

呈送以爲不換凡工用反共金三金五

编辑部编



程控电话交换机 实用技术经验荟萃

《电信科学》编辑部编
《电信技术》

人民邮电出版社

登记证号 (京) 143 号

内 容 提 要

这是一本介绍程控电话交换机实用技术经验的图书。全书分为综述、中继与组网、使用维护与管理 (包括 S1240 系统、F-150 系统、AXE-10 系统、NEAX61 及 E10B 系统)、信令系统及其他共五个部分。主要内容包括程控电话交换机的设计、安装、调测及组网等实用技术, 和比较成熟的使用、维护、管理经验。

本书可供从事程控电话交换机设计、安装、管理及维护等有关工程技术人员学习参考。

程控电话交换机实用技术经验荟萃

《电信科学》
《电信技术》 编辑部编

*

人民邮电出版社出版发行
北京东长安街 27 号
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/16 1992 年 6 月 第 一 版
印张: 35 4/16 页数: 282 1992 年 6 月 北京第 1 次印刷
字数: 888 千字 印数: 1-8 000 册

ISBN7-115-04644-1/TN·512

定价: 22.10 元

出 版 说 明

程控电话交换机是我国近几年来安装使用最多的交换设备。为了适应读者的需要，加强对程控电话交换设备的维护管理，我们精选了《电信科学》杂志 1985 年第一期至 1991 年第三期、《电信技术》杂志 1985 年第一期至 1991 年第六期上刊登的有关程控电话交换设备文章汇编成本书。主要包括程控交换机的中继与组网、使用、维护、管理、软件开发等实用技术，以及信号系统的有关知识。

由于程控交换技术发展迅速，有关程控电话交换设备的维护管理工作也有一个逐步深化的过程，因此，本书的个别内容难免存在不妥之处，希望广大读者提出宝贵意见。

编者

目 录

第一部分 综 述

程控交换技术的现状与未来	陈锡生 (1)
数字程控交换机的技术水平及发展趋向	裘祖聿 (8)

第二部分 中继与组网

程控交换机中继方式设计中的几个问题	裘祖聿 (17)
程控交换机的各种中继配合	裘祖聿 (23)
数字程控市话交换机的局间中继方式	倪蕴琪 (37)
数字程控交换机的局间中继及其配合	冯书诚 (42)
市话网中引入数字交换机后的传输损耗分配	康笃栋 (49)
数字程控交换机进网的若干问题	汤庭龙 (52)
再谈程控进网应用的若干问题	汤庭龙 (57)
程控交换机进网后的汇接问题	王民望 (61)
发展综合业务数字网的若干问题	杜嘉珍 (68)

第三部分 使用维护与管理

电话交换系统可靠性指标的探讨	赵养廉 (79)
程控交换机故障处理术语说明	陈锡生 (88)
程控电话交换机的调测与验收	温文声 (90)
程控电话交换机的系统再启动	温文声 (96)
程控电话交换机的操作维护方式	冯书诚 (98)
压缩 BHCA 减少虚假话务量	关尚统等 (101)
数字程控交换机的综合业务性能	赵养廉 (104)
程控与模拟交换机局间接口障碍分析	祁耀宗 (107)
程控交换机实行集中维护的若干考虑	汤庭龙 (108)
程控交换机集中操作维护系统	朱 嘉 (113)
程控市话局的配号管理探讨	王庭光 (115)
数字程控交换机的网络管理功能	顾重威 (116)
程控交换机升位技术的探讨	汤庭龙 (122)
数字交换机用户电路的过压过流保护	杜嘉珍 (128)
数字程控交换机用户电路的故障诊断	王迎旭 (134)
程控电话交换机的维护管理	裘祖聿 (140)
关于数字程控交换系统传输特性测试的若干问题	杜嘉珍 (149)
程控软件支援系统及其构成原理	陈俊亮 (153)
软件中心对程控电话局的后援支持	汤庭龙 (159)

程控电话交换机软件运行的实时监视和软件保护	傅其椿 (165)
程控交换机实时操作系统	陈锡生 (170)
计算机大容量电话查号系统	应启亮 (180)
程控交换系统全阻断原因及应采取的措施	孙德生 (183)
程控电话微机计费系统及其磁带处理	陈云生 (184)
多制式程控交换机计费处理系统	朱 明 (191)

