

第12章 同步原理

12.1 载波同步

12.2 位同步

12.3 群同步(帧同步)

12.4 网同步

12.1 载波同步

12.1.1 直接法(自同步法)

12.1.2 插入导频法(外同步法)

12.1.3 两种载波同步方法的比较

12.1.4 载波同步系统的性能指标

12.1.1 直接法(自同步法)

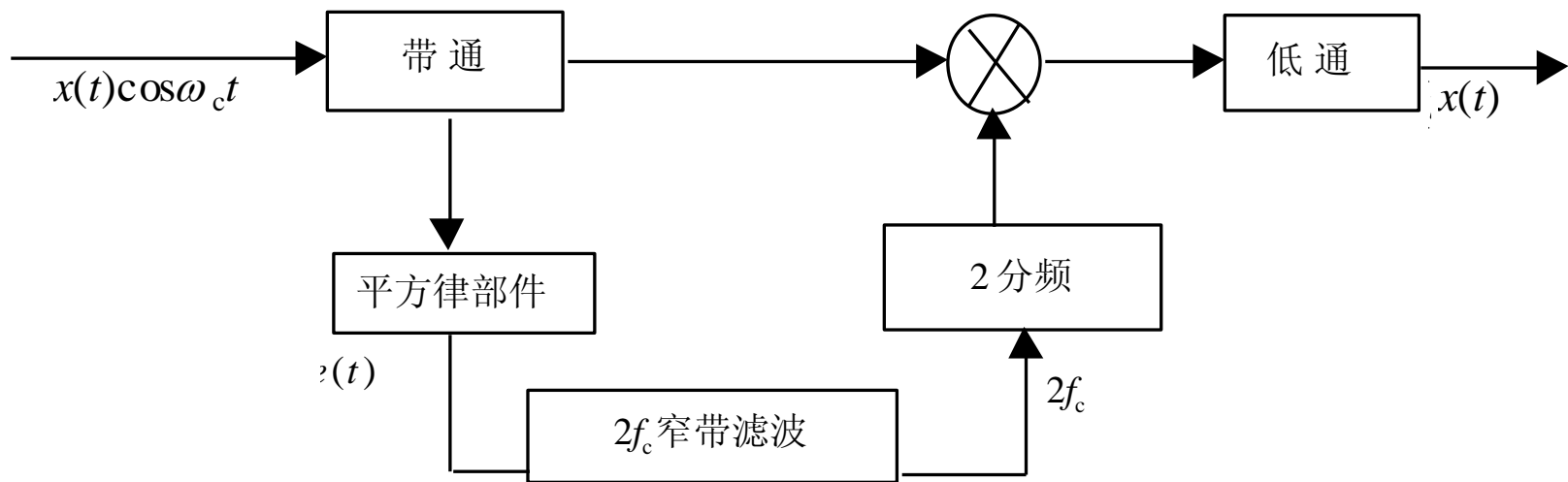
1. 平方变换法

图12.1 平方变换法提取同步载波

2. 平方环法

3. 关于相位含糊问题的讨论

图12.1 平方变换法提取同步载波



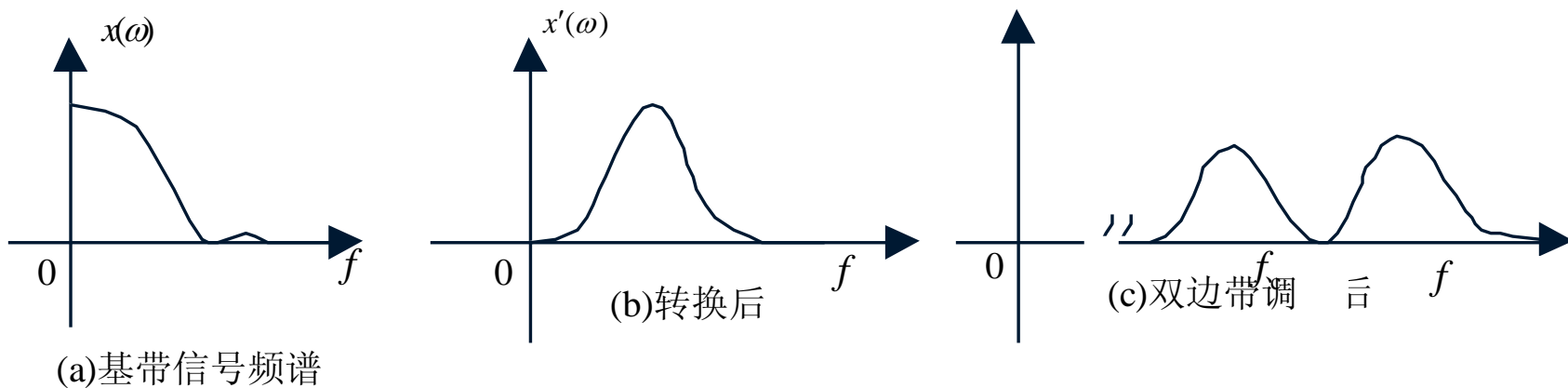
12.1.2 插入导频法(外同步法)

1. 频域插入导频法

在调制以前先对基带信号 $x(t)$ 进行相关编码，相关编码的作用是把如图12.2(a)所示的基带信号频谱函数变为如图12.2(b)所示的频谱函数，这样经过双边带调制以后可以得到如图12.2(c)所示的频谱函数，在 f_c 附近频谱函数很小，且没有离散谱，这样可以在 f_c 处插入频率为 f_c 的导频。

2. 时域插入导频法

图12.2 相关编码作用示意图



12.1.3 两种载波同步方法的比较

1. 直接法的优缺点

- (1) 不需导频信号，因此信号功率可以大一些，以提高噪功率比。
- (2) 可以防止插入导频法中导频和信号间由于滤波不好而引起的互相干扰，也可以防止信道不理想引起导频相位的误差(在信号和导频范围引起不同的畸变)。
