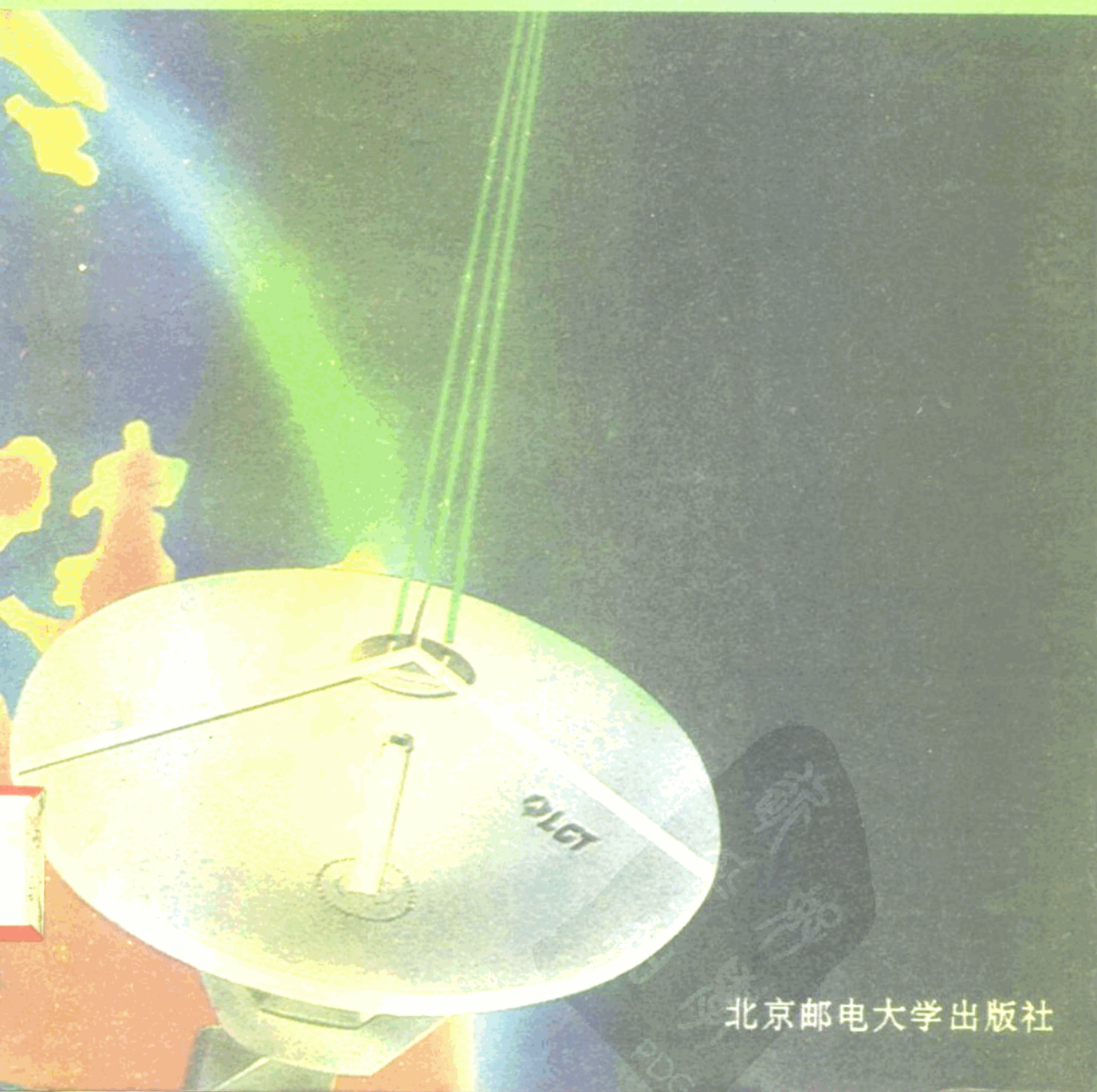


邮电部职工培训系列教材

——技术人员用书

光同步传输网技术

曾甫泉 李 勇 王 河 编著



北京邮电大学出版社

前 言

随着邮电通信事业的迅速发展,邮电职工培训的任务越来越重。为了更好地完成职工培训任务,加快职工培训教材建设是当务之急。为此,邮电部成立了职工培训教材建设领导小组,并设管理人员、专业技术人员、通信生产人员三个教育教学指导委员会,加强对职工培训教材建设工作的领导和统筹协调,提高编写质量,加快出版速度,力争在3~5年内编写出版一套适应管理人员、专业技术人员和通信生产人员不同需求的、质量较高的职工培训系列教材。

经过各教学指导委员会和编、审人员的积极努力,这套教材将陆续同广大邮电职工见面。该教材力求做到适应成人教育的特点,从职工实际需要出发,紧密联系邮电通信生产实际,突出重点,内容精炼,通俗易懂。既可作为职工培训教材,也适合自学。

由于经验不足,希望各地在使用过程中,对书中的不足之处及时提出意见并反映给我司,以便进一步修订。

邮电部教育司

1995年10月

编者的话

目前,电信网正经历着一场重大的变革。与传统的 PDH 网相比,SDH 网能更好地满足电信网朝着高速化、数字化、综合化和个人化方向发展的要求。为了加快我国电信网发展的现代化步伐,必须尽可能采用高新电信技术和设备,对于传输网,主要要考虑建成光同步数字传输网。

