

教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会规划教材

网络服务配置与应用

张永周 程治国 主编



Network Technology Series

网络技术系列

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会规划教材

网络服务配置与应用

主 编 张永周 程治国

副主编 赵培琨 潘 军 莫足琴

参 编 陈冠男 陈素美

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

7P368.5/VV

内 容 简 介

本书按照“项目导向，任务驱动”的方式进行内容组织和安排，按照“理论知识和实践操作相结合、简单任务和复杂任务相结合、课程教学和工作实际相结合”的原则进行编写，具体配置案例都来源于某职业技术学院，突出内容的真实性和实践性，注重对读者职业岗位能力的培养。

本书共分为9个单元、17个任务，包括配置服务器IP地址、配置DNS服务、配置FTP服务、配置Web服务、配置DHCP服务、配置邮件服务、配置流媒体服务、网络代理服务和NAT技术、配置VPN服务。

本书适合作为高职高专院校计算机网络技术专业及相关专业的教学用书，也可作为各类网络培训班的培训资料，以及广大网络爱好者自学网络管理技术的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

网络服务配置与应用 / 张永周，程治国主编. —北京：中国铁道出版社，2011.5
教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会规划教材

ISBN 978-7-113-12585-1

I. ①网… II. ①张… ②程… III. ①网络服务器—配置—高等职业教育—教材 IV. ①TP368.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第053610号

书 名：网络服务配置与应用

作 者：张永周 程治国 主编

策划编辑：翟玉峰

责任编辑：鲍 闻

封面设计：付 巍

责任印制：李 佳

读者热线：400-668-0820

封面制作：白 雪

出版发行：中国铁道出版社（北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码：100054）

印 刷：北京新魏印刷厂

版 次：2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：13 字数：309千

印 数：3 000册

书 号：ISBN 978-7-113-12585-1

定 价：22.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材研究开发中心批销部联系调换。

教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会规划教材

主 任：温 涛

副主任：孙 湧 严晓舟

编 委：（按姓氏笔画排序）

丁桂芝	王 勇	王公儒	石 硕	史宝会
刘甫迎	刘晓川	刘海军	刘福新	安志远
许洪军	杨洪雪	杨俊清	吴建宁	邱钦伦
邹 翔	宋汉珍	张晓云	陈 晴	赵凤芝
胡昌杰	秦绪好	徐 红	褚建立	翟玉峰

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》文件指出,职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。到2020年,形成适应经济发展方式转变和产业结构调整要求、体现终身教育理念、中等和高等职业教育协调发展的现代职业教育体系,满足人民群众接受职业教育的需求,满足经济社会对高素质劳动者和技能型人才的需要。

高等职业教育肩负着培养生产、建设、服务和管理第一线高素质技能型专门人才的重要使命,在对经济发展的贡献方面具有独特作用。十多年来,我国高等职业教育规模迅速扩大,为实现高等教育大众化发挥了积极作用。同时,高等职业教育也主动适应社会需求,坚持以服务为宗旨,以就业为导向,走产学研结合发展的道路,切实把改革与发展的重点放到加强内涵建设和提高教育质量上来,更好地为我国全面建设小康社会和构建社会主义和谐社会,建设人力资源强国做出贡献。自1998年以来,我国高职院校培养的毕业生已超过1300万人,为经济领域内的各行各业生产和工作第一线培养了大批高素质技能型专门人才。目前,全国高等职业院校共有1200余所,年招生规模达到310万人,在校生达到900万人;高等职业院校招生规模占到了普通高等院校招生规模的一半,已成为我国高等教育的“半壁江山”。

《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件指出,课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量。文件中还指出,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。重视优质教学资源和网络信息资源的利用,把现代信息技术作为提高教学质量的重要手段,不断推进教学资源的共建共享,提高优质教学资源的使用效率,扩大受益面。

为落实教高[2006]16号文件精神,教育部高等学校高职高专计算机类专业教学指导委员会(简称“计算机教指委”)于2009年11月19日在陕西西安召开“高职高专计算机网络专业教学改革研讨会”,就高职高专计算机网络专业的专业建设、教学模式、课程设置、教材建设等内容进行了研讨,确定了计算机网络技术专业建设的三个方向:即计算机网络工程与管理、计算机网络安全和网站规划与开发。2010年计算机教指委承办的全国职业院校技能大赛高职组的“计算机网络组建与安全维护”竞赛,对未来高等职业教育计算机网络专业的改革和发展也起到了重要的促进作用。

