

# 变电站通信报文离线分析及故障诊断装置

夏天 马建伟 周忠强 陈锐 陈智祺 吴亮

(贵州电网有限责任公司电力调度控制中心 贵州贵阳 550000)

**摘要:** 随着电网规模日益增大,故障情况也随之增加,过去的故障判断处理大多依赖于人工,效率较低,需要一种能够有效检测变电站故障并进行记录分析定位的装置。本文根据变电站移动终端的情况,对录波数据的记录分析模块进行了设计,利用记录的数据分析故障情况,定位故障位置,判断故障影响,之后提交工作人员进行维修处理,有效降低了故障诊断时间,对于保障电网系统平稳运行有一定实用价值。

**关键词:** 变电站通信;通信报文;离线分析;故障诊断

Offline analysis and fault diagnosis device for substation communication messages

Xiatian Majianwei, Zhouzhongqiang, Chenrui, Chen zhiqi, Wuliang

Guizhou Power Grid Co., Ltd. Power Dispatch Control Center Guizhou Guiyang 550000

**Abstract:** With the increasing scale of the power grid, the number of faults has also increased. In the past, fault diagnosis and handling mostly relied on manual labor, which was inefficient. A device that can effectively detect substation faults and record, analyze and locate them is needed. This article designs a recording and analysis module for waveform data based on the situation of mobile terminals in substations. The recorded data is used to analyze the fault situation, locate the fault location, determine the impact of the fault, and then submit it to the staff for maintenance and processing. This effectively reduces the fault diagnosis time and has practical value for ensuring the smooth operation of the power grid system.

**Keywords:** substation communication; Communication message; Offline analysis; fault diagnosis

## 引言

随着电网规模逐渐增大,对电力系统的巡检任务也持续加重。在现有的处理流程中,工作人员只能通过实地检查历史运行数据分析故障情况,耗费了大量的人力物力资源。为了更好的完成故障数据收集及传输,提高故障处理速度,研究变电站故障录波及报文分析装置是有一定意义的。可通过移动网络技术完成装置与平台之间的信息数据互通,继电保护运维控制平台可实时查询各便携设备的数据和分析结果,二者结合实现对于电网故障情况的判断分析工作。同时,便携设备一般都拥有卫星定位功能,方便平台实时了解工作人员位置信息,全力配合工作人员,完成抢修工作。在处理电网故障时,工作人员可以将视频和图像数据形式将复杂问题及时传送到平台,便于组织专家进行分析处理。本文对于基于移动互联网的变电站便携式故障记录仪进行了研究,以期能够有效提高巡检员故障分析处理效率、缩短故障维修时间,保障电网系统高效平稳运行。

### 1 整体思路

装置由硬件、软件组成,结构如图1所示。

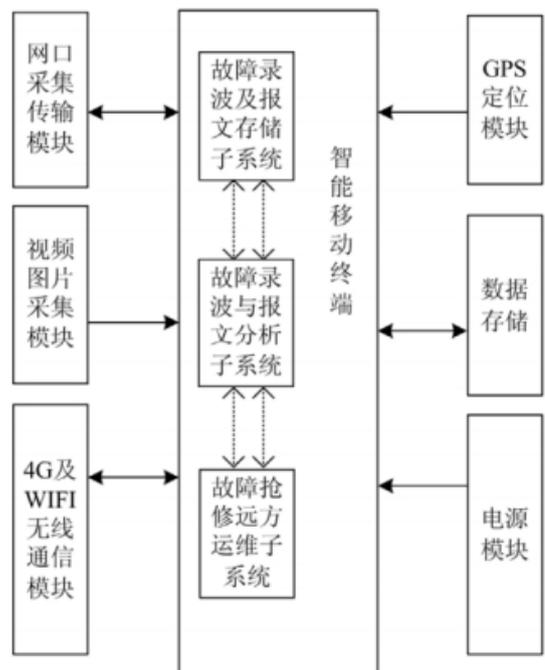


图1 装置结构图

硬件部分由网口采集传输模块、视频图像采集模块、智能移动终端(PDA)、4G及WIFI无线通信模块、卫星定位模块等构成。能够完成对于故障现场的数据采集、影像

录制、卫星定位，数据传输等工作。

软件部分由故障录波及报文存储子系统、故障抢修远方运维子系统、故障录波与报文分析子系统组合而成。每个系统分别负责不同的故障检修工作。

与常规PC端程序不同，对于便携式装置的程序设置应考虑设备显示屏的具体规格情况，合理分配空间，进行应用程序展示，整体人机交互界面应该符合舒适、便捷、简单易懂的要求。

