



高等职业教育“十二五”规划教材

交换机/路由器的 管理与配置

杨恒广 贾晓飞 ○ 主 编
王震生 ○ 副主编

- ▶ PPT教学课件
- ▶ 任务分解模式
- ▶ 项目式教学体系
- ▶ 配套项目实践环节
- ▶ 理论与实践紧密结合

配套资源下载地址：<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社

内 容 简 介

在网络建设蓬勃发展的今天,交换机/路由器作为其中最重要的设备,其管理和配置已经成为当前学生学习网络必须掌握的知识。本书以项目和任务模块为驱动,以锐捷交换机/路由器为例,通过分析一个完整的校园网络,围绕校园网络不同环节的设计与配置,详细介绍了交换机的基本配置、虚拟局域网、生成树协议、端口安全、链路聚合、路由器基本配置、IP 路由配置、访问控制列表、网络地址转换、PPP 协议配置、网络设备管理的知识,使学生在学完本书后可独立地进行一个完整项目的设计与配置。

本书每个项目后都配有项目实施,注重网络技术的实用性、通用性和一体性,可作为高职高专院校计算机网络相关专业的教材,也可作为网络工程师的培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

交换机/路由器的管理与配置/杨恒广,贾晓飞主编. —北京:清华大学出版社,2012.10
高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-302-29741-3

I. ①交… II. ①杨… ②贾… III. ①计算机网络-信息交换机-高等职业教育-教材 ②计算机网络-路由选择-高等职业教育-教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 189151 号

责任编辑:杜长清

封面设计:刘超

版式设计:文森时代

责任校对:赵丽杰

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14.5 字 数:341千字

版 次:2012年10月第1版 印 次:2012年10月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00元

产品编号:048631-01

前 言

随着信息化的发展，信息化网络覆盖了社会各行各业，成为经济社会发展的重要契机。同时，随着网络规模的扩大、网络应用的拓展和网络安全要求的提升，对网络人才的需求也与日俱增，但是现在能从事网络建设、应用、管理和维护的人才还远远不能满足社会需求。

网络建设涉及多方面的技术知识，如硬件架设管理、软件及应用的部署管理、安全部署等，这些技术又涉及很多项目需求，如综合布线、交换机/路由器配置管理、服务器架设及管理。在这些技术中，交换机/路由器作为支撑网络骨干的核心设备，尤其受到重视。在进行网络建设时，除布线及服务器配置外，交换机/路由器必须根据网络的应用需求进行合理配置才能使用。在网络的使用、管理和维护过程中，也要对网络设备的配置进行调整和优化，以提高网络的性能。这些都要求专业人员熟练掌握对交换机/路由器等网络设备进行配置和管理知识。

本书的特色是采用比较先进的项目式教学方法，以提出问题→分析问题→解决问题的方式，通过实际案例解决问题，使学生了解网络设备的基本原理和网络协议，掌握不同应用下网络设备的配置、管理和维护。

本书是作者在长期从事网络教学、网络建设及网络维护工程实践的基础上总结编写而成的，力争使读者尽快熟悉并掌握交换机/路由器的配置与管理。通过学习本书，可以使读者了解网络的基本原理和方法，掌握交换机的基本配置、虚拟局域网、生成树协议、端口安全、链路聚合、路由器基本配置、IP 路由配置、访问控制列表、网络地址转换、PPP 协议配置、网络设备管理等典型常用技术，使读者基本具备网络建设、维护和优化的能力。

本书共分为 11 项目，从网络原理及网络设备的基础知识讲起，采用项目式教学方法对典型网络设备的配置和管理技术进行了讲解，力求语言简洁、条理清晰、满足应用需求。本书适合作为高职高专计算机网络相关专业的学生及网络管理从业人员的学习用书。

