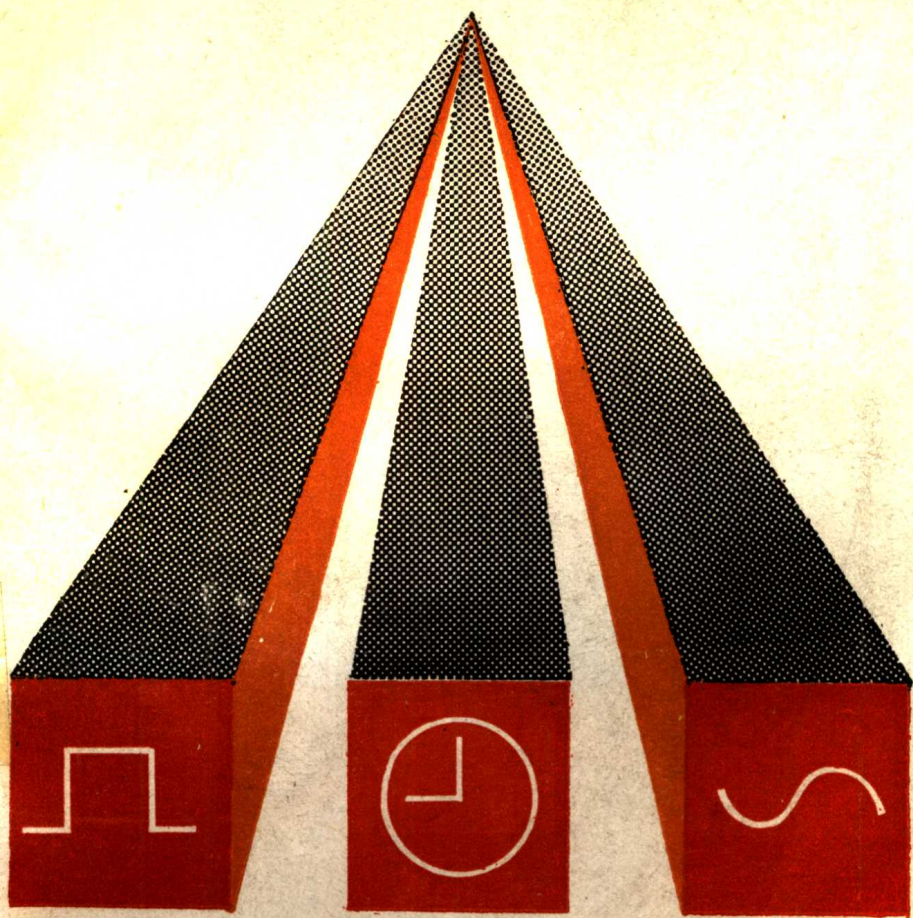


程控数字 交换机工程入门

楼彦厘 等编著



中国通信学会通信科普读物研究会主编

程控数字交换机工程入门

楼彦厘 等编著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书根据程控数字交换工程实际,简明通俗地介绍了程控数字交换机的特征、性能和工程要点,以及我国引进最多的 AXE-10、FETEX-150、ITT-1240 三种制式程控数字交换机,模拟网向数字网过渡的策略,进行程控进网的用户和业务预测、局所布设、网路结构、编号计划、模数兼容过渡形式下的中继接口和信号配合的方法,程控数字交换机工程设计、安装、测试要点,以及程控数字交换局的直流电源设置等。

读者对象:城市、部队、国家机关、大型厂矿企业、旅游等部门电话通信工程技术人员、管理干部。

程控数字交换机工程入门

chengkong shuzi jiaohuanji gongcheng ru men

楼彦厘 等编著

责任编辑 陈 涛

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

广 益 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: 850×1168 1/32 1988年1月第一版

印张:10 8/32 页数:164 1988年1月北京第一次印刷

字数: 272 千字 印数: 1—5,000册

统一书号: 15045·总3388—有5512

定价: 2.30元

前 言

目前,我国许多城市正在引进和发展程控数字交换设备。程控交换和数字传输的综合运用,将促进网路数字化,提供多种新性能和新业务,扩大为用户服务的领域,使通信面貌发生重大变化。

北京通信学会近年来曾举办过几期程控培训班。学员们除了要求掌握基本知识之外,还迫切希望了解有关程控数字交换机工程实际应用方面的知识。为此,中国通信学会通信科普读物研究会和北京通信学会约请楼彦厘同志主持,组织有经验的专家成立写作小组,分工编写了这本较简明易懂、联系实际的通俗读物。写作小组的成员(按书中章节顺序)有:楼彦厘、吴小可、赵宗基、李鸿贞、时振泽、梅国修、章燕翼等同志。