* S1240 系统 *

S1240 程控交换机的现场测试	林球尼 (193)
数字程控交换机联网话务负荷测试与分析	王新国 郭玉奇 (198)
疏散话务在 S1240 型交换机上的实现	叶锦钿 王 鹰 (201)
对 S1240 程控电话交换机超负荷控制机能的探讨	肖锡璋 (205)
紧急情况下联机恢复 S1240 机软件的方法和步骤	崔正佐 (211)
对 S1240 机随时间变更的路由管理数据的探索	王 镇 (216)
5.0 版 S1240 机运用情况及 5.2 版的改进	汤庭龙 (223)
CDMAP 在 S1240 机局数据管理中的应用	严海宁 (228)
S1240 程控交换机升位问题的探讨	周仁杰 (231)
CDMAP 和 S1240 机的升位	周仁杰 (236)
S1240 软件在与其他制式交换机信号配合上的一些考虑	顾重威 (239)
处理机无“空耗”检测用户呼叫的方法与一般方式的比较	阎金波 (243)
程控交换机开放市县直拨的措施	汤庭龙 严海宁 郑 杰 (249)
S1240 (ELC) 在使用中的特点	王福乐 孙 芳 (250)
S1240 机长途出中继闭塞的处理	王少钧 (253)
S1240 程控交换机处理机占用率的测试与分析	叶锦钿 (255)
“TDC”话务统计功能在 S1240 机中的应用	孙 达 (257)
S1240 交换机局数据的修改	杨师勇 (260)
S1240 机磁带机结构性能与维护	李纪春 (262)
S1240 程控交换机的差错处理	王少钧 (265)
S1240 长途中继指定测试功能的开发	马 利 (266)
S1240 程控局呼叫纵横局回铃音等待时间长原因分析	荣 毅 赵东生 (269)
加强 S1240 程控新业务的管理	秦大斌 (269)
观察跟踪用户呼叫的 MACRO	韩 波 (272)
S1240 程控交换机测量台电路的改进	潘国治 (280)
S1240 程控交换机的话务分布统计	叶锦钿 (282)
在 S1240 机上实现远郊计费性能	马 利 (286)
用监听方式处理 PCM 数模接口信号不畅	胡海生 (288)
用户线的“假闲”及其处理	丁仁政 (289)
可控铁磁谐振整流器工作原理	金同发 蔡志铭 (290)
为什么 119、110 报警电话错号多	潘国治 秦大斌 (292)
解决 S1240 机长途电路群来转话问题初探	胡守杰 (294)

抓全网综合管理 发挥 S1240 程控优势	朱苏晨 (297)
S1240 机话务分布统计应注意的几个问题	朱 红 (300)
S1240 机改选纯 450Hz 回铃音的方法	周仁杰 (302)
S1240 机指定中继测试功能的改进	朱 俊 (305)

* F-150 系统 *

数字程控电话交换机话务负荷能力的分析与计算	何英群 (307)
程控交换机开局投产中的一些技术问题	朱建华 (312)
福州程控交换机“拨号弃位”和“拨空层空号”的调查和分析	张高年 (318)
程控市话交换机割接和验收测试	黄 翔 (321)
F-150 型程控交换机微机工作站维护管理系统	陈京新 (326)
F-150 市话交换机开放市县直拨的措施	汤庭龙 严海宁 郑 杰 (330)
巧用 F-150 设备的点滴体会	蒋泽民 (332)
挖掘 F-150TS 翻译表数据区域的有效途径	王志平 杨利群 (333)
F-150 程控交换机中几种自律信息的作用	杨滨生 (335)
给 F-150 程控交换机增加 TS 业务管理系统	王晓初 (337)
提高 F-150 型交换机中继电路接通率的措施	夏 敏 (339)
F-150 机维护管理点滴体会	缪新华 (341)
根据 F-150 机自主信息分析信令不畅原因	王志平 (342)

* AXE-10 系统 *

AXE-10 程控局局间中继设备的开通测试	林立好 (344)
AXE-10 程控交换机的系统停机与应急处理	曹盖天 (347)
AXE-10 程控交换机故障处理经验点滴	范瑞巨 (351)
AXE-10 程控交换机用户电路板的修理	阎国荣 曾少锋 (355)
AXE-10 程控数字电话交换系统的环境条件	张树滋 (356)
AXE-10 系统再装入功能的检测	李广利 (358)
AXE-10 程控交换机的维护操作	曹盖天 (360)
程控电话交换机的系统停机与后援信息	温文声 (362)
程控交换机五号与中国一号信号模拟接口设备的兼容使用	尹培生 (367)
程控交换机紧急情况的处理	郑赛起 (371)
图形功能在数字程控交换机测试系统中的应用	杨 俊 徐星宁 (376)
AXE-10 程控市话局改长市合一局的实践	邓顺汉 (379)

* NEAX61 系统 *

NEAX61 型程控交换机的大话务量测试	韦汉臣 (390)
NEAX61 型程控交换机话务量数据处理系统	刘士良 莫 非 (397)
NEAX61 型程控交换机软件排错方法	吴承英 (401)
长途程控交换机话务数据采集方法	余其炯 李志红 (404)

