

基于 IEC 最新标准的继电保护及故障信息处理系统设计

李江林¹, 魏世平², 游定鹏², 连湛伟¹

(1. 北京许继电气公司, 北京 100085; 2. 佛山市供水总公司, 广东 佛山 528002)

摘要: 提出了基于通用监控软件平台和最新国际标准 IEC61850 和 IEC61970 的继电保护及故障信息处理系统全新设计思路。全面阐述继电保护及故障信息处理系统的组成及各项功能。

关键词: 监控软件平台; IEC61850; IEC61970; 故障分析专家系统

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2004)07-0048-05

0 概述

继电保护及故障信息处理系统主要由网、省、地级电力调度中心或集控站的主站,与各级电厂、变电站端的子站及录波装置通过电力信息传输网络共同组成。

从保护信息自动化管理系统上看,其功能总体上可以分为两个层次:继电保护运行管理和电网故障分析。继电保护运行管理主要包括:保护及自动装置的在线运行监视、设备管理、保护信息管理、定值管理、图档管理、用户权限管理、WEB 服务等;电网故障分析主要包括:录波分析、故障定位、保护动作行为分析、故障综合统计分析、定值校核等,并在此基础上实现的高级功能包括:系统网络拓扑分析、短路电流计算、保护整定计算、事故分析专家系统、事故重演、系统网管等。

随着计算机技术和网络通信技术的迅速发展,出现了许多新的开发技术和标准,如可扩展标记语言 XML、统一建模语言 UML、中间件技术等,以及最新的 IEC 61850 和 IEC 61970 标准,这都为故障信息系统提供了先进、有效的解决方案和技术支持。下面我们基于 IEC 最新标准提出整体设计方案。

1 系统整体设计

系统基于 Microsoft .NET 平台,并选择北京许继电气公司成熟的 AuTop2.0 通用监控软件平台作为我们的支撑平台。AuTop2.0 通用监控软件平台的结构如图 1。

在系统应用数据库设计中,我们充分吸收电力系统目前较流行的技术和标准,主站和子站分别遵循最新的国际标准 IEC 61970 和 IEC 61850 进行数据建模,采用基于 XML 语言的 SCL 配置描述语言进行对象建模。针对目前国内保护的规约种类繁多



图 1 AuTop2.0 通用监控软件平台结构图

Fig. 1 Structure of common SCADA platform AuTop2.0

的情况,在子站端采用了变电站通信网络和系统标准 IEC 61850,这可以避免频繁的规约转换,实现各智能电子装置 IED 间信息交换的无缝联接,并可以实现互操作。在主站端,按照能量管理系统应用程序接口(EMS - API)标准 IEC 61970 进行系统数据库建模,便于将来与其它系统(EMS 控制中心、配电自动化系统、生产管理系统等)的无缝联接和系统集成。

对于录波数据,由子站完成数据格式的转换,并形成标准的录波数据存贮格式 COMTRADE 格式,并采用 TCP/IP 协议的 FTP 协议进行录波文件上传,支持断点续传功能。

2 系统组成简介

2.1 子站系统

子站主要负责完成对站内各保护及自动装置的数据采集和规约转换。由于目前各保护装置和自动装置尚无统一的硬件接口,我们首先要解决通信硬件接口问题。对于 RS-232、RS-485 和 RS-422,先转换成同一种接口,然后通过多串口卡(如 MOXA)连接。而对于 CAN 总线、LANWORK 总线等接口都需要通过相应的转换设备连接到子站服务器上,对于以太网接口设备,直接接入集线器(交换机)。另外还需提供开关量采集装置将开关量数据采集到保护管理机。

