

# 在线电压稳定监控系统<sup>①</sup>

葛建伟, 张小兵, 钟 浩

(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 412824)

**摘 要:** 针对在线监控电网电压稳定运行状况具有较强的实时性, 设计了一套在线电压稳定监控系统, 通过获取能量管理系统 (EMS) 数据对电网电压稳定性实时分析, 并根据分析结果进行主动预防控制或者自定义预防控制, 防止电力系统电压崩溃。该系统后台主要使用 C++, Java 等语言开发, 结合与后台无关的前端 Ajax 框架, 人机界面友好, 具有功能齐全、操作便利的特点。本系统为运行人员提供及时的预防控制措施, 确保电网运行的可靠性。

**关键词:** 负荷裕度; 电压稳定; 在线监控; 预防控制

## Web Information Extraction and Knowledge Presentation System

GE Jian-Wei, ZHANG Xiao-Bing, ZHONG Hao

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** For on-line voltage stability monitoring requires high real time property, a set of online voltage stability monitoring system is designed in this paper. The power grid voltage stability is analyzed through the data from energy management system (EMS), to prevent power system voltage collapse through either the active preventive control or the user-defined preventive control according to the analysis results. This system is mainly developed with C++, Java language, with front-end Ajax framework combined which is unrelated to background. This system is friendly in man-machine interface, functionally comprehensive and easy to operate. It provides preventive control strategy in time for the operation personnel so as to ensure the grid reliability.

**Key words:** load margin; voltage stability; on-line monitoring; preventive control

随着世界各国经济高速发展, 电力系统负荷大幅度增加, 大型电力系统应运而生, 输电电压等级也不断提高。电力系统向大机组、大电网、高电压和远距离输电发展, 这些因素对电网安全经济运行带来新的问题, 电压崩溃<sup>[1,2]</sup>恶性事故就是其中之一。

电网的安全稳定运行在国民生活中具有重要意义, 实现电网安全稳定运行电力调度人员需要能够实时准确的掌控系统的运行状态。电力系统运行状态一直是电网调度部门监视<sup>[3-5]</sup>的重点, 能够快速正确在线获得系统的运行状态, 有利于及时采取预防控制的措施, 确保系统的稳定运行。

目前电力系统潮流计算程序和稳定性分析程序已有许多种类, 但是这些程序大多是基于 C/S 模式系统, 必须在 PC 机安装相应客户端软件才能使用。为了使各个地方调度部门都能随时准确获知整个电网运行状态, 实现电网信息共享, 开发一种电力调度人员能够通过主控室主机进行信息采集和预防控制, 各地方部门通过 web 网络登陆了解电网运行状态信息的监控系统具有重要的意义。

本文开发一种电网在线监控软件, 后台采用 C++ 程序对潮流进行计算分析, 并通过 java 实现数据的界面<sup>[6,7]</sup>显示, 主控室调度人员可以通过界面输入某一指

① 收稿时间:2011-03-23;收到修改稿时间:2011-04-18

令实现电力系统稳定性预防控制措施,实现人机结合,并且处于不同区域的调度部门可以通过网络用户登录模式在线查看系统的运行状态,更好的保证电网运行的稳定性。

### 1 系统功能模块

#### 1.1 系统结构

所谓在线电压稳定监控系统,必须具备实时采集系统运行状态数据,根据采集的数据对电压稳定性快速分析,得到数据分析结果,保存相关实时数据至数据库,获得某时间段电力系统电压稳定相关运行状态信息。调度人员可以根据历史数据作为参考,配合实际电力系统调度等工作。对系统基态情况下分析之后,对电力系统线路、变压器等电力设备进行故障筛选和排序,将故障分为非严重故障、严重故障和失稳故障。对严重故障和失稳故障,系统调用优化预防调度模块对故障进行预想分析,得到安全、经济的调度策略。基于 web 的系统结构图如图 1 所示。

