

Microsoft®

网络百科全书

(原书第二版)

(美) Mitch Tulloch 编著
Ingrid Tulloch

邓云佳 等 译



科学出版社
www.sciencep.com

网络百科全书

(原书第二版)

(美) Mitch Tulloch 编著
Ingrid Tulloch
邓云佳 等译

科学出版社

北 京

图字: 01-2002-2267 号

内 容 简 介

本书是关于网络技术术语和缩略语的参考资料。内容全面、丰富、权威、可靠。全书共收录 3000 多个条目, 覆盖了网络发展、组织机构、协议与标准、系统与环境、网络硬件、数据与存储、通信等领域。本书对每个术语都作了较为科学、严格而简洁的定义, 给出了有关的类型、用法和实现, 并与相关技术进行了比较, 还给出大量的交叉引用, 而且对新技术前景进行了展望, 许多条目还附有必要的图表说明。此外, 本书还以发展的眼光对与网络相关的领域作了详尽的解释, 是 IT 人士难得的一本工具书。

本书是网络设计师、系统工程师、网络管理员和 IT 专家必备的工具书, 也是 MCSE 等认证考试的备考人员以及所有网络从业人员的参考用书。

Microsoft Encyclopedia of Networking

Copyright 2002 by Microsoft Corporation.

Original English language edition Copyright © 2002 by Microsoft Corporation. All rights published by arrangement with the original publisher, Microsoft Press, a division of Microsoft Corporation, Redmond, Washington, U.S.A.

本书简体字版由美国 Microsoft Corporation 授权科学出版社出版。未经出版者书面允许不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有, 翻印必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

网络百科全书/ (美) 塔洛克 (Tulloch, M.), (美) 塔洛克 (Tulloch, I.)
编著; 邓云佳等译. 二版. —北京: 科学出版社, 2003

ISBN 7-03-011419-1

I. 网... II. ①塔...②塔...③邓... III. ①计算机网络—名词术语②计
算机网络—缩略语 IV. TP393-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 027637 号

责任编辑: 王日臣/责任校对: 都岚 耿耘

责任印制: 吕春珉/封面设计: 一克米工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2003 年 7 月第一次印刷 印张: 62

印数: 1—4 000 字数: 1 846 000

定价: 118.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

译者序

网络技术是当今世界上发展最为迅速的科技领域之一。*Internet* 正在改变着我们的生活方式，它带来了丰富的信息和资源，使我们步入了网络时代。对于当前的 *Internet* 革命，*Microsoft* 希望，像它释放 *PC* 机的潜能一样来释放 *Internet* 的潜能，巩固其在 *IT* 行业的霸主地位。自然，其他厂商也不甘示弱，你方唱罢我登场，纷纷推出自己的各种网络产品。

市场的竞争和科技的发展，使得我们所面临的有关网络的各种各样的缩写、思想、概念和产品，并且带来互联互通、异构集成、跨平台迁移等一系列问题。面对如此纷繁复杂的网络环境，如果需要寻求一些关于网络类型、体系结构、硬件、技术、协议、概念、工具、服务和软件的信息，该如何选择呢？

本书是《*Microsoft Encyclopedia of Networking*》第2版的中译本。第一版在美国已经得到广大读者的好评，从无数网络参考书中脱颖而出，成为网络设计师、系统工程师和网络管理员的必备书。由于网络技术日新月异，这次又增加了近年出现的数百个新术语，同时对一些关键的网络概念和技术进行了更为详细的阐述，对某些词条论述更加深入，覆盖了更多重要的平台系统，同时为了与业界保持同步，对一些标准规范以及服务等进行了更新。就目前来看，本书是美国当前市场上最为全面、权威的网络工具书。

对于网上对该书的那些好评，译者在开始时还有些怀疑。对于 *Microsoft* 的出版物，首先要提出的问题就是：它能否公正地对待其他公司的产品和技术。而该书颇有“海纳百川”的气势，在全面覆盖主要的 *Microsoft* 产品和技术(包括 *Microsoft .NET*)的同时，也覆盖了其他厂商的产品，比如 *Cisco*、*Sun*、*Novell*、*Oracle* 和 *Linux* 系统的条目。虽然在内容上略微有点“亲 *Microsoft*”，但那只是为了回答读者在 *Microsoft* 网络世界里将会遇到的各种实际问题。比如它也定义了 *grep*，给出了 *UNIX* 的详细示例，然后解释在 *Windows NT/2000/.NET* 环境中如何使用。

书中有大量的示意图、表格和屏幕图，语言简练而准确，并且读起来引人入胜。每个术语后面都有交叉引用的术语列表，不但有利于导航跳转，而且对于每个术语都可以深入了解，从中得到相关领域的有用知识。无论读者从事网络的哪个方面工作，都可以从中吸取到足够的知识。

我们很荣幸能够成为这本经典著作的国内第一批读者，并且承担起将它推荐给国内读者的重任。这是一本权威性参考资料，内容涉及到网络技术的方方面面，用“博大精深”来形容一点都不为过。为此，在翻译过程中，我们广泛查阅了很多近期出版的科技出版物和技术报刊，并搜索了来自 *MSDN*、*CSDN*、*TechNet* 以及多个 *Microsoft* 讨论社区的各类资料，力图做到术语准确规范，行文流畅，忠实原著。对于较新的术语，尽量使用业界广泛接受的中文表达方法，力求能被大部分读者接受；但是仍有部分术语无法统一，则尽量加注英文，以免由于科技术语全盘汉化而给读者带来疑惑。

本书的翻译工作由邓云佳组织，虎贲科技的全体工作人员都参加了翻译、校对、录入和编排工作。此外，以各种形式参加部分工作的主要人员还有付伟、余磊、曾琼、佟志新、王江书、刘培英、何易非、任芳、金姜、胡嘉、田程文、李甜甜、李伟华、刘景军、胡勇、陈传凯、陈亮亮、罗亦航等。译者都在网络设计、架构、维护和管理等领域从事相关工作多年，有些还具备路由器等关键网络部件的设计经验，对于网络有着深刻的切身体会。但是面对形势复杂多变的网络世界，其相关范围横跨计算机、通信、电子、机械等各大学科，几乎漫无边际，我们也不能保证自己对所有相关领域能达到完全透彻的理解。

一本经典好书的问世离不开无数人的汗水。对于这样一本有望成为传世之作的宏篇巨著，我们竭尽全力，不厌其烦地进行了多方考证。在翻译和讨论的过程中，我们得到了来自多家高等院校、科研机构、系统集成公司、电信公司和软件开发公司的技术支持。其中要特别感谢李君、王瑞、邓朋、李中瑜、郝立、杨军、何祥鸥、张静、张然美、李德守、何定、李基盛、李默、罗伟文、蔡以民、娄明、罗毅、王栋、王勇、罗邓、任立学、薛宏伟、杨明军、杨晓恒、王逸欣、何光明、张毅、赵坤、郑方、钟九虎、

蔡剑、王培健、王俊等人的倾力协助。科学出版社的领导和编辑老师都一直非常重视本书，实时跟踪进展情况，为本书的翻译同样付出了辛勤的劳动，在此一并表示感谢。

尽管我们数月以来一直夜以继日、加班加点，兢兢业业地工作，不敢稍有懈怠，但是由于自身水平有限，理解错误和句法不当之处仍然在所难免，恳请广大读者不吝指正。

虎贲科技

第二版前言

本书是《Microsoft Encyclopedia of Networking》第二版的中译本。它是网络设计师、系统工程师、网络管理员和 IT 专家的首选资源。第二版新增内容较多，具体说来有以下几个特点：

