

基于 FTTH 的光网络保护系统的研究

冯先成¹, 韵湘², 何岩²

(1. 武汉工程大学, 武汉 430073; 2. 烽火通信科技股份有限公司, 武汉 430074)

摘要: 针对 FTTH 光纤线路的保护问题, 提出了一种无源光网络光纤线路切换保护系统。光纤线路切换设备通过不同的光纤链路连接远端设备的两个光通信端口, 当某一个与远端设备连接的分支光纤链路出现故障时, 光纤线路切换设备通过连接备用的分支光纤链路, 保障通信的及时恢复。实验结果表明, ONU 能够在 50ms 内自动完成在光口 1 和光口 2 间的识别与光路保护切换, 极大地提高了 PON 光纤线路保护的可靠性和生存性, 有利于 FTTH/B 的应用。

关键词: 无源光网络; 光纤到户; 光纤线路切换; 光检测单元

中图分类号: TN913.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-5561(2013)03-0027-04

Research of optical network protection system based on FTTH

FENG Xian-cheng¹, YUN Xiang², HE Yan²

(1. Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430073, China ;

2. Fiberhome Telecommunication Technologies Co., Ltd., Wuhan 430074, China)

Abstract: For FTTH optical line protection problems, a kind of optical line protection switching system on PON is put forward. Optical circuit switching device through different optical fiber link is connected to the two optical communications port of ONU, when a branch optical link occurs fault, optical line switching equipment by connecting the alternate branch optical fiber link, will guarantee the timely restoration of communication. The experimental results show that ONU can automatically recognition and realize optical path protection switching in the optical port 1 and optical port 2 in 50ms. This system greatly improves optical line protection reliability and survivability of PON, is beneficial to promotion and application of FTTH/B.

Key words: passive optical Network; FTTH; optical circuit switching; optical detection unit

0 引言

随着电信网接入技术的发展, 网络综合接入能力得到很大提高, 三网融合(语音、数据、图象)逐步实现。由于 FTTB/FTTH 建设的逐步扩大, 光分配网络(Optical Distributing Network, ODN)的网络构造已经超出了原有光通信网的复杂程度, FTTH 光纤线路的保护问题越来越引起重视, 本文就此提出了一种无源光网络光纤线路切换保护系统。

1 光纤线路切换保护系统

在光网络线路建设中, 一般在户外光缆交接箱处, 仅仅是对不同路由光缆中的光纤通过光纤跳线连

接(或直接进行熔接), 而对于光纤线路的保护问题, 一般是由不同的光缆线路最终到达通信机房后再进行线路的切换, 光缆交接箱作为一个无源系统存在于光网络中^[1,2]。对于主干线路的保护, 因为线路数量少、构造简单, 一般在通信设备所在的机房选择光纤路由来保护线路。主干光纤线路保护主要由光缆终端设备(Optical Line Terminal, OLT)独立完成, 如图 1(a)所示。主干光纤线路和分支光纤线路保护, 能够对主干光纤线路和分支光纤线路进行保护, 但不管出现什么线路故障, 主要由 OLT 设备独立完成全线路倒换, 如图 1(b)所示。分支光纤线路保护能够对主干光纤线路和分路端光纤线路进行保护, 主要由 OLT 设备和 ONU 设备完成, 如图 1(c)。

