

内 容

01

编码与调制的基本概念

02

常用编码方式

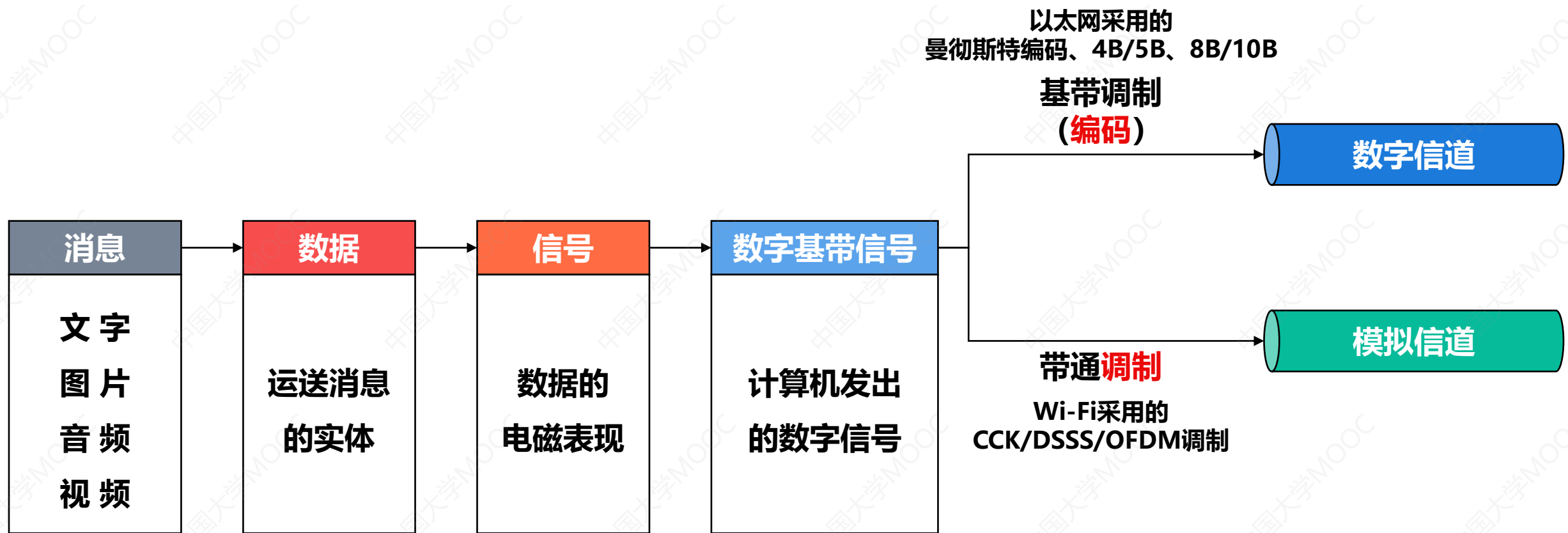
03

基本的带通调制方法和混合调制方法





01 编码与调制的基本概念

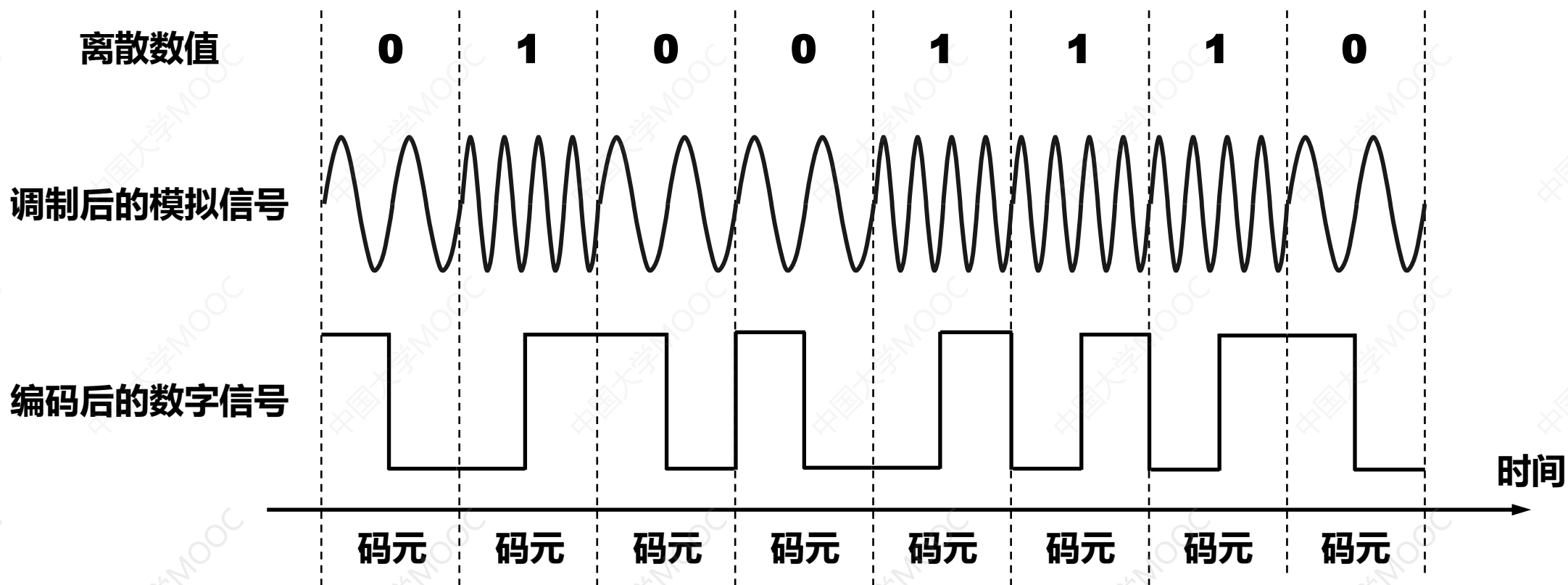




01 编码与调制的基本概念

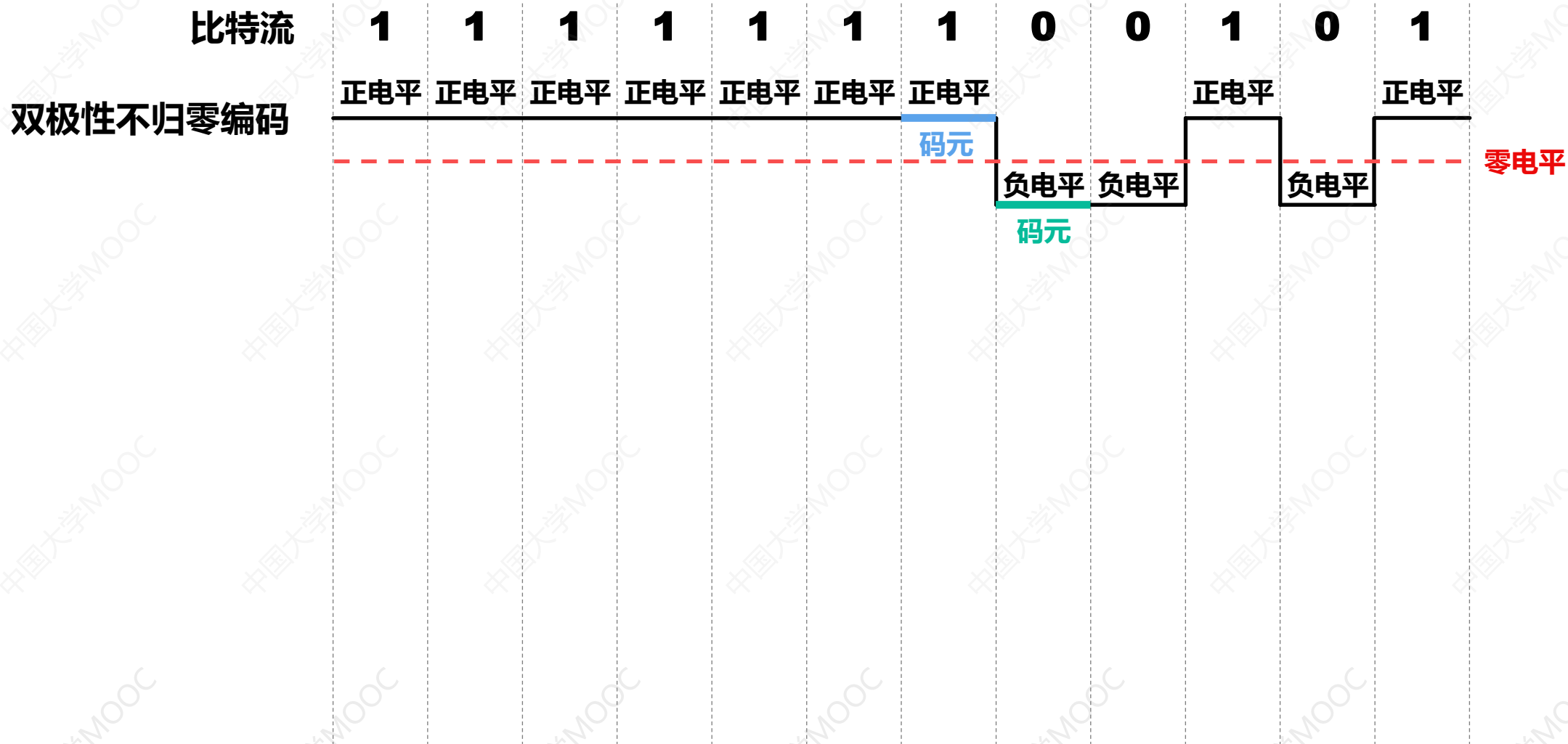
■ 码元

在使用时间域的波形表示信号时，代表不同离散数值的基本波形称为码元。





02 常用编码方式





02 常用编码方式

双极性不归零编码
(编码效率高, 但存在同步问题)

比特流



需要给收发双方再添加一条时钟信号线。
发送方通过数据信号线给接收方发送数据的同时, 还通过时钟信号线给接收方发送时钟信号。
接收方按照接收到的时钟信号的节拍, 对数据信号线上的信号进行采样。
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。

