高职高专计算机类专业“十二五”规划教材

路由器/交换机技术项目化教程

LUYOUQI JIAOHUANJI JISHU XIANGMUHUA JIAOCHENG

王宝龙　孟帙颖　主编

化学工业出版社

高职高专计算机类专业“十二五”规划教材

路由器/交换机技术项目化教程

王宝龙　孟帙颖　主编

扫描二维码进入
课程学习网站

化学工业出版社
·北京·

本书详细介绍了网络工程师关于网络设备选型、连接、配置过程中的经验，使用模拟仿真工作环境，让学生亲手配置相关设备，提升专业能力。

本书按照工学结合的教学要求，采用项目化方式编写。全书共 7 个项目，主要内容包括：认识计算机网络、组建小型交换式网络、组建安全的交换式网络、实现路由型网络、路由网络的配置、使用路由实现网络安全和实现广域网接入，以及 24 个关于路由器、交换机的实验。为了方便教学使用，本教材相关章节特别增设了二维码图案，读者只要扫描该二维码图案，即可进入本课程学习网站，并可浏览相关的教学资源。

本书实用性和可操作性较强，可作为高职高专计算机类专业学生的教材，也可作为计算机网络知识培训教材，还可以作为网络管理人员、网络工程技术人员和信息管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

路由器/交换机技术项目化教程 / 王宝龙，孟帙颖主编.
北京：化学工业出版社，2015.11
高职高专计算机类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-25243-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 223796 号

责任编辑：王听讲 刘 哲
责任校对：边 涛 装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：高教社（天津）印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 10¾ 字数 301 千字 2015 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：http: // www. cip. com. cn
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：29.00 元

版权所有 违者必究

前　言

交换机/路由器是大型网络的核心设备，这些设备必须根据网络应用的需求进行合理正确的配置才能使用。在组建网络时，除布线以外，最重要的是对网管型交换机和路由器进行配置，以实现网络设计功能；在日常使用、管理和维护中也要经常对网络设备的配置进行调整，以提高网络的性能和安全性，保证网络畅通，方便用户使用。这些都要求网络管理人员具备对交换机、路由器等设备进行配置和管理的技术。

本书按照“基于工作过程”的思想，采用项目导向的方式，定位在网络设备的配置和管理的应用上，力图从应用者需要的角度对网络设备的基本工作原理进行阐述，通过对交换机/路由器各个项目的设计与配置实现相关的功能，从而提高学生的实际动手能力。

为了方便教学使用，本教材相关章节特别增设了二维码图案，读者只要扫描该二维码图案，即可进入本课程学习网站，并可浏览相关的教学资源。我们还将为使用本书的教师免费提供电子教案和教学资源，需要者可以到化学工业出版社教学资源网站 http://www.cipedu.com.cn 免费下载使用。

本书实用性和可操作性较强，可作为高职高专计算机类学生的教材，也可作为有关计算机网络知识培训的教材，还可以作为网络管理人员、网络工程技术人员和信息管理人员的参考教材。

本书由王宝龙、孟帙颖主编，罗定福担任副主编，李天宇、秦妹、姚策、张长强也参与了本书的部分编写工作。限于编者水平和编写时间匆忙，书中可能有疏漏之处，恳请读者批评指正。

扫描二维码获取
更多课程信息

扫描二维码获取
历年天津市高职
技能大赛信息

编　者
2015 年 8 月

目　录

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

项目 1　认识计算机网络

1.1　计算机网络的定义与划分

1.1.1　计算机网络的定义

计算机网络是利用通信设备和传输线路，将分布在不同地理位置上的、功能独立的多个计算机系统连接起来的计算机集合。计算机网络的主要目的是实现资源共享和信息传递。共享的资源包括文件、数据库、应用程序或打印机等。

1.1.2　计算机网络的划分

根据覆盖的地理范围，可以将计算机网络分为局域网、城域网、广域网和互联网。

1）局域网(Local Area Network，LAN)

在一个较小的地理范围内存在的网络，一般在同一建筑物、同一单位内分布，网络覆盖的范围通常在几千米以下。

局域网特点：传输速率很高，基于双绞线的局域网的数据传输速率为 10/100/1000（Mbps），基于光纤的网络数据传输速率可以达到 100/1000/10000（Mbps），无线局域网的数据传输速率常见的有 11Mbps、54Mbps 和 108Mbps 等三种。

常用的局域网技术有以太网技术(Ethernet)、令牌环网技术(Token Ring)、光纤分布数据接口技术(Fiber Distribute Data Interface，FDDI)等。

2）城域网(Metropolitan Area Network，MAN)

