PERINNOV
恒创智能

智能光缆监测

技术文件

PERINNOV

恒创智能

桂林恒创智能科技有限公司是恒创光电旗下专注智能化产业的高新技术企业。公司依托恒创光电的深厚积累，致力于为客户提供定制化、快速响应的智能化产品与系统解决方案，涵盖硬件设计、软件开发与系统集成全链条服务。

解决方案

我们专注于智慧测量技术的研发与应用，业务涵盖结构健康监测、光缆监测、水环境监测、管道安全预警及智能火灾预警等领域。公司以创新技术为核心，打造了统一架构的智慧测量软件平台，为能源通信、基础设施、智慧城市等行业提供高精度、智能化的监测与预警解决方案。

服务

依托恒创光电成熟的生产制造体系，恒创智能构建了覆盖核心器件研发、智能系统集成到终端平台部署的全产业链布局。此外，我们拥有经验丰富的专业工程团队，可为客户提供从产品设计、生产制造到施工部署、运维服务的一站式服务。

1

总览 4

系统简介 5
系统架构 6
光缆监测系统网管 7
光缆监测系统主机 7

2

技术规格 8

系统网管配置需求 9
系统主机技术规格 9
系统主机尺寸 10
主机板卡 11
主控（NMU）板卡 11
电源（PWR）板卡 11
业务板卡 12
光开关（OSW）板卡 12
光时域反射仪（OTDR）板卡 13
光源（OS）板卡 14
光功率监测卡（OPM）板卡 14
波分（WDM）板卡 15
滤波（FILTER）板卡 15
光线路保护板卡 16
矩阵光开关板卡 17

3

系统功能 18

故障监测 19
GIS 地图 20
逻辑拓扑 20
资源管理 21
数据分析 22
纤芯生命周期管理 24
数字孪生 24
光纤线路保护 25

4

工程应用 26

工程应用 27
空闲纤芯轮询监测 27
空闲纤芯实时监测（带 WDM） 27
空闲纤芯实时监测 28
业务纤轮询芯监测 28
业务纤实时芯监测 29

5

联系我们 30

1

总览

系统简介

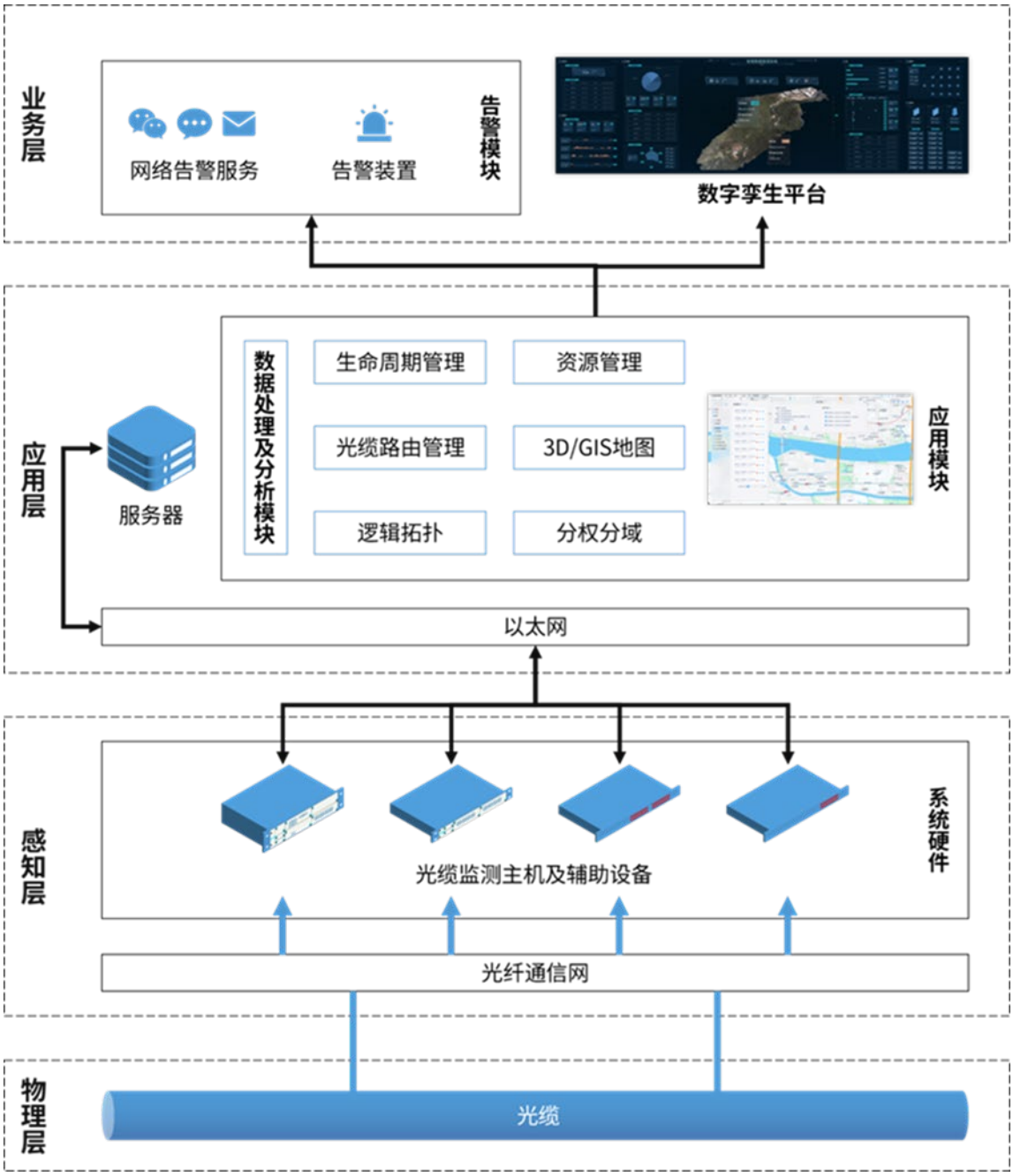
PERINNOV
恒创智能

系统简介

智能光缆监测系统是一套软硬件一体的智能化光缆故障监测系统，同时也是一套提高光缆运维效率的工具。系统网管软件集成 GIS 地图、纤芯资源管理、光时域反射仪监测、纤芯生命周期管理及资源管理等功能。用户可通过系统网管实时掌握光缆资源的状态，在异常时及时提醒用户，并直观地了解纤芯的质量，为光缆维护提供数据支撑。

