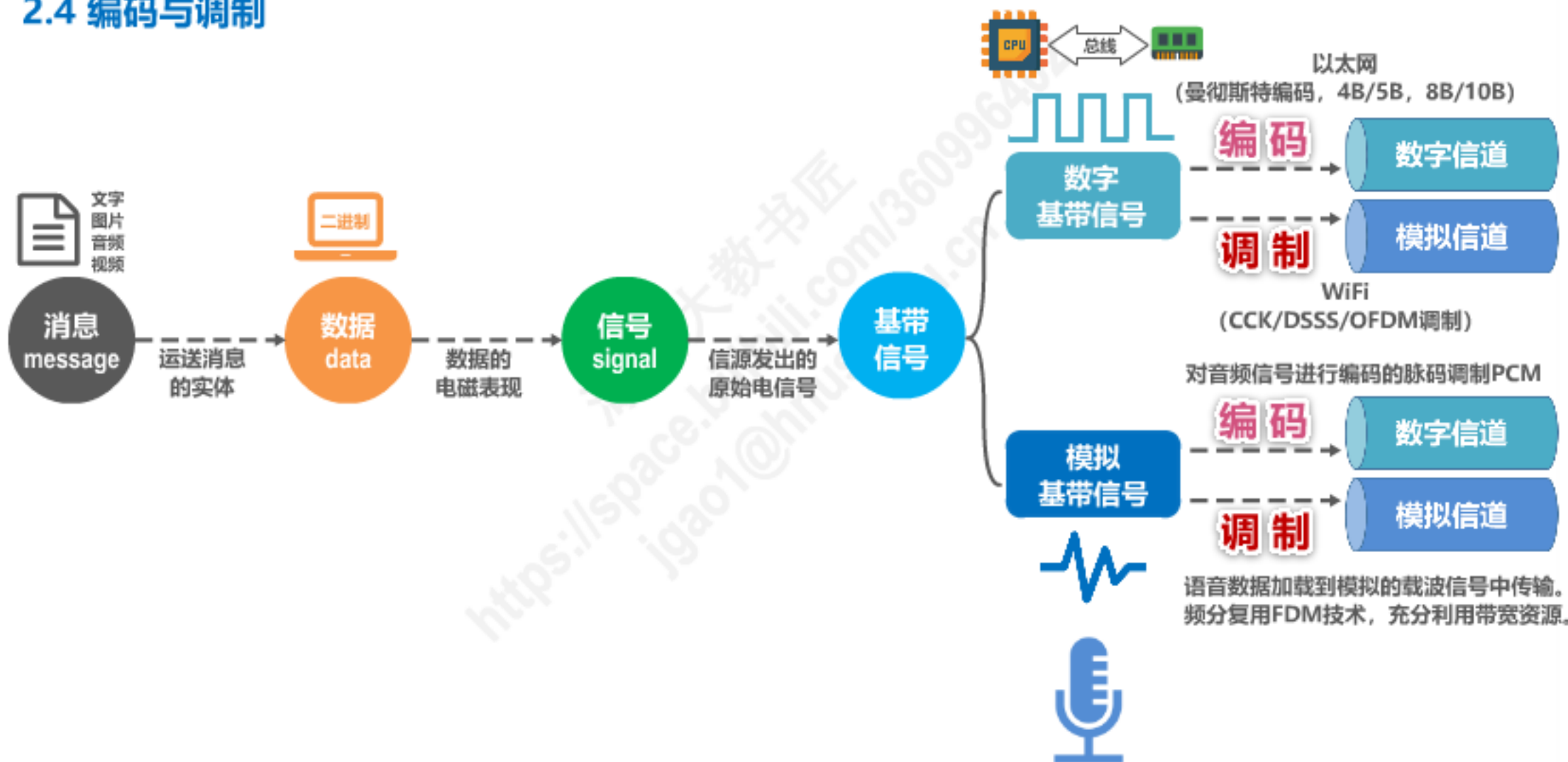


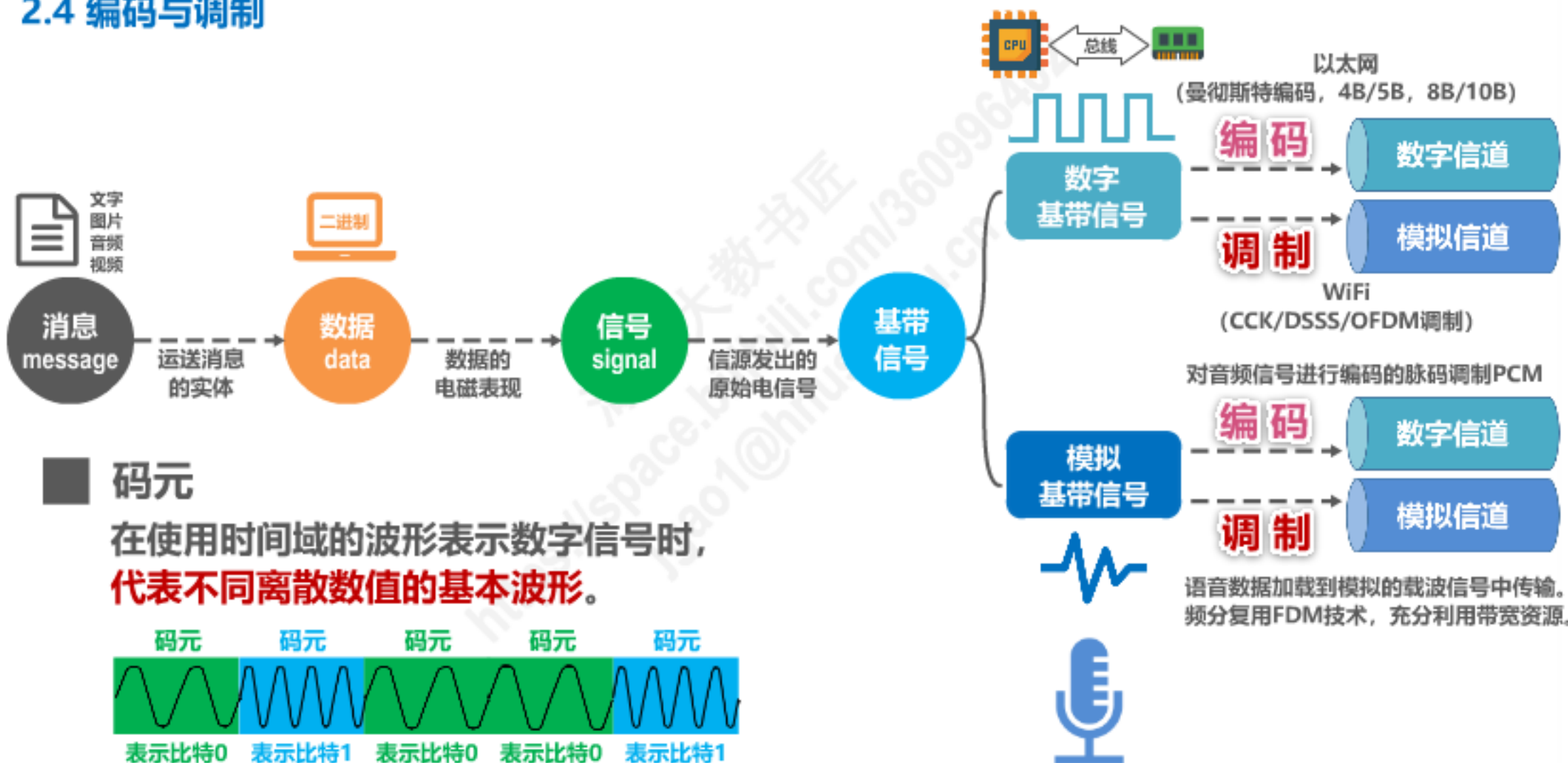
2.4 编码与调制



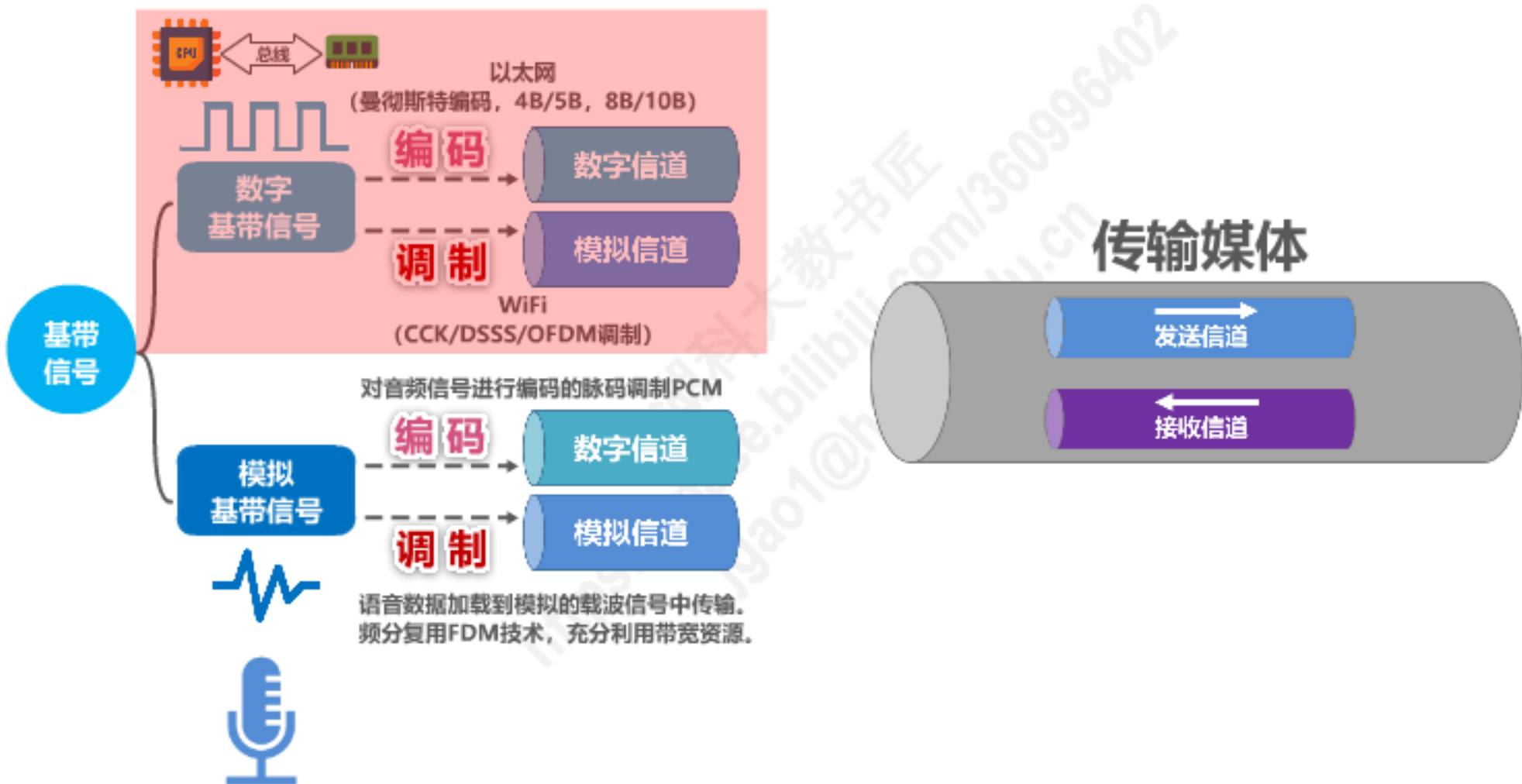
2.4 编码与调制



