

4+2

程控数字电话交换

叶 敏 主 编



北京邮电学院出

程控数字电话交换

叶 敏 主编

北京邮电学院出版社

内 容 提 要

本书介绍了数字式程控电话交换机的基本原理。在本书前四章中主要介绍数字程控交换机的硬件设备；在第5-7章中介绍了程控交换机的软件系统，并重点介绍了呼叫处理的基本原理；在第8-11章中简要介绍了FETEX-150、AXE-10、E10-B、ITT-1240等交换机。在第12章中介绍了信号系统，着重介绍了中国一号、CCITT No.5、CCITT No.7三种信号系统。

本书可作电信院、校的教材或教学参考书，也可作为通信技术人员的培训教材和自学参考书。

程控数字电话交换

叶 敏 主编

责任编辑 王履谔

*

北京邮电学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市通县向阳印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 1/16 印张 19.125 字数 474 千字

1988年6月第一版 1988年6月第一次印刷

印数：1-6000册

ISBN 7-5635-0003-0/TN·1 定价：3.20 元



前 言

随着国际上程控交换技术的迅速发展,我国也在大力发展程控交换技术。有关学校和单位也十分重视程控交换技术人员的培训。但由于我国发展程控交换时间不长,经验还不足,因此目前有关这方面的教材仍感十分缺乏。我们根据我院程控交换教学的需要,曾编出数稿有关教材,在校内出版。但仍不能满足广大读者需求。因此我们在原来教材的基础上作了进一步补充修改后正式出版,其目的是希望能对从事程控交换方面教学工作的教师和学生有所帮助。

本书可作大学电信院校的教材或教学参考书,也可作为通信技术人员的培训教材和自学参考书。本书对从事程控交换工作的工程技术人员也有一定的参考价值。

本书笔者是根据从事多年程控交换技术的教学和实践的体会,并参考了国内外有关程控交换技术方面的最新文献和总结了前几稿教材的经验教训而写成的。全书结构力求能充分体现“程控交换技术”方面的系统性和完整性。并且每章后面均附有复习题和练习题,以帮助读者更好地理解每章内容。

由于我国目前引进和研制的主要是程控数字交换机,根据实际需要,本书只介绍程控数字电话交换方面的内容。模拟交换机方面内容没有列入本书范围。由于模拟交换机和数字交换机主要是在交换网络上有所不同,在软件结构上无重大区别,因此本书对于从事模拟交换机工作的工程技术人员也将能有所帮助。

本书前四章主要介绍了程控交换机的硬件设备,如交换网络和各种终端等,并且在开始还简略介绍了脉冲编码调制(PCM)的基本原理,第5-7章中介绍了程控交换机的软件系统,重点介绍了呼叫处理的基本原理;第8-11章中简单介绍了目前我国用得较多的几种数字交换机,如FETEX-150、AXE-10、E10-B等交换机,使读者能够了解具体设备的概况。ITT-1240交换机虽然在目前用得还不多,但我们认为有发展前途,尤其它是全分散型系统,它一方面代表不同于上述系统的一种机器,另一方面也是代表程控交换应发展的方向——全分布控制。因此对它也作了适当介绍。在本书第12章中介绍了信号系统,着重介绍我国目前最常用到的中国1号、CCITT No.5、CCITT No.7三种信号系统。由于篇幅有限,不可能对具体交换机作更为详细的介绍,准备以后在条件允许下再出一些系列丛书,着重介绍有关交换机内容。

本书第1、3、4、5、6、7、8、10章由叶敏副教授编写;第9章第1-5节和第12章由王钟馨副教授编写;第2章由盛友招副教授编写;第11章由王蔚亢副教授编写,第9章第6-7节由吴永寿副教授编写。全书由叶敏主审。

由于时间短,水平有限,难免有谬误之处。敬请读者批评指正。

编者

1988年1月

目 录

第一章 绪 论

§1.1 自动电话交换机的发展	(1)
§1.2 自动电话交换机的分类	(2)
§1.3 程控交换机的基本概念	(2)
§1.4 程控交换机的优越性	(3)
§1.5 程控交换机的服务性能	(3)
§1.6 目前程控交换技术的发展情况	(6)
§1.7 程控交换技术和通信网的发展	(7)
§1.8 我国程控交换机发展概况	(8)