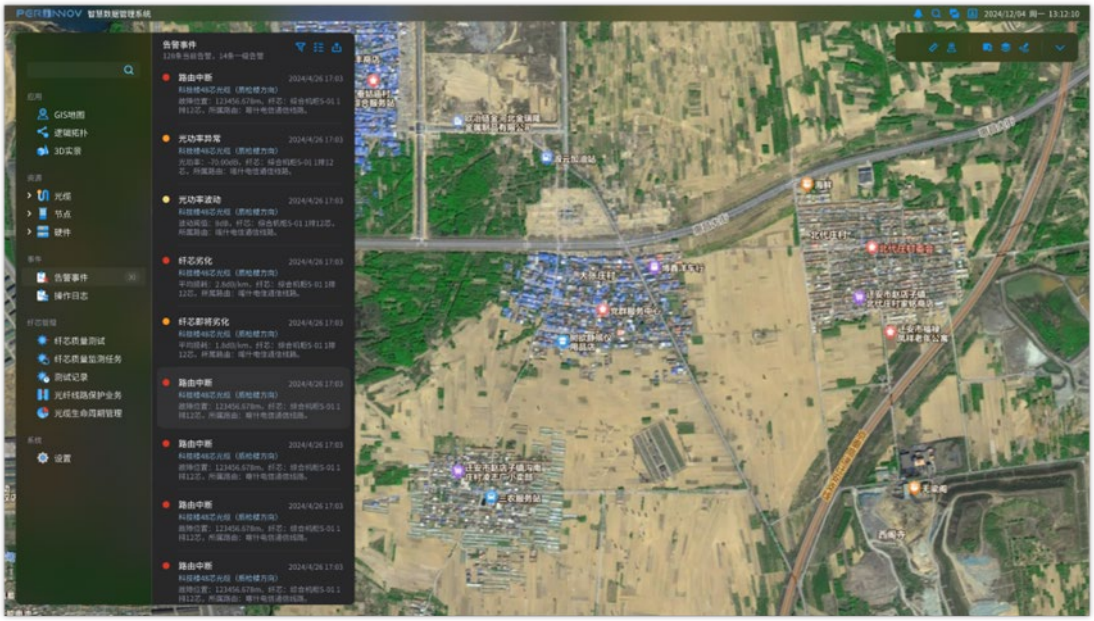
系统架构

光缆监测系统架构图如下图所示：系统整体分为物理层、感知层、应用层及业务层。物理层光缆纤芯通过光纤通信网的 ODF 接入感知层系统硬件。系统硬件监测物理层各项指标，并将数据通过以太网传输至应用模块进行分析，并提供相应功能。业务层告警模块接收来自应用模块的信息，在异常发生时通过多种方式及时告警。同时，系统集成数字孪生平台，其他系统可通过数据接口灵活接入，实现数据可视化，平台也可将数据对接至其他系统。



光缆监测系统网管

网管软件的各个模块基于从硬件接收的数据协同运行，实现对光缆网络的全面监测和管理。例如，GIS 地图模块利用监测数据展示光缆的分布和状态；纤芯资源管理模块根据数据跟踪纤芯的使用情况；故障监测模块分析数据以定位光缆故障等。



光缆监测系统主机

光缆监测系统主机集成光时域反射仪（OTDR），可监自动化监测光缆各项指标。光缆监测主机采用插卡式设计，可根据项目需求或后期业务变动灵活变更配置。同时，光缆监测主机也支持配置光源、光功率采集和合波分波器，减少设备部署量，降低项目成本。

2

技术规格

板卡详情

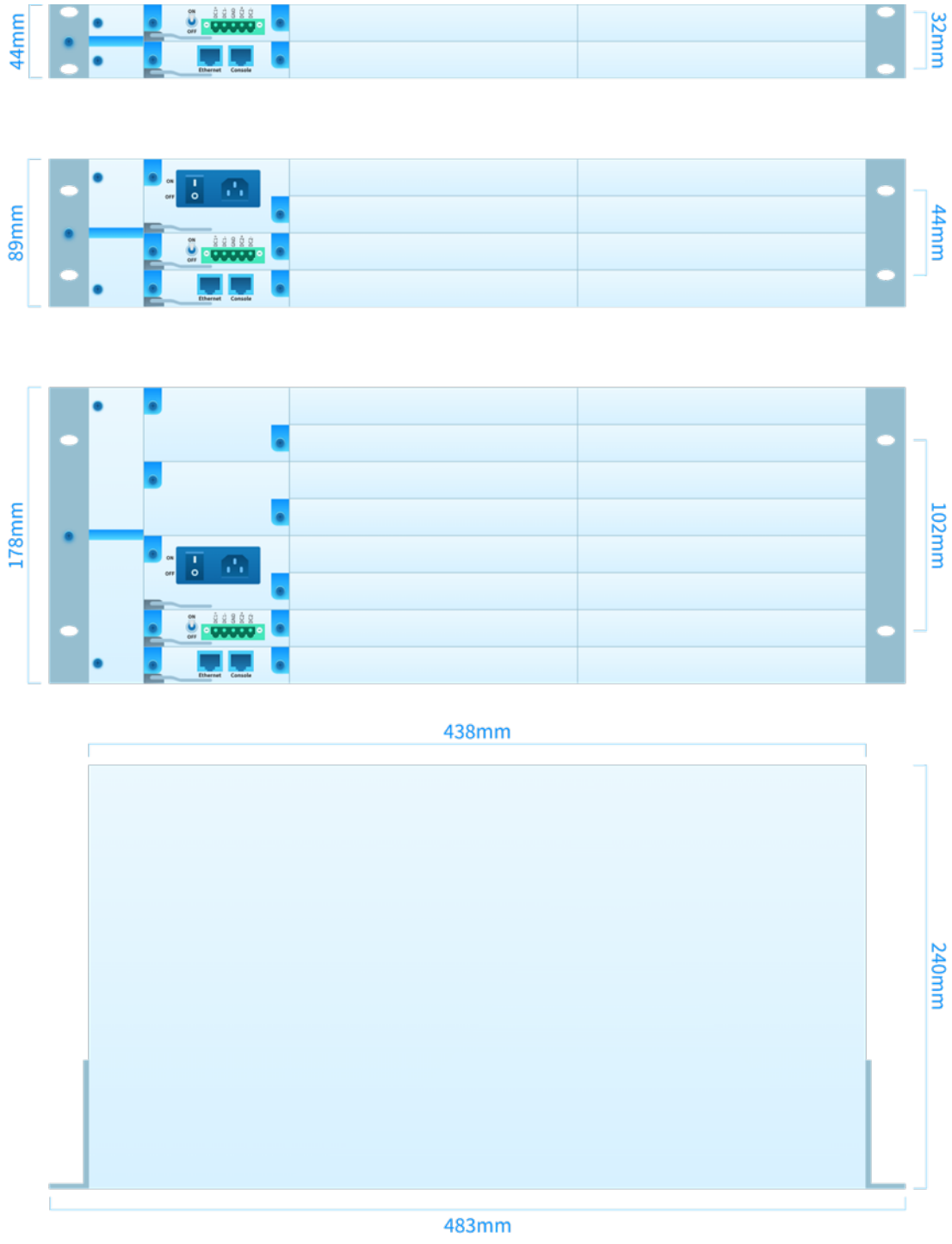
系统网管配置需求

操作系统	Windows 10 21H2 或更高 Windows server 2016 或更高 Linux 内核版本 5.15 或更高 优麒麟 22.04 LTS 或更高 银河麒麟（X86）V10.0-20221226
数据库	MySQL 5.7 或更高 Redis 6.0 或更高
Web	Nginx 1.0 或更高
浏览器	360 浏览器 Edge 浏览器
处理器	3.1GHz 或更高
内存	16GB DDR4 或更高
储存	600MB @软件主体，地图及日志依项目实际
网络	100Mbps

系统主机技术规格

监测距离	≤120km
动态范围	≤46dB
盲区	1.4m @事件盲区，7.2m @衰减盲区
监测模式	空闲/业务纤芯轮询监测、空闲/业务纤芯实时监测
发射光功率	-13 ~ 3dBm
监测光功率	-50 ~ 23dBm @业务纤，-70 ~ 3dBm @空闲纤
电源	DC 48V（38 ~ 58V），AC 220V（85 ~ 264V）
功率	≤50W（满载）
测量时间	≤30s/通道 @典型值：10s/通道
工作温度	-5 ~ 55°C

系统主机尺寸



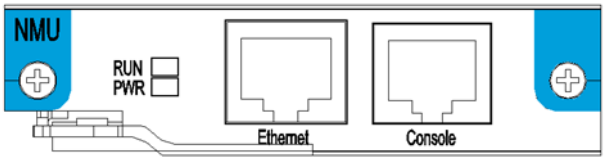
主机板卡

主控（NMU）板卡

主控板卡用于管理主机各个板卡，并将个板卡的数据推送至系统网管，或将系统网管的控制指令下发至各个板卡。主控板卡采用 Linux 系统，具有安全稳定、便于维护的特点。

