



北京市高等教育精品教材立项项目

21世纪高职高专规划教材·电子信息系列

现代交换技术与通信网

尤克 黄静华 任力颖 编著
何希才 审校



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

北京市高等教育精品教材立项项目

21 世纪高职高专规划教材·电子信息系列

现代交换技术与通信网

尤克 黄静华 任力颖 编著

何希才 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了现代交换技术的原理、通信网的组成与应用,紧跟电信流行的主流技术,强调基本概念、系统结构和实际应用环境的有机结合。

本书分为三部分,共18章。第一部分主要介绍现代交换技术,内容有:数字交换原理,语音编码与数字传输,交换技术参数与指标,数字交换系统的终端设备,程控交换机的控制设备,呼叫处理的基本原理,信令方式,软交换技术,以及程控数字用户交换机的典型实例和程控用户交换机的工程设计、管理与维护。第二部分主要介绍通信网,内容有:宽带网基础,公用分组交换数据通信网,B-ISDN 宽带网技术,xDSL 宽带网技术,ATM 异步传送方式,光交换技术以及智能网。第三部分为实训内容,实训项目针对高等职业教育技术应用性的特点进行设计和开发,如话务台操作、系统编程等一些实用的技能训练。本书在部分章末配有练习题。

本书既可作为高等院校电子信息类专业高职高专的教材和教学参考书,还可作为电信技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代交换技术与通信网/尤克,黄静华,任力颖编著. —北京:电子工业出版社,2004.1

21世纪高职高专规划教材.电子信息系列

ISBN 7-5053-9494-0

I. 现… II. ①尤… ②黄… ③任… III. ①通信交换—高等学校—教材 ②通信网—高等学校—教材
IV. TN91

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第119072号

责任编辑:王颖 特约编辑:卫政

印刷:北京京科印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经销:各地新华书店

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:374千字

印次:2004年1月第1次印刷

印数:5000册 定价:19.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

随着我国电信产业的快速发展和电信市场的不断开放,交换技术与通信网都发生了很大变化。传统的 PSTN 必将发展为新一代通信网,即以数据通信为主、使用分组交换、以互联网协议(IP)为基础的新型通信网。交换技术与通信网络作为支撑电话、移动电话和 Internet 技术发展的基础设施,数字化、智能化、宽带化、个人化、多媒体化的综合业务已得到了广泛应用。在这种形式下,对交换技术与通信网络的学习显得尤为重要。

本书是北京市高等教育精品教材立项项目——高职高专系列教材之一。作者多年从事程控数字交换与通信网、计算机通信的教学和实践工作,积累了丰富的教学和实践经验,在此基础上,使本书在编写中力求内容丰富新颖、图文并茂,具有系统性、先进性和实用性。本书结合高职高专的特点,以应用、实际操作为核心,强调“最新技术与实际应用相结合”的原则,将通信网与交换技术结合起来讲授,注重介绍最新实用交换设备的安装、调试与维护,以体现实用性;另外,还编写了习题和实训项目,希望读者在学完本书后,既能学习到系统的理论知识,又能通过实训获得一些实用的技能,达到认识和掌握现代交换技术与通信网的关键技术的目的。

本书分三部分,共 18 章。第一部分为前 10 章:第 1 章概要介绍了电路交换技术、分组交换技术及其发展;第 2 章为语音编码与数字传输;第 3~6 章介绍数字交换原理、数字交换系统的终端设备、程控交换机的控制方式、程序的执行管理及呼叫处理的基本原理;第 7 章为交换技术基础,介绍话务基本知识、交换网络的内部阻塞和系统的呼叫处理能力;第 8 章主要介绍信令的概念、信令的功能及分类;第 9 章介绍软交换系统的业务、功能、发展和应用;第 10 章主要侧重应用,介绍交换机的工程设计、设备的使用以及管理与维护。第二部分主要介绍通信网,包括第 11~17 章,第 11 章为公用分组交换数据通信网、数据通信网的交换方式;第 12 章为 B-ISDN 宽带网技术,介绍 ISDN 的基本概念、特点、技术、协议及连接, B-ISDN 的业务及应用;第 13 章为宽带网的技术和接入网的各种技术方案,简要介绍无线接入方式、光接入网络、光纤同轴混合网络(HFC)和宽带网的应用;第 14 章为 xDSL 宽带网技术,介绍 xDSL 调制方式与分类以及 ADSL 概述、工作原理、编码技术、协议标准、应用与发展;第 15 章为 ATM 异步转送方式,介绍 ATM 的基本概念、ATM 交换系统及 ATM 应用;第 16 章介绍光交换技术的基本原理与实现方式、光交换器件技术和光交换机的发展;第 17 章为智能网,简要介绍智能网的体系结构、宽带智能网的关键技术及其应用。第三部分(第 18 章)为实训内容,为方便读者既可学到理论知识,又能获得一些实用的技能,突出高等职业教育技术应用性的特点,在设计开发实训项目时,充分考虑了如新业务功能设置、话务台操作实训、系统编程操作等。

