

电信职工培训丛书

帧中继技术及其应用

赵慧玲 石友康 编著



人民邮电出版社

436375

电信职工培训丛书

帧中继技术及其应用

赵慧玲 石友康 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书结合我国帧中继网络的建设实践、国外数据通信技术的发展趋势和相关国际标准,介绍了帧中继技术的基本功能和协议、设备情况及组网技术,并且系统说明了相关的ATM技术及其互通,以便读者对帧中继的产生背景、关键技术、应用前景和发展趋势有较全面的了解。

本书共分九章。第一章介绍了数据通信技术方式的演变;第二章介绍了帧中继的市场、业务和主要应用;第三章和第四章重点讲述了帧中继的技术基础和协议,包括提供永久虚电路(PVC)和可交换虚电路(SVC)业务的协议;第五章介绍了用户接入帧中继网的方式和目前市场上使用的组建帧中继网的主流设备,包括接口和性能等;第六章系统地讲述了ATM技术;第七章介绍了帧中继网络与其它网络的互通技术;第八章介绍了帧中继组网技术。第九章介绍帧中继的测试技术。

本书深入浅出,通俗易懂,适合从事通信工作的广大工程技术人员、管理人员、高等院校师生阅读,也可供希望了解帧中继及ATM知识的各行各业的用户参考。

电信职工培训丛书 帧中继技术及其应用

◆ 编 著 赵慧玲 石友康
责任编辑 陈万寿

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街14号
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:850×1168 1/32

印张:9.375

字数:244千字

1997年7月第1版

印数:1—5 000册

1997年7月北京第1次印刷

ISBN7-115-06480-6/TN·1192

定价:15.00元

丛 书 前 言

当今世界通信技术已成为发展最活跃的科技领域之一。今后十年是我国建设社会主义现代化邮电通信网的十分重要的时期。实现邮电通信现代化,一是要依靠科技进步,二是要提高职工素质。现代通信的发展对职工素质和技能的要求越来越高。邮电职工一旦掌握了新的科技知识,其自身的素质和技能就会发生根本性的变化,劳动操作能力必将大大提高。为此,我社组织编写这套“电信职工培训丛书”,陆续出版。

这套丛书紧密结合电信部门的实际,重点介绍近些年来迅速出现、发展起来的新技术、新设备。丛书的特点是结合通信引进、应用、推广和创新的实际,突出实用性,深浅适宜,条理清楚。丛书的主要读者对象是各通信部门的工程技术人员,也可作为相关院校通信专业教学参考用书。

殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,以便这套丛书日臻完善。

人民邮电出版社

序 言

帧中继技术自 80 年代初诞生以来,在全世界范围内发展迅速。由于帧中继技术可以有效地利用网络资源,快速地传送用户数据信息,因此成为提供数据通信业务的有效技术手段。

在传输线路具有较高质量的情况下,帧中继技术将智能化的纠错功能放在终端来完成,从而提高了网络的效率,可以为用户提供高吞吐量、低时延特性,并适合突发性数据业务。由于帧中继技术的速率从 2Mbit/s 到数十 Mbit/s,所以它是窄带业务到宽带业务的一座桥梁。

目前帧中继业务主要作为一种承载业务应用在广域网中,支持多种数据型用户业务,如局域网(LAN)互连,远程计算机辅助设计(CAD),文件传送等。本书编者参与和负责我国公用帧中继网技术体制和相关标准的制定工作,参与了全国公用帧中继骨干网设备选型的技术谈判工作。根据工作实践,结合国际相关的技术标准和国外帧中继技术的发展,编写了此书。其目的是介绍帧中继这一数据通信的新技术,希望对我国数据通信的应用和发展提供技术参考。

全书共分九章。第一章介绍了数据通信技术方式的演变。第二章介绍了帧中继的市场、业务和主要应用。第三章和第四章重点讲述了帧中继的技术基础和协议,包括提供永久虚电路(PVC)和可交换虚电路(SVC)业务的协议。第五章介绍了用户接入帧中继网的方式和目前市场上使用的组建帧中继网的主流设备,包括接口和性能等。第六章系统地讲述了 ATM 技术。第七章介绍了帧中继网络与其它网络的互通技术。第八章介绍了组建帧中继网络的技术。第九章介绍帧中继的测试技术。

