



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

交换技术

(第2版)

蒋青泉 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

交换技术

(第2版)

蒋青泉 主编

高等教育出版社

内容提要

本书全面系统地介绍了现代通信交换理论和主要技术,着重新技术、新业务的应用,关注交换技术的最新研究成果,重点论述各种交换技术的原理、网络结构、业务应用和互连互通。全书共分 11 章,内容包括:交换技术基础、程控数字交换技术、No. 7 信令技术、智能业务交换技术、SI240 程控交换设备、分组交换技术、ATM 交换技术、IP 交换技术、多协议标记交换技术、软交换技术、光交换技术。

本书内容新颖,层次清楚,实用性强,配有丰富的图表和习题,可适合不同层次读者的需要。本书可作为通信、电子、信息类高等职业技术学院及其他大专院校的教材,也可作为通信企业的职工培训教材和通信技术专业岗位培训、通信行业职业技能鉴定辅助教材,适合于通信技术人员、通信企业管理人员、营销人员和大专院校师生阅读或作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交换技术/蒋青泉主编.—2 版.—北京:高等教育出版社,2008. 11
ISBN 978 - 7 - 04 - 024982 - 8

I. 交... II. 蒋... III. 通信交换 IV. TN91
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 145221 号

策划编辑 孙 杰 责任编辑 许海平 封面设计 张志奇 责任绘图 吴文信
版式设计 余 杨 责任校对 张 颖 责任印制 宋克学

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracom.com
印 刷	北京凌奇印刷有限责任公司		http://www.landracom.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2003 年 7 月第 1 版
印 张	18.5		2008 年 11 月第 2 版
字 数	450 000	印 次	2008 年 11 月第 1 次印刷
		定 价	25.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 24982-00

第 2 版前言



本书第 1 版于 2003 年由高等教育出版社出版发行,本版被列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。

现代通信网络正在向下一代网络演进,网络规模在迅速扩大,网络结构在不断优化,网络的技术水平在显著提高,交换技术作为其核心技术正在向综合化、宽带化、智能化方向发展。为了培养适应现代通信技术发展的应用型、技术型高级专业人才,提高通信企业职工的业务素质,保证现代通信网络优质、高效、安全运行,促进通信业务的发展,我们在第 1 版基础上,结合近几年来该课程教学改革与交换技术发展的实际情况,突出职业性、技术性和实践性,并考虑与通信行业电信机务员特有工种职业技能鉴定和通信企业岗位认证相结合,组织专业教师修订编写了本书。

本书系统地介绍了现代通信交换理论和主要技术,全书共分 11 章:交换技术基础、程控数字交换技术、No. 7 信令技术、智能业务交换技术、S1240 程控交换设备、分组交换技术、ATM 交换技术、IP 交换技术、多协议标记交换技术、软交换技术、光交换技术。在编写过程中注意从培养职业能力出发,注重技术的实际应用,简明阐述了各种交换技术的基本原理、系统结构和支持的业务。本书涉及的技术标准和技术规范主要参考了 ITU-T 协议和国家信息产业部《中华人民共和国通信行业标准》。

本书结合了交换技术在通信企业的最新应用,内容全面、新颖,实用性强,深入浅出,各章后附有习题,便于自学。本书作为通信类专业教材,课时为 60~100;电子、计算机和信息类高职高专各专业主要讲授第 1~4 章,课时为 50 左右。本书也可作为其他大专院校的教材或教学参考书及通信企业的职工培训教材。

本书由蒋青泉主编和统稿。第 1、2、3、4、5 章和第 7 章由蒋青泉编写,第 6 章由雷新生编写,第 8 章由张治元编写,第 9 章由蒋青泉、宋燕辉编写,第 10 章由雷新生、宋燕辉编写,第 11 章由宋燕辉编写。本书配套的教学光盘由段海涛、宋燕辉完成。

本书由石家庄邮电职业技术学院教师易向军担任主审,主审审阅过程中提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

在本书的编写和审稿过程中,得到了长沙通信职业技术学院领导、教师和通信企业专家的大力支持和热心帮助,提出了很多有益的宝贵意见,本书的素材来自大量的参考文献和工程经验,特此致谢。鉴于编者水平有限,书中难免有不妥或错误之处,诚请读者批评指正。

编者

2008 年 8 月

第 1 版前言



现代通信网络正在向下一代网络演进,网络规模在迅速扩大,网络结构在不断优化,网络的技术水平在显著提高,交换技术作为其核心技术正在向综合化、宽带化、智能化方向发展。

为了培养适应现代通信技术发展的应用型、技术型高级专业人才,提高通信企业职工的业务素质,保证现代通信网络优质高效安全运行,促进通信业务的发展,我们在总结多年教学实践的基础上,组织专业教师编写了《交换技术》一书。

