

21世纪计算机科学与技术实践型教程

丛书主编 陈明

杨 琴 季国华 主编
喻 晗 朱 建 副主编

计算机网络基础与实践

清华大学出版社



21世纪计算机科学与技术实践型教程

丛书主编 陈明

杨 琴 季国华 主编
喻 晗 朱 建 副主编
单世铎 张俞玲 编著

计算机网络基础与实践

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据应用型本科、高等职业教育的培养目标、特点和要求,较全面、系统地介绍计算机网络的基本知识、基本技术和实践知识,特别强调理论与实践相结合,注意培养学生理论联系实际的能力和网络安全应用实际技能。

全书共 10 章,内容丰富、由浅入深、概念清楚、图文并茂、重点突出、技术实用,连贯性强。每章除了介绍理论知识外,都配备了相应的实训环节。

本书不仅适合作为应用型本科、高职高专计算机专业的教材,也可作为自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础与实践/杨琴,季国华主编. —北京:清华大学出版社,2016

21 世纪计算机科学与技术实践型教程

ISBN 978-7-302-43804-5

I. ①计… II. ①杨… ②季… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 100177 号

责任编辑:谢琛 李晔

封面设计:常雪影

责任校对:白蕾

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.25 字 数:347 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版 印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:33.00 元

产 品 编 号:064109-01

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

编辑委员会

主 任：陈 明

委 员：毛国君 白中英 叶新铭 刘淑芬 刘书家
汤 庸 何炎祥 陈永义 罗四维 段友祥
高维东 郭 禾 姚 琳 崔武子 曹元大
谢树煜 焦金生 韩江洪

策划编辑：谢 琛

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

序

21 世纪影响世界的三大关键技术是：以计算机和网络为代表的信息技术；以基因工程为代表的生命科学和生物技术；以纳米技术为代表的新型材料技术。信息技术居三大关键技术之首。国民经济的发展采取信息化带动现代化的方针，要求在所有领域中迅速推广信息技术，导致需要大量的计算机科学与技术领域的优秀人才。

计算机科学与技术的广泛应用是计算机学科发展的原动力，计算机科学是一门应用科学。因此，计算机学科的优秀人才不仅应具有坚实的科学理论基础，而且更重要的是能将理论与实践相结合，并具有解决实际问题的能力。培养计算机科学与技术的优秀人才是社会的需要、国民经济发展的需要。

制定科学的教学计划对于培养计算机科学与技术人才十分重要，而教材的选择是实施教学计划的一个重要组成部分，《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》主要考虑了下述两方面。

一方面，高等学校的计算机科学与技术专业的学生，在学习了基本的必修课和部分选修课程之后，立刻进行计算机应用系统的软件和硬件开发与应用尚存在一些困难，而《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》就是为了填补这部分鸿沟。将理论与实际联系起来，结合起来，使学生不仅学会了计算机科学理论，而且也学会应用这些理论解决实际问题。

另一方面，计算机科学与技术专业的课程内容需要经过实践练习，才能深刻理解和掌握。因此，本套教材增强了实践性、应用性和可理解性，并在体例上做了改进——使用案例说明。

实践型教学占有重要的位置，不仅体现了理论和实践紧密结合的学科特征，而且对于提高学生的综合素质，培养学生的创新精神与实践能力有特殊的作用。因此，研究和撰写实践型教材是必须的，也是十分重要的任务。优秀的教材是保证高水平教学的重要因素，选择水平高、内容新、实践性强的教材可以促进课堂教学质量的快速提升。在教学中，应用实践型教材可以增强学生的认知能力、创新能力、实践能力以及团队协作和交流表达能力。

实践型教材应由教学经验丰富、实际应用经验丰富的教师撰写。此系列教材的作者不但从事多年的计算机教学，而且参加并完成了多项计算机类的科研项目，把他们积累的经验、知识、智慧、素质融合于教材中，奉献给计算机科学与技术的教学。