本书基础理论知识的讲授以应用为目的，精选内容，以“必需、够用”为度，深入浅出，讲清原理，突出基本概念，掌握关键技术，理论证明和公式推导从简。建议完成本教材的课堂教学 48 学时，实训 16 学时。

本书由尤克统稿，黄静华编写第 1,2,5,8 章，任力颖编写第 3,4,6,7 章，第 18 章实训部分由郑举编写，其余章节由尤克编写。高林教授、赵长奎教授对本书给予了关心和指导，何希才教授审校了全书，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在错误与不足，敬请各位专家与读者给予谅解和指正，来信请寄：youke@buu.com.cn。

编 著 者
2003 年 11 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 电话交换的基本原理	(1)
1.2 电话交换技术的发展	(2)
1.3 自动电话交换机的分类	(3)
1.4 电话交换机的基本任务与结构	(4)
1.5 主要交换方式	(5)
1.6 通信交换技术的发展	(8)
练习题	(10)
第 2 章 语音编码与数字传输	(12)
2.1 模拟信号和数字信号	(12)
2.2 语音的数字化技术	(14)
2.3 PCM 数字传输	(23)
练习题	(29)
第 3 章 数字交换原理和数字交换网络	(31)
3.1 数字交换的基本概念	(31)
3.2 时分接线器	(33)
3.3 空分接线器	(37)
3.4 数字交换单元	(38)
3.5 数字交换网络	(42)
练习题	(50)
第 4 章 数字交换系统的终端设备和控制设备	(51)
4.1 数字交换系统的终端设备	(51)
4.2 程控数字交换机的控制设备	(59)
练习题	(64)
第 5 章 程控交换机软件概况	(65)
5.1 交换机软件的结构	(65)
5.2 程控交换机的运行软件	(65)
5.3 程序的执行管理	(70)
5.4 程控交换机软件用语言简介	(76)
5.5 故障处理	(78)
练习题	(83)

第 6 章 呼叫处理的基本原理	(84)
6.1 呼叫接续的处理过程	(84)
6.2 用 SDL 图来描述呼叫处理过程	(86)
6.3 输入处理	(90)
6.4 分析处理	(96)
6.5 任务执行和输出处理	(100)
练习题	(101)
第 7 章 交换技术基础	(102)
7.1 话务基本知识	(102)
7.2 交换网络的内部阻塞	(107)
7.3 交换系统的呼叫处理能力	(108)
7.4 过负荷控制	(110)
练习题	(111)
第 8 章 信令方式	(113)
8.1 简述	(113)
8.2 用户信令	(115)
8.3 局间随路信令	(117)
8.4 公共信道信令	(121)
练习题	(132)
第 9 章 软交换技术	(133)
9.1 什么是软交换技术	(133)
9.2 软交换系统的新业务	(134)
9.3 软交换的主要功能	(134)
9.4 国内外软交换的发展和应用	(135)
9.5 软交换网络中的业务编号	(136)
9.6 软交换技术的主要应用	(138)
第 10 章 程控用户交换机的工程设计	(139)
10.1 程控用户交换机的选型原则	(139)
10.2 编号计划	(141)
10.3 程控用户交换机工程设计的内容	(143)
10.4 程控用户交换机的调试、验收和开通	(143)
10.5 程控用户交换机的进网要求	(146)
10.6 程控用户交换机的管理与维护	(148)
第 11 章 公用分组交换数据通信网	(150)
11.1 数据通信网的交换方式	(150)
11.2 分组交换的原理	(151)

