

基于 Web 的多级电网继电保护自适应整定及信息管理系统

张 征,房鑫炎

(上海交通大学电气工程系,上海 200240)

摘要: 介绍了基于 Web 的多级电网继电保护自适应整定及信息管理系统的功能特点和总体结构,并对多级电网管理和 Web 模块的功能及实现方法进行了详细的阐述。本系统由图形界面、参数和定值管理、短路电流计算、保护整定、多级电网管理、Web 构件等几部分组成。实现的多级电网的保护整定和信息的 Web 发布,在实用中取得了较为满意的结果。

关键词: 继电保护; 多电压等级; Web

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)12-0055-04

0 引言

随着国民经济的发展,电力系统的规模越来越大,结构越来越复杂,继电保护日常工作也日益复杂。对于地区供电公司,其所辖电网从 110 kV 直到 10 kV,跨越多电压等级。本文提出的结合 Web 的多电压等级继电保护整定及信息管理系统能针对多电压等级电网进行整定和配合,实现多电压等级电网的保护整定。另外,随着电力系统内 Internet/ Intranet 技术的普遍应用,越来越多的应用朝着 Web 的方向发展。本系统结合 Web 技术实现了参数和定值信息的网络化管理,提高了管理工作的效率。

1 系统总体设计

结合 Web 的多电压等级电网继电保护整定及信息管理系统是面向地区供电公司的比较完整的应用系统。它采用浏览器/服务器模式(B/S)。整套系统安装在服务器上,由管理员在服务器上使用系统的各项功能,网络用户通过 Web 服务器查询数据库中的参数和定值信息。

系统开发采用了构件集成的设计模式^[1],以前台的图形界面和后台的数据库为基础,按构件挂接方式连接各项功能构件。管理员通过图形界面来触

发实现所有功能,各功能构件通过数据库构件对数据库进行读取和存储操作;网络用户通过 Web 服务器构件和数据库构件对数据库进行有限的读取操作。这种方式方便了用户对系统各项功能的使用,同时也保证了数据的安全性和准确性。既便于开发者对系统功能的进一步改进,也易于对各构件的调试和统一管理。系统总体结构如图 1 所示。

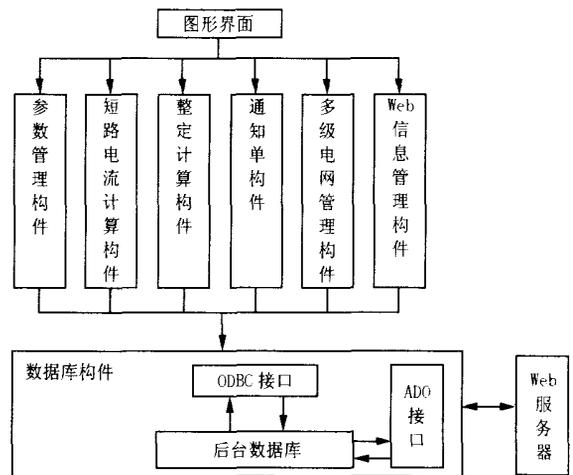


图 1 系统总体结构框图

Fig. 1 Block diagram of the system structure

主要分如下几部分:

1) 图形界面构件。该构件是系统和用户交互

Abstract: Industrial control computers have been applied widely in the field of industry monitoring and controlling. A multi-computer based system often needs to exchange and integrate data among individual industrial computers. Generally, these computers are interlinked by network, which, however, may not be able to meet the requirement for synchronized and real-time communication. This paper brings forward a new idea to realize such kind of communication system. With the bus extension, a real-time and synchronous inter-linkage between the industrial control computers by point-to-point high-speed synchronous communication and memory mapping is realized. The realized system has been successfully used in practice.

