



SDH

光数字传输设备障碍处理及流程

黑龙江省邮电管理局 主编

人民邮电出版社



TN914332
H41.

428828

SDH 光数字传输设备障碍处理及流程

黑龙江省邮电管理局 主编



00428828



3
人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是 SDH 光数字设备维护人员故障处理的速查工具书，也是维护人员日常学习的指导教材。

本书系统地对朗讯 SDH 光传输设备的障碍处理进行了叙述。第一、二章对告警的基本知识及其采集方法进行了介绍，第三章提出了处理故障的常用方法和处理步骤，第四章至第五章以我国 SDH 传输网上使用最多的同步线路复用设备、智能同步复用器为模型，对常见故障的处理进行了分类叙述，并以流程图的形式进行了介绍，第六、七章对网管、CIT 作了简单的回顾，方便维护人员查找，第八章对 SDH 传输设备维护和障碍处理的一些专题和技巧进行了讨论和介绍。

本书内容简明、实用，理论叙述与实际操作相结合，适合于不同层次的维护人员阅读和参考。

SDH 光数字传输设备障碍处理及流程

- ◆ 主 编 黑龙江省邮电管理局
责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：8.75
字数：197 千字
印数：1-4 000 册
- 1998 年 12 月第 1 版
1998 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-07464-X/TN · 1432

定价：14.00 元

编 审 委 员 会

主 任: 陈永有

副 主 任: 李静华 徐修存

委 员: 刘守江 刘明义 刘清顺 陈 强 周家鹏

王晓丹 姜延吉 李志成 陈万寿

序

近 10 年来我国光缆传输系统建设正处于大发展时期。到 1998 年已建成省际干线光缆 5.2 万 km (132 万芯公里), 省内干线 10.1 万 km (128 万芯公里), 形成 50 条省际干线, 贯穿东西南北, 覆盖全国 31 个省、自治区、直辖市的“八横八纵”光缆传输网。一级干线提供长途传输电路 145 万条, 其中电话网用电路 131 万条。至此我国传输网已步入世界先进行列。

我国从 1994 年开始建设 SDH 光缆传输系统, “九五”期间在 22 条省际光缆干线中新建 2.5Gbit/s SDH 光缆传输系统, 到 1998 年底已有 19 条干线投产使用。SDH 系统传输能力已超过 PDH, 成为主要的传输方式。做好 SDH 光缆传输系统的维护工作有重要的意义。本书正是为了适应维护需要, 专门为传输维护人员编写的。该书参照国际电信联盟的电信标准部门 (ITU-T) 的国际建议和国内有关国标、行标、部内标准、体制、工程规范和维护规程等有关规定, 并吸取了作者从事 SDH 设备维护工作的经验, 是一本兼顾基本理论知识和实际维护操作的好书。

SDH 传输网的主要特点之一是通过强有力的网管系统来监控网络的运行, 所以其维护是一项全新的工作。本书针对 SDH 的特点, 讲述了怎样使用网元管理系统所提供的各种功能来发现故障、对故障定位, 隔离故障, 结合维修行动, 以便快速地排除故障。本书有较强的实用性和可操作性, 既可作为维护人员业务培训教材, 又可以作为故障处理时的工具书。本书的出版对于改进和提高 SDH 传输网的维护工作有重要的意义。

邓忠礼

前 言

随着许多电信新业务的开展,传输网的特殊地位和重要性,已经得到了公认。我国从 90 年代初加大光通信传输建设力度以来,到 1997 年末,已经建成了许多不同层次和级别的 SDH 传输网络,并已经达到了一定的规模。在光传输网络中,有相当多的传输站址使用了朗讯科技公司出品的同步线路复用器 (SLM-2000-16)、智能同步复用设备 (ISM-4/1),朗讯 SDH 产品已经应用在许多省市的骨干传输网中。

为了适应光通信迅速发展的形势,确保光传输网络的正常运行,提高维护人员的设备维护和障碍处理的水平是十分必要和迫切的。笔者通过总结多年的设备维护和障碍处理的工作经验,参照不同 SDH 设备厂家的技术资料,编写了《SDH 光数字传输设备障碍处理及流程》。

本书包括八个章节,以同步线路复用器和智能同步复用设备为模型,从障碍处理的角度,对障碍处理的相关知识、相关机盘、障碍发生的规律进行了尽可能详细的阐述,重点对常见故障的分析、处理进行了说明,给 SDH 设备维护人员,在障碍处理中提供了一个简明、实用的处理流程。最后,本书在第八章还就某些维护经验和操作技巧进行了专题叙述,供高级维护人员在工作中参考。