由于光同步数字传输网是一种全新的技术体制,不仅内容广泛,而且采用了大量抽象的新概念、新术语以及新的分析和描述方法,因此,通信部门的广大在职技术人员急需一本合适的教材,通过培训尽快掌握光同步数字传输网的原理和技术。

本教材系统地介绍了光同步数字传输网,力求使该教材的内容系统化和通俗化,尽可能避免繁琐的理论数学分析,以适合中专以上学历的在职技术人员学习。

本教材由武汉邮电科学研究院曾甫泉和李勇统编并审校。参加本教材具体编写工作的有:曾甫泉(第二章、第三章、第十章和第十一章),王河(第十二章和第十三章),郑远桥(第六章第三节),其余的章节由李勇负责组织编写,谭旅、殷燕芬、田宇兴参加了部分内容的编写工作。在编写过程中,吴志宏同志给予了大力支持和有益的帮助,在此表示感谢。

由于时间仓促,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

于邮电部武汉邮电科学研究院

1995 年 10 月

目 录

前 言 编者的话

第1章 概 述

- 1.1 SDH 网产生的技术背景 (1)
- 1.2 SDH 基本概念和特点 (3)

第2章 速率与帧结构

- 2.1 网络节点接口 (NNI) (5)
- 2.2 同步数字系列的速率 (5)
- 2.3 帧结构 (6)
- 2.4 段开销 (SOH) (7)

第3章 复用结构和步骤

- 3.1 复用单元 (13)
- 3.2 我国的复用路线 (16)
- 3.3 映射 (18)
- 3.4 定位 (33)
- 3.5 复用 (37)

第4章 SDH 设备的逻辑功能块

- 4.1 SDH 设备的规范方法 (39)
- 4.2 失效状态定义与维护信号 (40)
- 4.3 基本功能 (43)
- 4.4 复合功能块 (51)
- 4.5 辅助功能块的逻辑功能 (54)

第5章 SDH 复用设备

- 5.1 概述 (57)
- 5.2 复用设备类型 (59)
- 5.3 一种典型同步分插复用器的介绍 (63)

第6章 交叉连接设备

6.1 DXC的概念和应用	(68)
6.2 DXC结构和工作原理	(71)
6.3 典型的交叉连接器实例	(75)

第7章 同步光纤数字线路系统和光接口

7.1 参考配置	(78)
7.2 传输媒质	(79)
7.3 再生器	(82)
7.4 光接口的类型	(85)
7.5 光接口参数的规范	(86)
7.6 光传输设计方法	(92)

第8章 SDH系统的定时与传输性能

8.1 网同步的基本原理	(99)
8.2 时钟的定时要求	(101)
8.3 SDH网的同步方式	(105)
8.4 误码性能	(107)
8.5 抖动性能	(111)
8.6 漂移特性	(116)
8.7 可用性目标	(118)

第9章 SDH传送网

9.1 SDH传送网的功能和结构	(119)
9.2 传送网的物理拓扑	(125)
9.3 网络保护	(127)
9.4 SDH网络结构	(140)
9.5 PDH向SDH过渡的策略	(141)

第10章 电信管理网(TMN)

10.1 概述	(143)
10.2 功能结构	(144)
10.3 信息结构	(146)
10.4 物理结构和通信模型	(156)
10.5 OSI参考模型和协议	(157)
10.6 TMN的职能(TMN Functionalities)	(162)
10.7 网络管理平台	(164)
10.8 结论	(164)

第 11 章 SDH 网络管理

11.1	管理能力和管理目的	(166)
11.2	SDH 管理网	(166)
11.3	SDH 系统的功能模型、资源和管理目标	(169)
11.4	信息模型	(171)
11.5	SDH 的 ECC 协议栈	(174)
11.6	管理接口	(175)
11.7	管理功能	(176)
11.8	典型管理系统简介	(178)

第 12 章 SDH 测试设备及测试方法

12.1	典型 SDH 测试设备及其在 SDH 网络层上的应用	(182)
12.2	SDH 的测试范围及基本测试原理	(185)
12.3	典型 SDH 测试项目及测试方法简介	(186)

第 13 章 SDH 传输设备举例

13.1	BXD 2480 节点设备的特点	(193)
13.2	BXD 2480 节点设备的特性	(194)
13.3	BXD 2480 节点设备的管理	(201)
13.4	软件技术	(202)
13.5	网络应用	(202)

附 录	国外 15 家公司厂家 SDH/SONET 产品简介	(203)
-----	----------------------------	-------

第 1 章 概 述

光同步数字传输网(SDH)是完全不同于准同步网(PDH)的新一代传输网体制。本章将简要介绍其产生的技术背景、基本概念和主要特点。

1.1 SDH 网产生的技术背景

21 世纪人类将进入信息社会。高度发达的信息社会要求得到高质量的信息服务,要求通信网提供多种多样的电信业务,且通过通信网传输、交换、处理的信息量将不断增大,这就要求现代化通信网向数字化、综合化、智能化和个人化方向发展。

