

广域网技术

重点

- 广域网基础
- PPP 协议
- ISDN
- 帧中继
- POS 技术
- 其他广域网技术

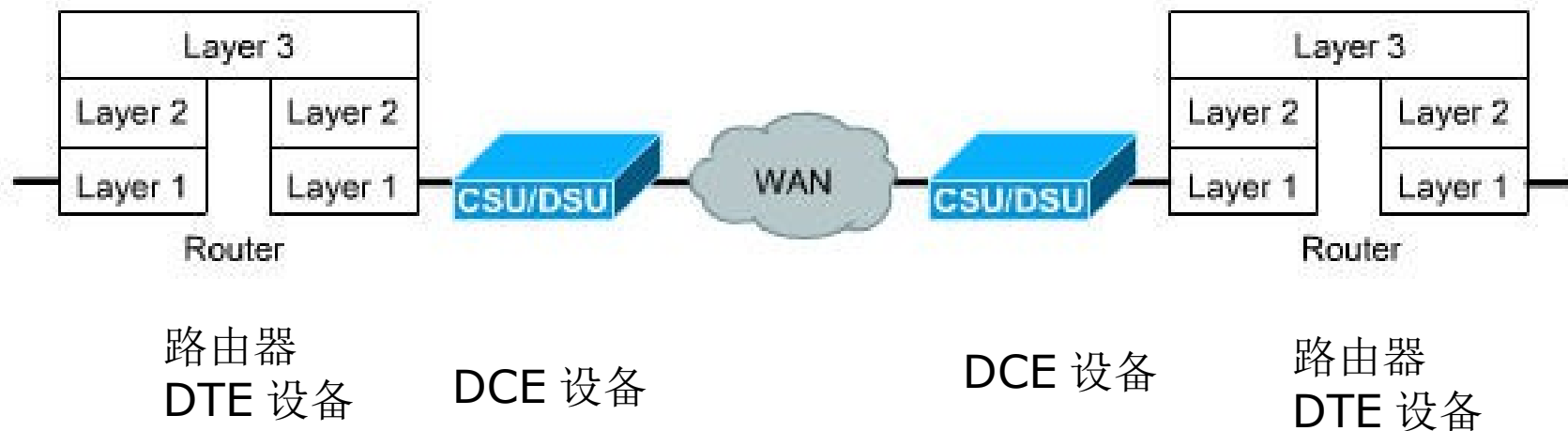
1 广域网基础

1 广域网基础

- 广域网的数据传输速率比局域网低，传播延时要比局域网大。
- 典型速率从 56k 到 155M，骨干带宽 2.5G 到 10G，甚至到 40G。

1.1 广域网与 OSI 模型

- 广域网主要工作于 OSI 模型的下三层：物理层、数据链路层、网络层。
- 数据终端设备 DTE：
 - 是用户端用于接入广域网的具有一定**数据处理能力以及发送和接收数据能力**的设备，如路由器，终端主机。
- 数据电路终接设备 DCE：
 - 是在 DTE 设备和传输线路之间提供**信号变换和编码**的功能；
 - 负责**建立、保持和释放数据链路**的连接的设备，如 CSU/DSU，广域网交换机，MODEM



1.1 广域网与 OSI 模型

- 广域网数据链路层协议：
 - 高级数据链路控制协议（HDLC）
 - 点对点协议（PPP）
 - 串行链路网络协议（SLIP）
 - 综合业务数字网（ISDN）
 - X.25 及平衡式链路访问程序（LAPB）
 - 帧中继（FR）
 - 异步传输模式（ATM）

1.2 广域网服务的实现模型

- 一般广域网的物理层和数据链路层服务主要都是
 - 由广域网服务提供商建立的长途传输通信网络来实现。
 - 通常由成组的广域网交换机和中继器组成。
- 用户产权设备（CPE）：用户所有或者服务提供商租给用户。
- CPE 连接到广域网提供商的中心局交换机上。

