

普通高等院校信息通信类系列教材

SDH GUANGCHUANSHU JISHU YU SHEBEI

SDH光传输 技术与设备

赵东风 彭家和 丁洪伟◎编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校信息通

SDH光传输技术与设备

赵东风 彭家和 丁洪伟 编 著



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

随着光纤通信的飞速发展,光传输网络的广泛应用和普及,电信新业务日新月异,对高速、大容量传输网的可靠性、灵活性和针对性提出了更高的要求。SDH正是满足了高速大容量光纤传输技术和智能网络技术要求的新体制,已经在世界各国得到广泛的应用。本教材以理论和实用相结合的方式,在介绍了SDH光传输技术基本概念以及SDH设备系统的基础上,以中兴公司的ZXMP S385产品为例,详细介绍了ZXMP S385的系统结构、特点、系统功能、系统配置、应用与组网,并结合设备的系统特性重点介绍了SDH设备安装、开通调测和维护等。

本书可作为高校通信专业教材,也可用于通信专业相关方向的培训教材以及从事通信行业的工程技术人员自学阅读。

图书在版编目(CIP)数据

SDH光传输技术与设备/赵东风,彭家和,丁洪伟编著.--北京:北京邮电大学出版社,2012.8
ISBN 978-7-5635-3205-6

I. ①S… II. ①赵…②彭…③丁… III. ①光纤通信—同步通信网—教材 IV. ①TN929.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第205235号

书 名: SDH光传输技术与设备
著作责任者: 赵东风 彭家和 丁洪伟 编著
责任编辑: 何芯逸
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京联兴华印刷厂
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 10.75
字 数: 251千字
印 数: 1—3 000册
版 次: 2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-3205-6

定 价: 24.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前言

在信息社会发展进程不断加快的今天,进入信息时代的 21 世纪,光纤通信因其自身的优越性以及其它相关学科的支持,得到了飞速的发展。它与卫星通信、无线通信一起成为长途通信的三大支柱,其中以光纤通信为主体。

同步数字体系(Synchronous Digital Hierarchy, SDH)的出现,是传输史上的重大突破。随着相关技术的发展和用户宽带需求的变化,在我国,1993 年以前建设的准同步数字系统(Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH)已不适应现代信息传输的要求,取而代之的 SDH 便应运而生。从 1988 年 ITU-T 通过第一套基本标准以来,SDH 已迅速成为通信网的主流传输技术。其传输速率已从 155 Mbit/s 发展到 10 Gbit/s,甚至可以达到 40 Gbit/s;其灵活的组网方式和强大的网管功能在通信领域显示出巨大威力;其丰富的业务接口和网络保护功能为组建高可靠性的现代传送网提供了多种不同层次的选择;其在传送容量、服务质量、经济效益、建设速度等方面及时满足并促进了各种通信业务的不断增长。

为了将 SDH 的理论与实践能够有机结合起来,更好地为从事光传输技术的相关人员提高有效的学习方法,编著者根据多年的教学和工程实践经验,并参考了国内外相关资料,编写了本书。

本书可作为通信技术及相关专业学生的教材及参考用书,也可供从事通信专业的其他人员阅读。

全书共 6 章。第 1 章对 SDH 光传输技术进行介绍;第 2 章对 SDH 设备系统进行了简单介绍;第 3 章介绍了中兴公司 ZXMP S385 设备的系统结构、特点、功能、系统配置、组网应用;第 4 章介绍了 SDH 设备的实际工程安装;第 5 章介绍了 SDH 设备的单站及系统调测开通、数据配置;第 6 章结合 SDH 设备的特点,重点介绍了 SDH 设备的常见故障、日常维护以及故障处理方法。

本书由赵东风、彭家和、丁洪伟编写,在编写过程中得到了设备厂家的大力协助和支持,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平和时间所限,难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

作者

目 录

第 1 章 SDH 光传输技术	1
1.1 SDH 技术基础	1
1.1.1 SDH 名词解释	1
1.1.2 SDH 技术特点	1
1.1.3 SDH 史话	3
1.2 SDH 帧结构及复用技术	4
1.2.1 SDH 帧结构	4
1.2.2 SDH 复用技术	6
1.3 SDH 的指针	8
1.3.1 指针的作用	8
1.3.2 管理单元指针(AU-PTR)	8
1.3.3 支路单元指针(TU-PTR)	10
1.4 SDH 的开销	11
1.4.1 开销类型	11
1.4.2 段开销	11
1.4.3 POH 通道开销	14
1.5 SDH 的技术发展	18
1.5.1 SDH 网络管理软件的发展	18
1.5.2 超高速光纤传输技术的发展	18
1.5.3 SDH 应用传输媒介扩展	18
1.5.4 SDH 应用于宽带接入技术	18
习题	19
第 2 章 SDH 系统设备	20
2.1 光传输标准	20
2.2 SDH 系统组成	23
2.3 ZXMP 光传输系列产品	25



