

智能光网络

运行维护管理

武文彦 主 编
董晔 杨永定 副主编

ZHINENG GUANGWANGLUO
YUNXING WEIHU GUANLI



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

智能光网络运行维护管理

武文彦 主 编
董 晔 杨永定 副主编
苑庆彬 黄卫国 张建朝 参 编
王永强 孙冬华 高文剑

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

这是一本关于智能光网络运维管理方面的图书,对提高本专业运维管理人员的技能有一定指导性。全书共分10章,在概述智能光网络知识和业务特性的基础上,介绍了典型智能光网络主要设备的构成原理,并以目前应用的新一代光网络智能设备为例进一步介绍了其技术特性和指标,重点介绍了智能光网络的测试内容和方法,在网管基本功能、智能业务规划、创建开通、智能特性管理、日常维护内容等方面较为全面地阐述了智能光网络运维管理中应该掌握的知识。

本书注重新技术、新知识、新标准的应用,思路清晰、概念准确、简明扼要、突出重点、通俗易懂、注重实际。内容贴近通信网络实际和学校教学,可以作为本专业运维管理、规划设计、工程建设人员的知识读本,也可作为光纤通信专业师生的参考书。

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

智能光网络运行维护管理/武文彦主编. —北京:电子工业出版社, 2012.1
ISBN 978-7-121-15205-4

I. ①智… II. ①武… III. ①光纤通信—通信网 IV. ①TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 241398 号

责任编辑:曲 昕

印 刷:北京东光印刷厂

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:23 字数:585 千字

印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价:58.00 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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

智能光网络代表了光网络技术发展的方向，近几年来随着其标准的不断完善、技术的不断成熟和产品的规模应用，已经呈现出极强的生命力和很好的发展前景。虽然智能光网络在某些方面还存在一定的局限性，但其先天所具有的优异性能已使它成为下一代光网络发展的首选技术。

随着智能光网络的发展和应用，在人们对光网络的认识逐步深入的过程中，网络的运维管理目前已成为人们关注和研究的重要内容。光网络的智能化使得网络功能和运维管理模式发生了深刻变化，特别是智能网络具有多路由或多路径特性，通过多种途径业务的保护和恢复策略，使得传输业务的质量得到了极大改善，甚至网元或路由故障对传输业务不会带来任何影响。因此，智能光网络要求网络管理者的运维模式从传统的网元管理向网络管理转变，以网络为中心逐步向以业务为中心转变，业务质量的保证将成为新一代光网络运维管理的主要内容或模式。

高等级的业务质量取决于有效的运维管理，来源于稳定的网络运行。在智能光网络运维管理中，智能业务的管理和网络性能的优化是提高业务质量的主要途径。依靠智能光网络网管系统这个技术平台，可以完成智能业务的等级划分、业务配置和网络优化等多项功能，通过网管系统中的各项管理数据，能够完成网络性能和业务质量的实时监控，并对网络性能作出综合分析和评估。目前构建智能光网络的主要节点设备是 OTN 和 ASON 产品，了解设备结构原理和关键技术是搞好运维管理的先决条件，利用智能节点设备的自动管理功能，可以大大提高网络传输的效能。智能光网络的网络测试是对网络性能和传输质量进行科学评估和精细化管理的重要手段，了解和掌握测试方法和测试内容是网络运维管理者必备的技能 and 知识。依托软件仿真模拟系统进行网络管理，是智能光网络运维管理相对于传统网络所添加的新内容，通过规划软件可以进行网络智能业务规划和网络结构优化。利用软件仿真模拟可以找出网络资源瓶颈所在，预先对网络资源进行调整或扩容优化，对运行中的设备做到主动维护、主动发现问题、修复问题和避免问题，从根本上提升网络的传输质量，保证网络的稳定运行。

