



河南理工大学

数字程控交换原理

实验指导书

通信工程教研室

目 录

第一章 数字程控交换实验系统概述.....	1
第二章 实验基本内容.....	7
实验一 数字程控交换系统基本组成.....	7
实验二 数字程控交换系统数据配置.....	15
实验三 数字程控交换系统控制系统与交换网络.....	19
实验四 用户接口电路.....	26
实验五 DTMF 收号.....	35
实验六 模拟用户终端信令过程.....	41
实验七 局间信令.....	46
实验八 号码分析.....	58
实验九 数字程控交换系统计费.....	63
实验十 时间表调度.....	67

第一章 数字程控交换实验系统概述

《数字程控交换原理实验》是为《现代交换原理》、《程控交换原理与应用》等课程所设置的实验课程。SP-3 程控交换教学实验系统实际上就是一台小型的数字程控交换机。它能够实现从识别用户摘挂机到完成接续的整个呼叫并发控制过程。

数字程控交换教学实验系统由软件和硬件两部分组成：

1. 系统控制软件：

数字程控交换教学实验系统控制软件采用 Visual C++ 在 Windows95/Windows98 操作系统下开发。因此本软件可应用于 Windows95/Windows98，或 Windows2000 操作系统，X86 及 PENTIUM 系列计算机平台上。

数字程控交换教学实验系统控制软件使用界面如下图所示。

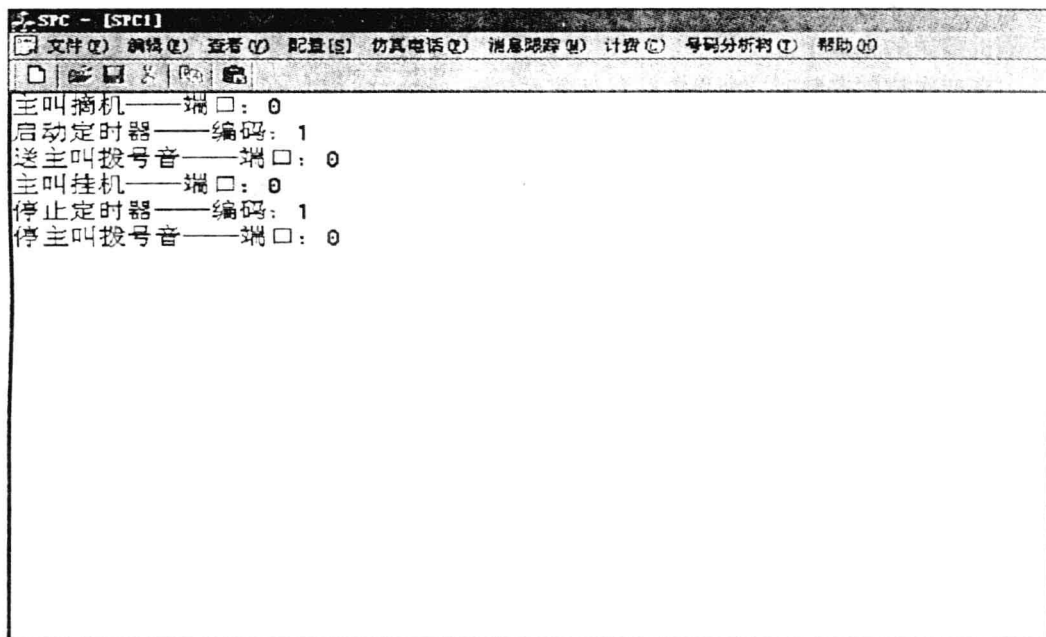


图 1-1 数字程控交换教学实验系统控制软件使用界面

控制系统软件采用了基于消息和消息处理的消息驱动机制，针对程控交换过程中的各种事件（这些事件都由接口系统感知并向控制系统发送相应消息）进行处理。这些处理在相应的消息处理函数中完成，然后在消息处理函数中根据状态机的不同状态调用相应的状态转移函数，在状态转移函数中再通过调用一系列处理函数完成具体的呼叫处理动作。通常每一个动作由一个处理函数完成。例如当一个模拟用户话机摘机后，接口硬件系统将向控制系统送出一个摘机消息。当 Windows 操作系统收到这条消息后，将把此

消息转发给程控交换实验系统控制软件进程。由控制软件进程调用摘机消息处理函数。摘机消息处理函数将根据摘机用户接口所对应的呼叫状态机的状态（如此路电话是处于主叫空闲状态还是被叫请求状态等）调用相应的状态转移函数，如主叫摘机处理函数或被叫应答处理函数。在这个函数中需要完成如给主叫话机送拨号音，连接DTMF收号器，进行超时处理等动作。而这些动作通常都要由具体的处理函数进行处理并驱动相应硬件予以完成。通过控制软件与系统硬件的协调工作，才能实现全部的交换控制过程。

