



普通高等教育“十二五”规划教材
电子信息类专业规划教材

信息与通信工程专业导论

张延良 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材
电子信息类专业规划教材

信息与通信工程专业导论

主编 张延良

编写 李 赓 王俊峰

李 亚 桂伟峰

主审 楼顺天



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材——电子信息类专业规划教材。

本书是供通信工程等电子信息类专业针对大学一年级新生所开设的专业导论课程用的教科书。本书内容大体上由三个部分组成，第一部分为信息与通信学科的基本知识体系，包括信息的获取、表示与存储，信号与信息处理的目的与手段，信息的传输与通信系统等内容；第二部分为现阶段电子信息类专业的培养方案、培养目标及必备的专业技能；第三部分在分析大学阶段教学形式特点的基础上，对大学生应该如何学习，本专业考研与就业方面的基本情况及如何成为一名优秀大学生进行指导。

本书在编写过程中特别注意从电子信息类专业大一新生的角度来考虑问题。所选择的内容对于大一新生建立所学专业的基本概况，掌握大学阶段的学习特点及统筹安排好自己的大学学习生活有重要作用。

本书可作为电子信息工程、电子科学与技术、通信工程及光电信息科学与工程等信息类专业的导论教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

信息与通信工程专业导论/张延良主编. —北京: 中国电力出版社, 2015.6

普通高等教育“十二五”规划教材. 电子信息类专业规划教材

ISBN 978-7-5123-7739-4

I. ①信… II. ①张… III. ①通信工程—高等学校—教材
IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 101201 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 6 月第一版 2015 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.25 印张 319 千字

定价 28.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

本书是河南省高等学校特色专业建设点“通信工程”的建设成果之一。专业导论是近年来许多高校面向大学一年级新生开设的一门必修课，主要向学生介绍专业的知识框架、应用方向、就业前景及学习方法等知识。专业导论虽是门“小”课，但其重要性却不容忽视，它对于大一新生形成对专业的概貌性的认识，并引导其建立学习专业知识的浓厚兴趣，有不可替代的作用。

对于大一新生来说，踏入大学门槛就像进入了一个新的世界。大学里面学什么？怎么学？有什么用？毕业有哪些选择？大部分的大一新生都会在心里面问这些问题。而大学不是高中学习的简单延伸，仅凭中学阶段的经验难以回答这些问题。所以，一本贴近学生、通俗易懂、全方位的导论教材对于这些专业的大一新生来说是必不可少的。

本书按照信息的获取、表示与存储——信号与信息处理——信息的传输与通信系统这一逻辑顺序较为系统地介绍了电子信息类专业的知识体系。为了使大一新生重视实践创新能力的培养，本书系统地介绍了这些专业学生应该掌握的实践技能，如测试仪器的使用、软件开发工具、硬件开发平台、常用的仿真软件及文献检索的基本方法。为了使大学生尽快适应大学阶段的学习，本书还介绍了大学阶段教学形式的特点，引导学生掌握科学的学习方法，勉励大学生学会学习、学会动手、学会思考，注重自己综合素质的提高，科学规划自己的大学生活。本书还对这些专业学生毕业后的两种主要选择：考研和就业进行了有效的指导。

本书由河南理工大学相关专业任课教师编写而成。第1章、4.3~4.6节由李亚老师编写，第2章、第3章由张延良老师编写，第5章、第7章、第8章由李赓老师编写，6.2~6.4节由王俊峰老师编写，4.1节、4.2节、6.1节、6.5~6.7节由桂伟峰老师编写。全书由张延良老师统稿。

本书在编写过程中，得到了河南理工大学计算机学院的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，我们殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2015年5月

目 录

前言

第 1 章 信息科学与技术概述	1
1.1 探索信息的真谛	1
1.2 信息科学	3
1.3 信息技术	9
第 2 章 信息的获取与存储	14
2.1 信息的获取	14
2.2 信息的数字化表示	19
2.3 信息的存储	27
第 3 章 信号与信息处理	29
3.1 信号的概念及分类	29
3.2 信号与信息处理的基本原理	30
3.3 信号与信息处理的应用领域	32
3.4 电子学与集成电路	37
3.5 计算机的基本工作原理	41
3.6 单片机	42
3.7 精简指令集与嵌入式微处理器	45
3.8 数字信号处理器	48
3.9 可编程逻辑器件	52
3.10 新一代智能计算机	54
第 4 章 信息的传输与通信系统	58
4.1 通信系统的结构	58
4.2 信道的编码与译码	61
4.3 加密与解密	65
4.4 多用户通信	66
4.5 通信系统的分类	66
4.6 常见通信系统简介	72
第 5 章 大学教学形式与专业课程体系	99
5.1 高等教育	99
5.2 教学活动的组织	100
5.3 信息类专业的现状	105
5.4 信息类专业人才培养体系	113
5.5 通信工程专业人才培养方案	115

