

光数字传输设备障碍处理及流程

PDH

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

4586

人民邮电出版社

PDH 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

内 容 提 要

本书是 PDH 光传输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 PDH 光传输设备的障碍处理进行了叙述。第一章对障碍处理的基本知识进行了介绍，第二章提出了处理故障的基本思路和常用方法，第三章至第五章以我国 PDH 传输网上使用最多的设备为模型，对常见故障的处理以流程图的形式进行了介绍，第六章对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。

PDH 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 廖乃春
- ◆ 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: 213 千字 1998 年 12 月第 1 版
印数: 3 001 - 6 000 册 1999 年 8 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-07497-6/TN·1434

定价: 15.00 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 年已经建成省际干线光缆 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。

“八五”以来已建成 PDH 光缆传输干线 22 条, 至今在网上发挥重要作用。我国使用的 PDH 传输设备品种较多, 省际干线网上就有 10 个厂商的产品, PDH 传输系统维护工作难度较大。多年来经广大传输维护人员的努力, 已经能掌握 PDH 的维护技能。该书作者从这一实际情况出发, 注意到不同产品维护工作中的共性, 总结包括作者自身体会在内的维护工作经验, 编写成一本基础理论与实践相结合的好书。

PDH 的监控系统功能比较简单, 维护工作的质量好坏对维护人员的技能有更大的依赖性。本书的出版对于提高传输维护人员的技术水平, 改进 PDH 传输系统的维护工作一定能起到重要的作用。

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整个电信部门的公认。我国从 90 年代初加大光通信传输建设力度以来，到 1997 年 5 月底，已经建成了许多不同层次和级别的 PDH 传输网络，并已经达到了一定的规模。在这个光传输网络中，有相当多的传输站址使用了原邮电部第三试验工厂（武汉厂）和原邮电部眉山通信设备厂生产的 PDH 设备，这两个厂家生产的 1B1H 线路码型的 PDH 设备已成为国产 PDH 传输网的主要机型。

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。本书作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 PDH 设备生产厂家的技术资料，编写了这本《PDH 光数字传输设备障碍处理及流程》。

本书包括六个章节，以武汉厂和眉山厂的 PDH 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 PDH 设备维护人员，在障碍处理中提供了一个规范的处理流程。最后，本书在第六章还就某些维护经验和操作技巧进行了专门叙述，供高级维护人员在工作中参考。

在编写过程中，得到了电信总局领导、传输所的技术人员以及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，眉山厂、武汉厂和北京十维电信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： 孙学军 张述军

主要作者： 董玉春 卢中君 钱辉宇 于洪军

主 审： 李志成 姜延吉

编 者

1998 年 10 月

目 录

第一章 PDH 设备障碍处理的基本知识	1
1.1 PDH 设备常用缩略符号及术语解释	1
1.1.1 告警类.....	1
1.1.2 状态类.....	2
1.1.3 电路信号类.....	2
1.1.4 设备类.....	3
1.1.5 码型类.....	3
1.1.6 接口类.....	4
1.1.7 监控类.....	5
1.2 PDH 设备的技术指标与测试方法	6
1.2.1 光接口指标及测试方法	6
1.2.2 电接口指标及测试方法	12
1.3 PT-LCD 手持监控终端使用说明.....	15
1.3.1 面板示意图.....	16
1.3.2 显示.....	16
1.3.3 键盘.....	16
1.3.4 一般操作规程	16
1.3.5 菜单和屏幕显示的样板及说明	17
1.3.6 在新的监控体系中的使用	17
第二章 PDH 设备障碍判断的常用方法与处理的一般步骤	26
2.1 借助于告警信息进行判断.....	26
2.1.1 告警信息的观察与识别	26
2.1.2 告警信息的分析	32
2.2 利用公务电路和监控系统.....	33
2.3 使用环回方法进行判断.....	34
2.4 通过换盘实验进行判断.....	35
2.5 PDH 设备障碍处理的一般步骤.....	35
2.5.1 对引起告警的障碍进行处理	35
2.5.2 对没有告警的障碍的处理	37
第三章 光路障碍的处理	38
3.1 光设备机盘的使用与说明.....	38
3.1.1 GD140HS 光发送盘.....	38
3.1.2 GD140HS 光接收盘.....	39

