

ROADM/OXC Research on Application of Optical Protection and Restoration in ROADM/OXC Network

网络光层保护恢复机制应用研究

张传熙¹,王 硕²,段 宏¹(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州 450007;2. 中国联通研究院,北京 100048)

Zhang Chuanxi¹, Wang Shuo², Duan Hong¹(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 2. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘 要:

总结分析了ROADM/OXC系统的几种保护恢复机制,现网测试了OMSP和WSON的协同工作能力,OCH 1+1、OMSP和WSON的协同工作能力,并依托现网测试数据,对ROADM网络中保护与恢复技术的工程应用进行了研究。研究表明ROADM与OXC 2种设备支持混合组网,均可支持OMSP+WSON协同保护,但WSON网络对OCH 1+1与OMSP的组合支持程度有限。

关键词:

波长交换光网络;光复用段保护;光通道层1+1保护;重路由

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.11.017

文章编号:1007-3043(2021)11-0089-05

中图分类号:TN913.7

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Several protection and recovery mechanisms of ROADM / OXC system are summarized and analyzed. The cooperative working ability of OMSP and WSON, OCH 1+1, OMSP and WSON are tested in the current network. Based on the test data of the current network, the engineering application of protection and recovery technology in ROADM network is studied. The research shows that ROADM and OXC support hybrid networking, and both support OMSP+WSON cooperative protection, but the WSON network has limited support for the combination of OCH 1+1 and OMSP.

Keywords:

WSON; OMSP; OCH 1+1; Reroute

引用格式:张传熙,王硕,段宏. ROADM/OXC 网络光层保护恢复机制应用研究[J]. 邮电设计技术,2021(11):88-92.

0 引言

随着5G、云计算、物联网等新技术的兴起,光传送网也向着宽带化、分组化、动态化和智能化方向发展。

在此背景下,可重构光分插复用器(ROADM)和全光交叉(OXC)设备应运而生,在网络智能化、灵活调度等方面取得了长足的进步。同时也引入了基于波长交换光网络(WSON)的路由规划策略、业务保护与恢复机制、光层损伤的评估与控制等全新的

概念。本文主要从业务生存性角度,对ROADM/OXC网络的保护恢复机制给出工程应用建议。

1 WSON网络的保护恢复机制

ROADM是光波分复用系统中的一种具备在波长层面远程控制光信号分插复用状态能力的设备形态,可以理解为WDM设备增加了波长可重构特性。所以WDM系统的传统保护手段,如光通道1+1保护、光复用段保护(OMSP)等,在ROADM系统也适用。

在加载了控制平面后,在波长可重构特性的加持下,ROADM系统就具备了波长交换光网络(WSON)的

收稿日期:2021-10-14

表 1 OMSP+WSON 协同保护测试记录

测试顺序	操作	结果	备注
1	关闭北京发保定主用方向的 OA 激光器,测试业务 λ1	业务发生 OMSP 单端倒换,中断时长为 16.864 ms。	
2	打开上述激光器	等待 WTR 时间自动返回主用路由,业务中断时长为 21.12 ms	
3	关断保定发北京主用路由 OA 激光器	业务单端倒换到备用,中断时长为 15.72 ms	
4	继续关断备用路由 OA 激光器	业务发生重路由,恢复路径为 18 条北京—容城—保定—石家庄、1 条北京—太原—石家庄、1 条北京—张家口—保定—石家庄。业务中断时长:北京显示 10.61 s,石家庄显示 25.72 s	北京、石家庄双端挂表
5	继续关断北京—容城 OA 激光器	业务发生重路由,恢复路由为 14 条北京—太原—石家庄,4 条北京—张家口—保定—石家庄。中断时长:北京显示 14.4 s,石家庄显示 20.9 s	
6	继续关断北京—太原 OA 激光器	业务重路由至北京—张家口—保定—石家庄。业务中断时长:北京显示 2.8 s,石家庄显示 17.6 s	
7	继续关断北京—张家口主备路由 OA 激光器	业务经北京—承德—张家口—保定—石家庄恢复,中断时长:北京显示 14.6 s,石家庄显示 170.4 s	设备插损未设置准确,触发补调,影响重路由时间
8	继续关断石家庄发保定主备 OA 激光器	业务采用 SRLG 链路北京—保定—石家庄恢复,中断时长:北京显示 18.0 s,石家庄显示 9.1 s	
9	继续关断北京—保定主备路由 OA 激光器	13 条业务路由为北京—承德—张家口—保定—石家庄,6 条业务路由为北京—承德—张家口—大同—太原—石家庄。中断时长:北京显示 17.5 s,石家庄显示 41.5 s	
10	继续中断北京—承德主备 OA 激光器	测试业务重路由至北京—廊坊—唐山—秦皇岛—承德—张家口—保定—石家庄,中断时长为 26.7 s	
11	等待 WTR 时间(60 s)	业务返回原始路径,北京、石家庄分别显示业务中断时长为 1.5 s、2.35 s	

