

有线传输介质





物理层的功能是实现比特流的传输。

111100100011

做个比特流从一端流向另一端的动画



物理层的功能是实现比特流的传输。

111100100011 比特流 111100100011

物理层把比特流传送到物理层下面的传输媒体上



电信号（或光信号）在物理传输媒体中传播

物理层下面的传输媒体



➤ **传输媒体**也称为**传输介质**，是数据传输系统中在发送器和接收器之间的物理通路。



物理层下面的传输介质

- 传输介质按照是否有形可分为两大类：
 - 导引型传输介质（**有线传输介质**）
 - 非导引型传输介质（**无线传输介质**）



有线传输介质

- 双绞线
 - 无屏蔽双绞线 UTP (Unshielded Twisted Pair)
 - 屏蔽双绞线 STP (Shielded Twisted Pair)
- 同轴电缆
 - 50 Ω 同轴电缆
 - 75 Ω 同轴电缆
- 光缆

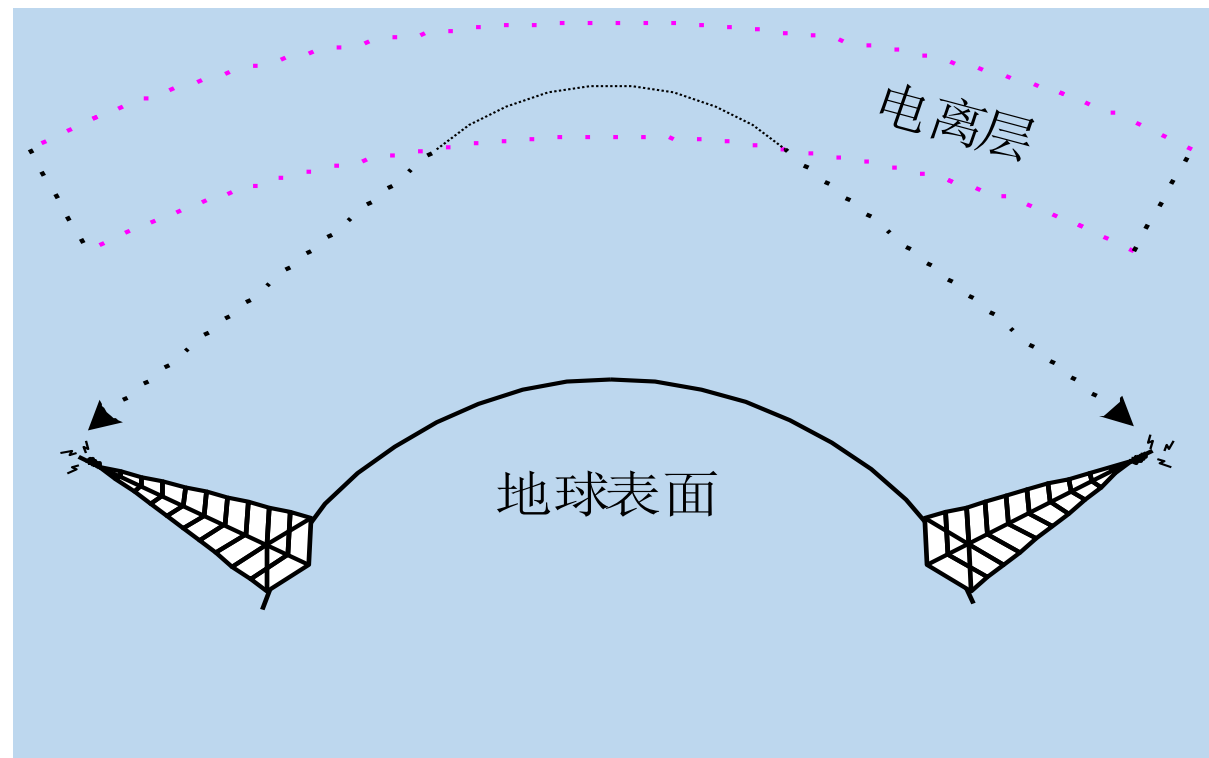


无线传输介质

➤ 短波通信
(即高频HF无线电通信)