3.1.3	GZ140HS 光中继盘	40
3.1.4	GD/MF 140 HL - II 型光终端复接发送盘	41
3.1.5	GD/MF 140 HL - II 型光终端接收分接盘	42
3.1.6	GZ/MF 140 HL - II 型光中继盘	42
3.1.7	GD/MF 34HL - III 型光终端盘	45
3.1.8	GD/MF 34HL - III 型光中继盘	46
3.2	光路障碍的处理	47
3.2.1	收无光告警的处理	47
3.2.2	光路失步的处理	48
3.2.3	光路误码的处理	49
3.2.4	发无光告警的处理	51
3.2.5	光盘寿命告警的处理	51
3.2.6	光路小误码的处理	52
第四章	电接口障碍的处理	54
4.1	电接口盘的使用与说明	54
4.1.1	本地型 2/8 复用盘	54
4.1.2	2/8 区间盘 (2 支路盘、4 支路盘)	55
4.1.3	干线型 2/8 复用盘	56
4.1.4	8/34 复用盘	57
4.1.5	140Mbit/s 复接盘	58
4.1.6	140Mbit/s 分接盘	59
4.1.7	GD (GZ) 140HS 光终端 (中继) 区间接口盘	60
4.2	电接口障碍处理流程	61
4.2.1	M2 盘群路 LFA 和群路 LIS 的处理	61
4.2.2	M2 盘支路输入中断 (LISn) 的处理	63
4.2.3	M3 盘群路 LIS 或 LFA 的处理	64
4.2.4	M3 盘支路输入中断 (LISn) 的处理	65
4.2.5	M4 群路输入中断 (LIS) 或失步 (LFA) 的处理	66
4.2.6	M4 盘支路输入中断 (LISn) 的处理	67
4.2.7	光发盘 140M 输入中断 LIS 的处理	68
4.2.8	电接口误码障碍的处理	69
第五章	辅助设备及其它障碍的处理	76
5.1	辅助设备机盘的使用与说明	76
5.1.1	监控盘 (SMC)	76
5.1.2	数据接口盘	80
5.1.3	音频接口盘	86
5.1.4	数据收集盘	92
5.1.5	公务盘	97
5.2	辅助设备及其它障碍处理流程	102

5.2.1	公务告警的处理	103
5.2.2	公务阻断但不产生告警的处理	103
5.2.3	数据接口盘、音频接口盘告警的处理	104
5.2.4	音频接口电路不能开通的处理	105
5.2.5	无法读出机架 SMC 盘监控信息的处理	106
5.2.6	机架架顶灯常亮的处理	108
5.2.7	机架无声音告警的处理	109
5.2.8	缺盘告警的处理	110
5.2.9	误告的处理	110
第六章	专题论述	112
6.1	如何开通音频接口电路	112
6.2	集成电源盘的识别及使用	116
6.3	-24V 供电变-48V 供电电源改造的方法	117
6.4	34MHL 设备中继站上下电路的方法	118
6.5	如何使用手持终端对 DCU 的参数进行配置	121
6.6	电源配置的两步法	124
6.7	叉接线对的查找与处理	126
6.8	140MHL 设备如何稳定工作	128
参考文献	132

第一章 PDH 设备障碍处理的基本知识

在 PDH 设备障碍处理中，维护人员除应具备必要的光传输理论知识外，更重要的是应该了解设备的常用缩略符号及术语，能够从设备上获取信息、给设备输入信息、进行人机对话。还应该熟练掌握常用仪表的使用方法，了解设备的一些指标及测试方法。

1.1 PDH 设备常用缩略符号及术语解释

在 PDH 设备障碍处理中经常要使用一些专用名词及术语。障碍处理中由于维护人员或值班人员对缩略符号的错误理解、不能使用术语、对障碍的描述缺乏准确性等原因，使排障工作的配合与协调出现问题，往往延长了障碍历时，使障碍的处理变得复杂化。所以规范化的语言对于维护人员相互配合、协作、共同处理障碍是必不可少的。

PDH 设备系统中经常使用一些缩略符号和术语，本节将对其意义进行解释。

1.1.1 告警类

AIS: 上游故障指示。上游电路故障时，从接口向下游发出全“1”码，下游设备收到全“1”码发生非紧急告警，称“AIS”告警。

RMT: 对端告警指示。对端的数字复用设备的群路收信电路发生“信号中断”、“失步”和“AIS”等告警时，通过发信电路向本端回送一个通知性的告警信息，本端同等级收信电路收到此信息并显示出来的非紧急告警指示，称为“对告”。

