

故障录波器联网系统

王学广

(南京南瑞集团信息通信技术分公司, 江苏 南京 211106)

摘 要: 本文介绍了故障录波器联网系统的功能及其相关应用, 针对现在电力系统变电站中录波器应用存在的问题进行分析, 提出了统一管理不同厂家设备与型号的故障录波器联网系统, 实现故障时故障录波文件的智能化分析, 提高电网事故处理速度和电网运行安全。本文阐述了故障录波器联网系统的主要系统结构和功能, 重点论述了录波器数据采集部分的设计和实现方法及应用中的一些关键技术。

关键词: 故障录波器; COMTRADE; 61850

0 引言

随着我国经济的快速发展, 对电力能源的容量需求和可靠性要求不断提高, 各种新型电力装置在电力系统中得到了广泛应用。故障录波器可在电力系统发生故障时, 自动准确地记录故障前后过程的各种电气量的变化情况, 提供了大量电力故障时的数据和信息, 通过对这些电气量的分析与比较, 可以快速分析处理事故、判断保护是否正确动作, 它可以帮助运行人员和管理人员准确快速地分析事故发生的原因, 进而及时地进行相应的处理, 可以有效提高电力系统安全运行水平, 因此故障录波器已经成为电网系统中重要的二次设备。从 90 年代中期开始, 各地电网公司通过 MODEM、专线和网络等不同的通讯方式, 开始实现对录波仪的远方管理, 基本都实现了通过电力系统专用数据网的录波器远方管理。

现阶段故障录波器在应用和管理上仍存在很多不足之处: 由于电网内使用的录波器的生产厂家和设备型号不同, 各厂家录波器管理软件各不相同, 在发生故障后调取录波文件不方便, 各厂家录波管理软件操作入口不统一; 调用录波文件时, 需安装不同厂家的录波器主站管理系统, 有的厂家还需要多个主站系统来管理不同型号的录波器。录波文件调取过程为: 先找到故障涉及的变电站->查找故障的一次设备->查阅书面存档材料找到该故障一次设备对应的录波器->打开该录波器对应的录波管理软件->调取录波文件。另外电气一次主设备与录波器的关联管理缺乏有效的信息化手段, 一次主设备与站内录波器的关联关系管理停留在书面文档, 当站

内存在多台录波器时, 在调取发生故障的电气主设备的录波文件时, 需要查阅书面资料, 在管理和操作上都极为不便; 录波文件故障特征不明显, 故障后在调取录波文件时需要在接收到的大量文件中找到本次故障对应的文件, 通常需要调取多个后逐一打开确认; 故障测距功能不能发挥有效作用; 大多数录波器都具有单端测距功能, 其前提是必须在录波器中配置线路参数; 但现状是对于分散在各变电站的录波器中线路参数的管理维护比较滞后及存在严重缺失。

针对上述现状, 通过对电网中存在的大量不同类型故障录波器应用中的问题进行研究的基础上提出了录波器联网系统, 该系统是一个屏蔽各录波器厂家固有特征的统一的录波管理系统, 可完全取代录波器厂家提供的录波管理软件, 为用户提供一个统一的录波调取、录波分析的统一平台。

1 系统功能简介与应用

故障录波联网系统以电气一次主设备为直接对象管理录波, 在该系统内建了电气一次主设备和分散在各变电站的录波器的关联管理, 故障发生后可直接通过故障涉及的电气主设备快速找到对应的故障录波文件。

系统在故障发生后获取需要的故障录波文件, 并提供智能化的故障分析及录波分析报告; 自动地查找故障对应的录波器和录波文件, 解决双端录波文件客观存在的时钟不同步、采样频率不同步的问题, 即智能地实现时间补偿、频率补偿。

系统在电网正常运行时是一个故障录波器管理专责轮询、查阅分布在各变电站内的录波器运行

状态的管理系统,可以为故障录波管理专责提供当前全网录波器的通讯状态、录波功能状态等,可以通过该系统提供的远方触发录波功能检查录波器是否能正常录波。录波器专责可根据该系统提供的录波器运行状况信息安排“异常”状态录波器的消缺、检修等;系统同时也是一个录波器台帐管理的信息化系统,将录波器专责的录波器文档化管理变为信息化管理;同时将原本在各录波器中管理维护的线路参数等集中在统一的系统中进行维护,以有效实现故障测距功能。

