

高等院校计算机基础教育

新体系 规划教材

互联网+： 概念、技术与应用

吴功宜 吴英 编著

清华大学出版社



高等院校计算机基础教育 新体系 规划教材

互联网+： 概念、技术与应用

吴功宜 吴英 编著

贵州师范学院内部使用

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以“互联网+”为主线,从互联网技术的发展、互联网思维的角度,诠释了“互联网+”的内涵和《“互联网+”行动计划》的基本内容;结合当前科学技术发展的热点问题——互联网、移动互联网、物联网、云计算、大数据、智能与网络安全技术,分析了支撑“互联网+”发展的核心技术;从“互联网+”协同制造、“互联网+”现代农业等九大领域,系统地介绍了“互联网+”与各行各业跨界融合的实例,为大学生描绘了未来信息时代的发展前景,希望能够达到拓宽学术视野、激发学习与创新热情的目的。

本书可以作为大学信息技术导论类课程的教材,也可以作为公选课、通识课的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

互联网+:概念、技术与应用/吴功宜,吴英编著. —北京:清华大学出版社,2019
(高等院校计算机基础教育新体系规划教材)
ISBN 978-7-302-53056-5

I. ①互… II. ①吴… ②吴… III. ①互联网络—高等学校—教材 IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 098399 号

责任编辑:谢 琛
封面设计:常雪影
责任校对:时翠兰
责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14.75 字 数:341千字

版 次:2019年8月第1版 印 次:2019年8月第1次印刷

定 价:39.00元

产品编号:081315-01

贵州师范学院内部使用



前 言

曾经听人讲过这样一个故事：硅谷的IT界大腕聚在一起，讨论“互联网发展对社会的影响可以与人类社会哪一项发明相比”的问题。有人说可以与蒸汽机的发明相比，所有的人都说“No, No”。有人说可以与电的发明相比，所有的人都说“No, No”。有人说可以与火的发现相比。整个会场鸦雀无声，没有人说“Yes”或“No”。因为这确实是一个很难评价的问题，同时也是值得我们深思的问题。互联网对世界经济与社会发展的影响是全局性的和深远的，这一点已经成为世界各国的共识。

我国互联网发展的速度是惊人的。从1994年4月20日中国实现了全部功能连接，成为接入互联网的第77个国家之日到2018年底，历时24年，我国的网民数已经发展到8.29亿人，居世界首位；互联网普及率达到59.6%，超过世界平均普及率。2007年我国手机网民数量仅为0.54亿人，网民中使用手机访问互联网的比例只占25.7%；经过11年的发展，2018年我国手机网民规模已经达到8.17亿人，网民中使用手机访问互联网的比例上升到98.6%。互联网正在“由小到大”一步一步地发展、壮大，“由表及里”地渗透到社会的各行各业与各个领域，转变了人们的生活方式、工作方式与思维方式，开启了互联网与传统行业跨界融合的新趋势，按照“互联网+”的模式推动着信息社会的发展。

从这些态势中可以看出，无论是在互联网、移动互联网的网民数量、应用的深度与广度，还是在物联网的发展趋势上，我国已经走到世界前列，也使我们清晰地认识到：“互联网不仅是一项技术，也不仅是一个产业，它已经成为一个时代的特征。”

在作者的眼里，互联网作为一个跨界融合的创新平台，一手托着云计算、大数据、智能等新技术，一手托着制造业、现代服务业、政府管理、社会公共服务等各行各业的应用，为新技术与各行各业的协同创新提供了千载难逢的机遇，引发了社会各个领域的重大变革。梅宏院士曾经从信息技术对社会发展影响的角度，对当今技术与社会发展的特点做出了很准确的定位。他认为：从基础设施的视角看，这是一个“互联网+”的时代；从计算模式的视角看，这是一个云计算的时代；从信息资源的视角看，这是一个大数据的时代；从信息应用的视角看，这是一个智能化的时代。

科技进步与社会发展一定会对大学生的知识结构与能力培养有新的要求，也必然对大学教育产生重大的影响。正因为如此，我们就需要从技术发展趋势的独特视角，告诉刚刚迈入大学的学生们：人类社会已经进入了跨行业、跨领域的协同创新时代。这个时代的中心是“互联网+”。无论你是学习什么专业、将来准备从事哪个行业工作的学生，都必须对这个时代的主旋律有所了解，必须具备适应“互联网+”时代的创新思维能力。道理很容易说，但是当全国计算机基础教育研究会、清华大学出版社和学界的朋友们希望作者



