

胡争光, 郑卫江, 高嵩, 等. 气象 GIS 网络平台关键技术研究与应用. 应用气象学报, 2014, 25(3): 365-374.

# 气象 GIS 网络平台关键技术研究与应用

胡争光\* 郑卫江 高嵩 罗兵 李月安

(国家气象中心, 北京 100081)

## 摘 要

针对 WebGIS 在气象业务应用系统的现状和存在问题, 开发了具有自主知识产权的气象 GIS 网络平台。该文介绍了平台开发的背景、目标、功能结构, 结合气象数据特点和业务需求分析, 对系统建设中的关键技术进行详细探讨, 包括智能缓存技术, 基于 RIA (Rich Internet Application, 富互联网应用程序) 的渲染绘制技术, 气象数据监视机制以及地图服务聚合技术。基于气象 GIS 网络平台搭建了国家级和省级气象应用业务系统, 系统运行稳定, 实现了海量气象数据的网络高效发布、快速渲染绘制、数据自动监视更新以及地图服务定制等功能, 对气象信息网络服务具有重要意义和应用价值。

**关键词:** 气象 GIS; 智能缓存技术; RIA; 服务聚合; 灾害性天气监视

## 引 言

随着地理信息系统 (GIS) 技术的快速发展和深入应用, GIS 技术已成为气象业务系统信息化建设的重要支撑平台, 在气象数据管理、气象预报预测预警、气象公共服务、气象资源共享、气象决策分析应用等方面都发挥着重要作用。国内外一些气象业务机构基于商业 GIS 平台或者开源 GIS, 先后建成了一批支撑气象业务的信息系统。例如中国气象局研发的基于 ArcGIS 的气象服务决策信息系统 (MESIS)<sup>[1-2]</sup>; 中国气象局研发的气象信息综合分析处理系统 (MICAPS) 采用开源 GIS-SharpMap<sup>[3-4]</sup>, 在一定程度上较好地支持了 GIS 数据的显示, 一些业务单位基于商业网络地理信息平台开发了一些气象网络服务平台<sup>[5-7]</sup>, 德国的 NINJO 预报平台通过网站门户网络集成了 WMS, WMF 等地图服务<sup>[8]</sup>, ECM-WF (欧洲中期天气预报中心) 联合巴西 INPE/CPTEC 开发的 Metview 4<sup>[9-10]</sup>, 采用 Terralib 开源软件包, 也集成了 WMS 等 OGC 标网络地图服务, 美国研发的 AWIPS 提供了多种气象资料与地理信息叠加分析功能<sup>[11]</sup>。同时, 国内外一些研究机构也

对 GIS 在气象行业的应用进行研究和尝试, 如美国 NCAR 与 ESRI 合作研究气象专用数据模型来扩展 ArcGIS<sup>[12]</sup>, 国内一些学者也对 GIS 与气象结合进行了积极的研究<sup>[13-17]</sup>。

但上述业务系统和研究在不同程度上存在一定的局限性: ① 系统建设大都建立在商业 GIS 软件 (例如 ArcGIS, SuperMap 等) 的二次开发之上, 这样就造成了费用高, 扩展性能较差, 在气象行业的多级应用推广不便, 如基于 ArcGIS 开发的 MESIS 平台在省市级推广存在成本过高的问题。② 系统基于开源 GIS 开发, 功能有限, 且难度较大, 不能很好地保证系统的稳定性, 如基于 MapServer, QGIS 等开源 GIS 软件二次开发的底层接口比较复杂<sup>[18-19]</sup>, 开发人员不容易入手。③ 对气象数据显示的支持不够。现有的通用 GIS 软件平台还没有专门的气象专用符号库、气象专用颜色集、气象产品制作模板等<sup>[18-19]</sup>。④ 基于目前 WebGIS 技术的气象系统仅限于气象数据简单显示, 对气象数据、算法分析网络服务能力支持有限<sup>[5]</sup>。目前全国气象部门缺少一个开发成本较低、简洁易懂、开发难度小、扩展性能强、网络服务集成能力强、内嵌气象符号表达、分析算法模型等功能于一体的 WebGIS 通用平台。

2013-06-28 收到, 2014-02-26 收到再改稿。

资助项目: 中国气象局“十一五”气象灾害监测与预警工程项目“气象地理信息系统 (MeteoGIS) 建设”

\* email: westlifehu@126.com

因此,为了解决以上问题,在中国气象局“十一五”气象灾害监测与预警工程重大项目“气象地理信息系统(MeteoGIS)建设”中,国家气象中心于 2009 年 9 月启动了气象 GIS 平台的研发工作,2012 年 4 月,项目组向全国气象业务部门免费发布了气象 GIS 正式版本 V1.0。项目研究成果包括气象 GIS 数据引擎、气象 GIS 组件、气象 GIS 网络平台和气象 GIS 桌面平台 4 部分。气象 GIS 网络平台作为气象 GIS 重要组成部分,其无缝集成了气象 GIS 平台核心组件,采用 JAVA 组件开发,不仅提供方便快捷的气象数据网络发布,而且提供专业的分析算法和气象数据模型的网络服务。该平台有效契合了当前先进的 WebGIS 技术和气象业务应用特点,可以由软件开发人员开发各种气象专业的 WebGIS 应用,支持 OGC 的 WFS, WMS, WCS 地图服务规范,支持 Silverlight, AJAX 和 Flex 客户端等 RIA 富客户端技术。可以适应国家、省、地和县各级气象部门专业化应用服务需要,提供一个标准化的、简单易用、扩展性强、专业性强的 GIS 网络平台,进而起到集约化开发作用。

