基于 Web 的继电保护故障信息实时发布软件的设计及实现

王 皓[1]，杨建旭[2]，何 鸣[2]，过其峰[2]

（1.安徽省电力调度通信中心，安徽 合肥 230022；2.安徽省继远电网技术有限责任公司，安徽 合肥 230088）

摘要：通过论述继电保护故障信息系统实时 web 发布软件的设计过程及关键技术介绍，提出了建设继电保护故障信息实时发布系统较好的解决办法。通过该系统的建立，为各级调度运行及相关人员通过网页浏览器简便、快捷的访问故障信息系统提供了可靠的支持。该系统已开发完成并在安徽电网应用，目前运行状况良好。

关键词：继电保护；故障信息系统；Web 发布；设计； 实现

Design and realization of the realtime releasing software on relay protection information based on Web

WANG Hao[1]，YANG Jian-xu[2]，HE Ming[2]，GUO Qi-feng[2]

（1. Anhui Electric Power Corporation，Hefei 230022,China；
2.Anhui JIYUAN Electric Power System Tech Co.,Ltd，Hefei 230088,China）

Abstract: Through introducing the designing process on the real-time web releasing software of the fault information system and its key technology, resolving methods of constructing the real-time web releasing software of the fault information system are proposed. Through building the system, the reliable help is provided for all kinds of dispatching course and pertinent workers to access the fault information system simply and quickly through web. The system has been developed and applied to Anhui power grid, so far , the system runs reliably.

Key words: protective relaying; fault information system; web release; design; realization

中图分类号：TM77 文献标识码：B 文章编号：1674-3415(2009)11-0095-04

0 引言

随着电网的快速发展，电网自动化系统的功能和水平不断提高，变电站自动化程度达到了相当高的水平。为了统一、有效地管理各种微机保护、故障录波设备所产生的大量信息，实现继电保护运行、管理和电网故障处理的网络信息化、自动智能化，电网建设一套完善的故障信息管理主子站系统，为继保人员对保护、安全自动装置及故障录波器的动作行为分析和现代化运行管理提供必要的支持，需要建设继电保护故障信息管理系统及其实时发布系统[1-5]。

由于故障信息管理系统主站采用 C/S 结构，每个工作站都必须安装相应的客户端才能浏览和分析故障信息数据，因此，限制了系统的广泛应用。随着互联网技术的发展，网页浏览器已成为最普及且功能强大的信息查询平台。利用网页进行故障信息的查询分析，不仅能降低整个系统的安装、配置和培训费用，还能使程序的维护、升级大大简化；同时，由于网页将用户和共享数据隔离，从而也保障了数据的安全性。所以，开发一个继电保护故障信息实时发布系统，使用户通过浏览器简便快捷的访问故障信息系统，是一项有重大意义的工作。

1 系统概述

继电保护故障信息实时发布系统建立在电力系统网络安全三区，安全二区的故障信息系统主站为信息数据来源，通过 web 服务器对外发布故障信息实时数据。

系统主要分为四部分，见图 1。

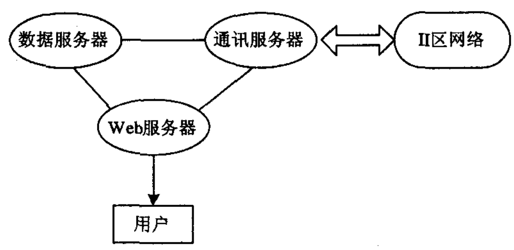

图 1 web 发布系统组成图

Fig. 1 Compositive map of web releasing system

1.1 Web 服务器

web 服务器是故障信息数据的处理中心，负责

对接收到的故障数据进行处理，解析出 soe 信息、波形数据和故障简报等信息，并提供 web 发布服务，根据用户需要将相应实时 soe 信息和查询分析信息发送到前端的用户浏览器。

1.2 数据服务器

数据服务器负责存储故障信息数据和厂站设备的数据，是故障信息处理的数据中心。其中厂站设备的数据是安全二区数据库的镜像，通过通讯程序保持与二区同步。

1.3 通讯服务器

通讯服务器主要负责数据的传输，即从安全二区接收故障信息数据，将数据转发到 web 服务器以及将安全三区的召唤命令发送到二区，并且负责三区数据库与二区数据库的同步。

1.4 用户浏览器

用户浏览器是用户使用的普通 IE 浏览器，用户只需安装 JRE 环境和 Applet 插件就可以通过浏览器输入 web 服务器地址，以网页图形化的形式使用故障信息系统，进行数据查询、查看 soe 信息和故障波形，可方便地浏览和分析故障信息。

