



**DJ-2000X新能源集电线路
故障预警与定位在线监测系统**

山东科汇电力自动化股份有限公司
Shandong Kehui Power Automation Co.,Ltd.

科创筑梦  汇才兴业



关于科汇 ▶

山东科汇电力自动化股份有限公司(简称:科汇股份,证券代码:688681)地处鲁中工业名城淄博,在济南、青岛、武汉和英国伦敦设有全资子公司,在北京、上海、广州、成都、福州等十余个城市设有销售、服务中心。

科汇股份致力于电力自动化、电力电缆故障测试、智慧供电与储能以及磁阻电机技术的研发与产业化,拥有一支以徐丙垠教授为学术带头人,博士、硕士为主的专业研发团队,产学研氛围浓厚,科研环境优良。先后承担了多项国家863计划重大专项子课题、国家重点新产品计划和省自主创新成果转化重大专项等科技计划项目;获得国家技术发明二等奖1项、四等奖1项和省部级技术发明奖、科技进步奖16项,拥有形成核心技术及主营产品的国内外专利70余项,出版专著4部。

科汇股份产品广泛应用于电力系统、铁路系统、厂矿企业和终端用户,遍布全国各地、出口30多个国家和地区。国内第一条1000kV特高压输电线路、第一条±800kV直流输电线路和阿根廷国家电网公司输电线路故障行波测距工程;国家电网第一批配电自动化试点城市杭州、厦门配电终端工程;国内第一条时速250km客运专线“合宁铁路”电力运动工程;国内外单机功率最大的630kW开关磁阻电机驱动系统应用于8kt电动螺旋压力机工程等典型案例,获得用户一致好评。

开启新时代,踏上新征程。秉承“以人为本、用户至上、不断改进、持续发展”的经营理念,坚守“科创筑梦、汇才兴业”的初心,科汇股份持续为用户奉献电气自动化与工业物联网创新解决方案。

概述

风电场因其占地范围广，单台机组容量较小，所以一般采用集电线路施工，将几台风机电能汇聚后送至升压站。光伏发电照射的能量分布密度小，需要占用巨大面积，海上光伏发电项目发展很快，电力输送安全通道也是亟需解决的问题。恶劣的自然环境为集电线路的安全运行带来巨大的威胁，由集电线路故障引发的设备故障约占所有故障的 90% 以上。

科汇公司多年来致力于电力电缆在线测距技术研究，研发出 DJ-2000X 新能源集电线路故障预警与定位在线监测系统，该系统由 DJ-200 电力电缆故障定位监测装置、通信系统和后台构成，已大量应用于电缆现场，满足了现场工程运维要求。



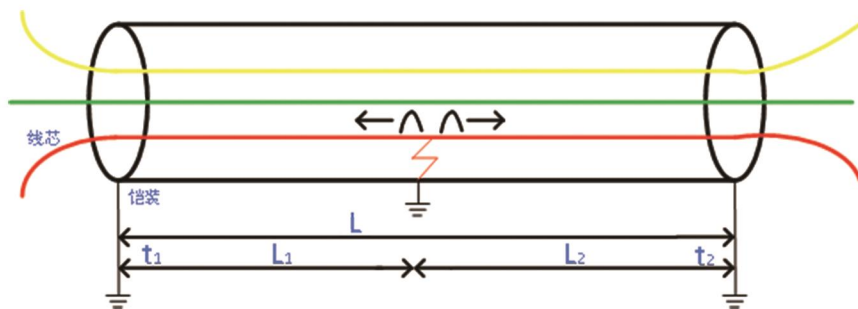
使用范围

本产品适用于 10kV 和 35kV 电压等级新能源集电线路故障在线测距及绝缘预警（包括瞬时性故障、潜伏性故障），包括地理交直流电力电缆线路、地理架空混合交直流线路、海缆交直流线路等。

