



第一章 信息通信网络概论

第2讲 交换的概念、三种交换的区别、交换过程中的时延

东南大学仪器科学与工程学院

主讲：祝雪芬





交换的概念、三种交换的区别、交换过程中的时延

▶ 网络核心的关键技术——交换

① 电路交换 Circuit switching 常用于电话系统

② 报文交换 Message switching 常用于电报系统

③ 分组交换 Packet switching 常用于计算机网络





交换的含义

▶ “交换” (switching) 的含义——转接

把一条线路转接到另一条线路，使它们连通起来。

从通信资源的分配角度来看，“交换”就是按照某种方式动态地分配传输线路的资源。





电路交换的特点

1. 电路交换必定是面向连接的

在数据传输前，必须建立一条端到端的通路，称为连接。该连接可能穿越多个交换局，而每个交换局都必须为之提供连接。





电路交换的特点

▶ 2. 电路交换的三个阶段

- ① 建立连接
- ② 通信
- ③ 释放连接

一旦建立连接，整个通路将被独占，除信号传播的时延之外，数据传输无额外时延，数据中无需包含目的地址。





电路交换的特点



3. 计算机数据具有突发性

建立连接时间长，因连接建立时冲突概率高

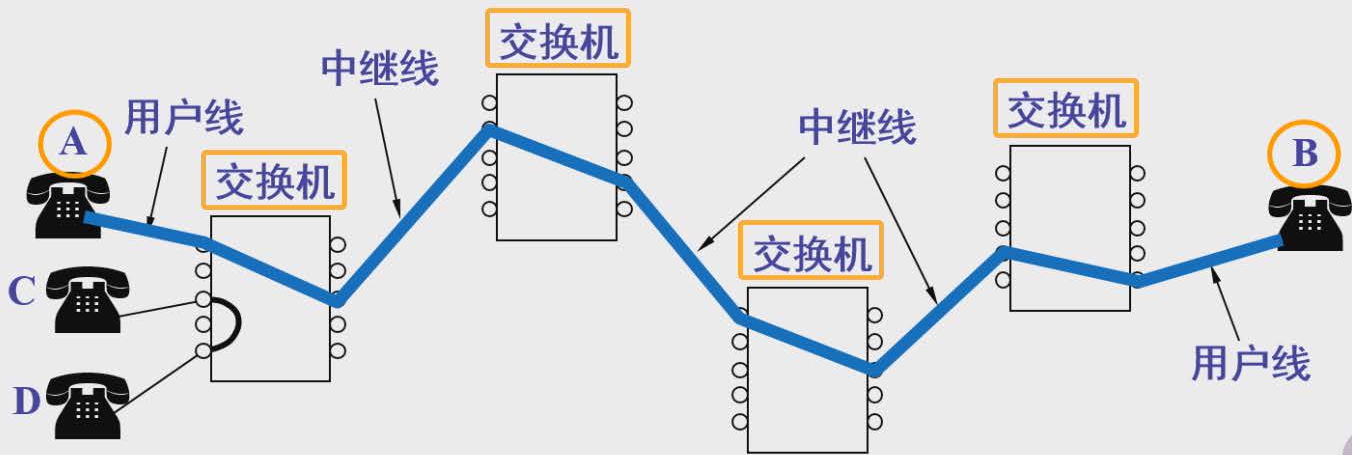


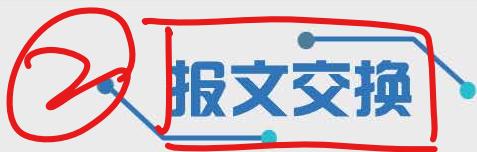
4. 这导致通信线路的利用率较低





电路交换举例





主要特点

1. 无论数据传输过程要跨越多少个交换局，只要下一站不忙，该数据即送至下一站。
2. 数据的传输无需建立连接，数据的传输是一站一站往下送，所以数据中必须包含目的地址，并采用存储-转发 (store-forward)机制。
3. 分组交换线路的利用率较高。





