

第2章 物理层

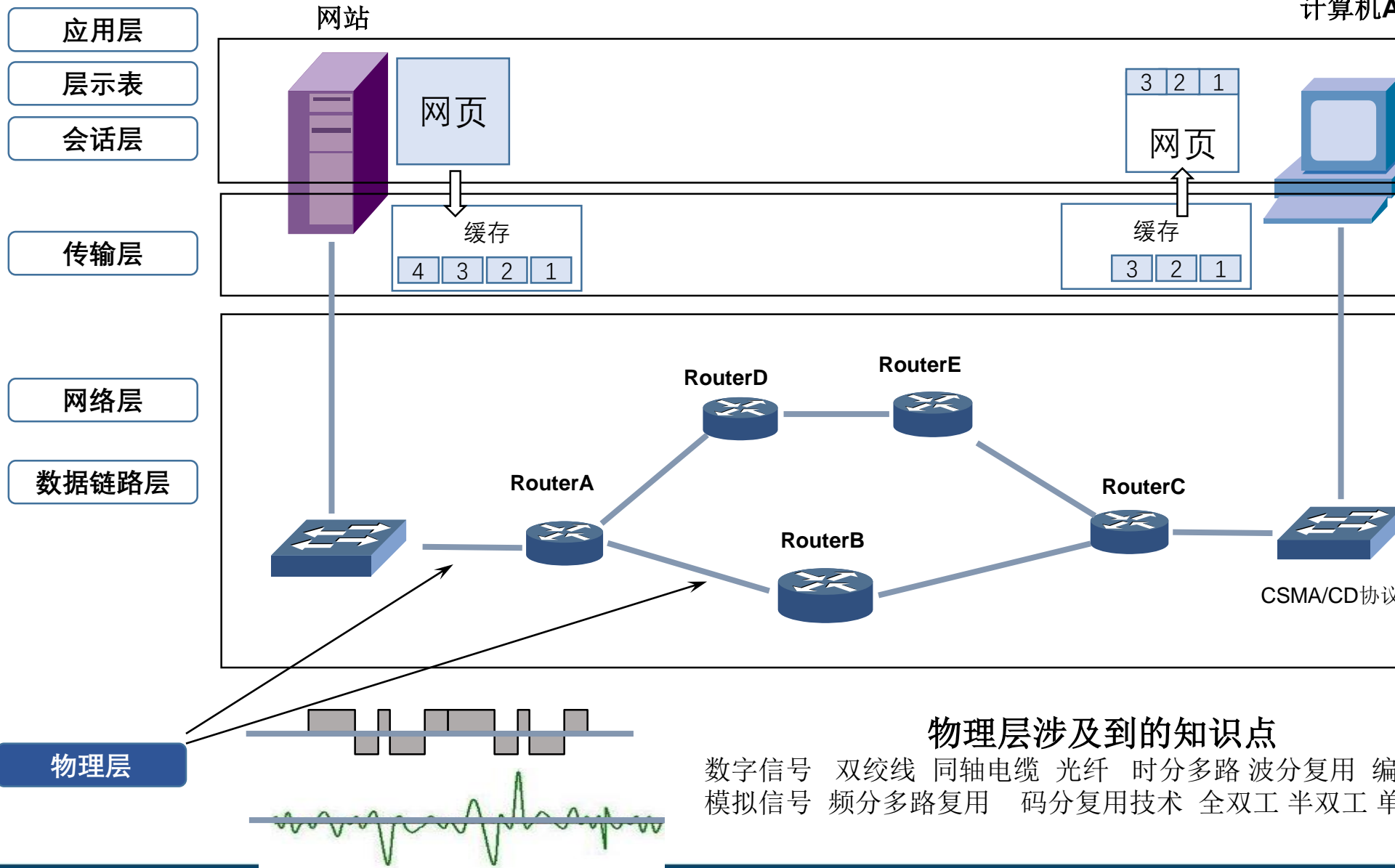


韩老师QQ 458717185
韩老师视频课程学习路线
www.91xueit.com
韩老师博客
<http://91xueit.blog.51cto.com>

讲师：韩立刚
河北师大软件学院讲师
微软最有价值专家（MVP）
微软企业护航专家（ESS）

2016年10月30日下午录制/

物理层涉及到的内容



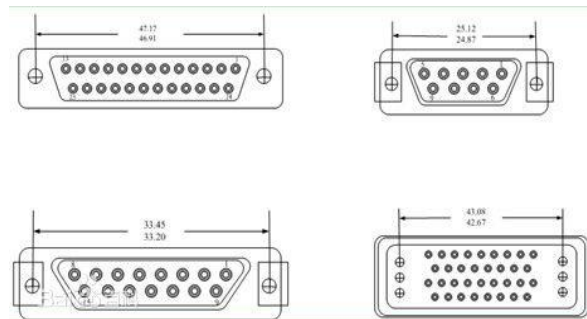
本章内容

- 2.1 物理层的基本概念
- 2.2 数据通信基础
- 2.3 信道和调制
- 2.4 传输技术
- 2.5 信道复用技术
- 2.6 宽带接入技术

2.1物理层的基本概念

■ 物理层定义了与传输媒体的接口有关的一些特性。

- 机械特性
- 电气特性
- 功能特性
- 过程特性



AUI接口 (Ethernet口)

串口

控制口 辅助口

电源



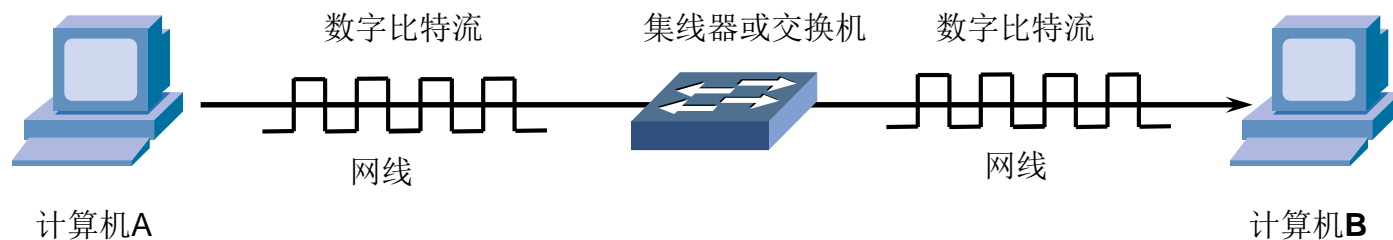
后视图

2.2数据通信基础

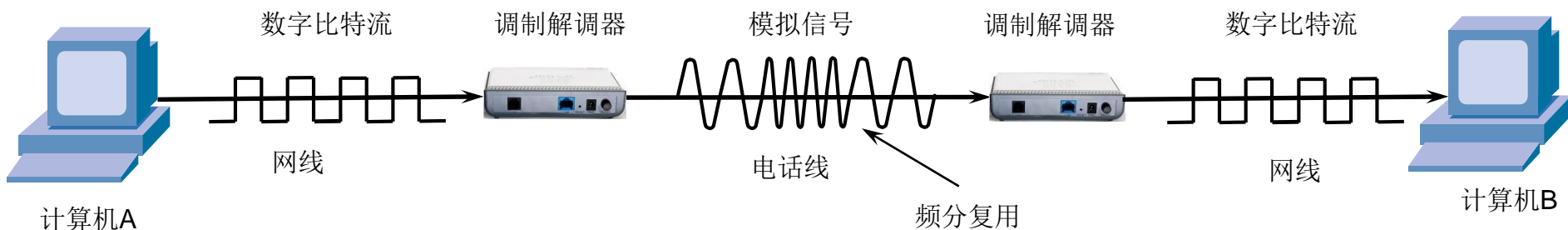
- 数据通信模型
- 数据通信一些常用术语
- 模拟信号和数字信号
- 模拟信号转换成数字信号

2.2.1数据通信模型

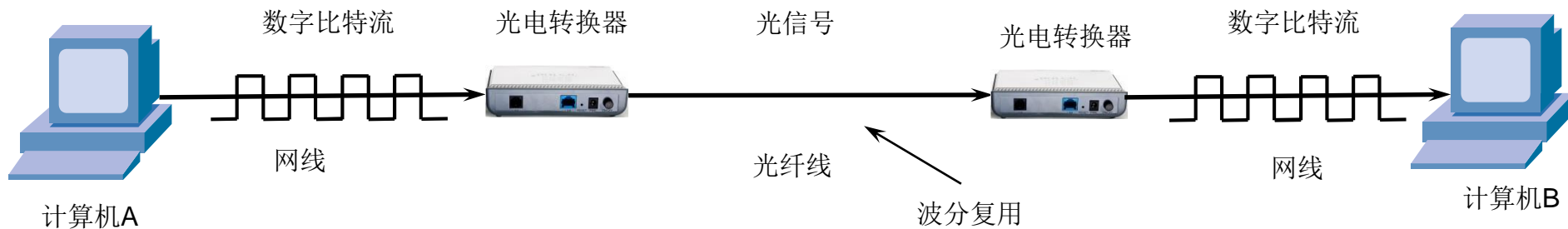
局域网通信模型



广域网通信模型

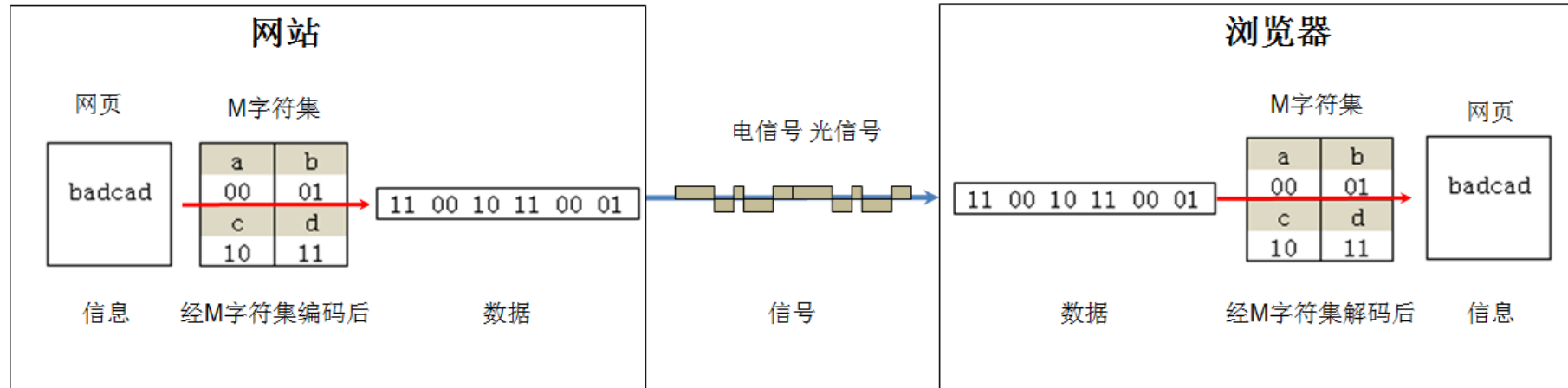


广域网通信模型



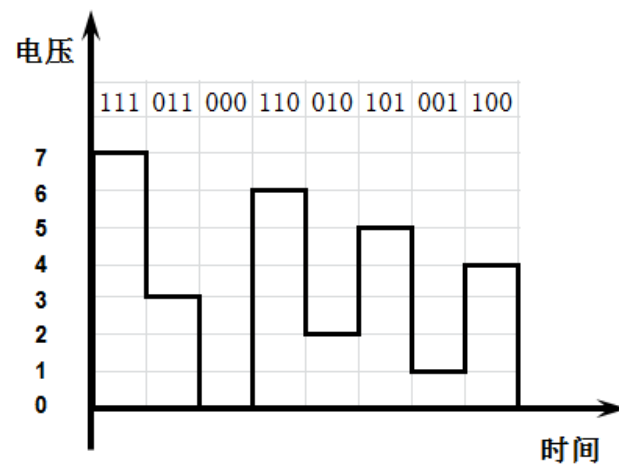
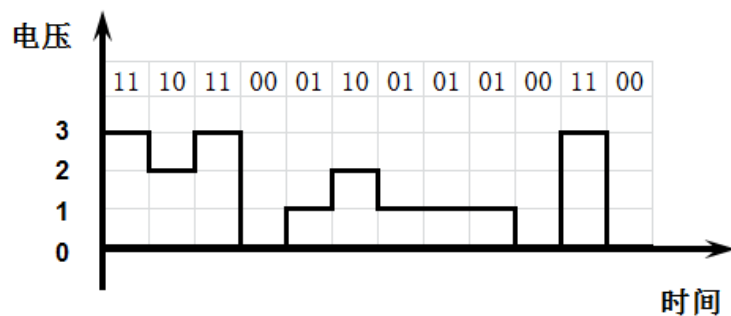
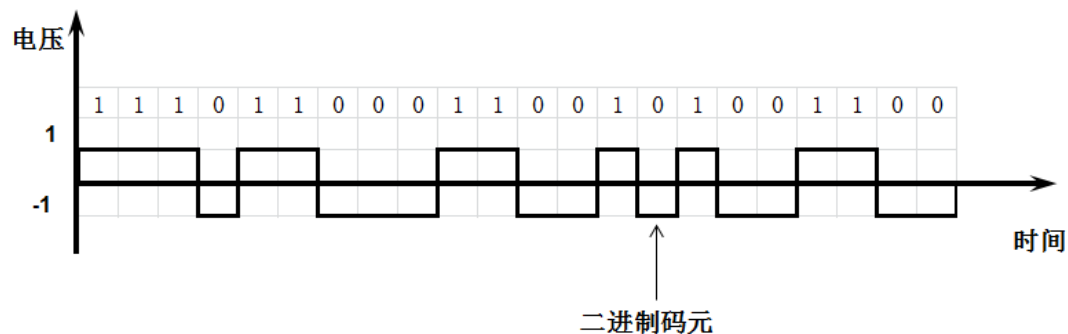
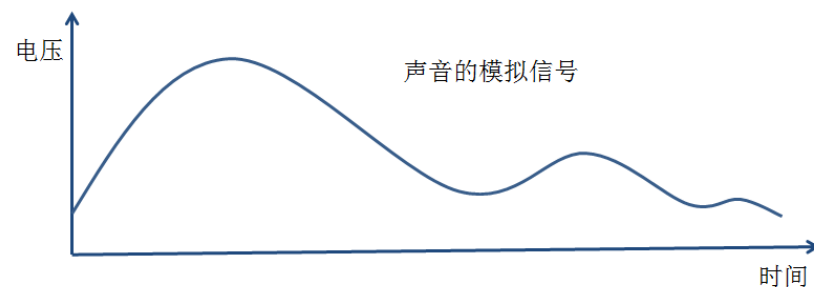
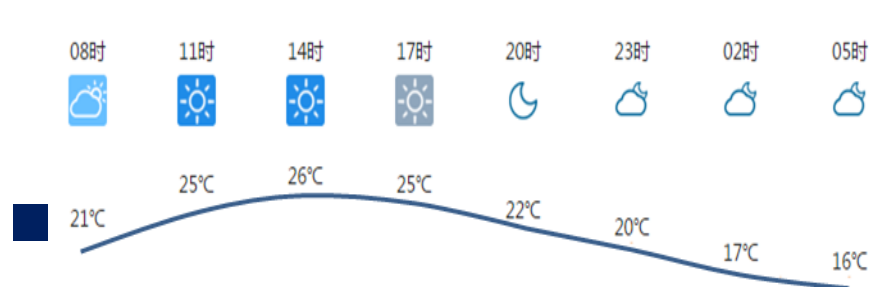
2.2.2数据通信一些常用术语