## 1 气象 GIS 网络平台设计

### 1.1 总体结构设计

气象 GIS 网络平台总体上划分为两个端,即气象 GIS 服务端和客户端,服务端又划分为 3 个层,分别为数据层、气象 GIS 服务层和 Web 服务层(如图 1 所示)。

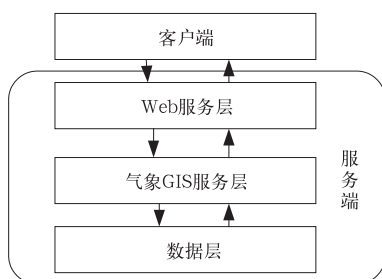


图 1 气象 GIS 网络平台分层结构

Fig. 1 The framework of MeteoGIS Internet platform

#### 1.1.1 数据层

数据层主要储存系统所需数据,包括空间数据、属性数据以及气象业务数据。这些数据通常存储到

各种类型的数据库或者文件系统中,包括 Oracle, SQL Server 数据库等。气象 GIS 网络平台使用空间数据引擎技术(MG DBE),可以顺利实现空间数据和非空间数据在数据库和文件系统中一体化存储,保证气象 GIS 服务层能够准确、快速地获取气象数据并对其进行分析。

#### 1.1.2 气象 GIS 服务层

气象 GIS 服务层提供一套或多套对空间数据进行获取、分析、显示、传输的服务。基于气象 GIS 网络平台构建的系统的客户端所提出的关于气象数据和 GIS 空间数据的操作请求,如常规气象观测数据填图显示和分析、云图雷达浏览、地图浏览、地图放大、空间分析等,均由气象 GIS 服务层进行处理,并将最终的处理结果返回给客户端显示。气象 GIS 服务层是一个可独立运行的服务包,由气象 GIS 服务、气象 GIS 组件、地图容器、气象 GIS 服务器、气象 GIS 服务管理器、气象 GIS 集群服务器以及数据传输对象构成。

#### 1.1.3 Web 服务层

Web 服务层主要包括基于 Web 的应用程序,其介于客户端和气象 GIS 服务层之间,是实现气象 GIS 功能的一个媒介层。该层将 Web 应用程序通过 Web 服务器(Apache, IIS, Tomcat 等)发布到网络中供客户端调用,Web 服务层传递客户端请求到气象 GIS 服务层,调用气象 GIS 服务并获取服务端的结果,并将结果返回给客户端。Web 服务层提供了服务访问组件,提供对气象 GIS 服务的访问以及对 OGC 标准服务<sup>[19]</sup>和第三方服务的访问;Web 服务层提供 OGC 服务、REST 服务以及 Web 服务 3 个部分的 Web 发布功能,即支持将服务在 Web 服务层发布为 OGC 标准服务、REST 服务以及标准的 Web 服务。

#### 1.1.4 客户端

气象 GIS 网络平台客户端具有开放性服务聚合应用架构,支持 REST 和 SOAP 空间信息服务,并且可通过规范化接口进行服务协议的扩展;支持 WMS, WFS, KML 等标准空间信息服务。客户端包含 3 个 Ajax 客户端、Silverlight 客户端和 Flex 客户端 3 个部分<sup>[20-22]</sup>。3 个客户端工程采取一致的流程和客户端模块结构,每个客户端工程均包含如下模块:基础类型对象模块、操作提供者对象模块、图

层类对象模块、操作类对象模块、工具类对象模块、客户端控件模块、气象数据绘制模块(地面、高空、自动站、雷达、卫星、数值模式等)、客观分析处理模块。

## 1.2 总体功能设计

### 1.2.1 气象数据显示

气象 GIS 网络平台支持实况数据、模式产品、云图数据、雷达数据等的显示,支持产品的动画播放。其内置了强大的空间数据引擎,可以直接读取和发布 13 种通用 GIS 数据格式和 9 大类气象专业数据格式,并能通过服务聚合集成发布其他 GIS 系统所发布的 WMS 和 WFS 服务。系统支持的 9 大类气象专业数据格式包括:MICAPS, GRIB, HDF, NetCDF, AWX, BUFR, GrADS, Radar, SWAN。13 种通用的 GIS 数据格式包括:AutoCAD DXF (\* . dxf), AutoCAD Drawing (\* . dwg), ArcInfo GRID (\* . grd), ArcView Shape (\* . shp), MapInfo TAB 文件 (\* . tab), 位图 (\* . bmp), JPG (\* . jpg, \* . jpeg), PNG (\* . png), GIF (\* . gif), Erdas Image (\* . img), RAW (\* . raw), SIT (\* . sit), TIFF (\* . tif, \* . tiff)。系统支持文件型数据源、Oracle 数据源和 SQL Server 数据源。