WSON 处于禁止 (disable) 状态;当主备路由只有一路有光时,WSON 处于使能 (enable) 状态。据此分析,OMSP+WSON 系统保护有以下特点:

- a) 业务发生中断时,优先触发 OMSP 倒换,当 OMSP 倒换失败时,再启动 WSON 重路由。
- b) OMSP 由保护路径自动返回工作路径时,不触发 WSON 重路由。
- c) WSON 由恢复路径自动返回工作路径时,不触发 OMSP 倒换。
- d) OMSP 主备路由作为一个整体参与 WSON 算路,OMSP 倒换至备用路由时,不应因 OSNR 劣化导致

业务性能不达标。

e) OMSP 倒换能满足业务受损时间在 50 ms 以内,WSON 重路由的业务受损时间在几秒到几分钟不等。

f) 跨域业务只支持 OMSP 保护,不支持 WSON 重路由。

2.2 光通道 1+1 与 OMSP+WSON 的协同保护

光通道 1+1 保护 (OCH 1+1) 是通过光保护板来实现的,根据设置位置的不同,共有 2 种实现方式,如图 2、图 3 所示。

OCH 1+1 保护与 OMSP 类似,也是通过双发选收机制来实现业务保护,可以满足倒换时间 < 50 ms 的要

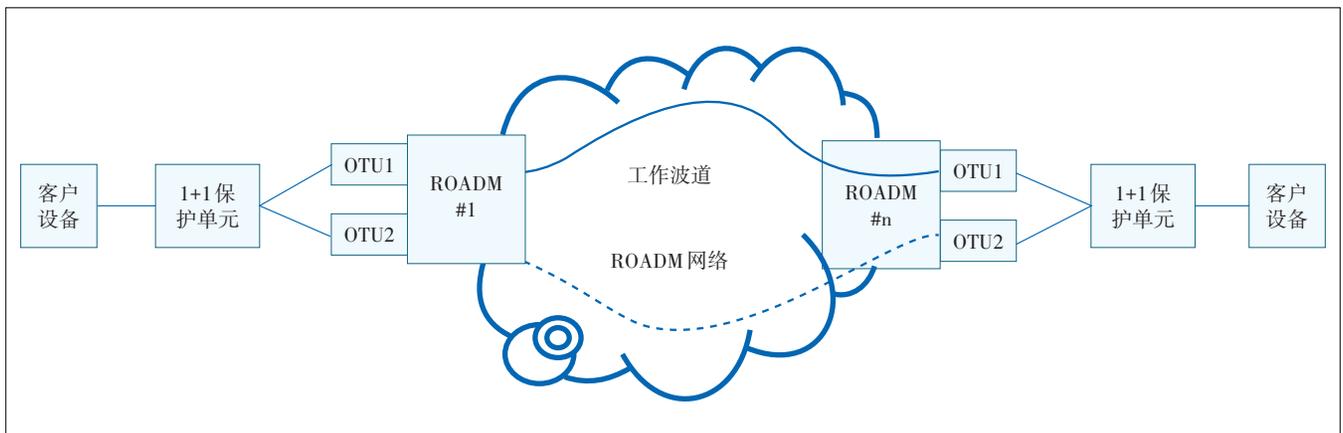


图 2 OCH 1+1 保护方式 1 示意图 (客户侧 1+1)

