新世纪应用型高等教育
网络专业系列规划教材

新世纪

网络设备互联技术

新世纪应用型高等教育教材编审委员会　组编
主编　洪联系　陈荣赏

大连理工大学出版社

新世纪应用型高等教育
网络专业系列规划教材

网络设备互联技术

WANGLUO SHEBEI HULIAN JISHU

新世纪应用型高等教育教材编审委员会　组编
主编　洪联系　陈荣赏
副主编　唐基宏　姚子怀　田文英

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

网络设备互联技术 / 洪联系，陈荣赏主编. — 大连：大连理工大学出版社，2013.7
新世纪应用型高等教育网络专业系列规划教材
ISBN 978-7-5611-7846-1

Ⅰ. ①网… Ⅱ. ①洪… ②陈… Ⅲ. ①网络设备—设备安装—高等学校—教材 Ⅳ. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 103799 号

大连理工大学出版社出版
地址：大连市软件园路 80 号　邮政编码：116023
发行：0411-84708842　邮购：0411-84703636　传真：0411-84701466
E-mail：dutp@dutp.cn　URL：http://www.dutp.cn
大连日升印刷厂印刷　　大连理工大学出版社发行

幅面尺寸：185mm×260mm　印张：20.25　字数：465 千字
印数：1～1500
2013 年 7 月第 1 版　　2013 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑：潘弘喆　　责任校对：鲍雪梅
封面设计：张　莹

ISBN 978-7-5611-7846-1　　定　价：42.00 元

前言

近年来越来越多的高校加入思科网络技术学院项目，并相应开设了“CCNA Exploration 4.0”课程。“CCNA Exploration 4.0”课程共分为四个学期，现有教材内容全面、详细，但在内容上有较多重复，同时也难以适应当前高校课时压缩的教学特点，较适合用于学生自学。

《网络设备互联技术》是对思科网络技术学院项目课程教程的浓缩、提炼并做适当的补充，在内容上尽量避免与其他课程重复，做到语言精练、内容丰富；在编写上做到突出内容的实用性，尽可能选取新的、实用的技术；在章节安排和重点知识的处理上，根据多年的教学经验精心组织教材内容，做到理论与实践相结合。本教材所有章节都配有实例，通过相应的配置练习，可以帮助学生快速理解和掌握各章的基本理论和实践技能。本教材中所有实验都已在实际环境中通过检验，在实际教学过程中，可根据教学需要对拓扑结构、配置进行修改，以适应不同的教学环境。

本教材分为两篇：上篇为网络设备互联技术原理篇，共分为8章，由集美大学的洪联系和唐基宏、厦门理工学院的陈荣赏、微思网络公司的姚子怀、石家庄职业技术学院的田文英编写，石家庄职业技术学院任晓鹏参与编写，具体分工如下：第2、7章由洪联系、田文英编写，第4章由唐基宏编写，第1、5、8章由陈荣赏、任晓鹏编写，第3、6章由姚子怀编写。

第1章介绍网络互联模型、设备，着重介绍网络设备的组成和工作原理以及相应的基本功能实现配置。

第2章介绍IPv4、IPv6地址的结构及IPv4在建立和测试IP网络与子网中的应用。

第3章介绍交换机的基本功能、工作原理，VLAN、Trunk、VTP、STP和端口安全的基本概念、配置方法。

第4章介绍路由原理、路由协议，包括静态路由和动态路由协议的概念和配置方法。

第5章介绍ACL的作用、类型及不同ACL的配置方法。

第6章介绍广域网的基本概念和不同类型的广域网构建技

新世纪

术及 HDLC、PPP、帧中继的配置。

第 7 章介绍静态和动态 NAT、PAT 的工作原理及其配置方法。

第 8 章介绍 WLAN 的组成、标准和工作方式。

下篇为网络设备互联技术实验篇，共设计了 27 个实验，由微思网络公司提供并授权，覆盖了除无线技术以外的所有网络设备互联技术的基本内容。

全书由洪联系负责统稿。

本教材适用于有一定计算机网络基础的读者，建议修完“计算机网络技术基础”课程后开设本课程，建议学时为 64 学时(含实验学时)和一周的实训教学。本课程同样适用于 CCNA 认证考试。

