

MANXINWANG CHUANSHUXITONG WEIHUSHIZHAN

电信网传输系统 维护实战

• 王元杰 主编

• 蒙志新 郑维通 王光洁等 副主编

**知名
总结**

传输专家的实战经验

12 名技术比武冠、亚军的

电信网传输系统的日常维护技巧

电信运营商技术比武大赛的

分享

大赛获奖选手心得体会

**技术秘笈
精要**



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电信网传输系统维护实战

王元杰 主编

蒙志新 郑维通 王光洁 闫军 石磊 副主编

徐晓军 傅玉林 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

电信网传输技术的快速发展对维护人员的要求越来越高,除了掌握传输领域的专业知识外,还需具备一定的实战经验和操作技巧。本书是一本实用性较强的书,从理论出发,结合12名技术比武冠、亚军和多位知名传输专家的实战经验,介绍电信网传输系统的日常维护技巧,总结电信运营商技术比武大赛的精华,并与读者分享大赛获奖选手的心得体会。

本书可供从事通信行业传输领域的一线维护人员学习参考,也可作为技术比武参赛者备战指导。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电信网传输系统维护实战/王元杰主编. —北京:电子工业出版社,2012.9
ISBN 978-7-121-18576-2

I. ①电… II. ①王… III. ①通信传输系统-维修 IV. ①TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第222301号

策划编辑: 窦 昊

责任编辑: 窦 昊

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 26.25 字数: 655千字

印 次: 2012年9月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 68.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

推 荐 序

本书的作者是一群长期工作在网络运行维护第一线的年轻的工程技术骨干。他们不仅有深厚的传输网络和数据通信网络的理论知识，更有丰富的网络运行维护的实践经验，在各自平凡的工作岗位上，做出了突出的工作成绩。更加难能可贵的是，他们坚持理论学习，不断总结维护经验，并把这些成果集结成书。他们不愧是我们这个时代电信行业的优秀职工代表。

我与他们中的大多数成员是在参加 2010 年中央企业职工技能大赛的过程中认识的。从参赛选手的选拔、培训，到参加央企大赛的那段时间里，我都被他们扎实的理论功底、丰富的实践经验、严谨的工作作风、刻苦的训练态度所深深感动。

本书涉及光传输网络领域最新的 40 G 传输网、OTN、ASON 等网络的维护知识，也有常用的 SDH、DWDM，以及分量越来越重的以太网互联、IP 网络的维护实战经验。本书作者以一线工程技术人员的体会介绍了网络维护中涉及的多家厂商的网管系统、传输设备、测试仪表等，还分析介绍了网络运行维护的技术指标、工程验收的重点等。本书的特别之处在于融会贯通地将网络运行维护实践中发现故障、分析原因、修复网络、保障通信的全过程娓娓道来，就像一位智者手把手地教你，使你在短时间内成为一名传输网络运行维护的行家里手。

中国联通集团运维部资深经理 李晓明

本书出自一线优秀传输维护人员的笔端，是他们日积月累的心血之作，是最贴近工作实际的鲜活教科书。从书中我们可以深切感悟到作者们辛勤劳动汗水汇聚成的集体智慧和丰富的实践经验凝结成的精湛技能。

更为可贵的是，本书把多年来我们师徒相承、口口相传的工作方法和来自于实践的成功经验加以总结提炼，撷英集萃，无私分享，让更多的人掌握、应用，触类旁通，这是最有价值的宝贵财富。实践证明，越是来自基层的实践经验，越能发挥最大的指导作用。

知识，唯有开放共享，才能永久流传。我们的技术骨干用心积累、刻苦钻研，为提升电信网维护水平架线铺路、攒石纳金。相信这本书必能惠及广大通信员工，惠及通信企业，惠及社会大众。

中国联通济南市分公司总经理 郝立谦

自 2008 年电信业第三次重组以来，中国联通的发展一日千里。作为国内电信产业的巨头，中国联通不仅在国内推出了领先的信息服务解决方案，而且培养了一大批优秀的基层技术和运维人才。

