



辽宁省计算机基础教育学会规划教材

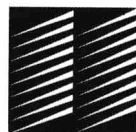
计算机网络技术及应用

JISUANJI WANGLUO JISHU JI YINGYONG

张晓景 陈玉华 主编



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



辽宁省计算机基础教育学会规划教材

计算机网络技术及应用

JISUANJI WANGLUO JISHU JI YINGYONG

主编	张晓景	陈玉华
编著	张晓景	郭浩
	陈玉华	李先毅



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用 / 张晓景, 陈玉华主编. —
大连: 大连理工大学出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-5611-5683-4

I. ①计… II. ①张… ②陈… III. ①计算机网络—
高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 146653 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023
电话: 0411-84706041 邮购: 0411-84706041 传真: 0411-84707403
E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>
大连业发印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 11.75 字数: 272 千字
2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 王影琢

责任校对: 达理

封面设计: 宋蕾

ISBN 978-7-5611-5683-4

定 价: 24.00 元

前 言

计算机网络技术的应用与发展对科学、技术、经济、产业及人类的生活都产生了深远的影响。随着网络应用的日益普及,越来越多的领域依赖于网络技术,对网络知识的需求也越来越多。因此学习计算机网络知识,掌握网络技术及应用技能已成为 21 世纪的必然要求,计算机网络技术及应用已成为面向 21 世纪人才培养方案中最重要的技术课程之一。它不仅是计算机专业的学生重点学习和掌握的重要课程,也是一切非计算机专业的学生应当学习的重要课程。

本书是参照教育部高等学校非计算机专业计算机基础教学指导分委员会“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见”中的网络技术与应用的基本要求编写的计算机网络技术与应用的课程教材。

本书系统介绍了计算机网络的基础知识、基本原理和应用案例,主要包括:计算机网络的基本概念和知识、数据通信的基础知识、计算机网络体系结构、局域网原理和技术、Internet 技术与应用、网络安全、实验案例等。其中在“实验案例”部分,集中讲解了各种网络设计、构建、配置的应用案例,有助于学生理解网络的理论知识,把理论知识融会贯通到实际应用中,培养学生的实际操作能力。

本书是由长期从事计算机网络建设、网络应用开发及计算机网络教学工作的教师共同编写,在内容选取上既注重系统性和先进性,也兼顾了实用性和简明性。在文字上力求做到深入浅出,通俗易懂,图文并茂。本书既适合高等学校非计算机专业学生使用,也适合网络初学者使用,同时可作为计算机培训教材或学习参考书。本书的教学参考时数为 36~48 学时,建议授课 24~30 学时,实验 12~18 学时。

全书由张晓景、陈玉华主编,其中第 1 章、第 5 章由张晓景编写;第 2 章、第 4 章由郭浩编写;第 6 章由李先毅编写;第 7 章由陈玉华编写;第 3 章由郭浩、陈玉华和李先毅共同编写。

本书在编写过程中得到了辽宁省高等学校计算机基础教材编委会朱鸣华教授和李延珩教授以及大连理工大学出版社的领导和编辑的大力支持和帮助,李英壮教授对全书进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

编者

2010 年 7 月

目 录

第1章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的定义与功能	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的功能	1
1.2 计算机网络的发展	2
1.2.1 计算机网络的发展过程	2
1.2.2 下一代互联网	5
1.2.3 三网合一	6
1.3 计算机网络的分类	8
1.3.1 按网络覆盖范围分类	8
1.3.2 按网络拓扑结构分类	8
1.3.3 按通信方式分类	9
1.3.4 按传输介质分类	10
1.3.5 按服务性质分类	10
1.4 计算机网络的基本组成与逻辑结构	10
1.4.1 计算机网络的基本组成	10
1.4.2 计算机网络的逻辑结构	12
习 题	12
第2章 数据通信基本知识	15
2.1 数据通信系统	15
2.1.1 数据通信系统组成及相关基本概念	15
2.1.2 模拟数据和数字数据	16
2.1.3 数据通信中的主要技术指标	17
2.2 数据传输方式	18
2.2.1 并行传输和串行传输	18
2.2.2 同步传输和异步传输	20
2.2.3 多路复用传输	20
2.3 数据交换技术	22
2.3.1 电路交换	22
2.3.2 报文交换	23
2.3.3 分组交换	24