和教学团队为大学信息技术导论类课程与大学公选课、通识课编写教材时,作者的第一反应是:这好比是让我在阳光灿烂时看太阳,抬头是“满眼金星”,低头是“什么也看不见”。也就是说,想一想会觉得“内容太丰富了”,但是要将这样一个具有划时代意义的概念、技术与应用凝练出知识点、组织成知识体系,设计好课程结构,并且写出教材来,觉得“无从下手”。

在决定是不是承担这个任务时,作者一直在思考三句话。

第一句话是在一次讨论可穿戴计算设备的会议上,有位专家说:成功的设计要求技术专家要成为业务专家,业务专家要能够理解技术“能做什么,不能做什么”。在设计可穿戴计算设备时,我们往往不是赢在理念上,而是输在细节上。作者认同这个观点。“互联网+”与各行各业的“跨界融合”,恰恰需要培养出一批复合型创新人才,必然要求计算机课程要与各个专业“跨界融合”。设计“互联网+”课程难就难在:我们可能是互联网技术方面的专家,但是我们对“跨界”的很多问题并不熟悉。而设计“互联网+”课程的重点恰恰要放在“探讨互联网与各行各业融合的概念、技术与方法”上,而不能放在我们熟悉的“互联网技术与应用”上。教师要站在非计算机专业学生的角度,帮助学生认识他们即将步入的“互联网+”时代,希望能够达到“拓宽学术视野,激发学习与创新热情”的目的。如果不能很好地解决这个问题,那么我们也会“赢在理念上,输在细节上”。

第二句话是:运气往往来自正确的选择。择业是每一位大学生必须面对的选择。作为在高等院校工作了半个世纪的老教师,经常有毕业生拿着几个公司或大学的“offer”来询问:“老师,我应该选择哪个行业(专业)?”我们一般不敢贸然地给出建议。因为这需要学生自己感知他适合做什么?在学生毕业多年之后,邀请我们参加同学返校聚会时,很多学生会感叹某某的“运气”好。细细听了大家的发言后我们发现:其实“运气”往往来源于当年正确的选择,以及在他们合适的岗位上愉快、努力工作的结果。对于这一点,作者感慨良多。因此,开设“互联网+”课程的目的,就是希望帮助学生认清未来社会发展的趋势,了解真正的社会需求,增强他们的认知能力、择业能力、创业能力与适应社会的能力。现在“互联网+”的“运气”已经出现在我们的面前,这就要看我们能不能抓住这个发展“机遇”了。

第三句话是曼德拉说的:“It always seems impossible until it is done.”也就是说,当我们没开始做一件事时,它看起来好像是不可能的。“不想,就根本谈不上实现;但想了,实现的路可能会很长。”贴近技术与社会发展,为非计算机专业学生设计出一门新课程,写出一本适合多个专业需要的教科书绝非易事。好在“互联网+”已经成为大众关注的焦点,具有数以亿计的忠实客户群。开好“互联网+”课程占有“天时、地利、人和”的优势。

天时:

- 顺应技术发展的大势。
- 顺应社会发展的大势。
- 顺应教育改革的大势。

地利:

- 社会对“互联网+”应用需求强烈。
- 我国已经出现了很多“互联网+”应用的成功案例。

- “互联网+”已凸显出对我国经济与社会发展的重要作用。

人和：

- 政府高度重视。
- 各行各业高度认同。
- 教育界同仁的热情支持。

“互联网+”可以表述为：以互联网与信息技术为平台，促进互联网与传统产业的深度融合，创造新的发展生态。“互联网+”涵盖的领域大致可以分成四个组成部分：制造业、现代服务业、政府管理、社会公共服务。作者认为，理解“互联网+”的概念需要注意以下几个问题：

