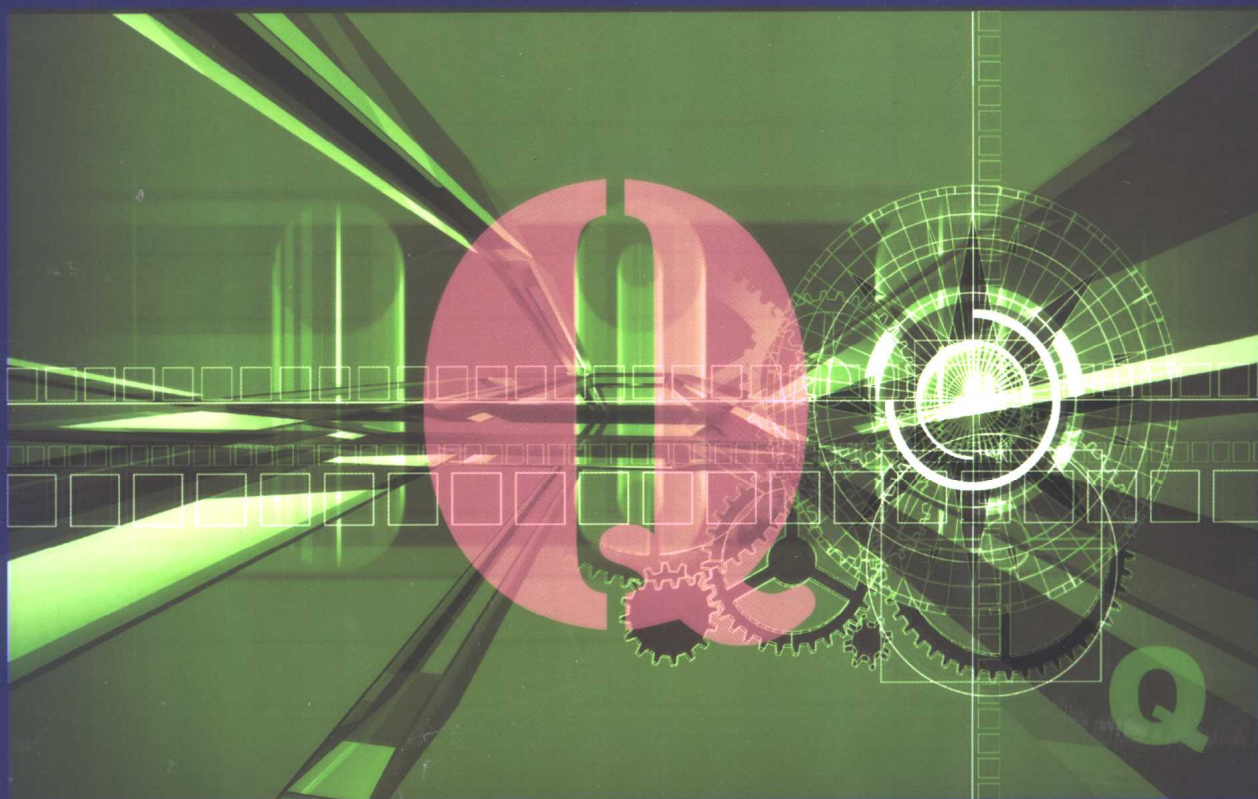


"上海紧缺人才
培训工程"
教学系列丛书

上海市计算机应用能力考核办公室 编

企业网组网技术



上海交通大学出版社

“上海紧缺人才培训工程”教学系列丛书

企业网组网技术

上海市计算机应用能力考核办公室 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是“上海市信息技术认证证书”中的“机房网络认证工程师”的系列培训教材之一。全书共分七章,包括作为机房网络工程师必须熟悉和了解的网络方面的基本概念和基础知识;常用连网设备的安装和使用;Internet 体系结构和核心协议;Windows 2000 中 TCP/IP 基本服务的实现和管理;Windows 2000 中路由和远程访问服务的概念和实现方法;Exchange 2000 Server 的使用和管理;如何使用 ISA Server 2000 来保护网络安全等内容。

图书在版编目(CIP)数据

企业网组网技术/上海市计算机应用能力考试办公室编. —上海:上海交通大学出版社,2004

ISBN7-313-03749-X

I. 企... II. 上... III. 企业—局部网络—技术 IV. TP393.18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051567 号

企业网组网技术

上海市计算机应用能力考试办公室 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

太仓市印刷厂有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:20.75 字数:499 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—5 050

