第四章 SDH设备的逻辑组成

目标：

了解SDH传输网的常见网元类型和基本功能.

掌握组成SDH设备的基本逻辑功能块的功能，及其监测的相应告警和性能事件.

掌握辅助功能块的功能.

了解复合功能块的功能.

掌握各功能块提供的相应告警维护信号，及其相应告警流程图.

4.1 SDH网络的常见网元

SDH传输网是由不同类型的网元通过光缆线路的连接组成的，通过不同的网元完成SDH网的传送功能：上/下业务、交叉连接业务、网络故障自愈等。下面我们讲述SDH网中常见网元的特点和基本功能。

- TM——终端复用器

终端复用器用在网络的终端站点上，例如一条链的两个端点上，它是一个双端口器件，如图4-1所示。

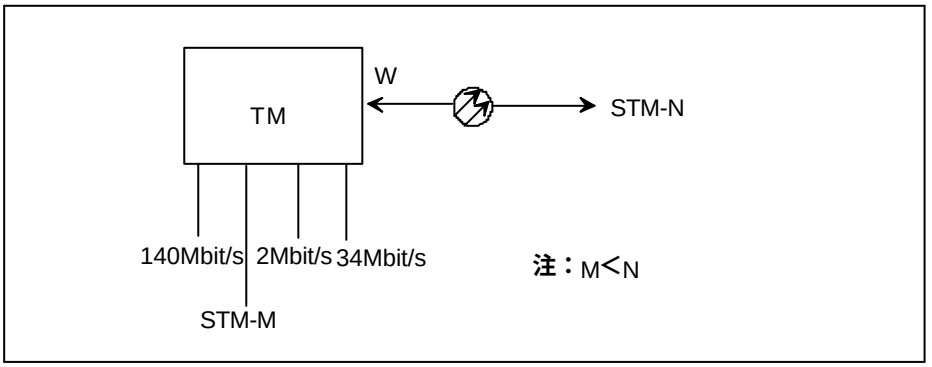


图4-1 TM模型

它的作用是将支路端口的低速信号复用到线路端口的高速信号STM-N中，或从STM-N的信号中分出低速支路信号。请注意它的线路端口输入/输出一路STM-N信号，而支路端口却可以输出/输入多路低速支路信号。在将低速支路信号复用进STM-N帧（将低速信号复用到线路）上时，有一个交叉的功能，例如：可将支路的一个STM-1信号复用进线路上的STM-16信号中的任意位置上，也就是指复用在1~16个STM-1的任一个位置上。将支路的2Mbit/s信号可复用到一个STM-1中63个VC12的任一个位置上去。对于华为设备，TM的线路端口（光口）一般以西向端口默认表示的。

- ADM——分/插复用器

分/插复用器用于SDH传输网络的转接站点处，例如链的中间结点或环上结点，是SDH网上使用最多、最重要的一种网元，它是一个三端口的器件，如图4-2所示。

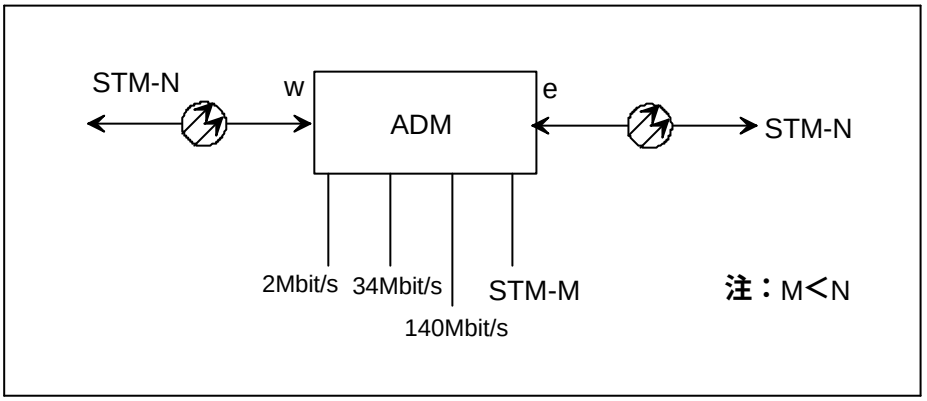


图4-2 ADM模型

ADM有两个线路端口和一个支路端口。两个线路端口各接一侧的光缆（每侧收/发共两根光纤），为了描述方便我们将其分为西（W）向、东向（E）两个线路端口。ADM的作用是将低速支路信号交叉复用进东或西向线路上去，或从东或西侧线路端口收的线路信号中拆分出低速支路信号。另外，还可将东/西向线路侧的STM-N信号进行交叉连接，例如将东向STM-16中的3#STM-1与西向STM-16中的15#STM-1相连接。

ADM是SDH最重要的一种网元，通过它可等效成其它网元，即能完成其它网元的功能，例如：一个ADM可等效成两个TM。

- REG——再生中继器

光传输网的再生中继器有两种，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；另一种是用于脉冲再生整形的电再生中继器，主要通过光/电变换、电信号抽样、判决、再生整形、电/光变换，以达到不积累线路噪声，保证线路上传送信号波形的完好性。此处讲的是后一种再生中继器，REG是双端口器件，只有两个线路端口——W、E。如图4-3所示：

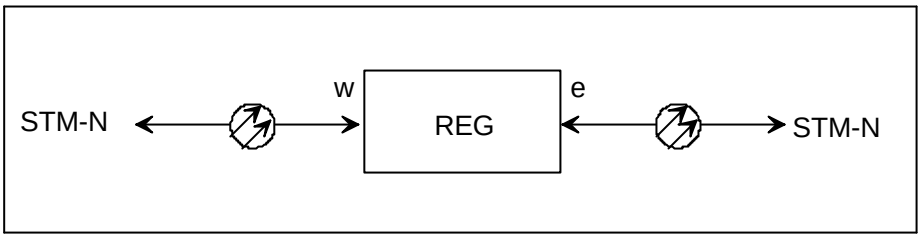


图4-3 电再生中继器

它的作用是将w/e侧的光信号经O/E、抽样、判决、再生整形、E/O在e或w侧发出。注意到没有，REG与ADM相比仅少了支路端口，所以ADM若本地不上/下话路（支路不上/下信号）时完全可以等效一个REG。

真正的REG只需处理STM-N帧中的RSOH，且不需要交叉连接功能（w—e直通即可），而ADM和TM因为要完成将低速支路信号分/插到STM-N中，所以不仅要处理RSOH，而且还要处理MSOH；另外ADM和TM都具有交叉复用能力（有交叉连接功能），因此用ADM来等效REG有点大材小用了。

- DXC——数字交叉连接设备

数字交叉连接设备完成的主要是STM-N信号的交叉连接功能，它是一个多端口器件，它实际上相当于一个交叉矩阵，完成各个信号间的交叉连接，如图4-4所示。

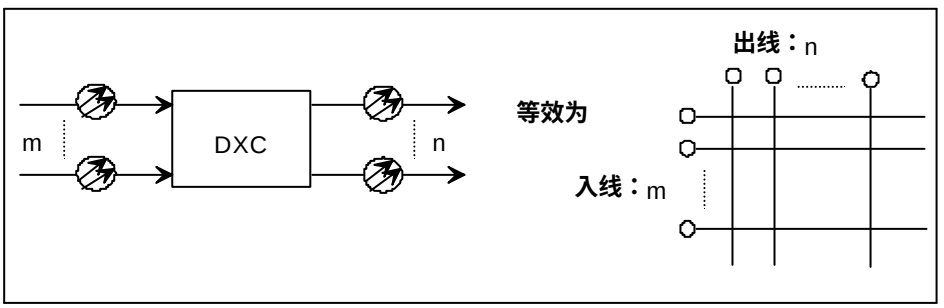


图4-4 DXC功能图

DXC可将输入的m路STM-N信号交叉连接到输出的n路STM-N信号上，上图表示有m条入光纤和n条出光纤。DXC的核心是交叉连接，功能强的DXC能完成高速（例STM-16）信号在交叉矩阵内的低级别交叉（例如VC12级别的交叉）。