分布在一个城市里的网络，其覆盖范围通常为几千米到几十千米。

城域网采用标准是分布式队列双总线(Distributed Queue Dual Bus，DQDB)，它已经成为国际标准，即 IEEE802.6。

3）广域网（Wide Area Network，WAN ）

由不同城市之间的 LAN 或 MAN 网络互联而成，所覆盖的地理范围可从几百公里到几千公里。一般要向电信服务商租用通信线路来实现网络的构建。

4）互联网

指由多个网络相互连接构成的网络集合，如局域网和广域网的连接、两个局域网的相互连接或多个局域网通过广域网连接起来。最大的互联网就是因特网(Internet)。

1.2　计算机网络的体系结构

相互通信的两个计算机系统必须遵守相同的约定或规则，称为网络协议。目前有各种不同的网络协议，常见的有 TCP/IP 协议、IPX/SPX 协议、NetBEUI 协议等。为了减小协议设计的复杂性，同时也为了描述清楚网络协议，以及以后更容易扩展，通常把计算机网络按照一定的功能与逻辑关系划分成一种层次结构，网络协议被分成层次来描述。计算机网络体系结构就是这种层次结构与协议的集合。

1.2.1 网络协议与分层

网络协议是一组正式公布的公共规范及条约，用来控制网络设备之间进行信息交换的方式。计算机网络是一个非常复杂的系统，需要高度协调工作才能进行，为减少协议设计及实现的复杂性，大多数网络协议都按分层的方式组织。在 20 世纪 70 年代后期，国际标准化组织创建了开放系统互联参考模型，也就是 OSI 七层模型。分层好处如下：

① 各层间相互独立；

② 灵活性好，某一层的变化不会影响其他层；

③ 促进标准化工作；

④ 使网络易于维护和实现。

1.2.2 OSI 模型的构成

OSI（Open System Interconnection），解决计算机网络不同体系架构互联的问题。OSI 模型分为 7 层，1 层到 3 层属于低三层，负责创建网络通信连接的链路；4 层到第 7 层为高四层，负责端到端的数据通信，如图 1-1 所示。

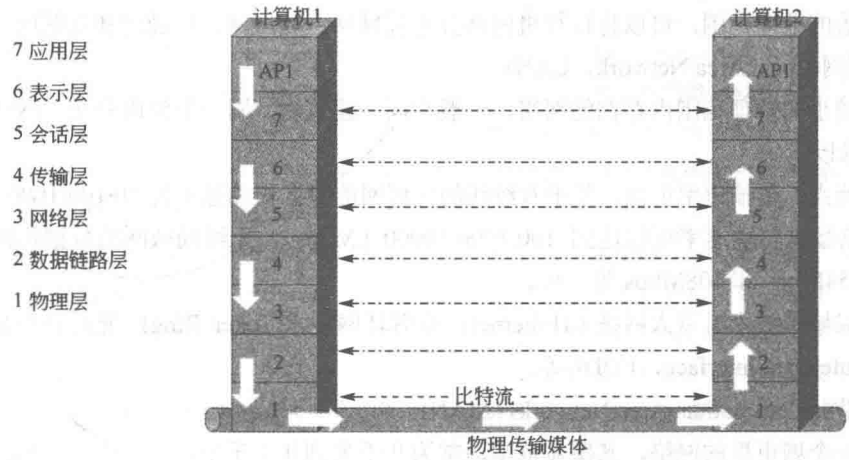


图 1-1 OSI 模型图

OSI 七层功能描述如下。

① 应用层：它是网络服务与使用者应用程序间的一个接口。

② 表示层：可以保证一个系统应用层送出的信息被另一个系统应用层读取。

③ 会话层：建立、管理和终止应用程序之间的会话。

④ 传输层：分割并将数据重组为数据段（segment），负责数据端端传输的可靠性。

⑤ 网络层：提供不同网络系统间的连接和路径选择，定义逻辑地址。

⑥ 数据链路层：提供在物理链接上点到点的信息传输。

⑦ 物理层：定义启动、维护和取消端点间的物理连接的电气、机械规格，如电压标准、物理信息速率、最大传输距离、连接器等。

1）物理层（Physical Layer）

① 物理层是 OSI 模型的最底层，即第 1 层。

② 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。

③ 物理层的作用是进行比特流的传输。

④ 物理层具体定义如下特性：

➢ 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）；
- 规程特性（即规定不同功能可能出现的不同顺序）。

