



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

模拟电子与数字逻辑

郭春明 主编

★将“模拟电子”和“数字逻辑”两门课程有机地整合形成新的课程体系

★以“导入案例”和“阅读材料”等内容激发学生学习兴趣并拓展知识面

★突出学科基础课特点，强调基础和应用，简化分析，避免繁杂公式推导



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

模拟电子与数字逻辑

主 编 邬春明

副主编 雷宇凌 邢晓敏 朱剑锋



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书参照非电类模拟电子与数字逻辑课程教学大纲编写,包括模拟电子和数字逻辑两大部分。模拟电子部分以基本概念、基本方法为主;数字逻辑部分以电路功能、分析设计方法和应用为主。全书共8章,分别为绪论,常用半导体器件,放大电路基础,集成运算放大电路及应用,数字逻辑基础,组合逻辑电路,时序逻辑电路,信息存储与信号产生、变换电路。各章最后以“阅读材料”的形式对本章主要内容进行 Multisim 仿真分析,以便巩固和理解相关知识。书后提供了部分习题的参考答案。

本书注重对基本概念、基本原理的介绍,强调实际应用,内容叙述力求简明扼要、通俗易懂,可作为普通高等院校非电类各专业、计算机专业以及其他相近专业的电子技术基础等课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子与数字逻辑/邬春明主编. —北京:北京大学出版社,2013.1

(21世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21450-3

I. ①模… II. ①邬… III. ①模拟电路—电子技术—高等学校—教材 ②数字逻辑—高等学校—教材
IV. ①TN710 ②TP302.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第246398号

书 名: 模拟电子与数字逻辑

著作责任者: 邬春明 主编

策划编辑: 郑 双 程志强

责任编辑: 郑 双

标准书号: ISBN 978-7-301-21450-3/TP·1255

出版发行: 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> 新浪官方微博:@北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

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

印 刷 者: 北京富生印刷厂

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 20.5印张 477千字

2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定 价: 39.00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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是根据国家教委高等学校工科《电子技术基础课程教学基本要求》，参照非电类模拟电子与数字逻辑课程教学大纲编写的。为适应当前电子技术的发展及教学改革的要求，本书将原来的“模拟电子”和“数字逻辑”两门课程的内容有机地整合起来，形成新的课程体系，可在一个学期内完成原来两个学期的教学内容。针对非电类专业的特点，本书压缩了一些过于高深的内容及一些繁杂的推导运算，突出基本概念、基本技能的训练。每章增加了“导入案例”和“阅读材料”，以激发学生学习的兴趣和拓展知识内容。

本书针对非电类的教学要求，力求叙述简明扼要、通俗易懂，增加了“知识要点提醒”等内容，便于学生学习。本书突出学科基础课程的特点，强调基础和应用、简化分析，避免繁杂公式的推导，使学生能逐步养成理论联系实际的好习惯。

在结构安排上，本书注重内容的系统性、完整性和连贯性，从电子系统出发，使学生对于模拟电路和数字电路形成完整不可分割的概念，又能区分二者的使用场合，掌握电子技术的基本理论，能进行初步的分析设计，为今后深入学习及应用奠定基础。

在内容的取舍上，根据技术发展的特点和趋势，较大幅度地压缩了模拟电子的内容，尽量保留数字逻辑内容的完整性。

本书包括模拟电子和数字逻辑两大部分。模拟电子部分以基本概念、基本方法为主；数字逻辑部分以电路功能、分析设计方法和应用为主。全书共8章，分别为绪论，常用半导体器件，放大电路基础，集成运算放大电路及应用，数字逻辑基础，组合逻辑电路，时序逻辑电路，信息存储与信号产生、变换电路。各章最后以“阅读材料”的形式对本章主要内容进行 Multisim 仿真分析，以便巩固和理解相关知识。书后提供了部分习题的参考答案。

本书大约需要 60~80 学时，书中标注“*”的内容可供教师根据专业特点取舍。

本书由邬春明担任主编，雷宇凌、邢晓敏和朱剑锋担任副主编。其中邬春明编写了第1、3、5(除5.3节)、6章；雷宇凌编写了第7、8章和5.3节；邢晓敏编写了第2、4章。朱剑锋等对本书中的仿真内容进行了验证。全书由邬春明统稿。

