



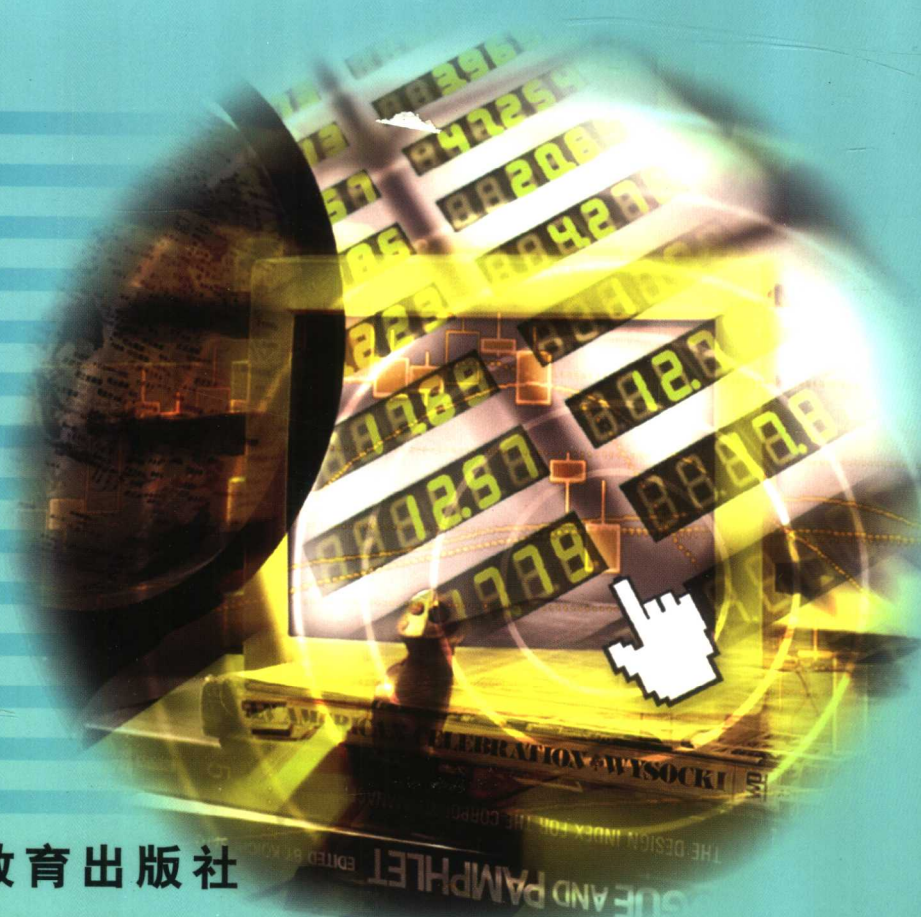
银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材



网络互联技术

肖永生 主编



高等教育出版社

银领工程
高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

网络互联技术

肖永生 主编

高等教育出版社

内容提要

本书的内容从TCP/IP分析引入,以交换机、路由器和防火墙等设备为研究对象,讲述了其工作原理和常用配置命令。网络互联技术是计算机网络基础的后续课程,核心内容可分为三个部分,分别为:交换机的原理与配置、路由器的原理与配置、防火墙的原理与配置。教材突出实际应用,通过大量的配置实例,达到快速掌握设备的工作原理和配置技术的目的。

为了帮助初学者学习,详细讲述了交换机和路由器的初始化、口令的恢复和IOS的升级等操作。为了配合本书的学习,作者设计了路由模拟仿真软件RouterSim,书中的大部分实验可以在模拟软件下进行。

本书可作为高校学生教材、网络技术培训班教材或网络爱好者的自学读本。

图书在版编目(CIP)数据

网络互联技术/肖永生主编. —北京:高等教育出版社, 2006.5

ISBN 7-04-019506-2

I. 网... II. 肖... III. 互联网络—高等学校:技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第026431号

策划编辑	冯 英	责任编辑	康兆华	封面设计	张 楠	责任绘图	朱 静
版式设计	史新薇	责任校对	朱惠芳	责任印制	朱学忠		

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京泽明印刷有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 16
字 数 380 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006年5月第1版
印 次 2006年5月第1次印刷
定 价 20.30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 19506-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

