


XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

# 数据通信与计算机网络

## 第4章 局域网



XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

### 主要内容与基本要求

- > 主要内容
  - > 局域网的基本概念、拓扑结构及体系结构;
  - > 以太网的工作原理、连接方式和MAC层;
  - > 局域网的扩展方法, 透明网桥和源路由网桥;
  - > 高速局域网和无线局域网。
- > 基本要求
  - > 了解局域网的基本特点, 掌握工作原理、IEEE802参考模型;
  - > 掌握以太网的MAC帧结构, 理解交换式以太网的概念;
  - > 掌握局域网的扩展方法, 透明网桥和源路由网桥的基本原理;
  - > 了解各种高速局域网的基本特点;
  - > 理解无线局域网的基本概念、暴露站和隐蔽站问题及CSMA/CA。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 2

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

### 本章目录

- 4.1 局域网概述 ▶
- 4.2 传统以太网 ▶
- 4.3 以太网的MAC层 ▶
- 4.4 扩展的局域网 ▶
- 4.5 虚拟局域网 ▶
- 4.6 高速以太网 ▶
- 4.7 其它种类的高速局域网 ▶
- 4.8 无线局域网 ▶

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 3

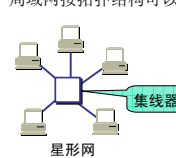
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

### 4.1 局域网概述

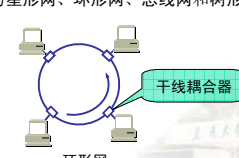
微型计算机的迅速普及, 小范围计算机需要共享某些资源并相互通信, 产生了局域网。局域网的主要特点是: 网络为一个单位所拥有, 且地理范围和站点数目均有限。

决定局域网的性能的三个要素(或底层核心技术)包括: 网络拓扑、传输媒体(介质)和媒体接入控制方法。

局域网按拓扑结构可以分为星形网、环形网、总线网和树形网。



星形网



环形网

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 4

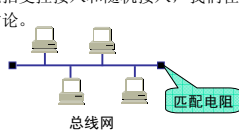
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

### 4.1 局域网概述

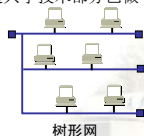
对于总线网, 使用CSMA/CD协议的已演进为星形网, 而使用令牌传递协议的总线网已退出市场。以太网在局域网市场竞争中占据了绝对优势, 几乎已成为局域网的代名词。

局域网可使用的传输媒体主要有双绞线、同轴电缆、光纤以及无线传输。双绞线已成为局域网中的主流媒体。

局域网的媒体接入控制(介质访问控制)方法主要采用动态接入控制, 包括受控接入和随机接入, 我们在信道共享技术部分已做了较为详细的讨论。



总线网



树形网

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 5

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

### 4.2 传统以太网

传统以太网指的是最早进入市场的10Mb/s的以太网。

#### 4.2.1 以太网的工作原理

##### 以太网的两个标准

施乐(Xerox)公司在1975年研究成功了一种基带总线局域网, 数据率2.94Mb/s, 用无源电缆作为总线传输数据帧。1980年, DIX V1; 1982年, 修改为DIX Ethernet V2, 是第一个局域网产品规约。

1983年, IEEE 802委员会制定了第一个IEEE的以太网标准802.3。二者只有很小的差别。

由于竞争激烈, IEEE 802委员会未能形成一个统一的局域网标准, 而是制定了几个不同的标准。为了使数据链路层能更好地适应多种标准, 把局域网的数据链路层拆成两个子层, 即逻辑链路控制LLC(Logical Link Control)子层和媒体接入控制MAC(Medium Access Control)子层。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 6

### 4.2 传统以太网

通过这样的划分，把与接入到传输媒体有关的内容都放在MAC子层，而LLC子层则与传输媒体无关，不管采用何种协议的局域网对LLC子层来说都是透明的。

以太网由于符合因特网的无连接服务的基本思想而逐渐取得垄断地位，因此LLC子层已经失去了存在的意义。很多网卡上就只有MAC协议。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 7

### 4.2 传统以太网

IEEE 802体系结构示意图如下。

目前活跃的802工作组有802.1：桥接/体系结构；802.3：CSMA/CD；802.11：无线局域网；802.15：无线个域网；802.16：宽带接入网，802.17：弹性分组环（Resilient Packet Ring）。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 8