第一，“互联网+”不能简单地看作是“互联网及其应用”。

纵观计算机网络的发展历程，它经历了从互联网、移动互联网到物联网的三个重要的发展阶段。计算机与通信技术的独立发展与深度融合形成了计算机网络，互联网是计算机网络最成功的应用。互联网与移动通信网在技术与业务上的高度融合，形成了移动互联网；互联网、移动互联网与感知、控制、数据、智能技术的融合形成了物联网。从技术发展的角度，我们可以清楚地看到“从互联网、移动互联网到物联网”这样一个自然地传承与演进的过程，三者之间在应用领域与功能上有所不同，但是从核心技术、设计思路上呈现出传承、发展的关系，形成了一个密不可分的有机的整体。随着技术的发展，网络应用的面在不断扩大，各行各业应用的深度在不断地增加，涵盖的内容更加丰富，产生的影响更加深远。国务院2015年7月印发了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》（以下简称《“互联网+”行动计划》），明确未来三年以及十年的发展目标。《“互联网+”行动计划》针对转型升级任务迫切、融合创新特点明显、人民群众最关心的领域，提出了11个具体的重点发展领域，既涵盖了制造业、农业、金融、能源等具体产业，也涉及环境、养老、医疗等与百姓生活息息相关的方面。所以，“互联网+”不能简单地看作是“互联网及其应用”，而是涵盖着互联网、移动互联网与物联网应用的丰富内容。

第二，“互联网+”不是简单的“互联网+X行业=互联网X行业”。

“互联网+”是执行我国政府在“九五”规划中提出的“用先进的信息技术与互联网技术改造传统产业”方针的具体体现，贯彻了坚定不移地走“信息化与工业化两化融合”道路的发展思路，是向建设“网络强国”迈进的过程。“互联网+”不是颠覆传统产业，而是通过先进的互联网、信息技术与各行各业的“跨界、融合、创新”，促进企业生产与经营发展模式的转型。要实现“互联网+”就必然要“跨界”；“跨界”才能实现“互联网”与行业的“融合”；“融合”才能推动行业的“创新、转型和升级”。“互联网+”不是互联网技术与传统行业的技术、业务简单叠加的“物理反应”，而是改革传统产业的发展形态，创造新业态、重构产业链，改造传统产业发展模式的“化学反应”。“互联网+”将给传统产业注入新的活力，创造新的发展模式。对于传统产业来说，“互联网+”既是机遇，更是挑战。因此，我们不能简单地从技术应用的角度去看“互联网+”，而是需要从更加宏观的“互联网思维”的高度去认识“互联网+”的丰富内涵。

第三，“互联网+”是对国家发展战略高度凝练的概括与表述。

“互联网+”是从国家战略层面对发展思路的一种高度凝练的概括与表述。“互联

网+”发展计划希望推动互联网、移动互联网、物联网、云计算、大数据、智能技术与现代制造业的结合,促进电子商务、工业互联网与互联网金融的健康发展。《“互联网+”行动计划》提出,到2025年网络化、智能化、服务化、协同化的“互联网+”产业生态体系基本完善,“互联网+”新经济形态初步形成,“互联网+”成为经济社会创新发展的重要驱动力量。《“互联网+”行动计划》明确指出:我国已具备加快推进“互联网+”发展的坚实基础,但是也存在传统企业运用互联网的意识 and 能力不足、互联网企业对传统产业理解不够深入,新业态发展面临体制机制障碍,同时面临着跨界融合型人才严重匮乏等亟待解决的问题。在《“互联网+”行动计划》的“保障支撑”一节中明确提出:鼓励校企、院企合作办学,推进“互联网+”专业技术人才培养。

传统守旧终究要归位于历史,握手时代才能创造未来。作者从1986年开始在南开大学计算机系讲授“计算机网络”课程;1995年参与天津城市信息基础设施“信息港工程规划纲要”的研究和规划起草工作;1996年到1997年,花了一年的时间在美国考察和研究互联网技术与应用问题;很早就开始跟踪电子商务技术与应用的发展,2000年合作出版《电子商务基础教程》与《电子商务应用教程》;2008年编著出版《计算机网络与互联网技术研究、应用和产业发展》;2012年编著出版了《物联网工程导论》。多年来一直在跟踪互联网、移动互联网与物联网技术与应用的发展,较早参与互联网技术与应用的研究。在2011年社会上出现“互联网思维”的概念和术语时,作者并不是很愿意接受的,觉得将一项技术提高到哲学层面,未免太牵强了。但是,现在回头一看会发现:互联网不再只是一项技术和产业,而是像“水和电”一样,渗透到各行各业,融入社会的各个方面。互联网正在悄然地改变着社会的发展模式,潜移默化地改变着人们的生活方式、工作方式与思维方式。因此,“互联网思维”已经不是“有无”和“真假”的问题,而是我们能不能站在“思想方法”的高度,去体会“互联网思维”的真谛。

