

**通信系统的基本任务**使用光信号或电信号传递信息的硬件、软件系统。克服时间、空间的障碍，有效而可靠地传递信息。

**通信网**由一定数量的节点和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起，按约定的信令或协议完成任意用户间的信息交换的通信体系。

**采用分层结构的原因**（1）可以降低网络设计的复杂度（2）方便异构网络设备间的互连互通（3）增强了网络的可升级性（4）促进了竞争和设备制造商的分工

**交换式网络的优点**降低骨干网成本、网络扩容的方便性、便于网络的控制与管理

**通信网的分类按业务类型分**：电话通信网、数据通信网、广播电视网等。

**按空间距离分**：广域网、城域网和局域网。

**按信号传输方式分**：模拟通信网和数字通信网。

**按运营方式分**：公用通信网和专用通信网。

**通信网硬件构成要素**

**终端节点**：是通信网上信息的产生者，同时也是通信网上信息的使用者。

**功能**：用户信息的处理、信令信息的处理。最常见的终端节点有电话机、传真机、计算机、视频终端等。

**交换节点**：负责**集中、转发**终端节点产生的用户信息，但它自己并不产生和使用这些信息。

**功能**：负责用户业务的集中接入、交换功能、信令功能以及其他功能。常见的交换节点有电话交换机、分组交换机、路由器、转发器等。

**业务节点**：通常由链接到通信网络边缘的计算机系统、数据库系统组成。

**功能**：（1）实现独立于交换节点的业务执行和控制。（2）实现对交换节点呼叫建立的控制。（3）为用户提供智能化、个性化、有差异的服务

**传输系统**：为信息的传输提供传输信道，并将网络节点连接在一起。其主要涉及目标是如何提高物理线路的使用效率，因此传输系统多采用多路复用技术。如频分复用、时分复用、波分技术等。完成接入、交换传输功能

**软件设施要素**信令、协议、控制、管理、计费，它们主要完成通信网的控制、管理、运营和维护，实现通信网的智能化

**通信网的业务**据信息类型的不同分为：电话业务、数据业务、图像业务、视频和多媒体业务、承载业务、用户终端业务、补充业务。

**承载业务**：网络提供的单纯的信息传送业务，具体地说，是在用户网络接口处提供的

**终端业务**所有各种面向用户的业务，它在人与终端的接口上提供。它既反映了网络的信息传递能力，又包含了终端设备的能力，一般来讲，用户终端业务都是在承载业务的基础上增加了高层功能而形成的。包括电话、电报、传真、多媒体等。

**补充业务**又叫附加业务，由网络提供的，在承载业务和用户终端业务的基础上附加的业务性能。补充业务不能单独存在，它必须与基本业务一起提供。常见的补充业务有主叫号码显示、呼叫转移、三方通话等

**现代通信网的基本结构**

（1）**信息传送**：它是通信网的基本任务。传送的信息主要分为三大部分：用户信息、信令和控制信息、管理信息。信息传输主要由交换节点和传输系统完成。

（2）**信息处理**：其目的主要是增强通信的有效性、可靠性和安全性。信息的最终语义解释一般由终端的应用来完成。

（3）**信令机制**：它是通信网上任意两个通信实体之间为实现某一任务，进行控制信息交换的机制。

（4）**网络管理**：它负责网络的运营管理、维护管理、资源管理；以保证网络在正常和故障的情况下的服务质量。他是整个通信网中最具智能的部分。

### 从通信功能的角度可将现代通信网划分为相互依存的三部分

(1) **业务网**：负责向用户提供各种通信业务，如基本话音、数据、VPN、多媒体等。采用不同交换技术的交换节点设备通过传送网互联在一起就形成了不同类型的业务网。

(2) **传送网**：随着光传输技术的发展，在传统传输技术的基础上引入管理和交换智能形成的。负责按需为交换节点/业务节点之间的互连分配电路。在这些节点之间提供透明的传输通道，它还包含相应的管理功能，如电路调度、网络性能监视、故障切换等。构成传送网的主要技术要素有：传输介质、复制体制和传送网节点技术等。其中传送网节点主要有分插复用设备（ADM）和交叉连接设备（DXC）两种类型，他们是构成传送网的核心要素。

