

OFMS 光缆监控资源管理系统

林普仪器

第 1 章 系统概述

1.1 前言

随着网络数据通信量的急剧增长，光缆作为高速信息传输的媒介，通信光缆的作用变得越来越重要。但是，随着通信光缆的不断地增加和老化，光缆资源维护/管理与故障处理的问题也日渐突出。由于传统的通信光缆资源的线路维护管理模式存在故障定位困难、排障时间较长、故障无法预警、线路跳接不清晰、资源无法整合等问题，每年因通信光缆故障与资源管理的整合而造成的人力与物理损失非常巨大。因此，对通信光缆线路有效地监测与资源管理，及时发现和预报光缆隐患、缩短光缆的故障历时，并且有效的整理光缆资源就显得至关重要。

1.2 系统概述

该系统以地理信息平台为基础，以强大的资源管理功能为后台，将光缆监测、告警、故障分析、定位、故障管理、线路维护、线路管理、数字机房、ODF 架、跳纤、线路走向、标签标识、杆塔、井灯有机结合在一起，为通信光缆的安全高效运行与光网络资源整合提供保障，从而实现光纤物理网络的监控、营销、维护和管理。

通过该系统，可有效地对通信光缆实时监测与管理、光缆故障定位、故障隐患预报、光纤资源占用情况、数字机房机柜占用情况等进行有效的管理与监控。当通信光缆发生故障时，系统快速定位故障点，并以多种形式（邮件、短信、语音等）通知运维人员进行处理，大大缩短故障的处理时间，提高检修及故障处理的工作效率，并且在盘点光网络资源时光缆/光纤走向，光纤熔接走向、光缆资源占用情况等，同时通过资源管理系统可以导出报告的形式，从而有效的提高通信光缆的运维管理水平。

第 2 章 硬件系统

2.1 硬件系统功能

2.1.1 远程维护功能

可以通过网管远程上下载设备数据库、设备操作系统程序和设备应用程序；能够通过网管远程查询所有板卡的运行状态和硬件版本、软件版本、序列号和生产日期等信息；板卡出现故障、板卡被拔出时，或者当监测中心与监测站通信中断时，中心能够向维护人员发送短信进行告警。

2.1.2 板卡维护功能

光缆监测站所有板卡能带电更换；

光缆监测站具有两组的外接 AC/DC 电源输入，双电源双热备份；

电源设计有保险丝过电流，可供抽换；

电源模块拥有输出电压监测功能，能够在输出电压出现故障时向监测中心告警；

板卡采用模块化设计，方便安装及维护

具有热插拔功能

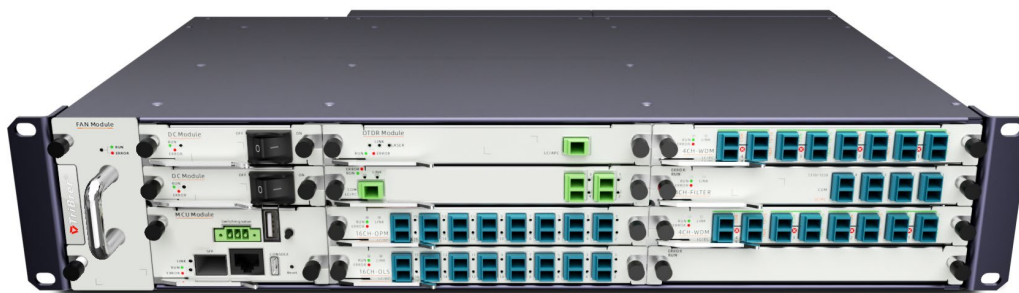
2.2 单台配置功能

● 2U 设备标配提供 8 个标准槽位，2 个双电源槽位，1 个主控槽位，1 个散热风扇槽位；

- 提供 4\8\16\32\48\96 路光开关自动控制功能
- 提供自动控制 OTDR 监测光缆功能
- 提供嵌入式主控网络管理功能
- 提供风扇板卡自动散热功能
- 双电源备份+电源输入监测功能

2.3 硬件技术指标

监测站（RTU）设备的基本组成包括：风扇模块（FAN）、嵌入式微处理器模块(MCU)、光时域反射仪模块(OTDR)、光功率监测模块(OPM)、光路切换模块(OSW)、电源模块(PWU)、波分复用模块或单元(WDM)、光滤波器模块或单元(FILTER)等。



2U 高 设备样图

(1) 设备运行环境

- 环境温度：-10~+40°C;
- 相对湿度：25°C 时不大于 95%;
- 大气压强：86 kpa~106 kpa;
- 电源电压：-48V DC±20%； 220V AC±20%

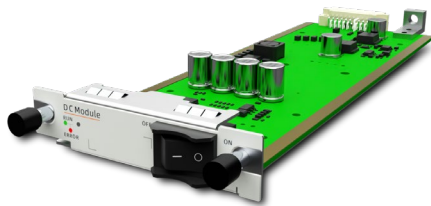
(2) 供电

- 额定输入电压：-48V/DC； 220V/AC
- 允许电压范围：-36V/DC~-72V/DC； 220V/AC±20%
- 功耗：设备整体功耗 100W。

(3) 尺寸

- 2U 设备尺寸：88mmx483mmx305mm(高*宽*深)

2.3.1 电源模块（PWU）



DC 电源



AC 电源

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。搭配独特的双直流/双交流/一直流一交流供电方案以应对现场多种不同的供电方式满足 RTU 供电。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。

模块参数：

DC 输入电压范围：-36~-72V；

AC 输入电压范围：220V±20%

工作温度参数：-10°C~50°C；

湿度要求（Humidity）：≤95 %非凝结；

最大功耗：100W；

DC 电源尺寸：19.9mm*86.4mm*244mm(高*宽*深)

AC 电源尺寸：88mm*168mm*46mm(高*宽*深)

PWU 按键/指示灯说明

名称	正常状态	故障状态	说明
RUN	绿灯闪烁	红色常亮	常亮时表示板卡输入电压异常

2.3.2 主控模块（MCU）



功能概述：

主控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。可额外加增 4G 数据通信模组，可用于快速告警，若对于通信保密度严格，可将 4G 通信模组摘除自由搭配。主控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。

模块参数：

内存容量：512M 字节；

电子盘容量：4GB 字节；

处理器速度：800M；

工作湿度：40°C/90%RH；

工作温度参数：-10°C~50°C；

尺寸：40.3mm*86.4mm*244mm

(高*宽*深)

