

邮电高等学校教材

计 算 机 通 信

邓震垠 编

人 民 邮 电 出 版 社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书从通信的角度出发,以计算机广域网的通信子网为重点,全面、系统、深入地阐述了计算机通信的基本理论和应用技术、通信硬件和协议。介绍了近年来研究获得的理论与技术成果及发展方向。其内容包括:计算机通信概述,通信系统基本知识,数据通信,数据通信系统硬件,网络体系结构及协议,开放系统互连参考模型和ISDN概述。

本书可供高等学校的计算机通信、电信工程专业的师生以及相关的工程技术人员阅读与参考。

邮电高等学校教材

计算机通信

邓震垠 编

责任编辑: 向伟

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

人民邮电出版社河北印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本: 850×1168 1/32 1992年6月第 一 版
印张: 13 16/32页数: 216 1992年6月河北第1次印刷
字数: 352 千字 印数: 1—3 000 册

ISBN7-115-04660-3/G·156

定价: 4.35元

前 言

二十世纪后半叶科学技术飞速发展，信息技术领域的发展首当其冲。人类的生产活动和社会活动无不与信息的传输和处理有关，致使人们常常把社会的信息化作为时代特征来描述应用信息技术的广度和深度。

计算机通信是现代信息技术中的一个重要组成部分，它是传统的通信学科和现代的计算机学科不断发展并互相日益结合的产物。计算机通信技术广泛应用于数据采集、存储、处理、传送和各类系统的自动化控制中，对提高生产活动和社会活动的效率，促进社会信息化起着巨大的推动作用。现在，我国已经建立远程计算机通信网，计算机局域网络在我国的发展也很快。从事通信学科、计算机学科的师生和工程技术人员都需要了解计算机通信的理论与技术，因此本书的出版是有参考价值的。

本书着重从通信的角度阐述计算机通信的基本理论和应用技术。计算机通信的理论与技术的内容很丰富，鉴于已出版了一些有关计算机局域网和计算机通信网的设计和分析等方面的专著，为了避免内容庞杂，篇幅过多，本书没有涉及这些方面的内容，而是以通信子网为主较深入地阐述了计算机通信中的基本理论和技术、通信硬件和协议。全书共分十三章，前四章系统介绍了计算机通信的基础知识；随后八章详细论述了OSI参考模型和相关的国际标准协议，最后一章概述了ISDN。

在本书编写过程中得到了西安邮电学院计算机软件研究室、培训中心、院长办公室等单位的大力支持，王红蕾、张家理、马合焕和杨树梅等同志帮助编者打印文稿、绘制图表，付出了辛勤的劳

动，在此一并深表谢意。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有错误和缺点，恳请广大读者指正。

编者

1990年4月

目 录

第一章 计算机通信概述

1.1 计算机通信的发展过程	(1)
1.2 计算机通信网络的定义	(7)
1.3 计算机通信网络的拓扑构形	(8)
1.4 计算机通信网络的功能	(13)
1.5 计算机通信的硬件	(14)
1.5.1 终端	(14)
1.5.2 主机	(15)
1.5.3 通信控制处理机	(15)
1.5.4 集中器	(16)
1.5.5 调制解调器	(16)
1.5.6 通信线路	(17)

第二章 通信系统基本知识

2.1 引言	(18)
2.2 模拟通信系统	(21)
2.3 多路复用	(23)
2.3.1 频分多路复用	(23)
2.3.2 时分多路复用	(28)
2.4 模拟信号的数字传输	(28)
2.4.1 模拟信号的数字通信系统	(28)
2.4.2 脉冲编码调制	(29)
2.4.3 典型信号的传输速率	(32)
2.4.4 数字通信的优缺点	(33)

2.5 通信方式	(34)
2.5.1 单工通信	(34)
2.5.2 半双工通信	(35)
2.5.3 全双工通信	(35)
2.6 通信线路	(35)
2.6.1 通信线路与信道	(36)
2.6.2 电路类型	(36)
2.6.3 传输介质	(37)
2.7 通信质量指标	(40)
2.7.1 信号强度—电平、增益与衰减	(40)
2.7.2 频谱带宽	(42)
2.7.3 群时延	(43)
2.7.4 噪声	(43)
2.7.5 信噪比 S/N	(45)

第三章 数据通信

3.1 数据传输与数据通信	(46)
3.1.1 数据传输系统	(46)
3.1.2 数据通信系统	(47)
3.1.3 数据通信的过程	(49)
3.2 数据信息的传输	(50)
3.2.1 数据信息	(50)
3.2.2 通信代码	(51)
3.2.3 数字信息的传输	(59)
3.2.4 通信同步方式	(62)
3.2.5 串行传输和并行传输	(67)
3.3 数据传输信道	(68)
3.3.1 模拟信道和数字信道	(69)
3.3.2 传输信道的业务类型	(73)

