

XIANDAI JIAOHUAN JISHU
SHIYAN JIAOCHENG

现代交换技术 实验教程

闫晓东◎编著

XIANDAI JIAOHUAN JISHU
SHIYAN JIAOCHENG

现代交换技术 实验教程

闫晓东◎编著

图书在版编目(CIP)数据

现代交换技术实验教程/闫晓东编著. —北京:中央民族大学出版社,2018.4(重印)

ISBN 978 - 7 - 5660 - 1411 - 5

I. ①现… II. ①闫… III. ①程控交换技术—实验—教材
IV. ①TN916.42 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 173037 号

现代交换技术实验教程

编 著 闫晓东

责任编辑 满福玺

责任校对 杜星宇

封面设计 汤建军

出版者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号 邮编:100081

电话:68472815(发行部) 传真:68932751(发行部)

68932218(总编室) 68932447(办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 厂 北京建宏印刷有限公司

开 本 787 × 1092(毫米) 1/16 印张: 11.25

字 数 220 千字

版 次 2017 年 11 月第 1 版 2018 年 4 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5660 - 1411 - 5

定 价 49.00 元

版权所有 翻印必究

前 言

随着中国通信行业的不断发展，电信领域正在向着移动化、宽带化的方向不断融合。窄带、宽带、移动、光网络设备的融合不断加速，因此中央民族大学信息工程学院通信系于2010年与中兴通讯股份有限公司合作，从中国网络的应用现状出发，设计了一个完整的线网运营模拟方案，以使实训方案能够更好地完成对电信网络现状的模拟与训练。

本方案采用固网程控交换平台、光传输平台、数据网络平台、TD-SCDMA 3G无线移动平台、2.5G/3G综合移动核心网，以及通信电源系统，组成一个相互连接的小型电信业务平台，实现模拟网络运行，各个网络对接，并能够完成对每种设备平台的实训与研究。

为了更好地满足学校进行通信设备实验及实训的要求，方案中提供了中兴通讯NC教育管理中心专为满足学校通信教育要求而设计的通信仿真教学系统，包括程控交换仿真教学系统及TD-SCDMA仿真教学系统，同时向学校提供中兴通讯NC教育管理中心与北京华晟高科教学仪器有限公司联合开发的实训平台管理系统。

本方案中，将着重介绍固网程控交换平台、光传输平台、数据网络平台、TD-SCDMA 3G无线移动平台、2.5G/3G综合移动核心网等几个部分，并且将详细给出它们的技术指标及组网方案。

其中的现代交换实验平台，以ZXJ10程控交换机为基本实验硬件基础，能够完成现代交换系统相关的认知性实验、基础实验，以及实训训练。

现代交换原理课程是一门理论和实践相结合的课程。学生通过真实的交换网络平台，信号音观察实验，BORSCHT测试实验，物理数据配置实验，用户放号及号码分析实验，本局用户接续跟踪实验，新业务设置实验，用户电路、中继电路测试实验，No. 1、No. 7局间信令调试实验，2B+D/30B+D综合接入实验，计费数据配置与查询分析实验，话务统计配置与查询分析实验，可以体会到实践内容的新颖、易懂和实用，对理解理论课程的重点和难点有很大帮助。

目 录

第 1 章 现代交换概论	(1)
1.1 交 换	(1)
1.2 各种交换方式	(1)
1.3 交换系统	(10)
1.4 以交换为核心的通信网	(12)
1.5 本章小结	(16)
第 2 章 程控交换平台的建立	(17)
2.1 程控交换在通信行业的地位及发展	(17)
2.2 中兴 ZXJ10 在通信行业的地位及发展	(20)
2.3 ZXJ10 在实验室环境的标准配置情况	(23)
2.4 ZXJ10 交换机系统结构	(24)
2.5 ZXJ10 交换机硬件连线	(40)
2.6 本章小结	(47)
第 3 章 中央民族大学交换平台实验系统介绍	(48)
3.1 程控交换实习机房介绍	(48)
3.2 程控交换实验室实验要求	(49)
3.3 程控交换平台实验要求	(49)
3.4 交换实验室组网情况	(50)
3.5 交换实验室技术指标	(51)
3.6 程控交换平台可提供的实验内容	(52)
3.7 程控交换推荐课程体系	(53)
3.8 中央民族大学程控设备配置信息	(57)
3.9 程控交换认知实验	(58)
3.10 本章小结	(75)
第 4 章 物理配置实验	(76)
4.1 缺省物理配置	(76)
4.2 物理配置	(77)