《交换技术》系统地介绍了现代通信交换理论和主要技术,全书共分 12 章:交换技术基础、程控数字交换技术、No.7 信令技术、综合业务数字网、智能网、S1240 EC74 版程控交换设备、分组交换技术、ATM 交换技术、IP 交换技术、多协议标记交换技术、光交换技术、软交换技术。在编写过程中注意从培养技能出发,注重技术的实际应用,简明阐述了各种交换技术的基本原理、系统结构和支持的业务。本书涉及的技术标准和技术规范主要参考了 ITU-T 建议和信息产业部《中华人民共和国通信行业标准》。

本书结合了交换技术在通信企业的最新应用,内容全面、新颖,实用性强,深入浅出,各章后附有习题,便于自学。本书作为通信类专业教材,课时为 60~100 课时;电子、计算机和信息类高职高专各专业主要讲授第 1~5 章,课时为 50 课时左右。本书也可作为其他大专院校的教材或教学参考书及通信企业的职工培训教材。

本书由蒋青泉担任主编和统稿,并负责第 1、2、3、5、6、8、10、11 章的编写。第 4、7、12 章由雷新生编写;第 9 章由张治元编写。在本书的审稿过程中,得到了中南大学通信与信息系统研究所的王果平和王国才老师的热心帮助,提出了很多宝贵意见,特此致谢。

鉴于编者水平有限,书中难免有不妥或错误之处,诚请读者批评指正。

编者

2003 年 1 月

目 录



第 1 章 交换技术基础	1	4.5 智能网技术发展	106
1.1 交换的概念	1	习题	114
1.2 交换网的基本结构	5	第 5 章 S1240 程控交换设备	115
1.3 同步时分多路复用	12	5.1 S1240 程控交换设备系统	
1.4 信令方式	19	结构	116
1.5 计费方式	21	5.2 S1240 程控交换设备呼叫	
1.6 编号方式	24	处理	140
1.7 话务理论	27	5.3 S1240 程控交换设备操作与	
习题	29	维护	147
第 2 章 程控数字交换技术	31	5.4 S1240 程控交换设备软硬件	
2.1 程控数字交换机的组成	31	测试	162
2.2 数字交换网络	36	习题	169
2.3 呼叫处理	43	第 6 章 分组交换技术	170
2.4 程序的执行管理	52	6.1 分组交换原理	170
习题	56	6.2 分组交换网络	175
第 3 章 No. 7 信令技术	58	6.3 帧中继原理	182
3.1 No. 7 信令方式概述	58	6.4 帧中继网络	185
3.2 S1240 程控交换设备的 No. 7		习题	189
信令系统	72	第 7 章 ATM 交换技术	190
3.3 No. 7 信令网	75	7.1 ATM 协议参考模型	190
3.4 No. 7 信令管理	79	7.2 ATM 交换原理	191
3.5 No. 7 信令维护	86	7.3 ATM 交换机	196
习题	88	7.4 ATM 交换设备	200
第 4 章 智能业务交换技术	89	7.5 ATM 宽带网络	208
4.1 智能网概述	89	习题	211
4.2 S1240/SSP	96	第 8 章 IP 交换技术	213
4.3 固定智能网	99	8.1 TCP/IP	213
4.4 移动智能网	102	8.2 IP 交换概述	216
		8.3 IP 网络设备	218

8.4 IP 交换网络	222	10.4 软交换网络提供的业务	257
习题	230	10.5 典型软交换设备	261
第 9 章 多协议标记交换技术	232	10.6 NGN 工程实施案例	263
9.1 MPLS 概述	232	习题	268
9.2 MPLS 网络体系结构	239	第 11 章 光交换技术	269
9.3 MPLS 关键技术	243	11.1 光交换器件	269
9.4 MPLS VPN	243	11.2 光交换基本方式	272
习题	249	11.3 光交换控制协议	275
第 10 章 软交换技术	251	11.4 自动交换光网络	276
10.1 软交换与 NGN	251	11.5 全光网络	282
10.2 软交换网络结构	253	习题	286
10.3 软交换网络协议	255	参考文献	287

1 第 1 章

交换技术基础

1.1 交换的概念

通信作为信息产业的基础,在推进社会信息化进程中发挥着先导和带动作用。随着通信技术的飞速发展,通信新业务不断涌现,电话通信和数据通信已成为现代社会应用最广泛的信息交流方式,是人们日常生活和工作中不可缺少的一部分。

通信是指利用有线、无线的电磁系统或者光电系统,传送、发射或者接收语音、文字、数据、图像以及其他任何形式信息的活动。一个有效的通信,能够让用户不管在何时、何地都可与任何其他用户互相传递信息。