- 信息 (message) : 通信的目的是传送信息, 如文字、图像、视频和音频等都是消息。
- 数据 (date) : 信息在传输之前需要进行编码, 编码后的信息就变成数据。
- 信号 (signal) : 数据在通信线路上传递需要变成电信号或光信号。



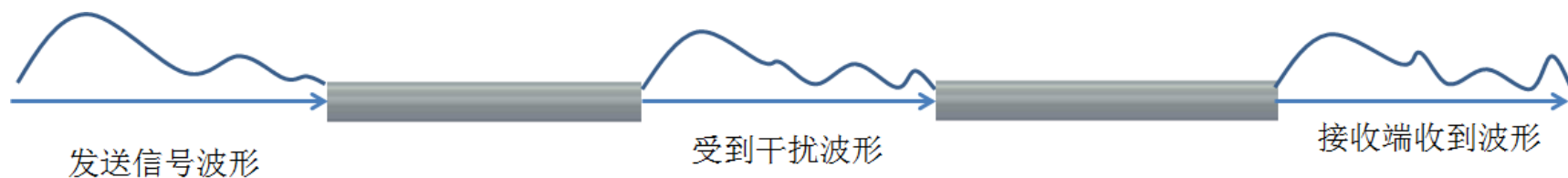
2.2.3模拟信号和数字信号

■ 模拟信号或连续信号



数字信号和模拟信号优缺点

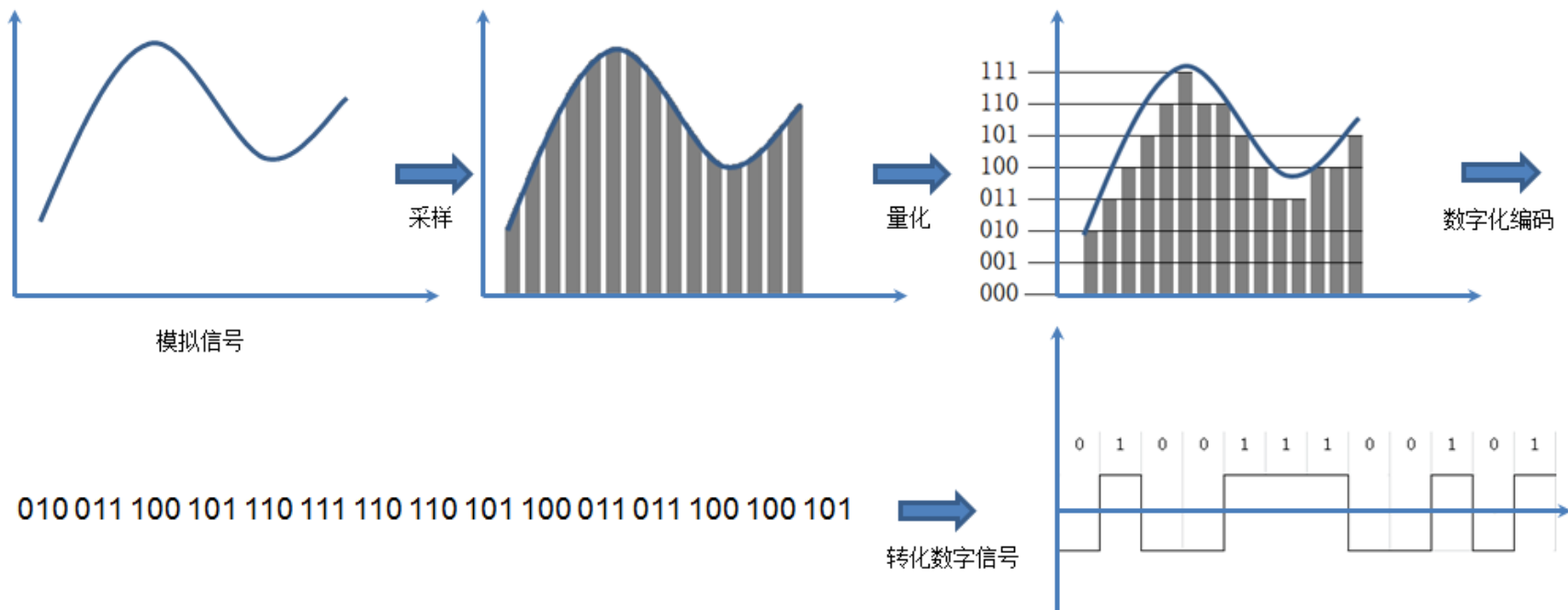
- 模拟信号在传输过程中如果出现信号干扰发生波形发生变形，很难纠正



- 数字信号波形失真可以修复

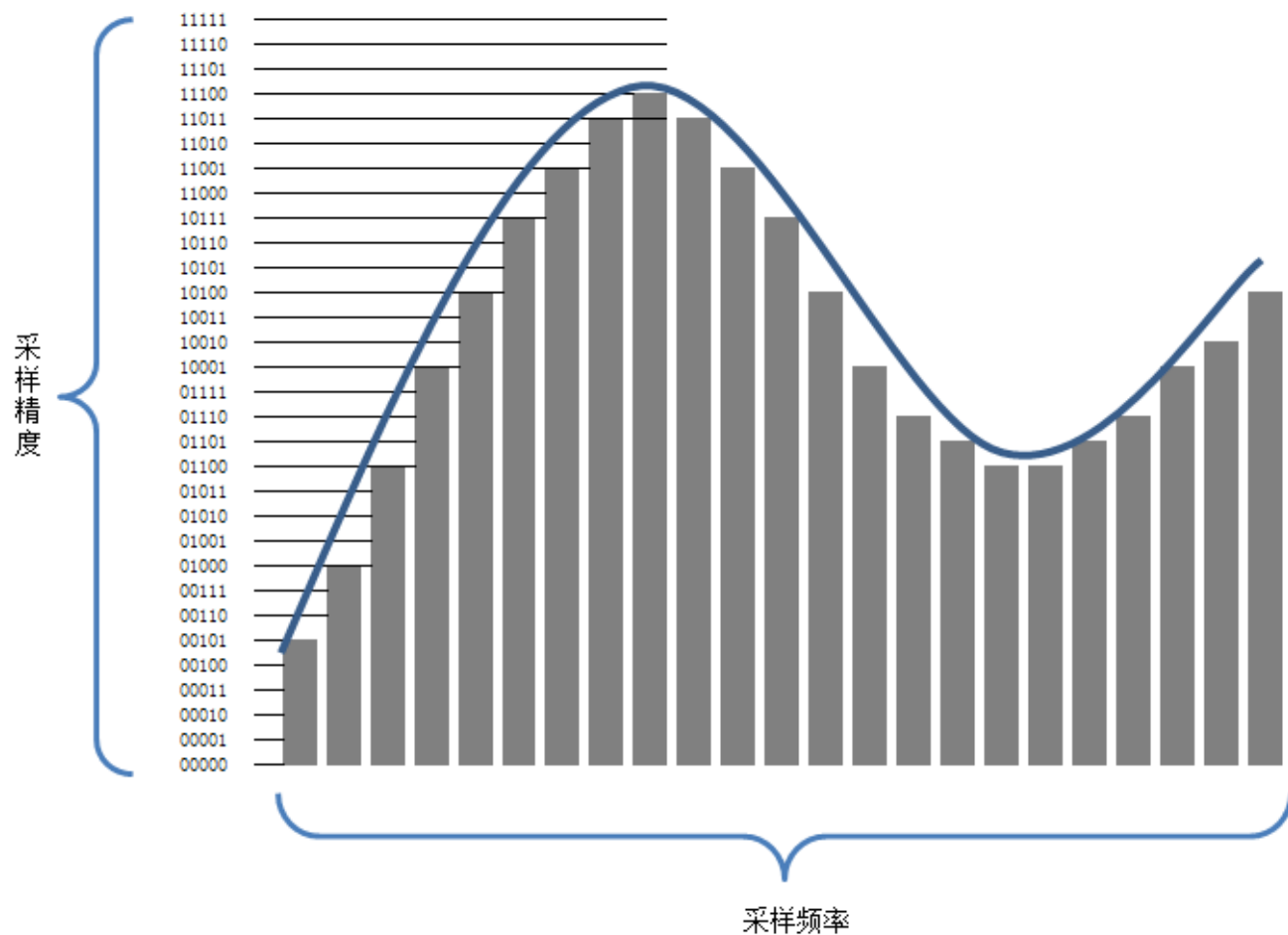


2.3.4 模拟信号转换成数字信号



2.3.4模拟信号转换成数字信号

采样频率和采样精度决定音乐的品质

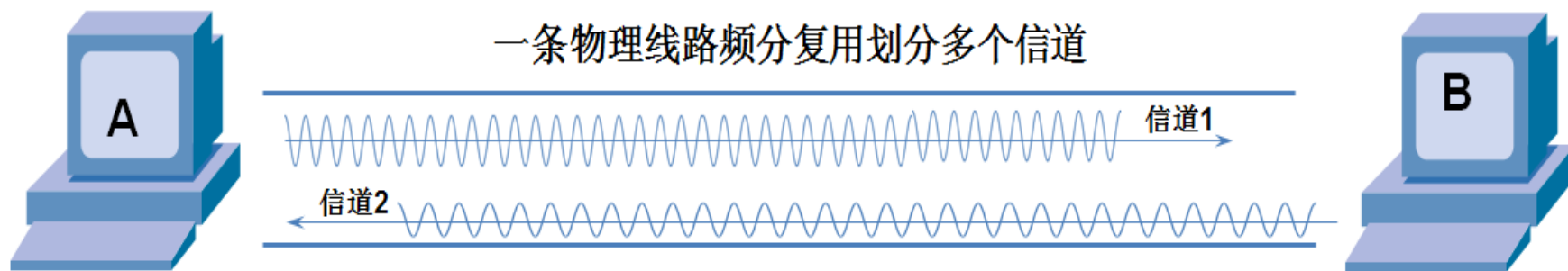


2.3信道和调制

- 信道
- 单工和半双工以及全双工通信
- 调制
- 信道极限容量

2.3.1信道

- 信道 (Channel) 是信息传输的通道，即信息进行传输时所经过的一条通路，信道的一端是发送端，另一端是接收端。一条传输介质上可以有多条信道（多路复用）。



2.3.2单工和半双工以及全双工通信

■ 单向通信

- 又称为单工通信，即信号只能向一个方向传输，任何时候都不能改变信号的传送方向。无线电广播或有线电视广播就是单工通信，信号只能是广播电台发送，收音机接收。

■ 双向交替通信

- 又称半双工通信，信号可以双向传送，但是必须是交替进行，一个时间只能向一个方向传。有些对讲机就是用半双工通信，A端说话B端接听，B端说话A端接听，不能同时说和听。