指示灯说明：

名称	正常状态	故障状态	说明
RUN	常亮/闪烁	熄灭	提示是否系统故障
LINK	常亮/闪烁	熄灭	提示传输通信故障
ERROR	熄灭	常亮红色	提示板卡异常

接口与按键说明：

名称	功能	备注
ETH	以太网接口	接口定义遵守国际标准，10M/100M 自适应线序以太网接口
SFP	光模块接口	支持 100M 光模块传输
USB-A	数据传输	支持本地升级传输升级文件使用
RESET	系统复位键	重新启动 MCU。
CONSOLE	调试接口	控制台调试接口

2.3.3 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，且可串接多个模块。

模块参数：

工作波长：1.20~1.65um

转换时间：≤25ms

寿命：≥100 万次

隔离度：≥60dB

光纤连接器回波损耗：≥55dB

光纤连接器介入损耗：≤0.5dB

光接口类型：LC/PC

光端口数：按需选择 2、4、8、16、32、48、96 个端口

尺寸：19.9mm*155.9mm*244mm(高*宽*深)(32 路 OSW，1 个槽位高*宽*深)

面板指示灯与端口等说明

名称	说明
LINK	提示板卡链接是否正常，链接指示灯常亮，链接接指示灯熄灭。
RUN	正常运行绿色灯闪烁，板卡异常红色灯常亮。
COMMON	光开关公共端。
1-N	对应光开关相应端口，指示灯比对目前正在监测光口。

2.3.4 光时域反射仪模块（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背向散射光（BACK SCATTERING LIGHT），连同遇不平整光纤端面所产生的菲涅尔反射光，一同反射回耦合器、射入光电二极管，转换成电脉波。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。

模块参数：

工作波长（Wave length）：1550nm±20nm、1625nm±10nm、1650nm±5nm；

动态范围（Dynamic range）：最大 42dB(1550nm)、最大 42dB(1625nm)、最大 40dB(1650nm)；

脉冲宽度（Pulse width）：5ns~20us；

事件盲区（Event deadzone）：0.8m(脉宽 5ns，反射值不超过-45dB)；

衰减盲区（Attenuation deadzone）：3m（5ns，非饱和）；

线性度（Linearity）：±0.03dB/dB；

取点数（Sampling Point）：256 000；

反射系数(Refractive Index)：1.000000~2.000000；

距离精度（Distance accuracy）：±（0.75+0.005%*距离+采样分辨率）m；

接口类型（Optical connectors）：LC/APC；

工作温度（Operating Temperature）：-10°C to +50°C；

保存温度（Storing Temperature）：-40°C to +70°C；

湿度要求（Humidity）：≦85%；

尺寸：19.9mm*155.9mm*244mm(高*宽*深)

指示灯说明:

名称	工作正常状态	说明
RUN	绿色闪烁	运行状态正常，异常则红色常亮
LINK	绿色常亮	链接正常，异常熄灭。

2.3.5 光功率监测模块 (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。

模块参数:

波长范围: $0.85\mu\text{m}\sim 1.62\mu\text{m}$

输入光功率范围: $-70\text{dBm}\sim +30\text{dBm}$

显示单位: dBm、dB、W

分辨率: 0.01dB

稳定度: $\pm 0.1\text{dB}$

光接口类型: LC/PC

监测光通道数: 4、8、12、16、32、48、96 通道,并可扩容

尺寸: $19.9\text{mm}\times 155.9\text{mm}\times 244\text{mm}$ (高*宽*深)

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。
端口 1-N	光输入端口	接入 G.652 和 G.654 光纤。
指示灯 1-N	光功率监测指示灯	接入正常绿灯闪烁,未接入熄灭。
LINK	链路连接指示灯	连接正常闪烁,未接入熄灭。

2.3.6 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。

规格参数：

工作波长：1310nm±20nm、1550±20nm、1625±20nm

输出光功率：> -5dBm

稳定度：±0.02dB/15min；±0.2dB/8h

光接口类型（Optical connectors）：LC/PC

工作温度（Operating Temperature）：-10°C to +50°C；

保存温度（Storing Temperature）：-40°C to +70°C

湿度要求（Humidity）：≤90%

光通道数：4、8、12、16、32、48、96 光通道，并可扩容

尺寸：19.9mm*155.9mm*244mm(高*宽*深)

指示说明：

状态	说明
RUN	与背板连接正常绿灯闪烁，异常熄灭
LINK	链路连接正常绿灯闪烁，未接入熄灭
1-N 指示灯	绿灯闪烁表示光源正常工作，异常熄灭
1-N 端口	接入 G.652 或 G.654 光纤

2.3.7 散热模块（FAN）



功能概述：

在 RTU 监测时，为了保证 RTU 温度在稳定运行的范围之内，MCU 会实时监测 RTU 温度，若温度过高时，则 FAN 将会自动开启风扇进行散热。如此一来保证 RTU 监测的稳定度与增加使用寿命。

规格参数：

风扇类型：直流无刷电机

风扇单元：2 个

最大转速：4000±15%

尺寸：88*40.6*259（高*宽*深）

指示说明：

状态	说明
RUN	与背板连接正常绿灯闪烁，异常熄灭

2.3.8 波分复用模块或单元（WDM）



功能概述：

多数监测光缆中会存在着光纤资源紧张或饱和的情况，若再需要进行光缆监控则需要使用到波分复用模块（WDM），将 OTDR 模块测试波长 1625/1650nm 与通信波长 1310nm/1550nm 进行合波，传至所需要监测的光缆，如此一来可大大减少光纤资源紧张的压力。由于板卡为无源设备可搭配 4、8、16、32、48、96 路进行合波监测或拓展更多接口。同时波分复用模块或单元有较高的隔离度与较小的插入损耗，减少因接入波分复用单元所带来的业务损耗。

规格参数：

波长：1310/1550/1625nm

插入损耗：<1dB

回波损耗：≥50dB

接口类型：LC/PC

合波路数：4、8、16、32、48、96 等

尺寸：88*40.6*259（4 路单槽位高*宽*深）

2.3.9 光滤波器模块或单元 (FILTER)



功能概述:

在使用在线监测模式时，一般在尾端站测试波长需要过滤则在尾端站需要架设光滤波器模块或单元 (FILTER) 同时此模块或单元为无源可搭配 4、8、16、32、48、96 路进行滤波或拓展更多接口。同时该模块具有较高的隔离度与较小的接入损耗，减少因滤波所带来的业务损耗。

规格参数:

波长: 1310/1550/1625nm

插入损耗: < 1dB

回波损耗: ≥ 50 dB

接口类型: LC/PC

合波路数: 4、8、16、32、48、96 等

尺寸: 88*40.6*259 (4 路单槽位高*宽*深)

