

数据通信



广域网技术和协议

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>
Room 901, Building of CS





1. 交换式通信网
2. 电路交换
3. 分组交换
4. 异步传递方式

交换式通信网

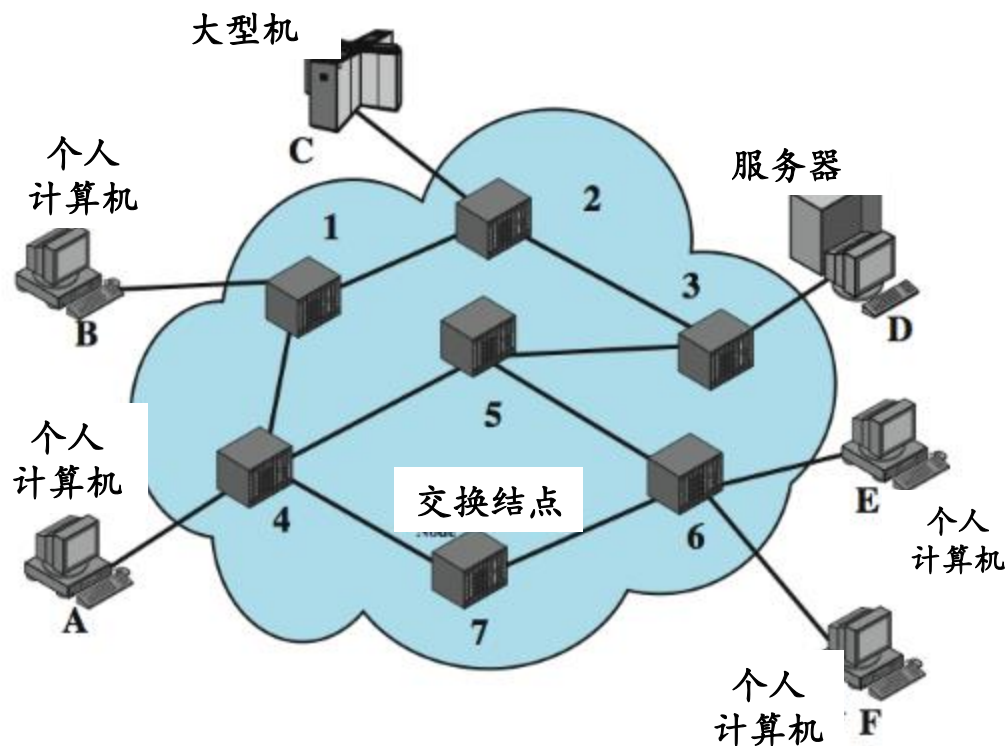


- 数据源发出的数据经过一个由中间交换结点构成的网络传输到目的地。
- ▶ **站点**：需要通信的终接设备，如计算机、终端、电话机等。
- ▶ **结点**：提供通信功能的**交换**设备，它们通过传输链路以某种拓扑结构互相连接在一起。
- 每个站点都要连接到一个结点上，而这些**结点**的集合称为通信网络。

交换式通信网



- 在交换式通信网中，数据从一个站点进入网络后，经过由一个结点到另一个节点的交换，最后被传递到目的地。



- 某些结点仅仅和其他结点连接；有些结点或多或少与站点连接。
- 结点和结点之间的链路通常是点对点的专线，采用频分复用或时分复用。
- 网络并非完全连接。



1. 交换式通信网
- 2. 电路交换**
3. 分组交换
4. 异步传递方式

电路交换网络

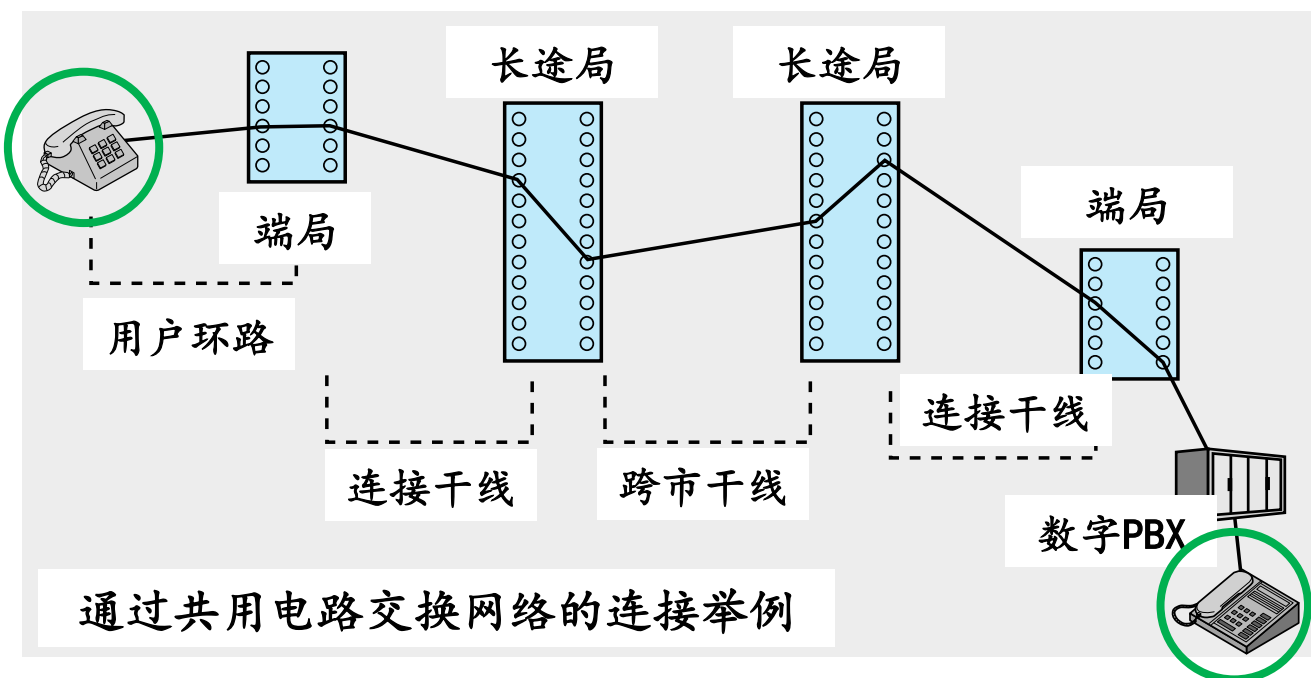


- **电路交换**：两个站点之间有一条专用的通信通路。
 - 这条通路由网络结点之间的链路首尾相接形成的链路序列；
 - 每条物理链路上都有该连接专用的逻辑信道。
- 电路交换的通信包括三个步骤：
 - **电路建立**：在能够发送信号之前，首先必须建立一条端到端（站点到站点）的电路。
 - **数据传送**：从源站点发出的信息经过网络传输到目的站点。
 - **电路断连**：经过一段时间的数据传输之后，连接被终止，通常是由这两个站点中的某个站点发起的动作。

