

ANALYSIS AND TREATMENT OF TYPICAL FAULT CASES
ON ELECTRIC POWER COMMUNICATION EQUIPMENT

电力通信设备典型故障 案例分析与处理

国网河南省电力公司信息通信公司 组编



Analysis and Treatment of Typical Fault Cases
on Electric Power Communication Equipment

电力通信设备典型故障 案例分析与处理

国网河南省电力公司信息通信公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为提高广大电力通信调度、运行、检修人员的技术水平和分析、解决问题的能力,本书从传输设备、通信光缆、交换设备、电源设备、PCM 设备、网管系统、监控系统、配线等方面选编了 52 例电力通信典型故障案例,详细介绍了不同案例的故障现象、分析及处理过程。

本书可供从事电力通信调度、运行、检修人员及相关专业的管理、技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力通信设备典型故障案例分析与处理/国网河南省电力公司信息通信公司组编. —北京:中国电力出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-5123-7244-3

I. ①电… II. ①国… III. ①电力系统-通信设备-故障-案例 IV. ①TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 034804 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 12.75 印张 218 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 任 练笔战

副主任 罗 滨

委 员 翟 章 杨宇方

编 写 组

主 编 王世文

副主编 杨 燚 张 勇 舒新建

成 员 李文萃 盛 磊 王春迎 王慕维 赵永胜

张宁宁 安致嫻 罗 臻 孟慧平 郭永强

蔡沛霖 杨 莹 远 方 王 铮 孙 优

贾海锋 蔡 頔 党芳芳 吴利杰 吕静贤

前 言

随着公司“两个转变”进一步深入推进，骨干传输通信网将向 35kV 侧延伸，终端接入通信网建设不断推进，新技术应用日新月异，通信技术作为智能电网的支撑技术保障日显其重要，而通信专业人员的人才队伍建设、技术储备发展皆显得相对薄弱。电力通信系统的调度、运行、维护传统模式在逐步转变，需着力解决专业同业对标指标低、专业人员数量不足，技术业务能力欠缺，设备更新换代快，故障处理流程差异大等诸多问题，因此，做好通信人员的技能培训、提高专业技术水平，提升通信系统整体运行水平和效能，对通信专业的建设尤为重要。

电力通信网是坚强智能电网的重要组成部分，是保障电网生产、运行、管理和供电服务的重要基础。电力通信专业经过多年的发展与积淀，已经建立了一整套比较规范的技术体制。随着公司集约化、精益化发展以及“三集五大”体系建设，对电力通信机构流程、规范等进行了优化调整，初步建立了高效、协同、融合的通信专业管理及运维管理体系。

电力通信网是电网信息化、自动化、互动化和智能化的基础传输平台，作为电力系统中第二个实体网络，它是承载电网继电保护、安全自动控制、调度自动化信号以及企业管理信息的重要载体，为电网安全稳定运行与电网企业管理提供重要支撑，因此，电力通信设备的正常运行是对电力系统安全、可靠运行的重要保证，必须最大限度地防止和减少电力通信故障和事故的发生。因此，快速识别故障、排除障碍，对保障电网安全运行有着重要意义。本书以多年来发生的典型、真实的通信案例进行详尽的

技术分析，并提出相应的解决方案和建议，在新运维体系模式下，有助于通信检修人员对设备事件风险防范，有助于通信调度、运行、检修人员培养和专业技术队伍的建设，有助于提高专业人员的理论水平和实际操作技能能力，对提高电力通信专业人员的整体业务素质和技术水平将产生较大的促进作用，为提高电网安全、经济、高效运行水平和企业经营管理水平提供重要技术支撑。