(3) **支撑网**：提供业务网正常运行所需的信令、同步、网络管理、业务管理、运营管理等功能，以提供用户满意的服务质量。其包含三部分：同步网、信令网、管理网。

**面向连接型**网络：一次数据交换过程包含三个阶段：连接建立、数据传输和连接释放。

**交换节点在其中的功能**呼叫处理功能和标记连接状态信息的转发表，根据连接标识和转发表实现快速的数据交换

**无连接型**网络：数据传输前，不需要在源端和目的端之间先建立通信连接，交换节点将分组看成互不依赖的基本单元，独立地处理每一个分组，并为其寻找最佳转发路由。

**交换节点在其中的功能**交换节点根据路由表完成入端口到出端口的交换。

**两种方式的比较**两种方式各有优缺点，面向连接方式适用于大批量、可靠的数据传输业务，但网络控制机制复杂；无连接方式控制机制简单，适用于突发性强、数据量少的数据传输业务

**交换技术的发展趋势**是：信道利用率越来越高，支持可变速率和多媒体业务，并且有复杂的协议体系来保证服务质量

**电路交换**在连接建立阶段，网络主要完成两项工作-(1)确定路由(2)全程的资源预留和专用通信

**连接节点作用**将用户信息在预先建立的连接上进行转发

**电路交换的主要特点**在连接建立阶段，为用户静态地分配通信所需的全部网络资源；并且在通信期间，资源将始终保持为该连接专用；在数据传输阶段，交换节点只是简单将用户信息在预先建立的连接上进行转发，节点处理时延可忽略不计，效率极高。电路交换很适合实时性要求高的通信业务，传统电话通信网就采用这种方式，它很好地解决了实时话音通信问题。它的主要缺点是信道资源的利用率低

### 采用分组交换原因

1 数据业务有很强的突发性，采用电路交换方式，信道利用率太低

2 电路交换只支持固定速率的数据传输，要求收发严格同步，不适应数据通信网中终端间异步、可变速率的通信要求。

3 话音传输对时延敏感、对差错不敏感，而数据对一定的时延可以忍受，但关键数据细微的错误都可能造成灾难性后果。分组交换是针对数据通信而设计的，每个分组由用户信息部分和控制部分组成，控制部分包含差错控制信息，可以用于对差错的检测和校正；以“存储-转发”方式工作。

**数据报**：数据报属于无连接方式，主要的优点是：协议简单，无需建立连接，无需为每次通信预留带宽资源，每一分组在网上都独立寻路。数据报的主要缺点是：需要携带全局有效的网络地址，在每一个交换节点，都要经历一次存储、选路、排队等待线路空闲，再被转发的过程，因而传输时延大，并存在时延抖动问题。

**连接点在其中的作用**以“存储-转发”方式工作，可以方便地支持终端间异步、可变速率的通信要求

**虚电路**是一种面向连接的分组交换方式。与**电路交换**不同之处在于不进行静态的带宽资源

预留。其设计目标是要将数据报和电路交换着两种技术的优点结合起来，已达到最佳数据传输的效果。其通信过程分为：虚电路建立、数据传输和虚电路释放

**ATM 交换**：ATM 即异步传送方式，其主要设计目标是在一个网络平台上用分组交换技术实现话音、数据、图像等业务的综合传送交换。

1 固定长分组策略。节点缓冲区的管理策略简单了，定长分组也便于用硬件实现高速信元交换。

2 继承了传统分组交换的统计复用和虚电路技术，同时向网络提交详细的服务质量要求说明。

3 网络只对信元中的控制字段进行必要的差错处理。4 引入 ATM 适配层，即 AAL 层，与特定类型业务相关的功能，以此来支持区分服务的能力。

**网络分层原因**：1 可以降低网络设计的复杂度. 2 方便异构网络设备间的互连互通。3 增强了网络的可升级性。4 促进了竞争和设备制造商的分工。

**通信网服务质量总体要求**可访问性：网络保证合法用户随时能够快速、有保证的接入到网络以获得信息服务，并在规定的时延内传递信息的能力。透明性：网络保证用户业务信息准确、无差错传送的能力。可靠性：指整个通信网连续、不间断的稳定运行的能力。可靠性指标有：失效率、平均故障间隔时间、平均修复时间、系统不可利用度=平均修复时间（平均故障时间+平均修复时间）

**电话网的服务质量**接续质量：电话网接续用户通话的速度和难易程度，常用接续损失（呼损）和接续时延来度量。传输质量：反映电话网传输话音信号的准确程度，通常用响度、清晰度、逼真度这三个指标来衡量。稳定性质量：反映电话网的可靠性，主要指标与一般通信网的可靠性指标相同，如平均故障时间间隔、平均修复时间、系统不可利用度等