➤ 微波通信

- 地面微波接力通信
- 卫星通信

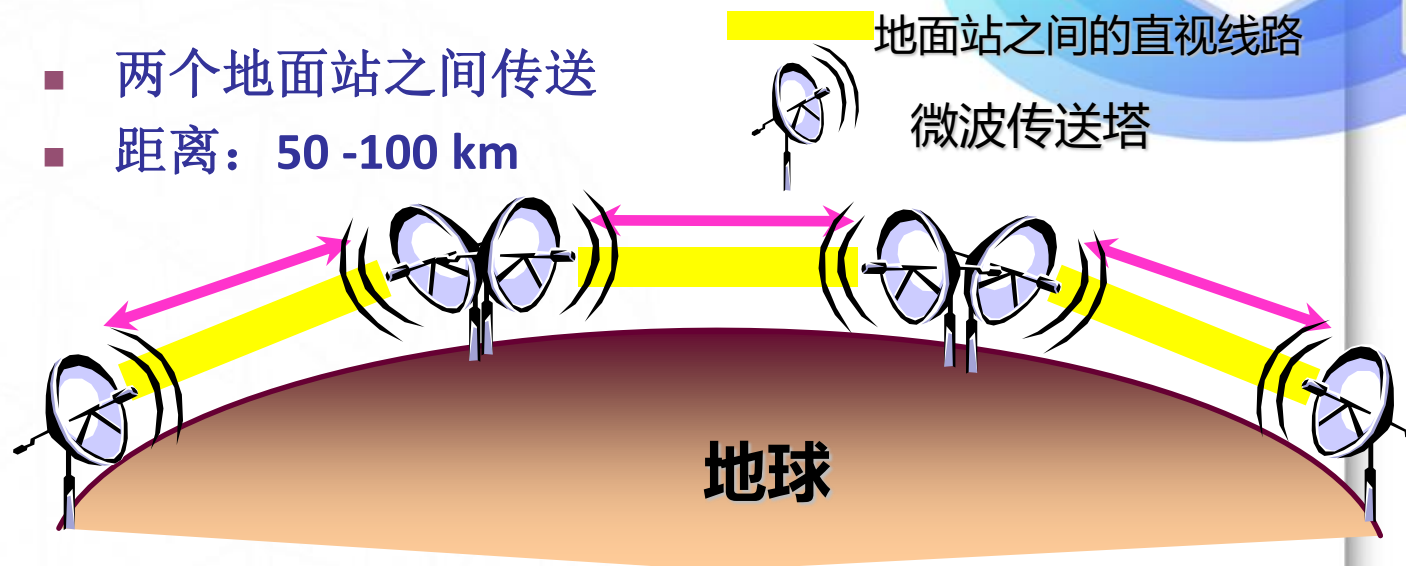


无线传输介质

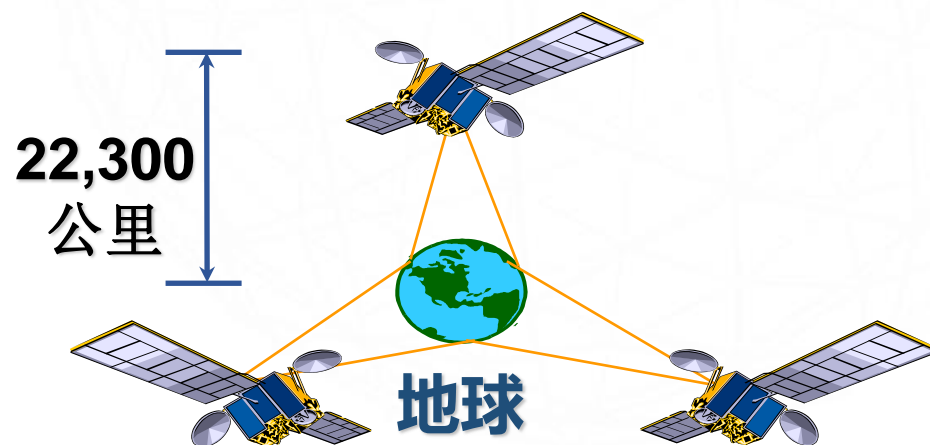
➤ 微波通信

■ 地面微波接力通信

- 两个地面站之间传送
- 距离：50 -100 km



■ 卫星通信



双绞线

- 把两根互相绝缘的铜导线并排放在一起，逆时针方向**绞合 (twist)** 而成。

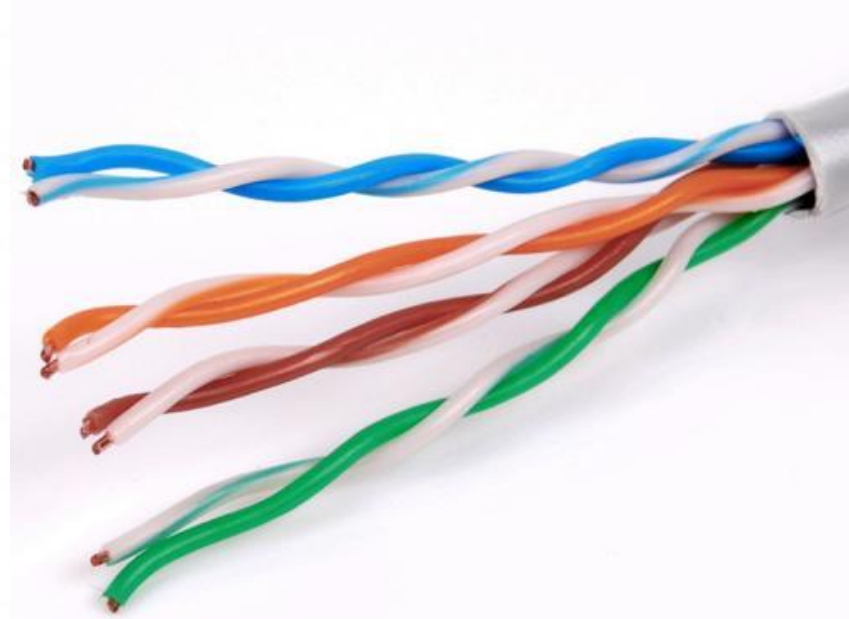
消除：近端串扰Crosstalk

- 绞距（扭距）

绞距越紧（小），越均匀，

则抵销效果越好，传输性能越好

