

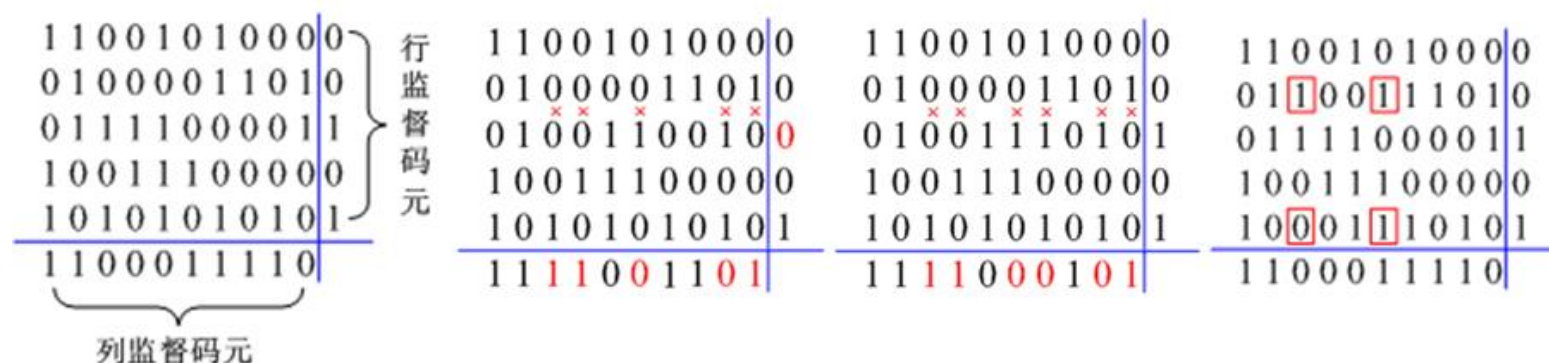
● 差错控制编码

➤ 奇偶校验码(奇偶监督码)

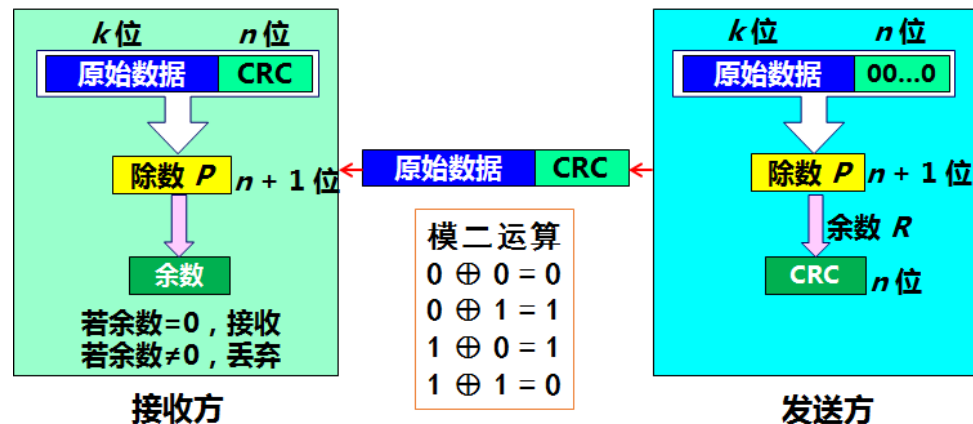
偶校验: $C_{n-1} \oplus C_{n-2} \oplus \dots \oplus C_2 \oplus C_1 \oplus C_0 = 0$

奇校验: $C_{n-1} \oplus C_{n-2} \oplus \dots \oplus C_2 \oplus C_1 \oplus C_0 = 1$

➤ 矩阵校验码 (行列监督码、二维奇偶校验码)



➤ 循环冗余校验码



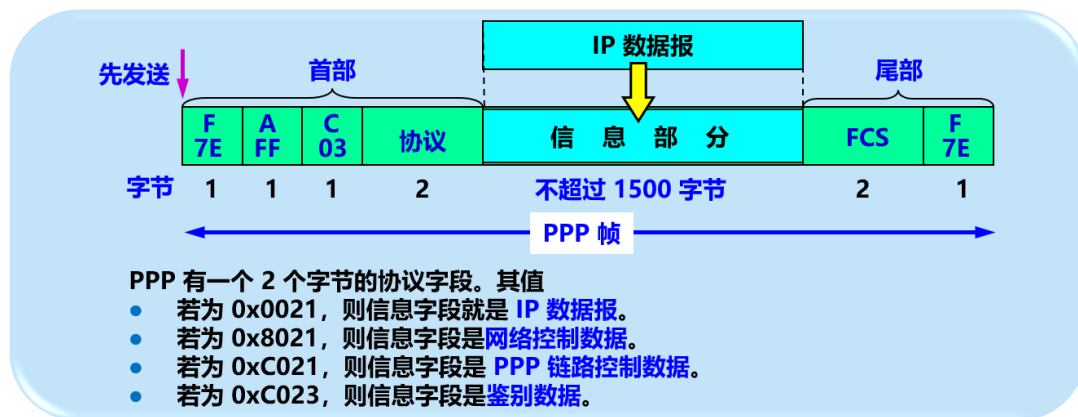
● 点对点信道的数据链路层协议

➤ SLIP

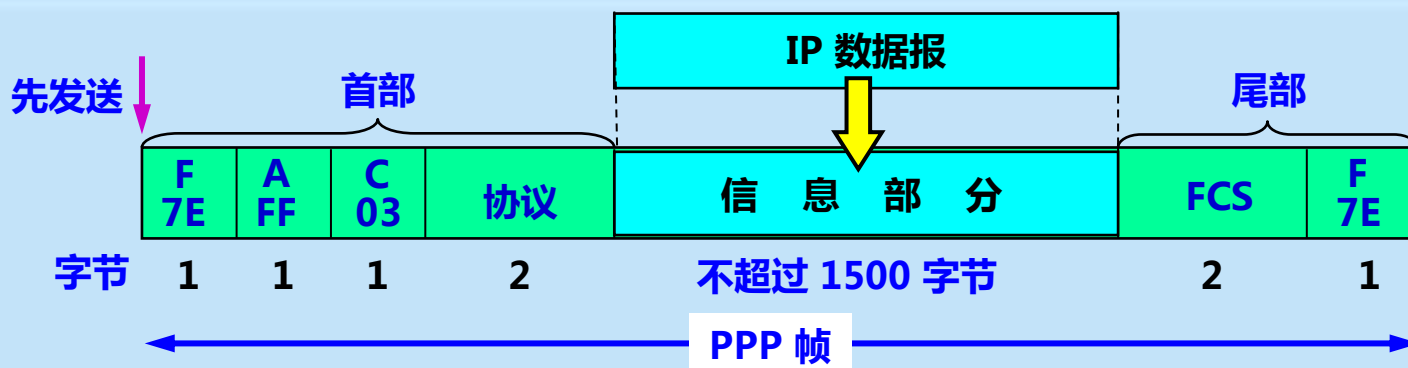
线路速率非常低；没有寻址功能；数据帧中没有类型标记；没有差错检测和校正功能。

➤ PPP

- 能够在多种链路上运行
串行、并行；同步、异步；交换、非交换；电、光
- 提供了在点对点链路上传输多种不同类型协议数据的标准方法
- 由三个部分组成：将 IP 数据报封装到串行链路的方法；链路控制协议（LCP）；网络控制协议（NCP）。



