



普通高等教育“十二五”规划教材

现代交换技术

(第2版)

XIANDAI JIAOHUAN JISHU

编著 钱 渊 单 勇 张晓燕
参编 徐 有 马志强 刘振霞 魏 伟



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十二五”规划教材

现代交换技术

(第2版)

编著 钱 渊 单 勇 张晓燕

参编 徐 有 马志强 刘振霞 魏 伟

北京邮电大学出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

交换技术是通信网络中的关键技术,它决定了网络的性能以及向用户提供何种服务。本书介绍了在现代通信网络中使用的各种交换技术的原理、相关协议和应用。第1章对目前网络中常用的各种交换技术进行了介绍,并介绍了数据通信中使用的关键技术原理;第2章介绍了电话通信中使用的电路交换技术;第3章介绍了电信网信令系统;第4章介绍了数据通信中使用的分组交换技术和帧中继技术;第5章介绍了宽带交换中使用的ATM技术;第6章介绍了计算机网络中使用的二层交换、IP交换和MPLS技术;第7章介绍了光交换技术;第8章介绍了最新的软交换及NGN技术。

本书内容翔实,深入浅出,可以作为高等院校通信和计算机网络专业的高年级本科生的教材或参考用书,也可供从事通信专业的其他技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代交换技术/钱渊,单勇,张晓燕编著. --2版. --北京:北京邮电大学出版社,2014.9
ISBN 978-7-5635-4119-5

I. ①现… II. ①钱… ②单… ③张… III. ①电话交换—高等学校—教材 IV. ①TN916

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第189753号

书 名:现代交换技术(第2版)

著作责任者:钱 渊 单 勇 张晓燕 编著

责 任 编 辑:张珊珊

出 版 发 行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫丰华彩印有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:20.25

字 数:503千字

印 数:1—3 000册

版 次:2009年11月第1版 2014年9月第2版 2014年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-4119-5

定 价:42.00元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

第 2 版前言

本书自 2009 年出版以来,迄今已经 5 年多。从 5 年来使用本书的教学实践效果和作者多年的教学经验来看,本书在论述的科学性、取材的深度与广度、内容的组织安排等方面,都能适应通信与电子类专业对交换技术课程的要求,非常适合作为交换原理与技术课程的教科书。

随着通信技术的迅速发展,作为通信网络核心的交换技术也取得了长足进步,作者对最新的交换原理与技术进行了概括与梳理,结合使用本书的教师、学生和工程师的意见和建议,在保留本书第 1 版最主要内容的基础上进行了修订、补充与完善,反映了交换技术的发展情况,增加了许多新的内容,更加适应交换原理与技术教学的需求。

本书继续着重讲解现代通信网络中使用的各种交换技术的基本概念、工作原理和实现方法。这次修订在内容上所作的调整 and 变化主要表现在如下方面:第 1 章概述,增加了对 3 种基本交换方式工作过程的说明;第 2 章电路交换技术,增加了我国长途电话网向无级动态网过渡的内容;第 3 章电信网信令系统,增加了我国七号信令网相关内容的介绍;第 4 章分组交换技术与帧中继,增加了自适应路由选择算法和 HDLC 基本工作原理的介绍;第 5 章 ATM 交换,虽然 ATM 技术已经淡出核心交换网,但是其基本原理和技术精髓对后续交换技术的发展具有重要参考意义,所以本书保留了 ATM 的相关内容;第 6 章 IP 交换与局域网交换,IP 交换技术是近年来得到迅速发展的交换技术,因此本章增加内容较多,增加的内容有无类别域间路由、IPv6 分组格式地址空间、MPLS 技术中的标签分发协议和高层交换技术等;第 7 章光交换技术,内容变化不大;第 8 章 NGN 和软交换,增加了软交换业务提供方式和软交换网络中用户编号等内容。

本次修订由钱渊负责制定编写提纲和全书统稿,编写工作由钱渊、单勇、张晓燕、徐有、马志强、刘振霞和魏伟共同完成。本书引用了一些文献中的内容,以反映交换技术当前的水平,在此对这些文献的作者表示感谢。

