

陈钻,李海胜. 新型台风海洋网络气象信息系统的设计与实现. 应用气象学报, 2012, 23(2): 245-250.

# 新型台风海洋网络气象信息系统的设计与实现

陈 钻<sup>1)2)</sup>\* 李海胜<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101)

<sup>2)</sup>(中国气象局公共气象服务中心,北京 100081)

## 摘 要

该文将时空数据模型的概念引入台风海洋网络气象信息系统,旨在构建一个多源、异构气象服务产品与数据按照统一的时空数据模型进行组织、集成和融合,并在互联网上实时展现的信息系统平台。介绍了该系统的设计思路和技术框架,同时分析了该系统中引入时空数据模型的技术难点和关键技术,重点展示了系统构建成型后能实现的主要功能,包括台风路径信息与卫星云图、天气形势场等多种气象信息的叠加显示;多功能历史台风路径信息查询;台风实况路径信息与城市风雨监测实况、卫星云图、雷达图的同步动画显示;气象灾害预警信息、气象资讯、城市天气实况及预报等内容的集成发布等。该研究成果已在中国天气台风网(typhoon. weather. com. cn)得到实际应用。

**关键词:** 气象信息; 时空数据模型; 台风海洋网络气象信息系统

## 引 言

我国东部和华南沿海等地区每年都遭受台风侵袭,严重影响经济社会发展和人民生命财产安全,因此与台风相关的研究工作和应用服务系统一直受到社会各界的关注。目前国内外众多气象服务机构大多研发并向公众提供了基于互联网的台风预警气象服务系统<sup>[1-3]</sup>。美国气象网站(www. weather. com)提供了基于 GIS 地图来展现台风移动路径信息,可同时显示多个台风路径信息,用户交互功能比较强<sup>[4]</sup>;日本气象网站(weathernews. jp)台风信息显示和查询简单明了,易于操作,但不具备地图操作等功能<sup>[5]</sup>。在我国,中央气象台网站(www. nmc. gov. cn)基于网络地理信息系统(WebGIS)研发了台风实时路径显示系统,所展现的台风路径信息非常直观,但没有呈现与台风相关的其他气象信息<sup>[6]</sup>;中国气象局上海台风研究所的中国台风网(www. typhoon. gov. cn)的台风气象信息非常丰富,不仅呈现出了当前和历史台风的路径信息,还提供了与台风相关的风情、雨情以及台风灾情等方面的信息,但各个服务产品之间相互独立,没有将相关产品关联

起来,用户查询台风相关信息较费周折<sup>[7]</sup>;而福建水利信息网虽不及中国台风网涵盖全面,却有针对性地提供了福建沿海台风所带来的风情、雨情的详细信息<sup>[8]</sup>。

综合国内外气象服务网站的情况,发现与台风海洋相关的网络气象信息服务存在以下不足之处:①多源、异构的气象信息数据没有按统一的时空数据模型进行组织,使得多种气象信息产品无法融合显示,用户无法直观了解台风及相关信息;②台风信息服务产品种类较少,且表现方式比较单一;③地理底图叠加信息单一,无法整合叠加公路、铁路等空间信息;④系统与用户交互的人机界面不够友好。

基于以上背景,分析多种与台风相关的气象业务产品的时空要素特征,借助时空数据模型进行多源、异构数据组织,设计并实现了台风海洋网络气象信息服务系统,着力从多功能台风路径查询、多种气象信息融合与集成发布等方面进一步拓宽和加强台风海洋气象信息产品在网络服务领域应用的广度和深度,打造在互联网上实现多源、异构气象数据快速整合、发布、查询的友好平台。本系统现已在中国气象局公共气象服务中心的中国天气台风网(typhoon. weather. com. cn)实际运行<sup>[9]</sup>。

2011-04-18 收到, 2011-11-28 收到再改稿。

\* E-mail: sam@weather. com. cn

# 1 系统总体设计

## 1.1 设计思路与建设目标

台风海洋网络气象信息系统总体设计思路是基于网络电子地图,建立统一的时空数据模型,管理包括台风、卫星云图、天气雷达、实时风情、实时雨情、近海海区预报、高空监测预警等在内的一系列气象信息数据,并在统一时空模型下将各类数据进行融合与叠加应用,最终实现基于互联网的台风海洋气象信息发布。系统旨在完善和超越国内外已有的、传统的气象信息网络服务模式,尝试提供更丰富、更优质、更专业的气象服务。

