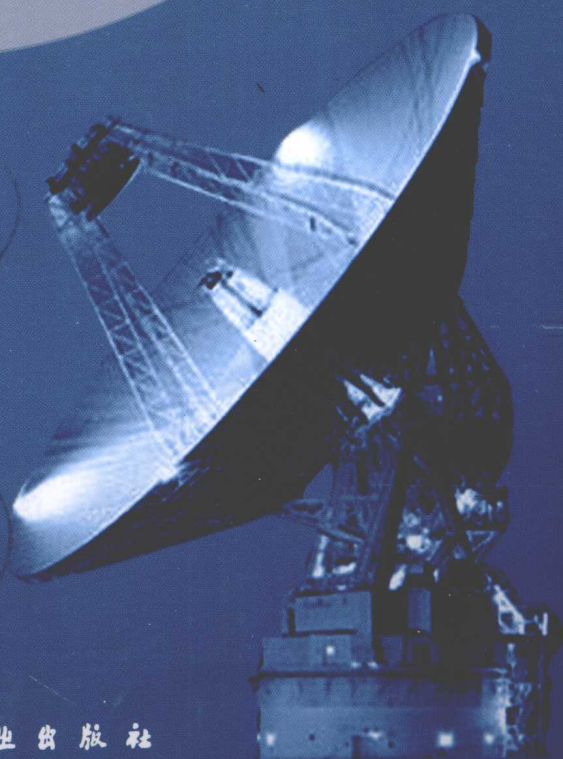


高等学校规划教材

普通高等教育电气工程实践技术系列教材

通信工程实践技术

付家才 主编



化学工业出版社

TN01/127

出版社

TN91/127

2010

高等学校规划教材

普通高等教育电气工程实践技术系列教材

通信工程实践技术

付家才	主 编
赵金宪 黄玉琴	副主编
郭黎利	主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从工程实践和工程设计教学角度出发,介绍了计算机网络基础、逻辑网络规划设计、网络综合布线等网络技术。以网络设备为主线,突出了局域网的组成与设计,同时对典型的程控交换设备进行了介绍。通过综合实例和案例分析,强调了操作技能和工艺要领以及设计方法。

本书总结多年教学和实践经验,内容深入浅出、图文并茂、实用性强。

本书既可作为大中专院校通信工程、电子信息工程等相关专业学生的实践技能培训教材,又可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信工程实践技术/付家才主编. —北京:
化学工业出版社, 2010.1
高等学校规划教材
普通高等教育电气工程实践技术系列教材
ISBN 978-7-122-07263-4

I. 通… II. 付… III. 通信工程-高等学
校-教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 226212 号

责任编辑:唐旭华 郝英华
责任校对:宋 夏

装帧设计:杨 北

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 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张10½ 字数254千字 2010年2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: 21.00 元

版权所有 违者必究

前 言

根据教育部本科应用型人才培养目标的精神,为满足本科电类相关专业实践能力培养的需要,我们组织编写了一套电气工程实践技术系列教材,内容涵盖电子、电机、电气控制、工业控制、单片机、DSP、应用电子、EDA、通信系统等内容。

本套教材立足于本科教育人才培养目标,遵循主动适应社会发展需要,突出应用性和针对性,着重加强工程实践能力、工程设计能力的培养原则,与专业基础课、专业课的理论教材相配套,作为理论教材的扩展和延伸。这套教材集设计、制作、工程实践操作、工程应用、工程训练等能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。本套教材的特点归纳为:内容先进性、教学适用性、灵活选择性、突出实用性、强调实践性。本套教材取材上充分考虑了内容的先进性,以新技术、新元件、新材料充实到实践教材中;在整体规划上尽力保证与专业基础课、专业课内容的衔接,与理论教材的配套,体现了专业的系统性和完整性,利于课程的整合;为适应电类各专业的需要,对选用实践教材进行多种方案组合;为便于学生学习,本套教材中既注意到一般设计方法和原理的介绍,同时对工业设计和过程也进行了具体的介绍,作为通向现场的一座桥梁。本套教材很多内容来源于科研和生产实践,通过对科研和生产单位的广泛调研,收集了大量有实用意义的资料,使内容更加贴近现场,贴近实践。本教材既注重工程实践设计能力的传授,以动手能力、工程实践能力为培养主线,重点放在电气操作技能的训练上,培养学生分析和解决实际问题的能力;又遵循循序渐进的原则,由基础实践技能到综合实践技能,采用由浅入深、深入浅出的培养方法。

