

# 计网突击复习

简答 10 分\*4 计算 10 分\*4 实验 10 分 综合分析 10 分

## 简答 1-互联网组成

有关互联网工作方式不同，将互联网逻辑分为两个部分，以下描述正确的是？ A. 资源子网的主要工作方式包括 C/S 模式、P2P 模式 B. 通信子网的核心任务是数据高速通信 C. 通信子网主要工作方式包括：电路交换、报文交换、分组交换 D. 核心部分，又称为通信子网 E. 通信子网的核心任务是资源共享(x) F. 边缘部分，又称为资源子网

正确答案 ABCDF

### ### 边缘部分

- 构成：端系统
- 作用：
  - 资源共享
  - 资源子网
    - 实现资源共享
    - 包括上三层：会话层、表示层、应用层
- 工作方式
  - C/S:Client,Server (非对等)
  - P2P:对等

> `C/S` 模型中的 `Client` 和 `Server` 是指运行在计算机上的进程，注意同 `User` 用户（人）区分（人不包含在这个网络之内）

### ### 核心部分

- 构成：路由，网络，线路
- 作用：
  - 数据高速传递
  - 通信子网
    - 实现数据通信
    - 包括下三层：物理层、数据链路层、网络层
    - 中间的叫传输层

## 简答 2-IP 协议与 MAC 协议

有关 IP 协议与 MAC 协议，以下说法正确的是？ A. IP 地址用在网络层整个互联网内传输 IP 分组 B. MAC 地址用在数据链路层一个网络内部传输数据帧 C. MAC 协议和 IP 协议的协调工作完美体现了网络体系结构的价值。 D. MAC 协议并不知道 MAC 帧经过另一个网络时的转发方向，这个任务由 IP 协议完成 E. 网络可以只使用 MAC 地址寻址，不需要 IP 地址(x)

正确答案 ABCD

IP 协议和 MAC 协议都是计算机网络中非常重要的通信协议，它们各自负责网络层和链路层的不同任务。下面是它们的详细介绍：

### 1. IP 协议 (Internet Protocol)

IP 协议是一个**网络层协议**，负责在不同的设备和网络之间传输数据。它定义了如何将数据从源设备传输到目标设备，并且为每个设备分配一个唯一的 IP 地址。IP 协议的工作可以分为以下几个重要方面：

**地址分配：**IP 协议通过 IP 地址来标识网络中的设备，IP 地址分为 IPv4 和 IPv6 两种类型。IPv4 地址长度为 32 位，分为四组 8 位的十进制数字（例如：192.168.0.1）；IPv6 地址长度为 128 位，通常表示为 8 个 16 位的十六进制数（例如：2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334）。

**路由功能：**IP 协议提供了一种机制来确定数据包从源设备到目标设备的路径。每个网络设备（如路由器）都根据目标 IP 地址和其路由表决定数据包的转发路径。

**无连接传输：**IP 协议本身不保证数据的可靠传输，数据包可能会丢失或乱序。它只是负责将数据包从源主机传输到目的主机，而不关注包的到达顺序或丢失问题。

**数据包分片和重组：**IP 协议支持数据包的分片功能。当传输的数据包大小超过网络链路的最大传输单元（MTU）时，IP 协议会将数据包分成多个片段进行传输，接收端再将这些片段重组。

**版本：**常用的版本有 IPv4 和 IPv6。IPv4 地址已接近耗尽，而 IPv6 提供了更广泛的地址空间，并且具有改进的路由和安全特性。

## 2. MAC 协议 (Media Access Control)

MAC 协议属于**\*\*数据链路层\*\***，主要负责在局域网内控制设备之间的通信，确保网络上多个设备能够有序地访问共享的传输媒介（如 Ethernet）。它具体负责以下几个任务：

**物理地址（MAC 地址）：**MAC 协议通过设备的 MAC 地址（也叫物理地址）来标识每个网络设备。MAC 地址通常由厂商在生产时固定，长度为 48 位（6 字节），通常以十六进制表示（例如：00:1A:2B:3C:4D:5E）。

**帧结构：**MAC 协议通过帧来传输数据。帧是数据链路层的基本单位，包含目标 MAC 地址、源 MAC 地址、数据和校验序列等信息。

**访问控制：**MAC 协议管理对共享传输媒介的访问。在传统的以太网中，常见的访问控制方法有：

**CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)：**在传统的有线以太网中使用的一种协议，设备在发送数据前会监听信道，避免碰撞。如果发生碰撞，设备会等待一段随机时间后重新发送。

**CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)：**在无线局域网（Wi-Fi）中使用，通过避免碰撞的策略（如等待随机时间）来管理媒介访问。

**传输效率：**MAC 协议确保在数据链路层的高效数据传输，通过使用帧校验、流量控制等机制来提高网络的稳定性。

**协议类型：**常见的 MAC 协议有 Ethernet（以太网）、Wi-Fi（无线局域网）、蓝牙等，它们分别在不同的物理介质（如有线、无线）上实现。

**区别与关系：**

**IP 协议与 MAC 协议的层次不同：**IP 协议位于网络层，主要负责跨越网络的设备间通信；而 MAC 协议位于数据链路层，主要处理设备间在同一局域网内的通信。

**IP 地址与 MAC 地址：**IP 地址用于识别网络中的设备，而 MAC 地址用于在局域网内识别设备。

**IP 是无连接的协议：**它不关心传输的可靠性，只负责将数据包从源设备传输到目的设备。MAC 协议则确保设备在共享媒介上有序访问，并进行低层次的错误检测和流量控制。

总结来说，IP 协议主要负责设备之间的通信路径和地址分配，MAC 协议则在局域网内管理设备如何共享传输媒介。两者在网络通信中起着不同但又相互协作的作用。

## 简答 3-关信道复用技术

有关信道复用技术，以下描述正确的是？ A. 常见信道复用技术包括：频分复用、时分复用、统计时分复用、波分复用、码分复用 B. 统计时分复用是改进型的时分复用 C. 波分复用就是可见光的频分复用 D. 码分复用可以在相同的时间用相同的频带传输数据彼此互不影响

正确答案 ABCD

统计时分复用 (Statistical Time Division Multiplexing, STDM) 是一种时分复用 (TDM) 技术, 它基于对信号传输需求的动态统计分析来分配时间槽, 而不是为每个信号预留固定的时间槽。与传统的时分复用 (TDM) 不同, STDM 在传输过程中根据数据流的实际需求灵活地分配时间槽, 这样可以更高效地利用带宽资源。

工作原理:

时间槽的分配: 传统的TDM为每个发送方分配固定的时间槽, 即使某些时刻某些发送方没有数据需要传输。而STDM则根据每个信号的实际数据需求动态分配时间槽, 只有在某个设备有数据要发送时, 它才被分配一个时间槽。因此, 时间槽的使用更为灵活和高效。

动态分配: STDM会实时监测每个用户的传输状态, 并动态地分配时间槽。如果某个用户没有数据需要发送, 它的时间槽将被其他需要传输数据的用户使用。这种动态分配避免了带宽的浪费。

数据包传输: 当一个设备有数据要发送时, STDM会将其数据打包成数据包, 并在分配到的时间槽中发送。接收端会根据数据包的头部信息来识别数据的来源, 进行正确的解码。

