

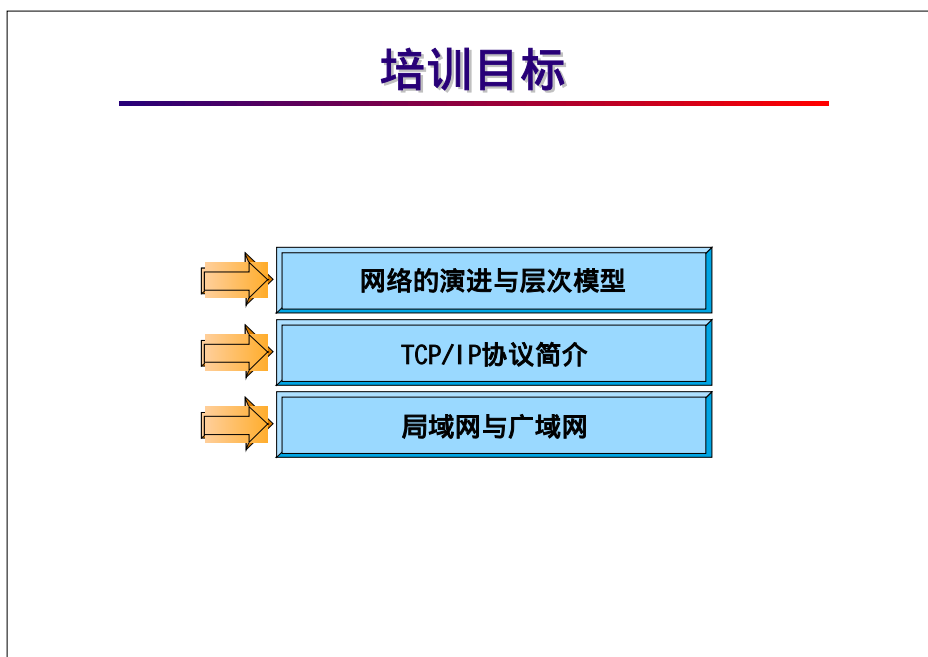
部门性

不得公布

## 第一章 网络基础知识

Kenny

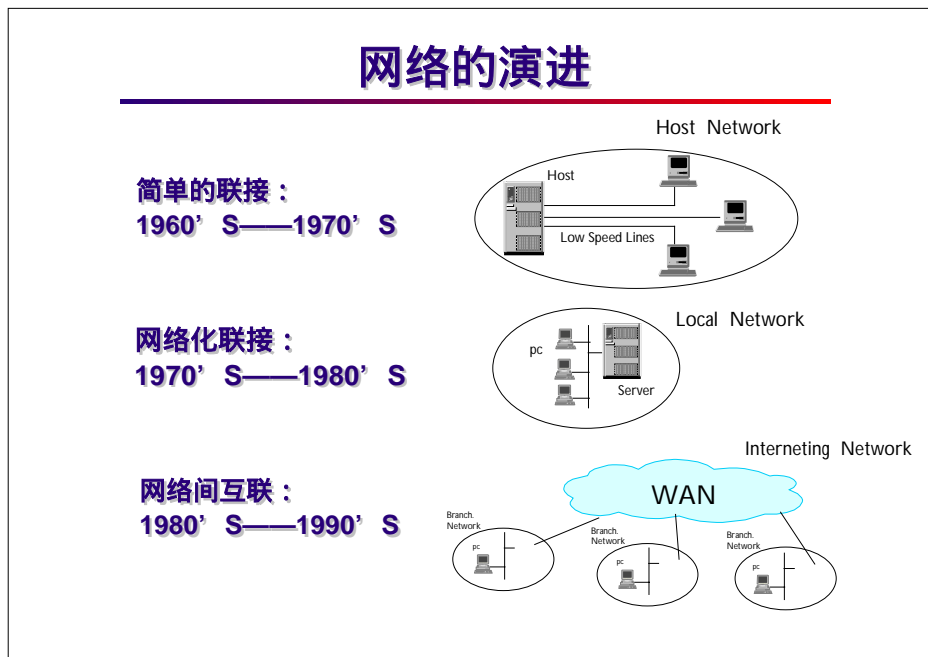
### .1 培训目标



本章介绍网络的基础知识，包括网络的演进和层次化模型、TCP/IP 协议简介、局域网和广域网的定义及常用设备原理、常用协议原理与常用组网方式、一些协议特性的比较、以及不同的费用和性能需求下网络组网方式的选用。

## .2 网络的演进与层次模型

### .2.1 网络的演进

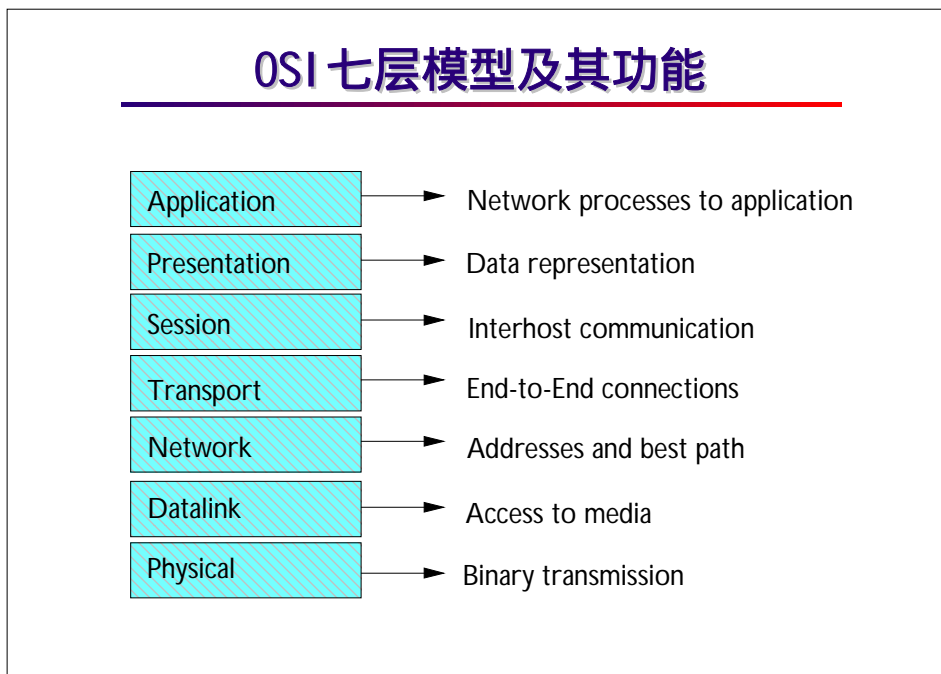


六十至七十年代，网络的概念主要是基于主机架构的低速串行联接，提供应用程序执行、远程打印和数据服务功能。IBM 的 SNA 架构与非 IBM 公司的 X.25 公用数据网络是这种网络的典型例子。

七十至八十年代，出现了以个人电脑为主的商业计算模式。最初，个人电脑是独立的设备，由于认识到商业计算的复杂性，局域网产生了。局域网的出现，大大降低了商业用户打印机和磁盘昂贵的费用。

八十年代至九十年代，远程计算的需求不断地增加，迫使计算机界开发出多种广域网络协议，满足不同计算方式下远程联接的需求，网间网的互联极大程度地发展起来。

## 2.2 OSI 七层模型及其功能



在七十年代末，国际标准化组织 ISO 提出了开放系统互连参考模型。协议分层大大简化了网络协议的复杂性，这实际也是自顶向下、逐步细化的程序设计方法的很好的应用。网络协议按功能组织成一系列“层”，每一层建筑在它的下层之上。分成的层数，每一层的名字、功能，都可以不一样，但是每一层的目的都是为上层提供一定的服务，屏蔽低层的细节。

物理层涉及到通信在信道上传输的原始比特流，它实现传输数据所需要的机械、电气、功能性及过程等手段。

数据链路层的主要任务是提供对物理层的控制，检测并纠正可能出现的错误，使之对网络层显现一条无错线路；并且进行流量调控。

网络层检查网络拓扑，以决定传输报文的最佳路由，其关键问题是确定数据包从源端到目的端如何选择路由。

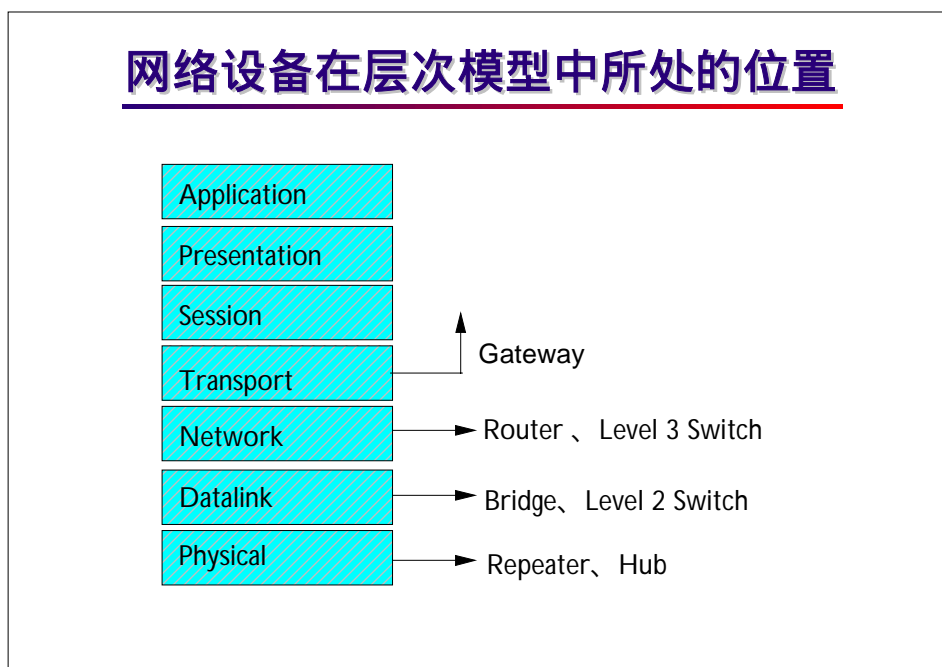
传输层的基本功能是从会话层接受数据，并且在必要的时候把它分成较小的单元，传递给网络层，并确保到达对方的各段信息正确无误。

