

**WILER ENERGY**  
威尔勒

# 【输电线路智慧运维】

在线监测解决方案

山东威尔勒技术服务有限公司

# 目录



引言

输电线路运维技术现状



输电线路智慧运维解决方案



智慧运维监测应用



智慧风机



智能变电站



智慧电网



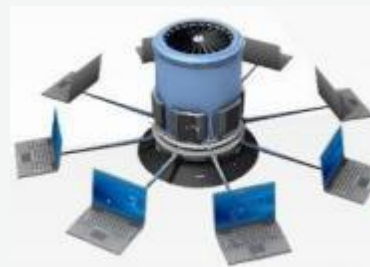
## 平价

基于全生命周期度电成本最优的风电场设计、建设、运营。



## 智慧

基于智能感知的数字化交互，低时延、高速度的响应，实现智能、高效的协同、友好的适应体验。



## 先进

将领先的跨界技术整合，在风电场设计方案应用，引领风电技术的前沿发展。



## 生态

在风电全生命周期过程中，与环境和谐，主动解除破坏源！

# 智慧电网的趋势

随着新能源的大规模发展，相关的**输电电网规模的扩大**，其周围环境也存在较大的复杂性。**电网运维面临着抵御自然灾害能力不足、隐患治理工作艰巨、老旧线路安全运行风险大和智能化、信息化水平有待提升等主要问题**，对安全稳定运行造成极大考验。针对上述背景，在电力系统中充分引入物联网、人工智能等先进技术，我们提出**基于物联网和人工智能的智慧输电线路技术方案**。方案从前端输电线路侧到后端系统侧可分为**感知层、网络层、平台层**。



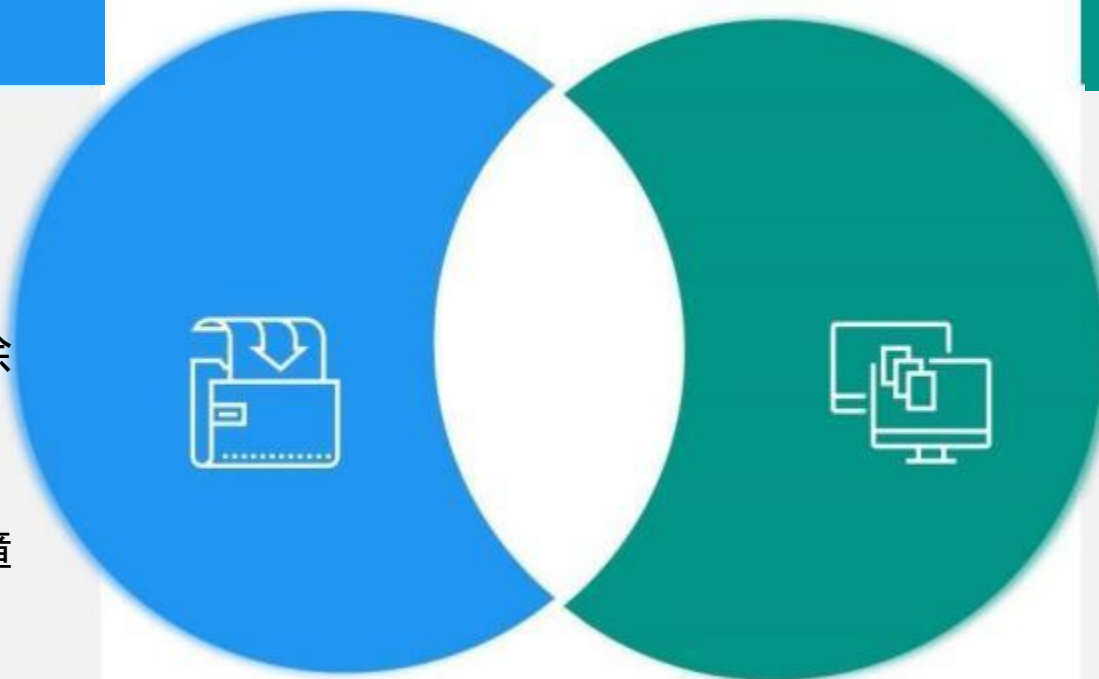
# 智慧电网的趋势



## 运维模式及存在的问题

### 运维模式

- ①人工巡查：定期巡线检查、故障应急巡查
- ②事后处理：跳闸后巡查排除故障，试送、强送
- ③依赖经验：故障现场和故障数据依赖经验分析
- ④手段落后：故障录波、绝缘测量、红外测温等



