

高等院校职业技能鉴定系列教材

IP数据通信

孙青华 主 编
滕贺颖 张曙光 副主编

黄克新 主审



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等院校职业技能鉴定系列教材

IP 数据通信

IP Shuju Tongxin

孙青华 主 编

滕贺颖 张曙光 副主编

黄克新 主 审



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书以 IP 数据通信网为主线,分基础篇、设备篇和维护篇。基础篇主要介绍 IP 数据通信网络的主要协议、网络架构、主要业务、网络管理和网络安全等基础知识;设备篇围绕以太网交换机、路由器、DSLAM 和宽带接入服务器等数据通信的主要设备进行介绍;维护篇对数据通信网络常用维护工具的使用方法和日常维护管理程序等维护常识进行了讲述。

本书既可作为高等职业院校数据通信相关专业课教材,也可作为电信运营商或设备供应商 IP 网络维护人员的上岗培训教材和数据通信职业技能鉴定的培训教材,是数据通信系统及网络通信工程技术人员应配备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

IP 数据通信/孙青华主编. —北京:高等教育出版社,2010.8

ISBN 978-7-04-029896-3

I. ①I… II. ①孙… III. ①数据通信-通信网-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TN919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 094132 号

策划编辑 牛旭东 责任编辑 牛旭东 封面设计 张志 责任绘图 尹莉
版式设计 余杨 责任校对 金辉 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.75
字 数 360 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 8 月第 1 版
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷
定 价 29.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 29896-00

前 言

随着 IP 网络向应用宽带化、业务综合化、管理可控化和运营精细化方向的发展,IP 网络已经成为颠覆传统电信业务、承载新型网络业务的电信基础传输网络,从传统的 Internet 数据业务(上网、E-mail 等)和简单的多业务演变成高品质增值业务承载网,并具有对每一种业务识别分类、区分服务的控制能力。随着 IP 网络通信业务的开展,对网络和运营的要求也不断提升,IP 网络必须能够满足可运营可管理、提供多业务承载能力、具有业务质量保证和业务安全的要求。

针对高等职业院校数据通信相关专业的人才培养方案的要求,编写了《IP 数据通信》教材,旨在为高等职业院校数据通信及相关专业的学生提供一个全面的 IP 网络认知平台,为毕业后的岗位任职打下良好的基础。本书在编写时突出了系统性、先进性和实用性。系统性是指本书全面地论述了宽带网络的网络架构、协议、技术和设备,内容翔实,体系完善,便于学习;先进性是指在内容处理上除较完备地介绍了传统 IP 技术外,还突出了软交换、QoS 等 IP 网络的新技术;实用性是指针对现有 IP 网络的主流设备及设备维护的相关内容组织编写,可以为读者的岗位任职提供实际指导。

本书分为基础篇、设备篇和维护篇。1~6 章为基础篇,主要介绍 IP 宽带网络的主要协议、网络架构、主要业务、网络管理和网络安全的相关问题;7~10 章为设备篇,分别介绍 IP 宽带网络中的 4 种主要设备:以太网交换机、路由器、DSLAM 和宽带接入服务器;11、12 章为维护篇,介绍了网络常用维护工具的使用方法和日常维护管理应遵循的程序。

本书既可作为高等职业院校数据通信相关专业的专业课教材,也可作为电信运营商或设备供应商 IP 网络维护人员的上岗培训教材。同时对于有志于从事电信 IP 网络维护的工程技术人員,本书也是一本很好的参考读物。

本书第 1 章至第 6 章由孙青华、张曙光、徐筱麟、陈丽花、张宏苏、堵雯曦编写,第 7 章至第 10 章由施扬、滕贺颖、张广纯、向九松、丁玮、黎德琛编写,第 11 章、第 12 章由向九松、柏林、林玲、张丛生、黄甫喜、刘晓梅编写。孙青华、滕贺颖对全书进行了统稿。

由于 IP 网络的发展速度惊人,其应用范围也非常广泛,加之编者水平有限,书中难免存在一些错误或不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2010.3