通常用DXCm/n来表示一个DXC的类型和性能（注m≥n），m表示可接入DXC的最高速率等级，n表示在交叉矩阵中能够进行交叉连接的最低速率级别。m越大表示DXC的承载容量越大；n越小表示DXC的交叉灵活性越大。m和n的相应数值的含义见表4-1：

表4-1 m、n数值与速率对应表

m或n	0	1	2	3	4	5	6
速率	64kbit/s	2Mbit/s	8Mbit/s	34Mbit/s	140Mbit/s 155Mbit/s	622Mbit/s	2.5Gbit/s

小容量的DXC可由ADM来等效，例如华为公司的2.5G设备可等效为6×6 DXC5/1。

4.2 SDH设备的逻辑功能块

我们知道SDH体制要求不同厂家的产品实现横向兼容，这就必然会要求设备的实现要按照标准的规范，而不同厂家的设备千差万别，那么怎样才能实现设备的标准化，以达到互连的要求呢？

ITU-T采用功能参考模型的方法对SDH设备进行规范，它将设备所应完成的功能分解为各种基本的标准功能块，功能块的实现与设备的物理实现无关（以哪种方法实现不受限制），不同的设备由这些基本的功能块灵活组合而成，以完成设备不同的功能。通过基本功能块的标准化，来规范了设备的标准化，同时也使规范具有普遍性，叙述清晰简单。

下面我们以一个TM设备的典型功能块组成，来讲述各个基本功能块的作用，应该特别注意的是掌握每个功能块所监测的告警、性能事件，及其检测机理。如图4-5所示。

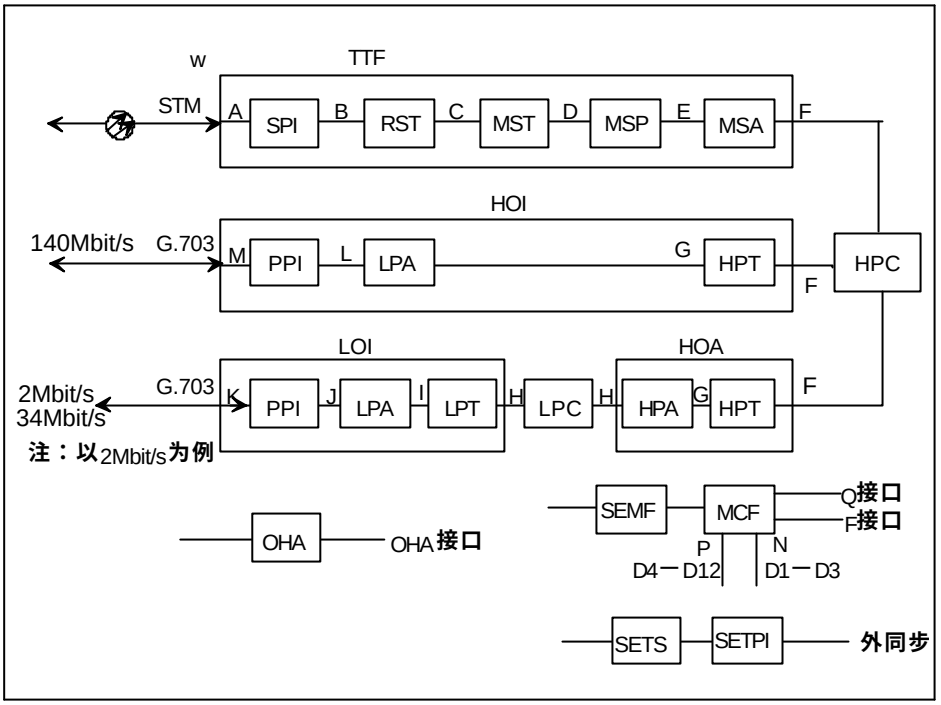


图4-5 SDH设备的逻辑功能构成

为了更好地理解上图，对图中出现的功能块名称说明如下：

SPI：SDH物理接口　　TTF：传送终端功能

RST：再生段终端　　HOI：高阶接口

MST：复用段终端　　LOI：低阶接口

MSP：复用段保护　　HOA：高阶组装器

MSA：复用段适配　　HPC：高阶通道连接

PPI：PDH物理接口　　OHA：开销接入功能

LPA：低阶通道适配　　SEMF：同步设备管理功能

LPT：低阶通道终端　　MCF：消息通信功能

LPC：低阶通道连接　　SETS：同步设备时钟源

HPA：高阶通道适配　　SETPI：同步设备定时物理接口

HPT：高阶通道终端

图4-5为一个TM的功能块组成图，其信号流程是线路上的STM-N信号从设备的A参考点进入设备依次经过A→B→C→D→E→F→G→L→M拆分成

140Mbit/s的PDH信号；经过A→B→C→D→E→F→G→H→I→J→K拆分成2Mbit/s或34Mbit/s的PDH信号（这里以2Mbit/s信号为例），在这里将其定义为设备的收方向。相应的发方向就是沿这两条路径的反方向将140Mbit/s和2Mbit/s、34Mbit/s的PDH信号复用到线路上的STM-N信号帧中。设备的这些功能是由各个基本功能块共同完成的。

- SPI：SDH物理接口功能块

SPI是设备和光路的接口，主要完成光/电变换、电/光变换，提取线路定时，以及相应告警的检测。

1）信号流从A到B——收方向

光/电转换，同时提取线路定时信号并将其传给SETS（同步设备定时源功能块）锁相，锁定频率后由SETS再将定时信号传给其它功能块，以此作为它们工作的定时时钟。

当A点的STM-N信号失效（例如：无光或光功率过低，传输性能劣化使BER劣于10^{-3}），SPI产生R-LOS告警（接收信号丢失），并将R-LOS状态告知SEMF（同步设备管理功能块）。

2）信号流从B到A——发方向

电/光变换，同时，定时信息附着在线路信号中。

- RST：再生段终端功能块

RST是RSOH开销的源和宿，也就是说RST功能块在构成SDH帧信号的过程中产生RSOH （发方向），并在相反方向（收方向）处理（终结）RSOH。

1）收方向——信号流B到C

STM-N的电信号及定时信号或R-LOS告警信号（如果有的话）由B点送至RST，若RST收到的是R-LOS告警信号，即在C点处插入全“1”（AIS）信号。若在B点收的是正常信号流，那么RST开始搜寻A1和A2字节进行定帧，帧定位就是不断检测帧信号是否与帧头位置相吻合。若连续5帧以上无法正确定位帧头，设备进入帧失步状态，RST功能块上报接收信号帧失步告警R-OOF。在帧失步时，若连续两帧正确定帧则退出R-OOF状态。R-OOF持续了3ms以上设备进入帧丢失状态，RST上报R-LOF（帧丢失）告警，并使C点处出现全“1”信号。