该系统建设目标包括:①将多个气象数据加工处理、融合为一个气象服务产品,使一个产品能传达多种气象信息,以完善目前大部分气象产品都是单个产品传达单项气象信息的局限性;②最大程度地将气象信息通俗化,以便公众一目了然地了解台风发生、发展情况;③将天气形势场监测实况及预报数

据集成展现,以便为具有一定气象背景的专业用户或决策部门提供天气参考依据;④根据目标用户不同而提供不同服务。针对普通用户,该平台核心目标是访问迅速、操作简单、气象信息表达通俗易懂、对海量用户并发访问有足够的承载能力。针对具备一定气象知识的专业人员,该平台建设目标是提供更加专业的综合性气象信息叠加应用和更加灵活的用户交互功能。

## 1.2 总体技术框架

该系统以空间数据库和电子地图为基础,采用 C/S 和 B/S 相结合的技术架构。C/S 部分提供数据的导入、电子地图的编辑管理功能,主要面向后台数据管理与操作人员<sup>[10-11]</sup>。B/S 部分通过 Web 服务器,提供 WebGIS 服务,基于 WebGIS 实现台风海洋气象信息服务功能,并集成图文实况、视频实况的位置标注和信息发布功能,主要面向系统最终的公众与行业用户。系统中的各类气象信息数据按统一的时空数据模型进行组织和管理。总体框架见图 1。

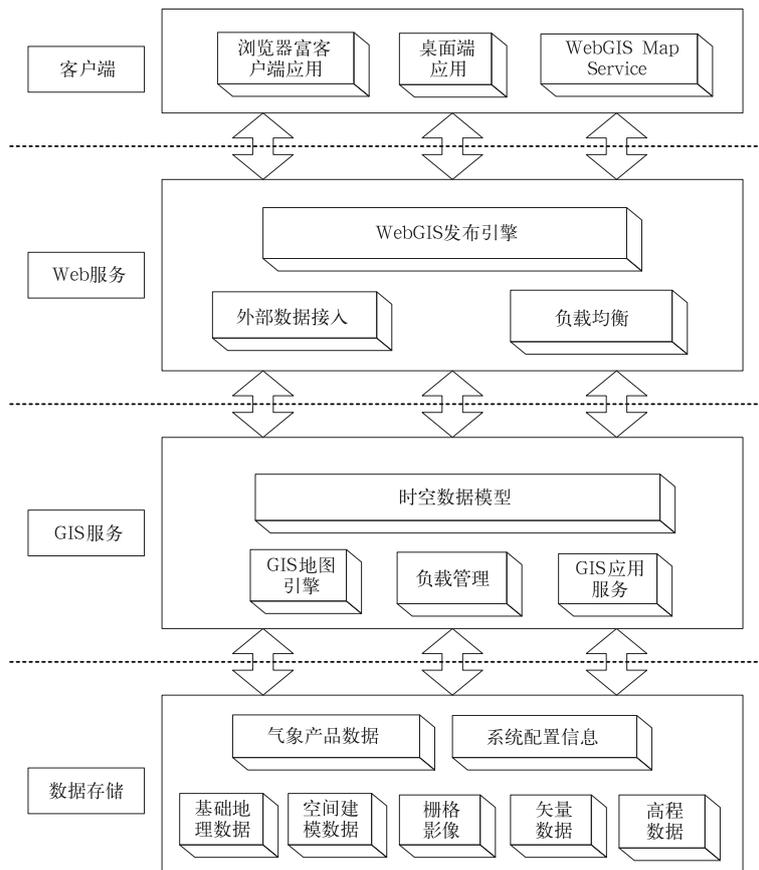


图 1 台风海洋网络气象信息系统总体框架

Fig. 1 The overall technical framework of Typhoon and Marine Meteorological Information System

### 1.3 系统功能的分类设计

系统功能包括以下 4 种:历史台风路径查询及动态演示功能、气象信息叠加功能、气象信息联动显示功能、气象信息集成功能。

①历史台风路径查询及动态演示功能。实现用户可根据年份、月份、台风登陆点、台风中心气压、台风强度等级等不同选择条件查询台风路径及相关信息(1949 年至今),并提供动态台风路径演示。