PPP 的帧格式



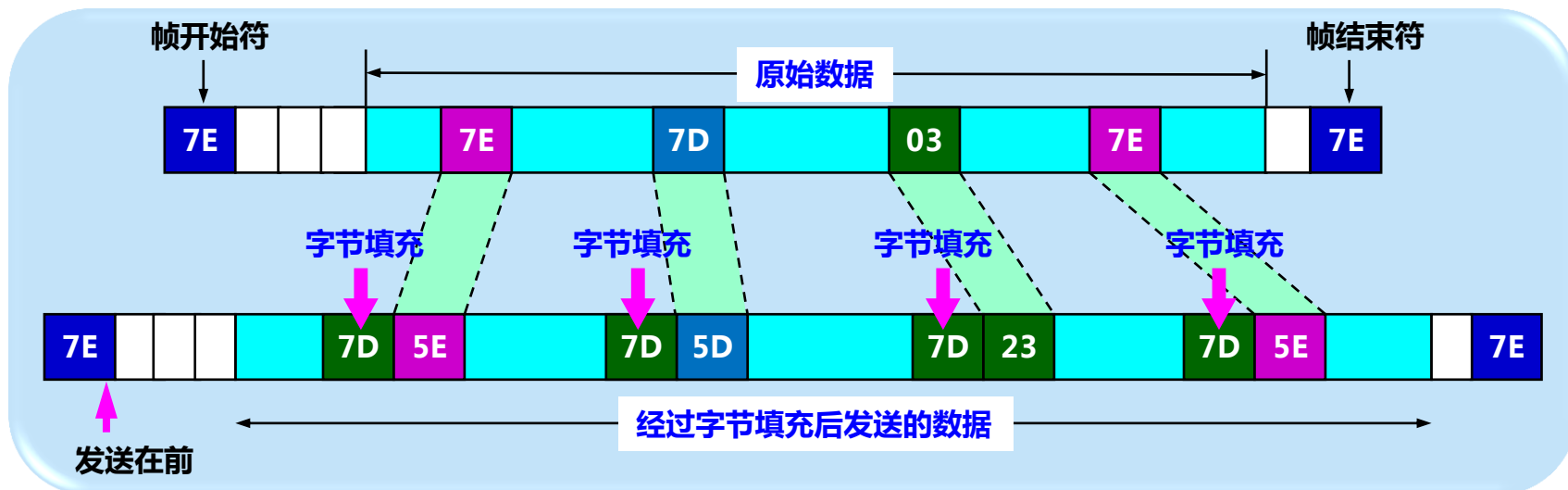
PPP 有一个 2 个字节的协议字段。其值

- 若为 0x0021, 则信息字段就是 **IP 数据报**。
- 若为 0x8021, 则信息字段是 **网络控制数据**。
- 若为 0xC021, 则信息字段是 **PPP 链路控制数据**。
- 若为 0xC023, 则信息字段是 **鉴别数据**。

透明传输问题

- 当 PPP 用在异步传输时, 就使用一种特殊的**字节填充法**。
- 当 PPP 用在同步传输时, 协议规定采用硬件来完成**比特填充** (和高级数据链路控制 (HDLC) 的做法一样)。

PPP 提供的透明传输方法——字节填充法



- 将信息字段中出现的 0x7E 字节均转变成为 2 字节序列 (0x7D, 0x5E)。
- 若信息字段中出现 0x7D 字节, 将其转变成为 2 字节序列 (0x7D, 0x5D)。
- 若信息字段中出现 ASCII 码的控制字符 (即数值小于 0x20 的字符), 则在该字符前面要加入一个 0x7D 字节, 同时将该字符的编码加以改变。
(0x7D, 控制字符+0x20)

PPP 提供的透明传输方法——零比特填充

- PPP 用在 SONET/SDH 链路时，使用同步传输（一连串的比特连续传送），这时 PPP 采用零比特填充方法来实现透明传输。
- 在发送端，只要发现有 5 个连续 1，则立即填入一个 0。
- 接收端对帧中的比特流进行扫描，每当发现 5 个连续 1 时，就把这 5 个连续 1 后的一个 0 删除。

信息字段中出现了和标志
字段 F 完全一样的 8 比特
组合 0x7E

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0

会被误认为是标志字段 F

发送端在 5 个连 1 之后
填入比特 0 再发送出去

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

发送端填入 0 比特

接收端把 5 个连 1
之后的比特 0 删除

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

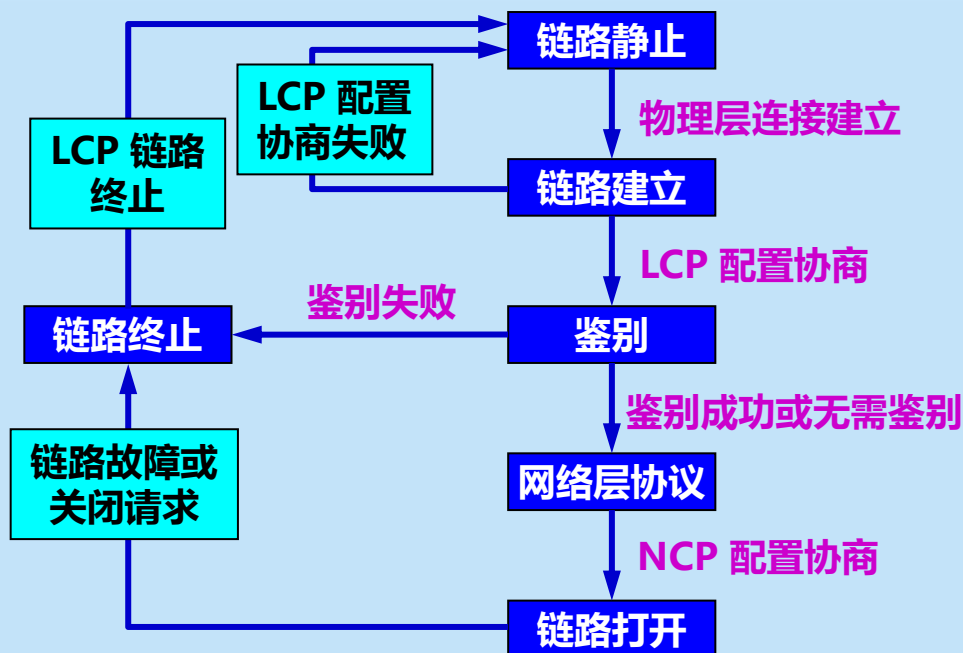
接收端删除填入的 0 比特

数据部分恰好出现与 0x7E 一样的二进制位串

PPP 的工作过程

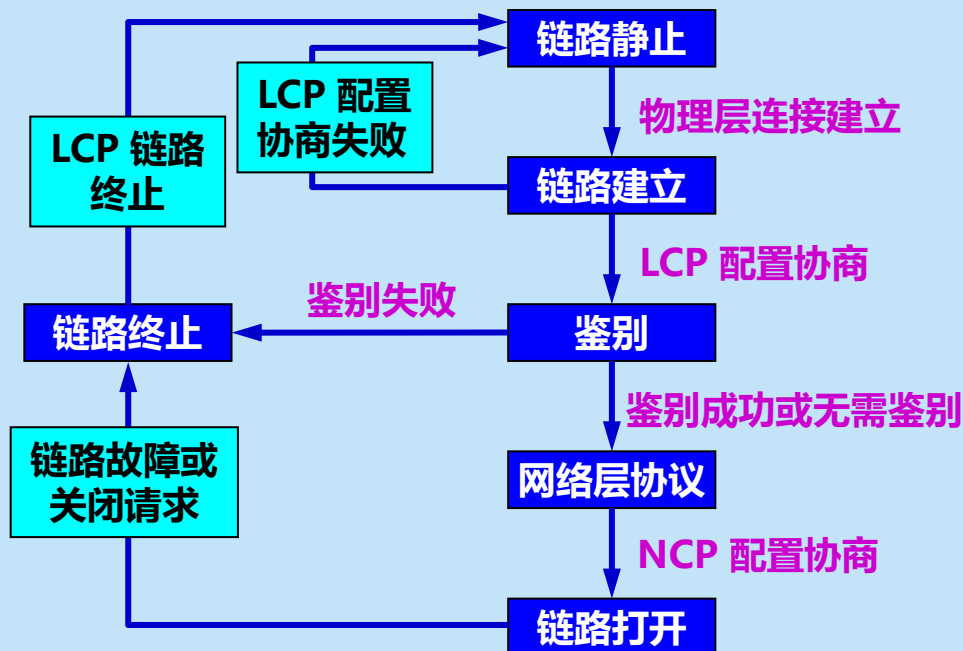
- 当用户通过调制解调器拨号接入 ISP 时，路由器对拨号做出确认，并建立一条物理连接。
- 主机向路由器发送一系列的 LCP 分组（封装成多个 PPP 帧）。
- 这些分组及其响应选择一些 PPP 参数，并进行网络层配置，NCP 给新接入的主机分配一个临时的 IP 地址，使主机成为互联网上的一个主机。
- 通信完毕时，NCP 释放网络层连接，收回原来分配出去的 IP 地址。接着，LCP 释放数据链路层连接，最后释放的是物理层的连接。
- 可见，PPP 协议已不是纯粹的数据链路层的协议，它还包含了物理层和网络层的内容。

