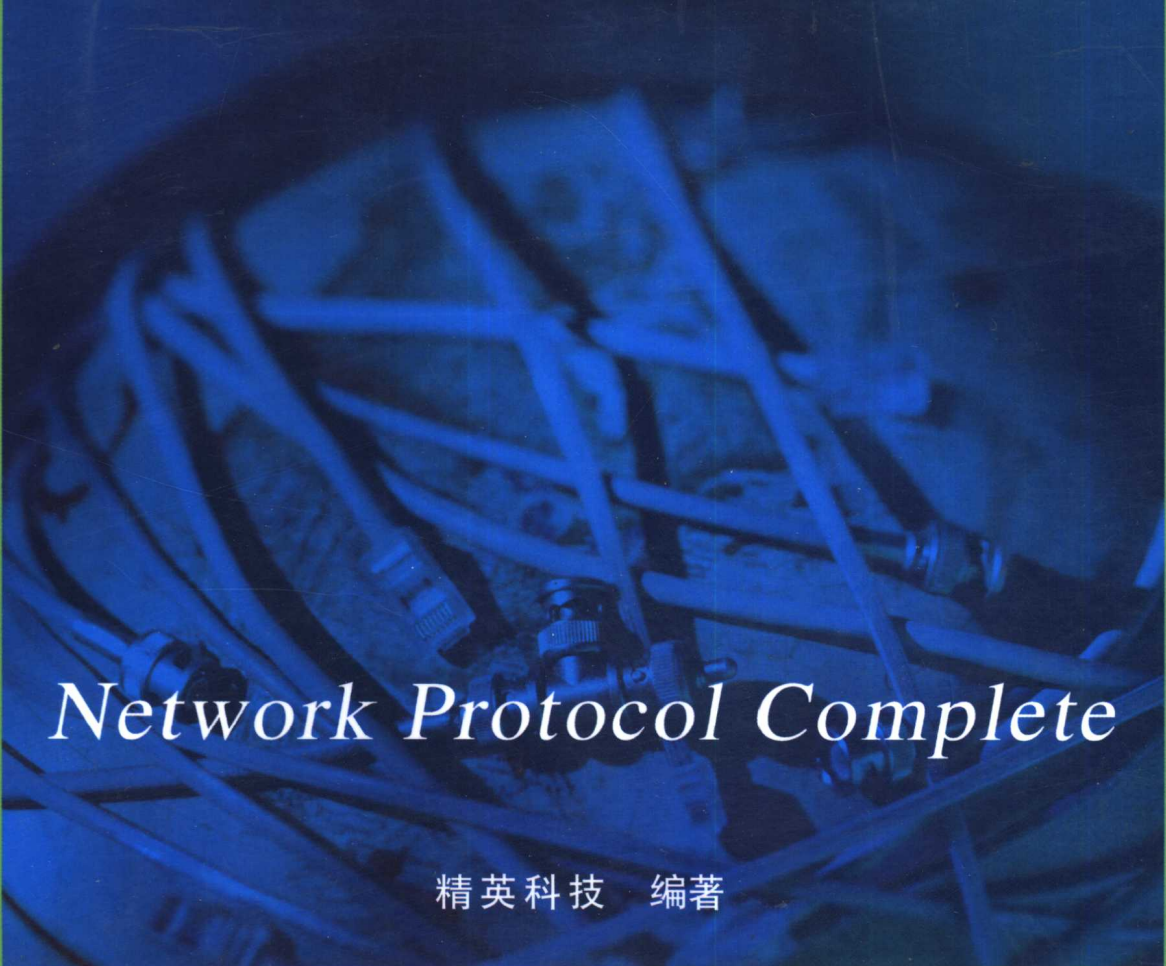




Network Protocol Complete

精英科技 编著

网络协议

大全



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

Network Protocol Complete

网络协议大全

精英科技 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

本书的目的是通过详尽的介绍使读者全方位地了解网络协议的有关知识。全书共分为 15 章, 主要内容有网络基础、OSI 模型和 IEEE 标准、物理层协议、线路通信协议、高层协议、TCP/IP 协议、广域网协议等, 对各种网络协议进行了剖析, 结构紧凑, 内容详尽, 不失为网络协议方面的一本难得的学习参考用书。

本书适合于网络协议方面的专业技术人员阅读, 也可供有一定计算机知识基础的读者及在校学生学习参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

网络协议大全/精英科技编著. —北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0536-1

I. 网… II. 精… III. 计算机网络-通信协议-基本知识
IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 04443 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 5 月第一版 2001 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 37.25 印张 846 千字

定价 50.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

目 录

第 1 章 网络基础	1
1.1 网络概论	1
1.2 网络类型	4
1.3 网络拓扑结构	5
1.4 网络术语	6
1.5 网络协议	19
第 2 章 OSI 模型和 IEEE802	20
2.1 什么是 OSI 模型	20
2.2 物理层	21
2.3 数据链路层	24
2.4 网络层	29
2.5 传送层	32
2.6 会话层	36
2.7 表示层	41
2.8 应用层	42
2.9 IEEE802 标准	49
第 3 章 物理层协议	52
3.1 RS-232-C	52
3.2 RS-449	58
3.3 V.35	63
3.4 X.25	65
3.5 ISO8877	71
3.6 GP-IB	72
3.7 Y 接口和 I 接口	82
第 4 章 调制解调器的基本建议	84
4.1 ITU 协议	84
4.2 MNP	92
第 5 章 线路通信协议	96

