

计算机网络

李峰 主讲
计算机学院

第5章

介质访问控制子层

本章学习要求:

- ◆了解: 局域网与城域网的主要技术特点
- ◆了解: 局域网拓扑结构的类型与特点
- ◆了解: IEEE 802参考模型与协议的基本概念
- ◆掌握: Ethernet局域网的基本工作原理
- ◆掌握: 高速局域网、交换局域网与虚拟局域网的基本工作原理
- ◆掌握: 无线局域网的基本工作原理
- ◆掌握: 网桥的基本工作原理

5.1 局域网与城域网基本概念

- ◆ 决定局域网与城域网性能的三要素
- ◆ 局域网拓扑结构类型与特点
- ◆ 传输介质类型与介质访问控制方法
- ◆ **IEEE802**参考模型

决定局域网与城域网性能的三要素

- ◆ 局域网和城域网技术与应用是当前研究与产业发展的热点问题之一，决定其性能的三要素包括：

- 网络拓扑
- 传输介质
- 介质访问控制方法

局域网拓扑结构类型与特点

◆网络拓扑结构:

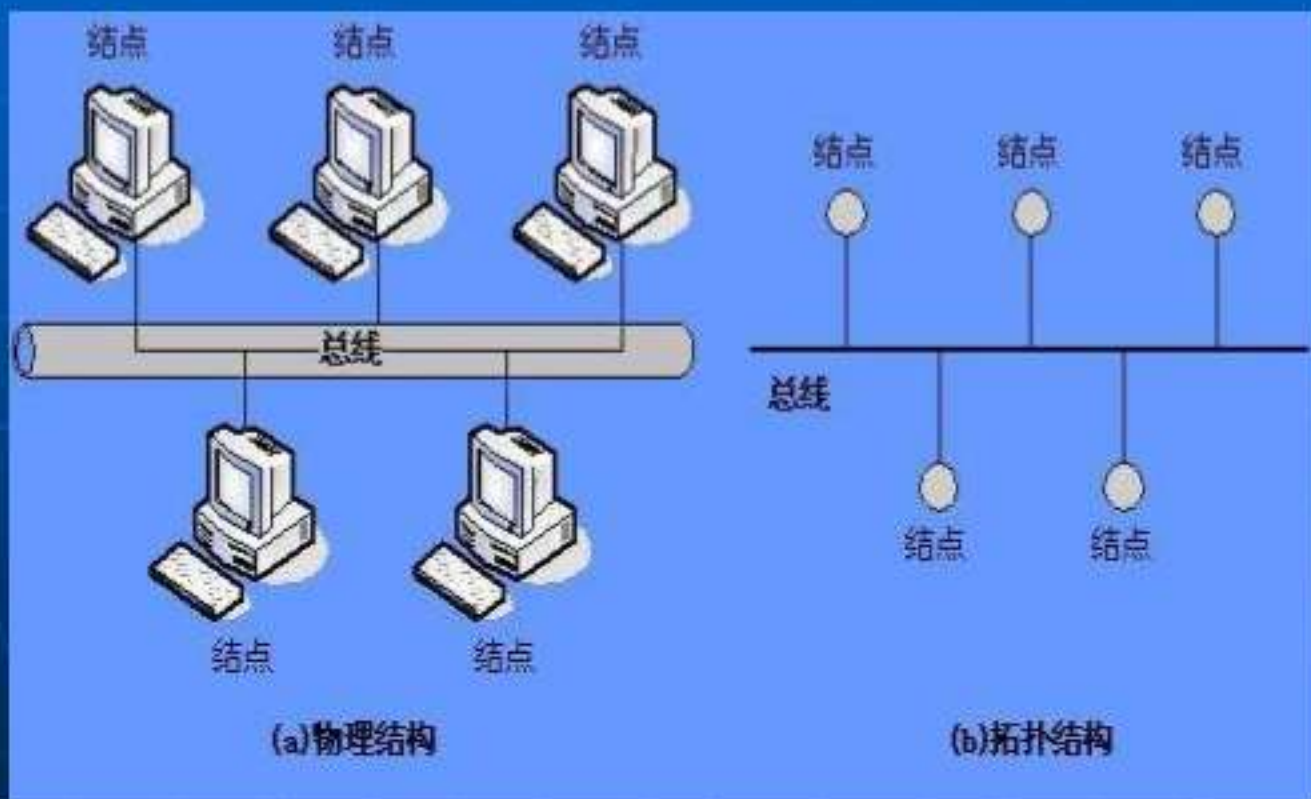
- 总线型
- 环型
- 星型结构

◆网络传输介质

- 双绞线
- 同轴电缆
- 光纤

局域网拓扑结构类型与特点

◆ 总线型拓扑构型



局域网拓扑结构类型与特点

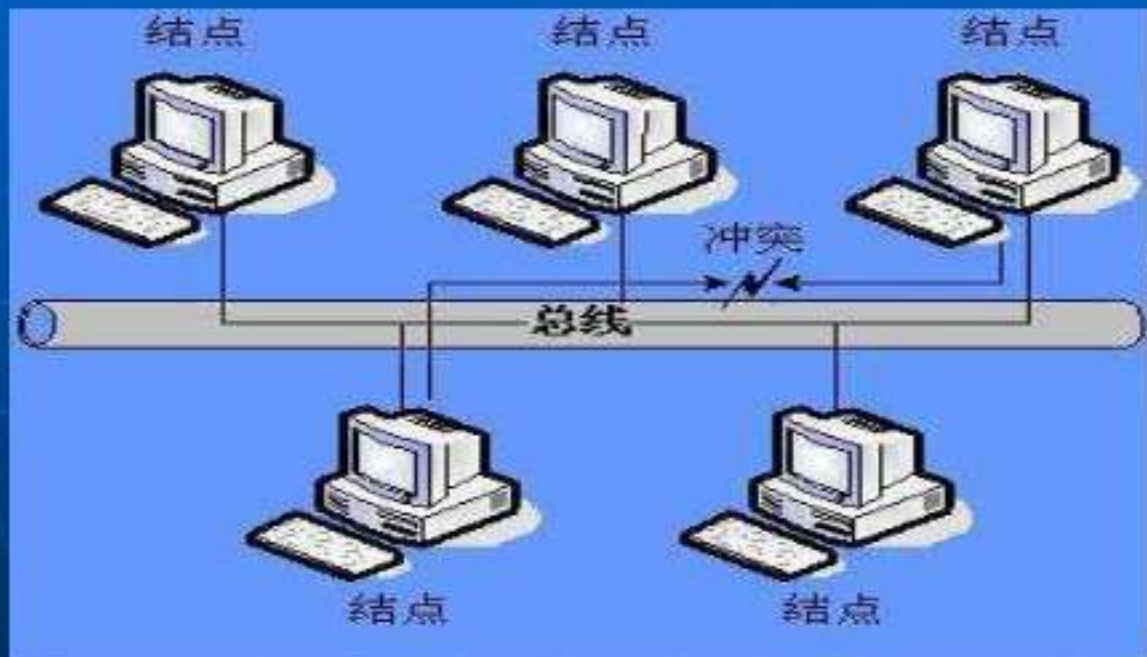
◆总线型拓扑构型

➤特点:

- 总线型局域网的介质访问控制方法采用的是“共享介质”方式;
- 所有结点都连接到一条作为公共传输介质的总线上;
- 总线传输介质通常采用同轴电缆或双绞线;
- 所有结点都可以通过总线传输介质以“广播”方式发送或接收数据,因此出现“冲突 (collision)”是不可避免的;“冲突”会造成传输失败;
- 必须解决多个结点访问总线的介质访问控制 (MAC, medium access control) 问题。

局域网拓扑结构类型与特点

◆总线型拓扑构型



局域网拓扑结构类型与特点

◆总线型拓扑构型

➤总线型拓扑的优点:

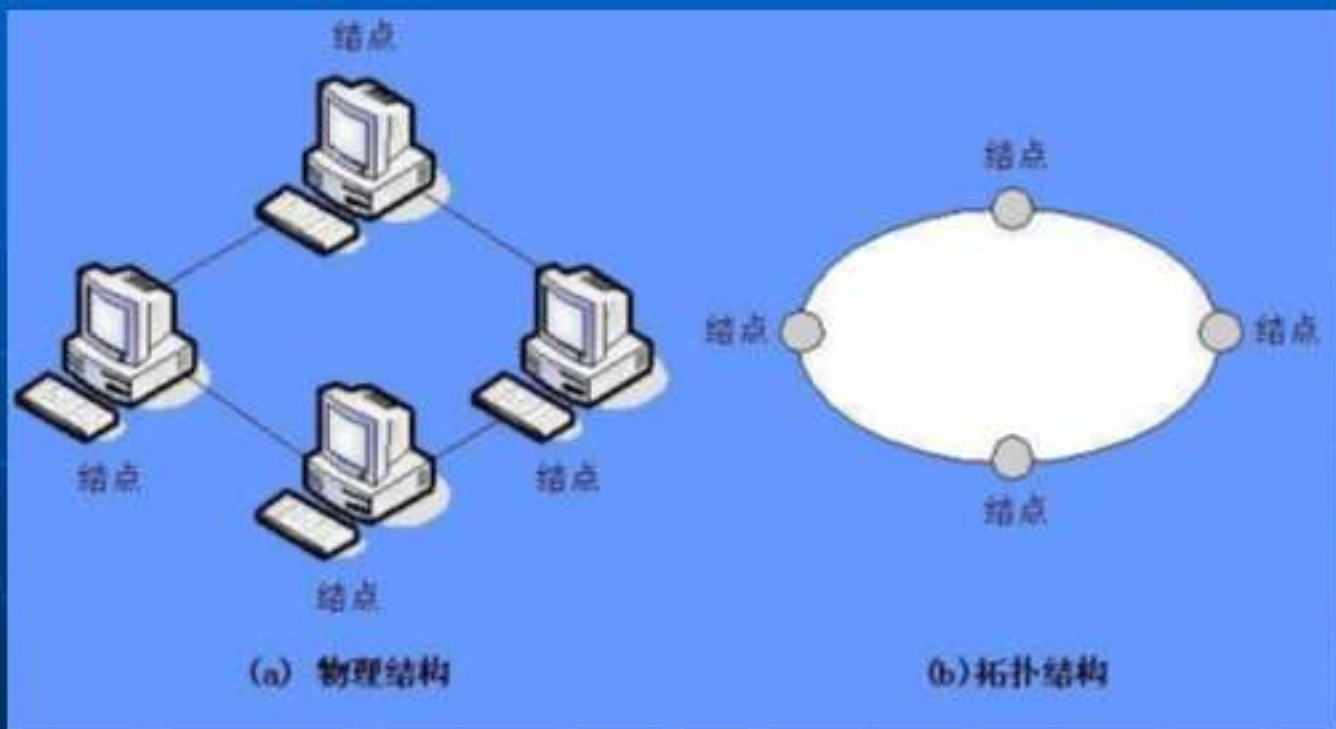
- 结构简单，实现容易;
- 易于扩展，可靠性较好。

➤介质访问控制方法要解决以下几个问题:

- 该哪个结点发送数据?
- 发送时会不会出现冲突?
- 出现冲突怎么办?

局域网拓扑结构类型与特点

◆ 环型拓扑构型



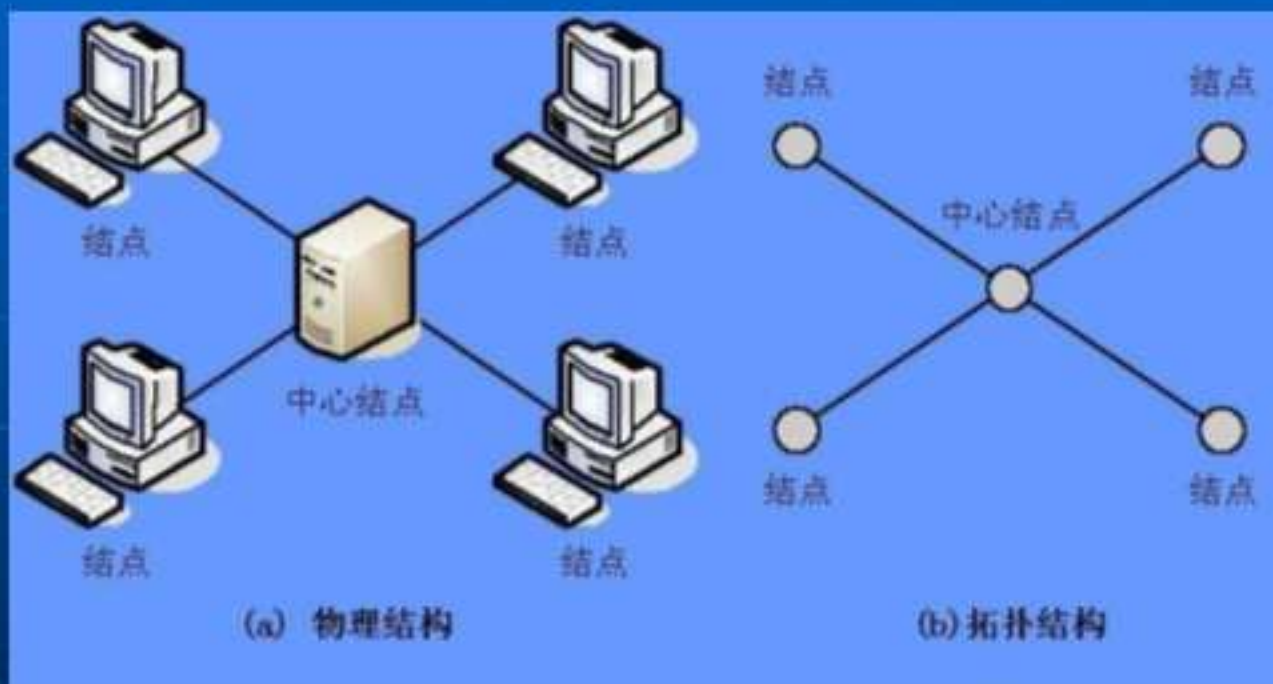
局域网拓扑结构类型与特点

◆环型拓扑构型

- 结点使用点—点线路连接，构成闭合的物理的环型结构；
- 环中数据沿着一个方向绕环逐站传输；
- 多个结点共享一条环通路；
- 环建立、维护、结点的插入与撤出。

局域网拓扑结构类型与特点

◆ 星型拓扑构型



局域网拓扑结构类型与特点

◆星型拓扑构型

➤逻辑结构与物理结构的关系

- 逻辑结构是指局域网结点之间的相互关系与介质访问控制方法;
- 物理结构是指局域网的外部连接形式。
- 因此,物理结构是星型的,逻辑结构可能是总线型或环型。

➤交换局域网(**switched LAN**)的物理结构

- 物理结构与逻辑结构一致星型网络。

传输介质类型与介质访问控制方法

◆ 局域网的传输介质类型

- 同轴电缆
- 双绞线
- 光纤
- 无线通信信道

◆ 说明:

- 双绞线已能用于数据传输速率为**100Mbps**、**1Gbps** 的高速局域网中;
- 在局部范围内的中、高速局域网中使用双绞线, 在远距离传输中使用光纤, 在有移动结点的局域网中采用无线技术的趋势已经明朗。

传输介质类型与介质访问控制方法

◆ 介质访问控制方法:

- 带有冲突检测的载波侦听多路访问 **CSMA/CD**
- 令牌总线 **token bus**
- 令牌环 **token ring**

IEEE 802参考模型

◆ IEEE 802 标准

- IEEE 802委员会为局域网制定了一系列标准，它们统称为IEEE 802标准；
- IEEE 802标准之间的关系：



IEEE 802参考模型

◆ IEEE 802 标准所描述的局域网参考模型与 OSI 参考模型的关系：

- IEEE 802 解决的是局域网的组网问题，主要研究 OSI 中的数据链路层和物理层；
- 为了兼顾不同厂家的局域网产品，IEEE 802 中将数据链路层划分为 LLC 和 MAC。
- 由于目前的局域网主要以 Ethernet 为主，因此实际应用中，数据链路层主要提供 MAC 的功能。

IEEE 802参考模型

- ◆ IEEE 802 标准所描述的局域网参考模型与 OSI 参考模型的关系：



5.2 Ethernet局域网

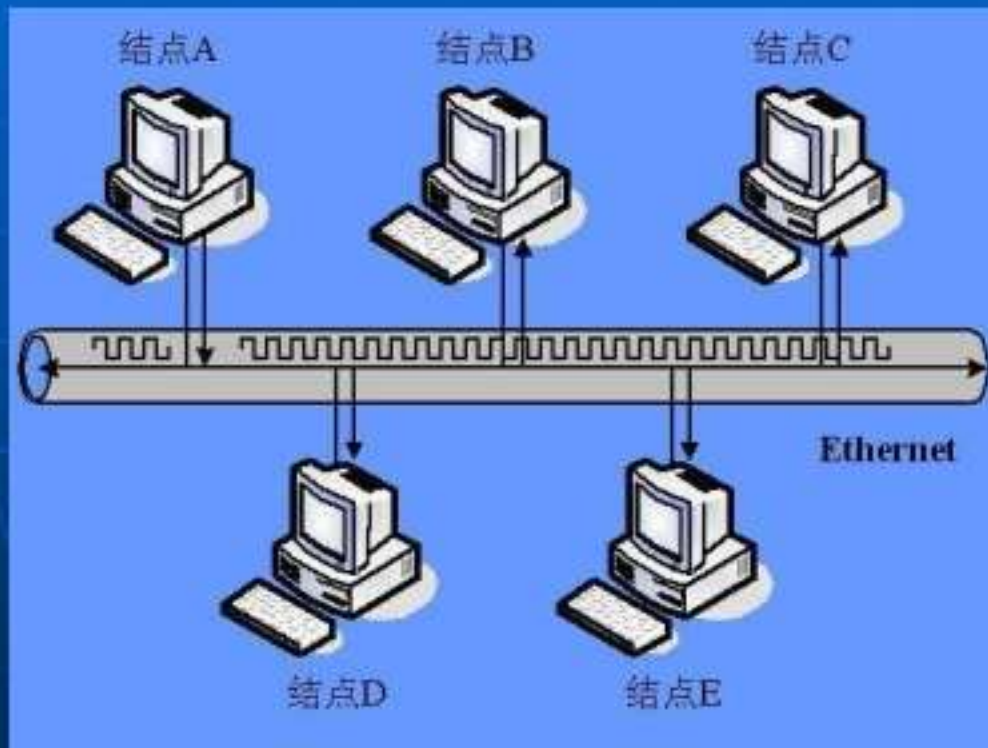
- ◆ Ethernet的发展
- ◆ Ethernet帧结构与工作流程分析
- ◆ Ethernet实现方法
- ◆ Ethernet物理地址

