

Network

计算机网络及 互连技术

刘勇 编著



人民邮电出版社



计算机网络及互连技术

刘 勇 编著

人民邮电出版社

JS106 / 2

内 容 提 要

本书专门介绍当前信息技术领域里发展最为活跃的计算机网络互连技术,内容重点放在 IP 网络技术上。书中内容主要包括:计算机网络概述、IP 与计算机通信网络、局域网及介质访问协议、网络互连技术、网络软件和网络管理、网络系统工程设计以及 ATM 网络互连与工程。本书内容新颖,叙述详细,系统性强,可供从事计算机通信以及网络技术的工程技术人员和管理人员阅读参考。

计算机网络及互连技术

◆ 编 著 刘 勇
责任编辑 王晓明

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16
印张:22
字数:549 千字 2000 年 6 月第 1 版
印数:5 001-8 000 册 2000 年 10 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-08526-9/TP·1632

定价:33.00 元

前 言

从 60 年代开始发展起来的计算机网络技术，到现在已有 30 余年的历史。随着计算机技术和通信技术的飞速发展，网络在现代社会中扮演着越来越重要的角色。

当前，在世界范围内，建设“信息高速公路”的热潮已经全面兴起，随着信息技术的发展，特别是随着业务量的持续增长、网络站点数的急速增加以及多媒体应用范围的不断扩大，对信息网络提出了更高的要求——网络的规模更大，速率更高。同时，信息高速公路的兴建也促使了局域网、广域网以及各种网络互连技术的飞速发展。目前，我国也在积极建设国家高速信息网。从 1993 年开始相继进行了“金桥”、“金关”、“金卡”、“绿卡”及 CHINANET 等一系列信息网络工程的建设。在这种形势下，计算机网络及互连技术的重要性是不言而喻的，它已经成为从事计算机和通信领域里研究、开发及应用方面的技术人员必须掌握的重要知识。

计算机网络及互连技术涉及的技术内容较为广泛，为了便于读者学习和使用，本书首先以国际标准化组织提出的开放系统互连参考模型为线索，对计算机网络的工作原理、体系结构、协议标准以及实用技术进行全面介绍，并对目前 IP 新的标准和传输进行了详细的论述；然后阐述了局域网及媒体访问技术，并对网络互连所采用的桥接技术、路由技术以及互连协议和 Internet 网关协议进行了归纳和总结；另外，还从网络系统集成角度，介绍了网络系统设计和组网所涉及的软硬件技术及设备产品；对当前的技术热点——ATM 网络互连与工程技术本书也进行了讨论。

本书的内容共分 7 章：第一章从整体上对现代计算机网络作了概括性介绍，并介绍了 ISO 开放系统互连的七层协议模型。第二章介绍了 IP 网络最新的发展，包括各类新的协议标准和应用。第三章的内容涉及局域网和介质访问协议，较为详细地描述了逻辑链路控制协议和以太网、10BASE-T、令牌总线网、令牌环网、FDDI，并介绍局域网的发展（宽带局域网、光纤局域网、高速局域网、无线局域网等）。第四章详细讨论网络互连的设备及互连协议。第五章论述了网络操作系统、网络数据库、网络管理和网络安全。第六章涉及网络系统工程设计的方法，详细论述用户系统和中继系统的组网，并介绍几个实际应用例子。第七章阐述 ATM 网络互连的接口技术、局域网仿真和 MPOA、宽带多媒体网络及介绍 ATM 网络工程的例子。

本书是作者以多年来在北京邮电大学培训中心讲授“计算机网络及互连技术”课程的讲稿为基础，结合参加系统集成研究开发工作经验而编写的。在编写本书的过程中，作者尽量避免涉及抽象的概念，把介绍重点放在具有实用价值的概念、原理、标准和最新的网络及网络工程技术上面，力争使本书成为一本对于从事网络工程的技术人员及网络维护人员有较大帮助的参考书。同时，也力争使本书还可作为大学计算机专业、电信工程专业及其它有关专业的研究生和本科生的教学参考书。

在本书编写过程中，得到了北京邮电大学培训中心的相关领导和同事们的大力支持，特别是郭志刚同志，对本书的编写和出版，均给予了作者非常大的帮助和鼓励。在此，作者谨向所有提供过帮助和支持的人表示深深的谢意。