- **关键网络概念和技术的覆盖面更广。**增加了数百个新的术语，覆盖了最新的网络技术，包括无线网络、3G 蜂窝通信、宽带 Internet 接入、局域网主机集成、网络管理、网络安全、网络故障排除、灾难恢复、企业级应用、P2P 技术、病毒防护、载波和服务提供商、电子商务标准和技术。另外，还增加了基本网络标准、协议、体系结构和技术方面的内容，包括布线标准、路由协议、安全协议、信号编码方法、加密模式、组件体系结构、广域网服务、多层交换、磁带格式、复用方法、远程访问、基于终端的计算、IP 语音以及 Internet 的组织和操作等。
- **关键术语的介绍更深入。**关键的技术和标准，比如 802.11b 无线、ATM、蓝牙、蜂窝通信、无类域间路由、DSL、DNS、以太网、帧中继、千兆以太网、GSM 和 ISDN，都比前一版本讲解得更为详细深入。除了主题的简要定义和概述之外，通常还将较长的讲解分成不同的小节，使得该主题的讲解更为清晰和合乎逻辑。这些小节标题分别是“历史”、“类型”、“用法”、“比较”、“体系结构”、“实现”、“示例”、“优缺点”、“问题”、“注意”和“更多信息”。
- **面向更多的平台。**第二版针对的重点不是 Microsoft Windows NT 平台和应用程序，而是 Windows 2000、Windows XP 和 Microsoft 新的 .NET 框架。另外，增加了对常用的 UNIX 平台的介绍，还介绍了 Linux 和 Apache 等源代码开放技术。总之，第二版针对的是更为通用的网络概念、技术和服务，平等对待不同厂商的计算平台。
- **涉及的标准、产品和服务更新。**第一版出版以来，网络世界一直在发生着巨大的变化。应用服务提供商市场迅猛增长之后急剧缩水，本地 Intranet 发展成强大的企业级知识管理中心；令牌环和 FDDI 悄然隐退，在人们对 3G 的期待中 2.5G 成为现实，XML 标准尽管发展迅速，却未能在市场上取代 EDI，而新的厂商和服务提供商以惊人的速度涌现、成长或破产。有鉴于此，本书对每个术语作了彻底修订，以尽可能地包含最近和最正确的信息。另外，许多术语包括了两个特殊小节：“市场”部分介绍了已有的厂商和产品；“前景”部分对未来几年该技术和服务的发展作了预测。
- **引用方式更完善。**每个术语后面列出的引用列表都作了扩充，以方便各级网络专家查阅。
- **“绪论”更新。**对绪论部分作了修订，其中“网络的历史”一节涵盖了第一版出版以来的一些最新发展。

希望广大读者能够喜欢这本书！

绪 论

《Microsoft Encyclopedia of Networking》第二版全面总结了关于计算机网络的概念、技术和服务，旨在为系统工程师、网络管理员、IT 实施者和所有行业的计算专家及学生提供全面、准确且最新的资源。在介绍本书内容之前，我们先问一个简单而又难以回答的问题：什么是网络？

什么是网络

简单地说，网络是指互联的计算机共享文件、打印机、应用程序和其他一些计算机的相关资源。网络互联计算机的优点是显而易见的：

- 用户可以将他们重要的文件和文档存储到文件服务器上。这样比将文件存储到工作站上安全得多，因为文件服务器通过一条操作指令即可备份。
- 用户可以共享网络打印机，这样其成本就比为每台机器都配备一台本地打印机低得多。
- 用户可以共享运行在应用程序服务器上的组件应用程序，这样就可以共享文件、发送消息，并直接合作。
- 管理以及保证一个公司的计算机资源安全的工作，将会由于它们都连接在几台集中的服务器上而得到很大程度上的简化。

上述网络的定义侧重于将计算机进行组网的基本目的：增强可管理性、安全性，提高性价比及工作效率。然而，也可以根据网络的不同类型来讨论，包括：

- 个人局域网(PAN)。曾经一度为科幻小说中的情节，随着当今移动电话、PDA、寻呼机及其他一些小型设备的产生而迅速变为现实。
- 局域网(LAN)。范围包括从小型办公室或家庭办公室(SOHO)内的若干桌面工作站到大学校园或工业园区内，几十幢建筑物之间的几千台工作站和几十台服务器组成的网络。
- 城域网(MAN)。跨越整个城市区域并通常由电信运营商，及其他服务提供商提供通过 Internet 来将公司各分支机构之间相联结的高速互联服务。
- 广域网(WAN)。可通过公司总部连接到若干分支机构或连接跨越几个大洲，拥有数百个办公室以及子公司的企业。
- Internet。世界上最大的网络并且是“网络的网络”。

另外，也可以按各种类型网络实现所使用的网络体系结构来分类，包括：

- 对等网络。可由几台运行 Microsoft Windows 98 或 Windows 2000 Professional 的计算机构成的工作组来实现。
- 基于服务器的网络。可由基于 Windows NT 域模型、Windows 2000 中 Active Directory 目录服务的域树及域林或诸如 Novel NetWare 的 Novel 目录服务(NDS)等体系结构构成。
- 基于终端的网络。可由传统的基于主机的大型机环境、UNIX X Windows 环境、Windows NT Server 4 Enterprise Edition 终端服务或 Citrix MetaFrame 等构成。

或者也可以按实现体系结构的网络技术来区分，包括：

- 诸如以太网、令牌环、光纤分布式数据接口(FDDI)、快速以太网、千兆以太网(GbE)以及即将出现的 10G 以太网(10GbE)等局域网技术。
- 诸如综合服务数字网(ISDN)、T 载波租赁线路、X.25、帧中继、异步传输模式(ATM)、同步光纤网(SONET)、数字用户线路(DSL)以及城域以太网等广域网技术。
- 诸如无线局域网(广域网)标准 802.11a 及 802.11b 以及消费者无线技术，如 HomeRF 和 Bluetooth 等无线通讯技术。

- 诸如时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)、全球移动通讯系统(GSM)和即将出现的 3G 无线通讯标准等蜂窝通讯系统。

此外, 还可以考虑这些不同的网络技术实现中所使用的硬件, 包括:

- 诸如中继器、集中器、网桥、集线器、以太网交换机和路由器等局域网设备。
- 诸如调制解调器、ISDN 终端适配器、信道服务单元(CSU)、数据服务单元(DSU)、包拆装器(PAD)、帧中继访问设备(FRAD)、多路复用器(MUX)以及反向多路复用器(IMUX)等广域网设备。
- 组织、保护以及维护局域网和广域网硬件的设备, 如架子、柜橱、电源保护器、线性调节器、不间断电源(UPS)、KVM 切换器和电缆测试器。
- 电缆技术如同轴电缆、屏蔽双导线馈电线、双绞线、光纤, 以及相关设备如连接器、插接板、墙内平板以及分配器。
- 非制导媒体技术如红外通讯、无线蜂窝网络、卫星网络以及与其相关联的硬件。
- 数据存储技术如冗余磁盘阵列(RAID)、网络连接存储(NAS)、存储区域网(SAN)及其相关硬件, 加上各种相关技术, 包括小型计算机系统接口(SCSI)和光纤通道等。

也可以讨论各种增强网络可靠性、可扩展性、安全性和可管理性的各种技术, 包括:

- 实现网络安全的技术, 如防火墙、代理服务器、虚拟专用网(VPN)以及诸如智能卡和防火墙硬件等设备。
- 增强网络资源可用性和可靠性的技术, 如群集、缓存、负载平衡、第七层交换(Layer 7 switching)以及终端服务。
- 网络管理技术如简单网络管理协议(SNMP)、远程网络监控(RMON)、基于 Web 的企业级管理(WBEM)、公用信息模型(CIM)以及 Windows 管理规范(WMI)。

更一般地, 网络可以被认为是以多种标准为基础的上述不同网络技术和硬件的集合, 包括:

- 国际标准化组织(ISO)的开放式系统互连(OSI)网络模型。
- 国际电信联盟(ITU)的 G 系列、I 系列、T 系列、V 系列和 X 系列标准。
- 电气和电子工程师协会(IEEE)的 802 系列标准。
- Internet 工程任务组(IETF)的 RFC 系列。
- 万维网联盟(W3C)以及帧中继论坛、ATM 论坛、千兆以太网联盟和其他一些组织开发的各种标准。

在网络这个词的任何定义中, 网络协议值得特别关注。这些协议包括:

- 局域网协议, 如 NetBEUI、IPX/SPX、TCP/IP 以及 AppleTalk。
- 广域网协议, 如 SLIP、PPP、PPTP 和 L2TP。
- 大型机环境下开发的协议, 如 SNA、APPC、SDLC 及 HDLC。
- 路由协议如路由信息协议(RIP)、内部网关路由协议(IGRP)、最先打开最短路径 (OSPF)协议、边界网关协议(BGP)。
- Internet 协议, 如超文本传输协议(HTTP)、文件传输协议(FTP)、网络新闻传输协议(NNTP)以及域名系统(DNS)。
- 电子信息协议, 如 X.400、简单邮件传输协议(SMTP)、邮局协议版本 3(POP3)以及 Internet 邮件访问协议版本 4(IMAPv4)。
- 目录协议如 X.500 的目录访问协议(DAP)和轻量级目录访问协议(LDAP)。
- 串行接口标准如 RS-232、RS-422/423、RS-485、V.35 及 X.21。

还可以挖掘更深一些, 以讨论前述各种网络技术和服 务之下的基本工程概念, 包括:

- 阻抗、衰减、屏蔽、近端串扰(NEXT)以及电缆的其他特征和其他传输系统。
- 信号以及它们是如何使用时分、频分、统计技术与其他多路复用技术复用的。
- 传输参数包括带宽、流量、延迟、超时传输、抖动、主干、握手、跳跃、死点、暗光纤以及迟

冲突。

- 平衡信号与不平衡的信号、基带传输与宽带传输、数据通讯设备(DCE)与数据终端设备(DTE)、电路交换与数据包交换、面向连接与无连接通讯、单播与多播及广播、点到点链接与多点链接、直序方法与频率方法、虚电路交换(SVC)与永久电路交换(PVC)。

也可以讨论网络服务的各种不同类型的供应商, 包括:

- Internet 服务提供商(ISP)、应用服务提供商(ASP)以及综合通讯提供商(ICP)。
- 电信公司和本地交换运营商(LEC), 包括地方贝尔营业公司(RBOC)以及一些极具竞争力的本地交换运营商(CLEC)等, 通过他们的中心局(CO)以及本地回路连接提供流行的如 ADSL 和 HDSL 的宽带服务。

还可以列举供应商开发的各种使计算机网络有用且可能的各种软件技术, 包括:

- 网络操作系统, 如 Windows、Novell NetWare、UNIX 及 Linux。
- 专用操作系统, 如运行在 Cisco 路由器上的 Cisco System 的网络操作系统, 以及各种使用在 Cisco 以太网交换机线路上的 IOS。
- 目录系统, 如 Microsoft 基于域的 Active Directory、Novell 目录服务(NDS)以及各种 X.500 和 LDAP 目录系统的实现。
- 文件系统, 如 Windows 平台上的 NTFS 文件系统(NTFS)以及分布式文件系统, 如 Sun Microsystems 为 UNIX 平台开发的网络文件系统(NFS)。
- 开发分布式计算应用程序的程序设计语言及体系结构, 如 C/C++及 Java 语言、Microsoft 的 ActiveX 和 Sun 的 Jini 技术; 组件技术, 如分布组件对象模型(DCOM)和 COM+; 进程间通讯(IPC)技术, 如远程过程调用(RPC)和命名管道; 以及 Internet 标准, 如流行的超文本标记语言(HTML)及可扩展标记语言(XML)系列标准。
- 异构环境下集成网络技术的工具, 如面向 NetWare 的网关服务(GSNW)、面向 Macintosh 的服务、Windows 2000 平台上的 UNIX 服务以及 Microsoft 主机集成服务器, 都提供了与大型机系统连接的功能。

较深入的讨论, 可能关注管理网络硬件、平台、服务及协议的各种管理工具, 这些工具包括:

- Microsoft 管理控制台(MMC)及其在 Windows 2000 和 Windows .NET Server 平台上的各种版本。
- 使用 Telnet、终端程序以及一般的 Web 浏览器界面, 管理路由器和网络设备的各种方法。
- 流行的 TCP/IP 命令行工具, 如 arp、ping、ipconfig、tracert、netstat、nbtstat、finger 及 nslookup。
- 与平台相关的命令行工具, 如各种常见管理任务自动化的 Windows 命令。
- 可以跨平台的用于系统及网络管理的脚本语言, 包括 JavaScript、VBScript 及 Perl。

也可以考虑网络环境中广泛应用的各种企业级应用程序, 包括:

- 企业资源规划(ERP)及客户关系管理(CRM)平台。
- 企业信息门户(EIP)及企业知识门户(EKP)平台。
- Microsoft 的 .NET Enterprise Server 系列应用程序, 包括 Microsoft Application Center Server、BizTalk Server、Commerce Server、Exchange Server、Host Integration Server、Internet Security and Acceleration Server、Mobile Information Server 和 SQL Server。

随着讨论的深入, 我们会逐渐明白“什么是网络”。到目前为止, 网络显然已经不仅仅是集线器和电缆了。事实上, 今天的计算机网络发展势不可挡, 而且一个人可以在这个问题的一个很小的方面上穷其一生。

问题还没讨论完。让我们看看计算机网络这一领域是如何发展到令人惊奇的地步的。

网络的历史

由于网络是如此广泛与复杂的问题, 没有单个的事件能够表征网络的开始。然而, 可以武断地认为

20 世纪 60 年代是网络的形成时期, 自此计算机便开始明显影响着普通人的日常生活以及商业和政府的运作方式。

20 世纪 60 年代

在 20 世纪 60 年代期间计算机网络本质上是大型机计算的同义词, 还不存在本地和广域网络的差别。大型机典型的网络是一系列通过 RS-232 或其他电气接口连接的哑终端。如果一个城市中的一个终端需要连接到位于另一个城市的大型机, 那么可使用现有的模拟公共电话交换网络 (PSTN) 外加一个 300 波特的远程调制解调器来实现此连接。这种技术实际上非常原始, 然而仍然令人激动。我记得 60 年代末期在中学开设计算机科学课程时, 不得不带上一盒穿孔卡片在大学的大型机终端排队等待行式打印机的输出。唉! 可怜的 Fortran, 虽然我学得很好!