Ethernet的发展

- ◆ **Ethernet**的核心技术是**CSMA/CD**介质访问控制方法；
- ◆ 随机争用技术起源于夏威夷大学校园网**ALOHA**；
- ◆ **1972**年，**Xerox**公司开始**Ethernet**实验网的研究；
- ◆ **1979**年，**Xerox**公司宣布了**Ethernet**产品；
- ◆ **1980**年，**Xerox**、**DEC**与**Intel**联合宣布**Ethernet V2.0**规范；
- ◆ **90**年代，**10Base-T**标准使得**Ethernet**性能价格比大大提高；
- ◆ 目前，交换式**Ethernet**与最高速率为**10Gb/s**的高速**Ethernet**的出现，更确立了它在局域网中的主流地位。

Ethernet数据发送流程的分析

◆ Ethernet数据发送流程的分析



在总线上如何
实现数据
传输?
CSMA/CD

Ethernet数据发送流程的分析

◆CSMA/CD的发送流程可以概括为

- 先听后发
- 边听边发
- 冲突停止
- 延迟重发

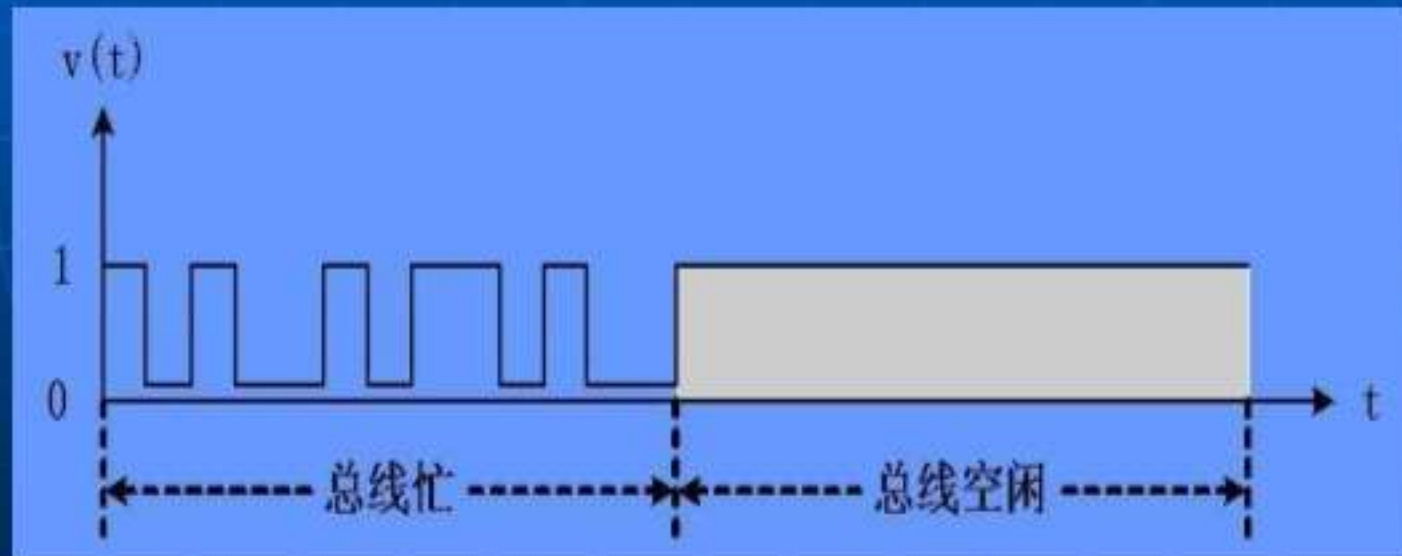
Ethernet节点的数据发送流程



Ethernet数据发送流程的分析

◆ 载波侦听

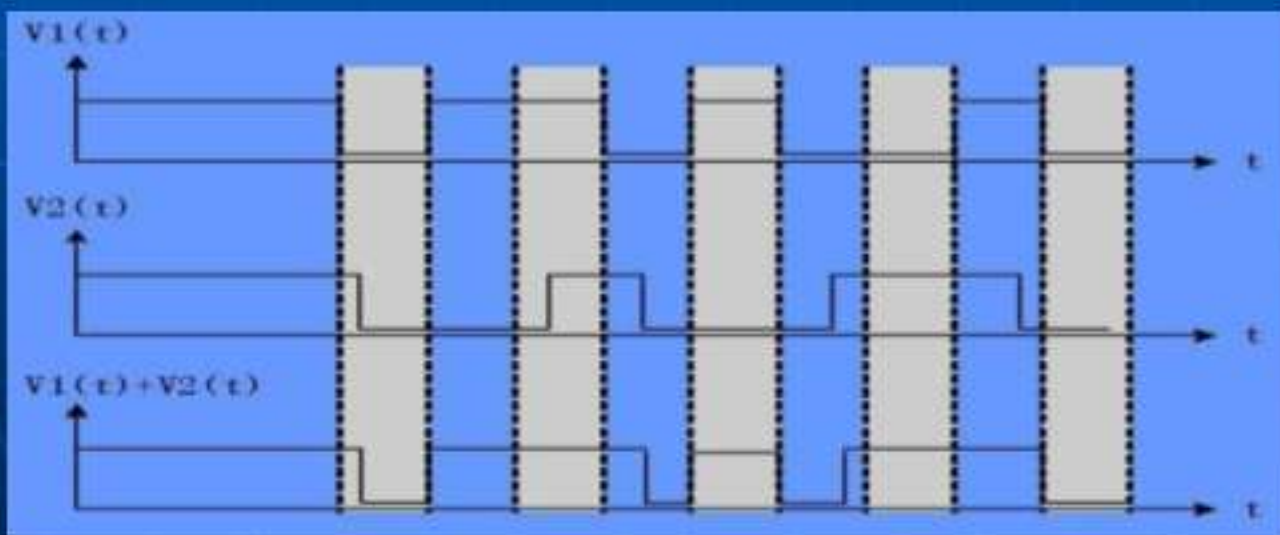
- 每个结点利用总线发送数据时，首先需要侦听总线是否空闲。如何判断？电平跳变。



Ethernet数据发送流程的分析

◆冲突检测:

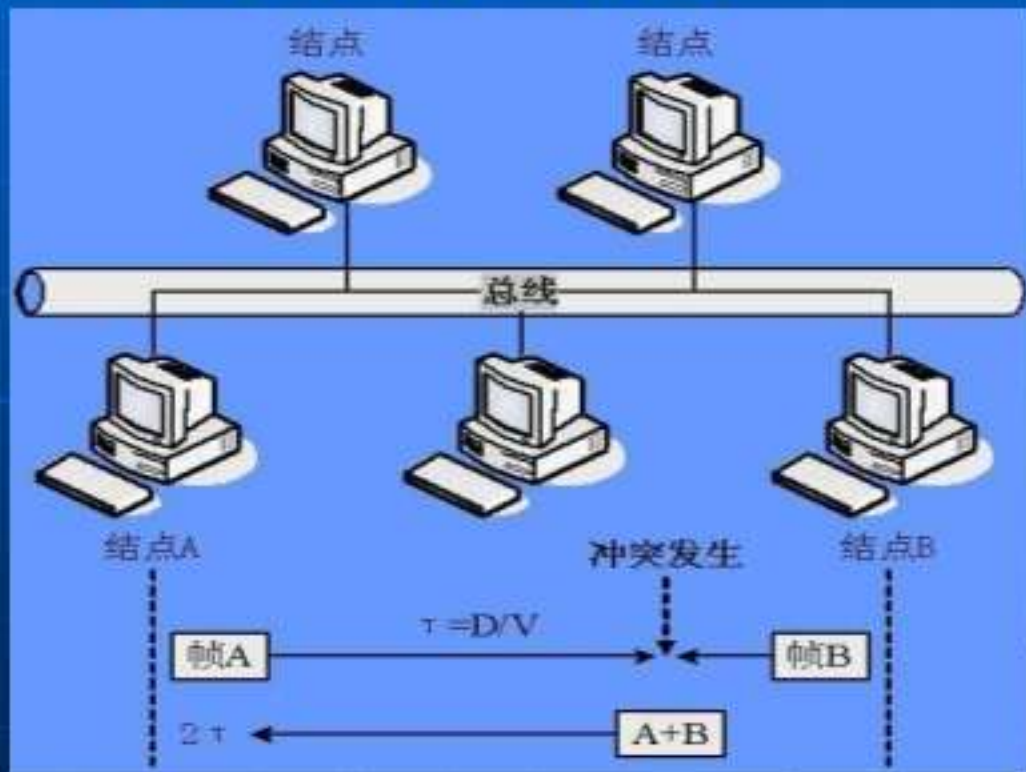
- 由于信号在总线上传输需要时间，因此载波侦听并不能完全消除冲突，进而在发送开始时间段需要进行冲突检测。方法包括比较法和编码违例判决法



Ethernet数据发送流程的分析

◆冲突检测:

➢检测多长时间? 冲突窗口

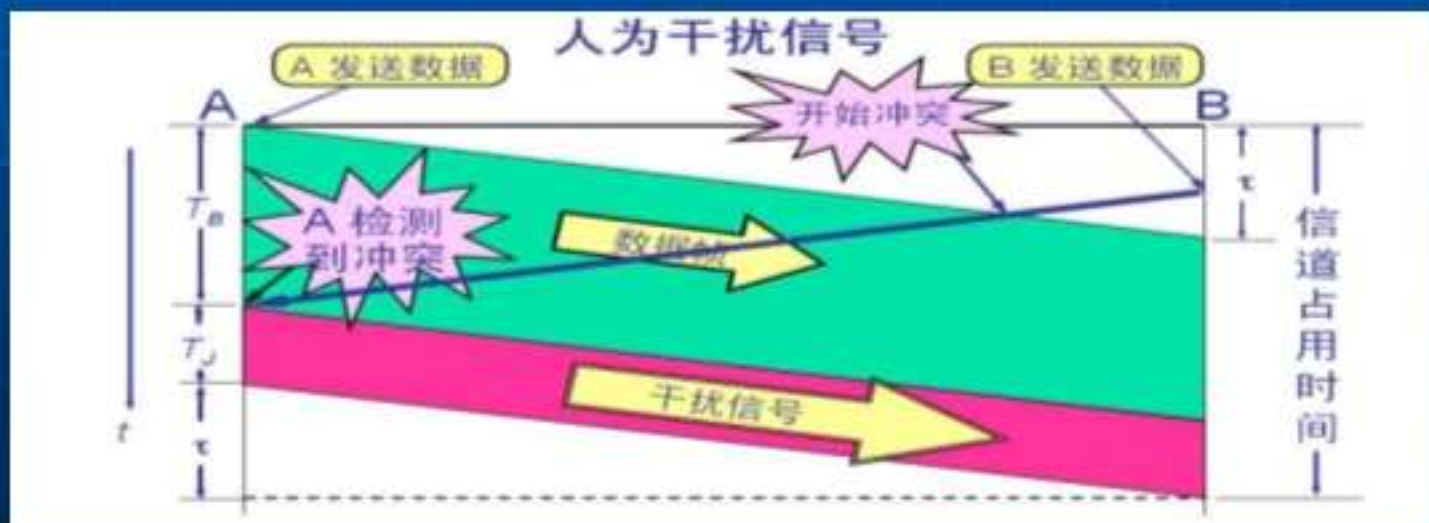


Ethernet中,
冲突窗口为
 $51.2 \mu s$, 传输
速率10Mbps,
则Ethernet最
短帧64B

Ethernet数据发送流程的分析

◆发现冲突、停止发送

- 如果冲突检测过程中发现了冲突，则所有发送方都停止发送，以便消除冲突。
- 同时，发送冲突加强信号，确保有足够的冲突维持时间，使得网络上的所有结点都能检测出冲突。



Ethernet数据发送流程的分析

◆ 随机延迟重发

- 截止二进制指数后退延迟算法: $\tau = 2^k \cdot R \cdot a$, 其中: τ 为结点重新发送需要的后退延迟时间, a 为冲突窗口值, R 为随机数;
- 限定 k 的范围, $k = \min(n, 10)$; 如果重发次数 $n < 10$, 则取 $k = n$; 如果重发次数 $n \geq 10$ 时, 则 k 取值为10;
- 第 n 次重发延迟是分布在0与 $[2^{\min(n, 10)} - 1]$ 个时间片之间, 最大可能延迟时间为1023 个时间片;
- 在到后退延迟时间之后, 结点将重新判断总线忙、闲状态, 重复发送流程;
- 当冲突次数超过16时, 表示发送失败, 放弃该帧发送。

Ethernet帧结构

◆Ethernet帧结构



- 前导码与帧前定界符字段
- 目的地址和源地址字段
- 长度字段
- LLC数据字段
- 帧校验字段

Ethernet帧结构

◆前导码与帧前定界符字段

- 前导码: 7个字节, **10101010...101010**比特序列
- 帧前定界符: 1字节, **10101011**

◆目的地址和源地址字段

- 地址字段长度: 2个字节或6个字节
- 目的地址类型:
 - 单一结点地址 (**unicast address**)
 - 多点地址 (**multicast address**)
 - 广播地址 (**broadcast address**)

Ethernet帧结构

◆ 长度字段

- 帧的最小长度为**64**字节，最大长度为**1518**字节

◆ LLC数据字段

- LLC数据字段是帧的数据字段，长度最小为**46**个字节少于**46**个字节，需要填充

◆ 帧校验字段

- 采用**32**位的**CRC**校验
- 校验的范围是：目的地址、源地址、长度、**LLC**数据等字段

Ethernet帧结构

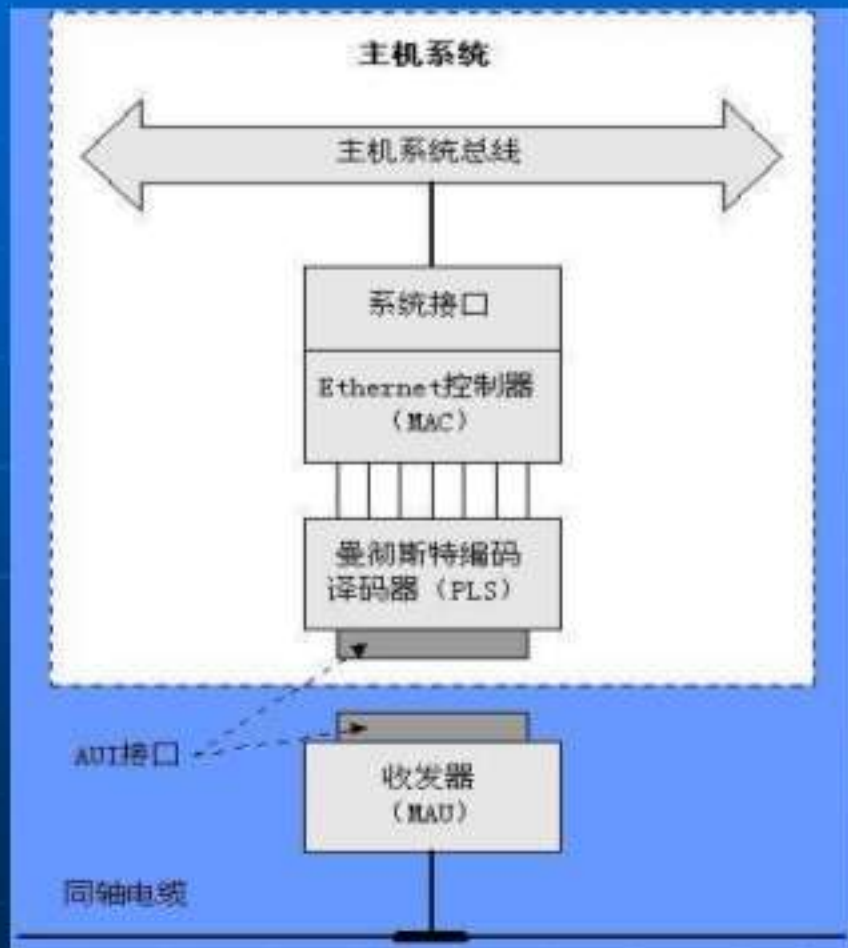
◆ Ethernet接收流程



Ethernet实现方法

- ◆在**CSMA/CD**基础上形成了**IEEE 802.3**标准，目前已成为应用最为广泛的局域网产品。
- ◆从实现角度，构成**Ethernet**网络连接的设备有三部分构成：网络接口卡，收发器，收发器电缆。
- ◆从功能角度主要包括：收发器，曼彻斯特编/解码器，数据链路控制器和主机接口等。

