

# 一种光伏电站在线监测解决方案

为满足光伏电站在线监测的需求,提出了采用 B/S 架构,对 SCADA 信息进行 Web 发布的解决方案。方案所述 Web 发布系统采用 SSH (Struts、Spring 和 Hibernate) 框架设计,从功能上分为表示层、业务层和数据持续层。表示层由 JSP 组成,负责与用户的界面交互;业务层包含 Servlet 程序和描述 SCADA 信息的数据访问对象 (DAO),由 SSH 框架管理,负责对用户输入进行处理并返回处理结果;数据持续层由镜像数据库组成,存储光伏电站的 SCADA 信息。实际应用结果表明,方案能够使用户借助通用浏览器,通过 Internet 对光伏电站进行远程实时监测,体现了在线监测的真正意义。

刘 亮 李金波/南京国电南自城乡电网自动化工程有限公司

光伏发电作为新兴绿色能源,目前我国发展迅速。根据国家能源局数据,2013 年全国光伏发电装机新增 1 000 万 kW,其中光伏电站新增 700 万 kW,分布式光伏发电新增约 300 万 kW<sup>[1]</sup>。

光伏发电系统一般规模较小,光伏电站多采用无人值守的形式,有远程监控方面的需求。传统的变电站综合自动化系统多基于分布式对象模型开发,以专用软件单机运行的 C/S 模式对站内系统设备进行监测,并不适用于极端异构的 Internet 环境<sup>[2]</sup>。

本文所述的光伏电站在线监测系统是在传统综合自动化系统的基础上,引入 Web 发布服务,利用标准的 HTTP 协议解决面向 Internet 的分布式计算问题,实现光伏电站 SCADA 数据的在线发布。由于 Web 服务和综合自动化系统属于不同的安全区<sup>[3]</sup>,按照《电力二次系统安全防护规定》<sup>[4]</sup>,系统采用正向隔离装置和镜像技术来实现 Web

发布系统和综合自动化系统的安全隔离。

系统的结构如图 1 所示,包含传统综合自动化系统和 Web 发布系统两部分。传统综合自动化系统采集站内的 SCADA 信息,用户则通过 Web 发布系统远程访问这些 SCADA 数据。

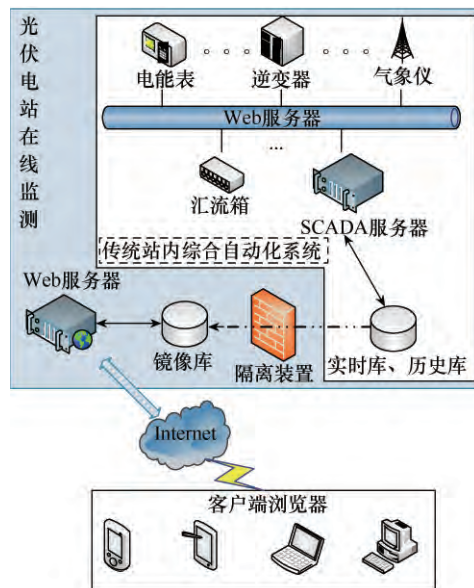


图 1 光伏电站在线监测系统示意图

## 框架设计

方案所述 Web 发布系统在设计上采用流行的应用程序开源框架 SSH。SSH 是一种模型 - 视图 - 控制器 (MVC) 框架,具有耦合性低、重用性高及部署快等优点。采用 SSH 框架的 Web 发布系统从职责上可分为表示层、业务层和数据持久层<sup>[5]</sup>。

表示层负责界面交互,主要由浏览器的网页组成。一方面,用户通过网页发起请求;另一方面,网页也负责将服务器端返回的数据以曲线、表格和图像等形式



刘 亮/工程师

### 关键词/Keywords

光伏电站 ·  
在线监测 ·  
Web 发布 ·  
SSH ·

进行展示。

业务层负责逻辑事务处理。光伏电站在线监测功能主要涵盖三个方面：实时数据、报警信息和历史记录，如图 2 所示。业务由 Servlet 程序配合包含了 SCADA 信息的 DAO 实现。其中，业务分配由 Struts 控制，DAO 由 Hibernate 创建管理，Servlet 的开发由 Spring 通过控制反转（IoC）机制将 Java 类连接组合生成。逻辑事务处理完毕，Struts 将执行结果通过 HTTP 响应返回给用户端浏览器。