本书可作为普通高等院校非电类各专业、计算机专业以及其他相近专业的电子技术基础等课程的教材，也可供相关工程技术人员参考。

限于作者的水平，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者
2012年7月

目 录

第 1 章 绪论	1	本章小结	41
1.1 信号与电路	2	习题	43
1.1.1 信息与信号	2	第 3 章 放大电路基础	47
1.1.2 电子器件与电子电路	4	3.1 放大电路的结构及主要性能指标	49
1.2 电子信息系统	6	3.1.1 放大电路的结构	49
本章小结	7	3.1.2 放大电路的主要性能指标	49
习题	7	3.2 基本共射放大电路原理及分析	51
第 2 章 常用半导体器件	9	3.2.1 电路组成及工作原理	51
2.1 半导体基础知识	11	3.2.2 直流通路和交流通路	53
2.1.1 本征半导体	11	3.2.3 图解分析法	53
2.1.2 杂质半导体	14	3.2.4 等效电路分析法	55
2.1.3 PN 结	16	3.2.5 静态工作点稳定的共射放大电路	60
2.2 半导体二极管	18	3.3 共集电极和共基极接法的放大电路分析	63
2.2.1 半导体二极管的结构	18	3.3.1 共集电极放大电路分析	63
2.2.2 半导体二极管的伏安特性	18	3.3.2 共基极放大电路分析	65
2.2.3 半导体二极管的主要参数	19	3.3.3 三种接法的比较	66
2.2.4 半导体二极管的等效电路	20	3.4 场效应管放大电路	66
2.2.5 稳压二极管	21	3.4.1 电路组成及静态分析	67
2.3 晶体三极管	23	3.4.2 场效应管的低频小信号等效模型	67
2.3.1 晶体三极管的结构和类型	23	3.4.3 共源放大电路的动态分析	68
2.3.2 晶体三极管的电流放大作用	25	3.5 多级放大电路	69
2.3.3 晶体三极管的共射特性曲线	27	3.5.1 多级放大电路的耦合方式	70
2.3.4 晶体三极管的主要参数	29	3.5.2 放大电路的零点漂移现象	71
2.4 场效应管	31	3.5.3 多级放大电路分析方法	71
2.4.1 结型场效应管	31	3.6 差分放大电路	73
2.4.2 绝缘栅型场效应管	36	3.6.1 差分放大电路组成及对输入信号的作用	73
2.4.3 场效应管的主要参数	40	3.6.2 长尾式差分放大电路	76
2.4.4 场效应管与晶体三极管的性能比较	41	3.6.3 具有恒流源的差分放大电路	78

3.6.4	差分放大电路的四种接法	79	5.1.1	常用的数制	130
* 3.7	放大电路的频率响应	83	5.1.2	数制之间的转换	132
3.7.1	晶体管的高频等效模型	83	5.1.3	常用的编码	134
3.7.2	单管共射放大电路的频率响应	84	5.2	逻辑代数及其运算规则	137
* 3.8	放大电路中的反馈	86	5.2.1	逻辑变量与基本逻辑运算	137
3.8.1	反馈的概念	86	5.2.2	复合逻辑运算	139
3.8.2	反馈的类型及判断	87	5.2.3	逻辑代数的基本公式	140
3.8.3	负反馈对放大电路性能的影响	89	5.2.4	逻辑代数的基本定理	141
3.9	功率放大电路	90	5.2.5	逻辑代数的常用公式	142
3.9.1	对功率放大电路的基本要求	90	5.3	逻辑门电路	143
3.9.2	OCL 互补功率放大电路	91	5.3.1	分立元件门电路	144
本章小结		93	5.3.2	TTL 集成门电路	146
习题		96	5.3.3	CMOS 集成门电路	149
第 4 章	集成运算放大电路及应用	104	5.4	逻辑函数及其表示方法	153
4.1	集成运算放大电路的结构特点	106	5.4.1	逻辑函数的定义	153
4.2	集成运算放大电路的组成及原理	106	5.4.2	逻辑函数的表示方法	153
4.2.1	集成运算放大电路的组成	106	5.4.3	逻辑函数的标准形式	156
4.2.2	集成运算放大电路的工作原理	107	5.4.4	逻辑函数表示方法间的转换	158
4.2.3	集成运算放大电路的图形符号及电压传输特性	108	5.5	逻辑函数的化简	162
4.2.4	集成运算放大电路的主要参数	109	5.5.1	逻辑函数的代数化简法	163
4.2.5	理想运放及其工作区特点	110	5.5.2	逻辑函数的卡诺图化简法	165
4.3	基本运算电路	111	5.5.3	含有无关项的逻辑函数及其化简	169
4.3.1	比例运算电路	112	5.6	正、负逻辑的概念	170
4.3.2	加法运算电路	114	本章小结		171
4.3.3	减法运算电路	116	习题		173
4.3.4	积分和微分运算电路	118	第 6 章	组合逻辑电路	177
本章小结		122	6.1	概述	179
习题		123	6.1.1	组合逻辑电路的特点	179
第 5 章	数字逻辑基础	128	6.1.2	组合逻辑电路的功能描述方法	180
5.1	常用的数制和编码	130	6.2	组合逻辑电路的分析	181
			6.2.1	组合逻辑电路的分析方法	181
			6.2.2	组合逻辑电路分析举例	181
			6.3	组合逻辑电路的设计	184
			6.3.1	组合逻辑电路的设计方法	184