计算机网络系列

■ 数据通信技术	刘南平
■ 计算机网络概论	刘晶璘
■ 网络规划与实现	杨 闯
■ 计算机组网技术实训教程	胡衍庆
■ 综合布线技术与工程	余明辉
■ 数据库原理与应用 (第二版)	付立平
■ 网络数据库系统管理与维护	邹文健
■ 网络操作系统应用	柳 青
■ 网络操作系统应用实验与实训	柳 青
■ 网络管理与维护	贺 平
■ 网络管理技术与应用 (配盘)	李 艇
■ 网络互联技术	肖永生
■ Visual FoxPro 6.0 程序设计 (赠电子教案)	李珍香
■ Visual FoxPro 6.0 程序设计实训及实验指导 (配盘)	李珍香
■ VB 网络编程及应用	张念鲁
■ VB 网络编程及应用实训	张念鲁
■ 网页设计与制作 (配盘)	孙振业
■ 网站建设	张 红

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型紧缺人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

路由器、交换机、防火墙的工作原理与配置技术是网络互联中的三大主要支撑技术体系，是构建局域网和连接广域网重要的理论基础和操作技能。本书以交换机、路由器和防火墙等设备为主要研究对象，主要讲述了其工作原理和配置技术。网络互联技术是一门实践性很强的面向实际应用的课程。

交换机根据其工作原理，隔离了局域网络冲突域，提高了网络的工作效率，通过引入 VLAN 技术，隔离了广播域，加强了网络管理。通过三层交换实现了不同 VLAN 的访问与控制。通过生成树和 VTP 提高了全局管理性能。

路由器是本书的重点内容，对路由器的介绍包括初始化、升级、备份和常用命令的使用，还分析了直连路由、静态路由、默认路由、动态路由、访问控制和地址转换等。为了帮助理解，书中列举了大量的操作范例，通过例题起到抛砖引玉的作用，从而达到快速掌握设备配置技术的目的。

全书共有 14 章，第 1 章是 TCP/IP 分析，这是路由和交换的基础。第 2、3、8 章主要讲述交换机的原理与配置以及三层交换的相关配置操作。第 4~7 章主要讲述路由器的原理和配置操作。第 9~11 章讲述网络设备在广域网中的应用，包括 PPP、帧中继、访问控制列表（ACL）和网络地址转换（NAT）等。第 12 章讲述 PIX 防火墙的特点与常用配置命令，并通过例题说明其应用。第 13 章介绍了路由模拟软件 RouterSim 的使用方法和参考实验，读者可以在计算机软件仿真的情况下，学习路由器和交换机的配置技术。第 14 章讲述了 Windows Server 2003 的基本特点和常用的操作技术。这些内容是一个网络管理员应该具备的专业素质。

本书在编写的过程中得到了郝上才、常征、卢志强、姜鹏等网络工程师大力的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

本书由肖永生任主编，周国焯、陈涵任副主编，赵凯、谢晓广参加了编写。请谭学垣主审。

由于编者水平有限，书中难免有错误或不妥之处，望各位专家、读者批评指正。作者网址：<http://www.xydt.net>，E-mail: xys@xydt.net。

编 者

2006 年 1 月

目 录

引言 计算机网络的发展	1	第4章 路由器初始化及 IOS 的备份与升级	58
小结	4	4.1 认识路由器	59
思考题	4	4.2 路由器的常用命令	60
第1章 TCP/IP 分析	5	4.3 路由器的初始化	64
1.1 OSI 七层协议概述	6	4.4 路由器的口令恢复	68
1.2 TCP/IP 协议簇	9	4.5 安装路由器的 IOS 系统	69
1.3 TCP/IP 的连接	12	4.6 路由器的远程管理	73
1.4 IP 地址与子网划分	17	本章小结	75
本章小结	21	习题 4	75
习题 1	22	学习测评指导	76
学习测评指导	22	第5章 直连路由与静态路由	77
第2章 交换机的原理与应用	23	5.1 路由的基本概念	78
2.1 局域网结构	24	5.2 直连路由	80
2.2 交换机的原理和应用	26	5.3 静态路由	83
2.3 交换机的生成树操作	30	本章小结	84
2.4 交换机的操作状态和常用命令	33	习题 5	84
2.5 交换机的 VLAN	37	学习测评指导	85
2.6 VTP 的应用	41	第6章 距离矢量路由协议	86
2.7 主附 VLAN	43	6.1 路由器距离矢量算法的基本原理	87
本章小结	43	6.2 典型 D-V 算法的 RIP 路由协议	89
习题 2	44	6.3 IGRP 协议介绍	91
学习测评指导	44	本章小结	92
第3章 交换机初始化及 IOS 的备份与升级	45	习题 6	92
3.1 连接超级终端	46	学习测评指导	92
3.2 交换机的初始化	49	第7章 链路状态路由协议	93
3.3 交换机的口令恢复	51	7.1 链路状态路由协议的原理	94
3.4 用 Console 接口安装 IOS 系统	52	7.2 OSPF 路由协议区域的划分	96
3.5 用 TFTP 备份和升级交换机的 IOS	54	7.3 OSPF 路由协议的常用命令	97
本章小结	57	7.4 单区域 OSPF 的基本配置	99
习题 3	57	7.5 多区域 OSPF 的设置	104
学习测评指导	57	本章小结	107