中国铁道出版社为配合落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》,贯彻全国高等职业教育改革与发展工作会议精神,与计算机教指委合作,组织高职院校一线教师及行业企业共同开发了这套计算机网络技术专业教材。本套教材以课程建设为核心,以教育部计算机网络大赛为契机,本着以服务为宗旨,以就业为导向,积极围绕职业岗位人才需求的总目标和职业能力需求,根据不同课程在课程体系中的地位及作用,根据不同工作过程,将课程内容、教学方法和手段与课程教学环境相融合,形成了以工作过程对知识的基本要求为主体的围绕问题中心的教材和以基础能力训练为核心的围绕基础训练任务的教材、以岗位综合能力训练为核心的以任务为中心的教材等多种教材编写形式。

关于服务器配置的教材有很多,在编写本书之前,我们一直思考这样的问题“究竟采用什么样的组织形式更容易让读者接受?”,“究竟编写什么样的内容更受读者欢迎?”,最后我们找到了答案。

采用实际任务案例的形式编写内容更符合实际岗位需求,也更容易让读者接受,所以本书按照“项目导向、任务驱动”的形式编写了9个单元的内容,设计了17个典型的配置任务,真正体现了基于岗位能力培养学生的教学目的。

采用“基本任务”和“拓展任务”相结合的形式组织内容,更贴近学生的认知过程,也更接近于岗位的实际要求,所以我们首先通过基本任务案例让学生掌握基于 Windows 环境的基本网络服务配置方法;而扩展任务则通过当前主流的技术实现较为复杂而实际的网络服务配置;不同层次配置任务的结合既兼顾了教学,又兼顾了实际岗位需求。

本书所有单元内容都围绕某职业技术学院的实际网络服务配置进行内容的组织和整理,各单元具体内容安排如下:

单元1:配置服务器IP地址。本单元主要讲述了配置网络服务所需的基础知识和服务器IP地址的配置,为后续单元任务的实施奠定理论基础,也为其实地操作提供技术铺垫。

单元2:配置DNS服务。基本任务通过学院DNS服务器的配置案例讲述DNS服务的相关理论知识及基本配置过程;拓展任务讲述域名注册的相关知识和该学院域名注册的具体过程。

单元3:配置FTP服务。基本任务通过学院基于IIS下实现基本FTP服务的配置案例讲述了FTP的相关理论知识及基本配置过程;拓展任务通过Serv-U实现该学院具有嵌套目录特性的FTP服务器配置过程。

单元4:配置Web服务。基本任务通过学院基于IIS发布静态网页的配置案例讲述了Web服务的相关理论知识及基本配置过程;拓展任务通过IIS发布该学院基于SQL Server+ASP.NET开发的动态网站。

单元5:配置DHCP服务。基本任务通过DHCP服务器为学院同一子网的所有计算机动态分配IP地址的案例讲述DHCP服务的相关理论知识及基本配置过程;拓展任务讲述了通过DHCP中继代理服务器实现跨子网进行动态IP地址分配的过程。

单元6:配置邮件服务。基本任务通过配置SMTP服务和POP3服务实现学院局域网内电子邮件收发的配置案例讲述邮件服务的相关理论知识及基本配置过程;拓展任务讲述了通过Winmail Mail Server架设基于Web访问的邮件服务器。

单元7:配置流媒体服务。基本任务通过Windows Media服务器实现学院视频点播的配置案例讲述流媒体的相关类型知识和配置技巧;拓展任务通过Helix Server改进该学院的视频点播系统和管理平台。

单元8:网络代理服务和NAT技术。基本任务通过RRAS系统组件实现学院的NAT转换上网配置案例讲述NAT的相关理论知识和配置技巧;拓展任务通过CCProxy实现学院的代理上网及上网管理功能。

单元9:配置VPN服务。基本任务通过基于PPTP的远程访问VPN实现对学院内网资源访问的配置案例讲述VPN的相关理论知识和配置技巧;拓展任务通过基于IPSec的远程网络互联

VPN 实现学院总部和分校区的网络互联。

本书层次清晰,概念准确,理论与实践相结合,符合高职高专学校的教育规律及教育特点,注重学生基本能力及核心能力的培养。

本书由张永周、程治国任主编,赵培琨、潘军、莫足琴任副主编。第1单元由张永周编写,第2、5单元由赵培琨编写,第3单元由程治国编写,第4单元由陈素羨编写,第6单元由莫足琴编写,第7、8单元由潘军编写,第9单元由程治国、陈冠男编写。张永周、程治国设计了全书结构,并做了全书的统稿工作。本书编写过程中参阅了大量书籍和网站中的相关技术资料,在此表示感谢。

