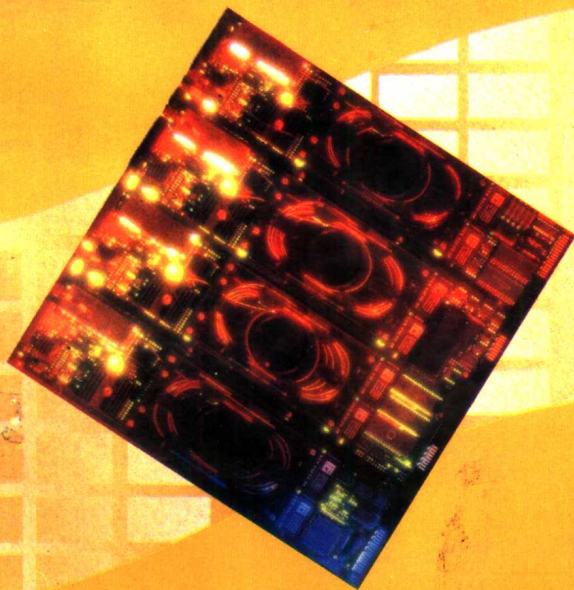


程控用户交换机 原理和设计

陈太一 郭肇德 主编



人民邮电出版社

程控用户交换机原理和设计

陈太一 郭肇德 主编

人民邮电出版社

登记证号 (京) 143号

内 容 提 要

本书讲述数字程控电话用户交换机的原理与设计。主要内容包括话音的数字交换原理, 数字程控用户交换机的硬件结构和程序控制原理。书中介绍了全部主要的交换处理功能和特殊服务功能的详细程序流程, 还介绍了研制程控软件和模拟调试的方法和手段。

本书是为继续工程教育而编著的, 可供研制数字程控用户交换机的研究所及工厂的研制人员参考。也可供维护使用数字程控用户交换机的人员参考, 或作为大学大专通信专业有关课程的参考书。

程控用户交换机原理和设计

陈太一 郭肇德 主编

责任编辑: 覃春林

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街27号

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

开本: 850×1168 1/32 1993年3月 第一版

印张: 8 24/32 页数: 140 1993年12月北京第2次印刷

字数: 229千字

印数: 4001--10000

ISBN 7-115-04766-9/TN·547

定价: 6.90元

序

程控用户交换机，亦称专用（自动）小交换机（PABX）。它既可以用来解决一个机构的内部通信，又可以用来组成专用通信网，当然这时还需要有一些既具备本地交换功能又有汇接功能的用户交换机。这在国外已非常普遍，在我国亦已开始用于全国范围的专用通信网（如用 MD110 用户交换机组网）。

概括起来，程控用户交换机有两个特点，一是从使用的角度看，它具有维护简单，可无人值守，耗费少，体积小，所占面积小，因此基建费用低等优点，故得到广泛使用。二是从生产的角度看，它具有设备规模较小，容易设计，也容易生产。故一般说来，中等规模的工厂即可组织生产。因此在国外，不象大型程控交换机的生产那样，只有少数几个大企业能参与角逐，很多中等企业都竞相从事这方面的生产。

机关企业中广泛应用的程控用户交换机也正处在更新换代的浪潮中，多种型号的外国程控用户交换机进入了我国市场；国内一些工厂，特别是原先生产机电式用户交换机的工厂亦纷纷改生产程控用户交换机。本书正是为适应这一变革，介绍数字程控用户交换机的原理和设计。

本书的范围限于数字式程控电话用户交换机。

第一章概要介绍了用户交换机的发展概况，说明了新型数字程控用户交换机的性能特点和发展潜力。

第二、三、四章介绍话音数字化的基本原理，数字用户交换机总体和硬件结构。第五、六、七、八章介绍用户交换机的软件，包括各主要软件处理功能、局内呼叫和各种特殊服务功能的程序流程。第九、十章介绍话务员控制台和出入中继流程。第十一章介绍故障

诊断。第十二章介绍软件的研制和模拟调试，着重介绍了我们在程控软件模拟调试方面的经验，和所研制完成的模拟调试软件的结构和流程。

本书由陈太一指导编写。书中大部分材料源于郭肇德负责的TG-200 科研项目。其中第一章由陈太一编写；第二、三、四章由傅麒麟编写；第五、七、八章由寇化栋编写；第六、九章由雷跃建编写；第十章由郑少仁编写；第十一章由王庭昌编写；第十二章由郝伟刚和寇化栋编写。

