

2.5 数字传输系统



数字传输系统



- 现在的长途干线的数字传输系统均采用脉冲编码调制 PCM (Pulse Code Modulation)体制。
PCM最初是为了使电话局间的一条中继线可传送几十路电话。
- PCM的两个国际标准
 - 欧洲的30路的PCM (E1) , 中国采用欧洲体制的E1标准, E1的速率是2.048Mb/s。
 - 北美的24路的PCM (T1) , 美国和日本等国采用北美的T1标准, T1的速率是1.544Mb/s。



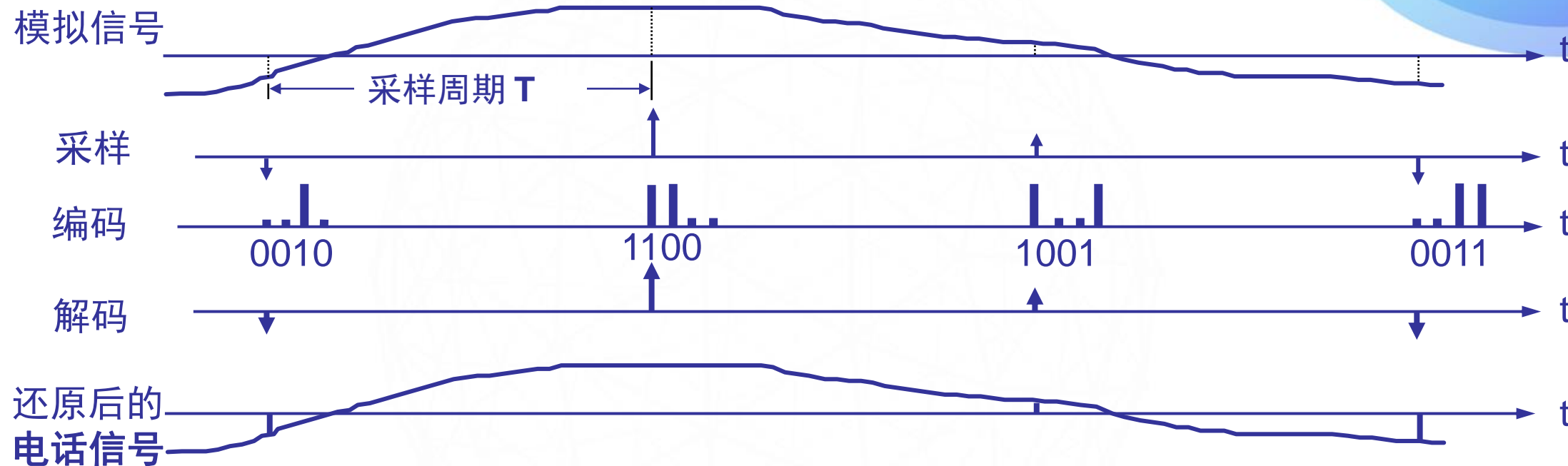
PCM的基本原理



- **采样**：为了将模拟信号转变为数字信号，必须对电话信号进行**采样**。根据奈氏准则，只要采样频率不低于电话信号最高频率的2倍（标准的电话信号的最高频率为3.4kHz，为方便起见，选取采样频率为8kHz），就可以从采样脉冲信号无失真地恢复信号，相当于每秒采8000个样本，即每个样本的采样周期为125us；
- **量化**：连续的电话信号经采用后成为离散脉冲信号，其振幅对应于采样时刻电话信号的数字。
- **编码**：我国采用的PCM体制中，采用8bit编码，即采样后的模拟电话信号可**量化**为 $2^8=256$ 个不同等级中的一个。



