

FAMS 3000 (Fiber Alarm Monitoring System)

山西段光通信光缆自动监测系统

技术方案

Ver1.0

北京捷康特光通讯技术有限公司

目 录

一、方案概述.....	3
二、光缆拓扑结构示意图.....	3
三、方案实现原则	4
3.1 监测方式实现原则	4
3.2 监测站 RTU 的 OTDR 选用原则	5
四、RTU 监测路由	6
4.1 中心监测站监测路由.....	7
五、本项目设备总清单、各站点设备清单、设备图例和设备报价清单.....	8
5.1 本项目设备总清单	8
5.2 中心监测站设备清单.....	9
5.3 新河变监测站设备清单	9
5.4 石安变监测站设备清单	10
5.5 设备图例.....	10
六、系统介绍.....	11
6.1 系统功能.....	12
6.2 系统特点.....	13
七、硬件模块介绍	14
7.1 控制模块（MCU）	14
7.2 光开关模块（OSW）	16
7.3 光路测试模块（OTDR）	17
7.4 光功率告警模块（OPM）	19
7.5 光源模块（OLS）	20
7.6 电源模块（PWU）	21

一、方案概述

本方案设计，依据 2013 年 XXXX 通信光缆分布示意图为数据参考所规划，具体详细数据需与贵单位逐一确认。

本方案设计，采用备纤 OTDR+备纤 OPM 光功率实时监测的监测方式；对每根光缆共占用 2 芯光纤进行监测，1 备芯用于 OPM 实时监测和 1 芯用于 OTDR 备纤测试。

本方案设计，设立 1 台光缆监测站 RTU，放置在中心站。为了考虑到将来的扩容需求，本方案设计时，在 OTDR 的动态范围的选择上有一定的富裕度，其监测站 OTDR 的动态范围均采用 37dB（1550nm），以便达到实际监测的需求。OPM 实时监测采用的是备纤监测，OPM 的光信号来源需在远端机房（末端站）设立稳定光源 OLS。此次规划在中心站设立一台 2 芯远端稳定光源 OLS 和一台 1 芯远端稳定光源 OLS；在新河变和石安变各设立一台 1 芯远端稳定光源 OLS。

光缆监测中心（监测系统网管中心）TSC 设在中心站。

本方案设计，若与现实不符合，最终实现前，需依照现场勘察为准。

二、光缆拓扑结构示意图

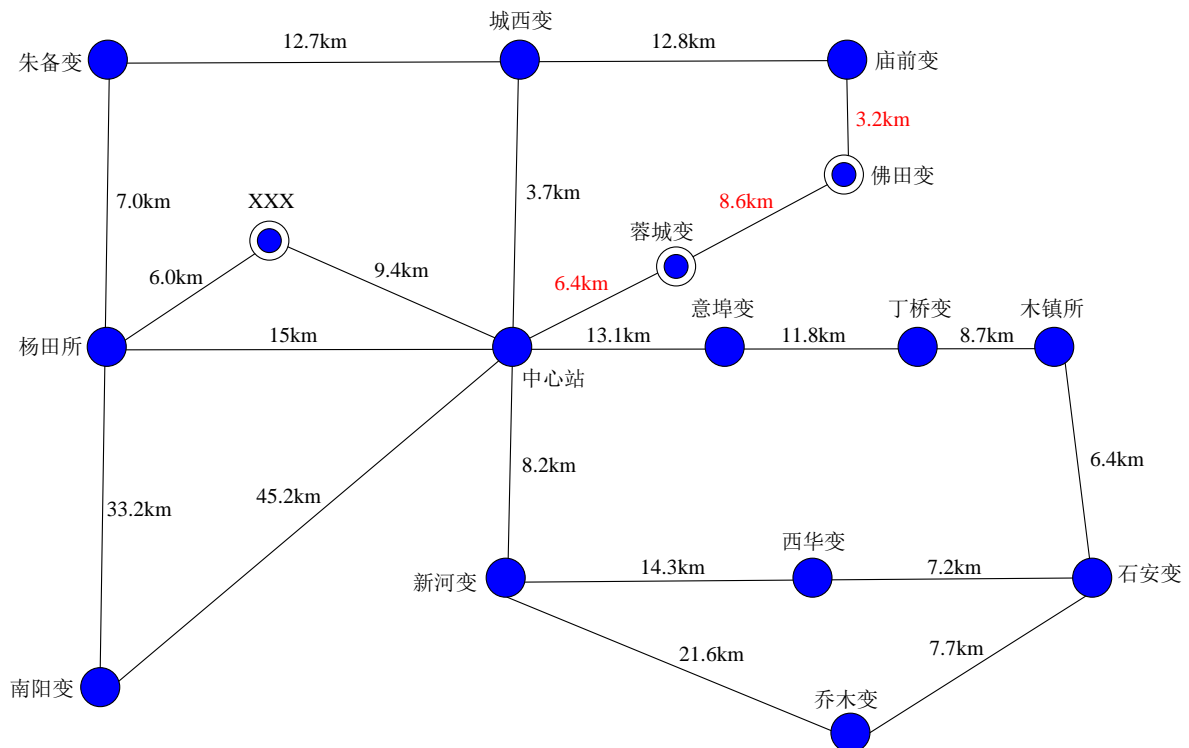


图 1：光缆拓扑结构示意图

三、方案实现原则

3.1 监测方式实现原则

光缆自动监测系统出于成本、安全运行等因素方面的考虑是在有空纤的情况下就利用两芯空纤进行离线监测，尽可能的避免在线监测。

⌘ 在线监测方式

采用与工作波长不同的测试波长通过 WDM 设备合波在同一根光纤中运行，在远端利用滤波器将测试波长滤掉让工作波长通过；在线监测还得把分光器挂载在工作光路上分出 3~5%的光给 OPM（光功率仪）得到实时数据；同时还有个缺陷是实施时必须断开工作光路，可能会给用户造成损失；下图为在线监测方式基本原理图：