### 1.2.2 高效的海量气象数据发布

气象 GIS 网络平台完全支持 TB 级的海量空间数据(高分辨率卫星云图产品)的快速发布能力。创新的多级缓存技术和服务器冗余集群技术,与动态气象数据多级叠加,能够使用户获得良好的客户端数据浏览体验。

### 1.2.3 即时的数据更新响应

气象 GIS 网络平台集成了数据推送技术。气象数据若有新增或变化,服务器端便会立即向客户端推送数据变化的消息,借助于强大的客户端绘图技术,可对数据变化作出快速响应。

### 1.2.4 快速的气象数据分析

气象 GIS 网络平台改进了传统 GIS 在线分析的架构体系,在服务器端和客户端进行了合理的负载分配,充分利用了客户端的计算和绘图能力,提高了数据在线分析的效率和并发能力。目前,气象 GIS 网络平台集成了离散点插值、等值线和等值面生成、缓冲区分析等功能。

### 1.2.5 地图服务定制与集成原则

当前气象网络信息系统开发平台差异较大,例

如,有些业务系统基于 SuperMap 的 IServer 开发,有些基于 ArcGIS 的 ArcServer 开发等,如何集成其他业务系统的资源和服务功能,是当前气象服务共享中的重要内容。因此,在气象 GIS 网络平台研发中,需要支持标准化的网络地图服务和气象数据服务,从而可以快速集成共享其他网络服务系统提供的服务。气象 GIS 网络平台利用地图服务器,可为用户提供自定义地图服务功能,同时,可以通过服务聚合方式,集成发布其他 GIS 系统所发布的 WMS 服务等第三方标准地图服务,如支持加载 Google 矢量图、地形图和卫星影像图。

## 2 气象数据特征及应用需求

### 2.1 气象数据特征

气象数据具有多源化特点,包括各类常规观测资料、雷达产品、卫星云图、数值预报产品等,主要分为栅格数据和矢量数据。矢量数据是以点、线、面为表现形式的拓扑结构,并附带属性数据,其主要以文件的形式存储。栅格气象数据结构相对简单,空间叠置和空间分析能力强,但它有着存储量大、空间位置精度低的不足。栅格数据和矢量数据是气象数据网络发布的基础数据,它的高效组织和处理决定了网络平台的运行效率;同时,气象数据还具有海量性的特点,以卫星影像为代表的空间数据采集技术不断成熟,数据呈级数增加,大型气象空间数据库包含 GB 甚至 TB 数量级的矢量和栅格数据。此外,气象数据具有高时效性特点,数据更新频繁,如分钟级自动气象站、秒级 L 波段探空、分钟级雷达体扫数据等。表 1 给出了典型气象数据类型及其特征。

### 2.2 应用需求

#### 2.2.1 海量、多源气象数据网络应用服务需求

当前,针对常规观测资料(高空、地面、自动气象站等)、雷达产品、卫星云图、数值预报产品等气象数据的网络共享和网络发布,在气象数据网络服务、气象预报预测预警、气象公共服务、气象应急决策分析应用等方面具有重要作用;同时,随着气象预报预警对气象数据时空精细化程度要求提高,稠密自动站、高分辨率卫星云图和细网格数值预报在气象预报预警中应用越来越广泛。如何对多源、海量气象数据进行高效的网络发布、显示分析,本研究对海量气象

数据采用智能缓存切片设计,缓存切片采用金字塔分级索引的方式存储,实现不同级别切片的快速调用,从而显著提升数据的网络发布性能。同时,采用

RIA 技术来提高气象数据在网络客户端的高效绘制(如气象要素填图显示、等值线和色斑图分析显示)。

表 1 气象数据类型及特征

Table 1 Meteorological data types and characters

数据类型	主要内容	数据类型	数据大小	更新频率
MICAPS 第 1 类	地面全要素填图观测,用于地面填图	矢量	300~500 KB	3 h 1 次
MICAPS 第 1 类	自动站数据	矢量	1~5 MB	10 min 1 次
MICAPS 第 2 类	高空全要素填图观测数据,用于高空填图	矢量	30~100 KB	6 h 1 次
MICAPS 第 3 类	除用于填图外,还可根据站点数据直接绘制等值线	矢量	30~100 KB	1 h 1 次
MICAPS 第 4 类	数值预报数据,用于绘制格点数据的等值线,还可直接用于填格点值	栅格	2~5 MB	12 h 1 次
MICAPS 第 7 类	台风路径产品	矢量	100 KB	
MICAPS 第 14 类	预报预警产品数据	矢量	100~300 KB	每日 4 次
HDF 格式	卫星云图	栅格	200 MB	15 min 1 次
SWAN 格式	雷达及外推产品	栅格	200~500 KB	6 min 1 次

### 2.2.2 气象地理信息网络服务定制需求

气象业务人员对气象网络信息服务系统的需求越来越大,特别是基于 WebGIS 的气象网络信息服务系统,一方面,气象业务人员可以方便在线获取气象信息,同时,可以在线高效获取地图服务,包括地图显示与管理功能、数据空间分析功能等。随着气象专业化发展和服务需求的增长,平台需要具备集成多种 GIS 底图的能力,如地形 DEM 图、矢量图、遥感影像图等,还需要定制应急情况下气象服务 GIS 数据,例如山洪、泥石流、中小河流流域地理信息数据等。结合数据的现状以及用户的应用需求,提出基于网络的地理信息服务方式来组织发布空间数据,实现地理数据的快速发布与共享。为了给用户提供可定制的地理信息服务,本研究也采用了地图服务聚合的技术来定制用户需要的地图。

