

高等职业教育教材

# 程控交换技术与应用

及澧增 主 编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

CHENGKONG JIAOHUAN JISHU YU YINGYONG

责任编辑 武亚雯  
封面设计 马利

0101011 01110 001 00 0



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

地址：北京市宣武区右安门西街8号

邮编：100054

网址：WWW.TDPRESS.COM

ISBN 978-7-113-08659-6



9 787113 086596 >

ISBN 978-7-113-08659-6/TN · 166

定 价： 35.00 元



高等职业教育教材

# 程控交换技术与应用

及德增 主 编

姚 槃 主 审

中国铁道出版社

2008年·北 京



数据加载失败，请稍后重试！

# 前 言

数字交换设备是通信网的重要组成部分,由于交换系统具有强大的寻址能力、信息处理能力和出色的稳定性,以数字交换和数字传输为基础的数字电话网是向用户提供各种通信业务的基本技术手段。数字电话交换技术和计算机智能结合而迅速发展起来的计算机电话集成 CTI,也被广泛用于固定电话网、移动通信网、邮政、银行、铁路交通运输……等领域。因此掌握程控交换技术(原理、功能和功能的软、硬件实现方法),对于高等院校在校学生和从事通信工作的技术人员来说是十分必要的。

本书是在《程控交换技术(第二版)》(及德增主编)的基础上,根据技术发展与高职院校教材改革的需要而编写的,增加了应用技术,将书名改为《程控交换技术与应用》。

从事本书的编写工作是多年从事教学与技术开发的教师与技术人员,积累了丰富的教学和研发经验,掌握了大量的经实践验证的软、硬件资料。在此基础上,根据高职院校教学的特点,从事本书的编写工作,使本书具有下述特点:

1. 注重技术能力的培养。作为职业院校教材,尽可能从培养“技能”型人才出发,向“实用”方面倾斜,提高学生的学习兴趣、实践能力和启发他们的创新意识。

2. 本教材试图改变教学中只讲程控交换的功能与用法,培养管理与维护人才的模式。不仅讲功能,而且在讲到某些功能时,指出实现这些功能的方法,讲软、硬件如何分工,硬件要使用什么芯片,如何设计电路,软件如何编写程序,使用什么语言,采用何种软件方法,给出具体电路与程序源代码。

3. 注意新技术的应用与程控交换技术的应用。对已淘汰不用的旧技术(例如拨号脉冲的接收),则一带而过。对于新兴起的技术(例如 ADSL、ISDN 与 ATM),则用一定篇幅加以介绍。对于应用领域很广的 CTI 技术,则作了较详细的讲解,以启发学生的创新意识。

4. 本教材在保证程控本身知识体系的前提下,尽可能与学生在校期间所学的基础课(电子电路、C 语言、单片机、操作系统、数据库以及电路设计与制板)联系起来。告诉学生这些基础课中的知识在本课程中的应用,既介绍了这些基础知识的应用,又可以使学生温故知新,提高综合运用能力。

本书共分四部分,第一部分为前 9 章,介绍程控交换的原理、构成与实现。第二部分为第 10 章~12 章,讲解新技术的应用。第三部分为第 13 章和 14 章,介绍通信网与管理维护。第四部分为第 15 章,是提高部分,详细介绍程控交换主要模块的硬件设计与软件编写方法,此部分可供课程设计及毕业设计参考。

本书由天津铁道职业技术学院及德增主编并编写第 1 章(第 1~7 节)、第 2 章、第 5 章、第 8 章,天津众智通科技有限公司姚志强编写第 6 章、第 7 章、第 9 章(第 1 节)、第 12 章、第 15 章及书中的全部软件程序,天津铁道职业技术学院张剑编写第 9 章(第 2 节)、第 14 章,臧宝升编写第 4 章(第 4~5 节)、第 13 章,武汉铁路职业技术学院鄢江艳编写第

1 章（第 8 节）、第 10 章，西安铁路职业技术学院赵娟编写第 11 章，天津电子信息职业技术学院孙小红编写第 4 章（第 1~3 节），国航工程技术分公司及张伟编写第 3 章。感谢丁亮安、郭琪、袁青老师为本书初稿编写所做的工作。本书是在著名程控交换技术专家、铁道部电化局原教授级高级工程师姚繁先生的指导下完成的。感谢姚繁先生担任了本书的主审。