电路交换网络



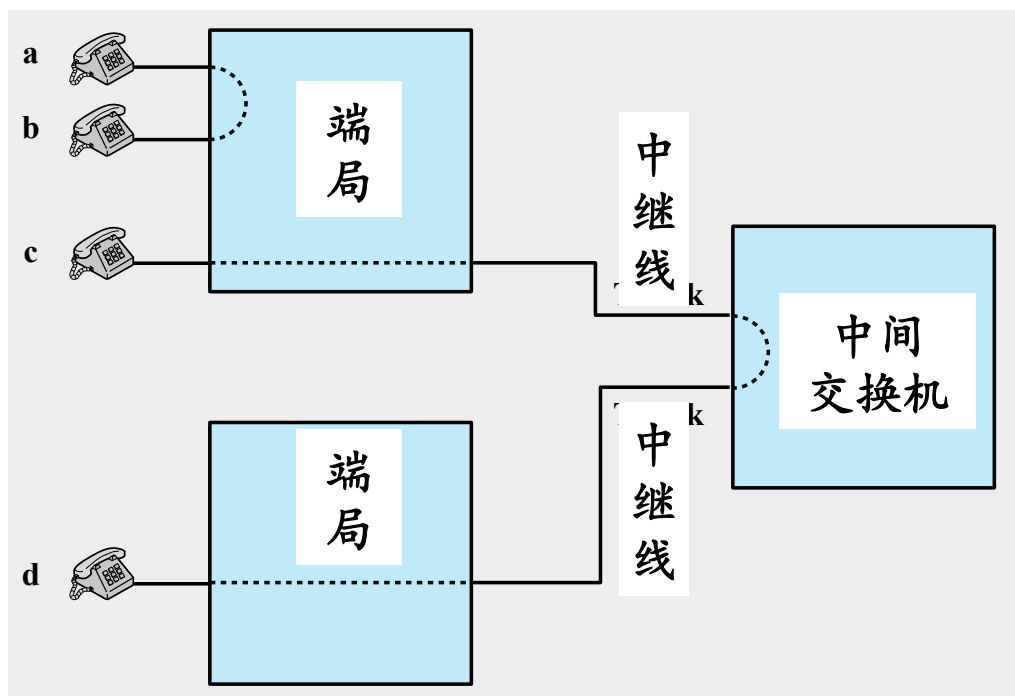
- 连接的通路是在数据传输**开始之前建立**的；
- 连接期间，信道的容量是**专用的**，即使没有数据传输，所以电路交换的效率可能非常低；
- 电路交换网络起初是处理**话音通信**，现在也处理**数据通信**；
- **电路交换例子**：公用电话网，专用小交换机，数据交换等



公共电信网络的组成



- **用户**：与网络连接设备。
- **用户线路**：用户和网络之间的链路，也称用户环路或本地环路。
- **交换局**：网络的交换中心，能够支持用户的交换中心称为端局。
- **中继线**：交换局之间的干线线路。中继线使用FDM和同步TDM运载多路话音信号。



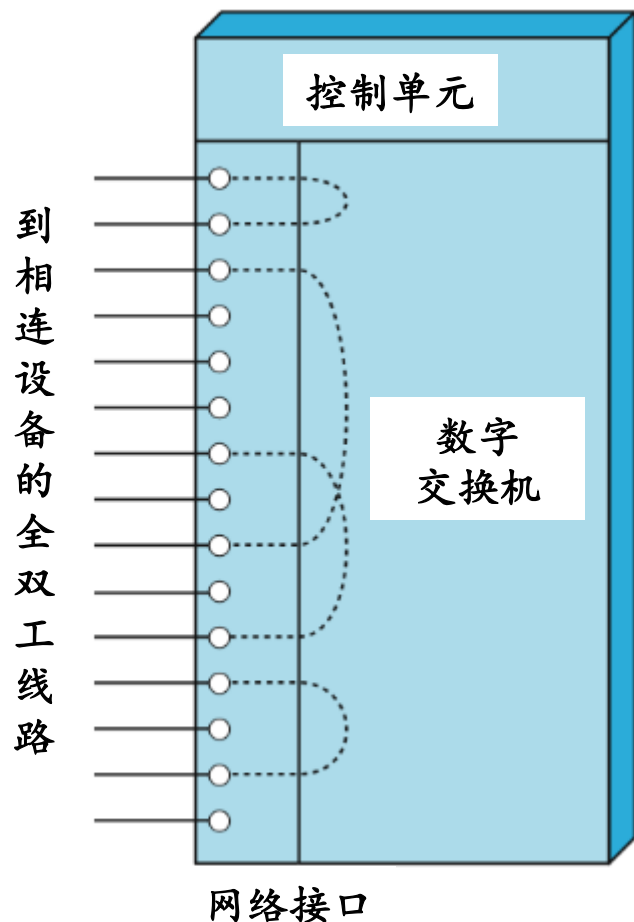
➤ **端局**负责用户和用户之间，以及用户和其他交换局之间的通信量交换；

➤ **其他交换局**负责的是端局之间通信量的路由选择和交换。

电路交换的概念



- 了解电路交换最好的办法是考察**单个电路交换结点**的操作过程



电路交换结点的要素

- **数字交换机**：向其相连的任意一对设备提供**透明的信号通路**，对于设备而言似乎存在直接连接。
- **网络接口**：将数字设备连接到网络上所需的**功能及硬件**，如数据处理设备、数字电话等。
- **控制单元**：完成**建立连接、维护连接、拆除连接**这三类任务。

电路交换的概念

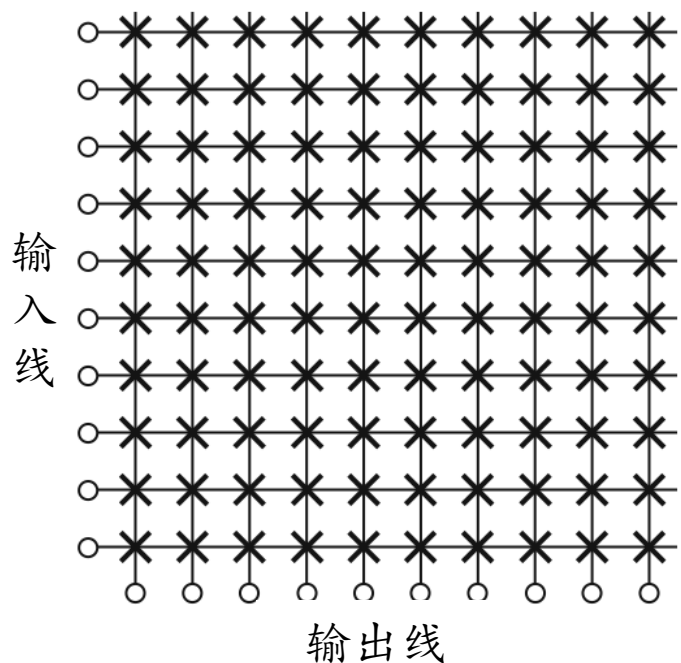


- 当网络的两个站点之间因所有通路都正在使用而无法建立连接时就发生了阻塞。
- **阻塞网络**：有可能出现阻塞情况的网络
- **无阻塞网络**：允许所有站点同时建立连接，所有可能的连接请求都能够被接受，只要对方空闲
- **应用需求**
 - **话音通信**：大多数电话通话持续时间并不长，将网络配置成阻塞网络是可接受的
 - **数据处理设备**：终端可能会持续连接数小时，要求使用无阻塞或接近无阻塞的设置。

空分交换



- **空分交换机**：信道通路和信号通路之间从**物理上被分隔开**（空间分隔）的交换机；
- **每次连接**：都需要建立一条经过该交换机的**物理通路**，该通路完全用于这两个端点之间的信号传送；
- **基本模块**：**金属交叉点**，或可以由控制单元闭合或断开的半导体门电路。



