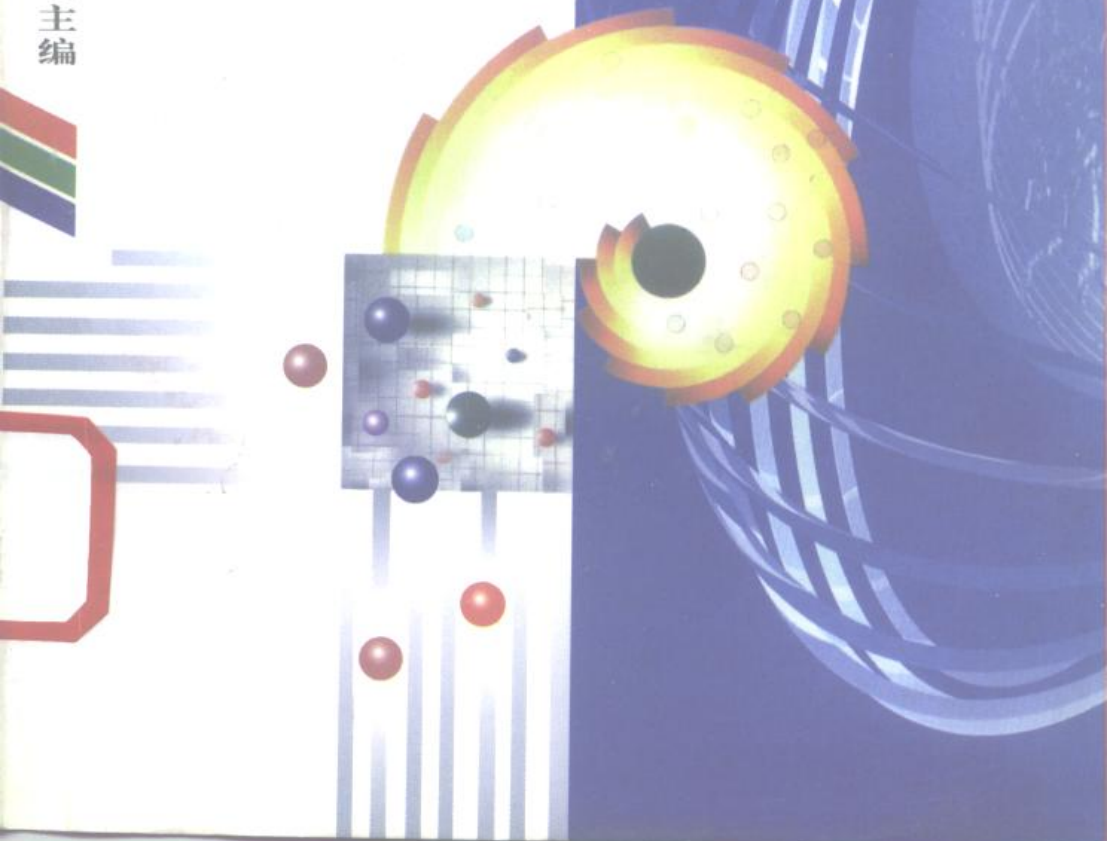


分组交换

郑维强 编著
杜金友

电信高技术普及丛书 / 邮电部科学技术司主编



TN 916.427

乙41

190298

电信高技术普及丛书

分 组 交 换

邮电部科学技术司 主编

郑维强 杜金友 编著

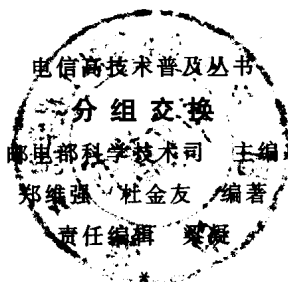


人民邮电出版社

DV68/02
内 容 提 要

分组交换是为适应计算机通信和数据通信而发展起来的一种先进通信方式,目前中国公用分组交换网已建立并已开放业务。本书主要介绍了分组交换的基本概念。分组交换网的组成、网络接口及有关 CCITT 建议,并介绍了我国公用分组交换网的 DPN-100 设备,最后还介绍了分组交换技术的新发展。