由于编者水平所限，书中难免存在错误与不足，敬请读者指正。

编著者

2007 年 11 月

# 目 录

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>1 程控交换的基本知识</b> | <b>1</b>  |
| 1.1 交换技术的发展        | 1         |
| 1.2 程控交换机的分类       | 4         |
| 1.3 程控交换机的优越性      | 7         |
| 1.4 程控交换机的服务功能     | 8         |
| 1.5 电话交换的基本概念      | 11        |
| 1.6 数字程控交换最小系统     | 14        |
| 1.7 大型数字程控交换系统的组成  | 17        |
| 1.8 程控交换机的终端设备     | 19        |
| 复习思考题              | 24        |
| <b>2 数字交换网络</b>    | <b>25</b> |
| 2.1 时隙交换的基本概念      | 25        |
| 2.2 数字交换网络         | 30        |
| 2.3 数字交换网络用芯片及其应用  | 36        |
| 2.4 S型接线器          | 40        |
| 2.5 空时结合的交换单元      | 42        |
| 2.6 数字交换网络的基本结构    | 43        |
| 2.7 TST 数字交换网络     | 47        |
| 2.8 数字信号的衰减控制      | 50        |
| 复习思考题              | 51        |
| <b>3 接 口</b>       | <b>52</b> |
| 3.1 模拟用户接口电路       | 52        |
| 3.2 模拟用户接口集成电路     | 56        |
| 3.3 用户级的组成         | 58        |
| 3.4 模拟中继接口电路       | 61        |
| 3.5 数字用户接口电路       | 62        |
| 3.6 数字中继接口电路       | 64        |
| 复习思考题              | 70        |
| <b>4 信令系统</b>      | <b>71</b> |
| 4.1 概 述            | 71        |
| 4.2 信令方式           | 73        |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4.3 用户线信令               | 77  |
| 4.4 中国1号信令              | 83  |
| 4.5 公共信道信号 CCS          | 86  |
| 复习思考题                   | 116 |
| <b>5 控制系统</b>           | 117 |
| 5.1 控制系统的功能与结构          | 117 |
| 5.2 提高控制系统可靠性的措施        | 119 |
| 5.3 处理机之间的通信            | 121 |
| 5.4 控制系统的呼叫处理能力         | 125 |
| 复习思考题                   | 127 |
| <b>6 呼叫处理的基本原理</b>      | 128 |
| 6.1 呼叫处理的基本概念           | 128 |
| 6.2 用状态迁移图描述呼叫处理过程      | 129 |
| 6.3 呼叫处理的一般模式           | 133 |
| 6.4 输入处理                | 134 |
| 6.5 分析处理                | 142 |
| 6.6 任务执行和输出处理           | 150 |
| 6.7 通路选择                | 150 |
| 6.8 状态迁移与状态管理           | 152 |
| 复习思考题                   | 155 |
| <b>7 程序的执行管理与实时操作系统</b> | 156 |
| 7.1 电话交换的特点与处理机的特性      | 156 |
| 7.2 多重处理                | 158 |
| 7.3 实时处理技术              | 159 |
| 7.4 任务调度程序              | 161 |
| 7.5 各级程序调用小结与系统程序结构     | 164 |
| 复习思考题                   | 173 |
| <b>8 程控交换机的软件</b>       | 174 |
| 8.1 程序的组成与软件结构          | 174 |
| 8.2 数据及表格               | 178 |
| 8.3 程序的执行管理与程控交换语言      | 183 |
| 复习思考题                   | 189 |
| <b>9 数字程控交换系统</b>       | 190 |
| 9.1 数字程控交换最小系统          | 190 |
| 9.2 C&C08 程控数字交换机系统简介   | 203 |
| 复习思考题                   | 221 |
| <b>10 综合业务数字网</b>       | 222 |
| 10.1 综合业务数字网的基本概念       | 222 |
| 10.2 宽带综合业务数字网(B-ISDN)  | 225 |
| 10.3 ATM 技术             | 227 |

