



面向“十二五” 高职高专规划教材·计算机系列

# 交换与路由 实用配置技术

曹炯清 主编

清华大学出版社 · 北京交通大学出版社



面向“十二五”高职高专规划教材·计算机系列

# 交换与路由实用配置技术

曹炯清 主编

清华大学出版社  
北京交通大学出版社  
·北京·

## 内 容 简 介

本书主要针对计算机网络技术中的交换技术和路由技术进行了介绍。全书共分7章,分别是第1章网络技术基础知识、第2章交换机基础、第3章交换机实用配置、第4章路由器基础、第5章路由协议、第6章路由器实用配置、第7章三层交换实用配置,同时本书针对教学内容编排了实验手册。

本书秉承由浅及深、循序渐进的教学思路,对教学内容进行精心编排,侧重于基础理论和实践操作,大部分理论教学内容都配有相应的实验内容进行验证,实现理论支持实践、实践印证理论并相结合的教学方法,全面提高学生理论和实践结合的综合素质,并培养学生的独立思考、解决问题的能力和创新能力。

本书可作为高等院校计算机网络专业的教材,也适合用作网络技术方面的培训教材。此外,还可供网络工程技术人员参考使用。

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 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

交换与路由实用配置技术/曹炯清主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2010.6

(面向“十二五”高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 978-7-5121-0098-5

I. ①交… II. ①曹… III. ①计算机网络-信息交换机-高等学校:技术学校-教材  
②计算机网络-路由选择-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第072647号

责任编辑:谭文芳

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>  
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:21.75 字数:554千字

版 次:2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0098-5/TN·72

印 数:1~4000册 定价:35.00元

---

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。  
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: [press@bjtu.edu.cn](mailto:press@bjtu.edu.cn)。

# 前 言

交换技术和路由技术是计算机网络技术的核心技术。本书主要围绕交换技术和路由技术的重点基础理论和主要应用实践展开教学。

本书主要以思科公司的交换机产品和路由器产品为平台，兼顾神州数码公司的网络产品，针对职业教育网络技术专业中理论结合实践的特点，以培养高技能应用型人才为目标，重点加强学生的理论基础和训练学生的实际操作能力。

在本书中首先介绍了网络技术的基础知识，并在此基础上逐步对物理层设备（中继器和集线器）、数据链路层设备（网桥和交换机）、网络层设备（路由器和三层交换机）进行理论和实践教学，在内容的选取、组织与编排上，强调先进性、技术性和实用性，突出理论基础和实践操作的结合。

在本书的理论教学内容中，使用简捷明快的语言，采用大量的图解和实例，通过通俗易懂的讲解，针对所需的理论知识进行循序渐进的介绍，并且根据每章中涉及的理论知识，安排了相应的实验项目。

在本书的实践教学内容中，选取网络应用中的实例并进行分解，重点培养学生的网络设计能力、对网络设备的选型和调试能力、分析和解决故障能力以及自主的创新能力。

在编写本书的过程中，由于作者水平有限，书中的不妥和错误在所难免，诚请各位专家、读者不吝指正，特此为谢。

编者

2010年5月

# 目 录

<b>第 1 章 网络技术基础知识</b> .....	1
1.1 OSI 参考模型 .....	1
1.1.1 OSI 参考模型的形成 .....	1
1.1.2 OSI 参考模型的层次结构 .....	2
1.2 TCP/IP 协议体系 .....	6
1.2.1 TCP/IP 协议体系的层次结构 .....	6
1.2.2 TCP/IP 协议体系的协议分布 .....	7
1.2.3 TCP/IP 协议体系的数据封装拆封 .....	8
1.3 IP 协议 .....	10
1.3.1 IP 协议及特点 .....	10
1.3.2 IP 地址与子网掩码 .....	12
1.3.3 IP 子网划分 .....	14
1.4 TCP 协议和 UDP 协议 .....	18
1.4.1 TCP 协议 .....	18
1.4.2 UDP 协议 .....	23
1.5 ARP 协议和 ICMP 协议 .....	23
1.5.1 ARP 协议 .....	23
1.5.2 ICMP 协议 .....	26
1.6 以太网 .....	29
1.6.1 局域网基础 .....	29
1.6.2 以太网基础 .....	30
1.6.3 传统以太网 .....	31
1.6.4 快速以太网 .....	34
1.6.5 千兆以太网 .....	35
1.7 广域网基础 .....	36
1.7.1 广域网的概念 .....	36
1.7.2 广域网链路连接方式 .....	37
1.7.3 广域网体系结构和数据链路层封装协议 .....	40
1.7.4 PPP 协议 .....	42
1.7.5 HDLC 协议 .....	45
<b>第 2 章 交换机基础</b> .....	47
2.1 中继器和集线器 .....	47
2.1.1 中继器的工作原理 .....	47