2.3.10 兼容加拿大 EXFO 公司测试单元（OTH-7000）

测试单元 OTH-7000



光开关 RTUe-9120



功能概述：

作为 EXFO 远程光纤测试和监测解决方案，OTH-7000 是一个外形小巧（ $\frac{1}{2}$ U 机架空间）的远端测试单元，内置 OTDR 和光开关。OTH-7000 有 1、4、16、32 或 64 端口配置可供选择。

利用紧凑的外部光开关 RTUe-9120，每增加 $\frac{1}{2}$ U 机架空间，可最多增加 256 个端口。采用基于 MEMS 的光开关设计，外形紧凑且结实耐用。它具备快速切换功能，使用寿命高达 10 亿次，是满足光缆监测理想的工具。

规格参数：

测试波长：1650nm \pm 15nm；

动态范围：42dB；

事件盲区：0.9 米；

衰减盲区：3.5 米；

采样点：可达 132,000 个；

线性度：0.05dB/dB；

绿色无风扇设计。

第 3 章 软件系统

3.1 软件系统功能

◆ 系统管理功能

- 用户、角色、权限管理；
- 语言切换；
- 存储管理；

◆ 资源管理功能

- 空间资源管理（范围、局站、地标、井）；
- 跳纤管理（接线盒、机房 ODF 架、光交箱）
- 光缆管理（光缆、缆段、束管、纤芯、跳纤、光路）；
- RTU 管理（设备、机框、机槽、机盘、端口、RTU 操作记录、板卡指令、远程升级）；
- 资源报表导入与导出；

◆ 曲线测试功能

- 点名测试；
- 定期测试；
- 故障告警测试。
- 历史曲线查询与对比；
- 测试方案配置

◆ 告警管理功能

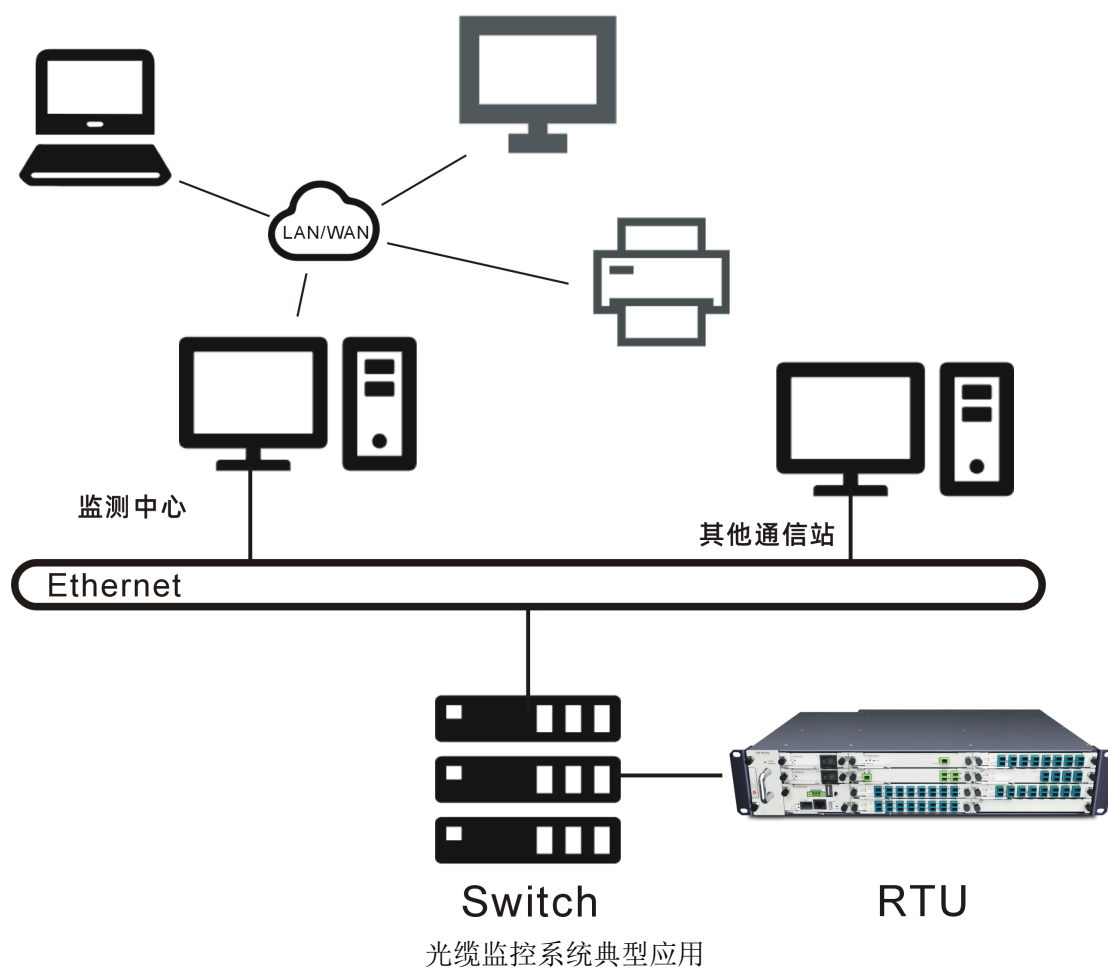
- 告警查询、显示与定位；
- 告警门限管理；
- 告警分析处理；
- 告警预警管理。