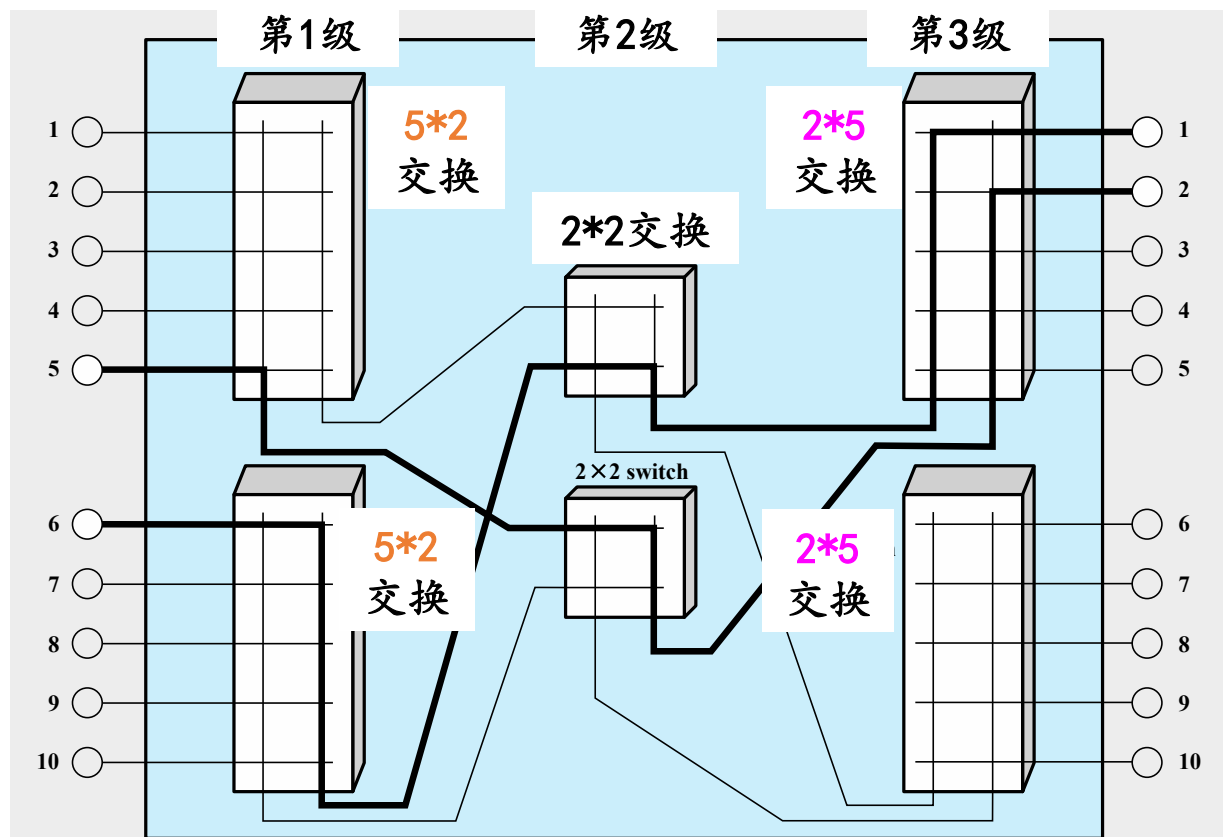
- 交叉点的数量以相连点数量的平方数上升；
- 一个交叉点的损坏使其对应线路所属的设备无法连接；
- 交叉点利用率很低。

空分交换



• 多级交换

- 交叉点数量减少;
- 多条通路可通过该网络连接两个端点, 从而提供可靠性。



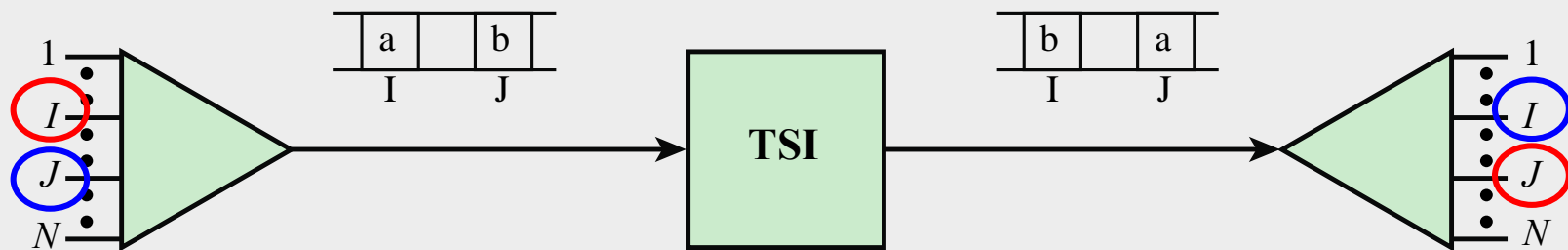
□ 更复杂的控制机制

□ 可能被阻塞

时分交换



- **时分交换**：将低速率的比特流分割成许多小块，然后与其他比特流一起共享速率较高的容量。
- **时隙交换 (TSI)**：是很多时分交换机的基础构建，通过对同步TDM时隙流进行操作，通过时隙对互换实现全双工。