本套教材有《工业控制工程实践技术》、《电子工程实践技术》、《电机工程实践技术》、《电气控制工程实践技术》、《单片机控制工程实践技术》、《DSP 控制工程实践技术》、《EDA 工程实践技术》(第二版)、《应用电子工程实践技术》、《电气 CAD 工程实践技术》、《通信工程实践技术》10 本。

《通信工程实践技术》在编写上充分考虑了电气类学生的学习特点,具有如下特色。

(1) 注重实用性

考虑到电气类专业学生的不同层次基础不同,在内容的前后安排上由浅入深,循序渐进。本书精选了实践题目,偏重实用性、趣味性,在注意提高学生学习兴趣的同时,也提高了学生的实践能力和创新能力。

(2) 内容自成体系

本书不受各种版本的理论教材的制约,以实践教学为主自成体系,内容上突出理论指导实践、实践验证理论的教学方法。

(3) 注重能力的培养

工程实践教学是培养学生能力最好和最直接的环节。本书通过实践指导的方法,利用工程实践操作从多种途径全面提高学生的实践能力。

全书共分 8 章,第 1 章介绍计算机网络的基本知识,为后续章节的学习打下坚实的基础。第 2 章介绍逻辑网络的规划设计,主要介绍了常见的网络拓扑结构以及路由的相关知识。第 3 章介绍网络的传输介质及综合布线的相关知识。第 4 章介绍了连接到互联网所需的相关设备以及各设备在互联网的连接过程中所起的作用。第 5 章介绍程控交换机的基础以及

典型的模拟和数字型交换机的硬件设备和系统结构框图。第6章介绍程控交换机的软件组成以及呼叫处理的接续过程，以C&C08程控交换机和S1240程控交换机为例，详细介绍现代程控交换机的软件构成和呼叫处理过程。第7章介绍网络的综合应用实例，以常用的组网方式为基础，以实例加以解释说明，便于读者的理解和掌握。第8章介绍程控交换机的工程实践方法，介绍了程控交换机的基本配置方法，给出了大量的实例便于同学的学习和理解。

本书由付家才教授主编，赵金宪、黄玉琴任副主编。第1章由桑林编写；第2章由徐峰编写，第3章由赵晓妍编写，第4章由王娟编写，第5章由赵金宪、陈国民编写，第6章由黄玉琴编写，第7、8章由张锐编写。全书由付家才策划和统稿。

本书由郭黎利教授主审，在审阅中提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年12月

目 录

1 计算机网络基本知识	1
1.1 计算机网络概述	1
1.2 计算机网络分类	1
1.3 OSI 参考模型	2
1.3.1 OSI 参考模型层次结构	2
1.3.2 层次间的关系	3
1.3.3 各层的功能	3
1.3.4 数据封装	4
1.4 TCP/IP 协议	5
1.4.1 TCP/IP 参考模型层次	5
1.4.2 TCP/IP 协议栈	5
本章小结	7
习题与思考题	7
2 逻辑网络规划设计	8
2.1 拓扑结构设计	8
2.1.1 常见的网络拓扑结构	8
2.1.2 层次化网络设计	10
2.1.3 园区网络拓扑设计	12
2.2 广域网	17
2.2.1 广域网的特点	17
2.2.2 广域网连接主要技术	17
2.2.3 广域网技术	18
2.3 IP 地址	21
2.3.1 IP 地址的结构	21
2.3.2 二进制与十进制的转换	22
2.3.3 IP 地址分类	22
2.4 子网的划分	24
2.5 网络地址转换 (NAT)	28
2.5.1 NAT 实现方式及原理	28
2.5.2 网络地址转换 (NAT) 的实现	29
2.6 动态主机配置协议 (DHCP)	30
2.6.1 DHCP 的功能	30
2.6.2 DHCP 的工作原理	31
2.6.3 IP 的租用和续租	32
2.7 IP 路由	32
2.7.1 IP 路由概述	33
2.7.2 IP 静态路由	34

