

基于组件技术的继电保护整定软件研究

吕霞,曾克娥,李银红,段献忠

(华中科技大学电气与电子工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要: 针对继电保护整定软件的现状与发展趋势,论述了组件技术的优势,给出了基于组件技术的系统体系结构、组件组装和组件通信的设计方案,并详细介绍了整定计算服务层中的基本组件、整定计算组件的基本设计思路和新增保护装置的实现方法。

关键词: 继电保护; 整定; 基于组件的设计; 组件技术

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2003)02-0031-03

1 引言

继电保护是电力系统极其重要的安全保障工具。现代电力系统在要求继电保护软件功能不断完善的同时,对软件体系结构提出了更高的要求。同时,计算机技术和网络技术的发展迅速地改变着继电保护软件现状,使其向着高度灵活、可扩展、可重用、分布式应用以及经济性方向发展^[1]。

根据这几方面的考虑,本文给出了一个基于组件技术的整定计算软件的设计和实现方法。该软件采用基于组件的三层结构,将整定计算服务与数据源和用户界面分离,大大简化了系统维护以及本系统与其它应用软件的集成过程,并且降低了维护成本。

2 基于组件技术的整定软件的特点

传统的继电保护整定软件大多采用面向对象的系统模型。模型中对象之间的联系是一种点对点的直接联系,当系统对象增加时,通讯链接将以平方级激增。同时,为支持通讯,每个对象实体都要维护一个包含所有对象实体服务信息的功能服务信息库。在众多的对象中,这一部分信息是重复的,而且还要保持一致性,这样就损害了系统的有效性。另外,各种对象的接口没有一致的标准,造成向系统中加入对象的不规范和随意性。对系统的维护和对象的复用非常不利^[2]。

近年来,国内各行业包括电力系统广泛地采用C/S体系结构。尽管这种开发模式曾大幅度地提高了应用程序的开发效率和运行水平,但是,随着电力系统的发展,尤其是电力市场竞争机制的引入,传统的C/S模式已表现出它的缺点,例如:用户界面和应用模块混在一起,无法实现业务的封装;每一次新技

术的接入、软硬件平台的更新、功能的扩充,都可能造成大量人力、物力资源的浪费;前端大量的数据查询、计算以及维护工作,不便于管理和加重了网络的负担等。

随着网络的发展和组件技术尤其是分布式组件技术的发展,电力系统继电保护整定软件等应用程序的设计出现了新的前景^[3]。在继电保护整定软件中,我们引入了组件技术(Component Technology)。它有几个突出的优点^[4]:

(1)灵活性。用户对系统的需求是多变的,随着系统的发展,对于已有保护装置,整定原则可能会有所更改;针对一个区域已制定好的整定原则,可能不适合另一区域的实际情况。由于组件易于替换,可以把整定原则分配在一些组件中。如果用户需求改变了,可以在组件中反映这些变化,重建然后发布新组件,使其灵活地符合运行要求。而且这种更新将是局部化的,减少了错误的传播。

(2)可扩展。当用户现场运行的需求或电网规模发生变化(例如新增保护装置等),需要添加新的整定计算组件,或要与用户已有的其它也用组件封装的应用程序集成,采用组件技术可以最大限度地重用已有软件和代码。

(3)可实现分布、开放的体系结构。基于组件技术的继电保护软件能够非常容易地移植到局域网、企业网甚至国际互联网上运行。

(4)降低开发周期和节约成本。正由于组件具有以上的特点,因此有利于实现软件复用,提高开发效率,构建设备分散、功能分散、风险分散的低成本继电保护系统。

3 系统组成与实现

依据继电保护系统的基本特点与要求,我们提

出了组件化的系统的体系结构。系统的整体模型如图 1 所示(图中箭头表示数据流向)。

3.1 系统框架

如图 1 所示,采用组件技术,将系统抽象分解成用户界面层、整定计算服务层和数据服务层三层结构框架^[3]。框架可以对系统管辖范围内现有的和即将接入的所有继电保护装置进行整定计算,而且在对任意指定区域、任意保护装置进行整定计算时,软件的系统框架、数据结构是完全一样的。

