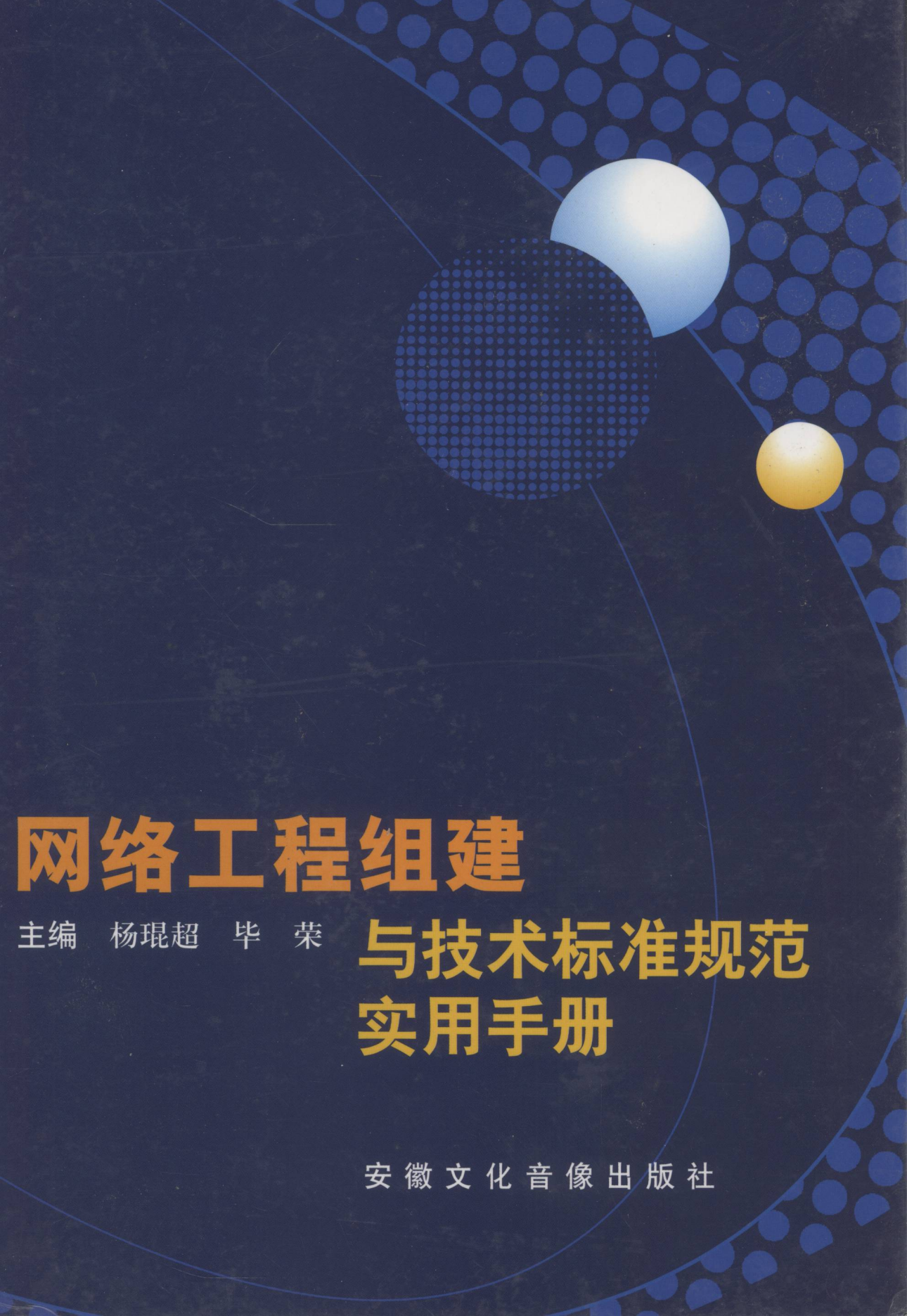




网络工程组建

主编 杨琨超 毕 荣

与技术标准规范 实用手册

安徽文化音像出版社

网络工程组建与技术 标准规范实用手册

主编：杨琨超 毕荣

(第二卷)

安徽文化音像出版社

第十四章 广域网组网传输信道技术

第一节 多路复用

多路复用是在一个传输媒体上,同时传输两个或多个信号。复用当前主要在频率域以及时间域中实现,前者称为频分复用(FDM),后者称为时分复用(TDM)。另外还有一种码分复用(CDM)

一、时分复用

时分复用是利用时间分隔方式来实现多路复用。通常在发送端把多个低速数字信号合并成为一个高速数字信号的设备称为数字复用器,在接收端实现其相反过程的称为数字分用器。数字复用器与数字分用器是成对使用的。

通信部门的数字话音传输大多采用脉冲编码调制(PCM)方式,每一路数字话的速率为 64kb/s 。在数字复用体系方面,过去广泛采用准同步数字体系(PDH),现在新的数字传输系统大多采用同步数字体系(SDH)。

