

现代通信网络技术丛书

现代通信交换技术与通信网络

刘劲松 编著

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信交换技术与通信网络 / 刘劲松编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2007.9
(现代通信网络技术丛书)

ISBN 978-7-115-16284-7

I. 现... II. 刘... III. ①通信交换②通信网 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 074683 号

内 容 提 要

本书是一本旨在介绍现代通信交换技术与通信网络的技术图书。主要内容包括: 绪论、信令系统、电话通信网、ISDN 技术、分组交换与 X.25 协议、智能网技术、软交换技术、IP 交换技术、计算机和通信技术的结合等章节, 为便于读者了解现代通信交换与通信网络的实际情况, 还给出了通信系统的实例。

本书内容详实, 深入浅出, 既介绍了当前的通信交换及网络的情况, 又介绍了极具应用前景的新技术内容, 理论与实际有机地进行了结合, 可使读者对通信交换技术与通信网络的现状和今后的发展有一个清晰的了解。

本书可供从事通信工作的技术人员和管理人员在工作中参考阅读, 也可作为通信院校师生的专业辅助教材。

现代通信网络技术丛书 现代通信交换技术与通信网络

-
- ◆ 编 著 刘劲松
责任编辑 王晓明
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 282 千字 2007 年 9 月第 1 版
印数: 1—3 500 册 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16284-7/TN

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 通信交换技术的历史和现状	1
1.1.1 交换技术的昨天、今天和明天	1
1.1.2 交换技术存在的必要性	4
1.2 程控交换机的结构和控制	4
1.2.1 交换机的基本组成	4
1.2.2 交换机的控制方式	8
1.2.3 处理机的冗余方式	9
1.2.4 本局呼叫处理的基本过程	9
1.3 几种主要的交换方式	10
1.3.1 电路交换	10
1.3.2 分组交换	11
1.3.3 ATM 交换	12
1.4 信号与系统	12
1.4.1 数字信号系统	12
1.4.2 数字通信的主要特点	13
1.4.3 语音信号的数字化	13
第 2 章 信令系统	16
2.1 信令的基本概念和分类	16
2.1.1 信令和信令系统	16
2.1.2 信令的分类	16
2.2 中国一号信令系统	17
2.2.1 线路信令	17
2.2.2 记发器信令	18
2.2.3 随路信令的局限性	19
2.3 No.7 信令系统	19
2.3.1 公共信道信令方式的信令系统	20
2.3.2 No.7 信令网	21
2.3.3 信令网的信令点编码	24
2.3.4 信令路由的分类	25
2.3.5 No.7 信令系统的结构	27
2.3.6 信令单元分类	29
2.3.7 信令单元格式	30
2.3.8 No.7 信令的基本流程	37

第 3 章 电话通信网	39
3.1 电话通信网的基本形式	39
3.2 主要电信业务网介绍	40
3.2.1 传统电话网——公共交换电话网 (PSTN)	40
3.2.2 综合业务数字网 (ISDN)	41
3.2.3 同步网	42
3.3 电话网的等级结构及网络组织	43
3.3.1 电话网的等级结构	43
3.3.2 长途交换中心的等级划分及职能	43
3.4 电话网的编号方式	44
3.4.1 拨号方式	44
3.4.2 第一位号码的分配使用	45
3.4.3 首位为“1”的号码安排	45
3.4.4 长途编号	45
3.5 话务量及呼叫处理能力	45
3.5.1 话务量	46
3.5.2 呼叫处理能力	47
第 4 章 ISDN 技术	50
4.1 ISDN 技术简介	50
4.2 ISDN 的业务能力及分类	50
4.2.1 承载业务	51
4.2.2 用户终端业务	54
4.2.3 补充业务	55
4.3 ISDN 的用户—网络接口	56
4.3.1 通路类型和接口结构	57
4.3.2 协议	58
4.3.3 ISDN 用户—网络接口的分层功能	59
4.3.4 补充业务的通用协议	63
4.4 ISDN 设备	63
4.4.1 ISDN 交换机	63
4.4.2 ISDN 用户交换机	65
4.4.3 一类网络终端	65
4.4.4 接入单元	66
4.4.5 ISDN 的终端设备	66
4.5 ISDN 网络体系	66
4.5.1 ISDN 的网络构成	66
4.5.2 ISDN 的局间信令	67
4.5.3 ISDN 的网间互通	67
4.6 ISDN 业务及应用	68

