1. **概述**

通信协议为什么分层，OSI七层协议，TCP/IP体系各层作用？

局域网的层次划分，现场总线的层次。

协议和服务的区别？协议三要素。

**线路交换和分组交换区别**？

**Lesson1**

**从串行通信到网络通信**

·串行通信可以认为是一种简单的通讯网络。

·串行通信通常采用**主从通信**的方法，为什么采用主从通信？能否不用主从通信方式

·控制方式：

·采用主从巡检方式，监控主机作为通讯的主机，其余作为从机。每次通讯必须是主机先发送查询命令，从机响应命令。

·主机检测每个电源模块的状态，如发现其中一个模块故障，立即告警并启动备份模块。

·存在问题：·响应时间慢，特别在从模块多时特别突出。

·风险集中到监控主机。当任一从模块发生故障时，系统仍可部分正常工作。

·**通信协议不兼容**。不同厂家的电源模块和监控单元不能一起工作。

·解决方法：·解决（１）（２）：取消主模块，所有模块之间直接通讯 。

·解决（３）定义一个标准协议

**网络的发展和历史（ppt2-4）**

·通信技术发展的标志性事件

·现有的网络“三网”

·互联网概述（课本P4）

**▲数据交换技术**

·交换技术是采用**交换机**或**结点机**等交换系统，通过**路由选择技术**在欲进行通信的双方之间建立物理的逻辑的连接，形成一条通信电路，实现通信双方的信息传输和交换的一种技术。

·交换技术主要包括**线路交换**和**分组交换**。

·**电路交换**的特点（课本P13）

·两部电话机只需要用一对电线就能够互相连接起来。

·5 部电话机两两相连，需 10 对电线。

·**N 部电话机两两相连，需 N(N–1)/2对电线**。

·当电话机的数量很大时，这种连接方法需要的电线对的数量与电话机数的平方成正比

·使用**交换机**：当电话机的数量增多时，就要使用交换机来完成全网的交换任务。

·**“交换”**的含义

·在这里，“交换”(switching)的含义是：**转接**——把一条电话线转接到另一条电话线， 使它们连通起来。

·从通信资源的分配角度来看，“交换”就是按照某种方式**动态地分配传输线路的资源**

**·电路交换的特点**

·电路交换必定是**面向连接**的。

·电路交换的**三个阶段**：1.建立连接 2.通信 3.释放连接

·电路交换举例（ppt5-6）

·电路交换传送计算机数据**效率低**

·计算机数据具有**突发性**。

·这导致**通信线路的利用率很低**

·线路交换技术分类：空分交换方式、时分交换方式（ppt7-9）

·线路交换的**缺点（ppt10）**

**▲分组交换（课本P14）（ppt11-25）**

·原理

·分组交换网的示意图

·**结点交换机**

·分组交换的优点、带来的问题

·存储转发原理：并非完全新的概念

·三种交换的比较（课本P17）

·分组交换分类（数据报、虚电路）

·交换技术特性比较

·快速分组交换

**▲ 计算机网络的体系结构（课本P27）**

·相互通信的两个计算机系统必须高度**协调**工作才行，而这种“协调”是相当复杂的。

·“**分层**”可将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题，而这些较小的局部问题就比较易于研究和处理。

·关于开放系统互连参考模型OSI/RM（ppt27）

·两种国际标准、TCP／IP协议得到广泛应用的原因（ppt28-29）

·计算机网络体系结构、两种体系结构比较（ppt34-35）（课本P31）

·▲**OSI各层的功能**（ppt36-38）

·TCP／IP协议体系（ppt39）

·**数据在各层之间的传递过程**（**课本P33**）

**▲ 网络通信协议**

·计算机网络中的数据交换必须**遵守事先约定好的规则**。

·这些规则明确规定了所交换的数据的格式以及有关的同步问题（同步含有时序的意思）。

·为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即**网络协议**(network protocol)，简称为协议。

·网络协议的组成三要素

·**语法**：数据与控制信息的结构或格式 。

·**语义**：需要发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种响应。

·**同步**：事件实现顺序的详细说明。

·划分层次的概念举例（ppt30-33）

·**分层的好处**：

·各层之间是独立的、灵活性好、结构上可分割开、易于实现和维护、能促进标准化工作。

·**层数多少要适当**

·若层数太少，就会使每一层的协议太复杂。

·层数太多又会在描述和综合各层功能的系统工程任务时遇到较多的困难。

**实体、协议、服务和服务访问点**

·实体(entity)：表示任何可发送或接收信息的硬件或软件进程。

·协议是控制**两个对等实体**进行通信的规则的集合。

·在协议的控制下，两个对等实体间的通信使得本层能够**向上一层提供服务**。

·要实现本层协议，还需要使用**下层**所提供的服务。

·本层的服务用户只能看见服务而无法看见下面的协议。

·下面的协议对上面的服务用户是**透明**的。

·**协议是“水平的**”，即协议是控制对等实体之间通信的规则。

·**服务是“垂直的**”，即服务是由下层向上层通过层间接口提供的。

·同一系统相邻两层的实体进行交互的地方，称为**服务访问点 SAP (Service Access Point)**。

·图示（ppt40）（课本P34）

·**协议很复杂**（ppt41）

·网络分类（WAN、LAN、MAN）、LAN协议结构（ppt42-43）

·LAN协议层次（逻辑链路控制层、介质访问控制层、物理层；前两者对应数据链路层）

1. **物理层**

·物理层是网络体系结构的最低层，是唯一直接传输数据的。

**Lesson2**

模拟（量）传输和数字（量）传输、基带传输与宽带（频带）传输

窄带传输与宽带(扩频)传输，哪些通信方式属于宽带传输

窄带传输的三种基本形式（FSK，ASK， PSK）

基带传输的编码：曼彻斯特编码、差分曼彻斯特码

信息量：一个M进制码元的信息量为 I =log2M (bit)

符号(码元)传输速率和信息传输速率：比特率 = 波特率 \* I

带宽为 H 的低通信道最大码元速率为2H （Baud）。

信息传输速率不能超过信道容量 C = Hlog2(1+S／N)

**数据通信基本知识（ppt44-52）**

·消息、信息及信号

·通信系统模型（课本P42）

·单工通信、半双工通信、全双工通信（课本P43）

·信号的分类

·**信息量**的概念

·▲传输速率定义（**波特率、比特率**）

·**模拟信号（放大器）**和**数字信号（中继器）**

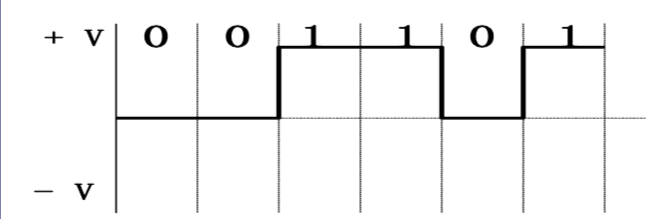
·数字信号的**基带传输**与**宽带传输（课本P43）**

**归零码和不归零码、单极性码和双极性码（课本P44）**

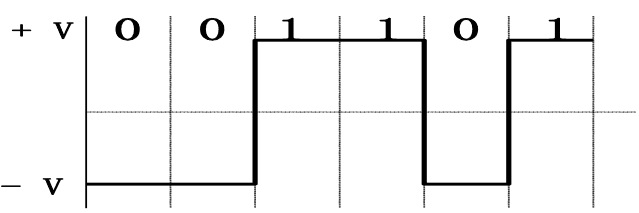
·关于基带数字信号表示，下面有一些常见的细节：

对于传输数字信号来说，最常用的方法是用不同的电压电平来表示两个二进制数字，即数字信号由矩形脉冲组成。

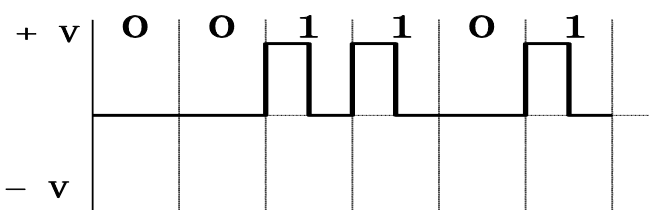
1. **单极性不归零码**，无电压表示"0"，恒定正电压表示"1"，每个码元时间的中间点是采样时间，判决门限为半幅电平。



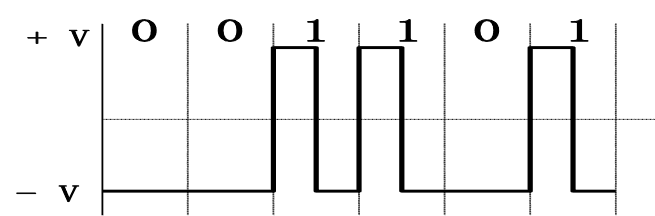
1. **双极性不归零码**，"1"码和"0"码都有电流，"1"为正电流，"0"为负电流，正和负的幅度相等，判决门限为零电平。