2.7.3 动态路由	35
2.7.4 RIP 路由协议	36
2.8 常用调试命令介绍	38
2.8.1 Ping 命令	38
2.8.2 IPConfig 命令	41
2.8.3 Tracert 命令	44
本章小结	45
习题与思考题	45
3 网络布线材料及综合布线	46
3.1 双绞线	46
3.1.1 双绞线概述	46
3.1.2 双绞线的连接方式	47
3.1.3 双绞线的制作和测试	48
3.2 同轴电缆	49
3.2.1 同轴电缆的组成和分类	49
3.2.2 同轴电缆的连接及制作	50
3.3 光纤	51
3.3.1 光纤通信原理	51
3.3.2 光纤的分类和特点	52
3.3.3 光纤连接器	52
3.4 无线传输介质	53
3.5 综合布线	53
3.5.1 结构化布线系统概述	53
3.5.2 综合布线系统标准	54
3.5.3 综合布线系统的设计	55
3.5.4 布线系统的测试	55
本章小结	55
习题与思考题	56
4 网络互联设备	57
4.1 概述	57
4.2 网卡	57
4.2.1 网卡的功能	57
4.2.2 网卡的分类	57
4.2.3 网卡的选择	59
4.3 调制解调器和中继器	59
4.3.1 调制解调器	59
4.3.2 中继器	60
4.4 集线器	61
4.4.1 集线器的功能	61
4.4.2 集线器的分类	61
4.4.3 集线器的选择	62
4.5 网桥和网关	63

4.5.1 网桥	63
4.5.2 网关	64
4.6 交换机	64
4.6.1 交换机的功能	64
4.6.2 三种交换技术	65
4.6.3 交换机的工作方式	66
4.6.4 局域网交换机的选择	67
4.7 路由器	68
4.7.1 路由器的功能	68
4.7.2 静态路由和动态路由	69
4.7.3 路由器的分类	70
4.7.4 路由选择方式	71
本章小结	71
习题与思考题	71
5 程控交换机基础及典型设备	72
5.1 交换技术理论	72
5.1.1 话务量	72
5.1.2 呼叫处理能力	73
5.1.3 设备可靠性及实用性	73
5.2 数字交换机结构	74
5.2.1 交换机整体结构	74
5.2.2 用户电路的组成	75
5.2.3 交换机的控制系统	76
5.2.4 其他接口电路	78
5.3 典型交换机	79
5.3.1 C&C08 数字交换机	79
5.3.2 S1240 数字交换机	83
5.3.3 HJD-80 交换机	86
本章小结	92
习题与思考题	92
6 程控交换机的软件组成与程序控制呼叫处理过程	93
6.1 程控交换机的软件组成	93
6.2 基于程序控制的呼叫处理过程	96
6.3 S1240 程控交换系统的软件结构及数据配置	98
6.3.1 S1240 软件结构	98
6.3.2 S1240 呼叫处理	102
6.3.3 S1240 程控交换机的呼叫局数据管理	108
6.4 C&C08 程控交换系统的软件结构及数据配置	111
6.4.1 C&C08 通信方式	111
6.4.2 数据库结构	111
6.4.3 呼叫处理的信令系统	114
本章小结	120

习题与思考题	120
7 综合应用实例	123
7.1 校园网组网典型案例	123
7.1.1 用户需求及数据分析	123
7.1.2 网络方案设计	123
7.1.3 组网说明	124
7.2 某牛奶厂信息网络解决方案	126
7.2.1 用户需求及数据分析	126
7.2.2 网络拓扑结构	126
7.2.3 技术解决方案	127
7.2.4 网络特点	127
7.3 某发电公司企业网络解决方案	128
7.3.1 用户需求及数据分析	128
7.3.2 网络拓扑结构	128
7.3.3 技术解决方案	128
7.4 某干部学院校园网络设计方案	129
7.4.1 用户需求及数据分析	129
7.4.2 网络方案设计原则	130
7.4.3 快速以太网组网方案	130
7.4.4 产品主要性能描述	131
7.4.5 网络拓扑结构	133
7.5 银行 IP 电话网解决方案	133
7.5.1 项目意义	133
7.5.2 用户需求及数据分析	133
7.5.3 网络方案设计	134
7.6 虚拟运营商 VoIP 应用方案	135
本章小结	137
习题与思考题	138
8 通信工程实践方法	139
8.1 通信工程实践内容	139
8.1.1 通信工程实践的目的与要求	139
8.1.2 通信工程实践的教学过程	139
8.2 交换机基本配置	140
8.2.1 H3C 系列中低端交换机配置方法	140
8.2.2 H3C 系列中低端交换机常用配置命令	142
8.3 路由器基本配置	145
8.3.1 通过 Console 口配置路由器	145
8.3.2 Telnet 方式配置路由器	146
8.3.3 路由器基本配置命令	147
8.4 程控交换机的参数设置和网络结构	150
8.4.1 程控交换机的星型网络	150
8.4.2 程控交换机的网型网络	151

