



面向21世纪

高职高专系列教材

现代通信系统

◎高 健 主编

◎曹建林 审



机械工业出版社
China Machine Press

面向 21 世纪高职高专系列教材

现代通信系统

高 健 主编

曹建林 审



机械工业出版社

本书全面介绍现代通信系统的组成，既讲述通信系统的基本知识和基本原理，又介绍新技术、新发展和新成果。重点讲述当前正广泛应用的几类现代通信系统，如程控交换系统、移动通信系统、光纤通信系统和卫星通信系统等，对数据通信技术和用户接入网也做了概要介绍。本书的目的是帮助读者建立完整的通信概念，理解各种通信系统的工作原理，并掌握其组成结构，特别是让读者建立通信网概念。

本书可以作为高职高专电子技术专业的专业课教材，也可以作为高职高专通信技术专业的专业基础课教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信系统/高健主编. —北京: 机械工业出版社, 2001.6
面向 21 世纪高职高专系列教材
ISBN 7-111-08316-4

I. 现... II. 高... III. 通信系统-高等学校: 技术学校-教材
IV. TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 028013 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 周艳娟

责任印制: 路 琳

NAUUP/08

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·6.875 印张·315 千字

0001 - 5000 册

定价: 19.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话: (010) 68993821、68326677 - 2527

**面向 21 世纪高职高专
电子技术专业系列教材编委会成员名单**

顾问	王文斌	陈瑞藻	李奇	杨杰
主任委员	曹建林			
副主任委员	穆天保	张中洲	张福强	巩志强 董维佳
	祖炬	华永平	任德齐	
委员	张锡平	刘美玲	杨元挺	刘涛 马彪
	华天京	冯满顺	周卫华	崔金辉 曹毅
	朱华贵	孙吉云	孙津平	吴元凯 孙心义
	张红斌	饶庆和	苟爱梅	
秘书长	胡毓坚			
副秘书长	邓红			

出版说明

积极发展高职高专教育，完善职业教育体系，是我国职业教育改革和发展的一项重要任务。为了深化职业教育的改革，推进高职高专教育的发展，培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的，并在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备运作的高级职业技术应用型人才，尽快组织一批适应高职高专教学特色的教材，已成为各高职高专院校的迫切要求。为此，机械工业出版社与高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会联合组织了全国 40 多所院校的骨干教师，共同研究开发了一批计算机专业、电子技术专业和机电专业的高职高专系列教材。

各编委会确立了“根据高职高专学生的培养目标，强化实践能力和创新意识的培养，反映现代职业教育思想、教育方法和教育手段，造就技术实用型人才为立足点”的编写原则。力求使教材体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。

本套系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业、机电专业教材编委会分别会同各院校第一线专业教师针对高职高专计算机、电子技术和机电各专业的教学现状和教材存在的问题开展研讨，尤其针对目前高职高专教学改革的新情况，分别拟定各专业的课程设置计划和教材选题计划。在教材的编制中，将教学改革力度比较大、内容新颖、有创新精神、比较适合教学、需要修编的教材以及院校急需、适合社会经济发展的新选题优先列入选题规划。在广泛征集意见及充分讨论的基础上，由各编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员，实行主编负责制，编委会通过责任编委和主审对教材进行质量监控。

担任本套教材编写的老师们都是来自各高职高专院校教育第一线的教师，他们以高度的责任感和使命感，经过近一年的努力，终于将本套教材呈现在广大读者面前。由于高职高专教育还处于起步阶段，加上我们的水平和经验有限，在教材的选题和编审中可能出现这样那样的问题，希望使用这套教材的教师和学生提出宝贵的意见和建议，以利我们今后不断改进，为我国的高职高专教育事业的繁荣而共同努力。

高职高专系列教材编委会
机械工业出版社

前 言

自 19 世纪以来,通信技术取得了飞速的进展。从人工到自动,从短途到长途,从单一业务到综合业务,通信技术已渗入社会的每个角落。传统通信模式已被现代通信系统取代,以程控交换、光纤通信、卫星通信、移动通信、计算机通信为代表的现代通信系统构成了庞大而复杂的现代通信网,将整个世界紧密地联系在一起。

为使学生在有限的学时内了解现代通信系统的原理,建立完整的现代通信概念,掌握现代通信网的组成,我们将以往单独设置的《程控交换》、《光纤通信》、《卫星通信》、《移动通信》、《计算机通信》和《用户接入网》等课程合并为一门综合课程,即《现代通信系统》。本书就是专门为这门课程编写的教材。