目前, FTTH/B 方案中^[3]普遍采用通过二级分光方式进行用户端接入的方案, 在该方案中, ODN 网络仅仅依靠原有的方案对数量众多的一级分光器到二级

收稿日期: 2012-11-27。

基金项目: 国家科技支撑项目(2012BAH06B03)资助。

作者简介: 冯先成(1968-), 男, 副教授, 研究方向为综合宽带光纤接入技术。

冯先成, 韵湘, 何岩: 基于 FTTH 的光网络保护系统的研究

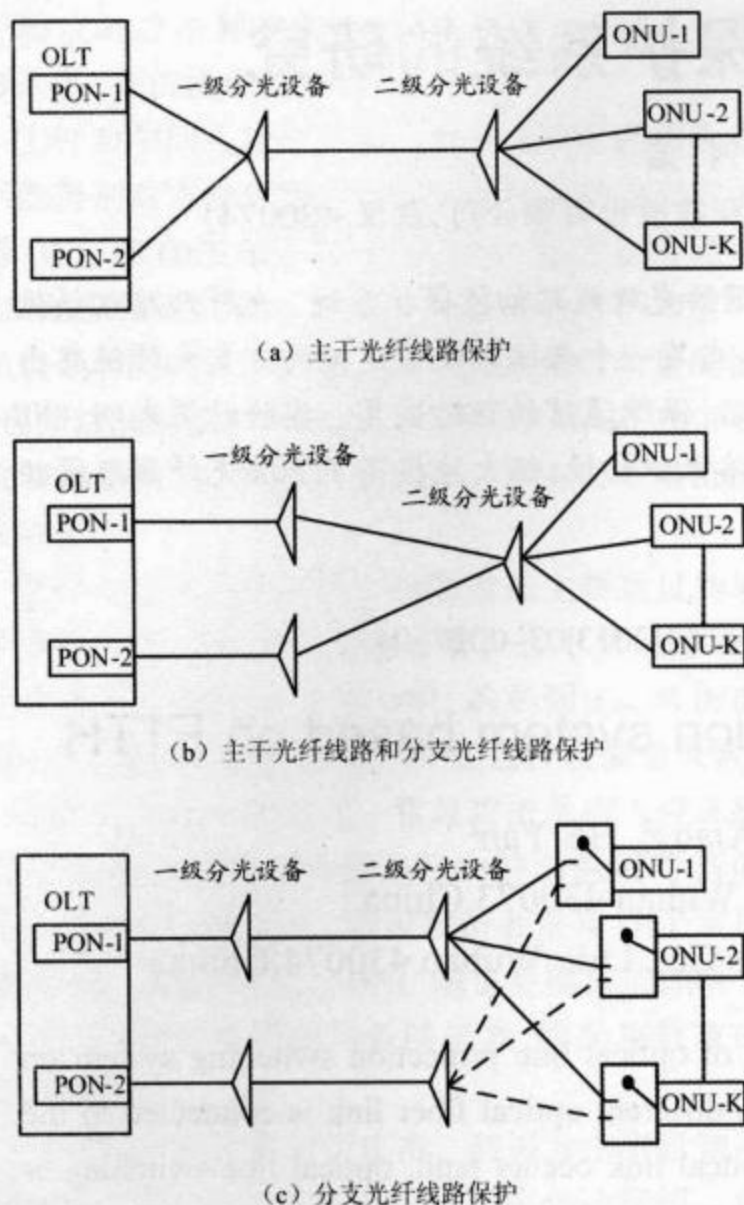


图 1 光纤线路切换保护

分光器的接入光纤线路进行保护, 存在网络构造复杂、系统设计复杂和施工困难等问题^[3]。因此, 采用在近端分光设备输出端增加光纤线路切换设备的方式来选择不同路由的接入光纤线路, 连接远端通信设备的两个光通信端口, 提供光网络线路的保护功能^[4]。

1.1 无源光网络的保护方法

①光纤线路切换设备通过与远端通信设备的分支工作光纤链路连接, 对来自该远端通信设备的光传输信号进行监测。

②根据所述监测结果判断分支工作光纤链路是否发生故障, 若发生故障, 则接通备用分支光纤链路; 所述光纤线路切换设备与至少一个具备双输入端口的远端通信设备通过两个光纤链路连接。

