

# 计算机联网的 OSI 标准和工业标准

邮电部数传所 周师熊

提要: 本文叙述计算机联网的 OSI 标准及网际互连设备, 并介绍流行的 TCP/IP 标准。

## 一、联网的国际标准和网际互连设备

### 1. 连通性和互操作性

这是计算机通信两点基本要求连通性涉及各种设备彼此发送数据的能力。例如, 每台 PC 机通常都具有 RS-232C(相当于 CCITT V.24)接口, 而串行打印机也都具有 RS-232C 接口, 两者使用一条 RS-232C 电缆连接, 就能保证 PC 上的数据正确地发送到打印机。

互操作性不仅有关数据传输, 并且涉及正确解释发送数据的能力。上例 PC 机与打印机用 RS-232C 电缆互连后, 如某些硬件或软件不兼容, 则不能正确打印。因此, 互操作性是比连通性更为复杂的问题, 它包括有效地处理各种设备通信的能力, 即传输、解释和执行的能力。

ISO 为了解决计算机系统的互连, 互通和互操作, 实现异机种系统的联网, 提出了众所周知的开放系统互连(OSI)模型(ISO 7498)及制订了相应标准协议。

OSI 模型规定整个 OSI 体系的框架, 并把开放系统划分为功能上相对独立的七层, 依次为物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层及应用层, 见图 1 所示。每层利用低层提供的服务, 实现本层的功能, 并向高层提供增强服务。不同系统的对等层之间的通信遵照对等层协议来实现。各层的基本功能是:

物理层: 提供比特流在物理电路上的透明传输。

数据链路层: 克服物理电路上固有的差错。

网络层: 实现数据透明传送, 提供路由选择及转发功能。

运输层: 保证数据端到端的完整性。

会话层: 在 OSI 用户(实体)间建立逻辑关系。

表示层: 调和 OSI 用户(实体)间数据表达的差异。

应用层: 提供应用程序与 OSI 环境的接口。

ISO 在发布的 OSI 模型的基础上, 与 CCITT 等其他国际标准化机构合作, 已制订了数百个国际标准协议, 各层主要标准已相继公布, 这里例举七层模型最主要的部分协议如下:

应用层 ISO 8571 FTAM 文件传送访问和管理协议

ISO 9041 VTP 虚终端协议

表示层 ISO 8823 面向连接的表示层协议规范

会话层 ISO 8327 面向连接的会话层协议规范

运输层 ISO 8073 面向连接的运输层协议规范

网络层 ISO 8028 X.25PLP X.25 分组层协议

ISO 8473 提供无连接方式网络服务的协议

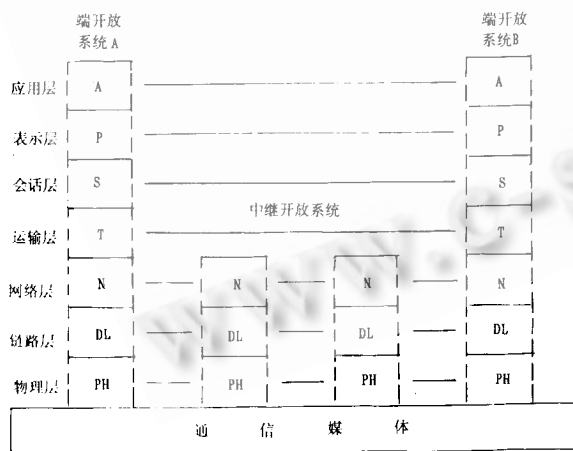


图 1 OSI 参考模型

## 2. OSI 模型与标准

议

数据链路层 ISO 7776 HDLC 与 X.25LAPB 兼容的 DTE 数据链路规程描述

物理层 CCITT X.21

ISO 8802.3 CSMA / CD

ISO 8802.4 令牌总线

ISO 8802.5 令牌环

### 3.网络互连设备

计算机网络分局域(LAN)及广域网(WAN)。

网络互连的目的是跨网通信和共享资源。网络互连的设备是转发器、网桥、路由器和网关。它们的功能传统上划分如下：

(1)转发器。是连接局域网 LAN 最简单的设备，它运行在 OSI 模型的物理层。转发器工作在两个应用相同的媒体访问方法和数据传输速率的 LAN 之间，其任务是将一个 LAN 收到的信号不失真地重新生成后转发到下一个 LAN，扩展 LAN 为的覆盖距离，见图 2 示。例如一个以太网电缆段的最大长度为 500 米，超过则信号变弱及失真，传输不可靠，使用转发器，可链接三个以太网电缆段，整个总线长度达 1500 米，但也不能再长，否则时延增加，报文不能在网络协议要求的时间内应答。