此外，本实验系统还利用 Windows95/Windows98 操作系统和 Visual C++ 丰富的用户图形界面功能，开发出友好的用户界面，实现了诸如数据配置管理、信令跟踪、模拟话机、号码分析树显示与计费显示及用户计费月结等功能。读者可通过对这些功能的使用，更深入、更细致、更直接地了解数字程控交换系统和电信网的工作方式和工作过程。

软件安装：将随机器赠送的光盘的 /forstu 目录打开，复制此目录下的所有子目录到硬盘的工作目录下，并将 spc 子目录及 spc/bill 下的所有文件的只读属性去掉。在确认本微机安装了 WIN98 操作系统并有网卡的情况下，运行工作目录下的 spc.exe 文件。第一次运行本软件时会弹出如图 1-2 所示的对话框，需要输入用户名和密码。用户名和密码在随机赠送的光盘上。

在初次软件安装时，如果安装软件所在的微机装有硬盘保护卡，须将硬盘保护卡的写保护打开，待安装完全成功后，再行加上。

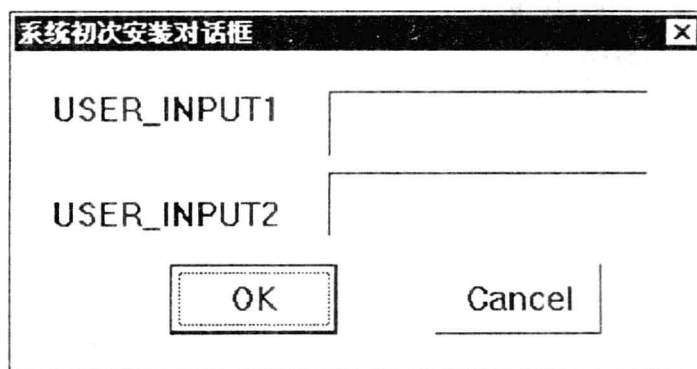


图 1-2 数字程控交换教学实验系统软件安装界面

2. 硬件部分：

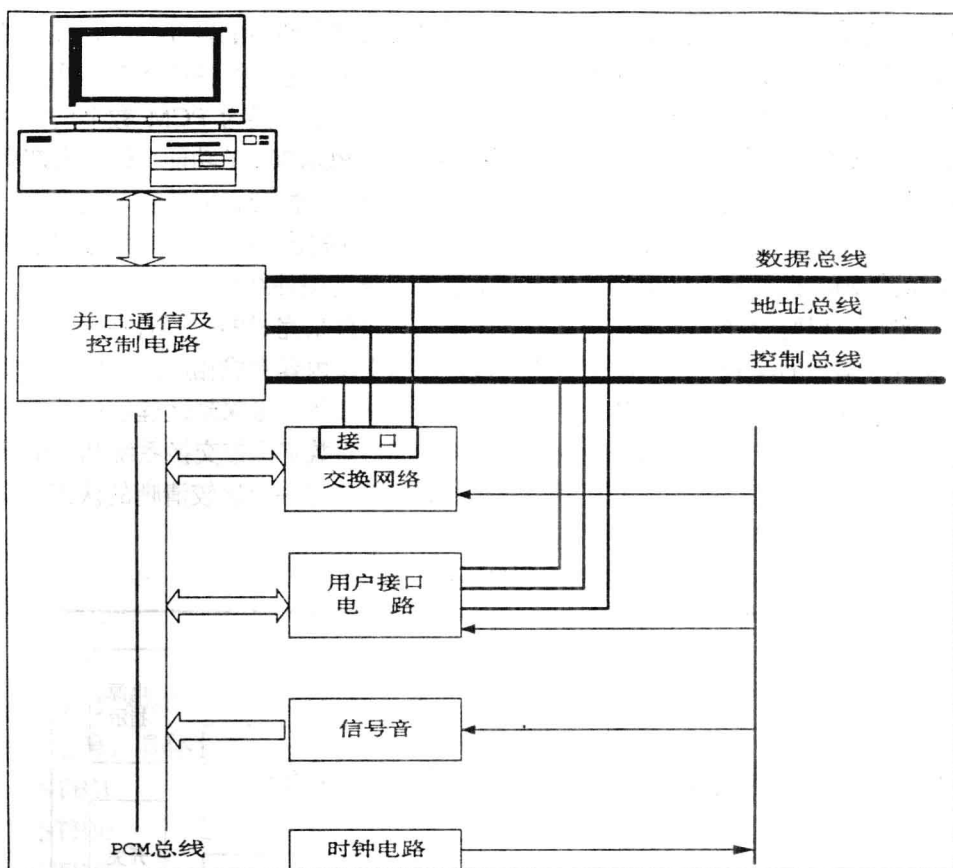


图 1-3 程控交换实验系统硬件原理

系统硬件实验平台部分：

本实验系统的硬件平台包括并口通信及控制子系统、交换网络子系统、以及接口子系统共三大子系统。

由于本数字程控交换实验系统采用通用的 X86 和 PENTIUM 系列计算机作为本实验系统控制系统的主处理器，因此必须采用外接接口将 X86 和 PENTIUM 系列计算机的数据、地址等系统控制总线信号连接到数字程控交换实验系统上去。本实验系统通过 X86 和 PENTIUM 主板上的并行口即打印机接口与本实验系统相连，由并口通信控制子系统产生系统所需的地址总线、数据总线和控制总线信号。并由控制子系统具体实现对交换网络和接口子系统的控制功能，包括通过对具体的地址信号译码，产生各个芯片所需的片选信号；产生各种时钟信号以及对各电路的控制驱动信号。