在编写过程中,得到了黑龙江省邮电管理局运行维护部领导、黑龙江省邮电管理局科技处的同志和黑龙江省电信技术支援中心领导的极大关怀,朗讯公司的专家提出了宝贵的意见,在此,一并表示由衷的感谢。

由于时间仓促,不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 著: 黄育飞 陈一中

主要作者: 何 野 吴春婵 高 嵩 王 伟

主 审: 姜延吉 李志成

编 者

1998 年 6 月

目 录

第一章 SDH 告警内容简释.....	1
1.1 SDH 告警信息.....	1
1.1.1 SDH 告警一览.....	1
1.1.2 SDH 告警所处的分层.....	9
1.2 朗讯 SDH 告警信息.....	11
1.2.1 告警描述.....	11
1.2.2 朗讯常见 SDH 告警的分类.....	15
第二章 告警信息的采集.....	21
2.1 用网管采集告警信息.....	21
2.2 通过 CIT 接口采集告警信息.....	25
2.3 采集机架告警信息.....	28
第三章 障碍判断常用方法及处理步骤.....	31
3.1 借助于告警信息进行判断.....	31
3.1.1 网管、CIT 告警的分析.....	31
3.1.2 机架告警的分析.....	34
3.2 使用环回方法进行判断.....	36
3.3 换盘实验.....	36
3.4 SDH 设备障碍处理的一般步骤.....	37
第四章 常见设备类告警的处理.....	39
4.1 电源系统.....	39
4.1.1 系统概述.....	39
4.1.2 电源系统设备类告警的处理.....	42
4.2 传输系统.....	46
4.2.1 传输系统概述.....	46
4.2.2 传输系统设备类告警的处理.....	52

4.3	控制系统.....	53
4.3.1	控制系统概述.....	54
4.3.2	控制系统设备类告警的处理.....	57
4.4	定时系统.....	62
4.4.1	定时系统概述.....	62
4.4.2	定时系统设备类告警的处理.....	64
4.5	公务系统.....	67
4.5.1	公务系统概述.....	68
4.5.2	公务系统告警的处理.....	70
4.6	其它设备告警的处理.....	72
4.6.1	缺盘告警.....	72
4.6.2	错误单元告警.....	74
4.6.3	单元故障告警.....	74
第五章	传输、监控、信息告警的处理.....	77
5.1	中继段、复用段传输告警.....	77
5.1.1	收无光告警.....	77
5.1.2	光路帧失步告警.....	79
5.1.3	光路误码告警.....	81
5.1.4	信号脉冲丢失告警.....	83
5.2	高阶、低阶通道传输告警.....	83
5.2.1	支路输入信号丢失告警.....	84
5.2.2	支路输入信号帧丢失告警.....	84
5.2.3	支路信号误码告警.....	86
5.2.4	指针丢失告警.....	88
5.2.5	不期信号告警.....	89
5.2.6	支路接入点标识失配告警.....	90
5.2.7	支路频率失效告警.....	91
5.2.8	通道未装配告警.....	92
5.3	常见监控告警的处理.....	94
5.3.1	数据通信通道失效告警.....	94
5.3.2	网络配置冲突告警.....	94
5.3.3	激光器自动关闭功能禁止告警.....	95
5.4	常见信息告警的处理.....	96
5.4.1	中继段、复用段上游故障告警.....	96
5.4.2	高、低阶通道上游故障指示告警.....	98
第六章	ITM-SC 网管的使用方法及故障告警.....	101
6.1	ITM-SC 网管概述.....	101
6.2	ITM-SC 的分层管理.....	101

第七章 CIT 监控软件的使用	105
7.1 CIT (Craft Interface Terminal) 监控软件概述	105
7.2 ISM-4 设备监控软件 (CIT)	106
7.3 SLM-16 设备监控软件 (CIT)	108
第八章 专题论述	111
8.1 朗讯设备光路误码的处理.....	111
8.2 网管伪告警故障的处理.....	112
8.3 SLM-2000-16 节点掉电后无法恢复故障的处理	113
8.4 网管系统网管状态与实际设备设备状态不符的障碍处理	115
8.5 如何在 ITM-NM 上改变传输网的拓扑结构	115
缩略语.....	117
参考文献.....	121

第 一 章

SDH 告警内容简释

光同步数字网（SDH/SONET）作为新一代的传输体制，与 PDH 相比，传输容量有很大的提高，管理模式和维护方法有其自身的特点。SDH 产品作为实际运行的设备，随着使用时间的推移，会由于器件老化或外界因素引发障碍。障碍出现后，维护人员的操作过程为首先采集告警，其后对告警进行分析，定位障碍点，最后制定排除障碍的方案并实施，直到最终排除障碍。

