

广播电视传输网络

技术与应用

Transmission network Technology
and Application of TV Broadcasting system



新华出版社

广播电视传输网络技术与应用

总顾问：章之俭 刘宜勤 华绍和
主 编：苏志武 周师亮 王儒达
 张天林 林卫国
主 审：周师亮 陈建亚 祁权生
 焦方性
副主编：蒋 文 陶 荻 赵卫朝

新 华 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

广播电视传输网络技术与应用

北京：新华出版社，2001.8

ISBN 7-5011-5327-2

I . 广 ... II . 王 ... III . 电视广播系统：网络系统—基本知识

IV . TN948.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2001) 第055326号

广播电视传输网络技术与应用

主编：苏志武 周师亮 王儒达 张天林 林卫国

新华出版社出版发行

(北京宣武门西大街57号 邮编：100803)

新华书店经销

北京民族印刷厂印刷

*

889 × 1194毫米 16开本 21印张 500千字

2001年8月第一版 2001年8月北京第一次印刷

ISBN 7-5011-5327-2

定价：58元

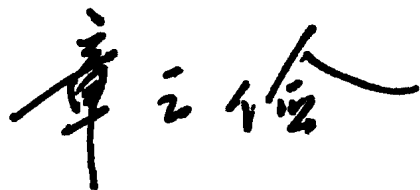
序 言

计算机、微电子技术和数字技术的进步及我国国民经济信息化进程的快速发展，使得原来各成体系的广播电视、通信和计算机三大网络出现了互联、互通、融合和会聚。宽带网络技术的发展和运用必将成为这种互联、互通、融合和会聚的结合点。在这个新的领域中，正不断涌现出各种不同的前沿技术，广电网络以其宽带的优势最适应这种新的发展趋势。

广电总局领导在今年广电信息网络展览会上明确指出：“要充分发挥广播电视网络资源优势，开展综合交互业务，促进与其他网络的互联、互通、资源共享，不断开拓新的信息服务领域，为国民经济信息化服务。”因此，广播电视系统的广大技术人员和领导干部都迫切需要了解这些宽带网络前沿技术的发展，以便能及时正确地采用这些新技术、新方案和新的网络体系，使广电网络建设少走弯路并迎头赶上发展的潮流。

《广播电视传输网络技术与应用》在有关单位的大力支持下，在许多专家和科技工作者的积极参与下，完成了编写和出版工作，今天和大家见面了。本书包括二个层面，第一个层面以基础技术为主，为开展培训提供了教材，第二个层面是介绍了一些知名厂商的网络方案和产品，以及电视台的建网经验和应用实例，供广电系统的技术人员借鉴。本书的主办单位、支持单位和编写专家为广播电视系统向数字化、网络化、信息化方向发展做了一件十分有益的事情。

我很高兴地将《广播电视传输网络技术与应用》推荐给广播电视领域的工程技术人员和广大读者，相信大家能够从中获得收益和启迪，为我国广播电视传输网络向数字化、网络化、信息化方向发展做出更多的贡献。



2001年8月

编 著:	林卫国	张 远	鲁永泉
	高 昇	王晓路	张 莉
	牛先勇	李光仪	俞德育
	徐 伟	尤巩圻	周师亮
	林宝成	Michael Pritz	闫澄宇

前言

二十世纪九十年代开始,随着技术的进步,广播电视系统已由简单的广播形式向数字化、网络化、宽带多媒体综合信息化方向转变,尤其近年来信息产业正逐步走向集中与融合。展望未来的网络发展,它将向广大用户提供包括从视音、广播、通信到信息交互、高速数据传输等多方面的宽带应用业务。信息网络将是未来信息社会的重要支柱。

随着计算机、通信、广电三大网络功能的相互渗透和不断融合,国家广电总局已把重点解决广电行业数字化、网络化的任务明确列入第十个五年计划之中。

宽带网络技术在广播电视行业还是一个新的领域,三网融合技术的进步和业务应用的拓展,使得广电领域和电化教育系统内工作的广大工程技术人员、领导干部都迫切需要了解和掌握有关这方面的前沿技术和基础知识,本书就是为了满足这个计划的需要,供广电系统和电化教育系统进行技术培训而编写的。