希望这些具体实例的分析，能在实践工作中给广大电力通信专业工作者提供一定的参考。

由于编写水平和能力有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请广大读者批评、指正。

目 录

前言

第一章 传输设备故障分析与处理	1
第一节 SDH 设备故障分析与处理	1
◎案例一 SDH 设备误码故障	1
◎案例二 波长参数不同引起光板对接失败	6
◎案例三 光板组合与光纤距离不匹配	9
◎案例四 不同厂家光设备对接光路不成功	11
◎案例五 不同厂家光设备时隙对接不成功	14
◎案例六 LOF 帧丢失故障.....	17
◎案例七 ECI 交叉板切换故障	19
第二节 OTN 设备故障分析与处理	22
◎案例一 线路衰耗大导致收光功率过低	22
◎案例二 高功率拉曼放大器不匹配引起故障	26
第三节 PTN 设备故障分析与处理	28
◎案例一 时钟失步引起的 CES 业务丢包	28
◎案例二 DCN 网络风暴引起网络中断	31
◎案例三 光接口模块问题引起 TMP 层告警	35
第四节 微波设备故障分析与处理	38
◎案例一 天线接收电平低故障	38
◎案例二 微波信道机收信故障	43
◎案例三 微波天馈线故障	45
第五节 载波设备故障分析与处理	51

◎案例一 高频载波通道故障	51
◎案例二 结合滤波器工作衰减大	55
第二章 通信光缆故障分析与处理	60
第一节 OPGW 光缆故障分析与处理	60
◎案例一 OPGW 接头盒进水故障	60
◎案例二 OPGW 光缆被雷击故障	65
第二节 ADSS 光缆故障分析与处理	68
◎案例一 ADSS 光缆被松鼠咬断故障	68
◎案例二 ADSS 光缆被盗割故障	72
◎案例三 ADSS 光缆电腐蚀故障	76
◎案例四 ADSS 光缆断缆故障	81
第三节 普通光缆故障分析与处理	86
◎案例一 出城光缆施工挖断故障	86
◎案例二 变电站引场光缆被烧断故障	90
第三章 交换设备故障分析与处理	96
第一节 调度交换故障分析与处理	96
◎案例一 调度交换系统故障	96
◎案例二 调度台故障	99
◎案例三 调度交换中继故障	102
第二节 调度辅助系统故障分析与处理	107
◎案例一 调度交换录音系统故障	107
◎案例二 调度交换话路系统故障	111
第四章 电源设备故障分析与处理	117
第一节 电源设备故障分析与处理	117
◎案例一 高频开关电源整流模块故障	117
◎案例二 交流供电下零线和保护地共接引起故障	120
◎案例三 通信电源交流接触器故障	125
◎案例四 通信电源中断故障	127
第二节 蓄电池故障分析与处理	130
◎案例一 蓄电池爆燃故障	130
◎案例二 通信蓄电池故障	132
第五章 PCM 设备故障分析与处理	137

◎案例一	PCM 电源铃流盘故障	137
◎案例二	PCM 设备通道故障	139
◎案例三	PCM 数据误码故障	143

第六章 网管系统故障分析与处理..... 146

◎案例一	ECC 网络风暴引起的故障	146
◎案例二	服务器配置低引起的故障	149
◎案例三	网元脱管引起的故障	152
◎案例四	网管服务器切换失败	156

