

计算机网络

Computer Network

1

# 传输媒介

理论课程

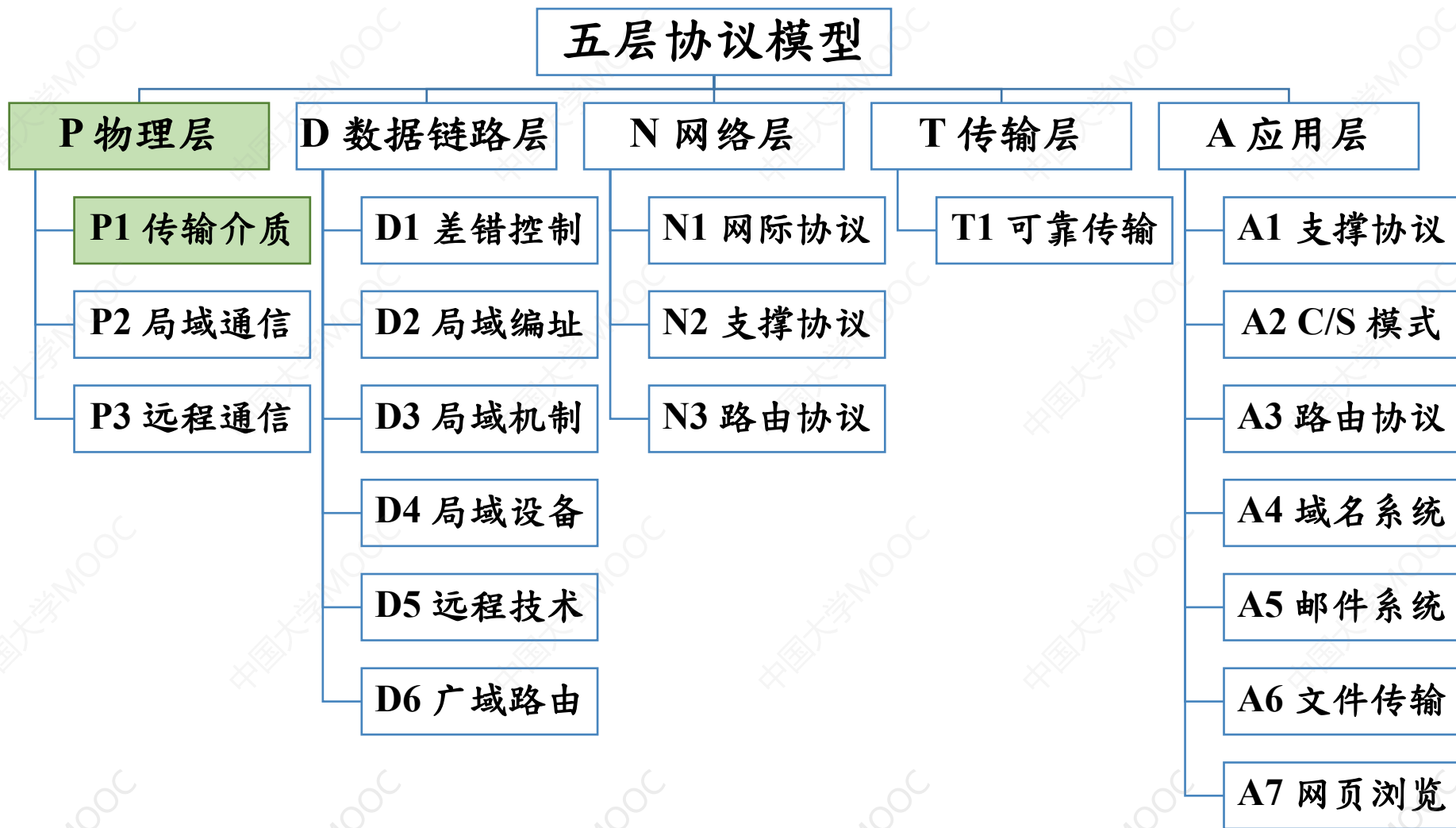


廈門大學  
XIAMEN UNIVERSITY



信息学院 黄 烽  
(特色化示范性软件学院) 博士, 副教授  
School of Informatics 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 ) 是任意形式的
- 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（ $2^{30}B$ ）