由于时间仓促,编者学识有限,书中瑕疵和不妥之处在所难免,望读者不吝赐教。

编者

2011年4月

目 录

CONTENTS

单元 1 配置服务器 IP 地址 1

相关知识

1. Internet/Intranet 概述 1
2. 网络体系结构 5
3. IP 地址与子网掩码 12

单元 2 配置 DNS 服务 22

相关知识

1. DNS 概述 22
2. DNS 查询工作原理 24

单元 3 配置 FTP 服务 43

相关知识

1. FTP 的概念 43
2. FTP 的工作原理 43
3. FTP 服务的应用 45

单元 4 配置 Web 服务 66

相关知识

1. Web 的概念 66
2. Web 的实现原理 67
3. Web 服务的应用 67

单元 5 配置 DHCP 服务 93

相关知识

1. DHCP 概述 93

2. 使用 DHCP 分配 IP 地址的优缺点 94

3. DHCP 地址租约过程 94

单元 6 配置邮件服务 115

相关知识

1. 了解电子邮件地址 115
2. 电子邮件系统的组成 115
3. 电子邮件的邮递机制 116
4. 邮件服务器的类型 116

单元 7 配置流媒体服务 131

相关知识

1. 流媒体的基本概念 131
2. 流式传输的分类 132
3. 网络传输与控制协议 132

单元 8 网络代理服务和 NAT 技术 158

相关知识

1. 网络接入的概念 158
2. 网络接入的方法与分类 159

单元 9 配置 VPN 服务 173

相关知识

1. VPN 的基本概念 173
2. VPN 的工作原理 175
3. VPN 的实现意义 175

参考文献 198

单元1

配置服务器 IP 地址

随着社会信息化进程的不断发 展，社会和经济的各个方面正在发生着深刻的变革，各企事业单位信息化建设方兴未艾。单位内部网络硬件设施建设完成，交换机、防火墙、路由器等网络设备经过配置、调试之后，如果已经连接了互联网，网络内部用户就可以享受互联网上提供的各类服务。但是，企事业单位建设内部网络的主要目的是促进本单位的信息化应用，建设内部网络应用系统，提高管理效率和水平。因此，建设内部网络的各类服务系统是企事业单位完成网络建设后的重要内容。



任务描述

某学院校园网硬件设施建设完成后，需要在校园网上架设服务器，为校内和校外用户提供 WWW、电子邮件（E-mail）、文件传输（FTP）、域名（DNS）、流媒体等服务。

服务器硬件和操作系统安装完成后，在配置各种服务之前，必须指定各服务器的 IP 地址并进行连通性测试，为后续各类服务的配置奠定基础。



相关知识

1. Internet/Intranet 概述

(1) Internet 的起源

Internet 最早起源于美国高级研究计划署（ARPA，美国国防部高级研究计划署 DARPA 的前身）的 ARPANET。该网于 1969 年投入使用，开始只有 4 个结点，成为计算机网络诞生的标志。ARPANET 主要用于军事研究，它研究和建设的指导思想是：网络必须经受得住故障的考验而维持正常的工作，一旦发生战争，当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时，网络的其他部分应能维持正常的通信工作。

1975 年，ARPANET 结束试验阶段。到 1976 年，ARPANET 已发展到 60 多个结点，连接了 100 多台主机，跨越整个美国大陆，并通过卫星连至夏威夷，触角延伸至欧洲，形成了覆盖世界范围的通信网络。

ARPANET 随着用户的增多，覆盖范围的增大，原有的专为单个网络设计的管理技术已不能满足使用要求，必须加以改进。事实上，在 ARPANET 仍处于试验阶段时，人们已发现当时 ARPANET 选择的协议并不适合在多个网络上运行，许多人已经开始各种协议的研究，最著名的研究成果是文顿·瑟夫（Vinton Cerf）和罗伯特·卡恩（Robert Kahn）于 1974 年底提出的 TCP/IP

协议集。

1983年1月1日,运行了较长时间的NCP(Network Core Protocol)被停止使用,TCP/IP协议集作为因特网上所有主机间的共同协议,并将TCP/IP协议集成在Berkeley UNIX操作系统中,从此TCP/IP协议集被作为一种必须遵守的规则被肯定和应用。TCP/IP协议集在ARPANET上的应用,使得ARPANET成为初期Internet的骨干网。

由于ARPANET是美国国防部所管辖的网络,不可避免地限制了一些大学使用ARPANET,为此美国国家科学基金会(NSF)于1985年开始着手筹建一个向所有大学开放的计算机网络。NSF建设了连接全美6个超级计算机中心的骨干网,并且筹集资金将大约20个地区网连接到骨干网上,鼓励学校和研究部门就近连入地区网,共享超级计算机中心的资源;骨干网和地区网的整个网络被称为NSFNET,所有NSF资助的网络都采用TCP/IP协议集并连接ARPANET,作为Internet的一部分。