2 需解决的问题

继电保护故障信息实时发布系统的目标是要建设一个具有足够交互能力的动态网站，使用户通过浏览器能够获得实时的故障信息，并能应用丰富的故障查询分析功能。要实现这一目标需很好地解决以下问题：

(1)故障信息系统是监控电网故障并及时进行电网故障分析的重要系统，对该系统的实时性要求很高。建立在安全三区的 web 发布系统如何才能及时高速的从安全二区获取故障数据，是一个很棘手的问题。

(2) 故障信息系统中的一个重要功能，就是故障波形的显示和分析。涉及到模拟量的波形显示、幅值和时间轴的放大、缩小、滚动功能及对每个采样点的数值分析等。大量复杂的图形处理给网页编程带来了很大的困难。

(3) 故障录波数据往往是大量的，随着时间的增加录波档案也在不断增加。如何让浏览用户从大量的录波数据中方便、快速地找到所需要的数据是本系统成功与否的关键。而通过网页实现这种交互式的查询又增加了问题的难度。

3 软件的设计及实现

Web 发布系统可分为数据获取和数据显示两个方面。数据获取是指 web 发布的数据源是什么，程序如何获得这些数据，也就是通讯的实现；数据显示就是指数据经过处理后以什么样的形式展现给用户，也就是网页设计。

3.1 通讯的实现

系统的通讯主要是主站端与变电站子站端的信息交互。由于发布系统处于网络的安全三区，不能与二区的子站直接通信，我们设计了如图 2 所示的结构。

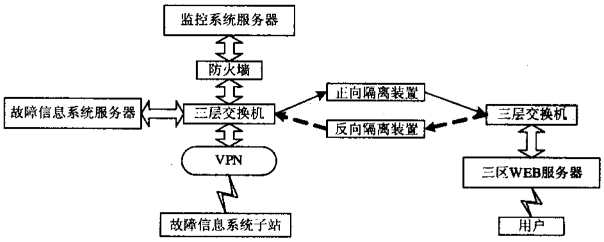

图 2 故障信息系统结构图

Fig.2 Frame map of fault information system

从结构图可见，故障信息系统子站上送的信息到达主站后形成 soe 文件，保存于指定的文件夹中。在二区服务器上运行着一个数据同步程序的客户端，该程序任务就是使服务端的指定文件夹与客户端指定文件夹里的文件保持一致。客户端指定的文件夹就是保存 soe 文件的文件夹，服务端有两个，一个处于安全一区，另一个在安全三区。当有新的 soe 信息时，soe 文件夹里就会产生一个新的包含 soe 信息的文件。客户端扫描文件夹发现新的文件就会建立两个 socket，将文件分别传送到一区和三区。三区服务端接收到文件后会将文件发送给 web 服务器。基于网络安全要求，在二区和三区之间的网络传输通过正向隔离或反向隔离装置单向进行。

3.2 网页设计

由于系统有较复杂的图形显示、数据库处理和实时交互等，所以，软件体系采用 struts2.0 + Applet + tomcat + hibernate + SQL Server 模式，使用的开发工具为 Eclipse3.1。

系统主要分为以下几个模块：

3.2.1 登录模块

登录模块主要负责用户的登录管理。用户在输入用户名和密码后，服务器调用数据库用户表进行验证，验证通过，则允许用户进入系统主页面，并将该用户加入在线用户链表，记录下用户登录的 IP；验证不通过，则返回错误提示，拒绝用户登录。对于特定的用户群（如：内部工作人员），可以设置一段特定的 IP 地址段，当这些用户访问时，服务器允许其以默认用户名自动登录，以方便特定人员使用。

程序流程图如图 3 所示。

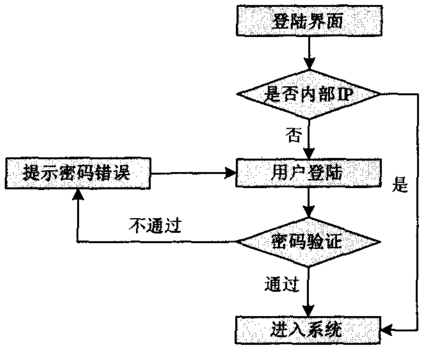

图 3 登录模块程序流程图

Fig.3 Procedure map of logging module

3.2.2 实时监测模块

实时监测是故障信息发布系统的主要功能，用户通过它可监测系统内各厂站的运行情况，当有故障发生时，及时显示相关信息并提醒用户，用户可随时查询保护装置的定值、历史信息和故障波形等。为实现这些功能，设计了以下模块：

