

现代通信新技术 新业务

XIANDAI TONGXIN XINJISHU XINYEWU

孙友伟 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

现代通信新技术新业务

孙友伟 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书首先分析了全球信息化进程及 IT 产业发展趋势,介绍了未来十年最有前景的十大通信技术,从电信网、数据网、接入网和移动网 4 个方面介绍了通信网已有及将来会出现的新技术和新业务。

本书跟踪和研究了国内外通信制造商的研发动态及通信运营上的运用建设和营销动态,分析了运营发展趋势及市场前景,使读者对通信网络有一个新的理解。

本书共分 6 章:第 1 章 绪论,第 2 章 现代电信网新技术与新业务,第 3 章 现代多业务综合网络新技术,第 4 章 现代 IP 网新技术与新业务,第 5 章 现代宽带接入新技术,第 6 章 现代移动通信新技术与新业务。

本书可供通信技术专业及通信管理专业高年级学生学习或撰写毕业论文时参考,也可供运营及制造企业职工业务培训时使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信新技术新业务/孙友伟编著. —北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0888-0

I. 现... II. 孙... III. 通信技术:新技术 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 011401 号

书 名: 现代通信新技术新业务

编 著: 孙友伟

责任编辑: 王琴秋 贾治国

出 版 者: 北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号) 邮编: 100876

发行部电话: (010) 62282185 62283578(传真)

电子邮箱: Publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张: 16.5

字 数: 389 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷



ISBN 7-5635-0888-0/TN·324

定 价: 26.00 元

·如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系·

前 言

进入 21 世纪以后,通信技术以超摩尔的速度向前发展,当通信技术专业及通信管理专业的高年级学生即将加入运营商或制造商的队伍之时,蓦然回首,发现还有许多新的技术和业务没有来得及学习,撰写毕业论文的参考资料无从寻找。本书正是为解决学生中存在的这一问题而作。

今天的通信网,从技术及业务的层面上来看,可分为电信、数据、接入和移动四个方面。本书从这四个方面归纳和总结了当前制造商、运营商的研究发展动态,跟踪研究了他们已经或将要采用和实施的新技术、新业务。其中参考了国内外著名厂商的研发资料,也参考了国内外著名学者的研究结论。当然,在感谢他们的同时,也阐述了我自己的学术观点,以期帮助学生们看清通信业发展的方向,为即将踏上征途铺上一块砖。

本书第 1 章从经济学角度分析了通信网络及市场的发展动态,归纳了未来最有前景的十大通信技术。第 2 章分析总结了现代电信网络的发展动态,讨论了软交换、智能网等技术和业务。第 3 章分析总结了多业务综合网络新技术,重点讨论了 NGN、光交换及未来光通信技术。第 4 章分析总结了现代 IP 网络的发展动态,重点讨论了下一代 IP 技术、下一代局域网技术和它们所能开展的业务。第 5 章分析总结了宽带接入新技术,分析比较了多种接入方案,重点讨论了当前大力推广的 ADSL 技术、光接入技术和无线接入技术及它们所能开展的业务。第 6 章分析总结了现代移动通信新技术,重点介绍了第三代移动通信及移动 Ad Hoc,最后介绍了移动网络所能开展的新业务。

服务于通信业,注定一辈子是要学习的。由于我自己也是在不断的学习研究中,再加上对网络理解的不同,书中难免有不贴切或不妥之处,欢迎同行学者和学生指正。

最后我想感谢我的女儿,Україна Київський національний університет імені Тараса Шевченка 学生孙思婧同学,她在本书的录入和绘图方面做了大量的工作。感谢我的夫人,西安邮电学院学报编辑部孙书娜副编审,她在本书的录入、编校、资料收集整理等方面做了大量的工作。正是她们的努力,才使本书如期脱稿。

孙友伟

2004 年 2 月于西安邮电学院

目 录

第1章 绪 论

1.1 全球信息化与经济全球化	1
1.1.1 信息化的相关定义	1
1.1.2 信息化、网络化与全球化	2
1.1.3 发达国家信息化的主要发展经历	5
1.1.4 我国信息化的主要发展现状	7
1.1.5 信息化促进技术革命进而促进经济增长	8
1.1.6 小结	12
1.2 未来全球电信业战略发展方向	12
1.2.1 新型的数据业务向传统的话音业务发起挑战	12
1.2.2 IP市场是电信巨头的增值领地	15
1.3 未来十年最有前景的十大通信技术	16
思考与习题	24

