

第7章

传输介质

图7.1 传输介质与物理层

- 传输介质：第0层，广义定义为能从源端传送信息到目的端的任何东西；
- 电报（19世纪Morse）->电话->无线通信；
- 信号以电磁能形式在设备间传输，电磁能通过传输介质传播；
- 电磁能是电场和磁场相互震荡的组合形式，包括多种类型

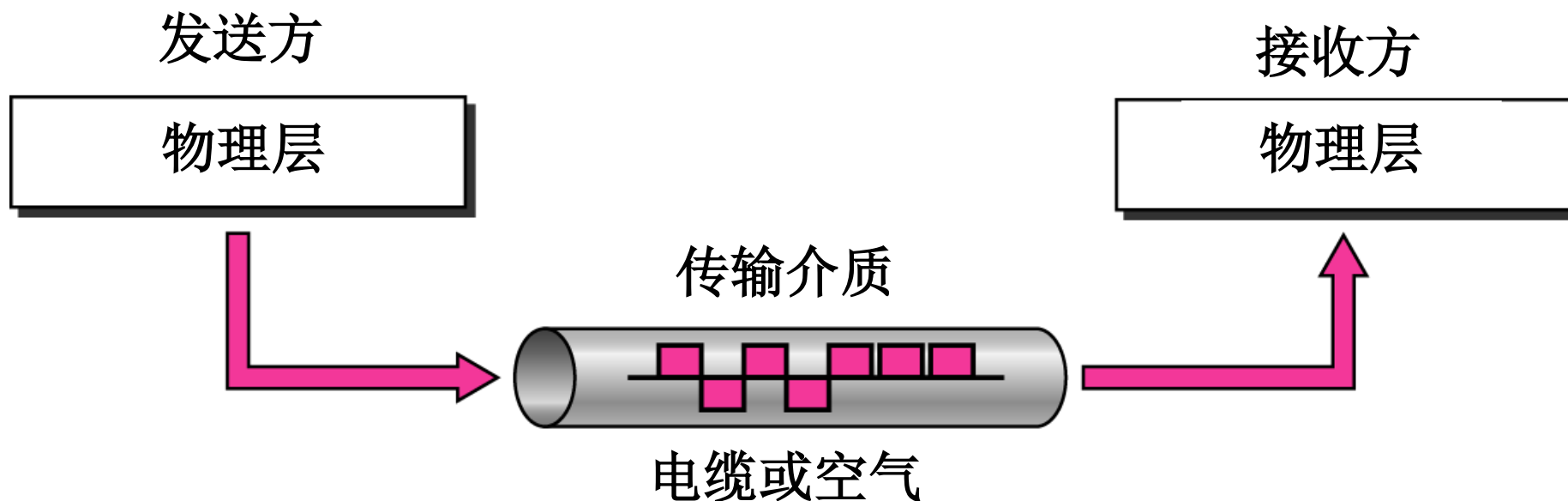
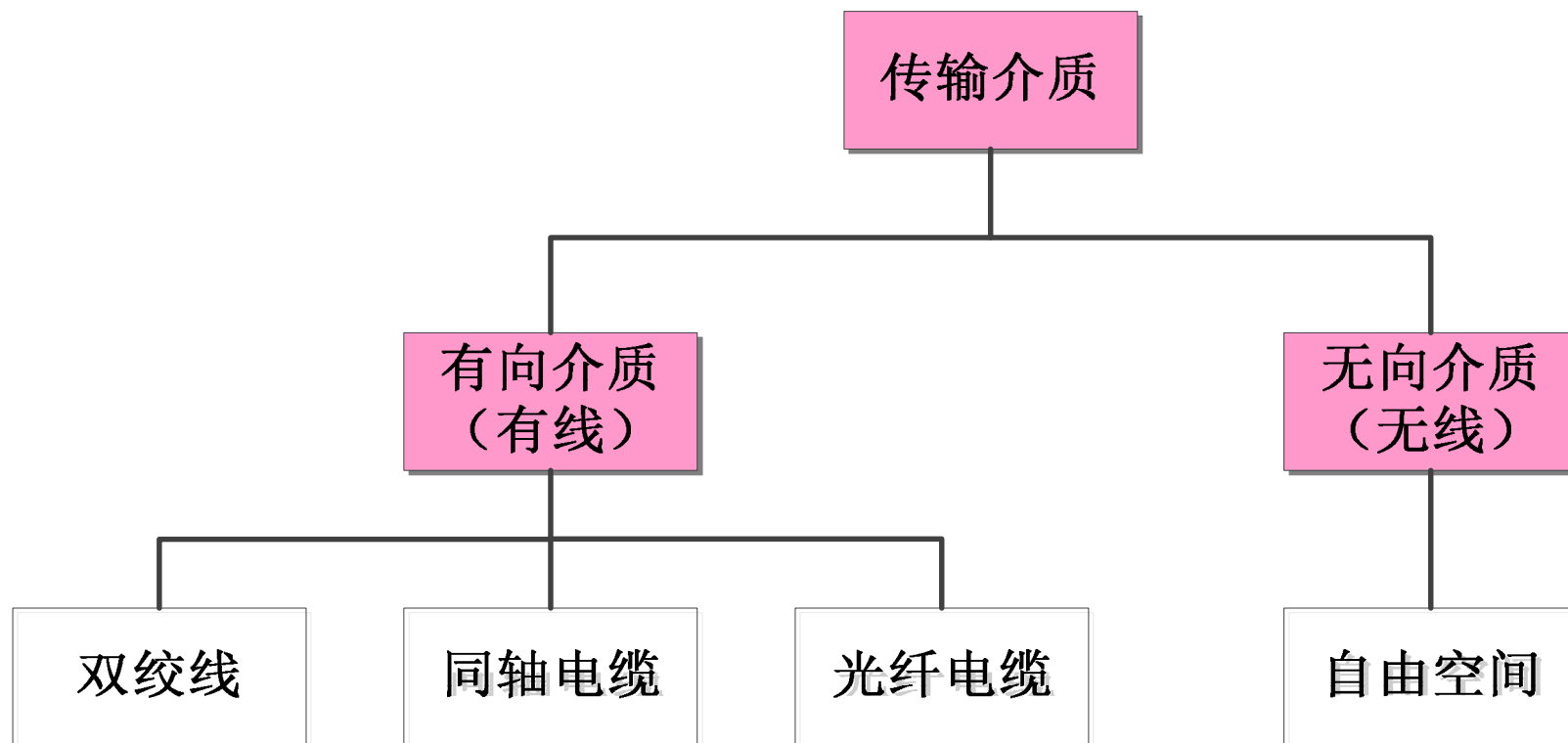


图 7.2 传输介质的分类



7-1 有向介质

有向介质：电磁波被引导沿某一固体媒体前进，包括双绞线、同轴电缆和光缆；

其传输方向和传播范围受介质的物理边界限制；

双绞线和同轴电缆使用金属（铜）导体接收和传输电流形式的信号（信号类型？）；

光纤是一种玻璃或塑料线缆，接收和传输光波形式的信号（信号类型？）

图 7.3 双绞线

两根导线，通常是铜线；

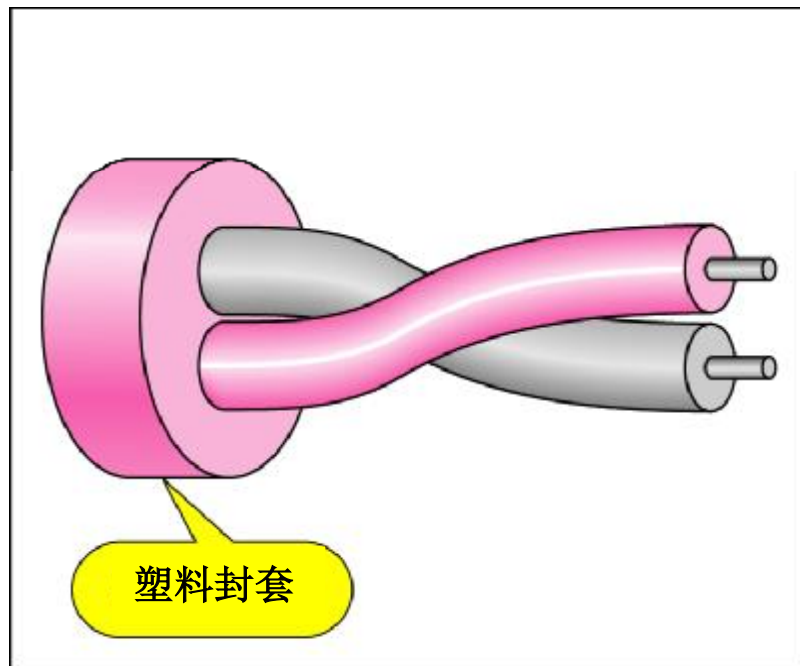
每根导线有自己的塑料绝缘层，两者绞在一起，可以避免接收方产生差值，而且可以减少同一根线缆内的相邻线对之间的串音干扰；

