



# 通信系统原理教程

## 第12讲 基带数字信号的表示 和传输之一

通信教研室 杨春萍

# 本讲内容

- 概述
- 字符的编码方法
- 基带数字信号的波形
- 基带数字信号的传输码型
- 基带数字信号的频率特性
- 基带数字信号传输与码间干扰
- 眼图
- 时域均衡器

# 概述

- 数字信号传输时为什么需要不同的表示方法？
  - 为了除去直流分量和频率很低的分量；
  - 为了在接收端得到每个码元的起止时刻信息；
  - 为了使信号的频谱和信道的传输特性相匹配。

返回

# 字符的编码方法

## □ 何谓字符？

- 汉字、数字和英文字母 ... ，统称为字符。

## □ 汉字的编码方法

4位十进制数字表示一个汉字。

例如，电报编码：“中” → “0022”，“国” → “0948”。

区位码：“中” → “5448”，“国” → “2590”。

## □ 英文字母编码方法

ASCII 码 - 7位二进制数字表示一个字符。



返回

# 基带数字信号的波形

- 单极性波形
- 双极性波形
- 单极性归零波形
- 双极性归零波形
- 差分波形
- 多电平波形

二进制

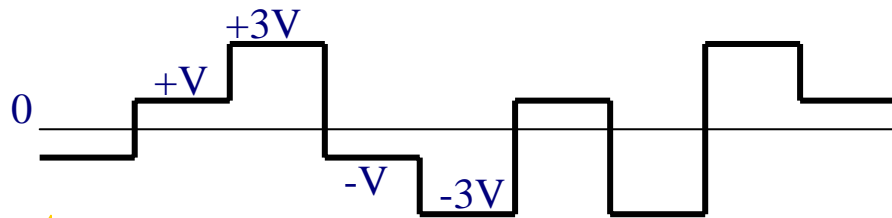
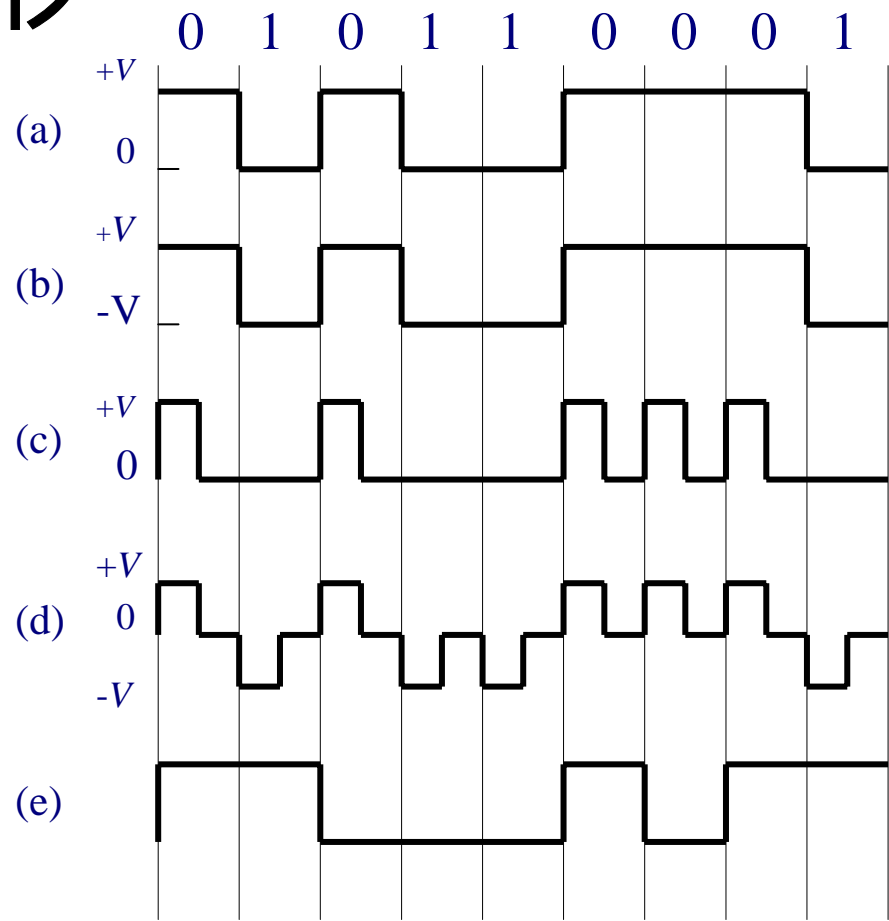


图5.3.2 多电平波形

返回



- (a) 单极性波形 (b) 双极性波形  
(c) 单极性归零波形 (d) 双极性归零波形  
(e) 差分波形

图5.3.1 基带信号的基本波形

# 基带数字信号的传输码型

□ 对于传输码型，有如下一些要求：

- 无直流分量和只有很小的低频分量；
- 含有码元的定时信息；
- 传输效率高；
- 最好有一定的检错能力；
- 适用于各种信源，即要求以上性能和信源的统计特性无关