在编写此书时,力求做到深入浅出,通俗易懂,内容新颖,但由于编者水平有限,可能有错误和疏漏之处,望读者指正和谅解。

在编写此书的过程中,得到了国家 863 通信主题首席科学家邬贺铨、邮电部数据所副总工程师胡筑华以及邮电部传输所帧中继项目组相关同志的帮助,特此致谢。

作 者

1996 年 11 月

目 录

第一章 数据通信技术方式的演变	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 电路方式	(1)
1.3 分组方式	(3)
1.4 帧方式	(6)
1.5 交换型多兆比特数据业务(SMDS)	(11)
1.6 信元方式	(14)
1.7 几种技术方式的比较	(16)
1.8 现代数据通信的特点	(17)
1.8.1 突发性数据	(18)
1.8.2 按需分配带宽	(18)
第二章 帧中继的市场与应用	(20)
2.1 帧中继的技术起因	(20)
2.2 帧中继的市场起因	(21)
2.3 全球帧中继的市场状态	(22)
2.3.1 北美业务的发展	(22)
2.3.2 欧洲业务的发展	(26)
2.3.3 亚太地区业务的发展	(27)
2.4 帧中继的应用	(30)
2.4.1 局域网互连	(30)
2.4.2 图像文件传送	(32)
2.4.3 虚拟专用网	(32)

2.4.4	帧中继在公用网的应用	(34)
2.4.5	帧中继在专用网的应用	(39)
第三章	帧中继技术基础	(41)
3.1	什么是帧中继	(41)
3.2	在什么情况下使用帧中继	(42)
3.3	帧中继业务	(43)
3.4	帧交换业务	(46)
3.5	帧中继常用的技术术语的说明	(47)
3.6	帧中继的参考模型	(50)
3.7	帧中继的基本功能	(53)
3.8	帧中继的带宽管理	(55)
3.9	帧中继的国际标准	(57)
3.9.1	ITU-T 标准	(58)
3.9.2	ANSI 标准	(59)
3.9.3	帧中继论坛标准	(60)
第四章	帧中继协议	(61)
4.1	数据链路层帧方式接入协议(LAPF)	(61)
4.1.1	LAPF 基本特征	(61)
4.1.2	LAPF 帧结构	(62)
4.1.3	LAPF 帧交换过程	(68)
4.1.4	LAPF 管理功能	(73)
4.2	数据链路层核心协议	(74)
4.2.1	帧中继的帧结构	(75)
4.2.2	帧中继对无效帧的处理	(75)
4.2.3	数据链路层核心协议在 ISDN 协议结构中的位置	(76)
4.2.4	数据链路层核心业务的数据传送功能	(77)
4.2.5	帧中继层管理功能	(79)

4.3	帧中继的寻址功能	(80)
4.4	帧方式的基本呼叫控制协议	(81)
4.4.1	提供帧中继 SVC 业务的方式	(82)
4.4.2	呼叫控制状态	(83)
4.4.3	呼叫控制协议的消息类型及消息结构	(85)
4.4.4	帧方式呼叫控制程序	(90)
4.4.5	用于永久虚连接(PVC)的附加程序	(94)
第五章	帧中继用户接入及帧中继设备	(96)
5.1	帧中继用户接入	(96)
5.1.1	用户接入规程	(96)
5.1.2	用户接入电路	(100)
5.1.3	用户入网方式	(102)
5.2	帧中继用户接入设备	(102)
5.2.1	帧中继终端	(103)
5.2.2	帧中继装/拆设备	(104)
5.2.3	路由器和网桥	(104)
5.3	帧中继交换机	(107)
5.3.1	帧中继交换机基本功能特性	(108)
5.3.2	几种典型的帧中继交换机	(109)
第六章	ATM 技术	(132)
6.1	引言	(132)
6.2	ATM 的基本概念	(133)
6.2.1	定义描述	(133)
6.2.2	ATM 信元	(134)
6.2.3	ATM 的基本原则	(139)
6.2.4	基本的结构	(141)
6.3	ATM 的业务功能	(142)