由于作者水平有限，书中错误在所难免，诚挚地希望广大读者批评指正。

作者

2000年2月

目 录

第一章 计算机网络概述	1
1.1 现代计算机网络技术的特点	1
1.1.1 计算机网络技术发展概况	1
1.1.2 现代网络技术的特点	1
1.2 计算机网络的基本概念	3
1.2.1 计算机网络的定义	3
1.2.2 计算机网络的组成	4
1.2.3 计算机网络和拓扑结构及分类	5
1.2.4 计算机网络的功能及应用	6
1.3 网络体系结构与 ISO/OSI 参考模型	8
1.3.1 体系结构的概念	8
1.3.2 网络协议的概念	9
1.3.3 网络功能和协议层次化	9
1.3.4 各层中共同要解决的几个问题	11
1.3.5 ISO/OSI 参考模型	11
第二章 IP 与计算机通信网络	15
2.1 目前 Internet 网存在的问题和解决方案	15
2.1.1 Internet 网面临的问题	15
2.1.2 Internet 网改造的一些解决方案	16
2.2 Internet2 及其体系结构	19
2.2.1 Internet2 的总体结构	20
2.2.2 Internet2 的关键部分: Gigapop	22
2.2.3 Gigapop 实例	24
2.3 IPv4 的问题与新的 IPv6 协议	25
2.3.1 IPv4 的局限性和 IPv6 的优势	25
2.3.2 IPv6 协议	26
2.4 RTP/RTCP 和 RSVP 协议	36
2.4.1 RTP 协议	36
2.4.2 实时传输控制协议 RTCP	38
2.4.3 RSVP 资源预留协议	41
2.5 快速 IP 技术	44
2.5.1 网络控制方法类别	44
2.5.2 快速 IP 技术解决方案	48

2.6	IP 交换和标记交换	51
2.6.1	IP 交换技术	51
2.6.2	标记交换技术	59
2.6.3	标记交换与 IP 交换的比较	63
2.7	IP 的传输方式	65
2.7.1	基于 ATM 的 IP OVER ATM	65
2.7.2	基于 SDH 的 IP OVER SDH	72
2.7.3	基于 WDM 的 IP OVER WDM	79
2.8	IP 电话技术	87
2.8.1	Internet 与电话网	87
2.8.2	IP 电话的基本原理	90
2.8.3	IP 电话的产品和应用	93
附录	我国 IP 电话/传真技术体制	95
第三章	局域网及介质访问协议	111
3.1	局域网概论	111
3.1.1	局域网的主要技术特点	111
3.1.2	局域网的拓扑构型	111
3.1.3	局域网传输介质类型与特点	113
3.1.4	局域网的组成	114
3.1.5	局域网的介质访问控制方法分类	115
3.2	IEEE802.2 逻辑控制协议	116
3.2.1	无连接操作	117
3.2.2	应答的无连接操作	118
3.2.3	面向连接的操作	118
3.3	Ethernet 与 IEEE802.3	121
3.3.1	介质访问控制 MAC	121
3.3.2	介质访问控制的帧结构	122
3.3.3	介质访问的控制方法	123
3.3.4	物理层发信 (PLS) 和连接	124
3.4	令牌总线与 IEEE802.4	125
3.4.1	介质存取控制	125
3.4.2	令牌总线的帧格式	126
3.4.3	传输介质	128
3.5	IEEE802.5 令牌环接入方法	128
3.5.1	介质存取控制 (MAC)	128
3.5.2	介质存取控制帧结构	128
3.5.3	物理层和介质	130
3.6	光纤分布式数据口 (FDDI)	130