2.1.2	集线器的工作原理 .....	48
2.1.3	集线器的端口类型 .....	49
2.1.4	集线器的分类 .....	50
2.1.5	冲突域的概念 .....	51
2.2	交换机的产生和工作原理 .....	52
2.2.1	交换网络产生的背景 .....	52
2.2.2	网桥的工作原理和广播域的概念 .....	53
2.2.3	交换机工作原理 .....	56
2.3	交换机概述 .....	59
2.3.1	交换机的功能概述 .....	59
2.3.2	交换机的体系结构 .....	59
2.3.3	交换机的交换方式 .....	61
2.3.4	交换机的性能指标 .....	62
2.3.5	交换机的分类 .....	64
2.4	交换机配置基础 .....	66
2.4.1	交换机的外观和端口命名方法 .....	66
2.4.2	带外管理和带内管理 .....	68
2.4.3	交换机的配置模式 .....	70
2.4.4	交换机的存储介质和启动过程 .....	72
2.4.5	交换机配置技巧 .....	73
2.4.6	常用的交换机配置命令 .....	74
2.5	交换机常用配置 .....	80
2.5.1	交换机管理安全配置 .....	80
2.5.2	交换机配置文件、IOS 的备份和 IOS 的升级 .....	85
<b>第3章</b>	<b>交换机实用配置 .....</b>	<b>90</b>
3.1	VLAN 技术 .....	90
3.1.1	VLAN 技术简介 .....	90
3.1.2	VLAN 划分方式 .....	92
3.1.3	单交换机 VLAN 的配置 .....	93
3.1.4	IEEE802.1q 和跨交换机 VLAN 的配置 .....	94
3.1.5	CISCO VLAN 中继协议 VTP .....	98
3.2	冗余链路与生成树相关协议 .....	100
3.2.1	冗余拓扑结构 .....	100
3.2.2	桥接环路的危害 .....	101
3.2.3	IEEE802.1d 的 STP 协议 .....	102
3.2.4	IEEE802.1w 的 RSTP .....	107
3.2.5	CISCO 的 PVST/PVST+ 和 IEEE802.1s 的 MSTP .....	108
3.2.6	生成树相关协议的配置和结果验证 .....	111
3.3	链路聚合技术 .....	118

3.3.1	链路聚合技术和 IEEE802.3ad	118
3.3.2	链路聚合的配置	119
3.3.3	链路聚合的负载均衡	122
3.4	流量控制和广播抑制	123
3.4.1	流量控制和 IEEE802.3x	123
3.4.2	广播抑制	124
3.5	端口安全和端口镜像技术	125
3.5.1	端口安全	125
3.5.2	端口镜像	129
3.6	堆叠技术	131
3.6.1	堆叠与级联	131
3.6.2	堆叠的方式和配置	132
<b>第 4 章</b>	<b>路由器基础</b>	<b>135</b>
4.1	路由器概述与 IP 路由过程	135
4.1.1	路由器概述和功能	135
4.1.2	IP 路由过程	137
4.2	路由器结构	142
4.2.1	路由器的组成	142
4.2.2	路由器硬件和软件结构	144
4.2.3	路由器接口类型	146
4.3	路由器配置基础	151
4.4	路由器常用配置	152
4.4.1	CISCO CDP 协议	152
4.4.2	路由器接口配置	154
4.4.3	路由器接口 HDLC 协议封装配置	156
4.4.4	路由器接口 PPP 协议封装和 PAP、CHAP 验证配置	158
4.4.5	路由器接口帧中继协议封装配置	160
4.4.6	路由器接口 X.25 协议封装配置	163
<b>第 5 章</b>	<b>路由协议</b>	<b>166</b>
5.1	路由表	166
5.1.1	路由表的结构	166
5.1.2	路由表匹配过程和原则	169
5.2	路由协议的分类	170
5.3	静态路由和默认路由配置	174
5.4	RIP 协议	177
5.4.1	RIP 概述	177
5.4.2	RIP 路由表形成过程	180
5.4.3	路由自环问题及解决方法	181
5.4.4	RIPv2 的配置	185