与此同时,其他国家和地区也建立了类似于NSFNET的网络,这些网络通过通信线路同NSFNET或ARPANET相连。20世纪80年代后期,人们将这些互联在一起的网络看做一个互联网络,并以Internet来命名。

到了20世纪90年代,美国政府意识到仅靠政府资助,难以适应应用的发展需求,鼓励商业部门介入。MCI、IBM和MERIT公司联合组建ANS(高级网络和服务公司),建立覆盖全美的ANSNET,连接ARPANET和NSFNET。随后,DARPA和NSF取消对ARPANET、NSFNET的资助,Internet开始商用。商业机构的介入,出现大量的ISP和ICP,不断丰富Internet的服务和内容。

Internet的规模一直呈指数增长,除了网络规模的扩大,Internet应用领域也走向多元化。最初的网络应用主要是电子邮件、新闻组、远程登录和文件传输,网络用户主要是科技工作者。然而到了20世纪90年代早期,一种新型的网络应用——万维网问世后,瞬间将无数非学术领域的用户带进了网络世界。万维网以其信息量大、查询快捷方便而很快被人们所接受。随着多媒体技术的应用,Internet已经实现了网上购物、远程教育、远程医疗、视频点播、视频会议等应用,Internet的应用领域已经深入到社会生活的方方面面。

(2) Intranet 简介

Intranet又称为企业内部网,是一个企业或组织建立的相对独立的内部网络。它以TCP/IP协议作为基础,以Web为核心应用,可以提供Web、邮件、FTP、Telnet等功能强大的服务。Intranet为企业提供了一种能充分利用通信线路、经济而有效地建立企业内部网的方案,Intranet能够大大提高企业的内部通信能力和信息交换能力,企业可以有效地进行财务管理、供应链管理、进销存管理、客户关系管理等。Intranet的示意图如图1-1所示。

Intranet既可以独立存在,又可以与Internet相连。与Internet连接后,可以实现因特网的应用。

Intranet在企业内部是分层次开放的,所有信息和人员实行分类管理,通过设定访问权限来保证安全,但对于外来人员进入网络,则有着严格的授权。因此,网络完全是根据企业的需要来控制的。

Intranet与Internet相比,可以说Internet是面向全球的网络,而Intranet则是Internet技术在企业机构内部的实现,它能够以极少的成本和时间将一个企业内部的大量信息资源高效共享。

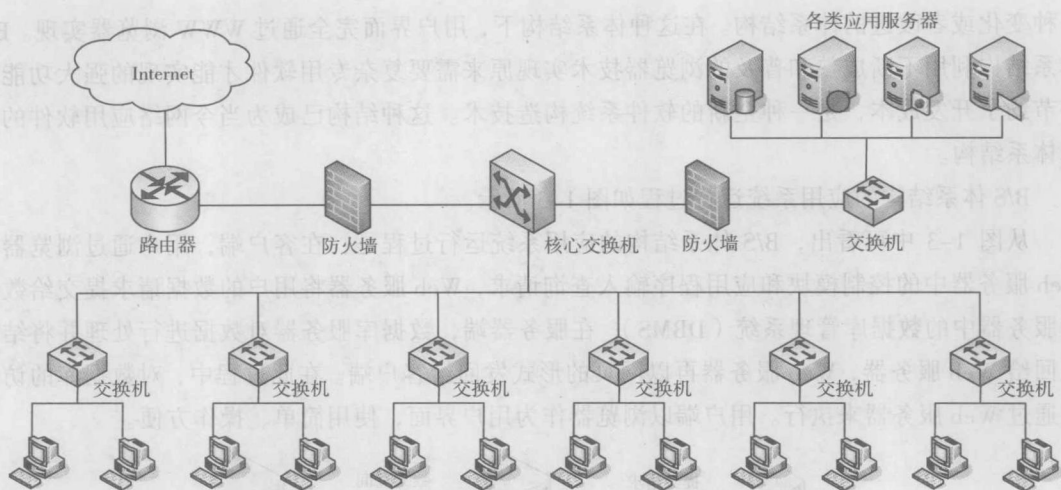


图 1-1 Intranet 示意图

(3) 客户/服务器体系结构与浏览器/服务器体系结构

网络技术的发展和网络的逐渐普及，加速了社会信息化的进程，各类网络应用系统层出不穷，计算模式从早期的集中式转向了分布式，尤其是基于 Web 的信息发布等技术的飞速发展，导致应用系统的体系结构从客户/服务器体系结构向更加灵活的多级分布结构演变，使得网络应用系统的体系结构逐渐向浏览器/服务器体系结构转变。