目 录

第一篇 基 础 篇

第1章 因特网基础	3	2.3.1 用户认证与接入	37
1.1 因特网(Internet)概述	4	2.3.2 用户管理	39
1.1.1 什么是 Internet	4	2.3.3 接入带宽控制	39
1.1.2 有关的标准化组织	5	2.3.4 用户信息安全	40
1.2 网络互联参考模型	5	2.3.5 网络管理	40
1.2.1 OSI 参考模型	5	第3章 IP 网提供的业务	42
1.2.2 TCP/IP 参考模型	7	3.1 传统 IP 业务	43
1.2.3 OSI 与 TCP/IP 参考模型的 比较	9	3.1.1 电子邮件	43
1.3 Internet 的地址系统	9	3.1.2 文件传输	44
1.3.1 IP 地址结构与表示	10	3.1.3 远程登录	45
1.3.2 子网和超网	11	3.1.4 万维网	46
1.3.3 IP 地址的无分类编址	13	3.2 IP 电话业务	47
1.3.4 网络地址转换(NAT)	14	3.2.1 IP 电话工作原理	48
1.3.5 域名系统和域名解析	15	3.2.2 IP 电话关键技术	48
1.4 TCP/IP 协议的组成	16	3.3 VPN 业务	50
1.4.1 地址解析协议 ARP/RARP	16	3.3.1 IP VPN 的概念	51
1.4.2 网际协议 IP	17	3.3.2 IP VPN 的特点	51
1.4.3 网际控制协议 ICMP	18	3.3.3 IP VPN 的分类	52
1.4.4 传输控制协议 TCP	19	3.3.4 和 IP VPN 有关的业务与 技术	53
1.4.5 用户数据报协议 UDP	21	3.4 IPTV 业务	59
1.4.6 其他协议	21	3.4.1 IPTV 的基本概念	59
第2章 IP 网的网络架构	23	3.4.2 IPTV 系统结构及关键技术	60
2.1 城域网	24	3.4.3 IPTV 提供的业务	66
2.1.1 城域网的发展及演变	24	3.5 视频会议业务	67
2.1.2 宽带 IP 城域网拓扑模型	25	3.5.1 视频会议的标准	68
2.2 IP 接入网	27	3.5.2 视频会议的关键技术	70
2.2.1 IP 接入网定义	27	第4章 IP 网技术	73
2.2.2 IP 接入网的地位	28	4.1 路由与交换	74
2.2.3 IP 网络接入方式	28	4.1.1 网络分段和交换	75
2.3 IP 城域网的关键技术	37	4.1.2 第3层交换技术	76