**数据网的服务质量**：1 服务可用性 2 传输时延：传输时延指在两个参考点之间，发送和收到一个分组的时间间隔 3 时延变化：又称抖动(Jitter)，指沿相同路径传输的同一个业务流中的所有分组传输时延的变化。4 吞吐量：吞吐量指在网络中分组的传输速率，可以用平均速率或峰值速率来表示 5 分组丢失率：通过网络传输是允许的最大丢失率，通常分组丢失都是由于网络拥塞造成的。6 分组差错率：单位时间内差错分组与传输总分组数目的比率

**网络的服务性能保障机制**常见问题：（1）数据传输中的差错与丢失（2）网络拥塞（3）交换节点和物理线路故障

**网络性能具体保障机制**差错控制：将源端和目的地端传送的数据所发生的丢失和损坏恢复过来。常包括差错检测和差错校正

**拥塞控制**：（目标）将网络中的数据量控制在一定的水平之下，超过这个水平，网络的性能就会即急剧恶化。拥塞控制一般发生在通过网络传输的数据量开始接近网络数据处理能力时

**路由选择**：可以帮助网络绕开发生故障或拥塞的节点，以提供更可靠的服务质量

**流量控制**：一种使目的端通信实体可以调节源端通信实体发出的数据流量的协议机制，可以调节数据流量的协议机制，可以调节数据发送数量和速率。

课后习题：**邮件系统**第一层：物理层，信件传递过程中的硬件设施，例如邮政车辆之类第二层：链路层，信件传递过程中确认收发双发的。第三层：网络层，在信件的地址确定好了以后，选择传递线路的一个过程。第四层：传输层，类似信件传递中收信局，会检查信件有无差错，然后送到信件的地址去。第五层：会话层，邮递人员将信件送到用户手上的一个过程。第六层：表示层，用户收到信件以后，会决定这封信是给谁看的。第七层：应用层，收信人启阅信件。

## 第二章

**SDH 传送网**是一种以同步时分复用和光纤技术为核心的传送网结构，它由分插复用、交叉连

接、信号再生放大等网元设备组成，具有大容量、对承载信号语义透明以及在通道层实现保护和路由的功能。它有全球统一的网络节点接口，使得不同厂商设备间信号的互通、信号的复用、交叉连接和交换过程得到简化，是一个独立于各类业务网的业务公共传送平台。

**SDH 优点:** 标准统一的光接口、采用同步复用和灵活的复用映射结构、强大的网管功能

**SDH 特点:** 1 灵活、兼容的映射方式和复用结构 2 与业务无关的灵活、标准的和兼容的传送平台 3 强大的保护机制 4 强大的 TMN

**STM 帧**段开销：保证 STM 净负荷正常灵活的传送、管理单元指针：用于指示 STM 净负荷的首字节在 STM-N 中的起始位置、STM 净负荷：用户传递的信息。

**SDH 传送网**按功能分为两层：

**通道层**负责为一个或多个电路层提供透明通道服务，它定义了数据如何以合适的速度进行端到端的传输，这里的“端”指通信网上的各种节点设备。分为高阶通道层和低阶通道层。通道的建立由网管系统和交叉连接设备负责，它可以提供较长的保持时间，由于直接面向电路层，SDH 简化了电路层交换，使传送网更加灵活、方便。传输介质层

**传输介质层**与具体的传输介质有关，它支持一个或多个通道，为通道层网络节点（例如 DXC）提供合适的通道容量，一般用 STM-N 表示传输介质层的标准容量。传输介质层又分为**段层**和**光层**。而段层又分为再生**段层**和复用**段层**。再生段层负责在点到点的光纤段上生成标准的 SDH 帧，它负责信号的再生放大，不对信号做任何修改。多个再生段构成一个复用段，复用段层负责多个支路信号的复用、解复用，以及在 SDH 层次的数据交换。光层则是定义光纤的类型以及所使用接口的特性的，随着 WDM 技术和光放大器、光 ADM、光 DXC 等网元在光层的使用，光层也像段层一样分为光复用段和光再生段两层。