5.4.5	RIPv2 验证的配置 .....	188
5.5	OSPF 协议 .....	190
5.5.1	OSPF 概述 .....	190
5.5.2	OSPF 的基础概念 .....	192
5.5.3	OSPF 报文结构 .....	196
5.5.4	OSPF 网络类型 .....	201
5.5.5	点对点 PTP 类型单区域 OSPF 配置 .....	203
5.5.6	广播多路访问 BMA 类型单区域 OSPF 配置 .....	206
5.5.7	非广播多路访问 NBMA 类型单区域 OSPF 配置 .....	209
5.5.8	多区域 OSPF 配置 .....	212
5.5.9	OSPF 验证的配置 .....	213
5.6	EIGRP 协议 .....	215
5.6.1	EIGRP 概述 .....	215
5.6.2	EIGRP 的配置 .....	218
<b>第 6 章</b>	<b>路由器实用配置 .....</b>	<b>221</b>
6.1	路由器 DHCP 相关配置 .....	221
6.1.1	DHCP 简介 .....	221
6.1.2	路由器 DHCP 服务配置 .....	221
6.1.3	路由器 DHCP 中继配置 .....	223
6.2	路由器访问控制列表配置 .....	224
6.2.1	访问控制列表简介 .....	224
6.2.2	标准访问控制列表配置 .....	225
6.2.3	扩展访问控制列表配置 .....	226
6.3	路由器独臂路由配置 .....	228
6.4	路由器 NAT 配置 .....	231
6.4.1	NAT 的概念和工作原理 .....	231
6.4.2	NAT 的配置 .....	233
6.5	路由器 HSRP 配置 .....	236
6.5.1	HSRP 简介 .....	236
6.5.2	HSRP 配置 .....	238
6.6	ip default-network 默认网络配置 .....	239
6.7	路由器路由重分发配置 .....	241
6.7.1	路由重分发简介 .....	241
6.7.2	路由重分发的配置 .....	242
6.8	OSPF 的区域和配置 .....	247
6.8.1	OSPF 的区域类型和路由类型 .....	247
6.8.2	OSPF 的末梢区域和完全末梢区域配置 .....	249
6.8.3	OSPF 虚连接的配置 .....	252
<b>第 7 章</b>	<b>三层交换实用配置 .....</b>	<b>255</b>



7.1	三层交换简介 .....	255
7.1.1	三层交换的概念和功能 .....	255
7.1.2	三层交换的主要技术 .....	257
7.2	三层交换的接口类型和 VLAN 互访配置 .....	259
7.3	三层交换 DHCP 的配置 .....	261
7.4	三层交换路由配置 .....	264
7.4.1	三层交换静态路由配置 .....	264
7.4.2	三层交换 RIP 动态路由配置 .....	267
7.4.3	三层交换 OSPF 动态路由配置 .....	269
7.5	三层交换 VRRP 的配置 .....	271
7.5.1	VRRP 简介 .....	271
7.5.2	三层交换 VRRP 配置 .....	272
7.6	三层交换 ACL 配置 .....	275
7.7	三层交换 QoS 配置 .....	276
7.7.1	QoS 基础 .....	276
7.7.2	QoS 配置 .....	280
<b>实验手册</b>	.....	<b>286</b>
实验 1:	Windows 环境常用网络命令的测试和分析 .....	286
实验 2:	使用 Sniffer 软件捕获 IP 数据包进行分析 .....	286
实验 3:	观察集线器共享信道广播式通信的过程 .....	288
实验 4:	观察网桥隔离物理网段 .....	289
实验 5:	交换机的配置模式和常用的配置命令 .....	289
实验 6:	交换机管理安全配置 .....	291
实验 7:	交换机配置文件、IOS 的备份和 IOS 的升级 .....	292
实验 8:	单交换机 VLAN 配置和结果验证 .....	292
实验 9:	跨交换机 VLAN 配置和结果验证 .....	293
实验 10:	CISCO VTP 配置和结果验证 .....	294
实验 11:	CISCO PVST + 配置和结果验证 .....	295
实验 12:	链路聚合 LACP 配置和结果验证 .....	296
实验 13:	端口安全配置和结果验证 .....	297
实验 14:	端口镜像配置和结果验证 .....	298
实验 15:	堆叠配置和结果验证 .....	298
实验 16:	路由器的配置模式和常用的配置命令 .....	299
实验 17:	CISCO CDP 协议结果验证 .....	300
实验 18:	路由器接口 HDLC 协议封装配置 .....	301
实验 19:	路由器接口 PPP 协议封装和 PAP、CHAP 验证配置 .....	302
实验 20:	路由器接口 Frame Relay 协议封装配置 .....	303
实验 21:	路由器接口 X.25 协议封装配置 .....	304
实验 22:	静态路由和默认路由配置 .....	306

