

现代通信网络技术 分层结构及其协议

徐 岩 司徒国强 编著

兰州大学出版社

现代通信网络技术分层结构及其协议

徐 岩 司徒国强 编著

兰州大学出版社

内 容 简 介

本书共分十三章,从通信网基础知识开始,系统、全面的概述和介绍了当今现代通信网技术发展过程中的相关重要内容。本书从 OSI 分层模型概念的角度出发对各种最新通信网络技术的物理概念、拓朴结构、层次协议、业务流量控制、信息管理库等诸多方面的模型、协议进行了详尽地分析和探讨,尽量避免繁琐的数学公式,同时又结合了新技术的实际应用。本书可供从事通信和通信网络的管理、运行维护及研究开发工作的人员阅读参考,也可作为相关专业本科高年级及研究生的教学参考用书。

现代通信网络技术分层结构及其协议

徐 岩 司徒国强 编著

兰州大学出版社出版发行

兰州市天水路 308 号 电话:8617156 邮编:730000

E-mail: press@onbook.com.cn

<http://www.onbook.com.cn>

兰州铁道学院印刷厂印刷

开本:787×1096 1/16 印张:23.75

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

字数:573 千字 印数:1~1000 册

ISBN7-311-01901-x/T·83 定价:36.00 元

前 言

近年来,随着电信业务的迅速发展,各种电信新技术不断出现,极大地推动了现有通信网络 and 技术的革新,以及新网络的组建和新业务的开发。20 世纪 90 年代,Internet 的热潮席卷全球,让人们看到了信息时代的曙光,互联网协议 TCP/IP 因此而受到人们的青睐。ATM、BISDN、SDH/SONET、用户高速接入技术等都给通信协议、交换和传输方面带来了巨大影响,CDMA 技术在无线网络中的逐步应用,赋予了世界电信业巨大的动力和新的希望。

在世界电信业突飞猛进、各种新技术层出不穷的时代,我们急需了解有关电信技术方面的各种协议、标准等信息,以把握发展动态,紧跟时代潮流。本书以丰富的内容、通俗的语言和详尽的实例,比较全面地介绍了电信业和计算机业的各项新技术,使读者能够对世界电信业的发展历程、发展现状和发展趋势有一个清晰的认识,并有助于增进读者对电信技术中各种概念的理解,本书内容包括:

- 通信网技术概述;
- 现代通信基础技术综述;
- 快速及交换以太网;
- 帧中继;
- 城域网 MAN 及交换型多兆比数据业务 SMDS;
- 异步转移模式 ATM;
- 数字同步光纤网 SONET/同步数字体系 SDH;
- 宽带信令网及 IP 宽带网;
- 用户接入网;
- 智能网;
- 移动通信技术;
- 网络管理 TMN;
- 互联网协议第 6 版 IPv6。

本书的宗旨是对当今电信网中所用到的各种技术作一全面概述,虽然有些技术也许陈旧,但它们正被用于建造下一代的通信网络,而且通信业界的有关人士正努力学习这方面的知识。七号信令系统 SS7 就是一个很好的例子,SS7 开发于上世纪末,现已成为电信业关注的热点。它还是世界各大电话公司正在竭力构建的智能网的核心。因此,正是这些技术将支撑未来的通信网络。

由于内容的多样性,对编者来说本书的编写是一项艰巨的任务。由于通信技术的变化日新月异,要在多个通信领域都紧跟时代潮流这本身就是一个挑战。我们希望作为学习新技术的参考书和教科书,这本书能对相关人士有所帮助。编者在本书的编写过程中受到了很多启发,希望它们对你也有所启发。

本书的第四、六、七、八、十、十一、十二、十三章由徐岩编写;第一、二、三、五、九章由司徒国强编写。由于编者水平有限,书中不当之处,恳请读者朋友批评指正。最后,我们对在本书编写过程中各方面给予巨大帮助的兰州铁道学院信息与电气工程学院教授党建武博士表示衷心感谢。

