

交换技术的演进

1.1 电话交换技术

人类的历史可以追溯到几百万年以前，但人们开始利用自身以外的自然物质、自然力量和自然现象进行通信的历史只有近几千年才有记录。人们最早使用的通信工具可以认为是古代的“烽火”而类似的技术如“消息树”则在近代历史上还可找到它们的痕迹。

烽火的使用以及后来的邮驿通信，毕竟有很多局限性，但它一直沿用了漫长的历史年代，直至上一世纪末逐渐被新的通信工具——电报和电话所取代。电报和电话通信，虽然只有百年的历史，但电信技术发展到今天，可以说已经是无所不在了，而且通信新技术和新通信业务还在层出不穷。

1876年贝尔发明电话以后的很短时间里，人们就意识到应该把电话线集中到一个个中心点上，在这些中心点上可以把电话线连接起来，这就诞生了早期的电话交换技术。早期的电话交换机只是一个接线台，由电话接线员手工操作。如果有人要打电话，他先要摇电话机上的曲柄产生电流以通知接线员。接线员与主叫用户通话，得知被叫是谁后通过连线把主叫和被叫连接起来以实现主叫和被叫的交换接续。当被叫不在本区域时，接线员就要通过长途线路呼叫目的地接线员，由目的地接线员将长途线与被叫接通，实现长途接续。

早期的人工接续交换方式虽然用户和交换设备之间的信息交互是最直接的、最简便的，但由于人工接续的固有缺点，如接续速度慢、接线员需日夜服务等，迫使人们寻求自动接续方式。1889年 Almon B. Strower 发明了第一个由两步动作完成的上升旋转式自动交换机，以后逐步演变为广泛应用的步进制自动交换机。在步进制交换机中，接线动作是由主叫用户的拨号脉冲直接控制，由电机按脉冲数顺序选择出线来接通被叫。第一个纵横制交换机于1932年在瑞典投入使用，它是由一种称为“记发器”的特殊电路实现的，它提供普通的数字输入控制和对所有呼叫链路的接续选择。

第二次世界大战以后，当整个长距离网络实现自动化时，自动电话的黄金时代占据了

统治地位。晶体管的发明刺激了交换系统的电子化，并导致了 20 世纪 50 年代后期第一个电子交换机的出现。

随着计算机技术的出现 在 20 世纪 60 年代开始有了软件控制的交换系统。如 1965 年美国 AT&T 公司推出 ESS1 交换系统，可以说它是第一台采用计算机存储程序控制 (SPC) 的本地交换机。由于采用了计算机软件控制，使用户的服务性能得到了很大发展，如快速拨号、呼叫等待、转移呼叫以及三方通话功能等。

模拟信号转换为数字信号的原理随着脉冲编码调制 (PCM) 的推出而被人们广泛接受。电话语音被量化编码后采用 64 kbit/s 速率的脉冲比特进行传送，从而在 20 世纪 60 年代到 70 年代，逐步建立起一种基于 64 kbit/s 信道的数字时分传输信道体系——PDH 准同步传输系列，并且它在我们今天的数字通信网络中还存在着一定的应用。随后在激光技术发展的带动下，国际电信联盟标准部 (ITU-T) 的前身国际电报电话咨询委员会 (CCITT 在 1988 年与美国国家标准化协会 (ANSI) 的 T1 委员会达成协议 将美国贝尔通信研究所 1985 年提出的同步光网络 (SONET) 概念和标准修订后重新命名为同步数字系列 (SDH) 也称作 SDH 技术。光纤传输具有传输频带宽、传输容量大、传输损耗低、传输信息不受电磁干扰等优点，不仅可以用来传送电话数字信号，而且也可以用来传送数据及视频信号，是当前骨干通信网的主流技术。

PCM 传输技术的发展又促进了数字程控交换技术的发展，数字程控交换的基本原理示于图 1.1 中。通信双方的话音信号被 PCM 编码后按照每 $125\ \mu\text{s}$ 占用一个固定时隙的方式进行复用，在时隙计数器产生的写入地址控制下，把各话音数据按顺序写入到一个话音存储器中，然后通过存储在控制存储器中的由接续控制计算机根据呼叫双方交换接续

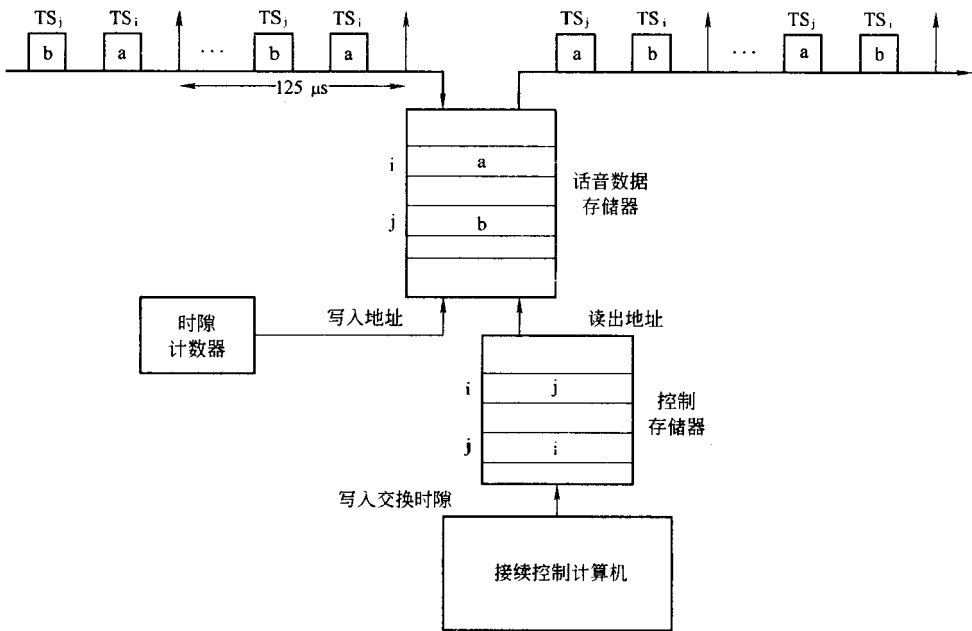


图 1.1 数字程控时隙交换原理示意图

所需的时隙信息数据作为读出地址，将相应的语音数据读出并以时分复用方式送给对应接收者，从而实现双方的语音交换。从图中可以看出，数字程控交换实际上就是完成相应语音数据的时隙搬移而已。通信过程中，通信双方始终占用着固定的时隙位置，即使没有语音信号要被传送时也是如此。其特点是实时响应性好，时延较小，交换控制简单；缺点是资源浪费较大，对动态数据速率适应性差，尤其是不能适应高速数据传送交换的需要。