第2章 现代电信网新技术与新业务

2.1 软交换技术	25
2.1.1 软交换的概念	25
2.1.2 软交换的网络结构	26
2.1.3 软交换的应用	29
2.1.4 软交换技术的国内外运营发展现状	32
2.1.5 软交换技术国内外设备制造商开发情况	35
2.2 多协议标记交换(MPLS)	36
2.2.1 MPLS技术的主要特点	36
2.2.2 MPLS的工作原理及体系结构	37
2.2.3 MPLS VPN	39
2.3 通用多协议标记交换(GMPLS)	40
2.3.1 GMPLS的发展背景	40

2.3.2 通用标记结构	41
2.3.3 通用标记交换路径(LSP)	44
2.3.4 链路管理	45
2.4 智能网络	47
2.4.1 下一代网络中智能网的实现	47
2.4.2 综合智能网的体系	50
2.4.3 智能号码携带业务	55
思考与习题	59

第3章 现代多业务综合网络新技术

3.1 下一代网络(NGN)综述	61
3.1.1 NGN 研究背景	62
3.1.2 有关 NGN 的争议	63
3.1.3 NGN 演进战略	64
3.1.4 发展 NGN 的策略考虑	66
3.1.5 NGN 的基本运营模式	67
3.2 光交换技术	69
3.2.1 光交换概述	69
3.2.2 光突发交换技术的应用	70
3.2.3 光交换系统中的技术热点	70
3.3 未来光通信技术	72
3.3.1 光纤通信技术研究现状与发展趋势	72
3.3.2 自动交换光网络(ASON)的关键技术	75
3.3.3 智能光网络技术	81
思考与习题	83

第4章 现代IP网新技术与新业务

4.1 下一代IP技术——IPv6	85
4.1.1 IPv6 的国内外标准化现状与发展趋势	85
4.1.2 移动 IPv6(MIPv6)	89
4.2 宽带流媒体	93
4.2.1 流媒体业务发展的市场动力	93
4.2.2 流媒体的基本原理	94
4.2.3 流媒体业务体系及存在的困难	97
4.3 下一代局域网技术	99
4.3.1 10G 比特以太网	99
4.3.2 无线局域网(WLAN)	104
4.4 固网短信	109

4.4.1 固网短信的功能和特点	109
4.4.2 固网短信的实现	110
4.5 Wi-Fi	113
4.6 电子商务	117
4.6.1 电子商务的概念	117
4.6.2 电子商务的网络结构	119
4.6.3 电子商务的技术走向	124
思考与习题	126

第5章 现代宽带接入新技术

5.1 当前多种接入技术综述	127
5.1.1 电信网接入技术	128
5.1.2 计算机网接入技术	141
5.1.3 有线电视网接入技术	144
5.1.4 其他网接入技术	146
5.1.5 接入方式综合比较	147
5.2 非对称数字用户环路(ADSL)	149
5.2.1 ADSL 的标准	150
5.2.2 ADSL 网络结构	151
5.2.3 ADSL 的传输能力	153
5.2.4 ADSL 接入传输系统特点	154
5.2.5 ADSL 的应用	154
5.2.6 ADSL 存在的缺陷	158
5.2.7 ADSL2 技术的特点及其应用	158
5.3 光接入技术(EPON)	163
5.3.1 光接入网的发展背景	163
5.3.2 EPON 结构和工作原理	164
5.3.3 EPON 的关键技术	166
5.4 LMDS	169
5.4.1 LMDS 技术的含义	169
5.4.2 LMDS 系统结构	172
5.4.3 LMDS 技术应用尚待解决的问题	173
5.4.4 LMDS 工程设计应考虑的因素	175
5.4.5 LMDS 系统的应用	177
5.4.6 LMDS 系统的发展状况	181
思考与习题	183

第6章 现代移动通信新技术与新业务

6.1 第三代(3G)移动通信技术	184
6.1.1 第三代移动通信系统综述	184
6.1.2 ITU 对第三代移动通信的基本要求	186
6.1.3 ITU 确定的第三代移动通信的技术方案	188
6.2 第三代移动通信系统的三种主流标准	190
6.2.1 WCDMA 的主要技术特点	190
6.2.2 cdma2000 的主要技术特点	195
6.2.3 TD-SCDMA 的主要技术特点	204
6.3 第三代移动通信的频率和牌照	208
6.3.1 ITU 为 IMT-2000 分配的频率	208
6.3.2 世界主要国家的频率和牌照发放	211
6.4 移动 Ad Hoc 网络技术	215
6.4.1 移动 Ad Hoc 网络的历史	215
6.4.2 移动 Ad Hoc 网络的特征与研究热点	216
6.4.3 移动 Ad Hoc 网络的应用	217
6.4.4 移动 Ad Hoc 网络中数据链路层协议	218
6.4.5 移动 Ad Hoc 网络的路由层协议	223
6.5 当前移动通信新业务	227
6.5.1 移动定位业务	228
6.5.2 移动多媒体消息业务(MMS)	234
6.5.3 移动支付业务	241
6.5.4 移动娱乐业务	243
6.5.5 GPRS + WLAN——全新的移动数据业务	246
6.5.6 小结	251
思考与习题	253
参考文献	255