郭肇德审阅了各章并作了修改。

我们这一工作得到李力、江慰文等很多同志的支持和鼓励，特致谢忱。

陈太一

1991年3月于南京

目 录

序	
第一章	概述 (1)
第一节	人工交换..... (2)
第二节	自动交换..... (2)
第三节	模拟 PABX (3)
第四节	程控 PABX (5)
第五节	数字 PABX (5)
第二章	PCM 简介 (8)
第一节	脉冲编码调制的一般概念..... (8)
第二节	PCM 的基本原理..... (12)
第三节	PCM 时分多路通信..... (21)
第三章	程控用户交换机总体介绍 (27)
第一节	整机服务性能 (27)
第二节	时分交换 (39)
第四章	TG-200 硬件结构 (61)
第一节	TG-200 硬件框图 (61)
第二节	微型计算机部分 (66)
第三节	终端电路 (77)
第五章	TG-200 软件组成 (86)
第一节	总述 (86)
第二节	基本交换程序的组成 (87)
第三节	前、后台程序间的联系与调度 (91)
第四节	呼叫存储器 (96)
第五节	局数据库..... (101)

第六章	10 毫秒中断前台处理程序	(109)
第一节	前台程序的功能和组成	(109)
第二节	拨号脉冲的收集	(112)
第三节	双音多频信号的扫描和接收	(119)
第四节	话务员控制台键扫描	(122)
第五节	标准开环计时	(125)
第六节	发送数字	(129)
第七章	100 毫秒作业	(134)
第一节	用户扫描及摘挂机识别分析	(134)
第二节	资源分配	(139)
第三节	挂机处理	(144)
第四节	被叫应答	(146)
第五节	遇忙用户的特殊服务请求	(147)
第六节	中继线扫描	(151)
第八章	局内呼叫处理	(152)
第一节	闲时作业中的几个重要的程序	(152)
第二节	局内用户的呼叫接续	(158)
第三节	预占	(159)
第四节	插入	(163)
第五节	热线	(166)
第六节	呼叫转移	(169)
第七节	搜索	(175)
第八节	呼叫拾取	(179)
第九节	会议	(181)
第九章	控制台管理	(184)
第一节	控制台管理概述	(184)
第二节	控制台管理程序涉及的主要数据结构	(185)
第三节	控制台管理程序	(188)
第四节	会议键处理	(192)

第五节	环路键的处理	(196)
第六节	插入键处理	(199)
第七节	预占键处理	(202)
第八节	保持键处理	(204)
第九节	排除主叫键处理	(206)
第十章	出人中继处理程序	(209)
第一节	自动出中继的动作过程和处理程序	(209)
第二节	入中继来话的处理过程与处理程序	(215)
第十一章	诊断与维护	(228)
第一节	概述	(228)
第二节	小型程控交换机诊断维护的设计考虑	(230)
第三节	TG-200型程控交换机诊断与维护的设计	(234)
第四节	TG-200型程控交换机诊断程序的设计	(238)
第十二章	软件的研制与调试	(247)
第一节	概述	(247)
第二节	软件研制的原则和方法	(247)
第三节	软件测试	(252)
第四节	一个实用的程控软件模拟调试程序	(258)

第一章 概 述

近 30 年来迅猛发展的数字技术（包括数字通信和计算机技术）应用到通信交换领域，使通信交换技术进入到一个新的阶段。现在用计算机程序控制的交换技术——程控交换技术已广泛地应用于全世界的公用长途和市话交换网络中。

在单位内部使用的用户交换机（PBX—Private Branch Exchange）目前已有大量的采用程控技术的新产品投入市场。

1972 年首次在交换矩阵中使用了数字技术。1975 年第一个采用数字交换矩阵的专用自动用户交换机（PABX）投入运行。现在利用程控技术的数字 PABX 正稳步地逐步取代人工式、步进制以及纵横制 PABX。这是因为数字 PABX 的性能价格比已远优于以前制式的 PABX 了。