第二章 话音信号的数字化基础

§2.1 多路复用技术	(9)
§2.2 话音信号的数字化	(12)
§2.3 PCM 的一次群和高次群	(17)

第三章 数字交换和数字交换网络

§3.1 概述	(21)
§3.2 数字交换网络的基本结构和工作原理	(22)
§3.3 串→并、并→串变换电路的组成和工作原理	(26)
§3.4 T 接线器的组成和工作原理	(29)
§3.5 S 接线器的组成和工作原理	(30)
§3.6 数字交换网络	(31)

第四章 数字交换机的外围设备

§4.1 概述	(38)
§4.2 数字用户级——用户集线器	(39)
§4.3 中继器	(43)
§4.4 音频信号的产生、发送和接收	(44)

第五章 电子交换机程序概况

§5.1 电子交换机软件系统结构	(48)
§5.2 程序文件的组成	(49)
§5.3 软件支援系统	(50)
§5.4 程序设计语言	(51)
§5.5 多重处理技术	(54)
§5.6 队列	(56)
§5.7 任务的分级和调度	(58)

第六章 呼叫处理的基本原理

§6.1 一个呼叫的处理过程	(62)
§6.2 用状态迁移图来表示呼叫处理过程	(63)
§6.3 输入处理	(66)
§6.4 分析处理	(72)
§6.5 任务执行和输出处理	(78)

第七章 存贮程序控制部件的基本构成

§7.1 布线逻辑控制和存贮程序控制	(82)
§7.2 硬件和软件的功能分配	(82)
§7.3 一般控制部件的结构	(83)
§7.4 对控制设备的要求	(83)
§7.5 集中控制和分散控制	(84)
§7.6 双处理机结构	(84)
§7.7 多处理机结构	(87)
§7.8 可用性和话务处理能力	(87)
§7.9 交换机的处理机	(89)

第八章 FETEX-150数字交换机简介

§8.1 FETEX-150 机总体介绍	(91)
§8.2 用户级和用户处理机	(95)
§8.3 选组级话路系统	(108)
§8.4 中央处理机系统	(113)
§8.5 各种接口	(114)

§8.6	信号设备	(117)
§8.7	维护操作子系统	(118)
§8.8	FETEX-150 机软件系统结构	(118)
§8.9	执行控制模块(EXC)	(127)
§8.10	交换业务处理模块(SSP/LSS)和局内呼叫处理	(134)
§8.11	系统控制模块(SYC)	(147)

第九章 ITT-1240数字交换机简介

§9.1	概述	(153)
§9.2	ITT-1240 的基本结构	(154)
§9.3	终端模块	(156)
§9.4	数字交换网络	(166)
§9.5	ITT-1240 在通信网中的应用	(183)
§9.6	ITT-1240 数字交换机软件概念	(185)
§9.7	局内呼叫接续过程	(199)

第十章 AXE-10数字交换机简介

§10.1	概述	(214)
§10.2	交换系统 APT-210	(217)
§10.3	数据处理系统 APZ-210	(225)
§10.4	AXE-10 软件采用的语言系统	(231)
§10.5	AXE-10 支援系统	(232)

第十一章 E10-B数字交换机简介

§11.1	E10-B 交换机总体介绍	(234)
§11.2	E10-B 交换机的硬件	(239)
§11.3	E10-B 交换机的软件	(254)

第十二章 信号系统

§12.1	电话网中的信号分类	(256)
§12.2	信号的结构形式和在线路上的传送方式	(260)
§12.3	用户线信号	(262)
§12.4	局间信号	(263)
§12.5	影响电话信号技术采用的因素	(273)
§12.6	数字线路信号	(275)
§12.7	国际上采用的随路信号系统	(276)
§12.8	公共信道信号系统	(280)

第一章 绪 论

§ 1.1 自动电话交换机的发展

最早的自动电话交换机是在1893年问世的，那是史端乔创造的步进制自动电话交换机。但自动电话交换机的大量推广使用还是在本世纪20年代开始的，一直到50年代前后，有人开始把电子元件应用到自动电话交换机中去，称为电子交换机。可是一直未能大量推广使用。