◆ 劣化分析功能

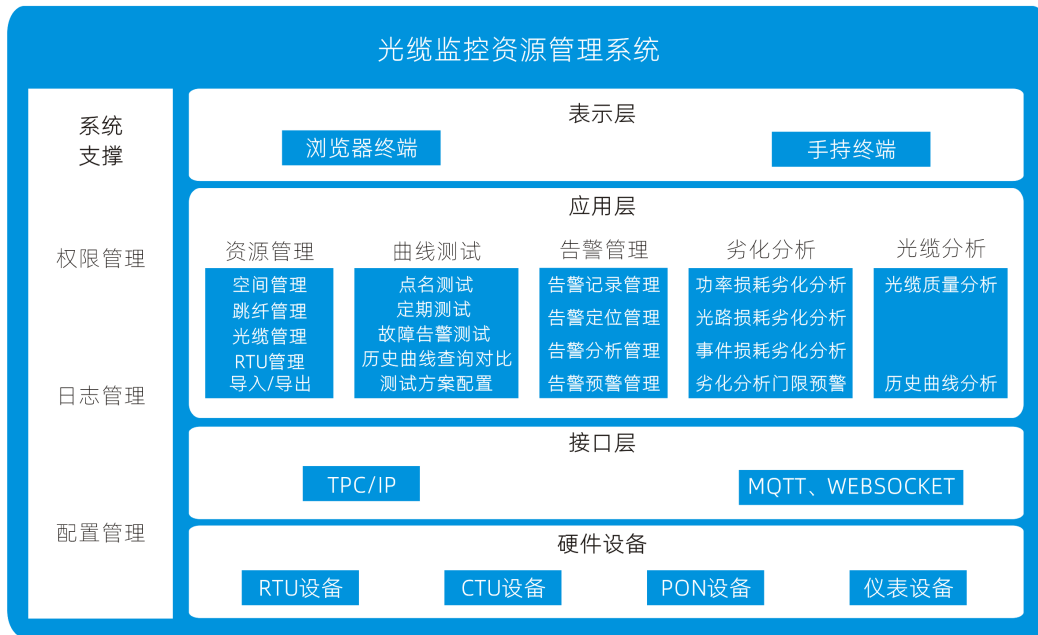
- 光功率全程衰耗劣化分析；
- 光路全程衰耗劣化分析；
- 事件点衰耗劣化分析；
- 衰耗劣化分析门限设置及预警。

- ◆ 光缆分析功能
 - 光缆质量分析
 - 历史曲线分析
- ◆ 手持终端功能
 - 移动办公（资源录入、现场测试等）。

3.2 系统结构

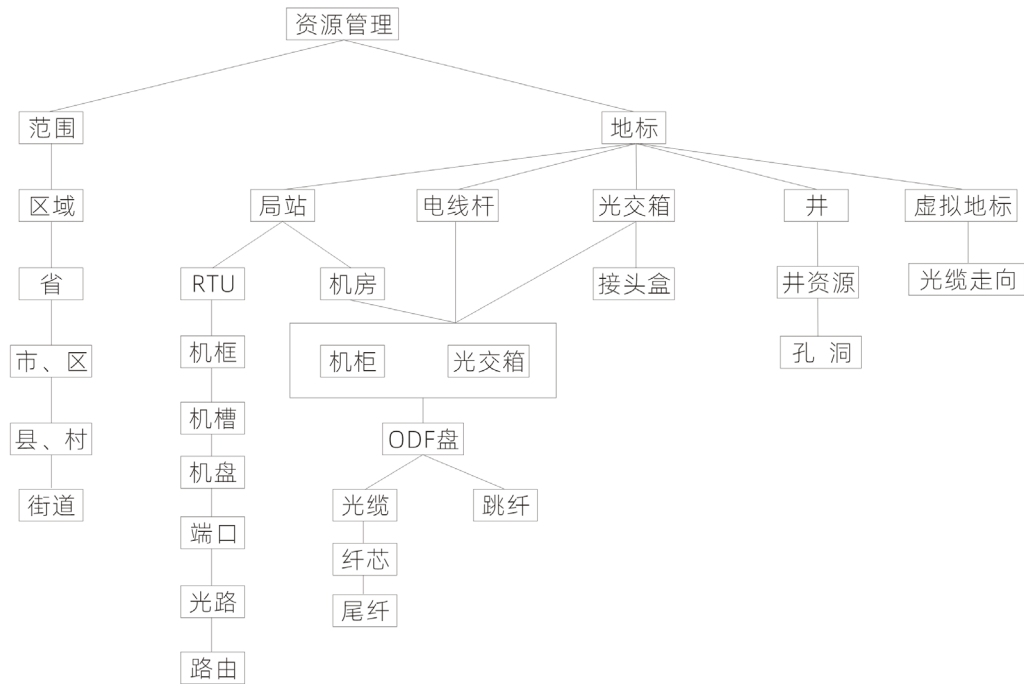


◆ 系统功能结构



光缆监控系统采用三层架构，分别为表示层、应用层、接口层。每层的各功能组由一系列功能模块构成，各模块间采用松耦合的关系进行组织，可以灵活地在不同的硬件环境下进行部署。