习题 7	107	12.2 PIX 基本配置命令	146
学习测评指导	107	12.3 PIX 防火墙举例	151
第 8 章 交换机的三层交换	108	本章小结	152
8.1 三层交换的概念	109	习题 12	152
8.2 交换机 VLAN 间的通信	110	学习测评指导	153
8.3 交换机通道技术	115	第 13 章 路由模拟软件 RouterSim	
本章小结	118	操作指导	154
习题 8	119	13.1 路由模拟软件 RouterSim 简介	155
学习测评指导	119	13.2 软件所支持的命令	159
第 9 章 广域网通信协议配置	120	13.3 RouterSim 实验参考	163
9.1 PPP 协议配置	121	本章小结	195
9.2 帧中继的基本配置	123	习题 13	195
9.3 外部网关协议 BGP 配置	126	学习测评指导	195
本章小结	127	第 14 章 Windows Server 2003 应用	196
习题 9	127	14.1 Windows Server 2003 简介	197
学习测评指导	128	14.2 应用服务的改进	198
第 10 章 访问控制列表	129	14.3 规划系统安装	200
10.1 标准访问控制列表	130	14.4 常用命令	202
10.2 扩展访问控制列表	132	14.5 系统管理与应用	205
10.3 命名方式访问控制列表	133	14.6 IIS 服务	208
本章小结	135	14.7 网络服务应用	213
习题 10	135	14.8 Windows 的路由设置	216
学习测评指导	136	本章小结	222
第 11 章 路由器的地址转换	137	习题 14	222
11.1 NAT 的基本原理	138	学习测评指导	223
11.2 路由器常用的 NAT 配置	139	附录 A Cisco 路由模拟软件 router_	
11.3 路由器基于服务的 NAT 配置	141	eSIM_v1.exe 操作指导	224
本章小结	142	附录 B 实测直连网络参考	226
习题 11	143	附录 C 习题参考答案	229
学习测评指导	143	附录 D 网络互联技术学习软件——	
第 12 章 PIX 防火墙	144	YS-RouteSim 简介	247
12.1 认识防火墙	145		

引言 计算机网络的发展



主要内容

- 计算机网络发展的三个阶段;
- 我国计算机网络的两个层次;
- 当前中、小型企业网络应用情况。

计算机网络从 1968 年至今已有 30 多年的发展历程,其日益广泛的应用,使得人们的工作方式和思维方式发生了深刻的变化。

1. 计算机网络发展的三个阶段

(1) 研究阶段 (1968—1984)

美国国防部研究了用于军事目的的 ARPANET,它是在国防部内部网络 ARPA (Advanced Research Project Agency, 高级研究计划局) 的基础之上建立的一个广域网,为不同地点的研究人员传送数据提供服务。当时 ARPANET 是一个实验型网络,这就是早期的 Internet,由此奠定了 Internet 发展的基础,这个阶段较好地解决了不同种类计算机网络互联的一系列理论和技术问题。这个阶段的一个重要标志是成功研制了 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol),即传输控制协议/网际协议,系统是开放的,关于 TCP/IP 的技术规范是公开的,任何公司都可以利用这些技术开发兼容产品,从而使 Internet 技术迅速发展和广泛应用成为可能。在技术上成功地实现了客户机/服务器 (Client/Server) 的工作方式,实现了资源共享和分散控制等。