单位长度的绞合数决定了电缆的质量，绞合数越多意味着质量越高

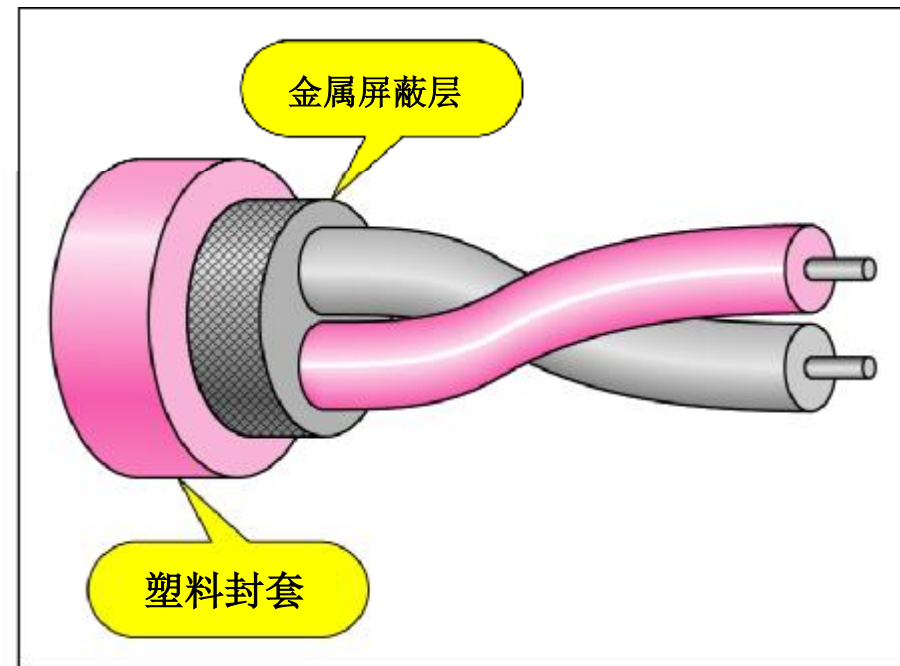


图7.4 非屏蔽双绞线（UTP）和屏蔽双绞线（STP）

UTP: unshielded twisted-pair, 最常见, 价格便宜;
STP: shielded twisted-pair, IBM生产, 增加了金属屏蔽层, 防止噪声或者串扰



a. UTP



b. STP

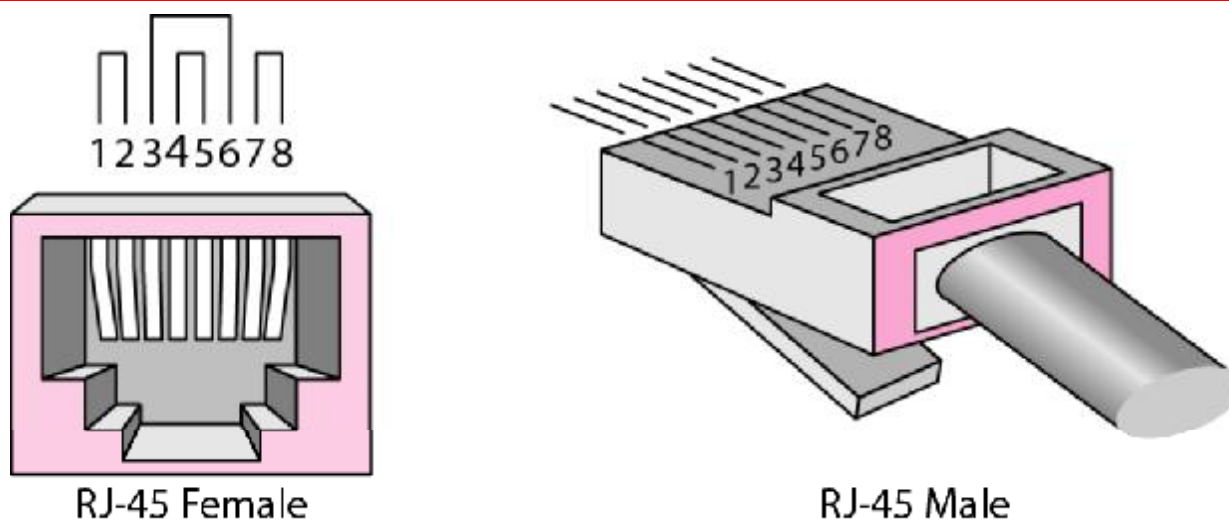
表7.1 非屏蔽双绞线的分类

分类	说明	数据速率 (Mbps)	用途
1	电话中使用的非屏蔽双绞线	<0.1	电话
2	本来用于T-线路的非屏蔽双绞线	2	T-1线路
3	改进的CAT2，用于局域网	10	局域网
4	改进的CAT3，用于令牌环网	20	局域网
5	电缆线通常带有一个盒子和外面护层的24AWG	100	局域网
5E	5类线的扩充包括最小串扰和抗电磁干扰的额外特性	125	局域网
6	数据速率通过200Mbps测试的一种新的电缆线	200	局域网
7	有时又称为SSTP（屏蔽网屏双绞线），每对双绞线独立的地封装在螺旋状的一个金属薄膜的箔中，在外部再加封套。屏蔽减少串扰和增加数据率	600	局域网

