

第2章

物理层

2.1 物理层概述**2.2 物理层下面的传输媒体****2.3 传输方式****2.4 编码与调制****2.5 信道的极限容量****2.6 信道复用技术**

2.1 物理层概述

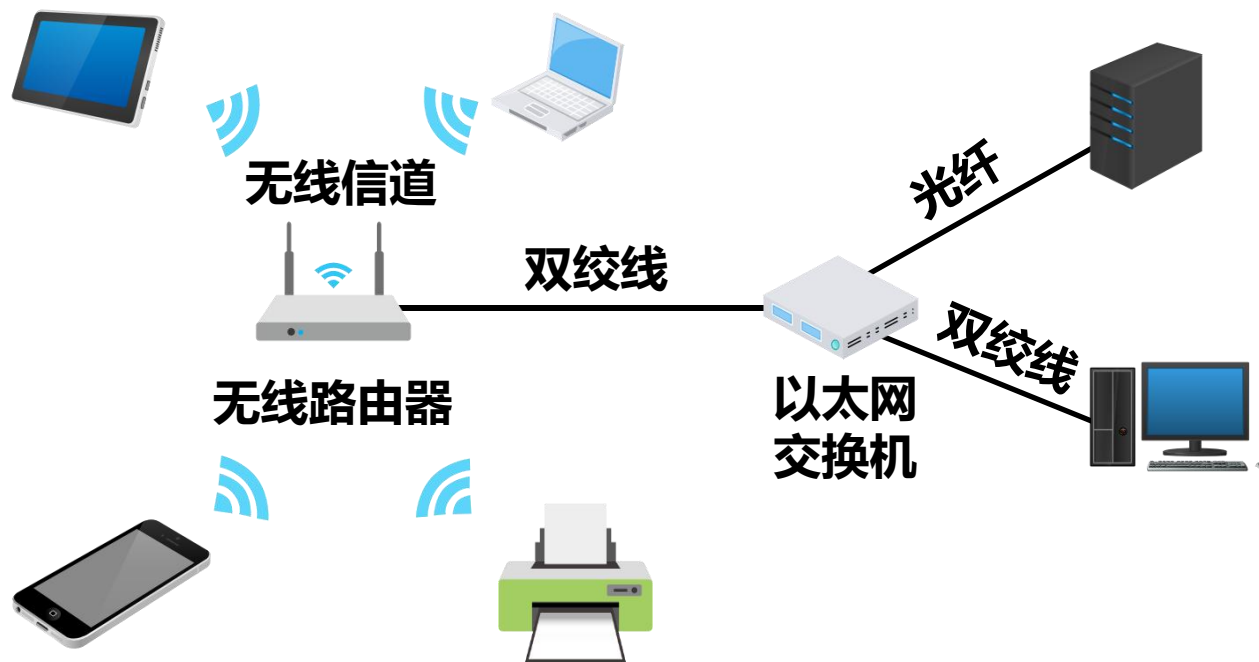
01

物理层要实现的功能

02

物理层接口特性

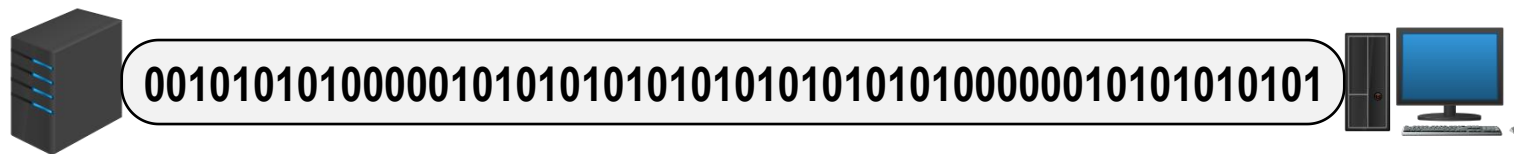
01 物理层要实现的功能



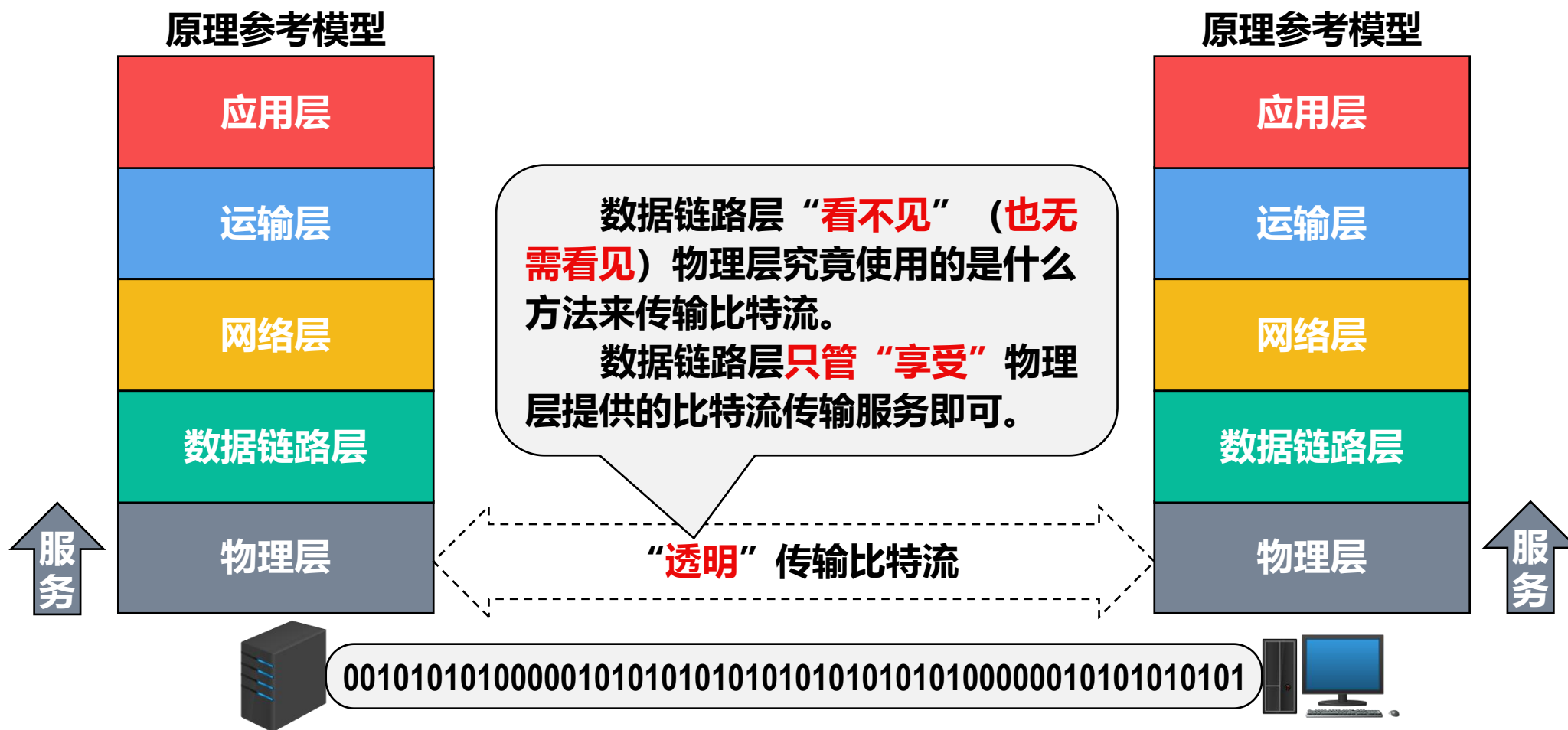
01 物理层要实现的功能



01 物理层要实现的功能



01 物理层要实现的功能



02 物理层接口特性

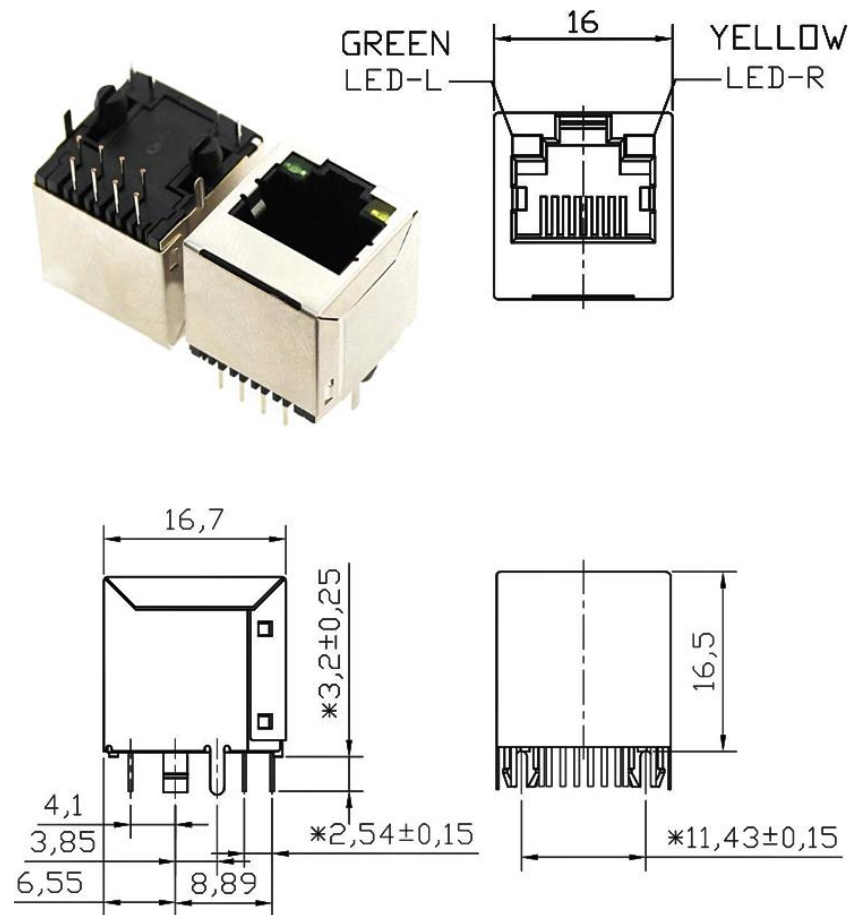
机械特性

- 形状和尺寸
- 引脚数目和排列
- 固定和锁定装置

电气特性

功能特性

过程特性



RJ45插座的机械特性

02 物理层接口特性

机械特性

- 形状和尺寸
- 引脚数目和排列
- 固定和锁定装置

电气特性

- 信号电压的范围
- 阻抗匹配的情况
- 传输速率
- 距离限制

功能特性

过程特性

100BASE-T快速以太网的电气特性

发送引脚 (TX) 上的 V_{OUT+} : 950mV ~ 1050mV

发送引脚 (TX) 上的 V_{OUT-} : -1050mV ~ -950mV

使用5类无屏蔽双绞线UTP, 在100MHz频率下的特性阻抗为100Ω

最大传输速率为100Mb/s

单段最大长度为100m

02 物理层接口特性

机械特性

- 形状和尺寸
- 引脚数目和排列
- 固定和锁定装置

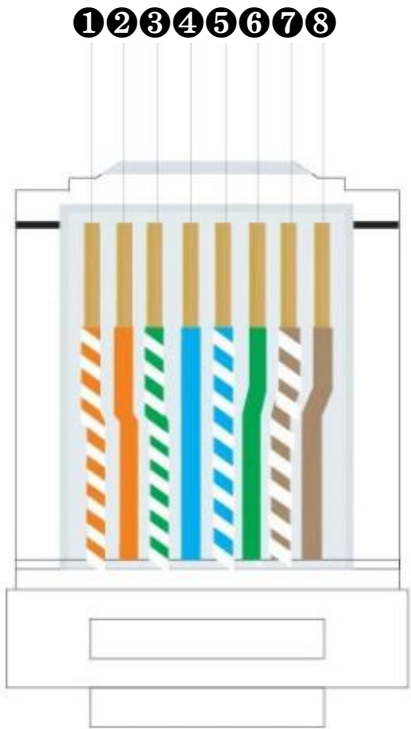
电气特性

- 信号电压的范围
- 阻抗匹配的情况
- 传输速率
- 距离限制

功能特性

- 规定接口电缆的各条信号线的作用

过程特性



T568B标准

引脚序号	引脚名称	描述
1	TX+	数据发送
2	TX-	数据发送
3	RX+	数据接收
4	n/c	不连接
5	n/c	不连接
6	RX-	数据接收
7	n/c	不连接
8	n/c	不连接