11.3 我国的公用分组数据交换网	(154)
练习题	(157)
第 12 章 ISDN 技术	(158)
12.1 ISDN 的基本概念	(158)
12.2 ISDN 技术	(160)
练习题	(172)
第 13 章 宽带网基础	(173)
13.1 什么是宽带网	(173)
13.2 宽带接入网技术	(174)
13.3 宽带网业务	(177)
练习题	(178)
第 14 章 xDSL 宽带接入技术	(179)
14.1 xDSL 的调制方式	(179)
14.2 xDSL 的分类	(180)
14.3 ADSL 概述	(182)
练习题	(188)
第 15 章 ATM 异步传送方式	(189)
15.1 ATM 的基本概念	(189)
15.2 ATM 交换	(190)
15.3 ATM 应用	(195)
练习题	(200)
第 16 章 光交换技术	(201)
16.1 光交换技术的基本概念	(201)
16.2 光交换技术的实现方式	(202)
16.3 光交换的基本原理	(202)
16.4 光 ATM	(203)
16.5 光交换器件技术	(204)
16.6 光交换机的发展	(205)
练习题	(207)
第 17 章 智能网	(208)
17.1 智能网概述	(208)
17.2 智能网的体系结构	(211)
17.3 智能网业务	(213)
17.4 宽带智能网及其关键技术	(215)
练习题	(217)
第 18 章 实训部分	(219)
实训 1 认识系统结构和硬件结构	(219)

实训 2	系统编程操作	(221)
实训 3	电话分机的参数设置	(222)
实训 4	电话分机新业务的功能设置	(223)
实训 5	话务台操作实训	(226)

第 1 章 绪 论

本章概要：电信网络是支撑电话、移动电话和 Internet 技术发展的基础设施。所有电信网络实现的关键技术是交换技术。交换技术实现的方式主要分为电路交换、报文交换和分组交换三大类，电路交换是最早也是最成熟的交换技术。通过本章的学习，可了解交换技术的基本原理、程控交换机的结构以及电信技术的发展趋势。具体内容包括：

- 电话交换的基本原理
- 电话交换技术的发展
- 自动电话交换机的分类
- 电话交换机的基本任务与结构
- 电路交换、报文交换与分组交换
- 通信交换技术的发展

1.1 电话交换的基本原理

电话交换机的基本功能是交换。图 1-1 是由一台电话交换机和许多用户话机相连的示意图，交换机实现所有电话的连接和中转业务，需要时动态地将一用户接至另一用户。

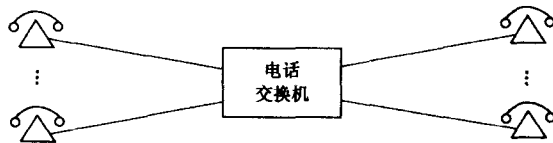


图 1-1 电话交换机与用户话机相连的示意图

电话通信的基本目标是在任何时刻、使任何两个地点的人们之间进行通话，因此必须具备三个基本要素：

- ① 发送和接收语音的终端设备——电话机。
- ② 远距离传输语音信号的传输设备——各种类型的传输设备，包括最简单的金属线缆、载波设备、微波设备、光缆和卫星设备等。
- ③ 对语音信号进行交换接续的交换设备——各种类型的电话交换机。

这三者缺一不可，电话交换机在整个电话通信网中起着枢纽的作用，构成网中的各级结点。如果没有电话交换机就不可能组成电话通信网，也不会实现一个电话用户可以随时同世界上任何地方的另一电话用户进行通话的方便环境。

1.2 电话交换技术的发展

自 1876 年美国贝尔发明电话以来, 电话通信和电话交换机取得了巨大的进步和发展, 电话交换技术完成了由人工到自动的过渡。交换技术的发展经历了以下几个过程:

- ① 元器件的使用由机电式到电子式的过程。
- ② 接续部分的组成方式由“空分”向“时分”方向的发展。
- ③ 控制设备的控制方式由布线逻辑控制(布控)向程序控制(程控)的发展。
- ④ 交换的信号类型由模拟向数字的发展。
- ⑤ 交换的业务由电话业务向综合业务(ISDN)方向的发展。
- ⑥ 交换的信号带宽由窄带向宽带的发展。

电话交换技术的发展大致可划分为以下几个阶段。

1. 人工电话交换

1878 年美国制成了第一台磁石式电话交换机, 它能配合磁石电话机工作。这种电话交换方式的特点是每部话机均备有电源电池, 以手摇发电机作为发起呼叫信号的工具。在交换机上以用户吊牌接收呼叫信号, 以塞绳电路连接用户的通话。这种设备结构简单, 容量有限, 难以适应发展的需要。接着出现了共电式电话交换机, 这种交换机的特点是每个用户话机的电源由电话局统一通过用户线馈送, 简化了用户话机, 利用话机环路的接通作为呼叫信号。

这两种交换机都属于人工交换方式, 手工地进行交换接续操作, 速度慢, 易出错, 劳动强度大。

2. 机电制自动电话交换

1891 年美国史端乔发明了第一台步进制自动电话交换机, 使用上升旋转型机械式接线器, 通过用户拨来的号码脉冲控制选线。在话路中主要通过电磁铁控制选择机键的动作完成电话接续, 在控制电路中则主要用继电器接点电路构成控制逻辑, 自动完成各种控制功能, 后经德国西门子公司加以改进, 发展成为西门子式步进制自动电话交换机, 我国早期安装这种交换机较多。与此同时, 世界上还发明了旋转制、升降制、全继电器制等多种机电制交换机。

步进制自动电话交换机的特点是选择机键的动作幅度大、噪声响、磨损快、故障率高、传输杂音大和维护工作量大, 而且不能用于长途自动电话交换。

1926 年瑞典制成了第一台纵横制自动电话交换机, 沿用了电磁原理, 但其话路的主要部件使用了纵横接线器。这种接线器动作小、噪声轻、磨损少, 且采用了间接控制技术, 选择和接续不由用户的拨号控制, 从而克服了步进制交换机的很多缺点, 尤其是可用于长途自动电话交换, 20 世纪 50 年代后, 得到了广泛的推广和使用。

3. 程控模拟电话交换

1965 年美国成功地开通了世界上第一台程控电话交换机(ESS1), 将存储程序控制原理应用到了电话交换机的控制系统, 其话路系统仍沿用了按纵横制原理构成的交换网络, 以交换模拟语音信号。此后, 又研制出多种模拟程控电话交换机, 如日本的 D10、原联邦德国的 EWS 等。

4. 全数字电话交换

在传输中采用数字通信技术后,其优良的通信质量和性能改变了长期以来用模拟信号进行通信的局面。由于数字传输同模拟交换机衔接时需要进行数/模、模/数的变换,促进了对直接以数字信号进行交换的程控交换机的研制。1970年在法国开通了第一部数字交换机 E10 后,许多新的数字交换系统相继问世,诸如英国的 X 系统,日本的 D60、D70、NEAX-61 和 F150,瑞典的 AXE-10,原联邦德国的 EWSD,美国的 ESS4 和 ESS5 等。

全数字电话交换机在话路中对 PCM 数字语音编码直接进行交换,控制部分则由存储程序控制的数字计算机或微计算机承担。这类交换机的体积小、工作速度快、可靠性高,尤其话路系统与 PCM 传输系统密切配合,不必进行数/模变换,与控制系统的工作速度相匹配,容量可以做得很大,而阻塞概率却极小,在使用中具有明显的优越性。

5. 综合业务数字交换

通信网的发展方向是要建立一个高质量、高速度、高度自动化的“综合业务数字网 (ISDN)”。所谓“综合业务”是指把语音、数据、电报、图像等各种业务都通过同一设备处理,在“数字网”实现上述数字化的各种业务在用户间的传输和交换。

6. 异步转移模式

异步转移模式 (ATM) 技术包括了异步时分交换和快速分组交换两者的特征。ATM 技术能使未来的宽带综合业务数字网 B-ISDN 处理从窄带语音、数字业务到宽带视频 (包括高清晰度电视) 业务范围的综合信息。ATM 能提供动态带宽和多媒体通信方法。

