

一种基于复用组件的电力系统软件体系结构

李书勇¹, 宋玮¹, 邓健², 郑相华¹

(1. 华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003; 2. 湘潭电业局, 湖南 湘潭, 411100)

摘要: 为有效降低电力系统应用软件的复杂度, 提高它的开放性、复用性和集成性, 使之便于升级、维护, 在分析电力系统及 EMS 的基础上, 结合软件体系结构和组件技术的有关原则, 对传统的应用软件进行分层和组件划分, 提出了一种基于复用组件的电力系统软件体系结构, 并进一步分析以说明它的优点。这种体系结构有两个主板式基础应用组件, 组件间基于软件总线进行信息交互。

关键词: 电力系统; 软件体系结构; 复用组件; 软件总线

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)02-0039-04

0 序言

近年, 能量管理系统 (EMS) 等电力系统应用软件得到广泛运用, 随着功能不断完善, 其规模越来越大, 结构越来越复杂, 开发周期越来越长, 且存在维护麻烦、重用性、开放性和集成性差等问题。软件体系结构在控制软件复杂度、提高系统开放性和模块的重用性等方面很有优势。为了解决 EMS 这种大型的领域应用软件遇到的上述问题, 许多人进行软件体系结构在领域软件运用的研究。文献 [1] 把软件体系结构运用于我国烟草行业 MIS 系统的研究和开发, 提出了开发过程要执行的一些原则。文献 [2] 就领域体系结构的软件设计, 提出了“变化性的规整化”和“open-closed 原则”等原则。文献 [3] 提出了一种用于电力系统的管道-转接器-过滤器体系结构。本文从分析电力系统和 EMS 出发, 提出了一种基于复用组件的电力系统软件体系结构。

1 电力系统 EMS 分析

1.1 电力系统的分布性

就二次系统来说, 电力系统在地理上是一个由信息通道相互连接的分布式系统。在发电厂、变电站, 远程终端/前置机采集量测量、开关量等信息, 处理并发送; 在调度中心, EMS 接收数据信息, 对接收来的数据进一步处理、分析和显示, 从而让调度员了解整个电力系统的运行状况, 然后发送相关调度指令直接调控远方设备或授权厂站端的工作人员进行操作, 以实现电力系统的合理调度。

1.2 EMS 分析

1) EMS 数据库

电力调度中心本质上是一个信息处理中心,

EMS 要分析、处理大量的数据信息: 实时数据、预测与计划数据、基本数据、历史数据、临时数据^[4]。一个高效的数据库系统是 EMS 必需的。没有数据库的快速响应, 相关的 EMS 功能软件就不可能满足实时/准实时要求。文献 [5] 将 EMS 中的数据分为 3 类: 原始数据、控制数据和被控数据。并运用面向对象技术引入“数据库家族”(对象实例)的概念, 以设计出方便 EMS 功能协调和功能扩展的数据库。

2) EMS 的分布性

EMS 软件很庞大, 通常按不同的功能安装在多台主机中。这样, 许多的高级应用软件就处在一个分布式环境中, 既相对独立又相互传递信息, 要保证正常无误可靠地工作, 一个好的软件体系结构和先进的软件技术是非常需要的。

2 基于复用组件的电力系统软件体系结构的提出和分析

2.1 软件体系结构的含义及有关模型特点

1994 年, Bass 等人在关于软件品质属性研究中提出, 体系结构设计至少可包括应用领域的功能分割、系统结构、结构的领域功能分配 3 方面。Hayes-Roth 指出, 软件体系结构是由功能组件组成的抽象系统的说明, 它是按照功能组件的行为、界面和组件之间相互作用进行描述的^[4]。文献 [2] 比较了 4 种典型的软件体系结构模型。认为面向对象的模型与以数据为中心和以执行为中心的模型相比, 对象中数据和操作的封装降低了系统的复杂性, 无中心的结构使系统有更好的灵活性; 但对象之间的联系是一种点对点的直接联系, 当系统中对象数目 n 增加时, 通信链路数 $((n^2 - n) / 2)$ 以平方级递增, 增加了通信开销和信息冗余, 且对象之间缺乏统一标准的

