



高等学校教材

电子信息系列

# 现代计算机网络 原理与设计

莫卫东 主编

*Electronic  
Information*

西北工业大学出版社



高等学校教材

TP393  
390

# 现代计算机网络 原理与设计

莫卫东 主编

徐世俊 文 玲

李欢欢 胡艳军

西北工业大学出版社

**【内容简介】**本书以全新的角度阐述了计算机网络的基本原理,对计算机网络的体系结构 and 应用所面临的问题给出了明确的应对策略和方法。书中详细介绍了网络规划与设计、网络设备与性能、网络管理与安全等一系列现代计算机网络应用的实用方法和策略,并向读者提供了一个完整的现代计算机网络规划与设计的工程实例。

本书内容全面、体系完整、图文并茂,读者可在最短的时间内更好地理解计算机网络通信的基本原理,并更快地学会计算机网络通信的方法,从而更好地掌握计算机网络应用的新技术,最终能设计出一个先进、安全、可靠、高效、多功能的计算机网络系统。

本书不仅可作为各类大专院校各类专业的本科生和研究生学习现代计算机网络原理与设计的教材,也非常适合计算机网络工程师和管理员作为常备手册性技术参考书。

#### 图书在版编目(CIP)数据

现代计算机网络原理与设计/莫卫东主编. —西安:西北工业大学出版社,2006.6  
ISBN 7-5612-2085-5

I. 现… II. 莫… III. 计算机网络—基本知识 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 041523 号

设计制作:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:029-88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西友盛印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:24

字 数:585 千字

印 数:1~4 000

版 次:2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

# 前 言

Internet 的发展正在改变着人类的生活,尤其是人们的思想与思维方式。我们的世界正在向着电子信息化世界演变,所有的信息正在全面数字化,计算机网络已经深入到了现代生活中的各个角落,四通八达的网络把人们紧紧地联系在一起,使天涯变咫尺,物理上的距离几乎都消弭于无形,使我们能运筹帷幄于斗室,决胜于千里之外。我们的生活、工作乃至思想都正在因计算机网络而发生着巨大的改变。然而,这一切都基于现代计算机网络技术的惊人进步和发展。

作为世界未来的主人,无论是大学生还是研究生,都将是计算机网络的设计者、管理者或应用者。计算机网络将是每个人都必须面临的最基本的技术课题,不懂计算机网络将是现代人的一个缺陷(不仅仅是缺憾!)。但是,现代计算机网络技术发展的确是太快了,大家对于现代计算机网络的飞速发展都感慨万分,人人都会有今天不学习明天就有可能被时代淘汰的危机感,果真如此吗?其实,虽然计算机网络系统的确十分复杂,但是它必须遵守相应的技术标准与规范,沿着自己独特的技术路线,其基本的原理并没有发生根本的改变,计算机网络所有解决的问题仍然是那么多,仅仅是采用的具体的技术有所改变,使我们对网络的应用广度与深度不断升级,但是,所有的新的技术和新的应用都仍然在网络通信最基本原理与方法的框架内。

因此,只要能正确深入地理解了网络通信最基本的原理,即使天天出现新技术,我们都会准确地理解它的技术精髓,并尽快地掌握它。因此,学网络,不仅要学技术,更重要的是要学习计算机网络通信的原理和基本方法!

作者多年来一直从事计算机网络的教学工作,也有机会从事各种计算机网络的规划和设计,深深体会到计算机网络技术的快速发展给工作带来的压力,作者之所以能把相应的困难都一一化解,重要的是有较强的计算机网络通信理论基础作后盾。因此,在策划本教程的内容结构时,用了较多的篇幅系统地介绍了计算机网络通信的基本原理,对计算机网络通信中可能遇到的问题和解决的途径都给予了明确的阐述。

本教程在计算机网络原理的阐述方法上,更注重对问题的物理本质的分析,以及这些问题的解决方法与现代网络基本技术的联系,同时穿插了在网络设计中所关注的要点和各种方案的比较等。总之,本书将力图做到在讲原理中说方法,在说方法中讲应用,在讲应用中谈技术,突出本书为“应用”而学习计算机网络的宗旨。

本书不仅向读者讲解计算机网络的原理,还全面系统地介绍了网络总体规划、网络结构设计、网络设备选型、网络功能设计的策略与方法,除了“原理→方法→应用→技术”这条主线外,为了能充分地展示最新网络技术的发展,对现代计算机网络中的一些新的主流技术与设备应

用,包括智能建筑中的计算机网络和网络安全技术等给予了充分的讲述,并阐述了相应系统的设计原则与方法。总之,作者试图通过本书,不仅使读者更好地理解计算机网络应用的原理,并能更快地了解计算机网络应用的方法,从而更好、更快地掌握计算机网络应用的新技术,最终能够独立地设计出一个先进、安全、可靠、高效、多功能的计算机网络系统。