本书依据最新的国际和国家标准，参考设备厂家提供当前最新的网络节点设备，结合作者在网络规划建设和运维管理中的经验体会，全面系统地介绍了智能光网络运维管理中应该掌握的主要知识，全书共分 10 章。第 1 章阐述了智能光网络运维管理基本概念、OTN 关键技术及优势；第 2、3、4 章系统介绍了典型 OTN、ASON 设备的构成原理、实现技术、设备类型及功能；第 5 章介绍了智能光网络网管的主要功能和特点，重点介绍对智能设备特性管理所涉及的内容；第 6、7 章较为详尽地阐述了 OTN 和 ASON 网络的调测内容和方法，同时对网络性能和功能测试作了重点介绍；第 8 章介绍了智能业务规划与仿真的主要原则、思路方法和基本流程，并通过举例方式加深对其的理解；第 9 章介绍了智能业务的创建和开通应该掌握的方法和知识；第 10 章介绍了智能光网络的日常维护内容和应该注意的问题。

本书由武文彦主编，董晔、杨永定为副主编，武文彦、张建朝编写了第 1、2 章，董晔、黄卫国编写了第 3、4 章，武文彦、苑庆彬编写了第 5、8 章，杨永定、王永强、孙冬华编写了第 6、7 章，武文彦、高文剑编写了第 9、10 章。全书由武文彦统稿并编写了前言。在本书编写过程中，引用了一些已经公开发表或尚未发表的资料，在此对其作者表示感谢。此外，在本书的编写过程中得到了张宁主任和赵莺副主任的指导和支持，得到了邓立杰、冯斌、杨洪卫和孙斌等同志的帮助，在此谨向他们表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加上智能光网络又是一项正在发展中的新技术，书中难免出现疏漏和错误，敬请同行和读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 智能光网络概述	1
1.1 概述	1
1.1.1 智能光网络主要特点	1
1.1.2 智能光网络发展现状	2
1.1.3 智能光网络运维管理	2
1.2 智能光网络基础知识	4
1.2.1 智能光网络构成	4
1.2.2 网络基本术语	5
1.2.3 网络业务特性	7
1.2.4 网络时钟特性	17
1.3 OTN 关键技术	18
1.3.1 技术优势	19
1.3.2 光层调度	19
1.3.3 电层调度	20
1.3.4 OTN 传输中的关键技术	20
1.3.5 智能光功率管理功能	24
1.4 OTN 传输特性	28
1.4.1 假设参考光通道	28
1.4.2 OTN 网络分层	29
1.4.3 OTN 网络分域	29
1.4.4 误码性能	30
1.4.5 误码性能可用性目标	31
1.4.6 抖动和漂移特性	32
第 2 章 OTN 设备类型和功能	34
2.1 OTN 设备概述	34
2.1.1 OTN 设备类型	34
2.1.2 客户信号的映射	37
2.1.3 OTN 设备功能	39
2.1.4 典型的 ROADMs	41
2.2 OTN 设备接口	44
2.3 OTN 保护类型及功能	44
2.3.1 通用保护功能	44
2.3.2 线性保护功能	45

2.3.3	环网保护功能	47
2.3.4	保护和恢复协调机制	49
第 3 章	典型 OTN 设备介绍	50
3.1	华为 OptiX OSN 6800	50
3.1.1	系统结构原理	50
3.1.2	网络应用环境	51
3.1.3	光层技术	51
3.1.4	电层技术	52
3.1.5	接入业务类型	52
3.1.6	保护机制	53
3.1.7	OTN 关键技术	54
3.1.8	PID 光集成技术	55
3.1.9	时钟特性	56
3.1.10	ROADM 技术	57
3.1.11	设备硬件主要指标	60
3.2	中兴 ZXONE 8000	68
3.2.1	系统结构原理	68
3.2.2	设备主要特点	69
3.2.3	光层调度	71
3.2.4	电层调度	71
3.2.5	二层 (L2) 交换功能	72
3.2.6	WASON 功能	73
3.2.7	设备硬件主要指标	75
3.3	烽火 FONST 3000	87
3.3.1	系统结构原理	87
3.3.2	设备主要特点	88
3.3.3	网络应用环境	89
3.3.4	交叉调度能力	89
3.3.5	传输容量与距离	90
3.3.6	业务接入能力	91
3.3.7	保护能力	91
3.3.8	波长可调功能	92
3.3.9	光功率管理功能	92
3.3.10	故障定位和分析	95
3.3.11	性能在线监测	95
3.3.12	智能风扇	96
3.3.13	设备硬件主要指标	97
3.3.14	配置应用	107
3.3.15	传输性能指标	113

