

高等学校电子信息类教材

Internet 原理与应用

刘化君 等编著



Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书围绕 TCP/IP 协议,全面、系统地介绍了 Internet 的理论及其应用技术。全书除绪论外,分 4 部分共 12 章,内容包括:Internet 的基本原理及协议,Internet 接入技术,网络互连技术;网络协议工程,Internet 网站以及 Web 应用设计与开发技术;网络管理与应用,网络安全,网络系统集成,以及 Internet 的应用;最新技术发展动态,如下一代 IP 协议——IPv6、服务质量控制技术、Internet2、移动 IP 和下一代互联网等。为帮助读者掌握基本理论和技术,每章末均附有一定数量的思考与练习题。

本书取材新颖,内容丰富、全面,文字叙述由浅入深、循序渐进,概念描述准确、清楚易懂,注重理论联系实际,体现出理论性、创新性和应用性等特点,并反映了编著者在该领域的教学经验和研究成果。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络、Internet 原理与应用类课程的教材,也可供从事信息技术、计算机网络及其应用等方面开发研究的工程技术人员、IT 管理人员学习和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Internet 原理与应用 / 刘化君编著. —北京:电子工业出版社,2004.2

高等学校电子信息类教材

ISBN 7-5053-9587-4

. I... . 刘... . 因特网-高等学校-教材 . TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 001259 号

责任编辑:竺南直 高买花

印 刷:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:28.25 字数:720 千字

印 次:2004 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 册 定价: 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

目前,以 Internet 为代表的计算机网络进入了普及应用阶段,有关 Internet 应用技术方面的书也很多,但大多数书是在简单介绍 TCP/IP 协议的基础上,讲授诸如 WWW, Telnet, FTP, E-mail 等 Internet 的基本应用,难以满足高层次读者的进一步需求,编著者在从事这方面的教学工作时深有体会和感触。

Internet 技术是现代计算机及信息系统专业的一门专业课程。近年来,随着计算机网络应用日趋广泛和深入,Internet 的发展非常迅速,各大计算机及网络生产商不断推出新的网络产品,使网络的软、硬件不停地更新换代,新的计算机网络标准也相继颁布。为适应这一发展,迫切需要一本适合具有一定计算机网络知识、掌握 Internet 技术的读者阅读的书,在教学中也迫切需要一本适合高校本科专业的教学参考书。编著者参阅了国内外有关计算机网络、Internet 的新教材和论著,结合多年的教学经验和研究成果,拟定了本书的编撰体例,力求在理论上“讲透”,注重工程实现技术,介绍成熟的最新知识和理论,并反映了 Internet 技术的新发展。同时,在某些章节体现出编著者相关的研究成果,使之具有理论性、创新性和应用性。

全书除绪论外共 12 章,按 4 部分内容组织。

绪论部分,介绍 Internet 的基本概念、功能、应用与发展过程及我国 Internet 的概况。

第 1 章~第 3 章为第一部分,是组成原理、技术实现篇,介绍 TCP/IP 协议体系结构,Internet 的组成原理,有关协议、标准,软、硬件核心技术,Internet 接入技术,网络互连技术以及 IP 路由器的配置等。

第 4 章~第 5 章为第二部分,是软件篇,介绍网络协议工程的数学基础,如通信有限状态机模型、Petri 网、LOTOS,以及相关协议的描述、验证和测试技术。在简介 ASP 网络程序设计知识的基础上,讲授 Internet 网站及 Web 应用设计与开发技术。

第 6 章~第 9 章为第三部分,是网络管理与应用篇,介绍 Internet 网络管理原理、方法与技术,网络安全,数据加密技术,网络系统集成,以及网络应用的新技术、新领域等。

第 10 章~第 12 章为第四部分,是最新技术发展动向篇,介绍 Internet 的最新发展技术、发展方向,主要内容包括下一代 IP 协议 IPv6、服务质量(QoS)控制技术、区分服务模型、RSVP 协议、Internet2、移动 IP 和下一代互联网等。

每章末均附有思考与练习题,这些习题与各章内容密切相关,利于读者巩固、复习有关概念和理论知识。

本书在文字叙述上由浅入深、循序渐进,概念描述准确、清楚易懂。在内容编排上取材新颖,主要有以下 3 个特点:

(1) 理论性。本书内容丰富、全面,涵盖 Internet 前沿理论与应用技术,重点讨论了 Internet 的工作原理、TCP/IP 协议体系结构与相关基本理论,既包括计算机网络、信息技术、通信工程等专业本科生应掌握的基础理论,如简单网络管理协议(SNMP)、数字签名、密码技术理论等,也含有研究生所涉及的网络协议工程的数学基础、协议软件的开发方法等。

(2) 创新性。本书取材新颖,注重将 Internet 的最新发展适当引入教学之中,尤其

是 Internet 最新技术发展动向部分。

(3) 应用性。本书内容重点突出,注重理论联系实际,给出了较多新的 Internet 实用技术和技巧,如 Internet 接入技术、IP 路由器配置、交互式动态网站的设计与开发、网络系统集成等。虽然用较大篇幅讨论了必要的应用技术,但更着重于基础理论与实际应用的结合。

本书可作为高等院校本科生或研究生的计算机网络、Internet 原理与应用类课程的教材,也可供从事信息技术、计算机网络及其应用方面的工程技术人员、IT 管理人员学习和参考。

本书是集体研究、群策群力而形成的一项成果,具体情况为:王海涛(解放军理工大学通信工程学院)编著第 6 章、第 7 章、第 10 章、第 11 章和第 12 章;解福(山东师范大学)王立波(临沂师范学院)编著第 1 章、第 2 章和第 3 章;李铭(南京工程学院)编著第 5 章;刘化君(南京工程学院)编著绪论、第 4 章、第 8 章和第 9 章。全书由刘化君教授统编定稿。

由于 Internet 的发展非常迅速,加之编著者水平有限和时间仓促,因此书中难免存在问题和疏漏之处,恳请广大读者批评赐教。

编著者

2003 年 11 月

第 0 章 绪 论

Internet 是全球性互联网,是当今世界最大、应用最广泛的计算机网络,也是信息资源最多的全球开放性信息资源网。20 世纪 40 年代,世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生,宣告了人类历史上信息时代的到来。从此,计算机科学与技术、计算机网络技术以前所未有的速度发展、普及应用,渗透到了社会的各个领域。目前全世界有 216 个国家和地区提供 Internet 上网服务,约有数亿人使用 Internet,其规模超过电话系统,将成为世界信息主渠道。时至今日,任何人都会承认人类在 20 世纪的最伟大应用是 Internet,因为它改变了一个社会的认知结构,人们的思维和生活习惯也随着 Internet 对社会生活方方面面的渗透而产生了巨大的改变。

