

电信高技术普及丛书

数字程控电话 交换技术

● 汤庭龙 编著



人民邮电出版社

374009

电信高技术普及丛书

数字程控电话交换技术

汤庭龙 编著

人 民 邮 电 出 版 社

登记证号 (京) 143 号

图书在版编目 (CIP) 数据

数字程控电话交换技术/汤庭龙编著. -北京: 人民邮电出版社, 1993. 9

(电信高科技普及丛书/邮电出版社电信图书编辑部主编)

ISBN 7-115-04988-2

I. 数…

II. 汤…

III. ①自动电话交换技术-信息交换技术-普及读物

②数字通信系统, 电话通信系统技术-普及读物

IV. TN916. 4

*

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/32 1993 年 9 月 第一版

印张: 6 页数: 96 1993 年 9 月 北京第 1 次印刷

字数: 131 千字 印数: 1-8 000 册

定价: 4.70 元

丛 书 前 言

当今世界正在经历着波澜壮阔的科学技术的巨大变革。通信技术是最活跃的领域之一。通信的发展，在很大程度上取决于通信技术手段的先进性。通信高技术的采用正在迅速地改变着我国通信的面貌。

为了大力加强电信高技术的普及教育，我社组织编写了这套“电信高技术普及丛书”，向广大电信管理干部、技术人员介绍正在使用和即将使用的电信高技术，使读者能对某一高技术的概貌、关键问题、发展现状及发展趋势有一个基本了解。

这套丛书内容涉及个人通信、数字移动通信、光纤通信、程控交换、通信网、综合业务数字网、扩展频谱通信、宽带交换、移动卫星通信、智能终端等方面。为了跟踪世界通信高技术的发展，满足读者多方面的需求，我们欢迎广大读者提出宝贵意见，以便出好这套丛书。

目 录

一、概 论	1
1. 机电和电子	1
2. 布控和程控	2
3. 空分和时分	3
4. 模拟和数字	4
5. 数字程控电话交换机的优越性	5
二、数字程控电话交换原理	10
1. 数字电话交换原理	10
2. 程控控制基本原理	46
三、数字信号的发生和接收	75
1. 数字信号（音）的发生	75
2. 数字信号的接收	81
3. 数字信号发生接收以及和数字交换网的连接	84
四、数字终端和网同步	87
1. 数字终端	87
2. 网同步	90
五、七号公共信令	105
1. 七号公共信令的基本概念	105
2. 七号公共信令的优越性	109

3. 七号公共信令的四级和七层结构	111
4. 消息传递部分简介	113
5. 电话应用部分简介	121
6. 七号公共信令网的组成	126
7. 七号公共信令运用必须注意的若干问题	130
六、数字程控电话交换机的组成, 维护管理和发展.....	136
1. S1240 全分散数字程控电话交换机	137
2. F-150 部分分散分级控制数字程控电话交换机	155
3. 程控交换机的集中维护	160
4. 软件中心对程控电话局的后援支持	168
5. 数字程控电话交换机的发展	176

一、概 论

自从电话问世以来,电话交换技术经历了从人工到自动,从机电到电子,从布控到程控,从空分到时分,以及从模拟到数字的发展过程。从最初的人工磁石式交换机起,至本世纪 70 年代初,发展了全电子时分数字程控电话交换机。至 80 年代,世界上各个国家的电信部门都竞相采用这种数字程控式的电话交换机。本章拟对机电和电子,布控和程控,空分和时分,以及模拟和数字等术语的基本概念作些叙述,并对全电子时分数字程控电话交换机的优越性作些说明。

1. 机电和电子

早期的电话交换设备都是采用机电式元件制造的,因而称为机电制交换机,如步进制,旋转制和纵横制交换机等。机电制交换机体积大,噪声高,又易于磨损,存在不少缺点。在半导体等电子元件出现后,人们就积极设法采用电子元件来制造电话交换机,以克服机电制的缺点。电话交换机一般分成控制部分和通话接续两大部分,在采用电子元件制造电话交换机的过程中,碰到了不少困难,尤其是通话接续部分更是如此。用电子元件实现电话交换机中的控制部分经努力后首先获得成功,这种控制部分采用电子元件实现,而通话接续部分仍采用机电元件实现的电话交换机称为半电子式的。机电元件经不断改进体积大大缩小,速度也加快,有点像电子元件(如簧簧继