目 录

前言	
第一章 通信网技术概述	1
§ 1.1 通信网的概念和历史	1
1.1.1 通信网的组成和功能	1
1.1.2 通信网的发展历程	3
§ 1.2 计算机通信网及其参考模型	5
1.2.1 通用的计算机系统分类	5
1.2.2 计算机网络的类型	7
1.2.3 开放系统互连 OSI 参考模型	8
§ 1.3 现代通信网技术的发展与应用	12
1.3.1 现代通信网技术的实现目标	12
1.3.2 网络带宽与互连	13
1.3.3 现代通信网技术的分类	16
1.3.4 现代通信网技术的发展趋势和分层结构	17
第二章 现代通信基础技术综述	21
§ 2.1 基本概念	21
2.1.1 虚电路 VC	21
2.1.2 面向连接与无连接的系统	22
2.1.3 可变比特速率 VBR 和恒定比特速率 CBR	23
§ 2.2 流量控制和拥塞管理	24
2.2.1 流量控制	24
2.2.2 层间协议与协议数据单元 PDU	24
2.2.3 用户净负荷管理与寻址、路由选择方案	26
2.2.4 网络接口及会聚、分割、拼接操作	28
§ 2.3 通信网技术基础	29
2.3.1 分组交换数据接口 X.25	29
2.3.2 综合业务数字网 ISDN	31
2.3.3 七号信令系统 SS7	36
2.3.4 光纤分布式数据接口 FDDI	39
第三章 快速及交换以太网	42
§ 3.1 局域网概述	42
3.1.1 局域网的概念	42
3.1.2 局域网发展的历史	43
§ 3.2 交换以太网	44

3.2.1	交换以太网的结构	44
3.2.2	存储转发和直接式交换器	45
3.2.3	虚拟以太网	46
§ 3.3	快速以太网	46
3.3.1	100BASE-T 网	47
3.3.2	100VG-AnyLAN 网	48
第四章	帧中继 FR	50
§ 4.1	帧中继概述	50
4.1.1	帧中继的基本概念	50
4.1.2	帧中继的国际标准	53
4.1.3	帧中继的拓扑及分层结构	55
§ 4.2	帧中继协议	57
4.2.1	帧中继的核心功能及多路复用	57
4.2.2	帧中继的管理机制	62
§ 4.3	帧中继接口及其用户接入	68
4.3.1	帧中继的网络—网络接口 NNI	68
4.3.2	帧中继用户接入	71
§ 4.4	帧中继业务应用及管理信息库	73
4.4.1	帧中继的交换虚电路及多协议操作	73
4.4.2	帧中继的网络互连	74
4.4.3	帧中继的管理信息库 MIB	75
第五章	城域网 MAN 及交换型多兆比数据业务 SMDS	77
§ 5.1	城域网技术	77
5.1.1	城域网的概念及其结构	77
5.1.2	DQDB 的功能结构及协议	79
5.1.3	MAN 的封装操作及格式	82
5.1.4	MAN 的应用及发展策略	86
§ 5.2	交换型多兆比数据业务	87
5.2.1	SMDS 概述	87
5.2.2	SMDS 的协议规范和拥塞管理	89
5.2.3	SMDS 的管理操作及信息库	96
第六章	异步转移模式 ATM	98
§ 6.1	ATM 概述	98
6.1.1	ATM 的基本概念及拓扑结构	98
6.1.2	ATM 的分层模型及协议数据单元	102
§ 6.2	ATM 网络分层结构	107
6.2.1	ATM 物理层	107
6.2.2	ATM 层	110
6.2.3	ATM 适配层 AAL	113

6.2.4 ATM 用户层	122
§ 6.3 ATM 交换技术	123
6.3.1 ATM 交换的特点和功能	123
6.3.2 ATM 基本交换原理	124
6.3.3 ATM 交换结构	126
§ 6.4 ATM 网络的流量控制及信令连接规程	130
6.4.1 ATM 网络中的流量	130
6.4.2 ATM 网络中的流量控制	131
6.4.3 ATM 网络中的拥塞控制	134
6.4.4 ATM 网络的信令方式	137
6.4.5 ATM 信令适配 SAAL	138
6.4.6 用户网络接口 UNI 信令	140
6.4.7 UNI 信令的呼叫/连接控制规程	143
6.4.8 NNI 信令的体系结构及协议	145
6.4.9 NNI 信令的传递方式及呼叫/连接控制规程	148
6.4.10 ATM 网络上的 IP 协议	151
6.4.11 ATM 多协议标准 MPOA	153
§ 6.5 ATM 网络管理操作及管理信息库	156
6.5.1 ATM 网络管理的任务及其功能	156
6.5.2 ATM 网络管理协议	158
6.5.3 集成本地管理接口 ILMI	161
6.5.4 ATM 网络运行维护管理 OAM	162
6.5.5 ATM 管理信息库 MIB	167
第七章 数字同步光纤网 SONET/同步数字体系 SDH	169
§ 7.1 SONET/SDH 概述	169
7.1.1 SONET/SDH 的基本概念	169
7.1.2 与之相关联的标准	171
7.1.3 SONET/SDH 的典型拓扑及分层结构	172
§ 7.2 SONET/SDH 的帧结构	175
7.2.1 网络节点接口	175
7.2.2 同步数字体系的速率	175
7.2.3 同步数字体系的帧结构	176
§ 7.3 SONET/SDH 的同步复用和映射	177
7.3.1 映射复用结构	177
7.3.2 映射方法	178
7.3.3 复用方法和指针	179
7.3.4 开销功能	181
§ 7.4 SONET/SDH 的传送网结构和设备	185
7.4.1 SONET/SDH 网的分层和分割	185