我非常同意清华大学崔勇教授的看法:“互联网的发展历史就是一部创新史。”“在互联网创新时代,变化与颠覆一直是行业发展的主旋律。”十多年前,作者曾多次访问过华为、中兴等公司,也访问过美国摩托罗拉公司与芬兰诺基亚公司的总部以及分布在多个国家与地区的研究中心。与当时以“代工”为主的我国手机产业相比,摩托罗拉与诺基亚公司手机研发阵容之强大,让作者感触颇深。但是,再看今天华为、小米等智能手机在国际市场的占有率,我们不能不为手机产业霸主的快速更迭而感慨万千。在互联网时代,如果在技术创新、商业模式创新上,一步跟不上,步步跟不上。中国有一句古话,说一个事物的变化是“三十年河东,三十年河西”。而在“互联网+”的时代,传统行业的更迭速度用“三年河东,三年河西”来表述都有一点长。

最近这几年,当我们有机会在几个发达国家走一走、看一看、比一比之后,由衷地为我国在互联网应用方面取得的可喜成绩感到骄傲。互联网在过去的二三十年已经给我国和世界带来了巨大的变化,但这仅仅是一个开始。它将继续引领这个充满着创新和变革的时代,也必将对大学计算机教育产生重大的影响。同时,我们不能不深刻地认识到:我国是互联网与信息技术应用的大国,但还不是信息技术的强国,我们还有很长的路要走。创新是一个民族的灵魂。中华民族要屹立于21世纪强国之林,必须要培养出一大批学术和技术精英,大学在先进思想与技术普及方面应该走在前面。



近 40 年来,我国广大从事计算机基础教育的老师们开设了很多门计算机方面的课程,为普及计算机知识和技术,为祖国的教育事业做出了重大贡献。面对新的形势,我们需要研究如何改革计算机基础教育体系,以适应技术与社会发展要求的问题。2016 年,作者曾就这个问题请教过教育部计算机教指委副主任、合肥工业大学李廉教授。李廉教授希望加快计算机基础教育改革的步伐,并且提出了未来各个专业的大学生应该具有的四个素养:“网络素养、数据素养、智能素养、安全素养”。作者很受启发。但是如何找到培养这四个素养的切入点是很困难的一件事。作者比较了几种方案,决定选择“互联网+”为切入点,以“互联网+”为平台将“云计算”“大数据”“智能科学与技术”“网络空间安全”这几颗“珍珠”穿起来,形成一个有机的整体,做成一个体现当代科技发展精髓的、美丽的艺术品——“珍珠项链”奉献给读者。

由于作者近 30 多年来一直专注于计算机网络、互联网、物联网与网络安全的教学、科研工作,因此从网络技术入手,尝试着探讨如何提高学生“四个素养”培养的途径与方法问题比较得心应手。同时,作者多年担任南开大学信息技术科学学院院长,一直在与计算机、电子、通信、自动化、智能、网络安全等多学科、不同研究方向的老师们交流,学习到很多相关学科的知识,也为这本教材的写作打下了一定的基础。作者决定大胆地迈出这一步,“抛砖引玉”以引起大家的讨论,吸引更多的老师,共同探讨我国大学计算机教育体系改革的问题。

在修改前言时,想起前不久微信上学生发来的一篇短文,题目叫“这就是中国未来的生存法则,再读不懂就晚了!”文章开宗明义:这不是金星撞火星,也不是火星撞地球,而是“新世界”在撞击“旧世界”!先回忆一下前几年发生的事吧:网店革了实体店的命;“滴滴”革了出租车的命;自媒体革了报纸的命;直播革了电视的命;微信革了短信的命;支付宝还要革银行的命。短文的作者感叹道:没有一种商业模式是长久的;没有一种竞争力是永恒的;没有一种资产是稳固的;科技革命、互联网浪潮、经济危机、地区冲突不断加剧,它们争先恐后地给世界洗牌。文章作者的结论是:这是从未有过的革命浪潮,我们身处新旧世界交替的夹缝里求生存。我们不安,我们惶恐,我们期待。非常同意这篇文章作者的观点。借用文章的话,我们要说:这的确是中国未来的生存法则,我国大学计算机教育再不随着改变的确是要晚了。

