

CCEE

A blue-tinted photograph of a fountain pen nib and a telephone receiver on a document. The pen nib is in the foreground, pointing towards the right. The telephone receiver is in the background, slightly out of focus. The document has some text, but it is mostly illegible due to the blur and blue tint.

# 第六章 同步原理

数字通信原理

# 主要内容

2025/1/13



6.1 引言

6.2 载波同步

6.3 位同步

6.4 群同步

# 6.4 群同步

2025/1/13

- 数字信号总是分成一组一组来传输的。用一定数目的码元组成一个“字”，由若干“字”组成一句”，再由若干“句”组成一“群”。
- 为了在接收端区分出数字信号中的“字”、“句”、“群”的起始位置，必须在接收端提供字、句、群同步脉冲。
- 这几种同步脉冲的周期都是位同步脉冲的整数倍。
- 要使这些脉冲的相位，即起始位置也与发端相同，则必须用群同步信号对分频器置零。这时位同步信号经分频器分频才能得到与发端同步同相的“字”、“句”和“群”同步脉冲。
- “字”、“句”、“群”同步统称群同步。
- 群同步的方法主要可分为两种。
  - 自同步法
  - 外同步法

# 自同步法

2025/1/13

- 利用数字序列本身的特性来提取群同步脉冲。
- 有纠错能力的抗干扰编码，为了能纠正接收数字序列中的错码，加入一些监督码，在接收端有可能根据这些监督码的位置恢复出群同步信号，从而不再需要发送另外的群同步信号

# 6.4 群同步

2025/1/13

- 自同步法
- 外同步法

# 外同步法

2025/1/13

- 在发送的数字序列中插入专门的群同步脉冲或群同步码组，这种方法称为外同步法
- 本节介绍外同步法
- 实现外同步方法有很多，常用的几种方法：
  - 起止式同步法
  - 加高或加宽式同步法
  - 插入特殊码组实现群同步法：分为连贯插入法和间隔式插入法。

# 6.4 群同步

2025/1/13

1

起止式同步法

2

加高加宽式同步法

3

连贯式插入法

4

间隔式插入法

5

群同步系统的性能

6

群同步的保护

# 起止式同步法

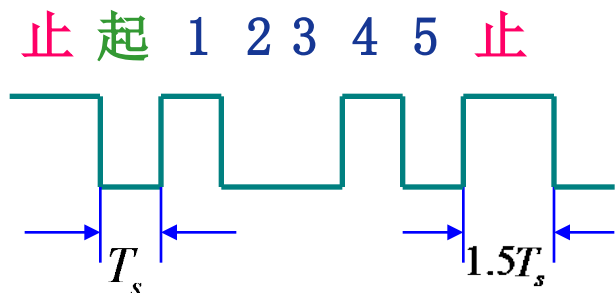
2025/1/13

- 在每一组信号码元的前面和末尾都加一个同步码元，即可构成起止式同步码组。
- 这种方式的典型例子之一是印字电传机。
  - 一个字由7.5个码元组成
  - 每个字的开头，先发一个码元的起脉冲（负值）
  - 中间五个码元是消息
  - 字的末尾是1.5个码元宽度的止脉冲（正值）
  - 收端根据正电平第一次转到负电平这一特殊规律，确定一个字的起始位置，以此实现群同步。



# 起止式同步法

2025/1/13



- 这种同步方式的止脉冲宽度与码元宽度不一致，给同步传输带来不便
- 在这种同步方式中，每7.5个码元中只有5个码元用于传输消息，效率较低。
- 解决脉冲宽度不一致的常用方法是把终止脉冲的宽度从改为或，但要对目前大量使用的印字电报机作这种改动是很不方便的
- 在实际应用中常常是通过增加一个专用的码元变换装置来解决脉冲宽度不一致问题。

