

内 容 提 要

本书是根据邮电部教育局制定的教学大纲编写的。其内容主要讲述脉码调制通信的基本原理；数字交换网络；程控交换机的呼叫处理；程控交换机为程序及其程序执行的要求；程控交换机的维护与管理。还分别介绍了分级控制和全分散控制的典型交换机。最后，分析了数字交换机的进网问题。

该书是邮电中等专业学校教学用书，也可供从事电话交换专业的技术人员学习参考。

邮电中等专业学校试用教材

程 控 交 换 机 原 理

陈维言 孙思飞 编

康泰忠 审

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：787×1092 1/32 1988年6月第一版

印张：11²/₁₆； 页数：190 1988年6月北京第1次印刷

字数：268千字 印数：1—10 500册

ISBN 7-115-03592-X/TN·006

定价：1.70元

前 言

本书是邮电中等专业学校教学用书。为适应邮电教育事业发展的需要，1978年以来，我们组织了部分邮电学校分工编写了微波、载波、市内电话、线路、电报、电源、综合电信和邮政机械等八个专业所用的专业基础课和专业课教学用书，有些已经出版，有些将陆续出版，以满足各邮电中等专业学校教学的需要。

编写教材是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和同学在使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局
一九八〇年七月

编者的话

本书是根据一九八六年邮电中专新制订的《程控交换原理》教学大纲编写的，经审定作为电话交换专业程控交换原理课程教材，也可作为各类程控交换培训班的教材。

本书编写过程中，注意吸取近几年来各院校讲授本课程的教学经验，收集目前国内已引进的几种程控交换主要机型，提取其基本原理，以适应各校都能使用。

本书共分八章。第一章至第五章着重讲述存储程序控制的数字电话交换机的基本原理。第六章和第七章分别对分级控制的和全分散控制的数字交换机各举一例，以便学生在学习前五章的基础上对数字交换机的硬件建立完整的概念。第八章对程控数字交换机进入目前模拟通信网的几个基本问题进行阐述，这部分内容是过去教学中最薄弱的，而在实际工作中又经常碰到，故应列为电话交换专业的基础知识。为了便于教学和复习，在各章内都编写了前言、小结和复习思考题，供教学选用。

本书由湖南省邮电学校陈维言主编，其中第一、三、四、五章由陈维言和浙江省邮电学校孙思飞合编，其余各章均由陈维言编写。全书由上海市邮电学校康泰忠审核。

由于编写程控数字交换机原理的教材还是第一次，没有借鉴，加之编者水平有限，写作及实践经验均不足，难免存在缺点和错误，希读者批评指正。

作者

1987年3月

目 录

第一章 概述	1
第一节 程控交换机的发展及其优点	1
一、程控交换机的发展	1
二、程控交换机的优点	3
第二节 程控交换机的分类	4
第三节 程控交换机的基本结构	7
一、程控空分交换机的基本结构	7
二、程控数字交换机的基本结构	10
第四节 程控交换机的新服务性能	14
本章小结	17
复习思考题	18
第二章 脉码调制与数字交换网络	19
第一节 脉码调制通信的基本原理	19
一、话音信号的数字化	19
二、量化噪声与压扩特性	24
三、编码与解码	30
四、时分多路复用概念及其端机	39
第二节 时分接线器和空分接线器	45
第三节 数字交换网络的构成	50
一、TST交换网络	50
二、STS交换网络	52
三、TST和STS两种交换网络的比较	53

四、其他类型的交换网络	54
第四节 时分数字交换网络的阻塞问题	56
第五节 串并变换和扩大时隙复用度	66
本章小结	69
复习思考题	70
第三章 呼叫处理的基本原理	73
第一节 呼叫接续的处理过程	73
第二节 扫描和呼叫识别	77
一、监视扫描	77
二、呼叫识别	79
三、群处理	80
四、用户扫描程序	82
第三节 去话分析	83
一、表格的查找	84
二、去话分析	85
第四节 拨号数字的接收、计数和存储	87
一、号盘脉冲的接收、计数和存储	88
二、按钮收号(或多频信号的接收)	94
第五节 数字分析(号码分析)	100
一、预译处理	100
二、数字分析	101
第六节 来话分析	103
第七节 呼出被叫用户和被叫摘机	105
第八节 状态分析	106
第九节 接通话路及话终处理	108
一、接通话路	108
二、话终处理	109

