

普通高等教育“九五”国家级重点教材

陈锡生 糜正琨 编著

现代电信 交换

北京邮电大学出版社

TN91
C59

448034

现代电信交换

陈锡生 糜正琨 编著



00448034



北京邮电大学出版社
• 北京 •

内 容 简 介

本书系统地介绍了现代电信的主要交换技术和理论,采用从电话交换到综合业务交换、从电路交换到分组交换、从固定网交换到移动网和智能网交换、从窄带交换到宽带 ATM 交换循序渐进的方式,以发展的观点逐层展开和分析,重点论述各种交换技术的原理、方法和系统结构及其间的有机联系。

本书共分 9 章。分别介绍了交换技术概论、连接技术、信令技术控制技术、分组交换、窄带综合业务数字交换、移动交换、帧中继交换、智能网原理和技术、ATM 交换及 IP/ATM 集成交换技术等内容。各章后还附有小结和习题。本书可作为电信高等院校的教材或教学参考书,也可作为电信技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代电信交换/陈锡生,糜正琨编著. - 北京:北京邮电大学出版社,1999.7

ISBN 7-5635-0371-4

I. 现… II. ①陈…②糜… III. 通信交换 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(99)第 22322 号

DV96/22

出版发行:北京邮电大学出版社

电 话:(010)62282185(发行部)

邮 编:100876

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号

经 销:各地新华书店销售

印 刷:河北省高碑店市印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:25.5

字 数:632 千字

版 次:1999 年 7 月第一版 1999 年 7 月第一次印刷

印 数:1—3000 册

书 号:ISBN 7-5635-0371-4/TN·169

定 价:34.00 元

前 言

本书经原“邮电部通信工程教学指导委员会”审定通过,列入原邮电部“九·五”重点建设教材,后又列入“九·五”国家级重点教材。本书可作为通信、信息、电子等类专业的本科教材。

本书系统地介绍了现代电信的主要交换技术和理论,采用从电话交换到综合业务交换、从电路交换到分组交换、从固定网交换到移动网和智能网交换、从窄带交换到宽带 ATM 交换循序渐进的方式,以发展的观点逐层展开和分析,重点论述各类交换技术原理、方法和系统结构及其间的有机联系。

全书共分 9 章。第 1 章为电信交换概论,是本教材的总纲和浓缩,对交换方式和基本交换技术(连接、信令和 control)进行系统地概括,给出现代电信交换技术及其发展的全貌和最基本的知识。后续各章围绕第 1 章展开。

第 2~4 章分别阐述连接技术、信令技术和控制技术,这是当前 PSTN 中广泛采用的程控交换的基本技术。其中,连接技术主要介绍各种形式的同步时分交换网络及必要的话务工程计算方法,信令技术主要介绍作为现代电信网重要支撑的 7 号共路信令,控制技术主要介绍程控交换软件技术。在此基本上,第 5~7 章分别讨论分组交换、窄带综合业务数字交换和移动交换。第 5 章还包括帧中继交换,着重介绍与电路交换不同的分组交换的原理、协议和系统。N-ISDN 交换和移动交换则抓住与普通电话交换的不同点来阐述其原理和结构。

智能网是电信网结构的重大变革,智能网结构不但适用于电话交换,也适用于移动交换、N-ISDN 交换以及宽带交换。因此用第 8 章专门讨论智能网原理和技术,重点介绍智能网体系思想、网络结构和业务交换点功能结构。

第 9 章介绍 ATM 交换,重点阐述反映信元交换原理的 ATM 交换结构、ATM 网络信令和 ATM 交换系统,并对体现 ATM 与 IP 技术融合的 IP/ATM 集成交换技术也作了简要讨论。

从本书的体系结构看,第 1 章为必修内容,在此基础上可以学习第 2~4 章以及第 6 章和/或第 7 章,并按需要学习第 5 章和/或第 8 章和/或第 9 章。

包括交换技术在内的通信技术发展迅速,并呈现各种技术融合的趋势。限于篇幅,本书不可能全面反映各种未来的新技术,特别是对于尚未成熟的技术或未标准化的技术一般不予介绍。

本书第 1,2,4,8,9 章由陈锡生编写,第 3,5,6,7 章由糜正琨编写。本书在打印初稿、校对等过程中,得到南京邮电学院交换技术教研室张洁贇老师的热心帮助,特此致谢。