### 2.2.3 高时效气象数据应用需求

针对高时效、高频次的气象数据,如分钟级自动气象站、秒级 L 波段探空、分钟级雷达、卫星数据,如何发挥这些数据及其加工产品在重要天气和气象灾害监视和报警功能,尤其是台风监视、强对流天气监视等。本研究采用数据监视机制保证自动监视更新。

因此,本文将从栅格数据的智能缓存技术、基于 RIA 的客户端渲染技术、气象数据实时监控机制、地图服务聚合等方面深入研究,实现符合气象应用的网络信息服务体系。

## 3 气象 GIS 网络平台关键技术设计

### 3.1 栅格数据的智能缓存技术

随着 WebGIS 在气象行业应用的不断深入,系统发布的数据量不断增加,多比例尺地图、海量地形数据、高时空分辨率的雷达数据和卫星等栅格数据的网络发布,对系统的性能(包括动态的地图呈现、快速的地图响应时间、高并发量访问能力等)提出了更高的要求。面对这些问题,气象 GIS 网络平台针对海量栅格数据提出了智能缓存的技术架构。

所谓智能缓存技术,是指为提高对栅格数据的网络发布效率,采用服务器端主动预缓存技术和动态缓存技术两种相结合的方式,这两种方式均基于金字塔模型(图 2)来处理、组织、管理栅格数据。

对于基础地图数据以及小比例尺下的实时气象栅格数据(雷达、卫星产品等)的网络发布,本文采用服务器端主动预缓存技术,即预先在服务器上切割出金字塔结构的缓存切片,按一定规则存储在服务器硬盘目录下,每级地图切片均有相应的坐标值与索引值。访问时,客户端根据当前缩放级别下的比例尺、当前显示范围进行计算,得出请求范围覆盖到的瓦片数据的层次号和行列号,并向服务器发出请求,服务器通过索引进行检索,得出所需瓦片数据的坐标范围,以链接图片的方式快速显示。这种方式的优势是对于变化较小的地图数据以及小比例

尺下的实时气象数据可以快速、高效响应,但对于实时的大比例尺下的气象栅格数据,将会出现数据更新繁琐、执行效率降低、组织管理不便的弊端。显然,针对海量气象数据以及气象要素需要高精度显示的特性,这种方式不能满足需求。

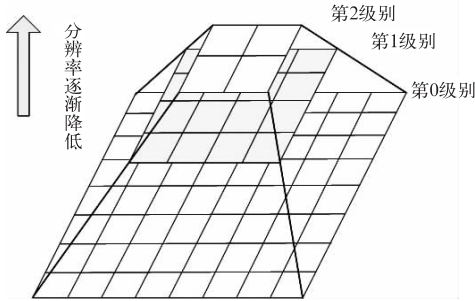


图 2 金字塔数据结构  
Fig. 2 Pyramid data structure

为此,对于大比例尺下的云图、雷达等实时数据,则采用实时动态缓存技术,当用户需要时,客户端便会对该请求进行解析,计算出当前比例尺下、当前视图窗口中对应的图片数量和大小,服务器端根据瓦片大小值动态切割原始数据,从而动态获得切片文件。该方式不需要提前生成大量的地图切片,也不会频繁调用缓存文件,不但有效地节省了存储空间和内存使用量,还具有较高的安全性。

### 3.2 基于 RIA 的客户端气象数据高效渲染技术

RIA(Rich Internet Application,富互联网应用程序)<sup>[23]</sup>具有高度的互动性和丰富的用户体验,它将桌面应用程序的交互用户体验与传统的 Web 应用部署灵活地结合起来,综合了 B/S 架构和 C/S 架构的优势,成为一种全新的 Web 应用解决方案。RIA 技术提供了一套在客户端进行渲染绘制的解决方案<sup>[24]</sup>,Flex 技术是现有的几种 RIA 客户端开发技术之一<sup>[25]</sup>,且较为成熟,因此本研究将选择 Flex 技术作为客户端显示手段来实现气象信息的网络发布。

结合 Flex 技术与气象 GIS 网络平台需求,系统对基于 Web 的气象观测站点数据填图显示(包括地面、高空、自动气象站等)、基于 Web 的数值模式数据绘制显示、基于 Web 的客观分析数据集绘制等模块提供了一系列的解决方案。

对于地面气象要素填图、高空填图、自动气象站

等站点的显示,平台提供了丰富的气象填图符号和自动分级显示机制,在富客户端实现了在不同比例尺下的气象数据填图的渲染绘制;对于在线的数值模式数据绘制显示,为了减小客户端压力,提高格点场绘制效率,在服务器端对格点数据进行等值线分析,然后在客户端向服务端发送请求后保存在客户端内存,最终采用 RIA 的客户端渲染技术实现数值模式的格点分析,填色显示等。同时,平台能根据格点场的格点密度自动分级显示不同尺度下的数值模式,如 ECMWF 细网格资料的显示等。