注意：在 BIOS 设置中，应将并口的接口地址（端口）设置为 378H（并口端口缺省设置），以便实验系统与主机通信。

接口子系统又可分为用户接口模块、信号音产生模块和双音多频收号模块等。交换

网络子系统是本系统的信息交汇的核心，它通过对话音存储器的顺序写入，控制读出，完成数字话音信号的时隙交换功能。用户接口模块将用户电话的各种状态转换成计算机可识别的信号，并传送给计算机接口；同时又将话音信号转换为 PCM 数字信号并插入到 PCM 总线中去；实现 CCITT 所规定的用户接口的 BORSCHT 功能。信号音产生模块产生通断比和频率不同的六种信号音信号，包括拨号音、忙音、回铃音、证实音、二次拨号音和催挂音。双音多频收号模块将由用户接口模块输出的双音多频信号识别并翻译为相应的号码，送到接口的数据总线上。本实验系统的硬件结构框图如图 1-2。

本实验课程所设计的实验正是基于上述硬件和软件来完成的。读者在进行实验时，可根据每次实验的实验目的，读懂实验原理，根据实验内容完成相应的实验。在实验过程中应注意观察实验系统硬件和软件的相应动作变化过程，更深刻地理解相关实验的基本原理。这样就可以通过对本实验课的学习和完成，对数字程控交换系统和电信网络的整个工作过程以及每个过程中的软件和硬件的具体操作有一个比较清晰的认识，从而加深对于程控交换原理和电信网络的理解。

本实验系统的实验板硬件平面布局如图 1-4 所示。

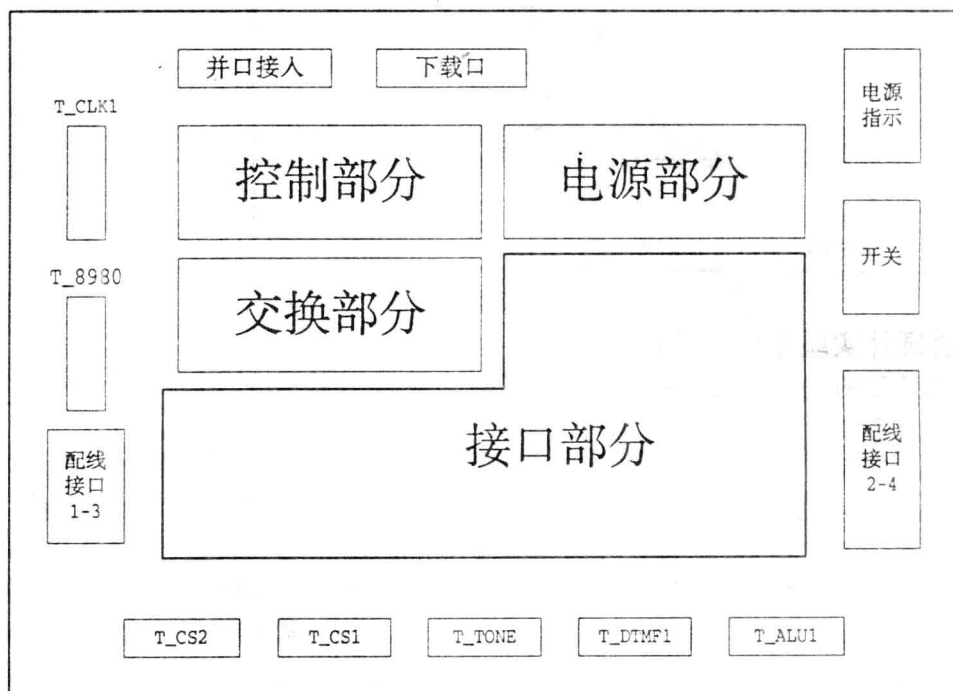


图 1-3 程控交换实验系统平面布局

实验平台测试管脚说明：

为了学生实验方便，在本实验系统中引出了多组测试管脚。每组测试管脚的两边都有供连接示波器地线的地线测试脚（GND）

下面就实验系统的每组测试管脚详细说明。

左上角 T_CLK1: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统所需的各种时钟同步信号, 具体包括:

STBCLK	STBUS 总线时钟信号
BITCLK	位时钟信号
FRMCLK	帧脉冲时钟信号
TS1	时隙 1 选通定位信号
TS4	时隙 4 选通定位信号

左下角 T_CS1: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统所需的各种选通控制信号, 具体包括:

DTMF3	收号器收号状态读取选通控制信号
DTMF2	3、4 路收号器收号数据读取选通控制信号
DTMF1	1、2 路收号器收号数据读取选通控制信号
CS2-ODE	MT8980-STBUS 输出使能选通控制信号
CS-SW	MT 8980 芯片选通控制信号

左下角 T_8980: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统交换芯片 MT 8980 上的各种信号, 具体包括:

STBI1	PCM 输入总线 STBUS1 输入信号 (PCM 信号)
STBI0	PCM 输入总线 STBUS0 输入信号 (PCM 信号)
STBO1	PCM 输出总线 STBUS1 输出信号 (PCM 信号)
STBO0	PCM 输出总线 STBUS0 输出信号 (PCM 信号)
ODE	MT8980STBUS 输出允许信号, 高电平允许 STBUS 输出
R/W	读写信号, 其中读信号为高电平, 写信号为低电平
DS	数据就绪信号
CS	交换芯片 MT8980 的片选信号

左下角 T_DTMF: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统收号芯片 MT 8870 上的各种信号, (在本实验系统中连接至话路 1 相关收号器电路)。具体包括:

TOE1	MT 8870 三态输出使能
STD1	MT 8870 延迟指示信号
ST/GT1	MT 8870 指示电平输入/防护时间输出 (双向)
VX1	MT 8870 音频输入信号
EST1	MT 8870 早期指示信号

右下角 T_ALU1: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统用户接口电路上的各种信号, (在本实验系统中连接至话路 1 相关电路)。具体包括:

RINGIN	25Hz 的振铃脉冲信号
SHK1	话路 1 的摘挂机状态信号
TIP1	话路 1 用户配线
RING1	话路 1 用户配线
CS-ALU1	话路 1 的振铃使能信号
CS-TELE	读取话路 1—4 路摘挂机状态地址选通信号

右下角 T_CS2: 这组测试管脚主要用于测试程控交换实验系统用户接口电路上的各种控制信号。具体包括:

EN1	话路 1 的振铃使能信号
EN2	话路 2 的振铃使能信号
EN3	话路 3 的振铃使能信号
EN4	话路 4 的振铃使能信号

右下角 T_TONE: 这组测试管脚主要用于程控交换实验系统信令电路上的各种控制信号。具体包括:

BUSY	0.35 秒通 0.35 秒断的方波信号
SECDIAL	1 秒通 10 秒断的方波信号
WAIT	1 秒通 4 秒断的方波信号

注: 本实验指导书中带※的实验为创新的实验, 实验者可以在掌握原理以后自己编写程序来指定系统完成相应的功能。

第二章 实验基本内容

实验一 数字程控交换系统基本组成

实验目的:

本次实验主要是让读者通过对本实验系统的初步使用,对数字程控交换系统的基本构成和工作过程有一个总体而直观的认识。在实验过程中,要注意理解数字程控交换系统的核心——交换网络的工作原理和工作过程,观察从用户摘机到链路拆除整个局内呼叫过程中数字程控交换系统硬件和软件的基本动作。

实验原理:

一个数字程控交换系统通常由交换网络、接口子系统和控制子系统三个部分组成。其中接口子系统的作用是将来自不同终端(如电话机,计算机等)或其他交换系统的各种传输信号转换成统一的数字程控交换系统内部的工作信号,并按信号的性质分别将信令传送给控制系统,将消息传送给交换网络。交换网络的任务是实现输入输出线上的信号的传递或接续。控制系统则负责处理信令,按信令的要求控制交换网络完成接续,通过接口发送必要的信令,协调整个数字程控交换系统的工作以及配合协调整个电信网的运行等等。各个模块之间的关系如图 2-1-1 所示:

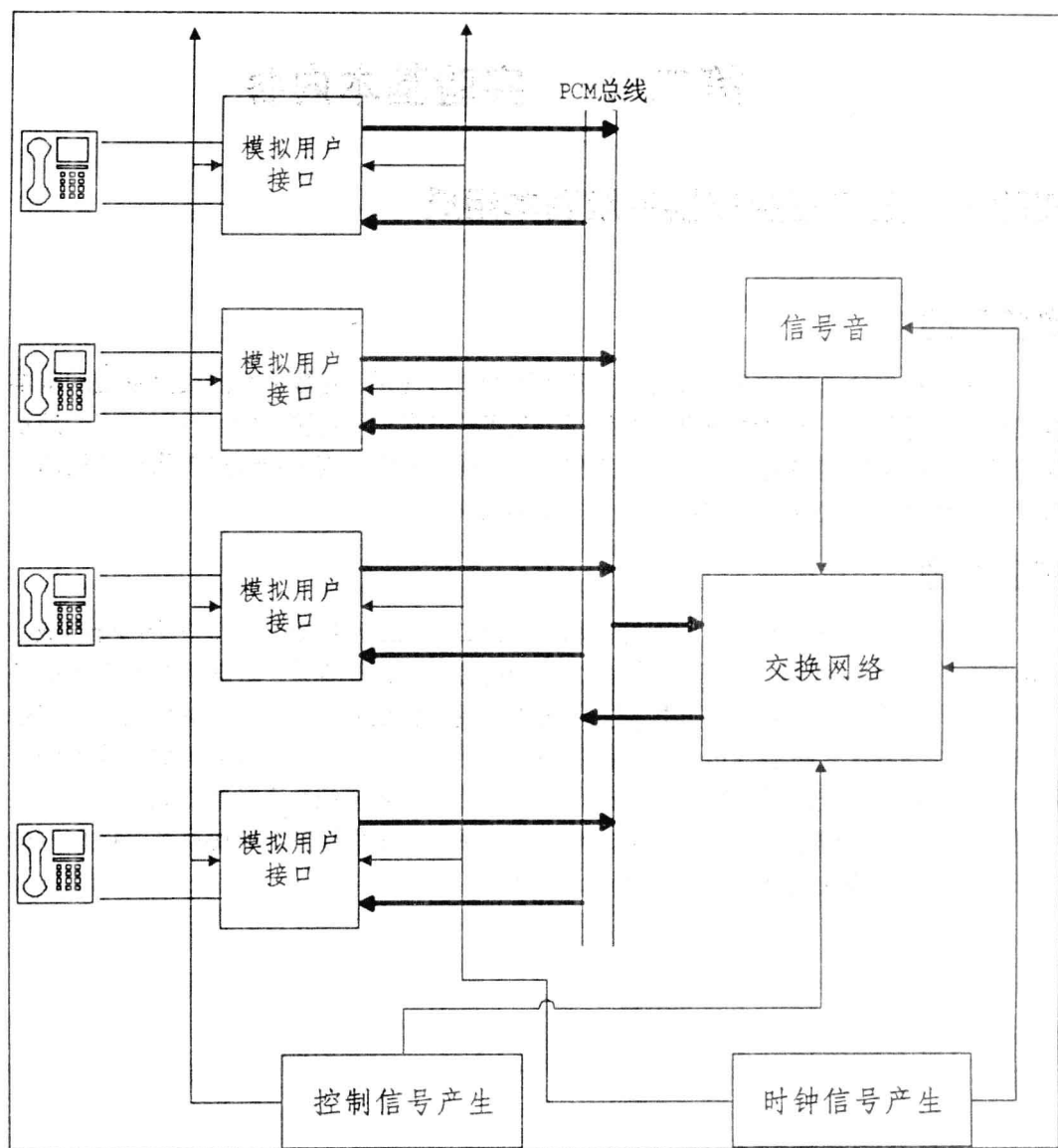


图 2-1-1 数字程控交换实验系统各模块关系

本实验系统通过 X86 和 PENTIUM 主板上的打印口与本实验系统相连，由并口通信控制部分产生系统所需的地址总线、数据总线和控制总线信号，从而实现对相应 I / O 口地址进行译码控制的功能。控制模块通过对地址信号进行译码产生出控制具体电路动作所需要的片选信号。上层控制程序还可通过对相应地址进行读写来输入或输出所选择 I/O 口地址所对应的硬件电路寄存器中的数据。此外，控制系统还给每一部电话分配了一个时隙，以使用户电路接口在固定的时隙接入到 PCM 话音总线，或从 PCM 总线的固定时隙取出它所需要接收的话音信号编码。

