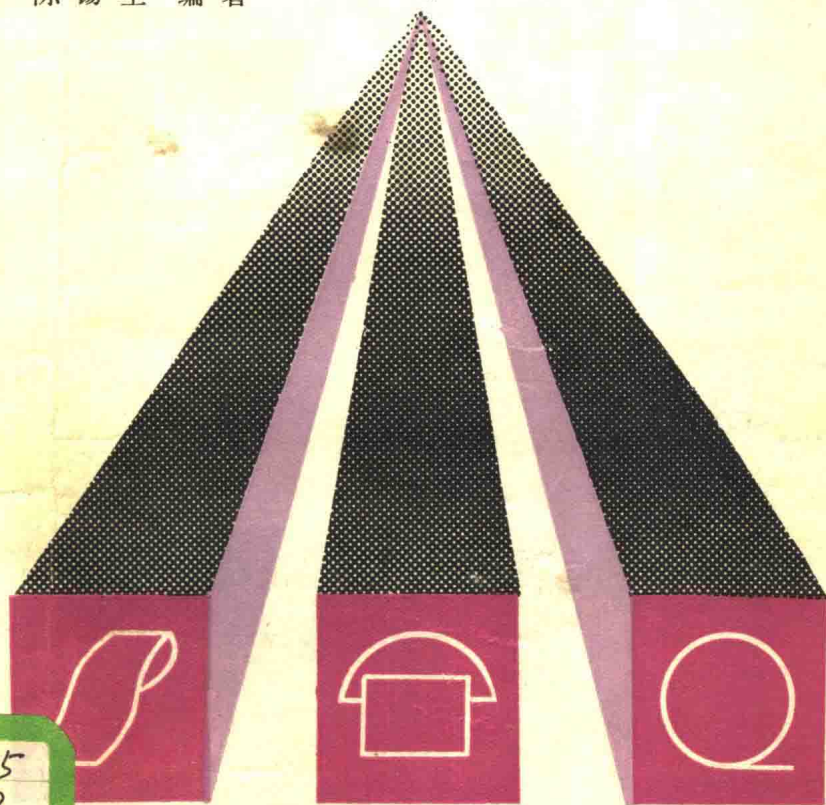


程控数字 电话交换入门

陈锡生 编著



中国通信学会通信科普读物研究会主编

中国通信学会通信科普读物研究会主编

程控数字电话交换入门

陈锡生 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

程控数字电话交换是当前电话交换技术的发展方向。本书深入浅出地介绍了程控数字电话交换的基本工作原理。首先从数字交换的概念入手,介绍数字化的话音信号如何进行交换,然后说明数字交换机的组成和程序控制交换接续的原理,最后扼要地介绍FETEX150和ITT1240两种数字交换系统。

本书是根据初学者学习程控数字电话交换技术中容易产生的疑问,用提出问题进行解答的方式编写的,因此特别适合初学者阅读。本书可供通信部门的管理干部、从事电话通信工作的工程技术人员和技术工人阅读,也可供相关专业的学生参考。

中国通信学会通信科普读物研究会主编
程 控 数 字 电 话 交 换 入 门
陈 锡 生 编 著

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河南省邮电印刷厂印刷
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 1986年1月 第一版
印张: 8 24/32 页数: 60 1986年1月河南第一次印刷
字数: 83 千字 印数: 1—7,000 册
统一书号: 15045·总3138—有5446
定价: 0.70 元

前 言

通信科学技术普及读物的编辑出版方针是面向生产、面向群众、面向基层。它不仅包括知识性的图书。而且以实用性的图书为重点，同时也出一些介绍新技术的读物。

通信科普读物的主要读者对象是从事通信工作的干部、工人以及广大关心通信事业的读者。根据他们的特点和需要，在内容和选材上力求密切联系通信科研、生产、使用、维护和管理上的需要；在叙述上力求通俗易懂、概念清楚、结合实际、生动活泼，以帮助读者学习钻研通信科学技术，为培养一代新人、提高全民族的科学文化水平作出贡献。

由于我们缺乏经验，难免存在不足之处，欢迎广大读者提出意见和建议。

中国通信学会科普读物研究会

作 者 的 话

程控数字电话交换技术是当今比较先进的交换技术，由于它具有许多优越性和先进性而日益受到世界各国通信部门的重视。程控数字电话交换机的安装使用正在不断增多和普及，最终将取代模拟交换机，而与数字传输相结合，向综合业务数字网的方向发展。