本书内容翔实,深入浅出,可以作为高等院校通信和计算机网络高年级本科生的教材或参考用书,也可供从事通信专业的其他技术人员阅读。

由于通信技术与交换技术发展迅速,加之作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 交换技术概述	1
1.2 交换技术	3
1.2.1 基本交换技术	3
1.2.2 交换技术的发展	8
1.3 数据通信原理	10
1.3.1 网络体系结构	11
1.3.2 差错控制与流量控制	18
1.3.3 网络拓扑	24
本章小结	26
复习思考题	27
第 2 章 电路交换技术	28
2.1 电路交换技术概述	28
2.1.1 电话通信的起源	28
2.1.2 电话交换机与电话通信网	29
2.1.3 电话交换机的发展与分类	30
2.1.4 数字程控交换机简介	31
2.2 数字交换网络	34
2.2.1 话音信号数字化和多路时分复用	34
2.2.2 交换网络结构设计	38
2.2.3 数字交换网络的基本结构和工作原理	42
2.2.4 多级交换网络	50
2.3 数字程控交换机的硬件结构	52
2.3.1 话路系统	53
2.3.2 控制系统	56
2.3.3 处理机间通信	59
2.4 数字程控交换机的软件	60
2.4.1 数字程控交换机软件结构	60
2.4.2 软件工具语言	62
2.4.3 程序的执行管理	62
2.5 呼叫处理的基本原理	68

2.5.1 基本的呼叫处理过程	68
2.5.2 稳定状态与状态转移	69
2.5.3 任务处理的工作模式	70
2.6 电话通信网规程	78
2.6.1 电话通信网概念	78
2.6.2 电话通信网路由规程	80
2.6.3 本地电话网	83
2.6.4 电话通信网号码规程	84
2.6.5 电话通信网传输规程	86
2.6.6 电话通信网同步规程	88
本章小结	90
复习思考题	91
第3章 电信网信令系统	93
3.1 信令系统概述	93
3.1.1 电信网对信令系统的要求	93
3.1.2 信令的定义和分类	93
3.1.3 用户线信令	94
3.1.4 局间信令	96
3.2 随路信令——中国1号信令	97
3.2.1 线路监测信令	97
3.2.2 记发器信令	102
3.3 公共信道信令——No.7信令	107
3.3.1 公共信道信令概念	107
3.3.2 No.7信令系统组成	108
3.3.3 No.7信令链路单元格式	115
3.3.4 No.7信令网的结构	117
本章小结	120
复习思考题	121
第4章 分组交换技术与帧中继	122
4.1 分组交换原理	122
4.1.1 概述	122
4.1.2 多路复用技术	123
4.1.3 分组的形成、传输与交换	124
4.1.4 路由选择	125
4.1.5 分组网络的性能指标与服务质量	126
4.2 X.25协议	128
4.2.1 X.25协议的应用环境和系统结构	128

4.2.2 物理层	129
4.2.3 数据链路层	130
4.2.4 分组层	134
4.2.5 X.25 用户业务功能	138
4.3 帧中继原理与帧中继网络	139
4.3.1 帧中继与 X.25 比较	139
4.3.2 帧中继基本功能和带宽管理	140
4.3.3 帧中继协议	142
4.3.4 帧中继的虚电路	144
4.3.5 帧中继网络的设备及应用	145
本章小结	146
复习思考题	147
第 5 章 ATM 交换	148
5.1 概述	148
5.1.1 宽带综合业务数字网的发展	148
5.1.2 宽带综合业务数字网的业务	149
5.2 B-ISDN 协议参考模型	152
5.2.1 B-ISDN 协议参考模型概述	152
5.2.2 B-ISDN 分层功能	152
5.2.3 ATM 信元	153
5.3 物理层	156
5.3.1 物理媒体子层	156
5.3.2 传输汇聚子层	157
5.4 ATM 层	159
5.4.1 ATM 层功能	159
5.4.2 ATM 连接	160
5.5 ATM 适配层	162
5.5.1 ATM 适配层基本原理	162
5.5.2 AAL1	165
5.5.3 AAL2	168
5.5.4 AAL3/4	168
5.5.5 AAL5	171
5.6 ATM 交换原理	174
5.6.1 ATM 交换基本原理	174
5.6.2 基本 ATM 交换单元	176
5.6.3 ATM 交换机构和交换系统	181
5.6.4 典型的交换机构	185
5.7 ATM 流量控制技术	187

