

吕终亮, 罗兵, 吴焕萍, 等. MESIS 信息检索及可视化产品制作平台实现. 应用气象学报, 2012, 23(5): 631-637.

# MESIS 信息检索及可视化产品制作平台实现

吕终亮<sup>1)\*</sup> 罗 兵<sup>1)</sup> 吴焕萍<sup>2)</sup> 郑卫江<sup>1)</sup>  
唐 卫<sup>1)</sup> 白新萍<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(国家气象中心, 北京 100081) <sup>2)</sup>(国家气候中心, 北京 100081)

## 摘 要

MESIS(气象服务信息系统)是国家气象中心及各个省级气象部门用于制作气象服务材料的新一代业务服务系统,该系统运用了 GIS、数据库、可视化、多媒体和 Web 等综合技术实现了决策气象服务产品的共享体系、服务产品的显示与综合集成、统计分析检索、制作、分发,以及重大气象灾害辅助决策支持与气象应急服务等功能。该文重点对 MESIS 中气象信息检索平台的架构体系、功能设计、GIS 应用等关键技术进行了探讨,介绍了 MESIS 中气象信息检索及可视化产品制作平台的设计和实现。

**关键词:** GIS; 气象信息; 系统架构; 产品制作

## 引 言

随着科学的进步、时代的发展,人们对气象服务的要求越来越高、越来越精细化。气象服务是所有气象业务产品向社会提供服务的出口,是气象工作的出发点和归宿<sup>[1-2]</sup>。因此,如何提高气象服务就成为了气象事业发展的一项重大任务<sup>[3]</sup>。气象资料种类众多,数据量非常庞大,如何有效使用这些资料也成为了业务和科研的重点<sup>[4]</sup>。

在中国气象局业务项目的连续支持下,国家气象中心于 2007 年就开展了全国气象服务信息系统(METEOROLOGICAL SERVICE INFORMATION SYSTEM,以下简称 MESIS)一期、二期、三期、四期的项目建设<sup>[5]</sup>,目前已经基本形成涵盖预警信号、灾情信息和部分决策产品收集、传输和共享的决策信息共享平台,完成了具备综合信息检索与预警、智能化服务产品交互制作、辅助决策支持与应急服务等功能的决策服务平台。

目前,国内外现有的气象信息检索与图形化显示系统存在很大不足<sup>[6]</sup>,主要表现在以下几个方面:气象资料检索、统计能力有限,不能满足日益增长的

多样化的服务需求<sup>[7]</sup>;功能动态扩展性不足,在面临突发性需求时,无法进行快速响应及功能的快速扩充<sup>[8]</sup>;产品丰富化程度不够,很多检索结果的表现过于单一,没有应用多维的分析方法进行多样化产品结果的表现及输出<sup>[9]</sup>。

结合业务上存在的主要问题,MESIS 将气象信息检索及可视化制作系统作为 MESIS 平台的核心应用部分,重点进行了建设,其中,为增强检索和统计能力,系统大幅度扩充了实时气象数据和历史气象数据的内容,扩充了对历史资料的统计、实况与历史资料比对等功能,并提供了可灵活增加检索功能的接口;为解决功能动态扩展的能力,本系统采用了插件式的架构体系,使得用户能够根据业务的变化灵活扩充功能模块,快速响应新的需求;同样,本系统利用 GIS 技术实现了高质量的专题产品制作,包括曲线图和分布图等,丰富了产品的类型。

目前该系统在国家级、省级气象部门均得到了广泛应用。本文主要对 MESIS 中气象信息检索及可视化产品制作平台的架构设计、功能设计、GIS 应用等关键技术进行了探讨,并详细介绍了气象信息检索及可视化产品制作平台的设计和实现。

2011-11-24 收到, 2012-06-08 收到再改稿。

\* E-mail: lvzhl@qq.com

## 1 平台总体框架设计

### 1.1 总体构架

MESIS 建设遵循了先进性、实用性、开放性、安全性、共享性等基本原则;在软件系统的架构上采用了 B/S 和 C/S 方式相结合的设计方法;在技术体系上,使用 C#.Net 语言结合 ArcGIS Engine(主流的大型地理信息系统二次开发平台)进行二次开发,使