本书全面介绍现代通信系统的组成,既讲述基本知识和基本原理,又介绍新技术、新发展和新成果。全书共分六章,第 1 章介绍程控交换系统,第 2 章介绍光纤通信系统,第 3 章介绍卫星通信系统,第 4 章介绍移动通信系统,第 5 章介绍数据通信系统(即计算机通信),第 6 章介绍用户接入网。

本书可以作为高职高专电子技术专业的专业课教材,也可作为高职高专通信技术专业的专业基础课教材,教学计划为 60 课时。

本书的第 1 章和第 5 章由高健编写,第 2 章和第 3 章由李志菁编写,第 4 章和第 6 章由谢斌生编写。高健担任本书的主编,负责全书的统稿工作。曹建林担任本书的主审。

本书在编写过程中得到张中洲老师的热情鼓励和支持,丁卫华老师的大力帮助,在此谨向两位老师表示诚挚的感谢。

鉴于编者水平有限,加上编写时间紧迫,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明		1.7.2 智能网业务	38
前言		1.8 小结	40
绪论	1	1.9 习题	41
第1章 程控交换系统	4	第2章 光纤通信系统	42
1.1 电话交换简介	4	2.1 概述	42
1.1.1 交换技术的发展	4	2.1.1 光纤通信的发展历史	42
1.1.2 电话交换网的组成	6	2.1.2 光纤通信的特点	43
1.1.3 用户交换机与公用 电话网的连接	7	2.1.3 光纤通信的基本组成	44
1.1.4 程控交换机的基本组成	9	2.1.4 光纤通信的发展趋势	45
1.1.5 程控交换机的服务功能	10	2.2 光纤与光缆	45
1.2 数字交换网络	12	2.2.1 光纤导光的原理	46
1.2.1 时隙交换	12	2.2.2 光纤的种类与结构	46
1.2.2 多级组合交换网络	14	2.2.3 光纤的损耗特性	49
1.2.3 交换网络的控制	15	2.2.4 光纤的色散特性	50
1.3 用户电路	16	2.2.5 光缆的结构和种类	51
1.3.1 用户电路的功能	17	2.2.6 光纤与光缆的制造方法	53
1.3.2 用户电路的整体结构	21	2.2.7 光纤的连接与光缆的敷设	55
1.4 中继器	22	2.3 光端机的组成	57
1.4.1 时钟提取	22	2.3.1 光发射机	57
1.4.2 码型变换	22	2.3.2 光接收机	59
1.4.3 帧同步和复帧同步	23	2.4 光纤通信系统的组成	61
1.5 交换机的软件系统	25	2.4.1 中继器	61
1.5.1 软件系统的结构	25	2.4.2 监控系统	62
1.5.2 对软件系统的要求	26	2.4.3 波分复用技术(WDM)	64
1.5.3 程序控制基本原理	28	2.5 光纤的测量	65
1.5.4 呼叫处理软件	29	2.5.1 光纤测量的概述	65
1.6 交换机的信令系统	31	2.5.2 单模光纤模场直径的测量	68
1.6.1 信令的概念	31	2.5.3 光纤损耗特性的测量	68
1.6.2 信令方式	33	2.5.4 光纤色散与带宽测量	69
1.6.3 信令网	37	2.6 小结	72
1.7 智能网	37	2.7 习题	72
1.7.1 智能网体系结构	37	第3章 卫星通信系统	74
		3.1 概述	74

