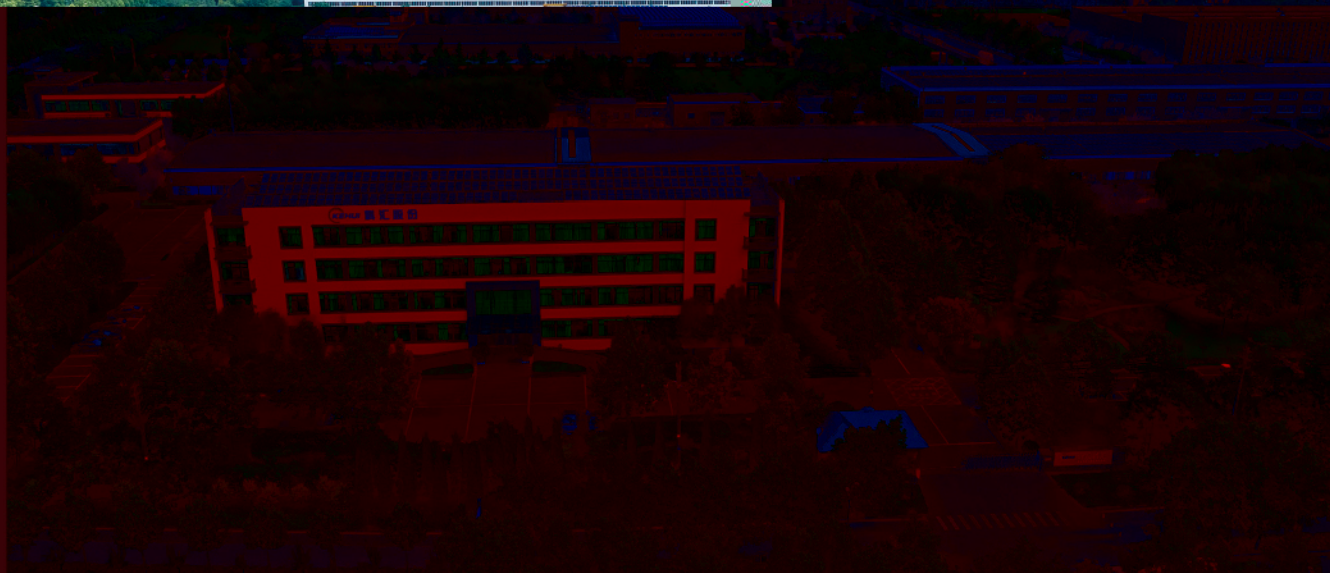


A photograph of several high-voltage transmission towers (pylons) with power lines stretching across a vast, flat, golden-brown field under a clear blue sky. The towers are made of metal lattice. The image is framed by a large, semi-transparent white circular graphic that overlaps the top and bottom of the page.

分布式输电线路行波测距装置

Distributed travelling wave fault location device of transmission lines

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



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14项,拥有形成核心技术及主营产品的国内外专利70余项。

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8000t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、不断创新、持续改进、健康发展”的经营理念,坚守“科创筑梦、汇才兴业”的初心,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

输电线路翻山越岭,经常遭受雷电、污秽、动植物、台风、覆冰、施工等自然或者人为因素的影响而发生故障。故障除了会造成线路停运、影响系统安全运行外,同时还会给输电线路及附属设施带来损伤,给电力系统的安全稳定运行埋下隐患。因此,快速准确的对故障点进行定位,可以缩短输电线路故障停运时间,便于查找线路受损情况,提高电力系统安全性及供电可靠性。

目前输电线路定位主要采用阻抗测距和行波测距(站端)两种方式来实现,阻抗测距可靠差,误差大,适用范围小,不适用于目前测距要求;行波测距(站端)测距准确,但在输电线路较长或输电走廊情况复杂时,受线路长度不准确、波速度差异等影响,会出现定位可靠性和精度下降的情况,同时,受电力公司专业管理模式影响,站端行波测距信息在发布时也受到一定的影响,不易被相关人员获得。

为了解决这个问题,科汇公司研发了分布式输电线路行波测距装置,实现在输电线路的分段定位及装置的线路安装,在站端行波测距的基础上,进一步提高了输电线路故障测距可靠性和准确性。该装置基于行波原理,结合雷电定位及现代通信技术解决了装置在输电线路安装、取电、精准对时及通信问题,丰富了输电线路的故障测距技术手段。

