

第 3 章 程控交换技术

3.1 基础知识

3.1.1 程控交换机的基本功能

程控交换机是电话交换网的核心设备，其主要功能是完成用户之间的接续。两个用户终端间的每一次成功的通信都包括以下三个阶段。

1. 呼叫建立阶段

任何一个用户要开始通信服务时，首先通过摘机向交换机发出请求信令。交换机收到请求并准备好接收该呼叫服务的环境（有空闲可用的收号器和电路资源）后即向用户送拨号音，随后用户通过拨号告知交换机需要连接的被叫。交换机收完主叫用户所拨号码后，如果被叫用户属于本交换机所辖范围，测试被叫忙闲状态，被叫空闲则向被叫振铃并向主叫送回铃音。否则向主叫送忙音。如果被叫用户不属于本交换机所辖范围，则还应由主叫方交换机通过交换机之间的中继线向被叫方交换机或汇接交换机发送局间信令信号，通知相关交换机协助建立主叫用户到被叫用户之间的通信电路。被叫用户收到振铃信号并插机后，各交换机建立主被叫用户间的双向通信电路接续，双方用户进入通信阶段。

2. 通信阶段

主、被叫终端间的通信链路建立后，双方用户通过用户线和交换机内部建立的接续链路以及小继线共同组成的通信电路进行双向通信。通信期间，通信双方始终独占已建立的通信电路互传信息，其间不会改变任何传输路径，也不允许其他通信使用该电路。

3. 话终释放阶段

任何一方挂机表示向本地交换机提出终止当前通信的信令，交换机收到话终请求后首先通知未挂机方通信结束，该方挂机后交换机便释放本次通信所占用的资源，复原内部接续链路和占用的中继线及工作状态等，以供其他呼叫使用。

图 3.1 表示电路交换呼叫接续过程的三个阶段及相应的信令交互关系，对应于上述呼叫接续的三个阶段，可以概括出对电路交换系统在呼叫处理方面有以下 5 项基本要求：

- (1) 能随时发现呼叫的到来；
- (2) 能接收并保存主叫发送的被叫号码；
- (3) 能检测被叫的忙闲状态以及是否存在空闲通路；
- (4) 能向空闲的被叫用户振铃，并在被叫应答时与主叫建立通话电路；

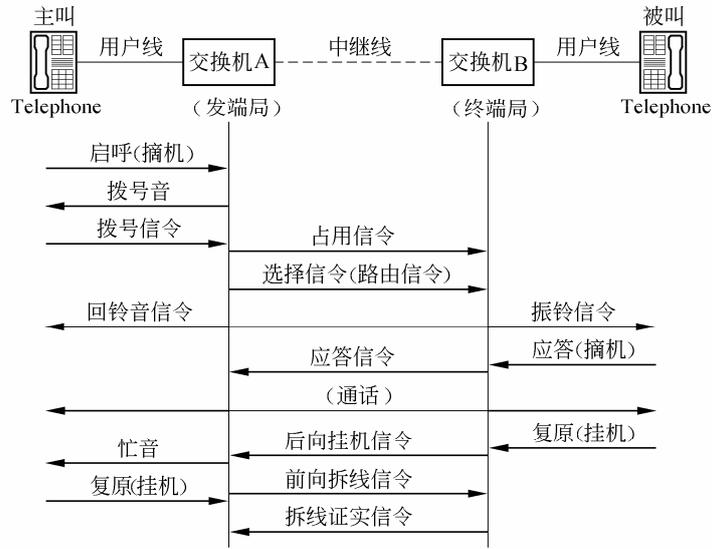


图 3.1 电路交换的一个阶段及信令交互关系示意图

(5) 能随时发现任何一方用户挂机。

从基本功能要求来看，电路交换系统必须包含终端接口功能、连接功能、信令功能和控制功能等模块组成，基本结构如图 3.2 所示。

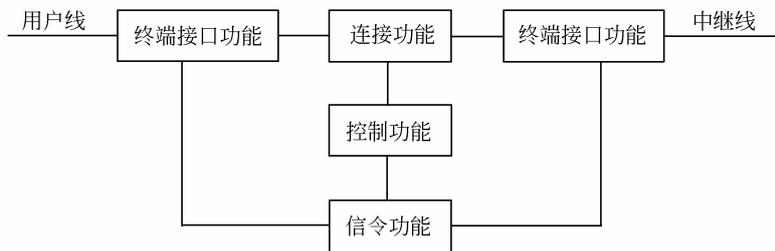


图 3.2 电路交换系统的功能结构模型

1) 终端接口功能

终端接口功能是交换机与用户终端以及与其他交换机连接的接口，其主要作用是适配外部线路传输信号的特性要求，将外部信号传送格式与适合交换机内部连接功能所要求的格式进行相互转换，并向信令功能模块收发信令信息。

2) 信令功能

在面向连接的电路交换系统中，信令功能模块的作用是：通过终端接口电路监视外部终端的工作状态和接收呼叫信令，并将接收的状态和信令消息转换成适合控制功能进行处理的消息格式，以及把呼叫处理的进展情况和需要其他网络设备协调建立通信通路的信令

消息通知给外部终端。

3) 连接功能

连接功能模块就是交换机中的交换机构，作用是在控制功能模块的管理下，为连接在交换机上的所有终端提供可选的相互连接通路。在模拟交换机中，连接功能由机械触点或模拟开关电路实现。在数字时分交换机中，连接功能由随机存取方式的数据存储器组成的数字交换网络实现。

4) 控制功能

控制功能的目的是模仿人在完成电路交换的服务中，必须了解哪些情况、做哪些动作以及动作的顺序过程等，依照用户需求结合交换设备的性能指标要求，快捷可靠地实施电路接续操作，并有效地管理交换设备正常运行。在布控逻辑交换机中，控制功能是通过预先设置好的硬线逻辑组合对输入状态变化进行译码，通过电流驱动相关机件动作来实施通信电路的接续控制功能的。在程控交换机中，这些功能则是通过计算机和软件编程来实现的。计算机经信令功能模块采集终端接口上的用户状态变化和电路接续请求信号，结合交换机的资源状态选择相关电路和操作交换连接机构执行内部接续动作，并通过信令功能对外部终端转发接续过程的进展情况信号以及需外部终端协调建立通信通路的信令消息。

3.1.2 程控交换机的硬件结构

数字程控交换机硬件系统可以分成话路部分和控制部分。话路部分包括数字交换网络和各种外围模块，如用户模块、中继模块和信令模块等。控制部分完成对话路设备的控制功能；它由各种计算机系统组成，采用存储程序控制方式，即把对交换机的控制和维护管理功能预先编成程序，存储在计算机的存储器中，当交换机工作时，呼叫处理程序自动检测用户线和中继线的状态变化和维护人员输入的命令、数据要求执行程序，控制交换机完成呼叫接续、维护和管理等功能。数字程控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。采用分级控制方式的交换机的硬件基本结构如图 3.3 所示，由图可见，采用分级控制方式的交换机的硬件由用户级、远端用户级、数字中继器、模拟中继器、数字交换网络、信令设备和控制系统组成。

(1) 数字交换网络：是整个话路部分的核心，连接外围的各种模块。在处理机的控制下，为呼叫提供内部话音数据通路，可以使任意两个用户之间、任意用户和任意中继线之间、任意两个中继线之间都通过数字交换网络完成连接。另外，数字交换网络也提供信令、信号和处理机间通信信息的固定或半固定的连接。数字交换网络直接对数字信号进行交集，因此，所有发送到数字交换网络的信号都必须变换为二进制编码的数字信号。

(2) 用户级：是终端设备与数字程控交换机的接口，它通过用户线路直接连接用户终端设备。用户级与数字交换网络通过 PCM 链路相连。用户级的主要功能是向用户终端提供接口电路，完成用户话务的集中和扩散，以及对用户侧的话路进行必要的控制。

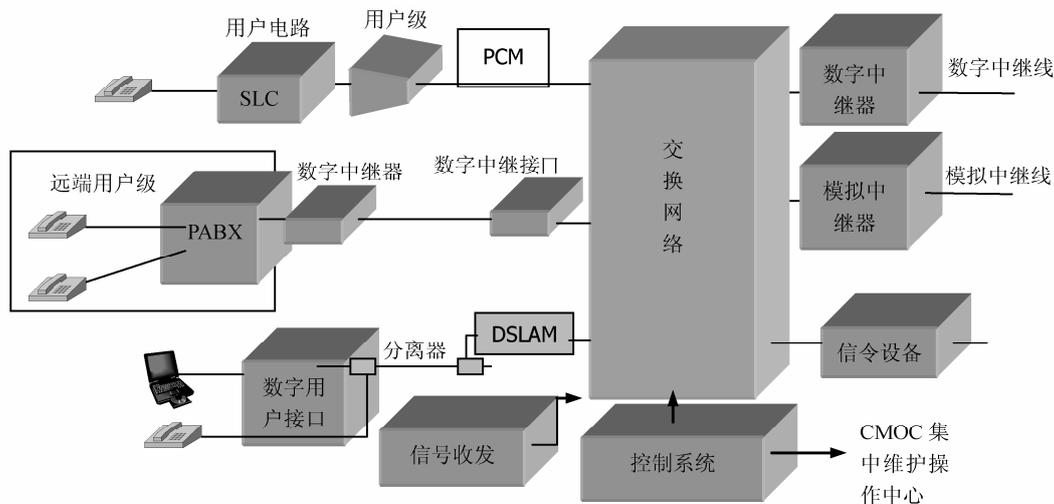


图 3.3 采用分级控制方式交换机的硬件基本结构

(3) 远端用户级：是现代数字程控交换机普遍采用的一种外围模块。它通常设置在远离交换局（母局）的用户密集区域，完成的功能与用户级相同，但是由于它与母局间通常采用数字线路传输（如 PCM），并且本身具有话务集中的功能，因此，能大大降低用户线的投资，同时也提高了信号的传输质量。远端用户级和母局间需要由接口设备进行配合，用以完成数字传输所必需的码型转换和信令信息的提取及插入。远端用户级与母局交换机之间的接口一般是内部接口，只有当远端用户级和交换机由同一厂家生产时才能互连。

(4) 用户电路：在程控数字交换机中，用户电路应具有 7 大功能，即 BORSCHT。

① 馈电（Battery feed）：为话机提供-48V 电压，支流工作电流 20~100mA。

② 过压保护（Over-voltage protection）：二次保护，用户外线可能受到雷电袭击，也可能和高压线相碰。

③ 振铃（Ring）：振铃信号用于通知被叫有呼叫进入。向用户振铃的铃流电压一般较高。我国规定的标准是用 $75\text{ V} \pm 15\text{ V}$ 、25 Hz 交流电压作为铃流电压，向用户提供的振铃节奏规定为 1 s 通，4 s 断。高电压是不允许从交换网络中通过的，因此，铃流电压一般通过继电器或高压集成电子开关单独向用户话机提供，并由微处理机控制铃流开关的通断。此外，被叫用户一摘机，交换机就能立刻检测到用户直流环路电流的变化，继而进行截铃和通话接续处理。

④ 监视（Supervision）：监视用户的摘机、挂机、拨号等状态信息，及时将用户线的状态信息送给处理机处理。

⑤ 编解码和滤波（CODEC）：编译码和滤波功能是完成模拟信号和数字信号间的

转换。

⑥ 混合电路 (Hybrid) : 2/4 线变换器

⑦ 测试 (Test) : 测试功能主要用于及时发现用户终端、用户线路和用户线接口电路可能发生的混线、断线、接地、与电力线碰接以及元器件损坏等各种故障, 以便及时修复和排除。

(5) 中继器: 是不同的数字程控交换机之间的接口。交换机通过中继器完成与其他交换设备的连接, 从而组成整个电话通信网。按照连接的中继电路类型, 可分成模拟中继器和数字中继器, 分别用来连接模拟中继线和数字中继线。随着全网数字化进程的推进, 数字中继设备已普及应用。

① 数字中继器的主要功能如下。

码型变换: 将线路上传输的 HDB3 码型变成适合在数字中继器逻辑电路中工作的 NRZ 码;

时钟提取: 时钟提取电路用来从 PCM 传输线上送来的码流中提取发端送来的时钟信息, 以便控制帧同步电路, 使收端和发端同步;

帧同步: 目的是在接收端定位一帧的 TS0 时隙, 使后面的各路时隙一一对应, 保证各路信息能够准确地被接收端接收;

帧定位: 使输入的码流相位和局内的时钟相位同步;

信号插入、提取。

② 模拟中继器的主要功能是: 模拟中继线的功能与用户电路相似, 也有过压保护(O), 编译码及滤波(C), 测试(T)功能, 不同的是它不需要馈电(B)和铃流控制(R)功能。在中继线采用二线制时, 有二/四线转换(H)功能, 还有线路信号的监视控制和中继线的忙闲指示功能。

(6) 信令设备: 用来接收和发送呼叫接续时所需的信令信息。信令设备的种类取决于交换机所采用的信令方式。常用的信令设备有 DM 收号器、Wc 发送器和接收器、信号音发生器、No.7 信令终端和 No.7 信令处理机。

(7) 控制系统: 是计算机系统, 由中央处理器、存储器和输入输出设备组成。它通过执行预定的程序和查询数据, 来完成规定的语音线路接续、维护和管理的功能逻辑。中央处理器是整个计算机系统的核心, 用来执行指令, 其运算能力的强弱直接影响整个系统的处理能力。存储器一般指内部存储程序 and 数据的设备, 存储器容量的大小会对系统的处理能力产生影响。程控交换机的控制部分一般可分为以下三级。