5.1	ISDN (Integrated Services Digital Network)	96
5.2	BSC	99
5.3	面向比特的链路控制规程 HDLC	110
5.4	分组交换	115
5.5	日本连锁仓储协会 JCA 规程	143
5.6	X, Y, Z MODEM, Kermit 协议	165
5.7	系统网络体系结构 SNA	174
第 6 章	高层协议	183
6.1	OSI (开放系统互连) 协议	183
6.2	ASN. 1 (抽象语法描述方法 1)	198
6.3	X. 400 和 X. 500	211
第 7 章	以太网、令牌环网、FDDI 和 CDDI	239
7.1	引言	239
7.2	以太网	239
7.3	令牌环网	251
7.4	FDDI 和 CDDI	260
第 8 章	TCP/IP 协议	272
8.1	Internet 协议系列和 RFC	272
8.2	RFC 标准化状态和状态标准	279
8.3	RFC 正式协议(RFC2000)列表	281
第 9 章	苹果公司的 APPLE TALK 协议组	405
9.1	APPLE TALK 协议组与 OSI 模型	406
9.2	链路访问协议 ELAP, TLAP, LLAP	408
9.3	APPLE TALK 地址解析协议 AARP	410
9.4	数据报传递协议 DDP	411
9.5	APPLE TALK 事务协议 ATP	413
9.6	APPLE TALK 会话协议 ASP	414
9.7	打印机访问协议 PAP	414
9.8	APPLE TALK 数据流协议 ADSP	414
9.9	APPLE TALK 链文件归结协议 AFP	415
9.10	APPLE SHARE	415
第 10 章	NetWare IPX/PCX 协议组	416
10.1	IPX/PCX 和 OSI 模型	416
10.2	底层协议	416
10.3	中层协议	417

10.4 上层协议	423
第 11 章 无线局域网协议	426
11.1 无线局域网的协议体系	426
11.2 无线局域网的媒体访问控制协议	428
11.3 移动计算网络协议	453
第 12 章 NetBIOS/NetBEUI 协议	458
12.1 NetBIOS/NetBEUI 协议环境	458
12.2 IBM NetBIOS	459
12.3 MS NetBEUI	464
12.4 SMB	465
第 13 章 其他协议	471
13.1 施乐的 XNS	471
13.2 Banyan System 的 VINES 协议	479
13.3 MAP and TOP	481
13.4 逻辑链路控制 LLC	486
13.5 Digital 网络体系结构 (DNA)	500
第 14 章 广域网协议	504
14.1 网间互联技术	504
14.2 流行的广域网协议	506
第 15 章 网络管理协议	564
15.1 网络结构	564
15.2 基本功能	565
15.3 网络管理协议	567

第1章 网络基础

1.1 网络概论

1.1.1 计算机网络的产生与发展

1. 计算机与通信的结合

在 1946 年第一台数字电子计算机问世后的最初 10 年内, 计算机和通信毫不相干。当时计算机以“计算中心”的服务模式工作。1954 年研制出一种收发器 (transceiver) 的终端, 人们才首次使用这种终端通过电话线路将数据发送给远方的计算机。此后, 计算机开始与通信结合, 计算中心的服务模式逐渐让位于计算机网络的服务模式。实践表明, 计算机网络的产生与发展, 对人类社会的发展产生了深远的影响。

2. 计算机网络的发展

计算机网络的发展大致可分为以下 4 个阶段。

(1) 面向终端的计算机通信网。早期的计算机通信网由一台数据处理计算机和前端处理机 FEP (front end processor) 组成, 通过调制解调器与远程终端相连, 面向终端的计算机通信网如图 1-1 所示。通信处理机完成全部通信任务, 包括串行和并行传输的转换。数据在通信线路上串行传输, 而在计算机内部则是并行传输。调制解调器 M 将终端或计算机的数字信号转变成适合在电话线上传输的模拟信号, 而在接收端则完成相反的变换。由于前端机可以采用比较便宜的小型计算机, 因此在 20 世纪 60 年代初得到广泛应用。这种联机系统称为面向终端的计算机通信网。其本质是以单个主机为中心的星型网, 各终端通过通信线路共享主机的软件和硬件资源。

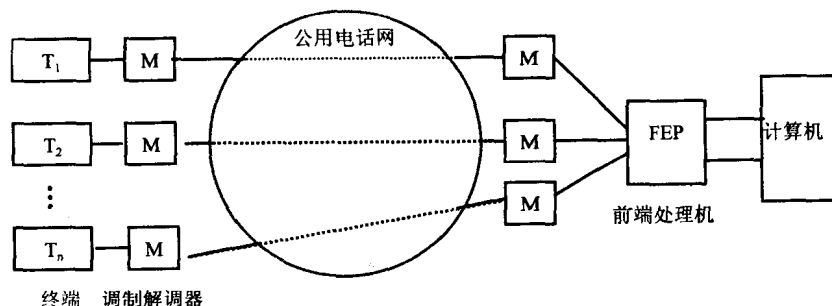


图 1-1 面向终端的计算机通信网

(2) 分组交换网。分组交换 (packet switching) 也称为包交换, 它是现代计算机网的技术基础。1964 年 8 月, 巴兰 (Baran) 首先提出分组交换的概念。1969 年 12 月, 美国的分组交换网 ARPANET 投入运行。图 1-2 为分组交换网的示意图, 图中节点 A、B、…、G 和连接这些节点的链路 AB、BC、…组成了分组交换网, 通常称为通信子网, 节点上的计算机称为节点交换机。H1~H7 为相互独立的并且可以进行通信的计算机, 称为主机, T 为终端, 为人-机对话设备, 并通过它与网络进行联系, 通信子网以外的这些设备统称为资源子网。