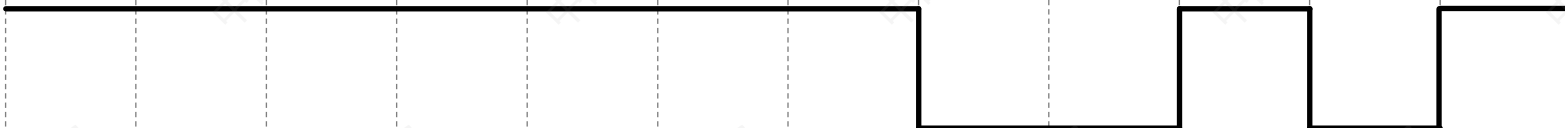


02 常用编码方式

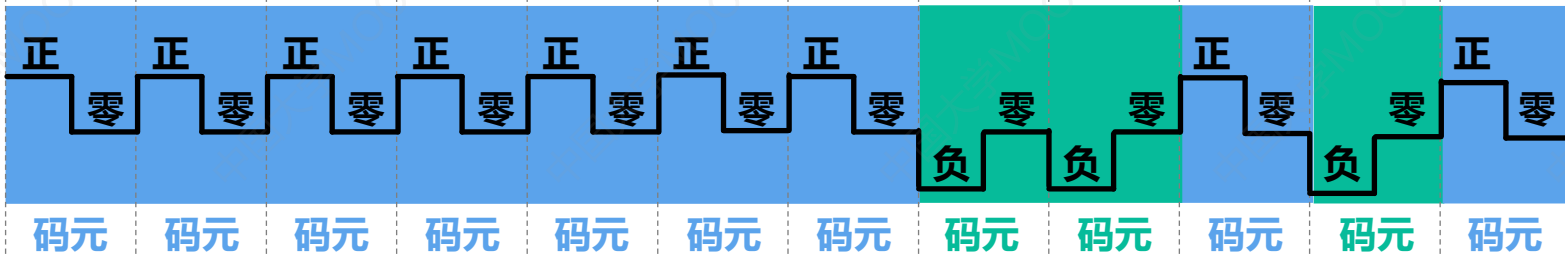
比特流

1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1

双极性不归零编码
(编码效率高, 但存在同步问题)



双极性归零编码
(自同步, 但编码效率低)



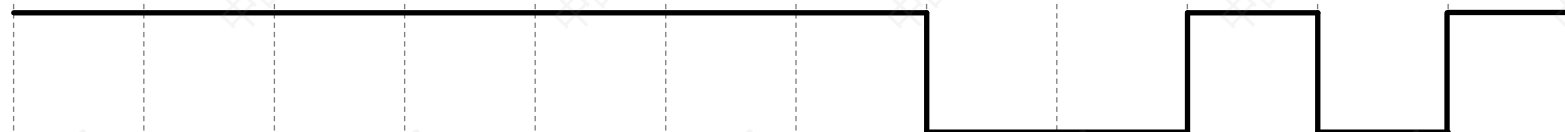
在每个码元的中间时刻信号都会回归到零电平。
接收方只要在信号归零后采样即可。
归零编码相当于将时钟信号用“归零”方式编码在了数据之内, 这称为“自同步”信号。
然而, 归零编码中大部分的数据带宽, 都用来传输“归零”而浪费掉了。

02 常用编码方式

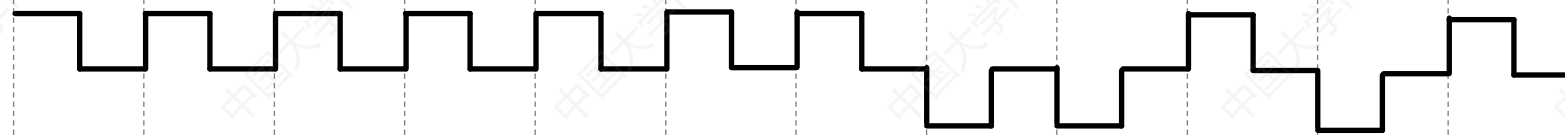
比特流

1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1

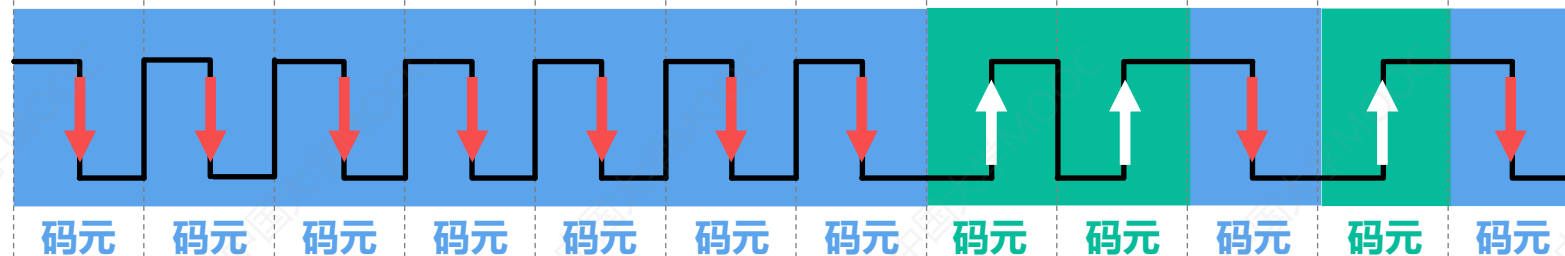
双极性不归零编码
(编码效率高, 但存在同步问题)



双极性归零编码
(自同步, 但编码效率低)



曼彻斯特编码
(自同步, 10Mb/s传统以太网)



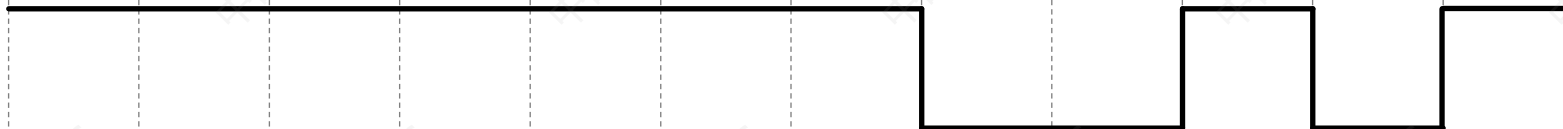
码元中间时刻的电平跳变既表示时钟信号, 也表示数据。
正跳变表示 1 还是 0, 负跳变表示 0 还是 1, 可以自行定义。

02 常用编码方式

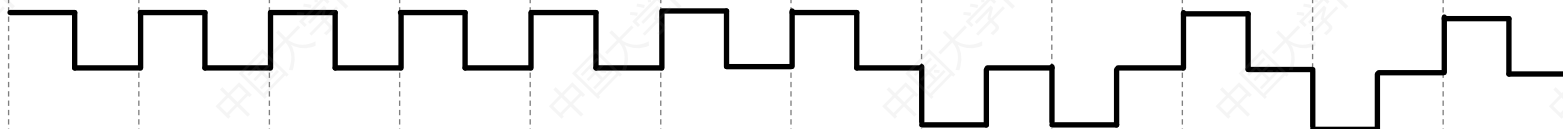
比特流

1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1

双极性不归零编码
(编码效率高, 但存在同步问题)

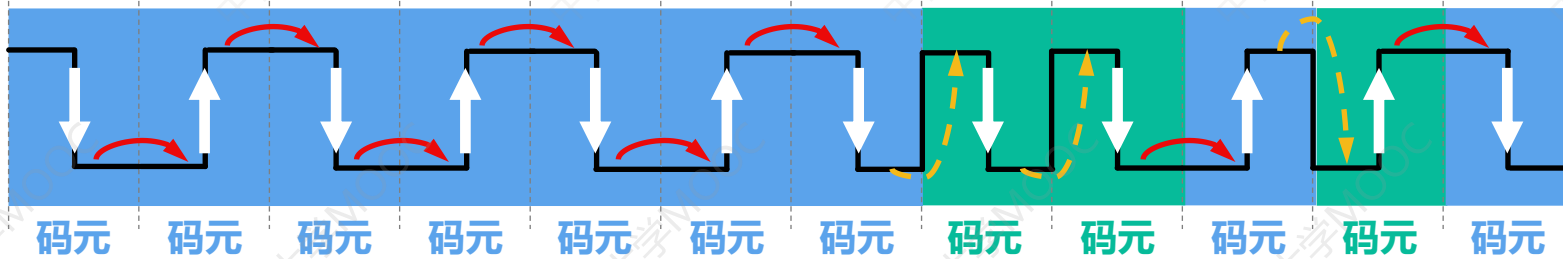


双极性归零编码
(自同步, 但编码效率低)



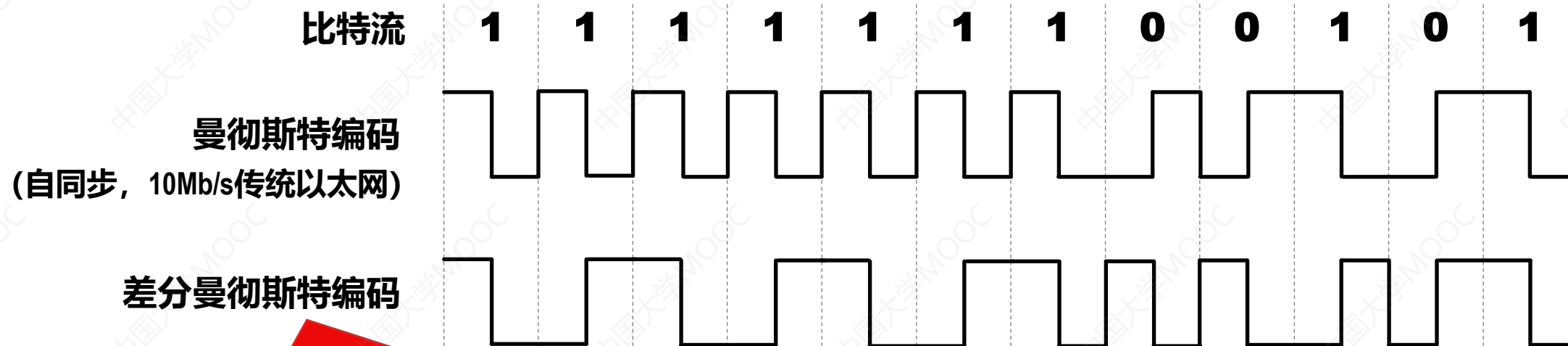
码元中间时刻的电平跳变仅表示时钟信号, 而不表示数据。
数据的表示在于每一个码元开始处是否有电平跳变: 无跳变表示1, 有跳变表示0。