以太网卡速率	100Mbps
工作温度	-10°C 至 60°C

图示为**主控板卡效果图**，主控板卡包含一个 RJ45 以太网口和一个 RJ45 调试串口。

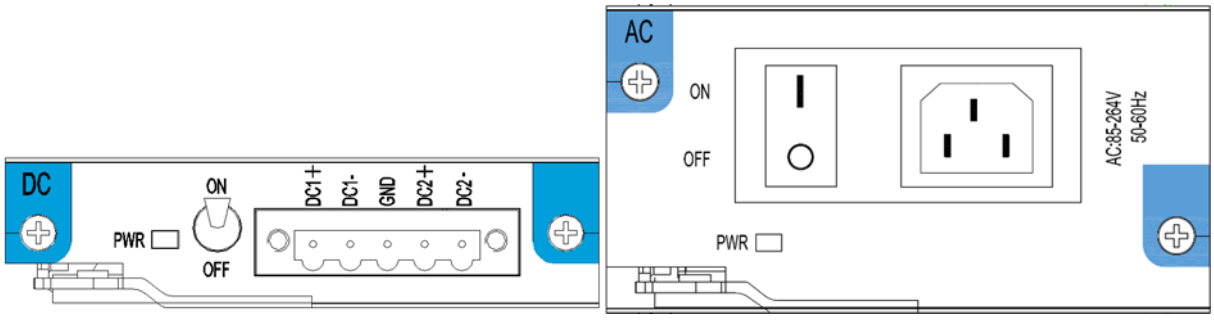


电源（PWR）板卡

为提高可靠性和稳定性，融入了电源滤波、过载保护、短路保护等技术。系统配装一块双电源盘提供系统冗余备份。此外，为了保护系统安全，我们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。

输入电压	DC：36V – 72V AC：85V – 264V
功率	⩽ 50W
工作温度	-10°C 至 60°C

电源板卡效果图



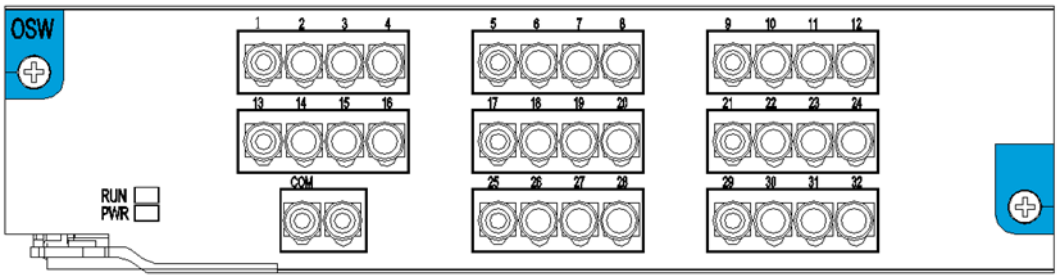
业务板卡

光开关（OSW）板卡

受 MCU 板卡所控制，依监测流程将待量测光通道切换至所指定监测光纤。若缺少 OSW，则 RTU 将无法监测多条路由，根据光纤纤芯的数量来配置光开关切换板卡的光口数量。

通道数	最大支持 64 通道
工作波长	1625±20nm
隔离度	≥ 55dB
光纤连接器回波损耗	≥ 50dB
插入损耗	≤ 1.2dB（含连接器）
光接口类型	LC/PC
切换时间	≤ 10ms（相邻通道）
切换寿命	≥ 108 次
尺寸	1U：2 至 32 通道，2U：≤ 64 通道
工作温度	-10°C 至 60°C

32 路光开关效果图：

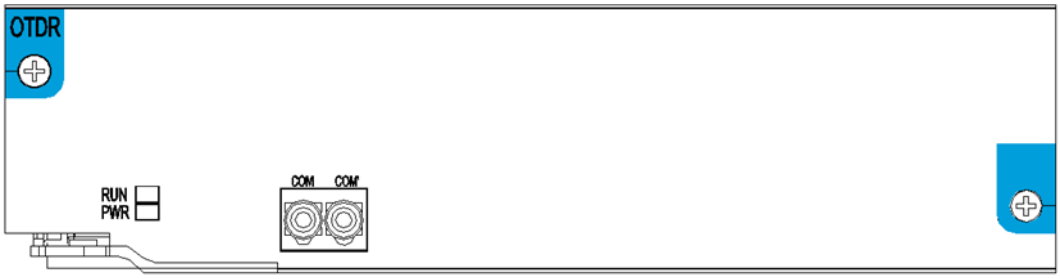


光时域反射仪（OTDR）板卡

OTDR 板卡提供光缆损耗监测、光缆故障监测的核心功能。

工作波长	1625±20nm
动态范围	30dB　34dB　36dB　38dB　40dB　42dB
脉宽	5ns, 10ns, 20ns, 40ns, 80ns, 160ns, 320ns, 640ns, 1.28us, 2.56us, 5.12us, 10.24us, 20.48us
事件盲区	2m（典型值，脉宽 10ns，反射事件峰不超过 10dB）
衰减盲区	12m（典型值，10ns 脉冲，非饱和）
最小采样间距	0.125m
最大采样数	32k
光接口类型	LC/PC
测量精度	±(1 + 5 × 10 - 5 × 距离+取样间距)m
工作温度	-5°C 至 55°C

图示为 **OTDR 板卡效果图**。需要注意的是，OTDR 板卡包含两个光口，其中 COM 为输出光口为，COM1 为保留光口，暂未提供相关功能。

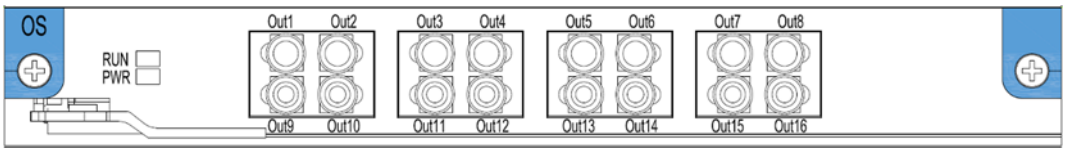


光源（OS）板卡

在实时测试的同时，可将光源安装于末端设定好，由配套的光功率监测板卡来监测。当光功率降低于门槛时，立即启动 OTDR 进行该芯的测试。如此一来，即可以较低的成本达成实时告警的效益。

通道数	最大支持 16 通道
工作波长	1550±20nm
输出光功率	-13dBm 至 3dBm（典型值）
光接口类型	LC/PC
工作温度	-5°C 至 55°C

光源板卡效果图：

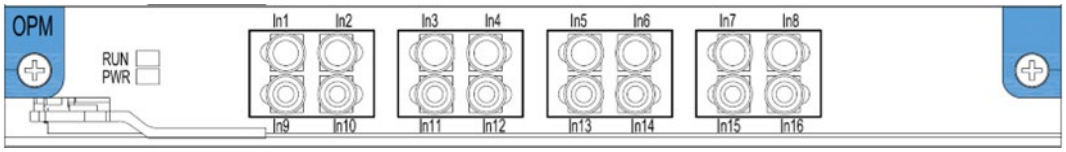


光功率监测卡（OPM）板卡

光功率监测板卡(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，通过监测光功率，即可达到实时告警测试的目的。

通道数	最大支持 16 通道
工作波长	1310nm/1550nm
输入光功率范围	业务纤：-50dBm 至 23dBm 非业务纤：-70dBm 至 3dBm
分辨率	0.01dB
稳定度	±0.2dB
光接口类型	LC/PC
工作温度	-5°C 至 55°C

光功率监测板卡效果图：

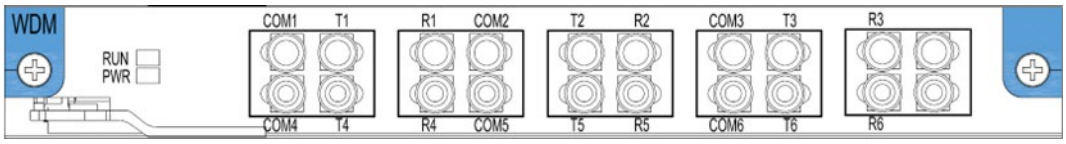


波分（WDM）板卡

可以实现单备纤测试或者业务光纤测试。

通道数	最大支持 6 组业务
工作波长	T 透射端：1600-1670NM R 反射端：1260-1580NM
隔离度	透射隔离度：≥ 40dB 反射隔离度：≥ 15dB
光接口类型	LC/PC
工作温度	-5°C 至 55°C