当前,各省、市、县的电视台以及广电传输和远程教育网络都在酝酿或实施网络改造和建设的方案,也迫切需要了解宽带网络建设方面的有关建网知识和成熟的建网经验,本书第十二章特别收录相关的、部分有经验的国内外知名厂商和电视台的具体产品介绍或网络系统改造方案的应用实例,就是为了满足用户的这一需求。

本书在编写上着重介绍基本原理与实际应用,叙述简明、深入浅出、通俗易懂,避免繁琐的数学推导,力求概念清楚。

本书由中国广播电视设备工业协会信息交流中心、北京广播学院、中国电影电视技术学会、《中国传媒科技》杂志社联合组织编写。全书共分十二章,前十一章内容是网络技术基础知识,第十二章是网络产品和应用。

本书内容和编写由北京广播学院副院长苏志武和中国广播电视设备工业协会、中国电影电视技术学会副秘书长王儒达定位和主持,第1章、第2章、第6章1~5节由北京广播学院教师林卫国编写;第3章、第4章、第5章、第6章第6节由北京广播学院教师张远、鲁永泉和高昇、王晓路、张莉同志编写;第7章由威海广电信息网络有线公司(原威海有线电视台)牛先勇工程师编写;数字卫星电视接收机一节约请信息产业部数字技术研究中心李光仪高级工程师编写;第8章由深圳市经天通信股份有限公司徐伟工程师编写;第9章由广科

院俞德育教授编写；第10章由尤巩圻教授编写；第11章由周师亮教授编写；第十二章由有关企业和电视台的工程技术人员编写。全书文稿由中国广播电视设备工业协会和《中国传媒科技》高级专家周师亮教授修订。由周师亮、陈建亚、祁权生、焦方性等专家总审。编者对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢！

本书的出版还得到了四川九州电子科技股份有限公司、美国Extreme（极进）网络公司、北京朝歌宽带网络信息技术有限公司、美国Clarent（冠远）科技股份有限公司、深圳市经天通信股份有限公司、北京北电科林电子技术有限责任公司、美国Alticast公司以及南京有线电视台、中国教育电视台、青岛有线电视台的大力鼎助，他们提供了有价值的技术资料、实践经验和建网方案，大大丰富了本书的内容。在此编者对他们的热忱支持表示由衷的感谢。

限于编著者的学识和水平，书中谬误和不当之处在所难免，尚祈各界有识之士不吝指正。

编者

2001年8月

目 录

第一章 网络技术概论

1.1 通信网络	1
1.1.1 通信网络的历史	1
1.1.2 网络发展要素	6
1.1.3 未来的网络	9
1.2 我国通信网络现状与有线电视网络的机遇	10
1.2.1 我国通信网络现状	10
1.2.2 我国有线电视网络的挑战与机遇	11

第二章 通信网络技术基础

2.1 网络通信与服务的基本概念	13
2.1.1 网络应用类型及其特点	13
2.1.2 网络性能参数	15
2.1.3 网络服务类型与服务质量	15
2.1.4 网络功能	17
2.1.5 网络类别: 局域网、城域网和广域网	18
2.1.6 网络的主要组成部分	19
2.1.7 基本网络机制	19
2.2 分层体系结构	24
2.2.1 层次	25
2.2.2 层次的实现	25
2.3 开放数据网络模型	27
2.4 OSI 参考模型	28
2.4.1 物理层(physical layer)	29
2.4.2 数据链路层(data link layer)	29
2.4.3 网络层(network layer)	30
2.4.4 传输层(transport layer)	30
2.4.5 会话层(session layer)	30
2.4.6 表示层(presentation layer)	31
2.4.7 应用层(application layer)	31
2.4.8 OSI 参考模型的数据传输	31
2.4.9 各层功能总结	32