# 6.4 群同步

2025/1/13

1

起止式同步法

2

加高加宽式同步法

3

连贯式插入法

4

间隔式插入法

5

群同步系统的性能

6

群同步的保护

# 加高式或加宽式同步法

2025/1/13

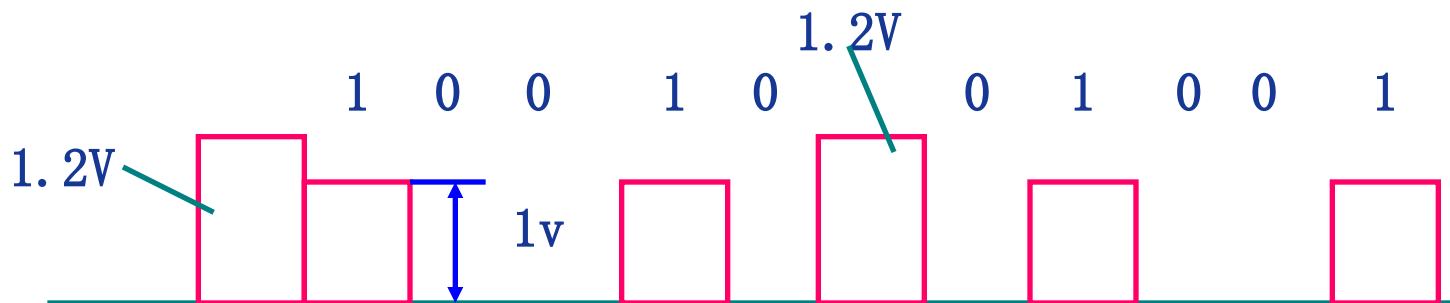
● 在二进制数字序列中，如果在每组信码前增加一个幅度或宽度特别大的群同步脉冲，在接收端就很容易识别信码组的起始点——加高式或加宽式同步法。

● 加高式

● 加宽式

# 加高式

2025/1/13



- 同步脉冲的幅度一般选择为信息码元幅度的1.2~1.7倍。
- 在接收端，只要用一个限幅器，就可以把群同步脉冲提取出来。
  - 优点：容易产生和提取
  - 缺点：抗干扰性差，在起伏噪声的影响下，容易出现误选或漏选，被数字序列所调制的调制器的功能也不能被充分利用。

# 加高式或加宽式同步法

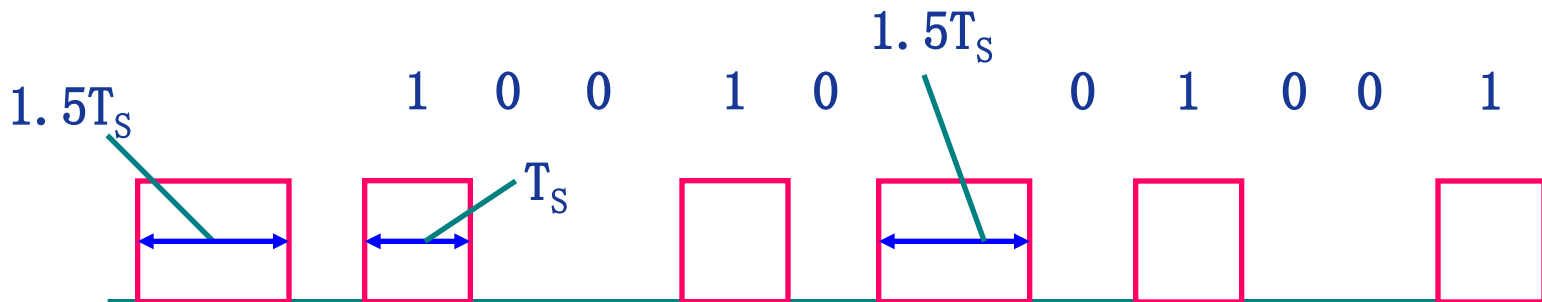
2025/1/13

● 加高式

● 加宽式

# 加宽式

2025/1/13



- 在发送端插入宽度约为信息码元宽度的1.5倍的脉冲作群同步信号
- 在接收端用一个脉冲鉴宽器把这个同步脉冲分离出来。
- 可以采用限幅器除掉起伏噪声的影响，比加高式具有更好的抗干扰性能
- 由于同步脉冲至少要占用2个码元的宽度，因此导致传输效率下降。

