

导 论

随着科技的不断发展,人类社会正日益明显地向以通信网为主体的信息社会演变。通信网是为用户提供通信功能的网络,是通信系统的一种形式。通信网是由一定数量的节点(包括终端节点、交换节点)和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起的,按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系。在通信网上,信息的交换可以在两个用户间进行,在两个计算机进程间进行,还可以在一个用户和一个设备间进行。交换的信息包括用户信息(如话音、数据、图像等)、控制信息(如信令信息、路由信息等)和网络管理信息三类。

通信网正迅速朝着数字化、宽带化、综合化和智能化的方向发展。目前,通信网的数字化进程已经基本完成,骨干网中基本上采用数字交换设备和数字传输设备,通信网数字化进一步向接入网延伸。当前,通信网的宽带化已成为通信发展的热点,各种类型的宽带网络正在规划和建设之中。

1.1 现代通信网络的类型

通信网是一个非常庞杂的系统。随着科学技术的进步,各种通信功能部件层出不穷,由此构成了不同类型的通信网。现代通信网通常可分为电话通信网、数据通信网和计算机通信网。习惯上,人们又把电信网(话音业务)、计算机网(数字业务)和广播电视网(广播及图像业务)统称为信息网。

1. 电信网

我国的电信网基本上按照国际电信联盟(ITU-T)的标准进行分类,共有三大类14个网,分述如下。

(1) 业务网

业务网也就是用户信息网,它是现代通信网的主体,是向用户提供各种电信业务的网络,主要有几个部分:公用电话交换网(PSTN)、公用分组交换数据网(PSPDN)、公用陆地移动通信网(PLMN)、窄带综合业务数字网(N-ISDN)、宽带综合业务数字网(B-ISDN)、智能网(IN)、多媒体通信网、计算机互联网(Extranet and Intranet)、数字数据网(DDN)。

(2) 传送网

传送网主要用来完成用户信号的传输功能,主要有接入网(AN)、同步数字系列传送网(SDH)。

(3) 支撑网

支撑网是使业务网正常运行、增强网络功能、提供全网服务质量以满足用户要求的网络。在各个支撑网中传送相应的控制、监测信号。支撑网主要包括七号公共信道信令网(No. 7 CCS)、数字同步网、电信管理网(TMN)。

业务网、传送网和支撑网之间的关系如图 1-1 所示。

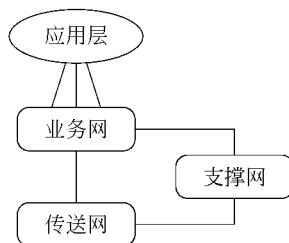


图 1-1 业务网、传送网和支撑网之间的关系

2. 计算机网

计算机网包括局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)、因特网(Internet)等。

(1) 局域网

局域网是在有限距离内联网的通信网。这种网支持所有通信设备的互连,以同轴电缆或双绞线构成通信信道,并能提供宽频带通信及信息资源的共享能力。这种网使用分组交换技术,既可以传送数据,也可以传输话音和视频、图像信号,特别适合于自动化办公,目前应用最为广泛。

(2) 城域网

城域网是在一个城市范围内建立起来的计算机通信网,简称 MAN。它实际上是一个能覆盖城市的很大的局域网,以光纤能提供的速率进行数据传输。

城域网的拓扑结构采用与局域网类似的总线型或环型,传输媒介以光纤为主,数据传输速率一般在 100Mbit/s 以上,所有联网的设备均通过专门的连接装置与媒体相连。一个城域网可作为一个骨干网,将位于同一城市不同地点的主机、数据库及多个局域网互连起来。城域网不仅能传输数据,还可以提供宽带服务,如传输话音、图像等信息。其主要应用是:局域网的互连,专用小交换机(PBX)的互连,主机到主机的互连,电视图像传输以及与广域网互连。

(3) 广域网

广域网是在一个广泛的地理范围内所建立的计算机通信网,简称 WAN。其作用范围通常为几十至几千公里,可以超越城市和国家,乃至遍及全球。WAN 由通信子网与资源子网两部分构成,并按照一定的网络体系结构和相应的协议实现。

在实际应用中,为实现相隔很远的局域网间的通信,利用广域网进行互连,这样,每个能独立工作的 LAN 相当于 WAN 上一个单独的终端。LAN 与 WAN 相连有网络接入、网络服务和协议功能三种方法。

(4) 因特网

因特网即计算机互联网,是世界上最大的计算机通信网间网,是成千上万信息资源的总称。这些资源在线地分布在世界各地的数百万台计算机上,用户成员之间可以方便地交换信息,共享资源。

3. 广播电视网

广播电视网包括无线电视网、无线广播网、有线广播电视网(CATV)。

在实际应用中,人们从应用的角度出发,根据通信网提供的业务类型,采用的交换技术、传输技术、服务范围、运营方式等方面的不同对其进行分类。常见的分类方法有以下几种。

- (1) 按传输的媒介分:有线网(电线、电缆、光缆等)、无线网(长波、中波、短波、超短波、微波、卫星等)。
- (2) 按通信服务的范围分:本地通信网、市话通信网、长话通信网和国际通信网或局域网、城域网、广域网、因特网等。
- (3) 按通信的业务类型分:电话通信网(如 PSTN、移动通信等)、广播电视网、数据网、传真网、综合业务网、多媒体网、智能网、信令网、同步网、管理网、计算机通信网。
- (4) 按通信的服务对象分:公用通信网、专用通信网。
- (5) 按通信传输处理信号的形式分:模拟网、数字网、混合网。
- (6) 按通信的活动方式分:固定网、移动网。
- (7) 按通信的性质分:业务网、传输网、支撑网。

1.2 通信网的基本模型

实际的通信网是由软件和硬件按特定方式构成的一个通信系统,每一次通信都需要软、硬件设施的协调、配合方能完成。

在人们的生活和工作中,离不开信息的交流与传递。通信就是克服时间和空间的障碍,准确而有效地交换和传递信息。信息常以某种方式依附于物质载体,借以实现存储、交换、处理变换和传输。传递和交换信息的一切技术设备的总和构成了通信网,它主要由终端设备、传输系统和交换节点三大部分组成。实际应用中的通信网络存在着各种类型,它们在具体的结构和功能上各不相同,为了便于分析,可以抽象成如图 1-2 所示的模型,其基本组成包括信源、变换器、信道、反变换器和信宿等部分。

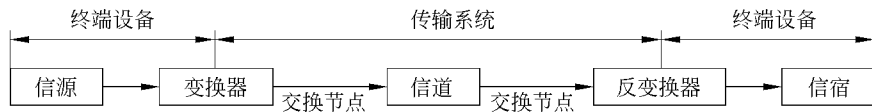


图 1-2 通信网的基本模型

1.2.1 终端设备

终端设备是通信网的源头和终点,除信源和信宿之外,还包括一部分变换器和反变换器。其主要功能有二:一是发送端将发送的信息转变成适合在信道上传输的信号,接收端从信道上接收信号,并将其恢复成能被利用的信息;二是能产生和识别网内所需的信令信号或规则,以便相互联系和应答。通信的基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输或转移的信息通道,实现信息的传输。