电器),则通话接续部分改用这种元件而控制部分采用电子元件的电话交换机称为准电子交换机,这就是说它已比较接近全电子交换机了。通话接续部分和控制部分都采用电子元件的就称为全电子式交换机。电子元件后来出现了集成电路,大规模集成电路和超大规模集成电路,这使得电子式交换机的体积更为缩小,性能更为优越。

2. 布控和程控

布控和程控是电话交换设备控制部分两种不同的实现方法。布控是布线逻辑控制的简称,程控是程序存储控制的简称。

所谓布控,是指将交换机各控制部件按逻辑要求设计好,并用布线将各部件连好焊好后,交换机的各种功能即能实现的一种控制方法。通常纵横制交换机是采用布控来实现其控制的。它的标志器、记发器等控制电路都按预先规定的逻辑要求设计好,联结好,一旦安装完毕,接上电源,这台交换机即能投入工作。如记发器接受用户拨号脉冲,标志器控制接续等等。

图 1.1 是布控和程控两种控制方式的简要示意图。

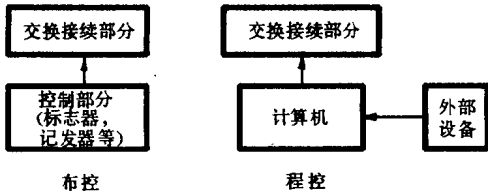


图 1.1 布控和程控示意图

所谓程控,是指将对交换机的控制先按一定逻辑要求设计成软件形式,存放在计算机的内存中,然后由这台计算机来控制交换机的各项工作。在全部硬件(包括计算机)安装好和接

上电源后，程控交换机并不能立即投入工作，必须将软件输入至计算机内存，然后才能工作，这是程控交换机的一个特点。综上所述，所谓程控交换机，实质上就是用计算机来控制的交换机。

3. 空分和时分

空分和时分是交换接续两种不同的实现方法。图 1.2 是空分接续的示意图。如图所示，入线 1 要和出线 2' 接通，则可令 K_{12} 闭合；入线 3 要和出线 1' 接通，则可令 K_{31} 闭合。如果要求二者同时接通，则可令 K_{12} 和 K_{31} 同时闭合。由此可见，所谓空分，是指对各个通话接续分别提供空间即实线通道的一种接续方式。

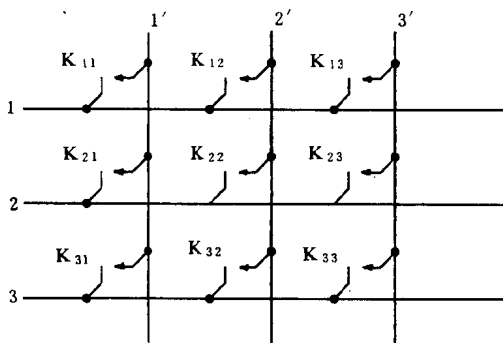


图 1.2 空分接续示意图

图 1.3 是时分通话接续的示意图。由图可见，入线和出线均经电子接点接至一根总线上。各电子接点可受时间位置不同而周期相同的脉冲（如图 1.3 右部所示的 τ_0 、 τ_1 两组脉冲）控制而启闭。如入线 1 要接通出线 2'，则可将 τ_0 脉冲同时加至 K_1 和 K'_2 ，则在 τ_0 脉冲的脉冲持续时间 τ 内， K_1 和 K'_2 闭合，在其他时间内， K_1 和 K'_2 断开。又如入线 3 要和出线 1' 接通，则可将

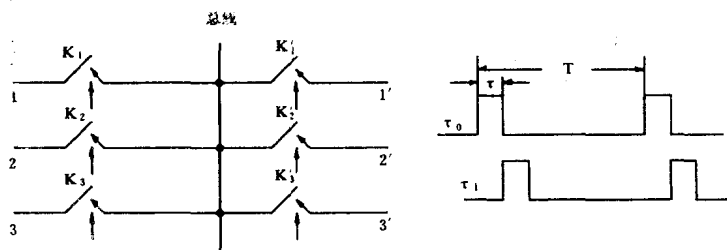


图 1.3 时分接续原理示意图

τ_1 脉冲加至 K_3 和 $K'1$ 。如上述两对通话要同时进行，则可将 τ_0 、 τ_1 两组脉冲同时加至这两对电子接点。必须注意， τ_0 脉冲使 K_1 和 $K'2$ 闭合时， τ_1 脉冲必须使 K_3 和 $K'1$ 断开；反之亦然。也就是说，当入线 1 和出线 2'，入线 3 和出线 1' 同时接通时，实际上 K_1 和 $K'2$ ， K_3 和 $K'1$ 是轮流接通的，接通的时间很短，断开的时间很长，通常脉冲的持续时间 τ 为 3.9 微秒，周期 T 为 125 微秒。或许有人要问，这种时分制通信，接点并没有在全部时间接通，而是时断时续的，通话质量有没有保证呢？这大可放心。因为有名的取样定理已证明这种时分制通信的信号在满足一定条件时完全可以复原，因而通话质量是不会有影响的。实践也已完全证明了这一点。

