

# 基于 J2EE 和 Matlab 的发电厂继电保护综合管理系统

王玉忠<sup>1</sup>, 毕睿华<sup>1</sup>, 谢文涛<sup>2</sup>, 张慧刚<sup>1</sup>

(1. 南京工程学院, 江苏 南京 211167; 2. 扬州第二发电厂, 江苏 扬州 225131)

**摘要:** 基于 J2EE 平台和 Web 服务的综合集成方案, 既能充分利用 J2EE 平台的成功优势, 又能以互操作性更好的方式展现整合企业信息系统功能。面向服务层, 将计算平台、图形化平台集成于统一的信息化管理平台之中。介绍了一种面向服务层的基于 J2EE 和 Matlab 的发电厂继电保护综合管理系统。分析其总体结构、主要功能模块和技术特点。系统采用分布式 J2EE 架构, 与 Matlab 有机结合, 实现了发电厂继电保护信息管理、故障分析、保护整定等功能。该系统具有较好的实用性和通用性。

**关键词:** J2EE; Matlab; 发电厂; 继电保护; 信息管理系统; 整定计算

## Synthesis management system of relay protection for power plant based on J2EE and Matlab

WANG Yu-zhong<sup>1</sup>, BI Rui-hua<sup>1</sup>, XIE Wen-tao<sup>2</sup>, ZHANG Hui-gang<sup>1</sup>

(1. Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China; 2. Power Plant of Yangzhou, Yangzhou 225131 China)

**Abstract:** The comprehensive EAI scheme based on J2EE platform and web services could both make full use of the advantages of the J2EE platform and expose the functionality of enterprise information system in a more interoperable way. This platform is service-oriented and is integrated with the graphic platform and the computation platform. The paper introduces a synthesis management system of relay protection for power plant Based on J2EE and Matlab. It analyses the overall structure, main functional modules and technical characteristic. Based on J2EE structure and Matlab, the management information system of relay protection for power plant, fault analysis, relay protection and setting management functions are achieved. It is versatile and applicable.

**Key words:** J2EE; Matlab; power plant; relay protection; MIS; setting calculation

中图分类号: TM77

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)18-0012-04

## 0 引言

随着发电厂规模不断扩大, 继电保护装置的数量大大增加, 其种类也不断增多, 继电保护管理工作的复杂程度和技术难度也大大增加。这对传统的继电保护管理方法和工作方法带来了挑战。传统的继电保护专业技术人员熟悉业务主要依靠翻阅学习图纸资料和现场实践, 继电保护图纸和整定值等重要数据均是以设备台帐和文件的形式保存和更新。这种工作方法和当前发电厂的发展是不协调的。另外, 随着电网结构的变化、部分设备的调整, 定期(如两年为周期)进行短路计算和整定校核是十分必要的。因此, 一个科学、高效的继电保护基础数据(资料)管理系统, 并且能够进行短路计算与分析和保护整定与校核无疑具有重要实际意义。这对规范化管理, 提高管理效率、管理水平起到积极作用。同时, 短路计算、保护整定的

准确性和及时性得到了保障。

本系统采用先进的 J2EE 技术构建继电保护技术管理系统, 基于 Matlab 的系统分析与仿真, 通过数据库技术和系统接口技术使这两种平台有机结合。

## 1 系统构成

### 1.1 系统架构

本系统主要实现发电厂继电保护技术管理、短路及整定计算以及仿真分析三大功能。继电保护技术管理系统和查询短路、整定计算结果采用 J2EE 技术构建<sup>[1]</sup>, 即采用典型的信息管理系统(MIS)模式, 如图1所示。Servlet 作为一个控制器, 负责接收和处理来自基于 Web 的客户机的所有请求, 包括对输入数据的检查和转换, 调用 EJB, 并将 EJB 生成的数据封装在相应的 JavaBean 中, 同时调用适当的 JSP 页面。JSP 是表现部件, 相当于一个 GUI。它只获取由 Servlet 所创建的 JavaBean, 并通过调用 JavaBean 的 API 将业务对象及其属性等信息数据以 HTML 文