* E10B 系统 *

程控交换机的负荷能力试验	林 融 (410)
--------------------	-----------

第四部分 信令系统

7 号公共信道信号系统基本术语说明	陈锡生 (417)
7 号信号方式的简要发展过程	王立言 (420)
7 号信号方式的基本特征	王立言 (422)
公共信道 7 号信号网的编码	吴立贞 (424)
7 号信号网的结构	胡世明 (429)
消息传递部分 (MTP)	王立言 (433)
电话用户部分 (TUP)	王立言 (440)
7 号信号方式的测试	刘美云 (449)
No. 7 信号中国规范要点	王立言 吴立贞 刘美云 胡世明 (455)
No. 7 信号 CCITT 蓝皮书主要内容	汤庭龙 (462)
城市 7 号信号网的设计	冯书诚 (468)
7 号信号网的设计和试验	袁祖聿 (473)
DPNSS——一种专用网上使用的 CCS	马晓东 (484)
测试交换机信号的几种方法	张国珍 (487)
程控进网后局间恶意呼叫追寻的信号配合	汤庭龙 (489)
程控局 MFC 信号不畅问题的分析与探讨	郭泰荣 (493)
市话网局间信号组合及信号不畅原因分析	林 融 (497)
程控交换机进网后出现的一些信令问题	顾重威 (501)
7 号信令应用中的几个问题	汤庭龙 (508)
日本 7 号信号网结构与信号转接点概况	龚双瑾 (513)
北京市话局 7 号信号工程	林 融 (517)
北京市话网三种交换系统之间 No. 7 信号方式的现场试验	王立言 (520)
关于 7 号信令与中国 1 号信令配合使用的几个问题	安延亮 (525)

第五部分 其他

程控机房应采用电子计算机房专用空调机	金立忱 (530)
程控机房空气调节设计	金立忱 (534)
数字程控电话交换机机房要求	柏文宝 (539)
程控电话局的接地	柏文宝 (544)
引进程控电话交换机应注意的几个问题	柏文宝 (547)
关于交换机容量的正确表达方式	王文鸾 (549)

综 述

程控交换技术的现状与未来

一、引 言

回顾 100 多年来交换技术发展的历史，可以认为有几个具有重要意义的转折阶段。这就是 19 世纪末出现的交换技术自动化，20 世纪 30 年代出现的公共控制方式，60 年代出现的程控交换技术，以及 70 年代出现的数字交换技术。

从人工交换机走向自动化，只有 10 多年的时间；从第一部步进制自动交换机到出现采用公共控制（Common control）方式的纵横制交换机，则有 40 余年的时间。即使到今天，我们也不能低估进展到公共控制方式的意义，因为它蕴涵着公共控制设备可以为计算机所取代，从而发展到存储程序控制（Stored program control）方式。也就是说，从公共控制方式发展到早期的集中控制的程控方式，是一种合乎逻辑的进展。当然，在交换技术的发展中，程控方式的出现具有重大意义，它标志着由软件控制交换处理和维护管理的崭新阶段的到来，使得交换系统具有很大的灵活性、适应性和开放性，可以适应各种未来发展的需要。可以认为，数字交换的出现与程控方式的引入具有同样重要的意义，它使得从综合数字网（IDN）过渡到综合业务数字网（ISDN）具有了现实的可能性，从而走向综合业务交换。

70 年代以来，随着数字技术、大规模集成电路技术和微处理机技术的迅速发展，交换技术的进展也是日新月异。几个主要的标志是：从模拟交换发展到数字交换，从集中控制过渡为分散控制，从随路信令发展到共路信令，软件设计方法不断更新，支援系统不断完善，而 PABX 的发展则甚至更为迅速。展望未来，将从电话交换发展到话音/非话业务的综合交换，从同步时分交换发展到异步时分交换，从电交换发展为光交换，而相应的通信网则发展为智能化的 ISDN 网。

以下将对交换技术发展的现状与未来的几个主要方面，作概要的描述与分析。

二、全数字化交换

模拟程控交换与数字程控交换之间的比较与争论不过是几年前的事情，人们记忆犹新；如今，数字交换已不再是未来的发展方向，而成为普遍存在的现实了。这充分显示了交换技术

发展之迅速。应用于公众电话网的一些大中型交换机，如美国的 ESS4、ESS5、EAX5，加拿大的 DMS 系列，瑞典的 AXE10，法国的 E10 和 E12，西德的 EWSD，日本的 D60、D70、NEAX61、FETEX150、HDX10，英国的 X 系列以及 S1240 系统等，都是数字交换机。

数字交换有很多优点，其中很主要的一点是，为了适应 ISDN 的发展，必须采用数字交换。但是在发展过程中，经济性的考虑也是一个重要因素。特别是对于市话数字交换机，用户电路 (SLIC) 的成本占有很大的比重，只有当单路编译码器 (Codec) 等集成器件的成本降低时，才是经济上可行的。因此，曾出现过这样一种意见：先采用所谓混合数字交换机，即选组级数字化而用户级仍保留模拟交换的交换机，当条件成熟时再过渡到全数字化交换机；在当时，例如 AXE10 和 NEAX61 都曾采用过这种过渡方式。有一些国家之所以先发展数字长话交换机，这也是一个主要原因。由于集成技术的迅速发展，这种过渡时期很快就结束了。而较晚出现的数字交换机，实际上一开始就采用了全数字化交换技术。

数字交换机采用数字交换网络、具有 BORSCHT 功能的用户电路、数字中继接口电路以及数字化的收发码器等硬件设备，含有很多的通用和专用集成电路。因此，数字交换的普遍采用与集成电路技术的发展密切相关；而数字交换机的进一步缩小体积、减少功耗、降低成本和提高可靠性，仍然与大规模、超大规模集成技术的进展有关。为了便于生产和维护，同时希望减少整个数字交换系统所使用的集成电路器件和印刷板的种类。