本书由莫卫东总体策划和统编,并编写了第1,2,4,6,8,10章。其他各章的编写分工分别是徐世俊编写第3章,文玲编写第5章,李欢欢编写第7章,胡艳军编写第9章。

由于时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请各位读者批评指正。

编 者

2006年2月25日

# 目 录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第 1 章 现代计算机网络体系结构                    | 1  |
| 1.1 计算机网络的组成及三要素                     | 1  |
| 1.2 计算机网络的功能特点                       | 2  |
| 1.3 计算机网络的分类                         | 3  |
| 1.4 计算机网络模型                          | 4  |
| 1.5 计算机网络体系结构                        | 6  |
| 1.6 计算机网络的 OSI 模型及应用                 | 10 |
| 1.7 网络服务                             | 18 |
| 第 2 章 现代计算机网络原理                      | 28 |
| 2.1 OSI 物理层问题及解决方法                   | 28 |
| 2.2 OSI 数据链路层问题及解决方法                 | 43 |
| 2.3 OSI 网络层问题及解决方法                   | 52 |
| 2.4 OSI 传输层问题及解决方法                   | 60 |
| 2.5 OSI 会话层问题及解决方法                   | 63 |
| 2.6 OSI 表示层问题及解决方法                   | 66 |
| 2.7 OSI 应用层问题及解决方法                   | 69 |
| 第 3 章 网络传输媒介                         | 72 |
| 3.1 计算机网络传输媒介                        | 72 |
| 3.2 传输媒介的选用原则                        | 72 |
| 3.3 同轴电缆                             | 73 |
| 3.4 双绞线                              | 76 |
| 3.5 光缆                               | 79 |
| 3.6 无线传输媒介                           | 82 |
| 3.7 传输媒介的选用策略                        | 86 |
| 第 4 章 现代计算机网络主导协议                    | 89 |
| 4.1 模型、规则及协议之间的关系                    | 89 |
| 4.2 局域网协议和标准(IEEE802. X/ISO8802 - X) | 90 |

|              |                        |            |
|--------------|------------------------|------------|
| 4.3          | IPX/SPX 协议(NetWare 协议) | 95         |
| 4.4          | TCP/IP 协议(Internet 协议) | 97         |
| 4.5          | 非路由协议                  | 109        |
| 4.6          | 目录服务                   | 110        |
| 4.7          | IP 地址及子网划分的策略与方法       | 112        |
| <b>第 5 章</b> | <b>综合布线系统</b>          | <b>127</b> |
| 5.1          | 综合布线系统概述               | 127        |
| 5.2          | 综合布线子系统及设计要求           | 132        |
| 5.3          | 计算机网络与综合布线             | 135        |
| 5.4          | 综合布线系统测试及性能指标          | 136        |
| 5.5          | 主流布线产品性能比较             | 141        |
| <b>第 6 章</b> | <b>计算机网络设备选型及应用</b>    | <b>143</b> |
| 6.1          | 计算机网络设备概述              | 143        |
| 6.2          | 网络适配器(网卡)              | 146        |
| 6.3          | ADSL 调制解调器             | 153        |
| 6.4          | 中继器与光电转换器              | 164        |
| 6.5          | 交换机                    | 168        |
| 6.6          | 路由器                    | 191        |
| 6.7          | 网络服务器                  | 204        |
| <b>第 7 章</b> | <b>网络管理概述</b>          | <b>211</b> |
| 7.1          | 网络管理的意义                | 211        |
| 7.2          | 网络管理的概念                | 212        |
| 7.3          | 网络管理的功能                | 213        |
| 7.4          | 网络管理的协议                | 216        |
| 7.5          | 网络管理系统                 | 218        |
| 7.6          | 网络管理支持软件               | 219        |
| <b>第 8 章</b> | <b>网络安全原理及技术</b>       | <b>224</b> |
| 8.1          | 网络安全概述                 | 224        |
| 8.2          | 网络安全标准与评估              | 232        |
| 8.3          | 网络安全策略                 | 236        |
| 8.4          | 网络安全技术                 | 241        |
| 8.5          | 网络安全系统                 | 248        |
| 8.6          | 计算机网络病毒防治系统            | 267        |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <b>第 9 章 Internet 及计算机网络新技术 .....</b> | <b>281</b> |
| 9.1 Internet 概述 .....                 | 281        |
| 9.2 Internet 典型技术及应用 .....            | 283        |
| 9.3 Internet 高端应用 .....               | 295        |
| 9.4 内部网 Intranet .....                | 313        |
| 9.5 宽带 Internet 接入技术 .....            | 319        |
| 9.6 智能建筑中的网络技术 .....                  | 323        |
| 9.7 现代宽带 IP 技术及应用 .....               | 334        |
| <b>第 10 章 现代计算机网络规划、设计和系统集成 .....</b> | <b>341</b> |
| 10.1 现代计算机网络的规划 .....                 | 341        |
| 10.2 现代计算机网络的设计 .....                 | 350        |
| 10.3 现代计算机网络的可靠性设计 .....              | 356        |
| 10.4 现代计算机网络边界安全设计 .....              | 360        |
| 10.5 现代计算机网络服务器系统设计 .....             | 362        |
| 10.6 现代计算机网络设计的结果 .....               | 365        |
| 10.7 现代计算机网络系统集成 .....                | 370        |
| <b>参考书目 .....</b>                     | <b>375</b> |

