



桂林恒创光电科技有限公司
HC Optical Science and Tech Co., Ltd

分布式光纤振动监测

技术文件

目录

1 总览 3

- 1.1 系统架构 3
- 1.2 振动监测主机 4
- 1.3 技术原理 5
- 1.4 系统配置需求 6
- 1.5 振动传感主机技术规格 6

2 基础功能 7

- 2.1 资源可视化 7
- 2.2 GIS 地图 8
- 2.3 数据面板 8
- 2.4 振动曲线 9
- 2.5 告警管理 9
- 2.6 应用程序 10

3 工程应用 11

- 3.1 系统拓扑 11
- 3.2 机器学习 11

4 案例 12

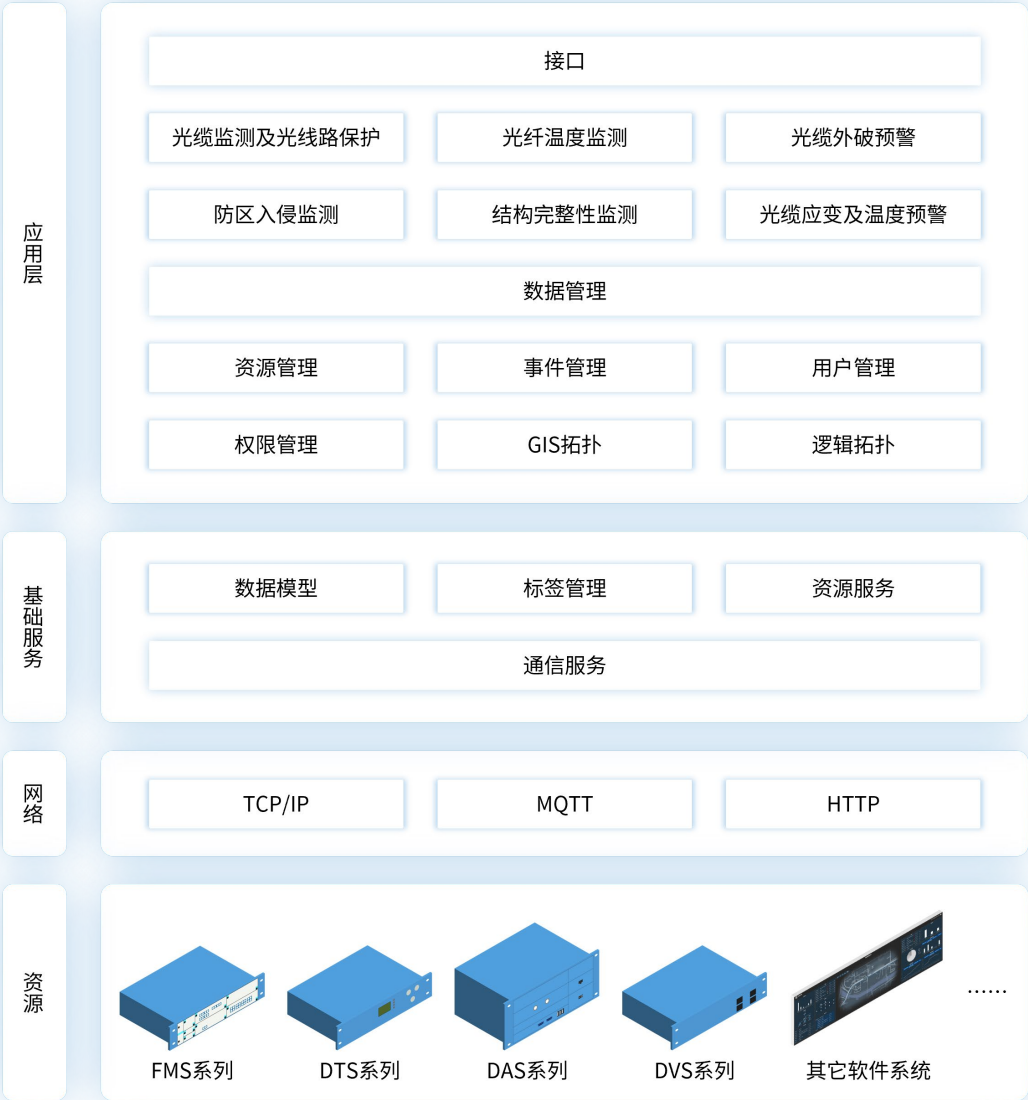
- 4.1 铁路病害监测 12
- 4.2 南网复合电缆综合监测 13
- 4.3 天津滨海新区新基建项目 14