这个阶段的主要特征如下所述。

① TCP/IP 协议的研制成功;

② 客户机/服务器工作方式的实现;

③ 实现了资源共享和分散控制等。

(2) 运行阶段 (1985—1992)

美国国家科学基金会 (National Science Foundation, NSF) 投标建立一个新的广域网作为 Internet 的骨干网,并选择了 IBM 公司、MCI 电话公司和 MERIT 密歇根州网络机构分别负责计算机、通信线路和管理,组建了 NSFNET。到了 1991 年,Internet 发展迅速,NSF NET 饱和,于是上述三家公司组织成立了 ANS (Advanced Network and Services) 公司,并建立了 ANS-NET,这是第一个私营 Internet 公司,从此迈出了 Internet 向私有化、商业化转变的第一步。

这个阶段的主要特征如下所述。

- ① Internet 骨干网络的诞生;
- ② 网络私有化的形成;
- ③ 网络商业化的开始。

(3) 应用阶段 (1992 年至今)

Internet 的网络技术、网络产品、管理水平和应用日趋成熟,开始步入了实际应用阶段。这个阶段的主要标志有两个:一是它的全面应用和商业化,二是它已迅速发展成为全球性的网络。网上有众多的服务器提供大量商业信息供用户查询,企业介绍、产品价格、技术数据,无所不包,信息界面形式活泼,直观生动,使用方便,许多系统由厂家直接操作,从而保证了信息随时更新。在 Internet 上很多服务器的知名度越来越高,查询极为频繁,再加上交互式的特点,吸引了越来越多的厂家在网上登载广告。随着网络技术的不断发展,Internet 全面应用的前景将十分诱人。

这个阶段的主要特征如下所述。

- ① 网络发展的全球化;
- ② 网络运行的商业化;
- ③ 网络应用的多样化。

2. 我国计算机网络的两个层次

一个国家计算机网络的应用程度,标志着计算机应用的水平,也是其综合国力的象征。我国非常重视计算机网络信息化建设,并在短短几年间,使计算机网络得到了空前的普及。但同时也应该看到,我国的计算机网络发展水平同先进国家相比还有一定的差距。从整体上看,我国计算机网络的建设可分为两个层次:一是国家经济信息化的基本通信网,它为各种专业网络和应用网络提供通信的传输平台;二是依托此平台开发的各种专业网络和应用网络。

(1) 国家经济信息化的基础通信网

基础通信网以硬件设施为主,提供通信的条件。我国的基础设施主要有三个部分:中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)、中国公用数字数据网(CHINADDN)和金桥工程。

① CHINAPAC:从 1991 年开始,国家邮电部新组建的中国公用分组交换数据网 CHINAPAC 覆盖全国所有地级市以上的城市和部分县市,它采用光缆、微波和卫星等多种传输媒介作为骨干网络结点的连接干线,在北京、上海设有国际出入口,这是我国最早的采用模拟传输的分组交换网络。

② CHINADDN:1994 年已通达所有的省会城市,最终建成的 DDN 网将成为纵贯南北、横穿东西的大容量数字化长途光纤通信干线,成为全国范围内的数字数据通信骨干网。DDN 网信息传输时延短、频带宽、质量高,适合于对实时性和稳定性要求高且信息量大的业务。数字通信网还可以为用户提供虚拟专用网,所谓虚拟专用网是指用户利用公用线路设备和电路资源组建自己的业务网络。

③ 金桥工程:即 1997 年实施的国家公用经济信息通信网工程,是经济和社会信息化的基础设施之一,它与邮电部通信干线及各部门已有的专用通信网互联互通,互为备用,并建成覆盖全国的中速信息通信网。金桥工程首先支持国家信息系统建设,以建设卫星骨干网起步,采用一系列先进技术,由 X.25 分组数据交换网、帧中继网、宽带数据通道等组成,同时建设地区无线通信网。金桥工程以光纤、卫星、微波、无线移动等多种方式,形成天地一体的网络结构,

成为重要的国家公用经济信息通信网。

(2) 我国现有的专业网络和应用网络

我国现有的专业网络和应用网络是在国家通信平台下的基于某种应用而形成的网络系统, 例如:

金关工程: 国家对外经济贸易信息网;

金卡工程: 全民信用卡系统——电子货币工程;

金税工程: 增值税专用发票计算机稽核系统工程;