4.1.3 VLAN 及其应用	77	5.3.1 PPPoE 协议	115
4.1.4 路由的工作原理	81	5.3.2 DHCP + Web 认证	116
4.1.5 路由的分类与常用术语	82	5.3.3 RADIUS 协议	116
4.1.6 常用的路由协议	83	5.3.4 Diameter 协议	117
4.2 QoS 技术	86	5.3.5 IP 接入的计费模式	118
4.2.1 QoS 的概念	86	第 6 章 IP 网络安全	120
4.2.2 QoS 的 3 种服务模型	87	6.1 网络安全的层次划分	121
4.2.3 QoS 的实现	89	6.1.1 网络的安全性	121
4.3 组播	92	6.1.2 系统的安全性	122
4.3.1 IP 组播技术的概念	92	6.1.3 用户的安全性	122
4.3.2 组播技术原理	93	6.1.4 应用程序的安全性	123
4.3.3 IP 组播路由及其协议	94	6.1.5 数据的安全性	123
4.3.4 IP 组播路由中的隧道传输 机制	95	6.2 防火墙技术	123
4.3.5 网络多媒体的应用要求	95	6.2.1 多级过滤技术	124
4.3.6 利用 IP 组播传输视频数据	96	6.2.2 网络安全产品的系统化	124
4.4 MPLS 技术及应用	97	6.2.3 管理的通用化	125
4.4.1 MPLS 技术概述	97	6.3 加密技术	125
4.4.2 3 层 MPLS VPN	99	6.3.1 数据加密原理	125
4.4.3 2 层 MPLS VPN	101	6.3.2 对称密钥加密系统	125
4.5 IPv6 协议	103	6.3.3 公开密钥加密系统	126
4.5.1 IPv6 的主要特点	104	6.4 IPSec	127
4.5.2 IPv4 向 IPv6 的演进	105	6.4.1 协议组成与功能	127
4.6 软交换技术	106	6.4.2 认证与加密算法	128
4.6.1 软交换的概念及主要功能	106	6.5 认证与数字签名	129
4.6.2 软交换的参考模型	107	6.5.1 基于口令的认证方法	130
4.6.3 软交换的接口与协议	108	6.5.2 双因素认证	130
第 5 章 IP 网的网络管理	110	6.5.3 提问握手认证协议 CHAP	130
5.1 概述	111	6.5.4 Kerberos	131
5.1.1 IP 网管的功能体系	111	6.5.5 ITU X.509 证书及认证 框架	132
5.1.2 IP 网络管理协议	112	6.6 攻击及检测技术	133
5.2 简单网络管理协议 SNMP	112	6.6.1 攻击分类	134
5.2.1 SNMP 协议的组成	112	6.6.2 DDos 攻击	134
5.2.2 SNMP 网络管理的组织 结构	112	6.6.3 主要攻击检测方法	135
5.2.3 陷阱引导的轮询操作	113	6.7 病毒与黑客问题	137
5.2.4 SNMP 的版本	113	6.7.1 病毒	137
5.3 认证授权和计费	114	6.7.2 黑客	139
		6.8 管理问题	140

第二篇 设 备 篇

第7章 以太网交换机	143	8.2.4 贝尔阿尔卡特 7750	166
7.1 以太网交换机概述	144	8.3 路由器功能与性能指标	167
7.1.1 分类及交换方式	144	8.3.1 路由器的配置与功能指标	167
7.1.2 2层 LAN 交换机	145	8.3.2 路由器性能指标	170
7.1.3 3层 LAN 交换机	147	第9章 DSLAM 设备	173
7.1.4 多层 LAN 交换机	149	9.1 DSLAM 设备的分类	174
7.2 主流交换机介绍	150	9.1.1 传统的 DSLAM 技术及	
7.2.1 Catalyst 6500 系列交换机	150	应用	174
7.2.2 Cisco Catalyst 3750 系列交		9.1.2 目前主流的 DSLAM 技术	
换机	152	及应用	175
7.2.3 华为 Quidway S8500 系列		9.1.3 IP-DSLAM 典型组网结构	
交换机	153	与应用	175
7.3 以太网交换机技术指标及		9.2 主流 DSLAM 设备	176
选型	154	9.2.1 华为 SmartAX MA5600	176
7.3.1 以太网交换机的主要技术		9.2.2 贝尔阿尔卡特 7302	178
指标	154	9.2.3 中兴 FSAP 9800	178
7.3.2 以太网交换机的选型	155	第10章 宽带接入服务器	180
第8章 路由器	158	10.1 宽带接入服务器概述	180
8.1 路由器概述	159	10.1.1 宽带接入服务器定义	181
8.1.1 路由器体系结构	159	10.1.2 基本功能及指标	181
8.1.2 路由器的分类	161	10.1.3 宽带接入服务器的扩展	
8.1.3 路由器与交换机的主要		功能	182
区别	161	10.2 主流设备介绍	184
8.2 主流路由器介绍	162	10.2.1 ERX-1400 系列设备	184
8.2.1 Cisco CRS-1	162	10.2.2 ME60 设备	187
8.2.2 Cisco 2600 系列	164	10.2.3 Redback SE800 设备	189
8.2.3 华为 NE 5000E 路由器	165		

