



中国人民公安大学 “十二五” 规划教材

数据通信与网络技术

SHUJUTONGXINYU
WANGLUOJISHU

赵兴涛 / 主编



中国人民公安大学出版社

中国人民公安大学“十二五”规划教材

数据通信与网络技术

刘 军 主审
赵兴涛 主编



中国人民公安大学出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数据通信与网络技术/ 赵兴涛主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2015. 9

中国人民公安大学“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5653 - 2337 - 9

I. ①数… II. ①赵… III. ①数据通信—高等学校—教材 ②计算机网络—高等学校—教材 IV. ① TN919 ②TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 207163 号

数据通信与网络技术

赵兴涛 主编

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京兴华昌盛印刷有限公司

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

印 次: 2015 年 9 月第 1 次

印 张: 25.25

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 468 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 2337 - 9

定 价: 80.00 元

网 址: www.ppsupc.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@ppsupc.com zbs@ppsuc.edu.cn

营销中心电话: 010 - 83903254

读者服务部电话 (门市): 010 - 83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): 010 - 83903253

教材分社电话: 010 - 83903259

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

中国人民公安大学“十二五”规划教材

编审委员会

主任：程琳

副主任：刘舒 汪勇

委员：（按姓氏笔画排序）

马骏 王大为 王宏君 仇加勉

卢兆民 刘宏斌 毕惜茜 任士英

杜晋丰 杜彦辉 李锦涛 吴益跟

罗振峰 孟昭阳 孟宪文 赵颖

郭威

数 据 通 信 与 网 络 技 术

主 审：刘 军

主 编：赵兴涛

副主编：杨从保 隋晋光

撰稿人：（按姓氏笔画排序）

杜治国 李培岳 杨从保 赵兴涛

隋晋光

前 言

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，是联系教与学的有效传媒，是学科建设和课程改革的成果凝结，是高等院校教学科研工作的重要组成部分。中国人民公安大学历来高度重视教材建设，始终把教材建设作为教学建设的基础性工作来抓，并使之在深化公安教育改革、提高教学水平和质量、全面推进素质教育和公安专业教育、确保高素质公安专门人才培养目标实现方面发挥重要作用。

随着我国经济社会的快速发展，科教兴国和人才强国战略全面实施，特别是党的十七届六中全会提出推动社会主义文化大发展大繁荣的新要求，高等教育的改革和发展正面临着新的机遇和挑战。中国人民公安大学按照公安部党委的“科教强警”战略部署，紧紧围绕建设国际一流警察大学的奋斗目标，以改革创新为动力，努力把公安大学建设成为科技强警的生力军、教育训练的主阵地、提高民警素质的大熔炉和对外警务交流的新窗口。近年来，学校遵循“高教与培训相结合、教书与育人相结合、教学与科研相结合、理论与实战相结合、调研与智库相结合”的办学思路，密切结合公安一级学科建设和“教、学、练、战一体化”人才培养模式改革，兴调查研究之风，施科研创新之策，行教学改革之举，深入推动理论创新、技术创新、教法创新和管理创新，涌现出一批体现先进教育理念、贴近警务实战的教学科研成果，取得显著成效。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、公安部党委《关于加强和改进公安教育训练工作的意见》和新世纪首次全国公安教育训练工作会议精神，按照教育部《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》的要求，学校制定了《中国人民公

安大学“十二五”本科教材建设规划》，并正式启动新一轮规划教材编写工作。

中国人民公安大学“十二五”规划教材，以凝练特色、打造精品、形成体系、合理配套、突出实践、创新载体、提高质量为指导，密切配合中国人民公安大学2010本科培养方案实施，充分体现“完善教材体系，促进学科建设，服务公安教育，倡导改革创新”的基本精神，在内容上力求正确阐述本学科及相关学科的基础知识、基本理论、基本框架和发展前沿，既有一定的理论深度，又注重理论与实际的结合，既反映了公安工作和公安队伍建设的新问题、新理论、新方法和新趋势，贴近警务改革和创新实践，又反映了公安学科专业与课程建设的新进展、新实践和动态前沿，吸纳、固化并传播最新成果。