时间槽的共享: 多个发送方共享同一时分复用的时间槽, 而不同的信号在不同的时刻轮流传输。

STDM 与传统 TDM 的区别:

固定时间槽 vs 动态时间槽: 在传统TDM中, 每个用户都有一个固定的时间槽, 不管它是否有数据需要发送。而STDM通过动态分析每个用户的数据需求, 灵活地分配时间槽, 避免了时间槽的浪费。

带宽利用效率: STDM在低负载情况下可以更高效地利用带宽, 因为它只为有数据的设备分配时间槽。而传统TDM会在没有数据传输的时间槽中浪费带宽。

优点:

提高带宽利用率: STDM通过动态分配时间槽, 有效避免了带宽的浪费, 尤其是在传输需求不均衡时。

更适应不均匀的数据流: 对于具有不均匀数据传输需求的应用, STDM可以更灵活地应对。

灵活性: 由于时间槽是按需分配的, STDM能够根据实际情况调整资源分配。

缺点:

复杂性增加: 与固定时隙分配的TDM相比, STDM需要对传输数据进行动态监控和调度, 这使得系统的复杂度增加。

延迟: 由于STDM需要进行动态分配和调度, 当系统负载较高时, 可能会引入一些延迟。

同步问题: STDM要求发送方和接收方保持同步, 以确保数据的正确传输和解码。

应用场景:

电话通信: 在电话网络中, STDM能够根据实际需要分配时间槽, 避免在电话不使用时浪费带宽。

数据通信: STDM适用于需要高效带宽使用的数据通信系统, 尤其是在数据流量波动较大的场景中。

网络服务: 例如, 某些宽带网络和互联网服务提供商可能会使用STDM来更灵活地分配带宽, 避免低流量时的带宽浪费。

总的来说, 统计时分复用技术通过动态分配时间槽, 提高了带宽利用率, 适用于负载不均衡的环境, 在实际应用中具有较好的效率表现。

## 简答 4-路由转发算法

有关路由器分组转发算法, 以下描述正确的是? A. 为了加快路由表的搜索可以采用最长前缀匹配和二叉线索搜索路由表 B. 特定主机路由是特殊的网络路由, 该网络内只有一台计算机 C. 路由器对其收到的 IP 数据报将其 IP 地址取出, 进行运算转发(x) D. 路由转发算法的核心是对收到的 IP 数据报将其目标 IP 地址取出, 与路由表的每一行子网掩码做与运算, 判断其结果是否与该行子网掩码对应的网络前缀匹配 E. 默认路由是所有路由条目均不匹配可以采用默认路由转发

正确答案 ABDE

路由器分组转发算法是网络路由器根据一定规则将数据包从输入端口转发到输出端口的过程。路由器根据数据包的目的地址和路由表信息来决定如何转发数据。常见的分组转发算法包括静态路由算法、动态路由算法和一些高级算法。

以下是几种常见的路由器分组转发算法：

### 1. 静态路由

静态路由是一种手动配置的路由方式，路由器管理员手动设置每条路由的信息。对于每个目标网络，路由器根据目的地址选择最合适的转发路径。静态路由的缺点是缺乏灵活性，当网络拓扑发生变化时，需要手动更新路由表。

特点：

- 配置简单，适用于网络结构稳定且小型的环境。

- 不会自动适应网络拓扑的变化。

- 适合对流量要求较高的环境。

### 2. 动态路由

动态路由通过动态路由协议（如 RIP、OSPF、BGP 等）实现。路由器通过定期交换路由信息，自动更新路由表，从而适应网络拓扑的变化。动态路由算法根据网络的实时状态计算最优路径。

常见动态路由协议：

- RIP (Routing Information Protocol): 基于跳数的距离向量协议，每个路由器定期向邻居发送路由表信息。最大跳数为15，适用于小型网络。

- OSPF (Open Shortest Path First): 基于链路状态的协议，使用 Dijkstra 算法计算最短路径，适用于大型企业网络。

- BGP (Border Gateway Protocol): 用于不同自治系统之间的路由选择，通常用于互联网路由。

特点：

- 自动更新，适应拓扑变化。

- 更适用于中大型网络。

- 计算和存储开销较大。

### 3. 最短路径优先（SPF）算法

最短路径优先算法是一种基于图的路由算法，通常由链路状态协议（如 OSPF）使用。路由器根据路由表中的链路信息，使用 Dijkstra 算法计算每个目标的最短路径。

步骤：

- 每个路由器会向邻居发送它的链路状态（如带宽、延迟等）。

- 路由器会汇总所有接收到的链路状态信息，构建完整的网络拓扑。

- 路由器计算每个目的地址的最短路径，并更新路由表。

特点：

- 精确计算最短路径。

- 支持多个路径和负载均衡。

- 适用于大规模的网络。

### 4. 距离向量算法

距离向量算法通常由路由协议如 RIP 使用。路由器通过广播自己的路由表给邻居路由器，邻居路由器根据接收到的信息更新自己的路由表。每个路由表记录到达目标网络的“距离”，通常以跳数表示。

步骤：

- 路由器定期将自己的路由表发送给邻居路由器。

- 根据邻居路由器的路由表，更新自己的路由表。

更新后，重新计算到达每个目标的最短距离。

特点：

简单易实现，适用于小型网络。

会出现计数到无穷 (Count to Infinity) 等问题，影响稳定性。

## 5. 标签交换路由 (MPLS)

多协议标签交换 (MPLS) 是一种高级的分组转发技术，用于解决传统 IP 路由协议在大规模网络中出现的性能瓶颈。MPLS 在网络中为数据包添加一个标签 (Label)，路由器根据标签而不是 IP 地址来转发数据包。MPLS 可提供更快速的路由选择，支持 VPN 和流量工程等高级功能。

特点：

提供快速的转发决策。

支持QoS和流量工程。

广泛应用于服务提供商网络。

## 6. 哈希路由

哈希路由是一种基于哈希算法的路由策略，主要应用于负载均衡和分流。路由器通过计算数据包的一些字段（如源 IP、目标 IP、端口等），使用哈希算法将数据包映射到不同的路径。哈希路由在流量较大时可以有效分担压力。

特点：

能够提供负载均衡。

适合多路径选择场景。

不保证严格的最短路径。

## 7. 路由表的构建与查找

无论采用哪种路由算法，路由器都需要维护一张路由表，表中包含网络目标地址、下一跳信息和路径成本等数据。路由器根据目的地址查找路由表，并选择最合适的下一跳进行数据包转发。

路由表包含：

目标地址：目标网络的IP地址范围。

下一跳：下一路由器的地址。

路径成本：到达目标网络的开销，如带宽、延迟等。

接口信息：数据包应该从哪个网络接口发送。

总结

路由器分组转发算法通过不同的策略计算并选择最优路径，保证数据包能够在网络中高效地到达目标地址。静态路由适用于小型网络，动态路由则更适用于大规模、复杂的网络环境。根据需求，路由器可以选择最短路径、负载均衡、或者利用 MPLS 等技术实现更高效的转发。

