



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

钟洪声 主编
汪玲 副主编

电子信息系统 导论

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

The Introduction of
Electronic Information Systems

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材立项项目

钟洪声 主编
汪玲 副主编

导论 电子信息系统

纪高等院校信息与通信工程规划教材
y University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

The Introduction of
Electronic Information Systems

人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目 (CIP) 数据

电子信息系统导论 / 钟洪声主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015. 2
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-37490-5

I. ①电… II. ①钟… III. ①电子信息—信息系统—高等学校—教材 IV. ①G203

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第004305号

内 容 提 要

本书以信息为主线,从电学基本现象开始,介绍电路基本原理和基本特性,介绍人类如何寻求电子运动与信息运动之间的联系,如何借助电子运动来处理信息,将信息运动带入光速时代。同时还从摩尔斯电报到计算机技术,展现了电子信息系统一个又一个划时代的杰作。本书通过对数学模型、核心元器件、基本模块等的说明,以及对各种不同系统实例的介绍,勾画出电子信息系统框架。在此基础上,针对生物系统,推演出信息运动对人类进化以及人类社会发展的意义。

本书概括地介绍电子信息技术相关知识,浅显易懂适合大学生或者电子技术初学者使用。有助于读者建立电子系统宏观概念,了解课程教学内容间的相互联系,引导读者对电子信息科学领域知识的系统深入学习。

-
- ◆ 主 编 钟洪声
 - 副 主 编 汪 玲
 - 责任编辑 滑 玉
 - 责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.5
字数: 329 千字
 - 2015 年 2 月第 1 版
2015 年 2 月河北第 1 次印刷
-

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

电子信息系统是由计算机设备、通信设备、信号处理设备、控制设备及相关配套设备、设施构成的，是按照一定应用目的对信息进行采集、分析、存储、传输等处理的电子系统，涉及电子信息控制和信息处理等多学科理论。本书面向电子信息工程专业以及电子信息领域的学生，以科普形式介绍电子信息系统的基本原理和基本结构，将电路、信息、系统、信息处理等基本思想用浅显易懂的文字表达出来，利于学生了解电子信息系统的一些基本概念和基本原理。

刚进入大学的电子信息专业学生，具有一定的数学和物理知识，对物质运动和电子运动的基本规则已经有比较清楚的理解，对信息和信息技术应用有一定经验。但现代高等教育的模块化、分离化教学方式，使学生无法自主建立电子技术系统知识；不能系统地深入理解信息特征和运动规律；也不能建立比较系统的工程概念。通过本课程的学习，读者将建立电子信息系统的基本概念，有助于以后专业知识的学习；有利于知识的自我总结消化，并逐步形成专业知识体系结构。

本书以电子信息系统的发展历程为导向，首先介绍电子学基础，简单描述了近 200 年来电子学领域的重要发现和重要技术；然后介绍信息系统的基本概念，以及在电子技术与信息关联之后，信息运动进入的一个崭新阶段；在此基础上，由浅入深、由简到繁地介绍了电子信息系统中的数学模型、组织结构、传感器工作原理、编解码技术以及典型的完整电子信息系统。本书后三章，比拟电子信息系统，还介绍了生物进化和社会发展中的信息运动，以拓展学生的视野。

本书由钟洪声主编，汪玲任副主编。

由于编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编者
2015 年 1 月

目 录

绪论	1	5.6 场效应管	75
第1章 电学基础	12	5.7 场效应管的开关工作模式	76
1.1 物质的构成	12	5.8 半导体器件组成的数字逻辑电路	78
1.2 电荷运动的基本特性	13	第6章 电子计算机	82
1.3 电路的基本概念及特性	16	6.1 数字信号	82
1.4 电源	19	6.2 CPU	84
1.5 电信号及其特性	21	6.3 存储器	85
1.6 电信号的观察	22	6.4 计算机工作程序	89
第2章 信息与信息科学	27	6.5 数据结构	93
2.1 信息	27	6.6 微型控制芯片	97
2.2 信息处理与信号	31	6.7 电路系统设计的软件化	99
2.3 信息科学与技术	34	第7章 信号转换与接口	102
第3章 电子信息系统与数学模型	37	7.1 电信号的产生	102
3.1 数学模型与系统	37	7.2 信号与信息表达	107
3.2 数字信号系统	42	7.3 电信号的传输	112
3.3 自适应系统	44	7.4 信号的同步	114
3.4 工程系统	47	7.5 信道	117
第4章 电路系统	51	第8章 编解码	120
4.1 电路系统的基本结构	51	8.1 信息编码	121
4.2 电路系统的基本任务	56	8.2 电信号形式	124
4.3 模块化和标准化设计	59	8.3 信号调制和解调	126
4.4 电子信息系统设计基本思想	61	8.4 数字信号编码和解码	129
第5章 半导体器件	65	8.5 信道的编解码	132
5.1 半导体材料及半导体结构	65	8.6 信号的理解与识别	136
5.2 二极管和三极管	67	第9章 电子信息系统实例	141
5.3 二极管应用简介	69	9.1 通信系统	141
5.4 三极管应用简介	71	9.2 广播电视系统	145
5.5 运算放大器及应用	73		

