



内部资料

注意保密

FTTX 故障处理与业务

保障策略分析

山东联通研发中心

网络新技术应用研究项目部

2012 年 4 月

报告摘要

本文分析了FTTX 接入方式与传统铜线接入方式的差别、运行维护方式的改变。从网络结构、关键运行指标、业务实现等角度讲解了 FTTX 技术知识。

通过故障分析总结出易发生故障点，对FTTX 常见故障类型进行了分类，提出了 FTTX 故障处理应具备的基础条件，故障定位的基本原则。然后着重讲解了各类障碍分析判断方法，并按照障碍类型讲解了常见故障案例的故障定位、故障处理过程。最后对 FTTX 的保护提出了若干解决办法，并进行了分析比较，为实现差异化服务提供参考。

目录

一、主要结论	
<u>二、项目背景</u>	
<u>三、FTTX 介绍</u>	
<u>3.1 FTTX 对传统运维的挑战</u>	
<u>3.2 FTTX 故障点分析</u>	
<u>四、知识准备</u>	
<u>4.1 网络结构</u>	
<u>4.2 业务通道</u>	
<u>五、故障分析定位方法</u>	
<u>5.1 故障处理要求</u>	
<u>5.2 故障定位原则</u>	
<u>5.3 故障分析方法</u>	
<u>六、常见故障类型分析</u>	

6.1 ONU 无法自动发现	.....
6.2 ONU 无法注册	.....
6.3 ONU 频繁掉线	.....
6.4 上网业务常见故障	.....
6.5 语音业务常见故障	.....
6.6 ODN 故障	.....

[七、具体案例](#)

7.1 ONT 无法注册	.....
7.2 ONU 反复上下线	.....
7.3 用户所有业务不通	.....
7.4 某 PON 口下所有用户业务不通	.....
7.5 某 ONU 下挂 ADSL 宽带用户业务闪断	.....
7.6 MDU 语音业务有杂音	.....
7.7 语音业务不通	.....
7.8 光连接器故障	.....
7.9 光纤故障	.....
7.10 分光器故障	.....

[八、FTTX 网络保护手段](#)

8.1 OLT 主控板冗余保护	.....
8.2 OLT 上联保护	.....
8.3 电源冗余保护	.....
8.4 OLT 下联保护	.....

一、 主要结论

- 1、 FTTX 较大比例的日常障碍主要发生在ODN 段以及用户段。
电力、线路、设备障碍占较大比重。**
- 2、 FTTX 故障处理原则：先外部、后内部；先终端、后线路；
先主干、后接入；先光交、后分纤点。**
- 3、 FTTX 故障定位方法：分段对比法、数据分析、告警分析、
日志分析、仪表分析等。**
- 4、 FTTX 保护手段：主板冗余、电源冗余、上联保护、下联
保护。**

二、 项目背景

随着网络应用的不断丰富，视频多媒体类业务的普及，三网融合的发展，用户对带宽的需求也越来越大。同时，宽带网络技术也在不断变化，光纤接入已成为宽带接入的主要手段。利用无源光网络（PON）技术的各类 FTTX 的光纤接入形式，成为建设发展的主流。

FTTX 对运营商而言，是不同于以往的基于铜缆的接入技术，FTTX 在运营商的业务运营中，遇到了许多新的问题、挑战。

FTTX 做为新的接入模式，能够承载更多的综合业务，需要多专业综合维护，包括线路、接入、交换、数据、终端等。FTTX 网络一旦发生网络故障将对多种业务产生影响。因此相应增加了操作层面的复杂性。同时由于运营商网络中存在多个厂家设备，每个厂家网管系统在界面、功能、操作方式、步骤等都存在巨大差异，维护人员需要不断学习、熟悉。这都对 FTTX 网络的业务保障能力、故障处理能力提出了更高的要求。

近年来山东联通 FTTX 宽带业务迅猛增长，为保证给用户提供更好的服务质量，提高宽带用户质量感知水平，需要维护人员掌握丰富的维护经验和专业技能。本文

着重分析了 FTTX 故障分析定位原则、方法、流程，旨在提高障碍处理质量、效率。同时对冗余保护等业务保障手段进行比较、分析。以期对全省 FTTX 维护工作有所帮助，支撑宽带市场的发展。