1. **单极性归零码**，当发"1"码时，发出正电流，但持续时间短于一个码元的时间宽度，即发出一个窄脉冲；当发"0"码时，仍然不发送电流。



1. **双极性归零码**，其中"1"码发正的窄脉冲，"0"码发负的窄脉冲，两个码元的时间间隔可以大于每一个窄脉冲的宽度，取样时间是对准脉冲的中心。



·归零码和不归零码、单极性码和双极性码的**特点**：

1. 不归零码在传输中**难以确定一位的结束和另一位的开始**，需要用某种方法使发送器和接收器之间进行定时或同步；
2. 归零码的脉冲较窄，根据**脉冲宽度与传输频带宽度成反比**的关系，因而**归零码在信道上占用的频带较宽**。
3. 单极性码会积累直流分量，这样就不能使变压器在数据通信设备和所处环境之间提供良好绝缘的交流耦合，直流分量还会损坏连接点的表面电镀层；
4. 双极性码的直流分量大大减少，这对数据传输是很有利的。

·在基带传输中**很少采用单极性码**，是因为：

（1）单极性码有直流成分，而一般信道低频传输特性差，很难传送零频率附近的分量；

（2）不能直接提取同步信号；

（3）传输时要求信道的一端接地，这样不能用两根芯线均不接地的电缆等传输线。

·**双极性不归零码**：

（1）从统计平均观点看，消息中0、1数目相等，所以无直流分量；

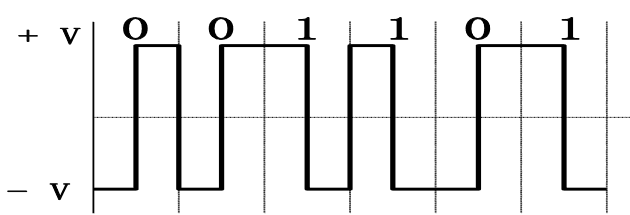
（2）**抗噪声性能好**；可在电缆等不接地的传输线上传输。

（3）但它**仍然不能直接提取同步信号**。

·**单极性归零码**：它除了仍具有单极性码的一般缺点外，主要还有一个可以直接提取同步信号的优点。

·**双极性归零码**：这种码型兼具双极性码的优点，同时可提取同步信号

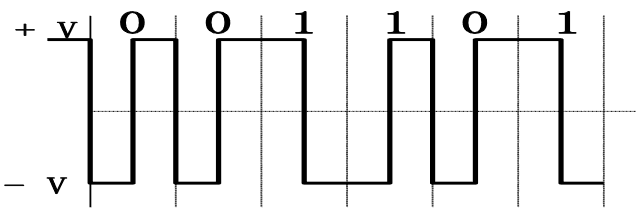
1. **曼彻斯特(Manchester)码**



在每位码元的中间有一个跳变：从高到低的跳变表示1，从低到高的跳变表示0。这就很容 易从跳变中提取同步信号。

优点：（1）每个周期平均电压恒为0，因而无直流成分；（2）能直接提取同步信号

1. **差分曼彻斯特码**



在这种编码方式下，同曼彻斯特编码，每位中间有一个跳变，提供时钟定时，而**在每位开始 时有无跳变来表示编码**，有跳变表示0；无跳变表示1。

这种编码方式除了曼彻斯特码的优点外，还有一个优点是**传输线无极性**。

**数字信号的模拟传输：调制**

·将基带信号的频谱搬移至载频附近，使用更高的频率以适应信道频带的要求，使信号特性与信道特性相匹配，便于发送和接收。如无线传输时必须将基带信号调制到高频载波上，才能把电磁能量有效地向空间辐射；而载波的波长较短，发射天线易于制作

·实现**信道的复用**，**有效地利用频带**，如TDM和FDM

·提高通信系统的**抗干扰**性能。

**·数字信号调制的三种基本方式**

·幅移键控(Amplitude-shift keying，ASK) ，调幅（AM）

·频移键控(Frequency-shift keying，FSK) ，调频（FM）

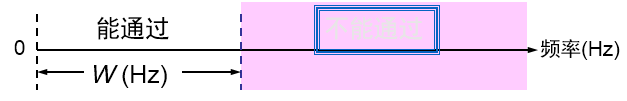
·相移键控(Phase-shift keying，PSK)，调相（PM）  
·其他：四相相移键控(QPSK)，有四种状态、正交振幅调制QAM（Quadrature Amplitude Modulation）（ppt53-54）

·若每一个码元可表示的比特数越多，则在接收端进行解调时正确识别每一种状态就越困难。

**信道带宽对码元速率的限制**

·信道的**最大码元速率**由**奈魁斯特(Nyquist)采样定理**所决定：如果一个任意的信号通过带宽为H的低通滤波器，那么**每秒采样2H次**就能完整地重现通过这个滤波器的信号。以每秒高于2H次的速度对此线路采样是无意义的，因为高频的分量已被滤波器滤掉，不能再恢复了。

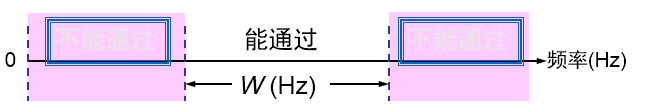
·每次采样值为一个码元，所以：**带宽为H的理想低通信道最大码元速率为2H（Baud)。**



·**奈魁斯特(Nyquist)采样定理**：在进行模拟/数字信号的转换过程中，当采样频率fs.max大于信号中最高频率fmax的2倍时(fs.max>2fmax)，采样之后的数字信号完整地保留了原始信号中的信息，一般实际应用中保证采样频率为信号最高频率的2.56～4倍

·**带宽和速率的联系**：如果将带宽就相当于马路的宽度，传输速率相当于汽车所能达到的速度的话，那么带宽的增加意味着马路的通行能力增加，跟汽车的速度无关。反之速率的大小只跟汽车所能达到的速度相关，与马路宽度无关。可以认为高带宽意味着高速率，因为“道路宽敞”，网络不再拥挤。但高速率并不一定是高带宽。

·另一种形式的奈氏准则：理想带通特性信道的最高码元传输速率 = W Baud（波特） ；W是理想带通信道的带宽，单位为赫(Hz)



·普通电话信道具有固定的带宽(约3000Hz)，因此具有固定的最大波特率（约6000Baud)，现在的高速调制解调器的码元速率一般为2800Baud

·比特率 = 波特率\* I（I=log2M，M 表示码元进制数，I为单个码元的信息量）所以为了提高通信速率，希望在每个码元中增加更多的信息量。如每波特以4比特编码（M=16），波特率为2400Baud，可得到9600bps的速率。但是比特率并不能无限制的增加，对给定带宽的信道，最大的信号速率是由信道带宽和信噪比决定的。

**·带宽**

·带宽应用的领域非常多，可以用来标识信号传输的数据传输能力、标识单位时间内通过链路的数据量、标识显示器的显示能力。

1. 在模拟信号系统又叫频宽，是指在**固定的时间可传输的资料数量**，亦即在传输管道中可以传递数据的能力。通常以每秒传送周期或赫兹(Hz)来表示。

2. 在数字设备中，带宽指单位时间能通过链路的数据量。通常以**bps**来表示，即每秒可传输之位数。

**·香农公式（课本P46）**

·香农(Shannon)用信息论的理论推导出了**带宽受限且有高斯白噪声干扰的信道的极限、无差错的信息传输速率**。

·信道的极限信息传输速率 C 可表达为 **C = W log2(1+S/N) b/s**

·W为信道的带宽（以Hz为单位）

·S为信道内所传信号的平均功率

·N为信道内部的高斯噪声功率

·香农公式表明：

·信道的带宽或信道中的信噪比越大，则信息的极限传输速率就越高。

·只要信息传输速率低于信道的极限信息传输速率，就一定可以找到某种办法来实现无差错的传输。

·若信道带宽W或信噪比S/N没有上限（当然实际信道不可能是这样的），则信道的极限信息传输速率C也就没有上限。

·实际信道上能够达到的信息传输速率要比香农的极限传输速率低不少。

**·调制解调器**

·调制解调器的速度极限（ppt55）

·调制解调器使用异步通信方式（ppt56）

·产生**量化噪声**的地方：经过A/D变化的地方

**Lesson3**

各种传输介质性能特点：双绞线抗干扰的原理（平衡传输）、同轴电缆抗干扰的原理（屏蔽） 、光纤传输的原理和优点（单模光纤和多模光纤比较）。

物理层协议，RS232电平，DB-25插座定义（2，3，7）

DTE和DCE通信的连线、RS485电平和通信原理、RS485传输距离与哪些因数有关

**传输介质特性**

·物理描述：说明传输介质的特征。

·传输特性：用模拟信号发送还是数字信号发送，调制技术、传输容量及传输的频率范围。

·连通性：点到点或者多点连接。

·地理范围：网上各点间的最大距离，是在建筑物内、建筑物之间或扩展到整个城市。

·抗干扰性：防止噪音对传输数据影响的能力。

·相对价格：以元件、安装和维护的价格为基础

**双绞线（课本P47）**

·UTP线的分类（ppt57）

·**非屏蔽双绞线电缆UTP**的**特点**：1.安装容易：既轻又薄还柔韧；2.无屏蔽层，电缆外径比较小；3.采用平衡传输特性,有一定的抗干扰能力；4.支持高速数据传输；5.具有广泛的标准支持,在IEEE802中几乎所有标准都支持UTP介质；6.标准的布线传输介质；7.传输距离不超过100m；8.价格相对便宜