作 者

1998.11.28

目 录

第1章 电信交换概论

1.1 电信交换的概念	(1)
1.1.1 交换的引入	(1)
1.1.2 交换节点的基本功能	(1)
1.2 交换方式	(2)
1.2.1 电路交换	(2)
1.2.2 多速率电路交换	(3)
1.2.3 快速电路交换	(4)
1.2.4 分组交换	(4)
1.2.5 帧交换	(7)
1.2.6 快速分组交换	(7)
1.2.7 ATM 交换	(7)
1.3 电信交换的基本技术	(9)
1.3.1 互连技术	(9)
1.3.2 接口技术	(12)
1.3.3 信令技术	(13)
1.3.4 控制技术	(16)
1.4 交换技术的发展	(16)
1.4.1 电话交换技术的发展	(16)
1.4.2 分组交换技术的发展	(19)
1.4.3 ATM 交换技术的发展	(22)
小 结	(24)
习 题	(24)
参考文献	(24)

第2章 同步时分交换网络

2.1 基本交换单元	(26)
2.1.1 时间交换单元	(26)
2.1.2 空间交换单元	(27)
2.1.3 时/空结合交换单元	(28)
2.1.4 基本交换单元的扩展	(30)
2.2 多级交换网络结构	(31)
2.2.1 T-S 组合型	(32)

2.2.2 T/S 结合型	(37)
2.3 无阻塞网络	(43)
2.3.1 无阻塞网络的条件	(43)
2.3.2 无阻塞数字交换网络	(45)
2.4 同步时分交换网络的设计	(46)
2.4.1 交换网络设计的基本要求	(46)
2.4.2 交换网络设计的主要内容	(46)
2.4.3 阻塞率计算方法	(48)
小 结	(55)
习 题	(55)
参考文献	(56)
第 3 章 7 号共路信令	
3.1 7 号信令基本概念	(57)
3.1.1 分层协议结构	(57)
3.1.2 信令传送方式	(60)
3.1.3 7 号信令网	(61)
3.1.4 7 号信令消息格式	(64)
3.2 消息传递部分	(65)
3.2.1 信令链路功能	(65)
3.2.2 信令消息处理功能	(69)
3.2.3 信令网管理功能	(71)
3.3 电话用户部分	(74)
3.3.1 TUP 消息结构和类型	(74)
3.3.2 消息示例	(76)
3.3.3 主要信令过程	(77)
3.3.4 双向中继同抢处理	(78)
3.4 信令连接控制部分	(80)
3.4.1 SCCP 的提出	(80)
3.4.2 SCCP 功能	(81)
3.4.3 SCCP 消息结构和类型	(83)
3.4.4 SCCP 寻址和选路	(87)
3.5 事务处理能力部分	(88)
3.5.1 通信过程的事务抽象	(88)
3.5.2 TCAP 的子层功能	(89)
3.5.3 TCAP 消息结构	(90)
小 结	(92)
习 题	(93)
参考文献	(94)
第 4 章 数字程控电话交换	

4.1 数字程控交换系统功能结构	(95)
4.1.1 硬件功能结构	(95)
4.1.2 软件功能结构	(97)
4.2 处理机控制结构	(100)
4.2.1 处理机冗余配置方式	(100)
4.2.2 分级分散控制结构	(102)
4.2.3 分布式分散控制结构	(105)
4.3 程控交换软件技术	(114)
4.3.1 群处理	(114)
4.3.2 表格分析与翻译	(116)
4.3.3 表格驱动	(120)
4.3.4 队列管理	(123)
4.3.5 有限状态机	(125)
4.3.6 并发进程	(128)
小 结	(134)
习 题	(135)
参考文献	(136)
第 5 章 分组交换	
5.1 分组交换基本概念	(137)
5.1.1 分组通信协议	(137)
5.1.2 分组传送方式	(139)
5.1.3 分组交换网	(140)
5.2 X.25 协议	(142)
5.2.1 协议分层结构	(142)
5.2.2 链路配置和帧结构	(142)
5.2.3 数据链路层功能	(146)
5.2.4 分组层功能	(147)
5.3 分组交换机	(150)
5.3.1 功能结构和系统性能	(150)
5.3.2 路由选择	(152)
5.3.3 流量控制	(158)
5.3.4 分组交换机示例	(162)
5.4 帧中继交换原理	(166)
5.4.1 帧中继特点	(166)
5.4.2 帧中继协议	(169)
5.4.3 帧中继交换机	(172)
5.5 交换式多兆比特数据业务(SMDS)	(174)
5.5.1 技术和业务特征	(174)
5.5.2 DQDB	(175)

