

21

世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

计算机 网络工程与实践

陈晓文 熊曾刚 主编



清华大学出版社

21

世纪高等院校计算机网络工

计算机 网络工程与实践

陈晓文 熊曾刚 主 编
张葵 肖如良 张学敏 徐方 郭海如 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是湖北省教育科学“地方本科院校‘计算机网络’课程教学内容与方法改革”课题组的研究成果,同时也是正在建设的省级“计算机网络”在线课程的实践指导教材。全书共分为8章,内容涉及计算机网络的基本概念、计算机网络的模拟工具、Windows服务器的常用配置、无线局域网的应用技术、以太网的组网技术、路由器及其配置、计算机网络的安全配置、常见广域网的接入技术、计算机网络的工程设计等。全书以计算机网络的应用及实践为目标,对计算机网络的相关应用技术进行了深入的介绍与分析,同时注重理论与实践相结合,力求培养学生分析问题与解决问题的能力,适用于计算机网络技术的实践指导。

本书既可与其他计算机网络理论教材配套使用,也可以单独作为计算机科学与技术、网络工程、软件工程等专业网络工程相关课程的教材使用。

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

计算机网络工程与实践/陈晓文,熊曾刚主编. —北京:清华大学出版社,2017

(21世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材)

ISBN 978-7-302-47216-2

I. ①计… II. ①陈… ②熊… 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(2017)第125791号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:何凤霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

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: 三河市铭诚印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 22.5 字 数: 545千字

版 次: 2017年8月第1版 印 次: 2017年8月第1次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 49.00元

产品编号: 074838-01

前言

近年来,从国内重点高校到省属普通本科高校,再到高等职业技术学院都开设了计算机科学与技术相关专业。其中,“计算机网络”课程是计算机科学与技术专业最重要的核心课程,很多本科高校都把它作为学位课程来开设。该课程的任务是使学生充分掌握和理解计算机网络的基本概念、基本理论、网络体系结构和网络协议、网络应用技术和应用方法等诸多方面的知识,为将来从事计算机网络的应用打下坚实的基础。该课程不仅要求学生掌握较扎实的理论基础,还要求学生具备很强的实践操作能力,尤其是对应用型本科院校而言,该课程的最终目的要落实到应用上,要求学生能综合运用计算机网络的理论知识,掌握网络的组建、配置和维护等技能。因此在传统的计算机网络理论教学的基础之上,迫切需要与之配套的实践指导教材,满足学生对计算机网络技术的应用需求,尤其是对于地方本科高校的应用型专业而言,合适的网络实践指导教材更为重要,这也是我们编写这本教材的出发点。

实践教材对于培养网络应用型人才具有不可替代的作用,为了推动计算机网络的实践教学与研究,本教材的编写结合了湖北省教育科学“地方本科院校“计算机网络”课程教学内容与方法改革”课题组的研究成果,及正在建设的省级“计算机网络”在线课程的需要,对计算机网络技术的主要应用及实践技术进行了深入的研究与分析。为了更好地反映地方本科高校对计算机网络应用及实践的需要,本教材的编写人员汇集了来自湖北工程学院、湖北大学、福建师范大学等高校多年从事实践教学工作的教师,旨在向读者提供一本既能体现计算机网络应用型人才培养目标,又能反映当今计算机网络的主流技术与工程实践的系统性实践教材。

本教材的主要内容包括概述、Windows Server 常用配置、无线局域网技术、以太网组网技术、路由器及其配置、网络安全配置及应用、广域网及接入网技术、网络工程的设计 8 章。

第 1 章 “概述”主要介绍了计算机网络的常识及基本概念,为后续各章做了简单的理论铺垫。其中重点介绍了网络实践过程中的模拟环节,通过对 VMware、Cisco Packet Tracer、Dynagen 三个软件的应用说明了网络模拟的常见技术及方法。

第 2 章 “Windows Server 常用配置”以 Windows Server 2012 R2 版本为目标,介绍了在网络工程应用中常见的几种服务配置,例如 DHCP、DNS、Web、FTP、CA、SMTP 等服务,这些服务在计算机网络的资源子网中最为常见。掌握并熟悉这些服务的配置,对于理解资源子网的网络应用非常重要。