4.6.1	ISDN 的业务特性	69
4.6.2	ISDN 业务种类	69
4.6.3	ISDN 的应用	69
第 5 章	分组交换技术	71
5.1	分组交换与其他交换方式的比较	71
5.1.1	交换技术的发展	71
5.1.2	虚电路方式	72
5.2	分组交换的特点及网络结构	73
5.3	分组交换网的通信协议	74
5.3.1	协议的概念和层次结构	74
5.3.2	OSI 参考模型	75
5.4	X.25 建议	77
5.4.1	X 系列建议概述	77
5.4.2	X.25 的层次	78
5.4.3	X.25 分组层	79
5.5	分组交换应用	90
第 6 章	智能网技术	91
6.1	智能网概述	91
6.2	智能网模型	92
6.2.1	业务平面	93
6.2.2	全局功能平面	94
6.2.3	分布功能平面	95
6.2.4	物理平面	95
6.3	智能网 IN CS-1 业务定义	97
6.3.1	缩位拨号 (ABD)	97
6.3.2	自动电话记账卡业务 (ACCS)	97
6.3.3	自动可选计费 (AAB)	97
6.3.4	呼叫分配 (CD)	98
6.3.5	呼叫转移 (CF)	98
6.3.6	呼叫重选路由分配 (CRD)	98
6.3.7	遇忙回叫 (CCBS)	98
6.3.8	会议电话 (CON)	98
6.3.9	信用卡呼叫 (CCC)	98
6.3.10	目的地呼叫路由寻找 (DCR)	98
6.3.11	呼叫跟踪 (FMD)	99
6.3.12	被叫集中付费业务 (FPH)	99
6.3.13	恶意呼叫追查 (MCI)	99
6.3.14	大众呼叫 (MAS)	99
6.3.15	呼出限制 (OCS)	99

6.3.16	附加计费 (PRM)	99
6.3.17	保密筛选 (SEC)	100
6.3.18	遇忙/无应答时可选呼叫转移 (SCF)	100
6.3.19	分离计费 (SPL)	100
6.3.20	电子投票 (VOT)	100
6.3.21	呼入筛选 (TCS)	100
6.3.22	全球接入号 (UAN)	100
6.3.23	通用个人通信 (UPT)	101
6.3.24	用户定义的路由寻找 (UDR)	101
6.3.25	虚拟专用网 (VPN)	101
6.4	业务无关构筑块 (SIB) 的定义	101
6.4.1	运算 SIB	102
6.4.2	计费 SIB	102
6.4.3	比较 SIB	102
6.4.4	分配 SIB	102
6.4.5	限制 SIB	102
6.4.6	呼叫信息记录 SIB	102
6.4.7	队列 SIB	102
6.4.8	筛选 SIB	103
6.4.9	业务数据管理 SIB	103
6.4.10	状态通知 SIB	103
6.4.11	翻译 SIB	103
6.4.12	用户交互 SIB	103
6.4.13	验证 SIB	104
6.5	基本呼叫处理 (BCP)	104
6.6	智能网的基本呼叫模型	106
6.7	智能网的通信协议	108
6.7.1	INAP 的体系结构	108
6.7.2	INAP 操作	110
6.8	智能网实现的方式	111
6.9	智能网的应用	112
6.10	智能网的发展趋势	116
6.10.1	智能网与因特网的结合	116
6.10.2	智能网与宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 的结合	117
6.10.3	综合智能网是未来智能网发展趋势	117
第 7 章	软交换技术	118
7.1	PSTN 和 NGN	118
7.2	NGN 网络架构	119
7.3	NGN 网络特点	121

7.4	NGN 的目标	121
7.5	软交换技术	122
7.5.1	软交换的概念	122
7.5.2	引入软交换的意义	124
7.5.3	软交换的参考模型	125
7.5.4	软交换的业务及其实现方式	127
7.5.5	软交换的对外接口	131
7.6	相关国际组织的情况	135
第 8 章	IP 语音交换技术	136
8.1	IP 语音交换的基本原理与实现形式	136
8.2	IP 语音系统结构	137
8.3	IP 语音的关键技术	138
8.3.1	信令技术	138
8.3.2	编码技术	149
8.3.3	网络传输技术	151
8.3.4	QoS 保障技术	152
8.4	IP 语音通信的优点和问题	152
第 9 章	计算机和通信技术的结合	155
9.1	CTI 应用程序接口简介	155
9.1.1	CTI 接口的主要类型	155
9.1.2	CTI 标准演进	156
9.1.3	CTI 核心技术	156
9.1.4	CTI 技术的应用和前景	157
9.2	TAPI 接口技术	158
9.2.1	TAPI 的演变及特性	159
9.2.2	TAPI 接口的架构	160
9.3	TSAPI 接口	163
9.4	JTAPI 接口	165
9.4.1	JTAPI 的结构	166
9.4.2	利用 JTAPI 搭建 CTI 程序	166
第 10 章	通信系统实例	168
10.1	Alcatel OmniPCX Office 简介	168
10.2	OXO 的体系结构	168
10.3	OXO 的局域网 (LAN) 解决方案	171
10.4	OXO 的因特网解决方案	173
10.5	VoIP 技术的引入	175
10.6	带有 PIMphony 的 PC 电话	175
附录	英汉术语对照表	176

第1章 绪 论

1.1 通信交换技术的历史和现状

1.1.1 交换技术的昨天、今天和明天

在 21 世纪的第一个 10 年，人类社会已经进入信息时代，通信技术已经渗透到生活中的每个角落。通信技术中的一个重要的分支是交换技术，而实现交换的设备是交换机。在通信领域，连接电话呼叫的交换机通常存放在交换局或者中心局，交换机可以建立链路并中转语音信息，使电话呼叫能够运作起来。简单地说，通信交换指的就是由交换机提供的服务。

