

插件技术在发电厂整定计算系统的应用

廖小君¹, 吕飞鹏²

(1. 四川电力职业技术学院, 四川 成都 610072; 2. 四川大学, 四川 成都 610065)

摘要: 分析了各种整定计算软件系统的发展情况及特点, 指出各自存在的局限性。探讨了基于插件式开发实现整定计算软件系统的优势, 基于 .Net 平台的插件系统实现的方法。为克服传统整定计算系统的不足, 将插件技术应用到整定计算系统设计中, 提出通用电厂整定计算系统配合装置插件的系统方案, 解决了系统扩展性和灵活性的问题。

关键词: 插件系统; 发电厂; 整定计算软件; .Net 开发

Application of plugin technology in setting calculation system of power plant

LIAO Xiao-jun¹, Lü Fei-peng²

(1.Sichuan Electric Vocational and Technical College, Chengdu 610072, China; 2.Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: By contrasting calculation software's development and its features, their disadvantages are pointed out. By giving the advantage of protection setting calculation system's development with plug-in technology, the method of how to achieve the plug-in system based on .Net platform is proposed. A new design of setting calculation system which combined the common plant setting calculation system with the device plug-in based on plug-in technology is introduced to overcome the disadvantage of traditional system, which solves the problem of extensibility and flexibility of setting system.

Key words: plug-in system; power plant; setting calculation software; .net development

中图分类号: TM74; TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)18-0065-05

0 引言

随着继电保护整定计算技术的发展, 对保护定值计算的要求也越来越高。定值计算软件不仅能够计算原理级定值, 而且应当能进行装置级辅助定值计算, 形成一套完整的定值计算、管理的综合信息系统。目前, 大多数的整定计算软件系统能够很好地计算原理性定值, 但在灵活、方便地生成装置级的定值单及进行定值管理上还存在不足。一些软件通过诸如脚本编程^[1,2]等方式来实现定值单生成和管理, 这种方式使得其应用受到限制, 同时对新保护原理和新装置的定值生成则很难实现, 而且系统升级很困难。

利用先进的插件技术, 本文提出了一种基于插件技术的发电厂整定计算和信息管理软件系统构成方案。该方案的核心方法是通过设计一个发电厂通用整定计算模块来实现原理级定值的计算, 利用插件技术来完成装置级辅助定值的计算和定值单生成。由于插件可自动进行配置, 不同微机保护装置由不同的插件来实现, 这样对于新保护原理和新保护装置只要设计新插件, 程序将会通过新插件实现

相应定值的计算及管理。由于插件的开发很容易实现, 大多数的计算通过通用整定计算模块实现软件复用, 而插件仅需实现新原理和定值单生成。这种全新的整定计算软件系统架构解决了不断出现的保护新原理和新设备使整定计算系统面临很快淘汰的问题, 同时, 采用 .Net 平台来实现插件技术, 可充分利用 .Net 平台先进的网络信息处理功能, 使继电保护信息管理网络化, 使多用户能够同步实现信息管理功能, 更重要的是使系统具有良好的扩展性。

1 目前整定计算软件系统分析

对于发电厂整定计算软件, 目前主要采用的实现技术包括专家系统、组件技术、可视化技术等。文献[3]介绍了一种专家系统在发电厂整定计算系统的应用, 文献[4]介绍了电厂整定计算专家系统的组成。随着网络技术的应用, 在整定计算平台上开始考虑网络化应用及 Web 应用, 并取得了一定的成果。比如, 文献[5]介绍了基于 Web 的保护整定和信息管理。随着继电保护信息管理系统的提出, 整定计算软件系统已经不仅仅考虑进行定值的计算, 还

包括定值单的生成和管理等，因此对定值单的管理系统也逐渐和整定计算系统集成在一起。文献[6]介绍了基于脚本的发电厂整定计算软件定值单生成系统。文献[7]介绍了组件式的定值单管理系统。

已有的整定计算软件普遍存在一个技术难点，即如何将整定计算软件系统的定值计算和定值管理很好地集成在一起。传统的定值计算程序大都只考虑原理性定值，专家系统中的知识库扩展不灵活，对于定值单的管理需采用脚本或第三方软件来实现^[1,2]，但这种方式对于不断出现的新保护原理和不同装置的定值单生成则难以实现，而且用户较难掌握这些脚本程序，使应用受到限制，对新原理的保护往往只能升级原有的程序。对于采用组件技术的整定计算系统，尽管可以实现软件复用，软件系统中的各个部分可以共享基础信息，如文献[8,9]将软件系统设计成相互较独立的组件 COM 协同工作，但对于不同装置的定值单的管理则无法实现，同时对新原理的保护则需要修改其整定计算的 COM 组件。基于 Web 的网络应用，如文献[5]也仅是实现了定值的管理网络化，但对于新保护装置的定值单生成和新保护原理的扩展仍需要修改系统。因此整定计算软件系统都面临着如何将定值计算和定值单管理很好结合在一起，对于新保护原理和保护装置能最大程度地进行扩展的问题。