传输系统是现代通信网的主要组成部分,目前我国大量采用的准同步(PDH)传输系统已不能适应现代通信网发展的要求,这主要表现在以下几个方面:

1. 只有地区性的电接口规范,而不存在世界性标准。现有的数字通信的信号系列是所谓的准同步数字系列(PDH)。目前,国际上通行有三种信号速率等级,即欧洲系列、北美系列和日本系列。各种系列的电接口速率等级如图 1.1 所示。这种局面造成了国际互通的困难。

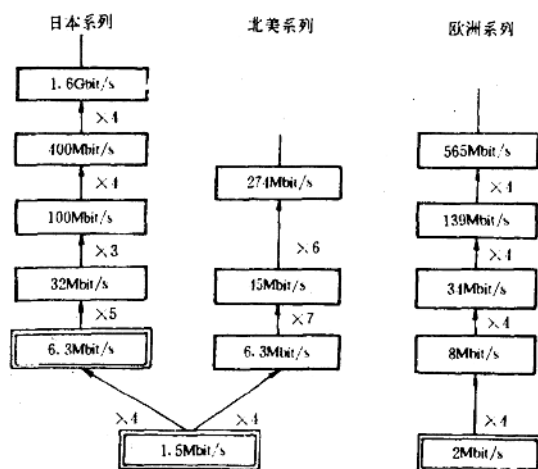


图 1.1 准同步数字系列(PDH)

2. 没有世界性的标准光接口规范。由于各个厂家各自采用自行开发的线路码型,使得在同一数字等级上光接口的信号速率不一样,致使不同厂家的设备无法实现横向兼容,即在同一传输路线的两端必须采用同一厂家、同一型号的设备,这就给组网、管理及网络互通,特别是国际互通带来很大的困难。

3. 现有的 PDH 系列只有 1.5Mbit/s 和 2Mbit/s 的基群速率的信号(包括日本系列的 6.3Mbit/s 的二次群)是同步的,从低次群到高次群的复接是异步的,需通过码速调整来达到速率的匹配和容纳时钟频率的偏差,而且每提高一个次群,都要经历复杂的码变换、码速调整、定时、复接/分接过程。这就带来以下二方面的问题:

- (a) 由于是异步复接,在任一网络节点上要接入或接出某一低速支路信号都要在该节点上经历上述复接/分接过程,因而在节点上需配备所有的相关复接设备,从而大大增加了设备的复杂性、体积与功耗,降低了设备的可靠性,并使信号产生损伤。

图 1.2 给出了从一个 140Mbit/s 信号中分出一个 2Mbit/s 信号所需的设备配置。

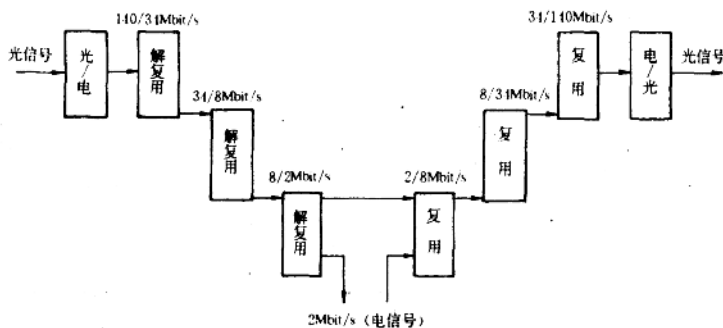


图 1.2 PDH 中分插支路信号的过程

- (b) 随着通信容量越来越大,要求传输信号的速率越来越高。这就会使异步复接的层次越来越多,使传输性能劣化。同时,在高速率上实现异步复接/分接需采用大量的高速电路,这会使设备的成本、体积和功耗增大。

4. 目前的准同步复用信号帧结构中没有安排很多用于网络操作、管理和维护(OAM)的比特。只有在线路编码中用插入比特的方法来传输一些监控信号,因而无法对传输网实现分层管理和对通道的传输性能实现端对端的监控。

5. 对目前的传输系统进行管理都是由各厂家自行开发的管理系统来实现的。这些管理系统没有规范的接口进行互连,不利于形成一个统一的电信管理网。

6. 传统的准同步系统的网络运行和管理主要靠人工的数字信号交叉连接,无法经济地对网络组织、电路带宽和业务提供在线实时控制,难以满足用户对网络动态组网和新业务接入的要求。

为了解决以上这些问题,美国贝尔通信研究所首先提出了用一整套分等级的校准数字传递结构组成的同步网络(SONET),国际电报电话咨询委员会(CCITT)于 1988 年接受了 SONET 概念,并重新命名为同步数字体系(SDH),使之成为不仅适用于光纤也适用于微波和卫星传输的通用技术体制(SDH)。目前在世界范围内就 SDH 的基本软件和硬件问题已经达成了一致协议。表 1.1 列出有关 SDH 的建议栈。

CCITT 改编为 ITU-T 以后,进一步对 SDH 有关建议进行完善。1995 年初,将 G.707 至 G.709 建议改编为 G.70X 草案,预计 1995 年底会正式通过,本书与最新的 G.70X 相吻合。总