数字交换网络与用户电路占有较大的比重，人们通常关心这两方面的进展。数字交换网络通常采用 TSⁿT 型，可由通用集成电路构成，内部码率愈来愈高，可接入大量的数字链路，而体积却日益缩小。也有少数交换机采用专用的交换单元，兼具时空交换功能。S1240 系统的数字交换网络就是典型的代表。它还具有自选通路的性能，选路时不需要内存中的网络映象和软件的介入，因而是分布式控制方式的强有力的支援，可称为智能化交换网络。不论采用何种网络，都应具有大量的出入端口，有很高的话务通过能力，而阻塞率却很低。

由于集成技术的不断进展，可以使实现 BORSCHT 功能的集成度增高，集成芯片数减少，从而使一块印刷板上的用户电路数增加，例如从 8 个增加到 16 个或甚至更多。用户电路在恒流供电、减少功耗、自动电平调节、软件控制的可选平衡网络等方面的性能在日益提高。目前还未普遍采用全固体化的用户电路，一般仍保留有 1 到 2 个继电器，但无疑这是正在努力的方向。

在设计数字交换机的系统结构时，如何适应 ISDN 的发展是目前要考虑的一个重要问题。有些数字交换机在出现时并未充分考虑到这一点，目前不得不提出如何在原有的系统结构上适应 ISDN 发展的方案。这并不是轻而易举的事。不同的系统结构，其适应性有所不同。在这方面，分布式结构的 S1240 系统，显示了一定的优越性。

三、分散控制方式

在控制方式上是从集中控制走向分散控制的。大多数数字交换机都采用了不同程度的分散控制方式。全数字化的发展与 IC 的技术进展密切相关，分散控制方式的出现则与微处理机的迅速发展紧密联系在一起。

在分散控制的系统结构中，要考虑两个基本问题：

(1) 多对处理机之间的分工 通常采用功能分担与容量分担 (或负荷分担) 的结合。功能分担可以划分为与硬设备直接联系的低层呼叫处理功能 (如扫描和驱动)，数字分析、路由

选试等高层呼叫处理功能,以及维护管理等功能。在功能分担的基础上,要设置多对执行一定功能的处理机,以满足所控制的话路设备数量和话务处理能力的需要。早期的集中控制方式只有一对处理机,可采用微同步、话务分担或主备用方式。在分散控制方式中,每一对处理机之间一般采用较简单的主备用方式,当然可以热备用。

(2) 机间通信方式 共享存储器的紧耦合方式有明显的缺点,已不采用,现在趋向于采用松耦合。机间通信可通过总线或通过交换网络,也可混合使用。通过总线的通信传送速度快,不占用交换网络的通路;通过交换网络进行通信的优点则是有利于分布式的实现,并可能简化了硬件的系统结构。

不同程度的分散控制主要体现在中央处理机(CP)功能的弱化程度,可以分为分级控制和分布式控制两种分散控制的方式。分级控制是将处理机分为两级或三级,其中有一级相当于中央处理机,执行较集中的高层呼叫处理。直接控制话路设备的外围处理机要受到中央处理机的控制,呼叫的完成主要依赖中央处理机。分布式控制则在较大程度上弱化了中央处理机的功能,使各模块中的处理机有较强的独立自主功能,包括在交换网络中建立所需的通路。分布式控制以 S1240 系统为代表。当然,对于分布式控制的含义及其优缺点还有着争论。但应当承认 S1240 系统的确显示了其独特的一面,而且当呼叫控制 ACE 的呼叫处理功能并入相应的 TCE 后,这种改进无疑进一步弱化了中央控制功能,使各模块的微机具有更大的独立性。

如今微处理机的功能增强,可以与小型机匹敌,从而向全微机的分散控制方式发展。显然,CP 功能愈是弱化,就愈有可能实现全微机化。因此,S1240 系统可以采用全微机是不奇怪的。由于微机的日益小型化,以致单片机的出现,可以灵活地按照需要引入微机,例如在话路设备的电路中引入微机以增加功能和灵活性,可称为板上控制器。实际上,这种软件固化的微机芯片,也成为组成硬件电路的器件。

在各种程控交换系统的发展过程中,不断更新所使用的处理机,以获得更高的处理速度和呼叫处理能力。具有大容量和很高的话务通过能力的数字交换网络,应配以具有很高的呼叫处理能力(以 BHCA 表示)的处理机,才能充分发挥系统效能。因此,处理机速度的不断提高,仍然是一个重要的目标。

四、共路信令

由于程控交换技术的应用和发展,提供了从随路信令过渡到共路信令的条件;而随着数字交换和传输逐步取代模拟交换和传输,共路信令也从 6 号迅速发展到了 7 号。可以说,除了少数国家以外,6 号共路信令并未获得广泛应用,而直接进展到适合于数字网的 7 号信令。

一些较早出现的数字交换机开始并未采用 7 号信令,随后也陆续引入了 7 号信令功能。7 号共路信令功能的引入,应保持相对的独立性,即基本上不影响其它子系统。由于程控交换机的模块化结构,一般来说,在原有的系统结构上增加 7 号信令功能并无多大困难。为了实现较复杂的 7 号信令的第 3 级功能,通常可设置专门的信令处理机。