A. 一次设备的树形菜单

树形菜单用于检索一次设备。用户可逐级展开定位需要查询的一次设备，如按照地市公司— 变电站— 一次设备的等级显示。树形菜单的数据来源于省调（主站）的定值单系统。定值单系统实时的将一次设备信息形成 XML 文件，发布系统程序通过读取 XML 文件获得设备信息，并且程序会定时监测这些 XML 文件的改动，如图 4 所示。这样的设计使得设备信息时间与定值单系统保持一致，当定值单系统中的设备变更时，页面的设备树也自动更新，既方便了系统维护也提高了准确性。

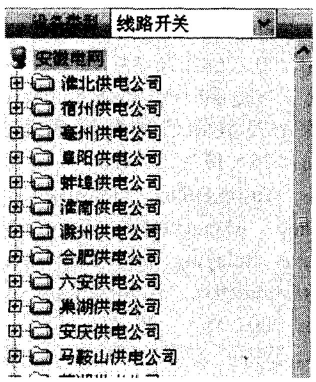

图 4 树形菜单

Fig.4 The tree menu

B. 地理图

地理图的作用类似于树形菜单，具有检索作用，以地图形式展示出各变电站位置，形象直观，与树形菜单关联起来，相辅相成，极大地方便了用户对设备的检索操作。

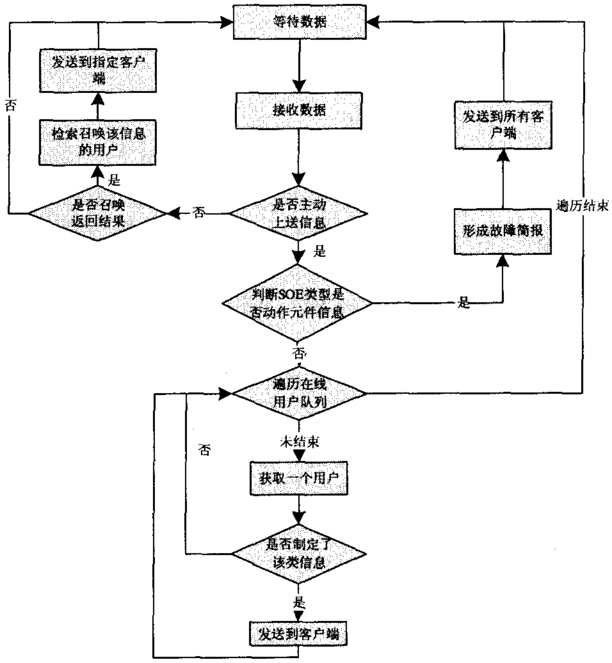

图 5 上行数据处理流程

Fig.5　Dealing course of delivering data

C. 数据处理

数据分为上行数据和下行数据两类。下行数据是用户发送的定值、历史 SOE、故障波形等信息的查询命令。下行数据较为简单，只需明确保护装置通道、地址和查询内容即可。上行数据则包含召唤的返回数据和主动上送信息（soe 信息），处理过程可参看图 5 流程。当服务器接受到上行数据时，首先要判断数据的类型，如果是召唤返回结果信息则判断要区分是定值、历史 SOE、波形列表还是波形数据，以相应页面返回给召唤用户的浏览器显示；如果数据是主动上送信息则要区分 soe 类型（动作信息、硬压板、装置自检、通讯状态）分类储存进数据库，并发送到用户浏览器显示。如果是动作信息还要形成一份故障简报，故障简报要包含故障来源、故障时间、故障相别、测距信息、动作元件、压板信息等内容。

D. 波形分析

波形分析是故障信息系统的重要功能。故障录波数据都是以 COMTRADE 格式表示，COMTRADE 是 IEEE 标准电力系统暂态数据交换通用格式。标准为电力系统或电力系统模型采集到的暂态波形和事故数据的文件定义了一种格式。该格式可提供一种易于说