Ethernet实现方法



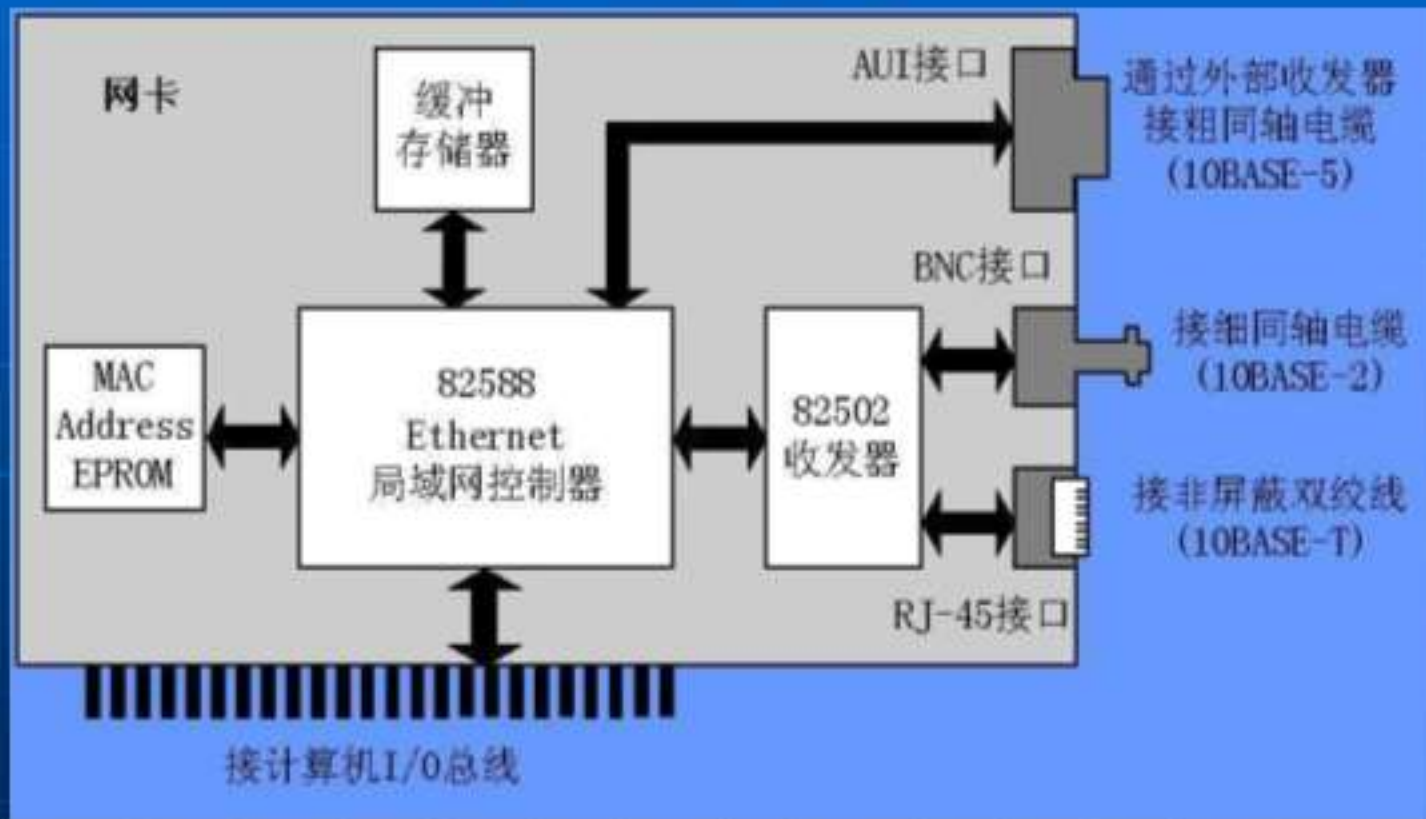
Ethernet实现方法

◆ Ethernet网卡功能与结构

- 实现发送数据的编码、接收数据的解码、CRC产生与校验、帧装配与拆封，以及CSMA/CD介质访问控制。
- 实现了数据链路层和物理层功能

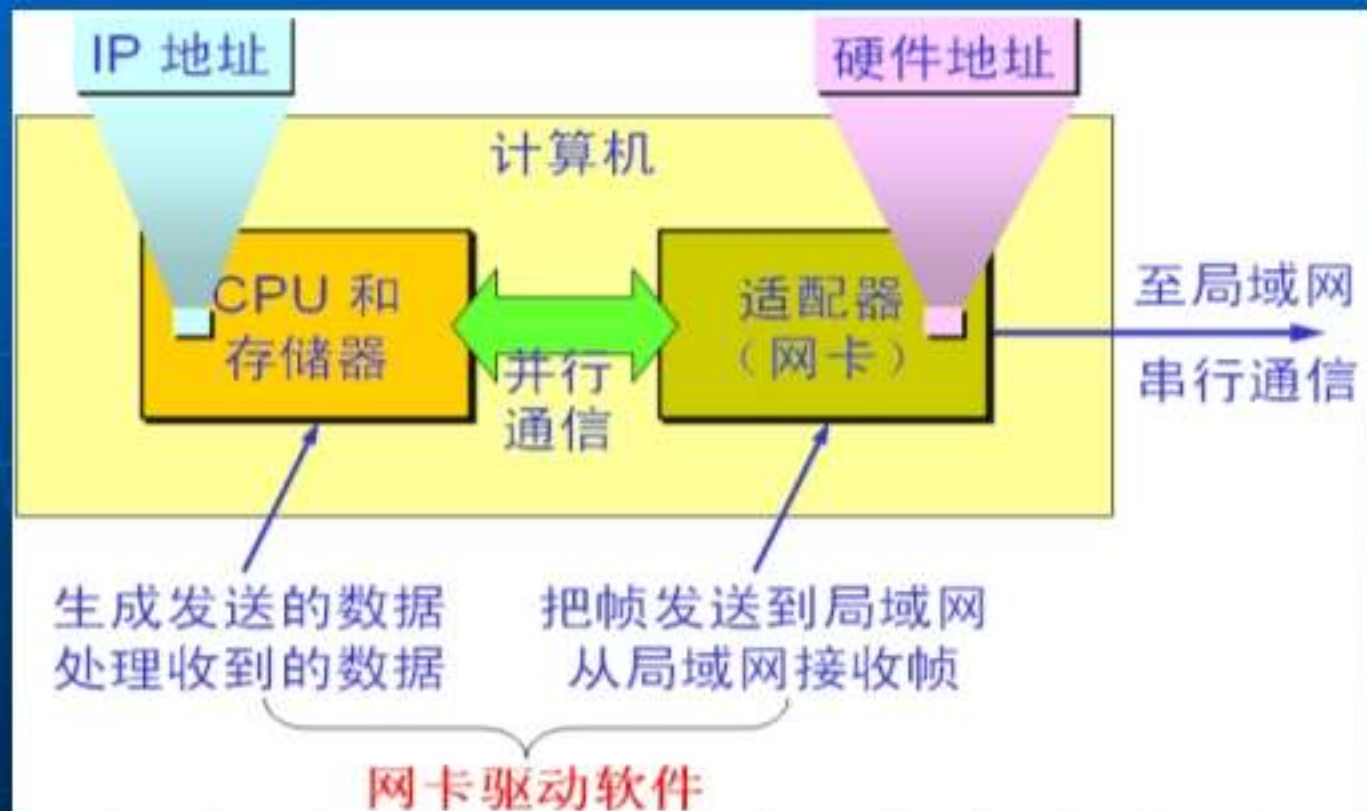
Ethernet实现方法

◆ Ethernet网卡功能与结构



Ethernet实现方法

◆ 计算机通过网卡和局域网进行通信



Ethernet物理地址

- ◆ Ethernet地址 → 网络物理地址 → 物理网络地址 ;
- ◆ Ethernet地址 = Manufacture ID + NIC ID
24bit + 24bit

➤ 公司:	Cisco	00-00-0c
➤	Novell	00-00-1B
		00-00-D8
➤	3Com	00-20-AF
		00-60-8C
➤	IBM	08-00-5A

- ◆ 典型的Ethernet地址 :

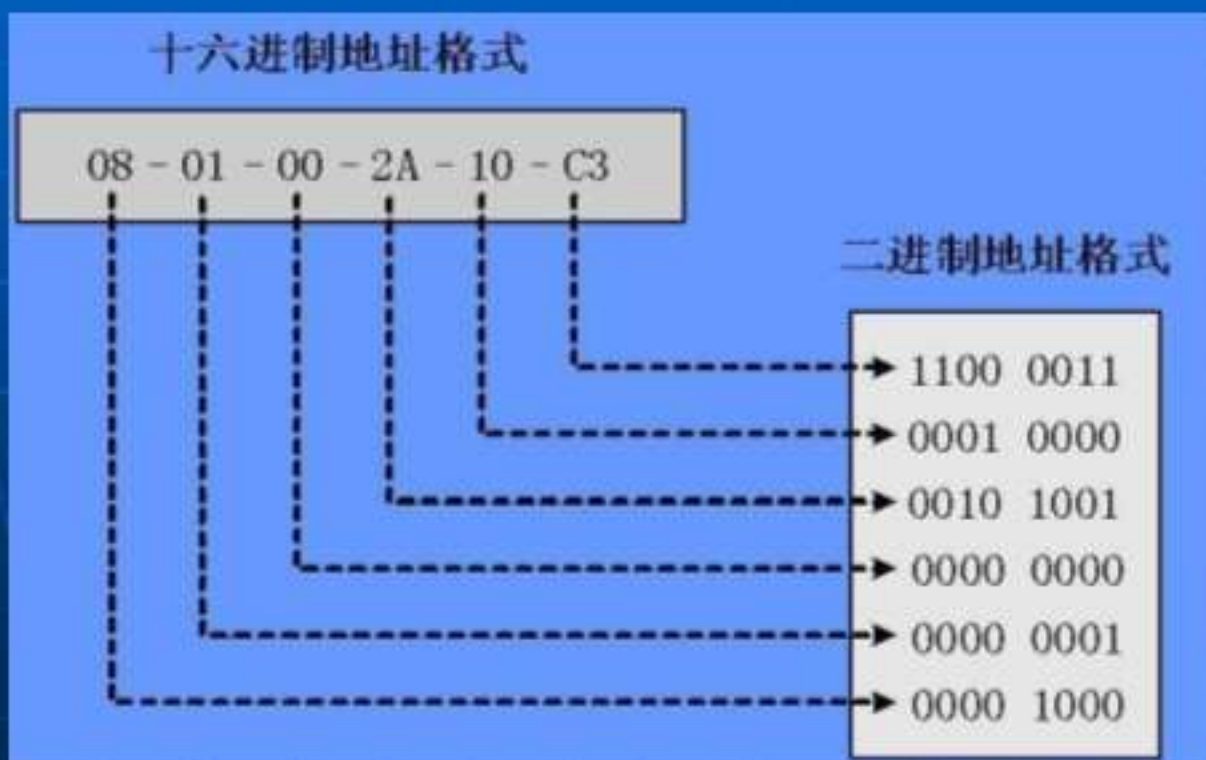
00-60-8C-01-28-12

000000001010000010001100

000000010010100000010010

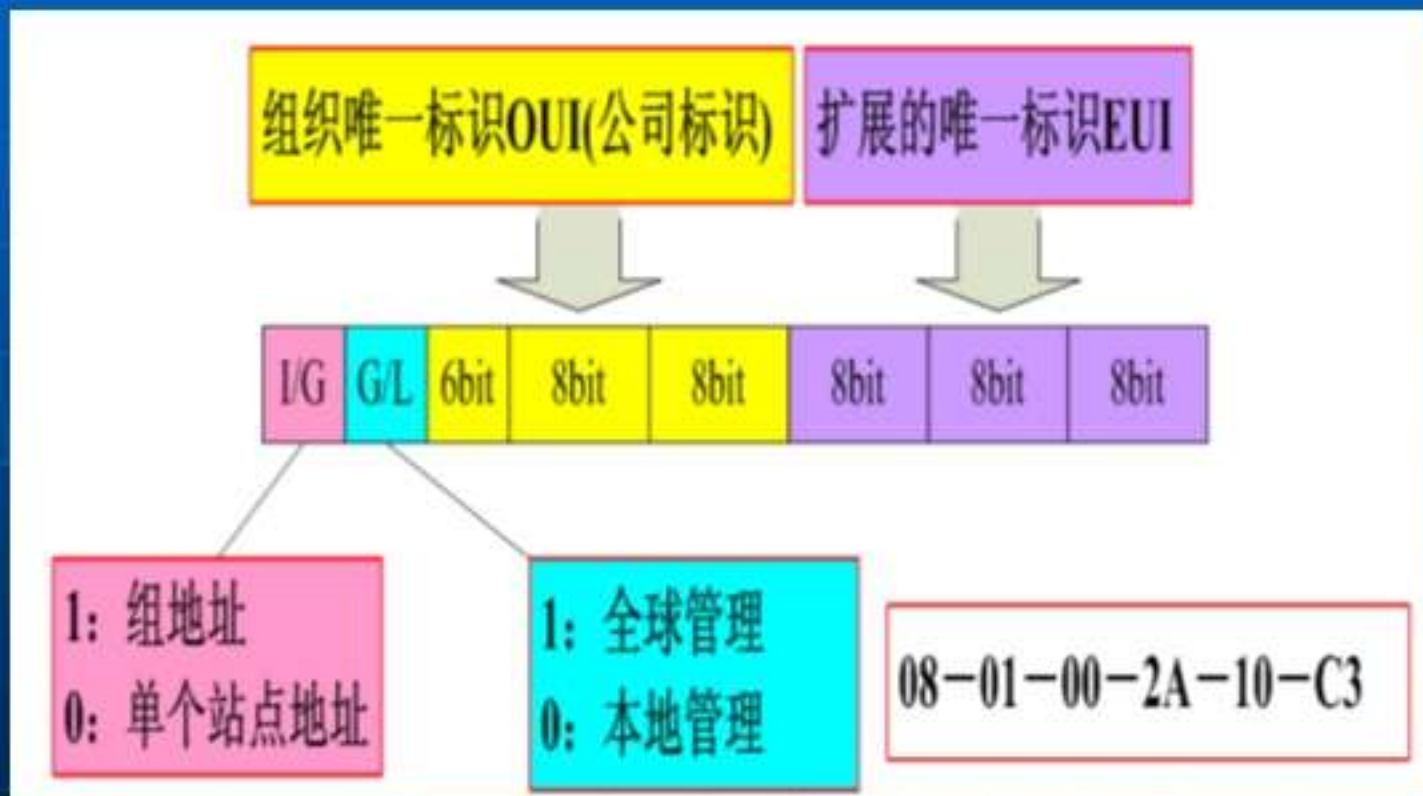
Ethernet物理地址

◆ Ethernet物理地址的十六进制与二进制的表示方法



Ethernet物理地址

◆ Ethernet物理地址



5.4 高速局域网的工作原理

- ◆ 高速局域网的研究方法
- ◆ 快速以太网
- ◆ 吉比特以太网
- ◆ **10G**比特以太网

高速局域网的研究方法

◆推动局域网技术发展的因素

➤个人计算机的广泛应用;

在过去二十年中, 计算机的处理速度提高了百万倍, 而网络数据传输速率只提高了上千倍;

从理论上讲, 一台微通道或**EISA**总线的微型机能产生大约**250Mb/s**的流量;

➤基于**Web**的**Internet/Intranet**应用也要求更高的带宽;

➤在数据仓库、桌面电视会议、**3D**图形与高清晰度图像这类应用中, 人们需要有更高带宽的局域网。

高速局域网的研究方法

◆传统共享式局域网的缺点

- 传统的局域网技术是建立在“共享介质”的基础上，典型的介质访问控制方法是**CSMA/CD、Token Ring、Token Bus**;
- 介质访问控制方法用来保证每个结点都能够“公平”地使用公共传输介质;
- 每个结点平均能分配到的带宽随着结点数的不断增加而急剧减少;
- 网络通信负荷加重时，冲突和重发现象将大量发生，网络效率将会下降，网络传输延迟将会增长，网络服务质量将会下降。