通信交换的历史源远流长，自第一部电话发明以来，交换即成为通信的必须步骤。1878 年，在美国康涅狄格州的纽黑文市开设了世界上第一个电信交换局。当时的交换完全由电话接线员手工处理。每个接线员座位周围可能有一面到三面接驳板，板上是耳机插座，前面还有电话线。每条线都是一路电话线的端点。当呼叫方摘起话机发出请求时，接线员可以根据被叫的号码来接入对应的插座，如果电话号码在其管理的范围之内，接线员就将插头插进一个本地的插孔，然后被叫方就开始响铃了；如果不归其管辖，接线员就插进一个交接电路。

多数的人工交换局都是共电式的，即电话线路由中心局供电。当用户提起话机，线路状态转变为摘机，在接线员的交换台上面会有灯亮起，并有蜂鸣器响起。在一般的共电系统中，从用户电话机到交换机（或者人工交换局）的一对电缆在电话挂机或者空闲状态时是开路的。从电话局穿过导线到达端点时，两端有 48V 直流电压。当用户摘机时，电话在两条线之间加上一个直流阻抗。早期的人工电话交换机如图 1-1 所示。

1891 年 3 月 10 日，美国人阿尔蒙·斯特罗格为了减少人工电话接线员而发明了步进式交换机，这种设备将电话交换技术带入自动化时代。步进式交换机有很多变种和改良，但最为人熟知的设计就是安排 10 层接触器，每个接触器有 10 个不同输出，它们围成一个圆弧，然后圆心处设置一个连接到输入的中心接触器。当拨打电话时，每拨打两个号码，第一个号码使中心接触器升降到对应的一层，第二个号码则使它转动到该层对应的 10 个接触器中某一个。

步进式交换机后来受到纵横式交换机技术的挑战。这种交换机可以提供更快的交换速度，并可以接受大约 20 脉冲/秒的拨号速度，比步进式交换机的 10 脉冲/秒高约一倍。图 1-2 所示为纵横式交换机的原理图。关于其工作原理，此处不做详述，感兴趣的读者可参考相关资料。

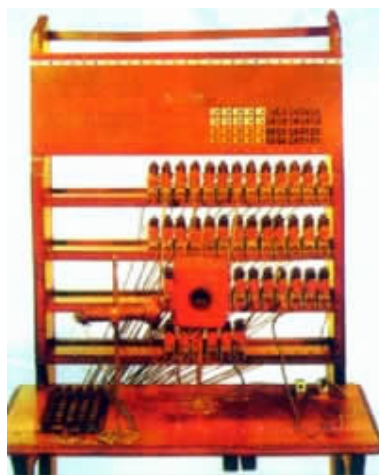


图 1-1 早期人工电话交换机

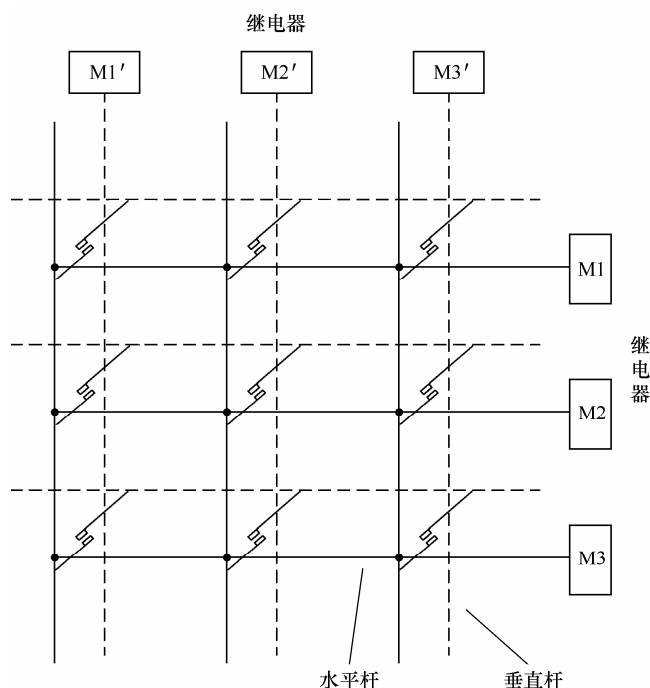


图 1-2 纵横式交换机原理图

步进式交换机之后是电子交换机，美国的 1ESS（注意：是“1”，不是“I”）是一种使用金属导线的有代表性的电子交换机。电子交换机使用了微处理器和存储程序控制交换技术（SPC）。在电子交换机上，修改电话号码、测试或者对线路置“忙”都是在计算机终端上输入相应指令完成的。1ESS 可以支持纵横式电话交换机和步进式电话交换机所使用的正常机电信令。这种交换机引入了一种新的数据通信形式：两台 1ESS 交换机可以互相通过一种称为公共信道局间信令（CCIS）的方法互相通信。这种数据连接方法即是后来广泛应用的 No.7 信令系统的前身。