⑤ 物理层定义的典型规范有： RS-232、RS-449、V.35、RJ-45 等。

⑥ 中继器和集线器是典型的物理层设备。

2）数据链路层（Datalink Layer）

① 数据链路层是 OSI 模型的第 2 层，它控制网络层与物理层之间的通信。

② 数据链路层的数据单元是帧（frame）。

③ 主要功能是如何在不可靠的物理线路上进行数据的可靠传递。

④ 数据链路层的作用包括：

- 物理地址寻址；
- 数据的成帧；
- 流量控制；
- 数据的检错；
- 重发。

⑤ 数据链路层的协议主要有： HDLC、PPP、X.25 和帧中继等。

⑥ 网卡和网桥是典型的数据链路层设备，交换机也多为数据链路层设备。

3）网络层（Network Layer）

① 网络层位于 OSI 模型的第 3 层。

② 网络层的数据单元是包(Packet)，包有两种：用户数据包和路由更新包。

③ 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。

④ 网络层的作用如下所示：

- 管理网络地址；
- 路由选择；
- 网络互联。

⑤ 网络层的主要协议有：IP、IPX、RIP、OSPF、ARP、RARP、ICMP、IGMP 等。

⑥ 路由器是典型的网络层设备。

4）传输层（Transport Layer）

① 传输层在 7 层的中间，是 OSI 模型中重要的一层。

② 传输层负责将报文能准确、可靠、顺序地进行端到端的传输。传输层要确保整个报文原封不动地按序到达，监督从源端到目的端这一级的差错控制和流量控制。

③ 传输层的数据单元是数据段（Segment）。

④ 传输层主要功能：

- 服务点编址；
- 分段与重组；
- 连接控制；
- 流量控制；
- 差错控制。

⑤ 传输层的主要协议有：TCP、UDP、SPX 等。

5）会话层（Session Layer）

① 会话层位于表示层的下方，即 OSI 的第 5 层。

② 会话层的作用是负责建立、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。

③ 会话层的主要功能：

- 对话控制；
- 同步。

6）表示层（Presentation Layer）

① 表示层位于应用层的下方，即 OSI 的第 6 层。

② 表示层用来确保一个系统的应用层发送的信息能够被另外一个通信系统的应用层正确读取，并且还要还原成发送方所规定的数据格式，以便应用层能够正确使用这些数据。

③ 表示层关心的是所传送的信息的语法和语义。为了达到这个目的，它必须采用有效的数据格式，并且通信的双方必须能够正确识别，从而可以正确还原成原来的数据格式。

④ 表示层还有一个重要的作用是对所传送的数据进行数据的压缩与解压缩、加密与解密，这样可以提高数据在网络传输过程中的安全性，确保这些数据不会被别有用心的人轻易截获并读取出来。

7）应用层（Application Layer）

① 应用层位于 OSI 模型的最顶层，即第 7 层。

② 应用层的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。

③ 应用层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。

④ 应用层主要协议有：FTP、Telnet、SMTP、HTTP、RIP、NFS、DNS。

各层间的联系如图 1-2 所示。

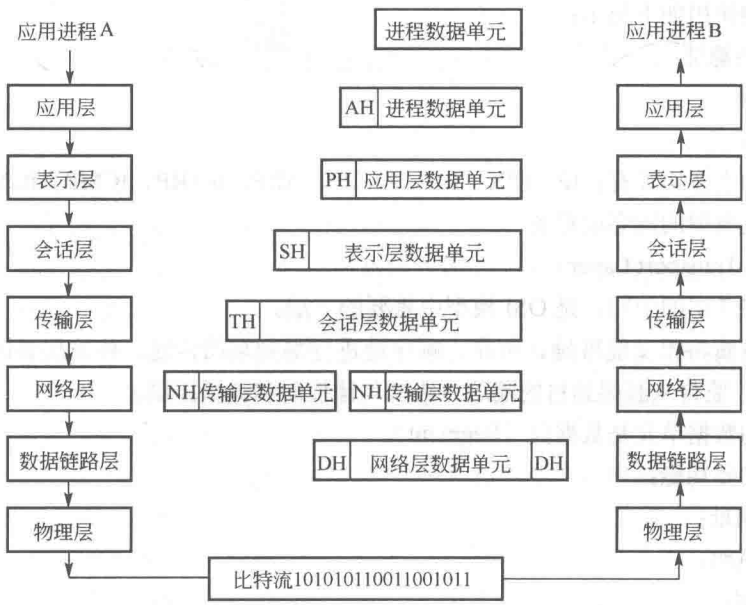


图 1-2 各层间的联系图

1.2.3 数据的封装和解封

当主机跨越网络向其他设备传输数据时，就要进行数据封装，也就是在 OSI 模型的每一层加上

协议信息。每一层只与接收设备上相应的对等层进行通信。为了实现通信并交换信息，每一层都使用协议数据单元(Protocol Data Units,PDU)。

在模型中的每一层，这些含有控制信息的 PDU 被附加到数据上。它们通常被附加到数据字段的报头中。但它们也可以附加在数据字段的报尾中。在 OSI 模型的每一层，通过封装使每个 PDU 被附加到数据上，而且每个 PDU 都有特定的名称（物理层、比特流、链路层、数据帧、网络层、数据包、传输层、数据段），其名称取决于在每个报头中所提供的信息。这种 PDU 信息只能由接收方设备中的对等层读取，在读取之后，报头就被剥离，然后把数据交给上一层，数据封装和解封的过程如图 1-3 所示。