- (3) 有的调制系统不能用直接法(如SSB系统)。

2. 插入导频法的优缺点

- (1) 有单独的导频信号，一方面可以提取同步载波，另一方面可以利用它作为自动增益控制。
- (2) 有些不能用直接法提取同步载波的调制系统只能用插入导频法。
- (3) 插入导频法要多消耗一部分不带信息的功率，因此与直接法比较，在总功率相同条件下信噪功率比还要小一些。

12.1.4 载波同步系统的性能指标

载波同步系统的主要性能指标有以下4个：

- (1) 效率：为获得同步，载波信号应尽量少消耗发送功率，在这方面直接法由于不需要专门发送导频，因此是高效率的，而插入导频法由于插入导频要消耗一部分发送功率，因此效率要低一些。
- (2) 精度：指提取的同步载波与需要的载波标准比较，应该有尽量小的相位误差。如需要的同步载波为 \cos ，提取的同步载波为 $\cos(+\Delta\varphi)$ ， $\Delta\varphi$ 就是相位误差， $\Delta\varphi$ 应尽量小。通常 $\Delta\varphi$ 又分为稳态相位误差 $\Delta\varphi_0$ 和随机相位误差。
- (3) 同步建立时间 t_s ，对 t_s 的要求是越短越好，这样同步建立得快。
- (4) 同步保持时间 t_c ，对 t_c 的要求是越长越好，这样一旦建立同步以后可以保持较长的时间。

12.2 位同步

12.2.1 引言

12.2.2 直接提取位同步信号(自同步法)

12.2.3 插入导频法位同步(外同步法)