4.3	交换机配置	(77)
4.4	模块配置	(79)
4.5	机架配置	(88)
4.6	本章小结	(92)
第5章	交换局配置	(93)
5.1	交换局配置基本结构	(93)
5.2	本交换局	(94)
5.3	邻接交换局	(98)
5.4	本章小结	(100)
第6章	号码管理	(101)
6.1	号码管理	(101)
6.2	局号索引	(102)
6.3	本局用户号码	(104)
6.4	号码分析	(116)
6.5	用户线改号	(123)
6.6	更改用户号码	(124)
6.7	清除改号通知标志	(125)
6.8	本章小结	(125)
第7章	中继数据	(126)
7.1	中继数据介绍	(126)
7.2	中继组	(127)
7.3	出局路由	(132)
7.4	出局路由链	(136)
7.5	本章小结	(139)
第8章	七号数据管理	(140)
8.1	信令点配置	(140)
8.2	中继群配置	(143)
8.3	MTP 数据配置	(145)
8.4	七号动态数据管理	(155)
8.5	本章小结	(159)
第9章	用户属性	(160)
9.1	用户属性模板定义	(161)
9.2	用户属性定义	(166)
9.3	本章小结	(173)
参考文献		(174)

第 1 章 现代交换概论

1.1 交 换

一个最简单的通信系统是只有两个用户终端和连接这两个终端的传输线路所构成的通信系统。这种通信系统所实现的通信方式，我们称为点到点通信方式，如图 1.1 所示。

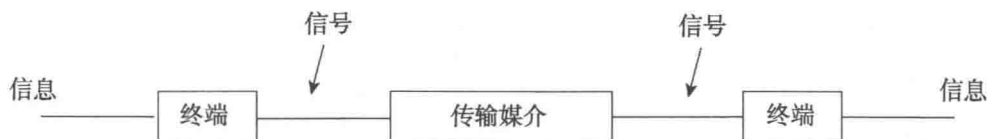


图 1.1 点到点通信方式

1.2 各种交换方式

在通信网中，交换功能是由交换节点即交换设备来完成的。不同的通信网络由于所支持业务的特性不同，其交换设备所采用的交换方式也各不相同，目前在通信网中所采用的或曾出现的交换方式主要有以下几种：

电路交换、帧中继、多速率电路交换、ATM 交换、快速电路交换、IP 交换、分组交换、光交换、帧交换、软交换。

常用的分类方法：

若按照信息传送模式的不同，可将交换方式分为电路传送模式（CTM - Circuit Transfer Mode）、分组传送模式（PTM - Packet Transfer Mode）和异步传送模式（ATM - Asynchronous Transfer Mode）三类，如电路交换、多速率电路交换、快速电路交换属于电路传送模式，分组交换、帧交换、帧中继属于分组传送模式，而 ATM

交换则属于异步传送模式。

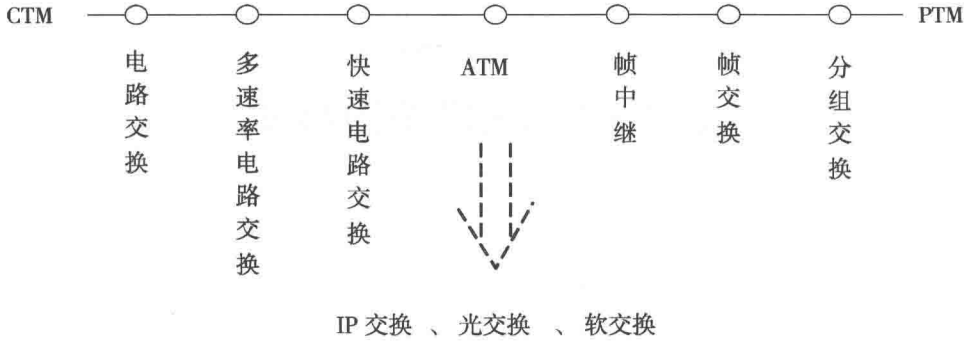


图 1.2 各种交换方式

1.2.1 电路交换 (CS: Circuit Switching)

