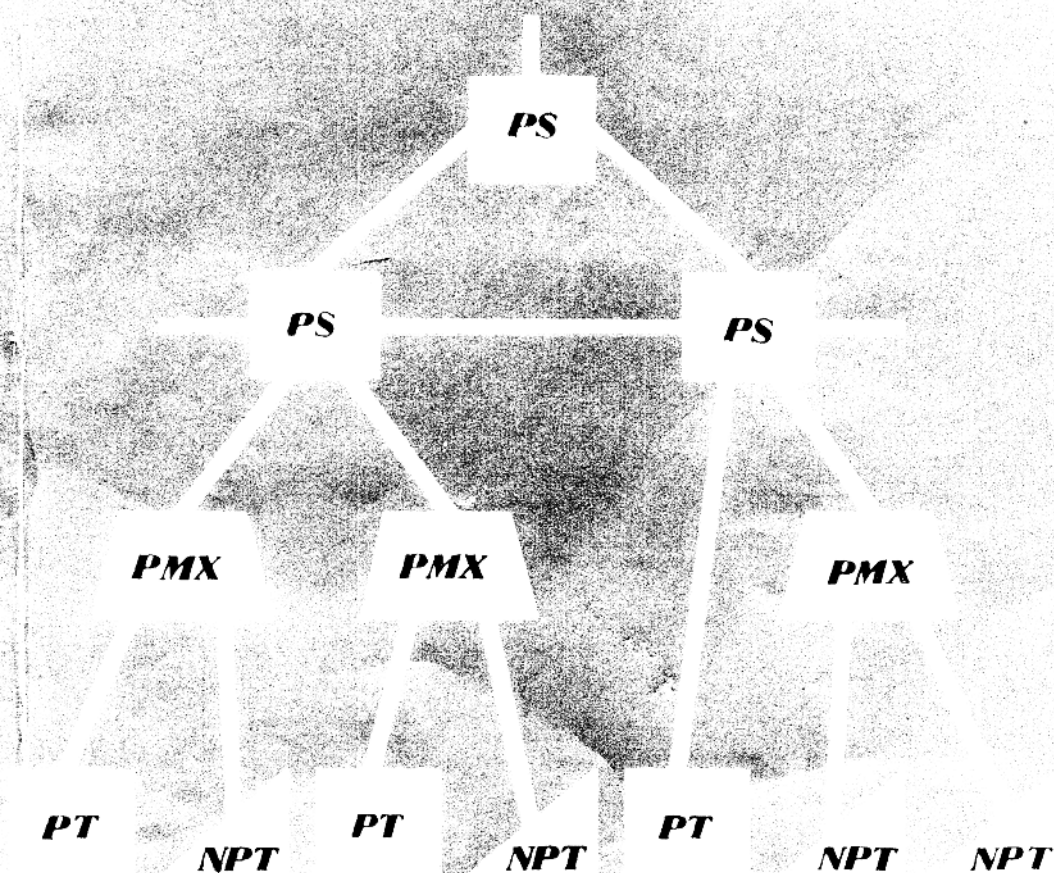


程控数字交换原理

吴小可 主编



西南交通大学出版社

内 容 提 要

本书详细论述程控数字交换原理；电路交换和分组交换程控交换系统的硬件和软件；综合数字通信网和数模兼用网的网络结构、传输性能、网同步、信令方式等组网技术；分析了时分交换接续网、各种数模终端接口电路以及交换专用大规模集成电路的工作原理；剖析了几种典型的通用数字交换机如 F-150、No.5 ESS、X 系统和用户交换机如 ISDX、IOX 的组成和接续原理；最后介绍数字交换机的技术指标和测试原理，全书共分九章编写。

本书可作通信专业、信息工程和计算机通信专业的本科生教材，并可供从事通信等方面的科技人员学习参考。

程 控 数 字 交 换 原 理

CHENGKONG SHUZI JIAOHUAN YUANLI

吴小可 主编

西南交通大学出版社出版发行

(四川 峨眉山市)

四川省新华书店经销

西南交通大学出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：14.125

字数：355 千字 印数：1—10000 册

1990 年 6 月第 1 版 1990 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7—81022—126—4/T 037

定价：3.20 元

前 言

近年来电话通信发展迅速, 程控数字交换设备不断入网, 取代原有模拟式机电制交换机, 逐步构成综合数字网。为此本书以程控数字交换机和综合数字网等方面的一些基本问题作为重点内容, 在多次教学实践经验的基础上进行编写而成, 以满足教学、科研等方面的需要。

本书内容重点突出, 着重分析物理概念和基本原理, 以实用机型为例进行剖析, 文字简练, 概念清晰, 便于在较短时间内掌握程控数字交换原理和组网技术。本书共分九章, 第一、二、三、四章叙述程控数字交换机硬件、软件和专用大规模集成电路的基本原理, 第五、六、七章剖析几种通用交换机和用户交换机的电路交换和分组交换原理, 第八章介绍综合数字网的组网技术, 第九章介绍程控数字交换系统的技术指标和测试原理。

本书为高校通信工程专业“电话交换原理”的后续课程“数字交换原理”的教学用书, 教学时数为 75 学时。参加本书编写工作的有北方交大吴小可 (第一、四、八、九章)、刘鹤年 (第二、五章)、费小益 (第三章)、上海铁道学院朱幼全 (第六、七章)、兰州铁道学院谢瑞峰 (与吴小可合编第四、九章)。吴小可任主编, 谭中山任主审。