展望 21 世纪,它将是一个计算机与网络的时代。在这个时代中,信息间的交流、获取和利用将成为个人与社会发展、经济增长与社会进步的基本要素。尽管今天的 Internet 还是人们所想像的“信息高速公路”的一个雏形,但从它现在的发展速度和应用状况,已经能够看到它对人类社会产生的巨大推动作用和影响。因此,每一个希望在信息时代有所作为的人都应该了解、学习、掌握和使用 Internet。这对我们每一个人,乃至整个社会既是一种机遇,也是一种挑战。

0.1 概述

Internet 是互连的网络集合。在英文书籍和文章中,Internet (大写 I)和 internet (小写 i)这两个词的意思是不相同的。英文单词 internet 一词来源于 internet work,是一种网络互连技术,代表网络互连之意,指网络间的物理和逻辑连接。若开头字母为大写 (Internet),则表示国际互联网,国家科学技术名词审定委员会 1987 年 7 月推荐的译名为“因特网”。早期,对 Internet 一词有些译为“网间网”、“网际网”、“国际互联网”、“国际计算机互联网络”和“国际计算机分组交换网”等。Internet 是在计算机网络的基础上发展起来的,它的诞生与发展是一个自然的演进过程。

0.1.1 计算机网络概念

1. 计算机网络的定义及组成

计算机网络就是利用通信设备和线路将分布在不同地理位置、功能独立的多个计算机系统连接起来,以功能完善的网络软件(网络通信协议及网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传输。简单地说,计算机网络是由“计算机集合”加“通信设施”组成的系统。早期制造的计算机,一台机器由一人使用,这种使用方式效率非常低,很快被“计算中心”的模式取代。在计算中心的模式下,一台计算机同时由许多用户使用,计算中心使用户能共享计算机系统的资源,这是计算机技术发展和使用方式的一次飞跃。但是,计算中心仍然把用户限制在一个地方和一台机器上。计算机网络的出现,把许多计算机或计算中心连接起来,其中每一台计算机都能通过网络为任何其他计算机上的用户提供服务。计算机网络使用户摆

脱地域的分隔和局限，在网络达到的范围内实现资源的共享。不管是什么用户，也不管在什么地方，都可以使用网络上的程序、数据与设备，用户访问千里之外的计算机就像访问本地计算机一样。

计算机网络在物理结构上包括两个部分。一部分是连接于网络上供网络用户使用的计算机集合，这些计算机称为主机(Host)，网络上的主机也称为结点，用来运行用户的应用程序，为用户提供资源和服务，称为资源子网。另一部分是用来把主机连接在一起并在主机之间传送信息的设施，称为通信子网。通信子网由传输线路和转接部件构成。传输线路是实现信息实际传输的信道，转接部件是处理信息如何传输的处理机。从逻辑上看，网络是结点间通过信道相连接的一个连通域。网络的通信方式可以采取点对点信道通信、广播信道通信。具体的连接则有各种不同的拓扑结构。例如，在点对点通信方式下，可以取星状、环状、树状、全连接型或不规则型拓扑结构；在广播通信方式下则可用总线连接、卫星连接、无线连接以及环状连接等。

2. 网络通信协议与分层

实现计算机系统之间的数据通信是建立计算机网络的主要目的之一。联网的任何计算机系统之间要成功地进行通信，必须遵守一定的数据交换规则和约定。为进行计算机网络中的数据交换而建立的规则、标准和约定的集合被称为网络通信协议(Protocol)，它由语法、语义和时序3个要素组成。语法用于确定协议元素的格式，即规定数据与控制信息的结构和格式。语义用于确定协议元素的类型，即规定通信双方要发出何种控制信息、完成何种动作以及做出何种应答。时序规定事件实现顺序的详细说明，即确定通信过程中通信状态的变化，如通信双方的应答关系等。

计算机上的网络接口卡，通信软件，通信设备中的硬、软件都要遵循一定的协议进行设计，必须符合协议规范。在计算机网络上数据以分组进行传输，每个分组由分组头和数据两部分组成。协议的内容包括分组头的“语法”(长度、格式、分几个字段、每个字段有几位等)、分组头的“语义”(每个字段表示什么意义、通信双方如何处理分组头信息)。分组通过介质传输会发生畸变、产生误码，主机和通信设备对分组的处理和传输有快有慢，因此差错的检测和恢复、通信流量的控制、分组传递路由的选择等都是协议要解决的问题。所以，网络协议是很复杂的。

在计算机网络中，计算机之间传送数据和进行通信是按照一定协议进行的。针对网络协议的复杂性，大部分网络采用高度结构化的方法按分层模型进行设计，即每一层有一个或多个协议，几个层合成一个协议栈(Protocol Stack)。层按功能来划分，每一层有一特定功能，并建立在它的下层协议基础之上，一方面利用下一层所提供的功能，另一方面又为其上一层提供服务，而服务的细节对上层加以屏蔽。各层协议就是计算机之间在各对等层上的对话规则和约定。协议的分层模型便于协议软件按模块方式进行设计和实现，因为每层协议的设计、修改、实现和测试都可以独立进行，从而减少了设计复杂性。

当两台计算机通信时，直接表现为应用级别上的服务请求和返回服务结果。从一台主机发出用过程语言表达的服务请求，到把请求转变为在物理线路上传送的比特信息流，中间要经过多个层次转化。在信息到达另一端的目标计算机后，按相反的次序逐层复原信息，最后变成提交给目标计算机执行的服务请求的初始形式。从目标机返回结果时，沿相反方向经历同一过程。

网络协议栈和上下层关系系统称网络协议体系(Protocol Architecture)。国际标准化组织

(ISO)为计算机网络通信制定了一个七层协议的框架,称为“开放系统互连/参考模型”(Open System Interconnection/Reference Model,OSI/RM),并将其作为通用的标准。OSI七层协议的网络体系结构包括由上至下的应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。在计算机网络技术中,如何实现不同网络间及计算机间的互操作显然是计算机联网的关键问题。由于ISO的OSI标准缺乏足够的产品支持,并且OSI的许多标准还在制定中,于是在20世纪80年代初,人们选择了TCP/IP作为异种机互连的工业标准。这是在国际标准ISO/OSI尚未完全被采纳时,用户和厂家共同承认的一个标准,虽然它不符合ISO/OSI标准,但已经成为事实上的国际标准和工业标准,并成为支持Internet和企业内部网(Intranet)的协议标准。