5.7.1	ATM 网络拥塞及拥塞控制	187
5.7.2	ATM 业务量控制	188
5.7.3	业务量合约	189
5.7.4	ATM 流量控制功能	190
5.8	宽带网络信令	193
5.8.1	ATM 信令的基本概念	193
5.8.2	ATM 网信令协议	193
5.8.3	ATM 地址	195
5.8.4	用户网络接口信令	196
5.8.5	网络接口信令	199
5.9	ATM 网络实例	202
	本章小结	203
	复习思考题	203
第 6 章	IP 交换和局域网交换	205
6.1	概述	205
6.2	TCP/IP 协议	206
6.2.1	TCP/IP 协议参考模型	206
6.2.2	互联网协议 IP	207
6.2.3	地址解析协议 ARP	211
6.2.4	反向地址解析协议 RARP	212
6.2.5	因特网报文控制协议 ICMP	212
6.2.6	路由选择协议	213
6.2.7	IP 分组传送	215
6.2.8	IPv6	216
6.3	局域网	218
6.3.1	局域网基本技术	218
6.3.2	交换以太网	221
6.4	IP 交换技术	224
6.4.1	三层交换机	224
6.4.2	三层交换机的主要技术	224
6.4.3	三层交换的应用	225
6.5	MPLS 网络技术	225
6.5.1	MPLS 基本原理	226
6.5.2	MPLS 的优点	231
6.5.3	基于 MPLS 的虚拟专用网 VPN	232
6.5.4	通用 MPLS 技术	234
6.6	高层交换技术	234
6.6.1	四层交换技术	234

6.6.2 七层交换技术	236
本章小结	236
复习思考题	237
第 7 章 光交换技术	238
7.1 光交换技术概述	238
7.1.1 光交换的必要性	238
7.1.2 光交换技术的分类	239
7.2 光交换器件	241
7.2.1 光开关	241
7.2.2 波长变换器	243
7.2.3 光存储器	244
7.3 光交换原理	244
7.3.1 空分光交换	245
7.3.2 时分光交换	246
7.3.3 波分光交换	247
7.3.4 光分组交换	248
7.3.5 光突发交换	252
7.3.6 光标记分组交换	256
7.4 自动交换光网络	260
7.4.1 ASON 概述	260
7.4.2 ASON 体系结构	261
7.4.3 ASON 功能层面	265
7.4.4 ASON 的路由与组网	267
本章小结	270
复习思考题	271
第 8 章 NGN 与软交换	272
8.1 NGN 概述	272
8.1.1 NGN 出现的背景和需求	272
8.1.2 NGN 的定义和特征	273
8.1.3 NGN 体系结构	273
8.2 软交换组网技术	279
8.2.1 软交换与 PSTN 的互通	279
8.2.2 软交换网络和 H.323 网络的互通	280
8.2.3 软交换网络与 No.7 信令网的互通	280
8.2.4 软交换网络与 SIP 网络的互通	281
8.2.5 软交换网络的组网路由技术	282
8.2.6 软交换网络中用户编号技术	284

8.3 软交换网络协议	285
8.3.1 媒体网关控制协议 MGCP	285
8.3.2 H.248/MEGACO 协议	287
8.3.3 SIGTRAN 协议栈	289
8.3.4 SIP 协议	291
8.3.5 H.323 协议	294
8.3.6 BICC 协议	296
8.3.7 Parlay API	297
8.4 NGN 网络解决方案	299
本章小结	301
复习思考题	301
缩略语	303
参考文献	313

交换技术是通信网络中的关键技术,本章从交换的产生和发展入手,介绍了目前广泛使用的各种交换技术以及未来交换技术的发展方向。为了保证读者对后续内容的理解和掌握,本章还介绍了数据通信中的基本原理和关键技术。

1.1 交换技术概述

交换技术是随着电话通信的发展和使用而出现的通信技术。1876年,贝尔发明了电话。人类的声音第一次转换为电信号,并通过电话线实现了远距离传输。电话刚开始使用时,只能实现固定的两个人之间的通话,如图1.1所示,随着用户的增加,人们开始研究如何构建连接多个用户的电话网络,以实现任意两个用户之间的通信。

构成一个任意两个用户之间可以通信的电话网,最直接的方法就是使用全互连网络,如图1.2所示,在全互连网络中,任意两个用户之间通过一对电话线连通。如果有 N 个用户,则需要 $N(N-1)/2$ 对电话线。

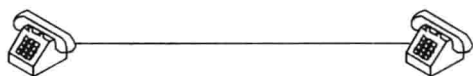


图 1.1 两个用户之间互连

全互连网络结构非常容易理解,但是存在的最大问题是,随着用户数目 N 的增加,所需电话线的数目急剧增加,造成建网成本的增加,而且每个用户都有 $N-1$ 对电话线,造成使用的不便。因此全互连网络对于实际电话网络的构成没有实际意义。

如果在用户分布中心放置一个中心设备,所有用户通过电话线与中心设备相连,这时 N 个用户只需要 N 条电话线,如图1.3所示,中心设备和电话之间构成了星形连接。在这种结构中,用户想与网内的其他用户通信,需要由中心设备完成电话的连接,从而实现网内任意两个用户之间的通信,通信结束后由中心设备断开连接。在图1.3所示的网络结构中,中心设备称为交换机,而连接交换机和用户之间的电话线称为用户线。采用这种结构尽管增加了交换设备的成本,但是由于网络结构简单,随着用户数量的增加,与全互连网络相比较,网络总的投资成本是下降的,而且维护费用也比较低。