第三篇 维 护 篇

第11章 常用维护工具使用	193	11.1.6 netstat	200
11.1 网络维护常用命令	194	11.2 协议分析工具的使用	201
11.1.1 ping	194	11.2.1 Wireshark	202
11.1.2 tracert	196	11.2.2 Sniffer	206
11.1.3 ipconfig	196	11.3 维护工具的应用实例	213
11.1.4 route	198	11.3.1 定位网络故障的案例	
11.1.5 arp	199	分析	213

11.3.2 通过抓包定位上网速度 慢的案例分析	214	12.1.5 设备现场维护	219
第 12 章 网络日常维护与管理	217	12.1.6 常用远程维护命令	220
12.1 对维护人员的技能要求	218	12.1.7 日常作业维护计划	221
12.1.1 掌握 IP 基础知识	218	12.2 一般网络故障处理	222
12.1.2 具备较强的风险操作 意识	218	12.2.1 常见网络故障	222
12.1.3 熟悉系统和组网	218	12.2.2 一般故障处理流程	222
12.1.4 掌握常用仪器、仪表及相关 工具软件的使用方法	219	12.3 重大故障应急抢修原则与 流程	223
		12.3.1 抢修原则	223
		12.3.2 应急流程	223
参考文献	224		

第一篇 基础篇

第 1 章

因特网基础

本章教学说明

- 从因特网的构成入手,介绍相关的标准化组织
- 从分层的角度,介绍 TCP/IP 参考模型,建立开放系统互联的整体框架
- 分析 IP 地址的组成结构,介绍 IP 地址的分类

本章内容

- 因特网概述
- 网络互联参考模型
- Internet 的地址系统
- TCP/IP 协议的组成

本章重点、难点

- OSI 参考模型
- TCP/IP 协议模型
- IP 地址的组成及分类

学习本章的目的和要求

- 理解因特网的组成特点
- 掌握网络互联的基本原理
- 领会 OSI 参考模型的分层思想
- 熟悉 IP 地址的组成及分类
- 理解 TCP/IP 协议的应用

本章实做要求及教学情境

- 计算机 IP 地址的设计及配置
- 计算机 TCP/IP 协议的配置
- 上网查询国际标准化组织(ISO)的资料

- 观察分析常用数据通信网络的组网方式

本章学时数:6 学时

以因特网为代表的计算机网络起源于 20 世纪 60 年代,其基本技术是采用无连接的 IP 分组交换,这种交换方式具有结构简单、效率高、成本低等特点。因特网采用开放的体系结构,是新概念和新技术的摇篮。作为全球最大的 IP 网络,因特网的协议标准及相关技术奠定了现代电信运营 IP 网的基础,理解因特网的主要技术及工作原理,对于掌握电信 IP 网的运营与维护具有重要作用。本章介绍因特网的网络互联参考模型、编址方法及主要的协议标准,为学习电信 IP 网的维护打下基础。

►► 1.1 因特网(Internet)概述

▷▷ 1.1.1 什么是 Internet



了解

Internet 又称国际互联网,它是用 TCP/IP 协议把各个国家、各个部门、各种机构的内部网络连接起来的数据通信网,是目前世界上最大的计算机网络,是一个“网络的网络”。从信息资源的观点看,Internet 是一个集各种信息资源为一体的信息资源网,它提供的价值远远超出了任何一个单独网络。Internet 实质上是物理网络和信息资源相结合而形成的一个庞大的信息网络实体。

Internet 是由美国军用计算机网络发展而来的。1968 年美国国防部研究局主持研制用于支持军用研究的计算机实验网络(ARPANET)。该网络的设计思想是:要求网络能够经受住故障而维持正常工作。为此,ARPA 使用了网际互联协议 IP 和传输控制协议 TCP 实现网络互联,1969 年 ARPANET 投入运行,标志着计算机网络的发展进入了一个崭新的纪元。Internet 的发展先后经历了 3 个阶段:1969 ~ 1984 年,为军用实验阶段;1984 ~ 1992 年,为学术应用阶段;1992 ~ 1995 年,为向商业应用过渡阶段;1995 年以后,Internet 进入商用阶段。