差分曼彻斯特编码





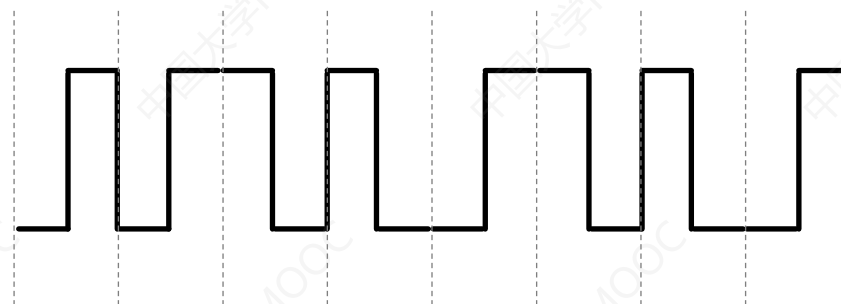
02 常用编码方式



在传输大量连续1或连续0的情况下，差分曼彻斯特编码信号比曼彻斯特编码信号的变化少。在噪声干扰环境下，检测有无跳变比检测跳变方向更不容易出错，因此差分曼彻斯特编码信号比曼彻斯特编码信号更易于检测。在传输介质接线错误导致高低电平翻转的情况下，差分曼彻斯特编码仍然有效。

02 常用编码方式

【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

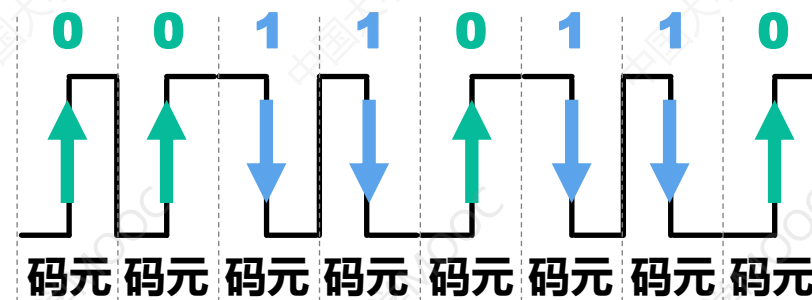
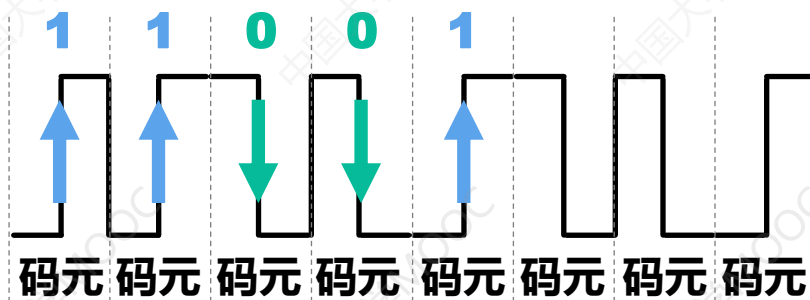
C. 0101 0010