9.3 网络.....	148	11.2 神经网络系统结构.....	180
9.4 导航系统.....	151	11.3 信息处理中心.....	183
9.5 自动控制系统.....	153	11.4 创新行为.....	189
9.6 雷达系统.....	156	第 12 章 信息社会.....	192
第 10 章 生物信息与人类进化.....	161	12.1 社会系统结构.....	192
10.1 物质运动与生命诞生.....	161	12.2 信息流量对社会结构影响.....	197
10.2 生命繁衍与遗传信息 DNA.....	163	12.3 信息促进社会进步.....	199
10.3 能源的获取与有效利用.....	168	12.4 网络.....	203
10.4 信息的获取与有效利用.....	171	12.5 地球村.....	206
10.5 群居与社会.....	173	编后语.....	209
第 11 章 人脑.....	176	参考文献.....	210
11.1 脑的进化.....	176		

人类社会发展到今天, 电子信息技术扮演着重要的角色。电子和信息本是两个不同的概念, 但这两个东西被人为地组合在一起后, 为人类生活带来了巨大的变化。从简单的电报、电话到网络技术, 都是电子信息技术的产物。

今天, 电子信息技术已经深入到人类活动的各个方面。我们简单描述一天的生活: 清晨起床后, 打开电视, 各种新闻、信息通过视觉、听觉器官进入我们的大脑; 到达工作单位, 打开电子计算机, 各种参数、报表和数据出现在我们面前; 通过网络办公、采购电子测试设备; 中午通过电话、网络订一份午餐、获取证券交易实时数据, 享用快捷服务; 下午短信、电话铃声响起, 朋友邀约去看一场 3D 电影; 晚上回到家里, 打开智能冰箱, 取出标准配置的食物, 放入智能厨具中, 十几分钟就可以享用美味食物; 接通视频电话, 与家乡的父母以及远在国外求学的子女面对面交流, 享受家庭三代同堂的快乐。这样的生活方式, 离不开电子信息技术的支持。

现代人类已经无法离开电子信息技术。那么电子信息技术为什么能够进入人类社会生活? 电子信息技术又是如何改变世界, 并且还将如何改变和影响人类的未来发展呢? 本书将为读者推开这一扇知识的大门, 让读者了解电子信息技术。

1. 电子信息技术的概念

电子信息技术不仅是人类认识客观物理世界的产物, 更是人类创造发明活动的产物。借助电子信息技术, 人类制造出各种工具、设备, 并推广应用到人类活动的各个领域, 极大地改变了人类的生活方式。

电子信息技术与其他专业知识一样, 是人类长期认识和实践活动的结果。谈到知识, 我们先提出一个问题, 什么是知识? 知识, 来自人类群体长期认识和实践活动, 是以人类大脑信息处理为基础的。那些符合自然规律的“信息”, 逐步被固化成一种理论或者学说。反映这些理论或学说的信息, 通过文字、语言、图形、数学公式等形式保留下来, 由人类不断传承和发展。信息不等于知识, 但知识需要一定的信息方式表达, 人类是通过信息流动的方式获取、存储和处理知识。

电荷运动是自然界的一种普遍现象和规律, 人类利用电子运动来传送和处理信息, 极大地提高了信息运动的速度。最典型的实例就是电子通信技术和电子计算机技术, 电子通信技术利用电荷运动实现信息的快速高效传送; 电子计算机利用电荷运动, 完成信息的高速高效

处理。因此,简单地说,电子信息技术,就是借助电荷运动来实现信息运动的手段和方法。

利用电荷运动规律来为人类服务,利用的手段和方法就是电子技术。其实电子技术不仅用于传送和处理信息,也用于传输能量,称为电力传输。由于本书重点讨论电子信息技术,所以对于电力传输技术不展开讨论。

尽管人类的生存发展都伴随着信息运动,信息处理技术也不一定需要利用电子技术来实现。比如,古代人们利用草绳记事,是一种很简单的信息存储技术;算盘,是利用机械原理,完成数字信息的运算处理;文字,利用符号记录信息。但是,信息必须要载体。当信息离开人脑,进入到各种不同载体中时,需要不同的形式转换和编码。比如,转换为声音信号、文字信号和图像信号。声音信号直接在空气中的传播距离有限;文字和图像信号需要借助物质记录器,如简牍、皮革和纸张等。这些物理形态的载体,在信息记录量、信息传输速度方面,均不是最佳方式。随着电子技术的发展,人类选择利用电荷运动的方式作为信息载体。这就开启了人类现代电子信息技术的新时代。