# 6.4 群同步

2025/1/13

1

起止式同步法

2

加高加宽式同步法

3

连贯式插入法

4

间隔式插入法

5

群同步系统的性能

6

群同步的保护

# 连贯式插入法

2025/1/13

- 所谓连贯式插入法就是在每群的头集中插入群同步码组的方法。
- 这种群同步码组，应该是一种特殊的序列，接收端能够很方便的识别这些序列，将其与信息码区别开来。
- 插入的同步码序列可采用的具体码组有很多，如全“1”码、全“0”码、“0”“1”交替码等。目前应用最广泛的是巴克(Barker)码。



# 巴克 (Barker) 码

2025/1/13

- 巴克 (Barker) 码的定义和特点
- 巴克码发生器
- 巴克码的识别

# 巴克 (Barker) 码的定义和特点

2025/1/13

- 巴克码是一种非周期序列，具有尖锐的局部自相关函数，因而在接收端很容易被识别。

插入码组

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

自相关函数

$$R(j) = \sum_{i=1}^{n-j} x_i x_{i+j}$$

n位巴克码的自相关函数

$$R(j) = \sum_{i=1}^{n-j} x_i x_{i+j} = \begin{cases} n, & \text{当 } j = 0 \\ 0 \text{ 或 } \pm 1, & \text{当 } 0 < j < n \end{cases}$$

目前已经找到的  
巴克码组

