



# 通信工程

## 质量监控与通病防治 全书

中国环境科学出版社

# 通信工程质量监控 与通病防治全书

(第一卷)

本书编委会

中国环境科学出版社

·北 京·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

通信工程质量监控与通病防治全书/宋涛主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2002. 1

ISBN 7-80163-251-6

I. 通... II. 宋... III. 通信工程—质量控制 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 095937 号

中国环境科学出版社出版发行  
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)  
北京忠信诚胶印厂  
各地新华书店经售

\*

2002 年 1 月第 一 版 开本 787×1092 1/16  
2002 年 1 月第一次印刷 印张 158.75  
印数 1-1000 字数 2000 千字

ISBN 7-80163-251-6/X.154

定价: 980.00 元 (全四卷)

# 前 言

通信产业，已被广泛应用于国民经济的各个方面，已成为衡量一个国家现代化水平及人民物质生活水平的重要标志之一。通信产业的发展迅猛，特别是改革开放以来，我国的信息产业结构向着大型、高效和混合型的方向发展。

由于通信工程施工队伍的技术素质跟不上新技术发展的需要，在施工过程中，新技术工艺和新材料的应用普遍存在质量问题，甚至在传统工艺上，一些施工中的质量通病至今还得不到杜绝。原因在于施工技术人员对如何消除工程质量的“常见病”、“多发病”，缺乏必要的理论知识和实践经验。鉴此，我们编写了这本《通信工程质量监控与通病防治全书》。本书系统搜集大量理论和实践经验的基础上，分析了通信工程中质量通病产生的原因，并提出了防治措施。介绍了许多新技术在现代通信工程中的应用，为了增强本书的实用性，还大量介绍了我国典型的通信工程实例，以帮助读者加强对理论知识的理解和应用。

该书在编写过程中，得到了信息产业部、邮电大学、清华大学等部分专家教授的支持，并引用了一些专家教授的论述，在此深表感谢，由于各种因素的影响，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

本书编委会  
2001年12月

# 目 录

## 第一篇 程控交换电话网

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第一章 概 述 .....             | ( 3 ) |
| 第一节 电话交换系统制式与发展简史 .....   | ( 3 ) |
| 第二节 程控电话呼叫的建立过程 .....     | (10)  |
| 第三节 电话交换的基本技术与理论 .....    | (15)  |
| 第四节 程控电话交换技术的展望 .....     | (23)  |
| 第二章 电话交换系统的网路环境 .....     | (28)  |
| 第一节 长途电话网 .....           | (28)  |
| 第二节 本地电话网 .....           | (34)  |
| 第三节 编号计划 .....            | (37)  |
| 第四节 随路信令方式 .....          | (41)  |
| 第五节 共路信令网 .....           | (62)  |
| 第三章 程控电话交换系统结构与设计 .....   | (68)  |
| 第一节 程控交换系统结构与技术要求 .....   | (68)  |
| 第二节 话路子系统设计 .....         | (89)  |
| 第三节 控制子系统设计 .....         | (105) |
| 第四节 软件结构与设计 .....         | (119) |
| 第五节 实现 7 号共路信令的总体设计 ..... | (130) |
| 第四章 电信管理网 TMN .....       | (139) |
| 第一节 概述 .....              | (139) |
| 第二节 TMN 的硬件与软件 .....      | (148) |
| 第三节 实际 TMN 系统举例 .....     | (163) |

