

本节内容

# 传输介质

# 知识总览

**transmission medium**  
也可译为“传输媒体”

传输介质

常用的传输介质

导向型：双绞线、同轴电缆、光纤

非导向型：无线传输介质

物理层接口的特性

信号朝固定  
方向传播

信号朝四面  
八方传播

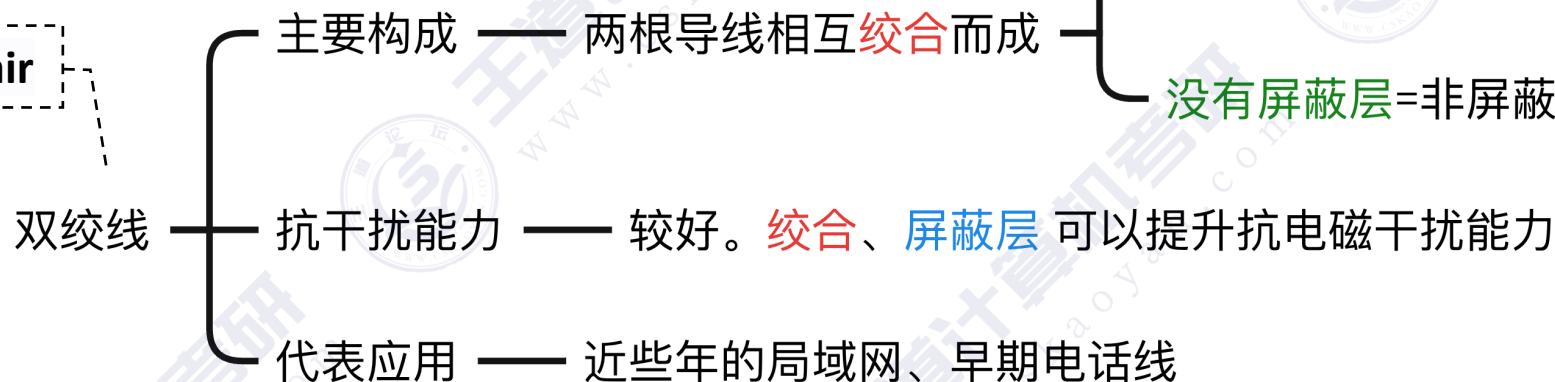
# 数据的传输过程



# 双绞线

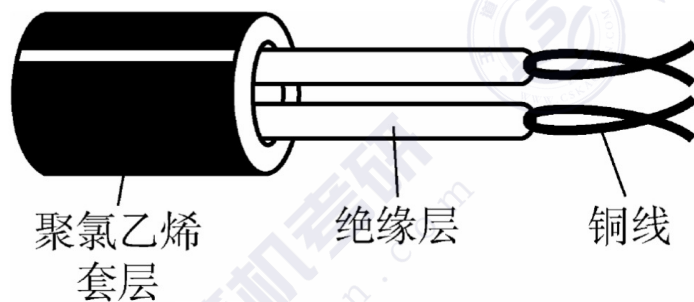


Twisted Pair

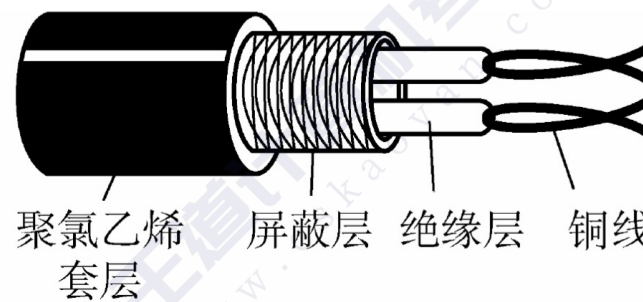


Shielded

Unshielded



(a) 无屏蔽双绞线