ISBN7-313-03749-X/TP·589 定价:34.00 元

版权所有 侵权必究

“上海紧缺人才培训工程”信息技术
认证证书教学系列丛书,由上海市教
育委员会、上海市成人教育委员会、中共
上海市委组织部、上海市人事局、上海市
信息化委员会联合组织编写

上海市计算机应用能力考核专家组成员

组长：施伯乐 复旦大学教授
组员：白英彩 上海交通大学教授
郑衍衡 上海大学教授
汪燮华 华东师范大学教授
俞时权 上海师范大学教授
高毓乾 上海市科委高级工程师
陶霖 上海第二工业大学教授
许永兴 上海电视大学教授

上海市信息技术认证证书教学系列丛书

编委负责人：郭伯农 黄清云
总体策划：刘煜海 陈忠 陆蕙西 黄河笑

本书编撰人员

编者：陈伟达

审稿者：陆蕙西

上海市信息技术认证考核专用网站：<http://renzheng.shtvu.edu.cn>

序

上海市人民政府副市长

尹其洪

信息产业是决定 21 世纪国际竞争地位的战略型产业,其规模和水平已经成为一个国家或城市现代化程度与综合竞争力的重要标志之一。信息产业的竞争说到底还是人才的竞争。今后五年,上海能不能在二十世纪九十年代发展的基础上再创佳绩,在很大程度上取决于上海人才战略高地的构筑。目前,上海信息技术人才的市场结构性矛盾还比较突出,专业化的高级技术人才还远远不能满足市场的需求,人才供需缺口较大。从“第一资源”的战略高度出发,加快信息技术人才队伍建设,已成为当前上海城市人力资源开发的一个重要课题。

“上海市紧缺人才培训工程”自上世纪 90 年代实施以来,取得了令人满意的业绩,在计算机应用能力普及方面,由市委组织部、市人事局、市信息化办公室、市教育委员会、市成人教育委员会联合组织的适应不同层次需要的普及培训,培养了一大批信息化建设应用人才,对上海城市信息化建设起到了积极的促进作用。

进入新世纪,上海城市信息化建设正向深度和广度推进,对本市信息化人才队伍提出了更高的要求。因此,启动全市新一轮的信息化培训已成为我们当前的一项重要工作。新一轮信息化培训工作将以市场需求为导向,培训内容将更加突出专业和管理培训,培训体系将鼓励社会各方的积极参与。我们的目标是推出一批与技术发展同步的培训课程,形成一批新型的信息化培训基地,涌现一批适应最新技术发展潮流的专业技术人才,为上海加快信息化建设提供人才保障。

由市信息化办公室组织市计算机应用能力考核办公室编写的“上海市信息技术认证证书教学系列丛书”,其内容涉及办公信息化、网页网站开发、数据库应用、机房网络管理、应用程序开发等五种技术认证证书考核及相应的认证工程师证书考核,专业化特点明显;教材充分吸收国外信息技术培训的新理念、新模式,采用“基于应用需求、面向应用实例”的编写模式和“实践教程+技术参考书”的教材组合模式,被列为“上海市紧缺人才培训工程”的重要系列教材。我相信,这套系列教材的出版,对于加快构建学习型城市,提高广大市民的信息技术技能,优化信息技术人才资源结构,推进上海城市信息化建设具有十分重要的意义。

2002 年 7 月

致 读 者

中华人民共和国教育部部长 **陈至立**

高科技及其产业是当代经济发展的火车头。在当代科学技术革命中,计算机信息处理技术居于先导地位。在 90 年代的今天,世界科学技术已经进入了信息革命的新纪元。

上海的振兴正处于这一信息革命的时代。上海要在本世纪末、下世纪初跻身国际经济、金融、贸易中心城市之列,就必须牢牢把握机遇,大力发展计算机应用及其产业。市委、市政府决定尽快发展计算机产业,使其成为上海新一代的支柱产业。这是从上海产业结构调整、城市功能发挥、技术革命发展的战略高度出发作出的战略决策。今后几年,上海计算机产业的销售额将每年翻一番,到本世纪末形成年销售额达数百亿元的产业规模。金融电子化、商业电子化、个人用电脑的普及、机电一体化、城市管理、工业管理以及办公自动化、智能化大楼的建设、软件开发应用及系统集成等,将使上海的经济和社会生活发生深刻的变化,并为上海成为国际经济、金融、贸易中心城市提供必不可少的技术支撑。计算机产业不仅将成为上海工业发展的新的增长点,并将带动一批相关产业的发展。可以预计,不久的将来,计算机在上海将被广泛应用,渗透到各行各业,使上海的现代化水平向前迈进一大步。