本书可供从事通信工作的管理干部和工程技术人员阅读,也可作为大专院校通信专业的教学参考书。



人民邮电出版社出版发行
北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

*

开本: 787×1092 1/32 1996 年 5 月 第 1 版
印张: 4.25 1996 年 5 月 北京第 1 次印刷
字数: 91 千字 印数: 1—5 000 册

ISBN 7-115-06093-2/TN·1072

定价: 6.00 元

丛 书 前 言

在世纪之交,中国通信事业面临着机遇和挑战。经济增长、社会发展、人们物质生活及精神生活水平的提高对通信提出了更新、更高的要求。满足社会对通信的需求成为国民经济发展的重要任务之一,也是通信工作者的光荣职责。

目前全国正在贯彻落实邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的思想和科教兴国的战略方针,我国通信发展也确立了“依靠科技进步,促进通信发展”的方针。立足高起点,采用新技术,用先进设备装备通信网是目前发展通信的重要任务。通信发展要依靠科技,科技进步要依靠高素质的通信人才,因此,大力提倡广泛地学习科技知识,加强企业的科学普及工作,真正使科学技术服务于企业的发展。

邮电部科学技术司和人民邮电出版社应广大电信职工和管理干部的要求,共同组织科技工作者、院校教师、企业工程技术人员编写这套电信高技术普及丛书。该丛书主要涉及程控交换、光纤通信、移动通信、数据通信、卫星通信、7号信令网、数字同步网、电信管理网、智能网、综合业务数字网等。目的是帮助广大通信工作者学习、掌握电信高新技术,为建设一支整体素质好、管理水平高、专业技术精、业务能力强的通信职工队伍服务。

为了跟踪世界通信高技术的发展,满足读者多方面的要求,希望广大读者提出宝贵意见,以便出好这套丛书。

邮电部科学技术司

1996年3月

目 录

一、概述	1
1. 什么是分组交换	2
2. 分组交换的基本原理	3
3. 分组交换需要解决的若干问题	5
4. 分组交换方式的特点	7
5. 电路交换和分组交换呼叫建立过程的比较	9
二、分组交换网	11
1. 分组交换网的构成	11
2. 分组交换网各部分功能	11
3. 分组交换网提供的业务功能	18
4. 我国公用分组交换网的概况	19
5. 网络编号计划	23
三、分组交换的通信协议	29
1. 开放系统互连(OSI) 模型	29
2. 物理层接口	31
3. 链路层数据传输控制	38
4. 链路建立、帧传送、链路拆除过程	45

5. 分组层接口控制	48
6. 虚呼叫建立、数据传输、虚呼叫释放	53
四、PAD 设备	68
1. PAD 的基本功能和用户选择功能	70
2. 非分组数据终端的接入控制	72
3. 本地 PAD 与远端 PAD 或 PT 与 PT 之间的通信控制	74
五、网络间互连	76
1. 公用分组网间互连	76
2. 分组交换网与电话网之间的互连	83
3. 分组交换网与用户电报网之间的互连	84
4. 分组交换网与局域网(LAN)互连	85
5. 分组交换网与 ISDN(综合业务数字网)的互连	87
6. 网间互连时的非技术问题	90
六、DPN-100 分组交换设备	92
1. DPN-100 分组交换机的构成	92
2. DPN-100 软件系统	98
3. 网络管理系统	101
4. 网络性能	104
七、分组交换技术的新发展	117
1. 帧中继(FRAME RELAY)技术	117
2. 异步传递模式(ATM:Asynchronour Trandfer	

Mode) 123

一、概 述

1961年波尔·布朗(Poul Baran)在美国空军 PADN 项目的研究报告中提出了一个建立具有高可靠性的通信系统的方案。在这个方案中,提出了在遇到强敌攻击时具有高残存性和高可靠性的网络技术,即利用分散网的形式将通信内容(也称为报文或数据报文)分割成块进行存储、传送的技术。