D. 1100 0101

解析

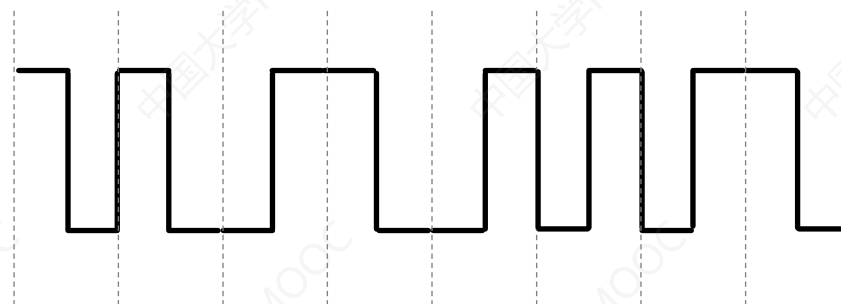
1. 10BaseT以太网使用的是**曼彻斯特编码**。

2. 每个码元的中间时刻电平发生跳变：正跳变表示1还是0，负跳变表示0还是1，可以自行定义。



02 常用编码方式

【2021年 题34】若下图为一段差分曼彻斯特编码信号波形，则其编码的二进制位串是（**A**）。



A. 1011 1001

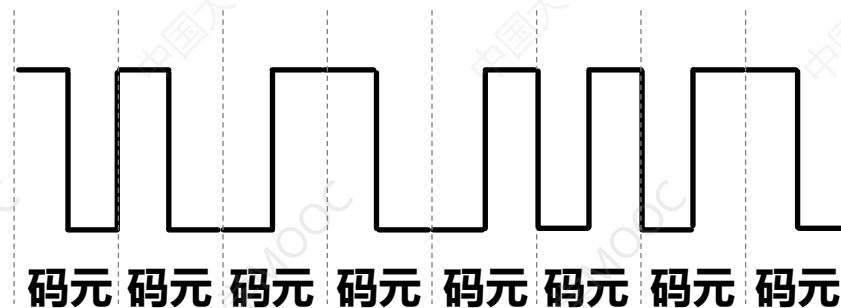
B. 1101 0001

C. 0010 1110

D. 1011 0110

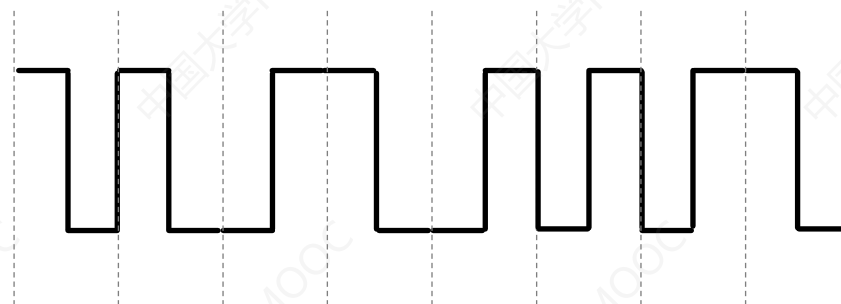
解析

1. 码元中间时刻的电平跳变仅表示时钟信号，而不表示数据。
2. 数据的表示在于每一个码元开始处是否有电平跳变：无跳变表示1，有跳变表示0。



02 常用编码方式

【2021年 题34】若下图为一段差分曼彻斯特编码信号波形，则其编码的二进制位串是（**A**）。



A. 1011 1001

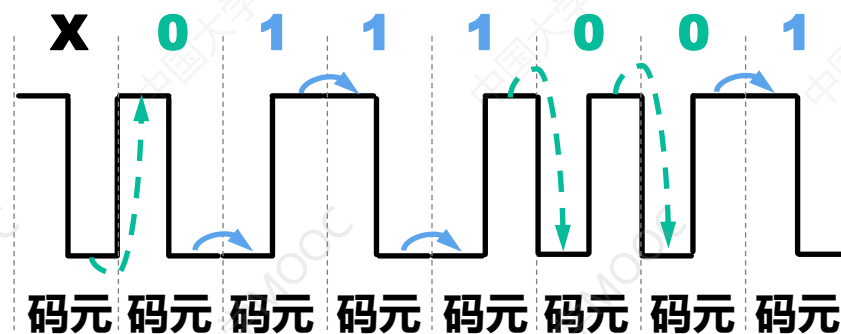
B. 1101 0001

C. 0010 1110

D. 1011 0110

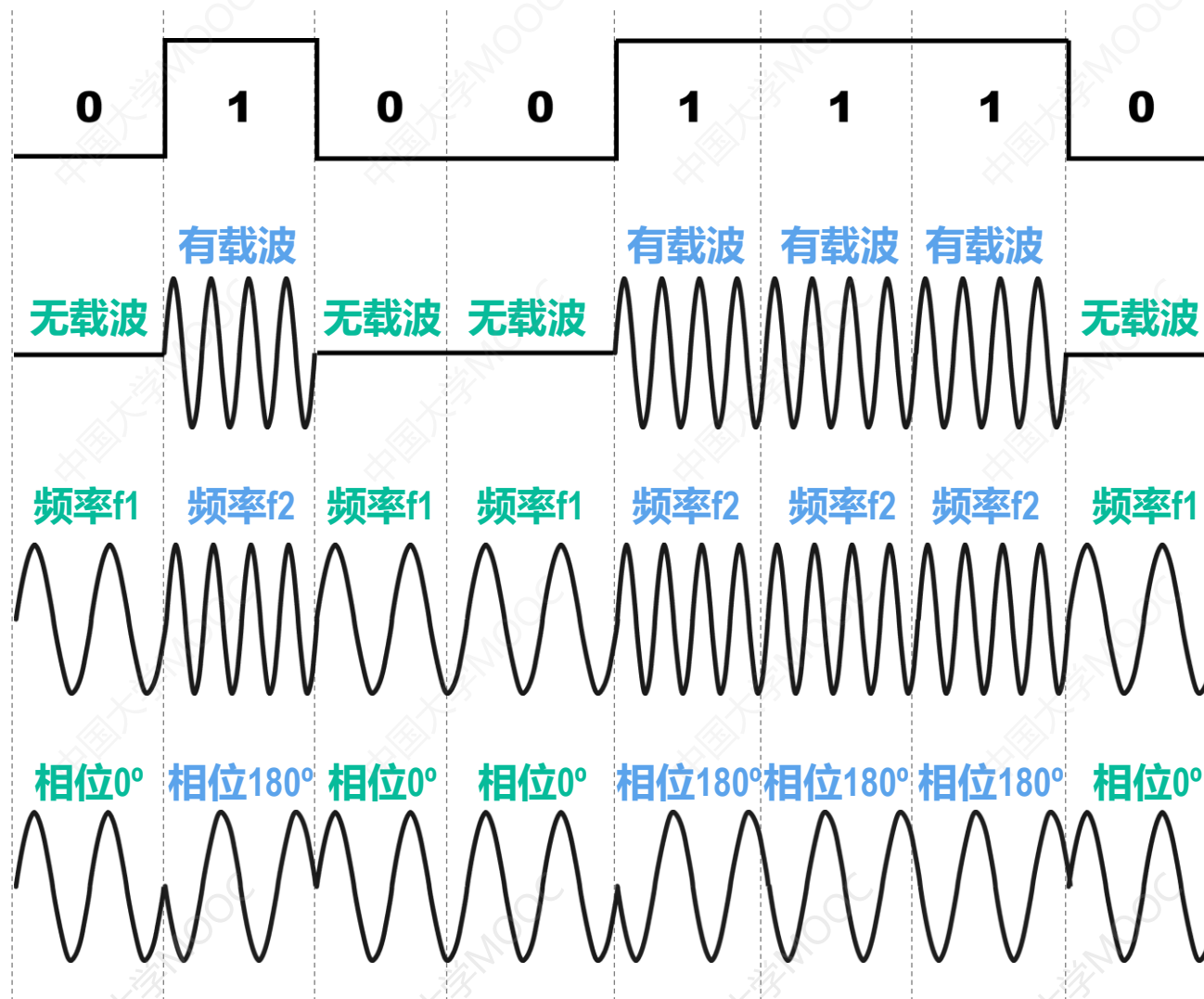
解析

1. 码元中间时刻的电平跳变仅表示时钟信号，而不表示数据。
2. 数据的表示在于每一个码元开始处是否有电平跳变：无跳变表示1，有跳变表示0。



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

数字基带信号



使用基本调制方法，1个码元只能包含1个比特信息。
如何才能使1个码元包含更多个比特信息呢？



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

频率

相位

振幅

因为载波的**频率和相位是相关的**，即频率是相位随时间的变化率，所以载波的**频率和相位不能进行混合调制**。



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

频率

相位

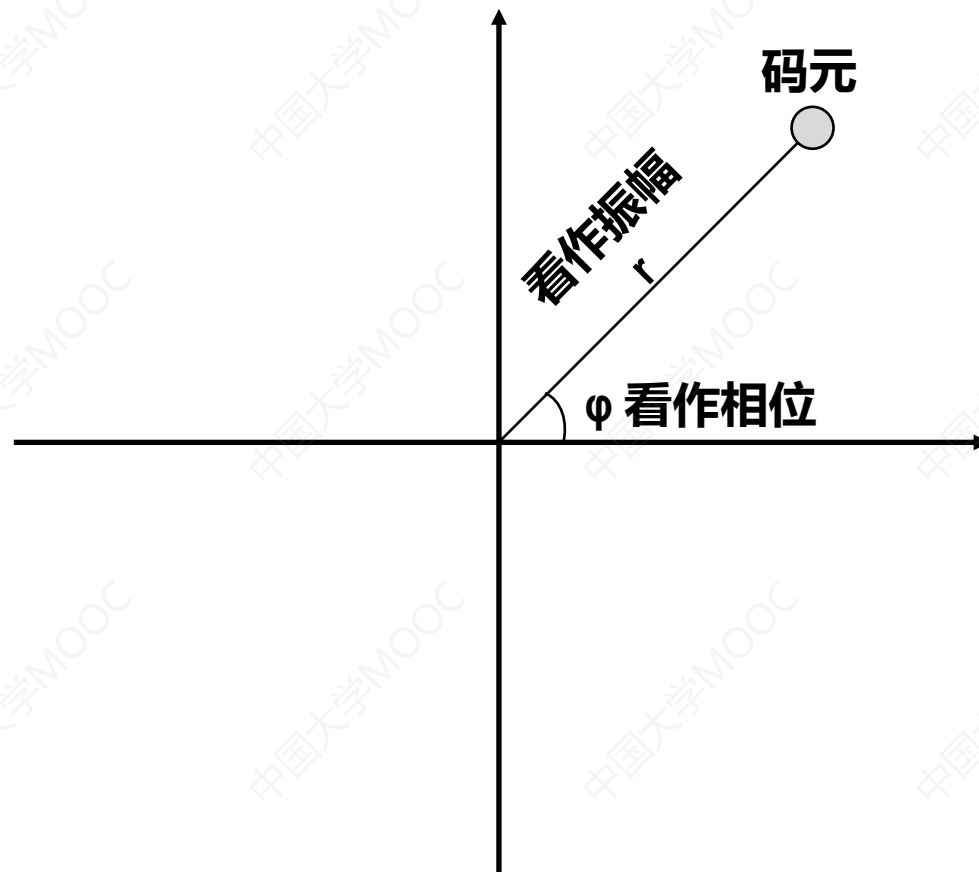
振幅

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

03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制QAM-16

- 12种相位
- 每种相位有1或2种振幅可选



QAM-16的星座图

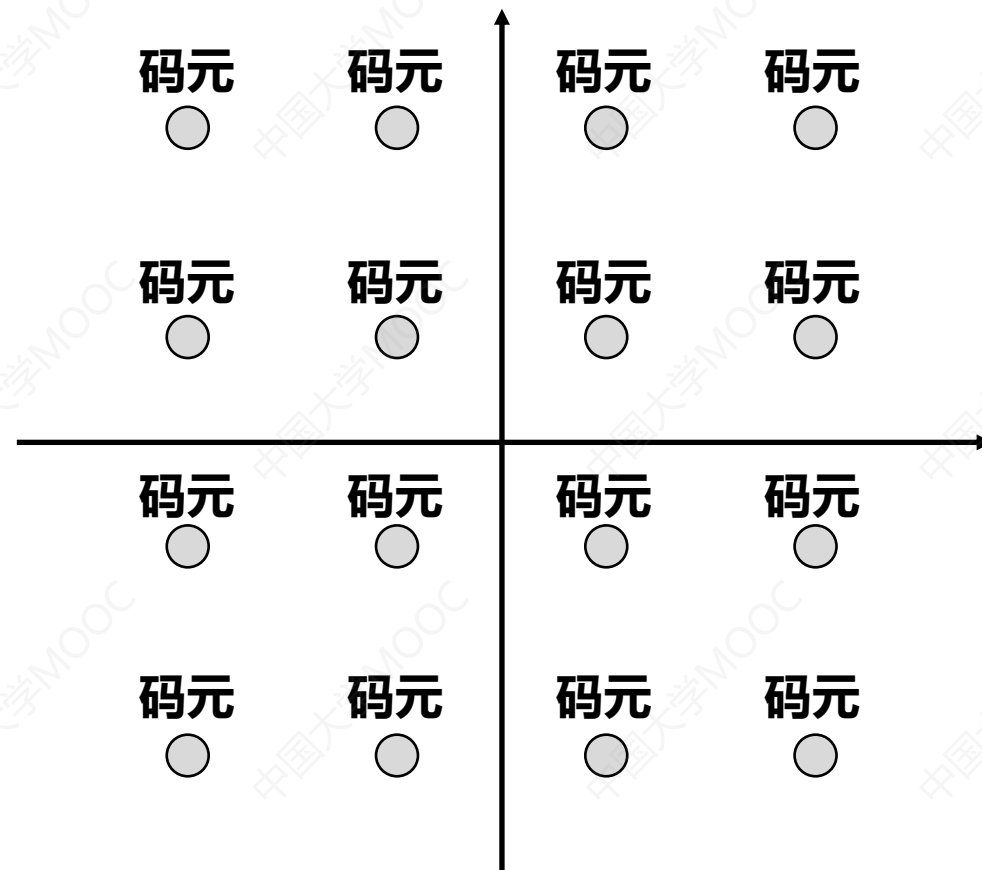


03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

每个码元可以包含几个比特呢？



QAM-16的星座图



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

类比举例：

两种手势（码元）

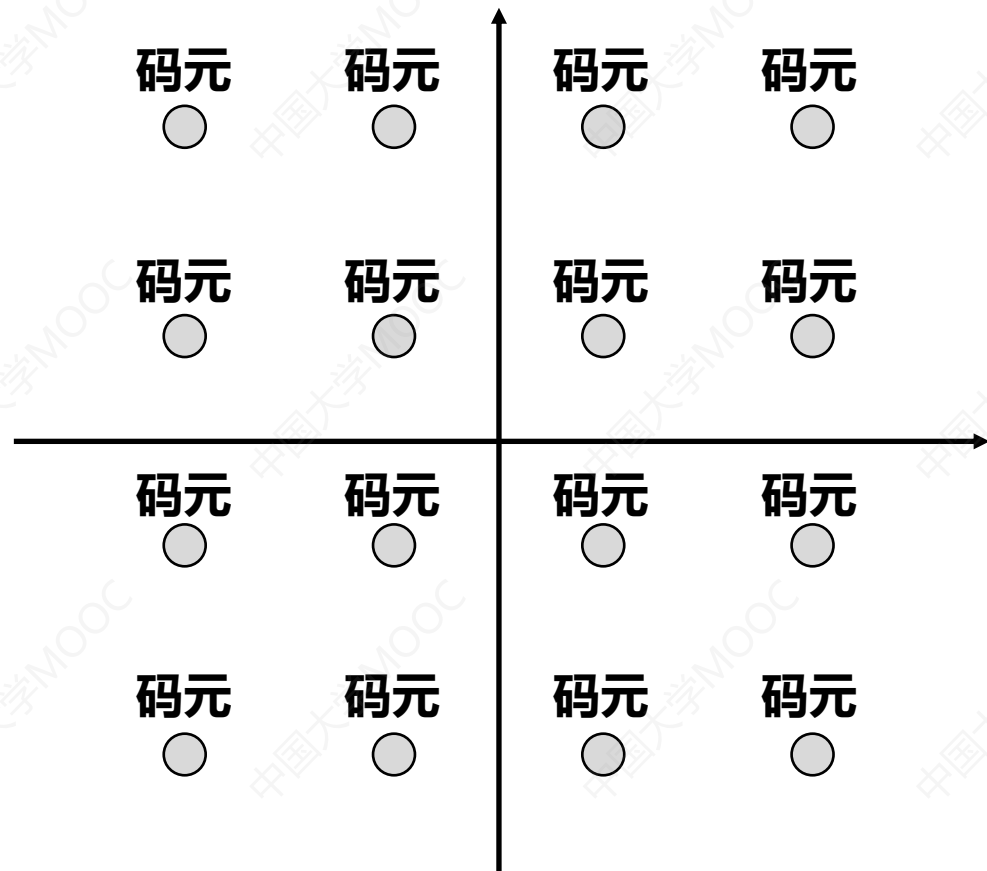


0



1

手势（码元）数量为2，则每种手势（码元）可表示的比特数量为 $\log_2 2=1$ 。



QAM-16的星座图



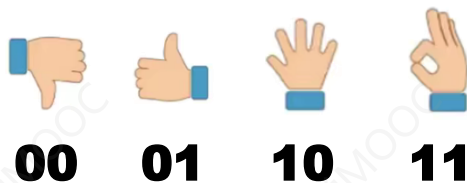
03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制QAM-16