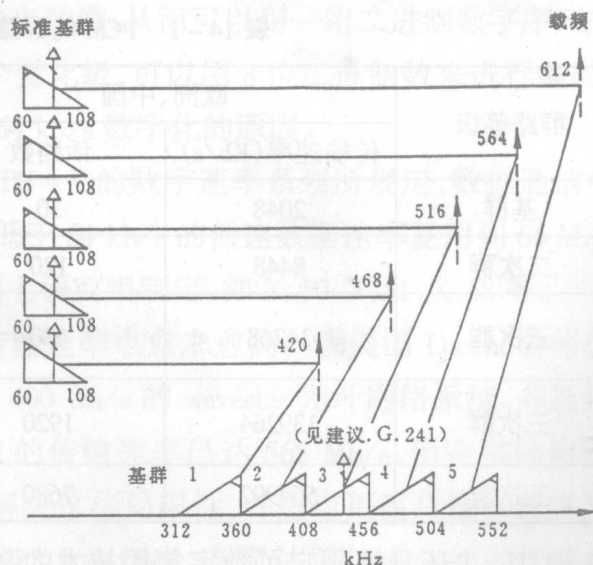


图 14-1 标准 ITU-T 超群的组成及频谱

所谓准同步体系(PDH)是以基群信号为基础,采用正码速调整和比特间插

复用方式的系统和设备体系。

对于基群信号及复用体系，ITU-T规定了两种体系：一种是北美、日本等国使用的，其基群信号的速率为1544kb/s（即24路64kb/s）称为（T₁）、二次群（T₂）、三次群（T₃）、四次群（T₄）、五次群（T₅），信号速率如表14-1所示。另一种是欧洲及我国等使用的，其基群信号的速率为2048kb/s（即30/32路64kb/s），称为（E₁）、二次群（E₂）、三次群（E₃）、四次群（E₄）、五次群（E₅），信号速率也示

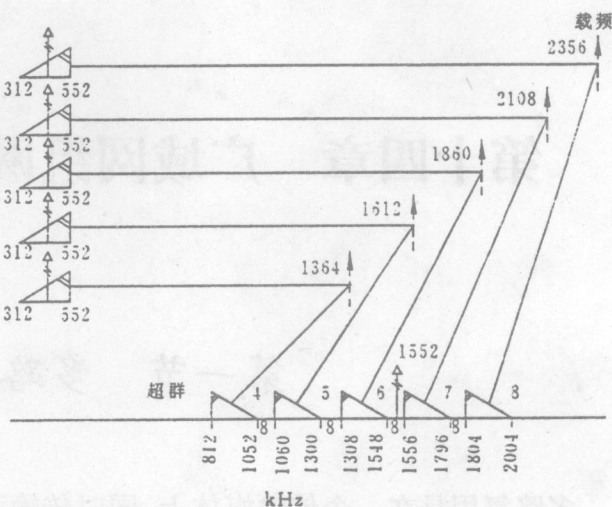


图 14-2 标准 ITU-T 主群的组成及频谱

于表 13.1。PDH 把数字信号分为五个等级，分别称为基群、二次群、三次群、四次群、五次群。对于欧洲与我国采用的体系，每个较高等级的信号都由 4 个较低等级的信号复接而成。该 4 个较低等级的信号标称速率相同，但允许它们之间有一定的速率容差，所以称准同步数字体系。

表 14-1 PCM 的群路等级 (PDH)

群路等级	欧洲、中国		北美、日本	
	传输速率 (Kb/s)	话路数	传输速率 (Kb/s)	话路数
基群	2048	30	1544	24
二次群	8448	120	6312	96
三次群	34368	480	32064 44736	480(日) 672(美)
四次群	139264	1920	97728 274176	1440(日) 4032(美)
五次群	564992	7680	397200	5760(日)

