

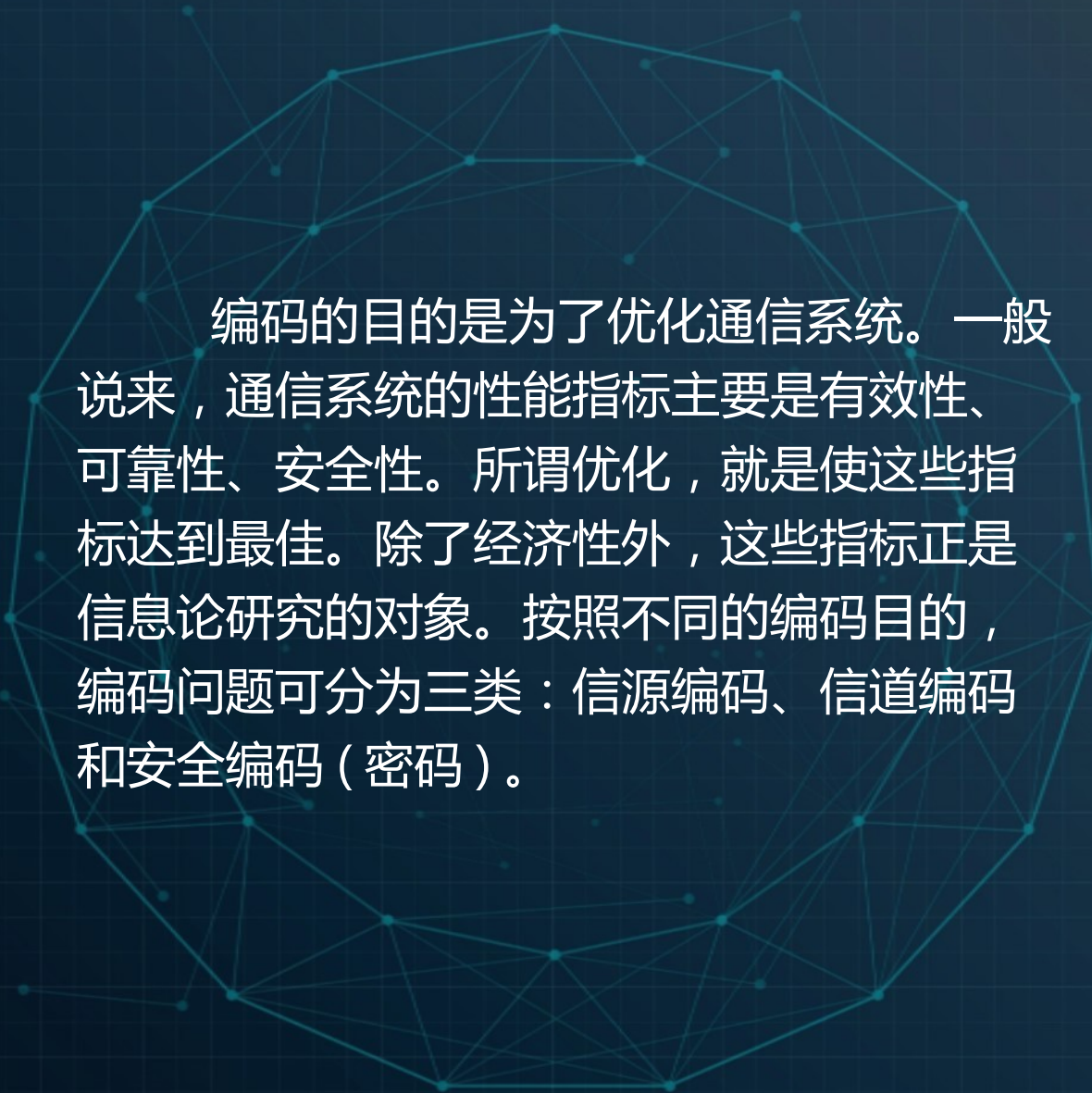
信源编码与信道编码

01

信源编码

02

信道编码



编码的目的是为了优化通信系统。一般说来，通信系统的性能指标主要是有效性、可靠性、安全性。所谓优化，就是使这些指标达到最佳。除了经济性外，这些指标正是信息论研究的对象。按照不同的编码目的，编码问题可分为三类：信源编码、信道编码和安全编码（密码）。