5.5.3 接口协议	(176)
小 结	(177)
习 题	(178)
参考文献	(179)
第6章 窄带综合业务数字交换	
6.1 ISDN 基本概念	(180)
6.1.1 ISDN 基本特征	(180)
6.1.2 ISDN 业务	(181)
6.1.3 用户—网络接口	(183)
6.1.4 ISDN 编号	(184)
6.1.5 ISDN 交换技术	(185)
6.2 数字用户接口	(185)
6.2.1 数字用户线技术	(185)
6.2.2 U 接口标准	(187)
6.2.3 数字用户电路	(191)
6.3 ISDN 信令	(192)
6.3.1 UNI 信令	(192)
6.3.2 NNI 信令	(199)
6.3.3 呼叫选路	(201)
6.4 分组呼叫处理	(202)
6.4.1 CASE A 方式	(202)
6.4.2 CASE B 方式	(204)
6.4.3 PHI 方式	(207)
6.5 多速率交换	(209)
6.5.1 TSSI 问题	(209)
6.5.2 多速率交换方法	(210)
6.5.3 用户侧多速率适配	(211)
6.6 ISDN 交换机结构和示例	(212)
6.6.1 ISDN 交换机一般结构	(212)
6.6.2 S-1240 ISDN 交换机	(213)
小 结	(214)
习 题	(214)
参考文献	(215)
第7章 移动交换	
7.1 公用陆地移动网(PLMN)	(216)
7.1.1 网络结构	(216)
7.1.2 信道划分和波道指配	(218)
7.1.3 编号计划	(219)
7.2 移动交换基本技术	(221)

7.2.1 移动呼叫一般过程	(221)
7.2.2 漫 游	(224)
7.2.3 切 换	(225)
7.2.4 网络安全技术	(226)
7.3 移动交换信令	(228)
7.3.1 无线接口信令	(229)
7.3.2 基站接入信令	(233)
7.3.3 网络接口信令	(235)
7.4 移动交换系统	(237)
7.4.1 移动交换机结构和特点	(237)
7.4.2 移动呼叫处理	(241)
7.4.3 自动漫游实现技术	(243)
7.4.4 切换实现技术	(245)
7.4.5 移动交换机示例	(250)
小 结	(251)
习 题	(251)
参考文献	(251)
第 8 章 智能网业务交换	
8.1 智能网概述	(252)
8.1.1 智能网目标	(252)
8.1.2 智能网业务	(253)
8.1.3 智能网概念	(254)
8.2 智能网概念模型	(255)
8.2.1 业务平面	(256)
8.2.2 总功能平面	(257)
8.2.3 分布功能平面	(262)
8.2.4 物理平面	(264)
8.3 CS-1 业务独立构件	(267)
8.3.1 SIB 的第一级描述	(267)
8.3.2 SIB 的第二级描述	(271)
8.4 业务交换点	(276)
8.4.1 业务交换点功能结构	(276)
8.4.2 基本呼叫状态模型	(278)
8.4.3 检测点	(281)
8.5 智能网应用规程	(286)
8.5.1 INAP 规程体系	(286)
8.5.2 INAP 操作	(288)
8.5.3 应用实体程序	(291)
小 结	(296)

习 题	(297)
参考文献	(297)
第 9 章 ATM 交换	
9.1 B-ISDN 分层结构	(298)
9.1.1 B-ISDN 协议参考模型	(298)
9.1.2 物理层	(298)
9.1.3 ATM 层	(301)
9.1.4 ATM 适配层(AAL)	(305)
9.2 ATM 交换结构	(315)
9.2.1 ATM 交换结构基本功能	(315)
9.2.2 ATM 交换结构分类	(316)
9.2.3 时分交换结构	(317)
9.2.4 基于 crossbar 的交换结构	(319)
9.2.5 基于 banyan 的交换结构	(321)
9.2.6 多通路交换结构	(324)
9.2.7 缓冲策略	(328)
9.2.8 控制机理	(332)
9.2.9 ATM 交换结构示例	(338)
9.3 ATM 网络信令	(346)
9.3.1 信令协议栈	(346)
9.3.2 SAAL	(348)
9.3.3 UNI 信令	(354)
9.3.4 NNI 信令	(357)
9.4 ATM 交换系统	(363)
9.4.1 ATM 交换系统基本功能与结构	(363)
9.4.2 ATM 交换系统实例	(368)
9.5 IP/ATM 集成交换	(373)
9.5.1 IP/ATM 集成交换概述	(373)
9.5.2 IP 交换	(375)
9.5.3 标记交换	(377)
小 结	(380)
习 题	(381)
参考文献	(382)
附录 英文缩写词	(384)