接口,不利于系统的维护和对象的扩充、复用。基于总线的体系结构模型中,组件中的对象采用统一的规范定义,组件接口也遵循统一的规范,系统以总线结构的形式连接各个组件。这里的总线实际是一个实现组件间连接的公共接口规范,组件数为 n ,其组件间的通信链路数为 n ,因此,组件间的通信链路数以线性速率增加;而组件接口规范一致,提高了组件的互操作性。

2.2 组件及其复用含义

组件技术是面向对象技术的发展,是支持软件复用的核心技术。组件是接口与实现分离的输出为二进制代码的软件模块。“复用的含义:旧的软件系统中的组件能兼容新的组件;在某一平台上运行的组件,不用经过修改或只经过简单的修改就能运行在另外一个新的平台。复用组件是指具有相对独立功能和复用价值的组件。为了适应分布式网络系统的应用,Microsoft公司和对象管理组织OMG分别提出了分布式组件技术标准:COM/DCOM和CORBA(公共对象请求代理体系结构)。因此,组件具有很好的独立性、封装性和复用性;适应分布式网络环境,如电力系统。

2.3 电力系统软件结构分层

领域应用软件中很多的专业知识在许多功能软件中都是必需的、通用的,而某一些功能的实现是以另一些功能的实现为基础。电力系统应用软件也不例外,比如EMS中,潮流计算、结线分析是通用的,它们的实现是其它高级应用软件功能实现的基础。因此,为了提高系统的集成性和复用性,电力系统软件结构有分层的必要。

传统的客户机/服务器(C/S)的两层结构实质是文献[6]提到的以数据为中心的模型,不能实现功能开放,灵活性不足。比较EMS中传统的应用软件,发现它们有相似的可视化界面,都包括对电气接线图的显示和操作,都要显示相关数据、形成相关报表;大部分高级应用软件使用状态估计、结线分析、潮流计算、短路电流计算的结果;高级应用软件一般不直接需要实时数据库中电压、电流、开关量等生数据信息,而需要经过处理和修正得到的熟数据信息。基于数据同源、模块共用和结果一致的原则,应该把界面统一起来,形成通用的界面层;同时把状态估计、结线分析、潮流计算和短路电流计算抽出来,形成一个电力系统基础计算软件层;保留C/S结构中的(高级)应用层。

2.4 电力系统软件的组件划分

按照传统的电力系统高级应用软件的功能划分组件,可使组件有“复用价值”、“相对独立的功能”,且能减少组件间的信息交互。这样,一个复用组件的电力系统软件体系机构得以形成,其结构如图1。

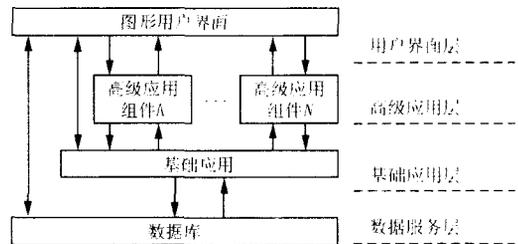


图1 电力系统软件体系结构

Fig 1 Architecture of power system software

这种电力系统软件体系结构,是一个多层体系结构,分为用户界面层、高级应用层、基础应用层和数据服务层。用户界面层就是一个大的界面组件,主要完成人机交互功能。高级应用层包括各类的高级应用组件,完成负荷预测、预想故障分析、安全约束调度、最优潮流、稳定分析、暂态分析、交换功率计划、燃料调度、水火电协调等功能,每一个组件完成一项功能。基础应用层由基于组件技术的软件主板和完成具体基础计算功能的电力系统基础计算插件组成。软件主板首先要实现与外部组件联系和对数据库读取的功能,其次考虑到电力系统状态估计和结线分析是其它基础计算的基础,因此把电力系统状态估计和结线分析的功能封装在软件主板中;电力系统基础计算插件则实现某一具体的电力系统基础计算功能。由于EMS实时态和研究态的两种工作模式涉及的潮流计算算法和短路计算算法有所不同,且这么多的高级应用组件需要使用这个软件主板的结果,从安全、效率等方面考虑,基础应用层采用双主板结构。两个主板是一样的,只是彼此的基础计算插件有所不同,一个支持实时态运算,一个支持研究态运算。数据服务层主要由文献[10]提出的“数据库net的家族”和“数据库lfb的家族”构成。

2.5 基于软件总线的信息交互

为了进一步降低组件间的耦合度,有效减少每个组件的接口,在统一规范接口的基础上,运用软件总线实现信息的交互。“软件总线”实际就是包含各种组件指针的一组程序,它能响应组件请求,为组件转送数据和接收数据。关系如图2,基础软件主