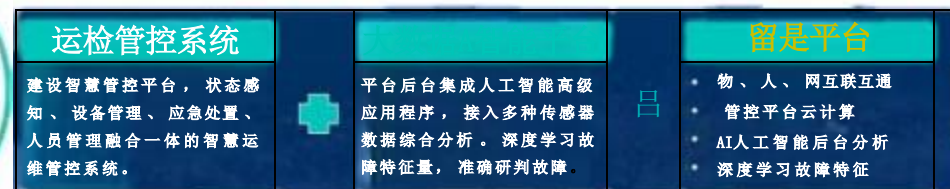
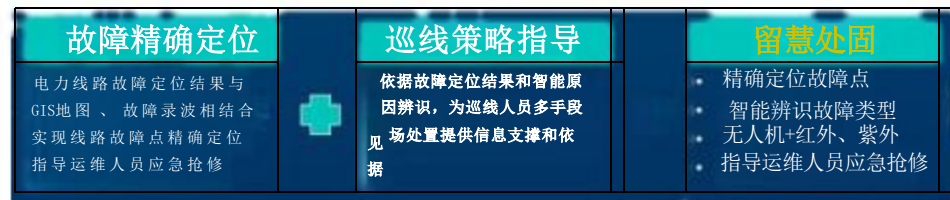
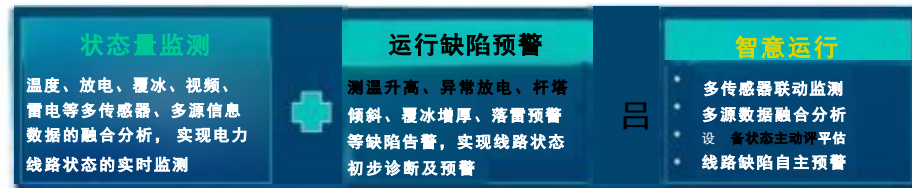
### 存在问题

- 如何处理输电线路突发型故障，快速响应，迅速处理？
- 如何减少集电线路非计划停电，直接提升风场发电效益？
- 如何减少人工巡视和检修工作强度？

## 系统功能与整体方案

智慧输电线路技术方案基于**物联网和人工智能**等先进技术的充分应用，通过对输电线路传输信号、通道、本体、导线、环境等要素的**智慧感知和处理分析**，实现输电通道及线路杆塔的运行监控覆盖，物与物、物与人相结合，**信息的互通共享**，切实提升输电专业管控能力，**推进传统输电管理向智慧输电管理转变**，保障输电线路安全稳定运行。