SDH 告警是维护人员分析障碍的主要依据，维护人员要借助于告警对障碍点、障碍性质等进行判断，必须熟悉 SDH 常见的告警内容、告警产生机制。本章首先对 ITU-T 建议的 SDH 告警内容作了简介，然后对朗讯 SDH 设备的告警进行了描述与分类。

1.1 SDH 告警信息

所谓告警就是作为一定事件的结果由网元自动产生的一种指示，用以向网络运行者提供网络运行中的异常状态。本节在对 ITU-T 提出的 SDH 告警进行了简单描述的同时，还讨论了 SDH 告警所处的逻辑段层。

1.1.1 SDH 告警一览

SDH 采用全新的帧结构、更多的开销字节，使维护信号在 SDH 不同分层中有不同的监视信号，SDH 除能够提供 PDH 所能监测的误码、上游故障指示等监视功能外，还能监测许多 SDH 独有的告警，如 TIM、PLM 等告警，参见图 1-1。

传输设备告警具有很强的相关性，告警一般涉及到相邻上、下游设备，让我们借助于图 1-2 的上、下游站单纤发送、接收模型对 ITU-T 建议的 SDH 告警分别进行说明。

由图 1-1 所示 SDH 告警主要可分为以下 10 种，现分述如下：

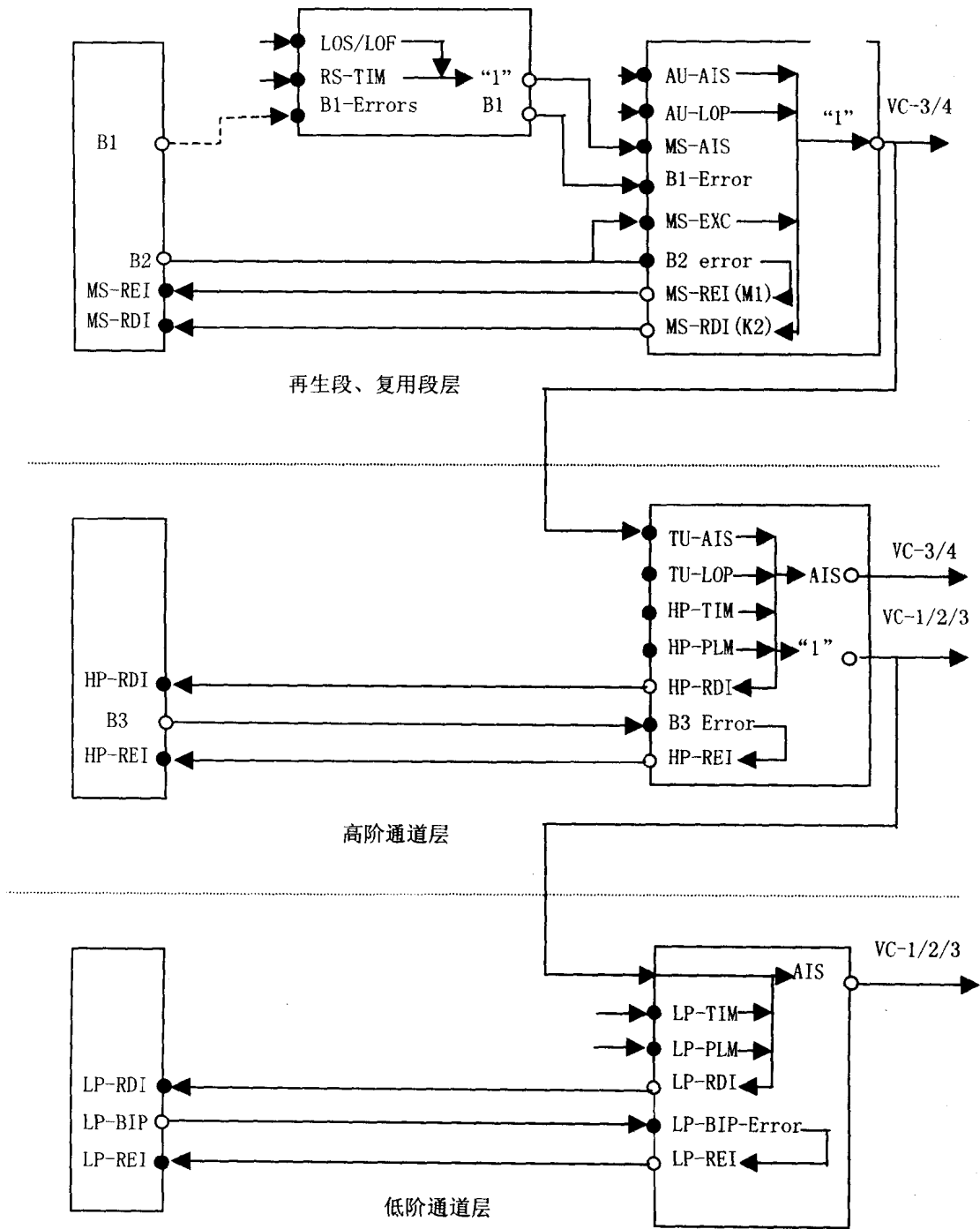


图 1-1 SDH 告警一览图

1. 输入信号丢失 (LOS)