三、FTTX 介绍

3.1 FTTX 对传统运维的挑战

图 3-1 接入方式的变化

1. 网络结构复杂：网络技术发生变化、结构更加复杂，故障点增多，需要维护人员更加专业。
2. 接入设备走出机房：部署于楼宇内部、用户家庭，生存环境恶劣，发生故障概率加大。
3. 接入点数量大大增加：接入点数量成倍增加、需要更多维护力量。
4. 光缆和铜缆长度改变：光缆变长、铜缆变短，光纤维护量增加，ODN 网络维护难度较大。

3.2 FTTX 故障点分析

PON 设备故障原因分类统计如下（2011 年 1-7 月），见图 3-2、图 3-3：

图 3-2

图 3-3

图 3-2 中，电力故障占比 31%，硬件故障占比 48%，线路故障占比 12%，合计 91%

图 3-3 中，电力故障占比 57%，硬件故障占比 22%，线路故障占比 13%，合计 92%

其中较大比例的日常故障发生在局端以下。所以对用户段、ODN 段发生的故障进行分析比较有意义。

图 3-4 故障段落

四、知识准备

4.1 网络结构

4.1.1 FTTX 网络结构

4.1.1.1 FTTH 网络结构

图 4-1 FTTH

图 4-2 FTTH

4.1.1.2 FTTB 网络结构

图 4-3 FTTB

4.1.1.3 FTTC 网络结构

图 4-4 FTTC

4.1.2 ODN 网络

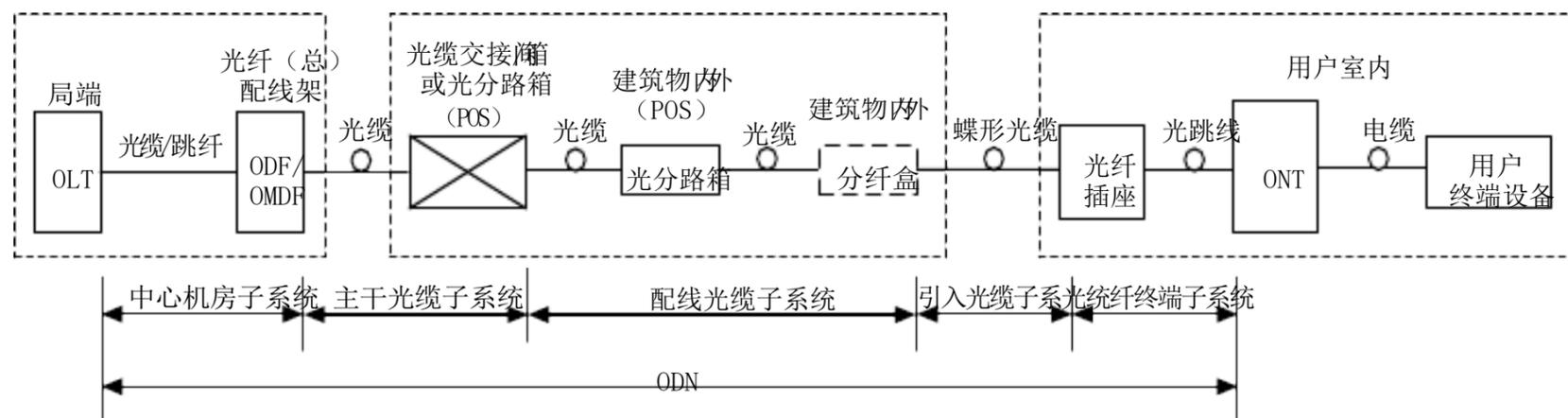


图 4-5 ODN 结构图

4.1.2.1 ODN 网络关键参数

1. 插入损耗 (ODN 器件)：插入损耗是指光纤中的光信号通过活动连接器之后，其输出光功率相对输入光功率的比率的分贝数。
2. 回波损耗 (ORL)：回波损耗又称为反射损耗，它是指在光纤连接处，后向反射光相对输入光的比率的分贝数。回波损耗愈大愈好，以减少反射光对光源和系统的影响。ITU-T G.983/ G.984 建议线路最小 ORL 32 dB。
3. 衰减 (光缆)：衰减是光在光沿光缆传输过程中光功率的减少。