信源编码是以提高通信有效性为目的的编码。通常通过压缩信源的冗余度来实现。采用的一般方法是压缩每个信源符号的平均比特数或信源的码率。

信道编码是以提高信息传输的可靠性为目的的编码。通常通过增加信源的冗余度来实现。采用的一般方法是增大码率或带宽。与信源编码正好相反。

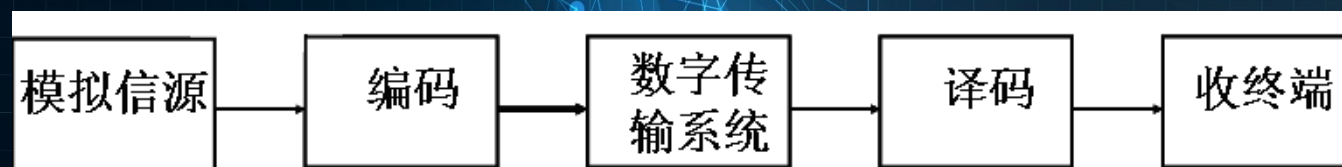
密码则是以提高通信系统的安全性为目的的编码。通常通过加密和解密来实现。从信息论的观点出发，加密可视为“增熵”的过程，解密可视为“减熵”的过程。



一般情况下，信源编码可分为离散信源编码、连续信源编码和相关信源编码。离散信源编码可做到无失真编码；而连续信源编码则只能做到限失真编码。



- 信源编码的作用：
 - 1、设法减少码元数目和降低码元速率，即通常所说的数据压缩；
 - 2、将信源的模拟信号转化成数字信号，以实现模拟信号的数字化传输。

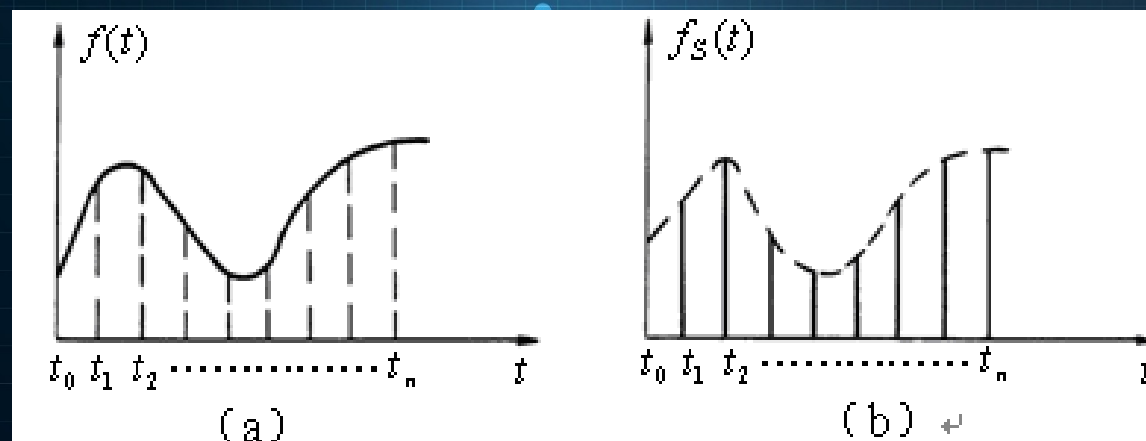


模拟信号数字化传输系统框图



1 抽样

- 模拟信号数字化的第一步是在时间上对信号进行离散化处理，即将时间上连续的信号处理成时间上离散的信号，这一过程称之为抽样。



模拟信号抽样示意图



- 要从样值序列无失真地恢复原时间连续信号，其抽样频率应选为 $f_s \geq 2f_m$ 。这就是著名的奈奎斯特抽样定理，简称抽样定理。无失真所需最小抽样速率 $f_s = 2f_m$ 为奈奎斯特速率，对应的最大抽样间隔 T_s 称为奈奎斯特间隔。



