

国防科技大学出版社

王宝智 编著



计算机 网络 技术及应用

JISUANJIWANGLUOJISHUJIYINGYONG

TP393

W12

444667

计算机网络技术及应用

王宝智 编著

国防科技大学出版社

• 长沙 •

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术及应用/王宝智编著. —长沙:国防科技大学出版社,1999.2
ISBN 7-81024-518-X

I. 计算机网络技术及应用

II. 王宝智

III. ①计算机②网络技术③应用

IV. TP393

JS152 / 15

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4555681 邮政编码:410073

E-mail:gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:罗青 责任校对:黄煌

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:19.25 字数:445千

1999年2月第1版 1999年9月第2次印刷 印数:3001—8000册

*

定价:23.00元

内 容 提 要

本书全面总结了计算机网络发展近 30 年来的主要成果,并展望未来若干发展方向。全书共九章,分为三大模块,对应三个层次。第一个模块包括第一、二、三、四章,是全书的第一个层次,主要介绍计算机网络的基本原理和技术。第二个模块包括第五、六、七章,是全书的第二个层次,主要介绍典型的计算机网络系统及网络互连。第三个模块包括第八、九章,是全书的第三个层次,主要介绍计算机网络应用系统的开发和国际互联网。

本书语言简练,内容翔实,体系完整并配有小结和思考题,适合计算机本科教学使用,也可以作为相关专业的本科生、研究生参考使用。

前 言

人类社会在经历了农业社会和工业社会之后,已经进入了信息社会的知识经济时代。20 世纪下半叶的发展进程,揭示了信息社会的基础设施是计算机、通信和网络。当前,全球公认的社会信息化的支撑是“国家信息基础设施”(National Information Infrastructure),自 1993 年 NII 被正式提出后,一场激烈的 NII 竞赛迅速在全球展开。可以预见,NII 是一项全人类的跨世纪信息大会战。

NII 的基本目标是要为即将到来的 21 世纪的“信息文明”打好物质基础,使本国人民拥有良好的信息环境,做到无论何时何地都能以最好的方式(图、文、声、数并茂)与世界各地的人们进行信息交流,使每个人都能克服因各自所处地理位置、经济状况以及身体缺陷等种种限制而造成的获取信息的不公平,从而最大限度地发挥每个人的聪明才智,创造平等的机遇。

NII 的预期效益有很多方面,就目前的认识,它们将表现在以下几个方面:

- (1) 全国生产率可提高 20~40 个百分点。
- (2) 办公方式将逐步实现由集中走向分散,从而缓解因能源、交通紧张引起的社会问题。
- (3) 利用 NII 可以发展电子教育网络、电子医疗网络、电子科研网络和电子文化网络等社会增殖网络。
- (4) 利用 NII 可以发展电子经济和无纸贸易。
- (5) 完善电子商标、电子签名等技术的安全性和可靠性,通过立法使其具有有效的法律地位。

由上可知 NII 对未来人类社会的发展是何等的重要。

计算机网络之于 NII,恰如 NII 之于信息社会,脉络之于人体,其重要性不言而喻。

本书前四章分析计算机网络的基本原理和技术,主要包括数据交换技术、服务类型、OSI/RM 协议标准、典型的局域网技术和广域网技术,其中快速以太网技术和 ATM 技术的内容相当新颖。第五、六章详细介绍了 Novell 网络系统和 Windows NT 网络系统。这两个系统在我国的应用非常广泛,掌握和应用它们具有重要意义,相信这两章的内容对读者会有很大的帮助。第七章分析了网络互连的原理和典型的互连网协议 TCP/IP。在第八章中,作者结合自身的工程实践经验,介绍了网络应用系统的开发和网络编程的基本方法,对培养学生利用网络解决实际问题的能力起到一定的作用。第九章讲述 Internet 的基本概念、服务、上网浏览和信息分布等内容,帮助学生学会使用 Internet。