②气象信息叠加功能。叠加公路、铁路、河流等地理信息,并附放大、缩小等地图基本操作功能;叠加多种气象信息,实现台风路径信息与卫星云图、雷达图、天气形势场等气象信息的叠加显示。

③气象信息联动显示功能。2009 年以来的台风实况路径信息与城市风雨监测实况、卫星云图、雷达图同步动画联动显示。

④气象信息集成发布功能。集成发布省级/地市级气象灾害预警信息、气象资讯、城市天气实况及预报等内容的集成发布功能;集成显示 24,48,72 h 近海 13 个海区的天气预报信息。

## 2 系统实现

本系统面向公众服务,设计日访问量超过 500 万次,如何将气象信息按其时空特性有效组织并在互联网中高速读取是本系统实现的难点<sup>[12]</sup>。

### 2.1 气象信息的时空数据组织

支撑本系统的气象信息数据主要包括基础地理数据与实时气象数据两大部分。其中实时气象数据主要包括县级及以上城市风情、雨情监测实况数据、卫星云图数据、雷达图数据、天气形势场监测和预报数据、近海气象预报数据以及台风基本信息数据(1949 年至今)等;基础地理数据包括遥感卫星影像、行政区划、公路、河流、铁路等。

本系统将时空数据库组织的各类多源、异构气象数据按照统一的时间和空间标准进行组织,各类数据统一加入时间维度信息,各类空间信息使用统一的经纬度标识并采用相同的空间投影。

为将时空数据有效组织,本系统采取了两种数据处理方法:①切片数据。主要包括 GIS 背景影像、遥感影像、卫星云图、雷达拼图等数据。此类数据发布前将进行金字塔型切片处理,发布时由富客户端通过窗口空间位置换算出当前浏览位置需要的数据切片名称,并从服务器精确下载;多个切片数据

获取后,富客户端进一步通过算法将切片拼接成无缝图形。②点数据。除卫星云图、雷达图之外的所有气象数据。此类数据发布前通过预处理转换成更适合于发布的 XML 或 JSON 格式,传送至客户端后再进行本地查询、展现。

### 2.2 时空数据高速存取技术方案

鉴于本系统的高访问量设计,在技术方案上须谨慎控制服务器压力,尽量通过富客户端等技术减少并发访问请求。本系统采取了客户端 Flex 直接与数据缓冲服务器交互的方法,即数据载入后,后续操作都将由客户端完成,最大化分散服务器压力,并采用两种数据缓冲技术方案。

①GIS 背景数据缓冲技术方案。GIS 背景数据包括遥感卫星影像、行政区划等。此类数据如果直接发布并实时渲染将极其消耗系统资源,无法满足大规模用户并发需要。本系统对需要发布的 GIS 背景数据进行切片预处理,将一张大的矢量或栅格地图以空间方式切片成为一系列的小型图片;每个固定比例尺生成一套缓冲图片;当 GIS 数据发布时,前台客户端可利用 Ajax 或者 Flex 对图片进行无缝拼接,从而形成完整的 GIS 背景地图;GIS 背景数据发布时,不用实时渲染和裁切原始 GIS 数据,而是发布预处理好的数据缓冲切片,从而极大地降低服务器压力,提高用户访问速度<sup>[14-15]</sup>。

②气象数据缓冲技术方案。气象数据的缓冲将与 GIS 背景数据缓冲相互独立,不同数据类型都将采用不同的发布技术路线。针对全国范围的天气监测图,采用空间图片进行后台缓冲。生成镂空的半透明数据缓冲图片,每级比例尺一到多张。由客户端 Ajax 框架拼接形成完整效果;针对城市的天气监测实况和预报数据,直接推送至前台,由客户端 Ajax 框架或者 Flex 富客户端进行绘制;针对台风数据,直接推送至前台,并由客户端进行标绘,最终可形成动画效果;针对卫星云图、雷达图等,在后台转换为空间化图片,同时进行分级别缓冲,以保证发布效果;其他数据类型发布方案将根据具体需求制定。

## 3 部分系统功能展示

本系统已在中国天气台风网(typhoon.weather.com.cn)实现了实际应用,现将部分功能作简要展示。

### 3.1 台风查询

台风查询模块是该系统最重要的功能模块。用

户可根据年份、月份、台风登陆点、台风中心气压、台风强度等级等不同选择条件查询台风路径及相关信息,实现多功能历史台风路径数据查询(1949 年至今)。功能包括卫星云图、雷达图与台风联动显示;台风路径信息与风情、雨情联动显示;实现省级、地