02 物理层接口特性

机械特性

- 形状和尺寸
- 引脚数目和排列
- 固定和锁定装置

电气特性

- 信号电压的范围
- 阻抗匹配的情况
- 传输速率
- 距离限制

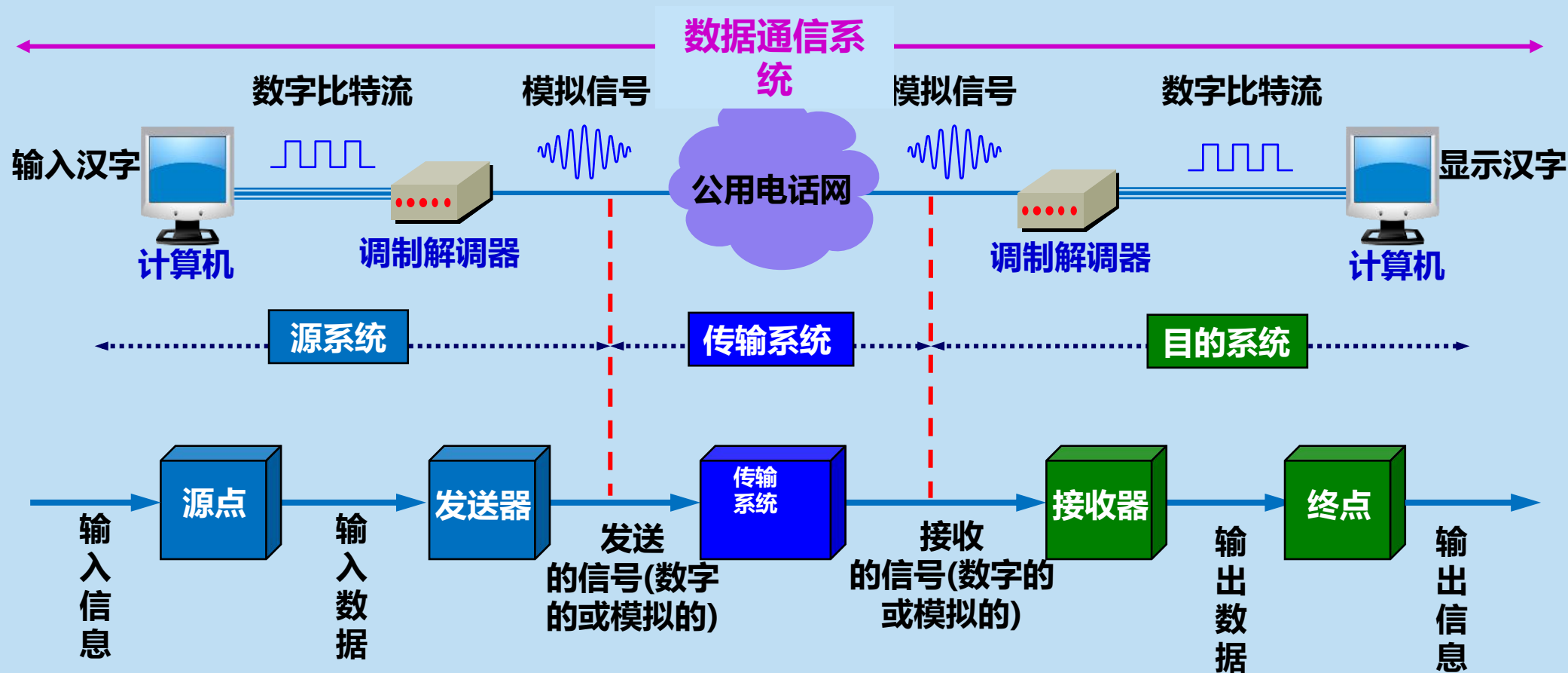
功能特性

- 规定接口电缆的每条信号线的作用

过程特性

- 规定在信号线上传输比特流的一组操作过程，包括各信号间的时序关系

三大部分：**源系统**（或发送端、发送方）、**传输系统**（或传输网络）和**目的系统**（或接收端、接收方）。



2.2 物理层下面的传输媒体

01

传输媒体的分类

02

导向型传输媒体

03

非导向型传输媒体

01 传输媒体的分类

■ **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。

■ 传输媒体并不包含在计算机网络体系结构中。

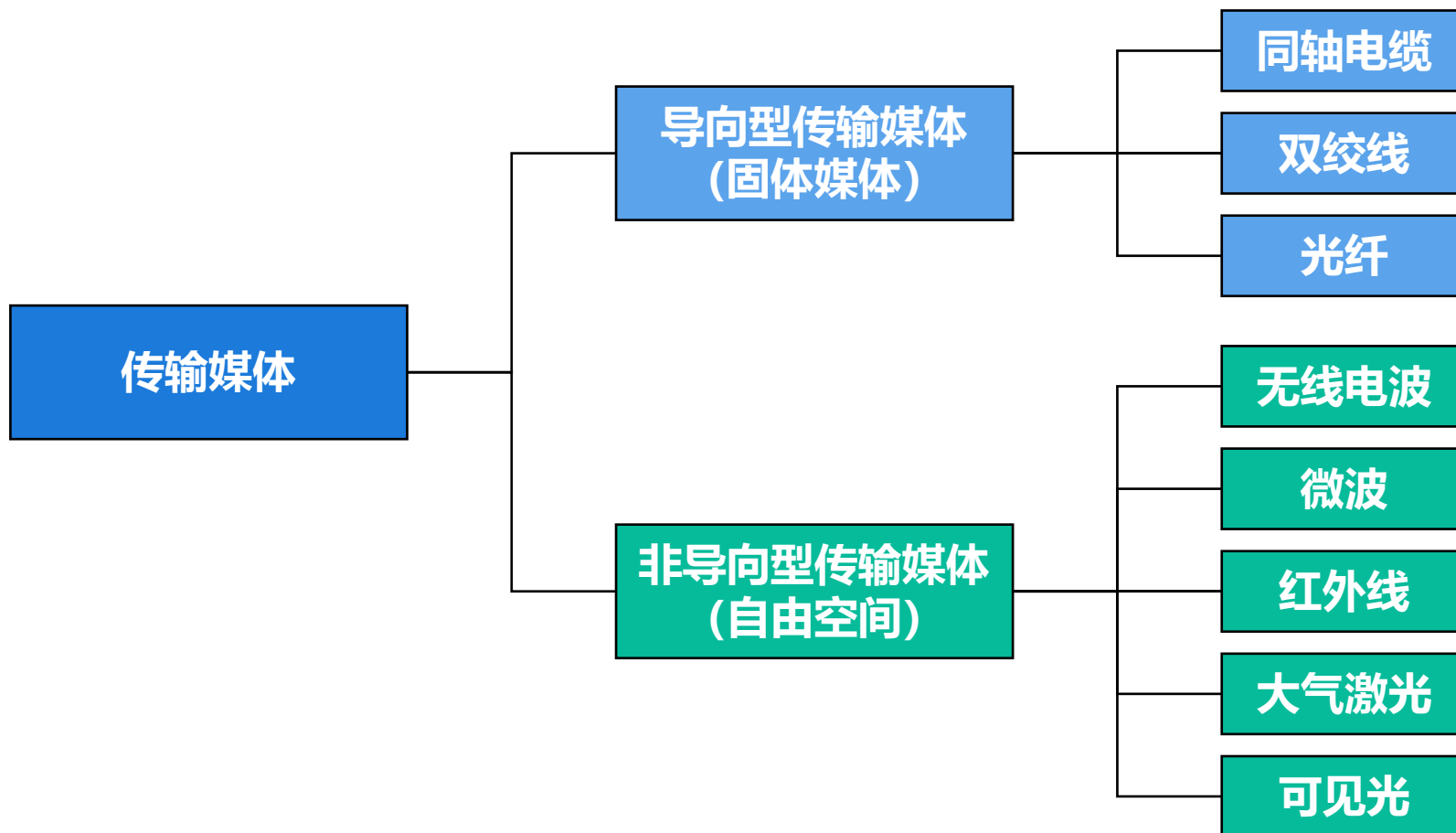
原理体系结构



01 传输媒体的分类

■ **传输媒体**是计算机设备之间的物理通路，也称为传输介质或传输媒介。

■ **传输媒体并不包含在计算机网络体系结构中。**



02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤



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。

同轴电缆

基带同轴电缆 (50Ω)

用于数字传输，在早期局域网中广泛使用。

宽带同轴电缆 (75Ω)