③通知 OLT 设备, 该光纤链路切换成功, OLT 设备恢复与该光纤链路连接的 ONU/ONT 设备通信。

1.2 光纤线路切换保护系统结构

光纤线路切换系统包括光检测单元、信息接收单元、切换控制单元和切换单元, 如图 2 所示。

①光检测单元: 用于与远端通信设备连接的分支

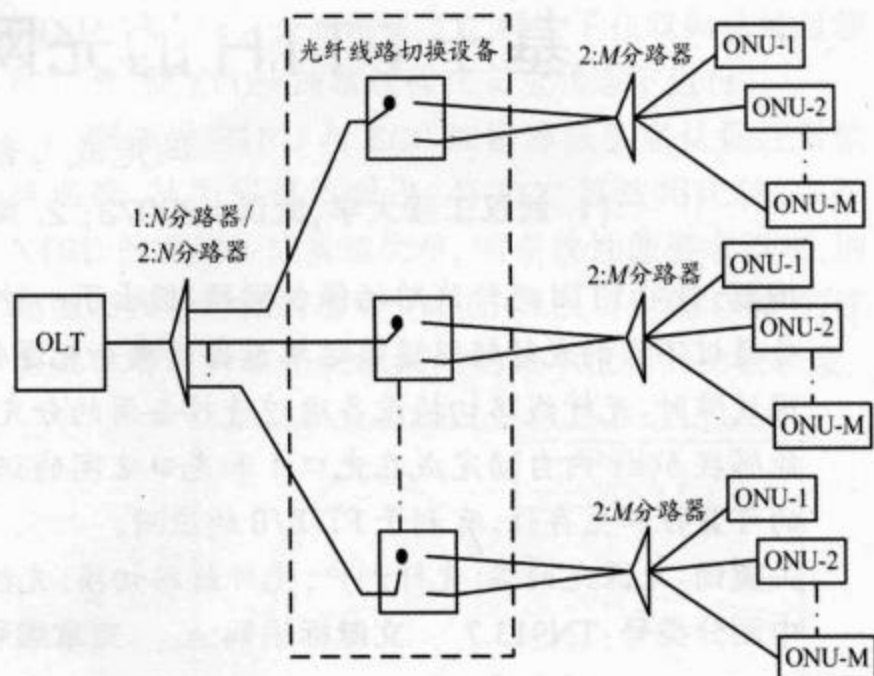


图 2 无源光网络的保护系统结构

工作光纤链路连接, 对来自该远端通信设备的光信号进行监测, 并向切换控制单元反馈所述监测的结果。

②信息接收单元: 用于接收光通信系统的相关切换请求。

③切换控制单元: 根据所述监测结果判断分支工作光纤链路是否发生故障, 若发生故障, 则接通备用分支光纤链路, 并通知 OLT 设备光纤链路连通, 恢复与原有 ONT/ONU 设备的通信。

④切换单元: 由一个 1:N 或 2:N 的分光设备和 N 个 1×2 的开关构成; 输入端连接 OLT 设备, 输出端与 N 个具备双端口的远端通信设备对应连接。

将光纤线路切换设备通过不同的光纤链路连接远端通信设备的两个光通信端口, 当某一个与远端通信设备连接的分支工作光纤链路出现故障时, 由光纤线路切换设备通过连接备用的分支光纤链路, 保障通信的及时恢复。相对于现有技术, 采用与远端通信设备的两个光通信端口之间通过不同路由的光纤链路连接, 并根据需求选择其中之一进行通信, 提高了 ODN 网络线路保护的能力。

2 工作原理

2.1 光纤线路切换

OLT 获知通过光纤线路切换设备与某一远端通信设备连接的分支工作光纤链路出现故障的过程包括^[5]: ①OLT 未能收到该分支工作光纤链路下属的所有 ONU/ONT 设备所发出的光传输信号, 表明该分支光纤链路出现故障; ②OLT 所获得该分支工作光纤链路下属的所有 ONU/ONT 设备所发出的光传输信号异常, 表明该分支光纤链路出现故障。

当 OLT 设备获知通过光纤线路切换设备与某一远端通信设备连接的分支工作光纤链路出现故障时, 向光纤线路切换设备发送切换请求, 并向 IP 边缘节点发送相关告警消息, IP 边缘节点向光纤线路切换设备发送切换请求。