2.4 SDH 设备	26
2.4.1 终端复用器	26
2.4.2 分插复用器	26
2.4.3 再生中继器	27
2.4.4 数字交叉连接设备	27
习题	28
第3章 ZXMP S385 设备	29
3.1 系统结构	29
3.1.1 网元结构	29
3.1.2 网管系统	31
3.2 ZXMP S385 设备特点	32
3.2.1 接口	32
3.2.2 功能	42
3.2.3 性能	43
3.3 ZXMP S385 系统功能	44
3.3.1 系统功能结构	44
3.3.2 功能单元介绍	46
3.3.3 业务保护功能	54
3.3.4 时钟保护功能	56
3.4 系统配置、组网应用	59
3.4.1 设备配置	59
3.4.2 系统组网应用	67
习题	79
第4章 设备安装	80
4.1 机房环境要求	80
4.1.1 机房的建筑要求	80
4.1.2 电源要求	81
4.1.3 电气保护要求	83
4.1.4 传输设备接地规范	83
4.2 机柜安装	86
4.2.1 在水平地面上安装	86
4.2.2 在防静电地板上安装	86
4.3 ZXMP S385 设备安装	87
4.3.1 设备机柜安装	87
4.3.2 机柜附件安装	94

4.3.3 单板安装	95
4.4 线缆安装	97
4.4.1 外部接口及连接	97
4.4.2 外部线缆连接和布放	100
4.4.3 光接口连接及尾纤布放	104
习题	108
第5章 设备开通调测	109
5.1 单站点调测	109
5.1.1 机柜上电测试	109
5.1.2 子架上电测试	110
5.1.3 配置与调测	111
5.2 系统调测	113
5.2.1 组网测试	113
5.2.2 全网的性能、告警监测	115
5.2.3 时钟跟踪性能观察	116
5.2.4 其他保护功能测试	116
5.2.5 网管功能测试	116
5.3 数据配置	116
5.3.1 网络数据设定	116
5.3.2 网元数据设定	117
5.3.3 网管安装	121
5.3.4 网管配置	122
5.3.5 网管数据备份与恢复	122
习题	123
第6章 设备维护操作	124
6.1 设备维护	124
6.1.1 维护操作注意事项	124
6.1.2 维护基本操作	125
6.2 例行维护	129
6.2.1 设备的例行维护操作	129
6.2.2 网管的例行维护操作	133
6.3 故障处理思路及方法	134
6.3.1 故障原因	135
6.3.2 故障定位的原则	136
6.3.3 故障处理的基本步骤	136



6.3.4 故障处理的常用方法	136
6.4 ZXMP S385 设备的告警	139
6.4.1 设备告警信息	139
6.4.2 设备告警信息处理	141
6.5 故障分析与处理	143
6.5.1 常见告警分析与处理	143
6.5.2 常见性能分析与处理	144
6.5.3 故障处理应用实例	147
习题	153
附录	154
中英文缩略语对照	156
参考文献	162

SDH光传输技术

1.1 SDH 技术基础

1.1.1 SDH 名词解释

SDH 全称为同步数字体系(Synchronous Digital Hierarchy)。它规范了数字信号的帧结构、复用方式、传输速率等级、接口码型特性,提供了一个国际支持框架,在此基础上发展并建成了一种灵活、可靠、便于管理的世界电信传输网。这种传输网易于扩展,适于新电信业务的开展,并且使不同厂家生产的设备互通成为可能,这正是网络建设者长期以来追求的目标。

1.1.2 SDH 技术特点

SDH 是为克服准同步数字体系(Plesiochronous Digital Hierarchy)的缺点而产生的,它是先有目标再定规范,最后研制设备,这个过程与 PDH 正好相反。显然,这就可能最大限度地以最理想的方式来定义符合未来电信网要求的系统和设备。其具体的技术特点包括以下几个方面。

