

高压电缆故障预警及定位系统

说明书

杭州沃伦森电气有限公司

目录

1. 概述	1
2. 监测原理	1
3. 系统构架	1
4. 功能特点	3
5. 技术参数	5
6. 安装示意图	8
7. 安装方式	9
8. 软件系统	14
9. 注意事项	17
10. 常见问题及解决办法	17

1. 概述

随着社会的进步和国民经济的快速发展,电力电缆的使用量也正在逐年增加。由于电缆运行环境复杂,运行方式独特,造成故障点查找困难、检测与修复时间更长等问题,因此电力部门希望在故障发生之前能够给出报警信息,提前采取处理措施消除故障隐患,避免永久故障发生时造成的突发停电和因电缆短路造成的火灾等事故。

我公司研发的电缆故障预警及定位系统,通过对电缆运行状态进行实时在线监测,收集电缆运行过程的暂态行波和稳态分量,对其进行分析处理,预测电缆运行状况,并对故障电缆提供报警和故障诊断信息,对电缆的绝缘状态进行监测,对永久故障进行预警,并且实现故障测距和故障选线。为状态检修提供可靠依据,这也为电缆线路由传统的定期检修转变到状态检修提供了可能,不仅可以减少计划停电时间,还可以降低高压预防性试验对电缆的损伤。

2. 监测原理

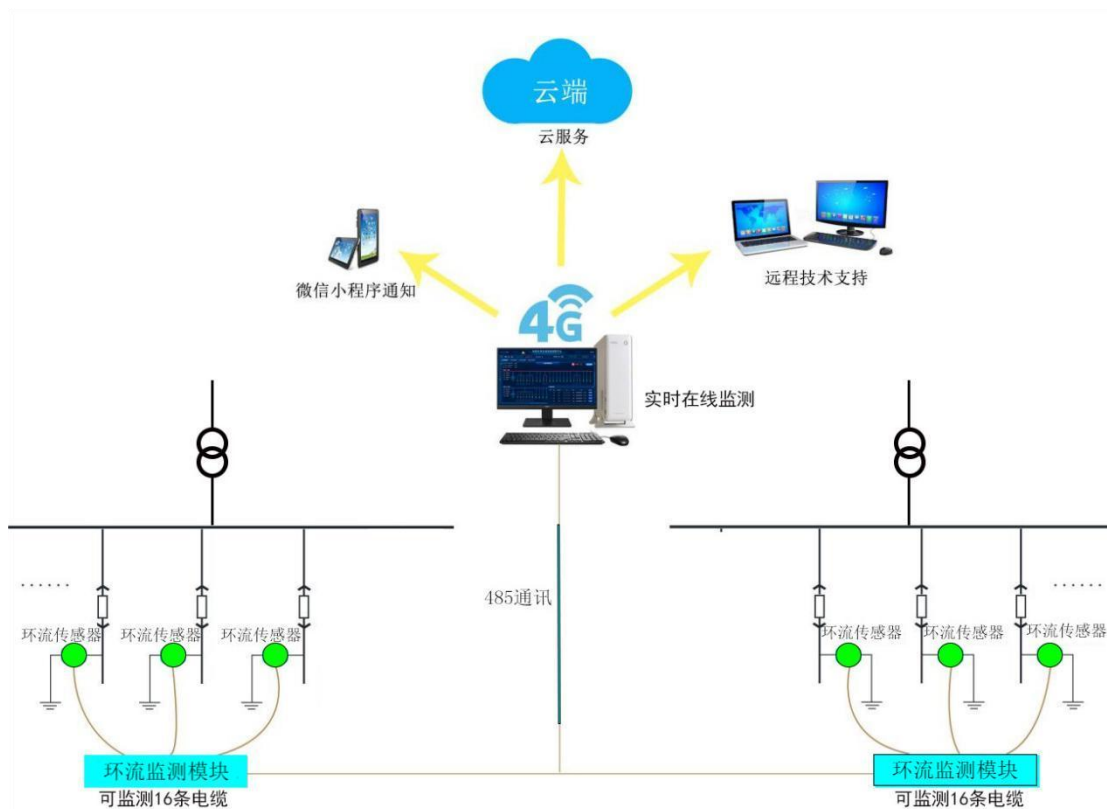
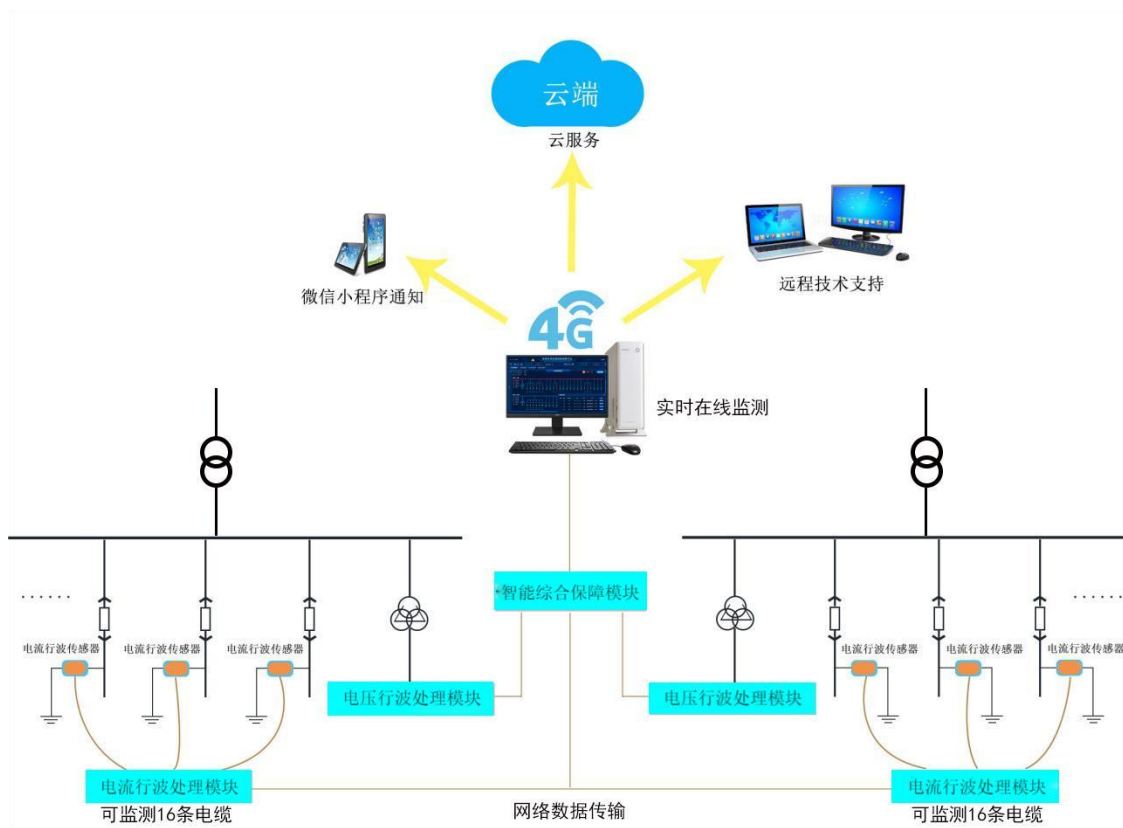
主站系统采用基于 B/S 方式的系统管理软件,采用局域网方式与监测装置通讯,可以配置装置的参数设值,并且通过上位机通讯实现远程服务。系统还附带云端访问功能,通过任意一台联网计算机,即可查看电缆在线监测系统运行情况,设备运行情况以及线路告警信息等。主站系统是监控系统的核心,具备数据存储、处理、分析等功能,主站实时接收由各监控终端发送过来的数据,并经过存储、运算,实现电缆线路故障监测。