|           |                                  |            |
|-----------|----------------------------------|------------|
| 10.4      | ATM 交换技术 .....                   | 229        |
| 10.5      | ATM 交换原理 .....                   | 230        |
|           | 复习思考题 .....                      | 233        |
| <b>11</b> | <b>ADSL 宽带接入技术 .....</b>         | <b>234</b> |
| 11.1      | ADSL 技术简介 .....                  | 234        |
| 11.2      | ADSL 技术的应用 .....                 | 236        |
|           | 复习思考题 .....                      | 243        |
| <b>12</b> | <b>计算机电信集成 CTI .....</b>         | <b>244</b> |
| 12.1      | 概 述 .....                        | 244        |
| 12.2      | 计算机通信集成硬件平台 .....                | 247        |
| 12.3      | 计算机通信集成软件平台 .....                | 252        |
| 12.4      | 计算机通信集成系统应用 .....                | 258        |
|           | 复习思考题 .....                      | 271        |
| <b>13</b> | <b>通 信 网 .....</b>               | <b>272</b> |
| 13.1      | 通信网的基本知识 .....                   | 272        |
| 13.2      | 通信网的分类 .....                     | 273        |
| 13.3      | 电话网的结构 .....                     | 275        |
| 13.4      | 数字网的同步 .....                     | 275        |
| 13.5      | 时 钟 .....                        | 277        |
| 13.6      | 同步方式 .....                       | 278        |
|           | 复习思考题 .....                      | 280        |
| <b>14</b> | <b>程控交换机的管理与维护 .....</b>         | <b>281</b> |
| 14.1      | 程控系统维护的目标和可靠性 .....              | 281        |
| 14.2      | 故障处理过程和检测方法 .....                | 282        |
| 14.3      | 维护程序 .....                       | 285        |
| 14.4      | 系统运行和操作管理 .....                  | 290        |
| 14.5      | 服务观察和话务量测量 .....                 | 292        |
|           | 复习思考题 .....                      | 293        |
| <b>15</b> | <b>程控交换系统功能模块的软、硬件实现方法 .....</b> | <b>294</b> |
| 15.1      | 数字交换网路的设计 .....                  | 294        |
| 15.2      | DTMF 信号接收器 .....                 | 298        |
| 15.3      | 数字中继接口电路的设计 .....                | 304        |
| 15.4      | 时钟级任务调度程序 .....                  | 308        |
|           | 复习思考题 .....                      | 310        |
|           | 参考文献 .....                       | 311        |

# 程控交换的基本知识

## 1.1 交换技术的发展

### 1.1.1 电话交换技术的发展回顾

1876年，美国人贝尔发明了电话，从此开创了电话通信的历史。但是，如果不能实现任意电话用户之间的“按需”交换，电话机的使用价值就不会很大，因为不可能在众多的用户之间都建立直达的通信线路，所以研制相应的电话交换设备势在必行，也就是说，交换技术的发展就成了电话通信发展的关键。到目前为止，电话交换技术已有百余年的历史，回顾其发展过程，大体可分为人工、机电式和电子式交换三个阶段。

#### 1. 人工交换

世界上第一部电话交换机于1878年在美国投入使用，与当时的电话机相适应，这部交换机是磁石式电话交换机，以后为了克服交换机容量限制及话务员操作和用户使用不便的问题，又采用了共电式电话交换机。磁石和共电式电话交换机都是靠话务员操作，用塞绳把主、被叫用户的电话线路接通来完成交换工作的，因此，它们被统称为人工交换机。人工交换机的优点是设备简单、安装方便、成本低；其缺点是接线速度慢、易出差错、占用人工多且劳动效率低。

#### 2. 机电式交换

自动交换机是靠主叫用户发送号码控制自行选线接通被叫用户，1892年在美国投入使用的史端乔交换机，它标志着电话交换技术开始走向自动化。后来德国西门子公司对史端乔交换机进行了改进，生产出西门子交换机，并在许多国家得到推广与应用。史端乔交换机和西门子交换机的选线设备都是采用步进制选择器，工作时靠用户拨号发送脉冲直接控制选择器进行选线，所以它们被称为步进制交换机，也称为直接控制式交换机。步进制交换机的优点是技术简单；其缺点是接续速度慢、杂音大、故障率高且路由选择不灵活，因而不能用于长途交换。

1926年，瑞典研制成功并开通了纵横制交换机。“纵横”一词是来源于采用交叉的纵棒和横棒来选择接点，从而完成电话通路的接续。纵横制交换机有两个主要优点：一是接线器接点采用压接方式，而不是滑动接触，故接点磨损小、接触可靠、杂音小、通话质量好、维护工作量小；二是采用公共控制方式，把控制部分和话路部分分开，控制工作由标志器和记发器完成，可灵活地进行路由选择，易于组网。其缺点是当其标志器发生故障时影响面较大，与后来出现的程控交换机相比速度慢且功能比较单一、不够灵活。

