

# 电力系统故障综合信息处理系统

李阳春<sup>1</sup>, 王慧芳<sup>1</sup>, 郑金辉<sup>2</sup>

(1. 浙江大学电机系, 浙江 杭州 310027; 2. 浙江临海市台州电业局, 浙江 台州 317000)

**摘要:** 针对目前我国微机保护与录波器联网面临的问题及特点, 提出一种分层联网模式设计方案, 并对电力系统故障数据的远程通信、电力系统 GPS 对时问题进行专门阐述。

**关键词:** 分层联网模式; 远程通信; GPS

**中图分类号:** TM76

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2001)05-0051-04

## 1 引言

进入 80 年代后, 随着微机保护、录波器在电力系统中的大量应用, 录波器的故障记录已经成为分析系统事故, 特别是分析继电保护动作行为的重要依据。它是电网调度中心需要的重要信息。如何有效地管理与利用由上述装置产生的数据, 进行合理地组网, 以解决现有存在问题, 并为将来发展留下扩展的空间是本系统应该解决的问题。

## 2 故障信息处理系统特点及面临的问题

**间断性:** 与调度自动化构成的计算机网络记录的电网运行稳态过程相比, 故障录波器保护装置记录的是电网故障的暂态过程。这就决定了当电网发生故障时, 故障录波器与保护装置将会在短时间内采集到大量数据, 这些数据都需要快速、准确地传递到调度中心。在电网发生故障时, 信道繁忙, 而在大多数的时间, 该信道是空闲的。

**接口复杂性:** 各个录波器、保护生产厂家以各自的通信规约装备其产品, 而且接口在相当长时间内无法达到统一, 这就为高电压等级下不同厂家装置的互联带来了困难。

**时间不同步性:** 由于电力网没有精确统一的时间基准, 而作为本系统特色之一的双端测距算法需要线路两端数据具有相同的时间基准, 时间上稍有偏差就会给测距结果带来较大的误差, 从而导致双端测距算法难以实现。

各种装置独自工作, 自带打印机, 数据显示形式单一, 难以长期保存以及达到集中自动处理和研究的程度, 导致了硬件资源和数据资源的巨大浪费。

## 3 系统简介

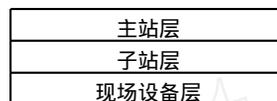


图 1 系统逻辑分层

在逻辑上, 可以将本系统分为主站层、子站层与现场设备层, 主站层物理地址可以是调度中心。子站层的物理位置可以是变电站或者是发电厂。现场设备即是子站层的自动装置以及设备。

### 3.1 系统组网方案

鉴于现场实际情况, 尤其考虑到信息传输通道的实用性和经济性, 本系统采用通过公用电话网相连的方案进行组网。

该方案通过自动拨号方式实现调度端与子站端之间的信息传输。子站端与自动装置之间通过 RS232 串口直接相连。

本系统中, 子站与主站是属于多对多的关系。任何一个满足子站配置的系统都可挂在电话交换网上, 以成为本系统的一个子站; 任何一个满足主站配置的系统都可以通过电话交换网上调子站数据。

该方案结构简单, 易扩展, 无专用通道, 投资少, 速度快, 距离远, 而且两端系统各自独立, 增强了系统的灵活性, 简化了系统接线, 方便了数据各级的管

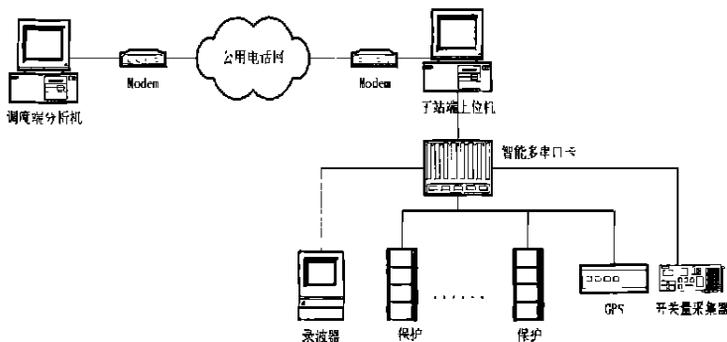


图 2 系统组网方案

理。

但是,当传输信息量大时将过多地占用电话线时间,可靠性、实时性也有所欠缺,而且一旦电话交换网出现故障,整个系统就有可能处于瘫痪状态。

### 3.2 系统功能

(1) 调度端自动接收故障录波表头,保护故障报告简要说明,保护自检报告简要说明、断路器变位警告;