第 1 章 绪 论

1.1 全球信息化与经济全球化

以信息与通信技术(ICT)为核心的技术革命对全世界各国的经济、社会与文化生活正产生着复杂而深刻的影响。由此而发生的技术变迁、经济结构变化促进了经济增长,并推动社会加速转型。

21 世纪以后,人类将迈入一个崭新的知识经济时代,全球信息化和经济全球化将成为这一时代的重要标志和主要发展潮流。人类社会已由工业经济向知识经济转变。知识经济成为世界经济的主流,这是因为现代信息与通信技术的飞速发展导致了知识经济的崛起,信息经济是知识经济的核心,信息技术革命不仅使人类的知识总量迅速增加,而且使人类获取知识、应用知识的能力大大增加。研究表明,由于信息技术的迅猛发展,人类的知识总量大约每 5 年增加一倍,世界正发生着日新月异的变化。人类利用书写与文字进行通信大约持续了 1800 年的历史,通过电磁振荡以模拟方式进行通信大约持续了 180 年,而大规模采用数字通信技术传递人类信息只不过 18 年左右的时间,却发生着天翻地覆的变化。

对于中国而言,一方面,信息化给社会结构稳定诸多方面带来挑战;另一方面,信息化赋予了发展的巨大机遇。信息化改变了过去我们所面临的一些约束条件,我国可能在促进技术扩散与应用、组织结构创新等方面发挥追赶者的后发优势。

1.1.1 信息化的相关定义

按照世界银行(World Bank Group,2002 年)定义,信息技术(IT)指创造、存储和处理数据的技术,包括硬件(计算机网络、服务器、存储设备与桌面计算机)、系统软件(操作系统、程序语言工具)以及应用软件等。ICT 由硬件、软件、网络以及收集、储存、加工、传输和发布信息(包括声音、数据、文本和图像)的媒介构成。ICT 部门分为电信、传播部门和 IT 部门,包括相关基础技术、专业技能、产品和服务以及生产、供应、运营 ICT 的厂商、消费者、政策制定者和管理者,还包括直接参与 ICT 产品和服务的生产、销售和管理的其他机构和合作者等等。

IT 革命首先是指数字化信息处理技术的革命,其核心是信息处理和沟通的技术,它建立在信息基础设施的基础之上。信息基础设施指信息赖以存储、传输的电信与信息网络以及相应技术与技能。网络类型包括宽带、光纤骨干网、卫星网、广播电视网、互联网(Internet)和其他网络,其成分由光纤、电缆、无线电波、卫星、发射塔、基站和相关设备(包括发射器、中继器、开关、路由器)以及相关硬件和软件构成。它又可分为独立的局域网络和开放的共享网络。

信息基础设施服务的供给者包括提供普通网络服务和提供专业网络服务的操作员与运营商,比如互联网服务提供商(ISP)、应用服务提供商(ASP)、提供主页的公司、数据中心等。IT 应用服务范围广泛,包括知识分享(如搜索引擎)、公共管理(如税收、海关、社会安全管理、公共支出系统等)、社会服务(如健康、教育软件)以及商业解决方案(如公司办公支持系统,包括工资、财务会计、电子商务等应用)。在 IT 领域内,所谓内容(Content)是指利用 IT、通过信息基础设施所处理、转换、发布的个人和团体创造的实际信息和知识(包括网站、在线图书馆系统、新闻、图像等)。

IT 产业是指与信息数据处理有关的硬件设备、软件、半导体以及电信设备等行业。

所谓信息化,是指建立在 IT 产业发展与 IT 在社会经济各部门扩散的基础之上,利用 IT 改造传统的经济、社会结构的过程。

1.1.2 信息化、网络化与全球化

在技术层面上,信息时代的支柱技术包括微电子技术、计算机技术与电子通信技术等,这些技术无一例外地以超常规速度发展。最近 30 年来,微处理器与存储器的技术改进呈现加速趋势,见表 1.1.1 的说明,