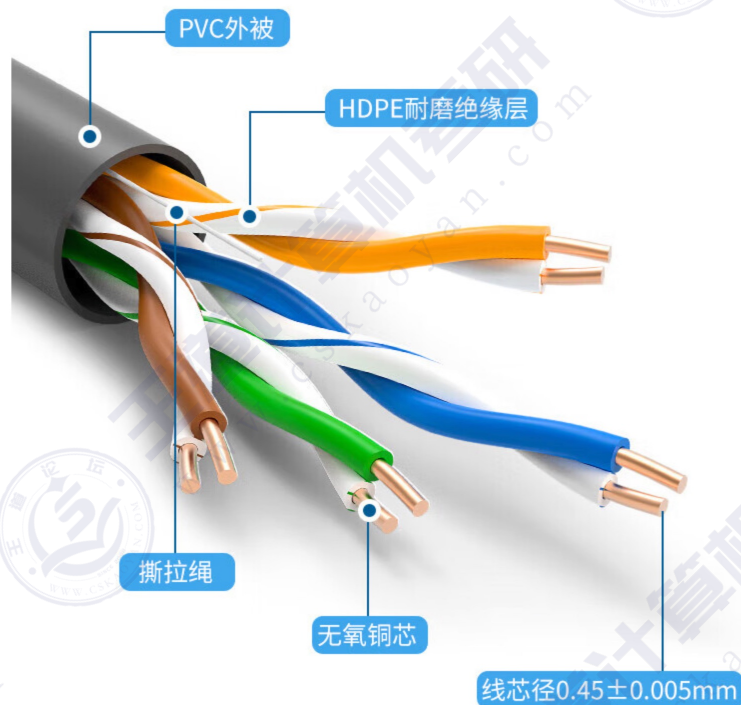
(b) 屏蔽双绞线

## 双绞线示例

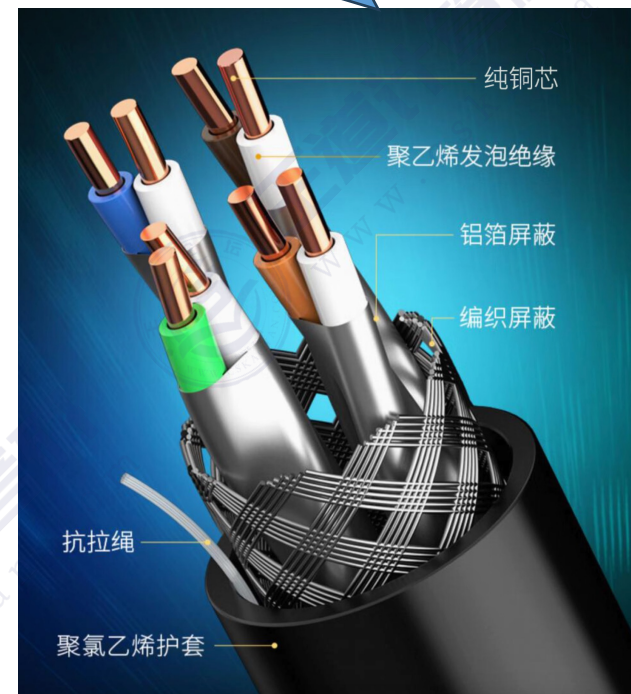
如：网线内部包含4组双绞线



六类网线（千兆）



八类网线（万兆）



绞合 = 麻花状

屏蔽层 = 在麻花外面套一层“金属丝袜”

提高绞合度、增加屏蔽层

→ 抗电磁干扰能力强

→ 信道噪声功率低

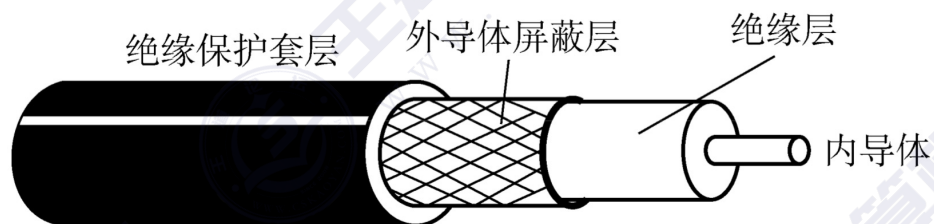
→ 信道极限速率高



# 同轴电缆



- 同轴电缆
- 主要构成 —— **内导体**（用于传输信号）+ **外导体屏蔽层**（用于抗电磁干扰）
  - 抗干扰能力 —— 好。屏蔽层带来良好的抗干扰性
  - 代表应用 —— 早期局域网、早期有线电视

