

# 基于 ArcGIS Server 的气象设备监控系统的设计与实现

吴彤<sup>1</sup>, 倪绍祥<sup>2</sup>, 张春晖<sup>3</sup>, 吴小铭<sup>3</sup>

(1. 南京东软系统集成有限公司, 南京 210012; 2. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210097;

3. 南京莱斯信息技术股份有限公司, 南京 210017)

**摘要:** 以 ArcGIS Server 为技术支撑, 对气象设备监控系统进行了深入研究。以 JSF 和 ArcGIS Server 技术为基础, 结合 WebGIS 关键技术, 以“中国气象局综合气象观测系统运行监控平台——气象设备运行监控子系统”为研究实例, 设计了遵循 MVC 模式的 WebGIS 模型, 并在模型的基础上实现了系统的研发。系统的主要功能包括: 设备运行状态监控、要素填图、极端天气情况监测、超极值数据监控、数据质量评价和信息综合显示等。WebGIS 模型将系统的逻辑架构分为四层, 即: 客户端、Web 层、WebGIS 应用服务层、数据库层等。其中, Web 层主要实现 MVC 模式中的视图功能。系统的业务逻辑主要通过服务对象调用 GIS 服务器上的 ArcObjects 和 ArcGIS Server 提供的应用程序接口、Web 控件等来实现。数据库层通过 ArcGIS SDE 和 Oracle 实现对空间数据的存储与管理。

**关键词:** WebGIS; ArcGIS Server; JSF; Ajax; 气象设备运行监控

**DOI:** 10.3724/SP.J.1047.2011.00080

## 1 引言

随着国家防灾减灾和应对气候变化观测的需要, 气象观测设备和技术得以快速发展, 气象观测网络的运行保障成为气象观测工作中愈加关键的问题之一。当前, 我国的气象观测装备运行保障和数据质量信息化管理的能力和手段相对滞后, 与实际需求存在较大差距, 加快开展气象设备运行监控系统建设, 成为十分迫切和重要的任务。

WebGIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物, 其通过互联网, 使一般用户从 Internet 的任意结点都可以浏览 WebGIS 站点的空间数据, 进行空间信息检索和空间分析等<sup>[1-2]</sup>。从 20 世纪 80 年代起, 美国先后建立了设备运行保障和管理的商业化软件系统, 如设备运行监控系统 (COMPASS) 等。中国气象局气象探测中心也于 2006、2007 年建立了两版气象设备运行监控系统。WebGIS 技术已逐步应用到这些系统中, 但一般都停留在空间数据的可视化表达阶段<sup>[3]</sup>, 即: 空间数据发布以及进行简单的属性检索等, 缺少利用 WebGIS 的空间分析、地统计分析算法对气象设备探测数据、站点位置的统计和分析, 很难发挥 WebGIS 的监测效果, 提高

气象设备运行状态监控的准确性。

本文通过使用 WebGIS 技术, 不仅直观地显示了气象设备及探测网络的分布和覆盖, 将气象设备的实时运行状态、极端天气情况、气象探测数据值等在电子地图上进行标绘, 而且还使用 GIS 的空间分析算法, 计算气象探测数据的等值面、等值线, 并将其与生成好的雷达拼图、卫星云图等产品叠加显示。通过对气象产品的叠加分析, 一方面能够为技术保障人员监控气象设备运行状况提供辅助决策, 另一方面有助于分析天气过程, 及早发现异常天气现象, 提高我国防灾减灾和应对气候变化的分析决策能力。

## 2 ArcGIS Server 技术的分析

基于 WebGIS 平台开发的应用系统通常具有三层/四层的技术架构, 包括: 客户端、GIS 服务器 (含 Web 服务器) 和数据库服务器等<sup>[4]</sup>, 如图 1 所示。

国内外有很多不同的 WebGIS 平台, 其中比较著名的有: MapInfo 公司推出的 MapXtreme, Inter-Graph 公司的 GeoMediaWebMap, SuperMap 公司

收稿日期: 2009-12-31; 修回日期: 2010-07-04.