基金项目: 江苏省高校自然科学基金研究计划项目(05KJD470081)

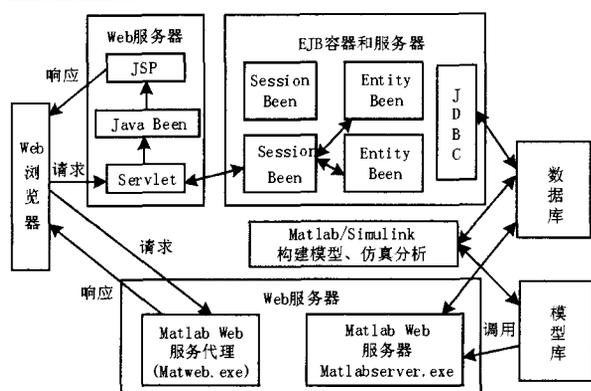


图1 发电厂继电保护综合管理系统架构

Fig.1 Architecture of synthesis management system of relay protection for power plant

件的格式发送回Web浏览器进行显示。EJB由一些类、接口、描述文件和资源文件组成,是信息管理系统功能实现的关键。根据EJB规范定义和实现一些基本的类和接口。EJB容器通过这些接口来对EJB的生命周期进行管理,并对EJB提供系统级的事物处理和安全性服务。在系统中使用了两类EJB:Session Bean和Entity Bean。Entity Bean负责与数据库的交互,其使用JDBC来访问数据库,把数据库中的数据转化为所需的Java缓冲对象,供Session Bean使用。Session Bean代表业务对象,它执行发电厂继电保护技术管理业务逻辑、简单算法、规则和工作流程,是具有业务过程逻辑的可重用组件。

考虑到发电厂自身特点(如本系统用户相对较集中、数量较少;发电厂主接线,特别是厂用电相对简单且变化小等),短路与整定计算采用基于Matlab Web Server的B/S模式<sup>[2]</sup>。Matlab Web Server是Matlab的一个面向Web开发应用的功能模块。它主要由两部分组成:一部分是Matlab Web服务器,它实际上是一个可执行的应用程序matlabserver.exe,是Matlab应用程序运行的环境;另一部分是Web服务代理,一个可执行程序matweb.exe,它将所有对Matlab的请求重新定向到matlabserver.exe进行处理。Web的客户机的短路计算、整定计算请求通过Matlab Web Server调用计算模型(m文件)在服务器上运行,将计算结果(数据、图形等)存入数据库中,同时,图形又直接返回Web浏览器。计算模型的设计很重要,既不能划分过细,也不能过于单一,一般同类计算为一个模型(如厂用变压器短路计算模型,包括了电缆、变压器高、低压母线各种短路计算为一个计算模型)。这样将全部计算划分为若干个计算模型。当发电厂电气接线发生变化(如电气改造、扩建等)时,只要修改或新建个别计算

模型就可以了。模型的修改或新建发电厂主要技术人员是能够自己完成的。

利用Matlab/Simulink构建模型、仿真分析。采用C/S模式,从数据库中读取相关设备数据参数、运行状态(主要是与运行方式相关的开关状态)等内容,依据整定规则构建短路计算、整定计算模型(m文件),并进行调试修正,存入模型库中。再依据该模型自动构建仿真模型(mdl文件),经调试后,亦存入模型库中。

利用Visual Graph专业图形引擎为短路计算和整定计算的可视化界面<sup>[3]</sup>。通过该引擎可绘制电气系统主接线以及计算结果、报表等,动画显示短路电流等信息。该引擎可以直接或间接对数据库实现实时操作(在系统架构图中未表示)。

## 1.2 系统功能

发电厂继电保护综合管理系统主要包括:技术管理、短路计算、整定计算和综合查询功能。管理和计算的内容是发电机组主变高压侧、发变组系统、10 kV、6 kV(或3 kV)厂用电、400VPC负载及MCC母线、启动备用电源系统等。