发展计算机产业对计算机专业人才的培养及应用人才的培训提出了紧迫要求,一方面要培养一大批能够从事计算机研究开发的高级专业人才,另一方面要培训成千上万的计算机操作人员,普及计算机应用技术。只有各行各业的从业人员都学会计算机操作和应用,计算机的广泛使用和产业发展才能真正实现。因此,上海市“90 年代紧缺人才培训工程”和上海市“三学”(学知识、学科学、学技术)活动都把计算机应用技术的普及作为其重要内容。上海市计算机应用能力考核则是在广大市民中普及计算机应用技术的一项重要举措。这项考核的独创性和实用性使其独具特点,受到应考者及用人单位的广泛欢迎。

希望上海广大市民顺应新技术革命的潮流,努力掌握计算机应用技术,为上海的振兴作出更大贡献!

1994 年 7 月

(注:本文发表时,作者任中国共产党上海市委副书记、上海市计算机应用与产业发展领导小组组长)

序

上海市政协副主席 谢丽娟

由上海市人民政府教育卫生办公室、市成人教育委员会、中共上海市委组织部、市人事局联合组织编写的“90年代上海紧缺人才培训工程教学系列丛书”将陆续出版。编写、出版这套丛书是实施上海紧缺人才培训工程的基础工作之一,对推动培养和造就适应上海经济建设和社会发展急需的专业技术人才必将起到积极的作用。

90年代是振兴上海、开发浦东关键的十年。上海要成为国际经济、金融、贸易中心之一,成为长江流域经济发展的“龙头”,很大程度上取决于上海能否有效地提高上海人的整体素质,能否培养和造就出一大批坚持为上海经济建设和社会发展服务,既懂经济,懂法律,懂外语,又善于经济管理,擅长国际竞争,适应社会主义市场经济新秩序的多层次专业人才。这已越来越成为广大上海人民的共同认识。

目前上海人才的状况与经济建设、社会发展的需求矛盾日趋显著。它集中表现在:社会主义市场经济的逐步确立,外向型经济的迅速发展,新兴产业的不断崛起,产业产品结构的适时调整,城市建设和管理任务的日益繁重,使原来习惯于在计划经济体制下工作的各类专业技术人才进入了一个颇感生疏的境地,使原来以面向国内市场为主的各类专业技术人才进入一个同时面向国内外市场并参与国际竞争的新天地,金融、旅游、房地产、城市建设和管理等以及许多高新技术产业又急切地呼唤一大批新的专业技术人才。这就加剧了本市专业人才总量不足、结构不合理的矛盾。此外,本市的从业人员和市民的外语水平与计算机的应用能力普遍不高。这种情况如不迅速改变,必将影响上海的经济走向世界,必将影响上海在国际经济、金融、贸易中的地位和在长江流域乃至全国经济发展中的作用。紧缺人才培训问题已引起市委、市政府的高度重视。

“机不可失,时不再来。”我们要大力加强紧缺人才的培训工作和外语、计算机的推广普及工作。鉴于此,及时编写、出版本丛书,是当前形势之急需,其意义是现实的和深远的。诚然,要全面组织实施90年代上海紧缺人才培训工程,还有待于各有关方面的共同努力。

在“90年代紧缺人才培训工程教学系列丛书”开始出版之际,感触颇多,简述代序。

1993年8月

序

上海市人大常委会副主任 龚学平

“90年代上海紧缺人才培训工程”实施三年来,取得了较大的成绩。这一成绩表现在下列诸多方面:一、以系统或行业为依托,建立了以十大紧缺人才培训中心为主体的紧缺人才培训体系,分别承担现代企业高级经理、现代企业高级营销经理、房地产开发、涉外商务、涉外法律等26类岗位的紧缺人才培训考核工作。二、建立了计算机应用能力考核制和通用外语水平等级考试制,参加计算机应用能力考核的有93万人,经考核合格的有近59万人;参加通用外语水平等级考试的达13万人,经考试合格的有8.4万人,较好地提高了市民计算机应用能力和外语水平。三、建立了上海教育电视台,在交流教育信息、传播科学知识、弘扬优秀文化、提高市民素质等方面发挥了积极的作用。