基金项目: 中国气象局综合气象观测系统运行监控平台项目 (RJ-2009-0024)。

作者简介: 吴彤 (1980-), 女, 江苏苏州人, 硕士。研究方向为 WebGIS。E-mail: wutongxuan2@163.com

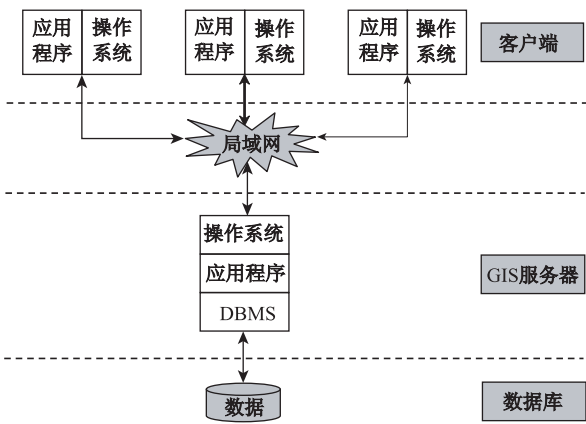


图 1 WebGIS 技术架构

Fig. 1 WebGIS technical architecture

的 WebGIS 开发工具 iServer 以及 ESRI 公司提供的 ArcGIS Server 等。前 3 种开发工具分别具有不同的缺点,如:服务器传输数据格式单一,未解决多源数据集成问题,运行不稳定,只能运行于某几种操作系统等。

ArcGIS Server 是 ESRI 公司最新推出的一个用于构建集中管理、支持多用户、具备高级 GIS 功能的企业级 GIS 应用平台<sup>[5]</sup>。具有支持多种数据格式、严谨的体系结构,高效的网络发布,丰富的定制方式,能够跨平台、分布式部署等特点<sup>[6]</sup>。它为创建和管理基于服务器的 GIS 应用,提供了一个高效的框架平台,支持 .NET 和 Java 编程语言,包含一个 Web 应用开发框架(ADF)和一个 GIS Server<sup>[7]</sup>。本项目中采用 ArcGIS Server 9.3 高级企业

版(含 ArcGIS SDE 9.3)作为气象设备监控系统的基础 GIS 平台软件。

3 系统设计

本研究是以国家气象局的气象设备运行状态监控为对象,以 J2EE 和 ArcGIS Server 技术为基础,设计以 ArcGIS Server 为 GIS 平台基于 JSF 框架 MVC 模式的 WebGIS 模型。以该模型为基础,结合 WebGIS、Oracle 等技术,设计开发基于网络用户在线交互的、带有空间信息查询、分析功能的 B/S、C/S 相结合的气象设备综合管理系统,及时将气象设备运行状态、气象探测数据、极端天气情况等信息通过网络发布在电子地图上。

3.1 系统主要功能设计

气象设备运行监控系统以基础地理数据、气象设备运行状态数据、气象探测数据,以及其他相关数据为基础,按照时间、地区、设备类型等分类、统计与分析方式直观高效地展示气象设备的运行状态、气象报警、气象探测数据综合显示等信息。系统中所有的地图操作均包括:放大、缩小、漫游、前一视图、后一视图、全图显示等基本功能。系统的主要功能如表 1 所示。