# 第 1 章 现代计算机网络体系结构

本章除了介绍计算机网络发展的基本概况外,主要说明计算机网络的组成、功能、分类和计算模型,将使读者能够从中了解计算机网络的构成与应用。并将阐述计算机网络体系的定义和结构,系统地介绍计算机网络体系结构的特点及应用,全面地深入地介绍计算机网络体系的结构化和层次化原理,使读者通过本章的学习能对计算机网络的基本架构有一个明确而清晰的认识,从而在总体上把握计算机网络的规划思路和设计方法。

这一章中所定义的基本术语和概念将在本教程的各章节中使用。通过本章的学习,使读者能够了解现代计算机网络发展的现状,明确计算机网络的定义,掌握计算机网络的功能与特点,划分计算机网络的类型,认识计算机网络的计算模型,理解计算机网络的层次结构和定义,理解计算机网络的功能层次结构和协议层次结构,理解计算机网络的 OSI 模型及作用,判定一个计算机网络的服务方式,描述网络所能提供的基本服务及主要功能和使用领域,能够根据实际需要选择网络服务。

## 1.1 计算机网络的组成及三要素

建立计算机网络的根本目的就是共享,即,大家通过计算机相互共享所允许使用的各类资源。然而,要建成一个通过计算机共享各类资源的网络系统,必须具备三要素,这就是:①网络服务;②传输媒介;③网络协议。

这三要素具体为:

(1) 网络服务。两个以上独立的需要共享资源的计算机,它们相互依赖的实质是为了共享资源——提供或享用资源,其实质是相互提供服务,故而把这一要素称之为“网络服务”(network service)。

(2) 传输媒介。能够使计算机彼此连接的通路,即连接通道。这个通道可以有形的导线或光纤,也可以是载有数据的电磁波,故而把这一要素称之为“传输媒介”(transmission media)。

(3) 网络协议。计算机之间通信所必须遵守的规则,这些规则的实现依靠的是协议(protocol),协议是网络三要素之一。

以上网络三要素是组成一个网络的必要条件,三者缺一不可。它们是组成网络的最基本的框架结构,包含了计算机网络的全部内容,网络规划、设计、组建、管理和应用都将围绕网络的三要素而展开,最终也将落在对网络三要素的实现。

关于网络三要素中的“网络服务”的具体内容,请参阅 1.7 节。关于网络三要素中的“传输媒介”的详细论述,请参阅本书第 3 章。关于网络三要素中的“网络协议”的规则制定,请参阅本书第 4 章。

## 1.2 计算机网络的功能特点

为了能够全面深入地理解网络设计和运行的原理,首先要深入地了解计算机网络应具有的功能与特性,从而掌握各种网络运行的特点,并理解网络设备为什么要具有某些功能,这些功能将应用于何种条件之下,否则要设计出一个优秀的计算机网络实施与管理方案是十分困难的。为此,下面介绍计算机网络所应具备的功能与特性。

功能之一:数据通信与异构多重网络之间的通信。

首先,计算机网络所采用的基本技术是电子通信技术,计算机之间要能相互共享资源,从物理上必须满足计算机之间是相互联通的,即在计算机之间应该提供通信传输线路,这种传输线路可以有有线传输介质,也可以是无线传输媒介,重要的是,如果是远程联网,在数据传输的过程中,通过的将是多个节点,还可能通过多种和多个网络,如何保证不同网络中的计算机之间能够通信,是计算机网络需要解决的关键技术问题之一,这也是计算机网络应该具有的基本功能。

功能之二:资源共享。

建立网络的根本目的是为了实现在资源的共享,这就是所谓的“网络意味着共享”。计算机网络发展的原动力就是能让大家能通过计算机更快更方便地共享资源,使大家通过通信工具实现计算机之间的信息共享和功能(能力)共享。如何做到使计算机之间能快速高效、安全可靠、异构交互、实时在线地进行资源的共享,主导了现代计算机网络的技术发展路线和设备功能的升级换代。因此,无论是计算机网络软件的开发,还是硬件的研制,都是围绕着网络共享能力的开发,以及由此带来的网络安全问题的解决而展开全方位研究。