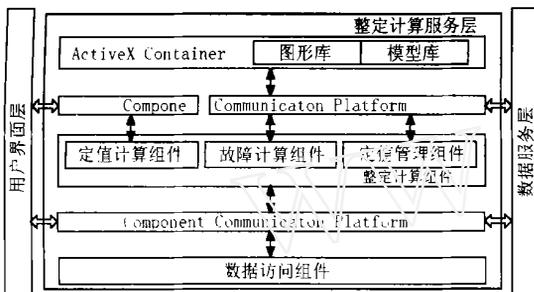


图 1 基于组件技术的系统框架

Fig. 1 Software framework based on component technology

三层结构框架中,用户界面层组件封装的是用户界面数据及相应的操作,通过 ASP(Active Server Page)和整定计算服务层组件交互。其中包括:从整定计算组件、故障计算组件或定值管理组件获取结果数据,从系统参数获取系统数据,完成人机交互等接口。

整定计算服务层负责整定分析、计算及相关问题的处理。针对整定计算工作的特点,可以将整定计算服务层再分为三类组件:

(1) ActiveX Container 及其所包含的 ActiveX 控件,如表格控件等。它们与用户界面层有非常紧密的联系,将它们从复杂的整定计算组件中分离出来可以使用户层的开发更容易,并易于适应用户界面需求的变化。

(2) 整定计算组件是整定计算服务层的核心。主要完成各种类型的故障计算、各类继电保护装置的整定计算和各种计算文稿的输出等工作,并且可以在整定过程中提供工作人员干预计算的接口。其中包含的组件及接口本文 3.2 节有详述。

(3) 数据访问组件。提供整定计算组件所需参数的录入、修改、显示及数据库的载入和保存等功能。另外,它还包含由整定计算组件要求的数据有效性验证以及本系统内部数据格式与其它系统数据格式的转换功能。

数据服务层主要包括以下子数据库:系统原始

参数库,系统图形数据库,保护配置数据库,整定计算信息库,故障计算信息库,定值数据管理库等。

图 1 中层与层的组件之间以及同一层的组件之间通过统一的组件“总线”平台进行组装与通信,本文 3.4 节对此有详述。

3.2 整定计算组件的结构

整定计算组件是整定计算服务层的核心,它包括故障计算、定值管理和定值计算等组件。

故障计算组件主要完成各类常见故障和复杂故障的计算,并且通过接口参与整定计算。接口是获取各个人机交互界面中用户对故障信息和输出量的设置,并将故障计算结果递交给定值计算组件等。

定值管理组件主要实现新定值通知单的形成、历史通知单的查询和管理、定值通知单模板的形成和管理以及根据新的定值通知单,修改系统参数库中保护的运行定值等功能。其接口主要包括从定值计算组件获取结果数据等。

定值计算组件主要实现电力系统各类保护的整定计算,其中包括线路保护、发电机保护、变压器保护、母线保护、断路器保护、电抗器保护等组件。这些定值计算组件的接口(Component Interface)包括:获取用户划定的保护范围、获取用户确认的最终断点、获取用户新增特殊方式和对已有特殊方式的修改、获取用户对定值所作修改、输出已经定义的特殊方式、输出整定计算中间结果以及输出整定计算最终结果等。考虑到各类保护整定计算的复杂性,又将定值计算组件划分为原理级保护整定组件和装置级保护整定组件这两类组件分别整定。

3.3 定值计算组件的设计

对于每种保护类型的定值计算组件,可以将其划分为原理级保护整定组件和装置级保护整定组件这两类组件分别整定:

(1) 原理级保护整定组件。即将彼此间存在配合关系的保护进行整定(主要包括零序电流保护、相间距离保护、接地距离保护等),整定方法与保护是哪一种具体装置无关。

(2) 装置级保护整定组件。因为装置级保护需要整定的量往往随着不同类型的保护装置而有较大的出入,整定规则不具有普适性,如高频保护中的高频部分、启动量、控制字等,所以装置级保护的整定计算要面向具体装置进行。

对于装置级保护整定组件,考虑到其复杂性,将其划分为更小粒度的子组件:一般项目整定组件和特殊项目整定组件。所谓一般项目整定项目,是指所有

同类型保护装置中都可能包含有的整定项目,而且它们的整定方法都完全相同。所谓特殊整定项目,是指单个保护装置特有的整定项目,如控制字等。任何装置级保护整定组件都是由若干个一般项目整定组件和一个特殊项目整定组件构成。图 2 以 WBH-100 微型变压器成套保护装置和 WBZ-500 微型变压器成套保护装置为例,说明定值计算组件的设计思路。