|      |                                  |       |
|------|----------------------------------|-------|
| 第四节  | TMN 的故障处理 .....                  | (172) |
| 第五章  | 程控交换机的维护与管理 .....                | (189) |
| 第一节  | 电话交换系统可靠性指标的探讨 .....             | (189) |
| 第二节  | 程控交换机故障处理术语说明 .....              | (199) |
| 第三节  | 程控电话交换机的调测与验收 .....              | (202) |
| 第四节  | 程控电话交换机的操作维护方式 .....             | (208) |
| 第五节  | 压缩 BHCA 减少虚假话务量 .....            | (212) |
| 第六节  | 程控与模拟交换机局间接口障碍分析 .....           | (215) |
| 第七节  | 数字程控交换机的网络管理功能 .....             | (217) |
| 第八节  | 程控交换机升位技术 .....                  | (225) |
| 第九节  | 数字交换机用户电路的过压过流保护 .....           | (232) |
| 第十节  | 数字程控交换机用户电路的故障诊断 .....           | (240) |
| 第十一节 | 关于数字程控交换系统传输特性测试的若干问题 .....      | (248) |
| 第六章  | 通信电缆理论及常见问题处理 .....              | (254) |
| 第一节  | 通信电缆线路 .....                     | (254) |
| 第二节  | 通信电缆结构、分类和使用特点 .....             | (257) |
| 第三节  | 分类 .....                         | (266) |
| 第四节  | 通信电缆型号 .....                     | (269) |
| 第五节  | 通信电缆线路传输质量和电气性能 .....            | (272) |
| 第六节  | 通信电缆线路常见故障 .....                 | (286) |
| 附录   | .....                            | (326) |
| 第七章  | NO.7 信令网建设与维护中的问题与解决办法 .....     | (327) |
| 第一节  | 程控进网后局间恶意呼叫追寻的信号配合 .....         | (327) |
| 第二节  | 程控局 MFC 信号不畅问题的分析与探讨 .....       | (332) |
| 第三节  | 市话网局间信号组合及信号不畅原因分析 .....         | (337) |
| 第四节  | 程控交换机进网后出现的一些信令问题 .....          | (341) |
| 第五节  | No.7 信令应用中的几个问题 .....            | (350) |
| 第六节  | 关于 7 号信令与中国 1 号信令配合使用的几个问题 ..... | (356) |
| 第八章  | 其他问题 .....                       | (362) |
| 第一节  | 数字程控电话交换机机房要求 .....              | (362) |
| 第二节  | 程控机房空气调节设计 .....                 | (368) |
| 第三节  | 程控电话局的接地 .....                   | (374) |
| 第四节  | 引进程控电话交换机应注意的几个问题 .....          | (377) |

## 第二篇 计算机网络工程

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 第一章 概述 .....                     | (383) |
| 第一节 计算机网络的产生和发展 .....            | (383) |
| 第二节 计算机网络分类 .....                | (388) |
| 第三节 计算机网络结构 .....                | (389) |
| 第二章 局域网 .....                    | (394) |
| 第一节 IEEE 802 局域网 .....           | (394) |
| 第二节 Ethernet 及相关产品 .....         | (396) |
| 第三节 Fast Ethernet 及相关产品 .....    | (401) |
| 第四节 以太网交换机 .....                 | (404) |
| 第五节 快速以太网交换机产品 .....             | (408) |
| 第六节 10/100Mbit/s 自适应以太网交换机 ..... | (409) |
| 第七节 千兆位以太网 .....                 | (409) |
| 第八节 FDDI 技术 .....                | (414) |
| 第九节 ATM 局域网 .....                | (417) |
| 第十节 局域网络实例——Novell 网络 .....      | (433) |
| 第三章 广域网 .....                    | (449) |
| 第一节 概述 .....                     | (449) |
| 第二节 分组交换网 .....                  | (450) |
| 第三节 ISDN 综合业务数字网 .....           | (458) |
| 第四节 数字数据网——DDN .....             | (481) |
| 第四章 网络接入技术 .....                 | (485) |
| 第一节 概述 .....                     | (485) |
| 第二节 电话线 (Modem) .....            | (486) |
| 第三节 Cable Modem .....            | (488) |
| 第四节 高速数字用户线 (HDSL) .....         | (498) |
| 第五节 非对称数字用户线 (ADSL) .....        | (501) |
| 第六节 超高速数字用户线 (VDSL) .....        | (503) |
| 第七节 混合光纤/同轴电缆 (HFC) 接入网 .....    | (504) |
| 第五章 典型案例 .....                   | (511) |

|     |                  |       |
|-----|------------------|-------|
| 第一节 | 域网与广域网互连 .....   | (511) |
| 第二节 | 有线电视网 CATV ..... | (513) |
| 第三节 | 光纤接入网 .....      | (514) |
| 第四节 | 某重点大学校园网设计 ..... | (516) |