- 使用双绞线最多的地方就是电话系统。连接用户电话机到电话交换机的双绞线称为**用户线**或**用户环路**（subscriber loop）。

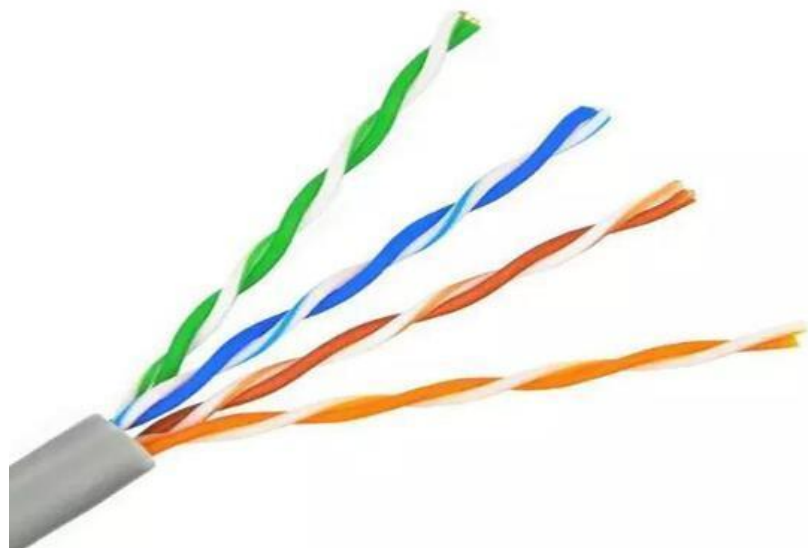




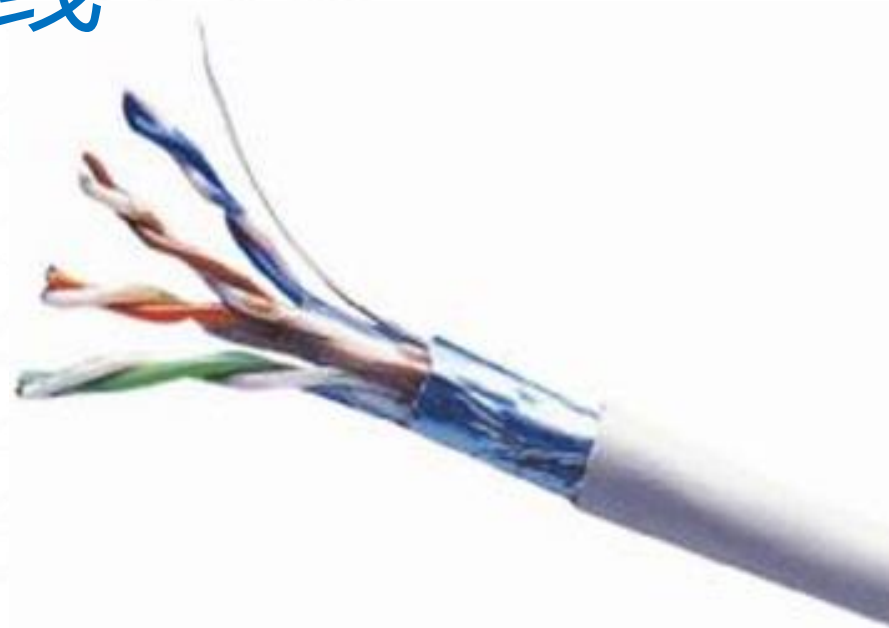
双绞线主要分为两种

- 无屏蔽双绞线

- 屏蔽双绞线



无屏蔽双绞线UTP



屏蔽双绞线STP



无屏蔽双绞线 U T P

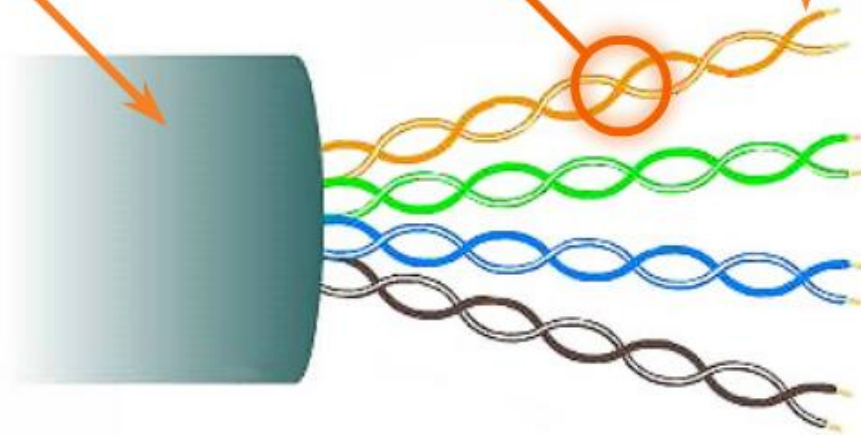
无屏蔽双绞线 UTP(Unshielded Twisted Pair) 是最常用的网络介质。