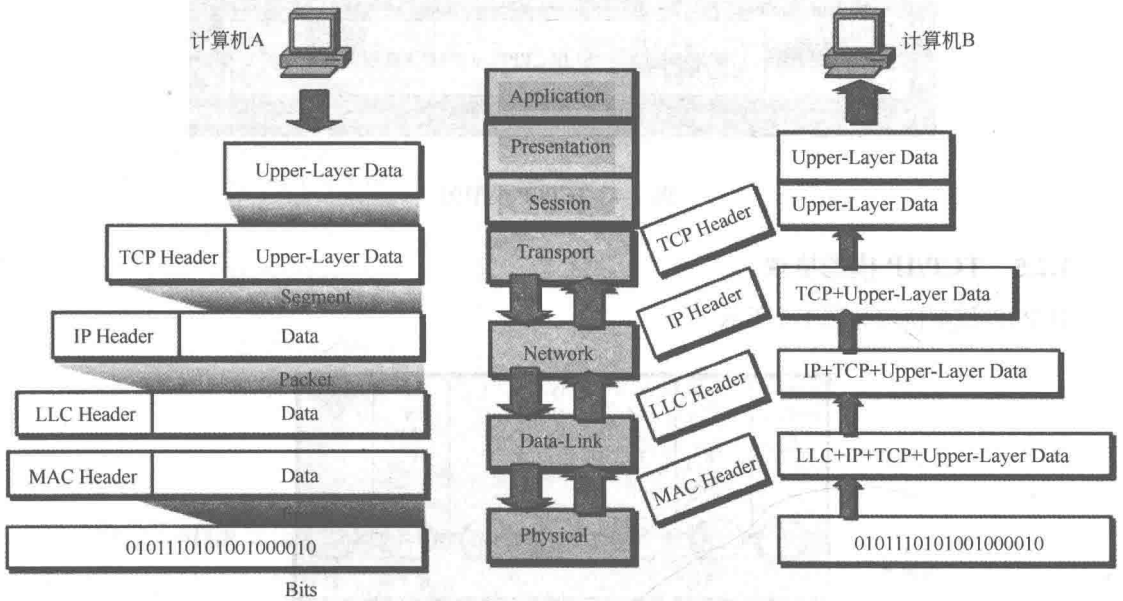


图 1-3　数据封装和解封示意图

协议数据单元 PDU 的定义如下。

在网络体系结构中，对等层协议之间交换的信息单元统称为协议数据单元（Protocol Data Unit，PDU)。

① 应用层——报文（Message）；

② 传输层——数据段（Segment）；

③ 网络层——分组（数据包）（Packet）；

④ 数据链路层——数据帧（Frame）；

⑤ 物理层——比特（Bit）。

1.2.4　TCP/IP 模型

OSI 模型只是一个理论参考标准，在实际使用中，互联网用的是 TCP/IP 模型。该模型是 OSI 模型的一个基本的、浓缩的版本，它只有下面四个层次（如图 1-4 所示）：