## 第三篇 计算机电话集成

|     |                    |       |
|-----|--------------------|-------|
| 第一章 | 概述 .....           | (525) |
| 第一节 | 什么是计算机电话集成? .....  | (525) |
| 第二节 | CTI 的历史 .....      | (542) |
| 第三节 | 发展的十年 .....        | (553) |
| 第二章 | 计算机语音系统集成技术 .....  | (556) |
| 第一节 | 系统配置 .....         | (556) |
| 第二节 | 用户接口 .....         | (563) |
| 第三节 | 特定短语的发音 .....      | (569) |
| 第四节 | 音频信号的数字化 .....     | (576) |
| 第五节 | 声音文件格式 .....       | (581) |
| 第六节 | 传真集成 .....         | (585) |
| 第七节 | 语音/数据集成协议 .....    | (593) |
| 第八节 | 脉冲识别 .....         | (595) |
| 第九节 | 语音识别和文语转换 .....    | (598) |
| 第三章 | 应用系统设计 .....       | (600) |
| 第一节 | 系统规模 .....         | (600) |
| 第二节 | 高级 CTI 模块 .....    | (607) |
| 第三节 | CTI 应用系统设计实例 ..... | (619) |

# 第一篇

## 程控交换电话网



# 第一章 概 述

## 第一节 电话交换系统制式与发展简史

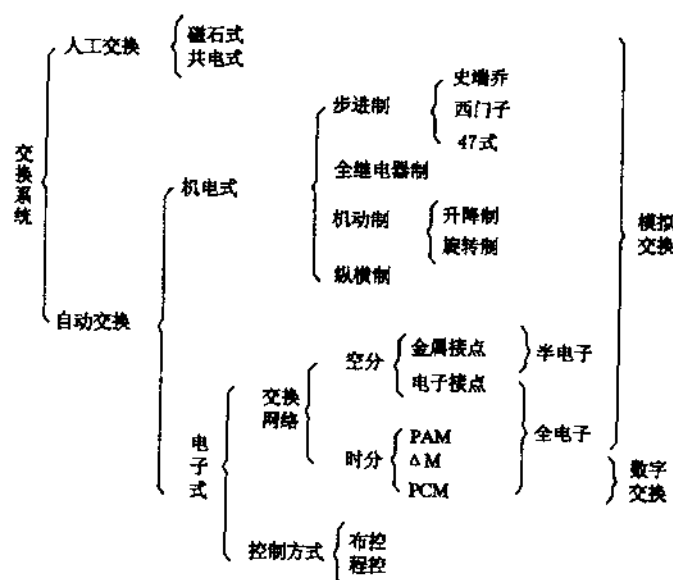
### 一、交换系统的制式和类型

#### 1. 交换系统的制式

在交换技术发展的 100 多年中, 出现了各种制式的交换机。制式的变化反映了交换技术的不断发展。下面列出的各种制式实际上是交换技术发展的一个缩影。

现就几个主要方面说明如下:

#### (1) 人工与自动



凡不需话务员人工接线, 而由交换机完成自动接续的均称为自动交换机。但自动用户交换机 (Private Automatic Branch Exchange——PABX) 接入公用网时, 如中继呼入采用 BID (Board Inward Dialing) 方式, 仍需由 PABX 的话务员介入, 以完成接续。

## (2) 机电式与电子式

电子式的主要标志是控制设备电子化, 交换网络可以是金属接点。例如, 可以采用笛簧或剩簧接线器, 甚至可以使用纵横接线器。为了与全电子区别, 可称为半电子交换机。由于笛簧、剩簧接线器动作速度比纵横接线器快得多, 也可称为准电子交换机。当交换网络为电子接点组成的空分网络或由电子器件实现时分交换时, 就是全电子交换机。

应该注意到, 国外很少有布控方式的电子交换机, 模拟或数字程控交换机一般都称为电子交换机。

## (3) 空分与时分

空分 (Space Division——SD) 是指通过交换网络的连接通路具有不同的空间位置, 时分 (Time Division——TD) 是指通过交换网络的连接通路具有不同的时间位置, 也就是采用时分复用方式。时分复用有脉幅调制 (PAM)、增量调制 ( $\Delta M$ ) 和脉冲编码调制 (PCM) 方式。

## (4) 布控与程控

布控是布线逻辑控制 (Wired Logical Control——WLC) 的简称, 控制设备由完成预定功能的逻辑电路组成, 也就是由硬件控制。

程控是存储程序控制 (Stored Program Control——SPC) 的简称, 用电子计算机作为控制设备, 也就是由软件控制。

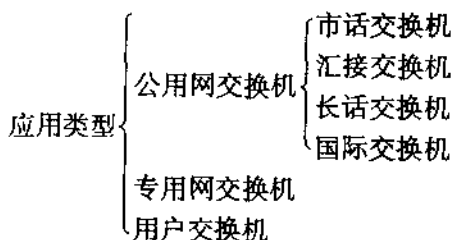
机电式都是布控交换机 (纵横制可引入少量程序控制), 电子式则通常都是程控交换机。

