

传输媒介

理论课程



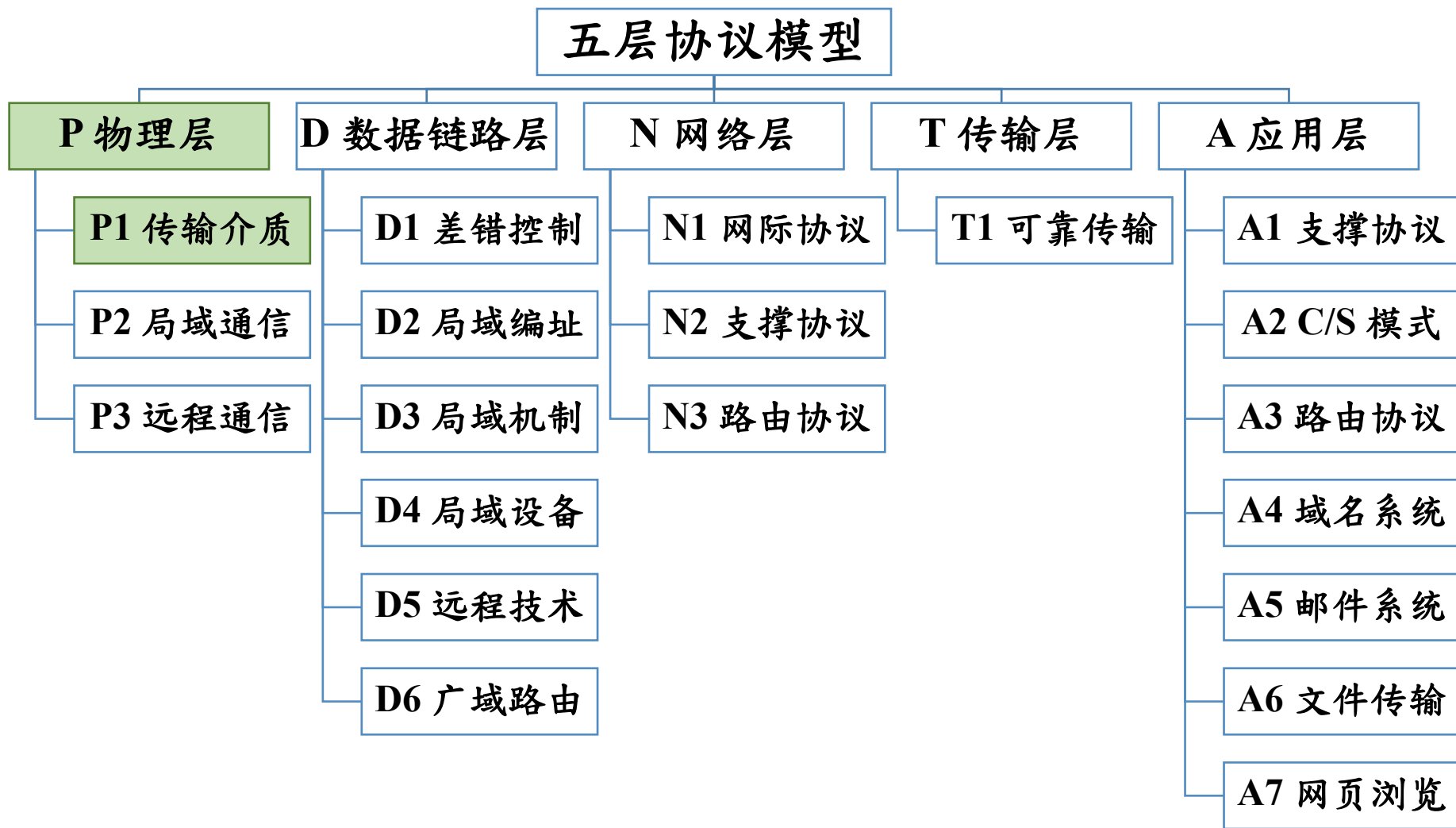
廈門大學
XIAMEN UNIVERSITY



信息学院
(国家示范性软件学院)
School of Informatics

黃 煒
博士, 副教授
Dr. Wei Huang

知识框架



主要内容

- 通信基本模型
- 引导型传输媒体
 - 屏蔽双绞线，非屏蔽双绞线，同轴电缆
 - 光纤：单模和多模
- 非引导型传输媒体
 - 红外线，激光，无线电波（ 镭射 ）、卫星
- 介质间的权衡

对应课本章节

- **PART II Data Communication Basics**
 - **Chapter 5 Overview Of Data Communications**
 - **Chapter 7 Transmission Media**

内容纲要

| | |
|---|---------|
| 1 | 通信的基本概念 |
| 2 | 传输介质的分类 |
| 3 | 传输介质介绍 |
| 4 | 介质的选用标准 |
| 5 | 小结 |