**SDH\SONET 网元设备****终端复用器**：提供传统接口用户到 SDH 网络的接入。

**分插复用器**：具有 tm 功能主要用于环网，负责在 STM-N 中插入和提出低阶支路信号，实现两 STM-N 之间 VC 连接。DXC 提供端口间交叉连接，也具有自测维护，网络故障恢复功能。

**SDH\SONET 优缺点**

**优点**：技术标准统一，有性能监测，故障，隔离，保护切换功能，以及理论上无线的标准扩容方式。

**缺点**：对突发性很强的数据业务带宽利用率不高。光传送网分层结构：光信道层、光复用层、光传输层。引入 OTN 目的：要将类似 SDH 网络中基于波长的 OMAP 功能引入到基于波长复用技术的光网络中。作用：路由选择，分配波长，安排光信道的连接，处理开销，提供检测，管理等并在发生故障时执行重选路由或进行保护切换。为什么要引入独立业务网的传送网：由于各种宽带业务的引入，对宽带的需求越来越高，需要一种新兴的网络体系结构能使根据需求灵活的进行网络宽带的扩充，指配，管理。

#### 第四章

**同步**是指信号之间在频率或相位上保持某种严格的特定关系，也就是它们相对应的有效瞬间以同一个平均速率出现。作用：保持信号正确传输。分为：帧同步和时钟同步。

**数字网中同步技术**：接受同步、复用同步、交换同步。

**同步网技术指标****滑动**：影响造成数字信号成帧地丢失或重复时对各种通信业务性能的影响，对语音的影响较小，对于 PCM 系统中的随路信令而言，滑码将造成复帧失步，延迟信息传送时间，降低电路利用率。**抖动和漂移**：抖动定义为数字信号的有效瞬间在时间上偏离其理想位置的短期变化，漂移定义为数字信号的有效瞬间在时间上偏离其理想位置的长期变化

**我国同步网等级结构**的网同步方式是分布式的、多个基准时钟控制的全同步网。分为四级

**第一级**是基准时钟，由铯（原子）钟或 GPS 配铷钟组成。它是数字网中最高等级的时钟，是其他所有时钟的惟一基准。设在北京，武汉。

**第二级**为有保持功能的高稳时钟(受控铷钟和高稳定度晶体钟),分为A类和B类,A类设在六个大区中心以及五个边远省会中心。B类设在省市,区。

**第三级**高稳晶体时钟,设在汇接局TM和端局C5。

**第四级**晶体时钟设在远端模块,数字终端设备和数字用户交换设备当中。

## 第六章

**位置更新流程**1) UE(移动台)发起位置更新请求,发送LAI(位置标识)和IMSI(国际移动标志)到核心网的VLR(访问位置寄存器:用户位置数据库)设备(2)VLR找到UE归属HLR(归属寄存器:储存本地用户信息的数据库——号码,位置,业务),并请求鉴权数组,完成对用户鉴权加密操作(3)VLR向HLR发送用户位置更新消息,消息中携带VLR号码(4)HLR向VLR插入用户数据,包括签约信息、权限等,VLR收到后回确认消息(5)HLR发送位置更新接受消息,并向旧VLR发送取消用户数据的消息,同时新VLR向用户发送位置更新接受的消息

### CDMA 系统中的关键技术

- (1) 同步技术——捕获与跟踪(PN码序列同步是扩频系统特有的,也是扩频技术中的难点);
- (2) Rake接收(移动通信信道是一种多径衰落信道,Rake接收技术就是分别接收每一路的信号进行解调,然后叠加输出达到增强接收效果的目的);
- (3) 功率控制(功率控制技术是CDMA系统的核心技术。CDMA系统是一个自扰系统,所有移动用户都占用相同带宽和频率,“远近效用”问题特别突出。);
- (4) 软切换(软切换是CDMA系统中特有的。在软切换过程中,移动台与原基站和新基站都保持着通信链路,可同时与两个(或多个)基站通信。在软切换中,不需要进行频率的转换,而只有导频信道PN序列偏移的转换。)

## 第九章: ATM

### ATM 的概念、特点

ATM是异步传送模式,他采用快速分组交换和统计复用技术。特点:1.采用短而固定长度的分组2.采用统计复用3.ATM采用面向连接并预约传输资源的方式工作4.协议简化。

ATM采用面向连接并预约传输资源的方式工作在ATM方式中采用的是分组交换中的虚电路形式,同时在呼叫建立过程中,向网络申请传输所希望使用的资源,网络根据当前的状态决定是否接受这个呼叫。其中资源的约定并不像电路交换中给出确定的电路或PCM时隙一样,而只协商将来通信过程可能使用的通信速率。采用预约资源的方式,保证网络上的信息可以在一定允许的差错率下传输。另外考虑到业务具有波动的特点和交换中同时存在连接的数量,根据概率论中的大数定理,网络预分配的通信资源肯定小于信源传输时的峰值速率。可以说ATM方式既兼顾了网络运营效率,又满足了接入网络的连接能够进行快速数据传输。

