

高等学校教材

局部网的结构与协议

熊发骥 编著

兵器工业出版社

局部网的结构与协议

熊发骥 编著

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书系统讲述局部网的基本原理和基本概念，重点介绍局部网的体系结构和标准协议。

全书按照7层模式编写，共有十章，分为三个部分。前五章是基础部分，重点讲述局部网概况、体系结构原理、数据传输技术、访问控制机制、性能评价方法。第六和第七章是网络部分，主要介绍局部连网、各类数据网和综合信息网。后三章是高层协议，侧重讨论网络互连、网络安全、网络高层协议。

本书突出原理，结合标准，面向应用，内容新颖，系统性强，便于剪裁，适于作高等学校教学用书，并可供计算机、自动控制、通信、管理等各类专业人员参考。

局部网的结构与协议

熊发骥 编著

兵器工业出版社出版

(北京市海淀区车道沟10号)

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经销

北京沙河建华印刷厂印装

开本：787×1092 1/16 印张：15.25 字数：513千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数：1400册 定价：3.05元

ISBN 7-80038-228-1/TP·13 (课)

出版说明

遵照国务院关于高等学校教材工作的分工，原兵器工业部教材编审室自成立之日起就担负起兵工类专业教材建设这项十分艰巨而光荣的任务。由于各兵工院校、特别是参与编审工作的广大教师积极支持和努力，及国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的紧密配合，自1985年到1988年共编审出版了89种教材。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要，反映兵工科学技术的先进水平，达到打好基础、精选内容、逐步更新、利于提高教学质量的要求，在总结第一轮教材编审出版工作的基础上，制订了兵工教材编审工作的五个文件。指导思想是：以提高教材质量为主线，完善编审制度，建立质量标准，明确岗位责任，充分发挥各专业教学指导委员会的学术和咨询作用，加强从教材列选、编写到审查整个教材编审过程的科学管理。

1985年根据教学需要，我们组织制订了“七五”教材编写规划，共列入教材176种。这批教材主要是从经过两遍教学使用、反映较好的讲义中遴选出来的，较好地反映了当前兵工教材的科学性和适合我国情况的先进性，并不同程度的更新了教材内容，是一批较好的新型教材。

本教材由张绍诚主审，经机械电子工业部兵工教材编审室审定。

限于水平和经验，这批教材的编审出版难免有错误之处，希望广大读者批评指正。

机械电子工业部兵工教材编审室

1989年8月

前 言

近几年来,局部网技术发展很快,已经进入一个崭新阶段。局部网商品充满市场,局部网标准接连公布,局部网研究广泛深入,局部网应用不断升级,工厂和办公室自动化的高级应用正在开展。现在,迫切需要深入研究局部网的体系结构和标准协议,特别是面向各种应用的网络结构和高层协议。为此,结合教学和科研实践,编写了本书。

本书系统讲述局部网的基本原理和基本概念,重点介绍局部网的体系结构和标准协议。全书按照7层模式编写,共有十章,大致分为3个部分。前五章是基础部分,首先明确给出局部网的含义和概况,突出体系结构原理。数据通信的基本概念放在物理层中讲述,更加清楚具体。接着系统介绍访问控制机制和性能评价方法,是传统的研究课题。第六和第七章是网络部分,首先讨论局部连网,接着介绍各类标准(或典型)的数据网和综合信息网,除了成熟的PCN、LAN等网络外,还有各类新型网络,如PBX、HSLN、MAN、MAP/TOP、光纤网、综合网等,是当前感兴趣的课题。后三章是高层协议,以MAP/TOP为典范,重点介绍局部网的网络互连、网络安全、流行的网络高层协议,面向工厂和办公室的高级应用,是高新技术领域的研究目标。

本书突出原理,面向应用,取材于近期有代表性的论文、著作和协议标准。在讲述中,按照体系结构和协议层次,系统讲述基本原理概念,不拘泥于网络一般介绍和协议文本细节,有一定的深度和广度。本书系统性强,有模块结构,全书的基础、网络、高层协议3个部分相对独立,便于剪裁,适应不同读者的需要。本书适于作高等学校教学用书,可供计算机、自动控制、通信、管理等各类专业人员参考。

