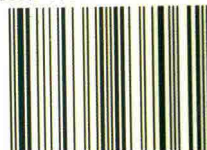


新时期
电子信息原理与技术探索

ISBN 978-7-5692-3706-1



9 787569 123706 1 >

定价：49.00元

新时期 电子信息原理与技术探索

◎ 华 杰 著

图书在版编目 (CIP) 数据

新时期电子信息原理与技术探索 / 华杰著. —长春:
吉林大学出版社, 2018. 10

ISBN 978-7-5692-3706-1

I. ①新… II. ①华… III. ①电子信息—研究 IV.
① G203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 257552 号

书 名 新时期电子信息原理与技术探索

作 者 华杰 著

策划编辑 魏丹丹

责任编辑 徐佳

责任校对 魏丹丹

装帧设计 凯祥文化

出版发行 吉林大学出版社

社 址 长春市人民大街 4059 号

邮政编码 130021

发行电话 0431-89580028/29/21

网 址 <http://www.jlup.com.cn>

电子邮箱 jdcbs@jlu.edu.cn

印 刷 河北纪元数字印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 12.5

字 数 228 千字

版 次 2018 年 10 月 第 1 版

印 次 2018 年 10 月 第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5692-3706-1

定 价 49.00 元

版权所有 翻印必究

前言

电子信息科学技术是信息科学技术中的主要内容，它代表了当今社会最具潜力的新的生产力。电子信息科学技术是指研究信息的获取、传输、处理、存储和应用的科学技术，它是以微电子和光电子技术为基础，以计算机技术为手段，以电子信息系统、通信系统和控制系统为主要应用的一门综合性的技术。

随着电子信息科学技术的飞速发展，其与各学科、各生产企业之间相互渗透、日趋融合，因而全面了解电子信息科学技术的基本概念、专业内容、发展趋势以及关键技术十分必要。随着时间的推移，现代电子信息科学与技术的发展出现了如下趋势：软件与硬件在电子设备中结合，硬件功能软件化；计算机与电子设备融为一体；集成电路的设计取代了原整机设计的大部分工作，甚至一块集成电路芯片就是一个电子信息系统。

进入 21 世纪以来社会信息化已成为当代社会发展的趋势，信息化水平也成了衡量现代化水平和综合国力的重要标志。在这一背景下，社会对电子信息科学与技术人才的需求日益增长。

本书共有五章，对新时期的电子信息技术研究进行了系统的分类，各章节相对独立，读者在学习或者阅读时可以自由选择。书中内容十分丰富，不仅包括了新时期的计算机网络具体应用及研究热点，同时也对数字技术进行了详细的阐述，并且对信息处理技术做了细化研究，最后从我国图书馆的虚拟现实应用入手进行新时期的信息研究探索。

全书共有两个特色值得一提：其一，内容系统、全面，作者试图建立一个

完整的新时期的电子信息原理理论；其二，在理论研究的基础之上，注重实用性和可操作性，尽可能用平实的语言把新时期电子信息原理技术论述得全面、透彻。

作者撰写本书的过程中参考引用了很多专家、学者的研究资料和成果，在此表示最诚挚的感谢。希望本书能得到从事电子信息技术行业的朋友们的肯定，能够在一段时间内满足当下的中国对电子信息技术需要，为推动中国科学技术的发展贡献属于自己的力量。但是由于时间和精力有限，书中难免会有不妥之处，敬请广大读者予以指正。

华 杰

2018年4月

目 录

第一章 导 论	1
第一节 信息化社会背景	1
第二节 信息科学技术与研究领域	2
第三节 电子技术的发展	21
第二章 计算机网络与通信技术	29
第一节 计算机网络概述	29
第二节 Internet	42
第三节 无线互联网和 IEEE802. 11	59
第四节 现代通信技术	64
第三章 数字技术	72
第一节 数字技术的起源与优势	72
第二节 模数变换	76
第三节 数字通信编码方式	83
第四章 信号与信息处理技术原理	106
第一节 信息处理技术	106

第二节 数字信号及其处理.....	111
第三节 文本信息处理.....	114
第四节 语音信号处理.....	122
第五章 新时期信息与图书馆学研究探索	134
第一节 信息资源建设研究综述.....	134
第二节 图书馆用户服务研究进展.....	151
第三节 我国图书馆虚拟现实应用及研究进展.....	170
参考文献	188
后 记	192