第三章 数字通信基础

3.1 模拟信号数字化转换过程	33
3.1.1 取样	33
3.1.2 量化	33
3.1.3 编码	34
3.2 信源编码: MPEG-2 压缩标准	34

3.2.1	信源压缩的必要性和可能性	34
3.2.2	视频压缩	35
3.2.3	音频压缩	43
3.2.4	基本流 (ES)	50
3.2.5	打包基本流 (PES)	51
3.2.6	节目流 (PS) 和传输流 (TS)	52
3.2.7	MPEG-2 解码器	55
3.3	数字复接技术	56
3.3.1	多路复用原理	56
3.3.2	数字复接	56
3.3.3	同步数字系列 SDH	57
3.4	数字信号的基带传输系统	59
3.4.1	数字基带信号的码型	59
3.4.2	数字信号无失真传输条件	61
3.4.3	信道均衡的概念	63
3.4.4	扰码与解码	63
3.5	数字信号的载波传输	64
3.5.1	数字信号调制	64
3.5.2	QPSK 调制	65
3.5.3	QAM 调制	66
3.5.4	MPSK 和 MQAM 比较	67
3.5.5	正交频分复用 (OFDM)	68
3.6	信道编码	69
3.6.1	差错控制编码的基本概念	69
3.6.2	线性分组码	71
3.6.3	卷积码 (连环码)	74
3.6.4	级联码	75
3.6.5	交织法	75

第四章 HFC 网络基础知识

4.1	HFC 网络的结构与组成	78
4.1.1	HFC 网络的拓扑结构与形式	78
4.1.2	HFC 网络结构的优点	81
4.2	HFC 网络的前端	81
4.2.1	前端分类	81
4.2.2	前端设备	82
4.3	HFC 网络的光纤传输	84
4.3.1	光纤与光缆	84
4.3.2	光发射机	89
4.3.3	光接收机	94
4.3.4	掺铒光纤放大器	96
4.3.5	光无源器件	97

4.4 HFC 网络的同轴电缆分配网	101
4.4.1 同轴电缆分配网络结构	101
4.4.2 同轴电缆	102
4.4.3 分配器和分支器	108
4.4.4 宽频带放大器	111
4.5 密集波分复用传输系统 (DWDM)	114

第五章 有线电视网络设计与实现

5.1 有线电视网络工程设计	116
5.1.1 网络系统的整体设计	116
5.1.2 系统的指标分配与验算	116
5.2 光纤有线电视网络系统的设计	117
5.2.1 光系统总体规划	117
5.2.2 网络拓扑结构分析与设计思想	118
5.2.3 光传输技术的选择	119
5.2.4 1310nm 光链路设计	123
5.2.5 1550nm 光链路的设计	126
5.3 HFC 网的双向传输	127
5.3.1 双向 HFC 网络概述	127
5.3.2 双向 HFC 网络设计与施工	128
5.4 DVB-C 系统	130

第六章 IP 数据网络基础

6.1 以太网 (IEEE802.3)	131
6.1.1 以太网	131
6.1.2 10Mbps 以太网	138
6.1.3 100 Mbps 快速以太网	145
6.1.4 1000 Mbps (千兆位) 以太网	146
6.1.5 10Gbps 以太网的进展	149
6.2 TCP/IP 协议体系结构	151
6.2.1 TCP/IP 的技术思想	151
6.2.2 TCP/IP 的结构功能	152
6.2.3 TCP/IP 协议数据包格式	153
6.2.4 TCP/IP 协议互连网络的几个基本概念	153
6.3 网络层协议	156
6.3.1 IP 地址及其解析	156
6.3.2 IP 数据报及其传输	157
6.3.3 IP 数据报的路由选择	159
6.4 传输层协议	160
6.4.1 端口与寻址	160
6.4.2 传输控制协议 TCP	161
6.4.3 用户数据报协议 UDP	163

6.5 TCP/IP 高层应用与 Internet	164
6.5.1 TCP/IP 高层应用和协议	164
6.5.2 Internet 提供的信息服务:WWW	168
6.6 ATM 网络	170
6.6.1 ATM 技术概要	170
6.6.2 ATM 复用原理	171
6.6.3 ATM 的传输和交换原理	171