3.6.1 介质访问控制 (MAC)	131
3.6.2 MAC 服务	135
3.6.3 物理层规范	135
3.7 10BASE-T 网	137
3.7.1 10BASE-T 组网规则	138
3.7.2 10BASE-T 网络主要硬件设备	138
3.7.3 10BASE-T 特点	139
3.8 局域网发展	139
3.8.1 宽带局域网	139
3.8.2 光纤局域网	142
3.8.3 城域网 MAN	147
3.8.4 高速局域网	154
3.8.5 分组无线局域网	159
第四章 网络互连技术	165
4.1 网络互连基础	165
4.1.1 网络互连的好处	165
4.1.2 网络互连原理	165
4.2 网络互连设备	167
4.2.1 中继器	167
4.2.2 网桥	168
4.2.3 路由器	175
4.2.4 交换式互连设备	187
4.2.5 协议转换器	188
4.3 互联网与 TCP/IP	189
4.3.1 TCP/IP 协议分层	189
4.3.2 编址与命名	191
4.3.3 地址转换协议 ARP	195
4.3.4 逆向地址转换协议 RARP	198
4.3.5 IP 协议: 数据报路由选择	199
4.3.6 互联网控制报文协议 ICMP	201
4.3.7 串行线路接口协议 SLIP 和点到点的协议 PPP	207
4.3.8 传输控制协议 TCP	208
4.3.9 用户数据报协议 UDP	216
4.3.10 Internet 网关协议	218
4.4 路由器系统配置与管理	232
4.4.1 路由器命令模式	232
4.4.2 系统映像软件及配置文件加载	233
4.4.3 路由器系统配置	234

4.4.4 路由协议配置	235
4.4.5 路由器系统管理	236
第五章 网络软件和网络管理	239
5.1 网络管理	239
5.1.1 基本概念	239
5.1.2 网络管理的功能	240
5.1.3 网络管理的标准化	241
5.1.4 网络管理系统的构成	242
5.1.5 简单网络管理协议(SNMP)	244
5.1.6 网络安全	251
5.1.7 当前流行的几种典型的网管产品	257
5.2 网络软件	259
5.2.1 网络操作系统	259
5.2.2 客户机/服务器分布式计算模式	269
5.2.3 数据库技术	274
第六章 网络系统工程设计	277
6.1 网络设计基本概念	277
6.1.1 网络工程设计的一般方法	277
6.1.2 网络性能评价	279
6.2 网络系统设计	281
6.2.1 用户端系统网络协议	281
6.2.2 中继系统协议	285
6.2.3 网络拓扑结构	287
6.2.4 结构化布线	291
6.3 组网	294
6.3.1 用户端系统组网	294
6.3.2 中继系统组网	299
6.4 网络设计的应用	303
6.4.1 利用 Informix 数据库构建企业 Intranet	303
6.4.2 办公自动化网络系统实例	305
6.4.3 无线网络互连工程实例	308
6.4.4 校园网实例	310
第七章 ATM 网络互连与工程	313
7.1 概述	313
7.1.1 ATM 网络技术的特点	313
7.1.2 ATM 网络互连的基本结构	315

7.2	ATM 网络互连接口技术	318
7.2.1	SONET/SDH 接口	318
7.2.2	E3/DS-3 接口	319
7.2.3	4B/5B 与 8B/10B 接口	320
7.3	局域网仿真与 MPOA	321
7.3.1	局域网仿真	322
7.3.2	传统 IP-over-ATM	324
7.3.3	MPOA	325
7.4	IP 和 ATM 技术的结合——宽带多媒体网络	327
7.4.1	多媒体网功能模型	329
7.4.2	统一的 ATM 网络平台	329
7.5	ATM 网络工程	331
7.5.1	ATM 局域网络工程	331
7.5.2	ATM 城域网的基本结构与组成	333
7.5.3	ATM 广域网络工程	336
7.5.4	邮政综合计算机网	337

第一章 计算机网络概述

1.1 现代计算机网络技术的特点

1.1.1 计算机网络技术发展概况

20 世纪 60 年代, 开始出现批处理运行方式的主机系统和远程终端之间的数据通信。

70 年代, 主机运行分时操作系统, 主机和主机之间、主机和远程终端之间, 通过前置机通信。各种专用的网络体系结构相继出现, 如 IBM 公司的 SMD、DEC 公司的 DNA 等, 形成了计算机网络的基本概念。此外, 美国国防高级计划研究局开发的 ARPA 网也投入了使用。

80 年代, 国际标准化组织针对各大公司开发的计算机网络体系结构均具有封闭性的情况, 为方便异种机之间互连的需要, 提出了开放系统互连的七层参考模式, 为今后网络系统和网络协议的开发提供了依据。同时, 以 IEEE 802.3 和 IEEE 802.5 局域网为代表的网络系统逐渐成熟, 为普及局部范围的网络系统奠定了基础。