RST对B点输入的信号进行了正确帧定位后，RST对STM-N帧中除RSOH第一行字节外的所有字节进行解扰，解扰后提取RSOH并进行处理。RST校验B1字节，若检测出有误码块，则本端产生RS-BBE；RST同时将E1、F1字节提取出传给OHA（开销接入功能块）处理公务联络电话；将D1—D3提取传给SEMF，处理D1—D3上的再生段OAM命令信息。

2）发方向——信号流从C到B

RST写RSOH，计算B1字节，并对除RSOH第一行字节外的所有字节进行扰码。设备在A点、B点、C点处的信号帧结构如图4-6：

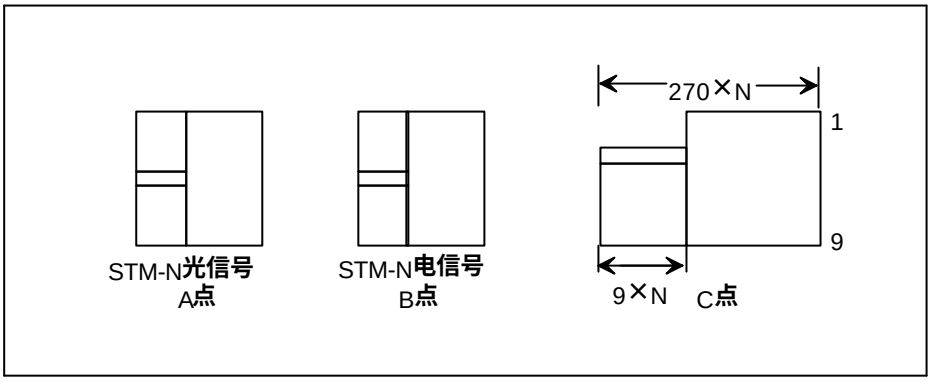


图4-6 A、B、C点处的信号帧结构图

- MST：复用段终端功能块

MST是复用段开销的源和宿，在接收方向处理（终结）MSOH，在发方向产生MSOH。

1）收方向——信号流从C到D

MST提取K1、K2字节中的APS（自动保护倒换）协议送至SEMF，以便SEMF在适当的时候（例如故障时）进行复用段倒换。若C点收到的K2字节的b6—b8连续3帧为111，则表示从C点输入的信号为全“1”信号，MST功能块产生MS-AIS（复用段告警指示）告警信号。

B 诀窍：

MS-AIS的告警是指在C点的信号为全“1”．它是由R-LOS，R-LOF引发的，因为当RST收到R-LOS、R-LOF时，会使C点的信号为全“1”，那么此时K2的b6—b8当然是“111”了．另外，本端的MS-AIS告警还可能是因为对端

发过来的信号本身就是MS-AIS，即发过来的STM-N帧是由有效RSOH和其余部分为全“1”信号组成的.

若在C点的信号中K2为110，则判断为这是对端设备回送回来的对告信号：MS-RDI（复用段远端失效指示），表示对端设备在接收信号时出现MS-AIS、B2误码过大等劣化告警。

MST功能块校验B2字节，检测复用段信号的传输误码块，若有误块检测出，则本端设备在MS-BBE性能事件中显示误块数，向对端发对告信息MS-REI，由M1字节回告对方接收端收到的误块数。

若检测到MS-AIS或B2检测的误码块数超越门限（此时MST上报一个B2误码越限告警MS-EXC），则在点D处使信号出现全“1”。

另外，MST将同步状态信息S1（b5—b8）恢复，将所得的同步质量等级信息传给SEMF。同时MST将D4—D12字节提取传给SEMF，供其处理复用段OAM信息；将E2提取出来传给OHA，供其处理复用段公务联络信息。

2）发方向——信号流从D到C

MST写入MSOH：从OHA来的E2；从SEMF来的D4—D12；从MSP来的K1、K2写入相应B2字节、S1字节、M1等字节。若MST在收方向检测到MS-AIS或MS-EXC（B2），那么在发方向上将K2字节b6—b8设为110。D点处的信号帧结构如图4-7所示。

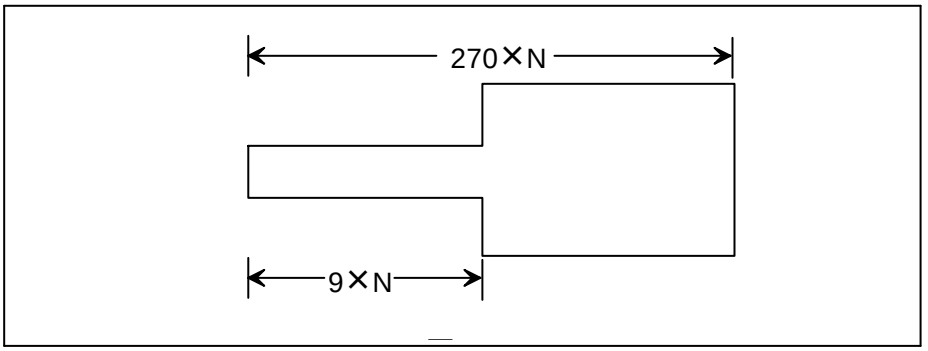
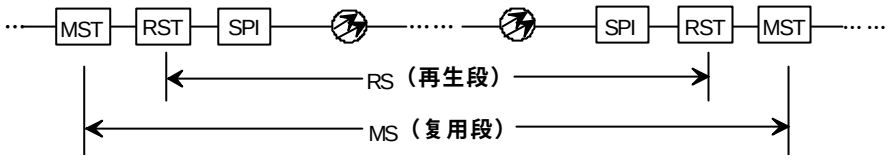


图4-7 D点处的信号帧结构图

B 诀窍：

再生段和复用段的名字听得多了，但再生段和复用段究竟指什么呢?

再生段是指在两个设备的RST之间的维护区段（包括两个RST和它们之间的光缆）．复用段是指在两个设备的MST之间的维护区段（包括两个MST和它们之间的光缆）．



再生段只处理STM-N帧的RSOH，复用段处理STM-N帧的RSOH和MSOH．

- MSP：（复用段保护功能块）

MSP用以在复用段内保护STM-N信号，防止随路故障，它通过对STM-N信号的监测、系统状态评价，将故障信道的信号切换到保护信道上去（复用段倒换）。ITU-T规定保护倒换的时间控制在50ms以内。

复用段倒换的故障条件是R-LOS、R-LOF、MS-AIS和MS-EXC（B2），要进行复用段保护倒换，设备必须要有冗余（备用）的信道。以两个端对端的TM为例进行说明，如图4-8所示。