1 总览

我司针对公共安全隐患、边境安防和强电磁、强辐射、强腐蚀等特殊环境安全监测，现联合桂林电子科技大学研发了分布式光纤振动传感系统（以下简称系统）。系统基于瑞利散射原理，采用相干调制技术，并结合人工智能算法进行模式识别。

1.1 系统架构

下图所示系统的系统架构，系统从通信服务采集各类资源的数据，经过基础数据处理及标记后交由系统应用层进一步分析。应用层针对不同的数据提供不同的应用服务。同时，系统北向接口支持丰富的协议，可快速对接至其它系统。



1.2 振动监测主机

当声波或震动作于光纤时,光纤会产生微小的形变。光纤产生形变的位置,物质密度会发生变化,进而影响光纤该位置的折射率。瑞利散射的背向散射受折射率和形变的影响,光信号特性发生改变,振动监测主机(DAS 主机)用于采集这些光信号,并根据特性判断振动源事件类型。

相较于传感器系统,分布式传感无需部署传感器,其直接使用光缆作为传感媒介,因此在实际应用中可直接使用现有通信光缆。分布式光纤振动传感系统具有耐腐蚀、耐高温、抗雷电及抗强磁环境等特点,并可应用于各种极端环境。

HC-DVS-1 系列

通过多年的技术积累,恒创光电自主研发并生产基于瑞利散射的分布式光纤振动传感系列设备,该系列设备包括幅度调制的 HC-DVS-1 系列和相位调制的 HC-DAS-2 系列产品。

HC-DAS-2 系列

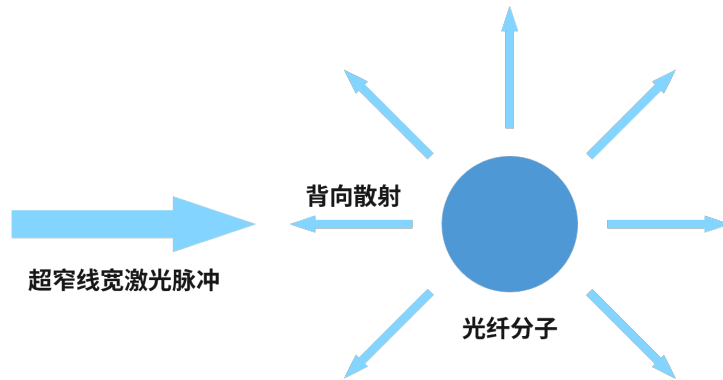
相较于 DVS, DAS 拥有更高的精度和分辨率,并且 DAS 集成人工智能算法,可对振动信号源进行模式识别。

DVS 和 DAS 可应用于光缆外破预警,当光缆周围存在施工时,设备可感知该事件。此外, DVS 和 DAS 也可用于边界安防、PCCP 管破裂监测及油气管道外破监测等场景。



1.3 技术原理

DAS 主机基于瑞利散射原理，即入射光照射粒子，当粒子尺度远小于入射光的波长时，会向各个方向上发生散射。其中，一部分散射光会沿光纤返回入射端，称为背向瑞利散射。瑞利散射是弹性散射，其散射光的频率没有发生改变。



外差相干调制技术

DAS 主机采用外差相干调制技术，相比一般信号幅度调制，相干调制增加了相位计算，并且能探测出光的振幅、频率、相位和偏振态，是一种全息探测技术。通过对震动信号相干放大，使设备能检测到 3 米内 0.1rad 相位变化，拥有更长的探测距离和分辨率，整体提升了设备的性能和可靠性。