PPP 的工作过程



PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程

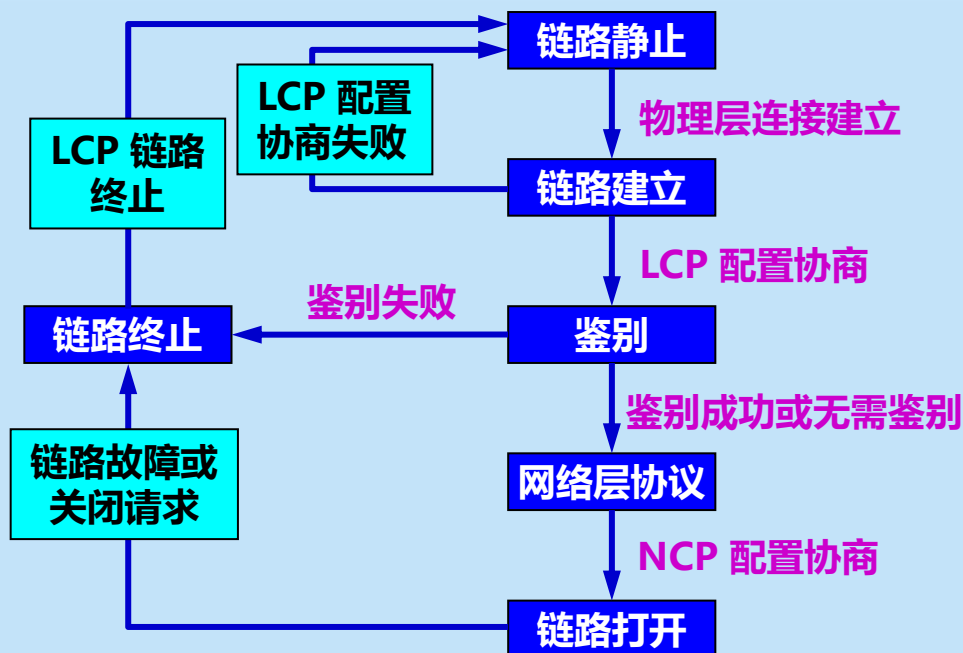


LCP协商选项

- ★ 最大接收单元(MRU)
- ★ 鉴别协议
- ★ 链路压缩
- ★ 多链路捆绑

PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程



PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程

- **鉴别**是要验证通信的对方的确是自己所要通信的对象，而不是其他的冒充者，并且所传送的报文是完整的，没有被他人篡改过。
- 常用的鉴别协议
 - 口令鉴别协议（PAP）
 - 质询握手鉴别协议（CHAP）