4.2 业务通道

图 4-6 业务实现通道

通过 QINQ 技术，实现一用户一 VLAN，所有用户及业务完全通过不同的 VLAN 隔离。其中内层 VLAN：CVLAN（用户 vlan）配置于 ONU、ONT，外层 VLAN：SVLAN 配置

于 OLT。例如上图中 PC 上网业务通过 QINQ VLAN (SVLAN1, CVLAN11) 到达 BRAS 设备。VOIP 业务通过 QINQ VLAN (SVLAN3, CVLAN13) 到达 SR。

五、故障分析定位方法

5.1 故障处理要求

1. 掌握 FTTX 原理及装维规范。
2. 能够掌握设备的基本命令操作。熟练备份、加载等维护操作。
3. 熟悉 FTTX 网络资源情况 (线路、端口、业务配置、终端)。
4. 掌握仪器仪表使用方法。

5.2 故障定位原则

由于 FTTX 涉及到从局端到客户端全过程, 涉及故障点多, 实际距离会较长, 在进行故障定位前, 首先应将故障点准确定位到某一区段。

故障处理原则: 接到用户申告、系统告警、网管侧告警后, 应初步判断故障范围, 在充分了解组网、业务的基础上, 对故障影响范围、类型、故障点建立初步的认识。在初步判定故障范围的基础上, 具体操作如下:

1. 先外部, 后内部

在定位故障时, 应先排除外部可能的因素, 如光纤断, 端口连接故障或电源问题等。

2. 先终端, 后线路

在定位故障时, 一般先从用户终端入手。

3. 先主干光缆、后接入光缆

主干光缆的故障会引起接入光缆的故障, 因此应从上而下, 先主干, 后接入。

4. 先光交, 后分纤点

光交的故障会引起接入分纤点的故障, 因此先分析光交, 后分析分纤点。

5.3 故障分析方法

5.3.1 故障处理资料准备

1. 网络拓扑信息

组网、上层汇聚设备连接情况、ODN 结构。

2. 业务配置信息

内外层 VLAN 信息、语音数据、协议配置。

5.3.2 分段对比分析法

表 5-1 分段对比分析法

网络区间	故障范围	故障可能段落	故障可能原因
汇聚上联相同， 不同 OLT 设备	普遍存在	大二层、BRAS 及以上段落	汇聚层及以上层面故障，如 RADIUS 故障会造成大面积拨号障碍。
	个别设备	OLT 设备及以下段落	
同一 OLT，不同 单板	普遍存在	OLT 设备故障	主控板或上行板故障
			上行端口光路问题
电源供电问题			
网络攻击			
			数据配置问题
	个别单板	单板及以下段落	
同一单板，不同 PON 口	普遍存在	单板故障	板卡故障
			数据配置问题
	个别接口	接口及以下段落	
同一 PON 口，不 同分光器	普遍存在	PON 口、主干光缆、一级分光器故障	线路故障
			分光器故障
业务板端口故障			
设备的数据配置问题			
	个别分光器	分光器及以下段落	

5.3.3 数据分析

数据配置错误也是造成业务故障的原因之一，配置数据分析是故障定位的一个方法。常见数据配置检查内容如表 5-2：

表 5-2 数据分析

核对项目	影响业务	可能故障现象	涉及设备
------	------	--------	------

QINQ 业务内外层 VLAN	上网业务	无法上网	OLT、终端
语音 VLAN	软交换	无法打电话	OLT、终端
网元管理 VLAN	网元管理	网元无法远程管理	OLT、终端
语音协议配置	软交换	无法打电话	终端
速率模板配置	上网业务	网速异常	OLT