总的来说,本书第一、二、三、七章重点讲授基本知识,其它章节重在培养应用能力。传授知识是手段,培养能力是目的。

本书是作者在研读了大量计算机网络专著、查阅了大量有关资料并结合自身的教学科研经验写成的。本书力求全面总结计算机网络发展 30 年的主要成果并展望其未来若干发展方向。

作者写这本书的原动力是要为日益重要的计算机网络的课堂教学提供一个蓝本,为学生提供一个较为全面系统的知识结构。但随着我们编著工作的深入,作者愈感这一工作对于提高教学质量,对于培养高水平的国防科技人才的重要性。因此,在指挥技术学院领导、教材管理部门、教材编辑室和教研室等同志们的关怀支持下,作者三易其稿,使得本书能以一个较为成熟的版本呈献给读者。

谨此,作者向他们表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中不当之处,恳请批评指正。

作者

1998年6月

目 录

第一章 绪 论

第一节 计算机网络的基本概念	(1)
第二节 计算机网络分类及应用	(5)
第三节 计算机网络数据交换方式和服务类型	(7)
第四节 计算机网络的基本组成	(10)
小结	(12)
课外阅读 从 Hub 到 Switch	(12)
思考题	(15)

第二章 计算机网络体系结构

第一节 计算机网络的结构	(16)
第二节 计算机网络协议	(21)
第三节 物理层和数据链路层	(22)
第四节 网络层	(28)
第五节 传输层	(31)
第六节 会话层、表示层和应用层	(33)
小结	(36)
课外阅读 计算机网络技术标准化组织	(37)
思考题	(37)

第三章 局域网技术与应用

第一节 局域网概述	(38)
第二节 以太网技术	(40)
第三节 令牌网技术	(49)
小结	(55)
课外阅读 Ethernet 与 ATM	(55)
思考题	(57)

第四章 广域网技术及应用

第一节 广域网概述	(58)
第二节 综合业务数字网	(59)
第三节 帧中继	(68)
第四节 异步传输模式	(74)
第五节 ATM 与 IP 的结合	(87)
小结	(117)

课外阅读 I 提高 LAN 性能的途径	(117)
课外阅读 II Gigabit Ethernet、ATM 谁当骨干	(118)
思考题	(120)

第五章 Novell 网络系统

第一节 Novell 网络综述	(122)
第二节 Novell 网络的组网	(132)
第三节 Novell 网络使用基础	(137)
第四节 普通用户使用技术	(142)
第五节 文件服务器控制台管理员使用技术	(153)
小结	(164)
思考题	(164)

第六章 Windows NT 系统

第一节 Windows NT 概述	(165)
第二节 安装 Windows NT Server	(173)
第三节 网络工作站的设置及登录	(181)
第四节 系统管理员操作技术	(187)
第五节 网络打印管理	(194)
小结	(199)
思考题	(199)

第七章 网络互连

第一节 互连原理	(200)
第二节 网际协议的功能和服务	(204)
第三节 计算机网络典型互连方式	(210)
第四节 典型互连网络协议 TCP/IP	(212)
小结	(217)
课外阅读 TCP/IP 寻址方案	(217)
思考题	(219)

第八章 网络应用系统开发基础

第一节 应用系统的需求分析	(220)
第二节 系统总体设计	(224)
第三节 网络应用系统的开发模式	(227)
第四节 网络应用系统集成	(231)
第五节 网络编程	(234)
小结	(245)
思考题	(245)

第九章 Internet

第一节 概述	(247)
--------------	-------

第二节 与 Internet 联网	(260)
第三节 WWW 和 HTML	(266)
第四节 Netscape 导航系统	(271)
第五节 制作主页	(276)
小结	(285)
课外阅读 I Windows 下常见的 Internet 工具资源表	(286)
课外阅读 II 国内部分 Internet 中文站点	(287)
思考题	(296)