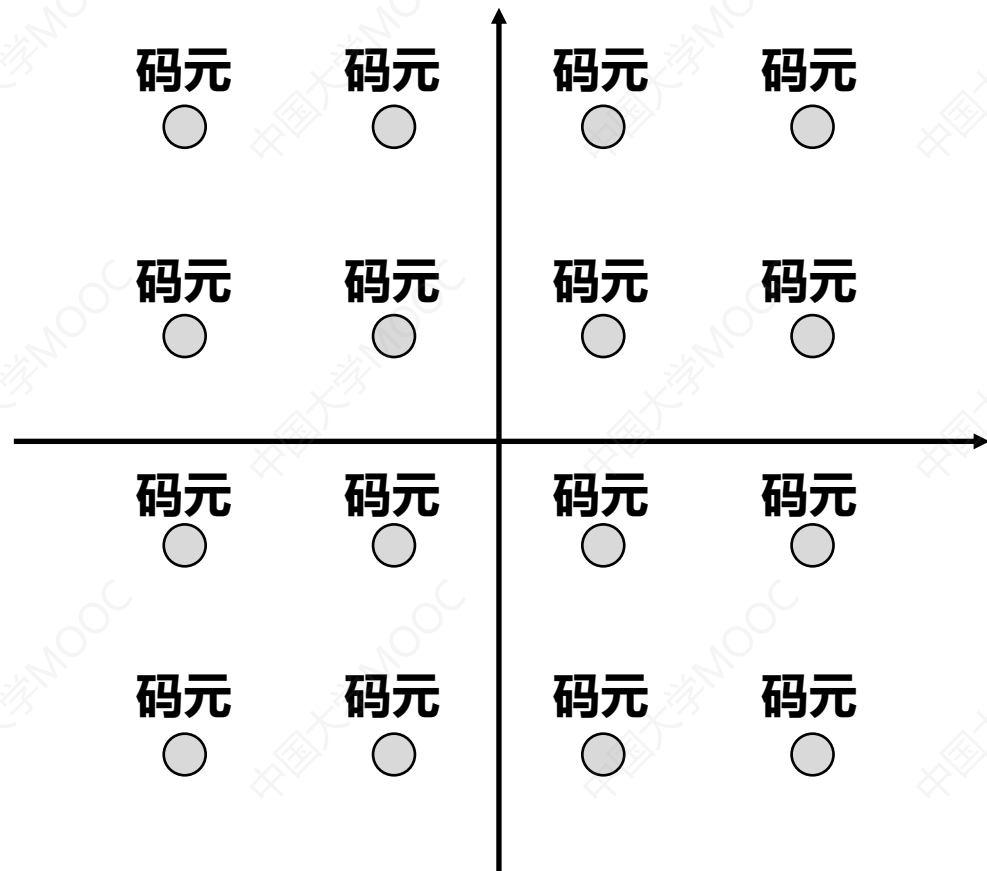
- 12种相位
- 每种相位有1或2种振幅可选
- 可以调制出16种码元（波形），每种码元可以对应表示4个比特（ $\log_2 16=4$ ）