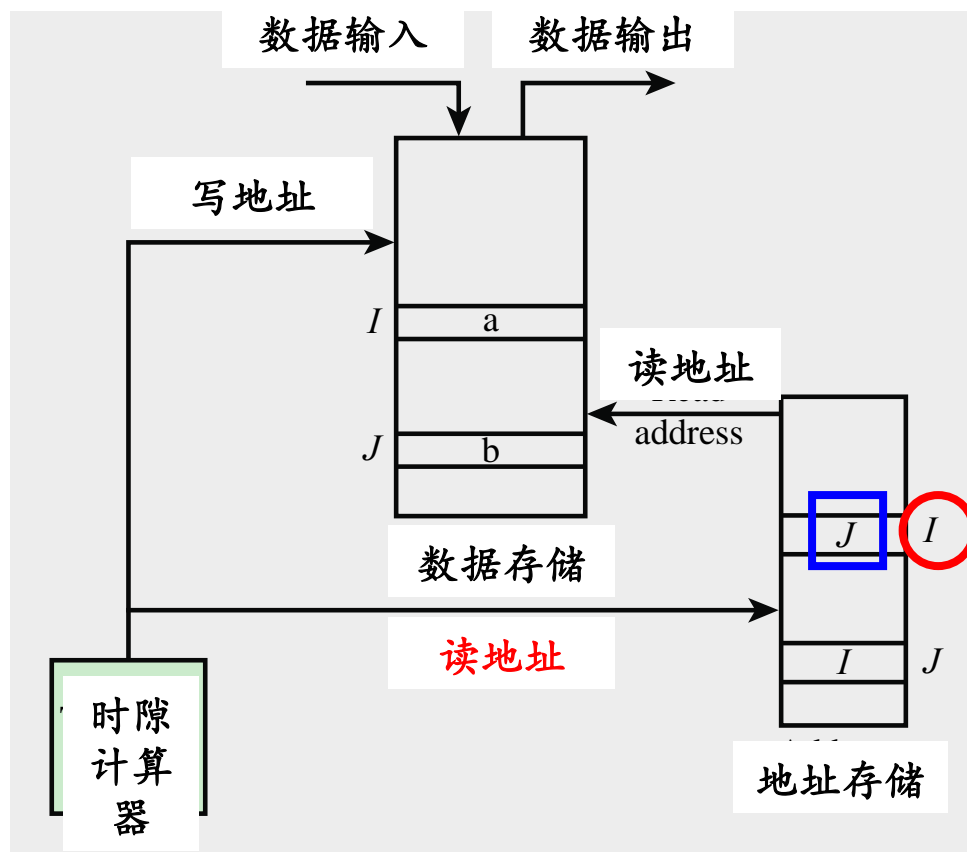


TSI 操作

时分交换

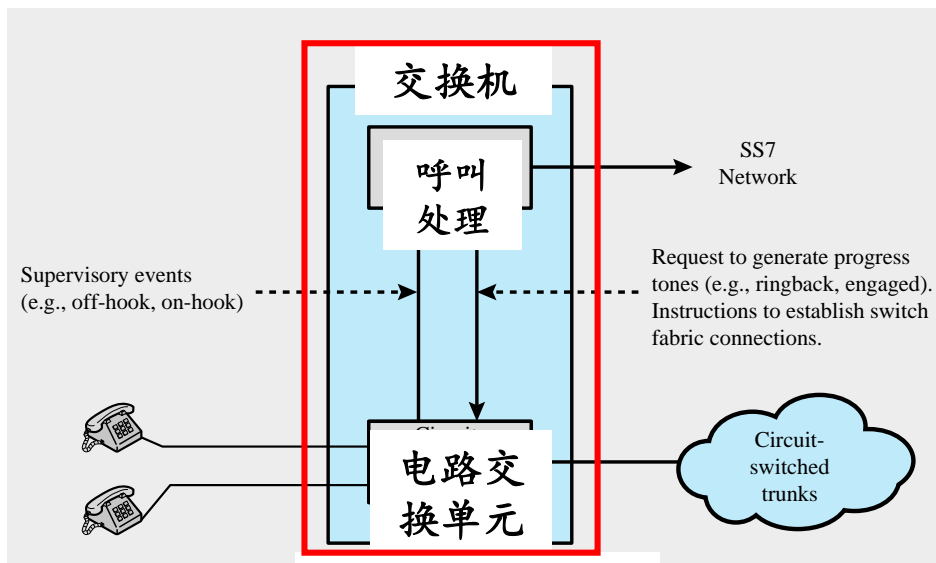


• 时隙交换 (TSI) 实现机制



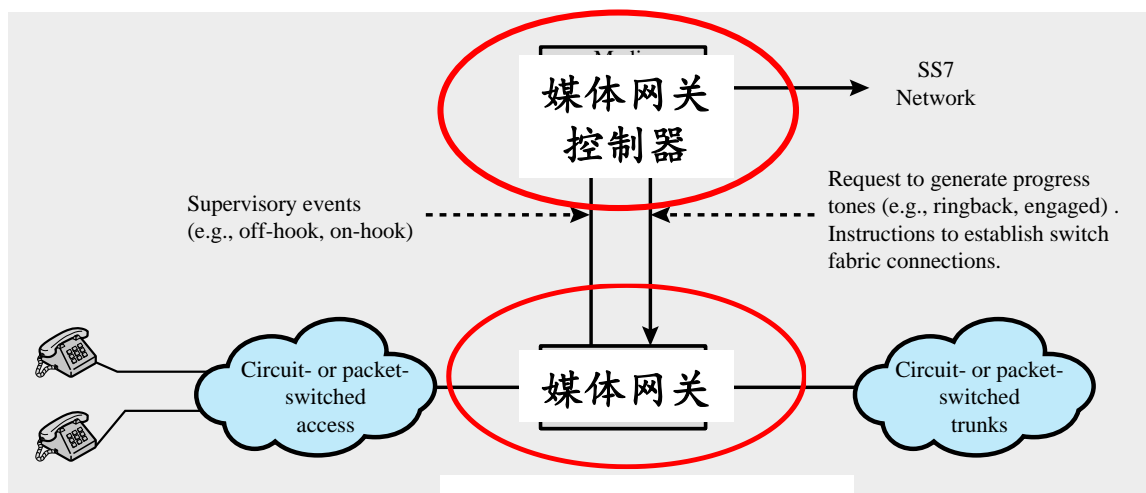
- 传入的TDM帧被逐个时隙按顺序写入；
- 读取时隙读出数据，构建外出数据帧；
- 地址存储器指定读取顺序；
- 信道I和J交换，实现全双工连接。

软交换体系结构



传统电路交换

- 呼叫选择路由：
在专门的、与物理电路交换硬件相集成的处理器上运行。



软交换体系结构

(更灵活的方法)

- 物理交换功能由**媒体网关**执行；
- 呼叫处理逻辑位于**媒体网关控制器**。



1. 交换式通信网
2. 电路交换
- 3. 分组交换**
4. 异步传递方式

电路交换存在的问题

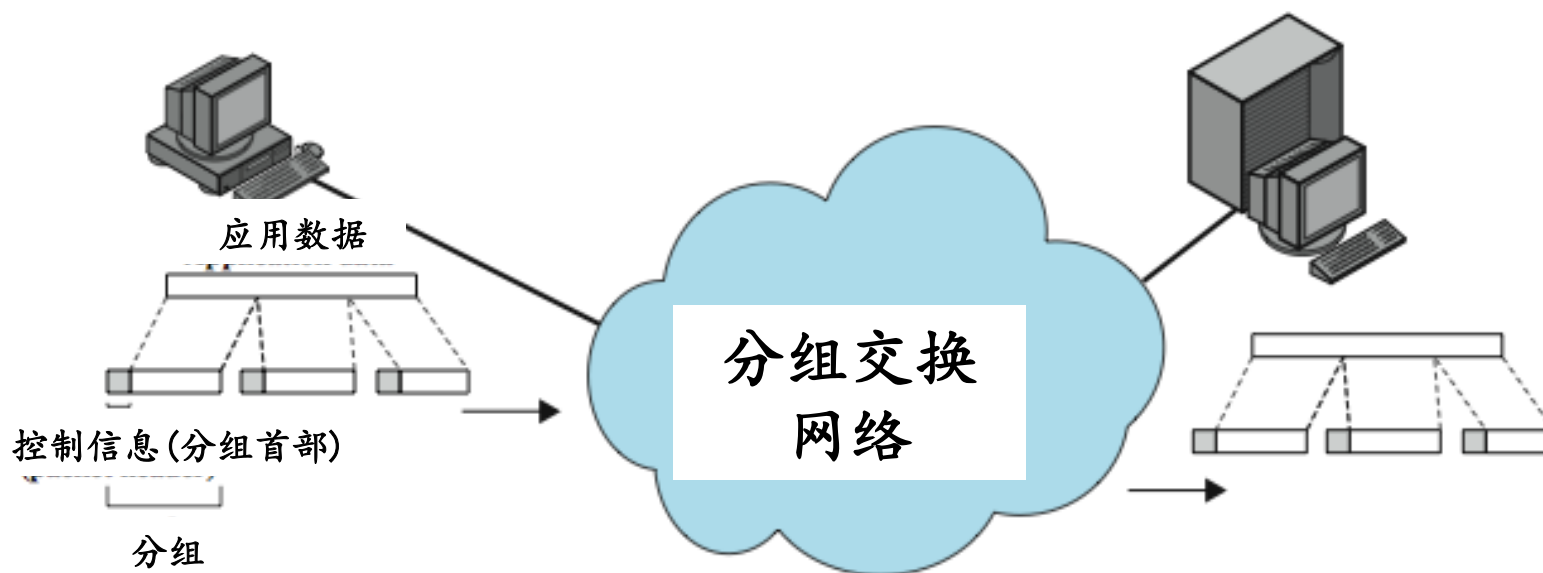


- 当**电路交换**用于**数据连接**时，存在以下**两个缺点**：
 - 在典型的用户/主机数据连接中，线路在大多数时间是空闲的。对于数据连接，电路交换方式是**低效**的。
 - 在电路交换网络中，为传输提供的连接的数据率是恒定的。在连接不同的主计算机和终端时，网络的**利用率受到了限制**。

分组交换



- 数据以**短分组**的形式传输；
- 分组长度上限值一般为**1000个八位组**（字节）；
- 更长的报文被分割成一个**分组序列**；
- 每个分组包含部分**用户数据**和**控制信息**；
- 在经过的每个结点上，分组被**接收**、**暂存**、**传递**。