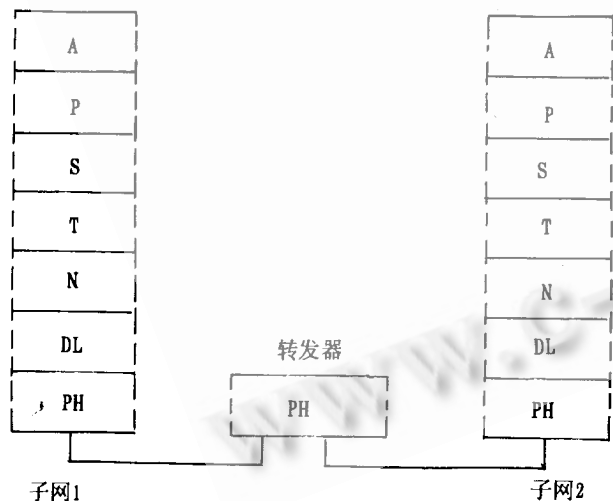


图 2 转发器

转发器不能控制信息或路由选择，也不具有网络管理能力。

(2)网桥。网桥连接 LAN，它运行在 OSI 模型的数

据链路层，见图 3。根据 LAN 8802 标准，数据链路层分成逻辑链路控制(LLC)和媒体访问控制(MAC)两个子层，网桥实质上运行在 MAC 子层。

网桥不执行协议变换功能。它监视所链接的两个子网上的全部通信量，检查 MAC 子层上每个数据分组的源地址和目的地址，确定分组来自哪个子网，拟送往哪个子网，然后将目的地址为另一个子网的分组予以转发，而对目的地址为本子网的分组不转发，并且予以滤除，从而减少扩展的 LAN 上总的通信量，提高带宽的效率。

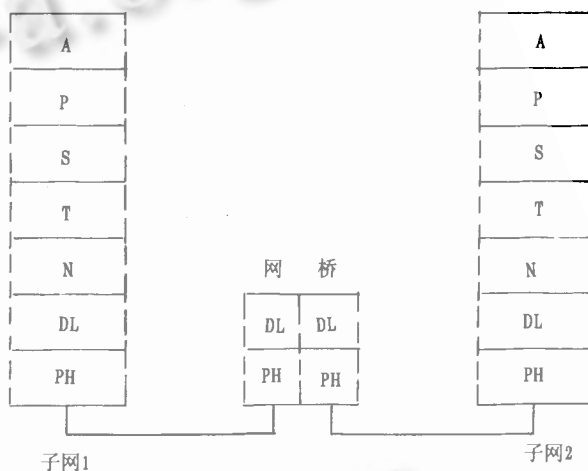


图 3 网桥

鉴于网桥执行可选择的存储-转发功能，使扩展网络的大小实质上不受限制。此外，由于网桥处于网络层以下，它不管是 OSI 分组、TCP / IP 分组或其他类型的分组，一律给予正确地转发。网络桥还因监视网上数据通信量而成为便于实现网管功能的位置。

(3)路由器。路由器可连接 LAN 或 WAN，它运行在 OSI 模型的网络层，见图 4 所示。路由器比网桥更具有智能，它拥有一张整个网络图，包含在该层协议上运行的设备及目前未运行的设备。与网桥不同的是：网桥只能检查所传送数据分组的目的地址是否在本网限内，而决定是否需转发；路由器则根据网络图，检查连往目的地址的各通路的状态，从中选择“最佳”路由。“最佳”的依据有所不同，例如的有指路径最短，有的指历经的转发点少，有的指费用低等。