用于模拟传输，目前主要用于有线电视的入户线。

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

绝缘保护套



多对双绞线

无屏蔽双绞线UTP电缆



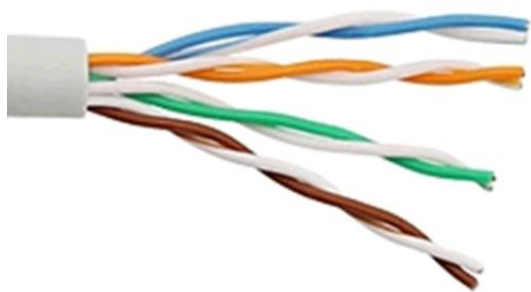
屏蔽双绞线STP电缆

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤



无屏蔽双绞线UTP电缆



绞合的作用

- 减少相邻导线间的电磁干扰
- 抵御部分来自外界的电磁干扰



屏蔽双绞线STP电缆

02 导向型传输媒体

- 同轴电缆
- 双绞线
- 光纤



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

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

1966年，华裔科学家**高锟**发表了一篇题为《光频率介质纤维表面波导》的论文，开创性地提出将光导纤维应用于通信的基本原理。



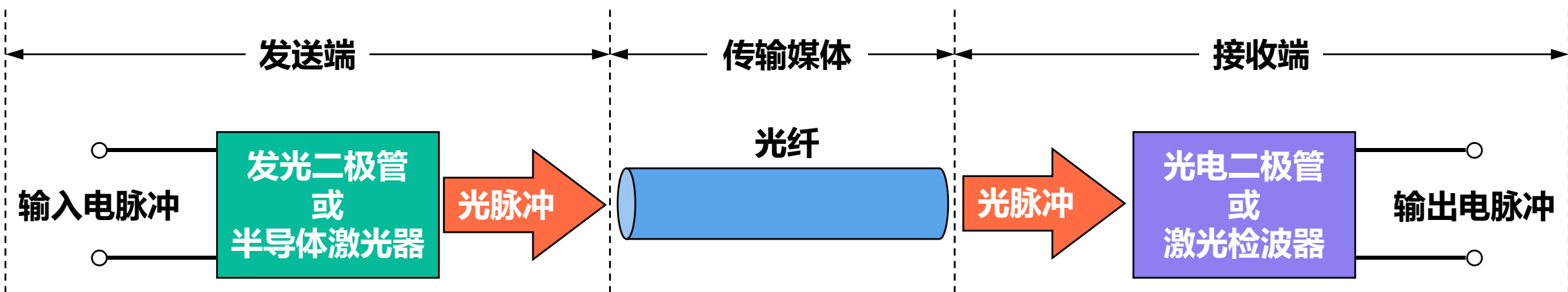
02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