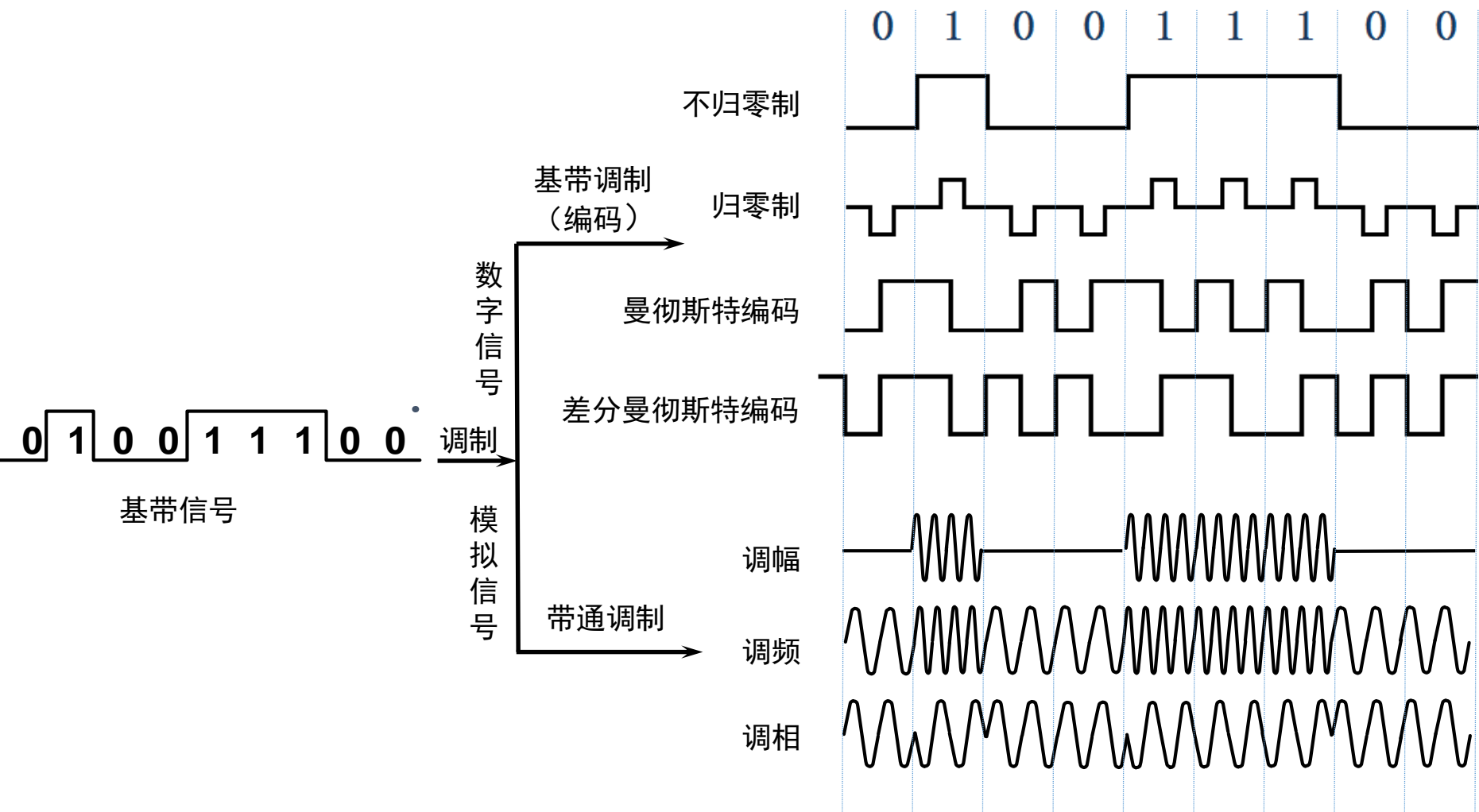
■ 双向同时通信

- 又称全双工通信，即信号可以同时双向传送。比如我们手机打电话，听和说可以同时进行的。

2.3.3调制

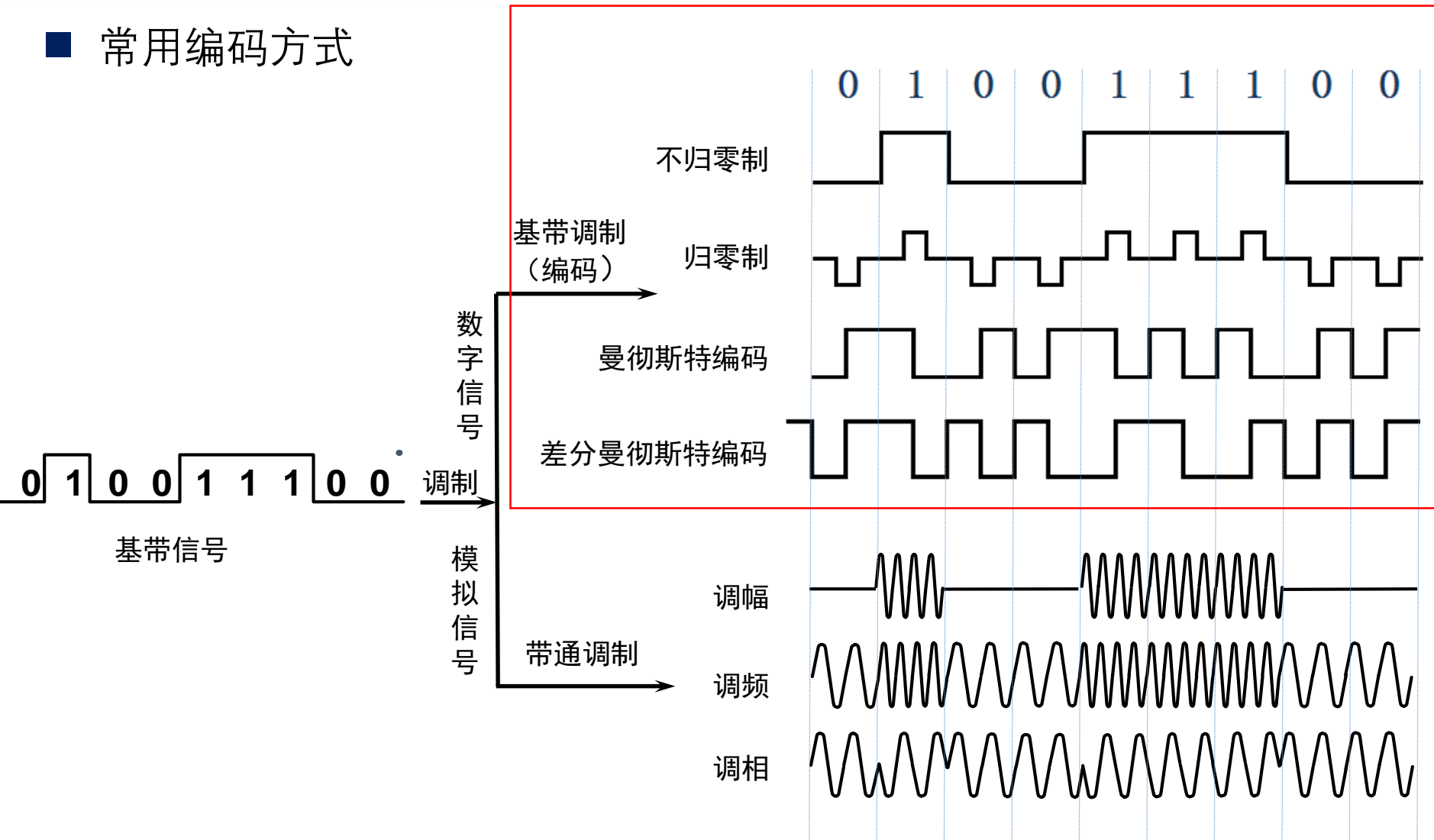
- 来自信源的信号通常称为基带信号（即基本频带信号）。
- 调制可以分为两大类。
 - 一类仅仅对基带信号的波形进行变换，使它能够与信道特性相适应。变化后的信号仍然是基带信号，这类调制称为基带调制。由于这种基带调制十八数字信号转换成另一种形式的数字信号，因此大家更愿意把这种过程称为编码（coding）
 - 另一类则需要使用载波（carrier）进行调制，把基带信号的频率范围搬移到较高的频段以便在信道中传输，经过载波调制后的信号称为带通信号（即仅在一段频率范围内能够通过信道），而使用载波的调制称为带通调制。

2.3.3调制



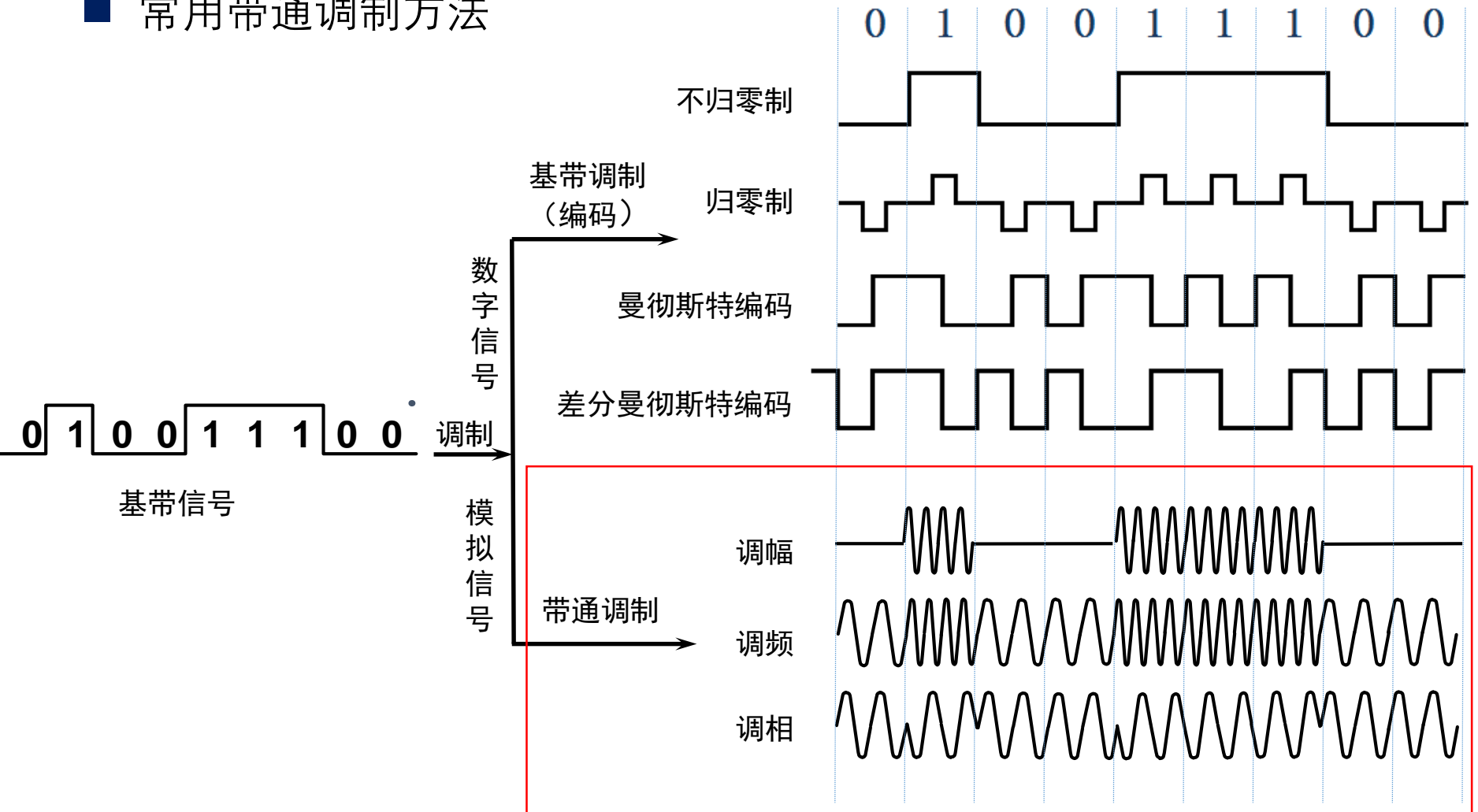
2.3.3调制

■ 常用编码方式



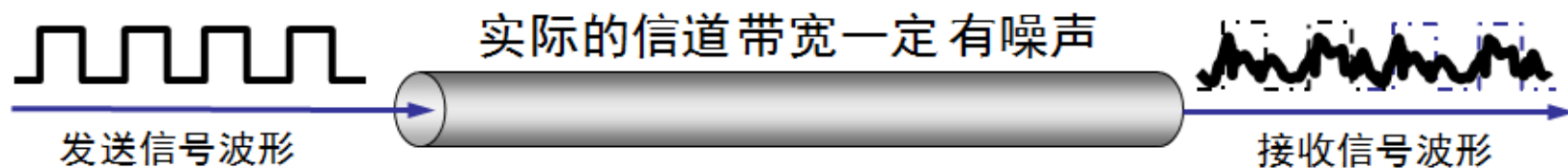
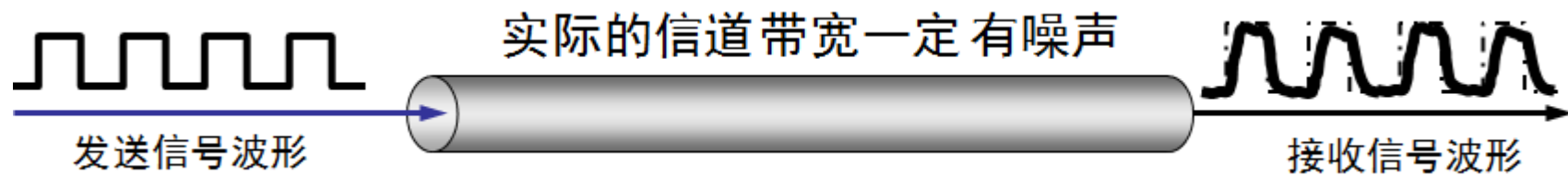
2.3.3调制