1.2 广域网服务的实现模型

- 本地环路：CPE 和接入交换机之间这段线缆。
- 在本地环路上传输数据设备是 DCE，负责为 DTE 提供一个进入广域网的通信链路接口。
- 最后，本地路由器通过广域网服务提供商提供的传输网络和远程路由器连接。

1.3 虚电路与数据报

□ 广域网有两种组网方式：虚电路方式和数据报方式。

□ 虚电路：

- 通信前，源节点和目的节点之间建立虚电路（逻辑连接）；
- 通信结束，释放虚电路。
- 专用逻辑通道，所以称这为“虚”电路。
- 每个广域网交换机都要维持一个虚电路表。
- 选择还没使用的虚电路号作为虚电路的标识。
- 虚电路号仅仅具有局部意义。
- 虚电路服务是网络层向运输层提供的一种使所有分组按顺序到达目的端系统的可靠的数据传送方式。

.1.3 虚电路与数据报

- 广域网有两种组网方式：虚电路方式和数据报方式。
- 虚电路：
 - 通信前，源节点和目的节点之间建立虚电路（逻辑连接）；
 - 通信结束，释放虚电路。
 - 专用逻辑通道，所以称这为“虚”电路。
 - 每个广域网交换机都要维持一个虚电路表。

.1.3 虚电路与数据报

- 广域网有两种组网方式：虚电路方式和数据报方式。
- 虚电路：
 - 选择还没使用的虚电路号作为虚电路的标识。
 - 虚电路号仅仅具有局部意义。
 - 虚电路服务是网络层向运输层提供的一种使所有分组按**顺序**到达目的端系统的**可靠**的数据传送方式。

1.3 虚电路与数据报

□ 数据报：

- 在数据报方式中，**每个分组被称为一个数据报**，若干个数据报构成一次要传送的报文或数据块。
- 广域网交换机只需要用一张表指明到达所有可能的目的端广域网交换机的输出线路。
- **每个数据报包含完整的目的地址信息**，因为每个报文的传送是被单独处理的。
- 一个节点接收到一个数据报后，根据数据报中的地址信息和节点所存储的路由信息，找出一个合适的出路，把数据报原样地发送到下一个节点。

1.3 虚电路与数据报

□ 虚电路与数据报方式的比较

- 虚电路为每一对节点之间的通信预先建立一条虚电路，广域网交换机不必为每个报文进行一次路由选择。
- 数据报方式中，每一个广域网交换机为每一个进入的报文进行一次路由选择，即每个报文的路由选择独立于其他报文。

2 PPP 协议

PPP 协议

- 点对点协议 PPP (Point-to-Point Protocol) 是目前使用得最广泛的**数据链路层协议**。
- 提供**全双工**操作，并**按照顺序**传递数据包。
- 设计目的主要是用来**通过拨号或专线方式**建立点对点连接发送数据，如早期的 modem 拨号上网。

2.1 PPP 协议的组成

□ PPP 协议有三个组成部分：

- 在串行链路数据报封装的方法。

- 一个用来建立、配置和测试数据链路连接的链路控制协议 LCP (Link Control Protocol)。

 - LCP：负责创建，维护或终止一次物理连接

- 用来支持不同的网络控制协议 NCP (Network Control Protocol)，如 IP、AppleTalk。

 - NCP：NCP 是一族协议，负责解决物理连接上运行什么网络协议，以及解决上层网络协议发生的问题。

2.2 PPP 链路建立的过程

□ 链路创建过程：

■ 阶段 1：创建 PPP 链路：

- LCP 负责创建链路。

- 链路两端设备通过链路控制协议 LCP 向对方发送配置信息报文。

■ 阶段 2：用户验证：

- 客户端会将自己的身份发送给远端的接入服务器。

- 认证协议： PAP 和 CHAP。

2.2 PPP 链路建立的过程

- 链路创建过程：

- 阶段 3：调用网络层协议：

- 认证阶段完成之后，PPP 将调用在链路创建阶段（阶段 1）选定的各种网络控制协议（NCP）。

2.3 PPP 的验证方式

□ 口令验证协议（PAP）

- PAP 是一种简单的明文验证方式。
- NAS（网络接入服务器）要求用户提供用户名和口令，PAP 以明文方式返回用户信息。
- 缺点：
 - 这种验证方式的安全性较差。
 - PAP 无法提供避免受到第三方攻击的保障措施。

