

# Lecture 4: 知识 - 物理层下的传输媒体

## 传输媒体的分类

### 概念

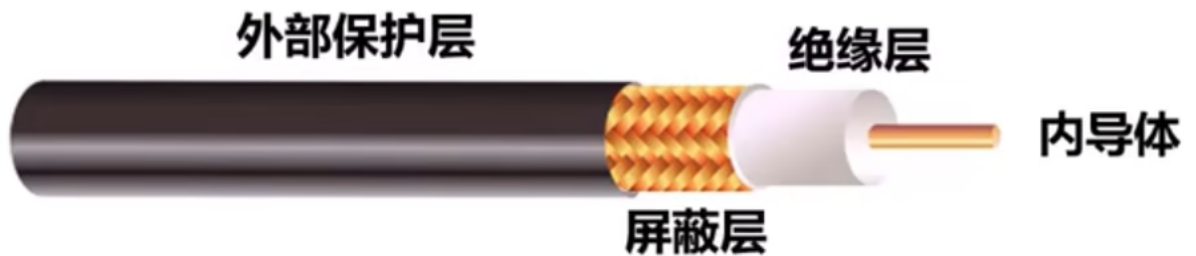
- 定义：
  - 传输媒体是计算机网络设备之间的物理通路，也称为传输介质或传输媒介；
- 注意：
  - 传输媒体并不包含在计算机网络体系结构中；
- 分类：
  - 传输媒体分成两类：
    - 1. 导向型传输媒体（固体媒体）；
      - 同轴电缆
      - 双绞线
      - 光纤
    - 2. 非导向型传输媒体（自由空间）；
      - 无线电波
      - 微波
      - 红外线
      - 大气激光
      - 可见光

## 导向型传输媒体

### 同轴电缆

#### 概念：同轴电缆

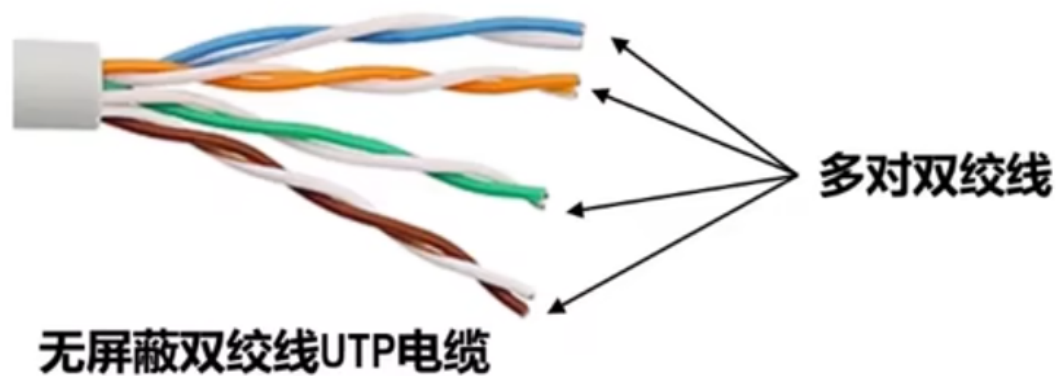
- 概念：
  - 因为其各层都是共圆心的，即同轴心，所以得名为同轴电缆；
  - 同轴电缆价格较贵且布线不够灵活和方便，随着技术的发展和集线器的出现，在局域网领域基本上都采用双绞线作为传输媒体；
- 分类：
  - 基带同轴电缆：数字传输，在早期局域网中广泛使用；
  - 宽带同轴电缆：模拟传输，目前主要用于有线电视的入户；
- 图示：