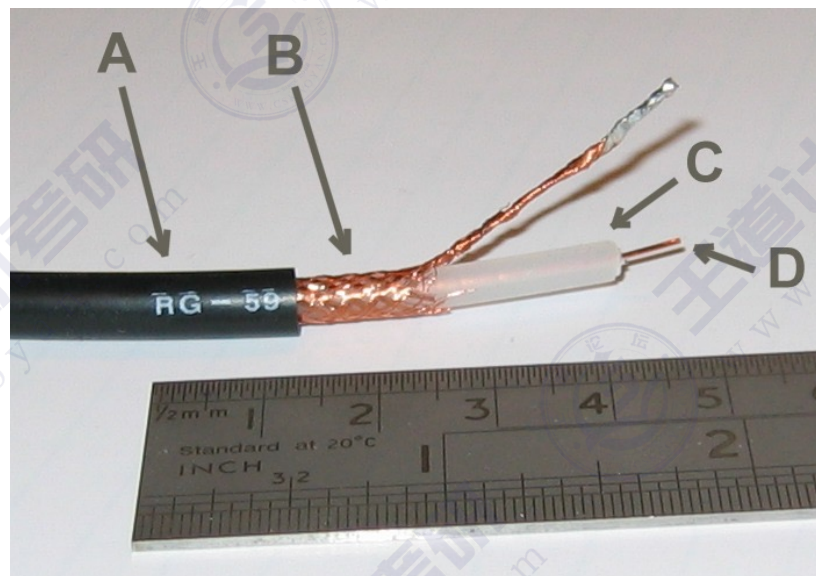


内导体越粗，电阻最低，传输过程中信号衰减越少，传输距离越长

## 同轴电缆示例



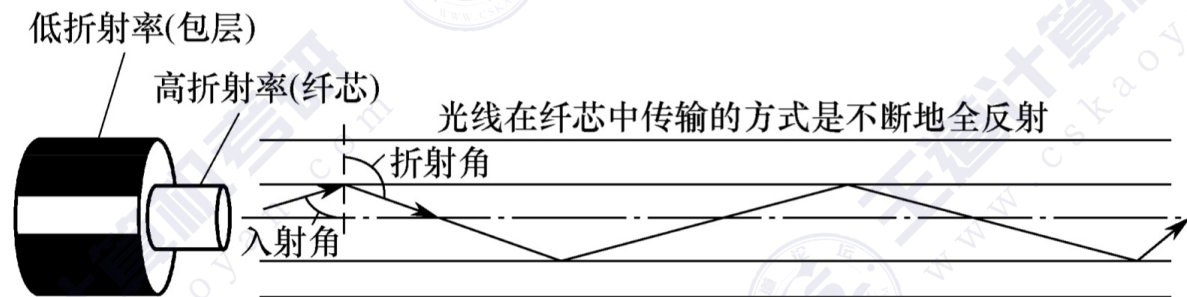
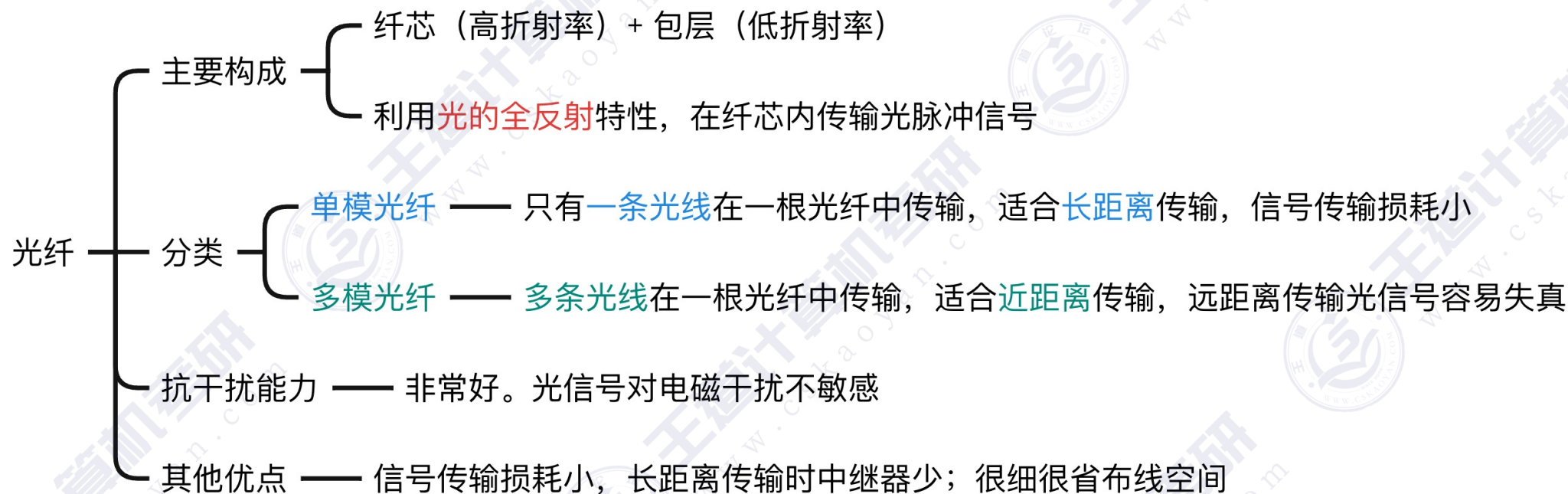
同轴电缆常见的接口形状（老电视都有此接口）