类比举例：

四种手势（码元）



手势（码元）数量为4，则每种手势（码元）可表示的比特数量为 $\log_2 4=2$ 。



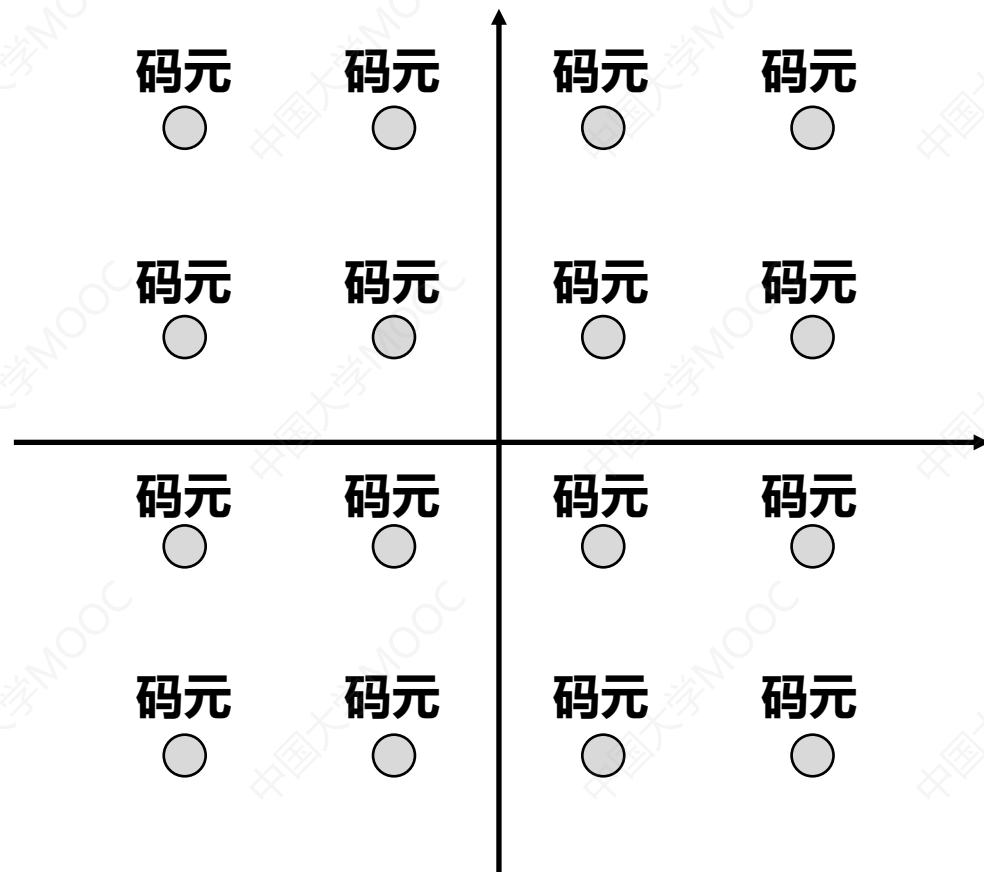
QAM-16的星座图

03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

每个码元与4个比特的对应关系
可以随便定义吗？



QAM-16的星座图

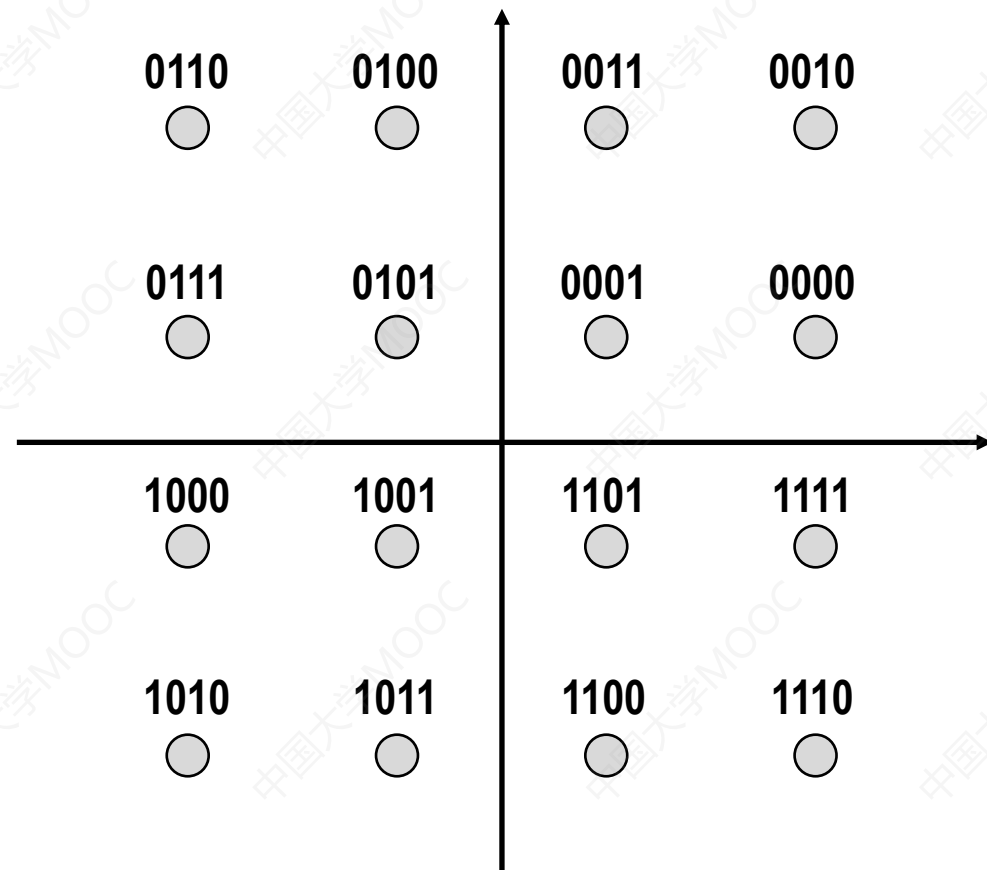


03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

每个码元与4个比特的对应关系
可以随便定义吗？



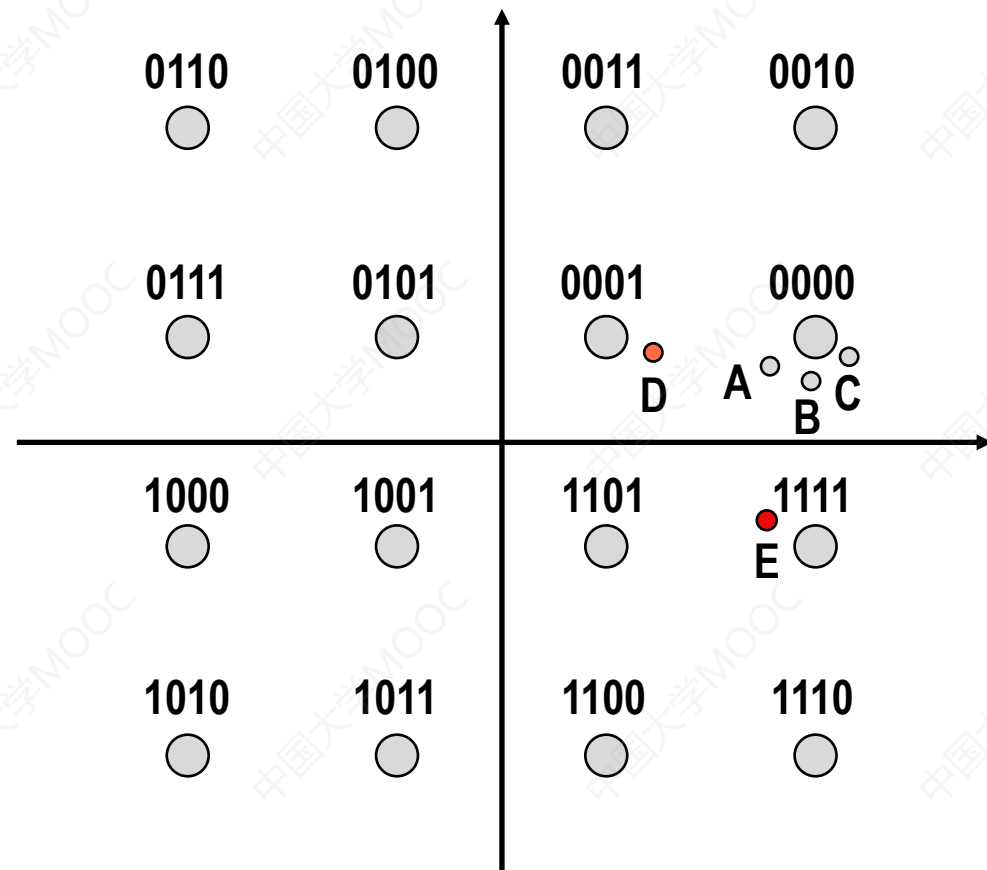
QAM-16的星座图

03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

每个码元与4个比特的对应关系
可以随便定义吗？



QAM-16的星座图

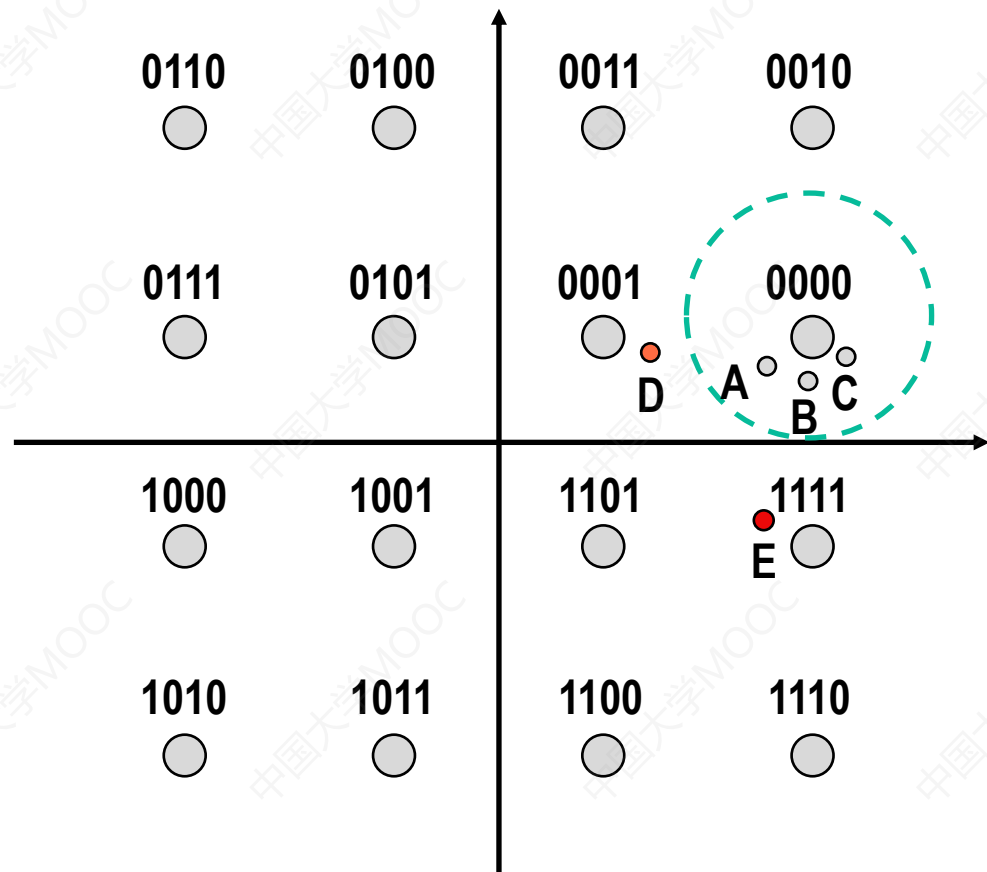


03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

码元A、B、C都可以被解调为0000（正确）。



QAM-16的星座图



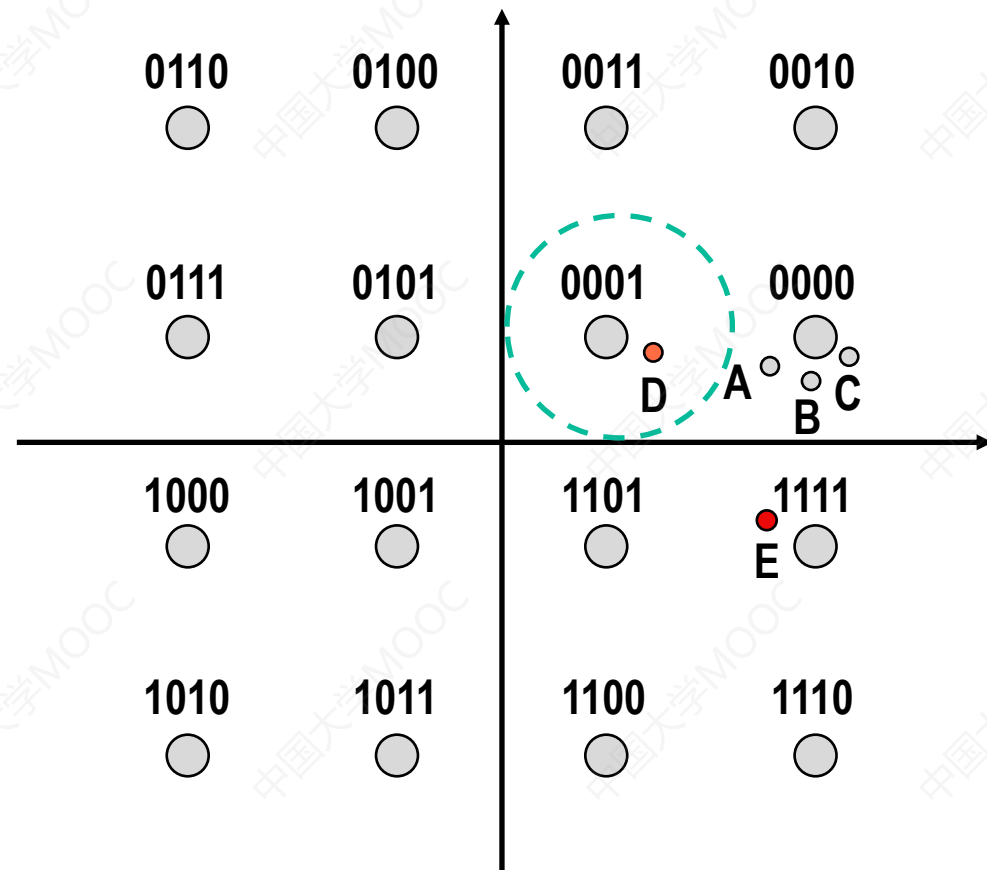
03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）

