

# 基于 Web 的电压稳定实时监控系统<sup>①</sup>

张小兵<sup>1</sup>, 李连伟<sup>2</sup>, 郭湘勇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

<sup>2</sup>(湖南省电力公司 长沙县电力局, 长沙 410015)

**摘要:** 为了满足电网调度人员实时了解电网电压运行情况的需要, 开发了基于 Web 的电力系统电压稳定在线监控系统, 该系统后台使用 C++, Java 等语言开发, 前台使用 extjs 等脚本技术, 数据库采用 SQL server 2000。数据源来自 EMS (能量管理系统) 文本。开发过程使用 MyEclipse 7.1 工具。系统能够根据用户需求发布基态情况下和故障 (N-1) 情况下负荷裕度、区域裕度、裕度灵敏度等电压稳定分析数据, 自定义参数进行预防控制。开发实例证明, 采用 Java, extjs 技术开发可以提高系统开发效率, 采用 B/S 模式加强系统的通用性, 较好地满足电力系统电压稳定在线监控和分析的需求。

**关键词:** 负荷裕度; 电压稳定; 在线监控

## Real-time Monitoring System of Voltage Stability Based on Web

ZHANG Xiao-Bing<sup>1</sup>, LI Lian-Wei<sup>2</sup>, GUO Xiang-Yong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

<sup>2</sup>(Changsha County Electric Bureau, Hunan Electric Power Company, Changsha 410015, China)

**Abstract:** In order to meet the needs of dispatching and monitoring the voltage stability of power grid in real-time, a monitoring system of voltage stability is designed based on Web. The programming of web in the server system is exploited by C++, Java and so on, while the interface is exploited by the script technique, and the database management system is exploited by SQL server 2000. The data source comes from the EMS (electric management system) text. During the development process using the tools of Myeclipse, according to the need of users, the developed system can release the voltage stability data in the state of normal or N-1 like the load margin, area margin, the sensitivity of load margin and so on. The example shows that the system designed with the technique of Java and Extjs can improve development efficiency, better the program universality and satisfy the demands of real-time monitoring and analyse voltage stability.

**Keywords:** load margin; voltage stability; on-line monitoring

## 1 引言

我国经济的快速发展推动电力系统正在向远距离、大容量、超高压输电方式发展。同时由于电力体制改革和电力市场的引入带来经济性及可能出现的环保压力, 迫使电力系统运行状态逐渐趋近于极限状态, 电网的稳定性问题日渐突出<sup>[1]</sup>。因此, 在规划和运行中需要对电压稳定性进行研究并采取合理的预防控制和预防调度以保证电压水平和电压稳定裕度<sup>[2]</sup>。

湖南电网在华中电网占据重要的地理位置, 它的安全运行影响到整个华中电网的安全与稳定。湖南电网跨区域大, 负荷水平不平衡等因素对电网的电压稳定问题有很大的影响。本项目根据湖南电网的实际特点, 从 EMS 系统获得实际网络拓扑和系统状态信息, 开发先进的分析方法和计算软件对湖南电网进行在线电压稳定分析, 找出湖南系统实时状态下的电压稳定薄弱节点、危险支路等制约系统的关键因素, 实时监

① 收稿时间:2010-09-10;收到修改稿时间:2010-10-15

视电网的裕度, 根据实时运行状态进行故障筛选, 制定正确的调度计划, 及时发出正确的调度指令, 以确保电网安全稳定的运行。目前已有不少电力系统稳定分析软件, 但是这些软件大多是 C/S (客户端/服务器) 模式, 要安装客户端才能使用, 具有使用不广泛, 安装繁琐等缺点<sup>[3]</sup>。

因此有必要开发和利用能够利用互联网与同时访问的电力系统电压稳定在线监控系统。

## 2 系统结构

### 2.1 开发工具

目前计算机软件发展迅速, 有多种面向对象的程序设计语言可以开发基于 B/S (浏览器/服务器) 模式的软件, 如 Java、Visual C++、Visual Basic 等。为了提高开发进度以及后台大数据量计算要求, 选用 Visual C++ 编写后台计算程序, 采用 Java 语言编写界面程序<sup>[4]</sup>。