功能之三:高带宽与多点共享。

在计算机网络通信应用中有一个特点,计算机并不是始终在应用网络通信(即使有些计算机 24 小时都连接在网上),突发性或间歇性是计算机网络对网络应用的一个显著特征。在计算机网络中,通信线路中有时可能有很大的通信量,而有时则很少,但要求通信线路必须有较高的带宽,以满足瞬时大量数据传输的要求,而同时具备许多节点能共享传输线路的带宽,使通信线路的带宽能够充分地利用,以获得合理经济的使用效率,计算机网络中的许多功能特性都是为了能达到这一目的。

功能之四:寻址与差错控制。

如何能使一个计算机上的数据通过“千山万水”准确地到达目的地,是计算机网络又必须解决的一个重要的技术问题。对数据进行分组传输是计算机网络的一个基本的通信手段,在每一个数据分组上都要加入一定的控制信息。在每个数据分组中加入分组的控制信息主要有两个:一个是指明数据发送方和接收方的地址信息,另一个是对数据进行验证的差错控制信息。正是通过在每个分组中所加入的控制信息,才使计算机网络具备了寻址功能和差错控制功能。

功能之五:路由选择。

在计算机网络中仅仅在数据分组中加入控制信息是不够的,如果网络中有多个转发节点,从源节点到目标节点之间存在多条通路,则当转发节点收到数据分组时,遇到有多个下一级转发节点时,必须确定下一个转发的节点是哪一个。因此,网络必须能根据网络配置和交通情况决定路径的选择,这就是路由选择功能。

功能之六:会话建立与管理。

两台计算机进行数据交换时,在通信之前两台计算机必须建立会话连接,不仅开始时要有会话建立的过程,结束时还要有会话中止的过程。在双方进行通信时还要能给予必要的控制与管理,以确定什么时候该哪一方发数据,另一方则接收数据。一旦发生差错,该怎样继续被中断数据的传输。这就是通常所谓的会话服务功能。

功能之七:消除系统之间的差别与加密。

在一个大型复杂的计算机网络中,会有多种计算机和多种操作系统参与网络的数据交换过程,通信的双方不可能保证是完全一样的硬件与软件的配置,如何使双方能统一识别方式和方法,使彼此能相互理解,以消除不同系统之间的差别,这是任何一个计算机网络都必须具有的基本能力。除此之外,为了数据的安全,计算机网络中还必须具有多种安全保密的措施。

功能之八:负载均衡与拥塞控制。

在一个复杂计算机网络中,其通信状况类似道路中的车流情况,弄得不好会导致交通拥挤、阻塞,甚至完全瘫痪,所以计算机网络应当具有流量控制功能和拥塞控制功能,万一发生交通阻塞,要有解除阻塞的办法,使网络恢复正常运行状态。

总之,计算机网络中的通信是相当复杂的,它涉及一系列相互作用的过程,以上仅仅是计算机网络所必须具有的一些主要功能。不过,计算机网络的各种技术、规范、模型和协议的发展和建立,都是围绕着使计算机网络具有上述基本的功能而提出并解决问题的。

### 1.3 计算机网络的分类

原则上讲,计算机网络的分类是与网络计算的方式密不可分的。从不同的角度出发,计算机网络可以有多种分类方法:

(1) 以网络的拓扑结构划分,网络的基本类型有总线网、星型网和环型网。

(2) 以网络所采用的网络操作系统划分,网络有 Novell 网、UNIX 网和 NT(Windows 2000)网之分。

(3) 从应用的角度划分,计算机网络可划分为专用网络(专网)和公用网络(公网)。

(4) 按照应用的领域进行划分,又有企业网、校园网、政法网和政务网之分。

不过,不管怎样分类,对于网络本身并无实际的意义,只是人们讨论问题所持的立场不同而已。本书按照通常最为流行的分类方法,即按网络的规模对计算机网络进行分类。

从技术的角度看,网络的分布广度决定了网络将要使用的网络设备中的技术含量的多少,也决定了网络互联的方式,同时也决定了结构和所采用的协议,可见,根据网络的规模大小对网络分类更能反映出该网络的技术特点和规模。

按照网络分布范围的大小,可把网络划分三种基本类型:①局域网(LAN, Local Area

Network); ② 城域网 (MAN, Metropolitan Area Network); ③ 广域网 (WAN, Wide Area Network)。