第 6 章 信息与通信工程专业必备技能	129
6.1 软件开发工具	129
6.2 硬件开发平台	137
6.3 仿真软件	141
6.4 测试仪器	151
6.5 文献查阅	169
6.6 科技竞赛	173
6.7 资格认证	175
第 7 章 考研与就业	180
7.1 考研	180
7.2 就业	183
第 8 章 如何成为一名卓越的大学生	186
8.1 学会在大学学习	186
8.2 科学的学习方法	188
8.3 学会动手	190
8.4 学会思考	192
8.5 素质培养	194
8.6 如何过好黄金四年	197
8.7 走出校门, 着眼世界	200
8.8 学会正确地审视自己	202
参考文献	204

第1章 信息科学与技术概述

当我第一次听说“信息时代”这个词时，就感到心痒难熬。之后，我读到有关学术界预言各国将为控制信息而不是控制资源而战。这听起来挺玄乎，但他们所说的信息究竟指什么呢？

——比尔·盖茨

信息作为一种客观存在，自古以来，一直都在积极发挥着人类所没有意识到的重大作用。什么是信息？它的实质是什么？有什么特征？对于这些问题的透彻理解是收集、处理和利用信息的前提，让我们从这里开始探索信息资源的宝库，迈向信息科学的大门。

1.1 探索信息的真谛

1.1.1 信息的定义

究竟什么是信息？信息的本质是什么？人类自有思考以来就在不断探索。今天，人类已经跨入信息时代，对于信息的本质，我们能做出什么样的诠释呢？“信息”一词来源于拉丁文“Information”，是认识主体所感知的或所表述的客观事物运动的状态和状态改变方式。我国古人很早就已经知道信息的重要性，认为信息是可以寻觅、获取的。古人所说的信息，与今天人们对信息的认识没有本质的不同。

就一般意义而言，信息可以理解成消息、情报、知识、见闻、通告、报告、事实、数据等。“信息”使用的广泛性使我们难以给它下一个确切的定义。专家、学者从不同的角度为信息下的定义达几十种。

(1) 哈特莱在1928年发表的《信息传输》中，提出消息是代码、符号，而不是信息内容本身，使信息与消息区分开来。这为信息论的创立奠定了基础。

(2) 1948年，美国科学家香农从研究通信理论出发，第一次用数学方法定义“信息就是不确定性的消除量”，并用概率统计的数学方法来度量不定性被消除的量的大小。

(3) 1948年，美国科学家维纳在名著《控制论》中指出：“信息就是信息，不是物质，也不是能量”。他还指出：“要有效地生活，就必须有足够的信息”。

(4) 权威性工具书《辞海》对信息定义为：“信息就是收信者事先所不知道的报导”。

随着时代的推移，时代将赋予信息新的含义，信息是一个动态的概念。现代“信息”的概念已经与半导体技术、微电子技术、计算机技术、通信技术、网络技术、多媒体技术、信息服务业、信息产业、信息经济、信息化社会、信息管理、信息论等含义紧密联系在一起，但信息的本质是什么，仍是一个需要进一步探讨的问题。

1.1.2 数据、消息、信号与信息区别

在日常生活中，人们并不需要区分数据、消息、信号之间的区别，因为它们本身与信息具有紧密的联系。但是，从信息科学的角度来看，信息的含义则更为深刻和广泛，它是不能等同于数据、消息和信号的。

1. 数据

数据是对客观实体的一种描述形式，是信息的载体。就数据与信息的关系而言，Ralph M. Stair 所著《信息系统原理》一书中给出了一个很好的比喻：我们可以将数据比作一块块木头，除了作为一个单独的物体，木头本身没有什么价值。但如果在各个木头之间定义了相互的关系，按一定的规则将它们组织在一起，它们就具有了价值。

从这个意义上讲，信息和数据的区别可以理解为：数据是未加工的信息，而信息是数据经过加工后能为某个目的使用的数据，信息是数据的内容或诠释。将数据加工为信息的过程称为信息加工或处理。

数据可以分为模拟数据和数字数据两种形式。模拟数据是在某个区间内连续的值，例如，声音和视频，其强度是连续改变的波形。数字数据是离散值，例如，大多数用传感器收集的数据是非连续的值。

2. 消息

人们常常错误地把信息等同于消息，认为得到了消息就是得到了信息。

“消息”的英文是“Message”。1928年，哈特莱在《信息传输》这篇论文中曾经阐述过消息与信息的关系和差异。他认为信息是包含在消息中的抽象量，消息是具体的，其中蕴含着信息。

按照香农理论，在通信过程中，信息总是经过编码（符号化）成为消息以后，才能经过媒介传播，而信息的接收者接收到信息后，总是要经过译码（解读）才能获取其中的信息。在这一个过程中，不管接收者的解读能力如何，不管它是否确实理解其中的内容，不管其中的内涵是否确实消除了受传者的不确定性，消息依然是消息，消息的内涵依然是信息，这种客观存在是不会因接收者的状况而改变的。