“90年代上海紧缺人才培训工程”进展顺利的原因是多方面的,其中最根本的是,它顺应了上海经济建设和社会发展的需要。具体地说,它的成功有赖于市委、市府的正确领导,有赖于这一培训工程的组织者——市教委、成人教委、市委组织部和市人事局的通力协作,有赖于中央和市有关部门的支持,有赖于从事这一工程的全体同志坚持不懈的努力。这里值得一提的是,这一培训工程的教学系列丛书从内容到形式,具有实用性强、应变性强、适用面宽的特点,与以往教材相比体现了“紧缺”之意,它是本市许多专家、学者与实际工作者共同心血的结晶。现在,其中的某些教材已经出新版本了,表明它们在“紧缺”方面有更进一步的追求。

从现在到2010年,是建设有中国特色社会主义承前启后、继往开来的重要时期。上海要努力建设成为国际经济、金融和贸易中心城市之一。在机遇与挑战并存的形势下,继续努力搞好“90年代上海紧缺人才培训工程”,培养一大批社会主义现代化建设的急需人才,必将对上海的腾飞产生巨大的现实意义与深远的历史意义。

上海的改革和发展为我们提供了实施“90年代上海紧缺人才培训工程”的广阔舞台。市各有关方面一定要进一步加强领导,团结协作,深化改革,扎实工作,努力在这个舞台上大显身手。我们也期待着更多的优秀教材面世,推进这一培训工程的进一步发展,为迎接21世纪的到来作出更大的贡献。

1997年4月

(注:本文发表时,作者任中国共产党上海市委副书记)

编者的话

为了进一步推动上海地区的信息化建设,上海市紧缺人才培养工程联席会议办公室自2001年起,在进行了近十年的上海市计算机应用能力社会化培训与考核的基础上,推出“上海市信息技术认证证书”的培训与考核,同时在广度和深度上进一步推动上海地区的IT培训。2001年9月,上海市信息化办公室将此证书列入上海市信息技术人才队伍的培训范围。2002年9月,市政府分管信息化建设的严隽琪副市长为“上海市信息技术认证证书教学系列丛书”撰写了新序。

“上海市信息技术认证证书”的考核内容和方式都以“突出新技术、贴近实用、强调能力”为特色,以满足各类机构在信息化过程中产生的对信息技术岗位人才的需求。首批推出下列五个技术领域、两个层次的十项证书:

办公信息化技术认证证书;办公信息化认证工程师证书;
机房网络管理技术认证证书;机房网络管理认证工程师证书;
网页网站开发技术认证证书;网页网站开发认证工程师证书;
应用程序开发技术认证证书;应用程序开发认证工程师证书;
数据库应用技术认证证书;数据库应用认证工程师证书。

本书为上述证书中的“机房网络工程师认证证书(NACE)”的系列培训教材之一。内容包括了作为一个网络工程师所必须了解和掌握的网络知识和组网技能。

本书第1章叙述了作为机房网络工程师必须熟悉和了解的网络方面的基本概念和基础知识;第2章介绍了当前常用的连网设备及其使用和安装时应该注意的问题;第3章从实用的角度出发讲解了Internet体系结构的重要概念、核心协议以及今后的发展;第4章叙述了如何实现Windows 2000的TCP/IP基本服务;第5章讲解了Windows 2000的路由和远程访问服务的概念及其实现的过程;第6章叙述了如何利用Exchange 2000 Server实现电子邮件服务;第7章讲解了如何使用ISA Server 2000来保护网络安全。