技术管理主要包括设备信息管理、图纸资料管理、定值管理、文献资料管理、班组信息管理、继电保护运行管理等。设备信息进行图形化管理,主要包括发电厂发电机、变压器、断路器、电动机、电缆以及继电保护的管理,主要提供增加和删除设备,设备参数输入、修改和删除,设备报表管理,数据备份等功能。可以方便、灵活地对发电厂一、二次设备的铭牌参数、所属单元、投运日期等进行登录、查询、统计。设备管理提供电厂所有设备的参数,为短路电流计算和保护整定服务,同时也可供发电厂局域网内用户查看。

短路计算采用常用的继电保护整定计算模型,利用Visual Graph专业图形引擎进行图形建模,利用Matlab进行短路计算与仿真分析。图形建模是可视化编程的一种体现。它通过图形操作界面输入电力网络拓扑和网络参数,由计算机自动识别网络结构,并根据需要建立相应的电力系统网络数学模型。图形建模是实现可视化的故障计算和保护整定计算的基础。短路计算主要为了实现发电厂内主设备引出端发生各种类型的故障时计算短路电流的功能。故障类型包括三相短路、单相短路、两相短路、两相接地短路。计算结果以数据和图形的格式进行输出与保存。

整定计算是依据整定规则库和短路计算结果及其它基础数据进行。发电厂设备保护不仅原理种类多,而且不同厂家生产的同一原理的保护在整定计

算中也存在差别。需要根据相关技术规定,如《大型发电机变压器继电保护整定计算导则》等,建立整定规则库。用户再根据实践经验建立自定义整定规则库,并构建实际整定模型。调用该整定模型实现整定计算。计算结果以数据格式进行输出(以定值单形式显示)与保存。

系统除上述业务功能之外,还具有完备的权限管理、数据管理等功能。

## 2 系统主要技术实现

如何使发电厂继电保护综合管理系统实用、有效,除了良好的需求分析、成熟的系统架构外,实现技术的选择非常重要。作为实际工程应用,应尽可能采用现有成熟技术、成熟产品。因此本系统的主要技术开发变成基于J2EE技术的信息管理系统、基于Matlab的系统分析与仿真以及Visual Graph专业图形引擎等的集成和应用。

### 2.1 J2EE与Matlab的集成

J2EE与Matlab的集成可通过接口进行相互调用实现。以J2EE技术构建的系统为主调用Matlab具体可从三个层面:JSP、Java、数据库实现。

Java调用Matlab方法可以利用Java的Runtime类自行设计Java类以实现与Matlab的通信,代码简洁,与平台无关,但传送大数据量效率低;借助于vc++等中间工具,主要利用Java的JNI机制与Matlab Add-in插件,运行速度较快,但设置较复杂,并与具体平台相关<sup>[4,5]</sup>。这两种方法不适合本系统(主要原因是大数据量效率低、设置较复杂)。根据本系统特点,充分利用数据库技术进行数据交换,即采用JSP和数据库集成连接(必要时可以在JSP中使用Java直接调用)。将要调用的页面(调用matweb.exe执行m文件)嵌入JSP中,将图形结果返回页面显示,数据结果直接存入数据库中供管理系统调用。在界面进行技术处理,可将图形显示和数据显示成为有机一体。

嵌入JSP中的部分代码:

```
<form action="./matweb.exe" method="POST"
target="outputwindow">
  <input type="hidden" name="mlmfile"
value="n10c">
```

其中n10c电缆-厂用变压器短路计算模型的M文件名,在该文件中实现电缆、变压器各种短路计算,由网页进行条件选择或设定,然后将计算结果存入数据库中,同时按要求部分内容(包括图形)显示在页面中。

```
function rs10c =n10c (p) % 电缆-厂用变压器
```

```
短路计算函数, p输入参数, 接受网页传入的数据。
```

```
lk = p.cl; % 参数输入, 设定故障位置
```

```
%从数据库PSMIS中获取计算参数
```

```
conn = database('PSMIS','db2admin','db2'); %
连接数据库
```

```
curs = exec(conn,'select * from userid.sbtz
where ...');
```

```
curs = fetch(curs); % 从指针中获得数据
```

```
A = curs.Data; % 数据赋值
```

```
X=A{1}; % 取出数据
```

```
close(curs); % 关闭指针
```

```
% 短路计算 (略)
```

```
...
```

```
update(conn, 'userid.dljs',{ik1,ik2,ik0},
{i1,i2,i3},{'where id=...'}); % 将计算结果存入数据
库中(数据更新)
```

```
close(conn); % 关闭数据库连接;
```