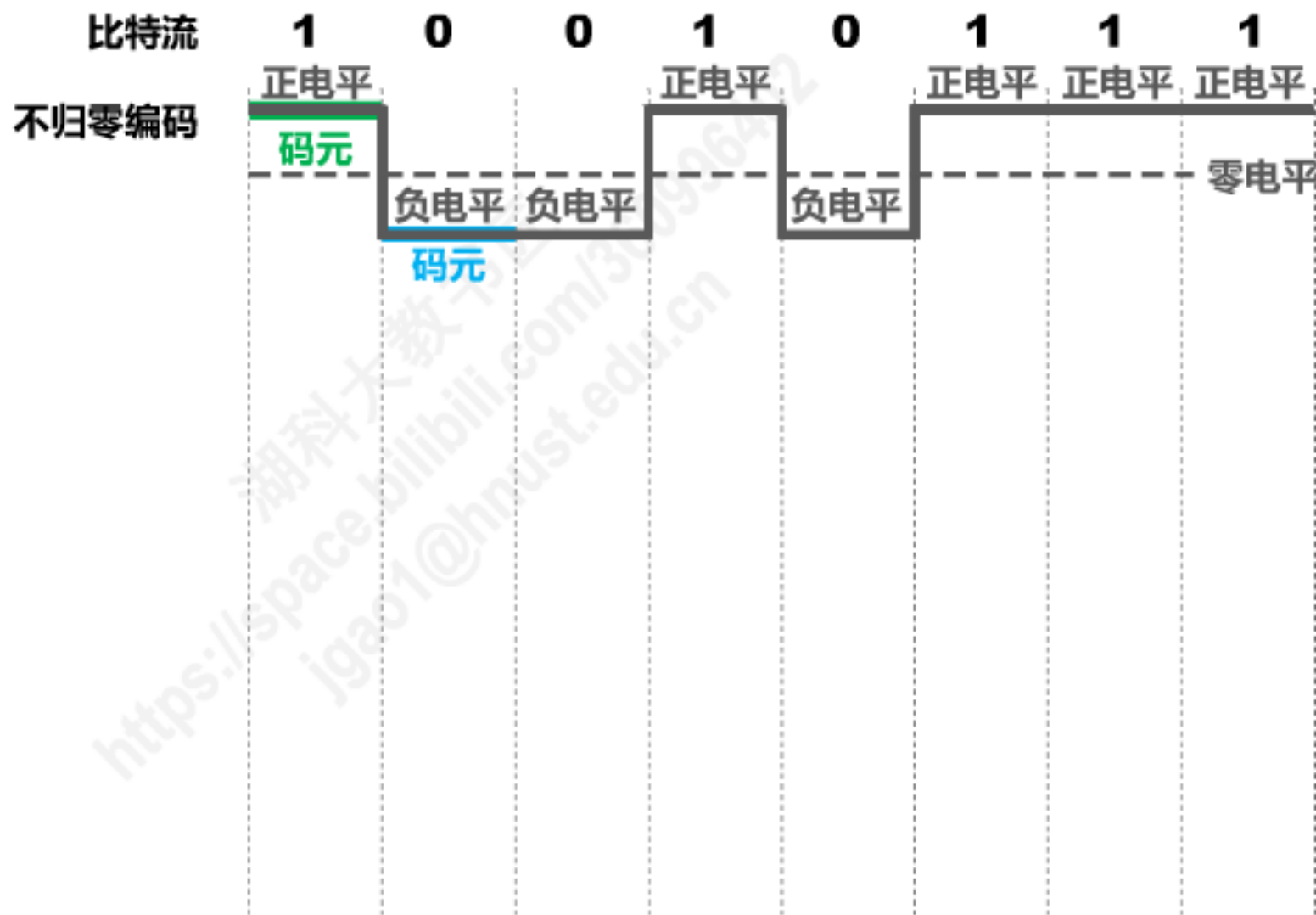
2.4 编码与调制



2.4 编码与调制



2.4 编码与调制 常用编码

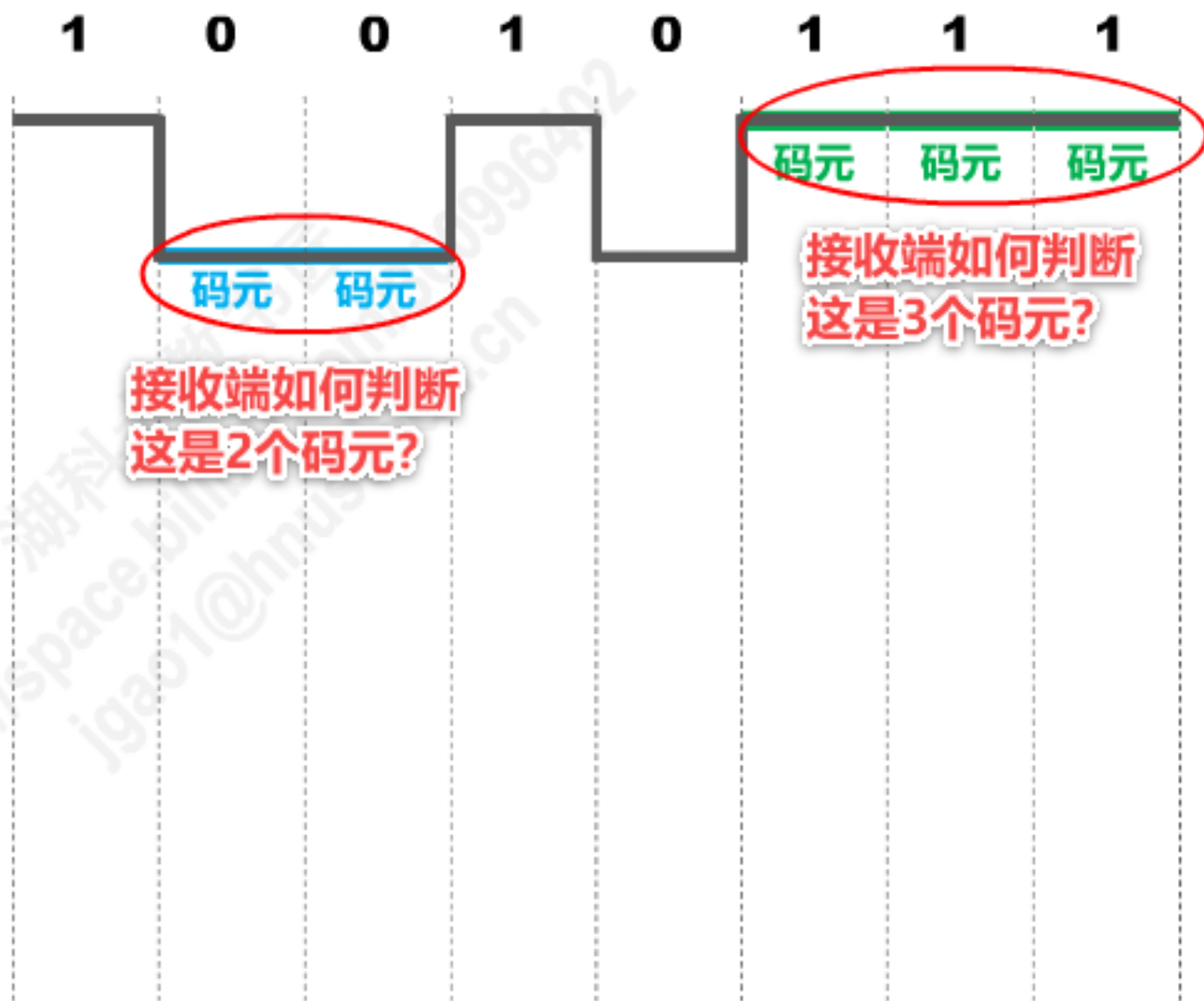


2.4 编码与调制

常用编码