从获得的诸多荣誉可以看出，本书的作者们技术功底深厚，对于日常的故障处理和比武过程能够进行归纳总结并持续提高。更为难能可贵的是，作者能把这些平时的经验积累一点一滴地记录下来，以利后来者，体现了他们积极工作、乐于奉献的精神面貌。

与现有通信技术类图书主要关注理论和基础知识不同，本书非常注重实践操作和运维心得，介绍了大量的故障诊断案例。总体而言，本书对于那些有志于钻研此道的工程技术人员非常有帮助。

最后，希望各位读者读完本书后有所收获，在工作中更上一层楼。

工业和信息化部电信传输研究所副总工程师 田辉

前 言

说起写书，有两个初衷。一是确实想写点东西，经验是很宝贵的，如果不能把点滴的经验及时记录下来并加以总结，随着时间的流逝，很多东西都会从记忆中溜走。其实把经验与大家分享，对大家也是一种帮助。有时候，处理了一晚上故障，可能就是因为一个知识点未学到位而花费了大量时间。我曾经有一次上夜班，某朗讯 OLS 波分系统 A—B 站需要割接，割接前系统正常，割接时，A 站收发 B 站和 B 站收发 A 站的 OA 机盘正常启动 APSD，B 站脱管，这属于正常现象。割接完毕后，A 站收 B 站的光功率很低，B 站收 A 站的光功率也很低。该波分系统承载的所有业务均不能恢复正常。其实这次割接是没问题的，线路正常，故障原因是 B 站 BOS 控制机盘故障，导致 B 站收发 A 站的两块 OA 之间通信不畅，APSD 不能恢复。不清楚这点的话，一般都认为是传输局割接有问题，则不停地让传输局处理，从而耽误了时间。

第二个初衷是捐助。我是从农村走出来的，深知失学的影响。如果孩子们因为贫困而失学了，他们的天空将没有任何色彩，不能用任何言语来代替。工作后，我曾经捐助过两名贫困小学生，此次写书也是想借这次机会，号召大家一起学雷锋做好事。本书的稿酬也将用于捐助贫困小学生。

本书是从一个维护人员自身发展角度出发的，需要什么就写什么。维护知识和维护经验是基本功夫，技术比武是机遇，数据知识是拓展，懂得营销知识会有更大的发展空间。令人高兴的是，写书的想法得到了许多老朋友的支持，我曾多次向他们邀稿，他们每个人都写了不少，写得很用心。

传输知识不断发展，从 PDH 到 SDH、DWDM，再到现在的 ASON、OTN、40 G 技术，在此基础上投入商用的传输设备种类繁多。维护人员普遍流动性大，维护能力跟不上。电信整合之后，这种情况更为突出。对于管理者来说如何塑造一支技术过硬的维护队伍，对维护人员来说如何提升自身能力以更好地适应维护工作，都很重要。

在专业融合的今天，维护人员不应仅仅局限在本专业领域，本书在介绍传输专业的同时，也介绍了数据等专业领域的知识。在人才济济的职场，维护人员需要机会展示自己，技术比武就是这样的好机会。近几年来各电信企业，乃至国资委陆续举办了技术比武，获奖人员收获颇丰，除了物质奖励之外，还被赠予“全国技术能手”、“五一劳动奖章”、“中央企业技术能手”等称号，有的还得到了岗位升迁。如何在技术比武中大显身手，对于每个维护人员来说都是一个展示自我的机会，同时也可能是改变命运的机会。在 market 化的今天，对于维护人员来说，具备一定销售经验会有更宽广的发展空间，如何更好地和前台销售接轨也举足轻重。

本书是一本实用性极强的书，由 12 名技术比武冠亚军和多名知名传输专家联合编著而成，内容涉及以上各个方面，设备厂家涉及华为、中兴、烽火、阿尔卡特朗讯、北电等。

第 1～8 章由近几年中的 12 名技术比武冠、亚军和多知名专家介绍传输维护经验及分析经典案例。内容不仅包括目前主用的 SDH、DWDM，还涉及近几年兴起的 ASON、OTN、40 G 等新技术，更有小发明创新。另外还有工业和信息化部电信传输研究所的数据专家为