■ 常用带通调制方法



2.3.4信道极限容量

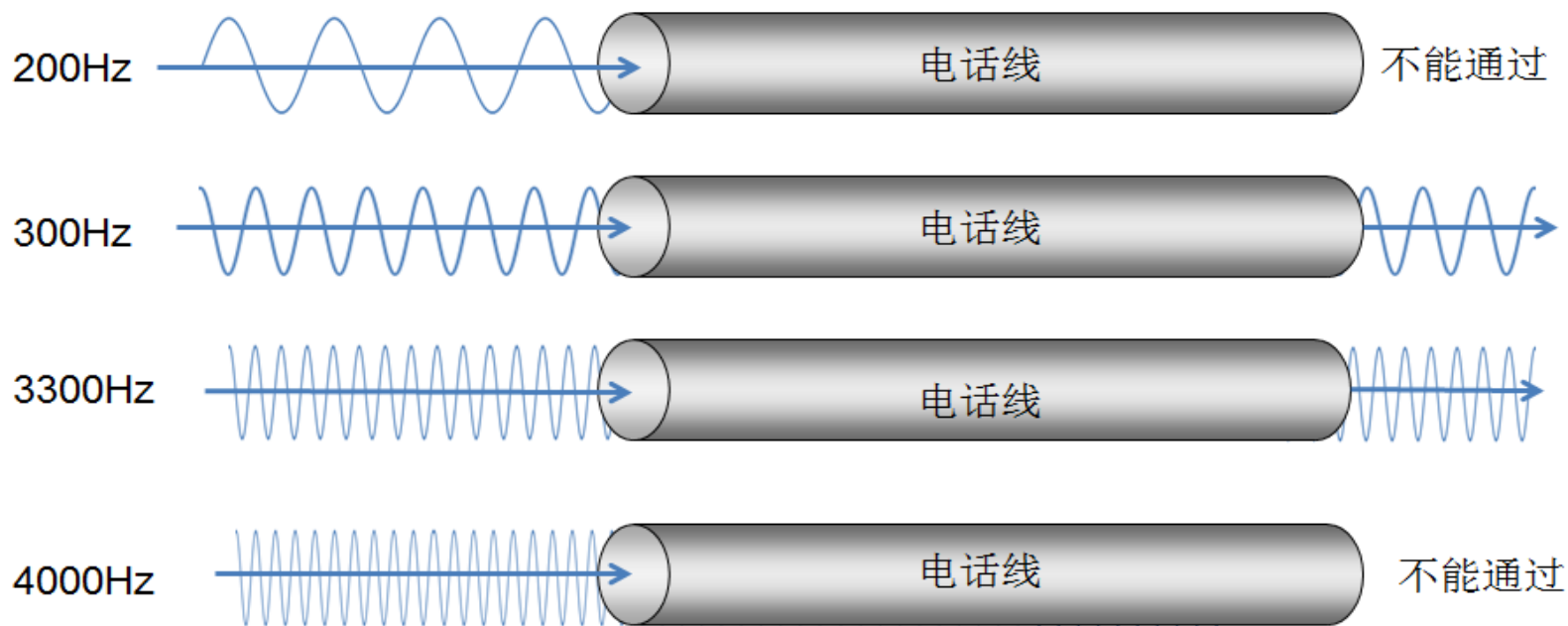
■ 有失真但可识别



2.3.4信道极限容量

■ 信道带宽

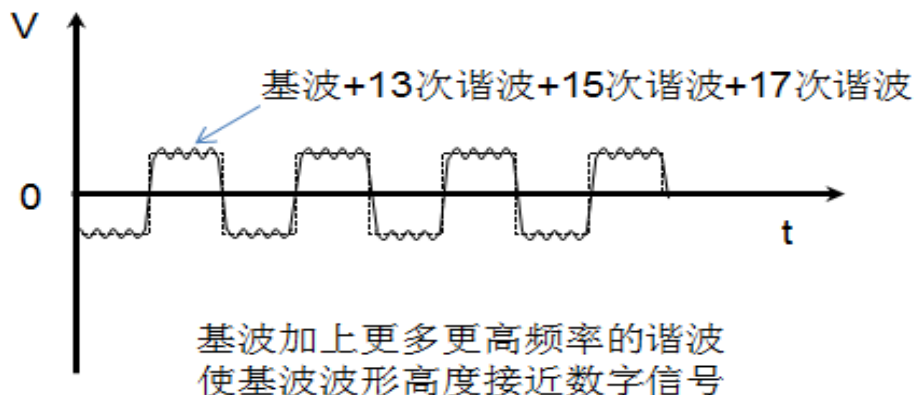
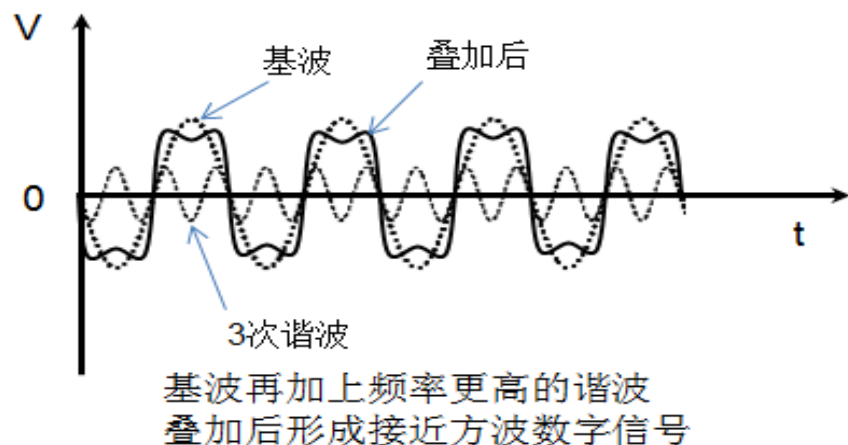
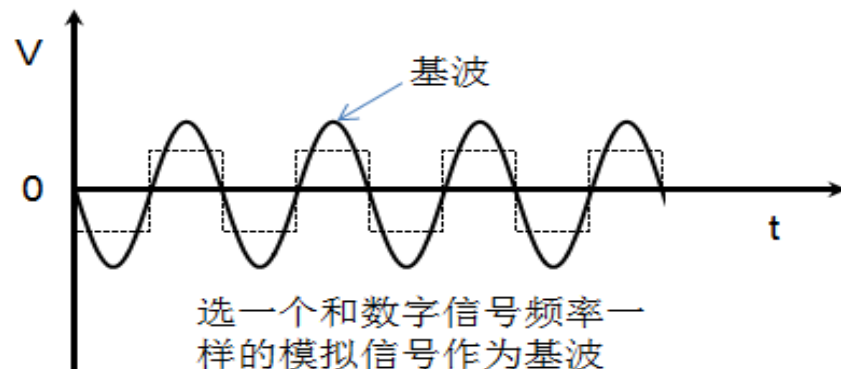
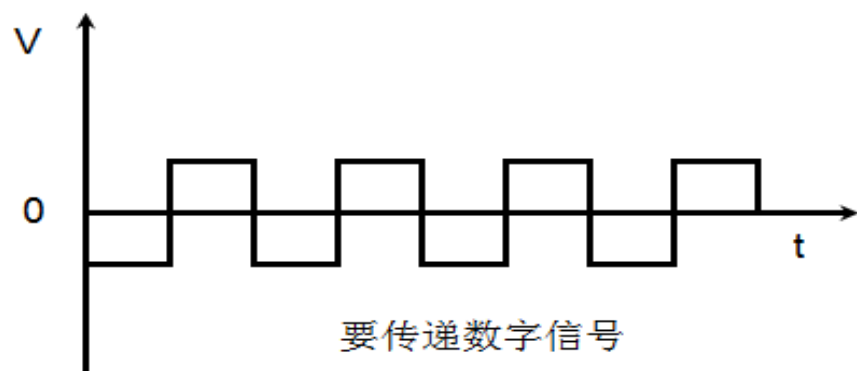
- 信道带宽=能够通过最高频率-最低频率



2.3.4信道极限容量

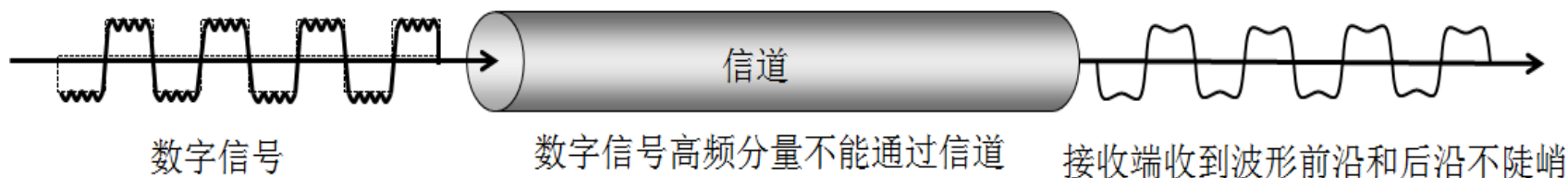
■ 模拟信号谐波成数字信号

数字信号是由基波加上谐波叠加而成



2.3.4信道极限容量

■ 数字信号高频带宽不能通过



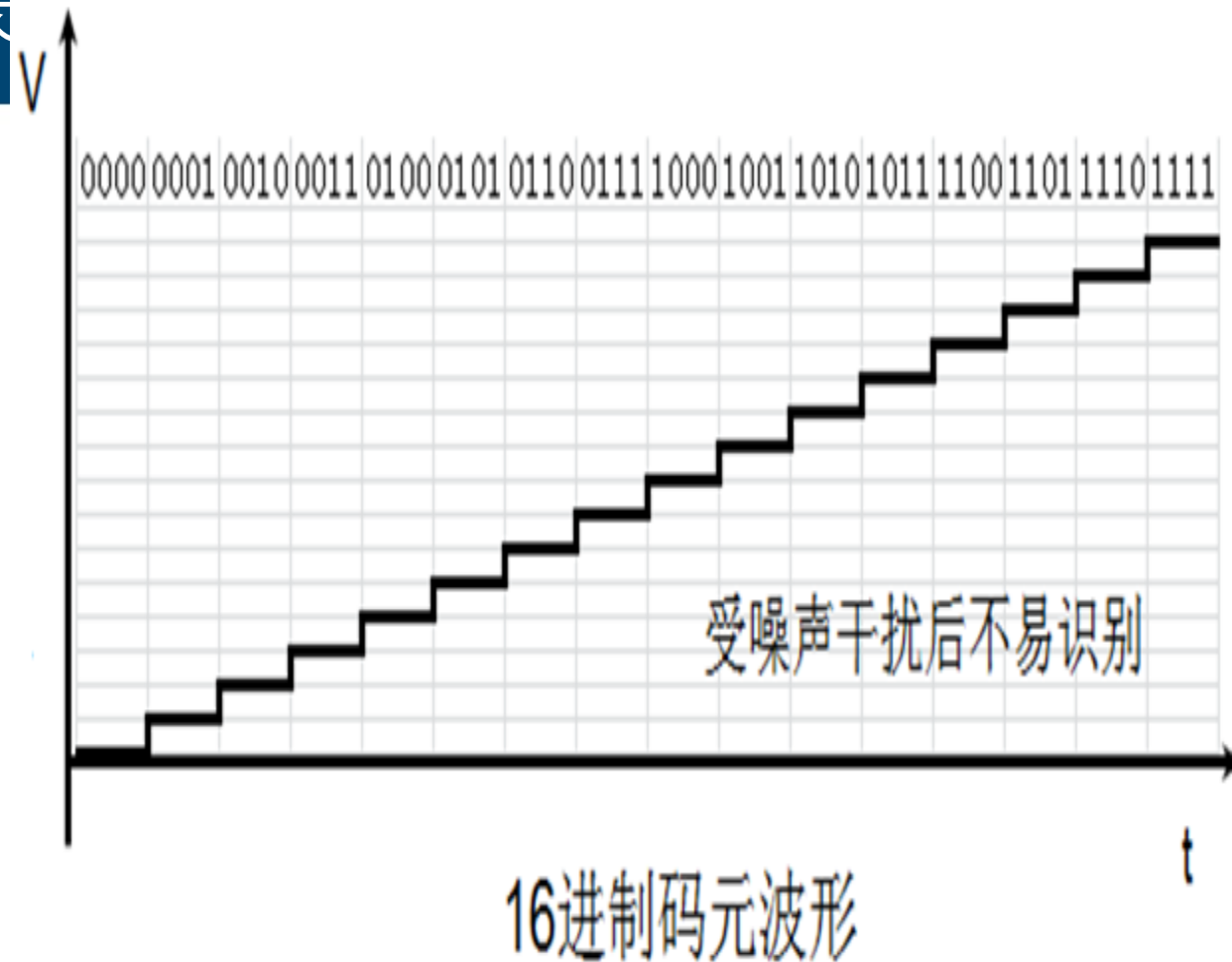
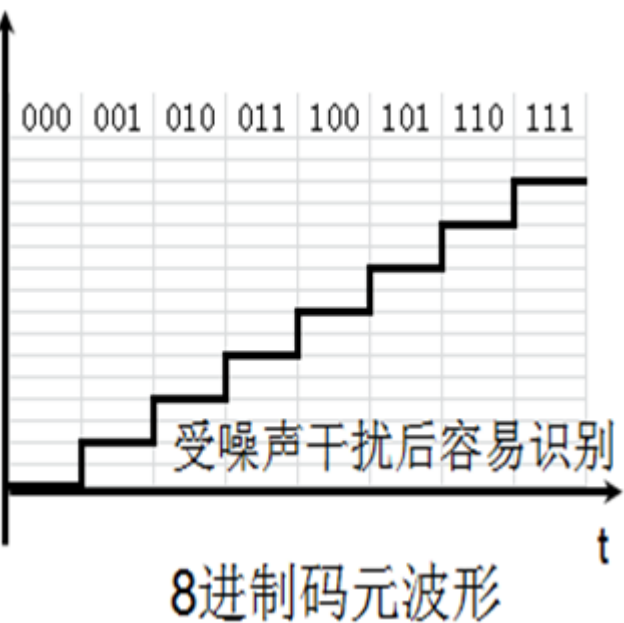
问题，使接收端对码元的判决（即识别）成为不可能。

- 如果信道的频带越宽，也就是能够通过的信号高频分量越多，那么就可以使用更高速率传递码元而不出现码间串扰。

理想低通信道的最高码元传输速率=2WBaud

- W是理想低通信道的带宽，单位为HZ。
- Baud是波特，是码元传输速率的单位。
- 使用奈氏准则给出的公式，可以根据信道的带宽，计算出码元的最高传输速率。

在码元传输速率一定的情况下提高数据传输速率



2.3.4信道极限容量

■ 香农公式（适用于模拟信号和数字信号）

- 有噪声的信道的极限信息传输速率C：

$$C=W \log_2 (1+S/N) \quad (\text{b/s})$$

- 式中，W为信道的带宽（以Hz为单位）；S为信道内所传信号的平均功率；N为信道内部的高斯噪声功率

■ 信噪比

- 所谓信噪比就是信号的平均功率和噪声的平均功率之比，常记为S/N，并用分贝（dB）作为度量单位。即：

$$\text{信噪比 (dB)} = 10\log_{10} (S/N) \quad (\text{dB})$$

- 例如，当S/N=10时，信噪比为10dB，而当S/N=1000时，信噪比为30dB。

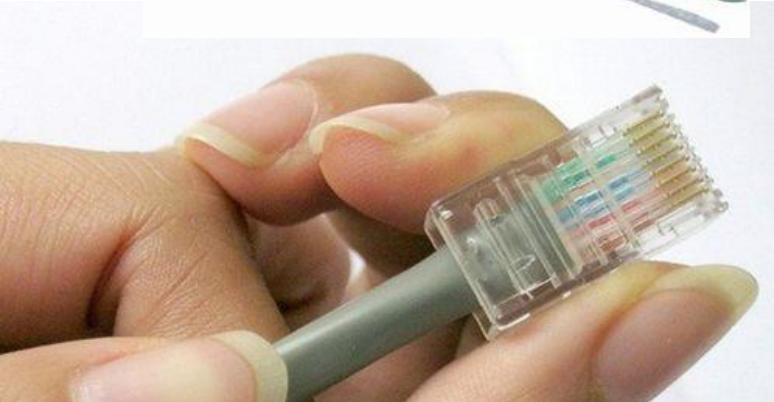
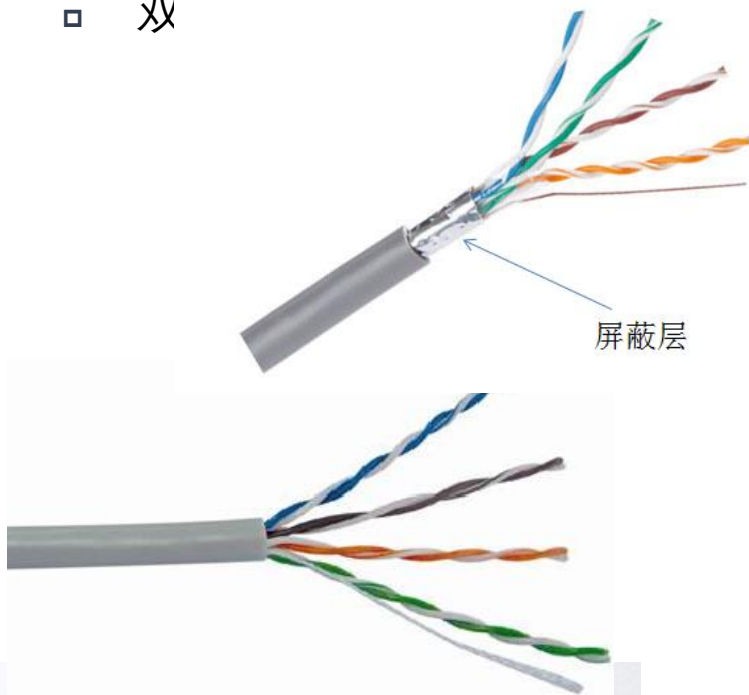
2.4传输媒体

- 导向传输媒体
- 非引导型传输媒体

2.4传输媒体

■ 导向传输媒体

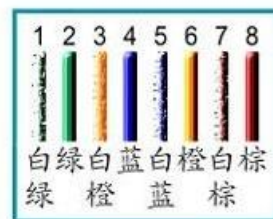
□ 双绞线



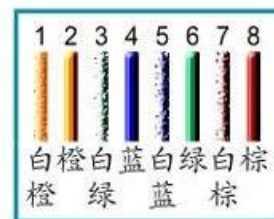
网线RJ-45接头(水晶头)排线示意图



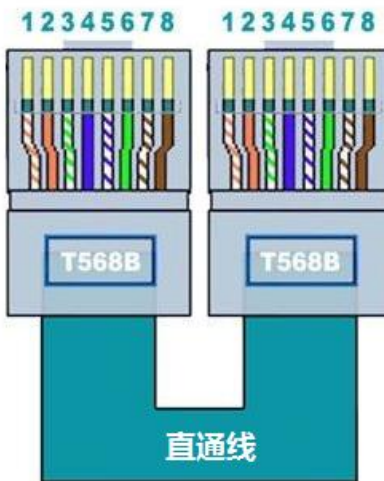
RJ-45接头



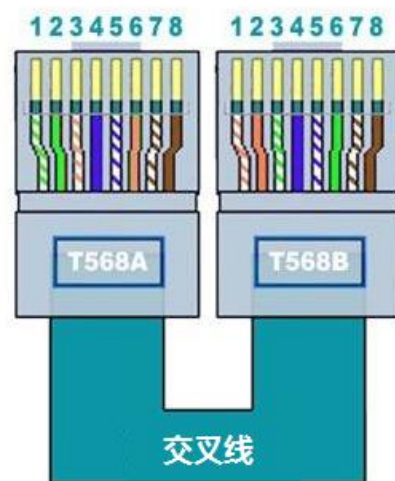
T568A



T568B



直通线



交叉线

一、直连线互连

网线的两端均按 T568B 接

1. 电 脑 ↔ ADSL 猫
2. ADSL 猫 ↔ ADSL 路由器的 WAN 口
3. 电 脑 ↔ ADSL 路由器的 LAN 口
4. 电 脑 ↔ 集线器或交换机