现在让我们继续。由于 1962 年引入的脉冲编码调制 (PCM) 技术, PSTN 的质量与可靠性得到了极大的提高, 此技术将模拟语音信号转换成数字比特序列。随之第一台商业按键式电话机诞生了, 也是在 1962 年。不久, 数字电话技术变得常见, DS-0 (数字信号零) 被选作基本的 64Kbps 信道, 并在其上建立了整个数字电话系统的所有层次。后来发展为一个设备, 此设备称为信道银行, 它将 24 个独立的 DS-0 信道综合在一起, 并通过时分多路复用 (TDM) 技术复合成单个的 1.544Mbps 信道, 称为 DS-1 或 T1 (在欧洲, 30 个 DS-0 信道复合成 E1)。数年后当贝尔电话系统的主干网络最终完全数字化时, 尽管在许多地方本地回路仍保持了模拟技术, 但综合服务数字网 (ISDN) 更好的质量和更小的噪音使得语音传输和数据传输的传输特性得到了极大的提高。这些我们将在后面讲解。

第一颗通信卫星 Telstar 在 1962 年发射升空。此项技术并未立刻影响网络世界, 因为比起海底光缆通讯来说, 卫星链路的延迟较长。但是在载波容量上它最终超过了穿越海洋的海底电话电缆 (第一条是在 1965 年安装, 并能同时容纳 130 路通话)。事实上, 在 60 年代初期贝尔实验室的科学家就通过月球的反射, 将通讯信号从大西洋海岸传输到太平洋海岸, 从而横跨了整个美国。到 1965 年, 流行的商业通讯卫星, 如 Early Bird, 开始广泛配置并投入使用。

一个有些离题但有趣的话题, 在 1961 贝尔系统提出了一个全新的通讯服务称为 TELPAK, 它声称会带来通讯的电子高速公路, 但是贝尔却从来没有实践过这个想法。这是否可以看作 90 年代中期“信息超级高速公路”的一个早期征兆呢?

1969 年目睹了一个直到 20 年后才被发现其重要意义的事件, 也就是 ARPANET 包交换网络的开发。ARPANET 是美国国防部高级研究计划署 (ARPA) 的一个项目, 它在 1972 年发展称为 DARPA。类似的工作也在法国和英国展开过, 但美国的项目最终演化成了今天的 Internet (法国的 MINTEL 包交换系统基于 X.25 协议, 目的在于将数据网络连接至每个家庭, 在 1984 年法国政府开始放弃 MINTEL 终端后被取消; 到 90 年代初期, 法国超过全国总人口 20% 的人在使用它)。最初的 ARPANET 网络连接斯坦福大学、加州大学洛杉矶分校 (UCLA)、加州大学圣芭芭拉分校 (UCSB) 和犹他州州立大学, 第一个节点安装在 UCLA 的网络测量中心。一年后, 哈佛大学、麻省理工学院 (MIT) 以及一些其他著名的大学加入了这个网络, 但是他们中很少有人能够想到, 这项技术试验会在以后的日子里深刻地影响了当代社会以及人们的商业模式。

1969 年也目睹了第一个注释请求 (RFC) 文档的出版, 第一个 RFC 描述了网络控制协议 (NCP), 它是 ARPANET 的第一个传输协议。非正式的 RFC 进程演化成为指导 Internet 演变的主要方式, 并且今天它仍然在发挥作用。

也是在同一年, 贝尔实验室开发了 UNIX 操作系统, 它是一个多任务、多用户的网络操作系统 (NOS), 70 年代后它在学术计算环境中得到了广泛的应用。1974 年的一个典型 UNIX 系统是一个带有哑终端的 PDP-11 小型机。那时一个具有 768KB 的磁芯存储器和若干 200MB 硬盘配置系统的价格大约是 \$40 000。我记得那些在当年大学里的物理系回旋加速器实验室使用 PDP-11 工作的日子里, 我们需要通过穿孔的纸带进行输入, 并可以看见闪烁的光线。那真是令人难以置信的经历。

许多计算机系统的重要的标准也是在 60 年代演化生成的。在 1962 年, IBM 引进了第一个 8 位字符编码系统, 称为扩充的二进制编码的十进制交换码(EBCDIC)。一年后引入了与之相竞争的美国信息交换标准码(ASCII)。尽管 EBCDIC 是八位而 ASCII 只有七位, 但 ASCII 还是最终胜出了。美国国家标准组织(ANSI)在 1968 年正式将 ASCII 标准化。ASCII 最初用于大型机计算环境中, 大型机主机和哑终端之间的串行通讯, 但后来它扩展到计算机和网络技术的各个领域。

60 年代的其他发展包括 1964 年 IBM 强大的 System/360 大型机计算环境, 它在政府、大学和公司的计算中心中得到了广泛的应用。在 1966 年, IBM 引入了第一个磁盘存储系统, 它使用 50 个金属磁碟, 每个 0.6m 宽, 容量为 5MB。IBM 在 1967 年创造了第一片软盘。在 1969 年, Intel 公司发布了可以存储 1KB 信息的 RAM 芯片, 这在当时是一项了不起的工程技术。

20 世纪 70 年代

尽管 20 世纪 60 年代是大型机的年代, 70 年代诞生的以太网却是现在最流行的局域网技术。以太网于 1973 年诞生于 Xerox 公司加州 Palo Alto 研究实验室(更早些的试验网络称为 ALOHAnet, 是 Hawaii 大学在 1970 年开发的)。最初的 Xerox 网络系统是 X-wire, 它工作在 2.94Mbps 的速率上。尽管在卡特政府时期一些用于字处理的 Xerox Palo Alto 工作站通过 X-wire 在白宫组建成网络, 但 X-wire 仍属试验性质, 并未用于商业用途。1979 年, DEC、Intel 和 Xerox 组成了 DIX 联盟并开发了标准 10Mbps 以太网规范, 即粗电缆网, 随后在 1980 年发布。该标准在 80 年代经过修订并增添了一些新特性。

70 年代贝尔电话系统主干网络转换为数字电路的工作仍在继续, 同时涉及到 1974 年第一条数字数据服务(DDS)电缆(随后称为数据电话数字服务)的安装。DDS 构成了后来 ISDN 部署和 T1 线路至客户端的基础, AT&T 在 1976 年安装了第一台数字交换机。

在广域网中, 一项称为 X.25 的新电讯服务在 70 年代末开始部署。与电路交换的 PSTN 形成对比, 新系统使用包交换技术。后来它演变为公共 X.25 网络, 如 GTE 的远程公共交换包分配网络(PDN), PDN 随后变为 SprintNet。X.25 在欧洲得到了广泛的使用, 直至今天仍然保留了大量的安装基地, 尤其是对于银行和金融业内的通讯。

1970 年美国联邦通信委员会(FCC)颁布了刚刚出现的有线电视工业规则。有线电视在向住宅提供娱乐信息时主要使用广播技术, 直至 90 年代中期, 技术的发展才允许它向住宅用户提供宽带服务。作为宽带 Internet 接入技术的两种主要形式, 目前 Cable modem 与 DSL 竞争相当激烈。

尽管所有这些技术已进步, 但 70 年代的长途通讯服务局面分散。语音、数据和娱乐分别有不同的媒体承担。语音由电话来传输, 在客户端依然采用模拟线路; 娱乐通过无线电和电视技术广播; 数据则通过哑终端和大型机间的 RS-232 或二进制同步通讯(BSC)串行连接在哑终端和大型机间实现传输(对于远程终端, 则通过模拟电话线路使用长距离传输的 modem 完成)。

70 年代另一个值得注意的地方是 ARPANET 的成长, 在整个期间, 不断有大学以及政府研究院的主机加入。1971 年 ARPANET 具有 19 个节点, 其中的很多是由 PDP-8、PDP-11、IBM S/360、DEC-10、Honeywell 以及其他大型机和小型机系统连接起来。ARPANET 最初的设计最多允许 256 个节点, 这有些像 70 年代早期的一个远程目标。网络所使用的最初的协议是 NCP, 但在 1982 年由更有效的 TCP/IP 协议族所取代。1975 年, ARPANET 受国防通讯局管辖。

ARPANET 协议及技术通过 1969 年开发的非正式 RFC 进程而持续地演化着。1972 年, 在 RFC318 中定义了 Telnet 协议, 紧接着 1973 年在 RFC454 中又定义了 FTP 协议。随着英国的伦敦大学学院和挪威的皇家雷达公司的加入, ARPANET 在 1973 年成为国际化网络。ARPANET 在 1977 年甚至建立了无线包交换无线电服务试验网, 两年后变成了分组无线网(PRNET)。