金农工程: 农业综合管理及信息服务系统, 以县城为基点的农业基本情况数据库;

金企工程: 企业生产与流通信息系统, 建立企业数据库和产品数据库, 为国家宏观调控提供科学依据。

我国已经与 Internet 连通的应用网络有很多, 例如:

NCFC: 中关村地区教育与科研示范网络, 该网是我国第一个与 Internet 联通的网络, 它于 1989 年由国家计委立项, 1994 年 3 月开通, 由中国科学院计算机网络中心负责实施, 包括一个超级计算机中心和三个校园网: 中国科学院网、清华大学校园网、北京大学校园网。该网以为教育、科研和非赢利的政府部门服务为宗旨。

CERNET: 中国教育和科研计算机网, 该网于 1994 年 11 月经国家计委批复立项, 国家教委主持, 全国 10 所名牌大学承担建设, 网络中心设在清华大学。该网是为教育、科研和国际学术交流服务的非盈利性网络。

CHINANET: 中国公用计算机互联网, 该网可称为中国的 Internet。1995 年 11 月, 由国家邮电部委托美国信亚有限公司和中讯信亚公司承建, 并于 1996 年 6 月在全国正式开通。

3. 当前中、小型企业网络应用情况

(1) 网络硬件速度不断提高, 促进了网络技术的应用

随着网络技术的发展, 网络硬件的速度越来越高, 使得网络的通信带宽不断增加, 促进了网络技术的应用。我国企事业单位在计算机网络技术方面的应用越来越普及, 企业内部的局域网发挥着越来越大的作用, 成为办公自动化程度的一个重要标志, 也成为评估科学管理水平的一项重要指标。

目前我国大部分企事业单位都有自己的局域网, 而且越来越多的局域网和广域网接通。网络的普及推动了科技的发展, 提高了自动化管理的水平, 同时, 网络的发展也提高了网络方面对人才的需求, 推动了网络设备的应用。在过去, 交换机和路由器属于高端设备, 只有少数人掌握其应用技术, 而现在像路由器和交换机这样的设备在企业内部使用已经是很普通的事了。

(2) 网络技术的发展促进了社会对网络人才的需求

计算机网络应用的普及, 加大了社会对网络技术人员的需求, 主要体现在以下几个方面。

① 网络管理员

负责网络体系结构的设计、网络设备的设置、网络安全的管理等。如何在现有情况下, 让企业网络高效、有序、安全地运行, 是网络管理员要着重解决的问题。

② 操作系统管理员

负责网络操作系统的安装、系统的设置与管理, 向网络提供网络应用的服务; 防范病毒的攻击和人为的侵入, 从而使网络操作系统稳定地运行。

③ 线路维护人员

负责网络线路故障和操作系统基本故障的维修，包括线路故障的测试与修复、工作站硬件的维修、工作站软件的安装及操作系统的故障排除、病毒预防和查杀等。

在社会对网络人才需求日益增加的同时，人才的竞争也是很激烈的。很多高等学校都开设了网络相关专业，为社会提供了大量的网络人才。网络人才的增加促进了网络应用的普及，网络应用的普及又推动了网络技术的发展，网络技术的发展进一步增加了市场对网络人才的需求，形成了良性循环。

在未来的网络应用中，网络的带宽将进一步提高，对网络化的管理软件和应用软件的需求会进一步加大，特别是在网络数据库系统、计算机仿真系统、计算机辅助设计等应用方面有着很好的前景。

由此可见，学习计算机网络技术，机遇和挑战并存。

小 结

引言部分主要介绍了计算机网络的发展与应用，这里将计算机网络的发展分为三个阶段，即研究阶段、运行阶段和应用阶段，分别以 TCP/IP、私有化和全球化的特征为代表。在谈到我国计算机网络的发展时，将其分为两个层次：一是国家基础通信设施，如 CHINAPAC 和 CHINADDN；二是在此基础之上发展起来的各种应用网络，如金卡工程、金税工程等；总的来讲，网络硬件速度不断提高，网络管理需求也不断加大，网络软件的应用将越来越普及。

思 考 题

1. 计算机网络的发展分为哪几个阶段？各个阶段的主要特征是什么？
2. 我国计算机网络的建设和应用分为哪几个层次？各个层次的主要特点是什么？
3. 当前企业内部局域网的现状是什么？
4. 网络管理员的任务是什么？
5. 你如何看待计算机网络世界带来的机遇与挑战？