装置原理

本装置基于电缆故障后所产生的行波传播特性实现电力电缆故障的在线定位。

- 电力电缆故障时，故障行波可视为以恒定速度沿电缆向电缆两端传播；
- 在已知电缆精准长度的情况下，通过故障行波抵达装置两端的时间差，定位故障点位置。



故障点距离

1

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

2

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

▲ 其中 L_1/L_2 如图所示，为故障点到测量点距离， V 为电缆中波速度， t_1, t_2 为故障行波到达两端的绝对时间

装置图片



DJ-200 新能源集电线路故障预警与定位在线监测终端

行波电压传感器



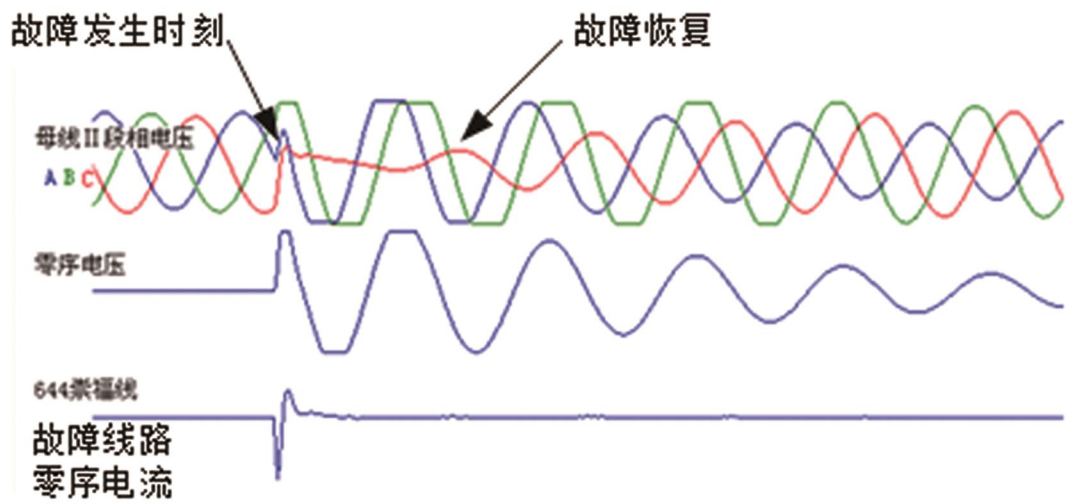
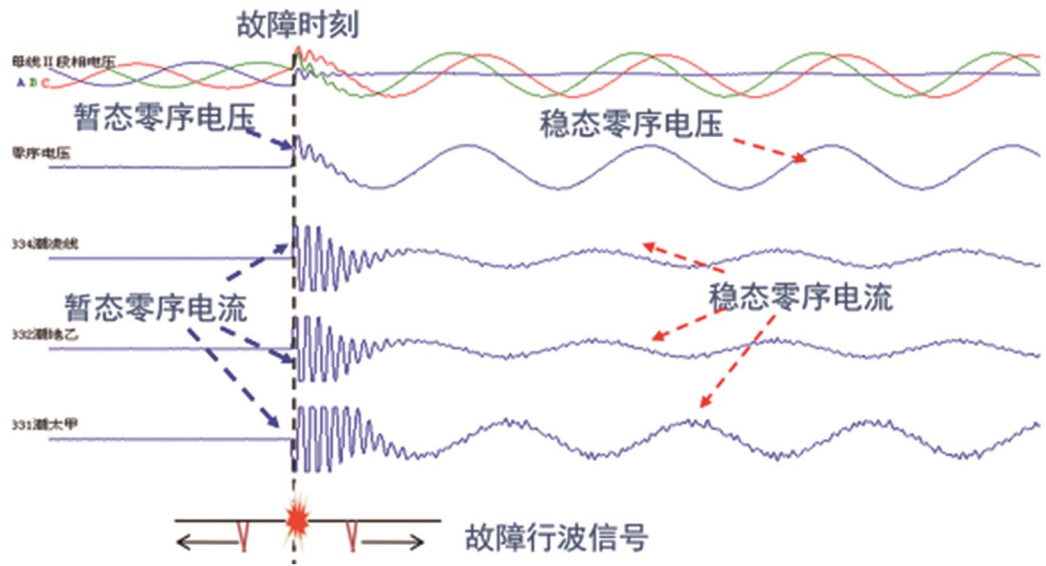
行波电流传感器