1946年第一台存贮程序控制的电子计算机的诞生，对现代科学技术起了划时代的作用，震撼着各个领域。这一新技术也使得可能在电子交换技术中引入了“存贮程序控制”这一概念。

半导体的发明以及随之而来的微电子技术的迅速发展，冲击了八十年来进展缓慢的机电制电话交换结构，使之走向电子化。

1960年美国贝尔系统首先试用小型充气放电管作为交叉接点的研制，但因问题过多而失败。1965年美国贝尔公司投产了第一台商用存贮程序控制的电子交换机 ESS No.1。这样开始了电子交换机大量应用的阶段。截至1979年底，美国已安装了二千台电子交换机，占其交换机总用户数的35%以上。

其它国家也相继发展各种新型电子交换机系统，据1978年6月统计，全世界已装用各式程控电子交换机三千多台。

由于技术原因，一开始引用到电子交换机的电子技术是在控制部件中，而在通话电路中则长期以来仍保持机械接点。这里主要原因是在通话路由中对交叉点的落差系数要求较高，而早期的电子元件还达不到这一点。只有在微电子技术进一步发展(如大规模集成电路的发展)以及数字技术的发展以后才开始了全电子交换机的迅速发展。

电子交换机实现了“存贮程序控制”以后，使电子交换显示出巨大的优越性。因此各国的电话交换的设计工作者普遍认为存贮程序控制(简称程控)交换是当前最佳方式。

程控的主要优点为使网络获得最佳利用；选择路由、编号与计费的灵活性；减少机房面积与节电；节省安装与维护人员等。

六十年代初期以来，脉冲编码调制(PCM)技术成功地应用在传输系统。对通话质量和节约线路成本都产生好处。于是产生了将PCM信息直接交换的设想。因此各国都开始了研制PCM信息的交换系统。1970年法国首先在拉尼翁开通了第一台数字交换系统 E10，开始了数字交换的新时期。

数字交换机给今后实现综合业务数字网作好准备，使其变成了现实可行的了。预期不久的将来数字电话交换系统将能扩大服务范围，包括用户电报，图象与报文通信等。甚至能进行高速数据交换。根据形势来看，80年代可成为一个从模拟交换转向数字交换的过渡时期。

YAL 50/06

§ 1.2 自动电话交换机的分类

自动电话交换机从信息传递方式上可分为：

模拟交换机：它对模拟信号进行交换。包括机电式交换机，空分式电子交换机和脉幅调制(PAM)的时分式交换机；

数字交换机：它对数字信号进行交换。这里的数字信号包括脉码调制(PCM)信号和增量调制(ΔM)信号。

自动电话交换机从控制方式上可分为：

布线逻辑控制交换机(简称布控交换机)：这里指所有控制逻辑用机电或电子元件做在一定的印制板上，通过机架的布线做成。这种交换机的控制部件做成后便不好更改，灵活性很小。

存贮程序控制交换机(简称程控交换机)：这是用数字电子计算机控制的交换机(一般都是电子交换机)。采用的是电子计算机中常用的“存贮程序控制”方式。即把各种控制功能、步骤、方法编成程序，放入存贮器，利用存贮器内所存贮的程序来控制整个交换机工作。要改变交换机功能，增加交换机的新业务，只要修改程序就可以了。这样就提高了灵活性。

自动电话交换机还有其它分类方法，这里不作一一介绍。

§ 1.3 程控交换机的基本概念

程控交换机的基本结构如图1.1所示。图中分为话路部分和控制部分二部分。其话路部分可以和我们学过的纵横制交换机的话路部分相比拟。而控制部分则是一台数字电子计算机，它包括中央处理机(CPU)，存贮器和输入/输出设备。

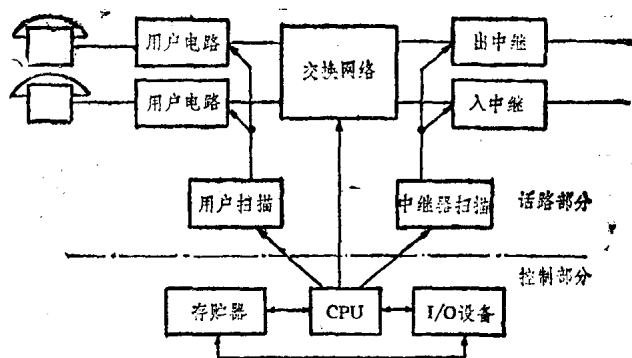


图 1.1 程控交换机结构框图

交换网络可以是各种接线器(如纵横接线器，编码接线器，笛簧接线器等)，也可以是电子开关矩阵(电子接线器)。它可以是空分的，也可以是时分的。交换网络由 CPU 送控制命令驱动。