当主机 H1 要向其他主机发送数据时, 首先将数据划分为一系列等长的分组, 同时附上一些有关目的地址等信息, 然后将这些分组依次发往与 H1 相连的节点 A。这时, 除链路 H1~A 外, 网内其他通信链路并不被目前通信的双方所占用, 即使链路 H1~A 也只当分组正在该链路上传送时才被占用, 在各分组传送的空闲时间, 仍可用于传送其他主机发送的分组。节点 A 收到分组后, 先将收到的分组存入缓冲区, 再根据分组携带的地址信息按一定的路由算法, 确定将该分组发往哪个节点。由此可见, 各节点交换机的主要作用是负责分组的存储、转发及路由选择。实质上, 一个分组交换网只要不超过网络容量, 允许多主机同时进行通信。

由上述可知, 存储转发分组交换技术, 实质上采用的策略是断续 (或动态) 分配传输通道。因此, 非常适合传输突发式的计算机数据, 它极大地提高了通信线路的利用率, 降低了用户的使用费用。

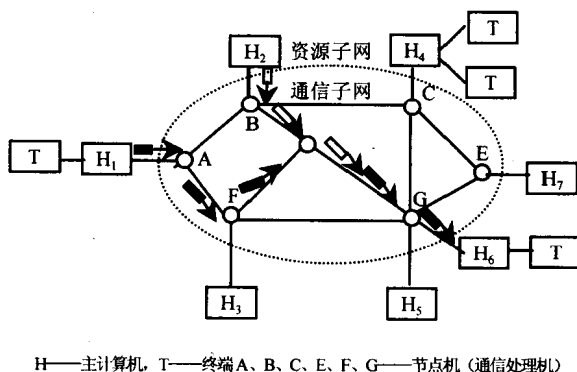


图 1-2 分组交换网示意图

(3) 形成计算机网络的体系结构。计算机网络是一个非常复杂的系统, 需要解决的问题很多。早在 ARPANET 设计时, 就提出了“分层”的方法, 即将庞大而复杂的问题分为若干较小的易于处理的局部问题。1974 年 IBM 制定了系统网络体系结构 SNA (system network architecture), 现已成为世界上较广泛使用的一种网络体系结构。随着计算机网络技术的发展, 不同网络体系结构的用户迫切要求能互相交换信息。为了适应不同体系结构的计算机网络的互联, 国际标准化组织 ISO 提出了异种机联网标准的框架结构——开放系统互联参考模型 OSI。OSI 得到了国际上的承认, 成为其他各种计算机网络体系结构靠拢的标准, 大大地推动了计算机网络的发展。

在这一时期 (20 世纪 70 年代末到 80 年代初) 内, 开创了第 3 代计算机网络的新纪元, 其主要标志为: 出现了利用人造通信卫星进行中继的国际通信网络; 局域网络的商品化和

实用化；网络互联和实用化；网络互联技术的成熟和完善；网络环境下的信息处理——分布式处理的应用和分布式数据库的应用。

(4) 高速网络技术。20 世纪 80 年代末开始，计算机网络开始进入其发展的第 4 代时期，其主要标志为：网络传输介质的光纤化、信息高速公路的建设；多媒体网络及宽带综合业务数字网（B-ISDN）的开发和应用；智能网络的发展；比计算机网络更高级的分布式系统的研究，使高速网络技术得以飞速发展，相继出现了高速以太网、光纤分布式数据接口 FDDI、快速分组交换技术，包括帧中继、异步转移模式等。

1.1.2 计算机网络的定义

计算机网络并无一个严格的定义，随着科学技术的发展和人们侧重点的不同，对计算机网络的含义有不同的理解。早期，人们从计算机通信的观点，把一台计算机用通信线路与若干用户终端相连的“终端——计算机”系统，或用通信线路将分散于不同地点的互相连接的“计算机——计算机”系统叫做计算机网络。其定义为：“计算机技术与通信技术相结合实现远程信息处理和进一步达到资源共享的系统”。

在 ARPA 网络问世后，1970 年美国信息处理学会召开的春季计算机联合会议上，把计算机网络定义为“用通信线路互联起来，能够相互共享资源（硬件、软件和数据等），并且各自具备独立功能的计算机系统的集合”。这一定义与前一定义的主要差别是强调计算机网络是计算机系统的群体；各计算机之间不存在主从关系；计算机互联的目的是为了实现资源共享。由此可见，这一定义的出发点是资源共享。