由于时间和水平所限，书中难免有不足之处，敬请读者批评、指正。

编 者

目 录

项目一 网络基础.....	1
任务一 网络参考模型.....	2
1.1.1 OSI 参考模型的层次结构.....	2
1.1.2 OSI 参考模型各层的作用.....	3
1.1.3 各层间的联系.....	5
1.1.4 TCP/IP 协议.....	6
任务二 IP 地址.....	12
1.2.1 IP 地址的表示方法.....	13
1.2.2 IP 地址的分类.....	13
1.2.3 特殊的 IP 地址.....	14
任务三 子网划分.....	15
1.3.1 子网掩码.....	16
1.3.2 子网划分.....	17
1.3.3 可变长子网掩码.....	19
任务四 局域网技术简介.....	20
1.4.1 局域网体系结构.....	20
1.4.2 以太网.....	22
任务五 广域网技术简介.....	24
1.5.1 广域网的概念.....	25
1.5.2 广域网的体系结构.....	25
1.5.3 广域网的连接方式.....	26
1.5.4 广域网的链路层协议.....	26
任务六 层次化网络的设计.....	27
1.6.1 网络拓扑层次化结构设计.....	28
1.6.2 层次化网络应用示例.....	29
项目二 网络设备基础及其仿真软件.....	31
任务一 认识网络设备.....	32
2.1.1 交换机.....	32
2.1.2 路由器.....	34
任务二 网络设备的配置方式.....	38
2.2.1 本地配置方式.....	40
2.2.2 远程配置方式.....	41

任务三 网络设备的基础配置	43
2.3.1 网络设备的加电启动	44
2.3.2 网络设备的 RGNOS	44
任务四 仿真软件的安装与使用	47
2.4.1 Packet Tracer 简介	47
2.4.2 Packet Tracer 的安装与使用	48
项目三 交换机的基本配置	53
任务一 交换机的工作原理	54
3.1.1 MAC 地址	54
3.1.2 MAC 地址表	54
3.1.3 交换机的工作原理	55
任务二 MAC 地址表的管理与查看	57
3.2.1 配置 MAC 地址表	58
3.2.2 查看交换机的 MAC 地址表信息	59
任务三 交换机配置的基本命令	60
3.3.1 配置主机名和管理 IP	61
3.3.2 密码配置	62
3.3.3 为交换机配置标题	63
3.3.4 查看配置信息	64
3.3.5 配置的全过程	66
任务四 二层交换机端口的配置	67
3.4.1 端口选择	67
3.4.2 以太网端口配置	68
3.4.3 端口镜像	69
3.4.4 配置的全过程	71
任务五 三层交换机端口的配置	71
3.5.1 三层交换机简介	72
3.5.2 端口的配置	72
3.5.3 配置的全过程	74
项目四 虚拟局域网及其配置	77
任务一 认识虚拟局域网	78
4.1.1 VLAN 产生的技术背景	79
4.1.2 VLAN 的分类	80
4.1.3 VLAN 的优越性	81
任务二 VLAN 汇聚链接与封装协议	82
4.2.1 VLAN 的汇聚链路	83
4.2.2 VLAN 封装协议	84



4.2.3 交换机端口的类型.....	84
任务三 VLAN 的配置.....	85
4.3.1 VLAN 的默认配置.....	87
4.3.2 VLAN 的配置.....	87
4.3.3 配置的全过程.....	91
任务四 VLAN 间主机的相互通信.....	91
4.4.1 方案一：利用路由器实现 VLAN 间的相互通信.....	92
4.4.2 方案二：利用三层交换机实现 VLAN 间相互通信.....	94
4.4.3 配置全过程.....	95
项目五 交换网络中的冗余链路.....	101
任务一 冗余链路和生成树协议.....	102
5.1.1 相关知识.....	102
5.1.2 生成树协议配置.....	109
5.1.3 配置的全过程.....	112
任务二 以太网链路聚合.....	114
5.2.1 相关知识.....	115
5.2.2 链路聚合配置.....	116
项目六 点对点协议 PPP.....	121
任务一 点对点协议 PPP.....	122
6.1.1 PPP 协议.....	122
6.1.2 PPP 的认证协议.....	124
任务二 PPP 认证配置.....	126
6.2.1 PPP PAP 认证.....	127
6.2.2 PPP CHAP 认证配置.....	129
项目七 路由器的基本配置.....	132
任务 路由器的基本配置.....	133
7.1.1 配置主机名和远程登录.....	133
7.1.2 路由器端口配置.....	134
7.1.3 配置的全过程.....	137
7.1.4 其他相关配置.....	138
项目八 IP 路由的配置.....	143
任务一 路由原理.....	144
任务二 常用路由协议概述.....	145
8.2.1 路由方式.....	145
8.2.2 默认路由.....	148
8.2.3 RIP 路由协议.....	148