# 目前已找到的巴克码组

2025/1/13

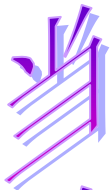
| n  | 巴克码组                          |
|----|-------------------------------|
| 2  | ++; +- (11); (10)             |
| 3  | ++- (110)                     |
| 4  | +++--; ++-+ (1110); (1101)    |
| 5  | +++-+ (11101)                 |
| 7  | +++--+- (1110010)             |
| 11 | +++----+---+- (11100010010)   |
| 13 | +++++--++-+-+ (1111100110101) |

● 采用n=7以上的巴克码组为群同步码组

# 巴克 (Barker) 码的定义和特点

2025/1/13

## 7位巴克码的局部自相关函数



$$j = 0 \quad \Rightarrow \quad R(j) = \sum_{i=1}^7 x_i^2 = 1+1+1+1+1+1+1 = 7$$



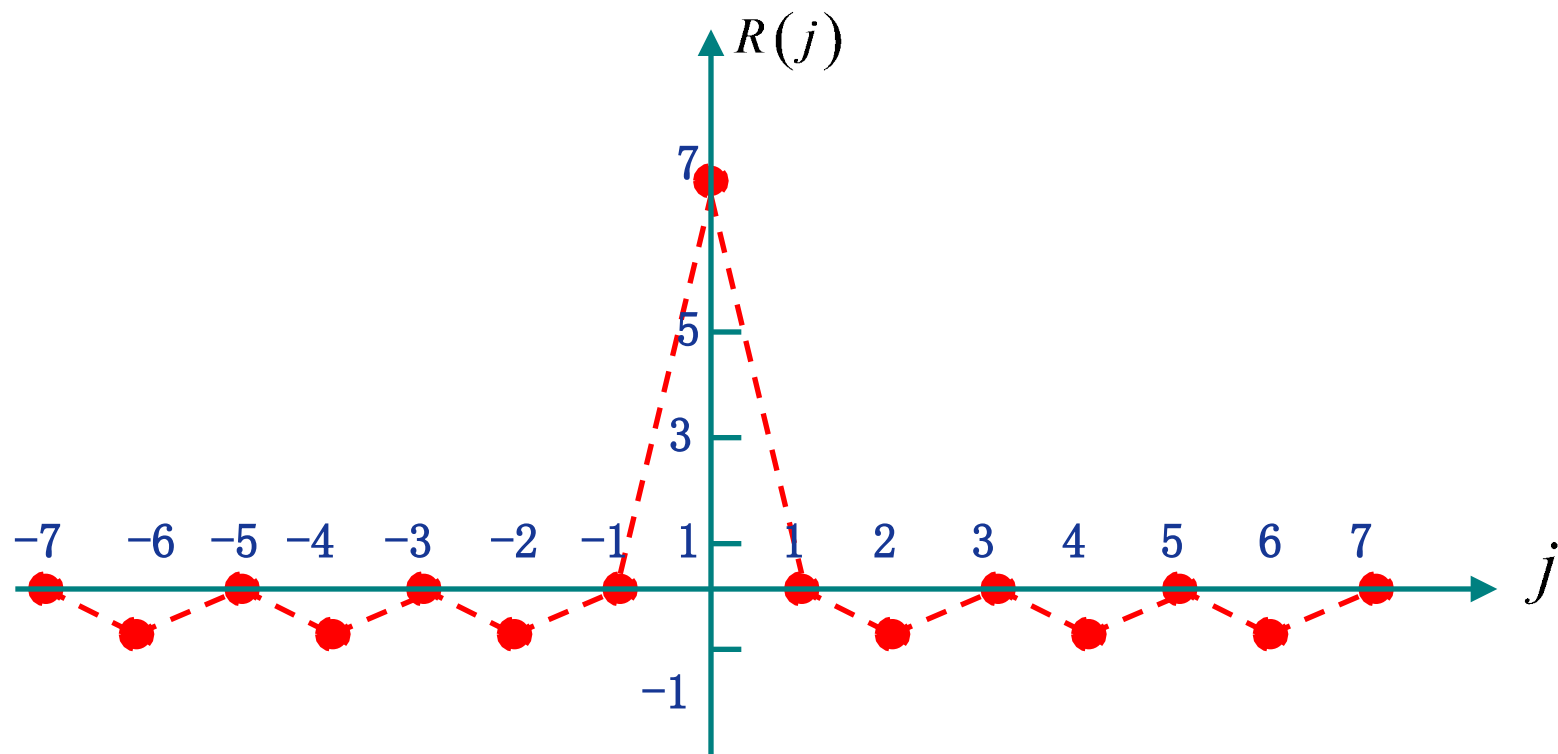
$$j = 1 \quad \Rightarrow \quad R(j) = \sum_{i=1}^6 x_i x_{i+1} = 1+1-1+1-1-1 = 0$$