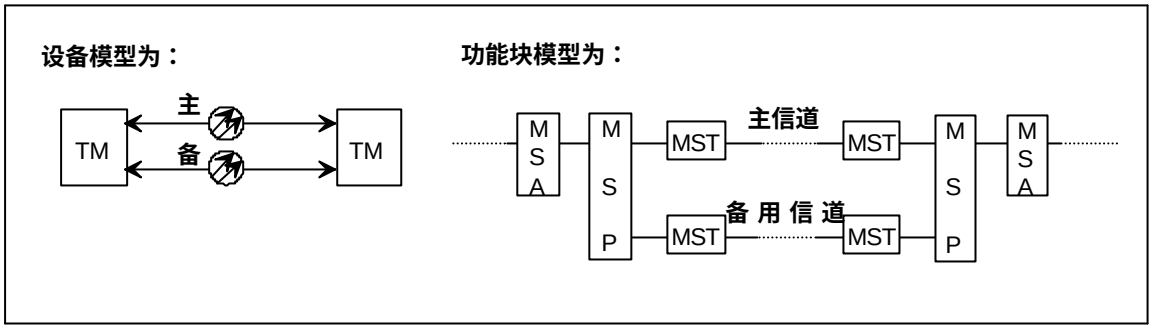


图4-8 TM的复用段保护

1）收方向——信号流从D到E

若MSP收到MST传来的MS-AIS或SEMF发来的倒换命令，将进行信息的主备倒换，正常情况下信号流从D透明传到E。

2）发方向——信号流从E到D

E点的信号流透明的传至D，E点处信号波形同D点。

技术细节：

常见的倒换方式有1+1、1:1和1:n．以图 4-8的设备模型为例:

1＋1指发端在主备两个信道上发同样的信息（并发），收端在正常情况下选收主用信道上的业务，因为主备信道上的业务一模一样（均为主用业务），所以在主用信道损坏时，通过切换选收备用信道而使主用业务得以恢复．此种倒换方式又叫做单端倒换（仅收端切换），倒换速度快，但信道利用率低.

1∶1方式指在正常时发端在主用信道上发主用业务，在备用信道上发额外业务（低级别业务），收端从主用信道收主用业务从备用信道收额外业务．当主用信道损坏时，为保证主用业务的传输，发端将主用业务发到备用信道上，收端将切换到从备用信道选收主用业务，此时额外业务被终结，主用业务传输得到恢复．这种倒换方式称之为双端倒换（收/发两端均进行切换），倒换速率较慢，但信道利用率高．由于额外业务的传送在主用信道损坏时要被终结，所以额外业务也叫做不被保护的业务.

1∶n是指一条备用信道保护n条主用信道，这时信道利用率更高，但一条备用信道只能同时保护一条主用信道，所以系统可靠性降低了.

- MSA：复用段适配功能块

MSA的功能是处理和产生AU-PTR，以及组合/分解整个STM-N帧，即将AUG组合/分解为VC4。

1）收方向——信号流从E到F

首先，MSA对AUG进行消间插，将AUG分成N个AU-4结构，然后处理这N个AU-4的AU指针，若AU-PTR的值连续8帧为无效指针值或AU-PTR连续8帧为NDF反转，此时MSA上相应的AU-4产生AU-LOP告警，并使信号在F点的相应的通道上（VC4）输出为全“1”。若MSA连续3帧检测出H1、H2、H3字节全为1，则认为E点输入的为全“1”信号，此时MSA使信号在F点的相应的VC4上输出为全“1”，并产生相应AU-4的AU-AIS告警。

2）发方向——信号流从F到E

F点的信号经MSA定位和加入标准的AU-PTR成为AU-4，N个AU-4经过字节间插复用成AUG。F点的信号帧结构如图4-9所示。

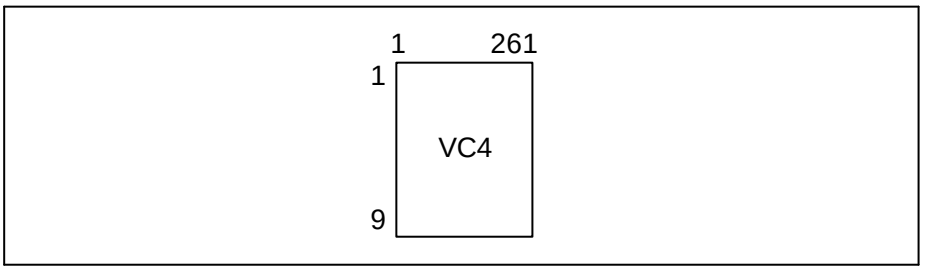


图4-9 F点的信号帧结构图

- TTF：传送终端功能块

前面讲过多个基本功能经过灵活组合，可形成复合功能块，以完成一些较复杂的工作。

SPI、RST、MST、MSA一起构成了复合功能块TTF，它的作用是在收方向对STM-N光线路进行光/电变换（SPI）、处理RSOH（RST）、处理MSOH（MST）、对复用段信号进行保护（MSP）、对AUG消间插并处理指针AU-PTR，最后输出N个VC4信号；发方向与此过程相反，进入TTF的是VC4信号，从TTF输出的是STM-N的光信号。

- HPC：高阶通道连接功能块

HPC实际上相当于一个交叉矩阵，它完成对高阶通道VC4进行交叉连接的功能，除了信号的交叉连接外，信号流在HPC中是透明传输的（所以HPC的两端都用F点表示）。HPC是实现高阶通道DXC和ADM的关键，其交叉连接功能仅指选择或改变VC4的路由，不对信号进行处理。一种SDH设备功能的强大与否主要是由其交叉能力决定的，而交叉能力又是由交叉连接功能块即高阶HPC、低阶LPC来决定的。为了保证业务的全交叉，图4-6中的HPC的交叉容量最小应为2N VC4×2NVC4，相当于2N条VC4入线，2N条VC4出线。

- HPT：高阶通道终端功能块

从HPC中出来的信号分成了两种路由：一种进HOI复合功能块，输出140Mbit/s的PDH信号；一种进HOA复合功能块，再经LOI复合功能块最终输出2Mbit/s的PDH信号。不过不管走哪一种路由都要先经过HPT功能块，两种路由HPT的功能是一样的。

HPT是高阶通道开销的源和宿，形成和终结高阶虚容器。

1）收方向——信号流从F到G

终结POH，检验B3，若有误码块则在本端性能事件中HP-BBE显示检出的误块数，同时在回送给对端的信号中，将G1字节的b1—b4设置为检测出的误块数，以便发端在性能事件HP-REI中显示相应的误块数。

B 诀窍：

G1的b1—b4值的范围为0—15，而B3只能在一帧中检测出最多8个误码块，也就是说G1 b1—b4的值0—8表示检测0—8个误码块，其余7个值（9—15）均被当成无误码块.

HPT检测J1和C2字节，若失配（应收的和所收的不一致）则产生HP-TIM、HP-SLM告警，使信号在G点相应的通道上输出为全“1”，同时通过G1的b5往发端回传一个相应通道的HP-RDI告警。若检查到C2字节的内容连续5帧为00000000，则判断该VC4通道未装载，于是使信号在G点相应的通道上输出为全“1”，HPT在相应的VC4通道上产生HP-UNEQ告警。

H4字节的内容包含有复帧位置指示信息，HPT将其传给HOA复合功能块的HPA功能块（因为H4的复帧位置指示信息仅对2Mbit/s有用，对140Mbit/s的信号无用）。

2）发方向——信号流从G到F

HPT写入POH，计算B3，由SEMF传相应的J1和C2给HPT写入POH中。

G点的信号形状实际上是C4信号的帧，这个C4信号一种情况是由140Mbit/s适配成的；另一种情况是由2Mbit/s信号经C12→VC12→TU-12→TUG-2→TUG3→C4这种结构复用而来的。下面我们分别予以讲述。