我国已开始采用程控数字交换技术和设备来装备我国的电话通信部门，因此，广大通信管理干部、工程技术人员和技术工人都迫切希望了解这方面的知识，以尽快掌握程控数字交换的基本原理。本书即为适应这种需要而编写的。因此，本书内容的选择力求精练扼要，突出重点，着重概念上的理解；在叙述上力求由浅入深，通俗易懂，把本来比较复杂的技术讲得生动活泼，概念清楚，重点突出。

本书共分四章。第一章着重介绍数字化的话音信号如何进行交换，以建立数字交换的基本概念。这也是了解程控数字交换必须首先解决的关键问题。为兼顾部分读者，还简单地叙述了话音信号如何数字化的问题。第二章说明数字交换机的基本组成，并采用与纵横制交换机和程控模拟交换机对比的方法，以加深对数字交换机的结构和特点的整体认识。第三章着重说明“程控”的原理，即如何用程序控制交换接续中几种最典型的功能，同时还说明了如何处理并行的多个呼叫。第四章结合我国情况，介绍两种较典型的数字交换系统，以加深对前三章内容的理解，并可建立一个更加具体完整的交换概念。

• • • • •

根据读者的不同要求和水平, 阅读本书时可以灵活取舍某些章节。

对于只需了解程控数字交换的一般原理的读者, 可以只读第一、二、三章。

对于已经了解程控原理的读者, 可阅读第一、二、四章。

对于已了解数字交换基本概念的读者, 可阅读第二、三、四章。

此外, 对于熟悉PCM技术的读者可以略去第一章第一节和第二章不读。

陈锡生

1984·11·

科技新书目：104—16

统一书号：1 5 0 4 1

总 3 1 3 8 — 有 5 4 4

定 价：0.70元

目 录

一、什么是数字交换	(1)
如何将话音信号数字化.....	(1)
为什么要将话音信号数字化.....	(10)
数字化的话音信号如何进行交换.....	(14)
二、数字交换机的基本组成	(31)
数字交换机的特点.....	(31)
数字交换机的话路系统.....	(39)
数字交换机的控制系统.....	(46)
三、程序控制交换接续的原理	(53)
实时呼叫处理.....	(53)
如何用程序控制交换接续.....	(57)
如何处理并行的多个呼叫.....	(74)
四、数字交换系统示例	(81)
FETEX150 数字交换系统.....	(81)
ITT1240 数字交换系统.....	(96)

一、什么是数字交换

“程控数字电话交换机”的名气愈来愈大了，那么，什么是程控数字电话交换机呢？程控数字电话交换机就是用电子计算机进行程序控制的数字电话交换机。程控是指控制方式，程控方式也可用于非数字化的交换机，即模拟交换机。数字交换或模拟交换所用程序控制的基本原理是相同的。数字交换是指直接对数字化的话音信号进行交换，与模拟交换相比，交换的基本原理和实现方式都有显著的不同。因此，要了解程控数字交换，首先要建立有关数字交换的基本概念。也就是说，首先要知道如何将话音信号数字化？为什么要将话音信号数字化？数字化的话音信号又如何进行交换？下面我们就来逐个说明这些问题。

如何将话音信号数字化

早在1937年，就提出了脉冲编码调制的通信方式。脉冲编码调制通信，简称脉码调制通信或PCM通信，在六十年代开始投入使用，并得到迅速的发展。这种PCM传输设备，就是将话音信号数字化并进行多路时分复用的传输设备。在七十年代初，出现了数字交换机。由于PCM传输设备已进行了模数转换，将模拟信号变成了数字信号，而数字交换机可以直接交换数字信号，因此，数字传输与数字交换配合起来可以大大简化设备，其效果可说是“相得益彰”。

不过，目前的通信网仍然是以模拟为主，特别是对用户线而言。因此，要进入数字交换机的不一定是数字信号，这就意味着模拟信号进入数字交换机，先要进行模数转换，将模拟信号数字化以后才能进行交换。这就是说，在数字交换机内部也存在着将模拟信号变换为数字信号的问题。当然，不论是在PCM系统中也好，还是在数字交换机内部也好，将模拟信号变换为数字信号的基本方法相同，都是根据抽样、量化和编码这三个主要原理进行的。