- 需要**额外一根传输线**来传输时钟信号，使发送方和接收方同步。
- 对于计算机网络，**宁愿利用这根传输线传输数据信号**，而不是传输时钟信号！

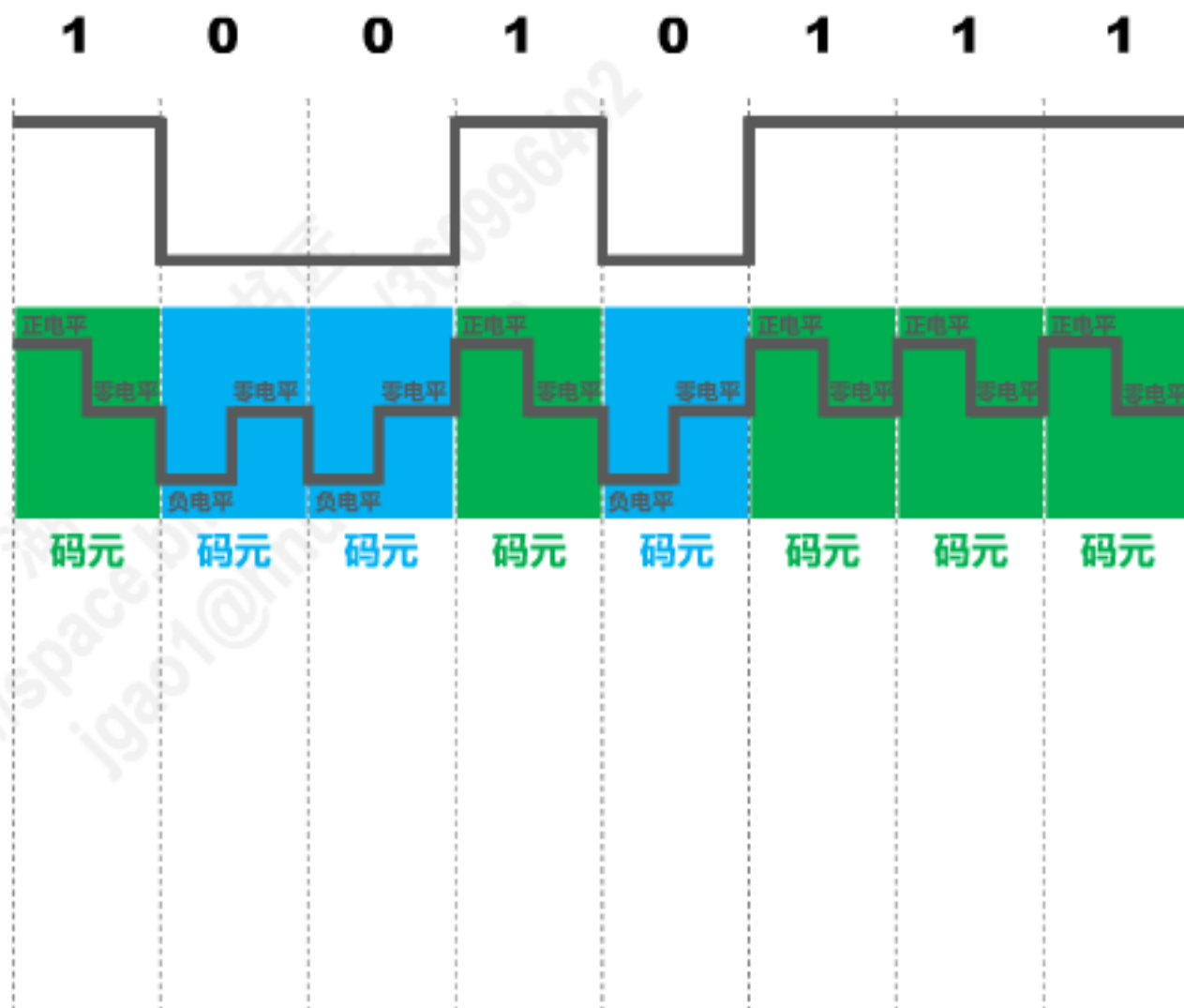
比特流
不归零编码



2.4 编码与调制 常用编码

比特流
不归零编码
(存在同步问题)