2.3 PPP 的验证方式

□ 挑战 - 握手验证协议（CHAP）

- CHAP 是一种加密的验证方式，能够避免建立连接时传送用户的真实密码。
- NAS 向远程用户发送一个挑战口令，其中包括会话 ID 和一个任意生成的挑战字符串。
- 远程客户必须使用加密算法返回用户名和加密的挑战口令。

2.4 PPP 应用

- 家庭拨号上网就是通过 PPP 在用户端和运营商的接入服务器之间建立通信链路。
- ISDN 是使用 PPP 的典型范例。
- 宽带接入正在成为取代拨号上网的趋势，PPP 也衍生出新的应用：
 - 典型的应用是在 ADSL（非对称数据用户环线）接入；
 - PPP 与其他协议共同派生出了符合宽带接入要求的新的协议，如 PPPoE（PPP over Ethernet），PPPoA（PPP over ATM）。

3 ISDN



ISDN（综合业务数字网）

□ 以往，

- 电信网只是用来传输语音信息。
- 缺点：线路利用率低、资源不能共享、管理不便等。

□ 现在

- ISDN 提供端到端的数字连接，可以用一个网络为用户提供各种通信业务：语音、图像、图形、数据、传真、电子信箱、可视电话等。俗称“一线通”。

ISDN（综合业务数字网）

□ ISDN 的特性：

- 以综合数字电话网（IDN）为基础发展而成的通信网。
- 支持端到端的数字连接，是一个全数字化的网络。
- 支持各种通信业务，提供标准的用户网络接口。

ISDN

- 使用的传输介质可以是双绞线也可以是光纤。
- 如果使用的是双绞线，注意事项：
 - 服务提供商站点与用户之间的本地环路被限制在 5.5KM 之内，除非使用中继器进行延长。
 - 要求线缆必须高质量。
 - 现有的线路调节装置和模拟信号噪声消除设备应该被取走。

3.1 ISDN 的组成

- 标准 ISDN 终端（TE1）
 - 符合 ISDN 接口标准的用户设备，如数字电话和传真机等
- 非标准 ISDN 终端（TE2）
 - 需要经过终端适配器 TA 的转换，才能接入 ISDN 标准接口。
- 终端适配器（TA）
 - 使现有的非 ISDN 标准终端（模拟电话、个人计算机）能够在 ISDN 上运行。

3.1 ISDN 的组成

□ 网络终端 1 （ NT1 ）

- NT1 设置在靠近用户设备这一边，利用电话线和几公里以外的交换系统相连。
- 最多有 8 个 ISDN 电话、终端或其它设备可接到总线电缆。

□ 网路终端 2 （ NT2 ）

- 智能网络终端，如数字程控交换机、集中器等，
- 可以完成交换和集中的功能。

3.1 ISDN 的组成

- 四个参考点，称 R,S,T 和 U
 - U 参考点连接 ISDN 交换系统和 NT1，目前采用两线的铜双绞线，今后可能被光纤代替。
 - T 参考点是 NT1 上提供给用户的连接器。
 - S 参考点是 ISDN 的 CBX 和 ISDN 终端的接口。
 - R 参考点用以连接终端适配器和非 ISDN 终端，R 参考点是使用很多不同的接口。