随着分布式处理技术的发展，为了使用户更好地应用网络资源，出现了第三种观点，即强调用户透明性，把计算机网络定义为“使用一个网络操作系统来自动管理用户任务所需的资源，使整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的”。这里的透明是指用户不会觉察多个计算机的存在。如果不具备这种透明性，需要用户来熟悉资源情况，确定和调用资源，就认为这种网络是计算机通信网而不是计算机网络，按照这种观点，具有资源共享能力只是计算机网络的必要条件，而非充分条件。实际上，符合这一定义的计算机网络是一种远程分布式计算机系统，或者叫做分布式计算机网络。当前实际应用的计算机网络只能部分地做到“用户透明”。

目前通常采用的计算机网络定义是：计算机网络是用通信线路将分散在不同地点并具有独立功能的多台计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，实现资源共享的信息系统。这里强调计算机网是在协议控制下，实现计算机之间的数据通信，网络协议是区别计算机网与一般计算机互联系统的标志。

在有些文献中也常见到“数据通信网”，它实际上也是指计算机网络，但它是着重于计算机通信技术，侧重于通信子网。

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络主要有 4 项功能：

(1) 数据传送。这是计算机网络的基本功能,正是这一功能才得以实现计算机与终端、计算机与计算机之间传送各种信息,对地理位置分散的单位进行集中管理与控制。

(2) 资源共享。资源共享指共享计算机系统的硬件、软件和数据,是计算机网络最有吸引力的功能。例如,少数地区设置的数据库可供全网使用;某些地区设计的专用软件可供其他处调用;一些特殊功能的计算机或外部设备面向全网,没有这些设备的地区也可利用这些资源完成特殊任务。因此,计算机网络的引入大大提高了整个系统的数据处理能力,降低了平均处理费用。

(3) 计算机的可靠性和可用性得到提高。可靠性的提高体现在网络中计算机彼此互为备用。一台计算机出故障,可将任务交由其他计算机完成,不会出现单机在无后备情况下机器故障而使全系统瘫痪的现象。可用性指当网络中某台计算机负担过重时,可将新任务转交网络中较空闲的计算机完成,通过计算机网络均衡各台计算机的负担,避免产生忙闲不均的现象,从而提高了每台计算机的可用性。

(4) 容易进行分布式处理。一般地讲,网络中的用户可根据具体情况合理地选择网内资源,就近快速处理。但对较大型的综合性问题,当一台机器不能完成处理任务时,可按一定的算法将任务交给不同计算机分工协作完成,达到均衡地使用网络资源进行分布处理的目的。所以利用网络技术,能够将多台计算机连成具有高性能的计算机系统。使用这种系统解决大型复杂的问题,其费用比采用高性能的大中型计算机低得多。

可见,计算机网络大大扩展了计算机系统的功能,增大了应用范围,提高了可靠性,给用户应用提供了方便性与灵活性,降低了系统费用,提高了系统的性能价格比。计算机网络不仅传输计算机数据,也可以实现数据、语音、图像、图形等综合传输,构成综合服务数字网络,为社会提供更广泛的应用服务。

1.2 网络类型

计算机网络有不同的分类方法,可以按地理范围分类,也可以按网络的使用目的分类。

1.2.1 按地理分类

按网络覆盖的地理范围可分为:

局域网 LAN (Local Area Network), 约 0.1km;

校园网 CAN (Campus Area Network), 约 1km;

城域网 MAN (Metropolitan Area Network), 约 10km;

广域网 WAN (Wide Area Network), 约 100~1000km;

全球网 GAN (Global Area Network), >1000km。

通常局域网指在一间机房,或相连的几间房间内或一幢大楼内,有时也称为局部区域网。校园网可将相近的若干大楼互联在一个网络中,实际上并不仅限于在校园中,也可以用于企业、单位,因此也称为园区网。城域网的作用范围为一个城市,有时也称为市域网。广域网通常在一个国家中或相邻的若干国家中,有时也称为远程网 (long haul network)。全球网通常指跨洲际、覆盖范围几近全球的网络,因特网就是一个典型。上述分类中,每

种网络后面的公里数就是其覆盖的地址范围，但并不是严格的区分数据。从实现的技术不同可粗略地分为局域网（包括前述的 LAN 和 CAN）、城域网和广域网（包括前述 WAN 和 GAN）。

1.2.2 其他分类

网络也可以按照其物理形状分类，分为星形、树形、环形、总线结构、全部互联和不规则形。其具体内容将在下节介绍。

1.3 网络拓扑结构

为进一步分析网络单元彼此互联的形状与其性能的关系，采用拓扑学中一种研究与大小形状无关的点、线特性的方法，把网络单元定义为节点，两个节点间的连线称为链路，这样，计算机网络就是由一组节点和链路组成。网络节点和链路的几何位置就是网络的拓扑结构。网络中共有两类节点：转接节点和链路节点。节点计算机、集中器和终端控制器等属于直接节点，它们在网络中只是转接和交换传送的信息；主计算机和终端等是访问节点，它们是信息交换的源节点和目标节点。通信子网的拓扑类型较多，主要有以下 6 种：星形、树形、环形、总线结构、全部互联和不规则形，网络的拓扑结构如图 1-3 所示。