第七章 通信监控系统故障分析..... 160

◎案例一	变电站电源监控失联故障	160
◎案例二	北向接口采集断开引起的故障	164

第八章 配线故障分析与处理..... 168

第一节 光配类故障分析与处理

◎案例一	光配尾纤异常故障	168
◎案例二	尾纤损耗大故障	171

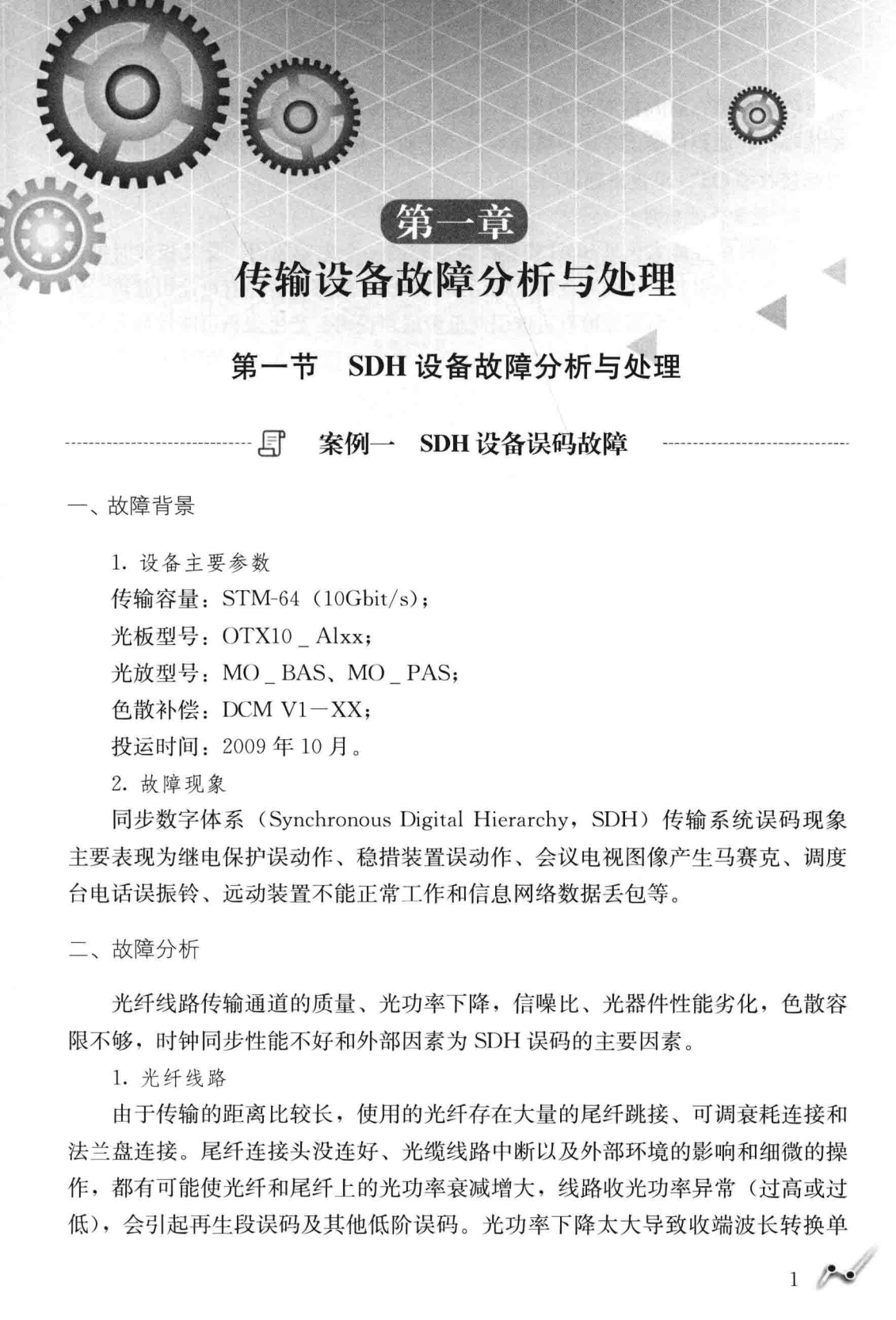
第二节 数配类故障分析与处理

◎案例一	数配 2Mbit/s 端子故障	176
◎案例二	数配线缆故障	180

第三节 音配类故障分析与处理

◎案例一	PCM 配线短路故障	182
◎案例二	音频配线保安单元故障	186
◎案例三	会议电话话筒交流声故障	189

参考文献	192
------------	-----



第一章

传输设备故障分析与处理

第一节 SDH 设备故障分析与处理



案例一 SDH 设备误码故障

一、故障背景

1. 设备主要参数

传输容量：STM-64 (10Gbit/s)；

光板型号：OTX10_Alxx；

光放型号：MO_BAS、MO_PAS；

色散补偿：DCM V1-XX；

投运时间：2009 年 10 月。

2. 故障现象

同步数字体系（Synchronous Digital Hierarchy, SDH）传输系统误码现象主要表现为继电保护误动作、稳措装置误动作、会议电视图像产生马赛克、调度台电话误振铃、远动装置不能正常工作和信息网络数据丢包等。