高速局域网的研究方法

◆ 高速局域网的研究方法

- 第一种方案：提高Ethernet的数据传输速率：
10Mb/s→100Mb/s→10Gb/s；



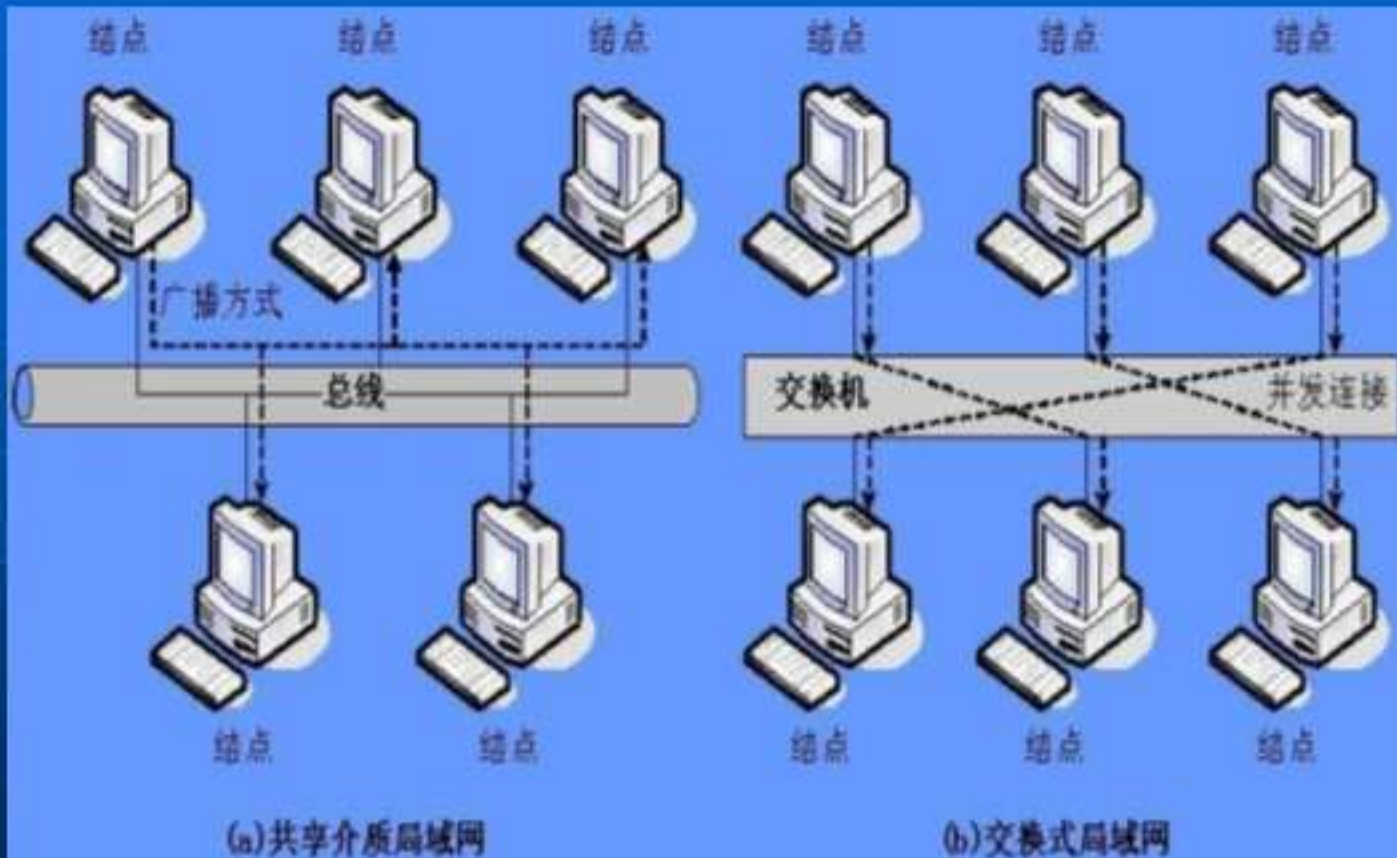
- 第二种方案：将一个大型局域网划分成多个用网桥或路由器互连的子网，导致了局域网互连技术的发展；

高速局域网的研究方法

◆高速局域网的研究方法

- 第三种方案：将“共享介质方式”改为“交换方式”，导致了“交换式局域网”技术的发展。
- 交换式局域网—基于硬件交换技术
 - 并发连接；
 - $S = N \times 10\text{Mb/s}$
 - 共享式局域网与交换式局域网的比较

共享式局域网与交换式局域网的比较



快速以太网

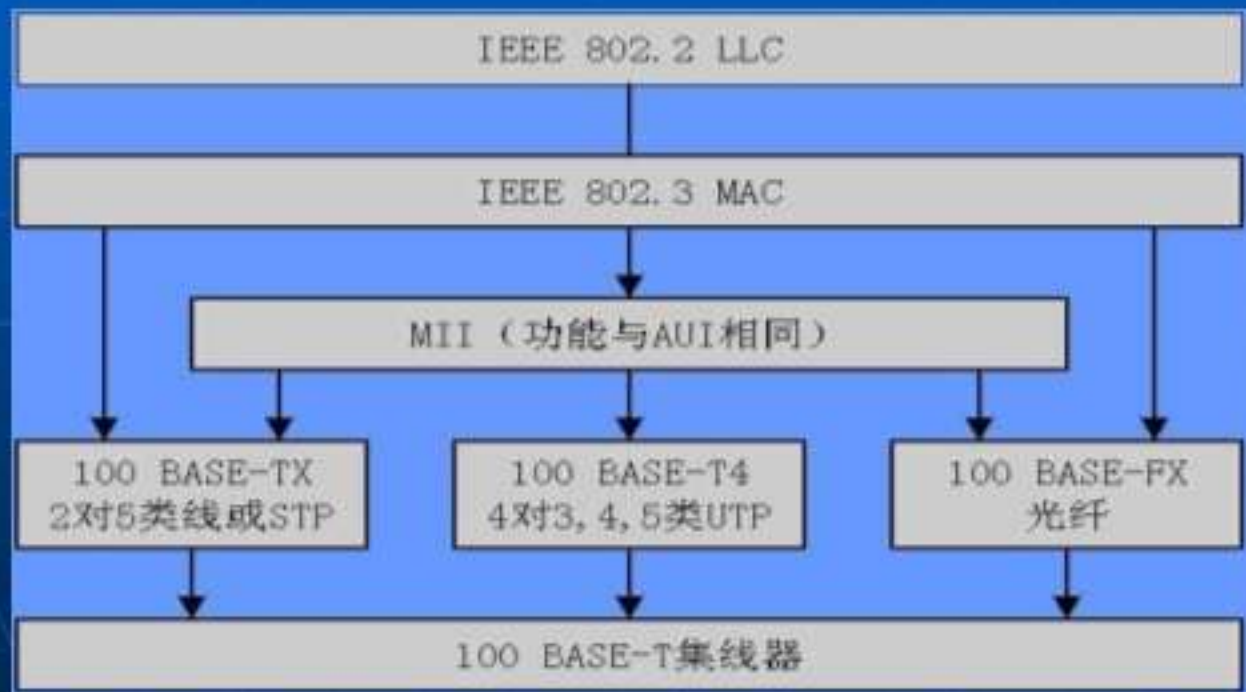
◆快速以太网的发展

- **Fast Ethernet**的传输速率比普通**Ethernet**快**10**倍，数据传输速率达到了**100Mb/s**;
- **Fast Ethernet**保留着传统的帧格式、介质访问控制方法与组网方法;
- 每个比特的发送时间由**100ns**降低到了**10ns**;
- **1995**年**9**月，**IEEE 802**委员会正式批准了**Fast Ethernet**标准**IEEE 802.3u**。

快速以太网

◆ Fast Ethernet的协议结构

- 只是在物理层做了些必要的调整，定义了新的物理层标准



快速以太网

◆ Fast Ethernet的协议结构

➤ 100 BASE-T的3种物理层标准

■ 100 BASE-TX

支持2对5类非屏蔽双绞线UTP或2对1类屏蔽双绞线STP，全双工工作，以100Mbps的速率发送与接收数据

■ 100 BASE-T4

100 BASE-T4支持4对3类非屏蔽双绞线UTP，其中3对用于数据传输，1对用于冲突检测。

■ 100 BASE-FX

支持2芯的多模或单模光纤，从结点到集线器的距离可以达到2km，全双工工作

吉比特以太网

◆ 吉比特以太网的发展

➤ 用 **Ethernet** 组建企业网的全面解决方案:

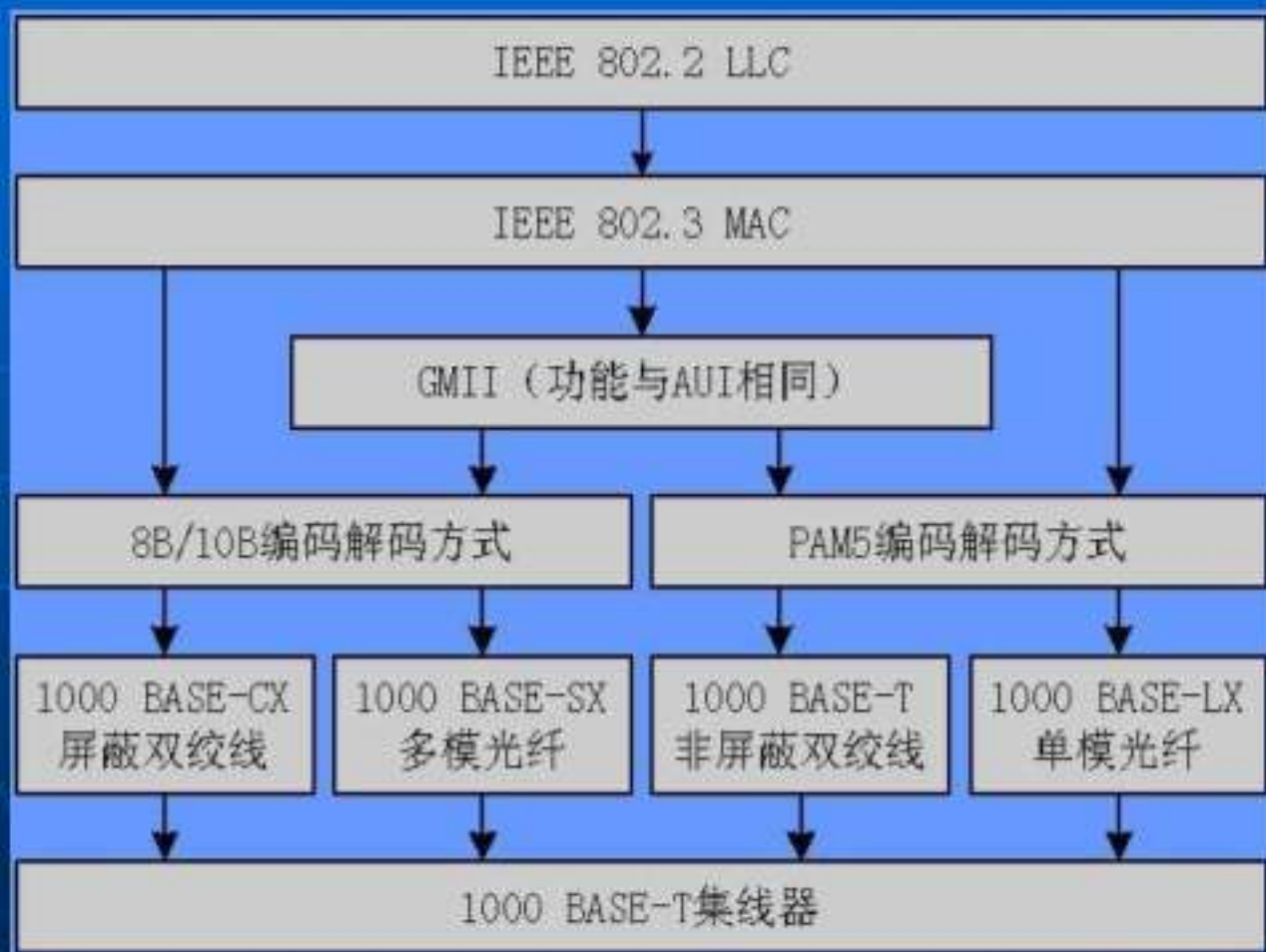
- 桌面系统采用传输速率为 **10Mb/s** 的 **Ethernet**;
- 部门级网络系统采用传输速率为 **100Mb/s** 的 **Fast Ethernet**;
- 企业级网络系统采用传输速率为 **1000Mb/s** 的 **Gigabit Ethernet**.

吉比特以太网

◆ 吉比特以太网的协议结构

- 保留着传统的**10Mbps**以太网的基本特征，具有相同的帧格式和类似的组网方法，只是将每个比特的发送时间降低到**1ns**。

Gigabit Ethernet的协议结构



吉比特以太网

◆ 吉比特以太网的4种物理层标准

➤ 100 0BASE-T

支持5类非屏蔽双绞线UTP，距离可达100m

➤ 1000 BASE-CX

支持屏蔽双绞线STP，距离可达25m

➤ 1000BASE-LX

支持单模光纤，距离可以达到3000m

➤ 1000BASE-SX

支持多模光纤，距离可以达550m

10G比特以太网

- ◆ **10G比特以太网主要具有以下特点**
 - **10Gb/s Ethernet的帧格式与10Mb/s、100Mb/s和1Gb/s Ethernet相同；**
 - **10Gb/s Ethernet保留了802.3标准对Ethernet最小帧长度和最大帧长度的规定；**
 - **10Gb/s Ethernet的传输介质只使用光纤；**
 - **10Gb/s Ethernet只工作在全双工方式，因此不存在争用问题。**

10G比特以太网

◆ 10G比特以太网有两种物理层协议标准

➤ 局域网物理层标准

一个**10Gb/s Ethernet**交换机可以支持**10个 Gigabit Ethernet**网端口；

➤ 可选的广域网物理层标准

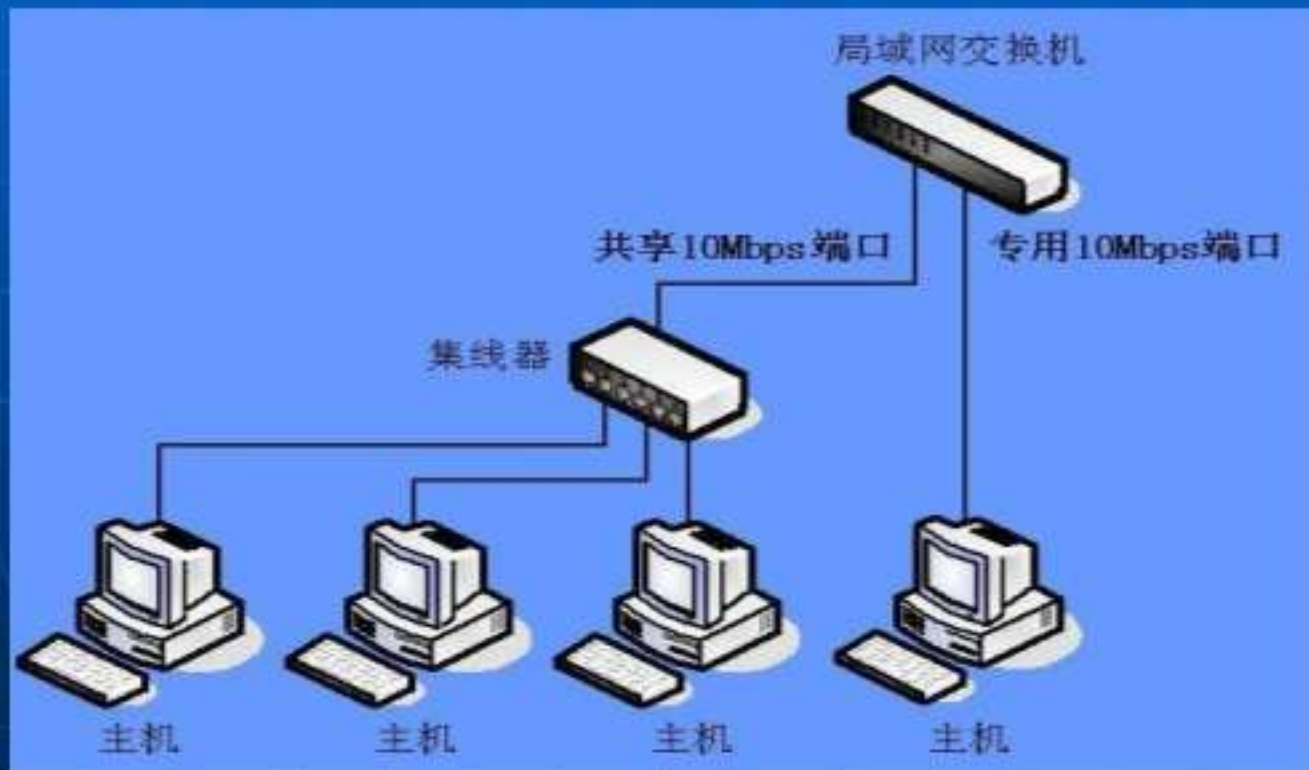
广域网物理层符合光纤通道技术速率体的
SONET/SDH的OC-192/STM-64的标准。

5.5 交换式局域网的工作原理

- ◆ 交换式局域网的基本结构
- ◆ 局域网交换机的工作原理
- ◆ 局域网交换机的技术特点

交换式局域网的基本结构

- ◆ 交换式局域网的核心设备是局域网交换机，在它的多个端口之间可以建立多个并发连接。



局域网交换机的工作原理

◆ 交换式局域网的工作原理



局域网交换机的工作原理

◆ 端口号/MAC地址映射表的建立与维护

- 利用“地址学习”方法来动态建立和维护端口/MAC地址映射表

◆ 交换机的帧转发方式

- 直接交换方式：只要接收并检测到目的地址字段，就立即将该帧转发出去，而不管这一帧数据是否出错。
- 存储转发交换方式：首先完整地接收发送帧，并先进行差错检测，正确则转发。
- 改进的直接交换方式：接收到帧的前64个字节后，判断帧头是否正确，正确则转发。