系统采用全网络化设计,通过对每个装置分配不同的 IP 地址,一个装置可实时在线检测 16 条交联聚乙烯电力电缆。本系统可在设定时间段内,连续检测和记录被测电力电缆发生“可恢复故障”的次数以及瞬时电磁暂态信号的强度和形态,以此作为故障预警、选线、测距的特定判据。

3. 系统构架

在主站处:

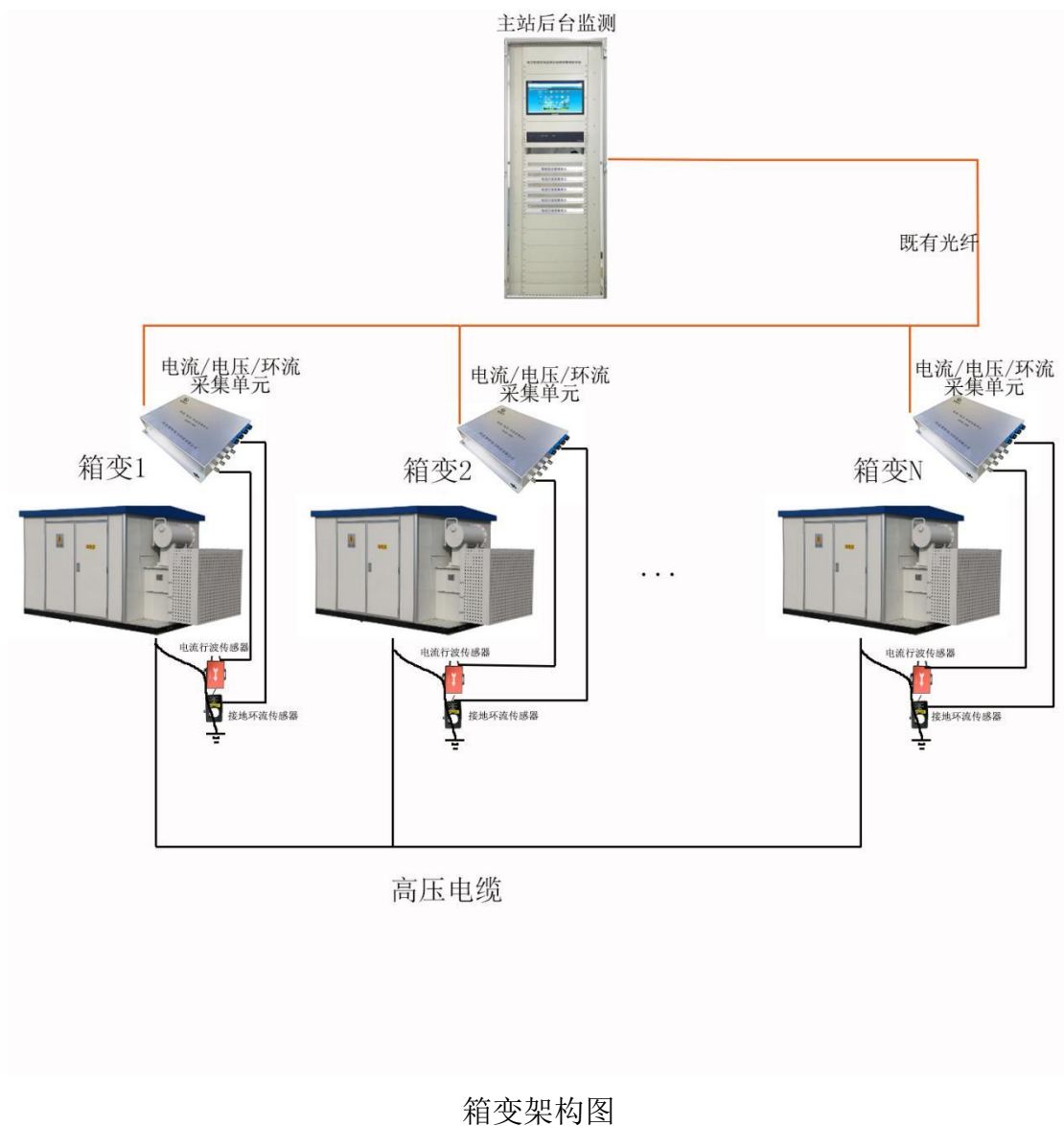
变电站主站定位系统主要由环流传感器、电流行波传感器、电流行波采集单元、电压行波采集单元、环流监测单元、智能综合管理单元和后台控制系统组成。定位系统网络构架图如下所示:



35kV及以下电缆故障预警及定位系统构架图

在箱变处：

箱变安装定位系统主要由电流行波传感器、环流传感器、电流、电压、环流一体式监测单元等组成，通过箱变既有光纤通讯到主站后台。定位系统网络构架图如下所示：



4. 功能特点

故障测距：系统利用电压行波与电流行波故障测距技术，实现故障点测距，故障测距精度可达 2.125m。

绝缘监测：系统利用局放高频脉冲监测原理，实现对故障电缆的绝缘实时监测；

故障选线: 系统实时监测每条电缆的运行状态, 对于电缆主绝缘故障进行电缆回路选线。

环流监测: 针对部分单芯电缆, 系统可以实时监测线路的外护套绝缘情况, 并绘制环流曲线, 对于外护套绝缘异常电缆进行故障报警。

系统云服务: 针对每个用户提供足够的用户空间, 用户可在任何时间地点通过浏览器访问现场的系统监测情况, 并且系统历史数据永久存储, 方便历史查看。

当地功能: 系统后台安装于主站内, 配置一次系统图, 实现故障预警、选线、测距的系统图故障线路闪烁、弹窗报警、声音报警、微信小程序报警。

电子值班: 实现无人值守, 报警信息及工作状态可通过微信小程序推送的方式至相关人员。

远程技术支持: 7*24 小时远程服务, 实现故障波形辅助分析, 系统程序远程升级。

历史存储: 实现实时存储信息, 可进行历史数据查询等。

预警方式:

1) **黄色预警:** 当电缆发生异常后, 装置会在第一时间采集到波形并会以黄色预警状态出现。表示该相电缆有燃弧现象, 应密切关注。瞬时燃弧现象的放电量约在 3000 微库。

2) **橙色预警:** 当每天有几十次波形触发时, 此时系统会以橙色预警的方式报警。此时对用户来说应尽快合理安排检修。瞬时燃弧现象的放电量约在 3000~5000 微库。

3) **红色预警:** 触发频率越来越快, 电缆很快 (24 小时内) 就会发生故障, 此时系统进入红色预警状态, 用户应立刻进行停电检修。瞬时燃弧现象的放电量约在 5000~8000 微库。另外如果电缆遭受到不可抗拒的外力瞬间破坏 (如挖断等机械损伤) 时, 系统将直接将故障线路报出红色预警。