二、故障分析

光纤线路传输通道的质量、光功率下降，信噪比、光器件性能劣化，色散容限不够，时钟同步性能不好和外部因素为 SDH 误码的主要因素。

1. 光纤线路

由于传输的距离比较长，使用的光纤存在大量的尾纤跳接、可调衰减连接和法兰盘连接。尾纤连接头没连好、光缆线路中断以及外部环境的影响和细微的操作，都有可能使光纤和尾纤上的光功率衰减增大，线路收光功率异常（过高或过低），会引起再生段误码及其他低阶误码。光功率下降太大导致收端波长转换单



元 (Optical Transform Unit, OTU) 的输入光功率低于收信灵敏度, 影响收信端信噪比, 如果信噪比本来余量就不大, 光功率下降直接会导致信噪比的劣化, 引起接收端 OTU 单盘出现误码。

2. 光器件性能劣化

光器件的性能劣化是 SDH 设备产生误码的一个主要原因。交叉板或时钟板故障, 经常会引起多块线路板高阶通道出现误码; 线路板故障有可能引起再生段或复用段误码; 支路板故障有可能引起低阶通道误码。产生误码可能性最大的是 OTU 盘和功放盘。OTU 处理芯片和电路性能产生误码的主要原因: 发端激光器波长不稳定, 偏移标称波长过大或合波后相邻波长信号隔离度不够, 也会导致产生误码; 功率放大器、光模块失效也是产生误码的主要原因, 会导致接收端的信号信噪比过低。

三、故障处理

处理误码故障首先要找到误码的源头, 处理原则为“先高阶、后低阶”, 通过分析告警性能, 找到最高阶误码的源头。如果所有通道都出现误码, 说明故障在线路上或者与主光通道相关的设备上, 需要重点检查系统的主通道; 如果只是部分通道出现误码, 可能问题出在“低阶”部分, 需要检查支路盘以下部分。一般可以对网管告警项目监测, 对光传输设备、光纤跳纤外观检查, 对配置电路业务进行环回测试, 对光器件进行性能测试这几方面判断误码故障部位, 或综合使用这几种方法来逐步缩小误码范围, 排除故障原因。

1. 网管监测告警

一般来说, 有高阶误码就会有低阶误码, 如果有 B1 误码, 一般就会有 B2、B3 和 V5 误码; 反之, 有低阶误码则不一定有高阶误码, 如有 V5 误码, 则不一定会有 B3、B2 和 B1 误码。由于高阶误码会导致低阶误码, 因此在处理误码问题时, 应按照先高阶后低阶的顺序来进行处理。通过查询网管异常告警信号劣化、误码超门限、光功率过低等参数, 判断各个误码告警的含义, 定位误码的类型。

2. 跟踪测试业务

一般环回法定位误码故障, 包括 VC4 通道的环回、2Mbit/s 电口环回和通过尾纤光口环回 (需要增加衰减器)。若线路网元比较多, 可用 SDH 误码分析仪逐段进行环回测试来逐步确定故障的范围。可在两个网元之间配置一个 2Mbit/s 业务通道作为测试对象, 在远端网元的支路侧通过网管软环回或在数字



配线架（Digital Distribution Frame, DDF）架上对设备硬环回，在本地网元支路侧监测网段电路的误码性能。长距离光传输设备误码性能测试连接框图如图 1-1 所示。