3.3.3	传输信道的连接方式	(73)
3.4	数据交换方式	(76)
3.4.1	交换的概念	(76)
3.4.2	交换方式	(77)
3.5	差错控制	(85)
3.5.1	差错控制的基本方式	(86)
3.5.2	检错和纠错原理	(94)
3.5.3	几种常用的差错控制码	(94)
3.6	流量控制	(108)
3.6.1	通断法	(108)
3.6.2	窗口法	(108)
3.7	数据通信的有效性和可靠性	(111)
3.7.1	数据传输速率	(112)
3.7.2	传输速率和带宽	(114)
3.7.3	误码率	(117)
3.7.4	信道容量	(118)

第四章 数据通信系统的硬件设备

4.1	数据终端	(121)
4.2	调制解调器	(122)
4.2.1	三种基本调制方式	(123)
4.2.2	调制解调器分类	(125)
4.2.3	调制解调器与电话网的连接	(125)
4.2.4	异步FSK调制解调器	(127)
4.2.5	同步PSK调制解调器	(130)
4.2.6	格栅编码调制	(136)
4.3	多路复用器	(146)
4.3.1	频分多路复用器	(147)
4.3.2	时分多路复用器	(149)

4.3.3 动态多路复用器	(159)
4.4 通信控制处理设备	(166)
4.4.1 通信控制处理设备的功能	(167)
4.4.2 前端处理机	(171)
4.4.3 集中器	(172)
4.4.4 接口处理机	(172)
4.4.5 网间连接处理机	(173)
4.5 通信设备连接成广域网的基本结构	(174)

第五章 网络体系结构及协议

5.1 概述	(179)
5.2 开放系统互连参考模型 (OSI—RM)	(181)
5.2.1 OSI—RM的分层原则	(181)
5.2.2 协议、接口和信息传送过程	(182)
5.2.3 OSI—RM中各层功能的概述	(184)
5.3 X.25协议简述	(186)

第六章 物理层

6.1 模拟网的物理层协议	(191)
6.1.1 20mA回路电流接口	(192)
6.1.2 EIA RS-232C接口	(194)
6.1.3 EIA RS-449 DTE/DCE接口	(201)
6.1.4 CCITT V.24建议	(207)
6.1.5 几种模拟网物理层协议的比较	(215)
6.2 数字网的物理层协议	(216)
6.2.1 CCITT X.21建议	(216)
6.2.2 X.21bis	(225)
6.3 通用异步收发器	(227)
6.3.1 6402 UART	(228)

6.3.2 Intel 8251A USART.....	(231)
6.3.3 Mc 6850ACIA	(235)
6.3.4 UART-微处理器接口.....	(238)
6.3.5 软件 UARTs	(241)

第七章 数据链路层

7.1 概述	(244)
7.2 面向字符型协议: BSC 协议.....	(246)
7.2.1 BSC协议的控制字符.....	(247)
7.2.2 BSC协议的帧格式.....	(250)
7.2.3 BSC协议的操作	(255)
7.2.4 BSC协议中信息传输的透明性.....	(257)
7.2.5 实现BSC协议的 LSI.....	(258)
7.3 面向比特型协议: HDLC协议.....	(270)
7.3.1 协议类型.....	(272)
7.3.2 HDLC的帧结构.....	(274)
7.3.3 协议要素.....	(277)
7.3.4 协议操作.....	(282)
7.3.5 数据传输的透明性.....	(284)
7.3.6 差错控制.....	(284)
7.3.7 流量控制.....	(286)
7.3.8 实现HDLC协议的 LSI.....	(290)
7.4 X.25帧级协议.....	(292)
7.4.1 X.25帧级协议和HDLC协议的比较.....	(292)
7.4.2 X.25多链路协议 (MLP)	(293)
7.4.3 X.25的编址协议.....	(299)

第八章 网络层

8.1 分组交换的几个概念.....	(300)
--------------------	---------

8.1.1	分组多路复用方式	(301)
8.1.2	分组式终端与一般终端	(301)
8.1.3	物理信道与逻辑信道	(302)
8.1.4	虚拟电路	(302)
8.2	分组级协议	(304)
8.2.1	分组级协议的适用范围	(304)
8.2.2	报文分组格式	(305)
8.2.3	分组级协议的功能描述及描述符号	(309)
8.2.4	网络服务	(311)
8.2.5	分组级协议说明	(313)
8.3	终端接入: 数据的分组装拆设备 (PAD)	(325)
8.3.1	PAD在分组交换网中的地位和作用	(325)
8.3.2	PAD的协议	(326)
8.4	快速分组交换	(338)