(1) 抽样

模拟话音信号是一种连续的电信号，其幅度的变化完全取决于讲话的声波，如图1-1(a)所示。所谓抽样，就是以一定的时间间隔来抽取模拟信号的样值，每个样值就是原有模拟信号的一个瞬时值，如图1-1(b)所示。显然，经过抽样以后，连续的模拟信号变成了不连续的离散信号，但还不是数字化的信号。抽样后所得到的脉冲序列中的每一个脉冲的幅度，与抽样点的模拟信号的幅度相同，也就是由模拟信号所决定，即被模拟信号的幅度所调制，所以这样的脉冲序列称为脉冲幅度调制信号或PAM信号。

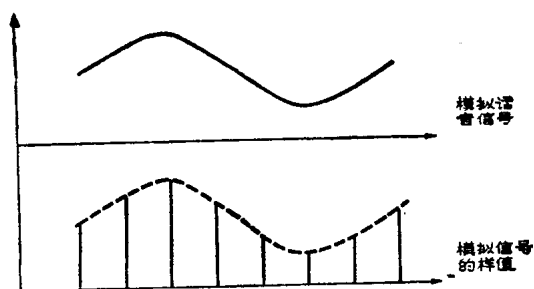


图 1-1 抽样的PAM信号

读者可能会产生这样的疑问，即抽样后的PAM信号能够代替原有的连续信号吗？只要满足一定的条件，就可以做到这一点。理论和实践表明，所需满足的条件如下：

如果原有连续信号的最高频率为 f_a 赫，当抽样速率不小于 $2f_a$ 赫，则抽样后的PAM信号就能够完全代替原有的连续信号。

电话通信的频带为300至3400赫，故抽样速率必须至少为每秒6800次，现普遍采用每秒8000次。结合图1—1(b)来看，就是在每秒中要抽取8000个样值。相邻两次抽样间隔的时间称为抽样周期，抽样周期是抽样速率的倒数，为 $1/8000$ 秒，即125微秒。

每秒8000次的抽样速率和125微秒的抽样周期是两个基本而又重要的数据，以后还要用到。

(2) 量化

① 什么是量化

量化就是预先规定若干个不同的信号幅度等级，称为量化级，每级代表一定的幅度，再根据抽样点的脉冲幅度大小决定幅度等级。在两个幅度等级之间的脉冲采用四舍五入的方法，归并到最邻近的一个幅度等级中去。

为了说明量化的概念，将图1—1中的模拟信号及其抽样值重画于图1—2，并标明8个抽样值的幅度。不难看出，经过四舍五入后，8个抽样值的幅度分别纳入了相应的量化级。

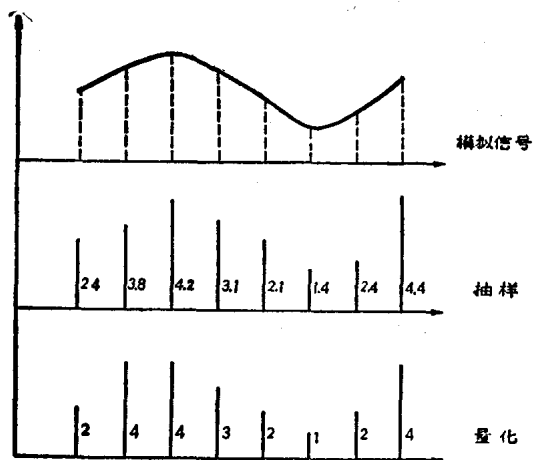


图 1—2 量化的概念

②如何减少量化失真

经过量化后，脉冲幅度不等于抽样点原有信号的实际幅度，带来了量化误差，引起量化失真。显然，量化级分得愈细，误差就愈小。一般分为 256 个等级时，可显著地减少量化失真。不过还应该看到，同样的量化误差对于小信号和大信号的影响程度是不同的。小信号本身的幅度小，相对来说误差的影响自然要严重得多。如图 1—2 所示，幅度为 1.4 的信号量化结果为 1，误差为 0.4，与原有信号幅度相比为 $0.4/1.4$ 即 28.6%，这说明量化误差的影响程度是比较大的。幅度为 4.4 的信号量化为 4，误差也是 0.4，影响程度下降到 $0.4/4.4$ 即 9.1%。分为 256 级时，幅度为 254.4 的信号量化为 254 时，误差的影响程度更小，仅为 $0.4/254.4$ 即 0.16%。解决这一问题的办法是设置不均匀的量化级，在小信号范围内幅度等级要分得细一些，而在大信号范围内等级可分得粗一些。

(8) 编码

二进制只有两个值：“0”和“1”，易于用电路实现和区别，例如用有脉冲代表“1”，无脉冲代表“0”。

所谓编码，就是用一组二进制脉冲来代表已量化的样值幅度。这一组二进制编码要多少位呢？这决定于有多少个量化级。当采用256个量化级，由于 $2^8 = 256$ ，故要用8位码。也就是说，8位码可有256种不同的组合，用来区分256种量化幅度。