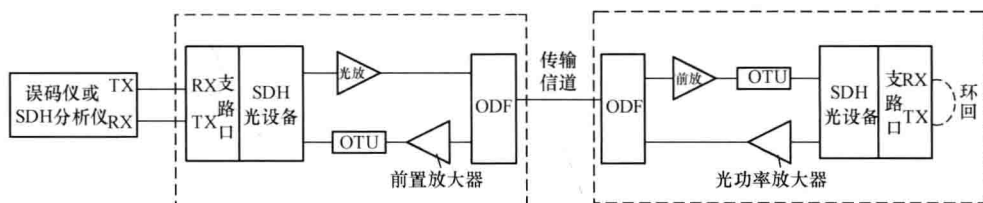


图 1-1 长距离光传输设备误码性能测试连接框图

3. 外观检查

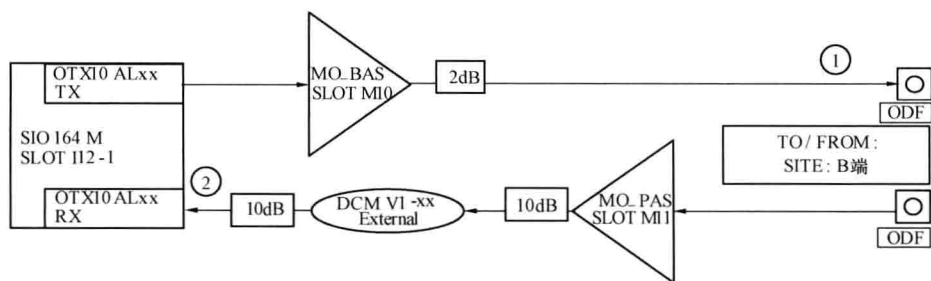
首先应查看网管各网元光板收信、发信功率是否正常。若接收光功率偏低，则可以判定线路光缆是影响误码的主要原因，应检查线路光缆情况。使用光时域反射仪测试其相应光芯（注：测试前将对端光设备光芯拔掉，以免将对端光板损坏）。其次应该对尾纤接头、衰减器以及光器件连接情况进行检查，包括尾纤的扭曲、摆放、走纤情况是否完好，甚至电缆沟的尾纤是否受到挤压或有被老鼠咬的迹象，以及光接口是否有连接松动现象。若是以上原因则对光接头进行清洁，更换光纤连接器、衰减器。

4. 光器件性能测试

SDH 光设备故障板中以光器件的性能劣化导致光器件损坏居多，以光功率放大器（简称光放）、前置放大器（简称前放）、色散补偿器、光模块故障最为常见。若设备收发光功率均满足指标，则测试相关通道监控点光信噪比来定位故障光器件。

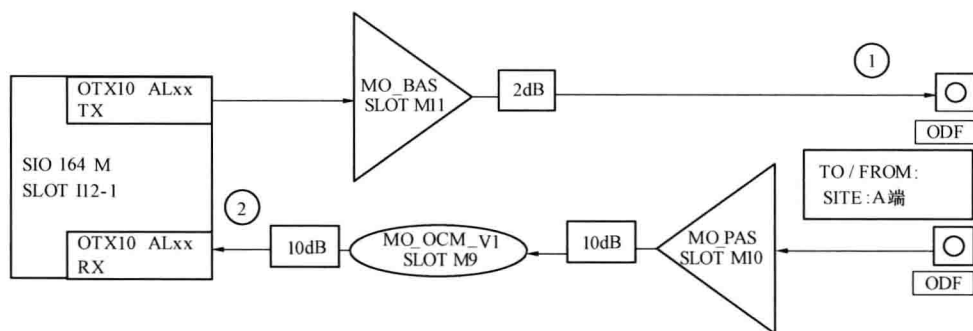
例如，A、B 线路全长 126km，A 和 B 两端分别增加了色散补偿模块（Dispersion Compensator Module, DCM），STM-64 传输速率高，为保证较低的误码率及防止不可预测的因素对信号的传输质量产生影响，A 和 B 变电站均采用前向纠错编码（Forward Error Correction, FEC），使接收端能在光信噪比（Optical Signal Noise Ratio, OSNR）较低的情况下依然获得较佳的误码性能指标。A 和 B 变电站两端 10Gbit/s 光方向测试点如图 1-2、图 1-3 所示。

网管监测 10Gbit/s 板卡误码性能，发现光设备接收出现 BBE、ES、SES、UAS 误码告警，B 端出现近端误码，而 A 端出现远端误码，根据现象判断光传输设备 A 发端或 B 收端线路存在故障或光板故障，A 端故障可能性较大。首先对 A 端 ECI 光设备进行外观检查，检查所有连接尾纤情况，包括尾纤的扭曲、