ATM 以“信元”为单位进行数字信息的交换与传输。“信元”具有固定长度,由 5 个字节的信头和 48 个字节的信域,共 53 个字节组成。无论传送何种信息,都以面向连接的方式在一条虚电路上传送,该虚电路是通过呼叫处理功能在用户间半永久地建立的。ATM 的信息传送是异步的,信元在时间上没有固定的位置,信元流所运载的信息和时间之间没有任何联系。

ATM 可根据用户信息的有无来分割信元,适应于任何速率的通信,可高速率地传输突发业务。它是依靠标志码来区分各路信号的,通过改变标志码 (包含在信元的信头中) 来完成交换任务。ATM 技术能根据需要动态地分配有效容量,利用单一结构交换所有业务,可按需要改变传送信息的速度,按照统计复用的原理进行传输和交换,适应任意速率的通信。对高速通信,信元的转移频次高;对低速通信,信元的转移频次低。

1.3 自动电话交换机的分类

1. 根据信息传递方式分类

① 模拟交换机:对模拟信号进行交换的交换机。通过普通电话机传出的语音信号是模拟信号,步进制、纵横制等交换机都属于模拟交换机。对于电子交换机来说,属于模拟交换机的有空分式电子交换机和脉幅调制 (PAM) 的时分式交换机。

② 数字交换机:对数字信号进行交换的交换机。目前最常用的是对脉冲编码调制 (PCM) 数字信号进行交换的数字交换机。

2. 根据控制方式分类

① 布线逻辑控制交换机:交换机的控制部分是将机电器件 (如继电器) 或电子元件做

在一定的印制板上，通过机架布线做成。这种交换机的控制部件做成后不好修改，灵活性小。

② 存储程序控制交换机：交换机的控制部分类似计算机，采用的是计算机中常用的“存储程序控制”方式。即把各种控制功能、步骤、方法编成程序，利用存储器内所存储的程序来控制整个交换机的工作。需要改变交换机功能或增加新业务时，只需要修改程序或数据就能实现。这种方式大幅度地提高了交换机的灵活性。

1.4 电话交换机的基本任务与结构

1. 电话交换机的基本任务

电话交换机有四种基本呼叫任务，根据进出交换机的呼叫流向及发起呼叫的起源，可以将呼叫分为：本局呼叫、出局呼叫、入局呼叫和转移呼叫，如图 1-2 所示。

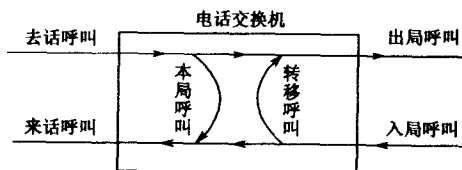


图 1-2 四种基本呼叫任务

将交换机理解为一个交换局，本局一个用户发起的呼叫，根据呼叫的流向可以分为出局呼叫或本局呼叫。主叫用户生成去话，被叫用户是本局中的另一个用户时，即本局呼叫；被叫用户不是本局的用户，交换机需要将呼叫接续到其他的交换机时，即形成出局呼叫。相应地，从其他交换机发来的来话，呼叫本局的一个用户时，生成入局呼叫；呼叫的不是本局的一个用户，由交换机又接续到其他的交换机，交换机只提供汇接中转的功能，则形成转移呼叫。除了汇接局一般只具备“转接呼叫”的功能外，每个局的电话交换机都具备这四种呼叫的处理能力。

至于长途和特种服务呼叫，可以看做是呼叫流向固定的出局呼叫。

2. 电话交换机的基本结构

电话交换机的基本结构由两大部分构成：话路系统和控制系统，如图 1-3 所示。

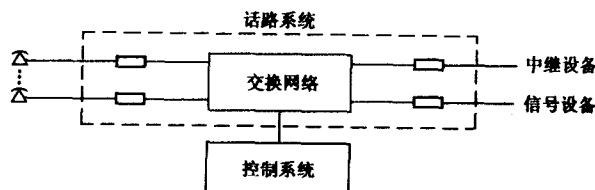


图 1-3 电话交换机基本结构

话路系统包括所有的提供电话接续任务的终端和交换设备。话路系统的核心部分是“交换网络”，从人工台的接线面板与塞绳电路，步进制的各级接线器，纵横制的用户级、选组级交换网络到数字交换机的数字交换网络，都是用来提供在各种交换方式下的通话通路的。话