■ 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。



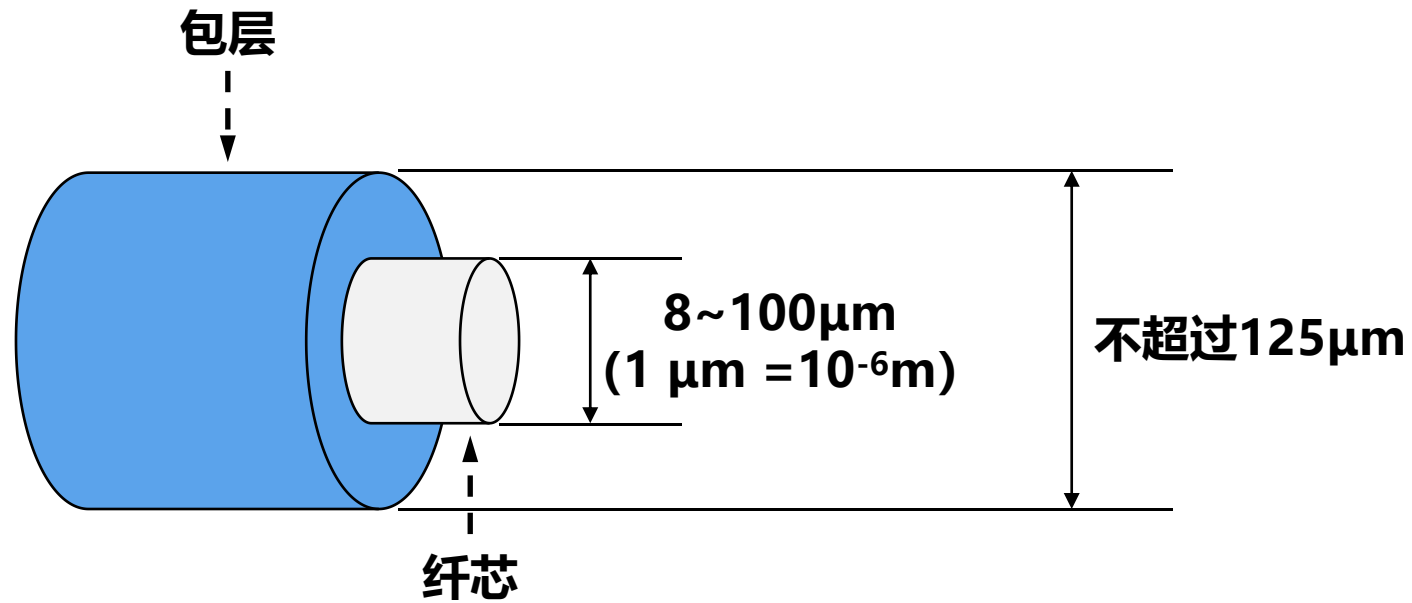
典型光纤通信系统结构示意图

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

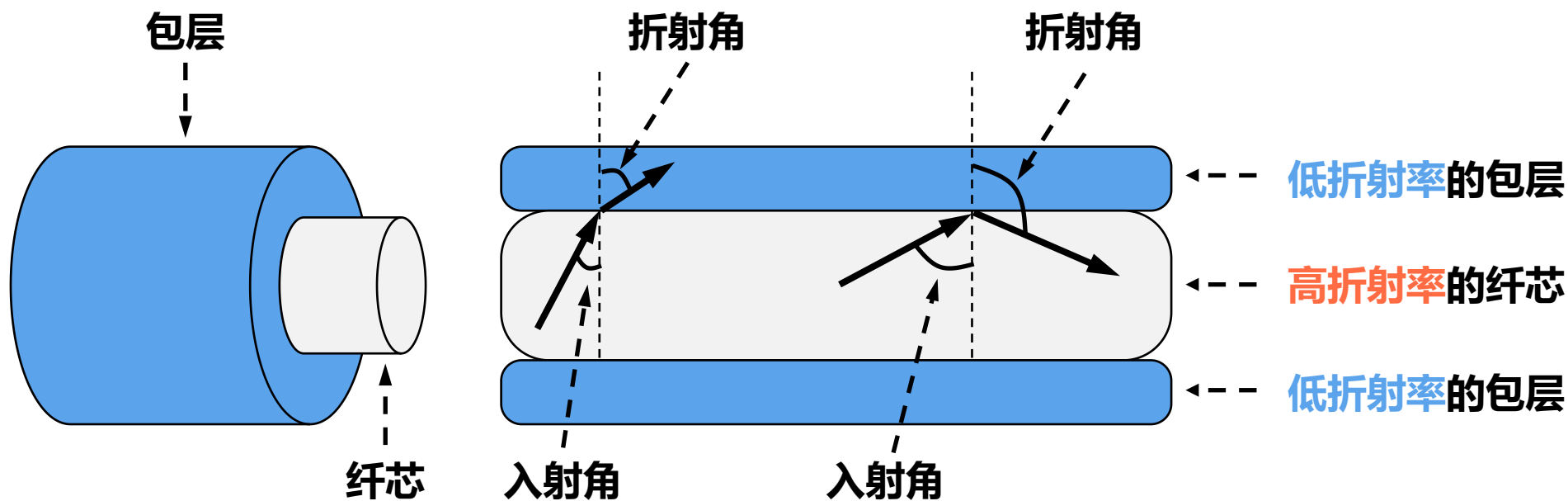


02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤



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。

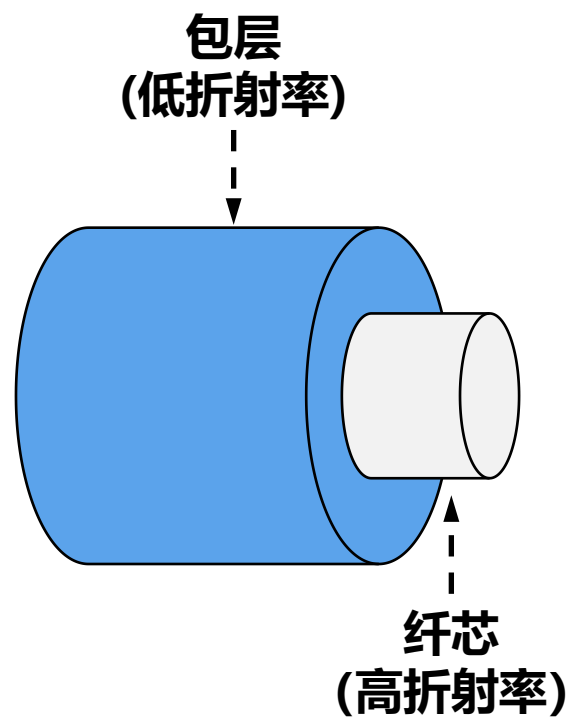
如果入射角足够大，就会出现全反射，即光碰到包层时，就会反射回纤芯。

02 导向型传输媒体

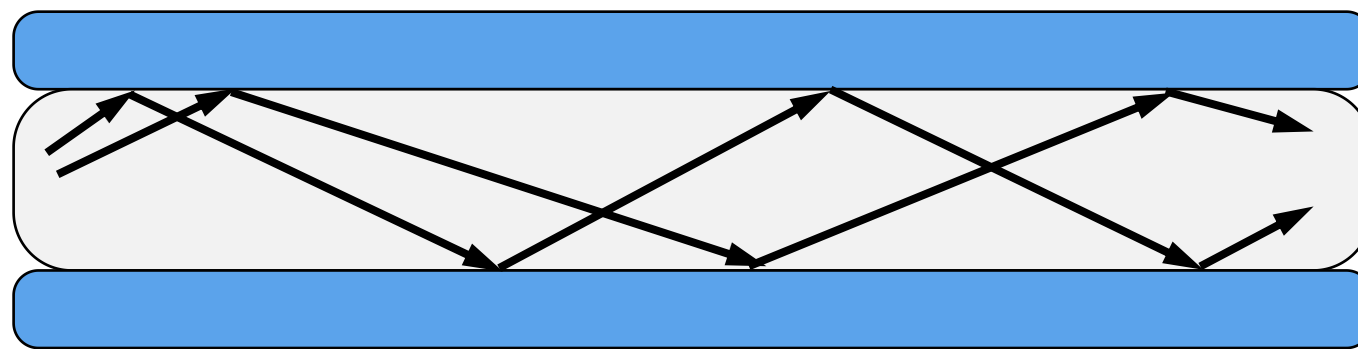
同轴电缆

双绞线

光纤



光在光纤中传输的方式是不断地全反射



多条光波在多模光纤中不断地全反射

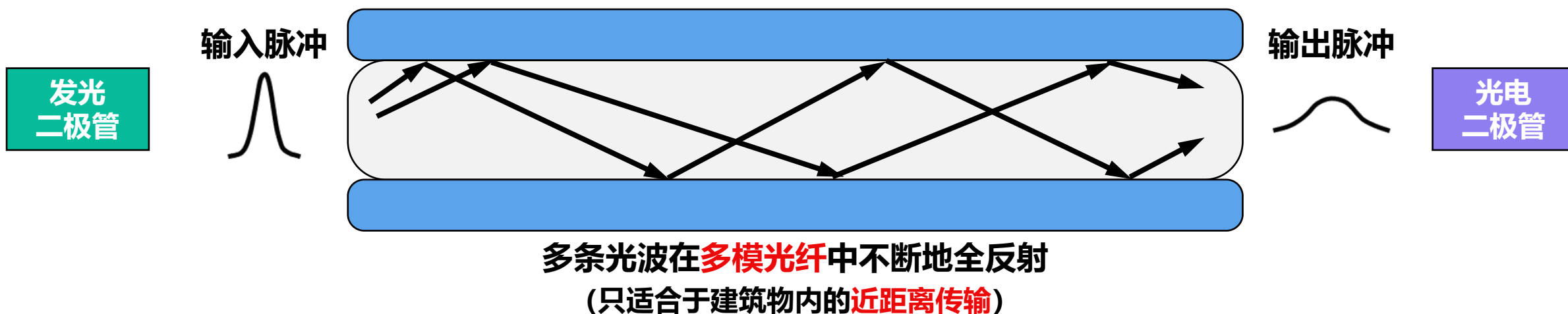
02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

多模光纤



单模光纤



