

## 第3章 数据链路层-差错编码和链路层协议

3.10 CRC 码的生成多项式  $G(x) = x^6 + x^5 + x + 1$ ，若信息位为 1101110010001，求  $R(x)$ 。

答：

$$G(x) = x^6 + x^5 + x + 1 \quad \longleftrightarrow \quad 1100011$$

用 1101110010001+000000 除 110001，得余数 10110，即  $R(x) = x^4 + x^2 + x$ 。

3.12 若信息位为 7 位，要构成能纠正一位错的海明码，则至少要加上多少位冗余位？并写出其监督关系式。

答：注意本题可以有很多答案，冗余位也不需要集中在一起，可以放在  $2^i$  的位置

一般说来，信息位为  $k$  位，增加  $r$  位冗余位，构成  $n=k+r$  位码字。若希望用  $r$  个监督关系式产生的  $r$  个校正因子来区分无错和在码字中  $n$  个不同位置的一位错，则要求

$$2^r \geq n+1 \quad \text{或者} \quad 2^r \geq k+r+1$$

这里  $k=7$ ，满足上式的最小  $r=4$ ，即至少要加上 4 位冗余位。

记信息位为  $a_{10} a_9 a_8 a_7 a_6 a_5 a_4$ ，加上 4 位冗余位为  $a_3 a_2 a_1 a_0$ ，若规定  $S_3 S_2 S_1 S_0$  值与错码位置的对应表如下表所示（自然，也可以规定成另外的对应关系，这并不影响讨论的一般性）：

$S_3 S_2 S_1 S_0$	0000	0001	0010	0100	1000	0011
出错码	无错	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
$S_3 S_2 S_1 S_0$	0101	0110	0111	1001	1010	1011
出错码	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$

由此得监督关系式：

$$S_3 = a_3 \oplus a_8 \oplus a_9 \oplus a_{10}$$

$$S_2 = a_2 \oplus a_5 \oplus a_6 \oplus a_7$$

$$S_1 = a_1 \oplus a_4 \oplus a_6 \oplus a_7 \oplus a_9 \oplus a_{10}$$

$$S_0 = a_0 \oplus a_4 \oplus a_5 \oplus a_7 \oplus a_8 \oplus a_{10}$$

若规定成另外的对应关系，则得出的监督关系式也不同。

3.31 若某面向比特同步规程的帧数据段中出现下列位串，问比特填充后输出是什么？

0100000111110101111110

答：

比特填充之后的输出为

010000011111001011111010

## 第 2 章物理层作业

2.9 对于带宽为 4kHz 的信道，若有 8 种不同的物理状态来表示数据，信噪比为 30 dB。问：按奈奎斯特定理，最大限制的数据速率是多少？按香农定理最大限制的数据速率是多少？

答：

按题意， $H = 4 \text{ kHz}$ ， $L = 8$ ， $S/N = 10^{(30/10)}$ 。

按奈奎斯特定理，最大限制的数据速率是

$$C = 2 \times 4 \times \log_2 8 = 24 \text{ kb/s}$$

按香农定理，最大限制的数据速率是

$$C = 4 \times \log_2(1 + 10^{\frac{30}{10}}) \approx 40 \text{ kb/s}$$

2.12 若要在一条 50kHz 的信道上传输 1.544Mbps 的 T1 载波，信噪比至少要多大？

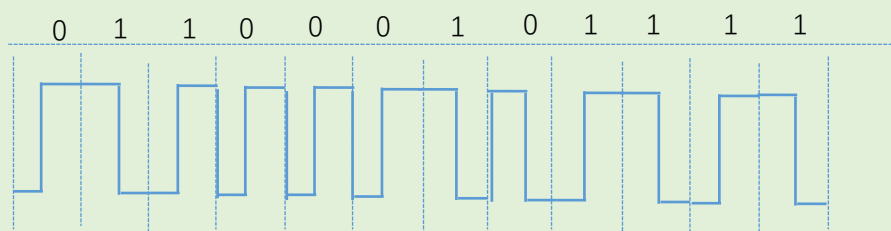
答：

假设信噪比为  $K$  分贝，按照香农定理有：

$$\begin{aligned} 1.544 \times 1000 &= 50 \times \log_2(1 + 10^{\frac{K}{10}}) \\ \Rightarrow K &= \log_{10}(2^{\frac{1.544 \times 1000}{50}} - 1) \times 10 \approx 90 \text{ dB} \end{aligned}$$

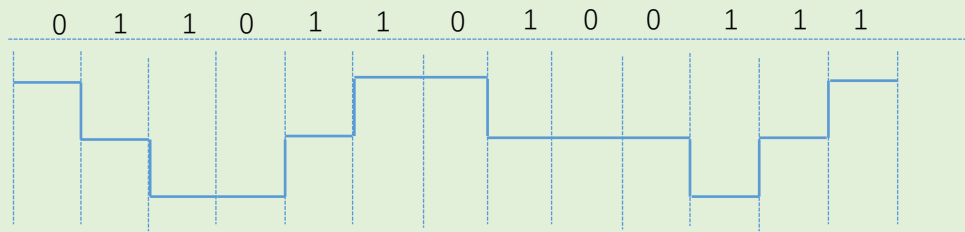
2.15 绘出题 2.14 中的比特流 0110 0010 1111 的差分曼彻斯特编码波形图，假设初始为正电压。

答：



2.18 请给出比特流 0110110100111 经 MLT-3 编码后的波形图，假设初始为正电压。

答：



2.26 一个 4kHz 的模拟信号若采用 4 比特编码的 DPCM 方式进行数字传输，需要多大的数据速率？若改采用增量调制的方法，需要多大的数据速率？

答：

4 kHz 模拟信号的采样频率为 8k，

若采用 4 比特编码的 DPCM 方式进行数字传输，数据速率为

$$8k \times 4 = 32k \text{ (b/s)}$$

若改用增量调制的方法，每个采样点仅用 1 比特编码，数据速率为

$$8k \times 1 = 8k \text{ (b/s)}$$