1.2 分组数据交换技术

分组数据交换的概念是在 1964 年由美国兰德公司的 Paul Barran 在一份报告中第一次提出。1966 年在美国国防部 (DOD) 的尖端研究计划机构 ARPA 的资助下，一个分组交换网被建立起来并于 1971 年投入了使用。在实验网之后，导致了分组交换技术的发展和广泛应用，并为商用提供分组交换业务。

为了在各计算机分组交换网络之间取得一致，1976 年国际电话电报咨询委员会 (CCITT) 建立了一个称为 X.25 的世界性标准协议，它引起了好几个其他的国际性的互连协议的产生。为了与 CCITT 紧密配合，国际标准化组织 (ISO) 于 1978 年验收并通过了它的数据通信的七层框架协议，称作“开放系统互连 (OSI) 参考模型”。OSI 参考模型的目标是允许世界上任何计算机都能与其他计算机通信，只要双方遵守 OSI 标准。

分组交换技术是通过把一份要发送的数据报文分成若干个有限长度的数据包，然后采用先来先服务方式（或称作统计复用方式）传送到一个交换节点，该数据包在交换节点中被接收、存储、检查并回送证实信号后，再发向下一个节点。这种形式的交换一般被称作“存储-转发”方式，信息沿路径从一个节点“跳”向另一个节点。当输出通道忙时，则这些数据包必须在交换节点中排队等待，从而使得数据包的传送受到较大的传输时延。

分组交换技术的这种统计复用的存储-转发方式，特别适合传输速率动态变化很大的数据传送业务，可以从几百比特每秒到几兆比特每秒。然而对于像语音、图像这样的具有恒定比特流的业务，却显得力不从心，服务质量下降很大。

1.3 综合业务数字网

各种通信网如电话网、电报网、分组交换网等都是按业务需要分别组建且相互独立的。当用户需要利用多种通信业务时，必须按业务类型分别向电信部门申请，并引入多条接不同终端的用户线。在这种组网方式下，用户线利用率很低，且用户线占通信网总投资一半以上，对电信部门和用户来说都很不经济。拥有多个终端类型的用户须占用多个电信号码，不仅浪费号码资源，而且还给通信呼叫带来不便。此外，各种业务分别组网，使得网络资源利用率低，并且还带来网络维护管理上的复杂性。因此，在 20 世纪 70 年代电信业界的开拓者们便萌发了将语音、数据、图像等信息业务综合在一个通信网内传送的设想，即建立综合业务数字网 (ISDN)。

ISDN 可以被看成是一个功能全面的数字网络，它能为用户提供广泛的服务，诸如语

音、数据和图像等。最初发展的 ISDN 属于窄带综合业务数字网 (N-ISDN) 它是以提供了端到端数字连接的综合数字电话网 IDN 为基础发展而成的通信网,用以支持包括电话及非话的多种业务,用户通过一组有限的标准多用途的用户-网络接口接入网内。发展 N-ISDN 是为了在当时已被成功和广泛应用的 PCM 电路交换技术基础上吸收和综合现有的各种公用网上的业务 并通过单一的标准用户-网络接口为用户提供各种服务。然而,由于 N-ISDN 是基于 64 kbit/s 电路交换的窄带特征,因此也限制了其进一步发展和应用。

随着通信技术和通信业务需求的发展,迫使电信网络必须向宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 方向发展。这就要求通信网络和交换设备既要容纳非实时的数据业务,又要容纳实时性的电话和电视信号业务,还要考虑到满足突发性强、瞬时业务量大的要求,提高通信效率和经济性。在这样的通信业务条件下,传统的电路交换和分组交换模式都不能够胜任。就 N-ISDN 以 64 kbit/s 电路交换为基础而言 其主要缺点是信道带宽 速率 分配缺乏更大的灵活性,以及在处理突发业务情况下效率低。而分组交换 (X.25 协议) 则由于在各个节点的处理操作带来的时延而不适宜于实时通信。因此,在研究新的传送和交换模式时需要找出两全的办法,既能达到网络资源的充分利用,又能使各种通信业务获得高质量的传送水平。通过大约 9 年的研究 直到 1993 年 I-TUT 和 ATM 论坛才初步规范和提议了实现上述要求的一种新型传送模式——异步转移模式 (ATM)。

ATM 技术是实现 B-ISDN 的核心技术,它是分组传送模式为基础并融合了电路传送模式高速化的优点发展而成的,可以满足各种通信业务的需求。现行的电路交换采用同步转移模式 (STM) 如图 1.2(a) 所示。从图中可以看出 在 STM 中存在着以 $125\mu\text{s}$ 为周期的帧,它靠帧内的时隙位置来识别信道,一条信道所占用的时隙位置是固定的。ATM 的传送模式如图 1.2(b) 所示,本质上它是一种高速分组传送模式。它将话音、数据及图像等所有的数字信息分解成长度固定 (48 字节) 的数据块 并在各数据块前装配地址、丢失优先级、流量控制、信头差错控制 (HEC) 信息等构成信元头部 (5 字节) 形成 53

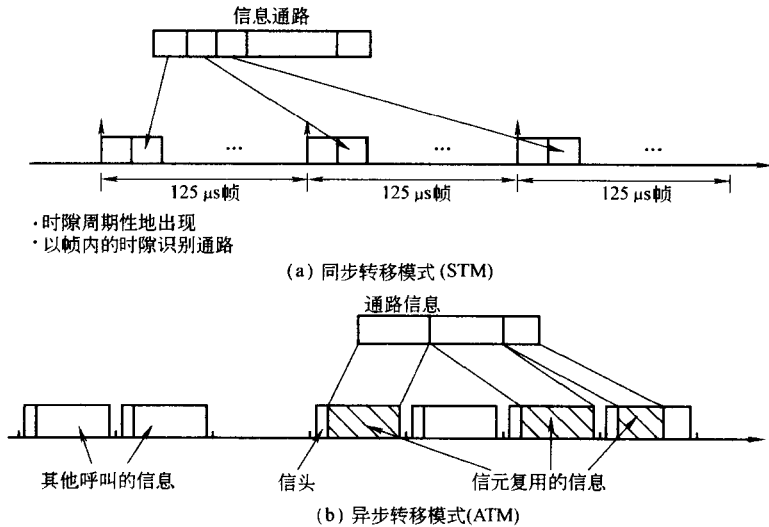


图 1.2 STM 与 ATM 格式对比

字节的完整信元。它采用异步时分复用的方式将来自不同信息源的信元汇集到一起，在一个缓冲器内排队，然后按照先进先出的原则将队列中的信元逐个输出到传输线路，从而在传输线路上形成首尾相接的信元流。在每个信元的信头中含有虚通路标识符 / 虚信道标识符作为地址标志，网络根据信头中的地址标志来选择信元的输出端口转移信元。