2 软件系统结构及功能

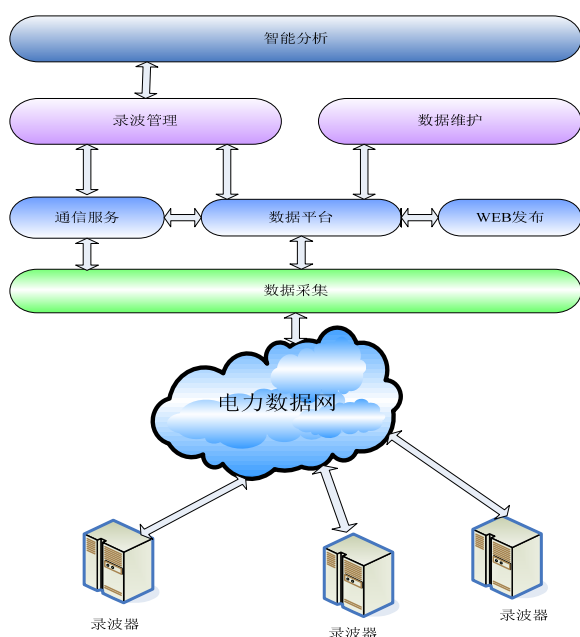


图 1 故障录波器联网系统结构图

系统主要由以下模块组成:

数据采集:通过电力数据网,实现分布在各变电站的不同厂家、型号、通信规约的录波器以太网接入,并支持数字化变电站中 61850 故障录波器的接入;采集各录波器的通讯状况、录波器整定设置、故障录波文件等数据,并提供远方手动触发录波功能以检测录波器的工作状态等。

录波管理:通过统一的操作主画面实现采集的数据的展示及触发操作入口,实现录波文件、定值数据的调取、查阅及打印、导出等。

智能分析:通过统一的分析画面实现各型号录波器文件的智能分析,在传统的波形分析功能上增强双端文件的时间补偿、频率补偿、测距等功能,并给出综合分析报告。

数据维护:通过独立的可离线运行的操作画面

实现系统参数录入维护即数据维护工具。

WEB 发布:通过跨越 II、III 的单向物理隔离装置将 II 主系统采集的数据(通讯状态、录波文件等)以及分析生成的报告一并发布到 WEB 系统。

故障录波器联网系统实现功能如下:

- **台帐管理:**录波设备和一次设备台帐数据可以增加、修改和删除,建立厂站、一次设备和录波器的关联关系。
- **状态监视:**通讯中断原因、中断时刻、中断持续时间等等,在系统画面报警。频繁启动、硬盘满等异常情况分析、记录、提示。
- **日志及告警:**自动存储录波仪通讯记录和异常记录。录波仪异常通过图形闪烁和声音告警。
- **录波文件信息存储与删除:**存储从远方录波器自动或者手动获取的录波文件。
- **录波文件检索:**按厂站、一次设备、录波器、录波文件故障特征值检索和排序录波文件。通过一次设备检索录波文件时,关联关系同时包含自动分析得到和手动输入的关联参数。
- **通讯方式和规约:**以太网、专线等远传方式及不同录波器厂家规约、61850 录波器支持。
- **自动和手动召唤:**录波器记录的录波文件列表与录波文件。支持不同优先级排序。
- **录波列表:**现场录波器的文件列表和本地存储的录波文件的文件列表有机结合(自动召唤和手动召唤)。录波文件列表中显示电网故障特征值。不同录波器的文件列表和录波文件多任务并行下载。记录显示录波文件是否已下载、正在下载的进度等状态。
- **本地和远方检索下载:**从一次设备入口检索本地和远方录波器的列表文件列表并下载录波文件。按最新录波产生时间以及录波文件记录时间对录波文件列表进行检索和排序;按厂站、一次设备、故障类型等各种录波文件特征值对录波文件进行检索和排序。
- **生成、存储、显示录波文件特征值:**文件原始名称、文件新名称(约定方式:厂站+录波器+录波文件记录开始时间)、所属厂站、所属录波器、接收时间,CFG 文件标记的采样数据开始记录时间、CFG 文件标记的录波器启动时间。
- **录波文件合并:**从不同的录波文件中记录通道和记录时间纵横两个方向提取数据,并合成新

的录波文件，合成的录波文件中包含用户需要的模拟量和开关量通道，包含差动电流、序电压等新的合成模拟量通道。需要处理不同文件 A/B/C/D 段、采样速率、启动时标差异等问题。