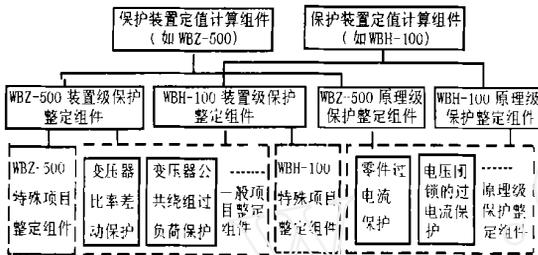


图 2 定值计算组件的设计

Fig. 2 Design of coordination component

变压器保护装置的整定项目中通常包括以下几种原理的保护:纵差保护、零序过电流保护、零序过电压保护、中性点间隙零序电流及电压保护、过电流保护、电压闭锁的过电流保护、低阻抗保护、过负荷保护、过励磁保护等。在形成变压器保护定值计算组件时,首先形成以上原理保护的原理级整定组件,并且与线路的原理级保护整定组件接口。然后,将变压器保护装置的定值清单根据其对应保护原理划分为不同部分(通常变压器保护装置的定值清单按照不同原理进行了归类),对一般整定项目,如变压器比率差动保护、变压器公共绕组过负荷保护、变压器中性点零序过流保护等,形成一般项目整定组件;对特殊整定项目,如对于 WBZ-500 变压器保护装置,有 1.10 倍至 1.45 倍过激磁动作时间、装置控制字等,对于 WBH-100 变压器保护装置,有过激磁反时限延时上、下限等,形成各自的特殊项目整定组件。

3.4 组件组装和组件通信

为提高组件间的互操作性,降低组件通讯的复杂度,我们采用了组件总线模型这种高效的组件组装和组件通信结构,如图 3 所示。

在这种基于“总线”的组件组装和组件通信方式中,组件之间采用事件触发传递消息的方式间接作用。例如在组装线路零序电流保护整定计算组件时,当线路零序电流保护整定组件接收到 Client Component(客户的组件)的整定计算请求(如图中 1 所示)后,它的消息处理方法根据信息的 ID,通过“总线”将信息分送到零序段整定计算组件和零序

高段整定计算组件(如图中 2 所示)。零序段整定计算组件和高段整定计算组件获取相邻配合保护 ID 号链表,通过总线分别使对应的整定原则组件和取值原则组件共同工作,以谋求合适的整定条件。数据访问组件则通过总线向数据服务层发送信息,获得相应的工程信息并初始化。然后请求其他组件如变压器保护整定计算组件的协同来完成计算,并将整定结果放置在总线上。再由交互服务组件判定整定结果的可靠性与灵敏度。当整定结果符合要求时,将整定结果返回到线路零序电流保护整定计算组件(如图中 3 所示),计算结束,否则,将重新开始,反复进行直至满意为止。

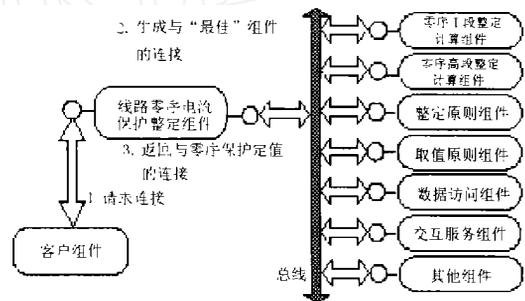


图 3 基于总线的组件通信和组件组装

Fig. 3 Component communication and assembling based on the “bus”

3.5 新增保护装置的处理

新一代的继电保护整定计算软件要求能够对新增保护装置进行插件式升级。所谓插件式升级,就是指在程序总体结构不需要更改、程序界面不需要更改、程序数据库结构不需要更改的前提下,对新增保护装置进行整定计算。

新保护装置整定组件可以从已有原理级保护整定组件和装置级一般项目整定组件拼装组成,也可以从已有保护装置整定计算组件继承。如果从已有保护装置整定计算组件继承,则新保护装置与已有保护装置的定值项目、整定方法完全相同。对于新保护装置中新的保护原理和新的整定项目,用户可以指定其字段符号、字段名称、缺省取值、整定方法等,并将这些新增的字段及其整定方法分别构成组件,结合父装置的已有的组件,指定该新保护装置的型号,即可完成新保护装置的定义与整定。

4 总结

现代电力系统继电保护软件的一个大趋势是高度集成的同时保持高度开放,相比传统技术而言,组件技术更有助于电力系统继电保护(下转第 46 页)

- [7] 傅桂兴,付英,王宗省. GWJ-型高压接地微机监护装置[J]. 山东科学,2000,(3A):97-99.
- [8] 贾清泉,肖鹏,杨以涵. 小电流接地电网单相接地故障小波选线法[J]. 继电器,2001,(3):5-8.
- [9] 葛耀中,窦乘国. 非直接接地系统中检出单相接地线路的新方法[J]. 继电器,2001,(9):1-5.