8.4.3 程控交换机的复合型网络	151
8.4.4 程控交换机的参数设置	152
本章小结	154
习题与思考题	154
参考文献	155

1 计算机网络基本知识

随着计算机的普及，计算机网络已经广泛应用于社会的各个方面。办公自动化系统、电子商务、电子邮件、网络教育等网络信息服务已经成为我们社会结构的一个基本组成部分。

1.1 计算机网络概述

计算机网络，是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，并实现资源共享和信息传递。简单地说，计算机网络就是通过传输介质（电缆、电话线、光纤、无线通信）将两台以上的计算机互联起来的集合。

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物。要想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。在计算机网络中，用于规定信息的格式以及如何发送和接收信息的一套规则称为网络协议（Network Protocol）或通信协议（Communication Protocol）。常见的协议有：TCP/IP 协议、IPX/SPX 协议、NetBEUI 协议等。在局域网中用得比较多的是 IPX/SPX。用户如果访问 Internet，则必须在网络协议中添加 TCP/IP 协议。TCP 协议主要指传输控制协议，而 IP 协议指互联网络协议。

计算机网络的功能归纳来说主要有三个方面：数据通信、资源共享、分布处理。

（1）数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息，包括文字信件、新闻消息、咨询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点，可实现将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来，进行统一的调配、控制和管理。

（2）资源共享

“资源”指的是网络中所有的软件、硬件和数据资源。“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。

（3）分布处理

当某台计算机负担过重时，或该计算机正在处理某项工作时，网络可将新任务转交给空闲的计算机来完成，这样处理能均衡各计算机的负载，提高处理问题的实时性；对大型综合性问题，可将问题各部分交给不同的计算机分头处理，充分利用网络资源，扩大计算机的处理能力，即增强实用性。

1.2 计算机网络分类

计算机网络的分类有许多种方法，有按拓扑分类的，有按网络规模大小、距离远近分类的，还有按服务对象分类的。通常最流行的分类方法是按网络规模或作用范围进行分类。按这种标准可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网。

（1）局域网（Local Area Network, LAN）

局域网是最常见、应用最广泛的一种网络。现在局域网随着整个计算机网络技术的发展和提高得到充分的应用和普及，几乎每个单位都有自己的局域网，甚至有的家庭中都有自己

的小型局域网。很明显，所谓局域网，就是指在局部地区范围内的网络，它所覆盖的地区范围较小。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制，少的可以只有两台，多的可达几百台。在网络所涉及的地理距离上一般来说可以是几米至 10km 以内。局域网一般位于一个建筑物或一个单位内。

(2) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)

城域网一般来说是在一个城市，但不在同一地理小区范围内的计算机互联，这种网络的连接距离可以在 10~100km。MAN 与 LAN 相比扩展的距离更长，连接的计算机数量更多，在地理范围上可以说是 LAN 网络的延伸。在一个大型城市，一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN 网。如连接政府机构的 LAN、医院的 LAN、电信的 LAN、公司企业的 LAN 等。由于光纤连接的引入，使 MAN 中高速的 LAN 互联成为可能。

(3) 广域网 (Wide Area Network, WAN)