的来说, SDH 与 PDH 相比在技术体制上进行了根本的改革。

表 1.1 SDH 接口规范和一般需求文件

文 件	项 目	公布时间
ITU-T(即 CCITT) 关于 SDH 的建议		
G. 707~G. 709	SDH 速率和格式	1988
G. 781~G. 784	设备功能	1990
G. 957	光接口	1990
G. 958	线路系统	1990
G. 803	网络结构	1993
G. 831	管理功能	1993
G. 774	管理信息模型	1992

1.2 SDH 基本概念和特点

SDH 概念的核心是从统一的国家电信网和国际互通的高度来组建数字通信网, 并构成综合业务数字网(ISDN), 特别是宽带综合业务数字网(B-ISDN) 的重要组成部分。与现有准同步数字系列(PDH) 不同, 按 SDH 组建的网是一个高度统一的标准智能化的网络, 它采用全球统一的接口实现多厂家环境的兼容, 在全程全网范围实现高效的协调一致的管理和操作, 可进行灵活的组网与业务调度, 实现高可靠的网络自愈, 从而大大地提高网络资源的利用率, 显著地降低管理和维护费用。

以上这些特点可以从以下几个方面进一步说明:

1. 对网络节点接口(NNI) 进行了统一的规范。包括数字速率等级、帧结构、复接方法、线路接口、监控管理等。这就使得 SDH 易于实现多厂环境下操作, 即同一条线路上可以安装不同厂家的设备, 体现了横向兼容性。

2. SDH 信号的基本模块是速率为 155.520Mbit/s 的同步传输模块第一级(STM-1), 更高的同步数字系列的信号, 如 STM-4(622.080Mbit/s), STM-16(2488.320Mbit/s) 以及将来的 STM-64(9953.280Mbit/s), 可通过简单地将 STM-1 信号进行字节间插同步复接而成, 大大简化了复接和分接, 使 SDH 十分适合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。

3. SDH 信号的基本传输模块可以容纳北美、日本和欧洲的现有数字系列。包括 1.5Mbit/s, 2Mbit/s, 6.3Mbit/s, 34Mbit/s, 45Mbit/s 及 140Mbit/s 在内的 PDH 速率信号均可装入“虚容器”, 然后经复接安排到 155.520Mbit/s 的 SDH STM-1 信号帧的净负荷内, 使新的 SDH 能支持现有的 PDH, 便于顺利地从 PDH 向 SDH 过渡, 体现了后向兼容性。

4. 采用了同步复用方式和灵活的复用映射结构, 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, 这样既不影响别的支路信号, 又避免了需要对全部高速复用信号进行解复用的作法, 省去了全套背靠背复用设备, 使上下业务十分容易, 并省去了大量的电

接口数量，致使运营操作任务简化。

5. SDH 同步和灵活的复用方式也使数字交叉连接(DXC) 功能的实现大大简化。DXC 的引入使网络增强了自愈能力，便于根据用户的需要进行动态组网，便于各种新业务的接入。

6. SDH 帧结构中安排了丰富的开销比特。这些开销比特包括了段开销(SOH) 和通道开销(POH)，因而使网络的 OAM 能力大大加强，例如故障检测、区段定位、端到端性能监视、单端维护能力等等。

7. SDH 设备是智能化的设备，兼有终结、上/下复接和交叉连接功能。它可能通过远控灵活地组网和管理。由于对网管设备的接口进行了规范，使不同厂家的网管系统互连成为可能。因此 SDH 十分适合未来智能化的电信管理网络(TMN)，网络中的每一个 SDH NE 可通过软件控制进行本地或远地操作，包括性能监测、服务(或带宽)的管理、业务量调度、路由选择及改变、故障、告警、网络恢复或自愈等。这种网管不仅简单而且几乎是实时的，因此不仅降低了网络维护管理的费用，而且大大提高了网络的效率、灵活性、可靠性与生存力。图 1.3 为 SDH 与 PDH 在费用上的比较，其中图(a) 为 SDH 与 PDH 设备成本的比较，由图可见，SDH 设备成本较 PDH 略高 5% 左右，但组网后，如图(b) 所示，SDH 网的运营费用仅为 PDH 的六分之一，如果考虑 PDH 配线架的费用，则其硬件费用反高出 SDH 设备很多。这样综合起来，SDH 的费用仅为 PDH 费用的 65.8%。

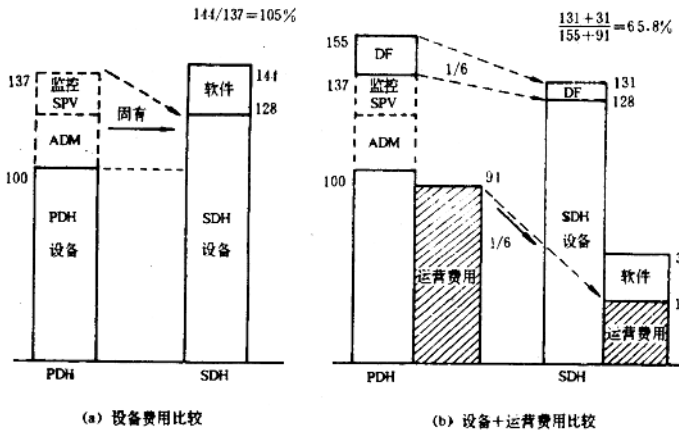


图 1.3 SDH 与 PDH 费用比较

8. SDH 不仅构成了世界性统一的 NNI 接口的基础，而且也与世界性统一的 UNI 接口协调，因为 SDH 除了支持基于电路交换的同步传送模块(STM) 外，还可支持基于分组交换的异步转移模式(ATM)，后者是 UNI 的最终目标。在这里，信息以信元(cell) 为单元来组织(目前暂定为固定的 53 个 8 位组的长度)，UNI 的方案之一是将信元复接安排到 SDH STM-N 帧的净负荷中，这样，SDH 适用于从 STM 向 ATM 过渡，体现了前向兼容性。