对于 Web 的站点插值分析,平台在服务器端实现 Cressman 和 IDW 两种插值分析算法,当客户端发送一个请求时,GIS 服务器会解析需要的站点数据,根据请求发送过来的空间范围的大小以及网格点间隔,调用插值方法,生成一个结果集,然后将结果集传返回客户端,保存在客户端内存中进行绘制。

图 3 为 Flex 客户端对气象要素填图显示的流程图,分气象数据传输、数据过滤选取、气象数据服务以及客户端渲染这几个关键点实现了基于 Web 的地面填图与高空填图。

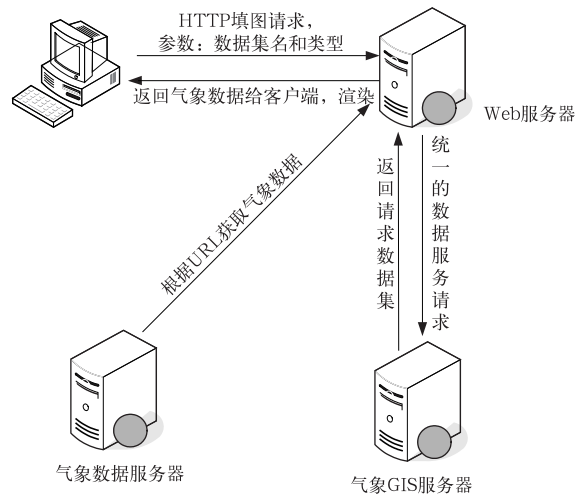


图 3 客户端填图过程  
Fig. 3 Meteorological data plot in client

### 3.3 气象数据实时监视机制

气象数据更新频繁,如在灾害性天气监视中,需要对分钟级的自动气象站数据、雷达数据进行实时监视,为此,气象 GIS 网络平台提供了一种气象数据实时监视技术,采用服务器推技术和 http 拉取相结合的方式。当有新的数据到达时,将会被服务端

的数据更新监测器监测到,服务端将采用下面的方式通知客户端。首先,服务端监测器将数据更新消息推送到客户端监视器;然后,服务端将数据更新信息存放到数据更新配置项中,客户端监视器定时监视该配置文件。客户端监视到数据更新消息后,向

服务端发送数据请求来获取最新数据,最后进行数据处理分析显示给用户。这样,不仅能够向用户展示即时动态数据,气象观测数据的显示速度也得到了优化(图 4)。

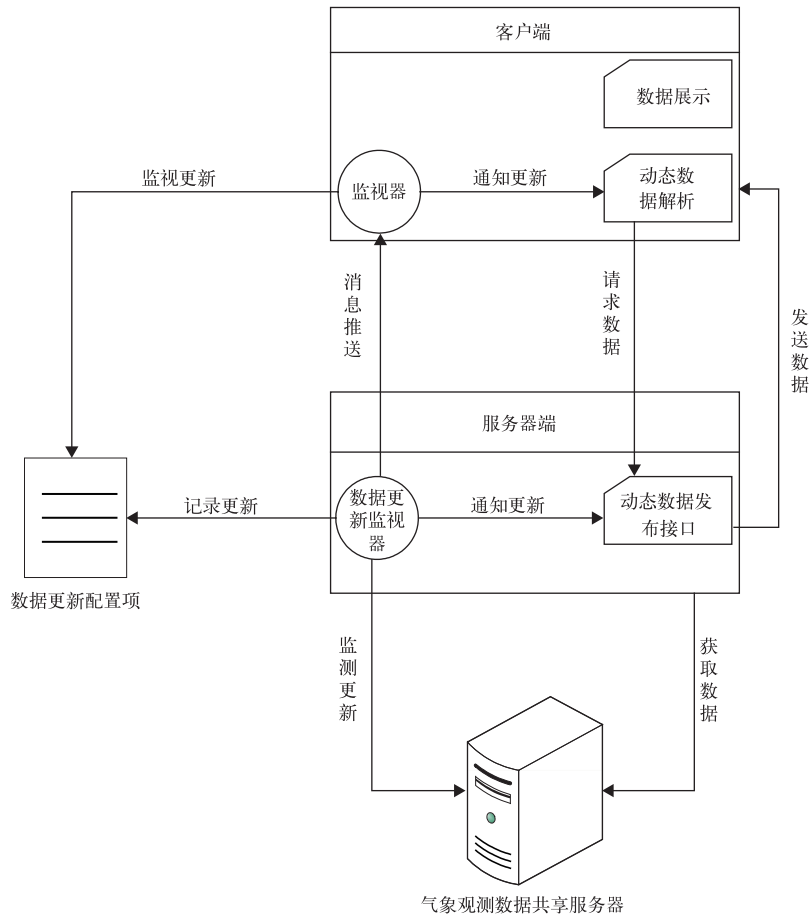


图 4 气象数据实时监视机制

Fig. 4 Monitoring of meteorological data in real-time

### 3.4 地图服务聚合

不同气象业务应用对地图的定制功能提出不同需求,因此气象 GIS 网络平台充分考虑用户定制和集成第三方地图服务的要求,平台采用面向服务体系架构设计,完全支持地图服务聚合功能,除了体现在对 Web Service 规范和 OGC, KML 等规范的支持和将气象 GIS 服务发布为标准服务之外,还支持对标准第三方服务的聚合。提供这种聚合能力可以方便用户使用标准服务,在少编程甚至不编程的情况下,方便地在气象 GIS 网络平台上使用第三方提

