



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

电子信息科学与技术导论

第二版

黄载禄 主编

黄载禄 汪文 周建国

李璋 杨维明 葛华 刘新华 编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

电子信息科学与技术导论

第二版

黄载禄 主编

黄载禄 汪文 周建国

李璋 杨维明 葛华 刘新华 编



Dianzi Xinxixue yu Jishu daolun

高等教育出版社·北京



内容简介

本书介绍了电子信息科学与技术应用面最广的主要学科领域。全书共十一章,包括:概述、消息数字化及应用、电磁波及应用、信息与通信工程、计算机科学与技术、互联网与物联网、自动化与控制科学、微电子学与集成电路、微波器件与微波集成电路、光电信息技术以及信息安全等。

本书在内容叙述方面的特点是:① 注意介绍应用;② 着重介绍基本概念、技术发展历程、当前的技术状况和今后的发展走向;③ 注意介绍电子信息科学与技术中的重大发明、发明的背景和发明者的相关资料。

本书可作为普通高等学校电子信息类专业本科生了解电子信息科学与技术、学科和专业的“导论”课教材或参考书。通过本书的学习,可以使学生了解所学专业的学科背景,帮助学生了解专业、了解专业教学计划和课程设置,同时也有利于学生拓宽专业视野,增强自主学习的能力。此外,由于当今电子信息技术的应用已高度普及,人们为了适应“信息化”的生活、工作和学习,需要了解信息科学技术的基础知识。本书也可以作为普通高等学校非电子信息类本科高年级学生的选修课教材,或供具有高中以上文化程度的社会大众学习电子信息科学与技术基础知识的普及型读物。

图书在版编目(CIP)数据

电子信息科学与技术导论/黄载禄主编;黄载禄等编.--2版.--北京:高等教育出版社,2016.6

ISBN 978-7-04-045265-5

I.①电… II.①黄… III.①电子信息-高等学校-教材 IV.①G203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 085918 号

策划编辑 吴陈滨 责任编辑 王楠 张江漫 封面设计 于文燕 版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 高歌 责任印制 耿轩

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 三河市潮河印业有限公司
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 26
字数 620千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2011年7月第1版
2016年6月第2版
印 次 2016年6月第1次印刷
定 价 37.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 45265-00

前 言

《电子信息科学与技术导论》一书自 2011 年 7 月出版以来,已多次印刷,主要用作高等学校电子信息类专业本科生的“导论”课教材,也有不少学校选用它作为非电子信息类专业高年级学生的选修课教材,目的是普及电子信息科学与技术的基础知识。鉴于电子信息科学与技术的发展迅速,知识更新快,本书作者于 2014 年商定,启动该书第二版的修订工作,经过半年多的资料收集、整理之后,现已编写完成。

本书第二版保持了第一版的章节结构,继承了第一版的编写思想,删去了第一版中一些过时的内容和过多的叙述,各章均有改动。

第一章 概述,增加了“互联网时代”的叙述,简略介绍了固态硬盘。

第二章 消息数字化及应用,增加了 OLED(有机电激发光)和超高清视频概念的介绍。

第三章 电磁波及应用,增加了对数字广播及无线电充电的介绍。

第四章 信息与通信工程,删去了过多介绍数字程控交换机的内容,增加了对 IP 交换和路由、无线宽带(Wi-Fi)、智能手机、即时通信、中国的北斗导航和量子通信等的介绍。

第五章 计算机科学与技术,删去了第一版中介绍计算机基础知识的部分内容,增加了对大数据、高性能计算机和多核技术等介绍。

第六章 互联网与物联网,删去了一些过时或叙述过多的内容,增加了对移动互联网、物联网和“互联网+”的介绍,并介绍了物联网应用的一些典型案例。

第七章 自动化与控制科学,删去了少量过时内容,增加了对智能制造和 3D 打印技术等介绍。

第八章 微电子学与集成电路,除对原有内容精练增删外,增加了“中国‘芯’面临的形势与对策”一节。

第九章 微波器件与微波集成电路,仅有少量文字修改。

第十章 光电信息技术,增加了 LiFi(光接入)、红外和可见光隐身及 LED 显示屏等内容。

第十一章 信息安全,除文字修改外,更详细地介绍了计算机病毒发展,简要介绍了网络空间安全和可信免疫计算等内容。

本书保留了第一版中的“后语”部分,并在后语中增加了一段培养学生“创新思维”的文字,指出:创新源于需求,发明来自实践,知识是创新的基础,意志决定创新成败。这也是本书在选材、编写、介绍技术进步和重要发明人物时希望传达给学生的思想。

鉴于本书是作为电子信息类专业指导学生学习的“导论”课教材或参考书,因而面向实际、面向应用、精选内容、紧跟技术发展前沿是本书写作的基本理念。我国电子信息科学技术领域一线的广大科技人员,他们了解市场,熟悉最新的技术进展,作者衷心希望工作在科研、开发、生产第一线的工程技术人员能对本书的编写提出宝贵建议。

本书第二版初稿中的部分内容,曾请中兴通讯股份有限公司和腾讯科技(深圳)有限公司的

II 前言

相关技术人员审阅,并得到了他们的大力支持,提出了十分中肯的意见,作者在此对他们表示感谢。

本书承蒙东南大学吴镇扬教授在百忙之余仔细审阅,在此谨表衷心感谢。

本书是多位作者的合作成果,他们工作在武汉多所高校,能聚集在一起,还得感谢湖北省通信学会在2008年起意:组织武汉部分高校教师编写一本通信技术科普读物,这才有了武汉几所高校教师的合作。感谢湖北省通信学会!