路系统中还包括各种需要通过交换网络进行交换连接的终端，如用户电路、中继设备、信号设备等。

控制系统在需要的时候接通路，提供语音信号传送的通路。电话交换机经历了从最初的人工进行控制接续到以数字电子计算机作为控制系统核心的过程，从基本的电话交换的控制功能来说，不论哪一种交换方式都具备，只是实现的手段和方法有所不同而已。

3. 程控交换机的基本概念

程控交换机的基本结构框图如图 1-4 所示。

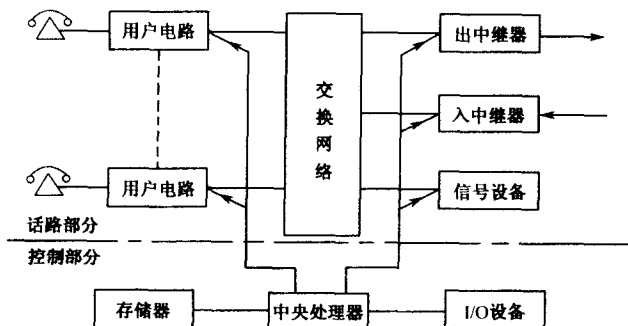


图 1-4 程控交换机的基本结构框图

控制部分包括中央处理器（CPU）、存储器和输入 / 输出设备。

话路部分由交换网络、出 / 入中继器、用户电路等组成。

交换网络可以是各种接线器（如纵横接线器、编码接线器、簧簧接线器等），也可以是电子开关矩阵（电子接线器）。交换网络可以是模拟空分的，也可以是数字时分的，并由 CPU 发送控制命令驱动。

出中继器和入中继器是和中继线相连的接口电路（中继线用于互联交换机），传输交换机之间的各种通信信号，也可以监视局间通话话路的状态。

用户电路是每个用户独用的设备，包括用户状态的监视和与用户有关的功能。在电子交换机，尤其在数字交换机中，加强了用户电路的功能。

图 1-4 中所示的话路部分包括交换网络、中继器、用户电路以及信号设备，且都受控制部分的中央处理器控制。

所以说程控交换机实质上是数字电子计算机控制的电话交换机。

1.5 主要交换方式

交换方式主要有三种：电路交换、报文交换和分组交换。

1. 电路交换

电路交换是指在两个或多个终端之间建立单向或双向信息通路（如电话和用户电报）。这种交换方式是即时通信，整个交换过程不会在收、发之间引入可变的、能觉察的时延，公用电话网是电路交换的典型应用。

为了进行双向语音的交换，需要建立一条即时可用的通话路径，即在呼叫期间，提供相

应的路径或电路，因而此交换方式又称为“电路交换”。电路交换的方式是预先分配传输带宽，再利用控制信号建立接续路径，从而使信息不间断地流经网络。

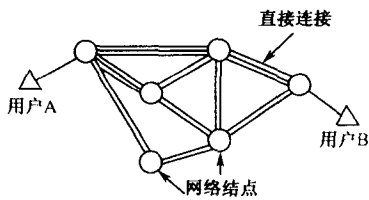


图 1-5 电路交换网络

电路交换中建立的通路，包括许多点到点的电路，在连接点由交换机连接，通路建立后，才可以传送语音或数据，直到挂机，才拆线释放电路。在电路交换系统中，每次呼叫所建立的通路是供通话双方专用的，如图 1-5 所示。

电路交换有几方面特点，首先它允许用户间连续地传送信息，用户需要以中等速率进行长时间通信时，这种交换方式比较适宜。其次，电路交换是交互工作方式，用户（或机器）间能够以要求的速率互相对话，如果一方询问，对方可以马上回答。