- SDH 使北美、日本和欧洲三个地区性的标准在 STM-1 及其以上等级获得了统一。数字信号在跨越国界通信时不再需要转换成另一种标准,第一次真正实现了数字传输体制上的世界性标准。
- SDH 统一的标准光接口能够在光缆段上实现横向兼容,允许不同厂家的设备在光路上互通,满足多厂家环境的要求。
- SDH 采用同步复用方式和灵活的复用映射结构。各种不同等级的码流在帧结构净负荷内的排列是有规律的,而净负荷与网络是同步的,因而只需利用软件即可使高速信号一次直接分插出低速支路信号,也就是所谓的一步解复用特性。

如图 1-1 所示,要从 155 Mbit/s 码流中分出一个 2 Mbit/s 的低速支路信号,采用了 SDH 的分插复用器(Add-Drop Multiplexer, ADM)后,可以利用软件直接一次分出 2 Mbit/s 的支路信号,避免了对全部高速信号进行逐级分解后再重新复用的过程,省去了

全套背靠背的复用设备。所以 SDH 的上下业务十分容易,网络结构和设备都大大简化,而且数字交叉连接的实现也比较容易。

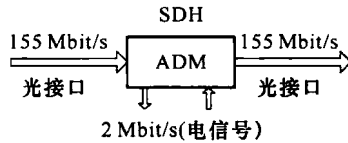


图 1-1 SDH 的分插复用

- SDH 采用大量的软件进行网络配置和控制,使得配置更为灵活,调度也更为方便。
- SDH 帧结构中安排了丰富的开销比特,这些开销比特大约占了整个信号的 5%。可利用软件对开销比特进行处理,因而使网络的运行、管理和维护能力大大加强。
- SDH 网与现有网络能够完全兼容,即 SDH 兼容现有 PDH 的各种速率,使 SDH 可以支持已经建起来的 PDH 网络,有利于 PDH 向 SDH 顺利过渡。同时,SDH 网还能容纳异步转移模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)、Ethernet 等各种新业务信号,也就是说,SDH 具有完全的后向兼容性和前向兼容性。
- 从 OSI 模型的观点来看,SDH 属于其最底层的物理层,并未对其高层有严格的限制,便于在 SDH 上采用各种网络技术,支持 ATM 或 IP 传输。
- SDH 是严格同步的,从而保证了整个网络稳定可靠,误码少,且便于复用和调整。

SDH 规定了同步传送模块(Synchronous Transport Module, STM)信号的等级,SDH 信号的速率等级表示为 STM- N ,其中 N 是正整数。目前 SDH 只能支持一定的 N 值,即 N 只能为 1, 4, 16 和 64。最基本、也是最重要的模块信号是 STM-1,其速率是 155.520 Mbit/s,更高等级的 STM- N 信号是将基本模块信号 STM-1 经过字节间插后得出的。SDH 速率等级如表 1-1 所示。

表 1-1 SDH 速率等级及其速率

STM- N	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
速率/(Mbit · s ⁻¹)	155.520	622.080	2 488.320	9 953.280

SDH 体系并非完美无缺,它也存在不足之处,主要表现在以下几方面。

(1) 频带利用率低

可靠性和有效性是矛盾的,增加了有效性必将降低可靠性,增加了可靠性也会相应的使有效性降低。例如,收音机的选择性增加,可选的电台就增多,这样就提高了选择性。但是,由于这时频带相应的会变窄,必然会使音质下降,也就降低了可靠性。

(2) 指针调整机理复杂

SDH 体制可以从高速信号(STM-1)中直接下低速信号(如 2 Mbit/s),省去了多级复用、解复用过程,这种功能的实现是通过指针机理来完成的。但是,指针功能的实现增加了系统的复杂性。最重要的是系统将产生 SDH 的一种特有抖动——由指针调整引起的结合抖动。

(3) 软件的大量使用对系统的安全性的影响

SDH 的一大特点是操作管理与维护 (Operation Administration and Maintenance, OAM) 的自动化程度高, 这意味着软件在系统中占有相当大的比例。在病毒无处不在的今天, 软件的大量使用, 很容易受到病毒的破坏, 对系统的影响是致命的。

1.1.3 SDH 史话

在 SDH 应用之前, 传输系统采用 PDH。PDH 采用比特填充和码位交织的方法将低速率等级的信号复合成高速信号, 它能够独立传送国内长途和市话网业务。当网络需要扩容时, 只需增加新的 PDH 设备即可实现。但随着电信网的发展, PDH 逐渐暴露出其本身固有的缺点。