在 LAN 中，UTP 电缆由多对有彩色标记的电线组成。这些电线绞合在一起，并用软塑料套包裹，以避免受到物理损坏。电线的绞合有助于防止其他电线的信号干扰。

外皮
防止铜线受到物理损坏

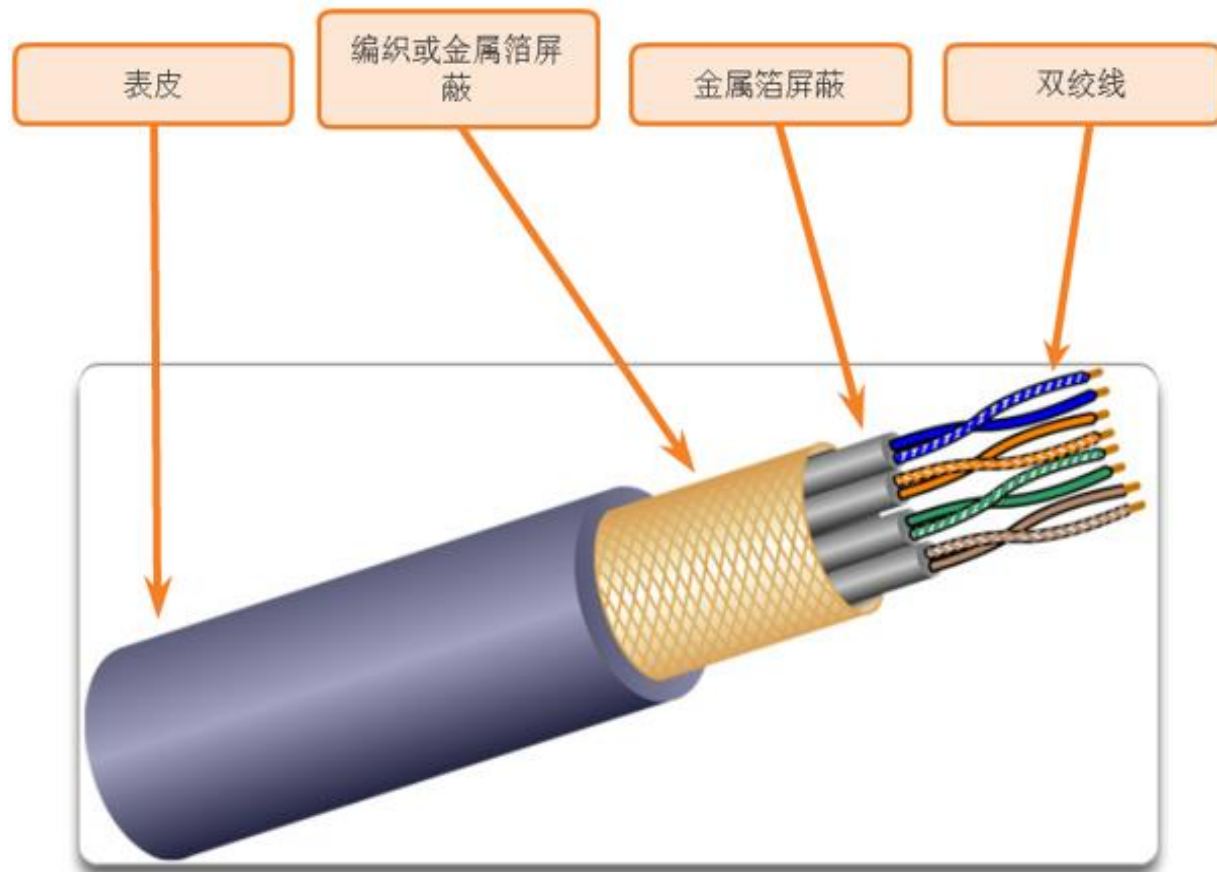
双绞线
防止信号受到干扰

颜色编码的塑料绝缘层
使电线之间相互绝缘并标识
每个线对



屏蔽双绞线 S T P

- 屏蔽双绞线 (STP)是在双绞线的外面再加上一层用金属丝编织的**金属箔屏蔽层**，以提高双绞线抗电磁干扰能力减少串音。



布线标准EIA/TIA—568—A

- 1991年美国电子工业协会EIA和电信行业协会TIA联合发布了“商用建筑物电信布线标准” EIA/TIA-568，规定了用于室内传送数据的无屏蔽双绞线UTP和屏蔽双绞线STP的标准。1995年将布线标准更新为EIA/TIA-568-A。常用的双绞线的类别、带宽和典型应用如下表。

双绞线类别	带宽	线缆特点	典型应用
3 类 (UTP)	16MHz	2 对 4 芯双绞线	模拟电话；用于传统以太网 (10Mb/s)
5 类 (UTP)	100MHz	与 3 类相比有更高的绞合度	传输速率不超过 100Mb/s 的应用
5e 类(UTP)	125MHz	与 5 类相比衰减更小	传输速率不超过 1Gb/s 的应用
6 类 (UTP)	250MHz	与 5 类相比改善了串扰等特性	传输速率高于 1Gb/s 的应用
7 类 (STP)	600MHz	使用屏蔽双绞线	传输速率高于 10Gb/s 的应用