## □ AMI码 - 传号交替反转码

- 编码规则：“1” → 交替变成“+1”和“-1”，  
“0” → 仍保持为“0”，
- 例：消息码：0 1 0 1 1 0 0 0 1  
AMI码：0 +1 0 -1 +1 0 0 0 -1
- 优点：没有直流分量、译码电路简单、能发现错码
- 缺点：出现长串连“0”时，将使接收端无法取得定时信息。
- 又称：“1B/1T”码 - 1位二进制码变成1位三进制码。

## □ HDB3码 - 3阶高密度双极性码

### ■ 编码规则：

- 首先，将消息码变换成AMI码，
- 然后，检查AMI码中连“0”的情况：
  - 当没有发现4个以上（包括4个）连“0”时，则不作改变，AMI码就是HDB<sub>3</sub>码。
  - 当发现4个或4个以上连“0”的码元串时，就将第4个“0”变成与其前一个非“0”码元（“+1”或“-1”）同极性的码元。
  - 将这个码元称为“破坏码元”，并用符号“V”表示，即用“+V”表示“+1”，用“-V”表示“-1”。
  - 为了保证相邻“V”的符号也是极性交替：
    - \* 当相邻“V”之间有奇数个非“0”码元时，这是能够保证的。
    - \* 当相邻“V”之间有偶数个非“0”码元时，不符合此“极性交替”要求。这时，需将这个连“0”码元串的第1个“0”变成“+B”或“-B”。B的符号与前一个非“0”码元的符号相反；并且让后面的非“0”码元符号从V码元开始再交替变化。



■ 例：

消息码: 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1

AMI码: -1 0 0 0 0 +1 0 0 0 0 -1 +1 0 0 0 0 -1 +1

HDB<sub>3</sub>码: -1 0 0 0 -V +1 0 0 0 +V -1 +1 -B 0 0 -V +1 -1

---

-1 0 0 0 -1 +1 0 0 0 +1 -1 +1 -1 0 0 -1 +1 -1

译 码 : -1 0 0 0 0 +1 0 0 0 0 -1 +1 0 0 0 0 +1 -1

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

译码：

- 发现相连的两个同符号的“1”时，后面的“1”及其前面的3个符号都译为“0”。
- 然后，将“+1”和“-1”都译为“1”，其它为“0”。

- 优点：除了具有AMI码的优点外，还可以使连“0”码元串中“0”的数目不多于3个，而且与信源的统计特性无关。

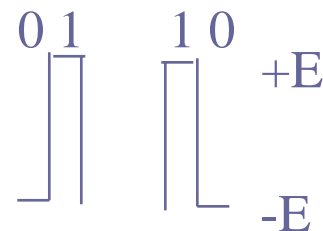
## □ 双相码 - 曼彻斯特码

- 编码规则：消息码“0” → 传输码“01”  
消息码“1” → 传输码“10”

例：

消息码：1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1

双相码：10 | 10 | 01 | 01 | 10 | 01 | 10



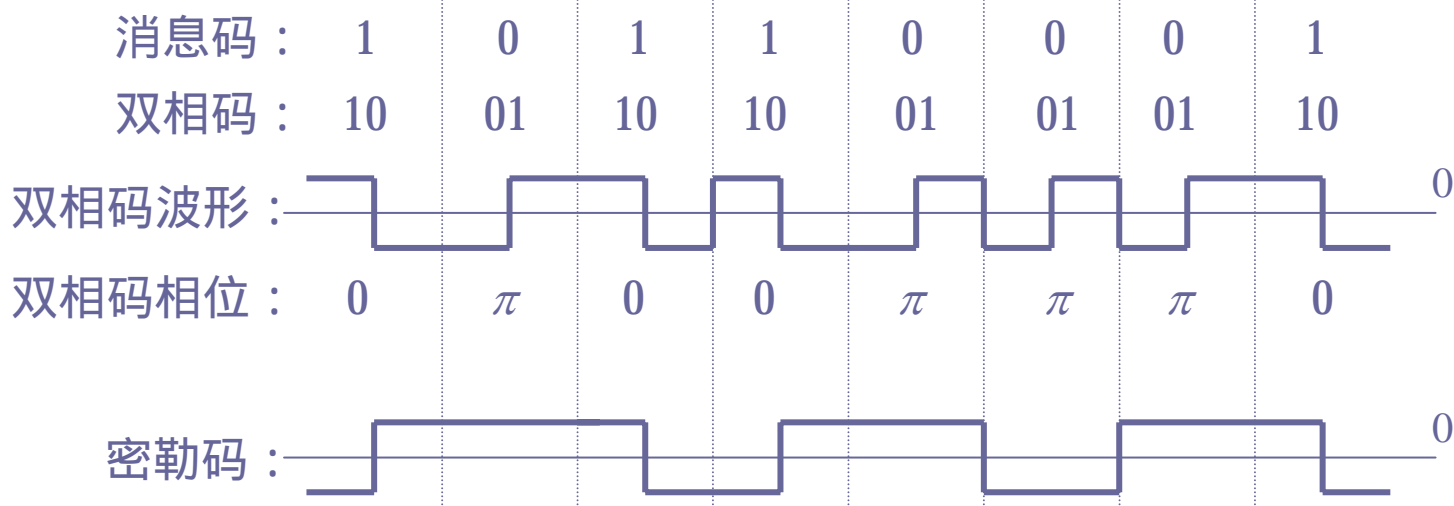
- 译码规则：消息码“0”和“1”交替处有连“0”和连“1”，可以作为码组的边界。
- 优缺点：只有2电平，可以提供定时信息，无直流分量；但是占用带宽较宽。