与此同时, 第一个传输控制协议(TCP)在 1974 年发布。TCP/IP 协议通过几轮的发展直到 1978 年 TCP/IP 基本体系结构形成。但是, 直到 1983 年 ARPANET 才开始使用 TCP/IP 来替代 NCP 作为其基本网络协议。

1977 年也见证了 UNIX 到 UNIX Copy (UUCP) 的发展。这是一个在基于 UNIX 的网络上发送消息和传输文件的协议及工具。使用 UUCP 的 USENET 新闻系统的一个早期版本在 1979 年被开发出来。网络新闻传输协议 (NNTP) 的出现则很晚, 它出现于 1987 年。

1979 年, 第一个商业蜂窝电话系统开始在日本投入运行。该系统本质上是模拟的, 使用 800MHz 及 900MHz 的频率波段, 并且基于贝尔实验室在 1947 年所开发的一个概念。

70 年代出现的一个重要标准是 1976 年, 由 Whitfield Diffie 和 Martin Hellman 开发的公钥加密算法。该算法称为 Netscape communications 开发的安全套接字层 (SSL) 协议的基础, 它至今仍是保证万维网上隐私及金融和其他事务完整性的主要手段。没有 SSL, 流行的电子商务站点如 Amazon 和 eBay 将会在招揽顾客上遇到很大的麻烦。

在 70 年代的其他一些发展, 1970 年 IBM 研究人员发明了关系型数据库, 一组概念上的技术成为今天分布式应用环境的基础。在 1971 年, IBM 展示了第一个语音识别技术, 但也由此引出了那些在顾客服务中心令人讨厌的呼叫自动处理系统! IBM 在 1972 年也给出了虚拟机的概念, 并在 1973 年发明了第一个密封的磁盘驱动器 (Winchester 盘)。1974 年, IBM 为其大型机计算环境开发了系统网络架构 (SNA)。1971 年, Intel 发布了它的第一个微处理器, 一个称为 4004 的四位处理器, 它运行在 108kHz 的频率下。这是现代标准的一小步, 但在当时是一个巨大的发展。另外一个著名的事件是 1979 年开始的在线服务 CompuServe, 它导致了第一个在线社区的诞生。

第一台个人电脑 Altair 是在 1975 年作为工具包上市的。Altair 基于 Intel 的 8080——一个八位的微处理器, 它具有 256 字节的内存、拨动开关以及发光二极管 (LED)。尽管 Altair 对于发烧友来说是基本的东西, 但 Apple Computer 在 1977 年引入的 Apple II 则为流行。一个典型的 Apple II 系统基于 Motorola 6502 8-bit 微处理器, 它具有 4KB RAM、键盘、带扩展槽的主板、ROM 内建的 BASIC 以及彩色图形显示器。Apple II 迅速成为学校及其他教育机构的标准桌面系统。我所执教过的一个物理课堂里, 在 90 年代初都是这种机器 (有限的范围!)。然而, 直到 1981 年引入了 IBM 个人电脑 (PC) 为止, 个人电脑的潜力才完全被挖掘出来, 尤其是在商业领域。

1975 年, 比尔·盖茨和保罗·艾伦从 Altair 的制造者 MITS 那里得到了他们的 BASIC 计算机程序设计语言的授权。BASIC 是第一个专门为个人电脑而设计的计算机语言。盖茨和艾伦为他们的商业合作创造了“Microsoft”这个名词, 并在随后的一年里将其正式注册为商标。Microsoft 公司随之将 BASIC 授权给其他个人计算平台, 如 Commodore Pet 及 TRS-80。那些日子里我非常喜爱 BASIC, 并且直到今天我仍然喜欢它!

20 世纪 80 年代

在 20 世纪 80 年代, 客户/服务器 LAN 结构继续发展, 而大型机计算环境则退化了。1981 年出现的 IBM PC 以及该体系结构的标准化及复制, 导致了全世界商业及公司里基于 PC 的局域网极度扩张, 尤其是在 1984 年 IBM PC AT 硬件平台的发布后。PC 的数量由 1981 年的 200 万台发展到 1991 年的 6500 万台。1983 年出现的 Novell 公司随着 Novell NetWare 平台的开发迅速成为局域网上文件及打印服务器的一个主要供应商。

然而, 80 年代局域网领域的最大发展是以太网的标准化及持续发展。一方面 DIX 联盟在 70 年代末致力于以太网标准的开发, IEEE 的 802 项目则从一开始就致力于开发一个统一的局域网标准。当这个目标显然无法实现时, 802 项目即分为一系列独立的工作组, 其中 802.3 研究以太网、802.4 研究令牌总线、802.5 研究令牌环技术及标准。802.3 小组的工作导致了第一个以太网标准的诞生, 称为 10Base5 或粗电缆网, 它与 DIX 开发的版本几乎相同。10Base5 称为粗电缆网的原因是它使用粗同轴电缆。1985 年扩展的 802.3 标准包含使用细同轴电缆的 10Base2, 通常称为细电缆网。

在 80 年代的大部分时间里, 同轴电缆是实现以太网的主要形式。然而, SynOptics Communications 公司开发了一个称为 LattisNet 的产品, 该产品使用星型拓扑结构通过将双绞线连接至一个中央集线器或

中继器来实现 10Mbps 以太网。这种电缆比同轴电缆便宜，且类似于住宅及商业电话线路系统中使用的线路。LattisNet 是如此的成功，以至于在 1990 年 802.3 委员会通过了一个称为 10BaseT 的新标准，用于那些在双绞线上实现的以太网。由于安装方便，10BaseT 的发展很快超过了同轴电缆，其分层的星形拓扑结构很适合多层建筑的建筑拓扑结构。

在其他以太网的发展中，光纤电缆最初是在 70 年代由 Corning 开发的，并在 1984 年首次实现以太网络的商业应用(该技术在 90 年代初被确定为 10BaseFL 标准)。1988 年铺设了第一个跨越大西洋的海底光纤电缆，这极大地增加了跨大西洋通信系统的容量。

以太网网桥在 1984 年由 DEC 推出，并用于将独立的以太网局域网连接成为更大的网络，以及在过载的网络上通过将其分割为独立分段来减少流量瓶颈。路由器可以用于类似的目的，但在 80 年代网桥一般具有更好的性价比以及更小的复杂度。市场的发展再一次领先于标准的制定。IEEE802.1D 网桥标准启动于 1987 年，而直到 1990 年才完成。

在 UNIX 舞台上，Sun Microsystems 在 1985 年开发的网络文件系统(NFS)导致了具有内置以太网接口的无盘 UNIX 工作站的繁荣。NFS 的开发来自于对以太网的需求，并且加快了以太网桥接技术到现在的交换网的演进过程。到 1985 年，连接至 ARPANET 的 UNIX 主机以及局域网的快速增长，开始将其从以大型机及小型机系统为主的网络转换到类似于今天的网络。第一个 TCP/IP 的 UNIX 实现是 Berkeley 的 BSD UNIX v4.2，从此其他厂商如 Sun Microsystems 迅速推出了自己的 TCP/IP 版本。尽管 80 年代基于 PC 的局域网很快在商业应用中和公司配置中流行起来，大型机环境日益没落，UNIX 仍然是学术及专业高端计算环境的主导。

IBM 在 1985 年引入其令牌环网络技术作为另一种局域网以太网技术。IBM 在 1982 年向 IEEE 提交了其技术，802.5 委员会在 1984 年对其进行了标准化。IBM 很快就对 IBM 大型机计算环境中现有的 SNA 网络服务及协议与令牌环的集成提供了支持。最初的令牌环规范以 1Mbps 和 4Mbps 的速率传送数据，但是在 1989 年引入更新的 16Mbps 版本后，就废止了 1Mbps 版本。有趣的是，并没有 16Mbps 令牌环的正式 IEEE 规范——厂商简单地将 IBM 的技术应用于他们的产品中。在开发高速令牌环系统方面也做了很多的工作，但是这些努力在今天以太网占统治地位的情况下最终被抛弃了。