1. 信源和信宿

信源是指产生各种信息(如语音、文字、图像及数据等)的信息源,它可以是发出信息的人或机器(如电话机、计算机等)。不同的信息源构成不同形式的通信系统。

信宿是信息传输的终点,也就是信息的接收者。

信源和信宿指的是直接发出和接收信息的人和终端设备。

2. 变换器

变换器的作用是将信息源发出的信息按一定的要求进行变换,成为适合在信道中传输的信号。对应不同的信源和不同的通信系统,变换器有不同的组成和变换功能。例如在数字电话通信系统中,变换器包括送话器和模/数变换器等。模/数变换器的作用是将送话器输出的模拟话音信号经过模/数变换、编码及时分复用处理后,变换成适合在数字信道中传输的信号。

变换器可以通过终端设备(如调制解调器)或边缘交换节点来实现。

反变换器的工作过程是变换器的逆过程,主要功能包括信号的解码、解调、放大、均衡和解密等。

1.2.2 传输系统

传输系统为信息的传输提供传输信道,并将网络节点连接在一起。从网络结构上看,可分为干线和用户环路两部分;从提供信息的通路来看,分为信道、电路和链路等部分;从传输方式上看,分为面向连接和无连接。现代通信网中常见的传输系统有光纤传输系统、数字微波系统、无线电传输系统和卫星传输系统等。

(1) 干线:也称主干线,是主干网上的某个连接。一条干线可以由一条或多条串联的链路组成。两个交换中心或节点之间通过干线连接。干线连接通常是以交换为基础,由许多用户复用或用户分系统复接的大容量电缆、光纤或无线电传输通路,在干线的两端提供适合节点工作的设备,如复用器/分路器。干线通过 NNI(网络—网络接口)连接。

(2) 用户环路:用户环路又称本地环线或用户线,是一个节点和用户设备或用户分系统之间简单的固定连接。用户环路通过 UNI(用户—网络接口)连接。

(3) 传输信道:传输信道简称信道,是通信者两点间单向或双向传输信号的通道,包括传输媒介、线路接口设备和交叉连接设备等。

(4) 电路:指通信者两点间实现信号双向传输的两条传输信道的组合,以提供一个完整的通信过程。一条电路包括两个延伸到用户设备的双向传输信道。

(5) 链路:指两个相邻节点间或终端设备和节点之间具有特定特性的信道(或电路)段,如无线链路、同轴链路或 2 048Kbit/s 链路等。通常是指两个配线架之间的连接段。

(6) 面向连接:两个通信节点在数据交换之前必须先建立连接,然后进行数据传输。交换结束后,连接释放。

(7) 无连接:两个实体之间的通信不需要先建立一个连接,每个报文(信件)带有完整的目的地址,且独立于其他报文,经系统选定的路线传递。

1.2.3 交换节点

交换式网络是以交换节点为核心来建网的。交换节点是进行交换的点,是用户环路和链路或链路之间的分配点,根据寻址信息和网络控制指令进行链路连接或信号导向,以使通信网中的多个用户建立信号通路。

交换节点是通信网的核心设备,常见的有电话交换机、分组交换机、路由器、转发器等。其范围可以从二线/四线转换设备,到包括电路或信息交换、接线、信号处理、业务管理和技术控制等非常复杂的设备。以节点的形式与邻接的传输链路一起构成各种拓扑结构的通信网,是现代通信网的核心。

目前在通信网上常用的交换技术有电路交换、分组交换、帧中继及ATM交换等。对应于各种传输模式的交换方式,是交换节点用于交换功能所采用的互通技术,如电路交换属于电路传输模式(CTM)或同步传输模式(STM);分组交换、帧中继、快速分组交换等属于分组传输模式(PTM);ATM交换是电路交换和分组交换的结合,称为异步传输模式。

交换技术的几个演变过程如下。

- (1) 信息形式:从模拟(电流)发展到数字(电脉冲→光脉冲)。
- (2) 接续网络:从金属节点发展到数字开关(分立元件→集成元件→光开关)。
- (3) 复用方式:从空分到时分,再发展到统计时分,现在又有波分(密集波分)。
- (4) 控制方式:从人工到机电,再到电子,最后发展到存储程序控制(SPC)。
- (5) 信令方式:从信令与呼叫信息交替用同一信道(随路信令)发展到专用信道(公共信令)。
- (6) 交换方式:从电路交换到分组交换(或称IP交换)。
- (7) 信息带宽:从窄带(音频)发展到宽带(1~100MHz)。

1.2.4 信道

信道是信息传输介质和中间设备的总称。不同的信源形式所对应的变换处理方式不同,与之对应的信道形式也会不同。通常的情况下,信道的划分标准有两种方式:按传输介质的不同可分为无线信道和有线信道;按传输信号形式的不同可分为模拟信道和数字信道。

信道主要通过传输系统来实现,在有的网络中,交换节点设备中包含线路接口及信道的调配功能。如果中间要经过若干个交换节点转接,可以把它们都看成是传输信息的信道。

1. 无线传输信道

无线传输信道中,信息主要是通过自由空间进行传输的,但必须通过发射机系统、发射天线系统、接收天线系统和接收机系统才能使携带信息的信号正常传输,从而组成一

条无线传输信道。无线传输信道包括以下几种。

(1) 长波信道: 所使用的频率在 300kHz 以下, 波长在 1 000m 以上。

(2) 中波信道: 所使用的频段为 0.3~3MHz, 波长为 100~1 000m。

(3) 短波信道: 所使用的频段为 3~30MHz, 波长为 10~100m, 也称为高频(HF)信道。

(4) 超短波信道: 所使用的频率范围通常认为是 30~3 000MHz。更细一些划分, 30~300MHz 称为甚高频(VHF), 300~3 000MHz 称为特高频(UHF)。

(5) 微波信道: 所使用的频率在 3 000MHz 以上, 通常就泛称为微波, 它在现代通信网中占有重要地位。

(6) 卫星信道: 卫星信道是指利用人造地球卫星作为中继站转发无线电信号, 在多个地球站之间进行通信的信息传输信道。

(7) 散射信道: 在现代通信网的微波通信方式中, 还常用散射信道。散射信道利用对流层和电离层的不均匀性或流星余迹, 对于一定仰角的电磁波射束在上层空间中有一部分电磁波能量可回到地面而被接收到的散射现象, 构成散射信道。

2. 有线传输信道

在有线传输信道中, 电磁波是沿有形媒介传播的, 而且通常是构成直接信息流通的通路, 适合于基带传输或频带传输。常见的有线传输信道有以下几种。

(1) 平衡电缆: 也称双绞线, 每对信号传输线间的距离比明线小, 而且包扎在绝缘体内。

(2) 同轴电缆: 是容量较大的有线信道。常用的有两种: 一种是外径为 4.4mm 的细同轴电缆; 另一种是外径为 9.5mm 的粗同轴电缆。

(3) 光纤信道: 光纤信道是以光为载波, 以光导纤维(光纤)为传输介质的一种通信信道。

在构成有线信道时, 除了具有各种导引线外, 要完成长距离的信息传输, 必须包括再增音和均衡处理。

1.3 通信网的组网结构

通信网虽然可以从不同的角度分为不同的网络形式, 但其基本的拓扑结构形式都是一致的。人们把构成网络节点之间的互连方式称为拓扑结构。通信网的网络拓扑结构主要有星型、网状型、环型、树型、总线型、复合型等几种。