局域网交换机的技术特点

- ◆ 低交换延迟
- ◆ 支持不同的传输速率和工作模式
- ◆ 支持虚拟局域网服务

5.6 虚拟局域网的工作原理

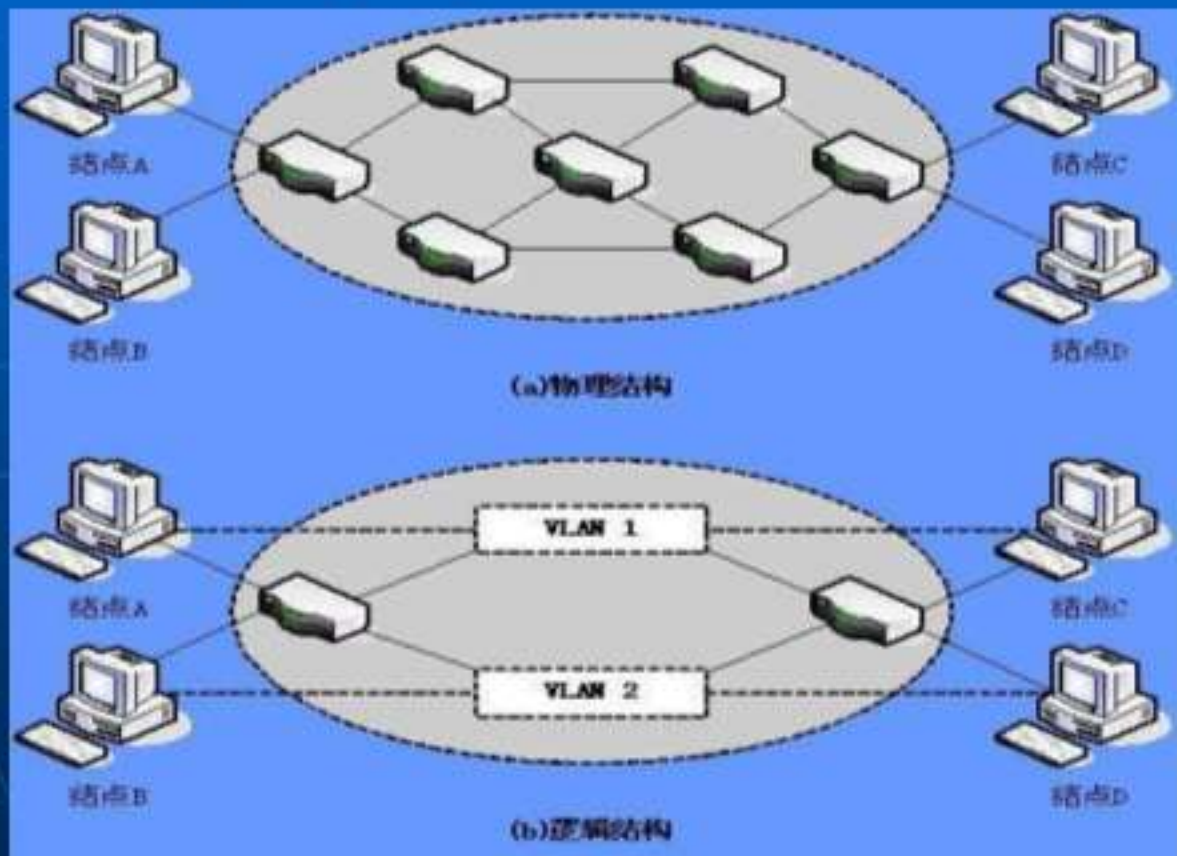
- ◆ 虚拟网络的概念
- ◆ 虚拟局域网的实现技术

虚拟网络的概念

- ◆ **虚拟局域网(VLAN)**的概念是从传统局域网引申过来，其在功能、操作上与传统局域网基本相同，而组网方法与传统局域网不同。
 - 虚拟网络建立在局域网交换机之上；
 - 以软件方式实现对逻辑工作组的划分与管理；
 - 逻辑工作组的结点组成不受物理位置的限制；
 - 一个逻辑工作组的结点可以分布在不同的物理网段上，但它们之间的通信就像在同一个物理网段上一样。

虚拟局域网的实现技术

◆ 虚拟局域网的结构



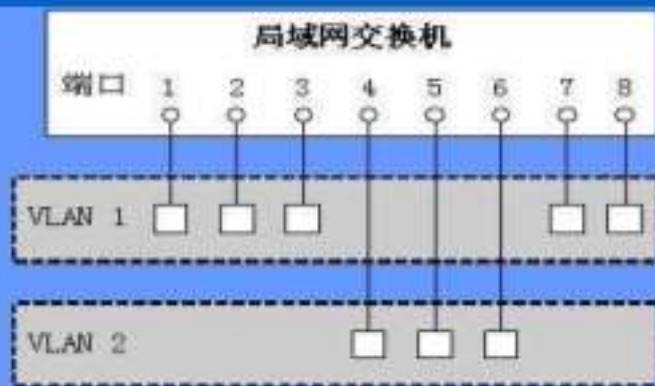
虚拟局域网的实现技术

◆虚拟局域网的实现方法

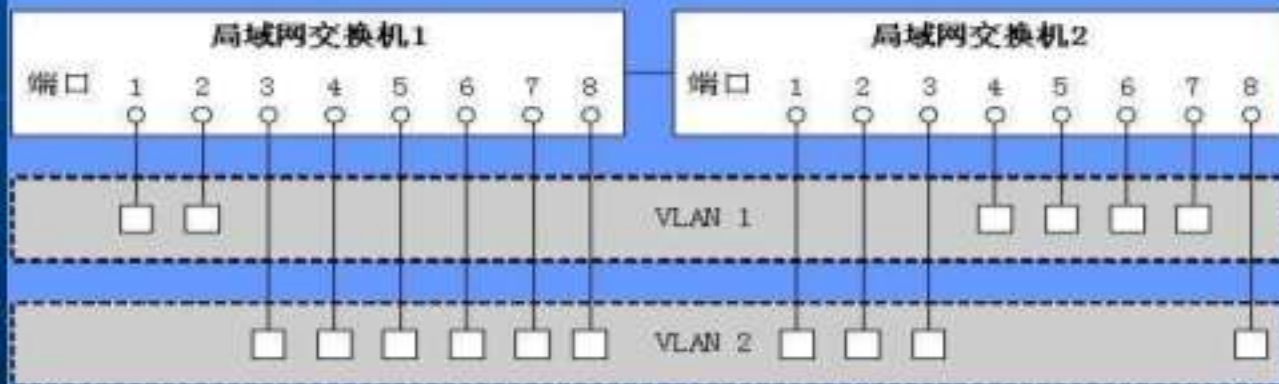
➤用交换机端口号定义虚拟局域网

- 最通用的方法，但当用户从一个端口移到另一个端口时，网络管理者必须对虚拟局域网成员重新进行配置。

用交换机端口号定义虚拟局域网成员



(a) 单局域网交换机结构



(b) 跨局域网交换机结构

虚拟局域网的实现技术

◆ 虚拟局域网的实现方法

➤ 用 **MAC**地址定义虚拟局域网

- 允许结点移动网络的其他物理网段，可视为基于用户的虚拟局域网；但要求所有用户在初始阶段必须配置到至少一个虚拟局域网中。

➤ 用网络层地址定义虚拟局域网

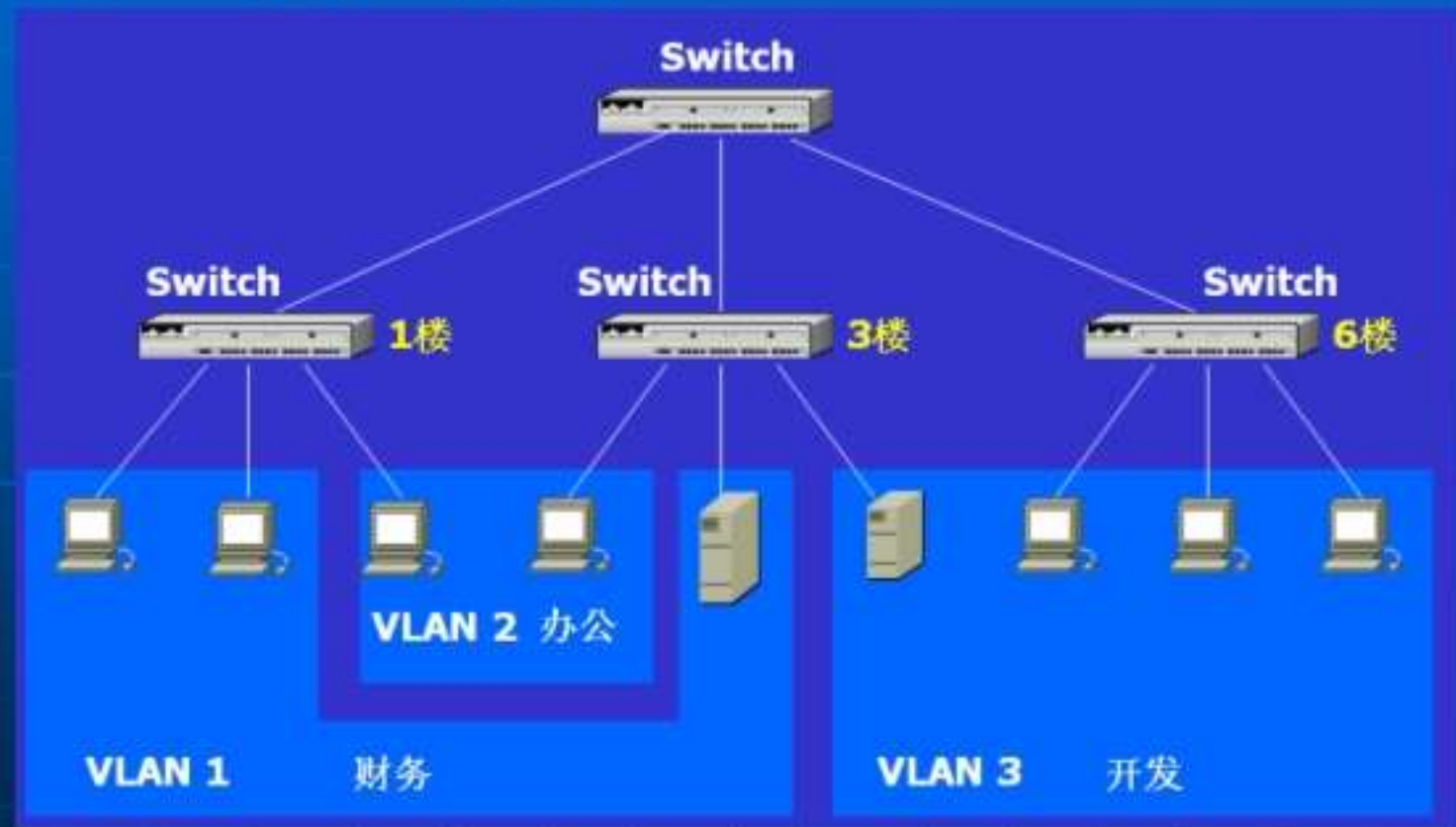
- 允许按照协议类型来组织虚拟局域网，有利于组成基于服务或应用的虚拟局域网，可以随意移动，但性能相对较差。

➤ **IP**广播组虚拟局域网

- 基于多播组的虚拟局域网，具有较高的灵活性。

虚拟局域网的实现技术

◆ 虚拟局域网的实例



虚拟局域网的实现技术

◆虚拟局域网的优点

- 方便网络用户管理
- 减少网络管理开销
- 提供更好的安全性
- 改善网络服务质量

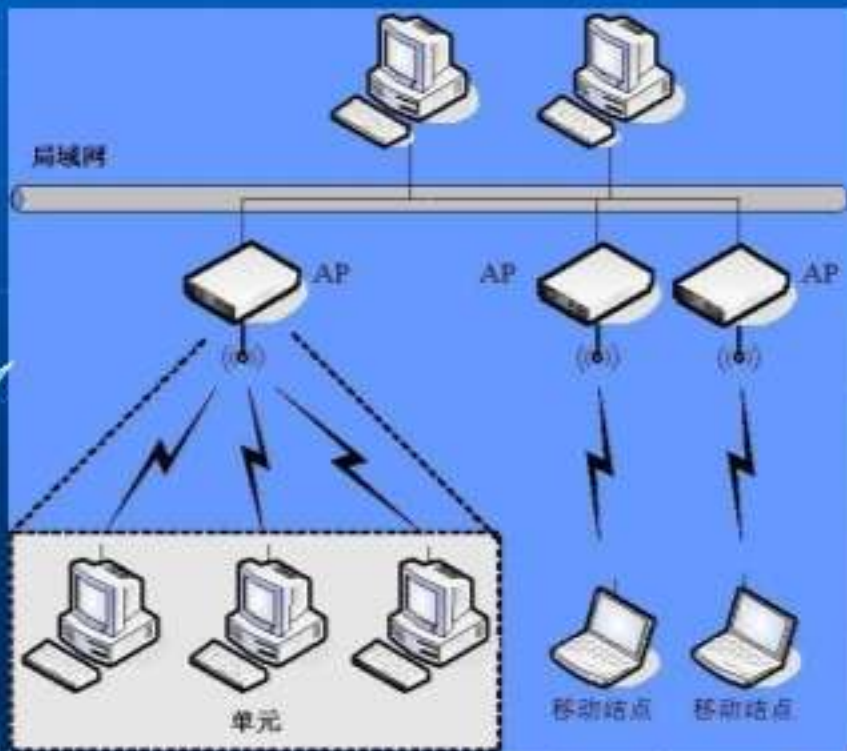
5.7 无线局域网

- ◆ 无线局域网的应用
- ◆ 红外无线局域网
- ◆ 扩频无线局域网
- ◆ 无线局域网标准 **IEEE 802.11**

无线局域网的应用

- ◆ 作为传统局域网的扩充
- ◆ 建筑物之间的互连
- ◆ 漫游访问
- ◆ 特殊网络

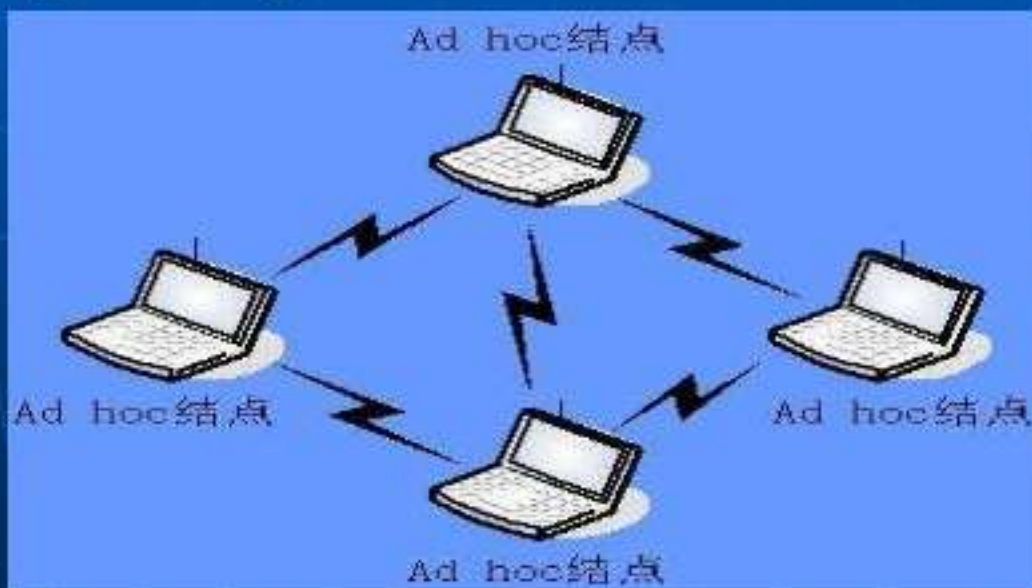
典型的无线
局域网结构



无线局域网的应用

◆特殊无线网络的结构

- **ad hoc** 是一个临时需要的对等网络，无集中服务器的无线网络；
- 移动分布式多跳无线网络。

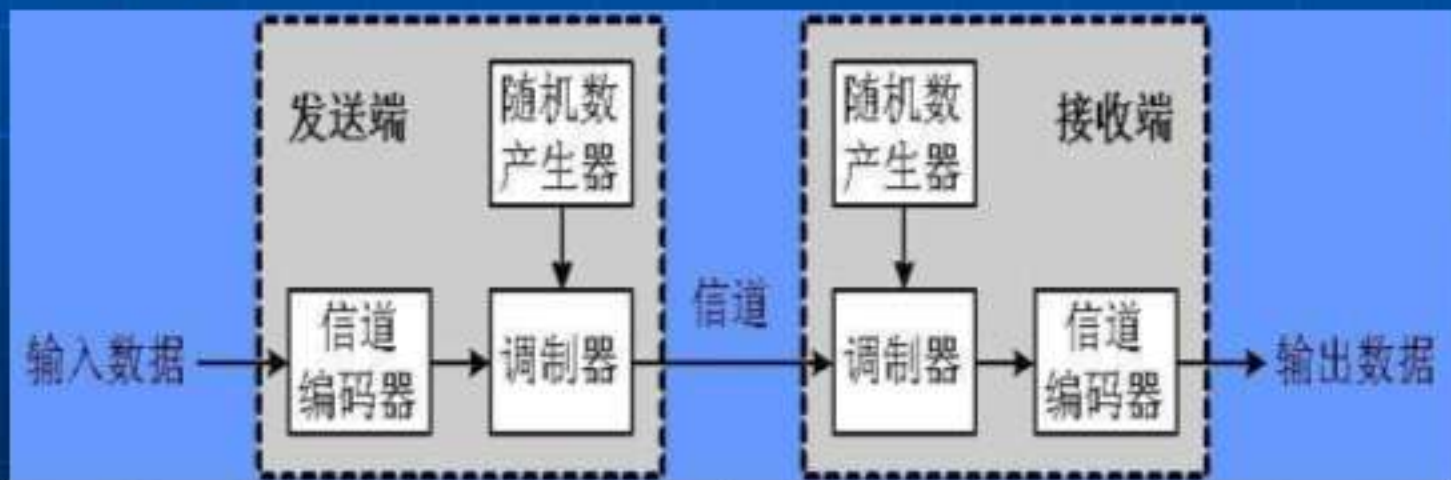


红外无线局域网

- ◆ 红外无线（**infrared radio,IR**）是按视距方式传播；
- ◆ 红外线频谱是非常宽，可以提供极高的数据传输速率；
- ◆ 红外局域网的数据传输有三种基本技术：
 - 定向光束红外传输技术
 - 全方位红外传输技术
 - 漫反射红外传输技术