2.4 差错控制技术.....	26
2.4.1 差错的产生.....	26
2.4.2 差错的控制方法.....	26
2.5 数据传输的基本介质.....	27
2.5.1 有线传输介质.....	27
2.5.2 无线传输介质.....	29
习 题	29
第3章 计算机网络体系结构	31
3.1 网络体系结构及协议.....	31
3.1.1 协 议.....	31
3.1.2 网络体系结构.....	31
3.1.3 OSI 体系结构.....	32
3.1.4 TCP/IP 体系结构	33
3.2 物理层.....	35
3.2.1 物理层定义及功能.....	35
3.2.2 物理层接口标准.....	36
3.3 数据链路层.....	37
3.3.1 数据链路层的定义及功能.....	37
3.3.2 数据链路层协议 PPP	38
3.4 网络层.....	40
3.4.1 网络层定义及功能.....	40
3.4.2 网际协议 IP	40
3.4.3 地址解析协议 ARP	46
3.4.4 网际控制报文协议 ICMP	47
3.4.5 IP 路由及路由协议简介	49
3.4.6 组播协议 IGMP	50
3.4.7 IPv6 协议	51
3.5 传输层.....	54
3.5.1 传输层的定义及功能.....	54
3.5.2 传输层协议 UDP 和 TCP	54
3.6 应用层.....	58
3.6.1 应用层的定义及功能.....	58
3.6.2 因特网中典型的应用层协议.....	58
习 题	58
第4章 局域网原理和技术	61
4.1 局域网概述.....	61
4.1.1 局域网的定义.....	61

4.1.2 局域网的特点	61
4.1.3 局域网的组成和实现过程	62
4.2 局域网关键技术	62
4.2.1 局域网拓扑结构	62
4.2.2 局域网的体系结构与标准	64
4.2.3 介质访问控制技术	66
4.2.4 网络互联设备	67
4.3 以太网	69
4.3.1 以太网概述	69
4.3.2 以太网的介质访问控制技术 CSMA/CD	70
4.3.3 几种常见以太网	71
4.4 交换式以太网(Switched Ethernet)	74
4.4.1 交换式技术的发展过程	74
4.4.2 交换式以太网的工作原理	74
4.4.3 交换式以太网的优点	75
4.4.4 交换机主要工作方式	75
4.5 虚拟局域网	76
4.5.1 虚拟局域网(VLAN)概述	76
4.5.2 VLAN 的分类	77
4.5.3 VLAN 的优点	78
4.6 无线局域网	79
4.6.1 无线局域网概述	79
4.6.2 无线局域网协议标准	79
4.6.3 无线局域网的组建	80
4.7 家庭局域网	81
4.7.1 使用路由器组建家庭局域网	82
4.7.2 使用电力线以太网适配器组建家庭局域网	82
习 题	83
第5章 Internet 技术与应用	85
5.1 常用网络应用模式	85
5.1.1 客户机/服务器模式	85
5.1.2 浏览器/服务器模式	85
5.1.3 P2P 模式	86
5.2 域名系统	87
5.2.1 域名系统与主机命名	87
5.2.2 域名系统的结构	88
5.2.3 域名解析	89
5.2.4 域名注册	91