一个交换机覆盖和管理的用户数目始终是有限的。随着用户数量增加和使用范围的扩大,需要多个交换机来覆盖更大的范围,管理更多的用户。如图1.4所示,每台交换机管理若干个用户,而交换机之间通过通信线路连接,这种通信线路称为中继线。如果交换机之

间的距离相对较远,在中继线上传输信号需要使用传输设备。

电话网构成了现代通信网的基础,现代通信网由三大部分构成,分别是终端设备,传输设备和交换设备。

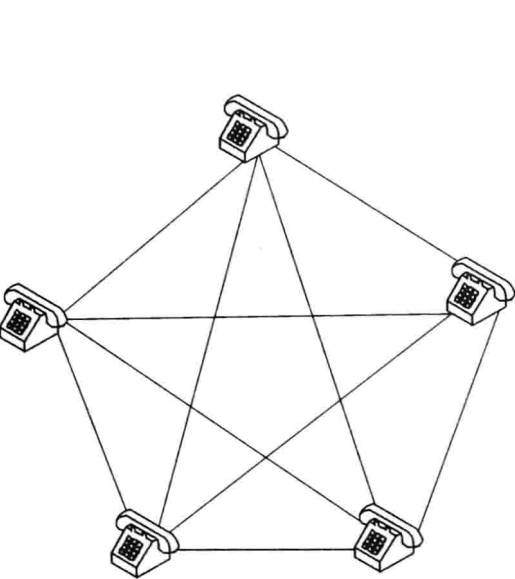


图 1.2 多个用户之间全互连

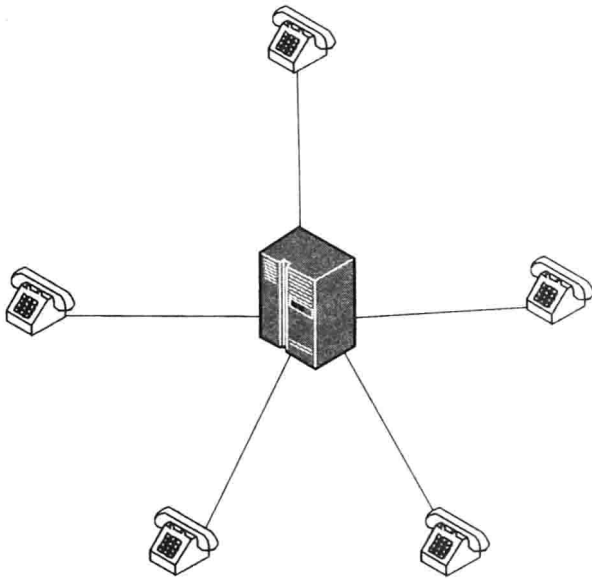


图 1.3 用户通过交换机互连成为电话网

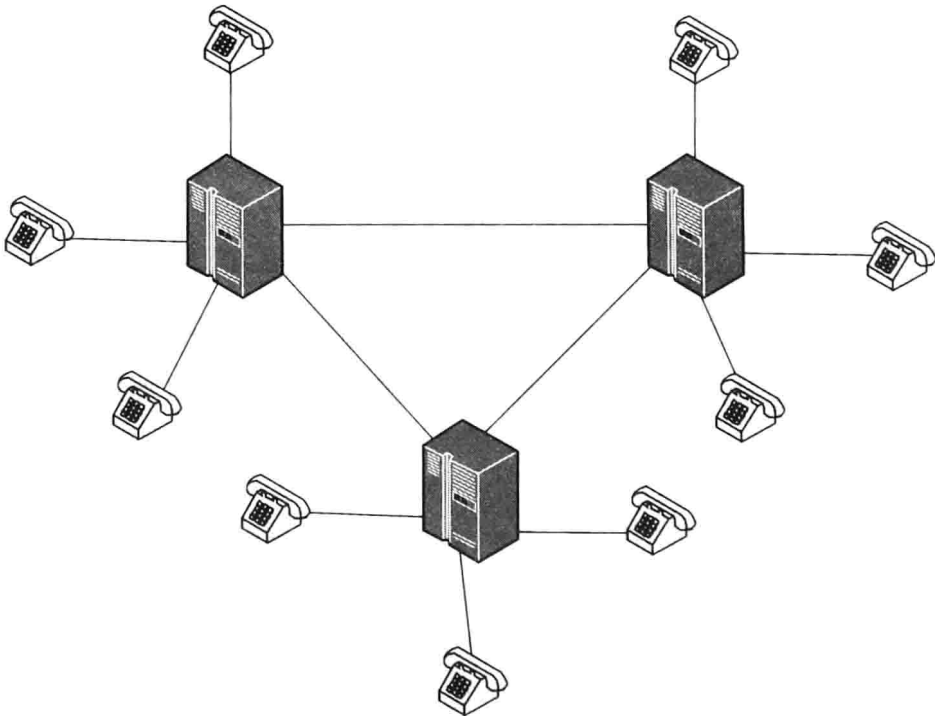


图 1.4 交换机互连成为更大范围的电话网

终端设备直接面向用户,主要功能是完成将需要传送的信息转换为线路上可以传输的电信号以及完成相反的工作,终端设备提供给用户所需的各种服务通常分为话音服务和非话音服务,话音服务就是电话通信,而非话音服务包括的种类非常多,目前常用的有传真业务、数据业务、多媒体业务等。

传输设备是连接交换机与交换机之间的通信线路,常用的传输媒介包括架空明线、电缆、光缆和无线电波等。传输设备的重要功能是延长传输距离,实现长途通信,为了提高传输效率,复用是传输设备的另一项重要功能,复用技术包括频分复用、时分复用、波分复用和码分复用等技术,目前使用的传输系统有 PCM 准同步数字系列(Plesiochronous Digital Hierarchy,PDH)、同步数字系列(Synchronous Digital Hierarchy,SDH)等。

交换设备是整个通信网的核心,它的基本功能是实现将连接到交换设备的所有信号进行汇集、转发和分配,从而完成信息的交换。最初的交换设备主要完成话音交换,而由于现代通信网络中需要传输的信息种类很多,包括话音、数据、图像、视频等,并且各种信息对于网络的要求又各不相同,因此,根据信息种类的不同而使交换设备采用了不同的交换技术。常用的交换技术有电路交换、报文交换、分组交换、ATM 交换、多协议标签交换、软交换等。