工频电流传感器

零序电流传感器

关键技术

故障全频信息特征应用

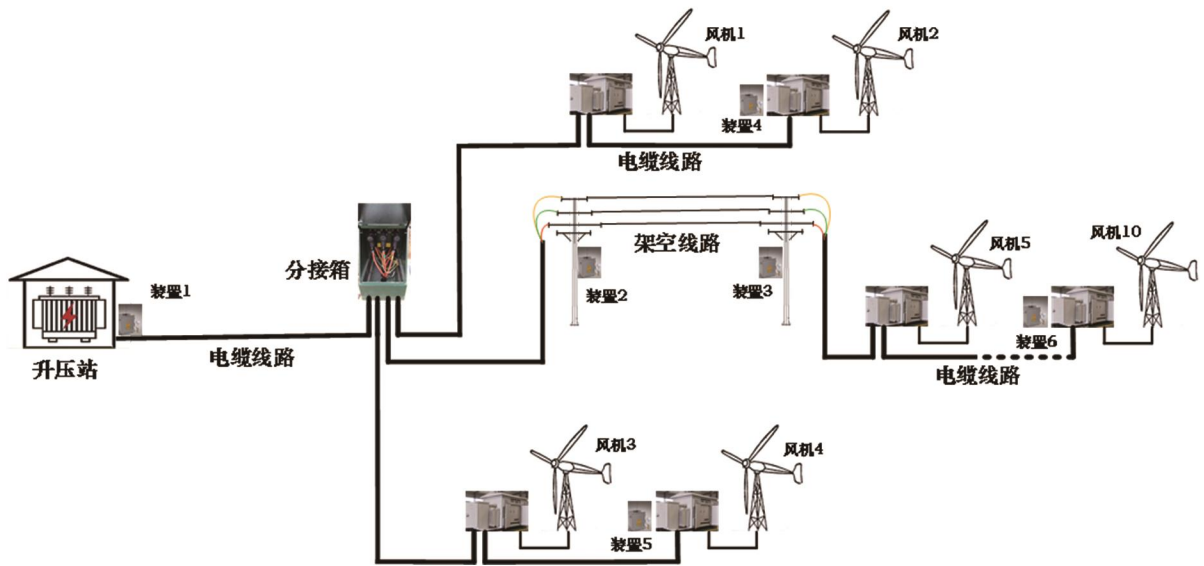


状态感知和预警

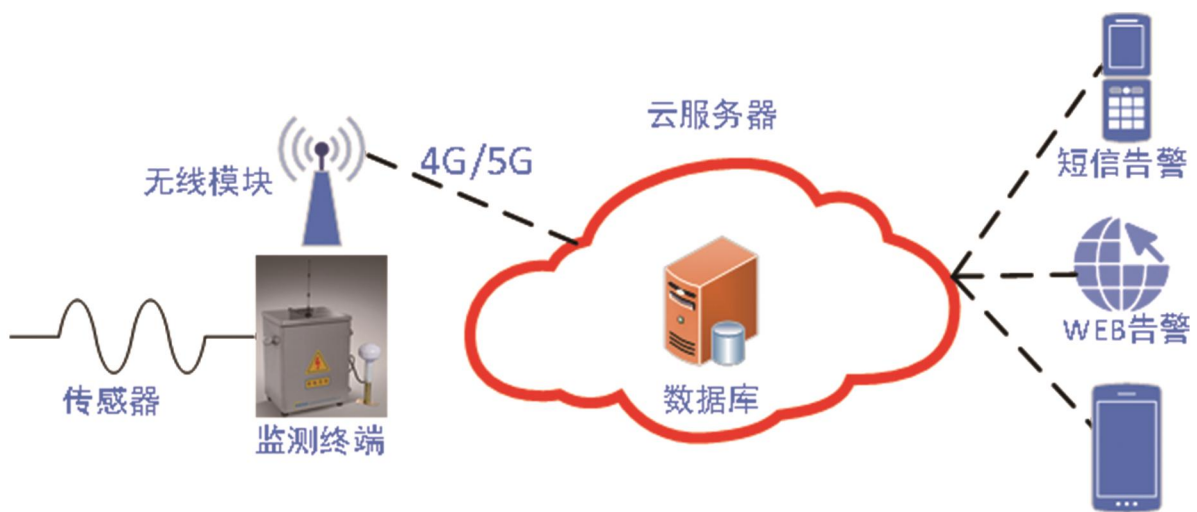
瞬时性接地故障发生次数、频率、持续时间等参数反映了电缆运行状态, 安装传感器采集暂态接地信号, 可以对线路的绝缘状态进行预警辅助。

系统架构

新能源集电线路故障预警与定位在线监测系统由监测终端、系统后台和通讯组成。监测终端由传感模块、电源模块、通信模块及主处理单元等组成，完成信息采集及上传；后台分析系统完成监测数据分析处理、存贮与发布功能，故障信息可以短信、APP 或 WEB 方式进行推送或发布，可以进行故障历史数据及实时数据的查询等操作。