由于作者水平有限,也由于本书涉及领域广泛,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。作者邮箱:huangzl@mail.hust.edu.cn。

作者

2015年8月于武汉

第一版前言

《电子信息科学与技术导论》一书是为普通高校“电子信息类”专业本科生编写的介绍电子信息科学与技术、学科和专业的一本导论课教材,同时也可作为向社会大众普及电子信息科学技术基础知识的通俗读物。

为什么要开设这样一门“导论”课程?主要原因是电子信息科学与技术发展迅速,涵盖面广,它包含了多个大学本科专业和研究生学科;由于学科的交叉和融合,各专业的教学计划、课程设置和就业领域产生了重叠,原来各专业之间本来较清楚的专业分工现在有了交叉。这主要是由于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等。电子技术、通信、计算机和自动控制技术常常共存于一个电子信息系统中,大学的本科专业与工程实际中的某一领域已不存在单一对应关系,电子信息类专业的分工似乎已不存在了。同学们常有“我们的专业到底是干什么的?”、“我们毕业后到底从事什么工作?”的困惑,开设“导论”课的目的就是试图回答上述问题。

通过这门课程的学习,学生可以了解电子信息科学技术的学科全貌;了解电子信息科学与技术同产业及社会的联系;了解电子信息科学与技术对社会发展的重大贡献;拓宽专业视野,增强自主学习能力。社会信息化已成为当代社会发展的大趋势,电子信息科学与技术已成为当今社会最具潜力的新的生产力,同时信息化水平已成为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在日益增长,为适应社会对人才的需要和促进科学技术的发展,我国在大学“理”、“工”科设置有数十个与电子信息科学与技术有关的大学本科专业和研究生学科。学科是培养研究生(包括硕士、博士)划分的科学领域,学科划分遵循知识体系自身的逻辑关系,设置研究生学科的目的是推动科学技术的创新和进步。本科专业是以学科分类为背景,按照学科分类和社会对不同业务领域和岗位的人才需要而设置的培养人才的目录,设置本科专业的目的是规范和指导高等学校分类培养人才。为了使培养的人才更适合社会需要,使本科毕业生具有较宽的专业口径,当前各高校“电子信息类”本科专业普遍采用了拓宽课程覆盖面的方法,使得教学计划中设置的课程一般都涵盖了电子信息科学技术的各主要学科领域。“导论”课的目的是使学生在进入专业学习之前,对电子信息科学与技术的主要学科有一个全局性的了解,以帮助学生了解专业教学计划中安排的各类课程和对后续的专业学习有初步的全面认识,以增强学生学习的针对性和主动性。

通过这门课程的学习,学生可以了解电子信息科学与技术各学科的形成、分工、联系与融合的发展历程和今后的发展趋势。由于学科之间的交叉融合导致了一些本科专业课程设置的基本雷同,以及电子信息科学技术的广泛应用和各行各业对信息技术人才的需求,导致了各专业就业领域的交叉覆盖。这些是电子信息科学与技术高度发展带来的问题。这些问题的解决,有赖于合理调整学科划分和专业设置,有赖于新的课程体系和新的专业教学计划的制订。与此同时,

分析学生对专业方向产生“困惑”的原因,主要是不了解学科全貌和学科之间的联系,本书介绍电子信息科学与技术各主要学科的全貌,目的是尽可能帮助学生“解惑”。

本书同时是一本普及电子信息科学与技术的科普读物。在当代社会中,由于信息技术的高度普及,通信、互联网、计算机、自动化等已在工业、医疗、教育、社会管理和家庭信息化等各方面得到了普遍应用,人们为了适应信息化的生活、工作和学习,有必要学习电子信息科学与技术的基本知识,了解其发展历程、主要技术及今后的可能发展走向。本书可作为具有高中以上文化程度的人员全面了解电子信息科学与技术的普及型读物。

为什么本书定名为“电子信息科学与技术导论”呢?信息科学技术包括的内容极广:包括研究信息的运动、内容、形式、本质和度量等的基础信息科学;也包括研究生物信息、医学信息、遗传信息、地球信息和宇宙信息的应用信息学等。但是当信息科学与电子技术、计算机科学技术以及互联网相结合之后,就大大增强了人们对信息的认知能力,使信息可闻、可视、可传输、可存储、可变换、可利用,从而形成了信息科学技术的一个专门领域,这就是“电子信息科学与技术”。正是电子信息科学与技术推动着社会的“信息化”进程,改变了人们的生产方式、生活方式、工作方式、学习方式、交往方式、思维方式等,它已经使人类社会发生了并且还在继续发生着极其深刻的变化。电子信息科学与技术是由多个学科理论和技术组成的群体,在世界工业体系中形成了庞大的电子信息产业集群,如:集成电路(微电子)、计算机、通信、自动化、家用电器、互联网、物联网、光纤、光电子和软件产业等。信息科学技术的“电子化”使得“信息”成为了和“材料”、“能源”并列的现代社会的三大支柱之一,使人们能够通过互联网共享信息,同时发展出了可以将各类器物接入互联网的物联网,发展出了电子商务、电子政务、数字媒体等。编者认为,用“电子信息科学与技术导论”作为本书的书名将更能反映本书的内容、取材和应用领域。