第 3 章 “无线局域网技术”主要介绍了以 IEEE 802.11 为标准基础的相关技术,并以 WLAN 的常见配置及应用为例,详细说明了无线局域网的应用技术与配置方法。

第 4 章 “以太网组网技术”介绍的以太网是当前企事业网络中最基本的网络,本章介绍了其基本应用,包括交换机的基本配置、VLAN 的配置及应用、VLAN 的相互通信等,同

时也对以太网的高级应用,例如生成树、以太通道等做了详细的介绍与分析。掌握以太网的组网技术是计算机网络应用中最基本的一项实践能力。

第5章“路由器及其配置”的内容以路由器的路由配置为主,主要介绍了路由器的基本配置与管理过程、静态路由及其配置、动态路由RIP与OSPF的配置、路由的冗余应用等。掌握并理解路由器及其配置过程,是计算机网络在工程应用方面的核心目标。

第6章“网络安全配置及应用”以当前计算机网络所面临的安全问题为目标,详细介绍并分析了如何从端口安全、ACL、NAT、VPN等方面保证计算机网络的安全。本章介绍的安全技术是目前企事业网络中常见的安全技术,是计算机网络在安全应用方面的重要技术。

第7章“广域网及接入网技术”简要介绍了广域网及有代表性的几种接入网技术,例如FR、X.25、ATM、PPP、PPPoE等。这些广域网协议及其技术在互联网的发展过程中都发挥了不同的作用,了解这些技术及协议可以让读者更深入地理解当前的互联网。

第8章“网络工程的设计”使用系统集成的方法,从工程的角度详细地说明了计算机网络在工程设计环节的应用环节。本章从需求分析、网络设计、网络管理与维护三个环节详细地介绍了进行网络工程设计时所应考虑的问题及一般步骤。掌握网络工程的设计能力是计算机网络应用的终极目标。

以上8章的基本思路是:以计算机网络的各项常用技术为基础,并通过翔实的分析及实践案例,突出计算机网络技术的设计、配置及应用方法,着重培养学生分析问题和解决问题的能力,侧重于介绍计算机网络在工程应用方面的技术及经验。本书既可与其他计算机网络理论教材配套使用,也可以单独作为计算机科学与技术、网络工程、软件工程等专业网络工程相关课程的教材使用。

本教材由湖北工程学院计算机与信息科学学院的陈晓文、熊曾刚、张学敏、徐方、郭海如,湖北大学计算机与信息工程学院的张葵,福建师范大学软件学院的肖如良等教师组成的团队集体编写完成。陈晓文、熊曾刚任主编,张葵、肖如良、张学敏、徐方、郭海如任副主编,陈晓文编写了第1章的网络工程环境的模拟与综合实践部分、第2章、第4章、第5章,熊曾刚编写了第1章的计算机网络概述及基本概念部分、第3章,张葵编写了第6章,肖如良编写了第7章,张学敏编写了第8章,徐方及郭海如负责全书配置案例的校验工作。熊曾刚负责全书的审定工作。

需要说明的是,本书编写工作得到以下项目的资助和支持:国家自然科学基金项目“大数据环境下基于视觉主题模型的视觉数据分类方法研究(No. 61370092)”,湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划项目“云计算环境下智能信息处理技术研究(No. T201410)”,湖北省教育科学规划课题(No. 2009B105)以及湖北工程学院自编教材立项课题(No. [2014]66)资助。

由于编者水平有限,且本书配置案例众多,虽然作者在定稿前已经对全部内容进行了仔细校验,但书中难免仍有一些疏漏或不足之处,恳请专家及读者指正。

作 者

2017年5月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的历史与定义	1
1.1.2 计算机网络的分类	3
1.1.3 计算网络的功能组成	5
1.1.4 计算机网络中的传输介质	6
1.1.5 双绞线接头的制作	9
1.2 计算机网络基本概念	11
1.2.1 OSI 与 TCP/IP 体系结构	12
1.2.2 网络常用协议及应用	16
1.2.3 子网划分的实践	23
1.3 网络工程环境的模拟	24
1.3.1 计算机网络工程的特点	24
1.3.2 VMware Workstation 的模拟	25
1.3.3 Cisco Packet Tracer 的模拟	34
1.3.4 Dynagen 的模拟	46
1.4 网络模拟的综合实践	60
1.4.1 网络拓扑的说明	61
1.4.2 需要准备的工作	61
1.4.3 创建网络文件	63
1.4.4 网络模拟的过程	64
第 2 章 Windows Server 的常用配置	68
2.1 Windows Server 2012 简介	68
2.1.1 Windows Server 的版本	68
2.1.2 安装 Windows Server 2012 R2	69
2.1.3 GUI 与 Server Core 模式	74
2.2 DHCP 服务的配置	76
2.2.1 DHCP 的工作原理	76

