

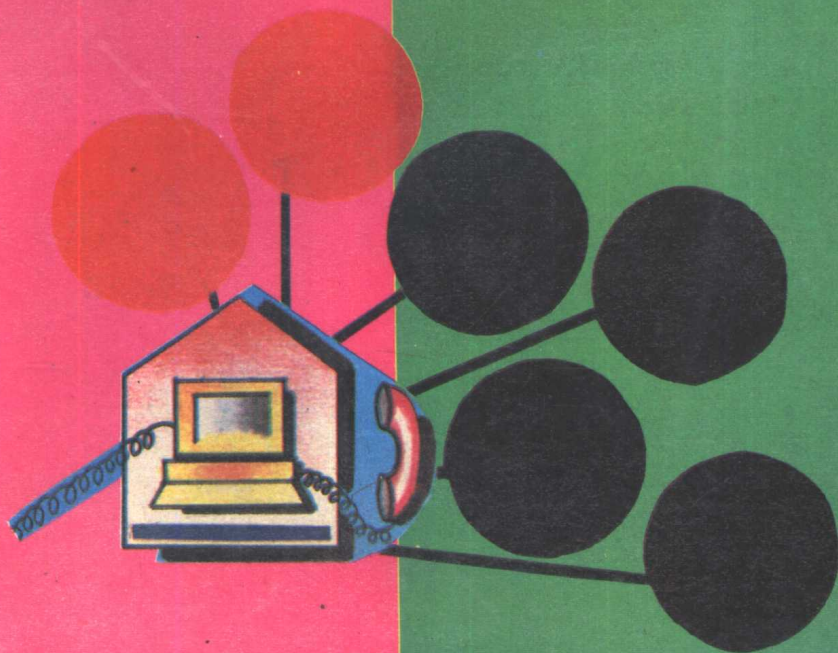
计算机网络与通信系列丛书

计算机局部网络互连技术

章立生 编写
孙 义



学苑出版社



计算机网络与通信系列丛书

计算机局部网络互连技术

章立生	编写
孙 义	
万 帆	审校

学苑出版社

1993

(京)新登字 151 号

内 容 提 要

本书详细介绍了网络互连原理,根据 OSI 模型划分的各个层次,介绍了各个层次实现网络互连的各种硬件和软件产品,还介绍了网络互连的一般手段,给出了网络互连的基本方法,定义了中继器、网桥以及路由器信关的概念及其产品。同时本书还详细介绍了现今十分流行的几种网络协议及其网络软件系统的互连性。

本书是关于网络互连的专著,内容丰富,涉及面广,实用性强。适用于计算机网络设计人员,计算机局部网络管理员和计算机专业人员的培训教材,也可作为大专院校计算机网络专业的参考书。

欲购本书的用户,可直接与北京 8721 信箱联系,邮编:100080,电话:2562329。

计算机网络与通信系列丛书

计算机局部网络互连技术

编 写:章立生 孙 义

审 校:万 帆

责任编辑:甄国宪

出版发行:学苑出版社 邮政编码:100032

社 址:北京市西城区成方街 33 号

印 刷:施园印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:14.75 字数:334 千字

印 数:1~4000 册

版 次:1993 年 12 月北京第 1 版第 1 次

ISBN7-5077-0805-5/TP·16

本册定价:13.00 元

学苑版图书印、装错误可随时退换

前 言

随着微型计算机的普及应用,局部网络的应用也越来越多,而且局部网络操作系统的种类也较多。如何连接这些不同种类的局部网络,以及如何连接局部网络与小型计算机或大型计算机系统,成为人们所关心的问题。

本书主要是为了解决网络互连中的一些问题。网络互连是指将运行不同网络操作系统和位于不同的地点的不同网络连接成单个网络。本书详细地介绍了网络互连原理,根据 OSI 模型划分的各个层次,介绍了各个层次实现网络互连的各种硬件和软件产品。我们介绍了网络互连的一般手段,给出了网络互连的基本方法,定义了中继器、网桥以及路由器信关的概念及其产品。

我们介绍了现今十分流行的几种网络协议,包括 X.25, TCP/IP 和 XNS 协议,讨论了 LAN—LAN, LAN—WAN 的连接问题。详细介绍了流行的网络软件系统及其互连性,包括 Novell NetWare, 3Com 3+Open, Apple 计算机公司的 AppleTalk, Banyan VINES, 以及 Microsoft 公司的 OS/2 LAN Manager 的几个实现。

本书是关于网络互连的专著,它内容丰富、实用性强、涉及面广。特别是它根据 OSI 协议模型讨论了各种网络互连手段,包括中继器、网桥、路由器和信关,而且介绍了市场上流行的一些网络互连产品。本书可作为计算机网络设计人员,计算机局部网络管理员,计算机专业人员的培训教材,也可作为大专院校计算机网络专业的参考书。