8.2.4 OSPF 路由协议	150
任务三 静态路由配置	152
8.3.1 直连网络	153
8.3.2 静态路由的配置	153
8.3.3 静态路由配置全过程	155
任务四 路由协议 RIP 的配置	156
8.4.1 RIP 配置	157
8.4.2 RIP 配置全过程	158
任务五 路由协议 OSPF 的配置	160
8.5.1 OSPF 配置命令	161
8.5.2 单区域 OSPF 配置	162
项目九 访问控制列表与端口安全	167
任务一 了解访问控制列表	168
9.1.1 ACL 概述	168
9.1.2 ACL 的类型	169
9.1.3 ACL 的匹配过程	169
9.1.4 ACL 的通配符掩码	171
9.1.5 ACL 的配置步骤及注意事项	172
任务二 编号访问控制列表的配置	172
9.2.1 编号标准 IP 访问控制列表的配置	173
9.2.2 编号扩展 IP 访问控制列表的配置	175
9.2.3 编号访问控制列表的编辑与修改	176
9.2.4 配置的全过程	177
任务三 命名访问控制列表	177
9.3.1 命名标准 IP 访问控制列表的配置	179
9.3.2 命名扩展 IP 访问控制列表的配置	180
9.3.3 配置的全过程	180
任务四 基于时间控制的访问控制列表	182
9.4.1 基于时间的访问控制列表概述	183
9.4.2 基于时间的访问控制列表的配置	183
9.4.3 配置的全过程	186
任务五 端口安全	186
9.5.1 交换机端口安全概述	187
9.5.2 端口安全的默认配置	188
9.5.3 端口安全的限制	188
9.5.4 安全端口及违例处理	188
9.5.5 配置安全地址	189



9.5.6	配置安全地址的老化时间	190
9.5.7	查看端口安全信息	190
9.5.8	配置的全过程	191
项目十	网络地址转换	195
任务一	NAT 概述	196
10.1.1	NAT 的工作过程	196
10.1.2	NAT 分类	196
10.1.3	NAT 相关术语	198
任务二	静态 NAT 配置	199
任务三	动态 NAT 配置	201
任务四	静态 NAPT 配置	202
任务五	动态 NAPT 配置	204
项目十一	网络设备操作系统管理	208
任务一	交换机和路由器的文件系统	209
11.1.1	管理主程序文件	209
11.1.2	Flash 中的文件系统管理	210
任务二	TFTP 服务器的使用	214
11.2.1	交换机配置文件的备份恢复和系统升级	214
11.2.2	路由器配置文件的备份恢复和系统升级	216
任务三	ROM 方式重写操作系统	218
11.3.1	重写交换机操作系统	218
11.3.2	重写路由器操作系统	220
参考文献		222



项目一

网络基础

项目学习目标

- 熟悉 OSI 的七层模型结构，理解 OSI 参考模型的各层功能及其关系
- 掌握 TCP/IP 协议的分层结构和各层的功能
- 掌握 IP 地址及其分类，掌握子网划分的方法
- 掌握局域网及广域网相关基础知识，熟悉层次化网络的组成及其规划

目标分析

在建设网络之前，要对网络的基础、机制、规则和分类等有一个详细的了解，这样在进行项目建设和使用的时候，才能更好地进行理解、分析、建设和维护。本项目让读者通过了解网络协议的概念，熟悉 OSI 七层模型，掌握 TCP/IP 协议的分层结构及各层的功能，来建立网络架构的层次感和分析意识；同时掌握网络设备的身份标识 MAC 地址以及 IP 地址，了解目前 IP 资源分配的现状。另外，通过学习局域网及广域网的相关基础知识，熟悉层次化网络的设计。

学前基础要求

- 熟悉网络基础知识
- 了解计算机系统的通信

任务一 网络参考模型

任务描述

计算机网络的发展,使计算机网络成为一个涉及计算机技术、通信技术等多个领域的复杂系统。在网络中包含多种计算机系统以及不同的网络架构,它们的硬件和软件系统各不相同,很难进行相互通信。那么在进行网络建设时,怎样才能实现不同网络间的信息交换和资源共享呢?