二、交叉互连

网线的一端按 T568B 接, 另一端按 T568A 接

1. 电 脑 ↔ 电 脑, 即对等网连接
2. 集线器 ↔ 集线器
3. 交换机 ↔ 交换机
4. 路由器 ↔ 路由器

2.4传输媒体

■ 导向传输媒体

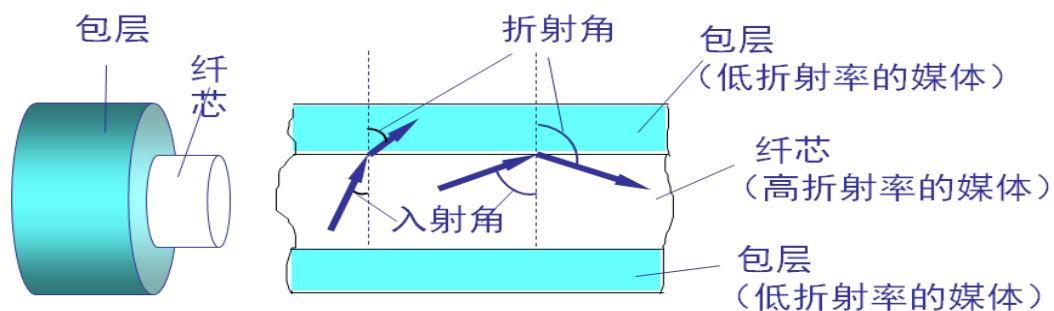
□ 同轴电缆

□ 光缆

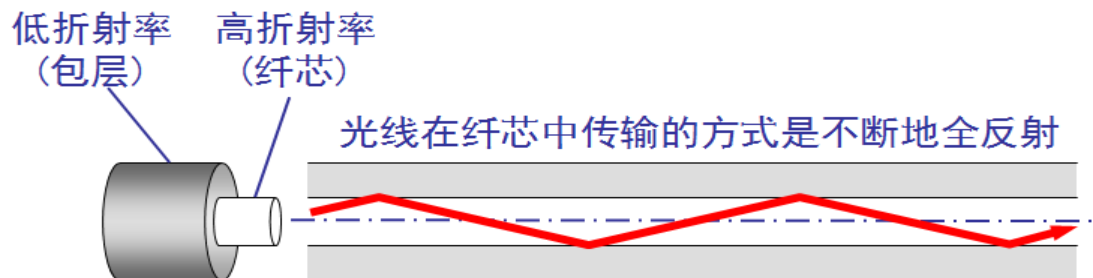


2.4传输媒体

■ 光纤



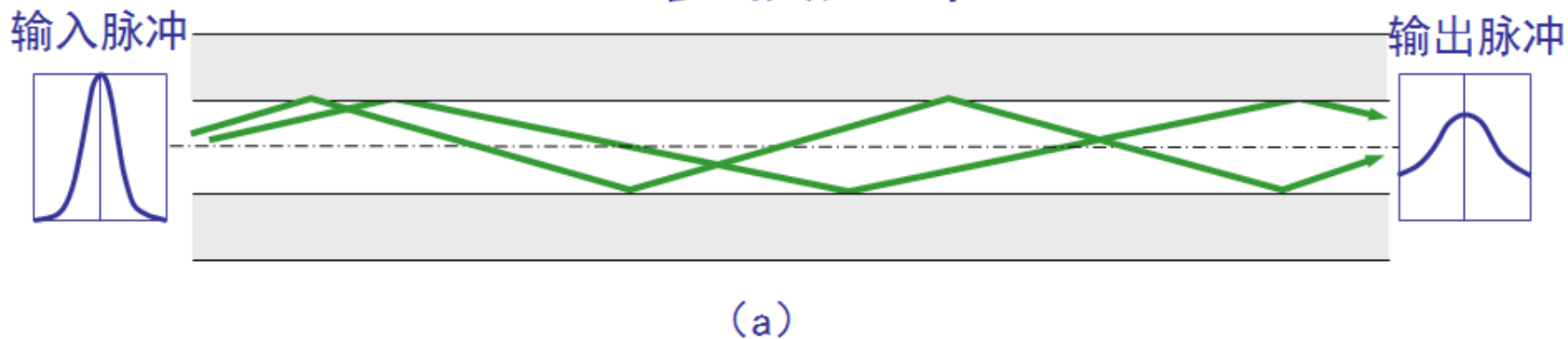
光线在光纤中折射



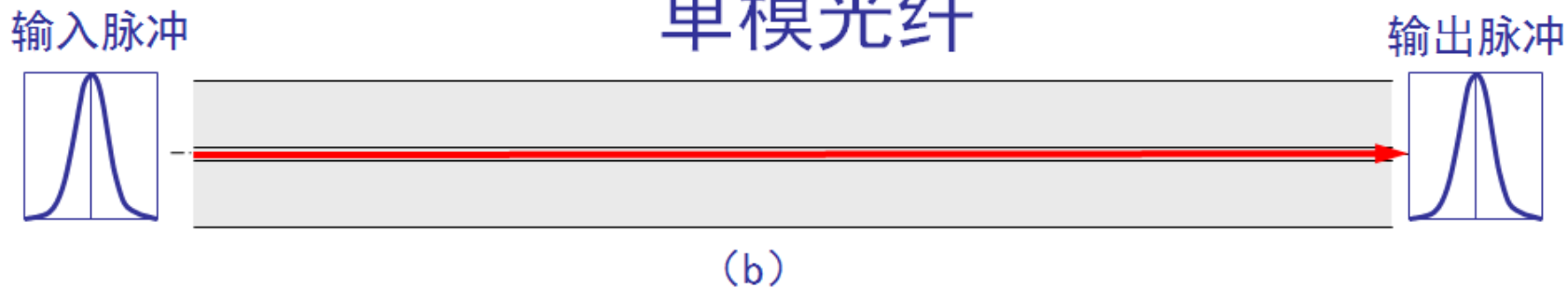
光波在纤芯中的传播

2.4传输媒体

多模光纤



单模光纤



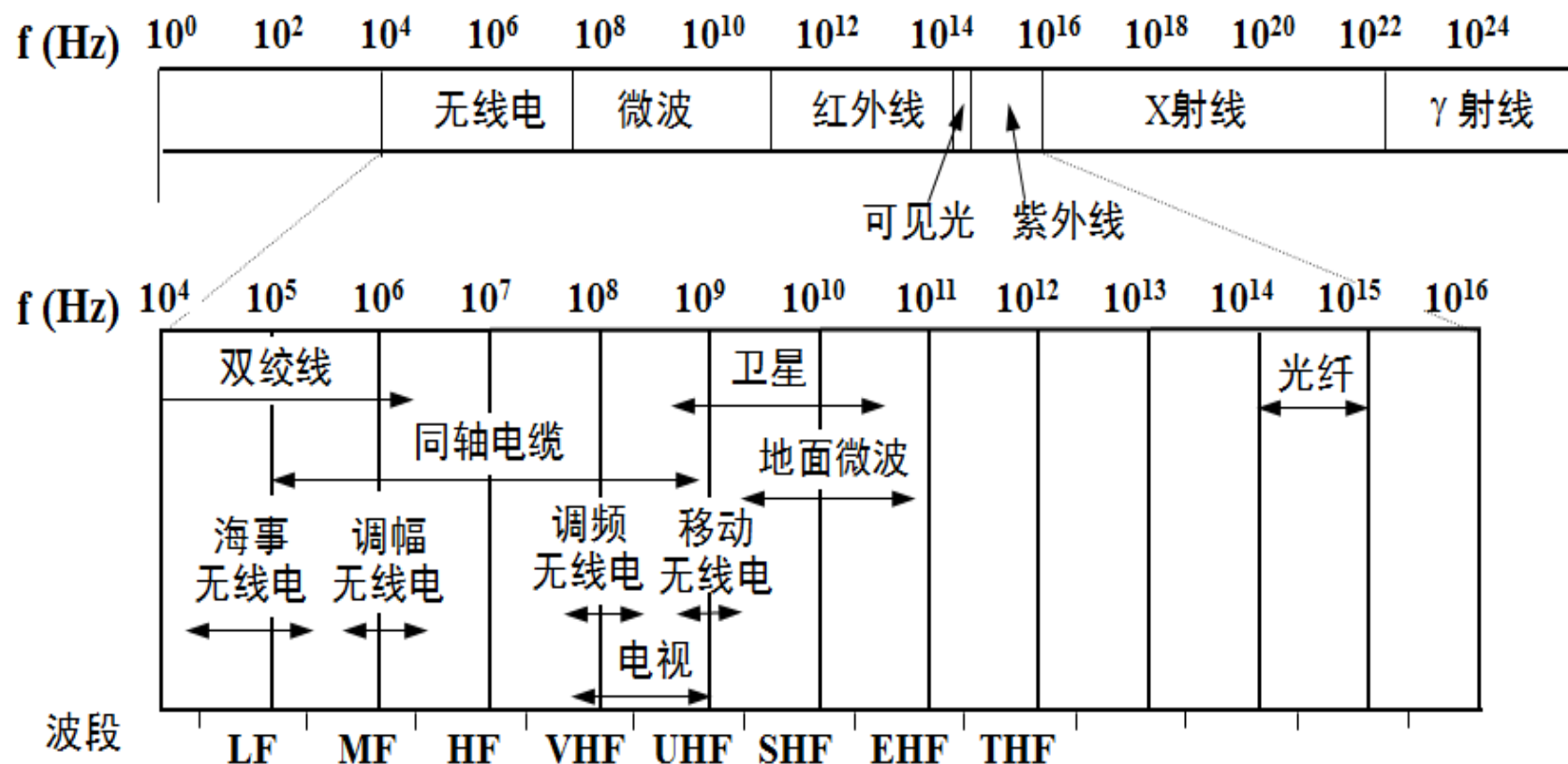
单一模光纤的光源要使用昂贵的半导体激光器，而不能使用较便宜的发光二极管。但单模光纤的衰耗较小，在2.5Gb/s的高速率下可传输数十公里而不必采用中继器。

2.4传输媒体

- 光纤不仅具有通信容量非常大的优点，而且还具有其他的一些特点：
 - 传输损耗小，中继距离长，对远距离传输特别经济。
 - 抗雷电和电磁干扰性能好。这在有大电流脉冲干扰的环境下尤为重要。
 - 无串音干扰，保密性好，也不易被窃听或截取数据。
 - 体积小，重量轻。

2.4.2非引导型传输媒体

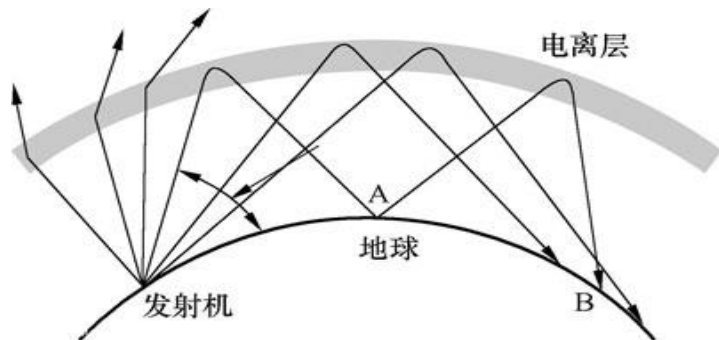
■ 无线电频段



2.4.2非引导型传输媒体

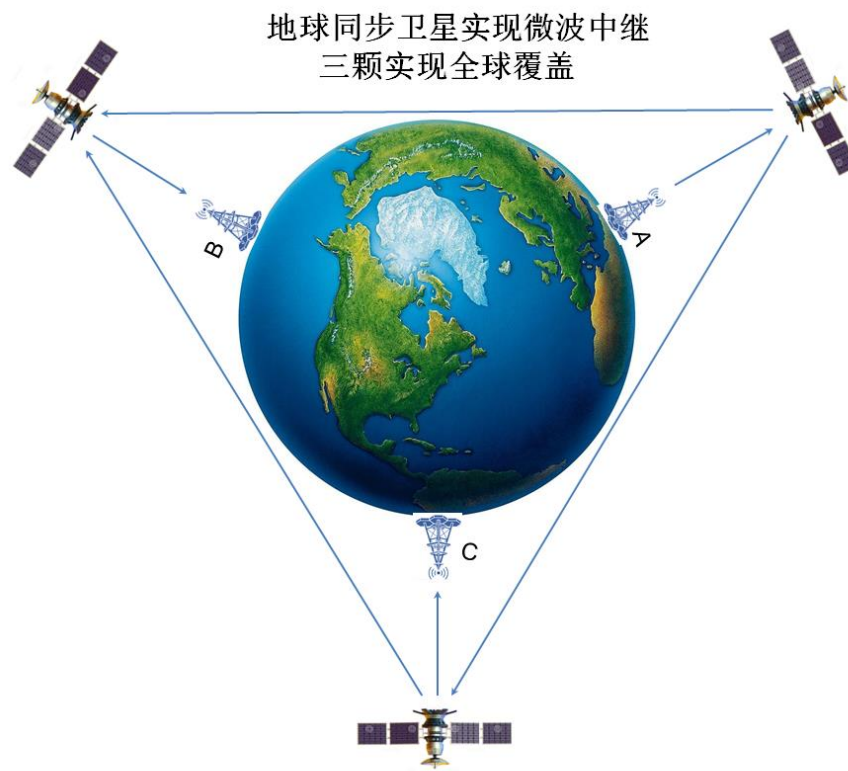
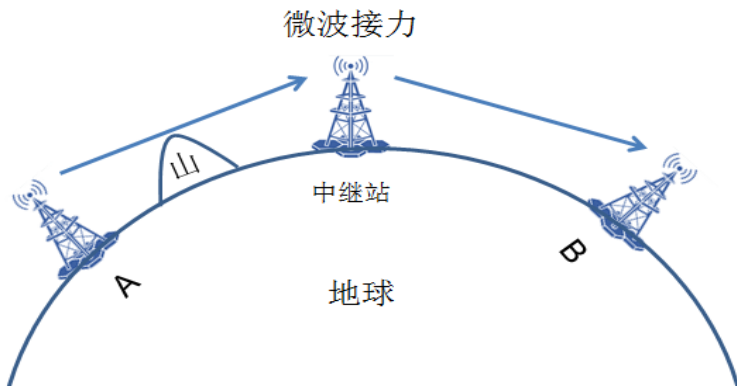
■ 短波通信