3. 计算机网络的类型

计算机网络从1969年开始发展至今,已对现代人类的生产、经济、生活等各个方面都产生了巨大影响。通常按计算机的分布范围将其划分为局域网(Local Area Network,LAN)、城域网(Metropolitan Area Network,MAN)和广域网(Wide Area Network,WAN)。局域网指连接近距离计算机的网络,地理分布范围在几千米以内,一般建立在某个机构所属的一个建筑群内,或大学的校园内,也可以是在办公室或实验室内。城域网采用类似于局域网的技术,但规模比局域网大,地理分布范围为10~50km,介于LAN和WAN之间,一般覆盖一个城市或地区。广域网则指实现计算机远距离连接的网络,地理分布范围在50km以上,可以是一个国家或一个洲际网络,规模十分庞大且复杂,它的通信介质由专门负责公共数据通信的机构提供。自20世纪70年代以来,世界各国先后建立了几十万个局域网和几万个广域网。在这个过程中,为了在网络之间交换信息,又在不同范围内实现网络的相互连接,形成了若干由网络组成的互联网。Internet就是由成千上万不同类型、不同规模的计算机网络和成千上万同时工作、资源共享的计算机系统组成的最大的全球计算机网络,也称为国际互联网或因特网。目前,大量的各种计算机网络正在源源不断地接入Internet。

提到计算机网络就不能不涉及ARPA网(Advanced Research Project Agency Network,ARPANet),因为ARPANet的出现标志着计算机网络时代的开始,而且它对计算机网络的发展也作出了一定的贡献。ARPANet出现在提出OSI模型的10年以前,所用协议与OSI不同,但使用了与OSI的传输层和网络层相近的TCP/IP协议。ARPANet的研究成果为计算机网络的发展奠定了基础,现在计算机网络的许多概念都来自ARPANet。ARPANet于1990年6月停止运行,完成了它的历史使命,Internet取而代之。与Internet关系最为直接的计算机网络应是NSFNet。NSFNet是美国国家科学基金会(NSF)在建立CSNet之后,建立起的横跨全美的国家科学基金会网,这个网络可以说是走向Internet的真正起点。同ARPANet一样,NSFNet也采用TCP/IP网络通信协议。

目前,计算机网络技术正在进一步向高速、高可靠性和智能化方向发展。高速计算机网络要求数据的传输率达到吉位(1000Mbps)以上,以满足传输信息日益增长的要求。例如通过网络传输各种形式的信息(如图像、声音等),以提供网络多媒体服务。智能计算机网络是使得现在的网络具有操作和服务上的智能化,让公共通信网和计算机网真正有机地融合在一起,实现网络的智能化。计算机网络的这些发展都是为“信息高速公路”的实现奠定基础。

0.1.2 何谓 Internet

何谓 Internet?事实上,目前还很难给出一个准确的定义来概括 Internet 的特征和全部含义。不仅如此,对于很多人而言,Internet 甚至是一个难于把握的系统,对于它的工作原理、物理组成和发展,以及它所具有的功能和作用,还缺乏全面、深刻的理解。

计算机网络的发展历史可给我们提供了解 Internet 物理组成的线索。计算机网络的快速、大量发展,导致成千上万的计算机网络和计算机系统通过电话线、高速专用线、卫星、微波和光缆连接在一起,并采用统一的协议实现不同类型网络的互连,从而在全球范围内构成了一个四通八达的“网络的网络”。在这个网络中,几个最大的核心主干网络,如主要属于美国 Internet 供应商(ISP)的 GTE, MCI, Sprint, USNET 和 AOL 的 ANS,组成了 Internet 的骨架。通过这样的相互连接,主干网络之间通过网关建立起非常快速的通信网络,承担网络上大部分的通信任务。每个主干网络之间都有许多交汇的结点,这些结点将下一级较小的网络和主机连接到主干网络上,这些较小的网络则为该服务区域的公司或个人用户提供连接服务,形成一个树状拓扑结构。Internet 就是用这种方式完成各种重要网络之间连接的逻辑性网络。

Internet 采用传输控制协议/网际协议,即 TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol),将世界范围内许多计算机网络连接在一起,成为当今最大和最流行的数据通信网络。同时因为它能够为每一个入网用户提供有价值的信息资源及相关的各种信息服务,所以也被称为全球信息资源网。

近年来,Internet 向社会开放,成为一个面向公众的社会性组织。在这个领域里,有成千上万的人自愿花费时间和精力为它辛勤工作,构造出人类所共同拥有的 Internet。Internet 反映了人类的友好合作精神和无私奉献精神。Internet 还是一个人类社会有史以来第一个世界性的图书馆和全球性的论坛。无论来自世界任何地方的任何人,在任何时间都可以加入,Internet 永远不会关闭。在这里没有种族歧视,任何人绝不会由于职业、肤色、宗教信仰的不同而被排挤在外。

简言之,Internet 是一个把全球各种不同的物理网络按照层次关系连接在一起形成的最大的逻辑性计算机网络,其体系结构为树状,由主干网络、外围的若干自治系统及连接主干网络与外围的核心网关构成。从网络通信技术观点看,Internet 是一个以 TCP/IP 协议簇连接世界范围内计算机网络的数据通信网。从信息资源的观点看,Internet 是一个集全球各种信息资源为一体、供网上用户共享的数据资源网。

0.2 Internet 的诞生与发展

计算机网络的出现,改变了计算机的工作方式,而 Internet 的出现,又改变了计算机网络的工作方式。对用户来说,Internet 使他们不再被局限于分散的计算机上,同时也使他们脱离特定网络的约束。任何人只要进入 Internet,就可以利用其中各个网络和各种计算机上难以计数的资源,同世界各地的人们自由通信和交换信息,以及去做通过计算机能做的任何事情。Internet 在短短几年时间内就遍及美国大陆,并延伸到世界各地,目前普遍认为它是当今正在规划和建设的全球性信息基础设施的原型,并将发挥越来越重要的作用。

0.2.1 Internet 诞生的渊源

很多人把 ARPANet 作为 Internet 的前身,这是因为发展 Internet 时沿用了 ARPANet 的技术和协议,而且在 Internet 正式形成之前,已经建立了以 ARPANet 为主的网际网。