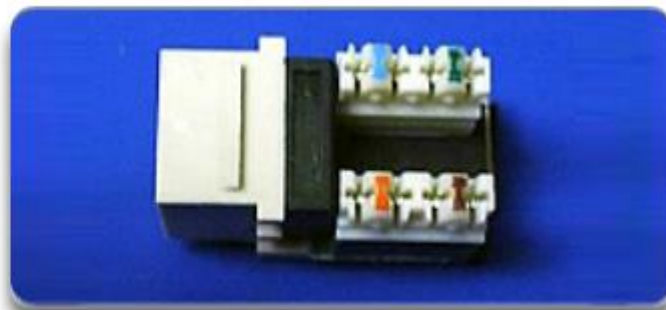
UTP布线

UTP 布线通过 **RJ-45 连接器**端接网络主机与网络互联设备（交换机或路由器）的互连。

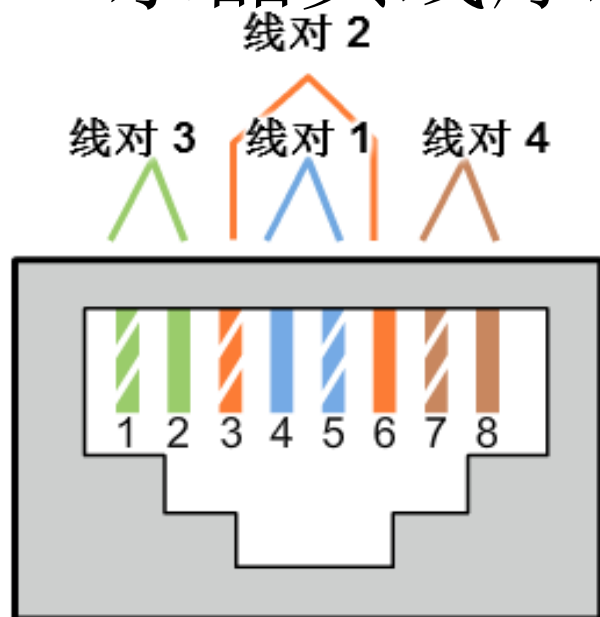
RJ-45 UTP 插头



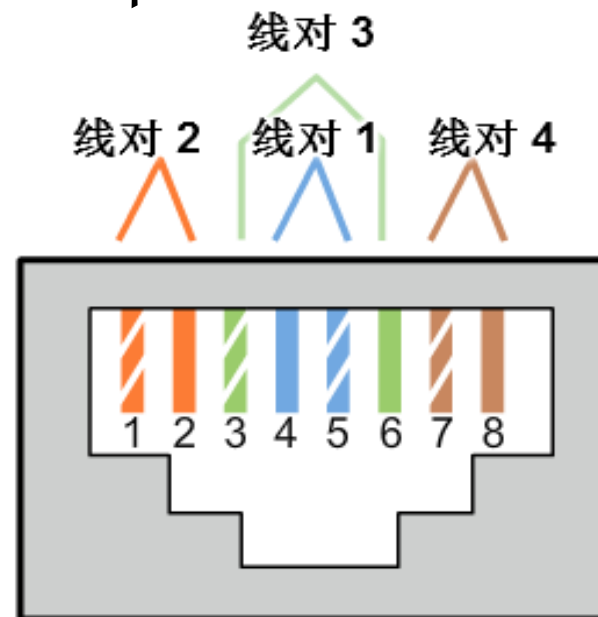
RJ-45 UTP 插槽



RJ45水晶头线序对标准T568A和T568B



T568A



T568B

电缆类型	标准	应用程序
以太网直通电缆	两端均为 T568A 或两端均为 T568B	将网络主机连接到交换机或集线器之类的网络设备。
以太网交叉电缆	一端为 T568A, 另一端为 T568B	<ul style="list-style-type: none"> 连接两台网络主机 连接两台网络中间设备（交换机与交换机或路由器与路由器）
全反电缆	Cisco 私有	使用适配器连接工作站串行端口与路由器控制台端口。

双绞线的特点

- 使用RJ45连接网络主机和网络交换结点;
- 结构简单, 容易安装, 节省空间, 普通UTP较便宜;
- 有一定的传输速率;
- 信号衰减随频率的升高而增大, 连接传输距离较短 (100m) ;
- 抗干扰性一般, 有辐射, 容易被窃听。



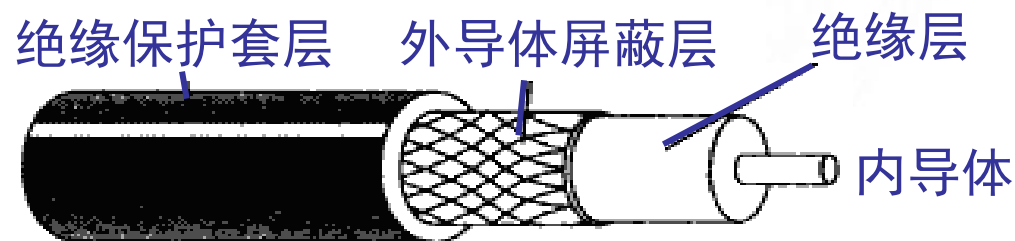
同轴电缆（Coaxial Cable）



同轴电缆包括以下组成部分：

- 一根用于传输电子信号的**内导体**铜质导线。
- 铜导线由塑料**绝缘层**包裹起来。
- 绝缘材料的表皮是铜线编织的**外导体屏蔽层**，可减少许多外部电磁干扰。
- 整个电缆由**绝缘保护套层**覆盖，使其免于物理损坏。

同轴电缆



同轴电缆的分类

- 基带同轴电缆 (50Ω 同轴电缆)

主要用在数据通信中传送**基带数字信号**。

- 宽带同轴电缆 ($75\ \Omega$ 同轴电缆)

这种同轴电缆用于模拟传输系统，它是有线电视系统CATV中的标准传输电缆。在这种电缆上传送的信号采用了**频分复用**的宽带信号。一条电缆同时传输不同频率的多路模拟信号，其频率可达500MHz以上，传输距离可达100km，需要用到放大器来放大模拟信号。



同轴电缆按直径尺寸分为细缆和粗缆

●细同轴

--50 Ω , D=1.02cm, 10Mbps

--185m、4中继、5段 (925m)

--优缺点：价格低

安装方便 (T型连接器、BNC接头、Terminator)

