



普通高等教育规划教材

现代交换技术

尤克 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TN915.05

32

普通高等教育规划教材

现代交换技术

尤克 主编

尤克 任力颖 黄静华 郑举 编

何希才 主审

机械工业出版社

本书从数字程控交换、分组交换、ATM 异步传送方式以及网络交换的实用技术出发, 引入脉码调制、数字交换、呼叫处理、话务和信令等基本概念, 介绍公用分组数据交换网、B-ISDN 宽带网等通信网络的实用技术与应用, 结合实例剖析了交换设备的硬件结构、控制系统、软件应用系统、电信工程设计、设备的使用、管理与维护, 并开发了实训项目, 如新业务功能设置、话务台操作、系统编程操作等。

本书主要作为本科、高职高专电子信息类专业的教材或教学参考书, 也可供通信工程技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代交换技术/尤克主编. —北京: 机械工业出版社, 2004.7
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-14544-5

I. 现... II. 尤... III. 通信交换 - 高等学校 - 教材
IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 048801 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王保家 闫晓宇

责任编辑: 马军平 版式设计: 张世琴 责任校对: 陈延翔

封面设计: 张 静 责任印制: 洪汉军

北京中兴印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·14.5 印张·354 千字

定价: 21.00 元

凡购本书, 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、88379646
封面防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材 编 审 委 员 会

主 任：刘国荣 湖南工程学院
副主任：左健民 南京工程学院
陈力华 上海工程技术大学
鲍 泓 北京联合大学
王文斌 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

刘向东 华北航天工业学院
任淑淳 上海应用技术学院
何一鸣 常州工学院
陈文哲 福建工程学院
陈 峻 扬州大学
苏 群 黑龙江工程学院
娄炳林 湖南工程学院
梁景凯 哈尔滨工业大学 (威海)
童幸生 江汉大学

电子与通信类专业分委员会

主任：鲍 泓 北京联合大学

副主任：张立臣 常州工学院

李国洪 华北航天工业学院

委员：(按姓氏笔画排序)

邓 琛 上海工程技术大学

叶树江 黑龙江工程学院

李金平 北京联合大学

沈其聪 总参通信指挥学院

杨学敏 成都理工大学

秘书长：何希才 北京联合大学

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据IMD1998年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第36位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于2001、2002年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并作出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息科学的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人才,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色, 强化应用

围绕培养目标, 以工程应用为背景, 通过理论与工程实际相结合, 构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针: 知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为: “精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上, 挑选出最基本的内容、方法及典型应用; “新”指将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容, 以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容, 并将这些内容按新的教学系统重新组织; “广”指在保持本学科基本体系下, 处理好与相邻以及交叉学科的关系; “用”指注重理论与实际融会贯通, 特别是要注入工程意识, 包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点, 合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设, 并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设, 力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者, 确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验, 又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务, 以确保教材质量。

我们相信, 本套系列教材的出版, 对我国工程应用型人才培养质量的提高, 必将产生积极作用, 会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光, 高瞻远瞩, 及时提出并组织编写这套系列教材, 他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作, 并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件, 在此深表衷心感谢!

编委会主任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前 言

随着通信网络的发展,交换技术发生了很大变化。数字化、智能化、宽带化、个人化、多媒体化的综合业务得到广泛应用。传统的电话交换发展到综合业务交换,电路交换发展到分组交换,固定网交换发展到移动网和智能网交换,窄带交换发展到宽带 ATM 交换,交换技术作为支撑电话、移动电话和 Internet 技术发展的基础,在这种形势下,对交换技术的学习显得尤为重要。

本书在编写中注重实际应用,从现代交换技术中可能遇到的问题出发,采用提出问题、分析问题、解决问题的思路,导出必要的概念和方法,力求使本书内容丰富新颖、图文并茂,具有系统性、先进性和实用性。突出应用性本科的特点,强调“最新技术与实际应用相结合”原则。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。精心编写了习题和实训项目,使读者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,希望读者在学习完本书后,能够认识和掌握现代交换的关键技术。