PCM的基本原理

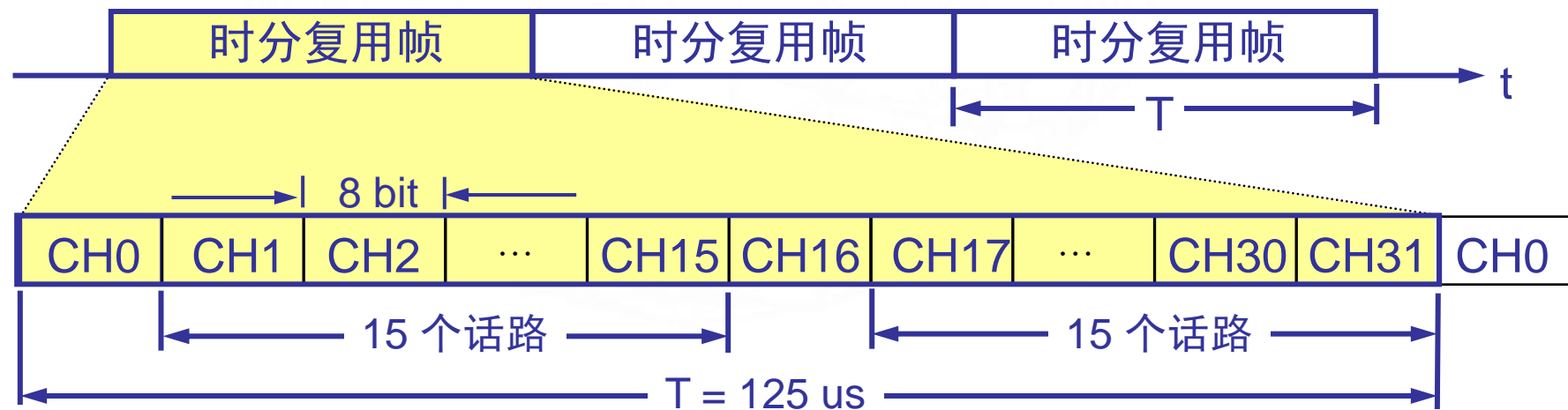


一个话路的模拟信号，经A/D转换，就变成每秒8000个脉冲信号，每个信号再编码为8bit二进制码元，因此一个话路的PCM信号速率为 $8000\text{样本/s} \times 8\text{bit/样本} = 64\text{kbps}$ 。



欧洲的E1标准—E1的时分复用帧的构成

为了有效地利用传输线路，可将多个话路的PCM 信号用时分复用 TDM的方法装成时分复用帧，然后发送到线路上一帧一帧地传输。



欧洲的E1标准



- E1的一个时分复用帧 ($T=125\mu s$) 共划分为32个相等的时隙, 时隙的编号为CH0-CH31, 共256bit。
- 时隙CH0用作帧同步, 时隙CH16 用来传送信令 (如用户的拨号信令)。
- 供用户使用的话路是CH1~CH15, CH17~CH31, 共30个时隙传输语音。每秒传送8000个帧, 因此PCM一次群E1的数据率就是:

$$8000\text{帧/s} \times 256\text{bit/帧} = 2048000\text{bit/s} = 2.048\text{Mb/s}。$$

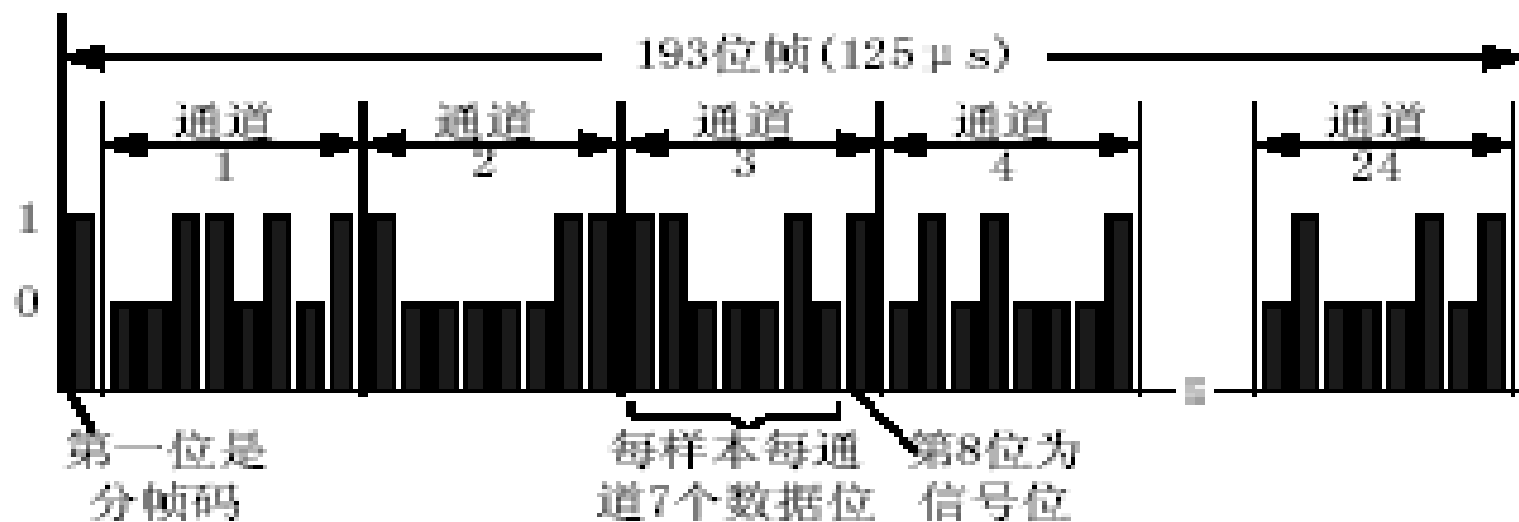
$$\text{或者: } 256\text{bit}/125\mu s = 2.048\text{Mb/s}$$