3.1.1	卫星通信的基本概念	74	4.2.3	信道的分配与选取控制	113
3.1.2	卫星通信系统的特点	75	4.2.4	信令	116
3.1.3	卫星通信的电波传播特点	76	4.3	GSM 移动通信系统	116
3.2	卫星通信系统的组成	76	4.3.1	GSM 系统概述	117
3.3	卫星通信的多址连接方式	78	4.3.2	路由及接续	121
3.3.1	多址方式的信道分配技术	78	4.4	CDMA 移动通信系统	128
3.3.2	多址连接方式	79	4.4.1	CDMA 系统概述	129
3.3.3	四种多址连接方式的比较	83	4.4.2	CDMA 系统结构	131
3.4	通信卫星的组成	84	4.4.3	功能结构	133
3.4.1	控制系统	84	4.5	移动台的工作原理	138
3.4.2	天线系统	85	4.6	无线寻呼系统	141
3.4.3	遥测指令系统	85	4.6.1	无线寻呼系统的组成	142
3.4.4	卫星转发器(通信系统)	86	4.6.2	寻呼系统的编码方式	143
3.4.5	电源系统	87	4.6.3	寻呼接收机原理	145
3.5	卫星地面站	89	4.7	集群移动通信系统	148
3.5.1	天线馈电系统	89	4.7.1	集群移动通信系统的特点、 组成及其频段使用	149
3.5.2	地面站发射系统	91	4.7.2	集群移动通信系统 的组网	151
3.5.3	地面站接收系统	94	4.8	小结	154
3.5.4	信道终端系统	96	4.9	习题	156
3.5.5	通信控制系统	96	第5章	数据通信系统	157
3.5.6	电源系统	97	5.1	数据通信基础	157
3.6	卫星通信的新技术	97	5.1.1	数据通信与话音通信 的区别	157
3.6.1	VSAT 卫星通信系统	97	5.1.2	数据通信系统的组成	158
3.6.2	低轨道卫星移动 通信系统	101	5.1.3	数据通信的交换方式	159
3.6.3	移动卫星通信	103	5.2	分组交换技术	160
3.7	小结	104	5.2.1	分组交换方式	160
3.8	习题	105	5.2.2	交换虚电路的建立 与释放	162
第4章	移动通信系统	106	5.3	ATM 交换	163
4.1	移动通信简介	106	5.3.1	ATM 信元的结构	164
4.1.1	移动通信的特点	106	5.3.2	虚信道和虚通道	165
4.1.2	移动通信的分类	107	5.3.3	复用的基本概念	166
4.1.3	移动通信的工作方式	108	5.3.4	ATM 交换的基本原理	167
4.1.4	移动通信系统的组成	109	5.3.5	ATM 交换网络的结构	169
4.2	蜂窝系统的组网技术	110	5.4	IP 交换技术	170
4.2.1	频率管理与有效 利用技术	110			
4.2.2	区域覆盖与网络结构	112			

5.4.1 计算机通信的发展	170	与发展	191
5.4.2 TCP/IP 协议	172	6.1.1 接入网的定义与定界	192
5.4.3 路由器工作原理	173	6.1.2 接入网的传输技术 及分类	193
5.4.4 IP 交换原理	175	6.2 有线接入网	193
5.4.5 IP 电话系统的网络结构	176	6.2.1 铜线接入网	193
5.4.6 中国电信 IP 电话实验网	181	6.2.2 光纤接入网	197
5.5 综合业务数字网(ISDN)	183	6.2.3 混合接入网	201
5.5.1 N-ISDN 的功能体系结构	184	6.3 无线接入网	207
5.5.2 N-ISDN 用户/网络接口	185	6.3.1 固定无线接入网	207
5.5.3 B-ISDN 的基本概念	187	6.3.2 移动无线接入网	209
5.6 小结	189	6.4 小结	210
5.7 习题	190	6.5 习题	211
第 6 章 用户接入网	191	参考文献	212
6.1 用户接入技术的现状			

绪 论

自从有了人类活动,就产生了通信。在人类的活动过程中需要相互传递信息,也就是将带有信息的信号通过某种系统由发送者传送给接收者,这种信息的传送过程就是通信。

很久以来,人们寻求各种方法来实现信息的传送。我国古代利用烽火台传送边疆警报,希腊人用火炬的位置表示字母符号,一站一站地传送信息,这种光信号的传输构成最原始的光通信系统。利用击鼓鸣金来报时或传达作战命令,这也是最原始的声信号传输。以后又出现了信鸽、旗语、驿站等传送消息的方法。这些原始的通信方式,无论在距离、速度方面,还是可靠性与有效性方面都很差。直到 19 世纪初,人们开始利用电信号传输消息,通信方式才发生了根本变化。1837 年,莫尔斯发明了电报,他利用“点、划、空”适当组合的代码表示字母和数字,这种代码称为莫尔斯电码。1876 年,贝尔发明了电话,直接将声音信号(语言)转变为电信号沿导线传送。19 世纪末,人们开始利用电磁波传送无线电信号,起初传输距离只有几百米,而到了 1901 年,马可尼成功地实现了横渡大西洋的无线电通信。从此,传输电信号的通信方式得到广泛应用和迅速发展。

自从电话问世以来,电话交换技术经历了从人工到自动、从机电到电子、从布控到程控、从空分到时分以及从模拟到数字的发展过程。随着数字通信与脉冲编码调制(PCM)技术的迅速发展和广泛应用,世界各先进国家自 20 世纪 60 年代开始以极大的热情竞相研制程控数字交换机,经过艰苦努力,法国首先于 1970 年成功地开通了世界上第一台程控数字交换机 E10,它标志着电话交换技术进入一个新的时代——数字交换时代。程控数字交换技术的先进性和设备的经济性,使电话交换跨上一个新的台阶,而且对开通非话业务及实现综合业务奠定了基础,成为当今交换技术发展的主要方向。随着计算机技术和专用集成电路的飞跃发展,程控数字交换的优越性愈加明显地显现出来。本书将在第 1 章介绍程控数字交换技术。