$$j = 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad \Rightarrow \quad R(j) = -1, 0, -1, 0, -1, 0$$

# 巴克 (Barker) 码的定义和特点

2025/1/13



- 自相关函数在  $j=0$  时出现尖锐的单峰

# 巴克 (Barker) 码

2025/1/13

- 巴克 (Barker) 码的定义和特点
- 巴克码发生器
- 巴克码的识别

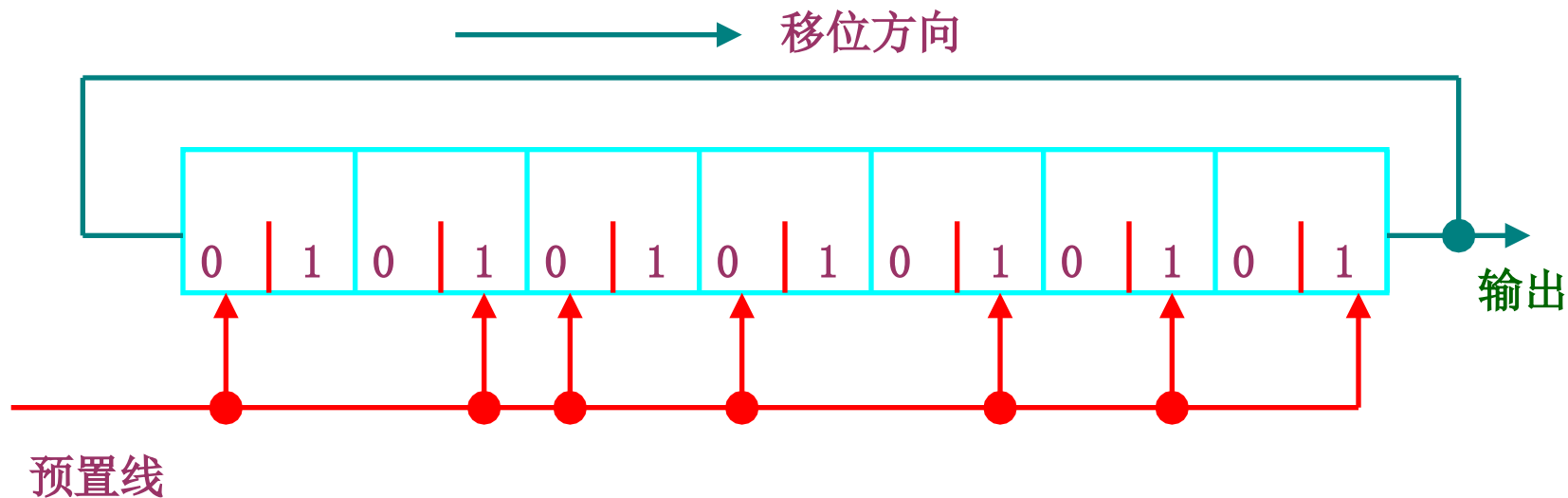
# 巴克码发生器

2025/1/13

- 移位寄存器产生巴克码
- 反馈式的巴克码发生器

# 巴克码发生器

2025/1/13



- 从右向左的预置为11100110。
- 经七个移位脉冲后，预置的11100110全部从移位寄存器的最右端移出。
- 七位巴克码输出后，移位寄存器各级单元均保持原预置状态
- 这种结构看起来是很直观的，但由于移位寄存器的级数需要等于巴克码组的位数，所需移位寄存器级数较大，比较浪费。



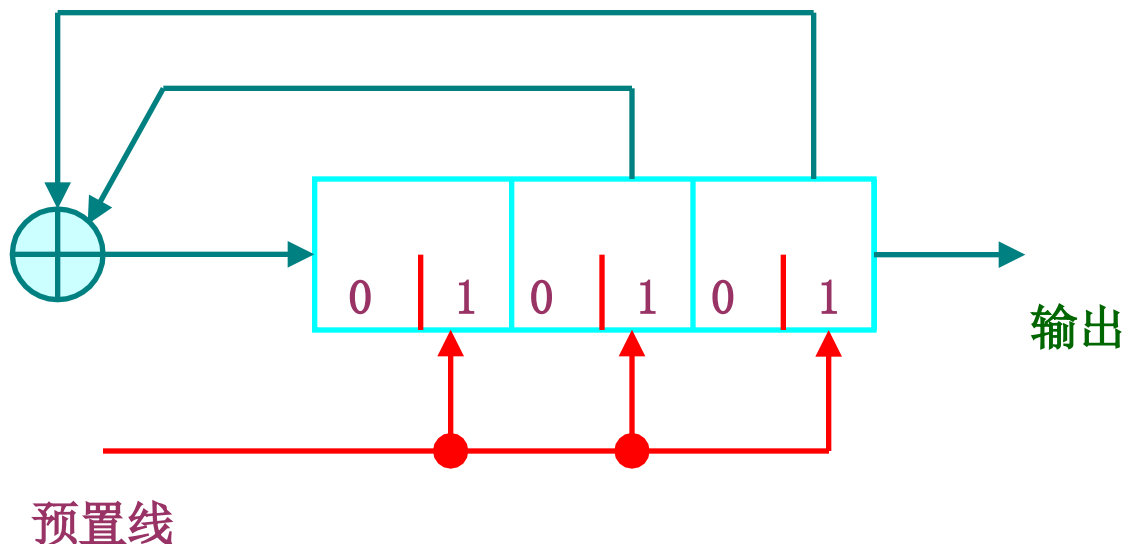
# 巴克码发生器

2025/1/13

- 移位寄存器产生巴克码
- 反馈式的巴克码发生器

# 反馈式的巴克码发生器

2025/1/13



- 由三级移位寄存器单元组成，预置线把移位寄存器的初始状态预置为111，后两级移位寄存单元的输出反馈至输入端的模二加法器，经相加后的输出作第一级的输入。
- 经过七个移位脉冲后，移位寄存器的输出也是1110010
- 这种方法也叫逻辑综合法
- 这种结构所需移位寄存器级数小，比较节省部件。