本书主要是针对初次从事程控数字交换局工程的广大工程技术人员而写的,希望能够对他们有所帮助,同时对管理干部也能起到普及作用。在章节安排上,从基本概念和原理入手,逐步引向策略探讨、规划研究、设计、安装、测试等工程应用的具体课题。

在本书出版之际,谨向本书写作组全体成员表示谢意。

中国通信学会通信科普读物研究会
一九八六年二月

致 读 者

我们编写这本科普读物的目的，是为初次参加程控交换局建设工程的工程技术人员提供一些基本知识和实用资料，作为工程入门的第一个台阶。在编写中，我们根据参加程控工程和举办有关培训班的一些浅薄体会，从工程实践的需要出发，全面地提供简明扼要的有用材料。为此，我们选用国外技术文献中某些内容，参考国内专家的著作，整理了工作中的点滴经验，并引用了具体工程的数据，冀本书内容较全面系统，并富有实用性。由于目前国内引进程控数字交换技术的时间不长，成熟的资料和经验有待进一步总结，书中如有谬误或偏颇之处，敬希读者指正。

《程控数字交换机工程入门》写作小组

一九八六年三月

目 录

第一章 综述	楼彦厘 (1)
第一节 电话交换技术的发展	(1)
第二节 什么是程控数字交换机	(4)
第三节 程控数字交换机的优点	(19)
第四节 程控工程应注意的问题	(25)
第二章 程控数字交换原理	吴小可 (28)
第一节 时分数字交换原理	(28)
第二节 程序控制原理	(43)
第三节 FETEX-150 数字交换机	(59)
第四节 AXE-10 数字交换机	(84)
第五节 ITT-1240 数字交换机	(101)
第三章 数字通信网	赵宗基 (137)
第一节 通信网的发展方向	(137)
第二节 数字电话网分析	(139)
第三节 模拟电话网向数字电话网的过渡方式	(156)
第四节 数字网同步	(159)
第五节 综合业务数字网 (ISDN)	(173)
第四章 程控数字电话网设计	李鸿贞 (184)
第一节 网路设计的任务和要求	(184)
第二节 用户数预测	(186)
第三节 局所规划	(191)
第四节 网路结构设计	(198)
第五节 网路中心等集中装置	(230)
第六节 订货技术文件及有关技术数据	(233)
第五章 程控数字交换机工程的设计、安装、测试和开通	

.....楼彦厘 时振泽	(240)
第一节 安装设计.....	(240)
第二节 设备安装.....	(255)
第三节 测试、验收、开通.....	(259)
第六章 程控数字交换局的直流电源设备.....梅国修	(266)
第一节 程控数字交换局直流电源设备的特点.....	(266)
第二节 1240 程控数字交换局的直流电源设备	(267)
第三节 AXE 程控数字交换局的直流电源设备	(283)
第四节 FETEX-150 程控数字交换局的直流电源设备	(304)
第五节 微处理机控制的电源设备.....	(310)

* 第五节由章燕翼同志编写。

第一章

综 述

第一节 电话交换技术的发展

通信网由用户终端设备、传输设备和交换设备组成。它由交换设备完成接续,使网内任一用户可与另一用户进行通信。交换设备在通信网中占有很重要的地位。

世界上最早出现的通信交换机就是电话交换机。1878年第一部人工电话交换机投入使用。1889年美国人 Almon B. Strowger 首先发明自动电话交换机,模仿人工交换机的原理,以机键动作代替话务员操作,以线弧代替塞孔,以弧刷代替塞子,由用户拨号脉冲直接控制局内机键上升回转动作,完成接续,沟通两个用户通话。这就是步进制交换机,其控制方式属于直接控制。步进制交换机在许多国家沿用至今,仍拥有很大的数量。步进制交换机存在着很多缺点:出线的线群小,利用度低;直接控制约束局向选择,使电话网编号极不灵活;弧刷、线弧和其它常动零件磨损严重,杂音甚高;机键零部件品种多,调整修理等维护工作量很大。因此,步进制交换机对网路组织和维护管理都很不利。