一条（RG-59）同轴电缆

- A: 绝缘保护壳层
- B: 外导体屏蔽层
- C: 绝缘层
- D: 内导体（铜线）

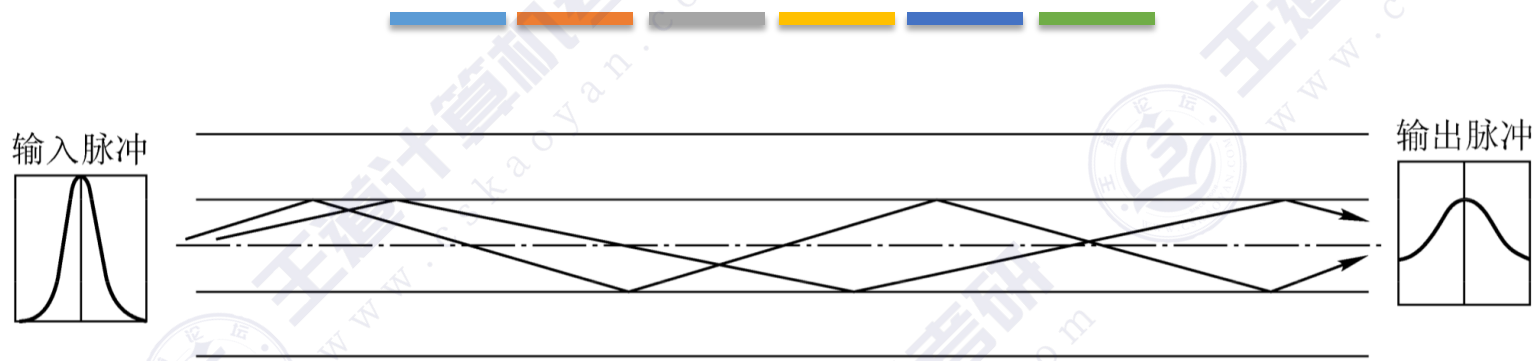
# 光纤



光的全反射

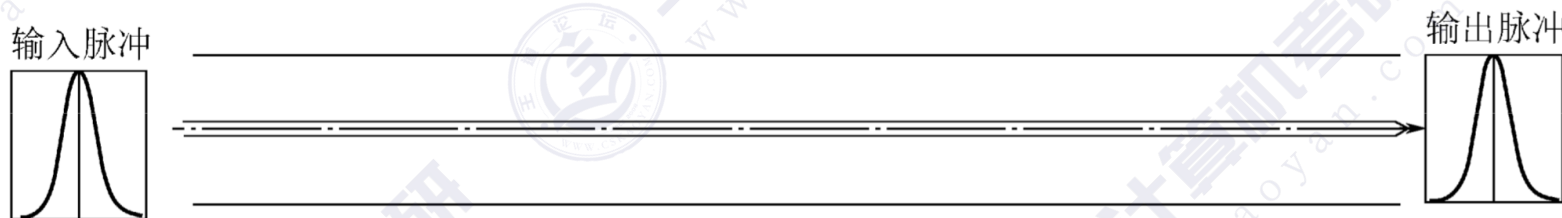


# 多模光纤、单模光纤



👉 **多模光纤** (MMF, Multi-Mode Fiber)

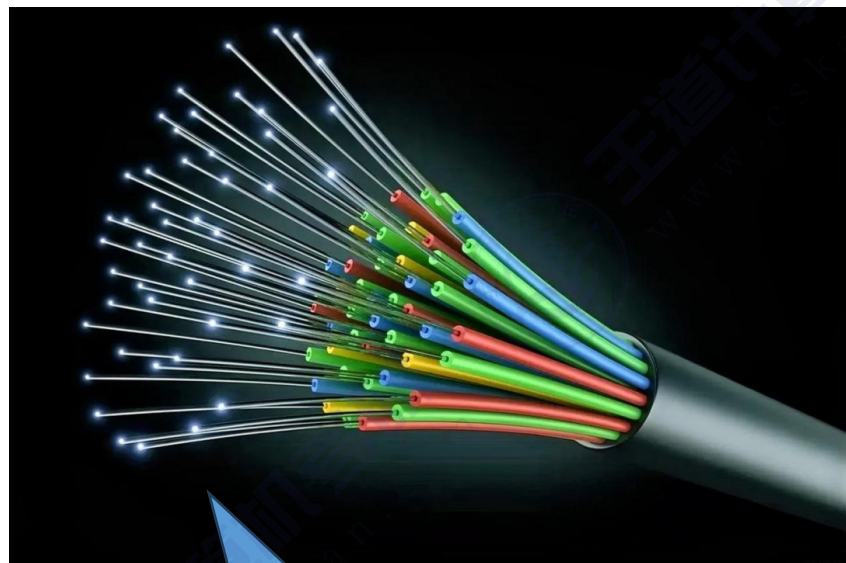
特点：纤芯更粗，可同时传输**多条光线**，信号**传输损耗更高**。适合较**近距离传输**



👉 **单模光纤** (SMF, Single-Mode Fiber)

特点：纤芯更细，直径小于一个波长，只能传输**一条光线**，信号**传输损耗低**。适合**远距离传输**

## 光纤示例



光信号通过纤芯传输

多模光纤（橙色、绿色外皮）



单模光纤（通常为黄色外皮），家用光纤一般是单模



# 以太网对有线传输介质的命名规则

Baseband，基带传输，  
即传输数字信号（采用  
曼彻斯特编码）

速度 + Base + 介质信息

- 10Base5 ——10Mbps，同轴电缆，最远传输距离500m
- 10Base2 ——10Mbps，同轴电缆，最远传输距离200m（实际是185）
- 10BaseF\* ——10Mbps，光纤。\*可以是其他信息，如10BaseFL、10BaseFB、10BaseFP
- 10BaseT\* ——10Mbps，双绞线。\*可以是其他信息，如10BaseT1S、10BaseT1L

