第三章 开销和指针

目标：

掌握段层监控的实现——段开销各字节功能.

掌握通道层监控的实现——通道开销各字节功能.

掌握基本告警和性能的监测是由哪些开销字节实现的.

了解指针——AU-PTR、TU-PTR的工作机理.

建立SDH监控层层细化的概念.

3.1 开销

前面讲过开销的功能是完成对SDH信号提供层层细化的监控管理功能，监控的分类可分为段层监控、通道层监控。段层的监控又分为再生段层和复用段层的监控，通道层监控分为高阶通道层和低阶通道层的监控。由此实现了对STM-N层层细化的监控。例如对2.5G系统的监控，再生段开销对整个STM-16信号监控，复用段开销细化到其中16个STM-1的任一个进行监控，高阶通道开销再将其细化成对每个STM-1中VC4的监控，低阶通道开销又将对VC4的监控细化为对其中63个VC12的任一个VC12进行监控，由此实现了从对2.5Gbit/s级别到2Mbit/s级别的多级监控手段。

那么，这些监控功能是怎样实现的呢？它是由不同的开销字节来实现的。

3.1.1 段开销

STM-N帧的段开销位于帧结构的（1-9）行×（1-9N）列。注：第4行为AU-PTR除外。我们以STM-1信号为例来讲述段开销各字节的用途。对于STM-1信号，段开销包括位于帧中的（1-3）行×（1-9）列的RSOH和位于（5-9）行×（1-9）列的MSOH。如图3-1所示。

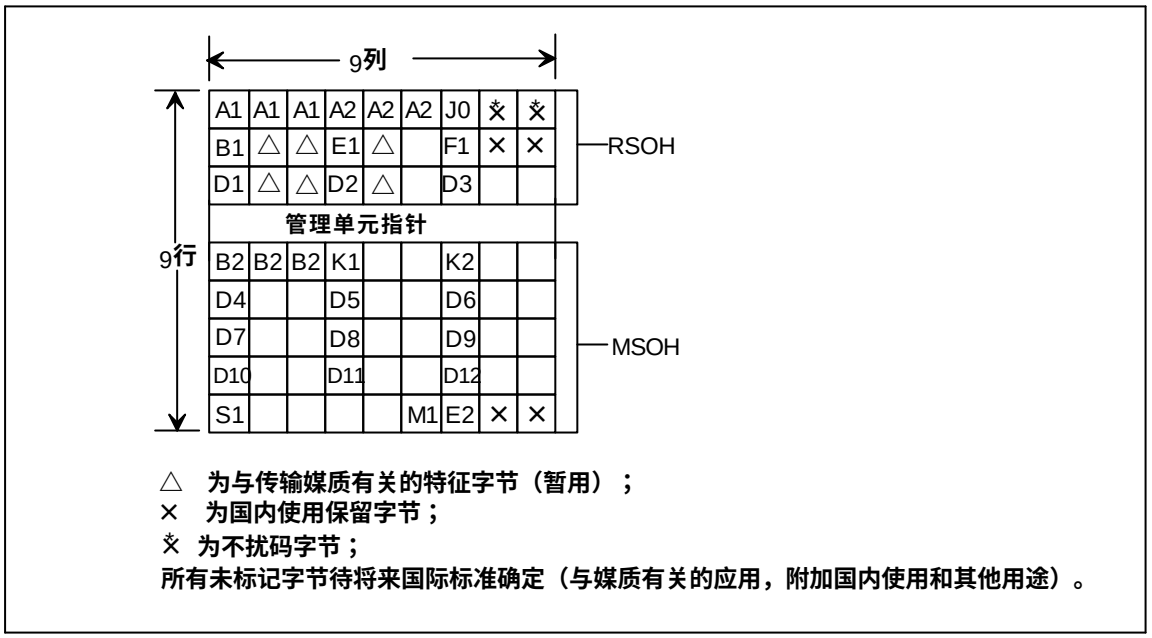


图3-1 STM-N 帧的段开销字节示意图

图3-1中画了再生段开销和复用段开销在STM-1帧中的位置，它们的区别是什么呢？区别在于监控的范围不同，RSOH是对应一个大的范围—STM-N，MSOH是对应这个大的范围中的一个小的范围—STM-1。

- 定帧字节A1和A2

定帧字节的作用有点类似于指针，起定位的作用。我们知道SDH可从高速信号中直接分/插出低速支路信号，为什么能这样呢？原因就是收端能通过指针——AU-PTR、TU-PTR在高速信号中定位低速信号的位置。但这个过程的第一步是收端必须在收到的信号流中正确地选择分离出各个STM-N帧，也就是先要定位每个STM-N帧的起始位置在哪里，然后再在各帧中定位相应的低速信号的位置，就象在长长的队列中定位一个人时，要先定位到某一个方队，然后在本方队中再通过这个人的所处行列数定位到他。A1、A2字节就是起到定位一个方队的作用，通过它，收端可从信息流中定位、分离出STM-N帧，再通过指针定位到帧中的某一个低速信号。

收端是怎样通过A1、A2字节定位帧的呢？A1、A2有固定的值，也就是有固定的比特图案，A1：11110110（f 6H），A2：00101000（28H）。收端检测信号流中的各个字节，当发现连续出现3N个f 6H，又紧跟着出现3N个28H字节时（在STM-1帧中A1和A2字节各有3个），就断定现在开始收到一个STM-N帧，收端通过定位每个STM-N帧的起点，来区分不同的STM-N帧，以达到分离不同帧的目的，当N=1时，区分的是STM-1帧。

当连续5帧以上（625μs）收不到正确的A1、A2字节，即连续5帧以上无法判别帧头（区分出不同的帧），那么收端进入帧失步状态，产生帧失步告警——OOF；若OOF持续了3ms则进入帧丢失状态——设备产生帧丢失告警LOF，下插AIS信号，整个业务中断。在LOF状态下若收端连续1ms以上又处于定帧状态，那么设备回到正常状态。

📖 **技术细节：**

STM-N信号在线路上传输要经过扰码，主要是为了便于收端能提取线路定时信号，但又为了在收端能正确的定位帧头A1、A2，又不能将A1、A2扰码．为兼顾这两种需求，于是STM-N信号对段开销第一行的所有字节上：1行×9N列〔不仅包括A1、A2字节〕不扰码，而进行透明传输，STM-N帧中的其余字节进行扰码后再上线路传输．这样又便于提取STM-N信号的定时，又便于收端分离STM-N信号．

