

人民邮电出版社

S1240

程控数字交换系统培训教材

冯慕箴 编

数字电话交换



75.2.6
648

S1240程控数字交换系统培训教材

数 字 电 话 交 换

冯慕箴 编



人 民 邮 电 出 版 社

5810362

内 容 提 要

本书是S1240程控数字交换系统培训教材之一，主要介绍数字电话的交换原理。本书从话音信号的数字化开始，介绍了数字传输和时分多路复用的原理，并简述了网络同步问题。本书未对数字电话交换技术作全面深入的论述，只是作概念性的介绍。

本书可供通信部门的管理干部，从事通信工作的工程技术人员阅读。

S1240程控数字交换系统培训教材

数 字 电 话 交 换

冯慕箴 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1988年11月 第一版

印张：1 28/32页数：30 1988年11月北京第1次印刷

字数：42千字 印数：1—3 000 册

ISBN7115—03742—6/TN·151

定价：0.75元

出版说明

S1240是70年代后期发展起来的程控数字交换系统。它的设计思想新颖，系统结构独特，工艺技术先进。其突出的特点是分布式控制方式，硬件与软件高度模块化等。它是一种“对未来保险的”新型数字交换系统。

为培养S1240的维护、使用和管理人员，我们组织编写了这套S1240程控数字交换系统培训教材。这套培训教材是以比利时BTM公司的培训材料为基础，经加工整理重新编写而成。全套书共15册，较系统地介绍了S1240程控数字交换系统的系统结构、功能模块及其软件系统。本书可作为具有中专水平的维护、管理人员和技术干部的培训教材，也可供有关院校教学参考。

由于原培训材料内容过于简单，加上我们对该设备所采用的技术和工艺尚不十分了解，书中难免有错误和不当的地方，恳请读者批评指正。

人民邮电出版社

目 录

第一章 脉冲编码调制原理	(1)
1. 传统的模拟电话	(1)
2. 模拟信号的抽样	(2)
3. 模拟信号的量化	(5)
3.1 线性量化	(6)
3.2 非线性量化	(8)
第二章 时分多路复用的原理	(12)
1. 基本概念	(12)
2. 32时隙系统帧结构及数码率	(13)
3. 时钟信号	(16)
第三章 CCITT标准的32时隙传输系统	(17)
1. 时钟信号的再生	(17)
2. 线路编码	(22)
3. 电话信号的传输	(25)
4. 告警情况	(30)
第四章 脉冲编码调制——时分多路复用 (PCM —TDM) 信息的交换	(32)
1. 时隙交换器	(32)
2. 用于S1240交换系统中的交换单元	(36)
第五章 PCM—TDM网络内的同步	(43)
1. 同步方式	(43)
2. 输入比特对电话局定时的适应	(46)

第一章 脉冲编码调制原理

1. 传统的模拟电话

模拟信号也称连续信号，它是时间的连续函数，对模拟信号瞬时间的取值也不是离散的有限个值，而是连续的无限个可能值。模拟电话通信的特点，就是无论传输还是交换都是话音模拟信号。当人在说话的时候，引起周围大气压力的变化形成声波，使话音不断地传送出去。语音是一种连续信号，因而语音的声压对时间的函数也是连续的，所以模拟电话通信传输和交换的信号也是连续信号。

实现模拟电话通信，首先必须将话音信号转换成模拟话音的电信号发送出去，经过线路的传输，在接收端再将电信号还原成话音信号。完成声—电转换的功能器件是送话器，完成电—声转换的功能器件

是受话器。图 1.1 所示是电话通信的示意图，当发话者面对送话器讲话时，在声波的作用下，使送话器电路中的电流产生相应的变化，这就是模拟话音电流，模拟话音电流与每一瞬时的

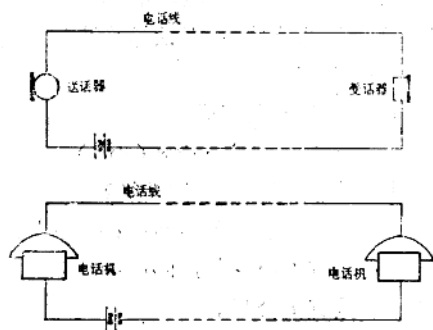


图 1.1

声压成比例，通过线路把模拟话音电流传送到对方的受话器，受话器再将模拟话音电流接收下来，并还原成声波传送给人耳的感觉器官。这就是传统的模拟电话通信的基本原理。

实际上，电话通信是由通信的双方完成的，也就是说，通话的双方既要向对方送话，又要接收对方的来话，所以在电话线路的终端上所接的都是一部电话机，它既包含了送话器又包含了受话器，既能完成送话又能完成受话。