4. 模拟和数字

模拟和数字是在另一种意义上反映交换接续的两种不同实现方法。必须注意，这里是仅就通过交换机的信号是模拟信号还是数字信号而言的，是一种狭义的说法。广义地讲，模拟和数字通信的概念还应包括传输等在内。

所谓模拟方式是指通过交换机交换接续的是模拟信号，通常模拟电信号由声波通过发话器变换而成。所谓数字方式是指

通过交换机交换接续的是数字信号，即一系列由“0”和“1”组成的二进制信号。图 1.4 是模拟和数字交换接续的示意图。通常，在模拟交换时采用二线制，因此反方向模拟信号也在这一接续中传送。图 1.4 中对这一点未能完全表示出来，希予以注意。数字交换一般采用四线制接续，来去方向数字信号分别通过两条途径传送。这在图 1.4 中已清楚地示出。

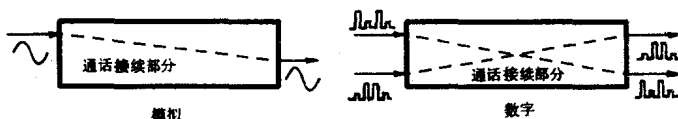


图 1.4 模拟交换和数字交换原理示意图

模拟和数字与空分和时分又有什么关系呢？一般空分制只能采取模拟交换，这是因为作为空分制的机电元件（包括准电子元件）速度比较慢，不能适应数字交换的速度要求。时分制可以采取模拟交换，也可以采取数字交换。时分制模拟交换的例子是脉冲幅度调制（PAM）工作方式。但实际上时分制主要是采取数字交换。图 1.4 中所示的数字交换，其输入端数字信息必在某处由模/数转换设备将模拟信号转换而成（图 1.4 中未示出），其输出端数字信息也一定会在某个地方通过数/模转换设备还原成原来的模拟信号（也未在图中示出）。模/数和数/模转换必须遵循一定的规律。通常有两种转换方式，一种是 ΔM （增量调制），另一种是 PCM（脉冲编码调制）。从目前的情况来看，采用 PCM 的占绝大多数。因此在本书中，数字信号即指 PCM 信号，数字交换即指 PCM 信号的直接交换。

5. 数字程控电话交换机的优越性

电子式交换机大约是在 40 年代后期开始研究的，在那个时

期，大量制造和应用的都是机电式的空分模拟布控交换机。将电子元件应用到电话交换机的控制部分中去在 60 年代取得了成功，即出现了空分模拟式程控半（准）电子交换机，这种交换机在 70 年代处于全盛时期。将电子元件应用到电话交换机中的通话接续部分中去的努力，经历了艰难曲折的道路，首先是想实现时分程控模拟 PAM 全电子式的交换机，因电子元件的性能不理想而失败，后来由于半导体器件的质量改进才成功了，但随之发现这种 PAM 式的交换机的容量不能很大，只能达几千门，因此只能作为用户交换机发展，城市交换机很少采用它。

70 年代初，在数字 PCM 传输大量应用的基础上，成功地发展了 PCM 数字信号直接交换的交换机，它在控制方式是程控的，通话接续则采用电子元件实现时分数字交换方式，由于控制部分和通话接续部分都采用了电子元件，因此也实现了人们梦想多年要实现的全电子式交换机。这种全电子时分式数字程控电话交换机的出现很快显示出它的许多优点，得到了非常迅速的发展。由于这种交换机必然是全电子和时分的，因此往往简称数字程控电话交换机。下面想对采用数字程控电话交换机的优越性作些介绍。

（1）因采用程控而带来的优点

因采用程控而带来的优点可归纳为三点：即灵活性，便于维护管理和能开放新业务。我们首先说明灵活性。前面已经讲到，所谓程控，就是由软件程序来控制交换机的操作，完成通话接续和各种功能。如果要改变交换机的逻辑控制功能，例如要更改用户电话号码的位数（如六位改七位），或改动计费方式（如由单式计次改为复式计次）等等，都只要修改软件就行了。新的软件可以脱离交换机进行设计，一旦新的软件编制成功，只要将新的软件输入到计算机里去代替老的软件就行了。而软件