出中继电路和入中继电路是和其它电话交换机的接口电路。它传输交换机之间的各种通

信号，也监视局间通话话路的状态。

用户电路是每个用户话机独用设备，只为一个用户服务。它包括用户状态的监视和用户直接有关的功能等。在电子交换机，尤其在数字交换机中，用户电路的功能越来越加强了。

图中所示的中继器和用户电路的监视由相应的用户扫描电路和中继器扫描电路完成。

这样就可以得出结论：**程控交换机实质上是数字电子计算机控制的交换机。**

§ 1.4 程控交换机的优越性

程控交换机的产生和发展在技术上和经济上都带来了一系列优越性。

一、在技术上的优越性

1. 能提供许多新的用户服务性能：如缩位拨号、叫醒业务、呼叫转移等等。关于这一点我们将在下一节详细介绍。

2. 维护管理方便，可靠性高：程控交换机可以通过故障诊断程序对故障进行检测和定位。在发生故障时紧急处理及时迅速。因此它在维护管理上和可靠性上带来了好处。

3. 灵活性大：对于交换机外部条件的变化，新业务的增加比较方便。往往只要改变软件(程序和数据)就能满足不同外部条件(如市话局、长话局、汇接局或国际局等的不同需求)的需要。对于将来新业务的发展也带来了方便。

4. 便于向综合业务数字网方向发展：通信网的最终发展方向是要建立一个高质量，高速度，高度自动化的“综合业务数字网(ISDN)”。所谓“综合业务”是指把话音，数据，电报，图象等各种业务都通过同一设备处理，而“数字网”则将上述数字化了的各业务在用户间进行传输和交换。今后在综合业务数字网中，程控交换机是不可缺少的设备。

5. 有可能采用公共信道信号系统：采用公共信道信号系统以后，不但可以提高呼叫接续的速度和提供更多服务性能，而且还能提高通信质量。

6. 便于利用电子器件的最新成果，使整机技术上的先进性得到发挥。

二、在经济上的优越性

1. 交换设备方面：

- a) 程控交换机主要采用电子器件，这样和纵横制相比较可以节省大量有色和黑色金属；
- b) 程控交换机体积小，占用机房面积小；
- c) 重量轻，可节省基建费用；
- d) 耗电省；
- e) 在集成电路大幅度降价的状况下，有可能大幅度降低程控交换机成本。

2. 线路设备方面：

程控交换机可以通过采用远端用户模块方式节省用户线，降低线路设备的费用。

3. 维护和生产方面：

由于检测和诊断故障的自动化，减少了维护工作量，节省了维护人员。在制造中工艺也简单了，提高了生产效率。

§ 1.5 程控交换机的服务性能

由于程控技术可以将许多用户和话局管理服务特性事先编成程序放在存贮器中，以备随

时取用，这就使程控交换系统比原先任何形式的交换机来得有利，它大大扩充了各种服务性能，程控交换机有以下各种用户服务性能：

一、给一般用户的服务

1. 基本服务包括：

- 自动电话呼叫服务，包括市内、长途、国际电话的自动拨号和自动计费；
- 接入到话务员，以便接至自动拨号所不能达到的用户和查询信息；
- 接入到录音通知，用来查询信息；
- 接入到特种服务；
- 公用电话服务；
- 捣乱用户跟踪；
- 中间服务：这项服务对象主要是对未能达到所需号码的呼叫。它可以插入并转至话务员或电话应答机，或给予一种信号音，把相应信息通知给主叫用户。未能达到的原因可能是：电话号码已改，一组号码已重新编号，或交换局号改变；电话簿号码印错；拨入空号；拨入不使用的号码；中继路由故障，阻塞；用户暂时故障；由于未付费而暂停使用等等；
- 缺席用户服务；
- 呼叫禁止，用于设备有故障或用户未付费而暂停使用；
- 用户观察，对申告有差错的用户进行观察。