广域网也称为远程网，所覆盖的范围比城域网 (MAN) 更广，它一般是在不同城市之间的 LAN 或者 MAN 网络互联，地理范围可从几百千米到几千千米。因为距离较远，信息衰减比较严重，所以这种网络一般要租用专线。这种城域网因为所连接的用户多，总出口带宽有限，所以用户的终端连接速率一般较低，通常为 9.6Kbps~45Mbps，如 CHINANET、CHINAPAC，和 CHINADDN 网。

1.3 OSI 参考模型

计算机网络自从 20 世纪 60 年代问世以来，得到了飞速发展。很多大型的公司都拥有了网络技术，计算机网络中存在众多的体系结构，其中以 IBM 公司的 SNA (系统网络体系结构) 和 DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture) 数字网络体系结构最为著名。为了解决不同体系结构的网络互联问题，国际标准化组织 ISO (International Organization for Standardization) 于 1981 年制定了开放系统互联参考模型 (Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM)。

1.3.1 OSI 参考模型层次结构

OSI 将整个通信功能划分为七个层次，划分层次的原则如下。

- ① 网络中各节点都有相同的层次。
- ② 不同节点的同等层次具有相同的功能。
- ③ 同一节点的相邻层之间通过接口通信。
- ④ 每一层使用下层提供的服务，并向其上层提供服务。
- ⑤ 不同节点的同等层按照协议实现对等层之间的通信。

应用层(Application Layer)
表示层(Presentation Layer)
会话层(Session Layer)
传输层(Transport Layer)
网络层(Network Layer)
数据链路层(Data Link Layer)
物理层(Physical Layer)

OSI 参考模型依层次结构来划分：第一层，物理层 (Physical Layer)；第二层，数据链路层 (Data Link Layer)；第三层，网络层 (Network Layer)；第四层，传输层 (Transport Layer)；第五层，会话层 (Session Layer)；第六层，表示层 (Presentation Layer)；第七层，应用层 (Application Layer)。如图 1-1 所示。

图 1-1 OSI 参考模型层次结构

第一层到第三层属于 OSI 参考模型的低层 (Lower Layer)，负责创建网络通信连接的链路；第四层到第七层为 OSI 参考模型的高层 (Upper Layer)。

Layer)，具体负责端到端的数据通信。

1.3.2 层次间的关系

OSI 的七层运用各种各样的控制信息来和其他计算机系统的对应层进行通信，如图 1-2 所示。每一个对等层的数据称为协议数据单元，即 PDU (Protocol Data Unit)。相应的，应用层数据称为，应用层协议数据单元 (Application Protocol Data Unit, APDU)，表示层数据称为表示层协议数据单元 (Presentation Protocol Data Unit, PPDU)，会话层数据称为会话层协议数据单元 (Session Protocol Data Unit, SPDU)。通常，把传输层数据称为段 (Segment)，网络层数据称为数据包 (Packet)，数据链路层为帧 (Frame)，物理层数据称为比特流 (Bit)。

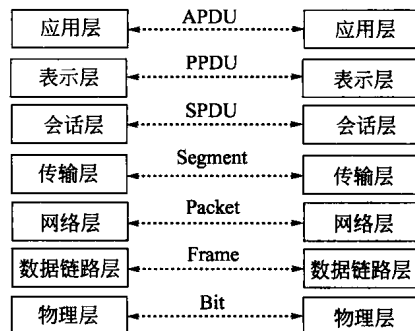


图 1-2 OSI 参考模型层次间的关系

在 OSI 参考模型中，终端主机的每一层并不能直接与对端相应层直接通信，而是通过下一层为其提供的服务来间接与对端对等层交换数据。下一层通过服务访问点 (Service Access Point, SAP) 为上一层提供服务。

1.3.3 各层的功能

第一层：物理层 (Physical Layer)，规定通信设备的机械的、电气的、功能的和规程的特性，用以建立、维护和拆除物理链路连接。具体地讲，机械特性规定了网络连接时所需接插件的规格尺寸、引脚数量和排列情况等；电气特性规定了在物理连接上传输 Bit 流时线路上信号电平的大小、阻抗匹配、传输速率和距离限制等；功能特性是指对各个信号先分配确切的信号含义，即定义了 DTE 和 DCE 之间各个线路的功能；规程特性定义了利用信号线进行 Bit 流传输的一组操作规程，是指在物理连接的建立、维护、交换信息时，DTE 和 DCE 双方在各电路上的动作系列。在这一层，数据的单位称为比特 (Bit)。属于物理层定义的典型规范代表包括：EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。