2. 电子信息系统框架及应用

电子信息系统是人类利用电荷运动规律完成信息有序运动的设备或者机构,如通信系统、广播电视系统、自动控制系统等。

电子信息系统是一种通用的描述,其框架如图 0-1 所示,主要包括:信息获取、信息传输、信息处理、信息存储以及信息应用等模块。每一种模块完成特定的功能。信息的获取,需要利用电子信息技术获取收集信息,比如,CT 仪利用电子信息技术,获取人身体或者大脑的断面图像信息。信息传输,最典型的实例就是我们日常应用的电子通信系统。信息处理,电子计算机本身就是一种典型的信息处理设备。因此,人们在设计电子信息系统时,往往根据具体的应用背景设计其系统结构。



图 0-1 电子信息系统框架图

人类创造和发明的工具(或者设备),实际上有一个原则和趋势,那就是模仿人类自身的能力,或者说实现人类控制能力的延伸。比如,显微镜和望远镜,扩展人眼的观察能力和范围,使人类能够获取更多的信息;蒸汽机、内燃机和电动机,具备超强的动力。这种动力能够为人控制,放大了人类的体力,超越所有动物的极限。电子信息系统也不例外。

电子信息系统的关键点在于信息处理在系统中起主要作用。因为所有的人造设备系统,实际上都离不开信息处理和信息应用(或者控制)。比如,自动控制系统对机械系统的运动目标或者运动程序的控制,在一定的条件下,能够自适应完成其运动任务。

电子信息系统涉及的领域很宽,几乎能够涵盖目前所有的智能化、信息化设备。以下我们先简单通过几个电子信息系统典型实例进行介绍。

(1) 通信系统

通信系统是人类应用最早,也是应用最广泛的一种电子信息系统,其主要任务是将信息传送到需要的地方。在电子信息系统框架中,通信系统主要属于信息传输部分,由最基本的 5 部分构成:信源、编码、信道、解码和信宿,如图 0-2 所示。

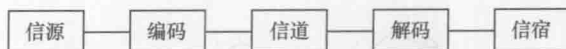


图 0-2 通信系统基本框架

现代通信系统比较复杂，已经建立全球通信网络系统，各种信息数据通过现代通信系统进行处理。通信系统各组成部分的组织形式有多种，比如，信道可分为：无线、光纤或电缆等方式。其中无线信道也可分为：城市中的无线移动方式或卫星的转接方式。我们最熟悉的通信工具——手机，就是连接在通信系统网络上的一个端点。每个手机具有一个独立的编号（手机号），可以通过通信网络与连接在网络上的另一个端点建立通路，声音信号可以通过这条路径传送到对方。移动通信示意图如图 0-3 所示。

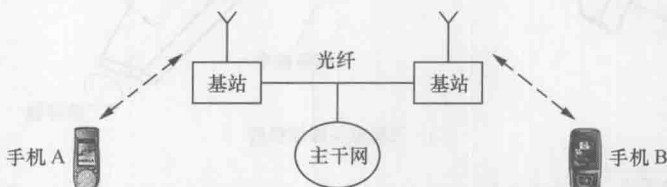


图 0-3 移动通信示意图

现代手机已经不再是简单的通话工具，其具有的功能越来越多，不仅可以传送语音、文本和图像数据，还可以实现摄像、计算、GPS 定位等功能，已经成为人们日常活动不可缺少的工具。

（2）自动驾驶仪

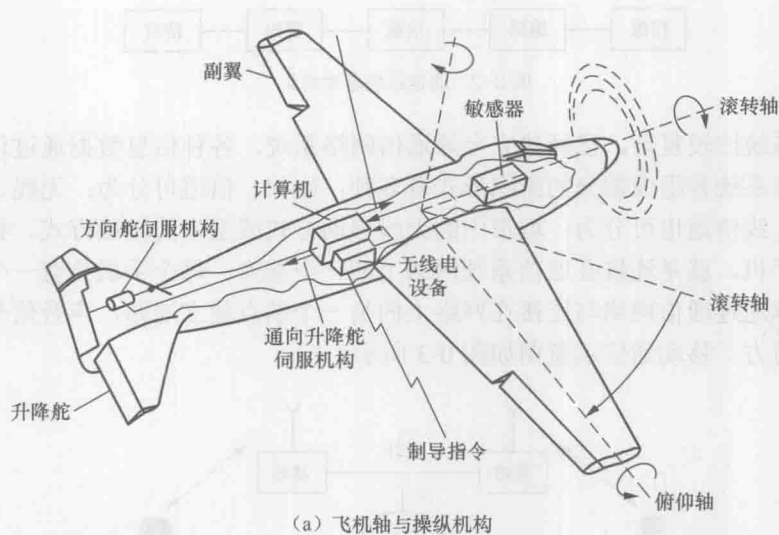
对于电子信息系统而言，自动控制系统主要体现在信息的采集、处理和应用方面，是比较典型的信息处理系统模式。在早期的自动控制系统中，信息处理往往比较简单，相当于是一种条件反射型的应对机构，也称为自适应系统或者反馈控制系统。所谓条件反射型，是指出自动物的简单反应，不需要大脑的思考。比如，当我们肌体接触到高温物体时，会自动跳开，避免受到伤害。