维护人员介绍和传输相关的数据通信方面的知识。通过学习这些经验,维护人员可以极大地提升业务水平。

第9章提供日常维护和工程验收的指标。通过这一章的学习,维护人员深知各项指标后,能更快地了解当前网络健康状况,缩短故障处理时间;同时在工程验收时,更能严把质量关,为日后的维护起指导作用。

第10章以通信行业标准为依据,详细介绍工程验收项目以及工程测试步骤。通过本章的学习,维护人员在巩固知识的基础上,可以更好地了解各个项目是怎样测试的,使其更具规范性。

第11章总结技术比武中的常见故障,并分析常见技术比武试题。

第12章由12名技术比武冠亚军得主分享大赛经验和比武心得。通过这两章的学习,维护人员在提升业务水平的同时,在技术比武层面上也会实现一次飞跃。

第13章,包括销售篇、转型篇、生活篇以及处事篇。相对前面几章,这一章更多的是站在工作、生活的角度和大家谈论一些有现实意义的感受和建议。

本书由中国联通济南市分公司王元杰担任主编,由烟台市分公司蒙志新、临沂市分公司郑维通、潍坊市分公司王光洁、烟台市分公司石磊、济南市分公司闫军担任副主编,由中国联通山东省分公司网络管理中心总经理徐晓军和运行维护部高级技术经理傅玉林担任主审,由中国联通山东省分公司网络管理中心副经理张立彬、副经理陈文、高级技术经理范大明担任指导,由中国联通山东省分公司运行维护部传输主管王阿琳、培训中心主管孙爱萍担任顾问。

本书在编写过程中得到了中国联通各级领导的大力支持,特别感谢中国联通集团运行维护部李晓明资深经理、传送处孙新莉处长、中国联通山东省分公司人力资源部张茂相总经理、运行维护部张志辉总经理、中国联通济南市分公司郝立谦总经理。同时也得到了山东省分公司王荣、赵瑞金、刘新程、李晓虹、高艳丽、牛文林、潘潇腾、济南市分公司张龙江、昝草心、邢曙光、马庆荣、韩明琴、贾长洪、临沂市分公司徐海涛、泰安市分公司王树平、李强、段衍强、青岛市分公司宋文胜、王毅、潍坊市分公司王远超、威海市分公司高红梅、邓鲁军、济宁市分公司蔡卫新、枣庄市分公司曹士金、德州市分公司王小强、东营市分公司曹洪波、山东省邮电规划设计院陆威、工业和信息化部电信传输研究所郭亮、华为高鸿胤、中兴薛翠杰、阿尔卡特朗讯陆振勇等专家的帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于编著者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

王元杰
2012年9月

目 录

第 1 章 电信传输网与传输网维护	1
1.1 电信传输网简介	1
1.2 传输网维护概述	2
第 2 章 40 G 传输网维护实战	4
2.1 40 G 新技术简介	4
2.2 40 G 与 10 G 波分系统差异对比	5
2.3 40 G 的 OLP 保护倒换	7
2.4 积分测试 OSNR	9
2.5 关于 40 G 分波器隔离度测试方法	11
第 3 章 OTN (光传送网) 维护实战	16
3.1 OTN 基本知识	16
3.2 OTN 常见告警	22
3.3 设备告警分析	24
第 4 章 ASON 网维护实战	26
4.1 华为 ASON 设备维护实战	26
4.1.1 华为 ASON 设备日常维护注意事项	26
4.1.2 华为 ASON 设备配置智能业务失败类型	28
4.1.3 华为 ASON 设备业务中断处理流程	28
4.1.4 华为 ASON 设备业务的保护与恢复	29
4.2 朗讯 ASON 设备维护实战	30
4.2.1 网管 OMS 日常维护指南	30
4.2.2 在 OMS 系统中添加一条 ASON 电路	33
4.2.3 创建 1675LambdaUnite 上的 GE 业务	41
第 5 章 DWDM 系统维护实战	46
5.1 DWDM 分类故障处理	46
5.1.1 误码故障的分析	46
5.1.2 光功率异常故障	55
5.1.3 业务中断故障原因	58
5.1.4 波分瞬断的分析与定位	58
5.1.5 网元脱管分析	60