人工智能

DAS 系统采用人工智能（深度学习神经网络）算法，将振动信号转换成语谱图，从语谱图中提取特征，并对其进行识别。集成人工智能将提升系统的自动化程度和可靠性，及运维的效率。

1.4 系统配置需求

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

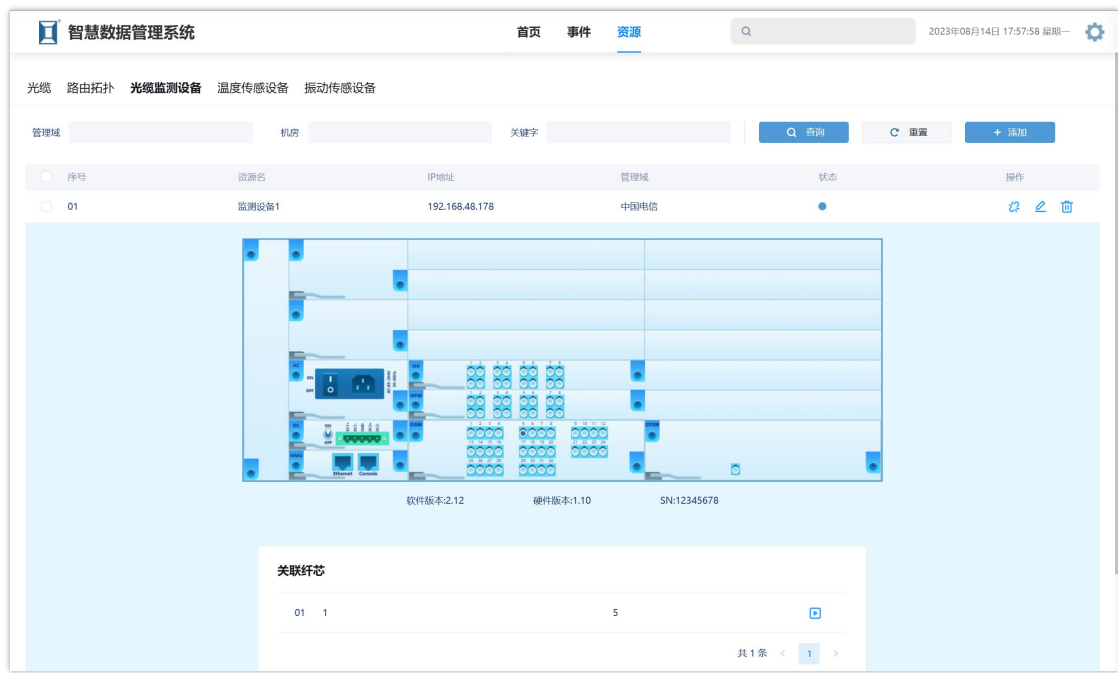
1.5 振动传感主机技术规格

监测距离	≤60km
空间分辨率	±10m
模式识别	机械施工、人为施工、触缆
电源	DC 48V （38 ~ 58V） AC 220V （85 ~ 264V）
功率	≤200W
测量时间	3s/通道
工作温度	-5 ~ 55℃
尺寸（mm）	430 × 450 × 178