子站系统结构如图 2 所示。

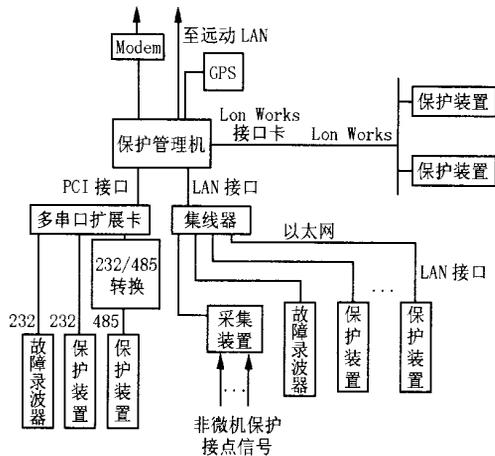


图 2 子站系统结构示意图

Fig. 2 Structure of sub-station

由于各保护的通信规约、数据格式和数据类型不统一,首先需要通过规约解析程序把采集的数据读出来,然后转换成统一的规范形式。在目前大多数开发的系统中,一般参考 IEC 60870 - 103 规约,并结合网络传输中 IEC 60870 - 104 规约的传输控制方式。由于 IEC 60870 - 103 规约主要考虑具体设备的数据格式的统一,它的数据传送效率不高,在实际应用中特别是故障时未能很好地实现不同厂家的微机保护装置以及滤波装置统一管理和数据采集,存在着系统效率低、可靠性不高、信息发布量小及各子系统间缺乏有机的联系等问题。因此我们采用最新的 IEC 61850 标准。IEC 61850 相对于其它规约,有如下突出特点:

- 1) 采用面向对象的统一建模技术 UML;
- 2) 采用分布、分层的结构体系;
- 3) 采用基于 XML 语言标准的 SCL 配置语言进行变电站对象建模,提供自我描述的数据对象及其服务;
- 4) 采用抽象通信服务接口 ACSI 和特殊通信服务映射 SCSM 技术;
- 5) 抽象建模与具体实现的独立,服务与通信网络独立,适用于 TCP、OSI、TP 等多种传送协议;
- 6) 实现智能电子设备间的互操作性;
- 7) 具有面向未来的、开放的体系结构,能够定义其它领域的任何新的逻辑节点和公共数据,例如风力发电站 WPP。

2.2 主站系统

主站一方面通过对子站传送来的信息进行加工分析、显示,为调度员事故处理及电网的安全分析、继电保护动作行为分析提供决策依据;另一方面能

对远方子站及数字式装置进行操作管理,并支持网络浏览功能,可通过 MIS 系统将有关信息发布给其它调度机构。主站系统结构如图 3 所示。

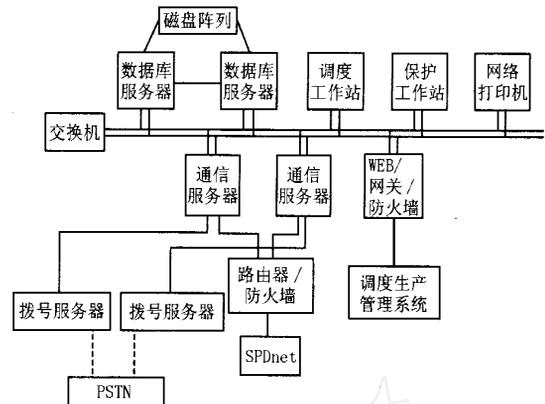


图 3 主站系统结构示意图(标准配置)

Fig. 3 Structure of main station (standard configuration)

主站基本功能有:

1) 通信处理

主站设置通信服务器与站端进行通信。电力高速专用网络具备时,采用 TCP/IP 协议(FTP),不具备时采用电话拨号方式。如果具备,则电话拨号方式作为备用方式,两种方式均支持断点续传功能。主站端与数据器的传输采用 TCP/IP 协议(FTP)。应用层规约,提供两种方式:采用部颁 DL/T 667 - 1999 IEC - 870 - 5 - 103;采用最新 IEC - 61850 协议以标准的 XML 进行数据通信。录波数据格式为 IEEE 标准 COMTRADE 格式。

在采用 TCP/IP 协议进行 IEC - 870 - 5 - 103 规约的传输时,在数据的传输控制中采用国际标准 IEC - 60870 - 5 - 104 协议的传输控制方式,以适应数据在广域网中的传输。