- 波形显示与故障分析：包括向量分析、谐波分析、SOE 列表、故障简报、单/双端测距、阻抗轨迹。
- 用户权限管理：用户添加，删除，修改，分组。

3 软件系统实现

下面主要介绍故障录波器联网系统中数据采集部分的设计与实现。录波联网系统的数据采集主要是录波文件数据的采集，录波器生成的录波文件一般是 COMTRADE 格式，COMTRADE 是 IEEE 标准电力系统暂态数据交换通用格式，一组完整的 COMTRADE 文件集合共计包含三个文件：头文件（Header）、配置文件（Configuration）、数据文件（Data）：

（1）头文件（.HDR）

头文件是 ASCII 文本文件，用于存储补充性的叙述信息，供用户更好地理解暂态记录的条件，头文件应有.HDR 扩展，以便与配置、数据和信息文件相区别，并作为易于记忆和识别的惯例。

（2）配置文件（.CFG）

配置文件是以 ASCII 码标识的文本，记录了录波装置所采集的模拟量和状态量的基本信息，用以指导如何解析数据文件。

（3）数据文件（.DAT）

数据文件由多行不同时刻的采样的数据组成，每行数据采样包含着排列如下的整数：

$n, \text{timestamp}, A_1, A_2, \dots, A_k, D_1, D_2, \dots, D_m < \text{CR/LF} >$

该行数据描述了数据文件中第 n 次采样的数据，共计有 k 路模拟量和 m 路状态量。从数据文件中第一次采样至任意时标采样点经过的时间 timestamp 微秒。

录波器装置在发生故障动作后一般会产生动作对应的故障录波文件，录波联网系统通过采集模块从装置调取录波文件上送到录波管理供智能分析模块进行分析，生成报告文件。根据现在变电站录波器的设备安装使用情况看，录波器主要分为传统变电站的厂家自定义协议装置和数字化变电站的基于 61850 录波装置，为了兼容不同类型的装置接入，

相应的数据采集分为两种实现方式。

1) 传统录波器以中元华电 ZH-3 型录波器为例，该型号设备使用厂家自定义协议，支持定值的查询与修改、远程手动录波、录波文件与录波列表的查询等功能，录波文件的召唤功能通过下发录波器协议命令到录波器装置，对于变电站传统录波装置，数据采集支持大部分主流录波器厂家设备，不同协议的录波器设备对应相应的规约处理动态库，每种协议先通过协议命令获得录波列表文件，根据录波列表文件从装置获得对应的 hdr、cfg 和 dat 文件，在获取文件后向录波管理发送录波简报通知。

中元华电录波器的录波列表时放在名为 RECENT.LST 的文件中，该文件包含了故障时间、文件名称、文件大小、故障类型及故障测距等数据信息，录波文件的召唤流程如图 2 所示。

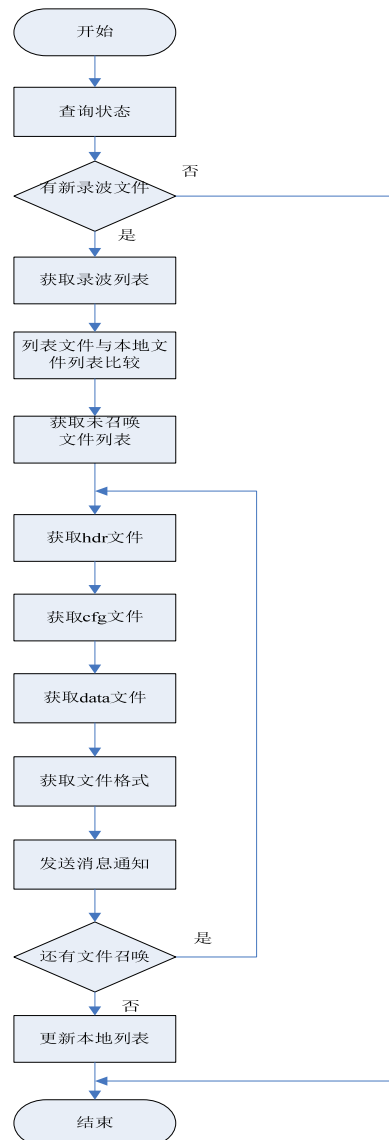


图 2 传统装置录波调用流程图

2) 在 IEC-61850 中,故障录波器建模为一个逻辑设备,每一个通道对应一个逻辑节点。为了一致性建模,IEC-61850 用两个不同的逻辑节点分别对模拟量通道和二进制通道建模,模拟量通道为 RADR,二进制通道为 RBDR,对于具体的数据信息则通过 COMTRADE 文件来访问,对于一些公共的属性用逻辑节点 RDRE 专门来管理。