3类和5类UTP

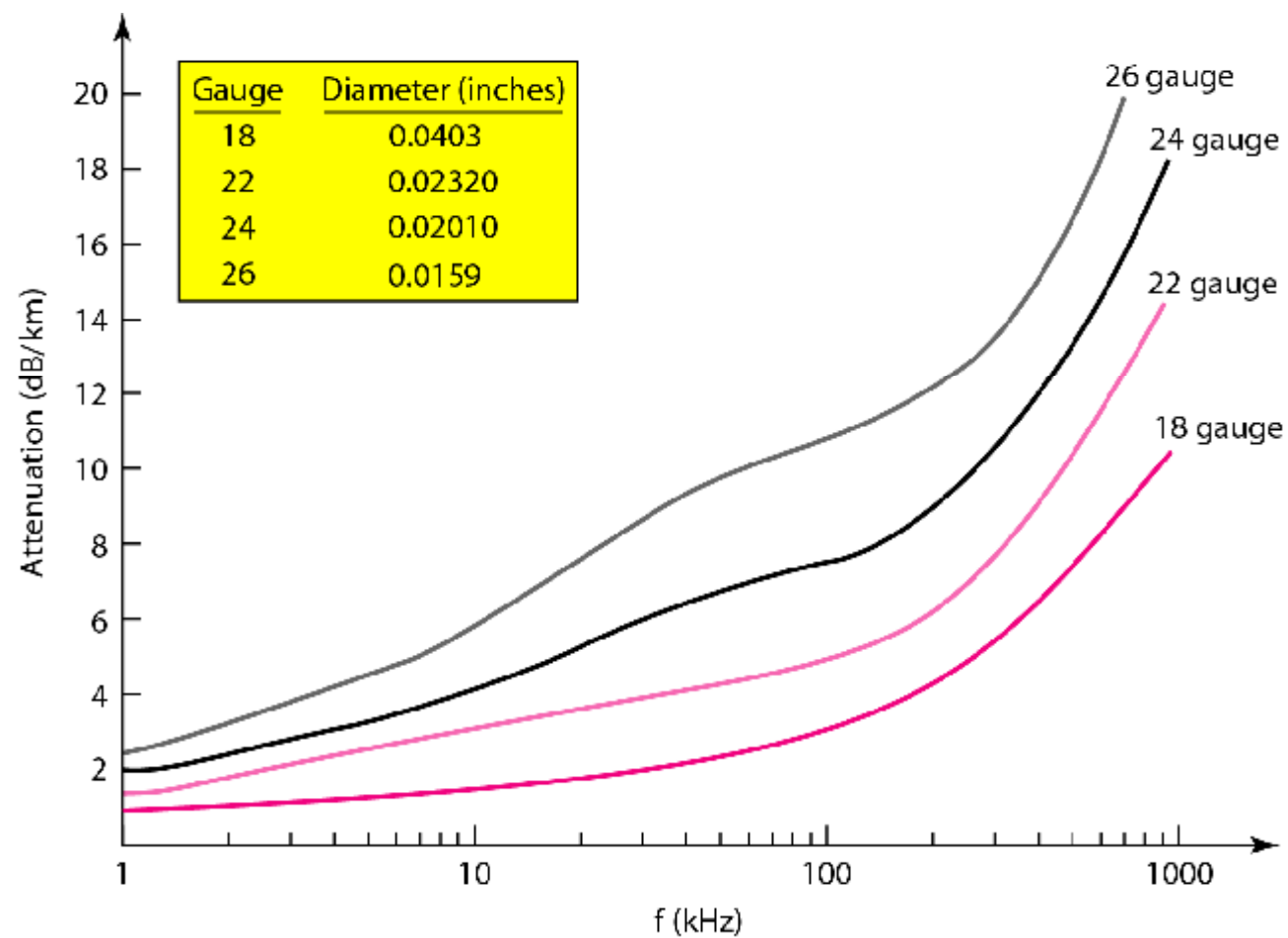
- 3类和5类线缆在局域网应用中受到极大关注;
- 3类对应于话音级线缆, 就是那些在大多数办公楼里都大量存在的电缆;
- 只要设计合理且传输距离不远, 3类UTP的数据率可达16Mbps;
- 在新建成的办公楼里, 越来越常见的预先铺设的电缆是5类UTP;
- 如果传输距离不远且设计合理, 5类UTP的数据率可达100Mbps

图7.5 最常用UTP连接器



RJ45接口DTE类型引脚定义

图7.6 UTP 的性能（频率和距离的衰减曲线）



双绞线应用

p 用于电话线路，提供语音和数据的通道；

p 用于局域网

图7.7 同轴电缆-比双绞线传输频率更高（500MHz）

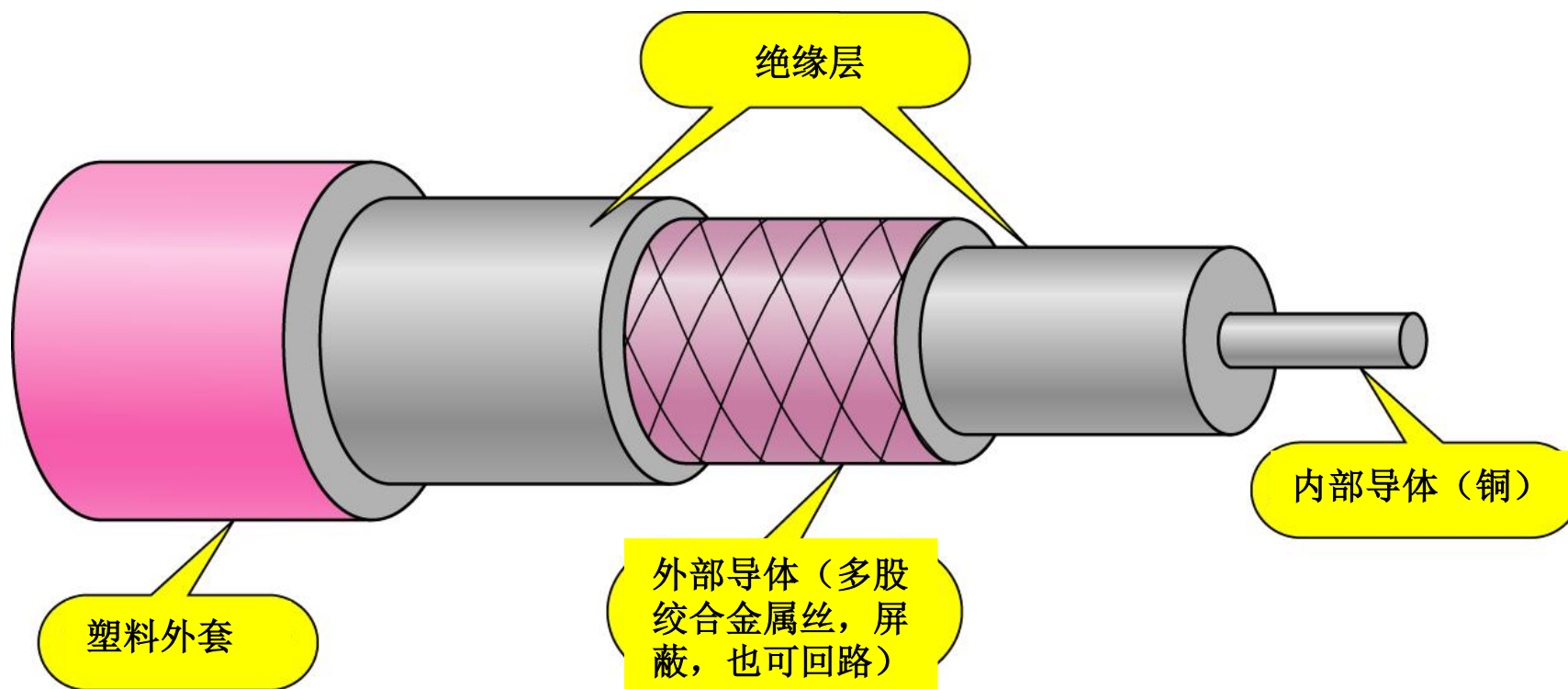


表7.2 同轴电缆的分类

pRG等级：radio government，无线电管理；
p每个RG号表示单独的一组物理规范，RG等级定义的每种电缆适用于特定的功能

分类	阻抗	用途
RG-59	75Ω	有线电视
RG-58	50Ω	细缆以太网
RG-11	50Ω	粗缆以太网

图7.8 BNC（Bayonet-Neil-Concelman）连接器类型

- pBNC连接器**：将电缆的一端连接到设备如电视机上；
- pBNC T型连接器**：用于以太网，从主线路引出分支；
- pBNC终接器**：用于电缆的末端以防止信号反射