无论是步进制交换机，还是纵横制交换机，它们的主要部件都是采用具有机械动作性能的电磁器件构成的，故都属于机电式交换机。

### 3. 电子式交换

电子式交换机是随着半导体技术的发展而出现的,早期的电子交换机采用布线逻辑控制方式,即通过布线方法实现交换机的控制功能,其控制部分采用数字逻辑电路,话路部分仍采用机电式接续器件,所以也称为半电子交换机。由于半电子交换机体积较大,且未能克服布控交换方式的缺点,更改性能十分困难,故只是交换技术由机电式向电子式演变过程中的过渡性产物,因而并未得到广泛应用就被后来出现的存储程序控制(SPC)交换机(简称程控交换机)所代替。

### 4. 程控交换

1946年,世界上第一台存储程序控制的电子计算机在美国诞生,对电话交换技术产生了深远的影响,这一新技术的问世,使得有可能在电话交换领域引入“存储程序控制”这一全新的概念。所谓存储程序控制就是把交换控制、维护管理等功能预先编成程序,存储在电子计算机的存储器中,当交换机工作时,时刻监视交换对象及维护管理设备的工作状态及要求,对每种状态变化和要求实时地做出响应,自动执行有关程序,以完成各种任务,实现预定的功能。

到目前为止,程控交换机技术在发展过程中大致已经历了四代。

第一代程控交换机主要产生在20世纪60年代,交换机的控制部分基本上是采用大型专用计算机进行集中控制,话路部分仍采用电磁器件构成交换网络,因此属于空分模拟交换方式。当时人们也曾试图用电子元件取代电磁器件,但多次努力终未获成功,原因是由于电子元件的落差系数(开路时与短路时电阻的比值称为落差系数,例如晶体管的截止可认为是开路,饱和可认为是短路)低而会导致严重的串话,所以,为了提高接续速度,只能采用动作速度较快的铁簧、笛簧等小型继电器组成交换网络,因此,交换网络与控制设备的工作速度很不协调,计算机的潜力未能得到正常发挥。在第一代程控交换机中,由美国贝尔公司研究成功并于1965年投入使用的1ESS是世界上第一台程控交换机,它的成功标志着电话交换技术的发展产生了一个飞跃,跨入了一个新的发展时期。

第二代程控交换机出现于20世纪70年代。由于20世纪60年代PCM技术成功地运用于传输系统,对提高传输质量和线路利用率都带来了明显的好处,一些国家开始了数字交换设备的研制工作,1970年,由法国研制的世界上第一台程控数字交换机投入运营,开创了将数字技术应用于交换的先例。第二代程控交换机一般由用户级和选组级组成,分别由用户处理机和中央处理机控制,由于当时集成电路技术与价格的限制,用户级仍采用了模拟交换方式,即用户先经空分接线器集中后用群路编译码方式进行模/数转换,再经PCM链路连至选组级交换网络,选组级采用时分数字交换网络,故这种交换机也被称为混合型交换机。由于选组级采用了数字交换网络,故可方便地与PCM中继线配合,作为长途交换机使用更能体现其优越性。

第三代程控交换机产生于20世纪80年代初,由于微电子与计算机技术的进步,大规模集成电路和微型计算机价格大幅度下降,使得在程控数字交换机之中引入了分散控制方式。这种交换机的用户级和选组级都采用了数字交换网络和模块化结构,每个模块都设有独立的微机进行控制,甚至在用户电路板和中继电路板上也采用了称为板上控制器的单片微机。由于采用模块化结构和分散控制,使得交换机便于安装、便于更改性能或增加新业务,出现故障时影响面小。第三代程控交换机可进行话音和数据的电路交换,且可直接与PCM传输设备配合组建数字通信网。

第四代程控交换机产生于 20 世纪 80 年代末, 在一部程控数字交换机上既可进行电路交换, 又可实现分组数据交换; 能为用户提供 2B+D 的基本数字接口, 实现在一对用户线上同时进行话音和数据的传输; 可组成宽带综合业务数字网, 开放宽带非话业务, 如传输活动图像和可视电话等; 具有 ITU-T 建议的 X.25 分组交换接口, 可与公用数据网相连。第四代程控交换机仍处在不断完善阶段。