本书可作为本科、高职院校计算机类专业相关课程的教材或参考读物。

本书由上海第二工业大学陈伟达编写。编者敬请诸位同行、专家和读者对书中不足之处给予批评指正。

上海市计算机应用能力考核办公室
2004年5月

目 录

第 1 章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络的定义和功能	1
1.2 计算机网络的类型	2
1.3 计算机网络的传输介质	2
1.4 计算机网络的拓扑结构	5
1.5 计算机网络的体系结构	7
1.6 局域网技术概述	12
1.7 Microsoft Windows 2000 TCP/IP 体系结构	15
1.8 Internet 技术概述	18
1.9 Intranet 技术概述	21
第 2 章 网络互连设备	26
2.1 网络适配器	26
2.2 中继器	30
2.3 集线器	31
2.4 网桥	35
2.5 交换机	36
2.6 路由器	39
2.7 网关	41
2.8 调制解调器	41
2.9 访问服务器	43
2.10 Internet 共享路由器	43
第 3 章 Internet 体系结构	44
3.1 IP 层的协议	44
3.2 TCP 和 UDP	59
3.3 路由协议	61
3.4 IPv6	64
第 4 章 Windows 2000 的 TCP/IP 基本服务	67
4.1 安装 TCP/IP 协议	67
4.2 NetBIOS 名字解析	81
4.3 DHCP	105
4.4 DNS	127

第 5 章 路由和远程访问	172
5.1 路由概述	172
5.2 静态路由	175
5.3 Route 命令	179
5.4 IP 路由命令	180
5.5 RIP 路由技术	180
5.6 OSPF 设计	182
5.7 远程访问服务	183
5.8 将 RAS 配置成路由器	214
 第 6 章 Exchange 2000 Server	217
6.1 Exchange 2000 的安装	217
6.2 E-mail 信箱的建立和配置	223
6.3 SMTP 服务器的配置	239
6.4 POP3 服务器的设置	254
6.5 E-mail 客户端的设置(在企业内部网内)	261
 第 7 章 ISA Server 2000	266
7.1 ISA Server 2000 概述	266
7.2 安装 ISA Server 2000	268
7.3 ISA Server 2000 维护管理	282

第1章 计算机网络基础

计算机网络在计算机科学与工程中占有举足轻重的地位，是当前计算机应用空前活跃的一个领域，是信息高速公路的重要组成部分。无论在国内外，计算机网络的应用都在逐步渗透到社会生活的各个方面并必将对社会产生深远影响。

1.1 计算机网络的定义和功能

计算机网络是两台以上计算机用通信线路连接起来、具有独立操作系统的计算机系统，这些计算机可按事先商定的规则相互间进行在线的数据通信。连网的计算机可以是巨型机、大型机、微型机等各种类型的计算机。通信可以通过同轴电缆、光缆、双绞线实现，也可以通过微波、无线电波等来实现。通过网络软件实现网络资源共享，这里的资源指的是构成系统的所有要素，包括网络中计算机的处理功能、数据、应用程序、硬盘、打印机等。资源共享也就是共享网络中所有硬件、软件和数据资源。

计算机网络的功能主要体现在三个方面：资源共享、信息交换和协同处理。

资源共享可在全网范围内提供对硬件资源的共享，尤其是对一些昂贵的设备，如大型机、高分辨率打印机、大型绘图仪和大容量外存实行资源共享，可节省投资和便于集中管理。而对软件和数据资源的共享，可允许网上用户远程访问各种类型的数据库，可以得到网络文件传送服务，可以进行远程终端仿真和远程文件传送服务，可避免在软件方面的重复投资。利用计算机网络提供的信息交换功能，用户可以在网络上传送电子邮件，发布新闻消息，进行远程电子购物、电子金融贸易、远程电子教育等。

协同处理指的是计算机网络可以在网上各主机间均衡负荷，把在某时刻负荷较重的主机的任务传送给空闲的主机，它还可利用多个主机协同工作来完成单靠一个主机难以完成的大型任务。

正因为计算机网络有如此强大和奇妙的功能。使得它在工业、农业、教育、交通运输、邮电通信、商业、国防和科研等各个领域得到越来越广泛的应用。

在银行利用计算机网络进行业务处理时，可使用户在异地实现通存通兑，还可以利用地理位置的差异增加资金的流通速度。

使用网络的另一个主要领域是访问远程数据库。许多人坐在家里就能向世界上任何地方预订飞机票、火车票、汽车票、轮船票，向饭店、餐馆和剧院订座，并且立即得到答复。

在军事指挥系统中的计算机网络，可以使遍布在辽阔地域范围内的各计算机协同工作，对任何可疑的目标信息进行处理，及时发出警报，从而使最高决策机构采取有效措施。

在计算机网络的支持下，医生将可以联合看病：医疗设备技术人员、护士及各科医生同

时给一个病人治疗；医务人员和医疗专家互为补充，以弥补医生在知识和医术方面的不足；各种电视会议可以使医生在遇到疑难病症时及时得到一个或更多医生的现场指导。

通过计算机网络，世界各地的科学家可频繁、方便地参加电视会议，并在专用电子公告牌上发表最新的思想和研究成果。并使异地的科学家们能够同时进行相同的课题研究并分担研究工作的各个部分。