例如，在如图 1-1 所示的系统中，在没有任何保护的情况下，D 站 A 方向光中继盘损坏，那么 B 端站则由于收无光而由光盘向所有的数字复用盘送“AIS”。所有的数字复用盘由于不能收到对端的电信号，而向对端的数字复用盘送“RMT”。

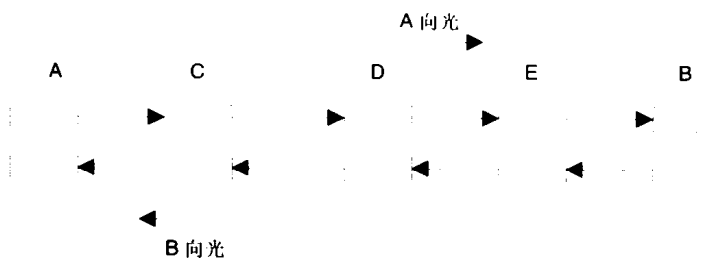


图 1-1 光系统传输组织示意图

UA: 紧急告警，也称即告（即时告警）。

NUA: 非紧急告警，也称非即告。

RUA: 接收紧急告警，也称收即告。“收无光”、“失步”、“ 1×10^{-3} 误码”等紧急告警均属于接收紧急告警。

LFA: 帧失步 (告警)。

LIS_(n): 输入信号中断 (告警)。n 为具体数字时表示第 n 个支路输入信号中断, n 不存在时表示群路信号中断。

LIFE: 寿命告警。当激光器的预置电流 $I_b \geq 1.5I_0$ (初始电流) 时, 设备产生寿命告警, 此时可能伴有性能劣化。

ERR3: 收光 10^{-3} 误码, 属不可用故障。

ERR6: 收光 10^{-6} 误码, 属传输性能劣化故障, 话音业务尚可维持。

1.1.2 状态类

SWT: 发倒换。发送信号在光系统上的倒换, 有时也称倒发。

SWR: 收倒换。接收信号在光系统上的倒换, 有时也称倒收。

SWT 和 SWR 是一对有关联的状态量, 一端倒发, 另一端必然倒收, 在 PDH 设备上, 多数的倒换控制为收倒控制, 即由于一端的收倒换控制另一端的发倒换。PDH 设备使用的倒换方式均为单线倒换。

PSU_n: 第 n 号位电源故障, 详细说明可参照第六章中的“电源配置的两步法”。

RX: 收无光。

TX: 发无光。

IFAL: 入倒换故障。

OFAL: 出倒换故障。

COMM: 信道中断。

PFAL: 备用设备故障。

CPU: CPU 故障。

MSWI: 人工倒入。

MSWO: 人工倒出。

LOOP: 环回。是指将对某一个方向的发送信号回送给该方向的收。具有自动环回功能的光中继盘, 可以在配置允许的前提下进行障碍时的自动环回, 通过监控系统可以实现对光路的控制环回, 使用尾纤和衰减器可以在设备上对光路进行物理环回, 在光路障碍的处理过程中, 都是较为常用的手段。在数字复用盘上进行支路口或群路口的自环, 对障碍进行掐段分析, 是处理电口障碍的常用手段。有时, 为方便测试和处理的需要, 没有关联的盘之间的收发进行环回也是有效的。

1.1.3 电路信号类

AGC: 自动增益控制 (电压)。

BER: 平均误码率, 如 $BER = 1 \times 10^{-3}$ 等等。有时也表示误码、误码检出等有关电路和信号。

CK (CP): 时钟。常常加后缀表示不同的时钟, 加前缀表示速率。如 8MCKT 为 8M 发时钟, 2MCKR 为 2M 收时钟, CKL 表示帧频 (低速) 时钟, CKH 表示高速时钟等等。

D: 常用于表示数字、数据等。

E: 地, 一般表示信号地。

GND: 地。设备的金属外壳及框架充当设备的六面屏蔽体, 必须接地。机壳接地有安

全和抗干扰的双重作用。机房屏蔽接地应该是从设备接地极单独引至机房的接地母线。如果机房的电源地线接地良好，也可以兼作屏蔽地。在许多机房可能没有专用屏蔽地线，则宁可机壳与“电源地”接通，不得让机壳悬浮而失去屏蔽作用，使设备抗干扰能力下降。