3. 信号

信息不同与消息，当然也不同于信号。

在实际通信系统中，为了克服时间或空间的限制而进行通信，必须对消息进行加工处理。把消息变成适合信道传输的物理量，这种物理量称为信号。信号携带消息，是消息的运载工具。

1.1.3 信息论

20世纪初以来，通信技术迅速发展，迫切需要解决一系列信息理论问题，例如如何从接收的信号中滤除各种噪声，怎样解决火炮自动控制系统跟踪目标问题等。这就促使科学家在研究领域对信息问题进行认真的研究，以便揭示通信过程的规律和重要概念本质。

1948年，美国数学家香农发表了重要论文《通信的数学理论》。1949年，他又发表了另一篇重要论文《在噪声中的通信》。在这些论文中，香农提出了通信系统模型、度量信息的数学公式以及编码定理和其他一些技术性问题的解决方案。

香农的研究成果标志着信息论的诞生。由于该信息论是关于通信技术的理论，因此，称为狭义信息论。

信息论的第二个阶段是一般信息论。这种信息论仍以通信问题为核心，但加入了噪声理论，信号的滤波、检测，信号的编码与译码，信号的调制与解调，以及信号的处理等问题。

信息论发展的第三个阶段是广义信息论。它是随着现代科学技术的纵横交叉的发展而逐渐形成的。广义信息论远远超出了通信技术的范围来研究信息问题，它以各种系统、各门学

科中的信息为对象,广泛地研究信息的本质和特点,以及信息的获取、计量、传输、存储、处理、控制和利用的一般规律。信息论在各个方面得到了广泛的应用,主要研究以计算机处理为中心的信息处理的基本理论,包括语言、文字的处理和图像识别、学习理论及其各种应用。

1.2 信息科学

1.2.1 科学的定义

“科学”这个词源于拉丁文“Science”,原意为学问、知识,但至今还没有一个为世人公认的定义。英国著名科学家贝尔纳指出:“科学在全部人类历史中确已如此地改变了它的性质,以致无法下一个合适的定义”。

1888年,达尔文曾给科学下过一个定义:“科学就是整理事实,从中发现规律,做出结论”。科学要发现人所未知的事实,并以此为依据,实事求是,而不是脱离现实的纯思维的空想。至于规律,则是指客观事物之间内在的本质的必然联系。因此,科学是建立在实践基础上,经过实践检验和严密逻辑论证的,关于客观世界的各种事物的本质及运动规律的知识体系。

“科学”(Science)与“技术”(Technology)是两个既有区别又相互联系的哲学术语。科学是指探知事物的本质、特征、内在规律以及与其他事物的联系,是关于自然、社会和思维的发展与变化规律的知识体系;技术则是运用科学规律实现某一目的的手段和方法,泛指根据生产实践经验和科学原理而发展形成的各种工艺操作方法、技能和技巧。前者是认识世界,后者则是改造世界。

1.2.2 信息科学的定义

信息科学是指以信息为主要研究对象,以信息的运动规律和应用方法为主要研究内容,以计算机等技术为主要研究工具,以扩展人类的信息功能为主要目标的一门新兴的综合性学科。以往传统学科都是以物质和能量为研究对象,而信息科学却有其新颖、独特的研究对象——信息,它既不同于物质,也不同于能量,但又与物质和能量相互联系、相互作用。

从认识论的角度看,信息科学反映的是认识主体的事物(人)与被认识对象(事物的客体)之间的相互作用关系的一门科学。对象运动的状态和方程是一种本体论意义上的信息;被主体所感知的该对象的状态和方式是一种认识论意义下的信息。信息问题可认为是一个主客观相互作用的复杂过程。在信息问题的整个过程中,始于对象的初始运动状态和运动方式,终于对象的目的运动状态和运动方式。从主题观点看,整个过程是利用信息对对象的运动状态和运动方式进行优化的过程。

世界万物无时不在运动,运动产生变化,变化产生本体论意义的信息,因此世界客体对象的变化和相互作用过程称为“信息的产生”。

在本体论意义上,经过主体直接感知得到的信息称为第一类认识论意义下的信息,该感知过程称为“信息的获取”。信息获取的能力或精度取决于主体的信息获取能力。

获取的信息一定要在某种系统或设备中以某种方式存储,并以电、磁或光等信号能量形式出现,构成了信息的表示方式。信号随能量的变化发生变化。无论以什么形式来表示信息,它都转化为一种信号形式。因此,信号是信息的表示形式,也是信息的载体,信息蕴藏