① 客户/服务器体系结构 (Client/Server System)。

客户/服务器体系结构（简称 C/S 体系结构）是把某项应用或软件系统按逻辑功能划分为客户端软件部分和服务器端软件部分。客户端软件部分一般负责数据的表示和应用，接收用户的数据处理请求并将之转换为对服务器的请求，要求服务器为其提供数据的检索、处理和存储服务；服务器端软件负责接收客户端软件发来的请求并提供相应服务。客户/服务器体系结构是企业内部网中最重要的应用技术之一。

C/S 体系结构示意图如图 1-2 所示。

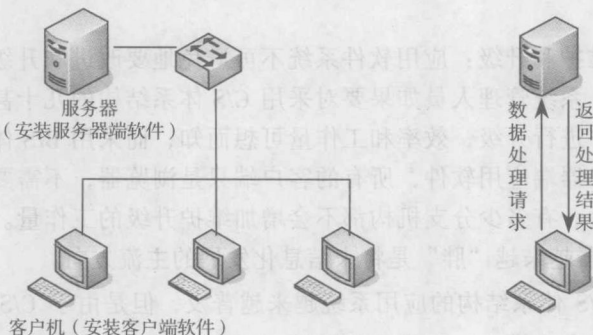


图 1-2 C/S 体系结构示意图

② 浏览器/服务器体系结构 (Browser/Server System)。

浏览器/服务器体系结构（简称 B/S 体系结构）是随着 Internet 技术的兴起，对 C/S 结构的

一种变化或者改进的体系结构。在这种体系结构下,用户界面完全通过 WWW 浏览器实现。B/S 体系结构利用不断成熟和普及的浏览器技术实现原来需要复杂专用软件才能实现的强大功能,并节约了开发成本,是一种全新的软件系统构造技术。这种结构已成为当今网络应用软件的首选体系结构。

B/S 体系结构的应用系统运行过程如图 1-3 所示。

从图 1-3 中可看出, B/S 体系结构的应用系统运行过程是:在客户端,用户通过浏览器向 Web 服务器中的控制模块和应用程序输入查询请求, Web 服务器将用户的数据请求提交给数据库服务器中的数据库管理系统 (DBMS); 在服务器端, 数据库服务器对数据进行处理并将结果返回给 Web 服务器, Web 服务器再以网页的形式发回给客户端。在此过程中, 对数据库的访问要通过 Web 服务器来执行。用户端以浏览器作为用户界面, 使用简单、操作方便。



图 1-3 B/S 体系结构的应用系统运行过程

③ C/S 体系结构与 B/S 体系结构的比较。

两种体系结构主要从以下两个方面进行对比:

- 应用服务器运行负荷: C/S 体系结构的应用系统由两部分组成, 即客户应用程序和数据库服务器程序, 运行数据库服务器程序的主机, 也称为应用服务器。客户端应用程序负责大部分的业务数据运算和处理, 当需要对数据库中的数据进行读取和存储操作时, 客户端应用程序就向数据库服务器程序发出请求, 数据库服务器程序根据预定的规则作出应答, 返回结果, 因此, 应用服务器运行负荷较轻。

由于 B/S 体系结构的应用软件只安装在服务器端 (Server), 所有客户端浏览器都要访问应用服务器, 应用服务器运行负荷较重, 一旦服务器发生故障, 整个应用系统的运行将停止, 对单位业务的正常进行将产生严重影响, 因此必须配备高性能、热备份的应用服务器, 以保证应用系统的正常运行。

- 应用软件系统维护和升级: 应用软件系统不可避免地要改进和升级, 对一个规模稍大一点的单位来说, 系统管理人员如果要对采用 C/S 体系结构的几十甚至上百台计算机上的客户端应用程序进行升级, 效率和工作量可想而知; 而采用 B/S 体系结构, 系统管理人员只需升级服务器端应用软件, 所有的客户端只是浏览器, 不需要做任何变更, 无论用户的规模有多大、有多少分支机构都不会增加维护升级的工作量。所以, 客户机越来越“瘦”, 而服务器越来越“胖”是将来信息化发展的主流方向。

在世界范围内, B/S 体系结构的应用系统越来越普及, 但是由于 C/S 体系结构的应用系统交互性强、具有安全的存取模式、网络通信量低、响应速度快、利于处理大量数据等优点, 在企业信息化过程中经常出现 B/S 体系结构和 C/S 体系结构共有的混合体系结构。