抗干扰能力强

距离短

可靠性差

●粗同轴

--50 Ω , D=2.54cm, 10Mbps

--500m、4中继、5段 (2500m)

--优缺点：价格稍高

安装方便 (收发器、收发器电缆、AUI电缆、Terminator)

抗干扰能力强

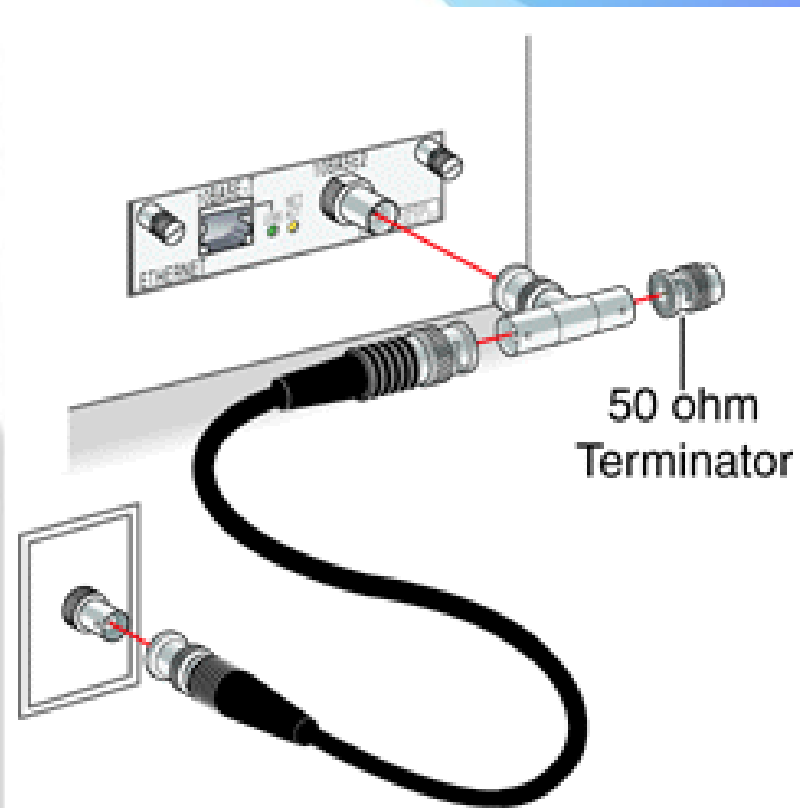
距离中等

可靠性好

同轴电缆 (Coaxial Cable) —— 细缆



同轴连接器



50 ohm Terminator



BNC



N 型



F 型

同轴电缆 (Coaxial Cable) ——粗缆



建立一个粗缆以太网需要的硬件设备：

- (1) 必须带有AUI (Attachment Unit Interface) 接口 (15针D型接口) 的网卡。
- (2) 收发器 (Transceiver)
- (3) 收发器电缆：用于连接结点和外部收发器，常称为AUI电缆。
- (4) 电缆系统：
 - 粗缆 (RG-11 A/U)
 - N-系列连接器插头
 - N-系列桶型连接器
 - N-系列终端匹配器



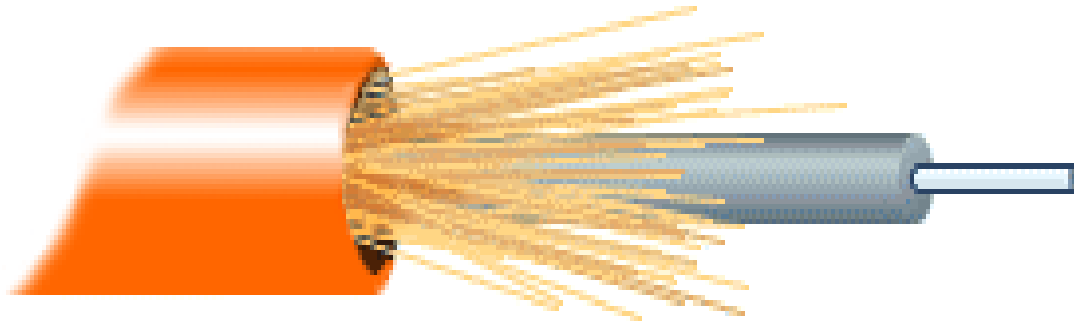
同轴电缆的特点

- 频带较宽，传输率较高。
- 损耗较低，传输距离较远(200m,500m)。
- 辐射低，保密性好，抗干扰能力强。
- 架设安装方便，容易分支。
- 宽带电缆可实现多路复用传输。
- 同轴电缆与双绞线比较，价格贵，但带宽、数据速率高、传输距离长、抗干扰能力强。
- 目前高质量的同轴电缆的带宽已接近 1 GHz，主要用在有线电视网的居民小区中。



光缆

- 光纤是一根很细的可传导光线的纤维媒体，其半径仅几微米至几百微米。
- 光纤通常由非常透明的石英玻璃拉成细丝，每根光纤主要由**纤芯**和**包层**构成双层通信圆柱体，而后一根或多根光纤再由外皮包裹构成**光缆**。