- 短波通信即高频通信，主要是靠电离层的反射。



■ 微波通信

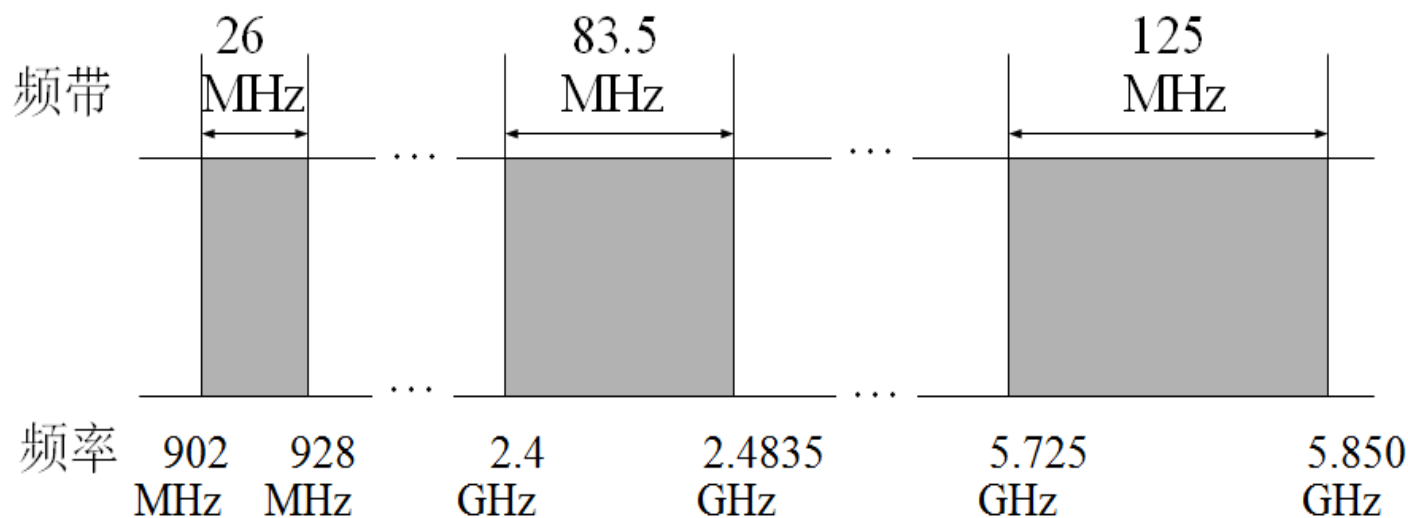
- 微波在空间主要是直线传播



2.4.2非引导型传输媒体

■ 无线局域网

要使用某一段无线电频谱进行通信，通常必须得到本国政府有关无线电频谱管理机构的许可证。但是，也有一些无线电频段是可以自由使用的（只要不干扰他人在这个频段中的通信），这正好满足计算无线局域网的需求。

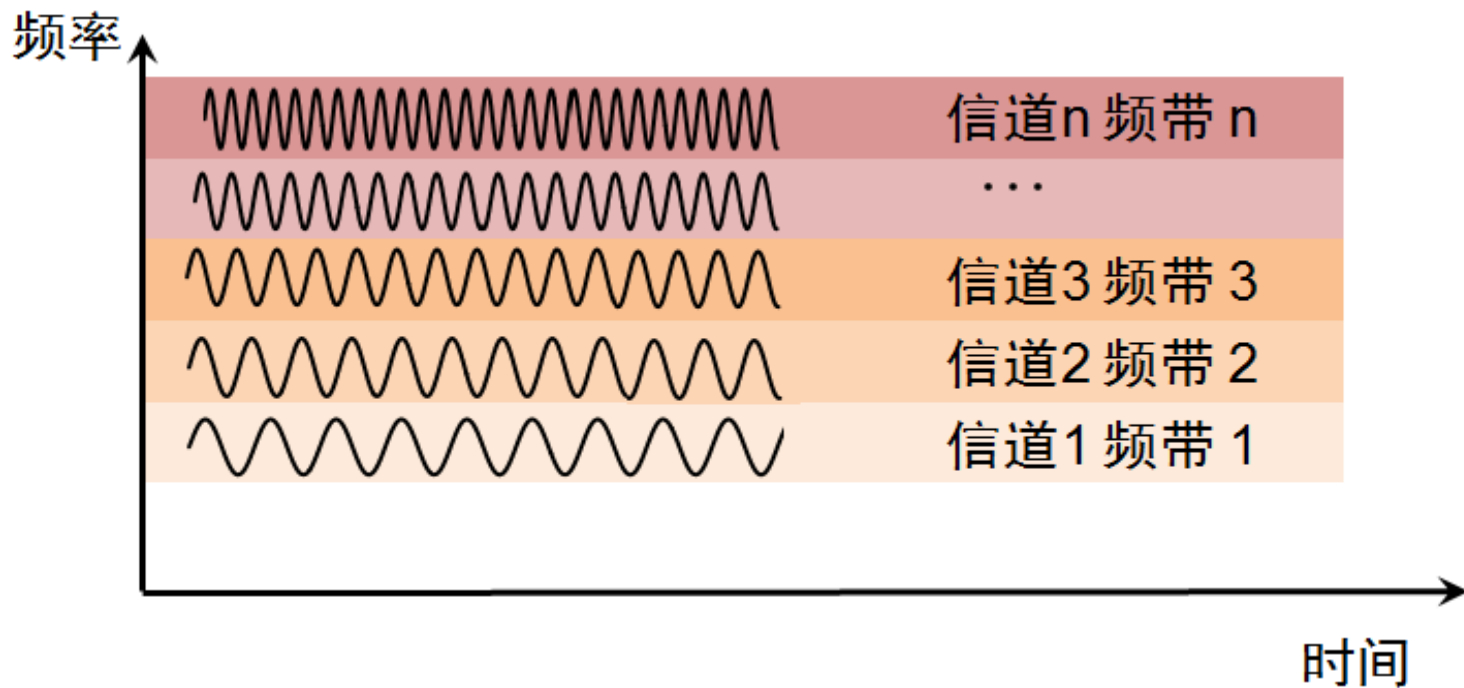


2.5信道复用技术

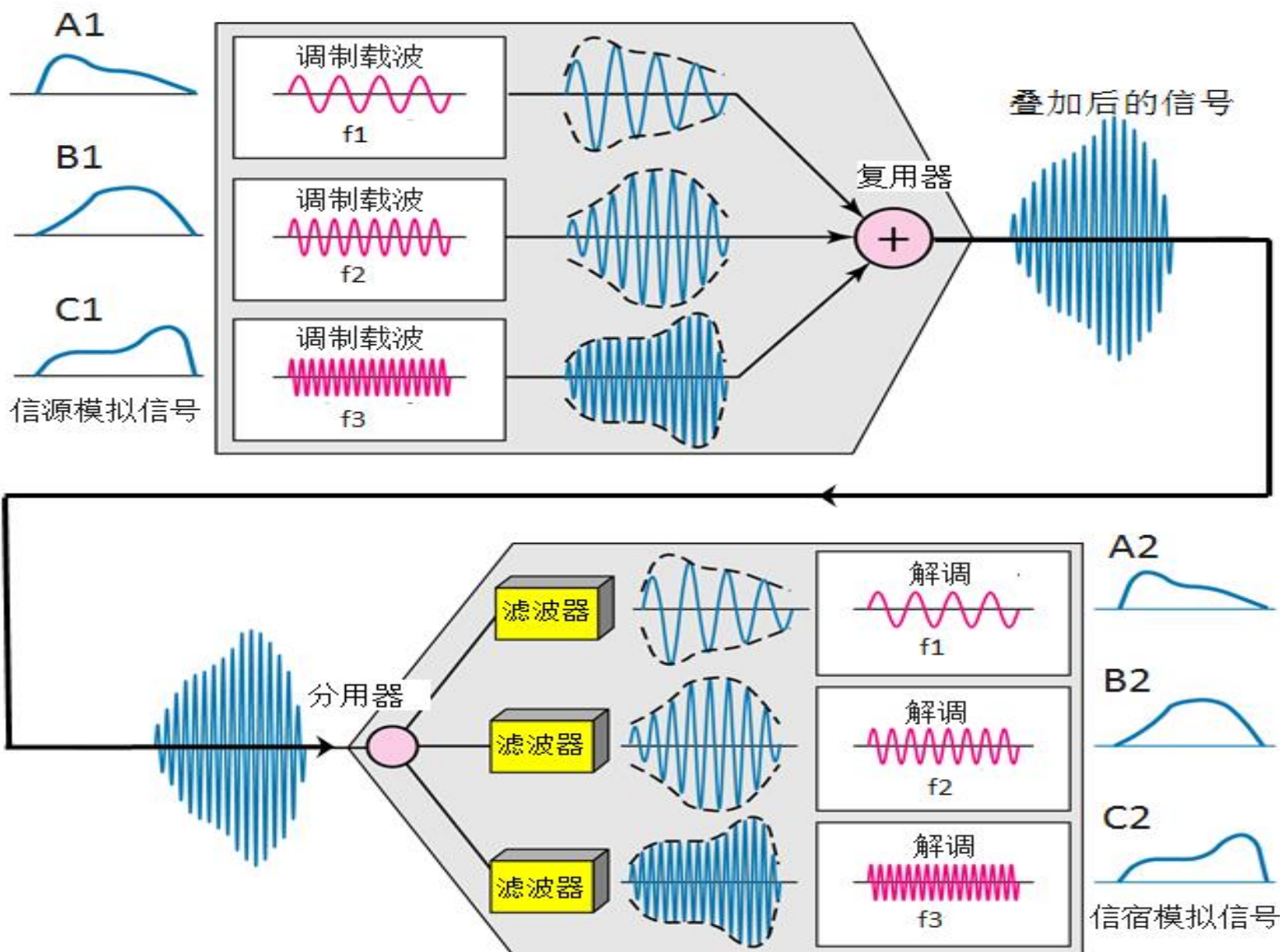
- 2.5.1频分复用
- 2.5.2时分复用
- 2.5.3波分复用
- 2.5.4码分复用

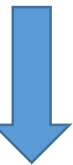
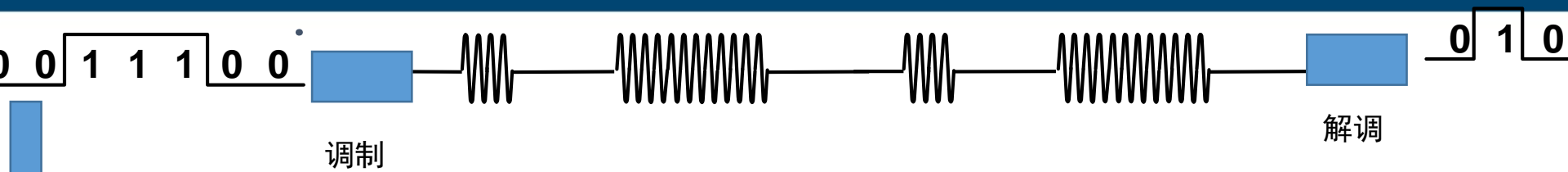
2.5.1 频分复用

- 频分复用FDM (Frequency Division Multiplexing) 适合于模拟信号。



2.5.1 频分复用





0 1 0 .

1 1 0

0 0 1



调制



解调

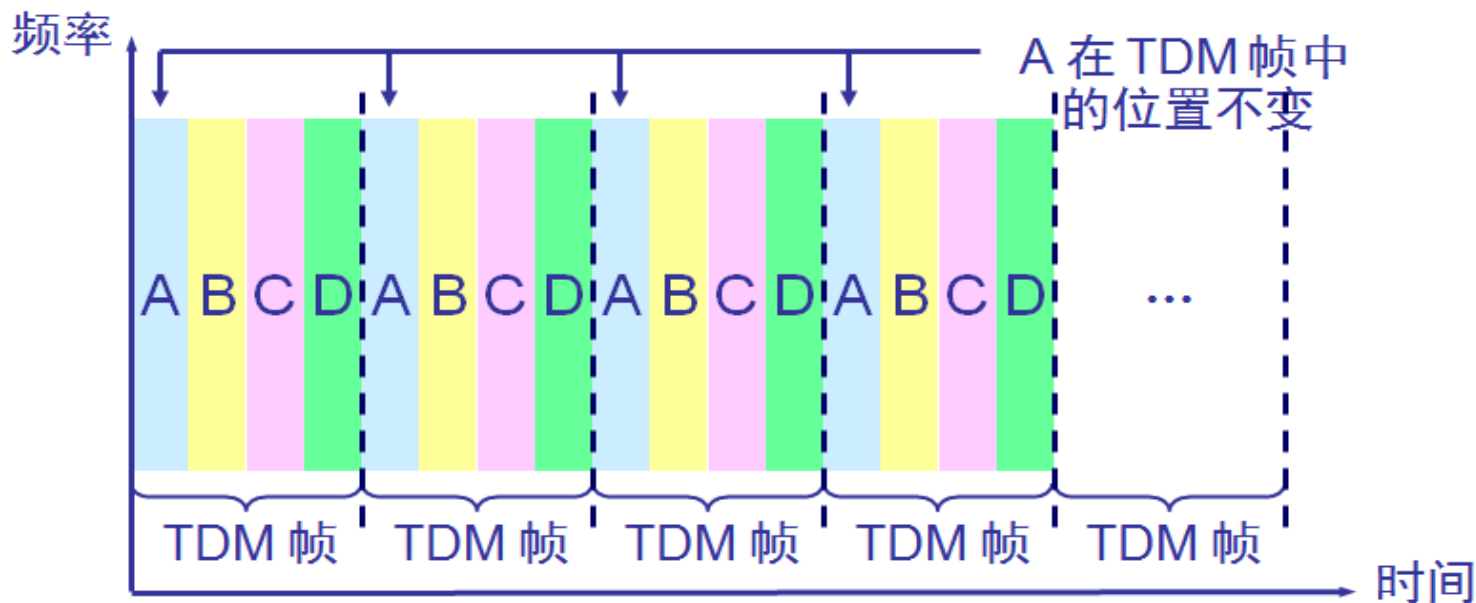
0 1

1 1

0 0

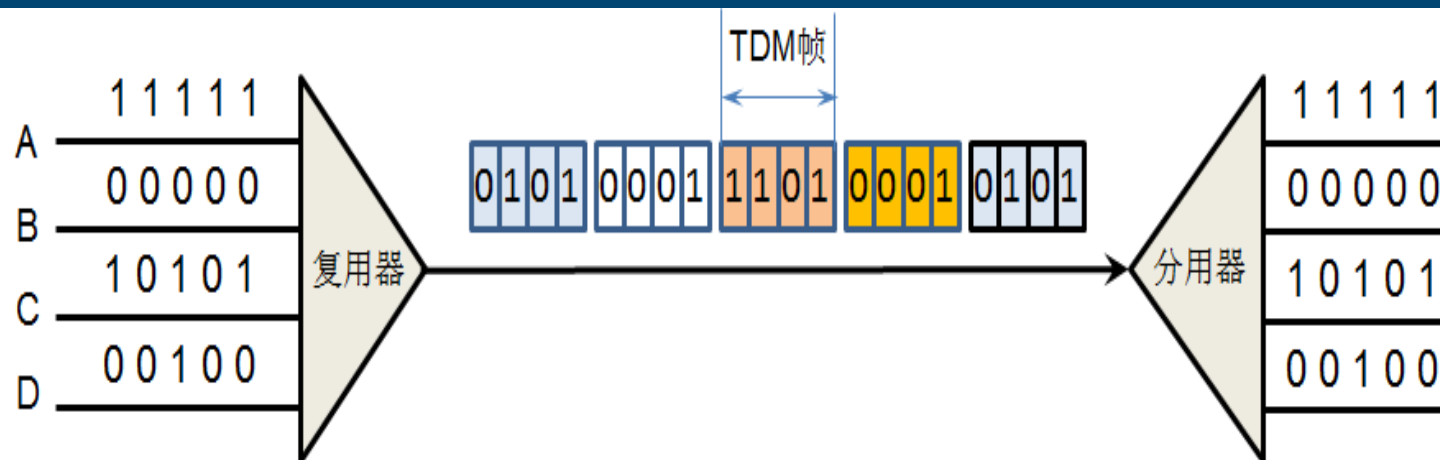
2.5.2时分复用

- 数字信号的传输更多使用时分复用（Time Division Multiplexing, TDM）技术。
 - 时分复用采用同一物理连接的不同时段来传输不同的信号，时分复用则是将时间划分为一段段等长的时分复用帧（TDM帧）。