图 2 和图 3 分别为要素填图、极端天气情况监测功能的系统页面。

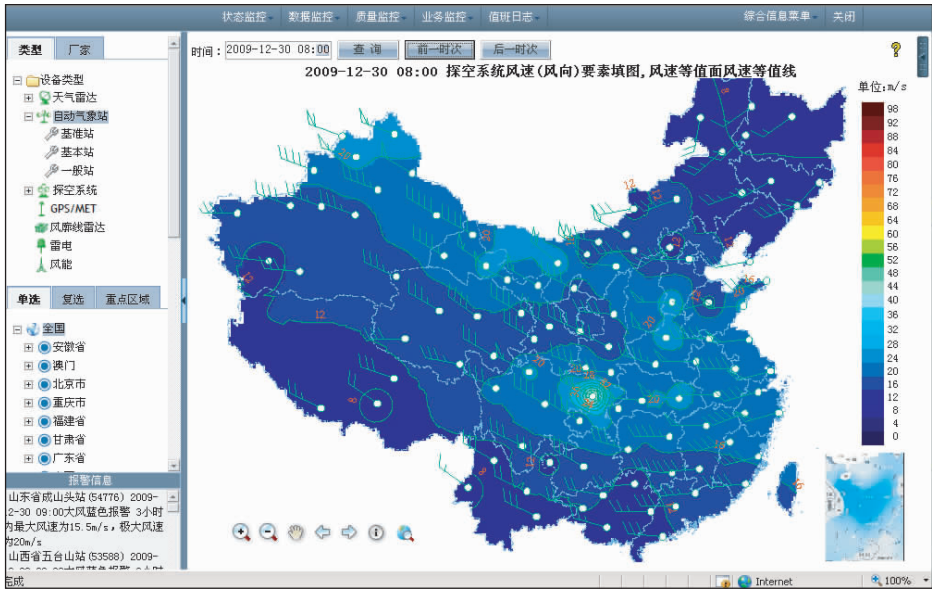


图 2 产品的叠加显示

Fig. 2 Overlaying of the product

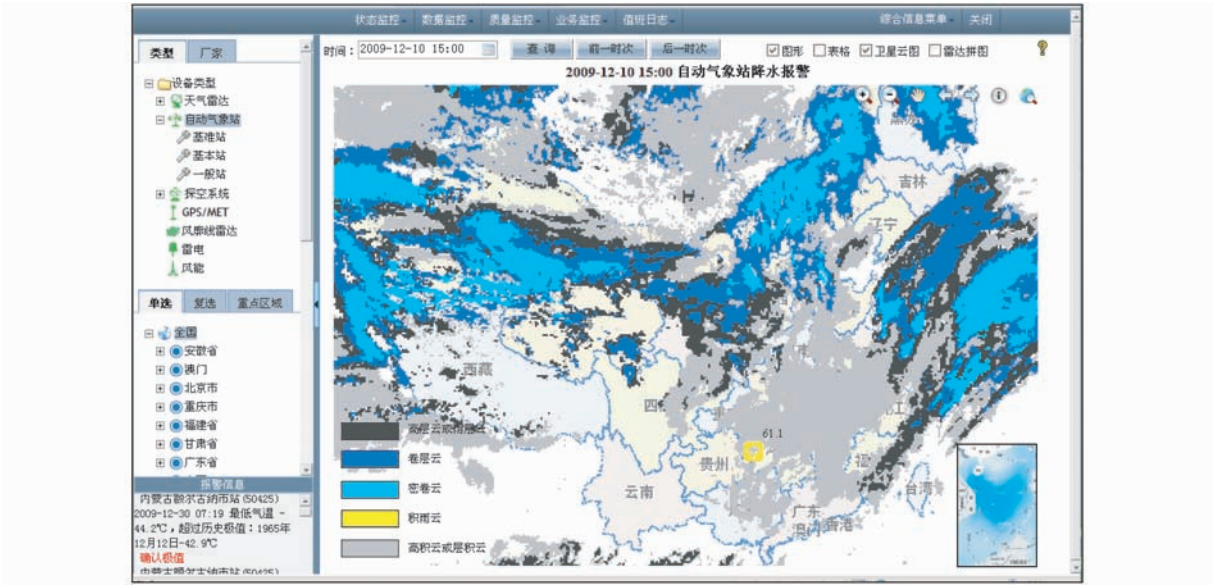


图 3 降水报警与卫星云图的叠加显示

Fig. 3 Overlaying of precipitation alarm and satellite image

表 1 系统主要功能

Tab. 1 Main functions of the system

功能组	系统功能	功能描述
设备运行状态监控	多设备运行状态监控(历史/实时) 天气雷达完整版状态监控 多设备实时状态监控	根据设备类型、地区、时间等输入信息,将天气雷达、自动站、探空系统和风能等气象设备的运行状态图标标绘在地图上
要素填图	探测产品叠加显示(天气雷达/自动站/探空系统/卫星云图) 自动站要素填图 探空规定层要素填图 自动站实时降水填图 自动站/探空要素叠加显示	根据要素、地区、时间等输入信息,将某种设备或几种设备的探测产品进行叠加显示。显示的产品涉及到点数据(要素值)、线数据(要素等值线)、面数据(要素等值面/雷达拼图/卫星云图)等
极端天气情况监测	自动站高温报警 自动站降水报警 自动站大风报警 自动站低温报警	根据地区、时间、是否叠加雷达拼图等输入信息,将自动站气温值介于某一区间范围内的,划分成不同级别,用不同的图标标绘。同时,还可以将其与雷达拼图/卫星云图叠加显示
超极值数据监控	自动站要素极值检查	根据地区、时间等输入信息,将气温、降雨、风向风速、相对湿度、地温等超历史极值的自动站标绘在地图上,并在提示信息中描述超极值的详细信息
数据质量评价	自动站数据质量评价	根据站号、时间、要素名称等输入信息,将经过自动站数据质量评价算法评估的自动站要素的误差值和站名用红色标注在站点的周围
信息综合显示	自动站高温报警与极值检查叠加 自动站降水报警与极值检查叠加 自动站大风报警与极值检查叠加 自动站低温报警与极值检查叠加	根据地区、时间等输入信息,将自动站气象报警的站点与超极值的站点分别用不同的图标叠加显示在地图上