6.4	AAL 层协议	(145)
6.4.1	AAL1	(146)
6.4.2	AAL2	(147)
6.4.3	AAL3/4	(148)
6.4.4	AAL5	(153)
6.5	ATM 层的基本功能	(156)
6.5.1	信元复用与交换	(156)
6.5.2	净荷类型指示	(158)
6.5.3	拥塞控制	(158)
6.5.4	接入流控(GFC)	(159)
6.6	接口	(160)
6.7	宽带信令	(161)
6.7.1	概述	(161)
6.7.2	用户接入信令	(162)
6.7.3	NNI 信令	(172)
6.7.4	P—NNI	(183)
6.7.5	BICI	(184)
6.8	ATM 的标准化	(186)
6.8.1	进展情况	(186)
6.8.2	ITU—T 各研究组 B—ISDN 标准一览表	(190)
第七章	帧中继网络与其它网络的互通	(196)
7.1	帧中继与帧交换之间的互通	(197)
7.1.1	呼叫控制要求	(197)
7.1.2	数据传送要求	(197)
7.2	帧中继网络与 PSPDN 之间的互通	(199)
7.2.1	数据传送要求	(199)
7.2.2	呼叫控制映射方式互通	(200)
7.2.3	端口接入方式互通	(203)

7.2.4	两个 PSPDN 节点经由 FR 网络互连	(207)
7.2.5	FR 和 PSPDN 之间的连接安排	(207)
7.3	帧中继网络与 ISDN 之间的互通	(211)
7.3.1	帧中继网络与提供电路交换业务的 ISDN 之间的互通 ...	(211)
7.3.2	帧中继网络与提供 X.31 方式 B 的 ISDN 之间的互通 ...	(214)
7.4	帧中继网络与宽带 ISDN 之间的互通	(218)
7.4.1	网络互通	(220)
7.4.2	业务互通	(228)
7.4.3	控制平面互通要求	(233)
7.5	帧中继网间互连	(235)
7.5.1	网络—网络接口参考模型和性能参数	(235)
7.5.2	帧中继网络功能结构	(237)
7.5.3	拥塞管理	(238)
7.5.4	PVC 管理要求	(239)
7.5.5	SVC 呼叫控制要求	(240)
7.5.6	网络—网络低层要求	(240)
第八章	帧中继的网络技术	(241)
8.1	建立帧中继的必要考虑	(241)
8.2	组网技术	(242)
8.2.1	拓扑结构	(242)
8.2.2	国外帧中继的组网	(243)
8.2.3	基于 ISDN 提供帧中继业务	(245)
8.2.4	基于 X.25 设备提供帧中继业务	(247)
8.2.5	专门组建帧中继网	(248)
8.3	帧中继网络技术平台的比较	(250)
8.3.1	电路方式	(250)
8.3.2	帧方式	(251)
8.3.3	非标准信元方式	(251)

8.3.4	ATM 信元方式	(252)
8.4	网络服务质量	(253)
8.4.1	服务质量参数	(253)
8.4.2	传输质量	(255)
8.4.3	可用性指标	(255)
8.4.4	时延、失帧和误帧的说明	(256)
8.5	拥塞管理	(258)
8.5.1	拥塞管理的目标	(258)
8.5.2	拥塞控制的要求	(260)
8.6	帧中继的网络管理	(261)
8.7	计费方式	(264)
8.8	帧中继技术的发展	(265)
第九章	帧中继的测试	(266)
9.1	测试类型及内容	(266)
9.1.1	连接测试	(267)
9.1.2	配置测试	(267)
9.1.3	协议测试	(268)
9.1.4	使用测试	(268)
9.1.5	性能测试	(269)
9.2	协议测试方式	(270)
9.2.1	协议监视	(270)
9.2.2	协议的模拟和仿真	(270)
9.2.3	一致性测试	(272)
9.2.4	协议一致性测试的应用	(276)
9.2.5	互操作性测试	(277)
9.2.6	测试软件的编制	(278)
9.3	测试工具	(280)
9.3.1	协议测试仪的一般功能	(280)
9.3.2	协议测试仪的基本功能	(283)

第一章 数据通信技术方式的演变

1.1 概述

随着世界经济、技术的迅速发展,现代社会将进入一个信息化的新时代。目前信息化最重要的工作是建立一个现代化的信息网络,该网络的基础是电信技术和计算机技术的结合。而完成计算机之间、计算机与终端以及终端与终端之间的信息传递的通信方式和通信业务就是数据通信。