2 基础功能

2.1 资源可视化

系统支持图形化展示接入系统的资源，用户可直观地配置、管理各项资源。当资源发生改变时，界面也会同步更新。

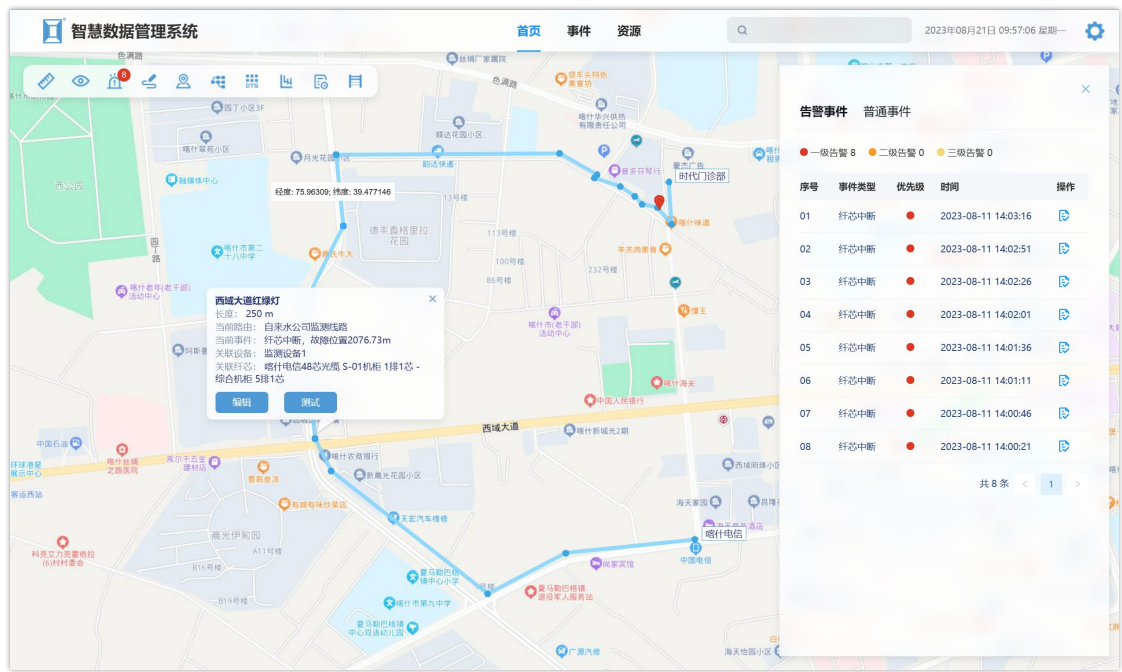


对于光缆资源，系统可展示其纤芯使用率，纤芯的业务描述及光缆两端的拓扑情况。



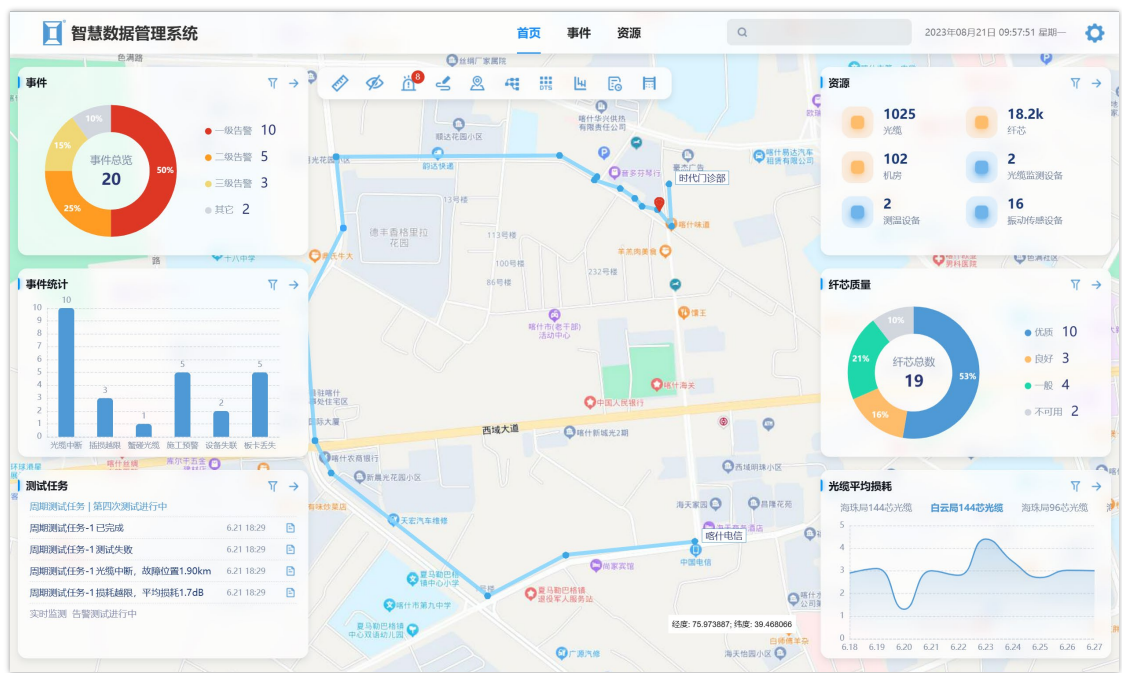
2.2 GIS 地图