90 年代, 局域网的应用继续发展并成为计算机网络结构的基本单元。随着办公管理、生产控制、电子商务、网络信息等信息量的增大和网点的地理范围的扩大, 网络间互连的要求越来越强大, 网络互连技术得到进一步的发展, 造就了目前计算机网络最辉煌的成就——Internet。接入 Internet 的主机数每 10 个月翻一番, Internet 上的信息流量每 4 至 6 个月翻一番, 目前世界上使用 Internet 的人数超过了 1 亿。并且 Internet 除了可以传输非实时的数据外, 已开始向传统的实时话音类服务进军。

1.1.2 现代网络技术的特点

计算机网络技术发展到 90 年代, 无论是局域网、广域网或是城域网; 还是媒体访问技术或是分组交换技术, 均朝着更高速的方向发展。而地理范围更广的网点的入网和多种信息在网上传输的需要, 也使网络互连技术得到新的发展。对于骨干网协议, OSI 和 TCP/IP 的支持者也已达成共识。同时, 网络规模的不断扩大也给网络管理提出了更高的要求。Internet 的广泛应用则将会给人们的工作、生活带来巨大的变化。

1. 高速计算机网络的成熟

为满足当前信息传输和处理的需要, 出现了许多高速的媒体访问技术, 除了目前应用仍相当普遍的 10Mbit/s~100Mbit/s 以太网, 令牌环网和 100Mbit/s 的 FDDI 外, 传输速率可达 1000Mbit/s 的快速局域网已相当成熟, 且可靠性良好, 交换式局域网则以其可变的带宽、高效的传输而倍受青睐。

分组交换网经过 20 多年的发展, 也已进入一个崭新的时代。传统的 X.25 分组交换网在大部分国家得到了普遍的应用。但由于 X.25 网基于复杂的通信协议, 其速率受到限制, 因此快速的分组交换技术得到迅速的发展。现在, 帧中继技术已被广泛地采用, 而交换多兆位

数据服务 (SMDS) 也开始有了一定的位置。为适应在局域网和广域网上的大量多媒体信息的传输, 异步传输模式 ATM 技术发展得也越来越成熟, 并将成为今后网络发展的关键技术。

作为信息高速公路的一个重要组成部分, 高速计算机网络是美国国家信息基础设施中讨论较多的问题。高速计算机网络技术从协议体系结构的角度来看, 可以分成 3 类, 第一类是高速传输网技术, 例如同步光纤网络 SONET 或 SDH 和宽带综合业务数字网 B-ISDN 技术, 特别是作为 B-ISDN 传输标准的 ATM 技术; 第二类是高速交换和接口技术, 例如高速交换设备和高速主机接口设备方面的技术; 第三类是高速计算机网络协议软件及应用软件技术, 协议软件技术包括高速计算机网络协议体系结构、协议的高性能实现技术, 而应用软件技术包括分布事务处理、分布多媒体以及远程协作等方面的技术。其中高速计算机网络协议及体系结构是高速计算机网络中最难处理的技术之一。

高速计算机网络的实现技术已经愈来愈体现出硬件和软件技术的有机结合。为了保证高速网络的协议处理效率能够接近下层数据传输的速率, 减少由于网络协议处理而造成的延迟, 传统的通过软件实现的计算机网络高层协议将利用超大规模集成电路芯片来实现。但是, 为了保证应用系统具有灵活、开放和用户可定制的特点, 又必须保留一定程度的软件系统, 特别是那些不适合硬件实现的、控制机制较为复杂的、参数设置较多的软件系统。

2. 网络互连技术的发展

数据量的增长、网点数的扩大和多媒体的应用导致了对网络高带宽的需求。网络正向高速、宽带的方向发展。保护用户投资, 增加带宽也是网络互连产品须达到的目标。在网络互连技术中, 从 80 年代发展起来的中继器、桥、路由器和网关为主的网络互连方法得到了进一步的发展。同时, 由于交换技术的引入, 网络互连技术也注入了新的内容。

在基于路由器的网络中, 网络节点的主要功能是处理路由。最近, 交换功能在各类网络设备中被大量引入, 对网络互连的影响也十分巨大。由于利用了交换技术, 所以使网络内部及网间互连的性能大大提高。在互联网中, 利用交换技术, 可以做到以下几点:

- 高速的接口交换
- 网络的可伸缩性得到扩张
- 更好的故障检测隔离
- 简单的成本/伸缩性/性能曲线, 接口级性能要求代替了盒级整体性能需求

将交换功能从路由处理功能中分离出来, 允许重新定位各种功能需求, 不同类型的交换能够实现网段间的无缝连接, 并使传统意义上的子网范围大大扩展。另外, 交换式网络还给予网络管理以强有力的功能——即虚拟网 (VLAN) 技术。与交换设备相连的一个或多个网段可在逻辑上定义为不同的虚拟网。更重要的是, 即使多个网段被连到网络中不同的但相互连接的交换设备上, 它们仍属于单一的虚拟网。利用软件管理工具, 网络用户可方便地增加或配置单一的虚拟网。

交换式以太网和 ATM 是交换功能分布的最典型的例子。交换式以太网将园区的局域网网段无缝地连接起来, 不仅大大扩展了子网, 还提高了网络的处理效率, 避免了在园区范围内使用昂贵又相对低效的路由器设备。而 ATM 交换机则可将局域网和广域网有机地连接成一个整体, 从而建立起一个高速、高效的互联网。

目前, 网络用户正向交换式网络转移, 最终将迁移到 ATM。由于 ATM 的光辉前景, 各路由器、集线器、交换设备的生产厂商在纷纷开发和支持 ATM 技术的互连设备。因此, 虽然当前在网络互连应用中路由器仍然占主导地位, 但随着网络技术的飞速发展, ATM 将改

变采用路由方式,在与路由器的一段共存期后,作为分散主干的 ATM 路由方式也许会取代路由器目前所处的位置,也许路由器和 ATM 找到了某种好的融合方式,共同发展下去。

3. 骨干网协议的统一

开放系统互连 OSI 和传输控制/互连协议 TCP/IP 作为来自不同背景的竞争对手的两套骨干网协议,在数据通信领域中已存在很长的时间了。1994 年 7 月,OSI 的制订者和 TCP/IP 的制订者终于消除分歧,达成了一项协议。这个经过两年谈判最终达成的协议是由 ISO 和 Internet 结构委员会/工程任务级 IAB/TETE 共同制订的。这个文件规定这两年将要做以下工作:

- 共享信息
- 承认对方合适的标准
- 允许原来的组织保留其协议设计的权威性
- 参加对方的会议
- 如果以发展为目的,则允许 Internet 分配使用 ISO 的一些标准

ISO 和 TCP/IP 之间的一个重大分歧是地址字段的长度。

4. 综合智能的网络管理

随着网络规模的增大,网络管理系统也将越来越复杂。网络管理将会向着综合性和智能化的方向发展,即综合智能网络管理(Integrated and Intelligent Network Management)。因为将来的相互连接的网络中将会包括越来越多的异构网络和异种设备,只有通过综合管理才可简化网络管理系统的复杂性,综合网络管理把所有异构网络都看成一个“网络”。采用综合管理可使所有管理系统的用户显示接口和命令一致,从而可减少不同系统的接口成本,也可使不同产品在交换网络管理信息时使用统一的格式。

计算机智能化是计算机界一直追求的目标,对于网络管理也不例外。智能网络管理的主要特点表现在网络管理的控制能力加强了,诸如检测到故障后,能及时隔离故障,并在最短的时间内恢复工作;或者在网络管理系统或被管理的网络安全问题受到威胁时,能在最快的时间内解除这种威胁等等。

5. Internet 的普及

作为迈向信息高速公路的第一步,Internet 是美国国家信息基础设施发展的重点。在过去的几年里,Internet 以令人吃惊的速度发展。Internet 之所以能够迅速发展,主要是由于全球信息网 WWW (World Wide Web) 的发展,它不仅被称为“应用杀手”,而且被视为给出版业和商业提供综合工具的基础。只要是用 WWW 的共同语言,即超文本标记语言 HTML (Hypertext Markup Language) 所写的文件,用户通过联网的计算机,使用合适的网络浏览器便可在网上查找并阅读。

1.2 计算机网络的基本概念

1.2.1 计算机网络的定义

凡将地理位置不同、具有独立功能的多个计算机系统用通信设备和线路连接起来,由功能完善的网络软件实现网络资源共享者称为计算机网络。换句话说,计算机网络既可以用通信线路将几台计算机系统连成简单的网络,实现信息的收集、分配、传输和处理,也可以将数百台计算机系统,用数千公里的通信线路连成全国或全球通信网,以实现资源共享。