为了实现一个有效的通信就需要采用交换技术。所谓交换,就是通过交换局的交换设备在通信网络大量的终端用户之间,根据用户的呼叫请求建立连接,相互传送语音、数据、图像等信息。任何一个主叫用户的信息,可以通过通信网络中的交换设备和传输设备发送到任何一个或多个被叫用户。

1.1.1 通信系统基本模型

传送信息所需的一切技术设备的总和称为通信系统。通信系统的基本模型如图 1-1 所示。

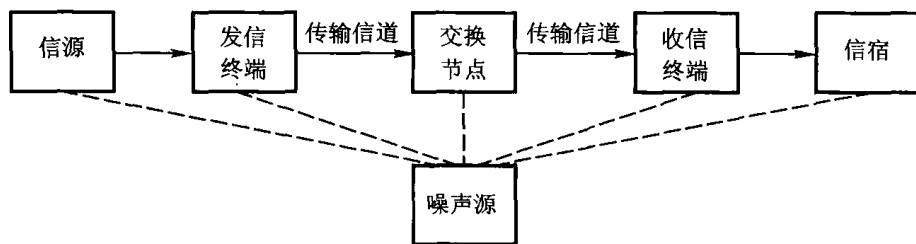


图 1-1 通信系统模型

通信系统由以下几个部分组成：

(1) 信源和信宿

信源是指发出信息的信息源。根据信源输出信号的性质可分为模拟信源(如模拟电话机)和数字信源(如数字电话机、计算机)。模拟信源可通过取样、量化和编码变为数字信源。

信宿是指信息传送的终端,即收信者。

(2) 发信终端和收信终端

发信终端用于将信源发出的信号变换成适合于在信道上传输的信号。收信终端完成与发信终端相反的变换。具有发信与收信功能的常见终端设备是调制解调器或数字信道传输设备。

(3) 传输信道

传输信道是指连接发信终端和收信终端之间的传输系统。按传输媒介不同可将传输信道分为有线信道和无线信道,如光纤通信使用有线信道传输,移动通信、微波通信使用无线信道传输;按传输信号形式不同将信道分为模拟信道和数字信道,如载波通信使用模拟信道传输,PCM 通信使用数字信道传输。

(4) 交换节点

通信系统不仅要完成信息的传送,而且还要完成信息的交换。信息交换功能是由交换节点实现的,交换节点的主要设备是节点交换机,如电话通信网中的程控数字交换机,数据通信网中的分组交换机、数字数据网(DDN)节点机,宽带通信网中的 ATM 交换机、帧中继交换机,自动交换光网络(ASON)中的光交换机等。

(5) 噪声源

噪声干扰在实际通信系统中总是客观存在的,会造成有用信号的畸变,降低通信质量。外部的干扰和系统内部设备的噪声会使通信过程中产生杂音甚至串音。

1.1.2 交换节点的功能

当用户分布的区域较小时,可以设置单个交换节点,所有用户都连接到该交换节点的交换机上,由节点交换机控制任意用户之间的接续,如图 1-2(a)所示。

当用户分布的区域较广时,就要设置多个交换节点,用户与就近交换节点的交换机相连,交换机之间通过中继线连接,如图 1-2(b)所示。

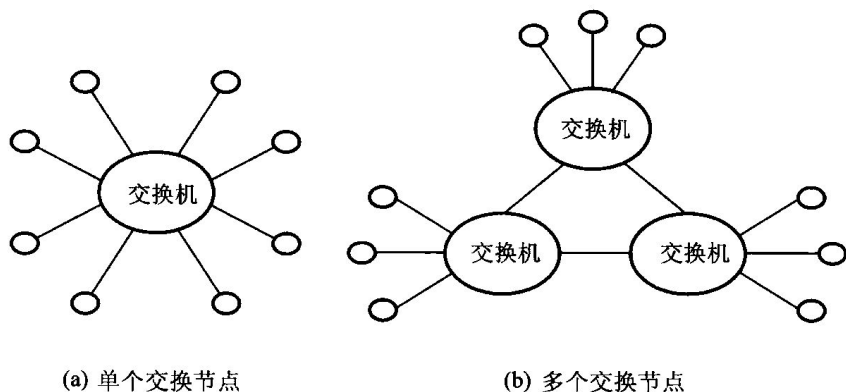


图 1-2 交换节点

交换节点一般具有控制、交换连接、接入和业务功能,具体来讲:

- ① 及时发现用户的接入请求、拨号接入 Internet 等。
- ② 根据用户请求通过交换机建立和拆除主、被叫之间的连接。
- ③ 通过交换机的软件控制呼叫接续的整个过程。