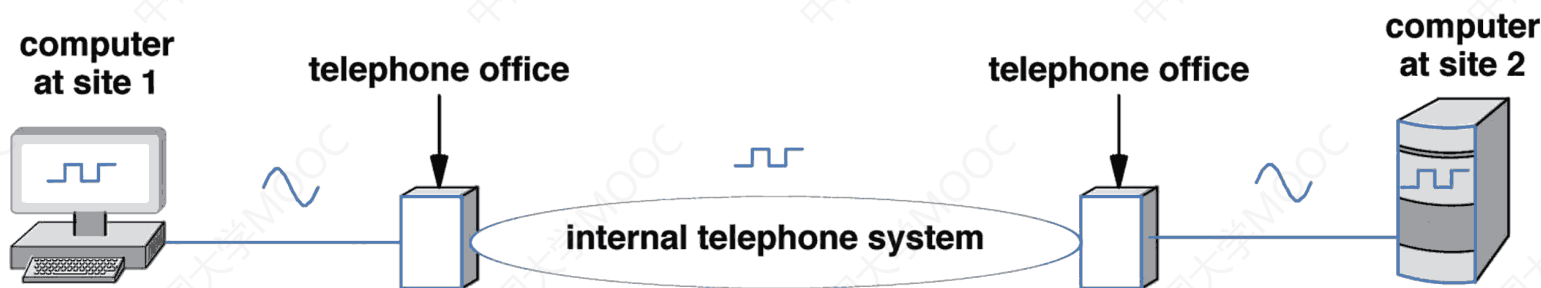
# 信号

- 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

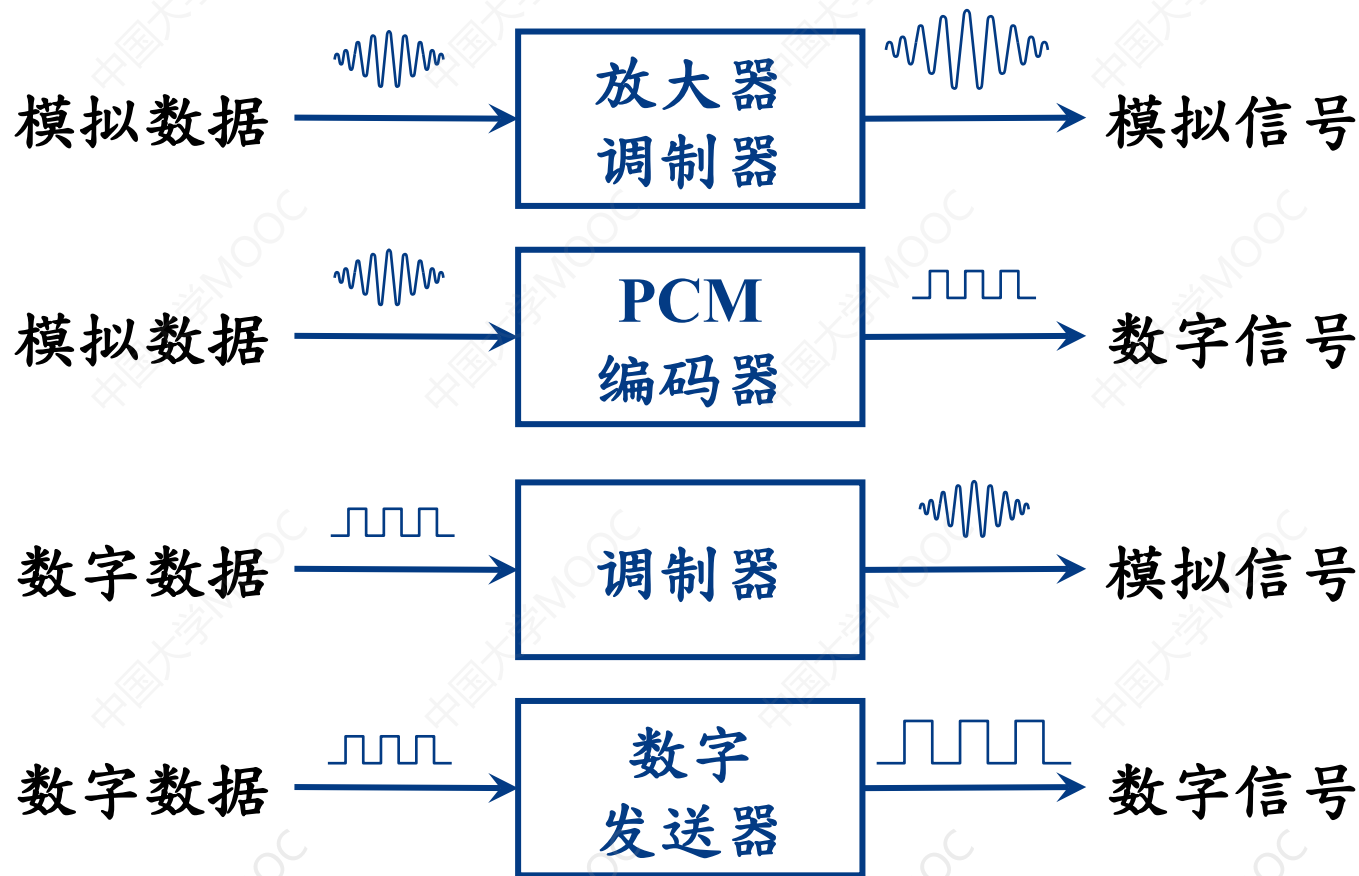
- 数字信号 ( digital signal )
  - 指自变量是离散的、因变量也是离散的信号
- 模拟信号 ( analog signal )
  - 指信息参数在给定范围内表现为连续的信号。