Internet 是一种更大范围的广域网。

然而,随着现代网络技术的迅速发展,人们对网络技术的深入和扩大,以及对网络的应用方式方法的改变,网络的划分将会逐渐消失。到那时,计算机网络无处不有,无处不在。

#### 1. 局域网(LAN)

局域网(LAN)一般指规模相对较小的网络,在地理上局限于较小的范围,通信线路不长(不超过几十公里),最大在直径为 2 km 范围之内,一般局域网分布在一个单位内或一座大楼内,使用单一的传输媒介。在实际应用中,绝大多数网络都是局域网。不过,技术人员把通常意义上的局域网视为一个无网络互联的单层网络。在本书中所讨论的大多数问题都是有关局域网中的技术问题和应用方法。

#### 2. 城域网(MAN)

城域网(MAN)又被称为区域网,它的规模较之局域网要大一些。城域网的大小通常覆盖一个城市或一个地区,地域的范围从几十公里到几百公里,所以称之为城域网。城域网通常采用不同的系统硬件、软件和通信传输介质构成,使不同类型的局域网通过城域网有效地连接,相互共享信息资源。可见,城域网是把若干个大型局域网互联的网络。

#### 3. 广域网(WAN)

广域网(WAN),顾名思义就是一个非常大的网,不但可以将多个局域网或城域网连接起来,也可以把世界各地的局域网连接在一起。广域网还有两个特殊的分类:企业网与全球网。

企业网,指的是大型企业的网络。它一般是指特大型企业,或者是跨地区或跨国的组织和集团。例如,大的银行或企业集团公司都建立有自己的网络系统,通过网络可以寻求投资者或更多的用户,还可以对分布在世界各地的分支机构的生产与营业情况作出快速准确的分析、预测、计划与决策。

全球网(Internet),指横跨全球的计算机网络。1989 年第一个真正的可供商用的全球网诞生,它就是 Internet。Internet 的最前身是美国国防部的 ARPANET 网,自 1982 年正式采用 TCP/IP 协议,到 1989 年商业化后的今天,连接到 Internet 上的主机有几百万台,互联的网络有 4 万个左右,连接了 150 多个国家和地区,用户已超过 4 个亿。Internet 的应用也极其广泛,各类信息资源非常丰富,仅各类数据库就达 1 万多个。Internet 连接到我国的时间虽不是很长,但它的发展速度极为迅速。Internet 已经成为现代生活中不可缺少的一部分。

## 1.4 计算机网络模型

从计算机网络发展的历程看,它经历了多种模式,其模式称之为计算模型。计算机网络的计算模型的不断改进和完善,代表了计算机网络理论体系和技术思想的进步,同时也说明了应用需求和网络自身的完善,推动了网络理论与技术的发展。因此,理论上把网络的发展归结为计算机网络计算模型的发展,计算模型的发展先于计算机网络技术的发展。

按照计算模型的发展顺序,现代计算机网络具有以下 5 个计算模型可选择:

#### (1) 集中式计算(Centralized Computing)

- (2) 分布式计算(Distributed Computing)
- (3) 协同式计算(Collaborative Computing)
- (4) 客户机/服务器(Client/Server)
- (5) 客户机/网络(Client/Network)

#### 1. 集中式计算模型

由于技术条件的限制,在PC机出现之前的计算机都非常庞大且十分昂贵,结构也异常复杂,任何机构都不可能将整个计算机提供给工作人员使用,主机一定是共享的。对于日益增长的数据,直到现在还有很多大型机在运行着。这类大型计算机系统的基本计算模型就是典型的集中式计算模型。

在集中式计算模型条件下,完全由主机实施数据的存储和组织,并集中控制和管理着整个计算机系统的运作。所有的用户都必须通过系统的终端设备将数据输入给主机并加以处理,或者提取主机内的有关数据进行加工,然后通过集中控制着的输出设备将所需的信息输出。这就是一个典型的集中式网络环境,由一台主机为多个配有I/O设备的终端用户(包括远程用户)提供服务。故而称之为集中式计算模型。

可见,集中式计算模式计算机网络的典型特征,就是通过主机形成基本的通信流程,且构成系统的所有通信协议都是系统专有的,主机是系统的绝对主宰,它完全控制和管理所有系统的功能。

随着现代网络技术与应用的发展,集中式网络计算模型将会逐步被分布式与协同式网络计算模型取代。

#### 2. 分布式计算模型

随着计算机产业的不断发展,小型计算机开始出现,特别是个人计算机(PC机)的迅速发展,使我们每一个人可以完全控制自己的计算机,进行自己所希望的各种计算与事务处理。这种以个人计算机(PC)方式呈现的计算能力被发展成为一个独立的计算机系统平台,从而导致了一种新的计算结构——分布式计算模型的诞生。

