



“十四五”职业教育国家规划教材

互联网 + 教育改革新理念教材

计算机网络 技术基础

主编 盛立军

JISUANJI WANGLUO JISHU JICHU



综合在线平台 / 全方位教学支持

配套资源: 微课、课件、教案、题库等

教师工具: 线上考试、布置作业、签到考勤等

教学管理: 课程管理、学生管理、成绩管理等



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

目录 CONTENTS

理论知识篇

第1章 计算机网络概述 2

章首导读 2

学习目标 2

素质目标 2

1.1 计算机网络的产生与发展 3

1.2 计算机网络的定义与功能 5

1.3 计算机网络的组成与拓扑结构 6

1.3.1 计算机网络的组成 6

1.3.2 计算机网络的拓扑结构 8

1.4 计算机网络的分类 10

1.5 计算机网络发展新技术 11

1.5.1 物联网 11

1.5.2 5G 13

1.5.3 三网融合 15

拓展阅读——全球 5G 中国领先，国内
5G 已覆盖所有地级以上
城市！ 16

习题 16

第2章 数据通信基础 19

章首导读 19

学习目标 19

素质目标 19

2.1 数据通信系统 20

2.1.1 数据通信的基本概念 20

2.1.2 数据通信系统模型 21

2.2 数据传输方式 23

2.2.1 并行传输和串行传输 23

2.2.2 单工、半双工和全双工通信 24

2.2.3 异步传输和同步传输 25

2.2.4 基带传输和频带传输 26

2.3 多路复用技术 29

2.3.1 频分多路复用 29

2.3.2 时分多路复用 29

2.3.3 波分多路复用 30

2.3.4 码分多路复用 30

2.4 数据交换技术 31

2.4.1 电路交换 31

2.4.2 报文交换 31

2.4.3 分组交换 31

2.4.4 三种交换技术的比较 32

2.5 差错控制技术 33

2.5.1 产生差错的原因 33

2.5.2 差错控制编码 33

拓展阅读——从国货之光到中国骄傲：
华为助力中国航天 35

习题 36

第3章 网络体系结构 39

章首导读 39

学习目标 39

素质目标 39

3.1 网络体系结构概述 40

3.1.1 分层设计 40

3.1.2 网络协议 41

3.2 OSI 参考模型 41

3.2.1 物理层 42

3.2.2 数据链路层 43



3.2.3 网络层	44
3.2.4 传输层	45
3.2.5 会话层	45
3.2.6 表示层	47
3.2.7 应用层	47
3.2.8 OSI 参考模型中的数据传	48
3.3 TCP/IP 参考模型	49
3.3.1 网络接口层	49
3.3.2 网际层	50
3.3.3 传输层	50
3.3.4 应用层	51
3.4 TCP/IP 参考模型与 OSI	
参考模型	51
比较	51
拓展阅读——巧用分层思想，推动	
党史学习教育全覆盖	52
习题	53
第4章 TCP/IP 协议簇	55
章首导读	55
学习目标	55
素质目标	55
4.1 网际协议 IP	56
4.1.1 IP 数据报	56
4.1.2 IP 地址	57
4.1.3 子网划分技术	60
4.1.4 地址解析协议	67
4.1.5 网际控制报文协议	69
4.1.6 IPv6	71
4.2 用户数据报协议 UDP	74
4.2.1 UDP 的特点	74
4.2.2 UDP 端口号分配	75
4.2.3 UDP 数据报格式	75
4.3 传输控制协议 TCP	76
4.3.1 TCP 的特点	76
4.3.2 TCP 端口号分配	77
4.3.3 TCP 报文段格式	77
4.3.4 TCP 连接的建立和释放	79

拓展阅读——“高速公路”全面建成，	
IPv6 阔步向前	81
习题	82

第5章 局域网技术 85

章首导读	85
学习目标	85
素质目标	85
5.1 认识局域网	86
5.1.1 局域网的特点和分类	86
5.1.2 局域网体系结构与 IEEE 802 标准	87
5.1.3 局域网的组网模式	88
5.2 局域网的介质访问控制方法	90
5.2.1 CSMA/CD 介质访问控制	90
5.2.2 令牌环 (Token Ring) 介质	
访问控制	91
5.2.3 令牌总线 (Token Bus) 介质	
访问控制	93
5.3 以太网技术	94
5.3.1 以太网	94
5.3.2 交换式以太网	97
5.4 快速网络技术	100
5.4.1 快速以太网	100
5.4.2 千兆以太网	102
5.4.3 万兆以太网	103
5.5 虚拟局域网技术	104
5.5.1 VLAN 的优点	105
5.5.2 VLAN 的实现方式	106
5.5.3 VLAN 间的通信	107
5.6 无线局域网技术	108
5.6.1 无线局域网标准	108
5.6.2 无线局域网的产品和组件	109
5.6.3 无线局域网的组网方式	110
5.6.4 无线局域网的问题	112
拓展阅读——WAPI 成为无线局域网	
领域全球标准	113
习题	114