3.2 ISDN 的服务

- 基本速率接口（BRI）
 - 两条全双工的 B 信道和 1 条全双工的 D 信道。
 - B 速率：64Kb，用来传送用户信息。
 - D 速率：16Kb，用来传送用户网络信令和低速的分组数据。
 - 总带宽：144Kb
- 集群速率接口（PRI）
 - 30B+D
 - B 速率：64Kb
 - D 速率：64 Kb
 - 总带宽：2.048M

3.3 ISDN 的应用

□ 承载服务

- 提供单纯的信息传输业务。
- 在传送过程中不对数据做任何处理。

□ 用户终端业务

- 由网络和用户端设备共同完成的业务。
- 主要用于接入 Internet 。
- 接入时采用拨号方式。

□ 补充业务

- 对承载业务和用户端业务的扩展和补充。

4 帧中继



4.1 帧中继概述

- 继承了 X.25 技术中的**虚拟连接**和每个虚拟连接**标识符**的概念。
- 能够**根据需要分配网络带宽**，支持数据流不断增加的变化性和随机性。
- 具有**吞吐量高、时延低、适合突发性业务**等特点。
- 是一种极受**欢迎**的、能够在广域网上支持数据通信的通用技术。

4.2 帧中继特征

□ 功能上的主要特征：

- 可变的帧长度
- 可变的带宽
- 支持 SVC 和 PVC：

□ 永久虚电路（PVC）

- 是两个节点之间持续可用的通路；
- 该通路配置一个连接 ID；
- 在该通路上发送的每个包都必须使用这个 ID。
- 一直保持开通状态，可以任何时间进行通信。

4.2 帧中继特征

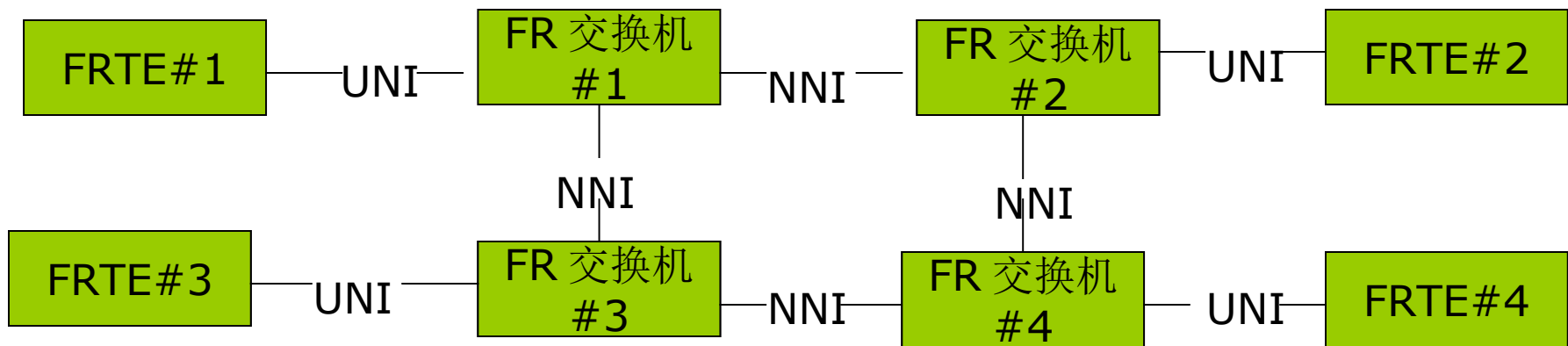
- 功能上的主要特征：
 - 支持 SVC 和 PVC：
 - 交换虚电路（SVC）
 - 指在两个帧中继终端用户之间通过虚呼叫建立虚电路连接，
 - 网络在建好的虚电路上提供数据信息的传送服务，
 - 终端用户通过呼叫清除操作终止虚电路。
- 端口共享
- 带宽管理