2 量化

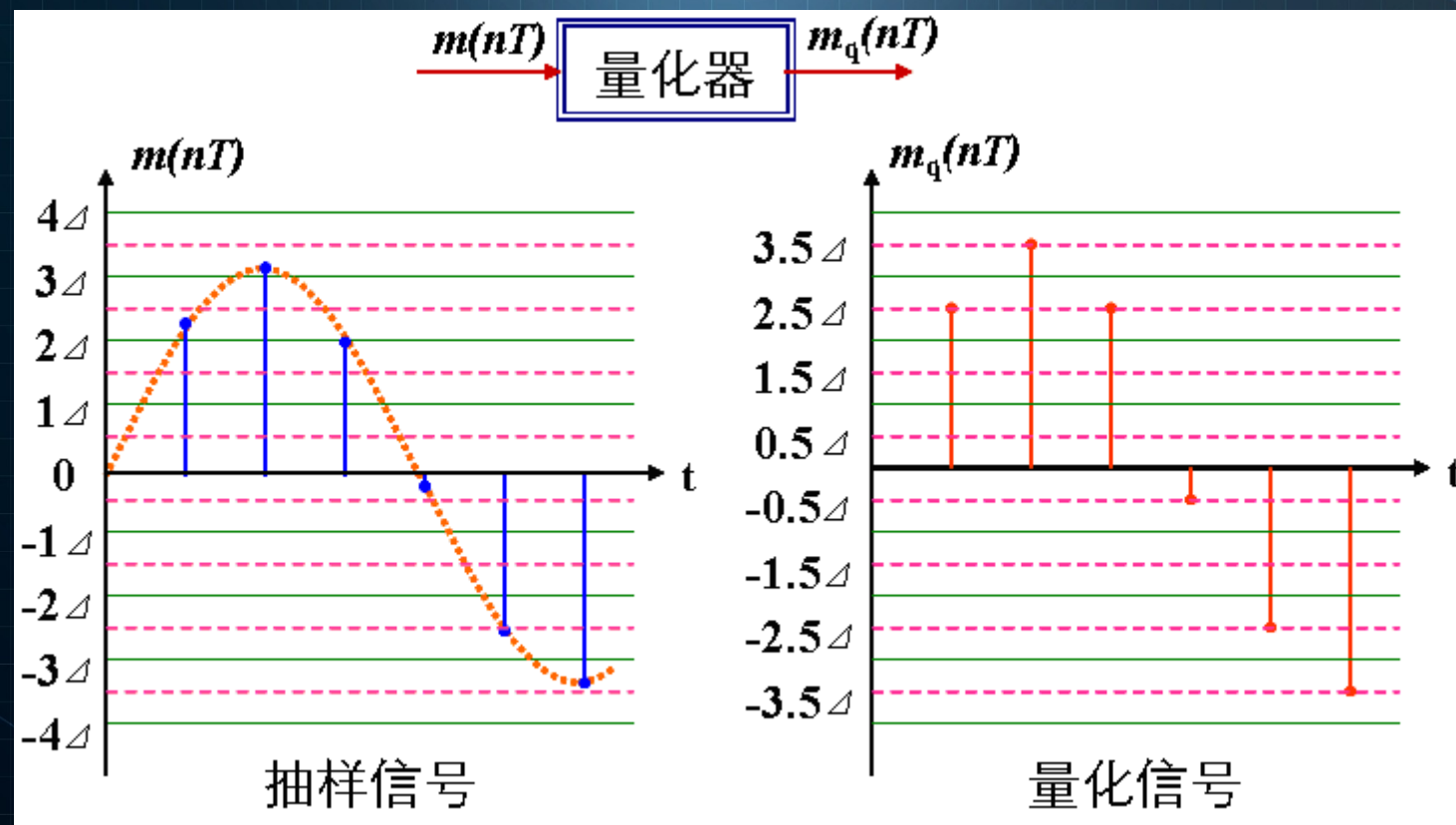
- 量化是把信号在幅度域上连续的样值序列用近似的办法将其变换成幅度离散的样值序列。具体的定义是，将幅度域连续取值的信号在幅度域上划分为若干个分级（量化间隔），在每一个分级范围内的信号值取某一个固定的值用来表示。这一近似过程一定会产生误差，称为量化误差。