2.2.2	DHCP 服务的安装	77
2.2.3	DHCP 服务的配置	79
2.3	DNS 服务的配置	85
2.3.1	DNS 的工作原理	85
2.3.2	DNS 服务的安装	88
2.3.3	DNS 服务的配置	90
2.4	Web 服务的配置	96
2.4.1	Web 的工作原理	96
2.4.2	Web 服务的安装	98
2.4.3	Web 服务的配置	99
2.5	FTP 服务的配置	101
2.5.1	FTP 的工作原理	101
2.5.2	FTP 服务的安装	102
2.5.3	FTP 服务的配置	104
2.6	CA 服务的配置	107
2.6.1	CA 的工作原理	107
2.6.2	CA 服务的安装	108
2.6.3	CA 服务的配置	113
2.7	SMTP 服务的配置	120
2.7.1	SMTP 的工作原理	120
2.7.2	SMTP 服务的安装	121
2.7.3	SMTP 服务的配置	123

第 3 章 无线局域网技术 127

3.1	无线局域网概述	127
3.1.1	HiperLAN 技术	127
3.1.2	蓝牙技术	127
3.1.3	HomeRF 技术	128
3.1.4	IEEE 802.11 技术	128
3.2	基于 IEEE 802.11 的无线局域网	129
3.2.1	调制技术	129
3.2.2	CSMA/CA 协议	130
3.2.3	安全技术	130
3.2.4	Wi-Fi 联盟与 WAPI	132
3.3	常见的无线设备	132
3.3.1	无线网卡	132
3.3.2	无线 AP	133

3.3.3	无线路由器	134
3.4	WLAN 的配置及应用	134
3.4.1	无线 AP 的配置	134
3.4.2	无线路由器的配置	137
第 4 章	以太网组网技术	141
4.1	以太网概述	141
4.1.1	局域网的现状	141
4.1.2	以太网的互连设备	142
4.1.3	以太网交换机的选购	146
4.2	交换机的基本配置	148
4.2.1	交换机的组成	148
4.2.2	交换机 IOS 的连接	149
4.2.3	交换机的操作模式	151
4.2.4	交换机的基本操作	153
4.2.5	交换机的备份与灾难恢复	159
4.3	VLAN 的配置及应用	163
4.3.1	VLAN 的作用	163
4.3.2	VLAN 的配置	164
4.3.3	VLAN 的应用案例	168
4.4	VLAN 的相互通信	173
4.4.1	VLAN 互访的意义	173
4.4.2	三层交换机的使用	173
4.4.3	三层交换机的 VLAN 虚端口	174
4.4.4	三层交换机实现 VLAN 互访的案例	174
4.5	以太网的高级应用	176
4.5.1	生成树协议概述	176
4.5.2	生成树协议的配置	179
4.5.3	应用生成树协议的案例	180
4.5.4	以太通道概述	185
4.5.5	以太通道的配置	186
4.5.6	应用以太通道的案例	189
第 5 章	路由器及其配置	193
5.1	路由器概述	193
5.1.1	路由器的组成	193
5.1.2	路由器的选购	195