第 2 章 速率与帧结构

2.1 网络节点接口 (NNI)

一个电信传输网原则上由两种基本设备,即传输设备和网络节点(设备)构成。传输设备可以是光缆线路系统,也可以是微波接力系统或卫星通信系统。

网络节点有多种,例如 64kbit/s 电路节点、宽带节点等。简单的节点仅有复用功能,复杂的节点则包含信道终端、交叉连接、复用和交换功能。

网络节点接口(NNI)的工作定义是网络节点互连的接口,其严谨的定义尚待研究。

用以说明网络节点接口位置的一个可能的网络参考配置如图 2.1 所示。

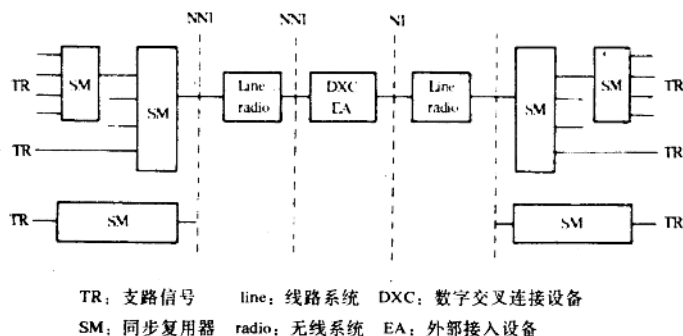


图 2.1 NNI 的位置示意图

在电信网中,规范一个统一的 NNI 的先决条件是要有一个统一规范了的接口速率和信号的帧结构。SDH 网具备了条件,从而能对 SDH 网的 NNI 给出统一的国际化规范。

2.2 同步数字系列的速率

SDH 具有统一规范的速率。SDH 信号以同步传送模块 (STM) 的形式传输。STM 是用以支持 SDH 内的段层连接的信息结构。它由组织在重复周期为 125 μ s 的块状帧结构中的信息净负荷 (Payload)、段开销 (SOH) 和管理单元指针 (AU PTR) 组成。

SDH 信号最基本的同步传送模块是 STM-1, 其网络节点接口的速率为 155520kbit/s, 更高等级的 STM-N 模块是将 STM-1 以字节交错间插方式同步复用的结果, 其速率为 155520kbit/s 的 N 倍, N 值规范为 4 的整数次幂, 目前 SDH 仅支持 $N=1, 4, 16, 64$ 。

ITU-T G.707 建议规范的 SDH 标准速率如表 2.1 所示。与 SDH 相对应, 美国采用同步光

网络(SONET)，表 2.1 中还列出了 SONET 速率等级的美国国家标准，以便比较和参考。

表 2.1 SDH 和 SONET 网络节点接口的标准速率

SDH 等级		SONET 等级	标准速率
		OC-1/STS-1 (480CH)	51840kbit/s
155M	STM-1 (1920CH)	OC-3/STS-3 (1440CH)	155520kbit/s
		OC-9/STS-9	466560kbit/s
622M	STM-4 (7696CH)	OC-12/STS-12 (8046CH)	622080kbit/s
		OC-18/STS-18	933120kbit/s
		OC-24/STS-24	1244160kbit/s
		OC-36/STS-36	1866240kbit/s
2.5G	STM-16 (30720CH)	OC-48/STS-48 (32356CH)	2488320kbit/s
10G	STM-64 (122880CH)	OC-192/STS-192	9953280kbit/s
		(129024CH)	

STM: Synchronous Transport Module——同步传送模块
STS: Synchronous Transport Signal——同步传送信号
OC: Optical Carrier——光载波
括号内的值为等效话路(CH)容量

2.3 帧结构

帧结构的安排应尽可能使支路信号在一帧内均匀地、有规律地分布，以便于实现支路的同步复用、交叉连接(DXC)、接入/分出(上/下——Add/Drop)和交换并能同样方便地直接接入/分出 PDH 系列信号。为此 ITU-T 采纳了一种以字节(Byte) 作基础的矩形块状帧结构，如图 2.2 所示。