实验 23: RIPv2 的配置 .....	307
实验 24: RIPv2 验证的配置 .....	307
实验 25: PTP 类型单区域 OSPF 配置 .....	308
实验 26: BMA 类型单区域 OSPF 配置 .....	309
实验 27: NBMA 类型单区域 OSPF 配置 .....	310
实验 28: 多区域 OSPF 配置 .....	311
实验 29: OSPF 验证的配置 .....	312
实验 30: EIGRP 的配置 .....	313
实验 31: 路由器 DHCP 服务配置 .....	313
实验 32: 路由器 DHCP 中继配置 .....	314
实验 33: 标准访问控制列表配置 .....	315
实验 34: 扩展访问控制列表配置 .....	316
实验 35: 路由器独臂路由配置 .....	317
实验 36: 路由器 NAT 配置 .....	318
实验 37: 路由器 HSRP 配置 .....	319
实验 38: ip default - network 配置 .....	320
实验 39: RIP 与 OSPF 的路由重分发 .....	321
实验 40: OSPF 的末梢区域和完全末梢区域配置 .....	321
实验 41: OSPF 虚连接配置 .....	322
实验 42: 三层交换 VLAN 互访配置 .....	323
实验 43: 三层交换 DHCP 服务配置 .....	324
实验 44: 三层交换静态路由配置 .....	325
实验 45: 三层交换 RIP 动态路由配置 .....	326
实验 46: 三层交换 OSPF 动态路由配置 .....	327
实验 47: 三层交换 ACL 配置 .....	328
附录 A Cisco Packet Tracer 模拟器软件的使用 .....	330
附录 B GNS3 模拟器软件的使用 .....	333
参考文献 .....	337

# 第 1 章 网络技术基础知识

## 1.1 OSI 参考模型

### 1.1.1 OSI 参考模型的形成

谈到网络不能不谈 OSI 参考模型，虽然 OSI 参考模型的实际应用意义不是很大，但对其正确的理解可以更好地理解网络系统的工作，同时对于学习 TCP/IP 协议体系也有重要意义。

经过 20 世纪 60 年代的发展，组建网络的技术、方法和理论日趋成熟。为了促进网络产品的开发和对网络市场的占有，各大计算机企业纷纷制定本企业的网络技术标准。

IBM 公司首先于 1974 年推出了自己的系统网络体系结构 (System Network Architecture, SNA)，并在 IBM 公司的主机环境中得到广泛应用。NEC 公司也在 20 世纪 70 年代末开发了数字网络体系结构 (Digital Network Architecture, DNA)，适用于 NEC 公司计算机系统和网络产品的组网建设，其后又有多家公司纷纷推出自己的网络标准。

但是这些网络技术标准只在一个企业标准的网络范围内有效，也就是说，由于各个企业的网络体系结构和标准各不相同，所以导致按照不同企业标准建设的网络之间不能互联。如图 1-1 所示。