**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.

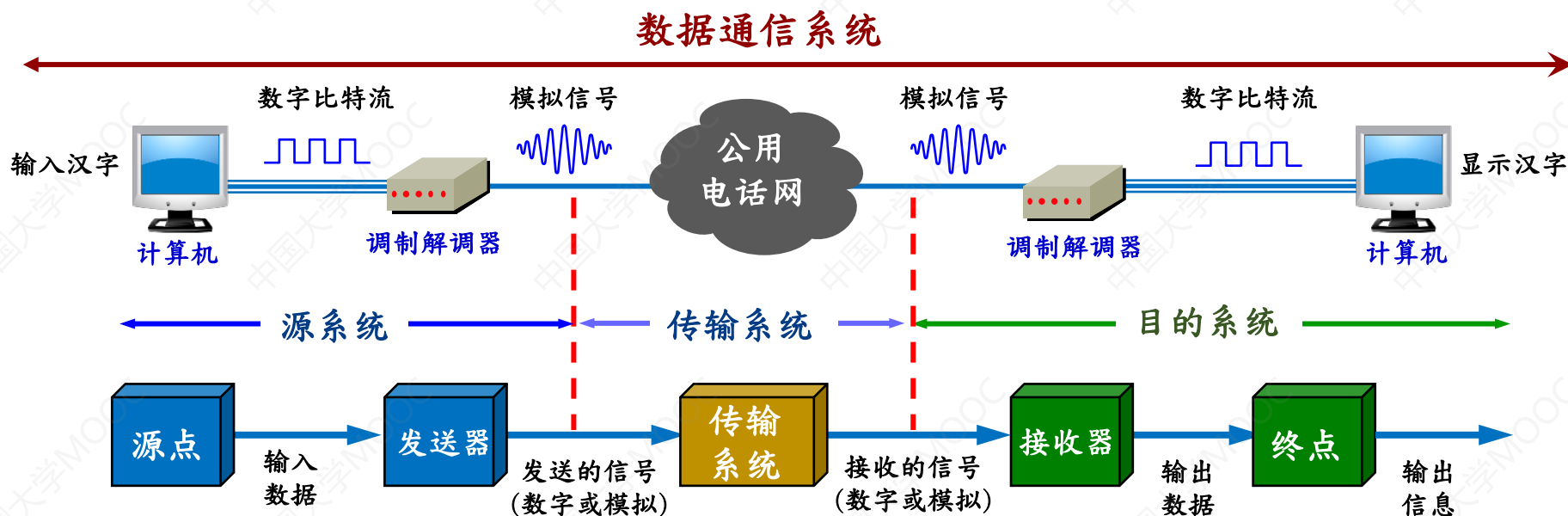
# 模拟/数字的数据/信号转换

## • 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

- 引导型传输媒体

- 双绞线：屏蔽双绞线，无屏蔽双绞线
- 同轴电缆：50  $\Omega$  同轴电缆，75  $\Omega$  同轴电缆
- 光缆

- 非引导型传输媒体

- 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

- 随机电磁噪声是普遍存在的，电磁辐射碰到金属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

- 双绞线既能传输模拟信号又能传输数字信号

- 通信距离为几到几十公里，距离太长，信号会衰减