由于编写时间较紧, 水平有限, 书中难免有不妥之处, 敬请读者指正。

吴小可

1987 年 7 月于北方交通大学

目 录

第一章 程控交换的发展及组成	1
第一节 程控交换技术的发展概况.....	1
第二节 交换方式分类.....	4
第三节 空分程控交换系统的组成.....	7
第四节 数字程控交换系统的组成.....	11
第五节 处理机配置方式.....	13
第二章 数字交换网络	16
第一节 数字话路和时隙交换概念.....	16
第二节 时分接线器.....	17
第三节 数字交换网络.....	23
第四节 数字交换网络的阻塞计算.....	28
第三章 接口电路	34
第一节 接口电路分类.....	34
第二节 模拟用户线接口电路.....	36
第三节 数字用户线接口电路.....	48
第四节 模拟中继线接口电路.....	52
第五节 数字中继线接口电路.....	53
第六节 公用服务电路.....	56
第四章 程控数字交换机的软件系统	60
第一节 程控交换机接续概念.....	60
第二节 呼叫处理程序基本原理.....	63
第三节 故障处理.....	76
第四节 程序的执行管理.....	78
第五节 程控交换机程序概要.....	83
第五章 通用数字交换机	86
第一节 FETEX—150 数字交换机概况.....	86
第二节 用户级.....	89

第三节	选组级.....	98
第四节	呼叫接续原理.....	102
第五节	No.5 ESS 交换机简介	110
第六节	X 系统交换机.....	116
第六章	数字用户交换机.....	119
第一节	数字用户交换机的交换方式.....	119
第二节	ISDX 交换系统	122
第三节	IOX 综合数字用户交换系统	134
第七章	分组交换原理.....	150
第一节	分组交换技术.....	150
第二节	分组交换处理与多路复用.....	152
第三节	通信规程与网络管理.....	158
第四节	分组交换网的基本理论.....	164
第八章	数字通信网.....	174
第一节	数字通信网网路结构.....	174
第二节	直达路由和迂回路由.....	177
第三节	模拟网向数字网过渡方式.....	180
第四节	数字通信网传输衰耗分配.....	182
第五节	数字网网同步.....	184
第六节	综合业务数字网.....	191
第七节	数字信号方式.....	195
第九章	数字交换系统的技术指标及测试原理.....	208
第一节	数字交换系统的技术指标.....	208
第二节	交换机功能测试.....	209
第三节	数字交换机传输指标测试.....	211

第一章 程控交换的发展及组成

第一节 程控交换技术的发展概况

电话通信是人们在进行政治、经济和文化等活动中传递信息的主要手段,是各种通信的基础。近年来在微电子技术和计算技术发展的影响下,交换技术有了很大发展,由机电制的步进制和纵横制交换机进入了程控电子式交换机。

自60年代中期(1965年)出现第一台程控交换机以来,30多年来程控交换技术发展很快,由空分模拟式发展为时分数字式,其发展过程可概括总结为下述四个阶段。

第一阶段 60年代至70年代初,采用大型计算机进行集中控制的空分模拟式程控交换机,称为第一代程控交换机。话路交换网仍采用金属接点的二线交换网络,例如美国No.1 ESS采用铁簧或剩簧接线器,日本D10采用小型纵横接线器。这些交换机由于控制功能均集中于一部大型计算机,因而交换机体积大,软件复杂,耗电大。由于处理机与话路设备工作速度不一致,接口电路复杂,因此处理机一旦发生故障,易造成全局性停机。在用户交换机中属于第一代程控交换机的有瑞典ERICSON公司的ASB-900、加拿大MITEL公司的SX-200等机型。

第二阶段 70年代中,采用小型机或微型机进行分散的两级控制的程控交换机,称为第二代程控交换机。交换机由用户级和选组级组成,分别由用户(局部)处理机和中央处理机进行控制。用户级仍为模拟式,用户先经空分接线器集中后用少量的编解码器进行模数转换,通过PCM中继线进入选组级。选组级内改用四线的数字交换网络进行时隙交换,这样可与中继线的数字传输系统配合,不需数模转换设备,便于联网。第二代程控交换机体积小、耗电低,例如加拿大北方电讯公司的SL-1,日本NEC公司的NEAX 22等属于该类产品。

第三阶段 80年代初采用微机全分散的时分数字交换机,称为第三代程控交换机。用户级和选组级均采用数字交换网络和模块化结构,在用户线板和中继线板上设有外围处理机,以减轻局部处理机的工作。处理机与话路系统的工作速度可配合工作,接口简单。例如比利时的ITT 1240、瑞典的MD 110等,交换局根据容量可选用若干个模块,任一模块发生故障,不影响系统,不易造成全局性停机。可进行话音和数据的电路交换,可直接与PCM传输设备配合,开展传输话音、电报、传真和固定图象等各种业务,并为实现ISDN交换作准备。此外还有日本富士通的FETEX-150和瑞典的AXE-10等机型。

第四阶段 在一部数字交换机上既能进行电路交换,又能进行分组交换。对用户提供2B+D数字接口,在二条用户线上同时对话音和数据进行传输与交换,此外还具有X·25分组交换接口,可进行话音和非话等多种业务通信,开展宽带非话业务、传输活动图象和电视电话等。80年代中期所研制生产的用户交换机首先应用了这些新技术,利用这种信息交换机可组成综合业务数字通信网(ISDN),例如英国的ISDX,日本的IOX等。