In: 输入（端或口）。

Out: 输出（端或口）。

ON: 开、通。

OFF: 关、断。

LD: 激光器、激光器组件。

LED: 发光管。

PWR: 电源。

SW: 开关、倒换、转换。

S: 发送，有时使用 T。

R: 接收。

1.1.4 设备类

OLTE: 光线路终端（设备）。

OREP: 光线路中继（设备）。

MF140: 四次群复用设备（有时用 M4），包括：140M 分接盘、140M 复接盘等。

MF34: 三次群复用设备（有时用 M3），包括：8/34 复用盘等。

MF8: 二次群复用设备（有时用 M2），包括：本地型 2/8 盘、干线型 2/8 盘、2/8 区间盘等。

PCM: 脉冲编码调制基群终端设备。

MUX: 数字复用，如 2/8MUX 表示 2048kbit/s 到 8448kbit/s 的复接和分接机盘。不加特别指明，一般含“复接”和“分接”两部分。

DMUX: 数字分接。只有在需要区分复接和分接时才使用。如 34/140MUX 和 140/34DMUX。

GD: 光终端，通常用于型号前缀，后面加速率等。

GZ: 光中继，通常用于型号前缀，后面加速率等。

HL: 1B1H 线路码型的本地型设备。

HS: 1B1H 线路码型的干线型设备。

HIF: 区间接口盘。在 140MHS 型设备上，用于区间电路的上下。

DIF: 数据接口盘。在 34MHL、140HL、140HS 各机型设备上用于开通数据通道。

VIF: 音频接口盘。在 34MHL、140HL 设备上用于开通模拟话路。

DIF 盘和 VIF 盘可以通过添加后缀“-T”表示端 DIF（或 VIF）盘，添加后缀“-R”表示中继 DIF（或 VIF）盘。

1.1.5 码型类

NRZ: 二进制不归零码。“0”和“1”的幅值分别用“L”和“H”来表示，均占满一个单位码元（T）。连续的“0”和“1”码其电平不发生转换，连成一条“直线”，只有 0 和 1 交界处有电平转换。NRZ 主要表征码脉冲的特性（“1”码不归零），不包含编码规则之类的

含义。

二进制信号原码一般为“NRZ”码，电路内部逻辑处理均用 NRZ 码方式，NRZ 码流如不进行处理（如插入补码和扰码等措施），其定时信息少，直流分量大，不宜用于外部接口和线路传输。

RZ: 二进制归零码。与 NRZ 的不同之处是码流中的“1”码只占用单位码元的 $T/2$ ，每一个“1”码均发生电平转换，连续的“1”码串不会连成直线，比 NRZ 码的定时信息丰富，直流分量少。本码流传送时所需带宽比 NRZ 加倍，使用场合较少。

HDB3: 一种对二进制信号进行编码处理的规则代号，即将二进制 NRZ 码重新编码的一种代码。HDB3 码流是三电平码(B+、B-和 0)，而且连 0 和连 1 不超过 3，有利于与电缆匹配、传输、时钟提取和信号恢复，可用电缆传输较长距离。ITU-T G.703 规定 34Mbit/s 及以下数字接口码型使用 HDB3 代码。这种三电平码不利于对光源调制，因此不用于光线路码型。送入光设备后要将其还原为二进制 NRZ 码，再变成适合于光线路传输的码型如 5B6B、1B1H 等等。

二进制信号编成 HDB3 信号时按如下规则进行：

- (1) HDB3 是伪三进制信号，三种电平状态用 B+、B-和 0 表示。
- (2) 二进制的“0”在 HDB3 码中仍为“0”，但对 4 连“0”串应用特殊规则。
- (3) 二进制信号中的“1”在 HDB3 中交替编为 B+和 B-（传号交替反转），但在编 4 连“0”串时要引入传号交替反转规则的破坏点。
- (4) 二进制信号中的 4 连零串按下列规则编码：
 - 4 连零串中的第二个和第三个“0”总是编为“0”。
 - 4 连零串中的第四个“0”总是编为“1”，其极性应破坏交替反转规则，这种破坏点按其极性的用 V+和 V-表示。
 - 若前一个“1”的极性与前一个破坏点的极性相反，而且自身不是“破坏点”，则 4 连零串中的第一个“0”编为“0”，若前一个“1”的极性与前一个破坏点的极性相同而且自身就是破坏点，则 4 连零串中的第一个“0”编为“1”，即非破坏点（B+或 B-）。其目的是保证相继破坏点有交替极性。