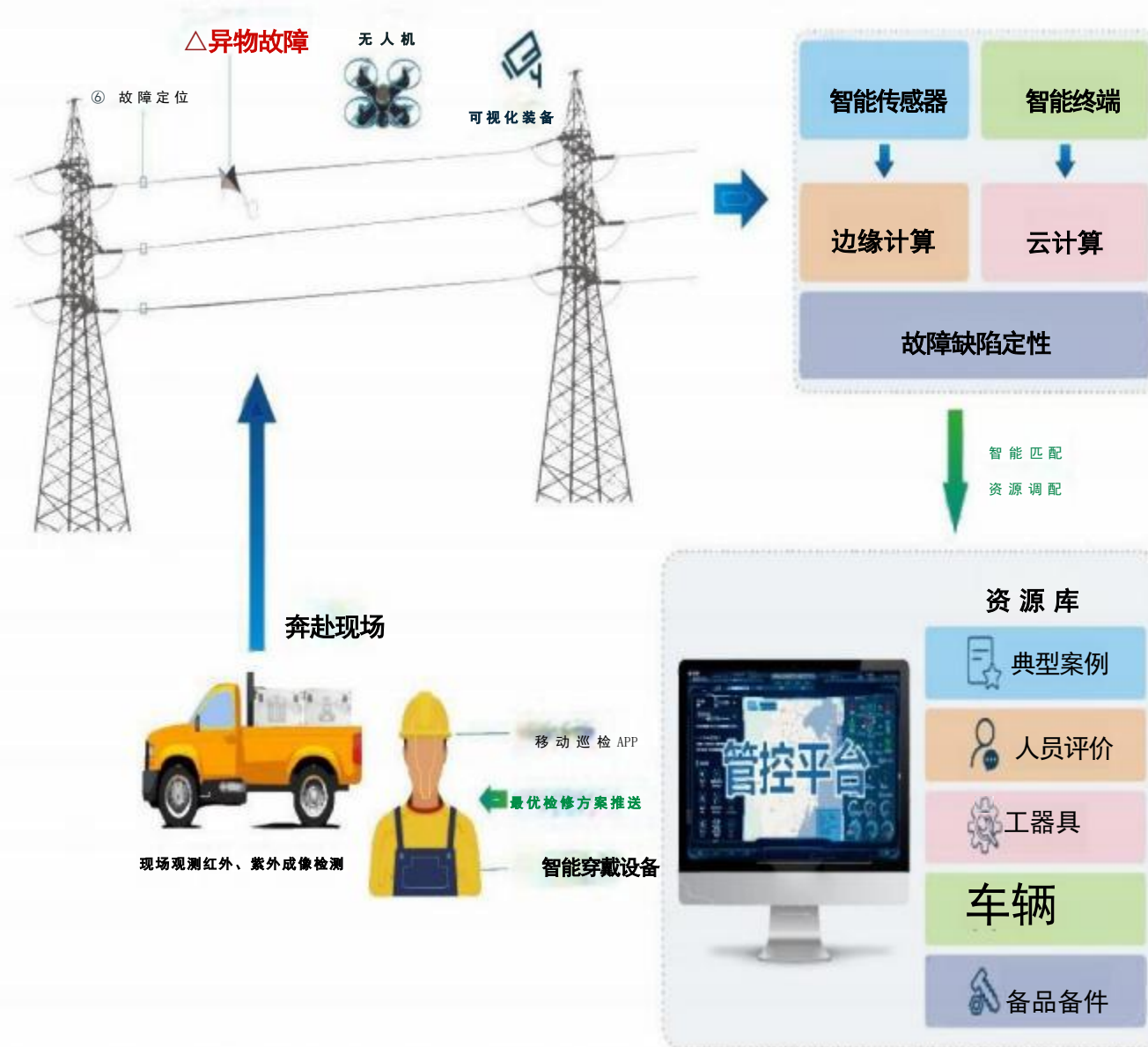
前端设备功能列表		
功能模板	序号	基本功能
故障预警及定位	1	故障定位
	2	故障预警
	3	故障识别