第 1 章 电信交换概论

1.1 电信交换的概念

1.1.1 交换的引入

所谓电信交换,其基本含义是在公用网大量的终端用户之间,按所需目的地来互相传递话音、文本、数据、图像等信息。也就是说,任何一个主叫用户的信息,可以通过电信网中的交换节点发送到所需的任何一个或多个被叫用户。

电话交换是电信交换中最基本的一种交换业务。现在就以人们较为熟知的电话交换来说明交换的概念。自从 1876 年 Bell A.G. 发明电话以来,就产生了在一群用户之间互相通话的要求。这意味着其中任意两个用户在需要时都可以进行通话。在用户数很少时,可以采用个个相连的方法,再加上相应的开关控制。当用户数为 N 时,互连线对数为 $N(N-1)/2$ 。当 $N=8$ 时,互连线要有 28 对,如图 1.1.1 所示。显然,这种个个互连的方法很不经济,而且操作复杂,当 N 较大时根本无法实用化。于是引入了交换节点,所有用户线都连到交换机,由交换机控制任意用户之间的接续,如图 1.1.2 所示。

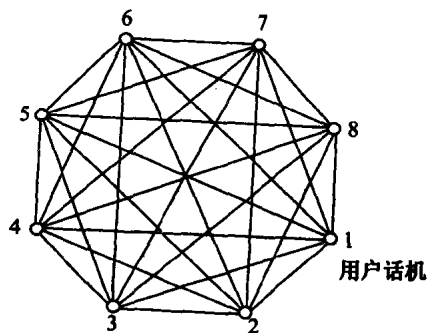


图 1.1.1 用户个个相连

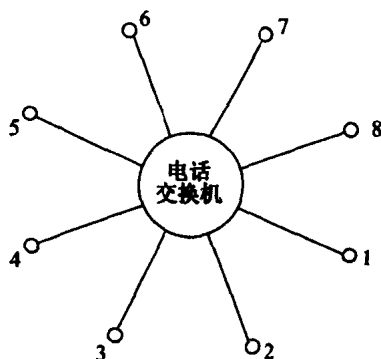


图 1.1.2 交换节点的引入

当电话用户分布的区域较广时,就要设置多个交换节点,交换节点之间用中继线相连,如图 1.1.3 所示。

可以推想,当交换的范围更广时,多个交换节点之间也不能个个相连,而要引入汇接交换节点。长途电话网中的长途交换节点一般要分为几级,形成逐级汇接的交换网。

1.1.2 交换节点的基本功能

交换节点可控制以下的接续类型:

(1) 本局接续

本局接续是本局用户线之间的接续。

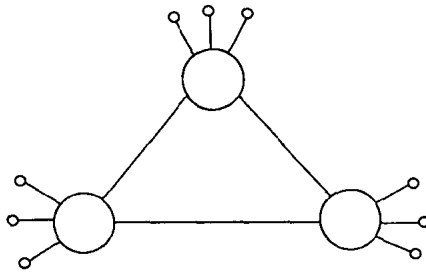


图 1.1.3 采用多个交换节点

(2) 出局接续

出局接续是在用户线与出中继线之间的接续。

(3) 入局接续

入局接续是在入中继线与用户线之间的接续。

(4) 转接接续

转接接续是在入中继线与出中继线之间的接续。

为完成上述的交换接续,交换节点必须具备的最基本的功能如下:

- 能正确接收和分析从用户线或中继线发来的呼叫信号;
- 能正确接收和分析从用户线或中继线发来的地址信号;
- 能按目的地址正确地进行选路以及在中继线上转发信号;
- 能控制连接的建立;
- 能按照所收到的释放信号拆除连接。