Borland C++ 4.0

登峰造极 无与伦比

Borland C++ 4.0 for Dos.Windows and Windows NT

- △ 技术领先,支持16位和32位的Windows.
包含DOS,Windows,Win32s和Win32的完整的开发工具, 可以轻松地开发出各种16与32位操作系统的应用程序.
- △ 集成的开发环境
内建的BRIEF编辑器,提供巨集,演算查询,多窗口编辑及彩色语法标示等功能,让您在开放式的IDE更得心应手.
- △ 视觉化的程序发展工具
全新的视觉化应用程序发展观念,AppExpert 快速地产生应用程序,再以Class Expert加上所需的类别,然后再轻按鼠标右键,利用Resource Workshop 设计使用界面,简单的三步骤,加上支持VBX(Visual Basic Extension),让您更添威力!
- △ 完整的C++语法编译器
支持完整的C++语法, 包含template与Exception handing.
- △ 更强大的ObjectWindows 2.0
高阶的视窗控制能力,可支持列印及列印预览,完整的document/view制作...等,且ObjectWindows 2.0 跨系统特性,无论在Windows或Win32 上之原始程序均无需修改.
- △ 无与伦比的新功能
 - . BRIEF编辑器
 - . 同时支持16位和32位的应用程序混编
 - . Muti-targeting Project Manager
 - . 工业标准的ObjectWindows 2.0
 - . 遍历Class之中的ClassExpert
 - . 一个按键选择产生DOS,WindowsAP,LIB,DLL或16bit和32bit应用程序的TargetExpert
 - . 快速产生Windows应用程序框架的AppExpert
 - . 帮您产生基础对话的DialogExpert可将环参数设成简化的Settings Notebooks
 - . C++例外处理
 - . 视觉化的程序设计
 - . Windows 上执行的GUI除错器
 - . 管理应用程序除错及正式版本的Style Sheets
 - . 可plug and play 加入所喜爱工具的开放式环境.
 - . Speed Button
 - . 可使Project 中的各程序共享程序码的Source Pools

Borland Visual Solutions Pack

- △ 资料库的前端程序、全功能的电子表格、Notebook Tab、所见即所得(WYSIWYG)的文字处理器、通讯界面、图形编辑器、超过30个以上的3D及2D图表(Chart)形态等.

Borland Turbo Assembler

- △ 支持Intel的8086到Pentium CPU,完整的提供发展和除错的工具,包括屡获大奖的Turbo Debugger for DOS/Windows,IDEAL和MASM两种模式,各种程序语言的连接界面与TLINK 16位及32位连接工具程序等,是您缩短重要或即时系统反应及加速C,C++,Pascal,FORTRAN等应用程序的最佳选择.

诚征全国行销伙伴

希望软件热线 :

共同开拓软件市场

8422024

8422025

地 址: 北京海淀路82号希望公司软件部
电 话: 01-2579873,2579826,8422024,8422025
联系人: 周东,张军,夏克
传 真: 01-8422024,2561057

收款单位: 北京希望电脑公司软件部
开 户 行: 工商行海淀分理处
帐 号: 661924-61
邮 编: 100080

Borland Paradox for Windows

—— 最佳视窗多媒体资料库

- △ 物件道向设计,操作简易
 - Object Inspector Menus
最先进的Object Inspector Menus,只需轻按鼠标的右键,即可选择改变物件的属性,如字型的大小、字体与颜色等,操作简便,节省时间
 - SpeedBar Icons
SpeedBar Icons是一个可迅速地存取常用命令的指令,如: locate, cut, copy与paste等
- △ 视觉道向式的表格与报表制作
 - 可利用单一或多个表格资料,制作出所需的表格,以便于资料的增添和修改.并含有内建式绘图及设计工具包括对图形、按钮等可快速地制作高品质的表格及报表
 - Graphical Query by Example
Paradox的图形式范例查询,只需拉线连结所要的table并轻按按键,即可很快地完成查询产生结果,不需编写任何程序
- △ 无与伦比的功能与速度,且可处理中文资料
 - 视觉道向的Form与Report Experts
只需按鼠标透过Expert即可很快地生成所需的Form与Report格式与所包括栏位资料
 - 支持多媒体文件格式
Paradox for Windows除支持标准的text, number, date与currency外,并支持下列文件格式以处理多媒体格式档案
 - * Memo fields
资料量长度不受限制,且包括多种text型態
(如bold, italic...)字体大小与颜色
 - * Binary Large Object (BLOB) fields
支持大型二进制物件的栏位,可储存处理多媒体格式之资料如文字、图形、影像、声音与CAD图档
 - * Object Linking and Embedding (OLE) fields
在资料库内可存取其他Windows应用程序的资料,例如可在Paradox内处理其他电子表格或文书处理软件的资料
 - * Graphic fields
支持bit/mapped(.BMP)
图形与影像文件
- △ 高效率的应用程序开发工具
 - 简易高效能的开发工具--Object PAL
Object PAL是一种先进物件道向式的高阶程序语言,无论是简单的或是复杂的关联式资料库应用系统,皆可用Object PAL轻易地开发出来,且具有高稳定性,其程序码具有可重用性
 - 整合的开发环境
Paradox内含object tree, debugger, build_in editor 与on_line help等,让您应用程序的开发得心应手
 - 无限制的扩充性
Paradox的开放式结构可透过DLLs直接存取资料,并支持DDE与OLE. 同时也可应用SQL 于应用程序内与资料库server 连接使用,形成client/server的结构