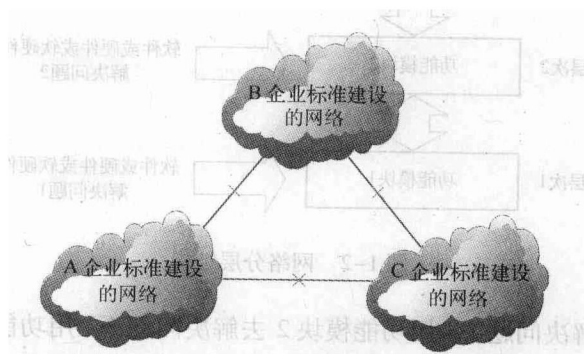


图 1-1 交换与路由实用配置技术

针对上述的情况，为了解决不同体系结构、不同标准的网络互联问题，国际标准化组织 (International Standards Organization, ISO) 于 1977 年设立专门的机构研究上述问题，并于 1981 年制定了 OSI 参考模型。作为国际标准，OSI 参考模型规定了可以互联的计算机系统之间的通信协议，遵从 OSI 参考模型的网络通信产品都是所谓的开放系统，也就是意味着可以与其他网络系统进行互联。

今天，几乎所有网络厂商的产品都是开放系统，不遵从国际标准的产品逐渐失去了市场。这种统一的标准化产品互相竞争的市场促进了网络技术的进一步发展。

## 1.1.2 OSI 参考模型的层次结构

### 1. 网络分层的必要性

相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作才行，而这种“协调”是相当复杂的。

比如两台计算机之间通过网络系统连接进行通信，对于计算机网络而言，需要考虑的问题很多，以下简单罗列一些：

- ☒ 解决传输线路的问题；
- ☒ 解决数据传输过程中信号编码的问题；
- ☒ 解决从源到宿的寻址问题；
- ☒ 解决传输出现错误的问题；
- ☒ 解决网络出现 congestion 的问题；
- ☒ 解决网络路由选择的问题；
- ☒ 解决数据表示的问题；
- ☒ 解决向用户提供应用的问题。

从以上可以看出，网络的通信过程极其复杂，解决复杂问题的最好方法就是将“大”问题分解为“小问题”，而较小的问题比较易于研究和处理，并可以通过软件、硬件或软硬件的结合来解决，这些软硬件可以简单理解为功能模块，或者也可以称为软硬件功能实体，具体情况如图 1-2 所示。

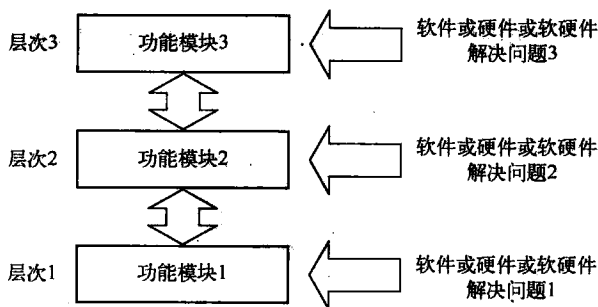


图 1-2 网络分层结构

用功能模块 1 去解决问题 1，用功能模块 2 去解决问题 2，用功能模块 3 去解决问题 3，以此类推，功能模块 1 可能是硬件也可能是软件，对于功能模块 2 和功能模块 3 也是同样道理，它们到底是软件还是硬件暂且不论，需要关心的只是这些功能模块可以解决网络传输中的哪部分问题。

而这些功能模块中，有些功能模块必须在其他功能模块先实现的基础上才能实现，比如，要实现用功能模块 2 解决问题 2，就必须先实现用功能模块 1 解决问题 1，这样就形成了功能模块的分层结构。

### 2. OSI 参考模型的层次结构

OSI 参考模型是一个开放性的通信系统互连参考模型，有 7 层结构，如图 1-3 所示。图中简单介绍了这七层及其需要解决的问题。



图 1-3 OSI 参考模型

在这个 OSI 参考模型七层结构中，每一层都通过服务访问点（Service Access Point, SAP）为其上一层提供服务，这种服务是垂直的。

### 3. OSI 参考模型的数据封装拆封

#### (1) 数据封装过程

具体的数据封装过程如图 1-4 所示。

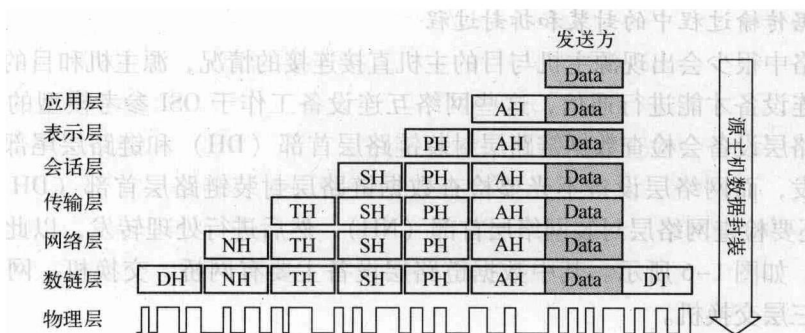


图 1-4 数据封装过程

在 OSI 参考模型中，如果一台主机需要传送用户的数据时，数据首先通过应用层的接口进入应用层，在应用层中，应用层功能实体给数据加上应用层首部（AH），形成应用层协议数据单元（Protocol Data Unit, PDU），然后递交到下一层表示层。

