```
第二章 物理层
```

• 物理层解决如何在连接各种计算机的传输媒体上传输数据比特流,而不是指具体的传输媒体。

• 确定与传输媒体接口有关的一些特性

2022年8月25日 星期四 16:27

与传输媒体接口有关的特性?

• 机械特性: 定义物理连接的特性, 规定物理连接时所采用的规格、接口形状、引线数目、引脚数量和排列情况。

• 电气特性: 规定传输二进制时,线路上信号的电压范围,阻抗匹配、传输速率和距离限制。

○ 如某网络在物理层规定,信号的电平用+10V~+15V表示二进制0,用-10V~15V表示二进制1,电线长度限于15m之内,这些都是电气特性。

• 功能特性: 指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义。 注意与电气特性区分,如描述一个物理层接口引脚处高电平时的含义表示的功能特性。

• 过程特性: 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

● 一个数据通信系统可划分为三大部分,即<mark>源系统</mark>(或发送端、发送方)、<mark>传输系统</mark>(传输网络)和<mark>目的系统</mark>(或接收端、接收方)。 • 传送信息的实体,通常是有意义的符号序列 • 数据的电气/电磁的表现,是数据在传输过程中的存在形式 • 数字信号 (离散信号) • 代表消息的参数取值是离散的 • 模拟信号 (连续信号) • 代表消息的参数取值是连续的 • 产生或发送数据的源头 • 接收数据的终点 • 一般用来表示向某一个方向传送信息的介质,因此一条通信线路往往包含一条发送信道和一条信道 • 在一个固定时长的信号波形(数字脉冲),代表不同离散数值的基本波形就称为码元 ● 在使用二进制编码时,只有两种不同的码元,一种代表0状态,一种代表1状态,是二进制码元 • 一个码元所携带的信息量是不固定的,是由调制方式和编码方式决定的 *速率 & & 波特* ● 码元传输速率=码元速率=波形速率=符号速率=调制速率 ○ 它表示单位时间内数字通信系统所传输的码元个数(也可以称为脉冲个数或信号变化的次数),单位是波特(Baud) • 信息传输速率=信息速率=比特率 ○ 表示单位时间内数字通信系统传输的二进制码元个数 (比特数) , 单位: b/s ○ 每秒可能发生的信号变化次数 ○ 波特率 = 比特率/每码元所含比特数 = 信息传输速率/每码元所含比特数

信道分类 && 通信方式 && 数据传输方式 信道分类

₹ ● 模拟信道用于传输模拟信号

• 数字信道用于传输数字信号

• 单位: bit/s

| 按传输介质 | • 无线信道、有线信道

4 | • 将数字信号1和0直接用两种不同的电压表示,然后送到数字信道上传输(基带传输)

• 表示在单位时间内从网络中的某一点到另一点所能通过的 "最高数据率"

• 常用来表示网络中通信线路所能传输数据的能力。

^号 | • 将基带信号进行调制后形成频分复用模拟信号,然后送到模拟信道上传输(宽带传输)