问题解决

为了解决不同网络间的兼容性问题,实现网络设备间的相互通信,许多标准化机构都开展了网络体系结构标准化的工作。其中,最为著名的就是国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)提出的 OSI 模型(Open System Interconnection/Reference Model, 开放系统互连参考模型)。该参考模型是一套可以使全球计算机进行开放通信的规范集合,于 1984 年正式发布。OSI 是一种理论的网络参考模型,它将计算机网络体系结构划分为七层,把开放系统的许多协议进行整合,使得两个不同的系统能够通信,而不管它们底层体系结构是什么样子。OSI 模型不需要改变底层的硬件或软件逻辑就能使不同的系统能够较容易地通信,它每一层的设计和测试都是相对独立的,层次间也无须了解其他层的实现过程,简化了设备间的互通性和操作性。

1.1.1 OSI 参考模型的层次结构

图 1-1 所示为 OSI 参考模型,自下而上为第 1~7 层。在 OSI 参考模型的层次结构中,每层只负责完成特定的通信,并只跟与其相邻的上层和下层进行数据交换。

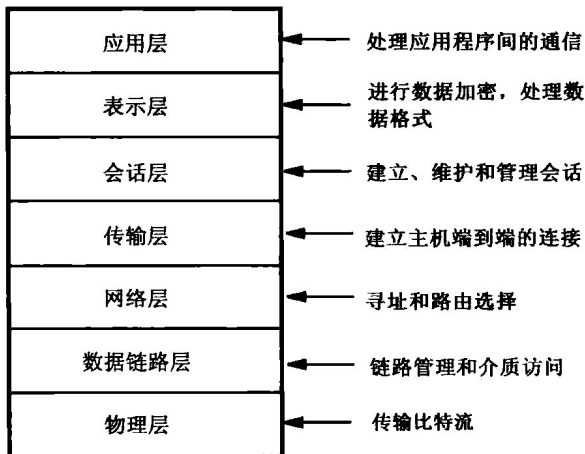


图 1-1 OSI 参考模型



在 OSI 参考模型的层次结构中,低三层(第 1~3 层)是面向通信的,进行计算机到计算机的通信,实现通信子网的功能;高三层(第 5~7 层)是面向信息处理的,进行用户到用户的通信,实现资源子网的功能;中间的传输层建立在低三层提供服务的基础上,为面向信息处理的高层提供与网络无关的信息交换服务。

在终端主机中,每一层都与另一台终端主机的对等层次进行通信,但是这种通信是要通过下一层为其提供的服务来间接实现的。调用它相邻的下一层服务,即下层为上层提供服务。例如,第 3 层使用第 2 层提供的服务,同时向第 4 层提供服务;对等层间的通信则是一台终端主机的第 3 层信息也要在另一台终端主机的第 3 层才能被解读。

在此,各层的协议是相互独立的,由每一层实现一种相对独立的功能,从而实现将一个难以处理的复杂问题分解为若干个容易处理的较小问题。

1.1.2 OSI 参考模型各层的作用

1. 物理层 (Physical Layer)

物理层是 OSI 参考模型的最底层(第 1 层)。物理层的数据单元是位(bit),其传输电气信号的载体称为位流或比特流,它的作用就是进行比特流的传输。

物理层并不是指物理设备或物理传输介质,具体的物理媒介不在 OSI 参考模型的 7 层之内,因此,有人把物理传输介质当做第 0 层。物理层的任务是对物理连接设备的规定和描述,为它的上一层提供一个物理连接。物理层具体定义了通信传输介质的机械特性(即接口所用的接线器的形状、尺寸、引线数目和线序)、电气特性(即每根连线的电压、电流范围)、功能特性(即不同的电压表示的意义)和规程特性(即规定不同功能可能出现的不同顺序)。

物理层的数据由位流(0 和 1 的序列)组成,进行传输时不会关心数据的含义和格式。属于物理层定义的典型规范有 RS-232、RS-449、V.35 和 RJ-45 等。中继器和集线器是典型的物理层设备。

2. 数据链路层 (Datalink Layer)

数据链路层是 OSI 参考模型的第 2 层,它控制网络层与物理层之间的通信,主要功能是解决如何在不可靠的物理线路上进行数据的可靠传递。为了保证传输,数据链路层把从网络层接收到的数据分割成特定的可被物理层传输的帧。帧是用来传输数据的结构包,不同的数据链路层协议定义的帧的结构不尽相同。数据帧不仅包括原始数据,还包括发送方和接收方的物理地址以及纠错和控制信息。其中的地址确定了帧将发送到何处,而纠错和控制信息则能确保帧正确地到达接收方。如果在传送数据时,接收方检测到所传送的数据有差错,就要通知发送方重新发送这一帧。该层的作用包括:物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错和重发等。

数据链路层的数据单元是帧(frame),其协议主要有 HDLC、PPP、X.25 和帧中继等。网卡和网桥是典型的数据链路层设备,交换机在大多数情况下也属于数据链路层设备。

3. 网络层 (Network Layer)