1.2 交换方式

对应于各种传送模式(transfer mode)的交换方式,是交换节点为了完成交换功能所采用的互通技术。已出现了多种交换方式,如图 1.2.1 所示。

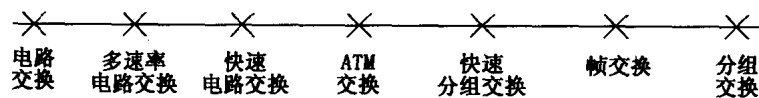


图 1.2.1 各种交换方式

在图 1.2.1 中,各种交换方式分布在一条连续线上。连续线的最左端为电路交换,也可称为电路传送模式(CTM: Circuit Transfer Mode)或同步传送模式(STM: Synchronous Transfer Mode),最右端为分组交换,也可称为分组传送模式(PTM: Packet Transfer Mode)。电路交换与分组交换是两种截然不同的交换方式,是代表两大范畴的传送模式,因此处于连续线的两个极端。依次从左到右,多速率电路交换、快速电路交换是属于电路传送模式的范畴;依次从右到左,帧交换、快速分组交换则属于分组传送模式的范畴。连续线的中央为 ATM 交换,ATM 表示异步传送模式(ATM: Asynchronous Transfer Mode),可以看成是分组交换与电路交换的结合,兼具两者之特点。以下将对各种交换方式作出说明。

1.2.1 电路交换

1. 电路交换的基本过程

电路交换(CS: Circuit Switching)是最早出现的一种交换方式,包括最早的人工电话在内的电话交换普遍采用电路交换方式。电路交换的基本过程包括呼叫建立阶段、信息传送(通话)

阶段和连接释放阶段,如图 1.2.2 所示。

2. 电路交换的特点

电路交换是一种实时交换,当任一用户呼叫另一用户时,应立即在两个用户间建立电路连接;如果没有空闲的电路,呼叫就不能建立而遭受损失。应配备足够的连接电路,使呼叫损失率不超过规定值。

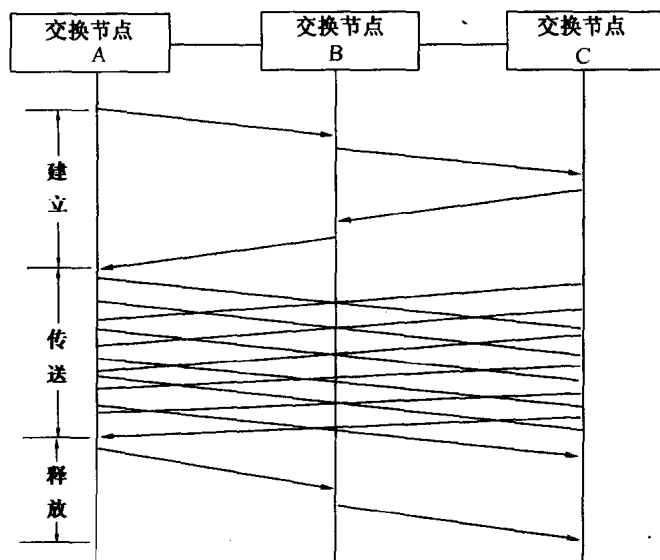


图 1.2.2 电路交换的基本过程

电路交换的特点可以概括如下:

(1) 要在通信的用户间建立专用的物理连接通路,从而又引起以下的特点:

- 在通信前先要有连接建立过程;
- 只要用户不发出释放信号,即使通信暂时停顿,物理连接仍然保持;
- 物理连接的任何部分发生故障都会引起通信的中断;
- 仅当呼叫建立与释放时间相对于通信的持续时间很小时才呈现高效率。

(2) 对通信信息不作处理(信令除外),而是原封不动地传送,用作低速数据传送时不进行速率、码型的变换。

(3) 对传送的信息无差错控制措施。

(4) 用基于呼叫损失制的方法来处理业务流量,过负荷时呼损率增加,但不影响已建立的呼叫。

综上所述,电路交换是固定分配带宽,连接建立后,即使无信息传送也虚占电路,电路利用率低;要预先建立连接,有一定的连接建立时延,通路建立后可实时传送信息,传输时延一般可以不计;无差错控制措施,对于数据交换的可靠性没有分组交换高。因此,电路交换适合于电话交换、文件传送、高速传真,不适合突发(burst)业务和对差错敏感的数据业务。