通信模型

- 通信的基本模型



- 数据通信

- 信息 (Information) 是任意形式
- 传输系统采用物理系统
- 多个信息源可以共用底层的传输介质

信息的基本单位

- 网络通信的基本单位是：位（bit，b）
 - 有2种事件出现的概率各是50%，其信息量是1 bit。
 - 有 2^N 种事件出现的概率各是 2^{-N} ，其信息量是 N bit。
 - 一共是 N 种情况，和事件的具体意义无关。
- 内存存储的基本单位是：字节（byte，B）
 - 1 byte = 2^3 = 8 bits
 - 因为 2^1 、 2^2 位都无法表示26个字母，故而寻求 2^3 。
 - KB（ 2^{10} B）、MB（ 2^{20} B）、GB（ 2^{30} B）

信号

- 信号：信息的载体，利用物理量携带信息
- 信道：信号的传输媒介。
- 信道：调制信道和编码信道。
- 信道噪声：噪声和干扰的总称。

数字和模拟信号

- 数字信号 (digital signal)
 - 指自变量是离散的、因变量也是离散的信号
- 模拟信号 (analog signal)
 - 指信息参数在给定范围内表现为连续的信号。

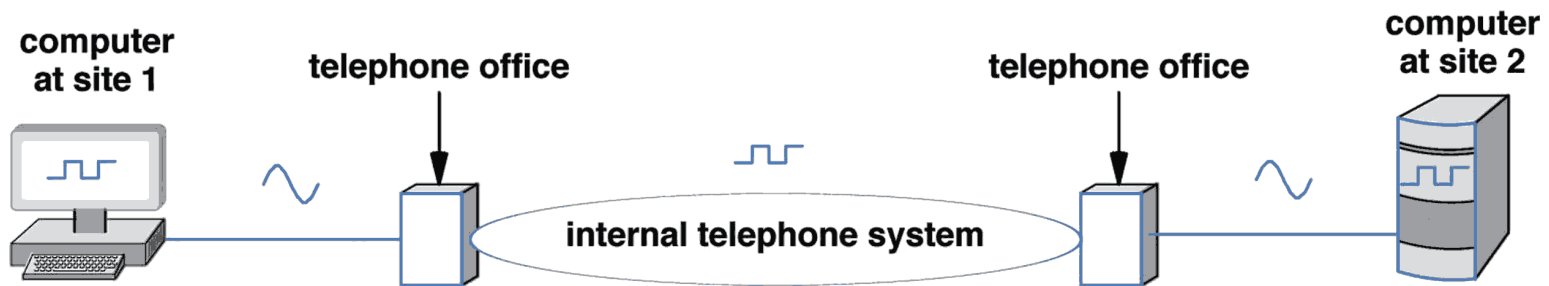
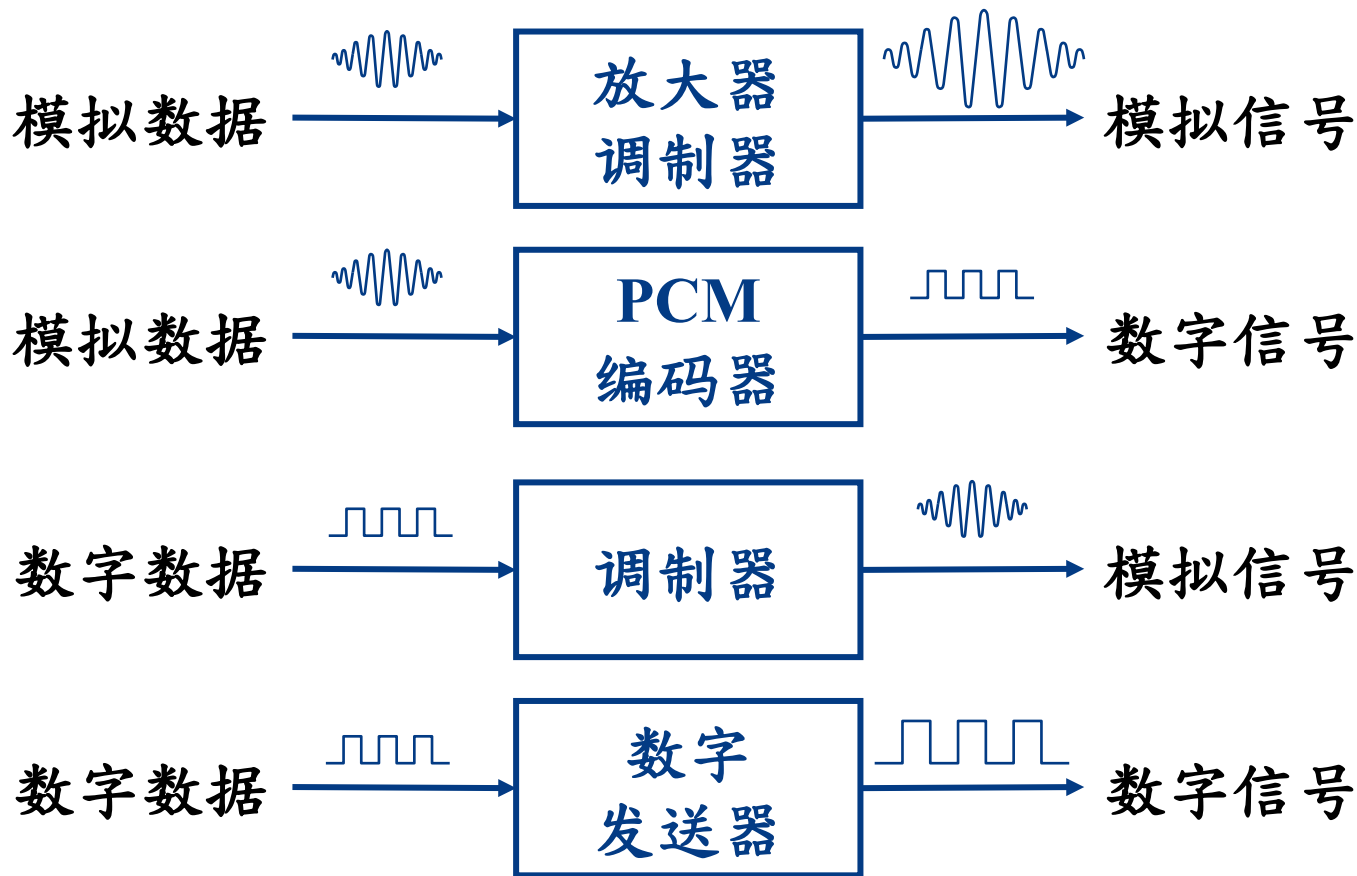