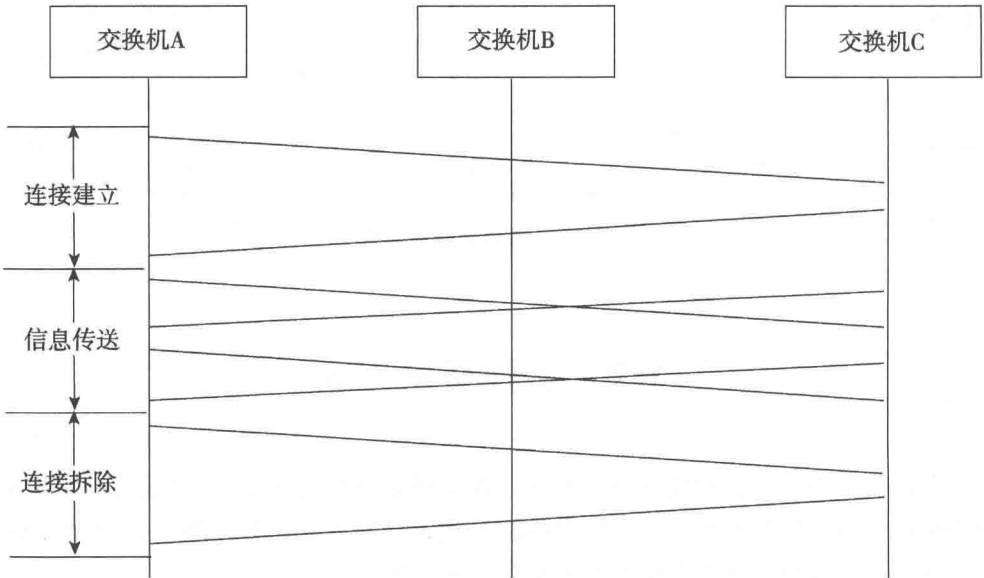


图 1.3 电路交换的基本过程

电路交换具有以下六个特点：

- (1) 信息传送的最小单位是时隙。
- (2) 面向连接的工作方式（物理连接）。
- (3) 同步时分复用（固定分配带宽），如图 1.4。

- (4) 信息传送无差错控制。
- (5) 信息具有透明性。
- (6) 基于呼叫损失制的流量控制。

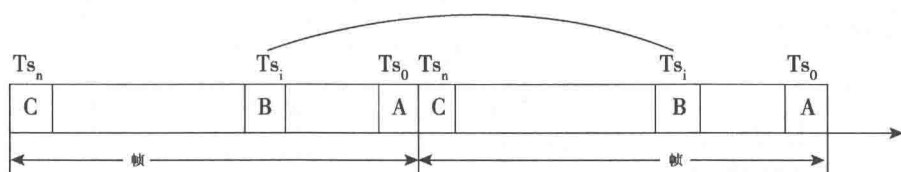
信道TS_i的信号周期性出现

图 1.4 同步时分复用的基本原理

如图 1.5 所示，电路交换基于 PCM30/32 路同步时分复用系统，每秒传送 8000 帧，每帧 32 个时隙，每个时隙 8bit，每路通信信道 (TS) 为 64kbit/s 恒定速率，即对每路通信所分配的带宽是固定的。在信息传送阶段不管有无信息传送，都占用这个 TS 子信道，直到通信结束。

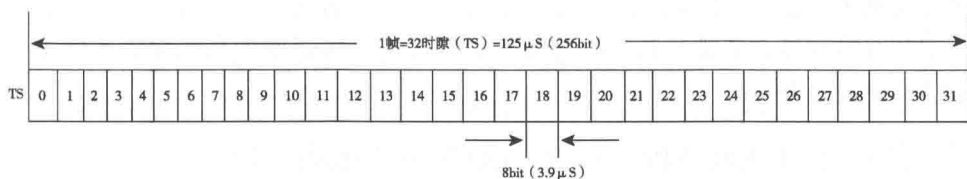


图 1.5 PCM30/32 路同步时分复用系统

1.2.2 多速率电路交换 (Multi - Rate Circuit Switching, MRCS)

多速率电路交换其本质还是电路交换，具有电路交换的主要特点，我们可以将其看作采用电路交换方式为用户提供多种速率的交换方式。

多速率电路交换和电路交换都采用同步时分复用方式，即只有一个固定的基本信道速率，如 64kbit/s。多速率电路交换的一种实现方式是将几个这样的基本信道捆绑起来构成一个速率更高的信道，供某个通信使用，从而实现多速率交换。