5.3.4 仪表分析

5.3.4.1 仪表种类

利用各种仪器、仪表取得实际的各种性能参数，对照正常的参数值，定位和排除故障。在故障处理中常用的仪器、仪表包括：

图 5-1 光功率计

图 5-2 OTDR

图 5-3 万用表

5.3.4.2 常见测试位置选取

图 5-4 常见测试位置

5.3.4.3 常见参数选取

1、常见 PON 接口的光功率预算和链路预算指标，数据来源于《中国联通光纤到户 (FTTH) 建设规范(试行)》，详见表 5-3。

表 5-3

(单位: dB)	EPON 1000BASE-PX20		EPON 1000BASE-PX20+		GPON CLASS B+		GPON CLASS C+	
	上行	下行	上行	下行	上行	下行	上行	下行
光功率预算	26	26	30	29.5	28.5	28.5	32.5	33
光功率代价	2	2.5	2	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5
链路预算	24	23.5	28	28	28	28	32	32.5

注：光接口链路预算是光分配网络ODN 允许的衰减，光分配网络ODN 全程衰减值要小于光接口链路预算值。

2、ODN 链路中常见器件的光损耗，数据来源于《中国联通光纤到户 (FTTH) 建设规范

(试行)》，见表 5-4.

表 5-4

名称	类型	平均损耗 (dB)
光纤 (G652.D)	1310nm	$\leq 0.36/\text{km}$
	1550nm	$\leq 0.21/\text{km}$
光纤 (G657.A)	1310nm	$\leq 0.4/\text{km}$
	1550nm	$\leq 0.25/\text{km}$
连接点	快速连接器	< 0.5
	冷接	≤ 0.2
	熔接	≤ 0.08
	活动连接	≤ 0.5
光分路器	1:2	≤ 3.9
	1:4	≤ 7.2
	1:8	≤ 10.5
	1:16	≤ 13.6
	1:32	≤ 16.8
	1:64	≤ 20.1
	1:128	≤ 24.0
	2:2	≤ 4.3
	2:4	≤ 7.4
	2:8	≤ 10.8
	2:16	≤ 14.5
	2:32	≤ 17.6
	2:64	≤ 20.1
	2:128	≤ 24.5

3、常见 PON 光口发光功率

表 5-5 光功率指标

光模块类型			发送光功率	过载	接收灵敏度
OLT	GPON	CLASS B+	1.5~5dbm	-7dBm	-28dbm
		CLASS C+	3~7dbm	-12dBm	-30dbm
	EPON	PX20	2~7dbm	-9dBm	-27dbm
		PX20+	2.5~7dbm	-6dBm	-30dbm
ONU	GPON	CLASS B+	0.5~5dbm	-8dBm	-27dbm
	EPON	px10	-1~4dbm	-3dBm	-24dbm
		px20	-1~4dbm	-3dBm	-24dbm
		px20+	0~4dbm	-3dBm	-27dbm

5.3.5 物理查看

1. 检查主控板、业务板、PON 口灯状态。
2. 光纤是否插好。
3. 光纤是否弯曲严重。
4. 光纤是否有损坏。

5.3.6 告警分析

告警信息包含故障或异常现象的具体描述、可能发生的原因、有哪些修复建议等等，涉及硬件、链路、业务、CPU 占用率等各个方面，信息量大且全，是进行故障分析和定位的重要依据之一。获取告警信息有以下几种途径：