① 应用层（过程层）；

② 主机到主机层（传输层）；

③ 互联网层；

④ 网络接口层。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

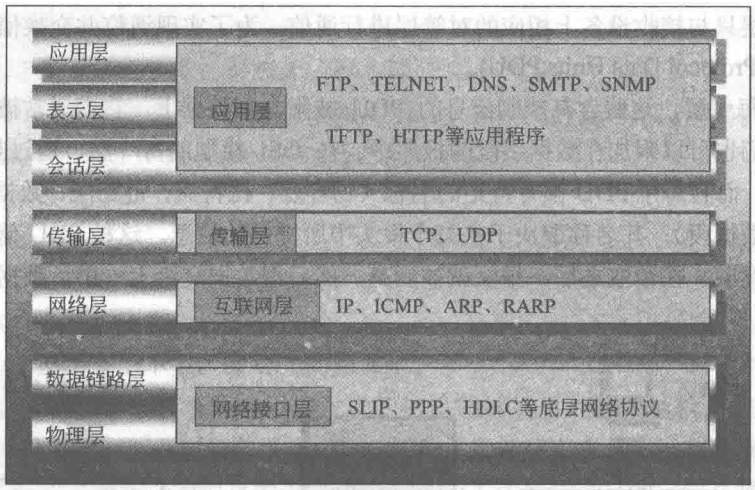


图 1-4 TCP/IP 模型图

1.2.5 TCP/IP 模型协议

TCP/IP 模型协议如图 1-5 所示。

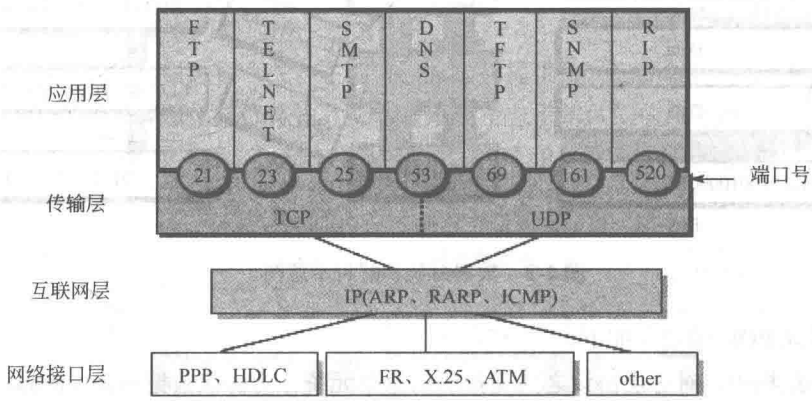


图 1-5 TCP/IP 模型协议示意图

1）过程/应用层协议

① Telnet：它允许一个用户在一个远程的客户机上，访问另一台机器上的资源。

② FTP：文件传输协议，实际上就是传输文件的协议，它可以应用在任意两个主机之间。

③ TFTP：简单文件传输协议，是 FTP 的简化版本，只有在用户确切地知道想得到的文件名及它的准确位置时，才可有选择地使用 TFTP。

④ SMTP：简单邮件传输协议，是对应于普遍使用的被称为 E-mail 的应用，它描述了邮件投递中的假脱机、排列及方法。

⑤ DNS：域名服务可以解析主机名，特别是 Internet 名。

⑥ DHCP/BootP：动态主机配置协议，可以为主机分配 IP 地址。

2）主机到主机层协议

主机到主机层的主要目的，是将上层的应用从网络传输的复杂性中屏蔽出来。在这里主要运行两个协议：TCP、UDP。

（1）传输控制协议（TCP）

① 协议特点

- 面向连接的传送协议；
- 通过三次握手建立会话；
- 确认和重传技术，采用检验和(check sum）和滑动窗口实现可靠性；
- 速度慢些，但可靠性高。

② TCP 协议三次握手过程如图 1-6 所示。

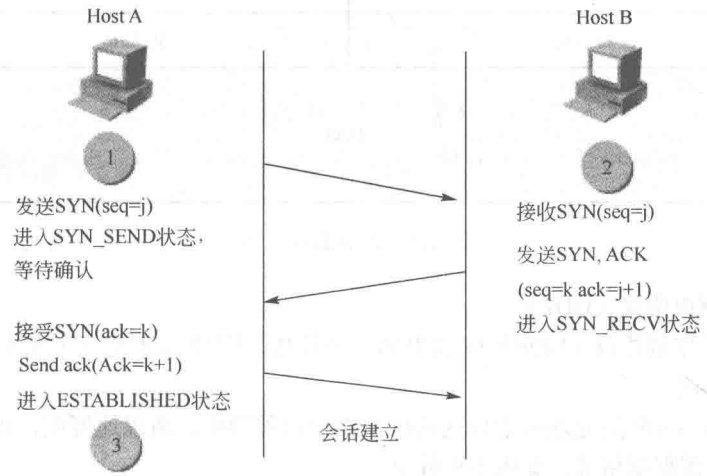


图 1-6　TCP 协议三次握手过程

③ 检验和：TCP 采用检验和(checksum)计算传输的正确性。