用 ADO.Net 连接 Oracle 或 SQL Server 数据库。设计首先考虑了系统的任务、环境、需求和局限,总体上给出能够满足系统要求的模块化的体系结构,并设计出每个模块的子模块,使所有需求都能够有对应的模块来实现,同时给出需求与模块的对应关系。系统分为 3 个层次:数据层、通用核心气象应用组件层、业务服务平台层(应用层),系统架构如图 1 所示。

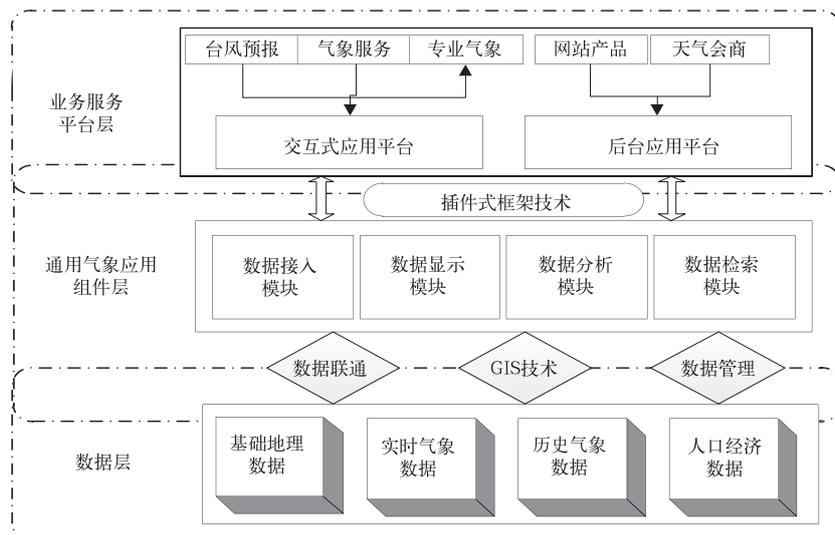


图 1 系统总体架构示意图

Fig. 1 The system architecture

本系统 3 个层次之间采用了松耦合的连接方式进行关联,即应用组件层通过相关的接口对数据层进行访问、管理,业务服务平台层通过插件式技术对应用组件进行组织、调用。通过这种方式,数据层、组件层、平台层既可以相互独立,也可以耦合在一起;各类数据既可以相互独立,也可综合到同一个数据库中进行管理。在本系统中,国家级和省级的基础地理数据和人口经济数据统一用 ArcSDE 空间数据引擎进行管理;国家级的实时气象数据和历史气象数据(数据量大)应用大型的 Oracle 数据库进行管理,而对于省级业务部门的实时气象数据和历史气象数据(数据量小)使用 SQL Server 2005 数据库进行管理,用户可结合自己的需求和环境灵活选择数据库类型,还可以根据业务的需求设计本地数据库(实时气象数据库和历史气象数据库)中表的结构,并利用系统中映射机制使系统适应新的数据库及表的结构,通过这种方式,系统实现了支持多源数据库的功能。业务服务平台层和应用组件层之间同样也是松耦合的关联机制,用户可根据需求,在应用组件可实现的范围搭建出各种类型的专业应用平

台,如台风预报产品制作平台、专业气象服务产品制作平台等。

- 数据层 包括基础地理信息数据(人口、经济、地形、地貌)、实时气象信息资料数据库、历史气象信息资料数据库,基础地理数据和人口经济数据采用 ESRI 公司的空间数据引擎(ArcSDE)进行管理和维护,实时气象数据库和历史气象数据库可结合业务部门的需求和环境灵活选择欲使用的数据库的类型,如 Oracle, SQL Server 2005, MY SQL Server 等。