Key words: bus extension; synchronous communication; memory mapping

的界面,是一个面向对象的电网绘图工具,提供了各种图元的绘制、剪切、粘贴、拷贝、移动、旋转、缩放、变色、鹰眼等功能,使用户能方便快捷地绘制出清晰美观、布局合理、拓扑分析正确的网图,支持全屏幕动态缩放、屏幕漫游等功能。

2) 参数管理构件。用来读取和存储网图中图元信息、元件参数、定值信息等各种参数数据。并可以完成设备和参数信息的录入和输出,提供浏览、查找、打印和分类检索等功能。

3) 短路电流计算构件。此构件可以模拟设置各种可能的故障类型和故障点,进行短路电流计算。能够计算电网各处大方式、小方式和停检方式下的三相短路、两相短路、单相接地短路和两相接地短路时的短路电流值。并能对计算结果进行存储和以表格形式显示、打印。

4) 整定计算构件。该构件根据所计算的短路电流和保护配置依据相应的整定原则进行开关和元件的定值的整定计算,并根据用户选择对定值进行保存和修改。该构件中采用自适应整定的方法,在保护的整定原则上,系统首先通过网图分析得出的各条线路的运行状态,再依据相应的保护整定原则向用户推荐,使系统初步智能化;在保护的校验上,系统在保护整定完成后可以根据用户设置的其他运行方式和检修运行方式对已有的保护定值进行校验计算,并根据校验出的灵敏度征求用户意见,进行重新整定或维持原有定值。

5) 通知单构件。使用此构件可以进行开关和元件的继电保护配置和整定值管理,将相应参数存放在通知单数据库中,同时可用整定计算书的自动生成和灵活的通知单管理构件来完成最终的审核和执行过程。

6) 多级电网管理构件。针对地方供电公司多级电网的情况,将整个电网分割成相互联系的多级网图。该构件负责处理多级网图的相互关系。实现多级电网间的短路计算及保护的定值和时间的配合等功能。

7) Web 信息管理构件。该构件是 Web 信息发布和网上用户的后台管理程序。管理员通过该构件控制 Web 上发布的数据信息的种类和内容,添加、删除网络用户的帐户,设置用户的访问权限等。

8) Web 服务器构件。该构件是服务器数据库与网络用户的接口。为网络用户提供用户登陆、退

出及参数和定值的浏览、查询和分类检索功能。

9) 数据库构件。这是整个系统的基础,保存了系统所用的所有参数和定值。它的 ODBC 接口为系统提供参数和定值的读取和存储服务;ADO 接口连接 Web 服务器构件,为其提供数据库的查询服务。

2 系统开发及特点

系统开发自始至终都采用软件工程的方法规范开发中的需求分析、总体设计、详细设计、编码及测试等过程。使得整个系统功能完整、结构清晰、构件独立,提高了程序质量和开发效率。在需求分析和总体设计阶段采用面向对象的分析方法(OOA),利用标准建模语言 UML 构建系统模型。系统开发过程采用构件集成方式,提高了代码的可维护性和复用性^[1]。

代码编制过程中采用面向对象的程序开发技术(OOP),使用 Microsoft Visual C++ 6.0 作为编程工具,程序可以适用于 Windows9X/2000/XP 操作平台。程序编制中广泛采用了动态内存分配及回收技术和异常处理机制及多线程技术等编程方法,使本系统具有良好的兼容性、高可靠性、较强的灵活性等优点。同时,由于采用构件集成的设计方式,各功能构件内部数据和操作具有很高的内聚性,各功能构件之间具有低耦合性,数据交换通过构件的接口进行。程序的构件化使整个系统具有较强的扩展能力,可以根据用户需要增加或减少功能构件,以满足用户的不同需要^[1]。

系统以图形界面作为前台,它是用户与系统之间交互的接口。在图形界面中,可以完成系统的各项功能。图形界面构件中的元件库定义了多种电气元件,可以使用户非常方便地绘制出清晰、美观、准确的电网图。在每个元件绘制后,会有弹出式对话框让用户输入元件的相关参数,将网图绘制与参数输入有机地结合起来。同时为用户提供了元件自动定位、参数修改、网图的缩放、鹰眼导航等功能,方便用户的使用。图形界面中大量采用人性化的设计,用户既可以单击相应菜单项,也可以直接点击网图中的元件来进行设备参数的查询、修改和设备的删除,完成短路电流计算,进行开关或元件的继电保护整定及定值管理等各项工作。考虑到用户使用的实际问题,在界面的设计中还加入了错误的预防和处