电路交换的缺点是用户必须在通信之前完成接续，而且在全部通信期间接续（由链路和交换机组成）必须处于可用状态。此外，在话务繁忙的情况下，电路交换不够有效。

一般电话的重要特点是双向语音信息的即时通信，由于语音的不连续，以及不可能同时说话而进行双向的传输，可以采用时分语音插空方法（TASI），在无声的间隔时间内，利用交换将其他路的语音插入到通路中去。利用这种技术能使传输容量提高 50%，但价格较贵，因而多用于长途传输设备。

时空语音插空方法是时分电路交换的一种形式，但它的抽样持续时间不受限制，时隙可以出现于任一通路位置上。这种方法属于“虚拟电路交换”的一种，只有在传送某路信息时才分给路径（或电路），其余时间路径用于传送其他信息。

2. 报文交换

非对话式的单向信息传输具有不同的特点，它可以在传送过程中引入时延或存储，存储时间可以从几分之一秒到几小时，这取决于传输设备的有效性。此时，交换设备中需要具有交换功能的存储器。

通常把在交换机中提供时延以达到交换目的的方法称为“报文交换方法”。在这种方法中，用户间信息的交换是通过发送一系列互相独立的消息而进行的，如图 1-6 所示。用户要传送的消息被作为一个整体由某结点转发到另一结点。这种消息在特定结点进行排队，逐个链路传送通过网络。网络中利用小型计算机对信息进行缓存，并向终点方向寻找连接到下个结点的路由。

报文交换过程的第一步是将信息传送到交换中心并存储，如果通向下一个交换中心的有关设备可以占用的话，则信息继续传送并存储到该中心。沿途的每个结点把信息存到磁盘中。如果所要选用的通路示忙，则信息需要在该结点排队、等待，并引起延时。这种存储、转发过程不断地进行，直到信息到达终点为止。

由于报文交换是为传送单向信息而设计的，因此不适于人或计算机间的实时对话，但中继线利用率高，即只在传送该信息期间占用通路，其他时间可做它用。而在电路交换中，当用户占用交换电路后，即使该通路不传数据，也不允许其他用户使用。

存储交换系统能够在高峰期间存储信息，等到线路空闲时再把信息转发出去，在信息高峰时有灵活的适应能力。这种交换系统不是按信息高峰时的参数进行设计的，因此系统的成

本较低。

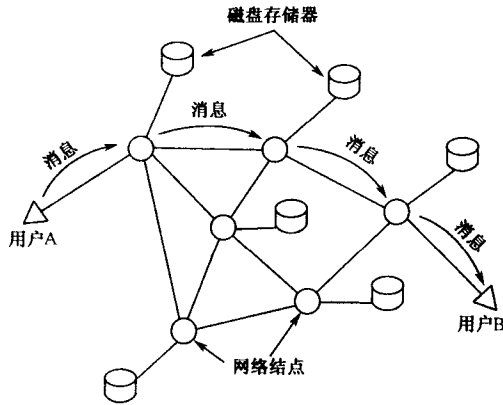


图 1-6 报文交换网络

报文交换的另一个优点在于不要求主叫用户和被叫用户同时工作。为了保证不同工作特性的终端互相通信，这种交换方式允许进行速率和码型的变换。

3. 分组交换

在用户话机或终端处存储数据信息，将传输信息限制成固定的长度与格式，并在前面加上地址码，就可以在结点上交换，这种交换方式就是分组交换。分组交换方式减少了结点的存储量，构成完整消息的各分组信息可以以分组为单位，独立地进行交换，而后通过不同路由传到其目的地。分组交换是报文交换的一种特殊形式，它包括组网与存储上的考虑，并应用了虚拟电路交换技术。

分组交换不是按信源到终端的整个路径分配带宽，而是逐段进行链路带宽的动态配置。信息不是在网络中连续传送，而是将信息分成许多有限长度的信息包，每个信息包中加入附加位作为地址和管理使用。信息以信息包为单位在网络中进行传送与交换，所以通常称为包交换或分组交换。各信息包分别进行处理，在任意给定瞬间各自寻找最佳可用路由传出去，并在不同的宽带链路交接处，对每个信息包进行差错校验。在终点处，由另一分组交换机将拆开的各信息包重新装配成完整的消息，如图 1-7 所示。信息包在网络中的传送时间足够小，通常包延时约为 10~100ms。这意味着整个信息的延时在几秒以内。