在信号之中。

认识论意义上的信息反作用于对象客体,使对象产生新的运动状态和运动方式,该过程称为“信息的利用”。信息的利用过程体现了过程的控制与优化。

1.2.3 信息科学研究的内容与体系

信息科学正在迅速发展,人们对其研究的范围尚无统一的认识,就目前而言,将信息科学研究的基本内容归纳为6个方面。

(1) 信源理论和信息的获取,研究自然信息源和社会信息源,以及从信息源提取信息的方法和技术。

(2) 信息的传输、存储、检索、变换和处理。

(3) 信号的测量、分析、处理和显示。

(4) 模式信息处理,研究对文字、图像、声音等信息的处理、分类和识别,研制机器视觉系统和语音识别装置。

(5) 知识信息处理,研究知识的表示、获取和利用,建立具有推理和自动解决问题能力的知识信息处理系统(即专家系统)。

(6) 决策和控制,在对信息的采集、分析、处理、识别和理解的基础上作出判断、决策或控制,从而建立各种控制系统、管理信息系统和决策支持系统。

总之,信息科学以香农创立的信息论为理论基础,以现代科学方法论作为主要研究方法,以研究信息及其运动规律为主要内容,以扩展人的信息功能作为主要研究目标。这既是信息科学的出发点,也是它的最终归宿。

1.2.4 信息科学技术研究的发展目标

信息科学未来的发展目标主要体现在以下几个方面:

(1) 在物理实现上不断探索制作器件的新思想、新原理和新方法,使各种信息领域元器件的性能不断提高,对应的技术领域为电子学或微电子学。

(2) 计算机、网络等的体系结构和处理逻辑不断改进,发明和设计出各种新型的硬件系统,对应的技术领域为计算机体系结构。

(3) 创造优良的信息处理方法和高效的计算方法,以便不断提高系统的处理效率,对应的技术领域为信号与信息处理、计算机软件与理论。

(4) 不断创新,使软件的理论和技术的迅速改进,设计和实现切实可行的软件系统,包括各种系统软件、中间件、应用软件,对应的技术领域为计算机科学技术。

(5) 要求信息在广阔的范围内快速、可靠、安全、随时随地地传输,发展新的、高效的信息传输方式,对应的技术领域为信息与通信系统。

(6) 要为不断增长的、海量的、各种类型的信息提供快速、可靠和安全的存储设备,发展存储技术,对应的技术领域为电子学与信息处理技术。

(7) 研究人的视觉、听觉、生理、心理等机制以及大脑结构和功能,通过模拟仿真制造出机器感知和人工智能设备,使信息处理技术更加智能化,对应的科学领域为智能科学。

(8) 实现信息的施效与利用,制造出自适应的机器系统,对应的技术领域为控制科学。

上述的对应技术领域划分只是一个大概的参考,由于信息科学的交叉特点,实际上学科间的交叉会非常突出,学科间的覆盖与相似性非常多。

1.2.5 信息科学发展的重要事件

1. 采样定理

1928年,美国电信工程师 H. 奈奎斯特 (Harry Nyquist) 首先提出模拟信号离散化取样频率在大于信号最高频率的 2 倍时可以无失真地恢复原模拟信号。该结论被称为奈奎斯特取样定理,又称为采样定理。采样定理有许多表述形式,但最基本的表达方式是时域采样定理和频域采样定理。采样定理在数字遥测系统、信息处理、数字通信和采样控制理论等领域得到了广泛的应用。

2. 脉冲编码调制

1937年,英国工程师里斯夫 (Alec Reeves) 在法国的国际电话电报 (International Telephone and Telegraph, ITT) 工作时,发现了脉冲编码调制 (Pulse Code Modulation, PCM) 在声音传讯上的用处,这一概念为数字通信奠定了基础。

脉冲编码调制原理表明了声音可以在规则时间间隔下取样。取样值可以表示为二进制数的形式,并且以开关脉冲的形式传输。20世纪60年代它开始应用于市内电话网以扩充容量,使已有音频电缆的大部分芯线的传输容量扩大 24~48 倍。20世纪70年代后期,随着大规模集成电路 PCM 专用芯片的出现,PCM 在光纤通信、数字微波通信和卫星通信中得到了更为广泛的应用。

3. 声码器

声码器最早出现在美国贝尔实验室。这个实验室的 H. W. 达得利在 1928 年提出了合成语音的设想,并于 1939 年在纽约世界博览会上首次表演了他取名为声码器的话音合成器,从而成为了语音编码技术的鼻祖。此后,由于带宽和传输干扰问题亟待解决,推动了数字通信网的发展,同时也推动了低速率语音编码技术的迅速发展。

20世纪80年代以来,光纤传输技术的引入,为有线通信提供了巨大的通信容量,使信道带宽问题似乎得到了解决,但同时,人们对带宽有限的无线通信、卫星通信和军事保密通信的需求不断增加。特别是智能网的提出,各种与语音应用服务相关的新业务不断涌现,要求语音数据能被灵活地处理、存储、转发和传送,从而刺激并推动了应用于移动通信、卫星通信、多媒体、智能网和保密通信等领域的低速率语音编码技术的发展。

4. 信息论

1948年,香农发表了《通信中的数学模型》一文,该文指出“通信的基本问题是某处信息准确地或近似地在另一处的重建”,并由此建立了信息论的基础,他被后人称为信息论之父。