- **再生段踪迹字节：J0**

该字节被用来重复地发送段接入点标识符，以便使接收端能据此确认与指定的发送端处于持续连接状态。在同一个运营者的网络内该字节可为任意字符，而在不同两个运营者的网络边界处要使设备收、发两端的J0字节相同一一匹配。通过J0字节可使运营者提前发现和解决故障，缩短网络恢复时间。

J0字节还有一个用法，在STM-N帧中每一个STM-1帧的J0字节定义为STM的标识符C1，用来指示每个STM-1在STM-N中的位置——指示该STM-1是STM-N中的第几个STM-1（间插层数）和该C1在该STM-1帧中的第几列（复列数），可帮助A1、A2字节进行帧识别。

- **数据通信通路（DCC）字节：D1-D12**

SDH的一大特点就是OAM功能的自动化程度很高，可通过网管终端对网元进行命令的下发、数据的查询，完成PDH系统所无法完成的业务实时调配、告警故障定位、性能在线测试等功能。那么这些用于OAM的数据是放在哪儿传输的呢？用于OAM功能的数据信息——下发的命令，查询上来的告警性能数据等，是通过STM-N帧中的D1-D12字节传送的。也就是说用于OAM功能的相关数据是放在STM-N帧中的D1-D12字节处，由STM-N信号在SDH网络上传输的。这样D1-D12字节提供了所有SDH网元都可接入的通用数据通信通路，

作为嵌入式控制通路（ECC）的物理层，在网元之间传输操作、管理、维护（OAM）信息，构成SDH管理网（SMN）的传送通路。

其中，D1-D3是再生段数据通路字节（DCCR），速率为3×64kbit/s=192kbit/s，用于再生段终端间传送OAM信息；D4-D12是复用段数据通路字节（DCCM），共9×64kbit/s=576kbit/s，用于在复用段终端间传送OAM信息。

DCC通道速率总共768kbit/s，它为SDH网络管理提供了强大的通信基础。

- 公务联络字节：E1和E2

分别提供一个64kbit/s的公务联络语声通道，语音信息放于这两个字节中传输。

E1属于RSOH，用于再生段的公务联络；E2属于MSOH，用于终端间直达公务联络。

例如网络如下：

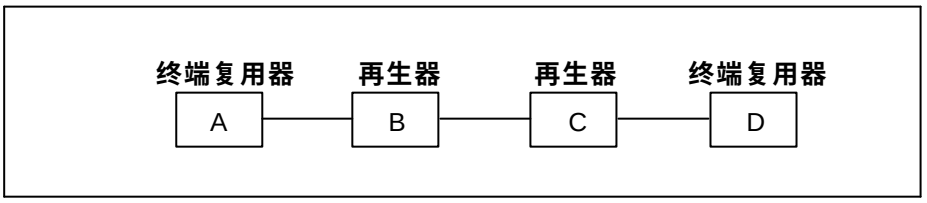


图3-2 网络示意图

若仅使用E1字节作为公务联络字节，A、B、C、D四网元均可互通公务，为什么？因为终端复用器的作用是将低速支路信号分/插到SDH信号中，所以要处理RSOH和MSOH，因此用E1、E2字节均可通公务。再生器作用是信号的再生，只需处理RSOH，所以用E1字节也可通公务。

若仅使用E2字节作为公务联络字节，那么就仅有A、D间可以通公务电话了，因为B、C网元不处理MSOH，也就不会处理E2字节。

- 使用者通路字节：F1

提供速率为64kbit/s数据/语音通路，保留给使用者（通常指网络提供者）用于特定维护目的的临时公务联络。

- 比特间插奇偶校验8位码BIP-8：B1

这个字节就是用于再生段层误码监测的（B1位于再生段开销中）。

监测的机理是什么呢？首先我们先讲一讲BIP-8奇偶校验。

若某信号帧由4个字节A1=00110011、A2=11001100、A3=10101010、A4=00001111，那么将这个帧进行BIP-8奇偶校验的方法是以8bit为一个校验单位（1个字节），将此帧分成4块（每字节为一块，因1个字节为8bit正好是一个校验单元）按图3-3方式摆放整齐：

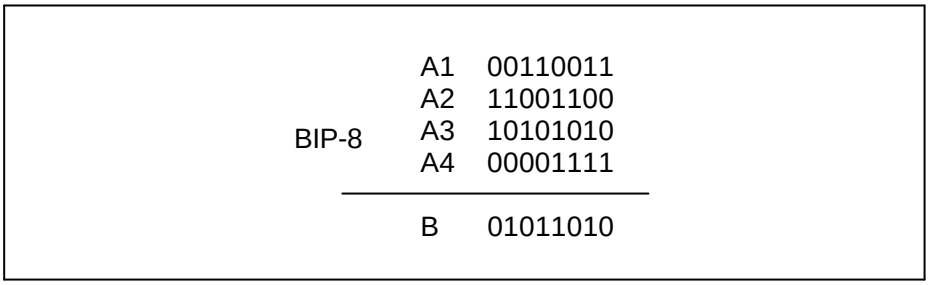


图3-3 BIP-8奇偶校验示意图

依次计算每一列中1的个数，若为奇数，则在得数（B）的相应位填1，否则填0。也就是B的相应位的值使A1A2A3A4摆放的块的相应列的1的个数为偶数。这种校验方法就是BIP-8奇偶校验，实际上是偶校验，因为保证的是1的个数为偶。B的值就是将A1A2A3A4进行BIP-8校验所得的结果。

B1字节的工作机理是：发送端对本帧（第N帧）加扰后的所有字节进行BIP-8偶校验，将结果放在下一个待扰码帧（第N+1帧）中的B1字节；接收端将当前待解扰帧（第N帧）的所有比特进行BIP-8校验，所得的结果与下一帧（第N+1帧）解扰后的B1字节的值相异或比较，若这两个值不一致则异或有1出现，根据出现多少个1，则可监测出第N帧在传输中出现了多少个误码块。