其他示例：

- 1000BaseT1 ——1000Mbps，双绞线
- 2.5GBaseT ——2.5Gbps，双绞线

# 无线传输介质

## 非导向型传输介质 (无线传输介质)

### 无线电波

特点：穿透能力强、传输距离长、信号指向性弱

如：手机信号、WiFi

例如wifi信号频率约 2.4GHz

### 微波通信

特点：频率带宽高、信号指向性强、保密性差（容易被窃听）

如：卫星通信（卫星作为信号中继器，传播时延较大）

其他：红外线通信、激光通信等 —— 信号指向性强

例如高速卫星信号频率40GHz

本质上都是用电磁波。电磁波的公式： $C = \lambda F$ ，C为光速， $\lambda$ 为波长，F为频率

- 电磁波频率、波长呈反比关系
- 频率越高，数据传输能力越强
- 波长越短，“信号指向性”越强，信号越趋于直线传播
- 波长越长，“绕射性”越好，也就是信号“穿墙”能力越强

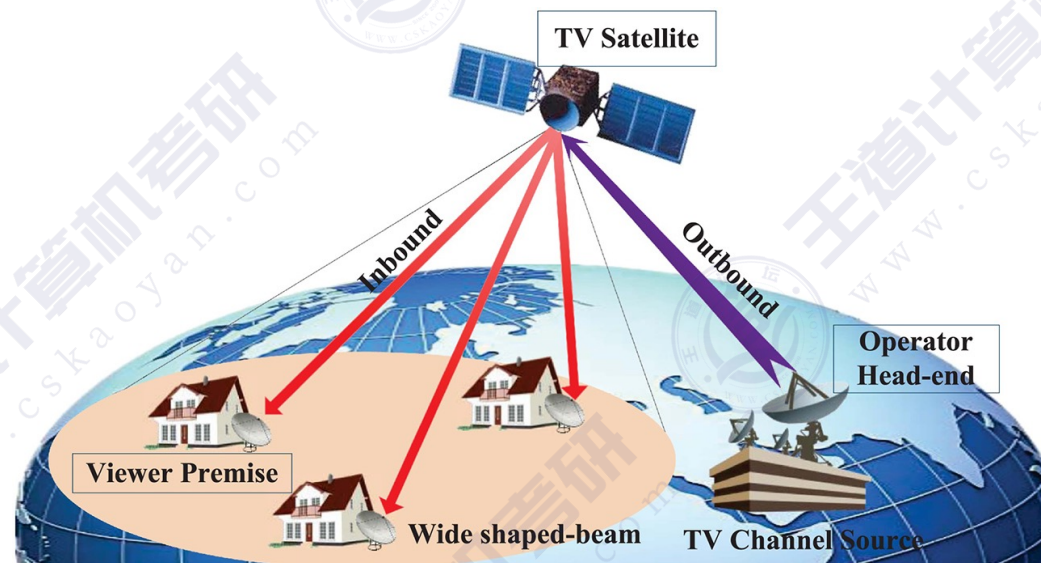
结论：长波更适合长距离、非直线通信。短波更适合短距离、高速通信，若用于长距离通信需建立中继站；短波信号指向性强，要求信号接收器“对准”信号源