6.3.2	组合逻辑电路设计举例	185	7.4	同步时序电路的设计	242
6.3.3	含有无关项的组合逻辑 电路设计	188	7.4.1	同步时序电路的设计 方法	242
6.4	常用的组合逻辑电路	190	7.4.2	建立原始状态表	243
6.4.1	编码器	190	7.4.3	状态化简及编码	245
6.4.2	译码器	195	7.4.4	同步时序电路的设计 举例	249
6.4.3	加法器	201	* 7.5	异步时序电路	254
6.4.4	数据选择器	204	7.5.1	异步时序电路的分析	254
6.4.5	数据分配器	208	7.5.2	异步时序电路的设计	255
6.4.6	数值比较器	210	7.6	常用时序逻辑电路	258
* 6.5	组合逻辑电路的竞争冒险	213	7.6.1	寄存器	258
6.5.1	竞争冒险现象	213	7.6.2	计数器	262
6.5.2	竞争冒险的判断	214	本章小结		270
6.5.3	竞争冒险的消除	214	习题		271
本章小结		216	第 8 章 信息存储与信号产生、变换 电路		276
习题		217	8.1	半导体存储器及其应用	277
第 7 章 时序逻辑电路		221	8.1.1	只读存储器(ROM)	278
7.1	时序逻辑电路概述	222	8.1.2	随机存取存储器(RAM)	282
7.1.1	时序逻辑电路的特点和 分类	222	8.2	555 定时器及其应用	286
7.1.2	时序逻辑电路的功能描述 方法	223	8.2.1	555 定时器工作原理	286
7.2	触发器	224	8.2.2	555 定时器构成施密特 触发器	287
7.2.1	基本 RS 触发器	224	8.2.3	555 定时器构成多谐 振荡器	291
7.2.2	同步 RS 触发器	227	8.2.4	555 定时器构成单稳态 触发器	293
7.2.3	主从型 JK 触发器	229	8.3	数/模与模/数转换电路	295
7.2.4	边沿型 D 触发器及 JK 触发器	231	8.3.1	D/A 转换器	295
7.2.5	不同类型触发器之间的 转换	235	8.3.2	A/D 转换器	297
7.3	同步时序电路的分析	237	本章小结		307
7.3.1	同步时序电路的分析 方法	237	习题		309
7.3.2	同步时序电路的分析 举例	237	部分习题参考答案		311
			参考文献		316