先讲述由140Mbit/s的PDH信号适配成1的C4，G点处的信号帧结构如图4-10所示。

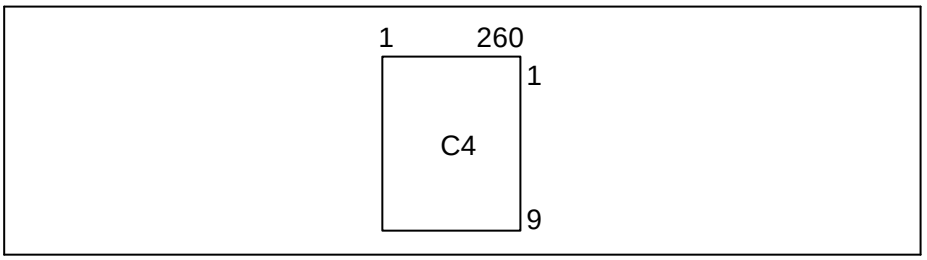


图4-10 G点的信号帧结构图

- LPA：低阶通道适配功能块

LPA的作用是通过映射和去映射将PDH信号适配进C，或把C信号去映射成PDH信号，其功能类似于PDH⇔C，此处指140Mbit/s⇔C4。

- PPI：PDH物理接口功能块

PPI的功能是作为PDH设备和携带支路信号的物理传输媒质的接口，主要功能是进行码型变换和支路定时信号的提取。

1）收方向——信号流从L到M

将设备内部码转换成便于支路传输的PDH线路码型，如HDB3（2Mbit/s、34Mbit/s）、CMI（140Mbit/s）。

2）发方向——信号流从M到L

将PDH线路码转换成便于设备处理的NRZ码，同时提取支路信号的时钟将其送给SETS锁相，锁相后的时钟由SETS送给各功能块作为它们的工作时钟。

当PPI检测到无输入信号时，会产生支路信号丢失告警T-ALOS（2Mbit/s）或EXLOS（34Mbit/s、140Mbit/s），表示设备支路输入信号丢失。

- HOI：高阶接口

此复合功能块由HPT、LPA、PPI三个基本功能块组成。完成的功能是将140Mbit/s的PDH信号 ⇔C4⇔ VC4。

下面讲述由2Mbit/s复用进C4的情况。

- HPA：高阶通道适配功能块

此时，G点处的信号实际上是由TUG3通过字节间插而成的C4信号，而TUG3又是由TUG2通过字节间插复合而成的，TUG2又是由TU12复合而成，TU12由VC12+TU-PTR组成的。见第二节附图。

HPA的作用有点类似MSA，只不过进行的是通道级的处理/产生TU-PTR，将C4这种信息结构拆/分成TU12（对2Mbit/s的信号而言）。

1）收方向——信号流从G到H

首先将C4进行消间插成63个TU-12，然后处理TU-PTR，进行VC12在TU-12中的定位、分离，从H点流出的信号是63个VC12信号。

HPA若连续3帧检测到V1、V2、V3全为“1”，则判定为相应通道的TU-AIS告警，在H点使相应VC12通道信号输出全为“1”。若HPA连续8帧检测到TU-PTR为无效指针或NDF反转，则HPA产生相应通道的TU-LOP告警，并在H点使相应VC12通道信号输出全为“1”。

HPA根据从HPT收到的H4字节做复帧指示，将H4的值与复帧序列中单帧的预期值相比较，若连续几帧不吻合则上报TU-LOM支路单元复帧丢失告警，若H4字节的值为无效值：在01H—04H之外，则也会出现TU-LOM告警。

2）发方向——信号流从H到G

HPA先对输入的VC12进行标准定位——加上TU-PTR，然后将63个TU-12通过字节间插复用：TUG2→TUG3→C4。

- HOA：高阶组装器

高阶组装器的作用是将2Mbit/s和34Mbit/s的POH信号通过映射、定位、复用，装入C4帧中，或从C4中拆分出2Mbit/s和34Mbit/s的信号。

H点处的信号帧结构图如图4-11所示。

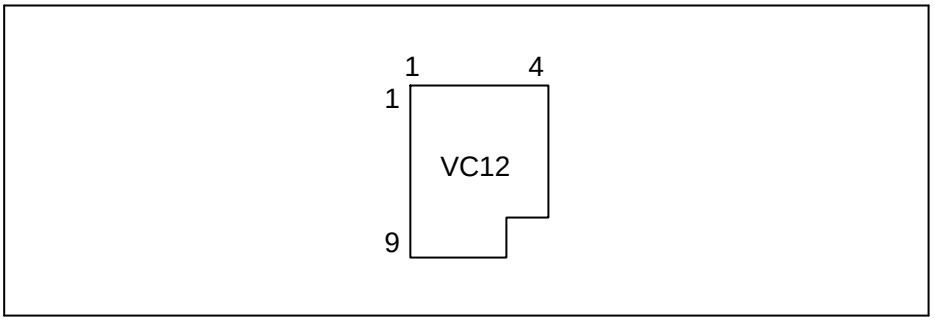


图4-11 H点处的信号帧结构图

- LPC：低阶通道连接功能块

与HPC类似，LPC也是一个交叉连接矩阵，不过它是完成对低阶VC（VC12/VC3）进行交叉连接的功能，可实现低阶VC之间灵活的分配和连接。一个设备若要具有全级别交叉能力，就一定要包括HPC和LPC。例如DXC4/1就应能完成VC4级别的交叉连接和VC3、VC12级别的交叉连接，也就是说DXC4/1必须要包括HPC功能块和LPC功能块。信号流在LPC功能块处是透明传输的（所以LPC两端参考点都为H）。

- LPT：低阶通道终端功能块

LPT是低阶POH的源和宿，对VC12而言就是处理和产生V5、J2、N2、K4四个POH字节。

1）收方向——信号流从H到J

LPT处理LP-POH，通过V5字节的b1—b2进行BIP-2的检验，若检测出VC12的误码块，则在本端性能事件LP-BBE中显示误块数，同时通过V5的b3回告对端设备，并在对端设备的性能事件LP-REI（低阶通道远端误块指示）中显示相应的误块数。检测J2和V5的b5—b7，若失配（应收的和实际所收的不一致）则在本端产生LP-TIM（低阶通道踪迹字节失配）、LP-SLM（低阶通道信号标识失配），此时LPT 使I点处使相应通道的信号输出为全“1”，同时通过

V5的b8回送给对端一个LP-RDI（低阶通道远端失效指示）告警，使对端了解本接收端相应的VC12通道信号时出现劣化。若连续5帧检测到V5的b5—b7为000，则判定为相应通道来装载，本端相应通道出现LP-UNEQ（低阶通道未装载）告警。