5.3 万维网 WWW	92
5.3.1 万维网的基本组成	92
5.3.2 超文本传输协议 HTTP	93
5.3.3 网站建设与开发技术	94
5.4 电子邮件系统	99
5.4.1 电子邮件系统的组成	99
5.4.2 电子邮件协议	100
5.4.3 电子邮件系统的工作过程	101
5.5 文件传输 FTP	102
5.5.1 文件传输协议 FTP	102
5.5.2 FTP 的基本工作原理	103
5.5.3 FTP 服务器程序和客户程序	103
5.6 远程登录 Telnet	104
5.6.1 Telnet 的功能	104
5.6.2 Telnet 的工作原理及应用	105
5.7 动态主机配置协议 DHCP	106
5.7.1 DHCP 的功能	106
5.7.2 DHCP 的工作原理	106
5.7.3 DHCP 服务器的部署	108
5.8 接入 Internet	109
5.8.1 基于传统电信网络的接入	110
5.8.2 基于有线电视 HFC 网络的接入	112
5.8.3 光纤接入	113
5.8.4 无线接入	113
习 题	114
第 6 章 网络信息安全与网络管理	117
6.1 网络信息安全的发展	117
6.2 网络信息安全概述	118
6.3 网络信息安全面临的威胁	118
6.3.1 病毒与木马	119
6.3.2 垃圾邮件	120
6.3.3 Web 网站攻击	121
6.3.4 僵尸网络	122
6.3.5 拒绝服务攻击	123
6.3.6 其他威胁	124
6.4 网络安全建设	125
6.4.1 网络信息安全防护 PPDRR 模型	126
6.4.2 网络信息安全建设的内容	126

6.4.3 等级保护制度	128
6.5 数据加密	128
6.5.1 对称密钥体制	129
6.5.2 非对称加密体制——公开密钥体制	130
6.5.3 数字签名	131
6.5.4 证书与 PKI 构建	131
6.6 网络安全设备简介	133
6.6.1 防火墙	133
6.6.2 IDS、IPS 及 IDP	133
6.6.3 其他设备	134
6.7 个人用户网络安全	134
6.7.1 提高安全意识,预防为主	134
6.7.2 个人计算机的日常安全维护	135
6.7.3 养成良好的计算机使用及上网习惯	136
6.7.4 被攻击后的应对措施	137
6.8 网络管理概述	138
6.8.1 网络管理的功能	138
6.8.2 简单网络管理 SNMP 协议	138
6.8.3 网管软件简介	139
习 题	140
第 7 章 实验案例	142
7.1 实验案例一:简单对等网的组建	142
7.1.1 组网方案	142
7.1.2 实验环境与设备	142
7.1.3 TCP/IP 协议设置	143
7.1.4 设置局域网文件共享	146
7.1.5 设置局域网共享时常见的问题及解决办法	147
7.2 实验案例二:域名服务器 DNS 的配置	148
7.2.1 实验设备及环境	148
7.2.2 安装 DNS 服务器	148
7.2.3 建立和管理 DNS 区域	149
7.2.4 建立和管理 DNS 资源记录	151
7.2.5 域名服务测试	153
7.3 实验案例三:Web 服务器与 FTP 服务器的配置	154
7.3.1 实验设备及环境	154
7.3.2 安装 Web 服务器和 FTP 服务器	155
7.3.3 为 Web 服务器和 FTP 服务器申请域名	155

7.3.4 Web 服务器的配置与管理	156
7.3.5 FTP 服务器的配置与管理	160
7.4 实验案例四:DHCP 服务器的配置	164
7.4.1 实验设备及环境	164
7.4.2 安装 DHCP 服务器	164
7.4.3 Windows XP 中客户端的配置	168
7.4.4 IP 地址动态分配测试	168
7.5 实验案例五:虚拟局域网 VLAN 的构建	169
7.5.1 实验环境与设备	169
7.5.2 VLAN 构建方案	170
7.5.3 组建局域网	170
7.5.4 划分 VLAN	170
7.5.5 实现各 VLAN 间相互通信	171
习 题	172
参考答案	173
参考文献	176

第1章

计算机网络概述

1.1 计算机网络的定义与功能

计算机网络是现代科技的重要组成部分,是计算机技术与通信技术紧密结合的产物。计算机网络融合了计算机与通信两方面的新技术,涉及面宽,应用范围广,对信息技术的发展有着深刻的影响。