针对直接控制的缺点,英国采用了指挥机(由记发器和译码器组成),由记发器先把用户拨号脉冲加以收存,由译码器对局向进行译码,取道捷径进行局间接续。这样就克服了网路组织上的缺点,电话网编号可以打破区域界限。采用这种方式,英国组织了六大城市的七位制大市话网,实现了早期二线式全国长途自动拨号。直到1981年,英国还有75%的电话是步进制的。

与此同时，还出现了升降制、旋转制等自动电话交换机。这类交换机的动作变为单一的旋转动作，工作时将用户拨号脉冲先收存下来，再由控制设备控制接续，而不是由用户拨号脉冲直接控制。这种控制方式称为间接控制。

二十年代，出现了纵横制交换机*。它采用压触接点的接线器执行接续，同时采取了集中的间接控制方式，配置了记发器、标志器、译码器等公共控制设备。纵横制交换机克服了步进制交换机的许多缺点，它的接续器件无磨损，不产生杂音；出线容量大，可以组成利用度较高的线群；交换机容量的适应性较强；路由选择机动灵活，网路组织方便自如；能提供一些服务用户的性能（如多频按键电话机，各种用户类别等）和服务本机的性能（如局间多频互控信号，迂回路由，障碍自动测试、定位、记录等），维护工作量大大减少，节省维护人员。因而逐渐得到了世界性的广泛应用，到目前已是世界上比重最大的一个机种。

但是，这种交换机的接续速度仍然不快，用户拨号前听蜂音和拨号后听振铃回音都有迟延，在忙时尤为严重；设备体积庞大，占用机房面积和需用金属原材料都和步进制不相上下；服务性能也不够多样。

以上交换机都是由机电元件组成的，是在电子技术尚不发达的时代的产物。到了五、六十年代，电子技术的发展已取得相当大的成就，应用电子技术去解决机电制交换机中存在的问题，加以完善，逐步以电子器件取代机电器件，是比较理想的途径。这种探索在交换机的控制上获得了成功；电子计算机技术被引用到电话交换机中来，这就是存储程序控制方式。但是企图利用电子器件去取代接续器件的努力，曾经遭到暂时的挫折，原因是没有脱开接点离合方式的传统概念，希望以电子开关器件来代替金属接点的离合。电子开关电路，在动作速度快、体积小、耗电少、接续可靠这些方面都是

* 第一个纵横制电话局，是1926年在瑞典的松兹瓦尔（Sundsvall）投产的，容量为3500门。

令人满意的，但存在着一个落差系数低并由之导致串音衰耗低的致命弱点，这些恰恰是交换机不能容忍的。因此，不得已而寻求使金属接点的接续器件小型化和使接续速度略为加快的办法，出现了铁簧、笛簧、ESK 贵金属等小型密封继电器以及改进了的小型纵横接线器，组成交换网络矩阵，和存储程序控制结合起来组成程控空分交换机。这种交换机从六十年代初起，在世界上得到广泛应用。

计算机存储程序控制和空分接续器件配合工作，在动作速度上不能协调一致，前者的潜力不能充分发挥。这种局面不久也被打破，那就是时分多路通信技术从传输移植到交换。时分多路通信有三种方式：脉幅调制、脉码调制、增量调制，其中应用最广和最有前途的是脉码调制方式。其特点是：以时隙交换取代传统的金属接点接续，交换机内传送脉冲编码数字信号。在此基础上诞生了程控数字时分交换机。1970 年法国最早研制成功了脉码调制的程控数字（仅选组级）交换机，并投入实用。因为用户级仍是空分的，所以这种交换机称为程控时空混合型交换机，选组级也可时空兼容。全数字时分的交换机，只在专作长途、国际交换时才采用。七十年代后期至八十年代初这段时间，各先进国家竞相追赶，不断完善，在数字用户级和 7 号公共信道方面，继续取得新的进展。八十年代初，有许多国家已能提供正式产品。从此，自动交换技术开始进入程控化、全数字化、全电子化的新时期。

百年来，交换技术发展演变的过程，始终围绕着控制和接续两个基本功能，程控化和数字化是其精华所在，但不是终点，还有待进一步完善提高。另外，现时的程控数字交换机只能适应 64 kb/S 的通信业务，对于图象等宽带业务还不能进行交换。随着微电子技术和光导技术的突飞猛进，光多路复用技术和光电转换高度集成都在研究中取得进展，预计为宽带业务服务的光交换机可望很快问世。