第九章 传送层

9.1	传送层的用户服务	(341)
9.2	传送协议	(346)
9.2.1	连接建立阶段	(346)
9.2.2	数据传送阶段	(347)
9.2.3	连接终止阶段	(352)
9.3	网络服务	(353)
9.3.1	网络连接的建立	(353)
9.3.2	数据传送	(354)
9.3.3	网络连接的终止	(354)

第十章 会话层

10.1	会话层的用户服务	(358)
10.1.1	交互式管理	(362)

10.1.2	会话同步	(362)
10.1.3	异常报告	(364)
10.2	会话层内部协议	(365)
10.3	传送服务	(366)

第十一章 表示层

11.1	表示层的用户服务	(371)
11.2	表示层内部协议说明	(372)
11.3	数据加密及其标准	(372)
11.3.1	DES算法: 电码簿工作方式	(375)
11.3.2	DES算法: 链形工作方式	(378)
11.3.3	公开密钥	(379)
11.3.4	信息辨认	(380)
11.4	数据压缩	(381)

第十二章 应用层

12.1	应用层的基本概念和模型	(388)
12.2	虚拟终端协议	(390)
12.2.1	实终端的分类	(390)
12.2.2	虚拟终端协议的概念	(390)
12.2.3	基本类虚拟终端协议模型	(392)
12.2.4	基本类虚拟终端协议	(393)
12.3	消息处理系统 MHS	(395)
12.3.1	MHS的基本概念	(395)
12.3.2	MHS的标准化问题	(396)
12.3.3	MHS的功能模型	(398)
12.3.4	X.400系列协议的体系结构	(399)
12.4	查号系统 DS	(401)

第十三章 综合业务数字网概要

13.1 电信网的发展与演变.....	(403)
13.2 IDN 与 ISDN.....	(404)
13.3 ISDN的国际标准.....	(406)
13.4 ISDN的用户—网络接口.....	(407)
13.5 ISDN的信道结构类型.....	(410)
13.6 ISDN的业务范围.....	(411)
13.7 用户接口协议.....	(412)
主要参考资料.....	(416)

第一章 计算机通信概述

1.1 计算机通信的发展过程

二十世纪六十年代早期开始,计算机技术与数据通信技术不断渗透和结合,到八十年代早期发展成计算机通信。所谓“计算机通信”,乃是人一人之间的通信,是人们利用计算机通信网进行信息处理和传输。因此,计算机通信是计算机学科和通信学科自身不断发展并互相日益结合的产物,是数据通信发展的更高级阶段。它的形成经历着从低级到高级的演变过程,大体上可以分成五个阶段。

1. 具有通信功能的单机点一点系统

这是计算机和通信结合的雏形。六十年代初,计算机进入第二代,即计算机中的电子器件,由电子管更新为晶体管,硬件成本降低,功耗减小,可靠性提高,维护费用大大下降。工业、商业以及军事部门需要对分散在各地的数据进行集中处理,对于只能在计算中心使用计算机深感不方便。为了缩短空间距离和不受时间的限制,促使计算机系统采用通信技术。起初,设置在远地站点的终端(或称远程终端)和计算机不直接相连,而是通过通信线路连接到计算中心的接收、发送设备。远程终端和计算机之间传输数据需要人工转接。比如,远程终端要向计算机发送数据时,它先把数据发送到计算中心的接收设备,操作员把收到的数据输入到计算机中去处理,然后操作员将处理结果通过发送设备再送到远程终端去。我们把这种人工干预的操作过程叫做计算机的“脱机操作”。以后由于产生了通信接口,计算机操作系统的技术也有了进步,使计算机可以经过通信接口与终端直接相连,这时,终端和计算机之间的数据传输不需要操作员的转接,实现了“联机操作”,从而大大地促进了计

计算机系统和通信技术的结合和发展。

由于通信线路的一端接远程终端，另一端接计算机，所以叫点一点式，如图1.1所示。所用的通信线路可以是用户自己敷设的专线，也可以是向电信主管部门租用的专线。

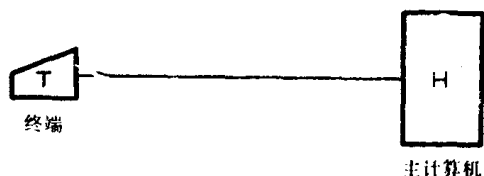


图 1.1 点一点式专线系统

2. 面向终端的计算机系统

面向终端的计算机系统是指多台远程终端通过通信线路与一台主计算机相连的系统，也叫终端—计算机系统。上述具有通信功能的单机点一点系统，是面向终端的计算机系统的一个特例。