也是在局域网领域，1982 年美国国家标准学会(ANSI)开始为光纤分布式数据接口(FDDI)制订标准。FDDI 是为校园及工业园区主干网设计的高速(100Mbps)光纤网络技术。FDDI 规范最终在 1988 年完成，并在 80 年代末期及 90 年代初期在大学局域网主干网应用中持续增长。但是今天 FDDI 已经被认为是一种过时的技术，并在大多数地方被快速以太网以及千兆以太网(GbE)所替代了。

1983 年 ISO 开发了一个抽象的七层网络模型，称为开放式系统互连参考模型(OSI)。尽管一些商业网络产品基于 OSI 协议开发，但此标准却从未真正地发挥作用，这主要是 TCP/IP 的优势所导致。80 年代出现的其他 ISO 和 ITU 标准包括 X.400 电子消息标准和 X.500 目录建议，两者都曾统治一时，但现在很大程度上 X.400 已被 Internet 简单邮件传输协议(SMTP)取代，而 X.500 已被轻量级目录访问协议(LDAP)取代。

1984 年长途电信以及广域网领域内的一件大事是：作为美国司法部针对 AT&T 七年反托拉斯诉讼的结果，AT&T 被迫拆分。AT&T 的 22 个贝尔营业公司组成了 7 个新的 RBOC(现在只剩下了 4 个)。这意味着老的贝尔电话系统的终结，但这些 RBOC 迅速组成了 Bellcore 电信研究所取代倒闭的贝尔实验室。美国从此就分割为本地访问以及传输区域(LATA)，LATA 内部通信由本地运营商(贝尔营业公司或 BOC)经营，而 LATA 之间通信由局间运营商，如 AT&T、MCI 以及 Sprint 公司经营。

老 AT&T 的完结加剧了竞争，这带来了新的广域网技术以及更低的价格。此后出现的第一个结果是 1984 年向用户提供的 T1 服务。直到那时，此技术还仅用于长距离通信的主干电路。出现的新硬件设备利用增加的带宽，尤其是高速 T1 多路复用器，它可以将语音和数据融合到一个通信流中。1984 年还开发出了 AT&T 数字专用分组交换机(PBX)，它为公司用户带来了新的功能以及灵活性。

80 年代 Signaling System#7(SS7)数字信令系统在 PSTN 中得到了应用，最初在瑞典而后推广至美国。

SS7 使得用户获得了一些新型电话服务, 如主叫方 ID、呼叫阻塞和自动回叫等。

第一个 ISDN 的试验线路是运行在现有铜质本地回路上的全数字电话技术, 它的应用在 1983 年始于日本, 1987 年应用到美国。自此, 美国所有主要的城市地区都经过升级, 需要的人可以获得 ISDN 服务, 但 ISDN 在美国并没有像它在欧洲那样作为一个广域网技术流行开来。

80 年代, SONET 技术得到了标准化, 这是一个从时分多路复用(TDM)数字电话系统技术发展起来的高速物理层光纤网络技术。在 1984 年 AT&T 拆分前, 本地电话公司不得不将他们自己的基于 TDM 的数字电话系统与长途运营商的专有 TDM 方案对接, 并且两者的不兼容造成了很多问题。这促进了 SONET 标准的创建, 它最终在 1989 年成为由国际电报电话咨询委员会(CCITT), 制订的一系列标准 G.707、G.608 和 G.709。到 90 年代中期, 几乎美国所有的长途电话流量都是通过 SONET 主干网传输的。

80 年代带来了第一个实验性的异步传输模式(ATM)高速元交换技术的实现, 它使用 SONET 作为物理接口。许多 ATM 的基本概念是 80 年代初位于法国 Lannion 的法国电信实验室开发的, 尤其是 PRELUDE 项目, 它展示了 62Mbps 速率的点对点 ATM 网络的可行性。CCITT 在 1988 年对 53 字节的 ATM 元格式进行了标准化, 新技术受到了 1991 年成立的 ATM 论坛的进一步推动。从那时开始, 长途电信提供商网络中使用的 ATM 技术得到了极大的发展, 并成为世界上许多企业级网络的高速主干网技术。然而, 由于更便宜的快速以太网以及千兆以太网技术的出现, 以及 ATM 技术自身的复杂性, 因此, ATM 技术并未在用户桌面层实现。

语音、数据以及广播信息的融合在 80 年代是一个遥远的设想, 甚至由于网络技术的繁荣、有线电视与无线电视的竞争以及住宅 ISDN 技术的缓慢推进而有所倒退。然而也出现了一些新业务, 尤其在商业在线服务领域, 如 AOL、CompuServe 和 Prodigy。他们为客户提供了 e-mail、BBS 以及其他一些服务。

Internet 发展的一个重要里程碑, 是 1982 年 ARPANET 网络协议从 NCP 转为 TCP/IP。在 1983 年的 1 月 1 日, NCP 永远地停止了——任何没有移植到 TCP/IP 上的人都很不走运。连接几百个系统的 ARPANET 分裂成为两部分: ARPANET 以及 MILNET。

TCP/IP 的第一个国际应用, 1984 年出现在年欧洲粒子物理研究所(CERN), 一个位于瑞士日内瓦的物理研究中心。TCP/IP 提供了将异构网络环境中的各种计算结构互联的途径。由于前一个年代出现的各种厂商特有的网络体系结构, 以及各国政府及教育机构自行开发的网络方案, 使得此时迫切需要一个互联协议。TCP/IP 使各种体系结构(如 UNIX 工作站、VMS 小型机、Cray 巨型机)之间的互联成为可能。TCP/IP 很快替代了各种专有的协议, 如 Xerox 网络系统(XNS)、ChaosNet 及 DECnet。从此它成为一个所有类型计算系统互联的事实上的标准。

CERN 主要是一个高能粒子物理研究中心, 但它成为早期欧洲 TCP/IP 的先锋, 并且到 1990 年成为欧洲 Internet 最大的子网。1989 年一个名字叫 Tim Berners-Lee 的 CERN 研究人员开发的超文本传输协议(HTTP)构成了万维网(WWW)的基础。所有的这些均是 CERN(该中心研究质子与电子高速碰撞所产生的碎片)所做的实际研究工作的副产物。

Internet 技术及协议的另外一个重要发展, 是 1984 年引入的域名系统(DNS)。当时 ARPANET 拥有 1000 多个结点, 试图把它们的数字 IP 地址记清楚是一件很令人头痛的事情。DNS 极大地简化了这个过程, 很快就引入了其他两个 Internet 协议: 1987 年开发的 NNTP 以及 1988 年开发的 IRC。

其他与 ARPANET 平行的在 80 年代初期开发的网络, 包括面向研究的 CSNET(计算机科学网)以及 BITNET, 它将整个教育界的 IBM 大型机连接起来, 并提供 e-mail 服务。将 CSNET 连接到 ARPANET 的网关于 1983 年建立, BITNET 也用类似的方法连至 ARPANET。1989 年, BITNET 和 CSNET 合并成为研究与教育合作网(CREN)。

1986 年, 美国国家科学基金会网络(NSFNET)建立了。NSFNET 通过专用 56Kbps 线路将 5 个国家级的超级计算中心互联起来。很快它们之间的连接能力就显出了不足, 于是在 1988 年升级到了 1.544Mbps 的 T1 线路。1987 年, NSF 和 Merit Networks 同意联合管理 NSFNET, 该网络已经成为新兴 Internet 的主干。到 1989 年, Internet 已拥有超过 100 000 台主机, Internet 工程任务组(IETF)也正式