综合以上情况，程控交换技术的发展过程可归纳如下：

1. 从话路交换网来看，由金属接点组成的空分交换网向大规模集成电路组成的数字交换网演变。

2. 从传输话音信息来看，由连续的模拟信号向时分 PCM 数字信号变化。

3. 从控制方式来看，由集中控制向分级控制和分散控制发展，组成分布式处理系统。

4. 从控制设备来看，由专用的大型计算机向微型机、微处理器发展，处理机字长由 8 位机向 16 位机或 32 位机变化，以提高处理速度和处理能力。

5. 从交换方式看，由单一的电路交换向电路交换与分组交换组合的交换方式发展，既能进行话音交换又能进行数据交换，以便向综合业务交换发展。

程控交换机之所以发展如此迅速，除采用了新技术外，它还具有很多受人欢迎的服务功能，具有很多优越性，例如有：

1. 体积小、重量轻，话局容量大。

2. 灵活性大，适应性强，便于扩容，利用软件易于改变系统和用户性能、改变网络结构，便于与各种制式配合。

3. 易于提供各种新业务，如自动回叫、呼叫等待、缩位拨号、三方通话、呼叫转移、会议电话和自动叫醒等。

4. 便于使用公共信道信号，使信号容量增大，传送速度加快，因而缩短了接续时间。

5. 易于实现集中维护和自动诊断，几个交换局设立一个维护中心，由专用的维护处理机进行故障处理和诊断，故障可定位到一块或几块印刷电路板；可进行话务自动控制和自动统计；可改变用户号码和服务等级等。

6. 可靠性高，采用 LSI 便于设计制造和生产。

空分程控交换机采用了计算机或微型机作为控制设备，提高了交换机接线速度，增加了交换机的灵活性，但它的话路部分仍与纵横制相似，属于空分话路，因此它不能与数字传输设备相配合构成数字网。如采用时分复用的数字话路和数字交换网络，将数字信号直接进行交换，组成时分数字程控交换机，这种数字交换机除具有空分程控交换机的优点外，还具有下列优点：

1. 体积小，配线少，安装开通快。

数字交换机体积小、重量轻、机架少，机架面积仅为空分程控交换机的 $1/2$ ，步进制的 $1/5$ ，纵横制的 $1/10$ ，因而安装开通速度快，仅需机电制的 $1/3$ 时间。

2. 话路交换网容量大、阻塞率小、选线方便。

数字交换网络复用度高、级数少、容量大，出线利用率高，阻塞率小，可视为无阻塞接续网，可适应话务较大的波动，因而不必对话务进行平衡调整。

3. 话路系统工作速度与处理机相匹配，接口简单。

由于话路系统大部分采用 LSI 组成，工作速度高，微机可直接控制，接口简单，软件设计方便。

4. 便于构成综合业务数字网。

数字传输设备 PCM 抗干扰性强，易于保密，通话质量好，与数字交换机配合工作不需数模转换，可构成数字网 IDN 和综合业务数字网 ISDN，使目前分割的各种话音和非话业务如电话、电报、数据、传真等综合在一个数字网内传输，减少了网络投资。

交换机根据容量和性能区分有通用型和专用型两大类。通用型容量大，主要供公用网使用；专用型容量小，供机关、银行、医院、铁路等企业用，有时又称为用户交换机。

目前国际上比较先进的通用数字交换机概况如表 1—1 所示，专用数字交换机概况如表 1—2 所示。

程控数字交换的进一步发展是与光通信配合实现光交换。国际上已研制成 8×8 LIMBOS 光交叉矩阵，使每信道的传输速率为 800 Mb/s，采用两种不同波长作双向通信，以减少光

通用数字交换机概况

表 1—1

型 号	厂 家	用户线(万条)	中继线(万条)	话务量 Erl	处理能力 KBHCA
AXE—10	瑞典爱立信	20	6.5	250 000	120
DMS—10	加拿大北方电信	0.6		1 000	100
DMS—100~200		10	6	390 000	350
D 60	日本 NTT		57.6	20 000	660
D 70		10	6.4	30 000	800
EWSD	联邦德国西门子	25	6	25 200	1 000
E 10 B	法阿尔卡特	5	1.5	5 000	300
FETEX—150	日本富士通	24	6	24 000	700
MT 20/25/35	法汤姆逊	1.7		2 000	100
NEAX—61	日本 NEC	10	6	27 000	700
No.5ESS	美 BELL	40	9	44 000	700
No.5EAX	美 GTE	15	4.9	36 000	360
SystemX	英 GPT	10	6	25 000	1 000
S 1240	比利时 BTM	10	6	25 000	750
DS 2000	中国邮电部	0.2	0.048	380	30

续表 1—1

型 号	厂 家	用 户 级		选 组 级	控制方式	开通时间
		线 数	交换方式			
AXE—10	瑞典爱立信	1 024	T	T-S-T	两 级	1982.5
DMS—10	加拿大北方电信	24	—	T-S-T	中 央	1977.10
DMS—100~200		640	T-S	T-S-S-T	两级微机	1979.1
D 60	日本 NTT	—	—	T-S-T	两 级	1981.9
D 70		256	S	T-S-T		
EWSD	联邦德国西门子	512	—	T-S-S-S-T	两 级	1980.12
E 10 B	法阿尔卡特	1 024	—	T-S-T	两 级	1981
FETEX—150	日本富士通	1 920	T	T-S-T	两 级	1982.9
MT 20/25/35	法汤姆逊	30	—	T-S-T	—	1985
NEAX—61	日本 NEC	256	S	T-S-T	两 级	1982.6
No.5 ESS	美 BELL	640	S	T-S-T	两 级	1981.6
No.5 EAX	美 GTE	768	T-S-T	T-S-T	两 级	1981.6
SystemX	英 GPT	2 048	T	T-S-T-S-T	两 级	1980
S 1240	比利时 BTM	480	T-S	多级 T-S	分 散	1982.6
DS 2000	中国邮电部	480	T	T-S-T	两 级	1987