插件式系统设计方法的应用越来越广泛，基于插件的设计有很多优点。把扩展功能从框架中剥离出来，降低了框架的复杂度，让框架更容易实现。扩展功能与框架的联系很弱，插件架构体系基本的一个概念就是基于松散的模块积累方式，通过新增插件以及扩展原有插件的方法来完成系统的实现，目前，插件技术在电网整定计算中已有应用^[10,11]。在发电厂整定计算软件系统中极少采用插件式系统设计方案，由于发电厂整定计算的保护类型多样，采用插件式系统设计将会更有优势。

2 插件系统原理及 .Net 平台插件实现

插件的构建首先由开发人员编写系统框架，并预先定义好系统的扩展接口。插件根据系统预定的插件接口编写扩展功能，实现对系统功能的独立扩展。实际应用中，插件都是以一个独立文件的形式出现。

采用插件的方式使系统具有如下特点：

(1) 系统的扩展性大大地加强了。如果在系统发布后需要对系统进行扩充，就不必重新编译，只需要增加或修改插件。

(2) 有利于模块化的开发方式。可以开发强大的插件管理系统，无需修改基本框架，仅仅使用插件就能构造出各种各样不同的系统。

所谓插件系统就是通过许多插件构成的系统，这是更高层次的插件式软件设计。在插件系统中，Eclipse 插件系统是非常成功的插件框架结构。

插件系统的设计需考虑 5 个方面：

(1) 扩展点

扩展点是插件插入的地方，也就是在设计插件系统时需要考虑插件在什么地方插入，如何插入。

(2) 界面呈现及布局

插件在被加载后可以以菜单、状态栏、窗体等方式呈现，因此在设计插件系统时需要考虑以何种方式出现。同时插件呈现后还需要考虑插件的布局，即插件按照一定的布局放到整个系统的界面中。

(3) 插件交互

对于复杂的插件系统，插件之间可以相互调用即形成父插件和子插件。插件之间的交互通过扩展点实现。父插件调用子插件实现的扩展点来触发子插件的动作。

(4) 插件加载

这是插件系统中非常重要的过程。插件的加载都采用所谓的“延时加载”方式^[14]，即只有在调用执行动作的时候才会动态创建真实的插件对象。

(5) 主框架

事实上无论哪种方式的插件系统都需要主框架来加载插件，只是说运行框架的规模大小。微内核的模式运行框架非常小，各个模块几乎都是用插件相互协同工作的。巨内核的主框架相对大，但结构更简单，实现起来容易一些。

本文提出的 .Net 平台的插件系统^[15]主要由应用程序框架、插件接口、插件和公共函数库四部分组成。插件系统图如图 1 所示。

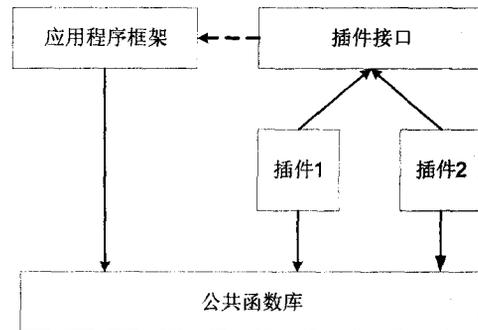


图 1 插件系统示意图

Fig.1 Sketch map of plug-in system

应用程序框架负责应用程序的整体运作，相当

于整定计算系统的基本运行框架。

根据整定计算软件系统的特点, 插件接口主要考虑保护新原理和新规则及新的保护装置的辅助定值等插件接口, 所以对于整定计算系统而言, 其插件接口不会很复杂。

插件是完成实际功能的实体, 实现了要求的插件接口。在整定计算系统中, 可以考虑设计装置级插件来专门完成辅助定值的计算和生成, 完成特殊保护新算法的定值计算。

公共函数库是一组函数或者类, 应用程序框架和插件都可以调用。由于尽管每种微机保护装置定值项有差异, 保护原理有差异, 但大多数的基本原理是相同的, 因此将通用的保护算法放在一起则可形成通用定值计算系统, 所有插件对于通用保护的定值只需调用通用定值计算系统的算法即可, 而插件仅完成其特殊部分。