路由器是与协议关联的设备,它只能用于连接相同协议的网络,例如 X.25 路由器及 DECNET 路由器等。

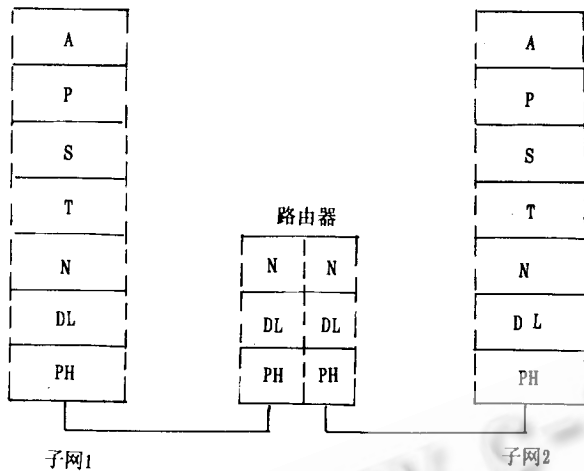


图 4 路由器

(4)网关。网关运行在 OSI 模型运输层及其上的高层,它互连不同体系结构的网络或媒体,提供协议变换及路由选择功能,使得一个类型网络上的设备能与另一类型网络上的设备相互通信,见图 5。显然,网关是比网桥或路由器复杂得多,并且开销要大一些。网关可用于 LAN-LAN 之间,也可用于 LAN-WAN 之间。

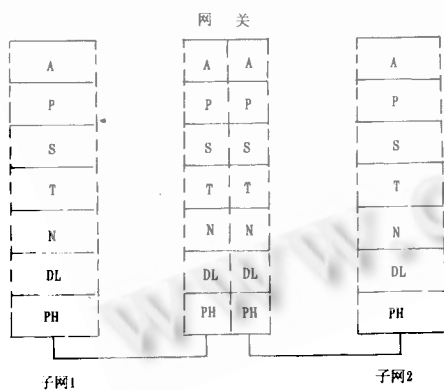


图 5 网关

总之,转发器、网桥、路由器和网关为组建网络和互连网络提供不同层次的连通性和互操作性。

## 二、DTE 与分组交换网的连接及协议

在广域网条件下,计算机系统之间的通信要经过中继系统,如图 1 所示。这种中继系统即分组交换机。分组交换机以分组(通常 128 字节)为单位进行传输—存储—选由及转发。对一个计算机来讲,只有在传输自己的分组的时刻才占用电路,即对电路实行动态分配,提高电路利用率。分组交换机与用户的接口采用 CCITT X.25 建议,该建议包括物理级、数据链路级和分组级,与 OSI 的低三层大致是符合的。此外,分组交换机还具有变速及变码功能,对各种进网的数据终端设备 DTE(这是 CCITT 术语,泛指由数据源及数据宿组成的各种计算机系统或终端)有较强的适应能力,特别适用于计算机通信。若干分组交换机加上网近中心即组成分组交换网。

### 1. 计算机进分组交换网

计算机是分组交换网的主要服务对象。计算机进分组交换网大多采用专线,进行同步数据传输,采用的协议是 X.25。为了提高计算机为分组交换网之间用户线路的利用率,有的分组交换网提供了计算机经过电话交换网(GSTN)进入分组交换网的服务时,计算机和分组交换网之间的协议为 X.32。参阅图 6。X.32 也分为物理级、数据链路级和分组级,这与 X.25 相同。与 X.25 最主要的不同点是增加核对主叫 DTE 的功能,只有事前向分组交换网管理部门申请并获同意的用户,才能让计算机经过电话交换网进入分组交换网,这是出于分组交换网计费的需要,网络可向经核对并记录在案的主叫用户收费。