在编写本教材的过程中，编者查阅了相关文献，得到了微思网络公司的帮助与支持，在此表示衷心感谢。此外，还要对微思网络公司的骆雅慧表示感谢，她为本教材的编写做了很多工作。

编 者

2013 年 7 月

所有意见和建议请发往：dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站：http//www.dutpbook.com

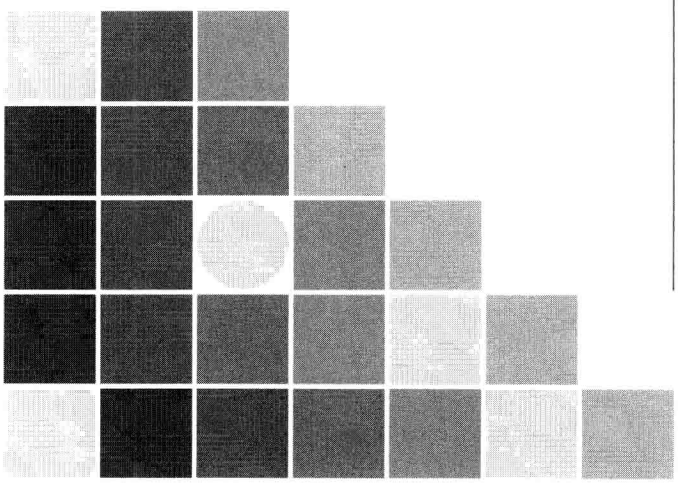
联系电话：0411-84707492 84706104

目 录

网络设备互联技术原理篇

网络设备互联技术实验篇

网络设备互联技术原理篇



第1章

交换机与路由器基础

概　述

网络互联就是运用各种网络硬件(路由器、交换机等)和软件技术(协议等),把两个或两个以上的计算机网络互联起来实现数据通信和资源共享的系统。本章将主要介绍网络互联模型、设备,着重介绍网络设备的组成和工作原理以及相应的基本功能。

本章目标

- 理解数据通信过程。
- 掌握计算机网络技术基础。
- 理解网络设备的组成和工作原理。
- 掌握网络设备的访问方式。
- 掌握网络设备的基本配置。
- 理解 Cisco 发现协议。
- 熟练网络设备调试命令应用。

1.1　交换机与路由器基础知识

本节将对计算机网络数据通信、开放系统互联(Open System Interconnection,OSI)参考模型进行回顾,并对常用的网络命令进行概要介绍。

1.1.1　一般通信的过程

1. 何为通信

通信即将消息或信息从一个人或设备发送给另一个人或设备,从广义上讲是指需要信息的双方或多方在不违背各自意愿的情况下采用某种方法,使用某种媒质,将信息从某方准确安全传送到另一方。