系统根据光缆路由（线路）数据，在 GIS 地图中自动生成光缆路由拓扑。同时，系统可在 GIS 地图中标识告警事件的位置，用户可直观地掌握光缆路由的当前状态。



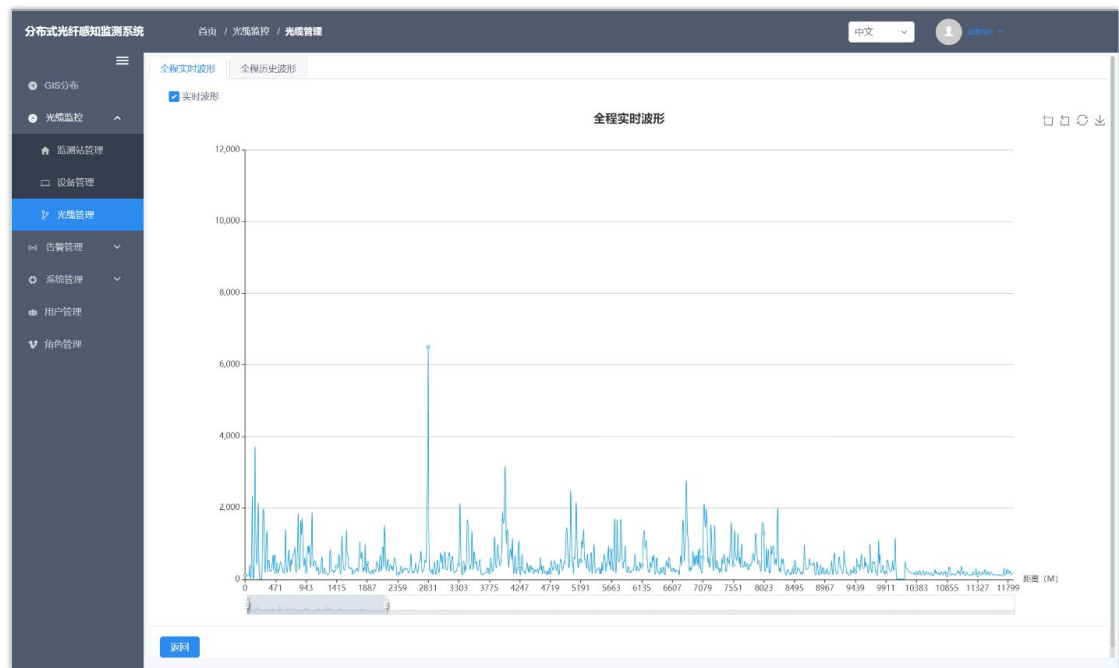
2.3 数据面板

系统对所有资源的数据进行分类统计，并在主页以图表、报表的形式进行呈现。使用户直观、准确地掌握系统及资源的运行状态。同时，主页支持多项应用功能，用户可便捷地调用每个资源。