我们在组织本系列教材过程中，虽然经过了详细地思考和讨论，但毕竟是初步的尝试，不完善甚至缺陷不可避免，敬请读者指正。

本系列教材主编 陈明

2005 年 1 月于北京

前 言

随着经济和计算机网络技术的发展,计算机网络逐渐走进人们的生活。现在,许多家庭和单位都组建了计算机网络,例如,校园网络、办公室网络和家庭网络,还有许多商业性质的网吧等。目前网络计算机已成为计算机网络技术人员、计算机通信专业人员必须掌握的技术,同时也成为计算机及通信专业和相关专业学生,以及广大从事计算机应用和信息管理人员应该掌握的基本知识。作者编写本书的目的是为了使读者能够自己组建和管理计算机网络,掌握计算机网络技术的基本知识,了解组建网络所需要的硬件设备和软件,掌握连接和使用 Internet、物联网及智能家居等方法。同时,为适应应用型本科、高职高专院校培养创业型、复合型人才的发展需要,提高学生的职业能力、职业素质和团体合作精神,编写了本教材。

全书共分 10 章,由浅入深、循序渐进地介绍计算机网络的基础知识和原理、局域网的组建以及 Internet 的连接与使用。第 1 章介绍计算机网络的产生发展和网络的分类以及数据通信的基本概念;第 2 章详细介绍计算机网络的体系结构;第 3 章详细介绍局域网组建技术;第 4 章全面讲解网络互联设备;第 5 章介绍广域网互联技术等;第 6 章简述 Internet 技术与应用;第 7 章介绍目前日常生活中常用网络设备及选型;第 8 章介绍目前先进的物联网及智能家居;第 9 章介绍校园网络规划建设方案;第 10 章介绍网络管理常用命令。

本教材的编写重点突出、主辅分明,以突出培养创业型、复合型人才为目标,以企业对人才的需要为导向,以“理论够用、实用性强”为原则,与培养学生学、思、练相结合。本教材是江苏省苏州市硅湖职业技术学院校企合作教材,由杨琴、季国华担任主编,其中第 1~4 章由杨琴编写,第 7~10 章由季国华编写,第 5~6 章由喻晗编写。全书由杨琴、季国华统稿、定稿。

本教材在编写过程中参考、引用了国内外先进职业教育的培养模式、教学手段和教学方法,吸收消化了优秀教材的编写经验和成果,在此特说明并对有关作者致以诚挚的感谢!在本教材的编写过程中得到了昆山市希洛尔计算机有限公司的通力协作,同时,也得到了硅湖职业技术学院和清华大学出版社的大力支持与帮助,在此一并表示衷心感谢!此外,还要感谢编者的领导、同事和家人,因为有他们的支持和鼓励,才使得本教材能够按时完成。

由于计算机信息技术发展非常迅速,限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机网络基础概述	1
1.1 了解计算机网络	1
1.1.1 计算机网络的形成与发展.....	1
1.1.2 计算机网络的定义.....	3
1.1.3 计算机网络的功能.....	3
1.1.4 计算机网络的分类.....	4
1.2 计算机网络的组成	6
1.3 计算机网络的应用	8
1.4 数据通信技术	9
1.4.1 数据通信术语.....	9
1.4.2 数据传输	11
1.4.3 数据交换技术	14
1.4.4 计算机网络的工作模式	16
1.5 传输介质.....	16
1.6 上机实践.....	20
实验一 查看计算机的基本配置.....	20
实验二 使用 Visio 2007 软件绘制网络拓扑图	20
实验三 双绞线的制作.....	21
1.7 习题.....	22
第 2 章 计算机网络的体系结构	24
2.1 计算机网络体系结构的概念.....	24
2.1.1 划分层次的必要性	24
2.1.2 网络协议	25
2.2 OSI 参考模型.....	26
2.2.1 OSI 参考模型的基本概念	26
2.2.2 OSI/RM 参考模型的层次结构	26
2.2.3 OSI/RM 数据封装过程	28