### 4.2 传统以太网

#### 网卡的作用

计算机与局域网通过网络接口板连接，网络接口板又称为通信（或网络）适配器（adapter）或网络接口卡NIC（Network Interface Card），简称网卡。

网卡的主要作用：完成串并转换；通过提供缓存实现计算机总线速率和网络上的数据率之间的匹配；实现以太网协议。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 9

### 4.2 传统以太网

#### CSMA/CD协议

以太网的目的，寻找很简单的方法把一些距离较近的计算机互连接起来，使它们可以很方便、很可靠地进行较高速率的数据通信。

以太网通过一根总线把许多计算机连接在一起，总线上的通信方式是广播通信，即当某个站点发送数据时，总线上的所有站点都能检测到这个数据。以太网通过对各站点分配一个唯一的地址实现在总线上的点对一点通信。各站点只接收目的地址与本身地址一致的数据帧，而丢弃其余的数据帧。

为了通信简便，以太网基于局域网信道质量很好的理由，采取了两种重要措施：（1）采用无连接方式；（2）对发送的数据帧不进行编号，也不要求对方发回确认。即提供不可靠的交付服务，尽最大努力交付。差错的纠正由高层决定。

以太网采用CSMA/CD协调各站的工作，实现双向交替通信。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 10

### 4.2 传统以太网

#### 争用期

以太网的争用期长度规定为51.2微秒。对10Mb/s以太网，在此期间内可以发送512bit，即64字节。所以，以太网规定最短有效帧长为64字节，长度小于64字节的帧都是由于冲突而异常终止的无效帧。

在讨论信道共享技术时，我们曾提到CSMA/CD采用截断二进制指数类型退避算法实现冲突后的重发问题。以太网也使用此退避算法，但这种算法会产生“捕获效应”，使某些站不能公平地“捕获”到总线。

为解决这个问题，1994年，IEEE 802.3w工作组提出了一个新的退避算法，即二进制对数仲裁方法BLAM（Binary Logarithmic Arbitration Method）。但没有成为以太网标准，因为目前主要研究全双工以太网，原因是，随着数据率的提高，比如达到10Gb/s，就不能使用争用方式了。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 11

### 4.2 传统以太网

#### 4.2.2 传统以太网的连接方法

传统以太网可以使用双绞线、同轴电缆（包括粗缆和细缆）以及光纤四种传输媒体，对应地就有四种不同的物理层。如下图所示。

物理层表示方法如下：

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 12

### 4.2 传统以太网

传统以太网使用双绞线和同轴电缆时的连接示意图

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 13

### 4.2 传统以太网

网卡主要完成以下工作：（1）数据的封装与解封；（2）链路管理，主要是实现CSMA/CD协议；（3）编码与译码。

使用同轴电缆的以太网可靠性差，难以维护。为了便于维护，产生了使用集线器和无屏蔽双绞线连接成星形拓扑的以太网，这种物理层连接方式成本低，而且既可靠又便于连接和维护。是局域网发展史上非常重要的里程碑。

集线器的特点：

- （1）使用集线器的以太网在逻辑上仍然是一个总线网。各站共享逻辑上的总线，仍使用CSMA/CD协议。因此又称为星型总线（star-shaped bus）或盒中总线（bus in a box）。
- （2）集线器像一个多端口转发器（如下页图所示）。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 14

### 4.2 传统以太网

- （3）集线器和转发器（repeater，又称中继器）都工作在物理层。
- （4）集线器使用专门芯片进行自适应串音回波抵消。这样就可使端口发出的较强信号不致对该端口接收的较弱信号产生干扰。

另802.3还支持使用75ΩCATV电缆的宽带局域网（使用宽带传输），相应的标准是10BROAD36。使用光纤时标准为10BASE-F。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 15

### 4.3 以太网的MAC层

#### 4.3.1 MAC层的硬件地址

在局域网中，硬件地址又称为物理地址或MAC地址。这里的地址严格地讲应该是每个站的“名字”或标识符。物理地址并不是说这个地址位于物理层。

IEEE的注册管理委员会RAC（Registration Authority Committee）是局域网全球地址的法定管理结构，它负责分配硬件地址的机构惟一标识符OUI（Organizationally Unique Identifier），即地址中的前三个字节。如3Com公司的OUI是02-60-8C。地址中的后3个字节由厂家分配，称为扩展标识符（extended identifier），但要保证无重复地址。这种方法得到的地址通用名称为EUI-48，EUI表示扩展的惟一标识符（Extended Unique Identifier）。

