

HZDQ-DW-2000 电缆线路分布式 故障预警与精确定位装置

产品说明书



镇江华中电器有限公司

目 录

一、产品概述	2
二、产品功能	3
三、产品基本原理	3
3.1 产品测距原理	3
3.2 环流监测原理	4
3.3 温度及振动监测原理	4
四、产品技术指标	5
五、产品构成	5
5.1 系统装置	5
5.2 系统平台	6
5.2.1 系统平台简介	6
5.2.2 系统软件功能	7

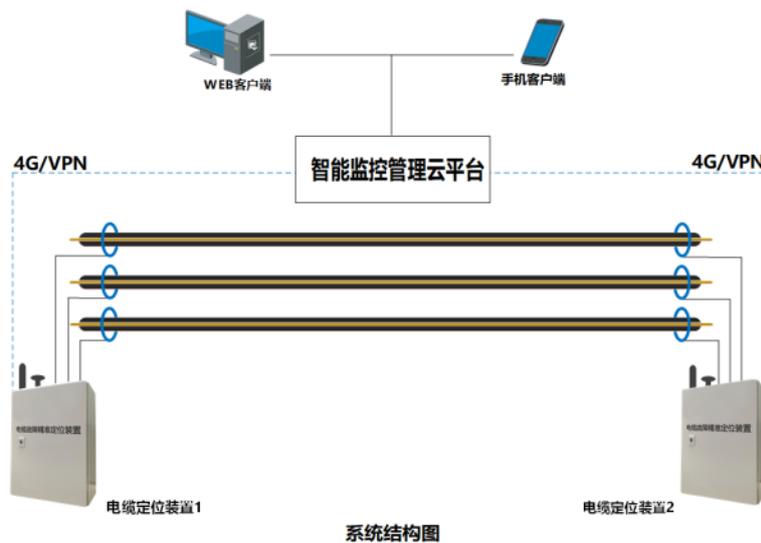
一、产品概述

随着经济不断发展，电力作为各行各业的绝对支撑点，目前由于城市及市政规划要求，大量架空线落地在逐步开展。因此对于电缆的运维提出更加严格的要求，在电缆及架空线混合线路中，能够快速定位除电缆故障点，成为运维人员的刚性需求。因此针对上述问题，我公司研发了高压电缆分布式故障精确定位与预警系统，能够为电力运维人员提供科学化、便捷化的定位手段，通过实时在线监测方式对电缆故障进行定位与预警。

利用故障产生的电流行波信号测量故障距离是一种较为成熟的技术，已在输电线路和部分结构简单的配电线路中获得成功应用。

高压电缆分布式故障精确定位与预警系统利用高速暂态行波在线监测和电网拓扑分析的系统方法，实现电力电缆的在线监测，对高压电缆故障进行故障定位实时在线监测。具体方法是在电缆本体处安装高频传感器，电缆在发生故障时，采集高频暂态行波电流信号，同时在电缆接头位置安装电缆外表温度监测和振动监测，通过采集温度信息和振动信息结合行波电流信号，通过系统装置分析处理，将信号上传到系统后台，系统后台通过温度、振动、行波电流波形分析自动通过双端测距技术计算故障点距离，通过系统后台指示故障点位置。

系统平台可以部署在云服务端或本地子站，维护人员也可通过互联网访问、账号登录方式实现系统远程监控，实时了解电缆运行状况信息。维护人员在线路故障时进行快速正确处理，大幅提高电网自动化程度，保证电网的安全性和可靠性，减少了大量的人力物力消耗，节约了运行成本。



系统结构图
系统结构示意图

二、产品功能

故障定位：采用双端行波测距原理，采用边缘计算方法和云计算方法，依据故障行波波形的分析计算故障类型和故障点位置，在软件后台可视化界面显示故障点位置，故障测距精度可达 ± 10 米。