第二层：数据链路层 (DataLink Layer)，在物理层提供比特流服务的基础上，建立相邻结点之间的数据链路，通过差错控制提供数据帧 (Frame) 在信道上无差错的传输，并进行各电路上的动作系列。数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。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、重发等。在这一层，数据的单位称为帧 (Frame)。数据链路层协议的代表包括：SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

第三层：网络层 (Network Layer)，在计算机网络中进行通信的两个计算机之间可能会经过很多个数据链路，也可能还要经过很多通信子网。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换结点，确保数据及时传送。网络层将数据链路层提供的帧组成数据包，包中封装有网络层包头，其中含有逻辑地址信息——源站点和目的站点地址的网络地址。网络层还可以实现拥塞控制、网际互联等功能。在这一层，数据的单位称为数据包 (Packet)。网络层协议的代表包括：IP、IPX、RIP、OSPF 等。

第四层：传输层 (Transport Layer)，处理信息的一层。第 4 层的数据单元也称作数据包 (Packets)。这个层负责获取全部信息，因此，它必须跟踪数据单元碎片、乱序到达的数据包和其他在传输过程中可能发生的危险。第 4 层为上层提供端到端 (最终用户到最终用户) 的透明的、可靠的数据传输服务。所谓透明的传输是指在通信过程中传输层对上层屏蔽了通信传输系统的具体细节。传输层协议的代表包括：TCP、UDP、SPX 等。

第五层：会话层（Session Layer），这一层也可以称为会晤层或对话层，在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制。如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

第六层：表示层（Presentation Layer），这一层主要解决用户信息的语法表示问题。它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法，转换为适合于 OSI 系统内部使用的传送语法。即提供格式化的表示和转换数据服务。数据的压缩和解压缩，加密和解密等工作都由表示层负责。例如图像格式的显示，就是由位于表示层的协议来支持。

第七层：应用层（Application Layer），应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。应用层协议的代表包括：Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

1.3.4 数据封装

封装（Encapsulation）是指网络节点（Node）将要传送的数据用特定的协议头打包，来传送数据，也可能在数据尾部加上报文。OSI 七层模型的每一层都对数据进行封装，以保证数据能够正确无误的到达目的地，被终端主机理解及处理。

当数据在各层间传送时，每一层都可以在数据上增加头和尾，而这些数据已经包含了上一层增加的头和尾。协议头包含了有关层与层间的通信信息。头、尾以及数据是相关联的概念，它们取决于分析信息单元的协议层。例如，传输层头包含了只有传输层可以看到的信
息，传输层下面的其他层只将此头作为数据的一部分传递。对于网络层，一个信息单元由第三层的头和数据组成。对于数据链路层，经网络层向下传递的所有信息即第三层头和数据都被看作是数据。如图 1-3 所示。

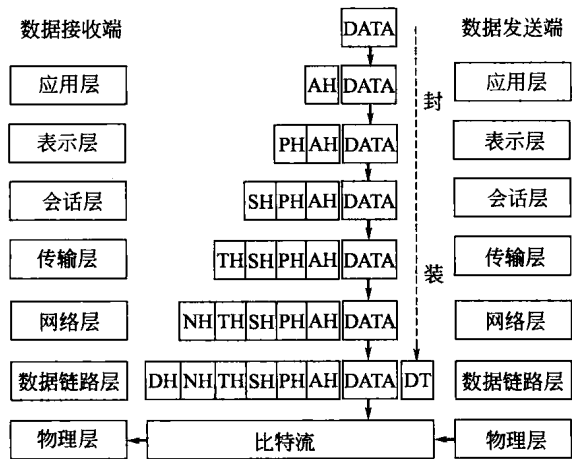


图 1-3 数据封装流程图

例如，如果计算机 A 要将应用程序中的某数据发送至计算机 B，数据首先传送至应用层。计算机 A 的应用层通过在数据上添加协议头来和计算机 B 的应用层通信。所形成的信息单元包含协议头、数据、可能还有协议尾，被发送至表示层，表示层再添加为计算机 B 的表示层所理解的控制信息的协议头。信息单元的大小随着每一层协议头和协议尾的添加而增加，这些协议头和协议尾包含了计算机 B 的对应层要使用的控制信息。在物理层，整个信息单元通过网络介质传输。