1. 星型网

星型网是一种以中央节点为中心, 把若干外围节点(或终端)连接起来的辐射式互联结构, 如图 1-3(a)所示, 所以也被称为辐射网。星型网的辐射点就是转接交换的中心, 其余节点之间相互通信都要经过转接交换中心的交换设备来完成, 因而交换设备的交换能力和可靠性会影响到网内的所有用户。从图中可看出, N 个节点的星型网需要 $N-1$ 条

传输链路,所用传输链路较少,线路的利用率就高,所以当交换设备的费用低于相关传输链路的费用时,星型网的经济效益较好;但因为中心节点是全网可靠性的瓶颈,中心节点一旦出现故障,会造成全网瘫痪,故安全性较差。

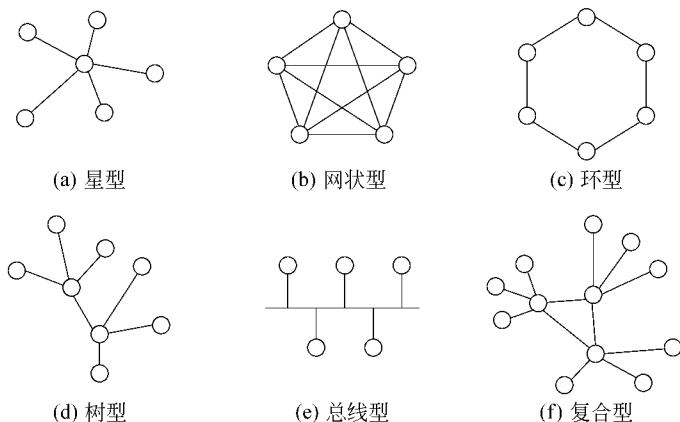


图 1-3 组网结构示意图

2. 网状型网

网状型网由多个节点或由用户之间互连而成,其结构如图 1-3(b)所示。它是一种完全互联的网,其结构特点是网内任何两个节点之间均有直达线路相连。如果网内有 N 个节点,全网就有 $N(N-1)/2$ 条传输链路。显然,当节点数增加时,传输链路必将迅速增加。这样的网络结构冗余度较大,稳定性较好,但线路利用率不高,经济性较差,适用于局间业务量较大或分局业务量较少的地区。

3. 环型网

环型网的结构如图 1-3(c)所示,网中所有节点首尾相连,组成一个环。 N 个节点的环网需要 N 条传输链路。该网的特点是结构简单,实现容易,由于可以采用自愈环对网络进行自动保护,所以稳定性比较高。但当节点较多时,转接延时难以控制,不便扩容。

环型网结构目前主要用于计算机局域网、光纤接入网、城域网、光传输网等网络中。

4. 树型网

树型网可以看成星型拓扑结构的扩展,如图 1-3(d)所示。在树型网中,节点按层次连接,信息交换主要在上、下节点之间进行。树型结构主要用于用户接入网或用户线路网中。另外,主从网同步方式中的时钟分配网也采用树型结构。

5. 总线型网

总线型网结构如图 1-3(e)所示。它属于共享传输介质型网络,网中所有的节点都连接在一个公共传输总线上,任何时候只允许一个用户占用总线发送或接收数据。这种网络结构需要的传输链路少,增减节点比较方便,但稳定性较差,网络范围也受到限制。

总线型网主要用于计算机局域网、电信接入网等网络中。

6. 复合型网

复合型网的结构如图 1-3(f)所示。从网络结构上看,复合型网是由网状型网和星型网复合而成的。组网时根据业务量的需要,以星型网为基础,在业务量较大的转接交换中心区间采用网状型结构,所以整个网络比较经济且稳定性较好。复合型网具有网状型网和星型网的优点,是通信网中常采用的一种网络结构,但网络设计应以交换设备和传输链路的总费用最小为原则。

1.4 现代通信网的发展趋势

现代通信网的发展过程大体上分为 4 个阶段。第一阶段起自 19 世纪中叶,主要技术特征是信息开始以电磁信号的形式实现远距离传输,形成以有线电话、电报和无线电电台为主,简易信号和运动通信为辅的通信网。第二阶段是在 20 世纪 50~70 年代,主要技术特征是自动交换、数字传输体系、卫星通信等共同作用,通信网从独立、按业务分类的单一通信网过渡到以电缆(地缆、海缆)、无线接力、散射和卫星综合传输体系为基础的综合(相对于各自独立的通信网)通信网。第三阶段大致在 20 世纪的 70~80 年代,主要技术特征是数据网络、分组交换系统和大容量光纤传输系统、数字微波系统形成,数据通信网开始成为通信网的重要组成部分。第四阶段始于 20 世纪 80 年代中期,主要技术特征是综合业务数字网(ISDN)和互联网(Internet)的形成,骨干通信网实现了全数字化,骨干传输网实现了光纤化,数据通信业务增长迅速,通信网逐步形成信息传输和应用一体化的趋势。

未来社会将进入高度信息化的社会,要求得到高质量的信息服务,要求通信网能够提供多种多样的业务,整个通信网传输、交换、处理的信息量也将不断增大。根据这种趋势,人们综合运用现代通信技术、计算机技术、控制技术和数字信号处理技术等,使通信向着数字化、宽带化、综合化、融合化、智能化、个人化的方向发展。

现代通信网技术的发展将呈现如下趋势。

1. 网络业务数字化

网络业务数字化是指通信网的交换、传输以及终端都采用数字技术。数字系统与模拟系统相比拥有诸多优点,数字交换除能免除多次调制、解调外,还具有便于数字计算机控制、速度快、易于扩充、容量大、交换能力强、传输质量高、可靠性好、便于纠错、易于加密、适于集成、更加通用及灵活等优点,因而数字化成为通信信息化的第一步,是实现其他“五化”的基础。

过去,通信网的主要业务一直是电话业务,因而通信网一般称为电话通信网。现代信息网络是以话音、视频、音频、图像、数据等为主要业务,分布在不同的网络中实现。目前的 PSTN 用户随着时间的推移将逐步减少使用传统的固话,取而代之的是移动或 VoIP 业务。话音业务走向无线化、IP 化是今后发展的主流。特别是随着网络宽带化的快速推进和 NGN 的发展,以后的各种业务在网络中都可以统一划归为数据化业务,以数