5.1.3	路由器的操作模式	196
5.2	路由器的基本配置与管理	198
5.2.1	路由器的基本配置	198
5.2.2	路由器的基本管理	201
5.2.3	路由器的基本配置案例	206
5.2.4	单臂路由实现 VLAN 互访的案例	208
5.3	静态路由及配置	209
5.3.1	路由表的组成	210
5.3.2	路由决策的原则	211
5.3.3	配置静态路由的注意事项	212
5.3.4	静态路由配置的案例	216
5.4	动态路由协议 RIP	219
5.4.1	RIP 概述	219
5.4.2	RIP 的基本配置	223
5.4.3	RIP 的特殊配置	228
5.4.4	RIPv2 的认证配置	231
5.5	动态路由协议 OSPF	233
5.5.1	OSPF 协议概述	233
5.5.2	OSPF 协议的基本配置	236
5.5.3	OSPF 的虚链路配置	239
5.5.4	OSPF 的认证配置	241
5.6	路由的冗余应用	245
5.6.1	热备份路由器协议	245
5.6.2	路由器应用 HSRP 的案例	248
5.6.3	三层交换机应用 HSRP 的案例	252
5.6.4	虚拟路由冗余协议	259
5.6.5	路由器应用 VRRP 的案例	261
第 6 章	网络安全配置及应用	267
6.1	交换机端口安全	267
6.1.1	端口安全概述	267
6.1.2	应用端口安全的案例	269
6.2	访问控制列表技术	273
6.2.1	ACL 概述	273
6.2.2	标准 ACL 的配置及应用	276
6.2.3	扩展 ACL 的配置及应用	279
6.3	网络地址翻译技术	282

6.3.1	NAT 技术概述	282
6.3.2	静态 NAT 的配置及案例	284
6.3.3	动态 NAT 的配置及案例	286
6.3.4	PAT 的配置及案例	287
6.4	虚拟专用网技术	288
6.4.1	VPN 概述	288
6.4.2	IPSec VPN 的配置步骤	290
6.4.3	基于 IPSec 的 VPN 案例	293
第 7 章	广域网及接入网技术	299
7.1	广域网概述	299
7.1.1	电路交换	300
7.1.2	虚电路分组交换	300
7.1.3	数据报分组交换	301
7.1.4	光交换	302
7.2	X.25 协议	302
7.2.1	X.25 协议概述	303
7.2.2	X.25 协议的配置及案例	305
7.3	帧中继协议	308
7.3.1	帧中继协议概述	308
7.3.2	FR 的基本配置及案例	311
7.3.3	FR 的子接口配置及案例	313
7.4	ATM 异步传输模式	316
7.4.1	ATM 概述	316
7.4.2	ATM 模拟的配置及案例	319
7.5	PPP	320
7.5.1	PPP 概述	321
7.5.2	PPP 的配置及案例	322
7.6	PPPoE	326
7.6.1	PPPoE 协议概述	327
7.6.2	PPPoE 协议的配置及案例	327
第 8 章	网络工程的设计	333
8.1	网络工程的基本概念	333
8.1.1	信息系统集成与网络工程	333
8.1.2	网络工程实施的步骤	333
8.2	需求分析	334

8.2.1	需求分析的基本工作	334
8.2.2	网络设计目标分析	335
8.2.3	网络性能分析	336
8.2.4	网络设计的约束	338
8.2.5	可行性报告	338
8.3	网络设计	339
8.3.1	逻辑网络设计	339
8.3.2	物理网络设计	341
8.4	网络管理与维护	343
8.4.1	网络的管理	343
8.4.2	网络的维护	345
参考文献		346

计算机网络涉及的应用极为宽泛,各种网络技术在工业、农业、商业、通信、交通、国防以及科学研究等各个领域获得了越来越广泛的应用,其中最基本的应用当属计算机网络在网络工程中的应用及其实践。为了在后续章节中深入理解并掌握计算机网络技术在网络工程中的应用,本章将简要地介绍计算机网络中的一些基本常识与理论,详细分析网络体系结构及通信子网中的常见协议,并介绍计算机网络工程的特点,最后重点讲解网络工程应用中软硬件环境的模拟解决方案及其实践方法。

1.1 计算机网络概述

计算机网络一词起源于美国在 20 世纪 50 年代实施的半自动地面防空系统(SAGE),那时的计算机网络用今天的观点来说,只能算是面向终端的计算机分布式系统。现代意义的计算机网络源于 1969 年美国国防部高级研究计划局研究的 APRANET。这种计算机网络在 20 世纪 90 年代后开始得到迅速的发展,并最终形成了今天的互联网(Internet),以互联网为代表的计算机网络为 21 世纪进入信息社会奠定了重要的基础。因此了解计算机网络的相关历史及理论,也就成为理解并掌握网络工程相关技术的首要环节。本章将从计算机网络的历史、定义、分类、组成等几个方面开始计算机网络的概述,并重点介绍与网络工程密切相关的传输介质及双绞线的制作过程。