📖 **技术细节：**

高速信号的误码性能是用误码块来反映的．因此STM-N信号的误码情况实际上是误码块的情况．从BIP-8校验方式可看出，校验结果的每一位都对应一个比特块，例如图3-3中的一列比特，因此B1字节最多可从一个STM-N帧检测出传输中所发生的8个误码块（BIP-8的结果共8位，每位对应一列比特——一个块）．

- **比特间插奇偶校验N×24位的（BIP-N×24）字节：B2**

B2的工作机理与B1类似，只不过它检测的是复用段层的误码情况。B1字节是对整个STM-N帧信号进行传输误码检测的，一个STM-N帧中只有一个B1字节

（为什么？稍后讲STM-1复用成STM-N时段开销的复用间插情况时你就会知道了），而B2字节是对STM-N帧中的每一个STM-1帧的传输误码情况进行监测，STM-N帧中有N×3个B2字节，每三个B2对应一个STM-1帧。检测机理是发端B2字节对前一个待扰的STM-1帧中除了RSOH（RSOH包括在B1对整个STM-N帧的校验中了）的全部比特进行BIP-24计算，结果放于本帧待扰STM-1帧的B2字节位置。收端对当前解扰后STM-1的除了RSOH的全部比特进行BIP-24校验，其结果与下一STM-1帧解扰后的B2字节相异或，根据异或后出现1的个数来判断该STM-1在STM-N帧中的传输过程中出现了多少个误码块。可检测出的最大误码块个数是24个。注：在发端写完B2字节后，相应的N个STM-1帧按字节间插复用成STM-N信号（有3N个B2），在收端先将STM-N信号分间插成N×STM-1信号，再校验这N组B2字节。

- 自动保护倒换（APS）通路字节：K1、K2（b1-b5）

这两个字节用作传送自动保护倒换（APS）信令，用于保证设备能在故障时自动切换，使网络业务恢复——自愈，用于复用段保护倒换自愈情况。

- 复用段远端失效指示（MS-RDI）字节：K2（b6-b8）

这是一个对告的信息，由收端（信宿）回送给发端（信源），表示收信端检测到来话故障或正收到复用段告警指示信号。也就是说当收端收信劣化，这时回送给发端MS-RDI告警信号，以使发端知道收端的状态。若收到的K2的b6-b8为110码,则此信号为对端对告的MS-RDI告警信号；若收到的K2的b6-b8为111，则此信号为本端收到MS-AIS信号，此时要向对端发MS-RDI信号，即在发往对端的信号帧STM-N的K2的b6-b8放入110比特图案。

- 同步状态字节：S1（b5-b8）

不同的比特图案表示ITU-T的不同时钟质量级别，使设备能据此判定接收的时钟信号的质量，以此决定是否切换时钟源，即切换到较高质量的时钟源上。

S1（b5-b8）的值越小，表示相应的时钟质量级别越高。

- 复用段远端误码块指示（MS-REI）字节：M1

这是个对告信息，由接收端回发给发送端。M1字节用来传送接收端由BIP-N×24（B2）所检出的误块数，以便发送端据此了解接收端的收信误码情况。

- 与传输媒质有关的字节：△

△字节专用于具体传输媒质的特殊功能，例如用单根光纤做双向传输时，可用此字节来实现辨明信号方向的功能。

- 国内保留使用的字节：×
- 所有未做标记的字节的用途待由将来的国际标准确定。

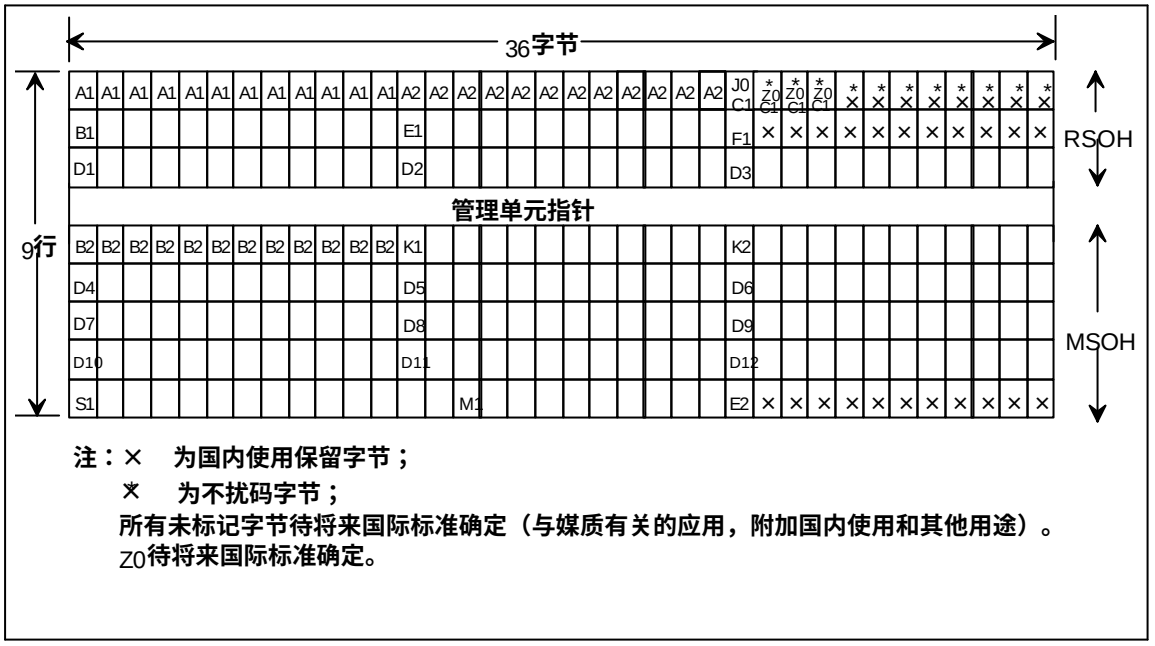
B 诀窍：

各SDH生产厂家，往往会利用STM帧中段开销的未使用字节来实现一些自己设备的专用的功能.

