

# 一种智能化光缆运维管理平台的研究

(国网随州供电公司,湖北省随州市,441300) 吕真真

**摘要** 随着电网智能化、数字化的深入推进,通信专业与电网的结合愈加紧密、通信网承载的业务日渐增多,因而电力光缆的运维和管理显得愈加重要。本文介绍一种智能化运维管理平台的设计与实现,首先分析了电力光缆运维面临的困难和需求,然后给出了管理平台的系统架构和关键技术,最后介绍了光缆资源管理平台和智能化防外破系统的实现方法和功能。本平台实现光缆资源的智能化管理、地图化呈现和光缆外破的提前感知、预防,旨在提升光缆的运维和管理效率,支撑电网安全稳定运行。

**关键词** 光缆防外破;在线监测;GIS地图;分布式光纤振动

中图分类号:TN818 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2024)04-0054-02

## 1 电力光缆运维及防护现状

电力通信光缆资源的运维管理手段都较为落后。一是虽然统一部署了TMS系统(通信管理系统),但由于使用不便、数据不完善等原因,应用率不高。部分地区还在用文档、表格来保存台账。光缆资料不完整、路由信息缺失、纤芯业务信息不全,严重影响光缆线路维护和抢修的工作效率。二是目前电网主网有电网一张图,能多层次、多维度展示电网网架结构和设备信息,但在通信专业方面,光缆网却有所缺失,没能进行地图化展示。三是光缆抢修中一般依靠OTRD来进行故障点定位,缺少实时、准确的定位手段,严重影响抢修时间。

光缆运维方面对市政施工等外力破坏缺少有效约束手段。地理光缆、架空光缆经常因野蛮施工而受损甚至中断。电力光缆防外破手段较为原始,主要依靠人工巡视。部分地区虽然利用现有视频监控设备进行定点盯防,与相关部门建立联动机制,针对报备信息进行重点巡视。但此类防范措施需要消耗大量人力、物力,且无法做到全天候监控和事前预警。此外,现有各种监控设备,大多独立运行、没有进行集成和联网,监测方式单一、数据处理能力差,无法针对光缆外破风险提供预警和有效防护。

## 2 电路光缆运维的需求

随着电网数字化转型的推进和新型电力系统的发展,传统的光缆运维方式和手段已不能满足电网发展的需求,亟需通过“大云物移智”等现代信息、通信、智能化技术,提升运行和巡检效率,降低运维成本,消除安全隐患。

基于上述提到的2点问题,需要构建光缆资源平台,全面厘清基础数据,梳理光缆资源,确保资源能够及时、方便地查找、更新,以提升光缆资源利用率。

需要针对电力光缆防外破的特点,结合大数据、物联网、人工智能技术构建光缆防外破监测系统,对承载了重要业务的线路、风险极大的区域进行全天候监测,提升光缆防外破的监测和防护能力,做到主动预警、提前预警,阻止外破事故的发生,保障通信网络安全稳定运行。

## 3 智能运维管理平台的系统架构及主要技术

智能运维平台集成了光缆资源管理和智能化防外破两个部分,如图1所示。

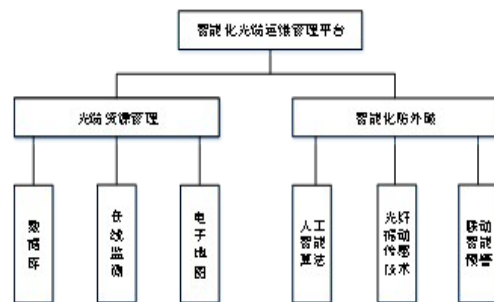


图1 智能化光缆运维管理平台架构图

### 3.1 光缆网电子地图

作者简介:吕真真(1985~),男,汉族,湖北随州人,本科,工程师,研究方向:电力通信。

借助现有的电子地图,通过人工测绘、北斗定位等手段,构建光缆网电子地图,实现光缆网架结构、路由拓扑、杆塔信息、纤芯资源等信息的全景展示,并可根据需求按电压等级、区域、线路进行动态显示。