④ 根据用户的不同业务需求提供不同的交换业务,如转移呼叫、呼出限制等。

交换节点可以控制以下呼叫类型:本局呼叫、出局呼叫、入局呼叫和转接呼叫。本局呼叫就是指本局用户之间的接续;出局呼叫就是指本局用户与出中继电路之间的接续;入局呼叫就是指入中继电路与本局用户之间的接续;转接呼叫就是指入中继电路与出中继电路之间的接续。交换节点的功能是通过节点交换机的硬件和软件实现的。

1.1.3 交换方式

交换技术从传统的电话交换技术发展到现在包括软交换在内的现代交换技术,其发展大致经历了人工交换、机电交换(步进制、纵横制)、电子交换(程控数字交换、分组交换、宽带交换)等阶段。交换方式主要有电路交换、分组交换和宽带交换。

1. 电路交换

电路交换的概念始于电话通信。传统电话网由传输线路、交换机和电话机组成,处于网络节点的电话交换机用来完成对主叫、被叫用户之间传输链路的选择和连接。一次长途电话呼叫建立一般需要经过发端局、转接局(汇接局)和收端局。交换机的作用是在主叫、被叫用户通话前根据信令将传输链路逐段连接起来,从而形成主叫至被叫的物理电路(一对实线、一个时隙或频段),通话结束时拆除该物理电路,这种交换方式称为电路交换方式。电路交换的基本过程包括呼叫建立、双方通话和电路释放3个阶段。

电路交换可分为模拟电路交换和数字电路交换(简称数字交换)。早期的步进制交换机、纵横制交换机采用模拟电路交换方式,称为模拟交换机;程控数字电话交换机采用数字电路交换方式,称为数字交换机。

电路交换具有以下特点:

① 实时交换。当主叫用户呼叫被叫用户时,应立即在主、被叫之间建立电路连接,如果没有空闲传输链路,呼叫就会失败,所以应配备足够的传输链路,使网络接通率达到规定值。

② 主、被叫通话期间独占一条物理电路,只要用户不发出释放信号,即使无信息传送,也要虚占物理电路。

③ 对传送的语音信息没有差错控制措施。

电路交换的优点是延时小、实时性好,交换设备成本低。电路交换的缺点是网络资源利用率低、电路接续时间长、通信效率低。

2. 分组交换

分组交换源于数据通信,它解决了数据通信时通信线路的资源共享问题。数据通信的特点:一是业务的突发性;二是高度的可靠性,而对实时性要求不严格。分组交换方式是在传统的存储转发式交换的基础上发展起来的一种新型交换方式,其工作过程是分组终端将用户要发送的数据分割为定长的一个个数据分组,每个分组有一个分组头,用以指明该分组发往的地址,然后按顺序送分组交换网发送。常用的分组交换技术有X.25低速分组交换技术和帧中继技术。

X.25低速分组交换以ITU-T X.25协议为基础,是面向计算机的数据通信网,它由传输线路、分组交换机、远程集中器和分组终端等基本设备组成。处于网络节点的分组交换机完成路由选择和流量控制,各节点包括终端在内均具有查错和重发功能,可以在终端与终端、终端与计算机、计算机与计算机以及局域网之间建立可靠的数据通信连接,完成分组信息的传送和交换业

务。其优点是传输可靠性高,适用于误码率较高的通路;缺点是协议复杂、时延大,分组长度可变,存储管理复杂。最高速率为 64kb/s。

帧中继属于高速分组交换技术,称为简化的 X.25 技术。帧中继具有以下特点:

① 帧中继能够为用户提供简单的标准化接口。如 LAN 桥接器或路由器、前端处理机、分组交换机和公用网之间的接口。

② 帧中继能够对用户信息流进行统计时分复用。可根据不同信息流动态分配带宽,提高了通信线路的利用率,减少了传输时延,适合突发性数据信息的传送。

③ 帧中继网络对错误帧采取丢弃方式。帧中继技术把出错后的重传纠错功能留给用户终端处理,帧中继由于功能简化,从而提高了传输效率。

④ 帧中继具有优良的带宽管理机制。帧中继网络为每个帧中继用户分配 3 个带宽控制参数:承诺突发量(B_c)、超诺突发量(B_e)和承诺信息速率(CIR),同时每隔 $T_c = B_c/CIR$ 时间间隔对虚电路上的数据流量进行监视和控制。

由于帧中继的上述特点,故开展帧中继业务应具备以下两个条件:一是采用光纤传输;二是采用智能终端。

3. 宽带交换

宽带交换综合了电路交换和分组交换的优势,支持高速和低速的实时业务,是一种适合于通信的交换和复用技术。宽带通信网络由光纤传输线路、宽带交换机和各种宽带接入设备组成。宽带交换机是宽带通信网络的核心,可分为宽带骨干交换机、宽带边缘交换机和宽带接入交换机。宽带交换是新一代的电信业务技术,主要包括 ATM 交换、宽带 IP 交换和光交换。