第二节 什么是程控数字交换机

一、程控数字交换机的特征

程控数字交换机是用电子计算机存储程序控制的、采用脉冲编码调制（绝大多数情况下）时分多路复用技术进行交换的全电子式自动交换机。这是从控制和接续两个主要功能的角度，相对于机电制交换机而言的，也正是程控数字交换机的特征。

机电制交换机的控制方式属于布线逻辑控制。不论是步进制交换机的直接控制，或是纵横制交换机的集中间接控制，都是通过机电器件的接点组合和布线构成的控制电路完成的。这些电路是根据动作顺序和逻辑关系设计的，也寓有一种隐含的预编程序在内，只不过焊接固定，变动很不方便。如果因修改或增加性能（例如电话网编号升位、改变计费方式等），就必须变动接点组合和布线，十分麻烦，工作量也很大，有时甚至因为接点不够或无位置增加继电器，使改动不能实现。这种控制方式所能提供的服务性能，也是较少的。

机电制交换机的接续方式是空间分割方式。它的特点是：

- 交换接续通过占有实体空间的金属接点来完成；
- 用户通话过程自始至终占用单独的电路，不能和其它的通话共用；
- 通话电路上传送的是 300—3400 Hz 话音信号；
- 通话电路为二线双向。

机电制交换机有很多不足之处，已在第一节里提过了，不再赘述。

1. 存储程序控制

程控数字交换机的控制方式是计算机存储程序控制。预先编好的程序存储在电子计算机内，时刻不停地监视收集交换对象的企求动态，实时地作出响应，以存储程序的指令实行智能控制，完成通话接续，这称为呼叫处理。此外，存储程序控制还提供为用户服务的多样化性能，为本交换机运转维护服务的许多功能，以及为电话网的网路管理提供系统综合功能，其智能化程度是很高的。增改性能和进行业务处理，只需修改或输入新程序即可实现。

程控系统由硬件（设备）和软件（数据、程序等）组成。其系统结构，随着微电子技术的发展，由早期的单机集中控制，逐步经过多机、分级、全分散控制的演进，在经济上、技术上、安全上都达到相当完满的程度。

2. 数字交换

脉冲编码调制-时分多路复用（PCM-TDM）技术（其示意图如图 1.1 所示）被引入交换，产生了数字交换技术。

大家知道，PCM 是将模拟话音信号，经过取样、量化和编码等过程，变成数字信号的调制方式。交换上采用的 PCM 为 30/32 基群系统。取样频率为 8000 次/秒，每次取样周期为 125 微秒，每条话路的时间间隙（时隙）为 $125/32 = 3.91$ 微秒，量化等级为 $256 = 2^8$ ，每时隙码数 8 位，以二进制 00000000—11111111 代表十进制 0-255 的样值范围。经过时分复用（TDM），将 32 个话路加以复合，传输码率为 $8000 \times 8 \times 32 = 2048$ kb/s。这是发端的情况，在收端为逆过程，将数字信号还原为模拟话音信号。

当 PCM 作为传输手段时，A、B 两端的时隙，依话路次序一一对直，A 端各时隙的 8 位样值，依次经 PCM 链路汇成 2048 kb/s 的码流传向 B 端，其媒体是线路，脉冲宽度占空比为 50%，还要变成双极传输。时隙 0 (TS₀) 用作帧同步，时隙 16 (TS₁₆) 用来传送



- * 1. 极性转换从略
- 2. 脉码信号只简单表示

图 1.1 脉码调制-时分多路复用示意图

各种信号，只有时隙 1-15 和 17-31 (TS_1-TS_{15} , $TS_{17}-TS_{31}$) 能用作话路。一次通话要占两条话路。见图 1.2。