7.4.2	SONET/SDH 设备	189
§ 7.5	SONET/SDH 的网管	197
7.5.1	SONET/SDH 网络管理系统	197
7.5.2	SONET/SDH 网管 ECC 协议栈及操作运行接口	204
第八章	宽带信令网及 IP 宽带网	208
§ 8.1	宽带信令网络	208
8.1.1	宽带信令网络概述	208
8.1.2	宽带信令标准	209
8.1.3	N-ISDN 和 B-ISDN	210
§ 8.2	宽带网络信令协议	214
8.2.1	信令协议	214
8.2.2	宽带网络信令协议及协议栈	215
§ 8.3	IP 宽带网	217
8.3.1	IP 宽带网的一般框架	217
8.3.2	IP 宽带网的分层协议模型	219
8.3.3	IP 宽带网和电信宽带网融合的体系结构	219
第九章	用户接入网	220
§ 9.1	用户接入网概述	220
9.1.1	用户接入网的基本概念	220
9.1.2	接入网定义和功能	221
9.1.3	接入结构	224
9.1.4	接入网拓扑结构	226
§ 9.2	接入技术	230
9.2.1	铜线接入技术	230
9.2.2	光纤接入技术	231
9.2.3	光纤同轴混合接入 HFC	232
9.2.4	无线接入技术	234
§ 9.3	光纤接入网系统结构	235
9.3.1	光纤接入网的特点及发展目标	236
9.3.2	光纤接入网的功能结构	236
9.3.3	光纤接入网的关键技术	242
§ 9.4	V5 接口和协议	250
9.4.1	V5 接口的基本概念	250
9.4.2	V5 接口的分层功能	251
9.4.3	V5 接口的网管	255
第十章	智能网	256
§ 10.1	智能网概述	256
10.1.1	智能网的产生和概念	256
10.1.2	智能网的演变及发展	258

10.1.3 与智能网相关的标准	260
§ 10.2 智能网的模型及其系统结构	261
10.2.1 智能网的概念模型	261
10.2.2 智能网的系统结构	265
10.2.3 智能网的基本呼叫状态模型	267
10.2.4 智能网业务举例	268
§ 10.3 智能网的应用协议 INAP	272
10.3.1 INAP 的作用和规程体系	272
10.3.2 SACF/MACF 规则	274
10.3.3 INAP 的操作和差错	275
10.3.4 INCS-1 的数据类型和 INAP 消息的传送	277
§ 10.4 智能网支持的新业务及发展趋势	279
10.4.1 智能网的业务范围	279
10.4.2 智能网的业务特征	280
10.4.3 智能网的发展趋势	280
第十一章 移动通信技术	282
§ 11.1 移动通信技术概述	282
11.1.1 移动通信系统的概念	282
11.1.2 与移动通信系统相关的标准	287
11.1.3 典型的蜂窝系统拓扑结构	288
§ 11.2 数字移动通信技术	289
11.2.1 数字移动通信技术概述	289
11.2.2 数字移动通信系统简介	291
11.2.3 移动通信系统的多址接入技术	294
11.2.4 基于数字蜂窝移动通信系统的信令协议	299
§ 11.3 数字无绳电话系统	307
11.3.1 CT-2 数字无绳电话系统	307
11.3.2 其它主要无绳电话系统	314
第十二章 网络管理 TMN	316
§ 12.1 TMN 概述	316
12.1.1 TMN 的基本概念	316
12.1.2 TMN 的物理结构和接口	319
12.1.3 TMN 的管理功能和管理模型	321
§ 12.2 TMN Q3 接口及其协议	323
12.2.1 Q3 接口的低层协议	325
12.2.2 Q3 接口的高层协议	328
§ 12.3 TMN 的管理信息模型	332
12.3.1 管理信息模型概述	332
12.3.2 被管对象及其特性	333