目前，IP 电话、网上寻呼、网络实时交谈和 E-mail 已成为人们重要的通信手段。视频点播（VOD）、网络游戏、网上教学、网上书店、网上购物、网上订票、网上电视直播、网上医院、网上证券交易以及电子商务正逐渐走进普通百姓的生活、学习和工作当中。

随着网络技术的不断发展，各种网络应用将层出不穷，并将逐渐深入到社会的各个领域及人们的日常生活当中，改变着人们的工作、学习和生活乃至思维方式。

1.2 计算机网络的类型

计算机网络有各种不同的分类方法，有按网络规模、距离远近分类的，有按网络连接方式进行分类的，还有其他许多分类方法，这些分类方法对于网络本身并无实质性的意义，所以这里仅仅介绍最流行的按网络规模进行分类的方法。

从网络规模和计算机之间的距离来看，计算机网络可以分为局域网（又称局部网）、城域网和广域网。局域网（LAN—Local Area Network）一般由一个部门或公司组建，地理范围仅在建筑楼或单位内部，例如，一个大学校园内可以组建成局域网。

局域网特点是：灵活且组建方便，地理范围有限，覆盖范围一般为几百米到数千米，为某一单位或局部区域若干单位所共有。局域网协议比远程网协议简单，拓扑结构灵活多变，便于扩展和管理。被国际标准化组织认可的由 IEEE 802 委员会制定的局域网标准与 ISO/OSI 参考模型的差别主要反映在物理层和数据链路层。

城域网（MAN—Metropolitan Area Network）的地理范围可从几十公里到上百公里，通常是覆盖一个城市或地区。城域网由于要覆盖指定区域，为使原有的计算机软件、硬件资源继续产生效益，所以通常允许采用不同的软件、硬件和通信线路来构成。

在广域网（WAN—Wide Area Network）内，用于通信的线路和设备是由电信部门提供的，它可以把多个局域网和城域网连接起来，也可以把世界各地的局域网连接起来。目前已经产生了许多产品和服务种类。有时把广域网也称为远程网。

1.3 计算机网络的传输介质

传输介质是数据传输系统中发送装置和接收装置间的物理媒体，常用的传输介质有双绞线、同轴电缆、光缆等有线传输介质和无线电、红外线、微波等无线传输介质。

1.3.1 双绞线

双绞线由两根带绝缘层的金属线互相缠绕而成。一对线作为一条通信链路。通常，一定数量的双绞线，外加保护套构成双绞线电缆。由于信号在双绞线上传输时超过一定距离会减弱，故每隔一定距离要有设备对信号放大和整形。通常用于局域网的双绞线是 3 类或 5 类双

绞线。

双绞线可分为非屏蔽双绞线 (UTP) 和屏蔽双绞线 (STP)。

TIA/EIA 国际协会指定了双绞线电缆的标准。为了用好双绞线电缆, 需要熟悉双绞线电缆的质量标准, 特别是 3 类和 5 类 UTP。

1 类线 (CAT1): 一种包括两个电线对的 UTP 形式。1 类线适用于话音通信, 而不适用于数据通信。它每秒最多只能传输 20Kb 的数据。

2 类线 (CAT2): 一种包括四个电线对的 UTP 形式。数据传输速率可以达到 4Mbps。但由于大部分系统需要更高的吞吐量, 2 类线很少用于现代网络中。

3 类线 (CAT3): 一种包括四个线对的 UTP 形式。在带宽为 16MHz 时, 数据传输速度最高可达 10Mbps。3 类线一般用于 10Mbps 的 Ethernet 或 4Mbps 的 Token Ring。虽然 3 类线比 5 类线便宜, 但为了获得更高的吞吐量, 网络管理员正逐渐用 5 类线代替 3 类线。

4 类线 (CAT4): 一种包括四个电线对的 UTP 形式。它能支持高达 10Mbps 的速率, CAT4 可用于 16Mbps 的 Token Ring 或 10Mbps 的 Ethernet 网络中。它可确保信号带宽高达 20MHz。并且与 CAT1、CAT2 或 CAT3 相比, 能提供更多的保护以防止串扰和衰减。