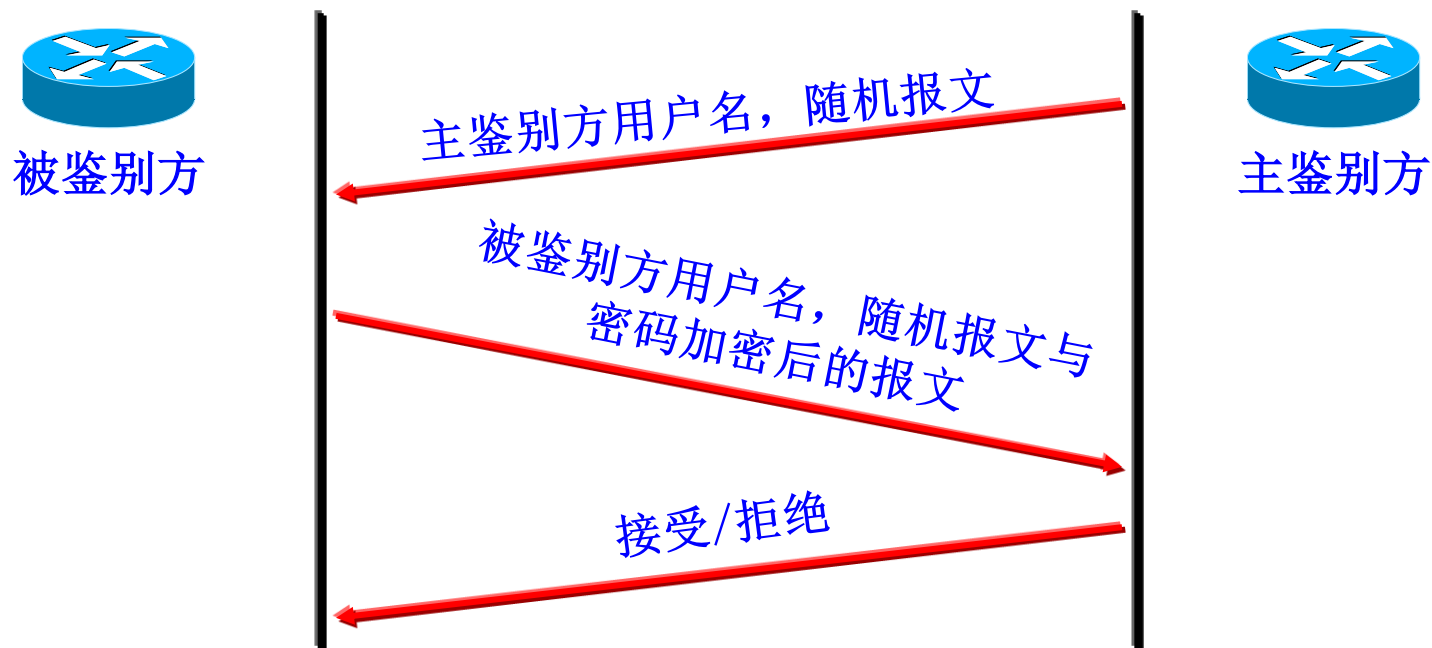
PPP 的工作过程

- 口令鉴别协议（PAP），两次握手鉴别协议，口令以明文传送，被鉴别方首先发起鉴别请求。

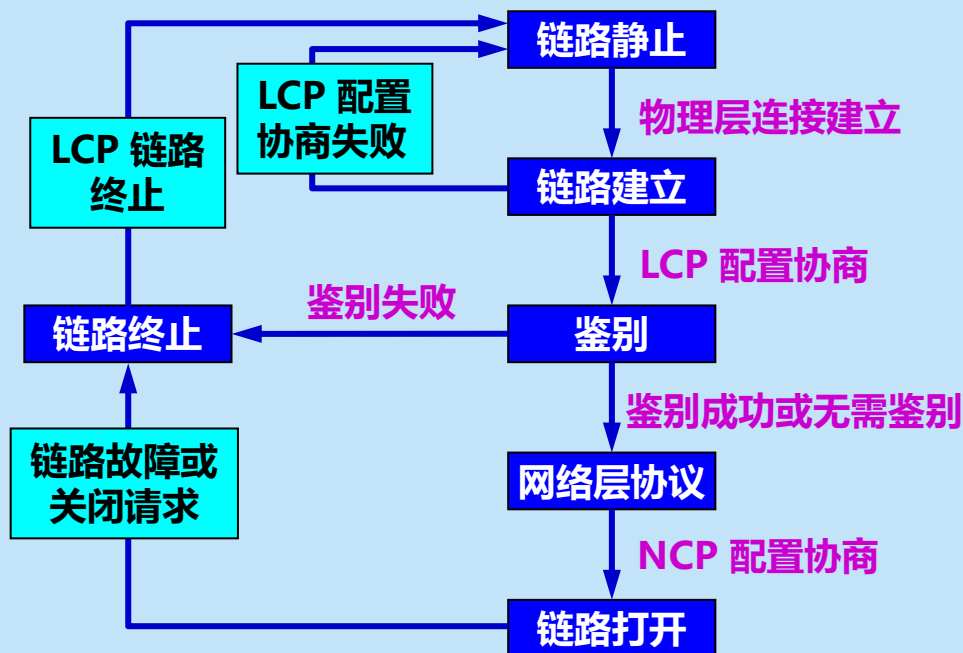


PPP 的工作过程

- **质询握手鉴别协议 (CHAP)**，**三次握手**鉴别协议，**主鉴别方**首先发起鉴别请求，安全性比PAP高。



PPP 的工作过程

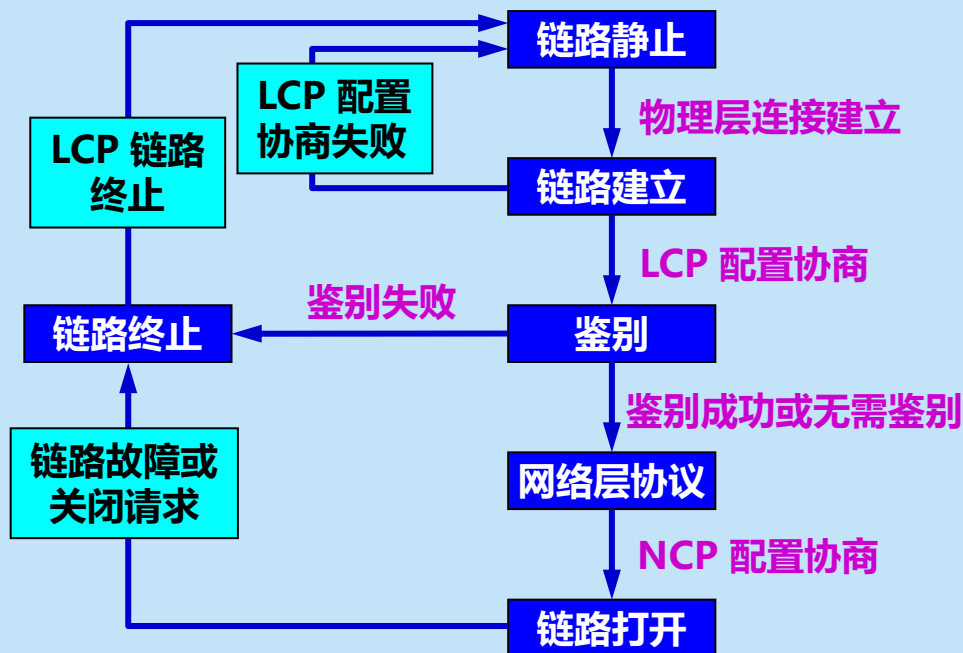


传送的分组：

- ★ LCP 分组
- ★ 鉴别协议的分组
- ★ 检测链路质量的分组

PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程



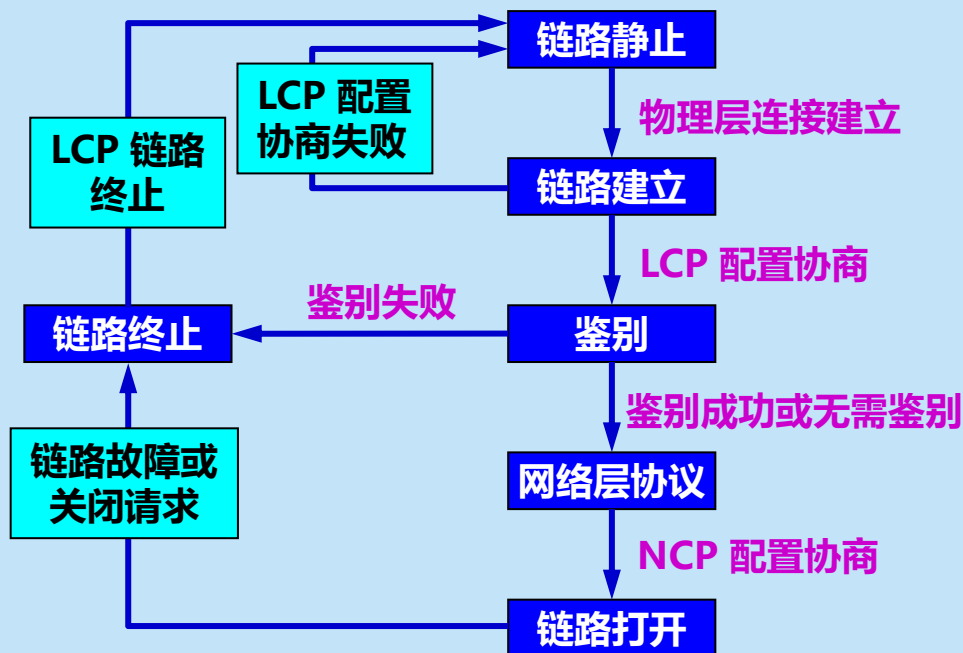
协商网络层参数

★ IP 地址

★ DNS 服务器的 IP 地址

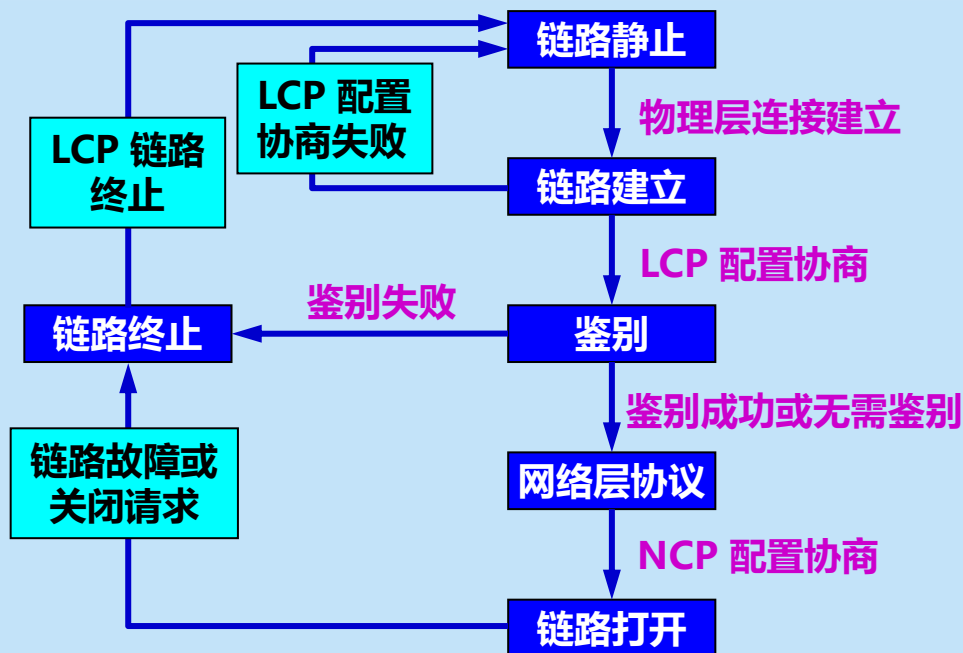
PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程



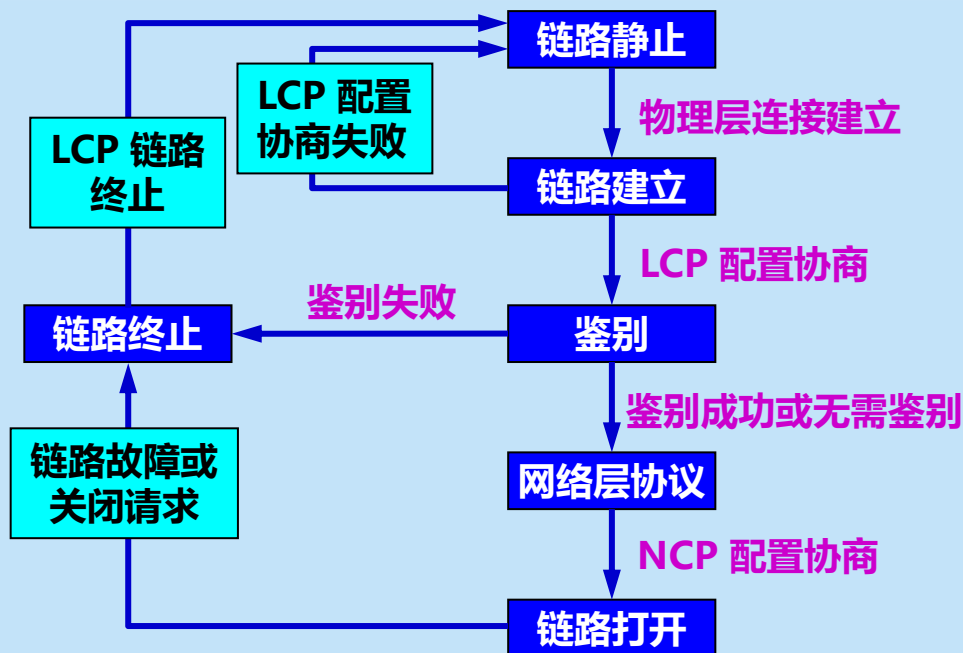
PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程