创立,以管理 Internet 的发展。1990 年,NSFNET 正式取代了老的 ARPANET,从此诞生了新的 Internet,20 多个国家通过它互联起来。

Cisco Systems 是 80 年代首先为 IP 网络开发及销售路由器的厂商之一,这一业务目前具有数十亿美元的市场,并成为 Internet 的基石。Hewlett-Packard 是 Cisco 路由器的第一个顾客,最初它被称为网关。

在无线通讯领域里,1981 年挪威和瑞典采用了模拟蜂窝电话。该系统随即在法国、德国以及英国迅速展开。美国的第一个商用蜂窝电话系统是在 1983 年引入的,称为高级移动电话业务(AMPS),它工作在 800MHz 频段。到 1987 年,美国已拥有超过 100 万的 AMPS 蜂窝电话用户,而且高容量的数字蜂窝电话技术也在发展中。电讯工业协会(TIA)很快开发了数字蜂窝通讯技术的规范及标准。

与 PC 工业的成长(以及由此带来的局域网和客户/服务器模型的发展)有很大关系的一个划时代的事件是,1981 年 Microsoft 发布了第一个基于文本的 16 位 MS-DOS 操作系统。Microsoft,这个由比尔·盖茨作为董事长、保罗·艾伦为执行副总裁的私营公司,将 MS-DOS 1.0 授权给 IBM 公司的 PC 机。MS-DOS 的功能以及可用性持续地发展提高,直到 1993 年它最后的一个版本——MS-DOS 6.22 发布。总之,在第一版 MS-DOS 发布一年以后的 1982 年,Microsoft 拥有了它自己的全功能公司网络:Microsoft 局域网(MILAN),它将一台 DEC 206、两台 PDP-11/70、一台 VAX 11/250 以及很多运行 XENIX 的 MC68000 互联在一起。这种类型的网络是 80 年代初典型的异构计算机网络。

1983 年,Microsoft 公布了它开发一个新的名为 Windows 的图形用户界面(GUI)操作系统的战略计划。Windows 第一版出现在 1985 年,它是一个平铺多个窗口的系统,允许用户同时运行多个程序,并可在其间切换。1987 年发布了第二版,它支持窗口的重叠和扩展内存。

Microsoft 在 1988 年发布了面向局域网的 SQL Server 关系数据库服务器软件。它目前的版本是 SQL Server 2000,是一款可以与其他主要数据库平台如 Oracle 和 DB2 相竞争的企业级应用软件。IBM 与 Microsoft 在 1987 年共同发布了他们的 32 位 OS/2 操作系统,一年后发布了 OS/2 1.1 版,其中增添了 Presentation Manager。

在其他技术的发展方面,IBM 研究人员在 1980 年开发了精简指令集计算(RISC)处理器结构,Apple Computer 在 1984 年引入了它的 Macintosh 计算平台(其 Lisa 系统的后继),Macintosh 引入了基于窗口的图形用户界面,这是 Windows 的前身。Apple 在 1984 年还采用了 3.5 英寸软盘。Sony 和 Philips 公司在 1985 年开发了 CD-ROM 技术(可记录的 CD-R 技术在 1991 年开发成功)。IBM 在 1988 年发布了其 AS/400 中型计算系统,直到今天它仍然很流行。

20 世纪 90 年代

20 世纪 90 年代是网络各个方面都得到巨大发展的年代,这里只能简要谈到一些最为精彩的地方。作为一种局域网技术,以太网持续发展并开始蚕食其他网络技术的领地,如令牌环和 FDDI。1991 年,Kalpana 公司开始销售一种称为局域网交换机的新型网桥。它将整个局域网的带宽赋予一个端口而不是将其在若干端口间共享。后来它被称为以太网交换机或第 2 层交换机,这些设备很快在向连接至网络主干的服务器提供高吞吐量链路方面找到了自己生存的空间。第 3 层交换机很快就推出了,最终它在除广域网接入之外的大多数企业网络领域中取代了传统的路由器。第 4 层及更高层的交换机目前在服务器群中非常流行,主要用于负载均衡和容错目的。

PC 计算平台的迅速发展以及高带宽应用程序的增多提出了对较 10Mbps 以太网更高速技术的需求,尤其是网络主干方面。1992 年出现了第一个全双工以太网产品,它提供了 20Mbps 的速度。1995 年对全双工以太网标准化的工作开始展开,并在 1997 年最终完成。更重要的一个发展是 1992 年 Grand Junction Networks 引入的商业以太网总线,它工作在 100Mbps。受此刺激,802.3 小组为在双绞线及光纤上以 100Mbps 的速率传输数据开发了 802.3u 100BaseT 快速以太网标准。

尽管从 10Mbps 以太网发展至 100Mbps 以太网几乎花费了 15 年的时间,但是,在 100BaseT 快速以太网标准发布的一年后,被称为千兆以太网的 1000Mbps 的以太网技术研究工作很快就展开了。快速以

以太网开始配置到桌面系统上,这对于许多商业园区及大学校园里的 FDDI 主干网带来了很大的压力。FDDI 也工作在 100Mbps(或 200Mbps,如果在冗余环上为提高流量将容错性能关闭的话),因此单一的快速以太网桌面连接在理论上就可以使整个主干网络的容量达到饱和。异步传输模式(ATM)是一种主要用于电信或广域网环境下的宽带信元交换技术,它被简单地认为是 FDDI 为主干的以太网网络技术的后继,同时开发出仿真局域网(LANE)以使以太网运行在 ATM 之上。然而,ATM 比以太网复杂得多,很多公司都倾向于使用大多数网络管理员已经熟悉的技术,将以太网速度提升到 1000Mbps,以此提供容量大得多的网络主干。因此,称为 802.3z 的 802 组开发出了名为 1000BaseX 的千兆以太网标准,它在 1998 年发布。今天,千兆以太网对于局域网主干来说非常常见,而快速以太网则普遍存在于桌面级应用。将以太网技术拓展到 10Gbps 的工作仍在继续。千兆以太网的一个主干互联的竞争者是光纤信道(Fibre Channel),它由 ANSI 委员会在 1988 年提出,但主要用于存储局域网(SAN)中。

90 年代电信服务提供商和他们的服务都经历了翻天覆地的变化。“融合”成为一个重要的流行词语,它突出了通过城域以太网、DSL 以及 cable modem 系统等宽带技术将语音、数据以及广播信息融合在一条线路上提供给用户。cable modem 是在 1996 年引入的,到 90 年代末,通过有线电视系统实现的宽带住宅用 Internet 接入已经成为基于电话系统,如 ADSL、G.Lite 等的有力竞争对手。

也是在 90 年代,IP 语音(VoIP)作为网络和通讯行业的最新技术出现了,它通过现有 IP 网络传输语音电话流量,这可望能够节约巨额费用。VoIP 技术确实能够使用,但仍然存在许多问题,并且发展很慢。然而,最近 VoIP 标准的发展可能会推动此项技术在未来几年中的发展。

第一个公共帧中继数据包交换业务是 1992 年在北美提供的。AT&T 和 Sprint 等公司在美国主要城市安装了帧中继网络节点,这样,公司网络可以通过他们的本地电信运营商接入。帧中继开始吞噬了商业上用于广域网解决方案的更昂贵的专有租赁线路,如 T1 或 E1 线路的巨大份额,这样就导致了这些租赁线路更低的价格和更灵活的服务。在欧洲,帧中继的应用则缓慢得多,这主要是由于数据包交换网络如 X.25 的广泛应用。