作者曾经受全国高等院校计算机基础教育研究会的委托,组织编写了《我国高等院校计算机基础教育课程体系 2014》(CFC2014)。在编写过程中,作者就一直在思考 CFC2014 的课程改革如何“落地”的问题。经过近 4 年的思考,作者决定用本书作为一种试探,为推动大学计算机教育改革“落地”做一个探索。作者非常感谢一起合作完成 CFC2014 的四十所大学的老师们;感谢全国高等院校计算机基础教育研究会谭浩强会长、王路江会长、黄心渊会长,以及吴文虎、冯博琴、张森、高林、杨小平、汪慧、李凤霞、张钢、何钦铭、龚沛曾、曲建民、刘贵龙、安志远、李畅等副会长。在与诸位共事的过程中大家成为好朋友,作者也从各位身上学习到很多大学计算机教育改革的宝贵经验。感谢清华大学出版社的大力支持,感谢谢琛编辑的支持和鼓励。

全书由吴功宜规划和统稿,第 1、2 章由吴功宜教授执笔完成,第 3、4 章由吴英副教授执笔完成。吴英在新技术发展与应用方面提出了很多好的建议,并完成了多幅有创意的

插图,努力使教材做到“图文并茂”与“通俗易懂”。本书可以作为大学计算机教育中信息技术导论课程的教材,也可以作为大学公选课、通识课的教材。

面对日新月异的“互联网+”与信息技术,作者无法预料它的发展,更谈不上“把控”这样一个复杂的局面。就在作者整理资料、潜心写作的过程中,新技术、新应用如雨后春笋般地涌现。书中内容涉及多个学科和跨行业的内容,作者对这些学科与行业知识的了解也只是一些“皮毛”。在准备和写作的过程中,作者认真阅读了很多书籍和文献,请教了很多老师。这本教材的内容实际上凝聚了很多智者的心血,作者是将个人能够理解的部分内容,按照自己的思路整理出来。作者在参考文献中列出了一些主要的参考书籍,难免会有疏漏。书中从互联网搜索引擎或专业网站上选择和编辑了一些图片,希望能以图文并茂的方式帮助读者理解知识。在选择图片时,作者考虑了图片的新闻性、正面引用、教学使用与不涉及个人肖像权等问题。

书中对某些方面知识和技术的理解有错误或不准确,以及总结中出现的偏差在所难免,恳请读者不吝赐教。

这本教材出版时正逢南开大学百年华诞,作为在南开学习、生活和工作了 50 多年的南开人,想将这本体现了南开“允公允能 日新月异”校训与“知中国 服务中国”教育理念的实践成果奉献给母校——百年南开,愿母校越办越好。

吴功宜

wgy@nankai.edu.cn

于南开大学

2019 年 1 月 26 日



教学大纲

1. 课程的地位、作用和任务

“互联网+：概念、技术与应用”可以是大学计算机教育第一门信息技术导论类课程，或者是大学公选课、通识类课程。

本课程从互联网技术发展、互联网思维与我国发展“互联网+”的政策背景出发，诠释了“互联网+”的内涵和《“互联网+”行动计划》的基本内容，结合当前科学技术发展的热点问题——互联网、移动互联网、物联网、云计算、大数据、智能与网络空间安全技术发展，分析了支撑“互联网+”的核心技术，从“互联网+”协同制造、“互联网+”现代农业等九大领域，系统地介绍了“互联网+”与各行各业跨界融合，为大学生描绘了未来互联网社会的前景，培养学习兴趣，开阔学术视野，为后续课程的学习打下坚实的基础。

2. 课程教学的目的和要求

本课程帮助大学生对“互联网+”的概念、支撑物联网发展的核心技术，以及“互联网+”与各行各业的跨界融合的应用前景，有比较全面的认识；帮助学生认清未来社会发展的趋势与时代发展的主旋律，了解真正的社会需求，增强他们的认知能力、择业能力、创业能力与适应社会的能力。