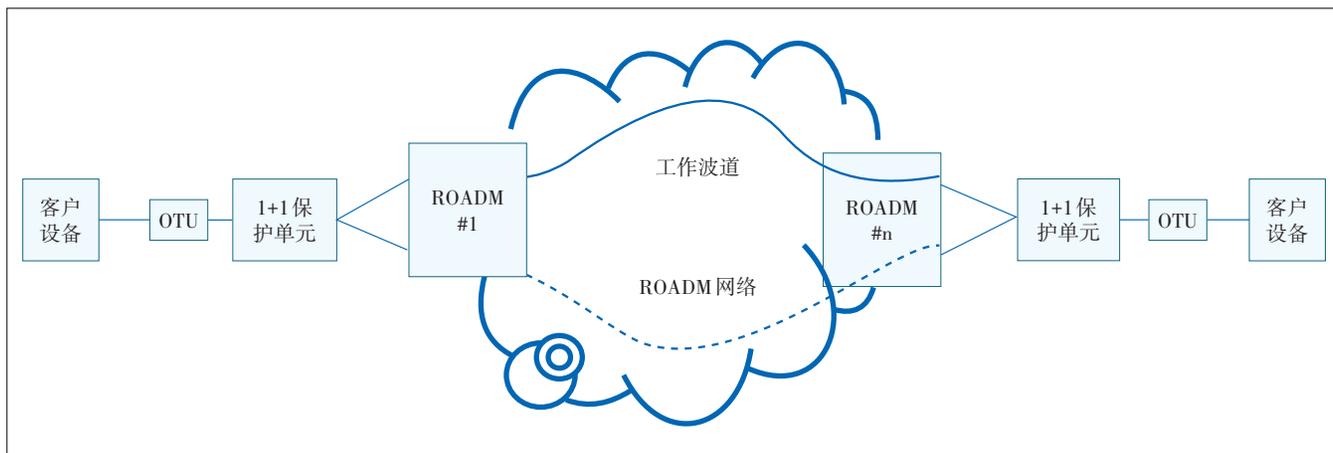


图3 OCH 1+1 保护方式2示意图(线路侧1+1)