ITU-T 还具体规定了数字复用技术的制式，图 14-3 列出了以 E₁ 为基群速率的 12 种复用器的技术制式的建议。限于篇幅，其具体内容可查阅有关资料。

不管是 E₁ 还是 T₁，它们的最低支路速率都为 64Kb/s，通常我们称它为零次

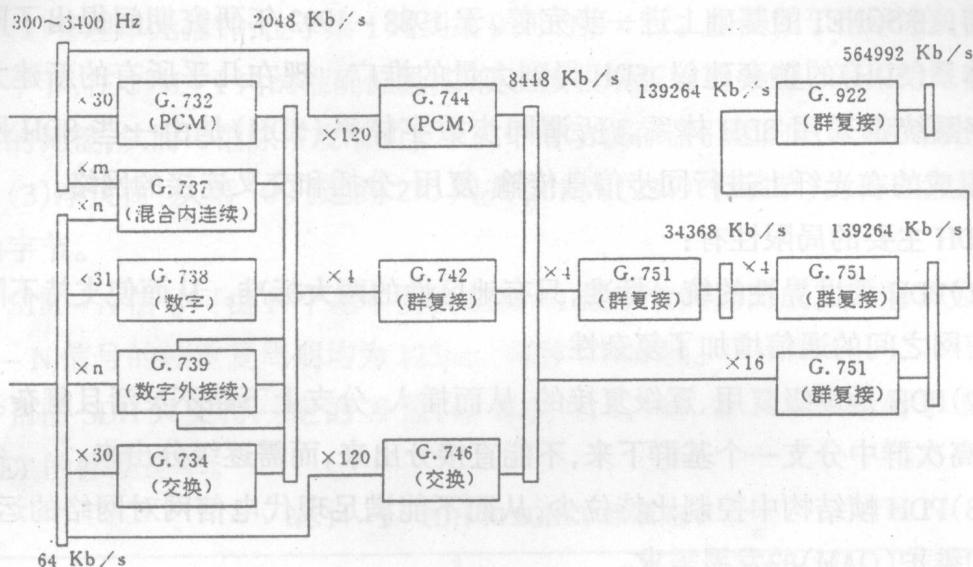


图 14-3 ITU-T 部分复用系列建议

群,而 E_1 或 T_1 称为一次群或基群。64Kb/s 的速率是 PCM 数字话路的速率。PCM 是把模拟话音信号转换成二进制数字信号序列的一种方法,称为脉冲编码调制。它是对 4kHz 话音带宽的信号,为了能正确复原,用 8 k 样点/s 对其进行抽样,从而得到一个调幅脉冲序列,其脉冲的幅度就是被抽样的话音信号在抽样点的瞬时值。为了用二进制数字序列来表示每一脉冲的幅度,必须对幅度值进行量化,使量化后的幅度值变成一些离散值,从而可以用一组二进制数字序列来对应。在 PCM 系统中,一般取 256 个量化级,可以用 8 位二进制数来进行编码。这就是一路 4 kHz 的模拟话路对应 64 kb/s 数字化的原因。

由于 64 kb/s 以上的速率都由 ITU-T 的数字速率系列所规定,数据通信中的数字信道便沿用上述标准。至于低于 64 kb/s 的低速数据速率复用到 64 kb/s 的数字信道上的标准有 ITU-T 的第七研究组制定,如 X.50, X.51, X.58 等。

随着光纤传输网络的发展,其传输速率也愈来愈高。现美国 Lucent 公司已开发出在一根光纤上的传输速率达 400 Gb/s 的 wavestar 光纤网络系统,并且还在试验更高速率的系统。目前 PDH 的传输速率已达 565 Mb/s,但在实际运行中,也暴露了 PDH 的局限性。为了解决这些局限性,并适应更高传输系统以及新业务的需要,不能在原有的 PDH 基础上来解决,必须对原有的 PDH 进行根本的改革。美国贝尔实验室于 1985 年首先提出了同步光缆网络(SONET)的概念,经开发、应用,取得了很大的成功。引起了通信界的广泛关注。为此,ITU-T 积

极参与,在 SONET 的基础上进一步完善,于 1988 - 1992 年研究期间提出了同步数字体系(SDH)的整套建议,SDH 得到大量的推广。现在几乎所有的新建大容量数字系统都采用 SDH 体系。所谓同步数字体系(SDH)是由一些 SDH 网元(NE)组成的在光纤上进行同步信息传输、复用、分插和交叉连接的网络。

PDH 主要的局限性有:

(1)PDH 无世界性的统一标准,只有地区性的两大标准。从而使支持不同标准通信网之间的通信增加了复杂性。

(2)PDH 是逐级复用、逐级复接的,从而插入、分支上下路不灵活且复杂。例如,在高次群中分支一个基群下来,不能直接分出来,而需逐级分出来。

(3)PDH 帧结构中控制比特位少,从而不能满足现代电信网对网络的运行、管理和维护(OAM)的发展需求。

(4)网络拓扑缺乏灵活性,不能适应综合业务数字网(ISDN)等新业务的需求。

在 SDH 中,其基础传输信号是 STM,称为同步传送模块。STM - 1 为第一级同步传送模块,其传输速率为 155.520 Mb/s,STM - N 为第 N 级同步传送模块,其传输速率为 $N \times 155.520$ Mb/s。

STM - N 信号的帧结构如图 14 - 4 所示。它由 3 个区域组成:①段开销(SOH)区域;②管理单元指针(AUPTR)区域;③信息净负荷(payload)区域。

STM - N 帧可表示成二维的块状结构。纵向有 $270 \times N$ 列,横向有 9 行,共计为 $2430 \times N$ 字节(每字节为 8 比特)。不管 N 值为多少,帧重复周期为 $125\mu\text{s}$,这是 SDH 网的一个重要特点。传输时逐字节从左到右,从上到下逐行进行,为串行传输。下面以 STM - 1 帧为例说明这 3 个区域的安排。

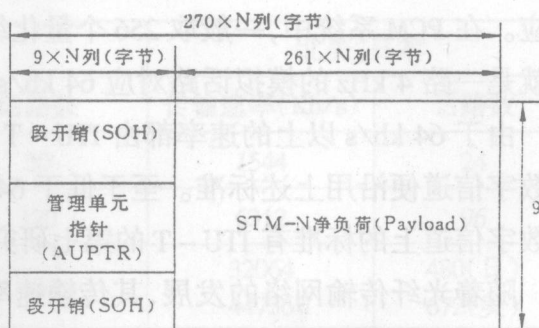


图 14 - 4 STM - N 帧结构

(1)段开销:位于第 1 列到第 9 列的第 1 到第 3 行(为再生段开销 - RSOH)及第 5 行到第 9 行(为复用段开销 - MSOH)。各字节分别用于定帧、维护、性能监测和其他操作功能。

(2)管理单元指针:位于第 1 列到第 9 列的第 4 行。主要用于指示净负荷的第一个字节,在 STM-1 内的准确位置,以便在接收端正确地分解。采用指针便于作必要的调整,从而可消除常规准同步系统中滑动缓存器引起的迟延和性能损伤。

(3)净负荷:从第 10 列起到 270 列共 261 列(2349 个字节)为传送业务信息用的字节。

STM-N 信号可由 N 个基本模块 STM-1 经字节间插而成。无论 N 为何值,STM-N 信号的帧重复周期均为 $125\mu\text{s}$ 。每秒 8 000 帧。