### 1.1.2 程控交换机的发展趋势

自第一部程控交换机问世之后, 程控交换技术已取得了很大的发展。目前, 程控交换正在由固定交换向固定/移动交换相结合、由窄带交换向宽带交换、由电交换向光交换方向发展。

#### 1. 移动与固定交换相结合

程控交换机发展初期, 是以固定交换为主, 但近年来, 移动交换技术也有了长足的发展。移动交换机是移动通信系统的核心, 也是未来实现个人通信的关键。与固定交换机相比, 移动交换机具有以下一些特点:

(1) 由于用户的移动性而导致呼叫建立过程特别复杂, 交换机需要进行更多的处理来实现接续, 以保证通信质量。因而同等容量的情况下, 要求有更强的呼叫处理能力。

(2) 具有多个数据库, 如本地位置寄存器 (HLR)、来访者位置寄存器 (VLR)、设备识别寄存器 (EIR) 等, 以满足存放多种信息的需要, 为确保接续的实时性, 要求数据库访问速度快。

(3) 电话号码与交换机设备硬件接口间无一一对应关系, 因此呼叫控制、接续控制和移动控制与具体业务无关, 具有很高的灵活性。

(4) 交换平台与接入无关, 可支持任何类型的接入, 为不同接入点之间的呼叫提供接续。

(5) 编号计划与网络无关。

#### 2. 宽带交换

目前电信网的发展方向是综合业务数字网 (ISDN), 其发展的第一阶段是窄带综合业务数字网 (N-ISDN), 第二阶段是宽带综合业务数字网 (B-ISDN)。近年来生产的程控交换机基本都能满足建立 N-ISDN 的要求。除交换机之外, 实现 N-ISDN 的要求还有建立 No.7 信号网、同步网和电信管理网 (TMN)。B-ISDN 将是今后研究发展的重点, 而其关键技术就是宽带交换机, ATM 交换机正是为解决宽带交换问题而研制的, 目前看来, ATM 是实现 B-ISDN 最好的交换方式。

#### 3. 采用新技术与开办增值业务

采用功能更强的处理芯片和集成电路, 提高电路设计及软件设计水平, 降低成本, 增强系统功能, 提高系统可靠性。在现有交换机基础上, 迭加 No.7 信号网和数据库, 为用户提供多种智能业务, 如 800 号、900 号、信用卡、电子信箱、可视图文等, 实现智能网。

#### 4. 光交换

光交换 (photonic switching) 技术是一种光纤通信技术, 它是在光域直接将输入光信号交换到不同的输出端。与电子数字程控交换相比, 光交换无须在光纤传输线路和交换机之间设置光端机进行光/电 (O/E) 和电/光 (E/O) 交换, 而且在交换过程中, 还能充分发挥光信号的高速、宽带和无电磁感应的优点。光纤传输技术与光交换技术融合在一起, 可以起

到相得益彰的作用,从而使光交换技术成为通信网交换技术的一个发展方向。

光交换技术可以分成光路光交换技术和分组光交换技术。光路光交换可利用 OADM、OXC 等设备来实现,而分组光交换对光部件的性能要求更高,由于目前光逻辑器件的功能还较简单,不能完成控制部分复杂的逻辑处理功能,因此国际上现有的分组光交换单元还要由电信号来控制,即所谓的电控光交换。随着光器件技术的发展,光交换技术的最终发展趋势将是光控光交换。

为了改变通信技术落后的状况,我国自 20 世纪 80 年代开始引进安装了大量程控数字交换设备,以提高通信服务水平,满足经济发展和人民生活的需要,改善投资与生产环境。在购置国外成套程控交换设备的同时,我国还积极引进程控交换机的制造技术,引进了 S1240、EWSD、NEAX-61 等十余种程控数字交换机生产线,已具备了较强的生产与研发能力。

为了发展自己的民族工业,在引进与学习国外先进技术的同时,我国也积极投入力量自行开发与研制程控交换机,除了种类繁多的小容量程控交换机之外,C&C08、ZXJ-10 等多种大容量程控数字交换机设备性能达到了国际上同类产品的先进水平,并已走出国门,大量应用于海外多个国家的通信网。