宽带网即宽带业务数字网(B-ISDN),ATM 被 ITU-T 定义为 B-ISDN 的传送模式,也就是说在 B-ISDN 中采用 ATM 交换方式。

ATM 交换是一种基于信元的交换技术。任何形式的信息输入 ATM 网络就会转换为信元,即信息通过 ATM 适配层分割成固定长度的信元(Cell)。信元主要由信头和信息段两部分构成,共 53B(即 53Byte),其中信头为 5B,信息段为 48B。

IP 交换的思想是对用户业务流进行分类。对持续时间长、业务量大、实时性要求较高的用户业务数据流直接进行交换传输,用 ATM 虚电路来传输;对持续时间短、业务量小、突发性强的用户业务数据流,使用传统的分组存储转发方式进行传输。IP 交换机将 IP 路由器与 ATM 交换机捆绑在一起。

光交换是宽带通信网最具潜力的新一代交换技术,光交换可省去光/电、电/光的转换过程,充分利用光通信的宽带特性。光交换是实现未来全光通信网络的基础,目前应用的主要是一种基于波长的光交换技术。

宽带交换具有以下特点:

① 适用于实时交换和非实时交换。

② 采用新的路由选择方法,如 ATM 交换中按信头标记选择路由。

③ 支持不同速率的业务,可以是高速率,也可以是低速率。

④ 支持多媒体通信业务。

⑤ 适用于未来的通信网络。

宽带交换的优点是传输可靠性高、适用性强、传输效率高。宽带交换的缺点是设备价格贵、

实现成本高。

1.2 交换网的基本结构

1.2.1 通信网的概念

通信网是信息社会的基础设施,随着通信技术的发展、通信业务的增加,通信网的类型和结构也在发生变化。目前,我国通信网的数字化进程已基本完成,初步建立了一个现代通信网,现代通信网络正在向综合化、宽带化、智能化、个人化方向发展。

1. 通信网的构成要素

通信网的构成要素包括交换系统、传输系统、终端设备以及实现互连互通的信令协议,即一个完整的通信网包括它的硬件和软件。通信网的硬件一般由交换设备、传输设备、通信线路、终端设备组成,是构成通信网的物理实体。

交换系统:交换设备是通信网的核心,它的基本功能是完成接入交换节点链路的汇集、呼叫接续和分配。对于主要用于计算机通信的数据业务网,由于数据终端或计算机终端可有各种不同速率,同时为了提高传输链路利用率,可将流入信息流进行存储然后再转发到所需要的链路上去,称为存储转发方式,例如分组数据交换机就是这种交换方式。

传输系统:是信息传递的通道。它将用户终端设备与转接交换系统(节点)及转接交换系统(节点)之间相互连接起来,形成网络。

终端设备:是通信网最外围的设备。它将用户要发送的各种形式的信息转变为适合于相关的电信业务网传送的电磁信号、数据包等,或反之,将从通信网络中收到的电磁信号、符号、数据包等转变为用户可识别的信息。

通信网的软件是指通信网为能很好地完成信息的传送和交换所必需的一整套协议、标准,包括通信网的网络结构、信令协议和接口以及技术体制标准等,是通信网实现电信服务和运行支撑的重要组成部分。

2. 通信网的类型

(1) 公用网与专用网

按区域和运营方式分为公用网与专用网。公用通信网是向社会公众开放的通信网。主要包括公用电话网和公用数据网。专用通信网是指机关、企业自建或利用公用资源在逻辑上建立一个仅供内部使用的通信网,如用户小交换机(PABX)、集中用户交换机(Centrex)、校园网等。

(2) 长途网与本地网

按服务范围分为长途网与本地网。

(3) 电话通信网与数据通信网

按信息类型分为电话通信网与数据通信网。电话通信网包括公用电话交换网(PSTN)、公用陆地移动网(PLMN)、专用电话网、IP电话网。数据通信网包括基础数据网和IP数据网,其中基础数据网主要由公用分组交换数据网(PSPDN)、数字数据网(DDN)和帧中继(FR)网组成;IP数据网主要由IP骨干网、城域网和接入网组成。IP数据网实际上就是计算机通信网。