早期电子程控交换系统和机电式交换机并无本质区别，都采用空分话路交换，所交换的信号也全部为模拟信号。因此，这类程控交换机也叫作模拟程控交换机。

目前，应用最为普遍的是数字程控交换机。数字程控交换机根据所拨的电话号码，将两个或多个数字虚电路连接起来完成交换。在两台交换机之间建立起呼叫需要用到 No.7 信令协议（或其变种）。20 世纪 80 年代以后制造的所有交换机都是数字程控交换机。

数字程控交换机在极短的时间片内对语音进行编码。在每一个时间片内，实时产生语音信号的数字表达式。这些表达式将被发送至接收端，在那里则执行相反的操作，从而在接收端的电话中产生声音。换言之，当使用电话时，声音在发起呼叫端被编码，在对端解码，重新产生声音。在整个过程中，声音只发生了非常小，一般只有几分之一秒的延迟。从这个角度讲，电话并不是真正的实时通信，因为声音需要重新产生，尽管只延迟了非常短的时间。

数字程控交换机的控制部分采用计算机，话路部分交换的是经过脉冲编码调制（PCM，Pulse Code Modulation）后的数字化的话音信号，数字交换机的交换网络是数字交换网络，用户话机发出的模拟话音信号在数字交换机的用户电路上要转换为 PCM 信号。总的来说，数字程控交换机是数字通信技术、计算机技术与大规模集成电路相结合的产物。

数字程控交换机的主要优点是：

- 能灵活地向用户提供多种新服务功能；
- 便于采用共路信令系统；
- 体积小、重量轻、功耗低、可靠性高；
- 操作维护管理自动化。

电话交换机通常由电信服务提供商运作，随着经济和技术的发展，现在很多独立的企业或者商业单位也拥有了自己的交换机，称为用户交换机（PBX，Private Branch Exchange），在欧洲的某些地方，PBX 也被称为 PABX（Private Automatic Branch Exchange）。

程控数字交换机的产品多种多样，比较典型的见表 1-1。

表 1-1 典型的程控交换机

国 家	公 司	产 品 型 号
荷兰	飞利浦公司	SOPHO-S/ISI
英国	GPT 公司	ISDX
德国	Siemens 公司	HICOM
德国	Siemens 公司	EWSD-601
瑞典	Ericsson 公司	MD-110
瑞典	Ericsson 公司	AXE-10
加拿大	Mitel 公司	SX-2000
加拿大	Northern Telecom 公司	DMS-100、200、300
加拿大	Northern Telecom 公司	MSL-1
日本	NTT 公司	D60、70
日本	NEC 公司	NEAX-61
美国	Harris 公司	HARRIS20-20
美国	AT&T 公司	No.5 ESS
美国	Telex 公司	SCX-1200、5000
美国	TAI 公司	MSX
法国	Alcatel 公司	E10B、S
比利时	ITT-BTM 公司	ITT-1240
中国、比利时	上海贝尔	S-1240

从整个通信网的角度分析，电话交换机只是庞大的电信网络中的小部件。电信系统最艰巨的工作和最昂贵的部分是中心局外面的布线。早期的电信系统中，每个用户号码需要从交换机到用户电话拉一对线。普通的一个交换局可能有数万对线连接到终端盒上（称为主分发框（MDF，Main Distribution Frame））。MDF 有保护部件如保险丝等防止电源线短路或者外部电压过高等。典型的电话公司通常使用一个大型数据库跟踪每一对用户线。

为了减少外部电路的成本，一些电信公司采用“线对增容”设备来为用户提供电话服务。线对增容设备可以减少铜线对的长度，并可以使用 ISDN 或者 DSL 这些数字服务。线对增容或者数字环路载波（DLC）放置在中心局以外，通常是在大用户旁边，距离中心局有一定距

离的地方。

技术的发展日新月异，电信网和因特网正越来越趋于融合，通信应用也正加速向 IP 方向发展，交换技术由电路交换技术向分组交换转变，软交换技术将成为这个转变的关键。

软交换实际上是一种控制设备，它源于这样的思路：把传统交换机按功能分解，控制功能由软交换完成，承载功能由媒体网关完成，信令功能由信令网关完成。由于软交换只涉及呼叫发起和接收的节点，简化了信令的结构和控制的复杂性，具有对网络业务、接入技术和智能业务的开放性，新兴运营商将其作为进入话音市场的技术手段，而传统的电路交换网运营商也可通过它完成向分组化网络的过渡，所以它被认为是未来通信技术的趋势之一。

作为在 IP 基础设施上提供电信业务的关键，软交换技术将在下一代网络中起着核心的作用。

1.1.2 交换技术存在的必要性

通信网存在的目的是使一个用户能在任何时间以任何方式与任何地点的任何人实现任何形式（即，5A）的信息交流。显然，将千百万用户的通信终端——直接连接是理论上最简单，但实现最复杂的一种方式。因为 N 个用户彼此直连需要电路为：

$$N \times (N - 1) / 2$$

假设 $N = 50$ ，则需要的直连线路也需 1 225 对线。

解决这个问题方便而可行的方法便是在用户分布区域的中心位置安装一个公共设备，每个用户都直接接入到这个公共设备。当一个用户需要与其选定的用户或用户群通信时，此公共设备能按发起通信的用户的愿望在这些用户间建立承担所需通信业务的电路连接，以实现它们间的信息交流并在通信结束后及时地拆除这些电路连接。这种方法也就是交换机的运作方式。