第一章 导 论

人们普遍认为,信息科学技术的进步和广泛应用正在促使当今世界进行一场信息化革命,尤其是电子信息科学技术正以前所未有的方式对社会的信息化变革起着决定性作用,其结果必然促使信息化社会在全球实现。今天的中国也正在向信息化社会迈进。

第一节 信息化社会背景

人类科学技术进步的历史可表现在三次“工业革命”。

第一次工业革命发生在 18 世纪 60 年代,其标志是蒸汽机的发明和使用。从此人类进入了工业化大生产时代。

第二次工业革命发生在 19 世纪中期,其标志是电灯(电力)的发明和使用,发明了电话等。从此人类进入了“楼上楼下、电灯电话”的电气化时代。

第三次工业革命开始于 20 世纪 50 年代,其标志是电子计算机的发明和应用。从此人类社会开始进入信息化时代。

第三次工业革命相对于前两次的不同之处在于科学技术对生产力的推动作用更加显著、广泛和深入,催生了一批新的产业,如集成电路(微电子)、计算机(电脑)、原子能、光电子、航空航天和生物工程等。此外信息技术可以应用到各工业领域,如电力、交通、石油、煤炭、钢铁、汽车等。由于信息技

术对社会和传统产业的深远影响,第三次工业革命又被称为信息化革命。特别是自 20 世纪 90 年代以来,信息化革命进程在加速,目前少数发达国家认为他们已进入了信息化社会,多数国家则把建成信息化社会作为首要发展目标。

信息化依赖于发达的电子信息技术手段:计算机(硬件和软件)是信息处理技术的核心;计算机的核心是集成电路;独立的计算机并不能实现信息化,必须有互联网的普及应用才能发挥它的作用,使其深入到社会管理、教育、医疗等各应用领域;要组成信息网络又必须依赖通信技术,包括有线通信和无线通信。因此,只有实现了信息技术的综合平衡发展才能推动社会的深刻变革,使人类步入信息化社会。

要特别指出的是移动通信技术的发展和普及大大加快了社会信息化的进程,尤其是未来移动通信与互联网的融合和宽带无线接入与互联网的融合,将使人们获取信息、交换信息、生活、工作变得前所未有的方便、快捷。互联网的发展应用将加快社会的信息化进程。科学技术是第一生产力,信息技术是推动人类社会进入信息化社会的基础动力。

第二节 信息科学技术与研究领域

一般说来,信息科学技术主要是采用电子科学技术或光电信息技术的方法与手段来研究信息的获取、传输、处理、存储与应用。

一、信息获取

一切生物都要随时获取外部信息才能生存。人类主要通过眼、耳、鼻等来获取外界信息,并利用大脑对信息进行加工、分析和处理,而后做出反应。在信息技术高度发达的今天,人们可以借助各种信息技术手段来获取各种信息,将所获取的信息通过以计算机为核心的信息处理系统进行综合处理来提高获取信息的准确度和实现信息利用。

人们要获取的信息多种多样,在日常生活中最常见的是语音和图像信息的获取:医生要获取病人病情的信息,一个自动控制系统要获取被控制对象物理参数的信息,信息化战争要获取各类军事目标的信息。

（一）语音信息的获取

获取语音信息有多种方法，除了早期留声机采用直接记录声波引起的机械振动的方法之外，现在比较通用的方法是将声音转换成电信号，这类可转换信号的转换器统称为拾音器。拾音器实际上是一种声音传感器，如固定电话和移动电话中的送话器、会场扩音系统中的麦克风等。按声波转换成电信号的不同机理，拾音器大致分为两类，一类是采用压电晶体（或者压电陶瓷），另一类是采用动感线圈。^① 压电陶瓷的物理特性：当瓷片受压，则产生电，可通过瓷片两边的金属膜将电信号引出；如果在瓷片两边加交流电压信号，瓷片就产生与交流电压信号频率相同的振动。因而压电陶瓷可以将声波压力变为电信号，又可以在电信号作用下发声。动感线圈的工作原理是线圈切割磁力线而产生电流。这两类拾音器的共同结构是都有一个“纸盆”以感知声波的振动。两类拾音器的原理结构如图 1-1 所示，如将拾音器的输出送至受话器（或喇叭）则可发声。压电陶瓷成本低，灵敏度高，但音质不好，目前动感线圈原理制作的传感器用得较多，体积最大的如扩音器中的麦克风，最小的如移动电话手机中的送话器（直径仅约 6mm，厚度不到 1mm）。高品质耳机采用的也是动感线圈。