4) **低频环流预警:** 单芯电缆三相接地环流不平衡时, 如果某相环流值段持续 (非瞬间或短时间内) 大于 5A, 建议用户对电缆进行关注, 或排查故障隐患, 做出检修准备。

技术优势:

1) 实现交联聚乙烯电力电缆故障预警。从故障预警、故障选线、故障测距

等方面达到技术领先，提高供电可靠性，提高了运维人员的工作效率。

2) 通过对电缆的运行状态实时监测，使电缆在故障前得到有效的处理，从而增加了电缆的使用寿命，节省了生产运营成本。

3) 提高了供电线路监测自动化水平，保障了电网的可靠供电，避免了由于突发停电造成的不必要的经济损失。

4) 系统软件平台部署在云服务器端，操作人员访问方便，不受时间、地点限制，可实时查看线路运行情况，方便管理。

5) 系统响应时间短，当电缆发生暂态故障产生行波信号后，电流行波传感器在 5s 之内即可将采集到的故障信号通过网络通讯传递给上位机软件并实时显示故障线路和故障波形，便于值班人员快速分析处理。

6) 不改变电缆线路运行方式和结构，在电缆接地导体上安装电流行波传感器。

7) 通过对电缆的运行状态实时监测，提前预警电缆故障，使电缆在故障前得到有效的处理，及时修复或切换，从而增加了电缆的使用寿命，节省了生产运营成本。原来可能使用 20 年的使用期限可能增加到 25 年甚至更长，大大节省了原材料成本。

8) 采用行波故障定位测量法，可实现对电缆本体产生的绝缘薄弱点定位，定位精度可达 4 米。

9) 采用高性能 FPGA 处理器，实现 100Mps、14Bit 分辨率高速采样、存储。

5. 技术参数

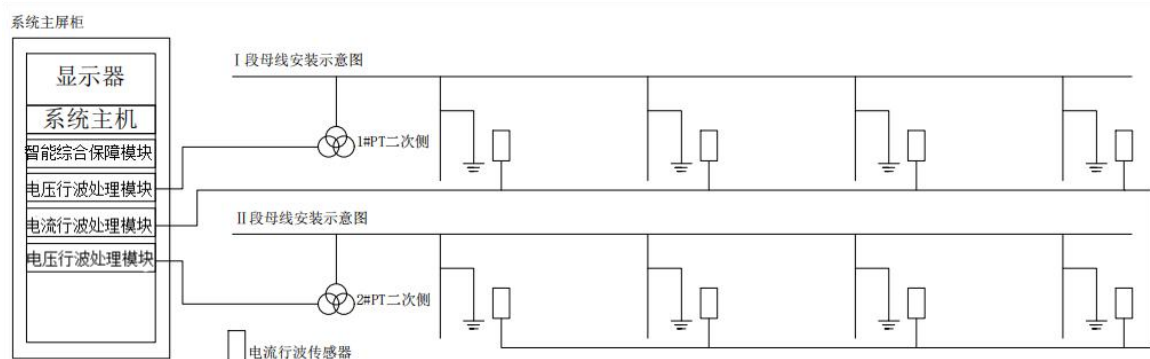
 智能综合保障模块	功率: $\leq 200\text{W}$; 输入电压: AC220V; 输出电压: DC12/24V; 接口: RJ45; 装置安全运行: > 80000 小时; 环境温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
---	--

 电压行波处理模块	电压信号采样频率:100kHz×8路; 功率:≤5W; 输入电压:DC9~36V; 接口:RJ45; 装置安全运行:>80000 小时; 环境温度:-40℃~+70℃
 电流行波处理模块	电流信号采样频率:10MHz×16路; 功率:≤15W; 输入电压:DC9~36V; 接口:RJ45; 装置安全运行:>80000 小时; 环境温度:-40℃~+70℃
 电流行波传感器	检测频带:100k~5MHz; 输出阻抗:50 Ω ; 环境温度:-40℃~+70℃
 环流监测模块	采样频率: 16 通道*200KHz; 功率: ≤5W 输入电压: DC9~36V; 通讯接口: RJ45/RS485; 装置安全运行: >100000 小时; 环境温度: -40℃~+70℃。

 接地环流传感器	护层接地电流传感器： 1mA~100A，开口直径 38mm，（其他需定制） 测量精度：±1% 防护等级：IP65 工作环境温度：-40℃~+65℃ 工作环境湿度：95%Rh
 电缆局放采集模块	通道数量：16 通道 功率：≤15W 输入电压：DC9~36V； 通讯接口：RJ45/RS485； 装置安全运行：>100000 小时； 环境温度：-40℃~+70℃。
 高频电流传感器	工作频段：100kHz~50MHz 匹配阻抗：50 Ω 防护等级：IP68 安装方式：钳形开合式，卡装
 电压/电流/环流采集单元	电流信号采样频率：50MHz*4路 电压信号采样频率：200kHz×6路 环流信号采样频率：4路*10KHz 功率：≤10W 输入电压：DC9V~DC36V； 通讯接口：RJ45/RS485； 装置安全运行：>100000 小时； 环境温度：-40℃~+70℃