按照电子信息科学与技术的主要学科领域和我国研究生学科和大学本科专业的设置情况,本书选择了涉及应用面最广、与实际联系最密切的主要学科领域进行介绍,包括电子科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、互联网与物联网、自动化与控制科学、微电子学与集成电路、光电信息技术以及网络信息安全等。上述这些领域的基本理论和技术是多数信息类专业制订教学计划、组织课程教学的基础。由于学科划分与专业设置都和科学技术的发展阶段有关,科学技术在发展过程中分化,形成新的学科和专业,同时又可能在新的发展过程中交叉融合,在导论课中对电子信息科学与技术的重要领域及发展过程作简要介绍可以帮助学生了解学科之间的交叉和相互促进的关系并预计未来的可能发展。电子信息科学与技术 in 20 世纪的发展特点主要是分化,产生了多个学科专业;但是在 21 世纪的发展特点可能主要是学科之间的交叉融合,这对大学原有的专业教学计划和课程体系带来了挑战。

本书在内容叙述方面的特点是:①注重介绍应用。电子信息科学与技术的进步和广泛应用在推进着当今世界的信息化革命。电子产品的更新换代特别快,有的产品生命周期只有约 10 年,是市场应用需求推动了电子信息技术的发展。②着重介绍基本概念、专业内容、技术发展历程、当前的技术状况和今后的可能发展走向,力求通俗易懂。③注意介绍信息科学技术中的重大发明、发明的背景和发明者的相关资料,从中可以了解到信息科学技术的发展史,可以学习科学家的勤奋、专注、求真、务实的精神,了解这些将有助于青年学生在科学道路上的成长。

全书共含十一章,分别介绍电子信息科学与技术的各主要领域。全书章节的前后安排,虽然有体系方面的考虑,但联系并不十分紧密,因而学习或者阅读时可以自由选择。

本书的第一章、第二章、第三章、第四章和第九章由黄载禄(华中科技大学)编写;第五章由汪文(中国地质大学)编写;第六章由周建国(武汉大学)编写;第七章由李璋(湖北大学)编写;第八章由杨维明(湖北大学)编写;第十章由葛华(武汉理工大学)编写;第十一章由刘新华(武汉理工大学)编写。编者感谢在本书编写过程中帮助进行组织指导的有关领导、教授和专家,他们主要有李国森高工、蔡子芬高工、王殊教授、孙洪教授、黄瑞光教授和刘岚教授等。

由于编者的知识水平有限,也由于本书涉及领域广泛,书中难免存在不妥之处,编者诚恳希望读者批评指正。编者邮箱:huangzailu@sohu.com, huangzl@mail.hust.edu.cn。