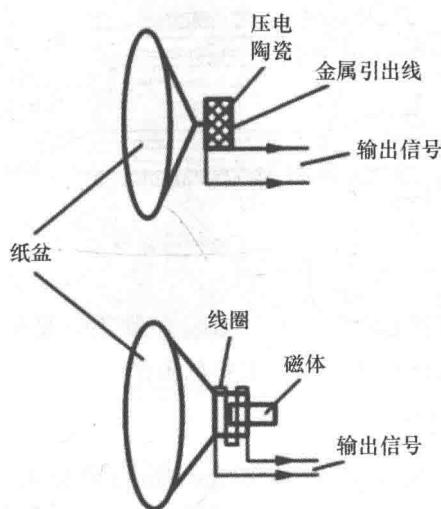


图 1-1 拾音器原理示意图

^① 韩大伟，熊欣. 语音信号采集和处理方法的分析 [J]. 无线互联科技, 2013 (5): 67-68.

(二) 图像信息的获取

图像信息的获取应用十分广泛,如照相机、摄像机、视频会议、远程医疗、实时监控、机器人视觉、地球资源遥感等。要获取图像,首先要有摄像头。摄像头分为光电扫描摄像头和半导体 CCD 电荷耦合器件摄像头两大类。早期用光电摄像管,现在几乎全部采用 CCD,其区别在于摄像管中的感光器件。

1. 光电导摄像管的工作原理

如图 1-2 所示,光电导摄像管由感光靶面、光学镜头和电子束扫描控制(偏转线圈)系统等组成。外部景物通过光学镜头成像在由光—电转换材料制成的靶面上,光的强弱不同,感光靶面上相应感光点上的电压强度也不同。从左至右扫描一条线,称之为—“行”,扫描完整靶面一次为一“场”,这就是早期电视摄像头的工作原理。扫描的快慢根据应用要求不同而不同,在模拟电视系统中是每秒扫描 50 场,每场图像扫描 625 行;如果是资源卫星中的图像遥感,则扫描频率可能慢得多。

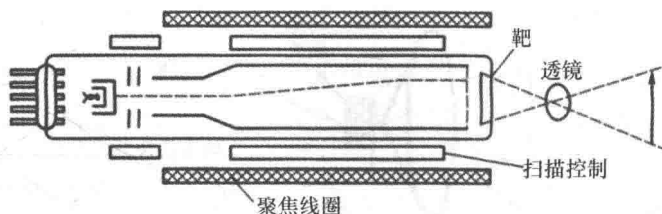


图 1-2 光电导摄像管原理图

顺便说明,彩色图像是由红、绿、蓝三种颜色图像合成的,因而要有红、绿、蓝三个摄像头分别摄像才能合成出彩色图像。

2. CCD 半导体摄像工作原理

CCD 半导体的摄像头用 CCD (Charge Coupled Device) 电荷耦合器件代替了光电摄像管的靶面,用 DSP (Digital Signal Processing) 控制芯片代替光电摄像管中的电子束扫描系统。一个 CCD 元件构成一个像素点,目前 CCD 已能制作到 1 450 万个像素点。DSP 芯片也比电子束扫描的控制精度高得多,且消耗功率很小。目前 CCD 几乎应用到了所有的图像传感器领域。

CCD 图像传感器的电荷耦合单元的原理结构如图 1-3 所示。每一个 CCD 单元由电荷感应、控制和传递三个小单元构成，电荷的多少由光的强弱决定，各单元的电荷依次按行在控制单元的控制下传递出去，按行、场的规律排列就组成了一幅图像。一个由 648×488 个像素点组成的 CCD 感光摄像芯片如图 1-4 所示。