城征全国行销伙伴 共同开拓软件市场
希望软件热线 : 8422024 8422025

地 址: 北京海淀路82号希望公司软件部
电 话: 01-2579873, 2579826, 8422024, 8422025
联系人: 周东, 张军, 夏克
传 真: 01-8422024, 2561057

收款单位: 北京希望公司软件部
开 户 行: 工商银行海淀分理处
帐 号: 661924-21
邮 编: 100080

目 录

第一章 网络互连原理和标准	(1)
1.1 网络互连历史	(1)
1.2 开放系统互连 原理	(2)
1.3 用于网络互连的OSI协议	(5)
1.4 连接设备应用于OSI模型	(7)
1.5 IEEE802课题	(9)
1.6 LAN帧格式	(10)
1.6.1 Ethernet	(11)
1.6.2 IEEE802.3	(11)
1.6.3 IEEE802.5	(12)
1.6.4 子网地址协议	(14)
1.6.5 ARCNET	(14)
1.6.6 FDDI	(15)
1.7 IEEE网桥标准	(17)
1.7.1 透明网桥方法	(17)
1.7.2 源路由方法	(21)
1.7.3 源路由透明方法	(23)
第二章 LAN-LAN 网络互连	(25)
2.1 LAN-LAN连接的设计	(25)
2.1.1 中继器、网桥、桥路由器还是路由器?	(25)
2.1.2 网络分析	(26)
2.1.3 连接不同类的LAN	(31)
2.2 中继器	(32)
2.2.1 Andrew TRR8218和TRR8219	(32)
2.2.2 Cabletron的MMAC	(33)
2.2.3 SMC有源集中器	(34)
2.3 网桥	(35)
2.3.1 Retix本地和远程LAN网桥	(36)
2.3.2 IBM8209LAN 网 桥	(37)
2.3.3 Ungermann-Bass Access/One FDDI网桥	(40)
2.4 桥路由器	(42)
2.4.1 Halley 系统公司的ConnectLAN 200	(42)
2.4.2 3Com NETBuilder族	(43)
2.5 路由器	(47)

2.5.1	Proteon p4100+和路p4200由器	(48)
2.5.2	ACC系列4000多协议网桥/路由器	(50)
2.5.3	cisco TRouter	(52)
第三章	互连网络的数据传输设施	(54)
3.1	拨号电话网络设施	(54)
3.2	模拟租用线路设施	(56)
3.2.1	租用线路传输参数	(56)
3.2.2	租用线路调节	(57)
3.3	数字租用线路	(58)
3.4	T-载波设施	(60)
3.4.1	北美数字传输层次	(63)
3.4.2	DS-1帧	(64)
3.4.3	分段的T-1	(69)
3.4.4	T-1服务举例	(72)
3.5	公共数据网	(71)
3.5.1	PDN访问	(71)
3.5.2	PDN速率结构	(72)
3.5.3	增值网络服务	(73)
3.5.4	PDN举例	(73)
3.6	优化传输设施	(74)
3.6.1	Comdisco BONEs	(74)
3.6.2	Quintessential Solutions公司的WAN设计工具	(75)
3.7	传输设施趋势	(76)
第四章	LAN到WAN的互连	(80)
4.1	设计LAN-WAN的连接	(80)
4.2	异步通信通务器	(85)
4.2.1	Cross Information公司的LAN+MODEM	(86)
4.2.2	J&L Information Systems公司的网络通信服务器	(87)
4.3	模拟租用线路连接	(88)
4.3.1	Microcom LANBridge	(89)
4.3.2	Hayes InterBridge	(90)
4.4	数字租用线路连接	(92)
4.4.1	Micom Marathon 5K	(92)
4.4.2	Vitalink TransLAN 和TransRING	(92)
4.5	访问公共数据网(PDNs)	(94)
4.5.1	TIL Systems公司的“Office on the Go”	(95)
4.5.2	RAD网络设备公司的REB/XEB和RTB/XTB	(97)
4.6	将LAN并入T-1网络	(98)
4.6.1	Newport系统公司的LAN ² LAN/FTI	(98)

4.6.2	Cross Comm ILAN	(99)
4.6.3	Wellfleet Link Node.....	(100)
第五章	X.25协议.....	(102)
5.1	公共数据网的发展	(102)
5.2	PDN体系结构.....	(102)
5.3	X.25物理层.....	(104)
5.4	X.25数据链路层.....	(105)
5.5	X.25网络层.....	(107)
5.6	X.25相关协议.....	(108)
5.7	虚呼叫建立	(112)
5.8	X2.5实现举例.....	(114)
5.8.1	Symicron DTSX	(115)
5.8.2	Gateway 通信公司的 ComSystem	(116)
5.8.3	Eicon Access/X.25	(118)
第六章	TCP/IP协议	(120)
6.1	国防部互连网	(120)
6.2	DoD互连网协议组	(122)
6.3	DoD数据链路层选择	(123)
6.3.1	Ethernet	(124)
6.3.2	IEEE802	(125)
6.3.3	ARCNET	(125)
6.4	DoD网络层	(126)
6.4.1	IP路由器操作.....	(126)
6.4.2	互连网协议(IP)头	(127)
6.4.3	IP网络地址	(127)
6.4.4	IP路由协议.....	(128)
6.4.5	Internet控制报文协议(ICMP)	(129)
6.4.6	DoD网络层概述.....	(157)
6.5	DoD传送层协议	(129)
6.5.1	传输控制协议(TCP)	(138)
6.5.2	用户数据报协议(UDP)	(131)
6.5.3	DoD传送层概述	(131)
6.6	DoD高层协议	(131)
6.7	TCP/IP网络互连举例	(132)
6.7.1	Wollongong公司的PathWay	(132)
6.7.2	Novell公司的LAN WorkPlace	(134)
6.7.3	FTP软件公司的PC/TCP	(136)
第七章	XNS协议	(139)
7.1	XNS网络互连体系结构.....	(139)