- 通用气象应用组件层 基于 ArcGIS Engine 开发的各个功能模块,包括数据接入模块(MICAPS 数据、GIS 数据、数据库数据)、数据管理模块、数据显示模块、数据分析模块、数据检索模块等。这些气象应用组件层构成了业务平台底层的支持,并在部分关键性的模块采用 C++ 进行封装,提高了功能模块的可重用性。

- 业务服务平台层 又称应用层,它提供给决策服务人员界面应用程序客户端,也是用户直接接触的应用平台,业务服务平台层直接为用户提供了产品制作、数据分析、结果输出等服务,主要包括台风

预报产品制作平台、专业气象服务产品制作平台、决策气象服务产品制作平台等。

### 1.2 功能设计

检验一个系统好坏最有效的标准就是该系统能否在业务上高效使用<sup>[10-11]</sup>。为方便业务应用,系统建设均以紧密贴合用户的使用习惯为基本原则进行设计。方案设计是在充分搜集了用户需求的基础上进行的,因此系统功能也着重把握住了易用、稳定、灵活几个关键点。系统功能模块主要包括:数据管理与接入、地图管理与操作、实时资料检索、历史资料统计、空间分析等。

• 数据管理与接入模块 包括 GIS 数据和气象数据的管理和接入,该模块能够直接将矢量(shp)、栅格(img,tif,grd)、图形文件(bmp,jpg,gif 等)加载到系统中,并且支持 MICAPS1 类(气象观测站)、MICAPS2 类(风场)、MICAPS3 类(离散点),MICAPS4 类(格点)、MICAPS7 类(台风数据)、MICAPS8 类(城市预报)、MICAPS14 类(预报员交互)、March13 类(云图与雷达拼图)等气象数据的接入。

• 地图管理与操作模块 本系统使用树状的数据逻辑进行数据组织,实现树状数据管理。每个数据节点由逻辑相关的单个或多个图层组成,并根据其用途分为不同类别,不同类别的数据节点具有独立的功能和右键菜单,数据节点中组织的数据最终将以图层形式添加到系统中,本系统对各类数据进行基于地理位置的图层叠加显示,从而形成地图,还能够对数据进行打开、关闭、删除、图层移动、缩小、放大、漫游、全图显示等等,从而为用户提供灵活的地图显示能力,也为数据和模板提供了保存、修改的

能力。

• 历史及实时资料检索、统计模块 系统提供了基于时间段、气象站点位置、气象要素及其阈值范围等多种组合条件查询。对于查询条件中的查询站点的选择,用户可应用基于空间位置的点选、框选、圆选以及多边形等多种地图交互方式选择,并能按不同行政区域如省、市、县或者流域等方式进行选择。气象要素查询模块采用了参数化界面生成和配置的功能,所有的功能、界面、实现方法、查询语句、渲染方式都可以通过检索项维护功能进行修改,从而实现不修改代码、不重新编译系统即可添加气象要素检索功能的能力。系统查询、统计出的结果可以表格、曲线或者统计图形式显示,并具有排序、打印输出功能。系统专门提供了可视化检索项维护界面,用户选中所要修改属性的功能项,通过该界面可控制该检索项的连接方式(每个检索项可配置自己所查询的数据库,可以是 Oracle 也可以是 SQL Server 等,即支持多源数据库)、是否在系统中显示、显示顺序、查询语句的修改、特殊显示条件的设置等如图 2 所示。

• 空间分析模块 提供了基于空间位置查询、两点间的距离量算、沿路径的距离量算、任意区域的面积量算以及当前位置、当前区域内的基础信息等查询分析功能;提供了某一气象要素(如暴雨)影响区域分析功能,该功能可以统计报表输出影响的省、市以及县等行政区域、经济、人口等信息,并输出到特定的 Word 视图中;提供了反距离权重法 Cressman 等气象要素插值方法来制作气象要素分布图,同时提供了等值线生成算法,并设计开发了符合气象表达的专用等值线标注工具。