第 6 章 网络互连技术	116	7.3 WWW 服务	148
章首导读	116	7.3.1 WWW 服务的相关概念	148
学习目标	116	7.3.2 WWW 服务的工作过程	149
素质目标	116	7.4 文件传输服务	150
6.1 网络互连概述	117	7.4.1 FTP 的工作过程	150
6.1.1 网络互连的主要原因	117	7.4.2 FTP 的工作方式	150
6.1.2 网络互连的类型	117	7.4.3 FTP 的传输模式	151
6.1.3 实现网络互连的基本要求	118	7.5 电子邮件服务	151
6.2 网络互连介质	118	7.5.1 电子邮件服务的相关概念	151
6.2.1 双绞线	119	7.5.2 电子邮件服务的工作过程	152
6.2.2 同轴电缆	120	拓展阅读——中文域名已在互联网世界	
6.2.3 光纤	121	开拓出自己的天地	153
6.2.4 无线传输介质	123	习题	154
6.3 网络互连设备	125	第 8 章 网络安全	156
6.3.1 中继器、集线器	125	章首导读	156
6.3.2 网桥和二层交换机	126	学习目标	156
6.3.3 路由器和三层交换机	128	素质目标	156
6.3.4 网关	133	8.1 网络安全概述	157
6.4 路由协议	134	8.1.1 网络安全的含义和特点	157
6.4.1 RIP (路由信息协议)	135	8.1.2 网络面临的安全威胁	158
6.4.2 OSPF (开放最短路径优先) 协议	136	8.1.3 网络安全的内容	159
6.4.3 BGP (边界网关协议)	138	8.2 数据加密技术	159
拓展阅读——中国的北斗，		8.2.1 数据加密技术概述	160
世界的北斗	138	8.2.2 数字签名技术	160
习题	139	8.3 防火墙技术	161
第 7 章 Internet 基础与应用	142	8.3.1 防火墙的概念和作用	161
章首导读	142	8.3.2 防火墙的类型	162
学习目标	142	8.4 防病毒技术	162
素质目标	142	8.4.1 计算机病毒简介	163
7.1 Internet 概述	143	8.4.2 计算机病毒的分类	164
7.2 DNS 服务	144	8.4.3 计算机病毒的防范	164
7.2.1 DNS 的域名结构	144	拓展阅读——我国网络安全工作	
7.2.2 域名解析	146	取得积极进展	165
		习题	167