板中的圆圈表示基础计算插件。

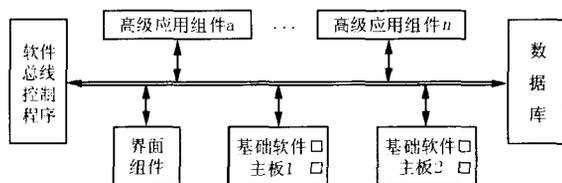


图 2 基于总线的软件结构模型

Fig 2 Software architecture model based on bus

3 基于复用组件的电力系统软件体系结构的再分析

从整体来看,这种体系结构模块分明、结构简单。

从组件来看,一方面,运用面向对象技术和统一接口规范技术进行开发,组件具有很好的封装性和低耦合性,从而使软件实现组件模块的复用;另一方面,按传统的电力系统应用软件的功能来划分高级应用组件,组件具有很好的内聚性和天然的独立性,且组件数目不会很多。这样,组件间的信息交互就会大大减少。而功能通用的电力系统基础应用组件从传统的高级应用软件中分离出来,是系统集成、软件复用的体现。此外,它的双主板式设计,有很好的开放性和可扩充性。

从层次上看,用户界面层把过去传统的电力系统软件中众多的界面统一起来,既方便操作,又有利于系统的集成。不光如此,多层结构和分布组件技术结合更好地满足分布式网络环境,不同的调度工程师可以在同一个界面、不同的主机上使用不同的高级组件模块,彼此不会互相影响。

从软件服务对象——电力系统的发展来看,随着电网的增大和自动化程度的提高,需要处理的数据信息不断增多,所有的信息都在调度中心集中处理很难满足实时性等要求,电力系统分布式网络数据库的投运势在必行。为了和分布式网络数据库协调工作,分布式组件技术的运用是理所当然的,而这个体系结构恰好满足这种要求。另外,随着电力体制改革深入,传统能量管理系统中的能量管理功能,包括发电计划、机组协调、水火电计划、燃料调度等就可能分离出来,形成相对独立的发电报价系统。这种分层分组件的体系结构能很好适应这种形势的变化。

从软件的开发和维护来看,这种体系结构可实现增量式开发,有效缩短开发周期,可同时开发许多组件,也可开发、投运一个,再开发另一个;且便于维

护和升级,对某个功能不满意、不需要,改进和放弃都很方便,只要处理相应的高级应用组件就行,而某一高级应用组件的修改不会影响其它组件的正常工作。

4 结论

综上所述,这种基于复用组件的电力系统软件体系结构便于运用先进的软件技术进行复用组件的增量式开发,具有更好的开放性、复用性、集成性,能满足电力系统的应用和发展需要。

参考文献:

- [1] 耿刚勇,仲萃豪.采用软件构件技术开发领域应用软件[J].计算机科学,1997,24(1):58-62
GENG Gang-yong, ZHONG Cui-hao. Developing Domain Software with Component Technology[J]. Computer Science, 1997, 24(1): 58-62
- [2] 陈传波,唐咸峰.领域构架的设计[J].计算机工程与科学,2002,24(6):1-4
CHEN Chuan-bo, TANG Xian-feng. On the Design of Domain Framework[J]. Computer Engineering & Science, 2002, 24(6): 1-4
- [3] 励刚,苏寅生,陈陈.电力系统软件体系结构和框架设计[J].计算机应用,2001,21(9):78-80
LI Gang, SU Yin-sheng, CHEN Chen. Power System Software Architecture and Framework Design[J]. Computer Application, 2001, 21(9): 78-80
- [4] 于尔铿,刘广一,等.能量管理系统[M].北京:科学出版社,1998
YU Er-keng, LU Guang-yi, et al. Energy Management System[M]. Beijing: Science Press, 1998
- [5] 邓佑满,钟德成,张伯明,等.面向对象的EMS数据库设计[J].电力系统自动化,1999,23(7):24-27
DENG You-man, CHUNG Tak-shing, ZHANG Bo-ming, et al. Design of Object-oriented Database for EMS[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(7): 24-27
- [6] 周枫.软件体系结构模型的分析及研究[J].昆明理工大学学报,2002,27(6):88-92
ZHOU Feng. Analytical Research on the Software Architecture Model[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 2002, 27(6): 88-92
- [7] 邓健.面向可复用体系结构的潮流计算和故障计算研究(硕士学位论文)[D].保定:华北电力大学,2004
DENG Jian. Research of Flow and Fault Calculations for Reusable System Architecture, Thesis [D]. Baoding: North China Electric Power University, 2004

