 7

1.8 应用电路介绍 8

本章小结 9

思考题与习题 10

本章实验 11

实验 1.1 常用电子仪器的提高
使用 11

实验 1.2 模拟电子系统电路认识 13

第2章 半导体二极管及其基本应用
电路 16

2.1 半导体基本知识 16

2.1.1 本征半导体 16

2.1.2 杂质半导体 18

2.1.3 PN结及其单向导电性 18

2.1.4 PN结的反向击穿 21

2.2 半导体二极管 21

2.2.1 二极管的结构与类型 21

2.2.2 二极管的伏安特性 22

2.2.3 二极管的使用常识 23

2.2.4 二极管的分析方法 25

2.2.5 特殊二极管 28

2.3 整流电路 31

2.3.1 单相半波整流电路 31

2.3.2 单相全波整流电路 32

2.4 滤波电路 35

2.4.1 滤波的概念 35

2.4.2 桥式整流电容滤波电路 35

2.4.3 其他滤波电路 37

2.5 倍压整流电路 38

2.6 应用电路介绍 39

本章小结 43

思考题与习题 44

本章实验 50

实验 2.1 半导体二极管及其应用
电路 50

第3章 双极型晶体管及其放大
电路 56

3.1 双极型晶体管 56

3.1.1 晶体管的结构及符号 56

3.1.2 晶体管中的电流分配和放大
原理 57

3.1.3 晶体管的特性曲线 59

3.1.4 晶体管的使用常识 60

3.2 基本放大电路的工作原理及其
组成 63

3.2.1 基本放大电路的组成原则
和各部分的作用 64

3.2.2 基本放大电路的工作原理
和分析方法 65

3.3 静态工作点稳定及分压式射极
偏置电路 69

3.3.1 温度对静态工作点的影响 69

3.3.2 分压式偏置电路 70

3.4 共发射极放大电路 71

3.4.1 放大电路的直流通路和交流
通路 71

3.4.2 等效电路法 72

3.4.3 放大电路参数的工程估算 73

3.5 共集电极放大电路和共基极放大电路	76	作点设置	127
3.5.1 共集电极放大电路的静态和动态分析	76	4.2.2 场效应晶体管的交流等效模型	128
3.5.2 共集电极放大电路的特点和应用	79	4.2.3 共源放大电路的动态分析	128
3.5.3 共基极放大电路的静态和动态分析	79	4.2.4 共漏放大电路的动态分析	130
3.5.4 基本放大电路3种组态的性能比较	80	4.3 绝缘栅双极型晶体管	131
3.6 多级放大电路	81	4.3.1 绝缘栅双极型晶体管的符号和等效电路	132
3.6.1 多级放大电路的组成	81	4.3.2 绝缘栅双极型晶体管的工作原理	132
3.6.2 多级放大电路的耦合和分析方法	82	4.3.3 IGBT与MOSFET的对比	132
3.7 放大电路的频率响应	85	4.3.4 IGBT模块的使用注意事项	133
3.7.1 频率响应的基本概念	85	4.4 应用电路介绍	133
3.7.2 晶体管高频小信号模型	86	本章小结	136
3.7.3 放大电路的频率响应	87	思考题与习题	136
3.7.4 伯德图	88	本章实验	141
3.7.5 多级放大电路的频率特性	90	实验4.1 场效应晶体管放大电路	141
3.8 电流源电路	91	第5章 集成运算放大器及其应用	144
3.8.1 基本电流源电路	91	5.1 差动放大电路	144
3.8.2 镜像电流源电路	91	5.1.1 直接耦合放大电路需要解决的问题	144
3.8.3 恒流源电路及其应用	92	5.1.2 差动放大电路的组成	145
3.9 应用电路介绍	94	5.2 集成运算放大器	151
本章小结	96	5.2.1 集成运放的电路结构及符号	151
思考题与习题	97	5.2.2 集成运放的特点	152
本章实验	106	5.2.3 集成运放的电压传输特性和主要参数	153
实验3.1 晶体管参数测试	106	5.3 集成运放的运算电路	156
实验3.2 共射单级放大电路(一)	110	5.3.1 负反馈是运放线性应用的必要条件	156
实验3.3 共射单级放大电路(二)	113	5.3.2 线性运放的3种基本电路	158
实验3.4 电流源电路	116	5.3.3 模拟信号运算电路	161
第4章 场效应晶体管及其基本放大电路	119	5.4 集成运放的应用电路	165
4.1 场效应晶体管	119	5.4.1 电压—电流转换电路	165
4.1.1 场效应晶体管的结构和外部特性	119	5.4.2 电流—电压转换电路	167
4.1.2 场效应晶体管的主要参数、特点以及使用	124	5.4.3 单电源交流放大电路	167
4.1.3 场效应晶体管与晶体管的比较	126	5.4.4 线性整流电路	168
4.2 场效应晶体管基本放大电路	127	5.5 集成运算放大器组成的电压比较器	170
4.2.1 场效应晶体管放大电路的静态工		5.5.1 单值电压比较器	170