图 2 参数化配置界面  
Fig. 2 The configuration interface of parameters

## 2 平台实现

系统采用基于 ArcGIS Engine 和 .Net 框架的技术联合开发,应用插件式技术,能够灵活配置系统的界面,方便地扩展系统功能。

### 2.1 插件式系统架构

为了实现较为完整的可视化配置工具,本文利用 .Net 映射机制,在框架内部实现了宿主程序与插

件之间及插件与插件之间的通信集成,使插件式框架能够将扩展插件有机地集成到一个平台中并有效地协同工作。图 3 为框架程序界面(用于实现插件式系统建成)示意图。

系统管理用户可以运用该框架工具可对界面上的任一菜单、工具栏、显示界面等进行配置,同时也可对系统界面的风格、状态进行保存,最终实现了简捷功能扩展,并且结合不同应用领域快速搭建出特定需求的应用系统。

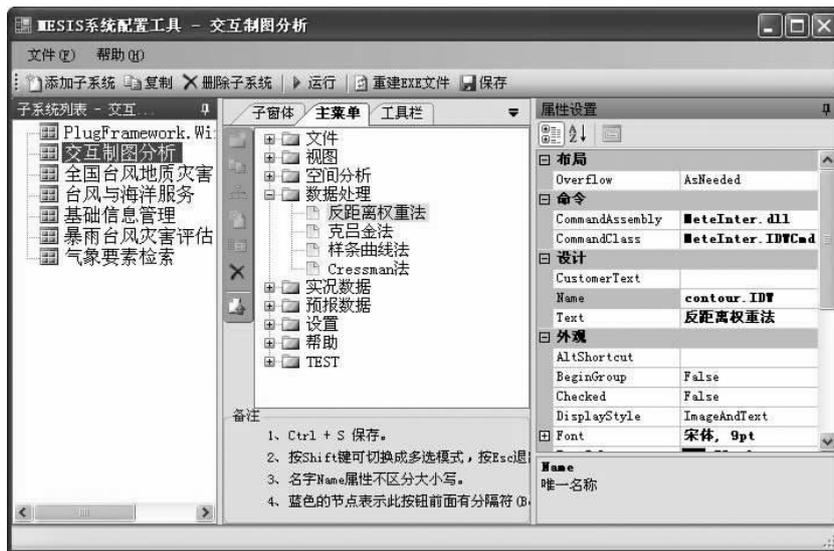


图 3 框架程序界面示意图

Fig. 3 The program interface of framework

### 2.2 多源数据库无缝支持及动态可视化界面

在历史资料应用功能建设中,需要解决两方面技术问题,首先是如何满足应用需求灵活性很大这一问题,其次是如何快速支持多样性数据源的问题<sup>[12-13]</sup>。本文采用后台配置信息与应用程序用户界面相互映射的反射机制来实现气象要素检索功能模块的建立,其基本思路如图 4 所示。

其中,处于核心位置的是气象资料查询项属性表(QuerySQL),主要包括 SQL 语句、功能名称、功能界面、插值字段、是否补站、是否显示、连接方式等属性。配置库中分别有 5 个表与其一一映射,用户控件表通过功能界面该字段与其联系,利用该映射关系,就可以控制指定的查询功能对应的查询界面(动态界面);数据库连接方式表和 QuerySQL 表通过连接方式字段进行关联,可以配置此查询功能对应的数据库连接方式(多源数据库,Oracle 或 SQL Server 等);查询项分类表(Classify)和 QuerySQL 表通过功能名称进行关联,能控制功能项在系统中的显示顺序、分类等;数据库表利用程序进行分析得

出在所有的查询功能中所用到的表,利用该结果可以快速替换查询语句中用到的表名,从而为接入异构数据库做准备;数据库字段表同样也是根据所有的查询功能分析出用到的字段名,并为可视化的快速接入异构数据库做准备。