计算机 B 中的物理层收到信息单元并将其传送至数据链路层；然后 B 中的数据链路层

读取计算机 A 的数据链路层添加的协议头中的控制信息；然后去除协议头和协议尾，剩余部分被传送至网络层。每一层执行相同的动作：从对应层读取协议头和协议尾，并去除，再将剩余信息发送至上一层。应用层执行完这些动作后，数据就被传送至计算机 B 中的应用程序，这些数据 and 计算机 A 的应用程序所发送的完全相同。

1.4 TCP/IP 协议

TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) 传输控制协议/网际协议是目前互联网系统使用的通信协议。TCP/IP 协议是一组包括 TCP 协议和 IP 协议，UDP (User Datagram Protocol) 协议，ICMP (Internet Control Message Protocol) 协议和其他一些协议的协议组。TCP 负责和远程主机的连接，IP 负责寻址，使报文被送到其该去的地方。

1.4.1 TCP/IP 参考模型层次

TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) 协议分为五个层次，它也称为互联网分层模型或互联网分层参考模型。

TCP/IP 与 OSI 不同，TCP/IP 协议简化了层次设计，只有五层。这五层包括：应用层（第五层）、传输层（第四层）、网络层（第三层）、数据链路层（第二层）、物理层（第一层）。如图 1-4 所示。

物理层：对应于网络的基本硬件，这也是 Internet 的物理构成，即可以看得见的硬设备，如 PC 机、互联网服务器、网络设备等，必须对这些硬设备的电气特性作一个规范，使这些设备都能够互相连接并兼容使用。

数据链路层：传输有地址的帧以及错误检测功能，该层的协议如：SLIP、CSLIP、PPP、ARP、RARP、MTU。

网络层：负责提供基本的数据封包传送功能，让每一块数据包都能够到达目的主机（但不检查是否被正确接收），如网际协议（IP）。

传输层：在此层中，它提供了节点间的数据传送服务，如传输控制协议（TCP）、用户数据报协议（UDP）等，TCP 和 UDP 给数据包加入传输数据并把它传输到下一层中，这一层负责传送数据，并且确定数据已被送达并接收。

应用层：应用程序间沟通的层，如简单电子邮件传输（SMTP）、文件传输协议（FTP）、网络远程访问协议（Telnet）等。

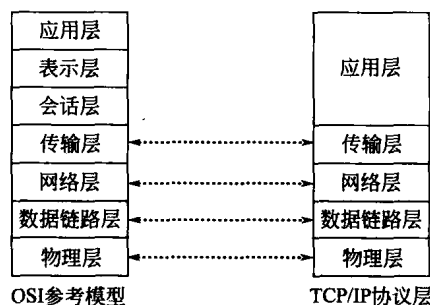


图 1-4 TCP/IP 协议栈与 OSI 参考模型对应关系

1.4.2 TCP/IP 协议栈

TCP/IP 协议栈包含一簇协议，分别对应各个不同的层次，完成特定的功能和应用。如图 1-5 所示，下面对每一层中对应的协议加以介绍。

① IP (Internet Protocol) 协议：IP 协议和路由协议协同工作，IP 层接收由更低层发来的数据包，并把该数据包发送到更高层——TCP 或 UDP 层；相反，IP 层也把从 TCP 或 UDP 层接收来的数据包传送到更低层。IP 数据包是不可靠的，因为 IP 并没有做任何事情来确认数据包是按顺序发送的或者没有被破坏。