环流监测：实时在线监测电缆护层接地电流情况，图形化展示电流值曲线变化情况，针对接地电流值异常情况通过三级预警方式进行预警提示。

温度及振动监测：实时在线监测电缆接头表皮温度和振动状况信息，当同一时间发生电流异常数据出发、故障行波触发时，软件后台进行数据分析处理，进行电缆接头异常状态预警

断电防护：系统装置内电源模块处于热备份状态，当 AC220V 供电电源断电后，系统装置可持续工作 2-3h，确保断电瞬间采集的数据完整性。

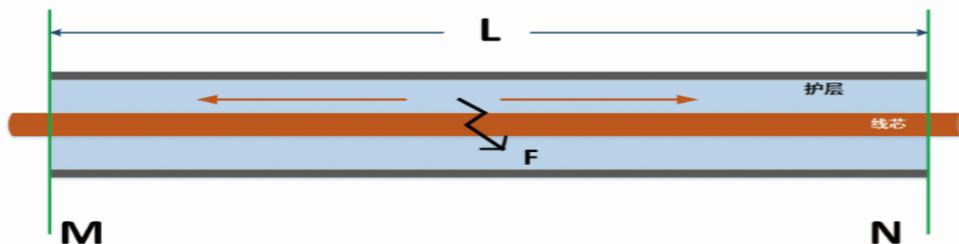
软件后台监测：监控软件平台采用 B/S 架构，支持 TCP/IP、HTTP 等协议，兼容 101 及 104 规约，用户可通过浏览器方式访问软件平台，实时查看电缆线路实时监测数据和历史数据信息。通过手机短信、app、预警弹框等多种方式推。

历史存储：实现实时存储信息，可进行历史数据查询，报警信息打印等。

三、产品基本原理

3.1 产品测距原理

系统利用 D 型测距原理进行故障点测距，具体方法是在线路上安装 100M 高频故障信息采集终端以及 GPS 授时装置，在故障发生时运用这些装置快速读取并记录下故障初始行波浪涌到达采集装置的时间来进行测距计算。



D 型行波测距原理图

由图可知，假定以一样的传播速度 v 传送至 M 端和 N 端母线所需要的时间一个是 T_M 另一

个 T_N ，那么就存在下面这种关系式。

$$\begin{cases} \frac{D_{MF}}{v} - \frac{D_{NF}}{v} = T_M - T_N \\ D_{MF} + D_{NF} = L \end{cases}$$

式中： M 端和 N 端母线到故障点的长度分别用 D_{MF} 和 D_{NF} 来表示； L 为线路 MN 的长度。

联立求解可求得 D_{MF} 和 D_{NF}

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

式中， v 表示行波在配电线路中的传播速度。

为了更加精确地获得故障初始行波浪涌运动至两端的时间点，线路两端安装具有同一时钟源的精准授时单元，并且保证两端时钟一定要维系在同步运行。系统必须实时对线路两端的各种数据进行同步采集，并且保证故障暂态波形积累保存，进行相应的处理分析。

基于 D 型行波原理的故障定位方法直接将 D 型原理应用供电电缆监测中，一方面消除了行波复杂折反射过程的影响，另一方面可以直接确定故障点所在的线路，实现线路故障点行波定位。

3.2 环流监测原理

利用接地线电流的电缆在线监测原理：对于金属护层接头处护层接地线进行工频电流实时监测，金属护层在正常情况下的接地电流极小，主要是稳态的容性电流。而一旦金属护层出现多点接地，与大地形成回路后的稳态接地电流（环流）将显著增大。

因此，通过实时监测电缆金属护层的稳态接地电流及其变化量，可以及时发现电缆金属护层的绝缘故障。

3.3 温度及振动监测原理

利用热电偶监测原理及三轴加速度原理，实现对于电缆外表层温度实时监测，同时对与电缆 $x/y/z$ 三轴方向的变化情况进行监测，从而实现电缆振动情况监测，达到电缆故障时温度变化、振动情况变化的监测。最后软件系统结合行波电流、护层电流、温度、振动多为数据进行