12.2.4 位同步系统的性能和相位误差对性能的影响

12.2.1 引言

我们把位同步脉冲与接收码元的重复频率和相位的一致称为码元同步或位同步。而把位同步脉冲的取得称为位同步提取。

同步与载波同步的区别。在非相干解调时，不论数字信号还是模拟信号都不需要同步载波，只有在相干解调时，才有同步载波提取的问题。

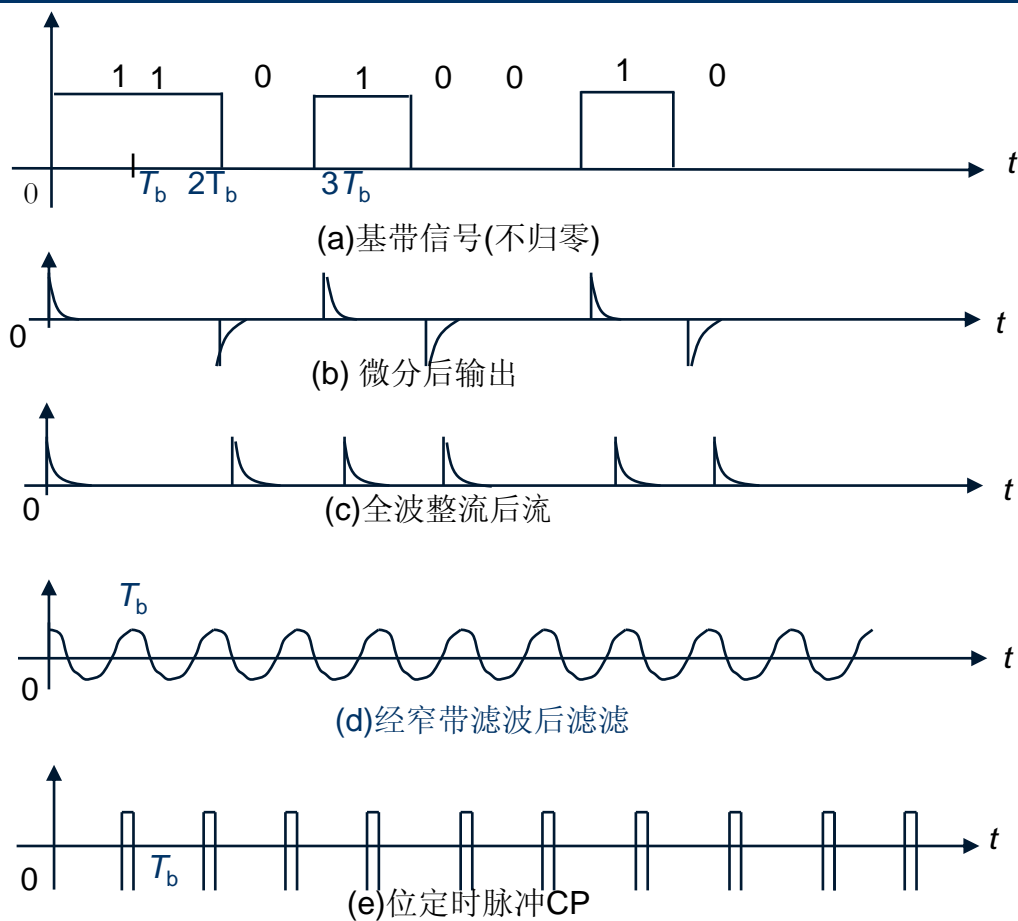
12.2.2 直接提取位同步信号(自同步法)