1.1.1 计算机网络的定义

所谓计算机网络就是将分散在不同地理位置的、具有独立功能的计算机系统通过通信设备和传输介质相互连接,在网络软件的支持下实现相互通信、资源共享和协调工作的系统。也就是说,今天我们所指的计算机网络应该具备以下基本特征:

(1)实现资源共享,这也是建立计算机网络的主要目的。所谓资源是指计算机系统硬件、软件和数据。资源共享的意义是:网络用户不仅可以使使用本地计算机资源,而且可以访问网络上的远程计算机资源。

(2)联网的计算机分布在不同的地理位置,同一网络中的计算机可能远在天涯,也可能近在咫尺。

(3)联网的计算机是具有独立功能的自治系统。互联的计算机之间没有明确的主从关系,每台计算机既可以联网工作,也可以脱离网络独立工作;联网计算机既可以为本地用户提供服务,也可以为网络上的远程用户提供网络服务。

(4)联网的计算机之间相互通信时所使用的通信手段可以采用不同的形式,既可以是普通电话网、专用数字通信网,也可以是无线通信网等。

(5)联网的计算机必须遵循全网统一的网络协议。为保证网络中计算机之间的数据交换能正确地、有条不紊地实现,就要求网络中的每台设备在通信过程中必须共同遵守预定的网络通信规则、标准与约定。这种为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准与约定就称为网络协议。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要体现在以下几方面:

1. 信息交换及通信

为分布在世界各地的用户提供了比传统通信手段更为方便、快捷、有力的信息交换方式和人际交互手段。如通过网络交换各种文档、图片,收发电子邮件,进行在线聊天,发布新闻等。

2. 资源共享

能够使用户摆脱地理位置的束缚去使用网络上的硬件、软件和数据资源。硬件资源主要包括计算机的处理能力、输入/输出设备、大容量存储设备等。软件资源主要包括数据库管理系统、应用软件、开发工具和服务器软件等。数据资源主要包括数据文件、数据库和光盘所保存的各种数据等。通过资源共享,增加了网上计算机的处理能力,大大提高了软件、硬件资源的利用率。

3. 提高可靠性

计算机网络中拥有可替代的资源,从而提高了整个系统的可靠性。例如,网络中的多台计算机可以通过网络彼此间相互备用,一旦某台计算机出现故障,其任务可由其他计算机代其处理;存储在一台计算机中的文件损坏了,在网络的其他计算机中仍可找到副本供使用。

4. 分布处理与负载均衡

对于大型综合性计算问题,可采用适当的算法将任务分散到多台计算机进行分布式处理。多台计算机相互协调、均衡负载,扩大了计算机的综合处理能力。

1.2 计算机网络的发展

1.2.1 计算机网络的发展过程

1946年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机和通信并没有直接的联系。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(SAGE)的开发开始了计算机与通信技术相结合的尝试。该系统将远程的雷达和其他测量设备的信息通过通信线路传送到一台 IBM 计算机上,实现集中的处理与控制,该系统被誉为计算机通信发展史上的里程碑,从此计算机网络开始逐步形成并日益发展。计算机网络的发展过程大致可分为4个阶段。

1. 以单机为中心的远程联机系统

以单机为中心的远程联机系统是早期计算机网络的主要形式,如图1-1(a)所示。在这种系统中,一台计算机(主机,Host)是网络的中心和控制者,终端(键盘和显示器,Terminal)分布在各处并与中心计算机相连。系统中除了这台中心计算机外,其余终端不具备存储和数据处理能力,用户通过本地的终端使用远程的中心计算机。所以这个阶段的计算机网络又称为“面向终端的计算机网络”。

20世纪60年代初,面向终端的计算机网络有了新的发展。为了减轻中心计算机与终端间的通信负担,在中心计算机前面增设了前端处理机(Front-End Processor, FEP),

专门负责主机与终端的通信控制。为了提高线路的利用率、降低成本,在终端聚集处设置了集中器,用低速线路将各终端汇集到集中器,再通过高速线路与计算机相连,如图 1-1(b)所示。