归零编码



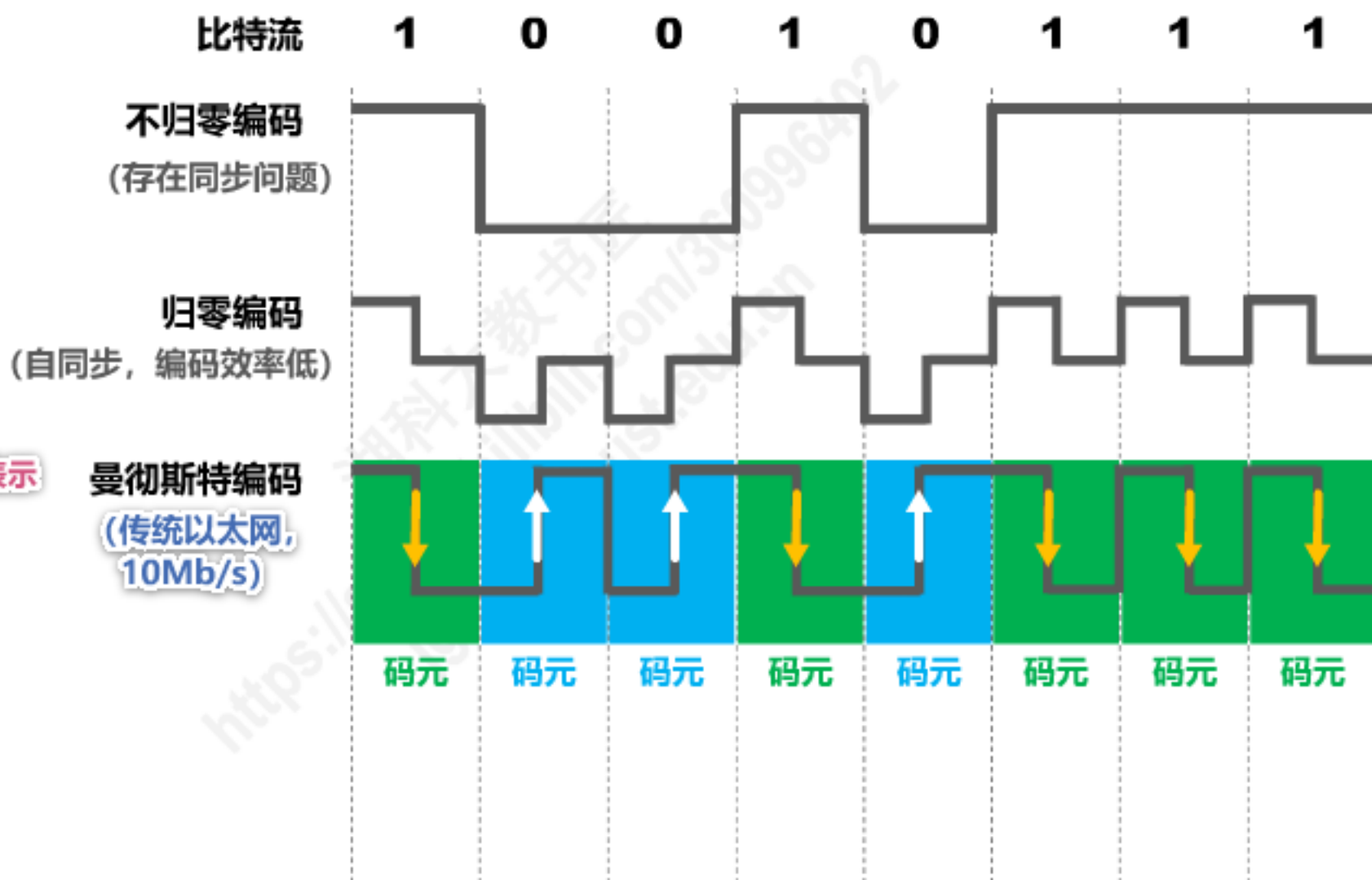
每个码元传输结束后信号都要“归零”，所以接收方只要在信号归零后进行采样即可，不需要单独的时钟信号。

实际上，归零编码相当于把时钟信号用“归零”方式编码在了数据之内，这称为“自同步”信号。

但是，归零编码中大部分的数据带宽，都用来传输“归零”而浪费掉了。

2.4 编码与调制 常用编码

码元中间时刻的跳变既表示
时钟，又表示数据。



2.4 编码与调制 常用编码

比特流

1 0 0 1 0 1 1 1

不归零编码
(存在同步问题)

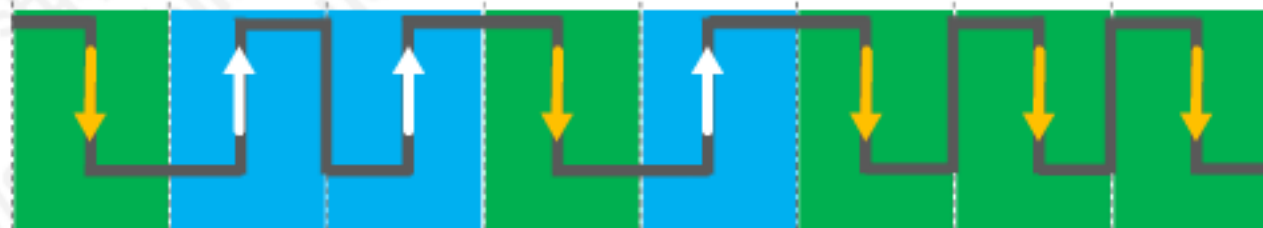


归零编码
(自同步，编码效率低)



码元中间时刻的跳变既表示
时钟，又表示数据。

曼彻斯特编码
(传统以太网,
10Mb/s)



码元 码元 码元 码元 码元 码元 码元 码元

差分曼彻斯特编码
(比曼彻斯特编码变化少,
更适合较高的
传输速率)