第十节 计费处理	111
第十一节 空闲路由选择原理	112
一、空分交换网中空闲路由的选择	112
二、数字交换网络中空闲时隙的选择	116
第十二节 呼叫处理程序的归纳	119
本章小结	121
复习思考题	122
第四章 程序及其执行控制	123
第一节 程序与指令	123
第二节 程序的种类和组成	124
一、程序的种类	124
二、程序的存放	126
三、交换局的数据	128
四、程序文件	129
第三节 实时处理和多重处理	130
一、实时处理	131
二、多重处理	133
第四节 程序的执行管理	135
一、程序的执行级别	135
二、任务调度程序及程序执行总况	136
三、用时间表启动周期级程序的执行	138
四、用队列法控制基本级程序的执行	141
五、用中断法启动故障级程序的执行	143
第五节 语言简介	145
一、汇编语言	145
二、高级语言	147
三、功能说明和描述语言SDL	147

四、人机语言	148
本章小结	151
复习思考题	152
第五章 程控交换机的维护与管理	153
第一节 程控交换机的可靠性	153
第二节 故障处理过程	157
第三节 故障检测的方法	158
一、硬件检测故障的方法	158
二、软件识别故障的方法	160
第四节 维护程序	162
一、故障处理程序	162
二、故障诊断程序	168
三、例行测试程序	172
第五节 系统监测台和线路测量台	173
一、系统监测台	173
二、线路测量台	176
第六节 服务观察和话务量测量	178
一、服务观察	178
二、话务量测量	179
第七节 程控交换机的管理	182
一、用户数据管理	183
二、局数据管理	185
三、其他项目的管理	186
本章小结	186
复习思考题	188
第六章 分级控制的数字交换机举例	189
第一节 概述	189

第二节 系统概况	190
一、系统结构	190
二、系统应用及主要技术数据	194
第三节 用户电路(SLC)	196
第四节 用户级(LC)	200
一、话音通路	200
二、控制设备	205
三、扫描概况	208
四、用户控制信号的分配	210
第五节 选组级	212
一、话路系统	212
二、选组级的时隙选择	217
三、选组级接续举例	218
第六节 局间中继器	220
一、模拟中继器	220
二、数字中继器	221
第七节 信号音的产生和分配	223
一、信号音的产生	223
二、信号音的分配	225
第八节 处理机间的通信	227
第九节 一次局内通话的接续过程	231
本章小结	235
复习思考题	236
第七章 全分散控制的数字交换机举例	239
第一节 引言	239
第二节 基本结构及应用范围	240
一、基本结构	240

二、终端模块类型	244
三、应用范围	246
四、技术性能	248
第三节 数字交换网络(DSN)	251
一、特点	251
二、数字交换单元(DSE)	252
三、数字交换网络结构	260
第四节 终端接口(TI)	270
一、终端接口的作用与功能	270
二、终端接口的组成	271
三、终端接口中的信息传递	280
第五节 几种主要终端模块电路	291
一、模拟用户模块(ASM)	291
二、数字中继模块(DTM)	303
三、服务电路模块(SCM)	308
四、时钟与信号音模块(CTM)	310
第六节 软件简介	313
一、有限消息机(FMM)	314
二、系统支援机(SSM)	317
三、虚拟机	318
四、通用接口	319
五、软件功能	321
第七节 一次局内呼叫的建立过程	325
本章小结	328
复习思考题	329
第八章 数字交换机进网的几个基本问题	331
第一节 数、模过渡期的网结构	331

第二节	数、模局间的接口	334
第三节	7号公共信道信号系统简介	339
一、	公共信号系统	339
二、	7号信号简介	340
第四节	网同步	351
	本章小结	364
	复习思考题	365

第一章 概 述

第一节 程控交换机的发展及其优点

一、程控交换机的发展

1. 由布控方式向程控方式的发展

在传统的电话交换机中，将各控制部件(例如继电器、门电路)按控制功能的要求，设计相应的逻辑电路并连接起来，组成控制电路来实现交换控制功能，这种控制方式称为布线逻辑控制(Wired Logic Control)方式，简称布控方式。例如人工交换机和机电式的自动交换机，都属于布控方式。布控方式的优点是设计简单。其缺点是：(1) 改动功能或增加新的功能要增删部件、更改布线；(2) 它的存储元件容量小而分散。因此，布控交换机虽然能解决电话交换的基本要求，但不能满足日益增长的新业务需要。

当把电子计算机的存储程序控制技术引入到电话交换设备中以后，组成了存储程序控制(Stored Program Control, 简称为 SPC)的电话交换机，简称程控交换机。所谓程控，就是设计者预先把电话交换功能编制成相应的程序，存储在存储器中，当进行电话接续时由程序的自动执行来控制交换机的操作，以完成电话接续任务。