参考文献

第一章 绪 论

第一节 计算机网络的基本概念

一、计算机网络的定义

计算机网络是指互连起来的独立自主的计算机的集合。“互连”意味着相互连接的两台计算机能够互相交换信息。连接包含两个层次：一是指物理上的连接,通过传输介质和设备实现;二是指逻辑上的连接,由网络软件实现。

二、拓扑结构

拓扑结构是指网络中计算机及其它设备的连接关系。拓扑结构隐去了网络的具体物理特性(如距离、位置等)而抽象出节点之间的关系加以研究。典型的拓扑结构有以下几种:

1. 总线型

总线型结构就是将各个节点(服务器、工作站等)用一根总线(如同轴缆、双绞线、光纤等)连接起来。总线型拓扑结构的特点是计算机都连接到同一条公共传输介质(总线)上,计算机相对于总线的位置关系是平等的,如表 1-1 所示。总线结构的优点是节点的插入和拆卸非常方便,易于网络扩充,网络可靠性较高;缺点是存在总线访问冲突和竞争,不适用于实时环境。

2. 星型

星型结构以中央节点为中心,用单独的线路使中央节点与其它站点相连,各站点间的通信都要通过中央节点。这种结构主要用于分级的主从式网络,采用集中控制,中央节点就是控制中心。星型拓扑结构的特点是计算机都连接到一个中央节点上,计算机相对于中央节点的位置关系是平等的,如表 1-1 所示。星型结构的优点是增加站点容易,成本低;缺点是中央节点出故障时会导致整个系统瘫痪,故可靠性较差。

3. 环型

环型拓扑结构的特点是计算机相互连接而形成一个环。实际上,参与连接的不是计算机本身而是环接口(一种数据收发设备),计算机连接环接口,环接口又逐段连接起来而形成环。如表 1-1 所示。

例如环型局域网是由一组转发器(Repeater,又称中继器)通过点对点链路连接成封闭的环所构成,每个工作站在转发器处与网络连接。环型拓扑结构的优点是无信道选择问题,网络管理软件比较简单;缺点是网络吞吐量小,不适宜于大信息流量的情况。

4. 树型

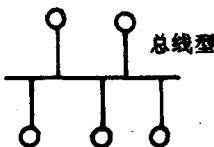
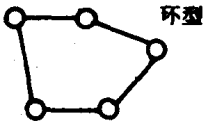
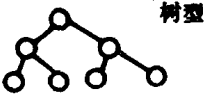
树型拓扑结构的特点是计算机既连接它的父节点(除根节点外)又连接它的子节点

(除叶节点外),连接关系呈树状,如表 1-1 所示。

几种拓扑结构的比较如表 1-1 所示。

一般地,不同拓扑结构的介质访问技术、性能(包括各种负载下的延迟、吞吐率、可靠性以及信道利用率等)、设备开销等有差别,适用的场合也不同。

表 1-1 局域网络的主要拓扑结构及比较

	传输方式 采用协议	优点	缺点	例
 星型	点一点 RS232	简便 广泛采用	可靠性差 站点数少	PBX
 总线型	数据包 CSMA Token Slot	分布式控制 无源抽头 连接简单	传输负载 无优先级	Ethernet PCnet Omninet
 环型	数据包 Token Passing	分布式控制 有序操作 距离远	有源抽头 可靠性较差	IBM Token Ring STARTA Link
 树型	线路交换 RS232 或 CSMA	层次式结构 分等级	网络控制 寻址复杂	Cluster One

近年来,随着局域网技术的发展,在上述四种拓扑结构的基础上,出现了混和型结构。如星型/总线结构、星型/环型结构。混和型结构可以充分利用各个子拓扑结构的优点,并且相互补充,从而获得较高的拓扑性能。

三、主机和接口信息处理机(IMP)