冯平、张丽云参加了编写工作。

本书承蒙北京理工大学张绍诚教授仔细审阅,提出了许多宝贵意见。在编写过程中,得到中国科学院计算技术研究所王行刚研究员,东南大学王能斌教授和顾冠群教授,华东工学院屈太壮教授、姜元大副教授和其他人员的热情帮助,在此深表感谢。

由于时间仓促,水平有限,缺点错误在所难免,敬希读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪 论	(1)
§1-1 什么是局部网	(1)
1-1-1 局部网世界	(1)
1-1-2 局部网的定义	(1)
1-1-3 局部网的分类	(2)
§1-2 局部网的结构	(5)
1-2-1 资源与子网	(5)
1-2-2 桥与门路	(7)
§1-3 计算机网	(7)
1-3-1 定义和分类	(7)
1-3-2 转接技术	(8)
1-3-3 综合服务数字网	(10)
§1-4 分布式系统	(11)
1-4-1 系统成分	(11)
1-4-2 分布式系统的定义	(12)
1-4-3 分布式系统分类	(12)
§1-5 网络体系结构	(13)
1-5-1 体系结构	(13)
1-5-2 ISO/OSI参考模式简介	(14)
1-5-3 网络分层	(14)
§1-6 局部网的用途	(15)
1-6-1 连接共享	(15)
1-6-2 综合服务	(15)
1-6-3 办公室、工厂和家庭自动化	(16)
参考文献	(17)
第二章 局部网的体系结构	(18)
§2-1 网络体系结构原理	(18)
2-1-1 计算机通信协议的功能	(18)
2-1-2 分层的一般原理	(20)
2-1-3 制定OSI模式的原则	(22)
§2-2 ISO/OSI 参考模式	(23)
2-2-1 OSI体系结构	(23)
2-2-2 服务原语	(25)
§2-3 IEEE 802 LAN 结构	(25)

2-3-1	IEEE 802委员会	(25)
2-3-2	系统配置	(26)
2-3-3	802 体系结构	(27)
2-3-4	802 标准概况	(28)
§2-4	MAP/TOP 体系结构	(29)
2-4-1	MAP 网组成	(29)
2-4-2	MAP/TOP 体系结构	(30)
§2-5	局部网标准活动	(30)
2-5-1	Xerox 网络系统协议	(30)
2-5-2	互连网协议	(30)
2-5-3	其他标准活动	(30)
2-5-4	协议的兼容性	(31)
	参考文献	(32)
第三章	物理层	(34)
§3-1	引言	(34)
§3-2	拓扑结构	(34)
3-2-1	约束拓扑	(34)
3-2-2	星形	(36)
3-2-3	总线	(37)
3-2-4	环	(38)
3-2-5	环的可靠性	(38)
3-2-6	混合拓扑	(40)
§3-3	传输媒质	(41)
3-3-1	媒质选择	(41)
3-3-2	双扭线	(42)
3-3-3	多路电缆	(43)
3-3-4	同轴电缆	(43)
3-3-5	光导纤维	(44)
§3-4	数据传输基础	(46)
3-4-1	信号频谱分析	(46)
3-4-2	信道	(47)
3-4-3	数据传输	(49)
3-4-4	数据同步	(51)
§3-5	传输编码与调制	(52)
3-5-1	传输编码	(52)
3-5-2	调制技术	(54)
§3-6	物理接口	(56)
3-6-1	物理层特性	(56)
3-6-2	物理规程举例	(58)

参考文献	(59)
第四章 数据链路层	(60)
§4-1 媒质访问控制的分类学	(60)
4-1-1 按照访问控制算法分类	(60)
4-1-2 按照网络结构分类	(61)
4-1-3 按照访问技术分类	(61)
§4-2 预约访问技术	(62)
4-2-1 频分多路访问与时分多路访问	(62)
4-2-2 动态预约技术	(64)
4-2-3 无冲突访问方式	(65)
§4-3 选择技术	(67)
4-3-1 菊花环	(67)
4-3-2 查询	(68)
4-3-3 单独请求	(69)
§4-4 争用技术	(69)
4-4-1 ALOHA技术	(70)
4-4-2 CSMA 技术	(71)
4-4-3 CSMA /CD 技术	(72)
§4-5 环访问技术	(77)
4-5-1 标记传递	(77)
4-5-2 分片环	(79)
4-5-3 寄存器插入环	(80)
4-5-4 开关转接环	(82)
4-5-5 分割总线系统	(82)
§4-6 结合访问方式	(83)
4-6-1 预约ALOHA	(83)
4-6-2 有限争用协议	(84)
4-6-3 争用环	(85)
§4-7 数据链路控制子层	(86)
4-7-1 概述	(86)
4-7-2 字符控制规程	(86)
4-7-3 HDLC逻辑链路配置	(88)
4-7-4 逻辑状态与工作方式	(89)
4-7-5 规程分类	(90)
4-7-6 地址字段格式	(91)
4-7-7 与帧有关的参数	(92)
4-7-8 控制字段格式	(92)
§4-8 差错校验	(94)
4-8-1 差错特性	(94)

