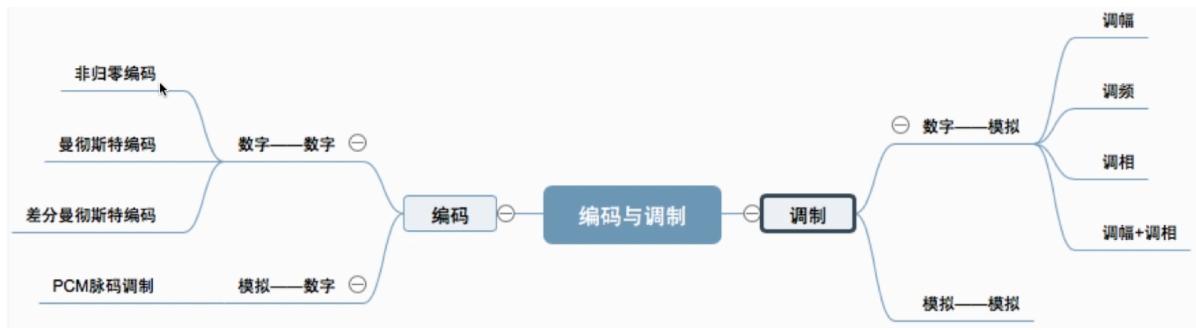


编码与调制



基带信号与宽带信号

信道：信号的传输媒介。一般用来表示向某一个方向传送信息的介质，因此一条通信线路往往包含一条发送信道和一条接收信道。



基带信号 将数字信号1和0直接用两种不同的电压表示，再送到数字信道上去传输（**基带传输**）。来自信源的信号，像计算机输出的代表各种文字或图像文件的数据信号都属于基带信号。基带信号就是发出的直接表达了要传输的信息的信号，比如我们说话的声波就是基带信号。

宽带信号 将基带信号进行调制后形成的频分复用模拟信号，再传送到模拟信道上去传输（**宽带传输**）。把基带信号经过载波调制后，把信号的频率范围搬到较高的频段以便在信道中传输（即仅在一段频率范围内能够通过信道）。