## (5) 模拟交换与数字交换

模拟交换机的交换网络只能交换模拟信号, 所有人工式、机电式、空分电子交换及 PAM 时分电子交换都属于模拟交换 (Analog Switching)。数字交换 (Digital Switching) 则可以直接交换数字化的信号, 必须采用数字交换网络。

## 2. 交换系统的类型

按照交换系统的应用范围, 基本上可以分为以下几种类型:



公用网交换机是用于公用网 (Public Switched Telephone Network - PSTN) 中的交换机, 容量较大。汇接交换机通常也接有市话用户, 而成为市/汇交换机。为了满足不同的需要, 市话与长话功能也可以合一, 成为长市合一交换机。农话网也是公用网的一部分, 县城的交换机可以采用长市农合一交换机。

专用网交换机是指在铁道、交通、电力、石油以及军事通信网内使用的交换机, 要

符合专用网的要求，通常要求具有强的组网能力。

用户交换机也是专用交换机，通常在工厂、机关、学校等单位内部使用。现代的程控数字用户交换机容量范围也较宽广，并具有较强的组网能力，也可以用于专用网或农话网。

## 二、交换技术的发展简史

### 1. 布控交换技术的发展

自从 1876 年贝尔发明电话以后，为适应多个用户之间的电话交换，在 1878 年出现了第一部人工磁石交换机，1891 年又出现了人工共电交换机。共电式比磁石式有所改进，但由于仍是人工接线，接线速度慢，用户使用也不方便。1892 年开通了第一个自动电话局，采用史端乔在 1891 年发明的自动交换机，称为史端乔交换机。用户通过话机的拨号盘，控制电话局中的电磁继电器与上升旋转型选择器的动作，可以完成电话的自动接续。从此，电话交换开始由人工时代迈入自动化的时代。

史端乔式自动交换机最先在美国开通后，不久又出现了德国西门子式自动交换机。虽然在选择器结构和电路性能等方面有所改进，但共同的特点仍然是由用户话机发出的号盘脉冲直接控制交换机的动作，都称为步进制，属于直接控制方式。

稍后，又出现了旋转制与升降制，开始引入间接控制的原理。用户的拨号脉冲由记发器接收后转发，以控制接线器的选择动作。采用记发器可以进行译码，增加了选择的灵活性，而且可以不一定按十进位工作。旋转制选择器中的弧刷是作旋转运动，升降制是作上升下降的直线运动，均称为机动制。

不论是步进制还是机动制，接线器均须进行上升和/或旋转动作，噪声大，易于磨损，通话质量欠佳，维护工作量大。由继电器接点组成交叉矩阵的全继电器制的动作轻微，磨损减少，但只能做成小容量的交换机。

纵横制交换机的出现，采用了比较理想的接线器并引入了公共控制方式，可以说是交换技术迈入自动化以后具有重要意义的转折点。

纵横制起先是在瑞典和美国获得较广泛的应用。1926 年，容量为 4000 门的第一部城市用纵横制交换机在瑞典投入使用，以后又在农村推广使用。50 年代初，瑞典爱立信公司开始大量生产和出口纵横制，有 ARF、ARM、ARK 等系列。美国在 1938 年开通 1 号纵横制，1943 年开通四线制的 4 号长途纵横制，1948 年又开通 5 号纵横制。这样，到 50 年代初，纵横制交换系统的研制和发展，已达到了比较完善和成熟的阶段。

日本的纵横制在标准化、性能和经济性等方面，都有所改进和提高，研制了系列化的产品，如 C400、C460 用于市话，C63、C82 用于长话。C410 具有集中小交换机（Centrex）功能。法国、英国也都研制了自己的纵横制，如法国的潘特康特型，英国的 5005 型等。

我国从 50 年代后期也致力于纵横制的研制，并陆续定型和批量生产。主要的型号有用于市话的 HJ921 型，用于长话的 JI801 型，后者采用编码纵横接线器。此外还有 HJ905 型和 HJ906 型，属于用户交换机。