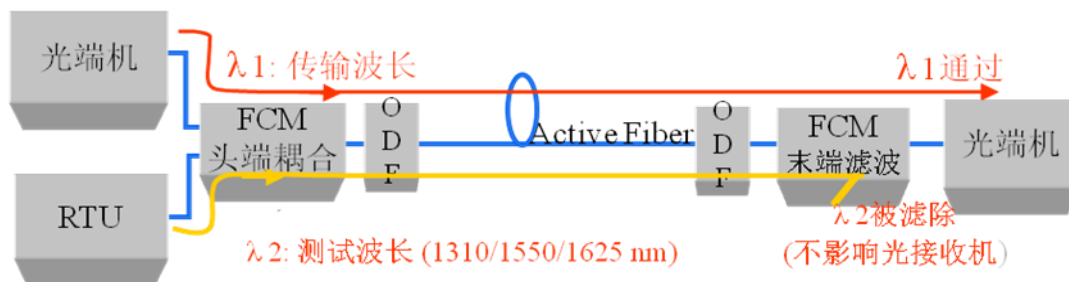


图 2：在线监测方式基本原理图

⌘ 备纤监测方式

采用用户备纤做测试，系统很容易建立且安全，成本较低；测试波长可以与工作波长一样，系统架构清晰简单明了，利于维护；下图为离线监测方式基本原理图：

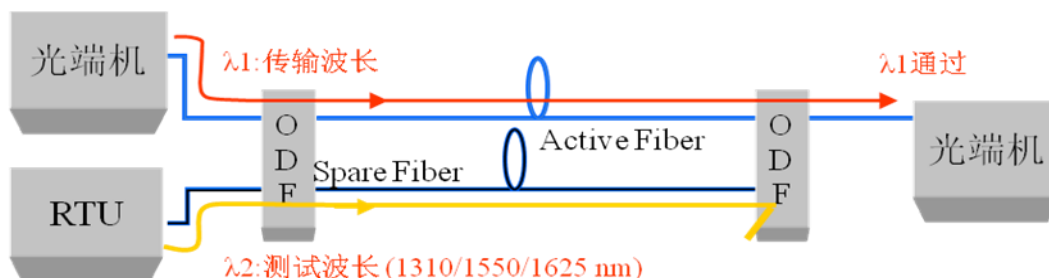


图 3：离线监测方式基本原理图

本方案将采用备纤监测的方式。

3.2 监测站 RTU 的 OTDR 选用原则

在系统规划中，系统采用 37dB(1550nm OTDR)。

相应的监测半径由以下算法确定：

- 1、OTDR 光源打到光缆的最末端时 S/N=1，此时末端曲线已经受噪声影响而变得不平滑，测试和分析精度较低。为了提高监测精度，系统规划考虑以 S/N=3dB 来确定监测距离。即在 OTDR 提供商的动态范围中减去 3dB。
- 2、头端光衰耗的计算方法：
 - ✓ 光连接器 (Adapter) 的插入损耗=0.3dB (典型值)
 - ✓ WDM 的插入损耗=0.3dB (典型值)
 - ✓ 滤波器 Filter 的插入损耗=1.0dB (典型值)
 - ✓ 熔接点 Fusion 的插入损耗=0.1dB (典型值)
 - ✓ 光开关 (OSW) 的插入损耗=1.2 (典型值) +2Adapter=1.8dB
 - ✓ 离线周期头端光损耗 (Head-End Loss) =1 OSW+2Adapter=2.4 dB
 - ✓ 1550nm 的光传输损耗=0.25dB/km (典型值)
- 3、末端插入损耗的计算方法：

离线末端总损耗 =0dB
- 4、系统的监视距离与下列各因素相关：
 - 1) OTDR 之测试光波与动态范围(Dynamic Range)。
 - 2) 现存光纤网络之耗损值(Loss)本次方案设计假设光缆传输 1550nm 波长光的每公里衰耗为 0.25dB。
 - 3) 各光纤接点之耗损值；包含接头(Adapter)及熔接(Fusion)二种耗损。
- 5、依照 OTDR 的测试特性与光纤传输的基本原理，则上述各项目可以整理成一个计算公式。此公式经本公司实验室精密推算。所有公式如下：

$$\text{测试距离 } d = \frac{\text{DR} - 3\text{dB} - \text{HE}_{\text{loss}} - (\text{RT} \times \text{RT}_{\text{loss}}) - (\text{OU} \times \text{OU}_{\text{loss}})}{0.05 + \text{TX}_{\text{Loss}}}$$

其中的各项代号为：

- 1) DR: 动态范围(Dynamic Range)，单位为 dB。

- 2) HELoss: 头端点的耗损, 单位为 dB。
- 3) RT: 中继点(Re-Transmitter)的数量。
- 4) RTLoss: 每一个中继点的耗损, 单位为 dB。