我国自行研制的交换机有一个突出的优点,就是具有良好的人机界面,维护人员可通过汉化终端与交换机进行对话,通过选择用汉字显示的菜单项即可对交换机进行维护管理。

## 1.2 程控交换机的分类

近年来,除了电话业务的增长之外,计算机通信、电报通信、图文通信等非话音业务也在迅速增长,并且在通信业务总量中所占的比重不断增加。因而适合于非话音业务交换需要的程控交换机也就应运而生了。由于业务性质的不同,对交换机的要求也就存在着差异。

### 1. 按交换方式分类

程控交换机按照交换方式可分为电路交换、报文交换、分组交换三种形式。

#### (1) 电路交换

电路交换是传统的交换方式,已有 100 多年的历史,过去电报与电话业务一直使用这种方式。电路交换的特点是主叫与被叫通信期间自始至终要占用一条物理通道,即交换机将主、被叫用户之间的线路接通后,则连接这一对用户的有关交换设备和信道都专为此一对用户服务,且一直到双方通信结束为止。这种交换方式的优点是实时性好、传输时延小,可实现双向传输;缺点是通信量不均匀、高峰时建立通路比较困难、呼损率高,低谷时甚至通信期间设备的利用率也很低。由于电话通信要求实时性高,且需要采用交互式工作,故电路交换方式最适合电话交换,当然,也可进行数据交换。

#### (2) 报文交换

报文交换是伴随着数据通信业务的发展而产生的一种新的交换方式。其特点是交换机设有缓冲存储器,可把来自输入线路(连接用户或网中其他交换机的线路)的报文信息暂存于存储器中,必要时还可对信息进行一定的处理,等待输出线路空闲时,再将报文发送出去。这种方式的优点是可均匀信息流量,调剂线路忙闲,提高线路与设备的利用率,对用户来讲一般也不存在呼损问题;缺点是要求存储器容量较大,在忙时,报文传送过程中常常要排队等候,故而实时性较差,不能用于会话和实时性要求高的场合,公用电报网常采用此种交换

方式。

报文由标题(报头)、正文、报尾三部分组成,标题包括收、发地址和其他辅助信息,正文是信息内容,报尾用来表示一个报文的结束。报文交换也称为信息交换。

### (3) 分组交换

分组交换与报文交换相类似,但交换时不是将一个完整的报文一次传送完毕,而是先将一个报文分成若干个报文组(可称包)作为存储转发的单位,每个报文组中要加上编号、地址和校验码等。报文组在各节点(交换机)传送比较灵活,各报文组可选不同路径,只要到达同一目的地,再按原来的分组编号重新装配在一起即可得到原报文信息,分组交换方式具有较强的检错和纠错功能,故可靠性高;报文组存储转发时间短,所以实时性较好,也可用于某些会话型场合。此外,分组交换对各节点的存储器容量要求较低。当然,在进行分组时由于每组都要加上地址和其他控制信息,故增加了信码的冗余量,在进行报文的分解与装配时,也增加了处理时间与系统的复杂性。由于分组交换的优点,使其在数据交换与处理系统中,特别是在组建计算机通信网时得到了广泛应用。分组交换也称为包交换。

在分组交换的基础上,又出现了帧中继,帧中继是一种快速分组交换技术,它适用在多点间传送与交换大量数据。

帧中继采用统计时分多路复用(STDM)技术,并定义通过网络的虚电路(VC)即永久虚电路(PVC)和交换虚电路(SVC),其传输带宽只在有实际数据需要传输时才进行分配,即在以分组为单位的基础上进行分配。当某个连接所要求的带宽暂时超出允许带宽范围时,交换机就将到来的数据暂存于缓存器等待以后发送。与分组交换的区别是帧中继将网络协议的纠错和控制从网络移至终端系统,网络的主要功能在于确定路由和发送分组。由于简化了控制部分,故帧中继的数据传输速度较分组交换更快。

### 2. 按交换速率分类

按交换速率来分,可有同步交换与异步交换两种。在这里我们仅介绍同步时分交换和异步时分交换的概念。

#### (1) 同步时分交换

目前使用较多的电路交换方式,是按一定周期分配的时隙内依次插入固定数目的比特信息,以实现信息的多路交换(通信),且以帧信号为基准,识别呼叫信号。因帧周期必须一定,故只能以某个速率的整数倍进行通信,而不能根据信息的需要任意设定速率。例如,64 kbit/s的电路每125  $\mu$ s分配1个字节的时隙,384 kbit/s的电路每125  $\mu$ s分配6个字节的时隙等。按固定速率对信息进行交换则称为同步交换。