在传输距离较近时，计算机网络采用**基带传输**方式（近距离衰减小，从而信号内容不易发生变化）

在传输距离较远时，计算机网络采用**宽带传输**方式（远距离衰减大，即使信号变化大也能最后过滤出来基带信号）



数字数据编码为数字信号

(1) 非归零编码【NRZ】

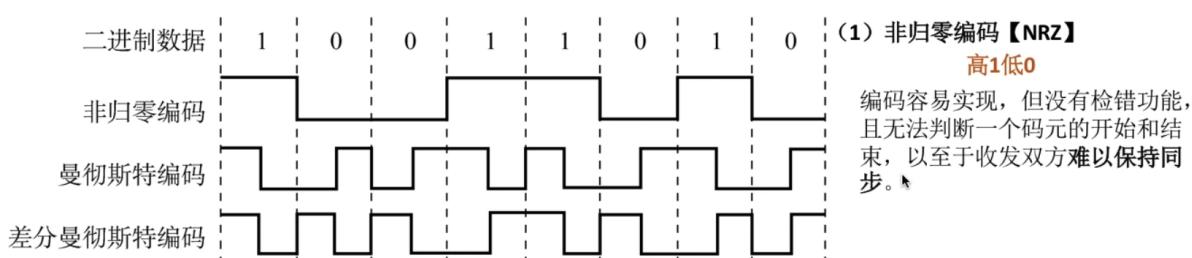
(2) 曼彻斯特编码

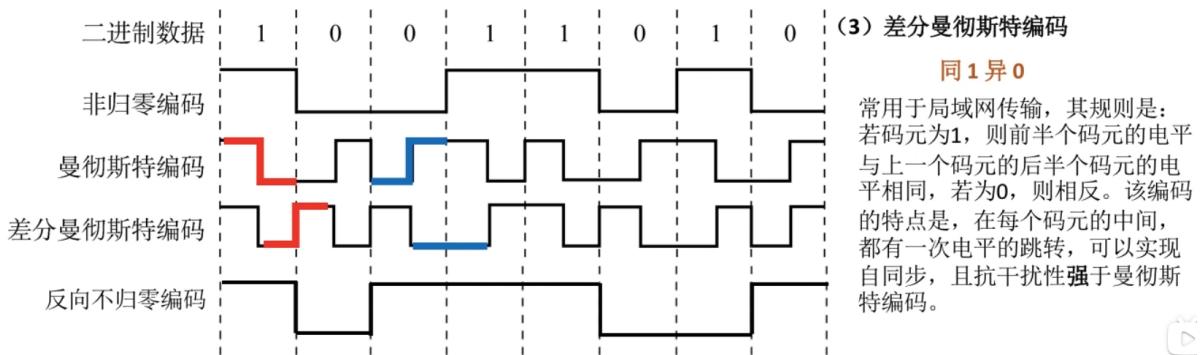
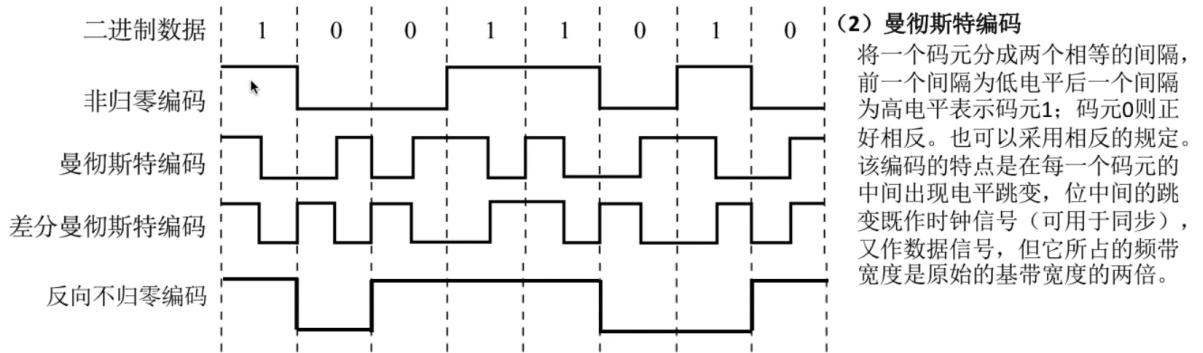
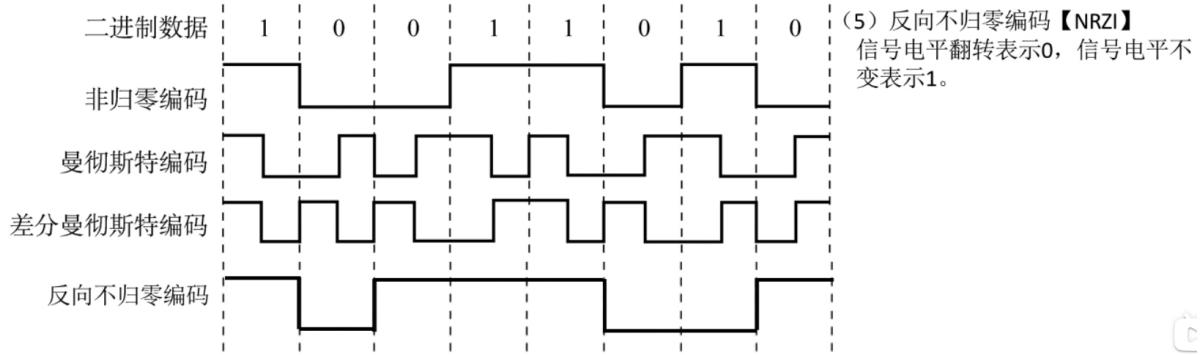
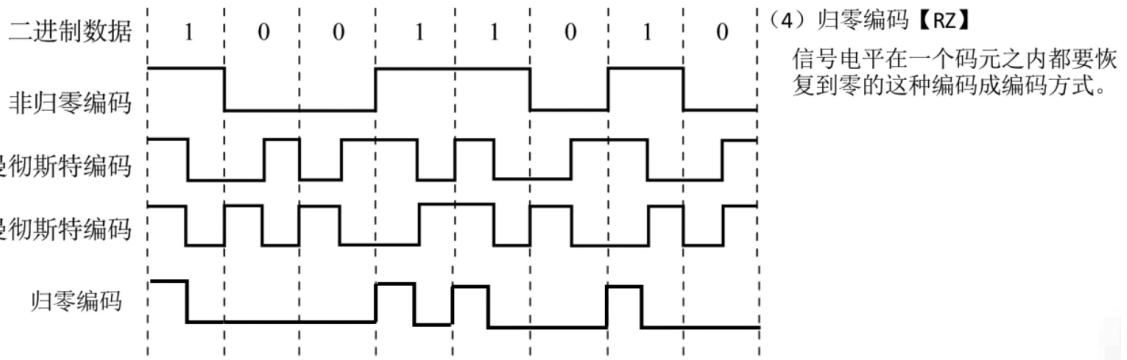
(3) 差分曼彻斯特编码