该产品实现了缺陷放电电流监测,同时完成了雷击故障与非雷击故障、绕击故障与反击故障的准确识别,以及进一步识别非雷击故障类型,在线路故障后快速生成测距结果。

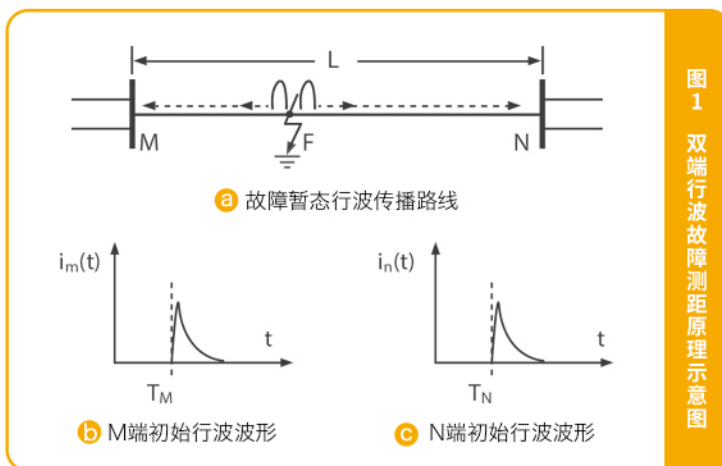
基本原理

产品采用双端行波原理,原理如下公式所描述:

$$\begin{cases} D_{MF} = \frac{1}{2} [V(T_M - T_N) + L] \\ D_{NF} = \frac{1}{2} [V(T_N - T_M) + L] \end{cases}$$

式中: D_{MF} 和 D_{NF} 分别为M端和N端母线到故障点的距离; L 为线路MN的长度。 T_M 和 T_N 分别为故障行波到达M端和N端的绝对时间。通过求解上述方程组可以获得M端和N端母线到故障点的距离,该计算过程由计算机自动完成。

为了提高测距精度,产品需间隔一定距离(不大于30km)安装于线路上,实现输电线路故障后的快速测距。



► 适用范围

35kV及以上电压等级交直流输电线路。

装置功能 >

- a 装置记录在高压导线上测量的行波电流、故障电流等波形数据,实现输电线路故障点的区间定位或精确定位,并向用户提供诊断结果。
- b 装置自动积累、提取各类故障波形特征。
- c 自动检测输电线路复合绝缘子劣化、绝缘子污秽、植被超高、覆冰等引起的绝缘缺陷放电电流。

装置性能 >

- a 故障定位误差: $\leq 200\text{m}$
- b 雷击故障辨识准确率: $\geq 95\%$
- c 雷电绕击/反击故障辨识准确率: $\geq 90\%$
- d 故障告警延时: $\leq 5\text{min}$
- e 诊断结果输出时间: $\leq 30\text{min}$

► 组成

故障监测装置由监测终端及数据中心站组成,数据中心站可以与若干个监测终端相连,装置构成如图3所示。监测终端包含数据采集模块、数据传输模块、电源模块和时钟模块等,将监测数据以无线通信方式发送至数据中心站;数据中心站一般应包含数据前置处理模块、故障诊断模块和应用服务模块等,用于数据解析、数据存储、故障定位、故障辨识及结果输出。



图3 分布式故障监测装置构成图

► 功能要求

数据采集 >

监测终端能自动识别行波电流、故障电流信号,采集、存储波形数据。

远程维护 >

- a 监测终端具备设备状态自检、自诊断和自恢复功能。
- b 监测终端具备远程参数设置及程序升级功能。

数据通信 >

- a 将采集到的行波电流和故障电流的波形数据及时间信息以无线通信方式实时发送到数据中心站。
- b 缺陷放电电流数据上传。

时钟同步 >

监测终端具备卫星高精度同步时钟功能,同步时钟标定精度优于 $0.1\mu\text{s}$ 。

其他要求 >

- a 具备临时数据存储功能。
- b 满足数据中心站信息安全接入要求。
- c 线路故障或检修停电后重新运行,监测终端能自动重启并正常工作。

▶ 技术参数

行波电流测量 >

- a 行波电流传感器频响范围:1kHz~1MHz
- b 行波电流采样率: $\geq 1\text{MHz}$
- c 单导线行波电流测量范围:1~5000A(峰值)
- d 行波电流连续记录时长: $\geq 1000\mu\text{s}$
- e 行波电流测量时间参数误差: $\pm 10\%$
- f 行波电流测量幅值参数误差: $\pm 5\% \pm 2\text{A}$