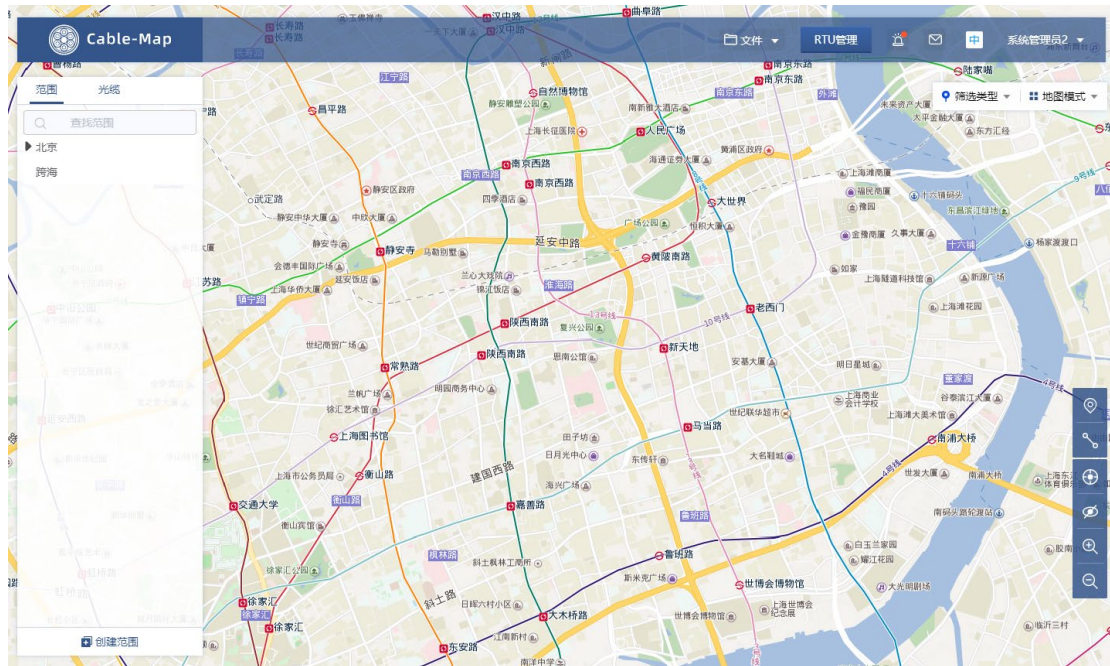
数据模型结构



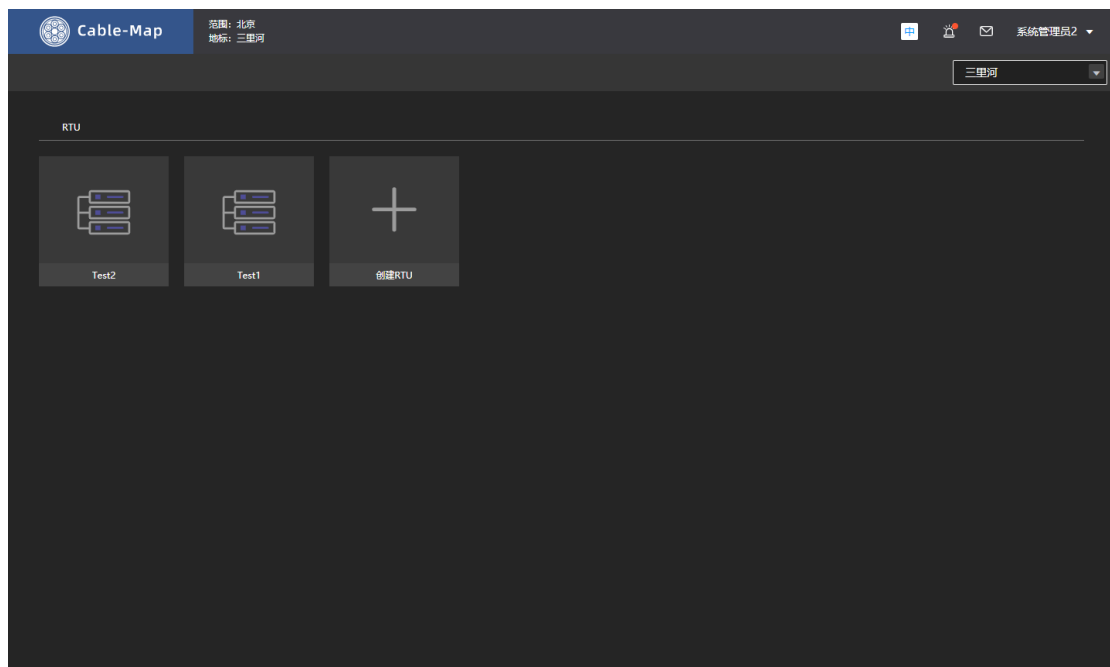
光缆监控系统数据模型主要包括：范围资源管理（区域、省、市等），地标资源管理（局站、电线杆、光交箱等），设备资源管理（RTU、机框、机槽、机盘、端口），光缆资源管理（光缆走向、光路），机房资源管理（机柜数量，ODF 架构，ODF 接口占用）光纤资源管理（光纤熔接，跳纤走向标签标注，束管）