计算机网络也可以定义为“一个互连的独立计算机的集合”。互连表示计算机之间有交换信息的能力。互连方式（介质）可以用明线、电缆、光纤、载波、微波、无线和通信卫星等。独立计算机是指网中互连的计算机是相互独立的。它们之间没有明显的主从关系，即一个计算机不能强制地启动、中止或控制网中的另一个计算机。所以，带有大量终端和外部设备的计算机系统并不是一个计算机网络。同样，具有一个控制单元和许多从属单元的系统也不是一个计算机网络。

1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成，如图 1-1 所示。

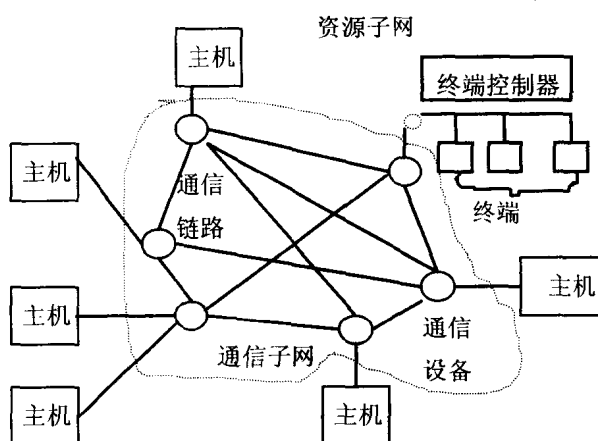


图 1-1 计算机网络组成

由图 1-1 可见，从逻辑功能上看，一个计算机网络可以分成两个子网，即资源子网和通信子网。用户通过终端或计算机系统控制台访问计算机网络。

1. 资源子网

资源子网的主要任务是提供资源共享所需的硬件、软件及数据等资源，提供访问计算机网络和处理数据的能力。它由主机系统（CPU、存储器和外设等组成的系统）、终端和终端控制器组成。

主计算机负责处理数据，运行各种应用程序并提供用户访问的数据库。它通过高速通道和通信子网的节点相连。

终端控制器对一组终端进行控制，控制功能很广，从链路管理到拆装信息。终端是人与计算机网络的界面，是计算机网络面向用户的窗口。其功能是变换人们的信息为机器传输、处理的数据。若终端具有一定的存储、处理信息的能力，则称为智能终端。

2. 通信子网

通信子网的主要功能是完成数据的传输、交换以及控制，提供计算机网络的功能。它包括传输线路、节点交换机、网控中心等设备，它是一个计算机网络性能好坏的关键。网络中的主要设备是节点交换机，它事实上是一台专用的计算机，负责数据的转接及提供用户入网的接口。管理全网运行及用户入网等业务的是网控中心，一个网络的初始化、差错恢复、扩充、拓扑更改、用户入网登记等业务均由网控中心统一管理。

对于局域网，由于其传输距离有限，入网主机不多，因此，大多不采用通信子网和用户

资源子网分工的主网方式，而是使用一个统一的全网服务工作站，所有通信服务均由工作站处理，每个入网的主机通过网络接口设备接入网络。所以，通信子网是针对远程网络而言的。

1.2.3 计算机网络和拓扑结构及分类

所谓网络和拓扑结构系指网络的链路（Link）和节点(Node)在地理上所形成的几何构成。拓扑（topology）是一种研究与大小、形状无关的线和面特性的方法。网络拓扑学则研究各类网络构成的基本特性。

链路是指两个相邻节点之间的通信线路。节点为网络中某分支的端点或网络中若干条分支的公共交汇点。节点往往和工作站联系在一起，即是说，一台工作站既可是一台带终端的计算机，也可是外围设备。节点在具体系统中常称为通信处理机（CP）或接口信息处理机（IMP）或通信接口单元（CIU）或适配器（adapter）。所以说，一台工作站就指宿主计算机加上通信处理机。

计算机网络拓扑结构常见如下几种：

1. 星形网络（Star Net）

这类结构的特点是采用集中控制方式，节点与节点之间的通信均由中心控制单元来支配，所以控制比较简单，但可靠性差，易出现瓶颈现象，电缆成本也较高。传送信息的控制方式包括中断、分时多路和轮询（polling）等方式。实际的例子有：IBM 公司的 SAN、DEC 公司的 DECnet、AT&T 公司的 StarLan 及专用电话交换系统 PBXA 等。