为了实现数据通信,必须进行数据传输,即将位于一地的数据源发出的数据信息通过传输信道传送到另一地的数据接收设备。也就是说在发送设备和接收设备之间进行信息传递。这种被传递的信息类型是多种多样的,应用的领域也日益广泛。其典型的应用有文件传送、电子信箱、可视图文、文件检索、远程医疗诊断等。

数据通信网是为提供数据通信业务而组成的电信网。随着数据通信技术的发展和演变,其网络交换技术有电路方式、分组方式、帧方式、信元方式和交换型多兆比特数据业务(SMDS)。

本章将概要介绍这几种数据通信的技术方式。

1.2 电路方式

电路方式是从一点到另一点传递信息的最简单的方式。电路方

式是基于电话网电路交换的原理,即当用户要求发送数据时,交换机就在主叫用户终端和被叫用户终端之间接续一条物理的数据传输通路,这种传输通路是双向的。图 1.1 给出了一个采用电路方式传送数据信息的示意图。

图中数据终端设备通过 RS-232 接口与调制解调器相接,然后通过用户线接至交换机,在对端采用对称的连接方式,构成一条实际的物理电路。

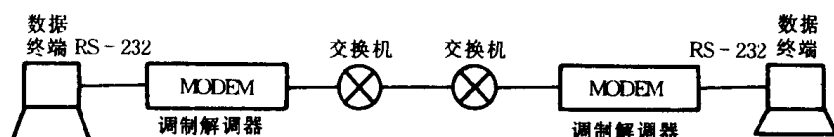


图 1.1 电路方式示意图

电路方式属于预分配电路资源系统,即在一次接续中,电路资源预先分配给一对用户固定使用,不管在这条电路实际有无数据传输,电路一直被占用,直到双方通信完毕拆除连接为止。

采用电路方式进行数据通信,可以采用公用交换网络,即电话网(PSTN),也可以采用专线方式,即数字数据网(DDN)。DDN 一般用于向用户提供专用的数字数据传输信道,或提供将用户接入公用交换网的接入信道。这种专线方式不包括交换功能。图 1.2 给出了两个计算机采用专线方式进行数据通信的示意。图 1.3 示出了两个局域网间通过传输设备的物理连接。

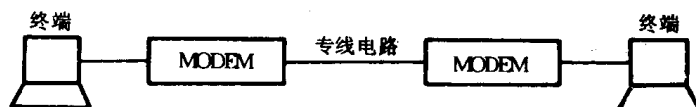


图 1.2 终端采用专线连接的示意图

电路方式的特征是整个接续路径采用物理连接,所以有三大显著特点:

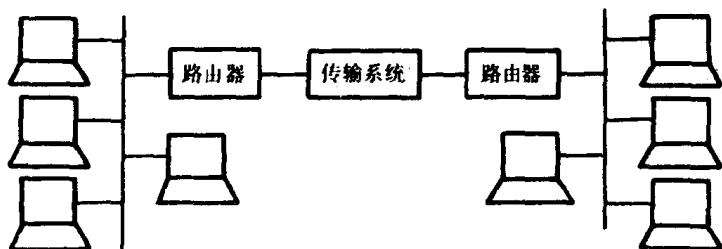


图 1.3 局域网通过传输设备连接的示意图

(1)信息传输时延小。对于一个固定的连接,其信息传输时延是固定的。

(2)电路是“透明”的,即发送端用户送出的信息通过电路连接毫无限制地被传送到接收端。所谓“透明”是指传输通路未对用户信息进行任何修正或解释。

(3)信息传送的吞吐量大,即可以根据信息量的大小选择所需要的传输速率通道。

但是采用电路方式传送数据也有缺点。其主要缺点是所占用的带宽是固定的,所以网络资源的利用率较低。由于通信的传输通路是专用的,即使在没有数据传送时,别人也不能使用,所以采用电路方式进行数据通信的效率较低。用户在租用数字专线传递数据信息时,也要承受较高经济代价。