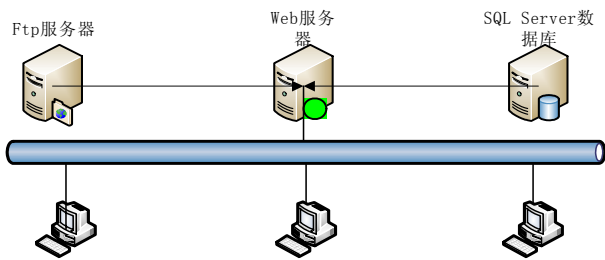


图 1 系统结构图

#### 1.2 模块功能

在线电压稳定快速分析系统分为自动计算模块和自定义计算模块两种,模块功能包括基态电压稳定分析、故障筛选与排序和预防控制功能。功能结构图如图 2 所示。

在基态裕度分析模块,可以分析计算得到系统全网负荷裕度,绘制了快速追踪电压崩溃点的 PV 曲线,得到发电机分配因子、发电机有功、负荷功率和变压器变比四参数对系统裕度灵敏度的信息。

在预防调度模块中,对严重故障进行筛选和排序,可以得到系统薄弱节点,以及严重故障或者失稳故障存在时自动启动预防调度功能模块,快速给出优化策略进行预防调度,从而为调度员提供参考信息,确保电力系统安全稳定运行。

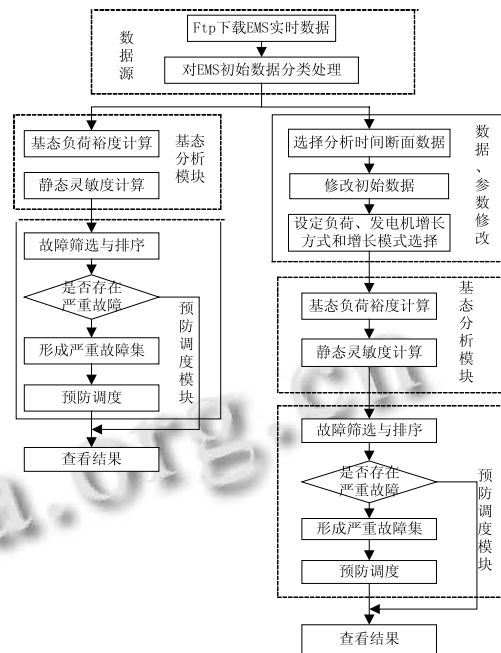


图 2 系统功能模块结构图

#### 1.2.1 数据源接口

数据源部分主要是 web 服务器从 Ftp 数据服务器中下载实时 EMS 数据的接口模块。这部分功能交给 java 线程处理,每 60s 执行一次该线程,可以兼顾速度与实时程度。线程功能流程图如图 3 所示。

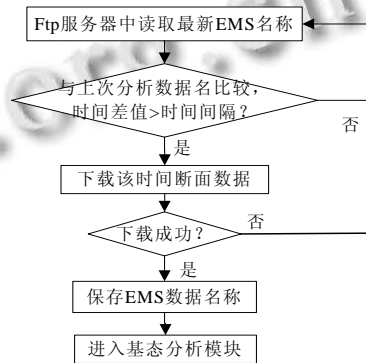


图 3 获取最新数据线程流程图

从流程图可以看出,web 系统服务器每隔 60s 就向 ftp 服务器发出一条指令,获取 ftp 的最新 EMS 数据名称(由实时监测的时间命名),然后将该最新数据名称与上一次计算完成的数据名称比较,如果两次数据时间相差大于设置的自动计算时间间隔,则下载该数据,进入了基态分析模块。如果时间差值小于设置

时间间隔, 或者数据下载不成功, 则重新读取 ftp 服务器的最新数据, 如此循环。

### 1.2.2 基态分析模块

基态分析模块包括追踪电压崩溃点的 PV 曲线绘制, 基态裕度的求取和裕度对发电机分配因子、发电机有功、负荷功率和变压器变比等参数对裕度的灵敏度计算。基态情况下系统裕度快速求取流程图如图 4 所示。

在自定义计算中所不同的是, 获取电力网络的发电机停运状态、发电机发出功率、线路投运状态、补偿器投运状态及输出额、变压器触头状态、负荷功率等初始信息后, 可以对其状态数据在约束范围内进行修改。然后根据修改后的初始数据进行研究性计算分析。