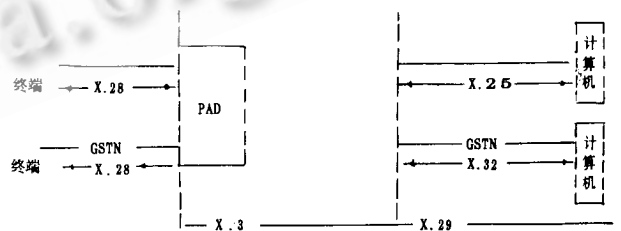


图 6 GSTN 为电话交换网

分组交换网只完成数据从源点计算机到终点计算机的通信,至于应用进程或应用程序之间的通信还有待计算机系统高层协议去完成。

### 2. 一般终端进分组交换网

由于一般终端只能发送和接收字符流,不具备将字

符流装配成分组或将分组拆卸成字符流的能力,它要经分组装拆设备(PAD)才能入分组交换网,见图6。PAD可是单独的设备,或是分组交换网的一部分。一般终端可用专线直接与 PAD 连接,也可经电话交换网再与 PAD 连接。一般终端采用异步数据传输,它与 PAD 之间的协议为 X.28, PAD 与分组交换网上计算机通信的协议为 X.29,而规定 PAD 工作特性、基本功能和参数则是 X.3。

### 三、计算机联网的 TCP / IP 协议

根据 ARPANET 网的协议研究和开发,美国国防部(DOD)发布了一组计算机通信协议的军用标准,它实际上包括 5 个协议,但习惯上人们以其中 TCP 及 IP 两个协议作为这组协议的通称。TCP / IP 不仅广泛地用于美国国防部内部,而且已提供给许多厂商,成为公认的计算机通信工业标准,几乎所有大计算机厂商均提供了 TCP / IP 产品,著名的 UNIX 操作系统中甚至已包含了 TCP / IP 软件,因而必须引起重视。

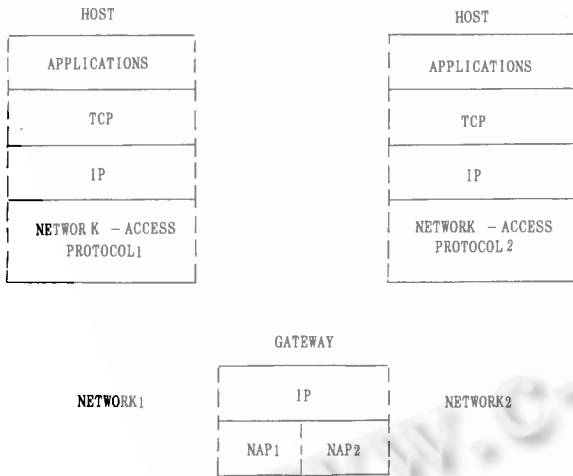


图 7 应用 DOD 体系结构通信

#### 1.DOD 体系结构(见图 7)

DOD 体系结构是基于涉及三个代理——进程、主机及网络的通信观点来考虑的。它分成四层:网络-访问层、网际层、主机-主机层及进程 / 应用层。

网络访问层(network-access layer)涉及主机与主

机所连接网络之间的数据交换。发送主机必须向网络提供目的主机的地址,使网络可相应地选择数据传送的路由。发送主机也调用网络提供的某些服务,如优先级。用于该层的特定协议取决于所使用网络的类型对局域网,可采用 ISO 8802 及 FDDI(光纤分布式数据接口)。对电路交换网可采用 X.21; 分组交换网可采用和 X.25。因此,该层涉及指定的使用网络,在该层之上其余的通信软件就和使用的网络无关了。

网络访问层在连到同一网络的两个主机之间选择数据传送的路由。当两个主机连到不同的网络时,就需要允许数据穿越多个网络,这就是网际层的功能。网际协议用于穿越多个网络的选由功能,该协议不仅在主机上实现,也在网关中实现。

不管交换数据进程的性质如何(例如文件传送和远程录入),总是要求数据能可靠地交换,提供的可靠性机制后与进程性质无关,因而将可靠性机制集中在公共层,该层由各进程共享,称为主机-主机层。

进程 / 应用层包括资源共享协议(如计算机-计算机)及远程访问协议(如终端-计算机)。

DOD 体系结构发布下列协议标准:

- 网际层: 网际层协议(IP)
- 主机-主机层: 传输控制协议(TCP)
- 进程 / 应用层: 文件传送协议(FTP)、简单邮件传送协议(SMTP)及 TELNET