技能实训篇

实训 1 使用 Packet Tracer 网络 模拟器

实训目的	170
实训设备与条件	170
相关知识点	170
实训内容及步骤	174
实训总结	179

实训 2 Wireshark 抓包实验

实训目的	180
实训设备与条件	180
相关知识点	180
实训内容及步骤	182
实训总结	184

实训 3 使用常用的网络命令

实训目的	185
实训设备与条件	185
相关知识点	185
实训内容及步骤	186
实训总结	191

实训 4 分析 TCP 协议

实训目的	192
实训设备与条件	192
相关知识点	192
实训内容及步骤	193
实训总结	195

实训 5 设置计算机的 IP 地址 与子网掩码

实训目的	196
实训设备与条件	196
相关知识点	196
实训内容及步骤	197

实训总结	200
------	-----

实训 6 组建简单交换式以太网

实训目的	201
实训设备与条件	201
相关知识点	201
实训内容及步骤	202
实训总结	203

实训 7 配置交换机的基本参数

实训目的	204
实训设备与条件	204
相关知识点	204
实训内容及步骤	211
实训总结	213

实训 8 配置交换机 VLAN

实训目的	214
实训设备与条件	214
相关知识点	214
实训内容及步骤	216
实训总结	218

实训 9 组建无线局域网

实训目的	219
实训设备与条件	219
相关知识点	219
实训内容及步骤	219
实训总结	222

实训 10 制作与测试双绞线

实训目的	223
实训设备与条件	223
相关知识点	223
实训内容及步骤	225
实训总结	227

实训 11 配置路由器的基本参数	228	实训 15 配置与管理 DNS 服务器	252
实训目的	228	实训目的	252
实训设备与条件	228	实训设备与条件	252
相关知识点	228	相关知识点	252
实训内容及步骤	229	实训内容及步骤	252
实训总结	232	实训总结	261
实训 12 配置静态路由	233	实训 16 配置与管理 Web 服务器	262
实训目的	233	实训目的	262
实训设备与条件	233	实训设备与条件	262
相关知识点	233	相关知识点	262
实训内容及步骤	235	实训内容及步骤	263
实训总结	241	实训总结	266
实训 13 配置动态路由	242	实训 17 为服务器配置端口安全策略	267
实训目的	242	实训目的	267
实训设备与条件	242	实训设备与条件	267
相关知识点	242	相关知识点	267
实训内容及步骤	243	实训内容及步骤	268
实训总结	247	实训总结	270
实训 14 在三层交换机上实现 VLAN 间通信	248	参考文献	271
实训目的	248		
实训设备与条件	248		
相关知识点	248		
实训内容及步骤	249		
实训总结	251		

第 3 章

网络体系结构

章首导读

计算机网络是一个庞大的、多样化的复杂系统，涉及多种通信介质、多厂商和异种机互连、高级人机接口等各种复杂的技术问题。要使这样一个系统高效、可靠地运转，网络中的各个部分都必须遵守一套合理而严谨的网络标准。这套网络标准就是网络体系结构。

本章主要介绍网络体系结构的基本概念，以及开放式系统互连（OSI）参考模型和 TCP/IP 参考模型的分层结构及各层功能。

学习目标

- 了解分层设计的思想和网络协议的概念。
- 掌握 OSI 参考模型的分层结构及各层功能。
- 掌握 OSI 参考模型中数据传输的过程。
- 掌握 TCP/IP 参考模型的分层结构及各层功能。
- 理解 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的区别。

素质目标

- 增强严格遵守标准规范的意识，养成良好的职业素养。
- 注重学思结合、知行统一，树立正确的职业观。
- 弘扬勇于探索未知、追求真理的精神。

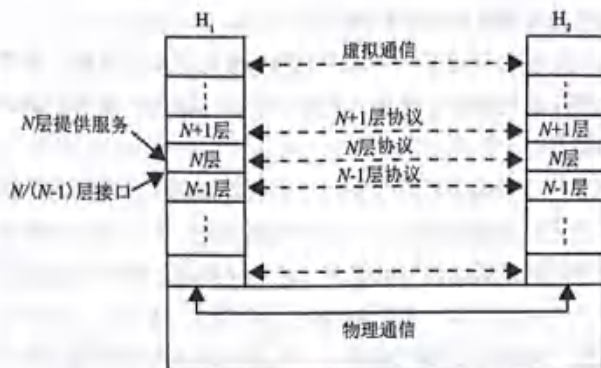


图 3-2 计算机网络的层次模型

提示

协议层次化不同于程序设计中模块化的概念。在程序设计中，各模块可以相互独立，任意拼装或者并行。网络协议层次则有上下之分，它是依数据的流动而产生的。组成不同计算机同等层的实体称为对等进程（peer process）。对等进程不一定非是相同的程序，但其功能必须完全一致，且采用相同的协议。

计算机网络体系结构是关于计算机网络应设置哪几层，每层应提供哪些功能的精确定义。也就是说，网络体系结构只是从功能上描述计算机网络的内部结构，而不关心每层硬件和软件的组成，也不解决这些硬件或软件的实现问题，它只是为各个标准化组织制定协议标准提供了一个参考模型。因此，网络体系结构是众多现有网络标准的抽象，也是制定新的网络标准与协议的准则。

3.1.2 网络协议

想要让两台计算机进行通信，必须使它们采用相同的信息交换规则。计算机网络中用于规定信息的格式及如何发送和接收信息的规则称为网络协议（network protocol）或通信协议（communication protocol）。

网络协议主要由以下 3 个要素组成。

- ◆ 语法：规定用户数据与控制信息的结构与格式。
- ◆ 语义：规定通信双方需要发出何种控制信息、完成何种动作及做出何种响应等。
- ◆ 时序：又称“同步”，用于规定事件实现顺序的详细说明，即通信双方动作的时间、速度匹配和事件发生的顺序等。