▲ 集电线路监测终端现场配置



▲ 集电线路故障预警与定位在线监测系统架构图

技术特点及指标

技术特点

- 非接触式行波传感器耦合电压、电流行波信号,安全、可靠;
- 采用行波双端测距技术,优化单端波形处理;
- 优化高精度对时电路;
- 采用多通道多类型信号冗余设计;
- 分析故障全频信号特征;
- 混合及 T 接线路故障分段及定位;
- 电缆绝缘状态分析诊断;
- 完成变电站、线路、故障类型的分类统计和分析。

技术指标

供电电源

- 市电电源: AC220V \pm 20%
- 频率: 50 \pm 1Hz;
- 太阳能取电: 18V 150W;
- 蓄电池: 12.8V 40AH 磷酸铁锂电池。

行波电流

- 行波电流采样率: \geq 50MHz;
- 行波电流连续记录时长: \geq 1ms;
- 行波电流测量范围: 10 ~ 5000A(峰值);
- 行波电流测量幅值误差: \pm 5% \pm 2A。

测量精度

- 时间同步: \leq 20ns;
- 测距误差: L(全长)*0.5% +5m。

功能应用

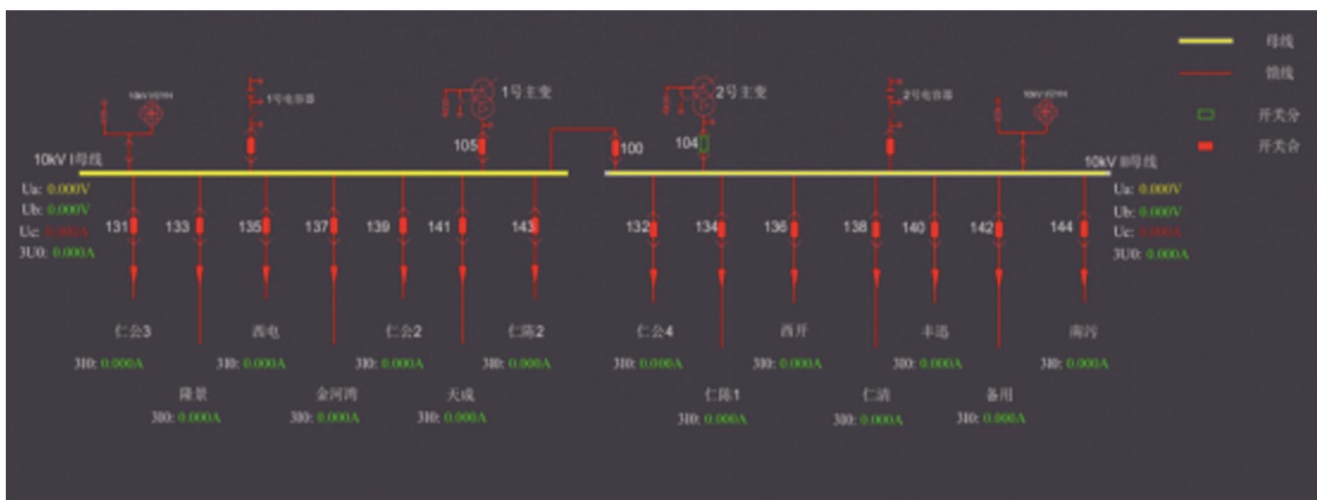
DJ-2000X 系统实时在线采集运行电流, 以电流曲线的方式进行展示; 电缆发生异常时, 基于对异常产生暂态信号的捕捉、采集和分析, 根据双端行波法测距原理实现电缆故障的预警和定位, 同时根据电缆线路的运行特点, 辅以工频录波进行故障性质诊断, 从而形成对线路运行状态的有效监测。