在 20 世纪 60 年代初,面对计算机体系结构的日趋成熟和计算机用户的激增,如何把分布各地、各单位的计算机连成网络、相互通信,以实现计算机资源和信息资源的共享摆在了计算机用户和计算机科学工作者面前。当时,美国空军是计算机的最大用户之一,而空军基地的分散性和及时可靠通信的迫切性,使他们最早意识到了计算机联网的意义。1964 年 8 月美国兰德 (RAND) 公司的一篇名为“分布式通信网络”的研究报告,导致了美国军方高层人士对通信系统的新设想:建立一个类似于蜘蛛网 (Web) 的网络系统,使得在现代战争中,当通信网络中的某一个交换结点被破坏之后,系统能够自动寻找另外的路径,以保证通信的畅通和计算机中资源的共享。

1968 年,美国国防部高级研究计划局 (DARPA) 把这个项目交给了加州大学洛杉矶分校的利克里特 (J. C. R. Licklider) 博士领导的研究小组。该小组于 1969 年 8 月成功地推出了由 4 个交换结点组成的分组 (Packet) 交换式计算机网络系统 ARPANet。从此,世界进入了网络技术的新纪元。ARPANet 采用分组交换技术,是世界上第一个分组交换网。分组交换技术导致了今天广泛应用于 Internet 的 TCP/IP 协议的研究与开发。这种网络之间的连接模式,也是随后 Internet 所用的模式。两种网络之间要说有什么差异的话,不在网络相互连接本身而在建立它们的出发点上。ARPANet 是一个实验性的计算机网络,用于军事目的,设计要求是支持军事活动,特别是研究如何建立网络才能经受如核战争那样的破坏或其他灾害性破坏,当网络的一部分 (某些主机或部分通信线路) 受损时,整个网络仍然能够正常工作。与此不同,Internet 是用于民用目的,最初主要面向科学与教育界的用户,后来才转到也为其他领域的一般用户服务,成为非常开放的网络。ARPANet 模型为网络设计提供了一种思想:网络的组成成分可能是不可靠的,当从源计算机向目标计算机发送信息时,应该对承担通信任务的计算机而不是网络本身赋予一种责任,保证把信息完整无误地送达目的地。这种思想始终体现在以后计算机网络通信协议的设计及 Internet 的发展过程中。

Internet 的真正发展从 NSFNet 的建立开始。最初,NSF 曾试图用 ARPANet 作为 NSFNet 的通信干线,但这个决策没有取得成功。不直接从 ARPANet 起步,其原因与其说是技术性的不如说是行政性的。正是由于 ARPANet 的军用性质,并且受控于政府机构,不难想像要把它作为 Internet 的基础并不是容易的事情。20 世纪 80 年代是网络技术取得巨大进展的年代,不仅大量涌现用诸如以太网电缆和工作站组成的局域网,而且奠定了建立大规模广域网的技术基础。正是在这时提出了发展 NSFNet 的计划。1988 年底,NSF 把在全国建立的五大超级计算机中心用通信干线连接起来,组成全国科学技术网 NSFNet,并以此作为 Internet 的基础,实现同其他网络的连接。今天,NSFNet 连接了全美上百万台计算机,拥有几百万用户,是 Internet 最主要的成员网。采用 Internet 的名称是在 MILNet (由 ARPANet 分出来的) 实现和 NSFNet 连接后开始的。以后,其他联邦部门的计算机网相继并入 Internet,如能源科学网 (ESNet)、航天技术网 (NASANet)、商业网 (COMNet) 等,NSF 巨型计算机中心一直肩负着扩展 Internet 的使命。

0.2.2 Internet 的发展历史

Internet 是全球计算机系统的集合,这些计算机系统通过主干网络系统互连在一起,它们有一套完整的编址和命令系统。从 ARPANet 问世到今天的 Internet,大致经历了以下 3 个阶段:

1. 研究试验网阶段

1969 年~1983 年是研究试验网阶段。1969 年底,作为 Internet 前身的 ARPANet 正式开通运行。最初,整个 ARPANet 只包含 4 个结点,它们分别是加州大学洛杉矶分校(UCLA)、加州大学圣巴巴拉分校(UCSB)、斯坦福研究所(SRI)和犹他大学(Utah)。连接的 4 台计算机分别是 UCLA:Sigma7,UCSB:IBM360/75,SRI:SDS90,Utah:PDP-10。1972 年,ARPANet 发展到 40 个,世界上第一封电子邮件在 ARPANet 内传输成功,1973 年,ARPANet 又实现了与卫星通信系统(SAT)网络的连接。更重要的是 1974 年,塞尔夫(Cerf)和卡恩(Kahn)共同设计开发成功了著名的 TCP/IP 通信协议,并将其插入 UNIX 系统内核,为各种不同类型的计算机网络的相互连接提供了标准和接口。

然而,ARPANet 起初并未得到工业界的认可。各计算机公司从 20 世纪 70 年代初期开始纷纷加大在计算机网络方面的研究与开发力度,并提出自己的网络体系结构。但由于不同网络体系结构中的计算机之间无法互相连接和通信,到 70 年代末期,国际标准化组织成立了开放系统互连分技术委员会,提出了开放系统互连网络体系结构参考模型,即 OSI 参考模型。OSI 参考模型的提出有力推动了计算机网络理论与技术的研究和发展,但由于该模型所规定的网络体系结构实现起来比较复杂,以及 ARPANet 与 UNIX 系统迅速发展,TCP/IP 协议逐渐得到了工业界、学术界及政府的认可。到 1983 年初,ARPANet 上所有主机完成了向 TCP/IP 协议的转换,并使 TCP/IP 协议成为美国的军用标准,同时 SUN 公司也将它正式引入了商业领域,以致形成了今天席卷全球的 Internet。当今世界 90% 以上的计算机网络与其他计算机网络通信时都采用 TCP/IP 协议。同年,由于安全和管理上的需要,ARPANet 被分成军用网 MILNet 和 APPANet 两个相互连接的子网,它们之间仍可以进行通信和资源共享。这个互联网最初被称为“DARPA Internet”,不久后被简单地称为“Internet”,这可作为 Internet 诞生的标志。

局域网和广域网的出现及发展,也加速了 Internet 网络的发展。20 世纪 80 年代初局域网上大多运行 Berkeley UNIX 操作系统,网络互连协议 IP 为 Berkeley UNIX 系统的组成部分,这样通过 ARPANet 各局域网上的工作站可使用 IP 协议相互通信。同时,美国一些机构开始建立全国性的计算机广域网。美国国内有很多计算网和 ARPANet 连接,70 年代末到 80 年代初,人们提出在网络内部各自使用自己的通信协议,而在与 TCP/IP 网络通信时使用其他网络协议,这样就导致了 Internet 的诞生。如美国北卡罗莱纳州立大学创立了网络新闻组(USENet);纽约城市大学推出以讲座问题为目的的网络 BITNet,后来称之为 MAILING LIST 电子邮件群。又如旧金山 FIDONet 公告牌系统出现,即后来的 Internet BBS。许多国家通过远程通信将本地计算机和计算机网接入 ARPANet 时仍采用 TCP/IP 协议。这样,80 年代初便逐步形成了世界上最大的互联网——Internet,它是全世界各种网络的大集合。