(4) 业务网、传送网与支撑网

按技术层次分为业务网、传送网与支撑网。

业务网是指向用户公众提供通信业务的网络,包括固定电话网、移动电话网、IP 电话网、数据通信网、智能网、综合业务数字网(ISDN)。

传送网是指数字信息传送网络,包括 PDH 传送网、SDH 传送网和 WDM 传送网。由传输线路和传输设备组成的传送网是通信基础网络。

支撑网是指为业务网和传送网提供支撑的网络,保证通信网络的正常运行和通信业务的正常提供,包括 No.7 信令网、数字同步网和电信管理网。

3. 通信网的质量

直接反映通信服务质量和水平有两项指标:通信质量(技术性)指标和服务质量(非技术性)指标。其中通信网的质量可分为接续质量、传输质量与稳定质量。

对于电话通信网,接续质量包括接通率、掉话率、时延;传输质量包括响度、清晰度与逼真度;稳定质量包括系统的可靠性。对于数据通信网络,接续质量包括接通率、呼叫建立时延;传输质量包括传输时延、传输误码率;稳定质量包括网络的可用性。

(1) 电话通信网的质量指标

① 网络接通率。是在忙时统计的用户应答、用户忙和用户久叫不应次数与总呼叫次数之比。

固定电话网:固定网内长途呼叫的接通率 $\geq 85\%$;固定网内本地呼叫的接通率 $\geq 95\%$ 。

移动电话网:网络接通率 $\geq 80\%$ 。

② 通话中断率。(掉话率)是用户通话时,网络为其提供持续服务的能力。

固定电话网:通话中断率(掉话率) $< 2 \times 10^{-4}$ 。

移动电话网:通话中断率(掉话率) $< 5\%$ 。

③ 拨号后时延。是用户拨号终了至网络送出回铃音、忙音或给出语音提示的时间间隔。

固定电话网:长途呼叫拨号后时延平均值 $\leq 6\text{ s}$;本地呼叫拨号后时延平均值 $\leq 2.2\text{ s}$ 。

移动电话网:移动用户拨打固定用户的拨号后时延 $\leq 15\text{ s}$;固定用户拨打移动用户的拨号后时延 $\leq 25\text{ s}$;移动用户拨打移动用户的拨号后时延 $\leq 30\text{ s}$ 。

④ 计费差错率: $\leq 10^{-5}$ 。

(2) 数据通信网的质量指标

① 传输时延。

分组交换:分组传输时延是指从一个分组的最后一个比特进入网络的源节点开始,到该分组的第一比特离开终点节点的时间。

帧中继:帧传输时延是指用户终端之间通过帧中继网传送信息所需的时间。

DDN:数据传输时延是指端到端单方向的数据传输时间,对 64 kb/s 专线电路 $\leq 40\text{ ms}$ 。

② 帧丢失率。是指丢失的用户信息帧占有所有发送帧的比率。

③ 残余错帧率。是指残余错帧占有所有接收帧的比率。

④ 网络可用性。是指端到端全网能提供无故障服务的时间占运行时间的百分比, $A = 99.99\%$ 。

4. 通信网的协议和标准

国际电联电信委员会(ITU-T)在电信标准化领域保持着主导地位。ITU-T 共有 15 个研

究组(SG)、一个联合协调组(JCG)、一个部门间协调组(ICG)和一个电信标准顾问组(TSAG)。15个研究组所制定的电信标准以A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y及Z系列等系列协议来表达。上述这些系列协议的主要内容表述如下:

A系列:关于CCITT的组织和工作程序的协议。

B系列:关于措词含义的协议。

C系列:综合电信统计的协议。

D系列:一般资费——国际电信业务的资费和账务。

E系列:电话网和ISDN——①运营、编号、路由选择和移动业务;②服务质量、网络管理和话务工程。

F系列:①电报和移动业务——操作和业务质量;②远程信息处理业务、数据传输业务和会议电信业务——操作和业务质量;③报文处理和国家业务——操作和业务定义。

G系列:①国际电话接续和电路的一般特性;②国际模拟载波系统;③传输媒体特性;④数字传输概况、终端设备;⑤数字网、数字段和数字线路系统。

H和J系列:非电话信号的线路传输——声音节目和电视信号的传输。

I系列:ISDN——①一般结构和服务能力;②全网概貌和功能、ISDN用户至网络的接口;③网间接口和维护原则。

K系列:干扰的防护。

L系列:电缆及外线设备的其他部件的结构、安装及防护。

M系列:①一般维护原则——国际传输系统和电话电路的维护;②国际电报、相比传真和租用电路的维护;国际公用电路网的维护;海事卫星和数据传输系统的维护。

N系列:国际声音节目和电视传输电路的维护。

O系列:测量设备技术规格。

P系列:电话传输质量。

Q系列:①电话交换和信令的一般协议,ISDN中业务的功能和信息流;②No.7信令系统技术规程;③R₁和R₂信令系统技术规程;④综合数字网和模数混合网中的数字本地交换机、转接交换机、组合交换机和国际交换机;⑤各信令之间的配合;⑥1号数字用户信令系统(DSS1)数据链路层;⑦1号数字用户信令系统(DSS1)网络层用户-网络管理;⑧公用陆地移动网与ISDN和PSTN的互通;⑨公用陆地移动网的移动应用部分和接口;⑩与卫星移动通信系统的互通。