8位码用 b_1 至 b_8 表示， b_1 实际上为极性码，代表原有样值脉冲的正负。 b_1 位码有“0”和“1”两种状态，正好区分正负极性。例如，以“1”代表正，则“0”就代表负。另外7位码 b_2 至 b_8 可有128种组合，代表在正负两种极性上各有128个量化级。

这样，经过抽样、量化和编码后，就完成了脉冲编码调制，得到的信号是以二进制编码“0”和“1”表示的数字信号，也称PCM信号。为了清楚起见，现再用图1—3说明脉冲编码调制的过程。假定只有8个量化级，可以用3位编码。

3位编码有 $2^3 = 8$ 种不同的组合，正好可以用来表示8个量化级。因此经过线路送到对方的是以二进制“0”和“1”表示的数字信号。

说明了编码的概念后可以进一步谈谈为什么要量化的问题。

量化要引起误差和失真，何必要量化？问题在于要数字化，要用二进制编码来代替抽样后PAM信号的幅度值。因为，PAM信号的幅度代表原有模拟信号的抽样值，是一个模拟量，可以具有无限多个数值，不可能用有限位数的编码来代表无限多个模拟值。所以说，为了编码必须量化，通过量化将无限多

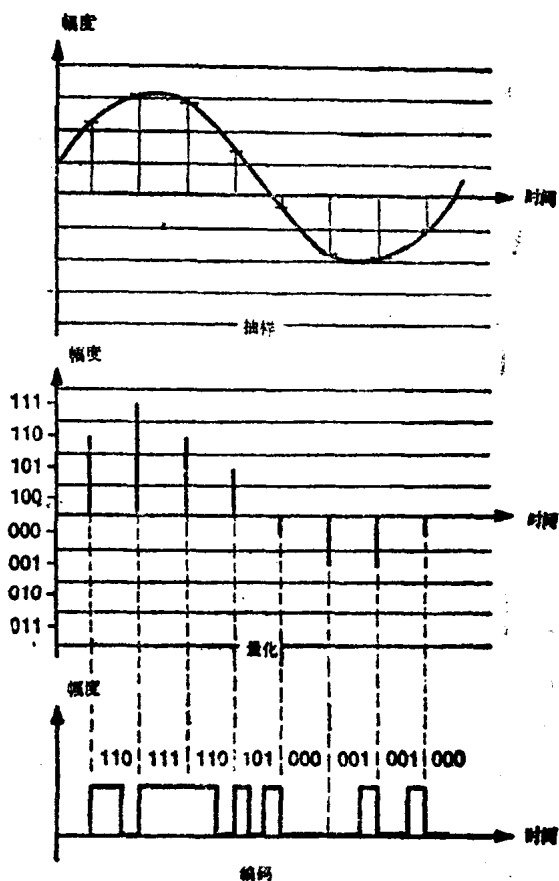


图 1—3 脉冲编码调制

的幅度值纳入有限的幅度等级之中，才可以进行编码。量化与编码密切相关，实际上量化过程和编码过程往往是同时实现的。

当然，不实现数字化而直接传送PAM信号也是可以的，但

在线路上传输时幅度要衰减，信号要失真，抗干扰能力差，故一般不采用。

(4) PCM系统

如图1—4所示，发送端经过抽样、量化和编码得到的PCM信号，经过传输线路可以发送到对方。对于接收端而言，要将所接收的PCM信号还原为模拟话音信号。因此接收端要有译码和（低通）滤波两个主要功能。译码器用来将PCM信号还原成与发送端一样的量化样值，这与完成模数转换的编码过程相反，而是数模转换。低通滤波器则用来滤掉高于3400赫的频率成份，将离散的PAM信号恢复为原有的连续话音信号。

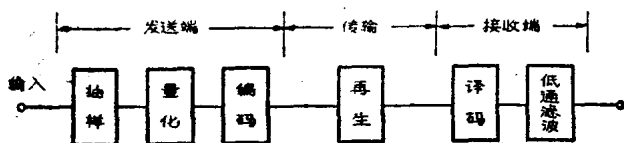
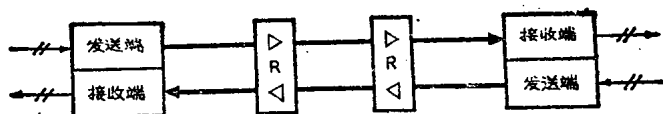