由于信息源产生信息的过程是随机的，所以信元抵达队列也是随机的。速率高的业务信元到来的频次高；速率低的业务信元来得频次低。这些信元都按到达的先后顺序在队列中排队，队列中的信元按输出次序复用在传输线路上。这样，具有同样标志的信元在传输线上并不对应某个固定的时隙，也不是按周期出现的，也就是说信息传送标识和它在时域的位置之间没有任何关系，信息识别只是按信头的标志来区分。这样的传送复用方式使得任何业务都能按实际需要来占用资源，对某个业务，传送速率会随信息到达的速率而变化，因此网络资源得到最大限度的利用。此外，ATM 网络可以适用于任何业务，不论其特性如何（速率高低、突发性大小、质量和实时性要求如何）网络都按同样的模式来处理，真正做到了完全的业务综合。

ATM 网从概念上讲是分组交换网。每一个 ATM 信元在网中独立传输。ATM 网又是面向连接的通信网，端到端接续是在网络通信开始以前建立。因此，ATM 交换机是基于存储的路由选择表，利用信头中的路由选择标识号（VPI 和 VCI）把 ATM 信元从输入链路转送到输出链路。建立在交换结点上的接续主要执行两个功能：①对于每一个接续，它指派唯一的用于输入和输出链路的接续识别符，即 VPI/VCI 交换；②它在交换节点上建立路由选择表，以对每一接续提供其输入和输出接续识别符间的联系。

所谓交换在 ATM 网中是指 ATM 信元从输入端逻辑信道到输出端逻辑信道的消息传递。输出信道的确定是根据连接建立信令的要求在众多的输出信道中进行选择来完成的。ATM 逻辑信道具有两个特征，即它具有物理端口编号和虚路径识别符或虚通路识别符。为了提供交换功能，输入端口必须与输出端口相关联，输入 VPI/VCI 与输出的识别符相关。它们在 ATM 交换机中的实施和电话交换系统相类似，VP 交换类似于电路交换中的不同总线间交换，而 VC 交换类似于电路交换中的时隙交换。

ATM 交换的基本原理如图 1.3 所示。图中的交换节点有 N 条入线 ($I_1 \sim I_N$)， N 条出线 ($O_1 \sim O_N$)，每条入线和出线上传送的都是 ATM 信元，并且每个信元的信头值表明该信元所在的逻辑信道。不同的入线（或出线）上可以采用相同的逻辑信道值。ATM 交换的基本任务是将任一入线上任一逻辑信道中的信元交换到所需的任一出线上的任一逻辑信道上去。例如，图中入线 I_1 的逻辑信道 x 被交换到出线 O_1 的逻辑信道 k 上，入线 I_1 的逻辑信道 y 被交换到出线 O_N 的逻辑信道 m 上等等。这里的交换包含了两方面的功能：一是空间交换，即将信元从一条传输线改送到另一条编号不同的传输线上去，这个功能又叫做路由选择；另一个功能是时间交换，即将信元从一个时隙改换到另一个时隙。注意，在 ATM 交换中逻辑信道和时隙之间并没有固定的关系，逻辑信道是靠信头的 VPI/VCI 值来标识的，因此实现时间交换要靠信头翻译表来完成。例如 I_1 的信头值 x 被翻译成 O_1 上的 k 值。如图中所示，空间交换和时间交换功能可以用一张信头、链路翻译表来实现。

由于 ATM 是一种异步传送方式，在逻辑信道上信元的出现是随机的，而在时隙和逻辑信道之间没有固定的对应关系，因此很有可能会存在竞争（或称碰撞），也就是说在某

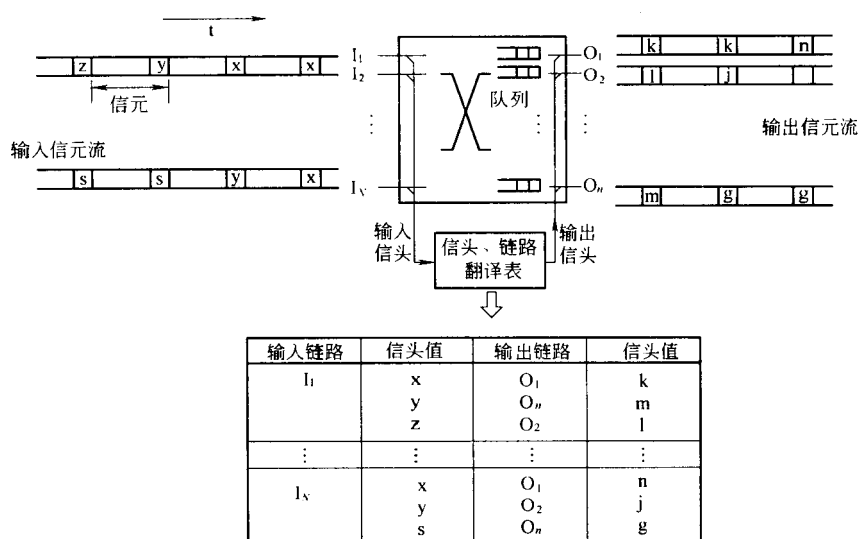


图 1.3 ATM 交换的基本原理

一时刻，可能会发生两条或多条入线上的信元都要求转到同一输出线上去。例如 I_1 的逻辑信道 x 和 I_N 的逻辑信道 x (假定它们的时隙序号相同) 都要求交换到 O_1 前者使用 O_1 的逻辑信道 k 后者使用 O_1 的逻辑信道 n 虽然它们占用不同的 O_1 逻辑信道 但由于这两个信元将同时到达 O_1 在 O_1 上的当前时隙只能满足其中一个的需求，另一个必须被丢弃。为了不使在发生碰撞时引起信元丢失，因此交换节点中必须提供一系列缓冲区，以供信元排队用。

综上所述，我们可以得出这样的结论，ATM交换系统执行三种基本功能：路由选择、排队和信头翻译。

1.4 因特网技术

在当今通信领域中，发展最为迅猛的通信技术莫过于因特网 (Internet) 在短短二十几年中，它便把世界各大洲众多国家几千万个计算机用户互连在一起。在因特网中完成信息交互和网络互连的技术是通过路由器来实现的。每个计算机用户终端在发起一个呼叫前，首先把要进行交互的数据信息按照互连网协议 (IP) 的要求加入自己的地址和目的地址以及其他控制信息并打成一个信息包交给路由器，由路由器完成下一步转移路线的选择并转发数据包到下一站，达到信息转移的目的。在路由器中，数据报文的转发是面向无连接的信息交互方式。随着因特网上的多媒体和实时应用的大量增加，路由器的跳到跳 (hop to hop) 分组报文传送方式使得网络在支持更高带宽需求和提供业务质量保证方面面临困难。因此，近年来国际上工业界和学术界都一直在致力于修改路由器 / 选路技术 加入适当的 ATM 交换机制以适应新的选路功能，并提供充分的网络保障以支持业务质量要求。