Internet 不像电信网那样,有一个经营者对通信进行统一管理和征收费用。实际上,在 Internet 各个层次上都存在相应的网络运行中心(NOC)和网络信息中心(NIC)对其进行协调和管理。最高级别的 NOC 和 NIC 分别称为 Inter NOC 和 Inter NIC,设在美国,各国各地区一般都有相应的网络运行中心和网络信息中心。

网络运行中心监控管辖范围内网络的运行情况,负责统计各种数据,定期或不定期地提供各种报告或报表。网络信息中心具有负责用户注册登记、提供网络信息服务等职责。网络信息中心的服务主要面向用户,根据其管辖范围和实际需要,各层次的网络信息中心设立相应的服务器,如域名服务器、邮件服务器等,为用户提供服务。

国际上还存在大量的非政府机构,这些机构为 Internet 的健康发展提供保证。其中最重要的机构是 Internet 协会(ISOC),有很多社团、个人、公司、国际组织、政府机构等加入了这一协会。

Internet 协会的主要目标是:①研究、推广 Internet 网络互联技术和标准;②维护 Internet 正常运行所必需的管理模式;③在国际范围内协调 Internet 的开发和应用活动;④为世界上各个国家、地区以及这些国家、地区的人们实现和发展 Internet 提供帮助;⑤各 Internet 协会通过下属的各个研究组的活动,出版各种出版物并提供可免费访问的文件服务器。

Internet 协会下设 Internet 体系结构委员会(IAB),IAB 又下设任务委员会,其中最重要的是 Internet 工程任务委员会(IETF)和 Internet 研究任务委员会(IRTF)。IETF 主要负责解决 Internet 发展中许多技术方面的问题,包括新的通信软件规范的采纳、早期软件的修改等。其文档大多以 RFC 方式在 Internet 上发布,这些文档主要是描述网络协议、协议实现过程、信息格式等的技术性文档,也有一些是关于政策的研究结果或技术委员会的总结报告。RFC 包含了关于 Internet 的几乎所有重要的文字资料,想对 Internet 知识做更全面和深入的了解,RFC 无疑是最重要的资料之一。RFC 可以通过匿名 FTP 获得,提供 RFC 的站点有:nic. ddn. mil、ftp. nisc. sri. com、Nusc. nsf. net 等。

▷▷ 1.1.2 有关的标准化组织

目前国际上有许多组织致力于互连网络标准的研究,通过提供论坛,使非正式的说明变为正式的规则。以下是对网络互联做出过贡献的著名标准化组织。

ISO(International Organization for Standardization),最著名的贡献为 OSI 参考模型和 OSI 协议簇。

ANSI(American National Standards Institute),ISO 的成员,主要的标准有 FDDI。

EIA(Electronic Industries Association),EIA 制定了包括在网络上使用的电子传输标准。主要标准有 EIA/TIA-232。

IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers),主要标准有 IEEE 802.3、IEEE 802.5。

ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector),其前身是 CCITT,主要标准有 X.25。

IAB(Internet Activities Board)互连网络活动机构。IAB 指定 RFC(Request For Comment),并将 RFC 文档作为互连网络的标准。

▶▶ 1.2 网络互联参考模型

▷▷ 1.2.1 OSI 参考模型

自从 20 世纪 60 年代数据通信问世以来,国际上各大厂商为了在数据通信网络领域占据主导地位,纷纷推出了各自的网络体系架构和标准,例如:IBM 公司的 SNA,Novell 公司的 IPX/SPX 协议,Apple 公司的 AppleTalk 协议,DEC 公司的 DECnet,以及广泛流行的 TCP/IP 协议。同时,各大厂商针对自己的协议生产出了不同的硬件和软件。各个厂商的共同努力无疑促进了网络技术的快速发展和网络设备种类的迅速增多。