求。

本测试主要考察 OCH 1+1、OMSP 和 WSON 的协同工作能力。在北京鲁谷—石家庄中山东路建立 1 条

100G 业务,设置为动态重路由,配置客户侧 1+1 保护,主用路由北京—衡水—石家庄,备用路由北京—保定—石家庄。测试过程和结果如表 2 所示。

表2 OCH 1+1与 OMSP+WSON 协同保护测试记录

测试顺序	操作	结果	备注
1	配置客户侧 1+1 保护,中断北京—衡水段收发光纤	OMSP 和 OCH 1+1 都发生了倒换,仪表显示倒换时长,北京为 7.8 ms,石家庄为 17.5 ms	北京、石家庄双端挂表
2	将北京—保定—石家庄、北京—衡水—石家庄设置为 1 条路由由中断就发起重路由,业务走在北京—保定—石家庄路由,中断石家庄—衡水 OA 激光器	仪表未收到中断告警,北京—衡水—石家庄路由更新到北京—衡水—邯郸—石家庄	
3	将测试环境调整为线路侧 1+1 方式,主用路由北京—保定—石家庄,备用路由北京—衡水—石家庄,关闭北京发保定主用 OA 激光器	业务发生 OMSP 倒换,同时触发 OCP 倒换,北京检测业务中断 20.3 ms,石家庄检测到 2 次中断分别为 15.7 ms 和 16.1 ms	
4	将业务人工切换到北京—衡水—石家庄路由上,关闭衡水发北京主用 OA 激光器	业务发生 OMSP 单端倒换,北京检测到 1 次中断为 20 ms,石家庄检测到 24 次中断,最短 7.6 ms,最长为 1 173.5 ms。北京 OCP 倒换到北京—保定—石家庄路由,石家庄未发生 OCP 倒换	保护路由设备未做插损预置,导致光功率调测不准,保护侧不稳定
5	将业务路由调整至北京—保定—石家庄的传统业务,关闭北京发保定主用 OA 激光器	OMSP 和 OCP 都发生了单端倒换,北京仪表无告警,石家庄仪表检测到 1 次中断为 16.5 ms	
6	将 OCP 设置倒换延迟时间 100 ms,关闭北京收保定方向主用 OA 激光器	OMSP 发生倒换,OCP 未发生倒换,北京仪表显示业务中断 1 次为 21 ms,石家庄仪表无告警	
7	继续关断北京收保定方向备用 OA 激光器	OCP 发生倒换,北京仪表显示业务中断 1 次为 134 ms,石家庄仪表无告警	

据此分析,可以得出如下结论。

a) OCH 1+1 与 OMSP 单独工作时,倒换时间均在 50 ms 以内,两者嵌套时,会引起倒换联动,需设置拖延时间,建议将 OCH 1+1 拖延时间设置为 100 ms 以上。

b) 线路侧 1+1 不支持自动变换波长,不能与 WSON 协同工作。

c) 客户侧 1+1 与 WSON 协同工作时,可通过自定义重路由次数和触发条件,实现永久 1+1 保护。

3 结束语

从测试结果来看,ROADM 与 OXC 2 种设备支持混合组网,均可支持 OMSP+WSON 协同保护,但 WSON 网络对 OCH 1+1 与 OMSP 的组合支持程度有限,不建议采用。

从网络技术能力角度考虑,ROADM/OXC 网络应具备多等级的保护恢复能力,利用 WSON 控制平面功能,可以根据业务 SLA 等级要求进行相应配置。在复

杂网络环境下的多种保护恢复机制的嵌套和协同,是智能光网络设计中需要重点关注的内容。根据文中的测试结论,对 ROADM/OXC 网络的保护恢复配置提出如下建议。

a) 应根据业务 QoS 要求来设置相应的保护恢复方式。

b) OMSP 可满足所有业务抗一次断纤故障,且故障受损时间小于 50 ms,适用于大量业务抗一次断纤,且光缆资源丰富的场景。

c) WSON 重路由可抗多点、多次故障,可靠性受网络规模和负载的影响,需通过专业软件对全网进行故障仿真,对恢复资源进行预配置。重路由时间从几秒到几分钟不等,适用于业务故障受损时间要求低的场景,可根据 QoS 要求自定义重路由次数。

d) 对于要求抗多点、多次故障,且故障受损时间小于 50 ms 的业务,可采用客户侧 OCH 1+1 与 WSON 结合,最高可实现永久 1+1。

e) WSON 与 OMSP、WSON 与客户侧 OCH 1+1 均可完美协同,但三者之间的嵌套保护存在缺陷,工程配置上不建议采用过多的保护恢复组合。

ROADM/OXC 网络能够根据用户差异化的业务需求和网络的实时资源使用情况采用多样的保护恢复机制,相比传统 WDM 网络可以提供更良好的生存性机制以应对网络中的故障,具有动态的业务配置能力和良好的资源利用率,是应对未来各种差异化、动态化和高带宽业务需求的首选技术。

参考文献:

[1] 张成良,李俊杰,马亦然,等.光网络新技术解析与应用[M].北京:电子工业出版社,2016.

[2] 中华人民共和国工业和信息化部.可重构的光分插复用(ROADM)设备技术要求:YD/T 2003-2018[S].北京:人民邮电出版社,2018.

[3] 中华人民共和国工业和信息化部.可重构的光分插复用(ROADM)设备测试方法:YD/T 2489-2013[S].北京:人民邮电出版社,2013.