1. 基带滤波法

图12.5 滤波法各阶段的波形

2. 直接从频带信号中提取位同步信号
3. 锁相法提取位同步信号

图12.5 滤波法各阶段的波形



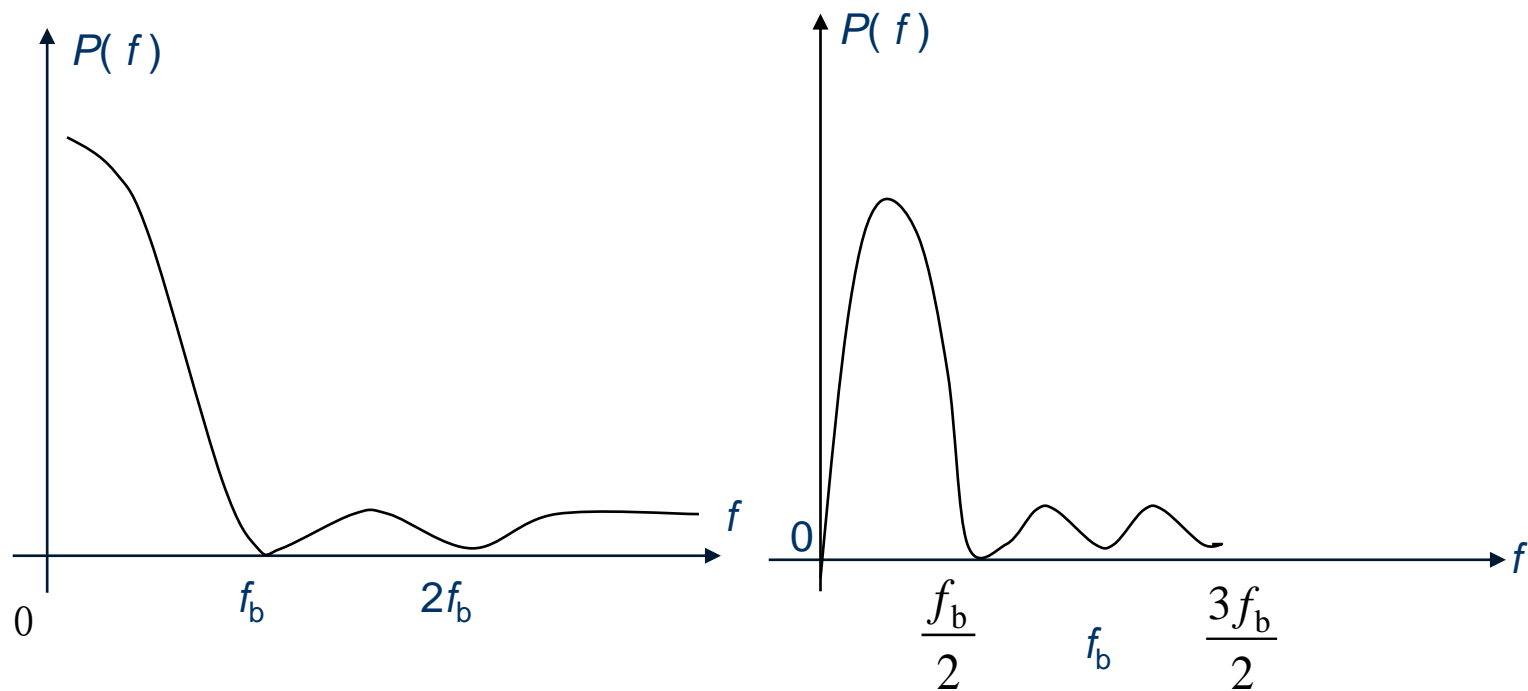
12.2.3 插入导频法位同步(外同步法)

1. 基带插入位定时导频法

在无线通信中，数字基带信号一般都采用不归零的矩形脉冲，并以此对高频载波作各种调制。解调后得到的也是不归零的矩形脉冲(单极性的或双极性的)，码元速率为 f_b ，码元宽度为 T_b 。对于这种全占空的矩形脉冲，当 $P(0)=P(1)=0.5$ 时，不论是单极性还是双极性码，其功率谱密度中都没有 f_b 成分，也没有 $2f_b$ 等成分。图12.7 选择位定时导频的插入点

2. 双重调制法

图12.7 选择位定时导频的插入点



(a) 双极性码的功率谱密度

(b) 基带信号相关编码后的功率谱密度

12.2.4 位同步系统的性能和相位误差对性能的影响

1. 相位误差 θ_e
2. 同步建立时间 t_s
3. 同步保持时间 t_c
4. 同步带宽 Δf

12.3 群同步(帧同步)

12.3.1 起止式同步法

12.3.2 巴克码及巴克码识别器

12.3.3 集中插入法

12.3.4 分散插入法

12.3.5 群同步的保护

12.3.6 群同步系统的性能

12.3.1 起止式同步法

起止式同步是在电传机中广泛使用着一种同步的方法，电传打字机中用5个码元代表一个字母(或符号等)，在每个字母开始时，先发送一个码元宽度的起(负值)脉冲，再传输五个单元的编码信息，接着再发送一个宽度为1.5个码元宽度的止(正值)脉冲。收端根据1.5个码元宽度止正脉冲转到一个码元宽度的起负脉冲这一特殊规律，就可以确定一个字符的起始位置，实现群同步。