5.6 集成运放的选择原则和使用	176	7.2 甲类功率放大器	224
5.6.1 集成运放的选择原则	176	7.3 互补对称功率放大电路	226
5.6.2 集成运放使用时应注意的 问题	177	7.3.1 OCL 功率放大电路	226
5.7 应用电路介绍	178	7.3.2 OTL 功率放大电路	232
本章小结	179	7.3.3 BTL 功率放大电路	234
思考题与习题	180	7.4 丙类和丁类功率放大器	235
本章实验	186	7.4.1 丙类功率放大电路	235
实验 5.1 集成运算放大器 应用(一)	186	7.4.2 丁类功率放大电路	236
实验 5.2 集成运算放大器 应用(二)	190	7.5 集成功率放大器	237
实验 5.3 差动放大电路	193	7.5.1 LM386 通用型集成音频功率 放大器	238
第 6 章 负反馈放大电路	196	7.5.2 TDA2030A 音频集成功率放 放大器	239
6.1 反馈的基本概念	196	7.6 应用电路介绍	241
6.1.1 反馈	196	本章小结	242
6.1.2 反馈的极性及判断	197	思考题与习题	243
6.1.3 直流反馈和交流反馈	199	本章实验	247
6.2 负反馈放大电路和 4 种组态	199	实验 7.1 深度实验	247
6.2.1 负反馈放大电路的框图及一般 关系式	199	第 8 章 有源滤波器	249
6.2.2 反馈类型及判断	200	8.1 基本概念	249
6.3 负反馈对放大电路工作性能的 影响	203	8.1.1 滤波器的分类	249
6.3.1 提高放大倍数的稳定性	204	8.1.2 无源滤波器	250
6.3.2 负反馈能改变输入电阻和输出 电阻	205	8.1.3 有源滤波器	251
6.3.3 展宽频带	206	8.2 滤波电路分析	252
6.3.4 减小非线性失真	207	8.2.1 有源低通滤波器	252
6.3.5 抑制反馈环内部的干扰和 噪声	207	8.2.2 有源高通滤波器	256
6.3.6 正确引入负反馈的一般原则	208	8.2.3 有源带通滤波器	258
6.4 深度负反馈放大电路的分析	208	8.2.4 有源带阻滤波器	259
6.4.1 深度负反馈的特点	208	8.2.5 有源全通滤波器	261
6.4.2 深度负反馈放大电路的估算	209	8.3 滤波电路综合	263
6.5 负反馈放大电路的自激振荡	211	8.3.1 巴特沃思低通滤波器	263
6.6 应用电路介绍	213	8.3.2 切比雪夫低通滤波器	263
本章小结	214	8.3.3 贝塞尔低通滤波器	263
思考题与习题	215	8.4 应用电路介绍	264
本章实验	220	本章小结	266
实验 6.1 负反馈放大电路	220	思考题与习题	266
第 7 章 功率放大电路	223	本章实验	269
7.1 功率放大电路的特点和分类	223	实验 8.1 无源和有源低通滤波器	269
		第 9 章 波形发生和变换电路	271
		9.1 正弦波振荡电路	271
		9.1.1 正弦波振荡电路的基本概念	271
		9.1.2 RC 正弦波振荡电路	272
		9.1.3 LC 正弦波振荡电路	275