- PDH 只有地区性的电接口规范, 没有统一的世界性标准。现有的 PDH 制式共有 3 种不同的信号速率等级: 欧洲系列、北美系列和日本系列。它们的电接口速率等级以及信号的帧结构、复用方式均不相同, 这种局面造成了国际互通的困难, 不适应当前通信的发展趋势。这 3 个系列信号的电接口速率等级如图 1-2 所示。

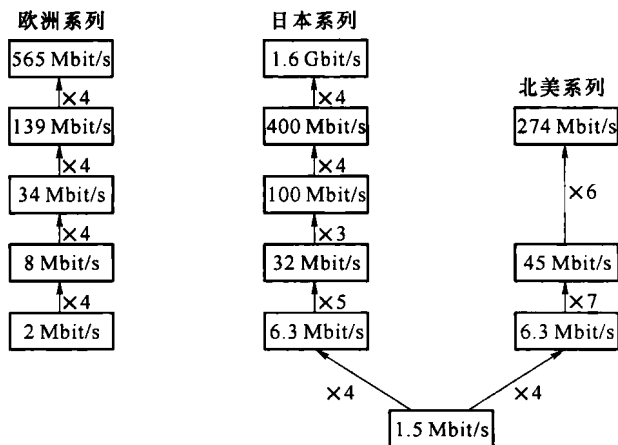


图 1-2 PDH 的速率等级

- PDH 没有世界性的标准光接口规范。各个厂家自行开发的专用光接口互不兼容, 限制了联网的灵活性, 也增加了网络的复杂性和运营成本。
- PDH 是建立在点对点传输基础上的复用结构。它只支持点对点传输, 组成一段一段的线状网。其缺点是只能进行区段保护, 无法实现统一工作的多种路由的环状保护, 所以 PDH 网络拓扑缺乏灵活性, 数字设备的利用率较低, 不能提供最佳的路由选择。
- 因 PDH 信号帧结构中未安排用于网络运行、管理和维护的开销比特, 所以难以建立集中式的传输网管, 难以满足用户对网络动态组网和新业务接入的要求。
- PDH 的复用结构中除了像欧洲的 2 Mbit/s、北美的 1.5 Mbit/s 以及日本的 1.5 Mbit/s 和 6.3 Mbit/s 这几个低速率等级的信号采用同步复用外, 其他多数等

级的信号采用的是异步复用,也就是说靠塞入一些额外的比特使各支路信号和复用设备同步并复用成高速信号。这种方式难以从高速信号中识别和提取低速支路信号。为了上下话路,唯一的办法就是将整个高速线路信号一步步地解复用到所要取出的低速线路信号,上下话路后,再一步步地复用到高速线路信号进行传输。

例如,从 140 Mbit/s 码流中分出一个 2 Mbit/s 的低速支路信号。若采用 PDH,光信号经光/电转换成电信号后,需要经过 140 Mbit/s \rightarrow 34 Mbit/s(140 Mbit/s 解复用到 34 Mbit/s),34 Mbit/s \rightarrow 8 Mbit/s 和 8 Mbit/s \rightarrow 2 Mbit/s 3 次解复用到 2 Mbit/s 下话路,再经过 2 Mbit/s \rightarrow 8 Mbit/s(2 Mbit/s 复用到 8 Mbit/s),8 Mbit/s \rightarrow 34 Mbit/s 和 34 Mbit/s \rightarrow 140 Mbit/s 3 次复用到 140 Mbit/s 来进行传输,如图 1-3 所示。可见 PDH 系统不仅复用结构复杂,也缺乏灵活性,硬件数量大,上下业务费用高,数字交叉连接功能的实现也十分复杂。

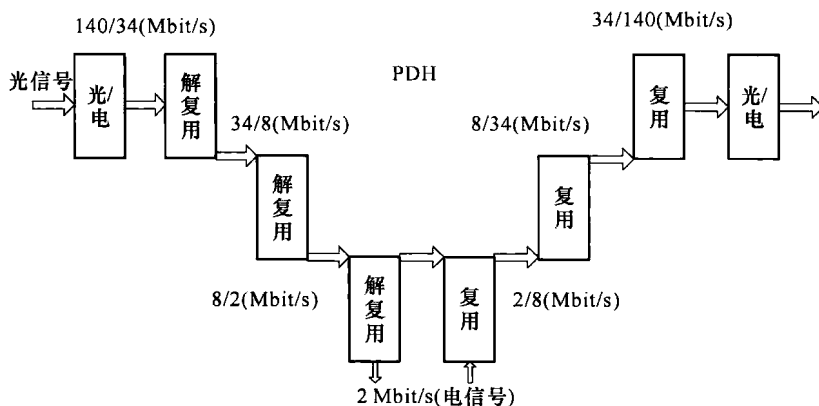


图 1-3 PDH 的分插复用

要满足现代电信网络的发展需求,在原有体制和技术框架内解决上述问题是事倍功半的,最佳途径就是从技术体制上进行根本的改革。SDH 作为一种结合高速大容量光传输技术和智能网络技术的新体制,就在这种情况下诞生了。