12.3.2 巴克码及巴克码识别器

1. 巴克码

巴克码是一种具有特殊规律的二进制码组。

表12.1 巴克码组

2. 巴克码识别器

表12.1 巴克码组

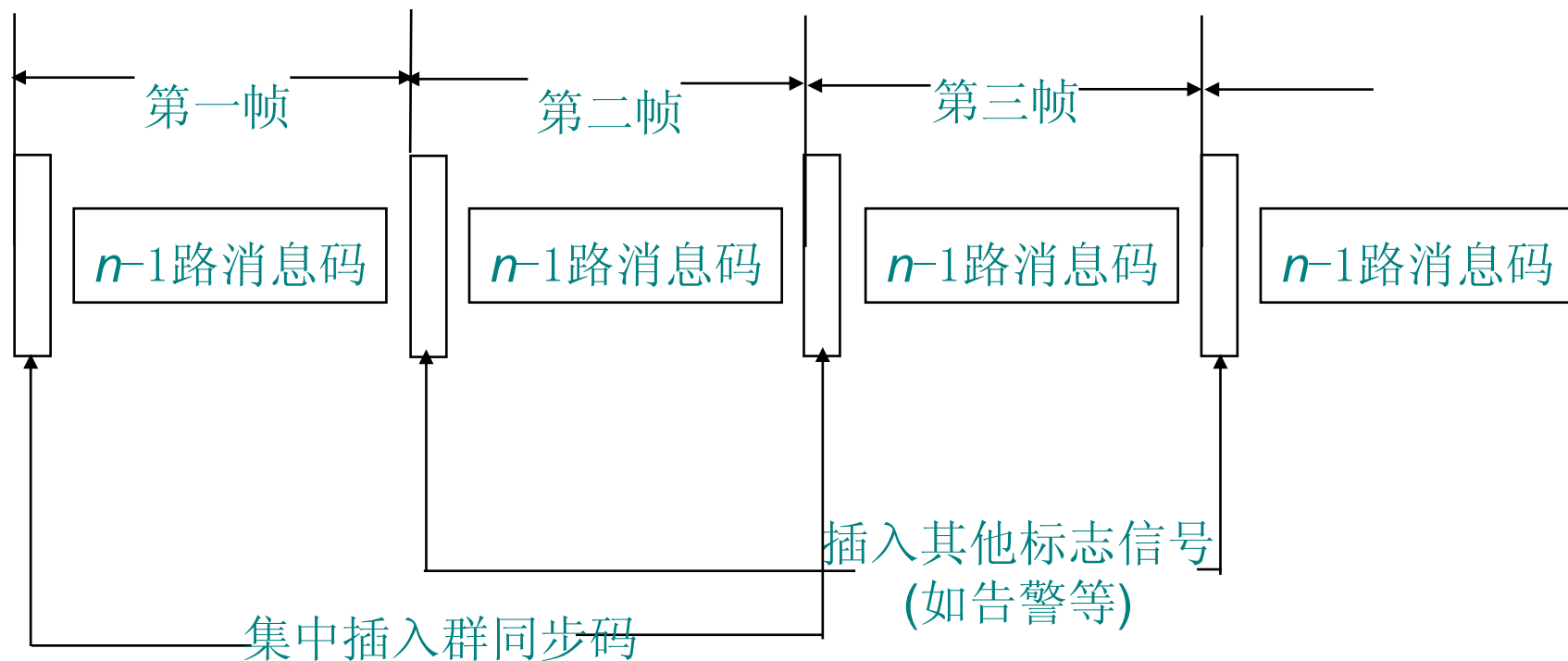
位数 n	巴克码组
2	++; -+
3	++-
4	+++--; ++-+
5	+++--+
7	+++---+-
11	+++----+-+-
13	+++++---++-+-+