无论是专有的高速以太网,还是利用现有的电话介质,通讯的可靠性和抗干扰性都是需要认真考虑的,特别是在利用普通电话网进行数据传输时更是如此。本系统采用 WINDOWS 虚拟专用网 VPN,同时可选择使用微软 IP 安全服务 IPSec 来达到这一目的,确保通信的可靠性和安全性。

站端子站自动传送(多对一方式):站端保护起动后,对于需要上传的故障信息,如果此时主站通信服务器与此站端子站无通信,则自动拨号至主站通信服务器;如果此时主站通信服务器正向此站调取录波数据,则中断目前的传送,而传送新录的故障数据中的简要制表文件。

简要制表文件包含以下主要内容:变电站名称、

故障线路名称、故障相别、跳闸相别、故障距离、故障开始绝对时间、故障持续时间、保护及重合闸等动作时间和各主要的电压、电流有效值等。

简要制表文件传送完毕后,根据主站传来的是否需要传送故障数据的指令,决定是否上传数据。

主站计算机调用站端录波器数据文件(一对多方式):主站通信服务器可随时调用录波器端的简要制表文件、保护装置、录波器配置文件和数据文件。拨通子站的电话号码后,可以先上传文件路径,然后从列表中选择所需要上传的那些文件,也可以直接给定文件名称,进行上传。

2) 数据库管理

主站将接收到的 IEC - 870 - 5 - 103 报文应用数据或 XML 数据经过解析后保存到数据库和以 XML 文档方式进行保存,供其他应用程序调用和进行 WEB 浏览。系统中采用标准商业数据库 SQL Server2000、ORACLE 等,按照标准 IEC 61970 进行数据建模。录波文件以 IEEE 标准 COMTRADE 格式进行保存。

3) 数据综合处理功能

主站应综合各子站优先上传的简要信息,对故障类型、故障元件、开关动作情况和保护动作行为作出判断,形成简要报表,快速送到调度画面,该动作简报可以以 SOE 的顺序实时反应故障信息,并且在地理图形上所对应的站点能够动态闪烁,给出语音提示等。此外,主站还可以根据用户设定对故障过程进行存储,提供故障再现和故障信息查询的功能;自动根据子站上传的事故简要信息有选择地从子站调上的故障录波文件转换到相应的数据库中,以方便进行查询、统计和分析等功能的实现。

4) 故障信息综合分析

本模块向用户提供比较完整、强大的数据分析功能,同时提供可对暂态和稳态数据统一的波形显示和分析工具。

测距功能

本系统提供了精度较高的双端测距功能,并分别提供了线路两端数据同步和不同步的两类算法。此外,测距算法中还包含系统参数估计功能,保证了测距的精度。

故障波形的显示输出及打印输出

软件设定了一种标准的波形输出格式,符合电力科学院制定的录波装置的标准,一般情况下可满足技术人员的要求,输出的电压、电流、开关量、高频量通道选择任意组合,波形可以进行有限的横向、竖

向放大。

故障录波数据、电压、电流瞬时值的表格输出

软件设定了每条线路故障前 2 个周期、故障后 6 个周期瞬时值的输出表格。

对称分量

可以形象逼真地逐点显示故障前后录波数据正、负、零序电压、电流量变化。

谐波分析

以棒条图形式逐点显示基波到 9 次谐波含量,包括电压、电流、有功功率和无功功率,并可以显示和打印谐波含量报表。

故障报表

将故障参量制表,输出故障文件名称、变电站名称、故障线路、故障相别、跳闸相别、故障距离、故障开始绝对时间、故障后第一周期的故障电流峰值及有效值和母线电压有效值、重合闸动作绝对时间等相关信息。

其它波形

软件所配备的其它波形显示功能还有电压向量、电流向量、有功序分量、无功序分量、瞬时功率、平均功率、正序阻抗、频率变化的波形。

直流暂态量分析、波形显示和常规计算,能对系统故障数据和稳态数据进行统一分析。

5) 设备信息管理和状态监控

对继电设备的运行状态进行统一管理,能对保护的基本信息和运行信息进行查询、统计等,包括保护设备的投退信息、缺陷管理、检修信息、定值、动作数据等。如果有必要,还可在主站端对这些设备进行控制操作。