### 2.2 J2EE与Visual Graph专业图形引擎集成

Visual Graph专业图形引擎可作为一个ActiveX标准控件,可以应用在Windows平台上的各种编程语言。在IE客户端,使用VBScript或者Jscript均可以操作它提供的接口类、函数和属性。完全功能的系统不含任何第三方技术,打包后文件大小才仅有300 k。该引擎通过三种简单的基本图形(文字、形状、线条),层层组合,可以开发强大的图库,并支持多个绘图页面、多个图层,图形之间可以建立拓扑关系、图形还可以按需要分组。

嵌入JSP中的部分代码:

```
<SCRIPT LANGUAGE=vbscript>
<!--
Sub window_onload
  vgctrl1.run "http://10.0.48.1/visual_vg/TBL/发电
厂电气主接线图.tbl"
  Vgctrl1.Execute("Text1.Text='<%=Data_1%>'")
  Vgctrl1.Execute("数字表.Value='<%=Data_2%>'")
  Vgctrl1.Execute("垂直开关1.Angle=<%=
Angle_1%>")
  ...
End Sub
-->
//数据修改保存
zdjsForm.dqId.value=vgctrl1.Calculate("Text1.Text");
```

```
document.forms[0].action=
<%=contextRoot%>/zdjs.do?method=modify";
document.forms[0].submit();
```

&lt;/SCRIPT&gt;

### 2.3 面向服务的体系结构 (SOA) 的初步构建

面向服务的体系结构 SOA (Service-Oriented Architecture) 是一种用于构建分布式系统的方法, 采用 SOA 这种方法构建的分布式应用程序可以将功能作为服务交付给终端用户, 也可以构建其它的服务。SOA 有多种技术实现, 可以基于 Web 服务, 也可能改为使用其它的技术来代替。在设计分布式应用程序时, 可以将 Web 服务的使用从简单的客户端-服务器模型扩展成任意复杂的系统。本系统考虑内部与外部两种服务的体系结构: 对外使用 J2EE 1.4 平台开发 SOA/Web 服务框架<sup>[6]</sup>, 对内通过 XML 或 ASP 实现与 Web 应用层的数据访问、功能调用。

系统内部由上述三个相互独立的 Web 子系统通过应用层集成构建。通过 XML 或 ASP 实现系统 Web 应用层的数据访问、功能调用。这样构建的系统是将三个 Web 应用系统通过 Web 应用层进行松散耦合, 初步具有了面向服务的系统架构 (SOA) 的一些特征, 即具有可复用、灵活和可扩展等诸多优势。向外部用户公开服务, 只有授权的用户才能访问服务。提供另外的 Web 服务层, 过滤掉禁用的 Web 服务请求, 这种过滤方式还提供了向每一客户只公开授权给该用户的服务子集。如图 2 为外部应用的面向服务体系结构, 它向外界公开了细粒度的服务。