会话层允许不同机器上的用户建立会话关系，在协调不同应用程序之间的通信时要涉及会话层，该层使每个应用程序知道其它应用程序的状态。

表示层关注于所传输的信息的语法和意义，它把来自应用层与计算机有关的数据格式处理成与计算机无关的格式。

应用层包含大量人们普遍需要的协议，并且具有文件传输功能。其任务是显示接收到的信息，把用户的新数据发送到低层。

### 2.3 网络设备在层次模型中所处的位置



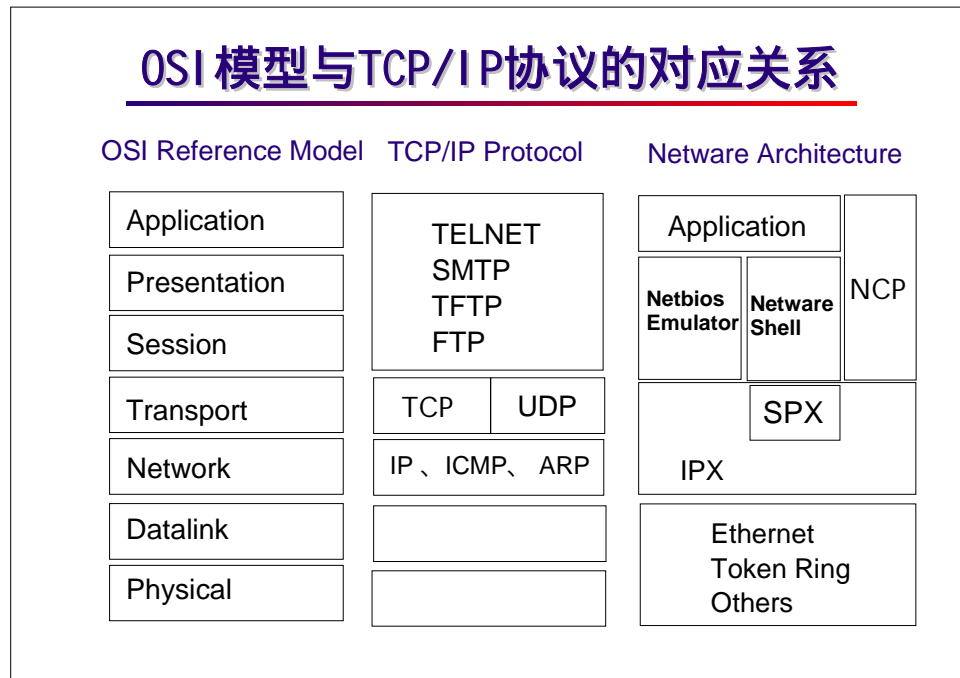
在分层模型中，对等是一个很重要的概念，因为只有对等层才能相互通信，一方在某层上的协议是什么，对方在同一层次上也必须是什么协议。理解了对等的含义，则很容易把网络互连起来：

两个网络在物理层就相同，使用中继器就可以连起来；如果两个网络物理层不同，链路层相同，使用桥接器可以连起来；如果两个网络物理层、链路层都不同，而网络层相同，使用路由器可以互连；如果两个网络协议完全不同，使用协议转换器（网关）可以互连。

上面提到的设备分别是：

- ☞ 中继器（Repeater）：工作在物理层，在电缆之间逐个复制二进制位（bit）；
  - ☞ 桥接器（Bridge）：工作在链路层，在 LAN 之间存储和转发帧（frame）；
  - ☞ 路由器（Router）：工作在网络层，在不同的网络之间存储和转发分组（packet）。
  - ☞ 协议转换器（Gateway）：工作在三层以上，实现不同协议的转换。
- Internet 中通常把路由器也叫网关（Gateway）。