据通信的方式进/出信息网络,用户收/发的信息通过终端或接入设备进行分离/合成。

从计算机网络的业务来看,现代信息网络应用系统将向更深和更宽的数据业务方向发展,如远程会议、远程教学、远程医疗、远程购物及网络多媒体技术的应用等。

今后,数字化业务主要分以下5类:视频类业务(包括流媒体组播、点播电视、视频电话等)、高速上网业务、VoIP业务、互动游戏等媒体游戏类应用、信息服务类应用。

2. 网络传输宽带化

从现代通信网处理的业务来看,随着数据业务量,特别是IP业务量的飞速增长,数据网由分组网到帧中继、ATM网络,核心网和接入网的宽带化已成必然之势。光纤技术的应用一直是包括我国在内的世界各国通信网发展的主要趋势之一,由于光纤具有巨大带宽、易于维护、重量轻和成本低等一系列优点,特别是波分复用(WDM)技术的日益成熟,自动交换光网络(ASON)的逐步推出,以及基于SDH的多业务传送平台(MSTP)的应用领域在不断拓宽,因此,传输系统的光纤化是信息网发展的方向,也便于今后传统的传输网向业务网的方向演进。我国长途通信网的光纤化比例已高达80%以上。然而,随着光纤逐渐向覆盖更小区域和更远的距离推进,光纤化的代价越来越高。就我国来说,光纤到楼、光纤到小区和光纤到路边是中、近期比较现实的目标。

根据当前的实际情况,以电话业务量为主的窄带传统通信网和提供综合业务的宽带数据通信网要共同生存较长的一段时间,并逐步淘汰电路交换机。随着信息技术的发展,用户对宽带新业务的需求迅速增加,光纤传输、计算机和高速数字信号处理器件等关键技术,特别是软交换技术的进展,使信息网络的宽带化得到快速的发展,从而使宽带综合业务数字网(B-ISDN)的实现成为可能。

B-ISDN以灵活的速率为用户提供几乎所有希望的业务,如高分辨率电视、音乐、可视电话、电视会议、视频图像、话音、电子函件、信息检索、远程教育和商务、高速数据传输、局域网互连等。

3. 网络服务综合化

随着社会的发展,人们对通信业务种类的需求不断增加,目前的传真、电子邮件、短信、交互式图文等增值业务在迅速发展,如果每出现一个业务都建立一个专用通信网,必然会加大投资,降低收益,而且各个网络不能资源共享,统一管理。为了克服上述弊端,通信发展的趋势是把各种通信业务合并到一个网络中进行传输、交换和处理、控制,这就是网络服务的综合化。

目前,我国信息网络的组成按专业可分为传输网、广播电视网、局域网、固定电话交换网、移动电话交换网、数字数据网、分组交换数据网、数字同步网、No. 7信令网及电信管理网等,这些不同的专业网络有各自的网络管理系统,对各专业网的网络运行和业务服务起着一定的管理和监控作用。

实现网络服务综合化,是方便用户、提高服务质量的重要标志之一。例如,所有接入用户的业务一线化,只需一条光纤到入户(FTTH)接到“家庭网关(集线盒)”即可接入所有业务,并能实现跟号服务,如用户更换运营公司,仍能保持原来的号码不变;特服号码惟一化,如拨打“1××”,所有的紧急情况全部受理;热线服务号码惟一化,如政府、新闻、

交通、气象等所有热线都可以用一个热线号码拨入。

综合化就是要实现网络的互连互通,通过家庭网关实现家庭联网是综合宽带接入用户的关键。家庭联网是使各类互不相干的网络,如固定电话网、因特网、移动网、无线接入网、有线电视网等实现互通,并能实现统一接口和管理;家庭网关是一种智能的、有线或无线的、窄带和宽带一体化的综合家庭网络接口单元,为用户联网业务提供到相应外部公用网络的接入和控制功能。

时下通信网上运行的信令、协议、规范非常之多,要实现互连互通,必须经过大量的网关或网守、路由器协议转换设备等。随着传输平台智能化程度的提高(如全光网络等),终端设备综合处理能力的提高,综合宽带 IP 网的普及,原来网络的进一步优化等,各种信令、协议也要优胜劣汰。在相当一段时间内,IPv6、No. 7 BISUP(或 BICC)将占据信息网络的主导地位。目前的 VoIP 是基于 H. 323 协议开发的,在 H. 323 的基础上会出现全新的视频、音频通信协议;在 NGN 中,SIP(会话初始协议)的应用将逐步增大,它是下一代软交换与软交换之间、软交换与应用服务之间、软交换与智能终端之间的呼叫控制协议,也是 3GPP IMS 呼叫控制服务器之间的多媒体控制协议。NGN 开始阶段,软交换与 IMS 共存;将来,软交换的会话控制功能转给 IMS,软交换退化为网关控制和应用服务器。

在未来的通信网中,IP over ATM、IP over SDH 和 IP over WDM 将会共存互补。MPLS(多协议标记交换)既具有 ATM 的高速性能、QoS 性能、流量控制性能,又具有 IP 的灵活性和可扩充性。MPLS 可以在同一网络中同时提供 ATM 和 IP 业务。利用 ATM 传送 IP 是目前公用骨干网上最适用的技术方案之一。它不仅能够解决网络中存在的可扩展性、带宽瓶颈问题,而且能够实现强大的网络功能和网络的集中控制、管理,有利于网络层业务的扩展。因此,MPLS 成为业界普遍看好的下一代 IP 骨干网技术。

软交换是下一代分组网络的核心设备,它独立于网络,主要完成呼叫控制、资源分配、协议处理等功能,可以提供包括现在电路交换机所提供的全部业务和其他新的业务。

今后,将逐步形成以分组交换为主、电路交换为辅,软交换、IMS(IP 多媒体子系统)、PSTN 共存的网络架构。IP 交换在下一代网络(NGN)中将成为主流。

4. 网络互通融合化

通信网、计算机网、广播电视网的三网融合是人们所期待的,但涉及这个问题的除技术之外,还有运营机制等环境因素。目前,有的运营商已开始尝试从社区的接入网下手,通过 FTTH 实现三网融合。现代网络技术的发展促进了业务的相互融合,如 VoIP、IPTV 等技术的出现,就是指 IP 网中可以实现话音、电视等业务。当网络融合的发展进入一定阶段后,电视业务就不再是 CATV 的专营,话音业务也不再是 PSTN、PLMN 的专营了。

目前,因特网业务的蓬勃发展,加快了传统网与以 IP 网为代表的数据网络的互通和融合;电信网力图通过自身优化,实现对数据特别是 IP 业务的更大支持;计算机网在向宽带网发展的同时,以其低成本的优势争夺电话等实时业务;有线电视网通过双向改造,以其丰富的带宽资源不断向外延伸;数据网提供的 VoIP 电话以其低廉的价格、灵活的服

务方式迅速扩张,改变了传统电信业务的格局。

作为 NGN 交换核心的 Soft Switch,结合了传统电话网络的可靠性和 IP 技术的灵活性、有效性等优点,并且利用 IP 网络可提供丰富的业务,在传统的电路交换网向分组化网络演进的过程中将起到重要的作用。

NGN 作为一个高度融合的网络,其融合的特征主要体现在以下几个方面。

(1) 技术融合:电信、数据通信、移动通信、有线电视及计算机网络等技术相互融合,出现了大量的混合各种技术的产品,如路由器支持话音、交换机提供分组接口等技术的融合。

(2) 网络融合:传统独立的网络逐步形成一个统一的网络,如固定与移动、话音与数据、电话与电视等网络的融合。

(3) 业务融合:未来电信业的经营格局更多的是话音、数据、图像 3 种在传统意义上完全不同的业务模式的全面融合。不同业务由单一网络的不同端口提供,而非通过不同网络提供,这就加快了业务提供速度。网络组件可根据业务需求重新配置,网络能实时调整配置,快速提供业务。话音、数据、视频融合的业务有 VOD、VoIP、IP 智能网、IPTV、Web 呼叫中心等。