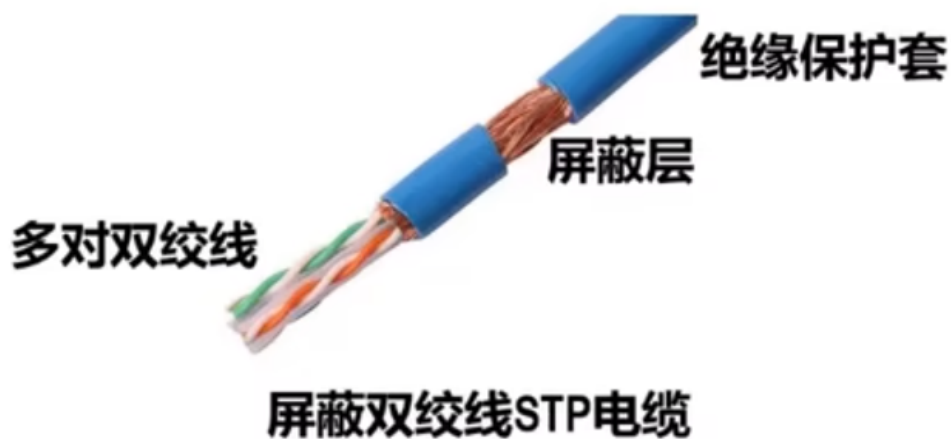
## 双绞线

**概念：** 双绞线

- 概念：
  - 把两根相互绝缘的铜导线，按一定得密度互相绞合起来；
- 双绞线电缆：
  - 把多个双绞线缠在一起， 组合成双绞线电缆；
- 图示：
  - 不带保护套：



- 带保护套：



**概念：** 绞合

- 作用：
  1. 减少相邻导线间的电磁干扰
  2. 抵御部分来自外界的电磁干扰

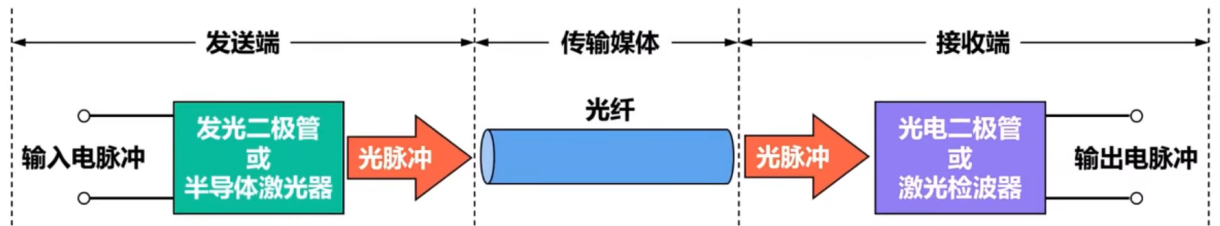
• 图示:

| 双绞线类别    | 带 宽    | 线缆特点          | 典型应用              |
|----------|--------|---------------|-------------------|
| 3        | 16MHz  | 2对4芯双绞线       | 传统以太网10Mb/s; 模拟电话 |
| 4        | 20MHz  | 4对8芯双绞线       | 曾用于令牌局域网          |
| 5        | 100MHz | 与4类相比增加了绞合度   | 传输速率不超过100Mb/s的应用 |
| 5E (超5类) | 125MHz | 与5类相比衰减更小     | 传输速率不超过1Gb/s的应用   |
| 6        | 250MHz | 与5类相比改善了串扰等性能 | 传输速率高于1Gb/s的应用    |
| 7        | 600MHz | 使用屏蔽双绞线       | 传输速率高于10Gb/s的应用   |

光纤

概念: 光纤

- 概念:
  - 光纤通信利用光脉冲在光纤中的传递来进行通信;
  - 由于可见光的频率非常高 (约为  $10^8 MHz$  量级), 因此一个光纤通信系统的传输带宽, 远大于目前其他各种传输媒体的带宽;
- 优点:
  - 通信容量非常大
  - 抗雷电和电磁干扰性能好
  - 传输损耗小, 中继距离长
  - 无串音干扰, 保密性好
  - 体积小, 重量轻
- 缺点:
  - 割接光纤需要较贵的专用设备
  - 目前光电接口还比较昂贵
- 图示: 光纤通信系统结构



- 组成:
  - 概念:
    - 当光从高折射率的媒体射向低折射率的媒体时, 其折射角大于入射角;
    - 如果入射角足够大, 就会出现全反射, 即光碰到包层时, 就会反射回纤芯;
  - 图示:



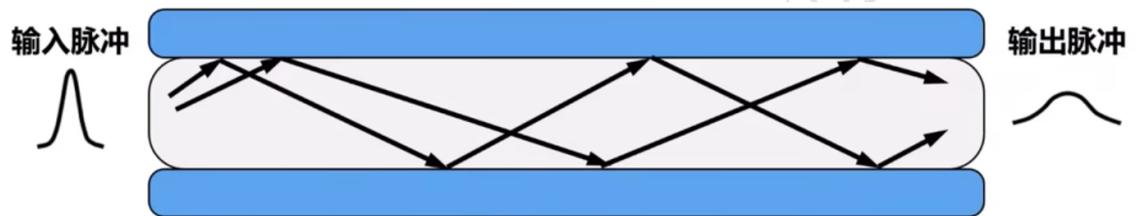
### 概念：多模光纤和单模光纤

- 多模光纤：

- 概念：

- 当不同入射角的光波同时在光纤内传播时，即出现了多模光纤；

- 图示：

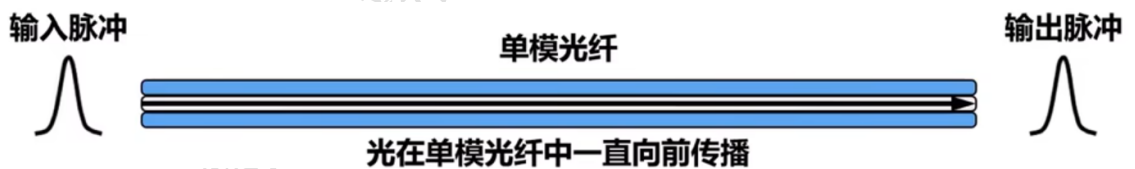


- 单模光纤：

- 概念：

- 光在单模光纤中一直向前传播；

- 图示：



- 区别：

- 多模：

- 多条光波在多模光纤中不断地全反射，只适合于建筑物内的近距离传输；

- 单模：

- 光在单模光纤中一直向前传播，适合长距离传输且衰减更小；
    - 制作成本更高，必须使用**半导体激光器**，而不能使用更便宜的发光二极管；

### 概念：中心波段

- 图示：

■ 在光纤通信中，常用的三个光波波段的**中心波长**分别为

- |                                 |              |                                          |
|---------------------------------|--------------|------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 850nm  | 衰减较大，但其他特性较好 | } 25000~30000GHz的带宽<br>光纤的 <b>通信容量很大</b> |
| <input type="checkbox"/> 1300nm | 衰减较小         |                                          |
| <input type="checkbox"/> 1550nm | 衰减较小         |                                          |

■ 常用的光纤规格有

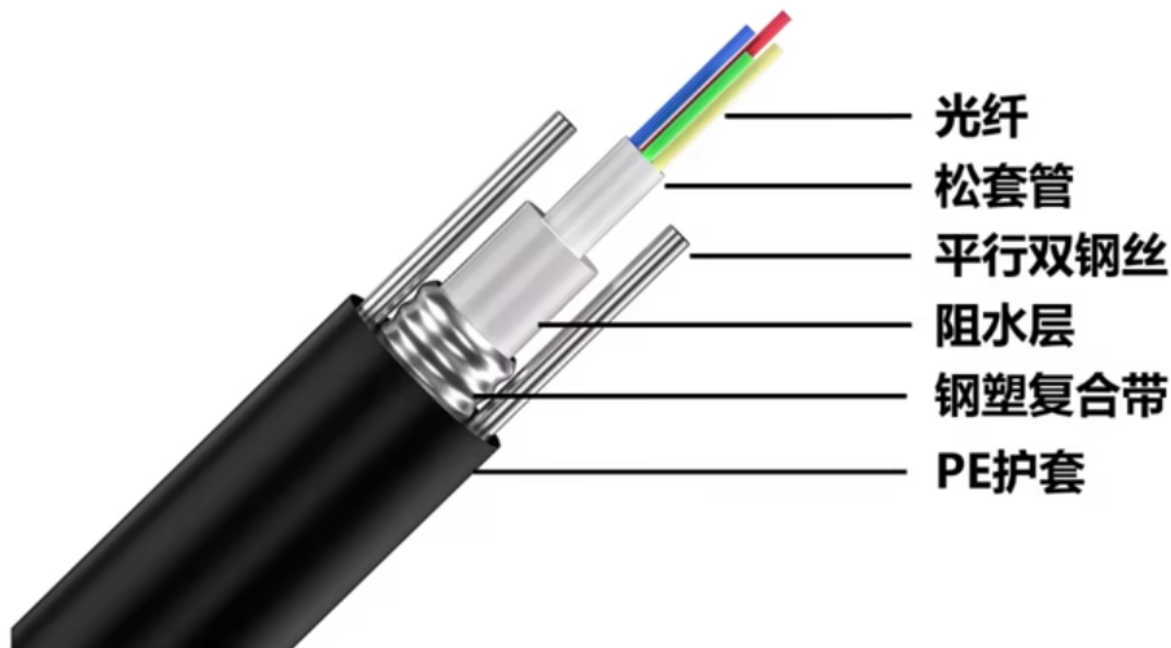
- ☐ 单模光纤 8/125μm、9/125 μm、10/125μm
- ☐ 多模光纤 50/125μm（欧洲标准），62.5/125 μm（美国标准）