## .2.4 OSI 模型与TCP/IP 协议的对应关系



今世界上最流行的 TCP/IP 协议的层次并不是按 OSI 参考模型来划分的，只跟它有一种大致的对应关系。

网络层协议主要包括 IP 协议，实现 IP 包的封装和发送，分组路由和避免阻塞是这里的关键设计问题。

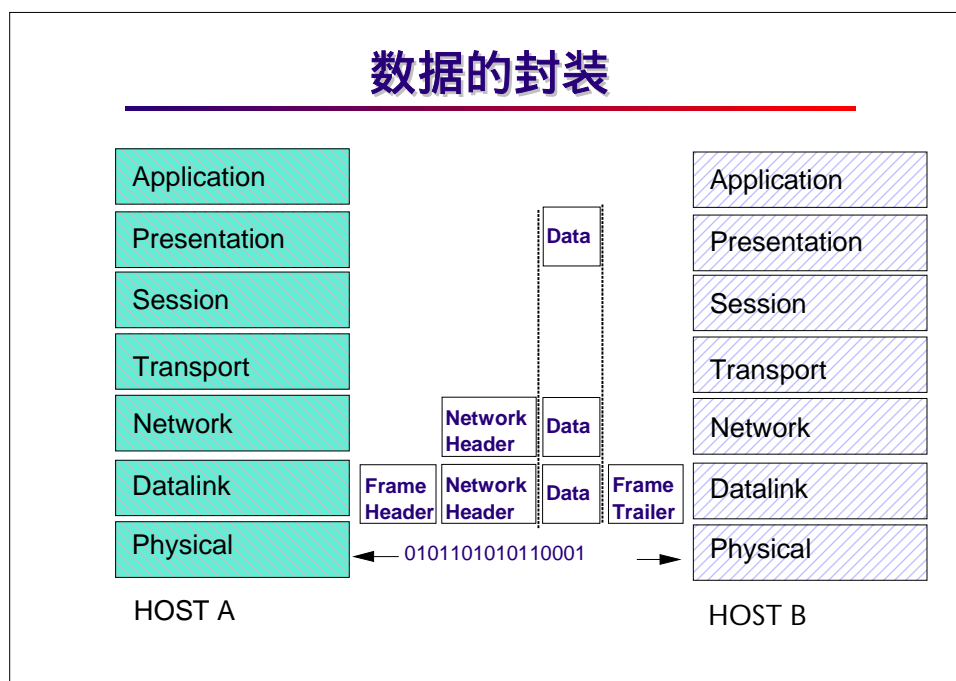
传输层定义了两个端到端的协议：传输控制协议 TCP 和用户数据报协议 UDP。

TCP/IP 不涉及会话层和表示层。

应用层含有所有的高层协议，如虚拟终端协议 Telnet、文件传输协议 FTP 和 电子邮件协议 SMTP。

另有 NOVELL 公司的 SPX/IPX 协议以供参照。

## .2.5 数据的封装

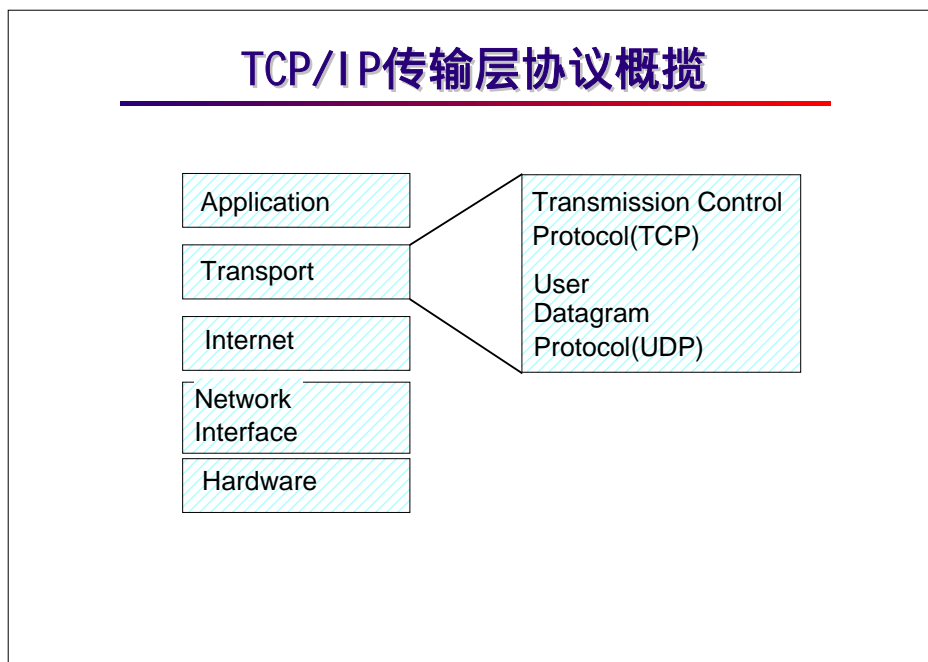


信息交换的过程发生在对等层之间，源系统中的每一层把控制信息附加在数据中，而目的系统的每一层则对接收到的信息进行分解，并从数据中移去控制信息。

高层的协议将数据传递到网络层后，形成标准的数据包，而后传送到数据链路层，添加链路层的控制信息，形成帧，再传递到物理层，在物理层网络传送原始的比特流。

### .3 TCP/IP 协议简介

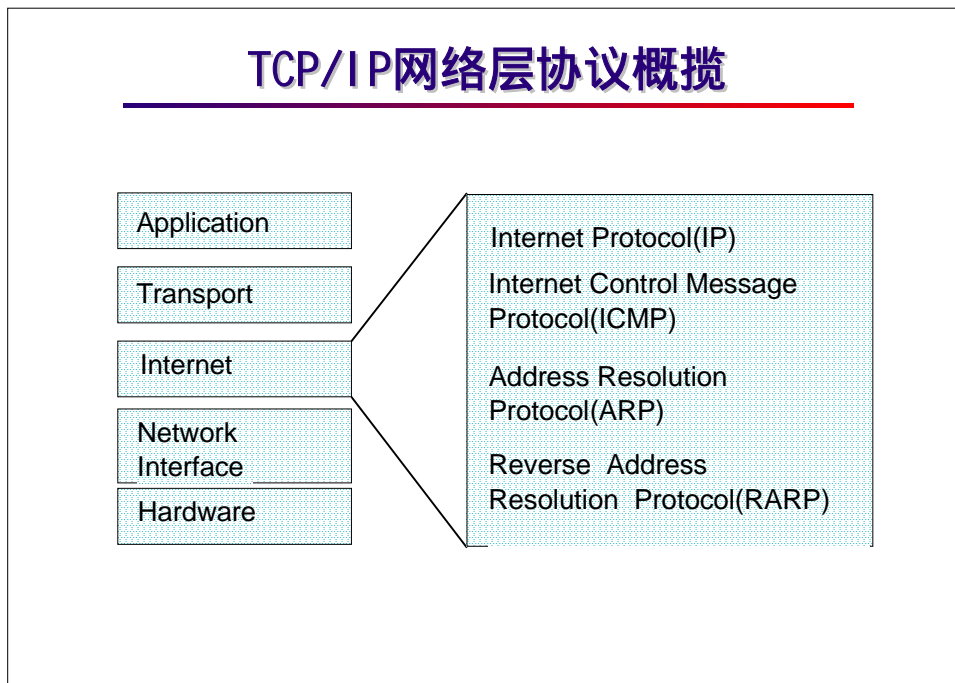
#### .3.1 TCP/IP 传输层协议概览



传输控制协议 TCP 是一个面向联接的协议，允许从一台机器发出的字节流无差错地发往到互联网上的其他机器。

用户数据报协议 UDP 是一个不可靠的无联接的协议，用于不需要排序和流量控制能力而是自己完成这些功能的应用程序。

## .3.2 TCP/IP 网络层协议概览

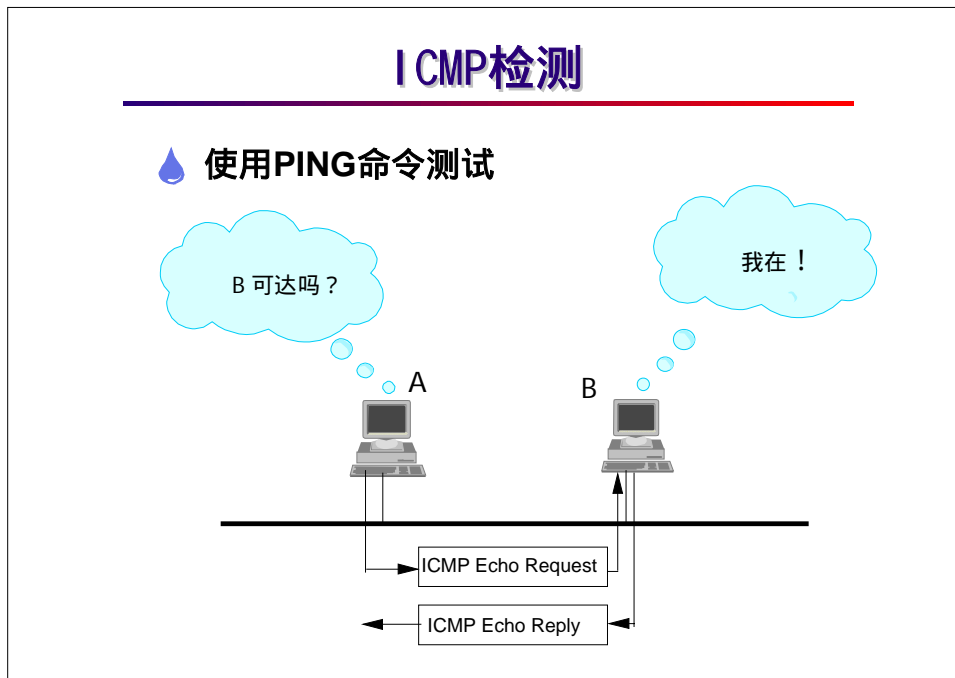


网络层的 IP 协议，实现了 IP 包的封装和寻径发送，它的功能是主机可以把分组发往任何网络并使分组独立地传向目标。这些分组到达的顺序和发送的顺序可能不同。

另外，TCP/IP 的网络层还包括了 互联网络控制消息协议 ICMP、地址解析协议 ARP、反向地址解析协议 RARP。



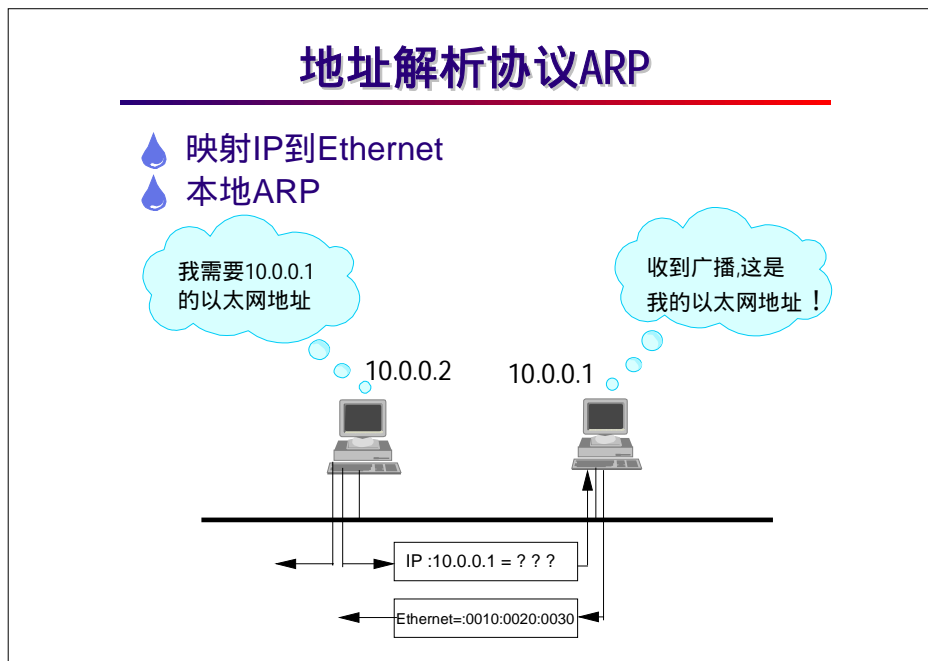
### .3.3 ICMP 检测



互联网络控制消息协议 ICMP 是一个网络层的协议，它提供了错误报告和其它回送给源点的关于 IP 数据包处理情况的消息，RFC 792 中有关于 ICMP 的详细说明。

ICMP 包含几种不同的消息，其中 Echo Request 由 Ping 命令产生，主机可通过它来测试网络的可达性，ICMP Echo Reply 消息表示该节点是可达的。

## .3.4 地址解析协议 ARP



地址解析协议 ARP 是一种广播协议，主机通过它可以动态地发现对应于一个特殊 IP 网络层地址的 MAC 层地址。

主机 A 发送的 ARP 请求报文中，带有自己的 IP 地址到 MAC 地址的映射。主机 B 收到请求报文后，将其中的地址映射存到自己的 ARP 高速缓存中，并把自己的 IP 地址到 MAC 地址的映射作为响应发回主机 A。