纵横制交换机中大量采用的纵横接线器和继电器仍是电磁元件，与步进制、机动制同属于机电式。但是在机电式中，纵横制是最先进的一种。与其它机电式比较，纵横制有两个主要的特点。第一个特点是采用贵金属接点的纵横接线器，杂音小，通话质量好，而且不易磨损，寿命长，维护工作量较少。第二个特点是采用公共控制方式，将控制功能与话路设备分开，使得灵活性高，便于汇接和选择迂回路由，并由于性能全，接续快，能查定主叫用户号码，也便于实现长途自动交换。

综上所述，从20世纪初到50年代，布控方式的机电式交换机的发展日臻完善。在话路接续方面，从笨重、结构复杂的选择器发展到比较完善的纵横接线器；在控制方式上，从十进制直接控制（Direct Control）逐步发展到间接控制（Indirect Control），以至完全的公共控制（Common Control）方式。

公共控制方式的出现，使得话路设备和控制设备可以各自采用先进的技术。在话路设备方面，又陆续出现以簧簧接线器、剩簧接线器或螺簧接线器组成的交换网络，以及CMOS集成化交叉矩阵；在控制设备方面，则用集成化的数字电路取代继电器。这些都使布控交换机的接续速度提高，体积缩小，并降低成本。但由于电子计算机的迅速发展，就基本上跳越了布控的电子交换机，而立即跨入程控电子交换机的时代。

## 2. 模拟程控交换技术的发展

1965年，美国首先开通了1号ESS，引入了程控交换技术，是交换技术发展中的一个具有重大意义的转折点。从此，各国纷纷致力于程控交换系统的研制，使之显示了巨大的优越性和生命力。

### （1）程控交换的优越性

程控交换的优越性可以概括如下：

#### ①灵活性大 适应性强

程控方式能适应通信网的各种网路环境、性能要求和各种变化，在诸如编号计划、路由选择、计费方式、信令方式和终端接口等方面，都具有充分的灵活性和适应性。

#### ②能提供多种新服务性能和新业务

程控方式主要依靠软件可提供多种新服务性能，如缩位拨号、热线、闹钟服务、呼叫等待、呼叫转移、会议电话等。还便于实现综合交换，提供话音和非话业务。

#### ③便于采用公共信道信令系统

公共信道信令（Common Channel Signalling——CCS），或称为共路信令，是在与话路分开的信令数据链路上，集中传送大量话路的信令，信令容量大，传送速度快。信令链路实际上就是在两个交换系统的处理机之间相连的高速数据链路，由处理机快速处理、编制各条话路的信令，对信令的传送进行有效的控制和管理。

#### ④易于实现维护自动化和集中化

程控方式充分利用软件进行故障处理和故障诊断，自动切换故障部件，并将故障定位到一块或几块印制电路板上，使维护工作量降至最低。还可设立集中维护操作中心（Centralized Maintenance and Operation Center——CMOC），对所属各局进行集中的操作维护，减少维护人员。

#### ⑤便于运行管理

通过人机通信,便于进行日常的运行管理。还可以自动收集和输出反映运行状况的大量数据,例如各种话务统计数据,可以更为及时而准确地了解服务质量,并作为设备、路由等方面调整的依据。

### ⑥减少了机房面积和负荷

由于采用电子器件,减少了设备的体积和重量,节省了建筑费用。与纵横制相比,还可节省大量的有色金属。

### (2) 模拟程控交换系统的发展概况

贝尔系统的1号ESS开通后,又陆续研制了2号ESS、3号ESS。1号和2号ESS开始都采用铁簧接线器,驱动电流大,3号ESS采用剩磁簧簧接线器,体积缩小,工作可靠。以后,1号和2号ESS也改用剩簧接线器。在中央处理机方面,1号ESS后来换用了1A处理机,工作速度和呼叫处理能力均大有提高。美国GTE公司也研制了1号EAX。

日本在1969年于东京开通DEX-2,这是日本第一部投用的程控交换机。为了降低成本,又改为DEX-21型,最后定型为D10型,成为日本推广使用的一种标准型式。第一部D10于1972年在东京开通。D10适用于万门以上的大局,D20和D30则适用于中小容量局。

法国从1964年起制订了规模较大的电子交换机研制和发展计划,经过一系列试验,定型为E-1系列,有E10、E11、E12,其中E11为模拟程控,E10和E12为数显程控。E11是在梅特康特L(Metconta L)的基础上,按照法国的要求而设计,交换网络采用螺簧或剩簧接线器,适用于大型市话局,使用两套ITT3200专用处理机,按话务分担方式工作。