02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

在光纤通信中，常用的三个光波波段的**中心波长**分别为

☐ 850nm 衰减较大，但其他特性较好

☐ 1300nm 衰减较小

☐ 1550nm 衰减较小

} 25000~30000GHz的带宽
光纤的**通信容量很大**

常用的光纤规格有

☐ 单模光纤 8/125 μm 、9/125 μm 、10/125 μm

☐ 多模光纤 50/125 μm （欧洲标准），62.5/125 μm （美国标准）

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤

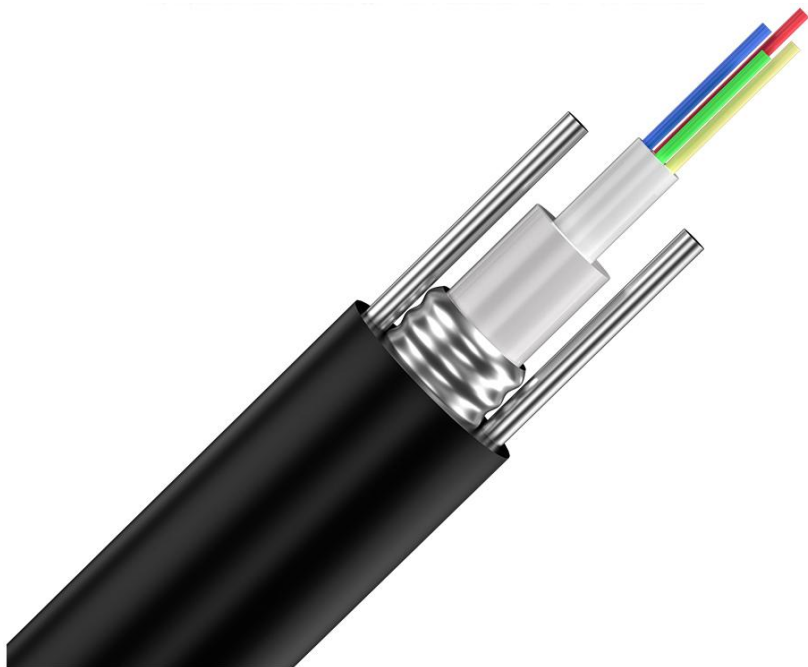
光 纤	波 长	传输速率	传输距离
G.652单模光纤（纤芯直径9μm）	1550nm	2.5Gb/s	100km
		10Gb/s	60km
		40Gb/s	4km
G.655单模光纤（纤芯直径9μm）	1550nm	2.5Gb/s	390km
		10Gb/s	240km
		40Gb/s	16km
普通多模光纤（纤芯直径50μm）	850nm	1Gb/s	550m
		10Gb/s	250m
普通多模光纤（纤芯直径62.5μm）	850nm	1Gb/s	275m
		10Gb/s	100m
新型多模光纤（纤芯直径50μm）	850nm	1Gb/s	1100m
		10Gb/s	550m