波分板卡效果图：

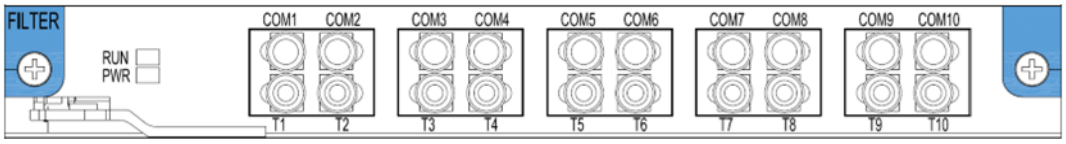


滤波（FILTER）板卡

用于在线监测或备纤监测时，安装在局端机房，为 OTDR 板卡、用户光端机、被监测光纤提供光源滤波。

通道数	最大支持 12 通道
工作波长	1530nm 至 1570nm
插入损耗	≤ 0.8dB（含连接器）
隔离度	≥ 40dB
光接口类型	LC/PC
工作温度	-5°C 至 55°C

10 通道滤波板卡效果图：

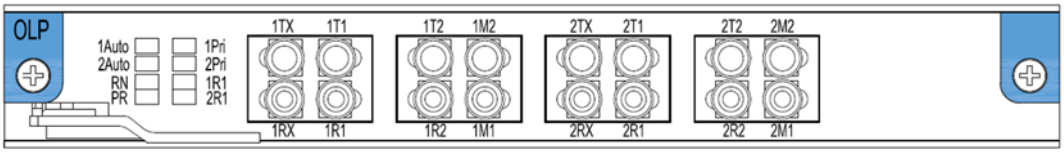


光线路保护板卡

在光通信网络中，OLP 实时监测工作光纤和备用光纤上的光功率，当监测到当前工作光纤上的光功率值低于设定的切换门限时，发出告警提示并自动切换到备用光纤,从而实现对光传输系统线路的保护。

通道数	最大支持 2 条链路
工作波长	1310nm/1550nm
插入损耗	⩽ 1.2dB（含连接器）
回波损耗	⩾ 45dB
串扰	⩾ 55dB
光功率监测范围	-50dBm 至 23dBm
自动切换时间	⩽ 50ms
光接口类型	LC/PC
工作温度	-5°C 至 55°C

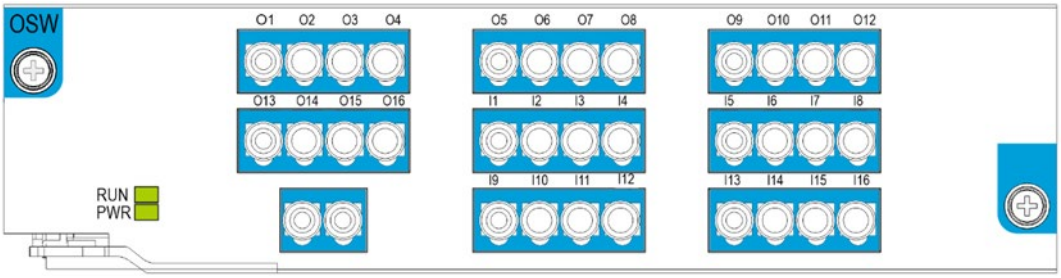
双链路 OLP 板卡效果图：



矩阵光开关板卡

链路数	可选 M x N 条链路，（0.5U 高度 M+N≤16；1U 高度 M+N≤32）
工作波长	1310nm/1550nm
插入损耗	≤ 2.5dB（含连接器）
光接口类型	LC/PC
回波损耗	≥ 45dB
串扰	≥ 55dB
切换事件	≤ 50ms
工作温度	-10°C 至 60°C

16 x 16 矩阵光开关效果图：



3

系统功能

资源管理

故障监测

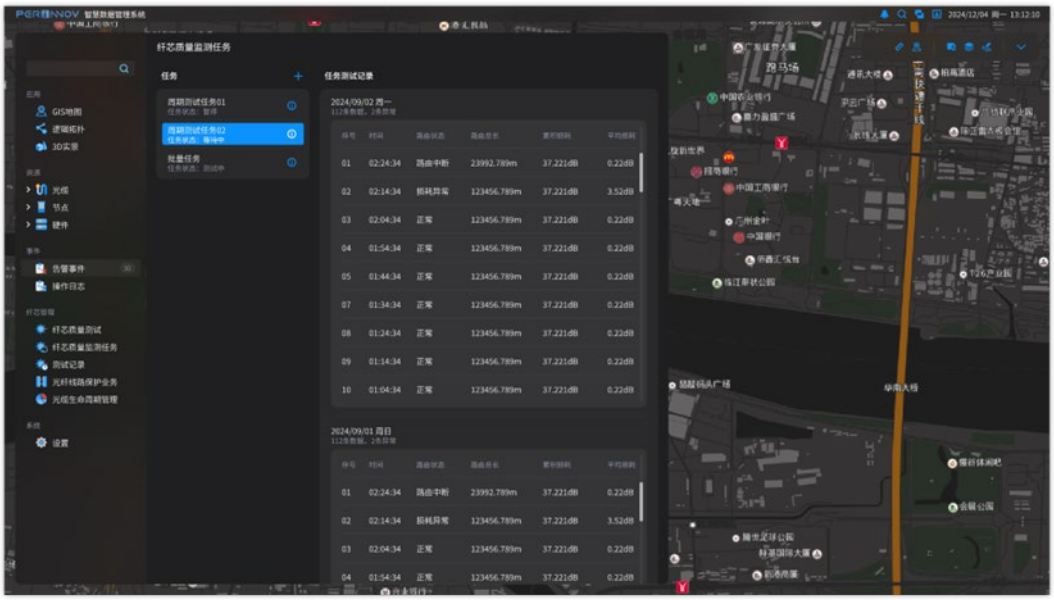
故障监测

光缆监测系统不仅支持多种测试模式，且支持空闲纤芯和业务纤芯监测，以满足不同场景下的监测需求，不同监测功能的组合使光缆监测系统能够灵活地适应不同的监测需求，提高光缆网络的可靠性和维护效率，确保网络的稳定运行。

(1) 点名测试：用户可以根据需要选择指定的光缆线路进行测试，系统会根据测试数据自动分析并给出结论，帮助用户快速了解该线路的当前状态。

(2) 周期测试：系统允许用户设定一个特定的时间段，在这个时间段内，系统会自动对指定的多条线路进行周期性的测试，从而定期检查光缆线路的状态，及时发现潜在的问题。

(3) 告警触发测试：系统具备实时监测纤芯中光功率的能力，当感知到光功率出现异常时，系统会自动对该异常线路发起测量，以快速定位故障位置，确保及时响应和处理光缆故障。