1979 年，在数字 PABX 中采用了数字接口技术，扩大了它的应用范围，使数字终端和其他数字设备可以直接连接到 PABX，并通过 PABX 进行交换，而不需要采用调制解调器（MODEM）。这一新发展提供了廉价而灵活的局部通信，使新型的 PABX 迅速进入办公室自动化领域。现在在办公室自动化领域，局域网（LAN）与 PABX 并存，各有各的优点。

本书的目的是向电信工作人员介绍程控交换技术用于用户交换机领域中的背景、基础、原理和设计。本章将简要介绍用户交换机技术发展概况和数字 PABX 的特点。在以后的各章中将介绍数字交换技术的基础，介绍程控数字用户交换机的硬件构成、主要的软件模块、软件流程以及各种功能的实现。

第一节 人工交换

在发明和应用电话通信的初期，每个用户电话通过导线连接到电话交换中心，进一步连接到话务员座席前面的插孔板中的一个插孔。主叫用户拿起话机，其用户灯亮，告诉话务员他要打电话。话务员用塞绳电路的插塞插入主叫用户的插孔，建立了话务员与主叫用户的联系，问清被叫号码，再用塞绳电路的另一插塞插入被叫用户插孔，扳振铃键向被叫用户振铃。被叫拿起话机后就可通过塞绳电路与主叫用户通话了。通话完毕用户放下手机，对应的塞绳电路灯亮，通知话务员拆线。用户线、用户交换机的线路、通往其他交换中心的中继线都连到话务员座席处的插孔板上。它们都通过话务员的操作而进行连接。

人工交换的缺点是慢、效率低、易出错而且话务员的操作紧张劳累。一个话务员为一二百个用户服务是应付得了的，当用户数量增加到几千时，就要把十多个座席并接起来，每个用户在几个座席上都有插孔。同时要十多个话务员一起服务，才能应付大量的通话要求。随着用户数量的增加，设备数量急剧增加，劳动强度难以承受，服务质量迅速下降。这就促使自动交换设备的研制和诞生。

直到60年代人工PBX仍大量得到应用，因为它成本低设备简单，适用于只有二三百用户以下企事业单位作为内部通信之用。

第二节 自动交换

早期自动交换系统仅用在一个市话分局中。主叫用户通过拨号盘，拨出被叫号码，就可连接到被叫用户。全部通话过程不需话务员的帮助。但分局与分局之间的接通还需要通过话务员帮助。随着自动交换技术逐步应用到分局与分局间，以及应用到长途交换网中，自动拨号的范围就逐步扩大，可以拨通市内、省内、国内、甚至国

际电话。随着电话网的扩展，电话局根据所负责地域的大小可分为若干等级。例如：市话分局、市话汇接局、长话局、长话汇接局等。分等级的电话网可以使传输线路获得更高的使用效率。已开发出适合于各级电话交换局的自动交换设备。

与此同时，为了满足企事业单位内部交换的需要，也开发出从几十门至几千门的专用自动用户交换机 (Private Automatic Branch Exchange)，或叫 PABX，PABX 与市话交换局的基本功能原理是一样的。特点是 PABX 容量比市话局（一般万门以上）容量小，另外 PABX 一般具有较多的服务功能。

第三节 模拟 PABX

传送话音所需的频率范围取决于所要求的清晰度。如果不是为了传送音乐而是为了传送听得懂的话音，则约 300—3400Hz 的频率范围是合适的。送话器把话音的声压波形转换为相似的电压波形，这也叫作话音的模拟信号，习惯上也简称为话音信号。

话音模拟交换的特点是模拟信号经过整个系统传输，包括通过交换矩阵。在纵横制的交叉接点中传送的是完全的模拟信号。在脉幅调制交换矩阵中传输的是取样后的模拟信号。

当要把数字信号经过一模拟 PABX 传送时，需要用一 MODEM (调制解调器) 来调制一个模拟载波，使得数字信号用模拟的形式来代表。这个经过调制的模拟信号就可以通过模拟交换矩阵传往接收端。在接收端又要用另一个 MODEM 来把信号变回原来的数字形式。