在光同步数字系统中,下游站要对接收到的上游站光信号进行光电变换,即把接收到的光信号转变为相应的电信号。上游站发出的是光功率较强的光信号,经过光缆线路的传输后,会造成光功率衰减,当接收端接收光功率过低,低于接收盘的灵敏度时,系统会给出输入信号丢失告警。

光设备的发送部分把电脉冲序列变成光脉冲序列送入光缆传输,它是一个随机序列,用光功率计测得的光设备发送光功率不是一个恒定的直流光,而是一个随机光脉冲序列的平均值,所以称为平均发送光功率。

平均发送光功率的大小决定于发光器件的特性、光脉冲宽度、调制码型、调制电流大小和环境温度等。

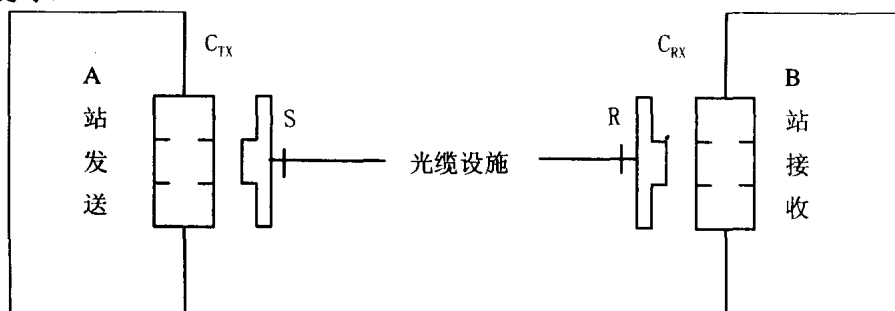


图 1-2 SDH 上、下游站单纤发送、接收模型

光功率的测量单位和热功率、电功率一样也用瓦 (W) 表示,但通信中实际光功率都比较小,通常只有微瓦 ($1\mu\text{W}=10^{-6}\text{W}$) 至毫瓦 ($1\text{mW}=10^{-3}\text{W}$) 量级,它也经常用 dBm 表示,换算关系是

$$\text{dBm 值} = 10 \lg \left| \frac{P_t}{1\text{mW}} \right| \quad \text{式中 } P_t \text{ 为光功率毫瓦数}$$

dBm 即是以 1mW 为比值的 dB 数 (分贝数)。dBm 是绝对功率值, dB 是相对值。根据上式可知, 1 mW 的光功率为 0 dBm, 大于 1 mW 为正的 dBm, 小于 1 mW 为负的 dBm 值。

光接收机灵敏度指的是保证满足一定误码率条件下,接收机所需的最小平均光功率 $P_{\min}$, 通常用 dBm 表示:

$$S = 10 \lg \left| \frac{P_{\min}}{1\text{mW}} \right| \text{ dBm}$$

所谓满足一定误码率即在单个设备中误码率要求 $10^{-10} \sim 10^{-11}$, 在数字段中为 10^{-9} 。

所谓“误码率”就是在一定的时间内有误差的块数与总的传输块数之比, 即

$$\text{误码率} = \frac{\text{误块数}}{\text{总传输块数}}$$

对于不同传输速率的信码，在相同时间内传输的信码数是不同的，如果误码率相同，如均为 1×10^{-10} ，即是要求 10^{10} （10 亿）个传输信码中有一个错码，观察到一个误码所需的时间是不同的，计算方法是：

$$\text{平均出现一个误码时间} = \frac{1}{\text{码速率} \times \text{误码率}}$$

实际接收光功率 P_r 是在工程施工或者维护中必须测试的一个重要参数。这是指平均发送光功率 P_t 经过光传输后到达收端连接器的光功率。这个功率在最大允许接收光功率（ P_H ）与最小允许接收光功率（ S ）的中间稍偏上为宜。如图 1-3 所示，它至少应小于接收机允许最大接收功率 8dBm，大于接收机灵敏度 -28dBm，且中继段越长选值应越高。对于一般长度的中继段来说，可用如下公式调整收光功率，必要时加装光路衰耗器。