在当代，计算机技术的应用已成为人们日常生活中的一个重要部分，从管理和控制机器设备到处理文档及管理日常事务，可谓无处不有计算机技术应用的身影。大家知道，利用计算机协助人们做任何一件事情都离不开对计算机进行编程和输入相关数据，编程是一个繁杂且枯燥的过程，并且单台计算机处理事务的能力也是极其有限的。为了解决人力和技术资源的共享，进一步提高计算机应用的效率，因此自计算机问世以来，人们便开始了计算机之间通信问题的研究。

共享介质的局域网（LAN）技术以一种方便、廉价和可靠的方法解决了短距离计算机间互连通信的问题。局域网技术不是将一台计算机与另一台计算机直接互连，而是使用硬件来互连多台计算机。“网络”是不依赖于计算机本身而独立存在的，即使连接到局域网上的某台计算机不在运行，其他计算机之间照样可以进行通信。通过局域网进行计算机互连的通信结构示于图 1.4。

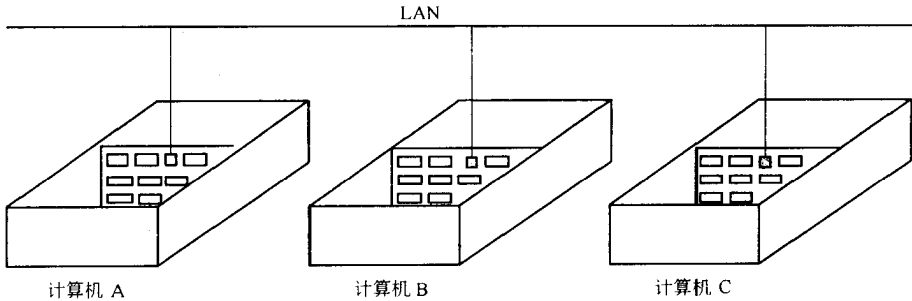


图 1.4 计算机局域网互连通信结构示意图

在局域网互连方案中，计算机中的处理器利用网络接口访问 LAN 它可以请求网络接口通过 LAN 向另一台计算机发送信息，或者读取下一次到来的信息。在 LAN 上传送数据的格式及其传送的速率与相连的计算机无关。在每台计算机内部，网络接口卡将数据组装成 LAN 所需的形式，并利用高速缓存来存放发送和接收的信息，以便能够按网络的速率将数据传送到 LAN 上和按计算机的速率将数据传送到计算机上，补偿计算机和网络之间的速度差异。

早在 20 世纪 70 年代，IEEE 就制定了三个局域网标准：IEEE 802.3 (CSMA/CD 载波侦听多路访问 / 冲突检测)、IEEE 802.4 (令牌总线)、IEEE 802.5 (令牌环)。值得注意的是，这三个标准只描述了分层结构中下面一层半（即物理层和介质访问子层）的内容，数据链路层的上半层逻辑链路子层 LLC 由 IEEE 802.2 描述。著名的以太网 (Ethernet) 就是 IEEE 802.3 的一个典型产品。这三个局域网标准都是广播型网络，网上的所有站点共享信道，一站点发数据，其他站点均能收到。在广播型网络上同时只能有一个站点处于发送数据状态，因此必须解决谁使用信道发送数据的信道竞争问题。以太网采用了载波侦听多路访问 / 冲突检测技术，在发送数据的同时进行冲突检测，一旦检测到冲突则立即停止发送，当发现空闲时立刻发送数据；而令牌总线和令牌环则采用令牌来控制，只有获得令牌的站点能向网上发送数据。

局域网技术的发展大大地促进了计算机间的通信应用，各个孤立的计算机通过简单

总线互连，达到了信息资源共享，从而大大提高了计算能力。然而要想进一步扩大网上互连计算机的数量以满足更大范围的资源共享，则由于共享传送信道容量的限制而使其受到阻碍；并且想要在两个不同结构的局域网技术之间达到信息互通和资源共享，也由于各种 LAN 技术之间的互不兼容，都有自己独特的设计，并使用着自己特有信号电压和调制技术，使得局域网之间的互连不可能实现。

20 世纪 60 年代末期，美国国防部对使用计算机网络产生了兴趣，它通过高级研究计划署(ARPA)向军队投资进行多种技术联网的研究。如何将技术上互不兼容的网络互连起来呢？从前面的讨论可知，当用不同的网卡插入某台计算机就可以使该计算机接入到不同技术的局域网上，并且能与网上的其他计算机进行通信。另外，在一台计算机上可以同时插入两种或更多种不同技术的网卡，这样一台计算机就可以连接到两个或更多的网络上。如果对该台计算机所连接的多个网络及其站点进行网络编号，并运行网间数据转发协议软件，那么该台计算机就可以执行异构网络站点之间的分组数据转发任务，这就是因特网的原型思想。可以看出，因特网是通过一台插有多个不同技术的网卡、执行数据分组转发协议的计算机将多个异构网络进行互连的网络。因特网中执行 TCP/IP 协议、通过路由选择完成数据分组转发以实现网络互连任务的专用计算机称作路由器(Router)，或称其为网关(Gateway)。

图 1.5 给出一个连接两个网络的路由器的基本组织结构示例。图中的网络 1 和网络 2 可以是以太网、令牌总线网、令牌环网或广域网 这些网络通过路由器进行互连。

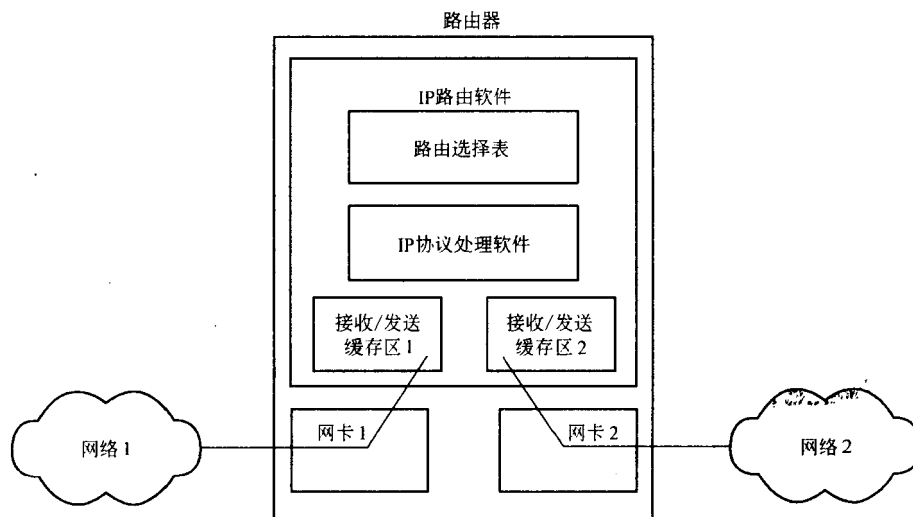


图 1.5 路由器的基本组织结构

一个机构可以根据自己的需要选择适当的网络技术，然后用路由器把所有的网络连成单一的互连网。网络互连的目标是通过异构网络实现通用服务。为了给互连网中的所有计算机提供通用服务，路由器必须能够把一个网络中的源计算机发出的信息转发到另一个网络中的目标计算机上。这一任务是很复杂的，因为组成互连网的各个子网络使用的帧格式和编址方案不尽相同。这样，为了实现通用服务，在计算机和路由器上都需要协