3 插件技术在发电厂整定计算系统应用

3.1 需解决的问题

发变组保护整定计算有和电网整定计算中一些不同特点, 主要体现在:

(1) 涉及的参数众多, 包括设备参数、互感器参数、试验参数、运行及方式参数等。

(2) 整定计算相对独立, 涉及参数联系多。

(3) 整定计算的各种整定配合参数较多, 经验值整定较多, 整定方法较为固定, 应当提供足够灵活的整定参数。

(4) 数据库系统应当和其它图模库等数据库统一考虑。

(5) 各厂家保护差异较大, 配置较灵活, 应用插件技术应当考虑大多数共性。

针对发电厂整定计算的特点, 插件系统应当考虑以下一些方面:

(1) 插件式系统对通用计算的复用。

(2) 插件系统对特殊故障的接口。

(3) 保护配置信息。

(4) 插件界面的显示问题。

(5) 插件系统的加载和数据库的交互。

3.2 发电厂整定计算插件系统设计

针对发电厂整定计算的特点, 本文提出通用整定计算系统配合装置插件构成的插件式发电厂整定计算系统。

(1) 插件系统架构采用巨内核方式

在插件系统的基本架构上, 考虑到整定计算系统中变化最大的部分是不断出现的新保护原理的计

算方法、不同地区的不同的整定计算方式、不同厂家的微机保护装置的定值项和辅助定值的计算方式, 因此应当根据这些特点来采用插件系统实现系统架构。采用微内核方式虽然灵活性更好, 但考虑到用户的变化主要集中在这几个方面, 用户进行插件扩展具有很大难度, 因此本文采用巨内核的方式。当然为了尽量使系统灵活, 这里的巨内核(主程序)并不大。

(2) 插件接口设计主要考虑装置级定值和算法扩展

在插件接口上, 主要针对扩展新的保护原理的整定计算和新保护装置辅助定值的计算进行考虑。根据具体需要也可以对需要进行扩展的部分提供接口, 如特殊故障计算等。在设计时应考虑备用的功能接口, 否则一旦编译后由于没有预先设计扩展接口, 那么插件就会由于没有插入点而无法实现。这个问题的解决方法是在系统设计时应充分考虑可能的应用, 或者设计通用接口, 这样就可通过它来任意扩展插件了。

(3) 保护装置插件设计

在插件设计上, 本文插件以具体的保护装置为对象。每一种保护装置类型就是一个保护插件, 对于发电厂配置的每套保护的整定计算和定值单的信息管理都通过加载对应的插件来实现。对于通用定值, 通过通用发电厂整定计算系统进行计算, 而特殊定值和辅助定值由插件进行计算和定值维护管理。由于装置级插件的定值由自身进行计算和管理, 它和主程序之间是松耦合, 这样在增加新的保护装置时其定值计算只需加载新的插件便可实现。而在插件开发上, 通过合理的类设计进行插件复用, 可最大程度的减少开发量。用户所做的仅是下载新的保护插件并自动安装配置, 这样扩展了用户的业务。

(4) 插件系统公用库设计

由于考虑到大多数电厂的保护基本配置很多是类似的, 而且也有相应的一些国家标准。1999年出台的电力行业标准《大型发电机变压器继电保护整定计算导则》是应用广泛的通用行业标准, 以该导则为标准设计了一个通用发电厂整定计算类 GExpert 作为公用的通用计算模块。事实上完全可以考虑将该模块设计为一个插件系统, 每种保护算法设计成子插件来构成, 当然这需要很好的接口和集成方案才能实现。

(5) 插件的加载

插件的加载采用基于.NET 的反射机制动态加载的方式, 同时为了便于插件管理, 提出了一个插件管理器 PluginManager 来进行插件的加载管理,

如插件的查找、类型检查、实例化、卸载等。

(6) 插件界面布局

在插件系统的呈现和布局上, 本文采用了插件自带用户窗体的插件形式。由主程序提供一个放置插件的容器, 通常是一个面板。布局上采用简单的页签方式便于用户查看装置级的每套保护的定值整定过程和定值数据及进行定值单的维护和管理。所有基于装置的定值计算功能均由插件来实现, 这样使得整个巨内核方式的插件系统的运行框架非常简单, 更容易进行扩展。在运行时, 主框架仅需加载装置级插件并显示在设计好的容器里, 调用通用电厂整定系统(也可以设计为插件)计算通用定值并将计算结果返回给插件, 这样所有的定值计算和管理及维护均由插件实现, 扩展就非常容易了, 而不用对系统重新编译和升级。而且, 装置级插件本身也可以设计成一个插件系统, 如特殊定值计算插件、辅助定值插件、定值单管理插件等这些针对装置级的功能, 即装置级插件由许多子插件构成, 其灵活性和可扩展性将更好, 软件复用性将更好。