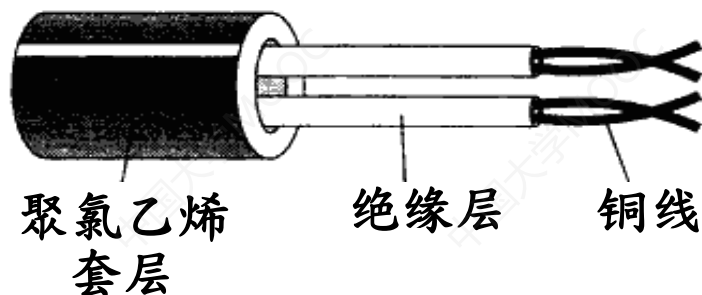


# 不同类型的电缆

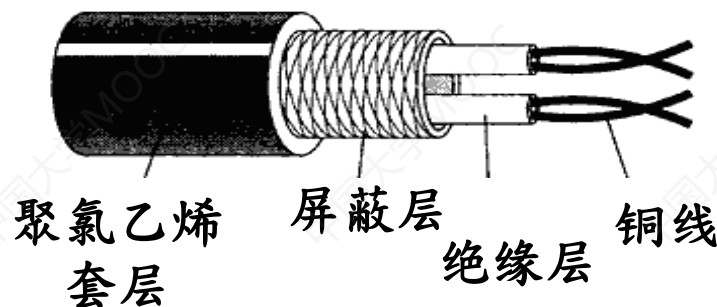
## • 三种不同类型的电缆示意图



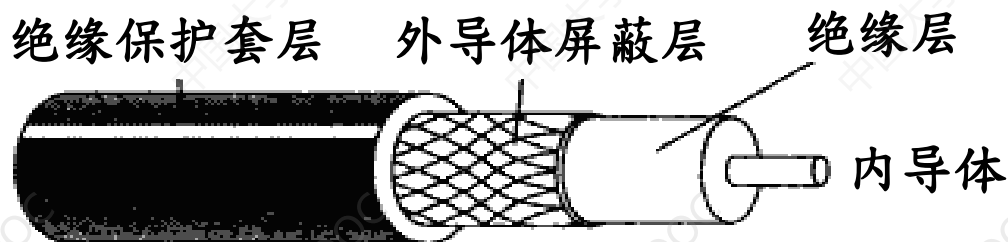
无屏蔽双绞线 UTP



屏蔽双绞线 STP



同轴电缆



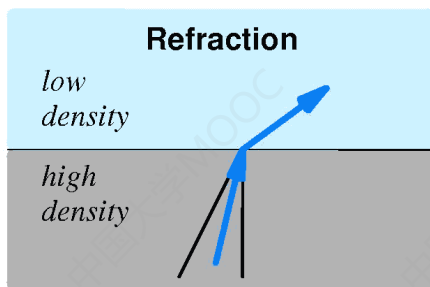
# 同轴电缆

- 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

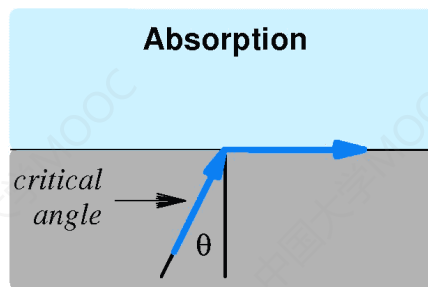
# 光纤

- 光在密度边界的折射、吸收和反射

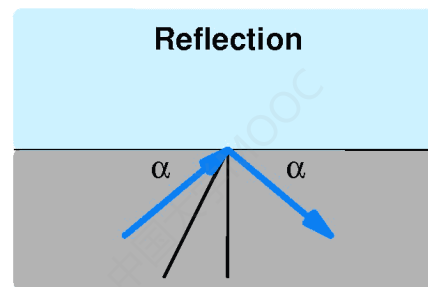
- 光的反射会吸收一小部分能量，出现色散 (dispersed)



(a)



(b)



(c)