1.1 信息科学进入“互联网时代” 1

1.1.1 信息社会的产生 1

1.1.2 信息社会的产生背景 2

1.1.3 信息社会的产生过程 2

1.2 信息科学技术的概念 4

1.2.1 信息 4

1.2.2 信息技术 4

1.2.3 信息科学 6

1.2.4 关于“信息理论” 7

1.3 电子技术的发展 8

1.3.1 电子管 8

1.3.2 半导体器件 8

1.3.3 集成电路 8

1.3.4 21世纪电子新器件 8

1.4 信息科学技术的研究领域 14

1.4.1 信息获取 14

1.4.2 信息传输 16

1.4.3 信息处理 19

1.4.4 信息控制 23

1.4.5 信息应用 23

1.5 电子信息科学技术的专业设置 25

1.5.1 教育部“工学”门类的一级、二级专业目录 25

1.5.2 电子信息科学技术的专业目录 27

1.5.3 学科简介 27

1.5.4 我国电子信息类专业的发展 27

1.5.5 专业设置 27

附录小结 32

参考文献 33

第二章 信息的数字化及编码 34

2.1 二进制数及数的表示 34

2.2 二进制数与十进制数 34

2.3 二进制数与十进制数 34

2.3.1 二进制数与十进制数 34

2.3.2 二进制数与十进制数 34

2.4 字符的数字化编码 34

2.4.1 汉字的字符编码 34

2.4.2 汉字的数字化编码 34

2.5 语音编码及应用 34

2.5.1 语音的数字化编码 34

2.5.2 语音的多重编码 34

2.6 图像编码 34

2.6.1 图像的数字化 34

2.6.2 彩色电视原理 34

2.6.3 禁止删除的帧内模式 34

2.6.4 帧内预测编码 34

2.6.5 帧内预测 34

2.7 汉字图像编码的应用 34

2.7.1 汉字电视 34

2.7.2 汉字电视 34

2.7.3 汉字电视 34

2.7.4 汉字电视 34

2.7.5 汉字电视 34

附录小结 34

参考文献 34

第三章 电磁波及应用 34

3.1 假如没有“电磁波” 34

3.2 电磁波的产生 34

3.3 电磁波与通信 34

3.3.1 电磁波与通信 34

3.3.2 电磁波与通信 34

3.3.3 电磁波与通信 34

编者

2011年3月

目 录

第一章 概述	1	2.1 为什么要“数字化”	34
1.1 信息化社会与“互联网时代”	1	2.2 二进制数及数的表示	35
1.1.1 信息化社会的特征	1	2.3 模-数转换和数-模转换	
1.1.2 信息化社会的产生背景	2	(ADC/DAC)简介	36
1.1.3 信息化社会的实现途径	2	2.3.1 ADC/DAC的主要性能参数	36
1.2 信息科学技术的基本概念	4	2.3.2 ADC/DAC原理简述	36
1.2.1 信息	4	2.4 字符的数字化编码	38
1.2.2 信息技术	4	2.4.1 英文的字符编码	38
1.2.3 信息科学	6	2.4.2 汉字的数字化编码	39
1.2.4 关于“信息理论”	7	2.5 语音编码及应用	41
1.3 电子技术的发展	8	2.5.1 语音的波形编码	41
1.3.1 电与电子管	8	2.5.2 语音的参量编码	44
1.3.2 半导体器件	10	2.6 图像编码	44
1.3.3 集成电路	11	2.6.1 图像的数字化	44
1.3.4 21世纪电子新器件——		2.6.2 彩色电视原理	45
纳米电子器件	13	2.6.3 静止图像的编码格式	46
1.4 信息科学技术的研究领域	14	2.6.4 视频图像编码	48
1.4.1 信息获取	14	2.6.5 流媒体标准	50
1.4.2 信息传输	16	2.7 视频图像编码的应用	53
1.4.3 信息处理	19	2.7.1 网络电视	53
1.4.4 信息存储	23	2.7.2 移动电视	54
1.4.5 信息应用	25	2.7.3 高清数字电视	55
1.5 电子信息科学技术的学科与		2.7.4 电视显示屏	58
专业	27	2.7.5 数字电视机的常用接口	61
1.5.1 教育部“工学”研究生一级、二级		本章小结	62
学科目录	27	思考题	62
1.5.2 电子信息科学技术的学科分工	29	参考文献	63
1.5.3 学科融合	30	第三章 电磁波及应用	64
1.5.4 我国电子信息科学技术的本科		3.1 假如没有“电磁波”	64
专业设置	31	3.2 电磁波的发现	64
本章小结	32	3.3 电磁波与通信	66
思考题	32	3.3.1 马可尼发明无线通信	67
参考文献	32	3.3.2 无线电广播的诞生	67
第二章 消息数字化及应用	34	3.3.3 短波单边带通信	69

II 目录

3.3.4 由无线寻呼到移动通信	70	4.4.3 QQ和微信	128
3.3.5 RFID(射频标签)	73	4.4.4 国外即时通信软件简介	131
3.3.6 微波通信诞生	74	4.5 卫星通信	132
3.4 电磁波的物理特性和参数	75	4.5.1 卫星通信概述	132
3.4.1 电磁波的物理特性	75	4.5.2 卫星通信的发展概况	134
3.4.2 电磁波参数	75	4.6 全球卫星导航定位系统	136
3.4.3 电磁波的产生	77	4.6.1 GPS定位原理	136
3.5 电磁波的传播	79	4.6.2 GPS系统组成	136
3.5.1 电磁波在自由空间的传播	79	4.6.3 GPS系统的特点与应用	138
3.5.2 电磁波在波导中的传播	81	4.6.4 中国的北斗导航系统	138
3.6 天线	82	4.6.5 其他卫星定位系统	141
3.6.1 半波天线	83	4.7 新型通信机——量子通信	142
3.6.2 天线实例	84	4.7.1 量子通信概述	142
3.7 电磁波的其他应用	85	4.7.2 量子通信的应用	144
3.7.1 电磁波测距	85	本章小结	145
3.7.2 雷达	85	思考题	146
3.7.3 微波遥感	87	参考文献	146
3.7.4 功率微波的应用	89	第五章 计算机科学与技术	147
本章小结	92	5.1 概述	147
思考题	92	5.1.1 计算机的组成和分类	147
参考文献	92	5.1.2 计算机的特点和应用	148
第四章 信息与通信工程	93	5.1.3 计算机科学的发展历史和 研究领域	149
4.1 电话的发明	93	5.1.4 计算机能思考吗?	152
4.2 电话与电话网	95	5.2 计算机的硬件系统	153
4.2.1 电话机及其应用	95	5.2.1 冯·诺伊曼体系结构	153
4.2.2 电话交换机的演进	97	5.2.2 计算机的硬件组成与微型 计算机的硬件结构	154
4.2.3 数字程控交换机	99	5.2.3 计算机的主要性能指标	157
4.2.4 固定电话网	101	5.2.4 计算环境	157
4.2.5 IP交换与路由	103	5.3 计算机的软件系统	159
4.2.6 信令网	107	5.3.1 计算机软件的基本知识	159
4.2.7 网络中心设备	107	5.3.2 计算机程序设计	160
4.3 移动通信	109	5.3.3 数据结构与算法	162
4.3.1 移动通信的发展历程和趋势	109	5.3.4 操作系统	166
4.3.2 蜂窝移动通信系统	113	5.4 计算机科学技术的发展	169
4.3.3 移动通信的其他类型	117	5.4.1 高性能计算机	169
4.3.4 Wi-Fi(无线宽带)	120	5.4.2 多核技术	170
4.3.5 智能手机	123	5.4.3 云计算	171
4.4 即时通信(IM)	127	5.4.4 大数据	176
4.4.1 何谓“即时通信”?	127	5.4.5 我国计算机的发展状况	179
4.4.2 即时通信的兴起	128		