R系列:电报传输。

S系列:电报业务终端设备。

T系列:①远程信息处理业务终端设备和协议;②智能用户电报各协议中的一致性测试规程。

U系列:电报交换。

V系列:电话网上的数据通信。

X系列:①数据通信——业务和设施,接口;②数据通信——传输、信令和交换,网络概貌,维护和管理安排;③数据通信网——开放系统互连(OSI)模型和记法表示,服务限定;④数据通信网——OSI协议技术规程,一致性测试;⑤数据通信网——网间互通,移动数据传输系统,网间管理;⑥数据通信网——报文处理系统;⑦数据通信网——目录(也称号码簿)。

Z 系列:① 功能规范和描述语言(SDL)使用形式描述方法的标准;② SDL 用户指示;③ SDL 形式定义介绍;④ SDL 形式定义——静态语义学;⑤ SDL 形式定义——动态语义学;⑥ CCITT 高级语言(CHILL);⑦ 人机语言(MML)。

最近 ITU-T 开始了对 IP 相关标准化的研究工作,从而确立了 IP 的主导地位。IP 技术具有良好的开放性,可以支持丰富多彩的业务,能够兼容各种应用系统,适应了信息网络化的潮流。

1.2.2 交换网的拓扑结构

交换网的拓扑结构形式主要有网状网、星状网、复合网、总线网、环状网和树状网,如图 1-3 所示。

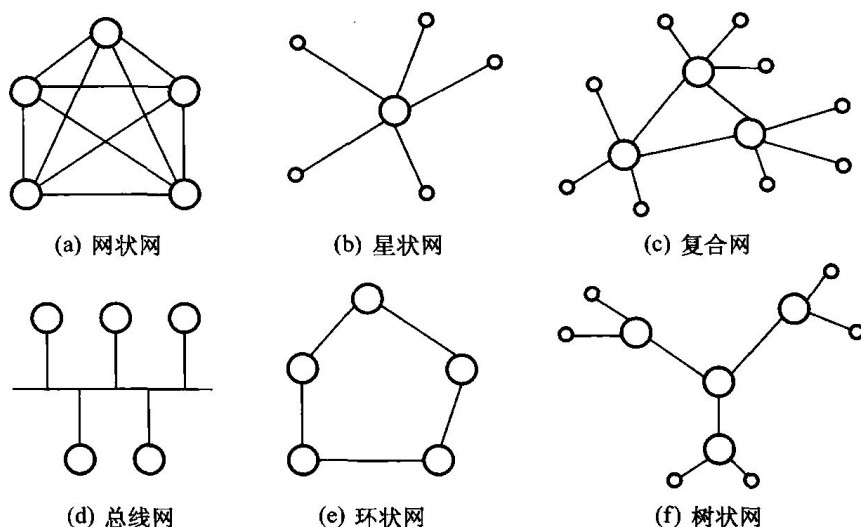


图 1-3 交换网的拓扑结构

不同拓扑结构交换网的主要性能比较见表 1-1。

表 1-1 不同拓扑结构交换网的主要性能比较

性能 项目 \ 交换网类型	网状网	星状网	复合网	环状网	总线网	树状网
经济性	差	好	较好	好	较好	较好
稳定性	好	差	较好	较差	较好	较好
扩展性	较好	好	较好	差	很好	较好
对节点要求	高	高	较高	较高	低	较高
L 与 N	$L = N(N-1)/2$	$L = N-1$	—	$L = N$	$L = N+1$	—

注: L 为链路数, N 为节点数。

1.2.3 电话交换网结构

电信交换网络是我国基础电信网络的核心。电话通信网是基础电信网络的重要组成部分,主要包括固定电话网、移动电话网和 IP 电话网。

1. 固定电话网

固定通信是指通信终端设备与网络设备之间主要通过电缆或光缆等线路固定连接起来,而实现的用户间相互通信。其主要特征是终端的不可移动性或有限移动性。

固定电话网是固定通信网络的重要组成部分,也是目前覆盖范围最广、业务量最大的通信网络。我国固定电话网的等级结构已由原来的 5 级结构逐步演变为 3 级,长途电话网也完成了由 4 级网向 2 级网过渡。

我国原来的固定电话网分为 5 级即由 C1、C2、C3、C4(长途汇接局)和 C5(端局)组成,目前的固定电话网分为 3 级即由 DC1(C1、C2 合并)、DC2(C3、C4 合并)和端局组成。全网演变为 3 级时,两端局之间最大的串接电路段数为 5 段,串接交换中心数最多为 6 个,如图 1-4 所示。