码元A、B、C都可以被解调为0000（正确）。

码元D被解调为0001（1位错误）。



QAM-16的星座图



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

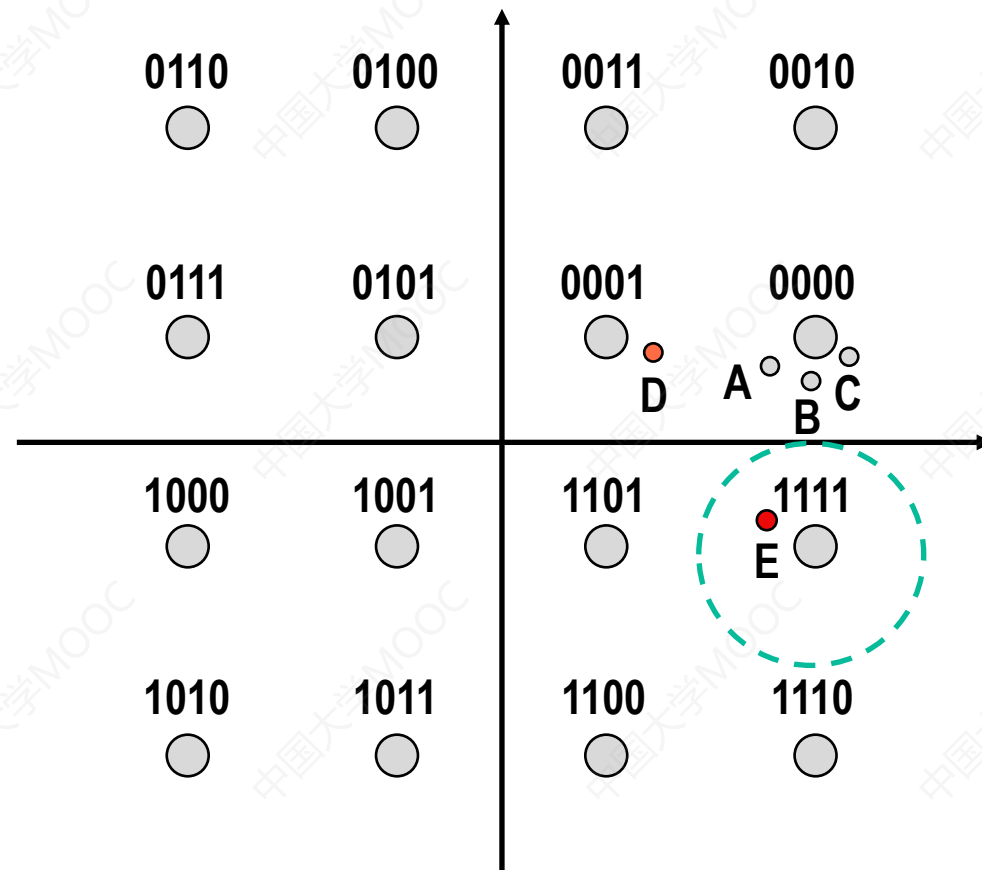
混合调制方法举例——正交振幅调制QAM-16

- 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（ $\log_2 16=4$ ）

码元A、B、C都可以被解调为0000（正确）。

码元D被解调为0001（1位错误）。

码元E被解调为1111（4位全错）。



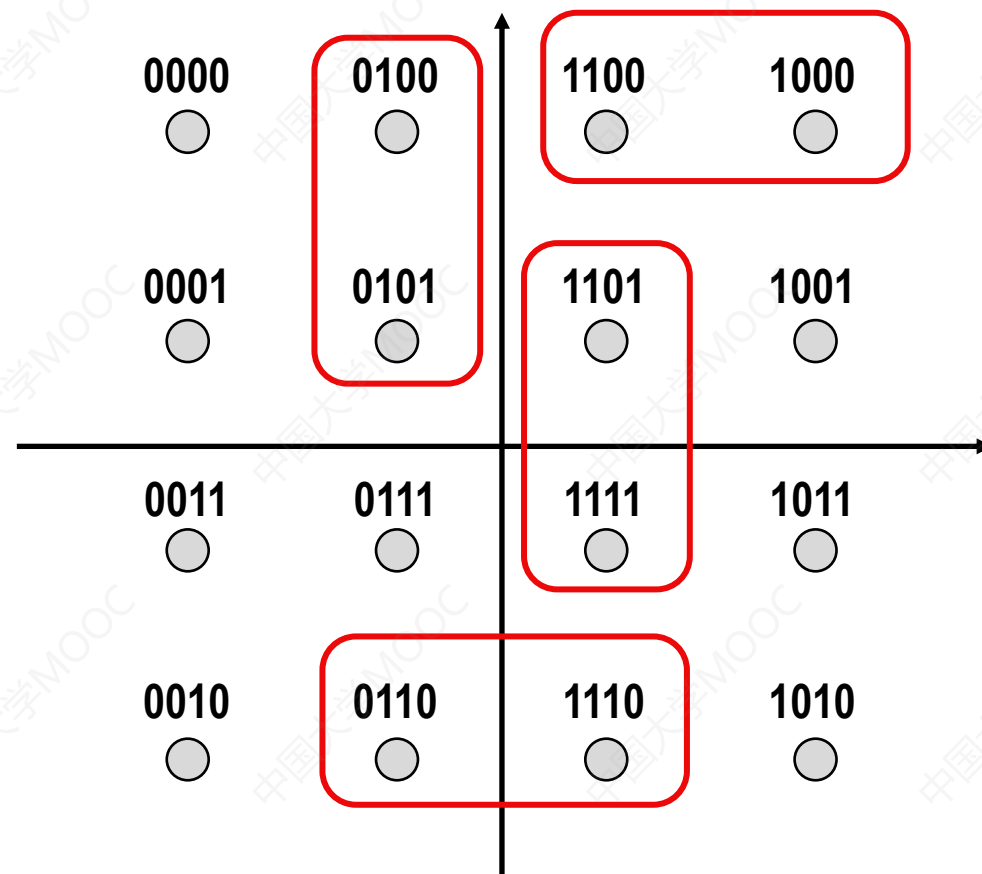
QAM-16的星座图



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制QAM-16

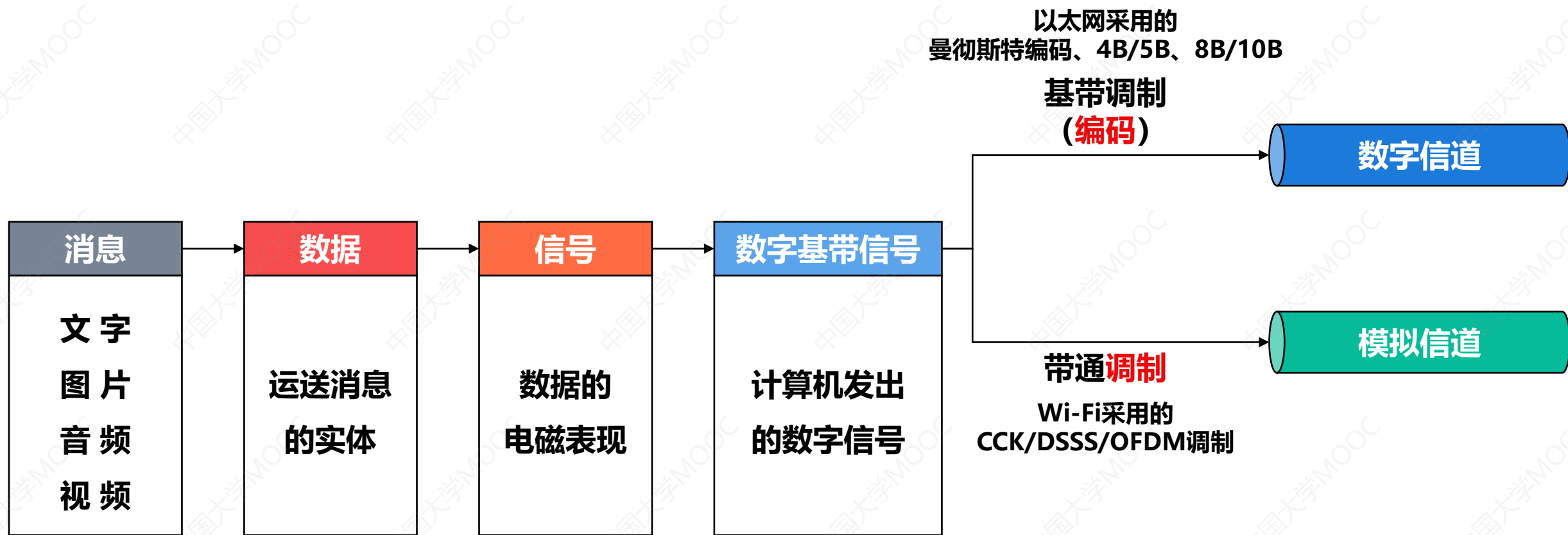
- 12种相位
- 每种相位有1或2种振幅可选
- 可以调制出16种码元（波形），每种码元可以对应表示4个比特（ $\log_2 16=4$ ）
- 每个码元与4个比特的对应关系采用**格雷码**，即任意两个相邻码元只有1个比特不同