5.1.6	ECC 故障分析	60
5.2	开局光功率调测	60
5.3	色散补偿	62
5.3.1	色散补偿基本知识	62
5.3.2	长途波分产品的色散补偿	63
5.3.3	城域/NG 波分产品的色散补偿	64
5.4	波分复用系统中的 FEC 问题分析	64
5.5	阿尔卡特 DWDM 设备维护心得	66
5.5.1	阿尔卡特 1626 波分设备常见告警分析	66
5.5.2	阿尔卡特 1686WM、1626LM OA 维护注意事项	70
5.6	朗讯 DWDM 设备维护心得	72
5.6.1	日常维护注意事项	72
5.6.2	常见故障处理	73
5.7	波分系统维护中常见问题答疑	74
5.8	设备案例	77
第 6 章	SDH 维护实战	82
6.1	光数字传输设备障碍处理综述	82
6.2	误码原理与实例分析	87
6.3	对接与字节问题分析	96
6.3.1	开销穿通与终结	97
6.3.2	指针调整检测的原理解释	100
6.3.3	C2 字节失配导致 SDH 设备与路由器对接失败	101
6.3.4	J2 在华为、阿尔卡特以太网对开业务配置案例	101
6.3.5	输入抖动容限不合格导致对接不成功	105
6.3.6	阻抗不匹配造成的 2M 电路丢包	105
6.3.7	更改阻抗配置解决接地不良	106
6.3.8	路由器机壳没有接地导致 2M 对接失败	108
6.3.9	H1、H2 字节不同导致与路由器对接产生 AULOP	108
6.3.10	2M 保护膜引起的故障	109
6.4	环网保护	110
6.4.1	各种保护特点	110
6.4.2	四纤复用段保护环保护倒换典型案例分析	111
6.4.3	下插 MS-RDI 告警导致复用段倒换失败	113
6.4.4	华为 TPS 保护板 hardbad 告警的处理经验	114
6.4.5	J1 字节导致保护倒换不成功	115
6.4.6	更改 OptiX 2500 + 高阶开销穿通模式导致过环业务中断	116
6.4.7	环带链结点属性未配成 SNCP 导致业务中断	117
6.4.8	朗讯公司 SLM-2000 中继站故障引起环倒换	118

6.4.9	朗讯 TDM 10 G (STM-64) 业务中断分析	119
6.5	网络维护建议	120
6.5.1	网络优化	120
6.5.2	华为基站传输设备开通指南	123
6.5.3	本地传输网的组网发展趋势	127
6.6	电缆、光纤常见问题	129
6.7	设备维护心得	132
6.7.1	朗讯设备维护心得	132
6.7.2	中兴设备维护心得	137
6.7.3	阿尔卡特设备维护心得	140
6.7.4	华为设备维护心得	143
6.7.5	维护中的小技巧	163
第7章	电信以太网维护实战	168
7.1	以太网知识介绍	168
7.1.1	以太网应用业务类型介绍	168
7.1.2	其他相关知识	169
7.2	以太网专线故障分类	174
7.3	以太业务故障定位思路	174
7.3.1	以太业务故障定位手段	174
7.3.2	业务中断常见问题	176
7.3.3	业务劣化常见问题	176
7.4	以太网单板配置类故障处理方法	177
7.5	以太网专线业务配置规范	179
7.6	以太网故障典型案例分析	182
7.6.1	3 G 分组域电路组网中单站故障造成其他站分组电路丢包	182
7.6.2	集团客户组网中单条电路环回造成网络全阻	183
7.6.3	集团客户组网中, 用户设备 VLAN 配置冲突导致业务故障	184
7.6.4	GE02 千兆以太网业务视频点播画面频繁停滞	184
7.6.5	FTP 测试速率不达标	185
7.6.6	EGS2 每个 Vctrunk 只支持 4 个 VC4, 转发不能线速	186
7.6.7	GFP 封装不一致导致业务中断	186
7.6.8	MTU 设置不正确导致丢大包和网页打不开	187
7.6.9	光口频偏导致丢包	188
7.6.10	路由器时钟配置错误导致电路丢包	189
7.6.11	以太网端口属性 100 M 改为 10 M 解决网线衰耗引起的丢包问题	192
7.6.12	Metro5000 设备 GE02 的端口 MTU 值最大值问题	193
7.6.13	中兴 S390 SFE8 以太业务不通	193
7.6.14	网线故障引起丢包	194