报文交换

▶ 主要特点

4. 由于采用store-forward存储转发的机制，所以在数据传输过程中，除了信号传播的延时之外，还有存储和转发的延时，而且可能延时较大，且不可估计。

5. 每个中间站点都必须有足够大的缓存，但由于报文大小不确定，所以缓存通常设置在硬盘中。

报文交换主要用于电报，因其时延较长，从几分钟至几小时不等，故现在已经很少使用了。





3. 分组交换

▶ 目前通信网络中采用最多的技术

1. 与报文交换相似，只是将报文分为若干个定长的分组，每个分组为一个子报文。
2. 每个分组中必须包含目的地址，并采用存储—转发机制。
3. 分组交换线路的利用率较高。
4. 由于采用store-forward的存储转发机制，所以在数据传输过程中，除了信号传播的延时之外，还有存储和转发的延时，而且可能延时较大，且不可估计。





分组交换



目前通信网络中采用最多的技术

5. 另外，分组交换中每个中间站点必须有缓存，但由于报文大小固定，所以缓存通常在内存中设置。
6. 最后分组交换中，接收分组和发送分组的顺序可能不一致，所以在接收方可能还需要进行数据的重组。





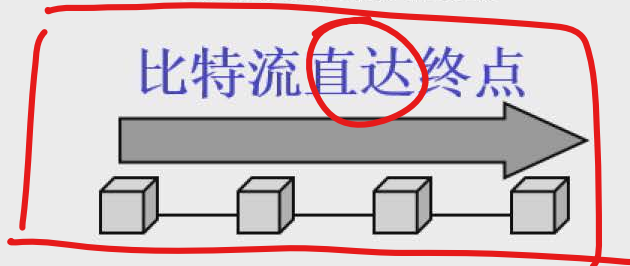
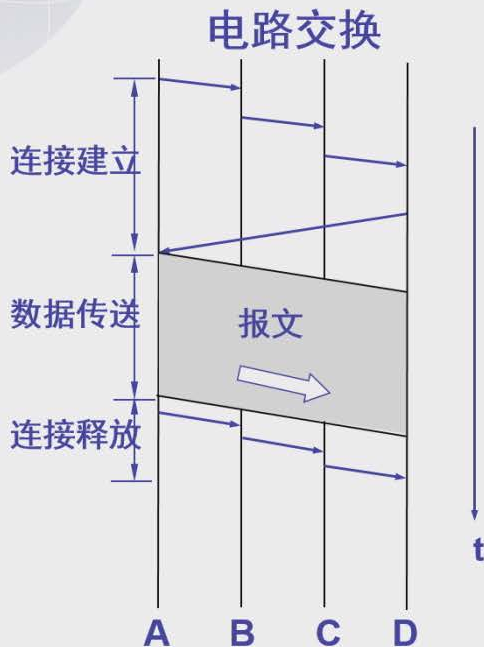
三种交换的比较

电路交换的三个步骤

连接建立—数据传输—再连接释放

电路交换的特点

比特流直达终点

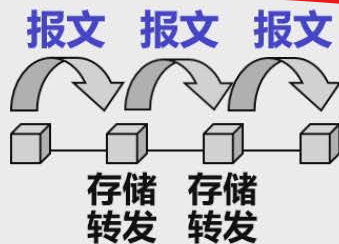
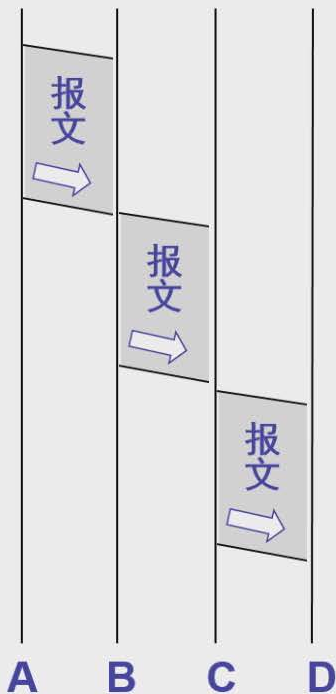