(7) 插件系统交互设计

如前所述, 良好的插件系统需要考虑插件间、插件和主系统、插件和公用系统间的良好交互问题。本文中由于插件系统设计简单, 因此不存在插件和插件间的相互交互问题, 但插件系统和主系统间有一定的交互, 插件系统和公用系统(通用电厂整定计算模块)间有交互。它们之间的交互主要是数据的交换问题, 即插件进行特殊算法计算和辅助定值等的计算需要相关设备一次二次参数, 还可能网络拓扑分析和故障量的计算, 而计算完成后亦需要将定值保存或显示及打印, 同时插件还需要调用定值计算系统来完成装置内的通用定值项的计算。

3.3 插件式电厂整定计算系统框架

按照上述提出的插件式整定计算系统框架包括了主程序(运行框架)、通用电厂整定专家系

插件式发电厂整定计算系统基本框架

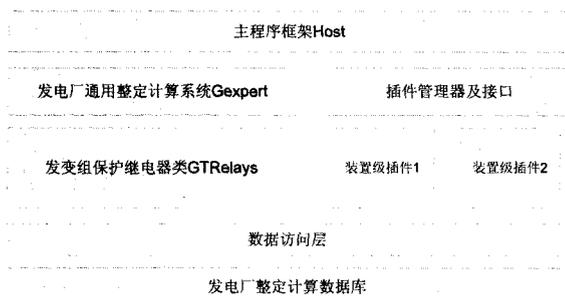


图 2 .Net 系统框架示意图

Fig.2 Sketch map of .net system framework

统 GExpert、发变组保护类 GTRelay 和其集合 GTRelays、发电机保护类 GRelay、变压器保护类 TRelay、插件管理器 PluginManager、装置级插件 Plugin、发电厂整定计算数据库 RelayDB、装置参数类 DeviceData、数据访问层 DataAccessLayer。

插件式发电厂整定计算系统基本架构图如图 2 所示。

4 结论

利用插件技术实现发电厂整定计算系统解决了长期以来系统对于保护新原理的整定和装置级定值的扩展无法很好实现的技术难点。本文提出的采用巨内核方式插件系统, 采用通用整定系统配合装置级插件, 通过插件管理器进行维护管理的模式, 系统具有非常好的扩展性能。用户不需要进行系统的重新编译或升级, 也不需要计算人员进行脚本编程, 仅需添加插件进行扩展即可实现, 使系统具有良好的可扩展性。

参考文献

[1] 王友怀,王广学,李明波.柔性通知单在整定计算程序中的应用[J].继电器, 2002,30(12):55-57.
WANG You-huai, WANG Guang-xue, LI Ming-bo. Application of the Flexible Setting List in the Setting Program[J]. Relay, 2002, 30(12):55-57.

[2] 谢俊,石东源,张德泉,等.继电保护柔性定值单管理系统开发[J].电力自动化设备, 2007,27(1):74-77.
XIE Jun, SHI Dong-yuan, ZHANG De-quan, et al. Development of Flexible-setting-list Management System of Relay Protection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27(1):74-77.

[3] 刘然,李国庆,赵钰婷.发电厂继电保护整定计算专家系统的研究[J].东北电力学院学报, 2003,23(4):5-9.
LIU Ran, LI Guo-qing, ZHAO Yu-ting. Expert System for the Setting Calculation of Relay Protection in Power Plant[J]. Journal of Northeast Dianli University, 2003,23(4):5-9.

[4] 徐伟中,赵敏.专家系统在继电保护整定计算中的应用[J].热电技术,2005,4:36-38.
XU Wei-zhong, ZHAO Ming. Application Research on Expert System in Protective Relay Setting Calculation[J]. Electric Technology, 2005,4:36-38.

[5] 杨光,王慧芳.基于 Web 的发电厂继电保护整定与信息管理系统[J].电网技术, 2002,26(4).30-33.
YANG Guang, WANG Hui-fang. A Web Technique Based Protective Relaying Setting Calculation and Information Management System for Power Plant[J]. Power System Technology, 2002,26(4).30-33.