分布式计算模式与集中式计算模式有很大的差异,分布式计算模式对当今计算机网络的发展起了决定性的作用。

分布式计算利用多个小型计算机或PC机共同完成同一个目标。不过,每一台计算机仅能完成该目标的一部分工作,而不是完成所有工作。用户在这个计算机网络的环境中,不但可以共享打印机和服务器的硬盘资源,并能够访问多个不同类型的主机,从中获得各种数据和服务。

分布式计算为网络的发展提供了更多的开放性、更高的可靠性、更好的保密性和更完善的功能以及种类更多的标准的支持,使用户可得到几乎完全透明的服务。在网络上的所有网络主机(服务器和客户机)及外设构成一个整体。

#### 3. 协同式计算模型

一种新的网络计算模型被称做协同式计算(又称合作处理)。该计算方式已经成为现代网络计算模型发展的一个重要趋势。协同式计算是一种增强型分布式计算,在这种计算环境下,网络上的计算机之间不仅仅共享着数据和打印资源,而大家也同时可以共享处理能力。

在协同式计算条件下,一个大的任务被分解开,交给网络中的若干个计算机(这时已没有主机与非主机之分)共同完成。计算机之间不是简单地在传送数据,而是相互根据需要共享网

络中的任何资源与服务,包括共享 CPU 和内存等。所谓协同式,意味着使用多个计算机共同完成同一个处理任务。

#### 4. 客户机/服务器计算模型

客户机/服务器计算模型是特别用于描述计算机网络的计算模型之一。在客户机/服务器计算模型的环境中,多台 PC 与计算机都物理地和逻辑地连到某个服务器上,这种模型的基本特征是:

- (1) 处理能力分布在多台计算机或设备上。
  - (2) 客户机以享用服务器所提供的服务为最终目的。
  - (3) 服务器为客户机执行某些处理任务,为客户机提供服务是服务器的最终目的。
- 在目录服务网络出现之前的网络系统,均属于这种模型的计算机网络系统。

#### 5. 客户机/网络计算模型

在客户机/网络计算模型是现代计算机网络的基本计算模型。在客户机/网络计算模型中,用户登录或访问到的不是某个服务器,而是某个网络! 用户与某个服务或一组服务连接,其服务并不属于某个服务器,而是属于整个网络。

在客户机/网络计算模型的环境下,网络的服务与管理通过属于整个网络的“目录服务”(在 Windows Server 2000 中称之为“活动目录”)来实现。

## 1.5 计算机网络体系结构

### 一、计算机网络体系结构定义

计算机网络体系结构,就是计算机网络的组成方式和方法,即计算机网络各个组成部分的功能特性的精确定义,以协议、实体和环境加以描述。任何一个网络的规划与设计——网络的实现——都必须与体系结构相一致。

从现代计算机网络技术与应用状况分析来看,无论从数据处理角度还是从数据通信的角度来架构计算机网络的体系结构,网络体系结构都是对计算机网络的抽象说明的概念性框架。而网络的实现,则是具体地配置为完成特定的网络服务所需要的设备以及设备之间的连接方式和方法。可见,体系结构是抽象的,而实现则是具体的。然而,任何实现都应该与体系结构相一致。

就目前计算机网络的技术状况来说,计算机网络的体系结构具有两大特征,这就是高度结构化和层次结构。其结构化,是将一个复杂的系统设计问题分解成为一个个容易处理的子问题,并分别加以解决,对这些相对独立的子问题的解决,并协调好各个子问题之间关系,最终完成系统的整体规划与设计。结构化方法是现代系统设计最重要的系统设计方法之一。所谓层次结构,是将一个复杂的系统设计问题划分成一组组容易理解的子问题,每一组问题具有相似的功能,并具有前后或上下的层次关联关系,承担着各自的具体任务。层次结构设计是结构化系统设计中最常用的最基本的方法之一,现代计算机网络体系结构的建立是层次结构化系统设计的典型范例。

## 二、计算机网络的功能层次结构 —— 资源子网和通信子网

对于计算机网络,从逻辑功能分析,通常把计算机网络划分成两个子网,一个称为资源子网,另一个称为通信子网(见图 1.1)。用户通过终端或计算机系统,访问和应用计算机网络实现资源共享的目的。