表示层并不关心上层应用层的数据格式，而是把整个应用层递交的数据看成一个整体进行封装，通过表示层实体加上表示层首部（PH），然后递交到下一层会话层。

同样，会话层、传输层、网络层、数据链路层也都要分别给上层递交下来的数据加上自己的首部。它们是会话层首部（SH）、传输层首部（TH）、网络层首部（NH）和数据链路层首部（DH），其中，数据链路层还要给网络层递交下来的数据加上数据链路层尾部（DT），最终形成一帧数据，即数据帧。

当这一帧数据进入物理层的时候，物理层实体将该帧数据进行数据编码，转换为可以在

物理链路传输的比特流，并进行传输。

### (2) 数据拆封过程

其过程与数据封装的过程相反，如图 1-5 所示。

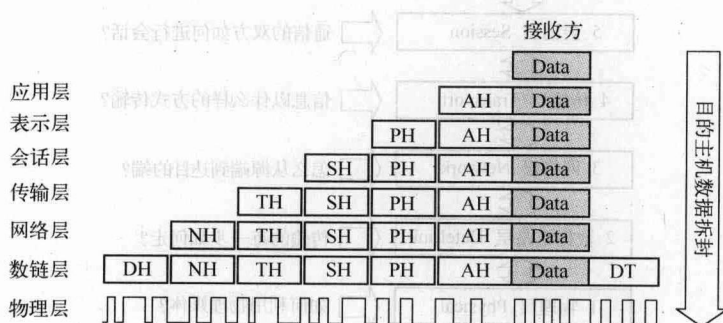


图 1-5 数据拆封过程

当比特流通过物理链路传送到目的主机的物理层时，该主机的物理层将比特流解码后，恢复出一帧数据，然后把它递交到上一层数据链路层，数据链路层负责检查、判断数据帧的首部 (DH) 和尾部 (DT)，然后去掉首部和尾部，递交到上一层网络层。

同样，网络层、传输层、会话层、表示层、应用层也要做类似的工作，最终，原始数据被递交到目的主机的具体应用程序中。

### (3) 数据传输过程中的封装和拆封过程

由于网络中很少会出现源主机与目的主机直接连接的情况，源主机和目的主机之间需要通过网络互连设备才能进行通信，这些网络互连设备工作于 OSI 参考模型的不同层次。例如，数据链路层设备会检查数据链路层封装链路层首部 (DH) 和链路层尾部 (DT)，然后进行处理转发，而网络层设备不光要检查数据链路层封装链路层首部 (DH) 和链路层尾部 (DT)，还要检查网络层封装网络层首部 (NH)，然后进行处理转发，以此类推，最终到达目的主机，如图 1-6 所示。其中数据链路层设备主要有网桥、交换机，网络层设备主要有路由器和三层交换机。

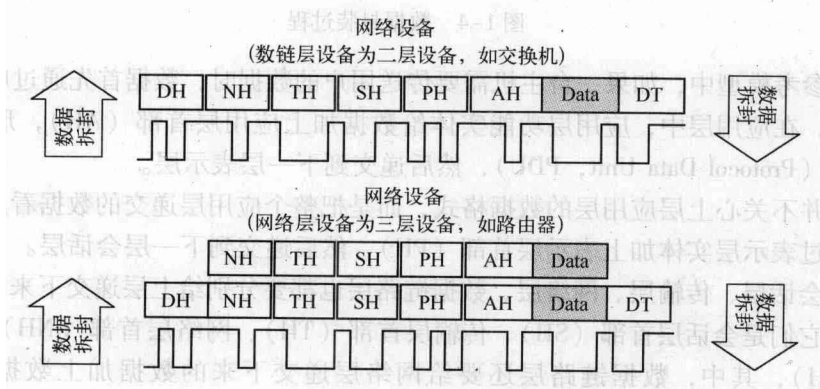


图 1-6 网络互连设备的数据封装和拆封过程

## 4. 协议和协议三要素

### (1) 协议的概念

从上面数据封装和拆封的过程中很容易理解，发送方各层实体在各层加上的首部到达接收方后，接收方各层实体必须正确地理解，比如说，发送方网络层实体添加的 NH 首部有一定的格式、含义和信息，那么网络中转发设备的网络层实体、目的主机的网络层实体必须能够对它进行正确理解，这样就可以称两个对等层实体遵循相同的协议。