7.2	XNS中的数据报寻址和路由	(140)
7.3	XNS第0级: 传输介质协议	(142)
7.4	XNS第1级: 传送协议——互连网	(144)
7.5	XNS第2级: 传送协议——进程间	(146)
7.5.1	路由信息协议	(146)
7.5.2	差错协议	(147)
7.5.3	回应协议	(148)
7.5.4	顺序分组协议	(149)
7.5.5	分组交换协议	(151)
7.6	XNS第3级和第4级	(151)
7.6.1	XNS Courier协议	(151)
7.6.2	Clearinghouse协议	(152)
7.7	XNS实现	(154)
7.7.1	Novell NetWare	(154)
7.7.2	3Com 3+和3+Open	(154)
7.7.3	Banyan VINES	(154)
第八章	网络软件、网络互连和互操作性	(156)
8.1	Apple计算机公司的AppleTalk	(156)
8.1.1	AppleTalk协议	(156)
8.1.2	Apple Talk网络体系结构	(157)
8.1.3	AppleTalk/DEC连接	(159)
8.1.4	AppleTalk/IBM连接	(161)
8.2	Sitka公司的TOPS	(162)
8.3	Banyan VINES	(163)
8.3.1	VINES协议	(164)
8.3.2	VINES串行通信	(166)
8.3.3	VINES TCP/IP支持	(166)
8.3.4	VINES-OS/2 LAN Server互操作性	(168)
8.4	Novell NetWare 386	(169)
8.4.1	Novell通信产品	(169)
8.4.2	Netware通信服务	(170)
8.4.3	NetWare开放数据链路接口	(172)
8.4.4	NetWare传送层接口(TLI)和流(Streams)	(173)
8.5	OS/2 LAN Manager实现	(173)
8.5.1	Microsoft OS/2 LAN Manager V2.0	(173)
8.5.2	3Com的 3+Open	(175)
8.5.3	IBM OS/2 LAN Server	(177)
8.5.4	AT&T用于Macintosh的Star GROUP Server	(179)
第九章	信关	(182)

9.1	通信研究集团的BLAST	(182)
9.2	Atlantix 公司的CocoNet和Axxcess.....	(184)
9.3	Trellis Banyan/Novell信关.....	(186)
9.4	Shiva FastPath4 Ethernet到AppleTalk信关	(187)
9.5	Andrew KMW NetAxxcess AppleTalk到AS/400信关	(189)
9.6	Miramar MACLAN.....	(190)
9.7	Hewlett-Packard officeshare-NetWare信关.....	(191)
9.8	ICC/LAN-Gateway和ICC/TCP/IP Access.....	(193)
9.9	FEL LANLINK-DECnet信关.....	(195)
9.10	InterConnections I*软件	(197)
9.11	Data Interface DI3270信关	(199)
9.12	BLUELYNX 5250信关	(201)
第十章	网络互连的实现	(203)
10.1	网络互连的实现计划	(203)
附录A	标准化组织的地址.....	(207)
附录B	网络互连产品的部分厂家.....	(209)
附录C	北美私营线路传送公司.....	(216)
附录D	北美公共数据网络.....	(218)
附录E	缩写词.....	(219)
附录F	商标.....	(223)

第一章 网络互连原理和标准

术语“网络互连”对于许多不同的人具有不同的含义。IBM计算机字典将网络互连定义为“两个或多个网络之间的通信”。术语“网络”有几个定义，其中之一是“连接起来进行信息交换的数据处理设备和软件的一种配置”。对互连网络的新定义可以是这样的：“一个网络上的数据处理设备与另一个网络上可能不同的其它设备之间的通信”。

但是，对网络互连的简单定义并不能描述网络设计者和管理员遇到的不相似的问题。一个网络管理员可能需要让一台DEC小型计算机与一台IBM大型机通信。另一个网络管理员可能希望建立一个具有远程存取能力的Ethernet局部网络(LAN)。或许一个管理员正与不相似的硬件或软件平台打交道，且需要集成Macintosh, PC或UNIX工作站。或许一个互连网络根据其模拟租用线而发展，且系统设计者考虑升级到Fractional T-1 (FT-1) 这样的数字传输技术。所有这些都是特定的非常不同的互连网络可能性的例子。