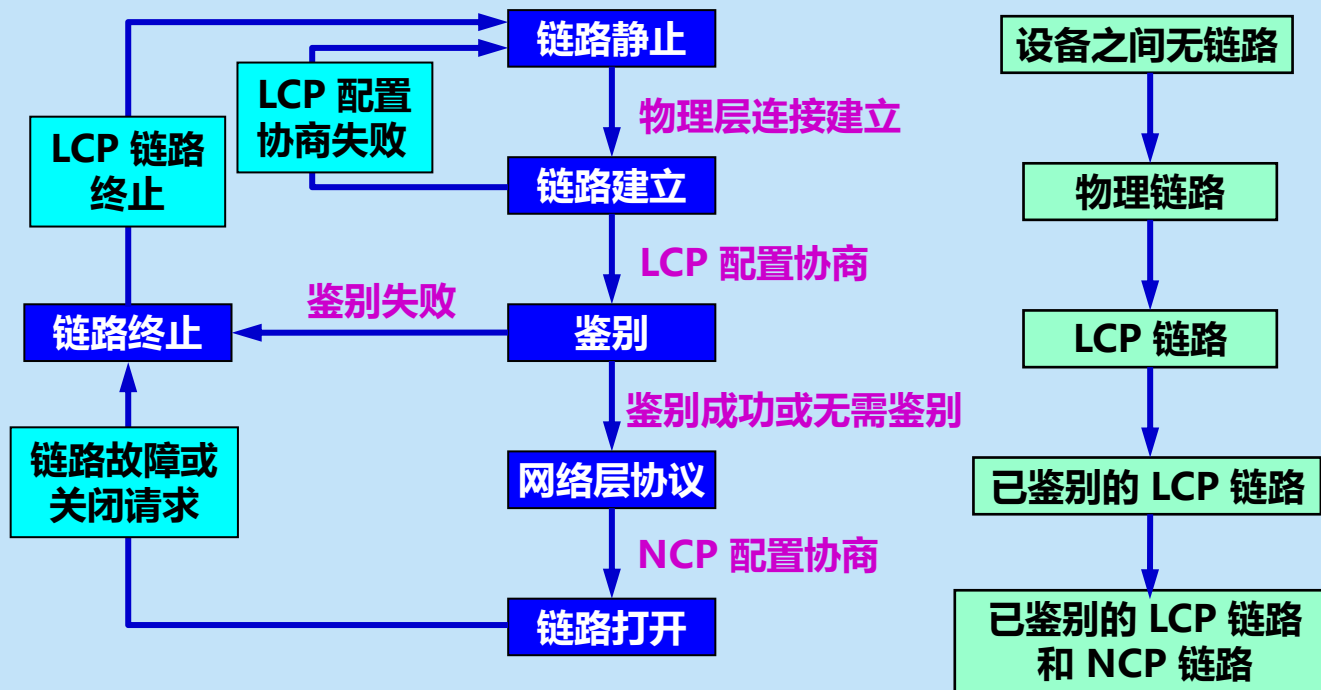
PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程



PPP 协议的状态图

PPP 的工作过程

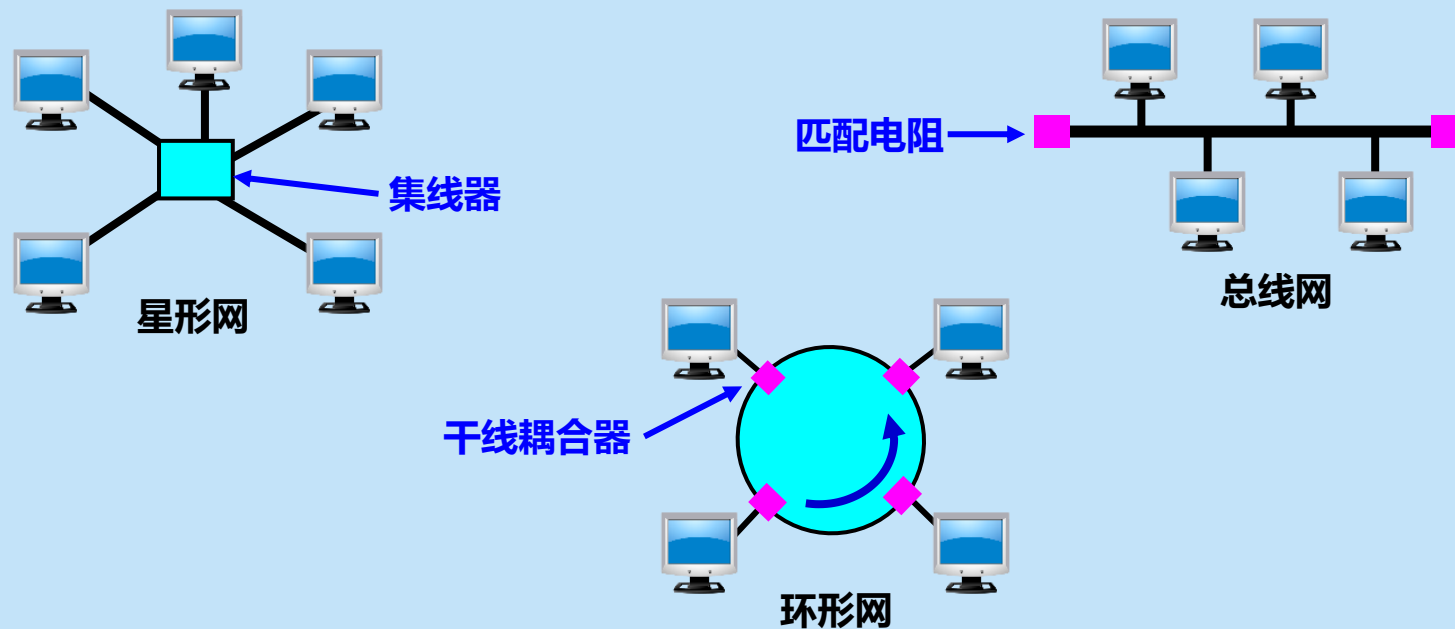


PPP 协议的状态图

局域网的数据链路层

- 局域网使用的是**广播信道**。
- 局域网最主要的**特点**
 - 网络为一个单位所拥有；
 - 地理范围和站点数目均有限。
- 局域网的**主要优点**
 - 具有广播功能，从一个站点可很方便地访问全网。局域网上的主机可共享连接在局域网上的各种硬件和软件资源。
 - 便于系统的扩展和逐渐地演变，各设备的位置可灵活调整和改变。
 - 提高了系统的可靠性和可用性。

局域网的数据链路层



局域网拓扑结构

局域网的数据链路层规范

- **DIX Ethernet II**是世界上第一个局域网的**规约**。
- **IEEE 802.3**是第一个**IEEE**的局域网标准。
- IEEE 802又称为局域网/城域网标准委员会 (LMSC, LAN/MAN Standards Committee), 致力于研究**局域网和城域网的物理层和MAC层**中定义的服务和协议, 对应OSI网络参考模型的**最低两层**(物理层和数据链路层)。

802.10安全与加密

802.1局域网概述、体系结构、网络互连和网络管理

802.2 逻辑链路控制LLC

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 802.3 | 802.4 | 802.5 | 802.6 | 802.9 | 802.11 | 802.12 | 802.14 | 802.15 | 802.16 | 802.17 | 802.20 |
| 以太网 | 令牌总线 | 令牌环 | 城域网 | 语音数据网 | 无线局域网 | 100VG Any LAN | 交互式电视网 | 无线蓝牙 | 无线城域网 | 电信以太网 | 移动宽带网 |
| 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 | 物理层 |

LLC层

MAC层

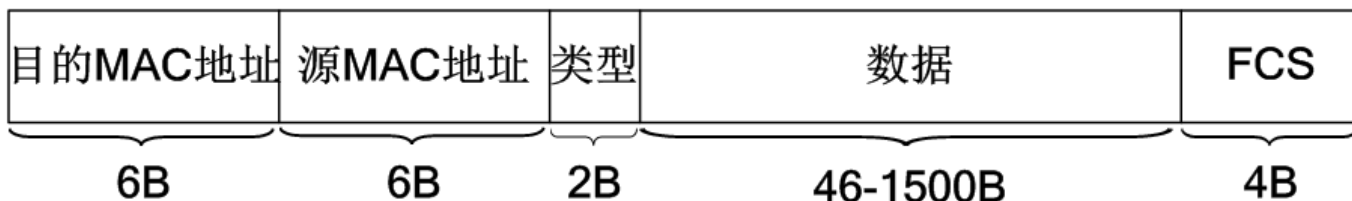
物理层

802.7宽带技术

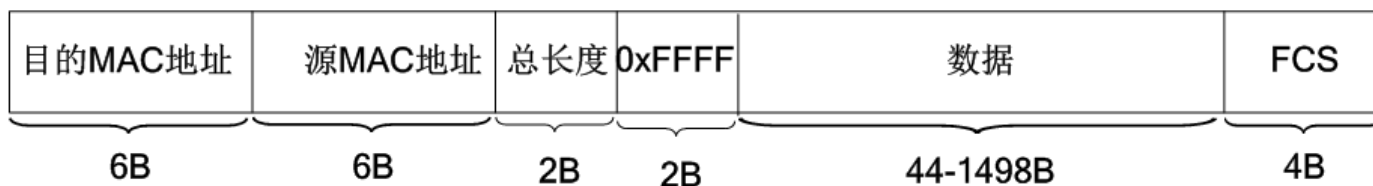
802.8光纤技术

- **媒体接入控制(MAC)子层**：与接入到传输媒体有关的内容都放在MAC子层。
- **逻辑链路控制(LLC)子层**：与传输媒体无关, 负责没有中间交换节点的两个站之间的数据帧的传输。