·**屏蔽双绞线电缆STP**的**特点**：1.价格：大容量STP较UTP昂贵，但与同轴电缆或光缆相比要便宜些；2.安装难易程度：STP的安装比UTP难一些，类似于同轴电缆，它必须配有支持屏蔽功能的特殊连接器以及相应的安装技术；3.容量：从理论上讲，STP受外界影响减少，因此它采用的频 率会更高，同时也能采用更宽的有效带宽信号技术。它具有更高的传输速率，100米内可以达到500Mbps带宽。但是，通常使用的数据传输速率不超过155Mbps范围内。4.衰减：STP受衰减的影响程度与UTP相似，当前的技术也只允许STP有效范围在几百米之内；5.抗电磁干扰性：与UTP相比STP的最大优点就是抗干扰能力增加以及EMI辐射的降低，然而STP仍会受到一小部分干扰。

·双绞线抗干扰的**原理**（略）结论： 线径越细，节距越短，抑制感应噪声的效果越明显

·**双绞线采用平衡方式传输**（两线不接地），**同轴电缆采用非平衡方式传输**（一线一地）

（图见ppt58）

**同轴电缆（课本P48）**

·50W基带电缆，用于数字传输，75W宽带电缆，用于模拟传输

·同轴电缆的**带宽取决于电缆长度**，1km的基带电缆可以达到10Mbps的数据传输速率。

·**传输特性**：描述同轴电缆的最为重要的电参数就是它的**特性阻抗**。电缆特性阻抗的大小与内外导体的几何尺寸、绝缘层介质常数相关。

·同轴电缆的主要传输特征: **电缆的内外导体半径越大，其衰减也就越小**。同一型号的电缆中，绝缘物外径越粗，对电波的损耗就越小，

·同轴电缆呈低通特性。 电缆的传输信号衰减与温度有关。随着**温度增高其衰减也增加**。

·**基带系统**和**宽带系统**的区别：

·基带系统：电缆上只有一个信道，传输距离相对较短，可双向传输

·宽带系统：可传输多个信道，覆盖区域广，单向传输

·为什么宽带系统只能单向传输？（ppt59）

·宽带系统双向通信的实现：双缆系统和单缆系统（ppt60）

**光导纤维（课本P49）**

·光纤通信的**特点**：1.光纤通信采用**频率很高的光波**作为载波2.光纤通信采用**光纤**作为传输媒质

·光纤通信**优点**：1.传输频带很宽，通信容量大 2.中继距离长 3.免电磁干扰 4.保密性好，无串话干扰 5.自然界有大量的二氧化硅，从而可节约有色金属和原材料 6.线径细，重量轻；抗化学腐蚀

·光纤传输的**原理**、光纤分类（ppt61-62）

·光传输系统由3个部分组成，除了作为传输介质的光导纤维，还有光源（发光二极管LED或注入式激光二极管ILD）和检测器（光电二极管, 有两种固态器件：PIN检测器和APD检测器。）。

**非导向传输媒体**

·非导向（无线）传输媒体都不需要架设或铺埋电缆或光纤，而通过大气传输，目前主要有三种技术：**微波，红外线和激光**。

·优缺点：

·优点：不需要铺设电缆，对于连接不同建筑物内的局域网特别有用。

·缺点：这三种技术对环境气候较为敏感，例如：雨，雾和雷电

·卫星通信：

·优点：容量大，距离远；

·缺点：是传播**延迟时间长**。发送站通过卫星转发到接收站的传播延时约为270ms，且这个传播延迟时间是和两站点间的距离无关的

**物理层接口及协议**

·国际标准化组织ISO 定义（ppt63）

·定义的要点：1.物理层主要负责在物理链路上传输非结构的位流。 2.提供为建立、维护和拆除物理链路所需要的**机械的、电气的、功能的和过程（规程）的特性**。课本P41

·**机械特性**：物理层的机械特性规定了物理连接时所采用的可接插连接器的规格的尺寸、连 接器中引脚的数量和排列情况等

·**电气特性**：非平衡性、半平衡性、平衡性（图见ppt64-66）

·**功能特性**：规定了物理接口上**各条信号线的功能分配和确切定义**。物理接口上的信号线一般可以分为几类：数据，控制，定时和地线。

·**规程特性**：定义了利用信号线进行二进制位流传输的一组操作过程，即各信号线的工作的规则和先后顺序

·**物理层接口标准**：不同的物理层接口标准有不同的基本特性。在实际的网络中使用比较广泛的物理层接口标准有EIA RS232-C、EIA RS-449／422-A／423A和CCITT建议的X.21

**EIA RS-232接口标准**

·RS-232C定义的是**DTE（数据通信设备）**和**DCE（数据终端设备）**之间的接口标准。

·DCE(data communication equipment)是位于数据终端设备(DTE)和传输线路之间的**中介通信设备**。

·DTE只有有限的数据传输能力，很少直接接到传输线路或网络设施，而是将DCE作 为中介设施。

·DCE负责发送和接收在传输介质上的信号

·RS-232C特性、缺点（ppt68-78）

·EIA RS-449、RS-422标准、RS-485标准（ppt79-89）

1. **数据链路层**

**Lesson4**

**概念**

·链路(link)是一条**无源的点到点**的物理线路段，中间没有任何其他的交换结点。

·数据链路(data link) 除了物理线路外，还必须有**通信协议**来控制这些数据的传输。若把实现这些协议的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路。

**数据链路控制(DLC)**

·作用：在一给定通信链路上提供发送端和接收端之间的**无差错信息传输**

·范围：在一条通信链路（信道）上

·内容：1. 输入的比特序列分割成帧2．提供寻址手段3．提供保持报文**完整性**的控制机制

·数据链路控制**协议的功能**：

1. 帧控制：用定界字符或标志来限定传输帧的开头和结尾。
2. 差错控制：提供错误检测、已正确接收块的确认和未正确接收块的重传请求。
3. 初始化控制：保证活动数据链路的建立。
4. 链路管理能力：通过控制传送方向来指挥链路、建立和终止逻辑连接等。
5. **透明性**：使得链路控制与被传送信息的编码形式及码无关。
6. 流量控制
7. 异常恢复控制

**三个基本问题（课本P71）**

·封装成帧、透明传输、差错检测

**差错检测（课本P74）**

·基本设计思想：在数据中加入多余的比特

·**检错码**：能检出信息中的一个或多个错误，但**不能指示错误的比特位置**（如奇偶校验，CRC校验）

·**纠错码**：不仅能检出信息中的错误，还能指示出大部分的错误比特位置（汉明码，卷积码等）

·**奇偶校验**

·奇偶校验码：在数据中附加一位校验位

·块奇偶校验：在数据末尾增加一个校验**序列**，即将数据分为几个块，对数据块进行异或操作， 将其结果或结果的补码加到数据末尾

·缺点：能检测到奇数个位的错误，不能检测到偶数个位的错误。

**循环冗余校验码（CRC）**

·循环冗余校验码的**原理**(例)： 假设要传送十进制的“57268”这一信息。发送机和接收机都认同同一个除数，如84。发送机用84去除信息序列，除得的余数是64。发送方把余数(64)附在信息序列后面，传送整个序列“5726864”。假设传送设备引入噪声，结果接收到的序列为“5754864”。接收机对“57548”进行处理并用除数(84)去除它，得到 一个余数(8)，这与所传送的余数(64)不同。于是错误就被检出。