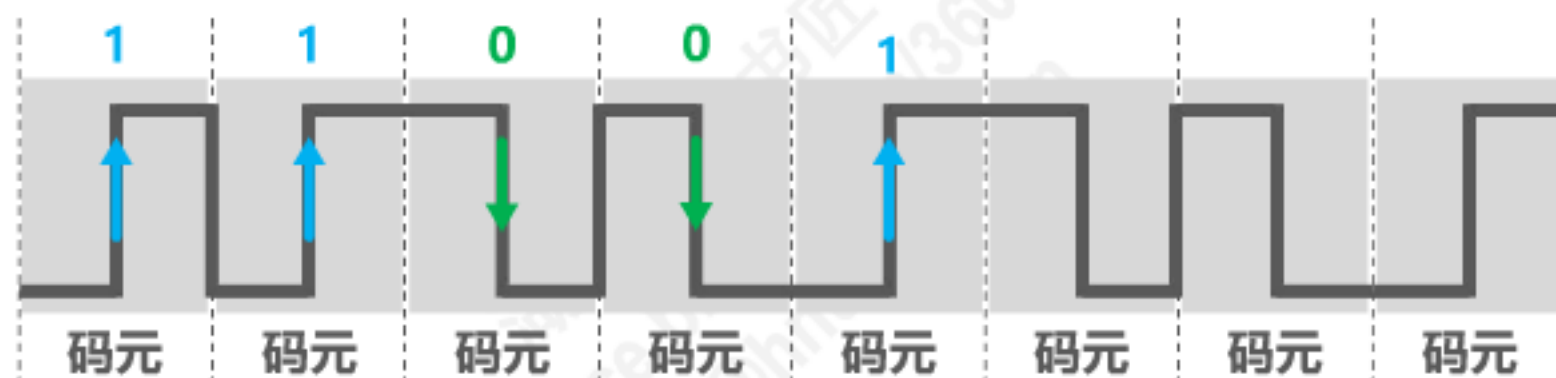


1. 跳变仅表示时钟;
2. 码元开始处电平是否发生变化表示数据。

2.4 编码与调制

常用编码

【2013年 题34】若下图为10BaseT网卡接收到的信号波形，则该网卡收到的比特串是



A. 0011 0110

B. 1010 1101

C. 0101 0010

D. 1100 0101

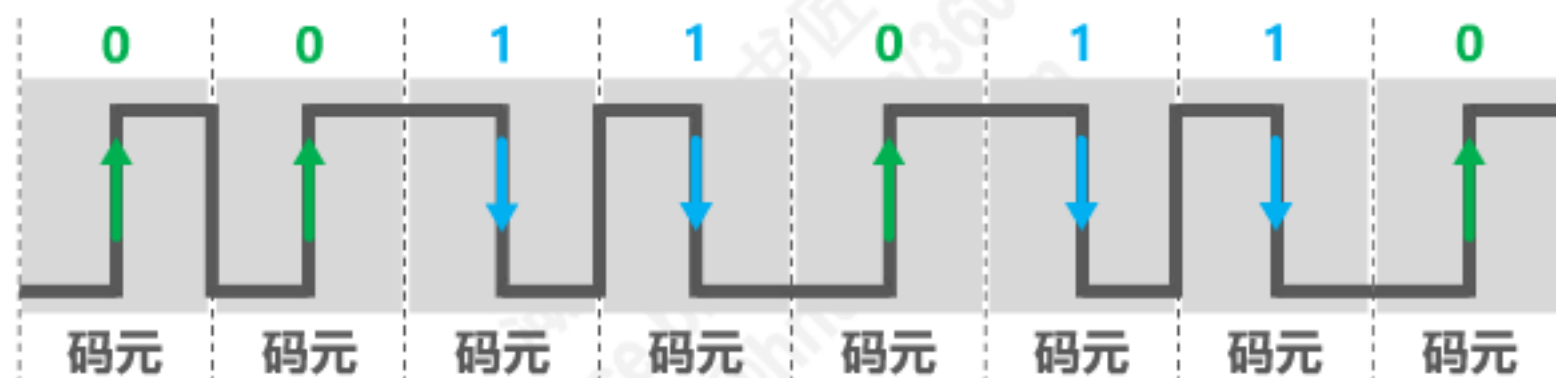
【解析】

1. 10BaseT以太网使用的是曼彻斯特编码；
2. 每个码元在中间时刻跳变，按此特点找出每个码元；
3. 正跳变表示1还是0，负跳变表示0还是1，可自行假设。

2.4 编码与调制

常用编码

【2013年 题34】若下图为10BaseT网卡接收到的信号波形，则该网卡收到的比特串是 **A**



A. 0011 0110

B. 1010 1101

C. 0101 0010

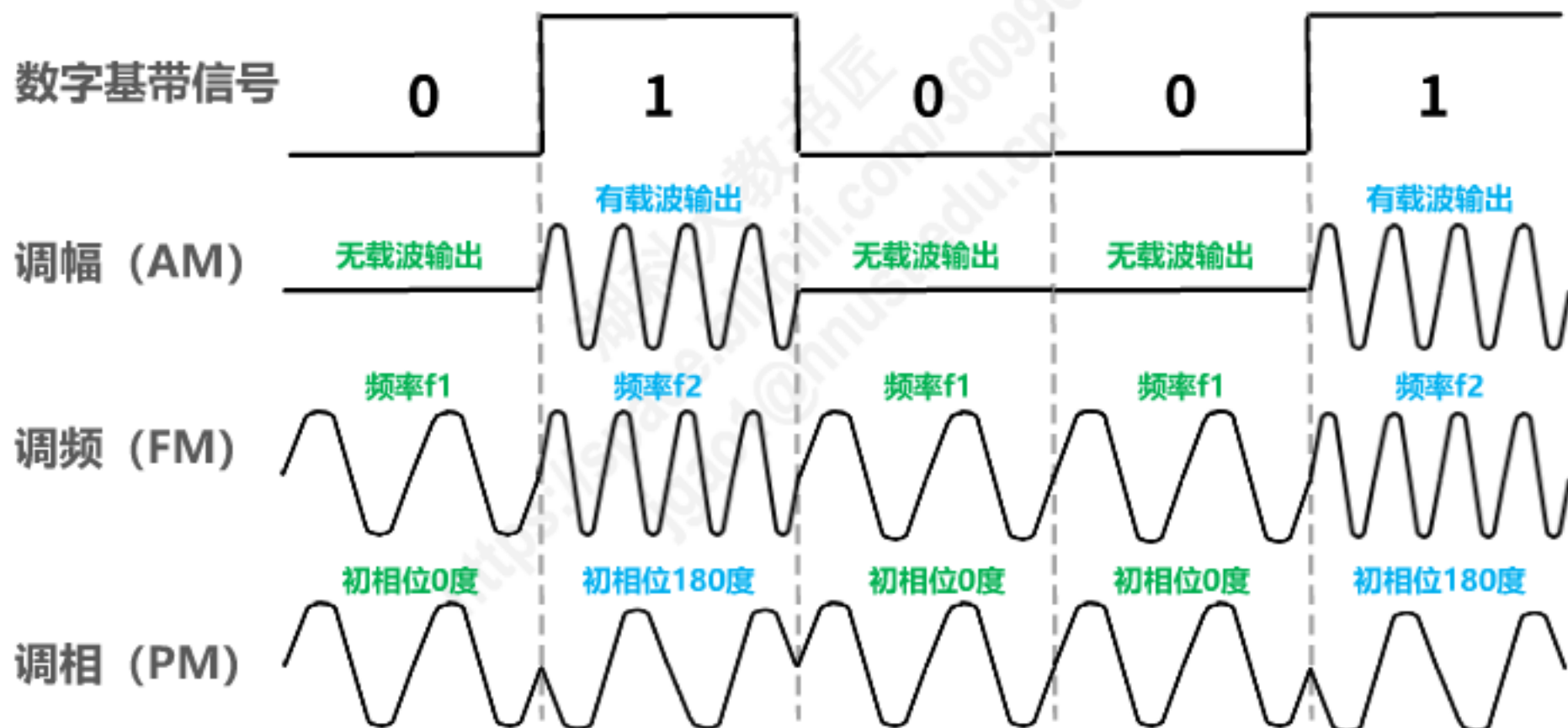
D. 1100 0101

【解析】

1. 10BaseT以太网使用的是曼彻斯特编码；
2. 每个码元在中间时刻跳变，按此特点找出每个码元；
3. 正跳变表示1还是0，负跳变表示0还是1，可自行假设。