的输入是很方便的。一个电话局的全部程序和数据的输入只要几分钟就行了。通常控制交换机的计算机是主、备用的，可将新的程序灌入到备用计算机上去，因此在灌程序的一段时间内并不影响交换机的工作。新程序灌好后，可更改主、备用计算机的功能，即主用改备用，备用改主用。如果此时交换机工作正常，就意味着软件已经改编成功，交换机已按新的逻辑要求工作了。这时可再将新的软件灌入到现在的备用机（即刚才的主用机）上去。万一新软件上去后工作不正常，仍可马上翻回，即仍让原来的主用机以老的软件工作，而对新软件继续作脱机修改。这样交换机的工作不会受到影响，或者受到极少影响。对于布控交换机来说，修改控制逻辑往往意味着修改布线，而布线的改动是很麻烦的，有时候是难于进行甚至于不可能进行的。所以从修改交换机的功能和逻辑控制难易程度来看，程控较之布控有很大优越性，也就是说，程控比布控灵活性强得多。

其次是维护管理，如日常的装、拆、移机工作、更改电话号码、增减中继线、更改中继路由等。在布控交换机中，完成上述工作往往需改动线对，工作量大，比较麻烦；而在程控交换机中，只需通过“人机通信”命令更改某些数据就行了。对于例行测试，话务统计等工作，在程控交换机中往往由软件执行，并能自动打印各项结果，一般来说比布控交换机所能达到的水平为高。又例如故障诊断，程控交换机亦由软件执行，一般能显示出故障在哪一块或哪几块印制板上。维护人员只要根据显示内容换板就行了。

最后谈一下程控能开放新业务的问题。现有的许多新业务是布控交换机很难或不能实现的。程控能实现的新业务很多，如国际、国内长途直拨、缩位拨号、转移呼叫、叫醒服务、热线、呼叫等待、会议电话、呼出加锁、遇忙回叫等。程控实现的各

种新业务对于改善通信服务质量，为通信者提供更大的方便等方面，起了很大作用。

(2) 因采用时分、数字交换所带来的优点

①大大缩小了交换机体积。时分数字交换机大量采用高集成度的电子元器件，因此体积很小。一个万门纵横制局大约需要几百个机架，其中接线器要占大部分。而同样容量的时分、程控数字电话交换局，其机架数只有几十个，而其中数字交换网络所占比例不大。由此可见，采用时分数字交换对于缩减交换机体积起到多么大的作用。

②大大改善全程全网音质音量。在已经采用 PCM 设备解决局间传输问题的场合，时分数字程控电话交换机特别有用，因为可实行传输和交换的综合，即在数字基础上直接交换，使传输和交换得到了统一。数字交换设备采用得越多，和 PCM 传输设备结合得越紧，全程全网音质音量的改善也越显著。图 1.5 所示是数字交换在改善音质音量方面的原理示意图。在图 1.5 (a) 中，示出两个模拟端局的用户经过两个数字汇接局接续的情形，两个端局间的传输全部采用 PCM。不论两个用户端局相距多远，两端 PCM 间的净衰耗只有 3dB，由此可见，音质、音量是极为满意的。如果两个端局也改用数字交换机，中间的 PCM 端机也可不要，形成全数字的连接，那么音质音量更好了。图 1.5 (b) 示出中间汇接局是空分模拟局的情形，由于多次模/数、数/模转换，不但净衰耗因几段累积而增加，量化失真也累积起来了，使音质，音量变差。

