

# 基于电力数据网的电网故障录波数据综合处理系统

罗少杰, 唐剑, 黄武浩

(浙江省杭州市电力局, 浙江 杭州 310009)

**摘要:** 电网故障录波数据综合处理系统基于联网录波器及主站分析系统, 实现故障录波数据快速收集、及时处理、综合分析等功能。详细阐述了杭州电网故障录波数据综合处理系统及相关功能技术。该系统已投入实际应用, 取得良好的应用效果。

**关键词:** 故障录波数据; 电力数据网; 通信协议

## Integrated processing system for power fault recording data based on power data network

LUO Shao-jie, TANG Jian, HUANG Wu-hao

(Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou 310009, China)

**Abstract:** Integrated processing system for power fault recording data is based on the network connected fault recorder and the analysis server. It realizes the functions such as collected fault data quickly, processing in time and integrated analysis. The system and some technologies are introduced in this paper. Actual application has proved the feasibility and validity of this system.

**Key words:** fault recording data; power data network; communication protocol

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)16-0083-03

## 0 引言

故障录波器在电力系统应用广泛, 其录波数据是电力系统故障分析、保护动作评价的重要依据。当发生故障时若能快速收集现场录波数据并进行有效的数据处理及分析, 对专业人员迅速掌握故障情况、及时分析电网事故、迅速做出正确判断具有重要意义。但由于故障录波器是分散安装在各个变电所内, 在未对其进行改造联网前缺少有效通信手段, 虽然通过调制解调器拨号方式或专线方式可以实现录波器联网, 但是此类联网方式传输速率慢且不稳定, 不能在故障发生的第一时刻及时有效地获取录波数据。又由于运行于电网中的故障录波器型号较多, 录波数据格式不统一, 即使采用 COMTRADE 格式<sup>[1]</sup>, 由于对参数及自定义部分不同理解造成数据不兼容。加之缺少统一的通信规范及主站端有效的数据存储管理机制, 无法对故障录波数据进行综合处理及辅助分析。

本文介绍的电网故障录波数据综合处理系统是将目前电网中运行的不同类型, 采用不同通讯规约的录波器通过电力数据网联网, 统一通信规范及录波数据格式, 实现在同一平台上接受不同型号录

波器的故障数据文件, 并在此基础上实现故障数据综合处理及辅助分析等功能。

## 1 系统总体结构

电网故障录波数据综合处理系统基于电力调度数据网, 其总体结构如图 1 所示。

系统包括站内录波器与主站分析系统两大部分。站内录波器完成录波数据转换成 COMTRADE 统一数据格式, 并经网络送达主站系统。主站系统完成故障报告收集存储、故障分析、Web 发布等功能。

## 2 电力调度数据网概况

录波器联网基于电力调度数据网。电力调度数据网为电力调度生产服务, 承载数据业务。网络采用 IP 路由交换设备组网, 采用 IP over SDH 技术体制。

网络架构采用层次化设计, 分三层, 即核心层、汇聚层和接入层, 网状结构连接。核心层负责整个网络的数据交换, 位于省调; 汇聚层负责网络数据的汇聚, 位于各个地区局; 接入节点主要包括各 220 kV 变电站。

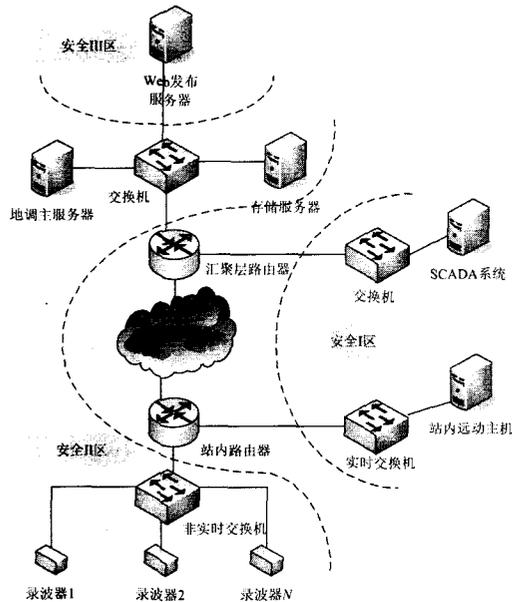


图 1 电网故障录波数据综合处理系统总体结构图

Fig.1 Schematic diagram of the integrated processing system for power fault recording data