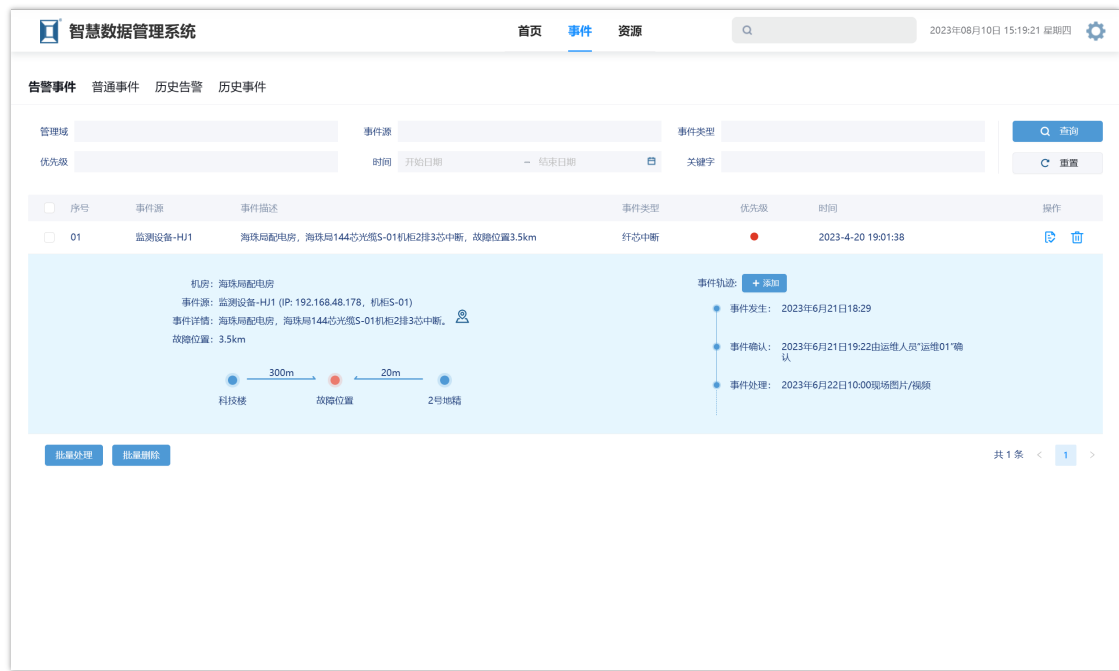
2.4 振动曲线

用户可对设备、线路和标定点等进行管理，并可对光缆资源进行标定，同时也可在光缆管理中查看每条线路的波形图。



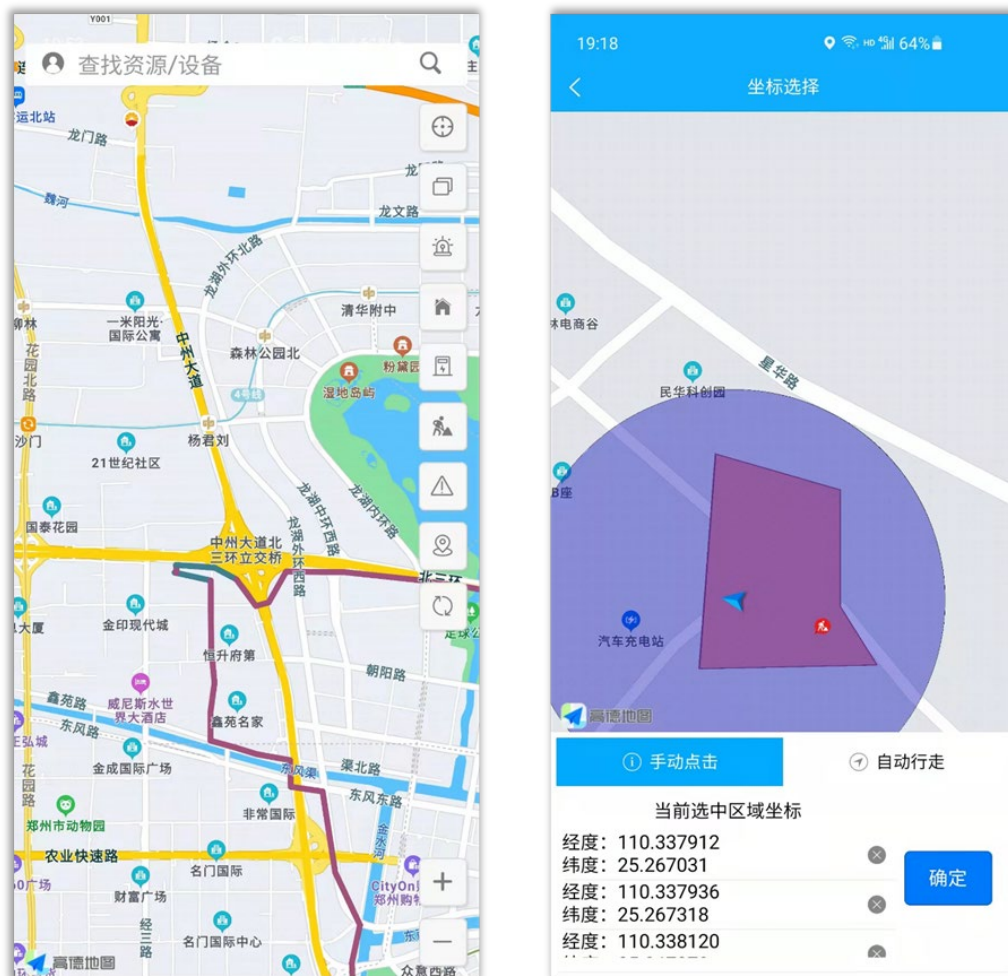
2.5 告警管理

系统可记录、查询当前及所有历史告警信息。并且，系统支持定义告警规则。同时，系统支持接入短信模块将告警以短信或邮件的形式下发到运维人员手中。