4-8-2	循环冗余校验 (CRC) 码的生成	(94)
4-8-3	CRC 码校验	(95)
4-8-4	CRC 码的校验能力	(95)
	参考文献	(96)
第五章	性能评价	(98)
§5-1	概述	(98)
5-1-1	性能指标	(98)
5-1-2	评价方法	(101)
§5-2	拓扑研究	(101)
5-2-1	算法规则	(101)
5-2-2	分析计算	(102)
§5-3	建模与模拟	(104)
5-3-1	排队论基本概念	(104)
5-3-2	性能分析	(106)
5-3-3	随机模拟	(108)
5-3-4	CSMA/CD 访问方式的性能	(110)
§5-4	网络测量	(111)
5-4-1	测量实验	(111)
5-4-2	测量设施	(112)
5-4-3	局部网测量	(113)
5-4-4	局部网测量中心	(113)
	参考文献	(115)
第六章	数据网络	(117)
§6-1	局部连网	(117)
§6-2	网络实现	(118)
6-2-1	网接口组成	(118)
6-2-2	网接口的 VLSI 化	(120)
6-2-3	光纤局部网	(123)
§6-3	IEEE 802 LAN	(126)
6-3-1	802 LAN 概况	(126)
6-3-2	802 帧格式	(126)
6-3-3	802LLC 层	(128)
6-3-4	CSMA/CD	(130)
6-3-5	标记总线	(132)
6-3-6	标记环	(134)
§6-4	个人计算机网 (PCN)	(136)
6-4-1	PCN 的迅速增长	(136)
6-4-2	PCN 技术	(136)
6-4-3	网络工作站	(137)

6-4-4 网络综合包	(138)
6-4-5 网络通用化	(138)
§6-5 局部分布数据接口 (LDDI)	(139)
6-5-1 数据链路层	(139)
6-5-2 媒质访问控制	(142)
6-5-3 单信道宽带	(143)
§6-6 PROWAY 标准	(144)
6-6-1 功能要求	(144)
6-6-2 PROWAY结构	(144)
6-6-3 技术方案	(145)
§6-7 MAP/TOP网	(147)
6-7-1 网络配置	(147)
6-7-2 体系结构	(147)
6-7-3 协议标准	(149)
6-7-4 网络互连	(150)
6-7-5 转向 MAP/TOP 的步骤	(151)
参考文献	(151)
第七章 综合信息网	(153)
§7-1 PBX 局部网	(153)
7-1-1 概述	(153)
7-1-2 体系结构	(154)
7-1-3 举例	(155)
§7-2 光纤分布数据接口 (FDDI)	(157)
7-2-1 FDDI特性	(157)
7-2-2 可靠性措施	(157)
7-2-3 帧和标记格式	(158)
7-2-4 线路转接数据格式	(158)
7-2-5 站点组织	(159)
§7-3 市域网	(159)
7-3-1 什么是市域网	(159)
7-3-2 宽带同轴市域网	(160)
7-3-3 光纤市域网	(161)
§7-4 综合局部网 (ILAN)	(162)
7-4-1 信息类型	(162)
7-4-2 PBX/LAN混合网	(163)
7-4-3 综合局部网	(165)
7-4-4 综合服务网	(166)
参考文献	(167)
第八章 网络互连	(168)