综合研判，实现电缆故障精确定位和预警。

四、产品技术指标

行波电流监测：3路 100MHz 高速电流采样，电缆本体监测

系统定位精度：±20 米

守时方式：GPS/北斗，光纤

守时精度：20ns

装置功耗：≤10W

防护等级：IP68

通讯接口：网口/光口/ 4G 无线通讯/RS485

供电方式：AC220V/DC24V/CT 取电/太阳能

告警方式：云服务软件弹窗、GIS 图弹窗、短信、手机 App、微信推送

系统工作环境温度：-40℃~+70℃

工频电流监测：3路 50Hz 电流采样，电缆护层接地线芯监测

温度监测：-50~300℃

五、产品构成

5.1 系统装置

系统装置由主控单元（CPU 板）、高速数据采集单元（DAU 板）、GPS 授时模块、4G 通讯模块及电源模块等部分构成，装置通过专门研制的高频传感器获取电缆本体故障行波电流采集和授时模块给予的时间标签；并且装置具有远程无线通信功能，通过 4G 无线模块将采集信息实施上传系统软件平台。装置外观如下图所示。



装置示意图

系统装置在每条被测电缆本体上安装一个高频传感器。装置通过无线通讯网络或者光纤通讯方式，将系统装置采集到的故障行波电流信号上传到系统后台，系统软件结合边缘计算方法和云计算方法研发的特有算法，分析电缆主绝缘状况，精准计算电缆故障距离。该系统装置融合先进的高频传感器技术、高速数据采集技术、数据通信技术、边缘计算技术、云计算分析技术等，能够适应恶劣的运行环境，为电网安全运行提供有力的保障。



高频传感器



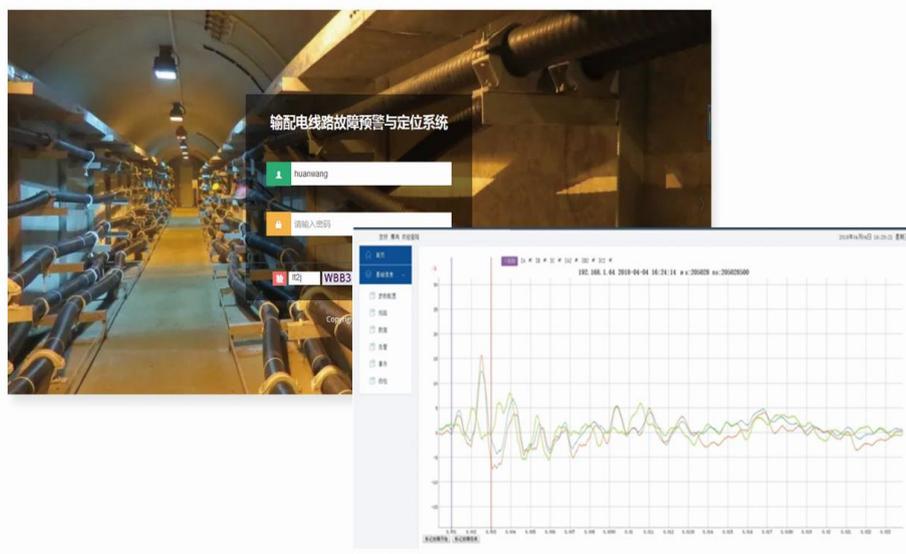
工频电流传感器

5.2 系统平台

5.2.1 系统平台简介

系统后台采用 B/S 方式的系统管理软件，系统可部署在云平台和本地子站。用户只需通过浏览器方式，凭借用户名及密码登录系统监测软件后台，查看线路运行情况。

系统可持续存储设备运行数据并且自动预报电缆故障和故障精确定位，并通过软件平台弹框、手机短信方式、APP 软件、微信等多种方式将故障信息通知相关人员。



5.2.2 系统软件功能

电缆 GIS 图显示：

1) 通过 GIS 图可以直观查看系统已安装并监视的电缆线路及其参数配置，并可以通过选定电缆线路查看电缆故障记录信息；

2) 电缆故障点位置可以在 GIS 图上相应位置闪烁显示。

故障波形分析：

1) 故障波形显示：可同时显示每条通道波形，故障波形可通过鼠标进行缩放；

2) 可对故障波形进行自动分析，确定电缆故障点的位置。

报警提示：

可通过软件平台、短信、APP 推送方式向有关人员发送电缆故障信息。

其它功能：

1) 设备自检功能；

2) 远程维护功能；