• 图示：

| 光 纤                | 波 长    | 传输速率    | 传输距离  |
|--------------------|--------|---------|-------|
| G.652单模光纤（纤芯直径9μm） | 1550nm | 2.5Gb/s | 100km |
|                    |        | 10Gb/s  | 60km  |
|                    |        | 40Gb/s  | 4km   |
| G.655单模光纤（纤芯直径9μm） | 1550nm | 2.5Gb/s | 390km |
|                    |        | 10Gb/s  | 240km |
|                    |        | 40Gb/s  | 16km  |
| 普通多模光纤（纤芯直径50μm）   | 850nm  | 1Gb/s   | 550m  |
|                    |        | 10Gb/s  | 250m  |
| 普通多模光纤（纤芯直径62.5μm） | 850nm  | 1Gb/s   | 275m  |
|                    |        | 10Gb/s  | 100m  |
| 新型多模光纤（纤芯直径50μm）   | 850nm  | 1Gb/s   | 1100m |
|                    |        | 10Gb/s  | 550m  |

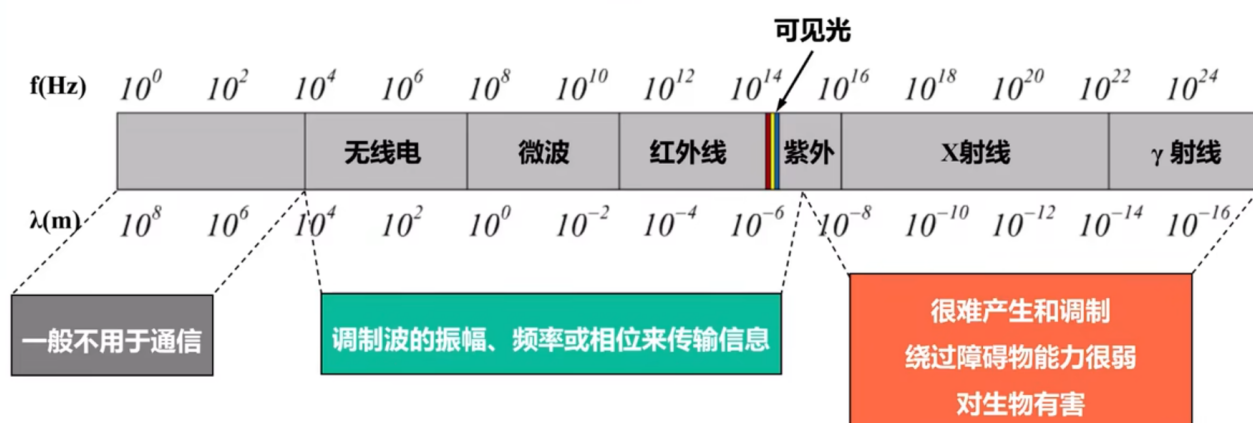
光缆

• 图示：



## 非导向型传输媒体

**概念：**无线通信的通信频段



| 国际电信联盟ITU对无线电频谱和波段的划分 |     |     |               |             |      |                                                                        |
|-----------------------|-----|-----|---------------|-------------|------|------------------------------------------------------------------------|
| 波段号                   | 名称  | 缩写  | 频率范围          | 波长范围        | 波段名称 | 用途                                                                     |
| 5                     | 低频  | LF  | 30 ~ 300kHz   | 1 ~ 10km    | 长波   | 无线电波<br><br>国际广播，全向信标<br>调幅广播，全向信标，海事及航空通讯<br>短波民用电台<br>调频广播，电视广播，航空通讯 |
| 6                     | 中频  | MF  | 300 ~ 3000kHz | 100 ~ 1000m | 中波   |                                                                        |
| 7                     | 高频  | HF  | 3 ~ 30MHz     | 10 ~ 100m   | 短波   |                                                                        |
| 8                     | 甚高频 | VHF | 30 ~ 300MHz   | 1 ~ 10m     | 米波   |                                                                        |
| 9                     | 特高频 | UHF | 300 ~ 3000MHz | 10 ~ 100cm  | 分米波  | 微波<br><br>电视广播，无线电话，无线网络，微波炉<br>无线网络，雷达，人造卫星接收<br>雷达，射电天文，遥感，人体扫描安检仪   |
| 10                    | 超高频 | SHF | 3 ~ 30GHz     | 1 ~ 10cm    | 厘米波  |                                                                        |
| 11                    | 极高频 | EHF | 30 ~ 300GHz   | 1 ~ 10mm    | 毫米波  |                                                                        |