供的标准网络服务。

气象 GIS 网络平台的服务聚合能力从设计上贯穿始终,从客户端脚本、Web 服务层、气象 GIS 服务层,每一个应用的层次都具有服务聚合的能力。下面以客户端聚合为例介绍聚合原理。在客户端,气象 GIS 网络平台以面向对象的方式提供一套完整的 SDK,用户可以在客户端用面向对象的方式通过简单的编程来实现对标准第三方服务的访问,可以非常方便地将第三方服务提供的图片或数据聚合到气象 GIS 网络平台的客户端(图 5)。

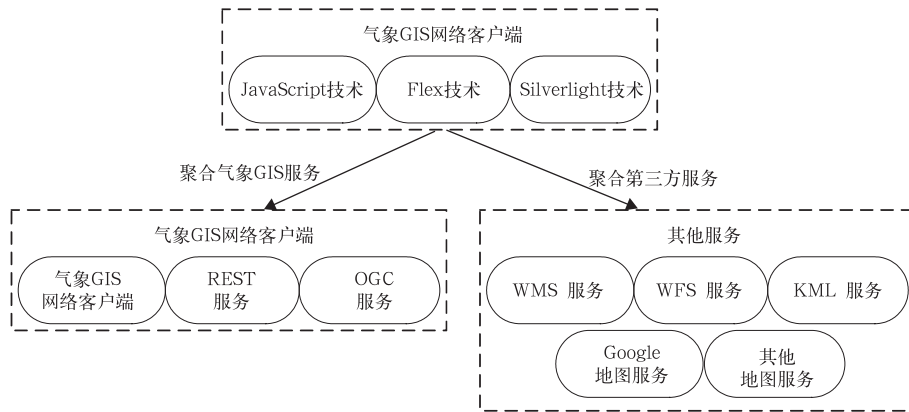


图 5 气象 GIS 网络平台客户端聚合示意图

Fig. 5 Service mashup of MeteoGIS Internet client

### 4 应用实例

基于气象 GIS 网络平台,采用 Flex 富客户端、JAVA 组件开发了国家级的网络化灾害性天气监视预警平台。该平台不仅支持雷达拼图资料、单站雷达 PUP 产品、卫星云图、高精度地形图等栅格数据的高效网络发布,还可以实现自动气象站、地面观测

等矢量数据的叠加、显示、查询、分析等功能,同时,支持对自动气象站数据的客观分析,可对气象要素累计分析统计等;用户可以自由切换地图服务等;另外,针对各地情况,对实况数据根据不同阈值设置进行监测,结合雷达回波、台站观测等资料综合分析,对灾害性天气进行实时分析及自动监视报警等。图 6 和图 7 是系统的运行实例截图。

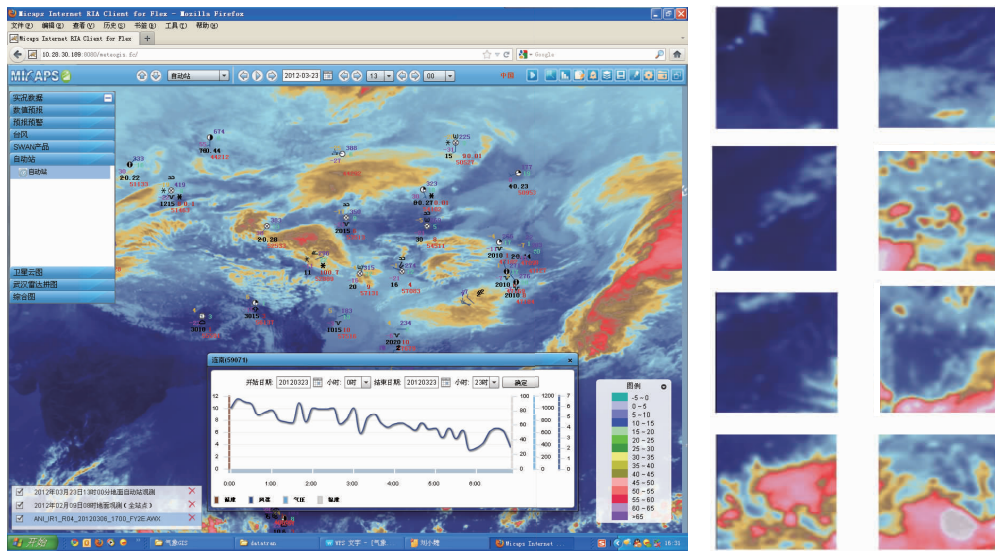


图 6 矢栅数据在平台客户端渲染绘制效果及部分切片

Fig. 6 Vector-raster data rendered in platform based on MeteoGIS

该网络平台在全国各级气象业务部门进行了推广使用,某些省份气象局应用开发人员结合当地业务需求,使用该平台的组件接口进行开发,如广西壮族自治区气象局开发的广西精细化预报网络平台,江苏省气象局开发的江苏气象灾害预警和应急系