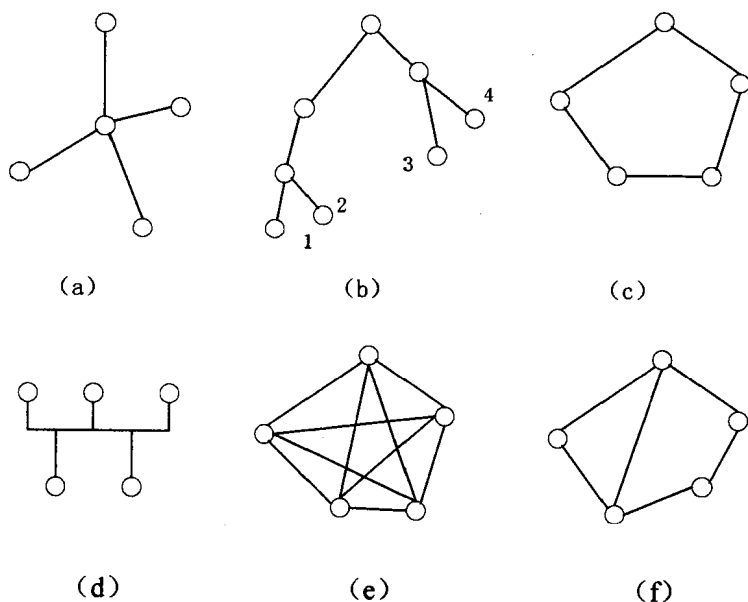


图 1-3 网络的拓扑结构

(a) 星形；(b) 树形；(c) 环形；(d) 总线结构；(e) 全部互联；(f) 不规则形

星形：图 1-3 (a) 为星形结构。星形的中心节点是主节点，它接收各分散节点的信息，再转发给相应的节点，具有中继交换和数据处理功能。星形网的结构简单，建网任意，但可靠性差，中心节点是网络的瓶颈，一旦出现故障则全网瘫痪。

树形：树形网络是分层结构，适用于分级管理和控制的系统。与星形结构比较，由于通信线路总长度较短，故成本低、易推广，但是树形结构较星形复杂。网络中，除叶节点（图 1-3（b）中标有数字 1、2、3 和 4 的各节点）及其连线外，任一节点或连线的故障均影响其所在的网络的正常工作。

环形：网络中节点计算机连成环形，如图 1-3（c）所示。环路上，信息单向从一个节点传送到另一个节点，传送路径固定，没有路径选择问题。环形网络实现简单，适用于传输信息量不大的场合。由于信息从源节点到目的节点都要经过环路中的每个节点，故任何节点的故障均导致环路不能正常工作，可靠性较差。

由于环形网络具有结构简单、容易实现、无路径选择和建网投资少等优点，使它在多机系统和局部计算机网络中占有重要地位，是使用较多的结构。

总线结构：总线结构如图 1-3（d）所示。总线结构中，各节点通过一个或多个通信线路与公共总线连接。总线型结构简单、扩展容易。网络中任何节点的故障都不会造成全网的故障，故相对上述几种结构可靠性较高。

全部互联：全部互联结构如图 1-3（e）所示。网络中任意两节点间都有直接通路相连，故通信速度快，可靠性高，但是建网投资大，灵活性差。适用于对可靠性有特殊要求的场合。

不规则形：网络中各节点的连接没有一定的规则，一般当节点地理分散、而通信线路是设计中主要考虑的因素时，采用不规则网络，如图 1-3（f）所示。

上述结构中，星形和树形网络均属于集中控制方式，主要缺点是可靠性差，主节点的故障会导致全网瘫痪。环形和总线形主要使用分布式控制方式，在局域网中采用较多。不规则形网络则主要用于远程网络中。如何确定网络的拓扑结构，这是网络设计中首先考虑的问题，需要根据应用场合、任务要求和费用等因素综合分析比较后确定。

1.4 网 络 术 语

1.4.1 转发器

网络转发器是工作在物理层的设备，为不同的传输媒体之间的连接提供接口和信号转换，其物理接口有铜缆的 RJ45、BNC 和光缆的 ST、SC 等形式。网络转换设备一般需另外提供电源。

1. 网络媒体转换设备的分类

根据网络媒体转换设备应用和性能，可把网络媒体转换设备分为以下几种类型：

- 10 兆和 100 兆以太网桌面型光纤转换设备

这类设备通常可以在 10 兆以太网的 10Base-T 双绞线、10Base-2 同轴电缆、10Base-FL 850nm 多模、1300nm 多模和单模光纤，或在 100 兆快速以太网的 100Base-TX 双绞线、100Base-FX 多模和单模光纤之间提供媒体转换。

桌面型光纤转换器具有以下特点：

(1) 固定式或模块化结构, 支持 IEEE802.3 10Base-FL、10Base-TX 及 100Base-FX 协议和布线标准。

(2) 光纤类型: 850nm 多模, 1300nm、1550nm 多模及单模。

(3) 支持全双工和半双工网络通信。

(4) 指示灯可以帮助网络管理员诊断故障。

(5) 光缆接口包括 LinkLoss™和 FiberAlert™功能, 指示“Silent failures”状态。

(6) 体积小且内置电源变换, 95/240VAC 供电, 易于放置和使用。

• SNMP 可网管的 10 兆和 100 兆以太网光纤转换设备

可网管的 10 兆和 100 兆以太网系列媒体转换器可以与双绞线、单模光纤、多模光纤和同轴电缆连接, 模块主要用于网络之间的一种媒体到另一种媒体的转换。由于具有 SNMP 网络管理功能, 因此这类光纤转换设备被世界著名厂商推荐使用, 如 Cisco、3Com 和 Bay 等网络公司。