1996 年的电信法案的目的在于通过允许 RBOC 进入长途业务,以及 IXC 进入本地回路而刺激美国电信市场在各个方面的竞争。正如前面提到的那样,ARPANET 在 1990 年被目前通常称为 Internet 的 NSFNET 所替代。在 90 年代初,Internet 主干网是由 1.544Mbps 连接到各大机构的 T1 线路构成,但是到了 1991 年将线路升级到 44.735Mbps 的 T3 线路的工作开始了。到 1992 年,Internet Society (ISOC)成立的时候,Internet 已经令人吃惊地增长到分布在一万个互联的网络上百万台主机。1993 年,NSF 创建了 Internet 网络信息中心(InterNIC)作为 DNS 的管理实体。1995 年,NSF 停止了对 Internet 主干网的资助并且使 NSFNET 成为一个科研教育网络。美国的 Internet 流量通过一系列互联的商业网络提供路由。

90 年代早期,当 NSF 取消了它对 NSFNET 上商业流量的限制后出现了第一个商业 Internet 业务提供商(ISP)。在所有的早期 ISP 中有 Performance Systems International (PSI)、UUNET、MCI 以及 Sprintlink(第一个拨号 ISP 实际上是 The World,网址为 www.world.std.com)。在 90 年代中期,商业在线网络,如 AOL、CompuServe 和 Prodigy 向 Internet 用户提供了网关。90 年代后期,Internet 成几何级数增长,全世界内出现了数千万的个人账号,新技术以及新业务不断发展,经济与商业演化出新的模式。谈到 Internet 对生活的影响,足足可以写一本书。

许多 Internet 技术和协议快速地出现和消失。Archie,一个 1990 年开发的 FTP 搜索引擎,现在已很少使用了。1991 年开发的用于索引、存储及清除全文本文档的 WAIS 协议,已经被 Web 搜索技术所取代。1991 年创建的 Gopher 曾经扩展到世界范围内互联的文件系统中,但目前大多数 Gopher 服务器已被关闭了。1992 年开发的 Gopher 搜索工具 Veronica 显然也已被荒废了。

Internet 协议中最成功的事例是 HTTP,通过 HTML 以及 URL 系统寻址,构成了 Web 的基础。Tim Berners-Lee 和他的同事们创建了第一个 Web 服务器(它的 DNS 全名为 info.cern.ch),和使用由 Apple 的先锋 Steve Jobs 开发的 NeXT 计算平台的 Web 浏览器软件。后来该软件被移植到其他的平台上,到 90 年代末,超过 600 万注册的 Web 服务器在运行中,而且服务器的数目仍在快速地增长。

一个基于文本的 Web 浏览器 Lynx 是在 1992 年开发的。第一个图形 Web 浏览器 Mosaic 是 1993 年 NCSA 的一个学生 Marc Andreessen 为 UNIX X Windows 平台开发的。那时只有 50 个知名的 Web 服务器, HTTP 流量仅达到 Internet 流量的 0.1%。Andreessen 离开学校后创建了 Netscape Communications 公司, 它在 1994 年发布了第一版 Netscape Navigator。Microsoft Windows 95 平台的 Internet Explorer 2 在 1995 年发布, 并很快成为 Netscape Navigator 的主要竞争对手。1995 年, 比尔·盖茨宣布了 Microsoft 将通过 Windows 平台的改进来支持与增强 Internet 技术各个方面的发展, 包括流行的 Internet Explorer Web 浏览器, 以及 Windows NT 的 IIS Web 服务器平台。此方向上其他创新是 1996 年 Microsoft 发布的 ActiveX 技术, 它是一个为 Internet 及 PC 创造的活动内容(如动画及多媒体)的工具集。

在蜂窝通信技术领域, 90 年代显然是一个“数字时代”。TIA 的工作促成了 1991 年第一个数字蜂窝通信标准的出现——TDMA 过渡标准 54(IS-54)。数字蜂窝的急需是由于美国的模拟蜂窝用户市场在 1992 年增长到 1000 万, 到 1995 年增长到 2500 万。此项技术的第一个试验基于时分路存取(TDMA)技术, 在 Dallas、Texas 以及瑞典试验并获得成功。此标准在 1994 年经重新修订后成为 TDMA IS-136, 通常被称为数字高级移动电话业务(D-AMPS)。

与此同时, 两个相互竞争的蜂窝标准也出现了。第一个是基于扩频技术的 CDMA 蜂窝系统的 CDMA IS-95 标准, 最初由 QUALCOMM 在 80 年代末提出, 并由 TIA 在 1993 年作为 IS-95 标准化。然而, 标准领先于实现, 直到 1996 年第一个商用 CDMA 蜂窝系统才建立起来。

第二个系统是欧洲开发的 GSM 标准(GSM 的最初代表 Groupe Spéciale Mobile)。GSM 最初是在 80 年代作为统一欧洲经济运动的一部分构想出来的, 欧洲电信标准协会(ETSI)在 1987 年最终确定它的空中接口。第 1 阶段的 GSM 配置在欧洲始于 1991 年。从那时起, GSM 成为欧洲、亚洲、澳大利亚、非洲以及南美洲 60 多个国家的主要蜂窝通信系统, 共完成了超过 135 个的移动网络。然而, GSM 在美国的实现直到 1995 年才开始。

1994 年, 美国 FCC 开始拍卖 1900MHz 频段的一部分。由此开始了高频个人通信系统(PCS)蜂窝电话技术的开发, 在 1996 年首次开始商业应用。

90 年代世界范围内的网络与通信标准的建立快速发展着。例如, 1996 年制订的 Unicode 字符集是一个可以以 16 位字符表示世界上任何语言的字符集, 从此它被所有的主要操作系统供应商所接受。

在客户端/服务器网络中, Novell 在 1994 年引入了 Novell NetWare 4, 它包含了新的 Novell 目录服务(NDS), 后来称为 NetWare 目录服务。NDS 提供了一个强有力的管理以层次结构组织的网络文件及打印资源系统的工具, 并可以管理用户及组的安全性。NetWare 目前的版本是版本 6, NDS 目前称为 Novell eDirectory。

在其他方面, 美国空军 1994 年发射了全球定位系统(GPS)星群中第二十四颗人造卫星, 这使得人类可以使用手持式卫星通信系统精确定位陆地坐标。Real Networks 在 1995 年发布了它的第一款软件, 同一年 Sun Microsystems 发布了 Java 程序设计语言, 短短的几年内, 它在开发分布式应用程序领域内成长为 C/C++的重要对手。Amazon.com 成立于 1995 年, 并在短短几年内成为网上零售业的巨人。Microsoft 的 WebTV(现在为 MSN TV)发布于 1997 年, 并已经开始进入住宅 Internet 市场。

最后, 90 年代本质上说是 Windows 的时代。没有其他任何技术像 Windows 那样影响了众多的普通电脑用户, 它给家庭以及工作场所带来了 PC 计算能力以及客户端/服务器网络环境。Windows 3.0 发布于 1990 年, 它比早期版本带来了更大的性能提高及易用性, 1992 年发布的 Windows 3.1 迅速成为公司及家庭桌面操作系统的标准配置。很快地, 在同一年, Microsoft 推出了 Windows for Workgroups 3.1。它直接将网络及工作组功能集成在 Windows 操作系统中, 允许 Windows 用户使用公司的计算机网络发送电子邮件、安排会议、共享文件和打印机以及完成合作任务。事实上, 是 Windows for Workgroups 将计算机网络的力量从后台带到桌面上来的, 使得他们能够完成先前只能由网络管理员才能完成的工作。

1992 年, Microsoft 发布了其第一个 beta 版, 全新 32 位网络操作系统 Windows NT。1993 年 Microsoft 发布了 MS-DOS 6, 作为对基于文本的计算环境的继续支持。这也是 Windows NT 和 Windows for