议软件。因此，在因特网中为异构网互连通信定义了一系列协议，这些协议简称为传送控制协议/网络互连协议(TCP/IP)。在TCP/IP中定义了分组组成，以及路由器必须怎样将每个分组传送到其目的地。连接到因特网上的每台计算机都必须遵守TCP/IP协议的约定。运行TCP/IP软件使用TCP/IP的格式，这样才能在因特网上通信，并且保证计算机接收到的分组仍然是源端发送的TCP/IP格式分组。

TCP/IP协议实际上是一个协议族，TCP和IP是最著名的两个协议，其他协议包括用户数据报协议(UDP)、互连网控制报文协议(ICMP)以及地址解析协议(ARP)等，整个协议族称为TCP/IP。需要详细了解协议的读者可参考有关资料，这里不再一一介绍。

总的来说，因特网的互连协议软件为其所连接的众多计算机提供了一个单一、无缝的通信系统。这一系统提供了通用服务：给每台计算机分配一个地址，任何计算机都能发送一个包到其他计算机。而且，互连网软件屏蔽了物理网络连接的细节、物理地址及路由信息，用户和应用程序永远看不到复杂的物理网络和连接它们的路由器。当一个数据报在互连网上从一台计算机向另一台计算机流动时，该数据报必须沿着一条实际的网络路径传送。在该路径的每一步，数据报或者流过一个实际的网络，或者流过一个路由器进入另一个网络，最后到达其最终目的地。

1.5 通信业务发展

21世纪人类将跨入“信息时代”已成为客观发展的必然趋势。信息技术革命将翻天覆地、震撼全球，产生比历史上的工业革命更为重大的影响。为了使国家经济在世界经济中变得具有竞争力，最有效的措施就是建立高性能、高速率的国家信息网络，在国家范围内将通信、计算机、多媒体、各类视像系统、数据和图像库及软件等多种技术进行综合，寓人类的科学研究、工作生产、生活娱乐为一体，以充分发挥信息的效能。

20世纪90年代中期，在国际上，跨国的电信企业、有线电视公司、多媒体制造商和各类计算机软件及硬件公司等等的结盟、吞并收购、相互渗透的进程进一步加快。显然建设国家级的信息网络基础设施可以达到信息资源共享、信息迅速交流处理并充分利用信息优势的目的。国家信息基础设施必须满足能将活动视像、静止和半静止图片、各类数据和话音等业务融合在一起传送，这是非常必要的，以形成统一的综合的通用传输渠道。国际上先进国家中的电信网、有线电视网、计算机网均已分别建成，原有的统一的通信网络也早已分崩离析，要想把它们再组合在一起是非常困难的，而且耗资巨大。此外，电信企业也正在力图发展图像和计算机业务，有线电视企业也正积极地发展计算机和电话业务，而计算机企业则试图把活动视像和话音业务纳入到自己的范围之内，三网业务合一成了必然的趋势。建设全光的高速信息传送骨干网，发展能将各种信息业务融合为一体的全业务接入网已成为目前国际通信信息技术的研究热点。

新的高速网络使得包括话音、数据和多媒体的新电信业务和应用成为可能。这些高速网络也为业务提供者提供了新的机遇，例如运营者、因特网业务提供者(ISP)和应用业务提供者(IASP)等。尤其是若他们能够加速部署许多可和谐共存的业务，那将不仅符合其

客户的期望，而且也将使得他们自己易于集成和管理网络及业务。

在最近 20 年中 电信业务已快速地转向简单电话、传真等以外的业务 更流行的如电子邮件等，这些业务已经彻底改革了我们彼此之间通信的方式。类似地，数据业务也从 1980 年开始的视频文字（video text）快速转向今天的 Web 和因特网，以数据为中心的网络运营者看到了提供增加用户可靠性水平的新业务的价值。综合的语音和数据业务可以被重新定义为是在基于分组的网络上为终端用户所提供的语音、数据和视频业务的集成。使网络运营者从传统的电路交换网向分组交换网转移的主要推动力之一是它能够传送新型业务到他们的客户，并且也有助于降低网络代价。按照现行的网络观点，下一代网络将是以业务为中心的。这样将要求下一代网络的某些关键元素比在纯粹数据网络中提供更高的可用性、可靠性和安全性 而且还能提供高增值业务。

网络运营者和业务提供者都正在向综合语音和数据业务的方向转移的主要原因，首先是由于全球电信市场的日益自由化，因而存在着业务提供者想把自己与其他的业务竞争者区分开的强烈需求。更重要的压力是提供者不愿看到他们的客户（终端用户或商业用户）不断转向新的提供者，因此而终止了他们的效益流。业务提供者想以极具吸引力的价格来实现独一无二业务的传送将会有助于留住或重获他们原来的用户。

其次，因特网和无线业务的快速增长已经给出了强烈的暗示，下一代网络应有能力支持新型业务的创建。这些类型的业务正在覆盖着传统的语音、数据和多媒体，例如，因特网呼叫等待、因特网协议（IP）的虚拟专用网（VPN）、电子商务、个人信息管理器、移动业务和视频会议等。下一代业务的发展方向正在走向综合化，用户专用设备（CPE）也正在综合语音和数据。新型 CPE 正在显现，无论是无线还是无线，可以看见的趋势之一是从计算机网络世界借来的性能可用性，例如在传统电话机的基础上既支持超文本标记语言（HTML）也支持无线标记语言（WML）脚本实现的 Web 浏览能力。

最后，由于前面两个主要原因，因此大部分网络运营者都希望下一代业务的开发周期应该比传统电路交换中的要短很多。下一代业务的开发被看作是与因特网电话（IT）世界更加有关。客户的需求也将推动新业务的传送速度的发展，这是由于在电信业务部署方面将存在激烈竞争，谁能最先在市场上提供应用，谁就将拥有市场的主动权。

1.6 未来网络提供的通信业务

随着网络所提供业务的发展，更大的机遇体现着什么？答案是端点智能化和因特网。网络所提供业务的可行性预示着什么？答案还是端点智能化和因特网。由端点智能化所呈现的征兆是它们将会把通信业务提供者简化为一个管道提供者；由端点智能化所呈现的机遇是它可以与网络智能通信一起以请求更复杂的、能产生极大效益的新业务。因特网所呈现的征兆源于它的无处不在和其自由的业务；因特网所提供的机遇是能够把网络知识和功能与因特网接人和因特网所提供的业务结合在一起。