③有利于保密。数字信号加密后较难破译；模拟信号虽也能加密，但较易破译。因此，数字交换的采用对于加强通信保密十分有利。

④有利于实行智能网 (IN) 和综合业务数字网 (ISDN)。未

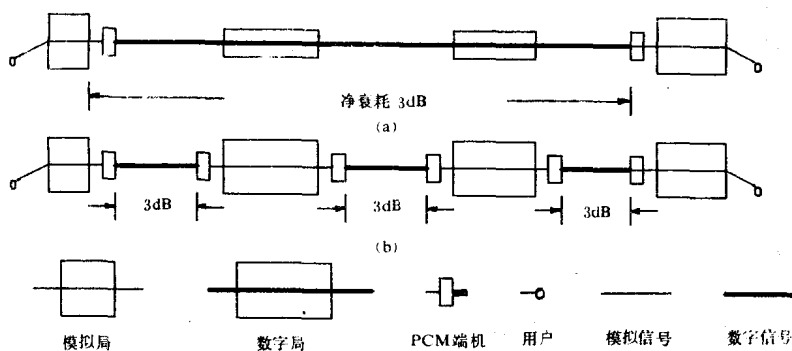


图 1.5 数字交换改善音质音量示意图

来的通信网将是智能化的网和综合业务数字网，即电话网将因智能化而提供更多种的服务功能，可在一个用户处传送多种诸如通话、数据、文件、图象等信息，而这些信息本来是要通过几个网分别进行传送的。智能网和 ISDN 网的建立将使人们进入一个新的通信发展时期。数字程控电话交换的实现将对今后发展智能网和综合业务数字网等新型通信奠定了一个基础。

二、数字程控电话交换原理

1. 数字电话交换原理

(1) 语音信号的数字化

图 2.1 是模拟通信和数字通信的示意图, 由图可见, 数字通信的关键, 是要进行模数和数模转换, 也就是要把语音模拟信号转变成数字信号, 以及其逆转换。

要说明模拟信号转化成数字信号, 还得从 PAM (脉冲幅度调制) 讲起。图 2.2 示出 PAM 的原理, 其中 (a) 是连续变化

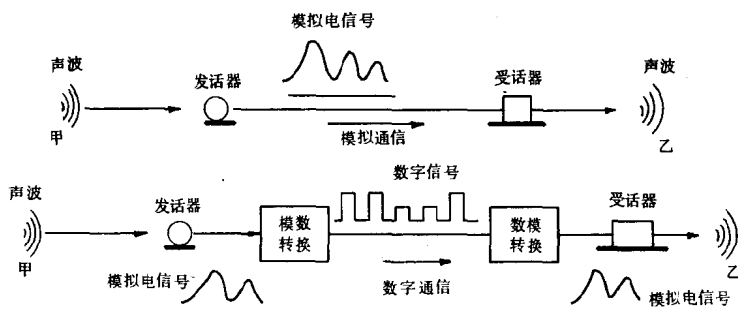


图 2.1 模拟通信和数字通信示意图

的语音模拟电信号, (b) 中示出一串等幅脉冲, 持续时间为 τ , 周期为 T 。用图 2.2 (b) 所示等幅脉冲对图 2.2 (a) 所示信号进行取样 (或称调制), 即仅在 τ 期内, 连续波才可输出, 其余

时间内不输出, 就得到如图 2.2 (c) 所示的 PAM 波。

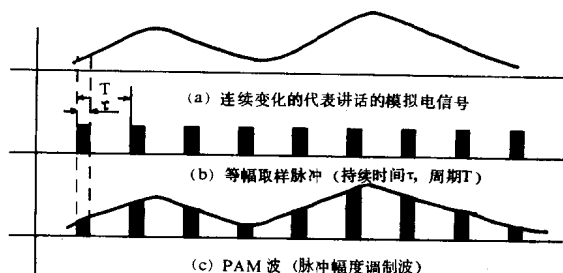


图 2.2 PAM 波原理图

PAM 波的特点是持续时间 τ 、周期 T 和等幅脉冲的相同, 但其幅度却随取样点的模拟信号的幅度而变。用 PAM 波来代替原来的连续波可进行满意的通信的条件是, 周期 T 不能拉得太长, 不能长于要通话的最高频率的二倍的倒数。如符合这个条件, PAM 波可解调译码还原成原来的连续波。一般通话最高频率考虑为 4kHz , 则 T 不要大于 $1/2 \times 4 \times 10^3 = 125\mu\text{s}$ 。在数字通信中一般取定 $T = 125\mu\text{s}$ 。 τ 的大小取决于电子元器件的开关速度, 但在数字通信中一般取定 $\tau = 3.9\mu\text{s}$ (T 内有 32 个 τ)。

PAM 的目的是可进行时分多路复用, 图 2.3 示出两个取样信号时分复用的原理。

PAM 波在传送时很易受到干扰和混入噪声, 从而导致失真, 传送距离愈长, 干扰和失真就愈严重, 且 PAM 波一经失真和混入噪声后就难于消除, 如进入放大器或增音器, 则失真和噪声将随着信号一起放大。图 2.4 示出 PAM 波混有失真和噪声的情况。

如果把 PAM 波不同幅度的取样脉冲, 变换成不同的二进制“0”和“1”的数字信号进行传输, 然后再在接收端根据收到的数字信号还原成 PAM 波, 这样就成功地解决了 PAM 波不能进