(4) 归零编码【RZ】

(5) 反向不归零编码【NRZI】

(6) 4B/5B编码





(6) 4B/5B编码

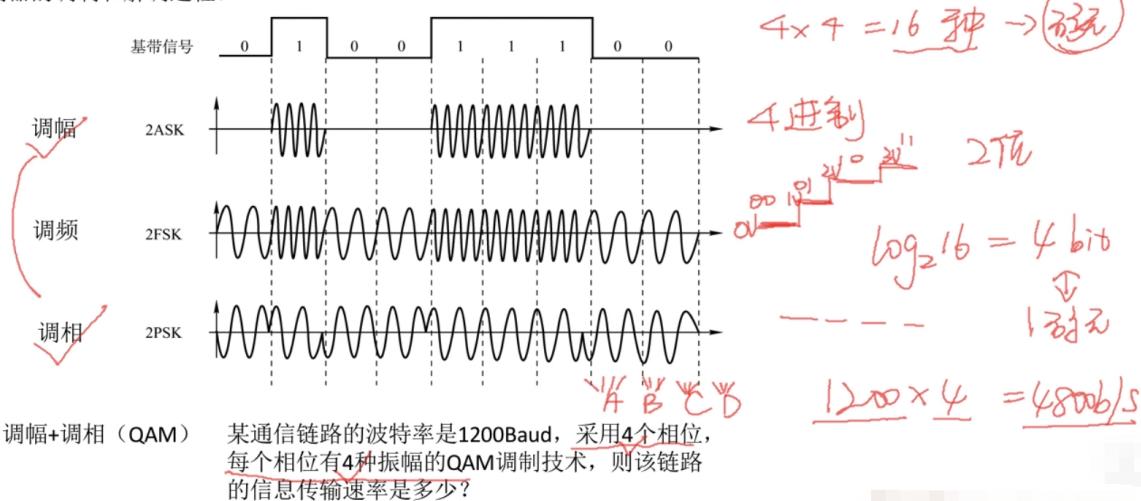
比特流中插入额外的比特以打破一连串的0或1，就是用5个比特来编码4个比特的数据，之后再传给接收方，因此称为**4B/5B**。编码效率为80%。