绪论



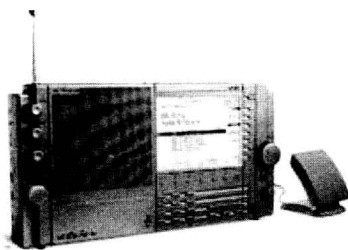
学习目标

- 了解电信号的种类及特点；
- 了解电子器件的发展历史；
- 了解电子电路的种类及特点；
- 了解电子信息系统的组成和种类。

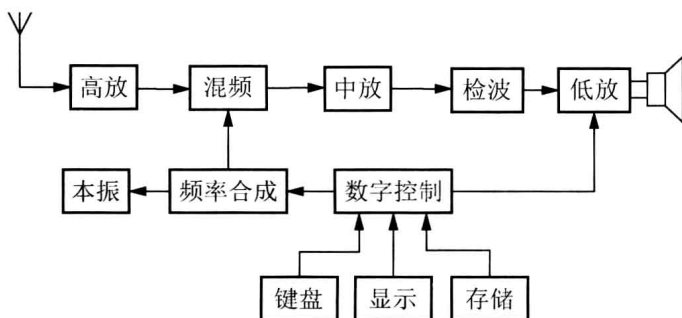


导入案例

在日常生产、生活中有很多电子产品。尽管这些产品五花八门、种类繁多，但它们都是由电子元器件组成的电子电路构成的。图 1.1(a)是最普通的家电产品——收音机的图片。收音机能将从天线接收到的高频信号经检波(解调)还原成音频信号，送到耳机或喇叭变成音波。为了收听到所需要的节目，必须把所需的信号(电台)挑选出来，并把不要的信号“滤掉”，以免产生干扰。同时，还需要有各级放大电路来把微弱的信号放大等。总之，收音机的正常工作必须有相应的电路支撑，要有相应的信号转换过程。图 1.1(b)是数字调频收音机的组成框图。



(a) 收音机实物图



(b) 收音机组成框图

图 1.1 收音机及其组成框图

前面已经对一个小电子产品有了初步认识，但对上述提到的“信号”、“电子元器件”和“电路”等名词还有待进一步了解。这些有关“电子技术”方面的内容将在后面详细讲述。

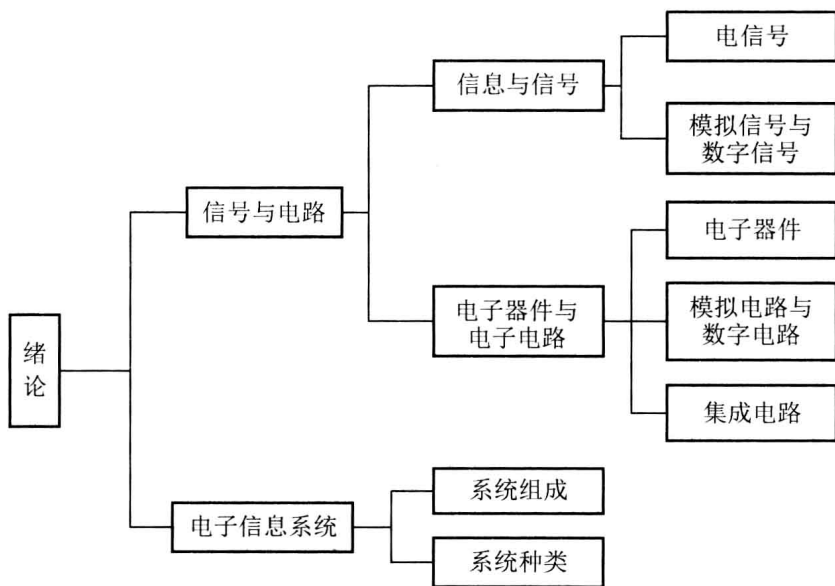
电子技术是根据电子学的原理，运用电子器件设计和制造某种特定功能的电路以解决实际问题的科学，它包括信息电子技术和电力电子技术两大分支。本书讲述信息电子技术，它包括模拟电子技术和数字电子技术。

目前，电子技术已渗透到工业、农业、科技和国防等各个领域。在人们日常生产生活中，电子技术无处不在，如卫星、通信、广播电视、航天航空、计算机以及家用电器等。尤其是进入 21 世纪以来，人类迈入了信息时代，作为信息技术基础的电子技术飞速发展，应用领域更加广泛。

电子技术是对电子信号进行处理的技术，本章主要介绍有关信号和电路的基本概念以及电子信息系统的基本组成和种类，为学好后续内容奠定基础。



知识结构



1.1 信号与电路

1.1.1 信息与信号

人类从产生的那天起，就生活在信息的海洋里。人类社会的生存和发展，每时每刻都离不开接收信息、传递信息、处理信息和利用信息。从结绳记事到烽火告警，从语言文字到电报电话，以及后来的电子计算机到互联网等，信息无处不在，由此可见信息的重要性。