3.2 OSI 参考模型

世界上第一个网络体系结构是 1974 年由 IBM 公司提出的“系统网络体系结构（system network architecture, SNA）”。此后，许多公司纷纷推出了各自的网络体系结构。虽然这些体系结构都采用了分层技术，但层次的划分、功能的分配及采用的技术均不相同。随着信息技术的发展，不同结构

的计算机网络互联已成为迫切需要解决的问题。

为此，许多标准化机构积极开展了网络体系结构标准化方面的工作，其中最为著名的就是国际标准化组织 ISO 提出的开放式系统互连参考模型（open system interconnection/reference model, OSI/RM），即 OSI 参考模型。

OSI 参考模型并不是一个特定的硬件设备或一套软件例程，而是一种严格的理论模型，是厂商在设计硬件和软件时必须遵循的通信准则。OSI 参考模型是一个开放式系统模型，它的目的就是在不需要改变不同系统的软硬件逻辑结构的前提下，使不同系统之间可以通信。

OSI 参考模型从下到上由物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层组成，如图 3-3 所示。低层（物理层、数据链路层）执行的功能与物理通信相关，如构建帧、传输比特流；中间层（网络层、传输层、会话层）协调节点间的网络通信，如确保通信会话无中断、无差错地持续进行；高层（表示层、应用层）的工作直接影响软件应用和数据表示，包括数据格式化、数据加密及文件传输管理。

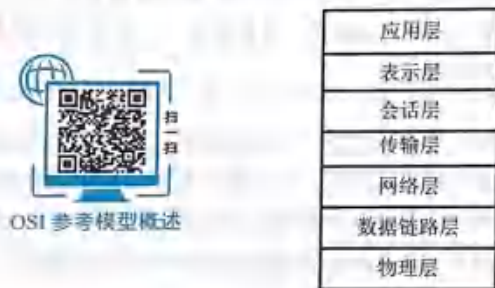


图 3-3 OSI 参考模型的结构

3.2.1 物理层

物理层是 OSI 参考模型的最低层，主要为通信提供物理链路，并在两个网络设备之间透明地传输比特流。物理层的数据服务单元是比特，它可以通过同步或异步的方式进行传输；但是物理层并不关心比特流的实际意义和结构。

物理层为建立、维护和释放数据链路实体之间的二进制比特流传输的物理连接定义了机械、电气、功能和规程特性。

- ◆ **机械特性：**规定了物理连接时所使用可接插连接器的形状和尺寸，连接器中引脚的数量与排列情况等。
- ◆ **电气特性：**规定了在物理连接上传输二进制比特流时线路上信号电平高低、阻抗及阻抗匹配、传输速率与距离限制。早期的标准定义了物理连接边界点的电气特性，而较新的标准定义了发送器和接收器的电气特性，同时给出了通信电缆的有关规定。新的标准更有利于发送和接收电路的集成化工作。
- ◆ **功能特性：**规定了物理接口上各条信号线的功能分配和确切定义。物理接口信号线一般分为数据线、控制线、定时线和地线。



- ◆ **规程特性**：定义了信号线进行二进制比特流传输时的一组操作过程，包括各信号线的工作规则和时序。

物理层硬件接口主要包括各种传输介质和传输设备的接口，常用的物理接口有 RJ-45（网线接口）和 RS-485（串口）。由于传输介质和传输设备种类繁多，因此物理层接口的标准也非常多。不同物理层接口标准在以上 4 个重要特性方面不尽相同。

3.2.2 数据链路层

数据链路层是 OSI 参考模型的第二层，其作用主要是将由物理层传来的数据封装成帧（frame），并保证帧在计算机之间进行无差错传输。

数据链路层分为 MAC 和 LLC 两个子层。MAC（介质访问控制）子层的功能包括帧的封装/拆封，帧的寻址和识别，帧的接收与发送，链路的管理，帧的差错控制等；LLC（逻辑链路控制）子层负责为上层提供服务，如从上层接收数据并发送到 MAC 层。

工作在数据链路层的设备包括二层交换机、网桥等。此外，网卡既工作在物理层，也工作在数据链路层，负责传输介质之间的物理连接，帧的发送与接收、封装与拆封等。



数据链路层



知识库

物理线路与数据链路是网络中常用的术语，两者的含义是不同的。

在通信技术中，人们常用链路（link）这个术语来描述一条点对点的线路段，这条线路段中间是没有任何交换节点的。当需要在一条链路上传送数据时，除了必须具有一条物理线路之外，还必须有一些规程或协议来控制这些数据的传输，以保证传输数据的正确性，实现这些规程或协议的硬件和软件加上物理线路就构成了数据链路。