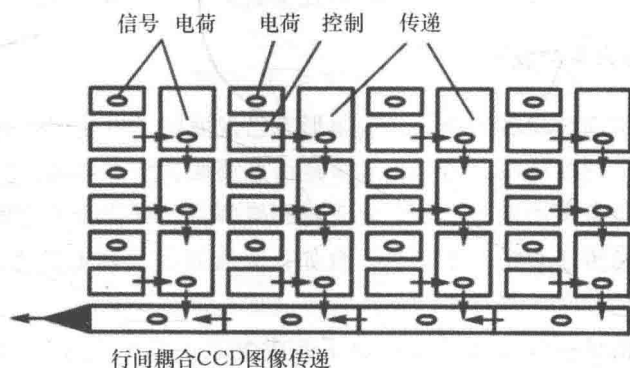


图 1-3 CCD 电荷耦合器件原理示意图

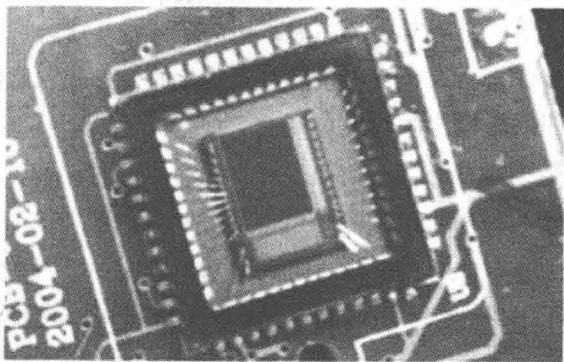


图 1-4 648×488 CCD 感光摄像芯片

我们可以制造出对不同光线敏感的 CCD 器件作不同用途，如红外成像和微波遥感等。红外成像应用广泛，如医疗、温度检测、夜视仪、工业控制、森林防火等；微波遥感可用于资源卫星、探物、探矿等。

（三）物理参数信息的获取

自动控制中往往需测量被控制对象的物理参数，如位置、温度、压力、张力、变形、流量（液体或气体）、流速等，而这些都是通过传感器实现的。一般传感器都得将被测参数的变化转变成电参数的变化。设计与制造优质传感器的关键是材料。在大学本科相关专业课程中会安排专门课程介绍传感器技术。

（四）军事信息的获取

在信息技术高度发展的今天，战争形态已发展到了以使用信息化武器进行战争为主要特征的新阶段。信息化战争是信息获取、信息传递、信息处理和信息利用的综合信息技术能力及信息化武器的战争。只有获取了信息，才能耳聪目明；只有信息传递顺畅，才能指挥自如；只有及时准确地处理和利用信息，才能运筹帷幄。

现代军事信息获取工具已发展成了一类复杂的信息获取平台，如预警飞机、侦察卫星、雷达网和无人侦察飞机，甚至空天飞机等。按运载装备平台的的活动空域可分为地面观测、空中观测、海上观测和航天观测等；按信息获取使用的手段可分为雷达、电视、光学、照相、声呐、微波红外和激光等。军事信息获取已超越了时空和单一手段的局限，构成了一张从空中、地面、海上到水下的多层次、全方位、全天候、全频段、立体化的信息获取网络。电子信息技术是信息化战争和信息化武器的核心。

二、信息传输

信息传输的另一个常用技术名词叫“通信”，它是电子信息科学技术中的一个重要领域。大学本科设有通信工程专业以培养从事信息传输理论与技术的学习和设备的设计与制造的专业人才。顺便说明，“通讯”和“通信”是有区别的，“通讯”一般是指传送模拟语音，是在数字通信普及以前用来泛指电话系统的；在数字技术普及之后，由于语音、图像、文字等都变成了相同的二进制数码，从而可同时在通信系统中传送，因而“通讯”一词如果不是专指语音，就应该用“通信”这一名词来泛指信息传输了。