目前 SDH 只支持一定的 N 值,即 N 为 1, 4, 16。表 14-2 列出了 SDH 与 SONET 的标准速率。

表 14-2 SDH 和 SONET 标准速率

SDH		SONET	
等级	速率 Mb/s	等级	速率 Mb/s
		STS-1	51.840
STM-1	155.520	STS-3	155.520
		STS-9	466.560
STM-4	622.080	STS-12	622.080
		STS-18	933.120
		STS-24	1 244.1 60
		STS-36	1 866.240
STM-16	2 488.320	STS-48	2 488.320
		STS-96*	4 976.640
STM-64	9 953.280	STS-192*	9 953.280

* 表示尚得研究确定的值

由表 14-2 可见,SONET 的基本模块信号 STS-1 的速率是 51.840 Mb/s,这与北美大量使用 DS3 速率(约 45 Mb/s)有关。此外其等级也较 SDH 的等级多。STS-96, STS-192 和 STM-64 等级尚未式标准化。

图 14-5 标出了 PDH 两大体系的速率与 SDH 的速率。

SDH 网早期应用时最重要的两个网络单元是终端复用器和分插复用器。前者主要功能是将低速支路电信号和 155 Mb/s 电信号纳入 STM-1 帧结构,并经电/光转换为 STM-1 光线路信号以及相反的过程。后者主要功能是同步复用和交叉连接功能综合于一个设备

内,具有灵活地分插任意支路信号的能力。

下面较详细介绍 SDH 可支路分插—次完成的特点。在 PDH 中以从 140 Mbit/s 码流中分插一个 2 Mbit/s 的低速支路信号为例,如图 14-6 所示。需要经过 140/34 Mbit/s, 34/8 Mbit/s 和 8/2 Mbit/s 三次解复用和复用过程,而采用 SDH 的分插复用器后,可以利用软件直接一次分插出 2 Mbit/s 支路信号,省去多次解复用与复用过程,很简单与方便。这种具有灵活地分插任意支路信号的能力,给网络设计带来很大的灵活性与实用性。

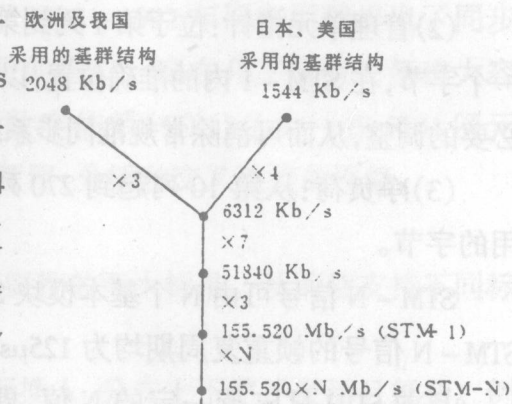


图 14-5 PDH 与 SDH 的标准速率

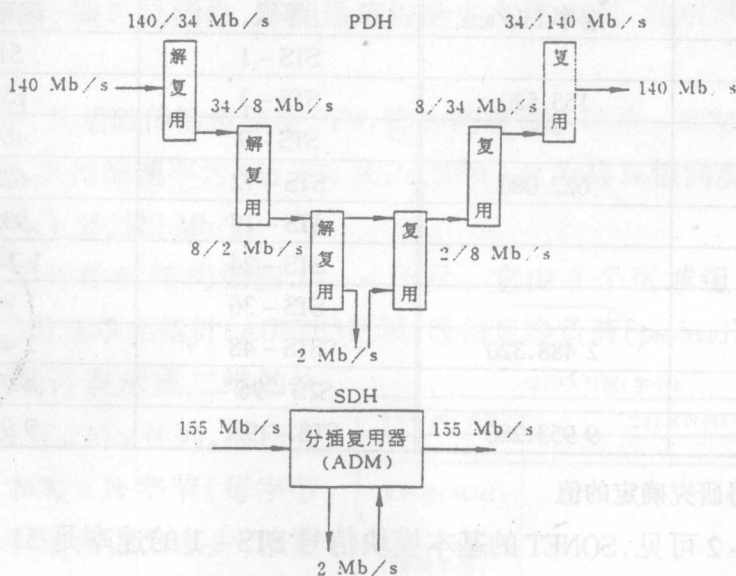


图 14-6 PDH 与 SDH 分插信号流图的比较

二、频分复用

频分复用是利用频带搬移方法。以电话为例,原始的 0.3 kHz ~ 3.4 kHz 话音频带信号搬移到传输媒体的不同传输频带范围内,这种处理通常称为调制。为使不同生产厂家的设备能互通,并使复用系统能逐步向大容量方向发展,CCITT(现

为 ITU-T)规定了基群、超群、主群等复用系列。将 12 个话路组合成一群,称为基群,它占有 60 kHz~180 kHz 频带,5 个 12 路基群组成一个 60 路的超群,5 个 60 路超群组成一个主群。基群、超群、主群的频谱与组成如图 14-7 所示。