10 兆模块 PIM 符合 10Base-T (RJ45)、10Base-FL (ST 或 SC) 协议和相应的布线标准。100 兆模块 LIM 符合 100Base-TX (RJ45)、100Base-FX (ST 或 SC) 协议和相应的布线标准。光纤适应类型 850nm 或 1300nm。每个双绞线和光纤 PIM 和 LIM 模块包括 LinkLoss™和 FiberAlert™(光纤特有)功能。网络管理软件可指示“Silent failures”状态, 并在光缆网络中帮助诊断故障。

SNMP 可网管的以太网光纤转换设备具有以下特点:

(1) 支持 IEEE80.3 10Base-2、IEEE802.3u 100Base-TX 和 100Base-FX 协议和布线标准。

(2) 双绞线和 PIM 及 LIM 光模块支持全双工和半双工网络通信。

(3) 光纤转换支持 850nm 多模、1300nm 多模和 1300nm 单模光缆。

(4) 网络产品特有的 LinkLoss™和 FiberAlert™功能在光缆网络中可指示“Silent failures”状态。

(5) SNMP 光缆模块符合 IEEE 和 IETF 标准。SNMP 光缆选项包括多个命令接口和信息接口, 还可显示电源故障。

• 光缆单模/多模转换器 S2MM

光缆单模/多模转换器可将 850nm 及 1300nm 多模光纤网络设备转换为在单模关系中的传输, 以实现更长距离的通信。这种关系模式转换器支持 ATM/SONET、FDDI、令牌环网、以太网、快速以太网和千兆以太网等网络协议和布线标准, 支持速率从 10Mb/s 以太网到 OC-3 155Mb/s, 最高达 1000Mb/s, 可用于 1000Mb/s 及以下各种速率的多种光纤网络环境中。如 IMC S2MM 模块可放置在 IMC 模块化的 iMc/6 机架的槽中。对于信息点多的光缆系统, IMC 提供 1U 机架式产品, 使系统配置更为灵活、方便。

这种光纤转换设备具有以下特点:

(1) S2MM 模块用于 850nm 多模和 1300nm 单模光纤之间的转换, 可放置在模块式机盒或机架式插槽中。对于信息点多且集中的光缆环境中, 可采用 1U 机架式产品, 使系统配置更为灵活、方便。

(2) 信号转换独立于 ATM/SONET、令牌环网、以太网、快速以太网和千兆以太网等

协议和布线标准。

(3) 支持传输速率范围广, 从 10Mb/s 到 155Mb/s(OC3), 最高可达 1000Mb/s。

(4) 单模传输距离 40km, 最大可达 100km 以上。

(5) SNMP 光缆模块符合 IEEE 和 IETF 标准。SNMP 光缆选项包括多个命令接口和信息接口, 还可显示电源故障; 每个接口的诊断部件都有状态指示灯, 包括输出接口的链路状态指示灯。

• 千兆位多模扩展器

目前提供一个在千兆以太网扩展千兆位传输距离的突破, 多模光缆传输距离可达 2km, 一般已有的多模光缆不能在千兆以太网替代 FDDI 网而不需敷设新的单模光缆, 这也是园区网和城域网理想的主干策略。多模扩展器可以与任何 IEEE802.3z 兼容的设备一起工作。

• 容错型光缆转换器

冗余的光纤链路和电源部件, 支持带内和带外的 SNMP 光缆, 通过冗余链路保护重要的数据通路。冗余链路模块用于要求最大可靠性的场合, 这种模块通过一个铜缆输入和两个光缆输出。为提高通信的可靠性而提供一个重要的功能: 当一个主路径链路断开故障, 则另一个可作为故障恢复路径, 它也能用于基于时间参数的最小成本路径路由。

• 单光纤芯转换器

一般光缆传输时使用一对光纤, 一根用于发送, 另一根用于接收。而单光纤转换器只使用一根光纤, 转换器的光纤模块使用独特的激光技术驱动, 把 TX 和 RX 信号组合到一根光纤芯中, 这就有效地加倍提高了光纤的可用性, 并消除了增加光纤连接的需要, 它还可在光缆系统中为重要网络应用提供冗余性能, 这种故障安全冗余保护用户因故障损坏任一光纤而要切换到其他光纤芯时能从新路由通信, 或只能使用一半带宽进行通信。

1.4.2 网桥

中继器运行在物理层, 它只是扩展物理网络的距离, 而网桥则运行在 OSI 的第 2 层, 即数据链路层。

网桥仍然有在不同网段间再生信号的功能, 但它增加了使用包含在链路层内的分组寻址信号, 以决定哪两个网段之间的信号中继, 从而增加了互联功能。它根据地址过滤数据分组, 限制经过网桥的数据流, 只允许送到该目的地的分组通过网桥。图 1-4 表示网桥的原理, 从 A 发往 B 的信号, 只需在网段 1 中传输, 因此被网桥过滤, 而不会送至网段 2, 从 A 发往 C 的信号, 网桥将转发至网段 2。