程控方式克服了布控方式的缺点：(1) 修改功能或增加新功能，只需修改程序，而修改程序比修改布线方便，这就使交换机的性能具有很大的灵活性；(2) 程控方式的存储功能集中，便于利用大容量存储器。当然，也带来了程控方式的程序设计较复杂，工作量大的问题。

由于程控方式的优点突出，所以，程控方式的出现很快成为电话交换发展的必然趋势。

2. 模拟交换向数字交换发展

程控交换机发展的初期是采用空间分割制 (Space Division) 的话路交换网络。如1965年最先投入商用的美国 ESS.No.1 机是采用铁簧管组成的接线器，以后又改进为剩簧管组成的接线器，而在日本发展了用机械保持式小型纵横接线器。这类采用机电部件构成的交换网络，所交换的信息都是模拟信号，因此属于程控模拟交换机类型。

六十年代，脉冲编码调制(PCM)技术得到应用，PCM 传输系统的发展，促使程控交换向时间分割 (Time Division) 的数字交换机发展，数字交换机所交换的信息是数字信号。

模拟交换和数字交换相比较，前者的话路交换网络中的交叉点无法多路复用，使交换网络的体积大，复连线多而又成本高；后者的交换网络的交换接点可以按时分方式多路复用，以节省许多交叉点，例如，目前一般数字交换网络已能做到交换 1024 时隙，试验机已达到 8192 时隙。据估计，1 万号线容量的数字交换机，其选组级交换网络，可安装在一个机架上，这是模拟交换机不可能做到的。

虽然数字交换有上述优点，但在程控交换发展的初期，世界各国电话通信网的传输系统所传递的信息大都为模拟信号，

立即跳过程控模拟(空分)交换阶段而进入数字交换,需用大量的 A/D 和 D/A 转换接口而并不经济。直到七十年代末,由于 PCM 传输系统的增加和大规模集成电路与存储器费用的大幅度下降,才使得数字交换在经济上具有竞争力。现在世界各国都已承认程控数字交换机是发展的方向。

二、程控交换机的优点

将程控交换机与布控机电式交换机作一比较,可明显地看出程控交换机具有以下主要优点:

1. 占地面积小且节省电力

由于数字交换网络所占体积小和采用大规模集成电路,其机房占地面积比布控式交换机缩小很多。例如一个 1 万号线的数字交换机约只需 1 百平方米以下的面积。电力功耗也节省很多。

2. 维护费用降低

程控交换机的检测、故障判断、故障显示都自动化,并可集中维护,因此维护工作量少,维护人员可减少很多。

3. 提供新业务

程控交换机通过程序设计可方便地提供多种新业务项目;而在布控交换机中则需要复杂的布线才能实现。

4. 加快接续速度

程控交换可采用公共信道的信号系统,例如 CCITT 规定的 6 号和 7 号信号,可直接与处理机相连,加上高速接点,可

使电话接续时间大为缩短。例如，美国东西海岸间的长途电话，原来拨号完后要等待 12~20 秒钟，在采用程控交换机和公共信道系统后，等待时间缩短到 2 秒钟左右。

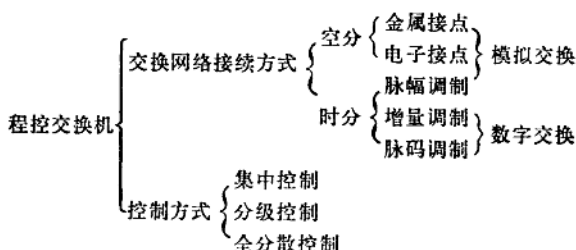
5. 适应今后的发展

(1) 适应今后电话网的全数字化和便于向综合业务数字网过渡。

(2) 灵活性大，在交换机服务寿命期内(一般为 20~40 年)能适应业务变化的需要。

第二节 程控交换机的分类

程控交换机按其交换网络接续方式、交换信息的类型、以及控制方式的不同，可以分类如下：



对于程控交换机的分类，作如下说明：

(1) 按交换网络接续方式来分类，可分为空分和时分两种方式。对于空分方式，其交换点可由金属接点或电子接点来组成。对于时分方式目前有脉幅调制(PAM)、增量调制(ΔM)和脉码调制(PCM)三种信号，其中脉幅调制信号属于模拟信号。