图 1—4 PCM传输示意图

在图1—4中还表示了传输线路中接入的再生中继器。由于PCM脉冲在传输过程中也会产生失真和受到噪声干扰，所以每隔一定距离要接入再生中继器。所谓再生，顾名思义，就是用重新产生的脉冲来代替已产生失真的脉冲。对于再生中继器来说，只要区别“1”和“0”，也就是区别脉冲的有和无。显然，应该在失真还没有严重到导致“0”和“1”混淆不清的程度时，就要及时地加入再生中继器。

图1—4只表示了单方向的传输，为了实现双向通话，必须双方向都要有发送和接收设备，形成四线制通信方式。图1—5所示的PCM系统表示了这一情况。



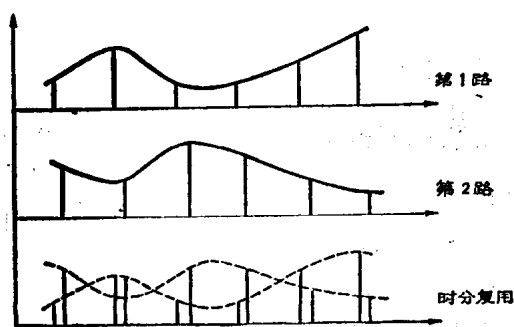
R: 再生中继器

图 1—5 PCM系统

(5) 时分多路复用

以上只谈到了话音信号如何数字化的问题，主要是建立了PCM 的概念。下面要谈的是如何利用PCM的原理进行时分多路复用(TDM)，以后我们就会知道，这个问题同数字交换有关。

多路复用是在同一传输线路上开放多路通信。多路复用通常有频分多路复用和时分多路复用两种方式，我们这里只介绍时分复用方式。参照图1—1，在相邻的两个抽样信号之间有一定的间隔，可以利用这个间隔传送其他各路信号。这当然意味着，各路的抽样时刻是互相错开的，这样才能互不干扰。而对每一路来说，仍然保持着每秒8000次的抽样速率。图1—6表示了两路抽样信号互相错开的情况。由于这是用时间分隔的



方法达到多路复用的目的，所以称为时分多路复用。时分多路复用最重要的是在时间上的精密配合，要保证将发端按时间分配的各个话路的数字码

图 1—6 时分复用的概念

流，在接收端准确无误地分配到相应的话路上去。为了使发端各路和收端各路能互相对应协调一致地工作，要在发端传送一个同步信号，利用同步信号使发端和收端协调工作。

不要忘记，PCM传送的不是抽样信号本身，而是对应于抽样信号幅度的编码信号（例如8位码）。于是，时分复用就表现为这一路的8位码和其他各路的8位码分别占用不同的时间位置。通常所说的32路PCM系统，就是指一个抽样周期内具有32个时间位置，可以传送32路信息的PCM系统。在这32个时间位置或者说32个时隙（TS）中，实际上只有30个时隙用于话路，即开放30路电话。32个时隙的编号是TS0—31，用于话路的30个时隙是TS1—15和17—31。另外两个时隙是这30个话路公用的，其中时隙TS0用于传送同步信号，时隙TS16用于传送各种控制信号。因此，32路PCM有时也写成PCM30/32系统，表示具有30个话路和32个时隙。

从图1—7可以清楚地看到：每个抽样周期125微秒包括32个时隙，每个时隙为3.9微秒；每个时隙传送8位码，也就是8个比特

(bit)，每个比特约为0.488微秒。

我们通常把抽样周期125微秒组成一“帧”，图1—7表示了一个

帧结构。必须注意，在每一帧中，每一路信息的8个比特各出现一

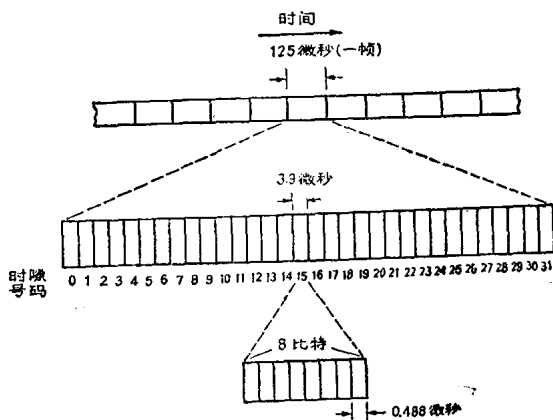


图 1—7 PCM30/32的帧结构