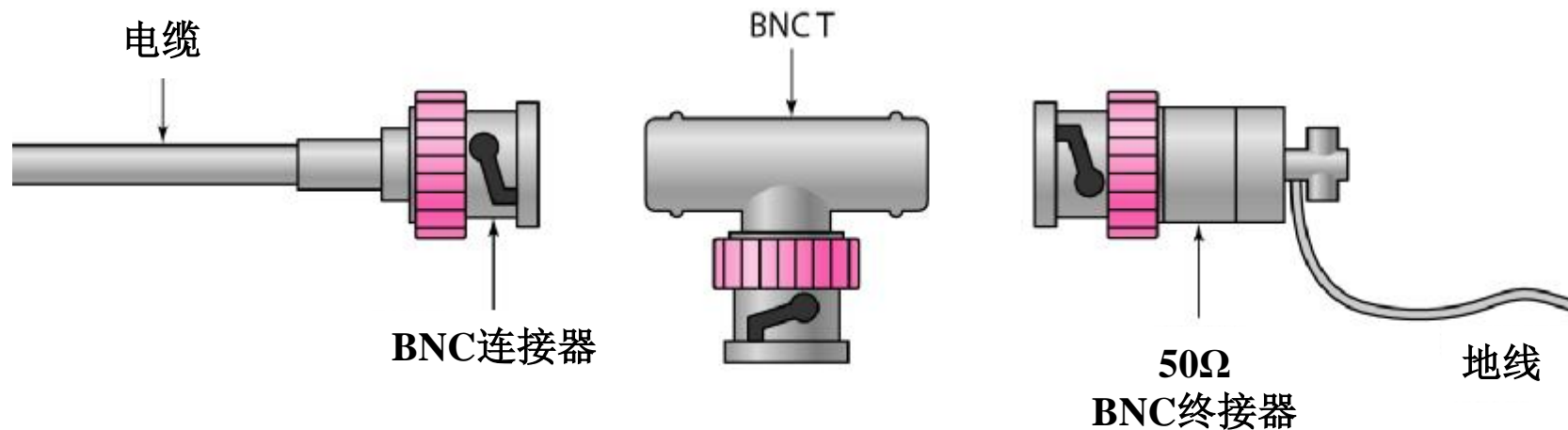
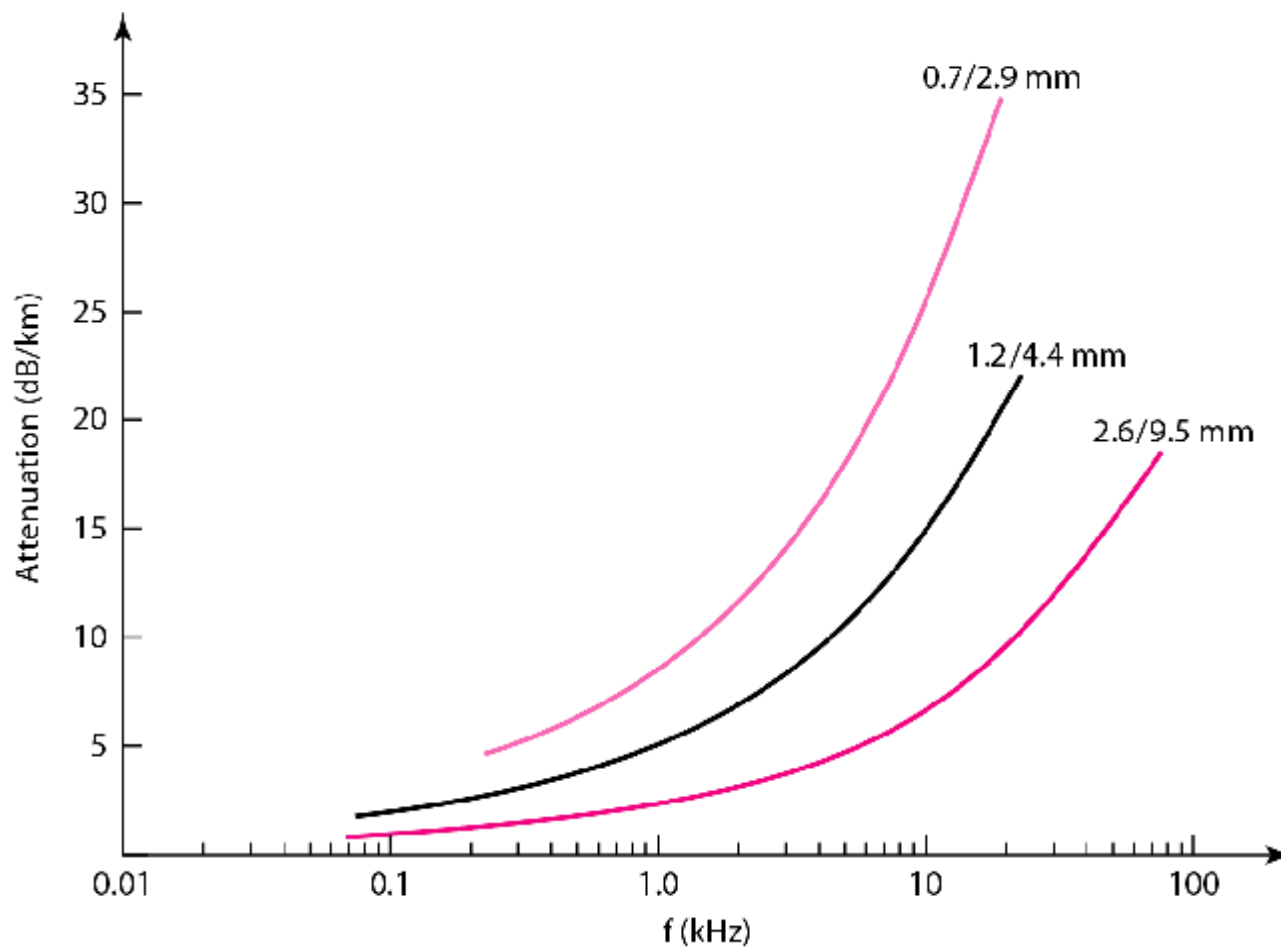


图7.9 同轴电缆的性能（信号衰减快需要使用中继器）



同轴电缆应用

p最初用于模拟电话网，单个同轴电缆可传送**10000**路语音；后来用于数字电话，速率可达**600Mbps**，但现在基本被光缆取代；

p用于有线电视；

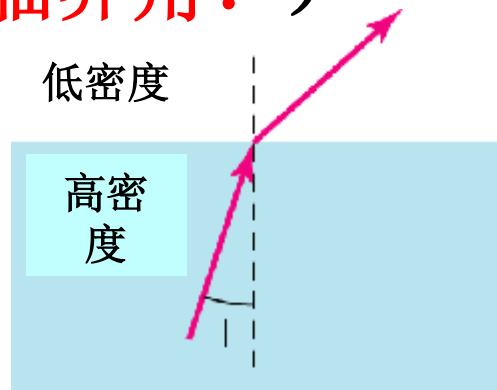
p传统总线型以太网：**10Base2**（细缆以太网，**185m**）、**10Base5**（粗缆以太网，**500m**）

图7.10 光线的折射

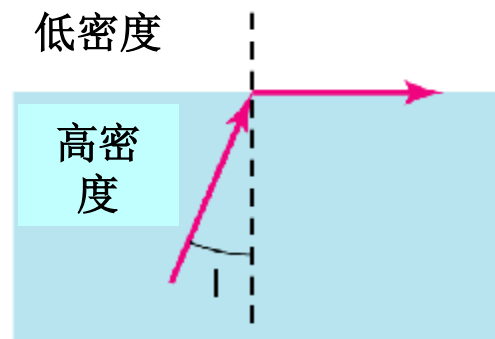
p 光缆由玻璃或者塑料构成，能够传输光信号；

p 光由光密介质进入光疏介质时，当入射角增加到某种情形时，折射线沿表面进行，该入射角称为临界角；

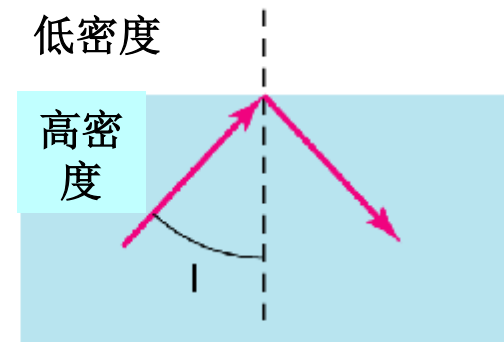
p 如入射角大于临界角，则无折射，全部光线均返回到光密介质，此现象称为全反射（**光由水进入空气的临界角？**）