1. 主机

主机(Host)是指组成网络的独立自主的计算机,用于运行用户的应用程序,也有的文献称之为末端系统 ES(End System)。

2. IMP

IMP(Interface Message Processor)是指一组数据交换设备,由它们构成负责数据通信的物理介质网络,它可以是计算机、适配卡或其它专用设备(如光电转换设备、卫星收发设备等)。

四、通信子网

通信子网是指将入网主机(必要时通过 IMP)连接起来的实体。其任务是在主机之间传送信息,以提供通信服务。由于通信子网都是以可用的物理实体存在,所以又称物理网络。如图 1-1 所示。

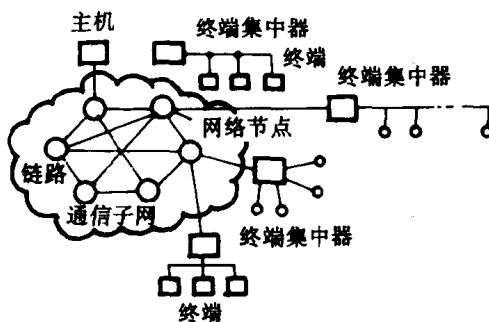


图 1-1 计算机网络的组成

五、点到点和端到端

通信子网内 IMP 和 IMP 之间的关系称为点到点,整个网络内主机和主机之间的关系称为端到端。

六、物理信道和逻辑信道

1. 物理信道

物理信道是指通信子网内传输数据信息的物理通道,它由传输介质和设备组成。

2. 逻辑信道

当计算机网络内多对主机之间共用一条物理信道时,物理信道被复用为逻辑信道,就好像有多条物理信道存在一样。不同主机之间的逻辑信道用不同的逻辑信道号标识,逻辑信道又称逻辑连接,如图 1-2 所示。