# 卫星电视（微波通信）示例

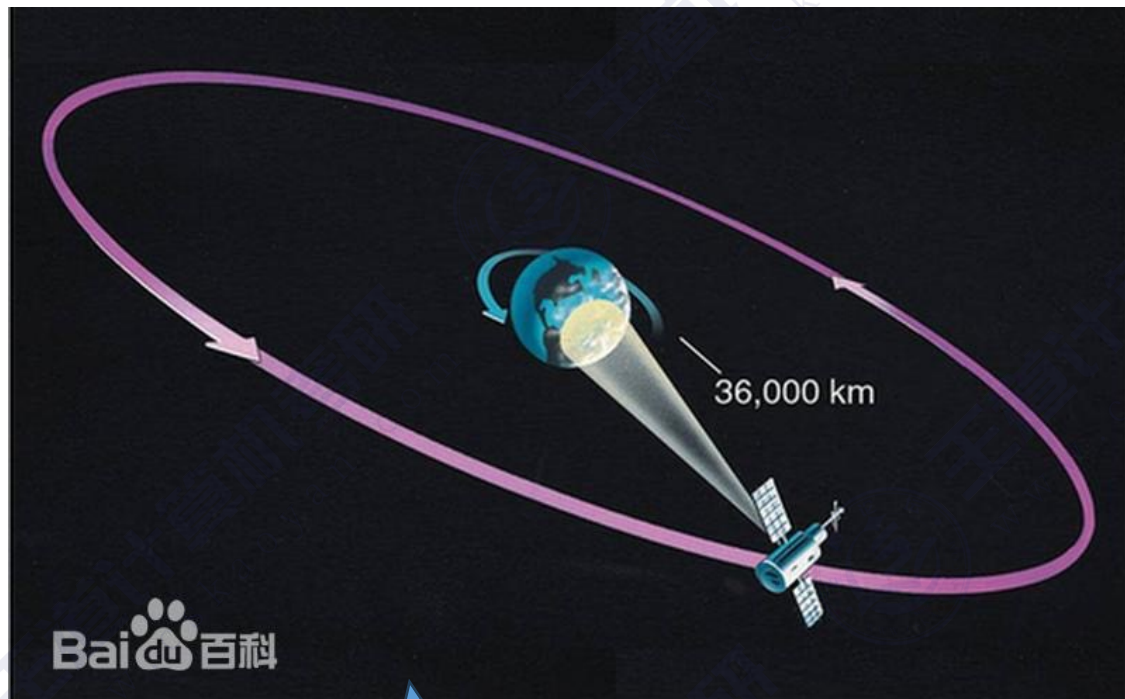


“大铁锅”需要调整方向，“对准”卫星信号

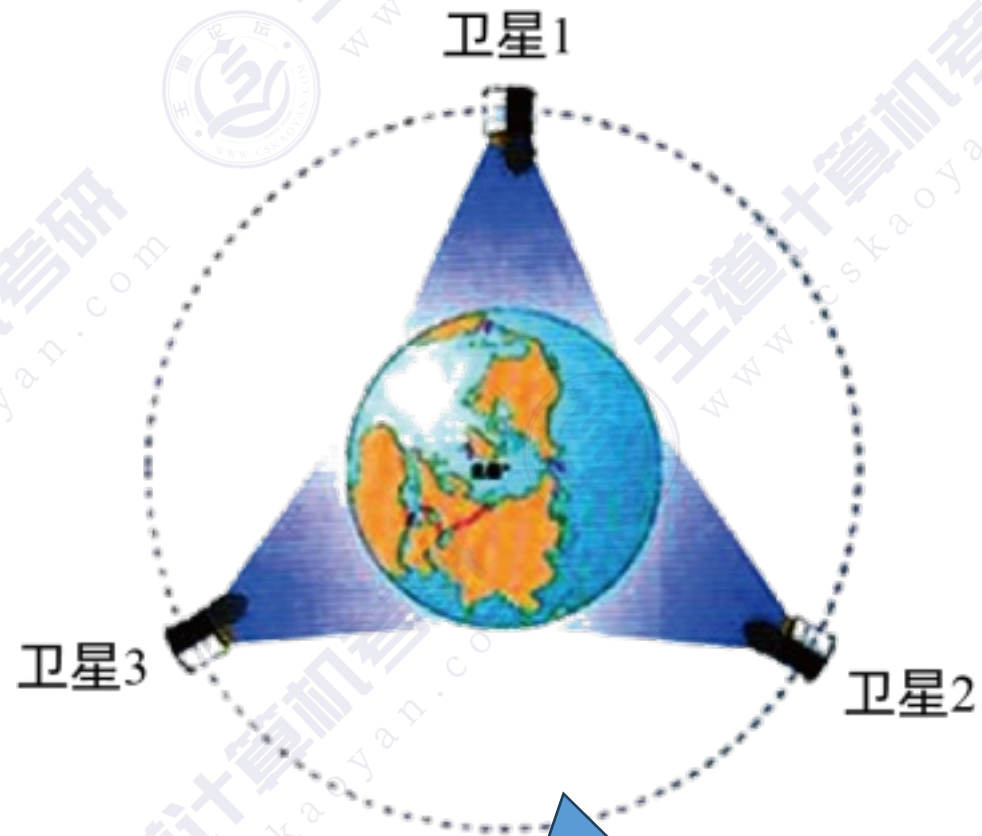




## 卫星通信（微波通信）示例



地球同步卫星



三颗地球同步卫星即可覆盖全球任何角落

特点：传播时延较大。可用近地卫星群解决

# 物理层接口的特性

## 物理层接口的特性

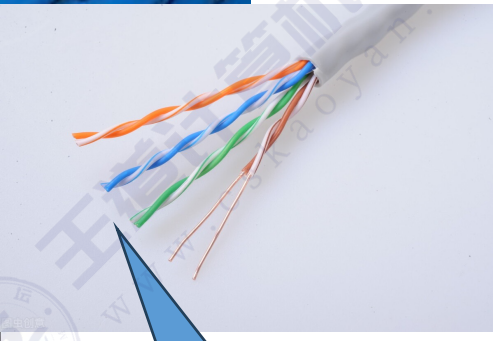
- 机械特性 —— 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列、固定和锁定装置 等
- 电气特性 —— 指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围、传输速率、距离限制 等
- 功能特性 —— 指明某条线上出现的某一电平的电压的意义
- 过程特性（规程特性） —— 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

# 示例：以太网网线接口特性

电气特性

Electrical characteristics for a commercially available Cat 5e UTP cable product

Property	Nominal	Tolerance	Unit	ref
Characteristic impedance, 1–100 MHz	100	± 15	Ω	[24]
Characteristic impedance @ 100 MHz	100	± 5	Ω	[24]
DC loop resistance	≤ 0.188		Ω/m	[24]
Propagation speed relative to the speed of light	0.64		1	[24]
Propagation delay	5.30		ns/m	[24]
Delay skew < 100 MHz	< 0.20		ns/m	[24]
Capacitance at 800 Hz	52		pF/m	[24]
Max tensile load, during installation	100		N	[24]
Wire diameter (24 AWG; 0.205 mm <sup>2</sup> )	0.51		mm	[24]