电信业务必然要处理传统的电话业务 其中一些是明显的（如呼叫等待、呼叫转移、呼入的主叫 ID、集团电话等）而有些就不太明显（如本地号码便携性和协议增强动作的通

信辅导能力等)；同时，大量的基于端点的业务和因特网所提供的每种形式的业务都正在经历着巨大的增长和健壮差异。电子商务是一个极具高增长的领域，但试图用传统的电话业务集来汲取电子商务的效益将是一个挑战。那么未来网络提供的业务将由机遇支配还是由预示所支配呢？一组正在显现的技术和能力可能非常适合对此答案的确定。

一个业务由什么组成？所谓业务就是一个提供商能够进行销售的所有东西，在这里它不是设备而是一个服务。业务，在当前它包括基本传输——从哑巴线缆到 T1/E1 到 OC3 有些已扩展到包括帧中继业务和 IP 虚拟专用网业务的基础传输，大家熟悉的商用和家用语音电话业务，以及大量现存的业务和可被看作“增值业务”的潜在业务等。后面一类包括“e”(电子)和“i”(因特网/IP)类业务。这些领域的业务增长潜在着极大的利益机会和难以预测的发展势头，通信业务的效益走势如图 1.6 所示。

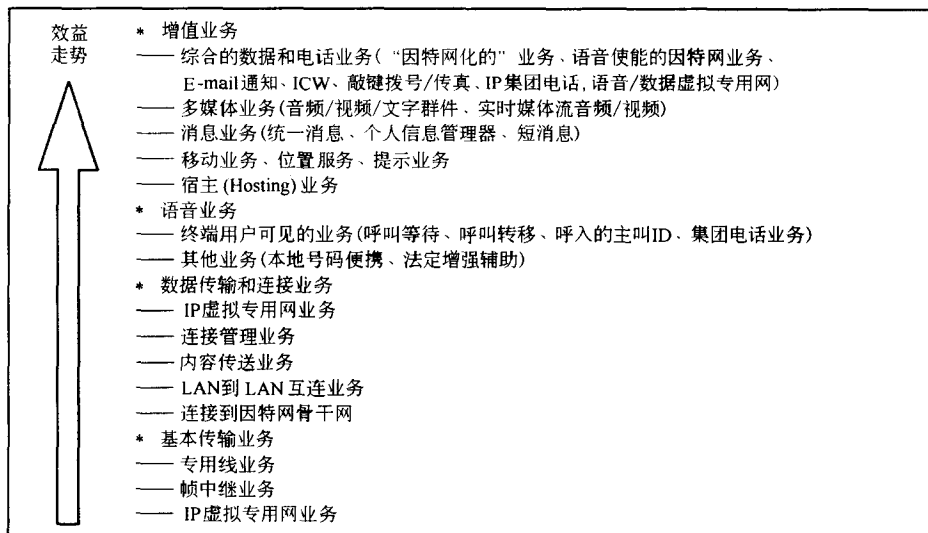


图 1.6 通信业务的效益走势

在增值业务活动中的一个主要技术推动实体是正在显现的应用编程接口(API)集。API为组件销售商、业务提供者自己、甚至第三方能快速组配具有新能力的组件提供了有效的手段，或许更加有意义的是它为应用业务提供者(ASP)能够实时可编程电信网络打开了大门。图 1.7 对这两个方面的可编程性进行了比较。

首先和这项工作关联的是什么样的业务组织结构和业务平台能够最大化利用这两方面的可编程性，接着涉及到安全性(什么样的控制结构和电信网资源能够防止误用——不管是有意的还是无意的)和可管理性(如何对这些业务进行供给、收费和维护)。

浏览器技术和智能端点设备(尤其是无线设备)不仅已获取了业务能力，而且还为用户激活和控制他们的业务提供了新方法。盲从于有限的数码控制面板，敲某键并滚动拨选下去直到找着要去的为止。复杂的业务现在已变成了现实的和组合的或者“混合的”业务——混合着新的和传统的业务构建模块——是一个现实的业务。

由于电信网和因特网通常在逻辑上是分离的(虽然它们可能共享着某些物理媒体)，

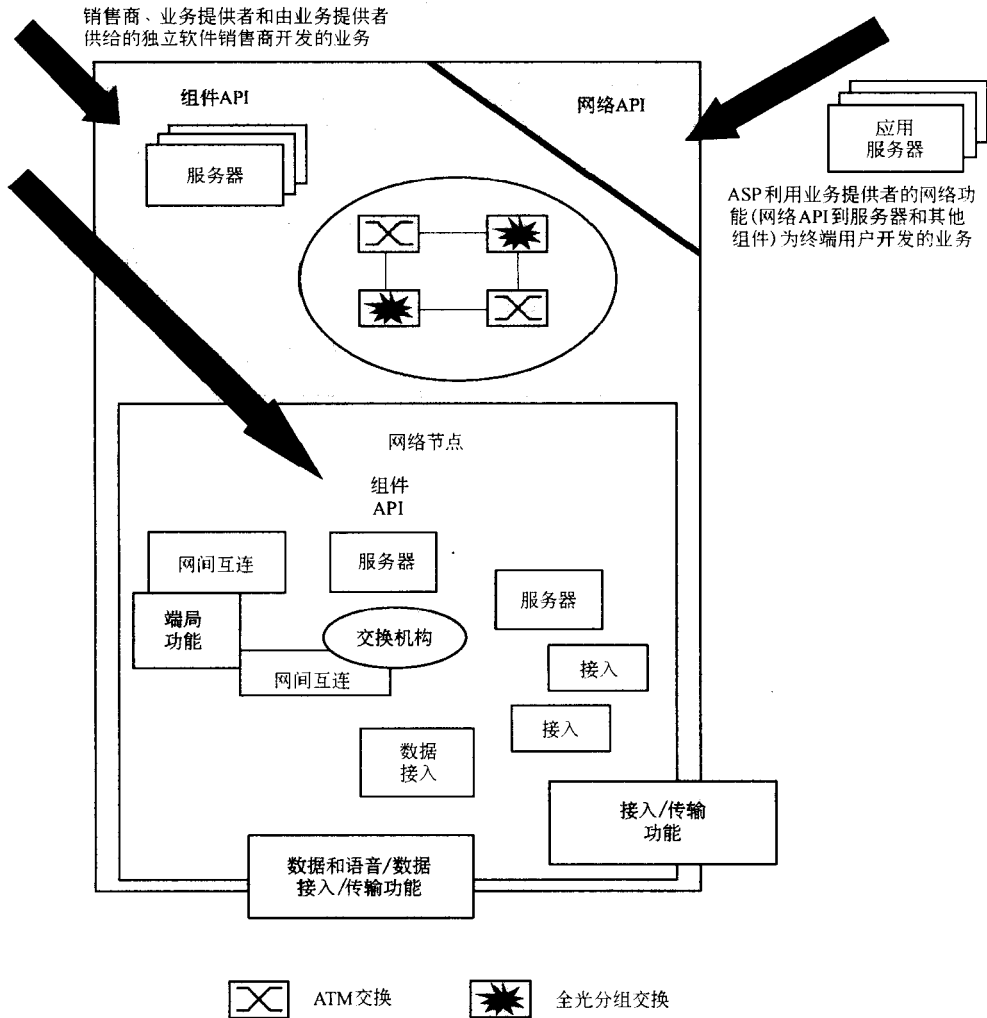


图 1.7 开放的网络可编程性和组件可编程性

因此要想把电信网的信息和业务与因特网业务结合在一起，则需要一系列方法。“因特网化的”业务为推动电子商务增长、为包括因特网在内的所有网络到网络间通信所建立的新协议和新的业务组织结构的能力打开了大门。电信网有什么东西能够增值基于因特网的业务呢？地址信息是一项宝贵的财产。如果把位置信息和因特网浏览器结合在一起，尤其是对移动电话用户来说，这将使得指定位置的信息（如靠近饭店、音乐会、有关运动的事情）和导航业务成为可能。