STM-N帧中的段开销——RSOH、MSOH的各字节的使用方法，到此就已讲完了，通过这些字节，实现了STM-N信号的段层的OAM功能。

N个STM-1帧通过字节间插复用成STM-N帧，段开销究竟是怎样进行复用的呢？字节间插复用时各STM-1帧的AU-PTR和payload的所有字节原封不动的按字节间插复用方式复用，而段开销的复用方式就有所区别。段开销的复用规则是N个STM-1帧以字节间插复用成STM-N帧时，4个STM-1以字节交错间插方式复用成STM-4时,开销的复用并非简单的交错间插,除段开销中的A1、A2、B2字节、指针和净负荷按字节交错间插复用进行STM-4外，各STM-1中的其它开销字节经过终结处理，再重新插入STM-4相应的开销字节中。图

3-4是STM-4帧的段开销结构图：



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3-4 STM-4 SOH字节安排

在STM-N中只有一个B1，有N×3个B2字节（因为B2为BIP-24检验的结果，故每个STM-1帧有3个B2字节，3×8=24位）。STM-N帧中有D1—D12各一个字节；E1、E2各一个字节；一个M1字节；K1、K2各一个字节。想想看这是为什么？

图3-5是STM-16的段开销结构图。

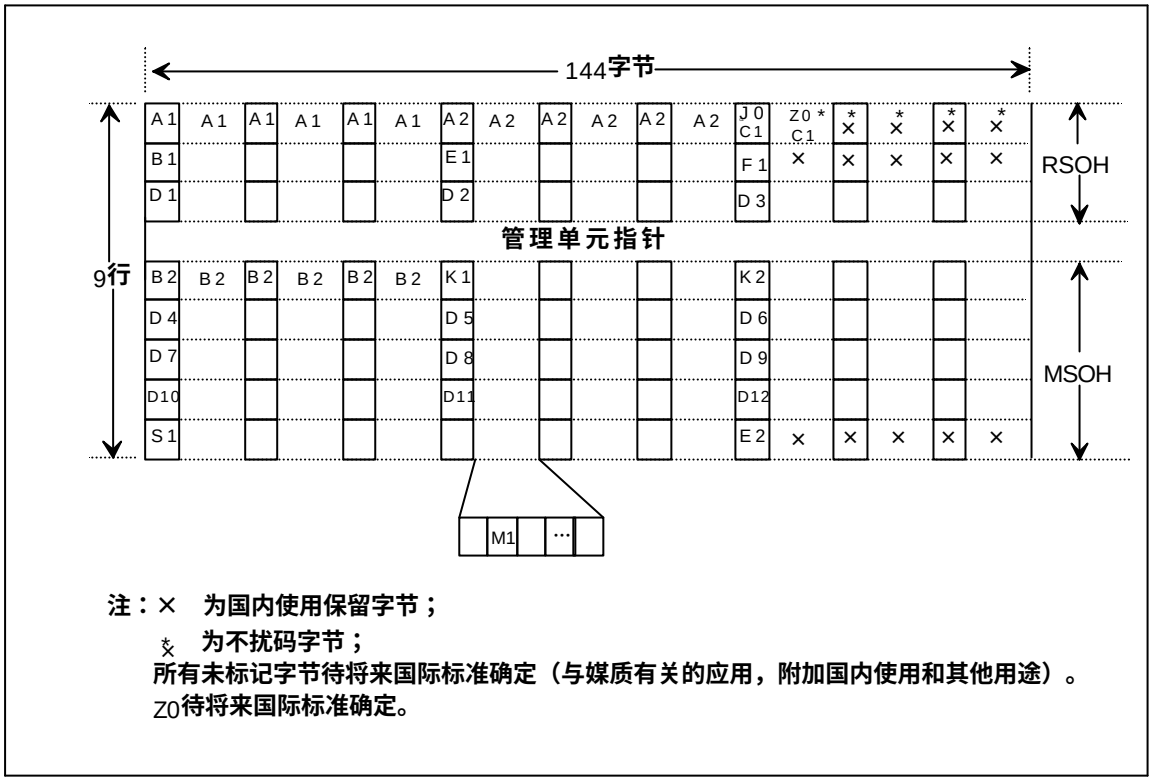


图3-5 STM-16 SOH字节安排

3.1.2 通道开销

段开销负责段层的OAM功能，而通道开销负责的是通道层的OAM功能。就类似于在货物装在集装箱中运输的过程中，不仅要监测一集装箱的货物的整体损坏情况（SOH），还要知道集装箱中某一件货物的损坏情况（POH）。

根据监测通道的“宽窄”（监测货物的大小），通道开销又分为高阶通道开销和低阶通道开销。在本课程我们指高阶通道开销是对VC4级别的通道进行监测，可对140Mbit/s在STM-N帧中的传输情况进行监测；低阶通道开销是完成VC12通道级别的OAM功能，也就是监测2Mbit/s在STM-N帧中的传输性能。

技术细节：

VC3中的POH依34Mbit/s复用路线选取的不同，可划在高阶或低阶通道开销范畴，其字节结构和作用与VC4的通道开销相同，因为34Mbit/s信号复用进STM-N的方式用得较少，故在这里就不对VC3的POH进行专门的讲述了.

---

1. **高阶通道开销**：HP-POH

高阶通道开销的位置在VC4**帧中的第一列，共**9**个字节，如图**3-6**所示。**

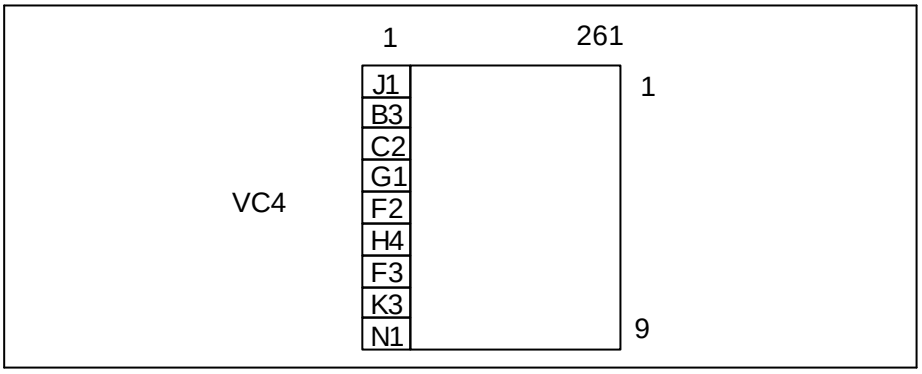


图3-6 **高阶通道开销的结构图**

- J1：**通道踪迹字节**

AU-PTR**指针指的是**VC4**的起点在**AU-4**中的具体位置，即**VC4**的第一个字节的位置，以使收信端能据此**AU-PTR**的值，正确的在**AU-4**中分离出**VC4。J1**正是**VC4**的起点，那**AU-PTR**所指向的正是**J1**字节的位置。**