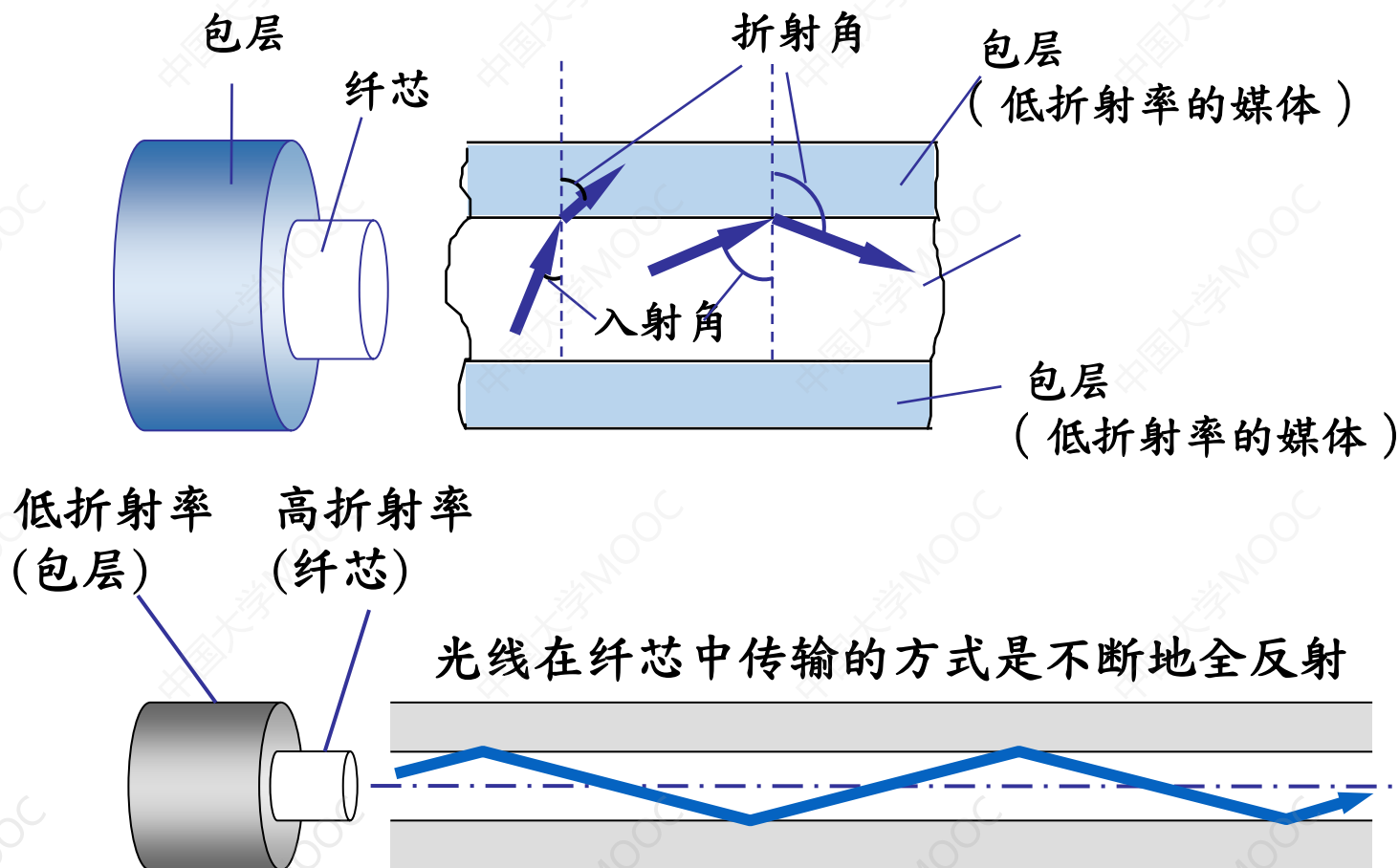
- 发送和接收机制

- 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

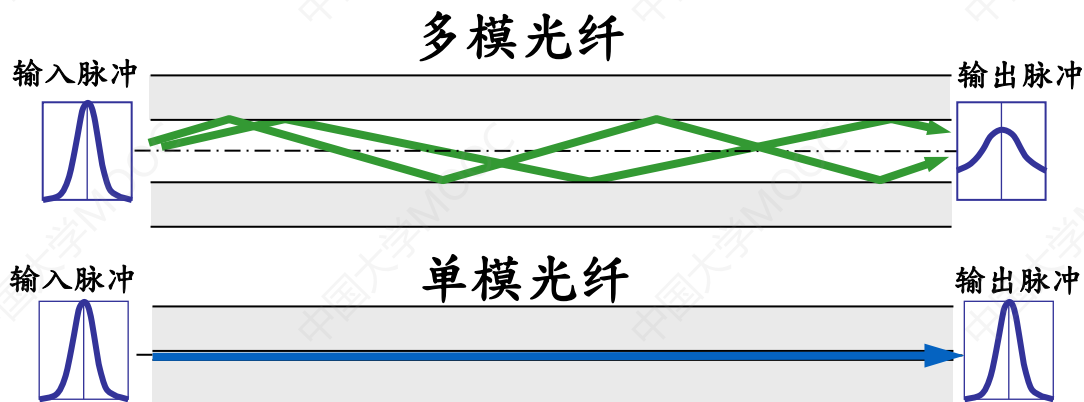
# 光纤的工作原理

- 光纤很细（ $\mu\text{m}$ 