北美的T1标准—T1的时分复用帧

- 北美使用的T1系统共有24个话路。每个话路采样脉冲用7bit编码，然后再加上1位信令码元，因此一个话路也是占用8bit。帧同步是在24路的编码之后加上1bit，这样每帧共有193bit。因此T1一次群的数据率为： $8000\text{帧/s} \times 193\text{bit/帧} = 1544000\text{bit/s} = 1.544\text{Mb/s}$ 。

或者用： $193\text{bit}/125\mu\text{s} = 1.544\text{Mb/s}$ 。



数字传输系统的高次群的话路数和数据率

- 当需要有更高的数据率时，可以采用复用的方法。下表给出了欧洲和北美系统的高次群的话路数和数据率。

系统类型		一次群	二次群	三次群	四次群	五次群
欧洲体制	符号	E1	E2	E3	E3	E4
	话路数	30	120	480	1920	7680
	数据率 (Mb/s)	2.048	8.448	34.368	139.264	565.148
北美体制	符号	T1	T2	T3	T4	
	话路数	24	96	672	4032	
	数据率 (Mb/s)	1.544	6.312	44.736	274.176	

同步光纤网 SONET 和同步数字系列 SDH



旧的数字传输系统存在着许多缺点。其中最主要的是以下两个方面：

- 速率标准不统一。
 - ✓ 如果不对高次群的数字传输速率进行标准化，国际范围的高速数据传输就很难实现。
- 不是同步传输。
 - ✓ 在过去相当长的时间，为了节约经费，各国的数字网主要是采用准同步方式。



同步光纤网 SONET



- 同步光纤网 SONET (Synchronous Optical Network) 的各级时钟都来自一个非常精确的主时钟。
- SONET为光纤传输系统定义了同步传输的线路速率等级结构，第 1 级同步传送信号 STS-1 (Synchronous Transport Signal)的传输速率是 51.84 Mb/s。
- 对应的光信号则称为第 1 级光载波 OC-1，OC 表示Optical Carrier。



同步数字系列 SDH



- ITU-T 以美国标准 SONET 为基础，制订出**国际标准同步数字系列 SDH** (Synchronous Digital Hierarchy)。
- 一般可认为 SDH 与 SONET 是同义词。
- SDH 的**基本速率为 155.52 Mb/s**，称为**第 1 级同步传递模块** (Synchronous Transfer Module)，**即 STM-1**，相当于 SONET 体系中的 OC-3 速率。



SONET 的 OC 级/STS 级与 SDH 的 STM 级的对应关系

线路速率 (Mb/s)	SONET 符号	ITU-T 符号	表示线路速率 的常用近似值
51.840	OC-1/STS-1	—	
155.520*	OC-3/STS-3	STM-1	155 Mb/s
466.560	OC-9/STS-9	STM-3	
622.080*	OC-12/STS-12	STM-4	622 Mb/s
933.120	OC-18/STS-18	STM-6	
1244.160	OC-24/STS-24	STM-8	
1866.240	OC-36/STS-36	STM-12	
2488.320*	OC-48/STS-48	STM-16	2.5 Gb/s
4876.640	OC-96/STS-96	STM-32	
9953.280	OC-192/STS-192	STM-64	10 Gb/s



SDH/SONET的标准

- SDH/SONET定义了标准的光信号，规定了波长为1310nm和1550nm的激光源。
- SDH在物理层定义了一种块状帧的帧结构，其基本信号是 **STM-1**，更高等级则是用N个STM-1复用组成STM-N。如4个STM-1 构成STM-4，16个STM-1 构成STM-16。



SDH/SONET的标准



- SDH简化了复用和分用技术，需要时可直接接入到低速支路，而不经高速到低速的逐级分用。
- SDH采用自愈混合环形网结构，提高了通信网的灵活性和可靠性。
- 光纤信道的带宽充裕，SDH可在帧结构中使用较多比特位用于管理，增强了通信网的运行、维护、监控和管理功能。
- SDH标准也适合于微波和卫星传输。





SDH/SONET标准的制定，使北美、日本和欧洲这三个地区三种不同的数字传输系统在STM-1等级上获得了统一。这是第一次真正意义上实现了数字传输体制上的世界性标准。

SDH/SONET标准已成为公认的新一代理想的传输网体制，因而对电信网络的发展具有重要意义。