§8-1 局部网的网络互连	(168)
8-1-1 网间连接器	(169)
8-1-2 桥	(170)
8-1-3 选径器——网络层门路	(171)
8-1-4 门路	(172)
§8-2 桥	(173)
8-2-1 复合 LAN 和 MAC 层桥	(173)
8-2-2 帧格式变换	(174)
8-2-3 选径方法	(175)
§8-3 X.25 接口	(177)
8-3-1 X.25 的体系结构	(177)
8-3-2 包格式	(177)
8-3-3 虚电路呼叫的建立与清除	(178)
8-3-4 数据传送	(179)
8-3-5 差错恢复	(181)
8-3-6 任选用户功能	(181)
§8-4 互连网协议 (IP)	(182)
8-4-1 用途	(182)
8-4-2 功能	(182)
8-4-3 协议说明	(185)
§8-5 门路的应用	(186)
8-5-1 应用 1: 通过桥来互连相同的网络	(186)
8-5-2 应用 2: 互连高层协议兼容的网络	(187)
8-5-3 应用 3: 通过应用层门路互连不兼容的网络	(188)
参考文献	(189)
第九章 高层协议	(190)
§9-1 OSI 转送协议	(190)
9-1-1 转送层功能	(190)
9-1-2 转送服务原语	(191)
9-1-3 协议格式	(192)
9-1-4 协议类别	(194)
9-1-5 协议机制	(194)
§9-2 传输控制协议 (TCP)	(195)
9-2-1 TCP 服务	(195)
9-2-2 TCP 报头格式	(196)
9-2-3 TCP 机制	(197)
§9-3 会话协议	(197)
9-3-1 会话的建立与维持	(198)
9-3-2 对话管理	(198)

9-3-3 恢复	(198)
§9-4 网络安全	(198)
9-4-1 网络安全机制	(198)
9-4-2 数据加密	(199)
9-4-3 标识和鉴别	(201)
9-4-4 访问控制	(202)
9-4-5 数据传送保护机制	(203)
§9-5 虚终端协议(VTP)	(203)
9-5-1 包装拆协议	(203)
9-5-2 虚终端协议	(206)
§9-6 电信信息学	(208)
9-6-1 图文电视	(208)
9-6-2 可视检索	(209)
9-6-3 表示层标准	(209)
参考文献	(211)
第十章 应用协议	(212)
§10-1 文件传送、访问与管理(FTAM)	(212)
10-1-1 虚拟文件存贮器	(213)
10-1-2 虚拟文件存贮器的属性和动作	(214)
10-1-3 文件服务	(215)
10-1-4 文件服务协议	(217)
§10-2 网络管理系统(NMS)	(219)
10-2-1 网络管理	(219)
10-2-2 网络用法	(219)
10-2-3 OSI 网络管理	(220)
10-2-4 MAP网络管理	(220)
§10-3 制造报文服务(MMS)	(221)
§10-4 报文处理系统(MHS)	(222)
10-4-1 模式	(223)
10-4-2 报文传送服务	(223)
10-4-3 人际报文系统	(224)
10-4-4 报文处理系统的层次表示	(225)
10-4-5 MHS的物理映象	(226)
10-4-6 管理区或组织映象	(217)
10-4-7 命名和寻址	(228)
参考文献	(229)
附录 缩写词英汉对照	(230)

第一章 绪 论

§1-1 什么是局部网

1-1-1 局部网世界

什么是局部网？这是局部网研究和局部网标准化中首先需要回答的问题。但是，目前尚缺明确统一的定义。其原因是，在人们面前的是一个发展变化迅速、性能范围宽广的局部网世界。

在各个发展时期，局部网的名称和含义都不太相同，甚至大不相同。早在60年代，人们就在研究局部计算机网（Local Computer Networks，简称LCN）。LCN泛指近程的计算机连接和网状的计算机系统。如微小型机网、前端处理网、后端存贮网，直至共享主存的多处理机。到了70年代末期，局部网技术日趋成熟，出现了以Ethernet（以太网）和Cambridge Ring（剑桥环）为代表的通用局部网。80年代是局部网的新时代，由于个人计算机的普及和办公室自动化技术的兴起，各种不同性能的通用局部网飞速占领市场，这就是现在流行的局部区域网（Local Area Networks，简称LAN或局域网），它主要用作前端网、微机网和数据通信。接着，不同用途的局部网相继问世，如传输声音的专用交换机（PBX），低速的个人计算机网（PCN），高速的后端网、主干网和城市区域网（MAN或市域网）。80年代中期以来，综合局部网（ILAN）和综合服务局部网（ISLN）的研究日益活跃。ILAN可以转接和传输各种信息，如数据、声音、图形和映像。ISLN是ILAN的发展，还可传输实时电视，进行各种信息的综合服务，预计本世纪末可以进入市场。