分组交换



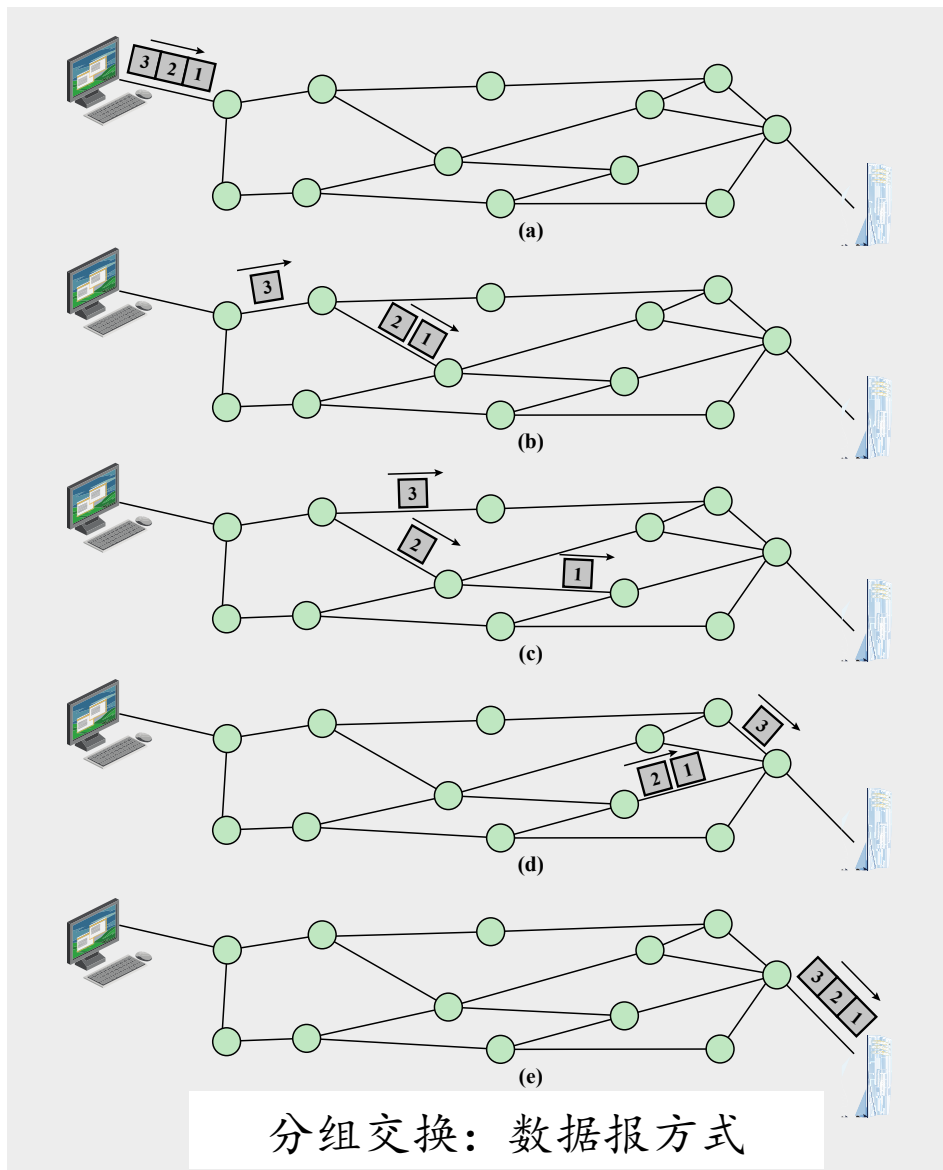
- 分组交换与电路交换相比，存在以下优点：
 - 线路的效率较高，单条结点到结点的链路在一段时间内可以被许多分组动态地共享；
 - 分组交换网络能够完成数据率之间的转换，不同数据率的站点可以互相交换分组；
 - 通信量拥挤时，电路交换中的某些呼叫会被阻塞，而分组交换仍能够被接受，只是传递的时延增长；
 - 能够使用优先级别，在一个结点有多个分组等候时，优先级较高的分组可以先被传输。

分组交换：数据报方式



• 数据报方式

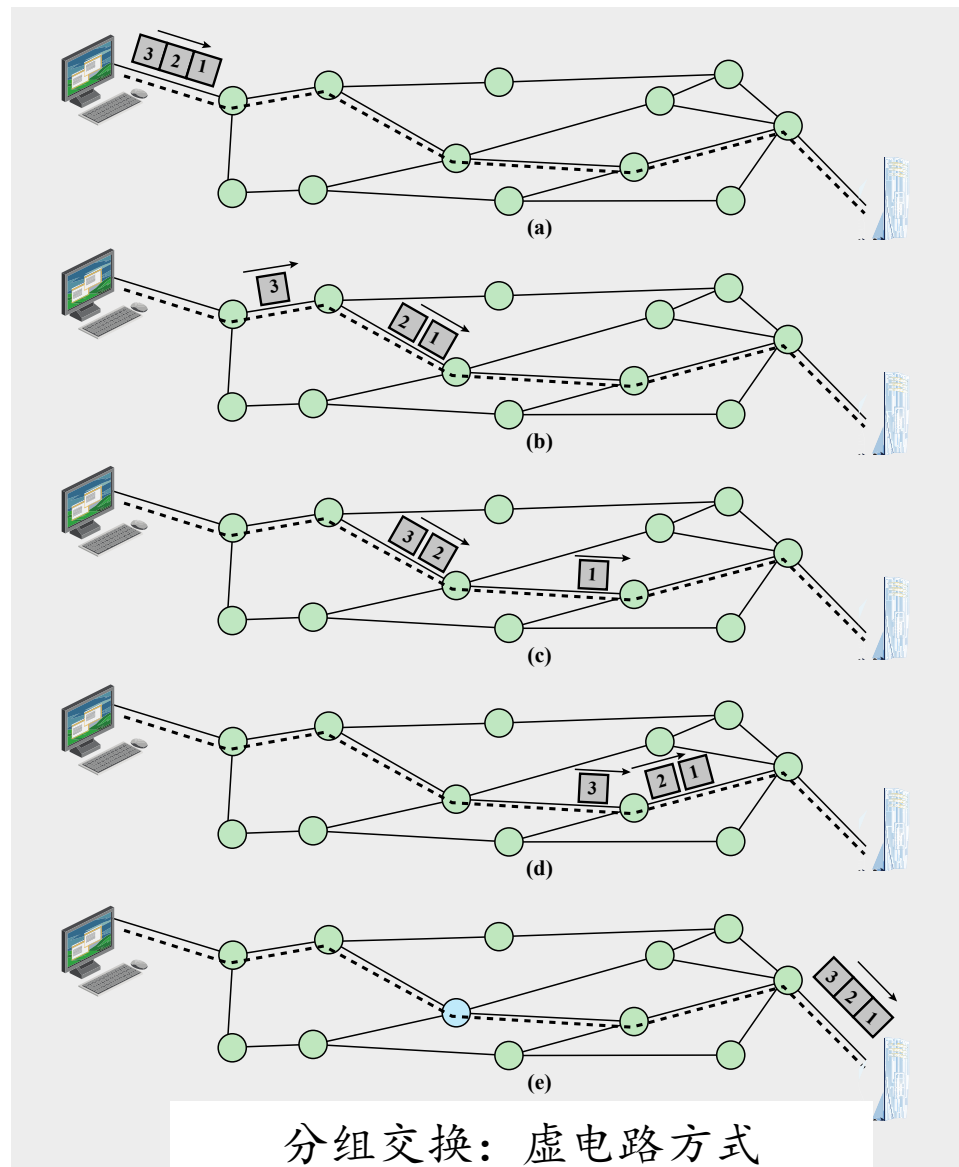
- 被独立对待的一个分组称为一个**数据报**。
- 每个分组视为独立的，和其他分组没有关系；
- 每个结点为分组选择下一个结点（考虑相邻结点的通信量信息、线路故障等）；
- 相同地址的分组可能沿着不同的路由、失序地到达出口结点；
- 出口结点恢复这些分组的顺序，再交付给终点。