均匀量化

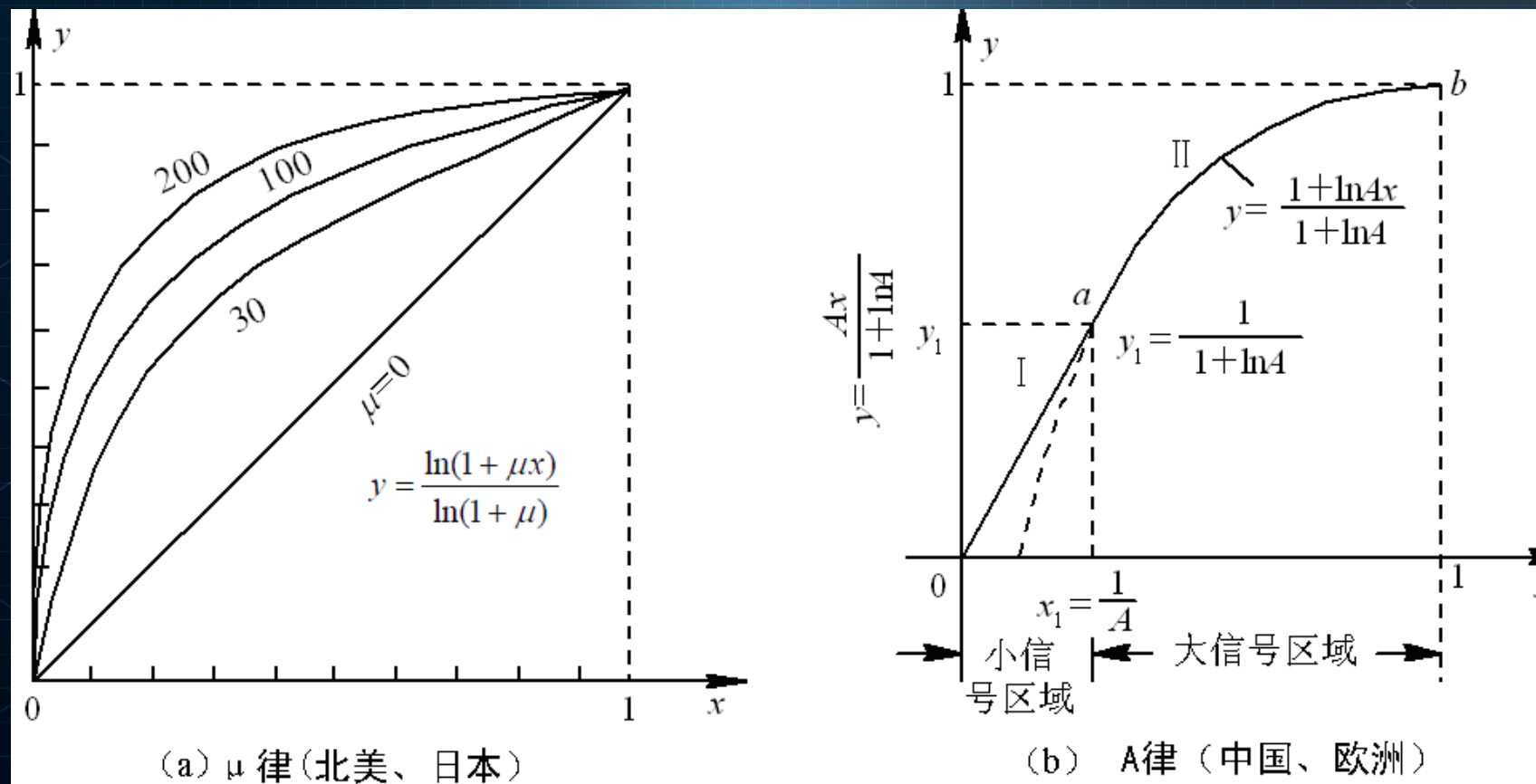
- 均匀量化是指各量化分级间隔相等的量化方式，也就是均匀量化是在整个输入信号的幅度范围内量化级的大小都是相等的。
- 由于量化间隔相等，为某一固定值，它不能随信号幅度的变化而变化，故大信号时信噪比大，小信号时信噪比小。所以量化信噪比随信号电平的减小而下降。