2.3	TCP/IP 体系结构	29
2.3.1	TCP/IP 体系结构的产生	29
2.3.2	TCP/IP 的层次结构	29
2.3.3	OSI 与 TCP/IP 比较	30
2.4	上机实践	32
	实验一 了解 OSI 模型	32
	实验二 认识 TCP/IP 协议	33
2.5	习题	33
第 3 章	局域网组建技术	36
3.1	局域网概述	36
3.1.1	局域网的特点	37
3.1.2	局域网的组成	37
3.1.3	局域网的拓扑结构	38
3.1.4	常用局域网	40
3.2	局域网协议和体系结构	43
3.2.1	IEEE 802 标准概述	43
3.2.2	局域网的体系结构	44
3.2.3	IEEE 802.3 协议	44
3.2.4	IEEE 802.5 协议	46
3.3	架设局域网的硬件设备	47
3.3.1	网络适配器(网卡)	47
3.3.2	局域网的传输介质	47
3.3.3	集线器	47
3.3.4	交换机	48
3.3.5	路由器	49
3.4	局域网主要技术	49
3.4.1	以太网系列	50
3.4.2	令牌环网	53
3.4.3	FDDI	53
3.5	虚拟局域网	54
3.5.1	VLAN 的优点	54
3.5.2	VLAN 的划分	55
3.6	上机实践	56
	实验一 认识常见的局域网	56
	实验二 家庭局域网的组建	57
	实验三 子网与 VLAN 规划	57
3.7	习题	58

第 4 章 网络互联设备	60
4.1 网络互联概述	60
4.2 物理层互联设备	61
4.2.1 中继器	62
4.2.2 集线器	62
4.3 数据链路层互联设备	64
4.3.1 网桥	64
4.3.2 交换机	65
4.4 网络层互联设备	67
4.4.1 路由器的工作原理	68
4.4.2 路由器的结构、分类和作用	69
4.5 高层互联设备	70
4.6 三层交换和高层交换	71
4.6.1 三层交换的概念	71
4.6.2 三层交换技术	72
4.6.3 高层交换	73
4.7 上机实践	74
实验一 配置以太网交换机	74
实验二 路由器的配置使用	74
4.8 习题	75
第 5 章 广域网互联技术	78
5.1 广域网概述	78
5.2 公共电话交换网	82
5.2.1 终端方式入网	83
5.2.2 SLIP/PPP 协议	83
5.2.3 拨号入网	84
5.3 综合业务数字网	85
5.3.1 ISDN 简介	85
5.3.2 ISDN 的接入	85
5.3.3 宽带 ISDN(B-ISDN)	86
5.4 数字用户线	86
5.4.1 xDSL 的种类	87
5.4.2 xDSL 的接入	88
5.5 CATV 接入	88
5.6 数字数据网	89
5.7 公共分组交换网	89

5.8	帧中继	90
5.8.1	帧中继的特点	91
5.8.2	帧中继的接入	91
5.8.3	X.25 和帧中继的比较	92
5.9	异步传输模式	92
5.9.1	ATM 的基本原理	92
5.9.2	ATM 的层次	94
5.9.3	ATM 的应用	95
5.10	广域网接入技术	95
5.10.1	单机用户接入方法	95
5.10.2	小型局域网接入方法	96
5.10.3	大、中型集团用户接入方法	97
5.11	上机实践	97
5.12	习题	98
第 6 章	Internet 与应用	101
6.1	Internet、Intranet 和 Extranet	102
6.1.1	Internet 的产生和发展	102
6.1.2	Internet 基本概念	103
6.1.3	Internet 的主要功能与服务	104
6.1.4	Internet 的结构	105
6.1.5	Intranet	109
6.1.6	Extranet	110
6.2	Internet 地址结构	111
6.2.1	网际协议(IP)	111
6.2.2	网络地址	112
6.2.3	IP 地址的配置和管理	116
6.3	子网的划分与配置	117
6.3.1	子网划分的作用	117
6.3.2	子网划分的方法	118
6.4	上机实践	120
	实验一 创建 Intranet 信息网站	120
	实验二 安装和配置 DNS 服务器	121
6.5	习题	121
第 7 章	常用网络设备及选型	125
7.1	交换机及其选型	125
7.1.1	交换机简介	125