### 3.2 光缆在线监测技术

通过光源和光功率的组合,实现对光缆中的在线或空闲纤芯进行实时光衰减监测。测试到的光衰减低于告警阈值,则系统产生告警信息,并且同时启动OTDR对告警路由进行故障点定位。

### 3.3 人工智能算法

人工智能算法是一种通过数据来调优模型的方法。本项目中研制一套人工智能算法模块,对获取的感知数据(光缆、摄像头等终端)进行分析判断,识别光缆面临的外破风险。利用大数据和AI技术进行深度学习和训练,提升系统的响应速度,降低漏报率和误报率。

### 3.4 分布式光纤振动传感技术

通过向光纤发射脉冲信号,检测光纤中产生的瑞利背向散射(RBS)信号来判断光纤受到的外部扰动。当外部扰动发生时,相应位置产生的光信号相位发生变化。通过分析信号相位变化情况,就能分析扰动源,测算扰动位置。

### 3.5 联动智能预警

根据传感器、光缆感知系统、摄像头联动得到的光缆防外破数据,建立智能的监控预警系统。当光缆受到外部扰动或监控视频拍摄到高危的施工作业行为时,系统后将视频画面及传感画面传到监控后台,并通过短信及时通知运维人员,实现对外破风险的预判和预警。

## 4 光缆资源管理

光缆资源管理平台包含数据库、光缆监测、智能巡线、手持终端4个部分。

### 4.1 数据库

数据库主要是对光缆、纤芯、业务资源进行存储和管理。结合数据库和GIS系统,能够对光缆资源进行图形化展示,实现站点、光缆网架、光缆路由及附属设备(杆塔、接头盒、光交箱)的地图化呈现。利用数据库,将光缆的光学长度与实际物理位置绑定,可在故障抢修时,加快对光缆故障点的定位速度。

### 4.2 在线监测

结合OTRD、算法模型、分析处理模块,对光缆进行实时监测,将光缆监测、告警、故障分析、定位、故障管理、有机结合在一起,当数据监测数据发生异常时,根据算法模型判断故障类型,根据需要可将纤芯业务自动切换到备用纤芯上,保障承载的业务稳定运行。

### 4.3 手持终端

手持终端和后台数据库数据互通、实时同步。一线作业人员能通过手机利用手持终端实现对设备信息进行实时录入、更新,把作业现场位置信息、作业图片、节点位置更新、光缆故障信息发送至后台客户端,提高了工程建设、维护效率同时也完善光缆资源信息。

### 4.4 智能巡线

通过整合北斗定位模块及相关功能,实现智能巡线。预设巡检线路,提供完善的工作计划;实时显示人员的位置和巡线轨迹,确保人员到位、巡检有效;记录巡线路径,采集光缆真实线路地图;当偏离预订线路时,及时将位置信息传至后台,保障巡检人员安全。

## 5 智能化防外破系统

智能化防外破系统主要包括:光缆防外破感知模块、视频监控模块、报警模块三个模块组成。

### 5.1 光缆防外破感知模块

机械施工的振动波以球面向四周传播,对光缆产生扰动。光纤的微形变会导致光缆折射率的变化,进而造成波形和频谱的变化。不同大型机械、在不同距离、不同强度下展现出的频谱特征信号是不也一样的。

基于分布式光纤传感技术,建立光纤参量变化与外力破坏事件引起的振动变化量之间的关系。光缆防外破感知系统根据地表震动产生的信号来分析光缆周围的外破情况,只要机械破土产生震动,就能结合频谱数据库来分析机械类型、震动强度,并根据相位变化测算外破隐患的位置。

### 5.2 视频监控模块

利用智能摄像头+企业云,全天候、全方位对外力施工障碍现场进行远程监控、预警、报警。通过5G无线技术,监控数据实时存储上传至云平台,运维监控人员可随时通过电脑端、手机(下转第68页)