瑞典爱立信公司研制的AKE120于1968年开通,采用编码接线器。后又研制了AKE12,于1971年开通。1972年开始研制AXE10模拟程控交换机,于1976年开通。AXE10采用两级处理机:区域处理机和中央处理机。

德国从1968年起积极开展标准制式EWS系列的研制,EWSO与EWSF为模拟交换机,前者用于市话,后者用于长话,EWSD为数字交换机。1973年开通了EWSO试验局。模拟的EWS交换机采用密封充气保护的小型磁保持继电器组成交换网络。

除上述国家外,主要的模拟程控交换机还有ITT的梅特康特10C、10R、11A、11C,加拿大北电的SP-1,荷兰的PRX-205,英国的TXE-4A等。TXE-4A并非完全的SPC方式,而是部分程控化,可称为程序逻辑控制。

由于没有合适的电子接点,模拟程控交换机中普遍采用金属接点。剩簧继电器不需要电流保持,是比较理想的金属接点。也有少数采用小型接线器,如日本的小型纵横接线器和法国的螺簧接线器,也加快了动作速度。

作为中央控制设备的处理机的进展,表现在提高执行速度和处理能力。为适应程控交换的特殊需要,可采用专用处理机,可以具备一些专用指令,例如寻1指令,以简化程序编制和提高处理速度。内存由早期的磁芯存储器改用半导体存储器,外存由磁鼓改用磁盘和磁带,增加了可靠性,减少了体积,并使成本下降。

早期的程控交换机采用双机集中控制。在1号ESS中,首先使用了双机微同步方

式,接着出现了话务分担方式以及热备用方式。后来又向多机分散控制方式发展,但由于已转向数字交换,故在模拟程控交换机中主要还是采用双机集中控制方式,少数则出现了两级处理机分散控制方式。

交换系统的硬件与软件均趋向于模块化设计,以便于扩充,提高灵活性、适应性和可靠性。程序的编制早期采用汇编语言。为了提高大型软件系统的开发效率,不少国家推出了专用的高级语言,如法国的 PAPE 语言,瑞典的 PLEX 语言,日本的 DPL 语言,美国的 EPL 语言等。对于实时性要求高、注重代码效率的程序仍然使用汇编语言。

随着模拟程控的发展,为提高软件生成效率,向各种类型、容量的交换局提供局文件(包括系统程序、局数据和用户数据),各国都普遍重视支援系统的开发,建立了软件中心。

### 3. 数字程控交换技术的发展

法国在 1970 年开通的 E10A 是首次投用的数字交换机,从此开始了数字交换的新时代。

#### (1) 数字交换的优越性

数字交换必然采用先进的程控方式,故除去上述程控方式的优点以外,还显示了以下的优越性:

①体积小,重量轻,显著节省机房面积。在模拟交换机中,话路设备占有很大的比重。在数字交换机中,由于大量采用大规模或超大规模集成电路(LSI 或 VLSI),并且是时分多路复用,从而显著缩小了体积和节省了机房面积。据一般估计,数字交换机比模拟程控交换机的机房面积缩小一半,面仅为机电式交换机机房面积的  $1/6 \sim 1/10$ 。

②可靠性高。由于大量采用大规模集成电路甚至超大规模集成电路,以及机间布线简化,使可靠性显著提高。

③交换网络阻塞率很低,容量大,动作速度快。由于采用时分多路复用,使得数字交换网络的容量大而阻塞率甚微,甚至完全无阻塞,提高了服务质量。由于阻塞率很小,可以适应较大的话务负荷波动,中继线可以有很高的利用率。由 LSI 或 VLSI 构成的数字交换网络可以高速工作,与处理机配合方便。

④便于采用数字中继和灵活组网。用 PCM 传输的数字中继便于和数字交换机配合,不再需要模数和数模转换,传输质量好。数字交换和数字传输结合在一起,可构成综合数字网(Integrated Digital Network——IDN)。还便于设置远端模块,使得网的结构更加灵活而经济。

⑤适应综合业务数字网的发展。数字交换机有利于开放各种非话业务,如数据、文本、图像等业务,从而在综合数字网的基础上,向综合业务数字网(Integrated Services Digital Network——ISDN)过渡。