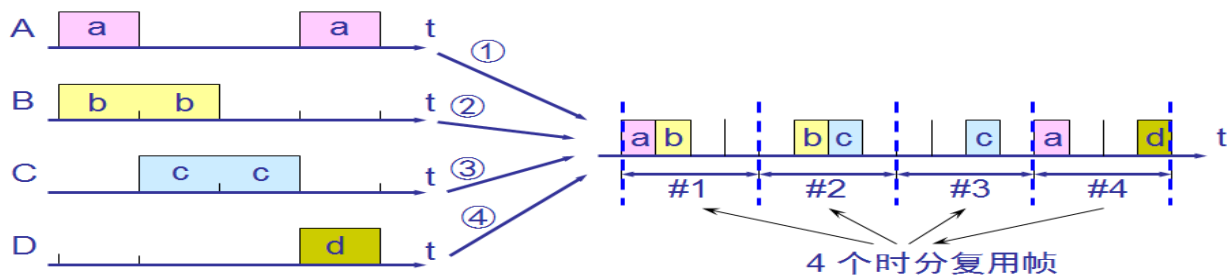
2.5.2时分复用

■ 时分复用



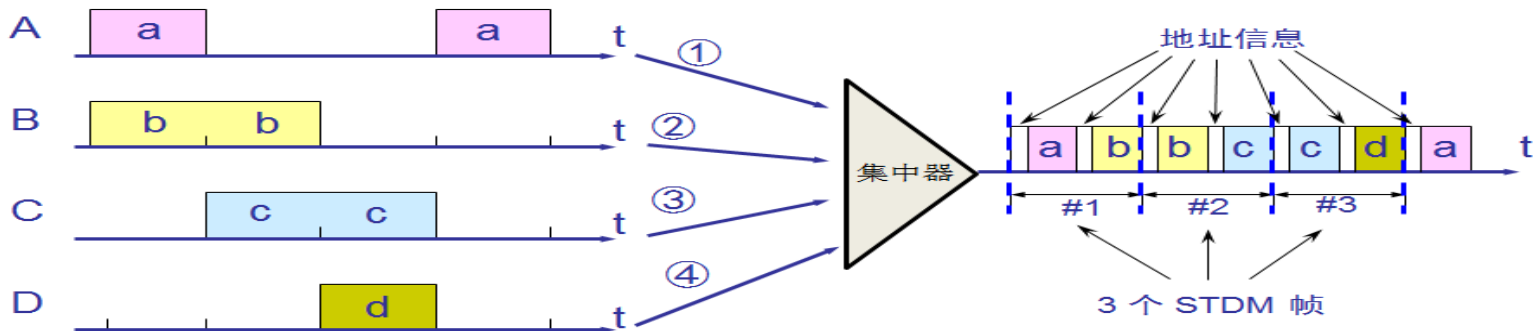
用户

时分复用



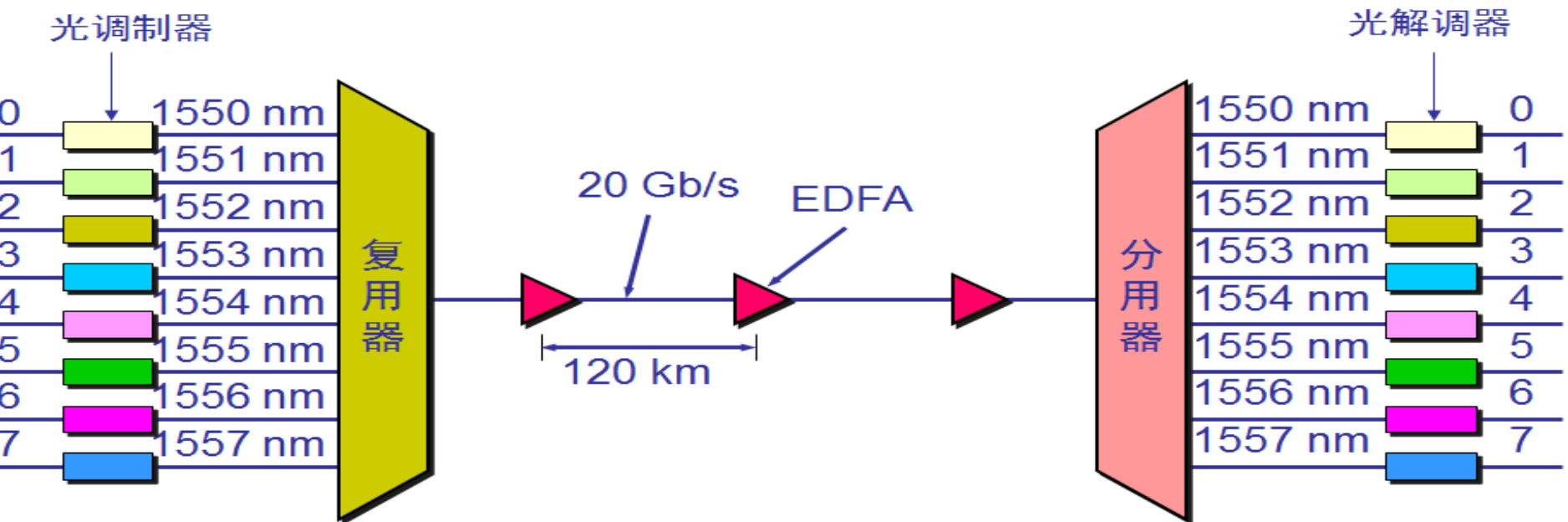
用户

统计时分复用



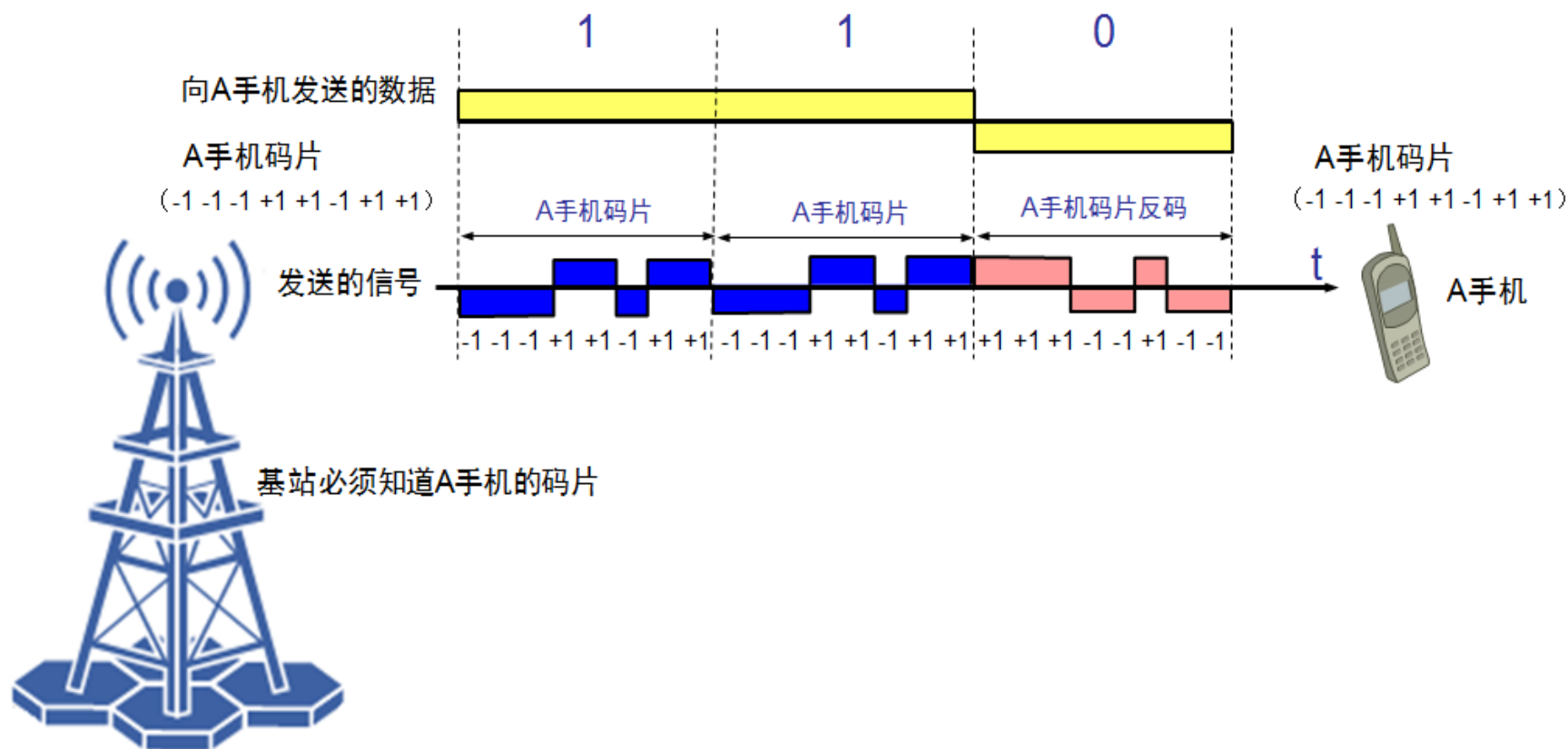
2.5.3波分复用

- 光纤技术的应用使得数据的传输速率空前提高。目前一根单模光纤的传输速率可达到2.5Gb/s。再提高传输速率就比较困难了。为了提高光纤的传输信号的速率，也可以进行频分复用，由于光载波的频率很高，因此习惯上用波长而不用频率来表示所使用的光载波。这样就得出了波分复用这一名词。



2.5.4码分复用

- 码分复用CDM (Code Division Multiplexing) 又称码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA)。是扩频通信技术 (数字技术的分支) 上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术。



2.5.4码分复用

■ 码片正交

- 什么是相互正交呢？两个不同站的码片序列正交，就是向量A和B的规格化内积（inner product）都是0，令向量A表示站A的码片向量，令B表示其他任何站的码片向量。

$$A \cdot B = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m A_i B_i = 0$$

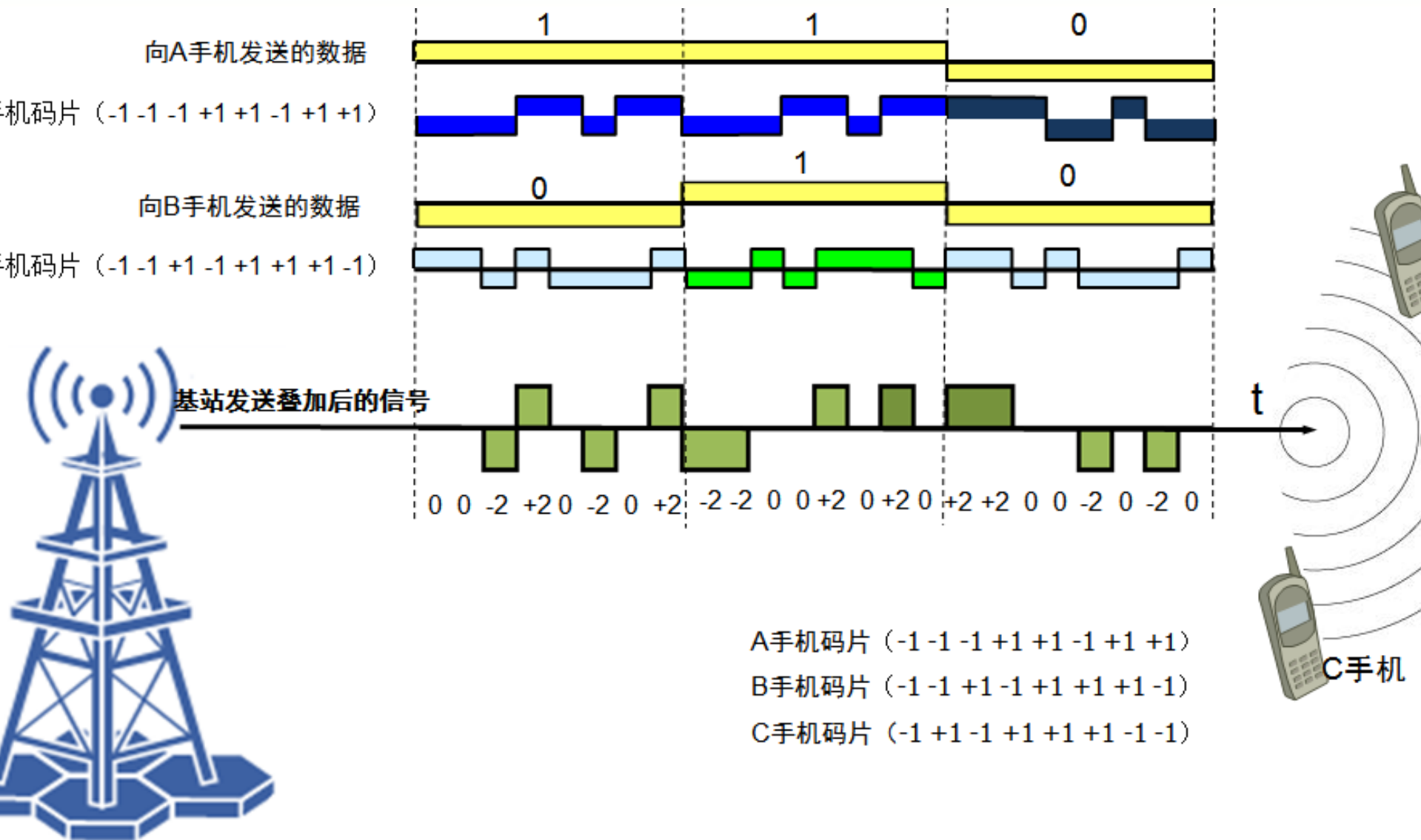
- 码片序列，自己和自己的规格化内积，为1。

$$A \cdot A = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m A_i \cdot A_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m A_i^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\pm 1)^2 = 1$$