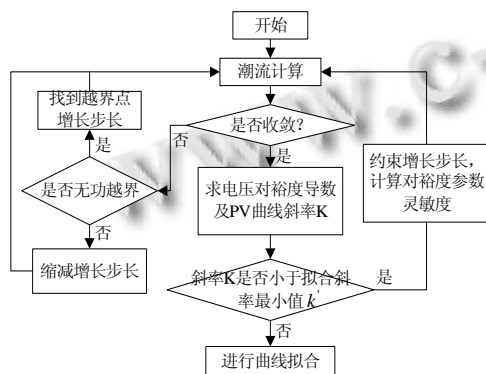


图 4 基态裕度计算流程图

### 1.2.3 预防调度模块

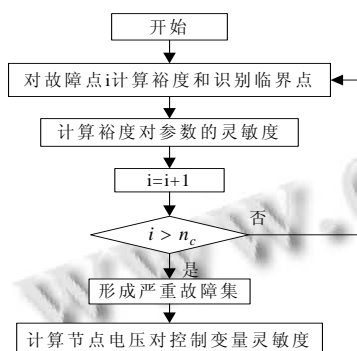


图 5 预防调度流程图

以系统控制代价最小为目标函数, 以 N-1 负荷裕度、当前运行点节点电压为约束条件, 构造线性规划数学模型。控制变量按调度优先级依次为未来时刻发电机功率分配因子、当前时刻发电机功率调整量、变压器变比的调整量、关键节点的负荷量为控制变量, 使用裕度对控制参数的灵敏度构造出一个线性规划预

防调度模型来获得可行性调度方案。该模型能够减少发电机功率的频繁调整, 能够兼顾基态网络及各种 N-1 网络情况下的裕度要求。如图 5 所示。

## 2 数据库设计

本系统包括自动计算和自定义计算, 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, 数据库也是该监控系统的很重要的组成部分。数据库管理系统采用 SQL server 2000<sup>[8]</sup>, 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。

### 2.1 数据库表的建立

根据系统数据的特点, 将数据库表分为三类。

(1) 用户管理数据表。保存用户账号与密码数据;  
(2) 自定义计算初始数据表。包括发电机、补偿器、变压器、线路和负荷数据, 在自定义计算模块, 可以从数据库中调用初始数据, 按调度员的需求对初始数据进行修改。

(3) 参与增长与可调设置数据表。此类数据库表保存了发电机是否参与调度, 负荷是否参与增长的标志位设置, 以及发电机有功、发电机分配因子、变压器和负荷功率是否可调的设置标志位。

### 2.2 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。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 用户账户进行连接, 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, 我们直接在 Windows 认证模式, 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。

### 3 Web页面设计

服务器是基于 B/S 模式的，在浏览器显示界面部分，采用了 extjs 组件技术<sup>[9]</sup>。Extjs 是一种主要用于创建前端用户界面，与后台技术无关的前端 Ajax 框架，不需要设计人员另外编写样式 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，减少了开发时间和提高系统设计效率<sup>[10]</sup>。界面的整体风格简单，功能操作方便，有按钮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。界面结构框架如图 6 所示。



图 6 系统界面结构图

在浏览器地址栏输入登入地址，即可打开监控系统的首页面，页面如图 7 所示，可以查看自动计算模块监控的系统当前状态，包括当前系统裕度、PV 曲线、区域裕度，以及当区域裕度小于设置的裕度门檻值时进行预防调度的调度策略。



图 7 系统发布的裕度信息

### 4 实际数据分析

将使用 Visual C++和 Java 开发的电压稳定在线监控系统应用某系统 EMS 数据进行潮流计算和电压稳定灵敏度计算，将分析结果存储到 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。如某系统一天的基态裕度走向图 8 所示。



图 8 某系统裕度走势

### 5 结论

本系统采用 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 印永华,郭建波,赵建军,等.美加“8.14”大停电事故初步分析及应吸取的教训.电网技术,2003,27(10):8-12.
- 2 葛睿,董昱,吕跃春.欧洲“11.4”大停电事故初步分析及对我国电网运行工作的启示.电网技术,2007,31(2):1-6.
- 3 赵晋泉,黄文英,方朝雄,等.福建电网在线电压稳定监视和控制.电力系统自动化,2007,31(14):102-106.
- 4 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.
- 5 高维忠,李宝宪,吴博,等.实时网络视频监控系统在河南电力的应用.电力系统通信,2007,28(175):5-9.
- 6 张峰,李慧丽编著.Java Web 2.0 架构开发与项目实战.北京:人民邮电出版社,2006.
- 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 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.
- 9 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.
- 10 卫军,夏慧军,孟腊春编著.Extjs Web 应用程序开发.北京:机械工业出版社,2009.