“十二五”规划教材建设是在学校教材建设与管理委员会的统一领导和组织下开展的。每门教材由中国人民公安大学学科带头人、教学名师、骨干教师牵头负责，充分发挥各课程组的作用，并邀请公安业务部门高水平的领导和专家参加，组成了强大的编写阵容。从内容体系确定到封面设计、装帧和排版，均遵从了严格的质量监控和编写规范。在择优确定教材主编的基础上，实行了公开评审的审稿制度，由学术造诣高、实践经验丰富的专家学者审稿，确保教材质量。

我们相信，经过组织者、编写者、出版者的共同努力，中国人民公安大学“十二五”规划教材能够以体系完善、内容丰富、特色鲜明的精品特质，服务公安院校的教学和广大民警自学，为培养“忠诚可靠、业务扎实、敢于创新、精于实战、一专多能、作风优良、身心健康”的高素质公安专门人才发挥重要作用。

中国人民公安大学“十二五”规划教材编审委员会

二〇一一年十二月

编者的话

近年来,随着信息技术的高速发展,基于IP的信息应用已充斥生活的各个角落,如IP监控、微博、网络视频、网上支付、无线宽带、智能手机、微信等。其中,基于IP的安防监控系统逐渐成为安防市场应用的主流,许多IT厂商亦纷纷加入安防监控市场的竞争,IP网络技术俨然已成为安全防范技术走向数字化、网络化和智能化发展的关键。然而,传统的安防从业人员对IP网络技术知之不详,IT技术人员则对安防监控技术有隔靴搔痒之感。为解决安防从业人员在安防网络建设中的困惑,《数据通信与网络技术》编写组组织编写了本书。

本书编写过程中从数据通信与网络技术的全局视角出发,深入透彻地分析了信息从源端用户到目的端用户穿越整个通信网络的全过程,并阐述了其中涉及的基本原理、关键技术和主要应用。针对网络通信原理,坚持提出问题,从实例出发,深入浅出展开论述。对于关键技术,以其产生、发展和壮大的轨迹,揭示未来的发展方向。对于网络应用,结合系统建设的实际情况和安全防范网络的需求,帮助读者领会数据通信与网络技术的精髓,达到规划、设计、管理和维护安全防范网络的目的。

本书主要涵盖网络基础概念、数据通信原理、网络体系结构、有线网络技术、无线网络技术、网络互联技术、网络安全、网络管理和网络应用等内容。全书共分9章。第1章叙述了数据通信与网络技术的产生和发展,计算机网络的功能、组成、定义和分类,以及计算机网络的标准规范、关键技术和发展趋势。第2章阐述了网络体系结构的分层思想,并对比分析了开放系统互连参考模型和TCP/IP协议体系结构。第3章阐述了数据通信的基础知识、传输介质、数据传输编码技术、复用技术、交换技术、同步技术、差错控制和流量控制。第4章阐述了有线局域网的体系结构、介质访问控制、高速以太网、交换式以太网和虚拟局域网技术。第5章阐述了无线网络的拓扑结构、传输标准和安全技术。第6章阐述了广域网体系结构、接入网络技术和公共传输网络技术。第7章阐述了TCP/IP网络互联技术。第8章阐述了网络安全需求、风险评估、网络安全技术与网络管理。第9章阐述了网络应用

体系结构和 DNS、WWW、E-Mail 和 IP 视频监控等常见网络应用。

本书第 1、2、3 章由赵兴涛负责编写，第 4、6、7 章由杨从保负责编写，第 5 章由杜治国负责编写，第 8、9 章由隋晋光负责编写。李培岳和景阳等参与了部分编写和辅助工作。全书由赵兴涛统稿，刘军教授审定。另外，本书在编写过程中始终得到了洪卫军教授、李锦涛副教授等多位相关教师的大力支持和帮助，在此一并表示诚挚的谢意。本书在编写过程中，参考了大量的数据通信与网络技术相关图书及互联网资料。由于种种原因未能与原作者取得联系，在此首先表示谢意和歉意。如有其他问题，原资料作者见本书后可与本书编者联系。