1.2 SDH 帧结构及复用技术

1.2.1 SDH 帧结构

SDH 帧结构如图 1-4 所示。

- SDH 以字节为单位进行传输,它的帧结构是一种以字节为基础的矩形块状帧结构,由 $270 \times N$ 列和 9 行 8 bit 字节组成。
- SDH 的矩形帧在光纤上传输时是逐行传输的,在光发送端经并/串转换后逐行进行传输,在光接收端经串/并转换后还原成矩形帧进行处理。
- 在 SDH 帧中,字节的传输是从左到右按行进行的。首先由每一帧左上角第一个

字节开始,从左向右按顺序传送,传完一行再传下一行,直至整个 $9 \times 270 \times N$ 个字节都传送完再开始传下一帧。如此一帧一帧地传送,每秒可传 8 000 帧,帧长恒定为 $125 \mu\text{s}$ 。

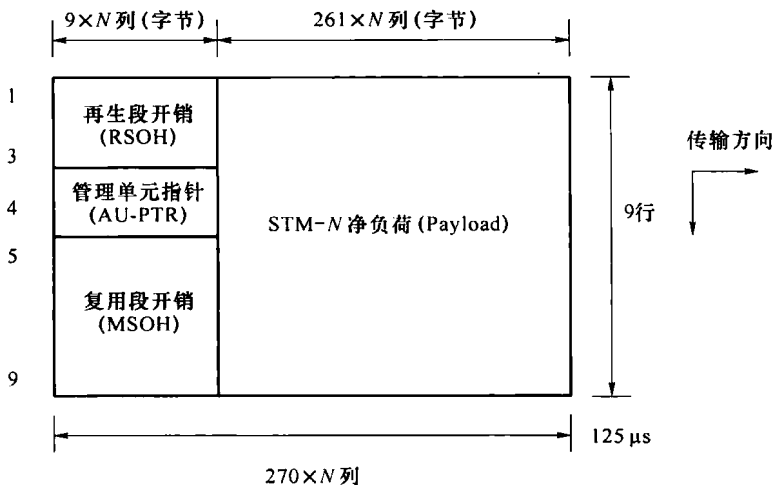


图 1-4 STM-N 帧结构示意图

- SDH 的帧频为 8 000 帧/秒,这就是说信号帧中某一特定字节每秒被传送 8000 次,那么该字节的比特速率是 $8\,000 \times 8 = 64 \text{ kbit/s}$,也即是一路数字电话的传输速率。

以 STM-1 等级为例,其速率为 270 (每帧 270 列) $\times 9$ (共 9 行) $\times 64 \text{ kbit/s}$ (每个字节的传输速率为 64 kbit/s) $= 155\,520 \text{ kbit/s} = 155.520 \text{ Mbit/s}$ 。

从图 1-4 中看出,STM-N 的帧结构由三部分组成。

(1) 段开销(SOH)区域

段开销是指 STM-N 帧结构中为了保证信息净负荷正常灵活传送所必需的附加字节,用于网络的运行、管理和维护。

SDH 帧的第 $1 \sim 9 \times N$ 列中,第 $1 \sim 3$ 行和第 $5 \sim 9$ 行分配给段开销。段开销还可以进一步划分为再生段开销(RSOH)和复用段开销(MSOH),如图 1-4 所示。

(2) 信息净负荷(Payload)区域

信息净负荷区域是 SDH 帧结构中用于存放各种业务信息的地方。

横向第 $10 \times N \sim 270 \times N$ 列,纵向第 $1 \sim 9$ 行都属于信息净负荷区域。此区域还含有通道开销字节(POH)。该字节作为净负荷的一部分并与之一齐在网络中传送,用于通道性能的监视、管理和控制。

(3) 管理单元指针(AU-PTR)区域

AU-PTR 是一种指示符,用来指示信息净负荷的第一个字节在 STM-N 帧内的准确位置,以便在接收端正确地进行信息分解。

AU-PTR 位于 STM-N 帧结构第 $1 \sim 9 \times N$ 列中的第 4 行。采用指针方式是 SDH 的重要创新,可使之在准同步环境中完成同步复用和 STM-N 信号的帧定位。