## .4 局域网与广域网

### .4.1 LAN 定义

#### LAN定义



##### Local Area Network :

- 通常指1000英尺以内的，可以通过某种介质互联的计算机、打印机、modem或其他设备的集合



##### Protocols :

- 网络设备用于交换信息的系列规则和约定



##### Standards :

- 描述了协议的规定; 设定了最简的性能集

LAN 是一个覆盖地理范围相对较小的高速容错数据网络，它包括工作站、个人计算机、打印机和其它设备。

LAN 为计算机用户提供了资源共享的设备访问，如打印、文件交换、电子邮件交换等等。

在这种环境中，LAN 定义了一系列的协议支持局域网网络设备的顺利运行。

## .4.2 LAN 及其常用设备

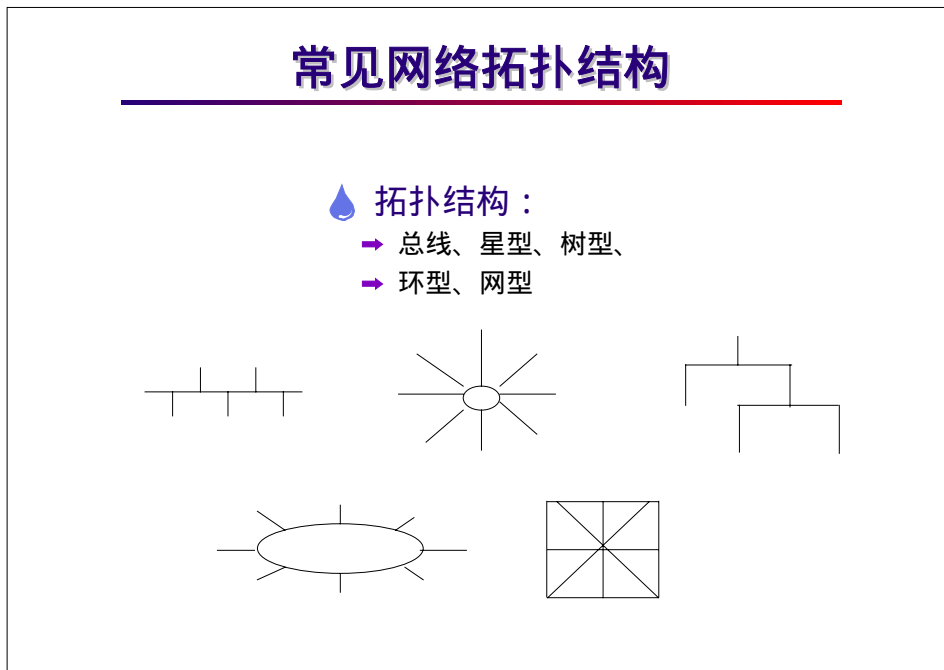


LAN 的设计目标主要面对有限的地理区域，它允许同时访问高带宽的介质。

LAN 主要通过局部管理控制网络的私有权利，提供全时的局部服务，其连接物理设备一般在相对较近的环境中。

LAN 的传输形式一般以总线型为主，最常见的以太网采用了载波侦听与冲突检测 CSMA/CD 协议以支持总线型的结构。

### 4.3 常见网络拓扑结构



LAN 的拓扑结构定义了组织网络设备的方法，LAN 有总线型、星型、树型环型和网型等多种拓扑结构。这些拓扑结构是逻辑结构，和实际的物理设备的构型没有必然的关系，如逻辑总线型和环型拓扑结构通常表现为星型的物理网络组织。

## .4.4 以太网原理简介

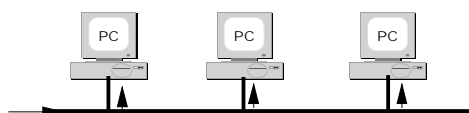
### 以太网原理简介

- 💧 网络中所有主机的收发都依赖于同一套物理介质
- 💧 同一时刻只能有一台主机在发送
- 💧 CSMA/CD：载波侦听与冲突检测

载波侦听：发送之前的检测

冲突检测：发送过程中的检测

回退：检测到冲突后的处理



基于广播的以太网中，所有的工作站都可以接收到发送到网上的广播帧，每个工作站都要经过判断确认信息帧是否是发给自己的，如是，则转到高层的协议层去。

采用了载波侦听与冲突检测 CSMA/CD 协议的以太网中，工作站在发送数据之前，要侦听网络是否空闲，只有在网络不阻塞时，工作站才能发送数据。

#### .4.5 WAN 定义

### WAN定义

- 💧 Wide Area Network :
  - ➡ 为分布在广阔的地域用户提供数据联接
- 💧 Devices :
  - ➡ 通常采用服务商提供的传输设备
- 💧 Switching Type :
  - ➡ 电路交换
  - ➡ 包交换

WAN 是覆盖地理范围相对较广的数据通信网络，它通常利用公共载波公司提供的便利条件进行传输。

WAN 技术在 OSI 参考模型的下三层(即物理层、数据链路层和网络层)发挥作用。

WAN 通常采用两种交换模式运行，即电路交换和分组交换技术。

电路方式是基于电话网电路交换的原理，当用户要求发送数据时，交换机就在主叫用户和被叫用户之间接通一条物理的数据传输通路。特点是时延小、“透明”传输(即传输通路对用户数据不进行任何修正或解释)、信息传输的吞吐量较大。缺点是所占带宽固定，网络资源利用率低。分组方式是一种存储转发的交换方式。它是将需要传输的信息划分为一定长度的包(分组)，以分组为单位进行存储转发的。每个分组信息都载有接收地址和发送地址的标识，在传送分组之前必须首先建立虚电路，然后依序传送。分组方式在线路上采用动态复用的技术来传送各个分组，带宽可以复用。缺点是实时性不好。

## .4.6 WAN 及其常用设备

## WAN及其常用设备

### WAN的设计目标：

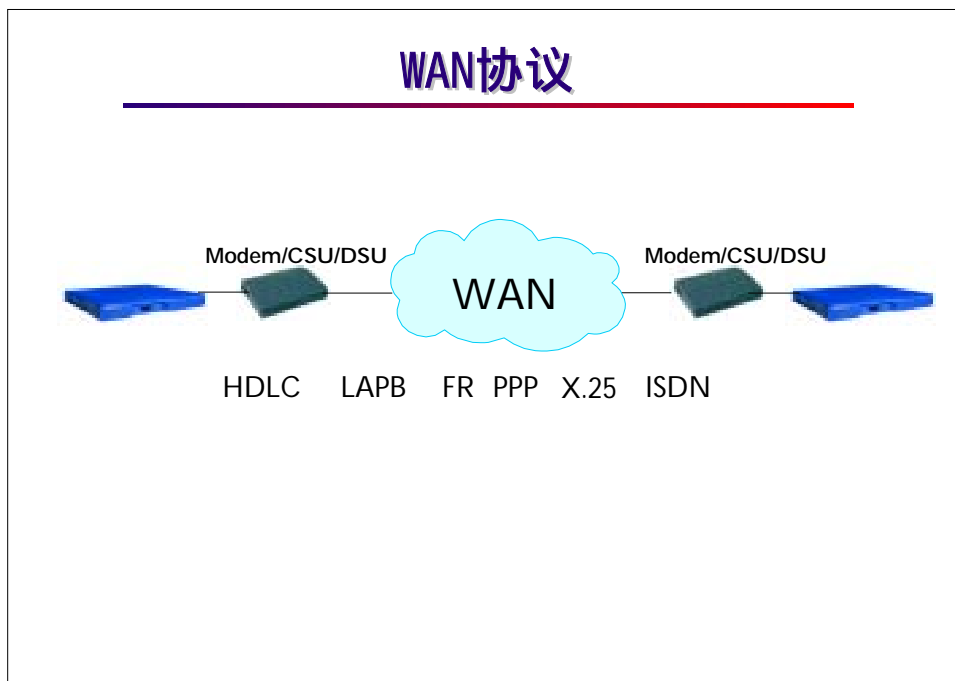
- 运行在广阔的地理区域
- 通过低速串行链路进行访问
- 网络控制服从公共服务的规则
- 提供全时的或部分时间的联接性
- 联接物理分离的、遥远的、甚至全球的设备



常用的 WAN 设备有 Modem /CSU/DSU、路由器、广域网交换机、接入服务器、ATM 交换机等。



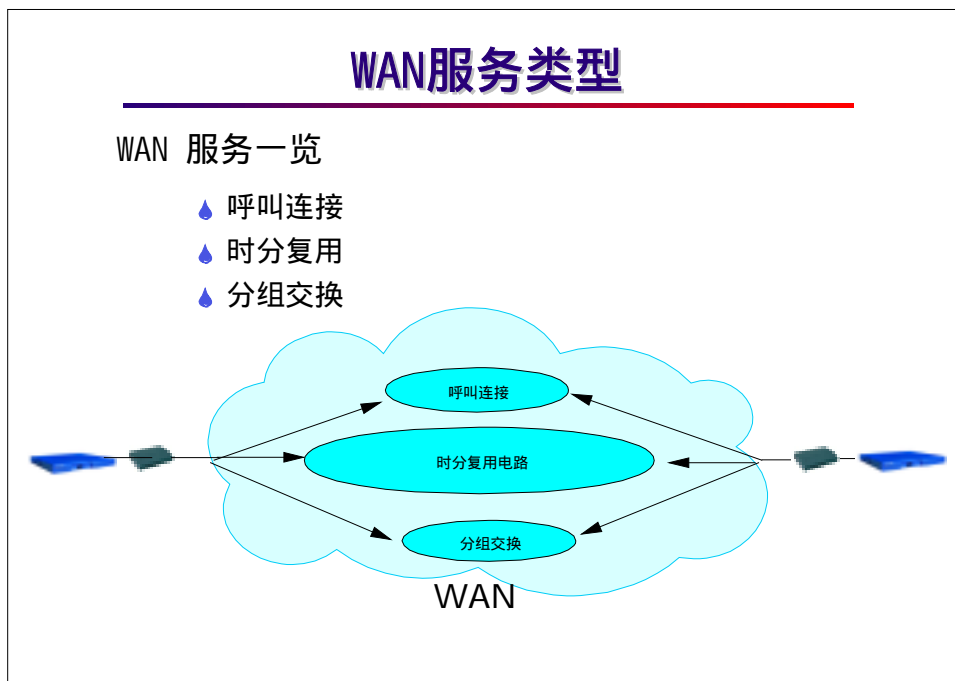
#### .4.7 WAN 协议



常用的广域网协议有：

- ☞ HDLC：高级数据链路控制，ISO 标准的链路层协议；
- ☞ LAPB：平衡型链路访问规程，增强了错误检测和更正；
- ☞ PPP：点到点协议，有丰富功能的同异步链路层协议；
- ☞ X.25：分组交换协议，定义了终端和分组交换网络的连接规程；
- ☞ FR：帧中继，在 X.25 基础上发展起来的简洁高效的分组交换协议；
- ☞ ISDN：语音数据共享的数字化链路。