三种交换的比较

报文交换是将报文，一段一段进行传输。

采用的是**存储转发机制**



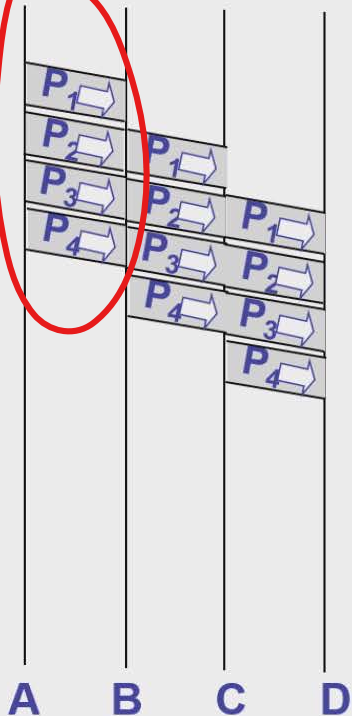


三种交换的比较

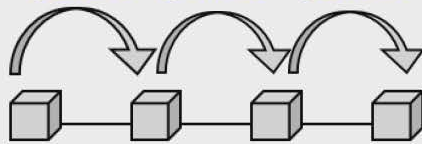
相似与报文交换，采用存储转发的机制

分组交换信道利用率最高

存在接收到的分组乱序问题，需要进行重组。



分组 分组 分组



存储
转发





④ 虚电路 (Virtual Circuit)

▶ 将电路交换的概念引入到分组传输

仅建立逻辑连接而非物理连接，在ATM网中使用较多。

▶ 虚电路交换的主要特点

1. 建立的是逻辑连接，而非物理连接
2. 数据传输是**按序传输**的，**不会乱序**，分组中**不含目标地址和源地址**
3. 相同节点可能属于多条虚电路，因为建立的仅是一种逻辑上的连接，不是实实在在物理链路的连接





分组交换的时延

▶ 时延

数据分组从网络一端传送到另一端所需的时间。

▶ 时延的分类

1. 节点处理时延 (nodal processing delay)
2. 排队时延 (queuing delay)
3. 传输时延 (transmission delay)
4. 传播时延 (propagation delay)





分组交换的时延

1 节点处理时延

路由器在接收到分组时，需要花费一定的时间进行处理。

进行位差错检测，以及查找出口连接等等。

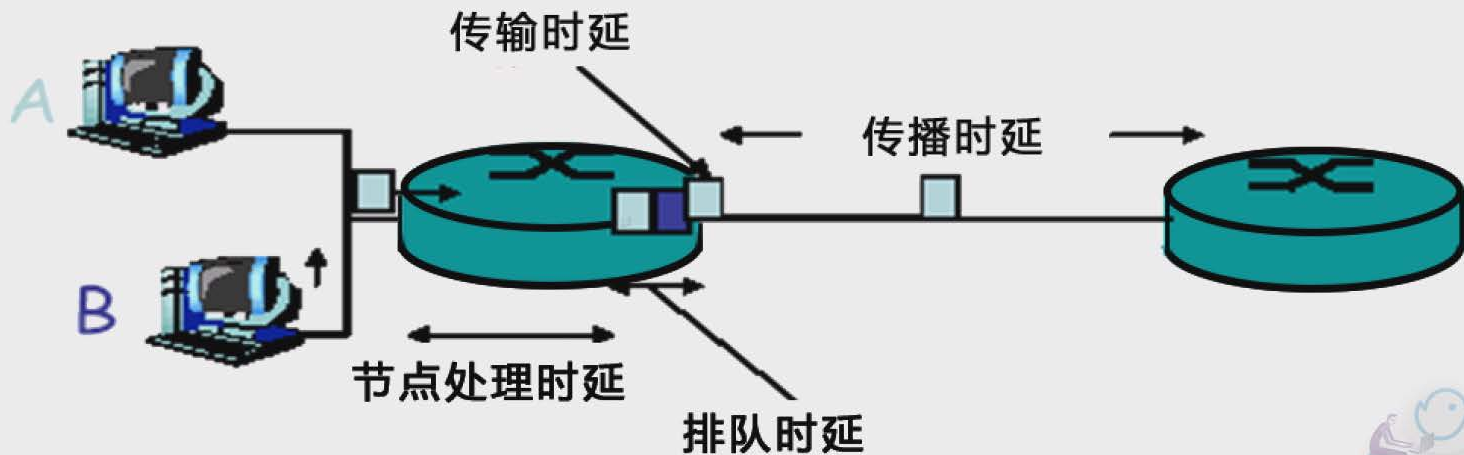
2 排队时延

分组在路由器中排队等待处理的时间，它取决于路由器的拥塞情况。





分组交换的时延





分组交换的时延

③ 传输时延

路由器发送数据帧所需的时间，它等于 L/R

R = 链路带宽 (bps)