# 巴克 (Barker) 码

2025/1/13

- 巴克 (Barker) 码的定义和特点
- 巴克码发生器
- 巴克码的识别

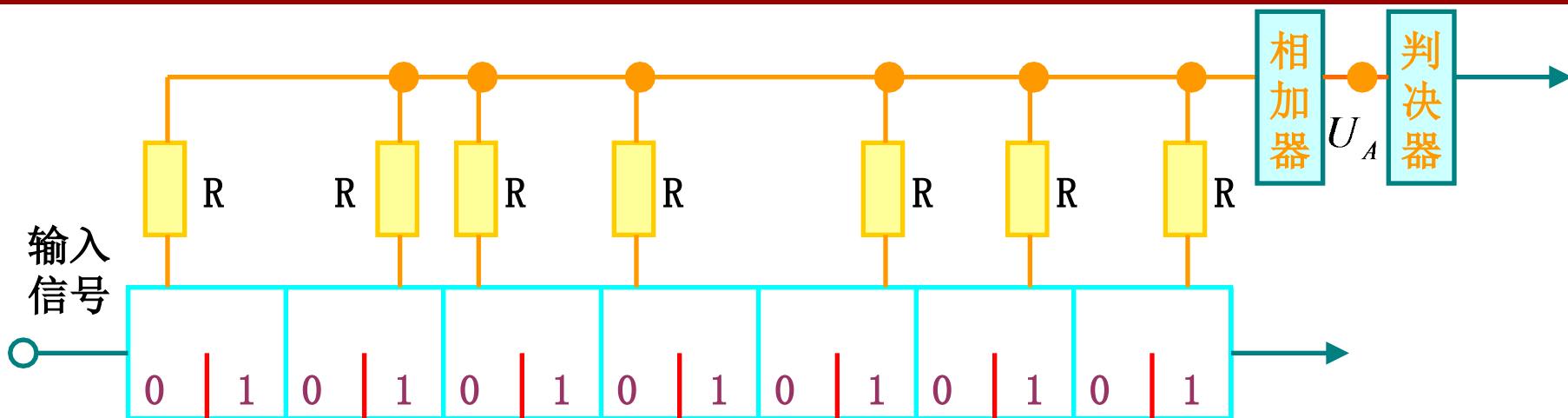
# 巴克码的识别

2025/1/13

- 巴克码具有尖锐的自相关特性，常被用作群同步的标志
- 巴克码识别器就是对输入的巴克码进行自相关运算。
- 接收端在识别群同步之前往往已恢复出位同步信号。
- 常采用移位寄存器构成识别器

# 巴克码的识别器

2025/1/13



- 七位巴克码识别器由七级移位寄存器、电阻输入的相加器和判决器组成。
- 当输入数据的“1”存入移位寄存器时，“1”端的输出为高电平，设其为+1。而“0”端输出为低电平，设其为-1（或0电平）；
- 反之，存入数据“0”时，0端输出电平为+1，“1”端的输出电平为-1（或输出0电平）
- 各移位寄存器输出端的接法和巴克码的规律一致。这样，如果输入移位寄存器的数字有一位或多位与对应的巴克码位不同，则该位就输出（或0），此时再将寄存器输出的各位相加时，就一定会小于7
- 只有输入为巴克码时，相加器才可能输出7，因此移位寄存器和相加器合起来构成了相关运算器。