该字节的作用与J0**字节类似：被用来重复发送高阶通道接入点标识符，使该通道接收端能据此确认与指定的发送端处于持续连接（该通道处于持续连接）状态。要求也是收发两端**J1**字节相匹配即可。华为公司的设备默认的发/收**J1**字节的值是：**OptiX HuaWei 155、OptiX HuaWei 622**分别对应华为的**155、622**传输设备；HuaWei OptiX 对应华为的**2500**传输设备。当然**J1**字节可按需要进行设置、更改。**

- B3：

通道BIP-8**码**B3**字节负责监测**VC4**在**STM-N**帧中传输的误码性能，也就监测**140Mbit/s**的信号在**STM-N**帧中传输的误码性能。监测机理与**B1、B2**相类似，只不过**B3**是对**VC4**帧进行**BIP-8**校验。**

若在收端监测出误码块，那么设备本端的性能监测事件一HP-BBE（高阶通道背景误码块）显示相应的误块数，同时在发端相应的VC4通道的性能监测事件一HP-REI（高阶通道远端误块指示）显示出收端收到的误块数。B1、B2字节也与此类似，通过这种方式你可实时监测STM-N信号传输的误码性能。

📖 **技术细节：**

收端B1检测出误码块，在本端的性能事件RS-BBE（再生段背景误码块）显示B1检测出的误块数.

收端B2检测出误块，在本端的性能事件MS-BBE（复用段背景误码块）显示B2检测出的误块数，同时在发端的性能事件MS-REI（复用段远端误块指示）中显示相应的误块数（MS-REI由M1字节传送）.

⚠ **注意**

当接收端的误码超过了一定的限度，这时设备会上报一个误码越限的告警信号.

- C2：信号标记字节

C2用来指示VC帧的复接结构和信息净负荷的性质，例如通道是否已装载、所载业务种类和它们的映射方式。例如C2=00H表示这个VC4通道未装载信号，这时要往这个VC4通道的净负荷TUG3中插全“1”码——TU-AIS，设备出现高阶通道未装载告警：HP-UNEQ。C2=02H，表示VC4所装载的净负荷是按TUG结构的复用路线复用来的，中国的2Mbit/s复用进VC4采用的是TUG结构，见附图。C2=15H表示VC4的负荷是FDDI（光纤分布式数据接口）格式的信号。在配置华为设备时，2M信号的复用，C2要选择TUG结构。

📖 **技术细节：**

J1和C2字节的设置一定要使收/发两端相一致——收发匹配，否则在收端设备会出现HP-TIM（高阶通道追踪字节失配）、HP-SLM（高阶通道信号标记字

节失配）．此两种告警都会使设备向该VC4的下级结构TUG3插全“1”码——TU-AIS告警指示信号．

- G1：通道状态字节

G1用来将通道终端状态和性能情况回送给VC4通道源设备，从而允许在通道的任一端或通道中任一点对整个双向通道的状态和性能进行监视。这句话怎么理解呢？G1字节实际上传送对告信息，即由收端发往发端的信息，使发端能据此了解收端接收相应VC4通道信号的情况。

b1—b4回传给发端由B3（BIP-8）检测出的VC4通道的误块数，也就是HP-REI。当收端收到AIS、误码超限、J1，C2失配时，由G1字节的第5比特回送发端一个HP-RDI（高阶通道远端劣化指示），使发端了解收端接收相应VC4的状态，以便及时发现、定位故障。G1字节的b6至b8暂时未使用。

- F2、F3：使用者通路字节

这两个字节提供通道单元间的公务通信（与净负荷有关）。

- H4：TU位置指示字节

H4指示有效负荷的复帧类别和净负荷的位置，例如作为TU-12复帧指示字节或ATM净负荷进入一个VC-4时的信元边界指示器。

只有当PDH信号：2Mbit/s，复用进VC-4时，H4字节才有意义。因为前面讲过，2Mbit/s的信号装进C12时是以4个基帧组成一个复帧的形式装入的，那么在收端为正确定位分离出E1信号就必须知道当前的基帧是复帧中的第几个基帧。H4字节就是指示当前的TU-12（VC12或C12）是当前复帧的第几个基帧，起着位置指示的作用。H4字节的范围是01H—04H，若在收端收到的H4不在此范围内，则收端会产生一个TU-LOM（支路单元复帧丢失告警）。

- K3：空闲字节

留待将来应用，要求接收端忽略该字节的值。

- N1：网络运营者字节

用于特定的管理目的。

2．低阶通道开销：LP-POH

低阶通道开销这里指的是VC12中的通道开销，当然它监控的是VC12通道级别的传输性能，也就是监控2Mbit/s的PDH信号在STM-N帧中传输的情况。

低阶通道开销放在VC12的什么位置上呢？图3-7显示了一个VC12的复帧结构，由4个VC12基帧组成，低阶POH就位于每个VC12基帧的第一个字节，一组低阶通道开销共有4个字节：V5、J2、N2、K4。