6) 图形界面、报表管理模块

提供功能强大的图形和报表编辑工具,可制作系统地理分布图、变电站一次系统图、二次配置、通道监视图、系统运行工况图等各种图形及报表,并具有拓扑分析功能。具有全网 220kV、500kV 各厂站的地理信息图,当电网发生故障时在地理接线图上显示一次设备故障标志,点击或移进该标志后显示该故障设备的相关信息窗口,显示与故障设备相关的保护动作信息、录波信息、测距值、简要分析报告等。地理接线图应与数据库建立拓扑关系,地理接线图可随意放大、缩小、移动,并且修改方便。

7) 信息发布

可将经分析处理后的故障信息采用 WEB 方式发布,并可通过 MIS 系统送到其它相关部门,经专

家系统处理后的事故分析结论及事故简要信息发送给调度台,提供事故处理依据。简要信息包括:故障时间及类型、测距结果、断路器跳合闸情况、保护动作顺序、故障设备对应的故障电流、电压模拟量等。

8) 用户权限管理

系统设计包括多类用户:调度运行人员、继电保护人员、有关领导、电网研究分析人员、系统管理员等。各类用户不同访问权限可由系统管理员进行灵活配置,系统从通信接入、数据库管理、系统维护到数据浏览、统计分析,都设计有不同的用户权限检查,以保证系统的安全性。

9) 定值校核

可与整定计算程序接口,完成在线和离线对保护、自动装置的定值进行校核。并可将校验结果自动生成报表发布。

10) 高频通道运行监视

正常运行中或高频通道异常时,主站通过子站进行高频通道检测,提取发送和接收电平值,通过对发送和接收电平值的自动分析,得出高频通道是否良好。

11) 具备与 GPS 对时功能,并能对子站对时

系统接入 GPS 全球定位时钟,为系统的服务器及工作站提供标准时钟源,进而为本系统的全部子系统进行对时。系统具备 GPS 时钟时间出错保护功能。

12) 具备通信通道和系统监视功能

系统具备对网络通信信道进行在线监视,异常报警功能。同时对所辖厂站的保护管理系统正常工况进行实时监视,进一步对各厂站所辖的保护装置进行工况监视,监控人员可调看各种画面及报表监视了解各厂站保护设备运行情况。

3 系统的高级应用

除了上面介绍的一些基本应用功能外,更主要的是系统的高级应用。在主站收到系统发生故障时各就地站的有关保护和断路器动作信息、滤波信息后,运用故障分析系统工具根据预先设定的规则对一次系统故障形态、保护和断路器动作行为进行综合分析、推理判断,对保护的动作为进行分析,能对保护异常行为提出处理意见,对电网的事故恢复提供处理建议。在本系统中主要考虑以下高级应用:

1) 确定故障并形成完整的故障报告

故障报告的内容包括线路或元件的名称、故障

相别、开关变位过程情况、各保护装置动作情况、故障录波器或保护装置采集到的故障波形;对线路故障给出测距值;故障报告可根据查询关键字归类,如保护类型、保护型号、保护通道等。

2) 保护装置异动或启动信息处理

记录保护装置异常信号,以及人工输入的处理情况;记录保护装置启动信号,区分保护装置无故障或区外故障启动情况;根据整定配合要求评价保护启动行为,对目前的整定计算结果提出反馈意见;保护工况统计,统计保护装置的投用率、正确动作率、故障率等。

3) 评价保护及断路器的动作行为

利用故障分析系统自动做出的对保护及断路器动作行为的评价,在所获取的信息不完整时可由保护专业人员进行人工输入。有人机交互窗口,记录故障分析过程。故障报告应根据保护要求设立查询关键词,如保护类型、保护型号、保护通道形式等,便于查询归类管理。