进入 20 世纪后,通信技术得到极大的发展,特别是全球范围电话网络的普及,导致通信系统不断出现新的设计,用同轴电缆代替双绞线,使系统的容量大大增加,而微波中继通信系统的产生使通信系统的容量进一步扩充。综观通信技术发展的过程,可以看到一个明显的特点,就是频率由低频端向高频端发展。可以这样说,通信技术的发展历史是不断开拓更高频率或更短波长的历史。从长波、中波、短波、超短波发展到微波,这期间几乎每 6 年便使频率递增一个数量级。但是,到 20 世纪 80 年代末发展到毫米波时却遇到了困难,使得通信技术的发展停滞不前,这促使人们重新关注光通信。20 世纪 70 年代出现的光纤通信引发了通信技术的革命。光纤通信是以光波为载频、以光纤为传输媒介的新型通信方式,其应用规模之大、范围之广、涉及学科之多,是以往任何一种通信方式所未有的。光纤极宽的频带和极小的损耗,使通信系统的容量提高了几个数量级。光纤通信成为通信领域中最为活跃的技术,它的发展超出人们的预料,到 20 世纪 80 年代初期已经大规模推广应用。现在,光纤通信的新技术仍在不断涌现,诸如频分复用系统、光放大器、相

干光通信和光孤子通信的发展,预示着光纤通信技术的强大生命力和广阔的应用前景,它将对未来的信息社会发挥巨大的作用。本书在第 2 章介绍光纤通信系统。

卫星通信是一种宇宙无线电通信形式。它是在地面微波中继通信和空间技术的基础上发展起来的,是地面微波中继通信的继承和发展,也可以说是微波中继通信的一种特殊形式。卫星通信利用人造卫星作为中继站转发无线电波,在两个或多个地面站之间进行的通信。这种卫星通信覆盖区域大、通信距离远,利用三颗同步卫星即可实现全球通信。卫星通信具有多址连接能力,只要在卫星覆盖区域内,所有地面站都能利用此卫星进行相互间的通信。因此,卫星通信对国际通信或远程通信具有重要的意义。在国际通信中,卫星通信承担了三分之一以上的通信业务,并提供几乎世界上所有的远洋电视。如今,卫星通信成了人类信息社会活动中不可缺少的基本手段。本书的第 3 章讲述卫星通信系统方面的内容。

随着社会和经济的发展,仅限于办公室、住宅等固定地点之间的通信已经不能满足需要,所以逐渐产生了移动通信的要求。移动通信是以移动体为对象的通信,包括汽车、火车、飞机、轮船等移动体对固定地点之间的通信或移动体之间的通信。移动通信的使用虽然比较早,但是公用移动通信系统却是近 20 年才开始发展起来的,这是由于进入 20 世纪 80 年代后,大规模集成电路、微处理器和程控交换机的广泛应用,解决了许多以前难以解决的问题,使公用移动通信得到发展。可以预料,不久的将来,一个新型的、门类齐全的全球个人移动通信系统便会展现在我们面前。本书将在第 4 章谈到移动通信系统。

从 20 世纪 60 年代末开始,计算机网络技术和分布处理技术的迅速发展,进一步推动数据通信的发展,计算机通信也从同种机之间的通信向异种机之间的通信发展。但远距离通信的线路利用率一直不高,造成费用昂贵,因此人们开始考虑建立公共网来进行数据通信,在 20 世纪 70 年代中期形成了分组交换数据网。由于这种分组交换技术根据数据通信的特点采用统计复用方法,实现数据通信链路由固定性永久连接向交换式任意连接的一次飞跃,大大提高了线路的利用率,故它受到用户的极大欢迎。公用分组交换数据通信网是面向各类数据用户的公用通信网,是一个大型的中继开放系统和通信平台。它具有传输速率高、通信质量好、接续时间短、响应快等特点,并能充分利用网络资源、降低成本,适应不同用户需要。在现代社会里,人们需要传送和处理的信息量之大,已远远超出传统的电报电话业务能力;对会议电视、高速数据传输等各类宽带新业务的需求正在迅速增长,这样便要求通信网高速宽带化。高速宽带通信与现有的电话及数据通信相比,应具有极宽的频带(可达数十兆比特)。实现高速宽带通信的最佳方式是 ATM 技术。自 20 世纪 80 年代后期开始,不少通信和计算机厂商致力于 ATM 技术的研究和 ATM 系统的开发。本书的第 5 章介绍数据通信系统。