1.2.2 SDH 复用技术

国际电信联盟—电信标准部(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector,ITU-T)规定了一套完整的复用映射结构,如图 1-5 所示。通过这些路线可将 PDH 的 3 个系列的数字信号以多种方法复用成 STM-N 信号。

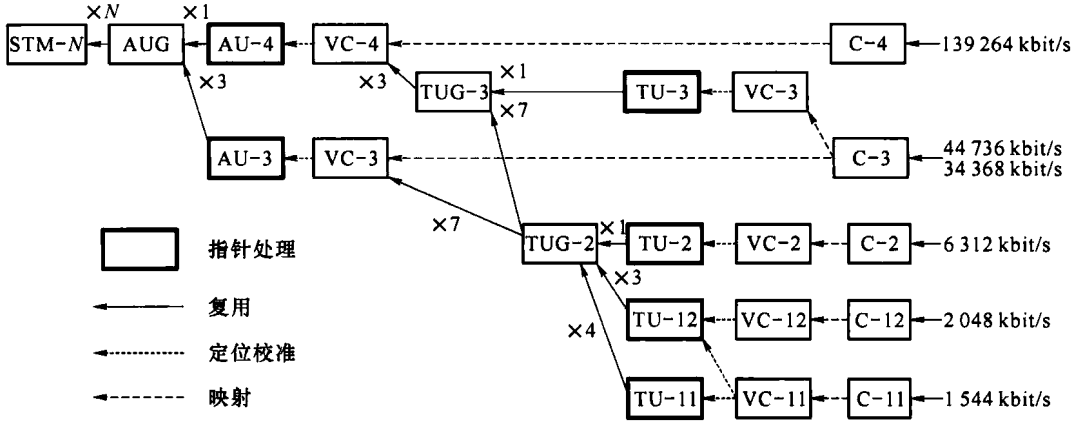


图 1-5 ITU-T 规定的 SDH 复用结构示意图

我国为了使每种净负荷只有一条复用映射途径,规定了一个较为简单的复用映射结构,如图 1-6 所示,它是标准复用映射结构的一个子集。

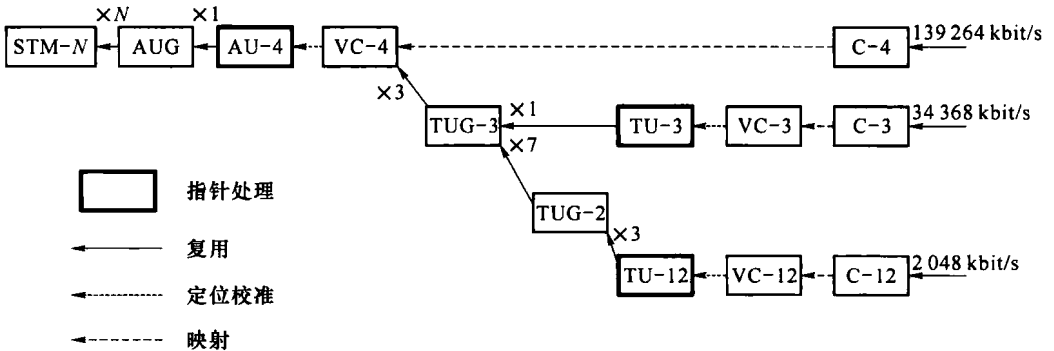


图 1-6 我国规定的 SDH 复用结构示意图

各种信号装入 SDH 帧结构的净负荷区都需经过映射、定位校准和复用 3 个步骤。

(1) 映射

映射相当于一个对信号打包的过程,它使不同的支路信号和相应的 n 阶虚容器(VC- n)同步。

各种速率等级的数字流进入相应的接口容器 C,完成如同速率调整这样的适配功能。

这些容器 C 是一种用来装载各种速率业务信号的信息结构,完成适配功能(如速率调整)。目前有 5 种标准容器:C-11,C-12,C-2,C-3 和 C-4。我国定义 C-12 对应速率是 2.048 Mbit/s,C-3 对应速率是 34.368 Mbit/s,C-4 对应速率是 139.264 Mbit/s。由标准