在这篇报告中,波尔·布朗不仅指出了这种分散网的技术能使网络在一部分被破坏后仍可通信,而且预示这项技术可以形成能提供多种通信业务的数字、数据分散网络,进而建立包括传送语音信号在内的数字综合网。根据这篇报告,美国国防部委托 BBN(Bolt Beranek and Newman) 公司进行这种计算机通信网的开发,并于 1969 年完成了被称为 ARPA(Advanced Research Project Agency) 的网。这就是世界上第一个应用分组交换技术的计算机通信网。从此以后一些国家对分组交换技术进行了不断的研究和开发,出现的公用分组交换网有加拿大的 DATAPAC(1977 年开放

业务),法国的 TRANSPAC(1978 年开放业务),英国、日本、比利时、荷兰、西班牙等国也相继建立了公用分组交换网。我国 1988 年引进法国的设备建成了第一个实验公用分组交换网(CNPAC)并开放了各种业务,近几年又引进加拿大北方电讯公司(NORTHERN TELCOM)的 DPN-100 设备系统,于 1994 年 9 月建成新的公用分组交换网(CHINAPAC)——全国骨干网。

目前,随着计算机本身性能的不断提高以及微处理机和个人计算机的普及,计算机通信网在各个领域正在得到越来越广泛的应用,它将成为能够传输数据、文字、图像等多种信息的网络。而分组交换技术则将在这种新型通信网中发挥重要作用。

1. 什么是分组交换

这里所说的分组就是把数据报文按一定规则进行分割而成的数据段,并给每一数据段加上的发信终端和收信终端的地址和一些其他控制信息(分组的形成见图 1.1)。分组交换就是采用存储转发方式以“分组”为单位在网内传输信息。分组交换所用的传输信道既可以是数字信道,也可以是模拟信道。

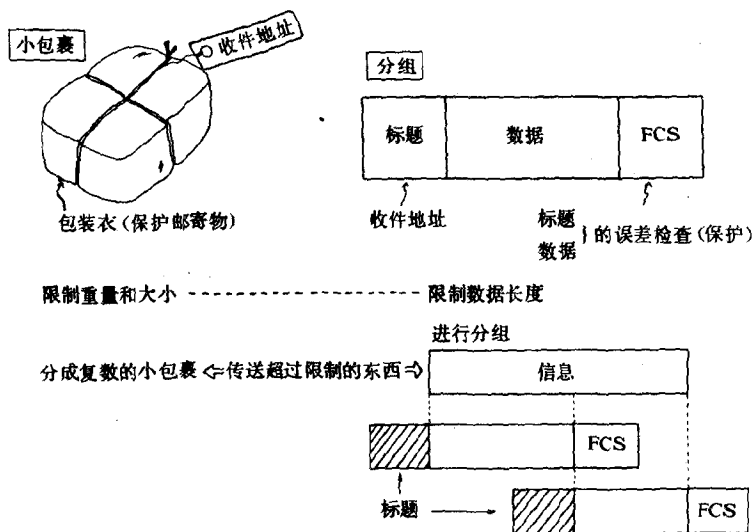


图 1.1 分组形成示意图

2. 分组交换的基本原理

从非分组型终端(NPT:Not Packet Terminal)发送出的报文,一般是通过用户线传到分组复用设备(PMX:Packet Multiplexer)或分组交换机(PS:Packet Switching)的。数据报文在PMX(或PS)中由分组的组装/拆卸功能(PAD:Packet Assembly Disassembly)形成分组,并且被存入PMX(或PS)的存储器中。这些被存储的分组将和来自其它终端的报文分组一起

通过一条较高速(例如:48kbit/s)的数字传输线路在网内进行传送,这样做可以提高高速传输线路的利用率。从发送终端发出的各个分组,将由分组交换网根据分组内部的地址和控制信息被传送到与接收终端连接的交换机,但对于属于同一数据报文的不同分组所经过的传输路径却不是唯一的。也就是说根据交换网的当前状态,各分组交换机可以为分组选择各不相同的传输路径。各个分组交换机能够随时监测周围线路的工作情况,为准备发送的分组选择适当的传送路径,以避免线路过于拥挤造成网络阻塞。分组交换网的这一路径选择功能与电话网中的迂回功能的最大区别就在于:电路交换只能在建立通信的最初阶段进行线路选择,而在分组交换网中,对于一次通信过程中要传送的每一个分组,都能根据交换网当前的状况进行最佳路径的选择。相比之下,分组交换网所具有的路径选择功能的优越性是很明显的。