局域网的数据链路层—帧格式



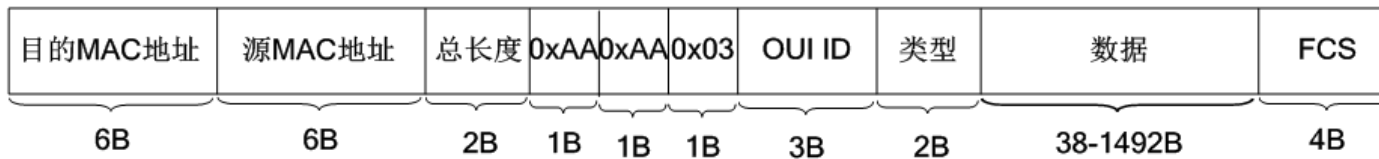
Ethernet II Frame



Novell Ethernet Frame



IEEE 802.3/802.2 Frame



Ethernet SNAP Frame

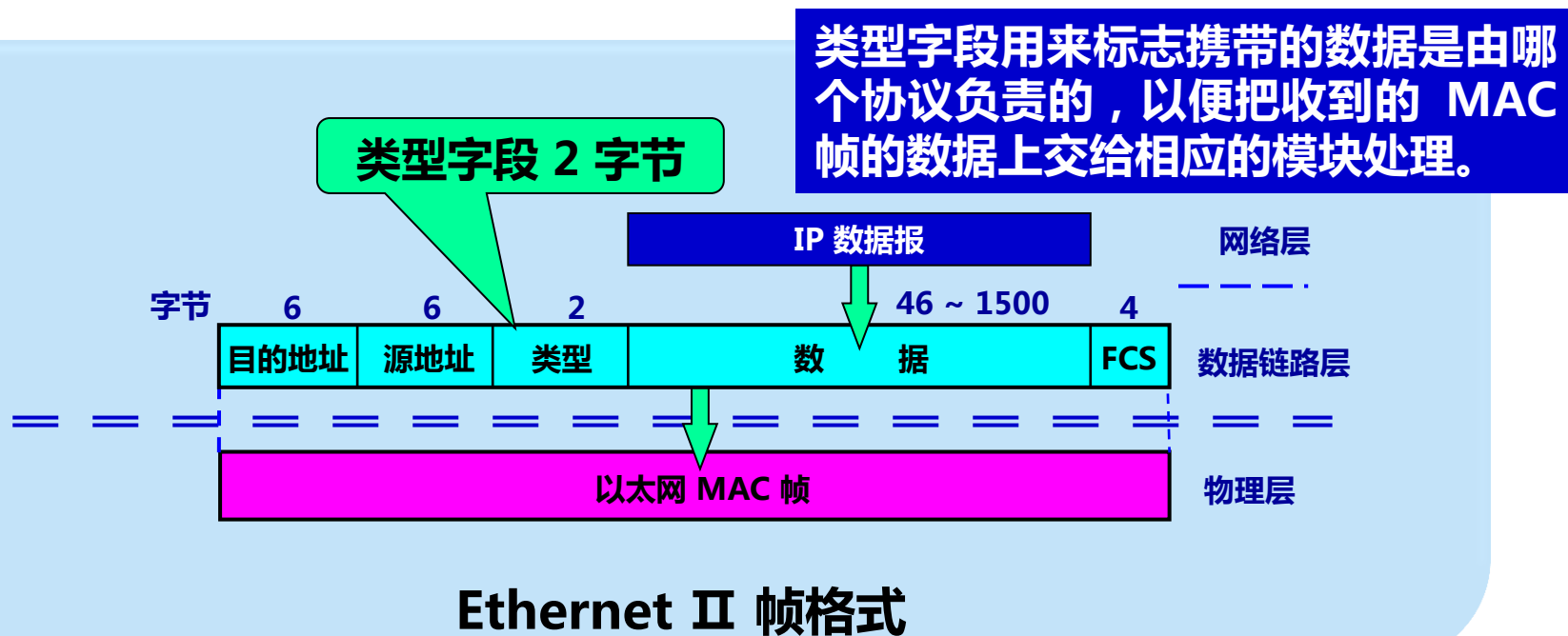
局域网的数据链路层—MAC地址

- MAC 地址字段包括 6 个字节 (48位)。
- 地址字段中的前 3 个字节 (即高位 24 位)，称为组织唯一标识符，IEEE 的注册管理机构 RA 负责向厂家分配。
- 地址字段中的后 3 个字节 (即低位 24 位) 由厂家自行指派，称为扩展唯一标识符，必须保证生产出的适配器没有重复地址。
- 生产适配器时，6 字节的 MAC 地址已被固化在适配器的 ROM，因此，MAC 地址也叫做硬件地址或物理地址。



局域网的数据链路层—以太网帧

- 最常用的 MAC 帧是 **Ethernet II** 的格式。

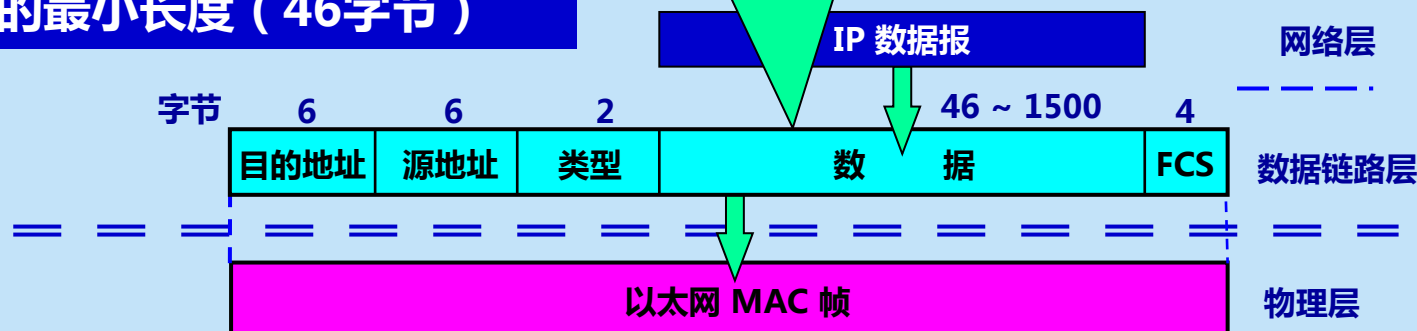


局域网的数据链路层—以太网帧

- 最常用的 MAC 帧是 **Ethernet II** 的格式。

数据字段的最小长度 64 字节 -
18 字节的首部和尾部 = 数据
字段的最小长度 (46 字节)