 后台服务器	系统定位精度：±2.125m 故障选线准确率：≥99% 故障预警准确率：≥99% 电流单端故障测距范围：≤20km(可定制) 测试盲区：≤10m 与云端通讯方式：无线 4G 通讯 系统装置通讯方式：RJ45 云端服务器：免费 3 年云服务 系统上位机：研华 系统扩容：可最大支持组网 253 台监测单元 系统供电方式：AC 220V 系统工作环境温度：-25℃~+70℃ 系统在线安全运行：>80000 小时
--	--

6. 安装示意图



安装示意图

7. 安装方式

7.1 系统主站

主站系统是监控系统的核心，具备数据存储、处理、分析等功能，主站实时接收由各监控终端发送过来的数据，并经过存储、运算，实现电缆线路故障监测。

主站系统采用基于 B/S 方式的系统管理软件，采用局域网方式与监测终端通讯。系统还附带云端访问功能，通过任意联网主机，即可访问电缆在线监测系统运行情况，设备运行情况以及告警情况等。

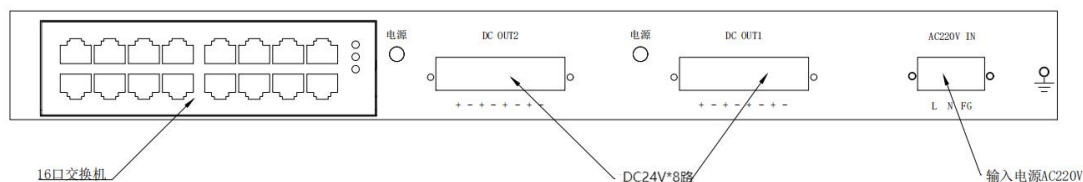
系统主站屏柜内安装有：系统上位机、显示器、各段母线电流、电压监测单元及其他配件。



系统主站屏柜安装图

7.2 智能综合保障模块

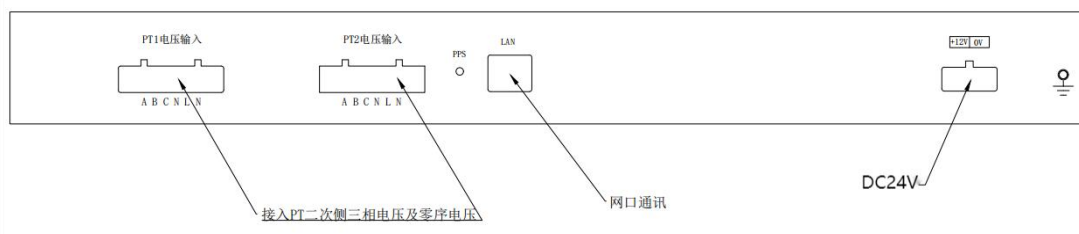
智能综合保障模块 1U 机架式采用螺丝固定的方式安装在系统主站屏柜内，包括通讯模块、时钟模块、智能电源模块。提供多路电流、电压、环流采集装置的数据交换；保障各采集单元时钟同步；为各采集单元提供标准电源，具有电源智能管理功能。监测终端不正常运行时可自动检测，断电 10s 后自动复电，保障装置及信息的安全可靠。



智能综合保障模块安装示意图

7.3 电压行波处理模块

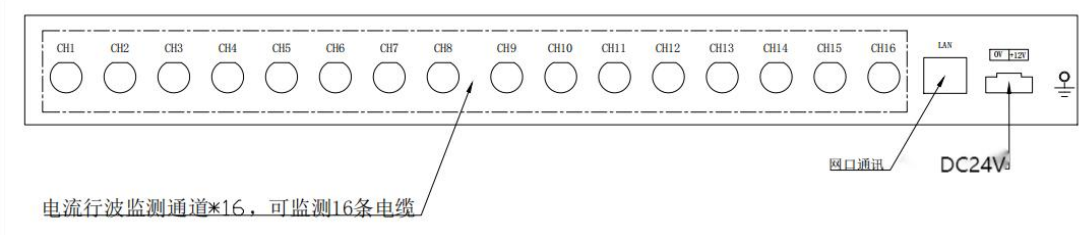
电压行波处理模块采用 1U 机架式螺丝固定的方式安装在系统主站屏柜内，每台可采集两段母线二次侧电压， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_L ，利用电压的稳态信号及暂态行波信号作为报警的必要条件，可减少误报率，经过运算处理定位及波形图像。安装示意图如下图所示：