3. 课堂教学课时安排与教学建议

总课时：42 学时

章 节	主要内容	建议学时
第 1 章 “互联网+”的内涵	系统地讨论了互联网的形成为发展、互联网的价值与互联网思维，为学习“互联网+”的核心技术，以及在各行各业的跨界融合应用打下基础	6
第 2 章 我国发展“互联网+”的政策环境	在分析信息、信息技术、信息产业与信息化的基础上，较为详细地介绍了我国政府制定的《“互联网+”行动计划》的总体思想、基本原则、发展目标与重点工作	4
第 3 章 支撑“互联网+”发展的核心技术	以推动“互联网+”发展为主线，系统地介绍了与“互联网+”相关的计算模式的演变与发展、集成电路与智能硬件、通信与网络技术、大数据与智能技术以及网络空间安全技术基本概念	16
第 4 章 “互联网+”应用领域	系统地介绍了“互联网+”的协同制造、现代农业、便捷交通、智慧电网、智能医疗、绿色生态、电子商务与现代物流，以及普惠金融等领域的应用	16

4. 课程教学的方法与手段

(1) 本门课程教学建议结合社会上“互联网+”的最新发展，与时俱进地完善内容；鼓

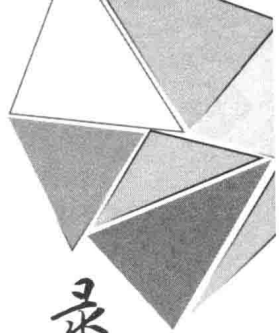


励学生积极思考、勇于创新。

(2) 本课程要充分利用实践教学基地的企业资源,请企业工程师讲解“互联网+”行业应用实例与对人才能力培养的需求。

(3) 教材的第1~4章给出了可以用于自查学生对知识掌握情况的习题,其中包括结合学生的生活实践,给出了多道思考题,书后附有习题中选择题的参考答案。

(4) 建议教师结合自己的专业背景和科研实践,结合教材内容,为学生开一些讲座,或采用翻转课堂等形式,组织学生结合主题讨论与实践。希望将导论课程的学习变成一个“启发式”“自主”与“愉快”的探索过程,同学之间“相互学习”、师生之间“教学相长”的过程。



目 录

第 1 章 “互联网+”的内涵	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.2 互联网技术与应用的发展	2
1.2.1 从信息技术的角度看互联网的发展	2
1.2.2 从人的思维规律的角度认识互联网的发展	3
1.2.3 从信息产业的角度看互联网的发展	6
1.2.4 从物联网的角度看“互联网+”的发展	8
1.3 互联网发展规模与互联网价值	11
1.3.1 预测互联网发展的新摩尔定律	11
1.3.2 我国互联网的发展	12
1.4 互联网思维	17
1.4.1 互联网思维的基本概念	17
1.4.2 互联网+：跨界、融合	18
1.4.3 互联网+：转型、升级	21
1.4.4 互联网+：开放、共享	22
1.4.5 互联网+：创新、创业	24
习题	24
第 2 章 我国发展“互联网+”的政策环境	27
2.1 信息技术、信息产业与信息化	27
2.1.1 信息的基本概念	27
2.1.2 信息技术的基本概念	28
2.1.3 信息产业的基本概念	29
2.1.4 信息化的基本概念	31
2.2 《“互联网+”行动计划》	35
2.2.1 《“互联网+”行动计划》的研究与制定	35
2.2.2 《“互联网+”行动计划》的总体思路、基本原则与发展目标	35
2.2.3 《“互联网+”行动计划》的重点工作	37
习题	39