12.3.3 被管对象类及它们的继承关系.....	335
12.3.4 被管对象实例的包含关系和命名.....	336
12.3.5 管理信息库.....	337
§ 12.4 计算机互联网的管理.....	340
12.4.1 SNMP 协议	340
12.4.2 CMOT、SNMP 和 OSI 管理协议的比较	341
第十三章 互联网协议第 6 版 IPv6	343
§ 13.1 IPv6 概述	343
13.1.1 TCP/IP 的体系结构	343
13.1.2 IPv6 协议的特点	347
§ 13.2 IPv6 协议的数据报格式	350
13.2.1 IPv6 协议数据报的一般格式	350
13.2.2 IPv6 协议数据报的报头格式	352
§ 13.3 IPv6 的寻址方式	356
13.3.1 IPv4 的寻址方式	356
13.3.2 IP 地址角色变换	358
13.3.3 IPv6 的寻址操作	360
§ 13.4 IPv6 的控制协议 ICMPv6	364
13.4.1 ICMPv6	364
13.4.2 ICMPv6 消息	366
参考文献.....	369

第一章 通信网技术概述

本章着重论述当前通信网系统的基础结构,探讨与现代通信技术密切相关的主题。我们的目标是在克服现有技术不足的基础上,不断发展和完善新的通信技术,以满足未来用户对通信的需求。同时,作为后续章节的前奏,我们将对现代通信技术的发展和应用做一总体概述。

§ 1.1 通信网的概念和历史

1.1.1 通信网的组成和功能

现代社会已经跨入信息时代,人们的生活和工作都离不开信息的沟通——通信。众多的用户要想相互间通信,就必须靠由传输媒介组成的网络,来完成信息的传输和变换。早已存在于人们生活中的电话网,就是用传输介质接通交换机,形成传输和交换声音信息的通信网络。

一、通信网的概念

通信网是一个互连那些不同电信源和用来承载话务的设备的系统。网络由节点和链路构成。节点指交换局、中继线对或两者兼有。链路指电缆、终端设备等。业务量流经节点和链路。网内的信息影响通信网的设计,有三个因素:

- 大的地理区域内承载的业务量;
- 话务分配模式的不同;
- 在可以忽略的时延内交换信息的能力。

通信网是一个由无数需要与远端的其它用户通信的终端用户共享的公共资源。不是每一个用户都总在使用网络,所以共享这个重要的资源是合理的,共享使交换的概念成为可能。如果大网络里没有交换设备存在,那么一个具有 m 个点的网络,将会得到下面几点结果:

- 需要的链路数是 $m(m-1)/2$
- 需要的电话数是 $m(m-1)$

二、通信网的组成部分

集中交换把所有的链路和电话数减少至 m ,如图 1.1 所示。通信网由三个主要部分构成:

- 端设备或用户设备 CPE;
- 交换系统;
- 传输设备或链路。

1. 端设备或用户设备 端设备通常安置在用户处,其功能是发送和接收用户信息(话务),以及与网络交换控制信息通过网络实现呼叫和接入服务。信息被转变成电信号后被送

到对端,在那里被转换成它原来的形式。
CPE 设备可以是电话机、计算机终端或传真机等。

2. 交换系统 交换系统通常被称为节点,这些系统把在不同地点的传输设备互连起来,并在网内为通话安排路由。在一个典型的节点里,输入线的数目大于输出线的数目。多路复用的使用是因为在输入或接入端其效率非常低(通常低于 10%),采用多路复用,提高了中继设备的利用率。

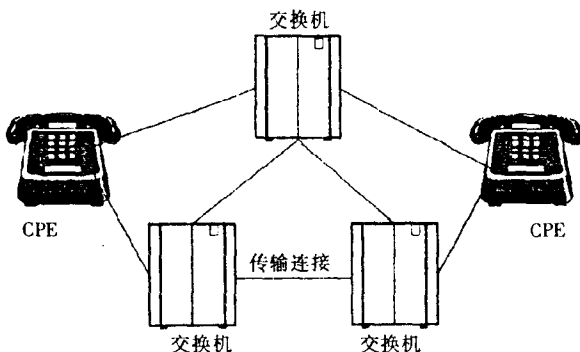


图 1.1 交换机、链路和 CPE 之间的连接关系

节点的功能,首先就是为信息提供交换场所,它是一个通信用的计算机,具有存储、转发功能;其次是选择路由,为各子网提供接口,实现信息收发,并保证必需的传输状态;再次是进行信息流控制。为避免信息拥挤和有效利用网络资源,节点之间必须实行流量控制。最后一个功能就是实施网络监视和管理。