CCITT 对 7 号信令技术规程的制订在不断地完善与充实,反映在 1980 年的黄皮书、1984 年的红皮书和 1988 年的蓝皮书中。主要是增加了 ISDN 用户部分(ISUP)、信号连接控制部分(SCCP)、事务处理功能,从而可以适应 ISDN 网的应用,可以建立逻辑连接以在相同的用户部分之间传送端到端的信息,可以提供基本电话业务以外的附加业务,可以在局间或交换局与业务控制点、维护管理中心、数据库之间传送有关的功能和程序。

网路、交换与信令密切相关，信令系统仍然是一个研究的重要专题，这也反映在 ISS、ITC 等有关国际会议的讨论中。在这个专题中，也可以看到发展之迅速：不但都是涉及共路信令和共路信令网，而且大多是在 ISDN 环境下来探讨，例如 ISDN 业务对 CCS 网性能的影响，ISDN 环境中共路信令流量的分析等。AT&T 公司的一项研究表明：ISDN 业务加大了信号消息的长度；对基本差错控制法影响较大，对预防循环重发（PCR）方法影响较小，但 PCR 的强制重发过程的阈值取得不适当时会导致系统的不稳定性。

五、软件技术

由于程控交换软件系统异常复杂，在程控交换机的研制、生产和不断改进的过程中，所采用的软件技术始终是一个非常值得重视的关键问题，它将影响到整个交换系统的开发效率、生产效率和质量。软件开发费用将远远超过硬件。据报导，当前全世界制造厂家每年的数字交换软件开发费用超过 10 亿美元。

当前，软件设计的主要目标是可靠性、可维护性和有利于提高生产效率。考虑到开发软件的支援环境以及使用过程中处理机的更新，软件的可移植性也不容忽视。独立于处理机的语言和操作系统结构，是应用程序移植到新处理机的主要因素。操作系统应把处理机隔离开，形成虚拟机的概念。数据库管理应提供数据独立性，以加强软件的可移植性。

一些现代的软件设计技术已应用在各种程控交换机的软件设计中，例如结构化分析与设计、模块化设计、结构化程序设计等。事实上，庞大复杂的交换软件在开发、生产、应用的各个阶段，都趋向于在软件工程的指导下进行。由于认识到这方面的重要性，关于电信交换的软件工程国际会议从 70 年代起开始定期举行。

有限状态机是设计程控交换软件的一种有效结构，可以反映呼叫处理的进展特征，可以并发多进程以适应呼叫的并发性。此外，有限状态机程序结构清晰，层次分明，有利于设计和编程，有较好的可读性和可维护性。有限状态机之间可采用逻辑地址的消息通信，提高软件的可靠性，并使得软件的分布以至整个系统的灵活性增强。因此，有限状态机获得了广泛的应用。

软件的结构和设计应该对分散控制方式提供有效的支援。例如在机间通信控制、差错处理、数据库分布等方面，上述的逻辑地址通信就是一种有效的通信方式。

由于存储器价格下降，程序代码的空间效率不再是一个主要因素。目前，仅在需要加快执行速度、与硬设备有联系的少量程序中使用汇编语言。CCITT 推荐的 CHILL 语言可以分段编译，有利于模块化结构，能支援并发执行，具有丰富的数据模式，已为一些程控交换机所使用，例如 S1240、EWSD、D60、D70、PRXD、TROPICO 等公用交换系统以及 SOPHOS、HICOM、BCS5600 等 PABX。CCITT 的 CHILL 文本在不断完善，CHILL 语言的国际学术会议自 1980 年开始，已召开了多次。

具有图形和文本两种形式的 SDL 语言在软件的开发、设计阶段正在起着越来越大的作用，日益受到人们的重视。在 SDL 语言成为一种对规范的精确表达方式时，就可以将 SDL 的文本或图形自动翻译为某一种高级语言，例如 CHILL 或 C 语言代码。5ESS 的研制表明，使用 SDL-PR 编写程序要比使用汇编语言效率提高 10 倍，预期在使用 SDL-GR 时，生产效率将提高更多。

为了提高效率，出现了不少围绕 SDL、CHILL 等语言方面的软件工具。以巴西的 TROPICO

系统为例，所开发的 SDL 工具就有：

- 图形文件自动生成系统：从 SDL-PR 自动生成 SDL-GR。
- 软件自动生成系统：将 SDL 翻译成 CHILL 语言。
- 系统信息生成和功能描述生成。
- 测试生成。

语言方面的软件工具只是支援系统的一部分。更为庞大的支援系统是程控交换机在开发、生产、运行维护过程中必不可少的，对软件的开发、调测、生产、管理、维护都提供有效的支援。各国在开发和生产的过程中，都建立了自身的支援系统。应该注意到，这些支援系统还在不断改进和完善之中，以期建立更有效、更加自动化的软件开发环境，获得更为丰富的软件工具，以提高效率和质量，而对使用者则更为方便。