但由于多种协议的并存,也使网络变得越来越复杂;而且,厂商之间的网络设备大部分不能兼容,很难进行通信。为了解决网络之间的兼容性问题,帮助各个厂商生产出可兼容的网络设

备,国际标准化组织 ISO 于 1984 年提出了开放系统互联参考模型 OSI RM (Open System Interconnection Reference Model)。OSI 参考模型很快成为网络通信的基础模型。在设计 OSI 参考模型时,遵循了以下原则:

- ① 各层之间有清晰的边界,便于理解。
- ② 每个层实现特定的功能。
- ③ 层次的划分有利于国际标准协议的制定。
- ④ 层的数目应该足够多,以避免各个层的功能重复。

如图 1-1 所示,OSI 参考模型依层次结构划分为:第 1 层,物理层 (physical layer);第 2 层,数据链路层 (data link layer);第 3 层,网络层 (network layer);第 4 层,传输层 (transport layer);第 5 层,会话层 (session layer);第 6 层,表示层 (presentation layer);第 7 层,应用层 (application layer)。

以上 7 层功能又可按其特点分为低层和高层。通常将 1~3 层划分为低层,其目的是保证系统之间跨越网络的可靠信息传输。4~7 层为高层,是一些面向应用的信息处理和通信功能。下面依次讨论 OSI 参考模型的各层。

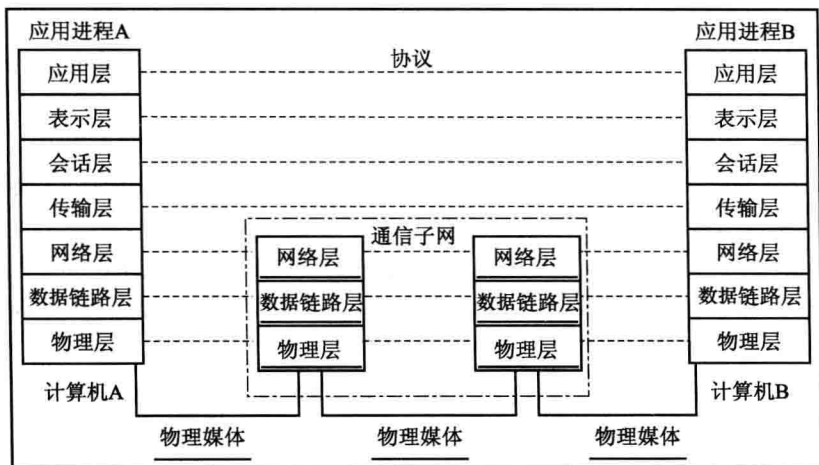


图 1-1 OSI 参考模型

1. 物理层

物理层与物理传输媒体直接相关,它提供在某一物理传输媒体上透明的比特流传送。该层协议定义了设备间的物理接口以及数字比特的传送规则。

物理层协议有 4 个主要特性:机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。

- ① 机械特性定义了连接器的几何尺寸,插针和插孔的数量和排列方式。
- ② 电气特性定义了信号电压幅度、比特宽度、噪声容限和负载阻抗等电气参数。
- ③ 功能特性定义了信号交换线路的数据、控制、定时和地线。
- ④ 规程特性定义了信号交换的时序和规则。

物理层协议要解决的主要问题包括:用多少伏特电压表示“1”,多少伏特电压表示“0”;一个比特持续多长时间;传输是否在两个方向上同时进行;最初的连接如何建立和完成通信后连接如何终止;网络接插件有多少针以及各针的用途等。

2. 数据链路层

数据链路层的主要任务是加强物理层传输原始比特的功能,使之对网络层显现为一条无错线路。数据在实际信道上传输的过程中由于噪声的干扰常常会出现比特丢失、增加或畸变,而物理层只负责透明传输原始比特流,不进行任何差错控制,因此数据链路层必须要有某种机制来保证数据传输的正确性。通常发送方将输入的数据封装成数据帧(Data Frame)来进行传输,并处理接收方发回的确认信息。而接收方以帧为单位接收,并对帧进行校验,检测有无传输差错。数据链路层要提供差错控制功能,同时还要解决一系列传输问题,如帧的格式、差错编码方法、重传策略和流量控制等。