智慧运维方案采用**异常放电、故障定位、温度、可视化多传感技术**，将采集到的多源信息数据融合分析，实现输电线路全状态的**实时感知、预测预警、智能诊断**。



故障现场

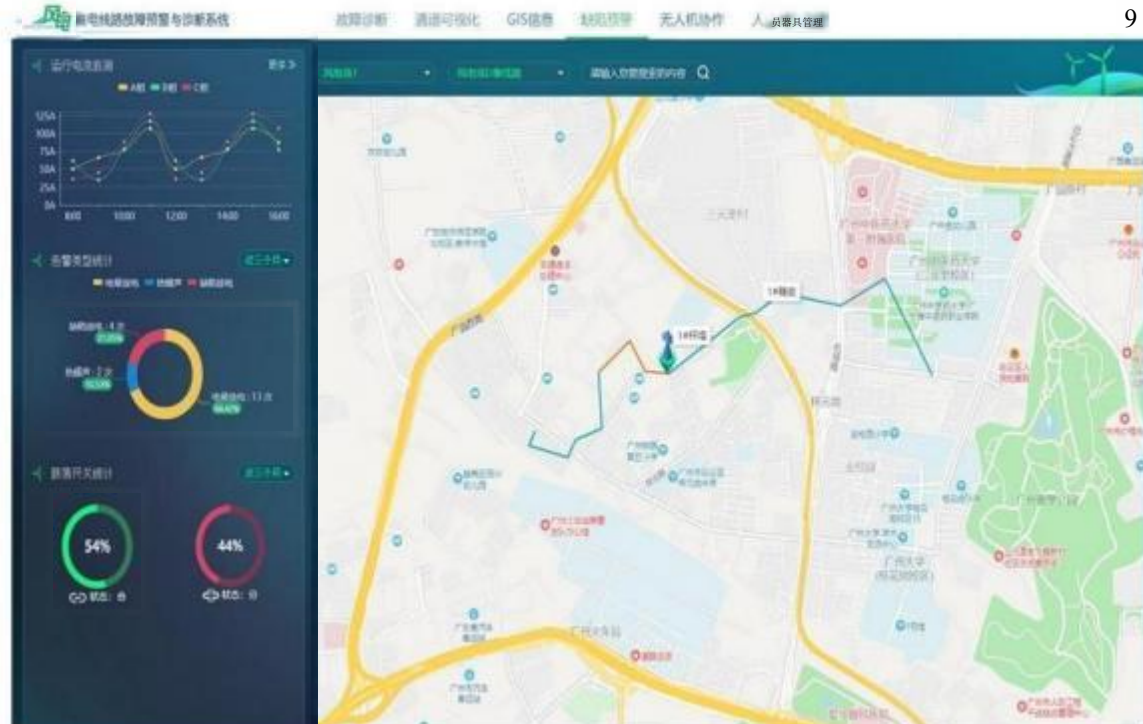


监控平台可以将故障诊断、GIS信息、缺陷预警等模块系统集成，实现线路系统物(线路、设备、数据)、人(人员、装备、无人机、车辆)、网(终端、系统、平台)的互联互通，为智慧运行和智慧处置提供大数据支撑，实现线路运行状态的智能监测、智能巡检、智能识别，提高线路运行可靠性。

## 故障诊断



## 缺陷预警



## 监控中心

根据各地实际提出的关于监控中心的设计需求，深化研究后形成典型的设计方案。整体风格以商务简约风格为主，端庄大方，功能划分明确，实用耐看。



监测系统扩展，(1)其他系统接入，可考虑将其他线路监测装置的系统接入本系统，系统按需可开展现场监控、状态采集和数据分析等工作，实现多系统数据的汇集和功能的联动。(2)可考虑将本系统接入其他系统。



## 输电线路故障预警及定位装置



架空型

实时感知架空及电缆集电线路高频暂态小电流行波，对架空线路绝缘子污秽、绝缘子裂化、树障放电、金具浮放电和线路覆冰；电缆线路接头瞬时性闪络，绝缘缺陷放电等典型异常放电和突发故障进行辨识及预警