• 按照通信双方的交互方式可分为: 单工通信、半双工通信、全双工通信。

単工通信 ● **单向通信**。即只能有一个方向的通信而没有反方向的交互

• 如无线电广播、有线电广播就是单工通信 | *半双工通信* | ● 双向交替通信。即通信双方都可以发送信息,但不能双方不能同时发送 |

• 这种方式是一方发送另一方接收

| *全双工通信* | • 双向同时通信。即通信双方可以同时发送或接收信息

• 单工通信需要一条信道,而半双工通信和全双工通信需要两条信道

传输 • 1比特1比特地按照时间顺序传输

速度慢,费用低,适合远距离

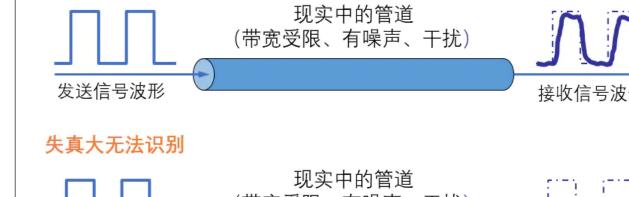
若干比特通过多条通信信道同时传输

• 速度快,费用高,适合近距离 • 并行适用于计算机内部数据传输

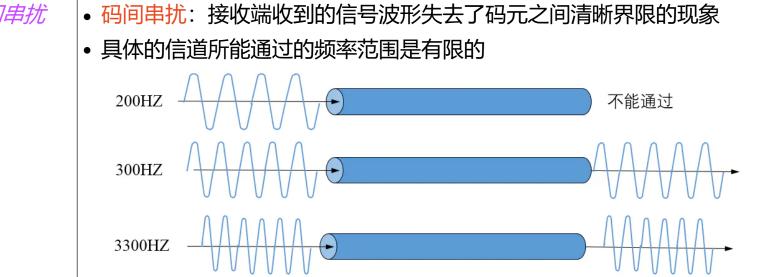
有失真但可识别

奈氏准则和香农定:

```
• 失真: 信号在传输过程中,由于实际信道有噪声、干扰、带宽的限制,导致接收端接收的信号和发送端发送的信号不一致
• 所谓失真就是失去了真实性
• 影响失真程度的因素: 码元传输速率、信号的传输距离、噪声干扰、传输媒体的质量
• 码元传输速率越大、信号传输距离越远、噪声干扰越大、或传输媒体质量越差,波形失真越严重
```



现实中的管道 (带宽受限、有噪声、干扰)



• 在理想低通(无噪声、带宽受限)条件下,为了避免码间串扰,极限码元传输速率为2W Baud,W是信道带宽,单位是HZ。

• 带宽只有在奈氏准则和香农定理中单位是HZ, 其余都是b/s。 • 理想低通信道下的极限数据传输率 = 2W *log2V

• W是信道带宽,单位:HZ。V是码元的离散电平数目,即共有几种码元 • 在任何信道中,码元传输速率是有上限的,如果传输速率超过这个上限,就会出现严重的码间串扰问题,使接收端对码元的判决(识别)成为不可能。

• 如果信道的频带越宽,也就是能够通过的信号高频分量越多,那么就可以用更高速率传送码元而不出现码间串扰 • 由于码元的传输速率受奈氏准则的制约,所以要提高数据的传输速率,就必须设法使每个码元能携带更多的个比特量的信息

● 香农定理 ● 香农定理 • 在带宽受限且有噪声的信道中,为了不产生误差,信息的数据传输率有上限值。

• 信号的平均功率和噪声的平均功率之比,常记于S/N,并用分贝(dB)作为度量单位。

• 信噪比 (dB) = 10 lg(S/N) (dB) • 信道的极限数据传输速率 = W log2(1+S/N) (b/s)

• W是带宽,单位:HZ。S/N是信噪比 • 信道的带宽越大或信道的信噪比越大,则信息的极限传输速率就越高。

• 对一定的传输带宽和一定的信噪比,信息传输速率的上限就确定了。 • 只要信息的传输速率低于信道的极限传输速率,就一定能找到某种方法来实现无差错传输。

• 香浓定理得出的是极限信息传输速率,实际信道能达到的传输速率要比它低很多

编码 & 调制

数据 —————— 模拟信号 调制

 数字发送器
 数字信号 编码
 模拟
 PCM编码器
 数字信号 编码

 数据
 调制器
 数据
 放大器调制器
 模拟信号 调制

信道上传送的信号可以分为基带信号和带通信号。

• 来源于信源的信号。将数字信号1和0直接用两种不同的电压表示,再送到数字信道上传输(基带传输)。 • 计算机输出的代表各种文字或图像文件的数据信号都属于基带信号。

• 基带信号就是发出的直接表达了要传输的信息的信号。如说话的声波就是基带信号。

• 基信号往往包含较多带的低频成分,甚至有直流成分,而许多信道并不能传输这种低频分量或直流分量。为了解决这个问题,就必须对基带信号进行调制 • 经过载波调制后的信号 (即仅在一段频率范围内能通过信道)