### 2.3 基于 GIS 技术高质量专题图生成

GIS 具有高质量的专题图可视化能力<sup>[14]</sup>,并具有多种渲染方式,如唯一值、分段、连续色带、柱状图、直方图等地图表达方式<sup>[15-17]</sup>,同时具备较强的符号库支持,针对不同类型的数据提供点符号库、线符号库、面符号库,且能够提供图例样式库的选择<sup>[18-19]</sup>。本系统在 GIS 技术支持下,实现了气象产品的高质量生成,并提供了多种插值算法分析,用户可应用反距离权重(IDW)、样条曲线、Cressman 等插值算法制作专题分布图。MESIS 能够生成的产品主要包括了曲线图(包括折线图、柱状图、饼状图)、分布图(色斑图、站点图)。

如图 5 所示,通过系统可制作曲线并对曲线的样式、颜色、标题、背景色、节点标值等进行修改,同

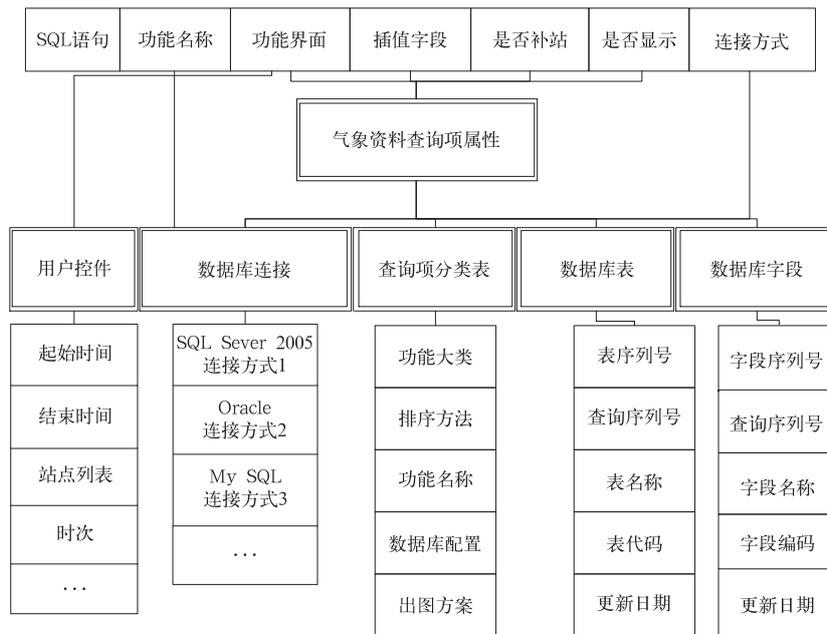


图 4 气象要素检索界面反射机制

Fig. 4 The interface reflection mechanism of meteorological-element retrieval

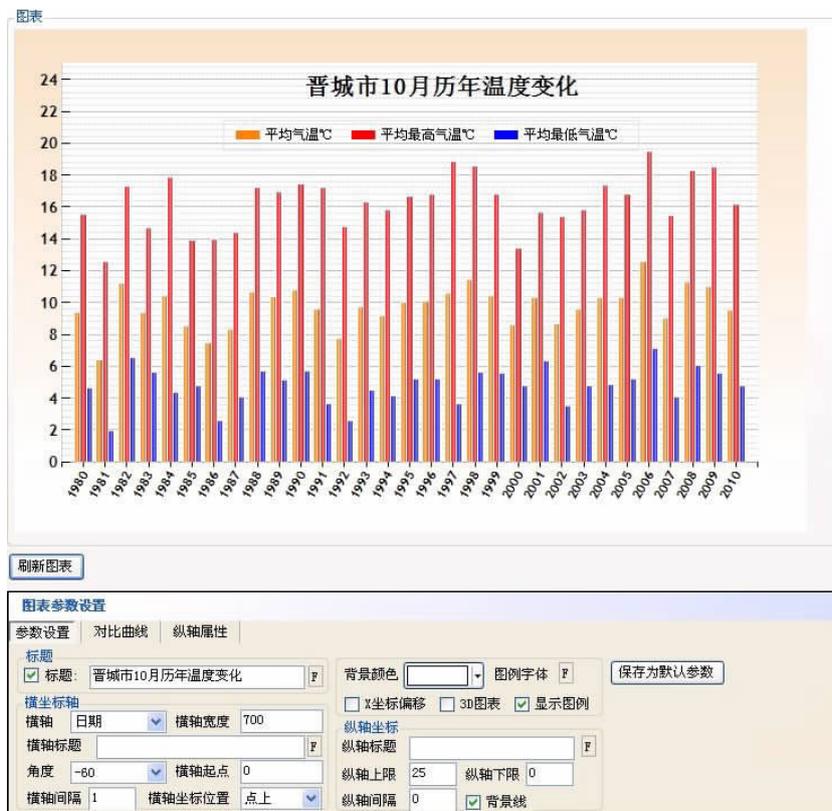


图 5 曲线图制作界面示意图

Fig. 5 The interface of production curve

时也能制作对比曲线,还可以图片的形式输出结果。  