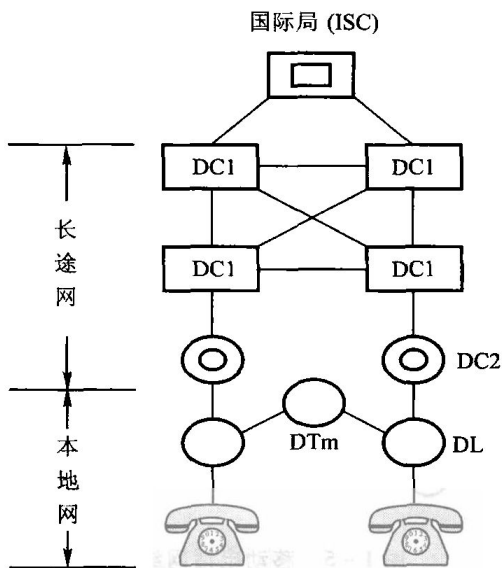


图 1-4 我国固定电话网的等级结构

固定电话网分为本地电话网和长途电话网。

(1) 本地电话网

本地电话网是指在同一长途编号区内的电话网络,由端局、汇接局、中继线、用户线和话机组成。其中,本地电话网中的汇接局负责汇接本汇接区的本地话务。

本地电话网用户之间的相互呼叫,只需拨打本地电话号码,为了保证本地电话网用户的通信质量,本地电话网服务范围一般不超过 300km。本地电话网的建立,打破了原有市话、郊话和农话的界限,进行统一组网和统一编号,从而可使组网更加灵活,节约号码资源,方便用户,有利于电话通信的发展,但在建立本地电话网后,对不同区间的电话呼叫,在计费方式和费率上可以有所不同。

(2) 长途电话网

长途电话网是指在不同长途编号区的电话网络,提供不同本地网之间的电话业务。某一本地电话网用户可以通过加拨国内长途字冠和长途区号,呼叫另一个长途编号区本地电话网的用户。

我国原来的长途电话网分为4级即由C1、C2、C3、C4组成,目前的长途电话网分为2级即由DC1、DC2组成。DC1为省级长途交换中心,其职能主要是汇接所在省(自治区、直辖市)的省际长途来去话务和DC1所在本地网的长途终端话务,DC1之间以基干路由网状相连,地(市)本地网的DC2与本省(自治区)所属的DC1均以基干路由相连;DC2为长途终端交换中心,其职能主要是汇接所在本地网的长途终端话务,根据话务流量流向,也可以与非从属DC1建立直达电路群。

2. 移动电话网

移动电话网目前已是完全数字化的通信网络。移动电话网分为GSM移动网和CDMA移动网。GSM和CDMA虽然是两种不同的技术体制,但GSM和CDMA构成的移动电话网结构是相似的。

我国移动电话网分为3级,即由1级汇接中心(TMSC1)、2级汇接中心(TMSC2)和MSC组成。1级汇接中心之间为网状网,如图1-5所示。

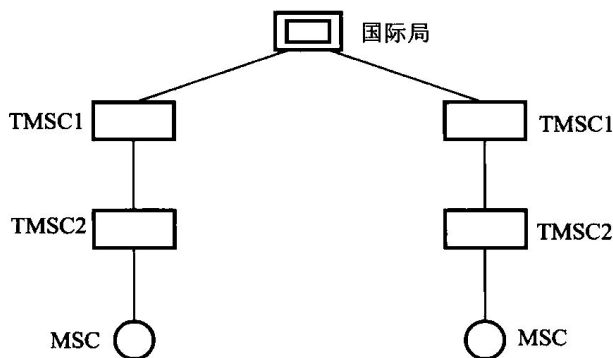


图 1-5 移动电话网结构

3. IP 电话网

IP电话泛指利用IP网络协议,通过IP网络提供或通过电话网络和IP网络共同提供的电话业务,包括电话-电话、PC-电话、电话-PC、PC-PC的电话业务。最初的IP电话是利用PC机在Internet上实现的,称为Internet电话或IP Phone。目前,IP电话主要是指由电话网络和IP网络共同提供的电话-电话以及PC-电话的电话业务。根据IP电话计费方式可分为记账卡方式的IP电话和主叫号码方式的IP电话。IP电话业务接入码为179××,以区分不同通信运营者或同一通信运营者的多种业务,由各通信运营者向信息产业部申请,如17900是中国电信IP电话卡业务接入码,17910是中国联通IP电话卡业务接入码,17950是中国移动IP电话卡业务接入码。

我国IP电话/传真网总体框架如图1-6所示。主要包括IP承载网络、IP电话网关、IP电话网络管理设备(网守、计费/认证中心等)和传统电路交换网的接入部分。