高档自动控制系统的核心是电子计算机，需要进行复杂的信息处理，如图 0-4 所示的飞机自动驾驶仪。当飞机进入飞行航线后，可改由电子计算机自动控制，不再需要人工操作。电子计算机获取各种信息，包括航线位置、高度、气象数据、飞行姿态等，然后对这些数据进行分析处理（按设定程序），再根据信息处理结果控制各发动机、机翼等操控单元，实现飞机平稳地按航线飞行。

（3）机器人

机器人是人类按自身行为模式设计的一个机器，是一个典型的仿造人类功能的电子信息系统，如图 0-5 所示。机器人是自动执行工作的机器装置，一般由执行机构、驱动装置、检测装置、控制系统和复杂机械等组成。它既可以接受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，也可以根据人工智能技术制定的原则行动。它是高级整合控制论、机械电子、计算机、材料和仿生学的产物。

尽管现代电子信息技术已经很发达，但是机器人设计技术以及其功能与人类相比，还远不能望其项背。工业领域更多的还是利用机械手臂完成特定的一些任务，以提高生产效率。



(a) 飞机轴与操纵机构



(b) 系统方框图

图 0-4 飞机自动驾驶示意图

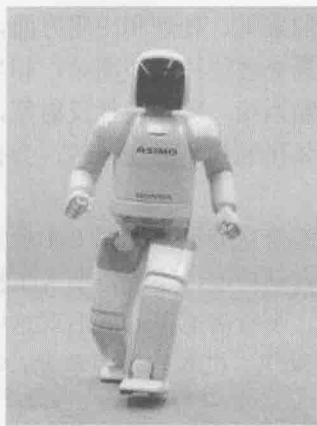


图 0-5 仿生机器人

电子信息系统如此神奇，已经广泛融入人类社会，影响人类的生产和生活。它还渗透到社会的各个领域，推动社会的进步。未来电子信息技术还将不断发展，给世界带来更多的变化。

3. 电子信息技术发展概况

人类很早就认识电，主要是自然界中的电，比如雷电。人类利用电，是近 200 年的事情。下面我们将跟随历史发展的进程，以关键技术的突破为线索，介绍电子信息技术的发展概况。

(1) 电池的发明

1790 年，45 岁的意大利物理学家伏特(见图 0-6)

发明了伏特电堆（电池），这是历史上的神奇发明之一。为了纪念他，电动势的单位以他的名字命名为“伏特”，以符号 V 表示。

电池的发明，改变了以前人们只能研究静电物理现象的状况。电池能够提供稳定的电流输出，为电子技术的研究和发展提供了基本条件。比如，欧姆（见图 0-7）就是利用电池提供的稳定电流，发现了欧姆定律，揭示了金属导线的导电特性。

1826 年 4 月，37 岁的欧姆发表论文，确定欧姆定律的定量表达式，即电路中的电流强度和电势差成正比，而与电阻成反比。为纪念他，电阻的单位以他的名字命名为“欧姆”，以符号 Ω 表示。



图 0-6 伏特 (1745–1827, 意大利物理学家)



图 0-7 欧姆 (1789–1854, 德国物理学家)

今天, 电池技术取得巨大进步, 我们日常应用的电子产品, 很多还依靠电池提供工作能量。比如, 手机、平板电脑等。

(2) 电报电话

电报的应用分两个阶段: 有线电报和无线电报。

1844 年 5 月 24 日, “用电线传递消息”的奇迹发生, 35 岁的摩尔斯 (见图 0-8) 发出了人类历史上的第一份电报: “上帝创造了何等奇迹!”。电文通过电线很快传到 60 多千米开外, 摩尔斯的助手接到了他传来的电文, 并准确无误地把电文译了出来。1844 年 5 月 24 日成了国际公认的电报发明日。

电报技术开创了人类利用电流传递信息的先河。利用一个手动开关控制电流的通断时间, 将信息编码加载到电流运动中; 利用电流运动的高速快捷, 实现远距离信息传送。今天看来这个技术十分简单, 但是在 170 年之前, 是一个伟大奇迹。自从电报问世, 人类的通信方式发生深刻变化, 其传输效率远远高于书信邮寄方式。