·循环冗余校验码的**生成**

·模2算法： 2n×M 除以 P （n比P少一位），得到的余数就是**校验码（FCS）**。但除法运算时的加减以“异或”代替。

·多项式：将二进制编码用多项式表示，算术运算仍用模2算法，这个多项式成为生成多项式如P=11001 表示为 P(x)=x4+x3+1

·常用的生成多项式（课本P75）

·**CRC的特点**：

·当传送的信息中加入的错误能被除数P整除时，那么接收方无法检出错误。

·它能检出所有长度小于CRC长度的突发性错误。

·可以通过硬件（移位寄存器和异或门）方便实现。

**差错控制**

·帧在传输过程中可能发生错误，需要用差错控制机制来**检测和纠正错误**。

·发生错误的形式： 一、帧丢失，使它不能到达目的地。 二、帧虽然到达目的地，但其内容已遭破。

·内容：

·差错检测；

·正响应，目的站对于成功到达且无错误的帧发回一个正响应；

·超时重传，对于在预定时间内没有发回响应的帧，发送站要重新发送这一帧；

·负响应并重传，目的站对出错的帧发回一个负响应，发送站重新传送这些帧。

**自动重复请求（ARQ）**

·ARQ方案有两种形式： 停-等ARQ、连续ARQ

假定在下面前提下运行过程：

(1)一个单独的发送端向一个单独的接收端传送信息；

(2)接收端能够向发送端返回确认：

(3)信息帧和确认包含检错码；

(4)发生了错误的信息帧和确认被忽视并丢弃。

·**停-等ARQ：**

·停-等ARQ**无差错运行过程**（对丢失帧的恢复、对丢失确认的恢复）（ppt90-92）

·**检测重复帧的方法**：**编号（发送帧与确认帧**）0,1,0,1,……

·无编号确认帧延时问题（ppt93）=>确认帧也需要编号

·ARQ协议中的**流量控制**：

数据链路层收到信息帧后要将它传给高一层。通常高层接收新信息的速率是有限的。如果这一极限比接收端接收信息帧的速率低，那么接收端需要使信息帧进入**缓冲区**。然而，如果速率一直不匹配，接收端的缓冲器就会被充满，并会由于缺少缓冲器空间而开始丢弃信息帧，因此缓冲只能在一定程度上解决问题。为了避免这种情况，必须提供一个**接收端控制发送端信息帧流量的机制**。ARQ协议提供了这种机制。

·流量控制协议可以也**确实出现在网络的所有协议层**，但**主要在数据链路层，网络层和传输层**。在TCP/IP协议中，流量控制通过TCP协议实现。

·停-等ARQ**存在的问题**：**传送和确认过程中的时间值**、发送端最大利用率（ppt94-96）

·停-等ARQ的**特点**：

·协议简单

·适合半双工通信

·数据传输率较低时，传输效率较高；数据传输率较高时，传输效率下降。

·**连续ARQ**

·在停—等ARQ会造成很低的利用率的情况下使用连续ARQ。

·**基本原理**：发送端连续不断地发送信息帧，**不等待确认**。信息帧和确认都要**编号**。

·连续ARQ在无差错情况下可使发送端利用率达到100％。它是以错误恢复技术的复杂程度的加大为代价的。

·连续ARQ的无差错运行情况（ppt97）

·连续ARQ的**错误恢复**：选择重传、退后N帧

·**选择重传**：**只重传丢失的或没有被确认的信息帧 （图见ppt98）**

·选择重传的特点：

·采用选择重传时，每一帧都需要确认。

·对丢失确认的处理同停-等ARQ一样，即超时重传。

·丢失确认会引起接收端收到重复帧。这里仍然应用**序号**来辨别重复帧。由于重复帧可以与原发帧之间相隔几个信息帧， 所以在这种情况下，一**位序号已经不够用了**。

·选择重传**缺点**：需要很大的接收缓冲区，有时候收到的信息分组与发送的信息分组的顺序是不同时的（详细见ppt99）

·**退后N帧**：**忽略所有的混乱帧，重新发送 （图见ppt100）**

·在退后N帧协议中，接收端只接收按顺序的信息帧。收到的混乱信息帧则被放弃，但它要返回一个混乱信息帧的标示。这一标示的形式为**否定性确认帧(NAK)**，它包含接收端期望收到的下一帧的序号。

·在退后N帧协议中，一旦发送端知道有一帧丢失，它就会“退后”，并从有误帧开始重发。

·在退后N帧协议中只有**第一个**被打乱顺序的信息帧产生一个NAK。随后发送的信息帧只是简单地忽略掉，直到收到恢复后的正确帧。

·如果发送端收到的NAK是损坏的，发送端会继续发送下面的信息帧，直到越过超时时限，然后从起动超时处理机构的那一帧开始重传。

·如果丢失帧是最后一帧，由于没有随后的下一帧来产生NAK，这里仍然需要超时处理

·退后N帧-确认丢失情况、对丢失确认的恢复（ppt101-102）

·关于**序号**的讨论（ppt103-104）

·关于**序号位数的基本规则**

·在返回一个ACK或NAK的时间内序号不应有重复。

·对于传播延时长的信道就需要有很多位数字的序号(例如卫星信道)

**滑窗机制**

·定义窗口宽度为WT，它表示**从接收端收到确认前可以传送的信息帧的数目**。连续ARQ窗口宽度WT＝3时的运行情况如下图（ppt105-106）。在连续传送3 帧以后发送端就得停下来，收到ACK0后发送端才可以发送其余的信息帧。ACK1和ACK2也同样允许发送端发送新帧。发送完帧5后，它仍然得停下来，因为这时已有3个未确认帧了。

·由于接收端抑制确认，而降低了发送端的速率。发送新帧的速率同接收端接纳帧的速率得到了匹配。

·窗口流控机制**对序号的限制**（ppt107-108）

▲**三种ARQ窗口的大小**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ARQ | 发送窗口大小 | 接收窗口大小 |
| 停—等 | 1 | 1 |
| 退后N帧 | 1<W≤2n -1 | 1 |
| 选择重传 | 1<W≤2n -1 | 1<W≤2n -1 |

**信道利用率、帧结构、最佳帧长**（ppt109-111）

**高级数据链路控制(HDLC)**

·PPP是HDLC的一个特殊子集

·**面向比特的协议**，是目前广泛应用的典型的数据链路控制协议，也是其他许多重要的数据链路控制协议的基础。

·面向字符和面向比特协议：

·**面向字符**协议：协议帧由一系列字符组成，**帧长度必定是字符长度的整数倍**

·**面向比特**协议：将协议帧看成是一串位流，帧长度不一定是字符长度的整数倍。

·**HDLC的帧结构**（ppt112）

·**HDLC帧结构（课本P79）**

1. **标识域(flag fields)**：标识域作为帧的二端的界限，都是01111110。同一标识既可作为前面一帧的结束标识，也可作为下一帧的起始标识。为保证标志的唯一性和协议的透明性，采用位插入法。发送器发送信息数据时，在连续5个1的后面插入一个0。接收器接收到起始标识后，连续监视位流，并检查出现5个1后面的那一位，如果这一位是0，则把它丢弃。如果这一位是1，再后面的一位是0，则接收到的是**标志**；如果再后面的一位也是1，则发送器指示异常终止。
2. **地址域：**在使用非平衡组合传送数据时，地址域总是表示从站的地址。在平衡组合时，地址域表示响应站的地址。单字节地址111111111是**广播地址**，用于主站向所有次站广播帧。
3. **控制域：**HDLC定义了三种帧，通过不同的控制域格式区分。**信息帧(Ｉ-帧)**携带发送给用户的数据，此外，流控和差错控制数据，可以由信息帧捎带。**监督帧(S-帧)**实施ARQ机制，用于没有采用捎带的情况。**无编号帧(U—帧)**提供补充的链路控制功能。控制域的头一位或二位表示帧的类型。其他位则组成不同的子域。S帧和I帧的控制域中用三位作为顺序号。使用设置模式命令(Set—Mode Command)，可以扩展控制域，使S帧和I帧可用7位作为顺序号。U帧的控制域一般都是8位。

·控制域编码与帧类型（ppt113）

1. **信息域：**Ｉ－帧和某些U－帧中才有信息域。域中可以包含任何位流，但必须是**字节的整数倍。**域的长度可达到系统定义的最大值
2. **FCS域：**FCS是检错码。计算时，不包括帧的标识。常用16位CRC-CCITT，也可用32位的CRC-32。

·**零比特填充法（课本P80）**

·HDLC采用零比特填充法使一帧中两个F字段之间不会出现6个连续1。

·在发送端，当一串比特流数据中有5个连续1时，就**立即填入一个0**。

·在接收帧时，先找到F字段以确定帧的边界。接着再对比特流进行扫描。每当发现 5 个连续1时，就将其后的一个0删除，以还原成原来的比特流

·**透明传输**

·采用零比特填充法就可传送任意组合的比特流，或者说，就可实现数据链路层的透明传输。

· 当连续传输两个帧时，前一个帧的结束标志字F可以**兼作**后一帧的起始标志字段。

·当**暂时没有信息传送时**，可以连续发送标志字段，**使收端可以一直和发端保持同步**。

·**HDLC基本特征**：为了满足广泛的应用需求，HDLC定义了三种类型的站，两种链路组合以及三种数据传送运行模式。

·三种类型的站

1. **主站**，负责控制链路的操作。主站发出的帧称为**命令**。
2. **从站**，在主站的控制下进行操作，由它发出的帧称为“**响应**”。主站与链路上的每个从站都分别维持一个逻辑链路。
3. **组合站**，组合了主站和从站的特性，既可发送命令，又可发送响应