空分交换网络用于大型和小型交换机；脉幅调制和增量调

制一般只用于小型交换机；而脉码调制信号广泛应用于市话和长途数字交换机。

(2) 按处理机配备方式的不同，程控交换机可分为集中控制、分级控制和全分散控制三种方式。它们的区别如下：

① 集中控制方式：程控交换机中只配备一对处理机(称中央处理机)，该交换机的全部控制工作都由中央处理机来承担，这种控制方式称为集中控制方式，早期空分交换机多采用这种控制方式其框图如图 1-1(a)所示。

这种控制方式的优点是，它的程序是一个整体，调试修改

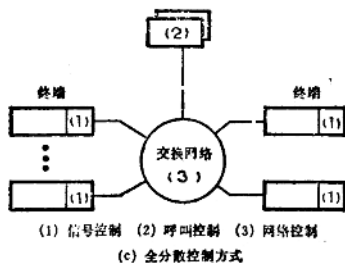
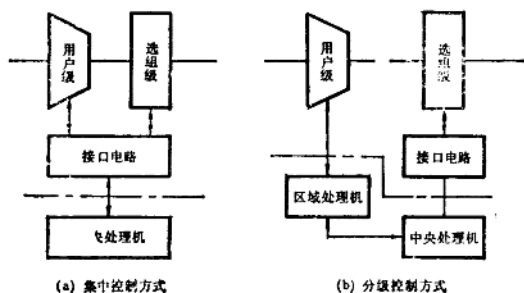


图 1-1 三种控制方式

比较方便。但由于中央处理机要处理大量的呼叫有关信息，又要担负各种测试、故障诊断等维护管理工作，因此一般要配备大型处理机，这在建局初期容量较小时很不经济。

② 分级控制方式：随着微处理机的发展，在程控交换机里配备若干个微处理机作为区域处理机来完成如监视用户摘机、挂机及接收拨号脉冲等这些比较简单而重复的工作，以减轻中央处理机的大量的处理工作，从而使程控交换机在处理机配置上构成二级或二级以上的结构，这就是分级控制方式。其框图如图 1-1(b)所示。

分级控制方式的优点是简单重复的处理工作由区域处理机承担，使得中央处理机有可能采用小型处理机或甚至微处理机，因而其成本可以降低；发生故障时的影响范围也缩小了。故目前程控数字交换机（如 AXE-10、FETEX-150 等）多采用这种控制方式。

③ 全分散控制方式：全分散控制的特点是取消了中央处理机。其设想是：程控交换机处理机的控制功能不外乎三种，即：信号控制、呼叫控制和交换网络控制。信号控制（如摘机、挂机、拨号脉冲识别等）是终端设备（如用户电路等）的任务；交换网络控制可在网络内设置。所以可以在终端设备的接口部分和交换网络中分别配备微处理机来完成这二项控制功能；而呼叫控制功能则另设立专用的微处理机来完成，这样就有可能完全取消中央处理机，这就是全分散控制方式的构思。

全分散控制的程控交换机示意框图，如图 1-1(c)所示，图中的(1)、(2)、(3)分别表示信号控制、呼叫控制和交换网络控制三项功能的所在位置。

全分散控制的主要优点是：(1) 当增加容量或增加新性能时可以增加相应的微处理机，而不影响原有处理机的能力；(2)

能充分利用微电子技术的进步，方便地引入新元件和新技术；
(3) 当发生故障时影响面小。但由于处理机分散，处理机之间的通信增加，影响处理能力。因为这种方式其处理机间通信经过交换网络，因此全分散控制方式只限于用在数字交换机中，例如 ITT 1240 机即为全分散控制方式的数字交换机。

第三节 程控交换机的基本结构

程控交换机是由硬件和软件两大部分所组成的。硬件主要分为三个系统，即：话路系统、控制系统和输入、输出系统。软件是指程序和数据，它们都存放在存储器中。

由于程控空分交换机与程控数字交换机在硬件结构上有所不同，以下作分别叙述。

一、程控空分交换机的基本结构

程控空分交换机的基本结构如图 1-2 所示。

1. 话路系统

话路系统的作用是把用户线接到各种中继器以沟通通话回路。用户线通过用户电路接至交换网络，其用户电路的功能与布控交换机用户电路相似，但不需要 C 线，因为布控中的 C 线作为用户忙闲标志线，而在程控中用户忙闲已记录于用户存储器中。

交换网络可以为纵横接线器矩阵、继电器接点矩阵或固体器件所组成，对于空分程控机一般为 $2^n \times 2^n$ (n 为正整数) 的方阵。交换网络的用户级为集中型组群，起话务集中的作用。选组级一般为非集中非扩散型。其交叉点也省去了 C 线，因链路