第3章 支撑“互联网+”发展的核心技术	41
3.1 计算机与软件技术	41
3.1.1 计算模式的演变与发展	41
3.1.2 高性能计算	42
3.1.3 云计算	44
3.1.4 普适计算	50
3.1.5 嵌入式计算	53
3.1.6 可穿戴计算	61
3.1.7 软件的发展与“软件定义一切”	66
3.2 集成电路与智能硬件技术	70
3.2.1 微电子技术和产业发展的重要性	70
3.2.2 微电子与集成电路技术发展	70
3.2.3 系统芯片 SoC 研究与应用	73
3.2.4 智能硬件研究与发展	74
3.3 通信与网络技术	75
3.3.1 分组交换技术与互联网的发展	75
3.3.2 计算机网络的分类与特点	79
3.3.3 下一代互联网技术的研究与发展	81
3.3.4 下一代移动通信技术的研究与发展	83
3.3.5 M2M 技术及其在“互联网+”中的应用	86
3.3.6 移动通信技术与 5G 的发展	89
3.4 大数据技术	93
3.4.1 大数据的基本概念	93
3.4.2 大数据的特征	96
3.4.3 大数据国家战略	97
3.4.4 大数据与“互联网+”	98
3.5 智能技术	101
3.5.1 人工智能的基本概念	101
3.5.2 人工智能技术的研究与应用	103
3.5.3 智能技术在“互联网+”人机交互中的应用	106
3.5.4 智能机器人研究及其在“互联网+”中的应用	112
3.5.5 我国发展人工智能的政策环境	118
3.6 网络空间安全技术	119
3.6.1 从信息安全、网络安全到网络空间安全	119
3.6.2 我国《国家网络空间安全战略》涵盖的基本内容	120
3.6.3 网络空间安全体系与技术	123
3.6.4 网络安全体系与网络安全模型	124
3.6.5 密码学的基本概念	130

3.6.6	互联网访问控制技术	134
3.6.7	“互联网+”网络安全的特点	139
	习题	141
第 4 章	“互联网+”应用领域	145
4.1	“互联网+”协同制造	145
4.1.1	“互联网+”协同制造的基本概念	145
4.1.2	世界工业革命的四个阶段	145
4.1.3	工业互联网与工业 4.0 发展规划的特点	146
4.1.4	智能工厂、智能制造与智能物流	147
4.1.5	工业大数据应用	149
4.1.6	《中国制造 2025》的发展规划	153
4.2	“互联网+”现代农业	154
4.2.1	“互联网+”现代农业的基本概念	154
4.2.2	“互联网+”现代农业研究涵盖的主要内容	155
4.2.3	“互联网+”在精细农业生产与管理中的应用	155
4.2.4	“互联网+”在农业灌溉节水中的应用	157
4.2.5	“互联网+”在养殖业的应用	158
4.2.6	“互联网+”在农产品质量安全溯源中的应用	159
4.2.7	农业大数据应用	161
4.3	“互联网+”便捷交通	162
4.3.1	“互联网+”便捷交通的基本概念	162
4.3.2	“互联网+”便捷交通的技术特征	164
4.3.3	“互联网+”在城市智能交通诱导服务系统中的应用	164
4.3.4	“互联网+”在城市公交系统中的应用	167
4.3.5	共享单车与共享汽车服务	169
4.3.6	从无人驾驶汽车到智慧公路	169
4.4	“互联网+”智慧电网	173
4.4.1	“互联网+”智慧电网的基本概念	173
4.4.2	“互联网+”在输变电路检测与监控中的应用	175
4.4.3	“互联网+”在变电站状态监控中的应用	175
4.4.4	“互联网+”在配用电管理中的应用	176
4.5	“互联网+”智能医疗	178
4.5.1	“互联网+”智能医疗的基本概念	178
4.5.2	“互联网+”智能医疗系统	179
4.5.3	“互联网+”远程医疗系统	181
4.5.4	医疗大数据应用	182
4.6	“互联网+”绿色生态	186

4.6.1	“互联网+”绿色生态的基本概念	186
4.6.2	“互联网+”在局部区域环境监测中的应用	186
4.6.3	“互联网+”在高海拔山区气候、地质监测中的应用	189
4.6.4	“互联网+”在全球气候变化监测中的应用	189
4.7	“互联网+”电子商务与现代物流	191
4.7.1	“互联网+”电子商务基本概念	191
4.7.2	现代物流的基本概念	193
4.7.3	现代物流与电子商务的关系	194
4.7.4	无人仓库	196
4.7.5	未来商店	198
4.7.6	电商大数据的应用	200
4.8	“互联网+”普惠金融	201
4.8.1	互联网金融的基本概念	201
4.8.2	互联网金融内涵与商业模式	202
4.8.3	互联网支付	204
4.8.4	众筹与创新创业	207
4.8.5	场景金融与金融创新	208
4.8.6	区块链与金融创新	211
	习题	216
	参考答案	219
	参考文献	220