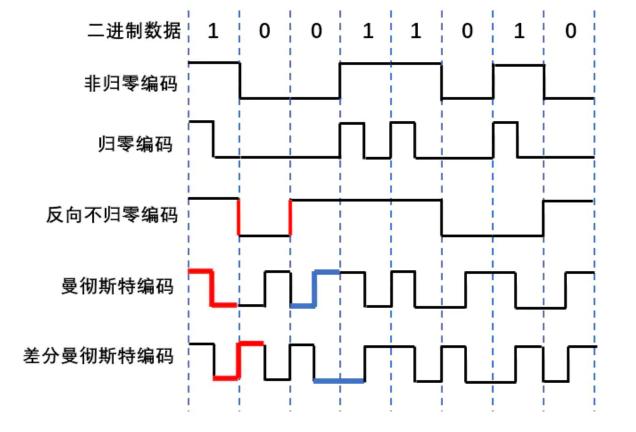
调制方式:基带调制、带通调制。

時调制 • 仅仅对基带信号的波形进行变换,使它能够与信道特性相适应。

• 经过变换后的信号仍然是基带信号。 • 由于基带调制是把数字信号从一种形式转换为另一种形式的数字信号,所以这种过程又称为编码

• 使用载波进行调制,把基带信号的频率搬移到更高的频段,并转换为模拟信号,这样就可以更好地在模拟信道中传输。

数字数据编码为数字信号



归零编码	信号电平在一个码元之内都要恢复到零的编码方式这种编码在传输过程中处于低电平的情况多,信道利用率低
非归零编码	 正电平为1,负电平为0 编码容易实现,但没有检错功能,且无法判断一个码元的开始和结束,以至于收发双方难以保持同步 需要在接收方和发送方另外建立一条信道来传输时钟周期信号来保证同步,无法保证自同步 只有非归零编码不含同步信息
反向不归零编码	信号电平翻转表示0,信号电平不变表示1反向不归零编码对于全部是1的信号同样难以确认一共发送了多少个信号,同样需要在收发双方之间另外建立一条信道传输时钟周期信号,无法实现
曼彻斯特编码	 前高后低表示1,前低后高表示0 该编码特点是在每一个码元的中间出现电平跳变,位中间的跳变既作为时钟信号(可用于同步),又作为数据信号 但它所占的频带宽度是原始的基带宽度的两倍。每个码元都被调成两个电平 所以数据传输速率只有调制速率的1/2(在一个时钟周期内电平变化了两次,而只传输了一位比特
差分曼彻斯特编码	• 若码元为1,则前半个码元的电平与上一个码元的电平相同,若为0,则相反。

• 比特流中插入额外的比特以打破一连串的0或1,就是用5个比特来编码4个比特的数据,之后再传给接收方,因此称为4B/5B。编码效率为80%。

• 该编码的特点是在每个码元中间都有一次电平的跳转,可以实现自同步,且抗干扰强于曼彻斯特编码。

数字数据调制为模拟信号

基带信号 0 1 0 0 1 1 1 0 0

• 调幅: 即戴波的振幅随基带数字信号而变化。如0或1分别对应无载波或有载波输出。

• 调频: 即戴波的频率随基带数字信号而变化。如0或1分别对应低频或高频。

• 调相: 即戴波的初相随基带数字信号而变化。如0或1分别对应正弦波或余弦波。

• *正交振幅调制QAM (调频 + 调相)*: 为了达到更高的信息传输速率,必须采用技术上更为复杂的多元制振幅相位调制方法。

<mark>模拟数据编码为数字信号</mark>

• 计算机内部处理的是二进制,处理的都是数字音频,所以需要将模拟音频通过采样、量化转换成有限个数字表示的离散序列(即实现音频数字化)

• 典型的例子 ○ 对音频信号进行编码的脉码调制(PCM),在计算机应用中,能够达到最高保真水平的就是PCM编码。它的主要步骤包括三步:抽样、量化、编码

对模拟信号进行周期性扫描,把时间上连续的信号变成时间上离散的信号。

○ 为了使得所得到的离散信号能无失真地代表被抽样的模拟数据,要使采样定理进行采样: f采样频率 ≥ 2f信号最高频率。

○ 可以参考<u>奈奎斯特采样定理(Nyquist)</u> 这篇文章 o 把抽样取得的电平幅值按照一定的分级标度转化为对应的数字值,并取整数,这就把连续的电平幅值转换为离散的数字量**。**