电压稳定在线监控系统后台编写工具 VC++6.0 是一个功能强大的基于 Windows 操作系统的可视化集成开发环境(integrated development environment, IDE)。包括编辑器、调试器以及程序向导、类向导等开发工具, 是潮流计算等电力计算的主流工具。前台界面采用 Java 等语言在 Myeclipse7.1 软件环境中主要应用 extjs 脚本语言编写完成。ExtJS 是一种主要用于创建前端用户界面, 是一个与后台技术无关的前端 ajax 框架, 有富客户端的 AJAX 应用, 编写简单, 与后台技术无关等特点。MyEclipse 企业级工作平台(MyEclipse Enterprise Workbench, 简称 MyEclipse) 是对 Eclipse IDE 的扩展, 利用它我们可以在数据库和 JavaEE 的开发、发布, 以及应用程序服务器的整合方面极大的提高工作效率。它是功能丰富的 JavaEE 集成开发环境, 包括了完备的编码、调试、测试和发布功能, 完整支持 HTML, Struts, CSS, Javascript<sup>[5]</sup>。后台数据库是采用 Microsoft 公司推出的 SQL server 2000 关系数据库, 其主要特点: 高性能设计、系统管理先进、强壮的事务处理功能和支持对称多处理器结构、存储过程、开放数据库互连 (Open Database Connectivity 等, 并具有自主的 SQL 语言<sup>[6]</sup>。

### 2.2 功能流程

电力系统的电压稳定在线监控是接受 EMS (Energy Management System, 能量管理系统) 数据并对

其进行分析处理, 根据调度人员的需求, 对该初始数据进行稳定性分析计算, 由此得到调度方案后向终端设备发送控制命令来改变电力系统的运行状态。电压稳定的计算和分析由调度中心完成, 以便对所管辖的电网有全局性的把握, 下级的变电站、发电厂和线路维护部门只接受调度中心的指令, 不需要进行相关的计算分析。而且只要接入 Internet 的计算机终端, 都可以通过服务器地址访问该系统, 获得电网运行状态信息<sup>[7]</sup>。

### 2.3 系统模型

如图 1 所示, 该系统模型是 B/S 模式, 系统的管理中心是 Web 服务器, 分布在各地的调度工作站(终端)可以网页的形式访问服务器。一般用户可以浏览基本状态信息, 没有进行稳定计算等分析权限, 只有管理员输入账号和密码通过验证后才能获得响应的计算分析权限。SQL server 数据库中存储了管理员信息、EMS 处理后的初始数据、潮流计算结果和灵敏度信息等。该系统安装在服务器端, 对系统的维护和功能更新只需在服务器端进行, 而工作站只需安装浏览器接入 Internet 即可访问该系统, 不需要安装任何客户端或者插件。

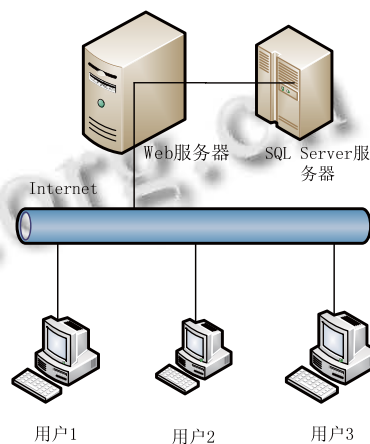


图 1 系统模型图

### 2.4 系统模型

在 B/S 模式下, 必须考虑到系统的安全性, 防止系统被黑客侵入修改后台数据库的数据, 或者数据在网络中传输时被非法窃取等情况发生。在 IIS5.0 中设置系统目录安全性为允许匿名访问的 windows 集成身份验证模式, 即用户的身份验证交由 first.html 完成, 而不在有 IIS5.0 处理, 通过对 web.config 文件的身份设置, 有

login.html 页面完成用户身份验证,把对系统的访问权限和对数据库的访问权限结合起来,每个页面在呈现给客户浏览器之前都要通过验证用户角色<sup>[8]</sup>。