网络层位于 OSI 参考模型的第 3 层,其主要功能是将网络地址翻译成对应的物理地址,



并决定如何将数据从发送方传输到接收方。网络层是可选的，当两个计算机系统处于由不同的路由器分割开的网段，或者当通信应用要求某种网络层或传输层提供的服务、特性或者能力时方可使用。例如，当两台主机处于同一个 LAN 网段直接相连时，它们之间的通信只使用 LAN 的通信机制就可以了（即 OSI 参考模型的 1、2 层）。网络层负责将分组从发送端传输到目的端，这可能要跨越多个网络（链路）。传输层负责将完整的报文进行端到端的传输，而网络层则确保每一个分组能够从它的发送端到达目的端。

网络层的作用如下：

（1）管理网络地址。如果分组穿过了网络的边界，就需要一种编址来帮助区分发送端和目的端，这种网络地址即是 IP 地址。网络层对从上层往来的数据段添加首部，其中包括发送端和目的端的逻辑地址。

（2）路由选择。当许多独立的网络互连在一起组成互联网或更大的网络时，这些连接设备就要为数据分组提供路径选择或数据交换的方法，以便把分组顺利发送到目的端。网络层的主要功能就是提供这种路由选择机制。

网络层通过综合地考虑网络拥塞程度、数据发送的优先权、服务质量（包括传输时间、链路抖动、网络延迟等情况），以及所有可选择的到达目标的路径开销等情况来决定网络两节点间通信的最佳路径。

（3）网络互联。不同的网络可能使用不同的网络层协议，通过网络层进行网络协议的转换，实现不同网络的互联。

网络层的数据单元是包（Packet），包有两种，一种叫做用户数据包（Data Packets），是上层传下来的用户数据；另一种叫做路由更新包（Route Update Packets），是直接由路由器发出来的，用来和其他路由器进行路由信息的交换。网络层的主要协议有 IP、IPX、RIP、OSPF、ARP、RARP、ICMP 和 IGMP 等。路由器是典型的网络层设备。

4. 传输层（Transport Layer）

传输层是 OSI 参考模型中重要的一层，位于 7 层的中间，它负责将报文准确、可靠、顺序地进行端到端之间的传输，确保整个报文原封不动地按序到达，并且监督发送端到目的端这一级的差错控制和流量控制。

传输层的主要功能如下：

（1）服务点编址。计算机往往在同一时间运行多个程序，当这些程序进行网络通信时，传输层要在每个程序的数据包上增加一个地址，这个地址叫做端口地址。例如，浏览网页时就要请求连接对端的端口地址 80，即 HTTP 协议的端口地址。

（2）分段与重组。一个报文要划分成若干个可传输的报文段，每个报文段应包括序号，这些序号使传输层能够将报文在它到达目的端时重组起来，对在传输时丢失的分组能够识别并替换为正确的分组。传输层能够根据网络的处理能力把一些大的数据包强制分割成多个小的数据单元，然后为每个数据单元安排一个序号，从而保证数据单元到达接收方时能够正确地排序。

（3）连接控制。传输层可以是面向无连接的，也可以是面向连接的。无连接的传输层将每个报文段看成是独立的数据报，并将此报文段传输给目的计算机上的传输层；面向连



接的传输在发送分组之前，先要和目的计算机的传输层建立一条连接。当全部数据都传送完毕后，连接就被释放掉。

(4) 流量控制。如果接收端接收数据的速率小于发送端发送数据的速率，那么就使得接收端过载而无法工作。传输层的流量控制是在端到端之间的意义上实现的。

(5) 差错控制。为了加强端到端之间传输的可靠性，在传输层还增加了差错控制，发送端的传输层必须保证整个报文到达接收端的传输层时是没有差错的。一旦发生了错误，通常通过重传来实现。

传输层的数据单元是数据段 (Segment)，其主要协议有 TCP、UDP 和 SPX 等。

5. 会话层 (Session Layer)

会话层位于 OSI 参考模型的第 5 层，在表示层的下方，其作用是负责建立、维护、控制会话、区分不同的会话，以及提供单工 (Simplex)、半双工 (Half Duplex)、全双工 (Full Duplex) 三种通信模式的服务。例如，从互联网下载文件，就需要本地与想要下载的文件所在地建立连接，即建立一个会话。这个下载的通道是由会话层来控制的，下载的时候，由于某种原因网络断开了，等网络恢复正常后，仍然可以通过会话层的控制执行断点续传。