表 1.1.1 微处理器与存储器的改进

年份	微处理器	运算速度/MIPS	晶体管数	存储器容量 (bits of DRAM)
1971	4004	0.06	2300	1 k
1972				4 k
1974	8080	0.60	6000	
1975				16 k
1978	8086	0.80	29000	
1980				64 k
1982	80286	2.70	134000	256 k
1985	386	6.00	275000	1 M
1988				4 M
1991	486	13.00	1185000	16 M
1993	Pentium	100.00	3106000	
1995	Pentium Pro	440.00	5500000	64 M

(资料来源: http://www.nap.edu/readingroom/books/far/ch1_t3.html)

表 1.1.1 映证了 IT 产业两大定律之一——摩尔定律 (Moore's Law), 即同样价格的微处理器容量和运算能力每隔 18 个月增加一倍。IT 产业另一大定律是梅卡弗定律 (Metcalf's Law), 它是指伴随着越来越多的计算机联网, 网络的处理能力呈指数增加。

另一方面, 个人计算机 (PC) 与互联网的普及应用在 IT 革命当中扮演重要角色。1960 年至今, 随着 PC 技术性能提升, PC 普及与价格下降以指数速度进行。1995 年以来, 这个趋势的加速状态如图 1.1.1 所示。

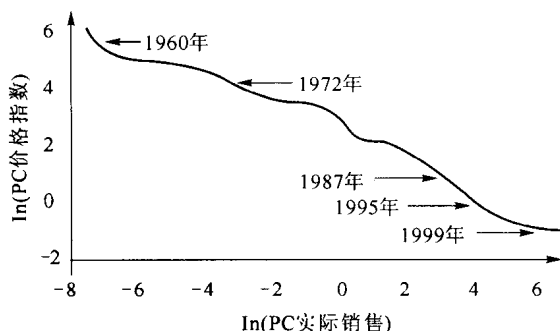


图 1.1.1 PC 价格与销售 (资料来源: Gordon(2000 年))

在图 1.1.1 中, 纵坐标为 PC 价格指数取对数, PC 价格指数从 1961 年的 616.40 降至 1999 年的 0.36, 年降幅达 19.4%; 横坐标为 PC 实际最终销售 (以 1996 年不变价格衡量) 取对数。

当然, 在信息化浪潮当中, 由于各国的收入水平、国家政策等方面的诸多原因, 全球 PC 与互联网普及表现出极不均匀的特点。

IT 革命的另一支柱是互联网。互联网起源于 20 世纪 60 年代美国国防部先进研究计划局 (DARPA) 的一个军事计划。1969 年 9 月 1 日, 第一个计算机网络 ARPANet 上线, 紧跟着网络通信容量呈指数扩张。直到 1990 年全球信息网 (WWW: World Wide Web) 技术出现, 互联网才进入社会的主流。

互联网发展的历史, 大致经过了 4 个阶段:

1. 自发阶段

互联网的前身是某些特种网络、地方性网络以及主要由大学和政府机构建立的局域网 (如 DARPA)。随后, 政府开始资助这些网络联网, 结果出现了一个学术机构的全球网络。在网络发展初期, 美国国防部建立的 ARPANet 充当所有网络的基础网络。然后, 美国国家科学基金 (NSF) 及其他政府部门参与进来。在网络发展初期, 这些网络都是出于非商业目的。

2. 商业化阶段

当网络使用者达到一定规模之后, 商业部门发现了其经济价值。于是, 应商业部门的要求, 网络开始私营化进程。这个过程与无线电发展史极其相似: 起初, 无线电完全是出于自发兴趣, 到 1934 年, 美国立法把无线电电波转变成国家资源, 由国家拍卖给从事商业用途的私人部门, 由此进入了商业化阶段。美国的管理部门 1995 年 4 月从互联网中彻底

撤出(NSF 停止给网络提供经费),网络开始加速商业化。随后,1996 年美国立法撤除信息通信跨行业经营的限制,正式拉开网络商业化序幕。

3. 制度化阶段

这个阶段的特点是进一步完善相关立法,商业部门从而有了必要的游戏规则。

4. 巩固阶段

该阶段竞争空前激烈,大批企业被淘汰出局。在这个阶段,企业为了在财务上生存下来,努力获得尽可能多的用户。由于激烈竞争,ISP 的数目大大减少。

互联网用户持续十多年呈现指数增长。据联合国贸发会议 2002 年 11 月发布的一项统计报告显示,全球互联网用户人数已达 6.55 亿人,美、中两国用户数量列前二位。互联网成为越来越多的人获得信息的首要途径。根据《Pew》杂志的调查报告,2/3 的美国人通过网络获取关于政府、新闻、商务及医疗保健方面的信息。不仅如此,与互联网密切相关的电子商务等新经济形式迅速产生并发展起来。