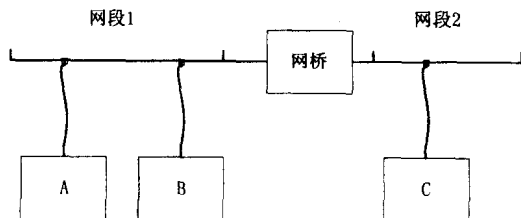


图 1-4 网桥的原理

按照上述原则,网桥能有效的连接两个 LAN,一方面使本地通信限制在本网段内,并转发相应的信号至另一网段,由此可引出网桥的两个好处:一是网桥可把一个大的 LAN 分成两个较小的 LAN,使 LAN 的长度增加一倍,连接在网络上的设备和通信量也相应增加一倍,同时仍然能保持 LAN 的性能不下降;二是网桥可连接两个远程 LAN,用两个网桥,通过公共通信链路相连。同样,对于两个以上的局域网,也可采用网桥互联,有两种不同的技术来处理多个 LAN 的互联:Spanning Tree bridge 和源路径选择桥 Source Routing Bridge。

1. 以太网桥

早期的网桥只是简单地在两个网段之间提供点对点的链路,一旦链路发生故障,两个网络的互联就无法实现。

当网桥用于建立大的互联网且传输重要的关键应用数据时,上述简单网络互联的缺陷就无法满足要求。在包含有多个以太网段的互联网,就需要有可变更的多个路由来支持,而不是单一的路由。

解决的途径是采用一种被称为交叉支撑树 (Spanning Tree) 的算法。其基本原理是当原先运行的一条链路发生故障时,仅需打开另一条路径,也就是用一条备用的链路来支持原始链路故障。图 1-5 表示由两条公共通信链路互联的网桥,其中链路 B 是原始链路,链路 A 平时是关闭的,只有当链路 B 发生故障时,Spanning Tree 算法才会自动打开链路 A,以保证两个以太网的正常互联。事实上,很多网桥提供多个端口,以支持众多的以太网的互联。

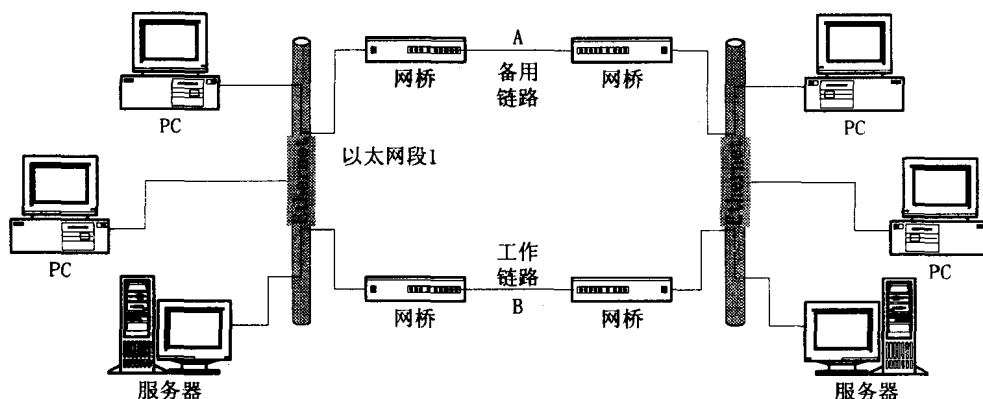


图 1-5 由两条公共通信链路互联的网桥

Spanning Tree 算法的网桥互联已被定为 IEEE 标准。虽然这种算法解决了链路冗余的问题,但是当通过网桥的两个网段间通信量不断增加时,就需要快速的公共通信链路来支持,这将增加通信费用,而其中却有链路处于闲置状态。

2. 源路径选择桥

与 Spanning Tree 桥不同的源路径选择桥,用于 IBM 的标记环网的互联。当单个标记环网的规模不断增大时,可用源路径选择桥将其分成两个网。对于简单地互联两个网,这

两种算法几乎没有太大的区别，桥的功能都是根据分组的地址域决定将该分组过滤还是转发。

对于复杂的网络，需要路径选择时，源路径选择桥的算法就与 Spanning Tree 不一样了。如果是 Spanning Tree 算法，当原始链路发生故障时，会自动转换链路的路径。而源路径算法的网桥是由发送站的源点来决定路由的选择，并将详细的路径插入到每个发送的分组。在途中的每个网桥读出分组的路由信息，以决定将分组过滤或者转发。图 1-6 表示用源路径算法连接的标记环网，从 A 环发送数据至 E 环有两条路径，即通过 B 环或通过 C 环和 D 环。当网络在最初配置时，源连接算法在开始时就要决定哪条路径是最好的，只有当网络配置改变时，才会改变路径。

源路径算法比之于 Spanning Tree 算法有两个优点：一是能充分利用路由器能力；二是源路径算法不需在网桥中做任何处理。其缺点是需要源站作附加的处理，且当网络配置变更时需要重复计算路由。

路由器是静态的，即在两个节点之间的路由总是固定的，除非某一链路发生故障，或者在网上接入新的设备，才需要重新配置路由。在发生配置变更时，源点需要重新计算路由，根据最短的路径或者负载平衡等因素来确定。