# 简答 5-网络性能指标参数

有关网络性能指标参数，描述正确的是？ A. 吞吐量是单位时间通过网络或接口的数据量，其单位可以是 bit/s B. bit 率是单位时间经过导体表面 bit 数的多少(x) C. 带宽是最大的数据率 D. 时延带宽积=发送时延\*带宽(x) E. 网络利用率是全网信道利用率的加权平均值 F. RTT 是数据块在两点间的往返时延 G. 时延带宽积称为以 bit 为单位的链路长度

正确答案 ACEFG 答案解析 A:bit 率是单位时间经过导体横截面 bit 数的多少，所以 A 错误； D:时延带宽积=传播时延\*带宽，所以 D 错误

## 7 个常用性能指标

### ### 速率

$1\text{b/s} = 1\text{bps} = 1\text{bit/s}$

$1\text{B/s} = 1\text{Bps} = 1\text{byte/s} = 8\text{bps} = 8\text{bit/s}$

$1\text{Kb/s} = 1\text{Kbps} = 1000\text{bps}$

$1\text{Mb/s} = 1\text{Mbps} = 1000\text{Kbps}$

$1\text{Gb/s} = 1\text{Gbps} = 1000\text{Mbps}$

$1\text{Tb/s} = 1\text{Tbps} = 1000\text{Gbps}$

> 相比于内存的区别（注意查看大小写）

>

>  $1\text{B} = 8\text{b}$

>

>  $1\text{KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$

>

>  $1\text{MB} = 2^{20}\text{B} = 1024\text{KB}$

>

>  $1\text{GB} = 2^{30}\text{B} = 1024\text{MB}$

>

>  $1\text{TB} = 2^{40}\text{B} = 1024\text{GB}$

### ### 带宽

单位： $\text{bit/s}$ （或者  $\text{bps}$ ） 比特每秒

最高数据传输速率

> 区别于信号的频带宽度：信号的频带宽度是指信号中包含的频率范围，单位是  $\text{Hz}$

### ### 吞吐量

单位： $\text{bit/s}$ （或者  $\text{bps}$ ） 比特每秒

反应实际的数据传输速率，一般根据情况计算上传或者下载速率。（比如个人电脑只看下载，因为上传的数据比较少）

### ### 时延

1. 发送时延：从数据开始发送到全部发送到链路上的时间 = 数据长度 / 信道带宽（发送速率（虽然实际可能达不到信道带宽的速度））
2. 传播时延：从数据全部发送到链路上到全部到达接收端的时间 = 传播距离 / 传播速率（链路上光速）
3. 排队时延：从数据到达路由器到开始处理的时间
4. 处理时延：路由器处理数据的时间（查找路由表，差错检测，决定转发接口等）

### \*\*例题 1\*\*

$x(\text{bit})$

$k(\text{段链路})$

传播时延  $d(\text{s/段})$

数据发送速率  $b(\text{b/s})$

电路交换时建立电路花费  $S(\text{s})$

分组大小为  $p(\text{bit})$



排队时延忽略，问分组交换和而电路交换的时延

$$T_{\text{电路交换}} = T_{\text{发送}} + T_{\text{传播}} + T_{\text{建立电路}} \\ = x/b + d \cdot k + S$$

$$T_{\text{分组交换}} = T_{\text{发送}} + T_{\text{传播}} + T_{\text{处理}} \\ = x/b + d \cdot k + (k-1) \cdot p/b$$

这里体现了分组交换的优势，前面的分组到达节点之后就可以直接发出去，而不用等待后面的数据，这样中间的发送时延只要  $(k-1) \cdot p/b$  就行了

### **\*\*例题 1 拓展\*\***

每个分组添加大小为  $h(\text{bit})$  的首部

$$T_{\text{分组交换}} = T_{\text{发送}} + T_{\text{传播}} + T_{\text{处理}} \\ = (p+h) \cdot x/b/p + d \cdot k + (k-1) \cdot (p+h)/b$$

### ### 时延带宽积

单位：bit

链路上的比特数（理解为容积）

$$\text{时延带宽积}(\text{bit}) = \text{传播时延}(\text{s}) \cdot \text{带宽}(\text{bit/s})$$

### ### 往返时间 RTT

单位：s

数据往返一段链路需要的时间，个人简单理解为（传播时延 + 排队时延 + 处理时延） $\cdot 2$

$$\text{RTT} = \text{传播往返时延}(\text{传播时延} \cdot 2) + \text{末端系统处理时延}$$

实际应用：

假设场景为 A 向 B 发送一段数据，然后 B 收到数据后立刻返回一个确认信息

发送数据 100 bit，发送时间 1s，RTT 1s，所以发送速度是 100bit/s

$$\text{有效数据率} = \text{数据长度} / (\text{发送时间} + \text{RTT}) = 50\text{bit/s}$$

可以看到实际的传播速度减少了一半

### ### 利用率

$$\text{信道利用率} = \text{信道有数据通过的时间} / \text{信道总时间}$$

$$\text{网络利用率} = \text{信道利用率的加权平均值}$$

当信道利用率接近 1 时，时延会很大。

![img](./img/1697977511866.png)

$$D = D_0 / (1 - U)$$

$D_0$  = 网络空闲时的时延

$D$  = 网络当前的时延

$U$  = 利用率(0-1)

### ### 计算机网络非性能特征

- 费用
- 质量
- 标准化
- 可靠性
- 可拓展性和可升级性
- 易于维护管理

## 简答 6-碰撞域和广播域

有关碰撞域和广播域，以下说法正确的是？ A. 碰撞域越小越好 B. 交换机所连接的网络规模越大，则其碰撞域不一定变大 C. 数据链路层所有的碰撞域合在一起形成一个广播域 D. 集线器所连接的网络规模越大，其碰撞域越大 E. 碰撞域越大越好(x)

正确答案 ABCD

### 碰撞域 (Collision Domain)

碰撞域指的是在一个网络段中，任何两个设备在同一时刻发送数据会导致数据包碰撞的区域。在传统的共享介质网络（例如使用集线器（Hub）时）中，所有连接的设备共享一个信道。如果多个设备同时发送数据，就会发生碰撞，导致数据丢失，并且设备需要重新发送数据。

碰撞域的特点：

集线器（Hub）和无线接入点（WAP）等设备通常将连接的设备置于同一碰撞域中，增加了碰撞发生的概率。

交换机（Switch）则通过每个端口创建独立的碰撞域，每个连接到交换机的设备都是一个独立的碰撞域，减少了碰撞的发生。

### 广播域 (Broadcast Domain)

广播域是指能够接收到同一个广播消息的网络区域。在以太网中，当一个设备发送广播数据包时，所有处于同一广播域内的设备都会接收到该数据包。广播数据包是无法被交换机过滤的，它会被转发到同一网络段的所有设备。