# 巴克码的识别器

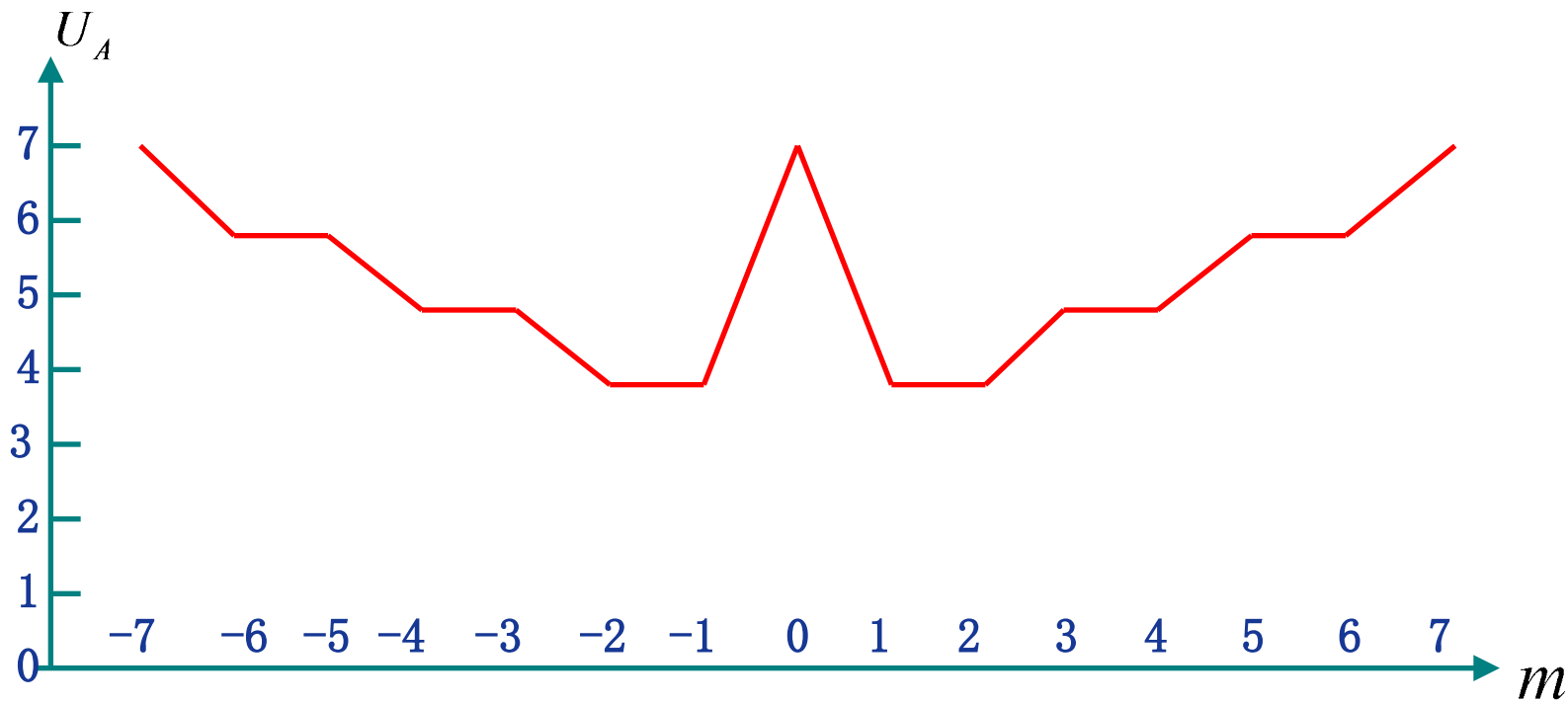
2025/1/13

## 七位巴克码识别器输入输出关系

| 巴克码序列   | 识别器输入           | 输出最大电压<br>$U_A$ (V) | $P$             | $m$ |
|---------|-----------------|---------------------|-----------------|-----|
| 0100111 | <u>0100111</u>  | 7                   | $\frac{1}{128}$ | 7   |
| 010011  | 1 <u>100111</u> | 6                   | $\frac{1}{64}$  | 6   |
| 01001   | 11 <u>00111</u> | 6                   | $\frac{1}{32}$  | 5   |
| 0100    | 111 <u>0111</u> | 5                   | $\frac{1}{16}$  | 4   |
| 010     | 0111 <u>111</u> | 5                   | $\frac{1}{8}$   | 3   |
| 01      | 00111 <u>11</u> | 4                   | $\frac{1}{4}$   | 2   |
| 0       | 100111 <u>1</u> | 4                   | $\frac{1}{2}$   | 1   |
|         | 0100111         | 7                   | 1               | 0   |