7.6.15	EFT 单板和 EFS 单板对接业务不通	194
7.6.16	GFP 封装 FCS 序列不一致导致业务不通	194
7.6.17	2M 对接导致以太网业务无法开通	195
7.6.18	如何计算基于 SDH 的以太网业务实际带宽	196
7.6.19	仪表测试误码为 0, 通道不一定正常	198
7.7	华为 T2000 网管创建以太业务	199
7.7.1	OptiX 2500 + 设备 SNCP 以太业务	199
7.7.2	OSN3500 设备 SNCP 以太业务	201
7.7.3	MSP 复用段保护环	201
7.7.4	复杂组网配置以太业务	202
7.7.5	总结	203
第 8 章	数据通信与传输网管实战	204
8.1	数据通信基础知识简述	204
8.1.1	协议转换设备	204
8.1.2	HUB	207
8.1.3	交换机	207
8.1.4	路由器	207
8.1.5	三层交换	208
8.2	路由器类专线故障分析	208
8.3	传输网管	212
8.3.1	传输网管常见组建方案	212
8.3.2	传输网管常见故障	217
8.4	传输网管维护心得	218
8.4.1	华为设备网管维护心得	218
8.4.2	中兴设备网管维护心得	241
8.4.3	朗讯设备网管维护心得	251
8.4.4	阿尔卡特设备网管维护心得	254
第 9 章	传输维护中的技术指标	259
9.1	验收指标	259
9.1.1	40G 技术指标	259
9.1.2	抖动指标	271
9.2	维护指标	273
9.2.1	华为设备常用指标	273
9.2.2	中兴设备常用指标	279
9.2.3	朗讯设备常用指标	284
9.2.4	阿尔卡特设备常用指标	286
9.2.5	烽火设备常用指标	291

9.2.6	北电设备常用指标	291
9.2.7	监测口 MON 与实际的差值	292
9.2.8	波长偏移和信噪比指标	293
第 10 章	电信网中的工程验收	294
10.1	验收项目	294
10.1.1	硬件项目验收标准	294
10.1.2	设备系统项目	295
10.2	验收步骤	297
10.2.1	常用测试仪表和物料	297
10.2.2	准备工作	297
10.2.3	单机测试	298
10.2.4	系统测试	305
10.3	竣工文件资料	309
10.4	验收表格	310
第 11 章	传输技术比武分析与实战	312
11.1	理论试题分析	312
11.1.1	常见大题出题思路	312
11.1.2	常见分析简答	313
11.1.3	常见计算题	329
11.2	上机操作试题分析	331
11.2.1	SDH 上机操作出题思路	331
11.2.2	混合组网出题思路	335
11.2.3	上机操作解析题	339
11.2.4	上机操作练习题	357
第 12 章	比武体会	362
12.1	传输技术比武实操总结	362
12.2	国资委 2010 技能大赛总结	364
12.3	写在 2010 年国资委大赛之后	368
12.4	比、帮、赶、学、超	371
12.5	国资委 2010 大赛感想总结	372
12.6	遇到问题不要慌张, 找关键, 确定症结之所在	374
12.7	技术比武的那些事	375
12.8	国资委 2007 大赛忆记	377
12.9	多年磨练终有所获	380
12.10	在竞争中实现超越	380
12.11	提升理论水平, 积累维护经验, 善于学人所长	382

12.12 放松心态，团结一致 383

第 13 章 传输维护人员与职业发展 388

13.1 销售经验篇 388

13.2 转型篇 390

13.3 生活篇 392

13.4 为人处事篇 393

附录 A 373 结构 397

附录 B 路由器常用命令 398

附录 C 领导寄语 404

参考文献 406

电信传输网与传输网维护

在本章，我们先简单介绍传输网的相关知识，之后谈谈日常维护、故障处理方面的维护心得。

1.1 电信传输网简介

通信网可分为传输网、业务网和支撑网，它们之间的关系如图 1.1 所示。传输网在整个通信网络中是一个基础网，是各类业务网络的承载网，发挥的作用是传送各个业务网的信号，使每个业务网的不同结点、不同业务网之间互相连接在一起，形成一个四通八达的网络，为用户提供各种业务。