广播域的特点：

交换机：当交换机处理数据时，如果没有VLAN（虚拟局域网）划分，交换机的所有端口通常都属于同一广播域，广播包会被转发到所有端口。

路由器：路由器将不同的广播域隔开，广播包不会跨越路由器。因此，路由器通常用于将网络分割成多个广播域。

### 各选项解析

A. 碰撞域越小越好：正确。小的碰撞域意味着数据冲突的概率较低，网络效率更高。通过使用交换机来分隔碰撞域可以减少冲突，从而提高网络性能。

B. 交换机所连接的网络规模越大，则其碰撞域不一定变大：正确。交换机通过每个端口将设备隔离到独立的碰撞域，因此不论网络规模多大，交换机端口间的碰撞域保持独立。

C. 数据链路层所有的碰撞域合在一起形成一个广播域：错误。碰撞域和广播域是两个不同的概念，碰撞域不会合并成广播域。广播域的范围通常较大，而碰撞域通过交换机等设备的隔离变得较小。

D. 集线器所连接的网络规模越大，其碰撞域越大：正确。集线器将所有连接的设备放在同一个碰撞域中，因此连接的设备越多，碰撞域就越大，碰撞的概率也更高。

E. 碰撞域越大越好：错误。碰撞域越大意味着冲突的概率更高，网络性能会下降。因此，通常希望通过交换机等设备将碰撞域划分得更小。

### 总结

碰撞域越小越好，因为它可以减少数据包的冲突，提高网络性能。



广播域与碰撞域是两个不同的概念，广播域通常覆盖更广的范围，而碰撞域可以通过交换机划分成多个独立的部分。

## 简答 7-CSMA/CD 协议

有关 CSMA/CD 协议，以下描述正确的是？ A. 任何一个局域网，其最短有效帧长的计算公式为：发送速率\*两个站点间的往返时延。 B. 根据退避算法给每个站分配不同的退避值是由概率决定 C. CSMA/CD 协议主要解决的问题是：广播信道多个站随机访问信道，最后能成功访问的问题。其核心内容就是什么时候会发生碰撞，碰撞后怎么办。 D. CSMA/CD 协议适用于低负荷，数据通信量小的网络环境。

正确答案 ABCD

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 是一种用于共享通信信道的媒介访问控制协议，常用于局域网（如 Ethernet）中，特别是在早期的以太网中应用广泛。它的核心目的是解决多个站点共享同一信道时的冲突问题。以下是 CSMA/CD 算法的基本步骤和工作原理：

### 1. 载波侦听 (Carrier Sense)

每个站点在发送数据之前，首先会侦听信道是否空闲。如果信道正在被其他站点占用（即信道上有载波信号），站点会等待，直到信道变为空闲。

### 2. 多点访问 (Multiple Access)

在一个共享信道上，多个站点可以同时尝试发送数据，因此称为“多点访问”。所有的站点都具有平等的机会访问信道。

### 3. 碰撞检测 (Collision Detection)

当一个站点开始发送数据后，它会同时监控信道，以检测是否有其他站点也在同一时刻发送数据。如果两个站点的信号在信道上同时传播，就会发生碰撞。

碰撞发生时，发送的数据会被破坏，无法被接收成功。因此，发送站点需要能够检测到这种碰撞，并及时采取行动。

### 4. 碰撞发生后的处理

立即停止发送：一旦碰撞发生，所有发送中的站点会立即停止发送数据。

发送冲突信号：站点会发送一个“冲突信号”，通知其他站点发生了碰撞。

退避 (Backoff)：碰撞发生后，站点会使用退避算法随机选择一个时间段，然后等待这个时间段后再次尝试发送。这一机制是为了避免在下一次发送时再次发生碰撞，尤其是在多个站点同时恢复发送时。

退避算法：通常采用二进制指数退避算法，站点会根据碰撞次数随机选择一个退避时间。每次碰撞后，退避时间的范围会加倍，最多退避一定次数后会放弃。

### 5. 最短帧长的要求

为了确保站点在发送过程中能够检测到碰撞，CSMA/CD 要求每个数据帧的长度必须满足最短帧长的要求。最短帧长的计算公式是：发送速率  $\times$  两个站点间的往返时延。这确保了在站点发送数据时，如果发生碰撞，能够及时发现并采取措施。

优点：

简便：CSMA/CD 的算法简单，易于实现。

低负载下有效：当网络负载较低时，碰撞的概率较小，网络效率较高。

缺点：

碰撞频繁时效率低：当网络负载较高，尤其是在站点数目增多时，碰撞频繁，站点需要反复退避，网络效率急

剧下降。

不适合大规模网络：在大量设备并发访问的情况下，CSMA/CD协议的性能会显著下降。

### 总结

CSMA/CD 是一种适用于低负载环境的协议，通过侦听信道、检测碰撞并进行退避来协调多个站点的访问。尽管在早期以太网中应用广泛，但随着现代以太网的演进（如交换机的普及），其使用逐渐减少，因为交换式以太网避免了碰撞，提供了更高的效率。

## 简答 8-信道极限容量

有关信道极限容量，以下说法正确的是？ A. 码元可以包含一个或多个 bit B. 香农公式应用在有高斯白噪声影响下的信道极限传输 C. 奈式准则是为了防止码间串扰，限制信道上可以传输的最大频率范围。 D. 香农公式应用在理想低通信道下的码元极限传输速率。(x) E. 通过香农公式可知，想要提高信道的极限传输速率可以通过加宽信道频带范围、提高信噪比以及增加码元装载的 bit 数。

正确答案 ABCE

A. 码元可以包含一个或多个 bit

正确。一个码元（符号）可以包含一个或多个比特，这取决于采用的调制方式。例如，在某些高阶调制方式（如 QAM）中，每个符号可能代表多个比特。

B. 香农公式应用在有高斯白噪声影响下的信道极限传输

正确。香农公式（特别是香农-哈特利定理）用于描述高斯白噪声信道的容量。在有高斯白噪声（AWGN）的信道中，香农公式给出了信道的最大容量。

C. 奈式准则是为了防止码间串扰，限制信道上可以传输的最大频率范围

正确。奈式准则（Nyquist criterion）旨在防止码间串扰（ISI），即防止符号之间的重叠。它规定了在理想的无失真传输情况下，信号的采样频率和最大频率范围。

D. 香农公式应用在理想低通信道下的码元极限传输速率

不完全正确。香农公式不仅适用于理想低通信道，也适用于具有噪声的实际信道。它给出了在噪声存在情况下的信道容量，并不是针对完全无噪声的理想信道。

E. 通过香农公式可知，想要提高信道的极限传输速率可以通过加宽信道频带范围、提高信噪比以及增加码元装载的 bit 数

正确。根据香农公式，信道容量  $C$  可以通过增加带宽  $B$ 、提高信噪比  $S/N$  或通过调制方法提高每个码元所承载的比特数（即增加调制阶数）来提高。