2. 模拟信号的抽样

模拟电话通信在发送、传输以及接收上都是模拟话音信号，假如我们不发送模拟信号，而仅仅是在一定的时间间隔 T 提取模拟信号的瞬时值，即对模拟信号进行抽样。这样，在发送端所发送出去的是一个一个抽样脉冲（见图1.2），那么我们所发送的信号就变成在时间上是一种离散的脉冲信号（即脉冲调幅信号PAM），这些经过抽样后的信号仍是模拟信号，在接收端依据这些离散的抽样信号值，恢复出当初的连续信号。这样做行吗？只要满足一定的条件，这样做是完全可以的。

我们可以证明，经过抽样后的信号，可以认为是抽样信号（有抽样脉冲为1，无抽样脉冲为0）和原信号（例如一个正弦波）的乘积。

模拟信号可以写成

$$A \cdot \cos(\omega t) \quad (\omega = 2\pi f)$$

抽样信号可以写成傅氏级数

$$A_{dc} + A_1 \cdot \cos(\omega_s \cdot t) + A_2 \cdot \cos(2\omega_s \cdot t) + A_3 \cdot \cos(3\omega_s \cdot t) + \dots$$

这里 A_{dc} 是直流分量。

抽样之后的信号是

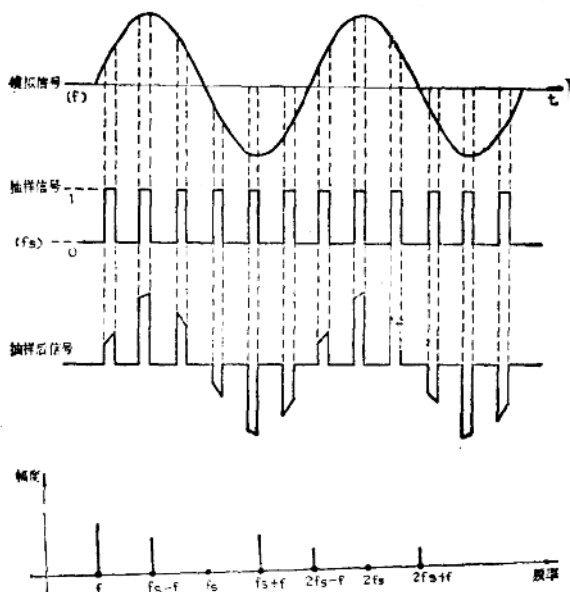


图 1.2

$$A_{dc} \cdot A \cdot \cos(\omega t) + A \cdot A_1 \cdot \cos(\omega_s \cdot t) \cdot \cos(\omega t) + A \cdot A_2 \cdot \cos(2\omega_s \cdot t) \cdot \cos(\omega t) + \dots$$

$$\text{由于 } \cos(x) \cdot \cos(y) = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)],$$

于是上式可改写为:

$$A_{dc} \cdot A \cdot \cos(\omega t) + A \cdot A_1 \cdot \frac{1}{2} \left\{ \cos[(\omega_s + \omega) t] + \cos[(\omega_s - \omega) t] \right\} + \dots$$

这样所获得的频谱成分，等于原信号的频率 f 和“抽样噪声”所组成。其频谱成分的排列，按间隔信号频率 f ，对称于抽样频率 f_s 的谐波所组成，在频率轴上每隔抽样频率 f_s ，其频谱周期性地重复出现（见图1.2），所以用一个滤波器滤除抽样噪声，就足以提取原信号了。

很明显，经过抽样后的信号，其最大频率值和所要求的抽样频率 f_s 之间有一定的关系（根据抽样定理），根据经过抽样后的信号频谱，我们可以推论： $f_s > 2f_{max}$ （否则抽样噪声将进入 $0 \sim f_{max}$ 信号频带内，从而引起信号失真，发生“折叠”效应）。

由于电话信号的频带宽度一般限制在300~3400Hz，所以抽样频率 f_s 应大于6800Hz，考虑到滤波器的斜率不是理想的，为了有一个安全可靠的界限，取 $f_s = 8000\text{Hz}$ 作为电话模拟信号的抽样频率，该频率已作为标准的抽样频率，即对模拟信号以 $T_s = \frac{1}{f_s} = 125\mu\text{s}$ 为时间间隔进行相继抽样，这个时间间隔叫做抽样间隔。