(2) 调度端根据表头等简要说明上调详细内容;

(3) 调度端远方起动的录波;

(4) 录波数据图形分析、单端故障定位以及调度端的双端故障测距;

(5) 提供了友好的操作界面,提供了变电站分布图,各变电站的线路图以及设备的配置图,屏柜图。并提供了各种图形的放大、缩小、移动以及编辑等各种功能;

(6) 另外,为保证通信的可靠性,本系统为调度端与子站端之间的通信提供了断点续传,自动重拨等辅助功能。

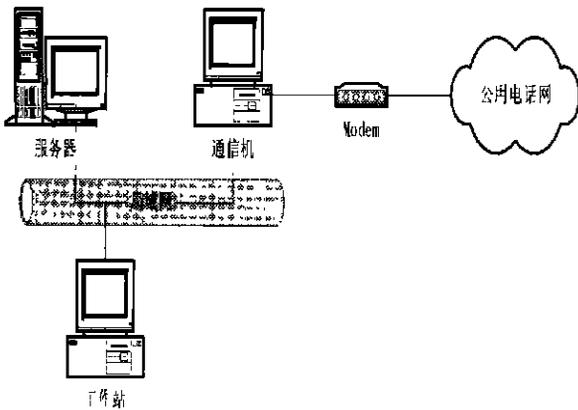


图3 主站层组网方案

### 3.3 主站层介绍

主站层由服务器、工作站组成一个小型 NT 网络。在系统规模大、可靠性要求高的情况下,主站服务器和通信机都可以采用双机热备用。

主站网络管理程序采用 Borland 数据库引擎 (BDE) 技术,数据库可采用 SQL - SERVER、ORACLE、DB2 Universal Database 5.2 等大型、远程数据库。其选择可依系统特点和自身开发力量而定,本系统采用 SQL - SERVER 7.0。

工作站通过网页查询服务器数据。

主站应用程序利用 VC 6.0、Delphi 4.0、Visual IntDev 开发。为规范操作界面,凡涉及到界面部分

全部采用 Delphi 4.0 开发。考虑到 C 语言的高效性,凡涉及到核心通信、处理均采用 Visual C++ 6.0 开发。网页制作使用 Visual IntDev 开发。

主站数据流图见图 4。

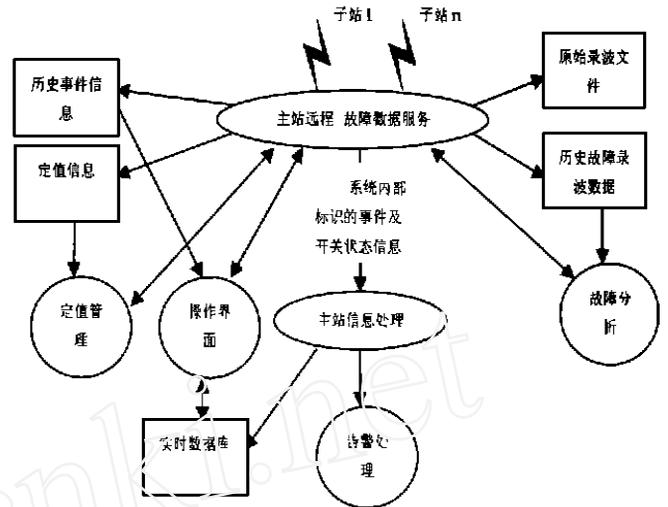


图4 主站主要数据处理流程

### 3.4 子站层介绍

子站层的主要任务是采集子站内各保护和录波装置的数据,在数据采集模块后将数据格式统一。如果装置与子站上位机距离过远,可采用信号中继器加强传输信号以保证子站上位机数据接收的可靠性。

子站上位机通过智能多串口卡与保护或录波器等各种自动装置通信,采用 RS232 串口通信方式,每一个装置对应于一个串口,在硬件上保证各装置数据上调与处理的独立性,提高了系统可靠性。

在该种组网方式下,子站上位机软件可以利用 Windows 操作系统提供的多任务机制,对各个自动装置采用独立线程同时进行查询、接收、处理,以此来提高接收数据的效率,满足子站系统的实时性。