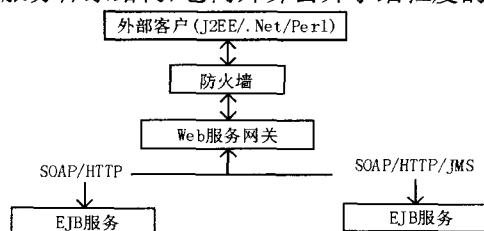


图 2 SOA/Web 服务框架

Fig.2 Architecture of SOA/Web services

外部客户 (External clients) 可以包括基于 Web 的客户、移动客户或者使用 .NET 环境、Perl 或其它编程语言编写的客户。所有这些客户都为不同的服务发送请求。Web 服务网关 (Web Services Gateway) 使用 WebSphere Application Server 5.0 中的 Web Services Gateway 产品作为公开外部服务的网关, 可以安全地对外公开 Web 服务, 防火墙之外的客户也能调用这些服务。它包括一个服务管理模型 (部署、取消部署, 等等) 和过滤器 (对流经网关的请求和响应起作用的自定义代码)。它只处理收到的 SOAP/HTTP 请求, 通过网关的请求可能发送给 Java 类、EJB 组件或者 SOAP 服务器 (该服务器甚至还可能是另一个网关)。它可以为单个的 Web 服务方法提供保护 (基本授权), 也可以保护

整个网关。使用 Web Services Gateway, 来自客户的请求可以被转换成服务所要求的任何消息协议。例如, 客户的请求可能是 HTTP 上的 SOAP, 但在内部可以使用 JMS 协议上的 SOAP, Web Service Gateway 能够提供从一个协议到另一个协议的转换。EJB 服务 (EJB services) 服务没有任何变化, 与图 1 相同。

### 3 应用实例

本系统的核心部分是基于 J2EE 和 Matlab 的短路计算和整定计算, 该技术架构在江苏某发电有限责任公司的 #1、#2 机组 (2×600 MW) 及厂用电系统短路电流计算与整定计算得到了应用, 取得了满意的效果。

服务器环境: PC 服务器, 操作系统选择 WINDOW NT/2000 Server, 数据库为 DB2 Universal 7.2,

应用服务器 IBM Webshpere Application Server/ IBM HTTP Server, IIS Server, Matlab 6.5, TCP/IP 网络协议。

通过实际应用也反映出一些问题, 如复杂计算由于 Matlab 服务调用, 尤其是第一次调用时间稍长。不过这对于一个离线计算分析系统完全能够为用户接受。另外, 该系统成本较高。采用 IBM 公司的 Webshpere Application Server, 开发软件 WebSphere Studio, DB2 数据库都将会给用户带来较高的费用代价。根据用户的具体情况, 可以移植到开发成本较低的开发软件上, 以降低成本。

### 4 结语

根据发电厂机组及厂用电系统具有设备种类多、数量大、涉及面广等特点, 构建集短路计算、整定计算、设备管理等功能于一体, 采用先进的 Web 技术实现继电保护综合管理。提出了基于 J2EE 和 Matlab 的系统基础平台, 以 Visual Graph 专业图形引擎为短路计算和整定计算的可视化界面。通过实际工程应用, 取得了良好的效果。

### 参考文献

- [1] 王玉忠, 董勤伟, 徐进. 江苏电力供电生产管理信息系统 V2.0 规划与设计 [J]. 广西电力, 2004, (6): 64-67.  
WANG Yu-zhong, DONG Qin-wei, XU Jin. Plan and Design about Information System for Electric Power Supply Management V2.0 in Jiangsu Province [J]. Guangxi Electric Power, 2004, (6): 64-67.

(下转第 24 页 continued on page 24)