七、流量控制和拥塞控制

1. 流量控制

流量控制是指在通信子网内的点点之间,通过控制信道上数据的传输速度,使得接收设备在转发数据之前,有足够的缓冲区存储它们。

流量控制的主要目的是防止接收设备发生缓冲区溢出而丢失数据,所以流量控制是一个局部问题。

2. 拥塞控制

拥塞控制是指在计算机网络的端端之间,通过控制主机数据的传输速度,使得接收主机有足够的缓冲区存储数据。

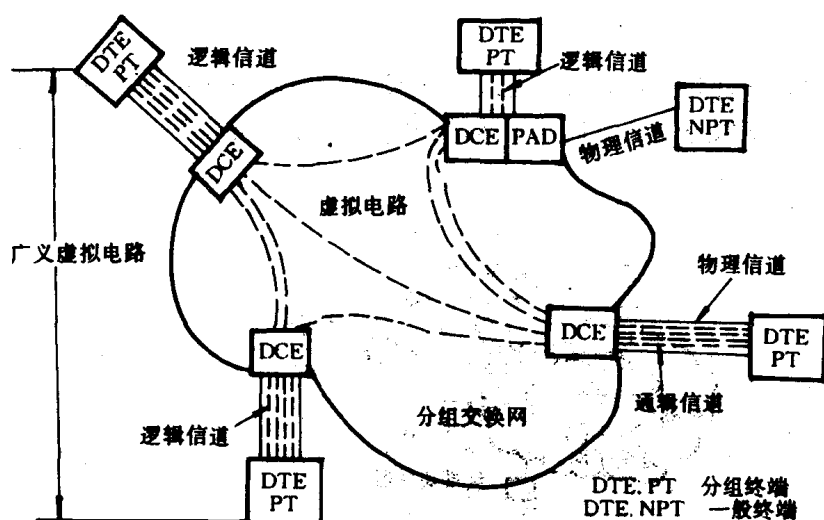


图 1-2 物理信道、逻辑信道和虚拟电路

拥塞控制的主要目的是平衡整个网络的数据流量,所以拥塞控制是一个全局问题。

网络局部的流量控制机制有助于整体的拥塞控制,另一方面,有效的拥塞控制机制也会利于局部的流量控制。

流量控制与拥塞控制示意图如图 1-3。

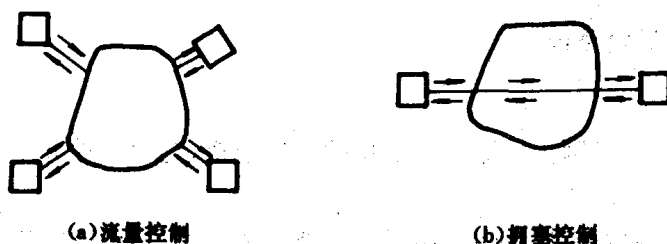


图 1-3 交通量控制

八、计算机网络的信道类型

信道是指网络中主机之间信息数据的传输通道。信道可分两类:

1. 点到点信道(Point-to-Pointing)

点到点信道是指网络中每两台主机、每两台 IMP 或主机与 IMP 之间都存在一条物理信道,机器(主机和 IMP)沿某条信道发送的数据确定无疑地只有信道另一端的唯一一台机器收到。

点到点通信方式应用于绝大多数的广域网中,如广域星型网、广域环型网。

点到点方式的优点是不存在信道的竞争问题,介质访问控制方法简单;缺点是会浪费一些信道带宽。

广域网之所以都采用点到点信道,正是利用带宽来换取信道访问控制的简化,因为在

长距离信道上一旦发生信道访问冲突,控制起来是相当麻烦和浪费的。

2. 广播信道(Broadcasting)

广播信道是指所有主机共享一条信息通道,某主机发出的数据,所有其它主机都能收到,如图 1-4 所示。

广播信道主要用于局域网,典型代表是总线网,局域环型网也是广播型的。

局域网的线路距离短,传播延迟小,信道访问控制相对容易。因此,局域网技术宁愿以额外的控制开销换取信道利用率,从而降低整个网络的成本。

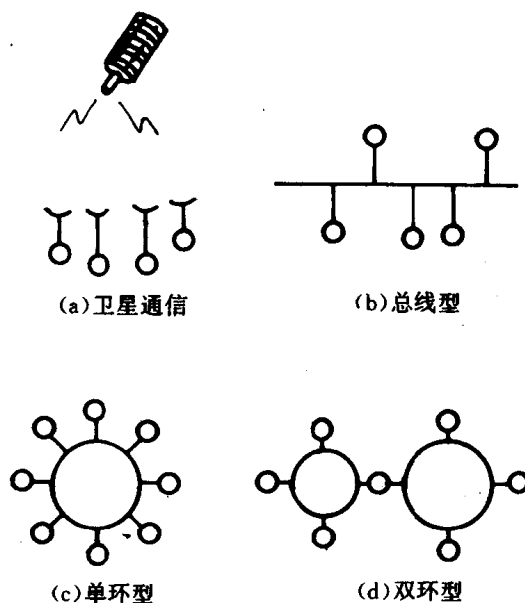


图 1-4 广播型通信网

第二节 计算机网络分类及应用

计算机网络的分类标准很多,能反映网络技术本质的划分标准是计算机网络的分布距离。按分布距离的长短,我们将计算机网络分为局域网(LAN)、都市网(MAN)、广域网(WAN)和互连网(Internet),其比较见表 1-2。

一、计算机网络类型

1. 局域网

局域网(LAN, Local Area Network)分布距离最短,是最常见的计算机网络。由于局域网分布范围极小,一方面容易管理与配置,另一方面容易构成简洁规整的拓扑结构,加上速度快、延迟小的优点,使之得到广泛应用。

表 1-2 计算机网络分类

分布距离	处理机位于同一	网络分类	速 度
10m	房 间	局域网	4Mbps~2Gbps
100m	建筑物		
1km	校 园		
10km	城 市	都市网	50kbps~100Mbps
100km	国 家	广域网	9.6kbps~45Mbps
1000km	洲或洲际	网间网	9.6kbps~45Mbps