○ 把量化的结果转换为与之对应的二进制编码。

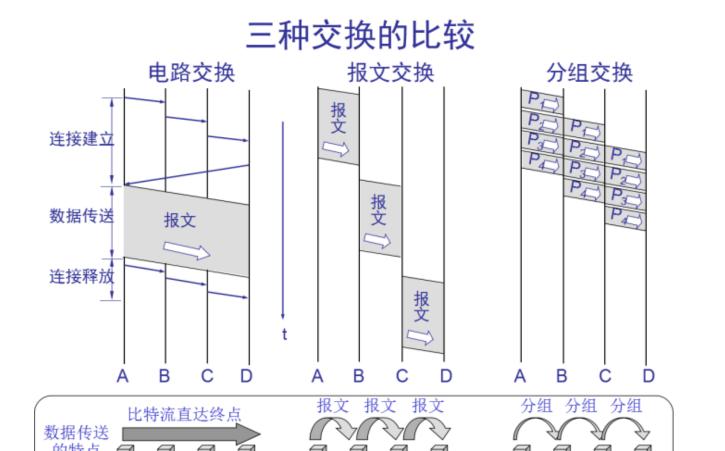
模拟数据调制为模拟信号

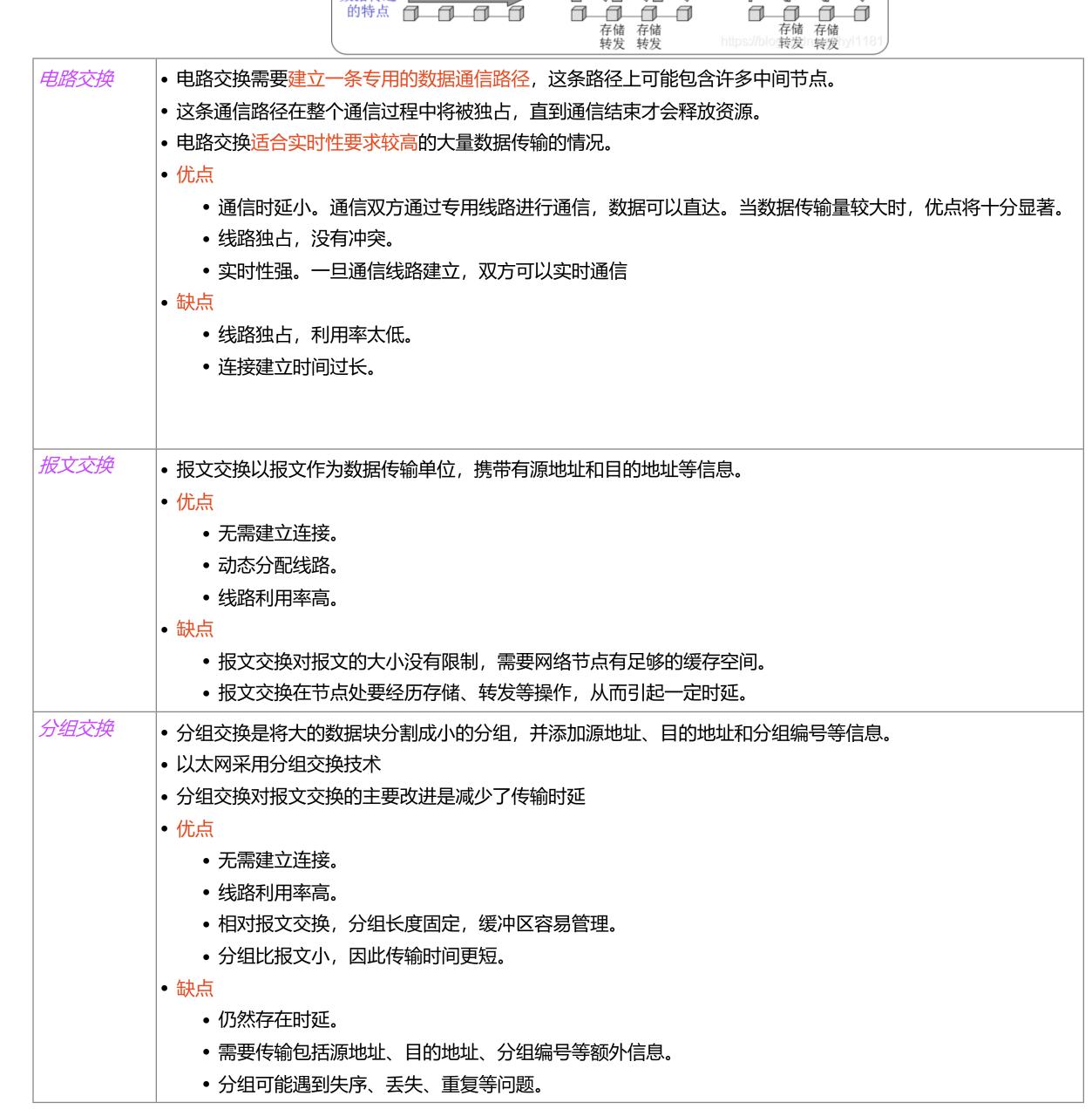
• 在模拟信号传输过程中,可能信道的长度非常长,环境比较恶劣,会导致传输的模拟信号会受到衰减