20 世纪 80 年代以前,通信业务的种类较少,主要是电话业务,非话业务只有电报和传真等,所占的比例也不大。进入 20 世纪 80 年代后,随着经济的发展和人们生活水平的提高,整个社会对信息的需求日益增大,逐步从听觉信息向视觉信息和计算机信息转移,出现多种多样的非话新业务,如数据传输、可视图文、电子信箱、可视电话、会议电视、有线电视等等。对新业务的需求促进了通信网的发展,也对用户环路(即交换机到电话机之间的线路)提出了更高的要求。首先,要实现数字化和宽带化;其次,要灵活、可靠、易于管

理。为了适应用户环路的发展,近几年来,各种用户环路新技术的开发与应用格外活跃。多路复用设备、数字交叉连接设备、用户环路传输系统、无源光网络等纷纷引入。这些新技术的引入既增强了用户环路的功能和能力,也使之变得更加复杂。用户环路逐渐具有交叉连接、传输和管理等功能,逐步形成“网”的雏形,原有的用户环路已不能适应当前和未来通信网的发展需求,在这种情况下,“用户接入网”这个概念便应运而生。本书在第 6 章介绍用户接入网。

第 1 章 程控交换系统

现代通信的起源可以说是从电话开始的,电话满足了人们相互之间进行信息交流的需要。如今,电话通信已经普及到千家万户。人们使用电话离不开电话交换机,交换机能够将任意两个电话用户接通。众多交换机连在一起就构成电话交换网。通过这个网,世界各地的电话用户可以相互通话。当前,电话交换普遍采用程序控制技术和数字通信技术。本章将简单介绍有关电话交换的基本情况,如交换机的发展过程、电话网的组成、交换原理以及交换机的硬件和软件结构等。

1.1 电话交换简介

1.1.1 交换技术的发展

自从 1875 年美国贝尔发明电话以后,一百多年来,电话通信得到巨大的发展和广泛的应用,现在用一部电话就可以打往世界各地。但是,在电话发展之初却没有这么方便。最初的电话通信只能在固定的两部电话机之间进行,如图 1-1a 所示。这种固定的两部电话机之间的通话显然不能满足人们对社会交往的需要,人们希望有选择地与对方通话,例如用户 A 希望有选择地与用户 B 或用户 C 通话。为了满足 A 的要求,就需要为 A 安装两部电话机,一部与 B 相连,另一部与 C 相连。同时,要架设 A 到 B 以及 A 到 C 的电话线,如图 1-1b 所示。可以想象,按照这种方法,随着通话方数量的增加,需要安装的电话机和需要架设的电话线的数量将会迅速增加,显然是不可取的。因此,要想办法解决这个问题,也就是既要实现一方有选择地与其他各方通话,又要使配置的设备最经济、利用率高。



图 1-1 电话机间的固定连接

a)两个用户时的连接情况 b)三个用户时的连接情况

为了解决上面的问题,人们想到建立一个电话交换站,所有电话机都与这个交换站相连,如图 1-2 所示。站里有个人工转接台,转接台的作用是把任意两部电话机接通。当某一方需要呼叫另一方时,先通知转接台的话务员,告诉话务员需要与谁通话,话务员根据他的请求把他与对方的电话线接通。这就解决了一方有选择地与其他各方通话的问题,

而且连线也少。

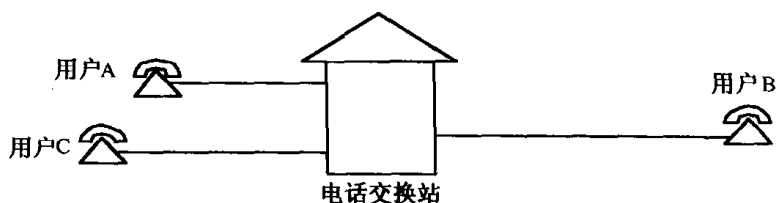


图 1-2 电话机与电话交换站的连接

这种电话交换站的功能就是早期的电话交换,属于人工交换,依靠的是话务员的大脑和手。1878年,美国人设计并制造了第一台磁石人工电话交换机。用户打电话时,需摇动磁石电话机上的发电机,发送一个信号给交换机,话务员提起手柄,询问用户要和谁通话,然后按用户要求将接线塞子插入被叫用户插孔,并摇动发电机,使被叫电话机铃响,被叫用户拿起话机手柄即可进行通话。通话完毕,双方挂机,相应指示灯灭,这时话务员将连接双方的接线塞子拔下,整个通话过程结束。