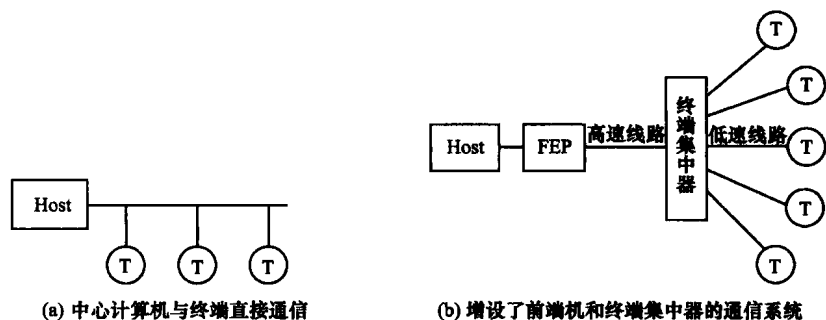


图 1-1 以单机为中心的远程联机系统

2. 多台主机互联的通信系统

20 世纪 60 年代后期出现了多台主机互联的系统。这种网络利用通信线路将分散在不同地点的具有自主处理能力的计算机连接起来,主机之间没有主从关系,用户通过终端不仅可以共享本地主机上的软硬件资源,还可以共享网络中其他主机上的软硬件资源。不同主机之间的互联形式有两种:

第一种形式是通过通信线路将主机直接互联起来,主机既承担数据处理任务,又承担通信工作,如图 1-2(a)所示。

第二种形式是把通信从主机中分离出来,设置专门的通信控制处理机 CCP(Communication Control Processor),主机间的通信通过 CCP 的中继功能间接进行,如图 1-2(b)所示。

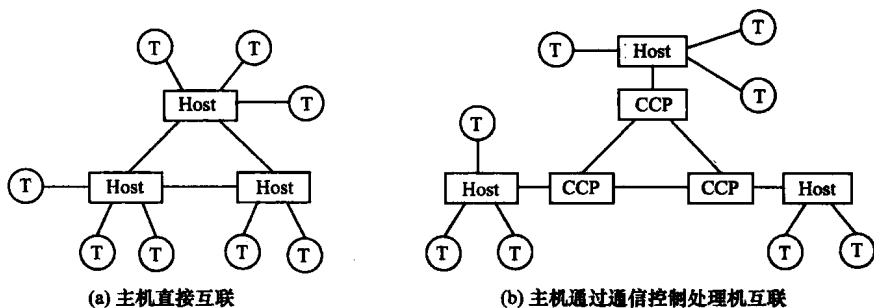


图 1-2 多台主机互联的通信系统

现代意义上的计算机网络是从 1969 年美国国防部高级研究计划局(DARPA)建成的 ARPANET 试验网开始的。该网络最初只有 4 台计算机,后来扩展到连接数百台计算机,从欧洲到夏威夷,地域范围跨越了半个地球。在 ARPANET 网中,主机间通过专门的通信控制处理机 IMP(Interface Message Processor,接口报文处理机)连接后互联,采用分组交换技术和层次结构的网络协议。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个里程碑,它的研究成果对促进网络技术发展和理论体系的研究产生了重要作用,并为 Internet 的形成奠定了基础。

3. 国际化的计算机网络

经过 20 世纪 60 年代、70 年代前期的发展,人们对组网技术、组网方法和组网理论的研究日趋成熟。为了促进网络产品的开发,各大计算机公司纷纷制定了自己的网络技术标准,发展各自的计算机网络系统。然而这些标准只在一个公司范围内有效,即遵从一个标准、能够互联的网络通信产品,只是同一公司的同构型产品,不同标准之间的转换非常困难。针对这种情况,国际标准化组织 ISO(International Standard Organization)于 1977 年设立了一个委员会,专门研究网络互联的标准体系结构,并于 1983 年颁布了世界范围内的网络互联标准,称为开放式系统互联参考模型(OSI/RM)。