所谓消息，是用文字、符号、数据、语言、图片、图像等能够被人们感官所感知的形式，把客观事物运动和主观思维活动的状态表达出来。消息是信息的载体及表现形式，信息是实质。信号是承载消息的物理量，是消息的运载工具。自然界中存在着电、声、光、磁等各种形式的信号。

1. 电信号

由于非电的物理量可以通过相应的传感器很容易转换成电信号，而电信号的控制和传送比较容易，同时电信号的处理技术也已经比较成熟，所以电信号的应用最广泛。电子技术所处理的对象是载有信息的电信号。

电信号(以下称为信号)的基本形式是随时间变化的电压或电流，信号可以表示为时间的函数，也可用图形，即所谓的“波形”表示，所以“信号”与“函数”两词常相互通用。

信号的种类很多，可从不同的角度对其进行分类。

可用确定时间函数来表示的信号，称为确定信号或规则信号，如正弦信号。若信号不能用确切的函数描述，它在任意时刻的取值都具有不确定性，这类信号称为随机信号或不确定信号。电子系统中的起伏热噪声、雷电干扰信号就是两种典型的随机信号。

在连续的时间范围内有定义的信号称为连续时间信号，简称连续信号。仅在一些离散的瞬间才有定义的信号称为离散时间信号，简称离散信号。

每隔一定时间，按相同规律重复变化的信号称为周期信号，否则为非周期信号。

2. 模拟信号与数字信号

电子技术中的电信号按其不同特点可分为两大类，即模拟信号和数字信号。

在时间和幅值上都连续的信号叫做模拟信号。其特点是幅值可在一定动态范围内任意取值。自然界中的许多物理量均可通过相应的传感器转换为时间连续、数值连续的电压或电流，例如声音、温度等。模拟广播电视传送和处理的音频信号和视频信号是模拟信号。图 1.2(a)所示为一随时间变化的模拟电压信号。

数字信号和模拟信号不同，它是在时间和幅值上均离散的信号，如电子表给出的时间信号、生产流水线上记录零件个数的计数信号等。数字信号的特点是幅值只可以取有限个值。计算机、局域网与城域网中均使用二进制数字信号，目前在计算机广域网中实际传送的则既有二进制数字信号，也有由数字信号转换而来的模拟信号。但是更具应用发展前景的是数字信号。图 1.2(b)所示为数字信号。

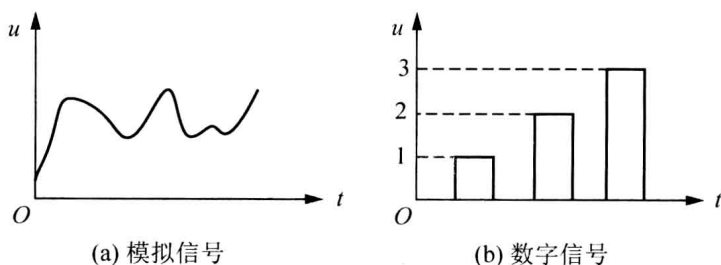


图 1.2 模拟信号和数字信号

模拟信号与数字信号之间可以相互转换。模/数(A/D)转换器将模拟信号转换为数字信号；数/模(D/A)转换器将数字信号转换为模拟信号。

1.1.2 电子器件与电子电路

电子电路是构成电子信息系统的基本单元，而电子电路主要是由电子器件组成的。

1. 电子器件

电子器件是电子技术的核心，电子技术的发展与电子器件的发展密不可分。电子器件的更新换代引起了电子电路极大的变化，出现了很多新的电路和应用，可以说电子器件的发展史就是电子技术的发展史。电子器件的发展经历了电子管、晶体管和集成电路3个阶段。

第一代电子器件以电子管为核心。1904年，世界上第一只电子管在英国物理学家弗莱明的实验室中诞生了。弗莱明为此获得了这项发明的专利权。人类第一只电子管的诞生，标志着世界从此进入了电子时代。

1947年12月，美国贝尔实验室的肖克利、巴丁和布拉顿组成的研究小组，研制出一种点接触型的锗晶体管。晶体管的问世，是20世纪的一项重大发明，是微电子革命的先声。晶体管出现后，人们就能用一个小巧的、消耗功率低的电子器件，来代替体积大、功率消耗大的电子管了。晶体管的发明又为后来集成电路的诞生吹响了号角。