#### (2) 异步时分交换

不同业务对通信速率的要求差异很大,例如电视信息要求速率为34 Mbit/s或140 Mbit/s,数据通信要求速率为300 bit/s至100 Mbit/s或更高,话音信息要求速率为64 kbit/s,用户电报要求速率为50 bit/s至300 bit/s等。使用固定速率交换的同步时分交换方式显然不能满足多种业务对不同速率的要求,因而出现了异步时分交换。

异步时分交换把信息分为若干个信元,以信元为单位对信息进行交换。每个信元长53个字节,其中前5个称为信头,用以表示这个信元的收、发地点及类型等。后48个字节是有效信息。可见信元的标记与分组交换的分组标记方法是一样的。异步时分交换可看作是电路交换和分组交换的结合,它既可满足信息交换的实时性要求,又可满足不同业务信息动态使用信道的需要,即根据信息的速率高低决定信元的传送频度。异步时分交换可满足宽频综

合业务数字网 (B-ISDN) 的需要。

### 3. 程控交换机的分类

对应于不同的交换方式与交换速率,程控交换机也是多种多样的,其中采用电路交换方式的程控交换机应用最为广泛,且以交换电话业务为主,这种交换机均为同步时分交换机。目前,如不加特别说明,一般人们所说的程控交换机指的就是这一种,本书后面讨论的内容也仅限于此种交换机。

程控交换机可按交换网络的接续方式、控制方式和使用范围分类。

#### (1) 按交换网络的接续方式划分

交换网络的接续方式可分为空分与时分两种,空分是指通过交换网络的每个连接通路各自具有不同的空间位置,时分是指通过交换网络的每个连接通路具有不同的时间位置,即采用时分复用方式。空分交换网络可由金属接点或电子接点组成,它一般用于模拟信号交换。

目前所用的空分程控交换机基本上都是采用电子接点(集成电路)构成交换网络,因只能交换模拟信号,故也称模拟程控交换机。现在使用的时分程控交换机基本上都采用数字交换网络,故称数字程控交换机或程控数字交换机。

#### (2) 按控制方式划分

程控交换机的控制系统由处理机组成,按处理机配备方式的不同,可分为集中控制和分散控制两类。

##### 1) 集中控制

如果交换机的全部控制工作均由一台处理机(中央处理机)来承担,则称这种控制方式为集中控制,早期的程控交换机多采用这种控制方式。

##### 2) 分散控制

分散控制又可分为分级控制和全分散控制两种。

##### ① 分级控制

为了减轻中央处理机的负担,在程控交换机中配备若干个区域处理机(通常是微处理机)来完成监视用户线、中继线状态及接收拨号脉冲等比较简单而频繁的工作,而中央处理机仅负责智能化程度较高的控制工作,从而使程控交换机在处理机配备上构成两级或两级以上的结构,此即称为分级控制方式。

##### ② 全分散控制

全分散控制方式的特点是在程控交换机中取消了中央处理机,在终端设备的接口部分配置微处理机来完成信号控制(如用户摘、挂机和拨号脉冲识别等)及网络控制(通路选择与接续)功能,设立专用微处理机来完成呼叫控制功能。

#### (3) 按应用范围划分

##### 1) 公(局)用交换机

公用交换机包括:市话(地区)交换机、长途交换机、汇接交换机、长/市合一(复合)交换机等类型。公用交换机的特点是组网能力强,具有多种外部接口,可采用多种信号方式,一般容量较大。

##### 2) 用户(专用)交换机

用户交换机包括:专网、医院、旅馆、办公室自动化、银行等类型交换机。其特点是专用性较强,用户服务功能较强,容量一般较小,除作机关、厂矿、学校、医院等单位内部通信之外,还能与公用通信网相连,一般组网能力较差。