TXLoss: 光纤对测试波长的传输耗损(Transmission Loss), 单位为 dB。

四、RTU 监测路由

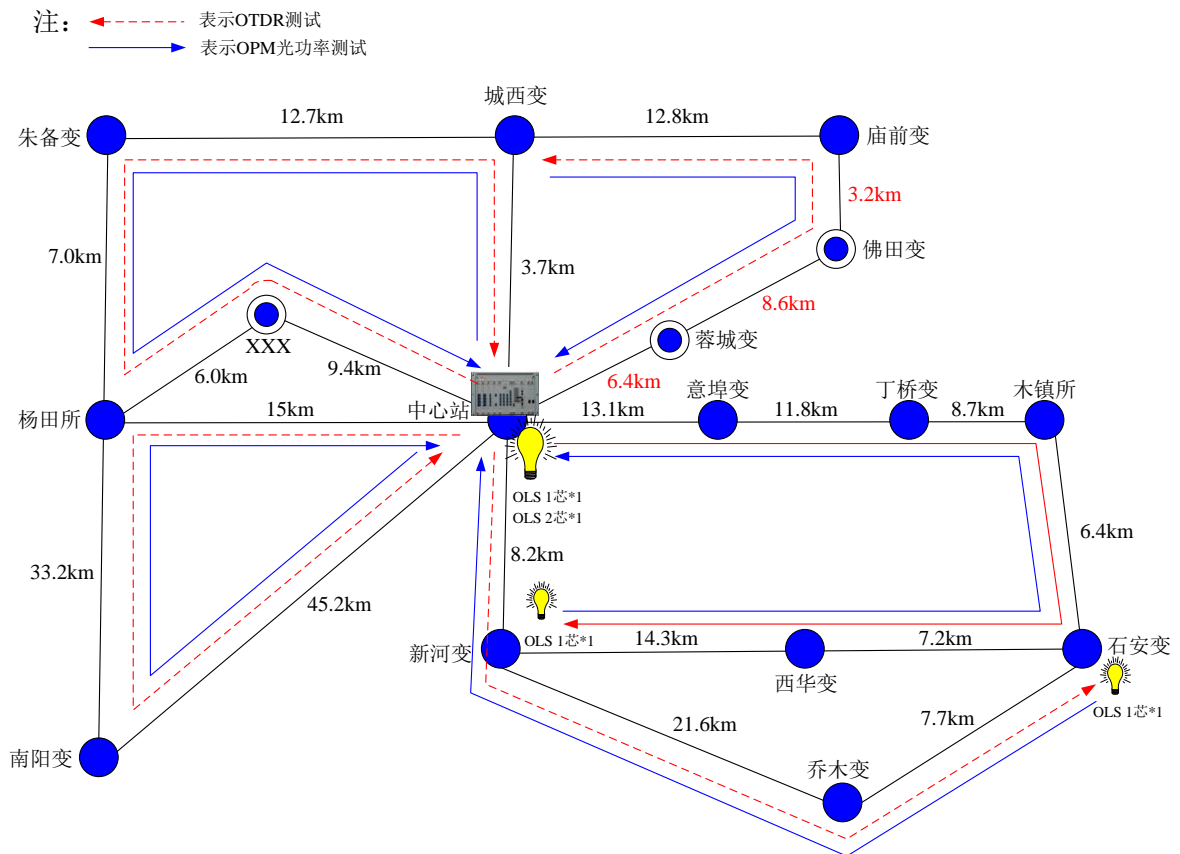


图 3: RTU 监测路由示意图

4.1 中心监测站监测路由

监测站 (RTU) 动态范围	路由	监测 方式	中继 数量	插入损 耗 (dB)	距离 (公里)	
					实际	可测
中心站 RTU	中心站 OSW1->XXX->杨田所->朱备变->城西变->中心站	备纤	4	6	38.7	124
	中心站 OSW2-> 杨田所->南阳变->中心站	备纤	2	3	93.4	136
	中心站 OSW3->新河变->乔木变->石安变	备纤	2	3	36.9	136
	中心站 OSW4->意埠变->丁桥变->木镇所->石安变->西华变->新河变	备纤	5	7.5	61.5	118
	中心站 OSW5->蓉城变->佛田变->庙前变->城西变	备纤	3	4.5	31	130

五、本项目设备总清单、各站点设备清单、设备图例和设备报价清单

5.1 本项目设备总清单

序号	项目	设备名称	型号说明	数量	单位
一、监测中心及软件					
1	系统软件	监测中心软件	FAMS4.5	1	套
2	无线告警	ANT001	Alarm note Transmit	1	台
3	服务器	APT001	Alarm Phone Transmit	1	台
4	数据库	ORACLE 10g	正版（可选）	1	套
5	操作系统	Win Sverver2008	正版（可选）	1	套
6	监测中心	监测中心服务器	HP 或 IBM 服务器（可选）	1	台
二、监测站 RTU					
7	RTU 软件		RTU2.0	1	套
8	RTU	RTU7000	RTU 主机框（含风扇及背板总线电路板）	1	台
9	MCU	RTU4000	主控制模块	1	块
10	PWU	RTU5000	Power Module（-48V/DC）电源模块	2	块
11	OTDR	OTDR2537	OTDR Module(1550nm/37dB) 含控制板	1	块
12	OSW	OSW2708	8 芯，OSW Module 含控制板	1	块
13	OPM	OPM1P08	8 芯，光功率监测模块	1	块
14	OLS	OLS1L51	1 芯稳定光源	3	台
15		OLS1L52	2 芯稳定光源	1	台
16	光跳线			若干	条

各站点设备清单：

5.2 中心监测站设备清单

序号	项目	设备名称	型号说明	数量	单位
一、监测中心及软件					
1	系统软件	监测中心软件	FAMS4.5	1	套
2	无线告警	ANT001	Alarm note Transmit	1	台
3	服务器	APT001	Alarm Phone Transmit	1	台
4	数据库	ORACLE 10g	正版（可选）	1	套
5	操作系统	Win Sverver2008	正版（可选）	1	套
6	监测中心	监测中心服务器	HP 或 IBM 服务器（可选）	1	台
二、监测站 RTU					
7	RTU 软件		RTU2.0	1	套
8	RTU	RTU7000	RTU 主机框（含风扇及背板总线电路板）	1	台
9	MCU	RTU4000	主控制模块	1	块
10	PWU	RTU5000	Power Module（-48V/DC）电源模块	2	块
11	OTDR	OTDR2537	OTDR Module(1550nm/37dB) 含控制板	1	块
12	OSW	OSW2708	8 芯，OSW Module 含控制板	1	块
13	OPM	OPM1P08	8 芯，光功率监测模块	1	块
	OLS	OLS1L51	1 芯稳定光源	1	台
		OLS1L52	2 芯稳定光源	1	台
14	光跳线			若干	条