1.2.2 多速率电路交换

采用电路交换方式的交换节点为呼叫所建立的连接通路,通常只有一种传送速率,例如

64 kbit/s。为了适应多种业务的需要,包括较高带宽的业务,可以采用多速率电路交换(MRCS: Multi-Rate Circuit Switching)。

多速率电路交换方式可以对不同的业务提供不同的带宽,包括基本速率(例如 8 kbit/s 或 64 kbit/s)及其整数倍。为此,在交换节点内部的交换网络及其控制必须适应多速率交换的要求。可有两种实现方法:一种是采用多个不同速率的交换网络;另一种是采用一个统一的多速率交换网络。一般而言,前一种方法硬件较多,但控制简单;后一种方法硬件较少,但控制复杂。

多速率电路交换具有以下缺点,并不能很好地满足多种业务不同的带宽要求:

(1) 基本速率较难确定

基本速率定得低,难以实现较高带宽的业务;基本速率定得高,对低带宽业务会造成浪费。

(2) 速率类型不能太多

多速率的数量不能太多,否则很难实现,因此仍然缺乏灵活性,不能满足宽带业务的要求。

(3) 不适应突发业务

虽然是多速率,仍然是固定带宽分配,不适应突发业务的要求。

(4) 控制较复杂

1.2.3 快速电路交换

1. 快速电路交换的基本过程

为了克服电路交换固定分配带宽的缺点,提高灵活性,在 1982 年提出了快速电路交换(FCS:Fast Circuit Switching)方式。

快速电路交换的基本思路是只在信息要传送时才分配带宽和有关资源。在呼叫建立时,有关交换节点要在相应路由上分配所需的带宽,并且要“记忆”所分配的带宽和去向。实际上只是建立了“虚电路”(virtual circuit),或称为逻辑连接(logical connection),而不是物理连接(physical connection)。当用户发送信息时,通过呼叫标识可以查到该呼叫所需的带宽和去向,才激活虚电路,建立物理连接。由于快速电路交换并不为各个呼叫保留其所需带宽,因此当用户发送信息时并不一定能成功地激活虚电路,会引起信息丢失或排队时延。突发交换(burst switching)是与快速电路交换相似的交换方式。

2. 快速电路交换的特点

快速电路交换具有以下特点:

- 由于并不为每个呼叫专门分配和保留其所需的带宽,因此提高了带宽的使用效率;
- 物理连接的建立和拆除要有相当高的速度;
- 由于只有当信息发送时才建立真正的连接,因此时延比通常的电路交换要大。

快速电路交换虽然也提高了带宽利用率,但控制复杂,灵活性比不上快速分组交换,故未得到广泛应用。

1.2.4 分组交换

1. 报文交换的基本概念

分组交换(PS:Packet Switching)采用存储转发(store and forward)方式,为此先介绍报文交换(message switching)。

报文交换又称为存储转发交换,与电路交换的原理不同,不需要提供通信双方的物理连接,而是将所接收的报文暂时存储。报文中除了用户要传送的信息以外,还有目的地址和源地址。交换节点要分析目的地址和选择路由,并在该路由上排队,等待有空闲电路时才发送到下一交换节点。公用电信网的电报自动交换是报文交换的典型应用,有的专用数据网也采用报文交换方式。

报文交换可以进行速率、码型的变换,具有差错控制措施,可以发送多目的地址的报文,过负荷时则导致时延的增加。图 1.2.3 表示了报文交换的基本过程和时延的构成。

2. 分组交换的基本概念

采用存储转发方式的分组交换与报文交换的不同在于:分组交换将用户要传送的信息分割为若干个分组(packet),每个分组中有一个分组头,含有可供选路的信息和其他控制信息。分组交换节点对所收到的各个分组分别处理,按其中的选路信息选择去向,以发送到能到达目的地的下一个交换节点。

分组交换的时延示于图 1.2.4。将图 1.2.4 与图 1.2.3 比较可以看出,分组交换的时延小于报文交换。这是因为分组交换是分成多个分组来独立传送,收到一个分组即可以发送,从而显著减少了存储的时间。