无线电报是在有线电报之后 51 年问世。讲到无线电报, 就不得不讲到电学的运动的重要特性, 就是电磁波; 也必须提到一位著名科学家麦克斯韦。

1873 年, 42 岁的麦克斯韦 (见图 0-9) 出版《论电和磁》, 把电和光统一起来。该书被尊为继牛顿《自然哲学的数学原理》之后的一部最重要的物理学经典著作。科学史上, 称牛顿把天上和地上的运动规律统一起来为第一次大综合; 麦克斯韦实现了第二次大综合, 因此与牛顿齐名。没有电磁学就没有现代电工学, 也就不可能有现代文明。



图 0-8 摩尔斯 (1791–1872, 美国画家和发明家)



图 0-9 麦克斯韦 (1831–1879, 英国物理学家、数学家)

麦克斯韦本人没有看到电磁波的应用, 电磁波的实验证明由另外一位伟大的科学家完成。1888 年, 31 岁的赫兹 (见图 0-10) 首先通过实验证实了电磁波的存在。由于其对电磁学的巨大贡献, 频率的单位以他的名字命名为“赫兹”, 以符号 Hz 表示。

1895 年, 在博洛尼亚大学学习的 21 岁的马可尼 (见图 0-11) 把赫兹的研究成果付诸实

际应用，发明了无线电发射和接收装置，并完成了一次信息传播距离达到了 2.7km 的实验，实现了历史性的突破。马可尼因此被称为“无线电之父”。



图 0-10 赫兹 (1857–1894, 德国物理学家)



图 0-11 马可尼 (1874–1937, 意大利著名的物理学家和工程师)

自此后，无线电技术被广泛应用于电报系统。由于无线电台设置的灵活性，其应用拓展到了航海、航空等领域，给人类社会的活动带来了很大的改变。

电话的出现是在发明有线电报之后。由于电报只能传送文字代码，相当于提高了信件的传送速度，但无法实现与对方实时语言交流。有了电报之后，人类的想象力被激发，希望能够实现远距离通话。

以贝尔为代表的发明家们不断努力，几乎在同一时间，发明并设计出了电话。目前，大家公认的电话发明人是贝尔（见图 0-12），他于 1876 年 2 月 14 日在美国专利局申请电话专利权。贝尔发明了世界上第一台可用的电话机，创建了贝尔电话公司，被世界誉为“电话之父”。其实，就在他提出申请两小时之后，一个名叫 E·格雷的人也申请了电话专利权。

(3) 电子三极管及应用

爱迪生发明了电灯，并在实验中发现了“爱迪生效应”：加热碳丝后，会有热电子从碳丝里发射出来，然后，被阳极电极收集而形成电流。德福雷斯特（见图 0-13）注意到这一现象，并潜心研究。1904 年，31 岁的德福雷斯特利用“爱迪生效应”发明了世界上第一支真空电子三极管（见图 0-14）。

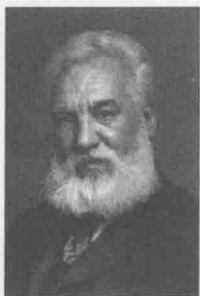


图 0-12 贝尔 (1847–1942, 美国发明家和企业家)

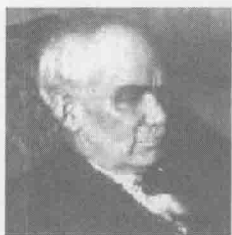


图 0-13 德福雷斯特 (1873–1961, 美国发明家)



图 0-14 电子三极管

电子三极管的问世，开启了电子技术新时代。电磁波经过远距离传输，接收端收到的感应信号十分微弱，这样的弱电信号很难被有效利用。而利用电子三极管设计的放大器，可以将微弱的电信号放大，实现远距离电信号传输。直至今日，我们很多信号参数的放大还依靠电信号放大方式解决。比如，扩音器先将声音信号转换为电信号，利用放大器将其放大，再

利用扬声器还原声音信号，从而实现声音的放大。

电子三极管的出现，推动了广播电视系统的发展。1906年，加拿大发明家费森登首度利用无线电台发射出“声音”，就此开始了无线电广播。

收音机（见图 0-15）很快进入家庭，人的声音从一个小箱子中传出，再度启发人们的好奇：既然能够听到播音员的声音，更希望能够看见活动的图像。在这种好奇心驱使下，电视机出现了。1925年10月2日，英国科学家贝尔德（见图 0-16）制造出了第一台能传输图像的机械式电视机，这就是电视的雏形，如图 0-17 所示。