$i < \text{临界角}$ 折射



$i = \text{临界角}$ 折射



$i > \text{临界角}$ 反射

图7.11 光纤-使用全反射引导光通过通道（原因？）

光纤由玻璃或塑料构成，玻璃芯或塑料芯外面环绕着低密度的玻璃或塑料包层；

芯和包层之间的界面作为反射器来限制光线使其不能从芯中逃逸；

两种材料的密度差值满足如下条件：通过纤芯传播的光必须完全被包层反射，而不发生折射

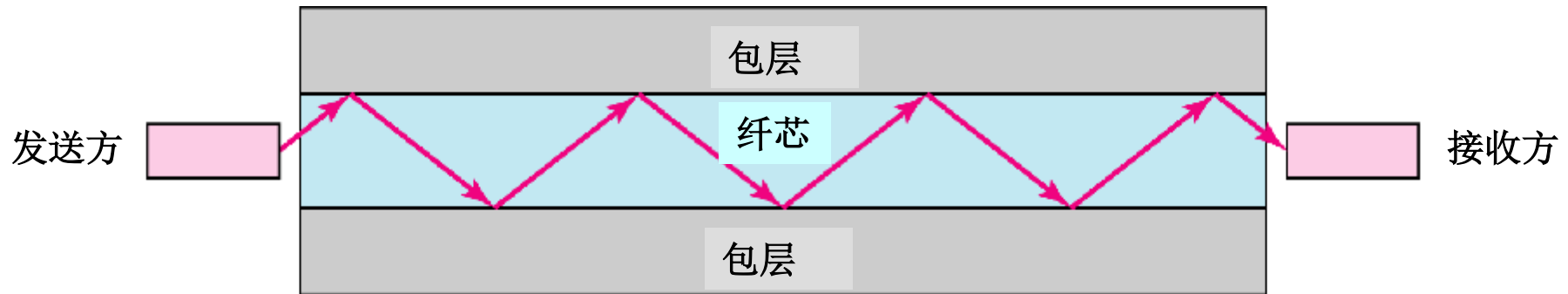


图7.12 光纤传播模式

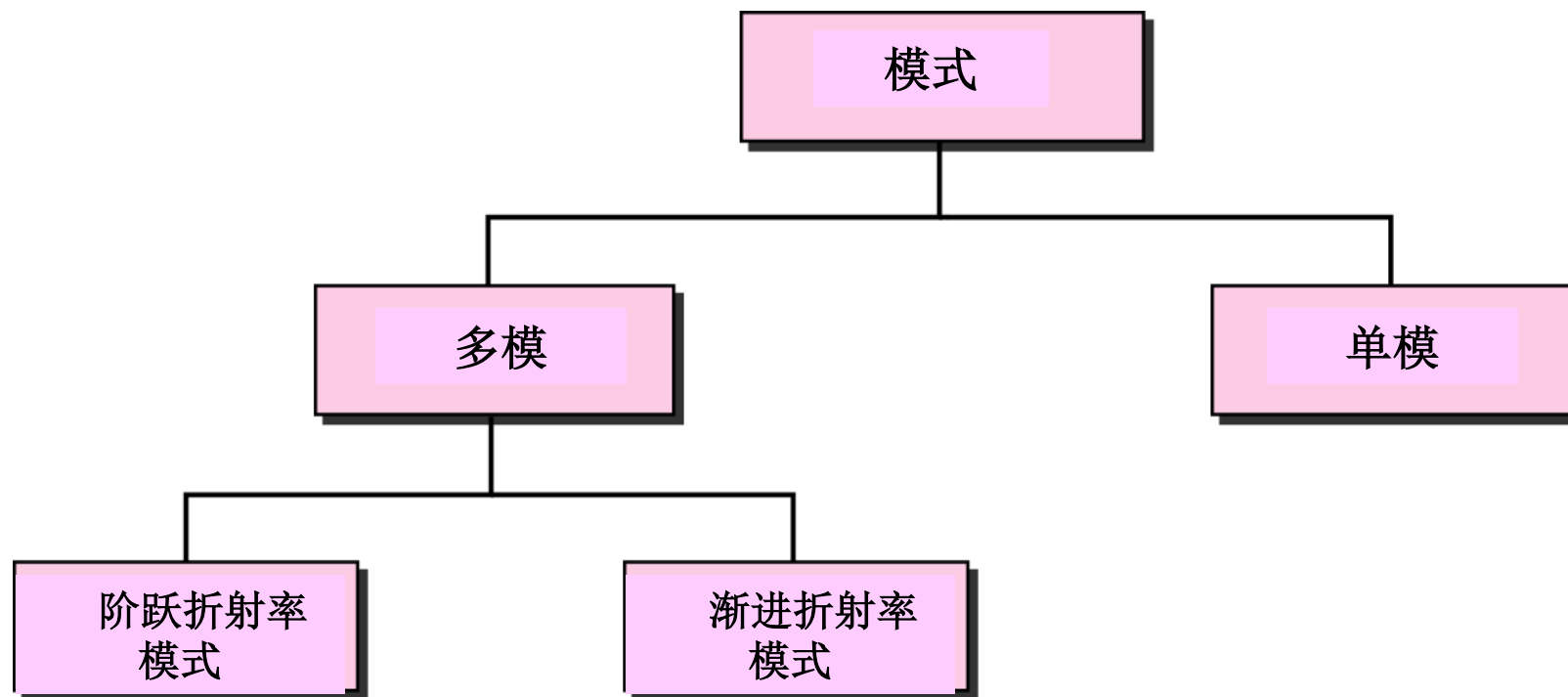
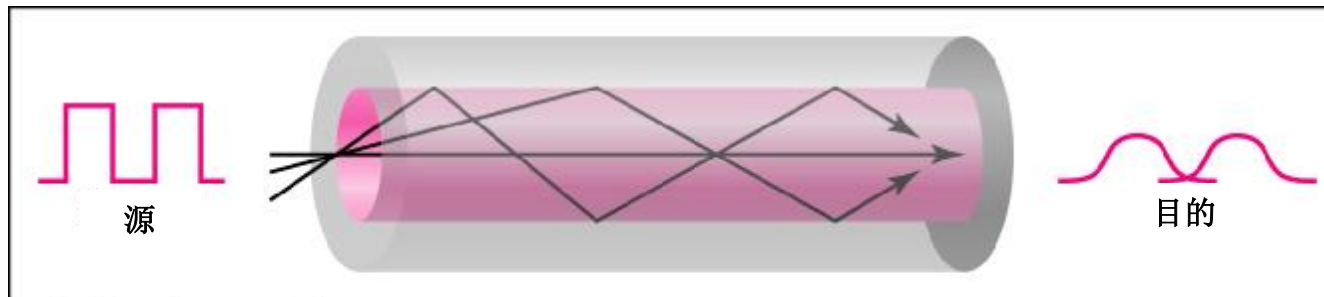
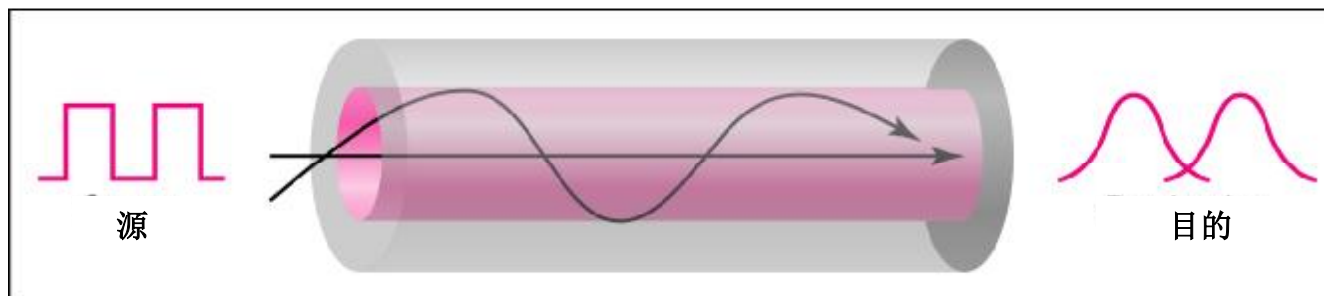


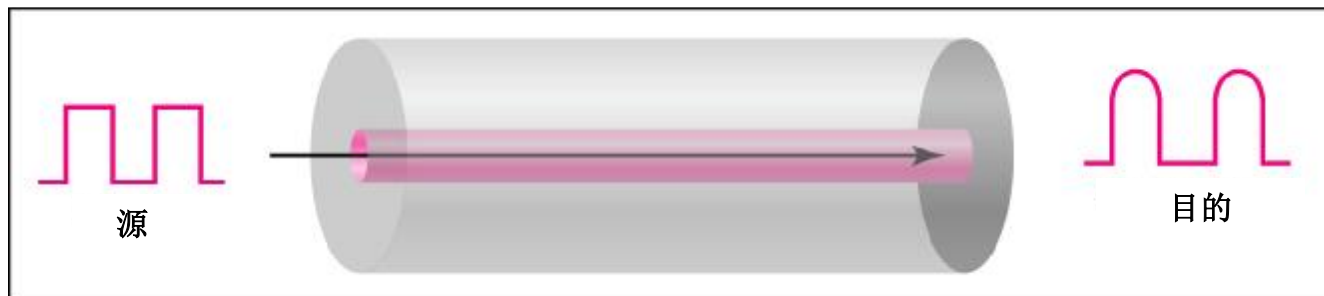
图7.13 传播模式



a. 多模，阶跃折射率模式（纤芯密度从中心到边缘不变）



b. 多模，渐进折射率模式（中心密度最高，可减少失真）



c. 单模：使用阶跃折射率且光源聚焦效果更好（角度小几乎水平）

表7.3 光纤类型-纤芯直径/包层直径定义 (μm)