（一）通信系统模型

如果将不同的实际通信系统抽象，则可用图 1-5 来表示任意通信系统的

模型。

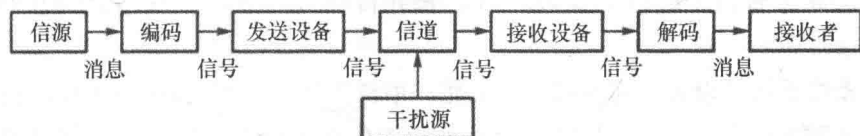


图 1-5 通信系统模型框图

信源——消息的来源，即由它产生出消息，泛指语音、文字、数据和图像。

编码——将消息数字化变成以 1、0 为代码的二进制数码。

发送设备——将二进制数码变换成便于传送的电信号或者光信号向信道中传送。

信道——信号经过的通道，如大气空间、电线或海水等。

接收设备——完成与发送设备相反的变换，还原出与发送设备输入端相同的二进制代码。

接收者——可以是人，也可以是机器。

干扰源——表示信号在传输过程中可能引入的各种干扰，如设备的内部噪声和外来干扰等。

我们希望通信系统还原出的消息与信源发出的消息尽可能相同，但不是精度越高越好，这是因为：(1) 任何仪器都具有一定的精度，只要求恢复的消息达到感知仪器的精度要求即可；(2) 要提高传送消息的精度需付出设备成本代价。因而我们应根据通信系统的实际应用需求在传送消息的精度和设备成本代价之间折中选择。

通信设备多种多样，应用环境各不相同，要完成通信系统设备的设计制造，需要学习电路理论、数字电路与微波技术等，不过现在已很少用分离元件来制造电子系统，而是采用集成电路，因而电子系统的设计基本上等同于集成电路的设计，或者是选取功能符合整机系统要求的集成电路功能块。此外，现代通信系统都是硬件与软件的结合，甚至可以用计算机系统平台来实现原有通信系统的功能，因此除硬件技术外还应掌握软件技术。

(二) 通信系统类型

划分通信系统类型的方法有很多种，如按信道类型来划分，就可以将通信

系统划分为有线通信与无线通信。固定电话、互联网、闭路电视属有线，移动电话、卫星通信、广播电视属无线；光纤传输属有线，大气激光通信属无线等。

无线通信可以在不同的频率下工作。中波广播的频率是 $535 \sim 1\,605\text{ kHz}$ ，广播电视工作在 $49 \sim 863\text{ MHz}$ ，移动通信工作在 $450 \sim 2\,300\text{ MHz}$ （在与电视有重叠的频率部分二者须错开，即已分配给电视的频段，移动通信就不能用）；频率不同，无线通信设备的性能指标会不同，各个频段安排的用途也不同。

（三）通信系统中的理论技术

对于通信系统中的理论技术问题已研究了一个多世纪，已建立了较完善的通信系统理论体系，总括起来主要包括：信源编码理论、信道编码理论、调制理论、噪声理论和信号检测理论等。由于理论是在工程实践基础上的知识系统化和认知升华，随着设备实现技术的进步，上述理论也一直在发展，今后还会进一步发展。

编码，是为了更好地表示信息和传送信息。信源编码可以降低数据率；信道编码可以减小差错率，即使是在传输过程中出现了零星差错，信道编码也可以发现并纠正。最简单的可以发现错误的信道编码是传真机采用的“奇—偶校验码”，通过加一位 0 或者 1 使信道中传送的每个码字 1 的个数总是偶数（原信号中 1 的个数如为奇数则将码字的最后 1 位置 1，如已为偶数则置 0）。如果发现接收到的某个码字中 1 的个数为奇数，则立即判断出这一码字传送中出错了，需要重传。

调制理论主要是研究提高传输效力的方法，相当于在不加宽马路宽度条件下增加车流量。马路的宽窄等效于通信系统的频带宽度，频带宽度的单位是赫兹（Hz），通信效力以每赫兹带宽可传送的数码个数来衡量。好的调制技术可以将通信效力提高数十倍，1 Hz 带宽可传送 $10 \sim 20\text{ bit}$ 。

信号检测理论是研究如何从噪声中提取信号。有人打了个比方：“如果没有噪声，那么，月亮上一个蚊子叫地球上也能听到。”因为可以将信号无限放大。但通信系统中的实际情况是总是存在噪声，而且噪声总是同信号混合在一起无法分开，放大信号的同时噪声也被放大了，这时放大对突显信号毫无意义，只有当信号功率与噪声功率之比大到一定程度时接收机才能正确发现信号。信号检测理论是研究在尽可能低的信噪比情况下能发现信号。这在有的条件下对信息传输至关重要，例如宇宙通信，飞船在遥远的宇宙空间靠太阳能电