本书集中讨论局部网络，小型计算机和大型计算机的网络互连。我们的讨论集中在如何将不同的系统连接在一起——如Ethernet和Token Ring网络。我们要涉及许多技术，使用硬件和/或软件产品进行必需的选择。

本书根据OSI参考模型进行组织，我们从物理层问题开始到应用层问题结束。第二章讨论局部网络之间的连接，以及将中继器、网桥、路径器和路由器集成到局部网络中。第三章讨论广域网(WAN)传输设施，使得我们可以在第四章中进行讨论局部网络与广域网(LAN-WAN)的互连设计和设备。第五章，第六章和第七章主要讨论OSI网络层和传送层，分别详细讨论X.25, TCP/IP和XNS协议。第八章涉及流行网络软件体系结构，如Novell和3com，如何处理网络互连。在第九章中我们要讨论OSI应用层，考虑连接不相似的应用的信关。第十章讨论如何实现这些讨论的思想。我们首先讨论计算机网络互连概念的历史。

1.1 网络互连历史

在六十年代后期和七十年代早期，计算机网络由使用的大型计算机定义。在仔细地考虑之后，一个公司会选择像IBM, Honeywell, DEC, 或Sperry (现在是Unisys) 这样的专有厂商的小型计算机或大型计算机环境。客户被托付给选择的体系结构，直到过时时必须完全重新设计。在系统要求小的增加或替换时，公司会找厂家提供必要的升级。公司很少考虑增加第三方的设备，因为使用的网络体系结构的专有特性。

在七十年代中期引入了专有计算机体系结构概念的变革。“开放”系统的思想非常流行，即依附具有已定义接口的公开标准的体系结构。DEC小型计算机存取一台IBM大型计算机的可能性并不是一个幻想(实际上DEC在1982的DECnetphase IV中实现了与IBM的系统网络体系结构(SNA: System NetWork Architecture)的连接。有两组力量成为推动开发开放系统标准的运动的推动力量：希望得到厂家独立方案的用户，和希望开发能有市场的产品的厂商。这两组力量的联合导致了联合开发的标准。许多标准化组织加入了

这一运动，包括国际电报电话咨询委员会（CCITT）；国际标准化组织（ISO）；和美国国家标准局（ANSI）。

对网络与网络之间通信的要求不断增长激发了现在我们称为开放系统互连（OSI）参考模型（Open Systems Interconnection Reference Model）的研究。我们熟悉的OSI模型由ISO在1978年第一次公开发表，它以七个不同层次的术语定义了计算机通信功能。在下一节中，我们简要讨论这七个层次的功能，然后看它们如何被用于能解决网络互连的要求。

1.2 开放系统互连原理

开放系统互连（OSI）参考模型被设计作为允许各种“开放”系统通信的一个标准。符合与其它系统通信的标准（特别是OSI标准），或称为协议的系统定义为是“开放的”。一个开放的系统基于标准而不是基于专有性；因此我的系统可以使用我们两个系统都能理解的接口和协议与你的系统进行通信和合作。

在OSI模型的建立中，国际标准化组织（ISO）将网络通信功能划分成7个层次（见图1-1）。下面我们简单地说明这7层功能。

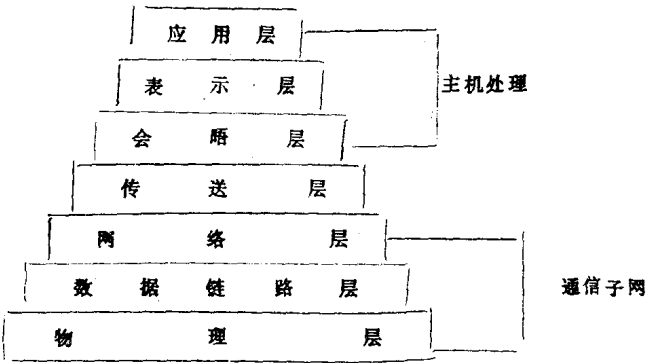


图 1-1 开放系统互连（OSI）参考模型

物理层处理一个节点（如主机、工作站）和下一个节点之间的位传输。物理层功能包括与传输介质的接口；数据信号的编码；定义电压或电流大小的范围；定义连接头大小，形状和针输出；以及通常与位流的物理传输相关的任何东西。

数据链路层维护相邻节点之间的一条可靠的通信链路。它假定物理层是有噪音的，或易于出错。数据链路层提供一个可靠的传送机制将数据位的一帧（或分组）传送到下一个节点。数据链路层在数据帧中插入地址（包括源地址和目的地址）和提供数据的差错控制——通常是用一个循环冗余校验（CRC）来实现。

网络层建立沿源节点到目的地节点的通信子网传输数据分组的一条路径。网络层切换，路径选择，和控制子网中这些信息分组的阻塞。

传送层提供来自第7层，即应用层的主机报文的可靠传递，这与数据链路层保证相邻节点之间帧的可靠传递的方法相同。数据链路层和传送层之间的主要差别是数据链路层的域位于两个相邻节点之间，而传送层的域在通信子网中从源扩展到目的地（或端-端）。关于源