光纤线路切换设备获得的光纤线路切换请求包含: 光纤线路切换设备端口信息; 与远端通信设备输入端连接的分支工作光纤链路信息。

根据所述光纤线路切换设备端口信息或与远端通信设备工作光纤链路信息, 接通与远端通信设备的备用分支光纤链路。所述光纤线路切换设备至少与一个具备双输入

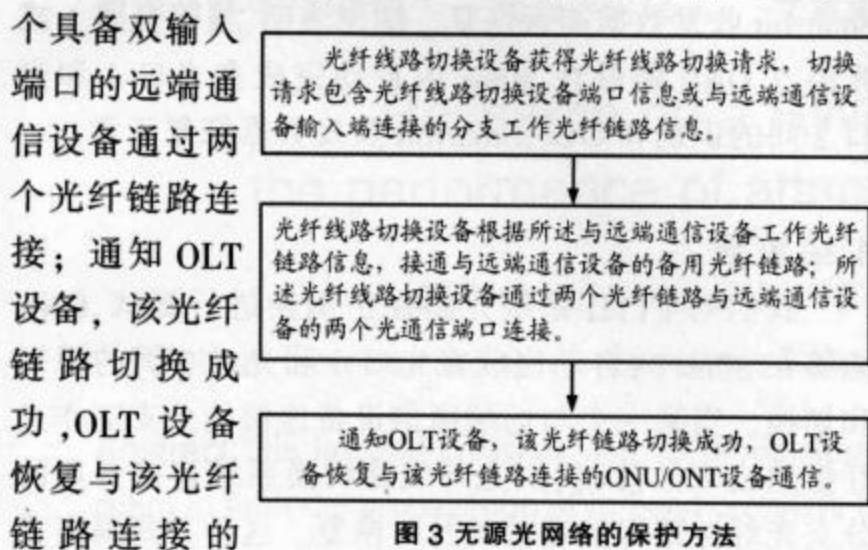


图3 无源光网络的保护方法

ONU/ONT 设备通信, 如图 3 所示。

OLT 设备或 IP 边缘节点向光纤线路切换设备发送切换请求的过程是: OLT 设备向光纤线路切换设备内嵌式 ONU 设备发送相关信息; OLT 设备或 IP 边缘节点通过 2G/3G/WIFI 等无线传输系统向光纤线路切换设备发送相关信息; OLT 设备或 IP 边缘节点通过光纤收发器向光纤线路切换设备发送相关信息。

应用二层控制协议 (Layer 2 Control Protocol, L2CP) 或以太网维护管理协议 (Operation Administration and Maintenance, OAM) 进行相关切换的过程如图 4 和图 5 所示。

图 4 是一种通过管理系统或 IP 边缘节点 (如宽带网络网关 (Broadband Network Gateway, BNG) 或宽带接入服务器 (Broadband Remote Access Server, BRAS)) 触发相关切换请求的流程。

① 当出现第 m 路分支工作光纤链路故障时, 此时 OLT 设备检测到属于该分支工作光纤链路下属的所有 ONU/ONT 设备的信号丢失 (Lost of signal, LoS)/帧丢失 (Lost of Frame, LoF) 告警。