- [6] 王磊,单永梅,孙鸣,等.发电厂继电保护定值整定计算软件中定值单的生成[J].继电器,2006,(34(5)):21-23.
WANG Lei, SHAN Yong-mei, SUN Ming, et al. Creation of the Report Form in the Setting Calculation Software of Relay Protection for Power Plant[J]. Relay, 2006,34(5):21-23.
- [7] 王海燕,焦彦军,范凯,等.发电厂定值整定及管理系统[J].电气时代,2005,32(3):100-102.
WANG Hai-yan, JIAO Yan-jun, FAN Kai, et al. Research on Power Plant Fixed Value Setting Based on Components and Management System[J]. Electric Age, 2005, 32(3):100-102.
- [8] 孔祥敏,焦彦军,柯赫震.通用的发电厂继电保护整定计算及管理软件[J].继电器,2006,34(4):14-16.
KONG Xiang-min, JIAO Yan-jun, KE He-zhen. University Protective Relaying Setting Calculation and Management System for Power Plant[J]. Relay, 2006,34(4):14-16.
- [9] 刘为雄,蔡泽祥,孔华东,等.发电厂继电保护管理信息系统研究[J].中国电力,2002,85(4):58-61.
LIU Wei-xiong, CAI Zhe-xiang, KONG Hua-dong, et al. Study on Management Information System of Relay Protection for Power Plant[J]. Electric Power,2002, 85(4):58-61.
- [10] 姜昌华. 插件技术及其应用[J]. 继电器,2005, 33(21):79-83.
JIANG Chang-hua. About the Theory And Applications of Plug-In[J]. Relays, 2005, 33(21):79-83
- [11] 卓越,吕飞鹏,黄斌,等. Ms. Net 插件技术在继电保护整定计算软件中的应用研究[J]. 继电器,2005,33(21): 55-57.
ZHUO Yue, Lü Fei-peng, HUANG Bing, et al. Study on the Application of MS.Net Based Plug-in Technology in Relay Protection Setting Calculation Software[J]. Relay. 2005, 33(21): 55-57.
- [12] 高春如.大型发电机组继电保护整定计算与运行技术[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [13] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,1998.
- [14] jecshon.Designing Extensible Windows Forms Applications[Z].
- [15] Redth. Plug-ins in C#[M].MSDN Library,2004.
- [16] Jonathan Dick. An Introduction to Plug-ins in C#[M]. MSDN library,2004,

收稿日期:2009-01-16

作者简介:

廖小君(1974-),男,硕士,讲师,从事微机继电保护方面研究及信息系统的研究; E-mail:liaoqx_px@sina.com

吕飞鹏(1968-),男,博士,教授,从事电力系统继电保护和综合信息处理智能系统的研究。

(上接第64页 continued from page 64)

- PANG Hao, LI Dong-xia, ZU Yun-xiao, et al. An Improved Algorithm for Harmonic Analysis of Power System Using FFT Technique[J].Proceedings of the CSEE, 2003,23(6): 50-54.
- [4] 祁才君,陈隆道,王小海.应用插值 FFT 算法精确估计电网谐波参数[J].浙江大学学报,2003, 37(1):113-116.
QI Cai-jun, CHEN Long-dao, WANG Xiao-hai. High-accuracy Estimation of Electrical Harmonic Parameters by Using the Interpolated FFT Algorithm[J]. Journal of Zhejiang University,2003,37(1):113-116.
- [5] 王波,杨洪耕.基于 AR 谱估计和插值 FFT 的间谐波检测方法[J].继电器,2006,34(4):49-52,56.
WANG Bo, YANG Hong-geng. A Method for Interharmonic Measurement based on AR Model Spectral Estimation and Interpolation FFT Algorithm[J]. Relay, 2006,34(4):49-52,56.
- [6] Grandke T. Interpolation Algorithms for Discrete Fourier Transforms of Weighted Signals[J]. IEEE Trans on IM, 1983,32(2): 350-355.
- [7] Daniele Gallo, Roberto Langella, Alfredo Testa, Desynchronized Processing Technique for Harmonic and Interharmonic Analysis[J]. IEEE Trans on Power Del, 2004,19(3).
- [8] 李加升,柴世杰,戴瑜兴.基于插值理论的准同步算法在谐波检测中的应用研究[J].电测与仪表,2008,45(6):1-4,9.
LI Jia-sheng, CHAI Shi-jie, DAI Yu-xing. The Study of Quasi-simultaneous Algorithm Based on Interpolation in the Application of Harmonic Detection[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2008,45(6):1-4,9.

收稿日期:2008-10-10; 修回日期:2008-11-06

作者简介:

李加升(1965-),男,副教授,工学硕士,主要研究方向为电能质量检测、信号处理; E-mail: lijia shenga@163.com

柴世杰(1968-),男,硕士研究生,主要研究方向为电能质量检测、信号处理。