## 计算 1-拥塞控制

书本 P249

### 三种算法

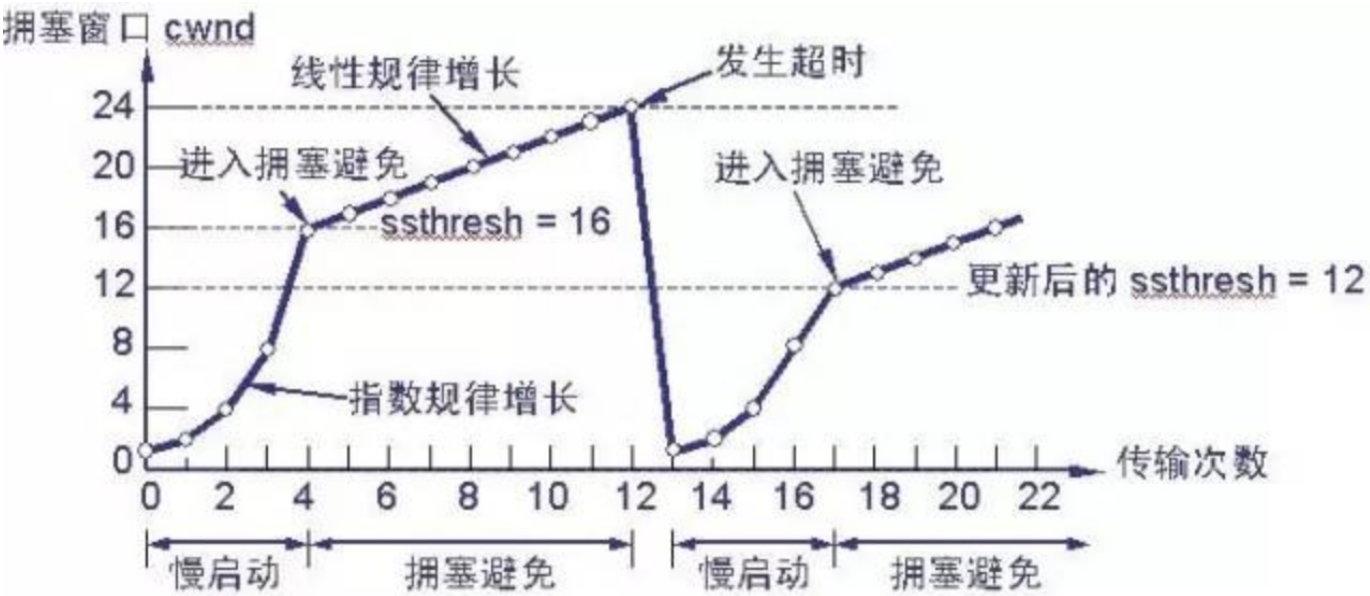
- 慢开始算法（指数增长）
- 拥塞避免算法（+1 增长）
- 快恢复

### 拥塞检测阶段(Congestion Detection Phase)

当网络出现拥塞时，TCP 需要判断是什么情况导致了拥塞，对于不同的情况， $cwnd$  的计算不同。

(1) 由于超时而导致的重传

1. ssthresh变成cwnd的一半，ssthresh=cwnd/2
2. cwnd重置为1
3. 进入到慢启动阶段

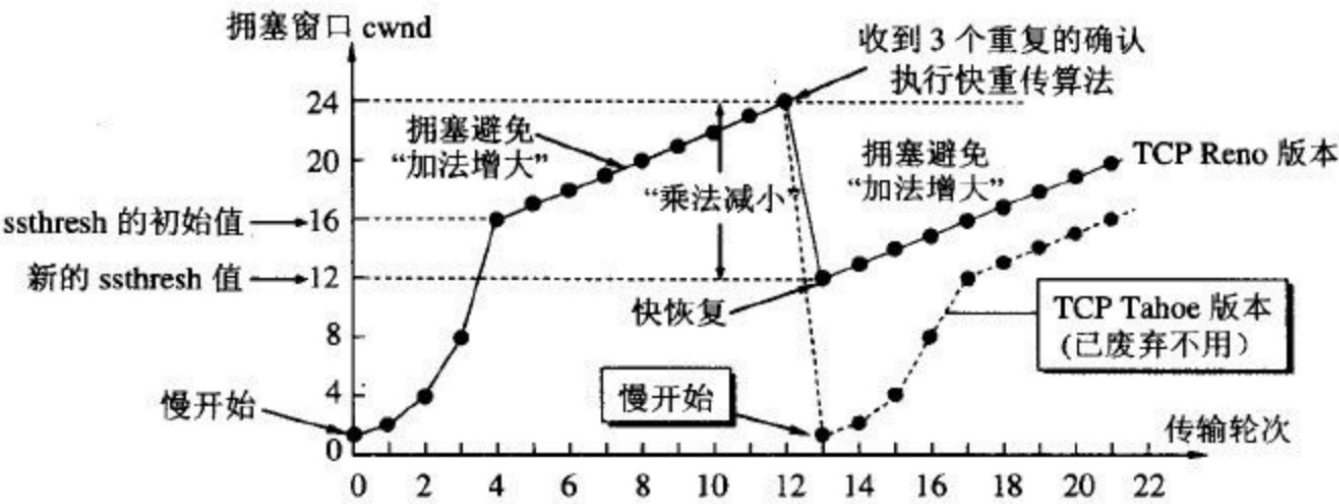


如上图所示，当  $cwnd=24$  时，发生超时， $ssthresh$  被重置为  $cwnd$  的一半，即  $ssthresh=cwnd/2=12$ .同时  $cwnd$  被重置为 1，再次进入慢启动阶段

(2) 连续收到 3 个重复的 ACK(数据丢失了)

1. ssthresh变成cwnd的一半，ssthresh=cwnd/2
2. cwnd重置为ssthresh
3. 进入到拥塞避免阶段

快恢复



如上图，当收到 3 个重复的 ACK， $ssthresh$  被重置为  $cwnd$  的一半，即  $ssthresh=cwnd/2=12$ ，同时  $cwnd$  被重置为  $ssthresh$ ，即 12，同时开始进入拥塞检测阶段， $cwnd$  开始线性增长。

TCP 之拥塞控制

PPT 例题

TCP 的拥塞窗口 cwnd 大小与传输轮次 n 的关系如下所示：

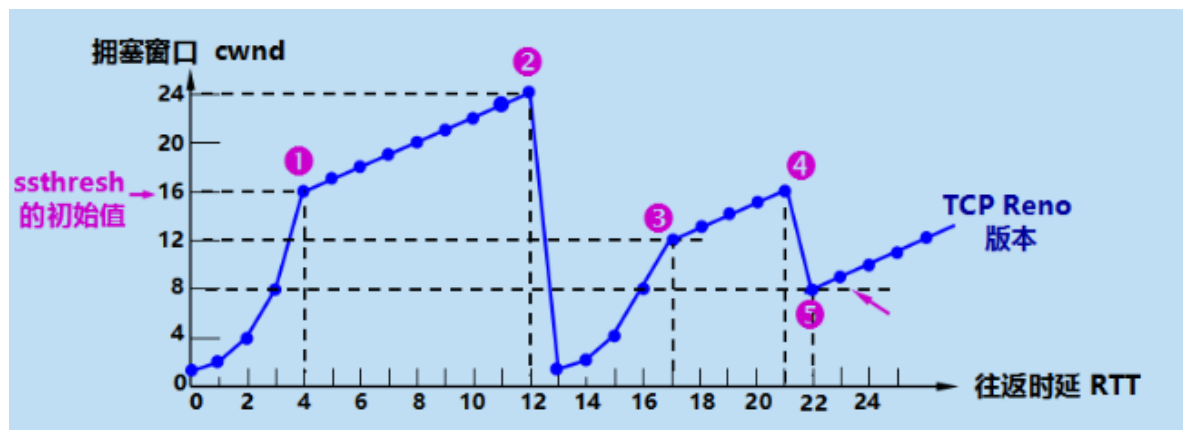
cwnd	1	2	4	8	16	A	18	19	20	21	22	23	24	25	26
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
cwnd	27	28	B	15	16	17	C	1	2	4	8	D	E	11	12
n	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