理机制,提高了系统的纠错容错能力,以及大量的说明和提示信息,较好地避免了用户的误操作,大大增加了系统的稳定性和可靠性。在一些相对复杂的操作中还设计了向导页引领用户完成操作。界面中同时提供了良好的帮助功能,能实时地解决用户使用中的疑问,使软件易学易用。

后台数据库构件是整个系统的基础和核心^[2]。数据库构件有两个接口为系统服务,一个是标准的 ODBC 接口,它是主程序与数据库之间的接口;另一个是 ADO 接口,它是 Web 构件与数据库的接口。这两种数据库接口都是目前常用的通用数据库接口,这使得整个系统可以方便地移植于不同的数据库上,同时整个系统还可以较容易地升级,应用 SQL、ORACLE 等大型数据库,以适应不同应用的需要。本系统使用的数据库是电网各种相关参数及定值的综合,不仅反映数据本身的内容,而且反映数据之间的联系。数据库采用关系型结构,在设计中应用了数据库的设计范式进行规范化,维护数据的完整性和一致性,减少数据库中数据的冗余^[2]。数据库中的表主要分为三大类:图元信息表、元件参数表、继电保护配置及定值表。在数据库的实现中还采用了多种技术提高数据库的安全性、数据的完整性和查询速度,如对表设立索引、关键字;定义表之间相关字段的关系;对数据库存取进行并发控制、安全性检查、破坏完整性的约束等。总之,该数据库结构良好、安全可靠、效率较高,完全满足系统的需要。

各功能构件是整个系统的主体。系统各种功能的实现均以数据库作为其数据源头,依托于图形界面来完成。通过图形界面调用各功能构件,从数据库构件获得所需数据,根据用户要求完成相应操作,再将结果保存在数据库中。各功能构件之间相互独立,所需交换的数据主要依靠数据库进行。这种独立结构更加有利于系统的修改和扩充。

3 多级电网管理功能的实现

对于地区电力公司,其所辖电网的电压等级一般是从 110 kV 一直延伸到 10 kV,跨越多个电压等级。其保护整定任务也涵盖了这些电压等级下的开关及设备。而目前的整定系统多是针对某一固定电压等级电网设计的,适用性较差。本系统为了解决这个问题开发了多级电网的管理功能。

该功能构件将原本独立的各电压等级电网图关

联起来,形成一个完整的网络结构。该构件的功能由三部分构成。第一,网图关联设置;第二,短路电流计算中的网图关联操作;第三,保护整定中的网图关联操作。网图关联设置主要是供用户设置不同网图对应母线的关联关系。对于多电压等级的电网可以将电网按电压等级划分为规模较小的几个电网。其中最重要的是主网架,它一般是电压等级最高的电网。它是整个电网的核心,联系着低电压等级电网。在进行网图关联设置前,首先根据电网的主网架绘制出主网图,并将低电压等级电网的主母线绘制在该主网图中。低电压等级电网的主母线往往是主网架中变压器的中、低压母线。然后,再绘制电压等级低一级的网图,即子网图。网图绘制完成后,通过调用多级电网管理构件的设置关联功能选择不同网图中的母线进行对应的关联设置。短路电流计算中的网图关联操作是在短路电流计算时将不同网图进行等值关联的过程。在短路电流计算时,程序先根据用户预先设置的关联信息进行网图的深度遍历计算出关联母线上的等值阻抗,再回溯到上级的网图中并修改对应母线上的等值阻抗,通过遍历计算出所有关联母线上对应的等值阻抗,然后再进行当前网图的短路电流计算。这样使得在不同网图中的短路电流计算都考虑了全网的运行情况,使结果更加准确。由于采用了遍历、回溯的方法,使得支持多级电网没有层数上的限制。保护整定中的网图关联操作是在保护整定中将保护定值和时间进行关联的过程。在开关和元件保护整定的时候,如果用户选择的保护所配合的开关或元件超出了本网图的范围,该构件会自适应地跟据用户设定的关联关系在相关网图中进行搜索,找到要配合的开关或元件提取其定值以供当前网图中保护的定值计算和时间计算,从而使整个电网的保护定值和时间相互配合。