当分组通过分组交换网被传送到接收端的交换机之后,由分组交换机根据各个分组内所携带的分组顺序编号,对分组进行排列(顺序控制),并通过用户线把按顺序排列好的分组传送给相应的接收终端。如果接收终端是分组型终端(PT),就把已排好顺序的分组直接传送给接收终端,在这种情况下,分组型终端可以在一条用户线上对多个终端进行分组多路通信;如果接

收终端是非分组型终端(NPT),则需要用分组组装/拆卸功能(PAD),把数据分组恢复为原来的数据报文。

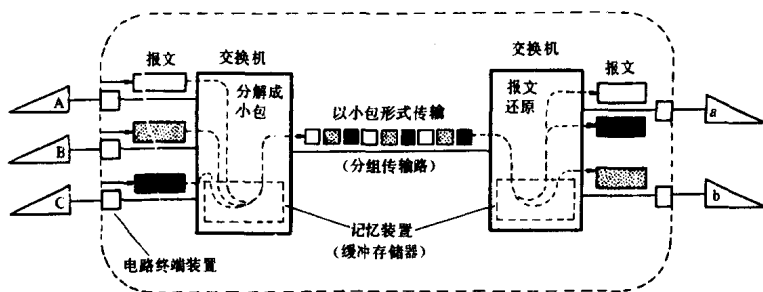


图 1.2 分组交换原理框图

3. 分组交换需要解决的若干问题

在采用分组交换方式之前,一般只能使用专用线或电话交换网等传输和交换媒质来进行数据通信。专用线可以由用户专用,不需要接续操作,具有较好的可靠性,但成本比较高。由于电话网本来并不是为数据通信而设计的,所以它虽然比专用线经济,但存在接续操作时间较长(影响接续质量)、在电话网中要通过多个交换机而产生较高的差错率(影响传输质量)等问题。为了解决专用线和电话网中存在的问题,做为低成本、高质量的数据通信媒质,而开发了分组交换方式。

但分组交换方式必须解决以下几个问题,才能适合数据通信的需要。

- ① 网的拓朴逻辑;
- ② 网内中继线的容量;
- ③ 数据的传输方式;
- ④ 数据的传输控制规程;
- ⑤ 交换局或集中局的存储容量。

为了解决以上这些问题,分组交换方式从 60 年代开始出现以来,在理论上得到了较充分的论证,技术上也得到了改进和提高。

首先,分组交换方式是把用户数据在交换局或复用器中临时存储并进行必要的处理,然后以较高的速率进行传输。因此,用户数据在网内的时延和网内的分组流量,基本可以用排队论进行解析。当然,考虑到概率的因素,问题是比较复杂的,以至于几乎不可能进行严密的计算,但可以得到相当正确的近似结果。

其次,由于通信终端在地理位置上的分散,使传输信息的确认应答成为问题。在发送端发送分组后,即使从接收端返回了肯定应答,也还要对该应答是否正确到达再给以应答,以至于陷入应答的无限循环之中。为避免这种情况的发生,研究了各种传输控制规程。

其三,为了有效地利用网内的交换机、中继传输线等资源,需要进行业务量控制(流量控制和阻塞控制)

以及路由选择等网络控制。业务量控制可以控制进、出网的数据量；而路由选择则是把通过业务量控制进网的分组数据高效率地传送到目的地必不可少的手段。由于用户数据是随机产生的，从而使以上的控制方法变得十分复杂。通常阻塞控制以及故障点的迂回控制并不是固定的，而是采用动态的方式。

其四，要用最低的成本来实现有一定能力的网，就会遇到网的拓扑逻辑的问题。从理论上讲，可以得到的解能达到天文数字，要从中选出最优解几乎是不可能的。所以，一般只能是采用当时认为是最优的解，同时进一步研讨求得最优解的方法。