专用数字交换机概况

表 1—2

型 号	厂 家	容 量		话务量 EIr	处理能力 KBHCA
		用 户 线	中 继 线		
DX 200	芬兰 NOKIA	40 000	7 000	2 500	
DM 110	瑞典 ERICSSON	10 000	1 000	2 500	
NEAX 2400	日本 NEC	5 520		0.15/线	32
NEAX 2400 SDS	日本 NEC	448	256	0.15/线	4.2
Jistel I.S	法 日蒙	11 776	2 921	0.25~0.19/线	100
ISDX	英 PLESSEY	2 448	352	420	20
SL—1	加拿大 N.T.	5 000	1 000	2 196	19
SOPHO	荷兰飞利浦	20 000	4 000	0.25/线	
IOX	日本 OKI	6 000	960	0.15/线	

续表 1—2

型 号	厂 家	用 户 级		选组级	控制方式	开用时间
		线 数	交换方式			
DX 200	芬兰 NOKIA	60	T	T	两 级	1985
DM 110	瑞典 ERICSSON	256	T	T	全 分 散	1982
NEAX 2400	日本 NEC	184×4	T	S	两 级	1982
NEAX 2400 SDS	日本 NEC	128~448		T	两 级	1987
Jistel I.S	法 日蒙	252/352	T	T-S-T	两 级	1986
ISDX	英 PLESSEY	48	总 线	T-L-T	中央一级	1985
SL—1	加拿大 N.T.	160	总 线	T-S-T	中央一级	1982
SOPHO	荷兰飞利浦	128	T	T	两 级	1985
IOX	日本 OKI	160	T	T-L-T	两 级	1986

开关数，在传输系统中广泛采用波分复用多路传输技术，作为大通路宽带交换。

国内近年来为迅速发展电话通信事业，已引进了数十种不同类型的程控交换机和一条 S 1240 生产线。在此基础上发挥国内技术力量，研制了各种大小容量的程控交换机，如 DS 2000 以及各种用户交换机。为满足国内各界需要，国家又确定引进若干条用户程控交换机生产线，预计在五年后将实现自给而不依靠进口。

第二节 交换方式分类

根据通信业务性质不同，对交换机的要求是不同的，因而有电话交换机、电报交换机和数据交换机等。这些交换机所使用的交换方式是不同的，目前有电路交换、信息交换和分组交

换三种方式。电话交换要求实时性高，采用电路交换方式较好，电报交换和数据交换对实时性要求不需太高，可采用信息交换和分组交换，当然也可采用电路交换。下面对这三种交换方式的原理、功能和优缺点进行简单介绍。

一、电路交换

电路交换方式如图 1—1 所示，在主被叫用户 A、B 间，通过一定的信号方式，完成呼叫接通后，在几个交换局间建立一条专用的双向通路，以传送语音或数据，以双工方式工作直至通话完毕，挂机后才拆除并释放通路。这种方式要求必须具有足够的通路供选用，并满足规定的呼损要求。电路交换的特点是用户在通话前必须首先建立一条通路，但当话务繁忙时，通路不易建立，因而用户常感到不够满意，所以在电路交换中呼损率是一个很重要的指标。为了有效地利用通路，网路拓扑采用星形网、网状网或分级汇接网。

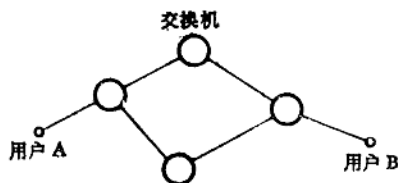


图 1—1 电路交换方式示意图

电路交换的优点是允许用户间在通路建立后可以连续不断地传送信息，直至满意为止，而且可以交互方式工作，一方询问，另一方马上回答，电话交换均采用电路交换方式。

二、信息交换

信息交换又称存储转发交换，如图 1—2 所示，这种方式中，要传送的电文消息被视为一个整体由一点转发至另一点，消息首先在发端由微型机或小型机将信息进行缓存和排队，寻找或等待空闲路由，然后依次进行传送。

由图 1—2 看出，用户 A 信息首先传送至结点进行存储，如所选用的通路忙，则将信息排队，等待至通路空闲后转发，这样不断的由某一结点转发至另一结点直至终点。信息交换只能单向传送，不能反向传送，因而不能双向对话，但可对速率和码型进行变换。通路只有在传送信息时被占用，一旦传送完毕通路随即释放，并可传送其他信息，通路利用率高，而在电路交换中，通路占用后就不允许其他用户使用，一定要在通路释放后才能为其他用户占用。信息交换具有存储功能，系统不必按高峰负荷进行设计，通路数可减少，但出现了时延，电报交换机常采用这种方式。

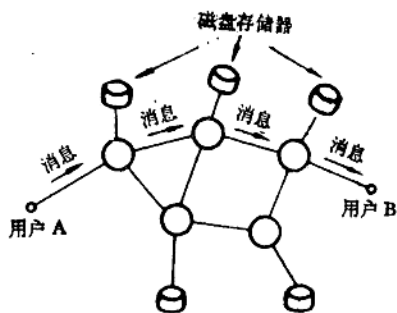


图 1—2 信息交换方式示意图

三、分组交换

分组交换与信息交换相类似，但不是将一个完整的消息一次传送完毕，而是将一个消息分成若干个大小一定的信息块，每个信息块称为一个信息包 (Packet)，然后在每个信息包