只采用16种对应16种不同的4位码，其他的16种作为控制码（帧的开始和结束，线路的状态信息等）或保留。

4比特数据符号	5比特编码
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011

数字数据调制为模拟信号

数字数据调制技术在发送端将数字信号转换为模拟信号，而在接收端将模拟信号还原为数字信号，分别对应于调制解调器的调制和解调过程。



模拟数据编码为数字信号

计算机内部处理的是二进制数据，处理的都是数字音频，所以需要将模拟音频通过采样、量化转换成有限个数字表示的离散序列（即实现**音频数字化**）。

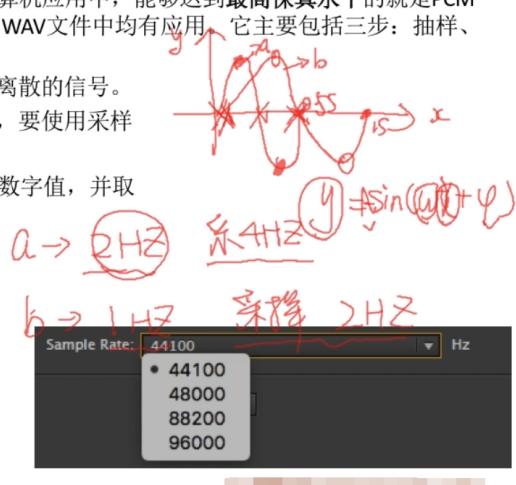
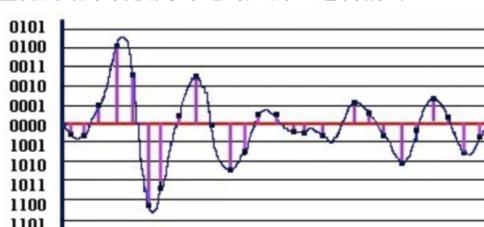
最典型的例子就是对音频信号进行编码的脉码调制（PCM），在计算机应用中，能够达到最高保真水平的就是PCM编码，被广泛用于素材保存及音乐欣赏，CD、DVD以及我们常见的WAV文件中均有应用。它主要包括三步：抽样、量化、编码。

1.抽样：对模拟信号周期性扫描，把时间上连续的信号变成时间上离散的信号。

为了使所得的离散信号能无失真地代表被抽样的模拟数据，要使用采样定理进行采样： $f_{采样频率} \geq 2f_{信号最高频率}$

2.量化：把抽样取得的电平幅值按照一定的分级标度转化为对应的数字值，并取整数，这就把连续的电平幅值转换为离散的数字量。

3.编码：把量化的结果转换为与之对应的二进制编码。



模拟数据调制为模拟信号

正在直播

模拟数据调制为模拟信号

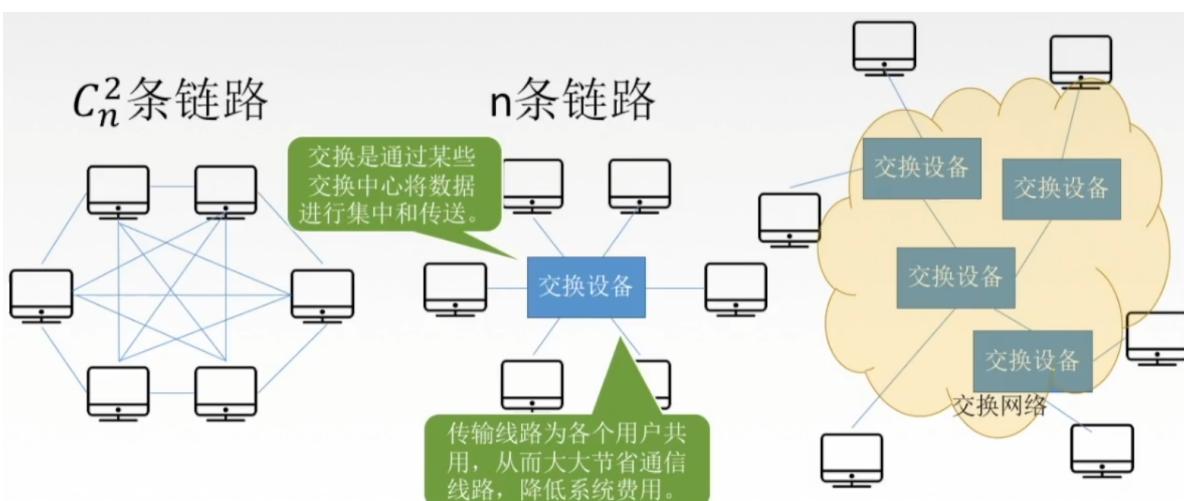
为了实现传输的有效性，可能需要较高的频率。这种调制方式还可以使用频分复用技术，充分利用带宽资源。在电话机和本地交换机所传输的信号是采用模拟信号传输模拟数据的方式；模拟的声音数据是加载到模拟的载波信号中传输的。