2. 补充服务，包括以下几种：

- 缩位拨号；
- 呼叫转移，或叫“电话跟我走”；
- 遇忙转移，当被叫忙时，对该用户的呼叫自动转移至其它号码；
- 无应答转移，当振铃不应答，经一定时间后转移至另一号码；
- 叫醒服务；
- 呼叫等待，给已接通呼叫的用户发一个等待音，表示又有人正在呼叫他，他可以作出选择，放弃原有呼叫而接受新呼叫还是保持原有呼叫；
- 遇忙回叫；
- 免打扰；
- 热线服务：为使一台话机既可以有热线服务又可以作普通呼叫，采用定时方式。用户摘机，在一定时限内拨号，即作普通呼叫处理。在一定时限内不拨号，则作热线处理；
- 限制呼叫；
- 防止插入，有些用户线，譬如说既有电话业务又有数据业务，则不允许插入别的信号（强行通话或呼叫等待音等）；
- 会议电话，可能有几种方式：
 - a). 话务员召集的会议电话；
 - b). 用户控制并事先登记的会议电话；
 - c). 用户控制的临时性会议电话；
 - e). 可增加的会议电话，即可随时增加会议成员；
 - f). 集合会议电话，事先安排，若干用户在规定时间内各自呼叫同一号码，从而建立会议电话；

——用户处安装呼叫计次表；

——及时呼叫计费通知。

二、给各种小交换机用户的服务

这种服务为满足商业团体对扩大和提高电话服务的要求而规定的。可以有下列不同类型的小交换机；

——人工和自动小交换机(PBX 和 PABX)；

——其它种用户交换机，如键控系统等；

——集中式交换机(CENTREX)设备。这种设备供若干商业用户提供公用小交换机，而把服务性能集中到程控局中。对每一个商业用户来说仍然是一台“单独的小交换机”。

小交换机特殊服务性能如下：

——小交换机号连选；

——夜间服务；

——直接拨入分机。

除了上述服务之外，还有如为查询而保持呼叫，进行中呼叫的转移，多方会议电话等补充服务。

对于集中式小交换机的服务则应集中到公用交换局内，其中有一些服务性能和普通用户相同，如直接拨入，缩位拨号，三方呼叫，自动回叫，呼叫等待，呼叫转移，热线服务等。此外，集中式小交换机的分机还能有一些普通用户所没有的服务。如

——直接拨出；

——同组中分机间的拨号；

——保留呼叫；

——多方会议电话；

——分机连选；

——优先分机；

——截取呼叫；

——呼叫限制等。

三、在管理和维护上的新业务

程控交换机在对交换机的管理和维护上也发展了新的业务，例如：

——规定服务等级；

——话务自动控制；

——话务自动统计；

——自动故障诊断；

——用户号码改变；

——计费和打印计费清单；

——自动设备测试；

——迂回路由寻找；

——遥控遥测无人局等。

§ 1.6 目前程控交换技术的发展情况

自从1965年美国首先应用程控交换技术以后,一些发达国家竞相发展。从当前来看,交换机采用存贮程序控制是公认的最好方式,在话路上则趋向于采用数字交换方式。自从1970年法国首先推广程控数字交换机以来,目前各国也大力发展数字交换机。

数字交换机和模拟交换机相比有以下优点:

1. 不仅在控制设备中,而且在交换网络中也使用了大规模集成电路。这导致交换技术与计算机技术的直接合并;

2. 可使交换机设备的体积进一步缩小;

3. 可以和PCM传输设备配合使用;

4. 易于实现模块化技术,故可做到初装容量很小而终局容量很大的交换局;

5. 易于实现无阻塞交换网络;

6. 易于实现无衰减交换;

7. 话音,数据和图象等信息都以64kb/s或 $n \times 64\text{kb/s}$ 的数字信号进行交换,对实现ISDN有利;

8. 易于对话音加密。

下面我们对一些国家的程控交换机发展情况作一简单介绍,以供参考。

1) 美国:美国贝尔系统已装用程控交换机的电话局现已超过2800个。约占47%的用户和60%的长途电话。预计,到1990年初贝尔系统的所有交换机将全部实现程控化。到1979年底,贝尔系统已有2097个程控局,其中有37个ESS No.4数字长途局。在1981年开通了ESS No.5数字市话交换机。