中加入编号、地址和校验码等，于任一时间各自选用最佳路由分别进行传送，如图 1—3 所示。在终端处由终点分组交换机将拆开的各信息包按编号重新装配成原来的消息，然后送往用户。

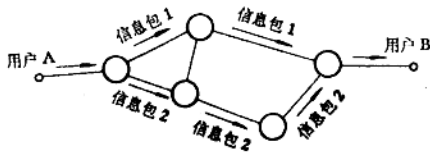


图 1—3 分组交换方式示意图

分组交换建立通路时延小，通路只有在信息包传送期间被占用，而其余时间可传送其他信息包，同一个消息的各信息包传送路径可以不同，这样可充分利用传输通路，提高通路利用率。分组交换综合了电路交换与信息交换在速率和效率两方面的优点，特别适用于计算机系统间的数据交换。分组交换与信息交换的主要区别在于网路的工作速度，以信息包进行交换，传输时间短。信息包采用高级数据链路控制 HDLC 方式，按通信规程工作，有较高的检错纠错功能，对出错的信息包可进行重发，工作可靠性高，传输误码率低。

交换方式的选择取决于应用环境、性能要求和费用等因素，图 1—4 表示了线路利用率 $\rho = 0.5$ 的情况下，电路交换、信息交换和分组交换的时延、传送能力与平均信息长度的关系，由图看出，在消息长度较短的情况下，信息交换和分组交换由于存在交换点信息的排队、装配或重发等过程，传输时延较小，因而传送能力（可看作线路利用率）提高了，而当消息长度增加时，传输时延增加，因而传送能力会降低。由此看出分组交换和信息交换对传送较短的数据有效，而电路交换对传送较长的数据有效。

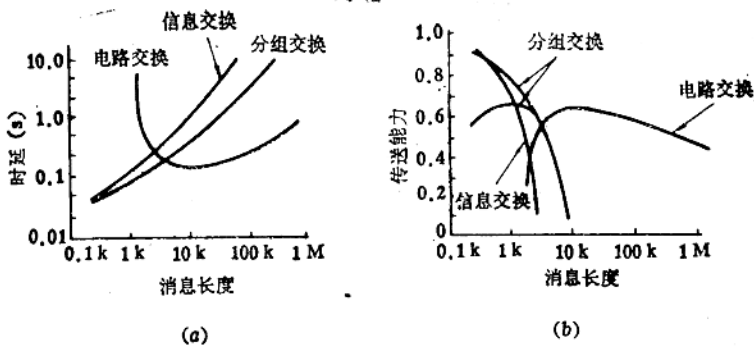


图 1—4 各种交换方式的时延、传送能力与平均信息长度的关系

为了实现话音和数据的综合，常采用下述几种方案：

1. 话音和数据均采用电路交换；
2. 话音和数据均采用分组交换；
3. 混合交换，即话音采用电路交换，数据采用分组交换，对成批数据可任意选择。

此外在电路交换中利用话音的间歇期进行插空，即所谓时分话音插空技术 TASI，以提高传输效率，这也是话音和数据综合的一种方法，但设备太复杂，成本昂贵，只有在特殊场合下才能采用，例如海底电缆中。

如果在混合交换中，采用时分复用话路时，将帧内某些时隙作为话音的电路交换，某些

时隙作为数据的分组交换，而分组交换所占时隙数可以改变，这样也可实现话音和数据的灵活综合。

在了解电路交换、信息交换和分组交换的功能和优缺点基础上，便可设计出一种最佳交换方式，将话音和数据综合于同一网路，以降低网路成本，并以各种传输速率为各用户服务，程控交换是易于达到上述要求的。本书将在第二至第六章重点介绍电路交换的程控交换技术，在第七章介绍分组交换的程控交换技术。

第三节 空分程控交换系统的组成

程控交换系统由硬件和软件两部分组成，硬件构成了交换机的话路设备和控制设备，软件完成程序控制功能。

电路交换空分程控电话交换机与其他布线逻辑控制的间接控制电话交换机相似，其组成如图 1—5 所示。话路设备有空分交换网络和各种端口接口电路，如用户电路、出、入中继电路、绳路、信号接收器、信号音发生器以及与控制设备相接的接口电路如扫描器和驱动器。控制设备即中央处理机或计算机，中央处理机通过扫描器和驱动器以接收话路设备的状态信息和发出控制话路设备动作的命令。

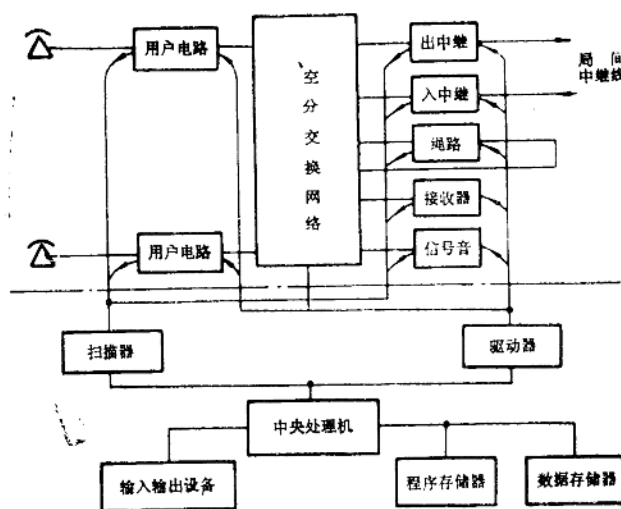


图 1—5 空分程控交换机组成

一、话路设备

1. 交换网络

交换网络主要提供具有一定数量的入线和出线的空分交换接续通路，每一入线可选择任一出线。根据出、入线数量，空分交换网络可由单级、两级或多级组成，级数愈多、容量愈大，但级数增加，选线和控制就要复杂。根据交换系统的结构，可分用户级交换网和中继级交换网。例如美国 No. 1 ESS 系统的用户级采用铁簧接线器组成四级交换网，可将 4 096 条用户线接到 1 024 个绳路，中继级也由四级组成，具有 1 024 入线和 1 024 出线。日本 D 10 系统采用小型纵横接线器组成四级用户链网，可接 2 048 个用户和 1 024 个中继器，