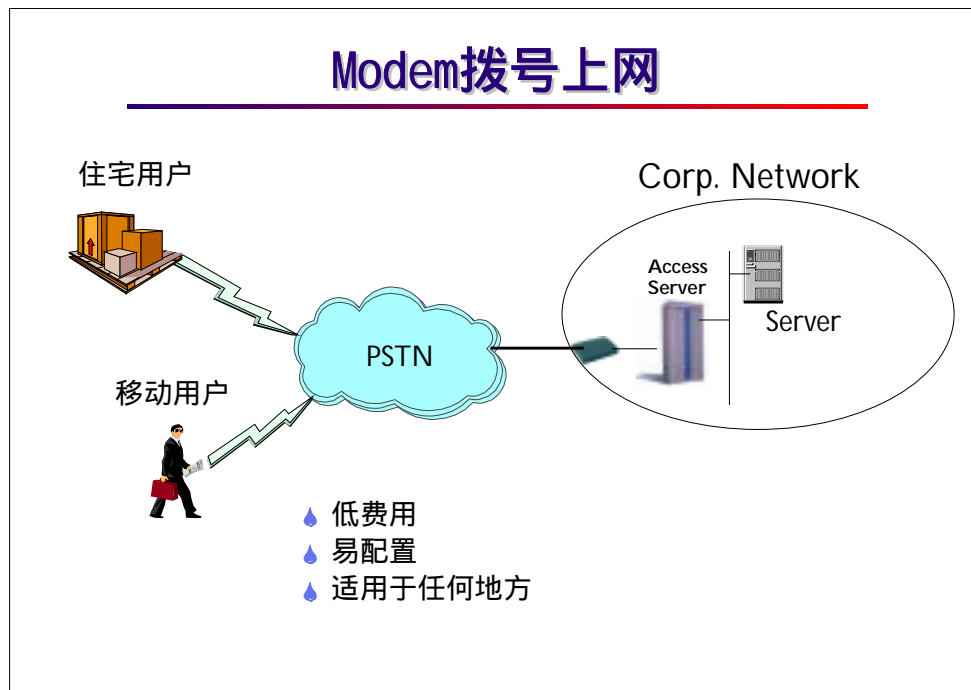
## .4.8 WAN 服务类型



常用的广域网服务类型可分为：

- ☞ 呼叫连接：通过信令如 SS7 建立连接所成网络，例如 Modem 拨号；
- ☞ 时分复用：利用时分复用设备连接的网络，如专用线路；
- ☞ 分组交换：利用分组交换网络连接的网路，如帧中继、X.25。

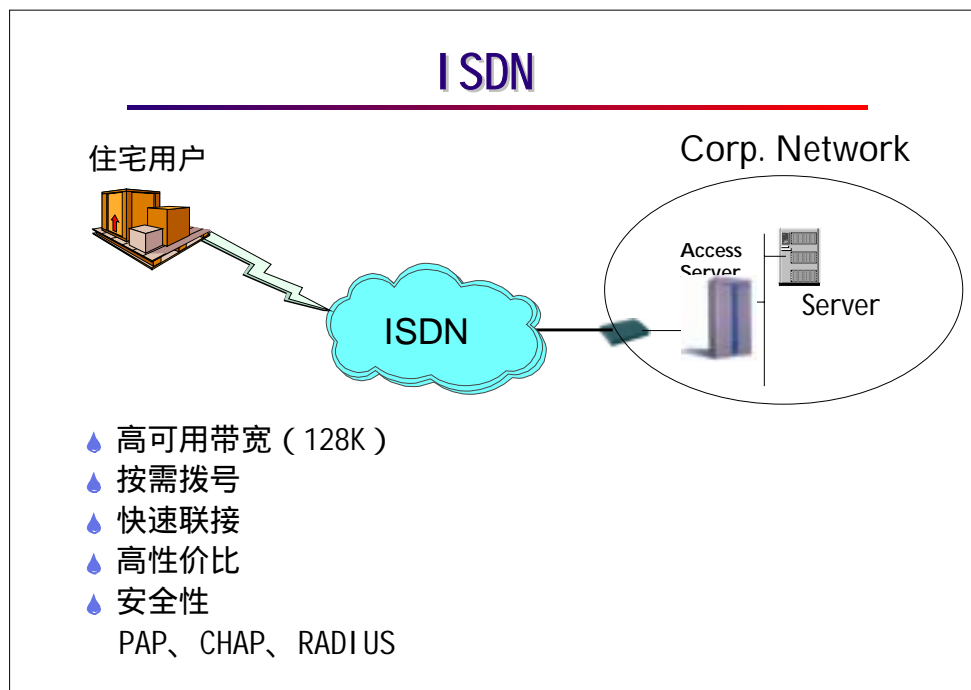
## .4.9 Modem 拨号上网



异步 Modem 使用传统的电话网络，并且工作于异步传输模式，传统的电话网络有以下优势：

- ☞ 任何地方的可用性：由于传统电话网络的性质决定；
- ☞ 容易配置：易于配置，只需简单的参数配置；
- ☞ 按需拨号：只在所需要的时候进行联接；
- ☞ 低费用：没有其它网络昂贵的设备和运行费用。

## .4.10 ISDN 简介

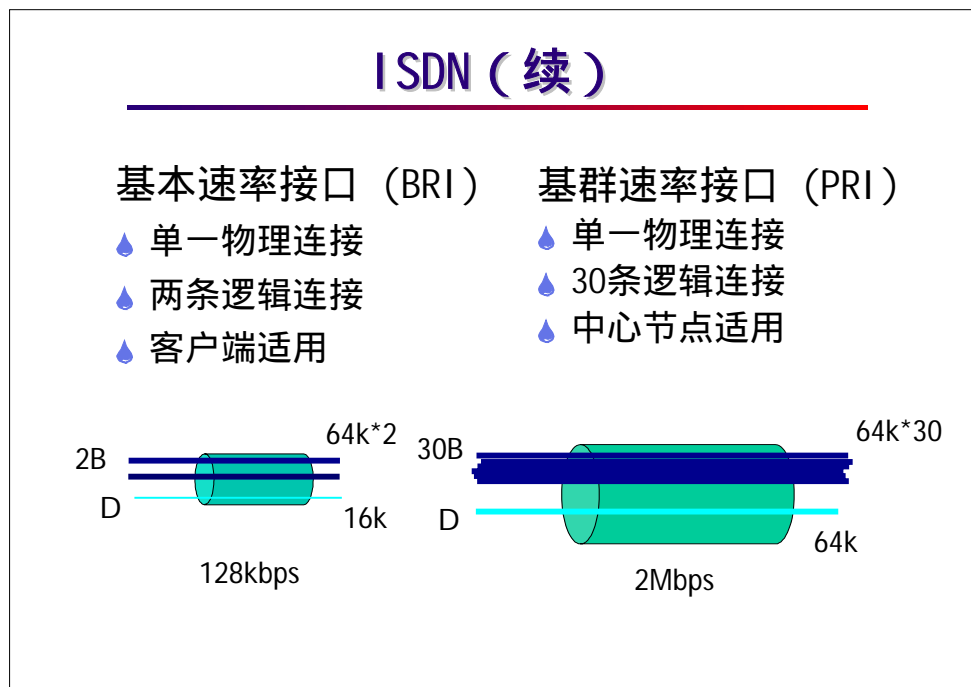


ISDN 是一种标准化的数字服务。ISDN 可以在现有的铜线上传输语音、数据、视频。ISDN 不同于专线连接模式，它是拨号激活的，相对于昂贵的专用线路，可以很大程度的节省费用。

ISDN 提供多种安全措施：

- ☞ 呼叫链路识别：此功能由服务商提供；
- ☞ PAP：明文传送的密码验证；
- ☞ CHAP：密文传送的密码验证；
- ☞ RADIUS：工业标准的 Client/Server 结构安全访问协议。