软件的测试占整个软件开发费用的很大一部分，而早期检出差错的效果相当于系统测试阶段的若干倍。因此，软件的调测支援工具是支援系统中一个重要的组成部分。这方面在近几年来仍是人们感兴趣的研究课题。例如，在 60 年代后期出现的环境模拟测试器，作为一种有效的软件测试工具，现在还在继续研究和改进。在 1988 年的 12 届 ITC 会议上就有文章专门讨论，试图加强其通用性。

六、PABX

近几年来，PABX 在实现综合交换和办公室自动化方面，取得了迅速的进展。PABX 的分代可以有不同的方法，基本上可以概括为模拟、数字、简单的话音/数据综合交换以至于综合业务 PABX。PABX 与 LAN 之间的竞争为人们所熟知，一般认为可能会走上互相结合的道路。

可以指出，现代 PABX 大致具有以下几方面的特点：

- 容量范围广：可以从几百门到几万门。
- 性能众多：由于 PABX 自身的特点以及办公室自动化、旅馆业务等需要，可以提供大量的性能，其中有很多任选性能。
- 组网能力强：PABX 本身可以在很大的区域内灵活地组网，可采用光缆等先进的传输系统；对于市话网，可以适应 BID、DOD2 或 DID、DOD1 等方式。
- 先进的信令方式：可采用 7 号共路信令或其它专用的信令方式。
- 非话业务的交换功能：可以实现非话业务的电路交换或/和分组交换，可以适配数字电话机、数据终端、多功能智能终端等多种终端设备，具有 2B+D 或其它接口，可以适应于数据网、分组网等的网间互连，具有公用的 MODEM 群。

七、异步时分交换技术

随着向 ISDN 方向的发展，首先出现了建立在 64kb/s 基础上的窄带 ISDN 交换。随着各种业务发展的需要，当窄带 ISDN 交换向宽带 ISDN 交换进展时，人们在寻求一种比较理想交换技术，它可以适应于各种码率和带宽分配，对各种不同的业务采用统一的交换方式，而在交换网络的信息流通量和时延等方面能具有令人满意的指标。异步时分 (ATD) 交换技术就是在这样的要求下发展起来的。

近几年来，在各种国际会议上（包括 ISS、ICC、ITC 等国际会议），ATD 一直是一个令人

瞩目的热门专题。笔者曾于 1988 年在意大利参加第 12 届 ITC 会议,会议开幕后第一个交流的专题就是 ATD 技术。在美国举行的 1987 年 ISS 和近几年 ICC 会议上,关于 ATD 技术的交流引起了人们的很大兴趣。可以认为,大家已经确认 ATD 技术正在迅速成为电信领域的一项关键技术,展示了很有希望的前景,以此来实现未来的标准化的宽带交换。CCITT18 组也在研究有关的规程。

ATD 又称为 ATM (异步传送模式) 或 FPS (快速分组交换),是介于电路交换与分组交换之间的一种交换技术。

ATD 采用统计复用和简化的分组交换技术,其特点如下:

- 灵活性高,适应性强:可以适应范围宽广的可变码率和灵活的带宽分配,终端产生的数据比特流可以是连续的或突发的,可以适应于各种宽带业务以及原有的窄带业务,也可以适应于今后的未知业务。

- 各种话音/非话业务统一的交换技术。

- 简化的分组交换:分组长度趋向于固定,取消了链路级上的流量控制和差错控制,采用虚电路技术和自选路由的交换网络。

分组长度是一个正在研究的重要问题。有很多因素对分组长度有影响。有一些因素与流量有关,需要从流量模型来研究,例如输入流量的特性、时延、分组损失率、传输效率、网络处理能力以及所需缓冲器数量等。

对分组长度的研究主要是指有效信息位,至于包头长度则决定于逻辑通路的数量和对现有与将来的功能的支援。

时延和分组损失率是 ATD 交换系统流量设计的两个主要的技术指标。对 ATD 网络的流量特性已进行了不少的研究,从各种不同的排队模型来描述输入流量和网络特性,得到了分组损失率和时延的一些计算公式或模拟结果。

对 ATD 的研究正方兴未艾。法国的 CNET、美国的 AT&T、比利时的 BTM、日本的 NTT、西德的 SIEMENS 等公司都报告了他们的研究成果。一向对数字交换感兴趣的法国,仍然在拉尼翁试验其 ATD 交换的实验模型,这就是已为人们熟知的 Prelude 模型。尽管实用化还需要一段时间,但对于这种很有前途的、有可能又成为交换技术的一个转折点的 ATD 技术,自应给予足够的关注和重视。

八、智能网

交换系统与通信网密切相关。通信网的结构、路由选择方法等影响到交换系统的设计。例如,网络管理的自动化和各种选路方式(动态自适应选路、动态无级选路等)都对交换系统提出了新的要求。而当前一个值得注意的动向是向智能网的方向发展,这将影响到提供各种交换业务的实现方式和软件设计。