实现多速率电路交换的另一种方式是设置多种基本信道速率，这样，一个帧就被划分为不同长度的时隙，如图 1.6 和图 1.7。

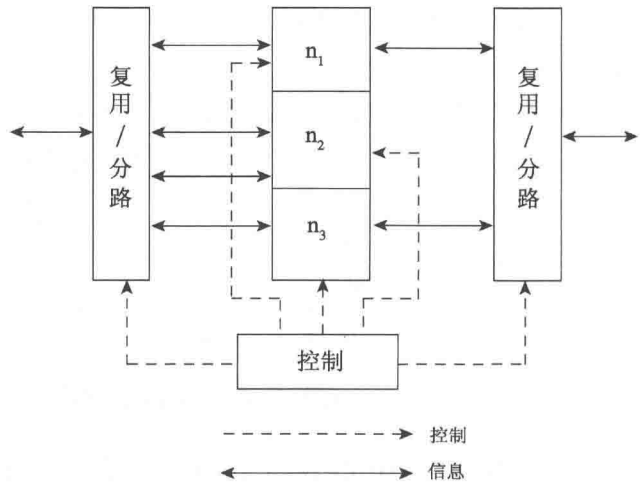
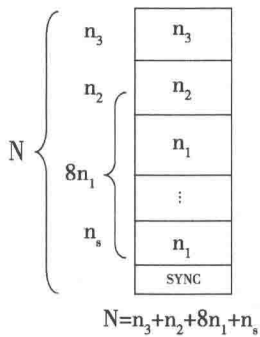


图 1.6 采用不同基本信道速率的帧结构 图 1.7 采用多种基本信道速率的多速率电路交换系统

从上述多速率电路交换实现的方法来看，该交换方式还是基于固定带宽分配的，虽然能提供多种速率，但这些速率是事先定制好的，而且速率类型不能太多，否则其控制和交换网络会非常复杂，甚至无法实际实现，因而这种交换方式不能真正地适应突发业务。

1.2.3 快速电路交换 (Fast Circuit Switching, FCS)

在快速电路交换中，当呼叫建立时，在呼叫连接上的所有交换节点要在相应的路由上分配所需的带宽，与电路交换不同的是交换节点只记住所分配的带宽和相应路由连接关系，而不完成实际的物理连接。当用户真正要传送信息时，才根据事先分配的带宽和建立的连接关系，建立物理连接；当没有信息传送时，则拆除该物理连接。由此可知，快速电路交换是在要传送用户信息时才连接物理传输通道，即只在信息要传送时才使用所分配的带宽和相关资源，因而它提高了带宽的利用率。

1.2.4 分组交换 (Packet Switching, PS)

分组交换的本质就是存储转发，它将所接收的分组暂时存储下来，在目的方向路由上排队，当它可以发送信息时，再将信息发送到相应的路由上，完成转发。其存储转发的过程就是分组交换的过程，图 1.8 说明了分组交换的基本过程。

分组交换有两种方式：一种是虚电路 (Virtual Circuit, VC) 方式；另一种是数据报 (Datagram, DG) 方式。

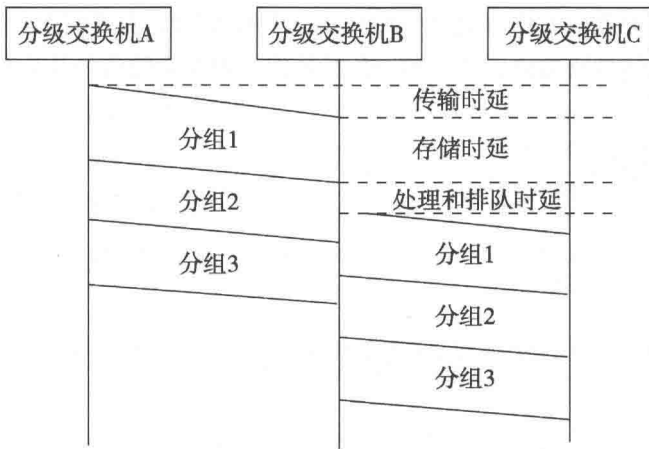


图 1.8 分组交换的基本过程

虚电路采用面向连接的工作方式 (Oriented Connection, OC), 其通信过程与电路交换相似, 具有连接建立、数据传送和连接拆除三个阶段, 即在用户数据传送前先建立端到端的虚连接; 一旦虚连接建立后, 属于同一呼叫的数据分组均沿着这一虚连接传送; 通信结束时拆除该虚连接。虚连接也称为虚电路, 即逻辑连接, 它不同于电路交换中的实际的物理连接, 而是通过通信连接上的所有交换节点保存选路结果和路由连接关系来实现连接的, 因而是逻辑的连接。虚电路方式的特点如图 1.9 所示。