电压行波处理模块安装图

7.4 电流行波处理模块

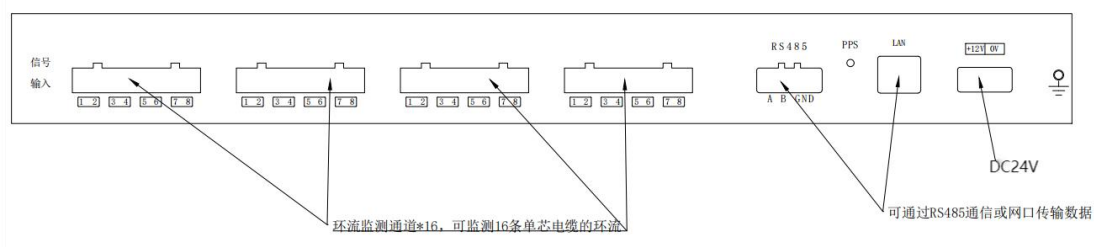
电流行波处理模块采用 1U 机架式螺丝固定的方式安装在系统主站屏柜内，针对电缆，通过前端传感器获取运行异常信号，实时采集暂态行波电流信号，经过运算处理定位及波形图像。安装示意图如下图所示：



电流行波处理模块安装图

7.5 环流监测模块

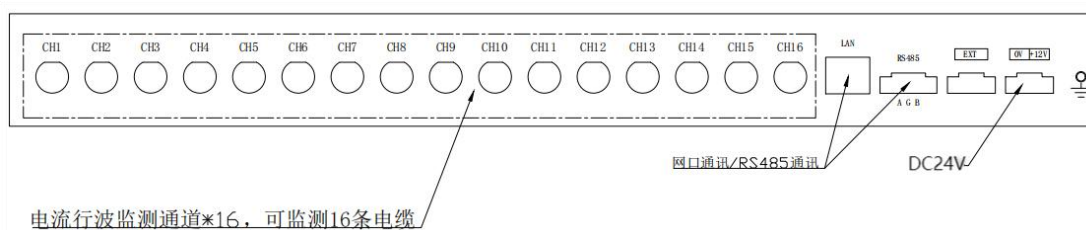
环流监测模块采用 1U 机架式安装于屏柜内，通过接入环流传感器采集的电缆接地电流信号，处理后上传后台系统，安装示意图如下：



环流监测模块安装示意图

7.6 电缆局放采集模块

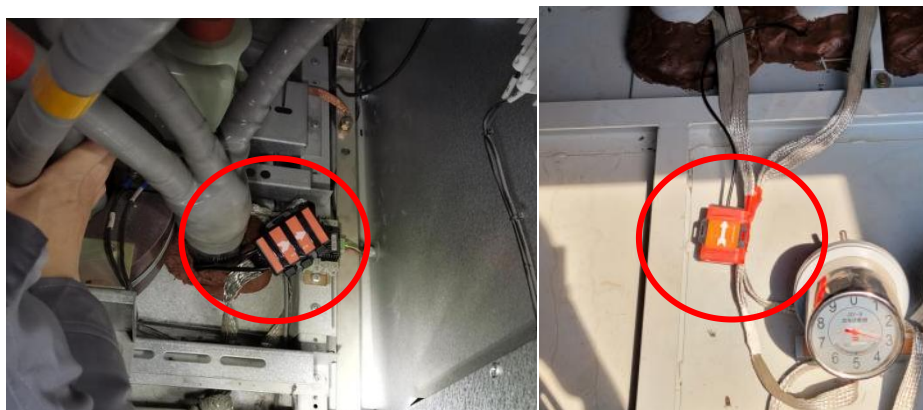
局放采集单元采用 1U 机架式安装于屏柜内，通过接入高频电流传感器采集到高频局放信号，处理后上传后台系统，安装示意图如下：



电缆局放采集模块安装示意图

7.7 电流行波传感器

电流行波传感器安装在电缆屏蔽层接地线处，采集获取电缆接地线暂态电流信号，与电流行波处理模块通过同轴电缆线连接。要求传感器安装前屏蔽层接地线做好绝缘处理。



电流行波传感器现场安装图

7.8 接地环流传感器

环流采集传感器采用开口铁芯结构设计，卡扣在电缆屏蔽层接地线处，采集

单芯电缆环流信号。不需断开被测电缆即可快速、方便地安装拆除。



环流监测模块现场安装图

7.9 高频电流传感器

高频电流传感器采用开口式设计，直接卡装在电缆接地线上，通过一条同轴电缆与电缆局放采集模块相连接即可；不需要供电。



高频电流传感器现场安装图

7.10 电流/电压/环流采集单元

电流/电压/环流采集单元，将电流、电压以及环流采集一体化，螺丝固定于箱变内合适位置，电流行波传感器、环流传感器以及电压信号线正常接入，通过光端机通讯模块接入箱变内既有光纤，通过光纤与主站后台进行通讯。