为保证装置时间的精确,保证系统时间标准的统一,子站层还装设了全球定位定时系统 GPS,保证定时对装置进行设置时间。

本系统为减少故障点,提高可靠性,采用研华 AWS 825P 工控一体机作为子站上位机。GPS 使用 T - GPS20 型卫星同步时钟。

子站数据处理流程图见图 5。

## 4 通信方式实现

4.1 由于故障信息处理系统是近几年才发展起来的,在变电站设计阶段往往不考虑本系统的通信信

道。而且考虑到本系统的数据传输的间断性,采用专线通信显得资源浪费。本系统通过公用电话网进行通信。

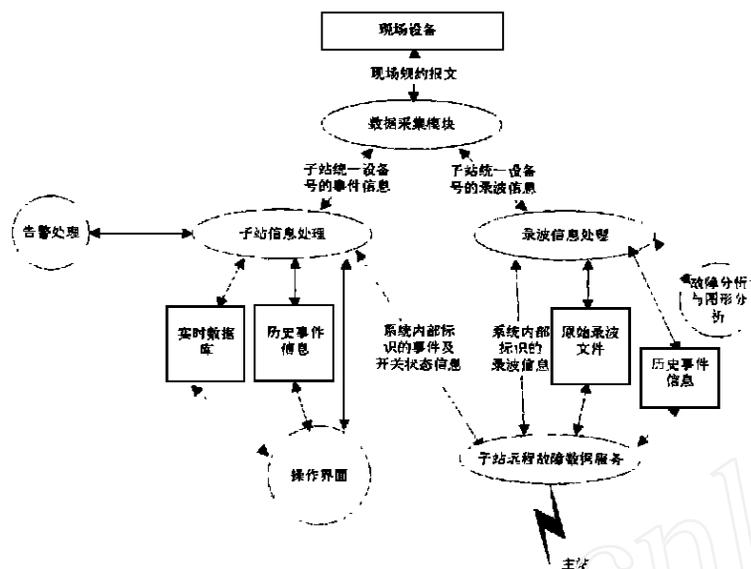


图5 子站主要数据处理流程

4.2 由于在故障期间,传输的数据量大,要想各个变电站或发电厂的故障数据能快速、准确地远传到调度中心,要求计算机网络必须是一种远程、高可靠性、数据吞吐量大的系统。基于上述目的,在三级数据网尚未建设完成的情况下,我们利用公用电话网在微机上研制开发了电力系统广域网通信软件。

广域网通信原理如下:

(1) 建立连接。给本地 Modem 一些命令,包括所要呼叫的对方电话号码,一旦对方不忙,对方的通信软件就会检测到振铃,这时它会发命令给 Modem 接管该线路,发出应答信号。当本地 Modem 检测到应答信号。它会送回一个载波信号,应答呼叫,也可通过设定 Modem 在接受到指定的振铃个数后自动应答呼叫。经过双方 Modem 握手后,即可建立连接。此时双方便可以交换数据了。

(2) 数据通信

操作串口,向串口读写数据以实现数据交换。在通信期间,可能由于设备出问题或线路噪音而引起连接中断,这时 Modem 会指示丢失载波。为重新建立连接,必须重新拨号。

(3) 断开连接

通过向 Modem 发送 + + + 命令,即可断开连接使 Modem 进入命令状态。然后发送挂断命令,释放电话线。

## 5 GPS 对时

精确统一的时间基准,可以在发生故障,特别是短时间内发生连续故障的情况下,方便地分析研究各微机保护的动作为、故障原因、故障类型、故障发生发展过程。这对于事故分析、保证电力系统安全运行有着重要意义。对于采用分相差动保护原理的线路保护,采样数据具有同一的时间标签,不需要通道同步调整。

变电站的所有设备保持严格的时间同步,从而为综合利用电网故障信息成为可能,同时作为历史档案能永久保留。

在子站端,对于本身带有对时口的装置,采用文献<sup>[1]</sup>所描述的方法,使用一台 GPS 接收机,一台 IRIG-B 码发生器进行对时,时间精度是毫秒级的。对于没有带有对时口的装置,可采用定时读取 GPS 时钟,修改系统时间,同时,系统定时对保护进行对时,保

证保护一定的时间精度。

所有不同厂家的保护,录波装置仅需具有通用的 RS422/485 接口满足 IRIG-B 码标准,即可接入子站统一的对时网络。

本系统利用 Windows 的控制面板(即 CPL)技术,将 GPS 处理程序作成单独的一个模块,使其具有很强的独立性和灵活性,通过设置属性即可满足不同的要求,不用修改即可应用于其他系统。