5.5 计算机技术的应用	181	本章小结	229
5.5.1 智能手机的硬件系统	181	思考题	229
5.5.2 汽车电控单元	182	参考文献	230
本章小结	183	第七章 自动化与控制科学	231
思考题	184	7.1 自动控制和自动控制系统概述	231
参考文献	184	7.1.1 基本概念	231
第六章 互联网与物联网	185	7.1.2 发展历程	233
6.1 互联网概述	185	7.2 智能控制简介	235
6.1.1 互联网是什么?	186	7.2.1 模糊逻辑控制	235
6.1.2 互联网的兴起	187	7.2.2 专家系统	236
6.2 Internet 工作原理	189	7.2.3 模式识别	238
6.2.1 网络体系结构与协议	189	7.2.4 人工神经网络	239
6.2.2 Internet 地址	193	7.3 机器人	240
6.2.3 Internet 网络服务	198	7.3.1 机器人的发展史	241
6.2.4 网络互连设备	201	7.3.2 机器人的分类	243
6.2.5 Internet 的组成部分	205	7.3.3 人类与机器人	243
6.2.6 互联网面临的挑战	206	7.4 自动控制系统的控制方式	244
6.3 接入 Internet	207	7.4.1 开环控制	245
6.3.1 主要接入技术	207	7.4.2 闭环控制	245
6.3.2 网络故障的简单诊断命令	210	7.4.3 自动控制系统的分类	249
6.4 移动互联网	210	7.5 自动控制系统的性能指标	250
6.4.1 移动互联网概述	210	7.6 工业自动化与信息化	252
6.4.2 移动互联网的体系构架	211	7.6.1 信息技术与工业自动化	252
6.4.3 移动互联网的接入	212	7.6.2 信息化与智能制造	253
6.4.4 移动互联网的业务组成	213	7.6.3 3D 打印与智能制造	256
6.4.5 移动互联网的发展趋势	213	7.7 中国在工程控制方面所取得	
6.5 物联网	214	的成就	260
6.5.1 物联网概述	214	7.7.1 中国的载人航天工程	260
6.5.2 物联网的起源与发展	215	7.7.2 中国的卫星测控	261
6.5.3 物联网相关概念的界定及比较	216	本章小结	262
6.5.4 物联网的体系结构	218	思考题	263
6.5.5 物联网关键技术	218	参考文献	263
6.5.6 物联网相关产业体系	220	第八章 微电子学与集成电路	264
6.5.7 物联网技术和标准化现状	221	8.1 微电子学发展历程	264
6.5.8 物联网应用实例	222	8.1.1 发展历程大事记	265
6.5.9 物联网发展面临的挑战	225	8.1.2 微电子技术发展的规律	266
6.6 互联网+	226	8.2 集成电路的分类	267
6.6.1 “互联网+”的概念	226	8.2.1 按功能分类	267
6.6.2 “互联网+”的特征	227	8.2.2 按结构形式与工艺分类	267
6.6.3 “互联网+”的实际应用	227	8.2.3 按有源器件及工艺类型分类	268
6.6.4 “互联网+”的数据模型	228		