分组交换：虚电路方式

• 虚电路方式

- 在发送任何一个分组之前，**建立一条预定的路由**。
- 通信双方之间所有的分组都沿相同的路由穿过网络；
- 每个分组含有一个虚电路标识；
- 结点知道如何引导分组，不需要路由选择判断；
- 任何站点都具有到达其他任何一个站点的多条虚电路，也可以拥有到达多个站点的多条虚电路。
- 不是专用信道，线路可以共享。



分组交换

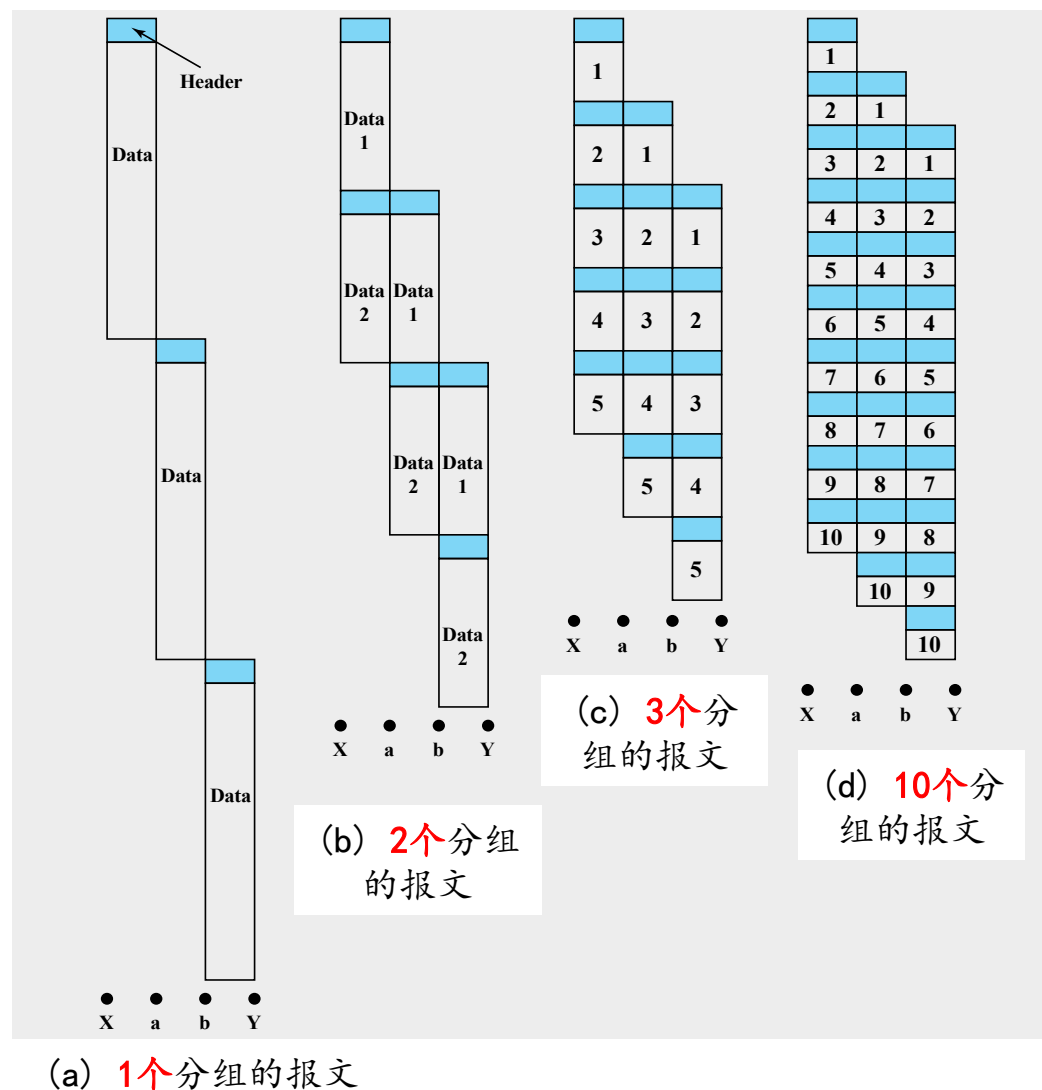


- **数据报方式**：传送一个或几个分组
 - 对于小分组更加便捷；
 - 更加灵活，结点可以绕过拥塞区域的路由；
 - 结点出现故障时，可以绕过该故障节点。
- **虚电路方式**：适合长时间交换数据
 - 可以使用按序传输；
 - 可以使用差错控制；
 - 传送速度更快。

分组大小

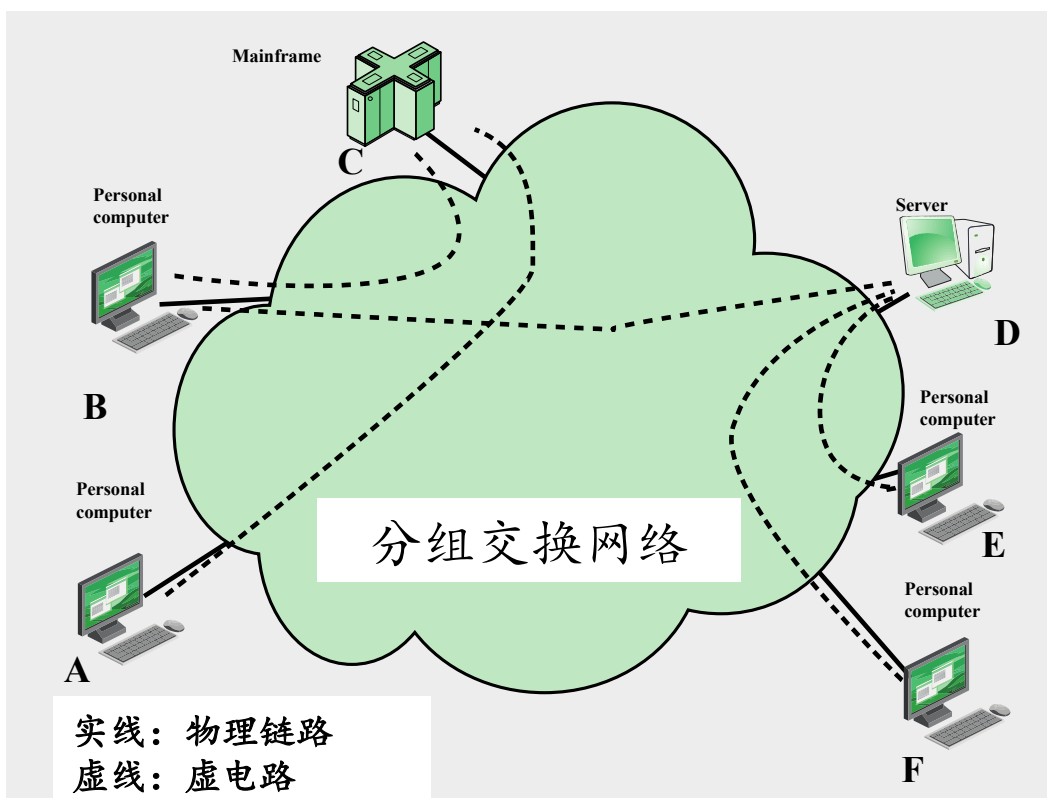


- 假设数据以虚电路方式传输， $X \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow Y$ ：
- (a) 每个分组含40个八位组报文和3个八位组控制信息，即43个八位组；需要**129个八位组**的传输时间；
- (b) **减小分组**（20个八位组报文和3个八位组控制信息）；通过**并行**，总传输为**92个八位组**时间；
- (c) **减小分组**（8个八位组报文和3个八位组控制信息）；通过**并行**，总传输为**77个八位组**时间
- (d) 更小化分组可能导致时延增加，由于存在固定首部。