现场安装示意图

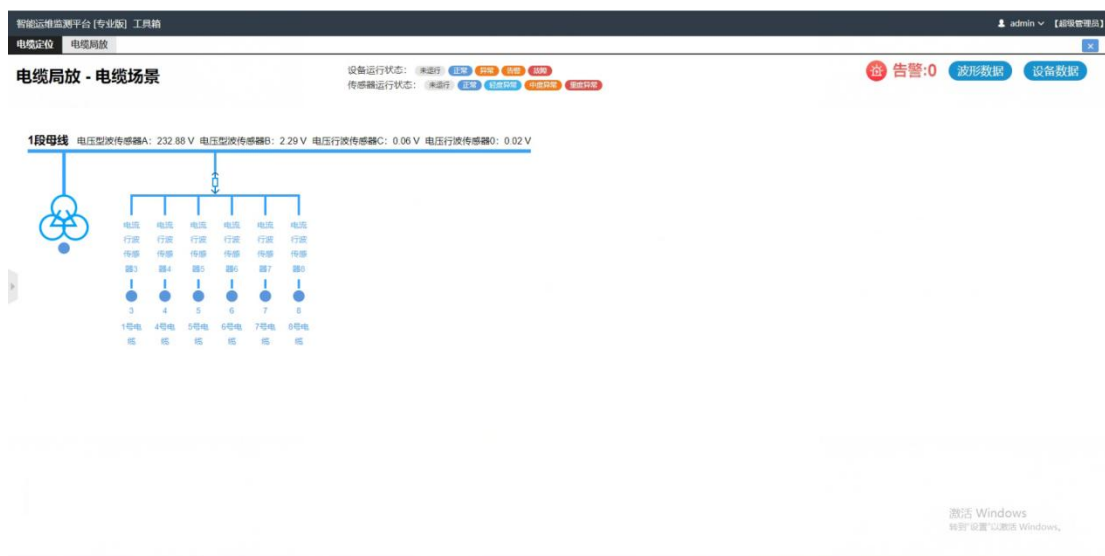
8. 软件系统

监测中心软件是整个供电设备监控系统的核心，具备数据传输、处理、分析功能，实时接收由各监控装置传输的数据，经过分析处理，进行存储、转发或显示；而且它也接收各个操作装置发送过来的监测、控制等各种指令，并把这些指令转发给指定的监测装置。

本系统架构于 JBoss ESB 基础之上，使得整个系统的可靠性、可扩展性得到了极大的保证。本系统采用 Java 语言开发，保证了系统的跨平台性，即在 windows, linux 或者 Unix 操作系统上面均可以无缝运行，保证了系统的可扩展性和可维护性，为系统的稳定运行和扩展提供了极大的便利和保障。

本系统在设计和实施时，从软件体系架构和硬件服务器架构两个方面充分考虑了未来的可扩展性，在横向和纵向两个维度都可以方便的实现系统的延展。

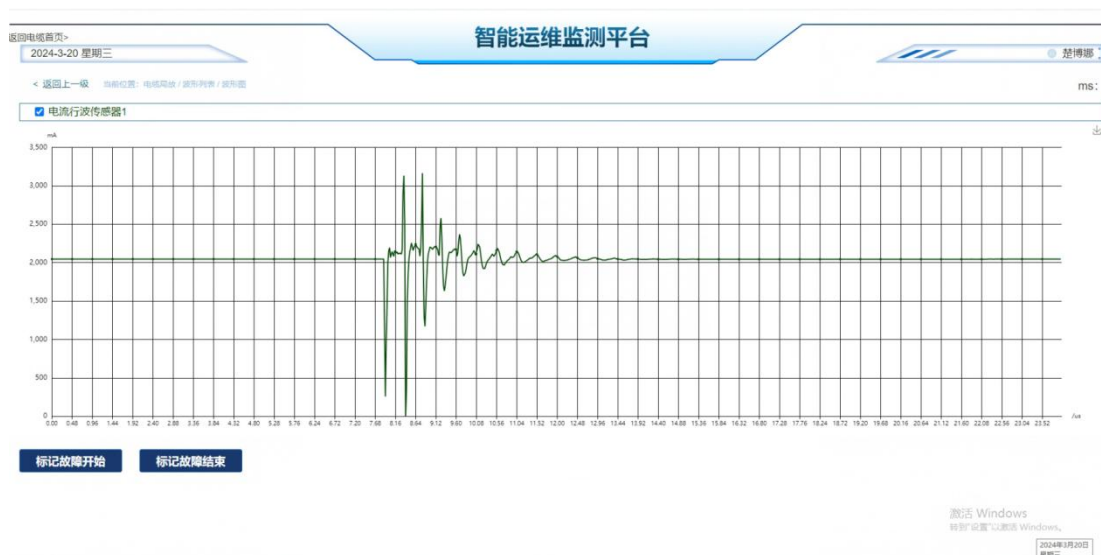
值班人员可在监控中心或通过远程访问的方式，直观的查看各条电缆线路运行情况，当出现异常时系统会自动弹出报警提示。方便了工作人员对电力电缆日常的监测和维护，并且系统自动保留原始数据以便以后的利用。电力电缆状态监控系统的应用将减少工作人员亲自与运行电缆近距离接触的机会，提高安全性。软件界面如下图所示：