2. 回路形网络（Loop Net）

这类结构的特点是所有信息传递均要通过控制单元，然后再送到目的地，整个网络构成一个首尾相接的环形结构。这种系统可靠性较低，往往要采用双重方式，此外，由于在发信站收到完整报文之前，不会向下一个 CP 重发相同报文，所以效率欠高。

实际应用例子有 NewHall 系统和 Pierce 系统，还有 IBM 公司的 8100 系统。

3. 树型网络（Tree Net）

这类结构是星形结构的变种，也是一种天然的分级结构，适用于多监测点的实时控制及管理系统，当前许多网络采用集线器（HUB）配置，也转变成了树型拓扑。称为二叉树结构。

这类系统的特点在于比较灵活，也比较可靠，覆盖距离较远，控制也较简单，但电缆成本也较高。

这类系统的实际例子有 Nester 公司的 PLAN 系统、IBM 公司的 PCNetwork、Datapoint 公司的 ARCnet 及 Novell Net Ware 网络（带 HUB 设备）等。

4. 环形网络（Ring Net）

这类结构属于非集中控制方式，各工作站之间无主从关系，各工作站首尾相接形成环形通信回路。信息传递始终是单向的（现代技术已发展到双向），因此通信接口简单而实时，但任意一个站的故障都会导致整个网络的信息中断（现代技术已能克服此缺点，即采用旁路技术和双环技术），这类结构对扩大不太有利。著名的实用例子包括英国的剑桥环（Cambridge Ring）网络、美国 Apollo 公司的 Domain、Prime 公司的 Primenet、IBM 公司的 Token Ring 及现代的高速 FDDI 网络。

5. 共享总线型网络（Shared Bus Net）

这类结构采用分布控制方式，各节点通过总线直接通信，各工作站都有权争夺总线，不受某一主站仲裁判决，局部工作站的故障不会影响整个网络，且便于扩充，但在重负荷时

效率明显降低。它又可分为站间串行连接和并行连接两种。

实际应用例子有：DIX 的 Ethernet、Zilog 的 Z-net、Orchid 和 AST 的 PCnets、Netstar 的 Cluster/One、Gould 的 Modway、Novell 的 Net Ware 等。

6. 网络型网络

这类结构主要用于远程网络 (WAN) 和区域网络 (MAN)，在局域网络中并不常用。具体例子就是美国的 ARPAnet 及现代 Internet 网络。

1.2.4 计算机网络的功能及应用

1. 网络的主要功能

(1) 数据报文的快速传输和集中处理

LAN 的最基本功能是使终端和计算机之间、计算机和计算机之间快速可靠地相互传送数据、程序和报文 (message)，并根据需要可对这些数据、程序和报文进行分散、分级或集中管理和处理。

(2) 系统资源共享

资源共享是组建计算机网络的主要目标。计算机的许多资源 (包括硬设设备、软件) 是很昂贵的，例如大容量磁盘 (阵列磁盘机)、高性能打印机、绘图仪、数据库及其它应用软件等。若能实现资源共享，则大大降低了用户的成本，提高了使用效率。

(3) 负载均衡与分散处理

当网络上某台宿主计算机任务很重时，可通过网络将某些任务传送给空闲的宿主计算机去处理，从而使整个网络资源能协同工作。

(4) 实时点一点通信和电子邮件服务

通过网络上的点一点通信及电子邮件可大大提高办公和管理生产率，办公人员迅速响应大多数业务日常要求，可立即分配信件、报表及其它通信业务，并获得较快的响应时间。

(5) 设备分散、安全可靠、使用方便

计算机网络内的各种设备，对用户使用十分方便，网络内任何部门的资源均可被网内用户所共享。军事上的指挥系统采用计算机网络将大大提高安全可靠。

网络的安全性措施除了密码系统之外，还可采用用户口令、限制访问权、目录隐蔽、文件锁定、磁盘分卷等方式来实施。

(6) 性能价格比高、维护方便、易于系统扩展

计算机互连成网络，性能价格比明显提高，当然也增加了通信费用，但维护使用费用明显下降，系统扩展也比较方便。网络的真正成本价是基于工作站的数目和将来可以配加的数目而定。

2. 计算机网络的主要应用

(1) 办公自动化 (OA) 和管理自动化 (MIS)