在现实生活中，人们使用许多不同的通信方式来交流观点，所有这些方式都有三个共同的要素：消息来源、消息的目的地址、通道（传输介质、信道），如图 1-1 所示。

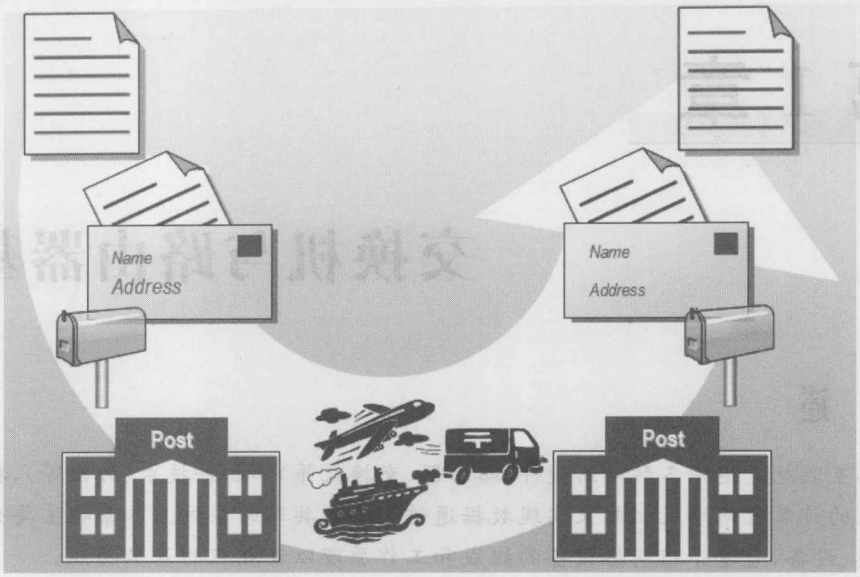


图 1-1 一般通信过程图示

2. 通信质量

如果收件人理解的消息意思符合发送方意欲表达的意思，就认为通信成功。对于数据网络，同样以此基本标准来判断通信是否成功。但是，在通信过程中，可能有多种因素阻止消息到达收件人处，甚至扭曲其原有意思。这些因素可能来自内部，也可能来自外部。影响网络通信成功的内部因素包括消息的大小、消息的复杂程度、消息的重要程度；外部因素包括通道的质量、消息必须变更形式的次数、消息必须重定向的次数、同时传输其他消息的数量、指定给成功通信的时间。

3. 计算机网络数据通信三要素

- 设备：物理要素，即硬件（计算机、路由器、交换机等）。
- 介质：有线介质（双绞线、光纤等）、无线介质（无线电射频、红外波等）。
- 服务：网络设备上运行的通信程序，称为软件。网络服务通过提供信息对请求做出响应。服务包括人们日常使用的许多常见网络应用程序，如电子邮件托管服务等。

1.1.2 计算机网络

计算机网络是指将地理位置不同的、具有独立自主功能的计算机，通过通信线路互联起来，在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下实现资源共享和信息传递的计算机集合。目前，计算机网络基本上都是分组交换网，分组交换网由资源子网和通信子网构成，如图 1-2 所示。

1. 计算机网络分类

根据网络交换功能分类：

电路交换网：是指根据通信双方需求建立连接并独占该连接信道直至它们被释放的

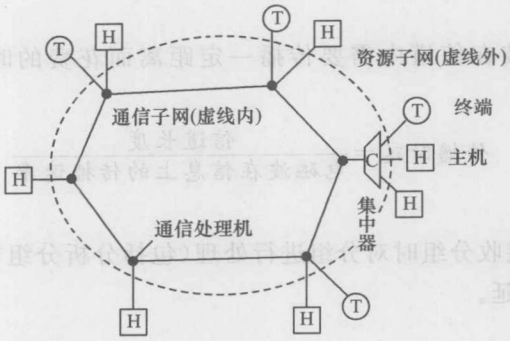


图 1-2　计算机网络组成

过程，与电话交换方式的工作过程类似。

报文交换网：是以报文为数据交换单位，在交换结点采用存储-转发的方式传输。报文交换不要求在两个通信结点之间建立专用通路。

分组交换网：是继电路交换网和报文交换网之后的一种新型交换网络，它是一种存储-转发的交换方式，它将用户的报文划分成一定长度的分组，以分组为存储-转发单元，因此，它比电路交换的利用率高，比报文交换的时延要小，而且具有实时通信的能力。

根据网络覆盖地理范围大小分类：

局域网：LAN (Local Area Network)，是将小区域内的各种通信设备互联在一起的网络，其分布范围局限在一个或几个办公室、一幢大楼或一个校园内，用于连接个人计算机、工作站和各类外围设备，以实现资源共享和信息交换。

城域网：MAN (Metropolitan Area Network)，分布范围介于局域网和广域网之间，其目的是在一个较大的地理区域内提供数据、声音和图像的传输。