- 无线频谱管理机构:

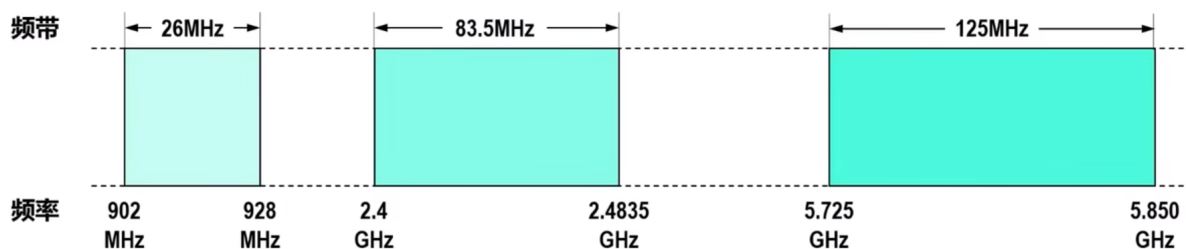
### 无线电频谱管理机构

中国：工业和信息化部无线电管理局（国家无线电办公室）

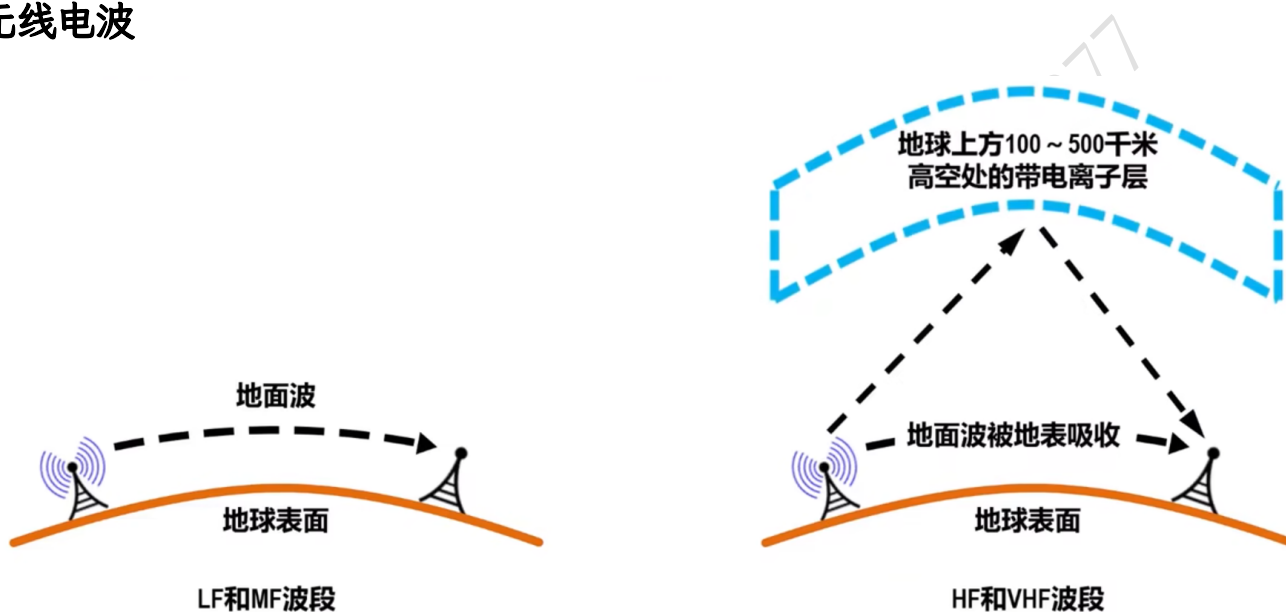
美国：联邦通讯委员会FCC

### 可自由使用的一些无线电频段

ISM (Industrial, Scientific, and Medical) 频段