Figure 10.10 Illustration of digital and analog signals (denoted by a square wave and a sine wave) that occur when a dialup modem is used to send data from one computer to another.

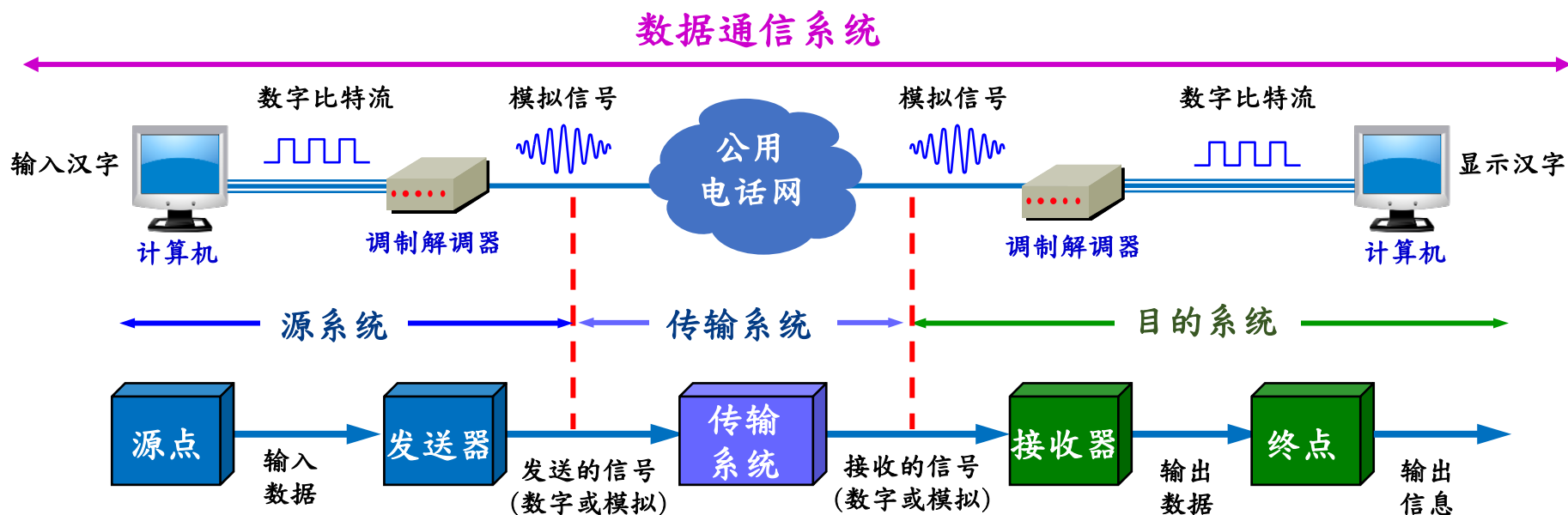
模拟/数字的数据/信号转换

- A/D和D/A转换



A/D和D/A通信系统模型

• 通信系统模型



内容纲要

| | |
|---|---------|
| 1 | 通信的基本概念 |
| 2 | 传输介质的分类 |
| 3 | 传输介质介绍 |
| 4 | 介质的选用标准 |
| 5 | 小结 |

导引型传输媒体

- 双绞线

- 屏蔽双绞线 STP (Shielded Twisted Pair)
- 无屏蔽双绞线 UTP (Unshielded Twisted Pair)