请将表格中标识为 A、B、C、D、E 拥塞窗口的值写到填空；

A=17 B=14 C=18 D=9 E=10

PPT 练习题

以下是 TCP 拥塞控制的实例图，此图分成 5 部分，请将每一部分采用的算法写入下列填空。



1= 慢开始 2= 拥塞避免 3= 慢开始 4= 拥塞避免 5= 快恢复

复习卷题目

同 PPT 练习题

计算 2-路由表目标选择

PPT 例题

设某路由器建立了如下路由表：

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.240	接口 m0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 m1
128.96.40.0	255.255.255.248	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
0.0.0.0	0.0.0.0	R4

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：（1）128.96.39.16 （2）128.96.39.15 （3）128.96.39.130 （4）128.96.40.8 （5）192.4.153.63 请将这 5 个分组转发的下一跳地址按照(1)至（5）的顺序写入下列填空题。每一空只填 m0、m1、R2、R3、R4 中任意一个。

R4 m0 m1 R4 R3

PPT 练习题

设某路由器建立了如下路由表：

目的网络	子网掩码	下一跳
172.28.4.32	255.255.255.192	R2
172.28.4.128	255.255.255.128	R1
192.168.168.16	255.255.255.224	R3
192.168.168.48	255.255.255.240	R0
0.0.0.0	0.0.0.0	R4

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：

（1）192.168.168.60 （2）172.28.4.95 （3）192.168.168.64 （4）192.168.168.47 （5）172.28.4.255 请将这 5 个分组转发的下一跳地址按照（1）至（5）的顺序写入下列填空题。每一空只填 R0、R1、R2、R3、R4 中任意一个

解：

尝试写出每个网络的范围

目的网络	子网掩码	下一跳
172.28.4.32-172.28.4.95	255.255.255.192	R2
172.28.4.128-172.28.4.255	255.255.255.128	R1
192.168.168.16-192.168.168.47	255.255.255.224	R3
192.168.168.48-192.168.168.63	255.255.255.240	R0
0.0.0.0	0.0.0.0	R4

R0 R2 R4 R3 R1

复习卷题目

设某路由器建立了如下路由表：

目的网络	子网掩码	下一跳
172.28.4.64	255.255.255.192	R2
172.28.4.128	255.255.255.248	R1
192.168.168.16	255.255.255.240	R3
192.168.168.32	255.255.255.224	R0
0.0.0.0	0.0.0.0	R4

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：

(1) 192.168.168.64 (2) 192.168.168.31 (3) 172.28.4.135 (4) 172.28.4.127 (5) 192.168.168.63

试分别计算下一跳地址？请将这 5 个分组转发的下一跳地址按照（1）至（5）的顺序写入下列填空中。

每一空只填 R0、R1、R2、R3、R4 中任意一个。

解：

目的网络范围	子网掩码	下一跳
172.28.4.64-127	255.255.255.192	R2
172.28.4.128-135	255.255.255.248	R1
192.168.168.16-31	255.255.255.240	R3
192.168.168.32-63	255.255.255.224	R0
0.0.0.0	0.0.0.0	R4


正确答案 (1) R4 (2) R3 (3) R1 (4) R2 (5) R0

### 计算 3-TCP 连接管理

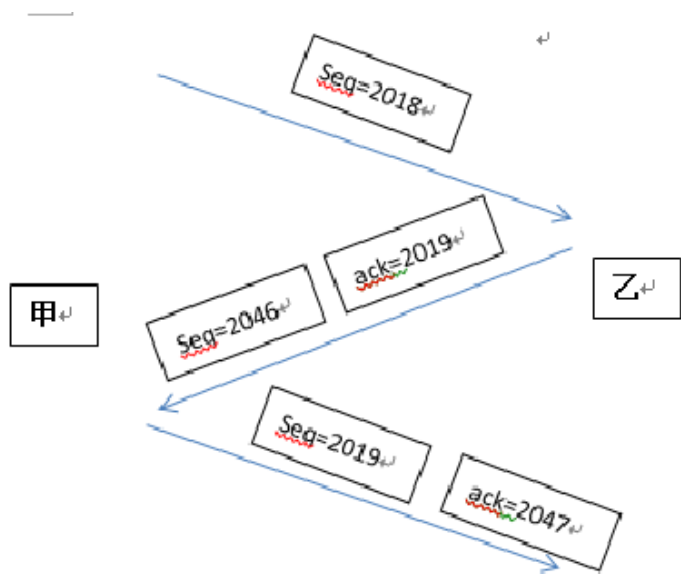
客户端 (Client) 服务器 (Server) | ----- [SYN, seq=x] -----> || <----- [SYN, ACK, seq=y, ack=x+1] || ----- [ACK, seq=x+1, ack=y+1] -> |

#### PPT 例题

【2019 统考真题】若主机甲主动发起一个与主机乙的 TCP 连接，甲、乙选择的初始序列号分别为 2018 和 2046，则第三次握手 TCP 段的确认序列号是（ ）。  
A. 2018                      B. 2019                      C. 2046                      D. 2047



答案 D



#### PPT 练习题

主机 A 向主机 B 发送一个(SYN=1,seq=3050)的 TCP 段，期望与主机 B 建立 TCP 连接，若主机 B 接受该连接请求，则主机 B 向主机 A 发送的正确 TCP 段的 ACK 是（ ）,ack 是（ ）？



ACK=1 （这里可以理解为 SYN 标识） ack=3051

复习卷题目

主机 X 向主机 Y 发送一个(SYN=1,seq=4096)的 TCP 段，期望与主机 Y 建立 TCP 连接，  
若主机 Y 接受该连接请求，则主机 Y 向主机 X 发送的正确 TCP 段的 ACK 是（ ）,ack 是（ ）？  
ACK=1， ack=4097

计算 4-路由表更新

PPT 例题

假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目

目的网络	距离	下一跳路由器
N2	7	C
N3	9	E
N6	3	A
N8	6	D
N9	4	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息

目的网络	距离
N2	4
N3	6
N6	4
N8	9
N9	10

试求出路由器 B 更新后的路由表，请先将到达目的网络的距离依次写入填空中，然后再将下一跳地址依次写入后续的填空  
中；（距离只写数字，下一跳只写大写的字母）

解：

路由器 B 更新后的路由表：

目的网络	距离	下一跳路由器
N2	5	C
N3	7	C
N6	3	A
N8	6	D
N9	4	F

PPT 练习题

假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	5	C
N2	2	C
N6	6	F
N8	4	E
N9	3	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息

目的网络	距离
N1	5
N2	3
N6	5
N8	2
N9	4

试求出路由器 B 更新后的路由表

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	6	C
N2	4	C
N6	6	F
N8	3	C
N9	3	F

这个答案不保真

复习卷题目

假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	5	C
N2	2	C
N6	6	F
N8	4	E
N9	3	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息