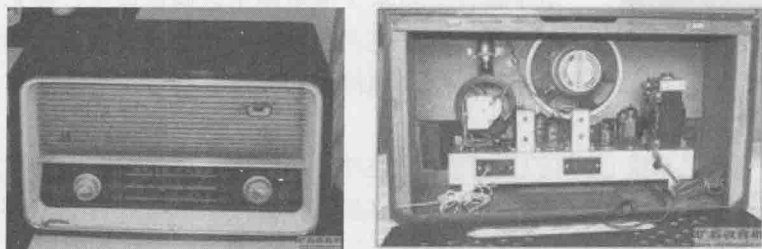


图 0-15 收音机及内部结构



图 0-16 贝尔德（1888–1946，英国科学家）

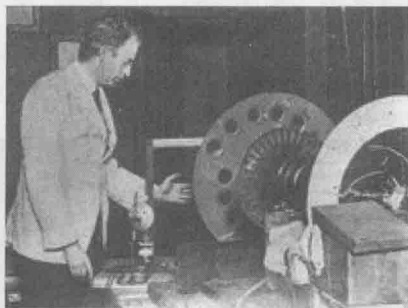


图 0-17 机械式电视机

（4）半导体与集成电路

电子管需要灯丝才能工作，工作时温度高、同时体积又大；利用电子管设计的电路系统体积也大。能否对其进行改进？人们总是不断探索新思路和新方法。终于人们利用半导体材料设计制造出与电子三极管相同作用的器件，称为半导体（晶体）管。半导体管无灯丝，体积小，重量轻。

1945年下半年，贝尔电话实验室成立了以肖克利（见图 0-18）为组长，以肖克利、巴丁、布拉顿为核心的固体物理学研究小组，开展半导体基础研究。1947年12月23日发明点接触晶体管。1949年肖克利提出结型晶体管理论。肖克利、巴丁、布拉顿共同获得1956年度诺贝尔物理学奖。

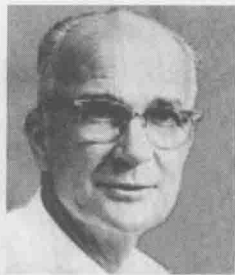


图 0-18 肖克利（1910–1989，美国物理学家）

半导体管的出现，结束了几十年的电子管时代，开启了半导体硅时代。很快出现了半导体收音机、电视机等电子产品。凡是用电子管的电子产品，绝大部分都可以利用半导体管替代。

随着半导体材料的应用,晶体管、MOS 管相继出现。其工作原理类似,能够实现对电信号的有效控制。到上世纪 50 年代,一个重要的工艺改变了人类社会,这就是集成电路工艺。

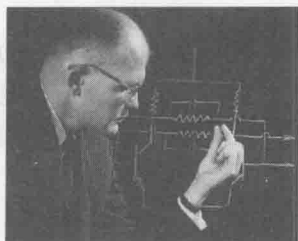


图 0-19 基尔比 (1923–2005, 美国物理学家)

1958 年, 35 岁的美国物理学家基尔比 (见图 0-19) 宣布制作完成第一块集成电路。集成电路是经过氧化、光刻、扩散、外延、蒸铝等半导体制造工艺, 把构成具有一定功能的电路所需的半导体、电阻、电容等元件及它们之间的连接导线全部集成在一小块硅片上, 然后焊接封装在一个管壳内的电子器件。自从集成电路工艺问世以来, 摩尔定律预言, 每 18 个月, 电子芯片的集成度提高 1 倍, 其成本下降 50%。几十年来, 这个预测与实际发展吻合。

(5) 电子计算机

计算工具并不是只有通过电信号的控制与处理才能实现。电子计算机产生之前, 人类利用各种机械材料设计了信息处理工具, 比如, 算盘、计算尺、机械式计算器等。然而, 电信号的光速特性, 决定了利用电信号实现计算和处理最为有效。

1944 年, 美国工程师莫奇利 (见图 0-20) 和埃克特 (见图 0-21) 合作, 创建了一家电子数学计算设备设计制造公司, 于 1946 年生产出第一台实用的电子数学积分数字计算机——“埃尼亚克” (见图 0-22)。这台计算机是个庞然大物, 占地 170 平方米, 重 30 吨, 功率为 174 千瓦。但它的计算速度却是手工的 20 万倍, 它是当时的一项伟大发明。



图 0-20 莫奇利 (1907–1980, 美国工程师)



图 0-21 埃克特 (1919–1995, 美国工程师)

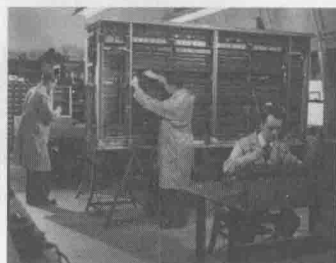


图 0-22 第一台数字计算机埃尼亚克



图 0-23 冯·诺依曼 (1903–1957, 美籍匈牙利人, 物理学家、数学家、发明家)