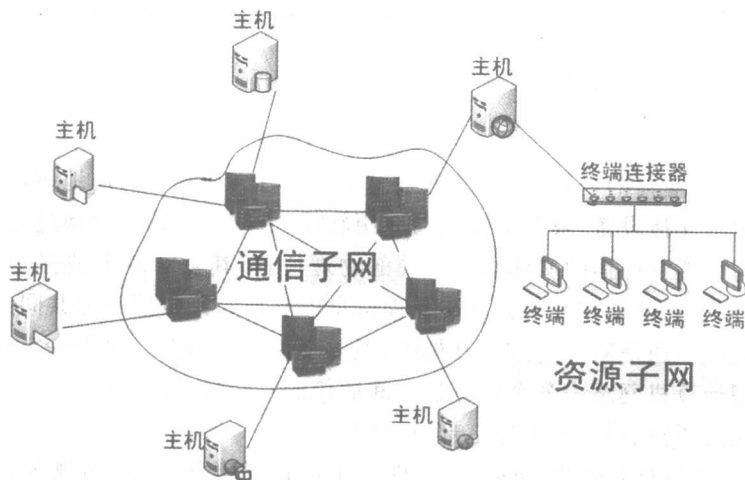


图 1.1 计算机网络的资源子网与通信子网

### 1. 资源子网

从计算机网络中的所有设备和功能上看,逻辑资源子网的主要任务是提供资源共享所需的硬件、软件及数据等资源。资源子网提供了计算机网络所有的基本元素,并提供了网络运行所采用的计算模型,即资源子网提供了计算机网络所有的计算能力和数据处理的能力。

资源子网由服务器和客户机主机系统(CPU、存储器和外设等组成的系统)、终端和终端控制器组成。网络中的主机系统负责处理数据,运行各种应用程序并提供用户访问的数据库。它通过高速通道和通信子网的节点相连。

有些以大型机为中心的网络,其终端控制器用于对一组终端进行控制。终端是人与计算机网络的界面,是计算机网络面向用户的窗口。其功能是变换人们的信息为机器传输和处理的数据。一般的终端并不带有 CPU 和存储器等,若终端具有一定的存储、处理信息的能力,则称为智能终端。现在的 PC 机就是一个功能非常强大的标准的智能终端,一般称之为工作站或客户机。

### 2. 通信子网

通信子网与资源子网在逻辑功能上有明确的分工,通信子网主要功能是完成对数据的传输、交换以及控制,具体地实现了计算机网络的资源传输与交换的功能。

通信包括传输线路(传输媒介)、节点交换机与集线器、核心交换机与网络控制中心等设备。通信子网的性能直接决定了一个计算机网络性能的好坏,特别是网络中的主要设备,如节点交换机或集线器,它们事实上是一台专用的计算机,负责数据的转接及提供用户连接网络的接口,而核心交换机与网络控制设备则负责管理整个网络的运行,如网络的初始化、差错恢复、扩充、拓扑更改、用户入网登记等业务,均由网络控制中心统一管理。

对于局域网,由于其传输距离有限,联网的主机不多,因此,大多不采用通信子网和用户资源子网分工的组网方式,而是使用一个统一的全网服务工作站,所有通信服务均由工作站处理,每个入网的主机通过网络接口设备接入网络。所以,一般来讲,通信子网是针对远程网络而言的。

不过,现代网络设计中,为了减少子网之间的路由,均在局域网中配置一个核心交换机,使现代的计算机局域网在逻辑功能上也具有鲜明的资源子网与通信子网的特征。

### 三、计算机网络的协议层次结构

#### 1. 网络协议

网络协议就是网络通信的规章制度,其本质上是一套行为规则。具体地讲,协议是描述两个实体(计算机和网络连接设备,或网络通信与应用软件)之间进行信息交换过程的一个术语。在计算机网络中,两个相互通信的实体必在不同的物理位置,其上的两个进程相互通信,需要通过交换信息来协调它们的动作和达到同步。而信息的交换必须按照预先共同约定好的过程进行。简单地说,协议是通信双方的约定和规则,但并不仅仅是概念。对于一个联网计算机而言,协议是用于处理计算机网络中各个计算机之间通信的一个或一组程序。

一般来说,协议由语法、语义和时序三部分组成。

(1) 语义。规定通信双方彼此“讲什么”,即确定协议元素的类型,如规定通信双方要发出什么控制信息,执行的动作和返回的应答。

(2) 语法。规定通信双方彼此“如何讲”,即确定协议元素的格式,如数据和控制信息的格式。

(3) 时序。规定事件执行的顺序,即“什么时候讲”,以确定通信过程中通信状态的变化,通常可以用状态图来描述,如规定正确的应答关系即属定时关系问题。

在计算机网络中,为了实现各种服务功能,各实体之间经常要进行各种各样的通信和对话,所以协议是计算机网络中的极其重要的一部分。

#### 2. 网络协议的层次化方法

计算机网络是一个极为复杂的系统,为了减少设计的复杂程度,通常把计算机网络的功能划分为若干个层次,较高层次建立在较低层次基础上,并为比自己更高层次提供必要的服务功能。网络的层数、每层的名字、功能和向上层提供的服务都随网络不同而不同,但其共同点是较低层为较高一层提供服务,且低层功能具体实现方法的变更不影响较高一层所执行的功能。网络功能与协议的层次化是现代计算机网络体系结构的基本框架。