• 为了保证传输的有效性,需要将信号调制成频率更高的信号来应对传输过程的衰减

• 接收方接收到调制的信号后,通过解调器将信号还原为原来的信号

电路交换,报文交换,分组交换





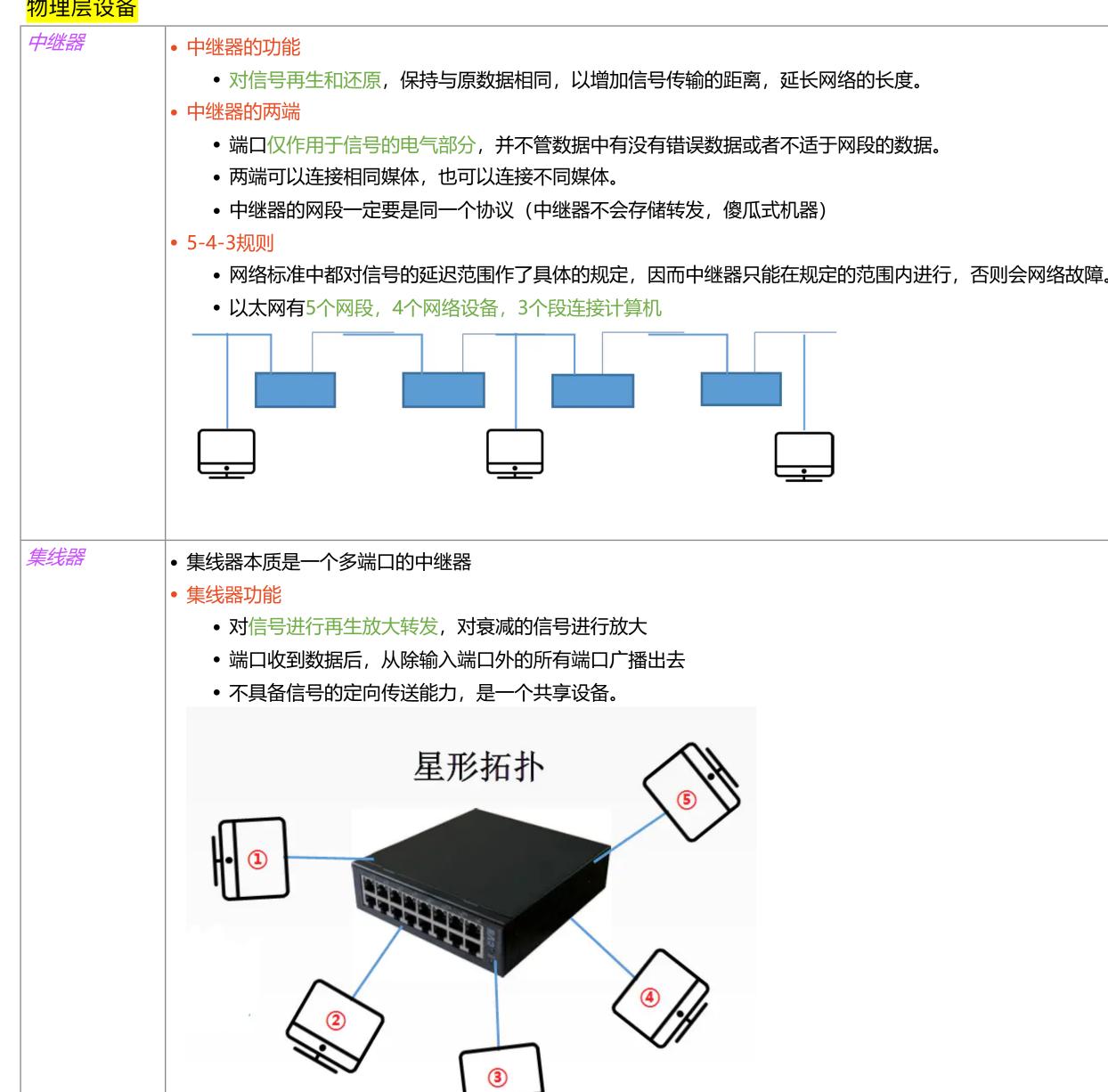
• 分组交换根据通信子网向端点系统提供的服务,分为数据报方式和虚电路方式

	数据报服务	虚电路服务		
连接的建立	不需要	必须有		
携带信息	每个分组在传输过程中都要携带源地址和目的地址	分组只需要携带虚电路标识		
目的地址	每个分组都有完整的目的地址	仅在建立连接阶段使用,之后每个分组使用长度较短的虚电路号		
路由选择	每个分组独立地进行路由选择和转发	属于同一条虚电路的分组按照同一路由转发		
分组顺序	不保证分组的有序到达	保证分组的有序到达		
可靠性	不保证可靠通信,可靠性由用户主机保证	可靠性由网络保证		
对网络故障的适用性	出故障的节点丢失分组	所有经过故障节点的虚电路均不能正常工作		
	其他分组路径选择发生变化时可正常传输			
差错处理和流量控制	由用户主机进行流量控制,不保证数据报的可靠性	可由分组交换网负责,也可由用户主机负责		

物理层的传输媒介和设备

- 传输介质是数据传输系统中在发送设备和接收设备之间的物理通路
- 传输媒体并不是物理层
- 物理层规定了电气特性, 所以能识别所传送的是比特流。
- 传输介质可以分为:导向性传输介质和非导向性传输介质。 ○ 导向性传输介质:铜线,光纤
- 非导向性传输媒介质:空气,真空,海水

异庐]性传输介质	L							
	双绞线	• 把两根互相绝缘的铜导线并排放在一起,然后用规则的方法绞合起来。绞合可减少对相邻导线的电磁干扰。							
		• 非屏蔽双绞线UTP							
		• 无屏蔽层的双绞线							