I点处的信号实际上已成为C12信号，帧结构如图4-12所示。

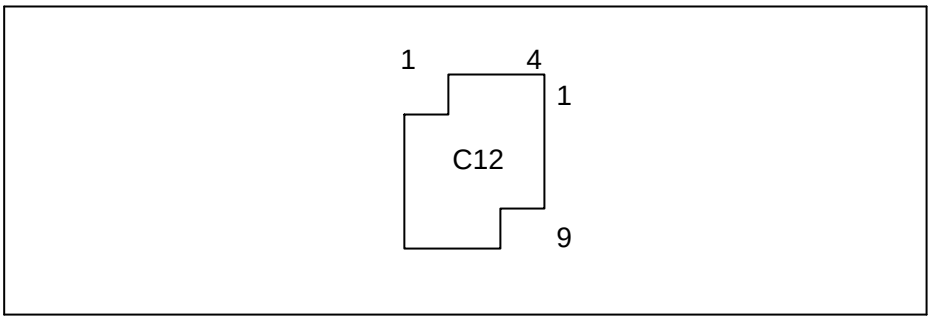


图4-12 I点处的信号帧结构图

- LPA：低阶通道适配功能块

低阶通道适配功能块的作用与前面所讲的一样，就是将PDH信号（2Mbit/s）装入/拆出C12容器，相当于将货物打包/拆包的过程：2Mbit/s ⇔C12，。此时J点的信号实际上已是PDH的2Mbit/s信号。

- PPI：PDH物理接口功能块

与前面讲的一样，PPI主要完成码型变换的接口功能，以及提取支路定时供系统使用的功能。

- LOI：低阶接口功能块

低阶接口功能块主要完成将VC12信号拆包成PDH 2Mbit/s的信号（收方向），或将PDH的2Mbit/s信号打包成VC12信号，同时完成设备和线路的接口功能——码型变换；PPI完成映射和解映射功能。

设备组成的基本功能块就是这些，不过通过它们的灵活的组合，可构成不同的设备，例如组成：REG、TM、ADM和DXC，并完成相应的功能。

设备还有一些辅助功能块，它们携同基本功能块一起完成设备所要求的功能，这些辅助功能块是：SEMF、MCF、OHA、SETS、SETPI。

- SEMF：同步设备管理功能块

它的作用是收集其它功能块的状态信息，进行相应的管理操作。这就包括了本站向各个功能块下发命令，收集各功能块的告警、性能事件，通过DCC通道向其它网元传送OAM信息，向网络管理终端上报设备告警、性能数据以及响应网管终端下发的命令。

DCC（D1—D12）通道的OAM内容是由SEMF决定的，并通过MCF在RST和MST中写入相应的字节，或通过MCF功能块在RST和MST提取D1—D12字节，传给SEMF处理。

- MCF：消息通信功能块

MCF功能块实际上是SEMF和其它功能块和网管终端的一个通信接口，通过MCF，SEMF可以和网管进行消息通信（F接口、Q接口），以及通过N接口和P接口分别与RST和MST上的DCC通道交换OAM信息，实现网元和网元间的OAM信息的互通。

MCF上的N接口传送D1—D3字节（DCCR），P接口传送D4—D12字节（DCCM），F接口和Q接口都是与网管终端的接口，通过它们可使网管能对本设备及至整个网络的网元进行统一管理。

📖 技术细节：

F接口和Q接口都是提供网管与设备的接口，二者有什么区别呢?

F接口提供与本地网管终端的接口，Q接口提供与远程网管终端的接口.

- SETS：同步设备定时源功能块

数字网都需要一个定时时钟以保证网络的同步，使设备能正常运行。而SETS功能块的作用就是提供SDH网元乃至SDH系统的定时时钟信号。

SETS时钟信号的来源有4个：

由SPI功能块从线路上的STM-N信号中提取的时钟信号；

由PPI从PDH支路信号中提取的时钟信号；

由SETPI（同步设备定时物理接口）提取的外部时钟源，如：2MHz方波信号或2Mbit/s；

当这些时钟信号源都劣化后，为保证设备的定时，由SETS的内置振荡器产生的时钟。

SETS对这些时钟进行锁相后，选择其中一路高质量时钟信号，传给设备中除SPI和PPI外的所有功能块使用。同时SETS通过SETPI功能块向外提供2Mbit/s和2MHz的时钟信号，可供其它设备——交换机、SDH网元等作为外部时钟源使用。

B 诀窍：

以上所讲的是SDH设备的4个时钟来源，这仅仅是指SDH设备使用的时钟信号“放”在何处，即SDH从何处可以提取到时钟信号．那么时钟信号的本质来源是什么？中国数字网的定时信号是由国家级的定时基准时钟（主用时钟在北京，备用时钟在武汉）而来的．经过同步链路的层层转接而传到SDH设备的，这方面内容将在后面详细讲述．

SETPI：同步设备定时物理接口

作用SETS与外部时钟源的物理接口，SETS通过它接收外部时钟信号或提供外部时钟信号。

- OHA：开销接入功能块

OHA的作用是从RST和MST中提取或写入相应E1、E2、F1公务联络字节，进行相应的处理。

前面我们讲述了组成设备的基本功能块，以及这些功能块所监测的告警性能事件及其监测机理。深入了解各个功能块上监测的告警、性能事件，以及这些事件的产生机理，是以后在维护设备时能正确分析、定位故障的关键所在，希望你能将这部分内容完全理解和掌握。由于这部分内容较零散，现将其综合起来，以便使你能找出其内在的联系。

以下是SDH设备各功能块产生的主要告警维护信号以及有关的开销字节。

- SPI： LOS

- RST：LOF（A1、A2），OOF（A1、A2），RS-BBE（B1）
- MST： MS-AIS（K2[b6—b8]）、MS-RDI（K2[b6—b8]），MS-REI（M1），MS-BBE（B2），MS-EXC（B2）
- MSA：AU-AIS（H1、H2、H3），AU-LOP（H1、H2）
- HPT： HP-RDI（G1[b5]），HP-REI（G1[b1—b4]），HP-TIM（J1），HP-SLM(C2) ，HP-UNEQ(C2)，HP-BBE(B3)
- HPA： TU-AIS（V1、V2、V3），TU-LOP（V1、V2），TU-LOM（H4）
- LPT： LP-RDI（V5[b8]），LP-REI（V5[b3]），LP-TIM(J2)，LP-SLM(V5[b5—b7])，LP-UNEQ（V5[b5—b7]），LP-BBE（V5[b1—b2]）

以上这些告警维护信号产生机理的简要说明如下：

ITU-T**建议规定了各告警信号的含义：**

- LOS：**信号丢失，输入无光功率、光功率过低、光功率过高，使**BER**劣于**10^{-3}**。**
- OOF：**帧失步，搜索不到**A1、A2**字节时间超过**625μs**。**
- LOF：**帧丢失，**OOF**持续**3ms**以上。**
- RS-BBE：**再生段背景误码块，**B1**校验到再生段一一**STM-N**的误码块。**
- MS-AIS：**复用段告警指示信号，**K2[6 — 8]=111**超过**3**帧。**
- MS-RDI：**复用段远端劣化指示，对端检测到**MS-AIS、MS-EXC，**由**K2[6 - 8]**回发过来。**
- MS-REI：**复用段远端误码指示，由对端通过**M1**字节回发由**B2**检测出的复用段误块数。**
- MS-BBE：**复用段背景误码块，由**B2**检测。**
- MS-EXC：**复用段误码过量，由**B2**检测。**
- AU-AIS：**管理单元告警指示信号，整个**AU**为全“1”（包括**AU-PTR）。**
- AU-LOP：**管理单元指针丢失，连续**8**帧收到无效指针或**NDF。