④ 滑动窗口机制，如图 1-7 所示。

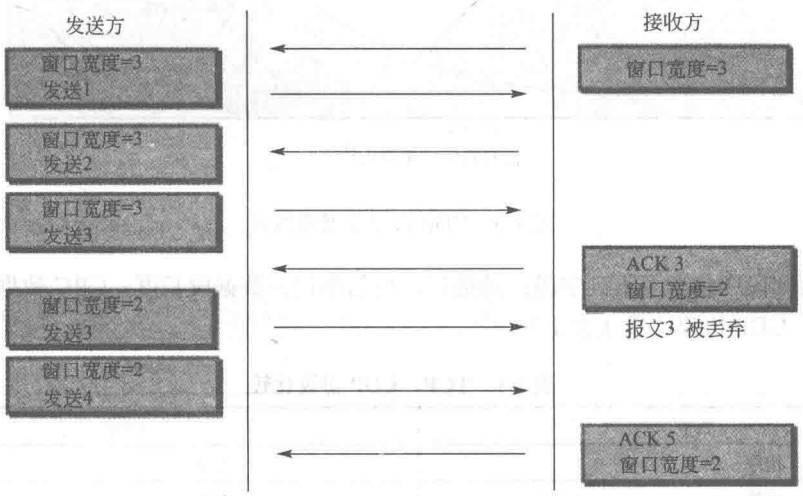


图 1-7　滑动窗口机制

⑤ TCP 数据包格式，如图 1-8 所示。

TCP 报头是一个 20 字节长的段，在带有选项时可以达到 24 个字节。

在 TCP 数据段中包含如下字段：源端口、目的端口、序列号、确认应答号、偏移量、保留、代码位、窗口、校验和、紧急指针、选项、数据。

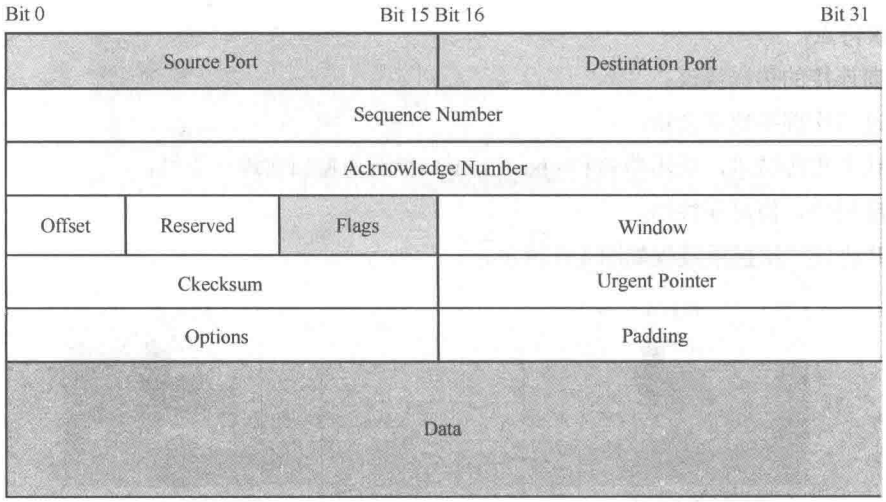


图 1-8 TCP 数据包格式

（2）用户数据报协议（UDP）

如果将用户数据报协议（UDP）与 TCP 做一个比较，UDP 基本是一个缩小规模的经济化模式，有时也被称为瘦协议。

① 协议特点：UDP 是无连接的传送协议，由于过程简单，所以速度快，可靠性低。

② UDP 协议数据报格式，如图 1-9 所示。

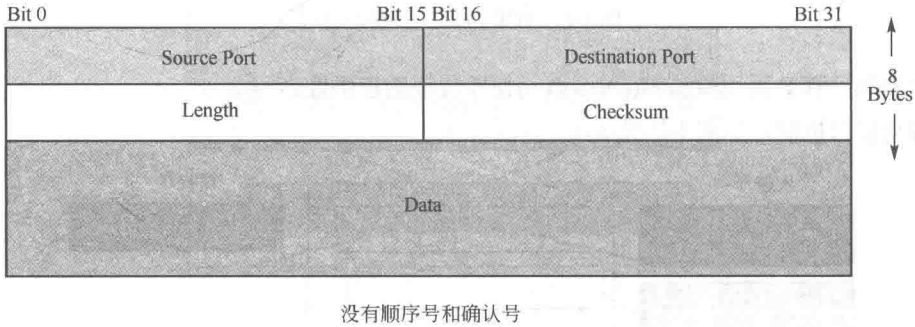


图 1-9 UDP 协议数据报格式

在 UDP 数据段中包含了下列字段：源端口、目的端口、数据段长度、CRC 数据。

（3）TCP、UDP 协议比较（表 1-1）

表 1-1 TCP、UDP 协议比较

TCP	UDP
排序	无序
可靠	不可靠
面向连接	无连接
虚电路	低开销
确认	无确认
窗口流量确认	没有窗口或流量控制

（4）端口号

TCP 和 UDP 都使用端口号进行通信，端口号用来标志在同一台主机上进行的不同会话，如图

1-10 所示。

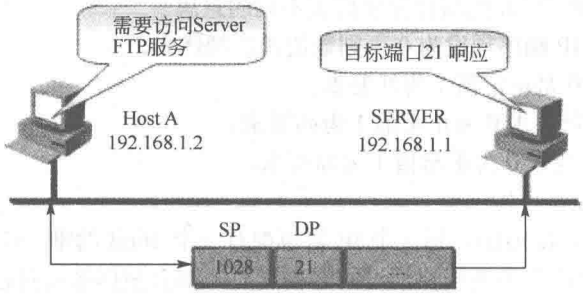


图 1-10　端口访问示意图

端口号的使用规则如下：

- 1~254 为公用端口；
- 255~1023 保留为应用程序用；
- 1023 以上的号码自定义；
- 查看本机当前开放的端口 Netstat -na。

3）互联网层协议

该层主要包括 IP、ARP、ICMP 等协议。