当某一路话机摘机后，话机的两根用户环路由直流断开变成直流连通，用户接口电路将向控制程序送出一个摘机消息。当控制软件接收到这个摘机消息后，将根据具体用户接口当前所处的“主叫用户空闲”状态，调用相应的呼叫状态转移函数，此函数将根据用户接口所处的状态和所接收到的主叫用户摘机消息调用主叫用户摘机处理函数。在主叫用户摘机处理函数中将根据话机的端口号和话机号判断该话机的的各种服务特性数据和话机接口的物理特性数据，进行一系列处理。如：见图 2-1-2 如果该路话机为合法用户，则向此路话机送拨号音，并连接该路话机对应的收号器。当用户拨号后，控制程序将根据收号器所收到的数据进行号码分析，得到被叫用户所对应的本局内用户端口或局间中继群号。如果被叫用户是本局内合法用户，控制系统软件将向控制向被叫用户接口电路送振铃控制信号，控制向被叫用户振铃，同时控制交换网络，连接回铃音到主叫用户接口电路的单向交换链路，向主叫用户送回铃音。当被叫摘机后，控制系统软件将停止主叫方回铃音并停止向被叫用户振铃，同时连接主叫用户到被叫用户的双向通信链路。此时这两路话机可以进行通话直至任何一方挂机。当其中一路挂机后，控制系统软件将向另一路送忙音。如果另一方在忙音监视时间之后仍未挂机，则送出催挂音。如果双方均正常释放挂机，则控制软件正常完成了对此次呼叫从呼叫建立到通话直至呼叫释放的完整的呼叫控制过程。

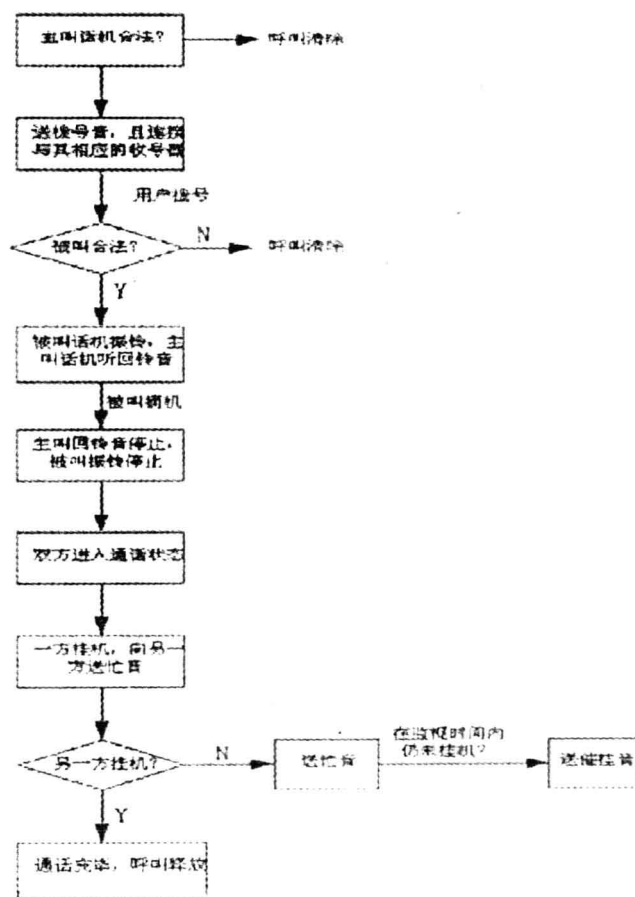


图 2-1-2.

实验内容:

1. 观察本程控交换系统的几个基本部分, 包括用户接口、交换网络、DTMF 收号器、时钟信号和控制信号产生电路。

各个电路在电路板上的大致位置分布如图 2-1-3:

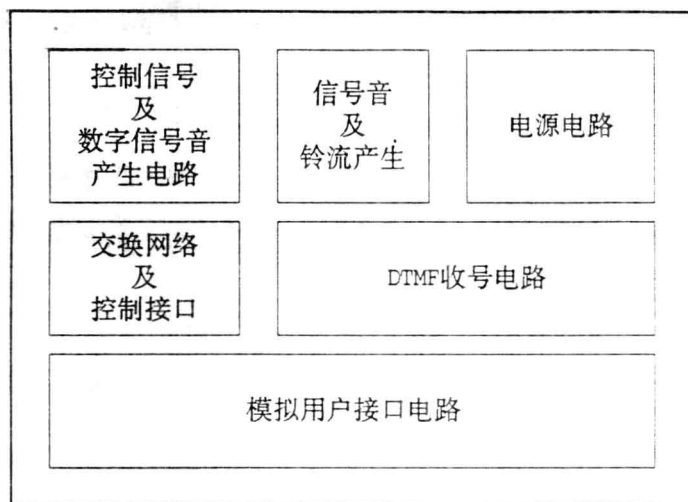


图 2-1-3 程控交换实验系统电路位置分布

本系统的馈电电源分布在电路板的右上角，各个电源管脚分布如图 2-1-4 所示：

VBAT		VEE	GND	VCC
------	--	-----	-----	-----

图 2-1-4 程控交换实验系统电源位置分布

其中 VEE 和 VCC 是各个芯片所需的工作电压，VEE 为-5V，VCC 为+5V，VBAT 是模拟用户接口所需的馈电电压为-50V~-30V，用示波器或万用表测量电源馈电电压，并确认各电源和地之间没有短路。