第一级: 电话外设控制级。主要功能是完成扫描和驱动。

第二级: 呼叫处理控制级。它是整个交换机的核心, 均为存储程序控制。

第三级：维护测试级。主要用于操作维护和测试。

(8) 外围设备：计算机系统中所有的外围部件，如输入设备包括键盘、鼠标等，输出设备包括显示设备、打印机等，此外还包括外围存储设备，如磁盘、磁带和光盘等。

在分级控制方式程控交换机中，通常中央处理器负责对数字交换网络和公用资源设备进行控制，如系统的监视、故障处理、话务统计和计费处理等。外围处理机完成对交换网络外围模块的控制，如用户处理机只完成用户线路接口电路的控制、用户话务的集中和扩散，扫描用户线路上的各种信号并向呼叫处理程序报告，接收呼叫处理程序发来的指令、对用户电路进行控制。此外，外围处理机还包括对中继线路以及信令设备进行控制。

3.1.3 程控交换机的软件结构

1. 程控交换软件的特点

程控交换软件最突出的特点是规模大，实时性和可靠性要求高，所以对交换软件通常有以下要求。

(1) 实时性。交换系统需要同时，或者说，在一个很短的时间间隔内处理成千上万个并发任务，因此它对每个交换机都有一定的业务处理能力和服务质量要求。不能因为软件的处理能力不足而使用户等待时间过长。如摘机后至听到拨号音的等待时间，拨完号后至听到回铃音的等待时间，尤其是拨号号码的接收时间都不能过长。拨号是由用户控制的，处理机不能及时接收拨号号码意味着错号，即呼叫失败。因此程控交换机的控制软件设计要满足实时性。

(2) 多道程序运行。一个大型交换系统中可以容纳几万门或更多的电话，程控交换机要及时处理各种呼叫必须以多道程序运行方式工作，也就是说要同时执行许多任务。例如一个一万门的交换机，忙时平均同时可能有 1200~2000 个用户正在通话，再加上通话前后的呼叫建立和释放用户数，就可能有 2000 多项处理任务。软件系统必须能及时记录这些呼叫建立中和呼叫进行中的用户状态，并将有关的数据都保存起来，以便呼叫处理往下进行。除此之外，还要同时处理维护、测试和管理任务。

(3) 不间断性。程控交换机一经开通，其运行就不能间断，即使在硬件或软件系统本身有故障的情况下，系统仍应能保证可靠运行，并能在不中断系统运行的前提下，从硬件或软件故障中恢复正常。对于程控交换机来说，出现万分之一或十万分之一的错误一般还是可以容许的，但整个系统中断则会带来灾难性的损失。因此，许多交换机的可靠性指标是 99.98% 的正确呼叫处理及 40 年内系统中断运行时间不超过 2 小时。

2. 程控交换软件的组成

按照计算机操作系统的概念来分，程控交换软件由两部分组成，即系统软件和应用软件，如图 3.4 所示。

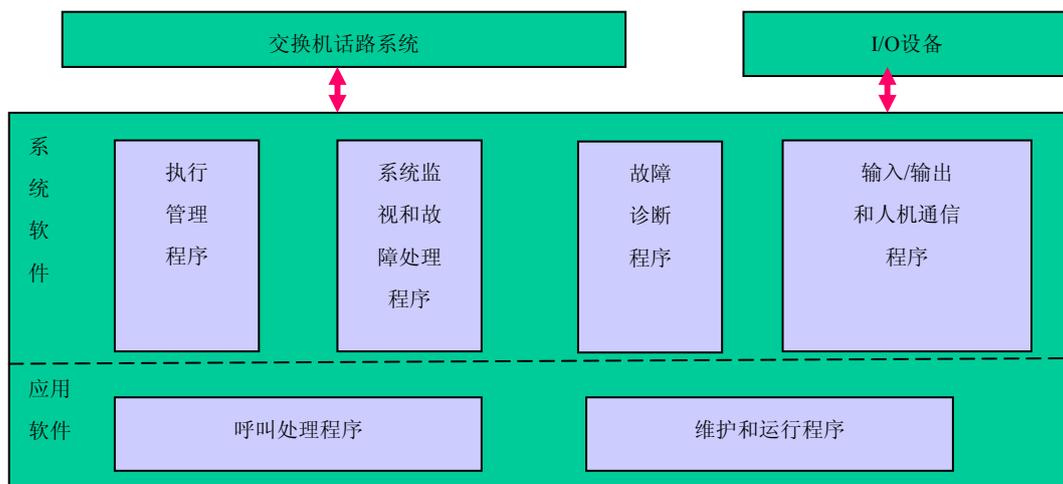


图 3.4 交换软件系统的结构

按照交换的概念来分，程控交换系统的软件组成如图 3.5 所示。

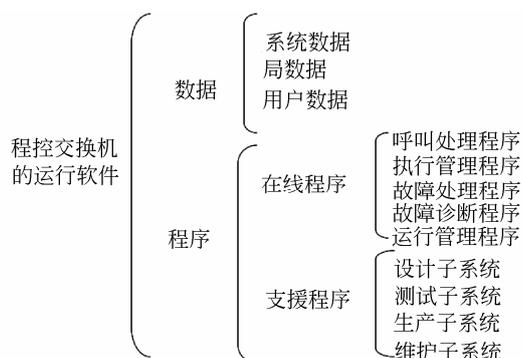


图 3.5 程控交换系统的软件组成

1) 在线程序

在线程序又称联机程序。它是指运行在交换系统各处理机中，对交换系统的各种业务进行处理的软件总和。其中大部分业务具有比较强的实时性。根据功能的不同，在线程序通常由呼叫处理程序、执行管理程序、故障处理程序、故障诊断程序和运行管理程序 5 大子系统组成。

(1) 呼叫处理程序负责整个交换机所有呼叫的建立与释放以及交换机各种新服务性能的建立与释放。呼叫处理程序主要负责以下功能：①交换状态管理。②交换资源管理。③交换业务管理。④交换负荷控制。

(2) 执行管理程序负责对交换系统（尤指处理机）的硬件和软件资源进行管理和调度。

执行管理程序主要负责以下功能。①任务调度。②I/O 设备的管理和控制。③处理机间的通信的控制和管理。④系统管理。

(3) 运行管理程序用于维护人员存取和修改有关用户和交换局的各种数据, 统计话务量和打印计费清单等各项任务。它主要负责以下功能。①话务量的观察、统计和分析。②对用户线和中继线定期进行例行维护测试。③业务质量的监视。④业务变更处理。⑤计费及打印用户计费账单。⑥负荷控制, 对话务过载进行处理。⑦进行人-机通信, 对操作员键入的控制命令进行编辑和执行。

(4) 故障处理程序亦称系统恢复程序, 负责对交换系统做经常性的检测, 并使系统恢复工作能力。其主要完成以下功能。①硬件故障检测。②硬件设备的切换。③软件故障检测。④软件故障的恢复。⑤设备状态的管理。

(5) 故障诊断程序是用于确定硬件故障位置的程序。多数程控交换机的故障诊断可达到某块印刷电路板 (PCB)。故障诊断程序通常采用以下工作方式: ①开机诊断。②人-机命令诊断。③自动诊断。

2) 支援程序

支援程序又称脱机程序, 实际上是一个计算机辅助开发、生产以及维护软件的系统, 多用于开发和生成交换局的软件和数据以及开通时的测试等。支援程序按其功能可划分为设计、测试、生产及维护等子系统。

(1) 设计子系统用在设计阶段, 设计完成所得的程序模块以及经过编译得到的目的代码应存储于数据库中。

(2) 测试子系统检测所设计的软件是否符合其规范。它的主要功能分测试与仿真执行两种。测试数据、运行结果及仿真执行结果均应存储于数据库中。

(3) 生产子系统生成交换局运行所需的软件。其包括局数据文件、用户数据文件、局程序文件的生成。

(4) 维护子系统对交换局程序的现场修改或称补丁的管理与存档。支援程序的任务不仅牵涉到从交换局的设计、生产到安装等交换局运行前的各项任务, 还牵涉到交换局开始运行到以后整个寿命期间的软件管理、数据设计、修改、分析以及资料编辑等各项工作。

3) 数据

数据部分包括交换局的局数据、用户数据及交换系统数据。

(1) 系统数据。

系统数据是仅与交换机系统有关的数据, 不论交换设备装在何种话局 (如市话局、长话局或国际局), 系统数据是不变的。

(2) 局数据。

局数据是与各局的设备情况以及安装条件有关的数据。它包括各种话路设备的配置、编号方式及中继线信号方式等。局数据是与交换局有关的数据, 一般采用多级表格的形式来存放局数据。

(3) 用户数据。

用户数据是交换局反映用户情况的数据。包括用户类别、用户设备号码、用户话机类别及新业务类别等。

3. 软件设计语言

CCITT 根据程控交换机软件程序的整个设计过程，提出采用三种软件设计高级语言，即 SDL、CHILL 和 MML。

3.1.4 数字交换原理

1. 数字信号交换的概念

在时分复用技术中，每个用户都占用一个不同于其他时隙的固定时隙，用户的话音信息就装载在各个时隙之中。数字信号交换就是不同时隙的交换。这就意味着必须要将主叫时隙上所携带的话音信号搬移到被叫所占用的时隙中，反之必须将被叫时隙上所携带的话音信号搬移到主叫所占用的时隙中方可完成双方通信。我们把这种数字信号在不同时隙上的“搬移”叫做数字信号“交换”。在程控交换机中，数字信号交换是由数字接线器实现的，数字接线器构成了程控交换机中的数字交换网络。

在交换网络的任意输入母线（High Way）和输出母线之间建立连接，可完成任意两个用户的话音信号所在 TS 的交换。如图 3.6 所示，有甲、乙两个用户，甲用户的发话信息 a 或受话信息都固定使用时隙 1 (TS1)，而乙用户的发话信息 b 或受话信息都固定使用 TS30。如果这两个用户要互相通话，则甲用户的话音信息 a 要在 TS1 时隙送至数字交换网络，而在 TS30 时隙将其取出送至乙用户。反过来，乙用户的话音信息 b 也必须在 TS30 时隙送至数字交换网络，而在 TS1 时隙从数字交换网络中取出送至甲用户。这就是话音交换，它实质上是一种时隙交换。

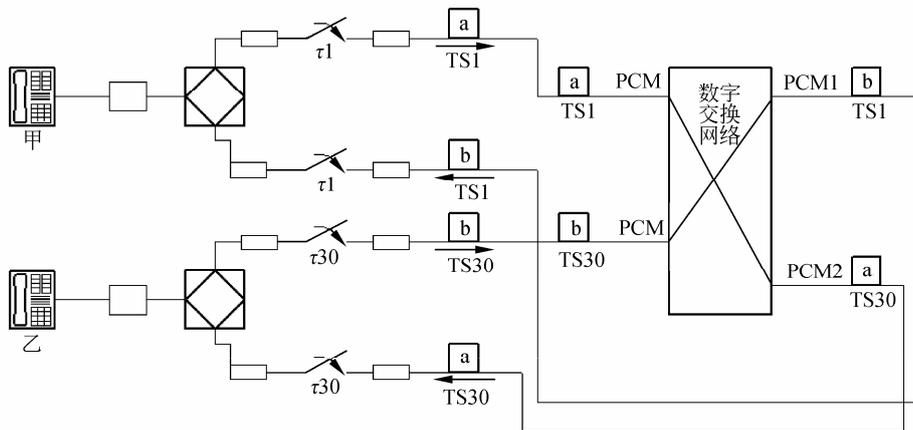


图 3.6 数字交换系统的交换过程

2. 复用器和分路器的工作原理

信息以串行格式送入交换网络的入线并从出线送出。入线和出线上一帧的时隙数定义为复用度。在交换网络中，为了提高交换速度，信息以并行方式交换，因此在交换网络接口处，要进行串/并和并/串变换。复用器和分路器的作用就是完成这种变换。

图 3.7 说明 16 套 PCM 系统进行串并变换后在 8 条并行线上的时隙进行合路的过程。在 $3.9\mu\text{s}$ 中，原来每一时隙的 8 位串行码，现在变为并行码排列在 $b_1 \sim b_8$ 8 条线的同一码位，成为变换后的一个时隙。16 套并行 PCM 合路后，原来一个串行时隙的时间间隔内排有 16 个不同时隙的 16 位码。变换前后时隙的对应关系为：

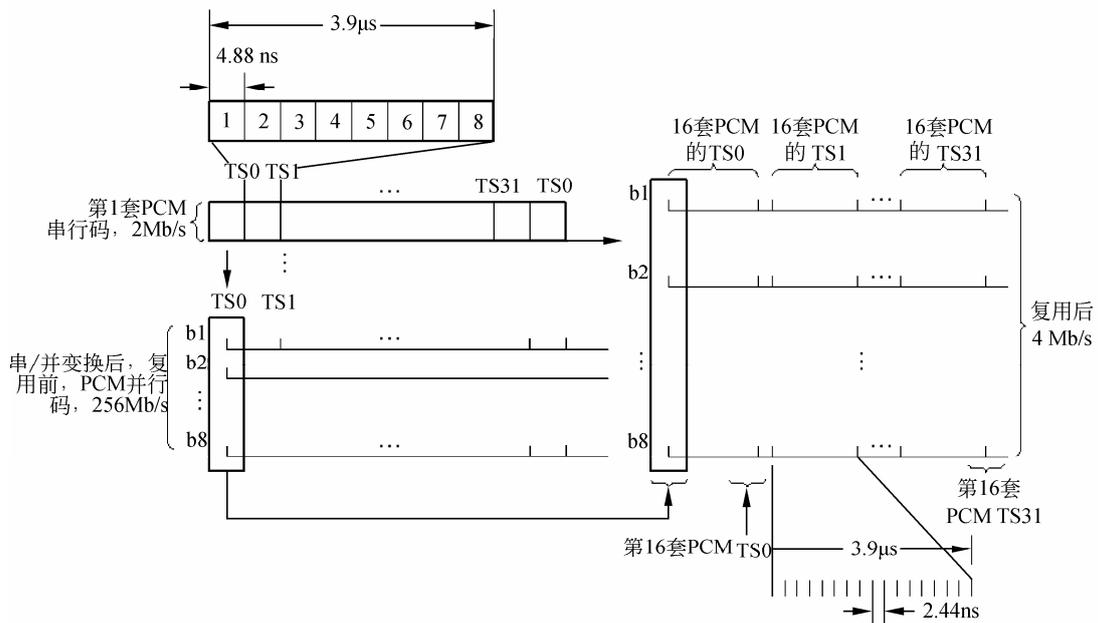


图 3.7 复用器的复用过程

变换后的并行时隙号 = 变换前的时隙号 × 复用器串行输入线数量 + 变换前串行输入线号。例如，变换前位于输入线 8、时隙 15 的语音，变换后的并行时隙是 248 ($15 \times 16 + 8 = 248$)。