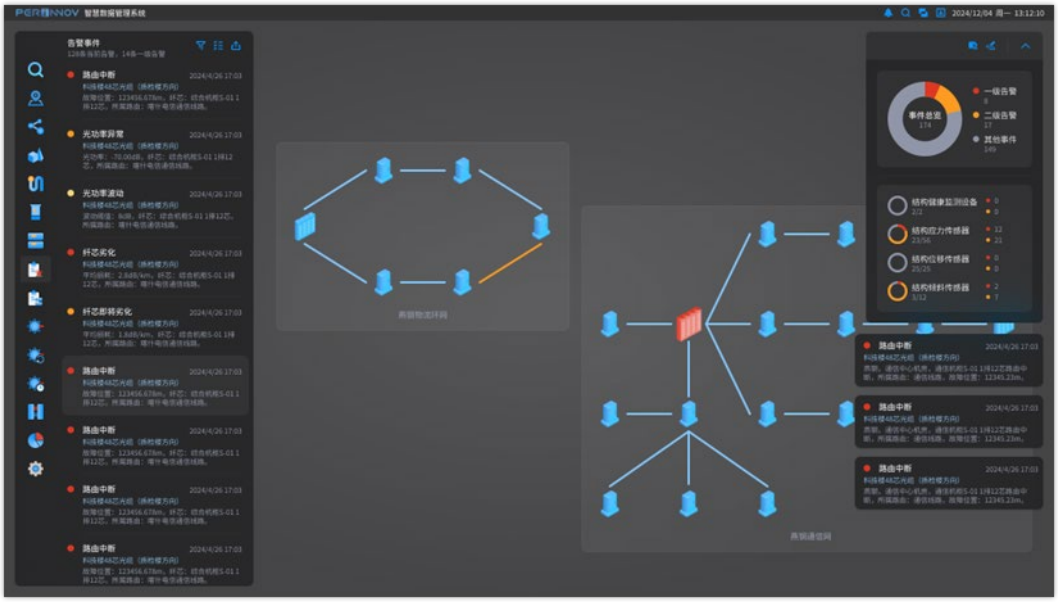


GIS 地图

光缆监测系统的 GIS 地图功能通过自动化的光缆路由拓扑生成、告警事件的精准标识以及直观的可视化展示，为光缆的监控、维护和管理提供了高效、便捷的工具。同时，它结合地理信息与光缆数据，能够辅助用户进行更科学的决策和规划，提升光缆网络的整体运行效率和可靠性。

逻辑拓扑

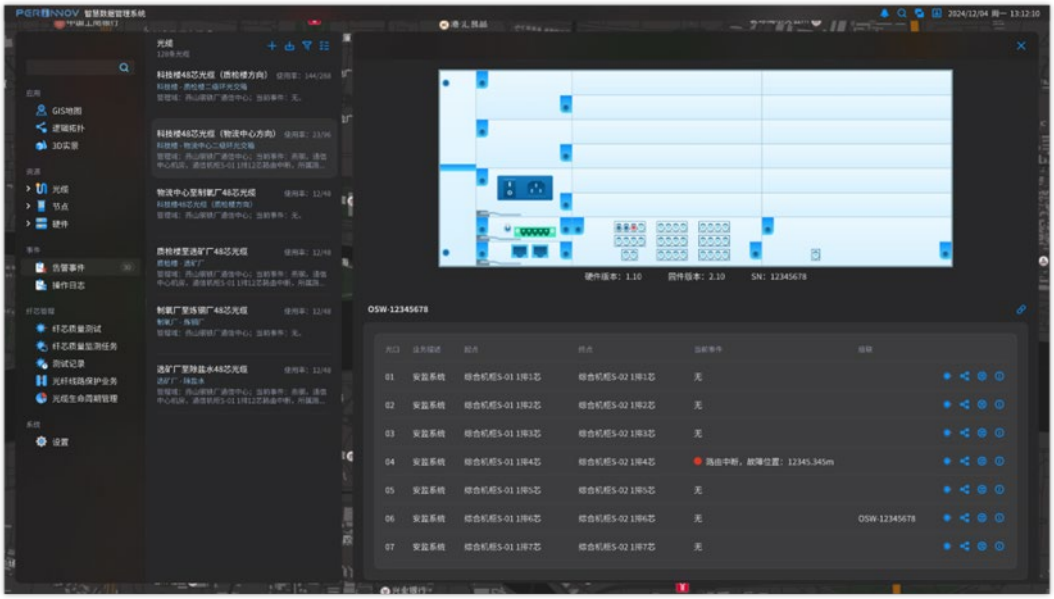
系统能够根据录入的光缆路由数据自动生成逻辑拓扑图。这种拓扑图以图形化的方式直观地呈现光缆网络中各个节点（如光交箱、站点、ODF 等）以及光缆之间的连接关系，帮助用户快速掌握整个光纤通信网络的结构和布局。当光缆线路出现故障时，系统不仅在 GIS 地图中标记故障位置和故障线路，结合地理信息帮助用户快速定位故障的物理位置。同时，系统还会在逻辑拓扑图中同步标记故障线路，通过图形化的方式直观展示故障对网络结构的影响。



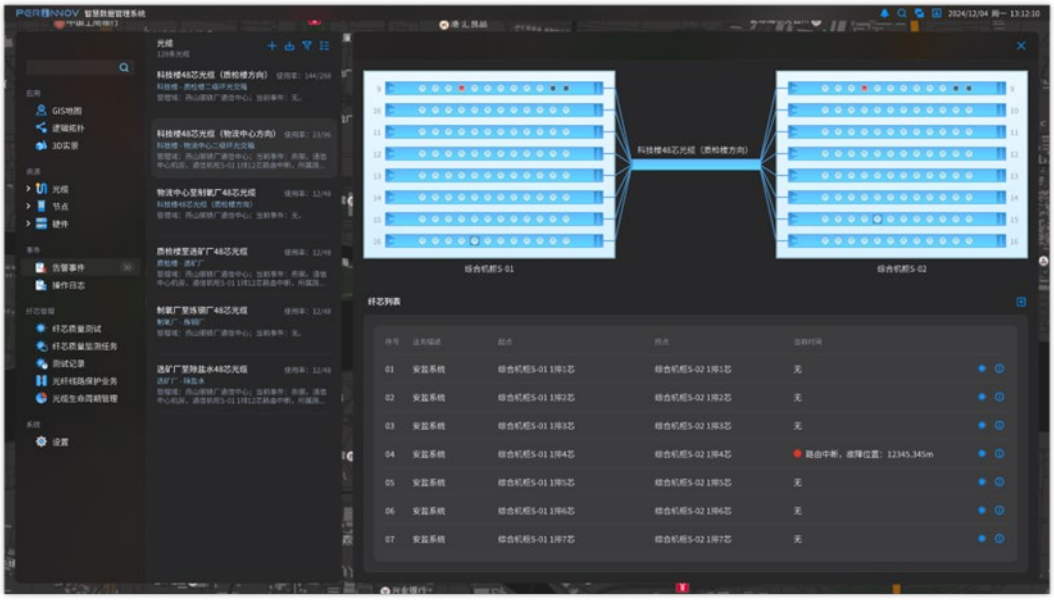
资源管理

光缆监测系统旨在帮助用户更好地管理光缆哑资源。系统可根据光缆台账数据自动汇总出每个节点（光交箱、站点等）的纤芯进出情况。并且系统可根据录入的数据呈现光缆两端的分布情况，直观地展示出光缆两端 ODF 的对应关系，用户可更好掌握纤芯资源的分布。

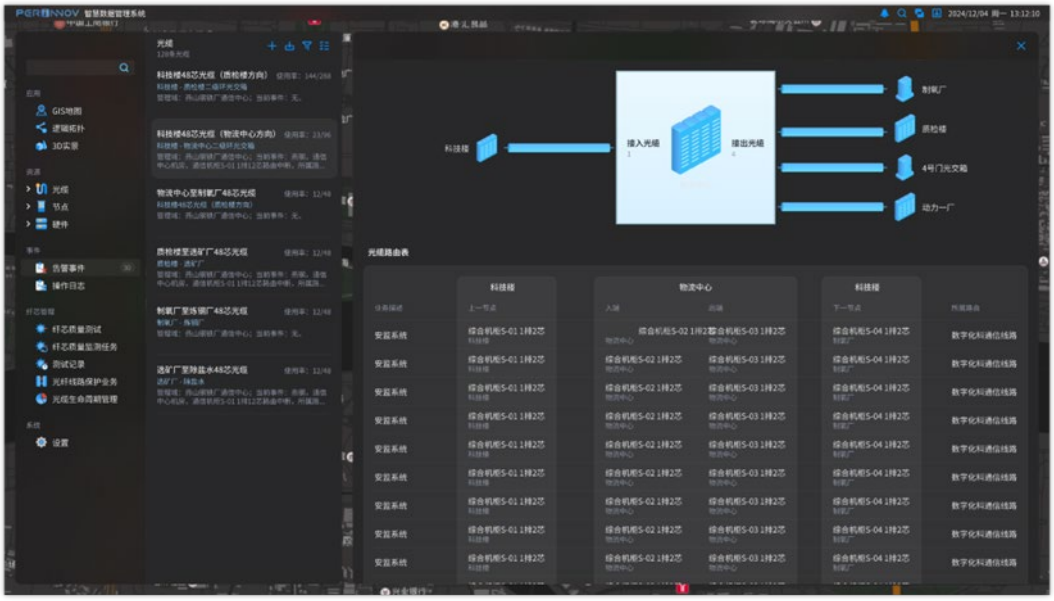
(1) 资源可视化：光缆监测系统的资源可视化功能通过图形化展示、实时配置与管理以及界面动态更新等特性，为用户提供了一种直观、高效且动态的资源管理手段。这种功能不仅简化了操作流程，还确保了信息的实时性和准确性，极大地提升了光缆资源管理的效率和便捷性。