(4) 产业融合:由于网络和业务的融合,必然导致传统制造业的融合,制造业的融合又进一步促进了网络的融合。如数据通信厂商、计算机厂商开始进入电信制造业,传统电信厂商大量收购数据厂商等。

在数据业务逐渐成为主导的情况下,以电话网为代表的电信网络将融合到以 Internet 为代表的计算机网络中,IP 数据网与光网络的融合、无线通信网与互联网络的融合也是未来通信技术发展的趋势。电信网、计算机网和广播电视网之间的“三网合一”已日益成为人们关注的重点,所以说,将来的通信是网络互通融合化的。

5. 网络终端智能化

智能化网络是指一个能够快速、方便、经济、有效地生成和实现各种电信新业务的体系。目前,智能网提供的增值业务主要有被叫集中付费、虚拟专用网、电话计账卡、大众呼叫、电话投票、通用个人号码、广域集中用户交换机等几十种。

根据信息网络发展的需要,有些原来是网络部分完成的协议、信令可能要放到终端部分完成。一方面,使得终端开发更趋于复杂化;另一方面,终端的功能会越来越多。如现在 3G 手机的功能就非常多,相信以后固定电话信息业务也会多起来,计算机可以作为电视机,电视机可以增加更多的双向互动功能。普通电话机还会在一段时间内长期存在,但实行一线入户后,馈电方式是要改变的。如果每户都配有 PC,则实现各种功能就容易得多。

智能网上开放的新业务还有混合放号、移机不改号、实时预付费、彩铃、预付费+彩铃+同振、跨网业务(用户可以跨网享受 PSTN、PLMN、小灵通等提供的业务)等。在智能网上开放业务,不仅能够很方便地管理业务和用户数据,使业务逻辑的控制比较集中,而且用户可在任何通过 No. 7 信令网与用于开放智能业务的业务控制点(SCP)相连的地方使用智能网业务,正是这一优势为实现智能网业务的互通提供了技术基础。

6. 网络通信个人化

所谓个人通信,是指以个人为对象,通信到人而不是通信到终端设备,可解释为“在任何时间(Whenever)、任何地点(Wherever)、任何人(Whoever)可以同任何人(Whomever)进行任何业务(Whatever)的通信”,常被称为“5W 通信”。个人通信有终端移动和个人移动两种。终端移动指用户终端设备移动时也能通信;个人移动指用户能在网中任何地理位置,根据其通信要求,选择任一移动终端或固定终端进行通信。目前的通信网仅提供终端对终端的通信,即使是移动电话,也只是摆脱了电线的束缚,仍是通过与终端相关的设备号码来提供移动性的通信,未能摆脱移动台的束缚,因此不是真正意义上的个人通信。

个人通信的每一个用户有一个属于自己的惟一号码。个人通信网的数据库可以通过智能控制,随时跟踪并登记用户所在位置。个人通信用户能在通信网中的任何地理位置上,根据其通信要求选择任一移动的或固定的终端进行通信。个人通信的特点为:用户具有无约束的通信自由;具有安全、保密、确认等功能;可提供用户所预定的不同业务。

个人通信可以先实现个人号码惟一化,无论是移动手机,还是固定电话,都是同一个号。在其发展初期,可以通过加拨网号或字冠的方法区别于不同的运营商网络。

习 题

- 1.1 现代通信网有哪些分类方法?
- 1.2 通信网是如何定义的?
- 1.3 举例说明日常遇到哪些通信业务。
- 1.4 现代通信网大体上经历了几个阶段? 各阶段有哪些主要特征?
- 1.5 通信网的基本模型由哪几部分组成? 各有什么作用?
- 1.6 网络拓扑结构有哪几种? 各有何特点?
- 1.7 现代通信网今后的发展趋势如何?

传 送 网

传送网(Transport Network)是整个电信网的基础,它为整个网络所承载的业务提供传输通道和传输平台,由于业务需求的不同而有不同的实现方式。这里主要介绍 SDH、光纤通信、微波通信和卫星通信等内容。

电信网的功能基本上可以归纳为传送和控制两类。传送功能和控制功能并存于任何一个物理网络中,传送功能实现电信信息从一点到另一点的传递,控制功能实现辅助业务和操作维护功能。传送网就是完成传送功能的网络,当然也能传递各种网络控制信息。应注意的是,传送与传输(Transmission)意义不同,传送是从信息传递的功能过程来描述的,而传输是从信息信号通过具体物理媒质传递的物理过程来描述的。因而传送网属于逻辑功能意义上的网络,而传输网是具体到实际设备组成的网络。

根据网络逻辑拓扑分层理论,传送网可以分为 3 层,即电路层、通道层和传输介质层。其中,通道层和传输介质层合在一起称为传送层。传送层面向电路层现有和将来有的业务,是提供传送资源的下层平台。

电路层直接为用户提供诸如电路交换业务、分组交换业务和租用线路业务等电信业务。电路层设备包括完成各种业务交换的交换机、数字电路交叉连接设备和 IP 路由器等,由这些设备建立端到端的电路连接或虚通路,IP 业务则无须专用连接。

通道层用来支持不同类型的电路层网络业务的传送,为电路层网络节点提供透明的传送通道。目前,通道层中有准同步数字体系(PDH)通道、同步数字体系(SDH)的虚容器通道、异步传输模式(ATM)的信元虚通道等。

传输介质层与具体的传输介质(如光纤、微波等)有关,它支持一个或多个通道,为通道层网络节点(如 DXC)提供合适的通道容量。传输介质层主要为跨越线路系统的点到点传送。

2.1 SDH

SDH(Synchronous Digital Hierarchy,同步数字体系)传输体制是传送网的一种技术体制,这种技术体制是在同步光网络基础上,经修改、演变和发展形成的世界统一的关于数字通信多路复用和传输方面的新的数字复用等级通用标准,在现代信息传送网络中发挥着极其重要的作用。

2.1.1 SDH 的基本概念

随着信息社会的到来,以往在传送网中普遍采用的 PDH 技术体系因不能满足现代信息网络的传输要求已逐步被 SDH 技术取代。PDH 是以铜导线为基础的传输链路的主要方式,主要面向点到点的传输,缺乏灵活性,其复用结构十分复杂,并且存在 ITU-T (国际电信联盟)、美国、日本三种互不兼容的标准。SDH 是 ITU-T 制定的,其概念的核心是从统一的国家信息网和国际互通的高度来组建数字通信网,并构成 BIP-ISDN 的传送网络。

SDH 是由一些光同步数字传输网的网络单元(NE)组成的,在传输媒质上(如光纤、微波等)进行同步信息传输、复用、分插和交叉连接的传送网络,它具有国际统一的网络节点接口(NNI)。