#### 2.网际协议(IP)

因为计算机用户需要超出单计算机的资源范围,而共享其它计算机上的资源,促进广域分组交换网和局域网的发展。类似地,单一网上的资源往往也不能满足用户的要求,所以需具有互连各种网络的能力,使任何网上的任何主机之间能相互通信,相应地需要网际通信的协议。

如图 7 所示,IP 在每个端点计算机及每个网关中实现。在主机中运行的 IP,接受来自上层 TCP 数据块或协议数据单元(PDU),并发送它们穿越网际网,根据需要通过若干网关,直至到达期望的目的地。IP 提供的是称为不可靠的无连接服务,即数据报,各 PDU 的到达不一定顺序,也许还有丢失,这都要靠上一层 TCP 来保证可靠的数据递交。

IP 的操作过程如下:假定在网际网中,主机 A 及主

主机 B 属于不同的网络。主机 A 要发数据给主机 B, 在主机 A 中启动进程, 主机 A 中的 IP 软件组成一个 PDU (包括来自 TCP 的数据加 IP 用的控制信息), 然后, 此 PDU 穿越网络到达适当的网关。当网关收到 PDU 后, 如目的主机 B 连接的网络与该网关直接相连, 则网关中的 IP 软件发送 PDU 经网络到达主机 B; 如目的主机 B 处于需途经若干网关之后的网络中, 则此 PDU 要选由多次经相应个数的网关到达与目的主机 B 相连的网络, 最后到主机 B。

### 3. 传输控制协议(TCP)

TCP 为不同计算机进程之间的数据交换提供可靠的机制。该协议保证递交的数据无差错、按序、无丢失或重复。TCP 服务减轻了高层软件管理居中的通信设施的负担。

TCP 提供的基本服务是在两个 TCP 用户之间传送数据, 诸如 FTP。数据从一个 TCP 用户传送到另一个。TCP 将这些数据包封成协议数据单元(PDU), 一个 PDU 包括用户数据加控制信息(如目的地址)。为达到可靠传输的目的, 每个输出 PDU 均被依次编号, 其后对 PDU 的确认也由目的 TCP 实体加编号。如到达的 PDU 失序, 则可根据序号重新排序, 如一个 PDU 丢失, 则得不到确认, 发送 TCP 实体将予以重发。

TCP 还允许用户指定所需提供的传输服务质量, 包括优先级、可靠性及吞吐量。TCP 还提供中断机制, 用于传送偶然的紧急数据, 如 break 信号或靠警状态。TCP 还提供安全服务。

### 4. 文件传送协议(FTP)

FTP 是最基本的应用层软件, 其用途是在 FTP 用户命令下, 将文件从一个主机传到另一个。FTP 典型的用法是与联机用户交互作用。用户与 FTP 的通信是通过居中的操作系统控制 I/O 设备来完成。如系统 A 的用户希望访问系统 B 上的文件, 则 A 的 FTP 实体与 B 的 FTP 实体通信。为了传送文件, 用户先要连接到本地的 FTP, 之后, 有三种可能的操作, 系统 A 的用户希望系统 B 将一个文件传送到系统 A; 系统 A 的用户准备好一个文件希望传送到系统 B; 系统 A 的用户请求系统 B 及系统 C 之间交换文件, 此时涉及 A、B 及 C 三个系统的 FTP 实体。

FTP 要与三个方面联系。首先, 在请求文件传送的

主机一侧, TFP 必须与用户接口或与程序接口, 以接受传送文件的请求。其次, FTP 必须能与另一个 FTP 实体通信, 以实现文件传送, 为此, 要利用 TCP 提供的服务。最后, FTP 必须与本地文件管理系统接口, 得到要传送的文件。

FTP 提供许多操作。除可传送使用 ASCII 或 EBCDIC 字符编码的文本文件外, 也可使用透明的比特流型, 允许建立任何种类的数据或文本文件。可调用数据压缩, 降低通信费用。FTP 还提供控制用户访问的安全机制, 用户必须具有授权访问某系统的口令标识, 才能访问给定系统上的文件。