[4] 中华人民共和国工业和信息化部.波长交换光网络(WSON)技术要求:YD/T 3598-2019[S].北京:人民邮电出版社,2019.

[5] 张传熙,王鹏,刘乘龙.ROADM 智能网保护恢复方式探讨[J].邮电设计技术,2018(9):76-81.

[6] 中华人民共和国住房和城乡建设部.光传送网(OTN)工程技术标准:GB/T 51398-2019[S].北京:中国计划出版社,2019.

[7] 袁建国,叶文伟.光网络信息传输技术[M].北京:电子工业出版社,2012.

[8] 吕洪涛,肖家宾,臧志宏.ROADM 技术的发展及应用趋势探讨[J].邮电设计技术,2018(4):1-5.

[9] 袁海涛,张国新,周鹤.ROADM 技术在骨干传送网的组网策略研究[J].邮电设计技术,2018(4):17-22.

[10] 周彦韬,王海军,满祥银.规划软件在 ROADM MESH 组网中的应用[J].邮电设计技术,2018(4):23-25.

[11] 李俊杰.ROADM 技术的应用[J].中兴通讯技术,2013,19(3):26-30.

[12] 余建国,何建明,易河清.OXC 及 OADM 网络节点的研究[J].光通信研究,1999(1):3-6,33.

[13] 何建明.OXC/OADM 关键技术及其发展[J].中兴通讯技术,2002,8(4):10-12.

[14] 中华人民共和国工业和信息化部.自动交换光网络(ASON)设计规范:YD/T 5114-2015[S].北京:人民邮电出版社,2015.

[15] 乔月强,金飙,王先枝.链性传输系统 ROADM 应用模式探讨[J].邮电设计技术,2018(4):12-16.

[16] 陈根祥,陈笑,王义全,等.基于 LCoS 的下一代可重构光分插复用器研究[J].量子电子学报,2014(1):128.

[17] 胡辽林.高速光通信中若干关键技术的研究[D].西安:西安电子科技大学.

[18] 任海兰.光传送网设备[M].北京:北京邮电大学出版社,2004.

[19] 包水灵.多层多域业务疏导光网络中恢复策略及算法设计与仿真实现[D].沈阳:东北大学,2019.

[20] 张榕,任燕君,谢迪.ROADM 技术在干线 OTN 中的应用及时延分析[J].百科论坛电子杂志,2019(8):297.

[21] 段超越,张志,晁夫君,等.OXC+ROADM 组网系统维护的经验探索与研究[J].电子元器件与信息技术,2020,4(8):4.

[22] 周敏,张健,王寅.全光交换网络的技术发展与演进趋势[J].电信科学,2019(4):16-23.

[23] 董其玲.下一代 ROADM 节点结构及光网络性能设计优化探究[J].电子元器件与信息技术,2021,5(1):16-17.

[24] 王东鹏.下一代 ROADM 节点结构及其光网络性能的优化设计研究[D].南京:东南大学,2016.

[25] 侯连兴.波长交换光网络资源调度技术研究[D].北京:北京邮电大学,2010.

[26] 柳刚.基于 PCE 的 WSON 光网络 RWA 分配策略与仿真[J].光通信技术,2012(11):26-28.

[27] 何圣.WSON 网络约束路由计算关键技术研究[D].北京:北京邮电大学,2011.

[28] 刘洁.基于 GMPLS 的波长交换光网络的路由方案[J].西安科技大学学报,2014,34(4):490-493.

作者简介:

张传熙,毕业于南京理工大学,高级工程师,硕士,主要从事长途传输网络的技术研究、网络测试、规划设计工作;王硕,毕业于巴黎第十一大学,工程师,硕士,主要从事高速光纤通信技术及应用等工作;段宏,毕业于华中科技大学,高级工程师,硕士,主要从事干线及本地传输网络的技术研究、网络测试、网络规划、工程项目的可研设计及管理等工作。