·两种链路

1. **非平衡组合**，由一个主站和一个或多个从站组成，支持全双工和半双工传输。
2. **平衡组合**，由两个组合站组成，支持全双工和半双工传输。

·三种数据传输模式

1. **正常响应模式**(normal response mode，NRM)，用于非平衡组合，由主站发送命令对从站的数据传送进行初始化，从站发送数据作为对该命令的响应。
2. **异步平衡模式**(asynchronous balanced mode，ABM)，用于平衡组合，任何一个组合站都可以开始传输而不必得到另一个组合站的允许。
3. **异步响应模式**(asynchronous response mode，ARM)，用于非平衡组合。从站不必得到主站的允许即可进行初始化传输，但主站仍然负责链路的初始化、纠错和断开逻辑链路等。

·**HDLC操作分三个阶段**：（ppt114-117）

**因特网的点对点协议PPP**

·PPP协议就是**用户计算机和ISP进行通信时**所使用的数据链路层协议。

·现在全世界**使用得最多**的数据链路层协议是**点对点协议PPP** (Point-to-Point Protocol)。用户使用**拨号电话线接入因特网**时，一般都是使用PPP协议。

·用户拨号入网的示意图（ppt）

·PPP协议有**三个组成部分**：

·一个将IP数据报封装到串行链路的方法。

·链路控制协议LCP (Link Control Protocol)。

·网络控制协议NCP (Network Control Protocol)

·PPP协议的**帧格式**（ppt119-120）

·**透明传输问题**

·当PPP用在**同步传输**链路时，协议规定采用硬件来完成**比特填充**（和HDLC做法一样）

·当PPP用在**异步传输**时，就使用一种特殊的**字符填充法**。

·**字符填充法**：

·将信息字段中出现的每一个0x7E字节**转变成为2字节序列(0x7D, 0x5E)**。

·若信息字段中出现一个0x7D的字节, 则将其转变成为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。

·不提供使用序号和确认的可靠传输、PPP 协议的工作状态及状态图（ppt121-123）

·**同步与异步传输的区别**

1,异步传输是面向字符的传输，而同步传输是面向比特的传输。

2,异步传输的单位是字符而同步传输的单位是桢。

3,异步传输通过字符起止的开始和停止码抓住再同步的机会，而同步传输则是以数据中抽取同步信息。

4,异步传输对时序的要求较低，同步传输往往通过特定的时钟线路协调时序。

5,异步传输相对于同步传输效率较低。

**Lesson5**

**网络拓扑结构**

·网络中各个节点相互连接的方法和形式称网络拓扑。

·星形拓扑、总线拓扑、环形拓扑、混合型拓扑。

·拓扑结构的**选择**：拓扑结构和**传输介质及介质访问控制方法**紧密相关

选择拓扑结构的**主要因素**有：

(1)费用：包括安装费用和维护费用。

(2)灵活性：重新配置网络拓扑，包括原有节点的删除和新节点的加入。

(3)**可靠性**：在局域网中有两类故障，一类是网中个别节点损坏，这只影响局部，另 一类是网络本身无法运行。拓扑的选择要使故障检测和故障隔离较为方便。

·**星形拓扑**：

·星形拓扑是由中央节点和通过**点到点链路**接到中央节点的各站点组成。中央节点执行集中式通信控制策略，因此**中央节点相当复杂**，而各个站的通信处理负担都很小。

·星形拓扑的**优点**

1. 方便服务，可方便地提供服务和网络重新配置。
2. 可靠性高，单个连接的故障只影响一个设备，不会影响全网。
3. 故障容易检测和隔离，可很方便地将有故障的站点从系统中删除。
4. 访问协议简单，在星形网中，任何一个连接只涉及到中央节点和一个站点，因此，控制介质访问的方法很简单，致使访问协议也十分简单。

·星形拓扑的**缺点**

1. 电缆段总长度长，因为每个站点直接和中央节点相连，这种拓扑结构安装时需要大量电缆，电缆沟、维护、安装等一系列问题会产生，因此而增加的费用相当可观。
2. 扩展困难，要增加新的站点，就要增加到中央节点的连接，这就需要在初始安装时，放置大量冗余的电缆，要配置更多的连接点
3. 依赖于中央节点，例如中央节点产生故障，则全网不能工作，所以中央节点的可靠性和冗余度要求很高。

·**总线拓扑：**

·总线拓扑结构采用单根传输线作为传输介质，所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到传输介质上，或称总线上。任何一个站的发送信号都可以沿着介质传播，而且能被所有其他的站接收。

·总线拓扑的**优点**

1. 电缆长度短，布线容易。因为所有的站点接到一个公共数据通路，因此，只需 很短的电缆长度，减少了安装费用，易于布线和维护。
2. 可靠性高。总线结构简单，又是无源元件，从硬件的观点看，十分可靠。
3. 易于扩充。增加新的站点，只需在总线的任何点将其接人，如需增加长度，可 通过中继器加上一个附加段。

·总线拓扑的**缺点**

1. 故障诊断困难
2. 故障隔离困难
3. 在总线上的站点要有介质访问控制功能，硬件和软件较复杂

·**总线网络的实现**

·总线／树形拓扑是一个多点介质，有多于两个设备接到公共的传输介质，即多个设备共享单个数据通路，而**同时只允许一个设备发送数据**。

·每个站发送数据时，将报文分成分组，将带有目的地扯的分组送到传输介质上，分组沿着介质传播到所有的站点，只有和分组目的地址符合的站才接收该分组

·总线拓扑网络需要考虑两方面的问题：

·决定介质上哪个站可以发送数据，即**介质访问控制方法(medium access control，MAC)**

·信号平衡问题。末端加**匹配电阻**，阻值等于特征阻抗

·总线拓扑的**两种连接方式**（手拉手、自由连接）（ppt124）

·**环形拓扑**：

·这种拓扑的网络由一些**中继器**和连接中继器的点到点链路组成一个闭合环，每个中继器都与两条链路相连。环形网中所有的节点共享一条物理通道。

·环形网共享通信介质，必须解决允许站点使用共享介质的规则，即介质访问控制。

·有**三种介质访问控制方法**：

·标记环介质访问控制

·时间片分割环介质访问控制

·寄存器插入环介质访问控制

·环形拓扑的**优点**

·电缆长度短，环形拓扑所需电缆长度和总线拓扑相似，但比星形拓扑要短得多。

·不需接线盒，因为环形拓扑是点到点连接，所以不需像星形拓扑结构那样配置

·**适用于光纤**，光纤传输速度高，环形拓扑是单方向传输，十分适用于光纤传输介质。因为环形网是点到点、一个节点一个节点的连接，可以在网上使用多种传输介质

·环形拓扑的**缺点**

·节点故障引起全网故障

·诊断故障困难：因为某一节点故障会使全网不工作，因此难于诊断故障，需要对每个节点进行检测。

·不易重新配置网络：要扩充环的配置较困难，同样要关掉一部分已接入网的站点也不容易。

·拓扑结构影响访问协议：环上每个节点接到数据后，要负责将它发送至环上，这意味着要同时考虑访问控制协议。节点发送数据前必须事先知道传输介质对它是可用的。

·**中继器的三个基本功能**：数据插入环中、接收数据、数据从环中删除

·中继器的四个状态（ppt125-126）

·**树形拓扑**：

·树形拓扑是从总线拓扑演变过来的， 形状像一棵倒置的树，顶端有一个带分支的根，每个分支还可延伸出子分支，这种拓扑和带有几个段的总线拓扑的主要区别在于根的存在。当**节点发送时，根接收该信号，然后再重新广播发送到全网**。