网络中传输的业务按照安全等级进行横向隔离,划分为安全 I 区和安全 II 区。安全 I 区承载实时控制业务,安全 II 区承载非实时业务,如故障信息、保护信息、电量等。安全 III 区为电力公司管理信息区。

### 3 录波器网络化改造

运行于电网中的录波器型号较多,涵盖大部分主流录波器,如 IDM BEN-5000、WGL-9000、SH-2000(B/C)、ZH-1/2/3、YS-88 等,其中 SH-2000(B/C)、ZH-3、WGL-9000 等型号录波器具备网络通信功能,可经交换机与调度电力数据网设备直接相联,SH-2000, ZH-1/2、YS-88 等录波器经硬件改造后也能接入调度电力数据网。同时还需对录波器管理单元的软件进行联网功能升级,升级的功能包括:

1) 自动区分故障录波数据与空启动录波数据。录波器是否启动录波由整定值所设定的电气量变化或相关开关变位信号决定,由于电网运行存在一定的波动,相关电气量变化有时 would 达到录波整定值而启动录波,但这些录波数据并非实际电网故障数据,无实际作用,一般称其为空启动数据文件。由于这些空启动数据文件占据了录波文件 90% 以上文件数量。录波器管理单元需对空启动录波数据与实际故障录波数据进行区分,向录波主站上传实际故障录波数据,否则,大量的空启动数据文件会给电力

数据网及录波主站造成巨大的运行压力,影响系统运行性能。

2) 录波简报自动生成。录波器根据故障录波数据自动生成统一的 XML 格式的录波简报。录波简报是以简报的形式提供故障信息概要,如故障间隔、故障测距、故障电流电压等。以统一的 XML 格式上传可以方便主站综合处理及 Web 发布。

3) 故障录波数据统一成 COMTRADE 文件格式<sup>[2]</sup>。各厂家录波数据格式一般都为自定义格式,用其自己开发的分析工具进行分析,虽然分析功能强大,但缺少互操作性。为实现主站综合处理及辅助分析,各录波器将自定义的数据格式转换成描述故障量的标准 COMTRADE 分文件格式,并将其上传。

4) 录波器与主站通信遵守统一的通信规范。为实现录波数据及时收集、统一整理,便于故障分析,需统一录波器与主站的通信规范。

### 4 通信规范

故障录波数据综合处理系统网络通信基于 TCP/IP 通信协议,采用服务器/客户端模式,主站系统作为连接的客户端,故障录波器作为连接的服务器。主站与故障录波器的通信链路采用 IEC60870-5-104 标准,规定应用层结构采用 FT1.2 格式中的 APDU, APCI 的定义与 104 标准相同,ASDU 部分采用 IEC60870-5-103 中定义的应用服务数据单元。通信报文结构如图 2 所示。

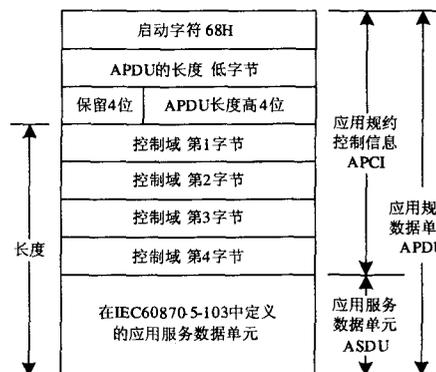


图 2 通信报文结构示意图

Fig.2 Sketch map of communication contents

ASDU 地址使用两个字节,用以表示录波器地址。主站与录波器之间传送录波文件列表、录波简报、录波数据等三类主要数据,通过 ASDU 的类型标识区分,如表 1 所示。

表 1 ASDU 类型标识

Tab.1 Type identification of ASDU

信息方向	信息内容	ASDU 类型标识
主站下发命令	召唤录波文件	13
主站下发命令	召唤录波文件列表	15
主站下发命令	召唤录波简报文件	113
录波器上传报文	上传录波文件	14
录波器上传报文	上传录波文件列表	16
录波器上传报文	上传录波简报文件	114