局部网的性能范围很广，各种局部网不易区分，局部网同其他网络系统也很难区别。局部网的主要性能是：

数据率（数据传输速率）：30kbit/s到500Mbit/s（4个数量级）；

距离：10m到50km（4个数量级）；

终端数：64到10000（2个数量级）；

跨网延时：1s到10ms（5个数量级）。

1-1-2 局部网的定义

鉴于以上情况，现将各种局部性网络统称为局部网（Local Networks），其定义是：局部网是一种连结各种数据终端设备的近程信息网络。

对此定义，有几点需要说明：

（1）局部网是一种网络而不是一种机器，配置灵活，易于扩展；

（2）它是一种通信网络，通过传输媒质，连接各种数据终端设备（DTE）或数据站（DS），如计算机、终端、外围设备、工作站和电信设备，如图1-1所示；

(3) 它也是一种计算机网，连接不仅是指通信，而且包括处理和服务；

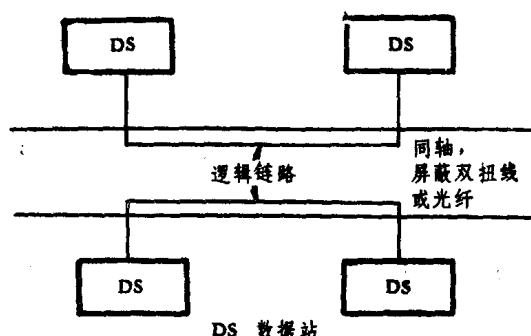


图1-1 局部网

(4) 它还是一种信息网络，除数据信息外，还有图形、声音和电视信息，主要用于办公室自动化；

(5) 它是近程专用网络，这是它同远程广域网 (WAN) 和公用网的主要区别。

LAN是一种通用局部网，是局部网的主要组成部分，LAN与局部网两词常常混用。

由于LAN没有统一的定义，人们常常直接用其特点来描述。这些特点是：

- (1) 中速 数据率0.25~50Mbit/s，一般为1~10Mbit/s；
- (2) 中距 范围10m~10km，一般为1km，在一建筑物或一小建筑群中；
- (3) 低价格 连接与安装费用低，可以连接智能设备及非智能终端；
- (4) 低误码率 误码率 10^{-9} ；
- (5) 大量用户 可支持几十甚至几十万个工作站，一般为几百；
- (6) 可分布控制，分布处理；
- (7) 为一单位所有，安全性好；
- (8) 配置灵活，可重构扩充；
- (9) 控制机制简单，可用VLSI (超大规模集成电路) 实现；
- (10) 可靠性好，对结点故障不敏感。

1-1-3 局部网的分类

按照英国Focus委员会的一份报告，为了便于比较选择，局部网应按性能 (不按技术)