当要进行宽带接入时，两个最流行的例子是数字用户环路（xDSL）和电缆调制解调器（Cable modem）的接入，一旦其广泛地被使用时，那么将会为增值业务打开新的效益之门。如何最好地控制和管理这些综合业务以及如何最好地应用承载处理将仍然是一个重要的

研究课题。

1.7 新的商务模式和可编程性

成功的企业在这个竞技场中将喜欢的是什么？他们将销售什么？他们将如何参与和保持竞争？所有这些问题都与正在显现的新商务模式有关。

新的商务模式可能导致传统的电信业务提供者要和应用业务提供者一起进行工作，既作为一个传输业务提供者（对 ASP 和终端用户都收费）也可作为代售商（对于大量的成套业务采用单一帐单、单一求助号码等等，只对终端用户收费）。推动大规模使用这些方法的技术推动者是网络应用编程接口（API）。迫于市场竞争的压力，将会使得电信业务提供商们不得不使用这样的方法以与提供这些安排和处理的、并侵蚀着其客户基础的非传统的承载者们进行对抗。

同样，新的商务模式也可能导致网络产品销售商和互不相关的软件销售商们（ISV）要一起进行工作，既以伙伴关系进行安排也可作为代售商。这里的技术推进者是组件 API，压力是再次竞争。可编程性正在成为电信和其他业务提供者的一个重要能力。

在商业领域中，提供独一无二的价值和符合客户需求之间存在着矛盾，因此便推动了产品向其适合的状态进行发展。客户需求的适合性参差不齐，并且各类不同的客户的适合性也大不相同。业务提供者一直要求其销售商的开放式协议接口，以使来自各个不同销售商的产品都能在未来的网络配置中被混合。这样的一致性体现在 API 中，以使在业务提供者网络中的功能服务器和应用服务器上能够提供合适的业务。业务提供者的某些客户也要求开放式接口，这些人一般来说也是业务提供者。网络业务领域的竞争，在美国是竞争本地交换承载而在其他国家则可能是竞争其他的运营许可，网络业务提供者自身也受开放接口要求的限制。如上面所讨论的情况，表明新的商务模式已开始在活动，或者说业务提供者企业的生存性正在受到威胁。业务提供者发现为了保住和增长他们的客户基础并增加网络业务的使用方式，则他们必须转向新的商务模式。

当前，电信工业界的伙伴们一直在设法解决合适的 API 包的任务，并且各个销售商都为过渡应用提出了他们自己的 API。例如朗讯已提出它的全范围开放 API，Java 电话应用编程接口（JTAPI）标准，Parlay 项目组的 API 以及其他 API。应该注意的是 Parlay 和其他更新的 API，譬如 3G-OSA 强调 API 必须提供比语音/呼叫业务更多的供给能力。图 1.7 表示了一个开放的网络可编程性和组件可编程性示意模型。

然而只支持某个 API 就让销售商去真正赞成开放网络和组件可编程性那是不充分的。因此，一个好的可编程交换平台必须做到全范围可编程，包括对销售商提供可编程支持并能提供多种用途的 API。下面将对本书所讨论的主要问题进行了简要介绍。

1. 组件可编程

许多 API 都构筑在面向对象的技术上，这些 API 都提供对象模型、对象框架。为了提供分层功能和组件，这意味着 API 语言捆绑和平台的软件环境都必须支持这些能力。随着需求的增长，构筑在软交换上的服务器平台和软交换将会爆炸性地增长。为了支持

新能力、新增的可编程性 包括处理增值业务 (如综合的语音 / 数据 / 视频业务)、捆绑业务和现行使用中的可用的 / 可伸缩的业务时 , API 必须超出支持传统电话呼叫模式和操作的范围。更新的协议 , 像 XML 和 SIP 等 , 将会变得非常重要 , 它将使得服务器平台能够处理接入会晤、业务会晤及大容量 / 高能力承载信道的问题。在第二章中首先介绍一个软交换的体系结构 , 接着介绍一个支持可用性和可伸缩性的业务和 OAM&P 的框架结构。

在第三章中介绍了 TSAS、Parlay、3GPP 和 JAIN 等四个当前主要的应用编程接口 (API) 技术。它们为第三方创建新业务、客户化业务和客户化接口并跨越其他网络产品之上提供了技术基础和工具。

在第四章中首先介绍一个可编程的承载信道处理平台技术。它是由高性能 VLSI 和先进的物理设计概念构成的 , 该平台被设计用来在提供高带宽和其他扩展业务时提供超级可伸缩性。接着介绍了一个业务和应用可编程软件平台 , 它是一个高层应用开发平台 , 它提供了一个上下文关系和组件 / 组件容器 , 可支持实时的上下文关系和并发策略 , 能够捆绑和集成各种离散的业务。最后介绍了一个可编程综合业务平台 , 它由业务 / 控制、网间互连和媒体接入 / 资源三个平面组成 , 软交换功能散布在三个平面之中 , 为创建、部署和使用业务提供了一个综合的解决方案。

2. 网络可编程

在新的业务竞技场中的指导原理是从因特网和数据网络模型借来的 , 为了扩大实现 , 业务被从接人和传输中解耦出来 , 当然这是严重违背现行某些公共电信产品结构的。解耦使得业务要被开发一次并被多个接入类型 (传统电话、本地 ATM 接入、具有 H.323 的 IP 以及其他接入类型) 所调度。

在第五章中 , 介绍了一个从特服网络中解耦业务的新方法 , 使得一个业务在无线移动情况下能够被传送到远端用户 , 从而实现 “任何业务、任何地方、任何时间” 都能供给业务的新模式。在这个新的无线网络业务供给模式的讨论中 , 包括了原理、总则和以虚拟居家环境 (VHE) 的形式从特定网络运营商之业务中进行解耦业务的方法等。Teleportal 结构和语音 XML 结合在一起 , 为电话承载者通过创建和部署新业务来利用正在发展中的 Web 结构提供了一个把接人和音频处理功能从业务逻辑中分离开来的手段 , 从而使得加速开发、架构再利用和业务便携成为可能。