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

# 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

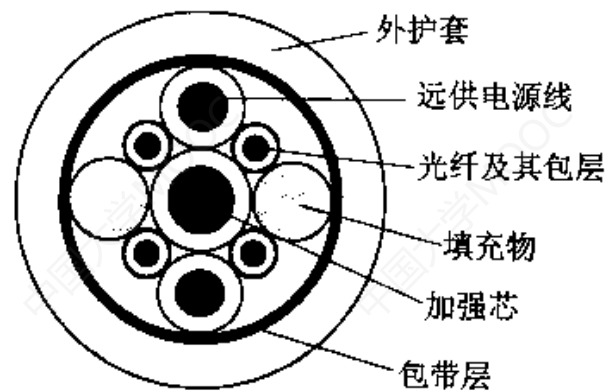
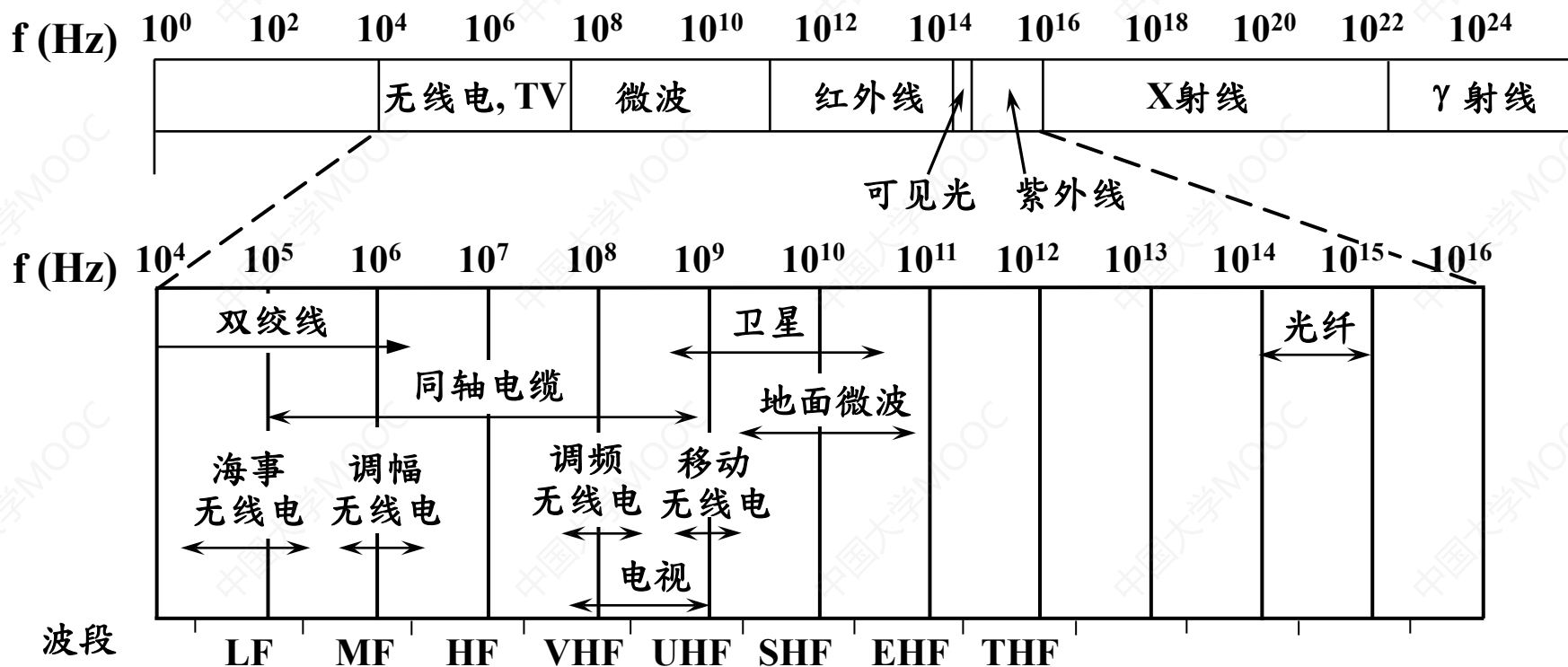