IT 革命不仅使得 IT 行业获得了迅猛发展,而且改变了传统经济的交易方式以及人们的生活和工作方式。IT 和 IT 产业所提供的信息处理、信息交换、信息存储服务能够使一个企业的内部管理、生产组织、库存、销售安排等更为经济、合理,大大降低了运营成本。从而,IT 革命对全球经济产生巨大影响,包括硬件、软件和通信设备等 IT 资本投资迅速增加,与 IT 有关的消费与生产的重要性与日俱增。

与此同时,各国 IT 资本存量急剧增加。表 1.1.2 给出了 1992~1999 年一些国家及中国台湾省 IT 资本存量占 GDP 的比例。

表 1.1.2 1992~1999 年资本存量占 GDP 的比例 (%)

国家或地区	美国	泰国	印度尼西亚	韩国	马来西亚	菲律宾	新加坡	中国台湾	中国
非 ICT 资本存量	149	128	225	73	179	118	72	128	172
ICT 资本存量	14	4	2	13	8	3	21	10	2

(资料来源:Lee 和 Khatri(2003)。)

从表 1.1.2 中可以发现,在 1992~1999 年期间,中国、印度尼西亚、菲律宾、泰国与亚洲其他新兴工业化国家及地区以及美国在 IT 资本存量的硬件和软件方面的差距明显。ICT 的普及应用与各个国家的发展水平相关。总体上看,发展程度越高的国家,ICT 资本存量占其 GDP 的比重越高。

信息化大大降低了信息成本,因此,IT 为全球化提供了技术上的可能。在全球化的进程中,IT 企业走在了前列。图 1.1.2 将 IT 企业与非 IT 企业在 1990~2000 年期间的国际销售比例进行了对比。

图 1.1.2 表明,20 世纪 90 年代期间,IT 企业与非 IT 企业国际销售比例差距逐渐扩大,IT 企业在全球化方面有加速趋势,并带动了全球化进程。

由此可见,信息化、全球化与网络化之间存在着相互依存、彼此促进的关系。比如,互联网经济是伴随互联网的发展而产生出来的经济活动,它使得国际贸易、金融发生了巨大变化,全球性商业操作更为便捷。

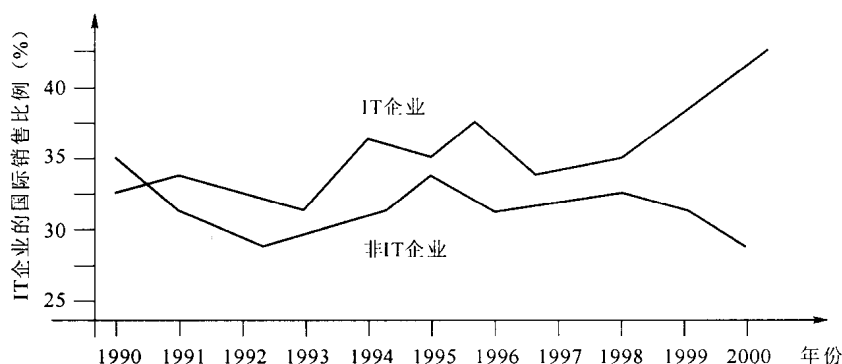


图 1.1.2 IT 企业的全球化 (资料来源:IMF, 2001 年)

1.1.3 发达国家信息化的主要发展经历

发达国家的信息化过程可追溯到第二次世界大战时期以美国为首的发达国家。20 世纪 70 年代以来,由于信息化对于发达国家的社会、经济生活产生越来越显著的影响,信息化进程进一步成为人们关注的焦点。

IT 在经济当中创新、扩散与应用的影响是革命性的。于是,人们把信息化时代的经济称为信息经济或者新经济。新经济现象引发了社会公众、学术界和各国政府以极大的兴趣进行讨论。

在处于技术前沿的发达国家中,美国的 IT 一直处于领先地位,IT 革命的支柱 PC 和互联网等技术多数起源于美国。而美国信息化的成功是与 IT 进入商业阶段分不开的。尤其是 20 世纪 90 年代以来,美国 IT 产业崛起与风险投资业的支持关系极为密切。表 1.1.3 给出了 1995~1998 年期间,美国风险投资在各行业的分布情况。

表 1.1.3 1995 年 1 月至 1998 年 12 月风险投资(百万美元)