2. 推广普及网阶段

1983 年~1989 年是 Internet 在教育、科研领域迅速发展和广泛使用的阶段。互联网通信协议的结构于 1980 年完成,到 1983 年建成了 ARPANet,这是 Internet 的基础。由于 ARPANet

的成功,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)在20世纪80年代中期开始建立横穿美国、连接6个超级计算机中心的主干网。主干网连接地区网,地区网再连接各大学和研究所的园区网,为三级结构,该主干网和地区网统称 NSFNet。这种层次结构是现在美国 Internet 的网络的结构,主干结点以 T3(45 Mbps)为主,其主干线包括大容量电话线、微波、激光、光纤和卫星等多种通信手段。以 NSFNet 为基础与全世界各地区性网络相连,便构成了一个世界性 Internet 网络。NSFNet 具有开放存取、网络通信协议一致和相互交换信息的公用程序等特点。因此,在美国新建立的广域网中,最重要的是 NSF 建立的 NSFNet。NSFNet 的诞生在 Internet 的发展史上起到了一个划时代的作用。

1986年,ARPANet 正式分为美国国家科学基金会资助的 NSFNet 和军方独立的国防数据网两大部分。NSF 为鼓励大学与研究机关共享它们的主机,自己出资建立 NSFNet 广域网,利用 TCP/IP 协议,把各大学、研究所的计算机与它们的主机相连。由于 NSF 的资助,很多大学、研究机构把自己的局域网用 TCP/IP 协议与 NSFNet 连接,Internet 的名字作为使用 TCP/IP 协议连接各个网络的总称被正式使用。美国 Cisco 公司也在 1986 年成功开发了世界上第一台多协议路由器,为 Internet 网络产品的开发与发展提供了产业基础。据统计,1986年~1991年并入 Internet 的子网从 100 个增加到 3 000 个,几乎每年以 100% 的速度增长。自 1986 年 NSFNet 建成并在 1990 年成功取代 ARPANet 成为 Internet 的主干网后,不仅教育、科研、政府部门使用,而且使 Internet 向全社会开放。在此期间,其他国家也建立了类似的主干网,并与 Internet 连接。

当时建立 NSFNet 的主要目的是共享全美国超级计算机中心的信息,增强全国研究人员之间的合作,加速学术研究成果的传播,提供网络研究环境以确保美国在网络技术上的优势。现在看来 NSFNet 是一个非常成功的模式,它不仅向研究人员提供可获得无限资源的通信网络,而且它的影响非常深远,以后的 USENet、BitNet 及世界各地的网络建设也深受其影响。

1989年,日内瓦欧洲粒子物理实验室成功开发万维网(World Wide Web, WWW),为在 Internet 上存储、发布和交换超文本图文信息提供了强有力的工具。

1986年~1989年,Internet 的用户主要集中在大学和有关研究机构。这一时期,Internet 处于推广时期。从 1990 年开始,E-mail、FTP、新闻组等 Internet 应用越来越受到人们的欢迎。TCP/IP 协议在 UNIX 系统中的实现进一步推动了 Internet 的普及应用。由于 Internet 规模日益扩大,不同地域和国家之间开始建立相应的交换中心。Internet 的管理中心 INTERNIC 也开始把相应的 IP 地址分配权向各地区交换中心转移。

1993年是 Internet 发展史上重要的一年。美国伊利诺依大学国家超级计算中心开发成功了网络浏览工具 Mosaic,进而发展为 Netscape,使得 Internet 用户可以使用 Mosaic 或 Netscape 自由地在 Internet 上浏览与下载 WWW 服务器上发布和存储的各种软件与文件。WWW 与 Netscape 的结合引发了 Internet 的第二次发展高潮,使其进入商用发展网时期。

3. 商用发展网阶段

1991年,NSFNet 建立了 Advanced Network and Service Inc 公司,推出了 Internet 商业化的股份公司。1991年底 NSFNet 的全部主干网点已同 ANS 公司(Advanced Network & Service Inc)提供的 T3 主干网连通。ANS 公司是由 Mert、IBM 和 MCI 公司合作创办的,它提供全美范围的 T3 级主干网,能以 45 Mbps 的速度传送数据。1994年以后,Internet 开始商业化。1995年 NSF 被取消,美国的商业供应财团接管了 Internet 的架构,由几个互相竞争的公司提供主干网服务。例如 General Atomics, Performance Systems International 和 UUNet Technologies

三家公司成立“商用 Internet 协会”，将它们的 Internet 子网用于任何商业用户。到 1996 年，Internet 通往全球 180 个国家和地区，连接 947 万台计算机，直接用户超过 6 000 万，成为世界上最大的计算机网络，同时商用增长率首次高于科教增长率。Internet 商业化的出现，给现代通信、资料检索、客户服务等方面提供了巨大的发展潜力。各种商业机构、企业、机关团体、军事、政府部门和个人开始大量进入 Internet，并在 Internet 上大做主页广告，进行网络上的电子商务活动，一个网络上的虚拟空间（Cyberspace）开始形成。

1996 年，跨平台网络语言 Java 问世，1997 年网络计算机 NC 与 HPC（Handed Personal Computer）的问世，以及 NGI（Next Generation Internet）和 Internet2 等新研究计划的提出，使 Internet 向一个无处不在的方向快速发展。目前 Internet 已进入成熟阶段，网络技术、产品、管理和应用等都已成熟，以 Internet 为代表的计算机网络进入了快速大发展应用时期。

由于 Internet 原先不以赢利为目的，资源共享得到广泛认同，虽然 1994 年后向商业化发展，但长期以来积累的信息资源仍是巨大的宝库。Internet 的不断发展壮大正说明了 TCP/IP 的生命力。TCP/IP 中的用户数据报协议（UDP）又为近年开发实时视频、音频服务提供了试验条件，但目前的 Internet 还远不能适应实时多媒体通信的需求，于是开始了对 ATM 技术和宽带综合业务数字网（Broadband Integrated Services Digital Network，B-ISDN）等宽带网络、智能网络的研究。

TCP/IP 作为 20 世纪 80 年代的技术，不可避免地有一定的局限性，最迫在眉睫的问题是地址不够用。随着 Internet 的不断膨胀，Internet 的 32 位地址空间将很快告罄，因而 IPv6 取代目前的 Ipv4 是必然的趋势，IPv6 将是下一代 IP 协议。