数据字段 46 ~ 1500 字节



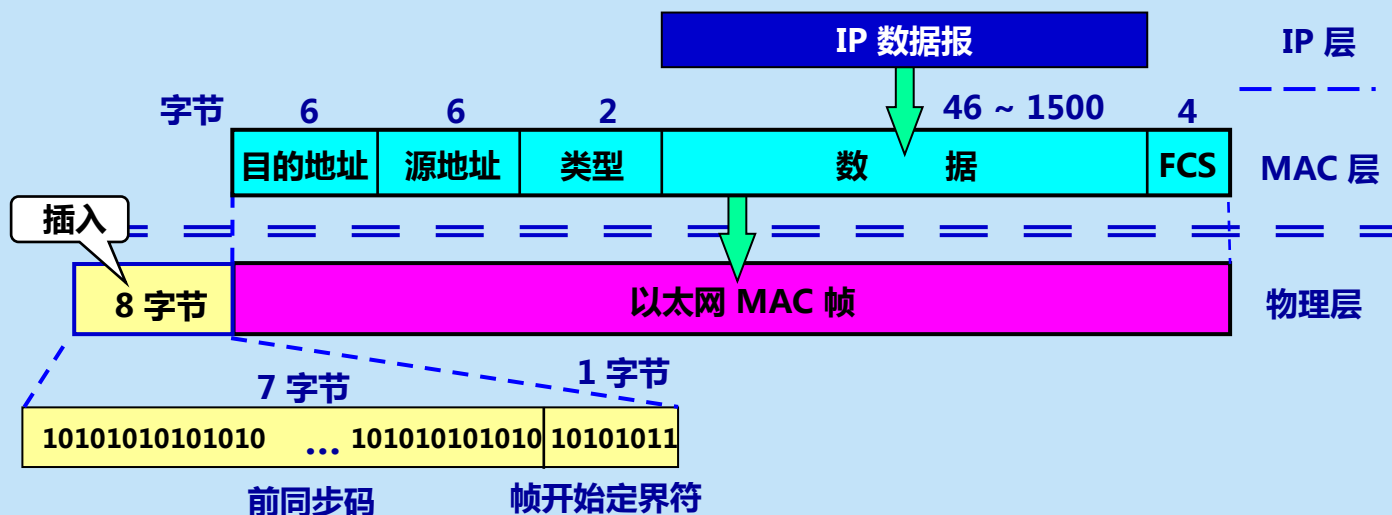
Ethernet II 帧格式

当数据字段的长度小于 46 字节时，应在数据字段的后面加入整数字节的**填充字段**，以保证以太网的 MAC 帧长不小于 64 字节。

局域网的数据链路层—以太网帧

- 最常用的 MAC 帧是 Ethernet II 的格式。

在帧的前面插入（硬件生成）的 8 字节中，第一个字段共 7 个字节，是前同步码，用来迅速实现 MAC 帧的比特同步。第二个字段 1 个字节是帧开始定界符，表示后面的信息就是 MAC 帧。



Ethernet II 帧格式

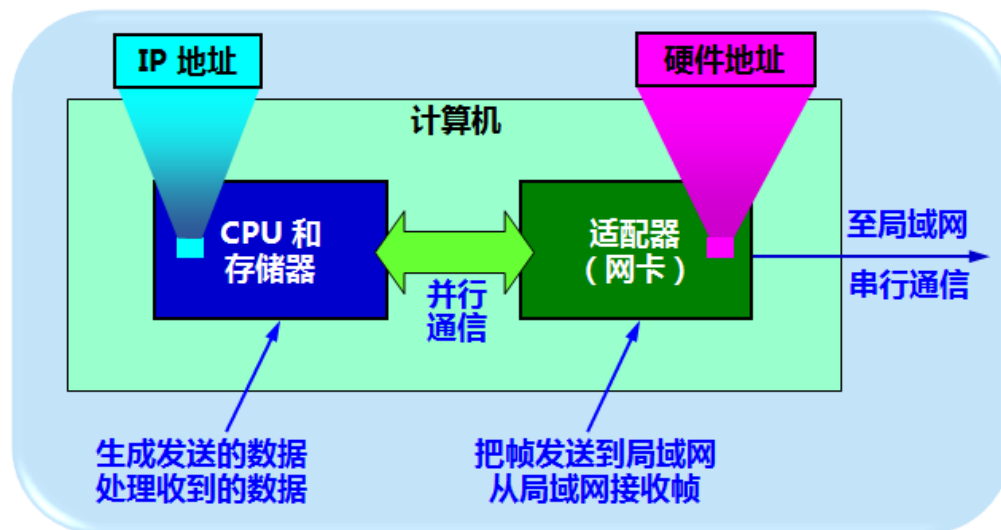
局域网的数据链路层—以太网帧

- 无效的 MAC 帧
 - 数据字段的长度与长度字段的值不一致；
 - 帧的长度不是整数个字节；
 - 用收到的帧检验序列 FCS 查出有差错；
 - 数据字段的长度不在 46 ~ 1500 字节之间。

对于检查出的无效 MAC 帧就简单地丢弃，以太网不负责重传丢弃的帧。

计算机通过适配器和局域网进行通信

- 网络接口板又称为**通信适配器** (adapter) 或**网络接口卡** NIC (Network Interface Card) , 或 “**网卡**” 。
- 适配器的重要功能
 - 数据帧的封装与解封装
 - 进行串/并、并/串转换
 - 编译码
 - 对数据进行缓存
 - 数据过滤



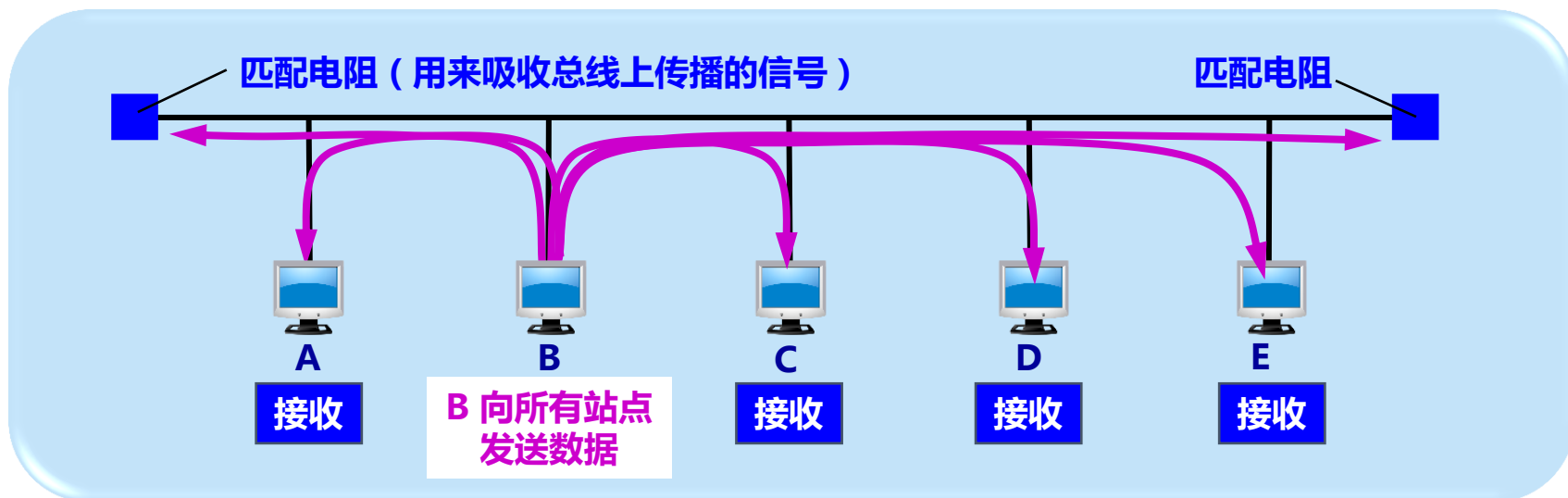
计算机通过适配器和局域网进行通信

适配器检查 MAC 地址

- 每收到一个 MAC 帧就首先用硬件检查 MAC 帧中的 MAC 地址。
 - 如果是发往本站的帧则收下，然后再进行其他的处理。
 - 否则就将此帧丢弃，不再进行其他的处理。
 - “发往本站的帧”包括以下三种帧：
 - 单播 (unicast) 帧 (一对一)
 - 广播 (broadcast) 帧 (一对全体)
 - 多播 (multicast) 帧 (一对多)
 - 只有目的地址才能使用广播地址和多播地址。
 - 以混杂方式 (promiscuous mode) 工作的以太网适配器只要“听到”有帧在局域网上传输就都接收下来。
- 所有的适配器都至少能够识别前两种帧，即能够识别单播地址和广播地址。
 - 有的适配器可用编程方法识别多播地址。