5. 维纳滤波

1948年,诺伯特·维纳 (Norbert Wiener) 提出了一种经典信号恢复方法,即最小化重建信号与原始信号之间的均方误差的 Wiener 滤波器方法。

在第二次世界大战期间,为了解决防空火力控制和雷达噪声滤波问题,维纳综合运用他以前几方面的工作,于 1942 年 2 月首先提出了从时间序列的过去数据推知未来的维纳滤波公式,建立了在最小均方误差准则下将时间序列外推预测的维纳滤波理论,成为控制论的创始人。控制论是一门以数学为纽带,把研究自动调节、通信工程、计算机和计算技术以及生物学中的神经生理学等学科共同关心的共性问题联系起来而形成的学科。

1947年10月,维纳写出了划时代的著作《控制论》。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。

维纳不只是控制论的创始人，同时也是信息论的创始人之一。

6. 卡尔曼滤波

1960年，斯坦利·施密特（Stanley Schmidt）首次实现了卡尔曼滤波器。卡尔曼在美国国家航空航天局埃姆斯研究中心访问时，发现他的方法对于解决阿波罗计划的轨道预测很有用，后来阿波罗飞船的导航电脑使用了这种滤波器。

简单来说，卡尔曼滤波器是一个“optimal recursive data processing algorithm（最优化自回归数据处理算法）”。对于解决很大部分的问题，它是最优、效率最高甚至是最有用的。它的应用已经超过30年，包括机器人导航、控制、传感器数据融合，甚至军事方面的雷达系统以及导弹追踪等，近来更被应用于计算机图像处理，例如头脸识别、图像分割、图像边缘检测等。

7. 集成电路

1958年9月12日，美国德州仪器公司工程师杰克·基尔比发明了世界上第一个集成电路（Integrated Circuit, IC）。集成电路揭开了人类20世纪电子革命的序幕，同时宣告了数字信息时代的到来。

集成电路是一种微型电子器件或部件。它采用一定的工艺，把一个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，使电子元件向微型化、低功耗、智能化和高可靠性方面迈进了一大步。

当前以移动互联网、三网融合、物联网、云计算、智能电网、新能源汽车为代表的战略性新兴产业快速发展，这将成为继计算机、网络通信、消费电子之后，推动集成电路产业发展的新动力。

1.2.6 信息科学的具体应用

1.2.6.1 全数字单芯片麦克风

2006年2月28日，Akustica公司宣布向全球提供AKU200全数字微机电系统麦克风。这标志着卡耐基梅隆大学的Ken Gabriel教授研究的利用标准的CMOS制造工艺开发制造MEMS系统的CMOS-MRMS技术已经成熟。

全数字单芯片麦克风得到了所有手机和笔记本计算领域的用户、设计师、工程师和制造商的支持。它输出音质好，允许音频嵌入在含噪声的电路板中，而不需要庞大的屏蔽电缆，从而使体积更小、耗电更少、价格更便宜和具有更好的音频性能。它改变了基于电介质电容式麦克风（ECM）技术50年不变的历史。

1.2.6.2 智能尘埃

20世纪90年代，掀起了一阵智能热：智能居室、智能建筑、智能炸弹等，于是美国加州大学伯克利分校的工程学教授克里斯·皮斯特（Kristofer Pister）想象着：人们会在地球上撒上不计其数的微型传感器，每个传感器都比米粒还小，他把这些传感器叫做智能尘埃（Intelligent Dust）。

智能尘埃是一种微型计算机监测系统，它由传感器、处理器、激光器和通信收发器等精密装置构成。智能尘埃的最小体积只有 1mm^3 ，它可以被播撒到世界的任何地方，去收集那些以前很难得到的信息，可以附在物体上，也可以漂浮在空中，在一个预定的范围内收集并传回情报信息。智能尘埃就像地球的电子神经末梢一样，能将地球上的每件事都监控起来。它不是普通意义上的尘埃，而是一种廉价而智能的微型无线传感器，它们相互联系，形成独立运行的网络，可以监测气候、车流量、地震损害等情况，被誉为改变世界运行方式的技术。

智能尘埃通过无线传播和其他传感器一起把数据传送到网络上。数量多是它与其他监测系统的一个明显区别。目前，智能尘埃已经颠覆传统概念。“无线传感网络”的概念已经被越来越多的研究者所接受。

智能尘埃虽然成本小却用途广，可以探测周围诸多环境参数，从光线强度变化到振动能量大小，几乎无所不能。它能够收集到大量数据进行计算处理，然后利用双向无线通信装置将这些综合信息在微尘器件间往来传送。数以百计的微型传感器还能组成智能尘埃系统，可以自我组织、自我维持，协同工作，用以监测四周环境的温度和湿度等环境参数变量。其主要应用领域总结如下：

1. 军事应用

智能尘埃系统可以部署在战场上，远程传感器芯片能够跟踪敌人的军事行动。智能尘埃可以被大量地装在宣传品、子弹或炮弹壳中，在目标地点撒落下去，形成严密的监视网络，敌国的军事力量和人员、物资的运动自然一清二楚。美国五角大楼希望在战场上放置这种微小的无线传感器，以秘密监视敌军的行踪。美国国防部在多年前就已经把它列为一个重点研发项目。如果像美国预想的那样，智能尘埃用在战场上，美国的军事实力又将与其他国家再度拉开距离。智能尘埃还可以用于防止生化攻击——通过分析空气中的化学成分来预告生化攻击。