IV 目录

8.2.4 按集成电路规模分类	268
8.2.5 按应用和实现方法分类	269
8.3 集成电路材料	270
8.3.1 集成电路材料	270
8.3.2 新材料——石墨烯	271
8.4 集成电路元器件	272
8.4.1 无源器件	273
8.4.2 有源器件	273
8.5 集成电路基本制造工艺	275
8.5.1 工艺类型简介	275
8.5.2 外延生长	276
8.5.3 氧化工艺	278
8.5.4 掺杂工艺	278
8.5.5 刻蚀技术	279
8.5.6 光刻工艺	280
8.5.7 铜互连工艺	281
8.6 集成电路封装与测试	282
8.6.1 集成电路封装	282
8.6.2 集成电路测试	284
8.7 集成电路设计	286
8.7.1 集成电路设计步骤	286
8.7.2 集成电路设计特点	288
8.7.3 集成电路设计工具	288
8.8 微电子技术的发展方向	289
8.8.1 集成电路走向系统芯片	289
8.8.2 微电子与其他学科结合将诞生 新的技术和产品	290
8.8.3 硅微电子极限与对策	291
8.9 微电子产业的战略地位	292
8.9.1 微电子对传统产业的渗透与 带动作用	292
8.9.2 集成电路装备制造业推动国家 综合科技水平提高	293
8.9.3 我国的集成电路需求	294
8.9.4 中国“芯”面临的形势与对策	294
本章小结	296
思考题	296
参考文献	297
第九章 微波器件与微波集成电路	298
9.1 概述	298
9.1.1 微波的特性	299
9.1.2 微波集成电路的应用	299
9.1.3 微波电路的发展	300
9.2 微波元器件	302
9.2.1 分立微波元器件	302
9.2.2 微带元器件	305
9.3 微波天线	306
9.3.1 微波抛物面天线	307
9.3.2 微波缝隙天线	307
9.3.3 微带天线与蒙皮天线	308
9.3.4 新型微波天线	309
9.4 平面微波电路	312
9.4.1 混合微波集成电路	313
9.4.2 单片微波集成电路	313
9.4.3 声表面波器件	316
9.5 微波电路与系统设计工具简介	317
9.6 我国微波集成电路发展状况	318
本章小结	319
思考题	320
参考文献	320
第十章 光电信息技术	321
10.1 神奇的激光	321
10.1.1 激光的发明	321
10.1.2 激光的特性	324
10.1.3 无所不在的激光应用	325
10.2 光纤通信	331
10.2.1 光纤的发明	331
10.2.2 光纤特性	332
10.2.3 光发射机和光接收机	335
10.2.4 光波分复用	336
10.2.5 光纤通信器件	338
10.2.6 光纤网络	339
10.3 无线光通信	340
10.3.1 空间光通信的技术特点及应用	341
10.3.2 地面空间光通信的技术问题	342
10.3.3 LiFi(光接入)	343
10.4 红外和可见光隐身	345
10.4.1 隐身原理	345
10.4.2 隐身斗篷	346
10.4.3 隐身的进一步研究	347

10.5 红外成像与微光夜视仪	348	11.2.3 数字水印的攻击	370
10.5.1 红外成像及应用	348	11.2.4 数字水印的应用	371
10.5.2 微光夜视仪	350	11.2.5 数字水印的研究状况与展望	372
10.6 光电信息处理	351	11.3 计算机病毒	373
10.6.1 激光全息技术及应用	351	11.3.1 什么是计算机病毒	373
10.6.2 光电信息处理的应用	352	11.3.2 计算机病毒的发展历史	374
10.7 发光二极管(LED)及应用	353	11.3.3 计算机病毒的原理与防范	378
10.7.1 LED 发光原理	353	11.4 防火墙	380
10.7.2 LED 的应用	355	11.4.1 防火墙的概念	380
本章小结	359	11.4.2 防火墙的体系结构	381
思考题	359	11.4.3 防火墙技术	383
参考文献	360	11.5 其他安全技术	385
第十一章 信息安全	361	11.5.1 数字签名与认证技术	385
11.1 信息安全概述	361	11.5.2 入侵检测	388
11.1.1 经典信息安全	361	11.5.3 虚拟专用网	390
11.1.2 网络信息安全	362	本章小结	392
11.1.3 网络空间安全	363	思考题	392
11.1.4 信息安全研究的主要内容	364	参考文献	392
11.1.5 信息安全技术的发展	365	后语	
11.2 信息隐藏与数字水印	366	——关于本书的教学及学生	
11.2.1 信息隐藏技术的应用与分类	366	学习的建议	393
11.2.2 数字水印技术概述	369	参考文献	401

在农业社会和工业社会中,材料和能源是其要素,社会的主要财富是物质生产,在信息社会中,信息技术已改变了传统的工农业生产劳动方式,开发和利用信息资源的社会信息经济活动不断扩大,促进了生产过程的信息化,使信息化生产成为国民经济活动的主要内容,也使信息成为与材料能源同等重要的资源。

在信息化社会中,建立了各种信息基础设施和各类信息网络,使信息触手可及,在社会的政治、文化、教育领域中,广泛采用信息技术,实现了社会文明与进步,工业生产、农业生产、城市管理、医疗卫生、交通运输、商贸等行业实现了高度信息化变革,进入了信息化工业、管理农业、智慧城市、智慧医疗、智慧交通、智慧物流、智慧服务等网络经济时代,信息化网络深入到了社会活动的各个方面,包括每一户家庭。

在信息化社会中,产生了以计算机为代表的智能化生产工具,具备了与智能化工具和传统生产力的,智能化生产工具与过去的自动化生产工具的不同之处在于它不是一个孤立分散的自动控制系统,而是一个具有强大处理能力、有网络联接信息生产网络体系,或者称之为网络体系。

智能化社会将改变人们的生产方式、生活方式、工作方式和学习方式,交往方式,战斗方式,生活方式等,将使人类社会发生极其深刻的变化,人们为了适应信息化社会的生活,必须具备使用各种电子信息技术设备来获取相关信息知识的基本能力,即必须了解信息技术、网络、高宽带及基础信息传输知识及其应用,这也要求人们应具备与信息化社会相适应的素质。

第一章

概 述

1.1 信息化社会与“互联网时代”

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着一场信息化革命;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,其结果必然导致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。

何谓信息化社会?