扩频无线局域网

- ◆是军事电子对抗中研究的防窃听、抗干扰无线通信技术，与传统上利用比较窄的频谱的调频、调幅无线通信相比，需要将信号扩展到更宽的频谱上传输。主要采用跳频扩频和直接序列扩频技术。



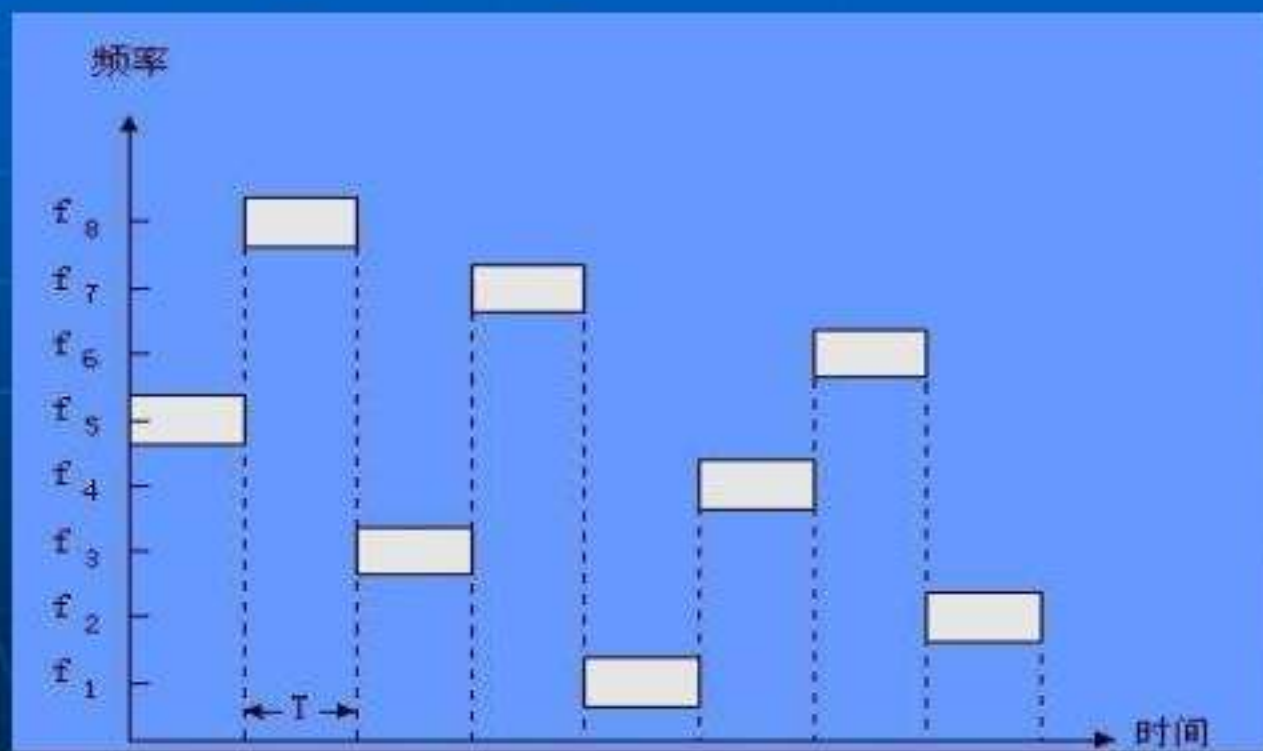
扩频无线局域网

◆跳频通信 (frequency hopping spread spectrum, FHSS)

- 将可利用的频带划分成多个子频带，即信道；
- 每个信道带宽相同，中心频率由伪随机数发生器的随机数决定，变化的频率值称为跳跃系列；
- 发送端和接收端采用相同的跳跃序列。
- IEEE 802 11**标准规定跳频通信使用**2.4GHz**的工业、科学与医药专用的**ISM**频段；
- 跳频扩频通信的数据传输速率为**1Mb/s**或**2Mb/s**。

扩频无线局域网

◆跳频通信 (frequency hopping spread spectrum, FHSS)

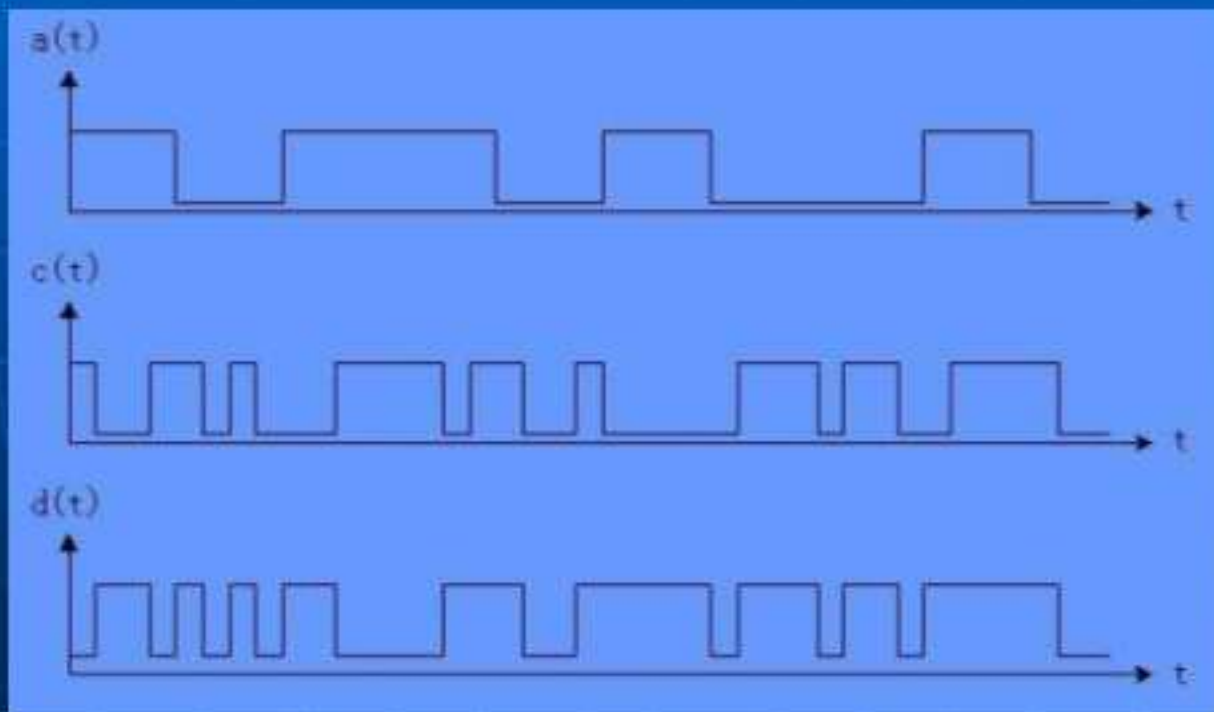


扩频无线局域网

- ◆ 直接序列扩频(**direct sequence spread spectrum, DSSS**)
 - 直接序列扩频也使用**2.4GHz**的工业、科学与医药专用的**ISM**频段;
 - 数据传输速率为**1Mb/s**或**2Mb/s**;
 - 系统实际发送的信号 **$d(t)$** 是发送数据 **$a(t)$** 与伪随机码 **$c(t)$** 模二加的结果;

扩频无线局域网

◆直接序列扩频(direct sequence spread spectrum,DSSS)



无线局域网标准IEEE 802.11

- 物理层定义了红外、调频扩频和直接序列扩频的数据传输标准；**MAC层**是实现无线信道的访问控制，提供多个接入点的漫游支持，同时提供数据验证与保密服务，支持无争用服务和争用服务两种访问方式。

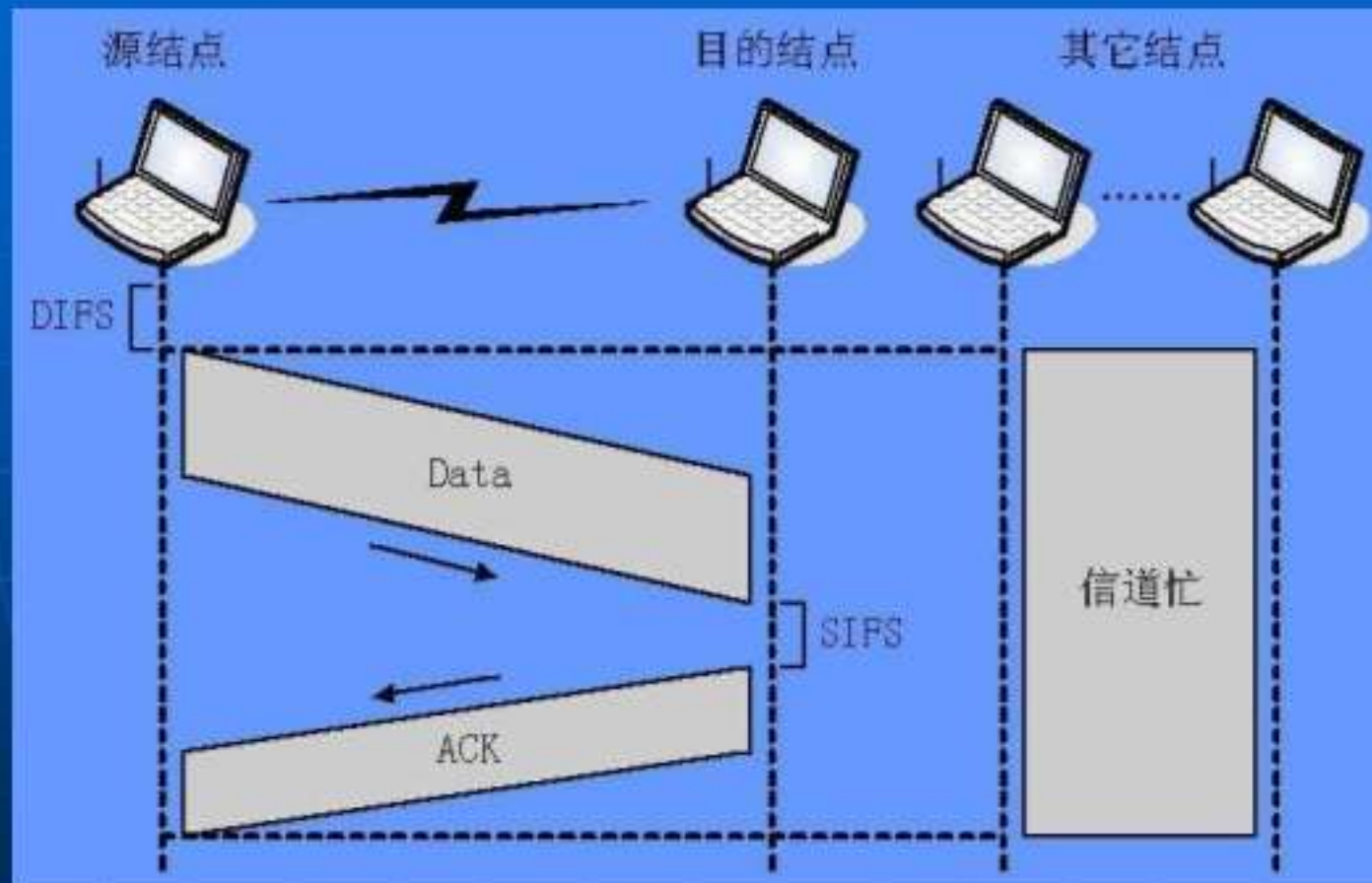


无线局域网标准IEEE 802.11

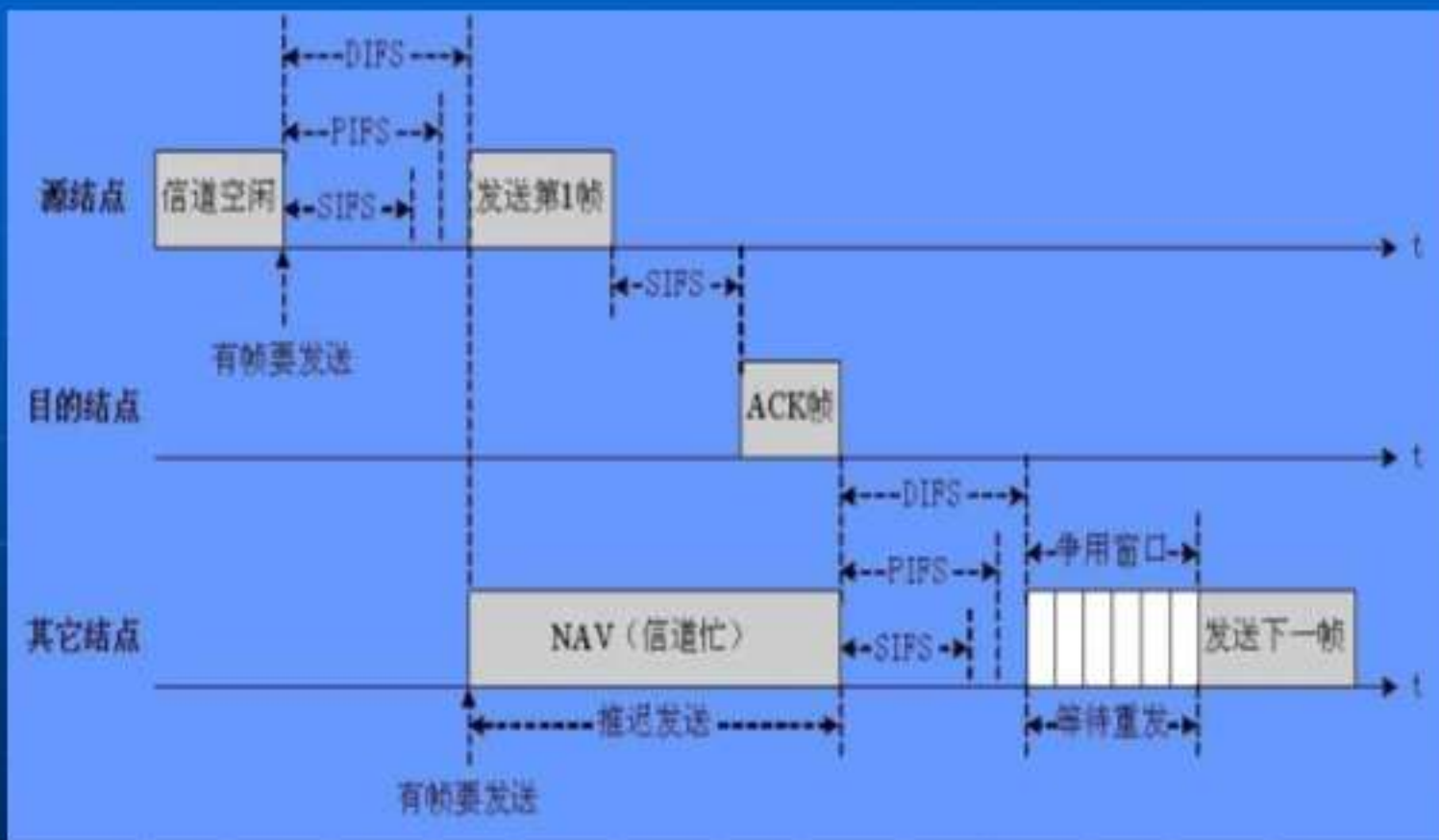
◆ CSMA/CA基本工作原理

- 802.11的MAC层采用的是CSMA/CA (collision avoidance, CA)的冲突避免方法;
- 冲突避免要求每一个发送结点在发送帧之前需要先侦听信道。如果信道空闲, 结点可以发送帧;
- 发送站在发送完一帧之后, 必须再等待一个短的时间间隔, 检查接收站是否发回帧的确认ACK。如果接收到确认, 则说明此次发送没有出现冲突, 发送成功;
- 如果在规定的时间内没有接收到确认, 表明出现冲突, 发送失败, 重发该帧。直到在规定的最大重发次数之内, 发送成功。

802.11 结点发送数据帧的过程



CSMA/CA基本原理示意图



无线局域网标准IEEE 802.11

◆ CSMA/CA基本工作原理

- 802.11的MAC层采用的是CSMA/CA (collision avoidance, CA)的冲突避免方法;
- 冲突避免要求每一个发送结点在发送帧之前需要先侦听信道。如果信道空闲, 结点可以发送帧;
- 发送站在发送完一帧之后, 必须再等待一个短的时间间隔, 检查接收站是否发回帧的确认ACK。如果接收到确认, 则说明此次发送没有出现冲突, 发送成功;
- 如果在规定的时间内没有接收到确认, 表明出现冲突, 发送失败, 重发该帧。直到在规定的最大重发次数之内, 发送成功。

5.8 局域网互联与网桥的基本工作原理

- ◆ 局域网互联的基本概念
- ◆ 网桥的基本工作原理
- ◆ 网桥的层次结构
- ◆ 网桥的路由选择策略
- ◆ 网桥与广播风暴
- ◆ 多端口网桥与第二层交换