最后，为了客观地表现网的质量，需要定义适当的性能指标。例如：网的流量可以用网的任意两点间的数据流量来计算，但考虑到业务量是随机发生的，其计算方法就变得十分复杂。还有接续时延、传输时延、传输误比特率和设备利用率等都是常用的性能指标。

4. 分组交换方式的特点

(1) 传输质量高

对每一个分组交换机之间传送的分组都要通过差错控制功能进行检验，当出现差错时，要求发送终端重新发送。由于采用了有效地差错检出和修正功能，分组在网内传送的过程中，其内容出现差错的概率非常小。

特别是对于分组型终端(PT),在用户线上也能进行差错检验。因此,分组交换网整网的平均误比特率可以达到 10^{-6} 以下,分组交换网与现存的其他公用网相比,传输质量得到了很大的提高。

(2)可靠性高

在分组交换方式中,即使网内的某一局部发生故障,网络也能保证提供高可靠性的服务。这是由于在分组交换网中,所有的交换机都至少与两个相邻交换机相连,能够使分组自动选择避开故障点的迂回路由进行传送。

(3)可在不同种终端之间通信

如前所述,分组交换网是以存储交换方式进行工作的。分组交换机把从发送终端送出的报文变换为接收终端能够接收的形式进行传送。因此,在分组交换网中,能够实现通信速率、编码方式、同步方式以及传输控制规程不同的终端之间的通信。这一点在现存的其它公用网中是无法想象的。由于这一特点,使得使用某种特定终端的用户,能够与网中所有种类的计算机通信;反之,使用某种机型计算机的计算中心,也可以对几乎所有终端提供服务。

(4)分组多路通信

由于在分组中既含有用户数据信息又含有用户地址信息,分组型终端只要通过一条用户线与分组交换

机相连接,就能同时与网内的多台终端进行报文的发送和接收。也就是说,分组型用户和网之间只要有一条用户线连接,就能和多台终端同时通信。

(5) 收费与分组数量成比例

在分组交换方式中,由于来自终端的数据要在交换机内进行存储,并经过交换机传送,因此交换机能够正确掌握来自任一终端的数据量。所以,分组交换网能够采用根据数据量,而不是根据通信时间计费的计费方式。

另外,由于采用分组多路通信方式能够高效率地使用中继线,也减小了线路费用对整个通信费用的影响。因此,由距离产生的通信费用差别变小了。在有些极端的场合下,可以完全根据数据量收费,而与传输距离无关。

5. 电路交换和分组交换呼叫建立过程的比较

(1) 两种交换方式的共同点

① 两种交换方式同属于端到端的连接方式,即从一个 DTE(Data Terminal Equipment)/DCE(Data Circuit — Terminating Equipment)接口到另一个 DTE/DCE 接口的连接;

② 两种交换方式的呼叫过程中都含有呼叫建立阶段、数据传输阶段及链路释放阶段;

③ 按照 OSI 的概念,它们同属于建议的下级功能;

④ 在传输数据时,从一端输出的数据与另一端输入的数据,在顺序上是相同的。

(2) 两种交换方式的不同点

① 分组交换的连接是虚连接(逻辑上的连接);而电路交换的连接可以理解为实连接(物理的连接),它是两个 DTE/DCE 接口之间在各种性能参数固定不变的数据电路;

② 分组交换方式中电路采用分组多路复用方式,而在电路交换方式中电路由一对用户独占;

③ 分组交换方式可在不同速率和数据结构的 DTE 之间传输数据,而电路交换方式只能在全部技术指标相同的两个 DTE 之间传输数据;

④ 在分组交换方式中用户可以使用快速选择功能,即在执行呼叫建立及释放两个阶段中,就可以传送分组数据,而电路交换方式只有在数据传输阶段才能传送数据;

⑤ 使用分组交换方式,要求网络具有较大的数据缓冲区和较强的数据处理能力;而电路交换只完成端到端的通信,网络功能及 DTE 之间的接口较为简单。