明的数据交换通用格式。每个 COMTRADE 记录都有一组最多 4 个与其相关的文件，4 个文件中的每一个都具有一个不同的信息等级。4 个文件如下：

a）标题文件

b）配置文件

c）数据文件

d）信息文件

其中主要是配置文件和数据文件。

Web 服务器接收到录波文件召唤成功返回后，根据文件名，首先读取解析配置文件，该文件诠释了数据（.DAT）文件所包含信息，其中包括诸如采样速率、通道数量、频率、通道信息等。然后读取数据文件，该文件包含记录中每个采样所有输入通道的值由顺序号和每次采样时间标志组成。通过解析这两个文件，形成完整的波形数据，根据波形数据就可以定位直线、曲线、点等图元组件位置，形成波形页面并在浏览器上显示出来。Applet 提供了名为抽象窗口工具箱 AWT（Abstract Window Toolkit）的窗口环境开发工具。AWT 可以将用户计算机的 GUI 元素，建立标准的图形用户界面，如窗口、按钮、滚动条等。利用 AWT 形成的波形分析窗口有很灵活的分析功能，可对所记录数据的任何部分进行观察，对波形进行放大、缩小，可检索波形的相位、瞬时值等。实用的波形分析功能为专业人员查看分析故障波形提供了强大的支持。波形分析窗口效果图如图 6 所示。

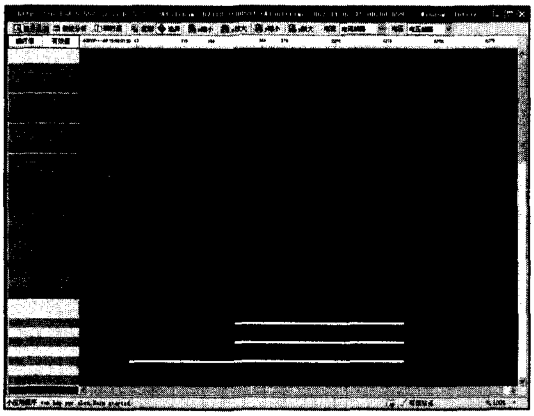

图 6 波形分析窗口

Fig.6 Analyzing windows on wave

3.2.3 运行管理模块

运行管理模块的主要功能是查询历史故障信息、录波文件、装置运行的通断信息等。程序把接收到的历史信息全部保存在 SQLServer 数据库中，并根据保护动作信息、硬压板、装置自检、通讯信息和其他 SOE 等分类，用户可分类进行检索。用户通过选择一次设备的树形菜单，标注出需要检索的一次设备，并可以选择时间段，服务器根据用户的选择和要求，以一次设备和时间作为条件，对数据库执行查询操作，将查询结果保存在链表中，通过 jsp 页面返回给用户浏览器以列表形式显示出来。

3.2.4 用户管理模块

用户管理模块主要功能是增加、删除用户及对用户权限进行修改和密码设置等。数据库中定义一张 user 表保存用户信息，用户管理是通过对 user 表的添加、删除、修改操作来实现的。一条用户信息包含用户名、密码、所在公司、部门、创建时间、创建者、权限级别以及订制的 soe 信息等。订制 soe 信息是实现 soe 过滤的重要概念，soe 信息可划分为保护动作信息、硬压板、装置自检、通讯信息和其他 SOE 等。用户通过定制 soe 信息，可在大量的数据中得到自己需要的信息，以提高故障信息系统的实用性。

4 结语

随着电网的发展，各级调度运行及相关人员对电网重要信息实时、有效的掌握，是当今信息时代全面了解电网并加以控制和管理的关键。继电保护故障信息实时发布系统，实现了故障信息的广泛应用，使继电保护相关数据与信息高效应用并充分共享，提高了电网调度系统信息化、智能化水平，从整体上提升电网调度运行管理水平。

参考文献

[1] 马杰，赵传刚，李军，等.电网故障信息的动态网页发布系统[J].电力系统自动化，2002，26（4）：76-77.
MA Jie,ZHAO Chuan-gang,LI Jun,et al. Dynamic Web Publishing System for Power Network Fault Information[J].Automation of Electric Power Systems,2002,26(4):76-77.

[2] 袁宇波,丁俊健,陆于平,等.基于 Internet/Intranet 的电网继电保护及故障信息管理系统[J].电力系统自动化,2001，25（17）：39-42.
YUAN Yu-bo,DING Jun-jian,LU Yu-ping,et al. Automatic Management Information System for Protective Relaying and Fault Recorder Based on Internet/Intranet[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001,25(17):39-42.

[3] 聂宇本，颜甸王.智能型继电保护故障信息处理系统[J].继电器，2002，30（7）：51-53.
NIE Yu-ben,YAN Xun-wang.Intelligent Relay Protection and Fault Information Processing System[J]. Relay, 2002,30(7):51-53.