显然，一个交换机的容量和服务半径有限，随着用户的增多和通信范围的扩大，必须规划好交换局的数量分布和层次，配置好各局所内交换机的容量，组织好局间的业务流量、流向和路由，从而达到优化资源利用率、提高交换机性能的目的。

1.2 程控交换机的结构和控制

1.2.1 交换机的基本组成

交换机的硬件系统主要由用户电路、中继器、交换网络、信令设备和控制系统（包括话路设备接口）等部分组成，如图 1-3 所示。

各部分的作用如下。

(1) 用户电路：用户电路是交换机与用户话机的接口。用户电路一方面把语音信息传递给交换网络；另一方面，也可以把用户线上的其他信号和交换网络隔离开来。

(2) 中继器：中继器是交换机与交换机之间的接口。中继器不仅具有用户电路的功能，还具有制定信号形式和中继线工作方向等功能。

(3) 交换网络：交换网络用来完成任意两个用户之间、任意一个用户与任意一个中继器之间、任意两个中继器之间的连接。

(4) 信令设备：用来接收和发送信令信息。

(5) 控制系统：是交换机的指挥中心，接收各个话路设备发来的状态信息、各个设备应执行的动作并向各个设备发出驱动命令，协调各设备共同完成呼叫处理和维护管理任务。

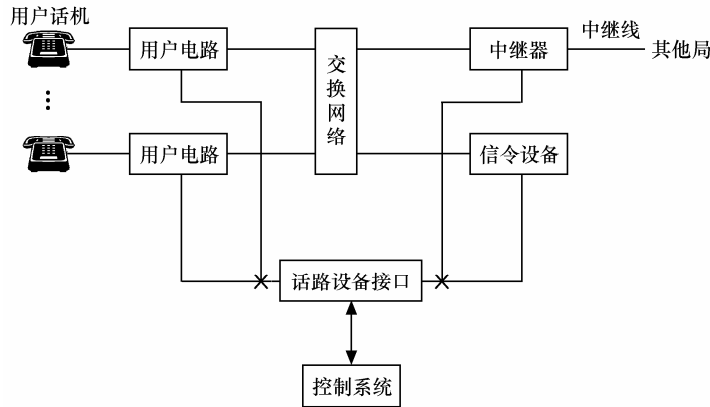


图 1-3 程控交换系统结构

下面，详细阐述各模块的功能。

1. 用户电路模块

用户电路模块是用来连接用户回路，提供用户终端设备的接口电路，完成用户话务的集中和扩散，并且完成呼叫处理的低层控制功能。

用户电路模块主要包括 3 个部分。

- (1) 用户接口电路，是与模拟用户线的接口。
- (2) 一个由一级 T 接线器组成的交换网络，负责话务量的集中和扩散。
- (3) 用户处理机，完成对用户电路、用户级 T 接线器的控制及呼叫处理的低层控制。

模拟用户电话接口有 7 项基本功能，常用 BORSCHT 这 7 个字母来表示：

- 馈电 (Battery Feed)，交换机通过用户线向共电式话机直流馈电；
- 过压保护 (Over Voltage Protection)，防止用户线上的电压冲击或过压而损坏交换机；
- 振铃 (Ringing)，向被叫用户话机馈送铃流；
- 监视 (Supervision)，借助扫描点监视用户线通断状态，以检测话机的摘机、挂机、拨号脉冲等用户线信号，并将这些信号转送给控制设备，以表示用户的忙闲状态和接续要求；
- 编解码 (Codec)，利用编码器和解码器、滤波器，完成话音信号的模数与数模交换，以与数字交换机的数字交换网络接口；
- 混合 (Hybrid)，进行用户线的 2/4 线转换，以满足编解码与数字交换对四线传输的要求；
- 测试 (Test)，提供测试端口，进行用户电路的测试。

2. 中继器

中继器是数字程控交换机与其他交换机的接口。根据连接的中继线的类型，中继器可分成模拟中继器和数字中继器两大类。

数字中继器是程控交换机和局间数字中继线的接口电路，它的入端/出端都是数字信号。数字中继器的主要功能有：

- 码型变换和反变换；
- 时钟提取，从输入的 PCM 码流中提取时钟信号，用来作为输入信号的位时钟；
- 帧同步，在数字中继器的发送端，在偶帧 TS0（时隙 0）插入帧同步码，在接收端检出帧同步码，以便识别一帧的开始；
- 复帧同步，在采用随路信令时，需完成复帧同步，以便识别各个话路的线路信令；
- 信令的提取和插入，在采用随路信令时，数字中继器的发送端要把各个话路的线路信令插入到复帧中相应的 TS16（时隙 16）；在接收端将线路信令从 TS16 中提取出来送给控制系统。