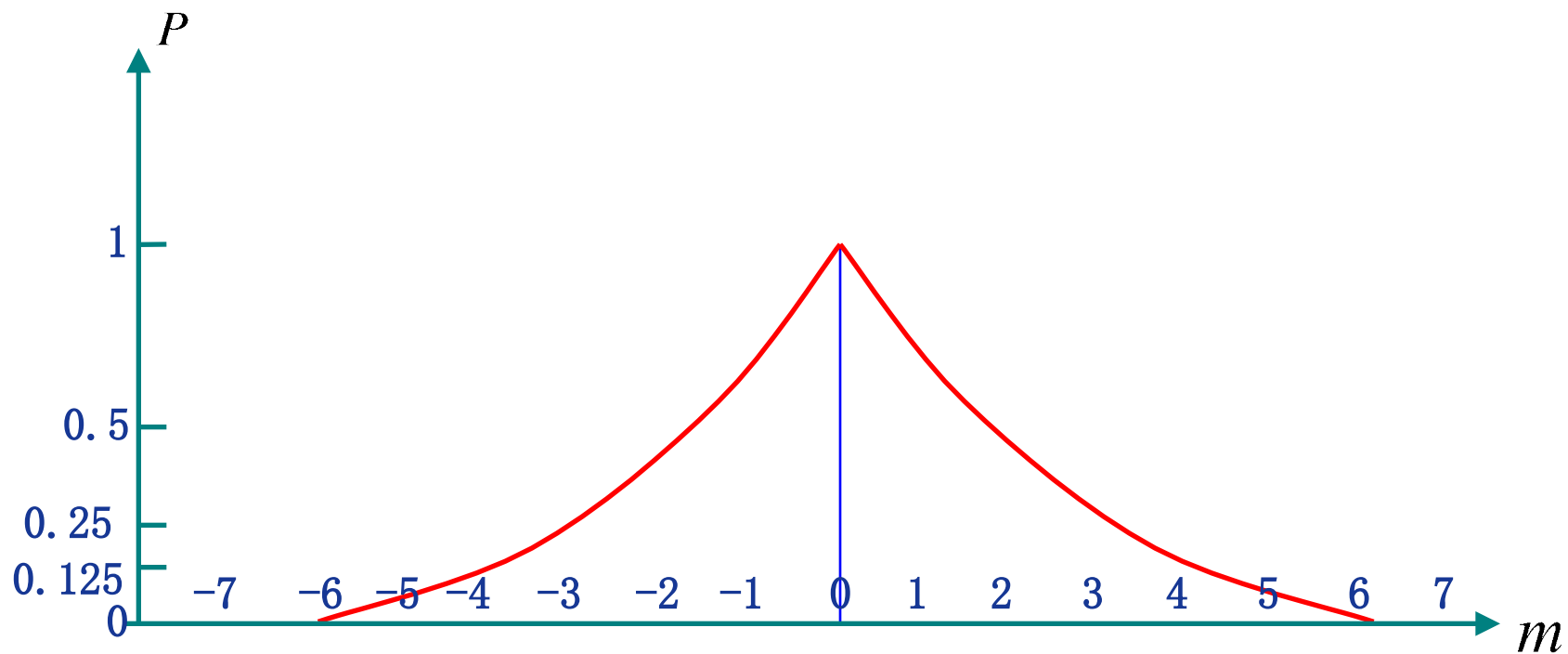
# 特性曲线1

2025/1/13



# 特性曲线2

2025/1/13





# 说明

2025/1/13

- $|m|$ 代表没有进入识别器的巴克码码元数(+m)，即识别器未输入的巴克码组的码元数
  - $-m$ 表示识别器已输出的巴克码码元数
  - $U_A$ 表示相加器输出端的可能最大输出电压，
  - $P$ 是可能最大输出电压的概率。
  - 当 $|m|=0$ 时，即巴克码码元全部进入识别器时，识别器的每个电阻都产生1伏的输出电压，相加器输出电压 $U_A=7$ 伏，发生概率为1；
  - 若 $|m|=1$ 时，即有一位巴克码元在移位寄存器外，其余六位已移入移位寄存器内，则有3个码元与巴克码相同，即在相加器输出端产生3伏电压。
- 还有一个移位寄存器单元，输入巴克码组邻接的一位信息码元。若此码为“1”时，表示信息码元的符号与寄存器输出端符号一致，相加器输出电压 $U_A$ 为4伏；若此码元为“0”，相加器输出电压 $U_A$ 为3伏。
- 考虑 $m=1$ 时，相加器输出电压 $U_A$ 的可能最大电压为4伏，而因“1”、“0”出现的概率相等，均为 $1/2$ ，因此 $U_A=4$ 伏的出现概率为 $1/2$ ；依此类推，当 $|m|=7$ 时，即进入识别器的全部是随机的信息码元。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/168003017037007004>