每套 PCM 系统串行码的传输速率为 2Mb/s，复用度为 32，串/并变换后速率只有原来的 1/8，变成 256kb/s，复用度不变。16 套 PCM 合路复用后，速率增加 15 倍，变成 4Mb/s，复用度增加 15 倍，变成 $16 \times 32 = 512$ 。这样交换网络以 4Mb/s 的速度工作就可以满足 512 时隙的交换要求。

如果不进行上述变换，每个时隙的 8 位编码仍按串行码传送和交换，那么速率将提高 16 倍，达到 32 Mb/s 以上，这样高的速率在早期是难以实现的。分路器的功能和复用器的

相反，它完成分路和并/串变换功能。

3.1.5 时分交换单元与空分型交换单元

时间（T）接线器和空间（S）接线器是数字交换机中两种最基本的接线器。将一定数量的 T 接线器和 S 接线器按照一定的结构组织起来，可以构成具有足够容量的数字交换网络。下面介绍这两种接线器的工作原理。

1. 时间型接线器

T 型时分接线器又称时间型接线器，简称 T 接线器，它由话音存储器（Speech Memory, SM）和控制存储器（Control Memory, CM）两部分组成，其功能是进行时隙交换，完成同一母线不同时隙的信息交换，即把某一时分复用线中的某一时隙的信息交换至另一时隙。SM 用于暂存经过 PCM 编码的数字化话音信息，由随机存取存储器构成。其容量分别有 128, 256, 512 和 1024 单元，每一单元可以存储一个话路时隙的 8 位 PCM 编码信息。SM 的存储单元数应等于输入或输出时分复用线上的时隙数。已编码的话音信息周期性地写入话音存储器内，并从话音存储器内周期性地读出。在话音存储器内，可以进行若干次读操作，但写操作只能在规定的时间内进行一次。CM 也由随机存取存储器构成，用于控制话音存储器信息的写入或读出。也就是说，其内容表示话音存储器写入或读出话音信息的控制地址，由处理机控制写入。控制存储器的单元数应等于话音存储器的单元数，控制存储器单元的位数由话音存储器的单元数来决定。话音存储器存储的是话音信息，控制存储器存储的是话音存储器的地址。例如，输入输出时分复用线的时隙数为 512 个，则话音存储器和控制存储器的单元数均为 512 个，话音存储器的位数为 8 位（8 位 PCM 编码信息），控制存储器的位数为 9 位。通过 T 接线器交换后输出的信息总是滞后于输入的信息，但最大不会超过一帧时间。

按照控制存储器与话音存储器的控制关系，T 接线器的工作方式有两种：读出控制方式和写入控制方式。话音存储器的存储单元数在读出控制方式中标志着接线器的入线数，而控制存储器的存储单元数标志着接线器的出线数（在写入控制方式中恰与此相反）。若出线数等于入线数则称为分配器；出线数小于入线数则称为集线器；出线数大于入线数则称为扩展器。

1) 读出控制方式

读出控制方式的 T 接线器是顺序写入控制读出的，如图 3.8 所示，它的 SM 的写入是在定时脉冲控制下顺序写入，其读出是受 CM 的控制的。也就是说，时分复用线上话音信息内容在时钟控制下顺序写入 SM 中，在 CM 的控制下，将 CM 的内容作为 SM 的读出地址，读出 SM 相应单元内的信息送到输出时分复用线，CM 的写入是受中央处理机控制的，是控制写入；它的读出则是在定时脉冲的控制下，顺序读出。

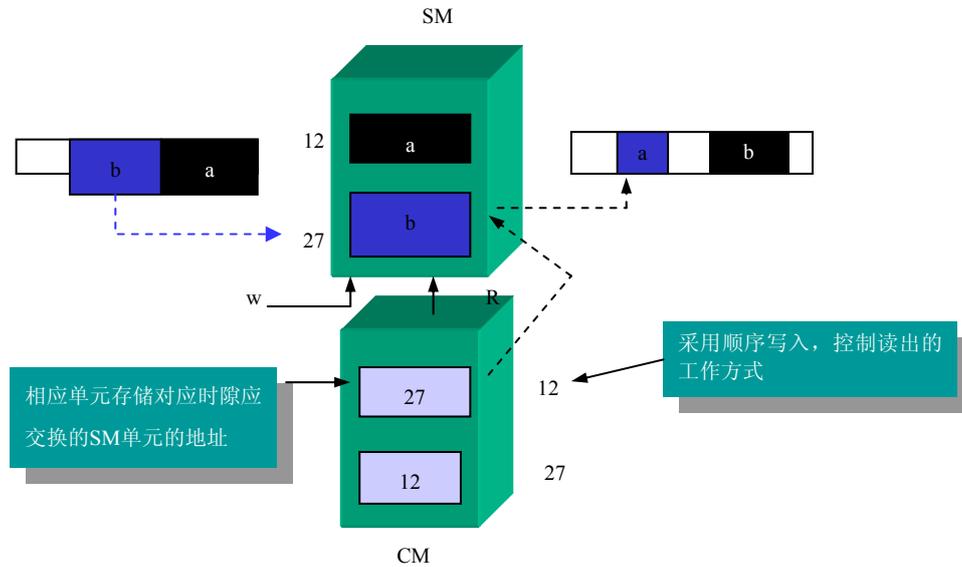


图 3.8 读出控制方式的 T 接线器

如图 3.8 所示，SM 有 32 个单元，每个单元都有一个单元地址。所以，从 PCM 线上送来 32 个时隙，每个时隙都对应一个存储单元。在 CM 中也有 32 个存储单元，它控制着 T 接线器的输出时隙。SM 中每个存储单元内存入的是发话人的语音信息编码，通常是 8 位编码。在 CM 的每个存储单元内存放的是发话人的语音信息在 SM 中的存放单元地址。所以在每个单元内存放的是地址码，地址码的位数与 SM 的单元数相关，若是 32 个存储单元，则地址码应是 5 位二进制码（A4A3A2A1A0）。

定时脉冲是在主时钟的控制下，按照一定的周期和时序发出的控制脉冲。在 T 接线器中，定时脉冲是路时隙脉冲，即在每一路时隙中产生一个控制脉冲，并通过计数器发出地址码。所以这个地址码是按照 0, 1, 2, ..., 31 这样的顺序周而复始地产生的。这里，最后的地址码是 31，是由于存储器只有 32 个单元的缘故，如果存储器有 256 个单元，则地址码就应为 0~255。T 接线器的工作是在中央处理机的控制下进行的。当中央处理机得知用户的要求（拨号号码）后，首先通过用户的忙闲表，查被叫是行空闲，若空闲，就置忙，占用这条链路。中央处理机根据用户要求，向 CM 发出“写”命令，将控制消息写入 CM。现假定 A 用户（占用 TS12）与 B 用户（占用 TS27）通话，假定主叫 A 的语音 a 向被叫传送，CPU 根据这一要求，向 CM 下达“写”命令，令其在 27#单元中写入“12”。写入后，这条话路即被建立起来，用户可进行通话。在 TS12 时隙到来时，语音信息 a 在此刻被送到 SM 的输入端，定时脉冲在此时所发出的控制脉冲通过写入控制线将写入地址码“12”送入 SM，控制 SM 在此时将输入端的语音信息“a”写入 12#单元，这就是顺序写入，它是在定时脉冲的控制下进行的。

CM 的读出是在定时脉冲控制下按时间的先后顺序执行的。当定时脉冲到 TS27 时隙

时,就读出 CM 27#单元的内容“12”,这一读出内容通过读出控制线送入 SM,作为 SM 的读出地址,将 SM12#单元里存放的话音信息 a 读出。可见,话音信息 a 是在 TS27 这一时隙读出的,而此时刻正是用户 B 接收话音信息的时候,所以 a 信息就送给用户 B。用户 B 的回话信息 b 如何传送,也要由 CPU 控制,向 CM 下达“写”命令,令其在 12#单元中写入“27”。写入后,这条话路即被建立起来,用户 B 可进行回话。回话是从 B 用户的发送回路送出,在 SM 的左侧(输入侧)TS27 时隙送入的,在定时脉冲为“27”时,将话音信息 b 写入到 SM 27#单元内。何时读出,也由 CM 控制。CM 在定时脉冲控制下,在 TS12 时隙读出 CM12 号单元内存储的内容“27”,通过读控制线送向 SM,作为 SM 的读出地址,将 SM 的 27#单元内的话音信息 b 读出,送至输出线上。因为话音信息 b 是在 TS12 时送至输出线的,此时正是用户 A 接收话音信息的时候。所以 b 信息就送给用户 A。这两条话音通道是同时建立的,即 CPU 向 CM 下“写”命令时,是同时下达的。但这种“写”命令在整个通话期间,只下达一次,所以 CM 的内容在整个通话期间是不变的。只有通话结束时,CPU 再下一次“写”命令,将其置“0”,才将这两条通话回路拆掉。

由上述情况可看出,CM 的单元地址与输出时隙号相对应,在其单元内写入的内容与输入时隙号相对应,该内容就是输入信息(发话人的话音信息)在 SM 的存入地址。例如:TS2 的话音信息 c 要交换到 TS15,CM 就应在 15#单元里写入 2#地址,这 15#与 TS15 的时隙号(输出)相对应,而单元内写入的 2#与 TS2 时隙号(输入)相对应。话音信息 c 存放在 SM 的 2#单元。所以 2#单元是发话人的话音信息在 SM 的存储地址。

2) 写入控制方式

T 接线器采用写入控制方式时,如图 3.9 所示。它的 SM 的写入受 CM 控制,它的读出则是在定时脉冲的控制下顺序读出的。所以,写入控制方式的 T 接线器是按控制写入顺序读出的,其 CM 仍然是按控制写入顺序读出的。控制写入顺序读出就是输入时分复用线上的话音信息内容在 CM 控制下写入到 SM 中(即把 CM 的内容作为 SM 的写入地址),在时钟控制下读出 SM 存储的内容送到输出时分复用线上。

现在仍以上述的一对用户为例,说明时隙交换原理。即 $TS12 \leftrightarrow TS27$ 。当 CPU 得知用户要求后,即向 CM 下“写”令,命令在 CM 的 12#单元写入“27”,在 27#单元写入“12”。每个单元地址与输入时隙相对应,在 CM 每个单元里写入的内容仍是发话人的话音信息在 SM 的存储地址,与其输出时隙相对应。CM 写入地址后,通路即建立起来,用户可以进行通话,

在 TS12 时隙时,A 用户的话音 a 送到,存放地点则由 CM 决定,它不是按顺序存入的。CM 是按顺序读出的,所以在此时刻(即 TS12 时刻),它在定时脉冲的控制下,读出 CM12#单元的内容为“27”,并通过写入控制线送向 SM,作为 SM 的写入地址。SM 根据这个地址,将此时来的话音信息 a 存入 27#单元。SM 在定时脉冲的控制下,按时隙的先后顺序读出相应单元的内容,即在 TS27 时,读出 27#单元的内容 a,送至输出线上。恰在话音信息 a 在 TS27 时读出的时刻,B 用户接收话音信息。因而,完成了将话音信息从 A 用户的 TS12 信道,交换到 B 用户的 TS27 信道。在 TS27 时隙时,CM 在定时脉冲的控制下,

按顺序读出 27#单元的内容为“12”，则通过写入控制线送向 SM，作为 SM 的写入单元地址，SM 则根据这个地址，将此时送来的语音信息写入 12#单元。此时输入线上送来的语音信息就是 B 用户的话音信息 b，所以 b 信息就被写入 12#单元。这个语音 b 要等到下一个周期 TS12 时隙时，才能读出，并送到 A 用户的接收回路中。CM 的写入是每次通话只写一次，直到通话结束。这种控制方式的 CM 单元地址是与输入时隙相对应的，而单元内存放的内容（SM 的地址码）是与输出时隙相对应的。如 TS2 用户的话音 c 要送给 TS15 用户，则 CPU 在 CM 的 2#单元写入“15”。在 TS2 时，语音 c 存放在 SM 的 15#元，在 TS15 时从 15#单元中读出。