第 4 章 典型 ASON 设备介绍	116
4.1 华为 OptiX OSN 7500	116
4.1.1 设备应用环境	116
4.1.2 设备交叉容量	117
4.1.3 业务接入功能	117
4.1.4 保护功能	120
4.1.5 扩展功能	121
4.1.6 网络管理特性	123
4.1.7 设备硬件主要指标	124
4.2 中兴 ZXONE 5800	133
4.2.1 设备主要特点	133
4.2.2 设备交叉容量	135
4.2.3 业务接入功能	135
4.2.4 设备智能功能	137
4.2.5 保护功能	139
4.2.6 定时功能	140
4.2.7 设备硬件结构	141
4.2.8 设备主要性能	147
4.3 烽火 FonsWeaver780A	154
4.3.1 设备主要特点	154
4.3.2 设备应用环境	154
4.3.3 设备接口	155
4.3.4 交叉组网能力	157
4.3.5 保护能力	158
4.3.6 DCC 和 SSM	159
4.3.7 系统硬件结构	160
4.3.8 设备主要性能	164
第 5 章 智能光网络网管主要功能	166
5.1 概述	166
5.1.1 网管主要功能	166
5.1.2 网管主要特点	167
5.2 安全管理	168
5.2.1 用户管理	168
5.2.2 权限管理	169
5.2.3 网管用户鉴权管理	170
5.3 拓扑管理	172
5.3.1 拓扑图及其功能	172
5.3.2 拓扑告警显示	173
5.3.3 拓扑自动发现	173

5.3.4	时钟视图及功能	174
5.4	告警管理	175
5.4.1	告警级别	175
5.4.2	告警上报和处理流程	176
5.4.3	全网告警监视	176
5.4.4	告警统计与屏蔽	179
5.4.5	相关性分析	179
5.4.6	告警同步	180
5.4.7	告警抑制	181
5.4.8	告警跳转	181
5.4.9	告警维护经验库	182
5.5	故障诊断	183
5.5.1	FTTx 远程故障诊断	183
5.5.2	IP 网络故障诊断	183
5.6	性能管理	184
5.6.1	性能管理能力	184
5.6.2	性能管理过程	185
5.6.3	网络性能监控	186
5.7	ASON 特性管理	187
5.7.1	智能拓扑管理	187
5.7.2	控制链路管理	187
5.7.3	成员链路管理	187
5.7.4	TE 链路管理	187
5.7.5	智能路径管理	188
5.7.6	UNI 业务管理	188
5.7.7	智能时钟子网管理	188
5.7.8	智能路径和传统路径的融合	189
5.8	OTN 特性管理	189
5.8.1	OTN 网元管理	189
5.8.2	OTN 保护子网管理	192
5.8.3	OTN 端到端管理	192
5.8.4	管理控制平面参数	193
5.8.5	光功率调节	194
5.8.6	色散补偿	195
5.8.7	海缆线路管理	195
5.8.8	海缆线路监控	195
5.9	MSTP 特性管理	195
5.9.1	MSTP 网元管理	195
5.9.2	MSTP 保护子网管理	198
5.9.3	MSTP 端到端管理	199