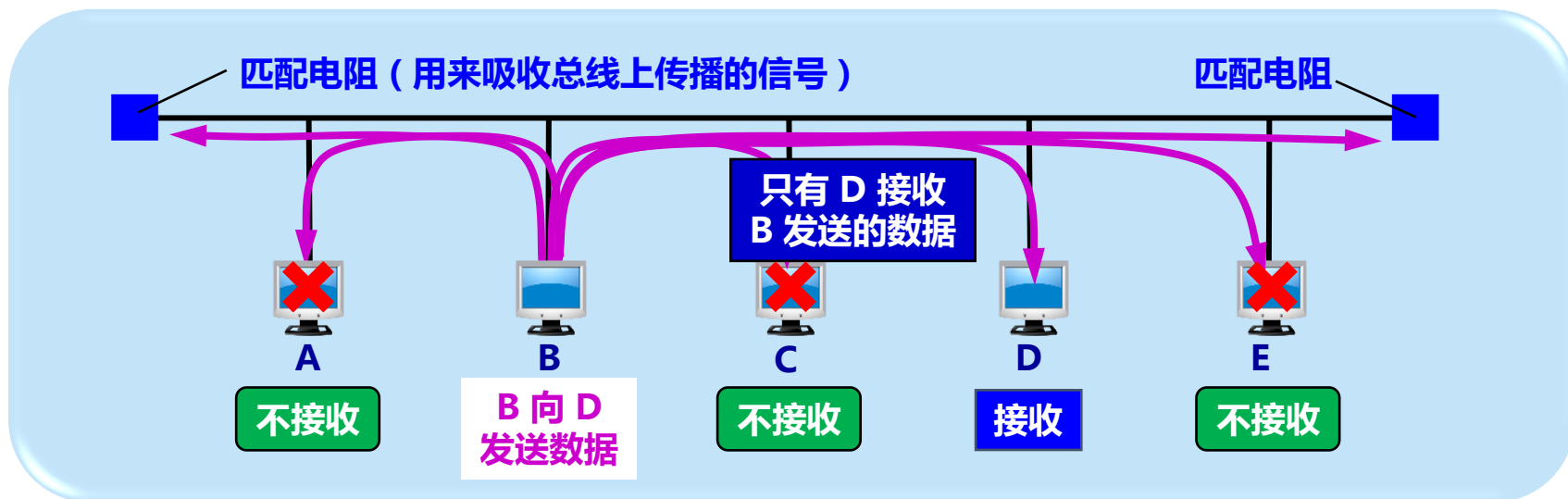
局域网的数据链路层

- 最初的局域网是将许多计算机都连接到一根总线上，易于实现广播通信。当初认为这样的连接方法既简单又可靠，因为总线上没有有源器件。



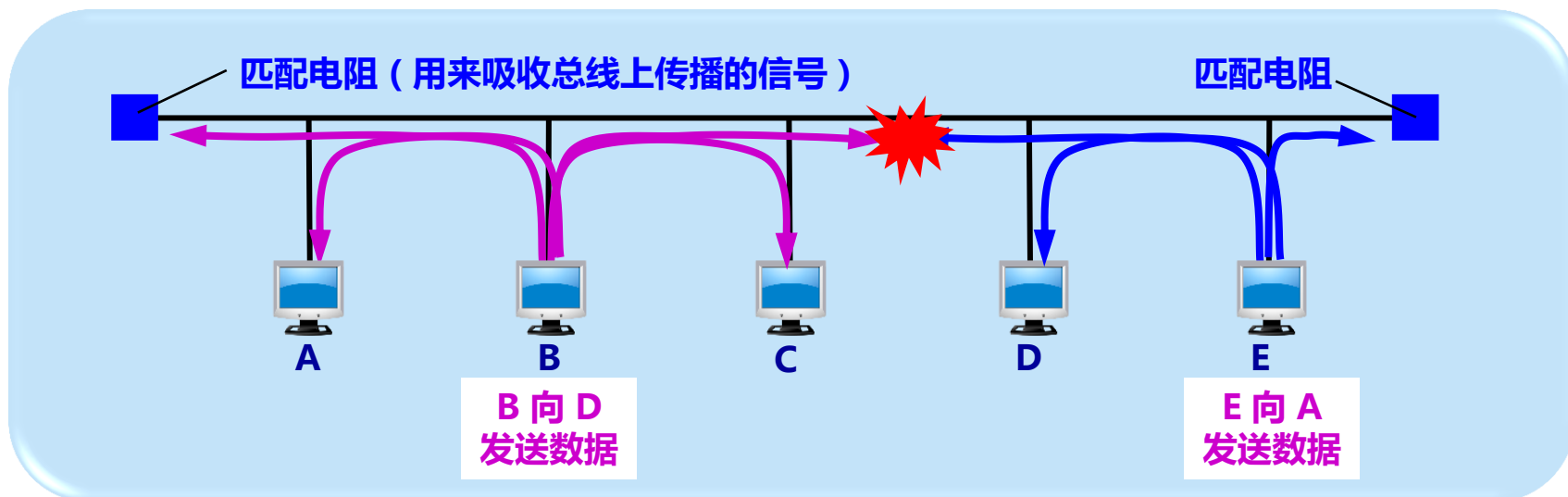
局域网的数据链路层

- 为了实现**一对一**通信，将接收站的硬件地址写入帧首部中的**目的地址**字段中。仅当数据帧中的目的地址与适配器的硬件地址一致时，才能接收这个数据帧。



局域网的数据链路层

- 总线也有**缺点**。若多台计算机或多个站点同时发送时，会产生发送碰撞或冲突，导致发送失败。



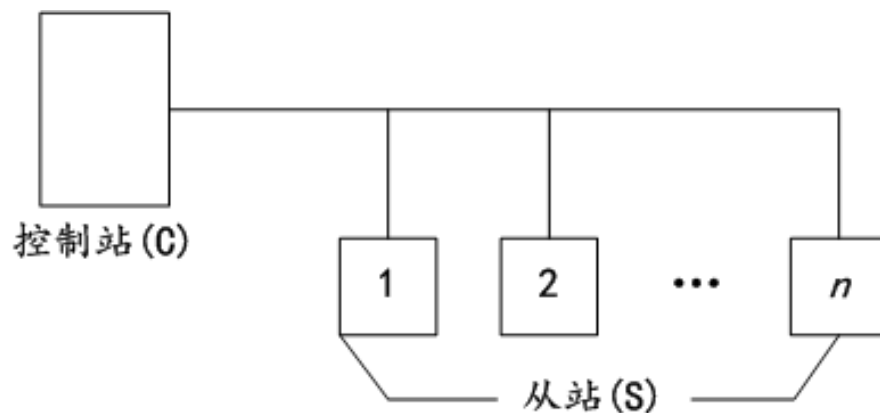
如何避免与其它站的发送产生碰撞？

媒体共享技术

- **静态划分信道**（代价高，不适合局域网）
 - 频分复用
 - 时分复用
 - 波分复用
 - 码分复用
- **动态媒体接入控制**（多点接入）
 - 随机接入：所有用户可随机发送信息。
 - 受控接入：用户必须服从一定的控制。如**集中控制**的多点线路探询 (polling)，或轮询。

媒体共享技术

集中控制的多点线路探测 (polling) , 或轮询。



多点分支结构

主站（控制站）要负责探测、选择和异常情况的处理。

- **选择**是指主站要发送信息时通知1个站或几个站接收电文的过程，选择命令必须带有从站地址，以区分哪个从站接收信息。
- **探测**是指主站接收信息时，为了防止冲突，由主站逐个通知从站要求从站发送信息的过程。
 - 顺序探测
 - 传递探测

局域网采取了两种重要措施

- 采用较为灵活的**无连接工作方式**
 - 不必建立连接就可以**直接发送数据**。
 - 对发送的数据帧不进行编号，也不要求对方发回确认。

提供不可靠的交付服务

尽最大努力的交付。

对有差错帧是否需要重传则由高层来决定。

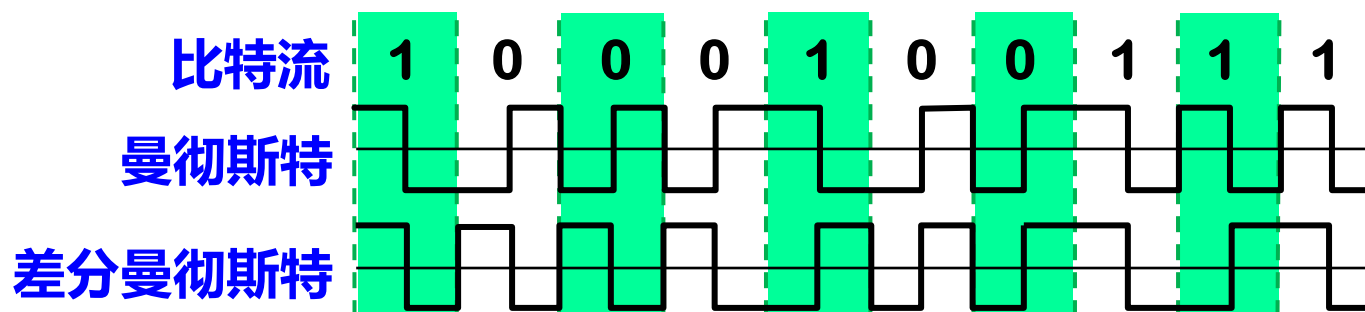
同一时间只能允许一台计算机发送

局域网采用最简单的随机接入。

使用 CSMA/CD 协议减少冲突发生的概率。

局域网采取了两种重要措施

- 局域网发送的数据都使用曼彻斯特编码



- ◆ 曼彻斯特编码的优点：具有自同步能力，接收方可以从每位中间的电平跳变提取出时钟信号进行同步。
- ◆ 曼彻斯特编码的缺点：所占的频带宽度比原始的基带信号增加了一倍（每秒传送的码元数加倍了）。