2. 打通一次正常成功的局内电话，观察数字程控交换系统的硬件动作。

选择主窗口**配置**菜单下的**分机设置**项，在弹出的对话框中可以看到局内分机号码缺省设置为 8701, 8702, 8703 和 8704 共 4 个分机号码，如图 2-1-5 所示：（其中分机号是对用户电话的逻辑编号，端口号是电话接入系统在交换网络的硬件接口的编号。）

分机设置	
分机表	
分机号	1
分机号码	8701
端口号	0
计次表	0
合法性检查标志	☒ 合法 ☐ 非法 ☐ 欠费
计费类型	
呼叫限制类型	☒ 允许呼出局内电话 ☒ 允许呼出局间电话 ☒ 允许呼出长途本地电话 ☒ 允许呼出长途它地电话
呼叫复原控制类型	☒ 互不控制 ☐ 主动控制 ☐ 被动控制
免费类型	

图 2-1-5 分机配置窗口

实验者可根据以上的系统配置数据，确定要拨叫的局内分机号码。然后根据分机号码打电话，具体步骤如下：

(1) 首先由实验者摘机，此时可以观察到接在用户线两端的发光二极管变亮，表示该话机已从挂机状态转为摘机状态，然后实验者可以听到拨号音，为连续的 450Hz 的单频声音。

(2) 用户开始拨号，此时拨号音停止，用户所拨的号码在数码管上显示出来，如果所拨的号码为系统允许的合法号码，实验者将听到被叫电话发出振铃声，振铃信号为 25Hz，通断比为 1 秒通、4 秒断的低频振荡信号，同时系统将向主叫用户送回铃音，回铃音是频率为 450Hz，通断比为 1 秒通、4 秒断的单频信号音。

(3) 被叫摘机，被叫的振铃声和主叫的回铃音都将停止，同时这两路电话可以开始进行正常通话。

(4) 当某一方挂机后，通话完毕，此时系统将拆除这两路的连接，并向未挂机的一方送出忙音。忙音是频率为 450Hz，通断比为 0.35s 通、0.35s 断的单频信号音。

(5) 当另一方也挂机后，忙音将停止，系统完成一次完整的电话交换过程。

3. 打通一次正常成功的局内电话，观察数字程控交换系统中的话音交换及系统控制的实现过程：

实验者拨打电话，可以在窗口中看到从摘机开始到打电话过程结束，系统收到和发出的所有消息。图 2-1-5 显示了主叫用户 8701 拨叫被叫用户 8702 的一次完整通话过程在消息跟踪窗口中显示的消息。