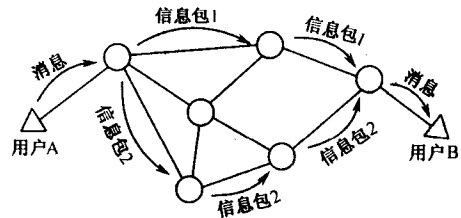


图 1-7 分组交换网络

分组交换的优点有二：一是多用户可同时共享传输设备，二是能自适应地为各个“信息包”选择路由。在分组交换系统中，借助快速用户扫描、交换，使多用户能够有效地共享网络资源；同时，采用缓冲存储器平滑话务流，使用户的速率与网络的速率协调起来。此外，可以重新分配资源，使网络具有克服暂时阻塞或链路 / 交换机故障的能力。

分组交换综合了电路交换与报文交换在速度和效率方面的优点，特别适合计算机系统之间的信息交换。

分组交换与报文交换的主要区别在于网络的工作速度，常用的报文交换系统注重的是用

户间信息应有低的传输错误率，并不要求用户间实时对话。对分组交换系统而言，用户借助交换信息包互相通信，与电路交换系统交换信息类似。

1.6 通信交换技术的发展

随着现代电信技术的发展，电话语音交换与数据信息交换的界限越来越模糊，交换设备互采所长、互补所需，程控交换设备和网络交换设备进一步融合，采用单一网络结构实现数字、语音、图像、音频和视频等信息的宽带高速传送与交换，实现电话通信网、高速数据网和有线电视网的“三网合一”是通信网络发展的趋势。

交换技术的发展方向主要有以下几个方面。

1. 大容量交换网络

ISDN 业务的开拓和发展、Internet 业务的不断加强、本地网和接入网替代 DDN、接入网永久连接带宽的提出，使得交换网络容量必须向大型化发展。

2. 按照模块化的网络形态设计基本结构组件

用户接入模块既可以支持地域上的远置性能，又可以作为标准的接入网设备单独使用。交换设备具有硬 / 软件模块的地域可分散性，同时由于采用模块的叠加方式而具有规模可缩性。业务实现模块间的连接，既能支持物理上的紧耦合方式，也能支持地域上的松耦合方式。管理系统作为基本结构组件可以不受地域分布影响，直接控制或管理其他的结构组件。任何业务实现模块均具有独立和完备的网络元素特征（独立交换结点）。用户接入及与业务实现模块间的连接采用标准传输接口，不受地域和传输介质的束缚和限制。交换设备的内部信令方式更趋近于 OSI 形态，并成为系统基本结构组件之间的标准信令方式。

管理系统脱离任何宿主系统自成独立的网络体系。内置式光传输接口及信道动态管理技术的应用，使系统交换网络具有等效的地域可分散性，也就是用网络形态的交换网络取代传统的系统形态的交换单元。基本结构组件均带有信令功能，支持内部的统一信令方式。基本结构组件通过互联接口（标准的或专用的）构成更大规模的组件部件。基本结构组件的功能性划分原则与统一的运行软件无关（即硬件与软件相对独立）。

3. 大线束动态集线比

固定集线比方式或者靠人工配置方式已很难适应业务发展的需求，接入网的逐步推广使得交换平台无法再用传统的线群分割方式（用户、中继分群配置）。

4. 话务处理能力要求愈来愈高

现有移动交换系统发展模式仍旧依照大容量 / 大区制方式，以期达到实用化可接受的经济承受力，无线移动通信不可能单级组网，无线接入和交换将与有线系统综合，具有本地交换能力和有线网络的日趋成熟，有可能从根本上改变目前地面移动通信的体系架构。

以带有基站控制器的小容量移动交换平台为单位（5 000~15 000 用户），通过现有传输网络连接各小容量交换平台至一个移动交换汇接平台（20~40 万用户），将多个或多级汇接平台互联构成一个广域的移动交换网络，采用这种网状互联方式构成局部的大容量平台，充分满足容量和投资的平滑增长需求。