2) 日本:日本的通信事业在第二次大战后经历了艰苦的恢复过程。但经过20多年的努力,在1978年话机数比1952年增加25倍以上,至1978年日本话机总数达5100万部,占世界第二位。普及率为44%。

日本生产程控交换机的公司较多,交换机型号也较多。如D10, D60, D70, ND系列, FETEX系列, NEAX系列等。

3) 法国:法国在1970年开通了世界上第一台数字程控交换机E10。1983年采用程控交换机的电路已达到700万条。为总用户的三分之一。到1991—1992年将全部采用程控交换机。

目前法国的程控交换机有两大系列:E10-A、E10-B、E12和MT20/25/30/35。

4) 瑞典:瑞典电话普及率为71.2%,占世界第二位。他们在70年代中期就开始研制AXE—10程控数字交换机。1981年投入使用。

5) 苏联:苏联在70年代初开始研制程控交换机。目前已在里加城维夫厂生产大型空分交换机;在列宁格勒已按装了一台2万门容量的程控交换机。70年代后期,苏联从法国引进了MT-20, MT-25数字程控交换机的生产技术。预计在1986—1990年期间将生产200万门。80年代初,开始研制采用68000微处理机的全分散型的数字程控交换机,计划于1989年投产。85年统计,普及率为11%。

§1.7 程控交换技术和通信网的发展

程控交换技术的发展可以归结为:

1. 软、硬件的模块化。软件采用高级语言,尤其是 CCITT 建议的高级语言。软件设计和数据修改采用数据处理机;
2. 提高控制的分散程度,逐步走向全分散控制方式;
3. 减少用户电路的体积和降低其成本,逐步提高用户电路的集成度;
4. 交换网络大部分采用 TST 网络结构。其存贮器的存取速度已能交换 1024 时隙甚至 4096 时隙。使得交换网络做到成本低、体积小、布线少、控程简单;
5. 应用大规模集成电路,微处理机已采用 16 位机甚至 32 位机;
6. 加强支援系统的开发;
7. 逐步采用光纤技术。

程控交换机的进一步发展应是增加非电话业务的比重。发展各种非电话业务,如数据传输、电话传真、用户电报、移动通信、无线电话、图文通信等等。这些业务可以直接综合在数字网中,就成了综合业务数字网了。

1. 数据通信:

在模拟网中数据通信的最大速率为 4.8kb/s,在数字网中速率为 64kb/s。

在有些国家中正在建立独立的分组交换数据网,以便将目前电话网中的数据交换业务转至分组交换网中去。

2. 用户电报:

用户电报可传输书面的和打印的资料。目前采用的有工作速率为 50 波特的用户电报,以及 200—300b/s 的用户电报/数据通信的综合通信。目前,CCITT 正在研究一种经过改进的用户电报通信,叫作用户电文(Teletex)。它可有譬如 2400b/s 的速率。

3. 传真:

这是一种静止图文资料的通信业务,目前有 2400—4800b/s 速率,以后可能会提高到 9.6kb/s 或 64kb/s。

4. 其它可交换的通信业务:

这里有电视电话(Videophone),图文通信(Videotex),电子信件(Electronic mail)。电视电话是带有活动图象的电话通信业务。

图文通信是一种信息查阅系统,它通过电话网(或数据网)接入到数据库,而在显示器上显示查阅资料。

电子信件是一种包含若干种可能通信服务的术语,它包括传真传送信件,把字符处理机相互连接起来,用分组交换建立“信箱”系统。很可能将出现好几种数字式电子信箱。

5. 移动通信:

它使移动用户能呼叫公用电话网和其它移动电话用户。

6. 无线电传呼通信:

用户可能接收公用电话网中任一话机发出的无线电呼叫,可以带有口语消息,也可不带。用户可以位于给定地区内的任何地点。

随着电信事业的进一步发展，还将进一步出现各种新的业务。

§1.8 我国程控交换机发展概况

近几年来我国也在大力发展程控交换机。除自行研制以外，还向比利时引进 ITT-1240 数字交换机的生产线。此外，我国还引进一些数字程控交换机，如瑞典的 AXE-10。日本的 FETEX-150，法国的 E10-B 等系统，所有这些都将促进我国程控交换技术的发展。