CMI: CMI 是传号反转码的英文缩写，也是一种二进制信号的代码。属于二电平不归零码。ITU-T 建议规定 140Mbit/s 数字接口使用 CMI 码。其基本编码规则如下：

二进制信号中的“0”被编成前后为 A1 (L) 和 A2 (H) 两种幅值的电平，各占单位码元的一半 ($T/2$)。二进制信号中的“1”用幅值 A1 或 A2 来编码，占满一个单位时间 (T)，但相继的“1”，其两个电平交替。

CMI 码连续同号码的长度最短，电平转换点密集，定时信号丰富，传输性能好。而且是二电平码，有直接用它作为光线路码的可能，但它的码速率提高了一倍，对器件要求较高。

1.1.6 接口类

Interface(IF): 接口。两个相关连系统之间的公共界面。PDH 系列数字电路接口含阻抗、速率、样板、代码、帧结构以及传输性能指标等内容。原 CCITT G.703 建议有详细规定，常用接口代码有 HDB3、CMI 等。用于计算机通信的数据接口采用美国 EIA 标准，常用的有 RS232、RS422、RS485 等。RS232 与原 CCITT 的 V.24 等同，RS422 与 V.11 等同。这些数据接口一般只定义接口的物理特性，如电平、接线、控制方式等，而数据信号的格式和协

议等未作定义。

TTL: 用 TTL 门电路作成的设备之间的接口方式,一般用于设备内部机盘之间的接口,不宜用于较长导线或电缆传送的地方。常用 TTL(OC)方式,即外接集成负载电阻方式,有利于多口并联工作,外口也可用作通信方式。

RS232: 三电平接口,不平衡式,传送较长距离,不能多口并联,只能点对点。

RS422: 平衡方式,可以多口并联运用,但只能同线号并联。

RS485: RS422 方式的改进型式,适合于多口并联。

1.1.7 监控类

MCU: 机盘监控告警单元,装在每个机盘上的监控采集与处理单元(单片微机)。

SMC: 机架监控告警盘。

DCU: 数字段监控管理机盘,纳入 A-SV 或 L-SV 监控中心的数字段,在光终端机上装用,负责收集数字段内的监控信息。

A-SV: 区域监控中心,包括 A-SV 监控架和 A-SV 用户工作站。

L-SV: 局域监控中心,只使用一台微机,完成集中监控,不设监控架,是比较经济的小型监控中心。

PCT: 手持监控终端。是 PDH 设备维护中最为常用的仪表之一。

EYE: 眼睛,专用术语当“眼图”称。

用示波器观察数字信号码流时在光屏上获得一种与眼睛相似的图案而得名。形成的条件和原因如下:若被观察的二进制信号码流具有随机性,即非周期性规则,用示波器同步触发扫描产生的每帧图案不相同。多帧图案中的“0”和“1”码在 X 坐标上交替互相填补;由于示波器光屏的余辉时间远远大于扫描重复周期,同步触发扫描状态下,光屏上显示的图形是多次扫描图案的叠加而呈现稳定的“眼图”效果。出现眼图的另一个条件是码流中的脉冲已经不是理想矩形脉冲,由于器件和传输媒介的带宽限制,码脉冲波形发生变化,出现如下不同图形:①没有经受传输损失或速率较低的码流,脉冲前后沿接近理想脉冲,示波器上不出现“眼图”特征,如图 1-2(a)所示。②若脉冲前后沿受到一定滞缓和展宽,则出现“方眼”图形,如图 1-2(b)所示。③若码流经过传输媒介带宽限制或人为均衡处理,则码脉冲变成升余弦波状态,前后沿平滑、宽度扩展到相邻码位则出现典型“眼图”特征,光接收机 AGC 放大后的光线路信号就呈现这种眼图。如图 1-2(c)所示。

观测眼图可以对信号质量作出定量和定性的判断。定性地说,眼空大比小好,线条清晰比模糊好,图形稳定比有抖动好,单线比双线(或多线)好。交叉点在幅值的中间,图形对称为好。