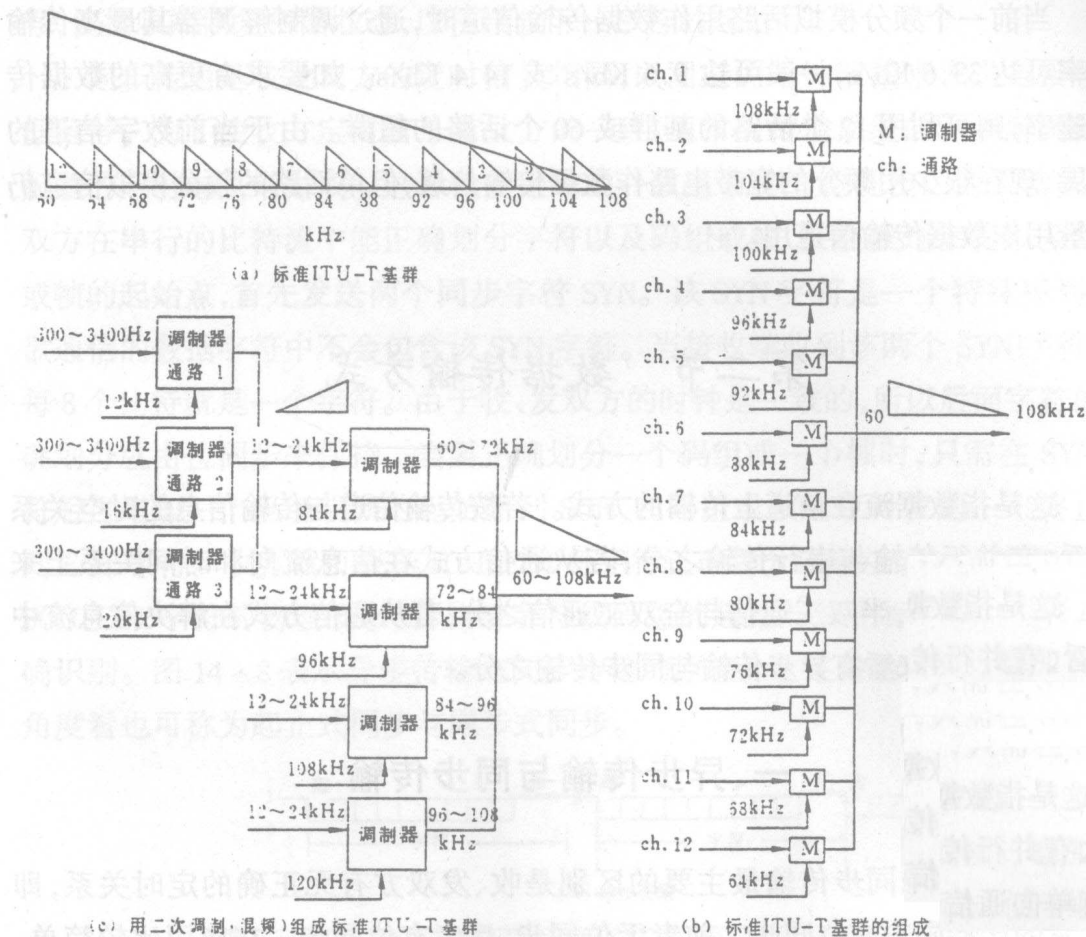


图 14-7 基群的组成与频谱

图 14-7(a)表示 12 个话路组成一个基群(频带为 60 kHz~108 kHz)及每个话路在 60~108 kHz 的频谱中所占频带的位置。基群的形成可有两种方法实现,一种是每个通路与该通路指定的载频混频而成,如图 14-7(b)所示。另一种是把三个音频通路组成一个中间调制级,然后再把四个这种中间调制级用指定的载频(分别为 84, 96, 108, 120 kHz)调制至 60~108 kHz 频段。

图 14-1 表示 5 个基群分别用合适的载频混频后搬移到超群 312kHz~552kHz 频段。

图 14-1 表示 5 个超群(即 300 个话路)分别用合适的载频混频后搬移到主

群 812kHz ~ 2004kHz 频段。

同样还可以把三个主群分别用合适的载频混频后搬移到超主群 8516kHz ~ 12388kHz 频段。一个超主群包含 900 个话路。

当前一个频分模拟话路用作数据传输信道时,通过调制解调器其最高传输速率可达 33.6 Kb/s,一般可达 9.6 Kb/s 或 14.4 Kb/s。如要求有更高的数据传输速率,则可利用 12 个话路的基群或 60 个话路的超群。由于当前数字信道的发展,现在很少用频分的宽带电路作数据传输信道,但单话路的频分模拟信道仍大量用作数据传输信道用。

第二节 数据传输方式

这是指数据流在信道上传输的方式。若按传输信道与传输信息的时空关系来看,有并行传输与串行传输之分;若从通信方式在信息流向和时间关系上来看,有单向通信,半双工通信与全双工通信之分;若从通信方式在解决信息流中字符同步方法来看有异步传输与同步传输之分。

一、异步传输与同步传输

异步传输与同步传输最主要的区别是收、发双方有无正确的定时关系,即收、发的比特同步或位同步。前者无位同步,后者有位同步。在应用比较简单、速率比较低的场合,为了简化设备大都采用前者;而应用要求较高、速率也较高的场合,大都用后者。

异步传输并不要求收、发双方的定时(或时钟)严格保持一致,可以在一定范围内使用各自的时钟。为了能正确划分串行比特流中的各个字符。要求发送端在每发送一个字符代码时,前面均加上一个“起”信号,其长度为 1 个码元,极性为“0”,即空号的极性;在每一字符的后面均加一个“止”信号,极性为“1”,即与“传号”的极性相同。在采用国际 5 号码,即 8 单位代码时,止信号的长度为 1 或 2 个码元。由此,整个 8 单位代码字符连同起、止信号为 10 或 11 单位长度。