注：SIO164 M—10G基本卡；OTX10 ALxx—光模块；MO_BAS—光放；MO_PAS—前放；
DCM V1-xx 外置色散补偿；□ —衰减器。

图 1-2 A 至 B 方向 10Gbit/s 光方向设备配置图



注：SIO 164 M—10G基本卡；OTX10 ALxx—光模块；MO_BAS—光放；MO_PAS—前放；
DCM V1-xx 外置色散补偿；□ —衰减器。

图 1-3 B 至 A 方向 10Gbit/s 光方向设备配置图

摆放、光接口连接以及尾纤至 ODF 架情况甚至衰减器，检查发现 A 变电站端两根跳纤有明显压伤痕迹，将两根跳纤更换，并对连接光板、光放、色散补偿设备光纤接头进行了清洗，再测试光器件各节点光功率数值见表 1-1，光功率指标均正常，但网管监测仍有少数误码存在。

表 1-1 各节点光功率数值

槽位	单板型号	光功率	
		光发信功率 (TX) (dBm)	光收信功率 (RX) (dBm)
I12	OTX10 _ALxx	0.5	-13.4
M10	MO _BAS	13.4	0.4
M11	MO _PAS	12.4	-18.2

影响传输系统关键指标还有光信噪比（OSNR），有时光功率数值均正常，但由于传输信道噪声和光放、色散补偿性能劣化使得光信噪比指标不合格。于是B端用光谱分析仪在ODF尾纤发端口①测试信噪比为48.17dB，发光功率为10.16dBm；在尾纤入设备端②测收光功率-12.14dBm，信噪比为50.6dB（>20dB正常），信噪比和光功率数据均满足设计指标。同时将收光口端衰减器调至色散补偿器发端口，消除了光板上加衰减器后光纤弯曲过大的弊病。测试的信噪比、光功率如图1-4、图1-5所示。

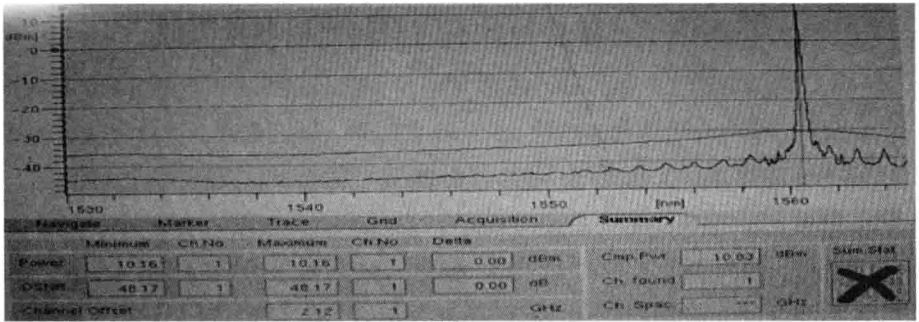


图 1-4 A 端测试发端口光谱图

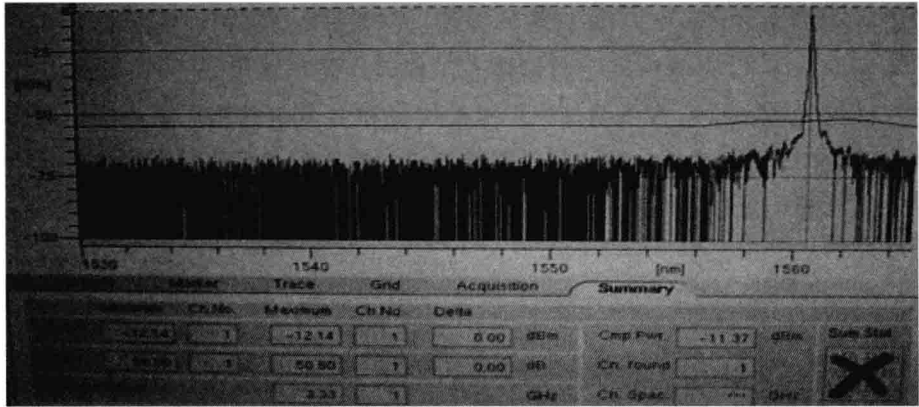


图 1-5 B 端测试收端口光谱图

从测试信噪比和光功率指标分析，排除了传输信道、光功率放大器 and 色散补偿模块故障，于是将误码产生的原因锁定为 10Gbit/s 光板（内嵌光模块）。由于光信噪比很高时（如 10Gbit/s 信号信噪比大于 20dB），虽然系统可以运行，但光板基本卡和光模块性能劣化，有时也会出现误码率较差的状态。将 10Gbit/s 光板基本卡和光模块更换后，网管 24 小时监测误码情况，误码性能表显示误码