统,现都已投入业务应用。图 8 为江苏气象灾害预警和应急系统界面。随着气象 GIS 的完善和推广使用,气象 GIS 在全国各级气象部门的气象灾害预警、天气和气候监测、预报、预测、评估和信息发布等信息化建设方面具有重要的应用前景。

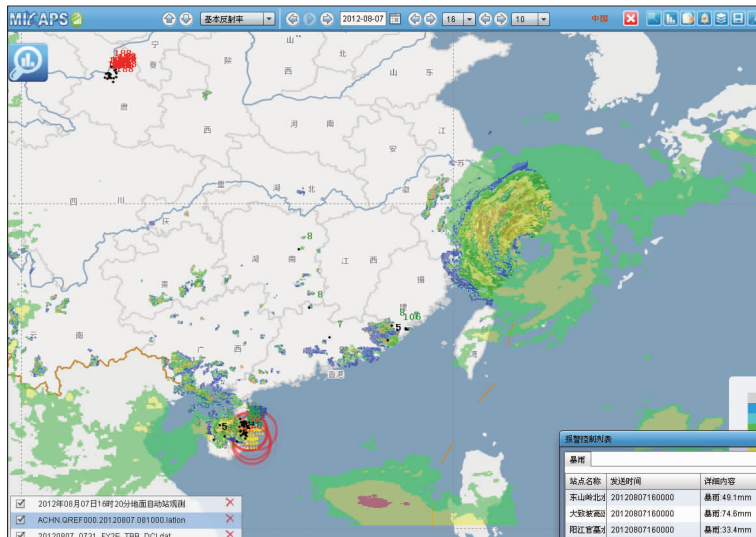


图 7 基于气象 GIS 网络平台的灾害性天气监视平台实时监视报警效果  
 Fig. 7 Real-time monitoring in severe weather monitoring platform based on MeteoGIS Internet

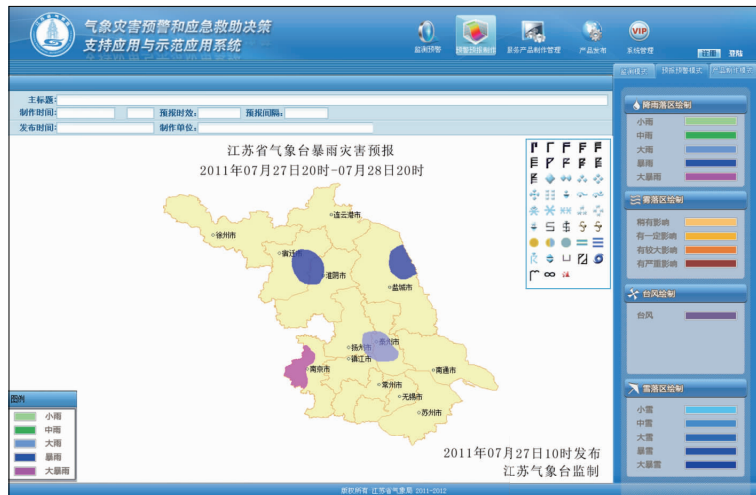


图 8 基于气象 GIS 网络平台的江苏气象灾害预警和应急系统  
 Fig. 8 Jiangsu weather disaster warning and emergency-response platform based on MeteoGIS Internet

### 5 小 结

本文对气象 GIS 网络平台的总体功能、关键技术及其在各级气象业务部门应用实例进行了详细阐述,气象 GIS 网络平台不仅可以高效、高质量地网络发布海量、实时气象数据,而且可以对各类气象数据进行实时分析和监控,增强了其在气象数据网络共享、实况监视报警、预报分析、服务出图等方面的应用能力;同时,该平台具有较好的系统结构开放性

和扩展性,可通过标准网络服务的方式,集成其他系统的地图服务和气象数据服务等。随着气象 GIS 网络平台逐步完善,及其在全国的推广应用,该平台将在气象信息现代化建设中发挥重要作用。当然,目前该平台在地图服务器负载均衡方面还存在一定缺陷,未充分考虑集群服务器动态负载均衡的优化;同时,未考虑针对 html5 标准的气象 GIS 网络平台客户端设计。因此,在下一步的研发中,国家气象中心气象 GIS 研发项目组会将加大对 html5 网络客户端研发,优化 GIS 服务器集群负载均衡方案;同