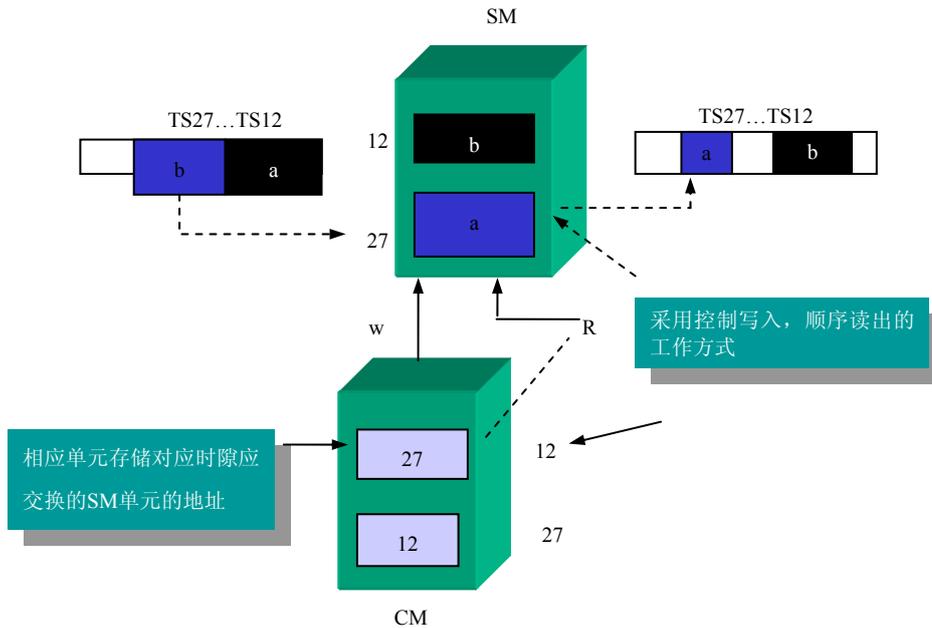


图 3.9 写入控制方式的 T 接线器

2. 空分接线器

空分接线器（Space Switch）简称 S 接线器，它由交叉点矩阵和控制存储器（CM）组成，如图 3.10 所示。 $N \times N$ 的电子交叉点矩阵有 N 条输入复用线和 N 条输出复用线，每条复用线上有若干个时隙。每条输入复用线可以选择 N 条输出复用线中的任一条，但这种选择是建立在一定的时隙基础上的。以第一条输入复用线为例，其第一个时隙可能选通第二条输出复用线的第一个时隙，其第二个时隙可能选通第三条输出复用线的第二个时隙，其第三个时隙可能选通第一条输出复用线的第三个时隙，等等。因此，对应于一定出入线的交叉点是按一定时隙做高速启闭的。从这个角度看，空分接线器是以时分方式工作的。各个交叉点在哪些时隙应闭合，在哪些时隙应断开，是由 CM 控制的，CM 起同步作用。

显然，对于点到点的通信，同一条输入（输出）复用线上的某一时隙，不能同时选通

几条输出（输入）复用线。对于图 3.10 来说，就是位于同一输入线或同一输出线上的任何两个交叉点，不能在同一时隙闭合。当然，任一输入复用线的不同时隙，是可以选通到同一条输出复用线的。交叉矩阵可由选择器组成。例如，16 选 1 选择器可用来使 16 条入线选通 1 条出线， 16×16 的交叉矩阵可由 16 个 16×1 的选择器以一定的复接方式组成。

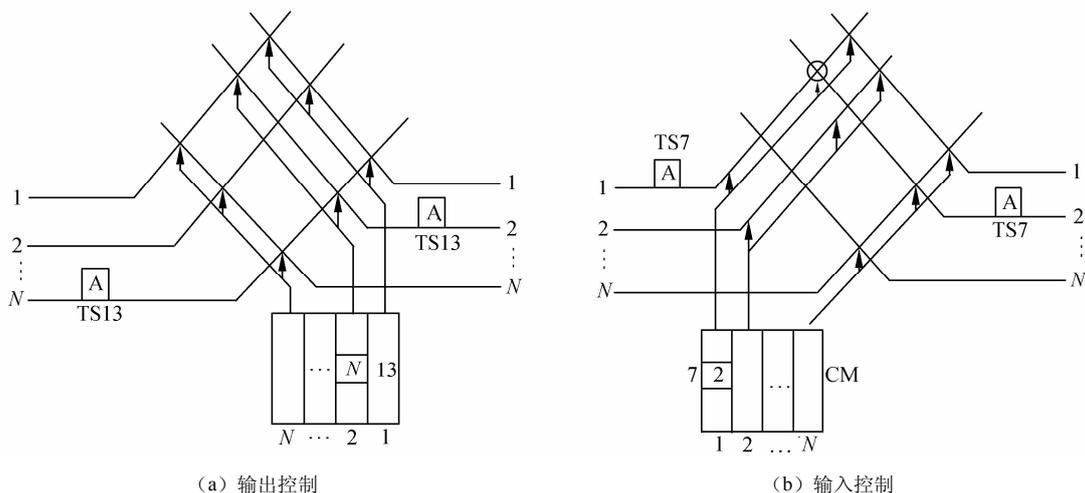


图 3.10 空分接线器

根据控制存储器是控制输出线上还是控制输入线上交叉节点的闭合，可分为输出控制方式和输入控制方式两种。

1) 输出控制方式

采用输出控制方式时，对应于每条出线都有一个控制存储器，如图 3.10 (a) 所示。如果入线 HWN 要与出线 HW2 在 TS13 实现交换连接，就在出线 HW2 的控制存储器 CM2 的存储单元 13 中写入 N 。当出线 HW2 的 TS13 到来时，读出 HW2 单元 13 中的内容 N ，用来控制出线 HW2 与入线 HWN 在 TS13 接通。控制存储器是控制写入、顺序读出的，写入内容来自处理机的选路控制。

2) 输入控制方式

采用输入控制方式时，对应于每条入线都配有一个控制存储器，图 3.10 (b) 所示。由于它要控制入线上每个时隙接通到哪一条出线上，所以控制存储器的容量等于每条复用线上的时隙数，而每个单元的位数则决定于选择输出线的地址码位数。例如，每条复用线上有 512 个时隙，交叉点矩阵是 32×32 ，则要配有 32 个控制存储器，每个控制存储器有 512 个单元，每个单元有 5 位，可选择 32 条出线。

图 3.10 (b) 中，第一个控制存储器的第七个单元中由处理机控制写入了 2，表示第一条输入复用线与第二条输出复用线的交叉点在第七时隙接通。在每一帧期间，处理机依次读出控制存储器各单元的内容，控制矩阵中对应交叉点的启闭。这里的控制存储器就是控制接续的转发表。

3. TST 网络

当交换网络的容量增大时，只有 T 接线器就不能满足要求了，要扩大容量需要用 S 接线器配合 T 接线器组成多级交换网络。TST 交换网络是三级交换网络，由输入 T 级、输出 T 级和中间的 S 接线器组成，如图 3.11 所示。其中 S 接线器的输入复用线和输出复用线的数量取决于两侧 T 接线器的数量，如每侧有 8 个 T 接线器，则 S 级采用 8×8 交叉矩阵。

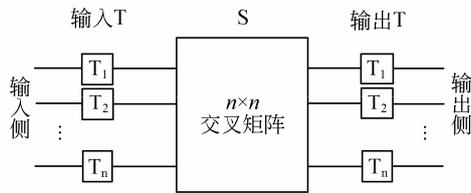


图 3.11 典型 TST 交换网络

下面以图 3.12 为例说明 TST 交换网络的工作原理。其中输入 T 接线器采用输入控制方式，输出 T 接线器采用输出控制方式，S 接线器采用输入控制方式。假设 HW0 上 TS5 的 A 用户与 HW5 上 TS20 的 B 用户通话。需要注意，用户间通话为双向的，但交换网络只能单向传输，所以交换中的用户间通话应建立双向通路。

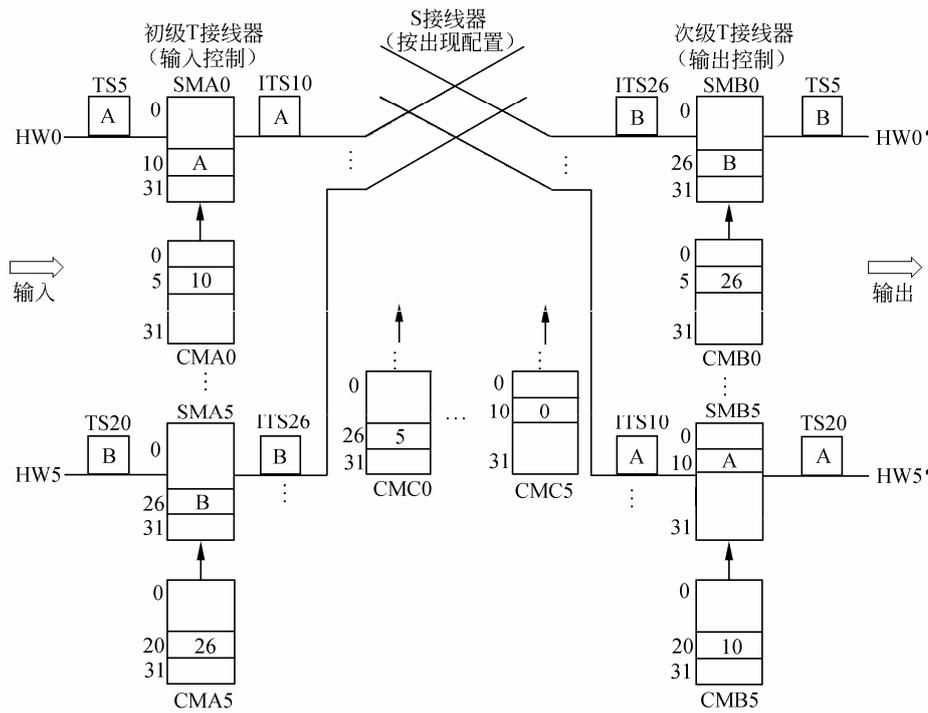


图 3.12 TST 交换网络

T 接线器每侧有 6 个, 每个 T 接线器可容纳一套 PCM 系统, 可完成 32 个输入时隙与 32 个输出时隙间的交换。初级话音存储器用 SMA0~SMA5 表示, 次级话音存储器用 SMB0~SMB5 表示。初级控制存储器用 CMA0~CMA5 表示, 次级控制存储器用 CMB1~CMB5 表示。空分接线器为 6×6 的矩阵, 控制存储器有 6 个, 对应于 6 条输出复用线, 用 CMC0~CMC5 表示。初级 T 接线器与 S 级间的链路称为网络的第一级内部链路, S 级与次级 T 接线器间的链路称为网络的第二级内部链路。每条内部链路都是时分复用的, 复用度是 32。

TST 交换网络中的 T 接线器有 4 种安排方式。常用的组合方式有两种。一种是初级 T 接线器采用控制写入、顺序读出方式, 次级 T 接线器采用顺序写入、控制读出方式。另一种是初级 T 接线器采用顺序写入、控制读出方式, 次级 T 接线器采用控制写入、顺序读出方式。如果采用前一种, 假设要完成 HW0 TS5 输入时隙与 HW5 TS20 输出时隙的交换, 那么如何构造转发表呢?

首先由处理机在 32 个内部时隙中寻找一个空闲时隙, 这必须是在 SMA0 侧和 SMB5 侧都空闲的同一个时隙。设找到第 10 时隙, 就在 CMA0 的第 5 单元 (对应于第 5 个内部时隙) 中写 10, 在 CMB5 的第 20 单元中写 10, 在 CMC5 的第 10 单元中写入 1, 这样转发表就构造完成了。

以后每一帧的第 5 输入时隙的话音信息都写入 SMA1 的第 10 单元中, 在 CMA0 的控制下, 于第 10 内部时隙读出。在 CMC5 的第 10 单元中写入 1, 表示在第 10 内部时隙到来时, 第 6 条输出线与第 1 条输入线的交叉点闭合, 上述话音信息就通过 S 级写入 SMB5 的第 10 个单元。在 CMB5 的控制下, 当输出时隙 20 到达时, 就被读出到输出线上, 完成了交换。

上述过程只实现了一个方向的话音信息传送。结合图 3.12 看, 建立另一方向的通信通路, 就是要完成 HW5 TS20 输入时隙与 HW0 TS5 输出时隙的交换。为此, 必须再选一个内部时隙。为简化控制, 可使两个方向的内部时隙具有一定的对应关系, 一般相差半帧。设一个方向选用第 10 个时隙, 当内部链路复用度为 32 时, 另一方向应选用的时隙为 $10+32/2=26$ 。这种相差半帧的成对内部时隙选择法又叫反相法 (Antiphase Method)。按反相法工作的各级控制存储器的填写见图 3.12。

如果初级 T 接线器采用顺序写入、控制读出, 次级 T 接线器采用控制写入、顺序读出, 则不难想象, 凡是有关 T 接线器的控制存储器的地址和内容都颠倒一下, 而有关 S 接线器的控制存储器的地址和内容仍然相同。例如: CMA0 原来是在第 5 单元写入 10 去控制 SMA0 的写入的, 表示将输入线上的第 5 时隙的话音控制写入第 10 单元, 当内部时隙 10 到来时, 顺序读出 SMA0 第 10 单元 (相当于输入第 5 时隙) 的内容; 现在则应在 CMA0 的第 10 单元写入 5, 去控制 SMA0 的读出, 表示输入第 5 时隙到来的话音, 按顺序写入 SMA0 的第 5 单元, 而在内部时隙 10 到来时被控制读出。

对于 TST 网络来说, 输入 T 接线器和输出 T 接线器的控制存储器是可以合用的。观

察图 3.12 可以看出,在双向通路所选用的内部时隙存在一定的对应关系时,CMA0 和 CMB0 可以合并,CMA5 和 CMB5 可以合并,其他同号输入/输出复用线的初级 T 和次级 T 的 CM 对也可以合并。在相差半帧的关系时,CMA0 的地址 5 中的内容为 10,CMB0 的地址 5 中的内容是 26,相同地址中的内容相差半帧的数量,这反映了两者具有合并的可能性。

在出入两侧 T 接线器的控制存储器合并后,如何用同一个控制存储器既控制输入 SM 的写入又控制输出 SM 的读出呢?可以这样做,在输入 5 时隙到来时,用 5 地址的内容控制 SMA0 的写入,同时将内容 10 变换为 26 去控制 SMB0 的读出,就可以实现控制存储器的合并。