局域网互联的基本概念

◆局域网互连的应用环境

- 一个单位的多个部门局域网的互连;
- 办公楼之间局域网的互连;
- 将数千台计算机按地理位置或组织关系划分为多个子网的互连;
- 超过单个局域网的最大覆盖范围的多个局域网互连;
- 企业中部门的信息对安全、保密方面要求不同的局域网互连。

如何实现局域网互联，网桥是一种重要设备

网桥的基本工作原理

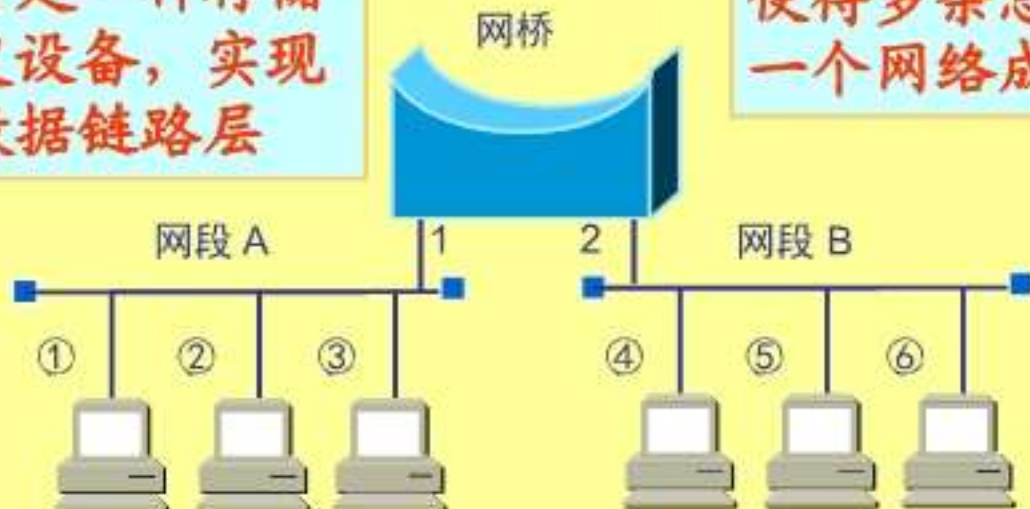
◆什么是网桥

- 在局域网互联中起到数据接收、地址过滤与数据转发作用，用来实现多个网络系统之间的数据交换的数据链路层互联设备。

网桥的基本工作原理

◆什么是网桥

网桥是一种存储转发设备，实现在数据链路层



使得多条总线构成一个网络成为可能

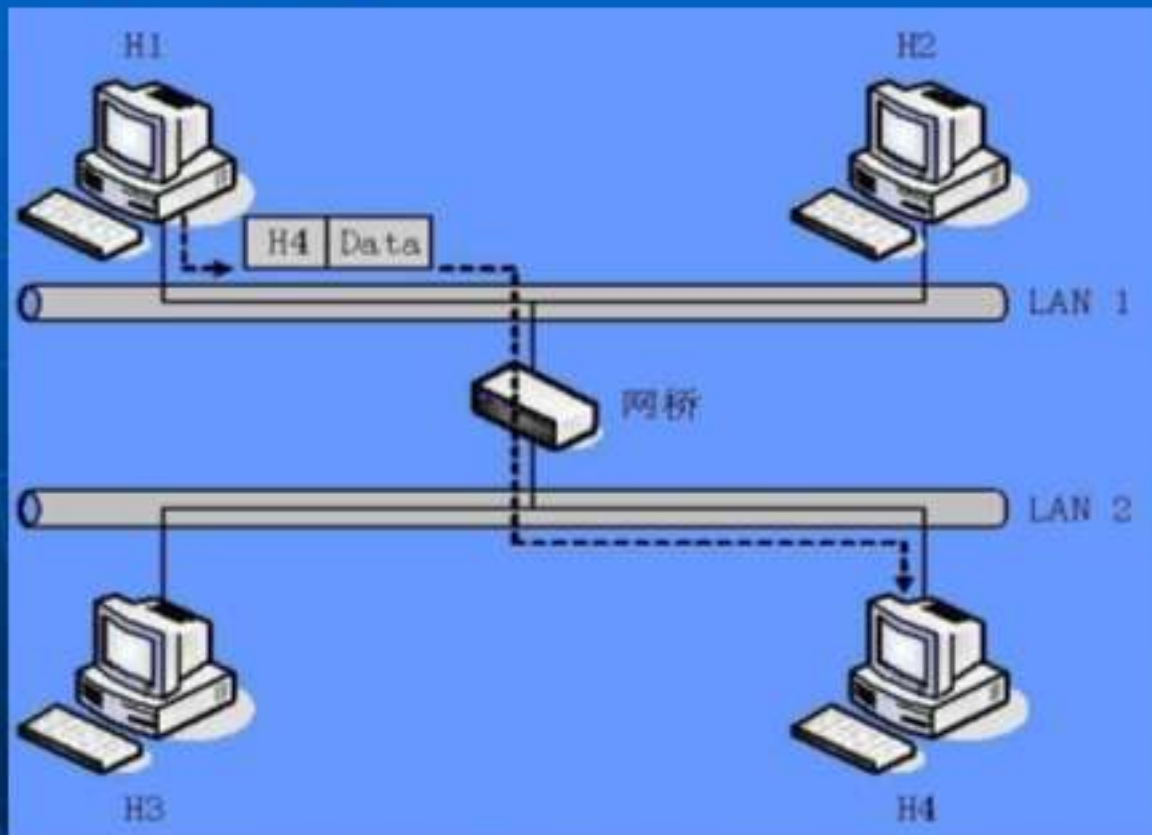
网桥的基本工作原理

◆网桥基本特征

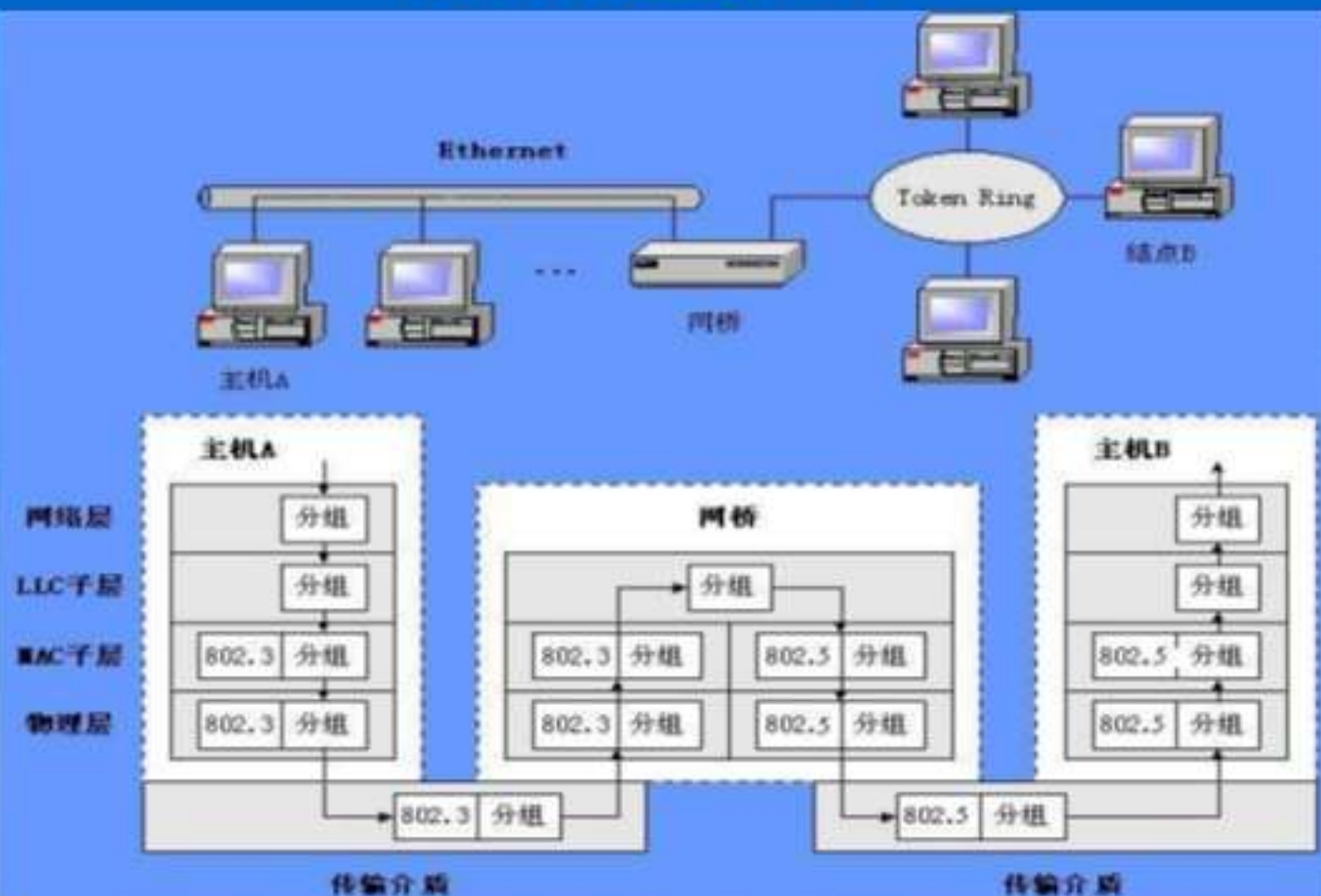
- 网桥在数据链路层上实现局域网互连;
- 网桥能够互连两个采用不同数据链路层协议、不同传输介质与不同传输速率的网络;
- 网桥以接收、存储、地址过滤与转发的方式实现互连的网络之间的通信;
- 网桥需要互连的网络在数据链路层以上采用相同的协议;
- 网桥可以分隔两个网络之间的广播通信量,有利于改善互连网络的性能与安全性。

网桥的基本工作原理

◆ 网桥的工作过程



网桥的层次结构

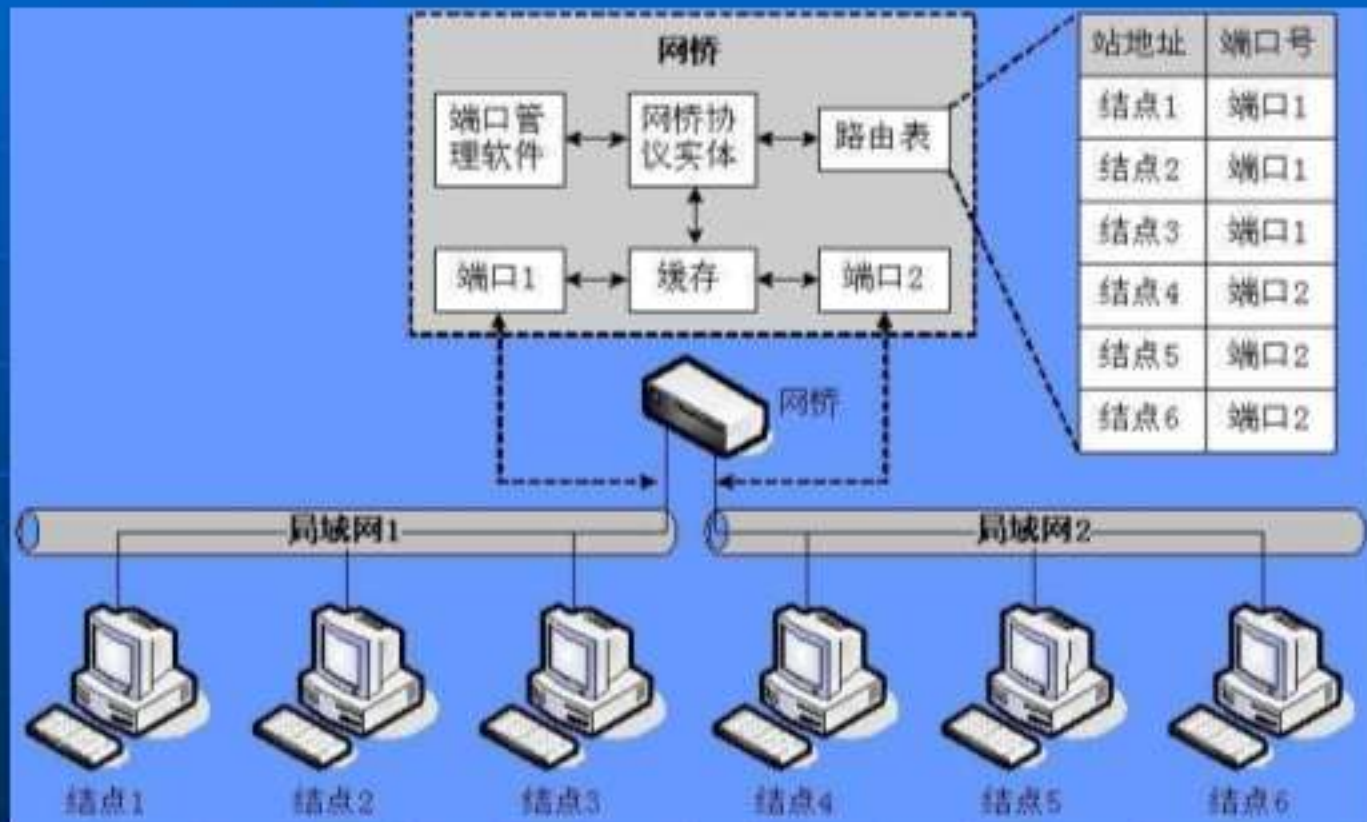


网桥的层次结构

- ◆网桥的端口分别通过使用不同的物理层和介质访问控制子层协议，分别连接到不同的局域网中。网桥通过路由选择软件完成是否转发，以及通过哪个端口转发的判断。
- ◆网桥在转发过程中不更改接收帧数据字段的内容与格式。

网桥的路选策略

◆ 网桥帧转发过程



网桥的路选策略

◆网桥帧转发过程

- 网桥最重要的工作是构建和维护路由表，其中记录了不同结点的物理地址与网桥转发端口的关系。
- 网桥按照其路由表的建立方法不同可分为：
 - 透明网桥
 - 源路由网桥

透明网桥

◆透明网桥的主要特点

- 透明网桥由各个网桥自己来决定路由选择，局域网上的各结点不负责路由选择，网桥对于互连局域网的各结点来说是“透明”的；
- 透明网桥一般用在两个使用同样的**MAC**层协议的网段之间的互连。例如连接两个**Ethernet**网段，或两个令牌环网；
- 透明网桥的最大优点是容易安装，是一种即插即用设备。

透明网桥

◆生成树算法



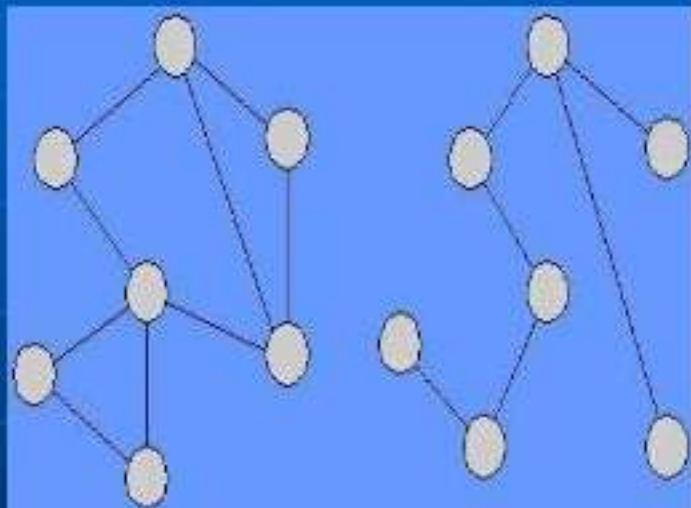
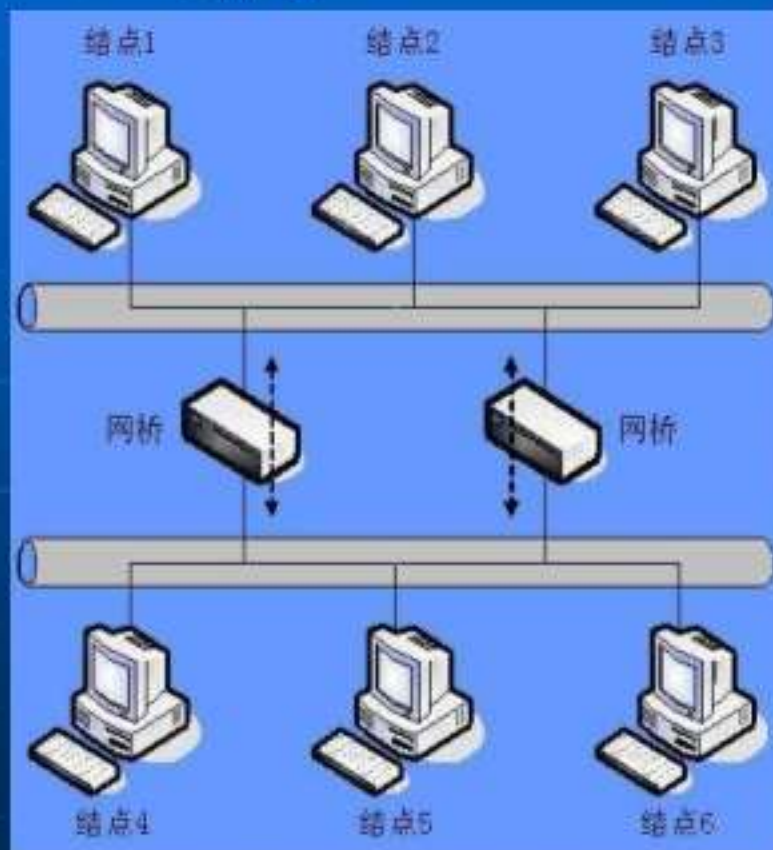
透明网桥