4) 给调度管理人员事故处理提供参考意见

根据上面的分析结果,提出电网事故处理和系统恢复参考方案,供调度管理人员参考。

5) 事故反演功能

与网络拓扑分析结合,利用故障信息数据库结合图形界面,完成事故反演,此功能可与 DTS 系统配合。

6) 与 EMS 系统接口,利用其状态估计结果和各个子站上传的稳态及暂态数据,并根据系统的电磁暂态模型,对系统未安装故障录波装置的子站实现软录波功能。

7) 在 6) 的基础上实现 DTS 功能。

8) 保护整定计算模块

整定计算可以为运行人员提供准确、快速的继电保护整定功能。

9) 短路电流计算模块

短路计算是继电保护整定计算和定值校核的基础,本功能充分考虑了各种复杂电网结构和特殊接线方式,能够灵活应用于各种电网运行方式下。

10) 网管功能

整个系统容量到一定程度后主站必须具有网管功能,以便于对整个系统进行有效的监视,确保系统的可用性。

4 结论

本文提出的设计基于最新 IEC 标准,软件设计

采用平台化思想,充分体现开放性,对于构建适应不同地区电力用户对保护及故障信息系统的要求有着较强的灵活性。

参考文献:

- [1] 何江,吴杏平,李立新,等(HE Jiang, WU Xing-ping, LI Li-xin, et al). 基于组件技术的电力系统实时数据库平台(A Component Based Real-time Database Management Platform) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2002, 26(3): 64-67.
- [2] 黄德斌,唐毅,程慈源,等(HUANG De-bin, TANG Yi, CHENG Ci-yuan, et al). 基于平台概念的继电保护计算及管理系统(A Software Platform Based Protective Relaying Calculation and Management System) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2002, 26(7): 53-55.
- [3] 陈长德,张保会,魏春轩(CHEN Chang-de, ZHANG

Bao-hui, WEI Chun-xuan). 故障录波数据集中分析与专家系统(Centralized Analysis and Expert System on the Fault Recorder Data) [J]. 中国电力(Electric Power), 2002, 32(9): 40-43.

- [4] IEEE Std C37 111 - 1999 (Revision of IEEE Std C37 111 - 1991), IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power System [S].

收稿日期: 2003-07-21; 修回日期: 2003-12-05

作者简介:

李江林(1967-),高级工程师,从事保护自动化领域产品开发;

魏世平(1967-),工程师,负责电气自动化产品工程实施;

游定鹏(1966-),工程师,负责电气自动化工程实施;
连湛伟(1973-),工程师,从事保护自动化领域产品开发。

A new design for the IEC standard based protective relay and fault information management system

LI Jiang-lin¹, WEI Shi-ping², YOU Ding-peng², LIAN Zhan-wei¹

(1. Beijing XI Electric Co., Ltd, Beijing 100085, China; 2. Foshan Water Supply Company, Foshan 528002, China)

Abstract: This paper puts forward a new design thought for the protective relay and fault information management system based on universal monitoring software platform and new IEC standard——IEC61850 and IEC61970. It expatiates the composition and main functions of the proposed system.

Key words: software platform for SCADA; IEC61850; IEC61970; fault analysis expert system

(上接第 47 页 continued from page 47)

孙苓生(1948-),男,高级工程师,主要从事电力系统自

动化与电力电子技术方面研究;

房鑫炎(1963-),男,副教授,主要从事继电保护及系统恢复理论方面研究。

Digital implementation of the principle for selecting synchro-voltage in 3/2 breaker system

LI Chen, SUN Ling-sheng, FANG Xin-yan

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The diverse operator modes of the 3/2 breaker systems don't make the U-line and the U-bus of an open breaker fixed. In engineering application, the selection of the synchronism voltage is usually according to the principle that the nearest voltages are prior. Traditionally, the relevant auxiliary contacts of the switches and breakers are used to switch the synchro-voltage, which results in the complexity of the synchro-check circuit. This kind of implementary scheme also makes the integration of protection system and the synchro-check recloser almost impossible. Although engineers try different ways to decrease the complexity of the synchro-check circuit, many of those are still not satisfactory. This paper describes a digital implementation of synchro-voltage selecting principle based on programmable logic device (PLD), which can decrease the complexity of the synchro-check circuit and increase the combination with the protection system. This is a new thought on the problem.

Key words: synchro-check reclose; priority principle of the nearest voltages; programmable logic device (PLD)