3.1.6 程控交换机呼叫处理过程

呼叫处理程序负责呼叫的建立、监督、撤销及呼叫处理过程中的一些其他处理。一次普通电话呼叫的处理过程并不复杂,它包括摘机检测、收号、接续并启动计费、挂机监测、拆除接续链路和输出计费数据等操作,即使考虑呼叫过程中的各种异常情况,呼叫处理过程也不十分复杂。但是,一台交换机连接着许多用户线和中继线,在同一时刻会有许多用户同时进行呼叫,而对于每一个呼叫,从接机呼出到通话结束,要做许多不同工作,有些工作还有一定的实时性要求,如不及时处理,便会造成接续错误或降低服务质量,即使对于多处理机并采用分散控制的程控交换机来说,每个处理机按照分工也担负着大量的处理任务,也会同时面对多个呼叫处理请求。

1. 电话呼叫接续过程

在程控交换系统中,呼叫接续过程都是在呼叫处理程序控制下完成的。一个完整的局内呼叫处理过程描述如下:

1) 主叫用户摘机

(1) 在开始时,用户处于空闲状态,电路交换系统对用户进行周期性扫描,监视用户线状态。用户摘机后电路交换系统检测到用户摘机状态。

(2) 电路交换系统根据摘机用户端口号查询用户类别、话机类别和服务类别,确定用户有权呼入。

2) 送拨号音

(1) 在用户有权呼入的前提下,电路交换系统为用户寻找一个空闲的收号器,寻找信号音到主叫用户的空闲路由。

(2) 向主叫用户送拨号音,监视收号器的输入信号,准备收号。

3) 收号

(1) 主叫用户拨第一位号码,收号器收到第一位号后,停拨号音。

(2) 主叫用户继续拨号,收号器将收到的号码按位储存。

(3) 呼叫处理程序对“已收位”进行计数。

(4) 将号首送到分析程序进行预译处理。

4) 号码分析

(1) 号码分析(数字分析)对号首进行预译处理,确定呼叫类别,并根据分析结果是本局、出局、长途或特服等来决定还要接收几位号码。

(2) 根据号码预译结果以及用户订购业务特性决定这一呼叫是否允许接通(如是否限制了长途呼叫或特殊业务等)。

(3) 当号码收完或后续拨号超时退出后,根据所收号码进行号码分析。

(4) 根据号码分析结果,假设是局内有效呼叫,则检查被叫用户是否空闲,若空闲,则标志被叫用户为呼入忙状态。

5) 测试并预占主被叫通话路由

6) 向被叫用户振铃

①向被叫用户 B 振铃;②向主叫用户 A 送回铃音;③监视主被叫用户状态。

7) 被叫应答通话

①被叫摘机应答,电路交换系统检测到后,停振铃和停回铃音;②建立 A、B 用户间的通话路由,开始通话;③启动计费设备,开始计费;④监视主被叫用户状态。

8) 话终,主叫先挂机

假设主叫用户先挂机。①电路交换系统检测到以后,进行通话路由复原;②停止计费;③向被叫用户送忙音;④被叫用户挂机复原。

9) 被叫先挂机

①另一种可能是被叫用户先挂机。因为是局内市话呼叫,电路交换系统检测到以后,直接进行通话路由复原;②停止计费;③向主叫用户送忙音;④主叫用户挂机复原。

2. 呼叫处理程序

呼叫处理程序用来控制呼叫,它包括用户扫描、信令扫描、数字分析、路由选择、通路选择、输出驱动等功能块。

1) 用户扫描

用户扫描用来检测用户环路的状态变化。用户摘机,环路接通,用户挂机,环路断开,即从用户环路的当前状态和用户原有的呼叫状态可以判断事件是摘机还是挂机。例如,环路接通可能是主叫呼出,也可能是被叫应答。用户扫描程序应按一定的扫描周期执行。

2) 信令扫描

信令扫描泛指对用户线进行的收号扫描和对各种继线或信令设备进行的扫描。前者包括脉冲收号或 DTMF 收号扫描,后者主要是指在随路信令方式时,对各种类型的中继线和多频接收器所做的线路信令和记发器信令的扫描。

3) 数字分析

数字分析的主要任务是根据所收到的地址信令或其前几位号码判定接续的性质,例如判别本局呼叫、出局呼叫、汇接呼叫、长途呼叫、特种业务呼叫等。对于非本局呼叫,通过数字分析和翻译功能,可以获得用于选路的有关数据。

4) 路由选择

路由选择的任务是根据路由表，确定对应于呼叫去向的中继线群，从中选择一条空闲的出中继线。如果线群全忙，还可以依次确定各个迂回路由并选择空闲中继线。路由表是交换局开局时由维护人员人工输入的，一般不再改变，只有在局间中继线调整时才会发生变化。

5) 通路选择

通路选择在数字分析和路由选择后执行，其任务是在交换网络指定的入端与出端之间选择一条空闲的通路。软件进行通路选择的依据是存储器中线路忙闲状态的映射表。

6) 输出驱动

输出驱动程序是软件与话路子系统中各种硬件的接口，用来驱动硬件电路的动作如驱动数字交换网络的通路连接或释放，驱动用户电路中振铃继电器的动作等。

3. 呼叫处理程序的结构

为呼叫建立而执行的处理任务可分为三种类型：输入处理、内部处理和输出处理，见图 3.13。

(1) 输入处理收集话路设备的状态变化和有关的信令信息称为输入处理。各种扫描程序不属于输入处理。输入处理通常是在时钟中断控制下按一定周期执行的，主要任务是发现事件而不是处理事件。输入处理是靠近硬件的低层软件，实时性要求较高。

(2) 分析处理。

分析处理是呼叫处理的高层软件，与硬件无直接关系。例如数字分析、路由选择、通路选择等。呼叫建立过程的主要处理任务都在内部分析、处理中完成。内部处理程序的一个共同特点是要通过查表进行一系列的分析、译码和判断。处理程序的结果可以是启动另一个内部处理程序或者启动输出处理。

(3) 任务执行和输出处理。

输出驱动属于输出处理，也是与硬件直接有关的低层软件。输出处理与输入处理都要针对一定的硬设备，可以合称为设备处理。扫描是处理机输入信息，驱动是处理机输出信息，它们是处理机在呼叫处理过程中与硬件联系的两种基本方式。呼叫处理过程可以看成输入处理的内部处理和输出处理的不断循环。例如，从用户摘机到听到拨号音，输入处理是用户状态扫描，内部处理是查找主叫用户的服务类别，选择空闲的双音频接收器和相应的连接通路，输出处理是驱动通路接通并送出拨号音。又如本局呼叫从用户拨号到用户听到回铃音，输入处理是收号扫描，内部处理是数字分析和通路选择，输出处理是驱动向被叫侧的振铃和向主叫送出回铃音。输入处理发现呼叫要求，通过内部处理的分析判断由输出处理完成对要求的响应。响应应尽可能迅速，以满足实时处理的要求。硬件执行了输出处理的驱动命令后，改变了硬件的状态，使得硬件设备从原有的稳定状态转移到另一个稳定状态，硬件设备在软件中的映射状态也随之而变，以始终保持一致。因此，呼叫处理过程反映的是用户状态不断转移的过程，如图 3.13 所示。按照系统的处理过程，刻画出不同

的状态和状态转移条件，是设计呼叫处理程序的重要依据和有效方法。

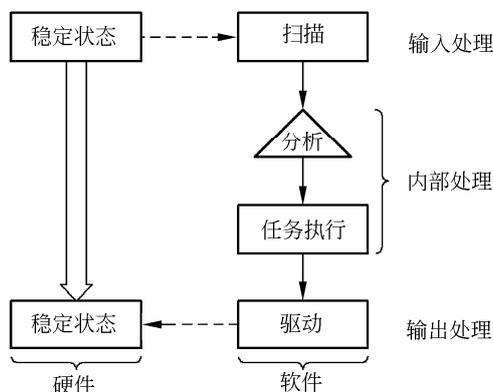


图 3.13 呼叫处理程序的结构

4. 呼叫处理有关的数据

程控交换系统的数据分为系统数据、局数据和用户数据。

(1) 系统数据的特点：对所有交换系统的安装环境都不变。

(2) 用户数据的特点：反映用户的状况，根据交换系统和安装环境在开局时输入，是某一局的专用数据。

(3) 局数据的特点：反应交换局的情况，在系统开局时录入局数据信息。

数据信息存在时间特性，数据分为半固定数据和暂时性数据两大类。半固定数据用来描述静态信息，一般包括用户数据和局数据。暂时性数据用来描述交换机的动态信息，这类数据在每次呼叫建立时产生，呼叫结束时清除。

数据常以表格的形式存放，包括检索表格和搜索表格两种。检索表格以源数据为索引进行查表来得到所需要的目的数据，它分为单级和多级两种，半固定数据一般用多级表存放。暂时性数据总体上包括以下表格：①忙闲信息表。②事件登记表，登记方式采用顺序表。③呼叫记录表或设备信息表。④分析、译码表。⑤监视表。⑥输出登记表。⑦新服务性能登记表。

5. 呼叫状态迁移

把一次接续划分为很多较长时间内稳定不变的稳定状态，如空闲、收号、振铃、通话等。交换机由一个稳定状态变化到另一个稳定状态（实际就是交换动作）叫做状态迁移。之所以引入这样的概念，是因为，当监视处理要求时，正好是交换机处于稳定状态，而执行所要求的处理时（称执行任务），正好是使交换机从某一稳定状态变化到其他稳定状态，即状态迁移。用户呼叫是随机事件，呼叫的对象可以是普通用户、长途用户或特服用户；呼叫过程和呼叫结果也可能出现不同的情况，但所有处理过程都是由多次状态迁移所组成的数据。在程控交换机中，所有有关交换机的信息都可以通过数据来描述，如交换机的硬

件配置、运行环境、编号方案、用户当前状态、资源（如中继、路由等）的当前状态及接续路由地址等。根据信息存在的时间特性，数据可分为暂时性数据和半固定数据。暂时性数据用来描述交换机的动态信息，这类数据随着每次呼叫的建立过程不断产生、更新和清除。半固定数据部分包括系统数据、局数据和用户数据。为了使程控交换机的软件能够适应不同情况的要求，将软件中的程序和数据分开是非常必要的。因为这样交换机的程序就可以通用。程序只要配以不同的数据就可以适用于各个交换局。对于一个交换局而言，修改局数据不会影响程序的结构，体现了软件的灵活性和可修改性。

6. 呼叫处理原理

1) 输入处理

输入处理程序的主要任务是对用户线、中继线等进行监视、检测和识别，然后进入队列或相应的存储区，以供其他程序使用。用户线扫描监视程序为常用的输入处理软件之一。用户线的各种状态如下：①用户话机的摘/挂机状态。②脉冲话机的拨号信号。③投币话机的输入信号。④用户通话时的环路状态。其中摘挂机识别过程如图 3.14 所示。

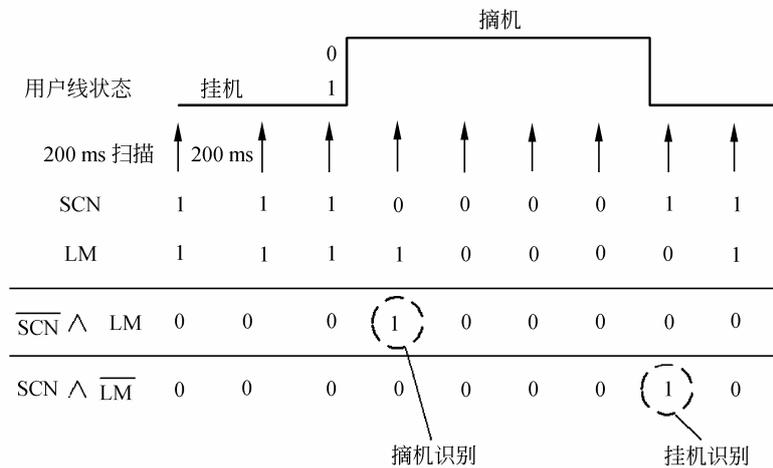


图 3.14 用户摘挂机识别

用户挂机时，用户线为断开状态，假定扫描点输出为“1”。摘机时，用户线为闭合状态，扫描点输出为“0”。用户线状态从挂机到摘机的转折，表示用户摘机，反之表示用户挂机。

处理机每隔大约 200 ms 对每一个用户扫描一次，读出用户线的状态并存入“这次扫描结果 SCN”，然后从存储区中调出“前次扫描结果 LM”，将 $SCN \wedge LM$ ，结果为 1，就识别到用户摘机。如果 $SCN \wedge LM$ 为 1，则识别的是用户挂机。

在大型交换机中常采用“群处理”的方法，即每次对一组用户的状态进行检测，从而达到节省机时、提高扫描速度的目的。

2) 分析处理

分析处理就是对各种输入信息进行分析,以决定下一步干什么。分析处理由分析程序负责执行。按照要分析的信息,分析处理可分为:去话分析、号码分析、来话分析和状态分析。

3) 任务执行和输出处理

任务的执行步骤分为以下三个步骤:动作准备、输入命令、终了处理。输出处理包括通话话路的驱动、复原;发送分配信号;转发拨号脉冲;发线路信号和记发器信号;发公共信道信号;发计费脉冲;发处理机间通信信息;发送测试码。

3.1.7 程控交换机操作系统

1. 功能和组成

程控交换操作系统具有以下基本功能。

(1) 程序的执行管理:程序的执行管理基本上就是对处理机的管理。每当一个任务执行完毕时,必须确定应将处理机分配给哪一个任务去执行。

(2) 存储器管理:在一次呼叫接续过程中,将主叫用户的设备码、被叫号码、所选用的通路时隙号码等这些暂存并与呼叫有关的公共资源进行统一分配和管理,这就是存储器管理的任务。

(3) 时间管理:时间管理用来监视各种时限是否已到,以便及时用于通话计费、运行管理的日历和时钟的管理。操作系统中时间管理的功能主要是监视时间,至于时限到达后的处理则应在提出时限要求的程序中或启动专门的处理程序。