每一字符加上起、止信号的物理概念是:收方可根据发方所发出的起信号,

启动接收一个字符的取样电路,对接收的信号以本地定时(时钟)对其取样,从而使双方在每一字符的起点是相同的;尽管双方的定时并不相同,但只要偏差不要太大,就可保证在一个字符的时段内,对每一码元的正确取样。字符后面的止信号,使接收端恢复初始状态,以便接收下一字符的起信号。

同步传输是收发双方的定时信号相同,以固定的时钟节拍来发送与接收数据信号。为了使收方定时信号与发方的一致,通常由传输系统的调制解调器所配置的定时电路来完成。这种收发定时的一致通常称为位同步。为了使收、发双方在串行的比特流中能正确划分字符以及码组或帧,要在发送字符以及码组或帧的起始点,首先发送两个同步字符 SYN。该 SYN 字符是一个特殊序列,在欲通信的数据字符中不会包含该 SYN 字符。当接收端收到该两个 SYN 字符后,每 8 个比特就是一个字符。由于收、发双方的时钟是一致的,所以后面字符的正确划分就由位同步来保持。当要正确划分一个码组或一个帧时,只需在 SYN 字符后再增加一个码组或帧的起始序列 SOH,在码组或帧结束时发送一个终止序列 EOT 字符。收方就可根据 SOH, EOT 等字符正确划分该码组或帧。增加 SYN, SOH, EOT 字符的物理概念,就是给字符或码组的起始与终止标志,便于收方正确识别。图 14-8 表示异步传输与同步传输的原理。上述传输的机制从同步的角度看也可称为起止式同步与同步式同步。

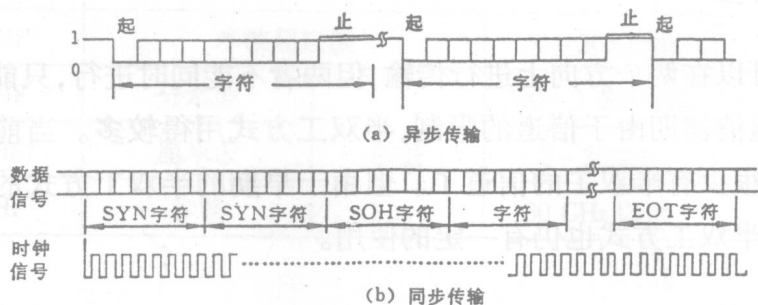


图 14-8 异步传输与同步传输

二、并行传输与串行传输

并行传输是数据以成组的方式在多个并行信道上同时进行传输,通常是将一个字符的几位二进制码分别在几个并行信道上同时传输。例如,采用 8 单位

代码的字符可以用8个信道并行传输。由于一次传送就是一个字符,所以收、发双方不存在字符的同步问题,这是它的主要优点。但它需要有多个平行信道,且信道数与代码的结构(如七单位码、八单位码、双八单位码等)有关,缺少灵活性,因此一般很少采用。

串行传输是数据流以串行方式在一条信道上传输。由于它只需一条传输信道,易于实现且能适应不同代码结构的需要,所以它是当前大量使用的方式。串行传输中特有的问题是如何在串行比特流中正确划分字符。也就是收、发双方如何保持字符同步问题。

三、单工、半双工、全双工工作方式

(一)单工

两地间只能在一个指定的方向上进行传输,称为单工。在一般的数据通信中很少用单工,但在某些特殊的场合,由于只有一个方向的信道或只有一个方向需要传送数据可用单工。例如,在某些深空通信或某些遥控、遥测的场合。

(二)半双工

两地间可以在两个方向上进行传输,但两者不能同时进行,只能交替进行传输。在数据通信初期由于信道的限制,半双工方式用得较多。当前由于传输技术的发展,已很少有半双工的信道了。但由于早期的半双工方式的通信协议还在使用,所以半双工方式也仍有一定的使用。

(三)全双工

两地间可以同时两个方向上进行传输,这是当前普遍采用的方式。因为:

1. 传输效率高;
2. 无需倒换信道,控制较简单。

必须指出,通常单工、半双工、全双工都是对信道而言的,表明信道的传输方式,有时也指通信的工作方式,一般来说两者是一致的。但有时信道尽管是全双工的,允许两端可同时传输,而采用的协议却是半双工工作方式,在某一段时间

只利用其中一个方向的传输信道,在这种情况下,可称为全双工信道,半双工工作方式。

第三节 传输媒体

现有的传输媒体分为两大类,即有线线路与无线线路。前者主要包括双绞线、同轴电缆、光缆等,后者主要包括利用红外线、微波、短波、超短波以及卫星等无线媒体。红外线用于局域网系统,微波主要用于地面微波接力系统及卫星系统中,短波主要用于远距离通信系统中,超短波主要用于地面与部分卫星系统中。表 14-3 表示频段名称与频段范围。

表 14-3 频段名称与频率范围

名 称		频率范围	波长范围/m
甚低频 VLF	超长波	10 ~ 30 kHz	30000 ~ 10000
低频 LF	长波	30 ~ 300 kHz	10000 ~ 1000
中频 MF	中波	300 ~ 3 000 kHz	1000 ~ 100
高频 HF	短波	3 ~ 30MHz	100 ~ 10
甚高频 VHF	米波超短波	30 ~ 300 MHz	10 ~ 1
超高频 UHF	分米波	微波	300 ~ 3 000 MHz
特高频 SHF	厘米波		1 ~ 0.1
极高频 EHF	毫米波		3 ~ 30GHz
		30 GHz 以上	0.1 ~ 0.01
			0.01 以下