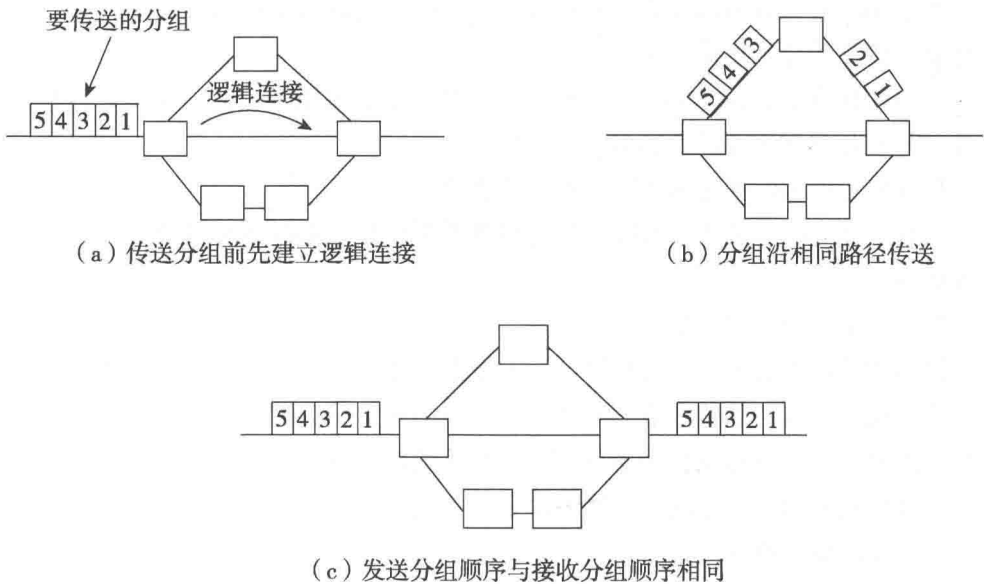


图 1.9 虚电路方式的特点

数据报采用无连接工作方式 (Connection Less, CL), 在呼叫前不需要事先建立连接, 而是边传送信息边选路, 并且各个分组依据分组头中的目的地址独立地进行选路。