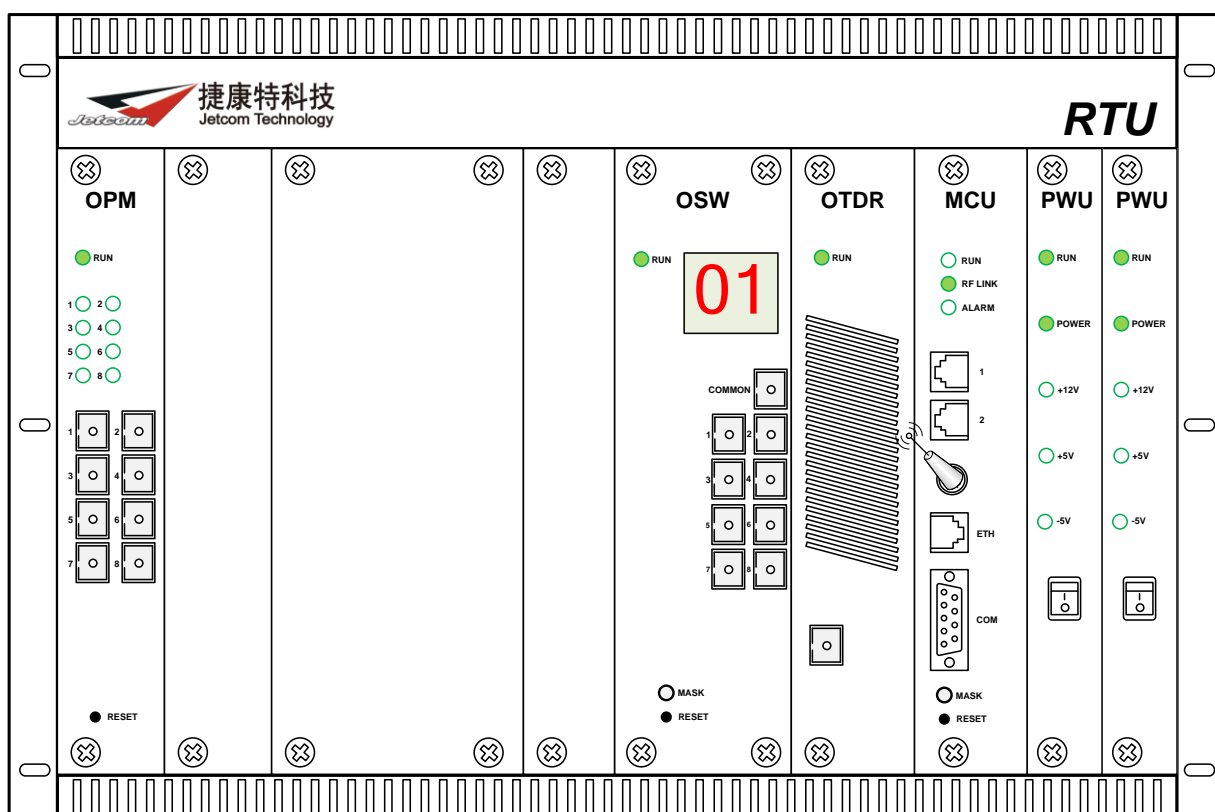
5.3 新河变监测站设备清单

序号	项目	设备名称	型号说明	数量	单位
一、新河变					
1	OLS	OLS1L51	1 芯稳定光源	1	台

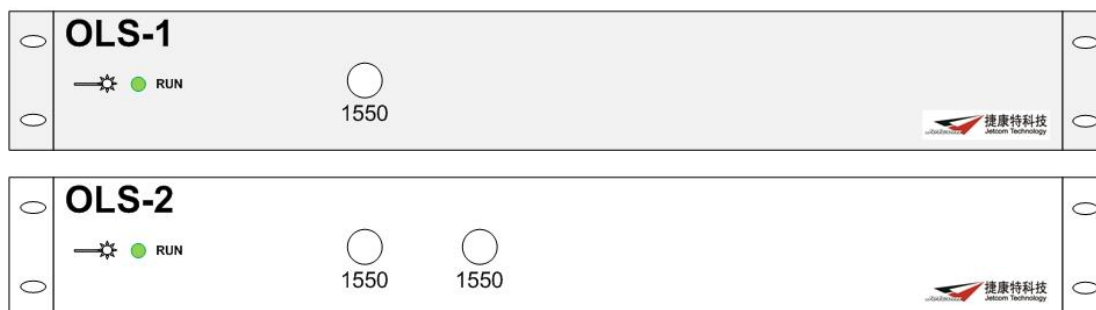
5.4 石安变监测站设备清单

序号	项目	设备名称	型号说明	数量	单位
一、石安变					
1	OLS	OLS1L51	1 芯稳定光源	1	台

5.5 设备图例



RTU 设备图

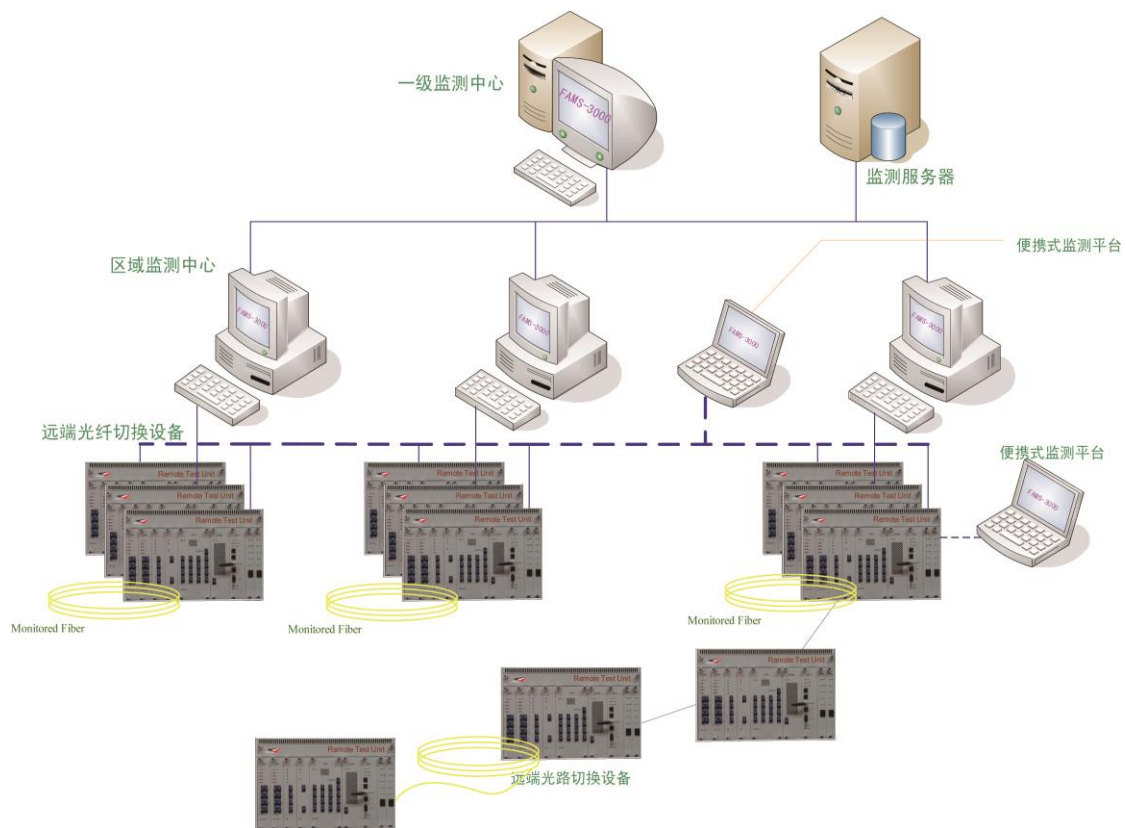


OLS 远端光源图

六、系统介绍

FAMS3000 (Fiber Alarm Monitoring System) 光缆自动监测系统是一套针对光纤网络管理和维护的智能系统，本系统拥有强大资源管理功能并能与 GIS 地图紧密结合图形化显示，操作简单、维护便捷。本系统不仅可以对光纤网络状况实时监测，而且利用资源管理系统能快速准确的提供光纤故障点的各种信息，大大缩短了故障历时。

FAMS3000 光缆自动监测系统采用了国际先进的“模块化设计、插板式结构、热备份双电源”的结构方式，所有电路板均支持热插拔，极大的方便了系统维护。双电源热备份其中一个电源发生故障，另一个电源自动负担全部电源负荷，对系统的连续工作不会产生任何影响。RTU 监测站系统采用嵌入式 Linux 系统，系统具有效率高、稳定性好、移植性好等优点，还内含完整的 TCP/IP 网络协议栈，促进了多种不同产品间的互用性。



FAMS3000 光缆自动监测系统结构图

6.1 系统功能

- 6.1.1 提供 GIS 地图中基本的图形操作，放大、缩小、整图、漫游、选择等操作状态；
- 6.1.2 远程、实时、在线地进行光缆线路中被监测光纤运行状况的监测，预防光缆线路的故障隐患。
- 6.1.3 按规定的周期，向 TSC 传报被监测光缆线路运行状况的数据文件。
- 6.1.4 当光缆线路中被监测光纤发生故障时，RTU 迅速、准确地确定故障点的位置，并立即向一个或多个中心传报。
- 6.1.5 配合光缆线路障碍的抢修，生成相应的施工指导单，压缩故障历时