本书面向两类读者。首先，本书可作为理工科专业学生的教科书。书中的每章都介绍、分析和总结了基本概念和应用。其次，本书也是为专门从事数据通信与网络技术的专业人士所准备的。书中有许多有关数据通信与网络技术方面的详细论述。此外，管理、技术及销售人员可以使用本书获得对基本概念透彻理解，以及对各种技术或者产品的权衡标准。总之，希望每位读者都能从本书中获益。由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和纰漏，恳请广大读者对本书的不足之处提出宝贵意见。

2015 年 3 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 数据通信的发展	(1)
1.2 计算机网络的产生与发展	(3)
1.3 计算机网络的定义	(8)
1.4 计算机网络的组成	(8)
1.5 计算机网络的分类	(10)
1.6 网络功能	(15)
1.7 网络标准	(17)
1.8 计算机网络的关键技术	(21)
1.9 计算机网络的发展趋势	(23)
1.10 小结	(26)
第 2 章 计算机网络体系结构	(28)
2.1 网络体系结构概述	(28)
2.2 开放系统互联参考模型	(34)
2.3 TCP/IP 协议体系结构	(41)
2.4 小结	(49)
第 3 章 数据通信基础知识	(51)
3.1 信息、数据和信号	(51)
3.2 数据通信系统	(54)
3.3 传输介质	(64)
3.4 数据编码技术	(75)
3.5 数据传输模式	(85)
3.6 多路复用技术	(88)
3.7 数据交换技术	(91)
3.8 数据同步方式	(98)

数据通信与网络技术

3.9	流量控制技术	(101)
3.10	差错控制技术	(104)
3.11	小结	(113)
第4章	有线局域网技术	(115)
4.1	局域网发展历史	(116)
4.2	IEEE 802 标准	(120)
4.3	媒体访问控制方法	(122)
4.4	CSMA/CD 媒体访问控制	(125)
4.5	局域网体系结构	(129)
4.6	高速以太网	(133)
4.7	交换式以太网	(138)
4.8	虚拟局域网	(140)
4.9	以太网供电	(142)
4.10	局域网的组成	(144)
4.11	小结	(156)
第5章	无线网络技术	(158)
5.1	无线局域网的产生与发展	(158)
5.2	无线局域网基础	(163)
5.3	IEEE 802.11 无线局域网标准	(170)
5.4	物理层关键技术	(174)
5.5	无线局域网拓扑结构	(177)
5.6	WiMAX	(179)
5.7	无线网络安全	(186)
5.8	小结	(191)
第6章	广域网技术	(193)
6.1	广域网概述	(193)
6.2	广域网协议	(197)
6.3	接入网络	(208)
6.4	公用传输网络	(223)
6.5	小结	(228)
第7章	网络互联技术	(229)
7.1	网络互联概述	(229)

7.2	IP 协议	(235)
7.3	TCP/UDP 协议	(262)
7.4	路由与路由选择	(273)
7.5	小结	(284)
第 8 章	信息安全与网络管理	(286)
8.1	引言	(286)
8.2	风险评估	(291)
8.3	网络安全技术	(295)
8.4	网络管理	(306)
8.5	小结	(331)
第 9 章	网络应用与设计	(333)
9.1	应用体系结构	(333)
9.2	域名系统	(350)
9.3	万维网	(356)
9.4	电子邮件	(365)
9.5	文件传输协议	(374)
9.6	Telnet	(377)
9.7	即时通信	(377)
9.8	IP 电话	(379)
9.9	网络视频监控	(380)
9.10	小结	(384)
参考文献		(385)

|| 第1章 || 绪 论

【教学重点与难点】

- 了解数据通信、计算机网络和互联网的发展历程
- 理解通信、数据通信、计算机通信和计算机网络等概念的差异和联系
- 了解计算机网络的应用
- 掌握计算机网络的组成和结构
- 掌握计算机网络的功能和分类
- 了解计算机网络的有关标准
- 了解数据通信和网络技术的发展趋势