(4) 通信支援:程控交换机各软件模块不具有公共存储区,一般采用消息传送作为软件模块通信的方法,操作系统会对这些软件模块间的通信给予支援,完成通信控制功能。

(5) 故障处理:为使程控交换机不间断地连续运行,操作系统应具有故障处理、系统监视和恢复的功能。

2. 实时处理和多重处理

实时处理常采用的方式有:①定期扫描。②中断。③队列。

多重处理的控制方法有:①任务的排序。②任务的时间分配。③任务的更换处理。

④资源管理。

3. 程序的分级

按照对实时性要求的不同,程序的优先级大致可分为故障级、周期级和基本级。

1) 故障级

故障级程序有两个重要特点:一个是实时性要求高,在事件发生时必须立即处理;另一个特点是事件发生的随机性,即事件何时发生事先无法确定。故障级程序主要用于故障处理和输入/输出处理。故障级程序由硬件中断启动,一般不通过操作系统调度。

2) 周期级程序

周期级程序用于处理实时性要求较高的工作（按照一定的周期执行）。按照对实时性要求的不同，周期级程序有不同的执行周期。周期级程序主要用来发现外部出现的事件，周期级程序对于发现的事件并不进行处理，而是将其送入不同的优先级队列等待基本级程序处理。周期级程序由周期级调度程序调度执行，而周期级调度程序是由时钟中断启动的。

3) 基本级程序

基本级程序的功能是对外部发现的各种事件进行处理。应用程序的大部分在运行时构成进程，故基本级也称进程级。进程级程序按照其完成的任务又分为不同的优先级。进程级程序由任务调度程序调度执行。在交换软件中的进程是符合有限状态机（FSM）模型的。

4. 任务调度程序

程序执行管理的基本原则有以下几条：①基本级按级依次执行。②基本级执行中可被中断插入而转入中断处理程序。③中断级在执行中，只允许高级别中断进入。④基本级被时钟中断插入后的恢复处理应体现基本级中的级别次序。

5. 周期级程序的调度

按照预定的计划，有条不紊地执行各种程序，可以满足各种程序不同执行周期的要求。采用时间表，是一种简便而有效的方法。

1) 时间表的构成

时间表的构成如图 3.15 所示。它由 4 部分组成：时间计数器（HTMR）、有效指示器（HACT）、时间表（HIBL）和转移表（HJUMP）。

时间表纵向对应时间，每往下一行代表增加一个时间单位，实际上相当于一个时钟中断的周期。时间表横向代表所管理的程序类别，每一位代表一种程序，总位数即计算机字长，故一张时间表可容纳的程序类别数等于字长。当时间表某行某位填入 1 时，表示执行程序；填入 0 表示不执行程序。时间计数器的任务是软件计数，按计数值取时间表的相应单元。有效指示器表示对应比特位程序的有效性，为“1”表示有效，为“0”表示无效。其作用是便于对时间表中某些任务进行暂时删除（抑制执行）和恢复。转移表亦称为任务地址表，其每个单元分别记载着对应任务（程序）的入口地址。

2) 时间表的工作过程

首先从时间计数器中取值，每次时钟中断到来时，时间计数器加 1。以时间计数器的值为指针，依次读取时间表的相应单元，将该单元的内容与 HACT 的内容相“与”，再进行寻“1”操作。寻到 1，则转向该位对应的程序的入口地址，执行该程序，执行完毕返回时间表。再执行其他为“1”的相应程序。如不为“1”，则不执行。当所有单元寻 1 完毕，则转向低一级的程序。在最后一个单元的最后一位上，将时间计数器清零，以便在下一周期重新开始。

在调用过程中，后面程序的执行时刻取决于前面的程序是否被启动执行，因此，对运行间隔有严格要求的程序应排在比特表的最前边，而无严格要求的可相应排在后边（与是

左寻 1 还是右寻 1 有关)。时间间隔应小于所有程序的最小执行间隔要求,而总的行数等于各程序执行周期与最短程序周期之比的最小公倍数。最后,为使 CPU 在各时隙期间的负荷均匀,应使每行中所含程的序数大致相同。

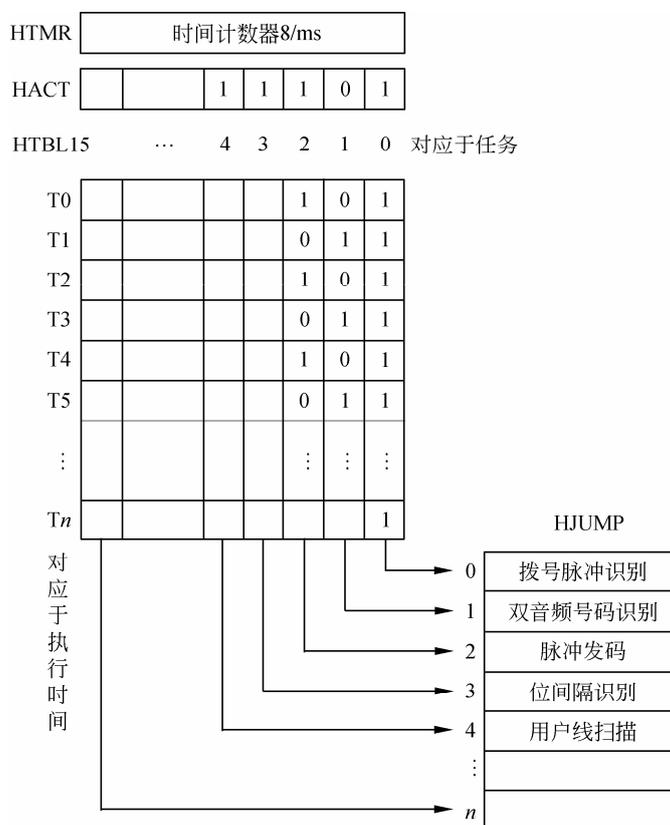


图 3.15 时间表的结构

由于各种程序的执行周期长短差异可能很大,而且对时间精确度的要求不同,故实际应用时可根据情况分设几种时间表。基本级中一部分程序具有周期性。可用时间表控制执行。而基本级中大部分处理任务没有周期性,可采用队列处理。同一级的处理要求可按到达的先后次序排成队列,采用先到来先处理的原则处理。基本级中的队列就是各种事件登记表的队列。事件登记表是在发现处理要求的程序中登记的。例如用户扫描发现用户呼出,就登记呼出事件登记表,包括应启动的程序地址、要求处理的内容和处理中必需的一些数据等。按照先进先处理的原则,依次取出每一张表进行处理。

3.1.8 程控交换系统的控制机构

1. 控制系统结构

交换机控制系统大多采用多处理机的结构,其控制方式有集中控制、分散控制、分级

控制、分布式控制。

其中集中控制方式的优点是处理机能了解整个系统的状态和控制系统的全部资源，功能的改变只须在软件上进行，较易实现。集中控制方式的缺点是系统比较脆弱，一旦控制部件发生故障，就有可能导致整个系统瘫痪；另外，由于软件要包括所有的功能，规模庞大。因此目前很少使用这种方式。在分散控制系统中，各台处理机可按容量分担或功能分担的方式工作。容量分担的优点是处理机的数量随用户群数量的增加而增加，缺点是每台处理机都要具有呼叫处理的全部功能。功能分担的优点是每台处理机只承担一部分功能，可以简化软件，缺点是在容量小时，也必须配备全部处理机。

分级控制系统基本上是按交换机控制功能的高低层次而分别配置处理机的，即按功能分担方式工作；而在每一级内，又采用了话务分担方式。一般是三级控制系统，如图 3.16 所示。

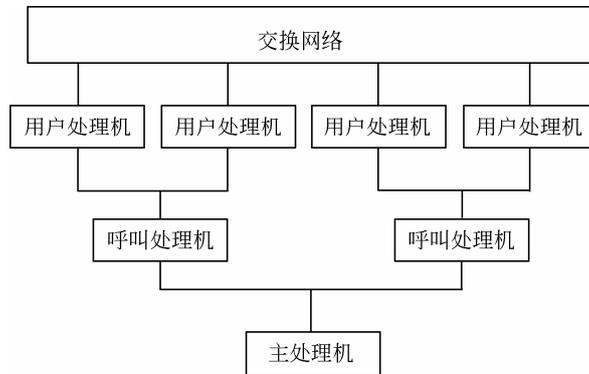


图 3.16 三级控制系统

分布式控制就是所有的呼叫控制功能和数字交换网络的控制功能都由与小用户群或小中继线群相连接的微处理机提供。这些小用户群或小中继群分别组成终端模块。每个终端模块都有一个终端控制单元，在控制单元中配备了微处理机。一切控制功能都是由微处理机执行的。图 3.17 为分布式控制系统结构图。

2. 备用方式

根据不同的处理方法，程控交换系统控制系统的备用方式有 4 种：①微同步方式。②负荷分担方式。③主/备用方式。④N+1 方式。

3. 控制系统的可靠性

可靠性指标：交换系统的可靠性通常用可用度和不可用度来衡量。为了表示系统的可用度和不可用度，定义两个时间参数：平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure, MTBF）和平均故障修复时间（Mean Time To Repair, MTTR）。前者是系统的正常运行时间，后者是系统因故障而停止运行的时间。A 定义为在规定时间内系统的可用度。

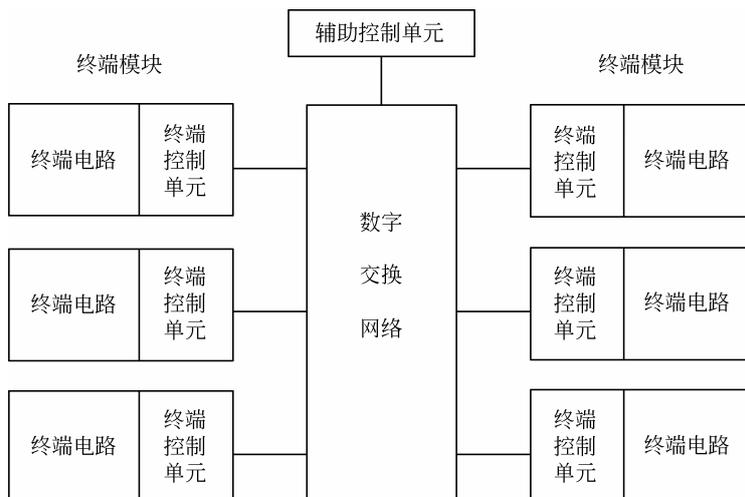


图 3.17 分布式控制结构

$$A = \frac{\mu}{\mu + \lambda} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}。$$

$$\text{不可用度 } U = 1 - A = \frac{\text{MTTR}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}。$$

4. 处理能力的估算

BHCA 是忙时最大呼叫次数，和话务量有一定的关系。描述交换系统能够同时处理得到呼叫次数，交换网络近似于无阻塞网络，通过的话务量很高，性能主要受限于 BHCA（忙时试呼次数）。单位时间内处理机用于呼叫处理的时间开销为

$$t = a + bN,$$

其中， t 为系统开销（处理机时间资源的占用率）；

a 为固有开销（与呼叫处理次数（话务量）无关的系统开销）；

b 为处理一次呼叫的平均开销（非固有开销，与呼叫处理次数有关的系统开销）；

N 为单位时间内所处理的呼叫总数，即处理能力值（BHCA）。

3.2 考试要求

了解电路交换的工作程序、交换网络和设备的新技术、发展新趋势。

熟悉电路交换网络的技术特点。

掌握程控交换机的软硬件结构；理解数字交换原理。

掌握电路交换的呼叫接续过程。

3.3 考试要点

在复习本章节的过程中，我们需重点关注以下内容：

- (1) 程控交换机的硬件结构；
- (2) 数字交换原理与数字交换网络；
- (3) 呼叫控制接续过程；
- (4) 程控交换机调度算法。

3.4 习题集精粹及答案

一、单项选择题

1. 在数字交换系统中表示模拟用户接口电路的功能时，字母“B”表示的是（ ）。

- A. 馈电 B. 过压保护 C. 振铃控制 D. 监视

答案：A。

分析：数字程控交换机中的模拟用户接口也常称为用户接口或用户电路，它包含了 7 项功能，称为 BORSCHT 功能，即馈电（B）、过压保护（O）、振铃（R）、监视（S）、编译码（C）、二/四线转换（H）和测试功能（T）。

2. 用户电路向用户振铃时，其铃流电压比较高，国内规定是 $90V \pm 15V$ ，其频率是（ ）Hz。

- A. 450 B. 25 C. 60 D. 75

答案：B。

分析：铃流电压实际上是指电话机响铃时的电压，交换机上的用户端输出到电话分机的一种交变电压，国内规定其频率为 25Hz。

3. 程控交换机是存储程序控制交换机的简称，它是利用电子计算机技术，以预编好的（ ）来控制交换机的动作的。

- A. 表格 B. 程序 C. 逻辑电路 D. 高级语言

答案：B。

分析：程控电话是指接入程控电话交换机的电话，程控电话交换机是利用电子计算机来控制的交换机，它以预先编好的程序来控制交换机的接续动作。程控电话具有接续速度快、业务功能多、效率高、声音清晰、质量可靠等优点。