为了确保模拟信号不包含高于4000Hz的频率成分，在抽样之前必须插入一个低通滤波器（反折叠滤波器），滤除高于4000Hz的频率成分。

用抽样脉冲发送信息的优点是，可以在两个抽样脉冲之间的时间内（抽样间隔），用来发送同一传输信道的其它信号的抽样脉冲信息。图1.3所示是具有四个信道的公共传输线传输信息的情况，当第一路抽样时，开关接通1；第二路抽样时，开关接通2；第三路抽样时，开关接通3；第四路抽样时，开关接通4；开关不停地旋转，并且保证收方与发方的旋转速度完全一致，而且相位同步，这样就实现了多路传输。

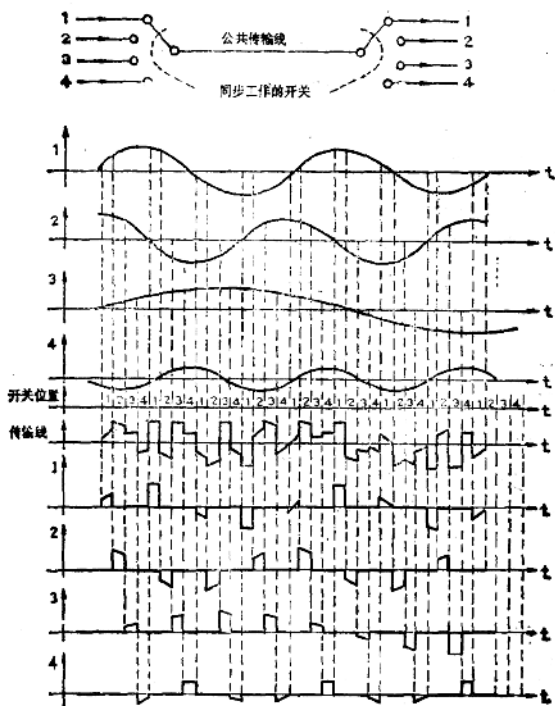


图 1.3

3. 模拟信号的量化

模拟信号经过抽样后的各个样值仍属模拟信号，抗干扰性很差，在线路上传输易受干扰。模拟信号在传输过程中，一些干扰（噪声）就会叠加在抽样后的信号上，而且线路越长受干扰越严重，形成干扰积累，使得传输信号失真。

在模拟电话通信中，与声压成比例的模拟话音电流（或电压），是可以任意取出若干个状态值的，因此对一个噪声脉冲也极易变成另一种相应的预期状态，然而在接收端却不能鉴别原信号和噪声信号之间有什么差别。

假如我们考虑一种极端的情况，即用一组二进制信号代表抽样值，那么信息的每一比特只有0或1两种可能的状态，这样，我们就很容易把模拟话音电流（或电压）的抽样值，置成相应的、离散的0、1比特发送，即使有一定的噪声脉冲幅度干扰，也不会引起接收端对状态的错译。并且很容易把校验位附加到所发送的二进制信号中，得到对二进制代码的差错检验能力。最简单的方法是使用一个奇偶校验位，其编码规则是在各组信息后面附加一位校验位，使得该组二进制码字中“1”（或“0”）的个数成为偶数或奇数，这就是奇偶校验码。通过选择适当的校验码，可以使二进制代码传输的可靠性达到规定的要求。

因此，不发送“模拟”抽样脉冲，而是把抽样脉冲加以量化。即一定幅度值的抽样脉冲，用相应的一组二进制代码来表示。每个抽样脉冲值都发送 n 比特二进制代码，称为PCM码。这个过程叫做脉冲编码调制（简称PCM），它属于模拟—数字变换的一种形式。

3.1 线性量化

为了把抽样脉冲值用一些最近似的数字来表示，就必须把抽样值化零为整（与四舍五入方法类似），这个过程叫做量化。

我们可以把模拟电压整个范围均分成若干个电压子范围，每个电压子范围与一组二进制代码相对应。在编码时，抽样值

落在任何一个电压子范围上限和下限之间的电压值，都用同一组二进制代码表示，但每个抽样值不可能都刚好等于某一子范围的基准值，总会有一些偏差，这个偏差称为量化误差。当二进制代码的位数越多，子范围就分得越小，量化误差也就越小。在译码时，一组二进制代码表示一个与电压子范围中间相对应的瞬时电压值，结果是在原来的信号上附加了一定的噪声值（量化噪声）。事实上，量化噪声是被译码的量化信号和原信号之间的差值。通过对一个大信号和一个小信号比较，我们可以看到它们的量化噪声的幅度是相等的（见图1.4），所以对小信号来说，噪/信比便更坏，那么说话时，小声音就比大声音失真要大得多。实际上，语音中小幅度的成分出现的概率要大于大幅度，因此，这种线性量化编码不宜采纳。