### 3.2 系统结构设计

系统采取符合 J2EE 标准的 JSF 框架进行开发。基于 JSF 构架的 Web 应用程序,不仅是 MVC 设计模式的一种实现<sup>[8]</sup>,同时 JSF 还提供了多个事件驱动的 GUI 控件,这些控件产生的事件容易捆绑到服务器端代码。本文根据 MVC 的理念设计了 WebGIS 模型,该模型将系统分为四层:客户端、Web 层、WebGIS 应用服务层、数据库层如图 4 所示。

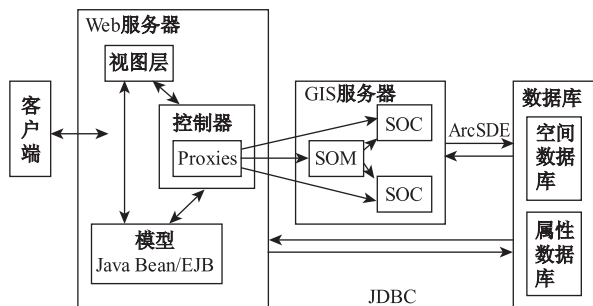


图 4 基于 MVC 模式的 WebGIS 模型

Fig. 4 WebGIS model based on MVC pattern

其中,客户端可以通过 Internet 浏览器连接到 Web 服务器上,使用 ArcGIS Server 开发和发布的 WebGIS 应用;Web 层用于管理基于 ArcGIS Server 应用程序接口构建的 Web 应用与 Web 服务;WebGIS 应用服务层用于管理和运行服务对象,由一个 SOM (Server Object Manager)和若干个 SOC (Server Object Containe)组成;数据库层为系统提供基础数据支持,包括基础地理数据库、属性数据库、文档数据库等。当客户端发生请求时,Web 层采用控制器将空间业务逻辑进行分离,通过 proxy object(代理对象)访问 GIS 服务器上的服务对象 (Server Object)。

系统中将对气象要素的空间分析、表面分析,雷达影像的拼接、卫星云图的生成等工作放在后台先期进行。当客户端需要叠加某种气象产品时,Web 服务器将请求转发至 WebGIS 应用服务层,由 WebGIS 应用服务层实现业务逻辑,将面/线图层设为可见并替换成相应时次的气象产品。使用该实现方式,不仅能满足个性化定制的需要,而且在很大程度上缩短了系统的响应时间。通过对气象产品的叠加分析,保障人员可以进一步提高气象设备运行状态监控的准确性。

### 3.3 系统性能、安全及扩展性设计

#### (1)系统性能指标

系统支持的最大并发用户数为 200 个。一般页面的用户响应时间小于 5 秒,超过 5 秒的页面操作给出等待提示。

#### (2)系统安全设计

为了保证数据安全,各省气象局通过气象专网将数据传送到国家气象局信息中心,信息中心为各业务部门设定用户权限,各部门通过 FTP 获取相关数据。将 Web 服务器、GIS 服务器和数据库服务器均放在 DMZ 区,数据获取服务器、数据解析服务器放在内网中,这样的部署方式使得外网、内网用户均能访问到系统,同时通过单向访问控制保障了数据的安全、可靠。采用 DMZ 防火墙方案,使 DMZ 区成为一个安全地带,进一步保障了系统安全。

#### (3)系统扩展性设计

在设计与外部系统的接口时,系统采用了标准的接口方式,使接口能平滑扩展和升级。在设计与内部系统的接口时,尽量剥离出相似性,以便在将新的、可管理的内部系统接口加入时不会导致系统已有部分的改动。

## 4 系统实现及关键技术

### 4.1 系统实现

#### (1)客户端

客户端通过局域网,经身份认证登陆系统。采用普通 Web 浏览器(IE 7,firefox 3 等),不需要安装额外的插件,用户能够在 Browser 端使用系统提供的所有功能。

#### (2)Web 层

本系统 Web 应用服务器采用 Weblogic10.3, Web 层包含了 MVC 模式中的视图、控制器和与一般业务逻辑,主要实现视图功能,视图层主要由 JSP 动态页面来实现。其中 GIS 功能控件主要通过调用 ArcGIS Server Web 应用开发框架(ADF)预先制定好的 Web 控件(Web Controls)来实现。其中,主要的控件包括:地图控件(Map Control),即实现电子地图的放大、缩小、漫游等基本功能;工具栏控件(Toolbar Control),即加载工具控件与实现工具的相关功能等,还可以加入自定义工具<sup>[9]</sup>,如