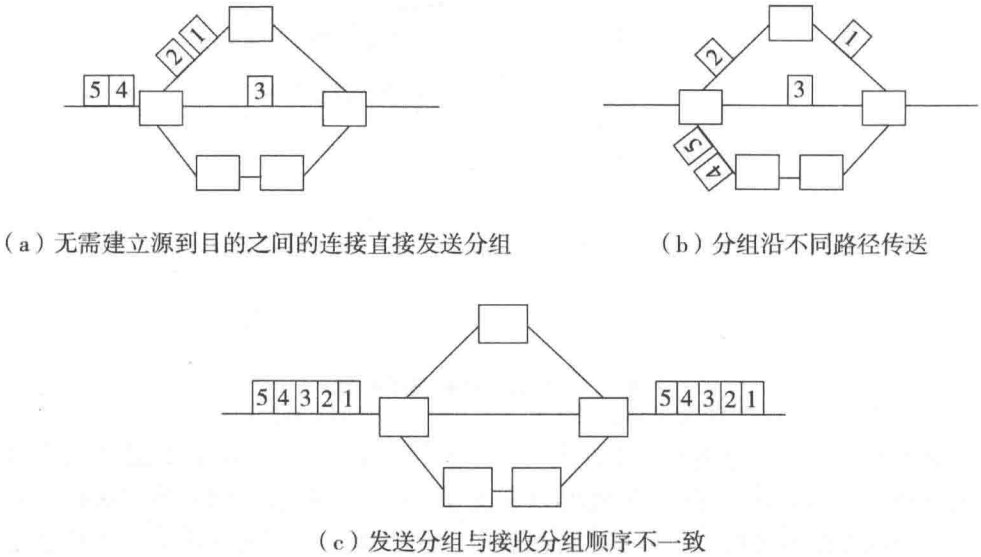


图 1.10 数据报方式特点

面向连接工作方式和无连接工作方式的特点。

1. 面向连接工作方式的特点

不管是面向物理的连接还是面向逻辑的连接, 其通信过程可分为三个阶段: 连接建立、传送信息、连接拆除。

一旦连接建立, 该通信的所有信息均沿着这个连接路径传送, 且保证信息的有序性 (发送信息顺序与接收信息顺序一致)。

信息传送的时延相比无连接工作方式要小。

一旦所建立的连接出现故障, 信息传送就要中断, 必须重新建立连接, 因此对故障敏感。

2. 无连接工作方式的特点

没有连接建立过程, 一边选路, 一边传送信息。

属于同一个通信的信息沿不同路径到达目的地, 该路径事先无法预知, 无法保证信息的有序性 (发送信息的顺序与接收信息的顺序不一致)。

信息传送的时延相比面向连接工作方式要大。

对网络故障不敏感。

分组交换具有以下特点:

信息传送的最小单位是分组 (Packet), 分组由分组头和用户信息组成, 分组头

含有选路和控制信息。面向连接（逻辑连接）和无连接两种工作方式。虚电路采用面向连接的工作方式，数据报是无连接工作方式。

统计时分复用（动态分配带宽）

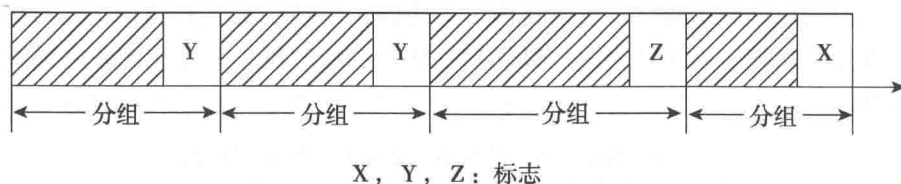


图 1.11 统计时分复用的基本原理

统计时分复用的基本原理是把时间划分为不等长的时间片，长短不同的时间片就是传送不同长度分组所需的时间，对每路通信没有固定分配时间片，而是按需求来使用。当某路通信需要传送的分组多时，所占用的时间片就多；传送的分组少时，所占用的时间片就少。这就意味着使用这条复用线传送分组时间的长短，由此可见统计时分复用是动态分配带宽的。

信息传送有差错控制，信息传送不具有透明性，基于呼叫延迟制的流量控制。分组交换的技术特点决定了它不适合对实时性要求较高的话音业务，而适合突发（burst）和对差错敏感的数据业务。

1.2.5 帧交换（Frame Switching, FS）

帧交换是一种帧方式的承载业务，为克服分组交换协议处理复杂的缺点，它简化了协议，其协议栈只有物理层和数据链路层，去掉了三层协议功能，从而加快了处理速度。由于在二层上传送的数据单元为帧，因此称其为帧交换。

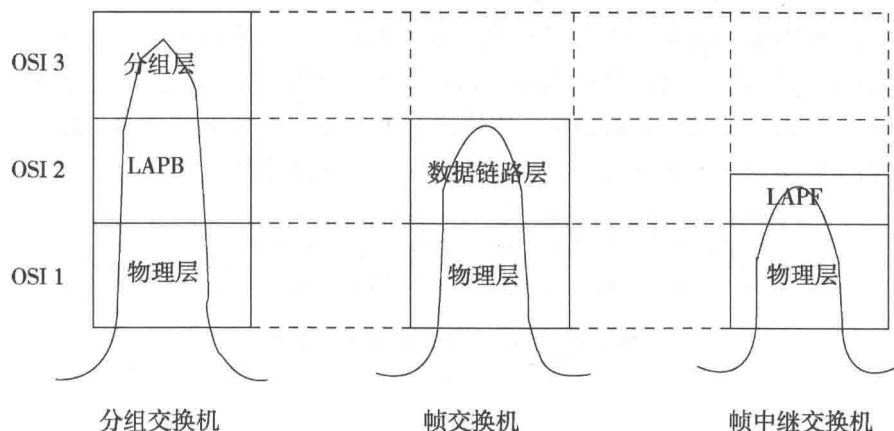


图 1.12 分组交换、帧交换、帧中继协议处理的不同

1.2.6 帧中继 (Frame Relay, FR)

帧中继与帧交换方式相比,其协议进一步简化,它不仅没有三层协议功能,而且对二层协议也进行了简化。它只保留了二层数据链路层的核心功能,没有了流量控制、重发等功能,以达到为用户提供高吞吐量、低时延,并适应突发性的数据业务的目的。