发送速率是每秒多少比特

一条通信链路带宽越宽，它能传输的最高数据率也就越高

L = 数据帧长度 (bits)





分组交换的时延

传播时延

电磁波在信道中传播一段距离所需的时间 = d/s

d = 信道物理链接长度 (M)

s = 电磁波在信道中的传播速度 (2×10^8 m/s)



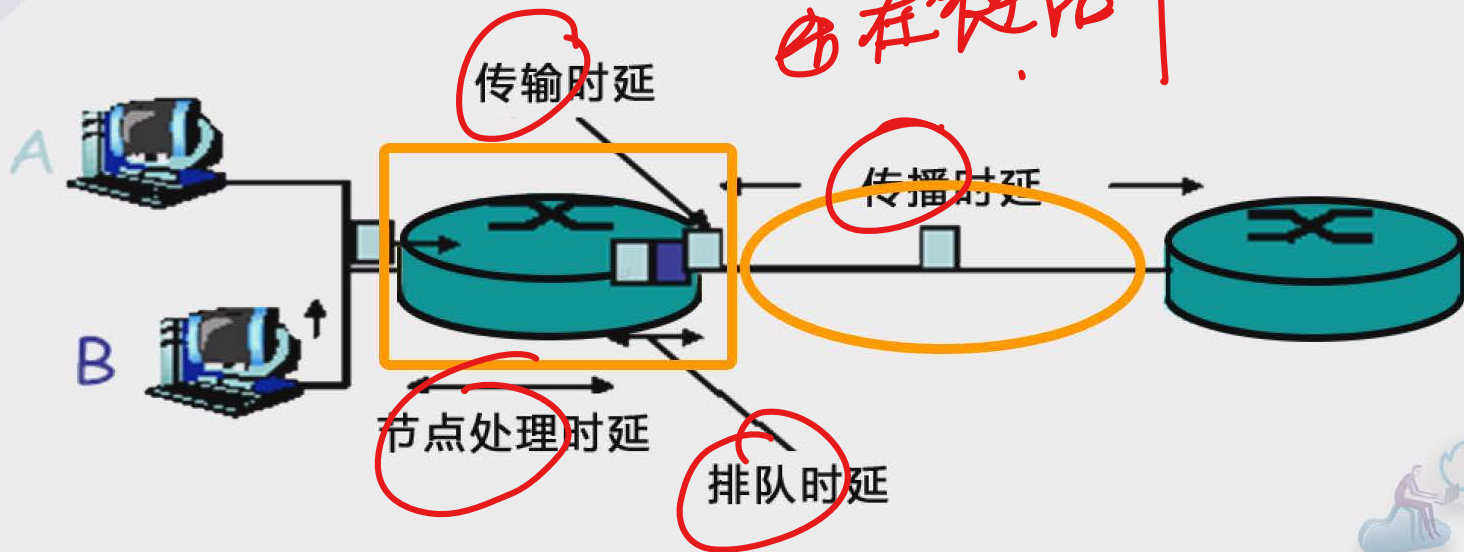


分组交换的时延

②③

在路由

④ 在链路中





分组交换的时延

▶ 总时延(四个时延相加得到)

总时延 = 节点处理时延 + 排队时延 + 传输时延 + 传播时延





作业

在存储-转发类型的分组交换系统中，衡量延迟的一个因素是在通过一个交换机的时候存储和转发一个分组所需的时间。如果交换的时间为 $10\mu\text{s}$ ，并且客户-服务器系统中的客户在纽约、服务器在加州，那么交换时间是否会成为一个主要因素？假设铜和光纤中的传播速度是真空中光速的 $2/3$ 。

