

## 4.5.2 费诺（Fano）编码

- 费诺（*Fano*）编码也是构造一个码树，因此，编出的码是非续长码，但不一定是最佳码。
- 费诺编码步骤（以二进制编码为例）：
  - （1）将信源符号按概率从大到小的排序；
  - （2）将信源符号分成2组，使2组信源符号的概率之和近似相等，并给2组信源符号分别赋码元“0”和“1”；
  - （3）接下来再把各小组的信源符号细分为2组并赋码元，方法与第一次分组相同；
  - （4）如此一直进行下去，直到每一小组只含一个信源符号为止；
  - （5）由此即可构造一个码树，所有终端节点上的码字组成费诺码。

$$\begin{bmatrix} U \\ P_U \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 \\ 0.20 & 0.19 & 0.18 & 0.17 & 0.15 & 0.10 & 0.01 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{2进制费诺编码。} \\ \text{码元集: } X=\{0, 1\} \end{array}$$

符号 $u_i$	概率 $P(u_i)$		码字 $W_i$	码长 $l_i$
$u_1$	0.20			
$u_2$	0.19			
$u_3$	0.18			
$u_4$	0.17			
$u_5$	0.15			
$u_6$	0.10			
$u_7$	0.01			

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^7 P(u_i) l_i = 0.20 \times 2 + 0.19 \times 3 + 0.18 \times 3 + 0.17 \times 2 + 0.15 \times 3 + 0.10 \times 4 + 0.01 \times 4 = 2.74 \text{ 码元/符号}$$

$$H(U) = - \sum_{i=1}^7 P(u_i) \log P(u_i) = 2.61 \text{ bit/符号}$$

$$\eta_c = \frac{H(U)}{\bar{l} \log r} = \frac{2.61}{2.74 \times \log 2} = 95\%$$