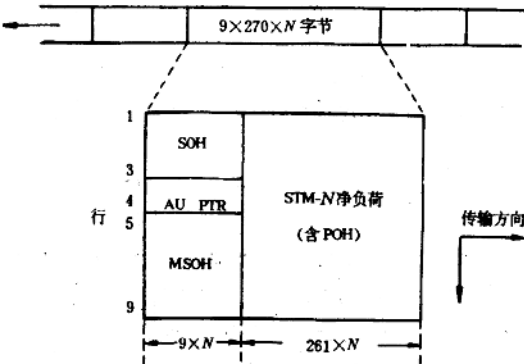


图 2.2 STM-N 的帧结构

STM N 的帧是由 9 行(Row)×270×N 列(Column)8 比特字节组成的码块。帧长为 9×270

$\times N \times 8 = 19440 \times N$ 比特,若用时间来表示,对于任何 STM 等级,其帧长或帧周期均为 $125\mu\text{s}$ 。以时间表示的帧长(即帧周期)恒定,是 SDH 帧结构的一大特点(PDH 的帧长和帧周期不恒定,随 PDH 信号的等级而异)。

帧结构由信息净负荷(Payload)、段开销(SOH)和管理单元指针(AU PTR)三个主要区域组成。

- 信息净负荷是帧结构中存放待 STM- N 传送的各种信息码块的地方,也存放少量用于通道性能监视、管理和控制的通道开销(POH)字节。POH 通常作为净负荷的一部分与信息码块一起在网络中传送。
- 段开销是为保证信息净负荷正常灵活传送所必须附加的供网络运行、管理和维护(OAM)使用的字节。段开销又分为再生段开销(RSOH)和复用段开销(MSOH)两部分,它们分别位于 SOH 区域的前三行(第一行到第三行)和后五行(第五行到第九行)。

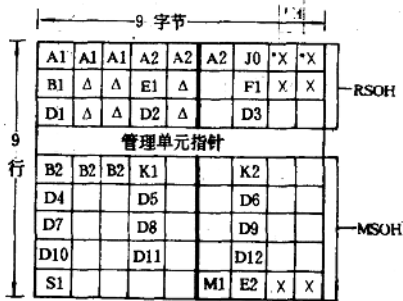
段开销总计每帧共有 $8(\text{行}) \times 9 \times N(\text{列}) = 72 \times N$ 个字节($576 \times N$ 比特)。与 PDH 的帧结构相比较,段开销丰富是 SDH 的一个重要特点。

- 管理单元指针是用来指示信息净负荷第一个字节在 STM- N 帧内的准确位置的指示符,以便在收信端正确分离信息净负荷。它位于 RSOH 和 MSOH 之间,即帧结构第四行的第 $1 \sim 9 \times N$ 列。

2.4 段开销(SOH)

2.4.1 段开销的字节安排

STM- N 信号系每帧逐字从左到右、逐行从上到下串联传送,送完一帧再送下一帧。每字节长 8 比特,STM- N 信号速率为 $155520 \times N \text{ kbit/s}$ 。高等级 STM- N 的帧结构由低等级 STM- M ($M < N$) 帧结构按字节交错间插排列而成。图 2.3~图 2.6 分别是 STM-1, STM-4, STM-16 和 STM-64 的 SOH 字节安排,将这些图对照比较即可明白字节交错间插的方法。



△ 为与传输媒质有关的特征字节(暂用);

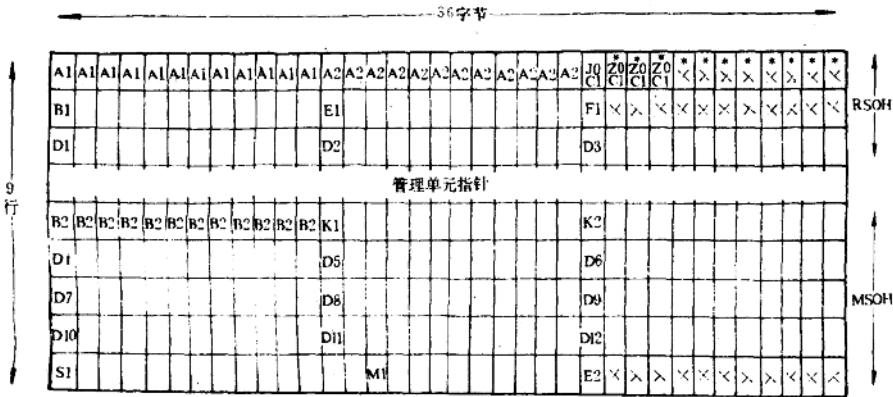
× 为国内使用保留字节;

* 为不扰码字节;

所有未标记字节待将来国际标准确定(与媒质有关的应用,附加国内使用和其他用途)。

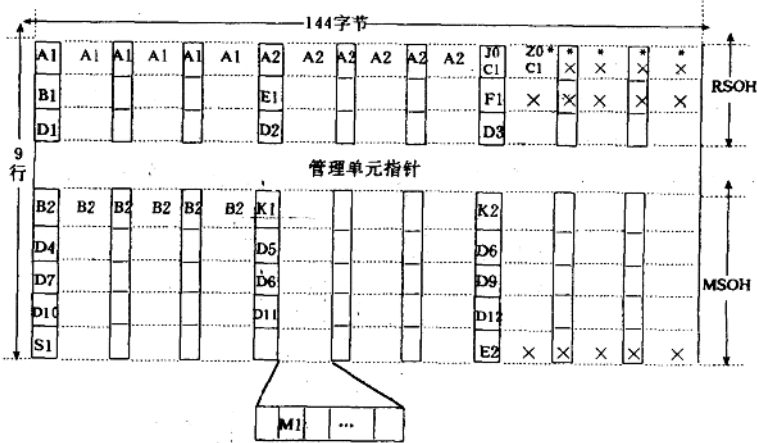
图 2.3 STM-1 SOH 字节安排

以字节交错间插方式构成高阶 STM- $N(N>1)$ 段开销时, 第一个 STM-1 的段开销被完整保留, 其余 $N-1$ 个 STM-1 的段开销仅保留定帧字节 A1, A2 和比特间插奇偶校验 24 位码字节 B2, 其他已安排的字节(即 B1, E1, E2, F1, K1, K2 和 D1~D12) 均应略去。