系统主站



实时监测

依据地理信息绘制变电站、电缆线路、环网柜等一次系统图, 实时监视电网的运行状态。



故障定位

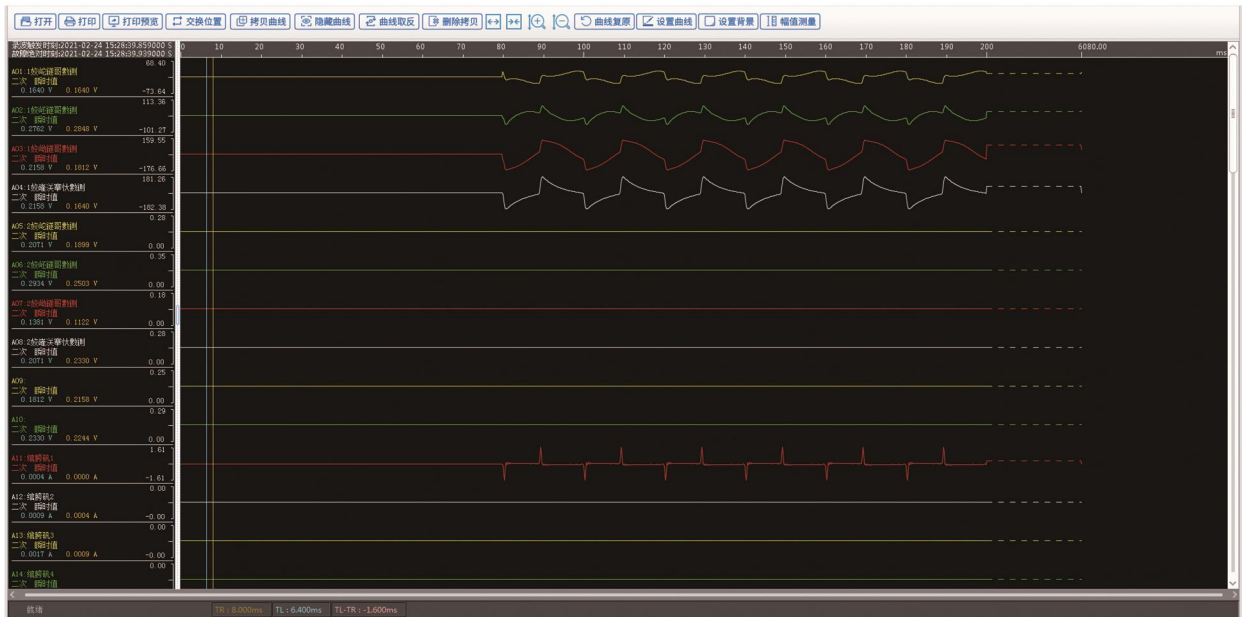
根据双端行波法测距原理，监测装置安装在所监测的线路端头，故障放电时，监测装置采集暂态数据，后台根据数据自动计算出故障距离。也适用 T 接线路和混合线路测距。

序号	故障时间	故障定	首测距(m)	末测距(m)	故障线路	故障相	线路分段	分段首测距(m)	分段末测距(m)	幅值	事件类型	操作
1	2023-11-10 11:04:54.5937034505µs	21号风机	6573.11	15号风机 1022.89	二线		15号风机-821分接箱	2033.11	1022.89		扰动	故障信息 分段 图型 地图
2	2023-11-02 00:32:16.7096662004µs	01号风机	7402.00	一线356开关 0.00	二线						扰动	故障信息 分段 图型 地图
3	2023-11-02 00:04:17.7397830501µs	21号风机	6027.00	二线355开关 0.00	二线						扰动	故障信息 分段 图型 地图
4	2023-11-02 00:02:59.8794658509µs	01号风机	7402.00	一线356开关 0.00	二线						扰动	故障信息 分段 图型 地图
5	2023-11-02 00:01:49.2821006759µs	21号风机	6017.79	二线355开关 9.21	二线						扰动	故障信息 分段 图型 地图
6	2023-11-02 00:00:32.6957053257µs	01号风机	7402.00	一线356开关 0.00	二线						扰动	故障信息 分段 图型 地图