广域网：WAN (Wide Area Network)，也称远程网，其分布范围可达数百至数千公里，可覆盖一个国家或一个洲。

2. 衡量计算机网络的性能指标

带宽：又称频宽，是指在固定时间内可传输的数据量。在模拟信号中，带宽指通信线路允许传输的信号频率范围，其单位为赫兹(Hz)、千赫(kHz)、兆赫(MHz)等。在数字通信中，带宽是指数字信道发送数字信号的速率，称为数据率或比特率，其单位为比特每秒(bps 或 b/s)、千比每秒(kb/s 或 10^3 b/s)、兆比每秒(Mb/s 或 10^6 b/s)、吉比每秒(Gb/s 或 10^9 b/s)或者太比每秒(Tb/s 或 10^{12} b/s)。

时延：是指一个报文或分组从一个网络的一端传送到另一个端所需要的时间。它包括了发送时延、传播时延、处理时延和排队时延。

(1)发送时延

发送时延是指结点在发送数据时，使数据块从结点进入到传输媒体所需的时间，也就是数据块从第一个比特开始发送，到最后一个比特发送完成所需的时间。发送时延也称传输时延。其计算公式：

$$\text{发送时延}=\frac{\text{数据块长度}}{\text{发送速率}}$$

(2)传播时延

传播时延是电磁波在信道中需要传播一定距离而花费的时间。传播时延的计算公式：

$$\text{传播时延}=\frac{\text{信道长度}}{\text{电磁波在信息上的传播速率}}$$

(3)处理时延

主机或路由器在接收分组时对分组进行处理(包括分析分组首部、提取分组数据、差错检测等)所产生的时延。

(4)排队时延

结点为存储-转发，在结点缓冲队列中分组排队等待转发所经历的时延。由于分组进入路由器要在输入队列等待处理，确定转发接口后，还要在输出队列中排队等待转发，因此排队时延包括输入队列排队时延和输出队列排队时延。同时该时延与当前网络通信量有关，通信量大，则时延就长。因此，排队时延的长短主要取决于当前网络的通信量。

因此，数据在网络中传送所经历的总时延是以上三部分之和：

总时延＝传播时延＋发送时延＋处理时延＋排队时延

3. 计算机网络拓扑结构

计算机网络拓扑结构是指将计算机网络中的网络单元抽象为点，传输介质抽象为线，以此来组成的几何图形，从而抽象出了网络系统的具体结构。如图 1-3 所示，计算机网络系统的拓扑结构主要有总线型、星型、环型和网状型几种。网络拓扑结构对整个网络的设计、功能、可靠性、费用等方面有着重要的影响。

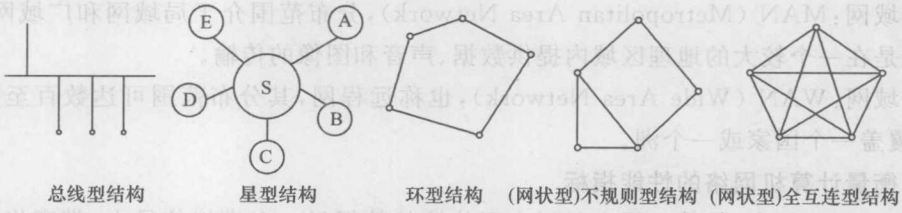


图 1-3 计算机网络拓扑结构

总线型结构：结构简单，所需电缆数量较少，故障诊断和隔离较困难，可靠性差，传输距离有限，共享带宽，速度慢。

星型结构：控制简单，故障诊断和隔离容易，易于扩展，可靠性好，中心结点负荷重，需要较多电缆。

环型结构：易于扩展，所需电缆少，可靠性差，故障检测困难。

网状型结构：多路径选择，冗余链路，可靠性高，需要较多电缆，成本高。

1.1.3 计算机网络体系结构(参考模型和协议模型)

一个复杂的问题通常采用分层方法使之简单化、标准化。计算机网络是个非常复杂的系统，相互通信的计算机系统必须高度协调工作。为了设计这样复杂的计算机网络，早在最初的 ARPANET 设计时即提出了分层的方法。为了减少协议设计和调试过程的复

杂性，通常网络协议都按结构化的层次方式来进行组织，每层完成一定的功能，每层又建立在它的下层之上。层与层之间以接口形式连接，接口定义了下层向上层提供的原语操作和服务。