0.2.3 我国 Internet 的发展

我国 Internet 的起步较晚，但发展还是比较迅速的，可以粗略地划分为两个阶段。

1. 通过 X.25 线路实现与 Internet 电子邮件系统的互连阶段

1987 年～1993 年，我国的一些大学和科研机构通过与国外大学和科研机构的合作，采用拨号 X.25 连通了 Internet 电子邮件系统。1987 年 9 月 20 日 22 点 55 分，北京计算机应用技术研究所向世界发出了第一封中国的 E-mail，标志着我国开始进入 Internet 网络。这一时期，陆续开通 Internet E-mail 服务的有：

1987 年，北京计算机应用技术研究所通过德国卡尔斯鲁厄大学率先开通到德国的 X.25 线路，连通了 Internet 电子邮件系统。

1989 年，中国科学院高能物理研究所通过美国斯坦福加速器中心（SLAC）实现了电子邮件的转发。

1990 年，电子部十五所、中科院、复旦大学、上海交通大学等单位 CEN 网络实现了基于 X.400 的国际 MHS 系统。

1990 年，清华大学校园网与加拿大 UBC 合作实现了基于 X.400 的国际 MHS 系统。

1991 年开始以专线方式实现同 Internet 的连接，并开始为全国科学技术与教育界的专家提供服务。此后中科院、清华大学、北京大学纷纷建立起自己的校园网并实现与 Internet 的连接，以此为基础我国的 Internet 初具雏形。

这一阶段，虽然国内用户只能通过公用电话网和公用分组交换网进入一些电子邮件转发系统，使用 Internet 的电子邮件服务，但毕竟已经接入 Internet。

2. 通过 TCP/IP 连接实现 Internet 的全功能服务阶段

自 1994 年以来,高能物理网、中科院教育与科研示范网、国家教委科研教育网、国家公共数据网以及其他一些计算机网,通过 TCP/IP 先后完成同 Internet 的连接,实现了 Internet 的全功能服务。

1994 年 4 月,由中科院、清华大学、北京大学及国内其他科研教育单位的校园网组成的中国国家计算与网络设施网正式开通了与国际 Internet 的 64 Mbps 专线连接,并于 1994 年 5 月 21 日完成了我国最高域名主服务器的设置,即以“cn”作为我国最高域名在 Internet 网管中心(InterNIC)登记注册,真正实现了与 Internet 的 TCP/IP 连接,从而可向 NCFC 的所有成员提供 Internet 的全功能服务。它由高速光纤主干网和院校网两部分组成,建立了 Mail, News, FTP, WWW, Gopher 等网络服务器并提供服务。从此时起,我国才算真正加入了国际 Internet。

1994 年 11 月 2 日,国家计委正式批准《中国教育和科研计算机网 CERNet 示范工程可行性论证报告》。该项目由原国家教育委员会主持,由清华大学、北京大学、上海交通大学、西安交通大学、东南大学、华南理工大学、东北大学、北京邮电大学、华中理工大学、电子科技大学共 10 所高校承担建设。“中国教育和科研计算机网”的建设分两个阶段进行。第一阶段到 1995 年底,建成主干网并和国际联网,完成网络中心、地区网络中心、网络管理系统,以及基本的网络资源建设和应用系统,连接 100 所左右的高等学校入网。1995 年 12 月 20 日,“中国教育和科研计算机网 CERNet 示范工程”提前一年完成建设任务,通过了国家计委主持的鉴定验收。第二阶段从 1996 年到 2000 年,建成各地区网络,连接全国大部分高等学校入网,提供更丰富的网络应用资源,包括国内外通达的电子邮件服务,提供查询网络用户信息的网络目录服务,文件访问和共享服务,图书科技情报查询服务,具有丰富分学科信息资源的电子新闻服务,能够帮助用户查询、获取并组织信息的信息发现服务,远程高速信息服务和计算服务,远程计算机教育,远程计算机协同工作,教育和科研管理信息服务等。

Internet 网络建设与 CERNet 建设同步进行,1996 年 1 月由邮电部组建的中国公用计算机互联网(CHINANet)正式开通。CHINANet 是我国的第一个商业网,第一期工程开通了北京、上海两条带宽为 64 kbps 的国际出口线,它表明我国骨干网建成,为我国范围的公用计算机互联网络开始提供服务。1996 年 9 月 6 日,中国金桥信息网(CHINAGBN)连入美国的 256K 专线正式开通,中国金桥信息网宣布开始提供 Internet 服务。1997 年 10 月,CERNet 与中国电信 CHINANet 建立了互连线路,全部实现 CERNet 与国内其他互联网络 CHINANet, CHINAGBN 和 CSTNet(中国科技网)的互通。1996 年 12 月中国公众多媒体通信网(169 网)开始全面启动,广东视聆通、天府热线、上海热线作为首批站点也正式开通。目前,全国各地需要使用 Internet 的用户,已能够通过多种不同的方式接入 Internet。

到目前为止,我国最大的国际线路出口的公用互联网络共有 4 个,分别为 CHINANet, CHINAGBN, CSTNet 和 CERNet。其中 CSNet 是在 NCFC 和 CASNet(中科院网络)的基础上建设和发展起来的,负责我国域名和域名注册的机构——中国互联网信息中心(CNNIC)就设置在那里。由于信息化程度较高,我国的香港、澳门特别行政区和台湾地区 Internet 的发展更为快速。

0.3 Internet 组织和管理

Internet 是一个包含成千上万相互协作的组织及网络的集合体。它不受政府或某个中心的管理和控制,看起来处于无政府状态,因为没有办公室或组织对整个 Internet 具有控制权。但是,Internet 的巨大成功与它的标准研究管理机构的工作是不可分的,如 Internet 工程任务部 (Internet Engineering Task Force, IETF) 等。网络国际标准化组织的另一重要成员是电气电子工程师学会 (IEEE) 下属的 IEEE 802 委员会,该委员会主要制订局域网的标准,其工作也是很成功的。

近年又出现了一些新的国际性标准化团体,主要是工业界人士组成的论坛,如 ATM 论坛、帧中继论坛、光互联网论坛等。这些论坛主要在传统标准化组织工作的基础上集中精力于短期目标,较快地在标准的实现细节上取得一致意见。在当前技术飞速发展的时代,这种志愿性的论坛对加速标准化的进程起了重要作用。

0.3.1 Internet 组织管理机构

目前,Internet 网络协会 (Internet Society, ISOC) 是帮助引导 Internet 发展的最高组织机构,由与 Internet 相连的各组织和个人组成,会员自愿参加,但必须交纳会费。