容器输出的数字流加上通道开销(Path Over Head, POH)后就构成了虚容器(Virtual Container, VC),这一过程就是映射。

例如,对于各路来的 2 Mbit/s 信号,由于各路的时钟精度不同,有的可能是 2.048 1 Mbit/s,有的可能是 2.048 2 Mbit/s,都将在容器 C 中做容差调整,适配成速率一致的标准信号。

(2) 定位校准

定位校准即加入调整指针,校正支路信号频差和实现相位对准。

VC 是 SDH 中最重要的一种信息结构,支持通道层连接。VC 的包封速率是与网络同步的,因而不同 VC 的包封是互相同步的。包封内部允许装载各种不同容量的准同步支路信号。

除在 VC 的组合点和分解点(即 PDH 网和 SDH 网的边界处)外,VC 在 SDH 中传输时总是保持完整不变的,所以 VC 可作为一个独立的实体在通道中任一点取出或插入,可以进行同步复用和交叉连接处理,十分灵活和方便。

VC 可分为低阶虚容器和高阶虚容器两类。VC-12 和 VC-3 为低阶虚容器,VC-4 为高阶虚容器。由 VC 出来的数字流再按规定的路线进入 AU 或 TU。在 SDH 帧中,VC- n 是一个独立的整体,传送过程中不能分割。因此 VC- n 到 TU- n 和 VC- n 到 AU- n 的转换是一个速率适配的过程,也就是复用结构中的定位校准过程。

(3) 复用

复用即字节间插复用,用于将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段层。

AU 是一种为高阶通道层和复用段层提供适配功能的信息结构,它由高阶 VC 和 AU-PTR 组成。其中 AU-PTR 用来指明高阶 VC 在 STM- N 帧内的位置,因而允许高阶 VC 在 STM- N 帧内的位置是浮动的,但 AU-PTR 本身在 STM- N 帧内位置是固定的。一个或多个在 STM- N 帧内占有固定位置的 AU 组成管理单元组 AUG,它由单个 AU-4 组成。

同样,TU 是一种为低阶通道层和高阶通道层提供适配功能的信息结构,它由低阶 VC 和 TU PTR 组成。TU PTR 用于指明低阶 VC 在帧结构中的位置。一个或多个在高阶 VC 净负荷中占有固定位置的 TU 组成支路单元组 TUG。最后,在 N 个管理单元(Administrative Unit Group, AUG)的基础上再附加上段开销便形成了最终的 STM- N 帧结构。

以 2 Mbit/s 支路信号为例来说明复用映射过程。

- ① 标称速率为 2.048 Mbit/s 的 PDH 信号先进入 C-12 进行适配处理;
- ② C-12 加上低阶 POH 后构成 VC-12;
- ③ 在 VC-12 的基础上加上 TU PTR 进行定位校准,构成 TU-12;
- ④ 3 个 TU-12 经字节间插后复用成 TUG-2;
- ⑤ 7 个 TUG-2 经字节间插后复用成 TUG-3;
- ⑥ 3 个 TUG-3 经字节间插并加上高阶 POH 后构成 VC-4 净负荷;
- ⑦ VC-4 加上 AU-PTR 构成 AU-4, AU-PTR 指明 VC-4 相对于 AU-4 的相位;



- ⑧ 单个 AU-4 直接置入 AUG;
- ⑨ N 个 AUG 通过字节间插复用, 附加上 SOH 就得到 STM-N 信号。

1.3 SDH 的 指 针

1.3.1 指针的作用

在 SDH 设备中, 一个很重要的方面就是采用了净负荷指针技术。指针(Pointer, PTR)是一种指示符, 其值定义了虚容器相对于支持它传送实体的帧参考点的偏移量。指针的作用就是定位。通过定位使收端能准确地从 STM-N 码流中拆离出相应的 VC, 进而通过拆虚容器、容器的包封分离出 PDH 低速信号, 即能实现从 STM-N 信号中直接分支出低速支路信号的功能。

1. 指针调整的作用

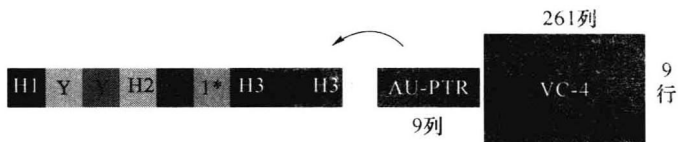
当网络处于同步状态时, 指针用于进行同步的信号之间的相位校准。指针还可用来容纳网络中的相位抖动和漂移。网络失去同步时, 指针用作频率和相位校准; 当网络处于异步工作时, 指针用作频率跟踪校准。