消失，确定故障排除设备传输稳定。

四、结论

在 SDH 系统中出现误码的因素很多，处理的方法也灵活多样。在实际处理过程中关键在于如何准确定位故障根源。在排除外部引起误码原因后，分段检查网元误码情况，当然也离不开用仪表测试光功率、信噪比等各项性能参数。同时结合网管监测告警项目把误码区域逐步缩小到最小范围。

案例二 波长参数不同引起光板对接失败

一、故障背景

1. 设备主要参数

光板速率：2.5Gbit/s；

光缆类型：OPGW；

纤芯类型：G.652；

投运时间：2013 年 5 月。

2. 故障现象

新建 500kV C 变电站进行通信接入工作时，需割接进 A 和 B 变电站之间 500kV 线路光缆。原先 A 变电站甲厂家光端机和 B 变电站乙厂家光端机之间有一条 2.5Gbit/s 对接光路，此工程中需增加放大器并在 C 变电站跳纤。C 变电站割接后，光路一直对接不成功。割接前后网络 II 接图如图 1-6 所示。

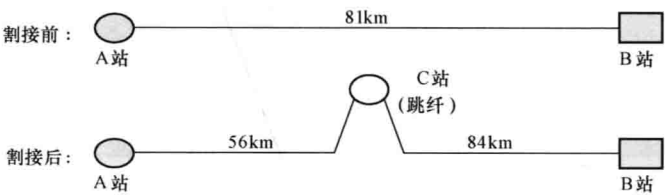


图 1-6 网络 II 接图

C 站割接前，两站之间为 81km 的 OPGW (Optical Fiber Composite Overhead Ground Wire) 光缆，无跳接点。A 站 ECI 光模块最远支持 98km 的传输距离，B 站乙厂家光模块最远支持 85km 的传输距离。C 站割接后，两站之间将形成总长 140km 的 OPGW 光缆和 1 个跳接点（2 个光配接头，约 1.2dB 损耗）。

两站原先的光模块已不支持割接后的距离。为满足新对接条件要求并留出适当裕度，此次工程为两端更换了新的光模块，并增加支持远距离传输的光功率放大器（简称光放）和预放大器（简称预放）两侧配置如下：

(1) A 站点甲厂家设备：AB5+BAS+PAS。其中 AB5 是 2.5Gbit/s 光模块，BAS 是光放，PAS 是预放。该组合平均发送光功率 14dBm，接收灵敏度 -35dBm，最大色散容限 3000ps/nm，工作波长窗口为 1550nm，取平均衰减系数为 0.25dB/km，纤芯为 G.652，色散系数取 18ps/(nm·km)。

(2) B 站点乙厂家设备：U16.2+BPA。其中 U16.2 是 2.5Gbit/s 光模块，BPA 是光放、预放一体放大器，即光放、预放整合在一块板卡上。该组合平均发送光功率 15dBm，接收灵敏度 -32dBm，最大色散容限 3400ps/nm，工作波长窗口为 1550nm，取平均衰减系数为 0.25dB/km，纤芯为 G.652，色散系数取 18ps/(nm·km)。

因此，考虑衰减，A 站发、B 站收的实际衰减为 $140 \times 0.25 + 1.2 = 36.2$ (dB)，小于最大允许衰减 $14 + 32 = 46$ (dB)，满足要求；B 站发、A 站收的实际衰减也为 36.2dB，也小于最大允许衰减 $15 + 35 = 50$ (dB)，满足要求。考虑色散，实际色散为 $140 \times 18 = 2520$ (ps/nm,) 小于最大色散容限 3000ps/nm，满足要求。各光口连接如图 1-7 所示。