第七章 有线电视宽带 IP 网络

7.1 宽带 IP 网络建设概述	174
7.1.1 广电系统的有线电视网络数据业务	174
7.1.2 有线电视宽带 IP 网络建设及设计原则	175
7.2 宽带网络接入技术	177
7.2.1 铜线接入技术	177
7.2.2 光纤接入技术	183
7.2.3 本地多点分配业务系统 LMDS	186
7.2.4 机顶盒 (STB)	189
7.2.5 因地制宜选择宽带社区接入方案	195
7.3 IP 光传送网技术	195
7.3.1 IP over SDH	196
7.3.2 IP over ATM	197
7.3.3 IP over DWDM	200
7.3.4 三种 IP over what 技术的比较	204
7.4 多协议标记交换技术	206
7.4.1 MPLS 的工作原理	207
7.4.2 MPLS 的应用	208
7.4.3 当前的 MPLS 产品	209
7.5 宽带 IP 网中的 VPN 技术	211
7.5.1 IP VPN 介绍	211
7.5.2 IP VPN 体系结构	212
7.5.3 VPN 体系中的其他问题	219
7.5.4 如何选择 VPN 设备	220
7.6 网络管理技术	220
7.6.1 网管系统的基本功能	220
7.6.2 网络管理协议	220
7.6.3 网络管理新技术	222
7.7 IP 电话技术	223
7.7.1 IP 电话的技术原理	223
7.7.2 IP 电话产生的背景及优势	224
7.7.3 IP 电话的相关技术标准	224
7.7.4 IP 电话的几种形式	225
7.7.5 IP 电话系统的基本结构和基本组件	226

7.7.6 IP 电话有关的信令及协议	228
7.7.7 IP 电话的呼叫接续通信流程	230
7.7.8 IP 电话存在的问题	231
7.7.9 IP 电话的发展趋势	232

第八章 DVB 标准的数据广播

8.1 现代数据广播	233
8.2 传输平台新技术——DVB 的数据广播标准	234
8.2.1 数据管道(Data piping)	234
8.2.2 数据流(Data streaming)	235
8.2.3 多协议封装(Multiprotocol encapsulation MPE)	235
8.2.4 数据轮放(Data carousels)	236
8.2.5 对象轮放(Object carousels)	236
8.2.6 DVB 数据包可以有以下几种格式	237
8.2.7 数据广播描述符(data_broadcast_id)	237
8.3 应用系统新技术 现代数据广播的实用型应用技术	237
8.4 现代数据广播的商业应用模式	238

第九章 卫星广播电视

9.1 卫星广播概论	240
9.1.1 卫星通信发展和卫星广播概念	240
9.1.2 广播卫星轨道位置和卫星电视广播频段	241
9.2 卫星广播系统的组成和原理	242
9.2.1 系统概述	242
9.2.2 卫星转发器	244
9.2.3 卫星地面上行站系统	245
9.2.4 卫星电视地面接收系统	245
9.3 卫星模拟电视接收机	246
9.3.1 卫星模拟电视接收机的工作原理	246
9.3.2 卫星模拟电视接收机的特性	246
9.3.3 与卫星接收机连接的天线自动控制装置	247
9.4 卫星数字电视传输系统及 IRD	247
9.4.1 卫星数字电视传送	248
9.4.2 卫星数字电视接收	248
9.5 卫星广播电视“村村通”系统	249
9.5.1 “村村通”卫星电视直播原理	249
9.5.2 “村村通”卫星电视直播系统二期工程	250
9.6 卫星数字电视信号的接收方法	251
9.7 卫星声音广播	253
9.7.1 NICAM728 工作原理简述	255
9.7.2 40 路广播节目卫星传送方案	255
9.8 卫星电视技术的新发展	255

第十章 MMDS 传输方式

10.1 基本特点	257
10.2 系统组成	257
10.3 数字化传输	258
10.4 双向交互	259

第十一章 广播电视系统中的有条件接收技术

11.1 概述	260
11.2 有条件接收 (CA)	260
11.2.1 广播电视系统中 CAS 的特征	260
11.2.2 CAS 通常采用两类方法	261
11.2.3 扰频方式的加解扰过程	261
11.3 密钥数据的生成和保护	262
11.3.1 伪随机序列	262
11.3.2 密码学算法	263
11.3.3 密钥数据的管理和传送	264
11.4 数字信号传送加解扰处理技术	265
11.4.1 全数字传送系统中加解扰技术特性	265
11.4.2 视频压缩数据的加扰方式	267
11.4.3 节目特定信息 (Program Specific Information PSI)	268
11.5 欧洲 DVB 组织对数字电视 CAS 的研究成果	269
11.6 智能卡	270
11.6.1 智能卡的安全措施	273
11.6.2 智能卡的发放	274
11.6.3 DVB 系统的可分离条件接收组件	274
11.6.4 智能卡发展前景	275