电缆型



树木超高放电

绝缘子覆冰放电



预绞丝断股放电



绝缘子裂化放电



绝缘子



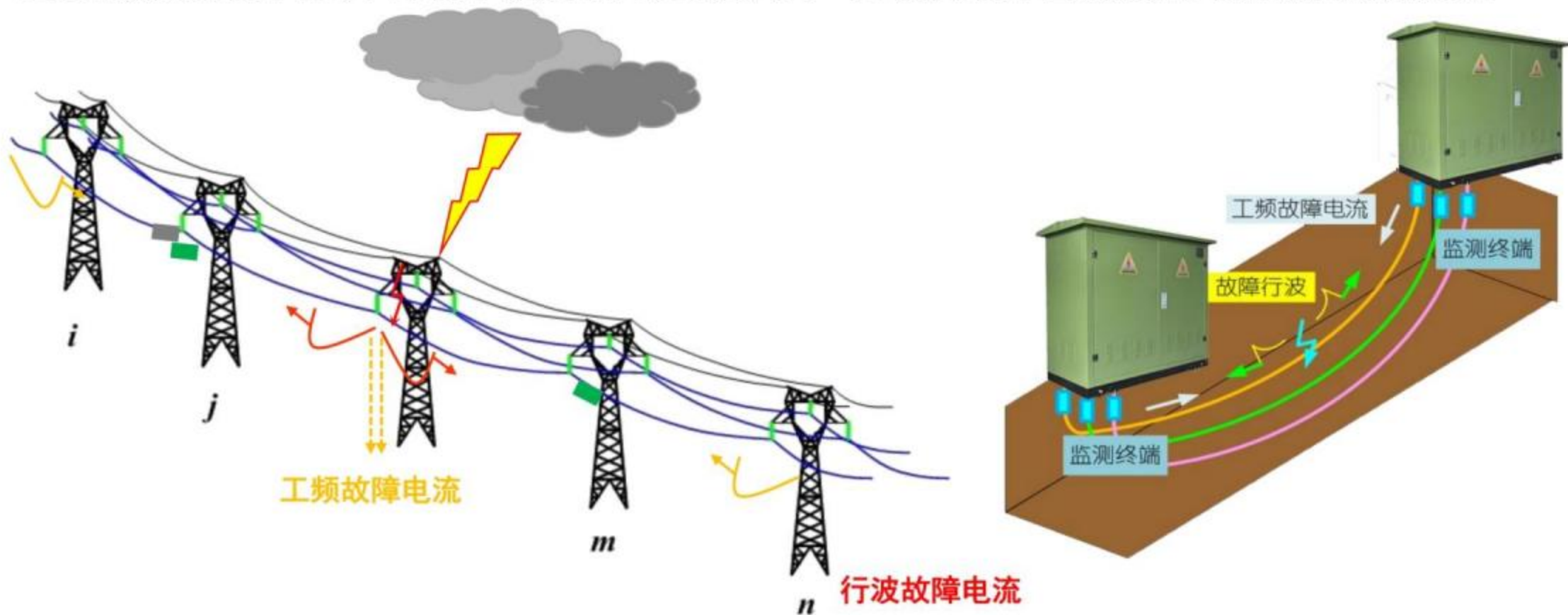
鸟害放电



## 输电线路故障预警及定位装置

### ① 技术原理：行波定位技术

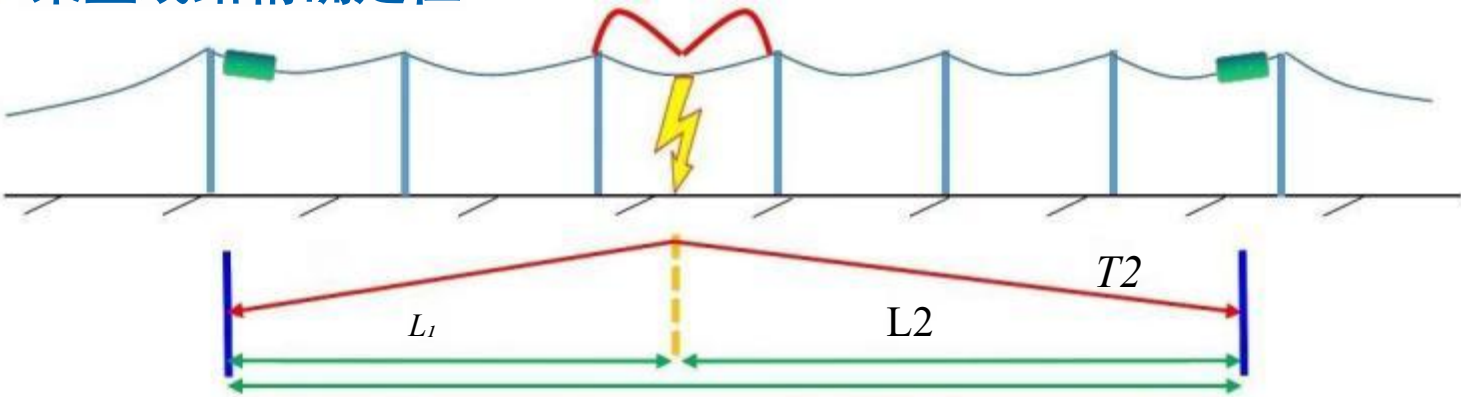
当线路上发生故障时，无论发生在电缆线或者架空线，导线上会产生**故障行波**，故障行波向两端传播，通过监测采集故障信号，对故障行波的特性进行分析，可实现对故障区间定位和故障点的精确定位。