5 类线 (CAT5): CAT5 包括四个线对, 支持 100Mbps 数据传输速率。除 100Mbps Ethernet 之外, CAT5 电缆还支持其他的快速连网技术, 例如异步传输模式 (ATM、CDDI)。

增强 CAT5: CAT5 电缆的更高级别的版本。它包括高质量的铜线, 能提供一个高的缠绕率, 并使用先进的方法以减少串扰。增强 CAT5 能支持高达 200MHz 的信号速率, 是常规 CAT5 容量的 2 倍。

6 类线 (CAT6): 包括四对电线对的双绞线电缆。每对线被绝缘体包裹, 另一层绝缘体包裹在所有线对的外面, 同时一层防火塑料封套包裹在第二层绝缘体外面, 从而使得 CAT6 能支持的吞吐量是常规 CAT5 吞吐量的 6 倍, 由于 CAT6 是一种新技术且大部分网络技术不能利用它的最高容量, CAT6 较少用于当今的网络中。

STP 和 UTP 具有许多共同的特性, 下面列出它们主要的异同之处。

吞吐量: STP 和 UTP 能以 10Mbps 的速率传输数据, CAT5 UTP 以及在某些环境下的 CAT3 UTP 的数据传输速率可达 100Mbps。高质量的 CAT5 UTP 也能以 1Gbps 的速率传输数据。

连接器: STP 和 UTP 使用的连接器和数据插孔看上去类似于电话连接器和插孔。

抗噪性: STP 具有屏蔽层, 因而它比 UTP 具有更好的抗噪性。但是, UTP 可以使用过滤和平衡技术抵消噪声的影响。

距离: STP 和 UTP 的最大网段长度都是 100m。它们的跨距小于同轴电缆所提供的跨距, 这是因为双绞线更易受环境噪声的影响。双绞线的每个逻辑段最多仅能容纳 1024 个节点。

1.3.2 同轴电缆

同轴电缆由内外两个导体组成, 内导体可以是单股实心线也可以是绞合线, 外导体一般用金属编织网编织而成。内外导体之间填充绝缘材料, 最外面围裹着一层保护套。计算机网络中常用同轴电缆的阻抗是 50Ω 和 75Ω。其中 50Ω 同轴电缆又分为粗同轴电缆和细同轴电缆两种。

1.3.3 光缆

光缆为光导纤维的简称。在它的中心部分包括了一根或多根玻璃纤维，通过从激光器或发光二极管发出的光波穿过中心纤维来进行数据传输。在光纤的外面，是一层称之为包层的玻璃。它如同一面镜子，将光反射回中心，反射的方式根据传输模式而不同。这种反射允许纤维的拐角处弯曲而不会降低通过光传输的信号完整性。在包层外面，是一层塑料的网状的聚合纤维，以保护内部的中心线。最后一层塑料封套覆盖在网状屏蔽物上。有时加上钢芯来增强牢固度。

光缆利用不断的全反射来传输被调制的光信号。带有编码信息的光束在光缆中不断地全反射，把信息从一端传输到另一端，只要外部物质的光折射率低于传输纤维的折射率，就能发生全反射。光缆的传输形式分多模传输和单模传输。单模传输性能优于多模传输。光缆的数据传输速率可达每秒几千兆二进制位。

光缆不受电磁干扰或噪声的影响，这一特性使光缆能进行远距离的高速数据传送，而且具有保密性好、出错率低的优点。

单模光缆携带单个频率的光将数据从光缆的一端传输到另一端。通过单模光缆，数据传输的速度更快，距离更远。但是这种光缆成本较高，因此不被考虑用于一般的数据网络。而多模光缆可以在单根或多根光缆上同时携带几种光波。这种类型的光缆通常用于数据网络。在网络中，光缆目前主要用作通信主干信道，然而，光缆有可能将逐渐代替 UTP 成为将数据传输到台式机的主要方式。

光缆具有几乎无限的吞吐量、非常高的抗噪性以及极好的安全性。光缆无需像铜线一样传输电信号，因而它不会产生电流。因此，光缆传输的信号可以保持在光缆中而不会被轻易截取，除非在目标节点处。光缆传输信号的距离也比同轴电缆或双绞线电缆所能传输的距离要远得多。