（1）网际协议（IP 协议）

IP 协议可以把高层的数据以多个数据报的形式通过互联网分发出去 ，提供端到端的数据分块和重组功能 ；IP 数据包包含有源地址和目的地址，如图 1-11 所示。

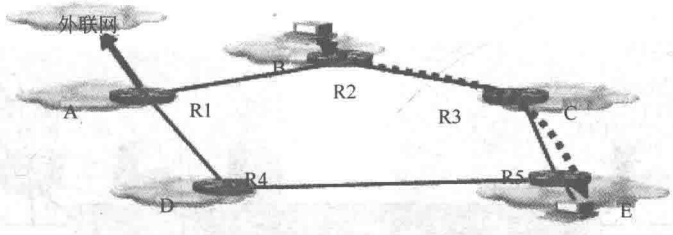


图 1-11　IP 地址分段示意图

IPv4 数据包格式如图 1-12 所示。

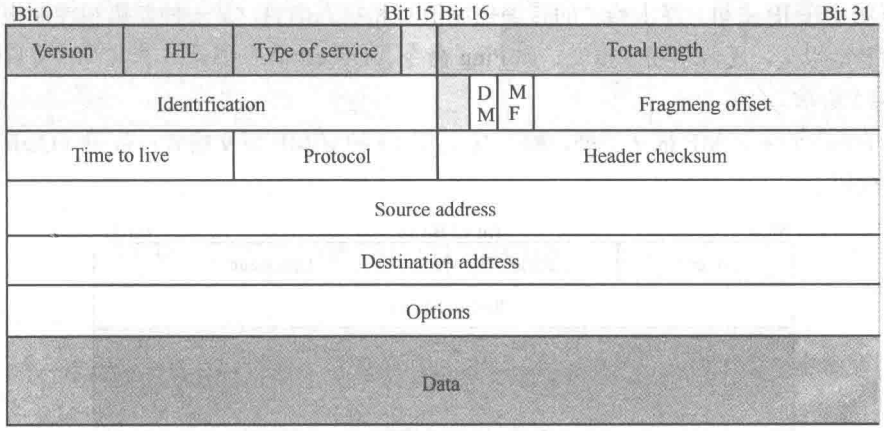


图 1-12　IPv4 数据包结构示意图

① Type of Service：服务类型（TOS）。这里指的是 IP 封包在传送过程中要求的服务类型，一共由 8 个 bit 组成，其中每个 bit 的组合分别代表不同的意思。

000..... Routine 设定 IP 顺序预设为 0 否则数值越高越优先。

0.... Delay 延迟要求 0 是正常值 1 为低要求。

0... Throughput 通信量要求 0 为正常值 1 为高要求。

0.. Reliability 可靠性要求 0 为正常值 1 为高要求。

00 Not Used 未使用。

② Identification：识别码(ID)。每一个 IP 封包都有一个 16bit 的唯一识别码。从 OSI 的网路层级知识里面知道，当程序产生的数据要通过网络传送时，都会被拆散成封包形式发送，当封包要进行重组的时候，这个 ID 就是依据了。

③ Fragment Offset：分割定位(FO)。当封包被切开之后，由于网路情况或其他因素影响，其抵达顺序并不会和当初切割顺序一致的，所以当封包进行切割的时候，会为各片段做好定位记录，所以在重组的时候就能够依号入座了。

（2）地址解析协议（ARP 协议）

为了让设备间相互通信，发送端需同时具有目的设备的 IP 地址和 MAC 地址，ARP 与 RARP 协议完成 IP 地址和 MAC 层地址之间的动态转换，如图 1-13 所示。