## 6 结论

首先,本系统是集计算机技术、控制技术、通信技术、网络技术现代科技于一体的系统。就目前电网运行着来自于不同厂家不同型号的录波器、保护装置在短时间内不可能统一通信接口的情况下,采用分层联网模式把所有装置接口统一在子站层的数据采集模块,以及在故障分析模块中将录波器故障文件格式统一成为 IEEE 标准 COMTRADE。这符合高压变电所信息组织原则,应该是一种比较理想的解决方案。

其次,利用先进的网络技术,使得任何经授权的用户随时随地都可以通过网页对故障信息进行浏览。

此外,利用公用电话网实现电力系统计算机广域网通信具有投资少,传输速度快,距离远,准确率高的特点,是分析电力系统故障的有效工具。本系

统通信软件稍作修改还可用于电网调度自动化、变电站无人值班等不同领域。

#### 参考文献:

- [1] 李瑞生,等. 电力系统自动化 GPS 精确对时的解决方案. 继电器,1999,(5).
- [2] 苗世洪,等. 电力系统故障录波装置的远程通信问题研

究. 电力系统自动化,1995,(7).

收稿日期: 2000-08-22

作者简介: 李阳春(1977-),男,硕士,研究方向为电力系统继电保护; 王慧芳(1974-),女,硕士,讲师,研究方向为电力系统继电保护。

### Integrated fault information processing system of power system

LI Yang-chun<sup>1</sup>, WANG Hui-fang<sup>1</sup>, ZHENG Jin-hui<sup>2</sup>

(1. Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 2. Taizhou Power Supply Bureau, Taizhou 317000, China)

**Abstract:** On the basis of the characteristic and problems of network for microprocessor based relay and fault recorder in our country, a design scheme on a layered internetting mode is proposed and some problems on remote communication of fault data and GPS time setting in power system are described as well.

**Keywords:** layered netting mode; remote communication; GPS

#### (上接第 16 页)

- [4] Garcia, A V, Zago M G. Three-phase Fast Decoupled Power Flow for Distribution Systems. IEE Proc Genr Transm Distrib, 1996, 143(2):188-192.
- [5] Mo-Shing Chen, Tsai-Hsing Chen. Application of Three-phase Load Flow to Power System Distribution Automation. IEE International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, November 1991, Hong Kong, pp. 472-478.
- [6] Carol S Cheng, Dariush Shirmohammadi, A Three-phase Power Flow method for Real-time Distribution System Analysis, IEEE Transactions on Power Systems, 1995,10(2):671-679.
- [7] 廖怀庆. 配电网三相不平衡系统的数学模型与计算

方法. 东南大学硕士学位论文,2000 南京.

- [8] IEEE Distribution Planning Working Group Report. Radial Distribution Test Feeders. IEEE Transactions on Power Systems, 1991,6(3):975-985.

收稿日期: 2000-10-23

作者简介: 廖怀庆(1975-),男,硕士,从事 EMS/SCADA、电力市场技术支持系统等方面的研究、开发和维护工作; 单渊达(1930-),男,教授,博士生导师,IEEE&CEEE 高级会员,研究方向为电力系统规划、EMS、DMS 和电力系统稳定控制; 莫铭培(1933-),男,教授级高工,原上海电力工业局中心调度所总工程师; 吴杰(1946-),男,副教授,研究方向为电力系统稳定控制、配电网自动化/馈线自动化(FTU)等。

### A three-phase load flow method for real-time calculation in complicated distribution networks

LIAO Huai-qing<sup>1</sup>, SHAN Yuan-da<sup>2</sup>, MO Ming-pei<sup>1</sup>, WU Jie<sup>2</sup>

(1. Shanghai Municipal Electric Power Company, Shanghai 200025, China;  
2. Southeast China University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** This paper presents a three-phase load flow method for solving the complicated distribution networks. Due to the applications of various techniques in the paper, the proposed method can effectively solve the problems of high R/X ratios, radial or weakly looped structure, PV nodes and unbalanced conditions. Test results illustrate that this method possesses an excellent quality of robustness, efficiency and accommodation.

**Keywords:** distribution networks; three-phase load flow; weakly looped; PV nodes