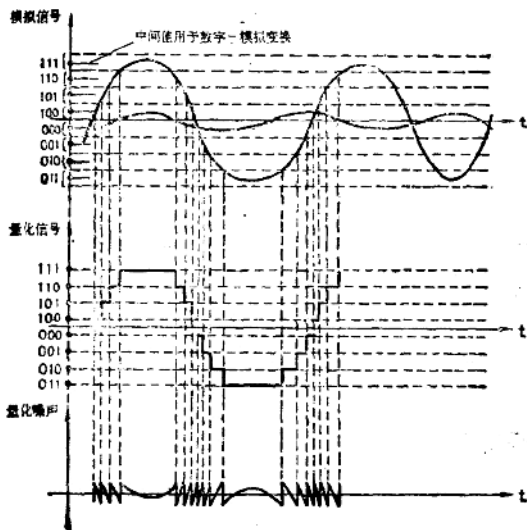


图 1.4

3.2 非线性量化

因为线性量化的缺点是：小信号量化的相对误差比大信号的相对量化误差大，噪信比随信号电平的下降而提高。为了减小小信号的量化噪声，使得量化噪声因信号的幅度而异，从而使信号在整个范围内有相近的噪信比，采用非线性量化的方法。它的基本思想是在线性编码器之前，使信号通过一个瞬时压缩器，压缩器对大信号和对小信号的放大能力是不相同的，信号越小放大越强。为了使整个通信不呈现非线性，在接收端译码后加上扩张器，它的特性和压缩器正好相反，对小信号给予大的衰减，因而从发、收两端来看还是线性变化的。

把模拟电压 x 进行编码，使它对应电压 y 产生函数 $y = f(x)$ ， y 的编码是线性的，那么选择函数 $f(x)$ ，应该使它对 x 的所有取值的噪声是相等的。

对于电压的子范围为：

$$s_y = \frac{V_{\max}}{2^{n-1}}$$

其中 n = 二进制代码中的比特数， $V_{\max}$ = 电压最大幅度，那么 x 电压的子范围为：

$$s_x = s_y \frac{dx}{dy}$$

得到的噪信比是：

$$\frac{s_x}{2x} \text{ 或 } \frac{s_y}{2x} \cdot \frac{dx}{dy}$$

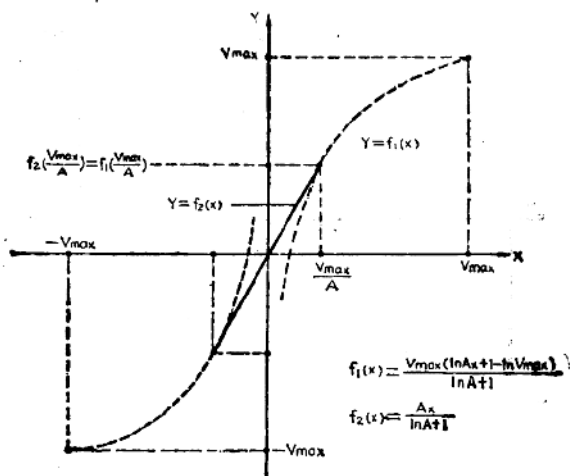


图 1.5

这个噪信比应为常数（这时对大信号和小信号的噪信比相等），

$$\text{即 } \frac{s_y}{2x} \cdot \frac{dx}{dy} = N \quad (N \text{ 为常数})$$

$$\text{或 } dy = \frac{s_y}{2N} \cdot \frac{dx}{x}$$

$$\text{或 } y = \frac{s_y}{2N} \ln(x) + c \quad (c \text{ 为常数})$$

实际的非线性量化曲线见图1.5、1.6、1.7。

到目前为止，所得到的 $y = f(x)$ 非线性量化曲线，都存在没有通过原点的缺点，解决这个问题的一种方法是：从原点做 $\ln(x)$ 曲线的切线，利用从原点到该切线的切点为止的直线段