2. 广域网

广域网(WAN, Wide Area Network)分布距离远,网络本身往往不具备规则的拓扑结构。由于速度慢,延迟大,入网站点无法参与网络管理,所以,它要包含复杂的交换设备IMP,IMP通过通信线路连接,构成网状结构(通信子网)。广域网中IMP负责路由寻径等重要的管理工作,入网站点只负责收发数据。

由此可见,广域网与局域网除在分布范围上的区别外,局域网不具有IMP这样的专用设备;局域网有规则的拓扑结构,广域网没有;局域网采用广播传输方式,广域网采用点到点传输方式;而且局域网不存在寻径问题。

3. 都市网

都市网(MAN, Metropolitan Area Network)的指标介于局域网和广域网之间,它是一种最新的物理网络技术,覆盖范围为中等规模区域(相当于一座大城市)。都市网中包含有负责寻径的交换单元。

4. 互连网

互连网(Internet)不是一种具体的物理网络技术,它是将不同的物理网络技术及其子技术统一起来的一种高层技术。

从表 1-2 可以看出,网络分布距离越长,数据传输速度越慢。广域网之所以采用点到点信道技术,而局域网一般采用广播信道技术,与速度有很大的关系。距离、速度和技术三者之间,通常存在这样的依赖关系:距离影响速度,速度影响技术细节。这就是以距离作为计算机网络分类根据的根本原因。

二、计算机网络的应用

概括起来,计算机网络的功能主要有两个方面:一是数据通信;二是资源共享。其中数据通信是手段,资源共享是目的。计算机网络正是通过数据的通信达到资源共享的目的。

根据计算机网络的分类,计算机网络的应用主要包括以下四个方面:

1. 局域网应用

计算机网络的早期应用主要是局域网。局域网具有结构规整、成本低、速度快、易管理的优点,成为实现有限区域内信息交换与共享的典型有效的途径。局域网典型的应用如教学科研单位的内部 LAN、办公室自动化 OA 网、校园网等。

2. 广域网应用

当前,局域网已经不能适应全球性信息共享的发展,计算机广域网技术迅速发展了起来。虽然,广域网不具备局域网结构规整、成本低、速度快、易管理的优点,但随着广域网速度的迅速提高,广域网的应用范围正在日益扩大,逐渐成为了实现国家级信息交换与共享的典型有效的途径。广域网典型的应用如信息高速公路、“三金”工程、电子海关、电子银行、电子政府等。

3. 都市网应用

介于局域网和广域网之间的都市网,随着城市信息化的发展,以及电子政府等新应用的推动,呈现出前所未有的发展势头。计算机都市网已经成为实现城市信息交换与共享的典型有效的途径。都市网典型的应用如城市电子政府、园区网、Intranet 等。

4. 国际互联网应用

国际互联网集各种计算机网络技术和通信技术之精华,已经成为了当前全球性的网络应用的博物馆和超级市场,而且是全球性的经济增长热点。国际互联网为计算机网络技术的应用开辟了无限广阔的空间,是建设未来全球信息高速公路的模型和推动力。国际互联网已经成为了实现洲际信息交换与共享的典型有效的途径。国际互联网典型的应用如国际电子邮件 E-mail、WWW、国际语音/数据网集成等。

第三节 计算机网络数据交换方式和服务类型

经典的数据交换方式主要有电路交换、报文交换和分组交换。随着通信技术和计算机网络技术的发展,又相继出现了帧中继(Frame Relay)、异步传输模式(ATM)等新的数据交换方式。数据交换方式作用对象是通信子网,采用不同交换方式的通信子网为网络高层提供了不同的服务,这些服务分为面向连接服务和无连接服务。

一、数据交换方式

交换(switch)的概念源于电话系统。当用户发出电话呼叫时,电话系统中的交换机在呼叫者电话与接收者电话之间寻找一条客观存在的物理通路,一旦找到物理通路,通话便建立起来,此时两端电话拥有该线路(专用),直至通话结束。