2. 医疗健康应用

英特尔公司正在研究通过检测压力来预测初期溃疡的“Smart Socks”，以及通过检测伤口化脓情况来确定有效抗生物质的“智能绷带”。如果一个胃不好的病人吞下一颗米粒大小的小金属块就可以在电脑中看到自己胃肠中病情发展的状况，对任何一个胃不好的人来说无疑都是一个福音。智能尘埃将来可以植入人体内，通过这种无线装置，可以定期检测人体内的葡萄糖水平、脉搏或含氧饱和度，将信息反馈给本人或医生，用它来监控病人或老年人的生活。智能尘埃可以为糖尿病患者监控体内血糖含量的变化。

将来老年人或病人生活的屋里将会布满各种智能尘埃监控器，如嵌在手镯内的传感器会实时发送老人或病人的血压情况，地毯下的压力传感器将显示老人的行动及体重变化，门框上的传感器会显示老人在各房间之间走动的情况，衣服里的传感器给出体温的变化，甚至于抽水马桶里的传感器可以及时分析排泄物并显示出问题……这样，老人或病人即使单独一个人在家也是安全的。

3. 防灾领域的应用

智能尘埃可以用于发生森林火灾时通过从直升机飞播温度传感器来了解火灾情况。它已经用于通过传感器网络调查北太平洋海洋板块的美国华盛顿大学“海洋项目”及美国正在推进的行星网络项目中。

4. 大面积、长距离无人监控

以我国西气东输及输油管道的建设为例, 由于这些管道在很多地方都要穿越大片荒无人烟的无人区, 故管道监控一直都是道难题, 传统的人力巡查几乎是不可能的事, 而现有的监控产品, 往往复杂且昂贵。智能微尘的成熟产品布置在管道上将可以实时地监控管道的情况, 一旦有破损或恶意破坏都能在控制中心实时了解到。如果智能微尘的技术成熟了, 仅西气东输这样的一个工程就可能节省上亿元的资金。电力监控方面同样如此, 据了解, 由于电能无法保存, 因此, 电力管理部门一般都会层层要求下级部门每月上报地区用电要求, 但地区用电量的随时波动使这一数据根本无法准确, 国内有些地方供电企业就常常因数据误差太大而遭上级部门的罚款。但一旦用智能微尘来监控每个用电点的用电情况, 这种问题就将迎刃而解。总之, 从在拥挤的闹市区可用作交通流量监测器, 在家庭则可监测各种家电的用电情况以避免高峰期, 到感应工业设备的非正常振动来确定制造工艺缺陷, 智能微尘技术潜在的应用价值非常之大; 而且, 微尘器件的价格将大幅下降, 现在已在 50~100 美元之间, 预计 5 年之内将降到 1 美元左右, 这预示着智能微尘具有广阔的市场前景。

这些传感器被部署在科学和公众领域, 一些人感觉个人隐私受到了侵犯, 遍布全球的监视器让他们感觉受到了秘密监视。一位主张保护隐私的律师说, 智能尘埃侵犯隐私的潜在可能性非常大, 因为它是非常微小的传感器, 人们根本无法发觉它, 它的数量之多, 令人防不胜防。但这并不意味着应该停止对它的研究工作, 人们在研究它的同时应当考虑到隐私保护问题。用智能尘埃把地球监视起来的理论如果能变成现实, 将会对人类和地球环境有很大的好处。

1.2.6.3 认知无线电

认知无线电 (Cognitive Radio, CR) 的概念起源于 1999 年 Joseph Mitola 博士的奠基性工作, 其核心思想是 CR 具有学习能力, 能与周围环境交互信息, 以感知和利用在该空间的可用频谱, 并限制和降低冲突的发生。

通信行业所面临的难题是频谱资源紧张。诺基亚研究中心的调查报告指出, 频谱资源是非常宝贵的资源, 相对于广播电视、应急通信、卫星、特殊应用来说, 移动通信拥有的频谱资源少、负荷大, 而其他频谱资源在非使用时期处于闲置状态, 这就造成了频谱资源的浪费和局部拥挤现象。认知无线电技术在这一方面则具有良好的表现。

认知无线电又被称为智能无线电, 它以灵活、智能、可重配置为显著特征, 通过感知外界环境, 并使用人工智能技术从环境中学习, 有目的地实时改变某些操作参数 (如传输功率、载波频率和调制技术等), 使其内部状态适应接收到的无线信号的统计变化, 从而实现任何时间、任何地点的高可靠通信以及对异构网络环境有限的无线频谱资源进行高效的利用。