3. 网络层

网络层的目的是将数据以分组的形式,从源端通过通信子网送至目的端。因此如何为分组选择一条合适的路径,即路由选择就成为网络层要解决的主要问题。所谓合适的路径是指该路由能够较好地满足特定数据传输的要求,如最小延时、最短路径、最大吞吐量等。另外,当太多的分组涌入时,有可能引起网络阻塞,使网络性能急剧下降,网络层必须进行拥塞控制,以防止因拥塞而引起网络性能的下降。当分组要穿越多个网络才能到达目的地时,还要解决不同网络数据速率、分组长度、编址方法、控制协议等所带来的一系列问题。

4. 传输层

传输层是第1个端到端的层,它利用底部3层(物理层、数据链路层、网络层)所提供的服务向高层提供独立于具体网络的、经济有效的和可靠的端到端透明数据传输。传输层主要解决高层的服务要求与低层提供的服务之间的匹配问题,对上面各层屏蔽了网络的类型。传输层必须实现流量控制和差错控制,还要提供多路复用和分流的功能,即将发往同一目的地的传输连接复用到同一条连接上,或者一条传输连接建立多条网络连接,实现并行传送数据。传输层以报文作为传送单位,当报文较长时,先把它们分成若干个组,然后交给下一层进行传输。

5. 会话层

会话层允许不同机器上的用户建立会话关系,主要用于会话管理、活动管理等。会话层允许在数据流中插入若干同步点,一旦数据传输出现中断,可以从最近的一个同步点继续进行,用以解决长时间大量数据传送时网络中断的问题。

6. 表示层

表示层负责定义信息的表示方法,并向上层提供一系列的信息转换,确保在应用程序之间交换的数据格式的一致性。表示层的主要功能有:信息压缩和解压、数据转换、数据加密和解密等。

7. 应用层

应用层是OSI模型的最高层,直接向应用程序提供服务。应用层可以包含各种应用程序,形成了应用层上的各种应用协议,如电子邮件、文件传输等,并提供网络管理功能。

从应用方面来看,OSI的7层模型可归纳为应用、协议和硬件3个层面。应用层面包括应用层、表示层和会话层3个层次,这3层最接近用户,常用的协议有POP3、SNMP、FTP等。协议层面包括传输层和网络层。硬件层面包括数据链路层和物理层,主要指网络设备和传输介质等。

▷▷ 1.2.2 TCP/IP 参考模型

TCP/IP参考模型是由美国国防部出于战争的考虑而创建的,它要求在任何情况下都要能保

证网络的畅通。也就是说,不管当时网络上任何节点或网络的情况(包括受到战争的破坏)如何,它的分组总能够从任何一个位置到达任何其他的位置。从那时开始,TCP/IP 模型就成为如今因特网的实际标准。在这里还需要记住,因特网最初设计的目的是为了实现在各种网络的互联。TCP/IP 模型分为 4 层:应用层、传输层、网际层和网络接口层。TCP/IP 参考模型如图 1-2 所示。

1. 应用层

TCP/IP 协议的设计者认为高层协议应该包括会话层和表示层的细节,他们简单地创建了一个应用层来处理高层协议、有关表达、编码和对话控制。TCP/IP 将所有与应用相关的内容都归为一层,并保证为下一层适当地将数据分组。应用层常见的协议如下:

- ① FTP——文件传输协议。
- ② HTTP——超文本传输协议。
- ③ SMTP——简单邮件传输协议。
- ④ DNS——域名系统。
- ⑤ TELNET——远程终端访问协议。
- ⑥ SNMP——简单网络管理协议。