02 导向型传输媒体

同轴电缆

双绞线

光纤



光纤

松套管

平行双钢丝

阻水层

钢塑复合带

PE护套

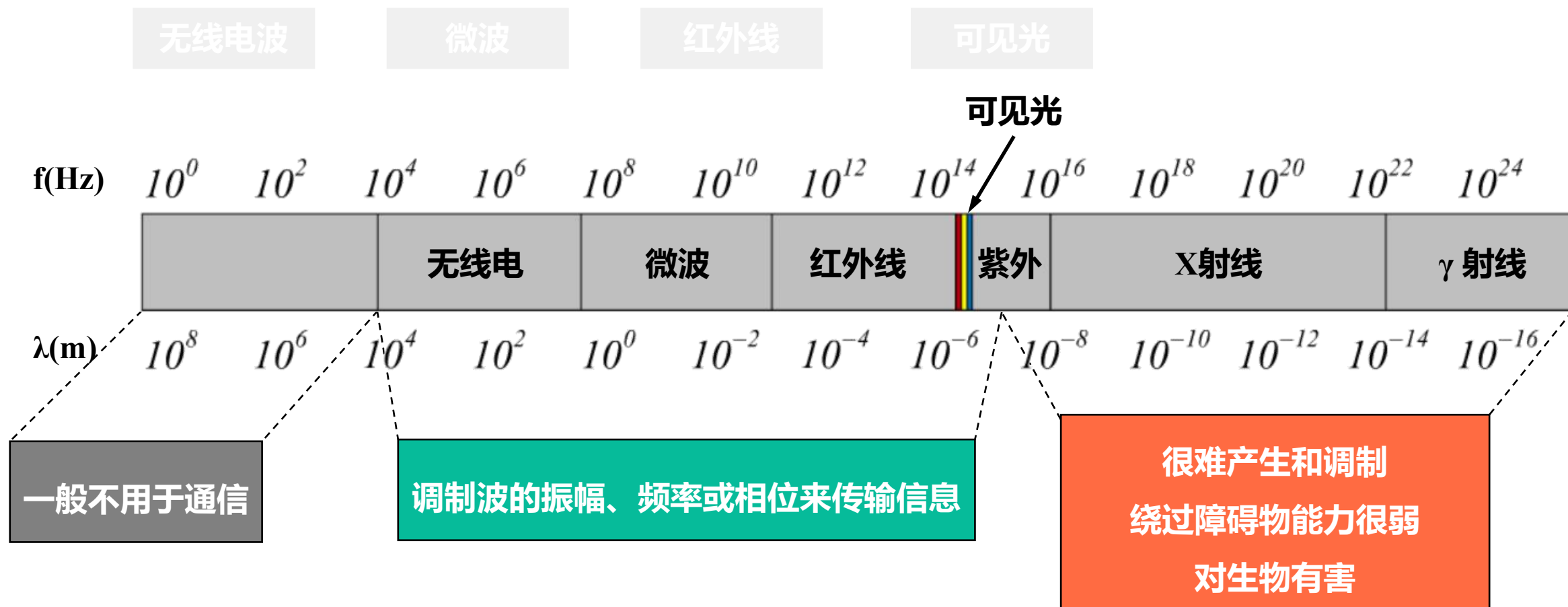
光纤的优点

- 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

光纤的缺点

- 切割光纤需要较贵的专用设备
- 目前光电接口还比较昂贵

03 非导向型传输媒体



03 非导向型传输媒体

- 无线电波
- 微波
- 红外线
- 可见光

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	国际广播，全向信标
6	中频	MF	300 ~ 3000kHz	100 ~ 1000m	中波		调幅广播，全向信标，海事及航空通讯
7	高频	HF	3 ~ 30MHz	10 ~ 100m	短波		短波民用电台
8	甚高频	VHF	30 ~ 300MHz	1 ~ 10m	米波		调频广播，电视广播，航空通讯
9	特高频	UHF	300 ~ 3000MHz	10 ~ 100cm	分米波	微波	电视广播，无线电话，无线网络，微波炉
10	超高频	SHF	3 ~ 30GHz	1 ~ 10cm	厘米波		无线网络，雷达，人造卫星接收
11	极高频	EHF	30 ~ 300GHz	1 ~ 10mm	毫米波		雷达，射电天文，遥感，人体扫描安检仪

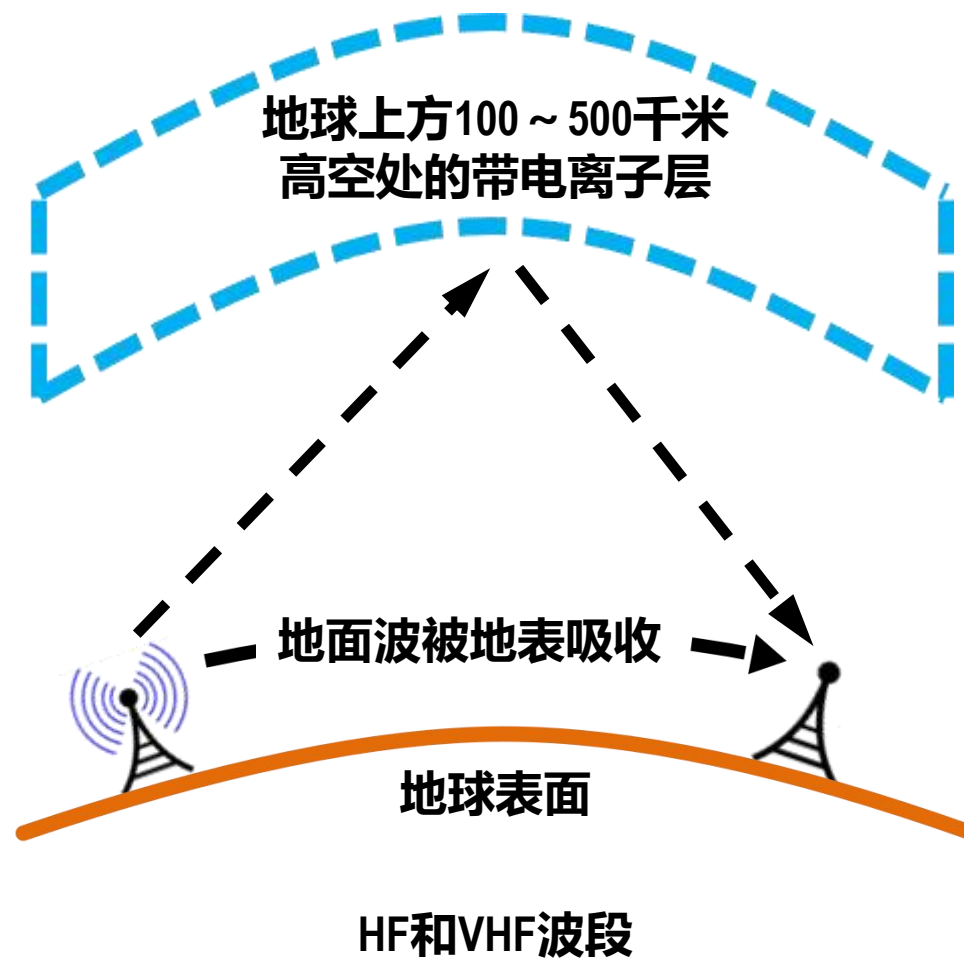
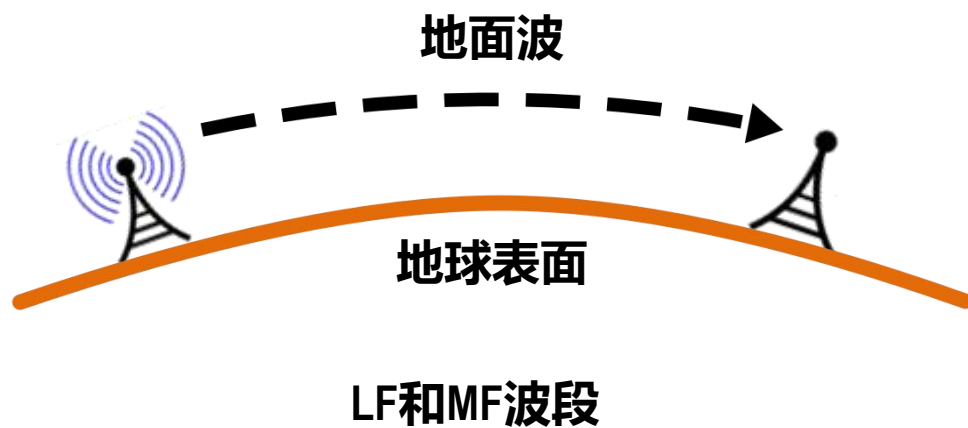
03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