这是 70 年代中期发展起来的综合科学技术。1985 年 8 月份，我国国务院电子振兴领导小组“办公自动化”专业小组在北京召开第一次 OA 规划研讨会，在这次会议上，众多的专家给 OA 下了这样一个定义：

OA 是指利用先进的科学技术，不断使人们的一部分办公业务活动物化于人以外的各种设备中，并由这些设备与办公室人员构成服务于某种目标的人机信息处理系统，见图 1-2。

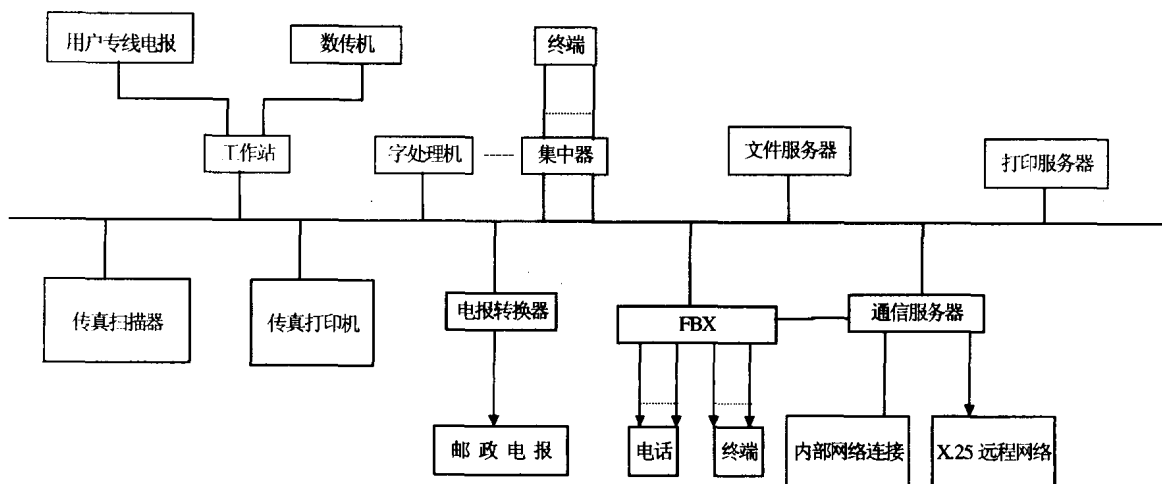


图 1-2 典型的 OA 系统

OA 的目标是尽可能充分利用信息资源，提高生产率和工作效率、提高工作品质，辅助决策，寻求最佳的效果，以达到既定的（经济、政治、军事或其它方面的）目标。

办公自动化系统要包含数据处理、文字处理、声音处理、图像处理、网络化及面向最终用户的各种应用软件等内容。结合系统技术内容和配置可划分以下几级。

第一级：分立式办公事务处理系统

通常是分散的单机通过人工来传递软盘，进行单项或若干项公文准备、文件处理和数据报表处理等。

第二级：多用户或局域网的办公信息管理系统

这类系统不但具有第一级的功能，而且可以承担管理信息系统，同时配有电脑电话记录和传递功能、图形处理功能。

第三级：综合型办公信息系统

除具有第二级功能之外，还应具有报文（包括图像、图形、文本等）的传递功能，且一般都应具有远程通信能力。

第四级：决策型办公室信息系统

除具有第三级的功能之外，应同时是一个决策支持系统（DSS）。另外还应包含有文字/图像识别的联机功能。

当前在发达国家，像美国、日本、德国、英国等，都将计算机网络作为 OA 的核心设备。

(2) 数据处理和文字处理

数据处理主要处理数据信息，例如会计、统计、科学计算等，都是对数字进行加工、存储、转换等处理。而文字处理则是扩大到字符、单词和文字处理，例如处理打印的文件资料、手写字体和语言信息等。

数据处理在商业方面的应用比较广泛，主要是对格式化的信息进行记录和修改。商业数据通常存储在固定的数据库中，大多数使用成批处理，输出时，一部分为列表形式，一部分则可直接进行存取。而文字处理的信息无一定格式，但结构严谨，成串的字符要求顺序存储和处理，基本处理单元为单个字符或单词。它对终端的性能要求较高，有时要存取大量信息，还要一定的响应时间。