·树形拓扑的**优点**：

·易于扩展。从本质上看这种结构可以延伸出很多分支和子分支，因此新的节点和新的分支易于加入网内。

·故障隔离。如果某一分支的节点或线路发生故障，很容易将这分支和整个系统隔离开来。

·树形拓扑的**缺点**：**对根的依赖性太大**，如果根发生故障，则全网不能正常工作，因此这种结构的可靠性问题和星形结构相似。

**信道共享技术**

·在计算机网络中，经常会遇到有**多个计算机用户需要共享一个公共信道**的问题。如总线网络和环型网络采用的都是共享信道

**介质访问控制（MAC）**

·对于总线拓扑和环形拓扑结构网络，传输介质是各站点共享的资源，必须考虑**将传输介质的频带有效地分配给网上各站点的控制策略**，称为介质访问控制协议。

·局域网的数据链路层分两层：**MAC子层和LLC子层**（实际中不用到）

·局域网的性能，很大程度上取决于所选用的介质访问控制协议。

·MAC协议的设计目标：1.协议要简单 2.获得有效的通道利用率 3.对网上各站点用户的公平合理。

·局域网络访问控制方法、争用协议（ppt127-128）

**ALOHA网**

·ALOHA系统是夏威夷大学首先用于无线媒质的。ALOHA协议也适合于其他总线网络。

·ALOHA协议有两种类型 1. 纯ALOHA(P-ALOHA) 2. 时隙ALOHA(S-ALOHA)

·**P-ALOHA原理**：（ppt129）、P- ALOHA网的总线争用期（冲突期）（ppt131）

·**S-ALOHA原理：**（ppt130）、S- ALOHA网的总线争用期（冲突期）（ppt132）

·ALOHA**信道性能分析**（两个重要参数）

·**信道吞吐量S**：单位时间T0内**成功传送**的平均分组数

·**网络负载G**：单位时间T0内**传送**的平均分组数。G包括成功传送和未成功传送的。

·定义γ为**成功传送的概率**，即γ = S/G （假设ALOHA网络数据帧长度固定为T0 ）

·ALOHA信道模型、吞吐量与网络负载关系（ppt133-135）

·Aloha网的信道利用率：

·P-Aloha网通道的最大利用率大约为18％

·S-Aloha网通道的最大利用率大约为37％

**载波监听多路访问(CSMA)**

·CSMA控制方案

·一个站要发送，首先需监听总线，以决定介质上是否有其他站的发送信号存在。

·如果介质是空闲的，则可以发送。

·如果介质是忙的，则等待一定间隔后重试。

·**CSMA坚持退避算法及比较**（3种）（ppt136-142）

·如何选择P值（ppt143）

·**冲突（ppt144-145）**

·CSMA/CD要点：CSMA／CD协议在检测到冲突后停止发送余下的数据

·CSMA／CD协议参数值（ppt217）

·**退避算法（ppt146-147）**

·带二进制指数退避算法的 CSMA／CD算法**特点**

该算法是按**后进先出**的次序控制的，即未发生冲突，或很少发生冲突的帧，具有优先发送的概率。而发生过多次冲突的帧，发送成功的概率反而小。

·吞吐量S和负载G之间的关系（ppt148）

**标记环介质访问控制**

·**原理**： 使用一个标记沿着环循环，当各站都没有帧发送，标记的形式为01111111，称**空标记**。 当一个站要发送帧时，需等待空标记通过，然后将它改为**忙标记**，即011111110。紧跟着忙 标记，站把数据帧发送到环上。由于标记是忙状态，所以其他站不能发送帧，必须等待。

发送的帧在环上循环一周后再回到发送站，发送站将该帧从环上移去。同时将忙标记改为空标记，传至后面的站，使之获得发送帧的许可权。

考虑到数据和标记形式有可能相同，用**位插入**的办法，以区别数据和标记。

·**环的长度计算**：

1. 环上每个中继器引入一位，环好似一个循环缓冲器。

2. 传播延迟

3. 存在环上的位数=传播延迟(5ms／km)×发送介质长度×数据速率+中继器延迟。对1km长、1Mbps速率、20个站点，每个中继器引入一位延迟的系统而言，可得到存在环上的位数：5×1×1+20=25位

·**接收过程**

当帧通过站时，该站将帧的目的地址和本站的地址相比较，如地址相符合，则将帧放入接收缓冲器，再输入站，同时将帧送回至环上，如地址不符合，则简单地将数据帧重新送入环。

·**特点**：

·在轻负载时，由于等待标记的时间，使得效率较低。

·在重负载时，对各站公平，且效率高。

·发送站从环上收回帧的策略使得标记环网具有**广播特性**，即多个站可接收到同一数据帧，同时这种策略还具有对发送站**自动应答**的功能。

·标记环的维护（ppt149）

·**标记总线访问控制（ppt150-153）**

**Lesson6**

**局域网**

·一般用计算机通过高速通信线路相连，**地理上局限在较小范围**(如1km左右)

·三种传统局域网：1.CSMA/CD的以太网 2.标记环（令牌环） 3.标记总线（令牌总线）

·局域网标准：**IEEE 802标准（ppt154-156）**

·**LAN（局域网）参考模型（逻辑链路控制(LLC)子层、介质访问控制(MAC)子层）**（ppt157-163）

·服务访问点SAP、服务原语（ppt164-178）

·**LLC协议**数据单元结构、类型、元素（ppt179-181）

·三种帧格式（信息帧、监视帧、无编号帧）（ppt182）

·**CSMA／CD**介质访问控制协议及帧结构（ppt183-184）

**▲10Mb/s传统以太网（5种）（ppt185-195）（课本P104）**

**·5-4-3-2-1中继规则**

**HUB**

·功能、内部原理 （ppt196-197）

**网卡：计算机通过网卡和局域网进行通信**

·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。

·网卡的**重要功能**：

·进行串行/并行转换、对数据进行缓存、在计算机的操作系统安装设备驱动程序、实现以太网协议。

**▲MAC 层的硬件地址、MAC帧格式（ppt198-206）（课本P93、96）**

**帧间最小间隔**

·帧间最小间隔为9.6 μs，相当于96 bit的发送时间。

·一个站在检测到总线开始空闲后，还要等待9.6 μs才能再次发送数据。

·这样做是为了使刚刚收到数据帧的站的接收缓存来得及清理，做好接收下一帧的准备。

**最小帧长的确定及图解（ppt207-208）**

**理想情况下的信道利用率（课本P93）（ppt209-216）**

**Lesson7**

**网络互连的四个层次**

·网络互连要使用中间设备，ISO称为**中继（relay）系统**，中继可在四个层次进行：

·层次一：**重发器（中继器，repeater）**在**物理层**不同的电缆段之间复制位信号。

·层次二：**网桥（桥接器，bridge）**在**数据链路层**存储转发帧。

·层次三：**路由器（router）**在**网络层**存储转发分组。

·层次四：**网关（网间连接器，gateway）**在**更高层次**转换协议。

**局域网的扩展**

·用**集线器**扩展局域网—**在物理层；**用**网桥或交换机**扩展—在**数据链路层（ppt218-219）**

·**网桥原理、优缺点**：（ppt220-223）

·**不同类型**网络通过网桥互连**存在的问题**：

1. 帧格式转换 2. 数据率和时间的匹配 3. 帧长度的匹配

·**路径选择算法（ppt224-233）**

·透明桥、支撑树、源路径选择桥

**局域网交换机**

·从原理上讲，局域网交换机就是**多端口网桥**。

·早期的两端口以太网桥接器把两个LAN连接在 一起，后来厂商开始制造智能型多端口网桥，实质上是把许多的两端口网桥连接在一起。这些多端口网桥进一步提高性能并取名LAN交换机。

·这些交换机大量地用于现今的网络中，响应用户对带宽要求的不断增长，允许将一个较大的 LAN分成许多较小的网段。

·局域网交换机**原理**

交换机把数据流限制在局部分段，只有帧的目标主机位于其他分段时才进行跨段传输。从而提高了速度，减少了时延。在这种情况下交换机检查目的地址，将帧仅发往目的分段，而使所有其余连至交换机的分段与此次广播无关。但是与网桥一样，交换机不阻止广播或多投点 传播。