行 业	项 目	风险投资
IT	计算机服务与软件	12722
	通信	8054
	半导体与电子元件	2659
	计算机硬件	2529
小 计		25964
其 他	医疗卫生	6624
	其他产品	4786
	消费品	4000
	生物技术	3670
	工业能源	1593
小 计		20672
总 计		46636

(资料来源:U.S.General Accounting Office,2000。)

从表 1.1.3 中不难看出,在此期间,IT 行业获得的风险投资占全部风险投资的 55.7%,可见,IT 高风险、高回报的特点极大地吸引了风险投资家。

同时,美国 IT 产业的崛起得益于 NASDAQ 系统的建立。1971 年,主要为中小企业提供上市服务的美国 NASDAQ 证券交易系统建立,吸引了大批中小高新技术企业。进入 90 年代之后,尤其从 1992 年开始,NASDAQ 迅速扩容,与 IT 有关的上市公司股价连年翻番,成交量急剧扩大。到 1999 年第一季度,NASDAQ 的市场成交量已经超过了老牌的纽约证券交易所。2000 年 3 月,NASDAQ 综合指数更越过了 5000 点。图 1.1.3 对 1971~2002 年期间 NASDAQ 与 NYSE 的综合指数进行了对比。表明了 NASDAQ 相对于 NYSE 上市公司股价表现活跃得多。在这段股市空前繁荣时期,涌现了一批实力雄厚的高新技术企业,特别是 IT 企业。根据上述数据来源,在 2001 年 1 月 3 日,NASDAQ 创造单日上涨 324.83 点,合计 14.17%的惊人记录。NASDAQ 股价飞涨,孕育了一个个近似神话的投资故事。以 Dell 计算机公司为例,在世纪之交的大牛市当中,其股价从 1991 年的 1.5 美元曾升到 73 美元,涨幅巨大;Intel 由 1991 年底的 5 美元曾升到 119 美元;微软公司则从不到 6 美元曾上升到 139 美元,等等。

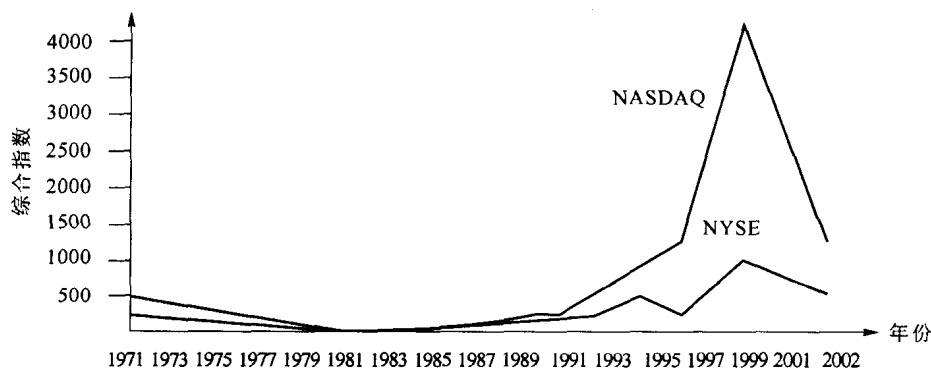


图 1.1.3 NASDAQ 与 NYSE 综合指数 (资料来源:www.nasdaq.com)

综上所述,我们把发达国家信息化经历归纳为以下典型事实:

- 信息时代的支柱技术,包括微电子技术、计算机技术与电子通信技术等无一例外地以超常规速度发展。
- PC 与互联网的普及应用在 IT 革命当中扮演重要角色,其普及应用呈现加速的趋势,促进了 IT 在社会、经济当中的扩散。
- 在信息化的过程中,社会公众的自发活动、商业部门的参与和政府的支持紧密结合在一起。
- IT 在经济当中创新、扩散与应用的影响是革命性的。因此,人们把信息化时代的经济称为信息经济或者新经济。
- 在发达国家中,处在技术前沿的美国的信息化一直处于领跑位置。
- 美国信息化的成功与 IT 进入商业阶段是分不开的。IT 高风险、高回报的特点极大地吸引了风险投资家和股市。

1.1.4 我国信息化的主要发展现状

信息化分别被列入 1983 年国家总体科技发展战略规划、1986 年“863”计划、“九五”、“十五”计划,它已成为我国经济发展和社会进步的一项主要战略任务。改革以来,我国 IT/ICT 产业发展迅猛,ICT 扩散与应用加速。