		• 屏蔽双绞线STP							
		• 为了提高双绞线抗电磁干扰的能力,可以在双绞线的外面再加上一层用金属丝编织成的屏蔽层。							
		• 优缺点							
		• 价格便宜,通信距离短,长距离的模拟传输需要放大器放大衰减信号,对于数字传输,要用中继器将失真的信号整形。							
	同轴电缆	• 同轴电缆由内导体铜质芯线(单股实心线或多股绞合线)、绝缘层、网状编织的外导体屏蔽层(也可以是单股的)以及保护塑料外层所组成。							
		基带同轴电缆							
		• 用于传输基带数字信号的称为,用于局域网							
		• 带宽同轴电缆							
		• 用于传送宽带信号的称为,用于有线电视系统							
		• 优缺点							
		• 由于外导体屏蔽层的作用,同轴电缆具有很好的抗干扰特性,被广泛用于传输较高速率的数据,其传输距离比双绞线更远,价格也更高。							
	光纤	• 光纤通信就是利用光导纤维(以下简称为光纤)传递光脉冲来进行通信。有光脉冲相当于1,而没有光脉冲相当于0							
			44/14	\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	Alch. Je				
			定义	光源	特点				
		单模光纤	一种在 <mark>横向模式</mark> 直 接传输光信号的光 纤	<mark>定向</mark> 性很好的 <mark>激光</mark> 二极管	衰耗小,适合 远距离传输				
		多模光纤	有 <mark>多种</mark> 传输光信号 模式的光纤	发光二极管	易失真,适合 近距离传输				



• 传输损耗小,中继距离长,对远距离传输特别经济。

• 无串音干扰,保密性好,也不易被窃听或截取数据。

• 抗雷电和电磁干扰性能好。

• 体积小,重量轻。