此外，一般所说的物理链路就是指物理线路，逻辑链路就是指数据链路。

数据链路层的主要功能包括链路管理、流量控制、差错处理、帧同步和寻址。

(1) **链路管理**：当两个节点开始通信时，发送端必须确定接收端处在准备接收数据的状态。为此，双方必须交换一些必要的信息，然后建立数据链路连接；同时，在传输数据时要维持数据链路；当通信完毕时要释放数据链路。数据链路的建立、维持和释放就是链路管理。

(2) **流量控制**：为防止传输数据的双方速度不匹配或接收端没有足够的接收缓存而导致数据拥塞或溢出，数据链路层必须采用流量控制技术来控制流量，使接收端来得及接收发送端发送的数据。

(3) **差错处理**：数据链路层采用差错控制技术，把不可靠的物理线路变为可靠的数据链路，从而保证数据传输的正确性。数据链路层实体将对帧的传输过程进行检查，发现差错用重传方式解决。

(4) **帧同步**：在数据链路层，数据以帧为单位进行传输。帧同步是指接收端应当能从来自物理层的比特流中准确地区分出一帧的开始和结束。

(5) **寻址**：在多点连接的情况下，寻址保证每一帧都能传送到正确的目的节点。同时，接收端也应当知道发送端是哪一个节点。

3.2.3 网络层



网络层

数据链路层仅提供点对点的数据链路，不能直接提供用户数据的端到端之间的传输，也就无法解决数据经过通信子网中多个交换节点的通信问题。网络层位于 OSI 参考模型的第三层，它的数据传输单位是包/分组（packet），通过读取数据包获取地址信息并将每一个数据包沿最佳路径转发直至到达目的节点。

网络层允许数据包通过路由从一个网络传输到另一个网络，而用户不必关心网络的拓扑结构和所使用的通信介质。也就是说，网络层可以用于为两个不同网络或网段之间的计算机建立通信。

1. 网络层的功能

网络层的主要功能包括路由选择、流量控制和多用户数据传输。

1) 路由选择

网络层的关键问题是进行路由选择，以确定数据包如何到达目的节点。通信子网中的路径是指从源节点到目的节点之间的一条通路，一般在两个节点之间都会有多条路径可供选择。路由是指在通信子网中，源节点和中间节点为将数据包传送到目的节点而对其后继节点进行选择的过程。为确定最佳路由，网络层需要持续地收集有关各个网络和节点地址的信息。

2) 流量控制

网络中多个层次都存在流量控制问题，网络层的流量控制则通过限制用户一次性提交给网络的数据包个数对进入分组交换网的通信量进行控制，以防因通信量过大而造成通信子网性能下降。

3) 多用户数据传输

为了在一条数据链路（data link, DL）上传输多个用户的数据，可将一条 DL 划分为若干条逻辑链路，即逻辑信道（logic circuit, LC）。每条逻辑信道支持一对用户的数据传输，并且利用 LC 号来区分不同用户的数据。

2. 网络层提供的服务

从 OSI 参考模型的角度看，网络层所提供的服务可分为两类：面向连接的网络服务和无连接网络服务。

1) 面向连接的网络服务

面向连接的网络服务又称为虚电路（virtual circuit）服务，它具有网络连接建立、数据传输和网络连接释放三个阶段，是可靠的传输方式，适用于确定型对象、长报文、会话型传输要求。

虚电路服务在数据传送前必须在源节点和目的节点之间建立一条虚电路。值得注意的是，虚电路的概念不同于电路交换技术中电路的概念。后者对应着一条实实在在的物理线路，是通信双方的物理连接。而虚电路是指在通信双方之间建立了一条逻辑连接，不独占信道带宽，数据沿逻辑连接路径以存储转发方式传输。

2) 无连接网络服务

无连接网络服务的两个实体之间的通信不需要事先建立好连接。无连接网络服务有三种类型：数

据报 (datagram)、确认交付 (confirmed delivery) 与请求回答 (request reply)。其中, 数据报服务不要接收端应答, 这种方法额外开销较小, 但可靠性无法保证; 确认交付服务要求接收端用户每收到一个报文均给发送端回送一个应答报文; 请求回答类似于一次事务处理中用户的“一问一答”。