2. 指针分类

指针有两种: AU-PTR 和 TU-PTR, 其中 AU-PTR 定位 VC4 在 AU-4 中的位置, TU-PTR 定位 VC12 在 TU12 中的位置。它们与定帧字节一起完成从高速信号 STM-N 中直接下低速信号。

1.3.2 管理单元指针(AU-PTR)

AU-PTR 位于 STM-N 帧结构第 $1 \sim 9 \times N$ 列中的第 4 行。采用指针方式是 SDH 的重要创新, 可使之在准同步环境中完成同步复用和 STM-N 信号的帧定位。其结构示意图如图 1-7 所示。



$$Y=1001SS11 \text{ (S未规定)}$$

图 1-7 AU-PTR 结构示意图

1. H1, H2, H3 字节安排

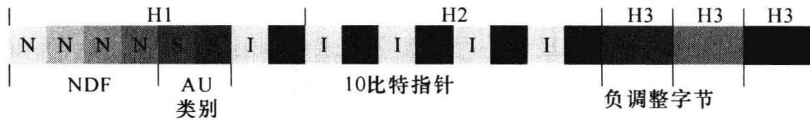
在图 1-7 中, H1, H2, H3 字节安排示意图如图 1-8 所示。

2. H1, H2, H3 字节功能

H1, H2, H3 字节功能如下。

(1) 净负荷位置指示

10 比特指针指示净负荷的第一个字节相对于第三个 H3 字节的偏移量。



NDF: 新数据标识
 SS: AU类别, SS=11: AU-4
 I: 增加比特
 D: 减少比特

图 1-8 AU-PTR 中 H1, H2, H3 字节安排示意图

(2) 对净负荷 VC-4 进行速率调整

正调整: 5 个 I 比特反转; 在净负荷前面加 3 个填充字节; 指针值加 1。

负调整: 5 个 D 比特反转; 在净负荷前面 3 个字节移到 3 个 H3 字节中; 指针值减 1。

(3) 新数据标识 NDF

指示净负荷中的新数据变化。正常时 NDF=0110; 有新数据时 NDF=1001。

如图 1-7 和图 1-8 所示, 现将 AU-PTR 的具体含义说明如下:

- 管理单元指针 AU-PTR 主要由 H1、H2、H3H3H3 组成;
- 指针值为 H1、H2 后 10 比特;
- 指针范围为 0~782;
- H3H3H3 为调整单位, 共 3 个字节;
- VC4 和 AU-4 无频差相差, AU-PTR 的值为 522;
- 若收 H1H2H3H3H3 为全“1”, 本端产生 AU-AIS 告警;
- 若收指针值超出允许范围, 或连续收到 8 帧以上 NDF, 则本端在相应通道上产生 AU-LOP 告警, 下插全“1”;
- 指针调整间隔为 3 帧。

3. AU-PTR 在 STM-1 帧中的结构

AU-PTR 在 STM-1 帧中的结构示意图如图 1-9 所示。

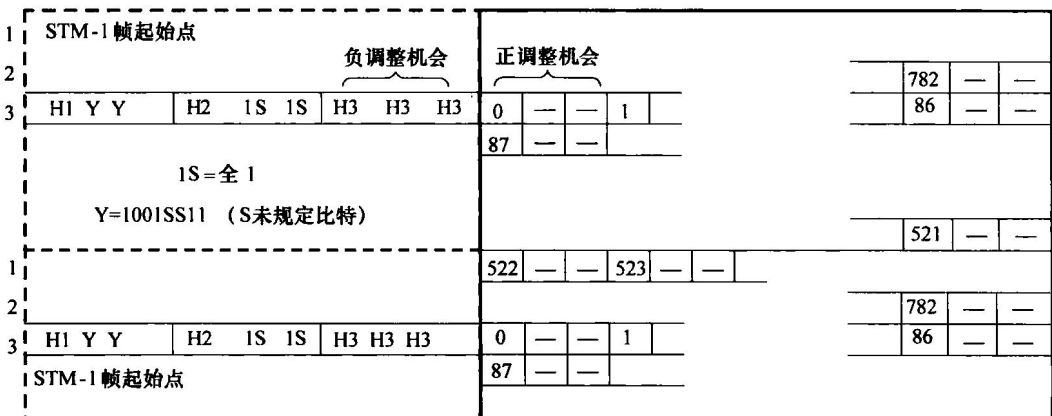


图 1-9 AU-PTR 在 STM-1 帧中的结构示意图