中继链网为 1024 入线和 1024 出线。法国 METACONTA 采用螺簧接线器。总之交换网络是由各种接线器组成，具有一定入、出线数量的交换接续网络。容量小的用户交换机采用一级交换网络，容量大的公用交换机采用多级交换网络。

程控交换机中交换网络的每条入、出线只需 a、b 二线，作通话用，不需 c 线。这是因交换网络的选线功能是由软件完成，链路和出线的忙闲信息均存于内存，处理机在占用或释放某一出线后，需将信息改写为忙或闲。在选线时只需对忙闲表内的数据由程序进行判别是忙或是闲。

近年来大规模集成电路的发展，已研制成电子交叉点矩阵的专用片，例如有 MT 8804 和 CD 22100 等，具有体积小、控制方便等优点，很受欢迎，在小容量用户交换机中已广泛采用。图 1-6 为 CD 22100 的结构，它由 16 个半导体逻辑门组成 4×4 矩阵，由地址信号 A、B、C、D 选择某一交叉点，其关系如表 1-3 所示。控制时首先将 ABCD 数据经 4—16 译码器译为 16 个信号，锁存在 16 个锁存器中，D 信号决定有关交叉点的通或断，D 为 1 时通，D 为 0 时断，当选通信号 S 由 0 变 1 时，接点 X_i 与 Y_j 便接通或断开，若干个 4×4 的芯片便可组成 8×8 、 16×16 、 32×32 等交换网络，此外也有生产 $4 \times 4 \times 2$ 和 4×8 的集成片。这种电子交叉点的接通电阻较大，不宜构成多级交换网络。

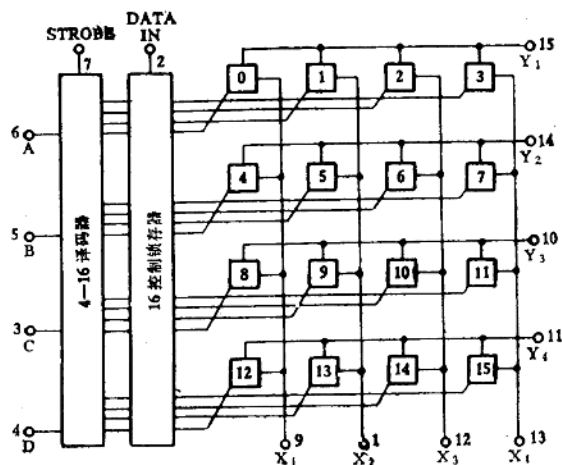


图 1-6 CD 22100 4×4 矩阵结构

A、B、C、D 与交叉点的关系

表 1-3

A	B	C	D	选择交叉点	A	B	C	D	选择交叉点
0	0	0	0	$X_1 Y_1$	0	0	0	1	$X_1 Y_3$
1	0	0	0	$X_2 Y_1$	1	0	0	1	$X_2 Y_3$
0	1	0	0	$X_3 Y_1$	0	1	0	1	$X_3 Y_3$
1	1	0	0	$X_4 Y_1$	1	1	0	1	$X_4 Y_3$
0	0	1	0	$X_1 Y_2$	0	0	1	1	$X_1 Y_4$
1	0	1	0	$X_2 Y_2$	1	0	1	1	$X_2 Y_4$
0	1	1	0	$X_3 Y_2$	0	1	1	1	$X_3 Y_4$
1	1	1	0	$X_4 Y_2$	1	1	1	1	$X_4 Y_4$

2. 用户电路

用户电路是每条用户线接入交换机的接口电路，其作用与机电制中相类似，一般应具有下列基本功能：

- (1) 向用户馈电和构成通话电路;
- (2) 监视用户摘机和挂机动作, 将用户摘挂机的状态信号作为监视信号经扫描器送给处理机;

(3) 接收处理机送来的驱动信号, 完成向用户振铃或接通话路的功能。

用户电路如图 1—7 所示, 线路继电器 L 接收用户的摘挂机信号, 通过其接点 L 将摘挂机信号经扫描器送给处理机, 处理机通过软件识别用户已摘机或挂机, 便经驱动器送出驱动信号 Y 给用户电路。接通继电器 Y 接收处理机送来的驱动信号 Y 后动作, 其接点切断了继电器 L 的动作电路, 并将用户线接到交换网络。当用户被叫时由处理机送来驱动信号 R, 使铃流继电器 R 动作, 将铃流经接点 R 送向用户。