层和协议的集合称为网络体系结构，即为了完成网络结点间的通信合作，把网络结点互联的功能划分成明确定义的层次，并规定了同层次进程通信的协议及相邻之间的接口和服务。

网络模型是网络工作原理的表示方式，并非实际网络。计算机网络体系结构的分层模型有 TCP/IP 协议模型和 OSI 参考模型两种，如图 1-4 所示。OSI 参考模型属于国际标准，由于分层较多，实现较复杂，主要用于理论研究；TCP/IP 协议模型分层较少，实现较容易，称为事实上的国际标准。

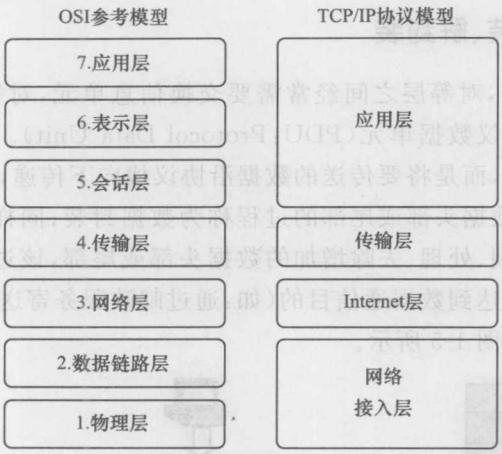


图 1-4　OSI 参考模型与 TCP/IP 协议模型

OSI 参考模型分为七层，各层功能如下：

• 应用层：负责应用管理和执行应用程序以满足客户的需求。如：FTP、TFTP、Telnet、DHCP、DNS 等。

• 表示层：对应用层服务之间传输的数据规定了通用的表示方式，如：加、解密，压缩等。

• 会话层：为表示层提供组织对话和管理交换的服务，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。如：虚电路的建立、拆除等。

• 传输层：负责终端设备中两个进程之间的通信，其数据传输单位是报文或段。如：TCP（面向连接的数据传输协议，实现可靠的数据传输）、UDP（无连接传输协议，具有很高的传输效率）。

• 网络层：为分组通过通信子网进行路径选择，防止通信子网信息流量过大造成阻塞，建立和管理网络连接等。其数据传输单位是分组或包。

• 数据链路层：以物理层为基础，在网络结点之间建立数据链路连接，实现差错控制、流量控制和帧的传输。

• 物理层：提供机械的、电气的、功能的和操作的方法，用于激活和保持系统间的物理

链路。

OSI的七层协议体系结构概念清楚、体系结构理论完整，但它过于复杂，不实用。在实际应用中，通常对其进行简化。目前最常见的是TCP/IP协议模型，如图1-4所示，包括：

- 应用层：向用户提供数据加上编码和对话控制。
- 传输层：支持不同设备之间通过不同网络通信。
- Internet层：也叫网际层，确定通过该网络的最佳路径。
- 网络接入层：控制组成网络的硬件设备和介质。

从实质上讲，TCP/IP协议只有三层，即应用层、传输层和Internet层，因为最下面的网络接入层没有什么具体内容。

1.1.4 数据封装、解封装

在OSI参考模型中，对等层之间经常需要交换信息单元，对等层协议之间需要交换的这些信息单元称为协议数据单元(PDU：Protocol Data Unit)。实际上，结点的对等层之间不能进行直接通信，而是将要传送的数据沿协议栈向下传递，每层的各种协议都要向其添加信息，这种增加数据头部或尾部的过程称为数据封装；同样，在数据到达接收点的对等层后，接收方将识别、处理、去除增加的数据头部或尾部，该过程称为数据解封装；经过这一系列过程后最终达到数据通信目的(如：通过邮政服务寄送包裹)。