“互联网+”的内涵

计算机网络技术沿着互联网、移动互联网、物联网的历程发展,潜移默化地渗透到各行各业与社会的各个领域,开启了“互联网+”的跨界融合,推动着经济与社会的发展。本章将从互联网、移动互联网与物联网技术特征的角度入手,探讨“互联网思维”的概念,解读“互联网+”的内涵。

1.1 计算机网络的形成与发展

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 出现在 1946 年,而通信技术的发展要比计算机技术早得多。在很长的一段时间中,计算机技术与通信技术之间没有直接的联系,处于各自独立发展的阶段。当计算机技术与通信技术都发展到一定阶段,并且社会上出现了新的应用需求时,人们自然就会尝试将两项技术交叉融合,计算机网络就是计算机技术与通信技术高度发展、深度融合的产物。

20 世纪 50 年代初,由于美国军方的需要,美国半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)将来自世界各地军事基地的远程雷达信号、机场与防空部队的信息,通过有线与无线的通信线路,传送到位于美国本土的一台大型计算机来处理,这项研究开始了计算机技术与通信技术结合的尝试。随着 SAGE 系统的实现,美国军方又产生了将分布在不同地理位置的多台计算机通过通信线路连接成计算机网络的需求。

20 世纪 60 年代中期,世界正处于“冷战”高潮阶段。1957 年 10 月 2 日,一个本应平静的星期六的早晨,美国报纸报道了苏联在拜科努尔航天中心成功地发射了一颗重量为 83kg 的人造地球卫星 Sputnik(史伯尼克),这就意味着苏联在全球争霸的竞争中先行了一步。美国朝野为之震惊,事关国家安全的阴云笼罩着美国。5 天之后,美国总统在记者招待会上表示了“严重不安”。两月后,美国总统向国会提出建立“国防高级研究计划署”(Advanced Research Projects Agency, ARPA)的动议。国会同意组建 ARPA。

在与苏联的军事力量竞争中,美国军方发现需要一个专门用于传输军事命令与控制信息的网络。他们希望这种网络在遭到核战争或自然灾害,部分通信设备或通信线路遭到破坏的情况下,通信网络仍然能利用剩余的部分继续工作,这就是“网络可生存性(network survivability)”研究的出发点。传统的通信线路与电话交换网已经无法满足要求,ARPA 开始筹划开展新一代通信网络技术——分组交换网协议与 TCP/IP 的研究。

分组交换的概念是在 1964 年提出来的,1969 年 12 月第一个采用分组交换技术的计算机网络 ARPANET 投入运行。分组交换技术与计算机网络的出现标志着现代电信时代的开始。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个重要的里程碑,它对计算机网络理论与技术发展起到了重要的奠基作用,也为互联网的发展奠定了基础。TCP/IP 成为互联网的核心协议。

互联网是计算机网络最成功的应用。互联网应用的发展大致可以分为三个阶段(如图 1-1 所示)。

第一阶段互联网应用的主要特征是:提供远程登录(Telnet)、电子邮件(E-mail)、文件传输(FTP)、电子公告牌(BBS)与网络新闻组(Usenet)等基本的网络服务。

第二阶段互联网应用的主要特征是:Web 技术的出现,以及基于 Web 技术的电子政务、电子商务、远程医疗与远程教育应用的快速发展。

第三阶段互联网应用的主要特征是:各种新的互联网应用,如搜索引擎、即时通信、社交网络、网络购物、网上交付、网络音乐、网络视频、网络新闻、网络游戏、网络地图、网络导航、微信等风起云涌;移动互联网将互联网应用推向一个新的高潮;物联网应用开始出现。互联网、移动互联网与物联网的应用成为新的产业增长点。



图 1-1 互联网应用发展的三个阶段

1.2 互联网技术与应用的发展

我们可以从不同的角度对互联网技术与应用的发展进行诠释,帮助读者对互联网的过去、现在与未来有一个更为全面的认识。

1.2.1 从信息技术的角度看互联网的发展

计算机网络的广泛应用已对当今社会的科学、教育、经济的发展产生了重大的影响。总结计算机网络技术的发展历程,我们可以清晰地将计算机网络技术的发展经历了三个阶段:从计算机网络到互联网、从互联网到移动互联网、从移动互联网到物联网(如图 1-2 所示)。

要理解这个问题,需要注意以下两点。