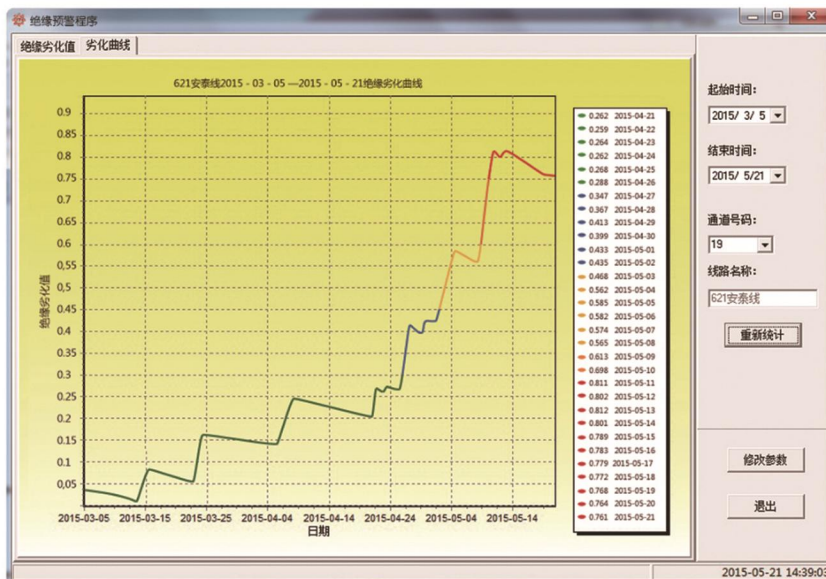
录波分析

支持对波形的隐藏、交换、缩放、测量等操作,为故障分析提供依据。



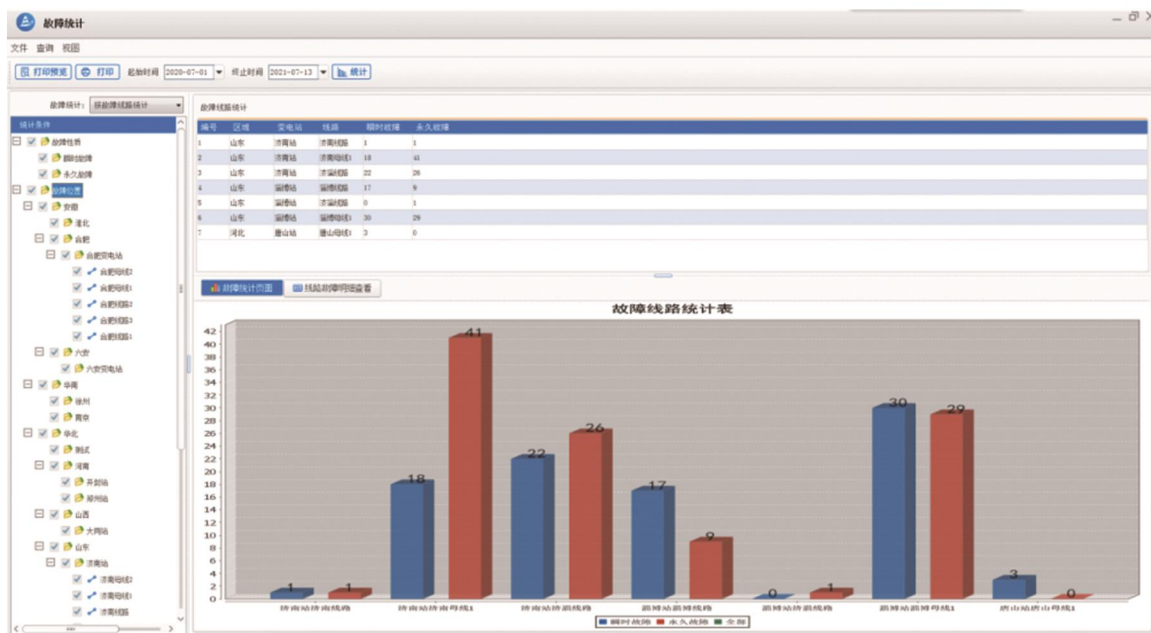
故障预警

根据潜伏性故障等检测信息,通过绝缘劣化算法绘制各段电缆实时劣化曲线;对电缆绝缘裂化越限的区段推送告警信息。



故障统计

记录各终端检测的各类接地故障(包括潜伏性、永久性等故障)位置和时间等信息;可针对变电站、线路、故障类型进行分类统计和分析。统计结果以表格、柱状图、饼图等形式呈现。