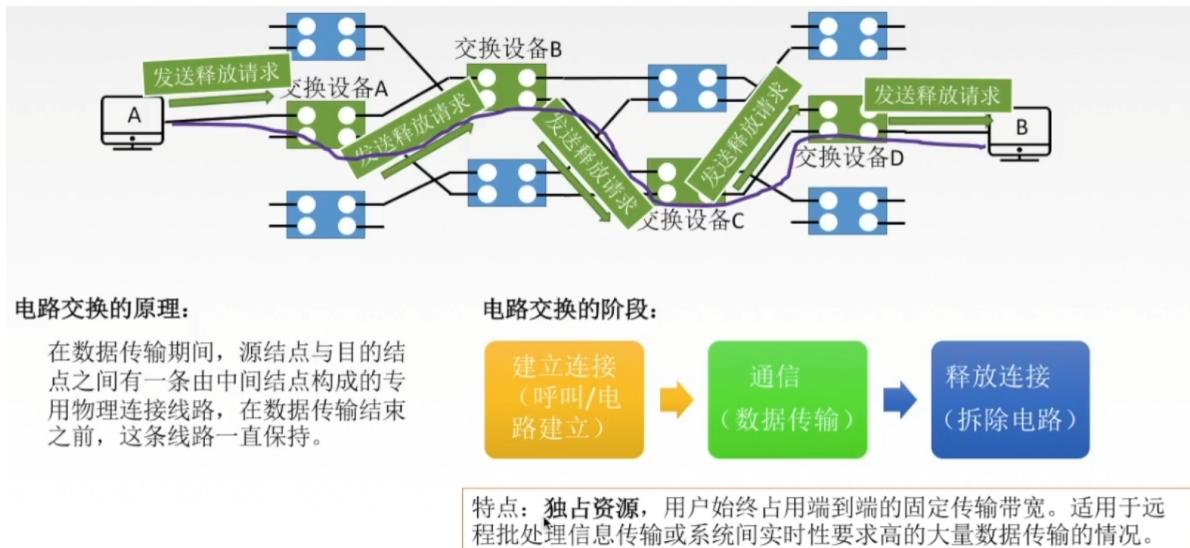
数据交换方式



为什么要数据交换？



电路交换 (Circuit Exchanging)

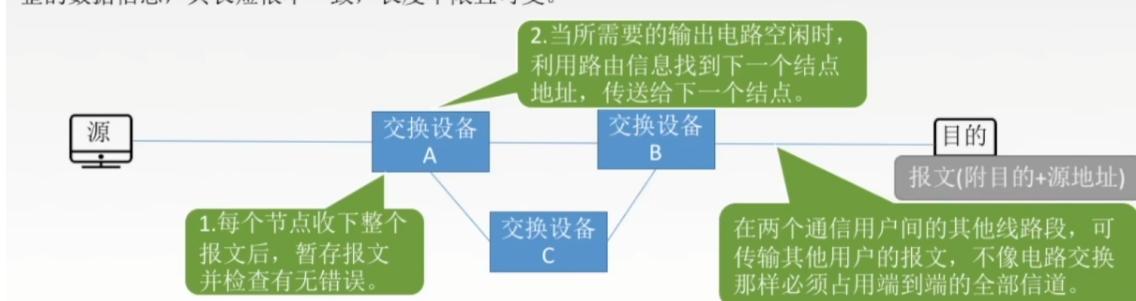


电路交换的优缺点

电路交换优点	电路交换缺点
传输时延小	建立连接时间长
数据顺序传送, 无失序问题	线路独占, 即使通信线路空闲, 也不能供其他用户使用, 信道使用效率低。
实时性强, 双方一旦建立物理通路, 便可以实时通信, 适用于交互式会话类通信。	灵活性差, 双方连接通路中的任何一点除了故障, 必须重新拨号建立新连接, 不适应突发性通信。
全双工通信, 没有冲突, 通信双方有不同的信道, 不会争用物理信道	无数据存储能力, 难以平滑通信量。
适用于模拟信号和数字信号	电路交换时, 数据直达, 不同类型、不同规格、不同速率的终端很难相互进行通信
控制简单, 电路的交换设备及控制较简单	无法发现与纠正传输差错, 难以在通信过程中进行差错控制。