1.2.6.4 电子人

1998 年 3 月, 英国雷丁大学的控制论教授凯文·沃里克冲破了人与机器之间的界限, 让医生在他的左臂肌肉层中植入了一个圆柱形集成电路芯片。这块芯片内有 64 条指令, 并通过特殊信号传给他在办公室中的一台主控计算机, 这项实验持续了 9 天。作为人类历史上第一个电子人, 他当时已经名扬世界。

2002 年 3 月, 外科医生将一枚硅芯片植入沃里克的左前臂中, 芯片上 100 根头发丝粗细的电极与他手臂主神经相连, 用以接收神经脉冲信号。在以后的 3 个月中, 这位科学家的

身体变成了一个“计算机外部设备”，他的神经网络和一块芯片紧密地结合在一起。依靠一段普通的电线，神经脉冲直接传送到计算机中，计算机与生物脑的对话开始了，他的身体会按照两者之一的指令做出反应。这是一种独一无二的体验，沃里克声称那太令人振奋了。“生来是个人，但这只是人生的一段插曲而已，只是一个时间的问题。现在我可以改变了，我想给‘人’这个概念赋予新的内涵”。

沃里克预言，如果控制论进一步发展下去，那么它将用红外雷达帮助盲人“看”东西，通过超声波让耳聋的人“听”到声音。沃里克断言：“我们人类可以进化成电子人——部分是人，部分是机器。”

人类已经进入神经系统培植时代，生物芯片与摄物体的结合，人类与人工智能的结合创建了新的生命形式。

半电子人技术，机器是身体的一部分，通常这样做的目的是借由人工科技来增加或强化生物体的能力。曾只属于科幻世界的半电子人，如今正在成为现实，一个佩带有心率调整器的人就可以被认为是半电子人。

1.3 信息技术

1.3.1 信息技术的定义

信息技术具体的含义十分广泛，并处于不断的发展演变过程中。目前对于它的定义，大致可分为两类：一类是描述性定义，主要从信息技术的具体形式出发来阐述什么是信息技术，这类定义主要考察信息技术的外在表现形式，比较形象、具体；另一类是功能性定义，这类定义注重阐明信息技术的内在本质或其根本作用，而并不探讨信息技术可能呈现或利用的物质或能量的具体形式。

功能性定义中有代表性的有以下几种：

- (1) 信息技术是关于信息搜集、加工、存储、检索、传递、利用的理论和方法的总称。
- (2) 信息技术是在计算机与通信技术支撑下，以获取、加工、存储、变换、显示和传输文字、数值、图像、视频和音频信息为目标，提供设备与信息服务两大方面的技术方法和设备的总称。
- (3) 信息技术是关于信息的产生、识别、提取、变换、存储、传递、处理、检索、分析、决策、控制和利用的技术总称。
- (4) 信息技术是管理、开发和利用信息资源的有关方法、手段和操作程序的总称。
- (5) 信息技术是人类在认识自然和改造自然过程中所积累起来的关于获取信息、传递信息、存储信息、处理信息等的经验、知识、技能资料的总和。

总之，信息技术首先是技术。把人类在认识自然和改造自然的过程中积累起来并在生产劳动中体现出来的经验和知识称为技术。技术的本质或其存在的价值就在于它能拓展人类器官的功能，从古代的石器、铜器、铁器到近代的蒸汽机、发电机，再到现代的人造卫星、电子计算机等，无不是如此。

1.3.2 信息技术的特点与发展

信息技术是一个广泛联系的交叉学科，涉及广泛的知识背景。信息学科不仅与各类传统学科交叉，如化学学科中的化学计量学领域，机械学科中的机电一体化发展、农业的信息

化、智能化交通管理、军事指挥自动化系统、战略防御系统、远程视听教学系统、自动护理系统、远程会诊系统、办公自动化系统等，同时信息技术在信息学科内部也存在交叉，如在物理学和微电子技术、纳米电子技术之间，数学与计算机软件、通信协议之间，生物学与生物电子学、生物信息学、仿生学之间，材料科学与元器件的制造之间等均存在交叉。

随着科学技术的发展，一体化是当代科学技术发展的基本特征。机电一体化、光电一体化等进一步提高了信息存储和加工的效率。多媒体系统的发展使各种媒体综合化、一体化，具有广阔的前景。

信息技术的列车被一前一后两个火车头驱动着：人们生产生活的需求在后面推进，计算科学和技术的进展在前面牵引。迄今为止，人类社会已经发生过4次信息技术革命。

第一次革命是人类创造了语言和文字，接着出现了文献。

第二次革命是造纸和印刷术的出现，进一步扩大了信息交流的范围。

第三次革命是电报、电话、电视及其他通信技术的发明和应用。这次革命是信息传递手段的历史性变革，大大加快了信息传递的速度。

第四次革命是电子计算机和现代通信技术在信息工作中的应用。电子计算机和现代通信技术的有效结合使信息的处理速度、传递速度得到了惊人的提高；人类处理、利用信息的能力达到了空前的高度。