2. 传输层

传输层在源主机和目的主机对等实体之间提供端到端可靠的数据传输服务,这一层相当于 OSI 参考模型中的传输层,主要处理可靠性、流量控制和重传等典型问题。在这一层提供了两个主要协议:传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。TCP 提供一种面向连接的可靠的数据流服务,而 UDP 提供的是无连接的不可靠服务,让用户根据应用的需求有更多的选择余地。

3. 网际层

网际层实现各种网络的互联,它的功能是把分组独立地从源主机传送到目的主机。该层定义了正式的分组格式和协议,主要的设计问题是分组路由和拥塞控制,该层有 5 个重要协议如下:

- ① IP——网际协议。
- ② ICMP——网际控制报文协议。
- ③ ARP——地址解析协议。
- ④ RARP——反向地址解析协议。
- ⑤ IGMP——Internet 组管理协议。

4. 网络接口层

网络接口层是 TCP/IP 参考模型的最底层。TCP/IP 标准并没有定义具体的网络接口协议,只是指出主机必须使用某种协议与网络连接,以便能在其上传递 IP 分组。这个协议未被定义,并且随主机和网络的不同而不同。

OSI 层次	TCP/IP层次	TCP/IP协议簇				
5~7	应用		DNS	FTP	TELNET	
4	传输	TCP			UDP	
3	网际	IP(ICMP、ARP、RARP)				
1~2	网络接口	Ethernet	Token-Rin	100BASE-T	Others	

图 1-2 TCP/IP 参考模型

▷▷ 1.2.3 OSI 与 TCP/IP 参考模型的比较



探讨

- OSI 与 TCP/IP 参考模型的区别与联系。
- 模型与协议的区别与联系。

OSI 参考模型将服务、接口和协议这 3 个概念明确地区分开来。服务说明某一层提供什么功能,接口说明上一层如何调用下一层的服务,而协议涉及如何实现该层的服务。各层采用什么样的协议是没有限制的,只要向上一层提供相同的服务并且不改变相邻的接口关系即可,因此各层之间具有很强的独立性。然而,OSI 参考模型出现在其协议之前,致使其协议和模型不能统一,且 OSI 参考模型过于复杂,以至于无法真正地加以实现。

TCP/IP 却正好相反。首先出现的是协议,模型实际上是对已有协议的描述,因此不会出现协议不能匹配模型的情况,它们匹配得相当好。

尽管 TCP/IP 非常流行,但也存在许多缺点。第一,该模型没有明确地区分服务、接口和协议的概念;第二,TCP/IP 模型完全不是通用的,不适合描述除 TCP/IP 模型之外的任何协议;第三,网络接口层在分层协议中根本不是通常意义上的层,它只是一个处于网络层和数据链路层之间的接口,根本没有提及物理层和数据链路层。

OSI 参考模型理论比较系统、全面,对具体实施有一定的指导意义,但是和具体实施还有很大的差别,要完整地实现 OSI 参考模型所规定的所有功能是非常困难的,TCP/IP 参考模型则是在实践中逐步发展而来的。TCP/IP 协议和互联网的发展相辅相成,现在不仅在因特网中,在局域网中也开始应用 TCP/IP 协议。但是由于 TCP/IP 协议由实际应用发展而来,缺乏统一的规划,层次划分并不十分清晰和确定,在今后的发展过程中可能还会有所调整。

▶▶ 1.3 Internet 的地址系统

Internet 是通过网络互联设备将多个物理网络互联在一起的虚拟网。在每一个物理网络中,参与通信的计算机都有一个机器可识别的物理地址,物理网络技术不同,物理地址的结构(长度等)也就不同。相同类型、不同网络的计算机又可能拥有相同的物理地址,这就给异网互通带来困难。在 Internet 中,解决这一困难的办法是使用统一的 Internet 地址系统。



重点掌握

- IP 地址结构与表示:采用网络号 + 主机号的形式。
- 网络地址转换(NAT)可实现私有地址与公有地址的转换。
- 域名系统 DNS 可实现域名地址与 IP 数字地址的转换。