3. 信令设备

信令设备的主要功能是接收和发送信令。程控数字交换机中主要的信令设备有：

- 信号音发生器，用于产生各种类型的信号音，如忙音、拨号音、回铃音等；
- DTMF 接收器，用于接收用户话机发出的 DTMF 信号；
- 多频信号发生器和多频信号接收器，用于发送和接收局间的 MFC 信号；
- No.7 信令终端，用于完成 No.7 信令的第二级功能。

4. 控制部分

控制部分的功能主要包括两部分：一是对呼叫进行处理；二是对整个交换系统的运行进行管理、监督和维护。控制部分的组成类似于通常的计算机系统，由中央处理器（CPU）部件、存储部件和输入输出系统构成。随着硬件技术的发展，控制部分的性能已经得到了大幅度的提高。

5. 交换网络

(1) 时分接线器的原理

交换网络是整个交换系统的核心，交换网络由数字接线器组成。数字接线器有两种：时分接线器和空分接线器。它们的基本分工是：时分接线器负责实现时隙的交换；空分接线器负责实现母线的交换。

时分接线器又叫 T 接线器，由动态随机存储器（RAM）组成。它包括话音存储器和控制存储器及计数器 3 部分。T 接线器的结构如图 1-4（a）和（b）所示。

话音存储器用来存储话音的 PCM 码字，控制存储器用来存储对话音存储器的控制信息。

时分交换有两种方式：控制写入，顺序读出；顺序写入，控制读出。

首先，参照图 1-4（a），考察输出控制方式是如何工作的。

设输入话音信号在时隙 TS18 上，要求经过 T 接线器后交换到 TS28 上去，然后输出到下一级。CPU 根据这一请求，通过软件在控制存储器的 28 号单元写入“18”。因为这个写入是由 CPU 控制的，所以称它为“控制写入”。控制存储器的读出是由定时脉冲控制，按照时隙号读出相应单元的内容。如 0#时隙，读出 0#单元的内容，1#时隙读出 1#单元内容……这种工作方式被称之为“顺序读出”。

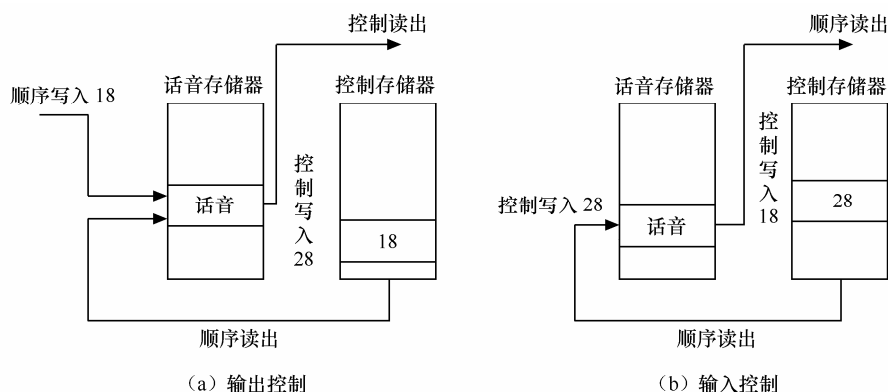


图 1-4 T 接线器结构

话音存储器的工作方式正好和控制存储器的方式相反，即是“顺序写入，控制读出”。也就是说，由定时脉冲控制，按顺序将不同时隙的话音信号写入相应的单元中去。写入的单元号和时隙号一一对应，而读出时则要根据控制存储器的控制信息（读出数据）而进行。由于向话音存储器输入话音信号不受 CPU 的控制，而输出话音信号（读出时）受到由 CPU 控制的控制存储器的控制，因此把它总称为“控制输出”方式。

前面已经说过，CPU 在控制存储器中的 28 号单元已写入内容“18”。在定时脉冲控制下，在 TS28 这一时间，从控制存储器的地址 28 中读出内容为“18”，把它作为话音存储器的读出地址，立即读出话音存储器第 18 号单元。这正好是原来在 18 号时隙写入的话音信号的内容，因此在话音信号 18 单元读出时已经是 TS28 了，即将话音信号从 TS18 交换到 TS28，实现了时隙的交换。

图 1-4 (b) 中的 T 接线器是按“输入控制”方式工作的，也就是说，话音存储器的写入是要受控制存储器的控制，而其读出则受定时脉冲控制按顺序读出。

控制存储器的工作方式仍然是“控制写入，顺序读出”。即由 CPU 控制写入，由定时脉冲控制按顺序读出。但 CPU 写入控制存储器的内容却不同了。

上例中，CPU 要在控制存储器的 18 号单元写入内容“28”。然后控制存储器按顺序读出，在 TS18 时读出内容“28”，作为话音存储器的写入地址，将输入端 TS18 中的话音内容写入到 28 号单元中去。话音存储器按顺序读出，TS28 读出 28 号单元内容，这就是 TS18 的输入内容，这样完成了时隙交换。