目的网络	距离
N1	5
N2	3
N6	5
N8	2
N9	4

试求出路由器 B 更新后的路由表，请先将到达目的网络的距离依次写入填空，然后再将下一跳地址依次写入后续的填空；（距离只写数字，下一跳只写大写的字母）

正确答案

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	3	C
N2	4	C
N6	6	F
N8	3	E
N9	3	F

感觉上面的答案不对

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	6	C
N2	4	C
N6	6	F
N8	3	C
N9	3	F

## 计算 5-局域网地址分配

CIDR <https://blog.csdn.net/Dontla/article/details/132438596>

分配一个连续的 IP 地址范围需要保证子网掩码能够覆盖整个范围。

比如 192.168.0.18-192.168.0.39 这样的分配，单个子网掩码不能完全覆盖

### PPT 例题

一个自治系统有 5 个局域网，LAN1 至 LAN5 上的主机数分别为：3，98，179，3 和 16。该自治系统分配到的 IP 地址块为 172.28.0/23。试按照 LAN2、LAN4、LAN3、LAN1、LAN5 的先后顺序分配完整的 IP 地址以及对应的 CIDR 数。（分配原则：以数值小的空闲地址先分配，并且分配的地址空间大小合理，不可无故浪费）请按照 LAN2、LAN4、LAN3、LAN1、LAN5 的先后顺序写地址段，每一个地址段的范围用该网络的起始 IP 和广播 IP 地址写入两个填空。

CIDR 块分配方案是确定的，但各网络分配次序是任意的。0-127 128-159 160-191 192-223 224-255

分配次序	IP 地址完整数	网络起始地址-网络广播地址

/

分配次序	IP 地址完整数	网络起始地址-网络广播地址
LAN2	128	172.28.0.0-172.28.0.127
LAN4	8	172.28.0.128-172.28.0.135
LAN3	256	172.28.1.0-172.28.1.255
LAN1	8	172.28.0.136-172.28.0.143
LAN5	32	172.28.0.160-172.28.0.191

1,2,4,8,16,32,64,128,256

PPT 练习题

一个自治系统有 5 个局域网，LAN1 至 LAN5 上的主机数分别为：3，98，179，3 和 16。该自治系统分配到的 IP 地址块为 172.28.0/23。试按照 LAN3、LAN4、LAN2、LAN1、LAN5 的先后顺序分配完整的 IP 地址以及对应的 CIDR 数。（分配原则：以数值小的空闲地址先分配，并且分配的地址空间大小合理，不可无故浪费）请按照 LAN3、LAN4、LAN2、LAN1、LAN5 的先后顺序写地址段，每一个地址段的范围用该网络的起始 IP 和广播 IP 地址写入两个填空中。

CIDR 块分配方案是确定的，但各网络分配次序是任意的。0-127 128-159 160-191 192-223 224-255

GPT 参考答案：

分配次序	IP 地址完整数	网络起始地址-网络广播地址
LAN3	256	172.28.0.0 - 172.28.0.255(172.28.0.0/24)
LAN4	8	172.28.1.0 - 172.28.1.7(172.28.1.0/29)
LAN2	128	172.28.1.8 - 172.28.1.135(172.28.1.8/25)
LAN1	8	172.28.1.136 - 172.28.1.143(172.28.1.136)
LAN5	32	172.28.1.144 - 172.28.1.175(172.28.1.144)

复习卷题目

192.168.0/24。LAN1 120 台，LAN2 61 台 LAN3 28 台 LAN4 10 台 LAN5 2 台

按照 4,5,1,3,2 的顺序分配 IP 地址

分配次序	IP 地址完整数	网络起始地址-网络广播地址	子网掩码
LAN4	16	192.168.0.0-192.168.0.15	255.255.255.240 (...11110000)
LAN5	2	192.168.0.16 (...0000 1000) -192.168.0.17(...0000 1001)	255.255.255.254 (...11111110)
LAN1	128	192.168.0.128(...1000 0000)-192.168.0.255(...1111 1111)	255.255.255.128(...10000000)
LAN3	32	192.168.0.32(...0001 0000)-192.168.0.63(...0001 1111)	255.255.255.224(...1111 0000)
LAN2	64	192.168.0.64(...0100 0000)-192.168.0.127(...0111 1111)	255.255.255.192(...1100 0000)

128 64 32 16 8 4 2 1

# 计算 6-海明码校验

⊕ 是异或计算，相异为 1

如何选择要计算的位置：

P1=1B -> 对应所有位置中二进制编码为 xx1B 的数，如 3(11B),5(101B),7(111B) P2=10B -> 对应所有位置中二进制编码为 x1xB 的数,如 3(11B),6(110B),10(1010B)

校验位的放置位置为 1,2,4,8.....

$2^{(校验位个数)} > k + 校验位个数 + 1$

## PPT 例题

已知要发送的数据为 100101，如果采用海明码校验，假设只有一个 bit 跳变，接收端收到的 bit 序列为：1000101111，请问是否有 bit 跳变，如有跳变是第几位？（方向从 bit 串**从右向左**）将答案写入填空，第一空填有或无，第二空填数字或无。

检查传过来的数据：

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	二进制编号位
1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001	编号位二进制码
1	0		0	1	0		1			数据位
P4=1						P3=1		P2=1	P1=1	校验位
1	0	P'4=0	0	1	0	P'3=1	1	P'2=1	P'1=1	题目给定 bit 串

校验计算：

$P1=3\oplus5\oplus7\oplus9=1\oplus0\oplus0\oplus0=1=P'1$

$P2=3\oplus6\oplus7\oplus10=1\oplus1\oplus0\oplus1=1=P'2$

$P3=5\oplus6\oplus7=0\oplus1\oplus0=1=P'3$

$P4=9\oplus10=1\oplus0=1\neq P'4$

发现  $P4\neq P'4$ (也就是  $P4\oplus P'4=1$  出现“1”这个错误码) 出现比特跳变

综合错误码 = （按照  $P4\oplus P'4,P3\oplus P'3,P2\oplus P'2,P1\oplus P'1$  排序）1000 = 8 （也就是第 8 位跳变了，反转第 8 位为 1 即可）

收到的编码：1000101111

纠正后的编码：1010101111

## PPT 练习题

同复习题卷

## 复习卷题目

已知接收端收到的 bit 序列是 01010011001100，假设传输过程中 1 个数据位 bit 跳变，采用海明码进行校验，请判断该 bit 串是第几位跳变？（方向从 bit 串从右向左）将答案写入填空。

编 码 位	D14	D13	D12	D11	D10	D9	8(P4)	D7	D6	D5	4(P3)	D3	2(P2)	1(P1)
编 码 位 二 进 制	1110	1101	1100	1011	1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
接 受 到 的 编 码	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0

验证编码：

$S_4 = P_4 \oplus P'_4 = P_4 \oplus D_9 \oplus D_{10} \oplus D_{11} \oplus D_{12} \oplus D_{13} \oplus D_{14} = 1$

$S_3 = P_3 \oplus P'_3 = P_3 \oplus D_5 \oplus D_6 \oplus D_7 \oplus D_{12} \oplus D_{13} \oplus D_{14} = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$

$S_2 = P_2 \oplus P'_2 = P_2 \oplus D_3 \oplus D_6 \oplus D_7 \oplus D_{10} \oplus D_{11} \oplus D_{14} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$