一、电缆

有线传输的主要物理介质是电缆,它有多种不同类型及程式。当前主要有以下三种类型:

(一)双绞线电缆

双绞线电缆的种类很多,可满足不同类型的需求,常见的电话线即入户线就

是其中之一。初期的双绞线用于传送语音及其他信号。后来随着通信技术的发展,要求传送的信号带宽愈来愈高,传输速率也愈来愈高;另外空间的电磁干扰也愈来愈多,为了适应不断发展的技术需求,发展了同轴电缆与光纤电缆。与此同时在双绞线上也采用多种新的技术措施来支持这种需求。近些年来,在不屏蔽双绞线电缆上在绞距及单线外皮等方面的改进,产生了与 TIA/EIA 586A 标准兼容的三类线,传送信号可高达 16 MHz,传输速率可高达 10 Mb/s,通信距离可达 100 m;四类线,传送信号可达 20 MHz 及五类线,传送信号可达 100 MHz 以上,传输速率可达 155 Mb/s,通信距离可达 100 m。当前在大楼的综合布线系统中,大量采用三类线与五类线,特别是五类线。尽管其价格比三类线要贵,但考虑到布线系统如要更动,特别是水平方向的管道内的布线要更动很困难。为了适应今后楼内高速局域网的需要所以大多考虑采用五类线。当然如仅考虑话音通信及 10 Mb/s 以太网的需要,也可以用三类线。当前已有很多电缆生产厂商,包括国内外的生产厂可提供这些产品,如美国 AT&T 公司的 1061004CSL 型号为五类线,1010004AGY 型号为三类线。

通常的三类线与五类线都是把四对(八芯)作为一组提供给用户使用,以满足用户的不同的需求。当前既有用三类 UTP 的四对芯线组成 100 Mb/s 的局域网(100 BASE VG),也有用五类 UTP 的四对芯线组成 1000 Mb/s 的局域网。但常用的是用三类 UTP 的两对芯线构成 10 BASE T 的局域网,或五类 UTP 的两对芯线构成 100 BASE T 的局域网。单根 UTP 的外形如图 14-9 所示。

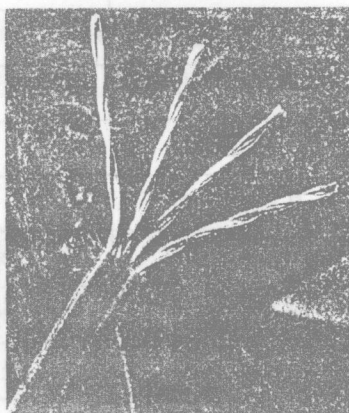


图 14-9 单根 UTP 的外形

有些双绞线使用金属屏蔽层来降低外界的电磁干扰,但要求屏蔽层正确接地,这种双绞线称为屏蔽双绞线(STP)。从原理上讲 STP 的性能要比 UTP 好,但这是建筑在全线都要有良好的屏蔽且要正确接地,接地导线电阻要小的基础上;若某一环节处理不当,其性能要大大下降,有时还不如 UTP。当然 STP 的价格也要比 UTP 贵一些。在当前的大楼布线系统中,多数用 UTP。

为了适应 1000 Mb/s 以太网布线系统的需要,IEEE 802.3ab 工作小组正在具体制定基于 UTP 的 1000 BASE T 标准。它仍可用 5 类 UTP 作为媒体,但要四对

芯线。为了满足千兆位以太网对 UTP 的需要,需对其在信号衰减、回音、回损、串音及电磁兼容(EMC)等方面提出更高的要求。

1997 年 9 月,ISO/IECTTC1/SC25WG3 工作组决定着手制定下一代布线系统标准:6 类 UTP 布线标准。6 类系统要求可用带宽是五类的 2 倍,而且 6 类系统的设计应与 5 类系统兼容。6 类 UTP 正式标准由于意见分歧,作了多次修改,预期 2000 年推出。另外,7 类 UTP 的标准与产品也将于近期推出。

(二)同轴电缆

同轴电缆是由对地不对称的同轴管构成通信回路,其外导体为一个金属圆管,其内导体为位于金属圆管中心的导线所构成。一般内导体采用半硬铜线,外导体一般采用软铜带纵包或铜丝编织而成;内外导体间用聚乙烯等塑料作绝缘;通常根据内导体的外径与外导体的内径尺寸不同,把同轴管分为中同轴(2.6/9.5 mm)、小同轴(1.2/4.4 mm)及微同轴(0.7/2.9 mm)等类型。其中前二项是长途通信用电缆。在局域网环境中使用的同轴电缆有粗缆与细缆之分。粗缆在早期的局域网中用的较多,现大多用细缆。

细缆直径约 0.25 英寸,它易弯曲、易适应环境的走向,且可直接连接到局域网的适配卡上,所以当前计算机网络设备的连线都使用它。细缆的芯线有两种形式,一种是多根柔软的铜丝,另一种是单根铜线。细缆的一般通信距离为 185 m,超过此距离应加中继放大设备。