非均匀量化

- 非均匀量化的特点：信号幅度小时，量化间隔小其量化误差也小；信号幅度大时，量化间隔大，其量化误差也大。采用非均匀量化可以改善小信号的量化信噪比。实现非均匀量化的方法之一是采用压缩扩张技术。
- 目前，主要有两种对数形式的压缩特性：A 律和 μ 律，A 律编码主要用于 30/32 路一次群系统， μ 律编码主要用于 24 路一次群系统。我国和欧洲采用 A 律编码，北美和日本采用 μ 律编码。



压缩扩张特性曲线

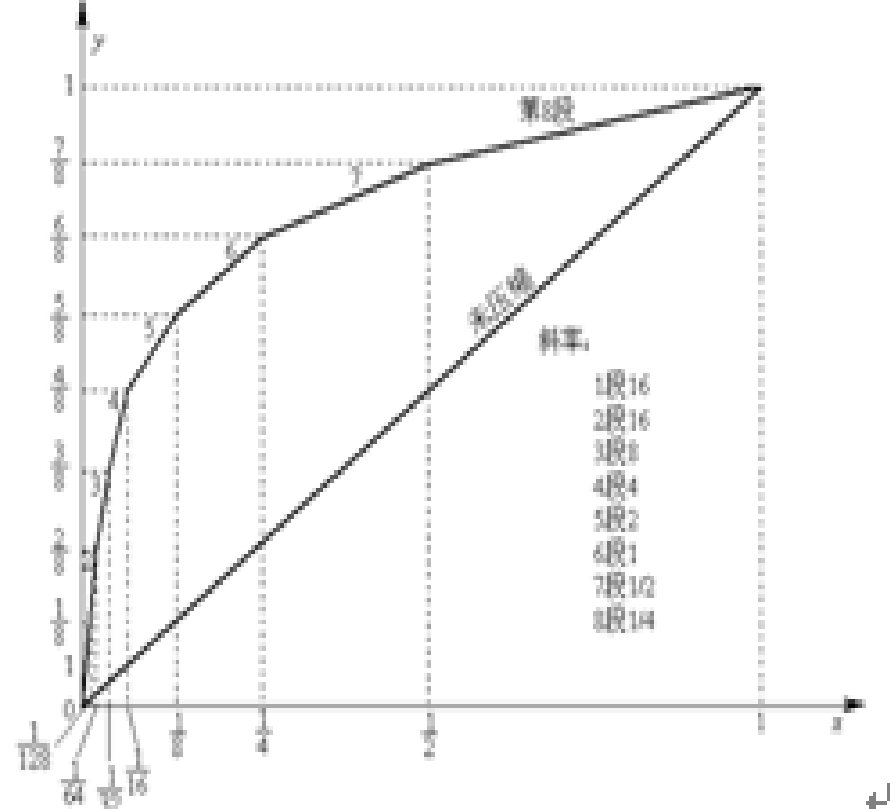


图 5-5 A 律 13 折线第一象限

表 5-1 各段折线的斜率

折线段号	1	2	3	4	5	6	7	8
斜 率	16	16	8	4	2	1	1/2	1/4



3 编码

- 编码，就是用一组二进制码组来表示每一个有固定电平的量化值。在语音通信中，通常采用 8 位的 PCM 编码就能够保证满意的通信质量。二进制码具有很好的抗噪声性能，并易于再生，因此 PCM 中一般采用二进制码。

表 5-2 PCM 8 位编码结构

极 性 码	段 落 码	段 内 码
c_1	$c_2c_3c_4$	$c_5c_6c_7c_8$

表 5-3 PCM 编码码位安排表

极性码	幅度码		极性码	幅度码	
	段落码	段内码		段落码	段内码
c_1	$c_2\ c_3\ c_4$	$c_5\ c_6c_7\ c_8$	c_1	$c_2\ c_3\ c_4$	$c_5\ c_6c_7\ c_8$
0	000	0000	1	000	1000
		0001			1001
	001	0010		001	1010
		0011			1011
	010	0100		010	1100
		0101			1101
	011	0110		011	1110
		0111			1111