5.9.4	MSTP IP 端到端管理	200
5.10	存量管理	200
5.11	日志管理	201
5.11.1	日志类型	202
5.11.2	查询/统计日志	202
5.11.3	日志转发	202
5.11.4	日志转储/导出	202
5.12	数据库管理	203
第 6 章	OTN 网络调测	205
6.1	OTN 系统测试参考点	205
6.1.1	OTN 光终端复用设备参考点	205
6.1.2	OTN 电交叉设备参考点	206
6.1.3	OTN 光交叉设备参考点	206
6.1.4	OTN 光电混合交叉设备参考点	206
6.1.5	OTN 系统通用参考点	207
6.2	S/R 点光接口测试	207
6.2.1	平均发送光功率	207
6.2.2	接收机灵敏度	208
6.2.3	接收机过载功率	208
6.2.4	中心频率(波长)及偏移	209
6.2.5	最小边模抑制比(SMSR)	209
6.2.6	最大-20 dB 谱宽(σ_{-20})	210
6.2.7	抖动产生	211
6.2.8	输入抖动容限	211
6.3	光监测通道(OSC)测试	212
6.3.1	光监控信道平均发送光功率	212
6.3.2	光监控信道实际接收光功率	212
6.3.3	接收灵敏度测试	213
6.4	FEC/AFEC 纠错前/后误码率测试	213
6.4.1	FEC/AFEC 纠错前误码率测试	213
6.4.2	FEC/AFEC 纠错后误码率测试	214
6.5	以太网业务 24 小时长期误码测试	214
6.6	主光通道光功率测试	215
6.6.1	MPI-S 点输出光功率测试	215
6.6.2	MPI-R 点输入光功率测试	216
6.6.3	总输出输入光功率测试	216
6.6.4	MPI-R 点每通道光信噪比	217
6.7	光线路放大器(OLA)测试	217
6.8	OTN 交叉功能测试	218

6.8.1	OTN 电交叉功能测试	218
6.8.2	OTN 光交叉 (OCH) 功能测试	220
6.8.3	OTN 光交叉 (OCH、ODUk) 功能测试	221
6.9	保护性能测试及功能检查	221
6.9.1	OCh 的 1+1 保护倒换	221
6.9.2	ODUk 的 SNC 保护倒换	222
6.9.3	光波长共享保护 (OCh SPRing) 倒换	222
6.9.4	ODUk 环网保护 (ODUk SPRing) 倒换	222
6.10	OTN 控制平面测试	222
6.10.1	控制平面系统性能测试	222
6.10.2	自动发现和链路管理功能测试	223
6.10.3	控制平面的人工配置功能	223
6.10.4	基于控制平面的保护恢复测试	223
6.11	网管功能测试	224
第 7 章	ASON 网络调测	226
7.1	ASON 参考点及组网模型	226
7.1.1	ASON 参考点	226
7.1.2	ASON 组网模型	226
7.2	传送平面测试	227
7.2.1	SDH 光接口测试	227
7.2.2	电接口测试	227
7.2.3	交叉连接功能测试	227
7.2.4	端到端误码/丢包率性能测试	230
7.3	控制平面功能测试	231
7.3.1	信令功能测试	231
7.3.2	路由功能测试	239
7.3.3	自动发现功能测试	244
7.3.4	分布式控制验证	247
7.4	ASON 控制平面可靠性测试	247
7.4.1	控制通道失效测试 (带内和带外方式)	247
7.4.2	控制平面节点失效测试	249
7.5	控制平面性能测试	251
7.5.1	SC 连接建立时间	251
7.5.2	SPC 连接建立时间	252
7.5.3	SC 连接拆除时间	253
7.5.4	SPC 连接拆除时间	253
7.6	路由协议收敛时间	254
7.7	ASON 控制平面协议测试	255
7.7.1	E-NNI 协议测试	255