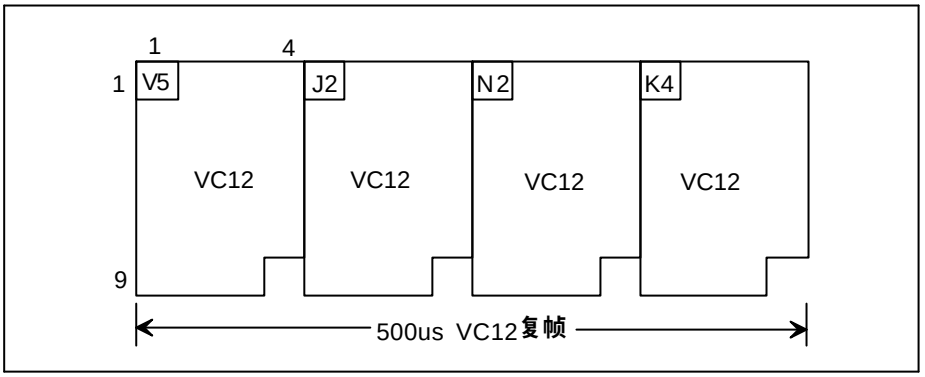


图3-7 低阶通道开销结构图

- V5：通道状态和信号标记字节

V5是复帧的第一个字节，TU-PTR指示的是VC12复帧的起点在TU-12复帧中的具体位置，也就是TU-PTR指示的是V5字节在TU-12复帧中的具体位置。

V5具有误码校测，信号标记和VC12通道状态表示等功能，从这看出V5字节具有高阶通道开销G1和C2两个字节的功能。V5字节的结构见图3-8所示。

误码监测（BIP-2）		远端误块指示（REI）	远端故障指示（RFI）	信号标记（Signal Lable）			远端接收失效指示（RDI）
1	2	3	4	5	6	7	8
误码监测： 传送比特间插奇偶校验码BIP-2： 第一个比特的设置应使上一个VC-12复帧内所有字节的全部奇数比特的奇偶校验为偶数。第二比特的设置应使全部偶数比特的奇偶校验为偶数。		远端误块指示 (从前叫作FEBE)： BIP-2检测到误码块就向VC12通道源发1，无误码则发0。	远端故障指示 有故障发1 无故障发0	信号标记： 表示净负荷装载情况和映射方式。3比特共8个二进值： 000 未装备VC通道 001 已装备VC通道，但未规定有效负载 010 异步浮动映射 011 比特同步浮动 100 字节同步浮动 101 保留 110 O.181测试信号 111 VC-AIS			远端接收失效指示 (从前叫FERF)： 接收失效则发1，成功则发0。

图3-8 VC-12 POH（V5）的结构

若收端通过BIP-2检测到误码块，在本端性能事件由LP-BBE（低阶通道背景误码块）中显示由BIP-2检测出的误块数，同时由V5的b3回送给发端LP-REI（低阶通道远端误块指示），这时可在发端的性能事件LP-REI中显示相应的误块数。V5的b8是VC12通道远端失效指示，当收端收到TU-12的AIS信号，或信号失效条件时，回送给发端一个LP-RDI（低阶通道远端劣化指示）。注：本课程中RDI称之为远端劣化指示或远端失效指示。

当劣化（失效）条件持续期超过了传输系统保护机制设定的门限时，劣化转变为故障，这时发端通过V5的b4回送给发端—LP-RFI（低阶通道远端故障指示）告之发端接收端相应VC12通道的接收出现故障。

b5—b7提供信号标记功能，只要收到的值不是0就表示VC12通道已装载，即VC12货包不是空的。若b5—b7为000，表示VC12为空包，这时收端设备出现LP-UNEQ（低阶通道未装款式）告警，注意此时下插全“0”码（不是全“1”码—AIS）。若收发两端V5的b5—b7不匹配，则接收端出现LP-SLM（低阶通道信号标记失配）告警。

- J2：VC12通道踪迹字节

J2的作用类似于J0、J1，它被用来重复发送内容由收发两端商定的低阶通道接入点标识符，使接收端能据此确认与发送端在此通道上处于持续连接状态。

- N2：网络运营者字节

用于特定的管理目的。

- K4：备用字节

留待将来应用。

？想一想：

这部分你学了些什么？

这部分主要讲述了对STM-N信号OAM功能层层细化的实现方式——再生段开销、复用段开销、高阶通道开销、低阶通道开销．通过这些开销字节，你可以对STM-N信号的整体以及装载在STM-N帧中的低速信号进行全方位的监控．

3.2 指针

指针的作用就是定位，通过定位使收端能正确地从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，也就是说实现从STM-N信号中直接下低速支路信号的功能。

何谓定位？定位是一种将帧偏移信息收进支路单元或管理单元的过程，即以附加于VC上的指针（或管理单元指针）指示和确定低阶VC帧的起点在TU净负荷中（或高阶VC帧的起点在AU净负荷中）的位置。在发生相对帧相位偏差使VC帧起点“浮动”时，指针值亦随之调整，从而始终保证指针值准确指示VC帧起点位置的过程。对VC4，AU-PTR指的是J1字节的位置；对于VC12，TU-PTR指的是V5字节的位置。