1. ICT 产品制造业

截至 2003 年 11 月的信息产业部最新统计表明,2003 年 1~9 月份,电子信息百强企业完成工业总产值 4 543 亿元,同比增长 29%,增速高于 2002 年同期 24 个百分点。其中通信类企业 1~9 月份实现产品销售收入同比增长 32%,利润增长 124%,营业利润率为 3.6%。元器件类企业效益全面上扬,1~9 月份实现销售收入同比增长 25%,利润增长 35%,营业利润率为 5.9%,继续位居各行业之首。计算机类企业实现销售收入增长 11%,利润下降 4%,营业利润率为 2.9%。家电类企业虽然进入产销旺季,但在产品价格下降、原材料涨价、国外专利费增加等多种原因影响下,家电类企业收入增长远低于产销量的增长,整个行业利润偏低。1~9 月份家电类企业销售收入同比增长 11%,利润却比 2002 年同期下降 20%,利润率仅有 2.1%,是各行业最低的。软件类企业实现销售收入下降 11%,利润下降 29%,营业利润率为 2.5%。

2. 互联网

根据 2003 年 1 月中国互联网络发展状况统计报告,2002 年 12 月 31 日,我国上网计算机总数已达 2083 万台,上网用户总人数为 5910 万人(如图 1.1.4 所示)。

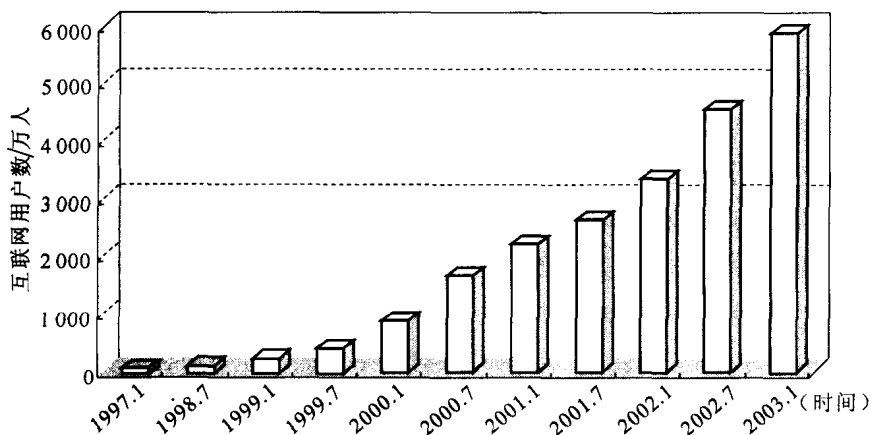


图 1.1.4 中国互联网用户的增加

(资料来源:中国互联网络发展状况统计报告(2003 年 1 月))

3. 通信

根据信息产业部统计资料,截止到 2003 年 3 月底,我国电话用户总数达到 4.47 亿户,跃居世界第一位。其中,固定电话用户达到 2.25 亿户,比上年底增加 1120.7 万户;移动电话用户达到 2.21 亿户,比上年底增加 1487.5 万户。全国电话普及率达到每百人 32 部,移动电话普及率达到每百人 15 部。我国通信网络传输全部实现了数字化、交换实现

了程控化。

此外,我国在互联网企业、电子政务、远程教育等方面也发展迅速。

综上所述,我国信息化发展可归纳为以下典型事实:

- 我国巨大的电子信息产品市场、丰富低廉的人力资源以及不断完善的投资环境,使我国继东南亚之后,成为世界重要电子信息产品制造加工基地的趋势日益明显。
- 通信设备、PC 以及互联网的普及应用在我国信息化进程中担任重要角色,其普及应用呈现加速的趋势,促进了 ICT 在社会、经济当中的扩散。
- 改革开放以来,大量的技术引进与自主研发大大加速了我国的技术创新。
- 政府的支持、社会需求与国内外商业企业的活动共同促进了我国信息化的进程。
- IT 产业在我国经济中的重要性正在迅速增加。

从上述国内外信息化发展的经验事实中,我们不仅了解到 IT 可以增加我们处理事情的效率,其重要性与日俱增;而且,以美国为代表的发达国家的发展经验清楚地表明:信息化的顺利实现还决定于制度、经济、社会需求等诸多方面。

1.1.5 信息化促进技术革命进而促进经济增长

以 ICT 为核心的技术革命对各国的经济、社会与文化生活正产生着复杂而深刻的影响,其中一个重要方面是信息化这项快速技术变迁促进了经济结构变化和经济增长。

1. 技术革命与经济增长

历次技术革命的共同点在于,技术变迁大大加速,有一系列大型发明产生。第一次工业革命从 18 世纪后半叶开始,其特征是出现蒸汽机、纺纱机、冶金术等一系列新技术,广泛地用机器取代手工器具。19 世纪后半叶的第二次工业革命,其特征是电力、内燃机、化工、炼钢、电报电话等新技术的出现,科学在这次技术创新上扮演了决定性角色。