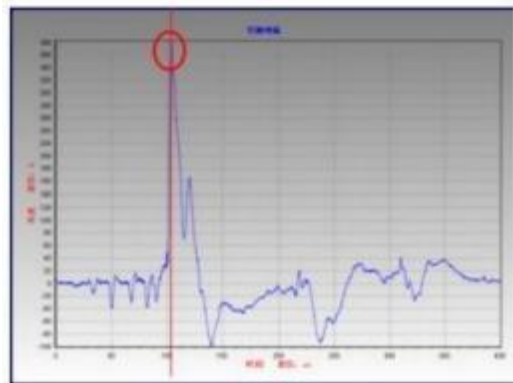
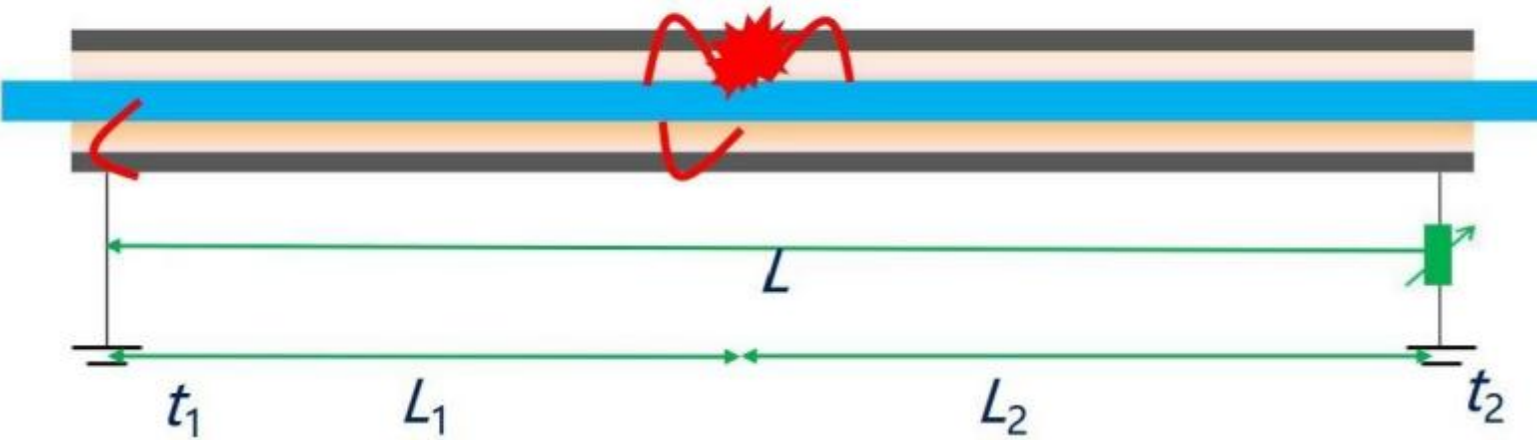
## 精确定位

故障电流行波以恒定速度向线路两端传播，在已知装置间距离的情况下，通过行波抵达装置的时间差，定位故障点位置。

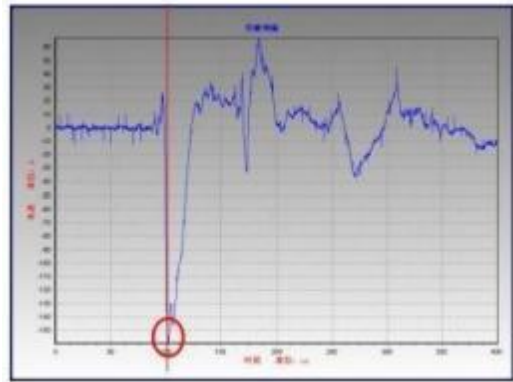
### 架空线路精确定位



### 电缆线路精确定位



首端行波



末端行波



故障点距离:

$$L_1 = \frac{L + (t_1 - t_2)V}{2}$$

$$L_2 = \frac{L - (t_1 - t_2)V}{2}$$

## 输电线路故障预警及定位装置



架空线路故障定位装置

- (1) 一体化设计，安装方便
- (2) GPS 纳秒级精准对时，保证时间标度一致性
- (3) 混合供电
- (4) 10M 以上采样频率，信号还原度高
- (5) 铝合金材质，防护等级高
- (6) 双屏蔽设计，抗干扰能力强
- (7) 具备低电压穿越能力，不受风机、升压站电压跌落影响

### · 工作电源

太阳能取电(主辅冗余)+耦合取电

### · 通讯传输

4G无线传输或有线

### · 传感器带宽

电流传感器带宽：1kHz~10MHz

### · 测量范围

行波电流测量范围：1mA~1kA

工频电流测量范围：1A~5kA

### · 采样频率

行波电流采样频率：4MHz~10MHz

工频电流、电压采样频率： $\geq 2\text{kHz}$

定位精度： $\pm 1$ 杆塔

## 输电线路故障预警及定位装置

- (1) GPS纳秒级精准对时，保证时间标度一致性
- (2) 50M采样频率，信号还原度高
- (3) 支持多种安装方式
- (4) 具备低电压穿越能力
- (5) 机箱采用304不锈钢材质，具备防腐和较强的机械强度