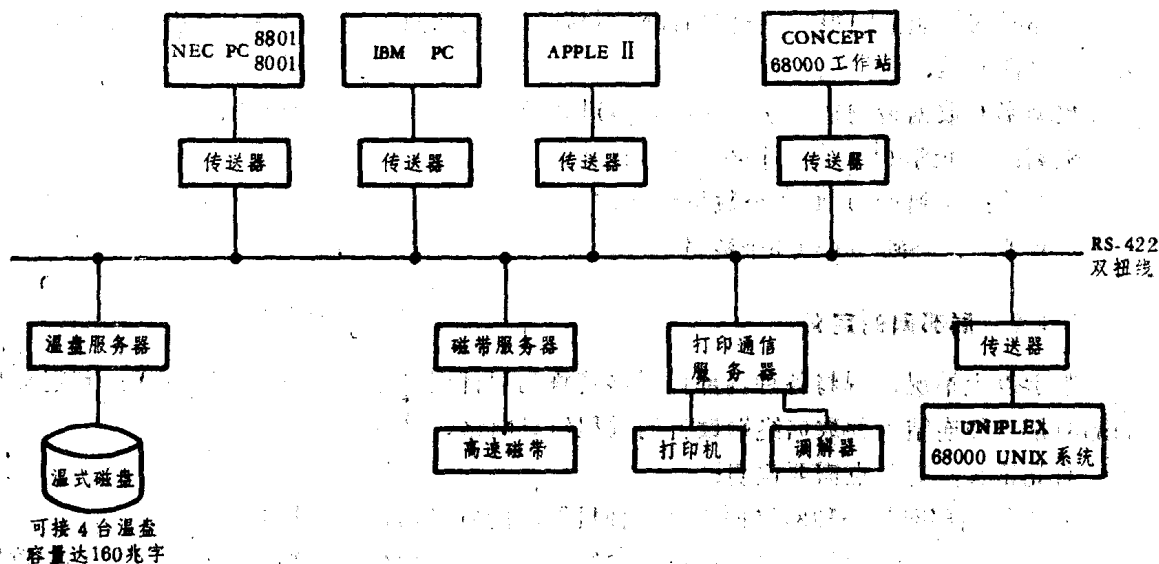


图1-2 Omnet

进行分类:

(1) 微网 即PCN, 是一种特定微机(如Apple, TRS80)的同机种网, 欧洲计算机制造者协会(ECMA)为此草拟了所谓“廉价网”的CSMA/CD标准, 数据率 $<1\text{Mbit/s}$, 跨网延时 $<1\text{s}$, 商品网如Omninet(图1-2)。

(2) 非综合网 包括通用LAN、高速局部网和PBX。IEEE(电气电子工程学会)802委员会制定了3种LAN标准, 即CSMA/CD(带有冲突检测的载波测试多路访问)总线、标记总线和标记环, 数据率为 $1\sim 40\text{Mbit/s}$ 。商品网如Ethernet(图1-3)、Wangnet(图1-4)、Domain(图1-5)、IBM环(图1-6)、Localnet/20(图1-7)。

ANSI(美国国家标准协会)X3T9.5工作组制定了两种高速局部网标准, 即 50Mbit/s 总线式局部分布数据接口(LDDI)和 100Mbit/s 环式光纤分布数据接口(FDDI)。IEEE802委员会还在制定 50Mbit/s 光纤时片环的MAN标准。还有一些光纤LAN, 速度为 $50\sim 200\text{Mbit/s}$, 并不符合标准, 主要用作多个低速子网互连的主干网。

(3) 综合网 是下一代的局部网, 其基础是混合LAN/PBX, 或者是很高速率的基带环或宽带总线。它把数字化的实时声音和所有各种形式的数据(传真、图形、文本、映像等)传送到综合工作站, 并且提供有关信息服务。