外部网络接口

- **分组交换外部网络接口**：在网络和与之相连的设备之间的接口。
 - 提供基于虚电路的服务，使任何用户都能与其他用户建立**虚电路的逻辑连接**（**外部虚电路**，两个站点之间通过网络的逻辑连接）。
 - **外部虚电路**（逻辑信道）和用于路由的**内部虚电路**（预定路由）不同。

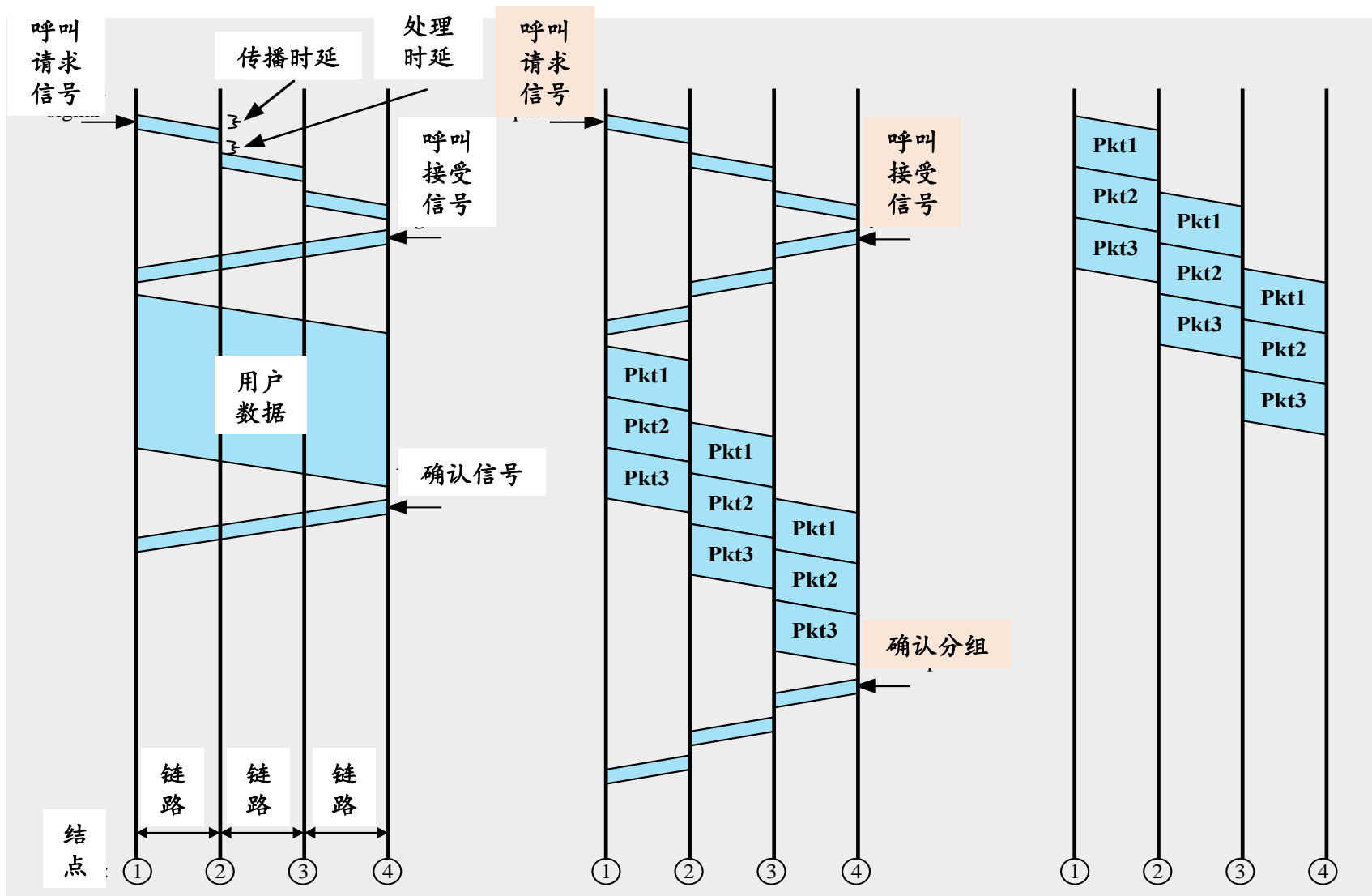


电路交换与分组交换的对比



- **传播**时延：信道从一个**结点**传播到下一个**结点**所需的时间。
- **传输**时延：**发送器**向外发送一块**数据**所需的时间。
- **结点**时延：**结点**在交换数据时完成**必要的处理过程**所用的时间。

电路交换与分组交换的对比



电路交换

虚电路分组交换

数据报分组交换

广域网技术和协议



1. 交换式通信网
2. 电路交换
3. 分组交换
4. 异步传递方式

异步传递方式 ATM

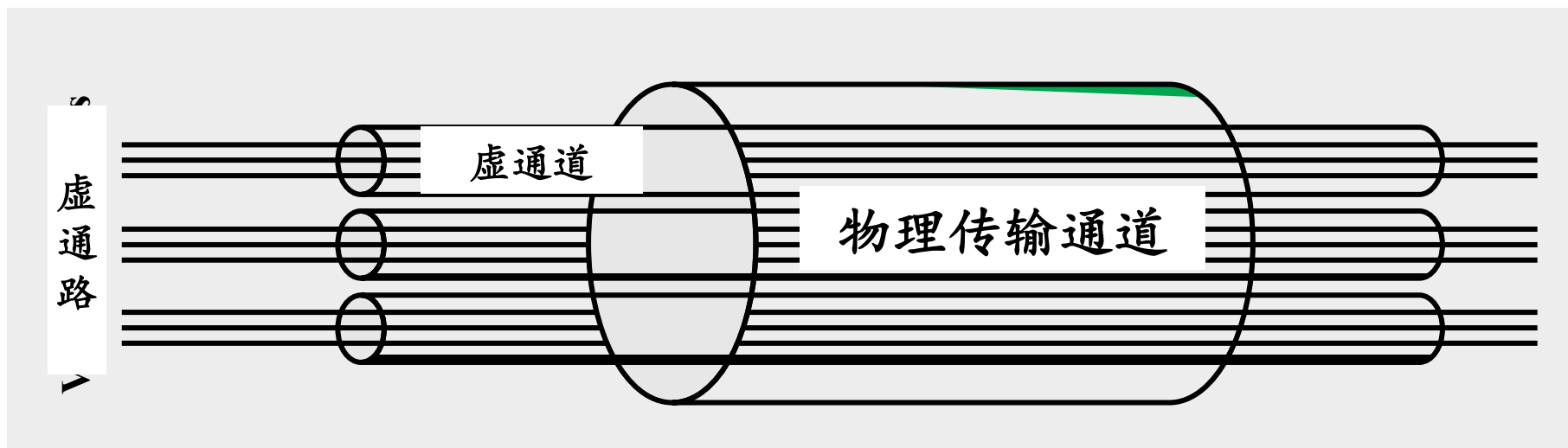


- **异步传递方式**是一种交换和复用技术，它采用小的，固定长度的分组，称为**信元**。
- **固定长度分组**：时延变化小，保证交换和复用功能的高效实现。
- **信元长度小**：打包时延小，支持对时延无法容忍的交互化音服务。
- **面向连接的分组交换技术**：提供类似电路交换网络的性能，又提供分组交换网络的灵活性和效率。

ATM 逻辑连接



- ATM的逻辑连接称为**虚通路连接（VCC）**，类似于虚电路，是ATM网络中最基本的交换单元。
- **VCC**经由网络在两个端用户之间建立，这条连接传输速率可变、全双工、长度固定的信元流。
- 一个**虚通道连接（VPC）**是一群具有相同断点的VCC。