7.7.2	UNI 接口协议测试	261
7.8	管理平面测试	271
7.8.1	传送平面管理功能测试	271
7.8.2	控制平面管理功能测试	271
7.8.3	故障管理	280
7.8.4	性能管理	280
7.8.5	计费管理	281
7.8.6	安全管理	282
7.9	网络保护恢复测试	282
7.9.1	基于传送平面的保护测试	282
7.9.2	基于控制平面的保护测试	282
7.10	网络恢复测试	286
7.10.1	恢复路由的计算方式	286
7.10.2	预置重路由恢复（单故障和多故障）	287
7.10.3	动态重路由恢复（单故障和多故障）	288
7.10.4	软重路由	288
7.10.5	恢复的优先级	289
7.10.6	额外业务测试	290
7.11	保护与恢复的结合	291
7.11.1	基于传送平面的保护与动态恢复的结合	291
7.11.2	基于控制平面的保护与动态恢复的结合	294
7.12	在线更改业务的保护恢复属性	297
7.13	大业务量保护和恢复测试	298
7.14	域间保护恢复	300
7.14.1	域间链路保护	300
7.14.2	域间节点故障	300
第 8 章	智能业务规划与仿真	302
8.1	概述	302
8.1.1	智能的业务种类	302
8.1.2	智能业务选路策略	303
8.1.3	智能业务规划模拟工具	303
8.2	智能业务规划流程	303
8.3	智能业务规划实例	304
8.3.1	确定具体的规划目标	304
8.3.2	收集网络信息	305
8.3.3	业务矩阵信息	305
8.3.4	SLA 等级划分和业务分布分析	306
8.3.5	智能节点选取	306
8.3.6	网络容量计算	308

8.3.7	网络安全分析	309
8.3.8	输出规划结果	311
8.4	网络发展中的网络规划	312
第 9 章	智能业务的创建与开通	314
9.1	资料及器材准备	314
9.1.1	资料准备	314
9.1.2	双主控板的准备	314
9.1.3	器材工具准备	314
9.2	开启智能特性之前的准备	315
9.2.1	查询/设置 DCC 字节	315
9.2.2	查询/设置每个智能网元的 Node ID	315
9.2.3	初始化网元并创建单板	315
9.2.4	ECC 子网规划	315
9.3	智能网元创建	316
9.3.1	开启智能特性	316
9.3.2	创建智能网元	316
9.3.3	查询/设置控制通道状态	316
9.4	拓扑自动发现	317
9.4.1	智能网元自动发现	317
9.4.2	控制链路自动发现	317
9.4.3	TE 链路自动发现	318
9.5	创建 TE 链路	319
9.5.1	控制通道	319
9.5.2	控制链路	319
9.5.3	创建 TE 链路	319
9.6	创建复用段和 SRLG	322
9.6.1	创建复用段	322
9.6.2	创建 SRLG	322
9.7	创建智能业务	322
9.7.1	创建钻石级业务	322
9.7.2	创建隧道业务	323
9.7.3	端到端的业务配置	323
9.7.4	智能业务的删除	324
9.8	智能电路不同 SLA 间转换	324
9.9	创建智能业务组	324
9.10	智能路径的创建和删除	325
9.10.1	创建智能链路的条件	325
9.10.2	创建 LSP 的过程	325
9.10.3	删除 LSP 的过程	326

9.10.4	LSP 的重路由过程	327
9.10.5	修改 LSP 路由的过程	328
第 10 章	智能光网络日常维护	329
10.1	智能业务日常维护应注意的问题	329
10.1.1	Node ID 配置	329
10.1.2	开关智能特性	329
10.1.3	接口配置	329
10.1.4	硬件操作	330
10.2	日常维护项目及维护周期	330
10.3	智能网元数据库备份	331
10.4	智能业务的日常维护基本操作	332
10.4.1	TE 链路检查	332
10.4.2	离散交叉检测	332
10.4.3	智能业务检查	333
10.4.4	智能业务组检测	333
10.4.5	控制平面告警检查	334
10.4.6	业务承载方案检查	335
10.4.7	DCC 穿通链路检查	335
10.5	网络生存性仿真分析	336
缩略语		337
参考文献		351