±

表 5-4 A 律 13 折线有关参数表

段落序号 $i = 1 \sim 8$	电平范围 (Δ)	段落码 $\downarrow$	段落起始电平 $\downarrow$	量化间隔 $\Delta_i (\Delta)$
8	1024~2048	111	1024	64
7	512~1024	110	512	32
6	256~512	101	256	16
5	128~256	100	128	8
4	64~128	011	64	4
3	32~64	010	32	2
2	16~32	001	16	1
1	0~16	000	0	1



信源编码



信道编码



- 信源编码

- 提高数字信号有效性

- 将信源的模拟信号转变为数字信号
 - 降低数码率，压缩传输频带（数据压缩）

- 信道编码

- 提高数字通信可靠性

- 数字信号在信道的传输过程中，由于实际信道的传输特性不理想以及存在加性噪声，在接收端往往会产生误码。



纠错编译码的基本原理与分析方法

■ 差错率

是衡量传输质量的重要指标之一。

■ 码元差错率 / 符号差错率

- 指在传输的码元总数中发生差错的码元数所占的比例 (平均值), 简称误码率。
- 是指信号差错概率

■ 比特差错率 / 比特误码率 :

- 在传输的比特总数中发生差错的比特数所占比例
- 是指信息差错概率

- 对二进制传输系统, 符号差错等效于比特差错; 对多进制系统, 一个符号差错对应多少比特差错却难以确定。



信道编码的基本思想

■ 信道编码

- 按一定规则给数字序列 $\mathbf{m}$ 增加一些多余的码元，使不具有规律性的信息序列 $\mathbf{m}$ 变换为具有某种规律性的数码序列 $\mathbf{C}$ ；
- 码序列中的信息序列码元与多余码元之间是相关的；
- 信道译码器利用这种预知的编码规则译码。检验接收到的数字序列 $\mathbf{R}$ 是否符合既定的规则，从而发现 $\mathbf{R}$ 中是否有错，或者纠正其中的差错；
- 根据相关性来检测 / 发现和纠正传输过程中产生的差错就是信道编码的基本思想。



纠错码分类

- 从功能角度讲，差错码分为检错码和纠错码
 - 检错码：用于发现差错
 - 纠错码：能自动纠正差错
- 纠错码与检错码在理论上没有本质区别，只是应用场合不同，而侧重的性能参数也不同。



纠错码分类

- 按照对信息序列的处理方法，有分组码和卷积码
- 分组码：
 - 将 k 个信息码元分成一组，由这 k 个码元按照一定规则产生 r 个监督码元，组成长度 $n = k + r$ 的码字

$010\ 101\ 010\ 001\ 110 \rightarrow 010\underbrace{\text{xxxx}}_r\ 101\underbrace{\text{xxxx}}_r\ 010\ \text{xxxx}$

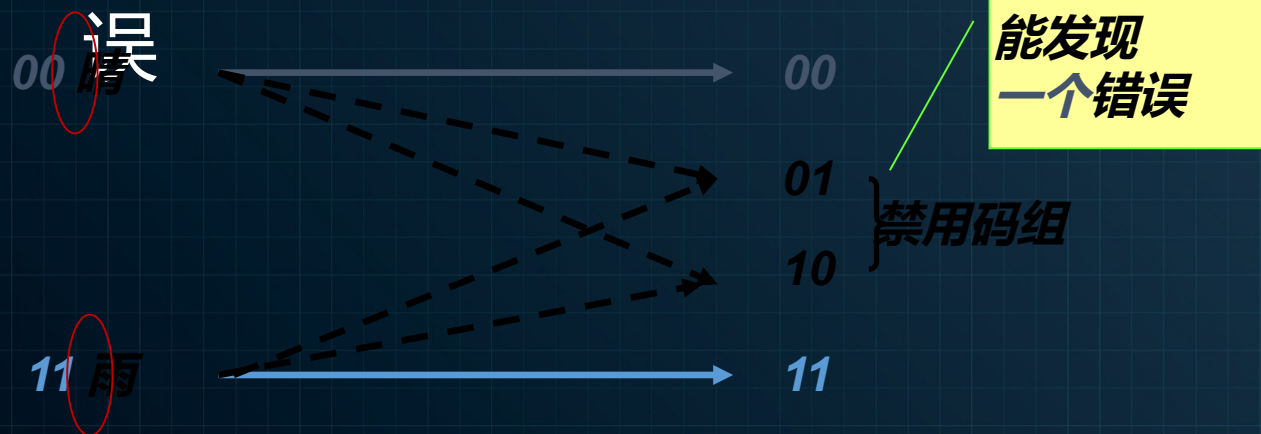
$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_k\ \underbrace{\hspace{1.5cm}}_k\ \underbrace{\hspace{1.5cm}}_n$