最早的计算机是由电子管组成的, 体积笨重、高耗能、速度慢。随着半导体 (晶体) 管的问世, 计算机设计很快得到改进。而集成电路的出现, 才使得电子计算机进入到寻常百姓家中。

奠定现代电子计算机系统结构的人是“现代电子计算机之父”——冯·诺依曼 (见图 0-23), 他是电子计算机 (EDVAC, 世界上第一台现代意义的通用计算机) 的发明者。EDVAC 首次使用二进制而不是十进制进行编程计算, 它由 5 个基本部分组成: 运算器、控制器、存储器、输入装置、输出装置。

这种体系结构一直延续至今, 现在使用的计算机, 其基本工作原理仍然是存储程序和程

序控制, 所以现在计算机一般被称为冯·诺依曼结构计算机。

电子计算机的问世, 不仅在一定程度上解放了人类脑力劳动, 还为电子信息系统提供了一个典型框架, 直接推动数字化的发展。其基本思路是: 各种模拟信号可以先转换为数字信号, 然后利用电子计算机的快速处理能力处理数字信号。所以, 不同的信息, 理论上都可以用电子计算机来处理。现在很多电子信息系统, 大到通信系统、网络系统, 小到微波炉、洗衣机, 均依靠电子计算机芯片进行数据处理。

(6) 计算机网络

随着电子计算机的普及, 计算机与计算机之间的信息交流需求又被提出。人们将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备, 通过通信线路连接起来, 在特定操作系统、管理软件及通信协议的管理和协调下, 实现资源共享和信息传递的计算机系统定义为计算机网络。

根据信息交流的范围, 计算机网络类型通常划分为: 局域网、城域网和广域网。

局域网 (LAN) 是我们最常见的、应用最广的一种网络, 其连接范围窄、用户数少、配置容易、信息传输速率高。目前主要的 LAN 有: 以太网 (Ethernet)、令牌环网 (Token Ring)、光纤分布式接口网络 (FDDI)、异步传输模式网 (ATM) 以及无线局域网 (WLAN)。其中数据传输速率最快的是 10Gbit/s 以太网。

城域网 (MAN) 一般来说是在一个城市内、但不在同一地理小区范围内的计算机互联。MAN 与 LAN 相比, 信息传播距离更大, 连接的计算机数量更多; 在地理范围上, 可以说 MAN 是 LAN 网络的延伸, 一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN 网。城域网多采用 ATM 技术做骨干网。

广域网 (WAN) 也称为远程网, 所覆盖的范围比 MAN 更广。它一般是在不同城市之间的 LAN 或者 MAN 网络互联, 地理范围可从几百公里到几千公里。因为距离较远, 信息衰减比较严重, 所以这种网络一般是要租用专线, 通过接口信息处理协议和线路连接起来。WAN 因为所连接的用户多, 总出口带宽有限, 所以用户的终端连接速率一般较低。

另外, 按照传输介质划分, 计算机网络可分为: 有线网、光纤网和无线网; 按通信方式划分, 又可分为: 广播式传输网络和点对点式传输网络等。计算机网络技术的迅猛发展, 使得我们能够很容易地与地球上任何地方的人交流, 全球各种数据信息能够轻松实现共享。

4. 电子信息系统理论基础“三论”

广泛的实际工程应用, 不断推动电子信息技术的发展。而理论的更新, 为电子信息技术的发展奠定基础。20 世纪 60~70 年代, 著名的“三论”更新了人类的认识模式, 对电子信息技术的发展起到了重要作用。“三论”即“信息论”、“系统论”、“控制论”。

(1) 信息论

信息论是一门用数理统计方法来研究信息的度量、传递和变换规律的科学。它主要是研究通信和控制系统中普遍存在着信息传递的共同规律以及研究最佳解决信息的获取、度量、变换、储存和传递等问题的基础理论。

香农 (见图 0-24) 被称为“信息论之父”。人们通常将香农于 1948 年 10 月发表在《贝尔系统技术学报》上的论文《A Mathematical Theory of Communication》(通信的数学理论) 作为现代信息论研究的开端。在该文中, 香农给出了信息熵的定义。

(2) 系统论

系统论的基本思想是把所研究和处理的对象，当作一个系统，分析系统的结构和功能，研究系统、要素、环境三者的相互关系和变化的规律性，并优化系统。世界上任何事物都可以看成是一个系统，系统是普遍存在的。

系统思想源远流长，但作为一门科学的系统论，人们公认是美籍奥地利理论生物学家贝塔朗菲（见图 0-25）创立的。他在 1932 年发表了《抗体系统论》论文，提出了系统论的思想。1937 年提出了一般系统论原理，奠定了这门科学的理论基础。确立这门科学学术地位的是 1968 年贝塔朗菲发表的专著：《一般系统理论基础、发展和应用》。该书被公认为是这门学科的代表作。