9.1.4 石英晶体振荡电路	280	10.3.1 基本串联型电路	302
9.2 非正弦信号发生电路	282	10.3.2 串联反馈型稳压电路	302
9.2.1 矩形波发生电路	282	10.3.3 线性集成稳压电路	305
9.2.2 三角波发生电路	283	10.4 开关型稳压电路	311
9.2.3 锯齿波发生电路	285	10.4.1 开关型稳压电路的电路特点和 分类	311
9.3 应用电路介绍	286	10.4.2 开关型稳压电路的组成和工作 原理	313
本章小结	287	10.4.3 开关型稳压电源的电路	314
思考题与习题	287	10.4.4 开关集成稳压电源	317
本章实验	294	10.5 应用电路介绍	318
实验 9.1 正弦波发生和变换电路	294	本章小结	320
第 10 章 直流稳压电源	297	思考题与习题	321
10.1 概述	297	本章实验	325
10.1.1 直流稳压电源的组成和分类	297	实验 10.1 直流稳压电源和性能指标 测试	325
10.1.2 直流稳压电源的性能指标	298	附录	327
10.2 稳压管稳压电路	299	参考文献	329
10.2.1 稳压电路及工作原理	299		
10.2.2 稳压管并联稳压电路的设计	300		
10.3 线性稳压电路	302		

第 1 章 电子系统基础知识

通过本章学习，你能了解什么是电信号，什么是模拟信号，什么是电子信息系统，什么是放大电路，常用放大电路的性能指标有哪些。通过 3 个实用例子来了解电子电路的组成和实现的功能。

1.1 电信号

1.1.1 信号

信号是随时间变化的某种物理量，是信息的载体。这些变化的物理量中含有的信息，人可以通过听觉、视觉或其他触觉能感受到变化。信号在电子系统中就是指这些随时间作变化的电压或电流，其变化的幅度、频率和相位中都可以包含有信息，电信号成为信息的表现形式。在现代信息社会中电信号无时无刻、无所不在地存在于信息的发生、传递、分析、加工和交换中。

1.1.2 模拟信号和数字信号

信号按照在时间上的取值不同，可以分成连续的或离散的。在自然界中，大多数信号的变化在一定范围内是做连续变化的，如压力、温度、流量、声音信号等物理量，在时间和量值上连续变化的信号称为模拟信号，又称作模拟量。各种传感器是将一种形式的物理能量变化转换成电压或电流的能量变化的器件，电信号容易传输和控制，因而目前电信号应用最广泛。如传声器就能将声音的变化转换成电压的变化，声波越强所产生的电动势越大，声波越弱电动势越小，传声器的输出电压也随之变化，经过模拟信号放大电路等处理，耳朵就能听到更大的声音了。

另一种信号是数字信号，这种在时间上是离散的、量值上只有高或低两值的信号就是逻辑数字信号，又称作数字量。图 1-1 中 a、b、c、d 是典型的模拟信号，e、f、g 是典型的数字信号。一般波形图用横轴表示时间，纵轴表示电压或电流，在数学描述上可将它表示为时间 t 的函数，即 $u=f(t)$ 或 $i=f(t)$ 。