(2) ODF 视图：ODF 视图可根据光缆数据呈现光缆两端成端至 ODF 配线架的纤芯分布情况，用户能直观地从图形界面中了解 ODF 的每个光接口的状态，掌握当前光缆的利用率及哪个纤芯存在故障，或是几排几芯运行的是什么业务。



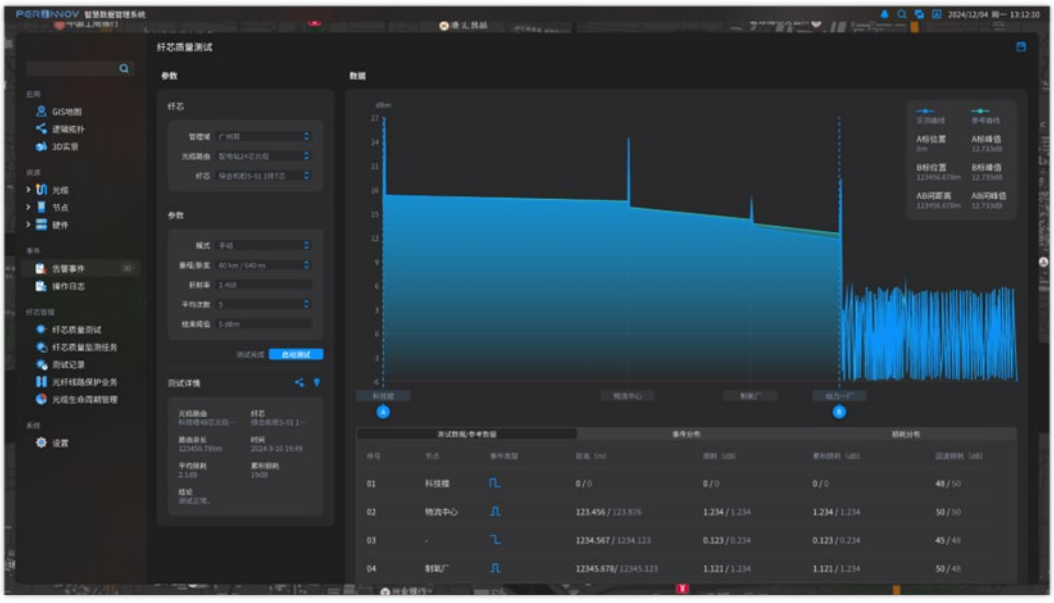
(3) 光缆路由表：光缆监测系统会根据当前节点 ODF 与上、下节点 ODF 之间的光接口对应关系生成光缆路由表，其列出了当前节点 ODF 与上、下节点 ODF 光接口对应明细的光缆路由信息。光缆路由表为用户提供了一种直观、高效的光缆路由管理手段，不仅帮助用户快速掌握光缆的路由走向，还提升了光缆资源管理的整体效率和准确性。



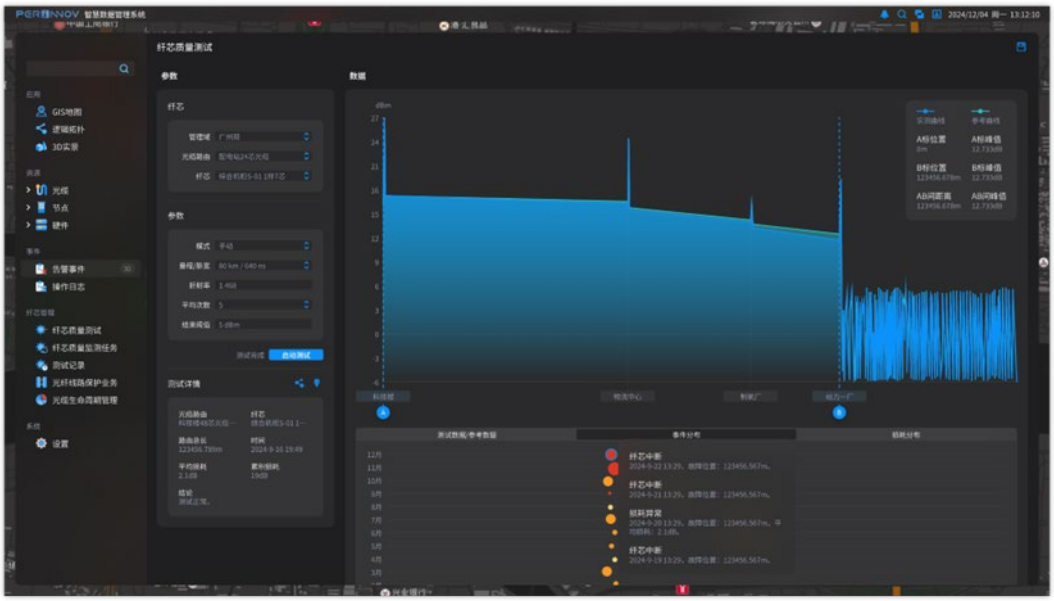
数据分析

光缆监测系统通过集成多种数据处理算法，从多维度对光缆数据进行分析，能够为用户提供准确、全面的光缆状态信息。这种强大的数据分析功能不仅帮助用户实时监控光缆运行情况，还能提前发现潜在问题、快速定位故障，并为光缆的维护和优化提供有力支持，从而提升光缆网络的可靠性和运行效率。

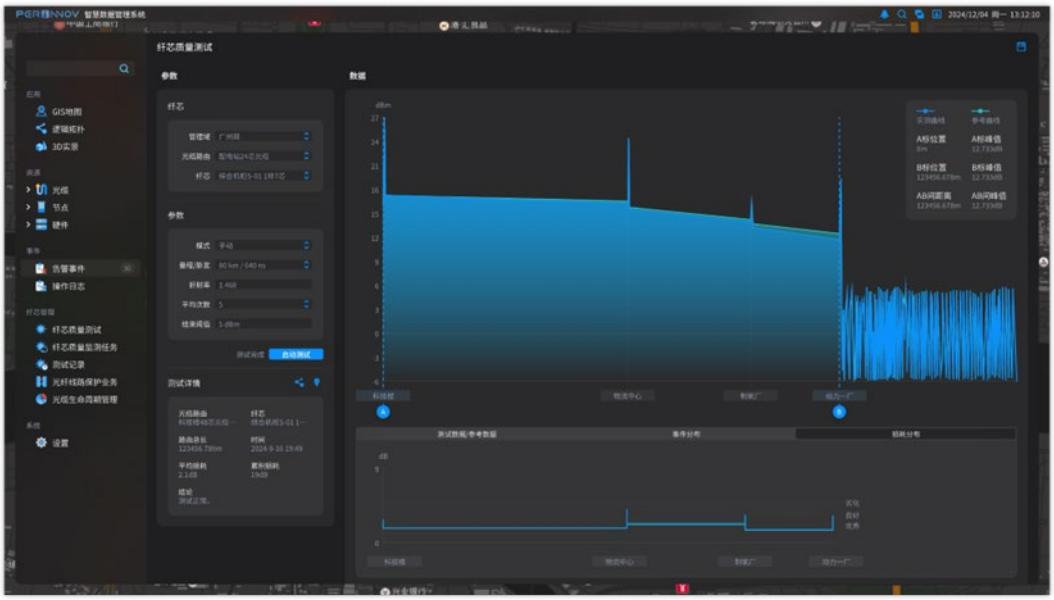
(1) 光缆指标数据分析：光缆监测系统的基础数据分析算法，可处理并分析光缆纤芯的插入损耗、累积损耗、回波损耗及平均损耗等基础数据，这些是数据是光缆状态和质量的直接表现，用户可根据数据快速掌握光缆的当前状态，系统也会统计每一次数据，分析其质量变化情况。