类型	纤芯 (μm)	包层 (μm)	模式
50/125	50.0	125	多模，渐变折射率模式
62.5/125	62.5	125	多模，渐变折射率模式
100/125	100.0	125	多模，渐变折射率模式
7/125	7.0	125	单模

图7.14 光纤组成

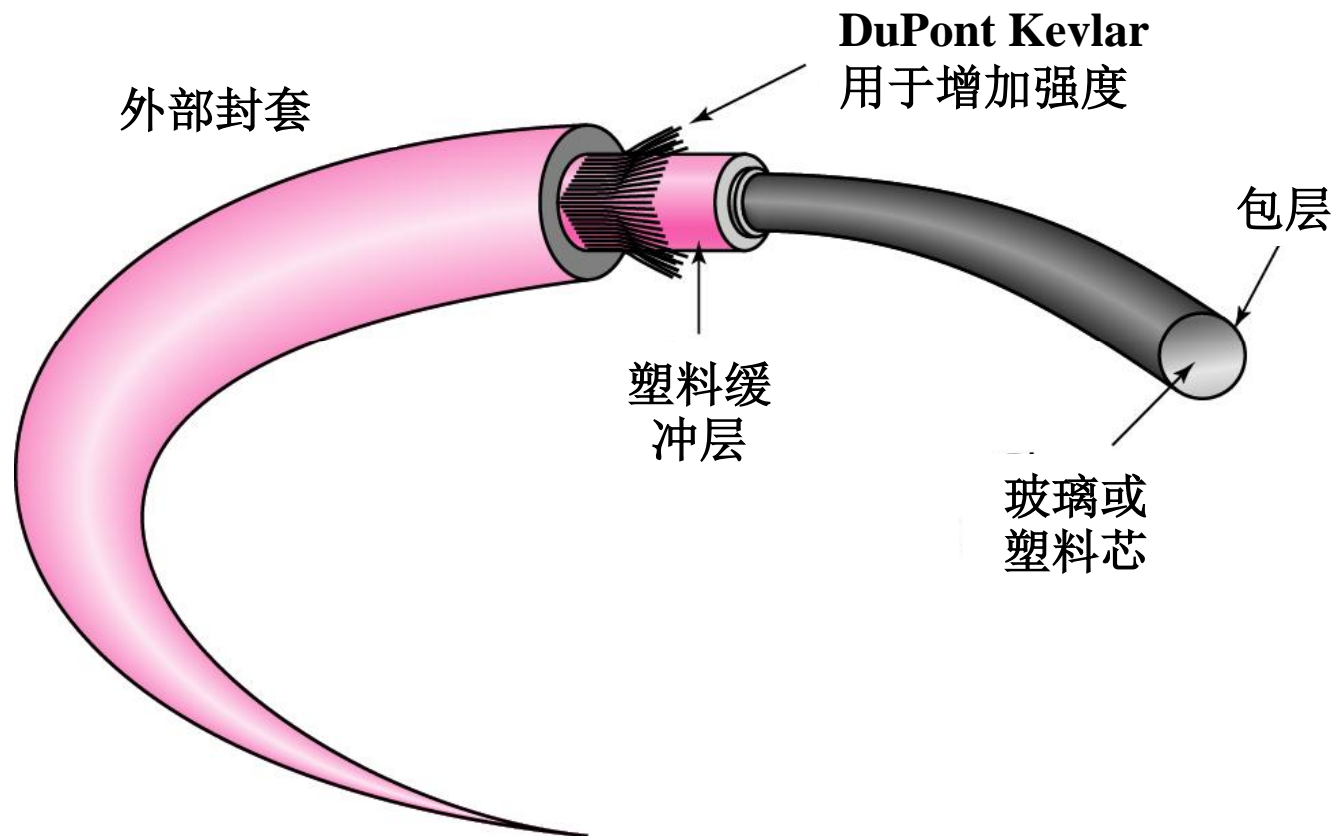
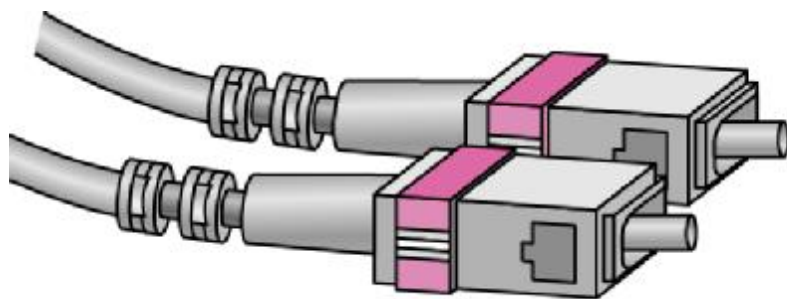
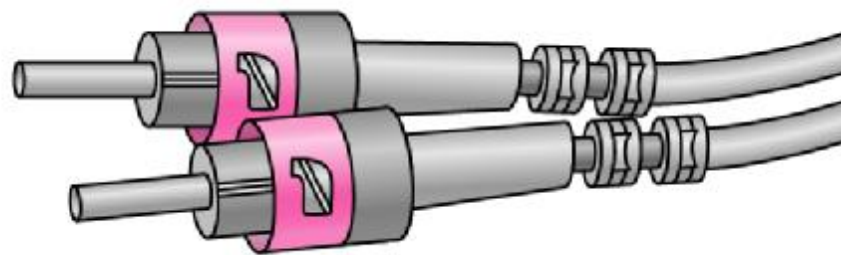