TU或AU指针可以为VC在TU或AU帧内的定位提供了一种灵活、动态的方法。因为TU或AU指针不仅能够容纳VC和SDH在相位上的差别，而且能够容纳帧速率上的差别。

指针有两种AU-PTR和TU-PTR，分别进行高阶VC（这里指VC4）和低阶VC（这里指VC12）在AU-4和TU-12中的定位。下面分别讲述其工作机理。

3.2.1 管理单元指针（AU-PTR）

AU-PTR的位置在STM-1帧的第4行1一9列共9个字节，用以指示VC4的首字节J1在AU-4净负荷的具体位置，以便收端能据此正确分离VC4，如图3-9所示。

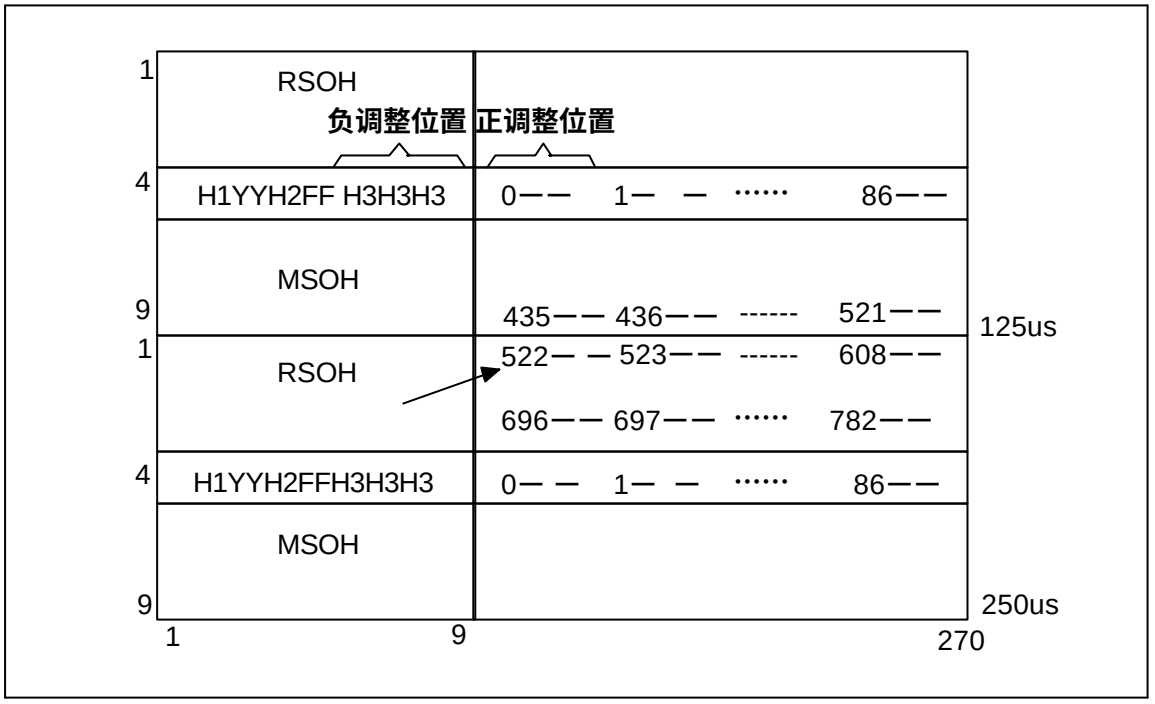


图3-9 AU-4指针在STM帧中的位置

从图中可看到AU-PTR由H1YYH2FFH3H3H3九个字节组成，Y＝1001SS11，S比特未规定具体的值，F＝11111111。指针的值放在H1、H2两字节的后10个bit中，3个字节为一个调整单位——一个货物单位。

调整单位起什么作用？以货车运货为例，将货物——VC4连续不停的装入这辆货车的车箱——信息净负荷区，当然装载时是以一个字节一个字节来装载的，这辆货车的停站时间是125μs。

1）当VC4的速率（帧频）高于AU-4的速率（帧频）时，也就是AU-4的包封速率要低于VC4的装载速率时，相当于装载一个VC4的货物所用的时间少于125μs（货车停站时间），由于货车还未开走，VC4的装载还要不停的进行，这时AU-4这辆货车的车箱（信息净负荷区）已经装满了，无法再装下不断装入的货物。此时将3个H3字节（一个调整单位）的位置用来存放货物；这3个H3字节就象货车临时加挂的一个备份存放空间。那么，这时货物以3个字节为一个单位将位置都向前串一位，以便在AU-4中加入更多的货物（一个VC4+3个字节），这时每个货物单位的位置（3个字节为一个单位）都发生了变化。这种调整方式叫做负调整，紧跟着FF两字节的3个H3字节所占的位置

叫做负调整位置。此时3个H3字节的位置上放的是VC4的有效信息，这种调整方式也就是将应装于下一辆货车的VC4的头三个字节装于本车上了。

2）当VC4的速率低于AU-4速率时，相当于在AU-4货车停站时间内一个VC4无法装完，这时就要把这个VC4中最后的那个3字节——货物单位，留待下辆车运输。这时出于AU-4未装满VC4（少一个3字节单位），于是车箱中空出一个3字节单位。为防止由于车箱未塞满而在传输中引起货物散乱，那么这时要在AU-PTR 3个H3字节后面再插入3个H3字节，此时H3字节中填充伪随机信息（相当于在车厢空间塞入的添充物），这时VC4中的3字节货物单位都要向后串一个单位（3字节），于是这些货物单位的位置也会发生相应的变化。这种调整方式叫做正调整，相应的插入3个H3字节的位置叫做正调整位置。当VC4的速率比AU-4慢很多时，要在AU-4净负荷区加入不止一个正调整单位（3个H3）。注意，负调整位置只有一个（3个H3字节），负调整位置在AU-PTR上，正调整位置在AU-4净负荷区。

3）不管是正调整和负调整都会使VC4在AU-4的净负荷中的位置发生了改变，也就是说VC4第一个字节在AU-4净负荷中的位置发生了改变。这时AU-PTR也会作出相应的正、负调整。为了便于定位VC4中的各字节（实际上是各货物单位）在AU-4净负荷中的位置，给每个货物单位赋予一个位置值，如图3-10所示。位置值是将紧跟H3字节的那个3字节单位设为0位置，然后依次后推。这样一个AU-4净负荷区就有261×9/3＝783个位置，而AU-PTR指的就是J1字节所在AU-4净负荷的某一个位置的值。显然，AU-PTR的范围是0~782，否则为无效指针值，当收端连续8帧收到无效指针值时，设备产生AU-LOP告警（AU指针丢失），并往下插AIS告警信号。

正/负调整是按一次一个单位进行调整的，那指针值也就随着正调整或负调整进行+1（指针正调整）或-1（指针负调整）操作。

4）在VC4与AU-4无频差和相差时，也就是货车停站时间和装载VC4的速度相匹配时，AU-PTR的值是522，如图3-9所中箭头所指处。

⚠ 注意

AU-PTR所指的是下一帧VC4的J1字节的位置．在网同步情况下指针调整并不经常出现，因而H3字节大部分时间填充的是伪信息．

我们讲过指针的值是放在H1H2字节的后10个比特，那么10个bit的取值范围是0~1023(210)，当AU-PTR的值不在0~782内时，为无效指针值。H1H2的16个比特是如何实现指针调整控制的呢？见图3-10所示。