2.6 应用程序

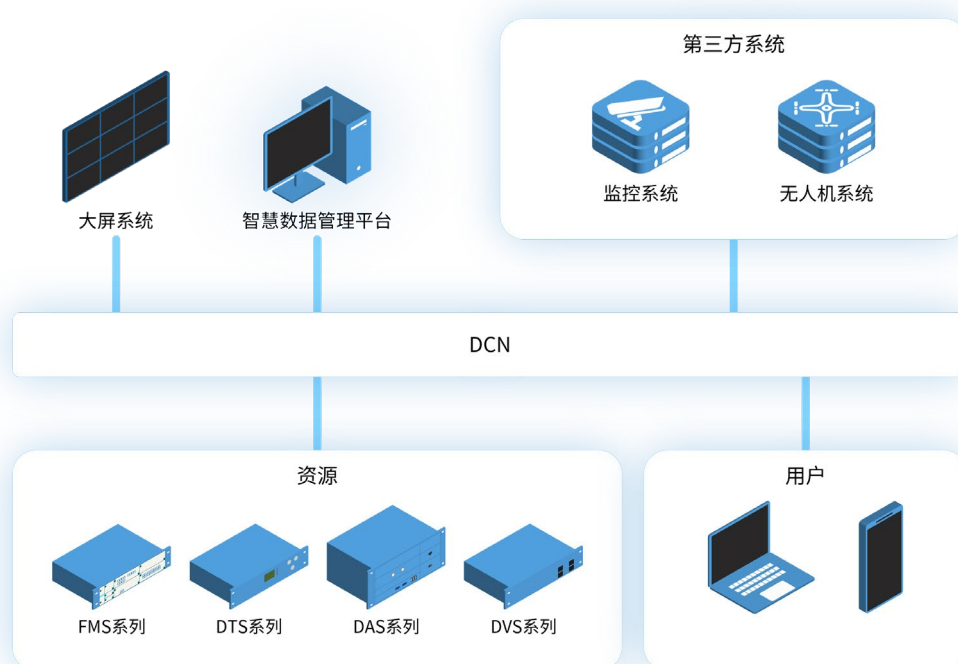
系统提供用户程序，用户可使用应用程序方便快捷的访问系统各个功能，提高运维效率。



3 工程应用

3.1 系统拓扑

DAS 主机通过数据传输内网（DCN）与数据管理系统连接，并将数据上传至数据管理系统。用户同样可通 DCN 访问数据管理系统。数据管理系统也可将数据进一步通过北向接口经 DCN 上传至上层系统或大屏。