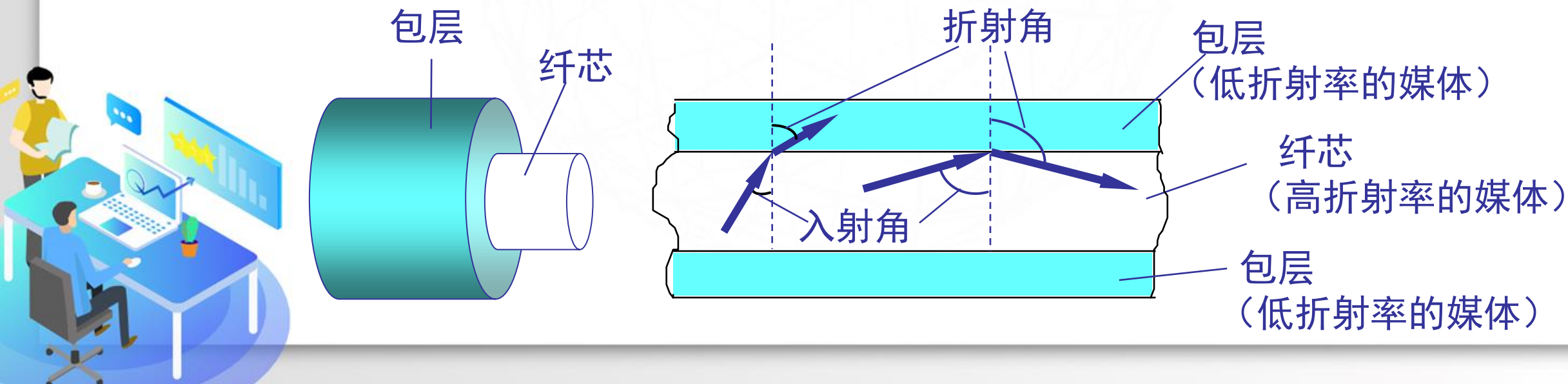
光纤传输原理—利用了光的反射

- 光纤通信就是利用光纤传递光脉冲来进行通信。
- 光传输系统：发送端光源、介质、接收端光检测器
 - 光源: 850nm/1300nm/1500nm
 - 发光二极管 / 激光二极管
 - 介质: 光纤
 - 光检测器: 光电二极管PIN
- 光纤：纤芯-折射率高、玻璃包层-折射率低
- 亮度调制，有脉冲表示1，无脉冲表示0
- 单向传输，双向需两根光纤

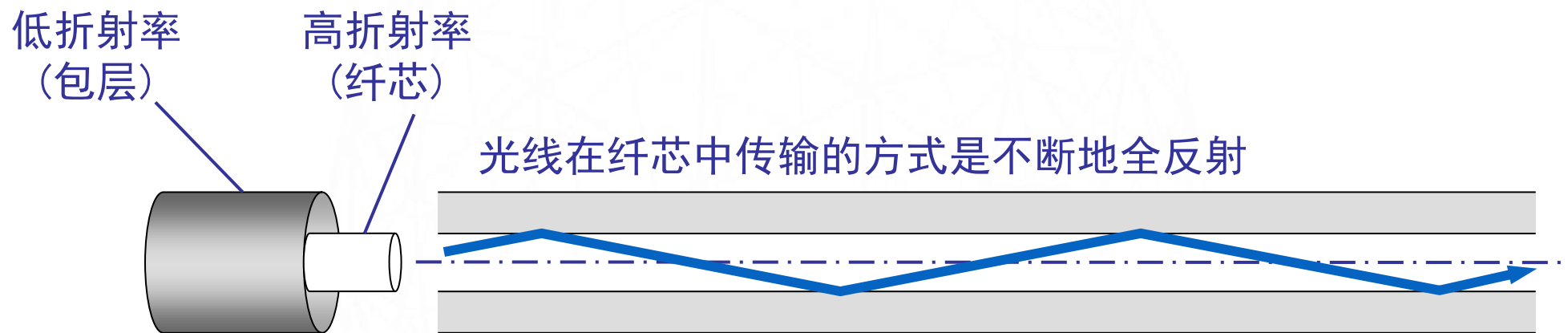


光线在光纤中的折射

- 光纤是一根很细的可传导光线的纤维媒体，通常由非常透明的石英玻璃拉成细丝，主要由**纤芯**和**包层**构成双层通信圆柱体。
- 光波通过纤芯进行传导。包层较纤芯是低折射率媒体。当光线从高折射率的媒体射向低折射率的媒体时，其折射角 $>$ 入射角。当入射角足够大则会产生**全反射**，即光线碰到包层时就会折射回纤芯，并引导光沿着光纤传输。



光波在纤芯中的传播

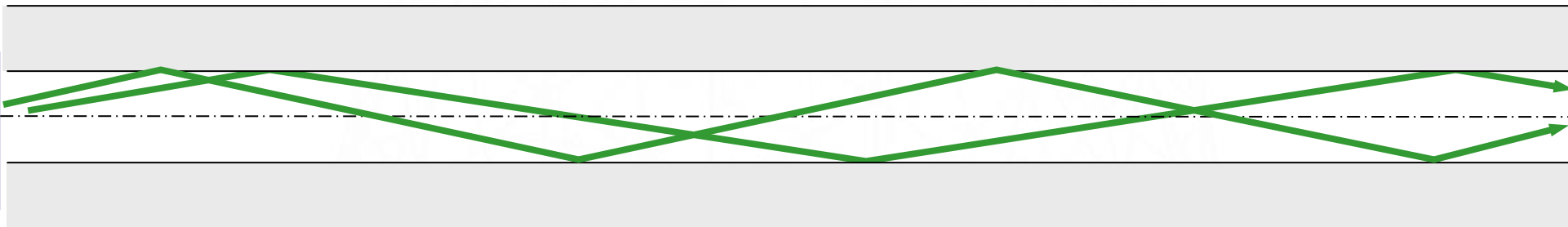
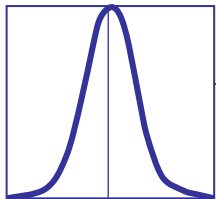