3. 传输设备或链路 传输设备在网内的节点之间提供通信路径来承载用户话音和网络控制信息。通常,传输设备由媒体(如空气、铜线、同轴电缆或光纤等)以及在路径上安装的各种不同的电气设备组成。这种设备对信号进行放大,所以使用户信息能被载送更长一段距离而不损失其能量。由于在国家间甚至围绕全球铺设电缆涉及费用和时间,因此,建设通信网最难的部分就是铺设传输网。

除了这些硬件设备之外,为了保证网络能正确合理地运行,使用户间快速接续,并有效地相互交换信息,达到通信质量一致,运转可靠性和信息透明性等的要求,还必须有管理网络运行的软件(如标准、信令、协议)。在现代通信网中,协议 Protocol 已成为必不可少的支撑条件,它直接决定了网络的性能。

三、通信网的功能

通信网要完成的一个基本功能就是为网内通信双方提供接续的通信路径,使处于不同地理位置的终端用户可以相互通信。为此,网路必须具备以下几个具体功能:

1. 传送通道 网络发送节点与目的节点之间确实存在物理传输媒介(当然通常都要经过中间节点),为通信双方提供信息交换通路。

2. 协议交换 使具有不同字符、码型、格式、信令、协议、控制方法的终端用户能互相“听懂”对方。

3. 寻址 被传输的信息,应标明地址,使之具备寻址能力,能够正确到达目的地。

4. 路由选择 在始节点和目的节点间选择一条最佳通路。特别是当通信线路上的节点或链路出现故障或发生拥塞时,能提供迂回路由。

5. 终端用户和传输网络间的信息速率匹配 一般采用设置缓冲或进行输出分组流速率控制来解决。为输入信息提供缓冲,使之能够排队等待进行处理;为输出信息提供缓冲,直到其能经传输链路输出为止。为了使收端缓冲器不溢出或不经常等待发送信息,可采取输出分组流速率控制。

6. 差错控制 由数据链路控制单元提供误码检测或纠错,乃至要求发端重发。

7. 分组装拆 PAD 在发端,由 PAD 将用户数据进行分组;在收端,PAD 将发送出的带有编号的信息分组或包,按其原样组装成用户信息。

上述功能实际说明了两个终端用户通过一条完整有效接续通路(链路)进行通信的过程。毫无疑问,网中通信双方必须成双成对出现,当然也可以多方会谈,第三方参与。因此,这些具体功能也必然在一个通信系统中成对地在通信双方接续进程中显现,才能在任何时候,任何情况下,进行两两通信。所以说,不论网如何,而就其网的基本功能来说,这些成对显现在通信双方的功能,都处于同等地位上,或者说它们都处于同一对等层次(Peer Layer)上。这就是通信网分层结构基本概念的由来。

四、通信网的划分

在我们已经了解了通信网的基本组成部分后,就可以根据通信网的主要应用来划分通信网。用于话音通信的网络叫作电信网。用于在计算机之间进行数据通信的网络称为计算机通信网或数据通信网。这种划分不是说数据不能在电信网中传输,反之也一样。它只是说明某个网络是为了它的专门应用而设计的,并使其最优化,传输任何其它信息会使网络资源利用效率不高。

1.1.2 通信网的发展历程

一、历史回顾

自 1876 年贝尔发明了电话之后,直到今天电话业务(话音)一直是通信设施的主要业务。然而在最近的 25 年里,非话业务有了稳步增长,与此同时,为适应非话业务的需要,出现了一系列的新的通信技术。表 1.1 按时间顺序列出了通信网发展史中的部分重大事件。

表 1.1 通信历史上的部分重大事件

年份(年)	通信网发展史上的重大成就
1844	莫尔斯发送了最早的电报消息
1876	贝尔获得发明电话的专利权
1877	出现第一台家庭个人电话
1881	诞生第一条长途电路,从波士顿到普罗维登斯
1889	发明电话交换、拨号电话
1891	从英格兰到法国铺设海底电话电缆
1915	出现第一个洲际电话
1929	发明同轴电缆
1947	发明晶体管
1951	实现长途直接拨号
1956	铺设首条横穿大西洋往返电话电缆
1960	首次试验电子交换
1963	引入按键式业务
1965	首次提供对方付费电话业务
1970	发明激光
1976	安装第一个数字电子交换机
1977	建成第一个光波系统
1988	铺设第一条横穿大西洋光缆
1989	进行光纤到户的首次试验
1990	演示 2000km 无中继光放大器

上世纪 60 年代初始,采用数字传输和交换的电话网投入使用,一直延续到今天,现在全世界范围内运转着两种数字载波系统:

- T1 系统,24 个 64kbit/s 语音信道,速率为 1.544Mbit/s 的传输系统;
- E1 系统,30 个 64kbit/s 语音信道,速率为 2.048Mbit/s 的传输系统。

这就是最早的脉冲编码调制 PCM 时分通信系统。它将模拟信号进行 8000Hz 的抽样,并编成 8bit 码,变时间连续信息为不连续的脉冲序列信号,传输后,再复原成本来的模拟信号。

上世纪 60 年代后期,随着工业自动控制的发展,以及计算机的出现和发展,人们开始将计算机通过通信线路连接起来,组成一个系统网,以便进行集中调度和资源共享。之后,由于业务项目增加,以及要求能够对信息进行存储、交换和处理,于是开始使用微处理机或小型计算机来完成这些复杂功能。同时,计算机也成了终端用户,因此,就形成了一个综合通信和计算机两大技术的计算机通信网。

二、现代通信的特征

随着社会的进一步现代化,100 年前发明的模拟有线电话电报独占天下的时代已结束,当今通信已出现了如下几个新特征:

1. 信源多样化 语音、电报、传真、电视、计算机数据,以及其它各种数据的多信息形式出现在通信中,乃至要求其能同时被传输使用。

2. 传输手段多样化 电缆、光缆、移动无线电、卫星、微波中继等传输手段,各显神通,各展其长。

3. 计算机的广泛使用 计算机技术的高度发展,使其应用遍及通信各个方面。通信、广播、信号处理、控制、管理等领域,计算机无不存在,加之信息的普遍数字化,传输速率的提高,并要求能够进行存储、交换和处理,这些都要依靠计算机技术才能得以实现。

4. 通信业务量激增,通信质量要求愈来愈高 一方面,人们生活水平的提高,导致对通信的数量和质量要求都有很大的提高;另一方面,由于跨入新纪元的大门,传统的工业社会逐渐过渡到了信息时代,使得超过半数的劳动者能在办公室或者在高度自动化的工厂内进行工作,随时都要涉及到信息的运用和处理。

这一切都显示出对通信的需求与日俱增,整个社会都想尽快取得有效信息。因为能否获得快速、高质的有效信息,将是事业成败的关键。

三、通信网发展的几个阶段

1. 语音传输是最普遍的通信形式 为传送语音发展起来的电话网已遍布全世界,覆盖了地球的每一个角落,并且在迅速地向数字程控化发展。对现有的模拟电话网进行改造,主要是提高语音质量,降低设备与管理成本,增加新业务,以逐步向综合数字网 IDN 过渡。预测表明,语音通信仍将是通信网中一种最繁忙的业务。

2. 数据通信网 尤其是符合 ITU-T(原 CCITT)X.25 通信协议的分组交换网,获得了长足发展。

3. 移动通信网 它是未来个人通信的基础。大力开发数字移动网,其中包括网内移动用户的定位和跟踪等网络管理技术迫在眉睫,极高频段数字移动通信系统将是今后的发展方向。

4. 图像通信网 除传统的传真 FAX 业务外,可视图文 Videotax 业务也在逐渐普及,用

以向人们提供电子购物、新闻检索、经济信息等服务;可视电话与会议电视等交互型视频通信业务,亦在逐步进入人们的生活和工作,由于它提供了贴近人们真实生活的服务,加之它可以大大节省经费和时间,提高了工作效率,预期在逐步降低价格之后,会大受人们欢迎。已经逐步普及到家庭的有线电视 CATV,不仅已是当前广播电视的重要手段,而且可以肯定地说,CATV 是即将实施的“信息高速公路”的低层用户子网,可将高速数字信息经由 CATV 网直接入户,其前景非常好。

5. 综合业务数字网 如若将声音、图像、数据等多种业务综合运用,实现在一个综合业务的统一网内进行通信,这是一种理想的通信网,这样的网叫做综合业务数字网 ISDN(Integrated Service Digital Network)。毫无疑问,这种通信网不仅技术先进,而且经济效益显著,行政管理优越。早在上世纪 70 年代开始,就萌发了这一思想,让用户只需提出一次申请,用一条用户线和一个号码,就可将多个不同业务的终端连入网内,按照统一规程进行通信。只要设置和现有各种通信网接续的数字用户交换机和标准的或非标准的 ISDN 用户(TE1, TE2)——网络接口,用户即可进行通信。

当然,在一个统一的网内进行综合业务传输过程的实现,是以信号数字化为前提的。即欲在统一网内传输的各种不同信号,必须先进行变换和处理成综合的统一数字信息。因此实现网络综合化的基础是数字交换和传输。