多级电网网图间的关联关系由构件保存在数据库中,用户可以很方便地进行查询、添加、修改和删除,而无须更改网图的内容,安全方便。

4 Web 功能的实现

目前电力系统内的网络构建日益成熟,更多的应用将逐渐转向网络。为了满足网络用户的需求,本系统开发了网络功能。考虑到网络用户使用本系统网络功能的主要目的是数据查询等简单功能,因此系统采用浏览器/服务器(B/S)模式。B/S 模式不

需开发客户端软件,易于管理和维护,开发效率高,开发周期短,系统与平台无关,特别适合以查询信息为主的信息管理系统。网络用户通过 Web 浏览器访问服务器,进行查询等操作,这些服务请求通过数据包传递到服务器端,被 ASP 组件所捕获、解释并执行相应的脚本程序,通过 ADO 对象访问数据库,并返回相应的数据,这些数据同样以数据包的形式传回网络用户的浏览器上显示出来^[3]。为了处理服务器端特定脚本命令的程序,需要一台安装了脚本引擎(Scripting Engine)的服务器,如:运行于 NT 或 Win2000 上的 IIS(Internet Information Server)或 Win98 上的 PWS(Personal Web Server)。

本系统作为保护部门的服务系统,应安装运行在供电公司局域网内的保护部门的服务器上,向整个电力局提供网络服务。Internet 用户也可以在登陆电力局专用网络后通过浏览器访问本系统的网页。

本系统的网络功能主要由 Web 信息管理构件、Web 服务器构件和数据库构件三个部分共同实现。Web 信息管理构件是 Web 服务的管理后台,管理员通过该构件可以添加和删除网络用户的帐户、设置用户的查询权限、设置通过 Web 可访问的设备参数及设备保护配置及定值、设置可供下载的保护整定通知单等。这些设置都由该构件保存在数据库中。数据库构件是 Web 服务的核心,为 Web 服务提供数据支持。它对 Web 服务器构件的数据请求进行处理和回复。Web 服务构件是整个 Web 服务的主体,网络用户通过它来访问后台数据库获得所需的信息。它提供的服务有: 网络用户的安全管理,包括用户的身份验证,用户的权限控制,防止非相关人员获得信息; 电网结构图的查看,线路及电气设备参数的分类浏览和查询,方便用户了解运行设备的配置; 电网图中各点多种故障情况下短路

电流及各支路电流列表的查看,使用户对电网运行方式有直接的了解; 电网图中各开关及元件的保护配置信息和保护定值的浏览。用户可以在浏览器上选择设备来显示该设备的保护配置情况和定值参数; 保护整定定值单和整定计算书的检索、浏览、下载等功能。用户可以按照保护类型、被保护设备等条件进行查询等操作。

5 结论

本文介绍了结合 Web 的多电压等级电网继电保护整定和信息管理系统。该系统功能完善、操作简单、直观高效,既能够满足电力系统继电保护工作的需要,也可作为现代电力系统继电保护综合管理的一部分。该系统已成功应用于上海及浙江电网下属的有关供电公司,取得了良好的应用效果。

参考文献:

- [1] Pressman R S. Software Engineering: A Practitioner's Approach[M]. 北京:机械工业出版社(Beijing:China Machine Press),1999.
- [2] Date C J. An Introduction to Database Systems(Seventh Edition) [M]. 北京:机械工业出版社(Beijing:China Machine Press),2000.
- [3] 石志国(SHI Zhi-guo). ASP 动态网站编程(ASP Dynamic Web Site Programming) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing:Tsinghua University Press),2001.

收稿日期: 2003-10-09; 修回日期: 2003-12-24

作者简介:

张征(1978-),男,硕士研究生,研究方向为自适应继电保护整定系统;

房鑫炎(1963-),男,副教授,研究方向为人工智能及计算机技术在继电保护中的应用。

Adaptive setting and information management system of relaying in multi-level grids based on Web

ZHANG Zheng, FANG Xin-yan

(Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: An adaptive setting and information management system of relaying in multi-level grid based on Web with its functional characteristics and overall structure is introduced. The functions and realization of grid management and Web modular are also illustrated in detail. The system is composed of graphic interface, parameter and setting management, short current calculation, protection setting, multi-level grid management and Web components. It can take other level grids' states into consideration during protection setting, and issue parameters and setting values on Internet. The system is very useful in practice.

Key words: relay protection; multi-level grid; Web