1.3.3 信息技术的核心及支撑技术

信息技术是人的信息器官功能的延长，它的核心是：计算机与智能技术、通信技术、传感技术及控制技术。我们称它们为信息技术四基元。信息技术四基元的关系是一个有机的整体，它们和谐有机地合作，共同完成扩展人的智力功能的任务。图1-1显示了它们之间的关系。无论是信息的获取（感测系统）、信息的传递（通信系统）、信息的处理与再生（计算机与智能系统），还是信息的使用（控制系统），都要通过机械的、电子或微电子的、激光的、生物的技术手段来实现。因为，一切信息技术都要通过某种支撑技术的手段来实现。信息技术（特别是现代信息技术）的支撑技术主要是电子与微电子技术、机械技术、光电子技术和生物技术等。信息技术体系如图1-1所示。

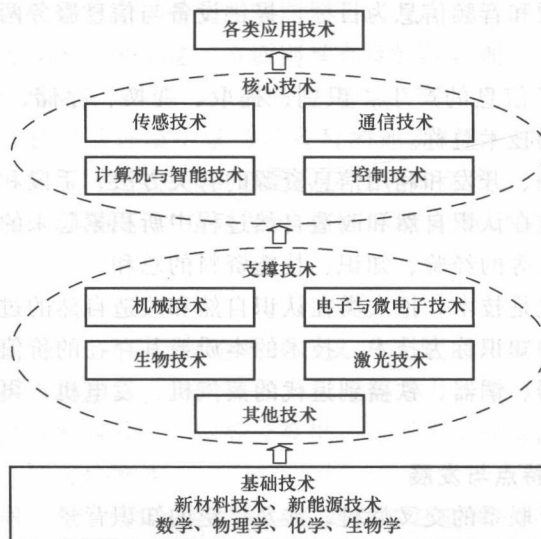


图 1-1 信息技术体系

1. 计算机与智能技术

计算机从诞生起就不停地为人们处理大量的信息，而且随着计算机技术的不断发展，其处理信息的能力也在不断加强。现在计算机已经渗透到人们社会生活的各个方面。

计算机技术的发展不仅表现在硬件和软件上，还表现在信息的交流上。多媒体技术是20世纪80年代才兴起的一门技术，它把文字、数据、图形、语音等信息通过计算机进行综合处理，使人们得到更完善、更直观的综合信息。未来，多媒体技术将扮演非常重要的角色。信息技术处理的很大一部分就是音频、图像和视频，因而多媒体技术也是信息技术的一个热点。

当今的计算机信息处理技术在某些方面已经超过了人脑在信息处理方面的能力，如记忆能力、计算能力等；但在许多方面，仍逊色于人脑，如文字识别、语音识别等。尤其重要的是，人脑可以通过自学习、自组织、自适应来不断提高信息处理的能力。所以，计算机的智能化研究将是未来研究的一个方向。

2. 通信技术

通信的发展与社会生活的变化以及人类社会的发展有着极为密切的关系。通信技术在不断改善人们生活质量的同时，也深刻地改变着人们的生产方式和生活方式，推动人类社会向前迈进。借助于通信技术，现在人们可在任何时间、任何地方和需要的人直接取得联系，人们的时空观发生了根本的变化，似乎地球变得越来越小，人们之间的距离变得越来越近。通信发展的历史过程虽然没有明确的界限，但大致可以分为四个阶段，即古代通信、近代通信、现代通信和未来通信。

现在通信技术主要包括数字通信、卫星通信、微波通信、光纤通信等。通信技术的普及应用是现代社会的显著标志。通信技术的迅速发展大大加快了信息传递的速度，使地球上任何地点之间的信息传递速度大大缩短，通信能力大大加强，各种信息媒体（数字、声音、图像、图形）都能以综合业务的方式传输。从传统的电话、电报、收音机、电视到如今的移动式电话、传真、卫星通信，这些现代通信方式使数据和信息的传递效率得到很大的提高。

目前，人类在通信技术方面的发展取得了前所未有的成绩。通信卫星、航天飞机、宇宙空间站以及不断发往茫茫星际的飞船已经不再让人惊讶。可视电话系统等的发展，使人类真正成为“千里眼”、“顺风耳”。

计算机网络与通信技术是密不可分的。如今的网络应用已经发展到高带宽、高性能并支持各种综合数字业务，如现场实况转播、网络电话、视频会议、WWW等多种信息服务的形式。基于网络的工作模式，在很大程度上消除了时间上和空间上的限制，给人们带来了更方便、更快捷地获取信息和合作的途径。

未来的发展中，光通信技术、无线技术、IP技术等将成为技术普及的新领域。

3. 传感技术

传感技术是当今世界令人瞩目的迅速发展起来的高新技术之一，也是当代科学技术发展的一个重要标志，它与计算机技术、通信技术、微电子技术一起构成信息产业的核心支柱。

传感技术是测量技术、半导体技术、计算机技术、信息处理技术及微电子学、光学、声学、精密机械、仿生学、材料科学等众多学科相互交叉的综合性高新技术密集型前沿技术之一。传感器已广泛应用于航天、航空、国防科研、信息产业、机械、电力、能源、机器人、