报文交换 (Message Exchanging)

报文: 报文(message)是网络中交换与传输的数据单元, 即站点一次性要发送的数据块。报文包含了将要发送的完整的数据信息, 其长短很不一致, 长度不限且可变。



报文交换的原理:

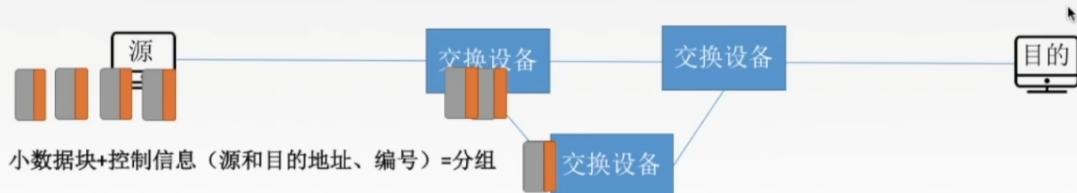
无需在两个站点之间建立一条专用通路, 其数据传输的基本单位是报文, 传送过程采用**存储转发**方式。

报文交换的优缺点

报文交换优点	报文交换缺点
无需建立连接，无建立连接时延，用户可随时发送报文。	实时性差，不适合传送实时或交互式业务的数据。数据进入交换结点后要经历存储转发过程，从而引起转发时延。
动态分配线路，动态选择报文通过的最佳路径，可以平滑通信量。	只适用于数字信号。
提高线路可靠性，某条传输路径发生故障，可重新选择另一条路径传输。	
提高线路利用率，通信双方在不同的时间一段一段地部分占有这条物理通道，多个报文可共享信道。	
提供多目标服务：一个报文可同时发往多个目的地址。	
在存储转发中容易实现代码转换和速率匹配，甚至收发双方可以不同时处于可用状态。这样就便于类型、规格和速度不同的计算机之间进行通信。	由于报文长度没有限制，而每个中间结点都要完整地接收传来的整个报文，当输出线路不空闲时，还可能要存储几个完整报文等待转发，要求网络中每个结点有较大的缓冲区。为了降低成本，减少结点的缓冲存储器的容量，有时要把等待转发的报文存在磁盘上，进一步增加了传送时延。

分组交换 (Packet Exchanging)

分组：大多数计算机网络都不能连续地传送任意长的数据，所以实际上网络系统把数据分割成小块，然后逐块地发送，这种小块就称作分组（packet）。



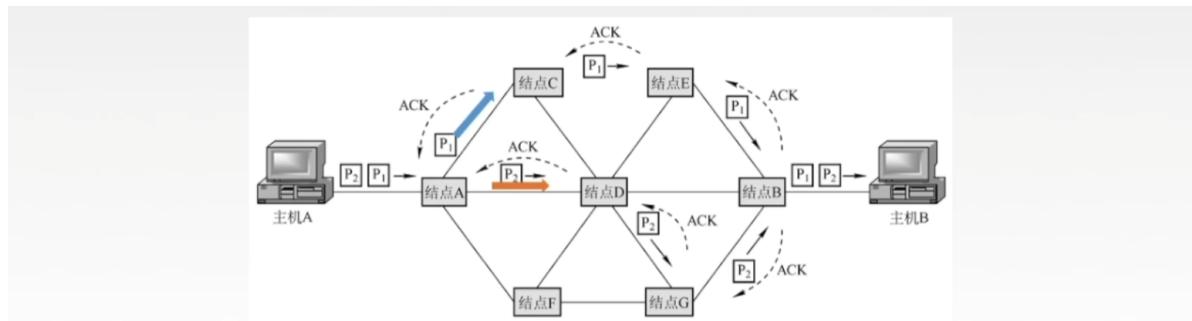
分组交换的原理：

分组交换与报文交换的工作方式基本相同，都采用存储转发方式，形式上的主要差别在于，分组交换网中要限制所传输的数据单位的长度，一般选128B。发送节点首先对从终端设备送来的数据报文进行接收、存储，而后将报文划分成一定长度的分组，并以分组为单位进行传输和交换。接收结点将收到的分组组装成信息或报文。