会话层的任务主要有以下两个方面：

(1) 对话控制。会话层允许两个系统进行对话，它允许两个进程之间的通信按半双工或全双工的方式进行。

(2) 同步。会话层允许进程将若干个检查点 (同步点) 插入到数据流中。例如，如果某系统要发送 200 个数据报的文件，那么可以在每 10 个数据报的后面插入一个检查点，这样就保证了每 10 个数据报单元独立地接收和确认。如果传输到第 123 个数据报时网络掉线了，那么恢复网络后需要重传的只是编号为第 123~200 个数据报。

6. 表示层 (Presentation Layer)

表示层位于 OSI 参考模型的第 6 层，在应用层的下方，它负责数据的编码、转化，确保应用层能正常工作。在这层完成我们看到的界面与二进制互相转化 (即我们的语言与机器语言间的转化)。表示层还可以进行数据的压缩、解压、加密和解密，同时根据不同的应用目的将数据处理为不同的格式并表现出来，就是我们看到的各种各样的文件扩展名。

7. 应用层 (Application Layer)

应用层位于 OSI 参考模型的最顶层，即第 7 层，其功能与应用进程有关，主要负责对软件提供接口，以使程序能使用网络服务。术语“应用层”并不是指运行在网络上的某个特别应用程序，它提供的服务包括文件传输、文件管理以及电子邮件的信息处理。

1.1.3 各层间的联系

OSI 参考模型的分层思想使整个网络的设计变成了对各层及层间接口的设计，因此易于设计和实现。各层功能明确并且相互独立，层间接口清晰，下层为上层提供服务。

在 OSI 环境中，数据的传输过程如图 1-2 所示。



(1) 当源计算机的应用进程 A 的数据传送到应用层时, 加上本层的控制报头 AH, 组成应用层的数据单元, 然后传送到表示层。

(2) 表示层收到数据后, 加上本层的控制报头 PH, 组成表示层的数据单元, 传送到会话层。

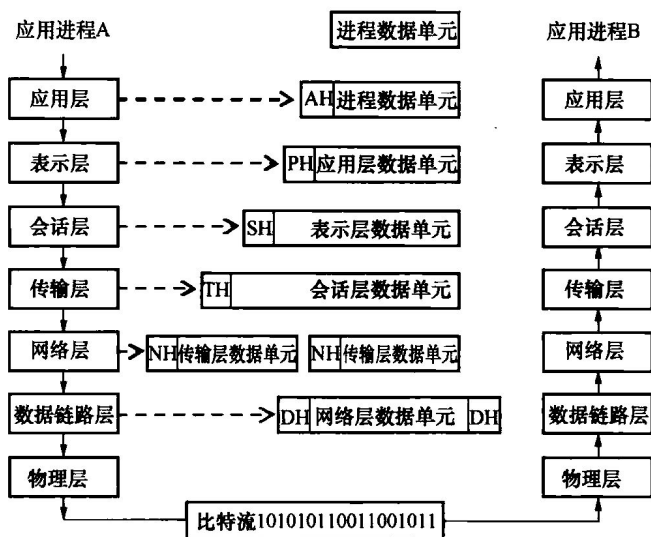


图 1-2 数据的传输过程

(3) 会话层收到数据后, 加上本层的控制报头 SH, 组成会话层的数据单元, 送到传输层。

(4) 传输层收到数据后, 加上本层的控制报头 TH, 组成传输层的数据单元, 即数据段。

(5) 传输层的整个报文送到网络层时, 由于网络层数据单元长度的限制, 传输层的报文将被分割成多个较短的数据字段, 加上网络层的控制报头 NH, 构成网络层的数据单元, 即分组 (Packet)。

(6) 当网络层的分组到达数据链路层后, 在分组的前后都加上数据链路层的控制报头 DH, 就构成了数据链路层的数据单元, 即帧。由于各网络所支持的帧的最大传输单元 (MTU) 不同, 一个网络层分组有可能也要分成几段放到几个帧中。

(7) 数据链路层的帧到达物理层以后, 物理层将以比特流的方式, 把数据通过传输介质传输出去。

(8) 当比特流到达目的计算机时, 再从物理层依次往上传输, 每层去掉本层的控制报头, 将数据上传到上一层, 最终传送给目的计算机的应用进程 B。

1.1.4 TCP/IP 协议

OSI 参考模型的出现, 为网络互联、网络设计与开发带来了方便, 但是由于实现他们过于复杂、效率较低, 所以该参考模型并未得到应用。现在商用网络体系结构中, 占主导