除了通道号,模拟量 COMTRADE 文件需要的所有其它属性由 TVTR(电压互感器)、TCTR(电流互感器)提供或者从 TVTR、TCTR 的采样值中获取,二进制 COMTRADE 文件需要的所有其它属性则由相关的逻辑节点的二进制输入提供。

IEC-61850 中对文件传输(File Transfer)服务模式作了定义,故障录波文件的调用可以通过 GetFile 服务实现,数据采集模块采用通过 GetFile 接口函数分别向装置调用 cfg、hdr 和 dat 文件,在获取三个完整文件后向录波管理模块发送录波简报通知。

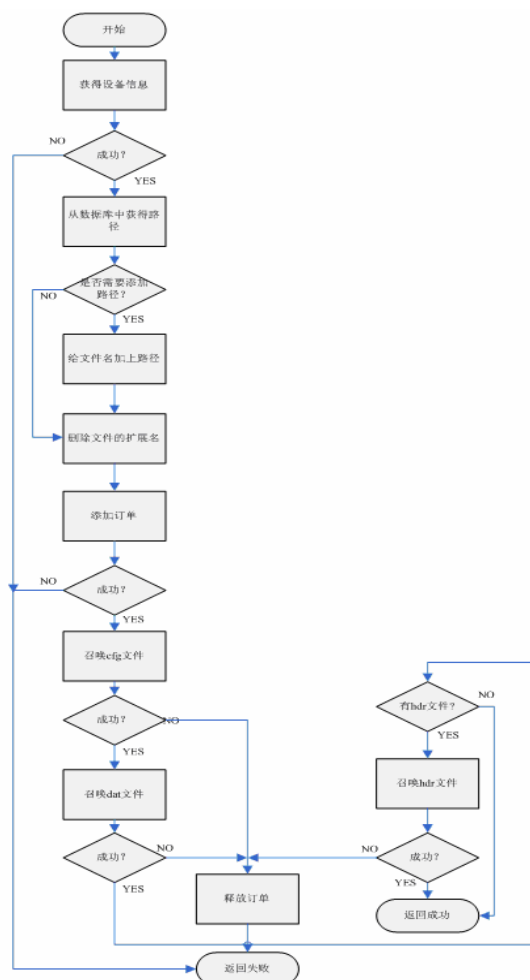


图 3 61850 装置录波调用流程图

从装置调取录波文件和传统装置调用流程类似,先获得录波文件列表,根据列表召唤指定的录波文件;召唤录波文件时根据数据库配置的录波文件路径添加订单,调用对应保护装置的 GetFile 服务订阅文件服务,从装置获得 cfg 文件、dat 文件和 hdr 文件,调用成功后释放订单,通过订阅方式实现录波文件的召唤功能,召唤流程如图 3 所示。

4 结论

故障录波器联网系统可以统一管理全网各种型号的录波器及录波器记录的录波文件,智能分析处理录波文件,主动提供用户期望的故障设备、故障相别、故障持续时间、故障电流、故障测距、一二次设备动作情况等分析结果,形成录波分析报告,从而提高电网事故处理速度和电网运行安全,提高录波器远方管理的水平。

参考文献:

- [1] IEC 61850-7-2.Communication Networks and Systems in Substations Part 7-2: Basic communication structure for substations and feeder equipment - Abstract communication service interface(ACSI).FDIS, 2003.
- [2] IEC 61850-7-3.Communication Networks and Systems in Substations Part 7-3: Basic communication structure for substations and feeder equipment Common data classes. FDIS, 2003.
- [3] IEC 61850-7-4.Communication Networks and System sin Substations Part 7-4: Basic communication structure for substations and feeder equipment - Compatible logical node classes and data classes. FDIS, 2003.
- [4] 贺则铭.录波器联网及故障信息 WEB 发布的研究[D].保定:华北电力大学(保定),2011:19-27.

作者简介:

王学广(1979—),男,河南人,研究方向:电力系统规约,视频监控编解码,E-mail:wangxueguang@sgepri.sgcc.com.cn。