### 3 数据库设计

本系统主要是对数据的处理和分析,需要频繁的存取、查询和分析数据,用户查询和获取的数据,因此,数据库的合理设计是本系统的重点。数据库管理系统采用 SQL server 2000,数据库的设计包括数据库的结构设计、数据的导入、安全性设置和自动维护功能设计。

#### 3.1 数据库结构设计

根据系统数据的特点设计两个数据库:基础数据和结果数据库。基础数据库存储管理员信息、EMS 处理后的初始数据,包括初始节点数据、初始线路数据、节点和线路总数、基准容量、收敛精度、平衡节点电压和变压器信息、发电机信息等。该数据库只能在权限允许的情况下读取数据,不能对其进行更改和删除。而只有高级管理员才能对其维护和管理,这样保证了数据库的安全性和稳定性。

结果数据库存储了潮流计算、灵敏度计算结果。包括基态情况下/(N-1)故障情况下的负荷裕度表、灵敏度信息表、故障排队信息、节点支路信息以及预调度信息。其中基态下裕度表存储了历史裕度信息,所有的 N-1 故障情况下的数据表都是临时数据表,存储的是当前时间断面的 N-1 分析结果信息。

#### 3.2 数据库连接关键技术

系统要写入或读取数据库,必须先要与数据库连接,在 MyEclipse 中连接数据库需将数据库的 JDBC 驱动加载到 classpath 中,然后编写 ConnDB()类。下面用代码实现数据库连接的方法:

##### 1) 数据库驱动

```
Class.forName( " com.microsoft.jdbc.sqlserver.SQL  
ServerDriver" );
```

##### 2) 数据库连接地址

```
url= " jdbc:microsoft:sqlserver://localhost:1433;  
DatabaseName=db_base" ;
```

##### 3) 数据库连接代码

```
DriverManager.getConnection(url,user,password);
```

```
4) 实例化数据库连接: ConnDB conn=new  
ConnDB();
```

数据集 ResultSet 是数据库在内存中的备份,在对数据库操作时完全是和原来的数据库断开的,因此采用数据集的方法可以减少客户端和服务器数据的流动负荷,从而加快客户端的浏览速度,提高系统性能。如果客户端把数据集中更改后修改数据库的数据表,可以使用 extjs 中的 Ajax 框架访问后台服务器并传入客户端参数,完成了客户端与服务器间的数据交互<sup>[9-11]</sup>。

#### 3.3 数据库安全配置

在对 SQL server 2000 进行安全配置之前,首先必须对操作系统进行安全配置,保证操作系统处于安全状态。数据库的用户安全账户认证模式有两种:Windows 认证模式和混合模式。Windows 认证模式是用户通过现成的 Windows 用户账户来连接服务器,当一个用户试图与一个服务器连接的时候,SQL server 将会认证用户的 Windows 账号的名称和密码。用户不能同时进入网络和 SQL server,只能进入其中的一个。这一方法也被称为被依赖的链接。混合模式是将 Windows 认证模式和 SQL server 认证连接在一起。用户可以通过 Windows 用户账号进行连接,也可以在 SQL Server 中直接建立用户账号。一般服务器已经在安全的状态下,我们直接现在 Windows 认证模式,他集成了操作系统的安全系统,效率更加高。

在默认情况下,SQL Server 使用 1433 端口监听。微软的 1434 端口的 UDP 探测可以很容易知道 SQL Server 使用的什么 TCP/IP 端口了,为了保证数据库的安全性,可以在数据库的属性中选择 TCP/IP 协议的属性,选择隐藏 SQL Server 实例,禁止对试图枚举网络上现有的 SQL Server 实例的客户端所发出的广播作出响应。这样,别人就不能用 1434 来探测你的 TCP/IP 端口了。