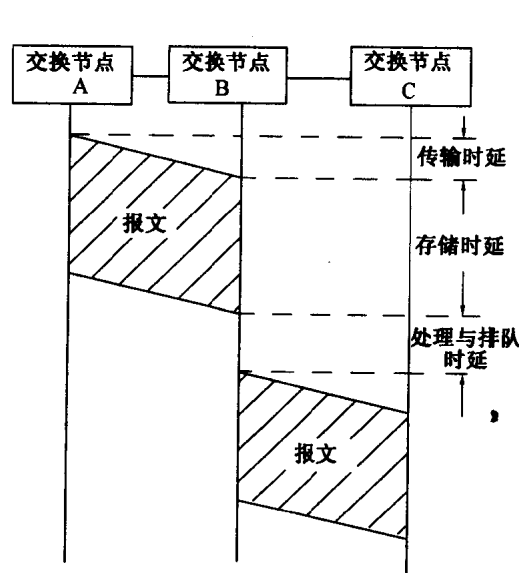


图 1.2.3 报文交换的时延^[2]

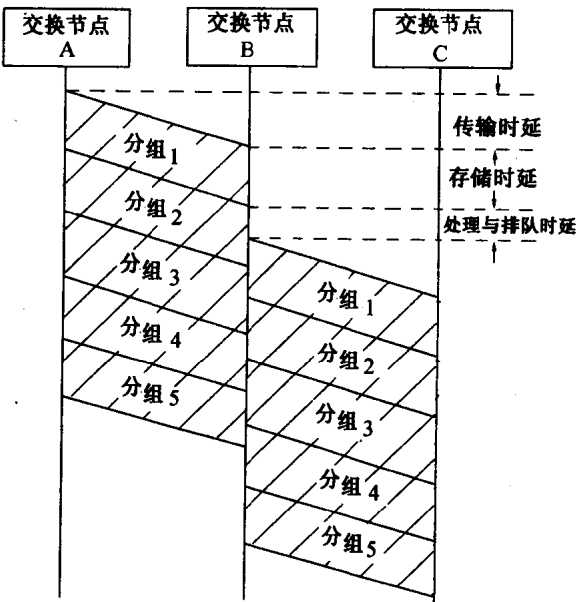


图 1.2.4 分组交换的时延^[5]

但是,正是由于分成多个分组,也增加了开销。为此,分组长度的确定是一个重要的问题。分组长度缩短会进一步减少时延而增加开销,分组长度加大则减少开销而增加时延。通常,分组长度的选择要兼顾到时延与开销这两个方面。

用于分组交换的 X.25 协议采用逐段链路的差错控制和流量控制,出现差错时可以重发,提高了传送质量,可靠性高。但由于协议和控制复杂,信息传送时延大,通常只用于非实时的数据业务。

3. 虚电路方式和数据报方式

分组交换可提供两种服务方式:虚电路(VC: Virtual Circuit)方式与数据报(DG: Datagram)

方式,各有其特点,可适应不同业务的要求。

(1) 虚电路

所谓虚电路方式,就是在用户数据传送前先要通过发送呼叫请求分组建立端到端之间的虚电路;一旦虚电路建立后,属于同一呼叫的数据分组均沿着这一虚电路传送,最后通过呼叫清除分组来拆除虚电路。

虚电路不同于电路交换中的物理连接,而是逻辑连接。虚电路并不独占线路,在一条物理线路上可以同时建立多个虚电路,也就是建立多个逻辑连接,以达到资源共享。但是从另一方面看,虽然只是逻辑连接,毕竟也需要建立连接,因此不论是物理连接还是逻辑连接,都是面向连接(CO: Connection Oriented)的方式。

虚电路有两种:交换虚电路(SVC: Switched Virtual Circuit)和永久虚电路(PVC: Permanent Virtual Circuit)。前述通过用户发送呼叫请求分组来建立虚电路的方式称为 SVC。如果应用户预约,由网络运营者为之建立固定的虚电路,就不需要在呼叫时临时建立虚电路,而可直接进入数据传送阶段,称之为 PVC。

(2) 数据报

数据报不需要预先建立逻辑连接,而是按照每个分组头中的目的地址对各个分组独立进行选路。由于不需要建立连接,称为无连接(CL: Connection Less)方式。

图 1.2.4 可理解为采用数据报方式的分组交换的时延,如果是虚电路方式,还应增加呼叫建立阶段和清除阶段。

(3) 虚电路与数据报的比较

① 分组头

DG 方式的每个分组头要包含详细的目的地址,而 VC 方式由于预先已建立逻辑连接,分组头中只要含有对应于所建立的 VC 的逻辑信道标识。

② 选路

VC 方式预先有建立过程,有一定的处理开销,但一旦虚电路建立,在端到端之间所选定的路由上的各个交换节点都具有映象表,存放出入逻辑信道的对应关系,每个分组到来时只要查找映象表,而不要进行复杂的选路。当然,建立映象表也要有一定的存储器开销。DG 方式则不需要有建立过程,但对每个分组都要独立地进行选路。