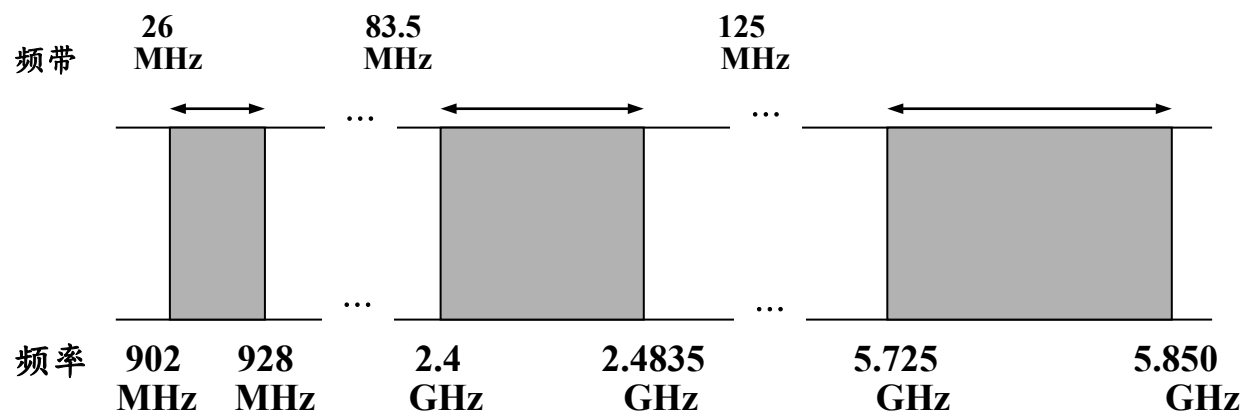
- 同轴电缆

- 50 Ω 同轴电缆
- 75 Ω 同轴电缆

- 光缆

非导引型传输媒体

- 无线传输所使用的频段很广。
 - 举例：红外线、激光、卫星
- 短波通信主要靠电离层的反射，但通信质量较差。
- 微波在空间主要是直线传播。
 - 地面微波接力通信
 - 卫星通信



按能量形式划分

- 电的
 - 双绞线，同轴电缆
- 光的
 - 光纤，红外线，激光
- 电磁波（无线电波）
 - 地面无线电，卫星

内容纲要

| | |
|---|---------|
| 1 | 通信的基本概念 |
| 2 | 传输介质的分类 |
| 3 | 传输介质介绍 |
| 4 | 介质的选用标准 |
| 5 | 小结 |

双绞线 (Twisted Pair)

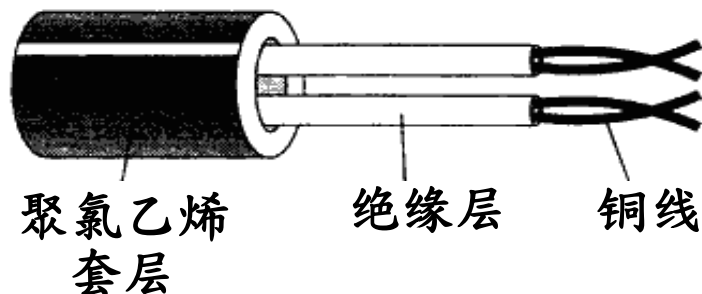
- 平行导线的问题
 - 随机电磁噪声 (noise) 是普遍存在的
 - 电磁辐射碰到金属时会产生微弱信号干扰通信信号
 - 金属可以吸收辐射，起到屏蔽 (shield) 作用
- 三种导线可以减小干扰
 - 非屏蔽双绞线 (Unshielded Twisted Pair) : 柔韧性
 - 同轴电缆 (Coaxial Cable) : 屏蔽能力
 - 屏蔽双绞线 (Shielded Twisted Pair) : 折中