7.1.2	交换机的分类	126
7.1.3	交换机的性能指标	130
7.1.4	主流交换机产品	131
7.1.5	交换机的选购	133
7.2	路由器及其选型	135
7.2.1	路由器简介	135
7.2.2	路由器的分类	136
7.2.3	路由器的性能指标	138
7.2.4	主流路由器产品	140
7.2.5	路由器的选购	142
7.3	宽带路由器选型	144
7.3.1	宽带路由器简介	144
7.3.2	宽带路由器的性能指标	145
7.3.3	宽带路由器的选购	145
7.4	服务器选型	146
7.4.1	服务器简介	146
7.4.2	服务器的分类	148
7.4.3	服务器的性能指标	151
7.4.4	主流服务器	152
7.4.5	服务器的选购	153
7.5	网络操作系统选型	154
7.5.1	网络操作系统简介	154
7.5.2	典型网络操作系统	154
7.5.3	网络操作系统的选择	156
7.6	设计实训	157
7.6.1	实训项目背景	157
7.6.2	实训目的	158
7.6.3	实训内容	158
7.6.4	实训讨论	159
7.7	习题	159
第 8 章	物联网及智能家居	161
8.1	物联网技术	161
8.1.1	什么是物联网	161
8.1.2	物联网组成	164
8.1.3	物联网的应用领域	169
8.1.4	物联网需注意的问题	171
8.2	智能家居应用	172

8.2.1	智能家居概述	172
8.2.2	智能家居的数据传输技术	174
8.2.3	智能家居组成	175
8.2.4	海尔 U-home 介绍	177
8.3	智能家居信息平台解决方案	179
8.3.1	项目简介	179
8.3.2	方案设计原则	179
8.3.3	智能家居系统配置	179
8.4	习题	185
第 9 章	校园网络规划建设方案	187
9.1	校园网设计要求	187
9.2	项目需求分析	188
9.3	网络拓扑设计及原则	189
9.3.1	网络拓扑设计	189
9.3.2	网络设计原则	189
9.4	网络方案设计	190
9.4.1	网络结构分析	190
9.4.2	网络架构设计	191
9.4.3	扩展的考虑	192
9.4.4	网络 VLAN 的设计	192
9.4.5	网络 QoS 设计	193
9.4.6	网络安全设计	194
9.4.7	服务器要求	195
9.5	设备选择	196
9.5.1	路由器的选择	196
9.5.2	交换机的选择	197
9.5.3	防火墙	201
9.5.4	服务器	201
9.5.5	设备详细配置	203
9.6	实训	205
第 10 章	网络管理常用命令	206
10.1	ping 命令的使用	206
10.1.1	ping 命令基本介绍	206
10.1.2	ping 命令使用说明	209
10.1.3	使用 ping 命令解决网络故障	211
10.2	ipconfig 命令的使用	212

10.2.1	ipconfig 命令解释	212
10.2.2	ipconfig 常用选项	213
10.2.3	ipconfig 命令使用说明	213
10.3	netstat 命令的使用	216
10.3.1	netstat 命令基本介绍	216
10.3.2	netstat 使用说明	216
10.4	其他常用命令介绍	218
10.4.1	ARP 命令	218
10.4.2	route 命令	219
10.4.3	tracert 命令	220
10.4.4	nslookup 命令	221
10.5	实验操作	222
10.5.1	实验内容和要求	222
10.5.2	实验步骤	222
10.5.3	实验结果和讨论	223
10.6	习题	223
	参考文献	226

第 1 章 计算机网络基础概述

学习场景

计算机(俗称“电脑”)是 20 世纪最伟大的科学技术发明之一。计算机对人类的生产生活和社会活动产生了极其重要的影响,并以强大的生命力飞速发展。它的应用领域从最初的军事科研应用扩展到目前社会的各个领域,已形成规模巨大的计算机产业,带动了全球范围的技术进步,由此引发了深刻的社会变革。网络已经成为社会生活中不可缺少的一部分,它也是人类进入信息时代的重要标志之一。

学习目标

- 了解计算机网络的产生和发展过程。
- 了解计算机网络的分类方法。
- 掌握计算机网络的通信子网类型和拓扑结构。
- 了解数据通信的基本概念和主要性能指标。
- 掌握数字和模拟数据的编码和调制方法。
- 掌握 FDM、TDM 和 WDM 三种多路复用技术及适用场合。
- 了解有线传输介质和无线传输技术。