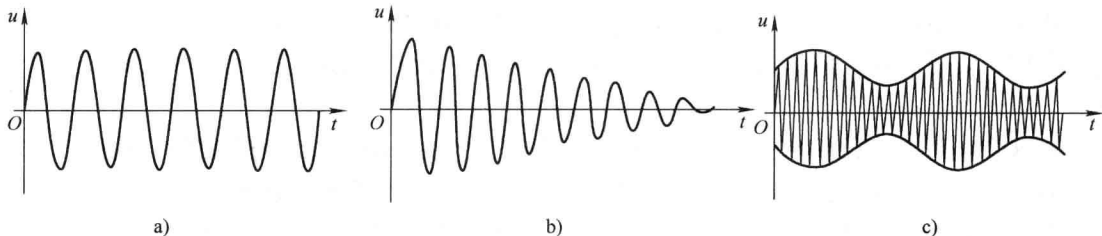


图 1-1 模拟信号和数字信号

a) 正弦信号 b) 衰减的振荡信号 c) 调幅信号

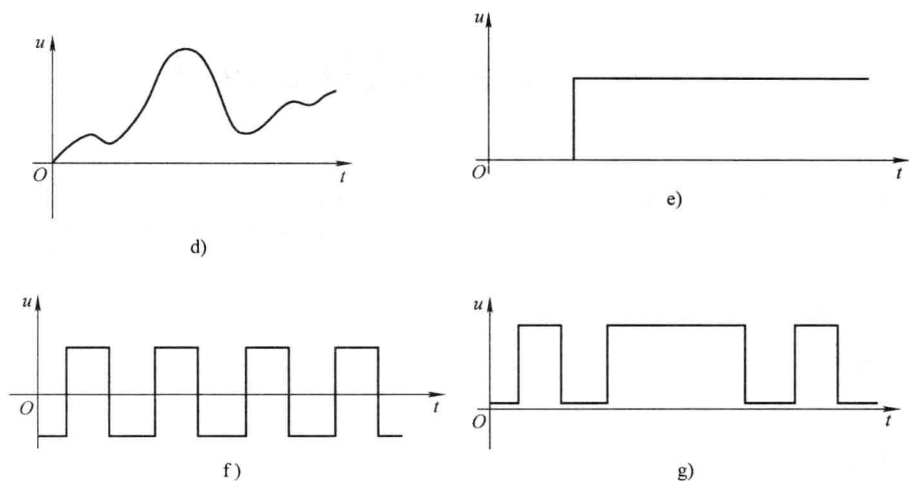


图 1-1 模拟信号和数字信号 (续)

d) 直流模拟信号 e) 阶跃信号 f) 方波信号 g) 脉冲信号

1.2 电子信息系统

1.2.1 电子信息系统的组成

电子信息系统是指相互关联的含有若干电子器件的单元电路构成的，并相互发生作用、互相依存，具有特定功能的电路整体。这种电子信息系统包含有信号的传输、信号的处理和控制。表示电子信息系统的功能结构框图如图 1-2 所示。

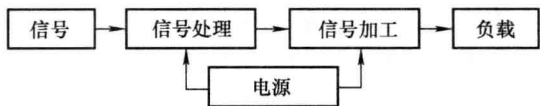


图 1-2 电子信息系统的功能结构框图

来自传感器或信号发生器的电信号，根据需要经过隔离、连接、滤波、阻抗变换等电路，将信号进行分离提取处理，再进行放大、运算、分配、比较、采样保持等加工。为了达到控制对象所需要的执行动作，一般还需进行功率放大来驱动负载（例如电动机、扬声器、显示器、电阻等负载）所要求的电信号。