20世纪50年代末期，世界上出现了第一块集成电路，它把许多晶体管等电子元器件集成在一块硅芯片上，使电子产品向更小型化发展。集成电路从小规模集成电路迅速发展到大规模集成电路和超大规模集成电路，从而使电子产品向着高效能低消耗、高精度、高稳定、智能化的方向发展。

图1.3所示的是电子器件发展3个阶段中的产品。



图 1.3 电子器件

2. 模拟电路与数字电路

根据电路所处理的信号不同。电子电路可分为模拟电路和数字电路两大类。

具有对模拟信号进行放大、滤波、调制、解调、传输等处理能力的电子电路叫做模拟电路。模拟电路主要采用电路分析的方法来分析。

能对数字信号进行产生、存储、传输、变换、运算及处理的电子电路叫做数字电路。数字电路主要是研究输出与输入信号之间的对应逻辑关系，其分析的主要工具是逻辑代数，因此数字电路又称为“逻辑电路”。



知识要点提醒

“数字逻辑”是数字电路逻辑设计的简称，其内容是应用数字电路进行数字系统逻辑设计。

与模拟电路相比，数字电路具有如下几个特点。

(1) 便于高度集成化。由于数字电路采用二进制数据，凡具有两个状态的电路都可用来表示 0 和 1 两个数。电路对元器件的参数和精度要求不高，允许有较大的分散性，因此基本单元电路的结构简化对实现数字电路的集成化十分有利。

(2) 工作可靠性高、抗干扰能力强。数字信号用 1 和 0 来表示信号的有和无，数字电路辨别信号的有和无是很容易做到的，从而大大提高了电路的工作可靠性。抗干扰能力强，只要外界干扰在电路的噪声容限范围内，电路都能正常工作。

(3) 便于长期保存。比如可将数字信息存入磁盘、光盘等长期保存。

(4) 产品系列多、通用性强且成本低。数字电路可采用标准的逻辑部件和可编程逻辑器件来实现各种各样的数字电路和系统，使用灵活。

(5) 保密性好。数字电路可以采用多种编码技术加密数字信息，使其不易被窃取。

(6) 具有“逻辑思维”能力。数字电路不仅具有算术运算能力，而且还能按人们设计的规则进行逻辑推理和逻辑判断。

由于数字电路具有上述特点，使其发展十分迅速，因而在电子计算机、数控技术、通信技术、数字仪表等领域都得到了越来越广泛的应用。

3. 集成电路

集成电路采用一定工艺，把电路中所需的晶体管、二极管、电阻、电容和电感等元件及布线互连在一起，制作在一小块或几小块半导体晶片或介质基片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构；其中所有元件在结构上已组成一个整体，使电子元件向着微型化、低功耗和高可靠性方面迈进了一大步。它在电路中用字母 IC 表示。集成电路发明者为杰克·基尔比(基于硅的集成电路)和罗伯特·诺伊思(基于锗的集成电路)。当今半导体工业大多数应用的是基于硅的集成电路。

集成电路具有体积小、重量轻、引出线和焊接点少、寿命长、可靠性高、性能好等优点，同时成本低，便于大规模生产。它不仅在工业和民用电子设备如收录机、电视机、计算机等方面得到广泛的应用，同时在军事、通信、遥控等方面也得到广泛的应用。用集成电路来装配电子设备，其装配密度比晶体管可提高几十倍至几千倍，设备的稳定工作时间也可大大提高。

集成电路按其功能、结构的不同，可以分为模拟集成电路、数字集成电路和数/模混合集成电路三大类。

按制造工艺的不同，集成电路又可分为单极型集成电路和双极型集成电路。

根据集成度的不同把集成电路分为 4 类，见表 1-1。这里的集成度是指组成集成电路的逻辑门或元器件个数。

表 1-1 集成电路分类

类 型	集 成 度	电路规模与范围
小规模集成电路(SSD)	1~10 个门/片或 10~100 个元件/片	逻辑单元电路、逻辑门电路及集成触发器等
中规模集成电路(MSI)	10~100 个门/片或 100~1000 个元件/片	逻辑部件、译码器、计数器及比较器等
大规模集成电路(LSI)	100~1000 个门/片或 1000~10000 个元件/片	数字逻辑系统、控制器、存储器及接口电路等
超大规模集成电路(VLSI)	大于 1000 个门/片或 大于 1 万个元件/片	高集成度数字逻辑系统及单片机等