技术革命有赖于知识与信息创新,但是,知识与信息创新本身只是经济增长的必要而非充分条件,而知识与信息创新的大规模应用才最终导致经济增长。例如,第一次工业革命所必需的科学知识,早在 100 年前就已经存在,而只有等到使用这些知识的社会需求条件成熟,技术革命才最终推动了工业革命。同样,第二次工业革命也是社会经济需求条件变化的结果。技术创新由于科学家、厂商以及政府受到需求约束条件变化的激励而产生出来,并反过来影响社会需求条件,形成一种复杂的正反馈关系。

如前所述,IT 革命的核心是数字化信息处理和沟通的技术,包括微电子技术、计算机技术与电子通信技术等支柱技术。但是,IT 革命不是知识与信息本身,而是知识信息的大规模传播与应用。换言之,信息化的本质特征在于将知识与信息应用到知识生产与信息处理与沟通的设施上,并进而扩散到社会生活的各个方面。从这个意义上说,IT 与 IT 革命的关系,正如能源(包括煤炭、电力、石油乃至核能)之于工业革命。

按照上述逻辑,在第一次、第二次工业革命以及 IT 革命当中,知识与信息的传播与应用才真正对经济增长产生决定性影响,技术革命对经济增长的贡献如表 1.1.4 所示。

表 1.1.4 技术革命对经济增长的贡献(年百分比)

	时期	资本深化	生产方面的 技术进步	应用方面的 技术进步	总计
蒸汽机——英国	1780 ~ 1860	0.19	—	0.32	0.51
铁路——英国	1840 ~ 1870	0.13	0.10	—	0.23
	1870 ~ 1890	0.14	0.09	—	0.23
铁路——美国	1839 ~ 1870	0.12	0.09	—	0.21
	1870 ~ 1890	0.32	0.24	—	0.56
电力——美国	1899 ~ 1919	0.34	0.07	—	0.41
	1919 ~ 1929	0.23	0.05	0.70	0.98
IT——美国	1974 ~ 1990	0.52	0.17	—	0.69
	1991 ~ 1995	0.55	0.24	—	0.79
	1996 ~ 2000	1.36	0.50	—	1.86

(资料来源:Crafts(2001)。)

从表 1.1.4 中可以总结出以下特征:

- 历次技术革命对经济增长的贡献程度呈现加速扩大的趋势。第一次工业革命的标志——始于 18 世纪后期的蒸汽机发明,对英国经济增长的贡献达到每年 0.51%;在第二次工业革命过程中,分别始于 19 世纪中叶和末期的铁路与电力的发明对美国经济增长每年贡献高达 0.56% 和 0.98%;信息化过程中,起始于 20 世纪后期的 IT 革命对美国经济增长贡献高达每年 1.86%。这个明显加速的趋势进一步印证了技术变迁过程本身具有越来越快的特殊性。

- 历次技术革命对经济增长的影响一部分通过对于蕴含技术进步的资本产品的投资体现出来,即所谓资本深化,该部分比技术本身的生产部门的生产率增加更为重要。在第一次、第二次工业革命以及 IT 革命当中,资本深化对于经济增长的贡献均高于技术的生产部门本身的贡献。

- 在第一次、第二次工业革命当中,技术应用对于经济增长起到关键作用。在第一次工业革命过程中,六成以上的经济增长归于技术应用;在第二次工业革命后期,电力在经济当中的广泛应用促使了大约七成的经济增长;而在 IT 革命过程中,尽管信息化已经大大促进了经济增长,但迄今为止并没有直接反映出技术应用对于经济增长的贡献。这可能存在两个原因:其一,资本深化本质上是技术在经济当中的扩散与应用;其二,近代信息化浪潮对于经济增长的贡献还没有充分体现出来,存在巨大的促进经济增长的潜力。

- 在历次技术革命过程中,技术革命对经济增长的影响趋势不断加速。铁路、电力、IT 对美国经济增长的影响一直分别呈现加速趋势,进一步表明了由于技术扩散的渐进性,其对于经济的增长潜力逐渐加速表现出来,或者说存在时滞现象。

2. 信息技术革命促进经济增长的机制

IT 革命与历次技术革命一样,促进了经济增长,而且,其对经济增长的贡献程度呈现加速扩大的趋势。我们不妨从 IT 核心技术,即芯片制造技术进步的例子出发,依次考虑