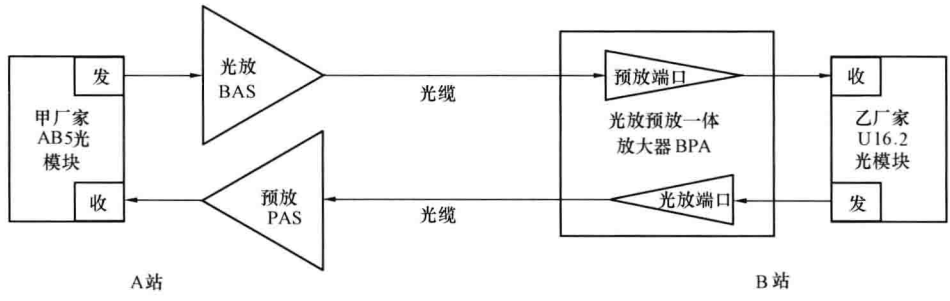


图 1-7 各光口连接示意图

线路工作人员熔好光缆后，站端人员测试光缆衰耗正常，然后将相关板卡和尾纤按要求连接。网管人员设置 SDH J0、J1 等开销字节和时钟同步。完成后，网管显示乙厂家设备有帧丢失告警，收光正常，ECI 无告警。尝试拔插尾纤、擦拭接头后，告警仍存在。

二、故障分析

排除上述施工、网管设置等因素后，双方厂家都表示各自光口参数符合国家

标准。但经详细对比，发现具体工作波长存在细微差别。

甲厂家光模块的发光为定波长 1559.79nm，收光范围“1529.16 ~ 1560.61nm”；光放、预放的发光、收光范围都是“1529.16~1560.61nm”。

乙厂家光模块的发光为定波长 1550.12nm，收光范围是“1530~1565nm”；光放的发光、收光范围都是“1530~1565nm”；预放的发光范围是“1530~1565nm”，收光是定波长 1550.12nm。

由此看来，A 站发出的光波长为“1529.16~1560.61nm”，而 B 站能接受的光波长为 1550.12nm，二者没有有效匹配，即“1529.16~1560.61nm”范围的发光仅在 1550.12nm 附近被接收端有效放大，其他大部分被过滤掉。因此乙厂家设备出现帧丢失告警，收光功率却正常。反之 A 站的收光范围全部包含了 B 站的发光波长，故甲厂家设备能正常收光。

三、故障处理

经分析，确认双方工作波长不一致是导致对接失败的主要原因。针对此情况，解决方法有两种：一是将现有甲厂家定波长光模块换为可调波长光模块，调整发光波长与乙厂家预放一致；二是在满足收光正常前提下取消乙厂家预放。经核算，如果取消乙厂家预放，光模块 U16.2 的收光仍高于其收光灵敏度（-28dBm），且方法二节省了时间和费用。按方法二实际连接后，帧丢失告警消除，对接成功，最终连接方案图如图 1-8 所示。

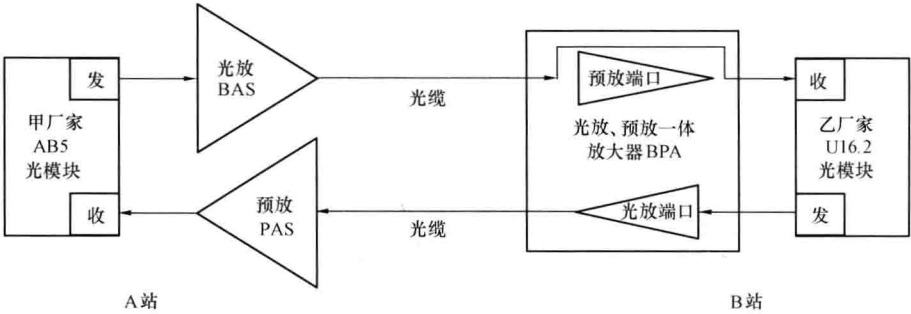


图 1-8 最终连接方案图

四、结论

不同厂家 SDH 光路对接时往往不考虑波长参数，而不同厂家的组合式光口长距离对接时，如果忽视光放、预放、色散补偿板等辅助板卡的波长参数，就可