4.2 帧中继特征

- 支持多种网络层协议。
- 采用基于数据链路控制标识（ DLCI ）连接标识符的标签交换转发。
- 拥塞控制：支持显示的拥塞指示。
- 与 ATM 互通
 - ATM 可以作为 FR 交换机之间的骨干网络。
- 支持数据，也能支持语音。
- 帧中继支持设备广泛：路由器 \ 交换机 \ FR 接入设备等。

4.3 FR 体系结构

- FR 交换机构成了 FR 网络的骨干。
- FR 交换机通过网络接口（ NNI ）互连。
- FR 终端设备（ FRTE ）通过网络接口（ UNI ）与 FR 交换机相连。
- FRTE 可以是路由器，也可以是主机。
 - 负责流量控制、差错恢复和可靠性保证。
- FR 交换机负责
 - 复用、帧定界、 CRC 校验、拥塞指示。
- 要在一个 FR 交换机构成的网络中实现通信，需要在 FRTE 之间建立一个 PVC 或者 SVC 。



4.4 帧中继的 PDU 与 DLCI

□ 帧中继的寻址功能

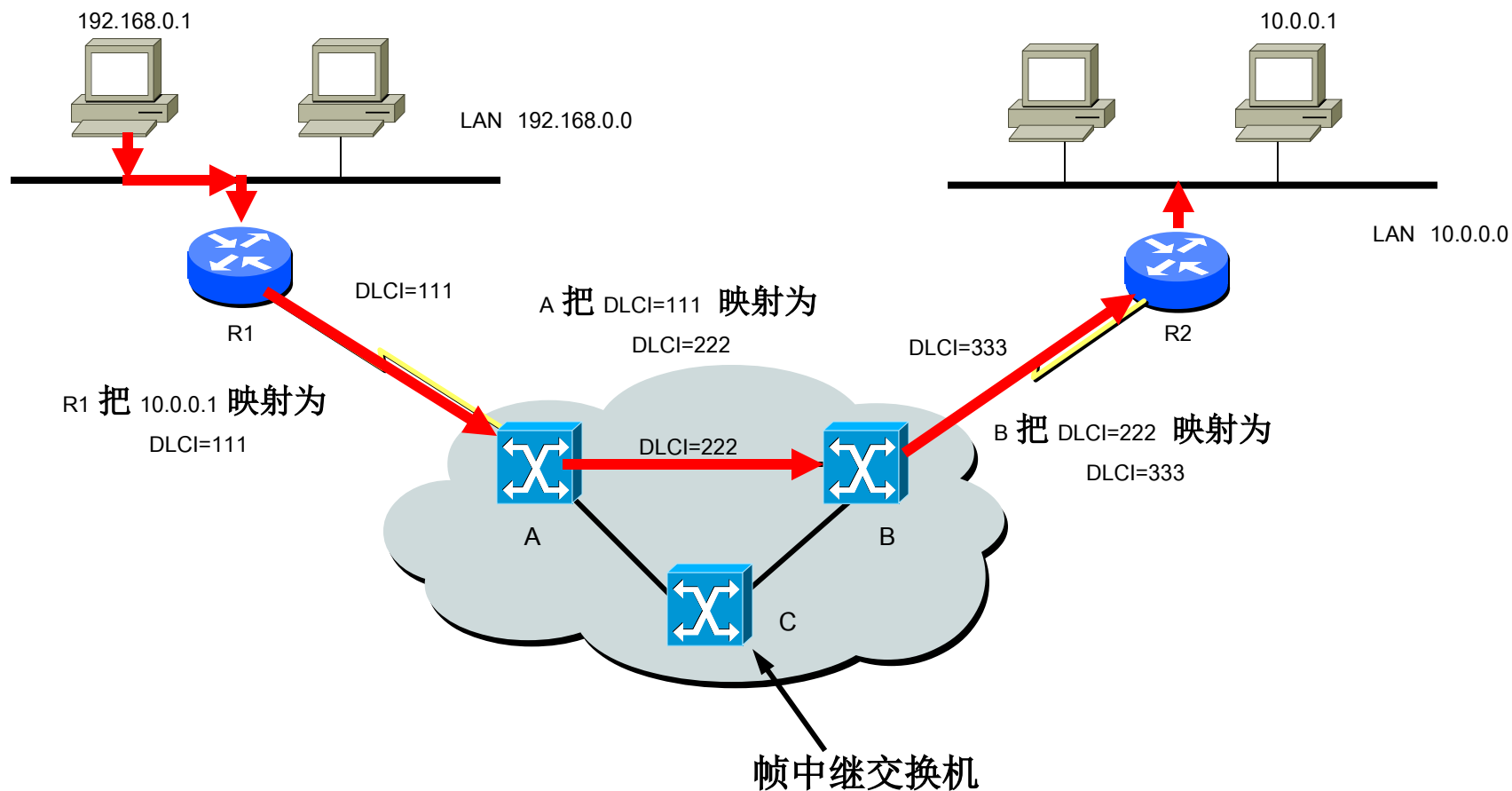
- 帧中继的虚拟连接由数据链路连接标识符 (DLCI) 标识。
- DLCI 是穿过交换机时，被贴在某一个虚拟连接的分组上的一个标签；
- DLCI 只在局部具有意义，因为穿过网络中的每一交换机是都换被交换和更改；
- DLCI 最少由 10b 长，包含在 2 字节的地址字段中。