工况管理

监视接入的故障监测装置的运行工况,实时显示各终端设备的状态信息。

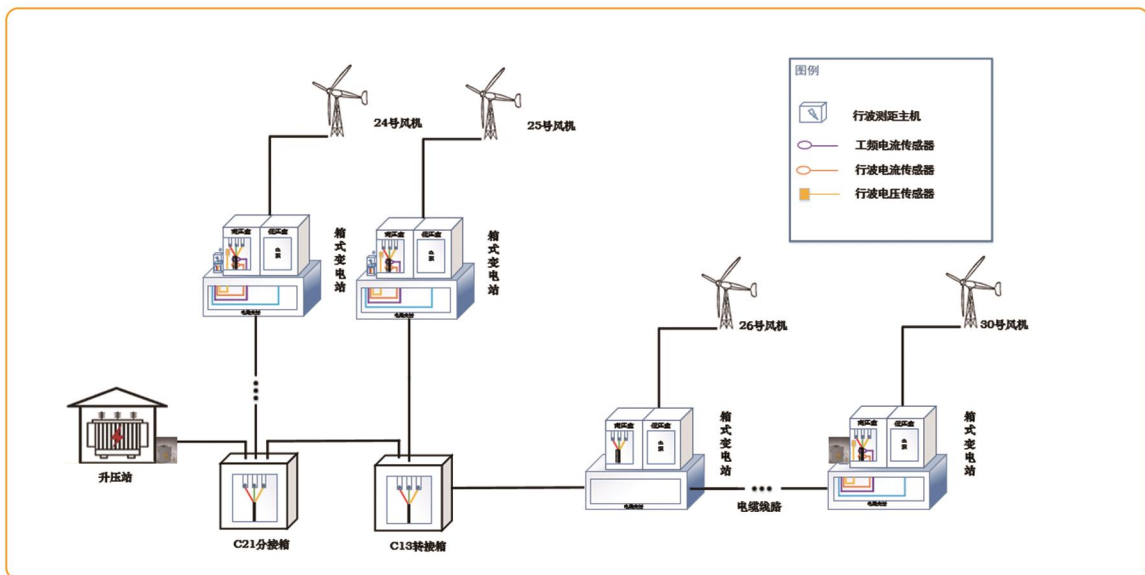
The screenshot displays the '运行工况' (Operational Status) application window. It features a menu bar, a toolbar with '打印预览', '打印', and '导出' options, and a search bar. The main area is divided into a left sidebar with a tree view of device types and a central table of device status information.

序号	变电站	设备名称	设备类型	通信名称	通信值
1	泰山站	104	通信	PT30	●
2	泰山站	104	设备	设备状态	●
3	泰山站	104	设备	连接状态	●
4	济青站	1042F-300接地故障保护设备1	通信	PT30	●
5	济青站	1042F-300接地故障保护设备2	设备	设备状态	●
6	济青站	1042F-300接地故障保护设备3	设备	连接状态	●
7	泰山站	61890	通信	PT30	●
8	泰山站	61890	设备	设备状态	●
9	泰山站	61890	设备	连接状态	●
10	泰山站	61890-1	通信	PT30	●
11	泰山站	61890-1	设备	设备状态	●
12	泰山站	61890-1	设备	连接状态	●
13	泰山站	61890F2-200小电流接地故障选线及监测装置1	通信	PT30	●
14	泰山站	61890F2-200小电流接地故障选线及监测装置2	设备	设备状态	●
15	泰山站	61890F2-200小电流接地故障选线及监测装置3	设备	连接状态	●
16	泰山站	泰山温度设备	设备	连接状态	●
17	泰山站	泰山温度设备2	设备	连接状态	●
18	大野站	大野设备1	通信	PT30	●
19	大野站	大野设备1	设备	设备状态	●
20	大野站	大野设备1	设备	连接状态	●
21	开封站	开封设备01	通信	PT30	●
22	开封站	开封设备01	设备	设备状态	●
23	开封站	开封设备01	设备	连接状态	●
24	开封站	开封设备1	通信	PT30	●
25	开封站	开封设备1	设备	设备状态	●
26	开封站	开封设备1	设备	连接状态	●
27	开封站	开封设备1	设备	连接状态	●
28	开封站	开封设备1	通信	PT30	●
29	开封站	开封设备1	设备	设备状态	●
30	开封站	开封设备1	设备	连接状态	●