网络节点接口(NNI)包含了传输设备和网络节点(设备)两种基本设备。传输设备包括光纤通信、微波通信和卫星通信等领域,而网络节点有许多种类,如 64Kbit/s 电路节点、宽带交换节点等。在现代传输网络中,要想统一上述技术和设备的规范,必须具有统一的接口速率、帧结构、线路接口、复接方法及相应的监控管理等,SDH 网络正好具备了这些特点。

SDH 的帧结构是块状的,允许安排较多的开销比特用于网络管理,包括段开销(SOH)和通道开销(POH),同时具备一套灵活的复用与映射结构,允许将不同级别的准同步数字体系、同步数字体系、B-ISDN 信号(ATM 信元)等经处理后放入不同的虚容器(VC)中,因而具有广泛的适应性。在传输时,按照规定的位置结构将以上信号组装起来,利用传输媒质(如光纤、微波等)送到目的地。

SDH 有一套标准化的信息结构等级,称之为同步传输模块。最基本的模块为 STM-1,传输速率为 155.520Mbit/s。更高速率等级的同步数字系列信号是 STM-N ($N=1,4,16,64,\dots$),可通过在 STM-1 信号的字节间插入同步信号复接而成,使 SDH 适用于高速大容量光纤通信系统,便于通信系统的扩容和升级换代。国际电联(ITU-T)只对 STM-1、STM-4、STM-16、STM-64 作出规定,将 4 个 STM-1 同步复用构成 STM-4,传输速率为 $4 \times 155.520\text{Mbit/s} = 622.080\text{Mbit/s}$;将 16 个 STM-1(或 4 个 STM-4)同步复用构成 STM-16,传输速率为 2 488.320Mbit/s,以此类推。SDH 的基础设备是同步传输模块(STM)。

SDH 是由软件控制的复杂系统和网络,在组网时采用了大量的软件功能进行网络管理、控制及配置,具有很强的可扩充性和可维护性,尤其是在环型网、网状型网等网络中应用时,可进行灵活的组网与业务调度,可实现高可靠性的网络自愈。

2.1.2 SDH 的技术特点

SDH 是完全不同于 PDH(准同步数字体系)的新一代传输网体制,其特点主要体现在以下方面。

(1) 灵活的复用映射方式。由于 SDH 采用了同步复用方式和灵活的复用映射结构,使低阶信号和高阶信号的复用/解复用一次到位,大大简化了设备的处理过程,省去了大量的有关电路单元、跳线电缆和电接口数量,从而简化了运营与维护,改善了网络的业务透明性。

(2) 兼容性好。SDH 网不仅能与现有的 PDH 网实现完全兼容,即 PDH 的 1.544Mbit/s 和 2.048Mbit/s 两大体系(含三个地区性标准)在 STM-1 等级上获得统一,实现了数字传输体制上的世界性标准,同时还可容纳各种新的数字业务信号(如 ATM 信号、FDDI 信号等),因此 SDH 网具有完全的前向兼容性和后向兼容性。

(3) 接口标准统一。由于 SDH 具有全世界统一的网络节点接口,并对各网络单元的光接口有严格的规范要求,从而使得任何网络单元在光路上得以互通,体现了横向兼容性。

(4) 网络管理能力强。SDH 的帧结构中安排了充足的开销比特,使网络的运行、维护、管理(OAM)能力大大加强。通过软件下载的方式,可实现对各网络单元的分布式管理,同时也便于新功能和特性的及时开发与升级,促进了先进的网络管理系统和智能化设备的发展。

(5) 先进的指针调整技术。虽然在理想情况下,SDH 网络中的各网元都由统一的高精度基准钟定时,但由于在实际网络中,各网元可能分属于不同的运营者,所以只能在一定范围内同步工作(同步岛),若超出这一范围,则有可能出现一些定时偏差。SDH 采用了先进的指针调整技术,使来自于不同业务提供者的信息净负荷可以在不同的同步岛之间传送,并有能力承受一定的定时基准丢失,从而解决了节点之间的时钟差异带来的问题。

(6) 独立的虚容器设计。SDH 引入了“虚容器”的概念。所谓虚容器(VC),是一种支持通道层连接的信息结构,当将各种业务信号经处理装入虚容器以后,系统只需处理各种虚容器即可达到目的,而不管具体的信息结构如何。因此,该系统具有很好的信息透明性,同时减少了管理实体的数量。

(7) 组网与自愈能力强。SDH 采用先进的分插复用(ADM)、数字交叉连接(DXC)等设备,使组网能力和自愈能力大大增强,不但提高了可靠性,也降低了网络的维护、管理费用。

(8) 系列标准规范。SDH 提出了一系列较完整的标准,使各生产单位和应用单位均有章可循,同时使各厂家的产品可以直接互通,使电信网最终工作于多厂家的产品环境中,也便于国际互通。

SDH 是目前最优秀的通信系统。SDH 最主要的三大特点是同步复用、强大的网络管理能力和统一了光接口及复用标准,并由此带来了许多优良的性能,使其构成了世界性的、统一的 NNI 的基础。

2.1.3 SDH 帧结构

SDH 技术的基础是它的帧结构,而实现各种网络管理的基础是它的开销。以下主要

介绍 STM- N 帧结构的组成和开销的安排与应用。

SDH 的帧结构是实现 SDH 网络诸多功能的基础,对它的基本要求是既能满足对支路信号进行同步数字复用、交叉连接和交换,又能使支路信号在一帧内的分布是均匀、规则和可控的,以便于接入和取出。

SDH 技术中采用的是以字节为基础(每个字节含 8bit)的块状帧结构,如图 2-1 所示。它由纵向 9 行和横向 $270 \times N$ 列字节组成,字节在传输时由左到右、由上而下顺序排成串形码流依次传输,一帧的周期为 $125\mu\text{s}$,每秒共传 8 000 帧,因此对 STM-1 而言,传输速率共为 $8\text{bit} \times 9\text{行} \times 270\text{列} \times 8\,000\text{帧} = 155.520\text{Mbit/s}$ 。

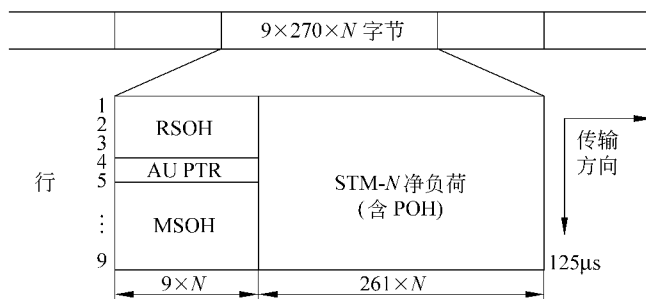


图 2-1 STM- N 帧结构

STM- N 是由 N 个 STM-1 经字节间插同步复接而成的, N 的取值只能为 1, 4, 16, ..., 所对应的传输速率分别为 155.520Mbit/s, 622.080Mbit/s, 2 488.320Mbit/s, ..., 彼此正好是 4 倍的关系。