专用集成片 MH 88500 为用户线接口电路片, 它使用户电路实现了电子化, 其框图如图 1—8 所示。

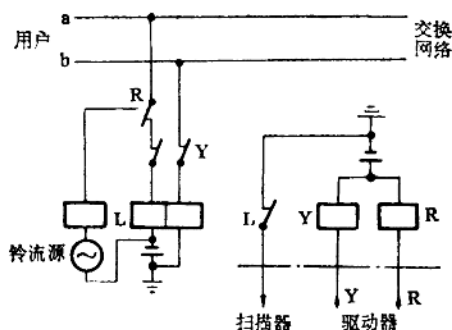


图 1—7 用户电路原理图

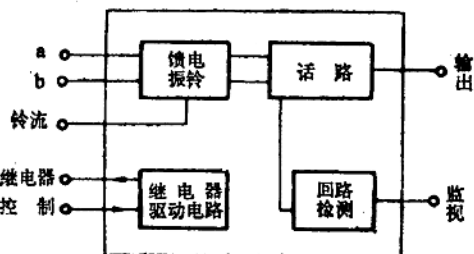


图 1—8 MH 88500 用户线接口电路

该片除提供一个双向的话音通路外, 可提供直流馈电, 振铃驱动和回铃检测等功能。当用户摘机后, 通过回路检测电路在监视端输出一个电位, 表示用户摘挂机或拨号。振铃时, 处理机在控制端输入振铃驱动信号, 经继电器驱动电路, 使振铃继电器动作, 将铃流经振铃电路送给用户。

3. 收号器

收号器的作用是接收主叫用户发出的被叫用户号码。根据用户话机类型的不同, 应采取不同的收号方法。对于直流号盘脉冲, 是通过用户电路进行监视扫描, 由程序识别。对于双音多频 DTMF 信号, 要用音频接收器按位进行收号。目前已有大规模专用芯片 DTMF 接收器, 例如 MT 8870、M 957 等。图 1—9 为 MT 8870 的框图, DTMF 信号经高、低频带通滤波器后, 分为高低两个频率, 经限幅和计数, 然后将结果与标准频率相比, 当各有一个高、低频率存在时, 表明 DTMF 信号存在, 经 13 ms 后在 ST 信号线上输出一高电平, 表示该片已占用工作; 经 30~40 ms 后, 在 STD 端出现一高电位, 表示译码完毕, 向 TOE 端输入一高电平的读取信号后, 在 Q₁~Q₄ 端的三态二进制编码信号才能输出高电平。

4. 绳路

绳路用于机械接点组成交换网的交换机中, 作为主被叫用户通话时的保持电路, 有时称为连接器 (Juncctor), 其功能应有: 向主被叫用户供电, 监视主被叫挂机, 通过扫描器向处理机传送状态信号。在电子话路网的交换机中, 绳路的功能由用户电路完成。

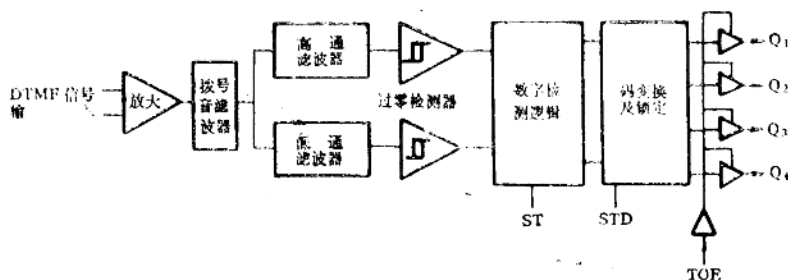


图 1-9 MT 8870 框图

5. 中继器

中继器是入中继、出中继器和各种信号音发生器等总称，其功能与机电制中相类似。

6. 控制接口电路

控制接口电路位于处理机与话路设备之间，以便相互交换信息，完成对话路设备的监视与控制作用。控制接口电路有扫描器和驱动器两种。

(1) 扫描器

中央处理机监视话路设备的状态是通过扫描器来完成的。监视用户电路的称为用户扫描器，监视绳路或各类中继器的称为绳路扫描器或中继器扫描器。扫描器电路如图 1-10 所示。

处理机扫描时应送出扫描指令，其中可包括扫描器号和扫描行号。扫描器号指出了哪个扫描器工作，扫描行号指出哪些用户同时被监视扫描。在处理机的软件控制下，首先向扫描器的第 0 行送高电平，并将同时扫描的若干个用户电路的监视信号通过与

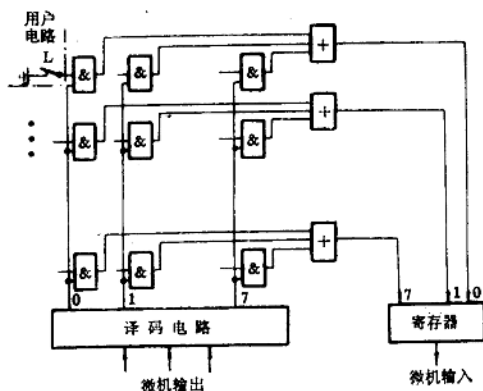


图 1-10 扫描器原理电路

门、或门存入寄存器，最后送入处理机，如不断改变行号，便可分批的将监视信号输入处理机存入内存。一批内同时监视的信息数是与处理机的字长相等的，因而字长愈大，同时输入的监视信号愈多。扫描器的扫描行数愈多，扫描器的容量愈大，一般扫描器容量可为 16×8 或 16×16 。

(2) 驱动器

驱动器的基本功能是接收处理机送出的驱动信号，以控制话路设备动作或释放。

处理机发出的驱动指令中应包括设备码、功能码和坐标码。设备码表示某一设备的编码，如用户电路、中继器或交换网络，功能码表示动作或释放的编码，坐标码表示同一设备内的编号，例如交换网络的某一交叉点就需用坐标来表示。