早在 ARPANet 创建初期,DARPA 就决定成立一个正式机构来协调 TCP/IP 的研究和 Internet 的发展,这个机构当时称为 Internet 活动委员会 (Internet Activities Board, IAB),DARPA 为 IAB 指定一位主席。

IAB 由两部分组成,一部分是 Internet 研究任务部 (Internet Research Task Force, IRTF), IRTF 负责长期的研究,主要致力于发展网络技术,解决工程问题。另一部分是 Internet 工程任务部 (IETF),它关心的主要事情是正在应用和发展的 TCP/IP 协议。此外,IAB 协会还控制着 Internet 网络编号管理局 (Internet Assigned Numbers Authority, IANA)。IANA 负责指定协议参数值,以便监督网络 IP 地址的分配。同时 IAB 还负责 Internet 顶层域名的管理和注册服务,它跟踪域名系统 DNS 的根数据库并且负责域名与 IP 地址的联系。IANA 按地区分别委任 RIPE, NCC 负责欧洲和中东等地区的地址注册服务,APNIC 负责亚太地区,ARIN 负责其他地区。1998 年 10 月成立了民间性非营利公司 ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers),准备代替 IANA。

1989 年 IAB 进行改组 增加了来自商业组织的代表。1992 年初成立 Internet 协会 (ISOC),它是一个非营利的国际性组织,其目标是推动 Internet 的全球化。于是 IAB 并入 Internet 协会,改名为 Internet 体系委员会,但保留了原来的首字母缩略词 IAB。Internet 协会成为全世界 Internet 的一个权威机构,由选举的理事会管理,理事会指定 IAB 成员。在 IAB 之下有 IETF, IAB 指定 IETF 主席。

IETF 的技术工作由它的许多工作组 (Working Group, WG) 完成,工作组分成几个领域,如应用、网络管理、路由、安全、传输、用户服务等,每个领域由领域主任进行协调。IETF 领域主任和 IETF 主席组成 Internet 工程指导组 (Internet Engineering Steering Group, IESG),管理 IETF 的技术活动以及 Internet 技术规范的标准化过程,包括最初的批准新工作组,最后的批准规范成为 Internet 标准。

值得注意的是,IETF 现在是一个开放的国际性标准化团体,包括那些关注 Internet 体系

发展及顺利运作的网络设计者、操作员、厂商、研究者，它是致力于新 Internet 标准协议开发的主要团体[HB96]。与大多数标准化团体不同，IETF 是一个完全开放的团体、论坛，它没有正式成员，任何人可加入 IETF 的活动。同样，工作组也是开放的组织，每个工作组都有一个邮寄表 (mailing list)，邮寄表包括每个成员的电子邮件地址，工作组通过电子邮件进行讨论、决定和传递文档，电子邮件按邮寄表分发给每个成员。任何人都可以加入任何工作组的邮寄表，工作组的文档向任何人公开，工作组通过“大概一致 (Rough Consensus)”做决定。

0.3.2 Internet 标准研究与发布

1. Internet 工作文件的请求评论

Internet 标准协议 (TCP/IP) 是通过 RFC (Requested For Comments, 请求评论) 的一系列文档发表的。当然并不是所有的 RFC 都描述 TCP/IP 协议标准。RFC 文档大致可分成五类，每类有一个状态 (status)，分别是：标准化进程中的 (Standards Track)，最好的当前实践 BCP (Best Current Practice)、实验性的 (Experimental)、信息性的 (Informational) 和历史性的 (Historic)。RFC 不是委员会开发的，任何人都可以提交文档，由 IETF 工作组或 RFC 编辑审查，文档发表时被指定一个以编写的时间为顺序的序号。原来的 RFC 从不更新，若需要修改，修改后作为一个新的 RFC 以新的序号发表，原来的 RFC 就作废，成为历史性的 RFC，所以关于某个特定的题目应找最新的 RFC。RFC 文档是开放的，Internet 的很多主机上都有，可以通过 FTP 或 WWW 得到 RFC 文档。

状态为 Standards Track 的 RFC 描述正在标准化的协议。一个协议要成为标准需要经历建议标准 (Proposed Standard)、草案标准 (Draft Standard)、标准 (Standard) 三个阶段。一个 Internet 标准文档是从 Internet 草案 (Internet Draft) 开始的，任何人或 IETF 工作组可以发送任何文档给 Internet 草案编辑，文档将作为草案放在 Internet 草案目录 (<ftp://ftp.ietf.org/internet-draft/>) 中。至少两周后作者可要求 IESG 使草案成为建议标准，这是标准化进程的第一步。草案不是发表的文档，6 个月后自动被删除。草案成为建议标准后就作为 RFC 发表，其状态为 Standards Track。成为建议标准 6 个月以后，IESG 可以推进该文档的标准化进程，使它成为草案标准，这是标准化进程的第二步。进入草案的关键是运行代码，至少要开发两个基于不同代码的独立的可互操作的实现，并有足够的成功运行经验，才能升为草案标准。若技术上高度成熟，且描述的协议或服务对 Internet 有重要益处，草案标准在 4 个月后可经批准升为 Internet 标准，并被另外制定一个前缀为 STD 的序号 STD_x 。当某标准被修改后再发表时，它的 RFC 序号要更新，但它的 STD 序号保持不变。STD1 周期性地总结所有标准化进程中 RFC 的当前状态，它本身当然也是 RFC 文档。

参与标准化进程的文档又可分两类，它们分别是技术描述 (Technical Specification, TS) 和应用性报告 (Applicability Statement, AS)。TS 描述协议、服务、过程、约定或格式。AS 说明在什么情况下如何应用某 TS 来支持特定的 Internet 功能。AS 应说明一个特定的 TS 是必须实现的、建议的、可选的、有限制地使用、不建议的等。例如 IP 是使用 TCP/IP 的互联网必需的。实际上，一个标准化进程中的协议常常包括一个 AS 文档，一个或多个有关的 TS 文档。

状态为 BCP 的 RFC 是某些操作规则或 IETF 处理工作的标准，这些 RFC 另外给出序号 BCP_x ，并被立即使用。例如，描述标准化过程的 RFC2026，描述参与标准化过程的组织的

RFC2028 都是 BCP 文档[Bra96,HB96]。状态为实验性的 RFC 可以是 IRTF 研究组或 IETF 工作组的工作结果报告。状态为信息性的 RFC 包括对常见操作问题的回答,它由用户服务领域维护。有一些信息性 RFC 描述 IAB 的意见,有些是历史备忘录。已被更新的文档或因标准化过程中止等原因而作废的文档就成为历史性的 RFC。