OSI 参考模型的提出,为计算机网络的互联奠定了理论基础,极大地促进了计算机网络技术的发展。然而 OSI 在实施时受到了诸多因素的制约,最终没有成为产品,而 TCP/IP 体系的发展和应用都远远超过了 OSI,成为事实上的标准。

早在 ARPANET 的实验性阶段,研究人员就开始了 TCP/IP 协议雏形的研究,1974 年 TCP/IP 问世,之后被嵌入到 UNIX 系统内核中。1983 年 TCP/IP 协议成为 ARPANET 的标准协议。由于 ARPANET 与 UNIX 系统的迅速发展,TCP/IP 协议逐渐得到了工业界、学术界及政府机构的认可,从而获得了进一步的发展。随着 Internet 的高速发展,TCP/IP 协议与体系结构已成为业内公认的标准。

20 世纪 80 年代,随着微型计算机的广泛使用,以微机为主要建网对象的局域网迅速发展。美国电气和电子工程师协会(IEEE)于 1980 年成立了 IEEE 802 局域网标准委员会,并制定了一系列局域网标准。其中 IEEE 802.3 成为局域网技术的主流。

4. Internet 时代

20 世纪 80 年代到 90 年代初,是互联网飞速发展的阶段,Internet 的快速发展和广泛应用使计算机网络进入了崭新的阶段。

1986 年,美国国家科学基金会(National Science Foundation)利用 TCP/IP 通信协议,在 5 个科研教育服务超级电脑中心的基础上建立了 NSFNET 广域网。美国很多大学、研究机构纷纷把自己的网络并入 NSFNET。那时 ARPANET 的军用部分已脱离母网,建立了自己的网络 MILNET,ARPANET 逐渐被 NSFNET 替代,从而开始了 Internet 的真正快速发展阶段。

在 20 世纪 90 年代以前,Internet 的使用一直仅限于研究与学术领域。到 20 世纪 90 年代后,开始向商业机构开放。由于大量商业公司接入 Internet,网络通信量迅猛增长,NSFNET 不堪重负。为解决这一问题,美国政府决定将 Internet 主干网交给私人公司来经营。1990 年 9 月由 IBM、MCI 和 Merit 三家公司联合组建了高级网络服务公司(Advanced Network and Services,ANS),建立了一个覆盖全美的 ANSNET 网,其目的不仅在于支持研究教育工作,还为商业客户提供网络服务。到 1991 年底,NSFNET 的全部主干网实现了与 ANSNET 主干网相通,并以 45Mbps 的速率传送数据。与此同时,世界上许多国家先后建立了本国的主干网,并与美国的 Internet 相连,Internet 从此逐渐形成全球性的互联网。因此说,Internet 的商业化带来了 Internet 发展史上的又一次飞跃。

1993 年,美国公布了国家信息基础设施(National Information Infrastructure,NII)建设计划,NII 被形象地称为信息高速公路,由此推动了国际范围内的网络发展热潮。

1993年,由欧洲粒子研究所(CERN)开发的万维网(World Wide Web)被应用于Internet上,大大方便了广大非专业人员对网络的使用,并成为Internet日后成指数级增长的主要驱动力。

随着Internet的普及和发展,Web技术在Internet/Intranet得到广泛应用,同时Internet上的各种应用也进一步得到开拓,包括搜索引擎、播客(Podcast)、博客(Blog)、即时通信、“对等”(P2P)通信服务、网络电话和网络电视等。

在Internet飞速发展与广泛应用的同时,高速网络技术也在不断发展,主要表现在:宽带综合业务数字网(B-ISDN)、异步传输模式(ATM)、快速以太网、交换局域网、虚拟网络和无线网络等。Internet的住宅接入方式也由最初的电话拨号接入发展到ADSL宽带接入,EPON(以太无源光网络)、无线移动接入也得到了广泛应用。