本书共 12 章。第一章 概要介绍了程控交换技术、分组交换技术、ATM 以及网络交换技术的基本原理与发展。第二章 交换技术基础,第三章 主要介绍信令的概念,信令的功能及分类。第四章 呼叫处理的基本原理,第五章 数字交换原理和数字交换网络。第六章 程控数字交换系统的接口和控制设备,第七章 程控交换机软件,运行软件和软件用语言简介,第八章 S1240 数字交换系统,第九章 分组交换技术,介绍我国的公用分组数据交换网与发展。第十章 ISDN 的基本概念, B-ISDN 宽带网技术, B-ISDN 网的发展与应用。第十一章 ATM 异步传送方式, ATM 的基本概念, ATM 交换与应用。第十二章 实训,主要侧重应用,结合交换机的典型实例做剖析,使学生掌握交换机的工程设计、设备的使用、管理与维护。设计开发的实训项目有新业务功能设置、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地,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用 48 学时,实训约 16 学时。

本书第一、九、十、十一章由尤克编写,第二、四、五、六、八章由任力颖编写,第三、七章由黄静华编写,第十二章由郑举编写。全书由尤克主编,何希才主审。本书在编写过程中得到了赵长奎教授、鲍泓教授的指导和支持,在此表示感谢。由于作者水平有限,书中难免出现差错,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
第一章 绪论	1
第一节 简述	1
第二节 电话交换的基本原理	1
第三节 电话交换技术的发展	2
第四节 电话交换机的基本任务与结构	3
第五节 电路交换与分组交换	5
第六节 现代交换技术简介	7
第七节 通信交换技术的发展	9
练习题	11
第二章 交换技术基础	13
第一节 话务基本知识	13
第二节 电话通信网	17
第三节 语音信号的数字化基础	24
练习题	32
第三章 信令方式	33
第一节 简述	33
第二节 电话网组成	35
第三节 用户信令	36
第四节 局间随路信令	37
第五节 公共信道信令	41
练习题	54
第四章 呼叫处理的基本原理	56
第一节 呼叫接续的处理过程	56
第二节 用SDL图来描述呼叫处理过程	57
第三节 输入处理	61
第四节 分析处理	66
第五节 任务执行和输出处理	69
练习题	70
第五章 数字交换原理和数字交换网络	71
第一节 数字交换的基本概念	71
第二节 时分接线器	72
第三节 空分接线器	74
第四节 数字语音信号的复用与分路	76
第五节 数字交换网络	78
第六节 交换网络的内部阻塞	87
练习题	88
第六章 程控数字交换系统的接口和控制设备	89
第一节 数字交换系统的接口	89
第二节 程控数字交换机的控制设备	102
第三节 交换系统的呼叫处理能力	108
练习题	112
第七章 程控交换机软件概况	114
第一节 交换软件的结构	114
第二节 程控交换机的运行软件	114
第三节 程序的执行管理	119
第四节 程控交换机软件用语言简介	124
第五节 故障处理	126
练习题	131
第八章 S1240 数字交换系统	132
第一节 系统概述	132
第二节 S1240 数字交换系统的基本结构	134
第三节 主要终端模块介绍	136
第四节 数字交换网络	144
第五节 S1240 数字交换系统软件介绍	154
第六节 S1240 数字交换系统呼叫接续过程	165
练习题	169
第九章 分组交换技术	170
第一节 数据通信网的交换方式	170
第二节 分组交换技术	171
第三节 分组交换网组成	174
第四节 光分组交换技术	175
第五节 我国的公用分组数据交换网	176
练习题	180
第十章 ISDN 技术	181
第一节 ISDN 的基本概念	181
第二节 ISDN 技术	182
第三节 ISDN 业务	187

第四节 ISDN 的应用	189	第四节 ATM 应用	205
第五节 ISDN 技术与其他技术的比较及 发展	191	练习题	210
练习题	194	第十二章 实训部分	211
第十一章 ATM 异步传送方式	195	实训一 系统结构、硬件结构认识	211
第一节 ATM 的基本概念	195	实训二 系统编程操作	213
第二节 ATM 交换机的基本组成及 关键技术	198	实训三 电话分机参数设置	214
第三节 ATM 组网技术	203	实训四 电话分机新业务功能设置	216
		实训五 话务台操作实训	217
		参考文献	220