第 1 章 智能光网络概述

智能光网络代表了光网络技术发展方向，它能够解决带宽快速部署、端到端配置和保护/恢复等问题，提供 QoS/SLA 和分布式的网络控制能力。随着其标准的不断完善、技术的不断成熟和产品的规模应用，已经呈现出极强的生命力和很好的发展前景，虽然在某些方面还存在一定的局限性，但其先天的优异性能已经成为未来光网络发展的首选技术。

1.1 概述

智能光网络是指具有光网络传送业务的自动交换连接功能，能够实现网络资源实时地按需配置和动态地网络资源优化的网络。目前具有自动交换光网络 ASON 功能的光网络被称为智能光网络。自动交换光网络 ASON 使光网络传送及组网技术与因特网 IP 协议得到了完美结合，在光传送网络原有的传输平面和管理平面中引入控制平面，通过信令网使得光网络具备了智能化功能。

1.1.1 智能光网络主要特点

智能光网络主要特点表现在以下几个方面。

1. 光层上按需提供服务

智能光网络能够直接在光层上按需提供服务，能够适应网络拓扑的改变（结构和网元设备的增减），通过公共的控制平面加速服务，根据网络和相关服务的需要改变网络规模，提供各种服务等级和保护机制。

2. 基于流量工程的路由选择

智能光网络具备实时的流量工程控制，允许将网络资源动态地分配给路由，能够对网络、资源、业务流量进行更加智能化的配置，可以根据数据流量和类型实现数据业务的分类管理。

3. 快速的端到端业务配置

智能光网络具有智能化控制特点。能够动态地、自动地完成端到端光通路的建立、拆除和修改，具备链路管理、连接进入控制和业务优先级管理等功能，具备不同粒度业务的快速交换能力（包括分组交换 PSC、波长交换 LSC 和光纤交换 FSC 等）。

4. 资源和拓扑自动发现

智能光网络具备自动资源发现功能，如地址发现、邻接发现、业务发现、信息通道连接发现等，为网络的高效运行和快速调度提供了方便。

5. 网络具有极强的生存性

智能光网络具备优良的网络生存性能,具有对网络业务极强的保护和故障恢复能力。当网络出现故障时,能够根据网络拓扑、可用资源、业务配置等信息智能地指派最佳恢复路由,特别是采用分布式的智能控制与管理,通过分布式恢复策略实现全网业务的快速恢复。

6. 支持多种业务的客户层信号

智能光网络将光网络资源与数据业务,通过分布处理的方式自动地联系在一起,形成了一个响应快和性价比高的光传送网,并保持所传送客户层信号的比特率和协议相对独立,可以做到对多种业务客户层信号的支持。

7. 可以提供新业务

智能光网络可以提供新业务类型。例如按需带宽业务、波长批发、波长租用和光虚拟专用网(OVPN)等;可以提供各种不同质量级别的区分业务,例如可以根据不同的业务类别在不同层面上提供不同级别的保护和恢复。

8. 具有优良的可扩展性和设备互联互通性

智能光网络具有优良的网络可扩展性和设备互联互通性,通过一系列统一的标准和协议来约束和规范设备厂商的网络接口。

1.1.2 智能光网络发展现状

目前在我国智能光网络的推广应用中,设备被分为两种类型,其一是基于ASON功能的OTN技术,称为OTN设备;其二是基于ASON功能的SDH技术,称为ASON设备。这两种设备均具有ASON功能,本书中统称为智能光网络设备,由该设备构成的网络称为智能光网络。这些智能光网络设备除了继承传统光传送设备或系统的主要功能外,并具备ASON网络的主要特点。

我国ASON技术的研究起步较早,中国通信标准协会在2002年10月就启动了ASON标准的制定和研究工作。经过几年努力攻关,ASON标准得到不断完善,多厂家产品的互联互通经过了测试。目前以华为公司、中兴公司和烽火公司为代表的传输设备生产厂家均已成熟的系列产品,智能光网络设备的关键指标均已处于国际先进水平。