收稿日期: 2002-08-07; 修回日期:2002-11-19

作者简介:

傅桂兴(1940-),男,教授,主要从事厂矿高低压电网单相接地漏电选线装置和综合保护装置的研究与新产品开发工作;

付英(1968-),女,工程师,从事技术开发与管理工作。

New type single-phase grounding selected-line equipment based on the time-sequence logical discrimination

FU Gui-xing, FU Ying, ZHANG Wen-sheng

(Luxing Measuring and Controlling Equipment Research Institute in Taian Pioneering Service Center of High Technology, Tai'an, 271000, China)

Abstract: The core of the fault line selective protector this paper will explain is ASIC invented by ourselves. The protector uses zero sequence current and zero sequence voltage to realize time-sequence discriminating, amplitude discriminating and signal continuity discriminating, thereby it can accurately select the fault lines when single phase grounding fault occurs in 6—10kV power system. This protector can be used in power system with neutral point nondirectly grounding whether the system is of over compensation, under compensation, or non compensation; it can discriminate permanent grounding fault and instant grounding fault; it also has the ability to indicate zero sequence CT line breaking, to discriminate PT phase line breaking, and to check and demonstrate itself. The paper discusses the principle and the setting of the single phase grounding fault line selective protector.

Key words: with power system with neutral point nondirectly grounding; single phase grounding fault; fault line selective protector; time-sequence logical discrimination; CHLD

(上接第 33 页)

软件实现以下目标:(1)支持渐进开发,即组件动态重用和更新;(2)支持 Internet 和 Intranet 的应用;(3)支持分布、异构的软硬件平台;(4)保证系统可靠、安全运行。

组件技术是计算机技术与网络技术发展的产物,其自身还处于发展阶段,各种规范、实现工具还有待完善,但毫无疑问,它是 21 世纪信息系统技术发展的方向,是继结构化设计、面向对象设计之后又一方兴未艾的软件技术。组件技术的运用,将推动电力系统继电保护整定软件向着可扩展、可重用和分布式应用的方向发展^[5]。

参考文献:

- [1] Sauer L D, Clay R L, Armstrong R. Meta-component architecture for software interoperability. Software Methods and Tools, 2000. SMT 2000 [C]. Proceedings. International Conference on, 2000: 75-84.

- [2] Hull M E C, Nicholl P N, Bi Y. Approaches to component technologies for software reuse of legacy systems[J]. Computing & Control Engineering Journal, 2001, 12(6): 281-287.

- [3] 曾克娥,谢庆国,等. 基于构件技术的电力系统 MIS 模型[J]. 水电能源科学, 2001, 19(1): 75-76.

- [4] 曾月,范玉顺. 基于 COM 和 ASP 技术的工作流管理系统的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2002, (1): 241-244.

- [5] 袁和金,宋雨,王翠茹. 基于组件的软件设计及其在电力信息化中的应用[J]. 电力情报, 2001, (1): 12-15.

收稿日期: 2002-07-03; 修回日期: 2002-09-27

作者简介:

吕霞(1978-),女,硕士研究生,从事电力系统继电保护整定计算理论及相关软件技术的研究;

曾克娥(1948-),女,教授,从事电力系统继电保护和自动化的研究;

段献忠(1966-),男,教授,博士生导师,从事电压稳定、FACTS、信息化电力系统和电力市场等领域的研究。

Study of component-based relay coordination software

LV Xia, ZENG Ke-e, LI Yirong, DUAN Xianzhong

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at the status and developmental trend of the relay coordination software, this paper presents a threelayer model and a scheme of component assembling & communication after analyzing the advantage of component technology. The basic components in the coordination layer, the approach of designing protection coordination components and a method of adding new devices are also illustrated for detail.

Key words: relay protection; coordination; component-based design; component technology