2. Internet 运行管理

Internet 的运行管理由网络协会 ISOC 来协调。网络协会设在美国弗吉尼亚州雷斯顿市,它通过 IAB 来协调 Internet 的技术管理与发展。每年 ISOC 召开一次年会,出版季刊 Internet Society News。IAB 由成员选举产生,主席任期为两年。IAB 的任务是:制定 Internet 技术标准和标准的程序;审定发布 Internet 工作文件 RFC;规划 Internet 发展战略;作为 Internet 国际协调中心,协调解决各种技术策略和发展问题以及网络工程部和网络研究部所不能解决的问题。

Internet 服务机构分为两类,即网络信息中心(Network Information Center, NIC)和网络运行中心(Network Operation Center, NOC),它们分别负责提供有关网络服务的各种信息和网络运行维护。

Internet 管理部门在协调网络开发、准备采纳新的网络协议时,往往先将文件以 RFC 文件公布。此外,RFC 文件内容还包括政策研究报告、技术部门工作总结、研讨会成果综述以及网络使用指南等。任何用户都可向 RFC 编委会投寄文稿,申请作为 RFC 文件发表,各个网络和组织应遵循由 Internet 用户通过评论请求方式而建立的协议。如果某个用户的网络由于不适当地使用 Internet 而损害了相邻网络的正常工作,那么其相邻网络就会切断同它的联系,这种网络同行的压力是保障 Internet 可靠运行的重要条件之一。

0.3.3 Internet 资金费用管理

Internet 资金费用采取各网自治管理。美国科学基金会支持其主干网 NSFNet 的费用,各州的区域网主要由各州政府支付,校园网的大学、政府部门或个人用户等支付各自的全国性广域网费用,网络互连的费用则由各入网单位分摊。

局域网是 Internet 的基础模块,通过它将大学、企业、公司以及机关等单位内的计算机进行连接。每个局域网的管理和费用都由本单位负责控制和支付。通过线路将局域网互连构成区域网,并将它们与其他区域网连接,所以区域网是许多不同的局域网和组织的联合。通常联系全国和省市的干线大容量线路由政府机构或大公司租用。例如,我国教育和科研网(CERNet)、美国国家科学基金会等提供的干线主要是为教育和科研界服务,鼓励教育或科研方面的通信和研究,世界上有很多具有同样目的类似组织。此外,商业服务部门向用户提供远程通信系统及线路的服务,也向区域网提供线路和干线的租用服务。租用线路的选择是多种多样的,可能是一条电话线、光缆电路、微波电路,甚至是一条卫星传输电路等。通常,用户按月为租用线路付费,而不是按实际发送的数据量计算。线路传送的距离以及带宽(租用线路能传送的数据量)决定线路的价格。一旦用户租用了一条线路,用户就可以在一个月内的任何时间,随意传送带宽所允许的任意多的数据量。为了节省开支,相邻网络可以共同分担连接它们的租用线路的费用。

0.4 Internet 的功能特点

Internet 与局域网的工作原理虽然类似,但由于规模不同,从而产生了从量变到质变的飞跃。由于 Internet 要连接世界范围的计算机,不但是四通八达的信息高速公路,而且联网的计算机也是五花八门,因此 Internet 呈现出一些独有的特点。

1. TCP/IP 协议

计算机网络协议是为了实现计算机网络中不同平台、不同网络、不同操作系统之间的通信而规定的一系列规则、标准和约定,它是正确进行通信的基础。在过去的 20 多年里,网络技术不断发展,从最初的 X.25、帧中继,到以太网、FDDI,再到目前流行的 ATM、千兆以太网、密集波分复用光网络,不同的技术提供了多样化的网络选择。为了能够在众多不同类型的局域网和广域网之间实现网络的互操作性,Internet 采用了 TCP/IP 协议体系。TCP/IP 代表一个协议集合,其中最著名的就是传输控制协议(TCP)和网际协议(IP)。无论大型主机或小型机,还是微机或工作站都可以运行 TCP/IP,目前 TCP/IP 成为计算机通信方面事实上的通信标准。现在的计算机运行速度要比 TCP/IP 刚诞生时快 200 倍,Internet 传输速度是原来的 8 倍,而 TCP/IP 协议并未发生任何变化,仍能够继续在更高的速度、更大的传输量下运行。其原因是由于网与网之间的协议(IP)规定了计算机在通信时应该遵循的规则的全部具体细节。任何遵守 TCP/IP 协议的计算机都能理解另一台遵守相同协议的计算机发来的信息。发送的信息分解为一个个较短的信息分组(或信息包),每个信息分组除含有一定长度的正文外,还含有信息分组送往的目的地址等,信息分组可经多台计算机的中转最终到达它的目的地。IP 精确定义了分组必须怎样组成,以及路由器必须怎样将一个分组传送到它的目的地等。在 Internet 中传输的每个分组必须符合网际协议定义的格式。

简言之,TCP 和 IP 协同工作,IP 提供了一种将分组从源端传送到目的地的方法,TCP 解决诸如数据报丢失后的重发和重排数据报及数据报乱序到达等问题。TCP 和 IP 两者结合在一起,提供了一种在 Internet 上可靠传输数据的方法。TCP 使用确认和超时机制处理数据丢失的问题,如果确认信号在时钟超时期限之后到达,发送方将重传数据。

2. 存储转发分组交换技术

在计算机网络上,用户数据要按照规定划分为大小适中的若干组,每个组加上包头构成一个包(packet),包也叫分组。这个过程称为封装(encapsulation)。分组由分组头(header)及数据两个部分组成,像一封传统的信件。分组头像信封,包括接收者和发送者的地址或路径信息,还可能包括关于分组传输的其他控制信息。分组的数据部分就像信函的内容。有的除了分组头及数据外还可能有“分组尾”,用于存放控制信息。每个分组从发送主机出发,沿着某路径经过若干网络结点到达接收主机。途经的每一个网络结点收下整个分组,进行短暂存储,选择路径,然后转发给下一个网络结点。Internet 采用的就是这种“存储转发、分组交换”技术。

通信方式有分组交换(packet switching)和线路交换(circuit switching)两种方式。例如邮政局的邮件传送是分组交换,邮包从一个邮局到另一个邮局。信函在不同的邮局往往要重新打包。电话通信则是线路交换,电话系统中通话双方在通话前要通过各级电话局的程控交换机建立一条两点间实际的专用线路。如果双方正在和别人通话,拨号时将听到忙音,无法建立这条线路,一旦线路接通,双方的谈话将得到保证,不会被别人中断,没有时延(delay)