磁石交换机自身需要安装干电池来为碳粒送话器供电,加上手摇发电振铃的方法极不方便。为了解决这些问题,1882年出现了共电人工交换机和与之配套的共电电话机。与磁石电话机相比,共电电话机去掉了手摇发电机,也不用安装干电池,用户电话机的通话电源和振铃信号都由交换机集中供给,用户呼叫和话终信号通过叉簧的接通与断开来自动控制。

人工交换的缺点是显而易见的,速度慢、容易发生差错、难以做到大容量。如果能用机器来代替话务员的工作,那就大大提高电话交换的工作效率,并且能大大增加交换机的容量,适应人们对电话普及的要求。这就引出了自动电话交换机。

1892年,美国人史端乔发明了第一台自动电话交换机,起名史端乔交换机,又叫步进制交换机,采用步进制接线器完成交换过程。步进制交换机是第一代自动交换机,以后步进制交换机又经过不断改进,成为20世纪上半叶自动交换机的主要机种,曾为电话通信立下汗马功劳。后来瑞典人发明了一种交换机,叫做纵横制交换机,采用纵横制接线器。与步进制交换机相比有以下改进:入线数量和出线数量可以更多,级与级之间的组合更加灵活;机械磨损更小,维护量相对更小;它的接续过程不是由拨号脉冲直接控制的,而是由叫做“记发器”的公共部件接收拨号脉冲,由叫做“标志器”的公共部件控制接续。简单地说,纵横制交换机的接续过程是这样的,用户的拨号脉冲由记发器接收,记发器通知标志器建立接续。

步进制交换机和纵横制交换机都属于机械式的,入线和出线的连接都是通过机械触点,触点的磨损是不可避免的,时间一长难免接触不良,这是机械式交换机固有的缺点。随着电子技术的发展,人们开始改进交换机。从硬件结构上来说,交换机可分成两大部分:话音通路部分和接续控制部分,对交换机的改造也要从这两部分入手。

计算机技术的产生和发展为人类技术进步、征服自然创造了有力的武器。随着计算机技术的发展,人们逐步建立“存储程序控制”的概念。交换机中接续控制部分的工作由计算机完成,这样的交换机就叫做“程控交换机”。1965年世界上第一台程控交换机开通

运行,它是美国贝尔公司生产的 ESS No.1 程控交换机。这种程控交换机的话路部分还是机械触点式的,传输的还是模拟信号,固有缺点仍没有克服,它实际上是“模拟程控交换机”。后来出现了一种新的技术,使话路部分的改造出现了曙光,这就是脉冲编码调制技术,简称 PCM。1970 年世界上开通了第一台“数字程控交换机”,它就是在程控交换机中引入 PCM 技术的产物,由法国制造。数字程控交换机的话路部分完全由电子器件构成,克服了机械式触点的缺点。从此以后,数字程控交换机得到迅猛的发展。目前世界上公用电话网几乎全部是数字程控交换机。数字程控交换机有许多优点,它可以为用户提供一些新型业务,如缩位拨号、三方通话、呼叫转移等。本章提到的程控交换机实际均是指数字程控交换机。

1.1.2 电话交换网的组成

随着社会经济的发展,人们不仅需要进行本地电话交换,而且需要与世界各地进行通话联系。这样,就要考虑如何把各地的电话连接起来,也就是如何组建电话网。

如果现在想打一个国际长途电话,那么只要按照被叫号码拨够足够的位数,就能与国外的某个用户通话。这样的通话由于距离很远,只经过一个交换机是不可能接通的,一定要经过多个交换机才能完成。图 1-3 是一次国际通话的连接示意图,用户连接在本地的某一台交换机上,这个交换机叫做“端局”。端局将用户的国际呼叫连接到“汇接局”,汇接局的作用是将不同端局来的呼叫集中后送到“长途局”。长途局与长途线路相连,它的任务是将呼叫送到长途线上。经过几个长途局中转后,这个呼叫就被送到“国际局”,国际局是对外的出入口,国际局通过国际电路与对方国家的国际局连通,呼叫被接到对方的国际局以后,再经过对方国家的长途局、汇接局、端局到达被叫用户。