1.2 交换技术

由于电话通信具有传输速率恒定、时延低等特性,电路交换技术较好地满足了电话通信的要求。随着计算机技术的发展,数据业务越来越多,数据业务具有突发性强、可靠性要求高、实时性要求较低等特点,电路交换技术因为对于数据业务的支持不好,已经不能满足这些要求,因此数据交换技术应运而生,它较好地满足了数据业务的要求,并获得了长足的发展,可以说,分组交换技术是现代计算机网络的基础通信技术。由于分组交换技术传输速率较低,实时性较差,不能满足视频通信和实时通信的要求,因此人们对于分组交换技术进一步改进,研究出了帧中继技术、快速分组交换技术,直到异步传递模式 ATM 交换技术。ATM 技术采用了面向连接的通信方式,具有高带宽、实时性好、服务质量高等特性,但存在通信效率较低、管理复杂等问题。计算机网络中使用的 IP 技术采用了面向无连接的通信方式,具有灵活高效等优点,但服务质量较差是它的主要问题之一。人们经过研究,将这两种技术融合到一起,吸收了两种技术的优点而克服其缺点,获得了一种新的交换技术,称为多协议标签交换技术 MPLS。MPLS 技术既有 ATM 的高速性能,又有 IP 技术的灵活性和可扩充性,可以在同一网络中同时提供 IP 和 ATM 服务。随着技术的不断进步,网络的融合成为网络发展的大趋势,下一代网络(NGN)在兼容了目前的各类通信网络的基础上为用户提供更加灵活的新型业务,软交换是 NGN 的核心技术,负责呼叫控制、承载控制、资源分配、协议处理等功能,软交换技术是一种分布的软件系统,可以基于采用不同协议的网络之间提供无缝的互操作功能。

1.2.1 基本交换技术

1. 电路交换

(1) 电路交换的工作原理

电路交换(Circuit Switching)是在电话网络中使用的一种交换技术,在需要通信时,通信双方动态建立一条专用的通信线路。电路交换工作分为 3 个阶段:呼叫建立、信息传送和呼叫释放。如图 1.5 所示。