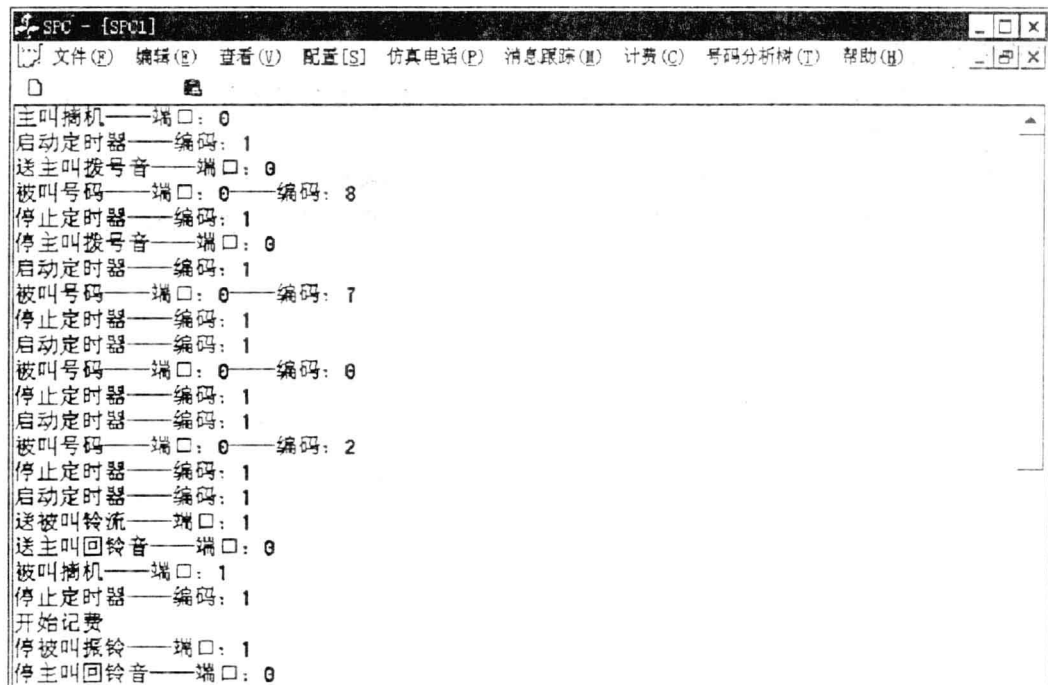


图 2-1-5 一次成功的局内通话过程

说明：为了保证系统能够为所有用户提供有效的服务，从主叫用户摘机到主叫拨第一个号码期间有一个定时限制，如果在该时间内主叫未拨号，则系统将向主叫方送忙音。所以主叫用户摘机后系统要启动一个久不拨号定时器来计时。在该定时未滿期间，用户拨入第一个号码，该定时器即立刻被停止；否则，当该定时到来而主叫用户仍未能及时拨入号码，则系统会启有关清除处理，不再为等待为该用户提供服务而无谓地浪费系统时间和系统资源。同时，在主叫用户所拨号码之间的时间间隔也有定时限制。当主叫用户在正确时间范围内拨入号码后，系统要停止久不拨号计时器，还要再启动位间隔定时器来保证下一个号码在规定的时间内拨出，否则系统将向主叫用户送忙音，同时启动呼叫清除处理。所有号码拨完之后，在向被叫馈送铃流之前，系统将启动一个久叫不应定时器。如果被叫用户在规定的时间内摘机，则这个定时器将被停止；否则系统将向主叫用户送忙音，防止主叫用户和系统无谓地等待被叫用户应答而浪费主叫用户的时间以及系统的时间和资源。

实验仪器

1. 数字程控交换实验系统。
2. 万用表一只。
3. PC 机一台。

实验报告要求：

1. 画图并简述数字程控交换系统的基本结构，分析数字程控交换系统各部分之间的信号连接关系。
2. 简述在一次正常的局内通话过程中，数字程控交换系统各部分硬件的动作过程。
3. 简述在一次正常的局内通话过程中，数字程控交换系统控制软件的处理过程。

实验二 数字程控交换系统数据配置

实验目的：

数字程控交换系统的软件部分包括控制系统程序和数据两大部分。其中数据在数字程控交换系统的工作过程中具有重要的意义。本实验主要是让实验者通过修改系统的各种配置数据来观察修改后的实际效果，理解各个参数的具体含义，从而进一步了解数字程控交换系统软件中数据的分类、意义以及它们对数字程控交换系统工作的作用和影响，理解数字程控交换系统和电信网络的工作方式。

实验原理：

程控交换系统中不同交换局的地位和周边环境彼此不同，所提供的业务和功能也不一定相同。其外部参数如交换局容量、中继线数等也千差万别。因此不可能也没有必要为每个交换局单独制作控制程序软件，即数字程控交换系统的软件必须有通用性。实现数字程控交换系统软件通用性的第一步就是把程序和数据分开，其次就是把数据区分为不同局拥有的共同数据（叫做**系统数据**）和各局不同的数据（叫做**局数据**）。此外，交换局还应该反映用户订购业务情况（如是否需要拨打国内长途电话的功能）的**用户数据**。这样，数字程控交换系统的数据就包括**系统数据**、**局数据**和**用户数据**三部分。

系统数据是数字程控交换系统工作的一些基本数据，它对不同交换局（如市话局、长话局或国际局等）均能适用，基本上不随交换局的外部条件改变而改变，但仍然是可以配置的。局数据指示交换局设备安装条件和在电信网中的地位和寻址方式等，包括硬件配置、编号方式、中继线信号方式等，这部分内容随不同交换局而不同，包括局数据的文件叫做局数据文件。用户数据指示交换局中有关用户分配、业务类别、话机类型（DTMF 话机还是脉冲拨号话机）和其他用户类别（如单机或同线电话等）。包括了用户数据的文件叫做用户数据文件。

在本次实验中可以配置的系统数据包括各种时超数据（如久不拔号时间间隔等）；局数据包括局向号码和局向号码长度等；用户数据包括分机端口号、分机号码和用户信用特征（如合法、欠费等）。实验者在对话框中修改各个参数时，控制软件并不马上修改系统参数，仅当实验者单击 OK 或 Apply 键后，控制软件才修改系统参数，使用户可以观察到参数修改后的实际效果。在控制软件的设计和编码中，对各程序设计了对输入数据类型和数据大小的检查，如要求输入的数据为整型数据时，实验者如果输入字符，则将被认为是非法数据；同样数据的大小也不能超过限制，否则会被自动剪切。当系统提示用户输入数据错误时，请注意根据数据的实际意义和取值范围进行输入。