QAM-16的星座图



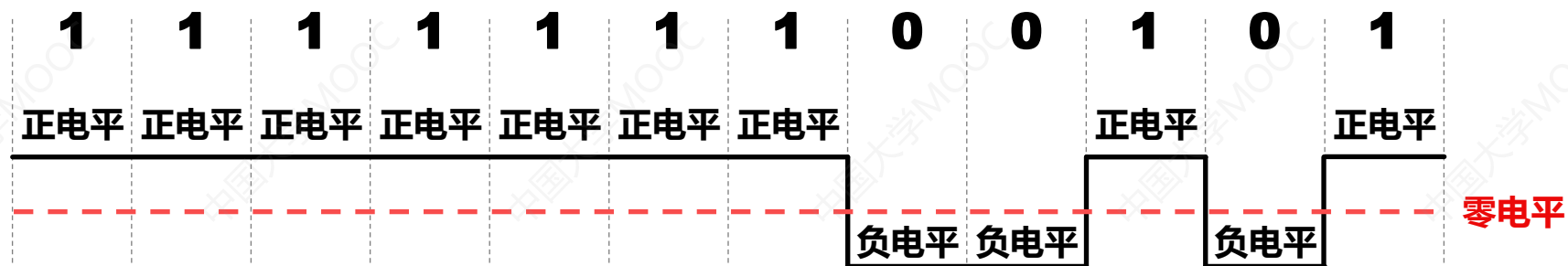
01 编码与调制的基本概念



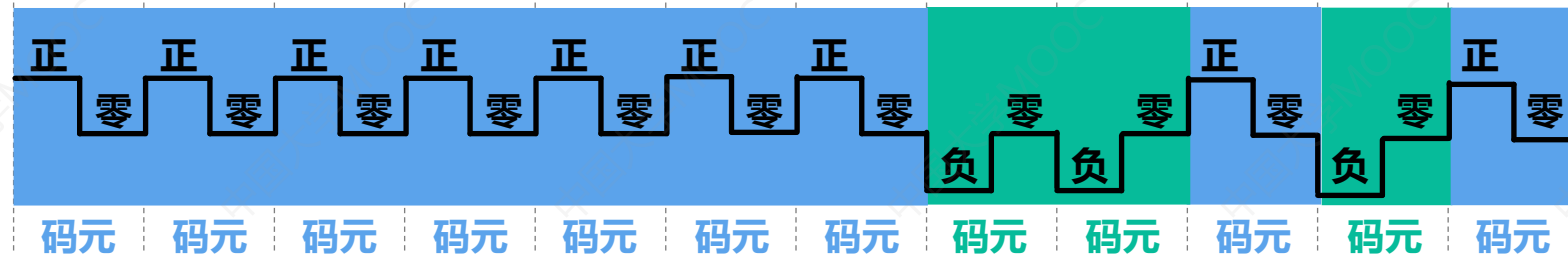
02 常用编码方式

比特流

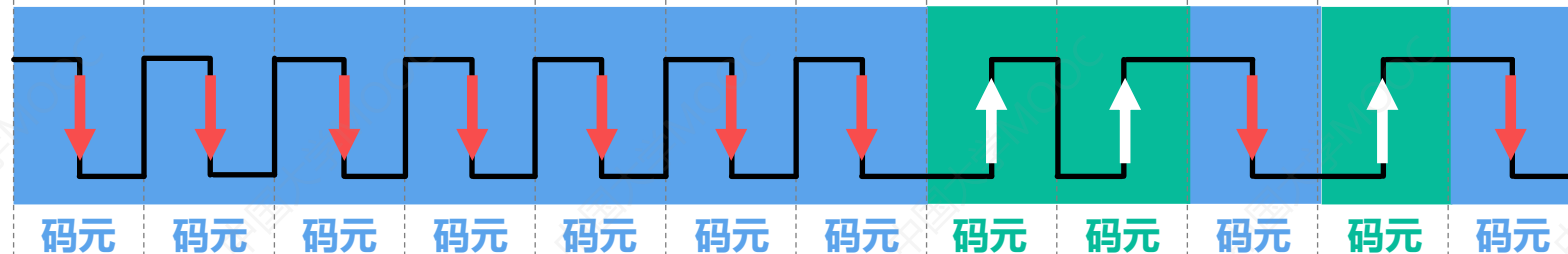
双极性不归零编码
(编码效率高, 但存在同步问题)



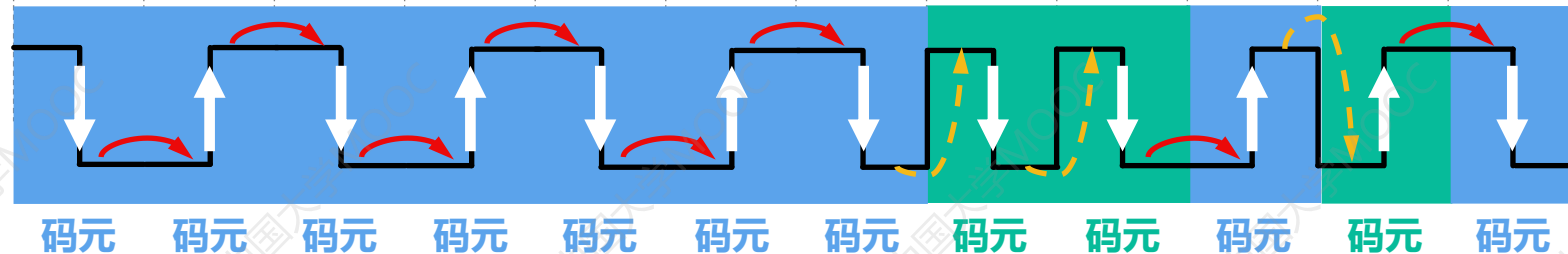
双极性归零编码
(自同步, 但编码效率低)



曼彻斯特编码
(自同步, 10Mb/s传统以太网)

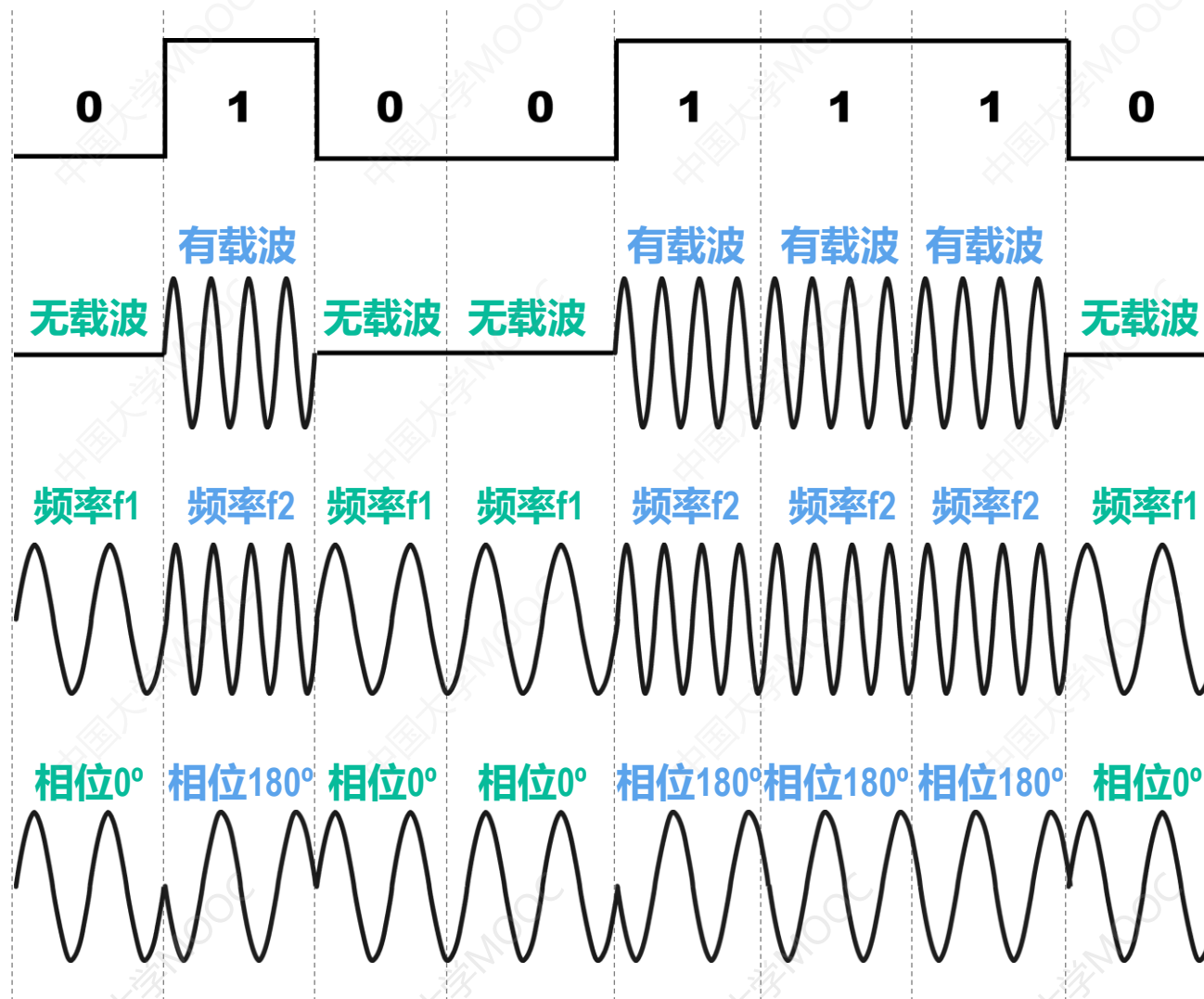


差分曼彻斯特编码



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

数字基带信号



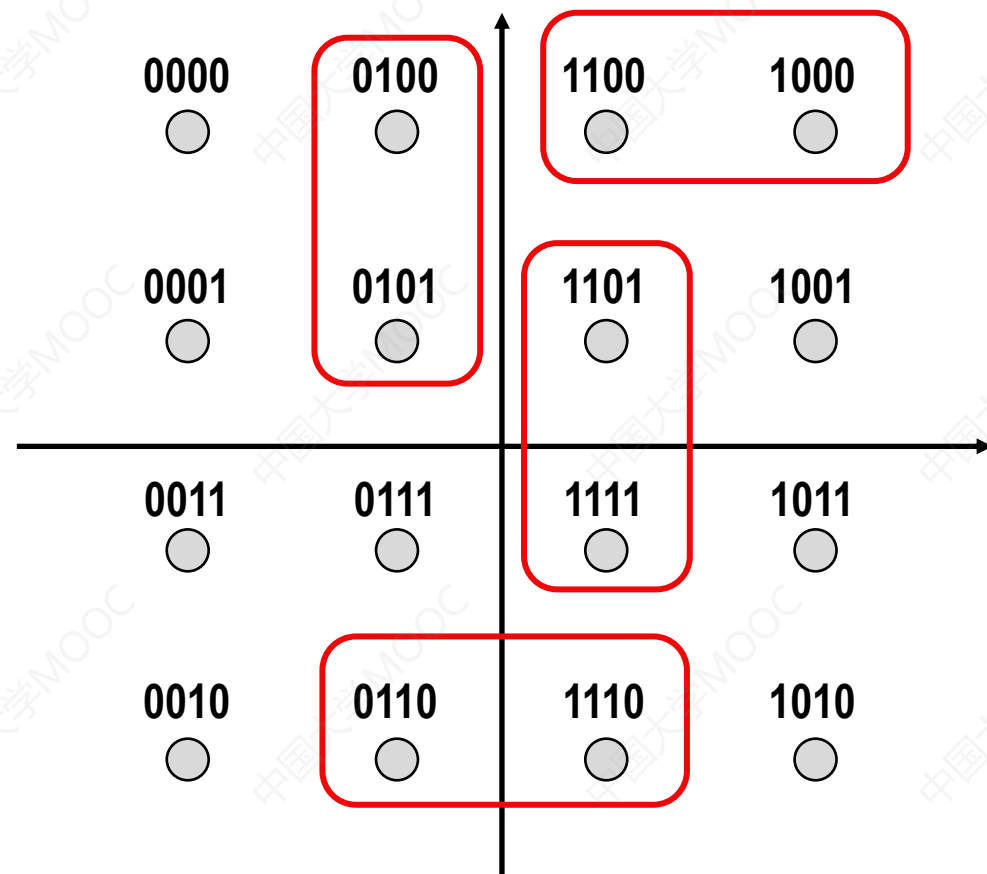
使用基本调制方法，1个码元只能包含1个比特信息。
如何才能使1个码元包含更多的比特呢？



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制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（ $\log_2 16=4$ ）
- 每个码元与4个比特的对应关系采用**格雷码**，即任意两个相邻码元只有1个比特不同



QAM-16的星座图