1.1.1 计算机网络的历史与定义

1. 发展历史

计算机网络的发展经历了一个从简单到复杂、从多元到统一的过程。从广义上来讲,计算机网络的发展经过了以下 4 代。

1) 第一代计算机网络:面向终端的计算机网络

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,此系统由一台中央主计算机连接大量的地理上处于分散位置的终端而形成。最早出现在 20 世纪 50 年代美国建立的半自动地面防空系统 SAGE 上。在第一代计算机网络中,中央主计算机是网络的中心和控制者,计算任务全部由此计算机完成,而终端围绕中心计算机分布在各处,主要完成输入输出的功能,自身并没有自主处理能力。

2) 第二代计算机网络:共享资源的计算机网络

第二代计算机网络的典型代表是 1969 年美国国防部高级研究计划局(简称 ARPA)资助建成的 ARPANET。这类网络的特点是将多台主计算机通过通信线路连接起来,以

相互共享资源为目标。ARPANET 的建成同时也标志着现代计算机网络的诞生, ARPANET 在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络技术奠定了重要的理论基础。

3) 第三代计算机网络: 标准化的计算机网络

从第二代计算机网络出现后, 计算机网络的技术得到了迅速的发展。美国当时有很多公司都相继开发了自己的网络产品, 如 IBM 公司的 SNA、DEC 的 DNA 等网络就是当时具有代表性的网络。但是各个厂家的网络产品在技术、体系结构等实现方面都存在着很大的差异, 并形成了一个没有统一的标准、自成一体的互不兼容局面, 因而给用户网络的升级与维护带来了很大的不便, 严重阻碍了计算机网络更高更快的发展。人们迫切希望建立一个统一的国际标准来打破这种封闭性与不兼容的现状。

为了解决标准的问题, 国际标准化组织(ISO)于 1977 年成立专门的机构开始研究此问题, 并在 1983 年正式颁布了一个使各种计算机互连成网的标准框架文件: 开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)。OSI 标准的提出, 开创了一个具有统一网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络新时代, 并确保各厂家生产的计算机和网络产品之间的互联与通用特性, 推动了计算机网络技术的应用和发展, 这就是所谓的第三代计算机网络。但是需要注意的是, 在 OSI 标准颁布之前, ARPANET 上已经开始使用另一个由美国政府主导的 TCP/IP 进行网络连接测试, TCP/IP 的第 4 版后来成为 Internet 上事实的网络标准, 而 ISO 颁布的官方标准 OSI 被当作参考模型, 即 OSI-RM。

4) 第四代计算机网络: 国际化的计算机网络

第四代计算机网络一般是指 20 世纪 90 年代后出现的各类国际化、标准化网络, 计算机技术、通信技术以及以互联网为基础的网络技术从这个时候开始得到了迅猛发展, 其中最有影响力的网络就是形成了现今全球性的互联网络 Internet。Internet 的出现与快速普及得益于 1993 年美国克林顿政府发布的《国家信息基础设施(NII)行动计划》, 俗称“信息高速公路”。NII 计划明确了美国政府对国家信息基础设施建设的总体目标, 开创了自由的市场经济政府干涉 IT 产业的先河, 随后其他很多国家也纷纷效仿美国政府的做法, 颁布了各自国家的 NII 计划, 从而进一步加速了计算机网络尤其是 Internet 技术的高速发展。

2. 计算机网络的定义

计算机网络的定义在不同的历史时期有着不同的认识与定义, 在当前的信息化时代, 计算机网络的定义可以简单概括为: 一些互相连接的、自治的计算机的集合。这里“互相连接”意味着互相连接的两台或两台以上的计算机能够互相交换信息, 达到资源共享的目标。而“自治”是指每台计算机的工作是独立的, 任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作, 例如启动、停止等, 任意两台计算机之间不需要主从关系。

从这个简单的定义可以看出, 计算机网络涉及以下到三个方面的问题。

(1) 两台或两台以上的计算机相互连接起来才能构成网络, 达到资源共享的目标。

(2) 两台或两台以上的计算机相互连接进行通信, 就需要有一条通道, 这条通道的连接是物理的、由硬件实现, 这就是连接介质(有时称为信息传输介质)。它们可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”介质, 也可以是激光、微波或卫星等“无线”介质。