- [8] 万建成, 卢雷. 软件体系结构的原理、组成与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2002
WAN Jian-cheng, LU Lei Principle, Composing and Application of Software Architecture [M]. Beijing: Science Press, 2002
- [9] Land R. A Brief Survey of Software Architecture [R]. Malardalen Real-time Research Center Report, 2002
- [10] 杨芙清, 梅宏, 李克勤. 软件复用与软件构件技术 [J]. 电子学报, 1999, 27(2): 68-75.
YANG Fu-qing, MEI Hong, LI Ke-qin Software Reuse

and Software Component Technology [J]. Acta Electronica Sinica, 1999, 27(2): 68-75.

收稿日期: 2004-05-18; 修回日期: 2004-06-20
作者简介:

李书勇 (1979 -), 男, 硕士研究生, 主要从事电力系统远动与信息网络的研究; E-mail: oliver0057@tom.com
宋玮 (1963 -), 男, 副教授, 主要从事电网调度应用软件的研究。

A power system software architecture of reusable components

LI Shu-yong¹, SONG Wei¹, DENG Jian², ZHENG Xiang-hua¹

(1. School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Xiangtan Electric Power Bureau, Xiangtan 411100, China)

Abstract: In order to reduce effectively the complexity of power system application software, and make it more compatible, compositive, reusable, and more easy to upgrade and maintenance, after analyzing power system and EMS, based on the related principles of software architecture and component technique, the traditional power system application software is delaminated and decomposed in components. Then a power system software architecture based on reusable components is proposed, and its advantages are pointed out by further analysis. The architecture contains two basic application components of mainboard-style, and its components communicate on the software bus.

Key words: power system; software architecture; reusable component; software bus

(上接第 38 页 continued from page 38)

3) 对于电网运行管理单位来说, 应尽量选用同型号、同批次生产的单相电压互感器, 或采用三相电压互感器。对于互感器制造企业来说, 应尽量减小同型号产品技术参数的分散性, 这与提高产品的线性度同样重要。

参考文献:

- [1] 张纬钺, 何金良, 高玉明. 过电压防护及绝缘配合 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
ZHANG Wei-po, HE Jin-liang, GAO Yu-ming Overvoltage's Protection and Insulation Coordination [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002
- [2] 李谦, 陈猷清, 王晓瑜, 等. 变压器和电磁式电压互感器铁芯励磁特性曲线转换方法的讨论 [J]. 变压器, 1993, 30(12): 10-13.

LI Qian, CHEN You-qing, WANG Xiao-yu, et al Method of Converting Excitation Characteristics of Power Transformers and Potential Transformers [J]. Transformer, 1993, 30(12): 10-13.

- [3] 陈维贤. 电网过电压教程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1996
CHEN Wei-xian A Tutorial on Overvoltage of Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1996

收稿日期: 2004-05-11; 修回日期: 2004-06-20
作者简介:

王亮 (1981 -), 男, 硕士生, 研究方向为电力系统暂态仿真计算; E-mail: lionelwangliang@sohu.com
施围 (1941 -), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为电力系统过电压及其防护。

Influence of three phases excitation characteristics of PT on ferroresonance

WANG Liang¹, SHI Wei¹, SHA Yu-zhou², HUI Zhao-peng², LI Xin², JIA Jian-hua², AN Zuo-ping²

(1. School of Electrical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Dalian No. 1 Instrument Transformer Works, Dalian 116200, China)

Abstract: The ferroresonance overvoltage, which results from the electromagnetic potential transformer in the 10 kV system with neutral point unearthed, is simulated and studied by the electromagnetic transient program (EMTP). Through the simulations of three phases under the conditions of PT symmetric and asymmetric, the effect of excitation characteristics of three phases PT on ferroresonance is concluded. The results indicate that the difference of the three phases excitation characteristics of PT makes the ferroresonance very easy to occur.

Key words: EMTP; ferroresonance; potential transformer; excitation characteristic; asymmetry