12.3.3 集中插入法

数字电话主要有PCM和 ΔM 两种。单路数字电话如果用增量调制时，不需要群同步（有时也可以不用位同步）。这是因为 ΔM 系统中解调器只要用一个积分器即可。PCM系统中编、译码器都有定时脉冲，收发端的定时脉冲必须同步，因此要用位同步。另外由于PCM系统中一个抽样值用多个二进制码表示，因此还要有群同步。PCM多路数字电话中群同步码可以集中插入，例13折线A律的32/30路PCM系统；也可以间歇式插入，例15折线 μ 律的24路PCM系统。连贯式插入的优点是能迅速地建立同步。

图12.12 n 路PCM系统中集中插入群同步码

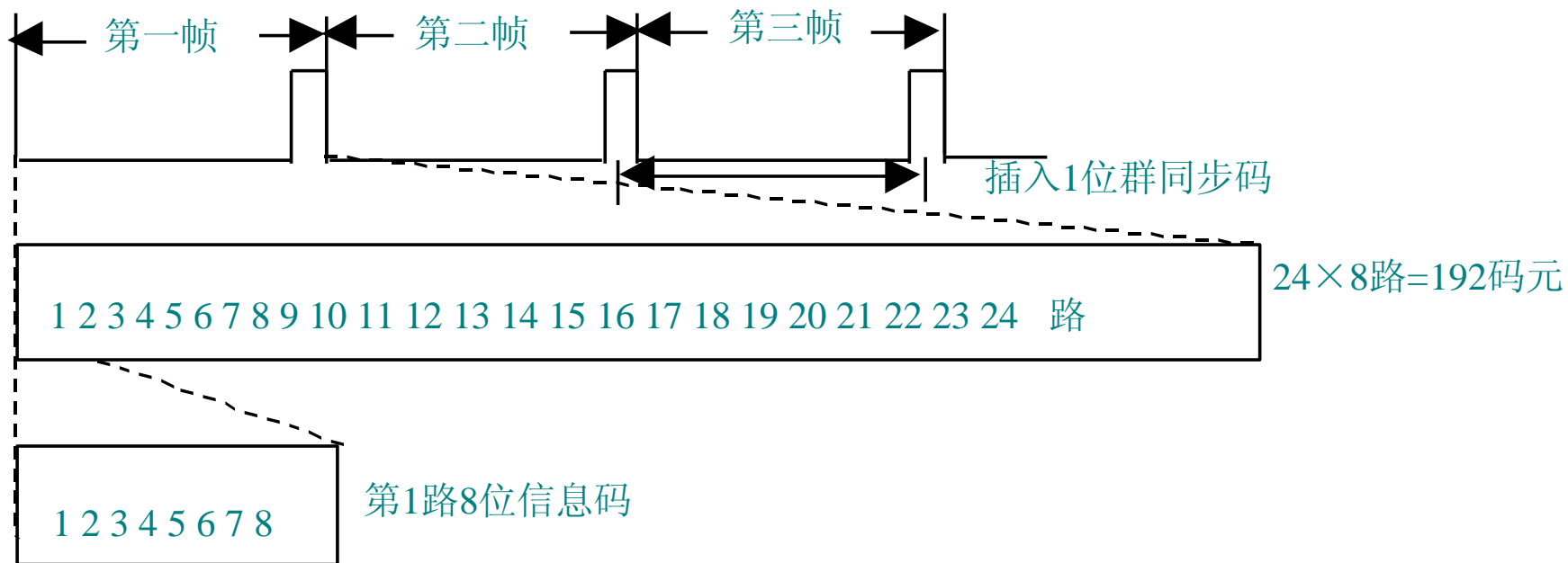
图12.12 n 路PCM系统中集中插入群同步码



12.3.4 分散插入法

多路数字电话中有时为简化设备，群同步码组不用集中插入的方法，而是将它分散地插入，即每隔一定数量的信息码元，插入一个群同步码元。例如24路PCM系统中，一个抽样值用8位码表示，此时24路电话都抽样一次共有24个抽样值，192个信息码元。192个信息码元作为一帧，在这一帧插入一个群同步码元，这样一帧共193个码元。多帧组成一个复帧，复帧中构成的多个群同步码可以是1、0交替码。在接收端首先提取复帧中各帧插入的群同步码，再由群同步码再得出分路的定时脉冲。图12.13画出了一个在24路PCM系统中分散插入群同步码的示意图，每帧共193个码元(192个信息码和一个群同步码)。