1. 网管告警面板
2. 命令行模式命令查询
3. 现场设备单板指示灯

命令行举例见图 5-5：

图 5-5

5.3.7 日志分析

通过查询日志发现一些异常操作的记录，见下图 5-6：

图 5-6

5.3.8 检查设备流量统计信息

如果发现哪个段落的数据只有收或只有发，则可以定位故障段落范围，再查看相关段的配置。

步骤一：查询上行口的流量统计信息，查看是否有收、发的流量

步骤二：查询 PON 端口的性能统计信息

步骤三：查询 ONU 的性能统计信息

步骤四：查询 ONU 以太网统计信息

六、常见故障类型分析

6.1 ONU 无法自动发现

ONU 自动发现是指在 ONU 上电后，在 OLT 上能够自动发现 ONU，同时建立与 ONU 的通信连接

6.1.1 PON 端口下单个或多个 ONU 无法自动发现

该故障的可能原因如下：

1	光纤线路故障或连接不规范，光路衰减过大或过小。
2	ONU 故障。

6.1.1.1 光纤线路故障或连接不规范，光路衰减过大或过小

● 检查光纤线路，可以使用光时域反射仪 (OTDR) 测量线路状况，确认线路异常衰减点。异常衰耗点检查主要包括以下几个方面：

- 光纤是否插好。
- 光纤是否严重弯曲。
- 光纤、光纤成端是否有损坏。
- 光交、分光器是否有损坏。

● 使用光功率计测量 ONU 收发光功率。光功率检查主要包括以下三个方面：

- 发送光功率是否正常。
- 接受光功率是否正常。
- 理论值与实际测量值不能相差太大。

6.1.1.2 ONU 故障更

换一台测试。

6.1.2 PON 端口下所有 ONU 都无法自动发现

该故障的可能原因如下：

1	OLT 端口光模块故障。
2	OLT 上自动发现开关未打开。
3	主干光纤故障。

6.1.2.1 端口光模块故障

测量光模块发光功率，确认发光功率在规定范围内，如果不在范围，更换光模块。

6.1.2.2 OLT 上自动发现开关未打开

PON 端口自动发现开关状态要设置成打开状态。

6.1.2.3 主干光纤故障

检查光纤线路，可以使用光功率计或光时域反射仪(OTDR)测量线路状况，确认线路正常。

- 检查主要包括以下几个方面：
 - 光纤是否插好。
 - 光纤是否严重弯曲。
 - 光纤、光纤成端是否有损坏。
 - 光交、分光器是否有损坏。
 - 发送光功率是否正常。
 - 接受光灵敏度是否正常。
 - 理论值与实际测量值不能相差太大。

6.2 ONU 无法注册

ONU 注册是指在 ONU 上电后，在 OLT 上能够发现 ONU，同时建立与 ONU 的通信连接，在 OLT 上能够对 ONU 下发各种配置，并且配置后 ONU 状态为正常。

6.2.1 PON 端口下单个或多个 ONU 无法注册

该故障的可能原因如下：

1	ONU 未添加
2	注册 MAC/SN 地址和实际 MAC/SN 地址不一致
3	PON 端口下存在 ONU MAC 地址冲突
4	PON 端口下存在流氓 ONU 或长发光设备
5	光路有问题（光衰减过大或过小等）

6.2.1.1 ONU 未添加

检查 ONU 是否已经添加，如果没有，添加 ONU。

6.2.1.2 注册 MAC/SN 地址和实际 MAC/SN 地址不一致

检查配置，修改后即可恢复。

6.2.1.3 PON 端口下存在 MAC 地址冲突

使用命令查看 OLT 上已经注册的所有 ONU 的 MAC 地址，与无法注册的 ONU 的 MAC 地址进行比对，删除原配置 MAC 后，重新注册。通常如果 ONU MAC 地址冲突，则系统会上报 MAC 地址冲突告警。

6.2.1.4 端口下存在流氓 ONU 或长发光设备

检查端口下是否存在流氓 ONU 或者长发光设备。端口下存在流氓 ONU，会导致其他 ONU 无法注册。

端口下存在长发光设备，长发光设备对 PON 系统的影响与流氓 ONU 类似。

通常如果发现某一 PON 口下的 ONU 只有一个在线，其他全掉线，则可初步断定其为流氓 ONU。如果在现场，也可以将 PON 口下所有 ONU 都断开，依次接入，如果当接入某一 ONU 时候，其他 ONU 都掉线，则证明该 ONU 是流氓 ONU。

流氓 ONU：ONU 根据 OLT 分配的时间戳向上行方向发送数据报文。在没有分配时间戳的情况下，某个 ONU 发光，就会与其它 ONU 的发光信号发生冲突，影响其它 ONU 的正常通讯。这种不按照分配的时间戳向上发送光信号的 ONU 即为流氓 ONU。

6.2.1.5 光路问题

方法同上。

6.2.2 PON 端口下所有 ONU 都无法注册

该故障的可能原因如下：

1	OLT 端口光模块故障。
---	--------------

2	PON 端口下存在流氓 ONU 或者长发光设备。
3	主干光纤故障。

6.2.1.1 OLT 端口光模块故障

测量光模块发光功率，确认发光功率在规定范围内，如果不在范围，更换光模块。

6.2.1.2 端口下存在流氓 ONU 或长发光设备

- ❑ 检查端口下是否存在流氓 ONU 或者长发光设备。
- ❑ 端口下存在流氓 ONU，会导致其他 ONU 无法注册。
- ❑ 端口下存在长发光设备，长发光设备对 PON 系统的影响与流氓 ONU 类似。