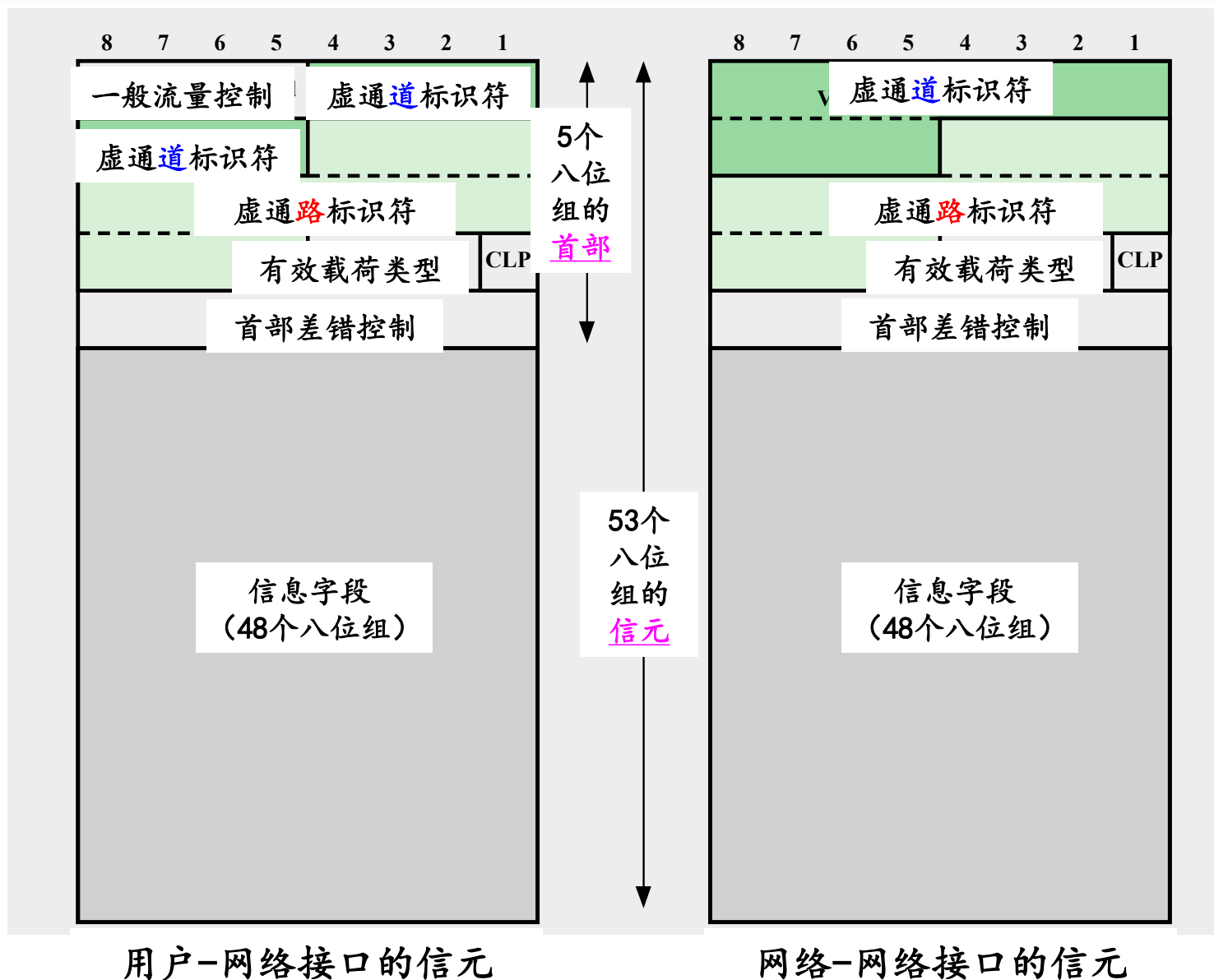
ATM 逻辑连接



- 虚通道的好处

- 简化了网络体系结构：网络运输功能被划分为与单逻辑连接相关的功能部分，以及与逻辑连接组相关的功能部分。
- 提高网络的性能与可靠性：网络与更少且集中的实体打交道。
- 减少处理过程并缩短连接建立时间：在现有的虚通道上增加一条新的虚通路只需要很少的处理时间。
- 增强的网络服务：虚通道对端用户可见，用户可以定义闭合的用户群。

ATM 信元



课程习题（作业）

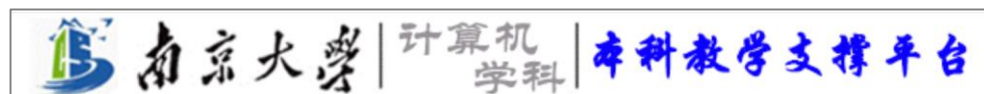


课本（截止日期：6.2日晚23:55）：

9.1 ; 9.7; 9.11 (a) (b)

提交方式：<http://cslabcms.nju.edu.cn>（本科教学支撑平台）

▼ 第 12 周 05月17日-05月23日	
	主题
📄 数据通信作业-第9章	



提交截止时间

2021年06月2日 星期三 23:55

- 命名：学号+姓名+第*章。
- 若提交遇到问题请及时发邮件或在下一次上课时反馈。

课程习题（作业）



习题

- 9.1 设想一个简单的电话网络，由两个端局和一个中间交换局组成，各端局与中间交换局之间使用的是1 MHz全双工中继线路。假设每个话音呼叫分配一条4 kHz的信道。电话机的平均使用率为工作日的每8小时呼叫4次，平均呼叫持续时间为6分钟。10%为长途呼叫。那么一个端局最多能够支持多少部电话？

课程习题（作业）



9.7 为交换网络定义如下的参数：

N = 在两个指定的端系统之间的跳数

L = 以比特为单位的报文长度

B = 所有链路上的数据率，以比特每秒（bps）为单位

P = 固定分组长度，以比特为单位

H = 额外开销（首部），比特每分组

S = 呼叫建立时间（电路交换或虚电路），单位为秒

D = 每跳的传播时延，单位为秒

- a. 若 $N = 4$, $L = 3200$, $B = 9600$, $P = 1024$, $H = 16$, $S = 0.2$, $D = 0.001$, 计算在电路交换、虚电路分组交换、数据报分组交换的情况下，端到端的时延分别为多少？假设不存在确认，并忽略结点的处理时延。
- b. 分别对(a)中的3种技术推导该时延的一般表达式。并且两个两个地比较（一共有3个表达式），在什么条件下它们的时延是相等的。

课程习题（作业）



9.11 ATM设计的一个关键决策在于，是使用固定长度的信元还是可变长度的信元。让我们从效率的角度来考虑这个决定。定义传输效率为

$$N = \frac{\text{信息八位组的数量}}{\text{信息八位组的数量} + \text{额外开销八位组的数量}}$$

a. 考虑使用固定长度的分组。在这种情况下，额外开销由首部八位组组成。定义如下变量：

L = 信元的数据字段长度，单位为八位组

H = 信元的首部长度，单位为八位组

X = 作为一个报文传输的信息八位组的数量

推导 N 的表达式。提示：表达式中需要使用 $\lceil \cdot \rceil$ 运算符，其中 $\lceil Y \rceil$ 为大于或等于 Y 的最小整数。

b. 如果信元具有可变的长度，那么额外开销由首部决定，再加上为信元定界的标志，或首部中附加的长度字段。用 H_v 表示为使用变长信元所需的附加开销八位组。用 X ， H 和 H_v 推导 N 的表达式。

c. 令 $L = 48$ ， $H = 5$ ， $H_v = 2$ 。分别为固定长度和可变长度的信元画出 N 与报文长度的关系曲线。对得到的结果加以说明。

9.12 ATM... 固定长度信元中的数据字段的长度... 让我们从效率和时

总结



问题？

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>

Room 901, Building of CS