电缆故障精确定位装置

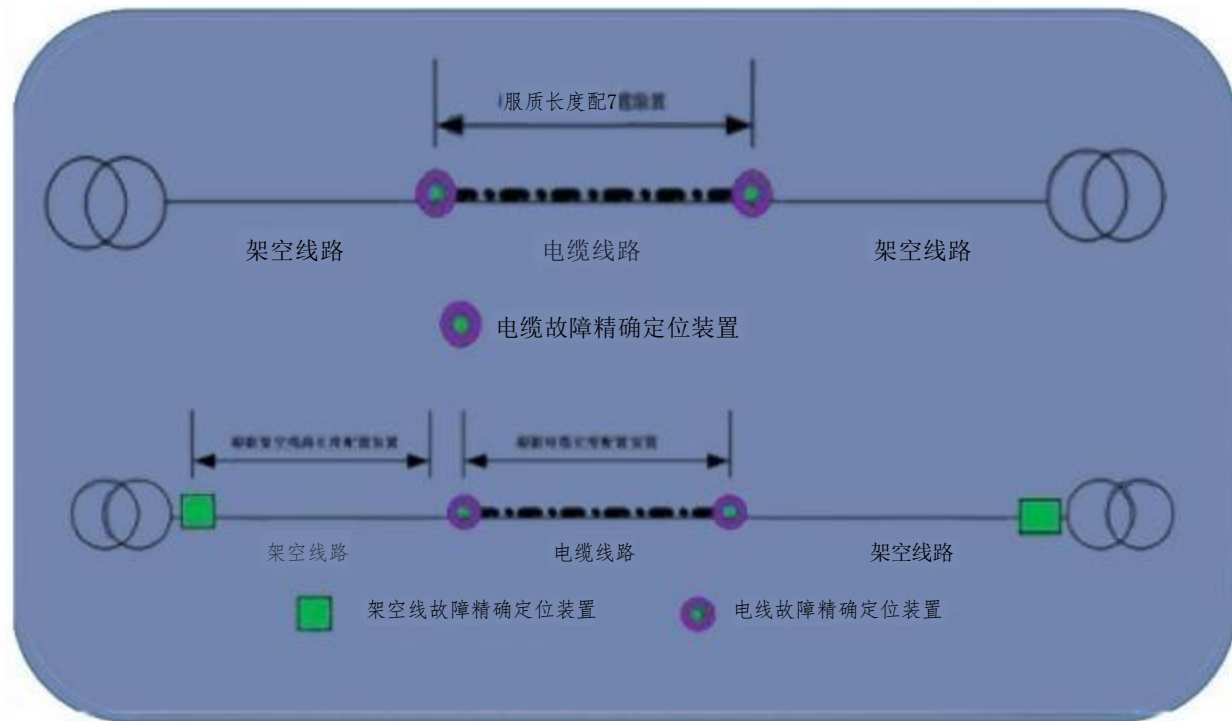
- 工频电流传感器范围：0-1000A
- 行波电流传感器范围：0.01A-200A
- 供电方式：AC220V/DC24V
- 采样率：5~50MHz
- 通信方式：无线4G或有线
- GPS时钟：< 20ns
- 防护等级：IP66以上
- 定位误差：0.1%L+3m
- 工作电源：太阳能取电+24V电源

## 输电线路故障预警及定位装置

**输电线路配置原则：**线路首端、末端各配置一套，A、B、C 三相安装，架空型每20公里安装一套，电缆型每15公里安装一套；若集电线路中间存在 T 接点时，需在 T 接点配置一套监测终端。



输电线路中存在的电缆—架空混架线路，在分界点两端安装电缆型监测终端，可实现电缆端的区间定位及精确定位。



## 与传统技术对比

项 目		传统行波定位系统	分布式故障诊断系统
故障精确定位	定位原理	单纯行波定位	工频区间定位与行波定位相结合
	监测点安装位置	两端变电站内	分布于线路上
	行波信号	衰减大、畸变大	衰减小、畸变小
	定位弧垂的影响	影响大	影响小
	定位受波速的影响	误差可达 $0.05c$ ( $c$ 为光速)	实现行波波速在线监测；误差小
	冗余机制	仅双端、或仅单端	多终端、多双端、多单端、多时刻、多折返射方式保障高冗余度
	利用行波类型	仅故障时刻行波	故障、分合时刻行波
故障性质辨识	雷击与非雷击	无法辨识	可准确辨识
	雷电反击与绕击	无法辨识	识别准确率 $>90\%$
	各类非雷击故障	无法辨识	利用神经网络自学习系统可逐步实现各类非雷击故障的辨识
适用性	诊断适用性	金属性接地可靠 高阻接地较困难	金属性接地可靠 高阻接地较可靠
	线路适用性	单线架空线	单线架空、架空混架T接线路、混架T接等各种线路结构