### ATM 协议参考模型

- (1) 用户平面(U平面):负责提供用户信息传送、端到端流量控制和恢复操作。
- (2) 控制平面(C平面):负责建立网络连接,管理连接以及连接的释放。控制平面主要完成信令功能。
- (3) 管理平面(M平面):有两个功能,即平面管理和层管理。平面管理没有分层结构,它负责所有平面的协调;层管理负责各层中的实体管理,并执行运行、管理和维护(OAM)功能。

**ATM 各层功能**1 物理层利用通信线路的比特流传送功能实现ATM信元的传送。物理层(PHY)包含两个子层:PM的主要功能有比特传递和定时校准、线路编码和电光转换等。TC子层完成如下主要功能:(1)传输帧生成和恢复。(2)信元定界。(3)信头处理。(4)信元速率解耦。2. ATM层利用物理层提供的传送功能,向外部提供传送ATM信元的能力:(1)信元复用和解复用(2)VPI/VCI处理(3)信头产生和处理(4)一般流量控制3. AAL层介于ATM层和

高层之间，负责将不同类型业务信息适配成 ATM 信元。4. 高层根据不同的业务(数据、信令或用户信息等)特点，完成其端到端的协议功能。

**ATM 网络组成和接口**组成：1) ATM 交换机：是 ATM 宽带网络中的核心设备，它完成物理层和 ATM 层的功能。(2) ATM 端系统：有两类：在纯 ATM 网络中，端系统就是各种终端是产生和接收 ATM 信元的；在互连的网络中，端系统就是互连设备，也叫做虚终端接口：用户网络接口(UNI)、网络节点接口(NNI)和宽带互连接口(B-ICI)

**ATM 的逻辑连接**1. 虚信道和虚信道连接。虚信道 VC 指的是 ATM 信元的单向通信能力。虚信道链路是两个相邻 ATM 实体间传递 ATM 信元的单向通信能力，用一个 VCI 来标识。

2. 虚通路和虚通路连接

**VP 交换和 VC 交换**VC 交换：VPI 和 VCI 都进行交换 VP 交换：VPI 进行交换

**ATM 流量控制**

业务流量控制就是要对用户利用网络资源加以控制，以使网络能处于正常工作状态，即使网络负荷超过网络容量时，网络的服务质量仍可处于可接受的水平。

1. 基本的流量控制功能：呼叫接纳控制(CAC)和用法参数控制(UPC/NPC)

2. 附加的流量控制功能：优先级控制(CLP)、业务流整形(TS)、网络资源管理(NRM)、反馈控制(FC)等及其组合

**ATM 拥塞控制**

拥塞是一种不正常的状态，在这种状态下，用户提供给网络的负载接近或超过了网络的设计极限，从而不能保证用户所需的服务质量(QoS)，这种现象主要是由于网络资源受限或突然出现故障所致。

**ATM 的优缺点：**

优点：(1) ATM 技术确保 QoS(2) 信元头中包含 VCI 和 VPI 有利于简化网络结构、增强网络的服务能力，以及减少处理和连接建立的时间 ATM 论坛定义的 PNNI 接口处的路由协议，可以根据网络拓扑结构自动更新路由表，为公用骨干网络路由的选择提供了借鉴。

缺点：(1) 对大量低速率业务的支持尚不能令人满意，尤其是语音。(2) TCP/IP 业务在 PC 桌面已占主流，在这种情况下，53 字节长的信元用来承载平均长度在 1500 字节左右的 IP 分组，传输效率很低。

**ATM 现阶段用途有两种趋势**

一是用 ATM 网作为骨干网，利用 ATM 高速、大容量的优势来承载 IP 业务流。二是将 ATM 节点逐渐移向网络边缘，利用 ATM 支持多业务的能力优势，扮演多业务接入的角色。

**与分组交换的共性**采用了虚电路形式、支持可变比特率业务

## 十二章

**因特网需要解决的主要问题：**1) 综合业务传动的能力 2) 可靠的网络 QoS 能力；3) 路由器的线速率分组转发能力 4) 支持超大型网络结构；5) 流量工程能力。

**实现宽带综合 IP 网的主要方案：**(1) IP 与 ATM 相结合的方案：借助 ATM 网络强大的 QoS 和综合业务的能力，基于 ATM 来传送 IP，以此来解决 IP 网络的服务质量问题。(2) IP 直接与光传送网相结合的方案：使用光纤信道来增加可用的带宽，同时舍弃复杂的 ATM 层，将 IP 分组直接在光传送网上传输，以提高传输效率。