本书主要讲述和练习 B/S 体系结构应用系统中服务器各类服务的配置和应用。

2. 网络体系结构

自 20 世纪 60 年代以来, 计算机网络飞速发展, 目前已成为一种复杂、多样的大系统。计算机网络的实现要解决很多复杂的技术问题: 支持多种通信媒体 (如电话线、铜缆、光纤、微波等); 支持多厂商、异种机互联, 包括软件的通信约定至硬件接口的规范; 支持多种业务, 如批处理、交互分时、数据库应用等; 支持高级人机接口, 满足人们对多媒体日益增长的需求。正如结构化程序设计中复杂问题的模块化分层处理一样, 在处理计算机网络这种复杂系统时也是把复杂的大系统分层处理, 每层完成特定功能, 各层协调起来实现整个网络系统的功能, 如图 1-4 所示。

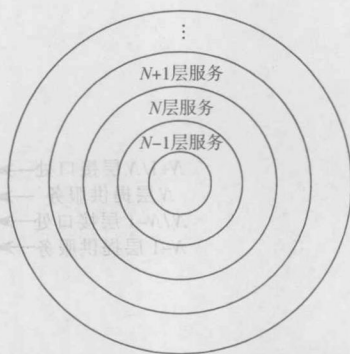


图 1-4 网络体系分层服务结构示意图

在图 1-4 所示的一般分层结构中, N 层是 $N-1$ 层的用户, 又是 $N+1$ 层的服务提供者。 $N+1$ 层虽然只直接使用了 N 层提供的服务, 但实际上它通过 N 层还间接地使用了 $N-1$ 层以及以下所有各层的服务。

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。

(1) 网络通信的流程及网络体系结构

为了理解计算机网络通信的流程, 下面以社会生活中邮政系统为例来说明。一封信件从发信人到收信人的历程如图 1-5 所示。

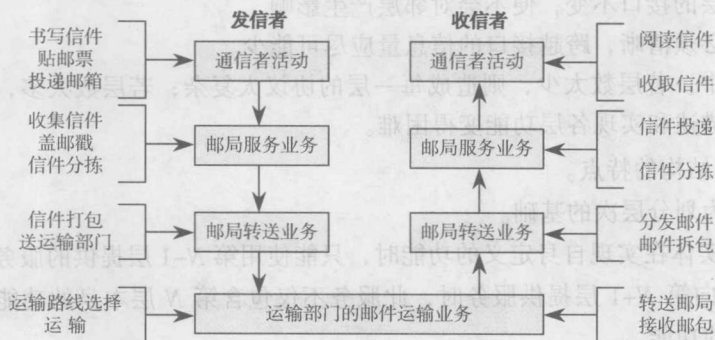


图 1-5 邮政系统信件发送和接收示意图

在图 1-5 中可以看出, 在发信过程中, 经过邮政系统不同部门对信件进行收集、分拣、打包, 再通过运输部门送到收信人所在地的邮局; 在收信过程中, 收信人所在地邮局对信件进行拆包、分拣、投递, 收信人收到信件。在此流程中, 相邻的每个环节间均有相关规定。同样, 在信件收发两地的邮局之间, 信件的收集和投递、分拣、打包和拆包等对应环节, 也均有相关的规定, 从而保证了信件准确、高效地传递。

网络通信的流程和上述信件收发流程类似, 网络通信也建立了相应的网络体系。网络体系就是为了完成计算机间的通信合作, 把每个计算机互联的功能划分成具有明确定义的层次, 规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。网络体系一般以垂直分层模型来表示, 如图 1-6 所示。将这些同层进程通信的协议以及相邻层的接口统称为网络体系结构。

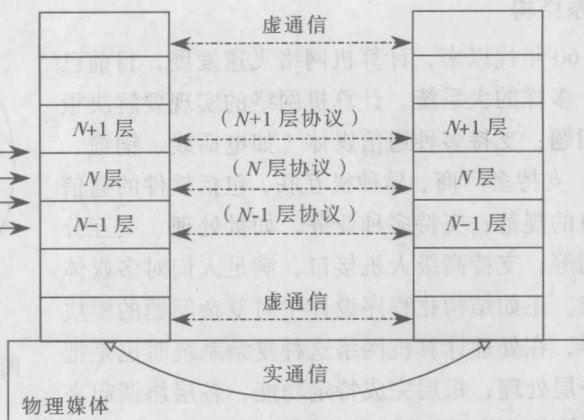


图 1-6 网络体系垂直分层模型

① 层次结构划分的要点。

- 除了在物理媒体上进行的是实通信之外，其余各实体对等层次间进行的都是虚通信。
- 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- N 层的虚通信是通过 $N/N-1$ 层间接口处 $N-1$ 层提供的服务以及 $N-1$ 层的通信（通常也是虚通信）来实现的。