## 风电场应用情况



内蒙、江西、湖南、广西、安徽、新疆等多个风电场应用集电线路智慧运维在线监测系统，实现风电集电线路智能化运维。

## 经济效益



系统的广泛应用，已减少因故障跳闸造成停电而引起的直接经济损失约3000万元，间接经济效益6500万元。大大提升了电力线路的运行维护水平。

应用业绩				
序号	分公司	风电场	线路结构	监测装置
1	国家电投内蒙古公司	开鲁风电场	架空集电	故障预警及定位
2	国家电投通辽青格洱	道老杜、朱日河	地埋集电	故障预警及定位
3	国家电投安徽分公司	固始风电场	架空集电	故障预警及定位
4	国家电投五凌电力	泗县风电场	架空送出	故障预警及定位
5	国家电投霍林河	霍林河五期风电场	架空集电	故障预警及定位
6	国家电投江西公司	龙山风电场	地埋集电	故障预警及定位



风电场35kV 架空集电线路应用



风电场35kV集电电缆应用

## WEB 客户端

实时故障信息					
时间	线路名称	故障区间	故障点	故障相别	报表
2022/01716020588	文竹生电印	区间内	距害DE-与杆言大号方向99540米		<a href="#">0 选</a>
2021/4/03144	文竹集电A	区间内	距高AB-2号杆塔大号侧方向10799.0米	相	<a href="#">0 预</a>
2021/09/2508-4920	文竹三电A	区间外	A-18号杆塔大号们方向	AB相	<a href="#">0</a>
2021/09/22.09:3527	文竹集电A线	区间外	A-18号开培大号们方向		<a href="#">0 预院</a>
2021/09/08074227	算电AE	区自外		AC相	<a href="#">0 预选</a>
2021/09/08.07-4223	文竹年电A	区间外		AB相	<a href="#">0 预</a>
2021/07/13.00:12:07	文竹集电线	区间内	距言DE-1号杆塔大号回方向14270.0米		<a href="#">0 有选</a>
2021/05/2620:5236	文竹其电	区间内	距高DE-1号杆塔大号假方向95140米		<a href="#">0 预觉</a>
2021/04/23073254	女年G	区内	厢言FG-与许言大号脑方向7000.0米	A	<a href="#">0</a>
2021/04/09194242	文竹电G些	区间外	距高FG-1号开培小号创方回0.0米	AB相	<a href="#">0</a>



35kv 开鲁集电12  
线故障跳闸分析报



大灵山集电3线隐  
患事件分析报表

中午12:15

四497

< 10690665349170

集电C线(隐患一体化监测装置)发生故障,所属单位是国家电投河南固始新能源文竹风电场(FD 自动诊断)

【诊断系统】故障告

警: 2022-03-2311:53:3635kV  
文竹集电A线发生故障跳闸,所属单位是国家电投河南固始新能源文竹风电场。监测终端安装于:

AB-2、A-18号杆塔,详细诊断结果稍后发送。

【诊断系统】故障告警:

2022-3-2311:53:36 321毫秒  
35kV 文竹集电A线线路发生非雷击跳闸,重合闸成功,故障相为B相,故障点位于AB-2号杆塔与A-18号杆塔区间外,详细区间为A-18号杆塔至文竹W1风机之间或A-18号杆塔至文竹W10之间(设备安装位置为A-18、AB-2号杆塔),所属单位是国家电投河南固始新能源文竹风电场。



短信



移动客户端

01

对于突发性故障能实时进行快速精确定位，减少了故障跳闸造成停电引起的发电损失，减少线路故障查找的人力物力开支。

02

故障前的隐患预警技术，让线路的运维从被动防御到主动出击，运维方式上发生质的飞跃变化，让线路的运维更智能、更智慧。

03

提质增效，提升运维效率及安全性、可靠性。弥补了风场在线路运维监测方面的缺失，助力智慧风场建设。

# Thanks

## 山东威尔勒技术服务有限公司

SHANDONG WILLER TECHNOLOGY SERVICES CO., LTD.

---

电话：18153452285

邮箱：sdweierle@163.com

地址：山东省济南市历下区舜华路  
大学科技园F座三单元4楼



企业公众号



企业微信