第一章 绪 论

电信网络实现的关键是交换技术，它是支撑电话、移动电话和 Internet 技术发展的基础。交换技术主要分为电路交换、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，随着计算机网络的发展，分组交换技术得到了广泛应用。本章概要介绍程控交换技术、分组交换技术、ATM 以及网络交换技术的基本原理与发展，程控交换机的结构以及电信技术的发展趋势。

第一节 简 述

随着通信网络的发展，交换技术发生了很大变化。数字化、智能化、宽带化、个人化、多媒体化的综合业务得到广泛应用。传统的电话交换发展到综合业务交换，电路交换发展到分组交换，固定网交换发展到移动网和智能网交换，窄带交换发展到宽带 ATM 交换。随着电信业务从语音向数据的转移，交换技术从传统的电路交换逐步转向分组交换，以 IP 技术为基础的电信新框架将是通信网络的发展趋势。

电路交换技术是公用电话网（PSTN）这一百多年来生存的基础，但是现在这一基础正受到新的数据网络技术的挑战。众所周知，分组交换而非电路交换将成为语音网络的选择。

现有的电路交换技术在传送数据业务方面效率较低，不能按需支持宽带业务，而 IP 网在支持实时业务方面缺乏服务质量保证，因此，从电路交换向分组交换的转变不是简单的转变。同时，从传统的电路交换网到分组交换网将是一个长期的渐进过程，采用具有开放式体系架构和标准接口，实现呼叫控制与媒体层和业务层分离的软交换将是完成这一平滑过渡任务的关键。

第二节 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，需要时将用户接至另一用户。

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，因此必需具备三个基本要素：

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对、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。

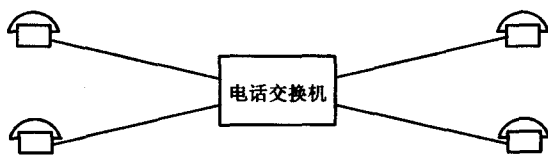


图 1-1 电话机与用户话机相连的示意图

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，构成网中的各级节点。如果没有电话交换机就不可能组成电话通信网，也不会出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。

第三节 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元器件的使用经历了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）发展；④交换的信号类型由模拟向数字发展；⑤交换的业务由电话业务向综合业务（ISDN）方向发展；⑥交换的信号带宽由窄带向宽带发展。

电话交换技术的发展大致可划分为以下几个阶段：

一、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，手工进行交换接续操作，速度慢、易出错、劳动强度大。

二、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，靠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触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，我国早期装有较多的这种交换机。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，尤其是可适用于长途自动电话交换。20 世纪 50 年代后，它得到了广泛推广和使用。

三、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

应用于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，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。

四、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采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，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、F150，瑞典的 AXE-10，原联邦德国的 EWSD，美国的 ESS4、ESS5，ITT 的 1240 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。这类交换机体积小、工作速度快、可靠性高，尤其是话路系统与 PCM 传输系统密切配合，不必进行数/模转换，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。

五、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，而“数字网”是指实现上述数字化的各种业务在用户间的传输和交换。

六、异步传送方式

异步传送方式 (ATM) 技术包括了异步时分交换和快速分组交换二者的特征。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、数字业务发展到宽带视频 (包括高清晰度电视) 业务范围内的综合信息。ATM 能提供动态带宽和多媒体通信方法。

第四节 电话交换机的基本任务与结构

一、电话交换机的基本任务

一般来说，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。

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，被叫的是本局中另一个用户时，即本局呼叫；被叫的不是本局的用户，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，则形

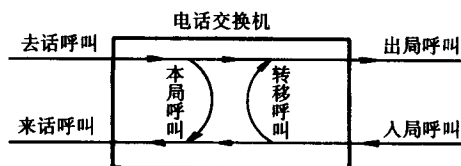


图 1-2 四种基本呼叫任务

成转移呼叫。除了汇接局一般只具备“转接呼叫”的功能外，每个局用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，可以看作是呼叫流向的固定出局呼叫。