1.1 了解计算机网络

21 世纪的特征就是数字化、网络化和信息化,世界经济也从工业经济转向知识经济,知识经济的重要特点就是信息化和全球化,而这些都需要计算机网络作为支撑环境。

1.1.1 计算机网络的形成与发展

1. 面向终端的计算机网络

1946 年,在美国的宾西法尼亚大学诞生了第一台计算机 ENIAC,当时的计算机技术与通信技术没有直接联系。直到 20 世纪 50 年代初,美国建立了半自动化地面防空(SAGE)系统,将计算机技术与通信技术相结合来完成远距离的数据通信,才有了所谓的计算机网络,但是这个阶段并没有真正形成“网”,只是以单个计算机为中心的远程连接系统,在系统中主要存在的是终端和中心计算机间的通信,系统中有专门的通信处理模块。如图 1-1 所示为面向终端的计算机网络。

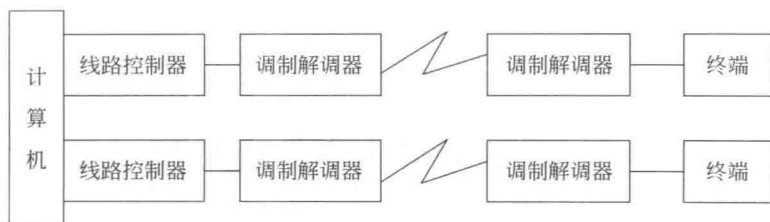


图 1-1 面向终端的计算机网络

2. ARPANET

第二代计算机网络是将多个主计算机通过通信线路互连起来。这些主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。第二代计算机网络的典型代表是 ARPANET (由美国国防部高级研究计划局组建),由 4 个主要节点组成,它是 Internet 发展的雏形。ARPANET 中有专门的通信处理机——接口报文处理机(IMP),负责线路的互连。当主机要发信息时,只要把信息发往与之相联的 IMP 就行了,然后由 IMP 负责找到对方的 IMP,把信息发出去。IMP 采用存储转发的方式,当线路有空闲时再发。这样,ARPANET 就形成了两级子网的结构,即通信子网和资源子网。图 1-2 所示为通信子网和资源子网。

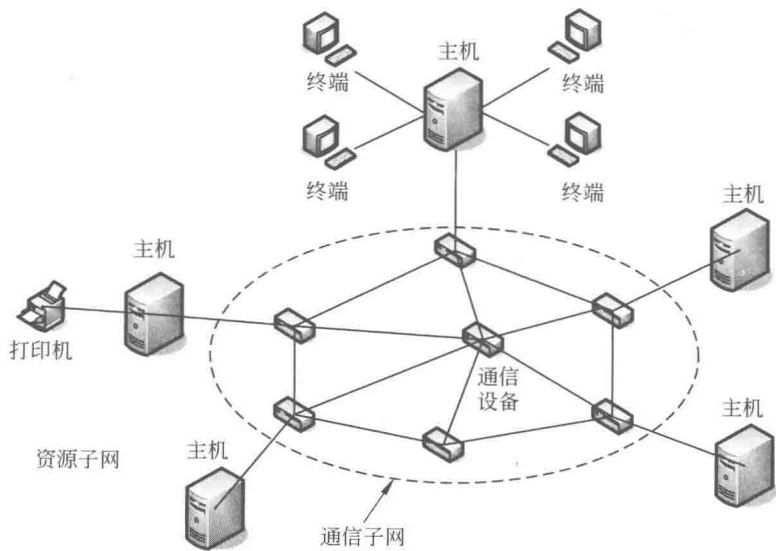


图 1-2 通信子网和资源子网

资源子网负责全网数据的处理,以及向网络用户提供资源和网络服务,包括网络的数据处理资源和数据存储资源。

通信子网是指网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合,通信设备、网络通信协议、通信控制软件等都属于通信子网。通信子网是网络的内层,主要为用户提供数据的传输、转接、加工、变换等。