4.5 拥塞控制

- 产生拥塞的原因：
 - 注入网络的流量超过了链路和交换机的容量。
- 拥塞控制的目标：
 - 是业务源减少发送到网络中的数据量，
 - 以便使输入到网络中的流量不超过网络的可用容量。
- 隐含的拥塞控制
 - 分组的拥塞和延迟，推断出网络的拥塞。
- 显式的拥塞控制：
 - 网络向业务源发送显式的信号来指示网络拥塞的发生。
- FR 以显式通知方式进行拥塞控制：
 - PDU 地址字段的 FECN 或者 BECN 位
 - 正向：FECN
 - 反向：BECN

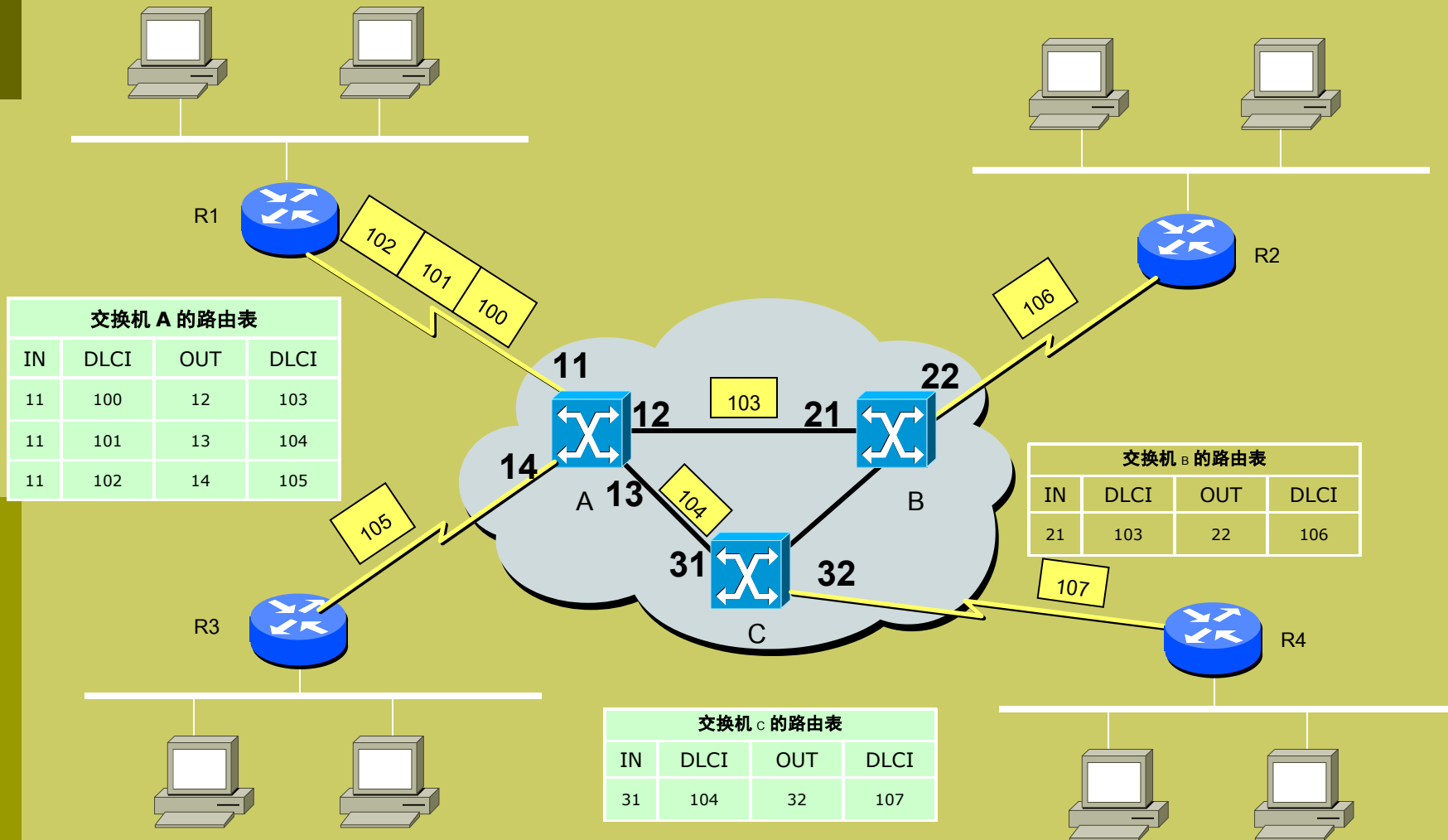
4.6 FR 应用实例

用 DLCI 路由用户数据帧



FR 中虚电路

在FR中，多条虚电路可复用一条物理线路。



5 POS 技术

5.1 SDH 技术

□ POS :

- POS 即通过 SDH 提供的高速传输通道直接传送 IP 分组。
- POS 定位于电信运营级（ carrier scale ）的**数据骨干网**。
- 其网络主要由大容量的**高端路由器**经由**高速光纤**传输通道连接而成。

□ SDH

- SDH（同步数字体系）是一种基于**光纤**的传输网络，具有**传输速率高、传输带宽大**等特点。
- SDH 设备还可组成带有**自愈保护能力**的环网形式。
- 不受电磁干扰、抗腐蚀能力强、传输距离长等。

5.2 POS 技术的特点

- 高效的利用带宽资源。
- 提高传输速率，降低了成本。
- 符合 Internet 业务特点。
- 环路自愈能力进行链路保护。
- 仅对 IP 业务提供良好的支持。
- IP over SDH 不能像 IP over ATM 技术那样提供较好的服务质量保障。

5.3 POS 的封装技术

- SDH 协议是物理层协议，主要负责物理层上的数据流传输任务；
- IP 协议是属于网络层的无连接协议，主要负责数据包由源到宿的寻址和路由选择；
- 数据链路层主要负责进行帧定位和纠错。
- SDH 是采用点到点的传输方式。
- POS 数据封装过程：
 - 将 IP 数据包封装到 PPP 帧中；
 - 将 PPP 帧放入 SDH 虚容器。