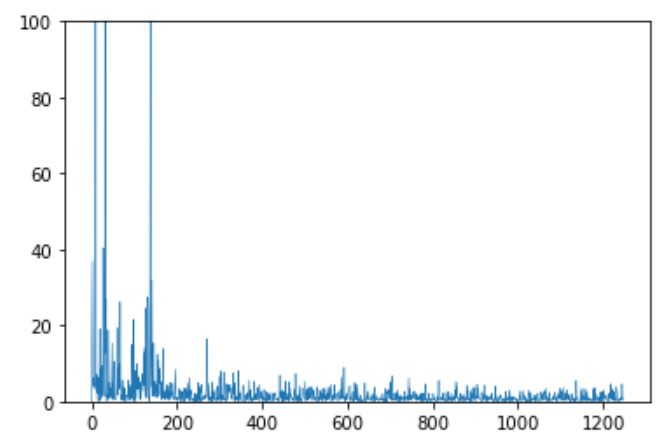
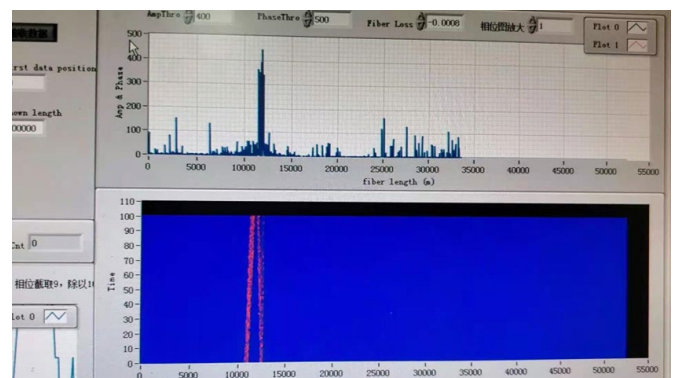
3.2 机器学习

在部署 DAS 系统后，需对其内部人工智能算法进行训练。机器学习即利用 DAS 采集的现场数据进行分析，并按需求适当接入人工干预，使其可更好地识别特定环境下的事件。该训练过程一般至少为 1 个月。

4 案例

4.1 铁路病害监测

在京沪线（常州段）利用高铁经过时产生的振动信号，分析轨道是否存在砂浆层离缝、轨道板断裂及沉降等病害。



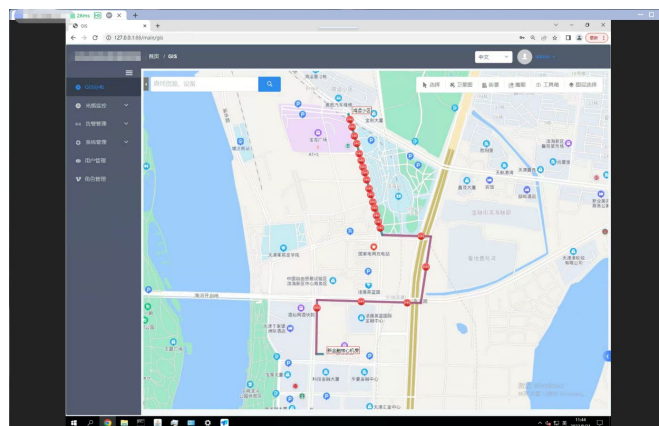
4.2 南网复合电缆综合监测

利用复合电缆中的光纤，对电缆全程进行实时温度监测，同时也对电缆进行外破监测，当电缆温度异常或电缆周围有施工时，及时通知运维人员。



4.3 天津滨海新区新基建项目

天津滨海新区新基建监测要求对运营商线路进行防外破监测。同时对区内线路和机房内电池组、机柜等火灾隐患点进行温度监测和光纤质量监测。



专注于光通信及光纤传感解决方案



桂林恒创光电科技有限公司
HC Optical Science and Tech Co., Ltd