**MPLS 的技术原理：**IP over SDH/SONet 的原理及实现方法：首先 IP 分组被封装到 PPP 包中的信息字段中，如果 IP 分组太长，则被切割以适应映射到 SDH 帧的要求；其次，采用 HDLC 协议将 PPP 包组帧，其次，由 SDH/SONet 通道层的业务适配器把 HDLC 帧映射到 SDH 净负荷中；接着再向下，加上 SDH/SONet 的段开销，将净负荷装入 SDH/SONet 帧中；最后，到达光

层在光纤中传输。

**IP over WDM 的原理及实现方法**：IP over WDM 的工作原理：在发端将不同波长的光信号经波分复用后送入一根光纤中传输，在接收端通过光分路器分解不同波长的光信号并将它们送到不同的接收端。

**MPLS**是 IETF 为业务流通过网络进行高效地寻路、转发和交换而提供的一个框架，它执行的主要**功能**有：（1）提供对不同粒度的业务流的管理机制，例如不同硬件和机器之间、不同应用之间的业务流。（2）保持原有第二层和第三层协议的独立。（3）提供一种将 IP 地址映射成简单的、固定长度标记的方法，该标记可用于不同的分组转发和分组交换技术。（4）为已有的路由协议如 RSVP 和 OSPF (Open Shortest Path First) 等提供接口。

**MPLS 网络体系结构**控制面：负责交换第三层的路由信息和标记，它的主要内容包括采用标准的 IP 路由协议，采用新定义的 LDP 协议或旧有的 BGP、RSVP 等，交换、创建并维护标记转发表 LIB 和 LSP。数据面：负责基于 LIB 进行分组转发，其主要特点是采纳 ATM 等的固定长标记交换技术进行分组转发，从而极大地简化了核心网络分组转发的处理过程，提高了传输效率。

**组成 MPLS 设备**位于网络核心的 LSR 和位于网络边缘的 LER

新一章

## 802.11 标准层次结构：

### 1、物理层规范

802.11 标准三种物理规范：红外线（IR, Infrared），扩频（SS, Spread Spectrum）包括直接序列扩频 DSSS 和跳频扩频 FHSS，窄带（NB, NarrowBand）直接射频调制 RF。

### 2、MAC 层规范

支持两种媒体访问控制功能。

MAC 层媒体访问控制功能分为两个功能子层：分布协调功能（DCF）子层，点协调功能（PCF）子层。

**多路访问协议**：多个信号通过或访问媒介（铜线、光纤、磁盘或空气等）的协调方法和协议，宽泛讲有：信道划分（如 TDM、CDMA、频分多址），轮流访问和随机访问（以太网）。

目前通称的“无线局域网(WLAN)”遵循的是 IEEE802.11 标准规格

IEEE 802.11 的网络拓补结构可分为自组织网络，基础结构网络

IEEE 802.11 预设的的介质访问控制算法是 CSMA/CA：它作用于基本服务集合基本网络结构中，可以在所有站实现竞争型异步业务。

**无线局域网技术优势**：移动性和灵活性；安装便捷；易于进行网络规划和调整；故障定位容易、维护成本低；易于扩展；网络覆盖范围广。

不足：无线网络物理层通信的可靠性差；传输带宽小；安全性低；标准不统一、产品不兼容；IEEE802.11 帧分为 3 种类型：控制帧、管理帧和数据帧。

### CSMA/CA 基本工作原理：

1. 待发送站点监测信道状况，如监测信道忙，继续监听信道状况，直至空闲；
2. 如空闲，继续监听一个 IFS，仍空闲进入待发送状态；
3. 一旦检测信道空闲，继续检测一个 IFS 时间，如仍空闲，站点按照二进制指数退避算法计算并延时（IFS 整数倍），继续监测还是空，可发送帧。退避算法是避免几个站点同时发送数据产生碰撞。但数据发送前，先发请求 RTS 和得到确认 CTS。
4. 为了验证发送是否正确接收，在正确接收到发送帧后，接收站必须回复一个专门的应答帧 ACK，以确认。

## 新 2 章 SDN

软件定义网络（**Software Defined Network, SDN**），是一种新型网络创新架构，其核心技术 **OpenFlow** 通过将网络设备控制面与数据面分离开来，从而实现了网络流量的灵活控制，为核心网络及应用的创新提供了良好的平台。