### 5. 简单邮件传送协议(SMTP)

SMTP 提供网络电子邮件设施的基础。典型的电子邮件设施是运行在单一主机上的。它允许共享主机的用户通过电子邮件相互交换电文。用户需在系统上登记并拥有一个唯一的标识, 一个用户占有一个信箱。用户可启动电子邮件设施, 准备好电文并将其“发送”给系统中的任何用户, “发送邮件”只意味着将电文放到收信人的信箱中, 而“接收”邮件则意味从自己的信箱中读取电文, 而信箱实际上是由文件管理支持的一个实体, 并列出发件目录。总之, 单一主机的电子邮件设施可称本地电子邮件。

SMTP 提供了网络环境电子邮件, 使电文能在独立主机之间传送。使用 SMTP, 一个用户不但能向同一主机上其他用户发送邮件, 也能向网上或网际任何地方的用户发送邮件。SMTP 标准不规定用户接口, 因而, 从用户看来, 不论发送本地邮件或远程邮件(SMIP), 视为同一接口。

### 6. TELNET

TELNET 是用于连接终端和应用程序的协议, 它的主要特征是:

规定了网络标准终端, 因此, 特定终端的特性映象到该终端, 使得不同厂商生产的终端可连接到各种各样的主机。

规定了终端和主机间的协议, 允许某些终端特性可协商使用, 如行宽、页面尺寸、全双工或半双工、远程或本地返回核对等。

通过 TCP 提供可靠的数据交换。

允许用户在终端上控制远程主机上的应用程序。

实际上 TELNET 分两个模块来实现,即用户 TELNET 及服务器 TELNET。用户 TELNET 模块与终端 I/O 模块交互工作,以与本地终端通信。用户 TELNET 模块将实际终端特性变换成网络标准特性,反之亦然。服务器 TELNET 模块与进程或应用程序交互工作,它起代理终端处理器的作用,使进程或应用程序看来,远程终端如同本地终端一样。

### 7.TCP/IP 协议与国际标准协议的对应

TCP/IP	国际标准协议
MIL-STD-1777	SO 8473
国际网协议(IP)	提供无连接方式网络服务的协议
MIL-STD-1778	ISO 8473
传输控制协议(TCP)	面向连接运输协议规范
MIL-STD-1780	ISO 8571
文件传送协议(FCP)	文件传送、访问及管理(FTAM)
MIL-STD-1781	CCITT X.400
简单邮件传送协议(SMTP)	信报处理系统(MHS)
MIL-STD-1782	ISO 9041
ITLNET 协议	虚终端协议(VTP)
TCP/IP 可通过网关转换到 OSI 标准。	

### 四、DEC 的多协议路由器 WANrouter 系列

DEC 的多协议路由器 WANrouter 对局域网上的节点提供了广域网的路由选择服务。WANrouter 系列有 100/150/250/500 等等,其主要差别在于支持的

线路数目和速率。下面简述 WANrouter150/250 的主要功能。

WANrouter 150/250 软件可对下列系统提供网络路由选择服务:

- 运行 TCP/IP 的主机
- OSI 兼容的系统
- DECnet / OSI V 阶段节点
- DECnet IV 阶段节点

上述主机及节点可通过 WANrouter 150/250 所在的局域网并采用以太网或 8802.3 协议连到该路由器;也可通过路由器的串联通信口并采用 DDCMP(异步/同步)或 HDLC(仅同步)数据链路协议接入。对串联通信口的连接,如本地可不用调制解调器直接接入;如远程则可通过调制解调器采用专线或拨通公用电话交换网接入。

WANrouter 软件映象安装在称为装入主机的 VMS、VAX/ULTR-IX 或 RISC/ULTRIX 系统中,所以,路由器的配置文件要从主机下行装入目标路由器。

WANrouter 150/250 支持下列 IP 路由选择协议:

- RIP(路由选择信息协议),用于纯粹的 TCP/IP 环境。
- 某些外部网关协议
- 综合中间系统-中国系统协议(IS-IS)用于纯粹的 TCP/IP 及 OSI IS-IS 内部区域路由选择。