第1章 TCP/IP 分析



单元学习目的

- 掌握 OSI 七层协议与 TCP/IP 协议簇的对应关系;
- 掌握 TCP/IP 协议的组成;
- 掌握 IP 数据报的结构;
- 掌握 IP 地址的分类原则;
- 掌握子网划分的思想和做法。

单元主要内容

- OSI 七层协议的特点;
- TCP/IP 协议簇的组成;
- IP 数据报格式;
- TCP 三次握手;
- TCP 滑动窗口;
- Socket 套接字;
- IP 地址的划分;
- 子网的划分。



学前基础要求

在开始学习本单元内容之前,学生必须完成下列模块的学习,并具备下列基础知识(能力)。

- 协议的基本概念;
- 数据包的基本概念;
- 计算机通信的基本概念。



1.1 OSI 七层协议概述

开放系统互连参考模型（Open System Interconnection, OSI）是由国际标准化组织（International Standard Organization, ISO）在 1981 年提出的一个开放系统互连标准，这就是常说的七层协议。所谓“开放系统”是指在规定标准下都可实现互连。在公共的标准下，开放系统允许不同厂家的产品进行替换，不依赖于某个厂家，这种替换包括对整个系统及其部件的替换。OSI 推动了计算机网络的发展。

1.1.1 物理层

物理层（Physical Layer）是 OSI 的第一层，也是最低一层，它是网络系统与通信介质的接口，其主要内容包括物理层接口的机械性能、电气性能、工程规范以及工作方式。

1. 机械性能

表达接口的形状、尺寸的大小、引脚的数目和排列方式等。

2. 电气性能

表达接口规定信号的电压、电流、阻抗、波形、速率及平衡特性等。

3. 工程规范

说明接口引脚的意义、特性和标准。

4. 工作方式

确定数据位流的传输方式，如单工、半双工或全双工，数据电路、控制电路、时钟电路，等等。

物理层的主要功能是提供与通信媒介的物理连接，完成数据位流在媒介上的建立、维持、释放和拆除等。

关于物理层互连的问题，有许多标准，如美国电子工业协会（Electronic Industries Alliance, EIA）的 RS232、RS422、RS423、RS485 等，还有国际电报电话咨询委员会（Consultative Committee of International Telegraph and Telephone, CCITT）的 X.25、X.21 等。

物理层的数据单位是位（bit），其典型网络设备是集线器，从本质上说它是一个多端口中继器，工作于物理层。

1.1.2 数据链路层

数据链路层（Data Link Layer）位于 OSI 的第二层，其主要功能是对高层屏蔽传输介质的物理特征，使数据能够可靠传送，主要包括介质访问控制、连接控制、顺序控制、流量控制、差错控制和仲裁协议等。

现在，数据链路层协议规范已经从异步终端通信协议发展到同步面向字符的通信协议和面向位的通信协议。PPP（Peer-to-Peer Protocol，对等协议）是典型的面向字符的通信协议，HDLC（High level Data Link Control，高层数据链路控制）是典型的面向位的通信协议。

1. 异步通信协议

信号线少，数据结构是：起始位-数据-终止位。

2. 面向字符型协议

规定代码字符执行通信控制功能，如：

SOH (Start of Heading)	报头开始
STX (Start of Text)	正文开始
ETX (End of Text)	正文结束
ACK (Acknowledge)	肯定回答
NAK (Negative Acknowledge)	否定回答
ENQ (Enquiry)	询问对方，并要求应答
EOT (End of Transmission)	通知对方，传输结束
SYN (Synchronous Idle)	同步字符
DLE (Data Link Escape)	转义符，与后继字符一起组成控制功能
ETB (End of Transmission Block)	正文信息组传输结束

面向字符型协议的报文格式是：

同步 报头开始 报头 正文开始 正文 正文结束 字组校验
 SYN SOH Head STX Data ETB BCC

3. 面向位的协议

用位定义字段类型，而不用控制字符，各字段内均由“位”的各种组合组成，其帧格式为

开始标志	地址字段	控制字段	信息字段	校验序列	结束标志
位长： 8	8×n	8	任意	16	8
字段： F=01111110	A	C	I	FCS	F=01111110