② 层次结构划分的原则。

- 每层的功能应是明确的，并且是相互独立的。当某一层的具体实现方法更新时，只要保持上、下层的接口不变，便不会对邻层产生影响。
- 层间接口必须清晰，跨越接口的信息量应尽可能少。
- 层数应适中。若层数太少，则造成每一层的协议太复杂；若层数太多，则体系结构过于复杂，使描述和实现各层功能变得困难。

③ 网络体系结构的特点。

- 以功能作为划分层次的基础。
- 第 N 层的实体在实现自身定义的功能时，只能使用第 $N-1$ 层提供的服务。
- 第 N 层在向第 $N+1$ 层提供服务时，此服务不仅包含第 N 层本身的功能，还包含由下层服务提供的功能。
- 仅在相邻层间有接口，且所提供服务的实现细节对上一层完全屏蔽。

④ 网络协议。

在网络系统中，为了保证数据通信双方能正确而自动地进行通信，针对通信过程的各种问题，制定了一整套约定，这就是网络系统的通信协议。通信协议是一套语义和语法规则，是为同等实体之间的通信而制定的有关通信规则、约定的集合。通信协议具有以下特点：

- 协议具有层次性。这是由于网络体系结构是有层次的。通信协议被分为多个层次，在每个层次内又可以被分成若干个子层次，协议各层次有高低之分。
- 通信协议具有可靠性和有效性。如果通信协议不可靠就会造成通信混乱和中断，只有通信协议有效，才能实现系统内各种资源共享。

网络协议主要由 3 个要素组成：

- 语义。协议的语义是指对构成协议的协议元素含义的解释，即“讲什么”。不同类型的协议元素规定了通信双方所要表达的不同内容。
- 语法。语法是用于规定将若干个协议元素和数据组合在一起来表达一个更完整的内容时所应遵循的格式。即对所表达内容的数据结构形式的一种规定，即“怎么讲”。
- 规则。即规定了事件的执行顺序。例如，在双方通信时，首先由发送方发送一份数据报文，如果接收方收到的是正确的报文，就应遵循协议规则，利用协议元素 ACK 来回答对方，以使发送方知道其所发出的报文已被正确接收；如果接收方收到的是一份错误报文，便应按规则用 NAK 元素做出回答，以要求发送方重发刚刚发过的报文。

综上所述，网络协议实质上是计算机对等实体间通信时所使用的一种语言。

(2) OSI/RM 开放网络体系结构

计算机网络诞生以来，世界上各大计算机厂商相继推出结合自己产品的网络体系结构，多种网络体系结构并存，不相兼容。为了促进计算机网络的发展，国际标准化组织（ISO）在现有网络的基础上，于 1983 年提出了不基于具体机型、操作系统或公司的网络体系结构——OSI/RM。

OSI/RM（开放系统互连参考模型，Open System Interconnection/Reference Model）是国际标准化组织（ISO）在网络通信方面所定义的标准化开放式计算机网络层次结构模型，这是一个定义不同计算机系统联网标准的体系结构。“开放”一词的准确含义是指任何两个遵守该模型和有关协议标准的计算机系统均能实现网络互连。该模型是根据层次结构划分的原则，参照已有的网络体系结构制定的。它将网络通信任务划分为 7 个功能层，从下往上分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，并规定了每层功能以及不同层如何协作完成网络通信。OSI 参考模型结构如图 1-7 所示。

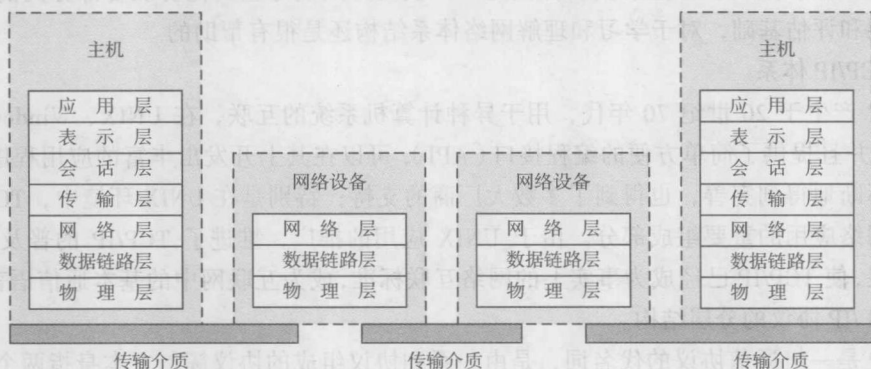


图 1-7 OSI 参考模型结构

OSI 模型数据传输过程的原理是：一个进程的数据从应用层开始往下传送，在每一层（第 1 层除外）都要给数据单元加上头部，在第 2 层还要加上尾部。当格式化后的数据单元通过物理层时，就变成电磁信号并沿着一条物理链路传输。电磁信号到达目的端时，信号进入物理层并转换回数字形式，数据单元再向上通过 OSI 各层。当每个数据块到达上一层时，要移去在对应的发送层所加的头部和尾部，然后进行该层的相应处理。传输示意图如图 1-8 所示。