为了方便读者 , 在第六章和第七章中分别介绍了 H.323 建议和 SIP 协议。

因特网可以访问大量的信息 , 电话网也有值得注意的信息 (例如用户位置信息) 并且在传送方面比因特网本身具有更高的潜力。联合这两个网络 , 把因特网带给无线用户 , 网络知识和因特网的结合使得无线用户应用基于主机位置的业务成为可能。WAP 使能的 Web 页应用 XML 形式 , WAP 网关用来发送被压缩带宽的 Web 页信息到移动电话的微型浏览器上。WAP 结构允许电话网信息和 Web 信息被结合 , 使得无线用户可以使用更丰富大量的业务。

3. 从旧到新的转移

在保持电信网的无处不在、高质量、高可靠的同时又可转移到其他网络和 / 或包括新业务那将是令人非常高兴的事。在综合网络领域 , 业务提供者们在致力于寻找无缝地提

供更广泛的业务和应用，以使他们有别于其他竞争者并增加他们的收益。

在第八章中，介绍了无缝传送功能模型，它是一个适应从电路交换网向分组电话以及端到端分组电话部署转移并提供无缝传送的一个抽象模型。为了便于理解和物理实现，我们通过一个自由电话呼叫的建立过程，对各类网络环境的信息流过程进行了图解和语言描述，旨在能为读者提供一个较详细且容易理解的实际实现范例。

端点是另一方面的新旧相互演变。传统端点（例如：有线电话、常规移动电话）已充斥市场，而各种各样的智能端点还在持续增长，“软端点”从最为广泛地用于因特网接入的端点（PC）到可编程移动电话以及其他手持设备都是广泛可用的。为了适应传统端点并使扩展业务能配合日新月异的端点，便携概念变得非常重要，端点的开发不再关注早已就绪的业务，而只关心为终端用户提供经验，给出业务或业务和终端用户将使用的端点范围的组合。恰当的例子是“急于找路”的情形，这里一个正在游览中的终端用户可能是功能较差的端点，但却想要同样的业务，为了扩展可能，他或者她会用其遇到东西和在本地端点的多种经历进行“看和感觉”比较。

TelePortal 软件提供语音电话功能，它通过支持传统电话端点可提供一个更为通用的到 WWW 的接口。对此所需的关键技术是 TelePortal 中间件——为了运送 Web 页面内容到 TelePortal 服务器的面向语音标记语言（Voice XML）和交互的语音应答（IVR）。

随着电信市场的变化和下一代网络的不断演进，如何最大化它们的效率，网络管理技术扮演着重要角色。在最后一章，介绍一种软交换长途 / 汇接中继网关的元素管理系统方案和一个增值业务管理器方案。增值业务管理器在业务管理系统中提供了一个前沿技术，其可随客户网络和运营而增长，能够有效地改善新业务的部署速度，为客户在竞争的市场上成功经营提供强大支持。

4. 端点

当前，新的芯片技术和因特网都为具有丰富性能及潜能的新型有线和无线端点提供了难以预测的支持和传输机制。紧凑、不贵且健壮，这些新设备不仅仅是电话和 PC 的结合，而且用户接口到这些新型“电话”将日益流行的是小型浏览器而不是键盘。新的“高端电话”将同样流行视频。在端点设备中和在网络要求的智能中的新设备都更强调软件，端点设备的软件将突破简单硬件并包括操作系统和支持动态修改及数据同步的应用软件包。

能够对端点提供新的软件（结合便携技术，对桥接多设备（无线电话、有线电话、膝上电脑 / PC 集成）提供网络使能业务给予新的机会，这些仅通过在设备上开放由网络使能的新软件，和便携，便可获得。这不是说不期望突破“硬”IP 电话，但 SIP 和 H.323 电话还将继续适用。

1.8 小 结

在若干技术领域内进行开发可能易于确定网络所提供通信业务的未来和电信业务提供者企业的能力。这些关键技术领域是：

(1) API 包括组件和网络，后者包括防止非信用的第三方的误用机制。

(2) 栅门入口(portal) 作为在端点和终端用户处供给各种业务的一种方法，使得能够创建一个所要求的“通信经验”。

(3) 政策管理 作为防止第三方危及电信网络和网络资源的一种方法。

(4) 支持业务部署的框架和组件 包括业务管理框架、业务构筑框架、 OAM&P 框架、业务创建框架和组件。

(5) 平台 具有可编程性和伸缩性及增强承载能力至关重要。

(6) 协议 着重于网络到网络（例如因特网到电话网）、网络到网关（例如具有栅门入口的网关）、终端用户到网络（例如由智能端点所使用的网络）。

(7) 与因特网相关的技术 浏览器和语言技术，电信业务提供者在供给增值业务中可以利用它们的优点。

2

软交换技术

2.1 引言和背景

电信业务的需求正在以难以预测的速度持续不断地扩大和增长，广泛认为仅未来 15~20 年通信增长的水平将等于过去 100 年的总和。当今语音和数据网络并存，具有几乎相同的业务量，然而由于因特网的使用却大大地推动了数据业务爆炸性增长，数据业务的增长速度与语音业务增长速度相比增长了 10~15 倍。据统计，在 1999 年，美国三分之一的家庭都处于在线。国际电信联盟预测 2000 年的电子商务将增长到 4 000 亿美元，而 1997 年仅为 125 亿美元。调查显示，世界上差不多有四分之一的人都进行过电话呼叫，再之世界上所有国家都在竞相开发支持其经济发展的通信架构，以满足他们在新千年的通信业务需要。

继 1996 年的美国电信法案以来，正在导致着全球变化的电信解除管制。通信服务工业的全球性解除管制、私有化和裂化重组也正在进一步刺激着电信业务的需求。正如该法案所推断的那样，将会在新的竞争性业务提供者方面出现大爆炸，他们将基于转售政府管辖的承载架构的松绑元素或基于他们自己构筑的设施开办新的通信业务企业。前一个竞争性的承载者将致力于转售模式，其现行前景将受其竞争的网络设施的结构和可获利益所支配，受其投入的研发资本多少所驱动。

通信业务提供者市场继美国电信法之后的情形是世界性的通信行业都在进行着有意义的裂变重组。在软件、传输和互连方面的技术进步使得业务提供者捆绑和创建所谓的综合业务供给很快变成可行，其操作并不比对具有传呼和因特网接入业务的诸如本地、蜂窝及长途电话这样的离散业务捆绑成单一帐单和客户业务捆绑的打包复杂多少。另一方面，也有些承载者在试图真正地建设能够在骨干网络中使用基于分组技术的相同网络上提供语音、数据及多媒体业务综合的架构。这种综合的网络架构技术伴随着一个发散的商务模型而正在形成。在图 2.1 中用许多佛龛形框来突出表示各个特定的承载者。一方面，某些主要承载者还在建设完全纵向的综合业务商务模型架构；另一方面，又有三类新