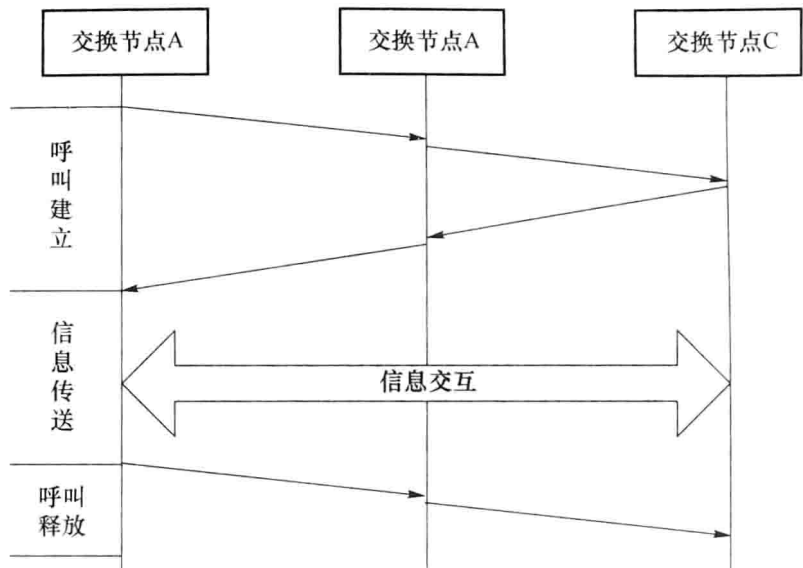


图 1.5 电路交换基本过程

电路交换采用时分复用方式,固定分配带宽,在通信的全部时间内,通信的双方始终占用端到端的固定传输带宽。电路交换适合于实时且带宽固定的通信。

如果使用电路交换来传输计算机数据时,其线路的传输效率往往很低,这是由于数据通信的突发性造成的,在一段时间内有数据传送,而在另一段时间内可能没有数据传送,这时的传输通道虽然没有数据传送,但也不能为其他用户提供服务。

电路交换为每个业务连接分配固定的带宽。如果按业务的峰值速率分配带宽,虽然可以满足其服务质量,但会造成一定的资源浪费。如果按平均速率为连接分配带宽,则将会造成业务峰值速率时的信息丢失,引起服务质量的下降。

(2) 电路交换的特点

通过预先建立连接,在连接建立后传送信息,信息传送完毕后拆除连接。电路交换传送时延小且固定,适合于实时通信,但由于建立连接具有一定的时延,而且在拆除连接时同样需要一定的时延,因此传送短信息时,建立连接和拆除连接的时间可能大于通信的时间,网络利用率低。

在电路交换中,信息透明地传输,交换机对信息不做任何处理,同时也没有差错控制功能,不能保证数据的准确性。电路交换适合于电话交换、高速传真、文件传送,但不适合数据通信。

2. 报文交换

(1) 报文交换的工作原理

报文交换(Message Switching)传送的数据单元称为报文,一份报文包括3部分:报头(源端地址、目的端地址等)、用户信息和报尾。

报文交换采用了存储转发的工作方式。如果源端有数据发送给目的端,源端首先将发送数据封装为报文,然后发送给相连接的交换节点,交换节点将所接收的报文暂时缓存,分析其目的地址进行路由选择,并在相应的输出线上排队,等到输出线空闲时将该报文传送给下一个交换节点,每个交换节点完成类似的工作直到报文发送到目的端。如图1.6所示。

(2) 报文交换的特点

报文交换适合于非实时信息的、对差错敏感的数据业务,不适合于实时性要求高的数据业务。

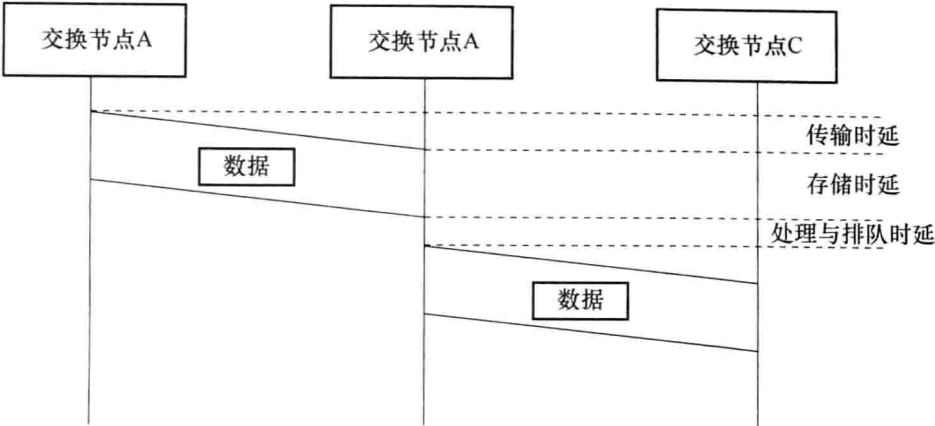


图 1.6 报文交换基本过程

报文交换的优点有:报文交换不需要建立源端到目的端的连接,按照统计时分复用的方式共享交换节点之间的通信线路,大大提高了线路利用率;报文交换是无连接的通信,健壮性强,部分节点和线路发生故障不会造成全网瘫痪;报文交换具有差错控制功能,保证数据的准确性;报文交换可以实现多目的端的报文传输。