4. 世界第一台程控交换机 ESSNO.1 是一台（ ）交换机。

- A. 时分数字 B. 空分数字 C. 时分模拟 D. 空分模拟

答案：D。

分析：世界第一台程控交换机 ESSNO.1 是一台空分模拟交换机。

5. 数字中继器是程控交换机和局间数字中继线的接口电路，它的出入端都是（ ）信号。

- A. 模拟 B. 脉冲 C. 数字 D. 直流

答案：C。

分析：数字中继器将传输速率为 2048kb/s 的 PCM30/32 路数字电路接至数字交换网，对于数字交换机它的出入端都是数字信号。

6. 在交换系统中，处理故障的程序一般都具有（ ），一旦发现故障，系统就将中断正在执行的程序，及时转入故障处理。

- A. 次高优先级 B. 最高优先级 C. 最低优先级 D. 最高周期级

答案：B。

分析：交换机一旦发生故障，立即进行故障处理，这是最高级别的程序。

7. 程控交换机控制系统的呼叫处理能力用（ ）来衡量。

- A. CAMA B. BHCA C. MTTR D. MTBF

答案：B。

分析：程控交换机呼叫处理能力是指忙时交换机所能处理的最多呼叫次数，用 BHCA 表示，BHCA 是数字程控交换机的一个主要性能指标。

8. 分散控制方式最大的特点是取消了（ ）。

- A. 中央处理机 B. 区域处理机 C. 功能处理机 D. 信息处理机

答案：A。

分析：集中控制方式的优点是程序调试修改方便，分散控制方式的最大特点是取消了中央处理机。

9. 交换机可选择不同局向，它通常由话路部分的（ ）来完成。

- A. 用户级 B. 信号设备 C. 中继器 D. 选组级

答案：D。

分析：用户级的主要作用是对电话用户线提供接口设备。信号设备提供局间信号及各种信号音。数字中继器进行码型转换及线路信号的提取。选组级一般称为数字交换网络，交换机的交换功能主要是通过它来实现的。

10. 程控交换机对外部条件变化有较强的适应性，新业务的增加只要通过增加（ ）即可实现，这体现了很大的灵活性。

- A. 相应的硬件 B. 相应的软件 C. 相应的接口电路 D. 相应的维护措施

答案：B。

分析：程控交换机对外部条件变化有较强的适应性，新业务的增加只要通过增加相应的软件即可加以实现，程控交换机系统的软件用来实现识别主叫、号码分析、故障诊断等交换系统的全部智能化操作。

二、多项选择题

1. 程控交换机的交换软件的数据部分包含了（ ）。

- A. 系统数据 B. 局数据 C. 忙闲数据 D. 用户数据

答案：A、B、D。

分析：数据部分包括交换局的局数据、用户数据及交换系统数据。局数据包括对其他交换网的中继路由组织、数量、接收或发送号码、位长、计费费率、传送信号方式等。用户数据包括用户性质（号盘或双音频按键电话、同线电话、投币电话、用户交换机（PBX）中继线等）。用户类别（电话用户、数据用户等）、计费种类（定期或立即计费、家用计次表、计费打印机等）、用户地理位置（本局营业区或其他局营业区）、优先级别、话务负荷等。交换系统数据由设备制造厂家根据交换局的设备数量、交换网络的组成、存储器的地址分配、交换局的各种信号、编号等有关数据在出厂前编写。

2. 程控交换机按控制方式不同可分为（ ）。

- A. 集中控制 B. 分级控制 C. 全分散控制 D. 混合控制

答案：A、B、C。

分析：交换机控制系统大多采用多处理机的结构，其控制方式有集中控制、分散控制、分级控制、分布式控制。

3. 程控交换机按交换信息的不同可分为（ ）。

- A. 模拟交换机 B. 数字交换机 C. 纵横制交换机 D. 步进制交换机

答案：A、B。

分析：程控交换机按接续方式可分为空分和时分交换机；按信息传送方式可分为模拟交换机和数字交换机；按用途可分为市话、长话和用户交换机。

4. 按交换网络接续方式来分类，程控交换机可分为（ ）等方式。

- A. 空分 B. 时分 C. 码分 D. 频分

答案：A、B。

分析：同题3

5. 程控交换软件具有的特点是（ ）。

- A. 实时性强 B. 并发性和多道程序运行
C. 可靠性要求高 D. 维护性要求高

答案：A、B、C、D。

分析：程控交换系统软件最突出的特点是大规模、强实时性、多重性处理、高可靠性和维护要求高。

6. 程控交换机的运行软件又可分为（ ）两大类。

- A. 程序 B. 数据 C. 编译语言 D. 图形语言

答案：A、B。

分析：按照交换的概念来分，程控交换机的软件组成可分为程序和数据两大类，其中

程序又分为在线程序和支援程序；数据又分为系统数、局数据和用户数据。

7. 程控交换机的程序又可分为（ ）两大部分。

- A. 在线程序 B. 支援程序 C. 呼叫处理程序 D. 维护程序

答案：A、B。

分析：程控交换机的程序可分为在线程序和支援程序两个部分，其中在线程序又称联机程序，指运行在交换系统各处理机中，对交换系统的各种业务进行处理的软件总和。支援程序又称脱机程序，多用于开发和生成交换局的软件和数据以及开通时的测试等。

8. 程控交换系统的运行软件又可分为（ ）两大部分。

- A. 系统软件 B. 应用软件 C. 管理软件 D. 操作软件

答案：A、B。

分析：按照计算机操作系统的概念来分，程控交换系统的运行软件分为两大类，即系统软件和应用软件；其中系统软件相当于一个通用计算机的操作系统，是交换机硬件同应用软件之间的接口。

9. 在线程序又称联机程序，它是指运行在交换系统各处理机中的程序，它包括（ ）。

- A. 呼叫处理程序 B. 执行管理程序 C. 故障处理程序 D. 运行管理程序

答案：A、B、C、D。

分析：根据功能的不同，在线程序通常由呼叫处理程序、执行管理程序、故障处理程序、故障诊断程序和运行管理程序5大子系统组成。

三、判断题

1. 在数字交换机中，交换的数字信号通过时隙交换的形式进行，所以交换数字网络必须具有时隙交换的功能。

答案：对。

2. 数字中继器是数字交换机与数字中继线之间的接口电路，它一般采用PCM作为传输手段。

答案：对。

3. 在线程序又称联机程序，它是指运行在交换系统各处理机中，对交换系统的各种业务进行处理的软件总和。

答案：对。

4. 运行管理程序用于维护人员存取和修改有关用户和交换局的各种数据，统计话务量和打印计费清单等各项任务。

答案：对。

5. 故障处理程序是用来发现并确定程控交换机的故障点的。

答案：错。

分析：故障处理程序负责对交换系统做经常性的检测，主要完成硬件故障检测、硬件设备的切换、软件故障检测、软件故障的恢复、设备状态的管理。

6. CHILL 是中国电信推出的软件设计语言。

答案：错。

分析：CHILL 是 CCITT 正式建议在交换系统中用于软件设计的高级语言。

7. 交换机由一个稳定状态变化到另一个稳定状态（实际就是交换动作）称为状态迁移。

答案：对。

8. 来话分析是分析被叫用户的类别、运用情况、忙闲状态等，以确定下一个任务及状态号码。

答案：对。

9. 程序被中断了，就无法实现实时处理了。

答案：错。

分析：中断为实现实时处理的一个方法，中断就是处理机停止正常程序的执行，而改去执行另一程序，等程序执行完后，再返回正常程序。

10. 交换系统中，每一台处理机均能控制全部资源，也能执行所有功能，则这个系统称为集中控制系统。

答案：对。

四、简答题

1. 数字程控交换机的话路系统包含了哪些设备？

答：数字程控交换机的话路系统由用户级、远端用户级、选组级（数字交换网络）、各种接口部件、信号部件等组成。

2. 数字程控交换机的用户电路的基本功能有哪些？

答：数字程控交换机的用户电路的功能有馈电、过压保护、振铃控制、监视、编译码和滤波、混合电路、测试共 7 项。

3. 程控交换机的软件组成有哪些基本内容？

答：程控交换系统的软件由程序和数据两大部分组成，其中程序又可分为在线程序和支援程序，在线程序包括呼叫处理程序，执行管理程序，故障处理程序，故障诊断程序，运行管理程序。支援程序包括设计子系统，测试子系统，生产子系统，维护子系统。交换软件中的数据包括系统数据，局数据和用户数据。

4. 软件中的局数据反映什么内容？

答：各交换局的局数据，反映了交换局在交换网中的地位（或级别），本交换局与其他交换局的中继关系，它包括对其他交换网的中继路由组织、数量、接收或发送号码、位长、计费费率、传送信号方式等。

5. 支援程序起什么作用？

答：支援程序又称脱机程序，实际上是一个计算机辅助开发、生产以及维护软件的系统，多用于开发和生成交换局的软件和数据以及开通时的测试等。

6. 时间接线器和空间接线器的组成有什么区别?

答: 时间接线器由话音存储器和控制存储器组成, 而空间接线器由交叉矩阵和控制存储器组成。

7. TST 数字交换网络的正反向中间时隙存在什么关系?

答: B 至 A 方向的路由通常采用反相法, 即来去两方向的路由相差半帧时隙, 两个方向的通路同时空闲, 同时占用。这个半帧是指双向通路的内部时隙之间的关系。如当某一方向选用的内部时隙号为 X , 则另一个方向所用的内部时隙号为 $X+N/2$, N 为交叉矩阵的复用线上的复用度。

8. 什么是呼叫接续过程的状态迁移?

答: 把一次接续划分为很多较长时间内稳定不变的稳定状态, 如空闲、收号、振铃、通话等。交换机由一个稳定状态变化到另一个稳定状态 (实际就是交换动作) 叫做状态迁移。之所以引入这样的概念, 是因为当监视处理要求时, 正好是交换机处于稳定状态, 而执行所要求的处理时 (称执行任务), 正好是交换机从某一稳定状态变化到其他稳定状态, 即状态迁移。

9. 交换系统在呼叫处理过程中有哪些不同的分析处理?

答: 有去话分析, 号码分析, 来话分析和状态分析 4 种不同内容的分析处理。

10. 程控交换操作系统的基本功能有哪些?

答: 程控交换操作系统的功能是管理所有的资源 and 对其应用程序的执行提供支援, 其中包括程序的执行管理、存储器管理、时间管理、通信支援和故障处理等。

3.5 本章练习

一、单选题

- 在数字交换中表示模拟用户接口电路的功能时, 字母“T”表示的是 ()。
 - 馈电
 - 测试控制
 - 振铃控制
 - 监视
- 程控交换机的电压为-48V, 在通话时馈电电流为 20~ () mA。
 - 50
 - 100
 - 150
 - 200
- 关于公用电话网中使用的信号音我国多采用 () Hz 的频率, 通过不同的断续方式来定义。
 - 450
 - 550
 - 650
 - 750
- 交换系统的再启动次数要求每月在 () 次之下。
 - 10
 - 15
 - 20
 - 25
- 一般认为, 在本地电话网中, 总呼损在 2%~ () 范围内是比较合适的。
 - 3%
 - 5%
 - 7%
 - 9%
- 全分散控制方式的最大特点是取消了 ()。

- A. 中央处理机 B. 区域处理机 C. 功能处理机 D. 信息处理机
7. 在自动电话交换机中，通话电路建立以后，主被叫任何一方先挂机，通话电路立即复原，挂机用户立即释放，未挂机一方听忙音，超时不挂机，即被闭锁。以上复原控制方式采用了（ ）。
- A. 主叫控制 B. 被叫控制 C. 主被叫互不控制 D. 主被叫互控
8. 下列信号属于模拟信号的有（ ）。
- A. 脉幅调制信号 B. 脉码调制信号 C. 增量调制信号
9. 程控交换机中，向用户终端提供接口电路，完成用户话务的集中和扩散，以及对用户侧的话路进行必要控制的模块是（ ）。
- A. 用户模块 B. 中继模块 C. 信号设备 D. 数字交换网络
10. 程控交换操作系统中，对系统中出现的软件、硬件故障进行分析，识别故障发生原因和类别，决定排除故障的方法，使系统恢复正常工作能力的是（ ）。
- A. 维护程序 B. 管理程序 C. 故障处理程序 D. 消息处理程序
11. 以下程控交换机硬件设备中不属于话路部分的设备是（ ）
- A. 用户模块 B. 中继模块 C. 信号模块
D. 呼叫处理机 E. 数字交换网络
12. 当 A 用户正与 B 用户通话时，C 用户试图与 A 用户建立通话连接，此时给 A 用户一个呼叫等待的指示，表示另有用户等待与之通话。这种业务是（ ）。
- A. 呼叫等待 B. 三方通话 C. 转移呼叫 D. 截接服务
13. 程控交换机通过馈电电路来完成向用户话机发送符合规定的电压和电流，其电压为（ ）。
- A. 60V B. 48V C. 50V D. 36V
14. 在局间中继线上，普遍采用数字中继，常用的 E1 接口的速率为（ ）。
- A. 2048kb/s B. 1544 kb/s C. 144 kb/s D. 8192 kb/s
15. 在程控交换机内部，更多的是关心传输信号应该简单和高效，所以通常采用（ ）码。
- A. HDB3 B. NRZ C. 2B1Q
16. 将用户线上送来的模拟信号转换为数字信号是由用户电路中的（ ）来完成的。
- A. 译码器 B. 编码器 C. 滤波器
17. 在本地网上，为了降低用户线路的投资，提高线路的利用率，常采用（ ）、用户集线器和用户交换机这样的一些延伸设备。
- A. 远端模块 B. 用户模块 C. 中继模块 D. 中继器
18. 数字交换机在表示模拟用户接口电路的功能时，字母“B”表示的是（ ）。
- A. 馈电 B. 过压保护 C. 振铃控制 D. 监视
19. 在数字交换中表示模拟用户接口电路的功能时，字母“H”表示的是（ ）。
- A. 馈电 B. 测试控制 C. 混合电路 D. 编译码和滤波