1986 年,美国联邦通信委员会(FCC)提出了开放式网络结构(ONA)的设想。ONA 是一种概念或者结构模型,它可以将网络的功能和资源在较大范围内以分布和开放的形式平等地提供给用户,包括各种增值业务的提供者。ONA 是 OSI 七层模型和 ISDN 的自然发展,ONA 的发展必须以 OSI 模型和 ISDN 技术作为支持,但在概念上应理解成是在网络功能意义上的高层次的综合。

虽然在 ONA 的概念明确提出以前,就开始了对智能网(IN)的研究,但可以看到,当前

对智能网的研究是与 ONA 的概念一致的,其目标就是实现 ONA 模型的要求。美国贝尔通信研究所研究的新型网络结构 IN/2 就是在 IN/1 的基础上发展的智能网,准备应用于美国的公众交换网。IN/2 实际上是智能网结构的第一个实例。

智能网结构应考虑以下因素:

- 新业务的引入比较方便和灵活。
- 在网络的各种组成部分之间应具有良好的接口。
- 网络中的各种业务能被增值业务提供者有效使用,以便为用户提供各种增值业务。

实现智能网的基本要素是大量的业务可以由一组有限的功能组件 (FC) 所构成。FC 的不同组合、不同执行顺序或不同的参数,就可以得到不同的业务。这就增加了灵活性,可按照需要适时地引进新业务,并使引进新业务的风险减至最小。

智能网由业务交换点 (SSP)、业务控制点 (SCP)、业务管理系统 (SMS)、智能外部设备 (IP) 等组成,其间可以用 7 号共路信令相连。SSP 是驻存在交换系统中的一个模块,可以识别用户呼叫对某种新业务的要求,作出响应,并对 SCP 发出要求支援的请求。SCP 中通常驻存有业务逻辑解释器 (SLI) 和网路信息数据库 (NID)。SLI 接受 SSP 的请求,可以确定 FC 的执行顺序。NID 包含了有关网路和用户的各种信息。在必要时,SCP 可将呼叫的控制转移到合适的 SSP 或 IP。SCP 还提供了与业务无关的性能,例如网路的管理维护功能。SMS 可提供操作支援,例如业务的建立、用户控制能力以及 SCP 中数据库的管理、协调和控制等。IP 则提供交换局所不具备的功能,包括一些尚未成熟或在试用的性能、各种业务对其使用率很低的性能或只为一种业务所使用的性能,例如话音识别、专门的话音通知、密码功能等。驻存在 IP 中的某些功能可能在以后转移到 SSP 中去。

可以认为,智能网的结构是历史上第一次网络软件不再按业务来分别设计,而是各种业务共享网络功能组件并由功能组件的组合而构成。这将对通信网的发展产生深远的影响。我们所面临的未来,不仅仅是 ISDN,而是智能的 ISDN 网。

九、结束语

在结束本文时,当然还应提到专家系统在交换技术中的应用和光交换技术。专家系统可以应用在交换系统的维护测试、故障诊断和开发设计中,也可以用于通信网的设计规划和维护管理中,已经取得了一些成果。由于专家系统的优越性,可以预期将不断获得更广泛和有效的应用。例如,最近 IBM 研究人员就报告了用于网络管理和控制的高性能专家系统。在光交换方面也已取得了一些进展,特别是在光交换器件方面。波分交换被认为是最有前途的。在更远的将来,一种称作码分多路复用或码分多址的更新的方法可能取代 ATD。

总之,自 70 年代以来,交换技术的发展异常迅速;展望不远的未来,仍然面临着交换技术发展的重大转折。对此,必须准备不断更新我们的观念。

陈锡生

数字程控交换机的 技术水平及发展趋向

一、前 言

数字式程控交换机的问世是电话交换技术发展的一个重要里程碑，它标志着电话交换机进入了全电子交换的发展阶段。

机电式交换机经历了漫长的发展历史，于 60 年代中期进入电子交换时代。在其开始阶段是以计算机代替机电式交换机中的主要控制设备，这就是空分程控交换机。空分程控交换机的交换网络仍是机电式的，其控制系统则为单级处理机——中央处理机。这种电子交换机属于半电子交换机。这是电子交换机发展的第一阶段。

这一阶段的经历时间并不长。在进入 70 年代中期以后，由于集成电路技术、数字编码技术、传输技术以及计算机技术的飞速发展，使电话交换机很快进入了数字式程控交换机的发展阶段。

数字式程控交换机与以往各种交换机相比，确有无可比拟的优越性和巨大的发展潜力。它的出现及不断发展，连同光纤通信及数字传输技术的发展，必将引起全世界电话交换网产生革命性的变革——向全数字电话网过渡，向综合业务数字网过渡。

二、数字式程控交换机目前的技术水平及发展趋向

1. 处理机系统

处理机系统的基本方式有两种：一种是两级处理，即区分中央处理机与外围处理机；另一种是用众多微处理机进行全分散控制。多数厂商的数字式程控交换机采用前一种方式，S1240 程控交换机采用后一种方式。

两级处理方式中的中央处理机的呼叫处理能力是一个重要的技术指标。这一技术指标对进入我国的公用电话网的程控交换机尤为重要。因为我国目前的电话用户密度低，话务量高，忙时呼叫次数每一用户约为 10~14 次，这一数字约比电话发达国家高 3~4 倍。提高中央处理机忙时呼叫处理能力有两条途径：一条是提高单处理机的处理能力，一条是采用微处理机列阵方式。