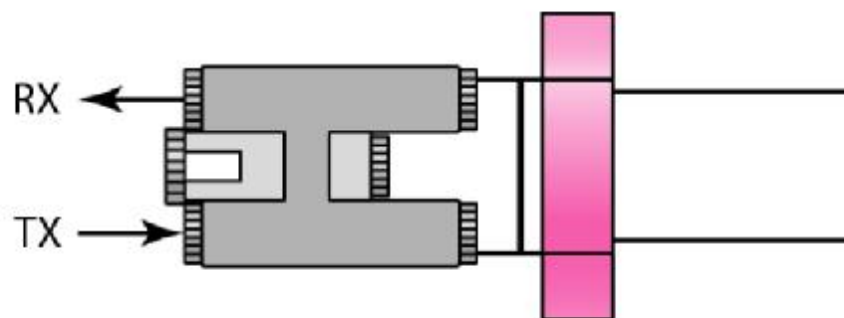
图7.15 光纤连接器



SC连接器

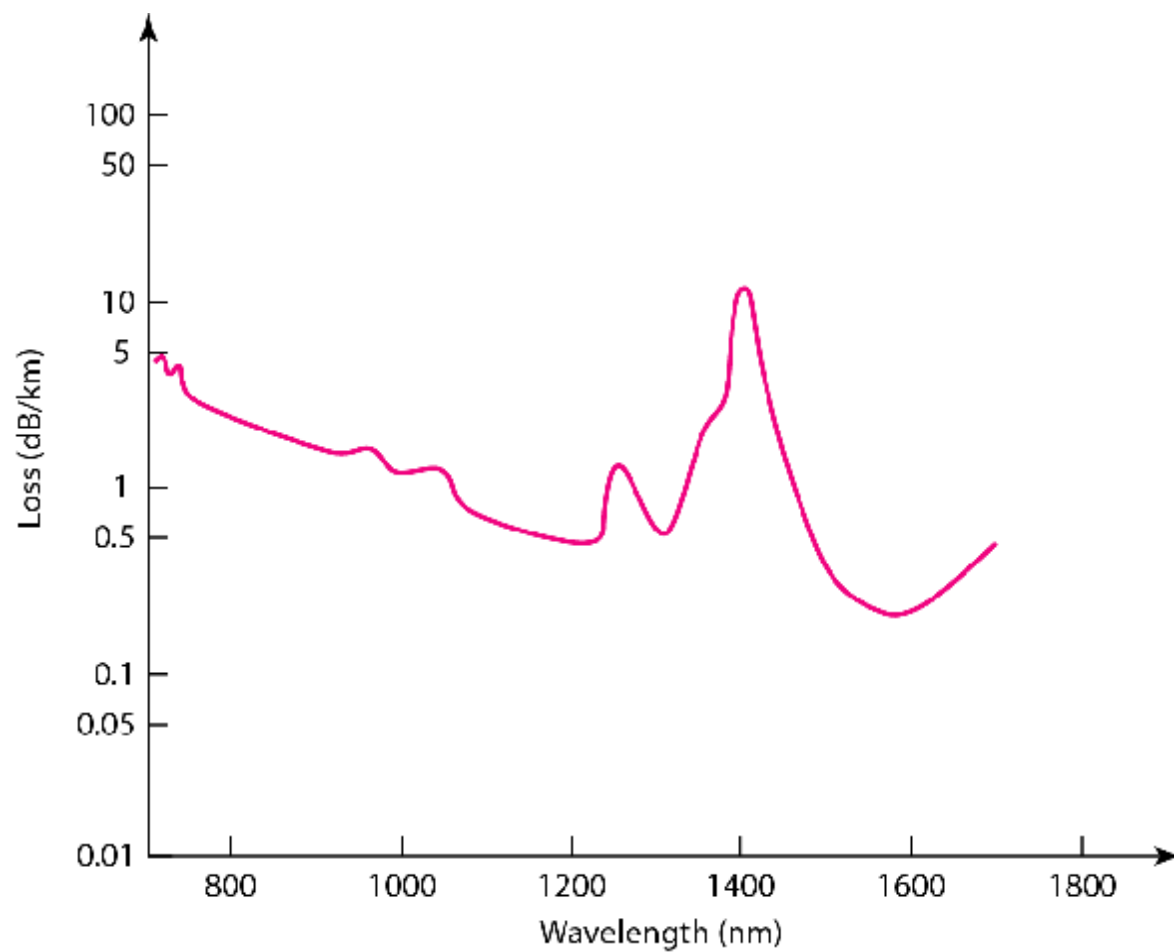


ST连接器



MT-RJ连接器

图7.16 光纤性能-衰减曲线较平坦，只需较少中继器



光纤应用

p 主干网络（DWDM速率可到1600Gbps）、有线电视和局域网（100Base-Fx, 1000Base-X）

p 光纤优点：高带宽、信号衰减小、无电磁干扰、抗腐蚀材料、重量轻、不易被窃听；

p 光纤缺点：安装/维护、单向性、成本高。

7-2 无线通信

p 无向介质不使用物理导体传输电磁波，这种类型的通信通常是指无线通信；

p 信号通过空气或水在大气层、外空层或海洋中传播，能够被任何人接收；

p 天线发射的信号有一个重要属性：方向性；通常，低频信号是全向性的，当频率较高时，信号才有可能被聚集成成为有向波束

图7.17 无线通信使用的电磁频谱

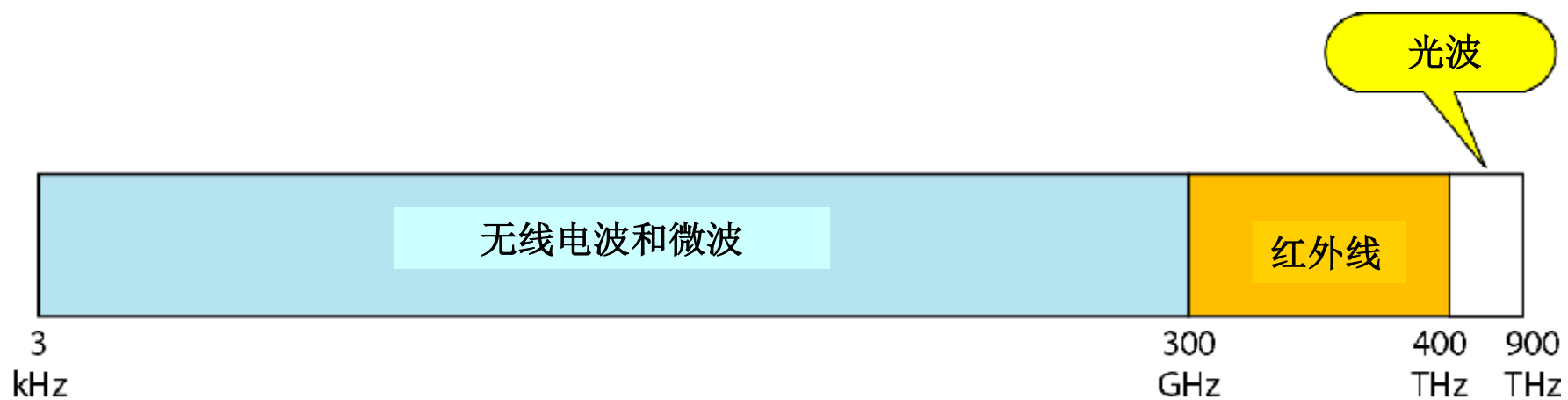


图7.18 传播方法一——地表（地波）传播，ground propagation

p无线电波通过地球的大气层的最低部分紧绕地球传播；

p频率低于2Mhz，这些低频率信号通过发射天线沿着地球表面向各个方向发射，传输距离取决于信号功率大小；

p之所以能沿地表曲线传播由多种因素造成：一是电磁波会使地表出现感应电流，其结果是靠近地面的波阵面速度变慢，致使波阵面向下倾斜，因而会沿着地表曲线传播；二是衍射，光传播遇到障碍物或小孔时将偏离直线传播途径而绕到障碍物后面；

p例如：AM radio



图7.18 传播方法二—天空（天波）传播，sky propagation

p频率范围：2Mhz-30Mhz；

p无线电波向上传播到电离层，从电离层再反射到地球（**其实是折射？**）；

p例如：业余无线电、民用无线电以及国际电台广播，如BBC和美国之音



图7.18 传播方法三—视线传播, line-of-sight propagation

- 频率范围：30Mhz以上；
- 信号沿直线直接在天线之间传输；
- 天线必须是有向的、互相正对的，而且必须足够高且距离足够近，以免受地球曲线的影响；
- 例如：卫星通信；而对于地面通信，发送天线和接收天线必须在双方有效视距以内（由于微波会被大气弯曲和折射，比光学视距远一些）



表7.4 波段（无线电波和微波部分，受政府机构监管）

波段	范围	传播	应用
VLF(甚低频)	3~30kHz	地面	远程无线电导航
LF(低频)	30~300kHz	地面	无线电导航台和导航定位器
MF(中频)	300kHz~3MHz	天空	AM广播
HF(高频)	3~30MHz	天空	民用波段(CB)和航海/航空通信
VHF(甚高频)	30~300MHz	天空和视线	VHF电视波段和FM广播
UHF(超高频)	300MHz~3GHz	视线	UHF电视波段，移动电话，寻呼，卫星
SHF(特高频)	3~30GHz	视线	卫星通信
EHF(极高频)	30~300GHz	视线	雷达和卫星