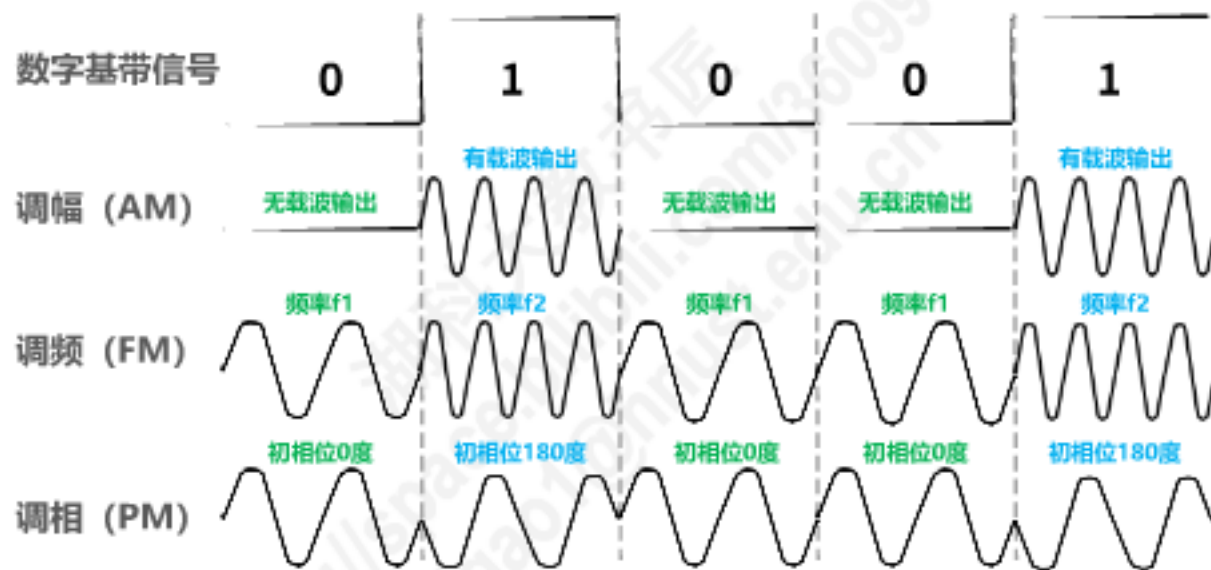
2.4 编码与调制

基本调制方法



2.4 编码与调制

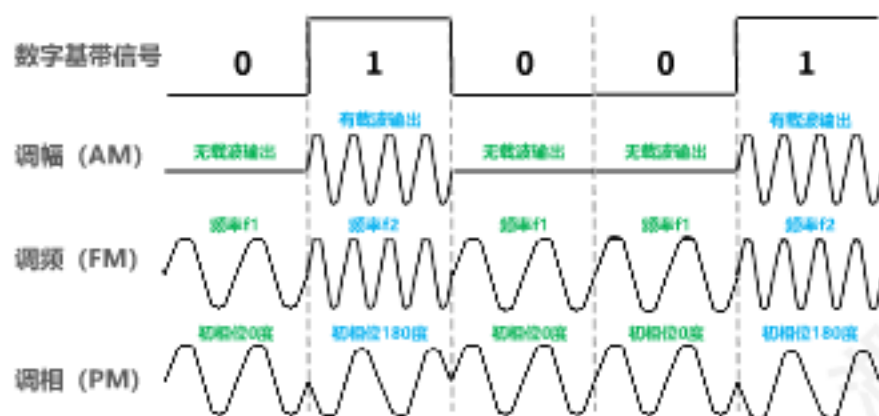
基本调制方法



使用基本调制方法，1个码元只能包含1个比特信息。

如何能使1个码元包含更多的比特呢？

2.4 编码与调制 混合调制



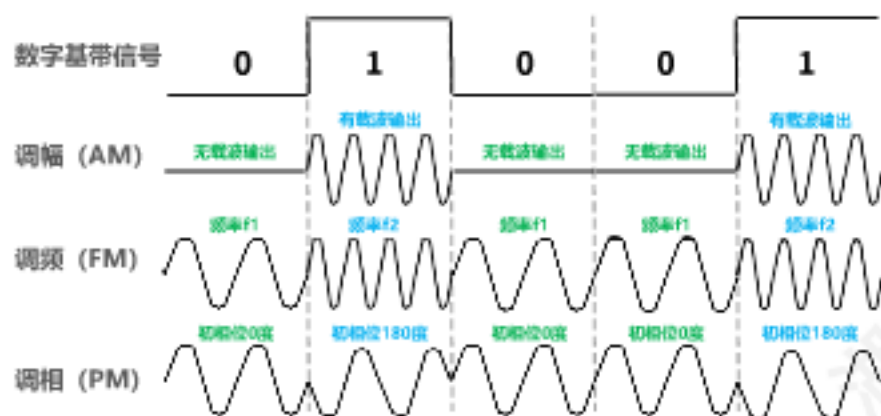
频率

相位

振幅

因为**频率和相位是相关的**，即频率是相位随时间的变化率。所以**一次只能调制频率和相位两个中的一个**。

2.4 编码与调制 混合调制



频率

相位

振幅

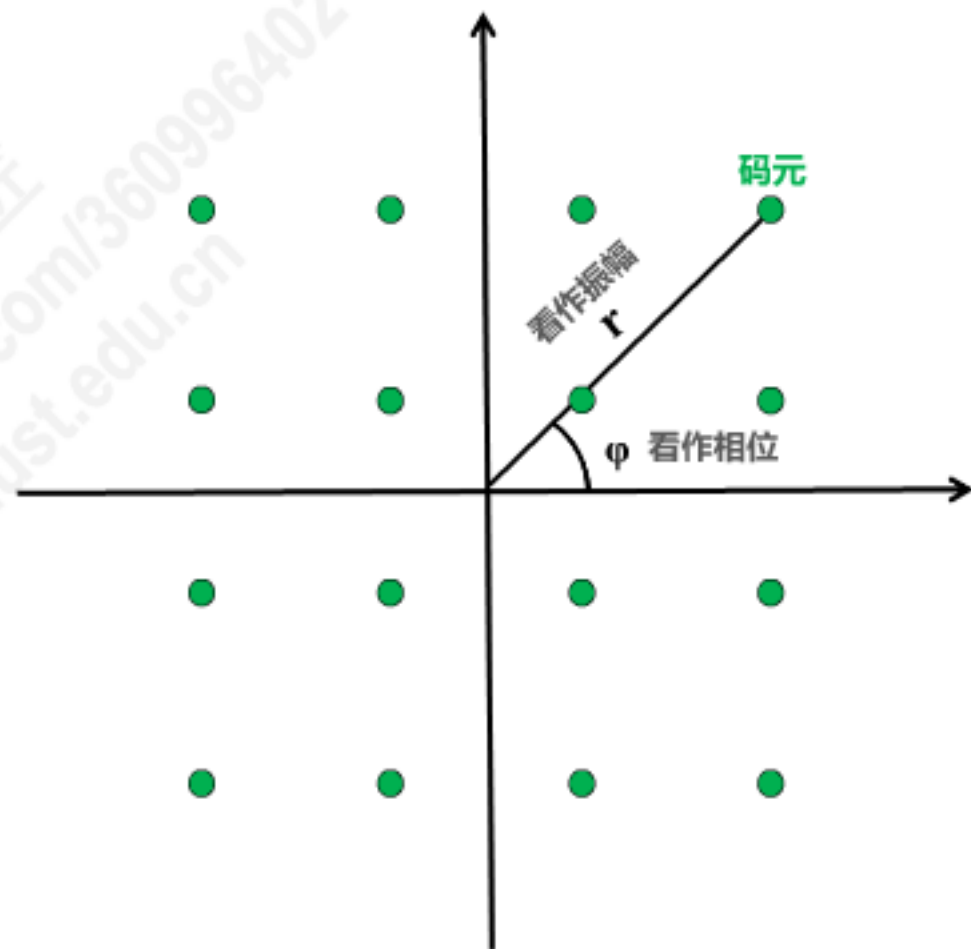
通常情况下，相位和振幅可以结合起来一起调制，称为**正交振幅调制 QAM**。

2.4 编码与调制