上下搜索，思接千载；内外互联，视通万里。数据通信与网络技术的出现，拓展了人类获取信息资源的能力，将人类从沟通交流的时空约束中解放出来。时至今日，智能手机等数据终端设备争奇斗艳，光纤到户等宽带基础设施无处不在，IP 等网络协议一统江湖，网络购物等电子商务稳步增长，微信等社交网络应用大行其道。然而，数据通信与网络技术为人类带来便利的同时，也凸显了隐私泄露、非授权访问、病毒肆虐及黑客攻击等网络安全问题。

1.1 数据通信的发展

“通信”一词最初是指“相互之间交换信件”“互通音信”。现代社会，通信是指人与人之间通过某种行为或媒介传递信息。从广义上而言，是指需要信息的双方或多方无论采用何种方法，使用何种媒介，将何种形式的信息从某一方准确安全地传送到另一方。

通信的历史源远流长，自人类社会伊始，就通过人力、邮驿、烽火等原始手段传递信息，如历史上有名的“烽火戏诸侯”“飞鸽传书”等。之后，人类进入了印刷时代，进一步扩大了信息的传播范围。随着电报、电话、广播技术的发展，人类进入了电信时代。

电信，就是以电作为信息传递媒介的通信方式。电信源于 19 世纪 30 年代。1837 年莫尔斯（Samuel Morse）发明了电报。莫尔斯原是艺术家，从 1832 年起致力于电报机的研究。在研制电报机的过程中，按照电路中脉冲信号产生的原理，构思了圆点、横画和空白的电报符号，把这三种符号组合起来，就可以表示需要传递的信息。后来这种特定的点画组合成为电信上普遍采用的莫尔斯电码。1837 年，莫尔斯在精通机械知识的艾尔弗雷德·维尔的帮助下，试制出第一台电磁式电报机。1844 年 5 月 24 日，通过华盛顿与巴尔的摩之间的电报线，莫尔斯在国会大厦最高法院会议室向正在巴尔的摩的艾尔弗雷德·维尔发送了世界上第一封电报。第一封电报的内容是圣经的诗句：“What hath God wrought（上帝行了何等的大事）。”尽管这份电报只传送了 65 千米之远，但它成功地开创了远距离通信的新时代。

电报传送的是符号，不仅收发报双方都要有译电的麻烦，而且还不能及时得到对方的回复。针对电报的这些不足，永不知疲倦的科学家们又进行了新的开拓。1876 年，亚历山大·格雷厄姆·贝尔发明了电话。这一年的 3 月 10 日，贝尔在做实验时不小心将硫酸溅到腿上，他疼痛地呼喊他的助手：“Mr. Watson, come here, I want you!（沃森先生，快来帮我啊！）”谁也没有料到，这句极为普通的话，竟成了人类通过电话传送的第一句话音。

1864 年，马克斯韦尔（James C. Maxwell）发表了《A Treatise on Electricity and Magnetism》专著，奠定了电磁理论基础，并预测了无线电波的存在；随后，赫兹（Heinrich Hertz）于 1887 年通过实验证明了无线电波的存在。马可尼（Guglielmo Marconi）则于 1901 年成功利用无线电波完成了横跨美洲与英国间的越洋通信。至此，人类的通信方式正式由有线迈入了无线的新纪元。

1948 年，香农发表了划时代的论文《A Mathematical Theory of Communication》（通信的数学原理），奠定了现代信息理论的基础。该文论述了信息的定义、怎样数量化信息、怎样更好地对信息进行编码。同时，香农提出了信息熵的概念，用于衡量消息的不确定性。

20 世纪 60 年代是数据通信技术发展的初期阶段，当时的数据终端没有智能化，电信部门所能提供的网络是模拟电话网络，数据通信是在模拟线路上进行的，传输质量差，噪声干扰大。

20 世纪 70 年代出现低速时分多路复用器和调制解调器，这个时期的数据通信通过公用电话网进行，传输质量有所提高。20 世纪 70 年代中期，美国已经出现了用户对高速优质专线业务的需求。美国 AT&T 公司开始向用户提供数字数据网（DDN）业务。随着传输网络的数字化发展和改造，由最初的模拟线路、伪同步数字网（PDH）再到同步数字网（SDH），DDN 以其灵活的