Operating temperature	−55 to +60		°C	[24]
Maximum DC operating voltage (PoE uses max 57 V) <sup>[25]</sup>	125		V	[26]



功能特性

机械特性

Symbol	000	001	010	011	100	101	110	111
Line signal level	0	+1	+2	−1	0	+1	−2	−1

过程特性：如 插上网线时应该作何反应？拔掉网线时应该作何反应？

# 知识回顾与重要考点

## 传输介质

- 双绞线 —— 两根导线相互**绞合**而成
  - 有**屏蔽层**=屏蔽双绞线 (STP)
  - 没有**屏蔽层**=非屏蔽双绞线 (UTP)
- 同轴电缆 —— **内导体** (用于传输信号) + **外导体屏蔽层** (用于抗电磁干扰)
- 光纤
  - 纤芯 (高折射率) + 包层 (低折射率)。利用**光的全反射**特性, 在纤芯内传输光脉冲信号
  - 分类
    - 单模光纤** —— 只有**一条光线**在一根光纤中传输, 适合**长距离**传输, 信号传输损耗小
    - 多模光纤** —— **多条光线**在一根光纤中传输, 适合**近距离**传输, 远距离传输光信号容易失真
- 无线传输介质
  - 本质都是电磁波, 波长不同而已 (**长波**→**短波**)。 **波长和信号频率呈反比**
  - 短波**信号指向性强、数据传输能力强; **长波**信号绕射性好、指向性弱
  - 注: 卫星通信属于短波 (或微波) 通信
- 物理层接口的特性
  - 机械特性 —— 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列、固定和锁定装置 等
  - 电气特性** —— 指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围、传输速率、距离限制 等
  - 功能特性** —— **指明某条线上出现的某一电平的电压的意义**
  - 过程特性 (规程特性) —— 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

导向型介质。从上至下:  
抗干扰能力依次增强  
信号传输损耗依次降低