到目的地报文的问题在传送层中是很重要的。例如，传递层在传输数据之前将一个长的报文分段成更小的单位（分组），并保证让在接收端将这些分组重新组装成原来的报文。

会话层建立和终止主机之间的进程与进程之间的通信会话。名字和地址数据库之间的转换，以及两个主机之间的同步，可能被要求来管理会话。

表示层建立两个主机之间进行数据交换的句法（或格式），因此表示层提供一个数据操作功能，而不是一个通信功能。数据压缩和数据加密是表示层服务的两个例子。

应用层提供终端用户服务，如应用层文件传输，电子消息，虚拟终端仿真，和远程数据库存取。终端用户与应用层打交道。

这7个层次分成两个重要的子网。第一子网由低3层组成（物理层，数据链路层，和网络层），称为通信子网，或系统的载体部分。高3层（会话层，表示层，和应用层合成为主机处理，有时称为系统的客户部分。中间层（传递层）是第一个端一端层，作为两个子网之间的缓冲区。因此，传送层常被划到高层次作为主机处理的部分。

当两个系统直接相连，如用单条电缆相连时，就产生了一个特定的网络互连体系结构（见图1-2）。在这个配置中，协议是以对等的基础操作的，且用虚线表示以指明它们的逻辑（或虚拟）通信路径。同一系统中各个层次之间的接口是个垂直关系，而协议是相邻系统的对等层次之间的水平关系。开放系统A中实际通信路径产生为对其应用层的输入。然后报文沿系统A的7层向下（7~1），通过物理介质（电缆），并向上通过系统B的7个层次（1~7）。这一过程的细节在图1-3中给出。来自应用进程X的数据传递到应用层协议，它加入它的应用头信息（AH）。该头信息包含对等进程（Y）解释数据所需的协议控制信息（PCI）。然后将AH加上应用数据（AD）传递到表示层。表示层将AH和AD作为它自己的数据对待，附加表示层头信息（PH）并将该数据单位轮流向下传递到会话层，传送层和网络层。