第十二章 广播电视网络方案、产品与应用

◎ 宽带综合业务信息网络	276
◎ 用千兆位以太网技术构建广电宽带城域网	284
◎ 基于宽带 IP 机顶盒的社区网络应用及增值服务运营解决方案	290
◎ HFC 网络的 IP 电话	296
◎ 有线电视光纤同轴混合网 (HFC) 网络管理系统	301
◎ SkyCable 有线电视宽带增值业务系统	303
◎ 中国教育卫星宽带多媒体传输网络	308
◎ MHP 端到端解决方案	311
◎ 青岛有线电视网络建设	315

第一章 网络技术概论

1.1 通信网络

电话、电视和 Internet 都被认为是对人类最有影响的发明创造。电信网络、计算机或数据网络、广播电视（有线、卫星）网络这三种网络采用了适合它们所提供的信息业务类型的不同技术，并历经了各自的繁荣与发展。但是随着信息技术的进步，并受到经济因素的影响，在最近几年的时间里，信息产业逐步走向集中与融合，并导致了电话、计算机和广播电视网络的相互渗透。

展望未来的网络，它将提供包括从电话、交互式视频，到高速文件传输等多方面的业务。在网络技术的发展上，未来的网络中不会只有某种单一的网络技术，而是所有网络解决方案的结合。

1.1.1 通信网络的历史

1.1.1.1 电信网络

电信网络的主要业务是为用户提供语音传输服务，电信网络技术发展的关键变革在于把电路交换（CS, Circuit Switching）、数字化处理以及呼叫控制从语音传输链路中分离出来。

程控电子交换机是电信网络发展史上的重要革命之一。其中最重要的发展是将在交换机之间传输的话音信号采用数字信号。交换机将从电话端经过链路传输到交换机端的模拟信号转换成数字信号，以比特流进行交换和传送，同样可以将交换机之间传输的数字信号转换成模拟信号经链路传输到电话端。

交换机本身就是计算机，它使用公共信道信令（CCS, Common Channel Signaling）的数据网络来交换控制信息。交换机之间的“会话”提供了与人工网络中接线员相同的功能，因此 CCS 可以将呼叫控制功能从语音传输中分离出来。通过功能分离可方便地提供诸如呼叫等待、呼叫返回等新的业务功能。

在目前的电信网络中，在主干链路（连接交换机之间的链路）与接入链路（连接电话用户与交换机的链路）中传输的比特流被组织在数字信号（DS, Digital Signal）体系中，而链路本身称为数字载波系统。数字载波系统传输信道的基本单位是用于传输一路话音信号速率为 64kbps 的 DS-0 信道。大容量系统可以同时传输多路话音信号。

从八十年代开始，电信网络逐步采用同步光纤网络（SONET, Synchronous Optical Network）。在北美和日本，基本的 SONET 信道 STS-1 速率为 51.844Mbps，在欧洲地区，基本的 SONET 信道 STS-3 的速率为 155.520Mbps。这一体系又称为同步数字体系 SDH(Synchronous Digital Hierarchy)。

电信网络另外一个重要的变革是通过综合业务数字网（ISDN, Integrated Services Digital Network）将话音信号与数据信号集成在一起。ISDN 为用户提供由 2 条 B 信道和 1 条 D 信道组成的通路（均为数字信道），B 信道是双向或全双工的，传输速率为 64kbps。一条 B 信道可以完成一个电路交换连接、分组交换业务传送或者永久性数字连接。一条 D 信道可以完成 16kbps 的分组交换业务。通过 ISDN，用户可以将数字传输的手段直接扩展到用户端。ISDN 的主要业务包括计算机通信、高速传真、建筑物远程监控、可视图文与低比特率可视电话等。利用 ISDN 技术，电信网络就变成了一个能够在适当速率下传输不同类型信息的网络。

当然，未来电信网络的目标，是能够提供高速接入业务的宽带综合业务数字网（BISDN, Broadband Integrated Services Digital Network）。

1.1.1.2 计算机网络

计算机数据网络以计算机为工具提供文件传送、电子邮件等以信息交换和资源共享为基础的业务。计算机网络使用的关键技术是采用将信息数据打包封装的分组交换技术 (PS, Packet Switching) 以及控制数据信息包传送的协议体系。

早期的计算机相互通信, 计算机之间或者终端与主机之间使用串行链路连接, 即通过调制解调器 (Modem) 将数字信号转换成像语音信号一样的模拟信号来传输数据。在接收端, Modem 将接收到的模拟信号转换成数字信号, 这样两台计算机使用兼容的 Modem 就可以通过电话网进行通信。