“眼图”不是真实的串行码流。需要观察一段串行码流可用存储示波器或具有特殊触发方式的示波器。

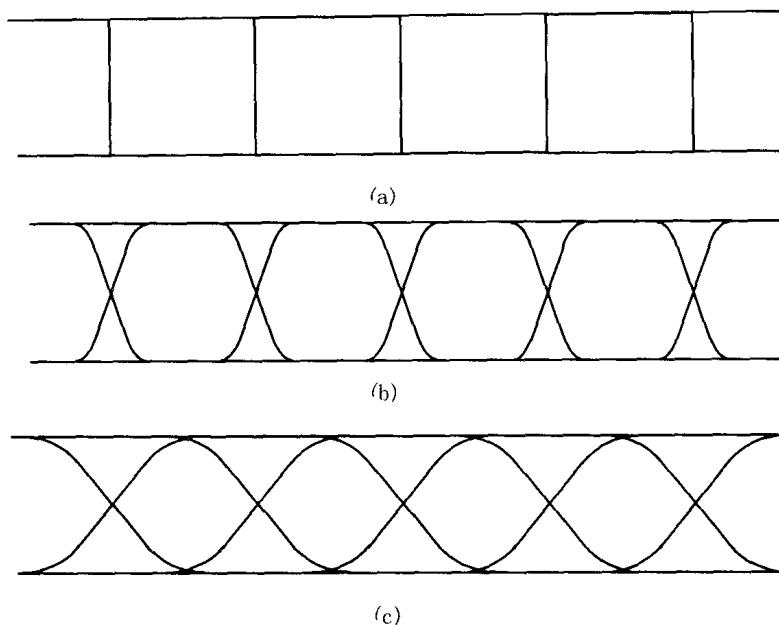


图 1-2 眼图

1.2 PDH 设备的技术指标与测试方法

光端机和光中继机是光缆线路上的光传输点，光中继机接在光缆线路的中间。光端机一侧与高次群复接设备(MUX)和基群(PCM)等电端机连接，另一侧与光缆连接，担负着把电脉冲数字信号转换成光脉冲数字信号的任务。光中继机两侧都与光缆连接，它把经光缆传输后变得微弱的光脉冲信号检出变为电信号放大再生后调制成强的光脉冲送入光缆继续传输。光端机和光中继机也属于数字传输设备。

国际电信联盟 ITU-T 对数字传输设备、数字传输链路和数字传输网均作了明确的建议，各国都采纳了这些建议，我国也不例外。光传输设备——光端机和光中继机的内部指标 ITU-T 没有明确。外部指标，即与电端机的接口指标应该与 ITU-T 关于数字传输设备的建议保持一致，与光缆线路的接口指标在建议中有一些，但也不很明确，有些指标往往是根据实际需要或者可能来定的，没必要作硬性的规定。这里讲的指标测试指的就是外部指标——光缆侧和电设备侧的指标与测试。

在 PDH 设备维护和障碍处理中，了解和熟悉相关的技术指标及测试方法是非常必要的。

1.2.1 光接口指标及测试方法

1. 平均发送光功率 (P)

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。

光功率的测量单位和电功率一样也用瓦 (W) 表示，但通信实际光功率都比较小，通常

只有微瓦 ($1\mu\text{W}=10^{-6}$) 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

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

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, 1mW 的光功率为 0dBm, 大于 1mW 为正的 dBm, 小于 1mW 为负的 dBm 值。

测量光功率的仪表是光功率计, 它有台式和便携式两种。台式体积较大, 通常采用外接交流电源, 不太方便, 但精度较高; 便携式只有一个数字万用表那么大, 采用 9V 干电池作电源, 便于携带, 使用方便, 精度稍差, 但作为工程上用精度已经足够。

光功率计主要由主机和探头二部分组成, 主机为直流放大和显示部分, 探头是一光电转换器件。测量时由探头把光信号变成电信号送入主机进行放大和换算后显示光功率值, 一般都有 mW 和 dBm 二种显示, 由开关控制选用。探头端面有一个孔, 孔径正好比光纤活动连接器端面直径略大, 孔深也与活动连接器端头一致, 测量时只需把有发送光功率的活动连接器插入光功率计探头孔中, 插到底, 位置正中, 就可测得发光功率。