开始曾经怀疑单处理机能否达到极高的忙时呼叫处理能力，但现在这种大容量单处理机已经问世。目前达到的忙时呼叫处理能力为 80 万 BHCA。采用单处理机达到这样高的处理能力的基本经验是：

——采用快速元器件。

——单处理机内包含有信号处理机与指令处理机。信号处理机用于中央处理机与外围处理机之间以及中央处理机内部各软件模块之间进行软件信号的传递，它为指令处理机进行作业调度。当指令处理机执行一个作业的指令时，信号处理机已为它准备好了下一个作业。指令处理机完全用于逻辑操作。

——优化指令处理机的设计，使它最适合于电话交换的实时控制。

值得注意的是：这种大容量处理机的体积并不大，它总共只有 100 块印刷板。据说这种

单处理机还有很大的发展前途。它的忙时呼叫处理能力将来可达到 200 万 BHCA 以上,而体积可进一步缩小至 20 块印刷板。

采用众多微处理机组成大容量中央处理机也是一种重要方式。这种方式,从外部看是一部中央处理机整体,它用于对整个程控交换机进行控制,而在其内部,则各由若干个双份的微处理机分别构成基本及呼叫处理机阵列、输入输出处理机阵列。这种中央处理机当采用一对基本处理机时(基本处理机可用于进行系统控制,也可用于进行呼叫处理。正常情况下一个基本处理机用于系统控制及呼叫处理,另一个全部用于呼叫处理),其忙时呼叫处理能力为 25 万 BHCA;在此基础上可增加 10 个呼叫处理机,当呼叫处理机增加至 6 个时,其忙时呼叫处理能力已达到 124 万 BHCA。这种中央处理机提高呼叫处理能力的基本经验是:

——采用高性能的微处理机,例如 MC68020 作为基本处理机、呼叫处理机及输入输出处理机。每一处理机由双机构成,有自己的专用内存,双机之间采用微同步工作方式。

——通过增加呼叫处理机增加呼叫处理能力。但它不采用由一个呼叫处理机控制一部分交换机的方式。那种方式,处理机愈多,处理机之间的通信消耗的处理能力也愈多。增加的处理能力有一部分被抵消了。这种中央处理机由四部分组成:基本及呼叫处理机阵列、公共存储器、输入输出处理机阵列、公共母线系统。需要处理的呼叫,统一经输入输出处理机将相关信息存入公共存储器内,然后由各个呼叫处理机轮流将各个呼叫的信息从公共内存中取出进行处理。每一个呼叫先后到达的信息由一个呼叫处理机负责处理到底。处理完毕的信息由呼叫处理机存入公共内存,然后由输入输出处理机送出至交换系统或其他外围设备。

中央处理机的另一个重要指标是内存储器容量。由于大规模集成电路技术发展很快,在 70 年代末期,当时很多厂商采用 4kMOS 动态存储器芯片组成内存储器,而现在已发展到用 64k 或 256kMOS 动态存储器芯片组成内存储器。在采用 4kMOS 时,内存储器总容量一般为几兆字,而在采用 256kMOS 时,存储器总容量可达 100 兆字以上。存储器容量的扩大意味着更多的功能可以综合在一套交换机上,存储器芯片技术目前尚在继续发展,1 兆位与 4 兆位的芯片已经问世。它不但增加了容量,而且由 NMOS 技术发展 to CMOS 技术,因而功耗可以减少。

在外围处理机方面,在两级处理方式刚出现时,当时的微处理机性能还不足以充当外围处理机。因而采用小型的专用处理机充当外围处理机。随着微处理机性能的不断提高,现在已愈来愈多地用微处理机充当外围处理机。随着微处理机的采用及集成度的提高,使外围处理机的体积大大缩小而能力反有所提高。例如 AXE-10 交换机将要提供的新的外围处理机,其体积仅为原来的五分之一,而处理能力却提高一倍。今后的发展远景有可能把外围处理机缩小至一块印刷板以至一块芯片。

2. 选组级交换网络

选组级交换网络及处理机系统同为程控交换机的核心。交换机的容量主要取决于选组级交换网络的大小及处理机系统的忙时呼叫处理能力。两者必须是配套的。目前容量较大的选组级交换网络可连接 2000 套一次群(32 路)PCM。按照我国的话务量与此配套的处理机处理能力需要 80 万至 100 万 BHCA。由于处理机的能力尚可进一步扩大,例如扩大至 200 万 BHCA;为了使交换网络与之配套,有的厂商已计划把选组级容量扩大一倍,从目前连接 2000 套一次群 PCM 扩大到连接 4000 套一次群 PCM。

虽然选组级交换网络容量不断扩大,但其体积却不断缩小。以 F-150 交换机为例,最近的一次改进,使 16000 线的选组级交换网络从 8 个机架减至 1 个机架。如果拿它与纵横制交换机相比,用纵横制设备构成一个 16000 线选组级交换网络需要 320 个 3 米高的机架,而现在