图 1-6 中，源站需在开始时发送试探的分组，经过每个路径到每个可能的目的地。每个试探分组记录所通过的路径，且返回至源站，从而决定每个路由，并设置相应的路由表，之后，所有的分组都根据决定的路由实现传输，当网络配置改变时，需重新进行设置。对于标记环网可支持 260 个节点，其规模相当大，但由于标记环网的工作机制和时间要求，任一分组通过网桥的最大数量是 7 个网桥。

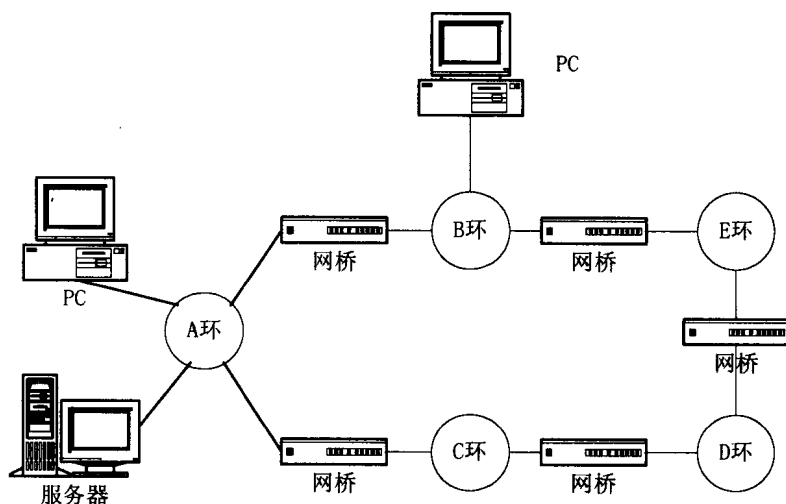


图 1-6 用源路径算法连接的标记环网

3. 源路径透明 Source Routing Transparent (SRT)

Spanning Tree 桥有时也称为透明桥，因为发送的分组不需携带任何描述路径的信息，只是简单地包含目的地地址，由路径的桥决定其路由。

在一些复杂的大网，常常需要互联两种不同的路由算法的网络。SRT 标准可用来互联两种不同的路由算法的标记环网，也可用于组合采用转换桥互联的以太网和采用源路径选择互联的标记环网。其操作原理较简单，当到达 SRT 桥的分组包含有源路径选择信息时，该网桥遵照这些信息操作，如同源路径选择桥一样。如到达 SRT 桥的分组并不包含任何源路径选择信息时，则网桥假定该分组来自 Spanning Tree 网，此时，网桥根据分组地址决定对此分组进行过滤或转发。

4. 转换桥 Translation Bridging

很多场合，既有标记环网，又有以太网，且需要进行互联。通常的方法是采用下面要讲的路由器，即在 OSI 第 3 层互联，以避免对两种不同类型的网在数据链路层进行转换。但是为了简单起见，不采用第 3 层转换的路由器方案，仍然用网桥来实现标记环网和以太网的互联。但使用网桥来互联这两种不同类型的网也会增加处理的复杂性，需要在数据链路层转换协议，这又与采用网桥的简单、便宜的本意相背。

转换桥是连接以太网和标记环网的网桥，且不在网络层转换。它要转换这两种不同类型网络的数据分组，当采用源路径选择标记环网时，网桥需支持 SRT 标准，使源路径选择网和 Spanning Tree 网能相互兼容。

5. FDDI 网桥

采用 FDDI 网作为主干网，连接众多的以太网或标记环网，是校园网常用的一种方案，但是不能通过 FDDI 主干网连接不同类型的 LAN，如以太网和标记环网通过 FDDI 主干网互联，则需要采用路由器。

FDDI 主干网互联以太网或标记环网需要采用一种称为封装的技术。与上述各种网桥连接只是直接连接两个网段或透明的点到点的互联不同，由于 FDDI 有其独特的数据分组结构，接入 FDDI 主干网的网桥需要将分组转换成 FDDI 的数据分组格式。图 1-7 表示通过以太网-FDDI 网桥将两个以太网连接到 FDDI 主干网。在 LAN A 上的 1 号桥接收到所有送至 LAN B 的分组，首先要用相应的专用协议，包括 FDDI 的报头将分组封装，然后将封装的分组发送至 FDDI 网，2 号桥对送往 LAN B 上设备的分组去掉 FDDI 的协议报头，送往 LAN B，并由相应的设备接收。

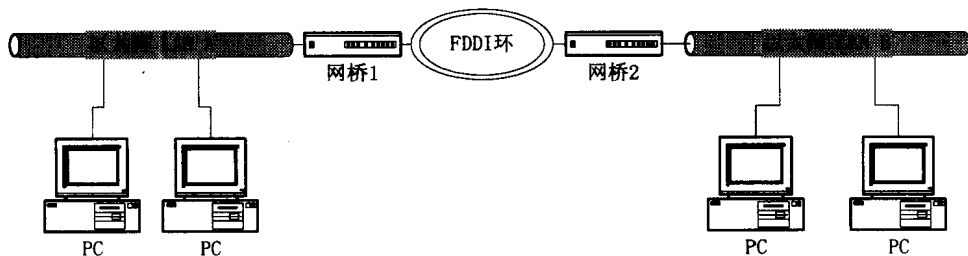


图 1-7 以太网-FDDI 网桥

6. 网桥的限制

连接少量同一类型的网段，网桥是一种最好的互联设备。法国网段数量很大，使用网