目前的发光器件——LD 和 LED——都带有一条光导纤维 (也称单元芯光缆) 叫尾纤。尾纤的一端在制造发光器件过程中已经对准发光器件的发光面, 即与光器件耦合好了, 只要器件加入适当的电流, 就可从尾纤的另一端输出一定的光功率。输出光功率的一端通常是活动连接器 (也称活接头) 的半边。测量光功率时只需把这半边活接头插入光功率计, 探头就可测得光功率。对于从前方站经光缆传来的接收光功率测量, 也应该先将光纤成端出来, 使用活动连接器进行测量。

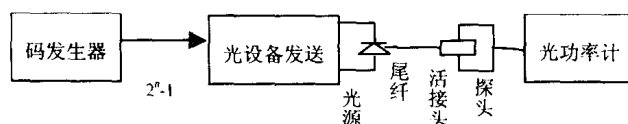


图 1-3 平均发送光功率测试

平均发送光功率的测试方框图如图 1-3 所示。

按严格要求输入光设备的码源应为伪随机码流, 对于不同速率的信号, 伪随机码要求不一样。传输 8448kbit/s 速率的设备, 应输入 $2^{15}-1$ 的伪随机信号; 传输 34368 kbit/s 和 139264 kbit/s 速率的设备, 应输入 $2^{23}-1$ 的伪随机信号, 这二种信号都较接近于“1”“0”码等概率的随机信号。但由于光设备本身有扰码器和线路码编码器, 光线路传输码流的随机性已相当好, 所以实际测量平均发送光功率时, 不用码发生器和送伪随机码也可以。

需要说明的是, 在一些文献中或者设计中提出的所谓“R”和“S”指的是靠近活接头的线路上的某一点, 该点被作为“机”和“线”的分界点, 如图 1-4 所示。理论上, “S”点测得的功率为发光功率, “R”点测得的功率为收光功率。但为方便起见, 在维护中, 一般将活接头处测得的光功率就近似地认为是发光功率和收光功率。

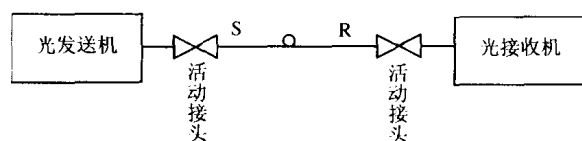


图 1-4 S、R 点的位置示意图

在维护中，对于平均发光功率的测试非常重要。由于发光器件随着使用时间的增加，逐渐老化，发光功率会逐渐下降，由此引起传输质量劣化的现象比较常见。

2. 发送消光比 (E_{XT})

发送消光比的定义是：全“0”码平均发送光功率与全“1”码平均发送光功率之比，计算式是：

$$E_{XT} = \left| \frac{P_0}{2P} \right| \times 100\%$$

式中： P_0 是全“0”码平均发送光功率， P 是随机码平均发送光功率，即前项测量参数， $2P$ 即是“1”码平均发送光功率，因为可以认为随机码是“1”和“0”的等概率码流，即在整个码流中有一半为“1”，那么全“1”光功率自然就是它的 2 倍了。

全“0”码实际上就是光源无脉冲驱动。此时光源所发的光，是静止工作点状态下的直流光，因此“发送消光比”这个指标实际上就是检查光源在无信号驱动时的直流光的大小。实用中希望消光比越小越好，因为直流光实际上对有用信号的传送不但毫无意义，而且还会引起接收端灵敏度指标的下降，原邮电部规定 $E_{XT} \leq 5\%$ 。

测量消光比的方框图和方法，与测平均发送光功率一样，在实际中通常测平均发送光功率，接着测全“0”码光功率然后通过上式算出消光比。但要注意的一点是，由于光端机的发送部分均有本机振荡器，在测量“0”码光功率时不能简单的把信号源关掉不测得的光功率就认为是全“0”码光功率，要根据设备电路的实际情况，彻底甩掉光源的驱动信号才算全“0”码状态。对于 PDH 设备的光中继机来说就比较方便了，由于该设备没有备用震荡器，不能自己产生驱动时钟，故在没有环回的情况下，收上游无光即可造成向下游发无光，此时测量发出的辉光（有的资料上称为荧光），测得的功率即为全“0”码光功率。

消光比直接影响下游设备的接收灵敏度，消光比不好，下游设备的灵敏度也不会好，在设备维护和障碍处理中，一般此项指标只有在必要时才测试。

3. 接收灵敏度 (S)

定义：在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：

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

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”就是在一定的时间里错误的信码数与总的传输信码数之比，即