(2) 空分接线器的基本原理

空分接线器又叫 S 接线器，它由电子开关矩阵组成，共有 N 个入端和 N 个出端，形成 $N \times N$ 矩阵，由 N 个控制存储器控制。每个控制存储器控制同号输出端的所有交叉点，这叫做“输出控制”。控制存储器的工作方式和以前的一样为“控制写入，顺序读出”。接线器的接点控制过程如图 1-5 所示。

① CPU 根据路由选择结果在控制存储器上写入了如图 1-5 所示的内容。

② 控制存储器按顺序读出，在 TS1 读出各个控制存储器的 1 号单元内容，即 1 号控制存储器的 1 号单元内容为“2”，表示 1 号出线与 2 号入线接通；2 号控制存储器的 1 号单元内容为“1”，表示 2 号出线与 1 号入线接通；3 号控制存储器的 1 号单元内容为“3”，表示 3 号出线与 3 号入线接通。

③ 在 TS2 时，则按控制存储器 2 号单元读出内容控制交叉点的接通。

对于大容量的交换网，采用单 T 网或单 S 网都是不够的，往往采用 T 网与 S 网的组合。使用较多的为三级组合，即 S—T—S 和 T—S—T，最常用的是 T—S—T 方式。

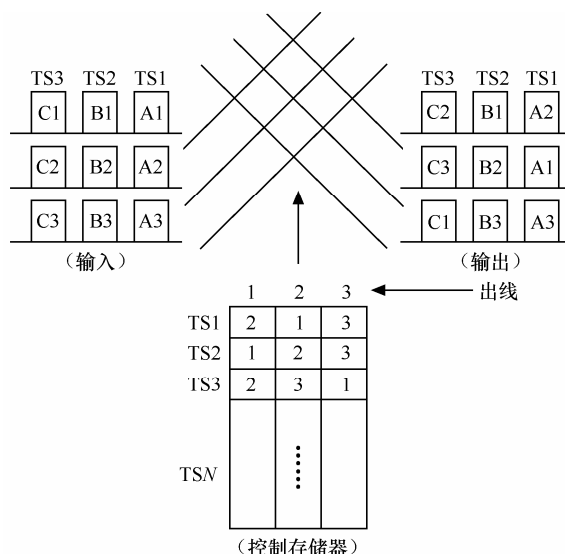


图 1-5 S 接线器结构示意图

1.2.2 交换机的控制方式

前面从硬件的角度分析了交换机的基本结构。一般地，按照控制方式，程控数字交换机的硬件结构可分为分级控制方式、全分散控制方式和基于容量分担的分布控制方式等不同的类型。

(1) 分级控制方式

分级控制方式的基本特征在于处理机的分级，即将处理机按照功能划分为若干级别，每个级别的处理机完成一定的功能，低级别的处理机在高级别的处理机指挥下工作，各级处理机之间存在比较密切的联系。

(2) 全分散控制方式

在采用全分散控制方式时，将系统划分为若干个功能单一的小模块，每个模块都配备有处理机，用来对本模块进行控制。各模块处理机是处于同一个级别的处理机，各模块处理机之间通过交换消息进行通信，相互配合，以便完成呼叫处理和维护管理任务。全分散控制方式的主要优点是，可以用近似于线性扩充的方式经济地适应各种容量的需要，呼叫处理能力，整个系统全阻断的可能性很小，系统结构的开放性和适应性强。其缺点是，处理机之间通信量大而复杂，需要周密地协调各处理机的控制功能和数据管理。

全分散控制结构的典型代表是 S12 系统。

(3) 容量分担的分布控制方式

这种结构介于上面两种结构之间。首先，交换机分为若干个独立的模块，这些模块具有较完整的功能和部件，相当于一个容量较小的交换局。每个模块内部采用分级控制结构，有一对模块处理机为主处理机，下辖若干对外围处理机，控制完成本模块用户之间的呼叫处理

任务。这些模块也可以设置在远离主局交换机的地方，成为具有内部交换功能的远端模块。整个交换机可以由若干个模块构成，各模块通过通信模块互连。另外，还设置一个维护管理模块对整个交换机进行管理，并提供到维护管理人员的接口。

这是一种综合性能较好的控制结构，近年来得到了广泛应用。美国的 5ESS 交换机和我国生产的几种大型局用交换机如 C&C08、ZXJ10 等都采用了这种结构。

1.2.3 处理机的冗余方式

为了保证交换机的正常运行，增加系统的健壮性，将因为“宕机”而影响系统的概率降为最低，几乎所有的交换系统都采用冗余的方式来提高系统的可靠性。比较常用的冗余方式有下列这些。

(1) 互助方式

两台或更多的处理机在正常工作情况下以话务分担（负荷分担）的方式工作，每台处理机都只负责一部分的话务量，一旦一台处理机发生故障，则由其他的处理机来接管它的工作。

(2) 主/备用方式

在这种方式下，只有主用机在运行程序、进行控制，备用机与话路设备完全分离而处于备用状态。一旦主用机发生故障，则主备用转换，由备用机接替工作。

(3) $N + M$ 备用方式

在这种方式下， N 台处理机配备有 M 台备用机，当 N 台处理机中有一台发生故障时，都可以由 M 台备用机中的任意一台来接替其工作。

1.2.4 本局呼叫处理的基本过程

程控交换系统中的电话接续称为交换处理或呼叫处理，这个功能是在软件辅助下完成的，完成呼叫处理的软件是系统最基本的构成部分。呼叫处理可分为本局呼叫、入局呼叫、出局呼叫和转接呼叫，这里以相对简单的本局呼叫为例来分析呼叫处理的基本流程。