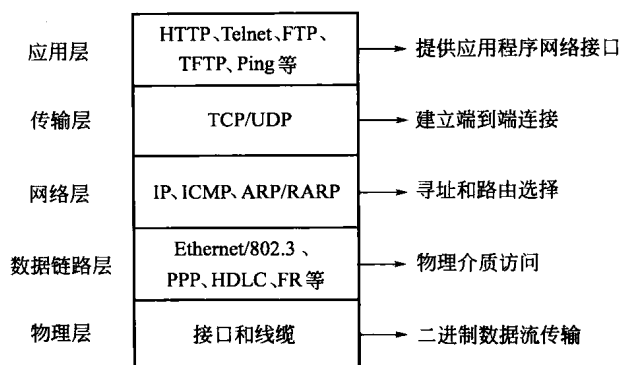


图 1-5 TCP/IP 协议栈各层功能

② ARP (Address Resolution Protocol), 地址解析协议: 主机在发送帧前将目标 IP 地址转换成目标 MAC 地址的过程。ARP 协议的基本功能就是通过目标设备的 IP 地址, 查询目标设备的 MAC 地址, 以保证通信的顺利进行。

③ ICMP (Internet Control Message Protocol), 互联网控制消息协议: 主要用于在主机与路由器之间传递控制信息, 包括报告错误、交换受限控制和状态信息等。

④ IGMP (Internet Group Management Protocol), Internet 组管理协议: 用于 IP 主机向任一个直接相邻的路由器报告他们的组成员情况。

⑤ FTP (File Transfer Protocol), 文件传输协议: 用于 Internet 上的控制文件的双向传输。FTP 使用传输层协议 TCP 在支持 FTP 的终端系统间执行文件传输, 因此, FTP 被认为提供了可靠的面向连接的服务, 适合于远距离、可靠性较差线路上的文件传输。

⑥ TFTP (Trivial File Transfer Protocol), 简单文件传输协议: TCP/IP 协议簇中的一个用来在客户机与服务器之间进行简单文件传输的协议, 提供不复杂、开销不大的文件传输服务。但 TFTP 使用 UDP 提供服务, 被认为是不可靠的, 无连接的。TFTP 通常用于可靠的局域网内部的文件传输。

⑦ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), 简单邮件传输协议: 一种提供可靠且有效电子邮件传输的协议。SMTP 是建模在 FTP 文件传输服务上的一种邮件服务, 主要用于传输系统之间的邮件信息并提供来信有关的通知。

⑧ POP3 (Post Office Protocol -Version 3), 邮局协议版本 3: 一个流行的 Internet 邮件标准。

⑨ SNMP (Simple Network Management Protocol), 简单网络管理协议: 负责对网络设备监控和维护, 支持安全管理、性能管理等。

⑩ Telnet 协议: Internet 远程登陆服务的标准协议和主要方式。它为用户提供了在本地计算机上完成远程主机工作的能力。

⑪ Ping 命令是一个诊断网络设备是否正确连接的有效工具。

⑫ Tracert (跟踪路由) 是路由跟踪实用程序, 用于确定 IP 数据包访问目标所采取的路径。Tracert 命令用 IP 生存时间 (TTL) 字段和 ICMP 错误消息来确定从一个主机到网络上其他主机的路由。

⑬ HTTP 协议 (HyperText Transfer Protocol), 超文本传输协议: 用于从 WWW 服务器传输超文本到本地浏览器的传送协议。

⑭ DNS (Domain Name System), 域名系统: 该系统用于命名组织到域层次结构中的计

算机和网络服务，把网络节点的易于记忆的名字转化为网络地址。

本章小结

① 计算机网络，是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，并实现资源共享和信息传递。计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物。

② 常见的协议有：TCP/IP 协议、IPX/SPX 协议、NetBEUI 协议等。

③ 计算机网络的功能归纳来说主要有三个方面：数据通信、资源共享、分布处理。

④ 根据地理范围，计算机网络分为局域网（LAN）、城域网（MAN）、广域网（WAN）。

⑤ OSI（开放系统互联）模型将网络体系结构分成七层：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。

⑥ TCP/IP 协议栈分别为应用层、传输层、互联网层、数据链路层、物理层。

习题与思考题

- 1-1 根据地理范围，计算机网络可分为哪几种？
- 1-2 OSI 参考模型按顺序有哪些层？
- 1-3 在 OSI 七层模型中，哪一层实现对数据的加密？
- 1-4 TCP/IP 协议栈中传输层的协议有哪几种？
- 1-5 数据链路层传输的数据叫做什么？
- 1-6 请说明数据从上到下的封装格式。
- 1-7 简述 OSI 层次参考模型中各层的功能。