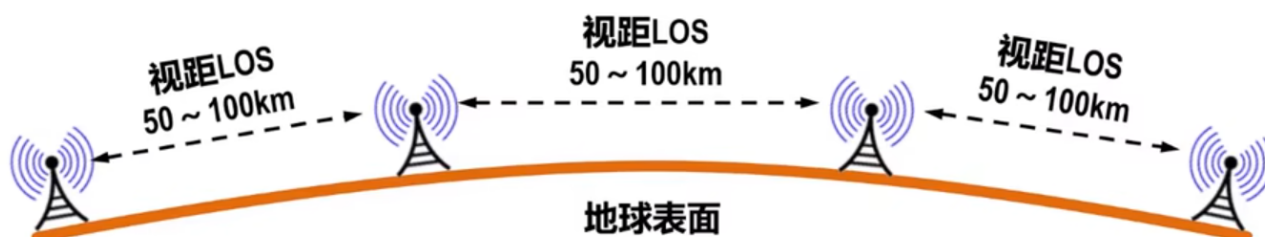


## 无线电波

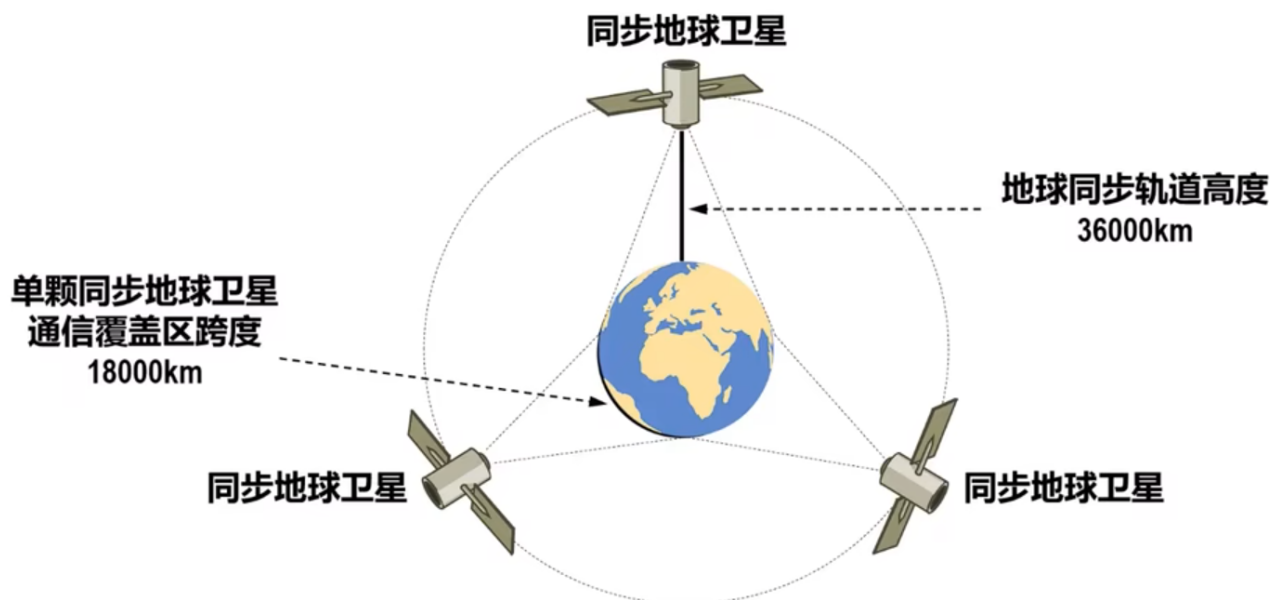


## 微波通信

### 中继站



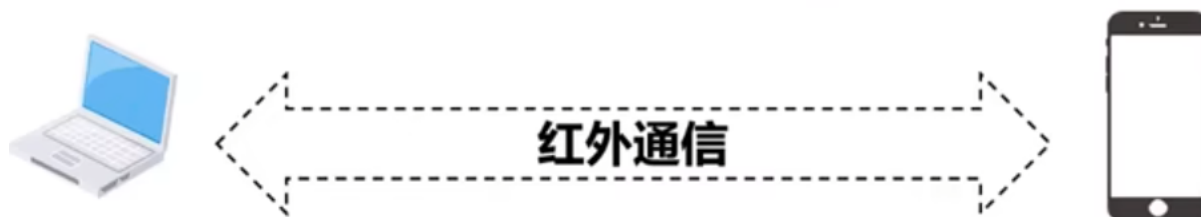
## 地球卫星



## 红外线



- 点对点无线传输
- 直线传输，中间不能有障碍物，传输距离短
- 传输速率低 (4Mb/s ~ 16Mb/s)



## 可见光

- LIFI