第二章 话音信号的数字化基础

§2.1 多路复用技术

§2.1.1 频分制(FDM)和时分制(TDM)

通常在通信网中用于传输介质的成本约占 65% 左右,而用于设备部分只占 35% 左右。可见探讨提高线路利用率的途径是值得重视的课题之一。一般有两种常见的多路复用技术,即频分制(FDM)和时分制(TDM)两种(见图 2.1)。在 FDM 中,把传输频带分割成若干部分(如在图 2.1 中分成 1 到 N 条通路),每个部分均可作为一个独立的传输信道使用。采用频率分割技术进行多路复用的电话交换机,一对线上可以同时有若干对用户进行通话,每对用户所占用的仅仅是其中的一个频段。而时分制(TDM)是 把一个传输通道(或信道)按时间分割以传送若干路电话的通信方式。如图 2.1b 中把 1 到 N 个设备接到一条公共的通道上,按一定的次序轮流地给各个设备分配一段使用通道时间。当轮到某个设备时,这个设备与通道接通,执行操作。与此同时,其它设备与通道的联系均被切断。待指定的使用时间间隔结束,则通过时分多路转换开关把通道连接到下一个要连接的设备上去。有关 FDM 和 TDM 的信道划分原理如图 2.2 所示。

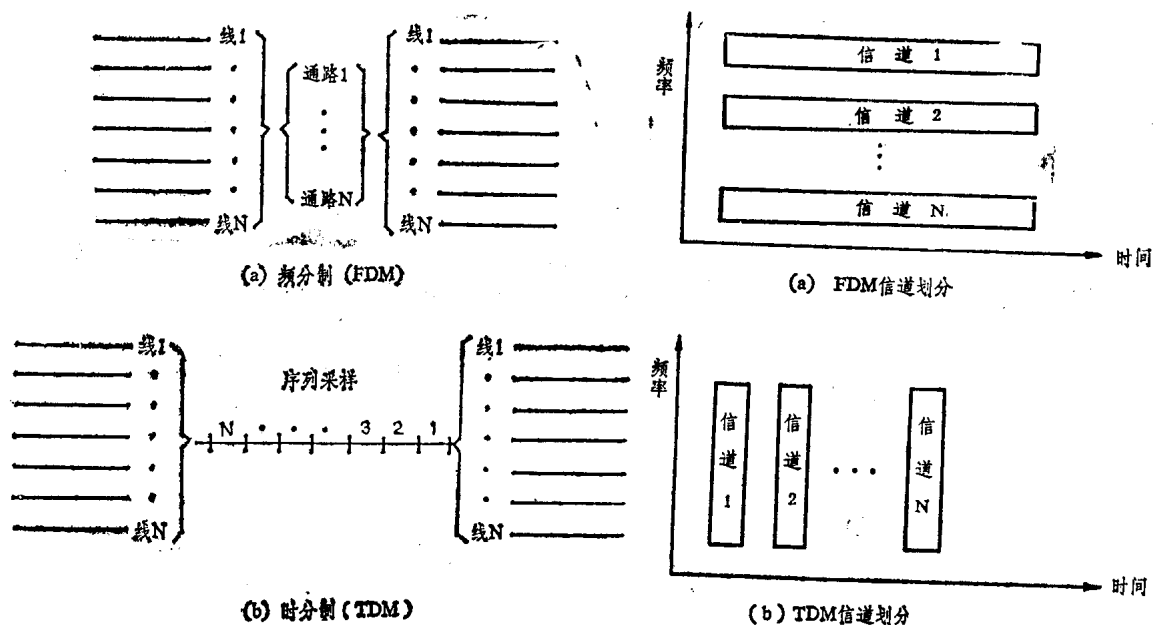


图 2.1 频分制与时分制

图 2.2 FDM与TDM信道划分

频分制通信又称**载波通信**,它是模拟通信的主要手段。时分制通信也称**时间分割制通信**,它是数字电话多路通信的主要方法。此外,也有上述两类体制兼容构成了混合通信方式。脉冲编码调制(简称脉码调制或缩写为 PCM)原理示意图见图 2.3。