(2) 事件热力数据分析：光缆监测系统分析故障数据在时间和距离上的分布，并根据故障的频率形成事件热力图。用户可从事件热力图中直观地了解整个光缆路由中哪些位置容易发生故障，指导运维人员对易产生故障的位置重点维护，降低光缆故障率。



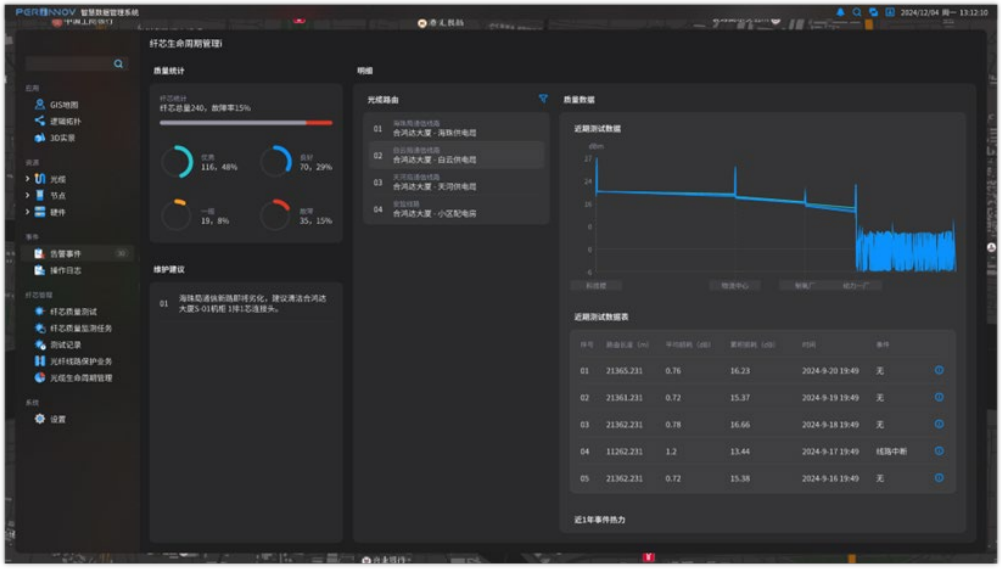
(3) 损耗分布数据分析：光缆监测计算每个传感点的损耗情况，并绘制光缆路由的损耗分布图。用户可根据损耗分布图快速掌握当前光缆路由的损耗状况，了解光缆路由中哪些位置存在损耗异常，并进行针对性维护。



纤芯生命周期管理

系统需对所有纤芯做纤芯健康档案，用户可自定义纤芯质量分级，系统记录并分析纤芯每一次的测试数据，并最终形成报表。光缆的生命周期管理即从光缆敷设到光缆报废整个周期的过程管理，光缆资源的健康状况有迹可循，并可指导运维人员更合理实施维护。

得益于系统的自动化监测及纤芯质量数据分析，其可为光缆是否需要维护，是否需报废处理提供可靠的数据支撑。化繁为简的维护让管理管理部门更合理地投放人力资源，使光纤网络健康、长久且高效运行。



数字孪生

光缆监测系统网管软件数字孪生平台是一套基于光纤通信网、光纤传感及大数据处理等技术构建的系统，其可创建了一个与实际相对应的虚拟数据模型，实现实时接收监测光缆纤芯的各项指标，并根据这些数据进行模拟和分析，从而实现对光纤通信网的优化，指导运维管理人员科学的资源投放，为智慧运维提供可靠的数据支撑。

光纤线路保护

光缆监测主机支持光纤线路保护（OLP）业务板卡，能够在主线路发生故障时，自动切换至备用线路，确保了通信线路的连续性，避免因线路故障导致的通信中断，从而保障了关键业务的正常运行。

除自动切换功能外，恒创智能的 OLP 业务板卡还额外提供了光模块接收及发射光功率监测及 OTDR 故障定位，无需占用更多纤芯，为光缆通信系统提供了高效、可靠的保护机制，不仅提升了系统的稳定性，还优化了运维效率，确保关键业务的连续性。

4

工程应用

空闲纤监测

业务纤监测

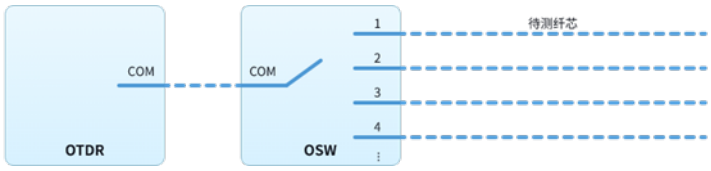
工程应用

光缆监测系统设计依照《光缆线路自动监测系统工程设计规范》（YD/T 5066-2017）标准，支持实时监测或轮询监测，并同时支持空闲纤芯及业务纤芯监测。

空闲纤芯轮询监测

根据《光缆线路自动监测系统工程设计规范》(YD/T 5066-2017)，为减少 OTDR 的部署量，降低项目成本，同时也为了 OTDR 强激光对光缆路由的损耗，提高光纤网络的寿命，空闲纤芯轮询监测方案设计在 OTDR 前串联光开关，利用光开关为 OTDR 选通需要测量的纤芯，在可设置的周期内轮询测量所有纤芯。

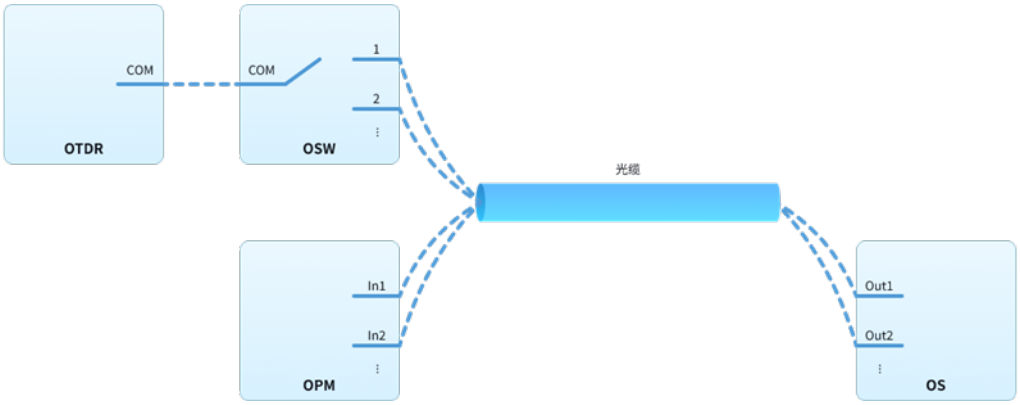
该方案为光缆监测的基础方案，可代替人工实现自动化测量，有效控制项目成本。该方案适用于大规模纤芯质量监测场景，也适用于较低保障度的光缆路由故障监测场景。