图12.13 24路PCM系统中分散插入群同步码的示意图



12.3.5 群同步的保护

群同步系统一旦出现帧失步(即收不到同步码),并不立即进行调整。因为帧失步可能是真正帧失步,也可能是假失步。真失步是由于收发两端帧结构没对准(即收端的比较时标没对准发端偶帧的帧同步码出现时刻)造成的;而假失步则是由信道误码造成的。

PCM30/32路系统的同步码检出方式是采用码型检出方式,它是这样防止假失步的:当连续 m 次(m 为前方保护计数)检测不出同步码后,才判为系统真正失步,而立即进入捕捉状态开始捕捉同步码。

12.3.6 群同步系统的性能

对群同步系统的主要要求为建立同步的时间短、建立同步后应该有较强的抗干扰能力。通常用以下3个性能指标来表示同步性能的好坏：

1. 漏同步概率 P_1
2. 假同步概率 P_2
3. 平均同步建立时间 t_s

12.4 网同步

12.4.1 网同步的基本概念

12.4.2 全网同步系统

12.4.3 准同步系统

12.4.1 网同步的基本概念

为了保证通信网各点之间可靠地进行数字通信，必须在网内建立一个统一的时间标准，就称为网同步。

保证通信网中各个站都有共同的时钟信号，是网同步的任务。

实现网同步的方法主要有两大类：一类是全网同步系统，另一类是准同步系统。

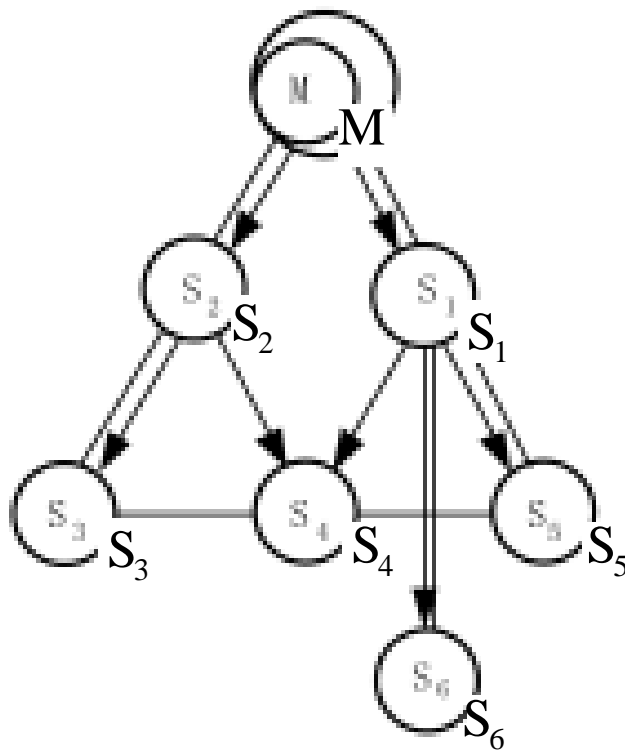
12.4.2 全网同步系统

1. 主从同步法

在通信网内设立一个主站，它备有一个高稳定的主时钟源，再将主时钟源产生的时钟逐站传输至网内的各个站去，如 图12.14所示。

2. 互控同步法

图12.14 主从控制方式



12.4.3 准同步系统

1. 码速调整法
2. 水库法

这种方法是依靠在各交换站设置极高稳定度的时钟源和容量大的信码缓冲存储器，使得在很长的时间间隔内存储器不发生“取空”或“溢出”的现象。容量足够大的存储器就像水库一样，即很难将水抽干，也很难将水库灌满。因而可用作水流量的自然调节，故称为水库法。