1.1.1 信息化社会的特征

信息化社会即信息社会(information society),是以信息技术为基础,以信息化产业为支柱,以信息产品高度发达为标志的社会。

在农业社会和工业社会中,材料和能源是主要资源,社会的主要职能是组织大规模的物质生产;在信息社会中,信息技术已改变了传统的工农业生产活动方式,开发和利用信息资源的社会信息经济活动不断扩大,促进了生产过程的信息化,使信息化生产成为国民经济活动的主要内容,也使信息成为与材料和能源同等重要的资源。

在信息化社会中,建立了各类信息数据库和各类信息网络,使信息四通八达,在社会的政治、文化、教育活动中,广泛采用信息网络,实现了社会的高度文明与进步;工业生产、农业生产、城市管理、医疗卫生、交通运输、物流和社区都实现了高度信息化管理,进入了信息化工业、智慧农业、智慧城市、智慧医疗、智能交通、智慧物流和信息化社区的高度信息化时代。信息化网络深入到了社会活动的各个方面,包括每一个家庭。

在信息化社会中,产生了以计算机为代表的智能化生产工具,具备了与智能化工具相适应的生产力。智能化生产工具与过去的自动化生产工具的不同之处在于它不是一个孤立分散的自动控制系统,而是一个具有庞大规模的、有组织的信息化生产网络体系,或者称之为大数据构成的网络体系。

信息化社会将改变人们的生产方式、生活方式、工作方式、学习方式、交往方式、战争方式、思维方式等,将使人类社会发生极其深刻的变化。人们为了适应信息化社会的生活、工作和学习,必须有使用日常电子信息设备来获取相关信息知识的基本能力,即必须了解信息技术,因此必须高度普及基础信息技术知识及其应用,这也要求人们应具备与信息化社会相应的文化知识水平。

1.1.2 信息化社会的产生背景

人类科学技术进步的历史可表现为三次“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 70 年代,其标志是电灯(电力)的发明和使用,之后发明了电话等。电力的使用促使工业生产效率空前提高,从此人类进入了电气化时代。

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。随后又发明了互联网,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是科学技术对生产力的推动作用更加显著、广泛和深入,产生了人工智能、机器智能,出现了云计算和大数据应用,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,信息技术还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,因而又称第三次工业革命为信息化革命。当前我们正处在信息化革命的进程中,特别是自 20 世纪 90 年代以来,这一信息化革命的进程在逐步加速。

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;而计算机的核心又是集成电路;独立的计算机并不能实现信息化,而必须有互联网的普及应用才能发挥信息的作用,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;因而信息技术的综合平衡发展才能实现社会的深刻变革,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。物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推动力。

1.1.3 信息化社会的实现途径

互联网的普及和应用,改变了世界,使它成为影响社会进步的最重要的基础设施之一。铁路、公路是货物流通的基础设施,而互联网则是信息流通的基础设施。没有物资流通的社会,只能停留在小农经济时期,没有互联网的社会,则只能停留在工业化时期。因此,互联网将社会推进到了一个新的时代。

“互联网”是一张覆盖全球,像渔网一样的信息网络,它没有“中心”,它是由无数的“信息节点”纵横相连而成。节点之间是平等的。节点可以是接入网络的数据库,可以是连接网络的计算机、信息中心或服务器。每一个节点可以从互联网中获取信息,也可以向网络传送信息,这是对传统网络的革命性颠覆。

传统网络是中心结构,如报纸统一发行,电视统一放送,电话由电信局集中转接等。互联网彻底改变了这种“中心”模式,新闻、视频、电话都可以不通过以前的中心,而通过节点;而每一个

节点(计算机、手机或其他信息终端),每一部智能手机、每一台连接网络的移动终端都可以成为网络中的一个信息节点,都可以向网络发送信息和获得信息。

信息是如此畅通!然而,互联网对社会的影响,还远不只是如此。随着信息科学技术的发展进步,在互联网平台上创新的应用技术已越来越多,人类对利用互联网实现信息化社会的途径也呈现得越来越清晰。

进入 21 世纪,在互联网平台上创造出的社会信息化的众多新发明中,影响甚巨的是:即时通信、云计算、大数据和物联网等。

即时通信(instant messaging, IM)是以交互方式将语言、文字、图像或视频,在互联网上彼此传送给对方的一种通信方式,QQ、微信等应用软件是其中的代表。

云计算(cloud computing)是利用互联网,将用户提出的庞大的计算处理程序,自动分拆成无数个较小的子程序,再交由多台网络计算服务器分别完成资料搜寻、计算分析,之后,将计算和处理结果回传给用户的一类网络计算机系统。云计算可以达到和“超级计算机”同等强大的效能,这是基于互联网的一种创新的网络计算机模型。