1.2.2 下一代互联网

随着网络规模的持续扩大和新业务需求不断增长,全球互联网发展遇到了许多挑战,如地址空间不足、网络安全漏洞多、服务质量不佳、缺乏可运营管理的有效机制等。这些缺陷在互联网高速发展中产生了一系列严峻的问题,并且很难在现有技术体系下通过有限地改良得到解决,由此开始了下一代互联网的研究和建设。近年来,下一代互联网已成为信息技术领域新一轮国际竞争的战略制高点。

1. 下一代互联网的发展状况

从1996年起,发达国家就在对互联网进行更深层次的研究,相继制定了下一代互联网发展计划。

1996年美国国家科学基金会资助了下一代互联网(Next Generation Internet,NGI)研究计划,建立了相应的高速网络试验床vBNS。

1998年美国大学先进网络研究联盟(UCAID)成立,设立了Internet2研究计划并建立了高速网络试验床Abilene。

1998年亚太地区先进网络组织APAN成立,建立了APAN主干网。

2001年欧共体资助下一代互联网研究计划,建成GEANT高速试验网。

通过这些计划的实施,全球已初步建成大规模先进网络试验环境。2002年以来,下一代互联网的发展非常迅速。美国的Abilene和欧盟的GEANT不仅在带宽方面不断升级,而且还全面启动向IPv6的过渡策略,并相继开展了大量基于IPv6的网络技术试验和大量基于下一代互联网技术的应用试验。Internet2与GEANT还在2002年完成了5Gbps的高速互联。在此基础上,美国Internet2又联合GEANT和亚太地区下一代互联网APAN发起“全球高速互联网GTRN”计划,积极推动下一代互联网的全球性研究和开发。

我国也在积极进行下一代互联网的研究和建设。1998年中国教育和科研计算机网CERNET开始进行下一代互联网的研究与试验,建成IPv6试验床6BONE。

2000年中国高速互联研究试验网络NSFCNET和中国下一代互联网交换中心DRAGON TAP建成,并代表中国参加国际下一代互联网组织,实现了与国际下一代互联网的互联。

2002年1月“下一代互联网中日IPv6合作项目”启动,到2005年3月,中日IPv6试验网已经建成并投入运行。

2003年国家启动了中国下一代互联网示范工程CNGI(China Next Generation Internet)。经过几年的努力,建成了大规模下一代互联网CNGI示范网络。示范网络包括6个主干网,分别由中国教育和科研计算机网CERNET、中国电信、中国联通、中国网通/中科院、中国移动、中国铁通承担建设,覆盖了全国22个城市,连接了59个核心节点。在北京和上海分别建成两个CNGI国际/国内互联中心,实现了6个主干网之间的互联,并连接了美国、欧洲、亚太地区的下一代互联网。2008年8月,国家又启动了CNGI的二期工程建设,重点解决推动下一代互联网商用化时遇到的一些“产业性”问题。

2. 下一代互联网的优势

下一代互联网是为了应对现代互联网的挑战而产生的,与现代互联网相比,下一代互联网将会更大、更快、更安全。

(1)规模更大:下一代互联网采用IPv6协议,其IP地址的长度由原来的32位扩展到128位,形成了一个巨大的地址空间。在可预见的很长时期内,它能够为所有可以想象出的设备提供一个全球惟一的地址。

(2)速度更快:下一代互联网比现在网络的传输速度提高千倍以上。

(3)更安全:目前的计算机网络因为种种原因在体系设计上有一些不够完善的地方,下一代互联网在建设之初就从体系设计上充分考虑安全问题,使网络安全的可控性、可管理性大大增强。

1.2.3 三网合一

1. “三网合一”的概念

电话、电视、互联网作为三大现代信息传输方式,经过建设和发展,已分别在三个信息平台上建立起各自庞大的网络体系(传统的电信网、有线电视网和计算机互联网),扮演着不可或缺的角色。三大网络在网络资源、信息资源和接入技术方面虽各有所长,但在建设之初均是面向特定业务的(电信网面向语音、电视网面向视频、计算机网面向数据),任何一方基于现有的技术都不能满足用户综合接入的需求,用户只能从不同的服务提供商处获得所需的各类业务。另一方面,由于各网间不能互通,也造成重复投资和通信资源的浪费。由此就有了综合利用网络资源来充分有效地提供信息服务的要求。