1.2 电子信息系统

电子信息系统简称电子系统，它有大有小，大到宇宙飞船的测控系统，小到收音机，它们都是电子系统。概括地讲，凡是完成一个特定功能的完整电子装置都可称为电子系统。

1. 电子信息系统的组成

一个电子系统(如导入案例中的收音机)一般包括模拟系统和数字系统，如图 1.4 所示。模拟系统包括信号提取、信号预处理、信号加工以及信号驱动与执行等。信号提取主要是利用传感器将非电物理量转换为电信号或利用接收器接收微弱的电信号；信号预处理包括信号的隔离、滤波、放大等，目的是去除干扰、增强有用信号的幅度；信号加工包括信号的运算、比较、转换等；最后对信号进行功率放大以驱动负载。数/模转换与模/数转换部分是模拟数字混合的电路，起到数字信号与模拟信号相互转换以适应不同电路需要的的作用。

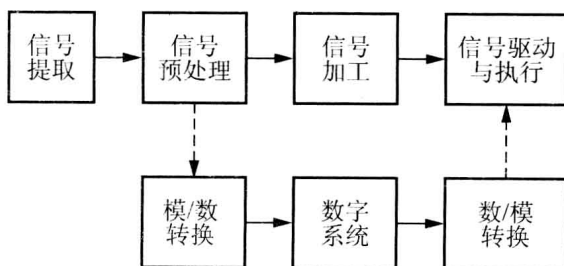


图 1.4 电子信息系统的组成框图

2. 电子信息系统的种类

电子信息系统从功能来看，大概有以下几种。

- (1) 测控系统，如宇宙飞船的飞行轨道控制系统、工业生产控制系统等；
- (2) 测量系统，用于电量及非电量的精密测量；

- (3) 数据处理系统, 如语音、图像、雷达信息处理等;
- (4) 通信系统, 如数字通信、微波通信等;
- (5) 计算机系统, 可以单台工作也可以多台联网;
- (6) 家电系统, 如多媒体彩电、数字式视频光盘机等。

本章小结

本章介绍了信号与电路以及电子信息系统的的相关知识。主要讲述了以下几项内容。

(1) 信号是承载消息的物理量, 电信号的基本形式是随时间变化的电压或电流, 电子技术中电信号可分为模拟信号和数字信号。在时间和幅值上都连续的信号叫做模拟信号; 在时间和幅值上均离散的信号叫做数字信号。

(2) 电子电路主要是由电子器件组成的, 是构成电子信息系统的基本单元, 具有对模拟信号进行放大、滤波、调制、解调、传输等处理能力的电子电路叫做模拟电路; 能对数字信号进行产生、存储、传输、变换、运算及处理的电子电路叫做数字电路。

(3) 集成电路是完成所需电路功能的微型结构, 具有体积小、重量轻、引出线和焊接点少、寿命长、可靠性高、性能好等优点, 同时它的成本低, 便于大规模生产。

(4) 可以完成一个特定功能的完整的电子装置都可称为电子系统, 一个电子系统一般包括模拟系统和数字系统。



阅读材料

电子电路的仿真平台——Multisim 软件

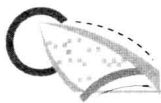
随着计算机技术飞速发展, 电路分析与设计可以通过计算机辅助分析和仿真技术来完成。Multisim 是 Interactive Image Technologies 公司在 20 世纪末推出的电路仿真软件; 是一个专门用于电子电路仿真与设计的 EDA 工具软件, 是广泛应用的 EWB(Electronics Workbench, 电子工作台) 的升级版。作为 Windows 下运行的个人桌面电子设计工具, Multisim 是一个完整的集成化设计环境。

相对于其他 EDA 软件, Multisim 具有更加形象、直观的人机交互界面, 特别是操作其仪器仪表库中的各仪器仪表与真实实验中的完全相同, 而且对模数电路的混合仿真功能也毫不逊色, 几乎能够 100% 地仿真出真实电路的结果。Multisim 在仪器仪表库中不仅提供了万用表、信号发生器、瓦特表、双踪示波器、波特仪(相当实际中的扫频仪)、字信号发生器、逻辑分析仪、逻辑转换仪、失真度分析仪、频谱分析仪、网络分析仪和电压表及电流表等仪器仪表, 还提供了常见的各种建模元器件, 如电阻、电容、电感、三极管、二极管、继电器、可控硅、数码管等。模拟集成电路方面有各种运算放大器及其他常用集成电路, 数字电路方面则有 74 系列集成电路、4000 系列集成电路等, 除此之外还支持自制元器件。