协议是控制两个对等层实体进行通信的规则的组合。协议是“水平的”，即协议是控制对等层实体之间通信的规则，如图 1-7 所示。

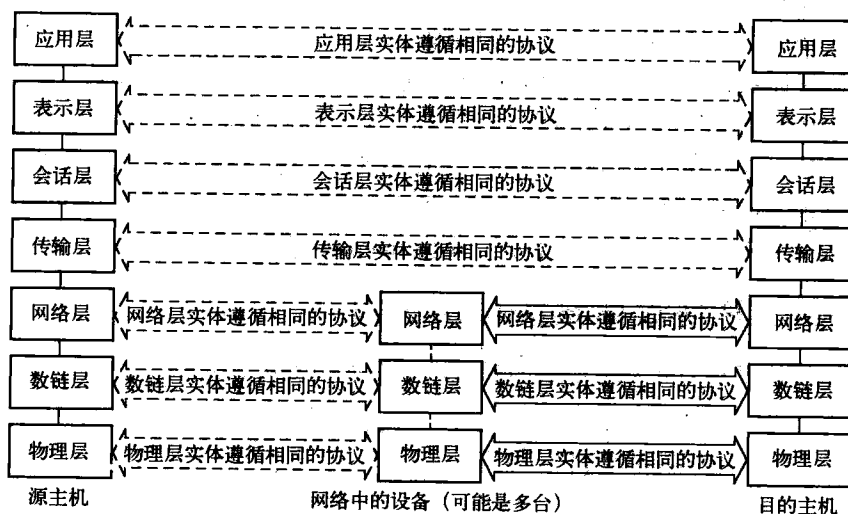


图 1-7 对等层遵循相同的协议

同样，也可以认为网络中的计算机与计算机、计算机与网络设备之间要想正确地传送数据，必须在数据传输的顺序、数据的格式及内容等方面有一个约定或规则，这种约定或规则就称为协议。

特别强调的是，协议最大的特点就是水平性，即对等层的双方实体遵循相同的协议。协议是水平的，而服务是垂直的。

### (2) 协议的三要素

协议具有以下三个要素。

**语法：**数据与控制信息的结构和格式。

**语义：**数据传输中控制信息的含义。

**时序：**实现数据传输的详细顺序和步骤。

以下以两个人相互打招呼（双方数据通信）来理解协议的三个要素。

甲向乙说：“你好吗？”，这个句型就是语法，不能说：“吗好你？”。

甲说的“你好吗？”，表达的是一种问候的含义，这就是语义，乙不能认为是其他的含义。

甲先说“你好吗？”，然后再与乙进行交谈，最后说“再见”，这就是时序，而不能先说“再见”，然后才进行交谈。

## 1.2 TCP/IP 协议体系

从上面 OSI 参考模型的数据封装、拆封的工作情况可以看出，OSI 参考模型过于庞大和复杂，在实际的网络中并不适用，而真正在网络中实用的标准是 TCP/IP 协议体系。也可以这么认为，OSI 参考模型是理论上的网络标准，而 TCP/IP 协议体系是实际使用的网络标准。

TCP/IP 协议体系是 20 世纪 70 年代中期美国国防部为其高级研究项目专用网络（Advanced Research Projects Agency Network, ARPANet）开发的网络体系结构和协议标准，以它为基础组建的 Internet 是目前世界上规模最大的计算机互联网络，正因为 Internet 的广泛使用，使得 TCP/IP 协议体系成为了事实上的标准。