虚电路方式与数据报方式之间的最大差别在于: 虚电路方式为每一对节点之间的通信预先建立一条虚电路, 后续的数据通信沿着建立好的虚电路进行, 不必为每个数据包进行路由选择; 而在数据报方式中, 需为每一个进入的数据包进行一次路由选择, 也就是说, 每个数据包的路由选择都独立于其他数据包。

3.2.4 传输层



传输层

传输层位于 OSI 参考模型的第四层, 它是网络中资源子网与通信子网的桥梁, 主要负责确保数据可靠、无差错地从 A 点传输到 B 点 (A、B 点可能位于相同或不同的网络)。

传输层的功能是在网络层提供服务的基础上建立的, 其任务是向用户提供可靠的、透明的、端到端的数据传输, 并采用一些技术手段弥补用户对不同网络的要求及网络可向用户提供的服务之间的差异, 使用户无须了解网络传输的细节, 就能获得相对稳定的数据传输服务。

传输层采用的技术手段主要有以下几种。

(1) 分流/合流技术: 利用多条网络连接来支持一条传输连接上的数据传输, 目的是使低吞吐量、低速率和高传输延迟的网络可以满足用户高速传输数据的需求。

(2) 复用/解复用技术: 将多条传输连接上的数据汇集到一条网络连接上传输, 使具有高吞吐量、高速率和低传输延迟且高费用的网络可以满足用户低成本传输的需求。

(3) 分段/合段技术: 将一个长的传输服务数据单元分成若干个传输协议数据单元进行传输, 使传输长度有限的网络可以满足用户无限长度数据传输的需求。

(4) 差错检测和恢复技术: 目的是使差错率较高的网络可以满足用户高可靠性数据传输的需求。

(5) 流量控制技术: 对连续传输的协议数据单元个数进行限制, 从而避免网络拥塞。

传输层传输信息的基本单位是报文 (message)。传输层提供的服务包括标识和维护传输连接 (建立和释放连接, 以及选择服务质量), 提供流量控制, 差错检查与恢复, 常规数据/加速数据的传输等。



这里的流量控制和差错检查都是指端到端的流量控制和差错检查, 与数据链路层的流量控制和差错检查功能不同。

3.2.5 会话层

传输层可以保证用户数据按照要求从网络的一端传输到另一端, 但在数据传输过程中用户如何进行控制信息的交互, 网络应当提供什么样的功能来协助用户管理信息交换? 为了解决上述问题, OSI 参考模型设置了会话层。



会话层

1. 会话层的功能

会话是指用户之间的信息交换过程。会话层的功能是向会话的应用进程提供会话组织和同步服务，对数据的传输提供控制和管理功能，以协调会话过程，为表示层实体提供更好的服务。具体实现技术包括以下4种。

(1) 利用令牌技术来保证数据交换、会话同步的有序性，拥有令牌的一方可以发送数据或执行其他动作。

提示 令牌（也称“权标”），是会话连接的一种属性。例如，数据令牌标识用户发送数据的权利，谁掌握令牌，谁就有权发送数据；当通信的另一方需要发送数据时，首先要申请令牌。当掌握令牌的一方数据传输完毕或数据传输告一段落时可以释放令牌，将令牌“传递”给通信的另一方。

(2) 利用活动和同步技术来保证用户数据的完整性，并让用户知道数据交换的整个过程。

提示 为完成数据交换，通信双方需要按一定规则在会话层实体之间建立一种暂时的联系，即会话连接。在会话连接过程中，可以把用户之间的数据交换分成若干个逻辑工作段，这些工作段就称为活动。活动的内容具有相对的独立性和完整性。同步技术是指对用户数据进行语义上的分段，便于接收端对所接收信息进行验证。

(3) 利用分段和拼接技术来提高数据交换的效率，多块用户数据可以合并在一起进行传输。

(4) 利用重新同步技术来实现用户会话的延续性，支持传输过程中的故障修复。

2. 会话层提供的服务

会话层提供了丰富的服务来支持用户对数据交换的控制和管理。为了便于会话层服务的实现，OSI参考模型将这些服务进行了分类，组合成12个功能单元：核心功能单元（支持会话连接的建立和释放，以及常规数据的传输）、协商释放功能单元、半双工功能单元、全双工功能单元、加速数据功能单元、特权数据功能单元、能力数据功能单元、次同步功能单元、主同步功能单元、重新同步功能单元、异常报告功能单元、活动管理功能单元。