根据上述对网络功能进行划分的思想,把网络功能划分成多个层次。同一计算机网络设备的各个功能层之间可以进行对话,层与层之间对话的规则和惯例就是该层的协议。不同计算机上网络设备的对应层所含的两个实体,被称为同层实体或同等进程,同等进程通过相应层的协议进行通信。不过,不同计算机网络设备上的对应层之间的协议通信是虚拟的。

#### 3. 层次化协议的运行机制

实际上,数据流并不在两个同等层(不同机器上的对应层)之间直接流动,而是在同一机器上相邻的两层(如  $N$  层与  $N+1$  层,或  $N$  层与  $N-1$  层)之间流动,相邻层之间的界面称为接口。

数据流的流动方向是:用户(进程)数据进入第 7 层,装上第 7 层协议的控制信息后作为第

6层的数据送给第6层,在第6层上装上第6层协议控制信息后作为第5层的数据送给第5层,依此进行下去,每一层都附加上该层协议的控制信息后作为数据送给下一层,一直到第1层后,直接通过介质发送给对方网络设备。对方网络设备接收到数据后,先将第1层的协议控制信息去掉后作为第2层数据向上送往第2层,到了第2层数据又去掉第2层协议控制信息后作为第3层数据向上送往第3层,依此进行下去(见图1.2),直到去掉第7层协议控制信息后,将原用户数据送给该网络设备的用户(进程)。

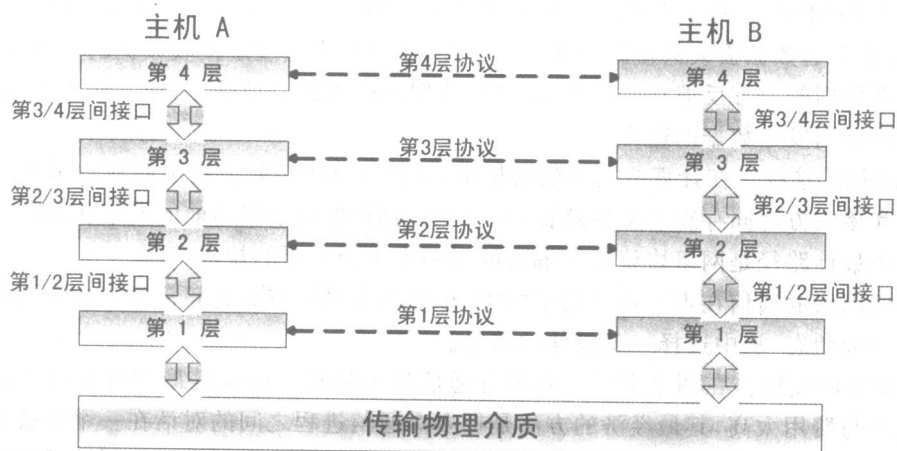


图 1.2 协议层次化结构

#### 4. 层次化协议的特点

从上述对协议层次结构中数据的流动方式的描述可以看出,由于高一层数据不含低层协议控制信息,使得相邻层之间保持相对独立性。亦即低层协议实现方法的变化不影响高一层功能的执行(只要接口关系不变)。

在协议层次结构中,相邻两层之间的接口定义了本层的基本操作和向上一层提供的服务。当网络设计者决定了整个网络所分的层数以及每一层的功能后,最重要的就是正确定义相邻两层之间的接口,该接口应将通过接口的信息流减到最少,以便两层之间的接口都定义好后,剩下的工作就是编程实现各层的功能。

这种层次化的定义和设计方法,减少了编程的难度,提高了程序运行的效率,并且易于调试和正确实现。

#### 5. 层次化应解决的共同问题

在层次化协议结构中,每一层的不同功能具有相应的协议,每一个协议除了要解决各自的关键问题外,还有一些问题是必须由所有协议层共同解决的问题,或是多数协议层都要解决的问题,这些问题主要有:

(1) 连接的建立。在各个协议层中要解决的问题不止一个,因而包含有多个进程,从而需要有一种机构,把有相互数据通信要求的两个进程临时连接起来。因此,各个层的协议应具有寻址能力,以便完成进程之间的数据通信与交换。

(2) 连接的拆除。当协议层中的两个进程通信结束后,要及时切断它们之间的临时连接,以释放它们所占资源。

(3) 方向的确定。无论在某个协议层内还是协议层之间,数据传输方向可以是单向,也可