- 自己和自己的反码序列-A规格化内积，为-1。

$$-A \cdot A = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m -A_i \cdot A_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m -A_i^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m -(\pm 1)^2 = -1$$

2.5.4码分复用



2.5.4码分复用

- 假如基站发送了码片序列 $(0 \ 0 \ -2 \ +2 \ 0 \ -2 \ 0 \ +2)$ 。
 - A手机的码片序列为 $(-1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1)$
 - B手机码片序列为 $(-1 \ -1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1)$
 - C手机码片序列为 $(-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$
- 问这三个手机，分别收到了什么信号？

2.6宽带接入技术

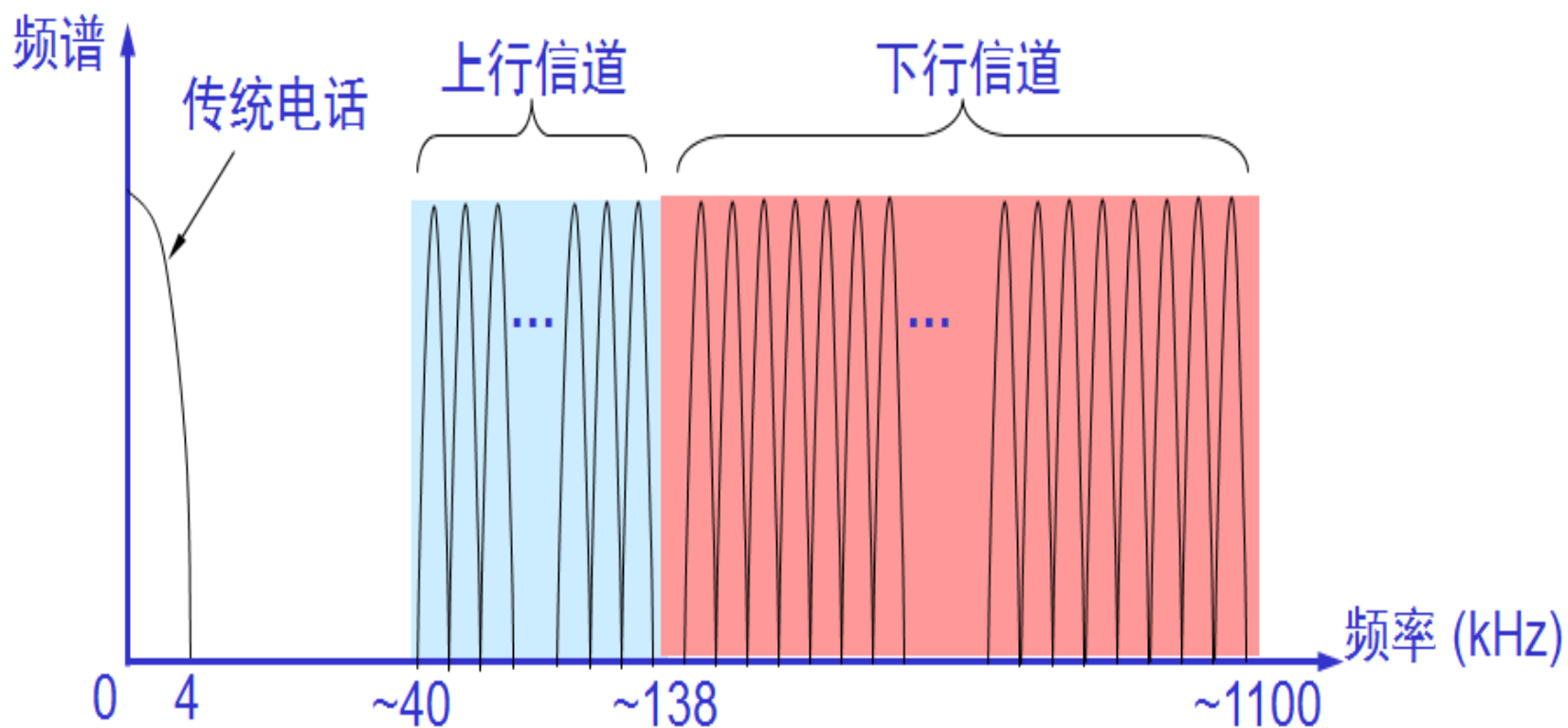
- 铜线接入技术（电话线接入Internet）
- 光纤同轴混合网（HFC网）（有线电视同轴电缆）
- 光纤接入技术（专门为小区居民铺设光缆）
- 移动互联网接入技术（手机）

2.6.1铜线接入技术

- 铜线宽带接入技术也就是xDSL（各种类型DSL（Digital Subscriber Line）数字用户线路的总称）技术，就是用数字技术对现有的模拟电话用户线进行改造，使它能够承载宽带业务。
- ADSL属于DSL技术的一种，全称Asymmetric Digital Subscriber Line（非对称数字用户线路），亦可称作非对称数字用户环路。**是用数字技术对现有的模拟电话用户线进行改造，使其能够承载带宽数字业务。**ADSL考虑了用户访问Internet的主要是获取网络资源，更多的下载流量，较少的上行流量，因此ADSL上行和下行带宽设计成为不对称。上行指从用户到ISP，而下行指从ISP到用户。

2.6.1铜线接入技术

■ ADSL信道



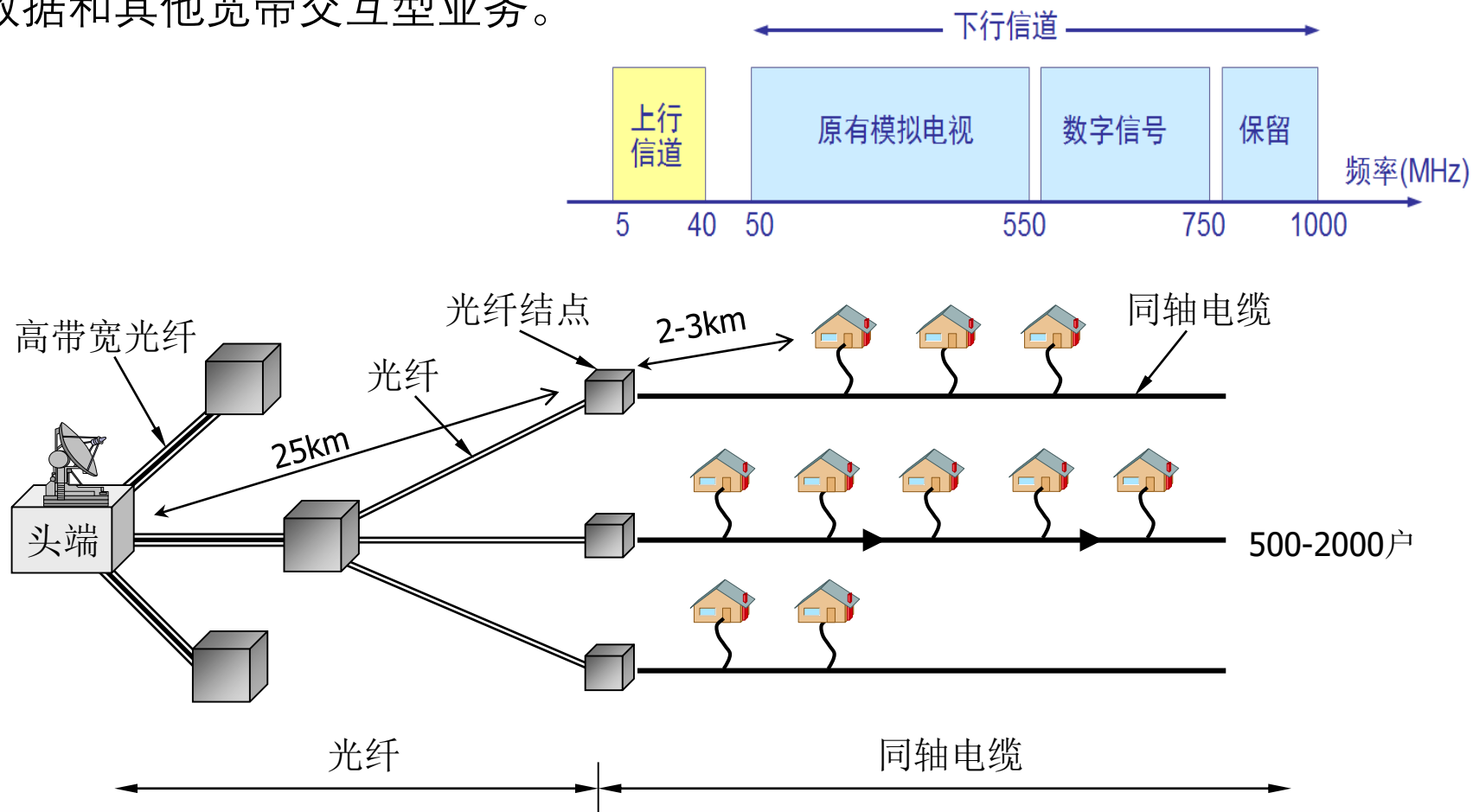
2.6.1铜线接入技术

■ 基于ADSL的接入网的组成



2.6.2 光纤同轴混合网 (HFC网)

- 光纤同轴混合网 (HFC网) 在1988年被提出, HFC是Hybrid Fiber Coax的缩写。HFC网是在目前覆盖面很广的有线电视网CATV的基础上开发的一种居民宽带接入网。HFC网除可传送CATV外, 还提供电话、数据和其他宽带交互型业务。



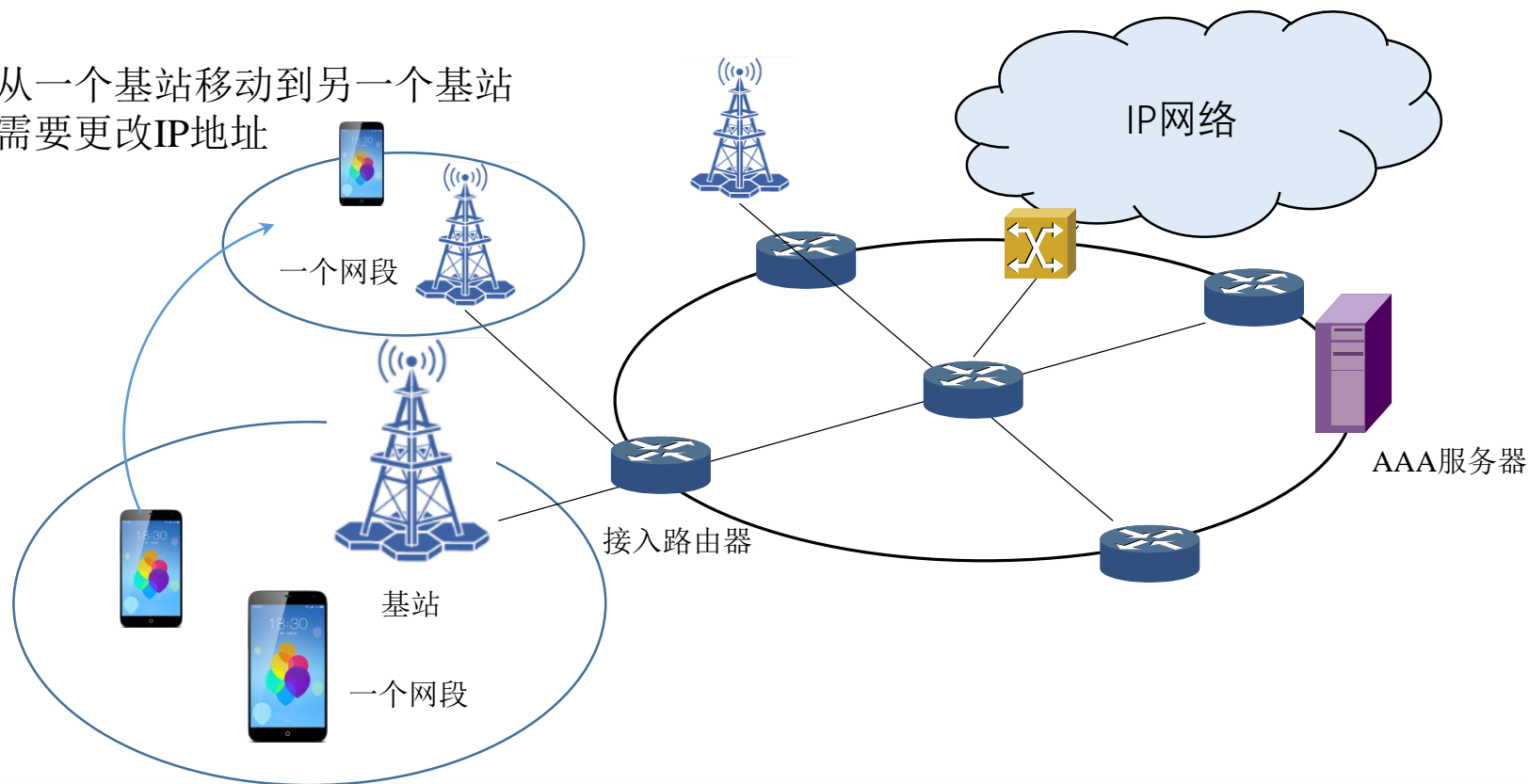
2.6.3 光纤接入技术

- 从技术上讲，光纤到户FTTH（Fiber To The Home）应当是最好的选择。所谓光纤到户，就是把光纤一直铺设到用户家庭，在用户的家中才把光信号转换成电信号，这样用户可以得到更高的上网速率。
- 根据光纤到用户的距离来分类，可分成光纤到小区（Fiber To The Zone即FTTZ）、光纤到路边（Fiber To The Curb即FTTC）、光纤到大楼（Fiber To The Building即FTTB）、光纤到户（Fiber To The Home即 FTTH）以及光纤到桌面（Fiber To The Desk即FTTD）等。

2.6.4移动互联网接入技术

- 移动互联网，就是将移动通信和互联网二者结合起来，成为一体。
- 4G全IP网络

从一个基站移动到另一个基站
需要更改IP地址



2.6.4移动互联网接入技术

■ 基于子网的4G IP网络