1. 电路交换

上述电话系统的交换方式就是电路交换(circuit switching)。电路交换的内部机制是:当交换机从一条输入线接到呼叫请求时,它首先根据被呼叫者的号码寻找一条合适的空闲输出线,然后通过硬件开关(比如电磁继电器)将二者连通。假如一次电话呼叫要经过若干交换机,则所有交换机都要完成同样的工作。电路交换的外部特征是通信两端一旦接通,便拥有了一条实际的物理线路,双方在通信过程中独占此线路直至通信结束。电路交换的实质是:在交换设备内部,硬件开关将输入线与输出线直接连通。

电路交换技术有两大优点:第一是传输延迟小,唯一的延迟是电磁信号的传播时间;第二是线路接通时,信道内不会发生冲突。第一个优点得益于一旦连接建立,便不再需要交换开销;第二个优点来自于独享物理线路。

电路交换有两大缺点:第一是建立电路连接所需时间长。在数据传输开始之前,呼叫信号必须经过若干中间交换机,得到各交换机的逐一认可,才能传到最终被呼叫方。这个过程常常需要 10 秒甚至更长时间。第二个缺点是由于独占电路会造成信道浪费,因为信道连接一旦建立,即便空闲,它也不能被其他用户所用。当然这种浪费也有好处:能给专用信道的用户带来高可靠性和良好的实时响应能力。

2. 报文交换

报文交换(message switching)不事先建立电路连接,当发送方有数据要发送时,它先把数据分块,每个数据块作为一个整体(叫做报文 message)交给交换设备,交换设备选择一条合适的空闲输出线,将报文通过该输出线传送出去。在报文交换中,交换设备的输入线和输出线之间不建立物理连接,这是与电路交换不同的地方。与电路交换另一有别之处是:报文在经由中间交换设备时,首先由交换设备存储起来,然后在适当的时机发送出去。这叫存储转发(store-and-forward)。

3. 分组交换

分组交换(packet switching)也是一种存储转发交换技术,其工作机制与报文交换很类似。区别之处在于:在报文交换中,数据块的大小没有严格的限制,而在分组交换中,数据块的格式有严格的规定(此时称之为分组,packet)。这样规定利于对数据块的存储缓冲及发送时间的控制,能保证任何用户独占线路都不能超过几十毫秒。一个明显受益的例子是分组交换比报文交换更适用于交互式通信。分组交换的另一优势是其吞吐率高,例如对具有多个分组的报文(在某 IMP 处),第 $N+1$ 个分组尚未被该 IMP 接收完之前,IMP 就能把已经收到的第 N 个分组向前传送了,这样就减少了时间延迟,提高了吞吐率。

分组交换又分为数据报和虚电路两种,两者的区别见表 1-3。

分组交换中存在的问题是:拥塞、报文分片与重组的开销大、分组丢失与乱序等。

计算机网络采用的数据交换方式是分组交换技术,也可采用报文交换,但绝不采用电路交换。有关数据交换技术的新发展我们将结合后面的专题介绍。

综上所述,交换方式的实质是一种在交换设备内部将数据从输入线切换到输出线的方式。上述两类交换方式(电路交换与存储转发)的关键区别在于:前者静态分配线路、后者动态分配线路。交换方式的分类如图 1-5 所示。

表 1-3 数据报与虚电路比较

项 目	虚电路	数 据 报
目的地址	仅在建立期间需要	每个报文都需要
差错处理	对主机透明(在子网内完成)	由主机完成
端一端流量控制	由子网提供	不由子网提供
包顺序	报文总是按发送顺序交给主机	报文按到达顺序交给主机
初始连接	需要	不可能

二、通信子网的内部机制

传统上绝大多数交换式通信子网采用分组交换技术。根据其内部机制的不同可以把