当电网发生故障时,录波器收集故障录波数据并形成录波简报上送到主站,录波简报中含有故障相关信息及对应的录波数据文件名称,同时主站通过召唤命令获取所需的录波数据文件。主站也可以先通过召唤获得某段时间内的故障录波数据文件列表,再从列表选定要召唤的录波数据文件,录波器将被选文件上送。示意性的通信流程如图 3 所示。

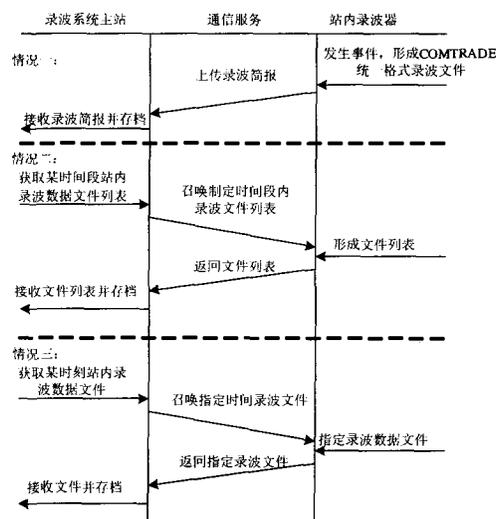


图 3 通信流程图

Fig.3 Communication flow chart

## 5 主站分析系统功能

主站是故障录波数据综合处理系统的核心,完成六个主要功能:

1) 信息采集功能。接收录波器主动上送的录波简报;支持录波简报和列表的手动召唤;支持录波简报文件和录波数据文件的召唤。

2) 信息存储功能。选用标准的、运行稳定的数据库管理系统;所存储的信息包括录波文件大小、故障时间、故障类型、对应录波简报、录波数据文件等;负责管理召唤到主站的录波文件,提供备份、归档等功能;故障录波数据在主站以文件方式存放,并在数据库中建立对应的索引供管理。

3) 通讯状态管理。提供录波器通讯状态显示、

中断时间等。

4) 网络 II/III 区数据同步及 Web 发布。提供网络 II/III 区数据同步程序,实现 II 区数据向 III 区的发送,在 III 区实现 Web 发布。

5) 录波文件管理。支持根据故障时间、故障类别等进行录波文件和录波简报的查询;自动根据录波器厂家的不同调用不同厂家提供的数据分析程序;提供分析程序对标准格式的录波数据进行分析。

6) 录波分析功能。各种兼容格式的 COMTRADE 文件的读取、转换;支持同时多文件通道录波信息的抽取读入;矢量分析功能:可任意选择三个通道的向量和任意时间间隔,在 X、Y 坐标系上,显示分解后的正、负、零序分量的向量图(以文字表示角度和幅值);谐波分析功能:显示所选择时间段内各通道的谐波幅值(谐波上限为采样率的 1/2);时间选择步长为一个采样间隔;视在功率、有功功率、无功功率计算;可任意选择三个通道的向量进行各序分量功率及方向的计算;具备公式编辑功能,利用故障时的模拟量通过公式生成器拟合成新的量,并可对新生成的量进行分析。

## 6 结论

电网故障录波数据综合处理系统基于电力数据网,完成了录波数据通信规范、录波数据格式等的统一,实现了故障录波数据快速收集、及时处理、统一平台、综合分析等功能。该系统已在电力生产中投入使用,取得了良好的应用效果。

## 参考文献

- [1] 刘天斌,王永业,柳焕章,等.基于 COMTRADE 模式的故障分析管理系统[J].继电器,2001,29(11):47-49.  
LIU Tian-bin, WANG Yong-ye, LIU Huan-zhang, et al. The Fault Data Management & Analysis System Based on Comtrade[J]. Relay, 2001,29(11): 47-49.
- [2] IEEE Std C37.111-1999, IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power System[S].

收稿日期:2007-11-16; 修回日期:2008-01-29

作者简介:

罗少杰(1976-),男,硕士,工程师,从事电力系统继电保护及变电站自动化技术管理工作; E-mail: luo\_shaojie@hz.zpepc.com.cn

唐剑(1975-),男,学士,工程师,从事电力系统继电保护及变电站自动化技术管理工作;

黄武浩(1973-),男,硕士,高工,从事电力调度管理工作。