混合调制 举例 —— 正交振幅调制QAM

■ QAM-16

- ☐ 12种相位
- ☐ 每种相位有1或2种振幅可选



2.4 编码与调制

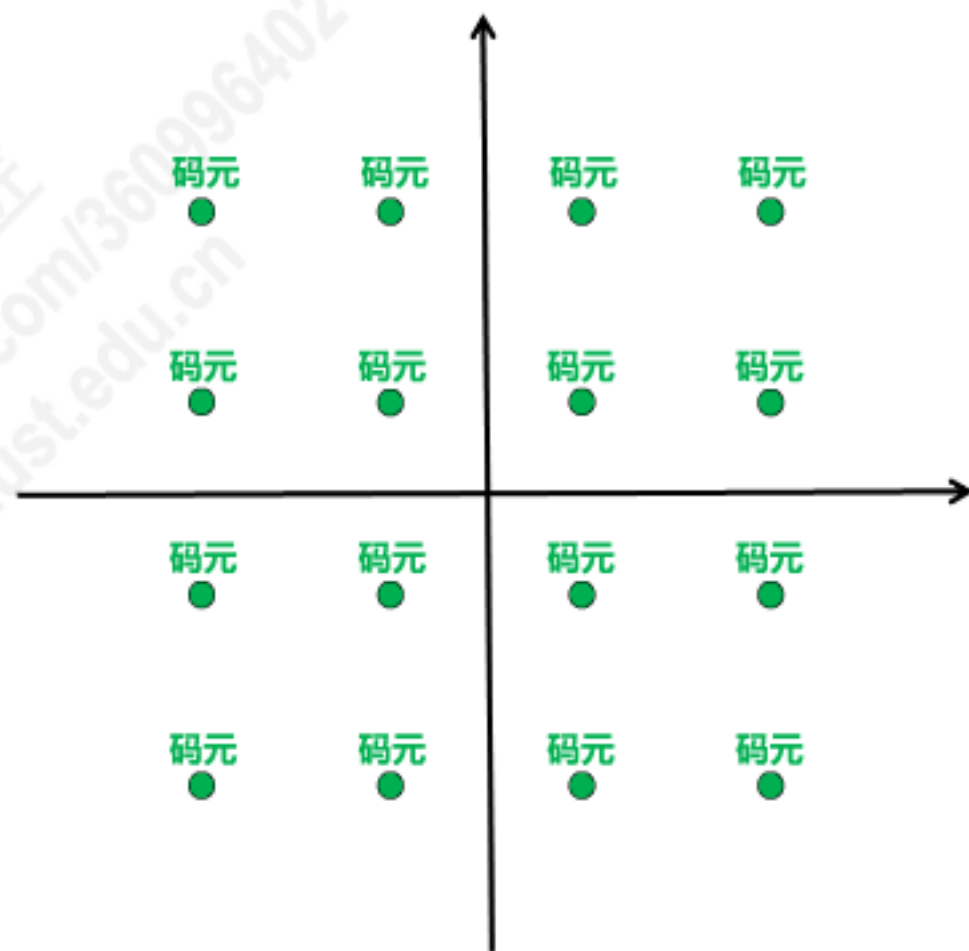
混合调制 举例 —— 正交振幅调制QAM

■ QAM-16

- ☐ 12种相位
- ☐ 每种相位有1或2种振幅可选
- ☐ 可以调制出16种码元（波形），
每种码元可以对应表示4个比特

每个码元可以包含几个比特？

每个码元与4个比特的对应关系
可以随便定义吗？



2.4 编码与调制

混合调制 举例 —— 正交振幅调制QAM

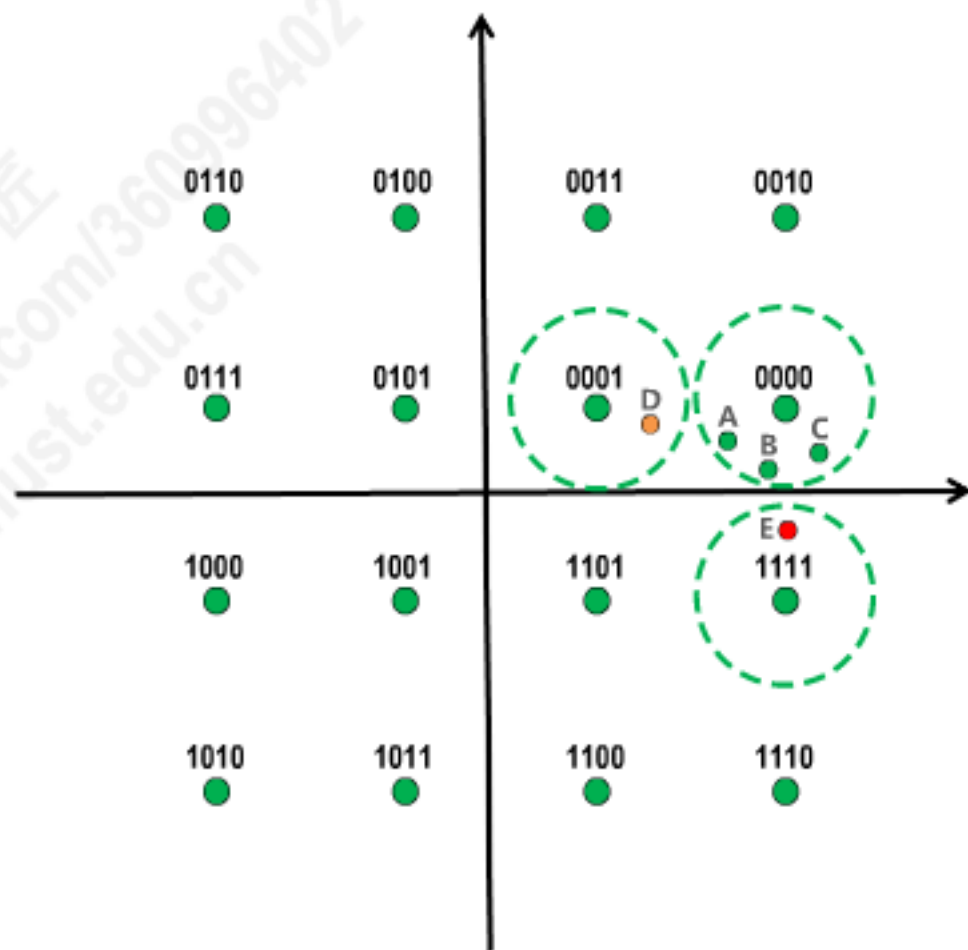
■ QAM-16

- ☐ 12种相位
- ☐ 每种相位有1或2种振幅可选
- ☐ 可以调制出16种码元（波形），每种码元可以对应表示4个比特
- ☐ 码元与4个比特的对应关系采用格雷码