6.2.1.3 主干光纤故障

方法同上。详见 6.1.1.1 章节。

6.2.2 单板下所有 ONU 都无法注册

该故障的可能原因如下：

1	主干光纤故障
2	单板故障

6.2.2.1 主干光纤故障

方法同上。详见 6.1.1.1 章节。

6.2.2.2 单板故障

使用命令检查单板状态，如果单板状态为“失败”，重新插拔单板，若仍然无法恢复，更换单板。

6.3 ONU 频繁掉线

ONU 频繁掉线是指当 ONU 在 OLT 上成功完成注册后，一段时间内频繁的上下线。

6.3.1 PON 端口下单个 ONU 频繁掉线

该故障的可能原因如下：

1	ONU 电源不稳定
2	光纤线路故障或连接不规范
3	ONU 故障
4	ONU 的 IP 地址冲突

6.3.1.1 ONU 电压不稳定

- ❑ 在 OLT 上使用命令查看 ONU 是否上报了掉电告警。
- ❑ 上报了告警，在现场使用万用表测量测试电压，确保供电稳定且正常。
- ❑ 未上报告警，重启 ONU。如果还是不能注册，可能有其他的原因。

6.3.1.2 光纤线路故障或连接不规范

方法同上。详见 6.1.1.1 章节。

6.3.1.3 ONU 故障

更换 ONU 测试。

6.3.1.4 ONU 的 IP 地址冲突

检查 ONU 管理地址是否与规划一致。

6.3.2 PON 端口下所有 ONU 都频繁掉线

该故障的可能原因如下：

1	OLT 端口光模块故障
2	主干光纤故障
3	PON 端口下存在流氓 ONU 或长发光设备

6.3.2.1 OLT 端口光模块故障

使用光功率计测量 PON 端口光模块发送光功率，光功率处于最大最小值的临界点时，PON 端口下的 ONU 不稳定，容易频繁发生掉线。

6.3.2.2 主干光纤故障

方法同上。详见 6.1.1.1 章节。

6.3.2.3 端口下存在流氓 ONU 或长发光设备

- ❑ 检查端口下是否存在流氓 ONU 或者长发光设备。
- ❑ 端口下存在流氓 ONU，会导致其他 ONU 无法注册。
- ❑ 端口下存在长发光设备，长发光设备对 PON 系统的影响与流氓 ONU 类

似。

6.4 上网业务常见故障

上网业务是指用户 PC 获取 IP 地址后能正常访问网络资源。

6.4.1 PPPOE 拨号失败

用户通过 PPPOE 拨号方式上网，拨号时出现“错误 678”等拨号失败错误，无法获取 IP 地址信息。该故障的可能原因如下：

1	链路存在问题
2	数据配置错误
3	OLT 上层设备问题

6.4.1.1 链路存在问题

- ❑ 在 ONU 和 OLT 侧，查询端口学习到的用户 MAC 地址，确认 ONU 或 OLT 是否已学习到故障用户 PC 的 MAC 地址。
- ❑ 如果 ONU 能够学习到，说明用户 PC 到 ONU 之间的链路是正常的。
- ❑ 如果 OLT 能够学习到，说明用户 PC 到 OLT 之间的链路是正常的。
- ❑ 如果 ONU 学习不到，可定位为用户到 ONU 之间的链路存在问题。
- ❑ 如果 ONU 能学习到 PC 的 MAC，但 OLT 学习不到，可定位为 ONU 到 OLT 之间的链路存在问题。
- ❑ 检查用户 PC、Modem、ONU 到 CPE 之间的物理线路，必要时进行部件替代方式进行定位。

6.4.1.2 数据配置错误

- ❑ 故障出现前，用户的业务是否正常。
- ❑ 如果故障前业务正常，检查系统日志，确认是否因为数据配置存在修改失误从而导致故障。如果是，重新调整配置。
- ❑ 如果属于业务第一次开通，请参考配置指导文档进行配置。

6.4.1.3 OLT 上层设备问题

BRAS、大二层设备故障、RADIUS 认证故障等。