20. 程控交换机向用户话机发出的振铃电流具有比较高的电压, 国内规定为 $90V \pm$ ()。
- A. 11 V B. 13 V C. 15 V D. 17 V
21. 模拟交换机在交换网络中传送的是 ()。
- A. 模拟信号 B. 数字信号 C. 增量调制信号 D. 脉码调制信号
22. 数字交换机在交换网络中传送的是 ()。
- A. 模拟信号 B. 数字信号 C. 增量调制信号 D. 脉码调制信号
23. 若每条 HW 线均为 PCM 基群, 则 HW2 TS10 位于复用线上的 TSX, 其中 $X=($)。
- A. 74 B. 73 C. 42 D. 41
24. 用户接口电路的 7 项功能用英文缩写字母可表示为 ()。
- A. BORSCHT B. BOXSCHT C. BURSCPT D. BORSKHT
25. 8×8 矩阵的 S 接线器由 () 个控制存储器控制。
- A. 1 B. 3 C. 8 D. 10
26. 256×256 的交换网络芯片的交换速率为 ()。
- A. 1 Mb/s B. 2 Mb/s C. 3 Mb/s D. 4 Mb/s
27. 主被叫用户的通话直流电由程控交换机提供, 其电压一般为 ()。
- A. $-26 V$ B. $+26 V$ C. $-48 V$ D. $+48 V$
28. 定时脉冲 A0 由时钟 CP 进行 () 分频获得。
- A. 2 B. 4 C. 8 D. 10

二、多项选择题

1. 程控交换机按控制方式不同可分为 ()。
- A. 集中控制交换机 B. 分级控制交换机
C. 全分散控制交换机 D. 混合控制交换机
2. 程控交换机的控制部分是计算机系统, 由 () 组成。通过执行软件系统, 来完成规定的呼叫处理、维护和管理的功能逻辑。
- A. 处理器 B. 存储器 C. 输入设备
D. 输出设备 E. 计算单元
3. 程控交换机的控制功能不外乎三种, 即 ()。
- A. 信号控制 B. 呼叫控制 C. 网络控制 D. 接续控制
4. 任何程控交换机系统, 都是由硬件和软件两大部分组成, 其硬件可以分成 ()。
- A. 话路部分 B. 控制部分 C. 用户部分 D. 信号部分
5. 程控交换机目前可以传送的信号有 ()。
- A. 脉幅调制信号 B. 增量调制信号
C. 脉码调制信号 D. 减量调制信号
6. 呼出限制的类别分为 ()。
- A. 限制全部呼出 B. 限制呼叫国际和国内长途
C. 只限呼叫国际长途 D. 只限制呼叫本地电话

7. 数字中继器的主要功能有（ ）。
- A. 码型变换 B. 码型反变换 C. 时钟提取和帧同步
D. 信令的提取和插入 E. 信号格式转换
8. 程控交换机的数据处理系统拥有大量公用资源，这些资源有（ ）等。
- A. DTMF 收号器 B. 中继线 C. 交换网络链路 D. 用户线

三、填空题

1. 交换机的硬件系统由用户电路、中继器、_____、_____和_____这几部分组成。
2. S1240 交换机由_____和终端控制单元，_____组成。
3. 程控数字交换机的硬件结构大致可分为分级控制方式、_____和_____三种。
4. 基于容量分担的分散控制方式的交换机主要由_____、_____和管理模块三部分组成。
5. 语音信号的数字化要经过_____、_____和_____三个步骤。
6. 一路语音信号的 PCM 编码每秒抽样_____次，每个抽样值编码为_____比特，每一路 PCM 语音的传输速率是_____。
7. 数字交换网络的基本功能是_____。
8. T 接线器的基本功能是完成_____的交换。
9. T 接线器的输入控制方式是指 T 接线器的_____按照控制写入，顺序读出的方式工作。
10. T 接线器采用输入控制方式时，如果要将 T 接线器的输入复用线时隙 7 的内容 A 交换到输出复用线的时隙 20，则 A 应写入语音存储器的_____号单元，控制存储器的 7 号单元的内容是_____。控制存储器的内容在呼叫建立时由_____控制写入的。
11. 空间（S）接线器的作用是将_____。
12. S 接线器主要由一个连接_____和_____以及一些相关的接口逻辑电路组成。
13. T 接线器主要由_____、_____，以及必要的接口电路（如串/并，并/串转换等）组成，
14. T 接线器的语音存储器（SM）用来存储_____，每个单元的位元数至少为_____位，控制存储器（CM）用来存储处理机的控制命令字，控制命令字的主要内容是用来指示写入或读出的_____。设控制存储器的位元数为 i ，复用线的复用度为 j ，则 i 和 j 的关系应满足_____。
15. 设 S 接线器有 8 条输入复用线和 8 条输出复用线，复用线的复用度为 256，则该 S 接线器的控制存储器有_____组，每组控制存储器的存储单元数有_____个。
16. 设 S 接线器在输入控制方式下工作，如果要将 S 接线器的输入复用线 HW1 的时隙 46 的内容 A 交换到输出复用线 HW2 的同一时隙，则计算机应将控制存储器组_____的_____号单元的内容置为_____。
17. 通过多个 T 单元的复接，可以扩展 T 接线器的容量。利用_____个 256×256 的 T 接线器可以得到一个 512×512 的 T 接线器。

18. 设某个中继群的完成话务量为 5, 每条中继线的平均占用时间为 120s, 则该中继群的平均同时占用数为_____, 该中继群在各中继线在一小时时间中占用时间的总和为_____小时, 该中继群在 120s 内的平均占用次数为_____次。

19. 用户模块的基本功能是提供_____, 完成用户话务的_____, 并且_____。

20. 程控交换软件的基本特点是: _____, _____, 适应性强, 可靠性和可维护性要求高。

21. 数字交换机的优点是: _____、_____、_____、_____、_____。

22. 时分接线器在输出控制方式中 CM 单元里填写的是话音信号在 SM 上的_____地址; 在输入控制方式中 CM 单元里填写的是话音信号在 SM 上的_____地址。

23. 数字中继接口电路可连接_____和_____。

24. 模拟中继器比用户电路少了_____和_____功能, 而多了一个_____功能, 同时把对用户线状态监视变为对_____信号的监视。

25. 话音信息在 SM 中的暂存时间最短为_____, 最长不超过_____。

四、判断题

1. 模拟交换机即在交换网络中传送的是模拟信号, 对于所有的空分交换来说属于数字交换机。()

2. 程控交换机话路部分中的用户模块的主要功能是向用户终端提供接口电路, 完成用户话务的集中和扩散, 以及对用户侧的话路进行必要的控制。()

3. 模拟用户接口电路中馈电线圈应该对话音信号呈高感抗, 而对直流的馈电电流呈低感抗。()

4. 用户话音通过用户模块进入数字交换网络的过程是扩散, 而反方向上进行的是集中。()

5. 程控交换机交换网络的交换节点可由金属节点或电子节点来组成。()

6. 数字通信中用户申请免打扰服务后, 所有来话将由电话局代答, 但用户的呼出不受限制。()

7. 中继模块是程控数字交换机与局间中继线的接口设备, 完成与其他交换设备的连接从而组成整个电话通信网。()

8. 交换机通过馈电电路来完成向用户话机发送符合规定的电压和电流。()

9. 在模拟用户接口电路中远端模块具有简单的交换功能, 可用来集中用户线上的话务量。()

10. 在交换机中, 中继器是主要的外围部件, 用来连接交换机外部的局间中继线, 主要作用是提供中继线的接口电路。()

11. 信令设备是交换机的一个基本组成部分, 通常连接到数字交换网络上, 通过交换机内部的 PCM 链路和数字交换网络来完成信令的接收和发送。()

12. 本地网内的程控交换机具有本局、出局、入局和汇接本地、特服、国内及国际长途呼叫的功能。()

13. 在 TST 网络中, 输入级 T 接线器采用入控方式不如采用出控方式好。()

14. 在串/并变换电路中移位寄存器输出端 D0~D7 的 8 位码不是同时出现的。()
15. 空分接线器是按时分工作的, 可以代替时分接线器。()
16. 数字交换网络中的空分接线器, 就其结构而言, 与早期模拟空分交换网络中的空分接线器是相同的。()
17. 在复用度较高的情况下, 目前主要采用串/并 (S/P) 变换来降低时分接线器的读写速度。()
18. 送往用户线路的铃流必须在过压保护电路之后。()
19. 定时脉冲 A0~A7 是由时钟脉冲 CP 产生的。()
20. 用户扫描程序、信令扫描程序和数字分析程序都属于周期级程序。()

五、画图题

1. 画出采用分级控制的程控数字交换机的结构图。
2. 画出数字交换机中两用户通话时经过数字交换网络连接的简化示意图, 设 A 用户的话音占用 HW1 TS2, B 用户的话音占用 HW3 TS31。
3. 画出模拟用户模块的基本组成框图并简要说明各部分的功能。
4. 画出模拟用户接口电路的组成框图并简要说明模拟用户接口电路的基本功能。
5. 画出采用分级调度算法的进程调度的示意图。
6. 画出采用比特型时间表的调度程序流程图。
7. 画出交换机中作业调度的一般流程图。
8. 画出用户摘机、挂机扫描程序的流程图并简要说明用户摘机、挂机扫描程序的基本功能。
9. 某 HW 线上的主叫用户占用 TS10, 被叫用户占用 TS20, 请通过 T 接线器完成彼此的信号交换 (分别按输出和输入控制方式画图)。
10. 某主叫用户与 HW1 相连, 被叫用户与 HW4 相连, 请通过 S 接线器完成 HW1 TS3→HW4 TS3 的信号交换 (分别按输出和输入方式画图)。

六、简答题

1. 简要说明 DTMF 信号的组成和特点。
2. 什么是电路交换方式? 简要说明电路交换方式的特点。
3. 简要说明数字程控交换系统中处理机的几种控制结构。
4. 简要说明程控交换软件的基本特点。
5. 简要说明程控交换机的运行软件的基本组成。
6. 简要说明程控操作系统的基本功能。
7. 在数字交换机中, 用户级有什么作用?
8. 什么是数字信号交换? 程控交换机是如何实现数字信号交换的?

七、综合题

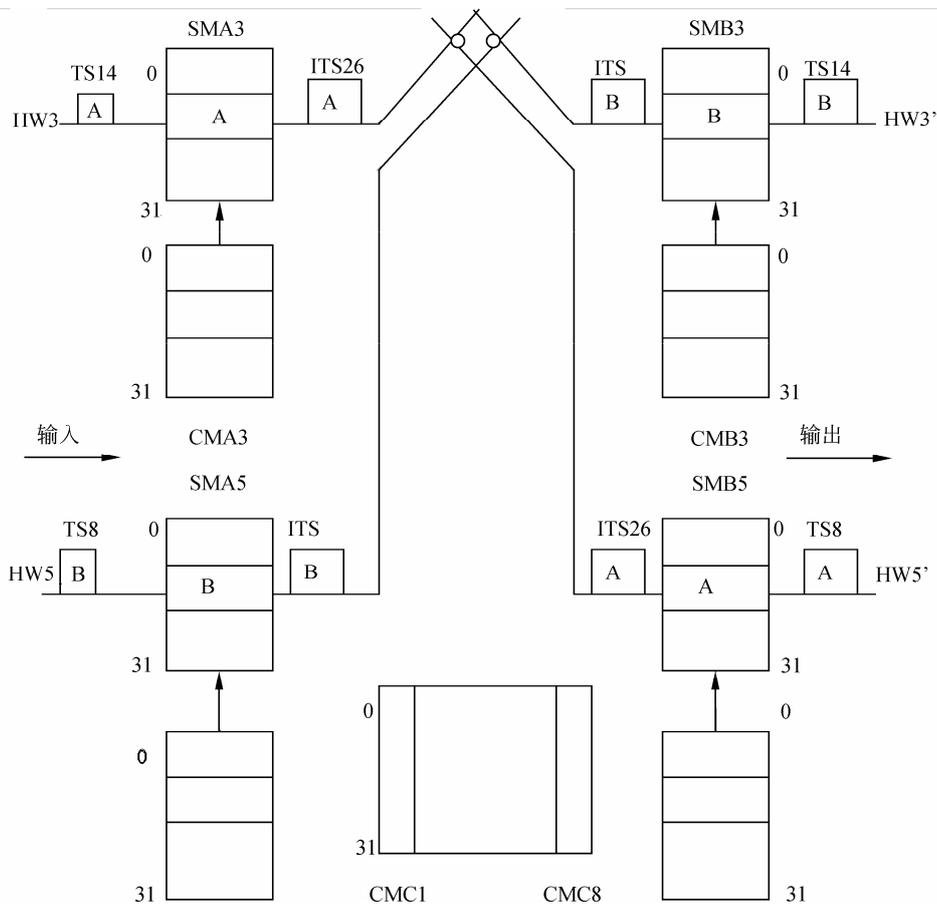
1. 试分别列式计算 PCM 单路话音信号和 PCM 一次群信号的传输速率 (数码率)。
2. 在一个 TST 网络中, HW 线的复用度为 128, 已知 A→B 的方向占用了内部时隙 90, 请列式计算 B→A 方向的内部时隙。

3. 假设程控交换机的数字交换网络采用 TST 结构，接入交换网络的各复用线（分别有 8 条输入复用线和 8 条输出复用线）的时隙数为 32，S 接线器中交换矩阵规模为 8×8 ，初级 T 接线器、次级 T 接线器和 S 接线器的工作方式分别采用输出控制、输入控制和按出线配置。

设存在 A 用户呼叫 B 用户，A 用户占用复用线 3 上的 TS14，B 用户占用复用线 5 上的 TS8，A 至 B 方向内部时隙采用 ITS26，反向通路（B 至 A）的内部时隙采用反相法确定。

(1) 请在下面的交换网络示意图中填入合适的内容，完成用户 A 与用户 B 的转发表的建立。

(2) 请说明同号输入/输出复用线的初级 T 接线器和次级 T 接线器如何实现控制存储器合用。



4. 假设系统的基本时钟中断周期为 4ms，存在 5 个时钟级程序，执行周期分别为 4ms, 8ms, 8ms, 16ms, 20ms。试设计比特型时间表（画出时间计数器、有效指示器、时间表和转移表）。