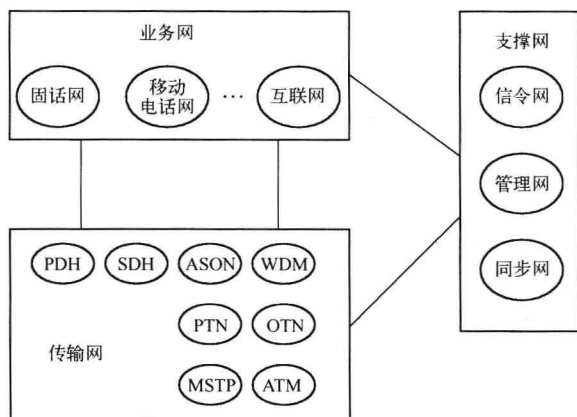


图 1.1 传输网、业务网、支撑网之间的关系

当前各大运营商的光传输网络以 SDH 为主，对大客户的接入普遍以放置 SDH 结点的方式来实现。但是由于技术和资源的原因，SDH 环网和链网的结点不可能放置在任意地理位置，仅能分布在有限的政治、文化、商业中心地带。这些结点将作为业务枢纽以树状网方式辐射周边地区，这种结构是环网和链网的有效补充，在边缘接入占有主导地位。对于边缘用户的接入，以 PDH 光端机的方式提供接入服务。在 PDH 光接入中，传统的接入采用的是点对点光端机的方式，直接通过 2M 链路接入骨干网。但是相对于 SDH 来说，PDH 的一些缺点阻碍了 PDH 设备在城域网边缘网络中更大规模的使用。

SDH（同步数字体系），顾名思义，其传输信号是在基准时钟的控制下同步传输的，它在 ISO 的 OSI 七层模型中属于第一层——物理层，SDH 的几个速率等级为 STM-1（155 Mb-

ps)、STM-4 (622 Mbps)、STM-16 (2.5 Gbps)、STM-64 (10 Gbps)、STM-256 (40 Gbps)。对具体业务来说, SDH 相当于一个透明的传输通道。相比于 PDH, SDH 速率更高, 有丰富的开销字节, 可以用于系统监控、环网保护及故障分析, 而 PDH 不能实现环保护; SDH 可以一次由最低次群复用进最高次群, 而 PDH 必须逐级复用与解复用; SDH 上的 MSTP 平台可用于承载 IP 业务, 而 PDH 必须用协议转换器来实现。

当今通信的传输骨干网大多是 SDH + DWDM (密集波分复用) 结构, IP 业务的爆炸式增长对 SDH 设备提出了新要求, 在 SDH 组网技术和设备功能上都出现了一些新特点, 比如 TDM 40 Gbps、超长复用段 MS-Spring 保护环、VC-4 级联技术、对 GE 接口的支持等。

WDM 分为 DWDM 和 CWDM。DWDM (密集波分复用), 即单芯光纤中可以同时传输 N 个波道, 波道间隔为 0.8 nm 和 0.4 nm, 每个波道都可以承载一个 SDH 系统, 目前国内商用最大系统为 160 波道 $\times$ 10 G (160 个波道, 每个波道的速率是 10 Gbps), 80 波道 $\times$ 40 G 的系统也商用了; CWDM (疏波分复用), 即单芯光纤中可以同时传输 N 个波道, 波道间隔为 20 nm, 主要用来承载城域网的 GE 业务。