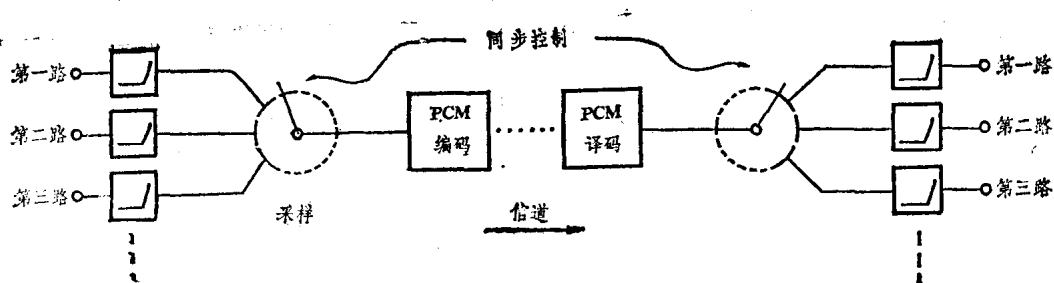


图 2.3 脉冲编码调制(PCM)原理示意图

§ 2.1.2 PCM 的基本原理

在时分制中，每一个用户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）。通常是把时间分成一个个小段称为**时隙**，每个用户占一个指定的时隙。例如时隙1为第一路通话时间，时隙2为第二路通话时间，……，当所有各路都分配一次通话机会后，进行第二轮依时序分配通话，以此类推一直进行下去。每轮流一次的总时间称为**一帧**。对于单路PCM，采样频率 $f_s=8000$ 赫，采样间隔 $t_s=125\mu s$ ，所以就PCM时分制而言，就是把125微秒的时间分成许多时隙进行时间分配，显然，路数越多，每路的时隙越小。

在30/32路脉码调制通信系统中，传送一个8位码的码组实际上只占用 $\frac{1}{32} \times 125$ 微秒 $=3.9$ 微秒，称为一个**“路时隙”**（即简称“时隙”），一共有32个路时隙。在125微秒时间内，每一话路轮流传送8位码的码组一次，称为**一帧**。每一话路的8位码在一帧中占一个“时隙”（TS），或者说，每一帧包括32个时隙（见图2.4）。但是，实际上为了使收、发两端完全同步地工作，必须占用一个时隙（图中 TS_0 ）来传送“帧同步码”。另外，还必须让出一个时隙（图中 TS_{31} ）来传送各话路的标志信号码。故30/32路PCM系统实际上可供传输30个话路的话音信息，所以一般写为30/32路PCM系统。应注意到，第1到第15话路的码组是依次在时隙 TS_1 到 TS_{15} 传送的，而第16话路到第30话路则依次在时隙 TS_{17} 到 TS_{31} 传送。

和各话路信息占用的时隙一样，帧同步时隙 TS_0 也由8位码构成。其中帧同步码由7位码组成：“0011011”占 TS_0 的后7位码，每隔一帧传送一次，传送帧同步码的帧定为偶数帧。奇数帧 TS_0 的第二位码固定为“1”，以便接收端把偶数帧与奇数帧区别开来（帧同步码的这位码是“0”）。奇数帧 TS_0 的第3位码为帧失步告警码。当本端接收部分工作正常——同步时，向对方局传送的该位码为“0”。当本端接收部分不能保持同步，即失步时，把送到对端的这位码改为“1”，告诉对端局本端已失步无法工作，必要时请对端局配合处理故障。奇数帧 TS_0 的第4至第8位码可供传送其它信息用，在未占用的情况，则固定为“1”。所有奇、偶帧 TS_0 的第一位码留作国际通信时使用，目前暂固定为“1”。

标志信号码占用时隙 TS_{31} ，它也由8位码组成。在一般情况下，用4位码传送一个话路的标志信号就足够了。因此，每个 TS_{31} 又可分为两部分，第1到第4位码传送一个话路的标志信号码，第5到第8位码传送另一话路的标志信号码。由于在电话通信中的标志信号的频率很低，没有必要也采用每秒传送8000次，譬如只需每秒传送500次，也就是说，每隔16帧传送一次就够了。这样，每一帧的 TS_{31} 传送两个话路的标志信号码，每16帧轮流传送一次，传输完全部30个话路的标志信号码。还剩下一个帧的 TS_{31} 作复帧同步用，即