3.3 系统界面

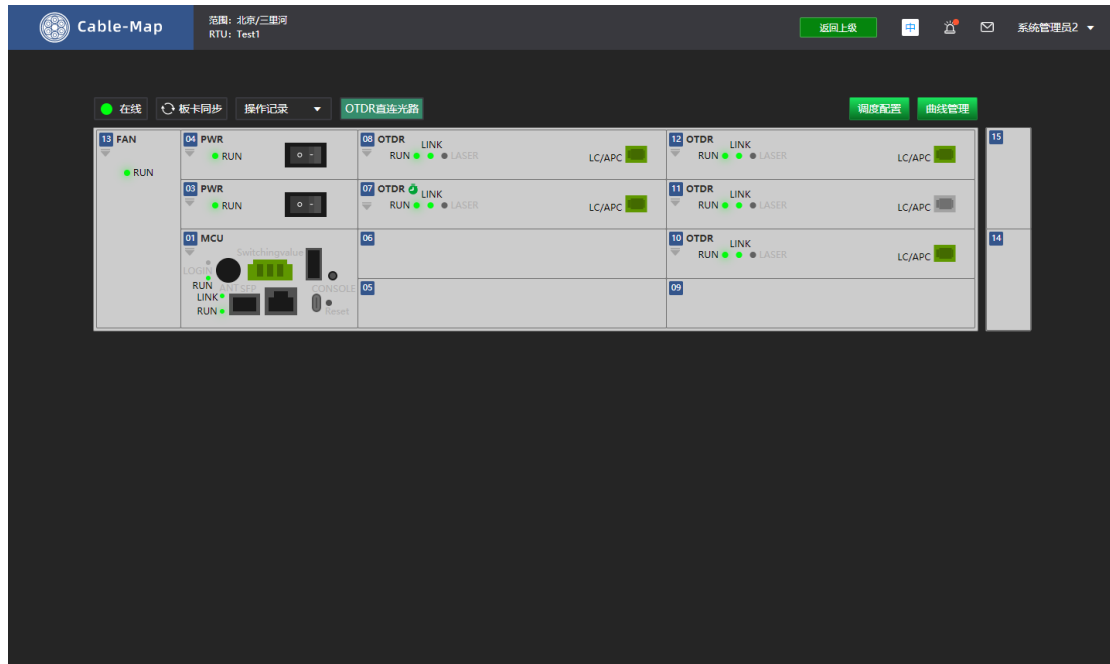
◆ 监控主界面



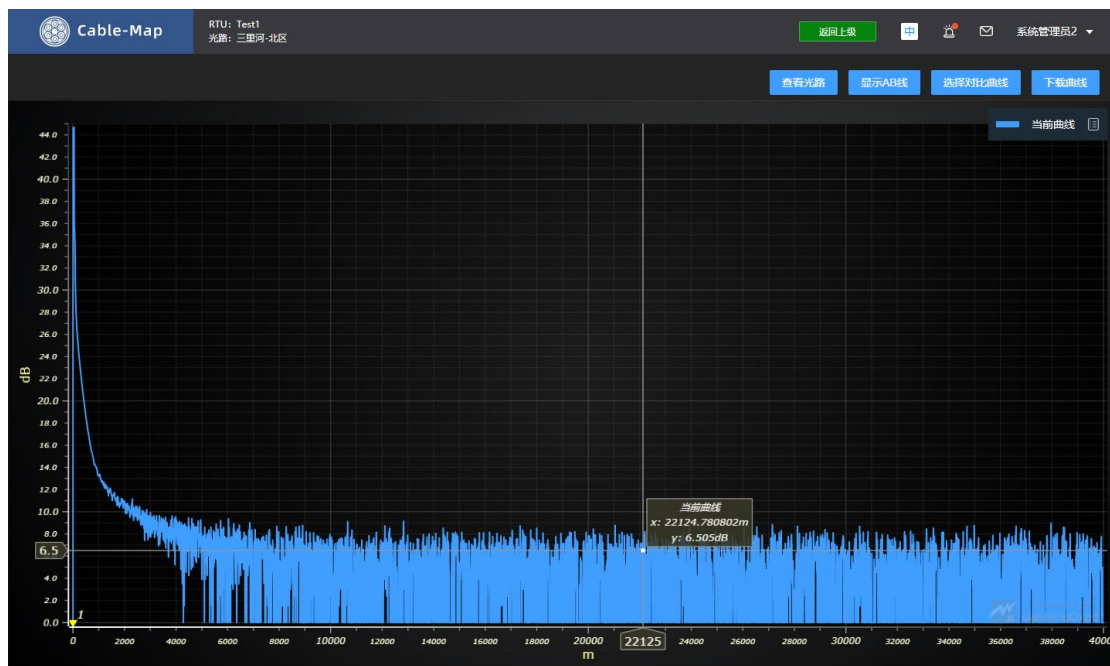
◆ RTU 管理界面



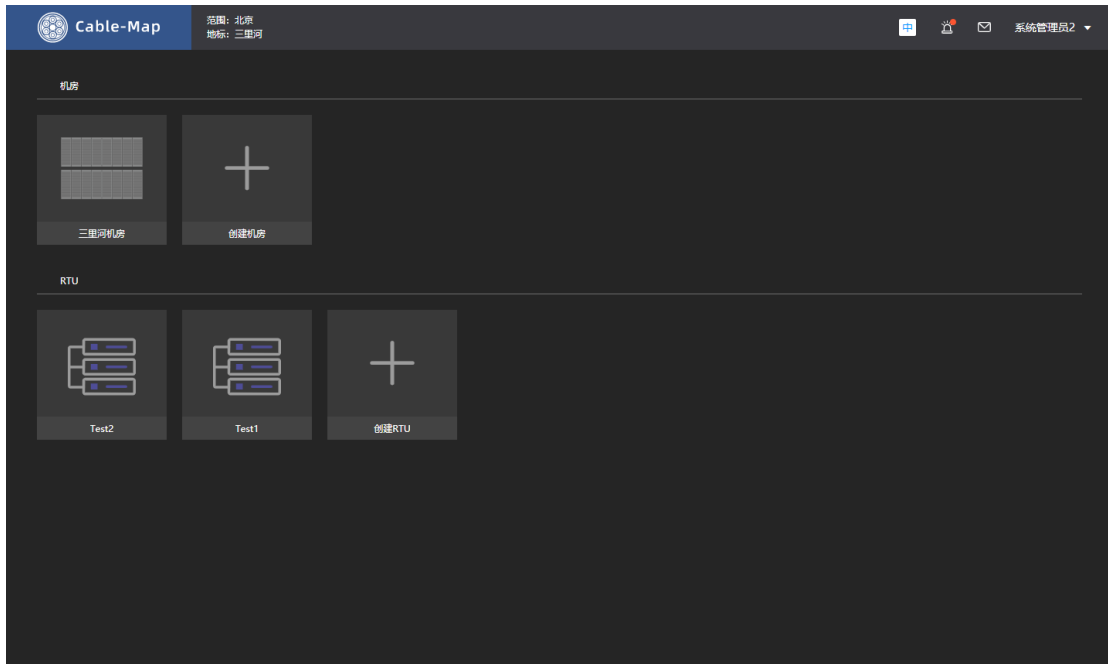
◆ 设备面板管理



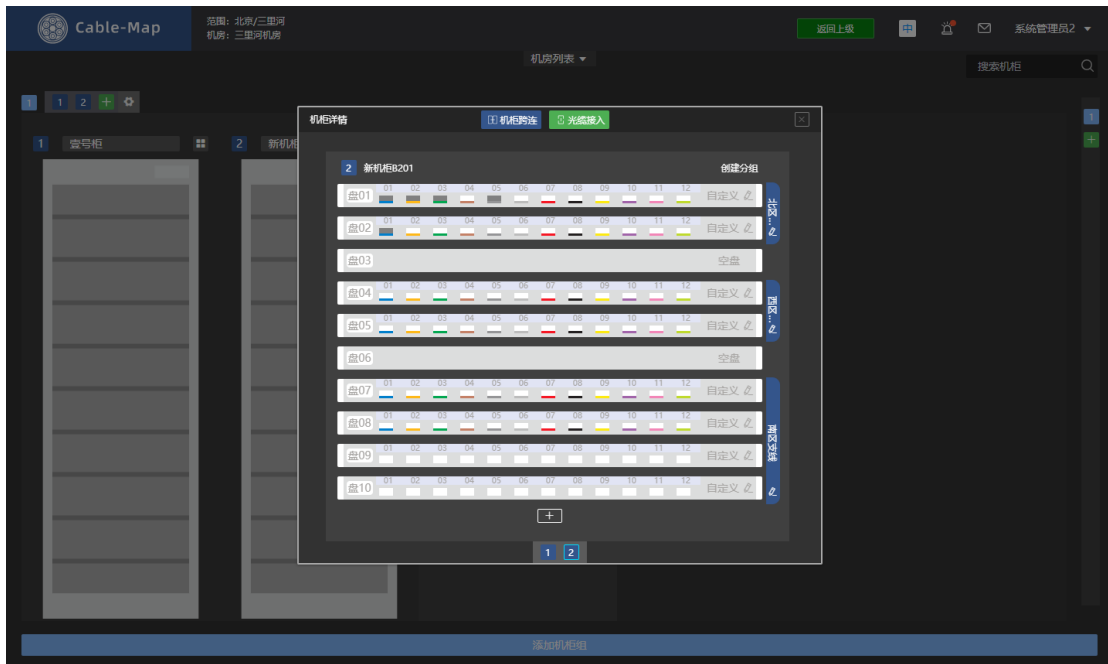
◆ 曲线分析管理



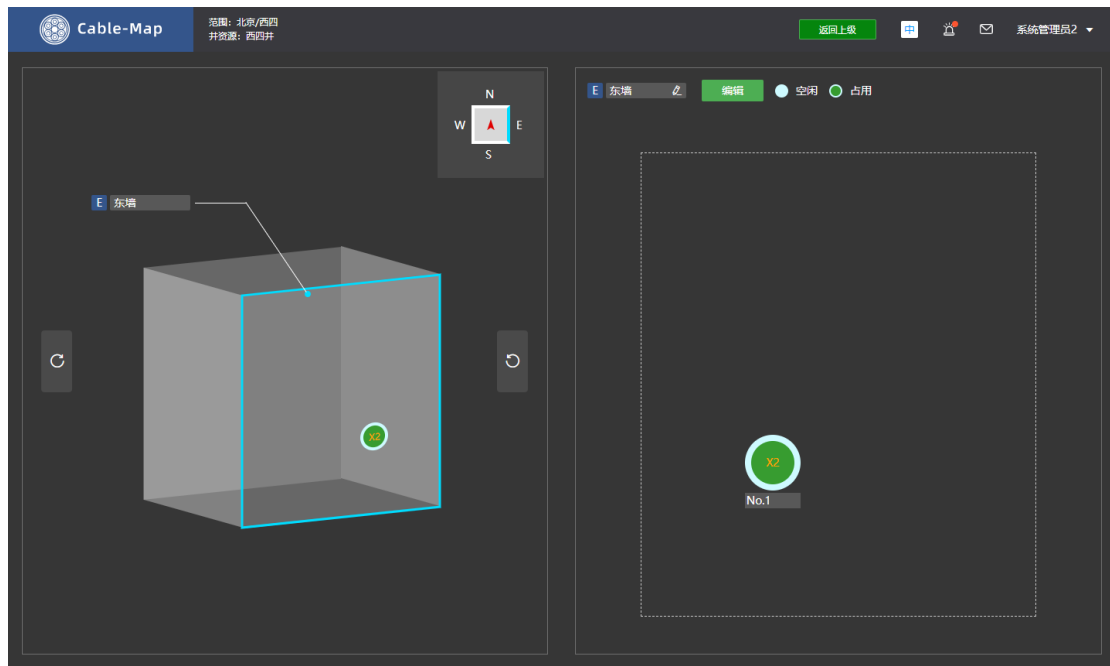
◆ 机房资源管理



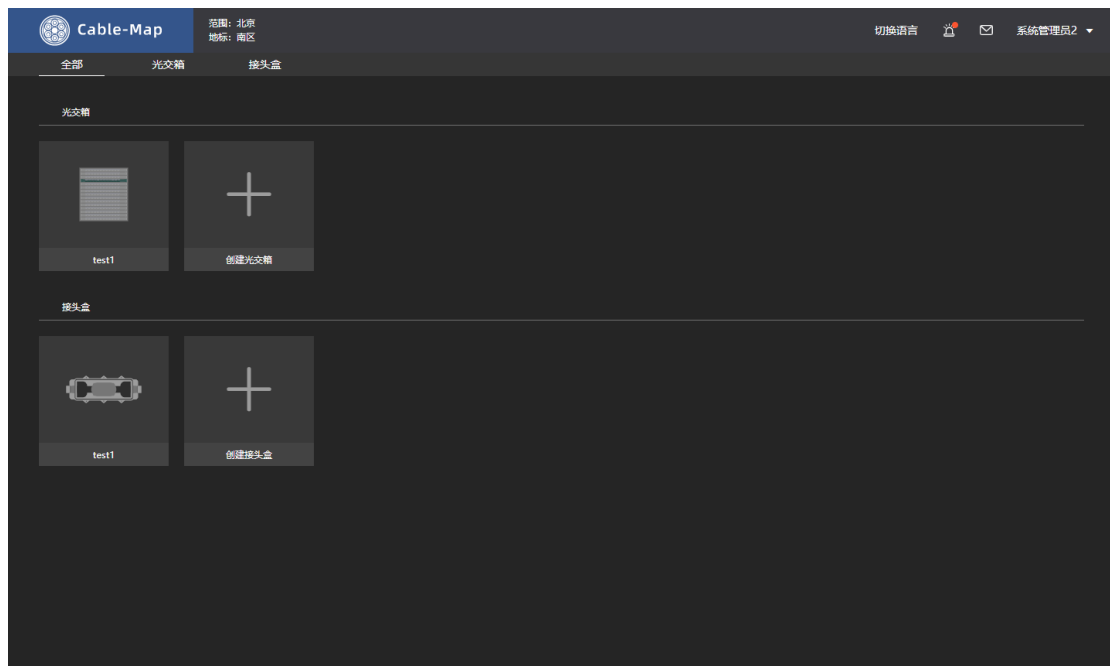
◆ ODF 架资源管理

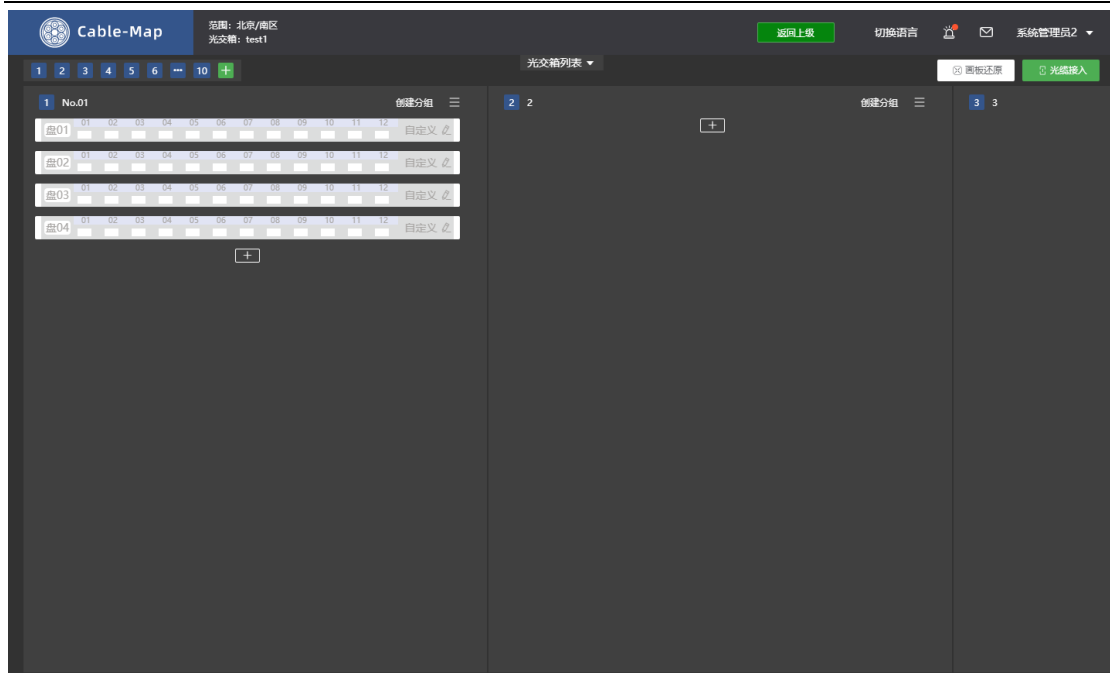


◆ 井资源管理

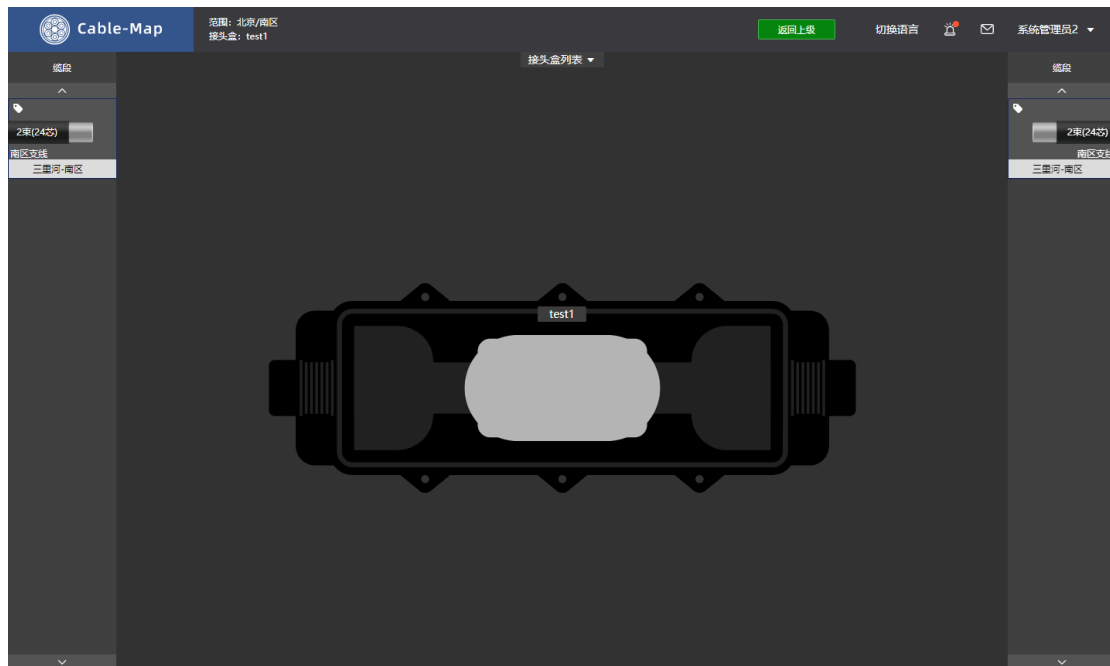


◆ 光交箱/接头盒资源管理





光交箱资源管理



接头盒资源管理

3.4 系统特点

便捷的 WEB 查询功能

系统提供 WEB 查询功能，无论用户身在何地，在系统上建立 WEBSERVER 的设置，用户即可通过浏览器的方式查询监测系统的最新数据。

完善的资源管理功能

系统提供完善资源管理的功能，为用户提供**机房管理**，如：机房机柜的部署，机柜中 ODF 盘的架构部署，通过 ODF 盘可进行**纤芯管理**；**纤芯管理**，如：芯线颜色、芯线用途和说明、起点连接类型、起点机架编号、终点端口号、终点接头；**熔接盒管理**，如：接头盒中的光纤如何熔接，通过点击接口可了解光纤熔接走向；**光交箱管理**，同机房管理中 ODF 盘的纤芯管理同时还包括其他相关的资源管理功能。