图 3-13 四芯光缆剖面的示意图

# 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，成本高
- 适用于城市楼宇间传输

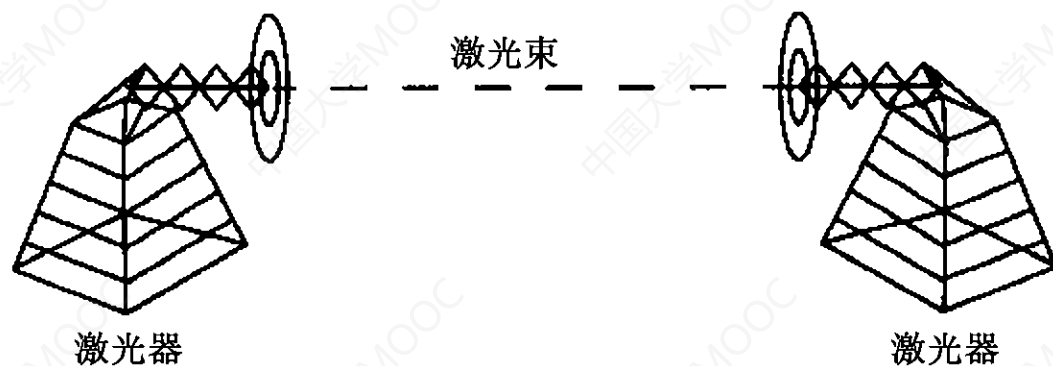
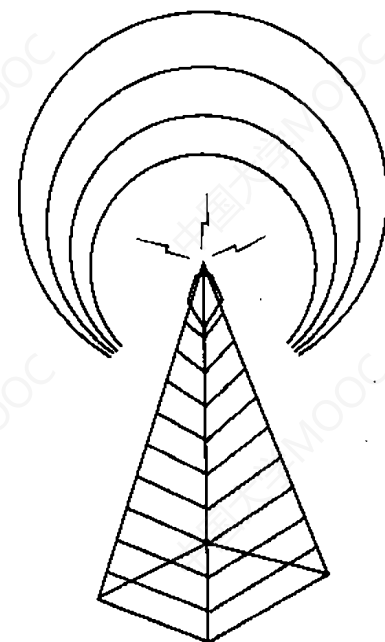


图4-4 光的聚集定向传输

# 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

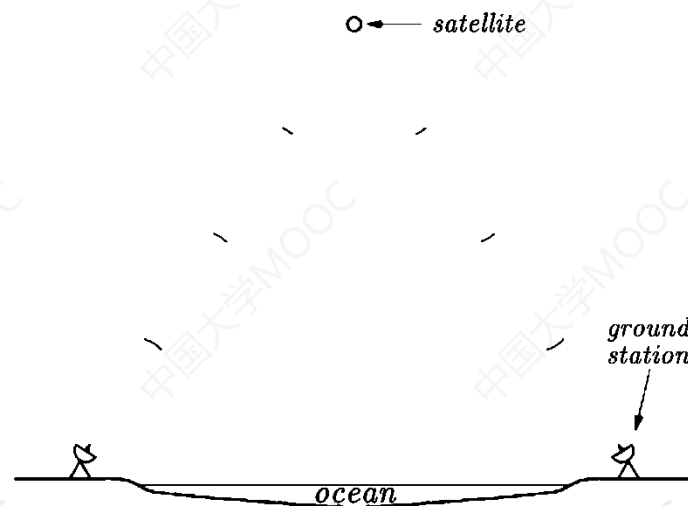
- 低地球轨道：低时延，不断移动

- 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。

计算机网络

Computer Network

1

谢谢观看

理论课程



厦門大學  
XIAMEN UNIVERSITY



信息学院 黄 烽  
(特色化示范性软件学院) 博士, 副教授  
School of Informatics Wei Huang