在串行链路上的通信使用的标准是 RS-232-C (1969 年), 这个标准是为计算机设备的串行端口制订的物理标准。串行传输是一次传输一个字符, 计算机设备将每个字符进行 7 位编码, 并添加一位奇偶校验位以检查是否出错。连续传输的字符在时间上是分隔传输的。当接收端检测到一个新字符开始传输, 它就启动时钟以便定时接收后续位。早期的 Modem 传输速率一般为 300bps~28800bps。

为了增加传输速率与传输链路的有效距离, 在 70 年代制订了同步数据链路控制 (SDLC, Synchronous Data Link Control) 协议。SDLC 协议制订的主要目标是避免在 RS-232-C 中由于连续字符间的时间间隔而造成的时间浪费。为了减少时间的浪费, SDLC 标准将许多比特组成包 (Packet), 每个包由一串按顺序排列的比特组成, 开头是称为“报头”的特定比特位, 结尾是称为“报尾”的特定比特位。每一个包中所包含的比特数可以是固定的, 也可以是变化的。

接收端通过每个数据包报头中含有的前导码以及数据中有关时钟信息的自同步编码来与发送端保持同步。同时, SDLC 使用更为有效的循环冗余校验码来进行差错校验。

当多台计算机组成网络时, 使用存储转发的分组交换 (Store-and Forward Packet Switching) 机制互相通信。

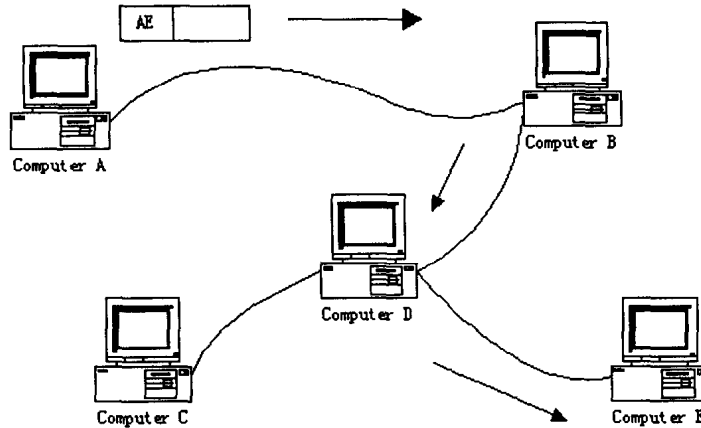


图 1-1 存储转发的分组交换

图 1-1 中计算机之间是通过点到点链路连接的, 计算机 A 与计算机 E 并不直接相连。为了发送一个分组到计算机 E, 计算机 A 将源地址 A 与目的地址 E 写入数据包报头, 然后将数据包发送给计算机 B。当 B 接收到从 A 发送来的数据包后, 读取报头中的目的地址, 并将数据包转发给 D。当 D 接收到从 A 发送来的数据包后, 读取报头中的目的地址, 再将数据包转发给 E。在这个过程中, 当一个节点接收到数据包后, 它总是先存储该数据包, 然后检查路由表并根据需要转发该分组到下一个节点。因此, 这种交换方法被称为“存储转发”。

当计算机采用存储转发分组交换时, 只有在它发送数据包时才使用预订的链路。这样, 同样的链路可以有效地用于大量的数据包传输。这种在传输中共享一条线路的方法叫做统计时分多路复用。统计时分多路复用是相对于电路交换而言的, 电路交换在通话期间即使传输是不连续的, 也要保持该线路连接。

在 1969 年, 美国国防部高级研究计划局 (ARPA, Advanced Research Project Agency) 资助了一个项目, 该项目通过使用点到点的线路建立一个分组交换计算机网络, 这个网络称为 ARPANET, 它为早期网络研究提供了一个平台。ARPA 制订了一套协议, 指明了单个计算机如何通过网络进行通信。这就是后来的 TCP/IP 协议。