OTN 通常是指波分光交叉, 下挂 PTN 和 SDH, SDH 通常用于传输传统业务, 如语音。PTN 作为一门新兴技术, 兼容 SDH 的所有业务, 不过重点还是数据业务方面, 如以太网、视频等业务。从字面上解释, PTN 叫做 Packet Translate Network (包传送网), SDH 叫做同步数字体系。从传输单元上看, PTN 传送的最小单元是 IP 报文, 而 SDH 传输的是时隙, 最小单元是 E1 即 2 M 电路。PTN 的报文大小有弹性, 而 SDH 的电路带宽是固定的, 这就是 PTN 与 SDH 承载性能的最本质区别。从协议上看, PTN 遵循 TMPLS, 即经过改进的 MPLS (多协议标签交换), 二者关系为 $TMPLS = MPLS - IP + OAM$ 。从业务管理能力来看, PTN 通过硬件收发管理报文来实现对信道的监控和管理, 而 SDH 通过开销字节实现系统的 OAM。

PTN 与 SDH 基于不同的协议, 所以两个体系不能混合组网, 即网络之间不能实现相互的监控、管理及保护倒换, 但标准接口的业务可以互通。比如, PTN 可以模拟 2 M 等各种电路, 一般提供 E1 电口, STM-1 光口等接口; PTN 也可以传输 MSTP 承载的 FE、GE 业务, 反之亦然。

ATM, 即异步转移模式, 和 STM 相对应, 在 ISO 的 OSI 七层模型中属于第二层——数据链路层。它采用存储转发模式, 不严格依赖于时钟。主要用在数据通信和专网方面。

MSTP, 即多业务传输平台, 实际上也是一种 SDH 设备, 只不过它的支路业务比普通的 SDH 设备丰富, 增加了 GE、FE 等以太网端口业务。

ASON, 即自动交换光网络, 是在 SDH 的基础上, 对设备加载了智能软件, 使得网络具备一定智能性, 比如重路由特性。

通信网传输领域中最新的一个概念是 IPRAN, 它是下一步移动宽带承载解决方案, 主要用在各个地市的移动宽带互联上。原来 RNC-nodeB 间的语音和数据业务承载的都是 MSTP, 比较浪费, 成本高, 下一步是 ATN 设备 + CX 设备组成数据网络, 比较接近数据通信领域。

1.2 传输网维护概述

我们平时对于传输网的维护主要分为日常维护和故障处理两个方面。

1. 日常维护

传输网络的稳定运行离不开维护人员的精心维护, 只有在日常维护中做到预检预修, 尽

可能早地发现故障隐患，才能尽最大可能杜绝网络故障的发生；与其出现故障后手忙脚乱地抢修，不如将障碍消灭在萌芽状态。这种变被动应付为主动维护的方式，是所有维护人员需要掌握的技能。

传输网的日常维护中最重要的一项工作之一就是告警和性能的查看，这需要每天监测。通过查看告警可及时发现网络出现的故障，通过查看性能可发现网络隐患，比如某段光路出现光功率异常降低，可怀疑是光缆受损或者光板故障，在割接窗口时通过光板自环等措施排除故障。华为 T2000 网管可通过“配置”、“光功率管理”菜单查看全网的光功率，并可设定基准值，后续查询光功率时如与基准值相差 3 dB 以上，可通过不同颜色进行提醒，非常方便。

对于华为一些早期的设备，如 OptiX 155/622H、OptiX 155/622，无法查询光功率，只能通过查看性能来确定光路是否正常。需要注意的是当通道环的备用通道出现误码时，在开通的业务性能上是查询不出来的，因为开通的业务不经过此备用通道，只有通过定期的倒换测试，或者在日常维护中查询所有光缆段的性能来解决；如果是一个大规模传输网络，光缆段有成百上千条，查询一遍可能需要一天的时间，实现起来有困难，只能通过缩短倒换测试周期来解决。

日常维护的另一项工作就是备品备件和测试仪表的管理。书到用时方恨少，备品备件也是如此，要根据网络规模预留充足的备品备件，对现网设备已配备 1 + 1 热备份的单板，备件可酌情减少，所有的备件要至少保证两块以上，在现网单板版本升级时，不要忘记对备件版本的升级。备件的保存最好有单独的库房，环境条件良好，并须定期对备件进行加电测试，避免在出现故障时出现这样的尴尬情况：拿着备件辛辛苦苦跑了几十公里，结果发现备件也是坏的。对换下来的故障板件要及时返修，保证备件可用。测试仪表就好比战士手中的武器，也需要保养并定期测试指标是否良好；对于光功率计、光源、2 M 误码仪等常用仪表，要注意备用电池等是否充足，如果出现故障后发现仪表也是坏的，将导致最基本的障碍情况都掌握不了，而且有可能导致障碍超时。