图7.19 无线传输波

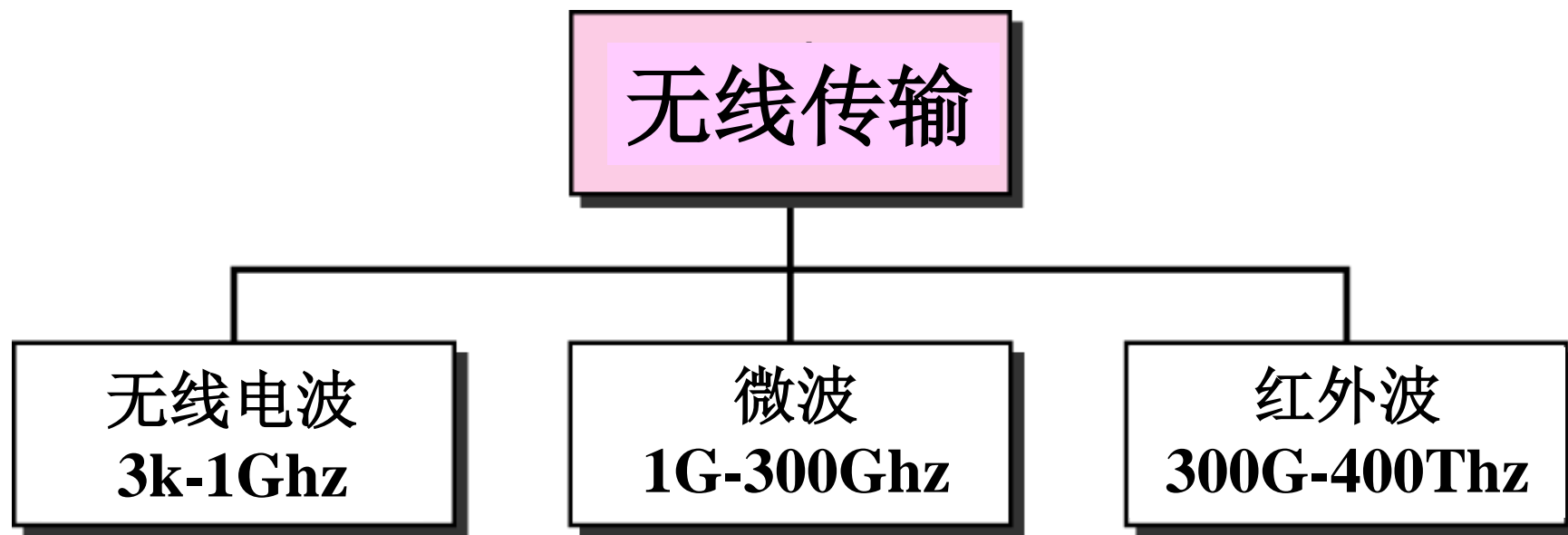
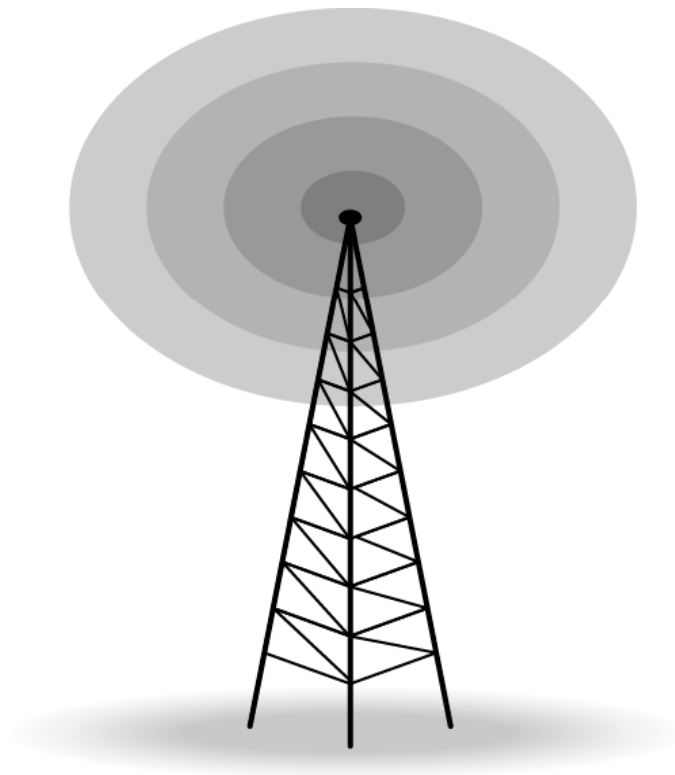
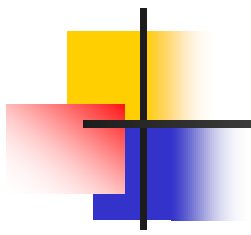


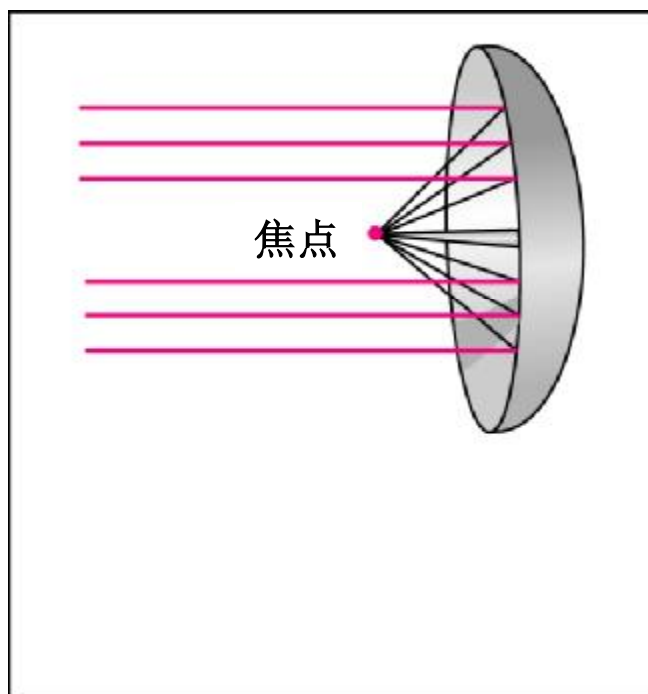
图7.20 无线电波-全向天线：远距离广播（AM广播）



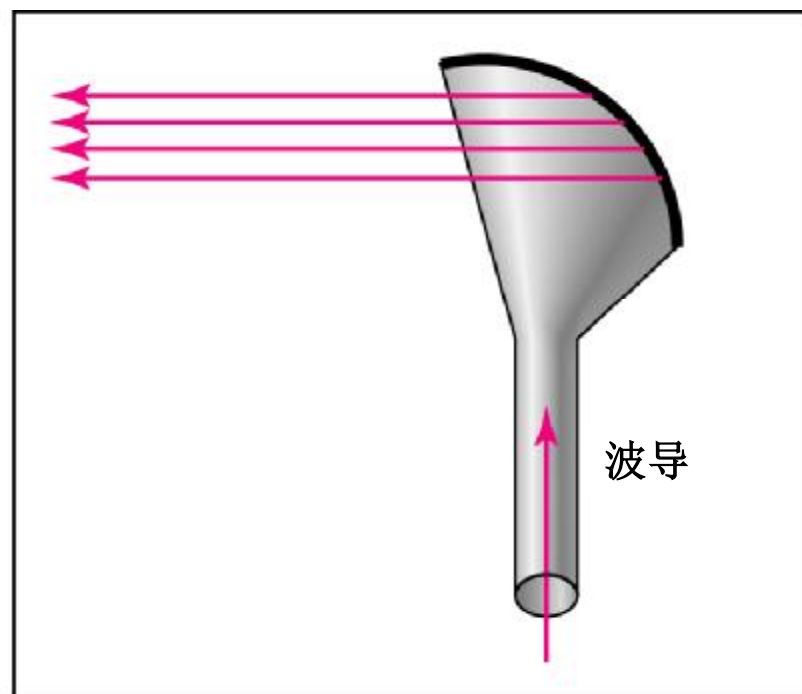


无线电波用于多播通信，如收音机、电视以及寻呼系统。

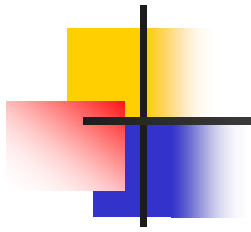
图7.21 微波-单向天线：视距传输（举例？）



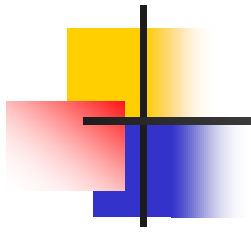
a. 碟形天线



b. 喇叭天线（像一个巨大的勺子）



微波用于单播通信，如移动电话、卫星网络和无线局域网。



红外信号可以在封闭区域用于短距离通信，不能穿透墙体，使用视线传播（**举例？**）。