自定义“全图”工具等。Web 页面上的非 GIS 标准功能组件,如输入、输出框等均采用 JSF 提供的 HTML 标签和核心标记库来实现<sup>[10]</sup>。下面是在 JSP 页面自定义 command 的一段代码:

```
<!--新建一个 toolbar,激活的工具为 FullextentCommand -->
<a; toolbar id="Toolbar" mapId="map1" activeTool
="FullextentCommand" >
    <a; command id="FullextentCommand"
defaultImage="resources/images/tasks/maptools/fullext.
png"
hoverImage="resources/images/tasks/maptools/fullextU.
png"
selectedImage="resources/images/tasks/maptools/ful-
lextD.png"
clientPostBack="true" toolTip="全图" onclick="extent-
Submit">
    </a; command>
</a; toolbar>
```

其中,extentSubmit 是一个 Javascript 函数。当点击“全图”按钮时,系统根据当前用户的级别计算出要显示的地图范围,并将其转换成 XML 串通过 Ajax 的方式提交,最后由控制器(faces-config.xml)映射到对应的模型。

### (3) WebGIS 应用服务层

WebGIS 的业务逻辑主要是通过服务对象调用 GIS 服务器上的 ArcObjects 和 ArcGIS Server 提供的应用程序接口(API)、Java Web 控件等,在后台编写具有空间数据处理能力的 JavaBeans 来实现。

下面的代码是创建服务器端响应类 FullextentCommand,响应客户端的 FullextentCommand 操作,即:实现点击“全图”按钮,根据系统登录用户级别显示不同的全图范围的相关功能。

```
public class FullextentCommand{
.....
//根据用户级别设置不同的全图范围
public void initializeExtent() {
    try {
        //获取 WebMap
        WebMap webMap = webContext.getWebMap();
        //国家级用户
        if(usergrade.equals("1")){
//设置地图显示范围为全国
webMap.setCurrentExtent(webMap.getFullExtent());
//省级及地市级用户
```

```
}else{
    webExtent = new WebExtent();
//设置地图显示范围为用户所在省
webExtent.setMaxX(getFullMaxX());
webExtent.setMinX(getFullMinX());
.....
webMap.setCurrentExtent(webExtent);
}
//webContext 刷新
webContext.refresh();
} catch (Exception e) {
    .....
}
}
.....
}
```

### (4) 数据库层

系统通过 ArcGIS SDE 9.3 将空间数据导入到 Oracle10G 中,并由 ArcGIS SDE 9.3 和 Oracle10G 共同对空间数据进行管理<sup>[11-12]</sup>,数据的存取是通过服务对象的调用实现的。使用的空间数据主要包括气象业务数据和基础地理数据。其中,气象业务数据存放在 Oracle 数据库中,基础地理数据部分使用 ArcGIS 自带的 File Geodatabase 进行管理,部分存放在 Oracle 数据库中。

## 4.2 关键技术

### (1) Ajax 技术应用

Ajax 的优势在于异步传输过程中减少刷新时的等待和局部刷新<sup>[13]</sup>。系统中 Ajax 主要用于两个方面:一是页面加载及客户端向服务器提交请求时,采用 Ajax 技术,使用等待信息等方式避免白屏出现,给与良好的用户体验;二是从服务器获得请求到执行业务逻辑直至返回客户端的全过程,不需要刷新整个页面,在等待服务器返回的时间里,浏览器可以进行其他操作<sup>[14]</sup>。下面是客户端发送 Ajax 请求的 Javascript 函数:

```
function AJAXRequest() {
.....
//创建 XML 对象
try {
    xmlObj = new XMLHttpRequest;
} catch(e) {
    try {
        xmlObj = new
```

• • • • •

```

    }
    IDataset ds = new
    IDatasetProxy(rdataset);
    //获取数据集的名称
    IName iName = ds.getFullName();
    //切换数据源
    dLayer.setDataSourceName(iName);
    }
}

```

## 5 结论

本文通过对 ArcGIS Server 9.3 的深入研究,设计了该平台的 WebGIS 模型,并根据该模型实现了系统软件实例——气象设备运行监控系统。从功能角度而言,系统涵盖了气象设备监控业务的主要功能模块,涉及到设备运行状态监控、要素填图、极端天气情况监测、超极值数据监控、数据质量评价和信息综合显示等。从结构角度而言,设计的 WebGIS 模型将系统划分为 4 层:客户端、Web 层、WebGIS 应用服务层、数据库层等。从实现角度而言,采用服务器端和客户端相结合的模式进行开发,采用了符合 J2EE 标准的 JSF 框架、Ajax 等先进技术。在今后的工作中,将进一步研究如何使用空间分析算法为气象设备站点选址服务。