## 2 系统设计

装置主要依靠互联网技术，例如 5G 传输、智能移动终端、卫星定位技术等。利用移动网络技术突破空间的限制，解决复杂电网故障的处理问题。在实际故障分析处理过程中，利用网口采集传输模块收集故障信息进行故障录波，将故障信息与平台数据库进行比对，找出具体的故障情况与检修方法，辅助现场工作人员进行维修处理，当故障问题过于复杂时，可以利用视频图像采集模块收集现场图像视频资料上传到平台，由平台组织专家进行分析讨论，通过装置利用移动网络远程视频通信，指挥现场工作人员进行维修工作。而且装置可以实现信息加密传输，保证重要信息传输过程的安全性，防止遗漏和被窃取。程序采用账号密码登录，专人专号，方便记录情况与寻找负责人员。

### 2.1 智能移动终端

#### 2.1.1 数据交互

智能移动终端是装置的主要表现形象与各组件的载体，利用各种功能组件实现设定好的功能应用，完成装置与平台之间的数据交互，装置在现场收集故障录波信息，实时传递给平台，平台利用自身数据库优势检索分析，确定故障类型，将建议维修处理方法传输回现场工作人员手中，高效完成电网故障维修工作。

为保障信息传输过程中的安全性，便携式移动设备和远程服务器在使用 HTTPS 完成信息交互时选用非对称加密。要检索原始数据，需要解密加密内容。

#### 2.1.2 录波简报显示界面优化

由于移动智能设备的屏幕尺寸较小，查看记录的事件有很多限制。根据需要对于装置页面进行优化，忽略其他不必要的设置，放大录波图形，最大化的利用装置屏幕空间。显示界面如图 2 所示。

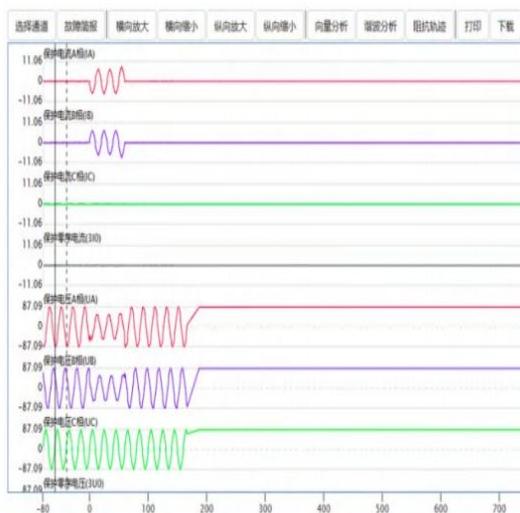


图 2 装置显示界面

### 2.2 故障录波及报文存储子系统

过去的检测往往是利用数据线进行传输读取，受设备情况制约较大，通过协议获取录波信息，完成记录和管理。改进后利用无线数据传输技术实现无线连接，通过相关模块记录和管理异常信息。

#### 2.2.1 故障录波与报文分析子系统

这部分系统主要是利用相关模块实现对各种 SV 消息、GOOSE 消息和 MMS 消息的分析处理。具有以下功能：

- 1) 计算电压电流相关数据，标准 COMTRADE 格式文件的详细分析，并可进行阻抗、轨迹分析、相位分析等分析功能。
- 2) 异常包处理和寻址可以补充 SV 包的丢帧和干扰评估以及 GOOSE 包的一致性和连续性。
- 3) 以智能移动终端为标准时钟源，实现准确统一的时间同步，通过补偿各波形记录仪时间与智能移动终端绝对时间的差值实现时间同步。
- 4) 装置能够自动生成报文分析结果、给出故障分析报告、生产相关波形数据。

#### 2.2.2 故障分析算法

该部分主要对数据进行微分计算分析，找出故障点的位置并给予故障处理方案。图 3 为故障示例，电网发生故障时，故障部分附近的故障记录器都会有所反应并自动记录，220kV 变压器 1、变压器 2 的 L1 线、T1H（外围变压器）、L3 线和 T2H（外围变压器）为有源支路。如果 L5 线路的 K 点发生故障，变电站 1 和变电站 2 的故障源分别为 L1 线路、T1 线路、L5 线路（1 站侧）、L5 线路