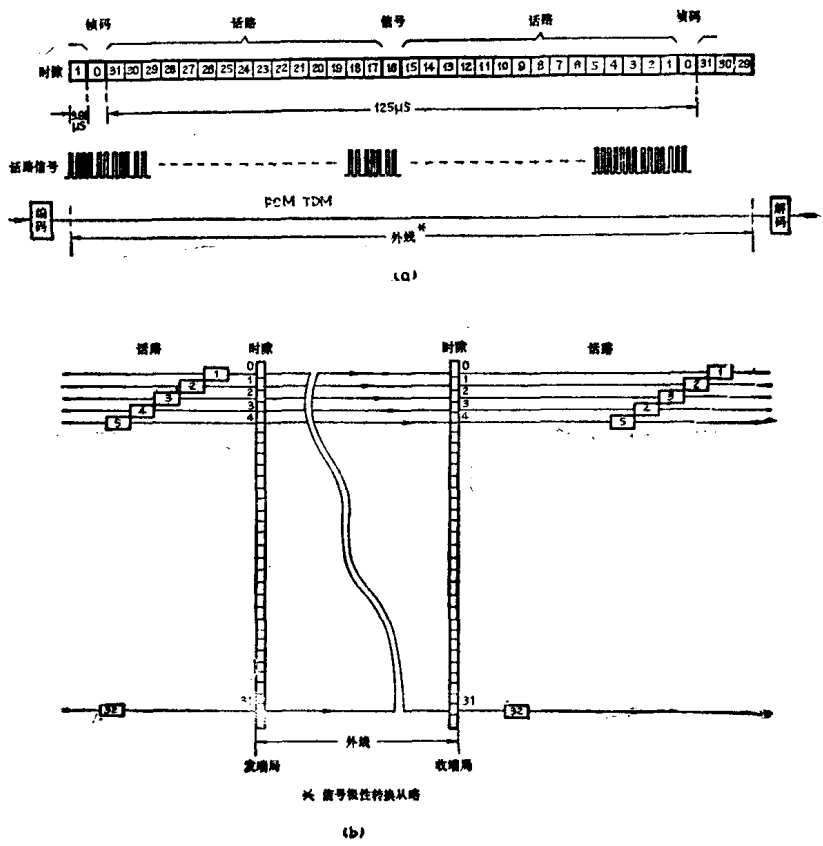
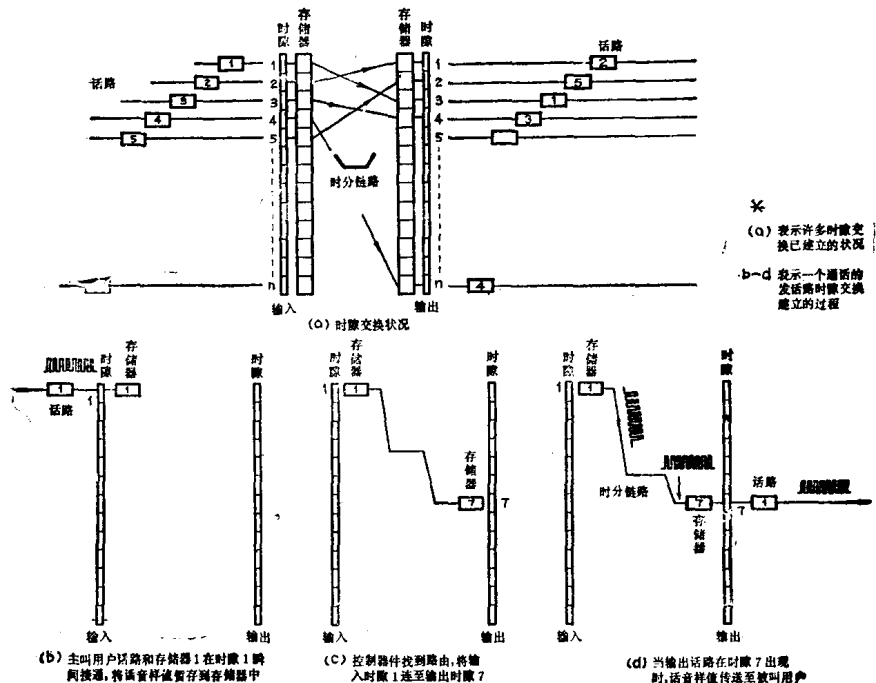


图 1.2 PCM用作传输手段时示意图

当 PCM 应用于交换时，就有许多独特的地方。

A、B 两端不是分装在两个局站，以线路为传输媒体，而是在同一机房内咫尺相邻；A、B 两端时隙也不是对应固定，而是随机处于被交换状态。要求每端的任一时隙可与对端的任一时隙沟通，依靠公共链路，将经过编码后的双方话音样值互作单向传送，提供