## ISDN 简介 (续)



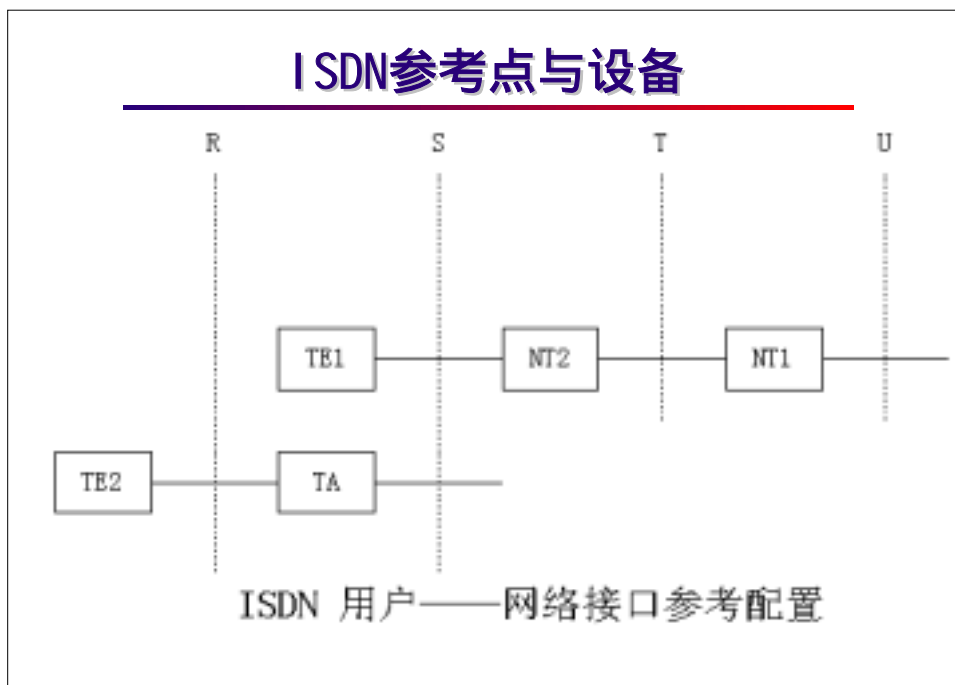
ISDN 的两种信道：

- ☞ B 信道 ( 64Kbps )；
- ☞ D 信道 ( 16 或 64Kbps )

ISDN 用户接口类型：

- ☞ 基本速率接口 ( BRI )：2B+D ( 192Kbps )；
- ☞ 基群速率接口 ( PRI )：30B+D ( 2048Kbps )

## ISDN 简介（续）



功能群和参考点概念的提出是为了定义 ISDN 用户——网络接口上的配置和建立接口标准。功能群是指用户接入 ISDN 所需的一组功能，而参考点是用来分割功能群的概念上的点。

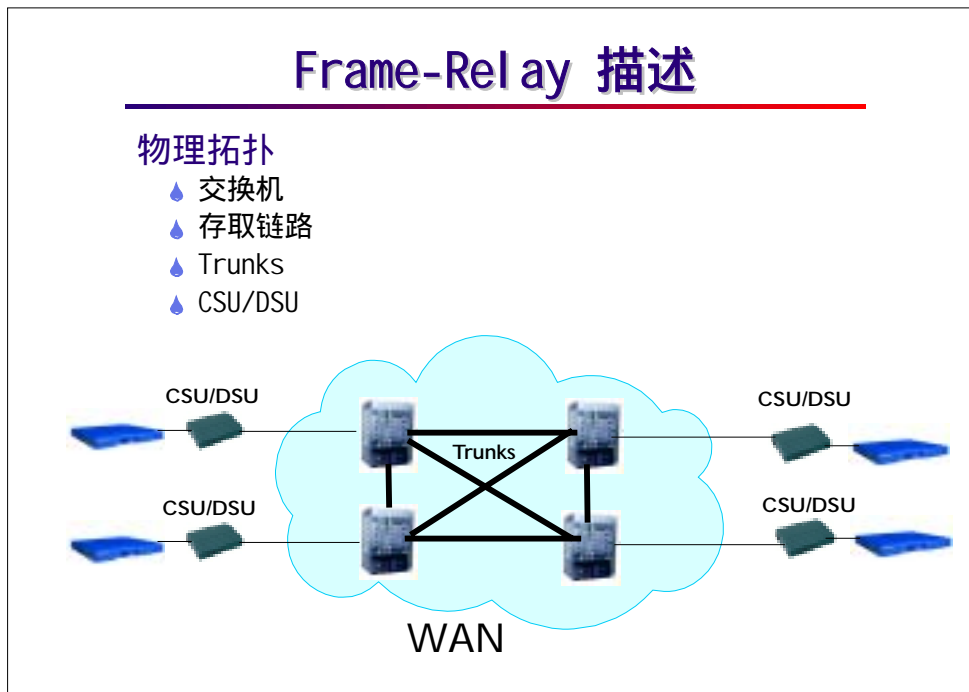
用户接入 ISDN 的功能可以划分为以下功能群：

- ☞ 网络终端 1 (NT1)：包含 OSI 第一层的功能，ISDN 在用户处的物理和电器终端装置，在 NT1 上要处理 D 信道竞争的问题；
- ☞ 网络终端 2 (NT2)：包含 OSI 一到三层的功能；
- ☞ 1 类终端设备 (TE1)：ISDN 标准终端设备；
- ☞ 2 类终端设备 (TE2)：非 ISDN 标准终端设备；
- ☞ 终端适配器 (TA)：完成将 TE2 接入 ISDN 的速率和协议等方面的适配功能。

参考点：

- ☞ T 参考点：NT1 与 NT2 之间，是用户和网络之间的分界点 (NT1 属于网管部门，NT2 属于用户)；
- ☞ S 参考点：TE1 和 NT2 之间，对应于单个 ISDN 终端设备接入网络的接口，将用户终端和与网络有关的功能分开；
- ☞ U 参考点：对应于用户线，用来描述用户线上的双向数据信号；
- ☞ R 参考点：位于 TE2 和 TA 之间，用于提供非标准 ISDN 标准终端的入网接口。

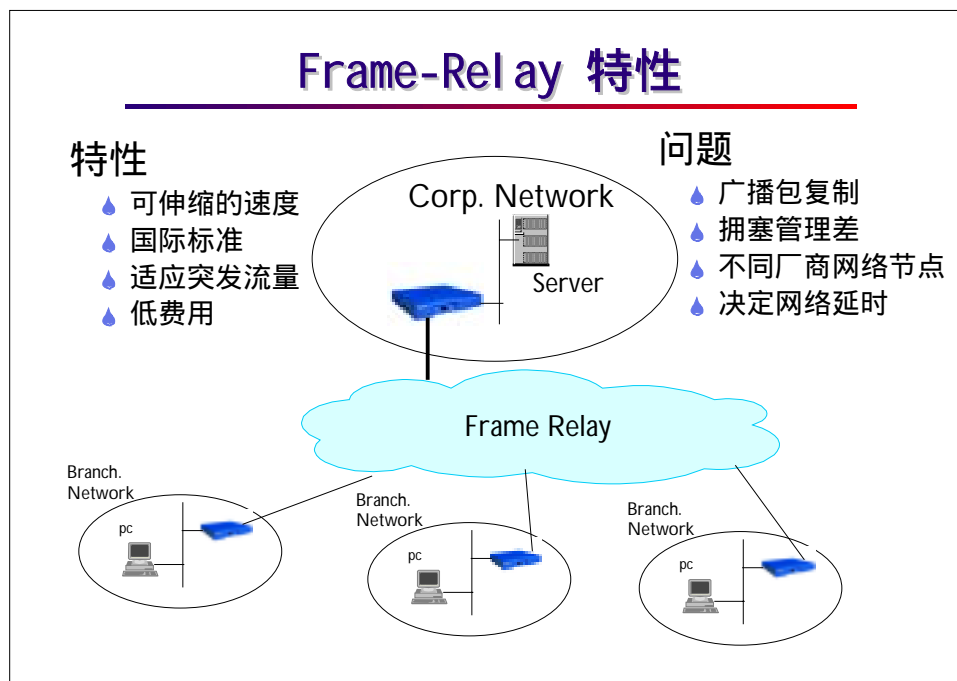
## .4.11 Frame-Relay 描述



帧中继技术是在数据链路层用简化的方法传送和交换数据单元的快速分组交换技术。帧中继技术是在分组交换技术充分发展、数字与光纤传输线路逐渐代替已有的模拟线路、用户终端日益智能化的条件下诞生并发展起来的。

帧中继仅完成 OSI 物理层和链路层核心层的功能，将流量控制、纠错等留给智能终端完成，大大简化了节点机之间的协议；同时，帧中继采用虚电路技术，能充分利用网络资源，因此帧中继具有吞吐量高、时延低、适合突发性业务等特点。帧中继对于 ATM 网络，是一个重要的可选项。帧中继作为一种附加于分组方式的承载业务引入 ISDN，其帧结构与 ISDN 的 LAPD 结构一致，可以进行逻辑复用。

## .4.12 Frame-Relay 特性



帧中继技术主要有以下几点特性：

在链路层完成统计复用、帧透明传输和错误检测，但不提供发现错误后的重传操作。省去了帧编号、流量控制、应答和监视等机制，大大节省了交换机的开销，提高了网络吞吐量、降低了通信时延。一般帧中继用户的接入速率在 64Kbps-2Mbps，具有可伸缩的速度。

帧中继是一种国际标准，并日益得到广泛地应用。

交换单元——帧的信息长度比分组长度要长，预约的最大帧长度至少要达到 1600 字节/帧，适合封装局域网的数据单元。用户能有效地利用预约的带宽，即承诺的信息速率（CIR），还允许用户的突发数据占用未预定的带宽，以提高网络资源的利用率。

帧中继协议简化了 X.25 的第三层功能，使网络节点的处理大大简化，提高了网络对信息的处理效率。帧中继传送数据使用的传输链路是逻辑连接，而不是物理连接，在一个物理连接上可以复用多个逻辑连接，可以实现带宽的复用和动态分配，降低了网络联接的费用。