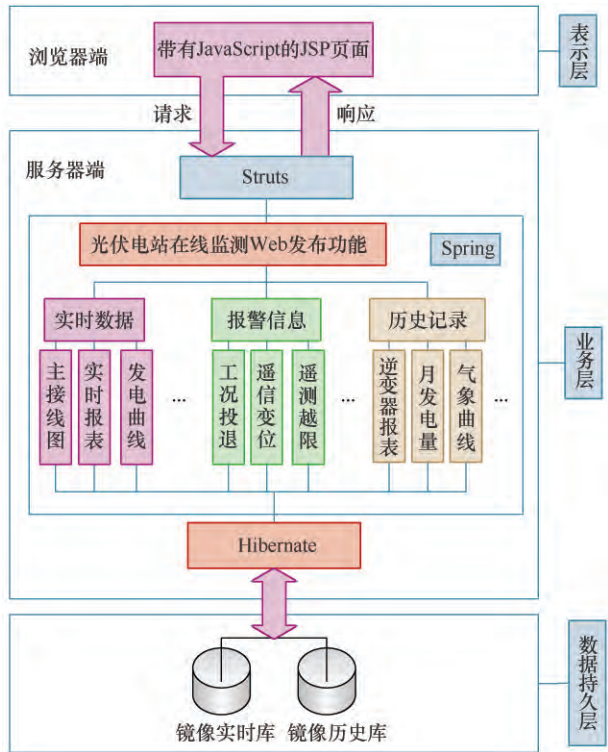


图 2 光伏电站在线监测的 Web 发布系统框架  
数据持久层主要由镜像数据库组成。出于安全考虑，镜像数据库对 Web 服务器是只读的。

方案实现

SSH 框架下，Web 发布系统的实现包括两方面的工作：一是 Servlet、JSP 和 DAO 等业务组件的编程开发；二是 SSH 框架的相关配置。业务组件描述了光伏电站在线监测业务的具体内容，而框架配置则负责将业务组件在 SSH 框架上整合成完整的业务。

1. 表示层的实现

表示层的实现主要是编写业务相关的 JSP 动

态网页。方案在 JSP 网页中添加了基于 JavaScript 框架 jQuery 开发的脚本。jQuery 框架是轻量级的 JavaScript 库，支持 AJAX 技术，支持动态特效，可以在多种浏览器上使用。方案采用的 jQuery 框架版本是 1.6.4。

运行时，JSP 网页和 Web 服务器之间通过 jQuery 提供的 AJAX 方法进行通信。AJAX 可以很好地实现 B/S 架构模式下的数据交换，提高网络传输效率和改善用户体验<sup>[4]</sup>。与此同时，基于 jQuery 开发的 JSP 网页脚本将服务器返回的数据在浏览器端处理，在提供了丰富的表现形式之外，还能够节省服务器计算资源。

2. 业务层的实现

业务层的实现需要编写 Servlet 和 DAO，还需要对 SSH 进行配置。Spring 和 Hibernate 的配置与 Servlet 和 DAO 的实现相关，而 Struts 的配置则用来对业务流程进行控制。

方案所用的 Struts 为 Struts 1，Servlet 在开发时需要 Action 和 ActionForm 类进行继承和重载。Action 的继承类重载 execute 函数，实现业务流程处理；ActionForm 类是 JavaBean，用来封装用户的请求参数。Servlet 在实现上需要对多个 Java 对象进行操作，这些对象由 Spring 的控制反转（IoC）机制管理，通过 Spring 的配置文件指定。IoC 机制使对象的创建和维护与 Servlet 的业务逻辑分开，大大降低了 Java 类与业务逻辑之间的耦合。

DAO 的开发主要基于 Hibernate。Hibernate 将 JDBC 进行了轻量级的封装，通过对象/关系数据库映射（O/RM），将镜像数据库中的表、视图和记录映射成 JavaBean，将数据库操作抽象为 HQL 语言的函数形式，使 Servlet 通过 Java 对象实现数据库的操作。用户通过 Hibernate 的配置文件，可以更换数据库驱动、数据库连接参数等设置，提高对数据库通用性的支持。