#### (2) 数字程控交换系统的发展概况

从 60 年代后期起,美国贝尔系统经过几年的努力,推出了大型长途数字程控交换系统 4 号 ESS。第一个 4 号 ESS 局于 1976 年在芝加哥开通。4 号 ESS 容量为 107000 线,处理能力为 550k BHCA,采用双套 1A 处理机同步工作,并采用信号处理机,以减轻 1A 处理机的负荷。4 号 ESS 还采用了公共信道局间信令方式(Common Channel Inter-office

Signalling——CCIS), 类似于 CCITT 的 6 号 CCS。采用 CCIS 后, 长途电话的接续时间大为减少。

美国向数字化过渡的方针是先使长途交换数字化。随着数字化的迅速发展, 又研制了市话数字交换机 5 号 ESS。5 号 ESS 采用分散控制的模块结构, 可适用于较小容量直到 10 万门。80 年代又开发了更先进的 5ESS—2000, 以适应通信网向宽带化、智能化的发展。在交换机内部采用了 32Mb/s 的光缆传输链路, 提高了抗噪声能力和简化了机架布线。编程语言采用 C 语言。GTE 公司也研制了 3 号 EAX 和 5 号 EAX, 前者为长途数字交换机, 后者为市话数字交换机。

法国非常重视数字交换, 从一开始就与模拟程控交换机并行研制, 而且先用于市话网。在 1970 年开通的 E10A 型是世界上首先应用的数字交换机, 但非完全的 SPC 方式, 而是程序逻辑控制, 交换网络为单级 T, 容量不很大。在 E10A 的基础上又推出 E10B、E12、E10S 等型号。E10B 采用 TST 网络, E12 是 TSSST 网络。法国的汤姆逊公司也曾研制了 MT 系列, 包括 MT20、MT25、MT30 和 MT35。

瑞典在成功地开通模拟的 AXE10 程控交换机的同时, 又积极投入数字交换系统的研制, 使 AXE10 向全数字化过渡。第一部 AXE10 数字市话交换机于 1978 年在芬兰开通, 在国内也陆续开通多个话局。AXE10 数字型与模拟型的总体结构相似, 只需更换有关硬件模块与软件模块, 即能将模拟型转为数字型。首先考虑的是选组级的数字化, 用数字选组级代替模拟选组级, 后来又将用户级实现数字化。

日本在国内使用 D60 长途数字交换机和 D70 市话数字交换机, 这是通过 DTS—1 型数字交换机的试用而定型的。此外, 富士通公司研究了 FETEX—150, 日本电气公司研制了 NEAX61, 日立公司研制了 HDX10, 主要供出口用。

加拿大北方电信公司在 70 年代中期开始了数字交换系统 DMS 系列的研制, 包括远端模块 DMS1、中小容量市话交换机 DMS10、大容量市话交换机 DMS100、长话交换机 DMS200 和国际交换机 DMS300。1977 年开通了 DMS1 和 DMS10, 以后又陆续开通了 DMS200、DMS100 和 DMS300。在 80 年代又更新为 DMS 超节点系列。

德国在 1979 年决定集中研制以未来 ISDN 为基础的数字交换系统 EWSD, 80 年代初开始使用。EWSD 的交换网络是 TSST 结构, 随不同局规模配置 S 级。中小容量的 DE3 型、DE4 型采用单 S 级, 即 TST 网络; 大容量 DE5 型的 S 级为 3 级, 即 TSSST 网络。EWSD 采用 CCITT 的 CHILL 语言编程。

国际电话电报公司 (ITT) 开发了具有特色的 12 系统, 在 1981 年选定 S1240 为发展对象, 1982 年在比利时、德国相继开通了几个市话局和长话局。S1240 的设计目标是全数字化、全使用范围、全分布式控制、对故障保险和对未来保险。该系统取消了传统的中央处理机, 而将控制功能分散到各个外围模块的终端控制单元, 并配置一些辅助控制单元完成较高层的呼叫控制功能, 如数字分析和资源忙闲管理等。S1240 采用 CHILL 语言和 8086 汇编语言编程。后来, S1240 归入法国阿尔卡特公司的 1000 系列。

除去上述系统外, 主要的数字程控交换系统还有英国的 X 系统, 荷兰的 PRX—D, 意大利的 Proteo 和 UT 型, 丹麦的 DX—200 型等。巴西也推出了 TROPICO 数字程控交换系统, 韩国则研制了 TDX—10 系统。