表 1.1 分组交换、帧交换、帧中继技术特点比较

交换类型	分组交换	帧交换	帧中继
信息传送最小单位	分组	帧	帧
协议	OSI 1、2、3 (x.25 协议)	OSI 1、2	OSI 1、2 (核心)
信息与信令传送信道	不分离	分离	分离

1.2.7 ATM 交换

CTM 技术特点是固定分配带宽、面向物理连接、同步时分复用,适应实时话音业务,具有较好的时间透明性。

PTM 技术特点是动态分配带宽、面向无连接或逻辑连接、统计时分复用,适应可靠性要求较高、有突发特性的数据通信业务,具有较好的语义透明性。

ATM 交换技术是以分组传送模式为基础并融合了电路传送模式的优点发展而来的,兼具分组传送模式和电路传送模式的优点。

ATM 交换技术主要有以下几个特点:

固定长度的信元和简化的信头,采用了异步时分复用方式,采用了面向连接的工作方式。ATM 技术是以分组传送模式为基础并融合了电路传送模式高速化的优点发展而成的。采用异步时分复用方式,实现了动态分配带宽,可适应任意速率的业务;固定长度的信元和简化的信头,使快速交换和简化协议处理成为可能,从而极大地提高了网络的传输处理能力,使实时业务应用成为可能。

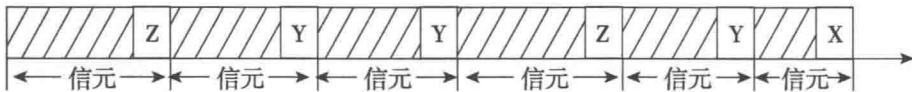


图 1.13 异步时分复用的基本原理

1.2.8 IP 交换

在这里我们所说的 IP 交换是指一类 IP 与 ATM 融合的技术,它主要有两类:叠

加模型、集成模型。

属于叠加模型的 IP 交换技术主要有 CIP、IPOA 和 MPOA。在叠加模式中，IP 层运行于 ATM 层之上，实现信息传送需要两套地址——ATM 地址和 IP 地址、两种选路协议——ATM 选路协议和 IP 选路协议，还需要地址解析功能，完成 IP 地址到 ATM 地址的映射。

属于集成模型的 IP 交换技术主要有 IP 交换、Tag 交换和 MPLS。在集成模式中，只需要一种地址——IP 地址，一种选路协议——IP 选路协议，无须地址解析功能，不涉及 ATM 信令，但需要专用的控制协议完成三层选路到二层直通交换机构的映射。

1.2.9 光交换

网络中大量传送的是光信号，而在交换节点信息还以电信号的形式进行交换，那么当光信号进入交换机时，就必须将光信号转变成电信号，才能在交换机中交换，而经过交换后的电信号从交换机出来后，需要转变成光信号才能在光的传输网上传输，如图 1.19 所示。这样的转换过程不仅效率低下，而且由于涉及电信号的处理，要受到电子器件速率“瓶颈”的制约。

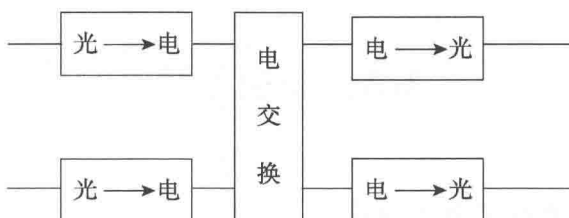


图 1.14 光信号的电交换

光交换基于光信号的交换，如图 1.20 所示。在整个光交换过程中，信号始终以光的形式存在，在进出交换机时不需要进行光/电转换或电/光转换，从而大大提高了网络信息传送和处理能力。

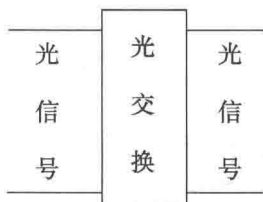


图 1.15 光交换

1.2.10 软交换

NGN (Next Generation Network), 即下一代网络, 实现了传统的以电路交换为主的 PSTN 网络向以分组交换为主的 IP 电信网络的转变, 从而使在 IP 网络上发展语音、视频、数据等多媒体综合业务成为可能。