(2 站侧)、L3 线路和 T2 线路故障电流和电压波形、保护开始时间和运行信息。

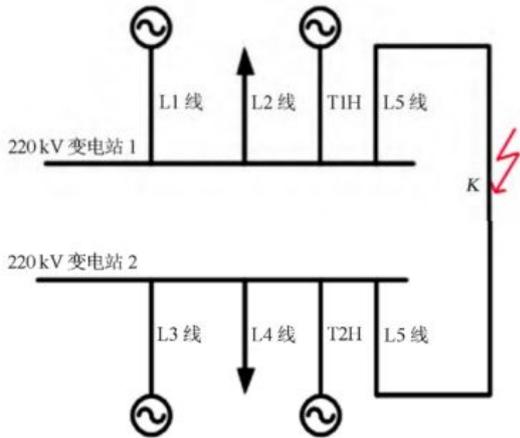


图 2 故障实例分析

现场维护人员可以使用便携式故障记录仪和数据分析仪在本地或远程收集多源波形数据，并使用视差校正和故障突变比较进行时间同步。根据系统基本器件的电路图，将每个槽式变压器作为一个独立的检测单元，对应情况在数据库中均有所记录。图中实例的逻辑组合见下表 1。故障与组合 1 情况相符，之后进一步分析发现剩余组合条件均不符合。结合其他保护装置响应情况，判断最大的故障是 L5 线路，线路两侧保护措施准确，开关跳闸准确。

表 1 差动逻辑计算组合

差动逻辑计算组合序号	构成单元
1 (线路差动)	L5(站 1 侧)、L5(站 2 侧)
2 (母线差动)	L5(站 1 侧)、L1 线、L2 线、T1H(主变)
3 (母线差动)	L5(站 2 侧)、L3 线、L4 线、T2H(主变)
4 (主变差动)	T1H(高)、T1M(中)、T1L(低)
5 (主变差动)	T2H(高)、T2M(中)、T2L(低)
6 (站域差动)	L1 线、L2 线、T1H 线、L3 线、L4 线、T2H 线

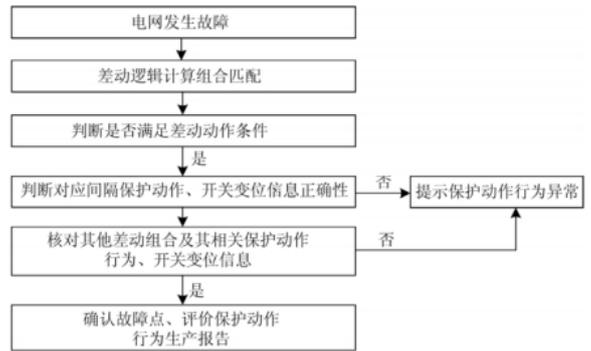


图 3 逻辑判断原理图

在差分计算和多源故障历史数据分析的基础上，结合各区间开关的过渡数据，进行故障点的确认和保护措施的评估。逻辑决策的原则如图 3 所示，根据系统故障时的保护措施和启动数据，匹配预存的差分逻辑功能组合，提取出需要的组合。只有当差分逻辑组合的结果与系统分析相匹配时，才执行保护措施的结果。显示开关的转换状态，故障点显示在故障分析报告中。

### 3 结论

本文对基于移动互联网的变电站便携式故障记录仪进行了研究，根据变电站移动终端的情况，对录波数据的记录分析模块进行了设计，利用记录的数据分析故障情况，辅助工作人员进行维修处理，有效降低了故障诊断时间，利用移动网络技术使故障分析工作变得更加智能与便利，对保障电网平稳运行有一定实用价值。

### 参考文献:

[1]李斐.变电站直流系统的故障诊断及监测预警技术研究[J].中国设备工程,2022(11):3.

[2]郑权.基于红外图像处理的变电站电气设备故障检测方法[J].通信电源技术,2022,39(5):3.

[3]张峰毓,霍政界,李铭,等.基于时空分析的变电站继电保护故障信息检测系统设计[J].电子设计工程,2022,30(4):5.

[4]王艳芹,王松,李大兴,等.一种关口电能计量装置智能故障诊断及预警技术[J].2022(3).

[5]刘正高,袁拓来.基于南网标准的智能变电站 GOOSE 网络跳闸报文解析及技术研究[J].科学技术创新,2021(31):3.