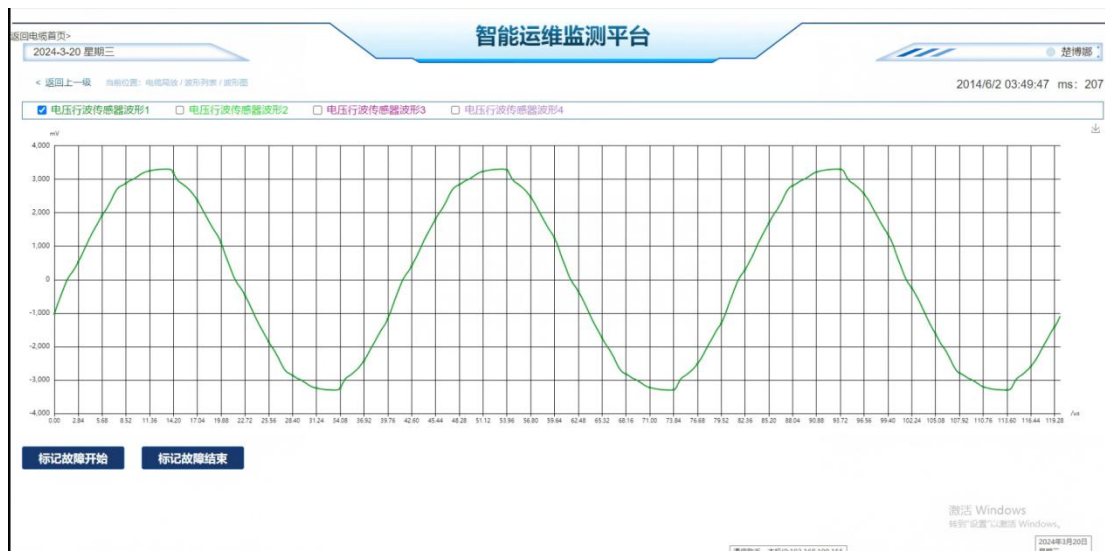
电缆监测界面



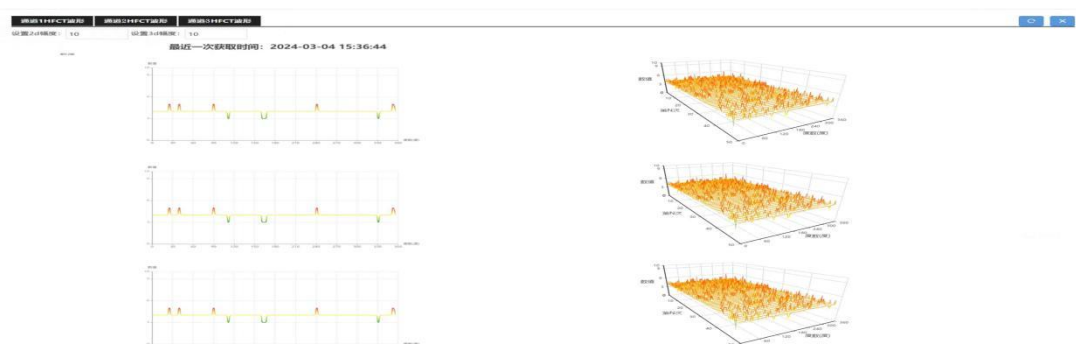
电缆告警界面图



电缆定位界面



电压波形图



高频局放波形图 PRPS 图

9. 注意事项

为确保设备可靠使用及人员的安全，在安装、使用和维护时，请遵守以下注意事项。

1. 使用设备之前，请仔细阅读本使用说明书；
2. 在设备安装时，确保电源线中的地线接地良好，注意设备的直流电源接入标识，确保设备的输入电源为允许电压。
3. 请勿擅自打开机壳，以免发生触电危险。

10. 常见问题及解决办法

常见问题	可能出现故障原因	检查方法	解决办法
接入电源后运行指示灯不显示	电源线接触不良	1、检查总电源是否正常供电。 2、检查智能综合管理单元的 输出端指示灯，直流电源 12V 是否存在。 3、检查电流电压等采集单元 电源线是否按正负正确接入， 以及是否虚接	将智能综合管理单元的输入电源线重新插入接口
无法正常通讯	连接线接触不良或拨码开关选择错误	1、检查采集单元与智能综合管理单元之间的网线是否存在接触不良的现象，连接线接口是否松动。。	将网线重新插拔，或将网线进行对线操作