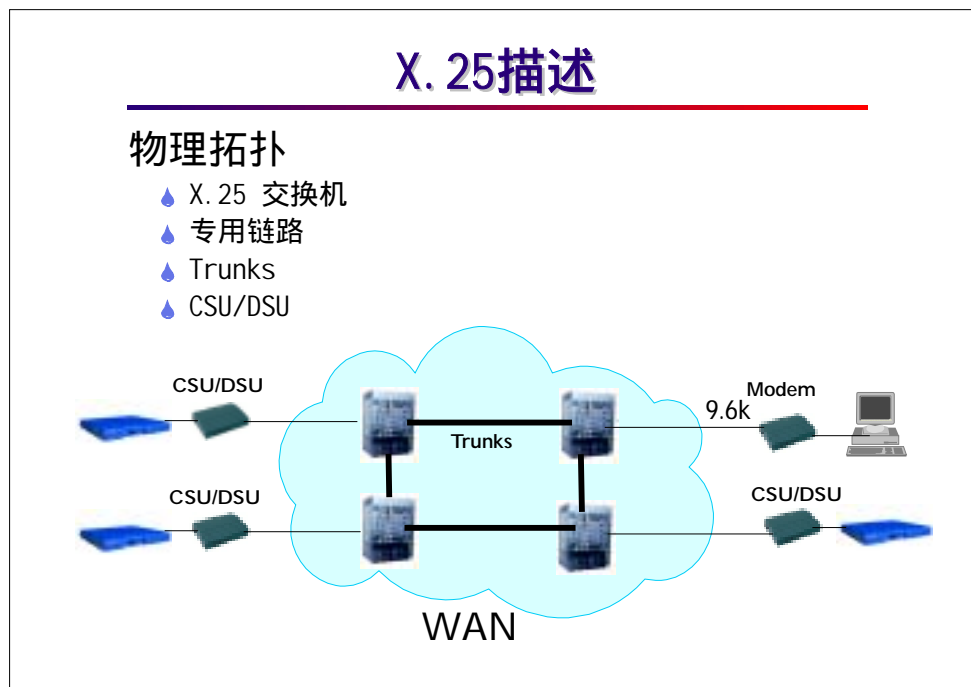
由于帧中继协议的非广播特性，广播包的传递必须靠路由器的复制，会降低有效带宽的利用率并降低网络设备的性能。

提供一套带宽管理和防止拥塞的机制，但这种机制需要端设备协议的配合，包括路由器、广域网交换机等，否则没有良好的拥塞管理。

不同厂商的设备互操作性的问题，可能导致帧中继网络的延迟很大。



## .4.13 X.25 描述



X.25 协议是数据终端设备（Data Terminal Equipment，DTE）和数据电路终接设备（Data Circuit\_terminating Equipmert，DCE）之间的接口规程，其主要功能是描述如何在 DTE 和 DCE 之间建立虚电路、传输分组、建立链路、传输数据、拆除链路、拆除虚电路，同时进行差错控制、流量控制、情况统计等，并且为用户提供了一些可选的业务功能和配置功能。

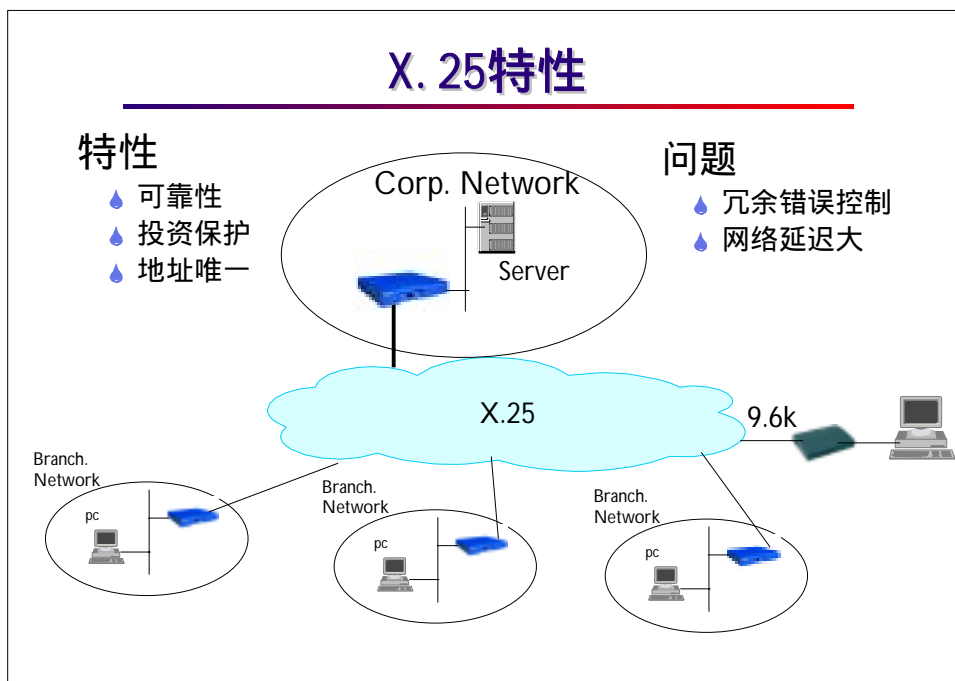
X.25 协议包含了三层：分组层、数据链路层、物理层，是和 OSI 参考模型的下三层一一对应的，它们的功能也是一致的：

☞ 物理层：物理层定义了 DTE 和 DCE 之间的电气接口和建立物理的信息传输通路的过程，可采用 X.21 建议、X.21bis 建议、V 建议等接口标准；

☞ 数据链路层：数据链路层采用平衡型链路访问规程 LAPB，LAPB 定义了 DTE--DCE 链路之间的帧交换的过程及帧格式；

☞ 分组层：分组层则定义了分组的格式和在分组层实体之间交换分组的过程，同时也定义了如何进行流控，差错处理等规程。X.25 的分组层利用链路层提供的服务在 DTE 和 DCE 之间传递分组。它将一条逻辑链路按照动态时分复用的方法划分为多个子逻辑信道。这样就可以允多个用户同时使用数据通道，大大地提高了资源的利用率和效率。

## .4.14 X.25 特性



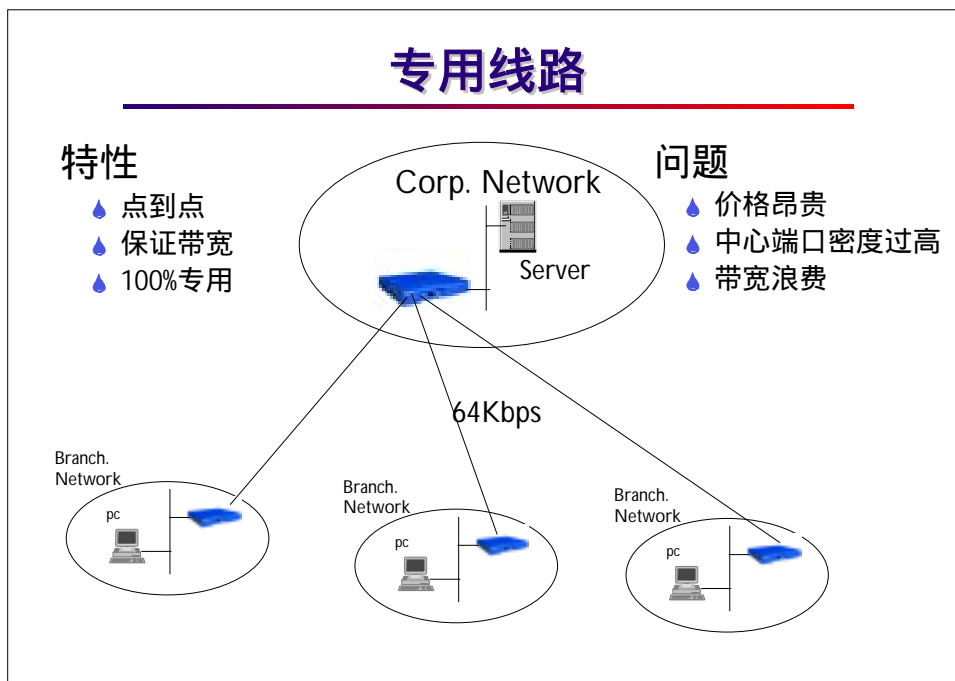
为了适应早期并不可靠的有大量误码的模拟电路，X.25 是一种含有冗余错误控制的可靠传送协议。