·交换机的两种交换方式

1. **存储转发**：所有常规网桥则都使用存储转发法传送信息包，在开始将包发往其他端口前要把接收进来的帧完全存储在内部的缓冲区中。

2. **穿通方式**：交换机只检验帧的目的地址，这使得帧在接收后几乎能马上就被传出去。缺点是坏帧(碰撞帧)也可能转发出去。

**全双工以太网（ppt234-235）**

**虚拟局域网（课本P102）**

·虚拟局域网VLAN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。

·每一个VLAN的帧都有一个明确的**标识符**，指明发送这个帧的工作站是属于哪一个 VLAN。

·虚拟局域网其实只是局域网给用户提供的一种**服务**，而并不是一种新型局域网。

·虚拟局域网限制了接收广播信息的工作站数，使得网络不会因为传播过多的广播信息（即“广播风暴”）而引起性能恶化。（ppt236-239）

·**虚拟局域网使用的以太网帧格式**：（课本P103）（ppt240）

·由于用于VLAN的以太网帧的首部增加了4字节，因此以太网的最大帧长从原来的1518字节（1500字节的数据加上18字节的首部）变为了1522字节。

**高速局域网**

·高速局域网是**速率超过100Mbps的局域网**，可以满足高速、宽频和各种网络应用的需求。

·主要包括FDDI网、快速以太网、千兆位以太网。

**光纤分布数据接口（FDDI）**

光纤分布数据接口(fiber distributed data interfaceFDDI)网是一种高性能的**光纤标记环**局域网。

·运行速率为100Mbps 、最大距离可达200km 、最多连接1000个站点

·适用范围： 1. 类同于其他任何种的802LAN，只是具有更高频宽。2. 主干网，连接各类速率为10Mbps 的局域网

·**FDDI工作原理**

·多模光纤

·采用发光二极管LED

·FDDI包含**两个光纤环**，一个是顺时针方向传输，另一个是逆时针方向传输。任意一个环发生故障，另一个可作为后备

·双环在一个地点故障时可将两环组成单个长环

·FDDI的**物理层协议PHY**

·物理层协议PHY定义与介质无关的物理层部分，这就可以允许使用新的媒体而不用改变PHY参数。

·PHY标准定义的**内容**包括：时钟和数据恢复，编码和解码，符号前缀修补，弹性缓冲区和转发过滤器。

·FDDI PHY标准规定在网上使用分布式时钟。

**FDDI的编码**

·在**NRZ（不归零码）**中，一种信号状态表示1，另一种信号状态代表0，其缺点是**难以同步**。这个问题可以通过选择曼彻斯特编码方案得以解决。

·因为每一位数据需要两次跳变。为了获得100Mbps的数据速率，需要200M波特的信号速率，从而带来了较大的开销和技术复杂性。

·曼彻斯特编码的缺点：**浪费带宽**，100Mbps的通信速率其波特率为200M ，即**只有50％的效率**。

·在FDDI中使用的**基本信息单元是符号**。使用**4B／5B和NRZ／NRZ1**编码方案。

（详见ppt241-243）

·FDDI的**物理媒体相关标准PMD**

PMD在一个FDDI网络中**提供站之间数字的基带点到点通信**。PMD提供从一个站到另一个站传送编码位流所需要的服务。它定义并特征化光纤驱动器和接收器、代码必要条件、线缆、连接器、电源供给、光旁通以及其他物理硬件有关的特性。

·FDDI的**MAC帧格式（ppt244）**

·FDDI的**标记传递协议**

FDDI协议规定发送站发送完帧后，立即发送一幅新的标记帧，而802．5规定当发送出去的帧的前沿回送至发送站时，才发送新的标记帧，因此，FDDI协议具有**高利用率**的特点，特别在大型环网中显得更为明显

**快速以太网100BASE-T（ppt245-249）**

·100BASE的**MAC参数**

·100BASE-T**物理层规范**

·100BASE-X的编码（100BASE-TX和100BASE-FX合在一起称为100BASE-X）

·MLT-3编码

**100Base-T4的编码（ppt250-252）**

·8B/6T传输

**吉比特以太网（ppt253-256）**

·吉比特以太网的配置举例

·吉比特以太网标准

**载波延伸(carrier extension) （ppt257-258）**

·在短 MAC 帧后面加上载波延伸

**分组突发（ppt259）**

**Lesson8**

**扩频通信原理**

·扩展频谱通信(Spread Spectrum communication)是一种信息传输方式，其信号所占有的频带宽度远大于所传信息必需的最小带宽；频带的扩展是**通过一个独立的码序列来完成**，**用编码及调制的方法来实现**的，与所传信息数据无关； 在接收端则用同样的码进行相关同步接收、解扩及恢复所传信息数据 。

**窄带通信和宽带通信**

·定义： Gp = W/△F

W：传输信号占用的频带宽度

△F：原始信息本身的带宽

Gp：称为扩频增益

·**窄带通信**是指发送信号的带宽与信息本身的带宽相比拟的一种通信。其Gp通常小于10

·**宽带通信**是指传输信息的信号带宽远远大于原始信号本身的带宽。其Gp通常大于10

·扩频通信的理论基础

·**Shannon公式：C = Blog2(1+S／N)**

·在被高斯白噪声干扰的信道中，计算**最大信息传送速率C**公式，其中，B是**信道带宽**（赫兹），S是**信号功率**（瓦），N是**噪声功率**（瓦）（S/N为信噪比）

·**以增加信息带宽为代价换取低发射功率和提高通信的抗干扰能力**

·抗干扰能力：

·扩频系统**抗宽带干扰**、扩频系统**抗脉冲干扰（ppt260-261）**

·扩展频谱通信的**主要特点**

1.易于重复使用频率，提高了无线频谱利用率

2.抗干扰性强，误码率低

3.隐蔽性好，对各种窄带通信系统的干扰很小

4.可以实现码分多址

·扩频通信工作原理（ppt262-264）

·扩频通信**分类**：

**直接序列扩频**(Direct Sequence Spread Spectrum)工作方式，简称直扩(DS)方式

·直接序列详细见ppt265-269

跳变频率(Frequency Hopping)工作方式，简称跳频(FH)方式

跳变时间(Time Hopping)工作方式，简称跳 时(TH)方式

宽带线性调频(Chirp Modulation)工作方式，简称Chirp方式

·PN码（ppt270-273）

·码分复用 CDMA（ppt274-280）

**第9章 无线局域网（这里开始主要看课本）**

**·无线局域网WLAN（课本P391-394）**

·组成（分两大类）、IEEE802.11、移动自组网络（应用前景）

·DS、BSS、AP、ESS、门桥、漫游

·**802.11 标准中的物理层**（ppt281-282）（课本P396）

·WLAN的其它特点：安全性要求、低功耗要求

·ISM 频段：ISM(Industrial Scientific Medical) Band，此频段( 2.4～2.4835GHz)主要是开放给工业、科学、医学，三个主要机构使用，该频段是依据美国联邦通讯委员会(FCC)所定义出来，属于Free License，没有使用授权的限制。

**802.11 标准中的 MAC 层---CSMA/CA 协议（ppt283-289）**

·隐蔽站问题、暴露站问题（课本P397）

·CSMA/CA 协议及原理（课本P398）

·CSMA/CA 算法归纳、基本流程图

**·帧间间隔IFS（课本P399）（ppt290-292）**

·SIFS、DIFS

·为什么信道空闲还要再等待、假定没有高优先级帧要发送（课本P399）

·**DCF数据通信过程（RTS、CTS、ACK）**（ppt293-296）

**虚拟载波监听**

·定义、效果（课本P400）

·**网络分配向量、争用窗口、二进制指数退避算法（课本P400）**

**·退避机制、退避计时器（ppt297-298）**

·**使用退避算法情况**（课本P402）

·对信道进行预约（ppt299-300）

**▲802.11帧格式（课本P404）（ppt301-306）**

·三种类型、三大部分

·关于 802.11 数据帧的地址

·序号控制、持续期和帧控制字段

·**分片**的发送举例

**无线个人区域网 WPAN（课本P407-409）**

·定义、概念、与PAN、WLAN的区别

·WPAN 标准

·1**.蓝牙系统（皮克网）**

·2.**低速 WPAN（ZigBee）**

·3.**高速WPAN**

**无线城域网 WMAN（课本P410）**

·WiMAX

·**几种无线技术比较（ppt307）**

1. **网络层**

（网络层提供的两种服务、网际协议 IP、划分子网和构造超网、网际控制报文协议 ICMP、互联网的路由选择协议、IPv6、IP 多播、虚拟专用网 VPN 和网络地址转换 NAT、多协议标记交换 MPLS）

**Lesson9**

·网络层提供的两种服务（面向连接、无连接）（课本P113）

·一种观点：让网络负责可靠交付

·这种观点认为，应借助于电信网的成功经验，让网络负责可靠交付，计算机网络应模仿电信网络，使用**面向连接**的通信方式。

·通信之前先建立**虚电路**(Virtual Circuit)，以保证双方通信所需的一切网络资源。

·如果再使用可靠传输的网络协议，就可使所发送的分组无差错按序到达终点，不丢失、不重复。

·**虚电路（逻辑连接）**（课本P113-114）

·另一种观点：网络提供数据报服务（课本P114）

·尽最大努力交付、采用这种设计思路的好处、数据报服务（课本P114）

·虚电路服务与数据报服务的对比（课本P115）

**端口**

·端口的概念

* 端口就是运输层服务访问点TSAP。
* 端口的**作用**就是让应用层的各种应用进程都能将其数据通过端口向下交付给运输层，以及让运输层知道应当将其报文段中的数据向上通过端口交付给应用层相应的进程。
* 从这个意义上讲，端口是**用来标志应用层的进程**。