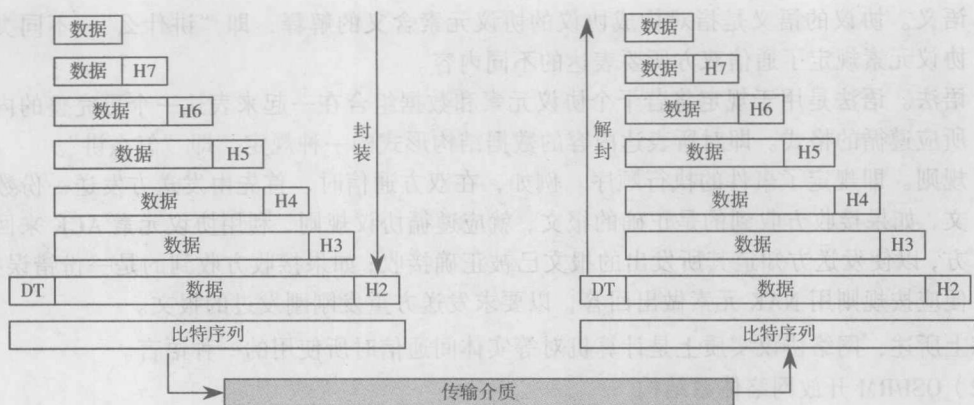


图 1-8 OSI 模型数据传输过程

OSI/RM 包括了体系结构、服务定义和协议规范三级抽象。OSI/RM 的体系结构定义的七层模型，用以规范进行进程间的通信，并作为一个框架来协调各层标准的制定；OSI 的服务定义描述了各层所提供的服务，以及层与层之间的抽象接口和交互用的服务原语；OSI 各层的协议规范，精确地定义了应当发送何种控制信息及何种过程来解释该控制信息。

有了这个开放的系统互连参考模型，各网络设备厂商和应用软件开发商就可以遵照共同的标准来开发网络硬件和软件，实现不同计算机系统间的网络应用。

但是，OSI 由于体系比较复杂，而且设计先于实现，有许多设计过于理想，不太方便通过计算机软件实现，因而一直没有成熟的完全遵从 OSI 参考模型的协议体系，影响了软硬件厂商对 OSI 的支持。

虽然 OSI 协议集还没有完全实现，但是 OSI 模型为人们考查其他协议各部分间的工作方式提供了框架和评估基础，对于学习和理解网络体系结构还是很有帮助的。

(3) TCP/IP 体系

TCP/IP 产生于 20 世纪 70 年代，用于异种计算机系统的互联，在 UNIX、Windows 平台中都可实现，并且提供了简单方便的编程接口（API），可以在其上开发出丰富的应用程序。TCP/IP 通过实践不断地得到完善，也得到了多数大厂商的支持；特别是在 UNIX 环境中，TCP/IP 已成了其实现网络应用的重要组成部分。由于 UNIX 应用的推广，推进了 TCP/IP 的普及。Internet 的迅速发展，使 TCP/IP 已经成为事实上的网络互联标准，成为互联网中的基本通信语言或协议。

① TCP/IP 协议的分层结构。

TCP/IP 是一组通信协议的代名词，是由一系列协议组成的协议簇，它本身指两个协议集：TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）和 IP（Internet Protocol，网际协议）。

TCP/IP 也是一个分层的网络协议体系，不过它与 OSI 参考模型分层有所不同，TCP/IP 协议体系从底至顶分为网络接口层、互连网络层、传输层、应用层 4 个层次，与 OSI/RM 七层模型的层次对照如图 1-9 所示。

下面简要介绍 TCP/IP 协议体系结构的层次构成：

- 网络接口层（也称主机-网络层）：TCP/IP 网络体系结构对互连网络层之下未加定义，只指出主机必须通过某种协议连接到网络，才能发送 IP 分组。该层协议未定义，随不同主机、不同网络而不同，因此主机到网络层称为网络接口层。