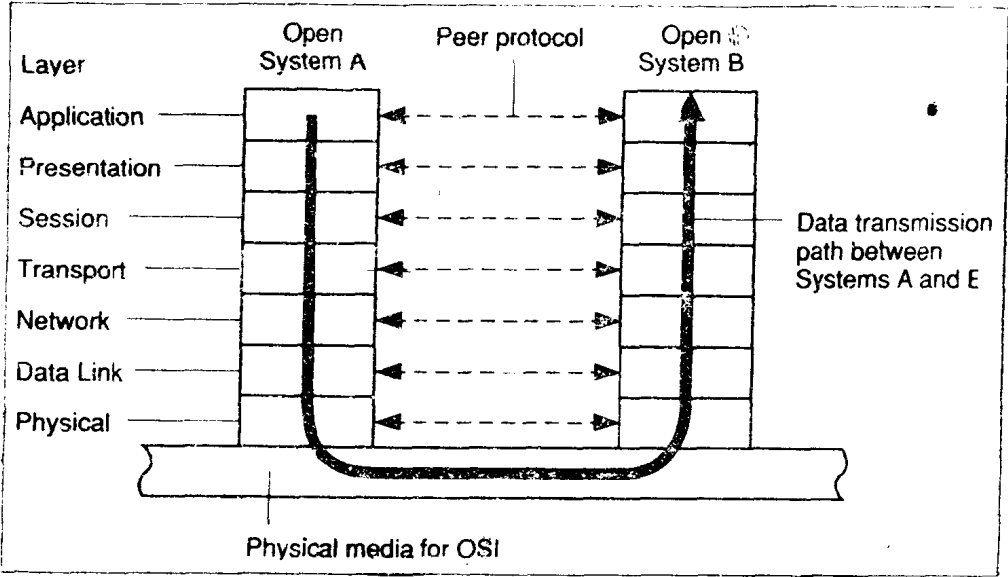


图 1-2 7层参考模型和对等协议

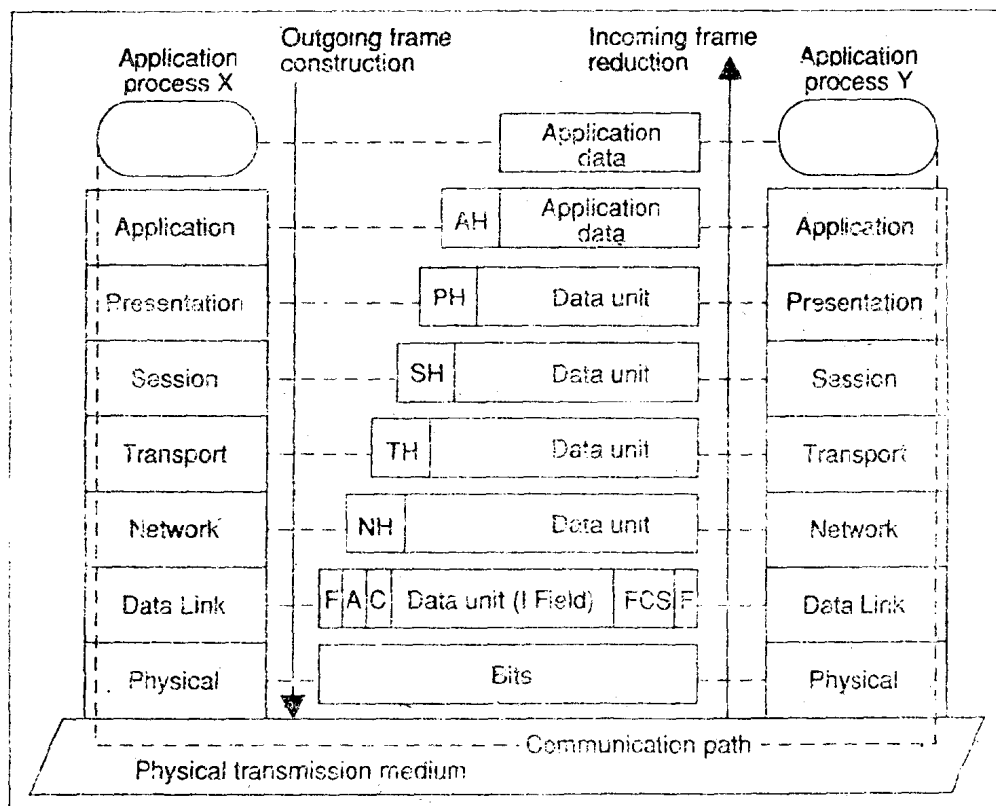


图 1-3 为传输构造一个帧

当打包的报文到达数据链路层时，帧（F），地址（A），和控制（C）信息作为数据链路层头信息加入。帧校验序列（FCS）和可能的分帧（F）字符附加为数据链路层尾信息。然后组帧的帧传递到物理层。物理层编码数据进行传输，存取传输介质，和监视串行位传输。在目的地节点，发生这一过程相反的动作。物理层将它的位流提交给数据链路层，数据链路层进行译码并剥去数据链路层头信息和尾信息。数据链路层数据单元顺序传递到网络层、传送层、会话层和更高层。当电子消息（又表现为应用数据）传递到应用Y时这一过程完成。

当系统不是由相同的物理电缆连接时，必须使用一个中继开放系统（图1-4）。中继器也称为切换节点，并实现OSI模型的低3层（通信子网）协议。可能存在多个中继节点。中继开放系统的一个好的例子是公共交换电话网（PSTN），它被用来连接拨号声音和数据呼叫。各种交换中心（称为中心局，或C.O.）路由和切换电话呼叫。作为终端用户，你不知道，也不需要知道你的呼叫经过了多少个这样的中心交换局，或者它们走过哪些连接路径。只要到达远端的电话呼叫正常，你就认为很满意。这对于使用中继开放系统的网络互连也是相同的道理。在源主机和目的地主机之间（如开放系统A和开放系统B）有几个这样的切换节点存在。来自源系统（A）的数据通过通信子网到达目的地系统（B）。在通信子网中不会发生应用数据的任何改变，而只是作为该数据的透明管道。

所有这些与网络互连有什么关系呢？我们将这一问题留在1.4节中解答，下一节讨论ISO定义的各种协议。

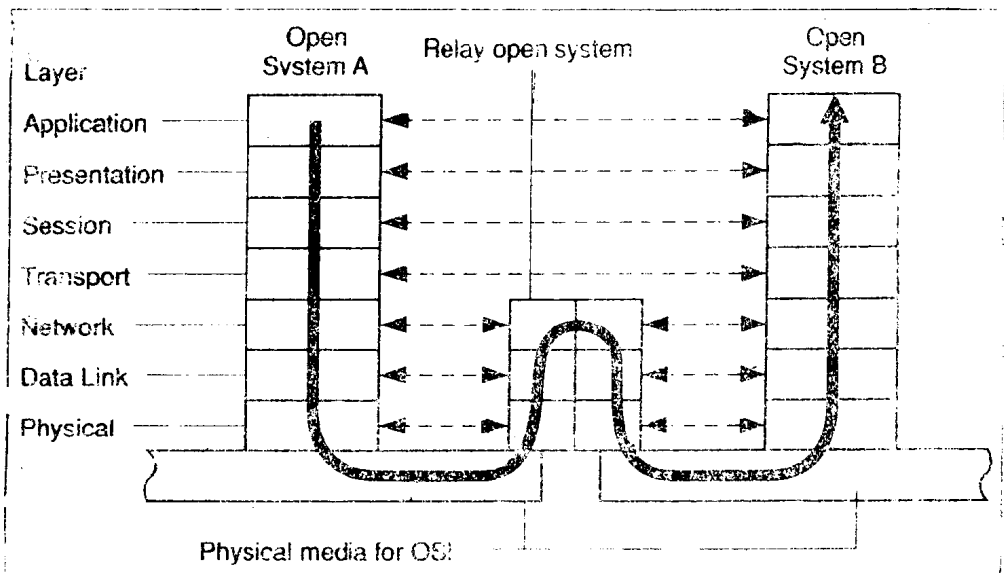


图 1-4 涉及中继开放系统的通信

1.3 用于网络互连的OSI协议

OSI参考模型的开发导致了相关协议的继续开发（图1-5）。这些协议描述了网络互连的理想王国——如果所有的厂商在所有的层次都使用相同的协议，我们网络互连的问题也就解决了。然而不幸的是，SNA，DECnet和其它专有网络体系结构的优势延缓了向全OSI符合的体系结构的工业变革。我们来看一下一个理想网络互连的环境的每一层会是什么样子。