上世纪 80 年代,几个发达国家开发了自己的 ISDN 实验网,并且继续应用提出的 ISDN I 系列建议标准实施商用 ISDN。现在已经能够提供一次群速率为 1.5Mbit/s 或 2Mbit/s 的用户网络接口,还能传送会议电视图像信息,并开始了美、日、英等国的 ISDN 互联。

下一步的任务,就是实现宽带综合业务数字网 B-ISDN。它将采用光缆作为传输媒质,提供全球范围的活动图像、高速数据等高级业务。这就使传递信息的方法得到完全更新,通信将会变得更快更有效。可视化、个人化和智能化是通信网发展的总趋势。异步转移模式 ATM、用户信息高级处理——媒体变换、自动翻译,以及高级接续都将应用于未来通信网中,其中有的技术(如 ATM)现在已经在实施。以光交换为主体的更深一层的网络技术的研究也已经启动。

要达到上述最终目的,尚须做许多工作。从总体考虑,一般分三步走。

- (1)建立统一的数字电话网;
- (2)建立窄带的综合业务数字网 N-ISDN;
- (3)建立宽带的综合业务数字网 B-ISDN。

在完成前两步后,就可逐步建立起一个局部或一个国家的宽带网,然后再互连成全球网。

§ 1.2 计算机通信网及其参考模型

1.2.1 通用的计算机系统分类

计算机系统按照在它内部的数据和资源的共享方式可分为三类。

一、分时共享计算机系统

在上世纪 50 年代以前,通信对计算机的要求是批处理和小规模的。大量的数据和大型计算机昂贵的价格使人们不得不采取折衷方案,既要使用计算机又不能独自一人使用它。处理器与其外围设备经过输入/输出(I/O)设备在短距离以很低的速率进行通信。用户需要通过一个终端接入计算机,终端完全不具备处理能力,只是作为一台输入输出的设备使用,它只有一个键盘、显示器和一些通信的硬件,而没有处理芯片,因此又常称这些终端为“哑”终端,如图 1.2 所示。

二、集中式计算机系统

在集中式计算机环境中,主机系统或处理器仅次于中心,所有远端计算机都直接通过链路为中心相连。所有的信息,如整个的数据库,都存储在中心系统中。集中式计算机系统几乎完全依赖于一台大型的中心计算机的处理能力,这台中心机称为主机(Host 或 Mainframe)。和它相连的终端(用户设备)具有各不相同的智能程度,如图 1.3 所示。作为计算任务主角的主机,负责处理各终端发来的任务,并且完成诸如文件管理、安全管理、应用程序及通信等任务。这种系统在管理和控制方面性能很好,网络管理员的工作很轻松,但另一方面,随着用户的增加,每个用户分到的可用资源和能力不断下降。另外,如果主机出现故障,整个网络就会崩溃。