X.25 提供了偏远地区可用的庞大的公用分组交换网络，因此可以到达遥远的地域，确保商业用户的网络互联。

X.25 网络采用了标准的地址识别，这种地址是唯一的。

由于高度的可靠传输、过于冗余的错误控制，导致了网络效率较低、延时较大，可能成为网络性能的瓶颈。

## .4.15 专用线路

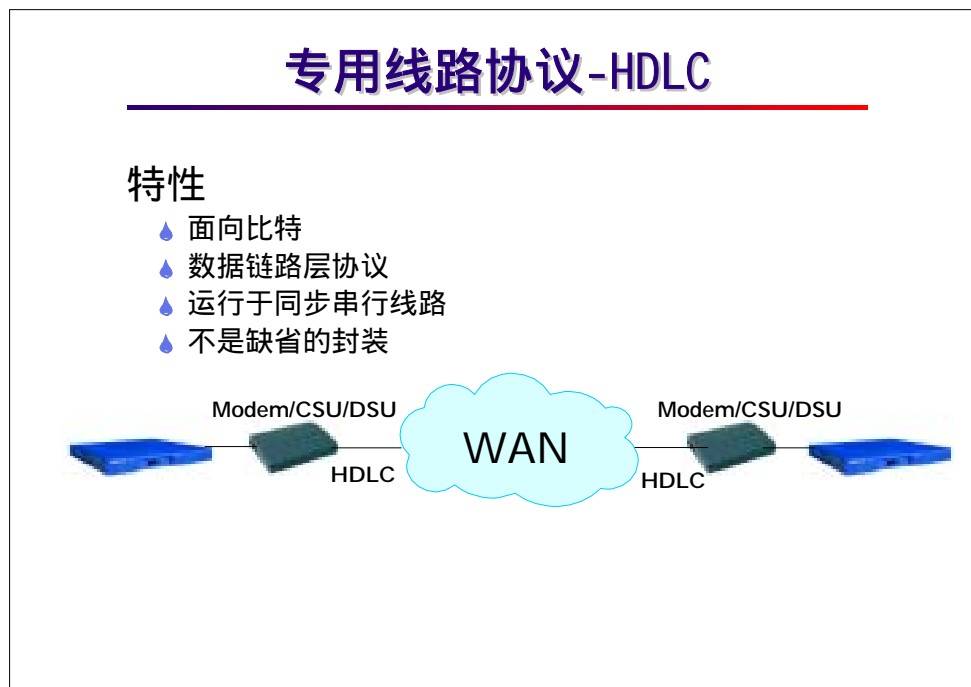


专用线路是透明的物理传输信道，由于它使用简便、覆盖面广，被广泛应用于企业网互联、专线 Internet 接入等。专用线路的明显缺陷是：由于采用点到点通信，对于复杂网络的分支点间的互通，必须通过中心转发。速率以 64K 为主，大于 64K 的线路，费用较贵。

专用线路是点对点连接的，它给予用户访问整个链路带宽的可能性。在某一时刻，带宽的可用率为 100%。然而，在专用线路上，在一段平均时间内，典型的线路利用率只有可用带宽的 30% 至 40%，这是专用线路主要的缺点。但是，由于它是一直联接的，所以不必建立为新的联接而花费等待的时间。

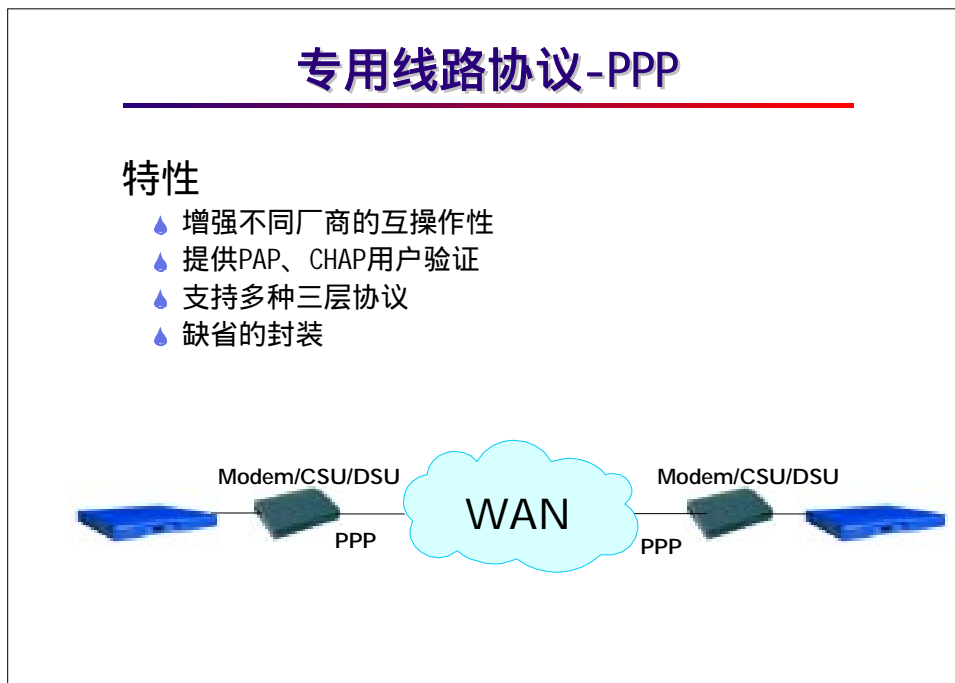
另一方面，专用线路解决方案要求中心端口的高密度，包括通信设备如 DSU/CSU，相对于帧中继等分组交换网络，这将导致网络设备的成本大幅上升。

## .4.16 专用线路协议 - HDLC



HDLC 是一种面向比特的、用于专用线路的数据链路层协议，它提供了一种在同步串行链路的、带有 32 位校验和的封装机制。HDLC 只运行于同步链路上，它提供的是一种对物理层的面向比特的透明的封装。

## .4.17 专用线路协议 - PPP



PPP 协议，其全称为 Point-To-Point Protocol（点到点协议）。它作为一种提供在点到点链路上传输、封装多种不同类型的网络层数据包的数据链路层协议，处于 TCP/IP 协议栈的第二层，主要被设计用来在支持全双工的同异步链路上进行点到点之间的数据传输。

PPP 主要由三类协议组成：链路层控制协议族（LCP）、网络层控制协议族（NCP）和 PPP 扩展协议族。其中，链路控制协议主要用于建立、拆除和监控 PPP 数据链路；网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型；PPP 扩展协议族主要用于提供对 PPP 功能的进一步支持。

同时，PPP 还提供了用于网络安全方面的验证协议族（PAP 和 CHAP）。

## .4.18 X.25 与 Frame-Relay 的比较

### X.25与Frame-Relay 协议比较



#### X.25

X.25的协议严谨，面向连接，整个传输过程中，逐段纠错与流量控制，是为适应过去传统传输线路而设计的。其最大帧长256字节，对于IP协议效率较低。



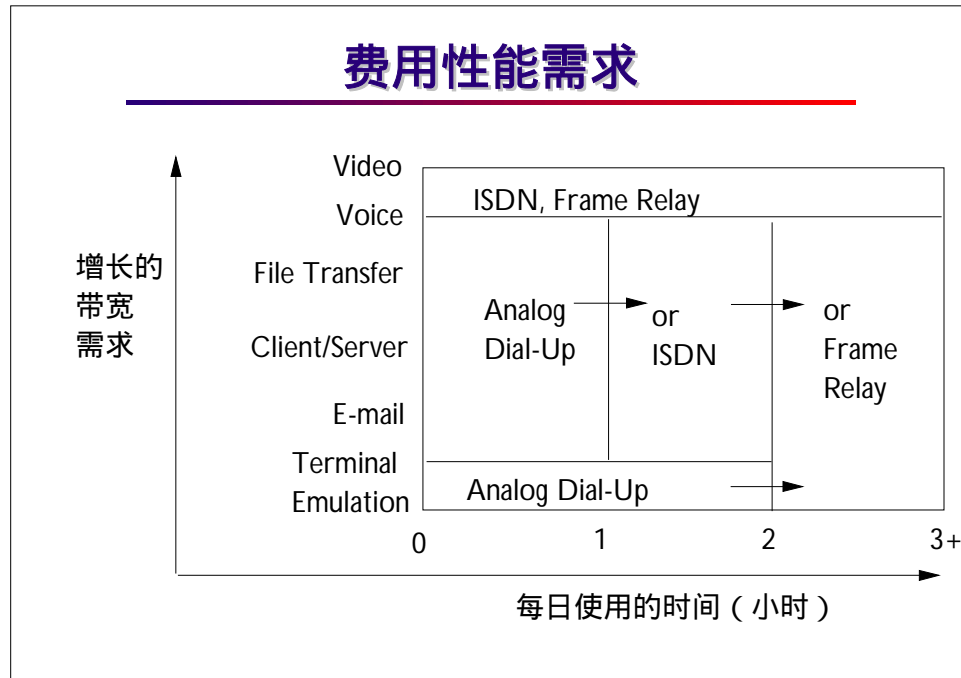
#### Frame-Relay

帧中继是简化的X.25，它的最大改进是去掉纠错，最大帧的长度增加到1600bytes，以适应良好的线路环境，适合IP报文的传输，效率大大增强。

由于早期广域网络链路的特点：链路的不可靠性、高误码率，因此 X.25 协议设计成为一种结构严谨，面向连接的协议，它在整个传输过程中，逐段地纠错与进行流量控制，其最大帧长 256 字节，对于 IP 协议效率较低。

在后期由于广域网链路的质量大大提高，光纤的广泛应用，帧中继协议简化了 X.25 的第三层功能，采用物理层和链路层的两级结构，在链路层也只保留了核心子集部分，简化了 X.25 复杂的纠错和重传机制，实现了链路层的高效封装，加大了最大帧传输长度至 1600 比特，适合 IP 报文的传输，提高了网络的对信息的处理效率。

## .4.19 费用性能需求



网络的费用性能需求，涉及网络的选型，相对是一个比较模糊的问题，主要是由于它涉及较多的因素，在不同情况下，有不同的选择。一般来说，首先要考虑的是服务可否提供。在不同的地区，有较大的差异，例如 ISDN 服务并非随处可得。

其次，从性能与费用方面考虑以下因素：

- ☞ 用户的类别，即什么样的用户需要访问网络资源；
- ☞ 平均每天需要访问的时间；
- ☞ 运行的网络应用以及它所需的带宽；
- ☞ 广域网服务的性能是否满足要求。

## .5 小结

### 小结

- 💧 学习网络演进与层次化模型的概念
- 💧 了解常用网络设备的工作原理
- 💧 了解TCP/IP 协议族的基本概念
- 💧 了解常用的局域网组网与协议
- 💧 了解常用的广域网组网与协议
- 💧 了解不同网络协议的特性