不同类型的电缆

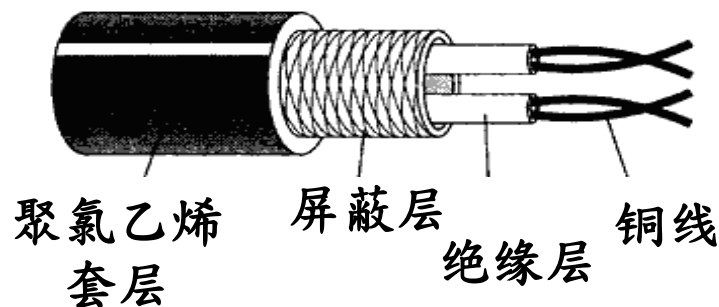
• 三种不同类型的电缆示意图



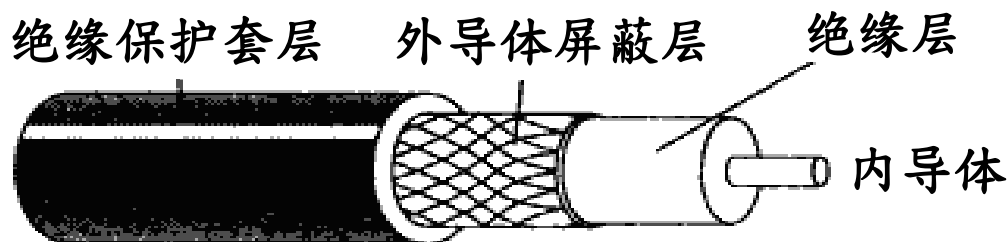
无屏蔽双绞线 UTP



屏蔽双绞线 STP



同轴电缆



双绞线

- 既能传输模拟信号又能传输数字信号；
- 通信距离一般为几到几十公里
 - 距离太长，信号会衰减，需要用中继器进行整形和放大。

| UTP类别 | 作用 | 带宽 | 系统 |
|--------|------------------------------|--------|-------|
| CAT-1 | 以往用在传统电话网络（POTS）、ISDN及门钟的线路。 | | 电信系统 |
| CAT-2 | 以往常用在4 Mbit/s的令牌环网络。 | | |
| CAT-3 | 曾经常用在10Mbps以太网。 | 16MHz | 计算机网络 |
| CAT-4 | 常用在16 Mbit/s的令牌环网络。 | 20MHz | |
| CAT-5 | 常用在快速以太网（100 Mbit/s）中。 | 100MHz | |
| CAT-5e | 常用在快速以太网及吉比特以太网（1000Mbit/s）。 | 125MHz | |
| CAT-6 | 比CAT-5与CAT-5e高出一倍半。 | 250MHz | |

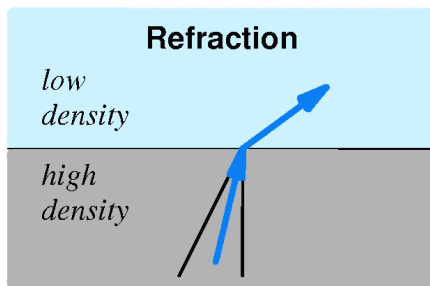
同轴电缆

- 按阻抗分为两类：**50Ω同轴电缆**和**75 Ω同轴电缆**。
 - **50Ω：基带同轴电缆（ baseband coaxial cable ）**
 - 以10Mb/s传输基带信号的距离可达1km.
 - 用于以太网的标准：10Base2, 10Base5
 - **75Ω：宽带同轴电缆（ broadband coaxial cable ）**
 - 频率可高达500MHz以上，传输距离可达100km.
 - 用于传输有线电视的模拟信号
 - 分为多个信道
 - 使用电缆调制技术,电视和数据可在一条电缆上混合传输

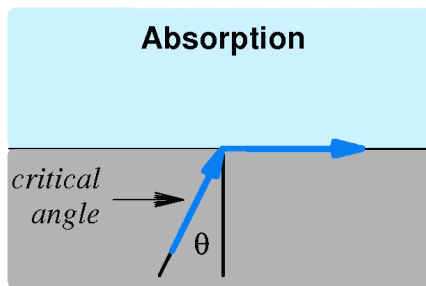
光纤

- 光在密度边界的折射、吸收和反射

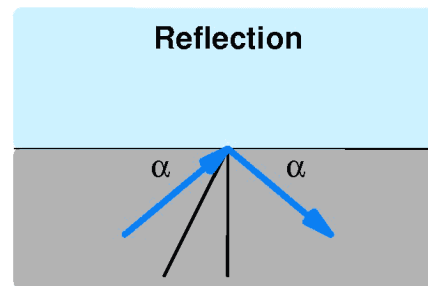
- 光的反射会吸收一小部分能量，出现色散 (dispersed)



(a)



(b)



(c)