**网际协议 IP（课本P115-118）**

·网际协议IP是TCP/IP体系中两个最主要的协议之一；与IP协议配套使用的还有三个协议

·网际层的 IP 协议及配套协议

·**虚拟互连网络**

·使用一些**中间设备**（中继系统）进行互连

·网络互连使用路由器

·互连网络与虚拟互连网络（IP网的概念）

·虚拟互连网络的意义、好处

·分组在互联网中的传送

**▲分类的IP地址（课本118-121）**

**（IP地址及其表示方法、常用的三种类别的 IP 地址）**

·IP地址及其表示方法、IP地址的编址方法三个历史阶段

·分类的IP地址、**各类IP地址的网络号字段和主机号字段**

·**点分十进制记法**

·IP地址的**指派范围、**一般不使用的**特殊的IP地址**

·IP地址的一些重要特点、注意点（课本P121）

**IP地址与硬件地址**

·强调几点（课本P124）

**地址解析协议 ARP**

·通信时使用了两个地址：IP 地址（网络层地址）、MAC 地址（数据链路层地址）

·IP地址=>硬件地址？**地址解析协议 ARP 的作用（课本P125）**

·**地址解析协议 ARP 要点、工作原理**（课本P125-126）

·ARP 高速缓存的作用（ppt1-Part2）

·应当注意的问题（课本P216-127）

·使用 ARP 的四种典型情况（课本P127）

·为什么不直接使用硬件地址进行通信？（课本P127）

**▲IP 数据报的格式**

·IP数据报首部的固定部分中的**各字段**、例4-1（课本P128-131）

·IP数据报首部的可变部分（课本P132）

·IP 层转发分组的流程、查找路由表、关于路由表（ppt2-5）

**划分子网和构造超网（课本P135-140）**

·从两级 IP 地址到三级 IP 地址、划分子网的基本思路

·**子网掩码、默认子网掩码、**子网掩码是一个重要属性（课本P137-138）

·子网划分方法、B类地址的子网划分选择（使用固定长度子网）（课本P138-139）

·▲例4-2/4-3

**使用子网时分组的转发（课本P140-141）**

·在划分子网情况下路由器转发分组的算法

·▲**例4-4**

**网际控制报文协议 ICMP**

**（ICMP 报文的种类、ICMP 的应用举例）**

·概述、ICMP 报文的格式（课本P147）

·ICMP报文的种类（ICMP差错报告报文、ICMP 询问报文。）、ICMP差错报告报文共有 4种

（课本P148）

·ICMP 差错报告报文的数据字段的内容、不应发送 ICMP 差错报告报文的几种情况、ICMP询问报文有两种、ICMP 的应用举例（**PING**）（课本P149）

**互联网的路由选择协议（课本P151-）**

·理想的路由算法、关于“**最佳路由**”、从**路由算法**的自适应性考虑

·分层次的路由选择协议、**自治系统AS**

·两大类路由选择协议（内部网关协议、外部网关协议）

·自治系统和内部网关协议、外部网关协议（指出两点：**网关和路由器**；IGP和EGP）

·互联网的路由选择协议（IGP、EGP、RIP、OSPF、BGP）

·**内部网关协议RIP**

·工作原理（“距离”）、RIP协议的三个特点、路由表的建立（课本P153-154）

·RIP协议特点：**好消息传播得快，坏消息传播得慢**、RIP 协议的优缺点（课本P158）

·**内部网关协议 OSPF（课本P159）**

·OSPF 协议的基本特点

·外部网关协议 BGP（课本P163）

·路由器的构成（ppt6）

**IPv6（课本P171）**

·概述（5点）、IPv6的基本首部、所引进的主要变化

·▲IPv6数据报的一般形式、基本首部

**IP 多播（ppt7-12）**

·在局域网上进行硬件多播、D类IP地址与以太网多播地址的映射关系（课本P179-180）

·网际组管理协议**IGMP**和多播路由选择协议（课本P180）

**▲虚拟专用网VPN和网络地址转换NAT**

·虚拟专用网VPN、**本地地址与全球地址、专用地址**、RFC 1918指明的**专用IP地址、专用网**（课本P185）

·虚拟专用网VPN的“专用网”、“虚拟”（课本P185-186）

·虚拟专用网VPN构建（ppt13）

·**IP隧道技术**实现专用虚拟网（课本P186）

·内联网 intranet 和外联网 extranet、远程接入VPN（课本P187）

·**网络地址转换NAT**、网络地址转换的过程、网络地址与端口号转换**NAPT**（ppt14-20）

1. **运输层（承上启下）（课本P203）**

（1.运输层的作用（进程到进程的连接） 2. TCP和UDP的特点及应用场合 3. TCP的原理和滑窗机制 4. TCP的连接和释放过程 5. TCP和UDP的报文格式？）

**Lesson10**

·运输层、运输层为相互通信的**应用进程**提供了**逻辑通信**、应用进程之间的通信（ppt21-23）

·运输层协议和网络层协议的主要区别（课本P205）

·运输层的**主要功能**、**运输层与其上下层之间的关系**的OSI表示法、运输层向上提供可靠的和不可靠的逻辑通信信道（ppt24-26）

**▲运输层中的两个协议（TCP与UDP）（ppt27-30）（课本205）**

**端口（课本P206-207）**

·端口的概念、端口在进程之间的通信中所起的作用、两类端口（ppt31-33）

**插口(socket)**

·TCP使用“连接”(而不仅仅是“端口”)作为最基本的抽象，同时将TCP连接的端点称为**插口** (socket)，或**套接字、套接口**。

·插口=IP地址+端口号

**用户数据报协议 UDP**   
·概述、UDP和TCP的应用（ppt34-35）

·▲**UDP用户数据报的首部格式、伪首部、**计算UDP检验和的例子（课本P209-210）

**传输控制协议 TCP**

·▲**TCP报文段的首部格式**（课本P217）

·TCP 的**数据编号与确认（ppt36）**

·TCP 的**流量控制**与**拥塞控制** （ppt37-42）

1. **滑动窗口**的概念、2. **慢开始和拥塞避免**

**·接收端窗口rwnd和拥塞窗口cwnd（ppt43）**

·发送窗口的上限值、慢开始和拥塞避免算法的实现举例（ppt44-47）

·**慢开始算法**的原理、乘法减小加法增大（ppt48-50）

·**快重传和快恢复（ppt51-53）**

·TCP 的重传机制、往返时延的自适应算法、超时重传时间 RTO、Karn算法（ppt54-62）

**TCP的运输连接管理**  
·运输连接的三个阶段、**客户服务器方式（ppt62-63）**

·▲**三次握手建立TCP连接**、TCP 连接释放（ppt64-68）

**第六章 应用层协议**

（1.域名系统DNS的工作过程 2. FTP、TFTP和TELNET的原理3. 电子邮件系统组成，SMTP协议功能 4. 万维网(http协议)）

**Lesson11**

·应用层协议、客户服务器（ppt69-70）

**▲域名系统 DNS（课本P253）**  
·概述、因特网的域名结构（ppt71-75）

·**域名服务器**分类、名字的高速缓存（ppt76-80）

**FTP（基于TCP，数据可靠）**

·FTP 特点 （ppt81）

·基本**工作原理（3点）**、网络环境下复制文件的复杂性、主进程的工作步骤（课本P261）

·两个连接（控制连接、数据连接）（课本P261-262）

·两个不同的端口号、好处、**网络文件系统NFS**采用另一种思路（课本P262）

**简单文件传送协议 TFTP（基于UDP，数据不可靠）**

·概述（4点）（课本P262）

·**TFTP的主要特点**、TFTP的工作**很像停止等待协议**（课本P263）

·TFTP的五种协议数据单元PDU（ppt82）

**远程终端协议TELNET**

·概述（3点）、客户服务器方式（课本P263）

·TELNET使用**网络虚拟终端NVT**格式（课本P263-264）

**电子邮件（ppt83-90）**

**简单邮件传送协议 SMTP（ppt91-99）**

·**通用因特网邮件扩充MIME**

**万维网WWW**

·**超媒体与超文本**、万维网的工作方式（客户服务器）、万维网必须解决的问题（ppt100-105）

·**统一资源定位符URL**（格式）（ppt106-107）

·▲超文本传送协议HTTP  
 ·HTTP 的操作过程、用户点击鼠标后所发生的事件（ppt108-110）

·万维网高速缓存：使用高速缓存可减少访问因特网服务器的时延（ppt111-117）

·HTTP的报文结构、HTTP请求报文的一些方法、请求报文的特点、响应报文的特点

（课本271-272）

·**超文本标记语言HTML**（ppt118-120）  
·**引导程序协议BOOTP**与**动态主机配置协议DHCP**（ppt121-127）

**Lesson12现场总线技术及其应用（ppt128-247）**

（1. CAN总线MAC层原理2. PROFIBUS工作原理3. LonWorks特点，MAC层原理？）