如果 PABX 在两个用户设备之间建立起一条直接传送信号的通路，它就是一种电路交换设备。在步进制和纵横制中，通过金属接点的接触来建立这种通路。随着半导体技术的发展，可以用固态器件来构成交换矩阵，以传送模拟信号。采用脉幅调制技术的交换矩阵可以把脉幅调制信号用时分复用的方式传送经过交换矩阵。在

这各种情况下，都有一模拟信号不断地从一用户设备经过 PABX 流向另一用户设备。

步进制是最早的自动交换制式，它采用上升旋转结构的接线器。有 100 个接点安排在一个圆柱面上，分为 10 层，每层 10 个接点。在圆柱的轴线上伸出一个接触臂，第一串控制脉冲使接触臂上升，第二串控制脉冲使接触臂旋转。例如拨 37 两个数字可使接触臂上升到第三层旋转到第七个接点把电路接通。这样的接线器是步进制自动交换设备的基础。灵活地把接线器和继电器组合起来构成了第一代的自动电话局。

步进制的上升旋转动作导致较大的机械磨损，设备寿命短，可靠性低。以后就发展了纵横制。纵横制的接点矩阵由若干纵棒与若干横棒组成。通过继电器的吸动使某根纵棒与某根横棒接触。它的继电器式的动作使其机械磨损远小于步进制，从而提高了可靠性和延长了寿命。

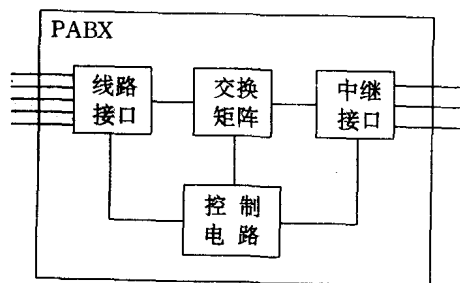


图 1-1 PABX 的结构

纵横制的另一改进是把控制电路与交换矩阵分离开来，见图 1-1，从而有更大的设计控制功能的灵活性。

下一个重大的进展就是用电子式交换矩阵来取代步进制及纵横制中的机电式交换矩阵。利用了半导体元件的通断性能来取代机械接触的通断性能，从而更进一步提高了系统的可靠性。电子交换矩阵不但可建立完全模拟信号的通路，还可以传送时分复用的脉幅调制模拟信号。电子 PABX 有时被称为 EPABX。由于传送的仍是模拟

信号，电子 PABX 仍是模拟 PABX。

第四节 程控 PABX

在纵横制的控制电路中采用的是布线逻辑电路。电子 PABX 也是这样。布线逻辑电路根据控制功能的要求，设计成硬件电路来实现。如果发现错误，或要作某些改进，就要重新设计制作硬件电路板。这是很不方便的。

下一个重大的进展就是用计算机来代替控制电路。用计算机中的控制程序来取代布线逻辑控制电路。这样我们就进展到“存储程序控制的 PABX”，也就是程控 PABX。拨号信号和其他控制信号传到计算机，计算机用软件来分析这些信号，以确定在交换矩阵中应建立怎样的路径，或者确定应执行什么功能。在建立了路径以后，模拟话音信号仍通过模拟交换矩阵传送（可以是机电式的或固态电子式的交换矩阵）。计算机仅用来提供控制功能。因此程控 PABX 仅在其控制部分是“数字式”的，而在其交换部分仍是“模拟的”。

在程控 PABX 中，用计算机来实现控制功能带来了极大的灵活性。利用计算机软件很快就可实现各种各样人们所希望有的一切服务功能。用修改软件的方法来改错，修改功能，或增加功能都远比以往修改硬件的方法方便得多。现在在程控 PABX 中很容易就可列出一百多种功能。用计算机程序控制的方法极大地扩展了 PABX 的能力和灵活性。但交换矩阵中的信号形式仍是模拟的。

第五节 数字 PABX

数字 PABX 的主要特征是其交换矩阵中的信号是数字化了的。实现数字式交换矩阵的方法有若干种。例如时分复用总线，固态元件构成的交叉接点，循环访问的存储器等。不管是哪一种，通过交换矩阵的信号都是由 0 和 1 组成的数字的信号。不允许模拟信号通过数字交换矩阵。只允许向交换矩阵输入数字信号，而交换矩阵输