（下转第 124 页　continued on page 124）

的研究[D].北京：华北电力大学,2003.
YAN Feng. Research on Traveling Wave-based Fault Location Schemes for Single-phase-to-earth Faults in Neutral Ineffectively Grounded Systems[D]. Beijing: North China Electric Power University,2003.
[24] 季涛.基于暂态行波的配电线路故障测距研究[D].济南：山东大学,2006.
JI Tao. Study on Fault Location of Distribution Feeders Based on Transient Traveling Waves[D]. Jinan: Shandong University,2003.
[25] ZENG Xiang-jun, LI K K, LIU Zheng-yi, et al.Fault Location Using Traveling Wave for Power Networks[A].In: LASm IEEE[C]. 2004.
[26] 索南加乐,张怿宁,齐军,等.基于参数识别的时域法双端故障测距原理[J].电网技术,2006,30(8):66-70.
SUONAN Jia-le, ZHANG Yi-ning, QI Jun, et al. Time Domain Fault Location Method Based on Transmission Line Parameter Identification Using Two Terminals Data[J]. Power System Technology, 2006, 30(8): 66-70.
[27] 康小宁,索南加乐.基于参数识别的单端电气量频域法故障测距原理[J].中国电机工程学报,2005,25(2):22-27.
KANG Xiao-ning, SUONAN Jia-le. Frequency Domain Method of Fault Location Based on Parameter Identification—Using one Terminal Data[J]. Proceedings of the CSEE, 2005,25(2):22-27.
[28] YUAN Liao. Algorithms for Power System Fault Location and Line Parameter Estimation[A]. In: 39th Southeastern Symposium on System Theory[C]. 189-193.
[29] 谢芝东.基于参数识别的小电流接地系统单相接地故障选线与定位技术的研究[D].合肥：合肥工业大学,2007.
XIE Zhi-dong. The Study of Single-phase-to-earth Fault Selection and Fault Location Based on the Model Parameter Identification Method in Non-grounded Neutral System[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2007.
[30] 束洪春,孙向飞,司大军.基于故障投诉电话信息的配电网故障定位粗糙集方法[J].电网技术,2004,28(1):64-66,70.
SHU Hong-chun, SUN Xiang-fei, SI Da-jun. A Robust Approach to Distribution Network Fault Location Based on Fault Complain Call Information[J]. Power System Technology,2004,28(1) :64-66,70.
[31] 蔡建新,刘健.基于故障投诉的配电网故障定位不精确推理系统[J]. 中国电机工程学报, 2003,23(4):57-61.
CAI Jian-xin, LIU Jian. An Uncertainty Reasoning System Based on Trouble Call Information for Locating Faults on Distribution Network[J]. Proceedings of the CSEE, 2003,23(4):57~61.
[32] Bretas A S, Moreto M, Salim R H, et al. A Novel High Impedance Fault Location for Distribution Systems Considering Distributed Generation[A].In: Transmission & Distribution Conference and Exposition TDC '06. IEEE/PES[C]. Latin America: 2006.1- 6.

收稿日期：2008-07-17；　　**修回日期：**2008-08-19

作者简介：
马士聪（1980-），男，博士研究生，研究方向为配电网故障测距及暂态分析；E-mail:mashicong2002@163.com
高厚磊（1963-），男，教授，博士生导师，主要从事电力系统继电保护、故障测距、广域同步测量及广域保护方面的研究；
徐丙垠（1961-），男，教授，博士生导师，主要从事电力线路故障监测，配电网自动化，及开关磁阻电机在风力发电方面的研究。

（上接第 98 页　continued from page 98）

[4] 任建文，周明，李庚银.电网故障信息综合分析及管理系统的研究[J].电网技术，2002，26（4）：38-41.
REN Jian-wen,ZHOU Min,LI Geng-yin.Study of Grid Fault Information Analysis and Management System[J]. Power System Technology,2002,26(4):38-41.
[5] 汪源生. 基于 Web 的继电保护信息管理系统的开发和应用[J].电力系统自动化，2001，25（5）：64-66.
WANG Yuan-sheng.Web-based Management Information System of Protection Relay[J]. Automation of Electric Power Systems,2001,25(5):64-66.

收稿日期：2008-07-16；　　**修回日期：**2008-11-29

作者简介：
王　皓（1970-），男，高级工程师，硕士，从事继电保护及整定计算方向的研究管理工作；
杨建旭（1983-），男，工程师，从事故障信息系统的研发工作；E-mail: yang-jian-xu@163.com
何　鸣（1957-），女，高级工程师，硕士，从事继电保护的研究管理工作。