③ 分组顺序

VC 方式中,属于同一呼叫的各个分组在同一条虚电路上传送,分组会按原有顺序到达终点,不会产生失序现象。DG 方式中,各个分组由于是独立选路,可以从不同的路由转送,会引起失序。

④ 故障敏感性

VC 方式对故障较为敏感,当传输链路或交换节点发生故障时可能引起虚电路的中断,需要重新建立。有些分组网具有再连接功能,出现故障时可自动建立新的虚电路,并做到不丢失用户数据。DG 方式中各个分组可选择不同路由,对故障的防卫能力较强,从而可靠性较高。

⑤ 应用

VC 方式适用于较连续的数据流传送,其持续时间应显著地大于呼叫建立时间,如文件传送、传真业务等。DG 方式则适用于面向事务的询问/响应型数据业务。

1.2.5 帧交换

通常的分组交换是基于 X.25 协议。X.25 包含了 3 层,第 1 层是物理层,第 2 层是数据链路层,第 3 层是分组层,对应于开放系统互连(OSI:Open System Interconnection)模型的下 3 层,每 1 层都包含了一组功能。帧交换(FS:Frame Switching)则只有下面两层,没有第 3 层,简化了协议,加快了处理速度。

帧交换是一种帧方式(frame mode)的承载业务(bearer service),在数据链路层上以简化的方式来传送和交换数据单元。通常,在第 3 层传送的数据单元称为分组,在第 2 层传送的数据单元称为帧(frame)。所以,帧方式是将用户信息流以帧为单位在网络内传送。

帧方式与传统的分组交换比较有两个主要特点:一个是帧方式是在第 2 层(链路层)进行复用和传送,而不是在分组层;另一个是帧方式将用户面与控制面分离,而通常的分组交换则未分离。用户面(user plane)提供用户信息的传送,控制面(control plane)则提供呼叫和连接的控制,主要是信令(signaling)功能。

1.2.6 快速分组交换

快速分组交换(FPS:Fast Packet Switching)可理解为尽量简化协议,只具有核心的网络功能,以提供高速、高吞吐量、低时延的服务的交换方式。有时,FPS 是专指 ATM 交换,但广义的 FPS 包括帧中继(FR:Frame Relay)与信元中继(CR:Cell Relay)两种交换方式,信元中继为 ATM 所采用。实际上,ATM 是源自 FPS 和异步时分交换,专门在 1.2.7 节和 1.4.3 节说明,这里仅介绍帧中继。

帧中继是典型的帧方式。与帧交换比较,帧中继进一步简化了协议,非但不涉及第 3 层,第 2 层也只保留了链路层的核心功能,如帧的定界、同步、透明性以及帧传输差错检测等。帧中继只进行差错检验,错误帧予以丢弃,不再重发。具体说,帧中继采用 ITU-T Q.922 建议的 LAPF 的一个子集,对应于数据链路层的核心子层,称为数据链路核心协议(DL-CORE)。LAPF 表示帧方式承载业务的链路层接入协议。帧中继采用可变长度帧,可适应突发信息的传送,很适用于局域网(LAN:Local Area Network)的互连。

需要指出,简化协议只提供核心的网络功能是有其背景基础的。一方面,高带宽、高传输质量的光纤系统的大量应用,为简化或取消差错控制和流量控制创造了条件;另一方面,终端系统日益智能化,例如个人计算机的大量出现,具备了以端到端的方式进行一些复杂控制的能力,网络只提供公共的核心功能,反而增加了应用上的灵活性。

1.2.7 ATM 交换

ATM 是 ITU-T(国际电联电信标准化部门,原为国际电报电话咨询委员会 CCITT)确定用作宽带综合业务数字网(B-ISDN:Broadband Integrated Services Digital Network)的复用、传输和交换的模式。ATM 交换应实现高速、高吞吐量和高服务质量的信息交换,提供灵活的带宽分配,适应从很低速率到很高速率的宽带业务的交换要求。

ATM 交换的基本概念和特点如下:

1. 固定长度的信元中继

与可变长度帧的帧中继比较,ATM 交换是固定长度的信元中继。信元(cell)实际上就是