TCP/IP 协议体系是网络中使用的最基本的通信协议集合，虽然从名字上看 TCP/IP 包括两个协议，传输控制协议 TCP 和网际协议 IP，但它实际上是一组协议，包括 TCP、IP、UDP、ICMP、RIP、TELNET、FTP、SMTP、ARP、TFTP 等许多协议，这些协议一起称为 TCP/IP 协议体系，或者称为 TCP/IP 协议栈、TCP/IP 协议族，它们都是由 Internet 体系结构委员会（Internet Architecture Board, IAB）作为 Internet 标准发布的。

### 1.2.1 TCP/IP 协议体系的层次结构

TCP/IP 协议体系与 OSI 参考模型的对比示意图如图 1-8 所示。

OSI 参考模型	TCP/IP	实际网络分析	数据封装名称
应用层	应用层	应用层	应用消息
表示层			
会话层			
传输层	网络传输层	网络传输层	报文
网络层	网络互联层	网络互联层	IP数据包
数据链路层	网络接口层	数据链路层	帧
物理层		物理层	比特流

图 1-8 TCP/IP 协议体系与 OSI 参考模型的对比示意图

TCP/IP 协议体系将网络划分为四个层次，分别是网络接口层、网络互联层、网络传输层、应用层。但从实质上讲，TCP/IP 协议体系只有三层，即网络互联层、网络传输层、应用层，因为最下面的网络接口层并没有什么具体内容和定义，这也意味着各种类型的物理网络都可以纳入 TCP/IP 协议体系中，这也是 TCP/IP 协议体系流行的一个原因。

网络不可能离开物理网络——物理层而存在，因此为了便于实际的分析，通常在 TCP/IP 协议体系的基础上结合 OSI 参考模型，将网络分为物理层、数据链路层、网络互联层（即网络层）、网络传输层（即传输层）和应用层。下面分别简单介绍各层的主要功能。

**应用层**是 TCP/IP 体系结构中的最高层。应用层确定进程之间通信的性质以满足用户的需要（这反映在用户所产生的服务请求）。

**传输层**的任务就是负责主机中两个进程之间的通信，其数据传输的单位是报文。

**网络层**负责为不同网络中的不同主机之间提供通信。在网络层，数据的传送单位是分组



或数据包。在 TCP/IP 体系中，网络层的分组叫作 IP 数据包。

数据链路层的任务是在两个相邻结点间的线路上无差错地传输帧，每一帧包括数据和必要的控制信息。数据链路层的目的是把一条有可能传输中出现差错的物理链路，转变成为从网络层向下看去是一条不出差错的数据链路。

物理层的任务就是透明地传送比特流，并提供各种物理层标准的网络接口。

## 1.2.2 TCP/IP 协议体系的协议分布

前面已经提到 TCP/IP 协议体系是用于计算机通信的一组协议，而并非几个协议，具体的部分协议分布情况如图 1-9 所示。

FTP、TELNET、HTTP、SMTP、POP等			DNS	SMTP、TFTP、NTP等	应用层
TCP			UDP		传输层
ARP、RARP			IP	ICMP、IGMP	网络层
802.3	802.5	802.11	FDDI	HDLC、PPP、FR、SLIP	数据链路层
				RS232、449、V35、V21等	物理层

图 1-9 TCP/IP 协议体系的部分协议分布

表 1-1 是 TCP/IP 协议体系中一些常见协议、标准和规范的说明。

表 1-1 TCP/IP 协议体系中常见协议、标准和规范

协议、标准和规范	中文含义
FTP (File Transfer Protocol)	文件传输协议
Telnet	远程终端登录
HTTP (HyperText Transfer Protocol)	超文本传输协议
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	简单邮件传输协议
POP (Post Office Protocol)	邮局协议
DNS (Domain Name System)	域名系统
SNMP (Simple Network Management Protocol)	简单网络管理协议
TFTP (Trivial File Transfer Protocol)	简单文件传输协议
NTP (Network Time Protocol)	网络时间协议
TCP (Transmission Control Protocol)	传输控制协议
UDP (User Datagram Protocol)	用户数据报协议
IP (Internet Protocol)	网际协议
ICMP (Internet Control Message Protocol)	因特网控制报文协议
IGMP (Internet Group Management Protocol)	因特网组管理协议
ARP (Address Resolution Protocol)	地址解析协议
RARP (Reverse ARP)	逆向地址解析协议
FDDI (Fiber Distributed Data Interface)	光纤分布数据接口