市级气象灾害预警信息、气象资讯、气象视频等内容的集成发布,并能显示包括中国、日本、美国、韩国、英国、中国香港、菲律宾等在内的 7 个国家和地区气象部门的台风预报路径。界面显示内容如图 2 所示。

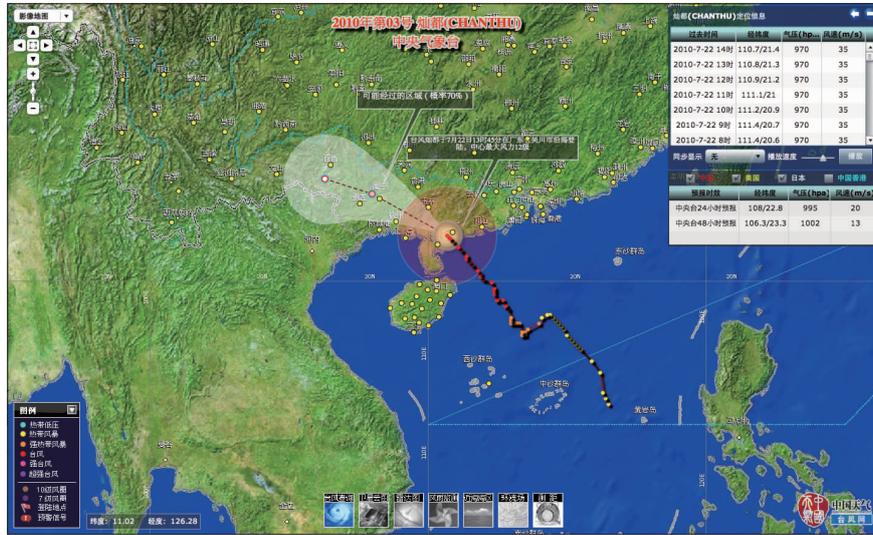


图 2 台风查询显示界面

Fig. 2 Typhoon query interface screenshot

### 3.2 卫星监测

默认显示最新的风云二号气象卫星 C 星与 D 星红外云图,显示范围为  $6^{\circ}\sim 60^{\circ}N, 60^{\circ}\sim 145^{\circ}E$ 。主要功能包括:①可动画播放过去 24 h 的卫星云图;②可点击时间下拉菜单,或按前一张、后一张功能键进行单张查看。

### 3.3 雷达监测

显示雷达组合反射率、基本反射率、1 h 降水

量、垂直液态水含量 4 个物理量,范围为中国大陆区域;其他与 3.2 节功能相同。

### 3.4 实时风情

该模块的主要功能有:①默认显示过去 24 h 内出现的极大风速分布图(图 3);②右上角显示风情实况功能列表,提供全国和各省范围内的过去 1, 6, 12, 24 h 的极大风速城市排行列表,默认显示全国范围内所选时间段的前 10 个极大风速城市排行;



图 3 实时风情界面显示效果

Fig. 3 Wind monitoring screenshot

③点击省会城市时,地图放大到该省范围,且风情排行更换为该省内的风情排行;④双向关联风情排行和地域显示,鼠标点击某个城市站点后,显示最近12 h的整点极大风速观测曲线图。

### 3.5 实时雨情

默认显示全国24 h累积降水量分布图;雨情实况功能列表可选择的时间段为过去1,6,12,24 h的累积降水量;其他功能与实时风情模块相同。

### 3.6 天气形势

天气形势显示内容包括500,700,850 hPa和地面天气形势场实况分析及预报。当点击天气形势时,默认显示地面天气形势场监测实况,同时屏幕右上角附有天气形势功能菜单,可叠加台风路径、卫星云图、雷达图等气象信息。

### 3.7 近海天气

显示我国渤海、黄海北部、黄海中部、东海北部、东海、台湾海峡、台湾东部、南海东北部、南海西北部、北部湾、南海中部、南海南部等近海13个海区24,48,72 h的天气预报。

### 3.8 地理图层

卫星影像地图可与行政区划图进行切换;可同时叠加河流、铁路、高速公路、机场、港口、经纬网等信息。

## 4 结 论

与传统的台风信息系统相比较,台风海洋网络气象信息系统能兼顾和满足不同层次用户的需求,界面友好,功能丰富,将包括新闻资讯、台风、卫星云图、雷达图等在内的多种信息综合加工处理并应用到台风海洋气象信息综合服务平台中,不仅为广大公众提供了内容丰富、通俗易懂的台风海洋气象信