接入方式和相对较短的网络延迟,受到了世界各地用户的欢迎,曾一度得到广泛的发展。20 世纪 70 年代末出现了分组交换技术(X.25),X.25 采用统计复用技术,大大提高了通信线路的利用率、可靠性和质量,在相当长的一段时间内成为数据通信的主流,全世界范围内大规模建设了基于 X.25 的分组交换公众数据网。

进入 20 世纪 80 年代,随着数据业务进一步发展以及网络传输质量的改善,基于 X.25 的分组交换网络暴露出很多缺点,无法适应当时的业务发展需求。帧中继和 ATM 技术作为 X.25 的改善型技术被提出,尤其是 ATM 技术在当时被认为是宽带 ISDN(B-ISDN)的承载技术而得到了大力发展,ATM 骨干网络替代 X.25 网络成为互联网的骨干网络。ATM 的出现使端到端的高速、有服务质量(QoS)保证的数据业务成为可能,但 ATM 最终没能取代 IP 进入用户桌面应用。

进入 21 世纪后,随着技术的发展,路由器技术在吸取了 ATM 技术的精髓之后获得了新的技术性突破,吉比特线速转发路由器研发成功,光传输技术的发展使得以太网在单模光纤上的传输距离最大可以达到 600 千米。因此,计算机网络逐渐取代 ATM 网络成为互联网的主体网络,ATM 则逐渐退出历史舞台。

1.2 计算机网络的产生与发展

纵观计算机网络的发展历史可以发现,它和其他事物的发展一样,也经历了从简单到复杂,从低级到高级的过程。在这一过程中,计算机技术与通信技术紧密结合,相互促进,共同发展,最终产生了计算机网络。总体看来,网络的发展可以分为四个阶段。

1.2.1 以主机为中心的联机终端系统

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 诞生时,计算机技术与通信技术并没有直接联系。早期的计算机系统是高度集中的,而且计算机的数量非常少,价格非常昂贵,所有的设备安装在单独的机房中。信息的交换是通过磁盘进行资源相互传递的。

20 世纪 50 年代初,由于美国军方的需要,美国半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)的研究开启了计算机技术与通信技术相结合的尝试。20 世纪 50 年代中后期,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上,出现了第一代计算机网络。典型应用是美国航空公司在 20 世纪 60 年代投入使用的飞机订票系统(Semi-automated Business Research Environment, SABRE),它由一台计算机和全美

范围内 2000 个终端组成。第一代网络并不是真正意义上的网络，而是一个面向终端的互联通信系统。它的系统构成如图 1.1 所示。

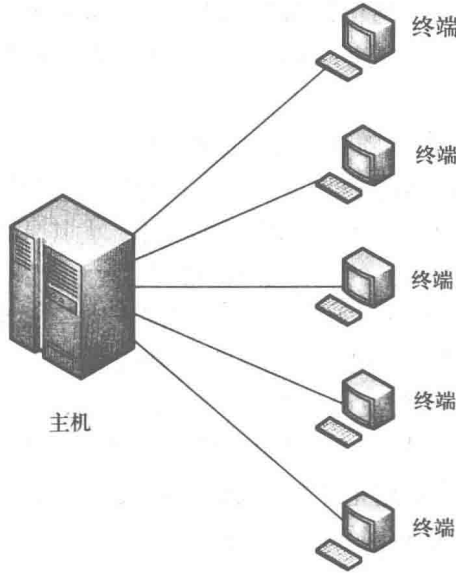


图 1.1 联机终端系统

1. 联机终端没有独立的数据处理和存储能力。操作系统把主存储器的部分空间分给各终端用户，用于临时存放程序和数据，把 CPU 的部分时间分给各用户来执行程序，逻辑上使各用户获得一个虚拟计算机。每个联机用户都感到自己在独占这个计算机系统，而实际上是轮流使用处理机和其他资源。而现代计算机网络上的工作站本身是一个功能完善的计算机系统，有自己的 CPU、主存、显示器，还有自己的系统软件，虽然也共享网上资源，但是用自己的物理 CPU 和存储器来执行程序和处理数据。