(1) 用户呼出阶段

交换机按照一定的周期检查每一条用户线的状态。当发现某一用户摘机时，交换机就根据用户线在交换机上的安装位置找到该用户的用户数据，并对其进行分析。如该用户有权发起呼叫，交换机就寻找一个空闲的收号器并通过交换网络将该用户电路与收号器相连，向用户送拨号音，进入收号状态。

(2) 数字接收及分析阶段

此阶段是处理任务最繁重的一个阶段。交换机接收用户拨号。对于脉冲拨号方式，每次收到的是一个脉冲，并由信令接收程序将收到的多个脉冲装配为拨号数字；对于双音多频（DTMF）信号，每次收到的是一个数字。当交换机收到一定位数的号码后将进行数字分析，从而确定呼叫的类型、路由等。当数字分析的结果是本局呼叫时，就通知信令接收程序继续接收剩余的号码。

(3) 通话建立阶段

当被叫号码收齐后，交换机根据被叫号码查询被叫用户数据。若被叫空闲且未登记与被叫有关的新业务（如呼叫转移），交换机就在交换网络中寻找一条能将主叫用户与被叫用户连接的通路，并预先占用该通路，同时向被叫用户送振铃信号，向主叫用户送回铃音。

(4) 通话阶段

当被叫用户摘机应答后，交换机停止向被叫用户送振铃信号，停止向主叫用户送回铃音，将交换网络上连接主被叫用户的通路接通，同时启动计费，呼叫进入通话阶段。交换机透明传输话音信号，不做任何处理。

(5) 呼叫释放阶段

在通话阶段，交换机如果发现一方挂机，就给另外一方送忙音。当双方都挂机时，交换机就收回此次呼叫占用的资源，停止计费，呼叫处理结束。

图 1-6 所示为本局呼叫的基本流程。从以上呼叫处理的过程可看出，可将呼叫的全过程划分为若干个稳定状态，交换机每次对呼叫的处理，总是使呼叫由一个稳定状态转移到另一个稳定状态。

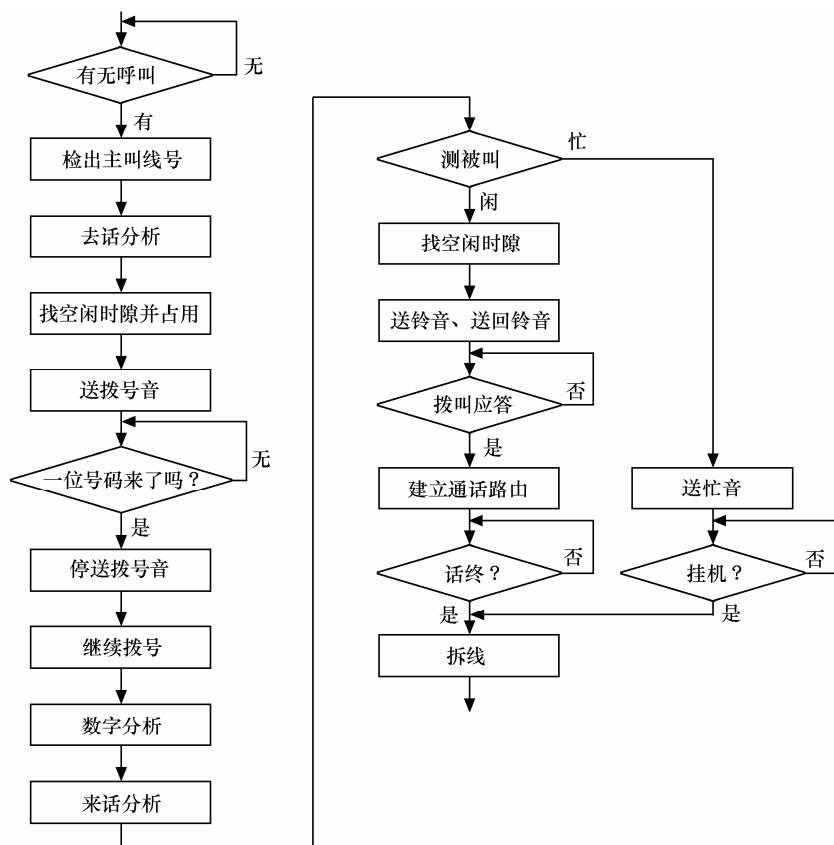


图 1-6 本局呼叫的基本流程

1.3 几种主要的交换方式

现代通信网中采用的交换方式主要有电路交换、分组交换、ATM 交换和 IP 交换等。

1.3.1 电路交换

电话交换一般采用电路交换方式。电路交换方式是指两个用户在相互通信时使用一条实