- 6.1.6 系统可以根据不同时期，不同线路的情况设置不同的障碍分析参数，查询 RTU 的光缆运行数据文件，自动分析所监测光缆线路劣化的趋势。
- 6.1.7 多种测试功能
 - 1) 点名测试：TSC的操作人员选择并遥控某RTU对某被监测光缆线路中某被监测光纤进行即时测试。
 - 2) 定期测试：RTU按照远程下装的测试周期、测试的起止时刻和测试参数等设置要求，对被监测光缆线路中各被测光纤进行周期性的自动测试。
 - 3) 障碍告警测试：当被监测的光纤发生故障时，或接收光功率低于设定门限值时，或分析过滤与被监测光缆线路相连接的光传输设备（OTE）的网管系统或监控系统所提供的告警信息并判明可能是光缆线路的障碍时，TSC即时启动RTU对该被监测光纤进行测试，并接收回传的测试数据。
- 6.1.8 多种监测模式
 - 1) 在线监测：RTU中OTDR模块的工作波长与在用OTE的工作波长不同，它能实时地对被监测光纤的运行状况进行监测。
 - 2) 离线监测：RTU中OTDR模块的工作波长与在用OTE的工作波长相同或不同，它能在OTE停用或OTE离开光缆线路时，对被监测光纤的运行状况进行监测。当OTE在用时，它不对被监测光纤进行监测。
 - 3) 备纤监测：RTU中OTDR模块的工作波长与在用OTE的工作波长相同或不同，它对被监测光缆线路中备用光纤的运行状况进行监测。
 - 4) 跨段监测：通过配置有源设备和无源光器件后，它对一个光缆段以上的光缆线路进行远程的在线监测、离线监测或备纤监测。

6.1.9 告警处理

- 1) RTU传送至TSC的各类讯息,可制订一些流程,并可让user设定喜爱的表现方式,或再传送的手段
- 2) 告警回报可排定回报的日程, 设定不同的时间回报不同的维护人员;
- 3) 告警回报的多种途径: 电话语音播放、短信息、EMAIL等;

6.1.10 通信功能

- 1) 监测站(RTU)具有RS-232物理接口和TELNET网络接口之CIT(Craft Interface Terminal)控制方式, 方便工程人员查询完整的设备状态;
- 2) 监测站(RTU)可通过IP网与网管中心(TSC)联网;
- 3) 进行数据通信时, 采用TCP/IP协议, 确保监控网络设备互通。支持并发TCP连接, 以支持多路同时告警。