在终端数量增多，距离变远的情况下，若每个终端都用专线与主计算机相连，投资费用太大，且线路利用率很低。因此出现了在一条通信线路上连接多个远程终端的一点一多点式，在一段时间内只允许一台终端使用通信线路。为了提高通信线路的利用率，降低通信成本，还可以在一些比较靠近低速终端的地方设置集中器或多路复用器。多个低速终端的低速数据流，经过低速通信线路接到集中器或多路复用器，汇总成高速数据流后用一条高速通信线路送到主计算机中去处理。从主计算机送往低速终端的数据则按相反方向传输，高速数据流经集中器或复用器分配到相关的低速终端。远程终端也可以利用电话电报公用交换网与主计算机相连。这时，终端通过拨号等方式建立通信信道，只在通信期间占用通信线路，从而提高了通信线路的复用率。这三种形式的系统都叫做面向终端的计算机系统，如图1.2所示，这种系统虽然还称不上计算机通信网络，但却是后者的组成部分。

3. 计算机通信网

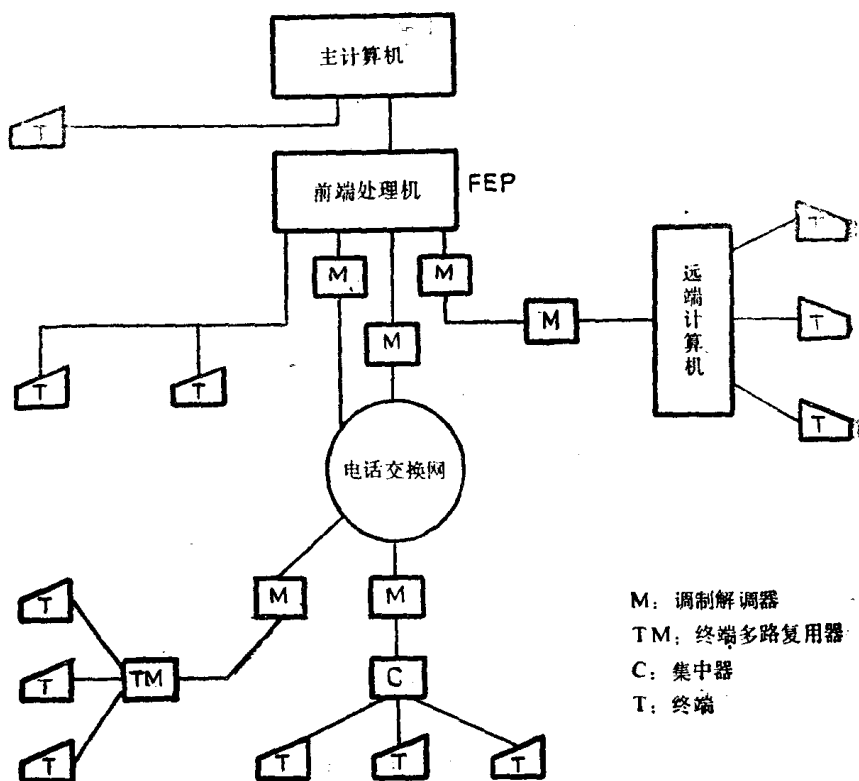


图 1.2 面向终端的计算机系统

随着计算机的大量使用，一些大型企业或军事部门通常有以多个计算中心为核心的面向终端网络分布在广大的地区内，它们除了完成各自本身的任务外，还需要彼此交换数据信息，共同完成一项大型作业，或者共享别的系统的软、硬件资源。这就产生了多个面向终端的计算机网络联接起来的要求。在地理上分散的各个主计算机之间采用较高传输速率的通信线路连接，如图1.3所示。这是计算机通信网的初步模型。也有人把这种系统叫做计算机—计算机系统，或者叫做面向计算机的计算机系统。