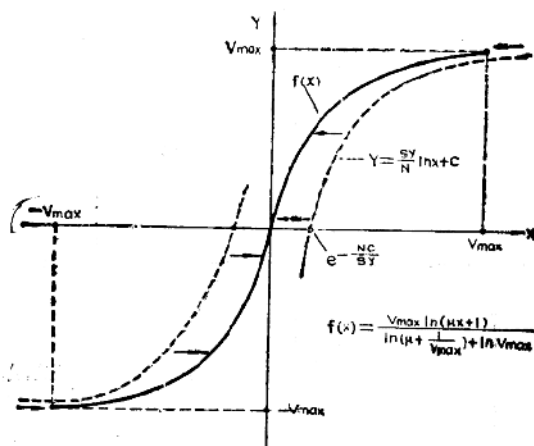


图 1.6

代替 $\ln(x)$ 曲线的这一部分（见图1.5）。这是CEPT（欧洲邮电管理会议）和CCITT（国际电报电话咨询委员会）标准化的“A律”曲线所选择的方式。由北美贝尔系统和CCITT标准化了的“μ律”曲线，是将 $\ln(x)$ 曲线整个移动而到原点，从而得到通过原点的曲线（见图1.6）。实际上，曲线是和由若干直线段组成的折线相近似的（见图1.7）。

通过本章介绍，基本了解了脉冲编码调制原理，初步形成了时分数字通信的基本概念。如图1.8所示，用户的话音模拟信号，经2/4线转换设备，再经放大到低通滤波器，滤除高于4000Hz的频率成分，经抽样、量化、编码，以PCM码通过数字传输、交换系统到达对方，接收端经译码，通过带通滤波器（300-3400Hz），接收话音模拟信号，再经2/4线转换设备到用户话机。

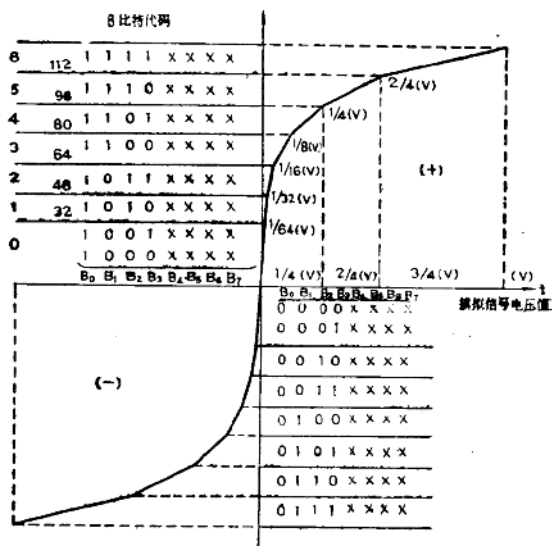


图 1.7

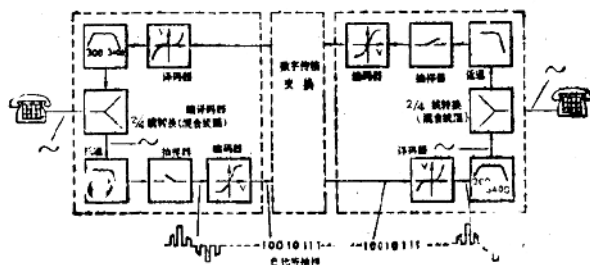


图 1.8

第二章 时分多路复用的原理

所谓多路复用，就是用一个传输信道进行多路双向通信。

目前多路化体制主要分为两大类：频分制多路通信，又称载波通信，它是模拟通信的主要手段。另一种是时分制多路通信，又称时间分割通信，它是数字电话多路通信的主要方法。另外，还有两类体制的兼容，构成混合通信体制。

1. 基本概念

在时分制中，多路化是这样来实现的，每一用户（信源）在指定时间内接通信道，其它时间为别的用户所接通（按指定时间）。具体地说，将时间——抽样间隔，均分成一个个小段，称为时隙，每个用户（信源）占一个指定的时隙，对 n 时隙多路复用系统来说，从第一个时隙开始，到第 n 个时隙終了， n 时隙的序列叫做一帧时隙。时隙1为第一路的通话时间，时隙2为第二路的通话时间，……时隙 n 为第 n 路的通话时间，当所有的各路都分配一次通话机会后（即一帧时隙后），按上述序列依次分配第二轮各路的通话机会，且一直继续下去。如图1.3所示，时隙1时，同步开关使第一路接通，时隙2时，同步开关使第二路接通，时隙3时，同步开关使第三路接通，时隙4时，同步开关使第四路接通等等，每轮一次的总时间为一帧，很显然，路数越多，每路的时隙越小。