以太网的信息字段长度（数据大小）“I”要求小于 2 048，建议使用 1 500。

4. 常见的数据链路层协议

仲裁协议：Ethernet、X.25、Frame Relay、PPP 协议等，其中 X.25 的帧级协议（接口层）符合 ISO 所提出的 HDLC 规程，但做了少量修改。

可见数据链路层使用的数据单位是帧（Frame），可以实现对物理地址 MAC 的访问，这一层的典型设备是交换机。

1.1.3 网络层

网络层（Network Layer）位于 OSI 的第三层，它所使用的单位是包，典型的设备是路由器。网络层有两种服务，即所谓虚电路（Virtual Circuit）和数据报（Datagram）服务。前者是面向连接（Connection-Oriented）的，后者是面向非连接（Connectionless-Oriented）的。

数据报：单个报文分组，是无连接的传输，网络结点要为每个数据报选择路由。

虚电路：在通信之前要先建立连接，形成一条通路，“虚”电路指的是这条电路不是专用的链路，而是网络中的一条通道。虚电路是通过会话建立起来的，所以说是面向连接的，网络结点只在连接建立时选择路由。

数据报和虚电路是网络层提供给传输层的两种类型的通信方式，网络层的任务就是实现这两种服务，解决由此引起的路径选择、阻塞和死锁等问题。

网络层使用 IP 地址，其相应的设备是路由器。路由的最佳路径依据不同的路由协议可能不

同, 管理员可以根据不同的情况设置不同的加权系数。

网络层的数据单位是包, 例如对 FTP 数据报打包时, 格式为

IPH TCPH FTPH DATA

其中的“H”表示头信息 head。

在网络层中可以进行流量控制, 但更多的是使用数据链路层或传输层。

1.1.4 传输层

传输层 (Transport Layer) 位于 OSI 的第四层, 是主机到主机的第一层, 它回避了不同网络之间的差异, 使通信的双方不必关心其间经过了什么网络, 不必关心是如何连接的。就像两个人在打电话时, 关心的只是对方的电话号码, 至于电信局是如何进行连接的则不用关心。

传输层要使用的信息头 (TCP Head) 包含端口、控制字和校验和。端口在这里出现是一个主要特征, 它是一个 16 位的二进制编号 (4 位十六进制)。在实际编写通信程序时, 要做的选择是: 先选择协议, 再选择 IP 地址, 最后确定端口, 即

协议 → IP 地址 → 端口

传输层的另一个主要功能是可以实现流量控制, 实现负载均衡。

1.1.5 会话层

会话层 (Session Layer) 是 OSI 的第五层。会话是一个谈判的过程, 一个功能交互的过程, 比如进行会话身份的验证与会话管理。在这一层, 会话双方要确定通信方式 (全双工或半双工等)。一旦建立连接, 会话层的任务就是管理会话。

1.1.6 表示层

表示层 (Presentation Layer) 是 OSI 的第六层, 它为应用层提供服务, 解释交换数据的意义, 如代码转换、格式变换等, 使网络中不同的计算机代码、不同的文件格式、不同的终端 (包括虚拟终端等) 均可进行转换。此外, 加密与解密、压缩与解压缩等也可以在这一层实现。

1.1.7 应用层

应用层 (Application Layer) 是 OSI 的最高一层。OSI 没有规定应用层的标准。应用层的功能应该包括操作员执行的功能和程序执行的功能。其特点是直接面向用户, 比如一个 click 事件或一个服务, 如 WWW 服务、FTP 服务、DNS 服务、电子邮件的收发服务 POP3 和 SMTP 等服务。

在网络编程中, 可以基于不同层进行编程, 基于底层的编程校验少, 速度快; 而基于高层次的编程速度慢, 其原因之一是数据不能隔层传输。

数据在发送时是从应用层至物理层, 接收时是从物理层至应用层, 发送是一个打包的过程, 接收是一个解包的过程。七层网络功能可分为三组, 第一、二层解决网络信道问题, 第三、四层解决传输服务问题, 第五、六、七层处理对应用进程的访问。从控制角度看, 七层的下三层 (一、二、三层) 是通信子网层, 上四层 (四、五、六、七层) 是主机控制层。

OSI 是由国际标准化组织 ISO 制定的标准, 是人们在设计网络协议时应该遵循的规范。并