分组交换的优缺点

分组交换优点	分组交换缺点
无建立时延，无需为通信双方预先建立一条专用通信线路，用户可随时发送分组。	尽管分组交换比报文交换的传输时延少，但仍存在存储转发时延，而且其结点交换机必须具有更强的处理能力。
线路利用率高，通信双方在不同的时间一段一段地部分占有这条物理通道，多个分组可共享信道。	每个分组都要加控制信息，一定程度上降低了通信效率，增加了处理的时间。
简化了存储管理。因为分组的长度固定，相应的缓冲区的大小也固定，在交换结点中存储器的管理通常被简化为对缓冲区的管理，相对比较容易。	当分组交换采用数据报服务时，可能出现失序、丢失或重复分组，分组到达目的结点时，要对分组按编号进行排序等工作，增加了麻烦。若采用虚电路服务，虽无失序问题，但有呼叫建立、数据传输和虚电路释放三个过程。
加速传输，后一个分组的存储可以和前一个分组的转发并行操作；传输一个分组比一份报文所需缓冲区小，减少等待发送时间。	
减少出错几率和重发数据量，提高可靠性，减少传输时延。	
分组短小，适用于计算机之间突发式数据通信。	

数据报方式

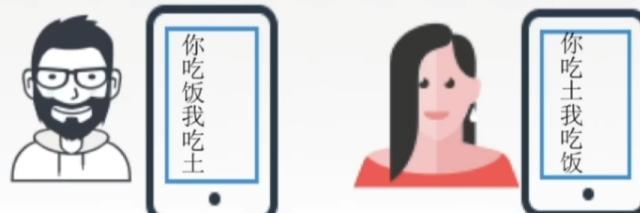


1. 源主机（A）将报文分成多个分组，依次发送到直接相连的结点（A）。
2. 结点A收到分组后，对每个分组差错检测和路由选择，不同分组的下一跳结点可能不同。
3. 结点C收到分组P1后，对分组P1进行差错检测，若正确则向A发送确认信息，A收到C确认后则丢弃分组P1副本。
4. 所有分组到达目的（主机B）！

数据报方式的特点

1. 数据报方式为网络层提供无连接服务。发送方可随时发送分组，网络中的结点可随时接收分组。

2. 同一报文的不同分组达到目的结点时可能发生乱序、重复与丢失。

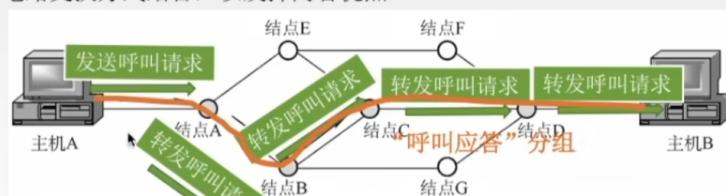


无连接服务：不事先为分组的传输确定传输路径，每个分组独立确定传输路径，不分组传输路径可能不同。

3. 每个分组在传输过程中都必须携带源地址和目的地址，以及分组号。
4. 分组在交换结点存储转发时，需要排队等候处理，这会带来一定的时延。当通过交换结点的通信量较大或网络发生拥塞时，这种时延会大大增加，交换结点还可根据情况丢弃部分分组。
5. 网络具有冗余路径，当某一交换结点或一段链路出现故障时，可相应地更新转发表，寻找另一条路径转发分组，对故障的适应能力强，适用于突发性通信，不适于长报文、会话式通信。