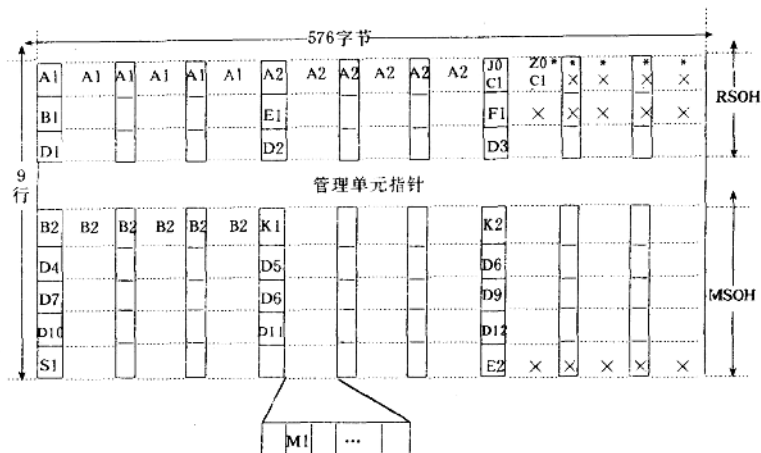
注: × 为国内使用保留字节。
 * 为不扰码字节。
 所有未标记字节待将来国际标准确定(与媒质有关的应用, 附加国内使用和其他用途)。
 Z0 待将来国际标准确定。

图 2.4 STM-4 SOH 字节安排



注: × 为国内使用保留字节;
 * 为不扰码字节;
 所有未标记字节待将来国际标准确定(与媒质有关的应用, 附加国内使用和其他用途);
 Z0 待将来国际标准确定。

图 2.5 STM-16 SOH 字节安排



注: × 为国内使用保留字节;

* 不扰码字节;

所有未标记字节待将来国际标准确定(与媒质有关的应用,附加国内使用和其他用途);

Z0 待将来国际标准确定。

图 2.6 STM-64 SOH 字节安排

段开销字节在 STM-N 帧内的位置可用一个三坐标矢量 $S(a, b, c)$ 来表示, 其中 a 表示行数, 取值为 1~3(对应于 RSOH) 或 5~9(对应于 MSOH); b 表示复列数, 取值为 1~9; c 表示在复列数内的间插层数, 取值为 1~N。

字节的行列坐标(行数, 列数)与三坐标矢量 $S(a, b, c)$ 的关系是:

$$\text{行数} = a$$

$$\text{列数} = N(b-1) + c$$

2.4.2 SOH 字节描述

一、定帧字节: A1 和 A2

A1 和 A2 的二进制码分别为: 11110110 和 00101000, 它们的子集构成帧定位图案用于识别帧的起始位置。

收信正常(包括帧失步)时, 再生器直接转发定帧字节, 收信故障时, 再生器产生定帧字节。

在再生器中, 定帧字节应不经扰码, 全透明传送。

二、再生段踪迹字节: J0

J0 字节在 STM-N 中位于 $S(1, 7, 1)$ 或 $[1, 6N+1]$ 。该字节被用来重复地发送段接入点标识符, 以便使段接收机能据此确认其是与指定的发射机处于持续连接状态。在一个国内网络内或单个营运者区域内, 该段接入点标识符可用一个单字节(包含 0~255 个码)或 ITU-T 建议 G. 831 第三节规定的接入点标识符格式。在国际边界或不同营运者的网络边界, 除非提供传送服务的各营运者对接入点标识符已作协商安排, 否则仍用 G. 831 建议第三节所规定的格式。

规定一个 16 字节帧来传输符合 G. 831 第三节规范的段接入点标识符。16 字节帧的第一个字节是帧起始标记,且包含对前一帧进行 CRC-7 计算的结果;随后的 15 个字节用于传送段接入标识符需要的 15 个 ITU-T T. 50 建议中定义的字符(国际参考版)。16 字节帧的结构如表 2.2 所示。

表 2.2 路径接入点标识符的 16 字节帧的结构

字节 #	8 比特(b1~b2) 的值							
1	1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
2	0	×	×	×	×	×	×	×
3	0	×	×	×	×	×	×	×
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
16	0	×	×	×	×	×	×	×

注 1: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 是对前一帧作 CRC-7 计算的结果, C1 是 MSB;

2: 0×××××××表示一个 T. 50 字符。

在执行再生段跟踪功能的新设备和执行 STM 标识功能的老设备互连的情况下,老设备将把 J0 中的“0000001”图案视为“非专用再生段跟踪”,所谓“非专用”即如果不用作再生段跟踪迹则可作它用。