2. 主机系统负担较重。由于主机系统通过串行接口 (RS-232C) 与多用户系统连接，它既要承担数据处理任务，又要承担通信任务，主机系统负担相对较重。而网络工作站需要通过网络适配器和传输介质来实现连接和通信，其通信任务由网络适配器等通信设备分担。

3. 线路利用率低。这是因为终端设备运行速度慢，操作时间长，每个用户独占一条长距离的通信线路。

随着远程终端的增多，为了提高通信线路的利用率并减轻主机负担，逐步出现了多点通信线路、终端集中器、前端处理机 (Front-End Processor, FEP) 和通信控制处理机 (Communication Control Processor, CCP)，如图 1.2 所示。主机的主要作用是处理和存储终端用户发出对主机的数据请求，通信任务主要由 CCP 来完成。这样把通信任务与数据处理任务分离后，主机的性

能就会有很大的提高，集中器主要负责从终端到主机的数据集中收集及主机到终端的数据分发。

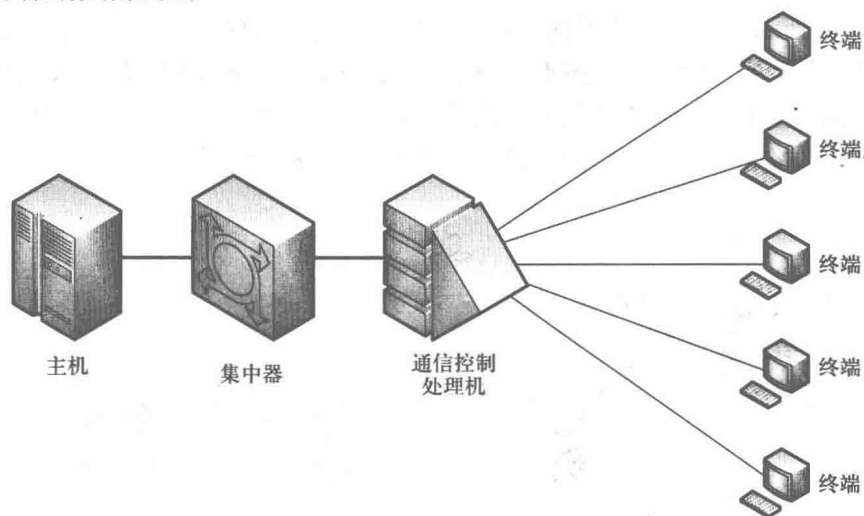


图 1.2 通过通信控制处理机实现通信

第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统，当时的定义为“以传输信息为目的而连接起来，以实现远程信息处理或进一步达到资源共享的计算机系统”。

1.2.2 以通信子网为中心的主机互联

第二代网络是在 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期，随着计算机技术和通信技术的进步，利用通信线路将多台主机连接起来，形成以多个主机为中心为终端用户提供服务的网络，如图 1.3 所示。

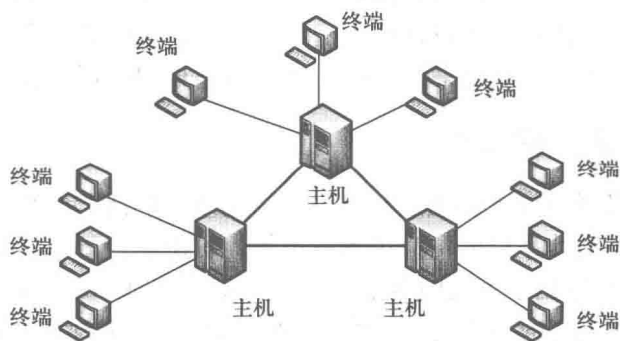


图 1.3 多主机互联系统

随着网络规模的扩大，为了减轻主机的负担，将通信处理任务从主机中独立出来，出现了接口报文处理机（Interface Message Processor, IMP）。在这