地面微波接力通信示意图

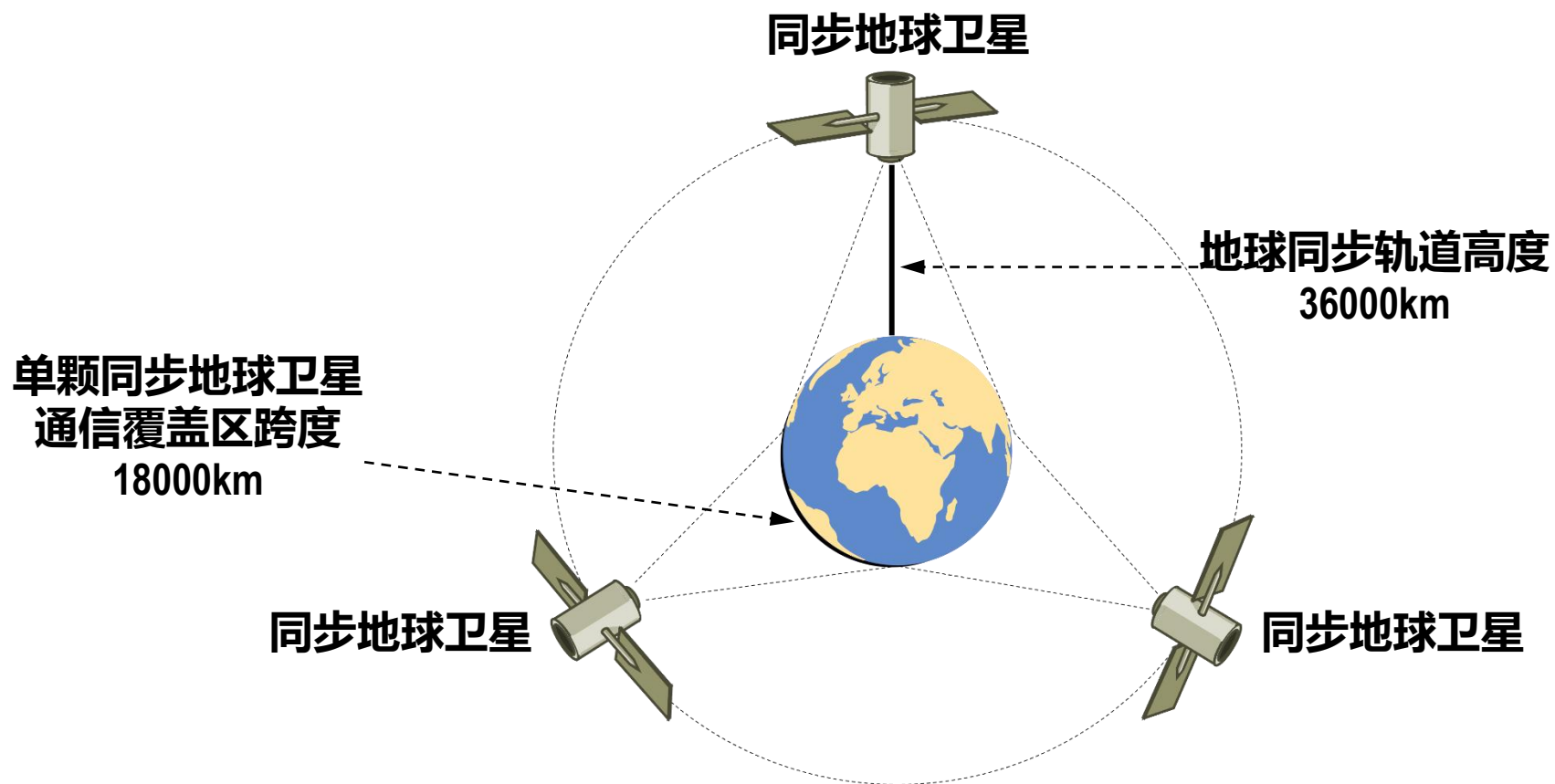
03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光