### 4 Web客户端设计

#### 4.1 界面设计

用户界面都是用网页形式,使用企业级工作平台 MyEclipse7.1 设计,采用 extjs 组件技术。Extjs 是一种主要用于创建前端用户界面,是一个与后台技术无关的前端 Ajax 框架,不用设计人员另行编写样式 CSS 代码,所有控件可以在官方网站下载源代码进行修改使用,可以减少开发时间提高系统设计效率。界面的整体风格采用类似 Windows XP 操作系统的桌面,有快捷方式可以链接到调度员最关心的数据接口,比如

当前电力系统运行状态。在页面的左下方有开始按钮开启全系统菜单，包含了系统所有窗口的链接。界面结构框架如图 2 所示。

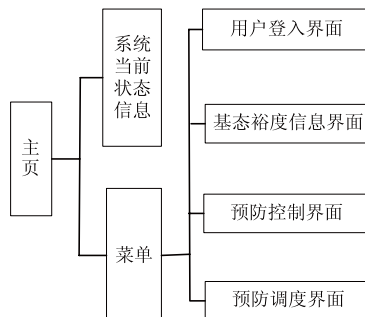


图 2 系统界面结构图

#### 4 实例

将使用 Visual C++和 Java 开发的电压稳定在线监控系统应用于湖南电网，对湖南电网 EMS 数据进行潮流计算和电压稳定灵敏度计算，将结果存储到 SQL Server 2000 数据库中，系统发布后能够实现远程登入、用户身份验证，根据用户权限显示湖南电网全网裕度和裕度灵敏度，可以根据自定义参数进行 N-1 故障分析和预调度操作。界面效果如图 3 所示。

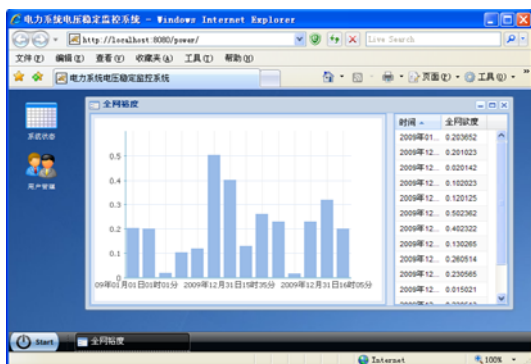


图 3 系统发布的裕度信息

#### 6 结论

由于 MyEclipse 集成开发环境内嵌了 Java、Extjs、

Ajax 等先进技术，使得设计风格一致、功能丰富的动态网页，实现与后台数据库交互迅速简便，大大提高了程序设计的效率。系统采用结构松散的 B/S 模式，利用 SQL server 管理电压稳定计算结果数据。该系统为调度人员提供详细的电网电压稳定方面的理论依据，从而大大提高调度员在生产调度中的运行水平和事故处理能力。同时，可以自定义计算比较各种情况下系统的电压稳定水平，便于合理的调整系统运行参数，预防电网电压崩溃事故的发生。

#### 参考文献

- 1 张志刚.天津电网电压稳定实时监控系统的研究与开发.天津电力技术, 2006,4:1-4.
- 2 吴浩,韩祯祥.电压稳定的实时监控.电力自动化设备, 2002,22(1):11-14.
- 3 李鹏,杭乃善.基于 Web 电压稳定监控系统设计.计算机应用, 2007,5:71-73,86.
- 4 张峰,李慧丽.Java Web 2.0 架构开发与项目实战.北京:人民邮电出版社, 2006.
- 5 徐会生,何启伟,康爱媛.深入浅出 Ext JS.北京:人民邮电出版社, 2009.
- 6 李春葆,曾慧.SQL Server 2000 应用系统开发教程.北京:清华大学出版社, 2008.
- 7 孙卫琴.Tomcat 与 Java Web 开发技术详解.北京:电子工业出版社, 2009.
- 8 马劳克林.深入浅出 Ajax(中文版).南京:东南大学出版社,2008.
- 9 彭东.SQL Server 2000 应用开发技术指南.北京:清华大学出版社, 2001.
- 10 Utley C.SQL Server 2000 Web 应用开发指南.北京:清华大学出版社, 2001.
- 11 邹建.深入浅出:SQL Server 2000 开发、管理与应用实例.北京:人民邮电出版社, 2008.