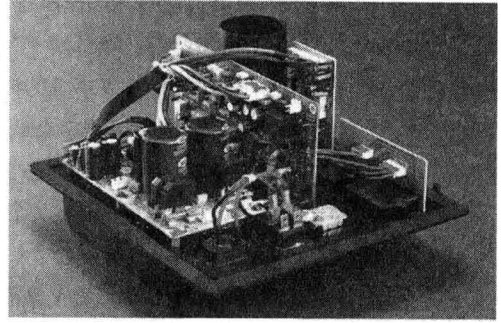
1.2.2 模拟电子电路的组成

用来处理模拟信号电子电路简称为模拟电路，通常由电子器件、电路元件、连接导线、电源、信号源和负载等组成。图 1-3 所示的是一个两声道功率放大电路的实样和电路图。

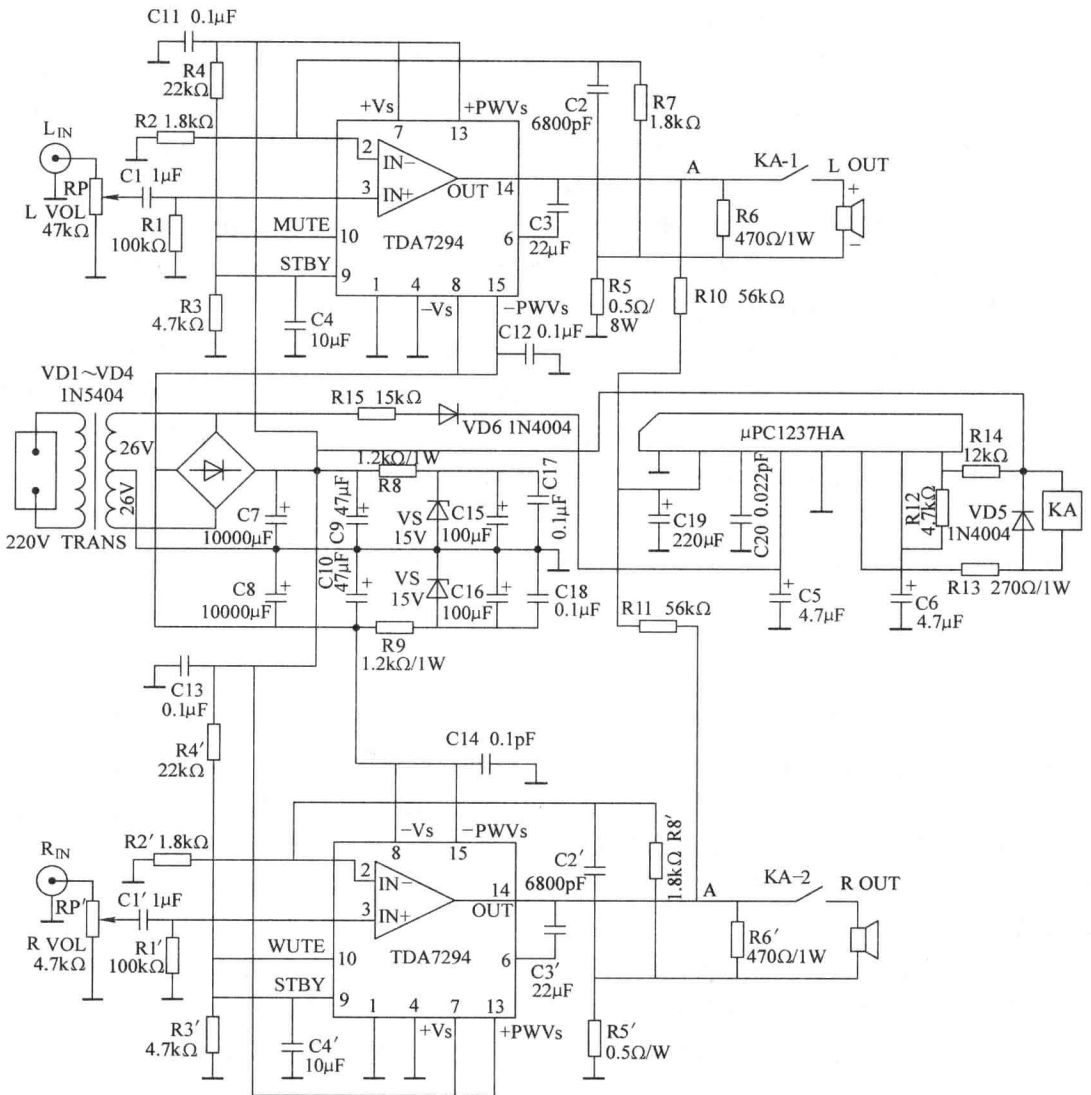
在这个电路中，我们除了看到一些电阻、电容、开关、接插器、扬声器符号以外，还有电子器件符号：晶体管、集成电路等。为了便于对电路工作原理的理解、分析、制作和调试，电路图上都标有确定的型号、规格和参数，有许多导线把这些元器件连接成一个确定的网络组成电路。对本电路中的元器件、电路结构、工作原理、分析方法等有关知识在后续章节中都会学习到。



a)



b)



c)

图1-3 两声道功率放大电路的实样和电路图

a) 实样 b) 电路板实物图 c) 电路图