为了方便用户选择合适的功能单元，会话服务定义了3个子集。

- ◆ **基本组合子集（BCS）**：为用户提供会话连接建立、正常数据传送、令牌的处理及连接释放等基本服务。
- ◆ **基本同步子集（BSS）**：在BCS的基础上增加为用户通信过程同步的功能，能在出错时从指定的同步点处进行恢复，减少差错重传的数据量。
- ◆ **基本活动子集（BAS）**：在BCS的基础上加入了活动管理。

3个子集与12个功能单元的对应关系如表3-1所示。

表 3-1 子集与功能单元的对应关系

功能单元	BCS	BSS	BAS	功能单元	BCS	BSS	BAS
核心	√	√	√	次同步		√	√
半双工	√	√	√	主同步		√	
全双工	√	√		重新同步		√	
特权数据		√	√	加速数据			
异常报告			√	活动管理			√
协商释放		√		能力数据			√

3.2.6 表示层

计算机网络的最终目的是实现用户之间的数据交换。但是,不同的计算机系统可能采用不同的信息编码,或者具有不同的信息描述和表示方法,如果不加以处理,可能导致通信的计算机系统之间无法正确地识别信息。

设置表示层的目的就是屏蔽不同计算机在信息表示方面的差异,其功能包括传送语法的协商,以及抽象语法和传送语法之间的转换。通信双方在建立通信关系后,首先要进行协商,协商内容包括采用什么数据编码进行传输,传输过程中数据是否要加密和压缩,采用什么加密和压缩算法等。协商结束后选择一种双方都能处理的数据表示方式进行通信。

例如,用户 A 希望传送一个文件给用户 B,双方协商后采用 ASCII 码进行传输。用户 A 发送以 ASCII 码编码的数据,用户 B 接收到 ASCII 码数据后将其转换成 EBCDIC 码数据,如图 3-4 所示。通过这种转换来统一表示被传送的数据,使得通信双方使用的计算机系统都可以识别信息。



图 3-4 计算机系统间语法转换

3.2.7 应用层

应用层是 OSI 参考模型的最高层,它为网络用户和应用程序提供各种服务,也是最终用户应用程序访问网络服务的地方。例如,如果在网络上运行 Microsoft Word,并选择打开一个文档,请求将由应用层传输到网络。应用层提供的服务包括文件传输、文件管理、电子邮件的信息处理等。

“应用层”并不是指运行在网络上的某个特定的应用程序,如 Microsoft Word。经过抽象后的应用进程才是应用实体。对等到应用实体间的通信使用



表示层和应用层



OSI 参考模型中的数据传输

不同的应用协议。常见的应用层协议有 FTP、HTTP、SNMP 等。

3.2.8 OSI 参考模型中的数据传输

在网络通信过程中，为了确保数据能够顺利、准确地传送到目的地，需要 OSI 参考模型的各层对数据进行相应的处理。以主机 A 向主机 B 传输数据为例（见图 3-5），数据在通过主机 A 各层时，每层都会为上层传来的数据加上一个信息头或尾（作为主机 B 的对等层处理数据的依据），然后向下层传输，这个过程可以理解为对数据的封装。

当经过层层封装的数据最终通过传输介质传输到主机 B 后，主机 B 的每一层再对数据进行相应的处理（自下而上），把信息头或尾去掉，最后还原成实际的数据，即执行主机 A 的逆过程，这个过程可以理解为对数据的解封。