日常维护可以说是简单重复、枯燥乏味的一项工作，时间长了往往令人产生厌倦懈怠情绪，但它也是最基本的一项工作，贵在坚持，坚持下去的一个好处就是可以熟悉整个传输网络。当一个陌生的网络发生故障时，维护水平再高的人员处理起来也未必得心应手，只有把自己维护的网络摸透，处理故障时才会起到事半功倍的效果。

2. 故障处理

设备在网运行，不可避免地会出现器件老化的现象，再加上制造工艺、外部因素等原因，设备障碍自然会出现。障碍只能尽可能地去避免，不可能杜绝。出现故障之后，快速、准确地定位故障点，及时地恢复业务，成为维护人员的当务之急。故障处理最能体现一名维护人员的技术水平，他不仅需要熟悉所维护的设备特性，还要具备扎实的理论功底、冷静的头脑、过硬的心理素质，甚至还要考虑外部因素（如天气、电源等）对设备的影响。

一般来说，传输网故障主要有设备故障和线路故障，处理方法也是耳熟能详的几种，比如告警法、性能分析法、环回法、替换法、配置数据分析法、更改配置法、仪表测试法、经验处理法等。同一种故障现象在不同的情形下有着不同的故障原因，这需要维护人员灵活判断，因此故障处理不能拘泥于某种固定的处理方法，最适合的就是最好的，只有尽快排除故障才是最根本的任务。

40 G 传输网维护实战

随着各种业务需求的不断增长，路由器出现 40 Gbps 速率接口。现有波分系统的单波承载速率为 10 Gbps，无法满足下一步业务发展需求。在本章，我们将为大家介绍 40 G（单波道速率为 40 Gbps 的 DWDM 系统）。新技术及 40 G 传输网的检测和维护方法。

2.1 40 G 新技术简介

相比于 10 G 系统（单波道速率为 10 Gbps 的 DWDM 系统），40 G 系统中的 OSNR 容限、色度色散（CD）、偏振模色散（PMD）和光纤非线性效应对系统的影响很明显。

1. 40 G 的特点

- （1）频域：40 G 信号的谱宽是 10 G 信号的 4 倍（时域：40 G 码宽为 10 G 的 1/4）。10 G NRZ -20 dB 谱宽为 0.1 nm，RZ 谱宽为 0.2 nm；而 40 G NRZ 谱宽为 0.4 nm（标准要求 0.6 nm）。
- （2）40 G 的 OSNR 容限比 10 G 低 6 dB（4 倍）。
- （3）信号的色散容限与信号速率或带宽的平方成反比，因而 40 G 色度色散容限 = 10 G 容限/16。
- （4）40 G PMD 容限（2.5 ps）为 10 G 的 1/4。
- （5）考虑到光纤非线性效应，80 × 40 Gbps 多跨段系统要求单信道入纤功率为 1 dBm。

2. 40 G 关键技术——码型调制技术

40 G 常用的编码技术如图 2.1 所示，主要有 4 种：ODB（光双二进制码）、DPSK（差分相移键控）、DQPSK（差分四相相移键控）、PM-QPSK（双极化四相相移键控）（也称为 DP-QPSK 调制）。

表 2.1 为编码技术对比表，其中 DQPSK 和 DPSK 是目前主流的技术，用于波分侧；ODB 常见于客户侧；PM-QPSK 是最优的技术，但难度大。

表 2.1 编码技术对比表

关键参数	ODB	P-DPSK	RZ-DQPSK	PM-QPSK
信号波特率/GHz	40	40	20	10
50 GHz 波长间隔	支持	支持	支持	支持
OSNR B2B/dB	16.5	<13	<12.5	<11
CD 容限（+TDC）	劣	良好	良好	+ DSP，优