空闲纤芯实时监测（带 WDM）

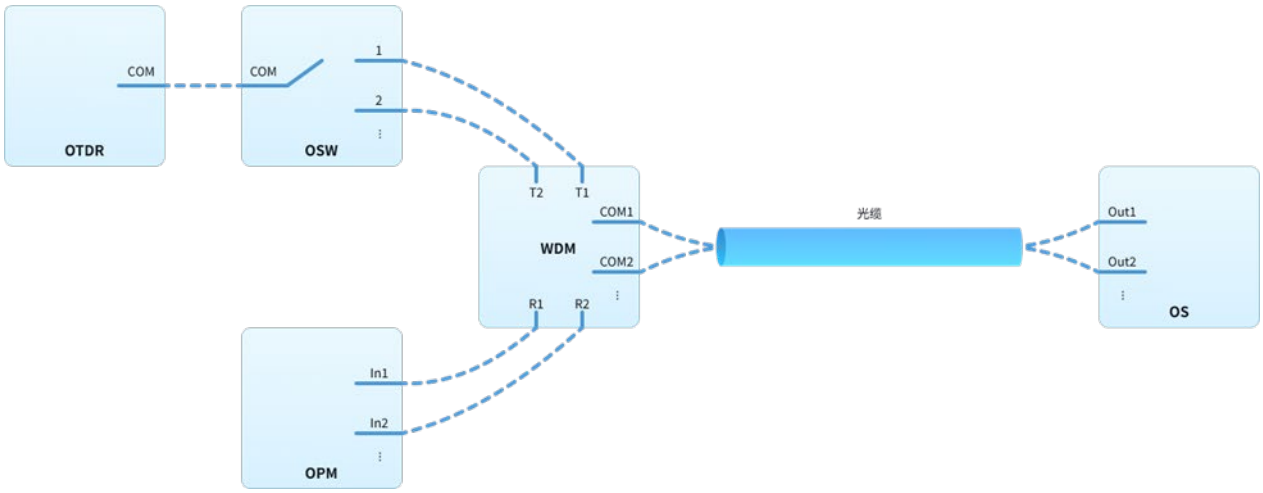
空闲纤芯实时监测方案设计在光缆路由两端部署光功率监测单元（OPM）和稳定光源（OS）。在实际应用中，一条光缆路由通常选取 1 组或 2 组纤芯进行监测（下图所示为 2 组纤芯，共占用 4 根纤芯，1 组包含 2 根纤芯，1 根用于光功率监测，1 根用于 OTDR 故障监测）。OPM 实时监测 OS 的光功率，当出现中断、劣化等故障时，光功率会出现异常，系统能在 2s 内感知该故障并自动调度 OTDR 测量，在 15s 内获取该光缆路由的故障位置。

该方案需在光缆路由两端部署设备。根据项目现场情况，如光缆路由为环线或可进行环回跳接，则可将设备都部署在同一个节点，降低施工难度。



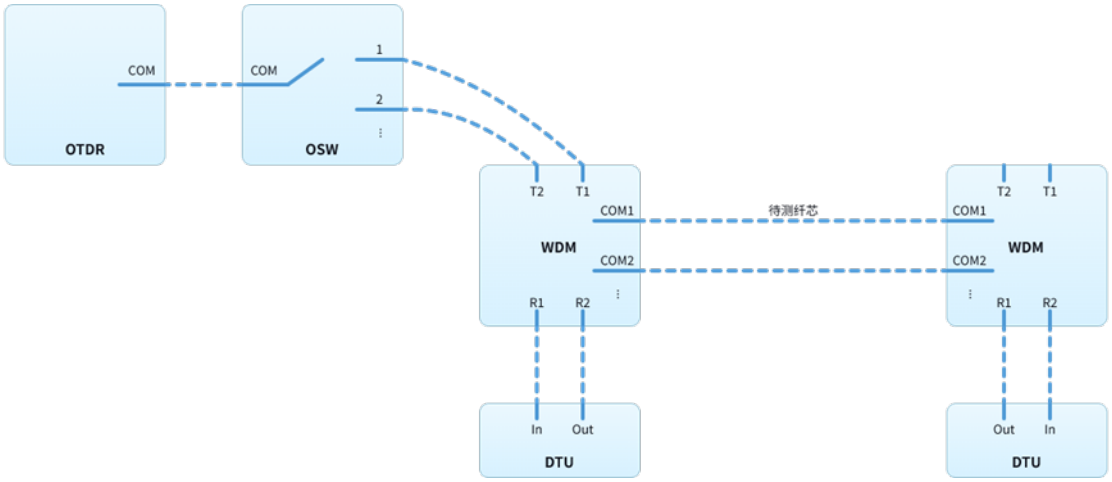
空闲纤芯实时监测

当空闲纤芯量紧张时，可在光缆监测设备中配置合波分波单元（WDM），将光功率监测纤芯与故障监测纤芯复用至 1 根纤芯上（下图所示为 2 组纤芯，共占用 2 根纤芯）。



业务纤轮询芯监测

空闲纤芯的监测方案同样适用于业务纤芯监测。业务纤芯监测在每个节点需额外部署 WDM 单元，将监测光与业务光复用至同一纤芯，同时也避免 OTDR 强激光击穿光纤网络中的数据传输单元（DTU）。



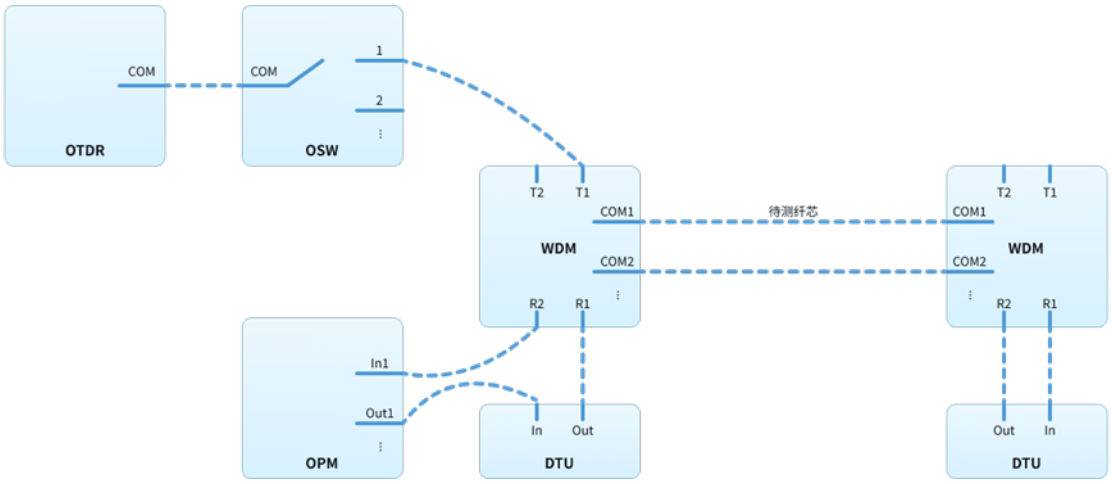
需要注意的是：

(1) 业务纤芯监测将光缆监测设备串入业务路由，会给业务路由带来 2~4dB 损耗。

(2) 业务纤芯监测在实施时需进行业务割接，割接需至少中断业务 2 小时，光缆路由中节点越多，实施时间越长。

业务纤实时芯监测

该方案设计适用于长途干线双纤双向通信。在实施时需要将光缆监测系统主机和辅助设备（Filter 和 WDM 等）串入两个传输设备间的通信线路。在线式 OPM 将实时监测监测传输传输设备 Tx 的光功率，当光功率异常时，会启用 OTDR 对 Rx 进行测量。实现业务纤芯实时监测，适用于长途干线的双纤双向监测。



PERINNOV

桂林恒创智能科技有限公司

联系我们
Contact us

蒋经理 136 3508 9885
范经理 135 2258 6386
张经理 177 7470 3681

www.GLHCi.com
www.glhcoptical.com

桂林市信息产业园创新大厦 A 座

持之以恒 • 智创未来

PERINNOV

桂林恒创智能科技有限公司