6.2 系统特点

6.2.1 图形化管理

利用GIS平台系统, 实现光缆、管道、人孔、机楼等资源的可视管理, 可清晰显示定位所有的光缆网络资源状态, 并能够通过空间元素查询轻易了解到想要各种资源信息。

6.2.2 历史数据查询

FAMS3000光缆自动监测系统拥有完备的历史数据, 有方便快捷的查询方式, 并可以报表的形式打印和保存。

6.2.3 缆线管理功能

缆线布线管理功能配合GIS地理信息系统, FAMS 3000光缆自动监测系统给线路维修人员提供了一个实用的管理查询工具。系统提供了对光缆、光交接箱、光分线盒、光接头盒等设备信息的编辑查询等功能, 并能自动生成光设备的展开图、光缆网络图、路由图及熔接图。对于光缆可根据纤芯颜色的设置自动生成光缆截面图, 并可显示每根光纤的使用情况和相关业务信息, 还提供了光路通道的调度与管理, 从而大大提高企业运维效率。

6.2.4 即时故障告警

FAMS 3000光缆自动监测系统提供完整的即时故障告警方式，并可弹性配置，系统可即时反映故障信息，并能通过短信、Email和现场声光等多种告警方式在第一时间通知相关维护人员。

6.2.5 芯线测试功能

FAMS 3000光缆自动监测系统可提供点名测试、定期测试、告警测试等多种监测模式，以满足用户日常维护、调试工作的需要。

6.2.6 故障定位功能

当系统精度定位故障点后，系统会根据光缆路由上的节点（如人孔、管杆等）距离及光缆绕线冗长，辅以数学运算缩减误差，准确定位出故障点位于那两个节点之间，对故障点在整个资源网络中所影响的其他相关资源情况，系统将以列表形式呈现。提供故障抢修最直接具体的信息。

6.2.7 决策支持信息

提供芯线劣化分析、事件劣化分析、故障种类及原因统计等多项决策支持功能，让管理人员提早预估问题光纤或故障原因，并可通过系统对相关纤芯进行调度以达到及早预防及改善、提升光纤传输品质。

6.2.8 软件功能定制

FAMS3000光缆自动监测系统功能完善，可以根据客户不同时期的需要进行相关功能的开放。并可根据不同客户的具体需要进行二次开发。

6.2.9 扩容能力

FAMS3000光缆自动监测系统完全采用模块化设计，具有热插拔的功能，光开关的扩展可以通过级联实现，新增加的路由只需增加相应的模块，新模块的加入对原有的系统无影响，扩容时也不会影响原有系统的监测功能。

七、硬件模块介绍

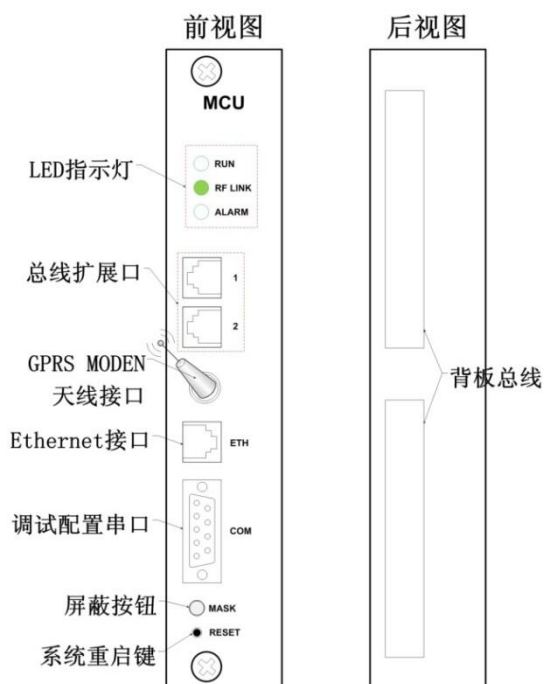
7.1 控制模块（MCU）

● 功能概述

控制模块用于管理监测站各个板卡，并且与监测中心服务器通信。将监测站状态上

报给监测中心，或执行监测中心下发配置和操作指令。使用嵌入式控制系统，结构精炼，功耗低，体积小。具有通信灵活，数据存储稳定，维护方便等特点。

● 模块外观



● 模块参数

内存容量：64M；

电子盘容量：8M；

处理器速度：80MIPS；

工作湿度：40°C/90%RH；

工作温度参数：0°C~50°C；

● 指示灯说明:

RUN: 运行状态指示灯

状态	说明
亮/闪烁	正常
不亮	系统故障

LINK: 网络连线指示灯

状态	说明
亮	正常
不亮	未联机或网络故障

PLUS: 指示灯

状态	说明
亮	背板通信停止
闪烁	背板通信正常

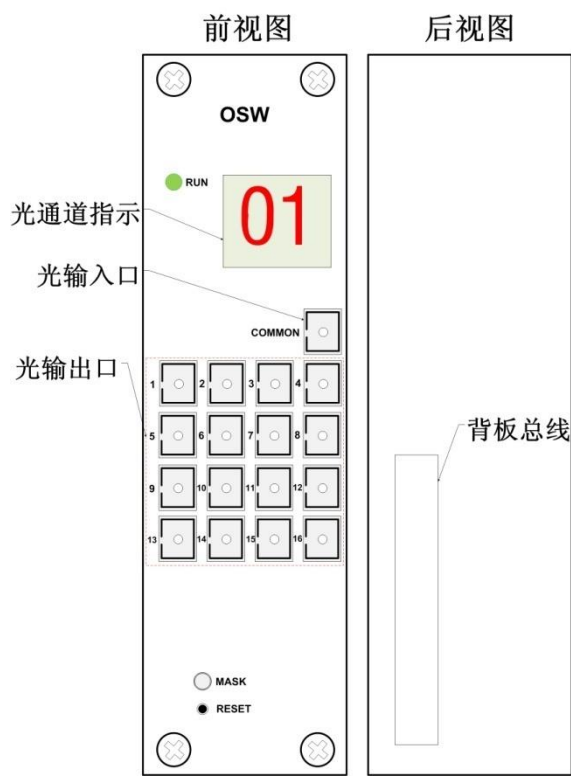
● 接口与按键说明:

7.2 光开关模块 (OSW)

● 功能概述

此 OSW 控制卡,内含一颗微处理器来控制光开关切换, 监控光开关切换状态,并提供多个厂家光开关的控制模式, 与 CPU MODULE 通信则采用背板总线方式, 支持热插拔, 并且可以串接多个模块, 可使接口电路更简化,使系统更加模块化。

● 模块外观



● 模块参数

单元信道： 1x4 路\8 路\16 路\32 路\64 路；
工作波长： 1260~1360nm, 1510~1550nm；
插入损耗： ≤1.0dB；
反射损耗： ≥55dB；
切换寿命： ≥10⁶；
重复性： ≤±0.05dB；
隔离度： ≥50dB；

● LED 指示灯

RUN： 运行状态指示灯

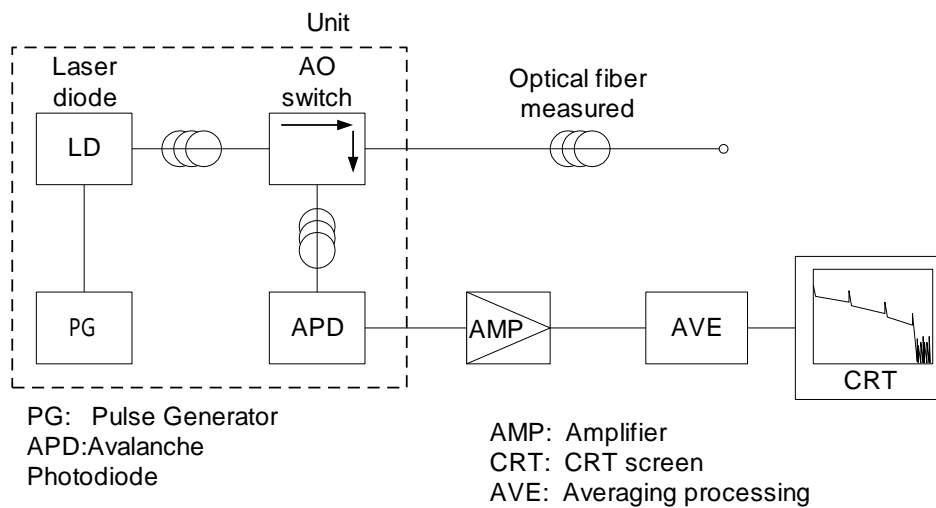
状态	说明
亮/闪烁	正常
不亮	故障

7.3 光路测试模块（OTDR）

● 功能概述

OTDR 基本测试时，由脉冲发生器产生的脉冲，驱动 LD 产生光脉冲，经方向耦合器射入待测光纤。射入光纤之光脉冲，因光纤内部含有杂质，气泡等发生散射，其中部分向后散射称为后方散射光（BACK SCATTERING LIGHT），连同遇不平整光纤端面所产生的 FRESNEL 反射光，一同反射回耦合器、射入光电二极管，转换成电脉冲。此项反射光，因极微弱，故反复传送，收集，迭加、放大，平均处理后，再将波形显示于 CRT 上。具有高动态范围、体积小、高水平分辨率的特点。

通过 OTDR 来确定光纤事件点的物理位置。

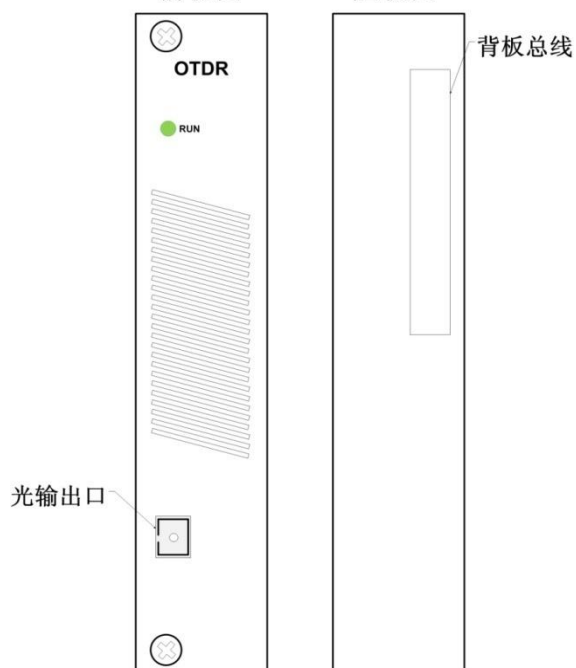


● 模块外观



前视图

后视图



● 模块参数

- 工作波长 (wave length): 1310nm~1550nm±25nm;
- 动态范围 (Dynamic range): 37 dB~47dB (at 25°C);
- 脉冲宽度 (Pulse width): 10ns, 30ns, 100ns, 300ns, 1us, 3us, 10us, 20us;
- 事件盲区 (Event deadzone): 5 m (Reflectance≤-35 dB, using 10 ns pulse width, Typ.2m); Attenuation deadzone: 20m;
- 线性度 (Linearity): ±0.05 dB/dB;
- 测量精度 (Reflectance measurements accuracy): ±2.0dB;
- 距离精度 (Distance accuracy): ±1m;
- 接口类型 (Optical connectors): LC, SC;
- 工作温度 (Operating Temperature): 0°C to +50°C;
- 保存温度 (Storing Temperature): -40°C to +70°C;
- 湿度要求 (Humidity): ≅ 85%;