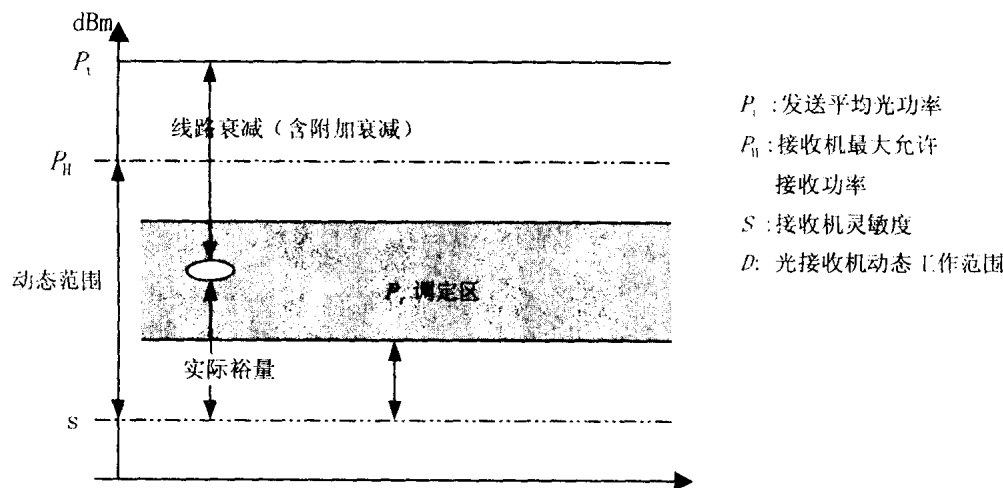


图 1-3 接收光功率调定值范围

输入信号丢失告警不仅分布于 SDH 光接口中，在 SDH 支路侧电接口也有 LOS 告警出现，如 2048kbit/s Loss of input signal, 139264kbit/s Loss of input signal 等告警。

电接口输入信号丢失指支路端口无输入信号，或输入的信号为全“0”码。

2. 帧定位丢失告警（LOF）

上游站发送端 C_{TX} 将帧定位字节编码到帧定位信号中，接收端 C_{RX} 再从帧定位字节中恢复帧定位信号，若接收到的帧定位信号与发送端发送的编码不符，设备就会给出帧定位丢失告警（LOF）。

帧定位信号采用帧结构中的 A1 和 A2 字节来进行帧定位信息的传递。A1 和 A2 字节具有确定的二进制数值，即 A1 为 11110110，而 A2 为 00101000。STM-1 帧中安排有 6 个帧定位字节，STM-4 帧中安排有 24 个帧定位字节，STM-16 帧中安排有 96 个帧定位字节。选择这种

帧定位长度是综合考虑了各种因素的结果，使伪同步概率较小和同步建立的时间较小。设备连续 4 帧不能正确接收帧定位信号，会产生 00F 缺陷指示，当 00F 告警超过 3ms 后，将发出 LOF 告警。A1、A2 字节在段开销中的位置如图 1—4 所示。

帧定位丢失告警不仅分布于 SDH 光接口中，在 SDH 支路侧电接口也有 LOF 告警出现，如 2048kbit/s Loss of frame alignment 告警。电接口帧定位丢失告警描述的是至少有三个连续的奇帧或偶帧的帧定位信号错误，以致无法识别该支路信号的帧结构。

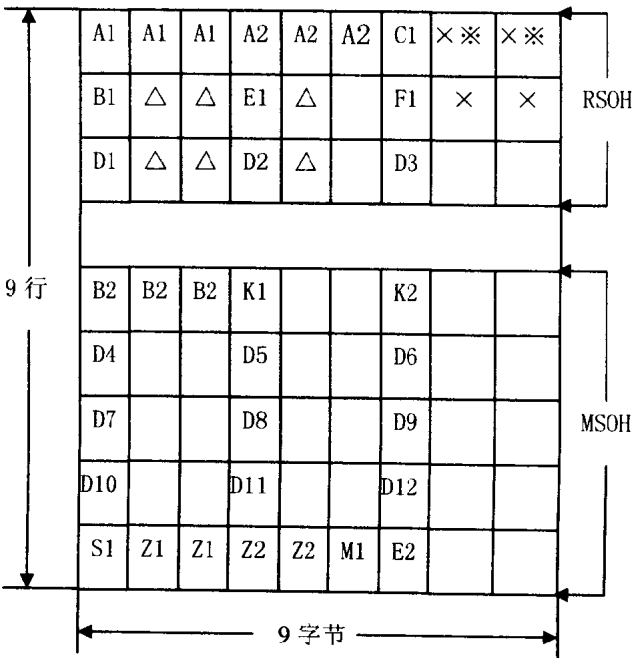


图 1—4 STM-1 段开销

3. 指针丢失 (LOP)