② OLT 设备可以直接用 L2CP/以太网 OAM 消息将该 LoS/LoF 告警上报给 BNG/BRAS, 表明第 m 路分支工作光纤链路故障。

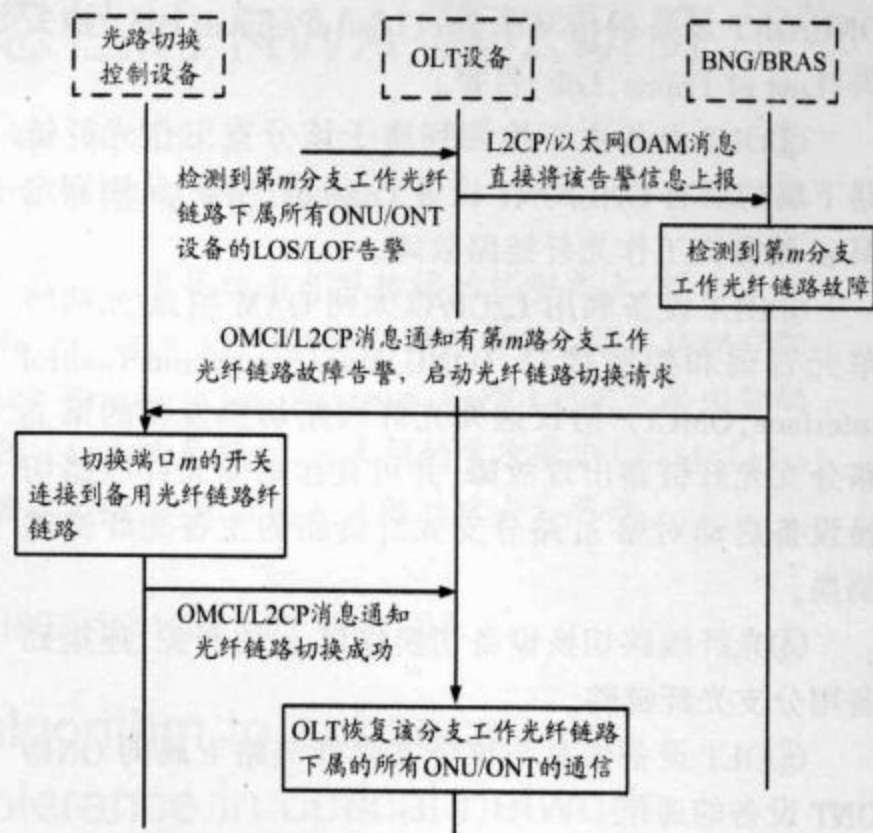


图4 通过管理系统/IP边缘节点触发光纤链路切换

③ BNG/BRAS 由于收到 L2CP/以太网 OAM 消息的 LOS/LOF 告警上报, 从而判定第 m 路分支工作光纤链路故障。

④ BNG/BRAS 利用 L2CP/以太网 OAM 消息通知光纤线路切换设备有第 m 路分支光纤链路故障, 还可以直接通知光纤线路切换设备启动对第 m 路分支光纤链路的主备光纤链路倒换。

⑤ 光纤线路切换设备切换端口 m 的开关, 连接到备用分支光纤链路。

⑥ OLT 设备恢复与该分支光纤链路下属的 ONU/ONT 设备的通信。

图 5 为 OLT 设备触发相关切换请求的流程。

① 当出现第 m 路分支工作光纤链路故障时, OLT 设备检测到属于该分支工作光纤链路下属的所有

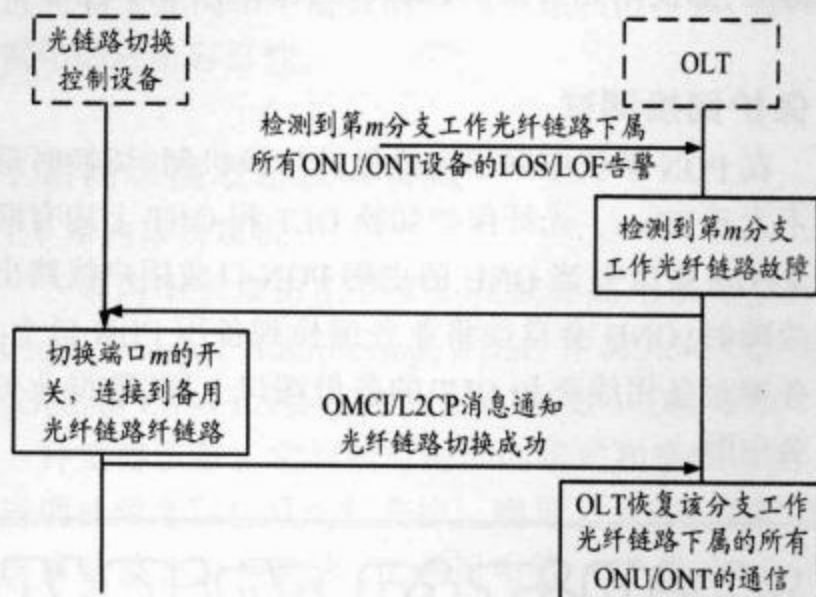


图5 OLT 触发光纤链路切换

冯先成, 韵湘, 何岩: 基于 FTTH 的光网络保护系统的研究

ONU/ONT 设备的信号丢失 (Lost of signal, LoS)/帧丢失 (Lost of Frame, LoF) 告警。

② OLT 设备由于检测到属于该分支工作光纤链路下属的所有 ONU/ONT 设备 LoS/LoF 告警, 从而判定第 m 路分支工作光纤链路故障。

③ OLT 设备利用 L2CP/以太网 OAM 消息/光网络单元管理和控制接口 (ONU Management and Control Interface, OMCI) 协议通知光纤线路切换设备的第 m 路分支光纤链路出现故障, 并可直接通知光纤线路切换设备启动对第 m 路分支光纤链路的主备光纤链路倒换。