1.3 分组方式

分组方式是一种存储转发的交换方式。它是将需要传送的信息划分为一定长度的包,也称为分组,以分组为单位进行存储转发的。而每个分组信息都载有接收地址和发送地址的标识,在传送数据分组之前,必须首先建立虚电路,然后依序传送。

在分组交换网中为什么在一条实际的电路上能够传输许多对用

户终端间的数据而不互相混淆呢？它的基本原理是把一条电路分成若干条逻辑信道，对应每一条逻辑信道有一个编号，称为逻辑信道号，将两个用户终端之间的若干段逻辑信道经交换机链接起来构成虚电路。

分组方式在线路上采用动态复用的技术来传送各个分组，带宽可以动态复用。用户在接入分组交换网时可以通过分组装拆设备（PAD，该设备的主要功能是把普通字符终端的非分组格式转换成分组格式）把各终端的字符数据流组成分组，在集合信道上以分组交识复用。使多个用户可以共享一个分组连接。用户采用 PAD 接入分级组网的示意如图 1.4 所示。

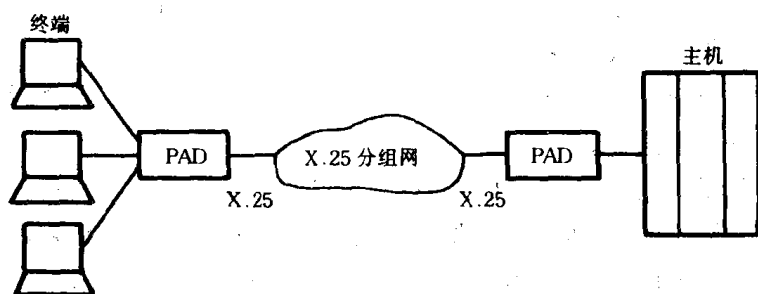


图 1.4 终端使用 PAD 接入 X.25 分组网

一般终端送出的信息，经交换机的分组装拆功能构成分组，存储到分组交换机的存储器内，接着就可以和来自其他终端的分组一起，以动态复用的方式，通过一条高速传输线路进行传输，从而提高了传输线路利用率。如果是一个分组型终端，可以直接进入交换机而无需经过分组装拆设备。发送侧送出的分组，按其控制信息在网内传送，一直传送到目的地交换机，再经用户线传送到接收终端。如果接收终端是一般终端，则仍需交换机内的 PAD 设备进行处理，把分组恢复成原始电文。如果接收终端是分组式终端或计算机，则可按其原样传送到接收终端，由该终端或计算机直接处理。在这种情况下，分组终端可以采用分组多路复用方式，通过一条用户线同时和多个对方终

端进行通信。

在分组交换方式中,由于能够以分组形式把发送终端的数据信息暂存在交换机的存储器内,在交换机内进行各种变换处理,从而很容易地实现不同速率、码型和规程的终端间的通信,这在以前的通信网中是不能实现的。

常用分组方式有以下几个特点:

①传输质量高

分组交换方式具有差错控制功能,它不仅在节点交换机之间传输分组时采取差错校验与重发的措施,而且对于分组型终端,在用户线部分也可以进行同样的差错控制,因而使分组在网内传送的出错率大大降低,一般传输电路的误码率在 1×10^{-5} 的情况下,网内全程的比特差错率在 1×10^{-10} 以下。这比现有公用电信网的传输质量大为提高。

②可靠性高

在电路交换方式中,一次呼叫的通信电路固定不变。而分组交换则不同。报文中的每个分组可以自由选择传输途径。由于分组交换机至少与另外两个交换机相连接,当网内发生故障时,分组仍能自动选择一条避开故障地点的迂回路由传输,不会造成通信中断。

③为不同种类的终端相互通信提供方便

如前所述,分组交换网能够进行存储转发交换方式的工作,并且以X. 25建议的规程向用户提供统一的接口,从而能够实现不同速率、码型和传输控制规程终端间的互通,同时也为异种计算机互通提供方便。由于分组交换网以X. 25规程为基础,因而人们习惯称之为“X. 25网”。

④分组多路通信

由于每个分组都含有控制信息,所以,分组型终端尽管和分组交换机间只有一条用户线相连,但可以同时和多个用户终端进行通信。这是公用电话网和用户电报网等现有公用网以及电路交换的公用数据网所不能实现的。