故障电流测量 >

- a 故障电流传感器频响范围:0Hz~1kHz
- b 故障电流采样率: $\geq 2\text{kHz}$
- c 单导线故障电流测量范围:10A~15000A(有效值)
- d 故障电流连续记录时长: $\geq 500\text{ms}$
- e 故障电流测量幅值参数误差: $\pm 5\% \pm 5\text{A}$
- f 隐患电流测量范围:5mA~5A
- g 隐患电流连续记录时长: $\geq 1000\mu\text{s}$

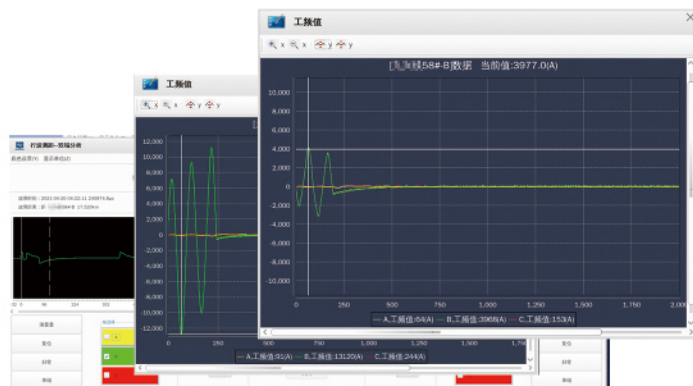
电源 >

支持感应取电、太阳能取电,配置电池。

可靠性 >

- a 监测终端平均无故障时间:不小于25000小时
- b 使用寿命:不少于8年

▶ 后台主站系统



监测软件功能设计

采集故障信息及波形数据，根据采集的数据产生测距信息，保存到数据库中。提供参数配置、故障信息查询、故障波形分析、打印报告等功能，也可以通过WEB访问以上信息。系统分为内部总线模块、前置通信及测距模块、后台管理、WEB查询等模块。

▶ 内部总线模块

实现前置通信及测距模块与后台管理功能的通信，包括测距结果、告警、参数配置等功能，由于本模块只传输数据，不关心业务功能，前置采集服务器设置为固定的IP地址，不存在主备切换的情况，内部总线模块使用ICE接口方式完成前置与后台管理界面的通信。

▶ 前置通信及测距模块

装置与监测软件的通信采用4G通信网络，前置通信模块作为服务端，装置为客户端，发生故障时装置主动连接前置通信模块，发送数据。根据接收到故障信息进行测距，并保存数据库。

通信 >

装置与监测软件的通信采用4G/5G通信网络，前置通信模块作为服务端，装置为客户端，在有加密要求时，通信支持加密。发生故障时装置主动连接前置通信模块，发送数据，前置接收到数据后放到共享内存中。

故障数据保存 >

数据保存线程循环检测共享内存中是否存在简报信息、波形文件、告警信息，如果存在进行相应的处理及保存。

◎ 简报信息

解析简报数据(包括行波电流、故障电流)，判断故障原因、故障相别，保存到数据库，并产生告警推送到后台管理。

◎ 波形文件

波形数据采用Comtrade数据格式存储，Comtrade包括CFG、DAT(二进制)、INI文件。三相数据上传时间有一定的差异，需要完成三相数据的合并。

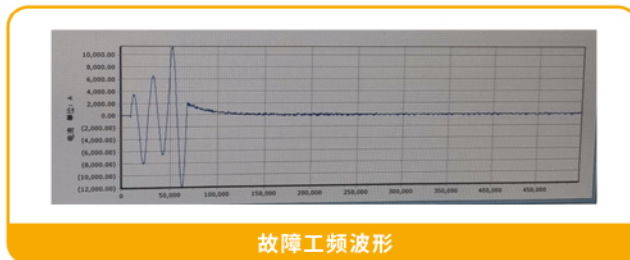
◎ 告警信息

保存告警数据(自检、GPS等)，并推送到后台管理。



工程案例

2021年10月14日07时26分34秒,某输电线路发生线路故障造成线路跳闸,线路上32、62号杆塔装有分布式测距装置。



由上图可知,B相工频电流变化比较明显,且保护跳闸后电流变为0,所以B相为故障相。

故障距离判定

通过故障记录可以观察到双端测距装置的启动时间,其中#032杆塔 2021-10-14 07:26:34 995393.7us, #062杆塔 2021-10-14 07:26:34 995346.7us,通过计算,故障点位于#032杆塔和#062杆塔之间,距离#062杆塔192米。

典型用户

四川电力公司
广东电力公司

陕西电力公司
贵州电力公司

河南电力公司
天津炼化

江苏电力公司
.....

检测报告



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