息,而且将不同的气象服务产品集成展现,使用户在了解台风基本信息的同时,能更清晰地了解伴随台风而来的风情、雨情、卫星云图等监测实况数据,为行业用户和决策部门在制定和采取防御措施时提供具有一定参考价值的气象服务产品。

本系统的服务框架具有进一步推广、应用的价值。本系统将通过扩展,应用到其他灾害性气象,如大范围暴雨、高温、寒潮、大雾等信息服务中。

## 参 考 文 献

- [1] 王艳艳,郑晓阳.上海市洪涝灾害损失评估系统的开发.灾害学,2001,16(2):7-13.
- [2] 胡亦知.基于历史资料分析的台风水灾智能预警系统研究.水文,2009(4):48-51.
- [3] 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.
- [4] [2010-04-13]. <http://www.weather.com/>.
- [5] [2010-04-24]. <http://www.weathernews.jp/>.
- [6] [2010-04-25]. <http://www.nmc.gov.cn/>.
- [7] [2010-05-01]. <http://www.typhoon.gov.cn/>.
- [8] [2010-05-05]. <http://www.fjwater.gov.cn/>.
- [9] [2010-07-22]. <http://typhoon.weather.com.cn/>.
- [10] 于连庆,胡争光. MICAPS中天气图交互制作子系统.应用气象学报,2011,22(3):375-384.
- [11] 高峰,王国复,孙超,等.后台管理模式在数据共享平台中的应用.应用气象学报,2011,22(3):367-374.
- [12] 刘吉夫,陈颀,陈棋福,等. WebGIS应用现状及发展趋势.地震,2003,23(4):10-20.
- [13] 高峰,王国复,喻雯,等.气象数据文件快速下载服务系统的设计与实现.应用气象学报,2010,21(2):243-249.
- [14] 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.
- [15] 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.

## The Design of Typhoon and Marine Meteorological Information System with Its Implementation

Chen Zuan<sup>1)2)</sup> Li Haisheng<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> (*Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101*)

<sup>2)</sup> (*CMA Public Meteorological Service Center, Beijing 100081*)

### Abstract

A Typhoon and Marine Meteorological Information System with spatial-temporal model for heterogeneous multi-source weather products is introduced. The system focuses on multi-function typhoon track querying, weather information fusion and integrated web publishing based on WebGIS and rich internet application(RIA). The system also aims to expand typhoon and marine weather information service applications, and to develop a fast integrated multi-source weather data publishing platform. This system has been deployed on a website (typhoon.weather.com.cn).

The overall system design idea is to develop a spatial-temporal model based on web electronic map and manage a series of weather data such as typhoon information, satellite images, radar images, live wind data, live precipitation data, offshore weather forecast and high-altitude surveillance data. The system fuses and overlays all kinds of the data, then publishes all the contents on the web. The system tries to complete and improve traditional weather service mode on the Internet, and attempts to provide richer and more professional meteorological services.

The system aims to accomplish 4 primary targets. The first one is to process several weather data products into an integrated one, thus a product can convey a variety of weather information. The second aim is to popularize the meteorological information, and let the public understand the development of typhoon better. The third one is to fuse weather monitoring data and forecast data as an integration in order to provide references for the professional users and decision-making departments. The fourth one is to provide different services depending on different target users. As for ordinary users, the system can be accessed quickly, representing meteorological information easy to understand, allowing massive concurrent visits. As for professional users, this system will provide more professional and comprehensive weather information superimposed applications and more flexible user interaction.

The system uses C/S and B/S combination of technical architecture based on spatial databases. The C/S section provides data import, edit and electronic map management functions. The B/S section represent marine meteorological information such as typhoon tracking, monitoring data and other integrated information based on WebGIS technology. All the various types of meteorological information are organized and managed according to a unified spatio-temporal data model.

Compared to the traditional typhoon information systems, this is a user-friendly and feature-rich system which will process and apply a wide range of information including news, typhoon track data, satellite images, radar data, weather alerts, etc. Its designed daily visits are more than 5 million page views. The service framework of the system is valuable for further promotion.

**Key words:** meteorology information; spatial-temporal model; Typhoon and Marine Meteorological Information System