● LED 指示灯

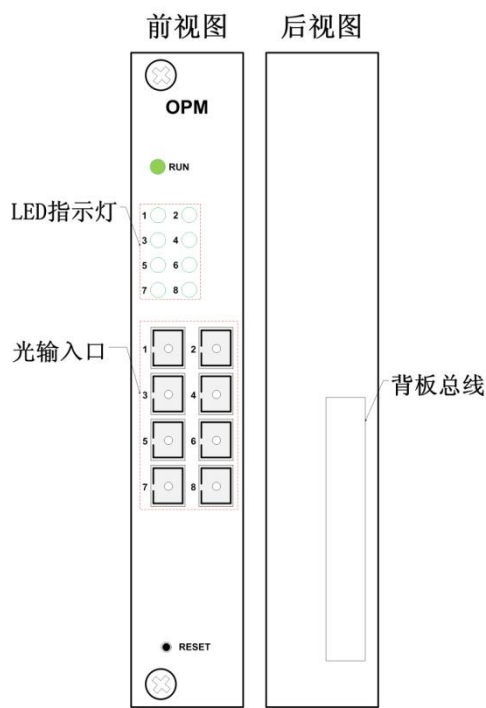
RUN: 运行状态指示灯

状态	说明
亮/闪烁	正常
不亮	故障

7.4 光功率告警模块 (OPM)

● 功能概述

光功率监测模块 (Optical Power Meter, OPM) 具备多种型式, 可应用于离线式实时告警测试和在线式实时告警测试; 透过监测光功率, 即可达到实时告警测试的目的。



● 模块外观



● 模块参数

工作波长： 1260 nm ~1550nm

插入损耗： < 1 dB

反射损耗： > 45 dB

监测范围： +5 to -60 dBm

监测精确度： ± 0.5 dB

监测分辨率： 0.1 dB

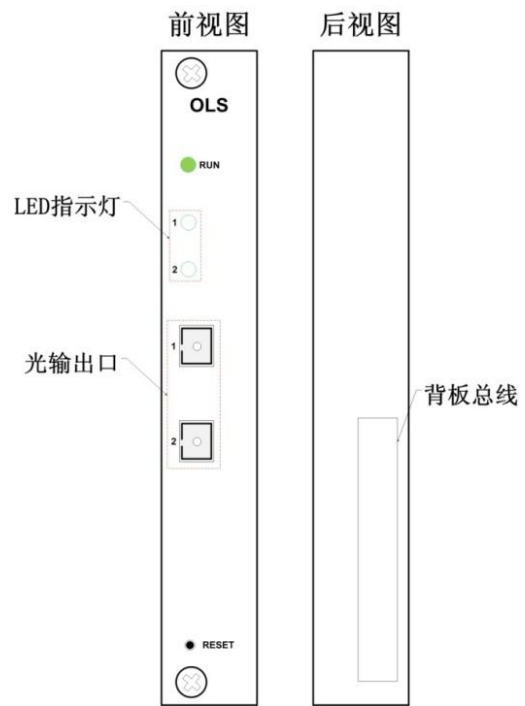
● 指示灯、接口和按键说明：

名称	功能	备注	
RUN	背板通信指示灯	闪烁提示背板通信正常，其他状态提示通信中断或故障。	
指示灯 1-8	功率告警指示灯	红色	无光状态
		闪烁	告警状态
		熄灭	正常或未使用
端口 1-8	光输入端口	接入 G.652 和 G.655 光纤。	
RESET	板卡复位键	重新启 OPM，模块复位。	

7.5 光源模块（OLS）

● 功能概述

在实时测试的同时，为了满足对安全性与监测成本的考量，我们可以采用监测光源由监测系统主动提供的方式，在监测芯线透过中继串接后，将光源安装于末端设定好，由配套的光功率监测模块来监测。平时可统计测试结果，当光功率降低于门槛时，立即激活 OTDR 进行该芯线的测试。如此一来，即可以较低的成本达成实时告警的效益。



● 模块外观



● 规格参数

工作波长：1260~1360nm,
1510~1610nm

输出光功率：+2dBm~-5dBm

光接口类型：LC/PC

工作温度：0°C to +50°C

湿度要求：≦ 85 %

● LED 指示灯

RUN：运行状态指示灯

状态	说明
亮	此路光源打开
不亮	故障或此路光源关闭

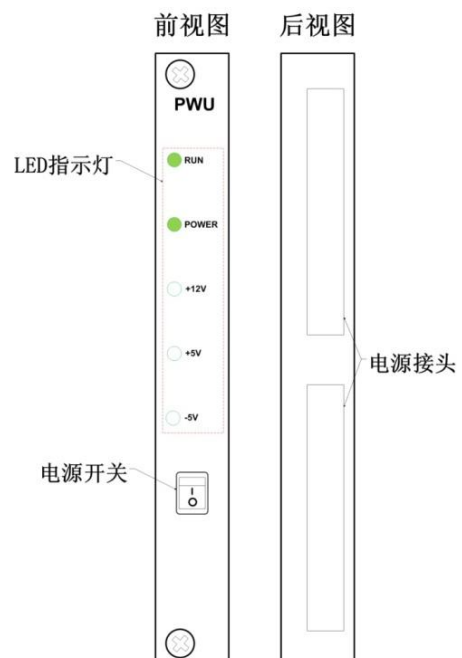
7.6 电源模块（PWU）

● 功能概述

电源模块在设计上为提高可靠性和稳定性，融入了供电稳定、过载保护、短路保护等技术。系统配装两张电源盘提供系统冗余备份。可以热插拔，便于系统运行状态下替换板卡。在电源板卡被插入、拔出或出现电源故障时，可以通过背板总线通知主控盘。后者将向光缆监测中心上报板卡即时信息。

此外，为了保护系统安全，我们并特别设计了保护电路，以免由于机房供电不良导致系统意外损坏。

● 模块外观



● 模块参数

输入电压范围：-36~-72V；

工作温度参数：0°C~50°C；

工作湿度：80% RH non-condensing；

功率范围：≤100W；

● 指示灯说明

名称	正常状态	故障状态	说明
-48IN	绿灯	熄灭	熄灭时，表示无-48V 输入
POWER	绿灯	熄灭	当-48IN 亮，但此灯熄灭时，保险管断路
+12V	绿灯	红灯	+12V 电压异常
+5V	绿灯	红灯	+5V 电压异常
-5V	绿灯	红灯	-5V 电压异常