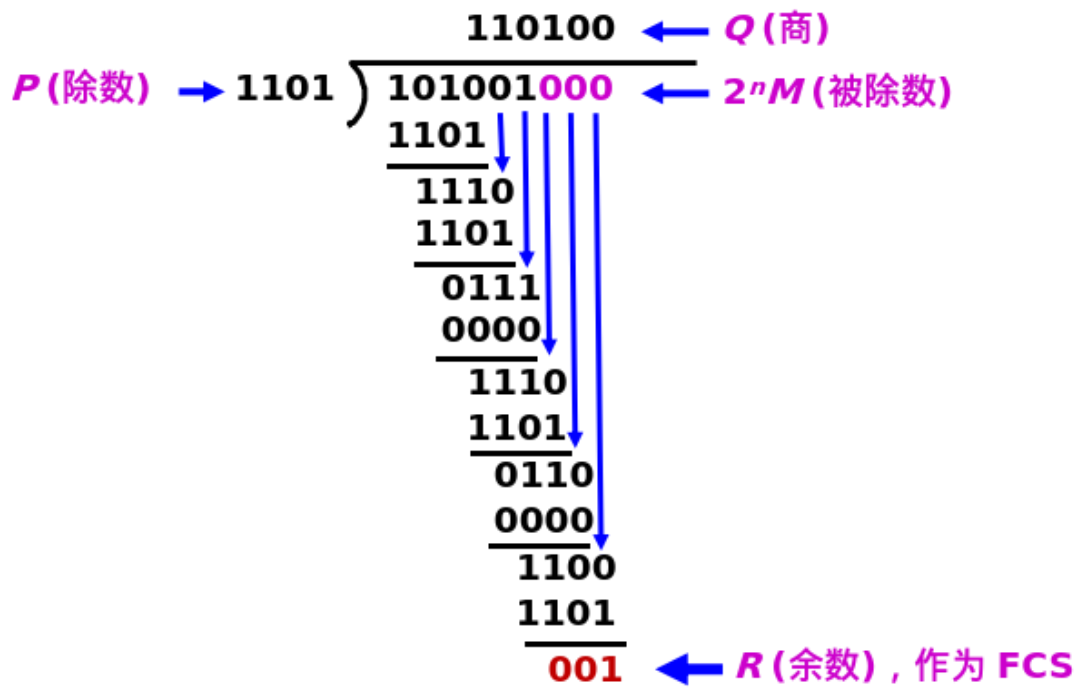
$S_1 = P_1 \oplus P'_1 = P_1 \oplus D_3 \oplus D_5 \oplus D_7 \oplus D_9 \oplus D_{11} \oplus D_{13} = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$

$S = 1110 = 14$

## 计算 7-CRC

### PPT 例题

要发送的数据为 101001。采用 CRC 的生成多项式是  $P(X)=X^3+X^2+1$ 。试求应添加在数据后面的余数。





PPT 练习题

原始报文 1010001110010101，生成多项式  $G(X)=X^4+X^3+1$ ，求余数？

解：

多项式对应二进制码为 11001

多项式最高为 4，原始报文添加 4 个 0 -> 1010001110010101 0000

```

    上面是商，但可以直接扔掉
    ---
11001 / 10100011100101010000
      11001
      ---
01101011100101010000
      11001
      ---
001111100101010000
      00000
      ----
01111100101010000
      00000
      ----
1111100101010000
      11001
      ----
011000101010000
      00000
      ---
11000101010000
      11001
      ---
0001101010000
      00000
      ----
001101010000
      00000
      ---
01101010000
      00000
      ---
1101010000
      11001
      ---
001110000
      00000
      ---
01110000
      00000
      ---
1110000
      11001
      ---
010100
      00000
      ---
10100
```

```
11001
```

```
---
```

取最后 4 位

答案：1101

复习卷题目

CRC 多项式为  $G(x)=X^4+X+1$

传送的码字为 10110,求余数

解：

```
10011/101100000
  10011
  ---
  01010000
  00000
  ----
  1010000
  10011
  ---
  011100
  00000
  ---
  11100
  10011
  ---
  1111
```

答案：1111

## 计算 8-CDMA

PPT 例题

在 CDMA 通信中，已知 4 个站的码片序列如下：

A: (+1+1+1-1-1+1-1-1) B: (+1+1-1+1-1-1+1+1) C: (+1-1+1-1-1-1+1+1) D: (+1-1+1+1+1+1-1+1)

若接收端的叠加信号是：-2 -2 0 +2 +4 +2 0 0，请将 A、B、C、D 的发送情况按次序写入填空。

解：接收端叠加信号：-2 -2 0 +2 +4 +2 0 0

A 站码片序列：+1 +1 +1 -1 -1 +1 -1 -1 叠加信号与 A 站内积：-2 -2 0 -2 -4 +2 0 0 = -1 A 站发了二进制 0

B 站码片序列：+1 +1 -1 +1 -1 -1 -1 +1 叠加信号与 B 站内积：-2 -2 0 +2 -4 -2 0 0 = -1 B 站发了二进制 0

C 站码片序列：+1 -1 +1 -1 -1 -1 +1 +1 叠加信号与 C 站内积：-2 +2 0 -2 -4 -2 0 0 = -1 C 站发了二进制 0

D 站码片序列：+1 -1 +1 +1 +1 +1 -1 +1 叠加信号与 D 站内积：-2 +2 0 +2 +4 +2 0 0 = 1 D 站发了二进制 1

PPT 练习题

已知有 4 个站进行码分多址通信。4 个站的码片序列为：A：（-1-1-1+1+1-1+1+1） B：（-1-1+1-1+1+1+1-1） C：（-1+1-1+1+1-1-1） D：（-1+1-1-1-1+1-1） 假设 A、B、C 发送了二进制 1，D 发送了二进制 0， 请将接收端的叠加信号写入 填空中。

发送二进制 1 时的信号：当一个用户发送二进制 1 时，其发送信号等于该用户的码片序列。 发送二进制 0 时的信号：当一个用户发送二进制 0 时，其发送信号等于该用户的码片序列的相反数（即取负）。

A：（-1-1-1+1+1-1+1+1） B：（-1-1+1-1+1+1+1-1） C：（-1+1-1+1+1-1-1） -D：（+1-1+1+1+1+1-1+1）

-2 -2 0 +2 +4 +2 0 0

复习卷题

在 CDMA 通信中，已知 4 个站的码片序列如下：

A：（+1+1+1-1-1+1-1-1） B：（+1+1-1+1-1-1+1） C：（+1-1+1-1-1+1+1） D：（+1-1+1+1+1-1+1）

若接收端的叠加信号是： +4 0 +2 0 -2 0 -2 +2 ， 请将 A、B、C、D 的发送情况按次序写入填空中，

只填 1 或 0 或没发。

解：

接收	+4	0	+2	0	-2	0	-2	+2
A	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1
A 叠加	4	0	2	0	2	0	2	-2
B	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1
B 叠加	4	0	-2	0	2	0	2	2
C	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1
C 叠加	4	0	2	0	2	0	-2	2
D	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1
D 叠加	4	0	2	0	-2	0	2	2

答案：1 1 1 1