3. 国际标准化网络

在 ARPANET 时代,虽然网络分成了通信子网和资源子网,但网络之间的体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络的发展。于是,国际标准化组织(ISO)颁布了“开放式系统互联参考模型(OSI 参考模型)”,为网络之间的互联提供了可能。所有的通信设备、软件、协议都遵循 OSI 参考模型。

4. Internet 与高速网络

20 世纪 90 年代初至现在是计算机网络飞速发展的阶段,其主要特征是计算机网络化、协同计算能力飞速发展,全球互连网络(如 Internet)盛行,向着互联、高速、宽带方向发展。互联网上的各种应用也丰富起来,如虚拟大学、虚拟社区、电子商务、VOD 系统等,对我们的生活已经产生了重要影响。

1.1.2 计算机网络的定义

计算机网络是将分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互联成一个规模大、功能强的系统,从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息,共享硬件、软件、数据信息等资源。简单来说,计算机网络就是由通信线路互相连接的许多自主工作的计算机构成的集合体。

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络主要有以下四个功能:

1. 数据通信功能

计算机网络主要提供传真、电子邮件、电子数据交换(EDI)、电子公告牌(BBS)、远程登录和浏览等数据通信服务。

2. 资源共享功能

接入网络的用户均能享受网络中各个计算机系统的全部或部分软件、硬件和数据资源,这是最本质的功能。

3. 均衡负荷功能

网络中的每台计算机都可通过网络相互成为后备机。一旦某台计算机出现故障,它的任务就可由其他的计算机代为完成,这样可以避免在单机情况下,一台计算机发生故障引起整个系统瘫痪的现象,从而提高系统的可靠性。而当网络中的某台计算机负担过重时,网络又可以将新的任务交给较空闲的计算机完成,均衡负载,从而提高了每台计算机的可用性。

4. 分布式处理功能

分布式处理功能即通过算法将大型的综合性问题交给不同的计算机同时进行处理。用户可以根据需要合理选择网络资源,就近快速地进行处理。

1.1.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法有很多,按照不同标准,可以从不同的角度对计算机网络进行分类。

1. 按覆盖的地理范围分类

根据计算机网络所覆盖的地理范围、信息的传递速率及应用的目的,计算机网络通常被分为局域网、城域网、广域网。

1) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网是指在有限的地理区域内构成的规模相对较小的计算机网络,其覆盖范围一般不超过几十千米。有限的地理区域通常指同一办公室、同一建筑物、同一公司或同一学校,方圆几千米以内的,由于传输距离较近,因而数据传输速率较快。

局域网的特点为:

- (1) 数据传输率高,通常在 0.1~100Mbps 之间。
- (2) 传输距离比较短,一般直径小于 2.5km。
- (3) 传送误码率低,一般在 10^{-6} ~ 10^{-10} 之间。
- (4) 网络结构比较规范。
- (5) 网络为单元组织所完全拥有。

2) 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)

城域网的覆盖范围在局域网和广域网之间,一般来说是将一个城市范围内的计算机互联,范围在几十千米到几百千米。城域网的速度比广域网快,符合宽带趋势,因此现在发展很快。与局域网相比,城域网具有分布地理范围广的特点,一般来说,城域网的覆盖范围介于 10~100km 之间。

城域网的特点为:

- (1) 地理覆盖范围可达 100km。
- (2) 数据传输率在 50Mbps 左右。
- (3) 传输距离可达 10km。
- (4) 传送误码率小于 10^{-9} 。
- (5) 既可用于专用网,又可用于公用网。

主要用于:高速上网、互动游戏、VOD 视频点播、网络电视、远程医疗、远程教育、远程监控、家庭证券交易系统。

3) 广域网(Wide Area Network, WAN)

广域网的作用范围通常为几十千米到几千千米,它一般是将不同城市或不同国家之间的局域网互联起来。通信线路大多借用公用通信网络(如 PSTN、DDN、ISDN 等),传输速率比较低,这类网络的作用是实现远距离计算机之间的数据传输和信息共享。广域网可以覆盖一个城市、一个国家甚至于全球(如 Internet)。

广域网是网络的公共部分,在我国广域网一般为电信部门所有。像 ISDN、ADSL 接入互联网,实际上就是接入广域网。