出的也是数字信号。

模拟话音信号必须先被转换成数字信号才能进入数字交换矩阵，而数字化的输出信号又必须反变换为模拟信号才能传送到用户的耳机。参看图 1-1。用户接口（即线路接口）模块负责把线路侧的模拟信号变成数字信号（即 A/D 变换）后才送往交换矩阵。它也负责把从交换矩阵传出来的数字信号转换为模拟信号（即 D/A 变换）才送往用户。如果连往市话局的中继线路上要求传送模拟信号，则中继接口模块也要进行 A/D 及 D/A 变换。

采用数字交换矩阵以后，为了进行数据交换就不需要 MODEM 了。象计算机、计算机终端、打印机等设备就可以直接与数字交换矩阵接口。我们说不需要 MODEM 并不意味着不需要接口，接口还是需要的，以便进行信号放大、同步、提供时钟等。

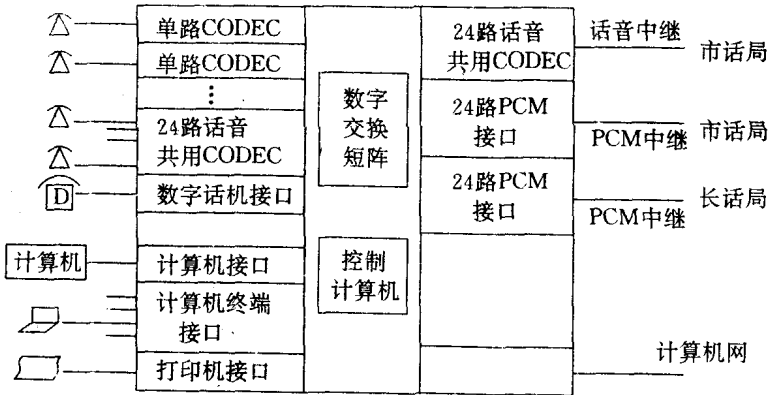


图 1-2 数字 PABX 接口

数字 PABX 是程控 PABX 的进一步发展。因此数字 PABX 的控制部分总是程序控制的。由于采用程控技术，数字 PABX 能够提供各式各样的特殊服务功能。新的功能和性能不断地增加，厂家只要提供新的控制软件版本，用户就可立即获得新增加的功能。在硬件方面也采用了模块化结构，有各种接口模块以便 PABX 可以连接到普通电话机、数字电话机、各种数字终端、多种类型的模拟中继线

和数字中继线。软件的灵活性与硬件的接口的模块化使数字 PABX 有能力来满足各种各样的用户要求。图 1-2 表示数字 PABX 的各种接口。

模拟话音在进入数字交换矩阵之前应先转换为数字话音。在数字 PABX 中主要采用脉码调制 (PCM) 的方法。把模拟话音信号变换为数字话音信号的部件叫作编码器 (CODER), 进行逆变换的部件叫做译码器 (DECODER), 组合起来就叫做编译码器 (CODEC)。老式的话音数字系统, 为若干个话音通路设计共用的 CODEC 印刷电路板。随着使用 CODEC 的通路数量大量地增长, 生产单片的集成电路 CODEC 片已是经济的了。现在已有若干种型号的单路 CODEC 供应市场。单片 CODEC 又可应用于生产数字电话机。并将对发展全数字化的通信网产生积极的影响。

由于大规模集成电路 (LSIC) 技术的发展, 数字 PABX 的成本不断地下降。在技术先进的国家中, 1979 年 400 门以上的数字 PABX 的价格已比机电 PABX 便宜。到 1981 年 200 门以上的数字 PABX 就比机电 PABX 便宜了。到 1983 年 100 门的数字 PABX 价格可与 100 门的模拟 PABX 相当了。现在技术先进的国家已不生产机电式 PABX 了。

数字 PABX 的优点还在于它的高可靠性。下列因素提高了它的可靠性: 大量地采用 LSI 电路, 数字技术的抗干扰能力比模拟技术高, 而且可以十分方便地实现冗余备份模块结构。

数字 PABX 比模拟 PABX 明显地缩小了体积。就是因为集成芯片远小于机电接线器。通常同容量的 PABX, 数字 PABX 的体积还不到机电 PABX 体积的四分之一。