只要从纤芯中射到纤芯表面的光线的入射角 $>$ 某个**临界角**，就会产生**全反射**。

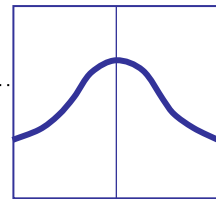
多模光纤与单模光纤

多模光纤

输入脉冲

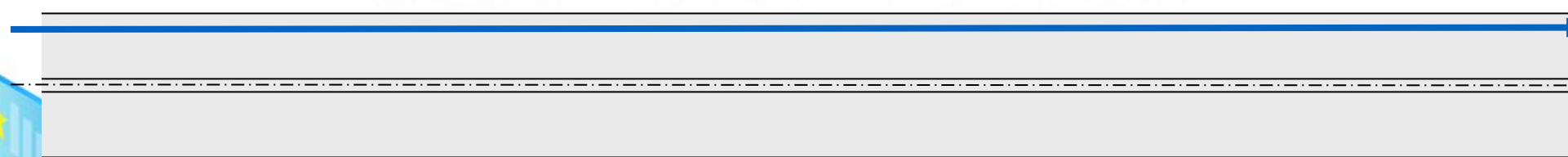
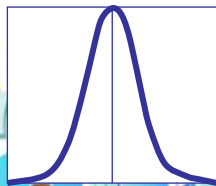


输出脉冲

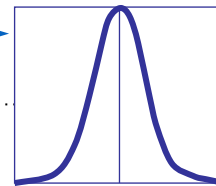


单模光纤

输入脉冲



输出脉冲

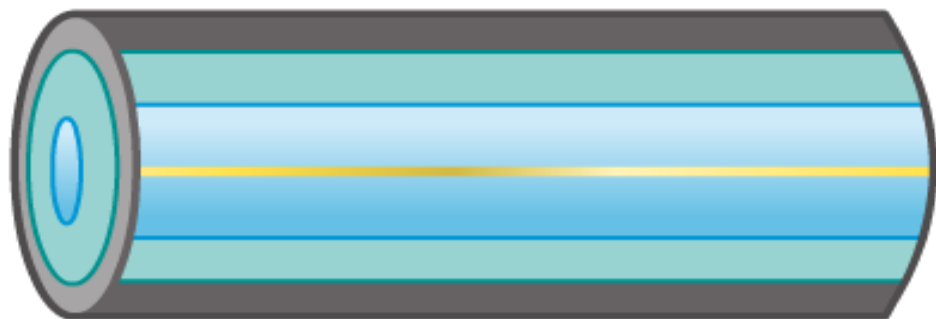


单模光纤与多模光纤



单模

为光线提供单一的直接路径

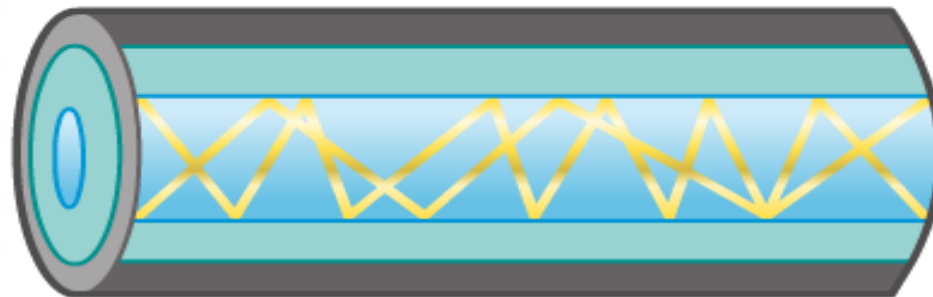


- 制造成本高
- 使用半导体激光器作为光源
- 通常用于几千米距离的园区骨干网



多模

为光线提供多条路径



- 允许更大的散射，会导致信号丢失
- 使用LED作为光源
- 通常LAN或几百米距离的园区网

光纤的特点

- 依靠光波承载信息
- 速率高，通信容量大
 - 仅受光电转换器件的限制 ($> 100\text{Gb/s}$)
- 传输损耗小，适合长距离传输
- 不受电磁干扰，抗干扰性能极好，无辐射，保密性好
- 轻便
- 光纤断裂的检测和修复都很困难。





常用有线传输介质的比较

传输媒体	速率	传输距离	性能(抗干扰性)	价格	应用
双绞线	10-1000Mb/s	几十 kM	可以	低	模拟/数字传输
50Ω同轴电缆	10Mb/s	3kM 内	较好	略 高 于 双绞线	基带数字信号
75Ω同轴电缆	300-450MHz	100kM	较好	较高	模拟传输电视、 数据及音频
光纤	几十 Gbps	30kM up	很好	较高	远距离传输





- ◆ 传输介质分导引型（有线）和非导引型（无线）两类
- ◆ 光纤和UTP具有各自的特点和优势
- 网络干线上大量使用光纤
- 用户桌面的接线大量使用UTP
- ◆ 选择传输介质时需综合考虑多种因素，满足用户使用需求和环境要求，提高性价比。