池供电,不可能让发射信号功率太大,因而到达地球站的功率必然很微弱,使得地球站接收机输入端的信噪比必然很低,而好的信号检测技术可以降低对信噪比的要求。目前较好的信号检测,可以在输入信号功率是噪声功率的约 4.1 倍时正确接收信号。如信噪比低于这一数值,则需要采用信号处理方法来提高信噪比;而香农信息论计算出的信噪比最低极限值是 1.45,但工程实际中的设备无法达到这一极限值。

(四) 通信网

当代通信一般都不是单点对单点,而是众多用户同时接入到一个网络中,任何一个用户都可以与接入网络的另一个用户通信。如固定电话网、移动通信网和互联网等,同一时刻可能有几万、几十万用户在呼叫对方,武汉的用户甲如何找到北京的用户乙,固定电话网中的用户甲如何找到移动电话网中的用户乙,这涉及网络管理、路由和信息交换等技术,同时还涉及通信网的体制结构、信号结构和通信协议等。固定电话网中的语音数据速率、信号结构与移动通信网中的语音数据速率、信号结构不同,这时要实现跨网通信除要选择路由和进行数据交换之外,还必须进行信号格式和速率的变换。上述提到的技术原理在相关专业的教学计划中有专门课程介绍,有的课程是供同学们选修的。

(五) 互联网的拓展

现在互联网已成为全世界信息汇聚的平台,不但通过互联网可以了解当前世界正在发生的新闻,而且通过互联网可以打电话(网络电话、视频电话)、看电视(IPTV)、发邮件(代替传真),同时还可以在网购物、开视频会议等。网络已经成为人们工作、学习和娱乐的场所,也正成为越来越多人们生活的一部分。不但计算机和各种网络终端可以接入互联网,而且家用电器、交通工具和各种配有网络接入信号端口的物品都可以接入互联网,称之为“物联网”(The Internet of Things),即“物物相连的互联网”,这样就将网络的用户端延伸和扩展到了物品与物品之间。物品接入“物联网”的条件主要有:要有相应信息的接收器、要有数据传输通路、要有一定的智能与信息存储功能、要能被网络唯一识别(即每一件接入网络的物品都应有一个唯一的识别码)等。物联网的发展将把社会信息化推向一个新的高度。互联网正在进入下一代统一的、多网融合的“互联网络”,在这个演进过程中,必定会产生新的技术和理论。

三、信息处理

(一) 信号处理与信息处理

信号通常是指代表消息的物理量,如电信号、光信号、磁信号等,它们是由消息经变换后得到的。在通信中通常采用的信号有两类,一类是模拟信号,另一类是数字信号。图 1-6 所示是模拟信号波形,图 1-7 所示是数字信号波形,它们由多个参数决定,如信号幅值、频率、持续时间等(光信号同样有这些参数)。信号的每个参数都可以由消息转换而来,如果消息是无失真变换成信号,不论是模拟信号还是数字信号,这时消息中的信息就转移到了信号中,因而此时的信号序列已经含有信息,这一信号序列已成为信息的载体。除了人脑可以直接对信息进行加工处理之外,机器只能通过对载有信息的信号序列的处理才能实现对信息的处理。那么信号处理是否等同于信息处理?答案是:非也!它们有联系,但也有区别。

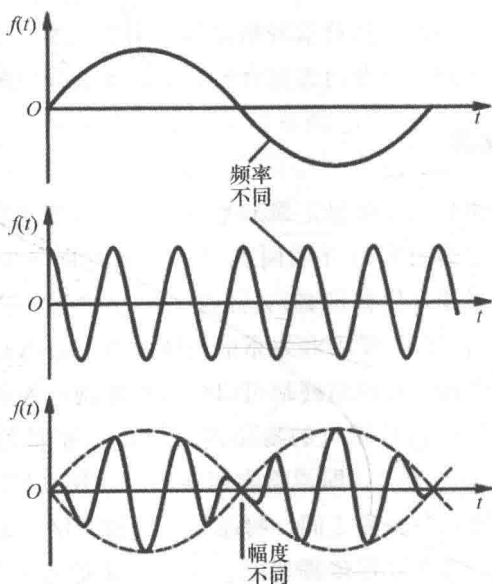


图 1-6 模拟信号波形