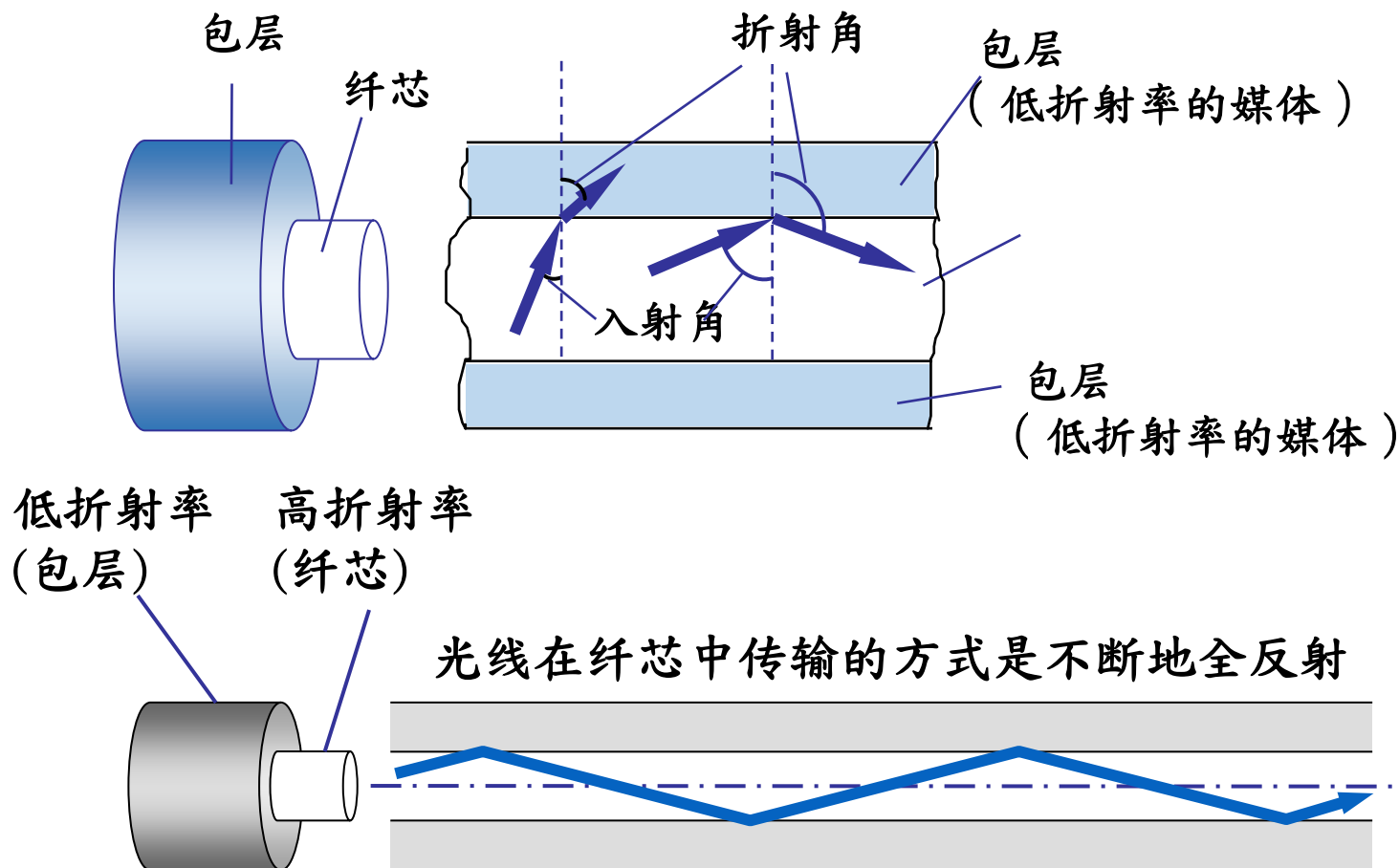
- 发送

- 发射器：发光二极管 (LED) 或激光器将光纤的脉冲发送

- 接收器：使用光敏晶体管来检测脉冲

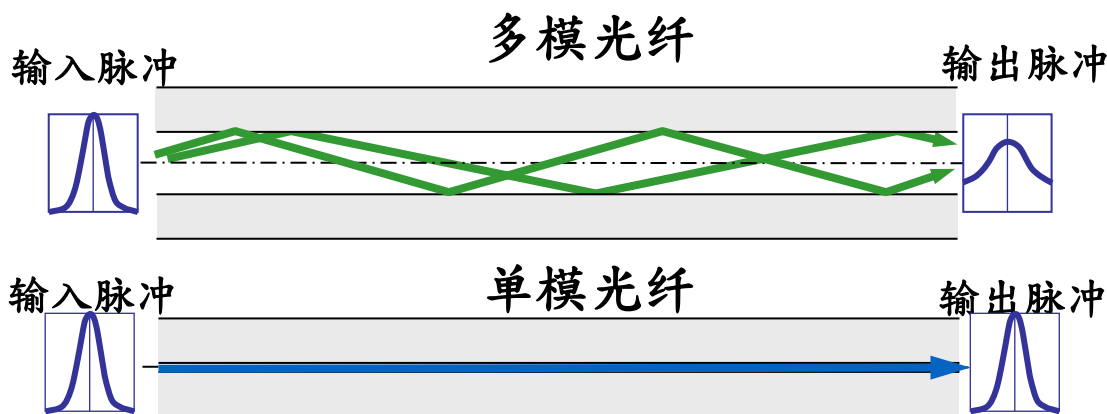
光纤的工作原理

- 光纤很细（ μm 级），因此需要包层



多模光纤与单模光纤

- 多模突变光纤：便宜，纤芯密度不变，覆层间突变
- 多模渐变光纤：纤维密度越接近边缘越大，减少反射
- 单模光纤：贵，直径小、长距离、高比特率



| 项目 | 单模光纤 | 多模光纤 |
|-------|------|-------|
| 距离 | 长 | 短 |
| 数据传输率 | 高 | 低 |
| 光源 | 激光 | 发光二极管 |
| 信号衰减 | 小 | 大 |
| 端接 | 较难 | 较易 |
| 造价 | 高 | 低 |

光缆

- 光缆

- 光纤非常细，直径不到0.2mm，容易损坏
- 一根光缆可包括有一根乃至数百根光纤
- 加上加强芯和填充物提供机械强度
- 必要时还可以放入远供电线
- 最后加上包带层和保护套提高抗拉强度