不容易出现维数灾难的问题。

### 参考文献

- [1] Dommel H W, Tinney W F. Optimal Power Flow Solutions[J]. IEEE Trans on PAS, 1968, 87(10):1866-1876.
- [2] Sun P I, A shlev B, Brewer B, et al. Optimal Power Flow by Newton Approaching[J]. IEEE Trans on PAS, 1984, 103( 10):2864- 2880.
- [3] Alsac O, Bright J, Prais M, et al. Further Development in LP based Optimal Power Flow[J]. IEEE Trans on PWRs, 1990, 5(3):697-711.
- [4] 程浩忠. 电力系统有功优化潮流算法研究——等效二次规划法[J]. 电力系统自动化, 1991, 15(4):52-57.
- CHENG Hao-zhong. Optimal Real Power Flow for Power System via Equivalent Quadratic Programming Algorithm[J]. Automation of Electric Power Systems, 1991, 15(4):52- 57.
- [5] 郝玉国, 刘广一, 于尔铿. 一种基于 Karmarkar 内点法的最优潮流计算[J]. 中国电机工程学报, 1996, 16( 6): 409-412.
- HAO Yu-guo, LIU Guang-yi, YU Er-keng. A New OPF Algorithm Based on Karmarkar's Interior Point Method[J]. Proceedings of the CSEE, 1996, 16( 6):409-412.
- [6] 石立宝, 徐国禹. 基于进化规划的最优潮流计算[J]. 电网技术, 1998, 22( 2): 23-25.
- SHI Li-bao, XU Guo-yu. Evolutionary Programming Solution of Optimal Power Flow[J]. Power System Technology, 1998, 22( 2): 23-25.
- [7] 孙勇智. 人工免疫系统模型算法及其应用研究(博士学位论文).[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
- SUN Yong-zhi. The Research on Model, Algorithm and Application of Artificial Immune System, Doctoral Dissertation[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [8] 李涛. 计算机免疫学[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- LI Tao. Computer Immunology[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004.
- [9] 孙勇智. 基于人工免疫算法的电力系统最优潮流计算[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(12):30-33.
- SUN Yong-zhi. Solution of Optimal Power Flow Problem Based on Artificial Immune Algorithm[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(12):30-33.
- [10] 郭瑞鹏, 韩祯祥. 电压崩溃临界点的非线性规划模型及算法[J]. 中国电机工程学报, 1999, 19(4):14-17.
- GUO Rui-peng, HAN Zhen-xiang. Nonlinear Programming Model & Algorithm for Point of Collapse[J]. Proceedings of the CSEE, 1999, 19(4):14-17.

收稿日期: 2007-03-03; 修回日期: 2007-06-19

作者简介:

肖力(1970-), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为智能计算. E-mail: XL662@126.com

(上接第 15 页 continued from page 15)

- [2] <http://www.mathworks.com/index.html>
- [3] <http://www.visual-graph.com/support/ie.htm>
- [4] 向遥, 李宏, 谢政. 运用 Java 编程扩展 Matlab 虚拟现实的交互功能研究与实现[J]. 计算技术与自动化, 2006 年, 25(1):83-85.
- XIANG Yao, LI Hong, XIE Zheng. Java Expand Interactivity of Matlab Virtual Reality Toolbox[J]. Computing Technology and Automation, 2006, 25(1): 83-85.
- [5] 胡锡伟, 殷伟凤. Matlab 与 Java 的联合应用研究[J]. 微机计算机信息, 2006, (2):265-267.
- HU Xi-wei, YIN Wei-feng. A Study of Integrated Application of Matlab and Java[J]. Control & Automation, 2006(2): 265-267.
- [6] <http://www.ibm.com/developerworks/cn/webservices/index.html>

收稿日期: 2007-03-26; 修回日期: 2007-06-18

作者简介:

王玉忠(1966-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事电力系统自动化、信息化科研与教学工作; E-mail: njwyz@vip.sina.com

毕睿华(1977-), 男, 硕士, 讲师, 主要从事电力系统自动化、信息化科研与教学工作。

## 我国研制出 800 kV 超高压断路器 技术达国际领先水平

我国自主研发的国内第一台 800 kV 超高压双断口罐式断路器, 8 月 18 日在中国西电集团西安西开高压电气股份有限公司出厂。这一产品技术参数达到国际领先水平, 它的研发成功打破了国际上少数几家企业对 800 kV 开关设备制造的垄断局面, 提高了我国开关设备的制造水平。

据介绍, 800 kV 高压开关设备, 在国内还没有企业可以制造, 国际上仍为三断口或四断口断路器, 技术相对落后, 这种状况已经制约了我国电力事业的发展。作为我国开关设备骨干制造企业, 西安西开高压电气股份有限公司从 2003 年 9 月开始自主研发, 经过研发人员几年的刻苦攻关, 先后完成了样机试制、试装配等一系列试验项目。2006 年 7 月, 产品通过国家发改委组织的验收。