IP over SDH

视频	语音	数据	高层
IP			网络层 ·
PPP			数据链路层
HDLC			
SDH			物理层
DWDM			

5.4 POS 技术的应用

- 在多业务接入层可根据用户需要采用如下带宽接入技术：
 - 基于综合布线的以太网接入技术；
 - 基于有线电视双向同轴混合网的接入技术；
 - 基于电话网的 xDSL 接入技术；
 - 基于无限的带宽接入技术；
 - 其他包括光纤到户、数字数据网专线和窄带 ISDN 等接入技术。

6 其他广域网技术

6.1 PSTN

□ 公共电话交换网（PSTN）

- 是以电路交换技术为基础的用于传输模拟话音的网络。
 - 。
- 电路交换方式独占一条信道，当通信双方无信息时，该信道也不能被其他用户所利用。

□ 电话网络概括起来主要有三部分组成：

- 本地回路，干线和交换机；
- 两台计算机想通过 PSTN 传输数据时，中间必须经双方 Modem 实现计算机数字信号与模拟信号的互相转换。
- 用户可以使用普通拨号电话线或租用一条电话专线进行数据传输，使用 PSTN 实现计算机之间的数据通信较为廉价，但速率不高，不超过 56K。

6.2 X.25

- ❑ X.25 是一种分组交换网络，它定义了用户设备 DTE 与网络设备 DCE 之间的连接是如何建立和维护的。
- ❑ X.25 提供的是**虚电路服务**，DTE 与 DCE 之间可以建立多条逻辑信道（0 ~ 4095，即虚电路数），
- ❑ 一个 DTE 可以和网上其它多个 DTE 建立虚电路并进行通信。
- ❑ 使用点到点传输，不支持广播。
- ❑ 速率低于 64kbps 。

6.2 X.25



6.3 DDN

- 数字数据网 DDN 是利用数字信道传输数据信号的数据传输网；
- 主要提供点到点和点到多点的数字专线和专网。
- 它的传输媒介有
 - 光缆、数字微波、卫星信道
 - 以及用户端可用的普通电缆和双绞线；
- 利用数字信道传输数据信号与传统的模拟信道相比：
 - 具有传输质量高；
 - 速度快；
 - 带宽利用率高等一系列优点

6.4 ATM

- 它采用了异步时分复用技术，所以称为**异步传输模式**。
- ATM **采用固定长度的数据包**作为信息传输的基本单位，为了有别于分组交换中的分组，称之为信元。
- 信元的长度是 53 个字节，
 - 其中前 5 个字节是信元头（header），主要完成寻址的功能；
 - 其余 48 字节是信息域，称为有效载荷（Pay load），它可以是各种不同业务的信息。
- ATM 不保证信元一定到达目的节点，但是信元到达一定是按先后顺序的。

6.5 xDSL

- 数字用户线 DSL 是
 - 利用双绞线传输高速数据的技术。
 - 可以在现有的铜制电话线路上采用较高的频率及相应调制技术。
- 数字用户线 DSL 包括：
 - 非对称数字用户线路 (ADSL);
 - 高速数字用户线路 (HDSL);
 - 对称数字用户线路 (SDSL).
- ADSL:
 - 目前国际上用来对现有电话网络进行带宽改造的一种通信方式：

6.5 xDSL

□ ADSL 特点

- 具有较高的传输频率
 - 上行 640k ~ 1Mbit/s
 - 下行 1.5 ~ 8Mbit/s
- 不需要线路的铺设和更新，直接使用原有线路。
- 独享带宽，安全可靠。
- ADSL 的使用较为广泛，需要在用户端安装 ADSL 调制解调器接入。
- 仅使用一对双绞线，可直接利用用户原有的电话线。
- 语音和数据同时传输，互不干扰。

6.5 xDSL

□ 动态 IP 用户上网步骤为：

- （1） 用户需要申请一条 PVC 的线路；
- （2） 用户使用 Ethernet 网卡连接 Modem 调制解调器；
- （3） 安装 PPPoE 驱动程序；
- （4） 使用标准的拨号网络，建立连接呼叫；
- （5） 键入自己的用户名和相应的密码 。