报文交换的缺点有:信息传送时经过多个交换节点,交换时延大而且时延变化大,不适合于实时通信和交互式实时数据通信;报文的长度不固定,要求交换节点具有高速处理能力和较大的存储空间,造成交换机的成本提高。

3. 分组交换

分组交换(Packet Switching)综合了电路交换和报文交换的优点,同时对它们的缺点进行改进,分组交换比较好地支持了数据通信,是现代通信网络的基础交换技术。

(1) 分组交换的工作原理

分组交换依然采用了存储转发工作模式,传送以分组为单位的数据,如图 1.7 所示。在发送报文前,先将用户发送的报文分割为多个比较短的等长或不等长的数据段,在每个数据段前加上必要的控制信息,称为分组头,分组头和数据段构成了分组,分组又称为包。分组头中包括源地址、目的地址、差错控制字段、分组同步信息等,用于完成选择路由、差错控制和流量控制等功能。相对于报文交换,分组长度较短,而且具有统一的格式,便于交换节点进行存储和处理,大大减少了交换节点的处理时间,分组交换的传输时延较短。

在分组交换中,分组长度的大小对于分组交换的性能有着十分重要的影响。通过比较报文交换和分组交换的时延可知,分组交换将报文分割为多个分组独立传送,交换节点收到一个分组后就进行转发,显著降低了交换时延,因此分组交换的时延小于报文交换,但是也是由于分为多个分组,开销也增加了,降低了传送效率。分组长度长则时延增大而开销减少,分组长度短则时延减少而开销增大,因此分组长度的确定需要兼顾到时延和开销两个方面。

在传送分组时,为了保证数据的准确性而采用了多种差错控制技术。为了保证分组交换网的可靠性,常采用网状拓扑结构,当少数节点或链路发生故障时,可以灵活地改变路由而保证网络的正常工作。此外,通信网络的主干线路由高速链路构成,可以以较高速率传送数据。

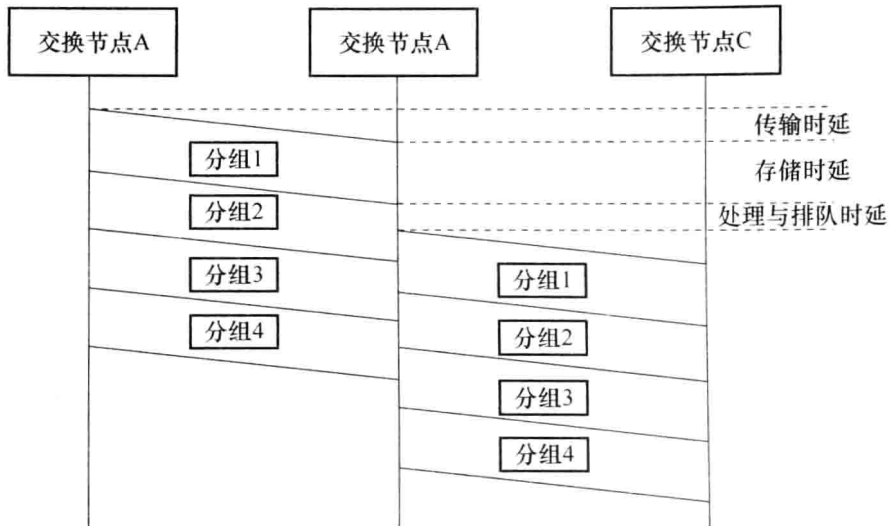


图 1.7 分组交换基本过程

由于分组交换采用了存储转发工作模式,同时采用了统计时分复用的方式共享线路,非常适合于数据通信,而且通信线路的利用率大大提高。

(2) 分组交换的特点

分组交换的主要优点有:

- 高效,在分组交换过程中动态分配带宽,提高线路利用率;
- 迅速,以分组为单位传送数据,每个节点处理时间短;
- 灵活,可以对每个分组根据实际情况进行独立的路由选择;
- 可靠,采用了完善的网络协议,是一种分布式多路由分组交换网,网络具有很好的生存性。