地位的是 TCP/IP 协议族。

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 协议, 即传输控制协议/因特网互联协议, 又叫网络通信协议, 它是 Internet 最基本的协议, 也是 Internet 国际互联网络的基础, 当前的网络建设都是在 TCP/IP 协议基础之上进行的。

1. TCP/IP 协议体系结构

TCP/IP 因它的两个主要协议 (即 TCP 协议和 IP 协议) 而得名。TCP/IP 定义了电子设备 (比如计算机) 如何连入因特网, 以及数据如何在它们之间传输的标准, 是 Internet 上使用的一组完整的标准网络连接协议。

通常所说的 TCP/IP 协议实际上包含了大量的协议和应用, 由多个独立定义的协议模块组合在一起, 因此, 更确切地说, 应该称其为 TCP/IP 协议族。

从协议分层模型方面来讲, TCP/IP 结构由四个层次组成: 网络接口层、网络层、传输层、应用层, 每一层都呼叫它的下一层所提供的网络来完成自己的需求。TCP/IP 模型结构与 OSI 参考模型结构的对应关系如图 1-3 所示。

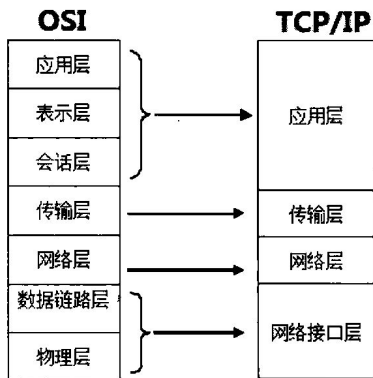


图 1-3 TCP/IP 模型结构与 OSI 参考模型结构的对应关系

(1) 网络接口层。TCP/IP 模型的最底层是网络接口层, 也被称为主机-网络层, 它包括了使用 TCP/IP 与物理网络进行通信的协议, 且对应着 OSI 参考模型的物理层和数据链路层, 相应的功能也是 OSI 参考模型中物理层和数据链路层的功能。TCP/IP 标准定义网络接口协议, 旨在灵活地适应各种物理网络类型。这使得 TCP/IP 协议可以运行在任何底层网络上, 以便实现它们之间的相互通信。网络接口层对高层屏蔽了底层物理网络的细节, 是 TCP/IP 成为互联网协议的基础。

常见的网络接口层协议有 Ethernet 802.3、Token Ring 802.5、X.25、Frame Relay、HDLC 和 PPP ATM 等。

(2) 网络层。TCP/IP 模型中的网络层对应 OSI 参考模型中的网络层, 负责相邻计算机之间的通信, 其功能包括以下三个方面。

- ☑ 处理来自传输层的分组发送请求: 收到请求后, 将分组装入 IP 数据报, 填充报头, 选择去往信宿机 (接收者) 的路径, 然后将数据报发往适当的网络接口。

☑ 处理输入数据报：首先检查其合法性，然后进行寻径。假如该数据报已到达信宿机，则去掉报头，将剩下的部分交给适当的传输协议；假如该数据报尚未到达信宿机，则转发该数据报。

☑ 处理路径、流控、拥塞等问题。

网络层的协议主要有 IP 协议、ICMP（Internet Control Message Protocol，控制报文）协议、ARP（Address Resolution Protocol，地址转换）协议和 RARP（Reverse ARP，反向地址转换）协议。各协议的具体含义和功能如下：

☑ IP 是网络层的核心，它是一种面向非连接的协议，不负责下面的传输可靠性，不提供流量控制和差错恢复功能，这些功能必须由高层提供。IP 协议提供路由功能，它试图把发送的消息传输到它们的目的地。

☑ ICMP 是网络层的补充，可以回送报文，用来检测网络是否通畅。

☑ Ping 命令就是发送 ICMP 的 echo 包，通过回送的 echo relay 进行网络测试。

☑ ARP 是正向地址解析协议，通过已知的 IP，寻找对应主机的 MAC 地址。

☑ RARP 是反向地址解析协议，通过 MAC 地址确定 IP 地址（如无盘工作站和 DHCP 服务）。

（3）传输层。TCP/IP 模型中的传输层的功能与 OSI 参考模型的传输层类似，主要负责进程到进程之间的端对端通信。

传输层的协议主要是 TCP 协议和 UDP 协议。其中，TCP 提供面向连接的可靠的数据传输服务，UDP 提供面向非连接的不可靠的数据传输服务。

（4）应用层。在 TCP/IP 模型中，应用层是最高层，它对应着 OSI 参考模型中的高三层（应用层、表示层和会话层），用于为用户提供网络服务，如文件传输、远程登录、域名服务和简单网络管理等。因提供的服务不同，在这一层上定义了 HTTP、FTP、Telnet、DNS、SMTP 和 POP3 等多个不同的协议。各协议的具体含义和功能如下：