SDH 帧结构可分成段开销(SOH)、管理单元指针(AU-PTR)和 STM- N 净负荷(Payload)3 个基本区域。

(1) 段开销区域

段开销(Section OverHead, SOH)是指为保证信息正常、灵活、有效地传送所必须附加的字节,它主要用于网络的运行、管理和维护(OAM)。段开销可分为再生段开销(RSOH)和复用段开销(MSOH)两个部分,其中 RSOH 位于帧结构中的 1~3 行和 $1 \sim 9 \times N$ 列,MSOH 位于帧结构中的 5~9 行和 $1 \sim 9 \times N$ 列。对于 STM-1 而言,每帧共有 576bit ($8\text{bit}/\text{字节} \times 9\text{字节}/\text{行} \times 8\text{行}$ (第 4 行除外))可用于段开销,由于每秒传送 8 000 帧,所以共有 4 608Kbit/s 用于网络的运行、管理和维护(如公务通信、误码监测、自动倒换信息等)。

(2) 管理单元指针区域

管理单元指针在帧结构中位于左边的第 4 行,为一组特定的编码,用来指出净负荷区域内的信息首字节在 STM- N 帧内的准确位置,以便接收时能正确分离净负荷。采用指针处理的方式是 SDH 的重要创新,它消除了 PDH 系统中由于采用滑动缓存器所引起的延时和性能损伤。

(3) STM- N 净负荷区域

信息净负荷区域是存放待传送信息比特的地方,对于 STM-1 而言,每帧共有

18 792bit(8bit/字节 $\times$ 261 字节 $\times$ 9 行)位于净负荷区域,可用于业务传输。另外,在该区域内还存放了少量可用于通道维护管理的通道开销(POH)字节。

2.1.4 SDH 复用原理

1. 复用原理

现代电信传输的发展方向之一是传输速率的高速化,其方式是采用时分复用的形式将多路低速信号复用成高速信号,那么如何解决各路信号彼此之间的频差和相移等问题呢?传统的解决方法主要有码速调整法(或称比特塞入法)和固定位置映射法,而在 SDH 技术中,引入了指针调整法,其基本原理是利用净负荷指针来表示在 STM-N 帧内浮动的净负荷的准确位置。当净负荷在一定的频率范围内变化时,只需增加或减小指针数值即可达到目的。

SDH 的一般复用结构如图 2-2 所示。它是由一些基本复用映射单元组成的、有若干个中间复用步骤的复用结构,具有一定频差的各种支路的业务信号要想复用进 STM-N 帧,都要经历映射、定位校准和复用三个步骤,基本工作原理如下所述。

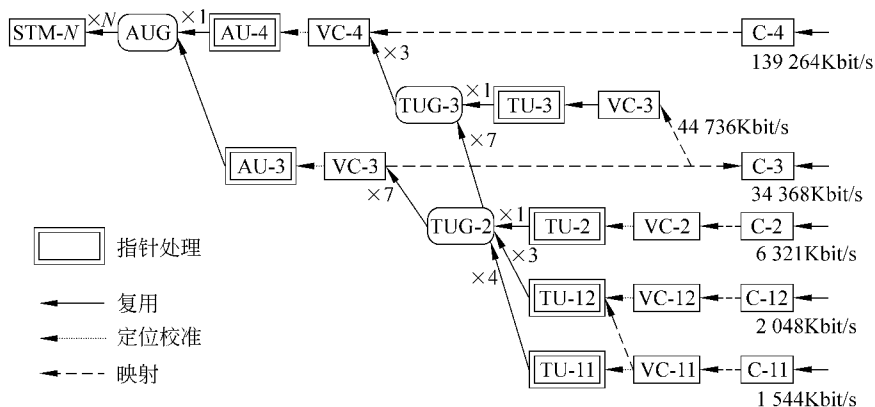


图 2-2 SDH 的一般复用映射结构

首先,各种速率等级的数据流(PDH 或 ATM 等)分别经过码速调整装入相应的接口容器 C(ITU-T 建议 G.707 规定了 5 种标准容器: C-11、C-12、C-2、C-3 和 C-4),完成适配功能(主要是速率调整)。

然后,由标准容器出来的数字流间插入通道开销(POH)且形成虚容器(VC),这个过程称为“映射”。VC 在 SDH 网中传输时可以作为独立的实体在通道中的任意位置取出或插入,以便进行同步复用和交叉连接处理。低阶 VC 在高阶 VC 中的位置和高阶 VC 在 AU 中的位置,由支路单元指针(TU- n PTR)和附加在相应 AU 上的管理单元指针(AU- n PTR)描述,即以附加于 VC 上的指针指示低阶 VC 在净荷中的位置。通过定位,使接收端能正确地从 STM-N 中拆离出相应的 VC,进而通过拆 VC、C 的包封分离出 PDH 低速信号,即实现从 STM-N 信号中直接下载低速支路信号的功能。

由 VC 出来的数字流按图 2-2 中规定的路线进入管理单元(AU)或支路单元(TU)。

在 AU 和 TU 中要进行速率调整,因而低一级数字流在高一级数字流中的起始点是浮动的。为准确确定起始点的位置,AU 和 TU 设置了指针(AU PTR 和 TU PTR),当发生相对的帧相位偏移时,指针值随之调整,从而在相应的帧内进行灵活和动态的定位,保证指针值准确指示 VC 帧起点位置。图中定位用校准线表示。

最后,在 N 个 AUG 的基础上,再附加段开销 SOH,便形成了 STM- N 的帧结构。图 2-2 中的定位校准即利用指针调整技术来取代传统的 $125\mu\text{s}$ 缓存器,实现支路频差的校正和相位的对准,因此可以说,指针调整技术是数字传输复用技术的一项重大革新。

2. 基本单元

图 2-2 所说明的问题实际上是如何将 PDH 的标准速率信号、ATM 信元及其他新业务信号复用成符合 SDH 帧结构标准的信号。图中所涉及的各单元的名称及定义如下所述。

(1) 标准容器(C)

标准容器是一种用来装载各种速率业务信号的信息结构,容器种类有 C-11、C-12、C-2、C-3 和 C-4 5 种,或表示成 $C-n(n=11,12,2,3,4)$,我国的 SDH 目前仅涉及 C-12、C-3 及 C-4 容器,每一种容器分别对应于一种标称的输入速率,即 2.048Mbit/s , 34.368Mbit/s 和 139.264Mbit/s 。容器的基本功能是完成适配,即码速调整。

(2) 虚容器(VC)

虚容器是用来支持 SDH 通道层连接的信息结构。它是 SDH 通道的信息终端,由安排在重复周期为 $125\mu\text{s}$ 或 $500\mu\text{s}$ 的块状帧结构中的信息净负荷(容器的输出)和通道开销(POH)组成。

VC 是 SDH 中最为重要的一种信息结构,它的包封速率是与 SDH 网络同步的,因此不同的 VC 是互相同步的,但在 VC 内部允许装载来自不同容器的异步净负荷。由于 VC 在 SDH 网中传输时总是保持完整不变(除去 VC 的组合点和分解点),因而可以作为一个独立的实体十分方便和灵活地在通道中的任一点插入或取出,以便进行同步复用和交叉连接处理。

虚容器可分成低阶虚容器和高阶虚容器两类。其中,VC-11、VC-12、VC-2 和 TU-3 前的 VC-3 为低阶虚容器;VC-4 和 AU-3 前的 VC-3 为高阶虚容器。

(3) 支路单元(TU)、支路单元组(TUG)