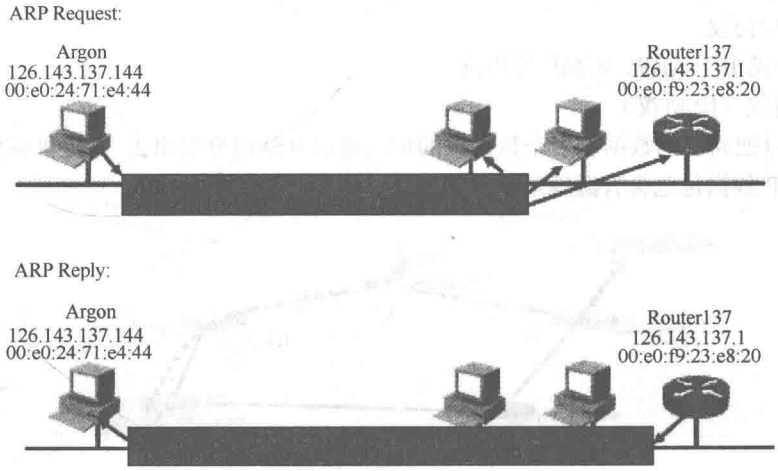


图 1-13 ARP 协议工作过程

（3）网际消息控制协议（ICMP 协议）

该协议用于在 IP 主机、路由器之间传递控制消息和状态信息，是一种差错和控制报文协议，不仅用于传输差错报文，还传输控制报文。如 Ping 命令、Tracert 命令都是基于 ICMP 协议。其数据包格式如图 1-14 所示。

类型（Type）域：ICMP 报文类型，RFC 定义了 13 种 ICMP 报文格式；代码（Code）域：描述具体状况的代码。

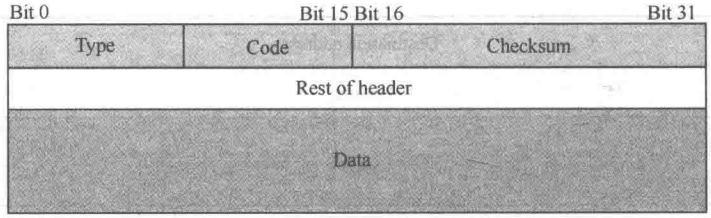


图 1-14 ICMP 数据包格式

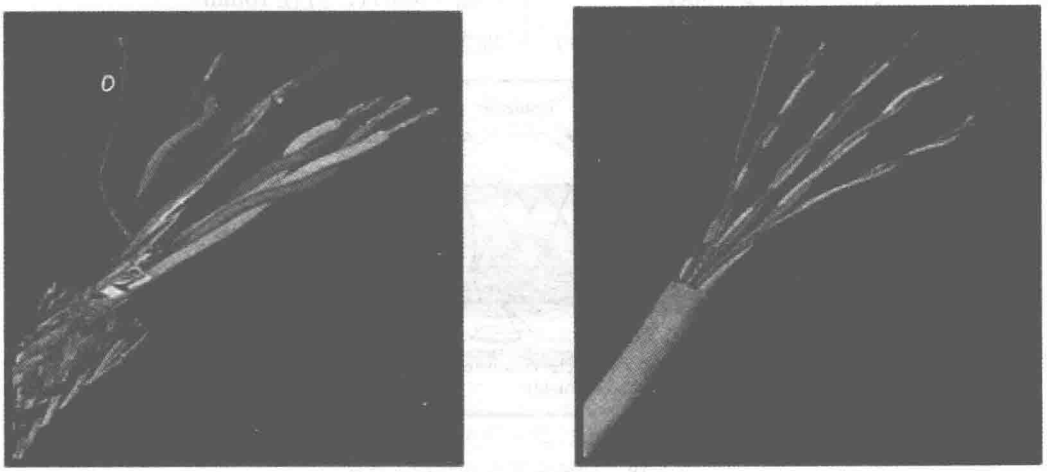
ICMP 报文协议组成如图 1-15 所示。

图 1-15　ICMP 协议组成

1.2.6　常用传输介质

1）双绞线

可分为屏蔽双绞线（Shielded　Twisted Pair, STP）和无屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Pair, UTP），如图 1-16 所示。STP 以铝箔、金属丝网屏蔽，以减少干扰和串音；UTP 双绞线外没有任何附加屏蔽。



（a）屏蔽双绞线（STP）　　（b）非屏蔽双绞线（UTP）

图 1-16　双绞线实物图

双绞线内部结构示意图，如图 1-17 所示。

特点：——螺旋绞合的双导线，直径大约 1mm；——每根 4 对、25 对；——典型连接距离 100m（LAN）；——RJ45 插座、插头。——优缺点：成本低；密度高、节省空间；安装容易（综合布线系统）；平衡传输（高速率）；抗干扰性一般；连接距离较短。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com