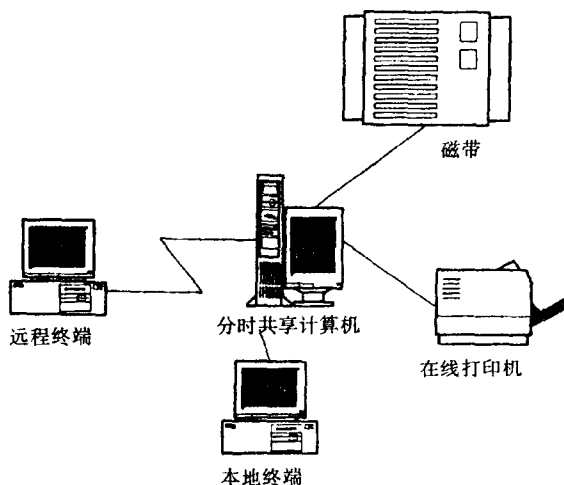


图 1.2 分时共享计算机系统

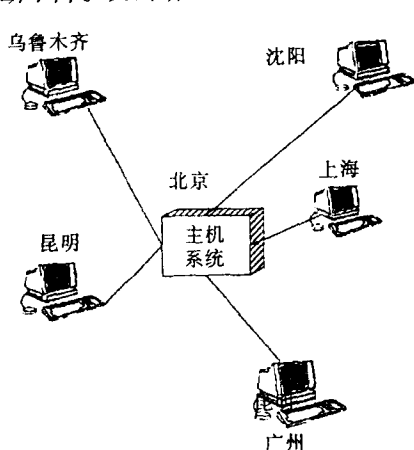


图 1.3 集中式计算机系统

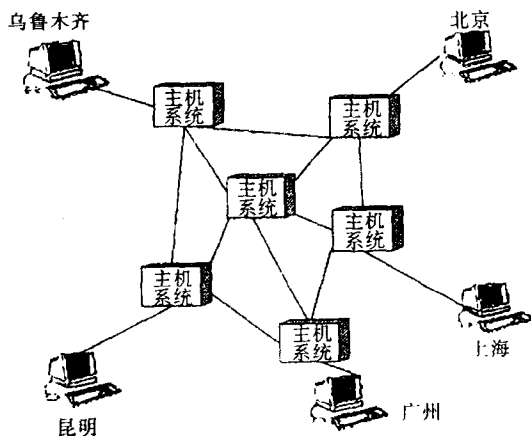


图 1.4 分布式计算系统

在主机带终端的结构中,主机提供了所有的数据存储和计算能力,而终端不过是一些输入/输出设备。虽然终端和主机之间也有电缆跨越楼层,但毕竟是由资源的共享,而不是距离的远近决定它是否称为网络。

三、分布式计算系统

随着集成电路 IC 技术和微处理器的发展,计算机的体积和价格都迅速降低,使得用户自己拥有一台个人计算机成为可能。这些个人机体积小,价格低廉,而性能和以前的大型主机不相上下。从前要拿到大型机上完成的任务现在只需在用户的个人机上就可以轻松完成了。从而个人机的强大计算能力导致了一种新的计算模式——分布式计算机系统的产生。与以前以话音为主的业务不同的是,从计算机而来的业务将在通信网中占重要地位。和集中式计算机系统正好相反,在分布式计算机系统环境中,处理器或主机分布在不同的地方,每个节点有数据库的完全的或部分的备份,用户从最近的处理器接入信息,它通过周期地更新其数据库的信息来暂时保持信息。主机处理的大多是其内部任务,大量的工作由智能的终端去完成。网络上所有计算机都有处理能力,每个新加入的用户都对网络处理能力的提高有贡献,可以使用网上多台计算机来完成一个共同的处理任务。如果某一台计算机脱离了网络(发生故障或是关机了),对网上其它的计算机不会有大的影响。如图 1.4 所示。

1.2.2 计算机网络的类型

计算机网络可以根据它们的地理覆盖来划分,它们分别是局域网 LAN、城域网 MAN、广域网 WAN、全球网 GAN。

一、局域网 LAN

局域网最典型的情况是用于一个相对小的区域内,例如在楼内、办公室内或校园里的计算机及 PC 机的互连。局域网典型的运行速率范围是从 10Mbit/s 到 100Mbit/s,在长达 5km 或 10km 的距离上连接几百个设备。LAN 受人欢迎的原因是它允许很多用户来分享短缺的资源(例如主机、文件服务器、高速打印机和其它昂贵的设备)。图 1.5 示出了两种不同类型的 LAN 连接方式。一种是通过一条总线结构来连接,在这里物理媒体由与总线相连的用户共享。一个叫做载波侦听的协议——载波侦听多址接入/冲突检测(CSMA/CD)被用于这个网络中。另一种拓扑结构被称为环形拓扑结构,其中使用的是令牌环协议。在环状拓扑结构中,控制令牌的用户可在环内发送数据。

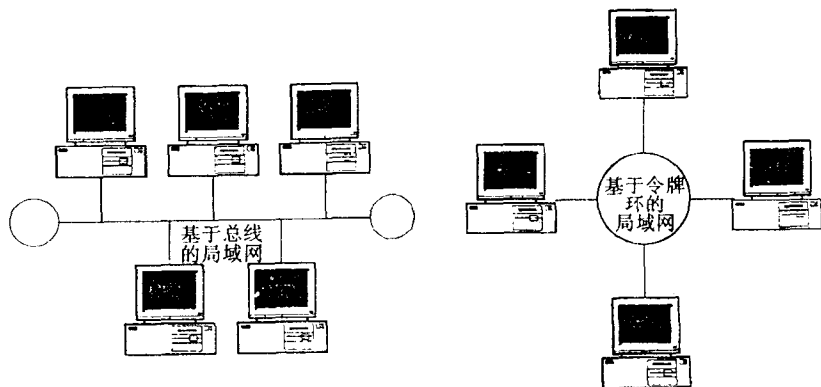


图 1.5 局域网实例

二、城域网 MAN

MAN 顾名思义是覆盖一个城市的网络。MAN 连接许多仅属于不同办公楼的 LAN。