中、低轨道人造卫星
700 ~ 1500km

03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

红外线

激光

可见光



电视遥控器



空调遥控器

03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

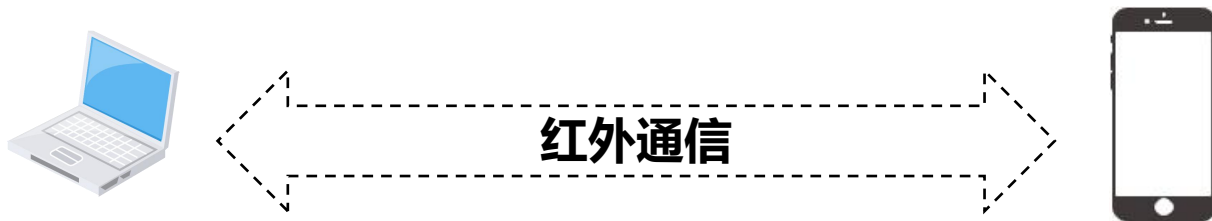
红外线

激光

可见光



- 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）



03 非导向型传输媒体

无线电波

微波

红外线

可见光

优酷

互联网时代

2.3 传输方式

01

串行传输和并行传输

02

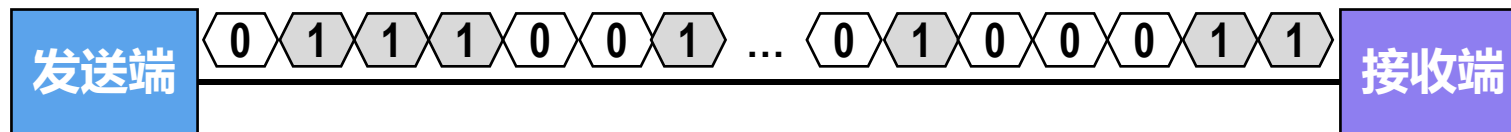
同步传输和异步传输

03

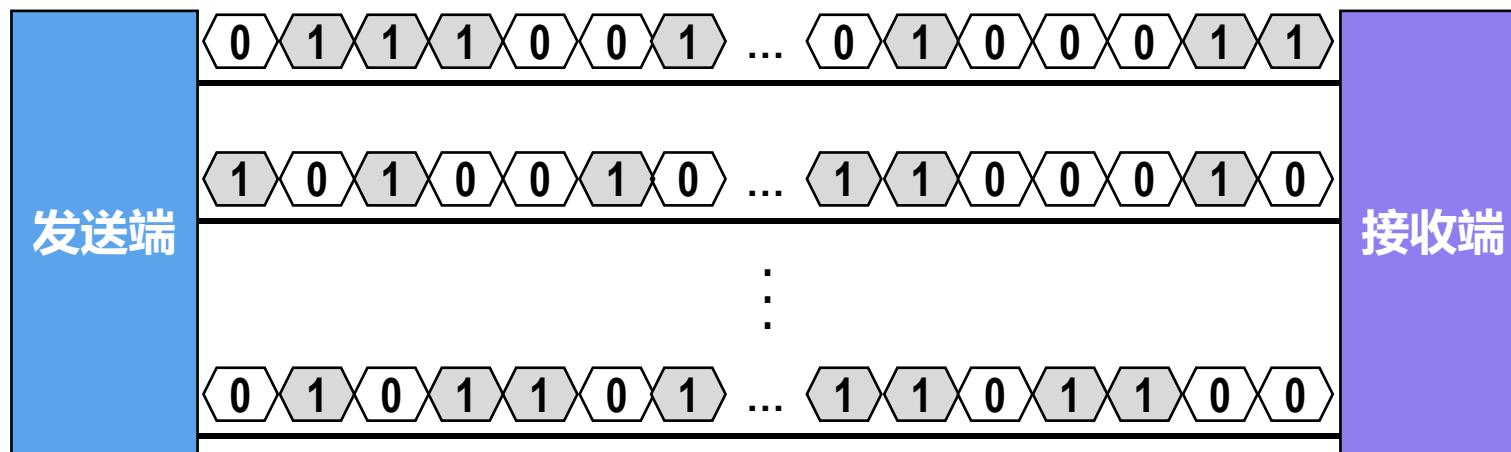
单向通信、双向交替通信和双向同时通信

01 串行传输和并行传输

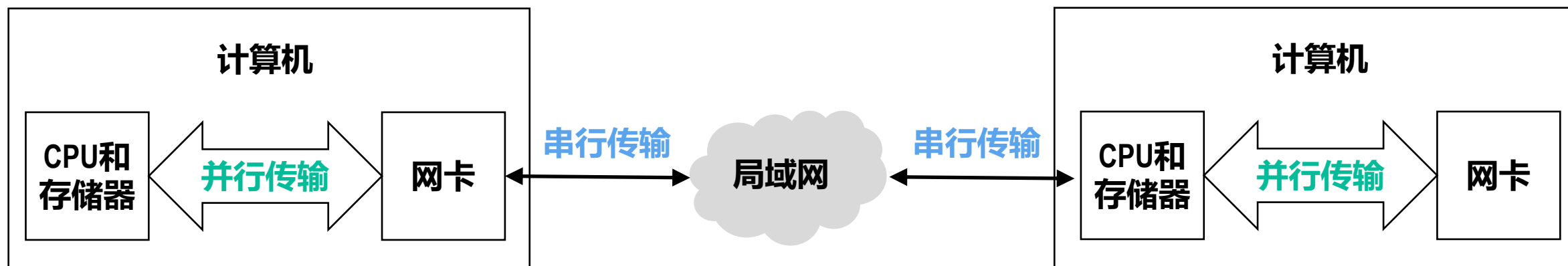
串行传输



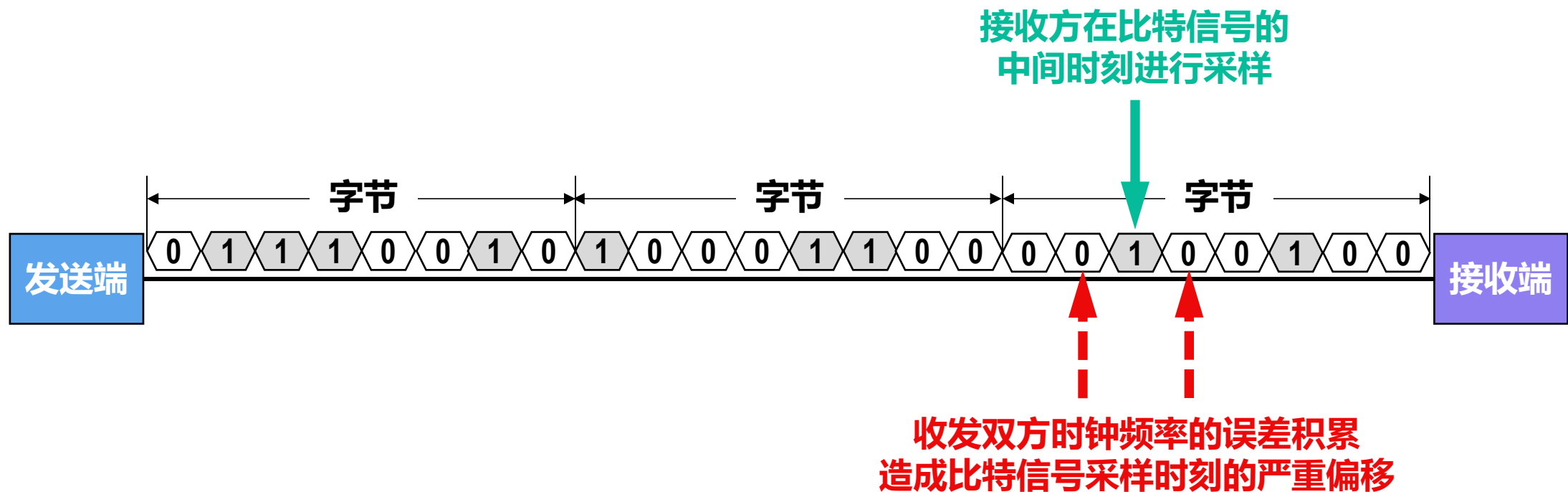
并行传输



01 串行传输和并行传输



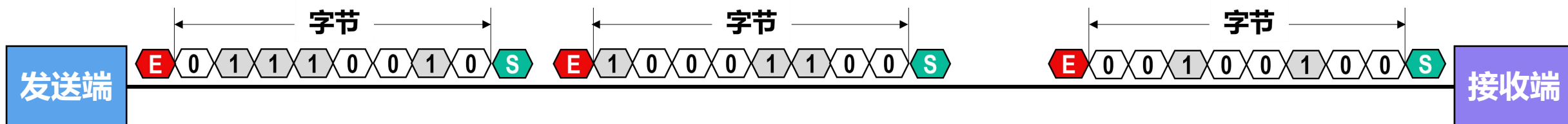
02 同步传输和异步传输



收发双方时钟同步的方法

- ☐ **外同步**：在收发双方之间增加一条时钟信号线。
- ☐ **内同步**：发送端将时钟信号编码到发送数据中一起发送（例如曼彻斯特编码）。

02 同步传输和异步传输



- **字节之间异步**，即字节之间的时间间隔不固定。
- **字节中的每个比特仍然要同步**，即各比特的持续时间是相同的。

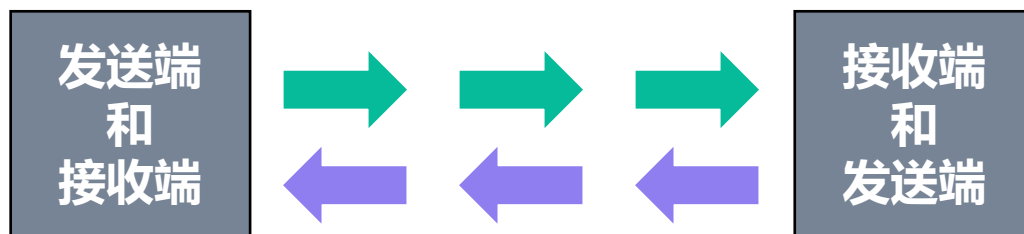
03 单向通信、双向交替通信和双向同时通信

单向通信
(单工)

无线电广播

双向交替通信
(半双工)

对讲机

双向同时通信
(全双工)

手机