当网络逐渐发展到可以包括其他类型的链路和设备的时候, ARPA 将 TCP/IP 进行了改造, 使它能够适应新技术的需要。随着 TCP/IP 的发展, ARPANET 的规模也在扩大, 今天它已经成为网际互连的主干, 这就是 Internet。据统计, 直到 1983 年, Internet 还只连接了 500 台主机。但到了 1996 年, Internet 已经连接了超过 1300 万台主机, 并且有超过 7000 万人使用它, 连接了 180 个国家和地区。在 2000 年, 它连接的网络超过了 100 万个, 主机数量超过 1 亿台, 使用人数达到 10 亿。

作为 Internet 核心的 TCP/IP 协议主要特性包括:

- (1) 用来传输比特流的物理网络
- (2) 以通用的格式与编址方案将数据封装成数据包并进行存储转发
- (3) 各种应用的数据打包传输与底层的物理网络无关

这种分层体系结构后来在 ISO 定义的开放系统互连 (OSI, Open System Interconnection) 参考模型中进行了详细说明, 并且变得更加完善。

Xerox 公司的 Palo Alto 研究中心在 70 年代发明了一种用于局域网内相邻计算机互连的网络技术, 这种技术主要是采用带有冲突检测的载波侦听多路访问 (CSMA/CD) 方法。这就是成为 80 年代主要的局域网技术——以太网 (Ethernet)。

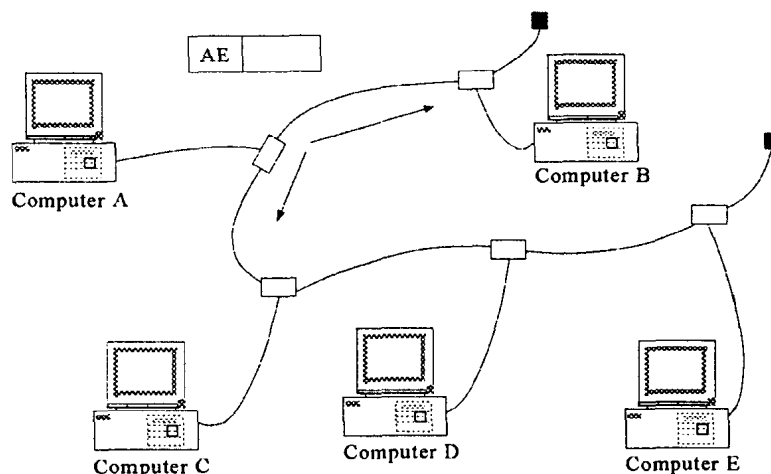


图 1-2 以太网

在以太网中, 计算机通过一种接口连接到公用的同轴电缆上, 从而多个计算机共享一个传输介质。这意味着在共享介质上的某一瞬间只能有一个传输发生。于是允许多个通信的唯一方法是在不同的计算机之间采用分时共享媒体, 即时分多路复用技术。当计算机 A 想要发送一个数据包到计算机 E 时, 就把源地址 A 与目的地址 E 写入数据包的报头中, 然后把分组传输到公用的电缆上。所有的计算机都能读到该数据包, 但只有地址与数据包中的目的地址相同的计算机才可以利用该数据包 (图 1-2)。最初的以太网传输速率为 10Mbps, 现在 100Mbps 的快速以太网已经普及, 传输速率为 1000Mbps (1Gbps) 的千兆位以太网 (Gigabit Ethernet) 也已经投入使用。

以太网的下一个目标是传输速率为 10Gbps 的高速以太网技术, 其标准当前正在讨论制定, 预计将于 2002 年出台。与千兆以太网技术相比, 10G 以太网的速度更快 (10 千兆比特/秒), 距离更远 (最远为 40 公里), 此外还有几个因素也使该标准受到欢迎, 这些因素中最为重要的是 10G 以太网为局域网和广域网提供了统一的解决方案。在广域网环境下, 以太网技术的简单性、低成本和易用性有着很大的诱惑力。出于同样的原因使以太网成为最广泛使用的局域网。

10G 以太广域网标准使用了 SONET/SDH 以及兼容的物理层组帧技术来补充 IEEE802.3 媒体访问控制 (MAC) 组帧技术。这样, 就可以与广域网中基于 SONET/SDH 的时分复用底层结构实现完美的统一。因此, 不需要在数据包多封装类型之间添加封装层和转换层。