光缆广泛用于高速网络行业。使用光缆最大的障碍是高成本，另一个缺点是光缆一次只能传输一个方向的数据。为了克服单向性的障碍，每根光缆必须包括两股：一股用于发送数据，一股用于接收数据。另外，与铜线相比，连接光缆非常困难。

光缆的特性归纳如下：

吞吐量方面，光缆可以以每秒数百 GB 的速度可靠地传输数据，并且这一指标仍在迅速提高。光缆惊人的吞吐量与光在玻璃纤维上传输的物理特性有关。与电脉冲通过铜线不同，光实际上不会遇到阻抗，因此能以比电脉冲更快的速度可靠传输。实际上，纯的玻璃纤维束每秒可接收高达 1 亿个激光脉冲。由于价格问题，光缆目前还只是用于主干线。尽管如此，它的高吞吐量能力也使它适用于拥有大量通信业务量的情形，如电视或电话会议。

价格方面，光缆是一种昂贵的电缆。因此，光缆一般仅用于长距离传输或必须负担非常大量的通信业务的网络主干中。不仅光缆本身比金属电缆昂贵得多，它的网络接口卡和集线器的价格也是用于 UTP 网络的网络接口卡和集线器的 5 倍多。除此之外，光缆安装由于技术要求高，所以安装费也高得多。

光缆可以使用许多不同类型的连接器。被称为 SMA 的连接器是一种较流行的连接器。由于连接光缆是一项困难的工作，因此应购买预先安装好连接器的光缆。

抗噪性方面，光缆不受电磁辐射的影响。

由光缆组成的网络段能跨越 1000m。整个网络的长度根据所使用的光缆类型的不同而不同。TIA/EIA 建议：对于多模光缆，网段长度应限制为 2km；对单模光缆，网段长度为 3km。

如同双绞线和同轴电缆，光缆依据它的用途及生产厂商，也存在许多不同的形式。例如，光缆的 D 系列类型，用于地下传输高容量的电信载波（如 AT&T）。这种光缆可以包括 1000 股光纤，并且被裹上厚厚的外罩以防止动物撕咬而对其产生损害。另一方面，用于局域网的光缆仅仅包括两股光纤，因而是易弯曲的，可轻易在拐角处转向。

1.3.4 无线传输介质

1. 无线电

无线电波广泛用于通信，无线电波可以远距离并且全方向传播，无线电发射装置和接收装置之间在物理上不需要精确对准。无线电波的传输特性与频率有关。在较低的频率上，无线电波能容易地穿透障碍物。在高频上，无线电波趋于直线传播，并被障碍物阻挡。在任何频率上，无线电容易受到电子设备的干扰。

2. 微波

微波通信主要分为地面微波通信和卫星微波通信。由于微波是沿着直线传播的，而地面是曲面，因此限制了地面微波传播的范围。微波直接传输数据信号的距离是 40~60km，但可利用微波中继接力来增大传输距离。卫星微波通信使用卫星进行中继。微波通信的特点是通信容量大、受外界干扰小、传输质量高，但数据保密性差。微波很适于将两座建筑物内的局部网络连接起来。

3. 红外线

红外线可用于短距离通信，红外线通信系统具有很强的方向性，要对其窃听、插入破坏性数据、进行干扰是非常困难的，而且安装容易。由于红外线不能穿透墙壁，所以可用于组建室内局域网，只要室内配置了红外线收发器，装有红外线设备的计算机不需要布线就可以形成一个局域网。

1.4 计算机网络的拓扑结构

用连网电缆将通信节点在物理上连接起来的形式称为网络的拓扑结构。

常用的网络拓扑结构有星型结构、总线型结构、环形结构以及树形、网状、蜂窝状等结构，如图 1-1 所示。树形结构实际上是总线型结构的扩展。网状结构分全互连型和不规则型网状结构。全互连型结构中每个节点之间都有一根连线，而不规则型网状结构节点之间的连线是根据需要而设定的。

1. 星型结构

星型结构是以一台设备作为中央节点，在这中央节点上连接了来自其他入网设备（即其他节点）的连线。除中央节点外，任何其他节点之间无直接的连线，因此任意两个节点之间的通信，都必须通过中央节点。中央节点负责接收任何节点的信息，再转发给相应的其他节点。星型结构的网络的访问控制方法比较简单，因为任何一个节点与中央节点之间只是点到点的连接。