支路单元是一种提供低阶通道层和高阶通道层之间适配功能的信息结构。TU 由一个相应的低阶 VC 和一个相应的支路单元指针(TU PTR)组成。支路单元组由一个或多个在高阶 VC 净负荷中占据固定的、确定位置的支路单元组成。实现时,可把一些不同大小的 TU 组合成一个 TUG,从而增加传送网络的灵活性。

(4) 管理单元(AU)、管理单元组(AUG)

管理单元是提供高阶通道层和复用段层之间适配功能的信息结构。它由一个相应的高阶 VC 和一个相应的管理单元指针(AU PTR)组成。管理单元组由一个或多个在 STM- N 净负荷中占据固定的、确定位置的管理单元组成,一个 AUG 由一个 AU-3 按字节间插组合而成。

除以上介绍的各个单元以外,SDH 还安排有灵活的级联方式,以传送非标准 PDH 等级的信号。例如,若用户要求传送 10Mbit/s 信号,如果采用 PDH 系统,只能用标准的 34.368Mbit/s 设备,效率极低(有 24Mbit/s 空闲);而在 SDH 系统中,可利用 TU-2 的级联方式,将两个 TU-2 级联为一个 TU-2-2c,其速率为 13.696Mbit/s,大大提高了传送效率。

2.1.5 映射和同步复用

SDH 中采用的同步和映射方法与传统的数字复用技术有很大的不同。各种信号复用映射进 STM-N 帧的过程都要经过映射、定位和复用 3 个步骤,如图 2-2 所示。

映射是一种在 SDH 网络边界处,把支路信号适配装入相应虚容器的过程。例如,将各种速率的 PDH 信号先分别经过码速调整装入相应的标准容器,再加进低阶或高阶通道开销,以形成标准的虚容器。

定位是一种当支路单元或管理单元适配到支持层的帧结构时,帧偏移信息随之转移的过程,它依靠 TU PTR 和 AU PTR 功能来实现。这里所说的指针(PTR)是一种指示符,其值定义为虚容器相对于支持它的传送实体的帧参考点的帧偏移。

复用是一种使多个低阶通道层信号适配进高阶通道,或将多个高阶通道层信号适配进复用层的过程,其基本方法是采用字节交错间插的方式将 TU 组织进高阶 VC,或将 AU 组织进 STM-N。由于经 TU PTR 和 AU PTR 处理后的各 VC 支路已实现了相位同步,因此其复用过程为同步复用。

我国采用的基本复用映射结构如图 2-3 所示,它保证每一种速率的信号只有惟一的一条复用路线可以到达 STM-N 帧。

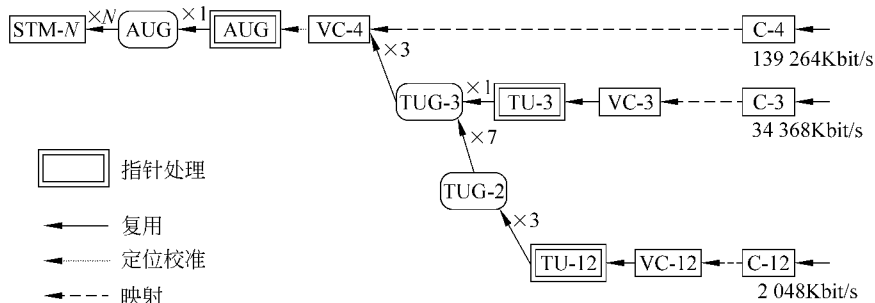


图 2-3 基本复用映射结构示意图

在图 2-3 所示结构中,有几点需要说明:①由于 34Mbit/s 支路接口效率不高,因此使用时需慎重;②8Mbit/s 支路接口使用不多,未列入;③若为租用业务所需,可选用 1.544Mbit/s 接口;④若有互联网络需要,可选用 44.736Mbit/s 接口。这些接口在条件成熟时,可根据实际需要进行选用。

为便于理解图 2-3 所示结构,下面以 PDH 4 次群信号(139.264Mbit/s)至 STM-1 的形成过程为例进一步说明,如图 2-4 所示。首先,PDH 的 139.264Mbit/s 信号进入 C-4

容器,经速率调整后输出 149.760Mbit/s 的数字信号;在 VC-4 内加入 POH(9 字节/帧,即 576Kbit/s)后,输出 150.336Mbit/s 信号;在 AU-4 内加入指针 AU PTR(9 字节/帧,即 576Kbit/s)后,输出 150.912Mbit/s 的信号;因为 $N=1$,所以由一个 AUG 加入段开销 SOH(4.608Mbit/s)后输出 155.520Mbit/s 的信号,即 STM-1 信号。

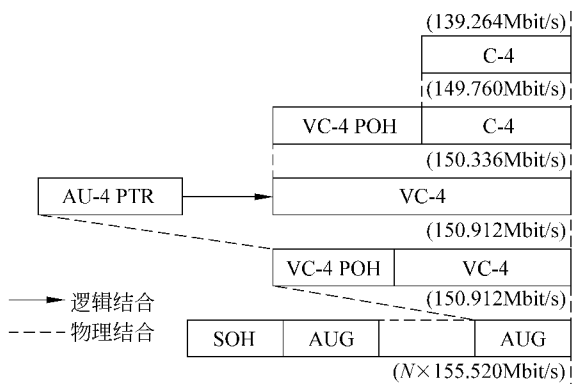


图 2-4 PDH 4 次群信号至 STM-1 的形成过程

2.1.6 SDH 传输网络

SDH 设备是智能化的设备,它不仅具有传送信号的物理功能,还具有对信号进行处理、监控和管理的功能,可通过远程控制灵活地组网和管理,十分适合电信管理网(TMN),即网络中的每一个 SDH 网元(NE)可通过软件控制进行本地或远程操作等。

1. SDH 网络的基本单元

SDH 的基本网络单元有同步光缆线路系统、同步复用器(SM)、终端复用器(TM)、数字交叉连接设备(DXC)、光中继器(REG)、分插复用器(ADM)和同步数字交叉连接设备(SDXC)等。虽然其功能各异,但都有统一的标准光接口,能够在基本光缆端上实现横向兼容,即允许不同厂家的设备在光路上互通。如图 2-5 所示是常用的 SDH 网络单元。

(1) 终端复用器(TM)

终端复用器位于网络终端站,如图 2-5(a)所示,负责所有信号的复用和解复用,将低速支路信号复用进 STM-N 帧上的任意位置并转换成光信号,或完成相反的变换。

(2) 再生中继器(REG)

再生中继器如图 2-5(b)所示。REG 有两种,一种是纯光的再生中继器,主要进行光功率放大以延长光传输距离;另一种是电再生中继器,属双端口器件,只有两个线路端口,它通过光/电转换、电信号抽样判决再生整形、电/光转换,以达到消除线路噪声积累的目的,保证线路上传送信号波形的完好。

(3) 数字交叉连接设备(DXC)

DXC 是 SDH 网络的重要网络单元,又称为 SDXC,如图 2-5(c)所示。SDXC 是一种具有多个 STM-N 信号端口并能在端口间提供可控 VC 的透明连接和再连接的设备,可