现在许多光缆维护部门都存在资源管理比较混乱的状态，通过对系统资源的普查，并进行资源的自动化管理，为光缆维护人员的工作提供了方便，不再感觉资源无序。同时通过对资源的自动化管理，更会发现以往的光缆维护存在的问题和隐患，做及早的处理，避免大的光缆阻断事件的发生。

方便有效的光路调度功能

为了便于用户设置光路路由时的操作，加入光路调度功能。目的是让系统根据客户的想法，自动调度出多个路由方案供客户选择，确定好路由方案后，使用者只需要按照已有的方案逐步连接跳纤关系即可形成所需路由。

强大的区域管理功能

WEB 服务进程负责为用户提供远程登录控制界面，拥有用户身份验证、资源区域管理、访问权限管理等功能。能够根据用户的身份，为客户规划处可访问的区域、可控制的区域内的设备和资源数据。例如，可以通过配置，分配给北京的用户控制管理北京的设备、资源数据，但不能控制天津的设备和资源数据。从而使北京区域的用户无缝隙的与天津的资源整合，但又不比担心出现数据混乱现象。与此同时，每个用户登录的时间、操作的过程，都能够在服务器中记录。

便捷的批处理操作

为了更好的实现资源管理系统的便捷性，该系统加入了批处理功能。主要体现在光缆资源的批量导入导出、错误数据的批量处理等操作。

强大的芯线测试功能

系统提供了多种的测试功能和多样的测试功能组合。用户可根据不同的需要设置测试周期和测试参数，对光缆网络进行全面的监测分析。

高效的及时故障告警

系统提供多种的故障告警方式，系统可在极短的时间内及时反映故障讯息，系统具备声光告警功能。