由于 10G 以太广域网物理层 (PHY) 中数据帧的大部分字段是常量, 因此不需要像 SONET/SDH 那样进行那么多的处理。与 SONET/SDH 上数据包传输相比, 可在 10G 以太网上进行更有效的 IP 传输。10G 以太网标准使广域网环境具有了相对简单的第二层交换能力。因为全双工是 10G 以太网唯一支持的模式, 所以无需冲突检测和载波侦听多路访问技术 (CSMA/CD)。IEEE 802.1Q 标准的使用将虚拟局域网的可扩展性融入到了广域网中, 可在虚拟广域网上实现透明的局域网业务。

在 90 年代, 使用异步转移模式 (ATM, Asynchronous Transfer Mode) 的网络技术日渐受到重视, 在 ATM 网络中, 计算机可以使用典型的 155Mbps 或 622Mbps 的传输速率来传输由 53 个字节 (一个字节=8 比特) 组成的数据包。这些固定长度的数据包称为信元 (Cell)。它可以被 ATM 交换机以更快的速率进行转送。

如果使用合适的控制软件, 可以将更多的 ATM 交换机连接到网络中, 这样就可以组成更大规模的 ATM 网络。而且, ATM 交换机之间可以使用长距离的光纤连接。利用这种技术, 电信公司可以建立世界范围的网络。在 ATM 网络中, 如同电话连接一样, 数据从源节点到目的节点的传输要经过固定的路由。与电话网络不同的是, ATM 网络并不为每个连接分配固定的带宽。为了满足要求低误码率与低延时的信息传输, ATM 网络动态地分配带宽。因此, 这项技术非常适合于构造大规模的综合业务网络。

目前, 计算机网络通讯技术也发生着极为迅速地变化。计算机网络的目标也是建造能够提供综合业务的宽带数字网络。其中一种解决方案是用 SDH 来传输 ATM 信元, 宽带综合业务网络就可以像 ATM 网一样运行。这种方案在几年之前还被认为是宽带数字通讯网络的基本技术, 但是在最近受到了宽带分组交换网络 (宽带 IP 网络) 的挑战。

宽带 IP 网络的技术特点是把 IP 数据包通过密集波分复用技术 (DWDM, Dense Wavelength Division Multiplexing) 直接加载到光纤上, 摆脱在光纤上先 SDH 再 ATM 的方法, 直接完成网络中第二层、第三层、第四层甚至更高层的数据包转发, 这将显著的提高带宽利用率, 减少时延。线速路由器只要打开每个 IP 包的报头, 如发现需要交换就在第二层进行, 如需要路由就在第三层, 如需要完成多点广播或防火墙等功能就在第四层完成。这样大大的提高了数据包的转发速度。

1.1.1.3 有线电视网络

目前, 我国已经建成世界上最大的有线电视网络。覆盖了全国 50% 面积、70% 的城市, 网络总长 300 万公里, 用户数已达 9000 万, 全国有 3 亿多人可以看到有线电视, 并以每年 500 万户以上的速度增长。随着光纤技术、数字压缩技术的发展, 有线电视网向具有双向功能、交互、包括电视业务、话音业务和数据业务在内的综合业务网发展是必然趋势。

有线电视网络采用频分多路复用技术, 我国模拟电视的制式为 PAL D/K, 频道带宽是 8MHz。有线电视信号通过由同轴电缆构成的树枝型分配网络传输, 并且使用带宽放大器来补偿信号的衰减。电视频道的数量受到同轴电缆带宽的限制。有线电视网络中的用户接入分支数受到噪声功率的限制, 随着噪声功率的增大, 需要使用更多的放大器来补偿在传输中信号功率的损失。

在有线电视网络中, 将光纤应用到电视信号远距离传输中, 从而构成光纤同轴混合网络 (HFC, Hybrid Fiber Coaxial), 这被视为有线电视网络结构的一次革命, 传统的以同轴电缆为基础的有线电视网所具有的树枝状拓扑结构, 扩展成星树或者环树混合结构。现在世界各国的有线电视经营者都正在把原来的同轴电缆网逐步改造成为 HFC 网。由于我们国家有线电视起步较晚, 很多电视台开始建立的就是 HFC 网络系统。

在光纤中, 信号的衰减比在同轴电缆中小, 这样不必使用放大器就可以将信号传输到更远的地方。当前大多数 HFC 网络中光纤所传输的信号仍然是模拟的。信号从不同点进入同轴电缆网络, 在这些点将光信号转换成电信