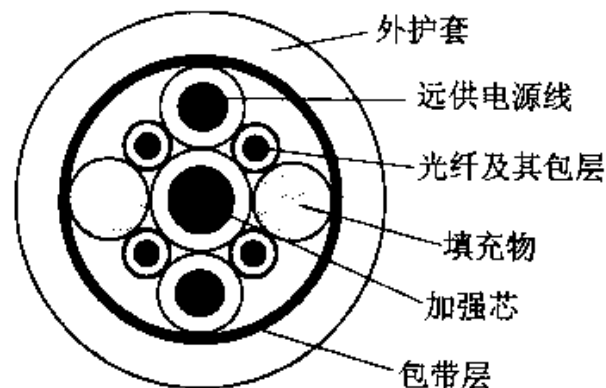


图 3-13 四芯光缆剖面的示意图

光纤与铜导线的比较

- 光纤

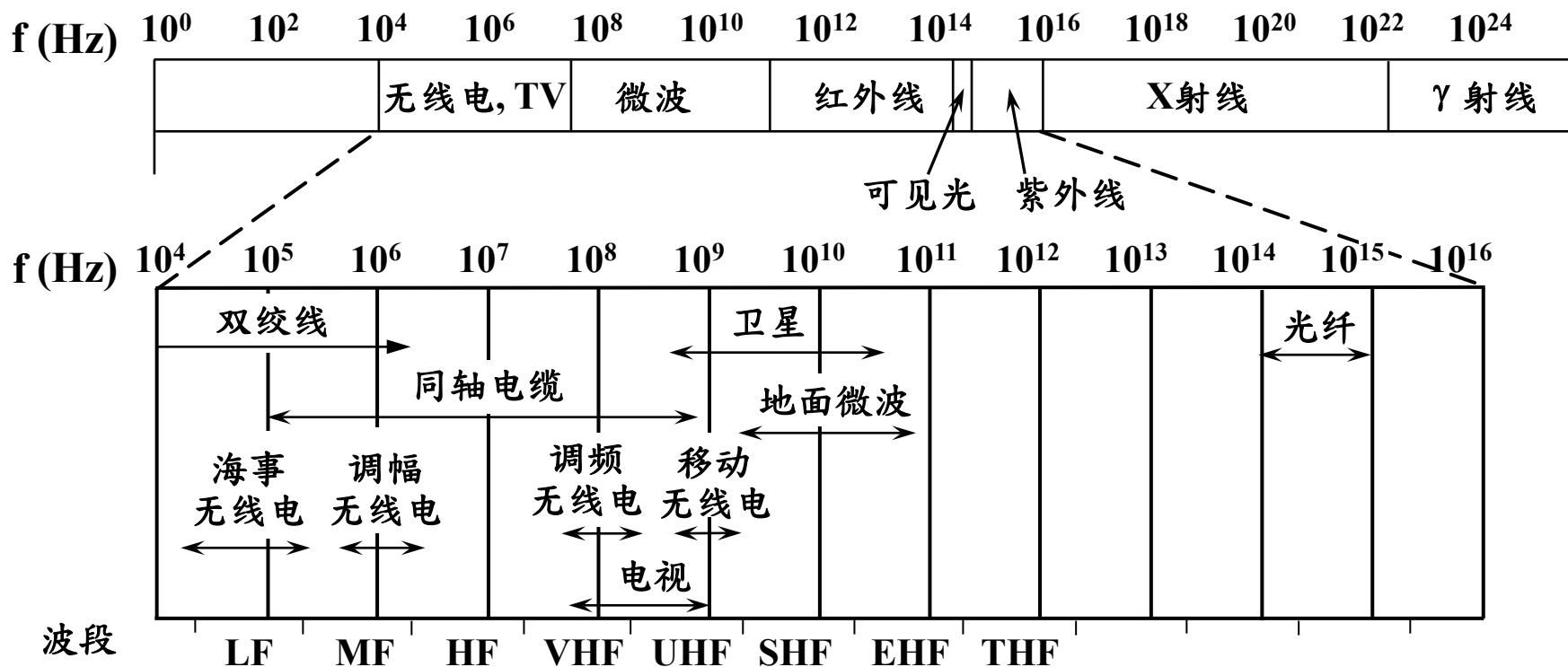
- 免受电气噪声干扰，信号损耗小
- 高带宽

- 铜导线

- 整体费用低
- 不需要专门人员与设备
- 不易折断

物理层的传输媒体

• 电信领域使用的电磁波的频谱



红外（ InfraRed ）通信技术

- 构成：红外线发射、接收装置
 - 不需要天线，适合于室内环境
- 与可见光特性相似，但在可见范围外
 - 扩散快
 - 光滑坚硬的表面反射，不透明物体（包括水蒸气）阻挡
- 速率
 - 低速0.115Mbps；中速1.150Mbps；高速4.000Mbps