<table>
<tr><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>N</td><td>S</td><td>S</td><td>I</td><td>D</td><td>I</td><td>D</td><td>I</td><td>D</td><td>I</td><td>D</td><td>I</td><td>D</td></tr>
<tr><td colspan="4">新数据标帜《NDF》
表示所载净负荷容量有变化。
净负荷无变化时，NNNN为正常值“0110”。
在净负荷有变化的那一帧，NNNN反转为“1001”，此即NDF。NDF出现的那一帧指针值随之改变为指示VC新位置的新值称为新数据。若净负荷不再变化，下一帧NDF又返回到正常值“0110”并至少在3帧内不作指针值增减操作。</td><td colspan="2">AU/TU类别
对于AU-4 和TU-3 SS=10</td><td colspan="10">10比特指针值
AU-4指针值为0~782；三字节为一偏移单位。
指针值指示了VC4帧的首字节J1与AU-4指针中最后一个H3 字节间的偏移量。
指针调整规则
(1)在正常工作时，指针值确定了VC-4在AU-4 帧内的起始位置。NDF设置为“0110”；
(2)若VC4帧速率比AU-4帧速率低，5个I比特反转表示要作正帧频调整，该VC帧的起始点后移一个单位，下帧中的指针值是先前指针值加1；
(3)若VC4帧速率比AU-4帧速率高，5个D比特反转表示要作负帧频调整，负调整位置H3用VC4的实际信息数据重写，该VC 帧的起始点前移一个单位，下帧中的指针值是先前指针值减1；
(4)当NDF出现更新值1001，表示净负荷容量有变，指针值也要作相应地增减，然后NDF回归正常值0110；
(5)指针值完成一次调整后，至少停3帧方可有新的调整；
(6)收端对指针解码时，除仅对连续3次以上收到的前后一致的指针进行解读外，将忽略任何指针的变化。</td></tr>
</table>

图3-10 AU-4中H1和H2构成的16bit指针码字

指针值由H1、H2的第七至第十六比特表示，这10个bit中奇数比特记为I比特，偶数比特记为D比特。以5个I比特和5个D比特中的全部或大多数发生反转来分别表示指针值将进行加1或减1操作，因此I比特又叫做增加比特，D比特叫做减少比特。

指针的调整是要停三帧才能再进行，也就是说若从指针反转的那一帧算起（作为第一帧），至少在第五帧才能进行指针反转（其下一帧的指针值将进行加1或减1操作）。

NDF反转表示AU-4净负荷有变化，此时指针值会出现跃变，即指针增减的步长不为1。若收端连续8帧收到NDF反转，则此时设备出现AU-LOP告警。

接收端只对连续3个以上收到的前后一致的指针进行解读，也就是说系统自认为指针调整后的3帧指针值一致，若此时指针值连续调整，在收端将出现VC4的定位错误，导致传输性能劣化。

概括地说发端5个I或5个D比特数反转，在下一帧AU-PTR的值+1或-1；收端根据所收帧的大多数I或D比特的反转情况决定是否对下一帧去调整，也就是定位VC4首字节并恢复信号指针适配前的定时。

3.2.2 支路单元指针（TU-PTR）

TU指针用以指示VC12的首字节V5在TU-12净负荷中的具体位置，以便收端能正确分离出VC12。TU-12指针为VC12在TU-12复帧内的定位提供了灵活动态的方法。TU-PTR的位置位于TU-12复帧的V1、V2、V3、V4处。如图3-11所示。

<table>
<tr><td>70</td><td>71</td><td>72</td><td>73</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td></tr>
<tr><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>109</td><td>110</td><td>111</td><td>112</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td></tr>
<tr><td>78</td><td rowspan="6">第一个
C-12 基
帧结构
9×4-2
32W
2Y</td><td></td><td>81</td><td>113</td><td rowspan="6">第二个
C-12 基
帧结构
9×4-2
32W
1Y 1G</td><td></td><td>116</td><td>8</td><td rowspan="6">第三个
C-12基
帧结构
9×4-2
32W
1Y 1G</td><td></td><td>11</td><td>43</td><td rowspan="6">第四个
C-12基
帧结构
9×4-1
31W 1Y
1M+1N</td><td></td><td>46</td></tr>
<tr><td>82</td><td></td><td>85</td><td>117</td><td></td><td>120</td><td>12</td><td></td><td>15</td><td>47</td><td></td><td>50</td></tr>
<tr><td>86</td><td></td><td>89</td><td>121</td><td></td><td>124</td><td>16</td><td></td><td>19</td><td>51</td><td></td><td>54</td></tr>
<tr><td>90</td><td></td><td>93</td><td>125</td><td></td><td>128</td><td>20</td><td></td><td>23</td><td>55</td><td></td><td>58</td></tr>
<tr><td>94</td><td></td><td>97</td><td>129</td><td></td><td>132</td><td>24</td><td></td><td>27</td><td>59</td><td></td><td>62</td></tr>
<tr><td>98</td><td></td><td>101</td><td>133</td><td></td><td>136</td><td>28</td><td></td><td>31</td><td>63</td><td></td><td>66</td></tr>
<tr><td>102</td><td>103</td><td>104</td><td>V1</td><td>137</td><td>138</td><td>139</td><td>V2</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>V3</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>V4</td></tr>
</table>

图3-11 TU-12 指针位置和偏移编号

TU-12 PTR由V1、V2、V3和V4四个字节组成。

在TU-12净负荷中，从紧邻V2的字节起，以1个字节为一个正调整单位，依次按其相对于最后一个V2的偏移量给予偏移编号，例如“0”、“1”等。总共有0～139个偏移编号。VC-12帧的首字节V5字节位于某一偏移编号位置，该编号对应的二进制值即为TU-12指针值。

TU-12 PTR中的V3字节为负调整单位位置，其后的那个字节为正调整字节，V4为保留字节。指针值在V1、V2字节的后10个比特，V1、V2字节的16个bit的功能与AU-PTR的H1H2字节的16个比特功能相同。

⚠ 注意

位置的正/负调整是由V3来进行的.

TU-PTR的调整单位为1，可知指针值的范围为0～139，若连续8帧收到无效指针或NDF，则收端出现TU-LOP（支路单元指针丢失）告警，并下插AIS告警信号。

在VC12和TU-12无频差、相差时，V5字节的位置值是70，也就是说此时的TU-PTR的值为70。

TU-PTR的指针调整和指针解读方式类似于AU-PTR。

？ 想一想：

这部分你学了些什么？

1. AU-PTR和TU-PTR是如何对VC4和VC12定位的.

2. 跟指针有关的告警、性能事件的产生原因.

其中2. 要重点掌握.

小结

本节主要讲述了SDH体制信号监控的实现，由RSOH、MSOH、HP-POH、LP-POH实现层层细化监控机制；指针定位机理。

需重点掌握的是字节对告警和性能的检测机理。

习题

1. MS-AIS、MS-RDI是由什么字节检测的?
2. ROLF告警的检测机理 是什么?
3. 当收端检测出AU-PTR为800或1023时，分别会有什么告警?
4. 哪几个字节完成了层层细化的误码监控?