ASON产品:华为公司主要以Optix OSN 2500、Optix OSN3500、Optix OSN7500、Optix OSN9500等为主的系列产品;中兴公司主要有ZXWM S385、ZXONE5800为主的系列产品;烽火公司主要以Fons Weaver780A/780B为主的系列产品。

OTN产品:华为公司以Optix OSN 1800/3800/6800/8800为主的系列产品;中兴公司以ZXSM820/920为主要系列,并新研制了ZXONE8000的核心节点OTN设备;烽火公司以FONST3000/4000为主打产品的OTN设备。

1.1.3 智能光网络运维管理

智能光网络使得其传统的运行维护方式发生深刻的变化。首先是网络的功能和层次变得简单和扁平化,业务的种类和提供方式更加灵活和多样;其次是以网络为中心,以

网管为手段的运维模式转变成了以客户为中心，以服务保障为手段，以业务质量为主要内容的新的运维管理模式。

随着新一代智能光网络的形成和完善，传统的运维模式已经无法为单独的业务在网络中运行提供有效的监控，特别是智能网络存在着多路由或多路径的特性，这种情况下多种途径业务的保护和恢复策略使得业务传输质量得到极大改善，网元或路由的故障可能不会造成业务的任何影响，甚至出现断线路不断系统，断系统不断业务的现象。因此网络管理需要面向客户提供一种有效的业务监控手段，以实现可靠而有力的服务保障。所以智能光网络要求网络管理者的运维模式要以网络为中心，逐步向以业务为中心转变，从传统的网元管理向网络层管理转变，最终向业务服务保障转变，实现以客户为中心，以服务保障为手段，以业务质量为主要内容的新的运维管理模式。围绕着人们对光网络运维模式的探讨和研究，智能光网络的运维管理相对于传统网络增加了以下几个方面的内容。

1. 智能业务规划设计

智能业务 SPC (Soft Permanent Connection, 软永久连接) 的规划设计是智能光网络运维管理中的难点也是重点，这些内容包括完成复杂的 Mesh 网络业务规划和 SRLG 设计等。智能光网络提供了更加丰富的业务等级，根据需求设计业务矩阵，可以为不同等级的业务提供不同的保护策略。这样在网络设计之初就要根据业务需求设计业务矩阵。每个矩阵都有不同的速率要求，采用不同的保护策略。由于智能光网络中网络资源是平坦的，可以根据实际动态需求进行调度，业务规划就是非常困难的事，用人工的方式也很难兼顾网络效率和优化每个矩阵的业务路由。这时，如果在网络规划中还要求网络具备抗多点失效的能力，那网络规划任务就更加复杂。对于这样的业务规划任务必须要依赖完善的网络规划工具来进行。

在网络业务规划中为避免在网络出现故障时造成更长的恢复时间，还需要解决 SRLG (Shared Risk Link Group 共享风险链路组) 规划问题，特别是对于经过多年建设后形成的网络，随着网络规模的逐渐增大，规避 SRLG 问题就变得越来越难，甚至从某种程度说成为了一个“不可能解决的问题”。所以解决 SRLG 问题也需要利用规划工具来帮助完成。

2. 智能业务仿真验证

智能业务规划仿真验证是保障业务加载前所必需的过程。仿真验证的主要任务就是通过网络模拟的方法，分析网络在各种故障场景下的各种行为，包括各种业务的保护和恢复以及各相关链路的资源使用情况，最终分析出整个网络的生存性。通过分析并能够定位出需要给予重点维护的关键链路。更重要的是，验证是基于网络的设计容量进行的故障模拟，分析断纤后网络业务恢复情况，了解网络瓶颈，可以为规划人员对网络的规划结果进行调整提供依据。

由于智能光网络的业务自愈是主动的，恢复路由存在一定的不确定性，验证规划结果并定位重点维护链路及利用仿真技术进行这项工作是不可缺少的。智能业务规划完成后在业务加载前需要对恢复路径进行预设。根据事先业务规划设计路由，在发放业务智能光网络中还存在恢复业务路由选择的随机性问题，为了提高网络的可控性和提高恢复