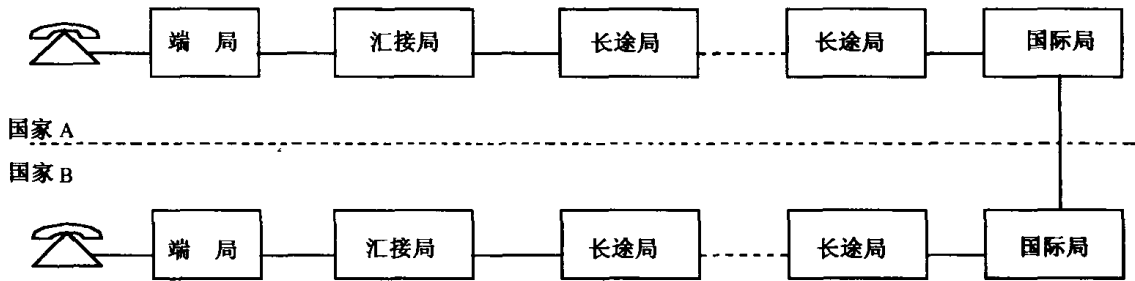


图 1-3 国际通话举例

交换局和交换局之间的连接电路称为“中继线”。由各类交换局和中继线构成电话交换网。最大的交换网是公用电话交换网,它是由电信部门经营、向全社会开放的通信网。此外,还有一些专用电话交换网,这些电话网是由一些特殊部门管理的(如公安、铁路、电力等部门),只为本部门服务,不对外经营。由于公用电话网很大,网络组成比较复杂,所以人们又把公用电话网划分为三个部分:

- 本地电话网(或叫市话网);
- 国内长途电话网;
- 国际长途电话网。

下面,我们来看一看本地电话网的组成,图 1-4 是本地电话网组成的一个例子。本地

网是指覆盖一个城市或一个地区的电话网,网内各用户之间的通话不必经过长途局。本地网内仅有端局和汇接局,端局是直接连接用户的交换局,汇接局不直接连接用户,它只连接交换局(如端局、长途局)。在本地网中,由于端局数量比较多,如果在每个端局与其他端局之间都建立直达中继线,也叫“直达路由”,那么中继线的数量就会很多,敷设中继线的投资就会很大。如果某两个端局之间用户通话的次数不多,这两个端局间中继线的利用率就不会高。因此,在本地网中各端局之间不一定都有直达中继线,仅在两个端局之间的通话量比较大或两个端局之间的距离比较短时可能会有。当端局之间没有直达中继线时,端局和端局之间的连接是靠汇接局来建立的,这叫“迂回路由”。如图 1-4 所示,两个端局之间可能直接连接,也可能通过一个汇接局或多个汇接局建立连接;每个汇接局之间都有直达中继线。

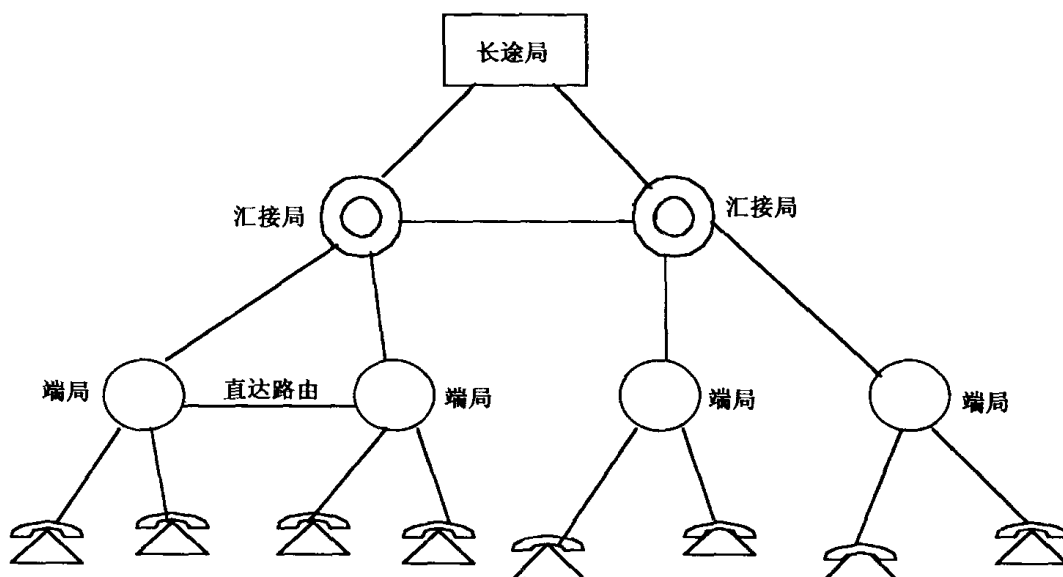


图 1-4 本地电话网组成示意图

1.1.3 用户交换机与公用电话网的连接

交换机按用途可分为局用交换机和用户交换机两类。局用交换机用于电话局所辖区域内用户电话的交换与局间电话的交换,一般端局和汇接局内采用的都是局用交换机。它有两种接口:一种为用户接口,通过用户线直接与用户电话机连接,所传送的信号一般是基带信号;另一种是中继接口,通过局间的中继线路与其他交换机相连接,所传送的信号一般是多路复用信号,属于频带信号。用户交换机也称为小交换机(PBX),用于单位内的电话交换以及内部电话与公用电话网的连接,它实际上是公用电话网的一种终端,可用用户线与局用交换机连接,也可以用中继线与局用交换机连接。小交换机与局用交换机之间的连接方式有多种,最常见的是半自动中继方式和全自动中继方式。