(3) 计算机之间需要通信以交换信息, 彼此就必须存在某些约定或规则才可能相互理

解,这些约定或规则就是协议。

因此对计算机网络更精确的定义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设备和通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机系统。

早期面向终端的网络由于网络中的终端没有自治能力,因此在今天就不能再算是计算机网络,而只能称为联机系统,但在那个时代,联机系统就是计算机网络。在不同的历史时期,计算机网络的定义显然会有所不同。相信在未来,计算机网络的定义也会随着技术的发展与变迁而发生变化。

1.1.2 计算机网络的分类

计算机网络根据不同的划分条件有着不同的分类结果,比较常见的划分有以下几种。

1. 根据网络覆盖的范围划分

一般可分为局域网、城域网、广域网和互联网。

(1) 局域网(LAN)的网络覆盖范围一般在1000m以内,网络内的计算机一般位于某个房间、建筑物或校园/企业内。

(2) 城域网(MAN)的网络覆盖范围一般数十千米左右,顾名思义,城域网一般是指某个城市内建立的网络。

(3) 广域网(WAN)的网络覆盖范围一般在数百千米左右,用于在某个国家或地区内实现骨干网的构建。

(4) 互联网(Internet)的网络覆盖范围最大,目前已经基本覆盖全球,用于实现不同国家的各类网络互联互通。

虽然计算机网络根据范围划分有大有小,但随着网络技术的相互交融与发展,很多网络技术可能既出现在LAN内又出现在MAN内,所以这类划分仅仅是从网络工程施工的范围来进行的划分,并不一定能体现相应网络技术的差异性。

2. 根据网络所使用的传输技术划分

可将计算机网络分为以下两种:广播式网络和点到点网络。

(1) 广播式网络。网络中的所有计算机共享一个公共通信信道,当某一台计算机发送数据时,所有其他的计算机都能接收到数据,其他计算机根据发送数据中的目的地址决定接收或丢弃。传统以太网使用的传输技术就是广播方式。

(2) 点到点网络。在点到点网络中,每条物理线路连接一对计算机。假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间节点接收、存储、转发,直至到达目的节点。这种传输技术主要应用在各种广域网中。

3. 根据网络的交换技术划分

一般可以简单划分为三种网络:电路交换网、报文交换网、分组交换网。

1) 电路交换网

电路交换网是在用户开始通信前,先申请建立一条从发送端到接收端的物理信道,并且在双方通信期间始终占用该信道,通信结束后释放物理连接。其特点是数据业务实时性强,但由于独占物理线路,通信费用也较高。此交换技术的实时特性并不适用于计算机数据传输的突发性特征。

2) 报文交换网

报文交换网是把要发送的数据及目的地址包含在一个完整的报文内,报文的长度不受限制。报文交换采用存储转发原理,每个中间节点要为途经的报文选择适当的路径,并使其最终到达目的端。其特点是采用了存储转发原理,但由于报文长度没有限制,因此对于中间节点的存储容量与处理时间有较高的要求,此交换技术主要用于早期邮政的电报通信业务。

3) 分组交换网

分组交换网是在通信前,发送端先把要发送的数据划分为一个个等长的较小单位(即分组),这些较小的分组分别由各中间节点采用存储转发方式进行传输,并最终到达目的端。其特点是中间节点可以快速进行较小分组的处理,但由于每个分组经过的路径有所不同,因此分组到达目的端时,其顺序很可能是乱序的,甚至还会出现分组的丢失等问题。由于现在通信网络的可靠性和稳定性较以前已经有了大幅提升,因此现在的互联网较多地采用这种交换方式。分组交换网在实现时,可以使用两种完全不同的实现技术:虚电路与数据报技术。

有关交换技术的细节,读者可以参阅 7.1 节中的详细介绍,本章不做深入讲解。

4. 根据网络的拓扑结构划分

拓扑是几何学中的术语,用于描述点、线、面三者间的关系。利用拓扑学的观点,可以将计算机网络中的计算机、网络设备抽象为点,将传输介质抽象为线。网络拓扑就是利用这些抽象出来的点、线来描述网络中的节点与线路的几何关系,进而研究网络结构。