- 卷积码：
 - 先将信息序列分组，不同的是编解码运算不仅与本组信息有关，而且还与前面若干组有关。

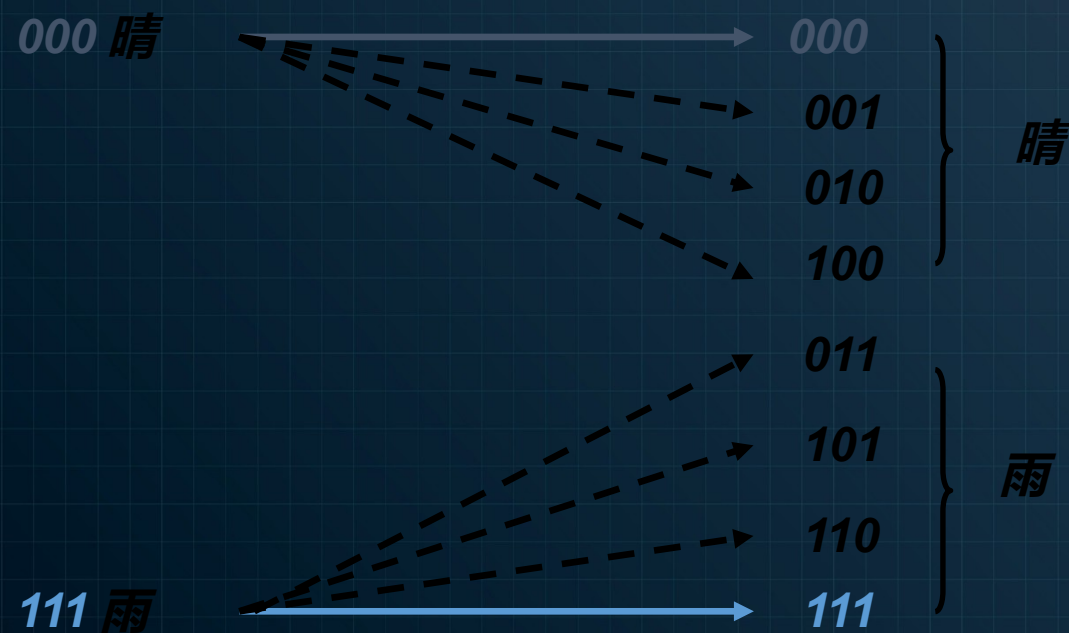


■ 0: 晴, 1: 雨

■ 若 $1 \rightarrow 0, 0 \rightarrow 1$ 。收端无法发现错



- 插入 1 位监督码后具有检出 1 位错码的能力, 但不能予以纠正。



- 在只有 1 位错码的情况下，可以判决哪位是错码并予以纠正。



- 纠错编码之所以具有检错、纠错能力，是因为在信息码元之外加入了监督码。监督码不载信息，只是用来监督信息码在传输中是否有差错。
- 纠错编码所提高的可靠性，是以牺牲信道利用率为代价换取的。
- 监督码引入越多，检错、纠错能力越强，但信道的传输效率下降也越多。



- 信源编码减少了冗余度
 - 冗余度是随机的、无规律的。
- 信道编码增加了冗余度
 - 冗余度是特定的、有规律的，故可利用其在接收端进行检错和纠错。



谢谢 观看