虚电路方式

虚电路将数据报方式和电路交换方式结合，以发挥两者优点。



虚电路：一条源主机到目的主机类似于电路的路径（逻辑连接），路径上所有结点都要维持这条虚电路的建立，都维持一张虚电路表，每一项记录了一个打开的虚电路的信息。

建立连接
(虚电路建立)

数据传输

释放连接
(虚电路释放)

源主机发送“呼叫请求”分组并收到“呼叫应答”分组后才算建立连接。

每个分组携带虚电
路号，分组号、检
验和等控制信息。

源主机发送“释放请求”
分组以拆除虚电路。

虚电路方式的特点

1. 虚电路方式为网络层提供**连接服务**。源节点与目的结点之间建立一条逻辑连接，而非实际物理连接。

2. 一次通信的所有分组都通过虚电路顺序传送，分组不需携带源地址、目的地址等信息，包含**虚电路号**，相对数据报方式开销小，同一报文的不同分组到达目的结点时不会乱序、重复或丢失。



连接服务：首先为分组的传输确定传输路径（建立连接），然后沿该路径（连接）传输系列分组，系列分组传输路径相同，传输结束后拆除连接。

3. 分组通过虚电路上的每个节点时，节点只进行差错检测，不需进行路由选择。

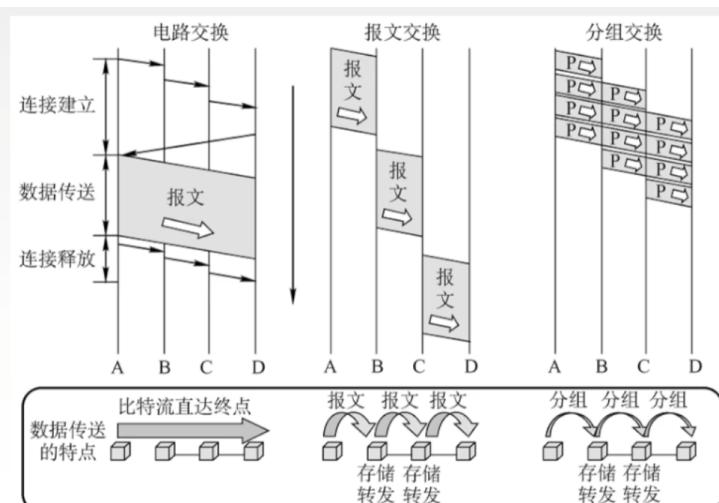
4. 每个节点可能与多个节点之间建立多条虚电路，每条虚电路支持特定的两个端系统之间的数据传输，可以对两个数据端点的流量进行控制，两个端系统之间也可以有多条虚电路为不同的进程服务。

5. 致命弱点：当网络中的某个结点或某条链路出故障而彻底失效时，则所有经过该结点或该链路的虚电路将遭到破坏。

数据报&虚电路

	数据报服务	虚电路服务
连接的建立	不要	必须有
目的地址	每个分组都有完整的目的地址	仅在建立连接阶段使用，之后每个分组使用 长度较短的虚电路号
路由选择	每个分组独立地进行 路由选择和转发	属于同一条虚电路的分组按照同一路由转发
分组顺序	不保证分组的有序到达	保证分组的有序到达
可靠性	不保证可靠通信，可靠性由用户主机来保证	可靠性由网络保证
对网络故障的适应性	出故障的结点丢失分组，其他分组路径选择发生变化，可正常传输	所有经过故障结点的虚电路均不能正常工作
差错处理和流量控制	由用户主机进行流量控制，不保证数据报的可靠性	可由分组交换网负责，也可由用户主机负责

数据交换方式的选择



1. 传送数据量大，且传送时间远大于呼叫时，选择**电路交换**。电路交换传输时延最小。

2. 当端到端的通路有很多段的链路组成时，采用**分组交换**传送数据较为合适。

3. 从信道利用率上看，**报文交换**和**分组交换**优于**电路交换**，其中**分组交换**比**报文交换**的时延小，尤其适合于计算机之间的突发式的数据通信。