# 密勒码

## ■ 编码规则：

消息码“1” → 用中点处电压的突跳表示，或者说用“01”或“10”表示；

消息码“0” → 单个消息码“0”不产生电位变化，连“0”消息码则在边界使电平突变，或者说用“11”或“00”表示

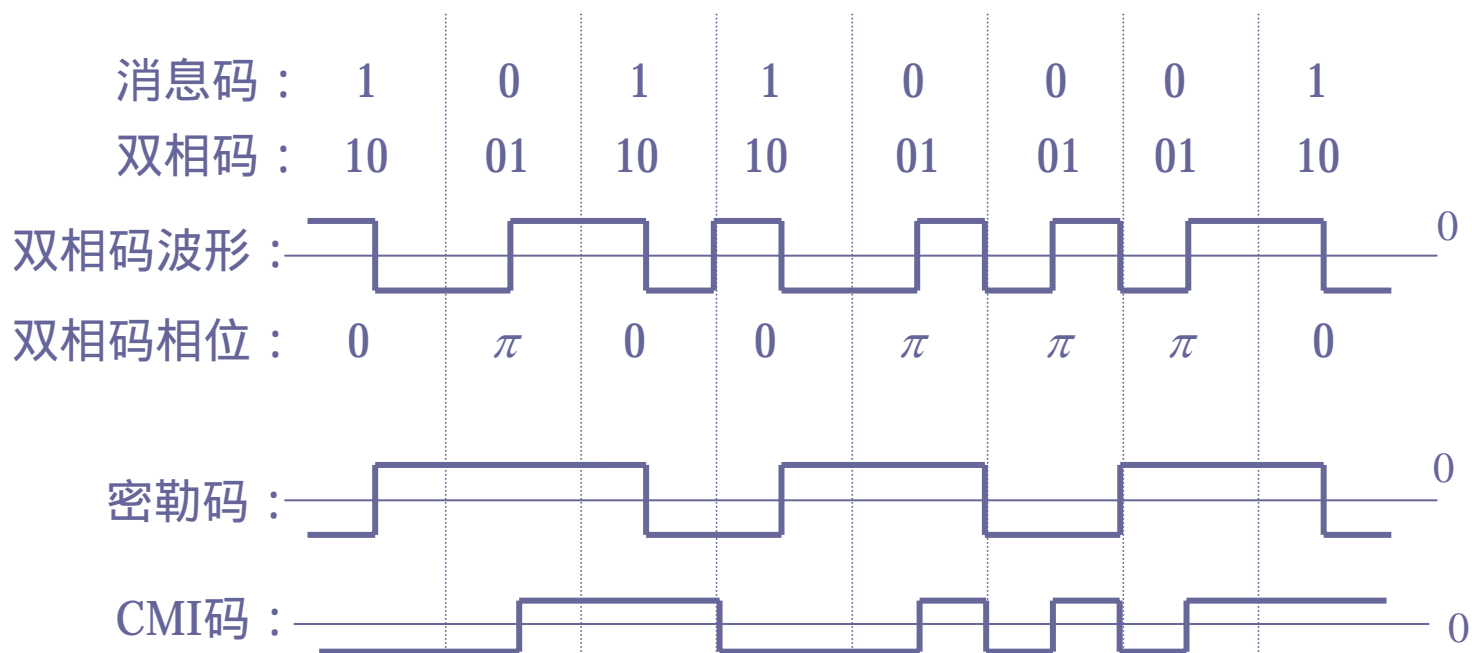


特点：当“1”之间有一个“0”时，码元宽度最长（等于两倍消息码长度）。这一性质也可以用来检测误码。

■ 产生：双相码的下降沿正好对应密勒码的突变沿。因此，用双相码的下降沿触发双稳触发器就可以得到密勒码。

## □ CMI码 - 传号反转码

- 编码规则：消息码“1” → 交替用“11”和“00”表示；  
消息码“0” → 用“01”表示，



## □ nBmB码

- 这是一类分组码，它把消息码流的 $n$ 位二进制码元编为一组，并变换成为 $m$ 位二进制的码组，其中 $m > n$ 。后者有 $2^m$ 种不同组合。由于 $m > n$ ，所以后者多出 $(2^m - 2^n)$ 种组合。在 $2^m$ 种组合中，可以选择特定部分为可用码组，其余部分为禁用码组，以获得好的编码特性。
- 双相码、密勒码和CMI码等都可以看作是1B2B码。在光纤通信系统中，常选用 $m = n + 1$ ，例如5B6B码等。
- 除了 $nBmB$ 码外，还可以有 $nBmT$ 码等等。 $nBmT$ 码表示将 $n$ 个二进制码元变成 $m$ 个三进制码元。

返回