- HP-RDI：高阶通道远端劣化指示，收到HP-TIM、HP-SLM。
- HP-REI：高阶通道远端误码指示，回送给发端由收端B3字节检测出的误块数。
- HP-BBE：高阶通道背景误码块，显示本端由B3字节检测出的误块数。
- HP-TIM：高阶通道踪迹字节失配，J1应收和实际所收的不一致。
- HP-SLM：高阶通道信号标记失配，C2应收和实际所收的不一致。
- HP-UNEQ：高阶通道未装载，C2=00H超过了5帧。
- TU-AIS：支路单元告警指示信号，整个TU为全“1”（包括TU指针）。
- TU-LOP：支路单元指针丢失，连续8帧收到无效指针或NDF。
- TU-LOM：支路单元复帧丢失，H4连续2—10帧不等于复帧次序或无效的H4值。
- LP-RDI：低阶通道远端劣化指示，接收到TU-AIS或LP-SLM、LP-TIM。
- LP-REI：低阶通道远端误码指示，由V5[1 — 2]检测。
- LP-TIM：低阶通道踪迹字节失配，由J2检测。
- LP-SLM：低阶通道信号标记字节适配，由V5[5 — 7]检测。
- LP-UNEQ：低阶通道未装载，V5[5 — 7]=000超过了5帧。

为了理顺这些告警维护信号的内在关系，我们在下面列出了两个告警流程图。

图4-13是简明的TU-AIS告警产生流程图。TU-AIS在维护设备时会经常碰到，通过图4-13分析，就可以方便的定位TU-AIS及其它相关告警的故障点和原因。

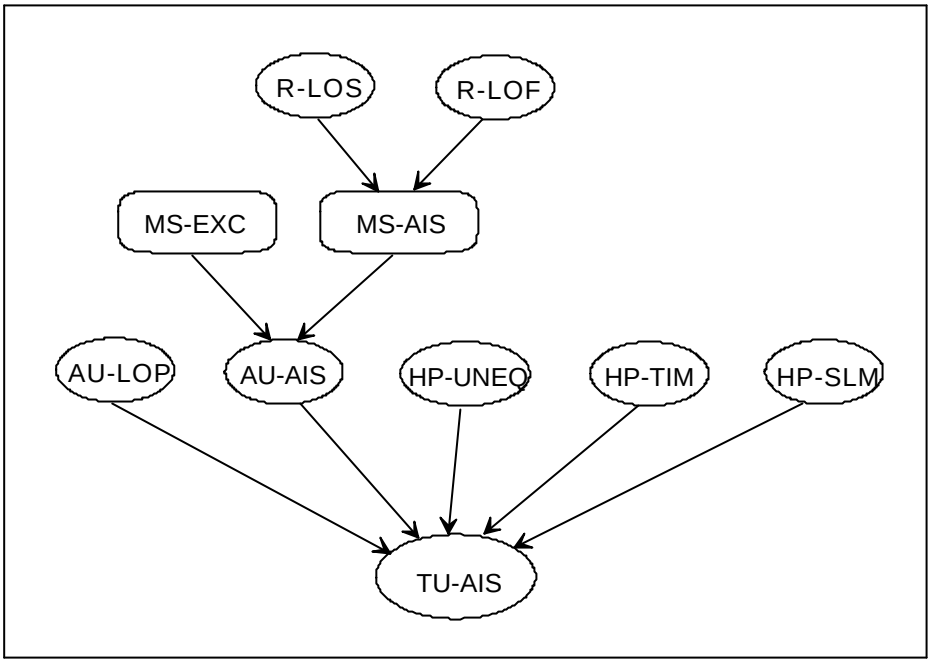
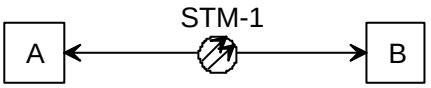


图4-13 简明TU-AIS告警产生流程图

B 诀窍：

在维护设备时还有一个常见的原因会产生TU-AIS，那是将业务时隙配错，使收发两端的该业务时隙错开了.



发端A有一个2Mbit/s的业务要传与B，A将该2Mbit/s的业务复用到线路上的第48个VC12中，而B下该业务时是下的线路上的第49个VC12，若线路上的第49个VC12未配置业务的话，那么B端就会在相应的这个通道上产生TU-AIS告警. 若第49个VC12配置了其它2Mbit/s的业务的话，B端就会现类似串话的现象（收到了不该收的通道信号）.