码元A, B, C都可以被解调为0000（正确）

码元D被解调为0001（1位错位）

码元E被解调为1111（4位全错）

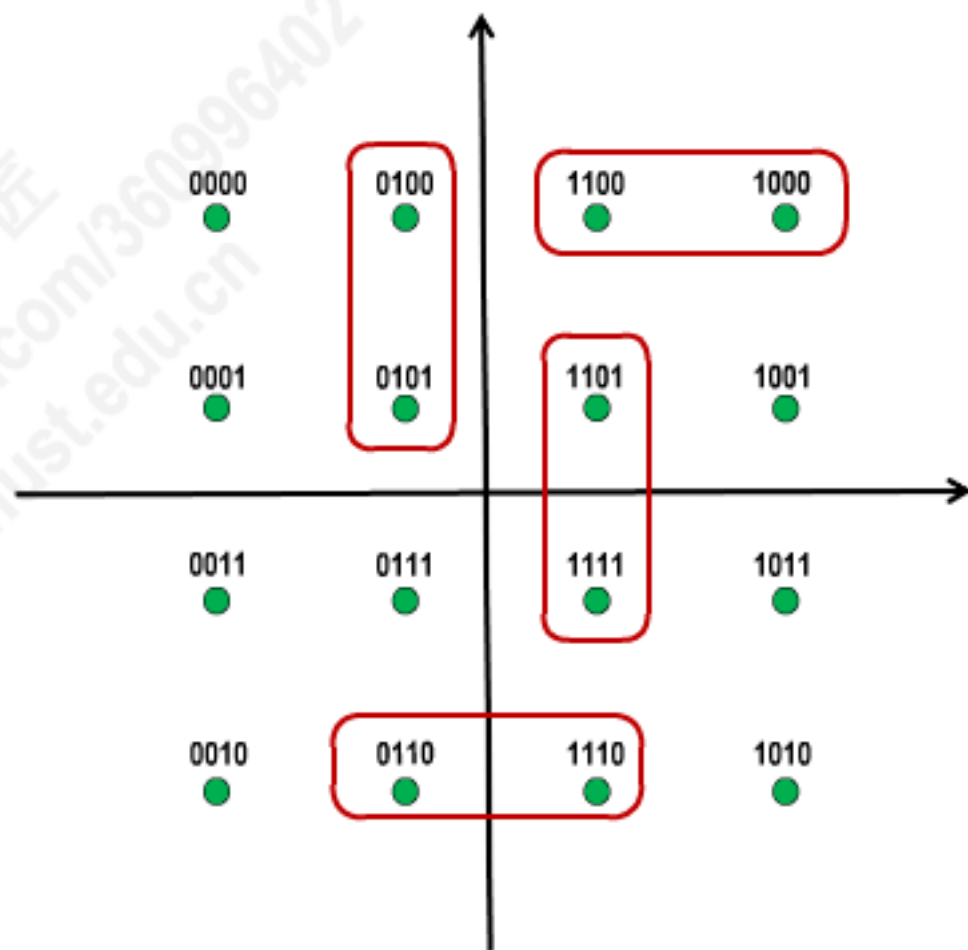


2.4 编码与调制

混合调制 举例 —— 正交振幅调制QAM

■ QAM-16

- ☐ 12种相位
- ☐ 每种相位有1或2种振幅可选
- ☐ 可以调制出16种码元（波形），
每种码元可以对应表示4个比特
- ☐ 码元与4个比特的对应关系采用
格雷码
任意两个相邻码元只有1个比特不同



2.4 编码与调制



码元

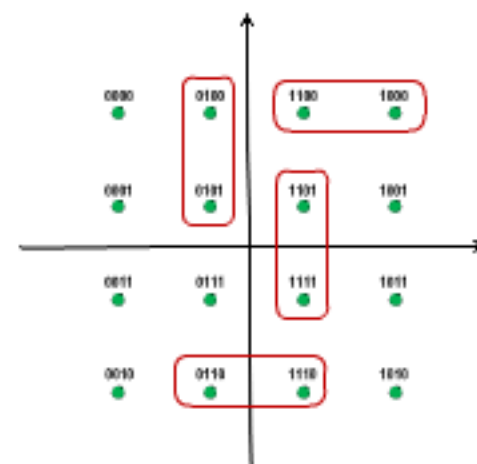
在使用时间域的波形表示数字信号时，代表不同离散数值的基本波形。



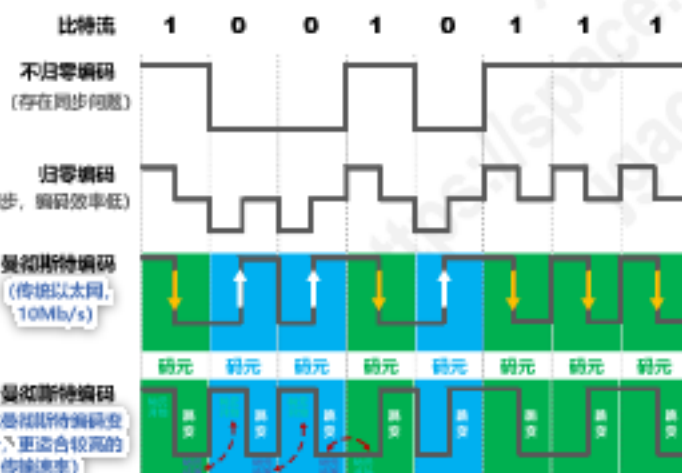
混合调制举例——正交振幅调制QAM

QAM-16

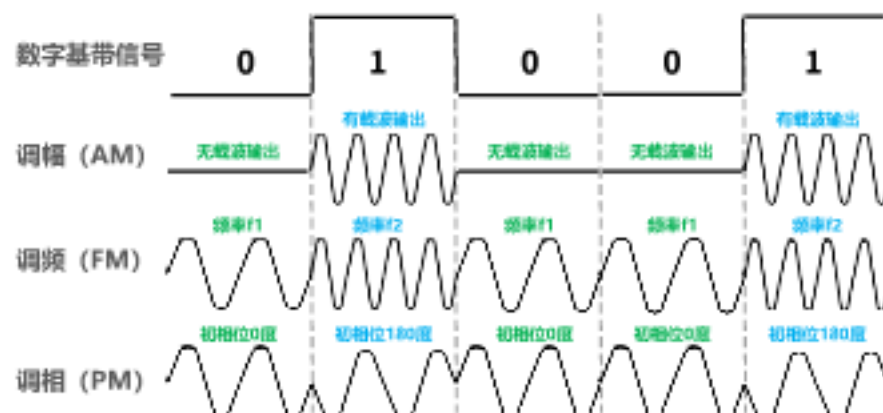
- ☐ 12种相位
- ☐ 每种相位有1或2种振幅可选
- ☐ 可以调制出16种码元（波形），每种码元可以对应表示4个比特
- ☐ 码元与4个比特的对应关系采用格雷码
- ☐ 任意两个相邻码元只有1个比特不同



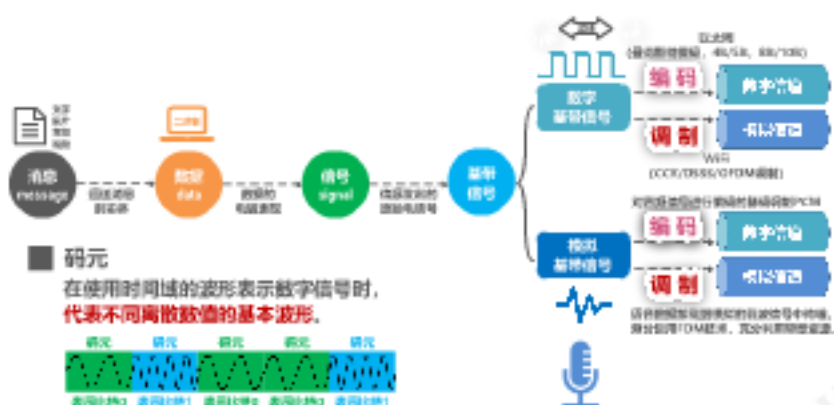
常用编码



基本调制方法



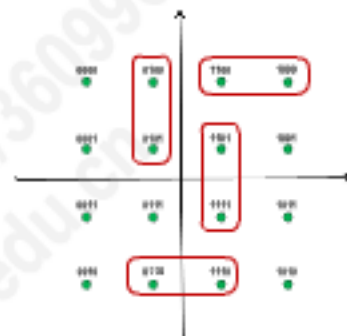
2.4 编码与调制



混合调制举例——正交振幅调制QAM

QAM-16

- 12种相位
- 每种相位有1或2种振幅可选
- 可以调制出16种码元 (2比特)，每种码元可以对应表示4个比特
- 码元与4个比特的对应关系采用格雷码
- 任意两个相邻码元只有1个比特不同



基本调制方法