针对产品要求丰富、美观以及规范要求,本系统

充分结合了 GIS 技术为用户提供的简洁、高效的制图功能及模板技术。本系统具体实现时不仅为分布

图提供了自动填色和添加图例、动态替换标题的功能,用户也可对分布图进行单独修改。默认渲染方案、图例、标题、副标题等均自动添加的功能基本上

满足了业务需求,快速、便捷且高效。图6为利用系统GIS技术制作的降水量和变温产品。

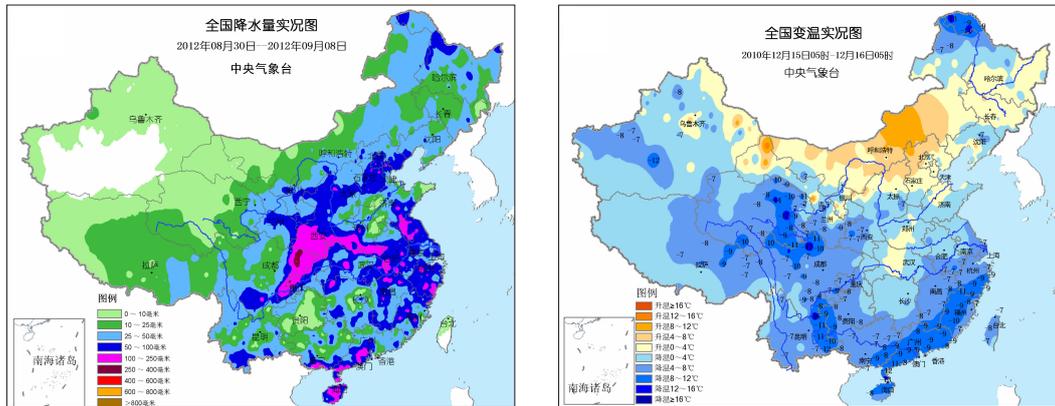


图6 MESIS生成的产品示意图

Fig. 6 The products of MESIS

### 3 小结

MESIS综合运用GIS技术、数据库技术、模板技术等实现了气象制图产品的交互式产品制作功能,满足了高效、灵活、规范的业务需求,较好提高了气象服务产品质量与规范化水平;结合可视化的功能配置能力,系统中的气象历史和实时资料综合检索功能实现了查询快捷、动态需求及时定制。

MESIS信息检索及可视化产品制作平台的建设思路与日常业务运行证明,提出的关键技术高效可行,已经成为了MESIS重要的、核心的业务功能。MESIS已经逐渐成为气象决策部门解决日常应急服务、气象服务产品制作重要的业务平台,中央气象台业务服务材料如灾害性天气公报、天气公报等均由该系统制作。同时,该系统在多个省级气象部门也得到了广泛应用,如上海市气象局、吉林省气象台、四川省气象台、山西省气象台等,在提升气象服务产品质量、规范化水平等方面发挥了重要作用。