主叫 $\rightleftharpoons$ 被叫两条话路, 完成一次通话。如图 1.3 所示。

值得注意的是, 呼叫是随机发生的, 通话的主叫用户和被呼用户所占用的时隙处在同一序位的机会是极少的。绝大多数情况下, 两者总是处在参差的位置上, 发端时隙的主叫用户语音样值 8 位必须先暂时用存储器收存起来, 待受端被叫用户时隙出现时, 再被提取出来, 移转交付。因此, 从发到收, 存在时延, 这个时延总是小于 125 微秒的。这两个在参差位置上的时隙, 在整个通话过程中始终被公共链路按每秒 8000 次的频率轮番连通, 周而复始, 循环不已, 直到通话终了, 两端时隙才被腾清。这种经过存储器的存取, 将用户发话的语音编码样值, 从发端时隙转移交付给收端时隙的交换方式, 称为时隙交换。又因为时隙交换的内容是数字脉码信

号，所以也称为数字交换。这些存储器件起着全利用度的接线器作用。

上述由存储器巧妙地组成的接续器件，宛如纵横制交换机中以两台交叉机背靠背相连构成的全利用度接续单元，如图 1.4 所示。但两者在接续概念和原理上，是迥然不同的。由存储器组成的接续器件，称为时分接线器，也可称为时隙交换器。

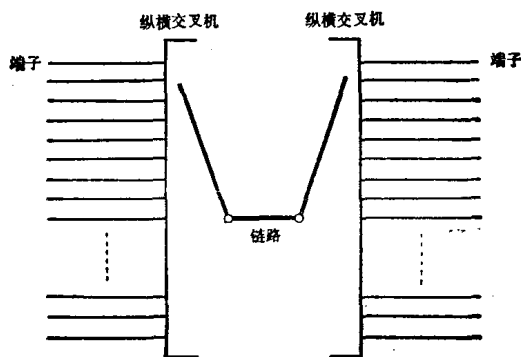


图 1.4 两个纵横交叉机背靠背组成的全利用度接续单元图

如果没有这种时隙交换器，光有脉冲编码调制 (PCM) 和时分多路复用 (TDM) 技术，是不能实现交换的。因为脉冲编码调制只是把 300—3400 Hz 的模拟话音信号调制成为 64 kb/s 的数字信号；时分多路复用只能把许多 64 kb/s 的单话路数字信号按时间间隙顺序用公共链路汇合成高码率（例如 2048 kb/s）的脉码流；只有经过时隙交换器的存储器组合，按入时隙的顺序将各话路的数字信号一一提取出来，暂时存储，再待对方时隙出现，受控制器件（类似纵横制的标志器）的控制，一一将各路话音数字信号转移交付，才实现交换。所以数字交换应是脉冲编码调制、时分多路复用和时隙交换三者的综合。

以数字交换方式连接用户通话的状况如图 1.5 所示。

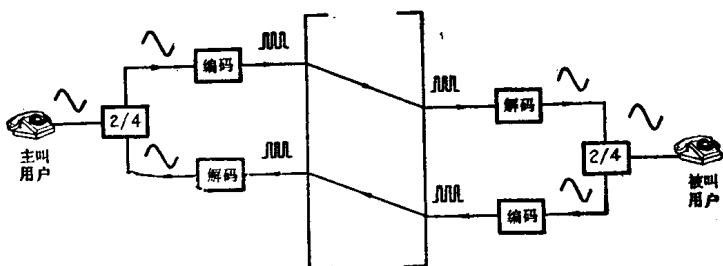


图 1.5 数字交换连通一对用户通话的状况

与机电制空分交换相对照，数字时分交换有以下特点：

- 经过脉冲编码调制将模拟话音信号变成脉码数字信号，才能进行交换；

- 交换方式是将话音样值从发端时隙转移至受端时隙；

- 每个话路按时间分开轮流占用公共链路；

- 公共链路上传送的是经过合路复用的数字脉码流；

- 每次通话为四线制，发受话路分开；

- 受端将数字脉码流进行分路、解码，还原为模拟话音信号。

我们还可以对以上所述，从接续器件的角度加以概括：

① 数字交换是 PCM 两端时隙转移互换，两端时隙数目完全相等，互相对称，如果用一个 30/32 PCM 系统为例，就成为 32×32 的全利用度接线器；

② 进入交换的话路群必须先经脉码调制—时分多路复用成为 30/32 PCM 系统，其信号码率为 2048 kb/s。

在实际应用中，交换机要完成交换的话路群的容量总是数以百、千、万计的。仍以图 1.4 来比喻，该接续单元的端子，数以百、千、万计，出入端子数目完全相等，互相对称，要求每个入端子能选到任一出端子。这就需要将甚多的纵横交叉机加以组合，成为一个大型接续单元。在数字交换中也是如此，话路群以 30/32 路