二、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。

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，都是用以提供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，诸如用户电路、中继设备、信号设备等。

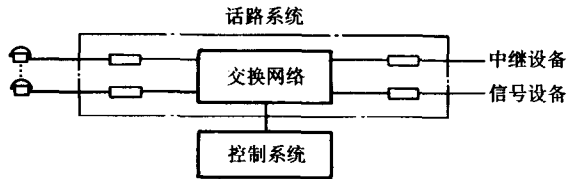


图 1-3 电话交换机基本结构

控制系统控制话路系统在需要的时候接通，提供语音信号的通路。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的核心。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。

三、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。控制部分包括中央处理机（CPU）、存储器 and 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。

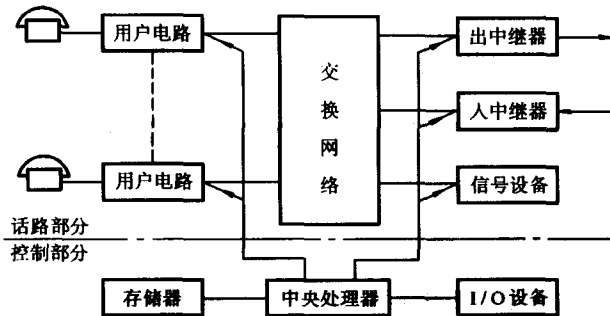


图 1-4 程控交换机结构框图

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）。它可以是模拟空分的，也可以是数字时分的。交换网络由 CPU 发送控制命令驱动。出中继器、入中继器是和中继线相连的接口电路（中继线用于互连交换机），用来传输交换机之间的各种通信信号，也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用户有关的功能。在电子交换机，尤其在数字交换机中，用户电路的功能越来越加强了。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。

第五节 电路交换与分组交换

从交换技术的发展历史看,数据交换经历了电路交换、报文交换、分组交换和综合业务数字交换的发展过程。其中电路交换和分组交换是两种主要的交换方式。

一、电路交换

电路交换就是终端之间通信时,一方发起呼叫,独占一条物理线路。当交换机完成接续,对方收到发起端的信号,双方即可进行通信。在整个通信过程中双方一直占用该线路。它的特点是实时性强,时延小,交换设备成本较低。但同时也带来线路利用率低,电路接续时间长,通信效率低,不同类型终端用户之间不能通信等缺点。电路交换比较适用于信息量大、长报文,经常使用的固定用户之间的通信。

电路交换的含义是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。

电路交换中建立的通路,包括许多点到点的电路,这些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。

电路交换的优点是,首先它允许用户间连续地传送信息,如果用户需要以中等速率进行长时间通信,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,以及不可能同时进行双向传输,可以采用时分语音插空方法(TAST),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。TAST 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”的一种形式,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。

二、报文交换

通常把在交换机中提供时延以达到交换目的的方法称为“报文交换方式”。在这种方式

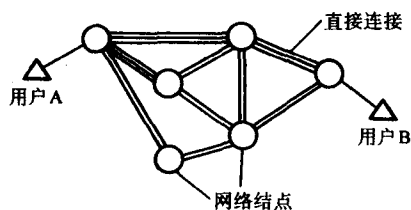


图 1-5 电路交换网络

中，用户间信息的交换是通过发送一系列互相独立的消息来进行的，如图 1-6 所示。用户要传送的消息被作为一个整体由某节点转发到另外的节点。这种消息在特定节点进行排队，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，并向终点方向寻找接到下个节点的路由。

报文交换过程的第一步是将信息传送到交换中心予以存储，如果通向下一个交换中心的有关设备可以占用的话，则信息传送并存储到该中心。沿途的每个节点把信息存到磁盘中。如果所要选用的通路示忙，则在该节点信息需要排队、等待，因而要引起延时。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，不适于人或计算机间实时对话，但

中继线利用率高，即只在传送该信息期间占用通路，其他时间可作它用。而电路交换中，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。