所谓“三网合一”是指传统电信网、有线电视网和计算机互联网的相互渗透、相互融合、并逐步整合成一体化的信息通信网络。“三网合一”并不是简单地把三个网络互联互通,而主要是高层业务应用的相互渗透和融合,其表现为:技术上趋向一致;网络层上可以实现互联互通,形成无缝覆盖;业务层上互相渗透和交叉;应用层上趋向使用统一的IP协议;在经营上互相竞争、互相合作,朝着向人们提供多样化、多媒体化、个性化服务的同一目标逐渐交汇在一起;行业管制和政策方面也逐渐趋向统一。三大网络通过技术改造,可以同时开展包括语音、数据、视频等综合多媒体的通信业务。

从广义上来看“三网合一”,是电信、媒体与信息技术等三种产业的融合;从服务商的角度来理解“三网合一”,则是指不同网络平台倾向于承载实质相似的业务;反之从用户通

信终端变化角度来看“三网合一”，是指消费者家用装置（电话、电视和电脑）的合一趋势，其最简单的体现就是三屏融合，即手机、电视和电脑屏幕的融合。以后的手机可以看电视、上网，电视可以打电话、上网，电脑也可以打电话、看电视。三者之间相互交叉，形成你中有我、我中有你的格局。

2. 三网合一的基本特征

根据“三网合一”的功能要求和目标，这种网络体系应该具有以下基本特征：

(1) 网络之间的“透明性”

网络在物理上是互通的，即一个网络的信号可以直接传递或者经过组织、变换，传送到另一个网络中去，并且在通过其他网络传送到终端时，不改变信息的内容。也就是说，网络之间要相互透明。

(2) 网络资源的共享性

用户只需一个物理网络连接就可以享用其他网络的资源或者与其他网络上的用户交换数据、相互通信。

(3) 网络的独立性

在应用层上，虽然网络之间业务是相互渗透和交叉的，但又可以相互独立，互不妨碍，并且在各自的网络上可以像以往那样独立发展自己的新业务。

(4) 网络的兼容性

网络之间的协议要么兼容，要么可以进行无缝转换。这是因为各个网络都有自己的内部协议，因此信息从一个网络传送到另一个网络时应该满足所转向网络的协议要求。

3. “三网合一”的现状

“三网合一”概念在 1996 年由美国网络专家提出，曾让世界为此一振，继而风靡全球。从那以后，世界各国都先后开始推动三网融合进程，不少发达国家已实现各种形式、不同程度的融合。

在我国，早在 1998 年相关主管部门、业界就提出了三网融合概念，认为无论从社会发展需求、用户利益，还是从产业本身的利益出发，都能带来积极的正面效应。目前中国的“三网合一”已经经历了 1997~1999 年的史前期、2000~2008 年的孕育期以及 2009 年的破冰期三个阶段。经过漫长的 8 年孕育以及 2009 年的破冰，中国的“三网合一”已基本具备进一步开展“三网合一”的技术条件、网络基础和市场空间。2010 年国务院决定加快推进电信网、广播电视网和互联网三网融合，计划在 5 年内全面实现三网融合，“三网合一”已进入非常关键时期。

但是“三网合一”涉及的不仅是技术上的问题，还包括一些政治经济和社会等方面的因素。一方面，融合将推动信息产业的发展；另一方面，融合的过程也会导致信息产业结构的重新组合和管理体制及政策法规的相应变革。在“三网合一”过程中，既要使各方面保持原有的市场，又要开拓更大的市场，使用户也最终受益。尽管“三网合一”在目前的实现过程中存在一些困难，但它正在成为势不可挡的历史大潮，可以说“三网合一”是迎接未来信息社会的根本性网络变革。