1. 半自动中继方式

在半自动中继方式下,小交换机的用户呼出时,信号不经过话务台,而是直接通过用

户线传到市话端局。用户听到两次拨号音,第一次是用户交换机送出的拨号音,第二次是市话端局送出的拨号音,听到第二次拨号音后即可开始拨号。公用网用户呼入时,信号从市话端局经过用户线传到小交换机的话务台,话务员接听后再转接到分机用户。图 1-5 是半自动中继方式连接的示意图,这种中继方式,适合容量较小的小交换机的入网。

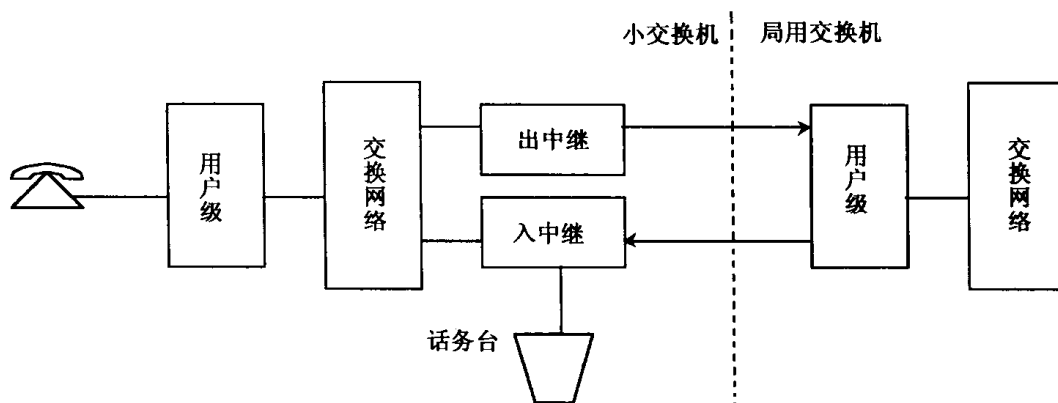


图 1-5 半自动中继方式

2. 全自动中继方式

在全自动中继方式下,小交换机不设话务台。公用网用户呼入时,通过两局之间的中继线直接与分机用户接通;呼出时,分机用户可直接拨号,只听一次拨号音。中继方式如图 1-6 所示,中继电路从小交换机的中继接口连到市话端局的中继接口。这种入网方式适用于较大容量的小交换机。

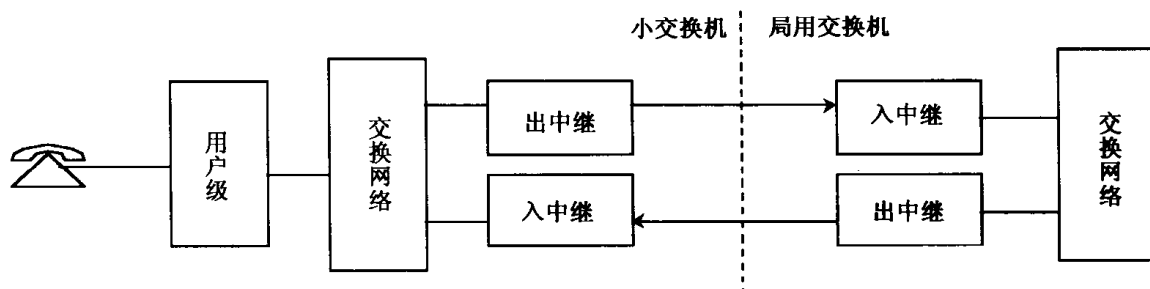


图 1-6 全自动中继方式

3. 出中继与入中继

在如图 1-5 与图 1-6 所示的中继方式连接图中,可以看到小交换机与市话端局的中继电路分为入中继和出中继两种,实际上是规定了中继电路的呼叫方向;具体地说就是,入中继电路上的通话都是由公用网用户向小交换机的分机用户发起呼叫的通话。换句话说,也就是此时公用网用户为通话的主叫方;出中继电路上的通话是小交换机的分机用户向公用网用户发起呼叫的通话,小交换机的分机用户为主叫方;还有双向中继电路,其通话的呼叫方向是双向的。规定中继电路的呼叫方向,是为了简化设备对中继电路的管理。