## 参考文献:

[1] 唐朝胜,陶忠良,周兆德. 基于 WebGIS 的橡胶气象灾害信息管理系统研建[J]. 农业网络信息, 2008(1):14 -

- 17.
- [2] 胡旭松,张凤荔. WebGIS 在数字化校园建设中的应用研究[J]. 计算机与现代化, 2009(6):110 - 113.
- [3] 阮惠华,肖文名. 基于 WebGIS 的气象预报实时资料共享系统研究[J]. 地理空间信息, 2008(4):95 - 98.
- [4] 祝铭钰. 基于 ArcIMS 的 WebGIS 物业管理系统的设计与实现[J]. 电脑开发与应用, 2008(4):54 - 56.
- [5] 张瑞林,肖桂荣,王国乾,等. 基于 ArcGIS Server 的海域使用管理信息系统开发[J]. 地球信息科学, 2007, 9(4):80 - 84.
- [6] 沈百玲. ArcGIS Server 体系结构和开发简介[C]. 北京: ESRI 中国有限公司, 2004.
- [7] 姚育章,盛现东,靳瑾. ArcGIS Server 平台在电子海图数据转换中的应用[C]. 第八届 ESRI 中国用户大会论文集, 2009:256 - 258.
- [8] Bergsten H. Java Server Faces[M]. O'Reilly Media, 2004.
- [9] 周先菊. 基于 NET 的气象业务 WebGIS 的研究与应用[C]. 硕士学位论文, 2009.
- [10] Kito D M. Java Server Faces in Action[M]. Manning Publications Co, 2004.
- [11] 张自力. 基于 ArcSDE 的空间数据库建设与管理研究[C]. 硕士学位论文, 2005.
- [12] 张家坤. 基于 WebGIS 的空间信息发布系统的设计与实现[C]. 硕士学位论文, 2006.
- [13] 彭建伟. Ajax 技术在 WebGIS 中的应用研究[C]. 硕士学位论文, 2008.
- [14] 薛蕾,李林,王龙鹤. 基于 ArcGIS Server 和 Ajax 的 WebGIS 系统开发[J]. 农业网络信息, 2008(7):24 - 26.

# Design and Implementation of the System for Atmospheric Equipment Monitoring Based on ArcGIS Server Technique

WU Tong<sup>1</sup>, NI Shaoxiang<sup>2</sup>, ZHANG Chunhui<sup>3</sup>, WU Xiaoming<sup>3</sup>

(1. Nanjing Neusoft System Integration Co., Ltd, Nanjing 210012, China;

2. College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China;

3. Nanjing LES Information Technology Co., Ltd, Nanjing 210017, China)

**Abstract:** This paper focuses on the Web Geographic Information System (WebGIS) for atmospheric equipment monitoring based on ArcGIS Server technique. MVC design pattern based on JSF and ArcGIS Server techniques was implemented in the system (i. e. Atmospheric Equipment Monitoring System) which combined with WebGIS key technology. Atmospheric Equipment Monitoring System was divided

into four layers, i. e. client layer, web layer, WebGIS application service layer and database layer. Web layer includes view, controller and non-spatial business logic, mainly implementing the user interface in the four layers. WebGIS application service layer, which contained the business logic, was accomplished by invoking the ArcObjects on GIS server and the Application Program Interface (API) of ArcGIS Server, and JavaBeans with spatial data processing functions were also used in this layer. Spatial data was managed and stored by ArcGIS SDE 9.3 and Oracle 10g, which was accessed by means of service objects' calling from WebGIS application service layer. The key technologies such as Asynchronous JavaScript and XML (Ajax), dynamic change of vector data and raster data were used in the information system. The Atmospheric Equipment Monitoring System consisted of equipment operation status monitoring, meteorological element mapping, abnormal weather monitoring, extreme value monitoring, data quality assessment and comprehensive information display. Users can monitor the operation status of meteorological equipment by the system, which is useful for making decision. At the same time, it would contribute to weather process analysis, early detection of abnormal weather phenomena, would enhance analysis and decision-making capacity for disaster prevention in China.

**Key words:** WebGIS; ArcGIS Server; JSF; Ajax; meteorological equipment monitoring