点对点激光（Laser）通信

- 数据传输率高，正确率高，信号衰减小，成本低
- 适用于城市楼宇间传输

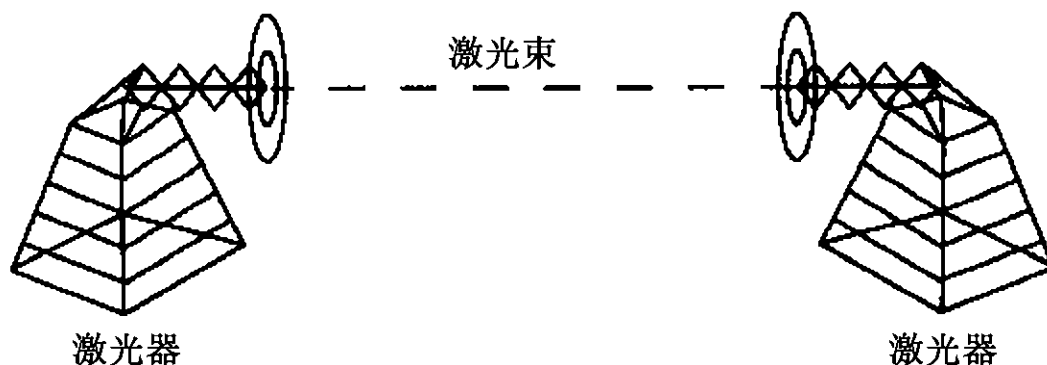
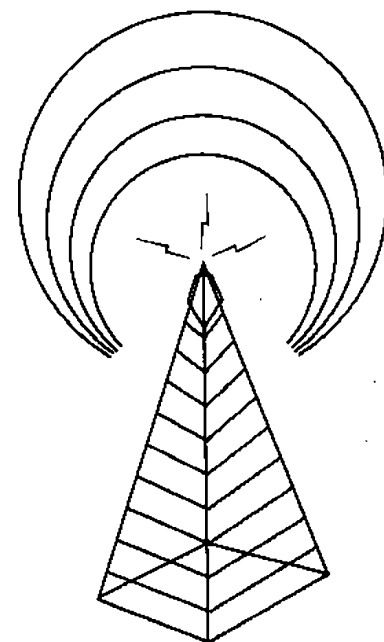


图4-4 光的聚集定向传输

无线电波 (Radio)

- 构成：无线电发射装置，接收装置
 - 计算机连接天线以发送接收射频 (radio frequency)
- 特点：
 - 广泛应用于广播电视系统
 - 传输部分不需要物理介质



无线电发送器

图4-3 信号的全向辐射

卫星 (Satellites)

- 构成：

- 无线电发射装置，接收装置，人造卫星转发装置

- 轨道类型

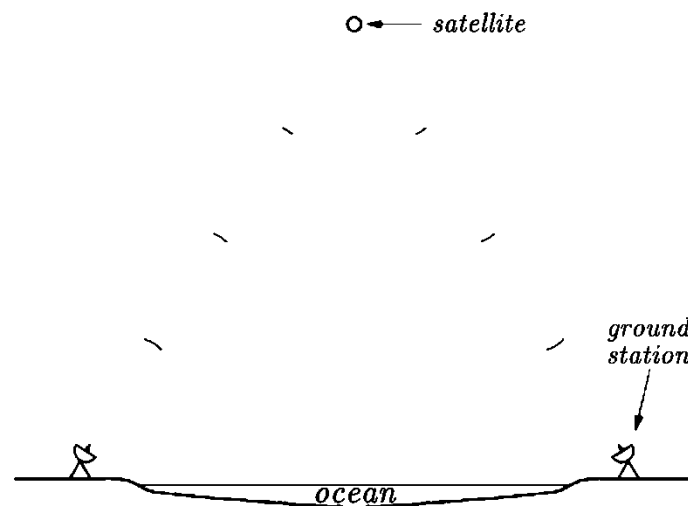
- 低地球轨道：低时延，不断移动

- 时延1~4ms，通常设计为集群

- 中地球轨道：椭圆形，南北极通信

- 地球静止轨道：固定方位，距离远

- 轨道在地月距离十分之一，时延0.2s



微波 (Microwave)

- 虽然微波只是无线电波的更高频率版本，但它们的行
为方式不同
- 针对在一个单一的方向
- 微波传输可以携带更多的信息。
- 微波不能穿透金属结构。

内容纲要

| | |
|---|---------|
| 1 | 通信的基本概念 |
| 2 | 传输介质的分类 |
| 3 | 传输介质介绍 |
| 4 | 介质的选用标准 |
| 5 | 小结 |

介质之间的权衡

- 成本：材料、安装、运营、维护
- 数据速率：bps
- 时延：信号传输的时间
- 对信号的影响：衰减和失真
- 环境：对干扰和电气噪声的敏感性
- 安全：对窃听的敏感性

内容纲要

| | |
|---|---------|
| 1 | 通信的基本概念 |
| 2 | 传输介质的分类 |
| 3 | 传输介质介绍 |
| 4 | 介质的选用标准 |
| 5 | 小结 |

小结

- 数据必须编码成能通过传输介质传输的格式。
 - 这些格式必须随着传输介质而变化，因为每种介质都有其自身的物理特性。
 - 数据编码的技术有许多种，但它们都使用电磁波来进行编码和数据传输。
- 电磁波是能量的物理形式，可通过电磁波谱来描述。
- 随着频率的增加，对数据编码的能力也增加。
- 高频比低频有更多的状态改变，状态改变可用于编码。

1

传输媒介

理论课程



廈門大學
XIAMEN UNIVERSITY



信息学院
(国家示范性软件学院)
School of Informatics

黃 煒
博士, 副教授
Dr. Wei Huang