当设备连续 8 帧没有接收到合法的指针值，或设备在连续接收的 8 帧指针信号均为 NDF（新数据标识）= “1001” 而没有接到一个级联指示信号，设备将产生 LOP 告警。

SDH 中的指针作用主要可归结为三条：第一，当网络处于同步工作状态时，指针用来进行同步信号间的相位校准。第二，当网络失去同步时，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。第三，指针还可以用来容纳网络中的频率抖动和漂移。

SDH 不同的信息结构有不同等级的指针，对于 VC-12，若指针丢失，设备会产生 TU-12 Loss of pointer；对应 VC4，设备会产生 AU-4 LOP (STM-1)；对应 STM-4/16，设备会产生 AU-4 LOP (STM-4) / AU-4 LOP (STM-16) 告警。

4. 过误码 (EXC BER)

在 SDH 的维护工作中，误码性能是最重要的维护指标，其指标参数定义以块为基础，以便不中断业务的在线测试。MS-EXC 告警指的是接收端接收上游站光功率过低，接近接收盘的灵敏度时，造成接收端接收到的信号与发送端的信号不完全相同，产生光路误码，当接收端光路平均误码率 (BER) 劣于 1×10^{-3} 时，系统产生 MS-EXC 告警。光路误码的产生机制

如图 1-5 所示。

由 S 点发出的光信号为高频分量丰富的光脉冲信号，且光功率较高，示意图中我们用矩形方波代表发送段发出的 NRZ 码光脉冲信号，经过光缆线路的传输后，光功率会有较大的衰减，光脉冲的波形也会由于色散被展宽，光缆线路系统会随时间、环境、自身等原因产生变化，对发送端的光脉冲信号造成不同程度畸变，对于衰减过大的光脉冲，经接收端对其进行光电变换，转换后的电信号低于判决电路中的判决电平时，会造成发送端的“1”码在接收端被判决为“0”码，造成接收信号与发送信号的差异，从而产生误码。

过误码告警不仅分布于 SDH 光接口中，在 SDH 支路侧电接口也有过误码告警出现，如 140Mbit/s Excessive BER 告警。

电接口过误码告警指支路的比特误码率 (BER) 超过了误码的门限 (1×10^{-3})。

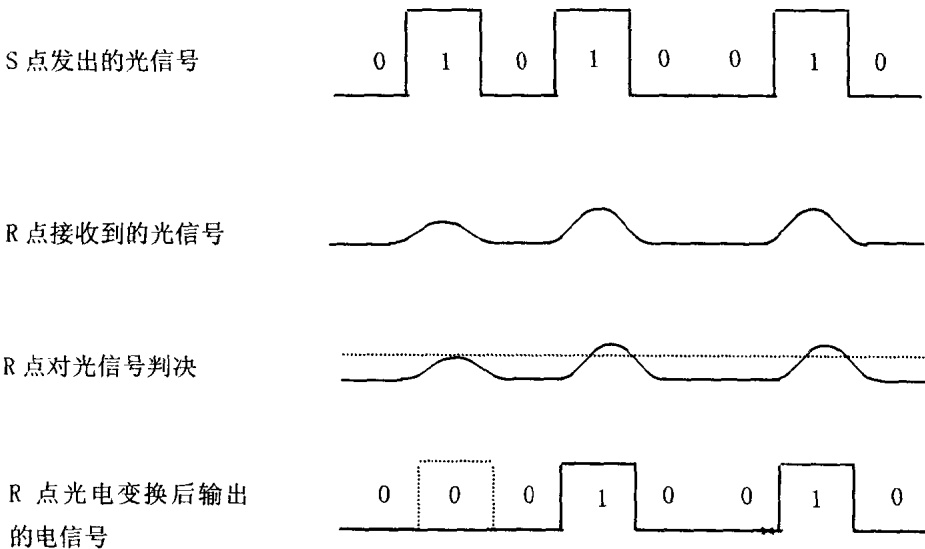


图 1-5 光路误码产生机制示意图

5. 上游故障告警 (AIS)

当检测到上行信号传输失效时，发送设备将向下行方向发出告警指示信号 (AIS)。

检测到复用段 AIS 的标记是解扰后的 K2 字节的第 6、7、8 比特出现全“1”。为了让发送端知道接收端已经收到了发来的复用段 AIS 信号或检测到复用段失效，接收端要回送一个复用段远端接收失效 (MS-FERF) 信号，其标记是解扰后的 K2 字节的第 6、7、8 比特位置出现“110”码。