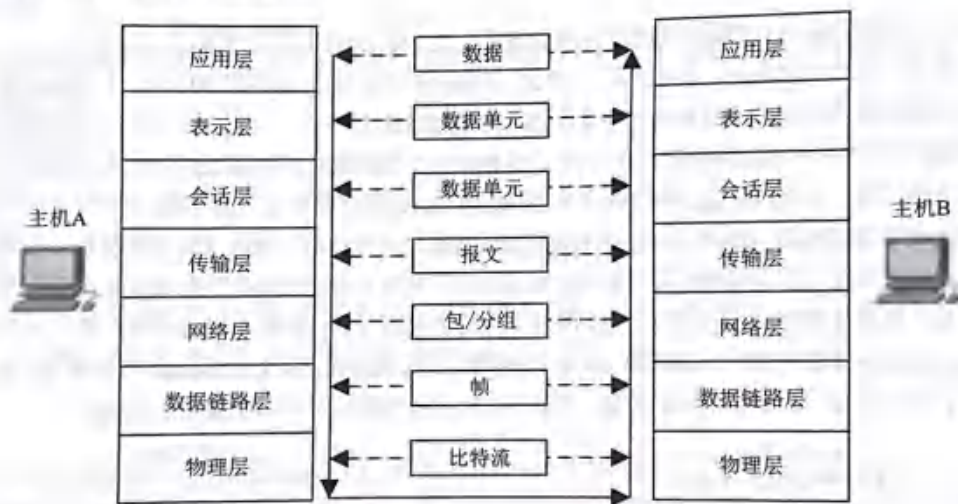


图 3-5 数据的封装与解封过程



提示

在物理上，数据在发送端主机各层中是自上而下封装，最后通过传输介质到达对方主机，再在接收端主机各层中自下而上解封。但是在逻辑上，发送端和接收端每一层只负责处理当前层的事情，并不需要关心其他层的具体事情。

下面通过发送和接收电子邮件的例子，说明在 OSI 参考模型中传输数据的具体过程。

- (1) 在某台计算机上写好电子邮件后，提出发送邮件到远程邮件服务器的请求，应用层会识别该请求，并将请求传输到表示层。
- (2) 表示层判断是否要对数据格式进行转换及如何转换等，然后在数据中加入相应的代码信息，并将请求传输到会话层。
- (3) 会话层接收到表示层发过来的请求后，给该请求添加一个数据标记符，指示用户有权限传输数据（即可以建立会话），然后将数据传输到传输层。
- (4) 在传输层，数据被分割成若干数据段，并在每个数据段的头部加上 TCP 报头（包含源端

和目标端的端口号，以实现端到端的连接和通信），然后将封装好的数据传输到网络层。在传输层中封装好的数据称为报文（message）。

(5) 网络层为数据添加逻辑地址信息，即在 TCP 报头前添加 IP 报头（包含数据的原逻辑地址和目标逻辑地址），这时称该数据为包或分组。然后将数据包传输到数据链路层。

(6) 数据包达到数据链路层后，先进入 LLC 子层加上 LLC 头部，然后进入 MAC 子层加上 MAC 头部和一个 FCS 尾部。数据在数据链路层中会被封装成帧并传输到物理层。

(7) 数据帧被传输到物理层后，物理层不添加任何信息，直接把数据帧发送到传输介质并以比特流的形式传输。

(8) 当数据达到另一端邮件服务器的物理层时，反向执行上述过程。

3.3 TCP/IP 参考模型

OSI 参考模型虽然是国际标准，但是它层次多、结构复杂，在实际中完全遵从 OSI 参考模型的协议几乎没有。目前流行的网络体系结构是 TCP/IP 参考模型，它已成为计算机网络体系结构事实上的标准，Internet 就是基于 TCP/IP 参考模型建立的。

TCP/IP 参考模型是将多个网络进行无缝连接的体系结构，共包含 4 个功能层，自下而上依次为网络接口层、网际层、传输层和应用层，每一层负责不同的通信功能。与 OSI 参考模型的分层不同，TCP/IP 参考模型的分层更加注重互连设备间的数据传输。但是，OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的分层有一个大致的对应关系，如图 3-6 所示。

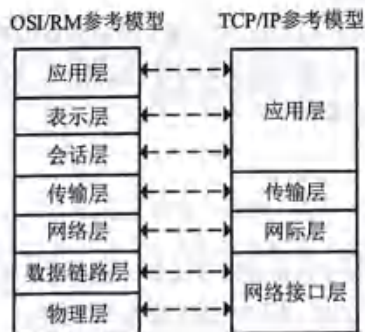


图 3-6 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型之间的关系

3.3.1 网络接口层

网络接口层是 TCP/IP 参考模型的最低层。事实上，TCP/IP 参考模型并没有真正定义这一部分，只是指出其主机必须使用某种协议与网络连接，以便能传递数据。这一层的作用是负责接收从网际层交来的数据包，然后将数据包通过低层物理网络发送出去；或者从低层物理网络上接收物理帧，然后分离出数据包并交给网际层。

TCP/IP 参考模型未定义数据链路层，是由于在最初的设计中就已经支持包括以太网、令牌环网、

巍巍文大 百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn



责任编辑：赵 卿
封面设计：刘幼峰



如果您对本书有任何建议或意见
请发至邮箱book@wenjingketang.com

辅助学习及配套资源下载
www.wenjingketang.com
服务热线电话：4001179835



扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信



ISBN 978-7-313-17683-7 0 5 >

9 787313 176837

定价：58.80 元