数字 PABX 的又一个优点是功耗比机电式 PABX 低得多。这是因为 LSI 器件比继电器耗电低得多的缘故。现在有一些采用 CMOS 的产品, 其功耗又进一步减小了。

现在数字 PABX 的优点已充分地显露出来了。毫无疑问, 在我国数字 PABX 将会有广阔的发展前景。

第二章 PCM 简介

与模拟通信相比，数字通信具有许多突出的优点，虽然它出现的时间不算太长，但已经得到长足的发展，成为现代通信中最具生命力的一种通信方式。TG-200 程控用户交换机就是对数字化语音进行交换的设备。为了使还不太熟悉这种通信方式的读者在阅读有关章节时，不致因一些原理性的困惑而影响对交换机的了解。本章先对脉冲编码调制 (PCM) 的基本概念和一般原理作个简单介绍。

第一节 脉冲编码调制的一般概念

一、什么是数字电话

当电信号的某些参数随着信息的变化而变化，且它的参数可能取值为无限多个时，这种信号被称为模拟信号。如图 2-1 那样，讲话所引起的声压变化，推动送话器的振动膜动作，从而造成了电压（电流）的振幅也随之变化。这个变化的电压（电流）传到对方的受

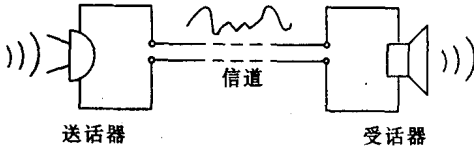


图 2-1 模拟电话示意图

话器，推动空气振动还原出声音来。这就是平常所说的模拟电话。由于这种电话设备简单，易于实现，成本低，所以是目前用得最普遍的电话设备。

这种通信方式所传输的信号是一种连续信号，即信号在时间上和幅度上都是连续的。正是由于这种特点，一旦在信号传输中混入了干扰（通常这是不可避免的），人们就无法消除它，致使通信质量下降。

在长途通信中，由于混入干扰的可能性增大，使保证通信质量的任务更为艰巨。

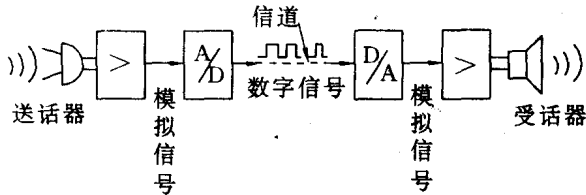


图 2-2 数字电话通信示意图

如果电信号的参数随信息的变化而变化，这种变化参数的取值为有限多个，且取值是以并不直观的数字表示，这种信号就是数字信号。依靠这种信号来传递信息的，就称为数字通信。图 2-2 是数字电话通信的示意图。从图中可以看出，这种电话的基础仍是模拟电话，只是在传输前将模拟信号变换成数字信号，对方收到后又将数字信号还原为模拟信号。这里传输用的数字信号通常只有“0”和“1”两个数字，称为二进制，在电路中常常用高电平和低电平、有电和无电、高频与低频等一对具有明显差异的电信号来表示。

数字信号在时间轴上把不同的数字排列成图 2-3 的形式。我们把每个单位时间中出现的数字称为一个码元，若干个码元组合成一个组，如果它们按某种规律编排，就可以用来表示一些特定的信息。比如给每一个二进制位以权，那末它们的组合就可以表示不同的数值。又如按 ASCII 码表进行编排，七位二进制码就可以代表数字、英文字母及其它符号。数字信号中的各码元都带有信息，为了表示信息量的大小，专门给它定义了一个单位，叫做“比特”（bit）。按比特的定义，二进制数的一个

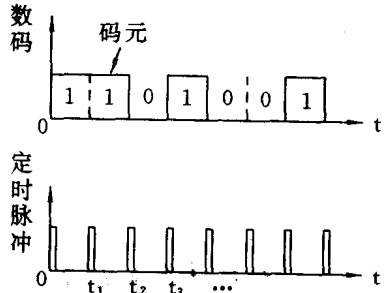


图 2-3 数字信号中的定时与码元

码元都带有信息，为了表示信息量的大小，专门给它定义了一个单位，叫做“比特”（bit）。按比特的定义，二进制数的一个