粗缆直径约 0.5 英寸,相对细缆较硬,不易弯曲,但其通信距离可达 500 m,早期曾用它建局域网,现通常用于连接细缆系统的主干网。

无论粗缆与细缆都需要特殊的连接器,以把电缆接入设备的插件板或把两根同类型的电缆连接起来。这种连接器通常称为 BNC(British Naval Connector)电缆连接器。当需要在一根同轴电缆跨接另一根电缆引至另一设备时,可选用 BNC T 型连接器。

(三)光缆

光纤电缆都由缆芯、护套和加强元件组成。目前通信用的光缆是石英玻璃(SiO_2)制成的横截面很小的双层同心圆柱体,外加涂覆和套塑以及加强元件。未经涂覆和套塑时称为裸光纤,由纤芯和包层组成。中心部分为纤芯,其折射率

高。外围部分为包层,其折射率低。由于这种不同的折射率且内高外低,利用光的全反射就能使光在芯线中传播。

纤芯和包层的材料不一样,前者是二氧化硅掺以锗和磷,后者是纯二氧化硅,因而纤芯比包层的折射率高 1% 左右。使光局限在纤芯与包层的界面以内向前传播,形成光波导。如果纤芯很细,则光在光波导中的传播只有一种模式,这种光纤称为单模光纤。如果纤芯直径较粗则光波导中可能有许多种沿不同途径同时传播的模式,这种光纤称为多模光纤。

单模光纤的中继距离比多模光纤距离长。例如,在数据通信中较广泛采用的光纤分布数据接口(FDDI)中,其传输速率为 100 Mb/s;若用多模光纤,每 2~3 km 便要加一中继器,而单模光纤的中继距离要长得多。但连接单模光纤的接头和连接器其衰减要比多模光纤的大。另外多模光纤允许的弯度要比单模光纤的大,所以多模光纤都用于短距离传输的场合,特别是用于大厦内部的综合布线系统的主干传输通道。

光纤传输不受电磁干扰也不外泄能量,不受温度与湿度的影响,所以光纤电缆广泛用于电磁干扰大、环境较差的场合,如电气设备生产车间等,当然它也特别适用于要求传输通道安全保密的场合。

单模光纤都用于长距离通信的场合,包括长途与市内电话局之间及市话局至用户之间(大厦及路边等)。当前使用最多的单模光纤最高为 2.5 Gb/s、10 Gb/s,其中继距离超过 35 km。

光缆的种类很多,在公用通信网中有长途光缆,海底光缆,用户光缆和局用光缆;若以结构形式分,有松套层绞式光缆,骨架式光缆,中心束管式和带状光缆等。由于使用环境不同,其要求也不同。如长途光缆要求传输损耗低、频带要宽;对海底光缆,除具有长途光缆的要求外,对机械特性有特殊要求;对用户光缆要求芯线数多等。一般光缆的机械性能应能经受拉伸、压扁、冲击、反复弯曲、扭转、曲挠、钩挂、弯折、卷绕等项符合国家标准 GB.7425 光缆机械性能试验要求。光缆的芯数系列为 4,6,8,10,12,⋯,34,36 芯。并可按需要依偶数递增。在光缆的防护性能方面有国家标准 GB.8405 光缆环境性能试验的防护性能要求。

在国家标准 GB.7424-87 附录中指出光缆的型号的代号表示。它由型式代号和规格代号两部分组成,表 14-4 列出了光缆型式的代号表示。把分类、加强构件、派生特征、护套、外护套五部分用不同代号表示其相关属性。例如,分类中

的 GY 表示通信用市外光缆。

表 14-4 光缆型式的代号表示

分类(I)	加强构件(II)	派生特征(III)	护套(III)	外护套(V)
GY:通信用市外光缆	无符号:金属加强构件	B:扁平结构 Z:自承式结构	Y:聚乙烯 V:聚氯乙烯	02:聚氯乙烯 03:聚乙烯
GJ:通信用市内光缆	F:非金属加强构件	T:填充式结构	A:铝-聚乙烯粘接	20:裸钢带铠装 22:钢带铠装
GS:通信用设备内光缆	G:金属重型加强构件		L:铝 U:聚氨酯	聚氯乙烯 23:钢带铠装聚乙烯
GR:通信用软光缆	H:非金属重型加强构件		G:钢 Q:铅	30:裸细圆钢丝铠装
GH:通信用海底光缆			S:钢-铝-聚乙烯综合	32:细圆钢丝铠装聚氯乙烯 33:细圆钢丝铠装聚乙烯
GT:通信用特殊光缆				41:粗钢丝铠装纤维外被 241:钢带粗钢丝铠装纤维外被

光缆的规格包括光纤的规格和附加金属导线的规格。其中光纤的规格由光纤数、光纤类别、光纤主要尺寸参数、光纤传输特性和适用温度范围五大部分组成,如表 14-5 所示。各部分均用代号表示,当用代号表示某种光缆时,相邻各大部分的代号均为数字时,用“×”把它们隔开。

光缆可以附金属导线,用于远供电源及检测,其规格由有关电缆标准规定。

表 14-5 光缆规格的代号表示

光纤数(I)	光缆中同类别光纤的实际有效数目
光纤类别(II)	J:SiO ₂ 系列多模渐变型光纤 T:SiO ₂ 系列多模阶跃型光纤 z:SiO ₂ 系列多模准渐变型光纤 D:SiO ₂ 系列单模光纤 X:SiO ₂ 纤芯塑料包层光纤 S:塑料光纤
光纤的主要尺寸参数(I)	多模光纤用芯径/包层直径的 μm 数表示 单模光纤用模场直径/包层直径的 μm 数表示