将用户的报文存储在交换机的存储器中，当所需要的输出电路空闲时，再将该报文发向接收交换机或终端，它以“存储—转发”方式在网内传输数据。报文交换的优点是中继电路利用率高，可以多个用户同时同一条线路上传送数据，可实现不同速率、不同规程的终端间互通。但它的缺点也是显而易见的。以报文为单位进行存储转发，网络传输时延大，且占用大量的交换机内存和外存，不能满足对实时性要求高的用户。报文交换适用于传输的报文较短、实时性要求较低的网络用户之间的通信，如公用电报网。

存储交换系统能够在高峰期间存储信息，等到线路空闲时转发出去，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，降低了系统的成本。

报文交换的另一个优点在于不要求主叫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。

三、分组交换

分组交换实质上是在“存储—转发”基础上发展起来的。它兼有电路交换和报文交换的优点。分组交换在线路上采用动态复用技术传送按一定长度分割为许多小段的数据—分组。每个分组标识后，在一条物理线路上采用动态复用的技术，同时传送多个数据分组。把来自用户发端的数据暂存在交换机的存储器内，接着在网内转发。到达接收端，再去掉分组头，将各数据字段按顺序重新装配成完整的报文。分组交换比电路交换的电路利用率高，比报文交换的传输时延小、交互性好。

分组交换方式减少了节点的存储量，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，然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，而是逐段链路进行带宽的动态配置。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

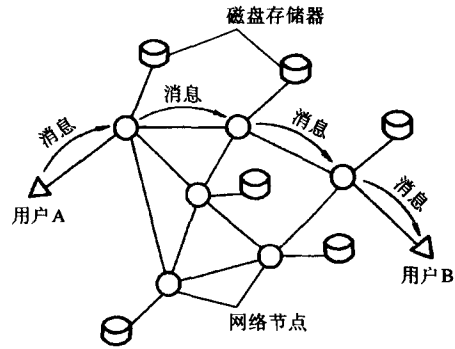


图 1-6 存储转发网络

加位作地址和管理用。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由传送出去。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。

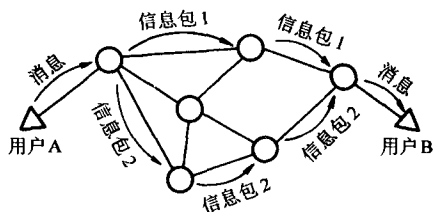


图 1-7 分组交换网络

分组交换优点有：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，并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。

分组交换与报文交换的主要区别在于网络的工作速度。对于常用的报文交换系统，关心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相类似。

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。

第六节 现代交换技术简介

一、ISDN 综合业务数字网

现在所说的 ISDN，一般是指 N-ISDN，即窄带综合业务数字网，我国电信部门称为“一线通”，利用现有公共电话网，以 64kbit/s 和 128kbit/s 速率传送数字信号，既能打电话，又能传送数据，而且可以同时，互不干扰。

ISDN 是一种应用了 10 年的数字电话连结系统。这一系统可以让整个世界的点对点连接，同时进行数据传输。ISDN 是最早为人们接受的宽带上网方式，除了具备 128kbit/s 的传输速率外，ISDN 也能让使用者一边上网，一边打电话。这对于上网时间长，但电话也很多的使用者而言，提供了很大的方便。

ISDN 的最早概念是在 1972 年由 CCITT (ITU) 组织正式提出，普遍应用则是随后四、五年间的事。它的目的在于利用同一通信网络，提供使用者多样化的服务，并解决多项服务同步并行的问题。简单地说，就是让使用者可以用一条 ISDN 电话线同时上网、打电话或是传送影像等。由于价格中等，ISDN 可以说是最早提供个人宽带上网服务的。

ISDN 电话线和一般家用电话最大的不同点在于它是“数字”的，而一般家用电话线则是“模拟”的。正因为使用“数字”传输，除了具有比一般家用电话线较快的传输速率外，即使在打一般语音电话时，也能享受更多的附加服务，例如来电显示、通话时间、多方通话等。ISDN 提供了两个数字通道，称之为 B 通道。每个 B 通道可以提供 64kbit/s 的传输速率，分开使用时，使用者可以利用一个 B 通道连上网际网络，并同时使用另一个 B 通道打