计算机网络拓扑结构有多种形式,最基本的网络拓扑结构主要有星状拓扑、总线状拓扑、环状拓扑、网状拓扑,如图 1.1 所示。这些基本拓扑结构在网络工程应用中也有可能同时出现,以构成更复杂的混合拓扑结构。

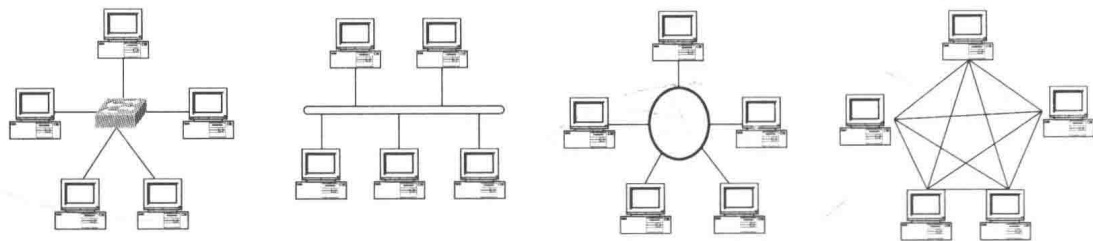


图 1.1 网络拓扑结构

1) 星状拓扑

这种结构是一种以中央节点为中心,把若干个外围节点通过点到点线路连接起来的结构,中央节点对各设备间的通信和信息交换进行集中控制和管理。该拓扑结构目前多用于交换式以太网中,中央节点一般使用交换机(switch),通信介质多使用双绞线或光缆。

2) 总线拓扑

用一根作为总线的线缆连接多个节点,网络中的各节点通过这根总线进行信息传输。作为总线的通信线路一般使用同轴电缆。该拓扑结构多用于早期的总线型以太网中,目前在 LAN 内基本不再使用,新出现的广电宽带(CATV 有线电视网络)在居民小区中使用的拓扑就是由同轴电缆构成的总线拓扑。

3) 环状拓扑

环状拓扑结构中各节点通过一条首尾相连的通信线路连接起来形成一个封闭的环。通信线路多采用光缆,早期的 FDDI 局域网就是采用这种结构,目前在 LAN 中已经基本不再使用。该拓扑结构多用于 WAN 构建区域性的光纤骨干网。

4) 网状拓扑

在该拓扑结构中,各节点通过传输线缆相互连接起来,并且每一个节点至少与其他两个节点相连。网状拓扑结构具有较高的可靠性,但其结构复杂,实现起来线路费用较高,不易管理和维护,一般不用于局域网。在 WAN 与 Internet 的核心层中多采用该拓扑结构,以提高网络整体的可靠性,但像图 1.1 中所描述的全网状拓扑在应用中比较少见。

拓扑结构的选择往往与传输介质的选择及介质访问控制方法的确定紧密相关。在选择与设计网络拓扑结构时,需要综合考虑拓扑结构的可靠性、灵活性、费用、响应时间及吞吐量等因素。

5. 根据通信子网的层次结构划分

通信子网是网络工程设计的核心与重点,从通信子网的层次结构来看,计算机网络又可以分为三个不同位置的网络。

1) 接入层

通常将网络中直接面向用户终端或访问网络的部分称为接入层。接入层主要解决如何将资源子网中的主机或端系统接入通信子网的问题。从层次结构上来说,接入层处于通信子网的最底层,一般使用性价比较高的低端设备进行主机之间的相互连接。

2) 核心层

通常将通信子网的主干部分称为核心层。核心层的主要任务是实现骨干网络之间的优化传输,为通信子网提供冗余能力、可靠性、高速传输、网络控制等重要功能。从层次结构上来说,核心层处于通信子网的最高层,是整个通信子网最关键的传输核心,因此一般使用可靠性、处理能力等性能指标都较高的设备进行各网络之间的相互连接,核心层设备的资金投入占整个网络工程费用的主要部分,同时也是网络设计与网络维护的重点环节。