Struts 通过配置文件，将用户经过 JSP 传递过来的 URL 和对应的 Servlet 进行绑定，实现业务流程的控制管理。Servlet 在运行时，采用 JSON 格式向用户回传数据，由 JSP 的 JavaScript 脚本进行解析和显示。对于特定的用户请求，比如 SVG 画

面、Excel 格式的报表等,Servlet 以文件形式向用户回传数据,由客户端浏览器负责直接展现。

### 3. 数据持久层的实现

数据持久层主要负责存储光伏电站的 SCADA 镜像信息,在实现上可采用多种数据库软件,只需要维持相同的表结构即可。数据库软件对应的 Java 驱动和连接时所用的用户名、密码等信息在 Hibernate 的配置文件中指定。

## 实例应用

本文所述方案在萨蒂扬光伏发电项目中得到应用。萨蒂扬项目是南京紫金高科技园区的光伏发电项目,主要采取建筑一体化光伏发电(BI-PV),是总量为 200 kW 的小型光伏发电系统。该光伏电站采取无人值守方式,站内使用 PDS 6 600 综合自动化系统进行 SCADA 数据采集。

在萨蒂扬项目的应用中,Web 服务器和镜像数据库位于同一台机器上。Web 服务器对外通过中国移动的光纤网络与 Internet 相连,对内通过 GPRS 数据通道从通信管理机处获取站内 SCADA 信息。项目使用的 GPRS 模块同时具有隔离装置的作用。

萨蒂扬项目中,Web 发布系统使用的 Struts 版本号为 1.3.10, Hibernate 版本号为 3.2.5, Spring 版本号为 3.1.1, Java SDK 版本号为 1.7.0\_11。Web 服务器软件使用 Apache Tomcat,版本号为 7.0.40。Web 服务器自部署以来运行良好,并网光伏电站的运行信息可以通过手机、电脑的浏览器进行访问。系统运行效果如图 3、图 4 所示。图 3 中的浏览器采用 Google Chrome。



图 3 实时数据

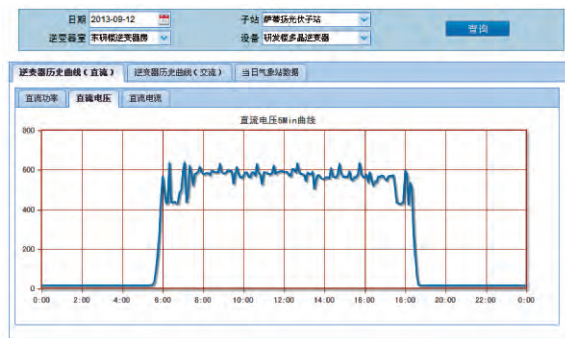


图 4 遥测历史曲线

## 结束语

提出了把基于 B/S 模式的 Web 发布技术应用到综合自动化系统中,实现光伏电站在线监测的解决方案,并就 Web 发布方案的框架设计和业务实现进行了详细说明。Web 发布方案采用 Java 技术的 SSH 框架实现,具有跨平台、耦合性低、复用性强和灵活性高等优点。方案经过实际应用检测,成功将传统综合自动化系统的单机监测方式发展为基于互联网技术的在线监测,完全满足光伏电站在线监测的需求。

## 参考文献

- [1] 新华社. 2013 年全国光伏发电装机预计新增 1 000 万千瓦 [EB/OL]. (2013-12-05) [2014-03-23]. [http://www.gov.cn/jrzq/2013-12/05/content\\_2542865.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2013-12/05/content_2542865.htm).
- [2] 刘云峰,孔英会,赵伟,等. Web 服务在电力实时监控中的应用 [J]. 电力科学与工程,2007,23(4): 50-54.
- [3] 李宇峰. 浅谈电力监控系统二次安全防护的解决方案 [J]. 水电厂自动化,2013(3): 11-14.
- [4] 国家电力监管委员会. 电力二次系统安全防护规定(电监会 5 号令) [J]. 北京: 中国电力出版社,2004.
- [5] 张玮,陈为. 基于 struts + spring + hibernate 框架的探讨与研究 [J]. 长春大学学报,2006,16(12): 75-80.
- [6] 周乐钦,燕彩蓉,苏厚勤,等. 基于 Web - Socket 协议的推送数据技术在监控系统中的应用研究 [J]. 计算机应用与软件,2013,30(5): 229-232.

(收稿日期: 2014-05-20) EA