◆生成树算法

- 互连在一起的网桥在进行彼此通信后，就能找出原来的网络拓扑的一个子集。在这个子集里，整个连通的网络中不存在回路，即在任何两个站之间只有一条路径。避免了产生转发的帧在网络中不断地兜圈子。
- 为了得出能够反映网络拓扑发生变化时的生成树，在生成树上的根网桥每隔一段时间还要对生成树的拓扑进行更新。

透明网桥

◆生成树算法



(a) 带环图

(b) 对应的生成树

源路选网桥

- ◆透明网桥容易安装，但网络资源的利用不充分。
- ◆源路由(**source route**)网桥在发送帧时将详细的路由信息放在帧的首部中。
- ◆源站以广播方式向欲通信的目的站发送一个发现帧，每个发现帧都记录所经过的路由。
- ◆发现帧到达目的站时就沿各自的路由返回源站。源站在得知这些路由后，从所有可能的路由中选择出一个最佳路由。凡从该源站向该目的站发送的帧的首部，都必须携带源站所确定的这一路由信息。

源路选网桥

◆ 源路选网桥的主要特点

- 源路选网桥由发送帧的源结点负责路由选择;
- 源路由网桥假定假定每个结点在发送帧时,都已经清楚地知道发往各个目的结点的路由,因而在发送帧时将详细的路由信息放在帧的首部中;
- 为了发现适合的路由,源结点以广播方式向目的结点发送一个用于探测的发现帧;
- 发现帧将在整个通过网桥互连的局域网中沿着所有可能的路由传送;
- 当这些发现帧到达目的结点时,就沿着各自的路由返回源结点;
- 源结点在得到这些路由信息之后,从所有可能的路由中选择一个最佳路由。

网桥与广播风暴

◆ 集线器



网桥与广播风暴

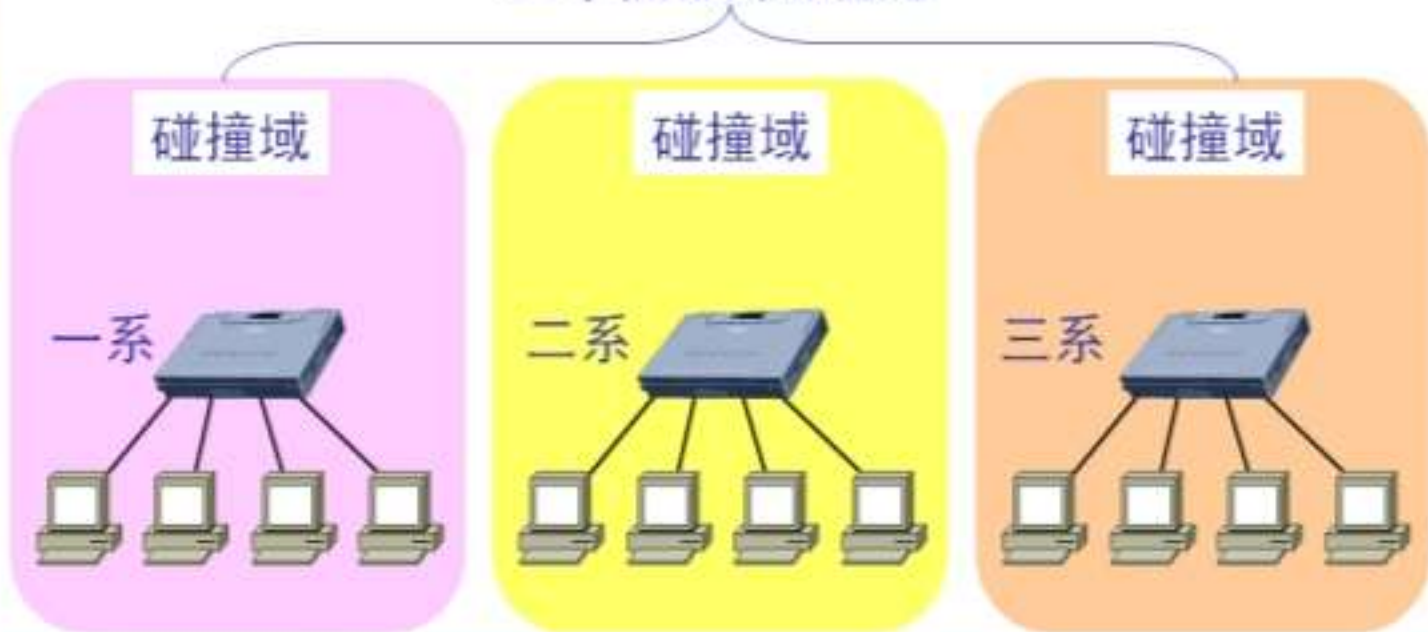
◆冲突域与广播域

- 碰撞域（冲突域）：域内的不同设备同时发出的以太网帧会互相冲突。此时各设备在同一个总线上。
- 广播域：域内的设备中的一个发出一个广播时，所有其他的设备都能接收到这个广播帧。

网桥与广播风暴

◆冲突域与广播域

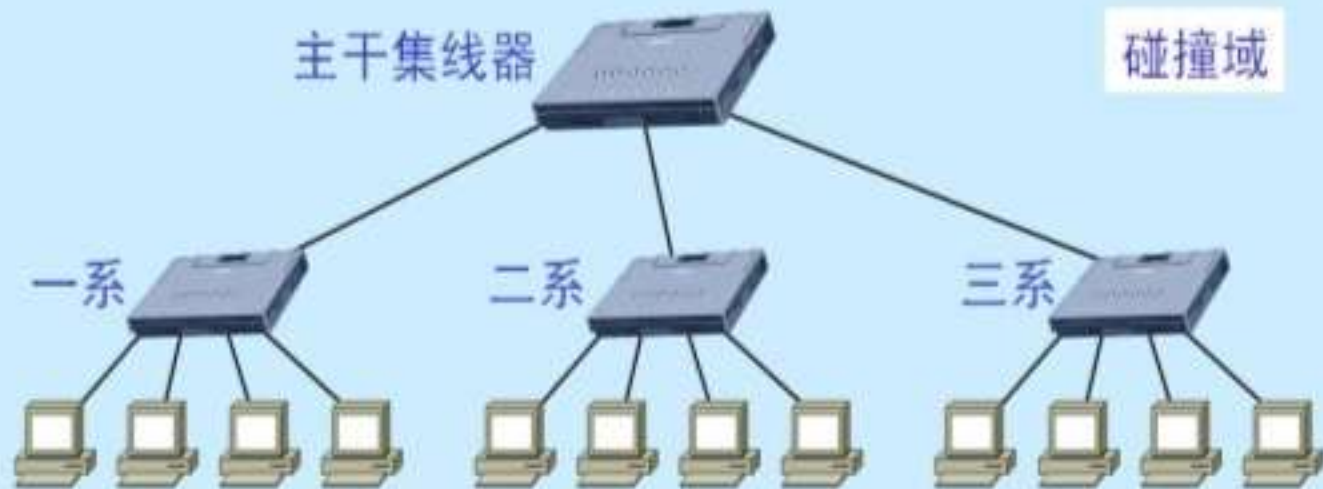
三个独立的碰撞域



网桥与广播风暴

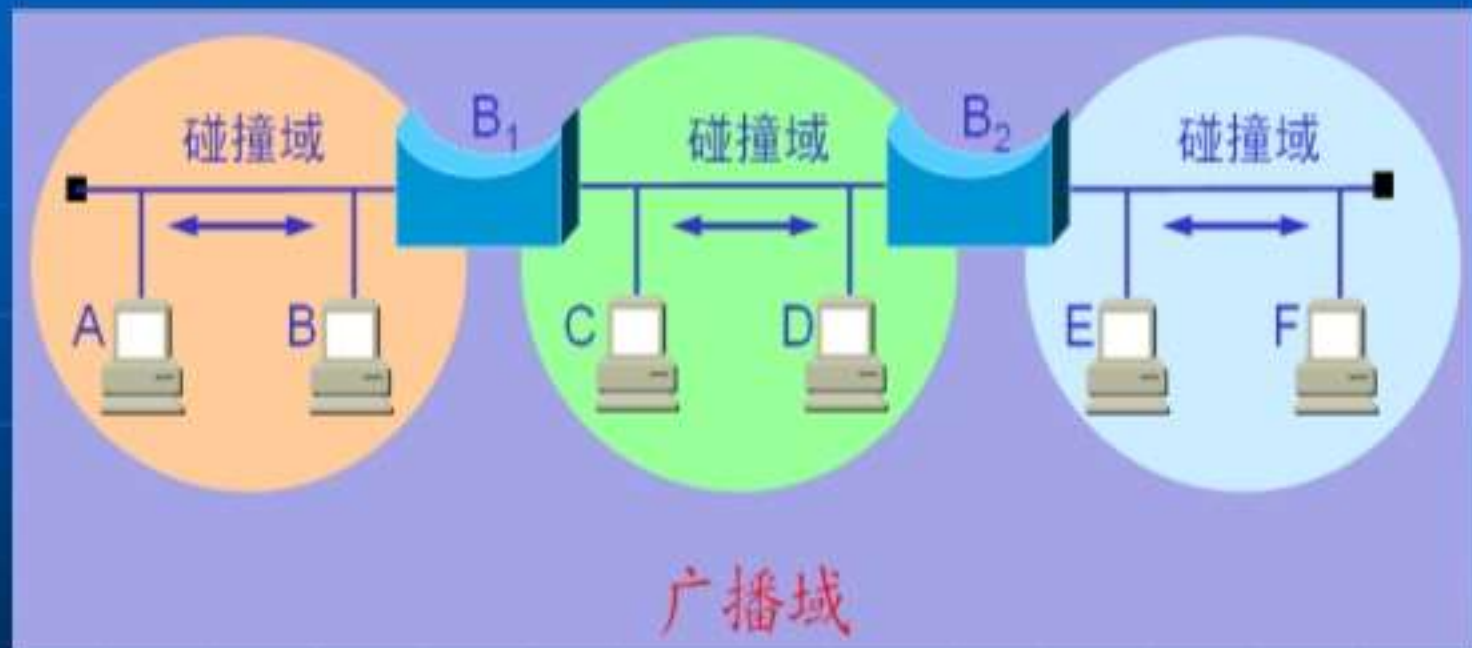
◆冲突域与广播域

一个更大的碰撞域



网桥与广播风暴

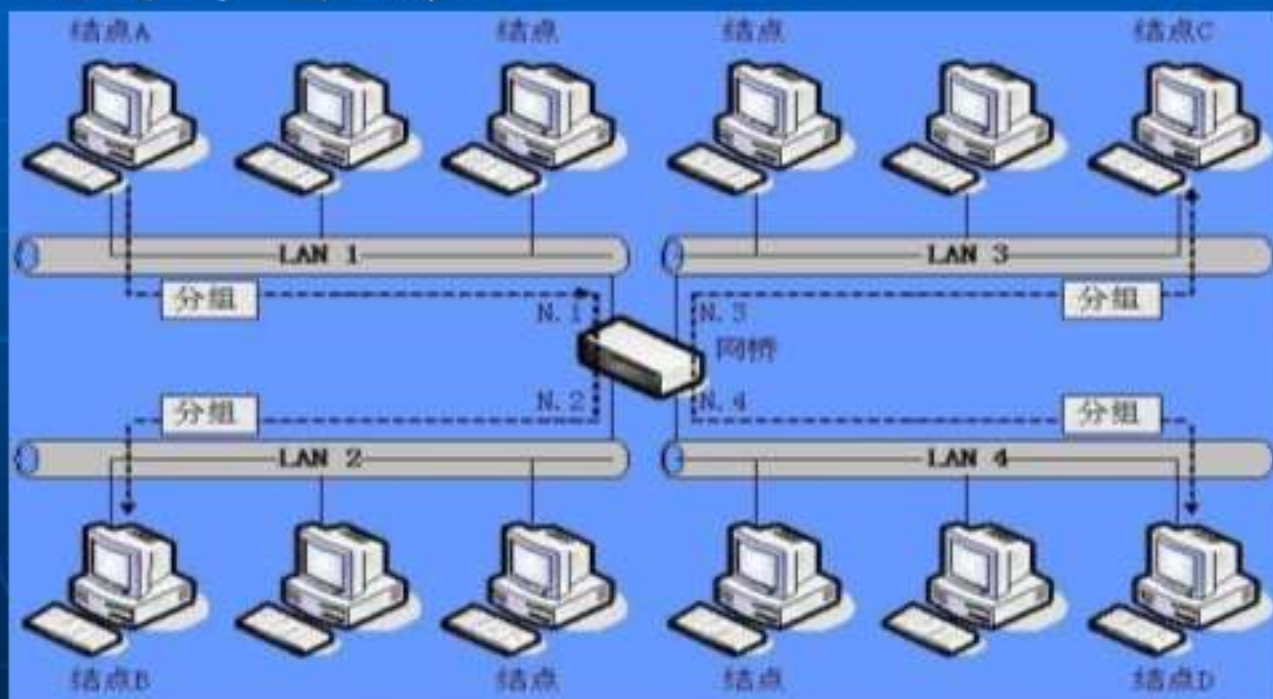
◆冲突域与广播域



网桥与广播风暴

◆ 网桥与广播风暴

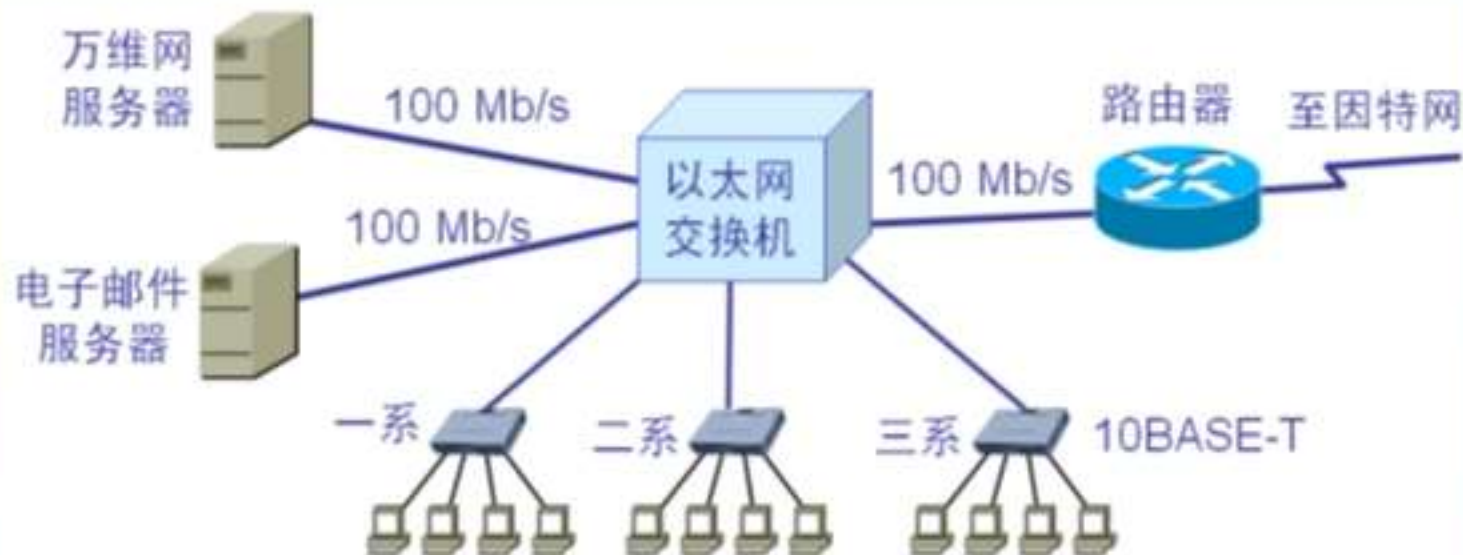
- 网桥“盲目地”广播会使网络无用的通信量剧增，造成“广播风暴”



多端口网桥与第二层交换

- ◆ 网桥与交换机都是工作在数据链路层，交换机可以认为是一个多端口的网桥；
- ◆ 交换机工作在数据链路层，完成帧的转发；
- ◆ 交换机采用基于硬件的转发机制，其交换时延可以减少到 μs 量级；
- ◆ 由于交换机完成帧一级的交换，它是工作在数据链路层，因此也叫做第二层交换机。

多端口网桥与第二层交换



小结

- ◆ 局域网设计的主要目标是覆盖一个公司、一所大学、一幢办公大楼的“有限的地理范围”；
- ◆ 决定局域网特性的三要素是：网络拓扑、传输介质与介质访问控制方法；
- ◆ 从采用的介质访问控制方法的角度，可以分为共享介质式局域网与交换式局域网两类；
- ◆ 目前应用最为广泛的局域网是10Mb/s速率的Ethernet网，速率为100Mb/s的Fast Ethernet与1Gb/s、10GE的Gigabit Ethernet已成为高速局域网方案中的首选技术，更高传输速率的100Gb/s的Ethernet正在研究中；

- ◆ 交换式局域网通过局域网交换机支持连接到交换机端口的结点之间的多个并发连接，实现多结点之间数据的并发传输，增加了网络带宽，改善局域网的性能与服务质量；
- ◆ 交换技术的发展为虚拟局域网的实现提供了技术基础。