软交换是下一代网络的控制功能实体, 它独立于传送网络, 主要完成呼叫控制、资源分配、协议处理、路由、认证、计费等主要功能, 同时可以向用户提供现有电路交换机所能提供的所有业务, 并向第三方提供可编程能力, 它是下一代网络呼叫与控制的核心。

软交换最核心的思想就是业务/控制与传送/接入相分离, 其特点具体体现在:

应用层和控制层与核心网络完全分开, 以利于快速方便地引进新业务;

传统交换机的功能模块被分离为独立的网络部件, 各部件功能可独立发展;

部件间的协议接口标准化, 使自由组合各部分的功能产品组建网络成为可能, 使异构网络的互通方便灵活;

具有标准的全开放应用平台, 可为客户定制各种新业务和综合业务, 最大限度地满足用户需求。

1.3 交换系统

1.3.1 交换系统的基本结构

电信交换系统主要由信息传送子系统和控制子系统组成。

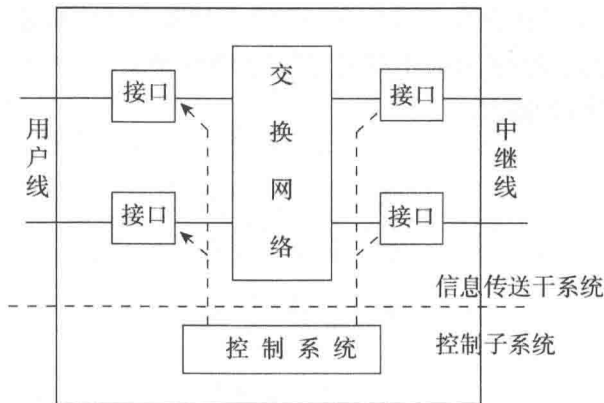


图 1.16 电信交换系统的基本结构

1. 信息传送子系统

信息传送子系统主要包括交换网络和各种接口。

交换网络：对于信息传送子系统来说，交换就是信息（语音、数据等）从某个接口进入交换系统经交换网络的交换从某个接口出去，由此可知交换系统中完成交换功能的主要部件就是交换网络，交换网络的最基本功能就是实现任意入线与出线的互连，它是交换系统的核心部件。

接口：接口的功能主要是将进入交换系统的信号转变为交换系统内部所适应的信号，或者是相反的过程，这种变换包括信号码型、速率等方面的变换，交换网络的接口主要分两类：用户接口和中继接口，用户接口是交换机连接用户线的接口，中继接口是交换机连接中继线的接口，主要有数字中继接口和模拟中继接口。

2. 控制子系统

控制子系统是由处理机及其运行的系统软件、应用软件和 OAM 软件所组成的。交换系统的控制子系统使用信令与用户和其他交换系统（交换节点）进行“协调和沟通”，以完成对交换的控制。信令是通信网中规范化的控制命令，它的作用是控制通信网中各种通信连接的建立和拆除，并维护通信网的正常运行。

1.3.2 交换系统的基本功能

通信网中通信接续的类型，即交换节点需要控制的基本接续类型主要有四种：即本局接续、出局接续、入局接续和转接（汇接）接续，如图 1.17 所示。

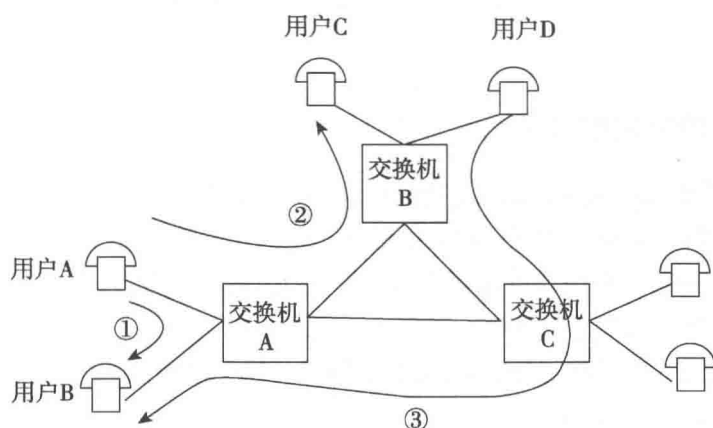


图 1.17 交换系统的接续类型

1. 本局接续

本局接续是只在本局用户之间建立的接续，即通信的主叫、被叫都在同一个交换局。如图 1.17 中的交换机 A 的两个用户 A 和 B 之间建立的接续①就是本局接续。