4. 通信子网

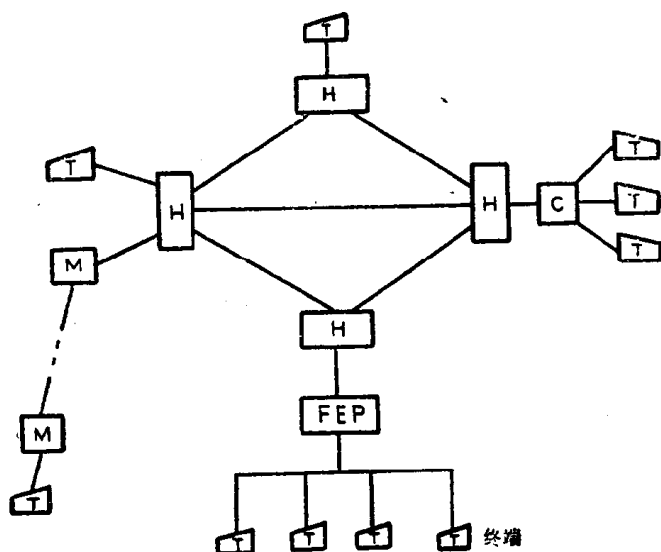


图 1.3 计算机通信网

当计算机之间通信范围扩大和业务量增加之后，对于图1.3所示的计算机通信网中的主计算机来说，既要承担数据处理工作，又要承担通信任务，负担太重。为此，设置一个小型计算机作为通信处理机，专门负责通信处理工作，而主机专门完成数据处理，如图1.4所示。由通信处理机构成的网络称为通信子网，而由主计算机和终端形成资源子网。前者为资源子网提供数据传输通路，后者则利用通信子网执行数据处理。通信子网是从通信的角度来定义的计算机通信网。

1968年美国国防部高级计划研究局建立的ARPA网是世界上较早出现的具有通信子网的远程计算机网络。它在1969年9月正式建网时只有四个结点机（IMP），如图1.5所示，到1976年时已发展到具有26个结点、100多台计算机的大型网络。它在地 理上不仅遍布美国大陆，而且通过卫星链路连接夏威夷及欧洲大陆。

5. 公用数据网

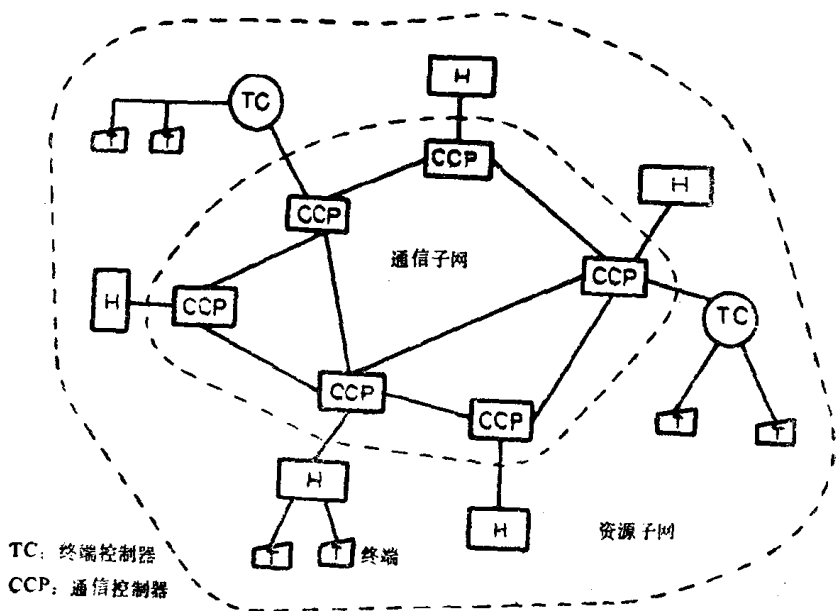


图 1.4 通信子网与资源子网

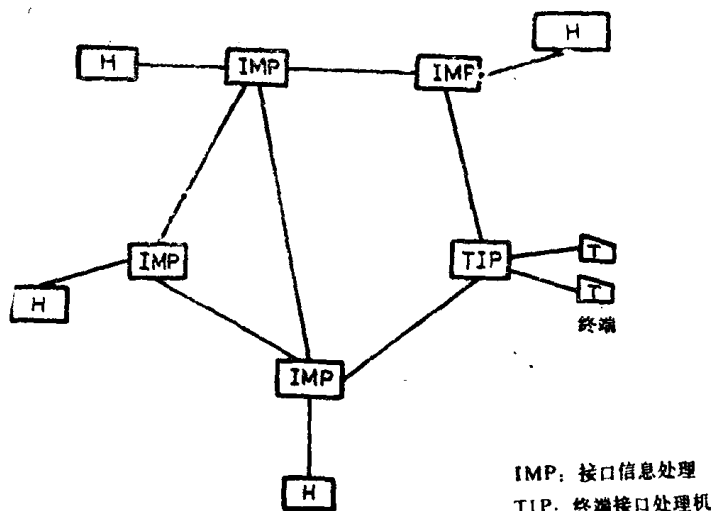


图 1.5 ARPA网的最初结构