**EUI-48的两种记法**

第1字节最低位为I/G（Individual/Group）比特，为0为单个站地址。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 16

### 4.3 以太网的MAC层

第1字节最低第2位是G/L（Global/Local）比特，为1时是全球管理，即该地址全球惟一，而为0时是本地管理。

全球管理的地址空间为46个比特，共有超过70万亿个地址。

由于网卡是插在计算机中的，所以可以用硬件地址标志插有该网卡的计算机。SUN公司的工作站就是这样的。

当网卡收到一个MAC帧时，首先用硬件检查MAC帧中的MAC地址。如果是发往本站，则收下，否则丢弃此帧。

发往本站的帧共有三种：

- （1）单播（unicast）帧，一对一。
- （2）广播（broadcast）帧，一对全体。
- （3）多播（multicast）帧，一对多。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 17

### 4.3 以太网的MAC层

#### 4.3.2 两种不同的MAC帧格式

常用的以太网MAC帧格式有两种标准，一种是DIX Ethernet V2，而另一种则是IEEE 802.3。

现在最常用的是以太网V2格式。共5个字段，依次是：目的地址、源地址、类型字段、数据字段和帧校验序列FCS字段。

其中，类型字段用来标志上一层使用的是什么协议。如0x0800表示上层是IP协议，0x8137表示是Novell IPX协议。

数据字段的正式名称是MAC客户数据字段，长度在46到1500字节之间。当小于64字节时，MAC子层在数据后插入整数字节的填充字段。但必须由上层协议识别有效的数据字段长度。

当传输媒体的误码率为 $10^{-8}$ 时，FCS使未检测到的差错小于 $10^{-14}$ 。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 18

### 4.3 以太网的MAC层

为了兼容其它局域网IEEE 802.3的MAC帧较为复杂。它与Ethernet V2的主要区别在第三字段。802.3的第三字段是长度/类型字段。

若长度/类型字段的数值大于0x0600 (1536) 时, 这个字段表示上层协议的类型。此时, 802.3与Ethernet V2的MAC帧一样。

若长度/类型字段的数值小于1500时, 这个字段表示MAC帧数据字段的长度。此时, MAC帧的数据部分是按802.2标准定义的LLC子层的LLC帧。

为了物理层比特同步的需要, MAC帧下传到物理层时还要在帧的前面插入8个字节(由硬件生成), 前7个字节成为前同步码, 第8个字节是帧开始定界符(OxAB), 表示后面的信息就是MAC帧了。

802.3规定的无效MAC帧: 数据字段长度与长度字段值不一致; 帧长度不是整数字节; FCS检查有错; 数据字段长度不在46~1500之间。

MAC子层标准还规定帧间最小间隔为9.6 μs。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 19

### 4.4 扩展的局域网

一个单位往往有多个局域网, 如果需要通过一定的中间设备把它们连接起来。中间设备可以是转发器、集线器、网桥或者路由器等。其中路由器是网络层设备, 我们将在第6章讨论用路由器进行网络互连。

#### 4.4.1 在物理层扩展局域网

在物理层扩展局域网是使用转发器和集线器。4.2节初步讨论了它们的用法。用它们扩展局域网的特点是在扩大了通信覆盖范围的同时也扩大了碰撞域(Collision)。

下面我们通过讨论用多个集线器连接成更大范围的多级星型结构局域网来阐明物理层扩展局域网的优缺点。参见图4-18。

优点: 可以进行跨局域网通信; 扩大了局域网覆盖范围。

缺点: 扩大了碰撞域; 只能连接同类型的局域网。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 20

### 4.4 扩展的局域网

中继器, 转发器的工作层次

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 21

### 4.4 扩展的局域网

#### 4.4.2 在数据链路层扩展局域网

在数据链路层扩展局域网使用的是网桥(bridge)。它根据MAC帧的地址转发收到的帧, 具有过滤帧的功能。

站地址	端口
①	1
②	1
③	1
④	2
⑤	2
⑥	2

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 22

### 4.4 扩展的局域网

网桥的工作层次

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 23

### 4.4 扩展的局域网

使用网桥带来的好处:

- (1) 过滤通信量。局域网各网段仍是独立的碰撞域, 减轻了扩展局域网上的负荷, 同时也减小了帧平均时延。
- (2) 扩大了物理范围。通信范围也增大了。
- (3) 提高了可靠性。网络故障只影响个别网段。
- (4) 可互连不同物理层、不同MAC子层和不同速率的局域网。

网桥的缺点:

- (1) 增加了时延。存储转发、协议转换等
- (2) MAC层没有流量控制功能, 当负荷重时, 会出现帧丢失现象。
- (3) 只适合用户数不太多和通信量不太大的局域网, 否则有可能出现“广播风暴”。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 24

### 4.4 扩展的局域网

**网桥与集线器的区别：**集线器在转发帧时不对传输媒体进行检测。而网桥在转发一个帧之前必须执行CSMA/CD算法，当发生冲突时必须停止发送并进行退避，这很象一个网卡。但是，网桥却没有网卡，即网桥的端口没有MAC地址，所以网桥在转发过程中不改变所转发数据帧的源地址。

两个网桥之间可以使用一段点对点链路。

**透明网桥**

当前使用最多的是透明网桥（transparent bridge）。透明是指局域网上的各站看不见网桥的存在。它是一种即插即用设备，标准是802.1D。

透明网桥在其转发表中登记站地址、端口和时间三种信息。

透明网桥建立转发表所依据的原理是：如果网桥能从端口x收到从源地址A发来的帧，那么以后就可以从端口x将一个帧发给目的地址A。

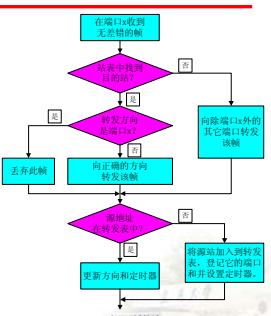
2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 25

### 4.4 扩展的局域网

局域网的拓扑结构经常发生变化，为了使转发表能反映网络的最新拓扑，需要登记更新时间。

为了使透明网桥能正常工作，各网桥还必须使用一个支撑树（spanning tree）算法找到原拓扑的一个支撑树子集，在此子集中整个联通的网络不存在回路。

拓扑中若存在回路，可能会出现数据帧在网络中“兜圈子”的现象。



**Demo**

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 26

### 4.4 扩展的局域网

**源路由网桥（source routing bridge）**

透明网桥的最大优点就是容易安装。但网络资源的利用不充分。

**源路由网桥**是在发送帧时将详细的路由信息放在帧的首部。

关键是源站如何找到一条合适的路由？源站通过广播方式向目的站发送一个路由发现帧（discovery frame），它会沿所有可能的路由传送，并记录所经过的路由，发现帧到达目的站后沿各自的路由返回源站。源站从所有可能的路径中选择一个最佳路由。

发现帧还有一个作用是帮助源站确定整个网络可以通过的帧的最大长度。

源路由网桥对主机不是透明的，主机必须知道网桥的标识以及连接到哪个网段上。使用源路由网桥可以利用最佳路由。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 27

### 4.4 扩展的局域网

**多端口网桥——以太网交换机**

使用交换式集线器（switching hub）可以明显提高局域网的性能，通常又称为以太网交换机或第二层交换机（工作在数据链路层）。

以太网交换机实质上是一个多端口网桥。通常有十几个端口，而网桥一般是2到4个端口。以太网交换机的每个端口都可以直接与一个单个主机或另一个集线器相连，且一般都工作在全双工方式。

交换机和集线器的总容量比较。

从共享式以太网过渡到交换式以太网很容易，只需要把集线器换为交换机就可以了。以太网交换机可以实现速率转换、协议转换。

交换机的交换方式有两种存储转发和直通式交换（cut-through）。直通式时延小，但不能进行速率和协议的转换。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 28

### 4.4 扩展的局域网

**两种网桥的比较**

	透明网桥	源选径网桥
服务类型	无连接	面向连接
透明性	完全透明	不透明
配置、管理	自动配置，容易管理	人工配置
最佳路由	不一定最优	优化
路由的确定	逆向学习	探测帧
故障处理及拓扑变化	网桥负责	主机负责
复杂性及开销	网桥负担	主机负担