OSI Layer	Example ISO Protocols					
Application	ISO 9040/9041 VT	ISO 8831/9332 JTM	ISO 8571/8572 FTAM	ISO 9585/9595 CMIP		
Presentation	ISO 8823/CCITT X.226 Connection-Oriented Presentation Protocol					
Session	ISO 8327/CCITT X.225 Connection-Oriented Session Protocol					
Transport	ISO 8073/CCITT X.224 Connection-Oriented Transport Protocol					
Network	ISO 8473 Connectionless Network Service			ISO 8208/CCITT X.25 Packet Level Protocol		
Data Link	ISO 8802-2				ISO 7776 CCITT X.25 LAP/LAPB	ISO 7809 HDLC
	ISO 9314-2 FDDI	ISO 8802-3 CSMA/CD BUS	ISO 8802-4 TOKEN BUS	ISO 8802-5 TOKEN RING		
Physical	Options from EIA, CCITT, IEEE, etc.					

图 1-5 ISO协议举例

物理层和数据链路层协议提供存取LAN, WAN, 和小型/大型计算机系统的多种选择。许多现有的标准, 如IEEE802, 都有ISO的对应标准: ISO8802-2, ISO8802-3, ISO8802-4, 或ISO8802-5。其它ISO标准定义连接头(如ISO 8877), 熟知的称为RJ-45的8针模块插座)或与IBM的SDLC(同步数据链路控制)相似的帧格式(如, ISO 4809—HDLC(高级数据链路控制))。其它标准化组织, 如电子工业协会(EIA, Electronic Industries Association), 美国国家标准局(ANSI, American National Standard, Institute), 或国际电报电话咨询委员会(CCITT, International Telegraph and Telephone Consultative Committee)也开发了广泛接受的物理层和数据链路层标准。数据链路层协议的一个例子是ISO 7776, 它也是CCITT X.25 LAP/LAPB。这个标准定义在X.25协议组中使用的链路存取过程/链路存取过程平衡(Link Access Procedure/Link Access Procedure Balanced)协议。

网络层标准可以定义一个面向连接的(虚电路)或非连接(数据报)服务。ISO已用ISO 8473, “提供非连接方式网络服务的协议”, 定义了一个非连接服务。ISO Internet协议(ISO IP)类似于TCP/IP协议组中的美国国防部(DoD)Internet协议(网间协议), 我们在第6章讨论TCP/IP协议组。但是它们之间有几个有趣的差别。首先ISO IP允许可变地址长度, 而大多数协议通常定义一个固定长度的地址长度; 在ISO IP头信息中有一个预先的域定义含有地址的域的长度。其次, 在ISO IP头信息中还包括一个选项域, 指定可选参数, 如服务质量或路由信息。另一个网络层标准是ISO 8208/CCITT X.25, 它指定分组层协议(Packet Layer Protocol), 这是第5章的主题。

在ISO传送层, 根据使用的基础网络(即通信子网)的类型, 有几个协议选项可以使用。定义了3个不同类型的网络——类型A, 类型B和类型C。类型A表示一个最优化的服务, 无差错, 无网络层复位(N-RESETS)的网络。类型B网络保证完好的分组传递, 但是由于网络阻塞或软件/硬件故障具有N-RESETS。类型C网络提供不可靠的服务, 可能丢失分组报文, 而且有N-RESETS。

在这3种网络类型中, 有5类传送层协议:

- 0类: 简单类, 用于网络类型A。没有顺序或流控制。
- 1类: 基本差错恢复类, 用于网络类型B。具有顺序以处理N-RESETS。
- 2类: 多路复用类, 用于网络类型A。增强0类协议以允许多路复用。
- 3类: 差错恢复和多路复用类, 用于网络类型B。
- 4类: 差错检测和恢复类, 用于网络类型C。假定最坏情况(不可靠的)网络类型, 需要最复杂的协议处理。

在上面的协议中(指定为TP0~TP4)TP4最相似于我们熟悉的美国国防部(DoD)传输控制协议(TCP), 且是最常被讨论的。有两个标准规定了传送层协议的细节: ISO 8072(面向连接的传送服务)和ISO 8073(面向连接的传送协议); ISO 8073的CCITT等效标准是CCITT X.224。

会话层提供4个服务。第一个服务是建立连接, 交换数据, 然后终止连接。第二个服务是使用令牌来管理该数据的交换, 同步连接, 并确定要求半双工传输还是全双工传输。第三个服务是建立数据流中的同步点, 使得在发生中断时可以从该点重新开始通信。第四个服务是中断数据传输, 从预先确定的同步点继续。在会话层, 应用标准ISO 8326(面向连接的会