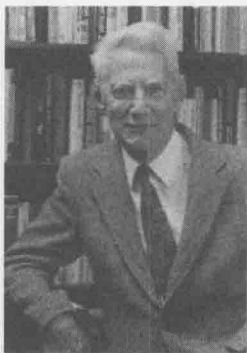


图 0-24 香农（1916–2001，
美国科学家）



图 0-25 贝塔朗菲（1901–1972，
美籍奥地利生物学家）

(3) 控制论

在控制论中，“控制”的定义是：为了“改善”某个或某些受控对象的功能或发展趋势，需要获得一定的信息并作用于该对象上，这个过程就叫做控制。由此可见，控制的基础是信息，一切信息传递都是为了控制，进而任何控制又都依赖于信息反馈来实现。



图 0-26 诺伯特·维纳（1894–1964，
美国应用数学家）

自从 1948 年美国应用数学家诺伯特·维纳（见图 0-26）出版了著名的《控制论——关于在动物和机器中控制和通讯的科学》一书以来，控制论的思想和方法已经渗透到了几乎所有的自然科学和社会科学领域。维纳把控制论看作是一门研究机器、生命体、社会生活中控制和通信的一般规律的科学，是研究动态系统在变化环境条件下如何保持平衡状态或稳定状态的科学。他特意创造了“Cybernetics”这个英语新词来命名这门科学。它揭示了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律；为现代科学技术研究提供了崭新的科学方法；它从多方面突破了传统

思想的束缚，有力地促进了现代科学思维方式和当代哲学观念的一系列变革。

“三论”的出现，从理论上改变了人们对世界的看法。人们对客观世界的认识，从局部的领域扩展到系统的思想。信息概念的出现，使其脱离物质世界，形成新的信息观念。信息流与信息对系统控制的作用，不仅推动了电子信息系统的发展，也反映了社会管理系统领域的

一门艺术。

5. 电子信息技术深刻影响人类社会发展

为什么电子信息技术能够深刻影响人类社会发展？这个问题，先得从信息谈起。

信息论作者维纳说：信息不是物质，信息不是能量。我们设想，如果宇宙没有生命，信息可能存在，但是谁来感知物理世界的各种信息？当然更谈不上信息的利用。再观察生命的运动，生命运动是物质、能量、信息三大运动的有机组合。也就是说，自从生命诞生，信息运动就伴随其成长。生命体是有形的物质体，生物需要获得更多的能量才能满足自身发展的需要。生物竞争中，充满力量 and 智慧的较量。可以总结出一个原则：信息应用水平直接反映生物进化的水平。

人类本身就是一个最复杂、最精细、最完美的电子信息系统。人类大脑是世界上最复杂的“信息处理中心”，产生意识，负责处理各种信息，存储知识，管理身体各部分。人体也是最复杂的机械结构，由 206 根骨骼和 640 条肌肉组成，可以完成复杂精细的机械动作。人的一些简单的动作，需要多条肌肉组合运动。肌肉的运动与电动机不同，它会收缩和放松。控制肌肉收缩的信号是电信号。这些电信号是大脑发出的，经过人体中复杂的神经网络，十分精准地控制各条肌肉。比如，人大笑这样一个十分简单的动作，据说需要面部 15 条肌肉参加运动，机器人很难模仿。人两足行走，需要复杂的动态控制保持稳定性。人们在设计机器人时发现，两足机器人比四足机器人需要更复杂的精准的控制程序。

其实，人类社会的发展也类似，信息的利用水平也反映了人类社会发展的水平。人类设计制造了大量的电子信息系统。这些系统实际上是人类大脑功能的延伸，拓宽人类控制的空间。电子信息系统按人类设计的程序，完成信息处理，其结果再送回人类大脑处理，最终的决策权一般来说还是人，电子计算机只是一个工具。人类依靠信息处理或者智慧能力进化，取得动物界的绝对优势。电子信息技术的发展，又进一步推动人类智慧的发展。这就回答了为什么电子信息技术深刻影响人类社会发展的问題。

以上几点，作为引子，简单介绍电子信息系统概念，并不能全面表述电子信息系统理论体系和基本工作模式。

本书的内容将首先从电子运动基本规律、信息的基本概念、电路基本模块、数学基本表达描述，到基本电路、电路与信息结合、信息是如何利用电荷运动作为载体，再到常用的电子信息系统，包括通信系统、探测系统等，最后拓展到生物和社会学领域的信息技术、电子信息技术发展、影响和促进人类社会的发展与变化；从小到大，从单元电路到电子信息系统，从电子信息系统到人类社会系统，全面地展开介绍。