(4) 电视网 或ISLN, 它可提供广播质量的数字电视信道, 综合实时电视和各种数据功能, 支持上述所有各种服务。

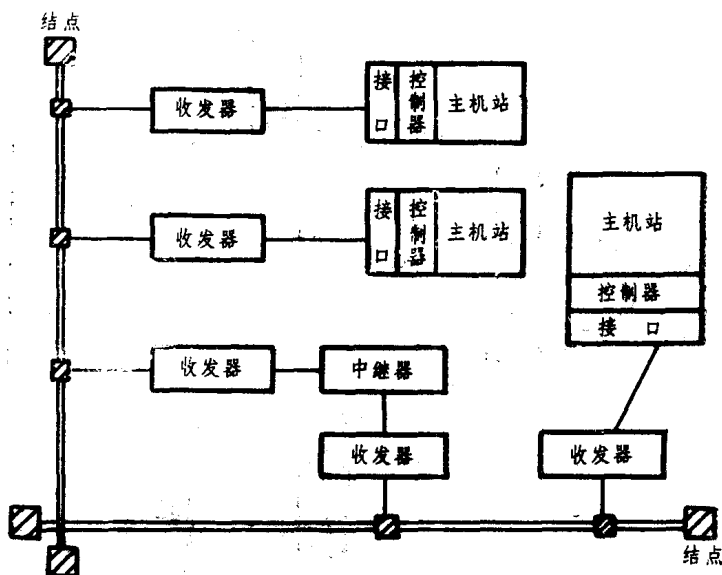


图1-3 Ethernet

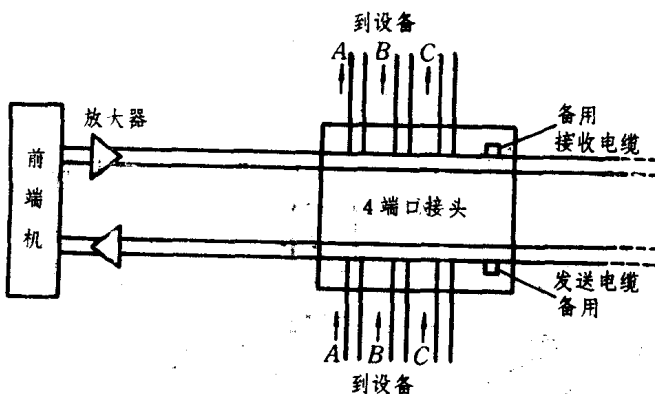


图1-4 Wangnet

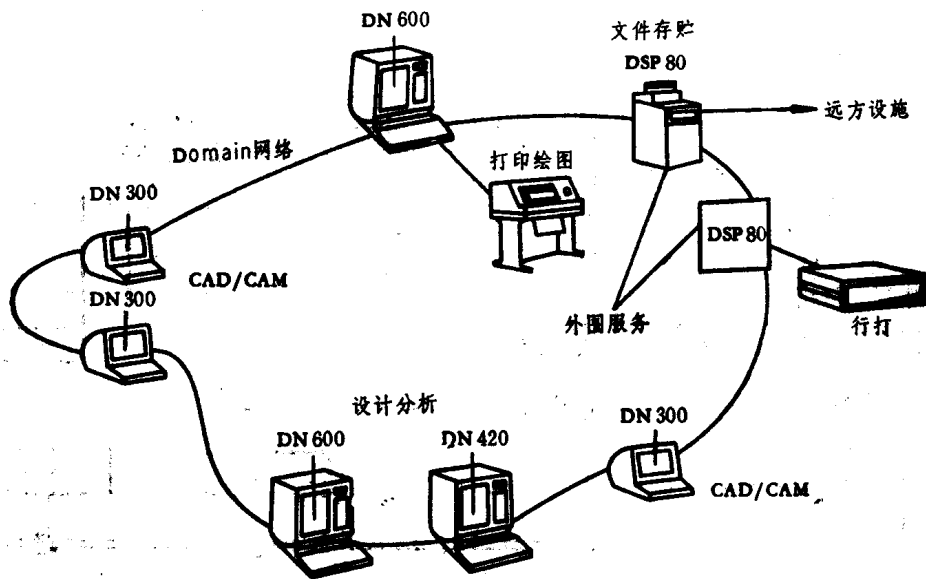


图1-5 Domain

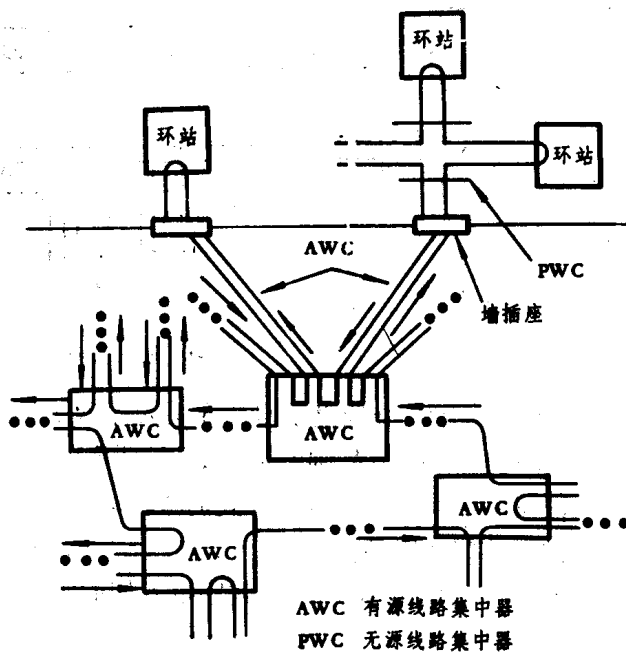


图1-6 IBM环

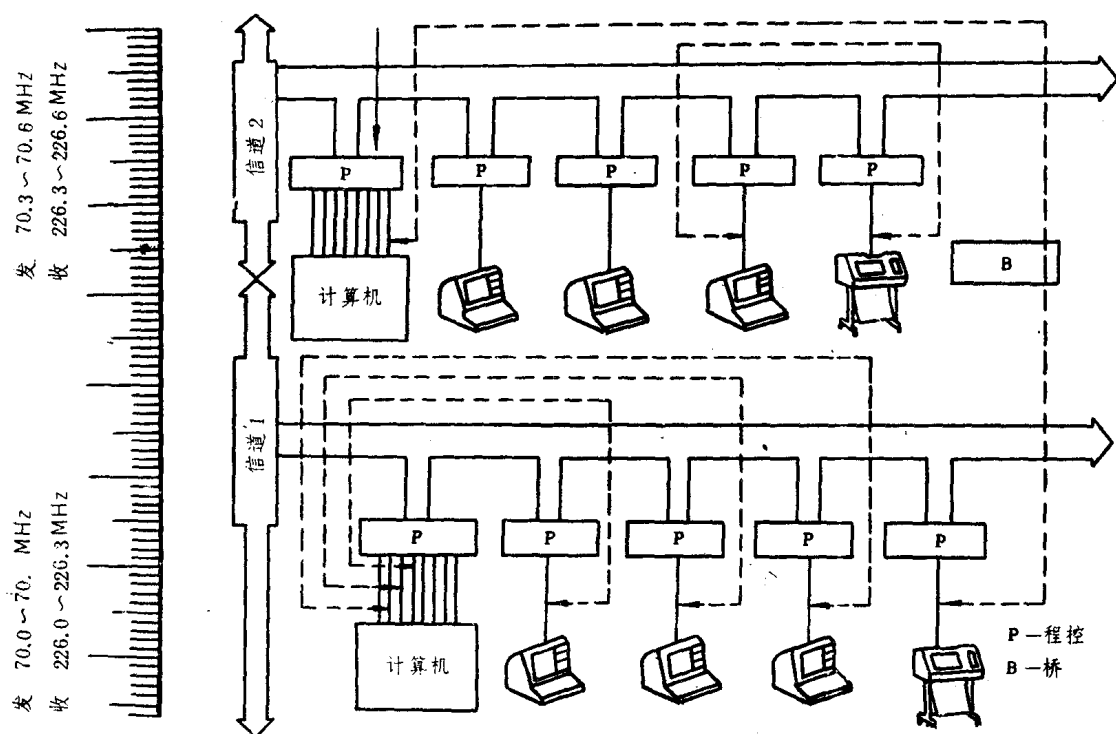


图1-7 Localnet/20

§1-2 局部网的结构

网络结构 (Network Structure) 即计算机网络的概念结构。在概念上, 局部网 由资源、子网、桥与门路构成, 共同完成OSI七层协议功能。网络实现即它们的物理实现。

1-2-1 资源与子网

与其它计算机网一样, LAN也可分为资源与通信子网 (简称子网) 两部分, 如图1-8所示。这样可将应用与通信区分开, 使网络设计大大简化。

在LAN中, 资源即工作站, 或称数据终端设备或处理设备, 包括各种主机与设备。主机可以是主体机 (Mainframe)、小型机、微型机或个人计算机。设备可以是智能设备 (如汉字终端、文字设备、图形设备), 也可以是非智能终端 (如传统外部设备), 如图1-9所示。计算机终端、磁盘、打印机、绘图仪、仪器、标记阅读器、控制器、通用接口总线、远程门路等各种资源, 通过LAN互连起来, 成为公共资源, 供给网上每一用户共享。为了提高处理能力及简化输入/输出操作, 现在涌现出许多专用的智能工作站和服务站, 如具有专用键盘、带CRT图形与硬拷贝输出的图形文本工作站; 将处理设备与网接口组成一体的网络站或系统站; 具有网间传送能力的传送站; 以及数据库机等等, 如图1-10所示。在Ethernet上, 通过接口 (影线部分) 连接有主机、个人计算机、CAD/CAM (辅助设计/辅助制造) 工作站、数据输入工作站、文件服务器、数据库服务器等各种工作站。

子网由结点与信道组成, 结点即网接口, 信道即传输媒质。归纳起来, 有两种子网, 如