与段维护信号类似，在通道层也有 AIS 信号，即 $TU-n$ ($n=1, 2, 3$) 通道 AIS 信号和 $AU-n$ ($n=3, 4$) 通道 AIS 信号。当整个 $TU-n$ (含 $TU-n$ 指针) 皆为全“1”信号时即为 $TU-n$ 通道 AIS，当整个 $AU-n$ (含 $AU-n$ 指针) 皆为全“1”信号时即为 $AU-n$ 通道 AIS，为了将终结的通道状态和性能情况传送给 $VC-n$ ($n=3, 4$) 的源设备，可以利用通道状态字节 (G1)。G1 字节中的第 1 比特到第 4 比特用来传送称为远端块误码 (FEBE) 的误码奇偶校验块的计数，它可以由通道 BIP-8 码来检测。由于 4 个比特有 16 种可能的数值，其中 0~8 是 9 个合法值，余下 7 个可能值均表示无误码。G1 字节中的第 5 个比特是通道 FERF。

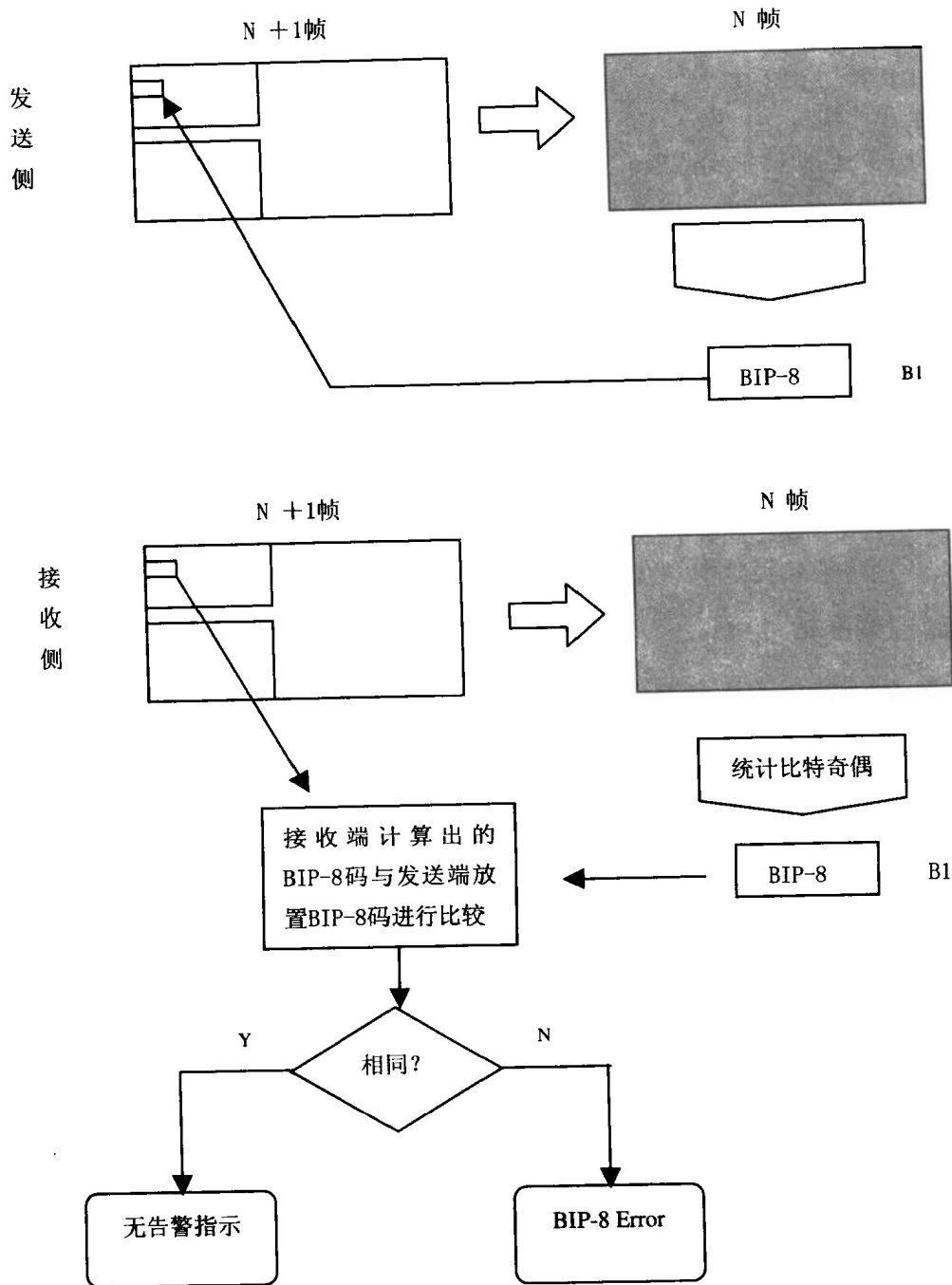


图 1-6 奇偶校验程序说明

6. B1, B2, B3 误码 (B1, B2, B3 Error)

B1、B2、B3 称为比特间插奇偶校验码，分别用于对再生段、复用段、高阶通道进行误码的监视。

B1 字节提供 BIP-8 码比特间插奇偶校验码，BIP-8 码对扰码前的前一个 STM-N 帧的所有比特进行计算，结果置于扰码前的 B1 字节位置。8 比特监视码的产生过程可以简述如下：

将 STM 帧结构中的所有被校验部分按 8 比特分为一组，分为一系列 8 比特码组。以 BIP-8 码为第一列，第一个 8 比特序列为第 2 列，依次排成一个监视矩阵。然后由每一个 8 比特序列码组的第 1 比特与 BIP-8 码的第一比特组成第 1 监视码组（矩阵的第 1 行），由每一个比特序列码组第 2 比特与 BIP-8 码的第 2 比特组成第 2 监视码组（矩阵的第 2 行），如此等等。最后，由 BIP-8 码的第 1 比特为第 1 监视码组提供偶校验，即使得该监视码组中“1”的数目为偶数。由 BIP-8 码的第 2 比特为第 2 码组提供偶校验，依此类推。如图 1-6 所示。

B2 字节用作复用段（可以看作是数字段）误码监视，段开销中安排有 3 个 B2 字节（共 24 比特）作此用途。B2 字节使用偶校验的比特间插奇偶校验 $N \times 24$ 位码，其产生方式与 BIP-8 码类似。不再重复。BIP- $N \times 24$ 码对前一 STM-N 帧中（除了 SOH 的第 1 至第 3 行以外）的所有比特进行计算，结果放于扰码前的 B2 字节位置。