3) 汇聚层

通常汇聚层用于汇聚接入层的流量,并提供与核心层进行流量交换的能力。从层次结构上来说,汇聚层处于接入层与核心层之间,是这两层之间的缓冲层,它必须能够处理接入层设备汇聚上来的所有通信流量,并实现与核心层的相互通信。因此汇聚层使用的设备相对于接入层设备而言,需要更高的性能、更高的数据交换速率,在条件较好的企事业网络(企业网络、校园网络、事业单位网络的简称)中,汇聚层设备往往也使用性能较高的核心层设备进行流量的汇聚。

1.1.3 计算网络的功能组成

为了简化计算机网络的分析与设计,有利于网络硬件与软件的配置,按照计算机网络的系统功能,一个计算机网络从功能上可以分为资源子网和通信子网两大部分。

1. 资源子网

资源子网主要负责全网的信息处理,为网络中的终端用户提供网络服务及资源共享等功能。一般包括网络中所有的计算机、I/O 设备、终端、各种网络协议、网络软件和数据库

等。在计算机网络工程的实践中,一般在资源子网中的主要配置就是对服务器的配置。本教材在后续章节中,将详细介绍目前工程实践中的 Windows 服务器常用服务的配置方法。

2. 通信子网

通信子网主要负责全网的数据通信,为网络中的终端用户提供数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作。它主要包括传输介质、网络连接设备、网络通信协议和通信控制软件等。通信子网中最重要的网络连接设备就是路由器与交换机,这两类设备的配置及应用将在后续章节中详细介绍。

1.1.4 计算机网络中的传输介质

计算机网络可以使用各种传输介质来组建物理通信信道,由于这些传输介质的特性各不相同,因此相应网络使用的技术及其应用环境也各不相同。计算机网络中常见的传输介质主要有双绞线、同轴电缆、光缆、无线信道等,了解这些在网络中使用的传输介质对于深入理解计算机网络的应用技术很有帮助。

1. 双绞线

双绞线是最常用的传输介质,将两根互相绝缘的铜导线使用特定的规则绞合在一起就构成了双绞线。双绞线的相互绞合可以减少相邻铜导线间的电磁干扰。将多对双绞线包装在绝缘护套中就构成了双绞线电缆。在相互绝缘的铜导线外面再加上一层金属铝箔就形成了屏蔽层,可以显著提高双绞线抗电磁干扰的能力,这种电缆就是屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP),如图 1.2(a)所示。如果双绞线电缆中没有屏蔽层,则这种电缆叫做无屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP),如图 1.2(b)所示。STP 的电气性能要优于 UTP,但是价格相对较高。为了节省工程费用,室内布线一般使用 UTP,而在室外布线则建议使用 STP。如果不考虑网络工程的费用,则建议在室内布线也采用 STP 线缆。

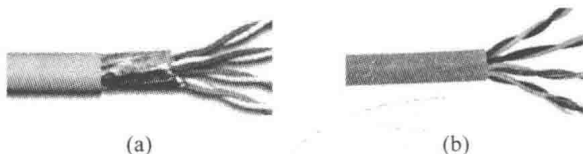


图 1.2 STP 与 UTP 双绞线

计算机网络工程应用中常常使用的 UTP 一般由 8 根相互绝缘的铜导线组成,分成 4 对。使用的标准主要有两个,分别是 EIA/TIA-568-A(简称 T568A)标准和 EIA/TIA-568-B(简称 T568B)标准。该标准按电气性能划分将双绞线分为 1 类、2 类、3 类、4 类、5 类、超 5 类、6 类、超 6 类、7 类共 9 种双绞线类型。类型对应的数字越大,则表明标准越新,技术越先进,支持的带宽也越大,当然价格也越贵。这些不同类型的双绞线标注方法是这样规定的:如果是标准类型则按“CAT x”方式标注,如常用的 5 类线,则在线的外包皮上标注为“CAT 5”;而如果是改进版,就按“CAT xe”进行标注,如超 5 类线就标注为“CAT 5e”。目前网络工程实践中使用较多的是“CAT 5e”超 5 类线缆,因此其他的线缆标准本教材就不做介绍了。

Cat1: 1 类 UTP 的带宽很小,主要用于语音传输,在 20 世纪 80 年代之前广泛应用于电话系统的用户回路中。

Cat2: 2 类 UTP 的带宽为 1MHz,能够支持 4Mb/s 的数据速率,目前很少使用。