G. 708 建议的老版本中, $S(1, 7, 1)$ 或 $[1, 6N+1]$ 到 $S(1, 7, N)$ 或 $[1, 7N]$ 各字节定义为 STM 标识符 C1, 它用来识别每个 STM-1 在 STM-N 中的位置, 指示复列数和间插层数的二进制值。它还可用来帮助帧定位。

三、数字通信通路(DCC)字节: D1~D12

提供所有 SDH 网元都可接入的通用数字通信通路, 作为嵌入控制通路(ECC)的物理层, 在网络元之间传输操作、管理和维护(OAM)信息, 构成 SDH 管理网(SMN)传送通路。

其中, D1~D3 是再生段数字通路字节(DCC_R), 共 192kbit/s ($3 \times 64\text{kbit/s}$), 用于再生段终端间传送 OAM 信息; D4~D12 是复用段数字通路字节(DCC_M), 共 576kbit/s ($9 \times 64\text{kbit/s}$), 用于复用段终端间传送 OAM 信息。

四、公务联络字节: E1 和 E2

E1 属于 RSOH, 提供速率为 64kbit/s 的语音通路, 用于再生段公务联络。

E2 属于 MSOH, 提供速率为 64kbit/s 的语音通路, 用于终端间直达公务联络。

五、使用者通路字节: F1

提供速率为 64kbit/s 的数据/语音通路, 保留给系统操作者用于特定维护目的的临时公务联络。

六、比特间插奇偶检验 8 位码(BIP-8): B1

B1 字节用作再生段误码监测。

发送端当前待扰码帧内的 B1 字节的 8 位码是对上一帧扰码后的所有比特进行 BIP-8 偶校验计算的结果。

接收端的误码监测是通过当前待解扰帧的所有比特进行 BIP-8 偶校验计算, 将结果与下一帧 B1 字节经异或门作比较来实现的。这两个被比较的 B1 字节内容不一致时, 异或门输

出为 1, 在给定的观测时间内, 1 的计数值即反映了再生段的误码情况。

七、比特间插奇偶检验 $N \times 24$ 位码(BIP- $N \times 24$)字节: B2

B2 字节是一组比特间插奇偶检验 $N \times 24$ 位码(BIP- $N \times 24$), 使用偶检验, 用作复用段误码监测。BIP- $N \times 24$ 对前一个 STM- N 帧中除了 SOH 的第一到第三行外的全部比特进行计算, 结果置于扰码前的 B2 字节位置。

BIP- X (X 为码位数, 例如 $X=8$ 或 $X=N \times 24$) 偶校验计算方法:

将应参与计算的全部比特从第一个比特起每 X 个比特为一组分组, 共分成若干组(定能整分), 依次统计各组相应比特位为“1”的个数, 若“1”的个数为奇数, 则 BIP- X 码的相应比特位置“1”, 否则置“0”。

八、自动保护倒换(APS)通路字节: K1, K2(b1~b5)

两个字节用作自动保护倒换(APS)信令。ITU-T G. 70X 建议的附录 A 给出了这两个字节的比特分配和面向比特的规约。

九、复用段远端失效指示(MS-RDI)字节: K2(b6~b8)

MS-RDI 用于向发信端回送一个指示信号, 表示收信端检测到来话故障或正接收复用段告警指示信号(MS-AIS)。解扰码后 K2 字节的第六、七、八比特构成“110”码即为 RS-RDI 信号。

十、同步状态字节: S1(b5~b8)

S1(9, 1, 1) 字节的比特 5 到比特 8 安排用作同步状态消息。与 ITU-T 建议相符的 4 个同步等级的比特图案安排见邮电通信网技术体制 TZ015-94 “光同步传输网技术体制”表 3.3.1, 其中一种表示同步的质量是未知的; 另一种表示信号在段内不用同步。余下的码留作各独立管理机构定义质量等级用。

十一、段远端误块指示(MS-REI)字节: M1

对 STM- N 信号, 该字节用来传送由 BIP- $N \times 24$ (B2)所检出的误块数。

十二、与传输媒质有关的字节: Δ

仅在 STM-1 帧内, 安排 6 个字节, 它们的位置是 $S(2, 2, 1)$, $S(2, 3, 1)$, $S(2, 5, 1)$, $S(3, 2, 1)$, $S(3, 3, 1)$ 和 $S(3, 5, 1)$ 。

Δ 字节专用于具体传输媒质的特殊功能, 例如用单根光纤作双向传输时, 可用此字节来实现辨别信号方向的功能。

十三、备用字节: Z0

Z0 字节的功能尚待定义。

用“×”标记的字节是为国内使用保留的字节。

所有未标记的字节用途待将来国际标准确定(与媒质有关的应用, 附加国内使用和其他用途)。

再生器中不使用这些备用字节。

为便于从线路码流中提取定时, STM- N 信号要经扰码、减少连续同码概率后方可在线路上传送, 但是为不破坏 A1 和 A2 组成的定帧图案, STM- N 信号中 RSOH 第一行的 $9 \times N$ 个开销字节不应扰码, 因此其中带 * 号的备用字节之内容应予精心安排, 通常可在这些字节上送“0”、“1”交替码。

收信机对备用开销字节的内容不予解读。