### 1.3 程控交换机的优越性

程控交换机的优越性可从四个方面来进行说明。

#### 1. 服务方面的优越性

##### (1) 接续速度快

程控数字交换机的交换网络由大规模集成电路组成, 可以与控制设备很好地配合, 故接续速度快, 这一优点在长途呼叫时非常重要, 可以大大节省用户拨号后的等待时间。

##### (2) 接通率高

程控数字交换机的交换网络可以做成无阻塞或阻塞率极小的交换网络, 具有容量大、链路多、组群方式灵活的特点, 可以适应话务的较大波动, 因而呼叫接通率高。

##### (3) 通话质量高

数字交换和数字传输的结合, 免除了交换与传输设备之间的信号交换, 有助于降低串杂音、减少失真等, 提高了通话质量。

##### (4) 易于加密

程控数字交换机交换的是二进制的数字信号, 而数字信号易于加密, 因而程控交换机便于提供保密措施。

##### (5) 业务范围宽

程控数字交换机除可提供话音业务外, 还可提供数据、传真等非话音业务。

##### (6) 提供多种新的用户服务功能

由于采用了存储程序控制, 程控数字交换机可提供缩位拨号、热线、自动叫醒等多种新的用户服务功能, 各种功能将在下节予以介绍。

#### 2. 维护管理方面的优越性

##### (1) 智能化控制

程控数字交换机的维护管理系统的智能化程度很高, 能够对交换设备的运行状态进行监测、记录、统计, 并能对故障进行分析、诊断、告警以及进行设备的切换或自动恢复。当话务出现波动时, 能够自动进行话务控制和路由调整, 以充分发挥交换设备的作用, 提高服务水平与设备使用效率。

##### (2) 便于集中维护管理

由于程控数字交换机采用了大规模集成电路, 具有很高的可靠性, 故维护工作量很小。可设立维护管理中心, 来集中监测各交换机运行状况, 处理故障, 进行网络调整和话务管理等工作, 因而可节省大量人力, 减少维护人员。

##### (3) 便于统计和记录业务数据

程控数字交换机能够很方便地对话务量进行统计和记录, 对设备运行中的各种故障能够自动进行记录, 可根据需要输出话务量与故障统计结果。

##### (4) 便于处理日常业务

对电话的拆、装、移等日常电话业务, 以及更改服务功能和更改用户等级、号码、类别等工作, 只需更改软件中的有关数据即可, 故非常方便。另外, 程控数字交换机具有多种计费功能可供选择。

### 3. 网络组织方面的优越性

#### (1) 适配能力强

程控数字交换机一般有多种接口形式,既可与数字交换机相接,又可与模拟交换机相接,能和各种制式的交换机配合,故适配能力很强。

#### (2) 宜于采用公共信道信号

公共信道信号方式对于增加信号种类,提高信号处理速度,开放新的业务及提高网络可靠性和加强网络管理有着明显的优点。故在组建通信网时,公共信道信号是优先考虑选用的信号方式。程控数字交换机由于具有高速工作的处理机,故最宜于采用公共信道信号方式。

#### (3) 便于组建综合业务数字网

数字交换和数字传输的紧密结合,组成了综合数字网,随着数字网的不断扩大,网络智能化程度的提高及各种新业务的广泛应用,为综合数字网过渡到综合业务数字网提供了便利。

### 4. 安装建设方面的优越性

#### (1) 容量范围宽

程控数字交换机由于采用模块化结构,故具有易于扩展的特点。一般程控数字交换机的容量范围很宽,可在数百线至数万线或数十万线范围内供选择。

#### (2) 体积小、重量轻

程控数字交换机采用了大规模集成电路而体积很小、重量轻,故大大节省了机房占用面积,降低了机房对基建的要求。

#### (3) 组建方便

由于采用模块化结构,所以程控数字交换机安装极为方便,通常设备在出厂前进行过预装配和运行测试,故在现场的安装非常简便。

## 1.4 程控交换机的服务功能

程控交换机具有多项新的服务功能,本节仅对其部分主要功能进行介绍。

### 1. 系统功能

#### (1) 服务等级限制

可设立若干个服务等级,规定每个等级的使用权限(呼叫范围)。对于每一个用户可根据其重要程度或申请状况纳入相应的等级。

#### (2) 灵活编号

程控交换机的编号方案非常灵活,可采用等位或不等位编号,改变号码非常方便。

#### (3) 截接服务

如果交换系统在接线过程中遇到空号、久叫不应或系统阻塞等原因而不能接通被叫时,则由交换系统截住这些呼叫,并以适当方式向主叫用户指示未能接通被叫用户的原因,以避免无意义的重复呼叫,提高接通率。

#### (4) 自动路由选择

如果交换系统到目的地的路由有多条的话,可自动选择最佳路由,选择原则是先选直达路由,再选迂回路由。

#### (5) 话务量自动控制