数据的封装过程如图1-5所示。

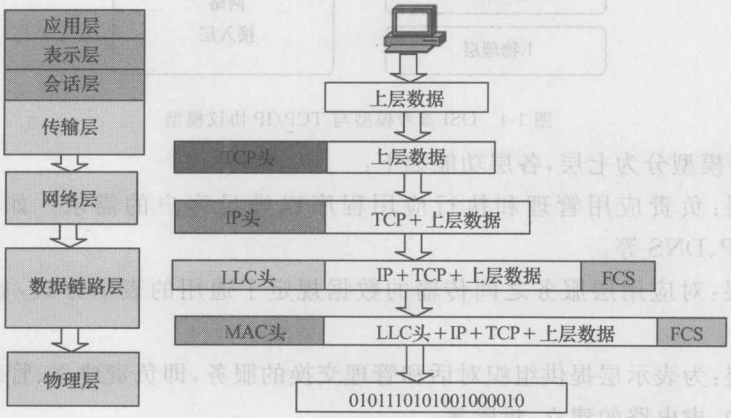


图1-5 数据的封装过程

各层协议数据单元：

- 数据：泛指应用层使用的PDU。
- 数据段：传输层PDU。
- 数据包：网络层PDU。
- 帧：网络接入层PDU。
- 比特(位)：通过介质实际传输数据时使用的PDU。

解封装数据过程如图 1-6 所示。它是上述过程的一个逆向过程。

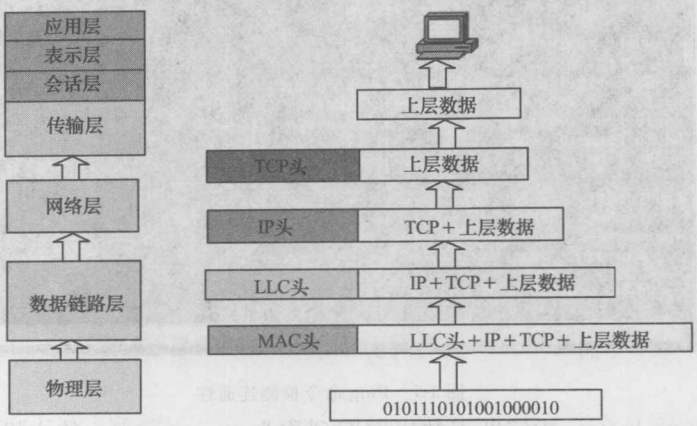


图 1-6　数据的解封装过程

1.1.5　常用网络命令介绍

在计算机网络的建设及管理维护过程中，网络故障不可避免，网络测试及故障诊断是网络建设及管理维护的重要内容。了解和掌握常用的命令将会有助于更快地检测到网络故障所在，从而节省时间，提高效率。

下面这些命令均在命令行下执行。Windows 7 中，在“开始→搜索程序与文件”中输入 cmd 或者 command，回车后进入 Microsoft Windows DOS 命令行窗口。

1. Ping 命令

测试网络的连通性和网络参数配置的正确性。Ping 命令格式：

C:\Users\Administrator> ping　IP 地址或主机域名

如图 1-7 所示，为了检查本机与 IP 地址为 192.168.1.1 主机的连通性，可以直接 ping 该主机。如果得到该主机的响应，说明到该主机的链路是通的。其中发送 4 个包，接收到 4 个包，丢失率为 0；大约往返时间最小 9 ms，最大 17 ms，平均为 14 ms。

TTL(Time to Live)是生存时间的意思，就是说这个 ping 的数据包能在网络上存在多少时间。当对网络上的主机进行 ping 操作的时候，本地机器会发出一个数据包，数据包经过一定数量的路由器传送到目的主机，但是由于很多的原因，一些数据包不能正常传送到目的主机，如果不给这些数据包一个生存时间的话，这些数据包会一直在网络上传送，导致网络开销的增大。当数据包传送到一个路由器之后，TTL 就自动减 1，如果减到 0 了还是没有传送到目的主机，那么就自动丢失。

2. Tracert 命令

路由跟踪程序，用于确定 IP 数据包访问目标所采取的路径。Tracert 命令格式：

tracert [-d] [-h maximum_hops] [-j host-list] [-w timeout] target_name

其中选项含义如下：

-d　　指定不将 IP 地址解析到主机名称。