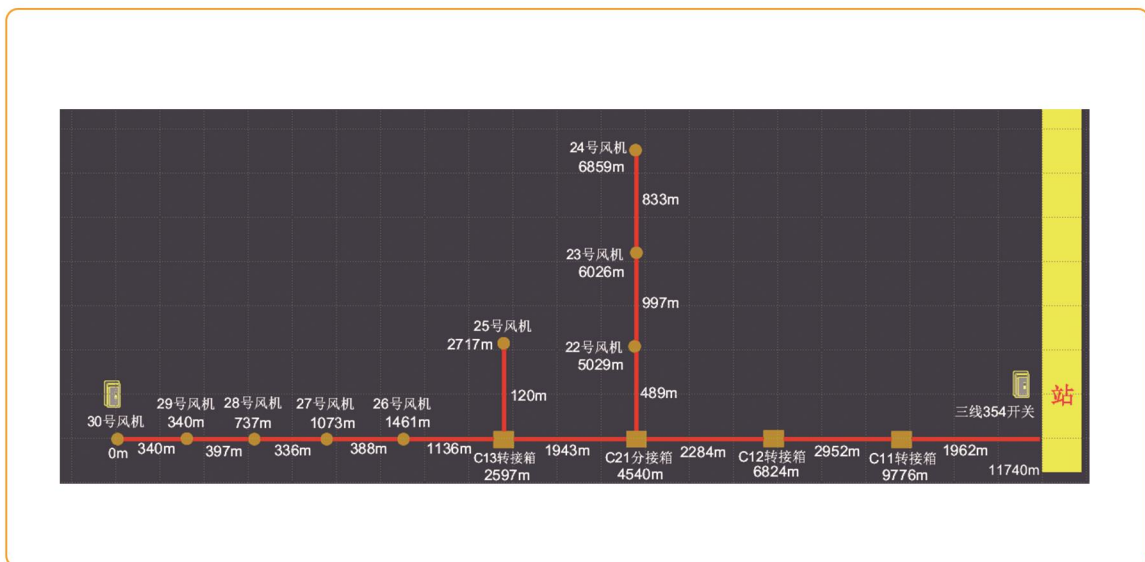
案例-某风电场集电线路电缆故障

风电场包括三条集电线路，在线路上安装多台电缆在线监测装置，实现线路故障的监测。其中故障线路拓扑图如下：

故障线路拓扑图



线路各段长度



安装现场



故障报表

线路	装置名称	告警源	告警类型	时间	事件内容
二线	二线355开关	行波装置	故障事项	2023-05-09 14:24:55 760266.3754μs	(双端测距) 二线 发生扰动,距 21号风机 6027.00m, 距 二线355开关 0.00m
二线	二线355开关	行波装置	故障事项	2023-05-09 14:24:55 760266.3754μs	线路二线 设备:二线355开关 启动
三线	三线354开关	行波装置	故障事项	2023-05-09 14:24:55 760266.2751μs	线路三线 设备:三线354开关 启动
三线	三线354开关	行波装置	故障分报事项	2023-05-09 14:24:55 760266.2751μs	(故障故障)三线区内隐性故障
三线	三线354开关	行波装置	故障事项	2023-05-09 14:24:55 760266.2751μs	(行波测距)30号风机 三线 发生扰动,距 30号风机 10224.90m,距 三线354开关 1515.10m

8	2023-05-09 14:24:55 760266.2751μs	30号风机	10224.90	三线354开关	1515.10	三线	扰动	故障信息 分析 图形 拍照
---	-----------------------------------	-------	----------	---------	---------	----	----	---------------

共【8】条, 第【1/1】页, 每页【20】条

- 故障信息
 - 测距信息
 - 距 30号风机:10224.90m
 - 距 三线354开关:1515.10m
 - 故障线路
 - 三线 环堵:
- 设备队列
 - 线路:三线 装置:30号风机(0.000km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760316.9251us
 - 线路:一线 装置:09号风机(3.000km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760292.1259us
 - 线路:二线 装置:21号风机(0.000km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760302.5502us
 - 线路:二线 装置:二线355开关(6.027km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760266.3754us
 - 线路:三线 装置:三线354开关(11.738km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760266.2751us
 - 线路:二线 装置:15号风机(3.055km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760292.8007us
 - 线路:一线 装置:01号风机(0.000km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760415.2501us
 - 线路:一线 装置:一线356开关(7.402km) 故障时间:2023-05-09 14:24:55 760266.4003us

测距数据



其他设备动作

线路	设备名称	时间
三线	30号风机	2023-05-09 14:24:55 760316.9251μs
二线	21号风机	2023-05-09 14:24:55 760302.5502μs
三线	24号风机	2023-05-09 14:24:55 760302.4002μs
二线	15号风机	2023-05-09 14:24:55 760292.8007μs
一线	09号风机	2023-05-09 14:24:55 760292.1259μs
一线	一线356开关	2023-05-09 14:24:55 760266.4003μs
二线	二线355开关	2023-05-09 14:24:55 760266.3754μs
三线	三线354开关	2023-05-09 14:24:55 760266.2751μs

故障点



山东科汇电力自动化股份有限公司

Shandong Kehui Power Automation Co.,Ltd.

地址:山东省淄博市三赢路16号

电话:0533-3181 567

传真:0533-3818 921

济南科汇:山东省济南市高新区伯乐路192号

电话:0531-6677 7667

传真:0531-8806 4061

青岛科汇:山东省青岛市高新区科韵路327号

电话:0532-6801 2536

传真:0532-6801 2533

武汉科汇:湖北省武汉市武大科技园

电话:027-8266 8396

传真:027-6784 8757