当系统确认故障点距离后，能够根据光缆路由上的节点（如人孔）距离及光缆绕线余长，利用特定的算法，准确定位出故障点位于哪两个节点之间，为故障抢修提供最直接最准确的信息。

完备的历史数据查询

操作人员可以通过对历史数据的查询，获得芯线每日的测试记录、历史参考资料等各项数据。

直观的图形显示界面

光缆监控系统提供给客户人性化的人机界面，设备面板图及光路拓扑图直观的反映出设备及监测路由的信息，并可以在图形界面对设备及光路进行操作，直观易操作。通过 GIS 可以实现故障点的精确定位和地理图形的任意缩放。

多样的告警回报方式

当监控中心收到告警信息后可以采用短信、Email 和现场声光等多种告警方式及时通知相关人员。

全面的光缆状况分析

提供芯线劣化分析、芯线事件分析、故障种类统计及故障原因统计等多种功能，使管理层人员提前了解光缆状况，及早预防改善，提高光缆传输品质。光缆监控系统除提供传统的各种测试分析功能、地理信息界面以利于维护人员日常维护工作外，更结合强大的资源管理系统，提供用户资源核查清点、企业流程再造、资源调度、网络故障分析、网络规划和优化以提高资源的利用率，使用户有更多的时间来考虑网络的优化调整和建设。为搭建良好、稳定的传输平台打下坚实的基础。在系统的稳定性和扩充性方面，硬件采用模块型设计，因此具有高可靠性和扩充简便的特点。

前瞻的决策支持信息

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。

软件功能定制

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。