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 29

### 4.5 虚拟局域网

#### 4.5.1 虚拟局域网的概念

IEEE 802.1Q中对虚拟局域网VLAN（Virtual LAN）的定义：虚拟局域网是由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组，这些网段具有某些共同的需求。

虚拟局域网只是局域网给用户提供服务，并不是一种新型局域网。

实现虚拟局域网在硬件设备上需要以太网交换机的支持。

交换式集线器不向虚拟局域网以外的工作站发送广播信息。即把广播域限制在虚拟局域网内。

VLAN是用户和网络资源的逻辑组合，可以按照需要将有关设备和资源非常方便地重新组合。

可以实现虚拟工作组，提高管理效率。应用于银行、企业等领域。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 30

### 4.5 虚拟局域网

三个虚拟局域网 VLAN<sub>1</sub>, VLAN<sub>2</sub> 和 VLAN<sub>3</sub> 的构成

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 31

### 4.5 虚拟局域网

#### 4.5.2 虚拟局域网使用的以太网帧格式

VLAN除了硬件设备需要以太网交换机以外，在帧格式上也需要做出相应的改变。IEEE 802.3ac对此做了定义。

在以太网帧格式的基础上，增加了一个VLAN标记（tag）字段。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 32

### 4.6 高速以太网

把速率达到或超过100Mb/s的以太网称为高速以太网。

#### 4.6.1 100BASE-T以太网

100BASE-T是在双绞线上传送100Mb/s基带信号的星型拓扑以太网，又称为快速以太网（Fast Ethernet）。标准802.3u。

要解决的问题：由于发送速率的提高，缩短了帧的发送时间，为了保持较小的归一化传播时延，需要增加帧长或缩短电缆长度，100BASE-T为了保持帧格式不变，选择了后者。即将最大电缆长度缩短到100m，同时帧间间隔也缩短到0.96μs。

100BASE-T可以在全双工方式下工作，此时不使用CSMA/CD协议。可以使用的物理层标准包括：

- (1) 100BASE-TX：2对UTP5或STP；MLT-3编码。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 33

### 4.6 高速以太网

- (2) 100BASE-FX：2根光纤；4B/5B-NRZI编码。
- (3) 100BASE-T4：4对UTP3或UTP5；8B6T-NRZ编码。

#### 4.6.2 吉比特以太网（千兆以太网）

1996年问世。标准为802.3z。其要点如下：

- (1) 支持全双工和半双工两种工作方式；
- (2) 使用802.3的帧格式；
- (3) 半双工方式下仍使用CSMA/CD协议；

其中后两点的目的是为了与10BASE-T和100BASE-T兼容。

千兆以太网的物理层标准：

- (1) 1000BASE-X（802.3z）

是基于光纤通道（FC-0和FC-01）的物理层，根据所用媒体分为：

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 34

### 4.6 高速以太网

- 1000BASE-SX：SX表示短波长（850nm）；
- 1000BASE-LX：LX表示长波长（1300nm）；
- 1000BASE-CX：CX表示铜线。两对短距离STP，传输距离25m。
- (2) 1000BASE-T（802.3ab）

使用4对UTP5，传输距离100m。

千兆以太网工作在半双工方式时，必须使用碰撞检测。与快速以太网面临相同的问题，是继续缩短电缆长度到10m？还是增大最短帧长？缩短电缆长度减小网络的实用价值，而增大最短帧长破坏向后兼容。所以千兆以太网维持电缆长度和最短帧长不变，采用了“载波延伸”和“分组突发”技术解决这个问题。千兆以太网的争用期为512字节。

当发送的帧长小于512字节时，千兆以太网在帧的后面填充一些特殊字符，接收端收到后删除所填充的字符。这种技术称为“载波延伸”。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 35

### 4.6 高速以太网

但是，当连续发送短帧时，开销很大。所以在此基础上增加了“分组突发”（packet bursting）的功能。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 36

**4.6 高速以太网**

**4.6.3 10吉比特以太网（万兆以太网）**

10吉比特以太网（10GE）的标准802.3ae。其主要特点如下：

- (1) 帧格式与以太网的帧格式完全相同，并保留最小和最大帧长；
- (2) 只使用光纤作为传输媒体。
- (3) 只工作在全双工方式，不使用CSMA/CD协议。