图4-14是一个较详细的SDH设备各功能块的告警流程图，通过它可看出SDH设备各功能块产告警维护信号的相互关系。

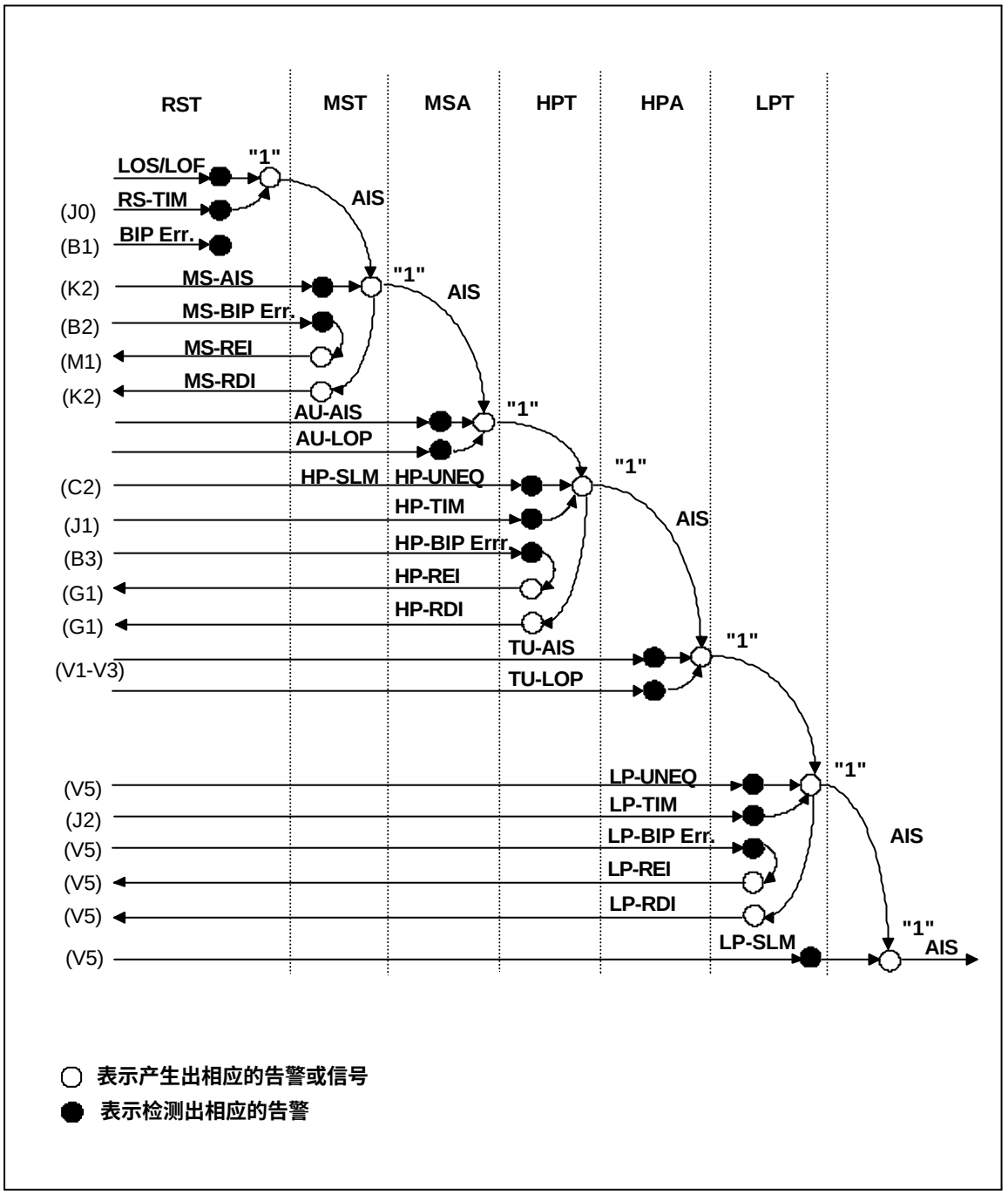


图4-14 SDH各功能块告警流程图

前面我们讲过SDH的几种常见网元，现在我们讲一讲这几种网元是由哪些功能块组成的，从这些功能块的组成上，你可以轻而易举的掌握每个网元所能完成的功能。

- TM——终端复用器

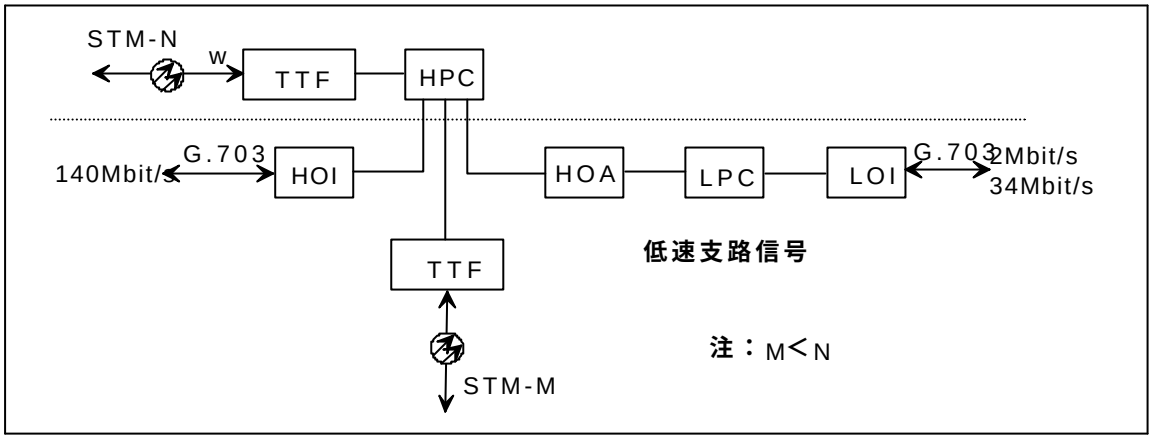


图4-15 TM功能示意图

TM的作用是将低速支路信号PDH、STM-N（M<N）交叉复用成高速线路信号STM-N。因为有HPC和LPC功能块，所以此TM有高、低阶VC的交叉复用功能。

- ADM——分/插复用器

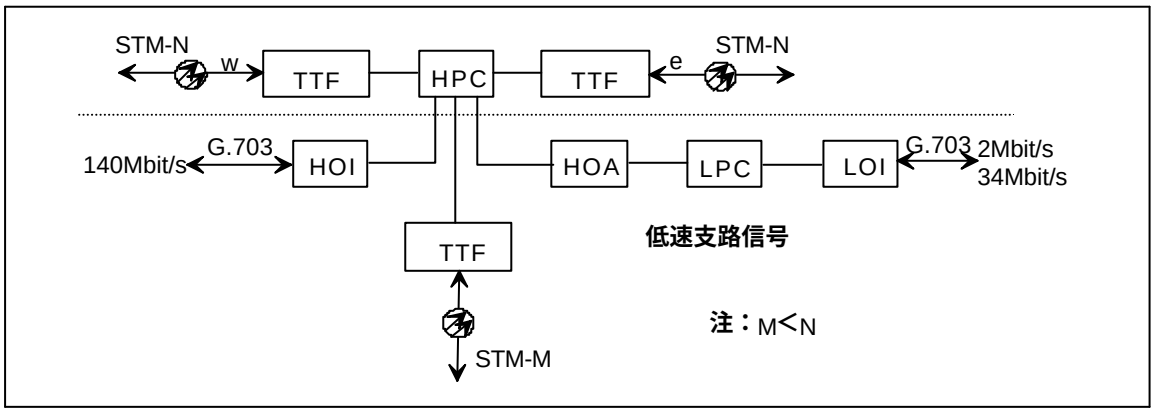


图4-16 ADM功能示意图

ADM的作用是将低速支路信号（PDH、STM-M）交叉复用到东/西向线路的STM-N信号中，以及东/西线路的STM-N信号间进行交叉连接。

- REG——再生中继器

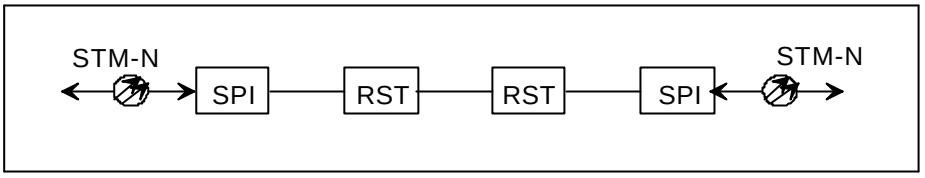


图4-17 REG功能示意图

REG的作用是完成信号的再生整形，将东/西侧的STM-N信号传到西/东侧线路上去。注意：此处不用交叉能力。

- DXC——数字交叉连接设备

DXC的逻辑结构类似于ADM，只不过其交叉矩阵的功能更强大，能完成多条线路信号和多条支路信号的交叉（比ADM的交叉能力要强大得多），见图4-18。

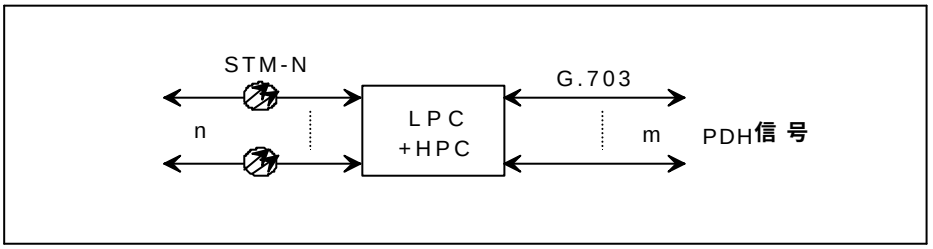


图4-18 DXC功能示意图

好了，本节的内容到此就讲完了，这部分的内容是你以后学习的基础，也是你以后维护设备时再提高的关键所在。

？ 想一想：

想想看我们这节都学了些什么？

1. SDH网的常见网元及其功能.

2. 组成设备的功能块的作用以及它们监测的告警、性能事件的产生机理.

3. SDH设备主要告警、维护信号的流程图.

本节内容的重中之重是2. 和3. . 这些内容你都掌握了吗?

小结

本节主要讲述了SDH网络的常见网元、设备的逻辑功能块组成。其中，重点是各功能块对告警维护信号的监控机理。

习题

1. MS-AIS告警的引发机理是什么？
2. 引发HP-RDI的可能告警有哪些？
3. TTF功能块的作用是什么？
4. DXC4/1的含义是什么？