④ 光纤线路切换设备切换端口 m 的开关, 连接到备用分支光纤链路。

⑤ OLT 设备恢复与该分支光纤链路下属的 ONU/ONT 设备的通信。

2.2 光传输信号监测

光纤线路切换设备和光检测器都是与各自远端通信设备的分支工作光纤链路连接, 对来自该远端通信设备的光传输信号进行监测, 根据所述监测结果判断分支工作光纤链路是否发生故障。在预置时间内, 如果光检测器未能检测来自该分支工作光纤链路远端通信设备侧的光传输信号, 或检测到光传输信号异常, 则可以判断分支工作光纤链路发生故障。

2.3 光纤线路切换设备

光纤线路切换设备由内嵌式 ONU 设备、光收发器和 2G/3G/WIFI 等无线传输系统构成。

光纤线路切换设备的切换单元由一个 1:N 或 2:N 的分光设备和 N 个 1x2 的开关构成。输入端连接 OLT 设备, 输出端与 N 个具备双端口的远端通信设备对应连接。有多种方式可以开启和关闭远端通信设备的光纤链路, 如使用光开关、机械式开关或电子开关等。

3 保护倒换测试

在 PON 系统中采用光纤保护切换机制, 切换时延迟不大于 50ms, 光纤保护切换 OLT 和 ONT 上均有两个 EPON 接口^[9]。当 ONU 的主用 PON 口或用户线路出现故障时, ONU 会自动将业务倒换到备用 PON 口上, 业务通过备用线路和 OLT 的备份端口上行, 数据业务不会中断。

测试步骤

如图 6 所示, ① 连接 OLT 和 ONU, 通过光口 1 完成 ONU 注册,

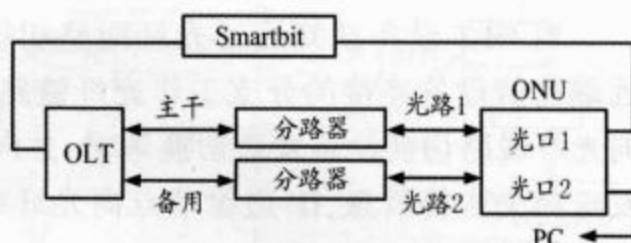


图 6 光路保护倒换测试

Smartbit 发送上/下行 100Mb/s 的数据帧; ② 拔除主用/备用光纤, 系统能否在 50ms 内自动完成在主用光路/备用光路间的识别和切换, Smartbit 收发数据能否恢复; ③ 拔除光路 1 或光路 2, 观察 ONU 能否在 50ms 内自动完成在光口 1 和光口 2 间的识别和切换, Smartbit 收发数据能否恢复。结果表明, 拔除光路 1 或光路 2, ONU 能够在 50ms 内自动完成在光口 1 和光口 2 间的识别和切换, Smartbit 收发数据恢复正常。

4 结束语

我们对 FTTH 系统光路保护倒换进行测试, ONU 能够在 50ms 内自动完成在光口 1 和光口 2 间的识别和切换。当某一个与远端通信设备连接的分支工作光纤链路出现故障时, 由光纤线路切换系统连接备用的分支光纤链路保障通信的及时恢复。这种方式提高了 ODN 网络线路保护的能力, 有利于 FTTH/B 的推广和应用, 能够快速响应用户的各种需求, 全面提高用户的服务质量和网络的可靠性、生存性。

参考文献:

- [1] 陈光武, 杨菊花, 范多旺. EPON 的性能分析及优化[J]. 光电工程, 2007, (7):116-120.
- [2] 张继东, 陶智勇. EPON 的发展现状与关键技术[J]. 光通信研究, 2002, (1):26-30.
- [3] 徐志国. 一种光网络保护方法和光纤线路切换设备: 中国, 201210045219[P]. 2012-09-19.
- [4] 张传浩. 电信级以太无源光网络接入理论与实验研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2009.
- [5] 张文, 吴娟. EPON 体系结构及应用分析[J]. 光通信技术, 2006, 30(10): 18-19.
- [6] 冯先成, 李寒. 光纤到户远端设备的设计及测试[J]. 武汉工程大学学报, 2012, 34(4):59-63.

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告!