10吉比特以太网的物理层：

- (1) 局域网物理层LAN PHY，数据率是精确的10Gb/s。
- (2) 可选的广域网物理层WAN PHY，其数据率小于10Gb/s。

以太网从10Mb/s到10Gb/s的演进证明了，以太网是：可扩展的、灵活的、易于安装的和稳健的。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 37

**4.7 其它种类的高速局域网**

**100VG-AnyLAN局域网**

是HP公司推出的使用集线器的100Mb/s无碰撞局域网。

**光纤分布式数据接口FDDI**

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) 是用光纤作为媒体的具有双环拓扑的令牌环形网。数据率为100Mb/s，具有动态分配带宽的能力。最大站间距离为2km（多模光纤）。常被划分在MAN范围，曾作为许多单位的主干网。

采用双环拓扑使FDDI具有自恢复功能，大大提高了网络可靠性。

**高性能并行接口HIPPI**

主要用于超级计算机与一些外围设备的高速接口。

**光纤通道（Fiber Channel）**

可以用来传输数据通道（HIPPI, SCSI），也可用来传送网络分组。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 38

**4.8 无线局域网**

**4.8.1 无线局域网的组成**

无线局域网可以分为两大类：**有固定基础设施**的和**无固定基础设施**的。所谓固定基础设施是指预先建立起来的、能够覆盖一定地理范围的一批固定基站。

现在广泛使用的有固定基础设施的无线局域网是802.11b/g/a。

**无线局域网组成**

实现漫游的基本工具：关联（association）、重建关联（re-association）、分离（dissociation）。

移动站可以通过主动（发探测请求帧，probe request frame）或被动的（等待接入站周期性发出的信标帧，beacon frame）与接入点建立关联。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 39

**4.8 无线局域网**

自组织网络（Ad hoc network）就是一种无固定基础设施的无线局域网，它是一些处于平等状态的移动站之间为了相互通信而组成的临时网络。其中的每个站都要参与路由的发现和与维护。

由于自组织网的移动性，使得路由、多播以及安全问题都要比固定网络更加复杂。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 40

**4.8 无线局域网**

**4.8.2 802.11中的物理层**

物理层的三种实现方法跳频扩频FHSS（Frequency Hopping Spread Spectrum）、直接序列扩频DSSS（Direct Sequence Spread Spectrum）以及红外线IR（InfraRed）。

802.11b：2.4GHz频段；DSSS；数据率5.5Mb/s或11Mb/s。

802.11a：5GHz频段；OFDM；6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 55Mb/s。

**4.8.3 802.11中的MAC层**

CSMA/CA协议

由于无线信道的特殊性，碰撞检测的实现比较困难，因此无线局域网不能简单地搬用CSMA/CD协议。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 41

**4.8 无线局域网**

隐蔽站问题（hidden station problem）和暴露站问题（exposed station problem）。

因此802.11局域网使用CSMA/CA协议。


802.11标准的MAC层由两个子层，分别称为分布式协调功能（Distributed Coordination Function）和点协调功能（Point Coordination Function）。

由于无线局域网在碰撞后的处理开销很大，为了尽可能避免碰撞，802.11规定了三种帧间间隔。

802.11的虚拟载波监听（Virtual Carrier Sense），源站在其MAC首部中的第二个字段“持续时间”中填入在本帧结束后还要占用信道多长时间（单位是微秒），包括目的站发确认的时间。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——局域网 42

## 4.8 无线局域网

  
XI'AN JIAOTONG  
UNIVERSITY

当一个站检测到信道中传送的MAC帧首部的“持续时间”字段时，就调整自己的网络分配向量NAV（Network Allocation Vector）。

信道转闲时，要发送数据的各站必须等待一个DIFS间隔后进入争用窗口，在争用窗口用二进制指数退避算法争用信道。与CSMA/CD中的退避算法的不同之处在于：CSMA/CA在发送之前就执行退避算法；第*i*次退避是在 $2^{2+i}$ 个时隙中选择一个。

**对信道进行预约**

为了更好地解决隐蔽站带来的碰撞问题，802.11允许使用请求发送RTS帧和允许发送CTS帧对信道进行预约。

使用RTS和CTS会使整个网络的效率有所下降。 信道预约

可以选择是否使用RTS和CTS帧。

2011-8-31《数据通信与计算机网络》——局域网43