为了接收处理机的驱动指令，驱动器内必须有寄存器和译码器，以控制所指定的设备。处理机输出可采用中断方式，以提高处理机的处理能力。

二、中央处理机

中央处理机是话路设备的控制中心，它与存储器、输入输出设备组成处理机系统。中央处理机通过扫描器收到扫描信息后，由软件进行识别用户的摘机、挂机、应答、拨号脉冲等工作，对所得信息进行内部分析处理，选择接续路由，然后发出驱动指令以控制话路设备动作，完成呼叫接续工作。因此用于程控交换机的中央处理机，要求工作速度快，逻辑功能强，可靠性高，应能长期连续工作。

交换系统的软件可分为：

1. 呼叫处理程序

呼叫处理程序主要控制交换机的呼叫接续工作，根据交换系统的类型、结构和功能，程序有所不同。

2. 执行管理程序

执行管理程序实际上是交换软件的操作系统，用于分配各种资源、进程和内存的管理，按计划启动相应的程序。

3. 维护管理程序

交换机运行时，维护人员对交换机的维护测试、数据统计以及软件输入修改等工作，均由键盘输入各种人机通信命令，通过维护管理程序来完成。

4. 故障处理程序

当程控交换机某部件发生故障时，由故障处理程序进行识别，并切除故障设备，自动组成新系统，恢复正常运行，并通知维护人员。

5. 故障诊断程序

对故障处理切断下来的故障设备，可用诊断程序自动进行故障诊断，并将故障定位在一块或几块插件板内，维护人员根据输出的诊断结果，找到故障部件后更换插件板。

对前4项程序是存放在内存的，故又称常驻程序，第5项程序存放于外存，故又称非常驻程序。常驻程序可用外存备用，如磁带或磁盘。程序中所用各种数据存放在数据存储器内，根据交换机容量及要求可随时修改。

有关软件的详细内容将在第四章内叙述。

第四节 数字程控交换系统的组成

如在空分程控交换机的话路中使用时分复用技术，就构成时分制程控交换机。最早出现的有脉幅调制时分程控交换机和增量调制时分程控交换机。这些制式结构简单、价格便宜，但传输质量较差，没有得到发展。近年来脉码调制技术发展迅速，出现了以脉码调制技术为基础的时分制交换机。由于脉码调制话路中传输与交换的语音信息均属数字形式，因而又称数字程控交换机或数字交换机。数字交换机的通话回路是以PCM话路为基础，使用数字交换接续网络对时分复用话路进行时隙交换，而控制部分则与空分制程控交换机相类似，因而数字交换机与空分程控交换机的不同主要表现在话路设备部分。

数字交换机的组成如图1—11所示，它由用户级和选组级组成两级控制系统。当容量较小时只需用用户级，容量较大时增加选组级，以完成几个用户级间的交换。

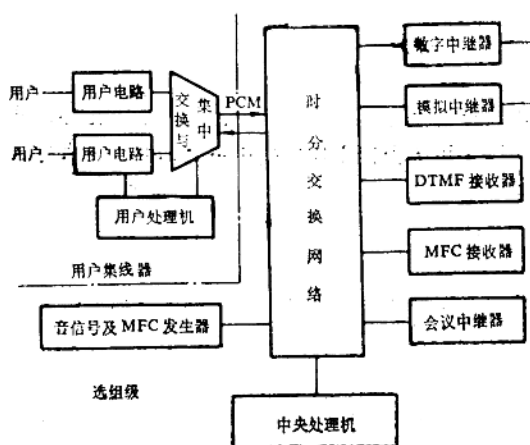


图 1-11 数字交换机组成框图

用户级为模拟用户的接口单元，它完成话务集中和数模转换作用，将用户线集中，转换为少量的时分数字话路，以 PCM 话路方式接至选组级，因此又称为用户集线器或外围单元。用户级可放在用户密集远离话局 100 km 以内的任何地点，用户级由用户处理机进行控制。

用户级由若干个用户模块组成，每模块内配有若干个用户线接口电路和一个用户级 T 时隙交换器。用户线接入用户线接口电路，完成馈电、监视、振铃、二四线转换和模数转换等作用，取消了绳路，增强了用户电路功能。用户级 T 时隙交换器进行数字话路的时隙交换，然后以 32/30 PCM 话路送往选组级。一般以 200 线左右为一个用户模块，若干个模块的 PCM 出线进行复联，共同使用二条（60 个话路）或四条（120 个话路）PCM 中继线组成一个用户集线器。话音信号均以数字信号方式传送，模数转换是由 A 律单路编解码器完成，可采用固定时隙编码，也可采用可变时隙编码，可以独用也可公用，在不同型交换机中电路结构各不相同。

选组级主要由数字交换网络、出入中继器和局内公用设备所组成。数字交换网络一般由 T-S-T 组成，以完成不同 PCM 线间不同时隙的交换。它的容量可以逐步扩大，有关数字交换网络的时隙交换原理将在第二章内详细介绍。出、入中继器有数字式和模拟式二种，配以各种不同的局间信号，有的交换器将出、入中继器独立成为中继模块。数字中继器、模拟中继器、DTMF 接收器、MFC 接收器和会议中继器等设备，它们都是以 PCM 话路接至数字交换网络的输出端，供用户级和中继线使用，选组级由中央处理机进行控制。

音信号及 MFC 发生器同样以时分数字方式工作，通过 PCM 线接至数字交换网络的输入端，以便向话路发送所需各种音信号及 MFC 信号。

数字交换机的局间信号应采用数字信号方式，数字信号方式有随路信号和公共信道信号二种。随路信号是以 PCM 系统时隙 16 的复帧结构方式工作的，公共信道信号有 No.6 和 No.7 信号方式，详细内容将在第八章中介绍。

对于容量较大的话局可专设维护处理机，对全局进行维护管理、话务统计和故障处理。