分组交换也有一些问题:分组在各个节点进行存储转发会造成时延,而且当网络负载较重时,时延会比较大;由于每个分组必须携带相应的控制信息,因此造成了一定的开销;为了保证网络的正常运行而需要比较复杂的管理和控制机制,此外为了保证数据传送的准确性而采用了比较复杂的差错控制技术,这种技术制约了传输速率的提高。

由于早期铜线电缆链路质量低,误码率高,分组交换方式为了保证在网络的各条链路上提供可靠的端到端通信,在连接的每段链路上都执行复杂的协议,以完成差错和流量控制等功能。每个转接节点都完成 OSI 协议模型中下三层的功能,这样协议复杂,交换机处理速度慢,交换时延大,很难用于实时业务。尤其是当分组出错时,网络差错协议要求重传分组,增大了端到端的时延,无法满足实时性要求。

由于分组长度可变,这就要求交换机内完成复杂的缓冲器管理。如果工作速度不太高,软件缓冲器管理还是有可能的,但是在宽带网中,分组以极快的速率流入网络,如果仍然采取这种软件管理方法来处理复杂的协议,处理速率跟不上信息传输速度,系统将无法正常工作。可行性研究表明 X.25 协议的可工作速率限制在 2 Mbit/s 左右。

(3) 虚电路和数据报

根据交换机对分组的不同的处理方式,分组交换可以分为虚电路和数据报两种工作模式。

① 虚电路

虚电路(Virtual Circuit)方式提供面向连接的服务,在用户传送数据前需要通过发送呼叫请求建立端到端的通路,称为虚电路,虚电路建立后,所有的用户数据通过这条虚电路传送到目的端,数据的接收顺序与发送顺序一致,通信完毕后,通过呼叫清除请求拆除连接。

虚电路与电路交换的区别在于电路交换中建立的源端到目的端的通路是专用的,在通信过程中这个通路上的资源其他用户不能共享,而在虚电路方式中,按照统计时分复用的方式建立通路,通路上的资源是共享的,根据用户的数据量大小来占用线路资源,更好地满足了数据通信的突发性要求。

虚电路有两种:交换虚电路(Switched Virtual Circuit,SVC)和永久虚电路(Permanent Virtual Circuit,PVC)。交换虚电路根据用户请求动态建立虚电路,通信完成后拆除。永久虚电路是由网络运营者应用户的预约而建立的固定的虚电路,用户如果需要直接进入数据传送阶段而不需要通过呼叫建立虚电路。

② 数据报

数据报(Datagram)提供无连接的服务,发送时不需要建立一条逻辑通路,每个分组都有完整的地址信息,每个分组在网络中的传播途径完全由网络节点根据网络当时的状况来决定,这样当分组到达目的端时,顺序可能会发生变化,目标主机必须对收到的分组重新排序后才能恢复原来的信息。

③ 虚电路与数据报的比较

按虚电路方式通信,要求接收方要对正确收到的分组给予确认,通信双方要进行流量控制和差错控制,以保证按顺序接收,所以虚电路可以提供可靠通信服务。数据报提供的是无连接的服务,不能保证分组顺序,不能提供可靠的通信服务。

虚电路中的分组中只含有对应于所建立的虚连接的逻辑信道标识,每个分组根据建立连接时在每个交换节点建立的路由表进行路由选择;而数据报中的分组包含详细的目的地信息,每个分组都要进行独立的路由选择。

虚电路的通信过程需要经过建立连接、传送数据和拆除连接3个阶段,如果传送数据量不大的话,虚电路方式的工作效率不如数据报高,也不如数据报灵活。

虚电路在线路发生故障时,会引起通信中断,需要重新建立连接。对于数据报,由于每个分组独立选择路由,对网络故障的适应性强,可以提供较高的可靠性。

综上所述,虚电路方式适合连续的数据流传输,为数据传输时间远大于呼叫连接时间的通信提供较好的服务,如文件传送和传真业务等;数据报方式适合传送短报文数据,如面向事务的询问/响应型数据业务。这两种方式在数据通信中均被广泛使用,例如在IP网络中使用的是数据报方式,ATM网络中使用的是虚电路方式。

4. 3种交换方式的比较

电路交换、报文交换和分组交换具有各自的优点和缺点,适合不同要求的通信业务。如果传送数据量比较大、实时性要求高,则可以采用电路交换方式;报文交换和分组交换采用统计时分复用方式,可以提高网络的信道利用率,适合于突发性强的数据传输。分组交换的时延小于报文交换,灵活性高,采用了数据报和虚电路方式分别满足不同的通信业务需求,因此将分组交换作为数据通信的基本交换技术。表1.1为3种交换方式的比较。