☑ HTTP（Hypertext Transport Protocol）——超文本传输协议，是客户端浏览器或其他程序与 Web 服务器之间的应用层通信协议。

☑ FTP（File Transmission Protocol）——文件传输协议，一般上传或下载用 FTP 服务，数据端口是 20H，控制端口是 21H。

☑ Telnet 服务——用户远程登录服务，使用 23H 端口，使用明码传送，保密性差，但简单、方便。

☑ DNS（Domain Name Service）——域名解析服务，提供域名到 IP 地址之间的转换。

☑ SMTP（Simple Mail Transfer Protocol）——简单邮件传输协议，用来控制信件的发送、中转。

☑ POP3（Post Office Protocol 3）——邮局协议第 3 版本，用于接收邮件。

TCP/IP 模型的主要缺点如下。

首先，它没有清楚地区分哪些是规范、哪些是实现；其次，它的主机-网络层定义了网络层与数据链路层的接口，但并不是常规意义上的一层。主机-网络层和接口层的区别是非常重要的，TCP/IP 模型并没有将它们区分开来。



TCP/IP 协议族如图 1-4 所示。

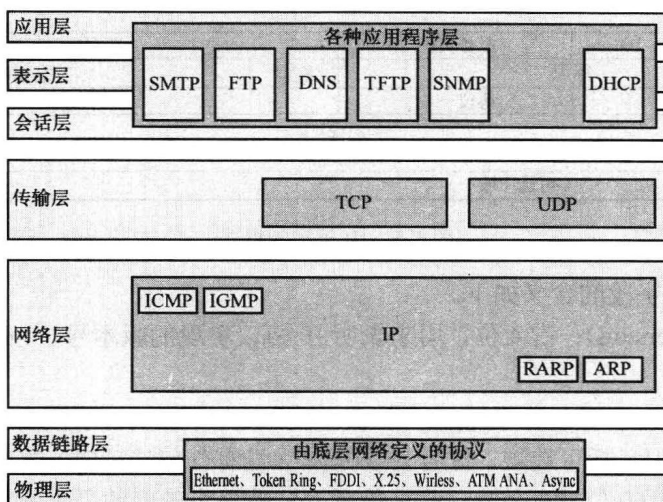


图 1-4 TCP/IP 协议族

2. IP 协议

IP 协议是 TCP/IP 协议族中最核心的协议。在因特网中，IP 协议是使连接到网上的所有计算机网络实现相互通信的协议，规定了计算机在因特网上进行通信时应当遵守的规则。任何厂家生产的计算机系统，只要遵守 IP 协议就可以与因特网互连互通。IP 协议提供面向无连接的不可靠的数据报服务，即在对数据传输处理上，只提供尽力传送的机制，无论传输正确与否，都只将数据报尽量地传往目的地，既不做验证，又不发确认，也不保证数据报的正确顺序，依赖其他层的协议进行差错控制。在局域网环境中，IP 协议往往被封装在以太网帧中传送，而所有的 TCP、UDP、ICMP、IGMP 数据都被封装在 IP 数据报中传送。以太网帧如图 1-5 所示。

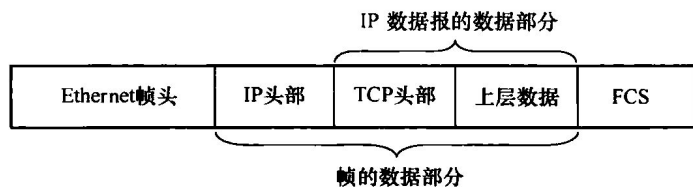


图 1-5 以太网帧

IP 定义了 TCP/IP 在互联网上信息传输的基本单元——IP 数据报，规定了互联网上运输数据的确切格式。IP 数据报由报头和正文两部分组成，正文部分是 TCP 数据经过分割之后的分段数据，这些分段在送到 IP 协议时，会在数据中添加一个 IP 报头，报头的长度不固定，由 20 个字节的固定部分和变长的任选字段组成。IP 报头的格式如图 1-6 所示。