时,简化二次开发接口,为各级开发人员提供简洁、方便的接口。

### 参考文献

- [1] 吴焕萍,罗兵,王维国,等. GIS技术在决策气象服务系统建设中的应用. 应用气象学报,2008,19(3):380-384.
- [2] 吴焕萍,罗兵,曹莉. 地理信息服务及基于服务的气象业务系统框架探讨. 应用气象学报,2006,17(增刊):135-140.
- [3] 李月安,曹莉,高嵩,等. MICAPS预报业务平台现状与发展. 气象,2010,26(7):50-55.
- [4] 中国气象局培训中心. MICAPS3系统培训教材. 北京:气象出版社,2009.
- [5] 孙利华,吴焕萍,郑金伟,等. 基于Flex的气象信息网络发布平台设计与实现. 应用气象学报,2010,21(6):754-761.
- [6] 高梅,倪允琪,张文华,等. 中尺度灾害天气分析与预报系统综合显示平台. 应用气象学报,2011,22(5):621-630.
- [7] 郑卫江,吴焕萍,罗兵,等. GIS技术在台风预报服务产品制作系统中的应用. 应用气象学报,2010,21(2):250-255.
- [8] Dirk H. NinJo Recent Developments. 20th EGOWS,2009.
- [9] Stephan S, Fernando I. Metview 4 & Magics++: Answering New Challenges of Increasing Volumes of Data. 20th EGOWS,2009.
- [10] Daabeek J. Overview of Meteorological Workstation Development in Europe // Proceedings of 21st International Conference on Interactive Information Processing Systems(IIPS) for Meteorology, Oceanography, and hydrology. 2005.
- [11] Griffith F. AWIPS-II Into the Future // Proceedings of 27th IIPS for Meteorology, Oceanography, and hydrology. 2011.
- [12] Wilhelmi O, Boehnert J. GIS Initiative: Developing an Atmospheric Data Model for GIS. Unidata Seminar, 2004.
- [13] 董晨娥,王孝卿,肖清华,等. 基于GIS的气象灾害评估系统的研究与应用. 自然灾害学报,2010,19(6):107-111.
- [14] 刘品高,江南,谭萍,等. 气象地理信息系统的设计与实现. 应用气象学报,2005,16(4):547-552.
- [15] 黄中艳. 基于GIS的云南烤烟种植气候动态分区评估. 地理研究,2011,30(8):1441-1447.
- [16] 张洪亮,邓自旺. 基于DEM的山区气温空间模拟方法. 山地学报,2002,20(3):360-364.
- [17] 朱浩,樊彦国,武腾腾. 开源GIS支持下的气象灾害风险区划分析. 气象与环境科学,2012,35(3):33-40.
- [18] 刘旭林,赵文芳,刘国宏. 基于WebGIS的气象信息显示和查询系统. 应用气象学报,2008,19(1):116-121.
- [19] Open GIS Consortium Inc. OpenGIS Specifications: Web Coverage Service (WCS), Version 1. 1. 2. [http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact\\_id=27297](http://portal.opengeospatial.org/files/index.php?artifact_id=27297), 2008.
- [20] 程国雄,胡世清. 基于Silverlight的RIA系统架构与设计模式研究. 计算机工程与设计,2010,31(8):1706-1713.
- [21] 戴侃,杨小虎. 基于J2EE和FLEX技术构建RIA系统的探索与实现. 微电子学与计算机,2003,23(5):22-27.
- [22] 杨仁和. AJAX设计模式. 北京:电子工业出版社,2010.
- [23] Robert R, Simon A. Macromedia MX: Building Rich Internet Applications. Macromedia Press, 2003.
- [24] George L. New ways to build rich internet applications. *IEEE Computer*, 2008, 41(8): 10-12.
- [25] 兰天,曲鹏东. Flex企业应用开发实战. 北京:机械工业出版社,2010:139-177.

## Research and Implementation of Key Technology in MeteoGIS Web Platform

Hu Zhengguang Zheng Weijiang Gao Song Luo Bing Li Yuean

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

### Abstract

In recent years, WebGIS plays an important role in meteorological data sharing, weather forecast and early-warning, public weather service and meteorological decision-making application. For instance, MICAPS integrated open source package SharpMap to display Web map services, and some branches develop meteorological Web service system based on commercial software such as ArcGIS and SuperMap. NINJO and MetView adopt Web Portal to integrate the WMS, WMF map services. However, there are some problems with the WebGIS application in current meteorology operational system. Generally, it is expensive and inconvenient to develop the WebGIS applications based on commercial GIS software. Open source GIS packages is also difficult for the developers to use and to ensure robustness. Besides, current WebGIS software hasn't taken meteorological data and meteorological analysis application characteristics into account.

To solve the above problems, a new system named meteorology GIS (MeteoGIS) Web platform is developed with JAVA language by National Meteorological Center (NMC) for the developers and researchers. It could not only deliver kinds of heterogeneous meteorological data sources through Web efficiently, but also integrate meteorological analysis algorithms and models. The platform combines the WebGIS with meteorological operation characteristics, which could be used to develop kinds of meteorological applications systems. Besides, some current key technologies are used, such as intelligent cache, RIA, meteorological data monitoring and web map service mashup. This standard, flexible, easy and convenient meteorological WebGIS platform could be used by kinds of developers at national and in different province-level or county-level administrative regions.

Based on MeteoGIS Web platform, NMC develops the national weather monitoring and warning system and some provinces develop weather forecast system and meteorological disaster response systems. These systems run stably in real-time weather operation, illustrating the key technique strong practicability and expansibility in massive data Web publishing, Web client rendering, data monitoring, and Web map service. There are still some problems to solve further, such as developing a html5 client and optimizing the load balance of the GIS server.

**Key words:** MeteoGIS; intelligent cache technology; RIA; service mashup; disastrous weather monitoring