习 题

一、填空题

1. _____ 是承载消息的物理量, 它携带消息, 是消息的运载工具。



2. 在时间和幅值上都连续的信号叫做_____，在时间和幅值上都离散的信号叫做_____。

3. 电子器件的发展经历了_____、_____和_____ 3个阶段。

4. 集成电路按其功能、结构的不同，可以分为_____、_____和_____三大类。

二、选择题

1. 下列信号不属于模拟信号的是()。

- A. 温度 B. 电压 C. 电流 D. 电子表显示的时间

2. 下列不属于电子器件的是()。

- A. 晶体管 B. 电子管 C. 万用表 D. 集成电路

3. 能对数字信号进行产生、存储、传输、变换、运算及处理的电子电路叫做()。

- A. 模拟电路 B. 数字电路 C. 整流电路 D. 放大电路

4. 模拟系统包括()以及信号驱动与执行等。

- A. 信号提取 B. 信号预处理 C. 信号加工 D. 数/模转换

三、问答题

1. 模拟信号和数字信号有何区别?

2. 数字电路有哪些特点?

3. 集成电路按规模划分成哪些种类? 如何界定?

4. 电子信息系统由哪些部分构成?

第 2 章

常用半导体器件



学习目标

了解半导体的导电机理；

理解本征半导体和杂质半导体的概念；

熟练掌握 PN 结的形成及其外特性；

掌握半导体二极管、稳压二极管、晶体三极管和场效应管的工作原理、特性和主要参数。



导入案例

1947 年 12 月 23 日清晨，威廉·肖克利(William Shockley)焦虑不安地驾车穿越纽瓦克境内布满严霜的西部山区。在通往贝尔实验室的那段拥挤不堪的大道上，肖克利对周围的机动车辆几乎全然不顾。他的心思已经不在这里了。这天下午，他所在的研究小组要为上司现场演示一种全新的、颇有前途的电子器件，他要提前做好准备。他深知这种基于半导体的放大器有可能引发一场革命。

第二次世界大战结束后，贝尔实验室开始研制新一代的固体器件，具体由肖克利负责。前两天的一个中午，肖克利的两位同事，理论物理学家约翰·巴丁(John Bardeen)和出生于中国厦门的实验物理学家沃尔特·布拉顿(Walter Brattain)，在一个三角形石英晶体底座上将金箔片压到一块锗半导体材料表面制成两个接触点，当一个接触点为正偏(即相对于第三点加正电压)，而另一个接触点为反偏时，可以观察到输入信号被晶体管放大了。他们把这一发明称为“点接触晶体管放大器”(Point Contact Transistor Amplifier)。它可以传导、放大和开关电流。图 2.1 是历史上第一只晶体管的照片。

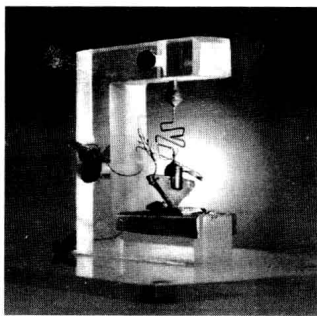


图 2.1 历史上第一只晶体管

1949年肖克利发表了关于PN结理论及一种性能更好的双极型晶体管(BJT)的经典论文,通过控制中间一层很薄的基极上的电流,实现放大作用,次年制成具有PN结的锗晶体管。双极型晶体管是通过控制固体中的电子运动实现电信号的放大和传输功能,比当时的主流产品真空电子管性能可靠、耗电省;更为突出的是体积小得多,因此在应用上受到广泛重视。它很快取代真空管作为电子信号放大组件,成为电子工业的强大引擎,由此引发了一场电子革命,把人类文明带进现代电子时代,所以它被媒体和科学界称为“20世纪最重要的发明”。他们3人因此分享了1956年度的诺贝尔物理学奖。自第一个晶体管被发明以来,各式各样的新型半导体器件凭借更先进的技术,更新的材料和更深入的理论被陆续发明。



知识结构