### 参考文献

- [1] 中国气象局办公室. 中国气象局业务技术体制改革总体方案. [2006-01-12]. [http://www.cma.gov.cn/qxzt/yjzgg/wjhb/zt/t20060406\\_170222.phtml](http://www.cma.gov.cn/qxzt/yjzgg/wjhb/zt/t20060406_170222.phtml).
- [2] 刘海峰,曲金华. 浅谈地理信息系统(GIS)在气象中的应用. 吉林气象,2002(2):10-11.
- [3] 吴焕萍,罗兵. 地理信息服务及基于服务的气象业务系统框架
- [4] 毛卫星,王秀荣,刘海波. 全国气象业务服务信息系统中图形产品的研制开发. 新疆气象,2005,8(5):1-3.
- [5] 吴焕萍,罗兵. 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):380-385.
- [6] 唐卫,吕洪亮. 基于GIS的气象服务产品后台制作系统. 计算机工程,2009,35(17):232-234.
- [7] 李青春,谭晓光,阮毓文,等. 大城市专业气象预报服务产品数据生成系统. 气象科技,2002,30(6):364-368.
- [8] 吴正华. 我国城市气象服务的若干进展和未来发展. 气象科技,2001,29(4):1-5.
- [9] 仇月霞,余志伟. 基于AE的气象要素检索与图形化显示模块的设计与实现. 气象与环境学报,2008,24(6):1-2.
- [10] 汤国安,杨昕. ArcGIS地理信息系统空间分析实验教程. 北京:科学出版社,2007:154-157.
- [11] 赵微,魏亦菲. 气象要素数据库终端检索的实现方法. 辽宁气象,2008,(2):38-35.
- [12] 李江南. GIS在气象数据处理中的应用. 广东气象,2002(2):14-17.
- [13] 张春艳,陈国勇,朱健. 绍兴市历史气象资料数据库简介. 浙江气象,2006,27(3):15-20.
- [14] 万文慧,胡友彬,陈柏华,等. 基于GIS的地理气象信息查询系统的设计. 计算机与现代化,2009(6):21-22.
- [15] ISO/TC2211. ISO/DIS 19119 Geographic Information Services. <http://www.statkart.no/isotc211>,2002(11).
- [16] Martin D, Cheyer A, Moran D, et al. OWL2S: Semantic Markupfor Web Services. <http://www.daml.org/services/owl2s>,2004.
- [17] 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):547-553.
- [18] 周红妹. 地理信息系统在NOAA卫星遥感动态监测中的应

探讨. 应用气象学报,2006,17(增刊):135-140.

用. 应用气象学报, 1999, 10(3): 354-360.

系统中的应用. 应用气象学报, 2010, 21(2): 250-255.

[19] 郑卫江, 吴焕萍, 罗兵, 等. GIS 技术在台风预报服务产品制作

## The Platform for Meteorological Information Retrieving and Visualized Product Producing in MESIS

Lü Zhongliang<sup>1)</sup> Luo Bing<sup>1)</sup> Wu Huanping<sup>2)</sup> Zheng Weijiang<sup>1)</sup> Tang Wei<sup>1)</sup> Bai Xinping<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> (National Meteorological Center, Beijing 100081)

<sup>2)</sup> (National Climate Center, Beijing 100081)

### Abstract

MESIS (MEteorological Service Information System) is a new generation system with GIS, database, visualization, multimedia and Web technology integrated to produce and share comprehensive weather service products in National Meteorological Center and provincial meteorological departments. The purpose of the system is to further improving the means and the quality of meteorological services, to establish a meteorological service platform providing rolling, continuous and customized products that can satisfy the needs of government decision making and social developing. The completion of this system will accelerate meteorological service of China to catch up with the international level.

The MESIS has four main advantages: The rich geographical information, high quality graphics and outputs, powerful meteorological information statistics and analysis ability, and the open system architecture. It includes four kernel modules, the meteorological information management module, the data processing module, data statistic and analyzing module, and the service products producing module. So far, the MESIS has been widely applied in national and provincial meteorological departments, achieving satisfying results.

The platform architecture, design of functions, and key technique, e. g. , the GIS application are introduced. The implementation of meteorological information retrieving and visualized product producing are figured out. The problems during the construction of this system are also discussed in details, and the proper solutions are also given in the consideration of various factors. The key technique of this system has also been described in depth.

**Key words:** GIS; meteorological information; system architecture; product producing