大数据(big data)是指所涉及资料量规模巨大到无法通过目前主流软件工具,在合理时间内达到摄取、管理、处理,并整理成为帮助企业经营、决策、分析或预测的资讯。利用大数据还可以实现机器智能,制造出最好的“专科医生”、智能医疗手术机、优秀律师等。大数据的应用还处在发展中。大数据的特点是:volume(大量)、velocity(高速)、variety(多样)、veracity(真实)。在《大数据时代》^[1]一书中,列举了很多事例,说明了大数据的概念和应用大数据决策带来的以往不曾有过的重大发现。其中一个说的是谷歌公司把 5 000 万条美国人最频繁检索的词条,如“哪些是治疗咳嗽和发热的药物”等,总共建立了 4.5 亿个不同的数学模型对这些词条进行了处理,发现了 45 条检索词条的组合,并将得出的 2007 年、2008 年甲型 H1N1 流感爆发的预测数据与美国疾控中心记录的实际流感流行的官方数据进行对比,发现其相关性高达 97%。和疾控中心一样,谷歌公司也能判断出流感是从哪里传出来的,它的流行趋势会怎样等。不同的是谷歌公司的判断及时,只是利用了从互联网上搜索来的大数据,不劳民伤财,不会像疾控中心一样要在流感爆发一两周后才能做到。这一事例,既说明了大数据也说明了云计算,大数据和云计算是互联网数据应用的两个轮子,它们互为支撑。

物联网(internet of things)是建立在互联网基础上的、物物相连的网络,物联网可使得任何物品与物品之间进行信息交换。这对于工业、农业、医疗、交通、物流和推进社会信息化的影响必将巨大的,它将形成人与物、物与物相连,使人和物都处在世界信息的海洋之中。

互联网打开了人类通往信息化社会的大门,开辟了人类通向信息化社会的途径,它对社会进步划时代的影响将不亚于 18 世纪 60 年代蒸汽机的发明,正是蒸汽机的发明才会有第一次工业革命。随着信息技术和互联网的进一步发展,人类正在一步一步向信息化社会迈进。

对于当前由互联网技术所推动的技术革命,我国提出了“互联网+”,即推动互联网、移动互联网、云计算、大数据、物联网与现代制造业结合,与工业、农业、金融、医疗、商务结合,进一步推进社会信息化。在西方发达国家,如德国,有学者提出了“工业 4.0”的概念。总之,信息化社会尚处在行进中。

1.2 信息科学技术的基本概念

1.2.1 信息

信息(information)一词早期的含义基本上等同于消息(message),但到了20世纪50年代,信息与消息的含义逐渐有了区别,创立了“信息论”。到了20世纪末,由于微电子技术、计算机技术的发展,使移动通信和互联网普及,相应的我们的时代也由工业化时代进入到了信息化时代。那么,什么是信息呢?对“信息”一词有多种不同约束条件下给出的定义,但一般说来,信息是事物运动的状态与方式。在这里,“事物”是泛指一切可能的观察对象,包括外部的物质世界,也包括人们的精神世界;“运动”是泛指一切意义上的变化,包括自然的、社会的和人类思维的等;“状态”是指运动的表征和形态,包括声、光、电等形式;“方式”是指运动的过程和规律。因此,可以说信息是人类社会、宇宙和大自然的一切事物运动变化的表征。由于社会、宇宙和大自然是不断运动变化的,因而它们在不断发出信息。相反,如果事物死亡了,或者说运动终止了,那么也就不再产生信息了。

可以说,一切生物都需要通过获取信息才能生存,人类正是通过获取自然界的信息来了解自然、认识自然;通过获取人类社会各方面的信息来了解社会、认识社会;并通过交换彼此获得的信息来促进人类科学技术的不断发展和社会的不断进步。因此信息是知识,是资源,也是财富。当代社会将信息、材料和能源并列,称之为社会的三大支柱。

1.2.2 信息技术

何谓“信息技术”?简而言之,信息技术是人类实现社会信息化的手段和方法。

也可以从信息的表现形式的角度去定义信息技术。由于不论何种信息,要描述它都需通过语言、文字、数据或图像反映出来,因而信息与语言、文字、数据和图像密不可分,因此在一定程度上又可以说:信息技术是关于语言、文字、数据和图像的技术。

人类的信息技术是随着科学技术的发展而不断进步的,电子信息技术极大地丰富了人类的信息化手段和方法,深化了人们对自然界事物运动变化现象和规律的了解。

信息是客观存在的,并不以人的意志为转移。但限于科学技术水平、经验与研究的不充分,人类现在对很多自然现象还不了解,甚至并未感知到它的存在,有的虽然已感知到它的存在,但不知其所以然,因而无法描述它。对于自然界的这类未知事物,它们还未进入人类的认知体系,也不能用信息技术方法描述它们,因而也未能带给人们信息量。

人类能不断获得自然界的的信息,丰富人类的的知识的前提是不断发展人类的信息技术,使信息畅通才能将信息转化为人类的共同资源和财富。考察人类的发展历史,可以说人类社会的进步即是信息技术的进步。人类由动物进化而来,首先创造了语言。动物可能也有“语言”,但是动物的语言远没有人类的语言复杂、完美。有了语言才可以彼此交流、沟通,交换各自得到的信息。