B3 字节位于 VC3/VC4 高阶通道层 POH 中，用于高阶通道的误码校验。此外，SDH 在 VC-1/VC-2 低阶通道层 POH 中安排了第 1 和第 2 比特用作误码监测。

比特间插奇偶校验这种监测方式是 SDH 的特点之一，简单且易于实现，该方式对于在同一监视码组内恰好发生偶数个误码的情况时无法检出误码。但这种情况出现的概率较小，因而总的误码检出概率还是较高的。

7. 远端误码指示 (REI)

下游站接收上游站信号经校验后发现 B2 字节误码时，会通过另一侧光纤用 M1 字节回送上游站 MS-REI 告警，用于指示复用段远端接收误码 (MS-REI)。

下游站接收上游站信号有 B3 字节误码时，会通过另一侧光纤用 G1 字节第 5 比特回送上游站 HP-REI 告警，用于指示高阶通道远端接收误码 (HP-REI)。

下游站接收上游站信号有 V5 字节第 1、2 比特误码时，会通过另一侧光纤用 V5 字节第 3 比特回送上游站 LP-REI 告警，用于指示低阶通道远端接收误码 (LP-REI)。

远端误码回送功能是 SDH 特有的告警，维护人员对设备传输过程产生的误码可实现单端监测。

8. 远端缺陷指示 (RDI)

下游站接收上游站 AIS 信号后，为了让发送端知道接收端已经收到了发来的复用段 AIS 信号或检测到复用段失效，接收端要回送一个复用段远端接收失效 (MS-RDI)，为了让发送端知道接收端已经收到了发来的高阶通道 AIS 信号或检测到高阶通道失效，接收端要回送一个高阶通道远端接收失效 (HP-RDI)，为了让发送端知道接收端已经收到了发来的低阶通道 AIS 信号或检测到低阶通道失效，接收端要回送一个低阶通道远端接收失效 (LP-RDI)。

远端缺陷指示相当于 PDH 中的对告。

9. 通道接入点标识不匹配 (TIM)

为使通道接收端能够确认是否与指定的发送机处于持续连接状态，用于追踪通道的连接状态，防止传送的业务受到影响，SDH 提供通道接入点标识符 J0（复用段）、J1（高阶通道）、J2（低阶通道）用来监视通道连接状态。当接收到的信号通道接入点标识符与本站数据库中的接入点标识符一致时，通道正常工作。反之，系统会给出通道接入点标识不匹配告警。