

基于GIS的海口地区风暴潮、浪数值预报系统设计

李利洋^{1,2}, 张文静¹, 蒋国荣¹, 张 群²

(1. 解放军理工大学气象学院, 南京 211101; 2. 南京军区气象水文中心, 南京 211101)

摘要: 本文介绍基于GIS技术的海口地区风暴潮、海浪预报系统的界面和功能设计及其技术实现。该系统提供了热带气旋资料查询、数值模式预报管理、区域预报结果查询、单站预报结果查询、历史典型个例查询等功能, 具有数值模值模拟分辨率高、经验预报和数值预报结合、操作灵活等特点, 可为海口地区风暴潮、海浪的预报保障提供重要参考。

关键词: 海口; 风暴潮; 海浪; 预报系统; GIS技术

中图分类号: P456 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2010)03-0072-05

1 引言

海口是海南省人口最稠密、经济最发达的地区, 也是北部湾东出南海之咽喉、海南岛与大陆之水上交通枢纽, 在经济上和军事上都具有十分重要的地位。据统计, 南海活动的热带气旋接近60%会影响海南岛, 海南岛东北部的海口, 由于其地理位置的特殊性, 十分有利于风暴增水, 是我国遭受风暴潮灾害影响严重的地区之一^[1]。目前还缺乏海口地区高分辨率风暴潮、浪数值预报系统。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称GIS)是在计算机软硬件支持下, 对整个或者部分地球表层空间中的有关地理分布数据进行采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统^[2]。其在海洋管理和海洋减灾防灾中应用有很多优越性。钱自立等^[3]在已建成的江苏省海岸带资源环境数据库的基础上, 研制GIS支持下的省海岸带地理信息管理系统, 可为各级海洋管理机构、海洋科研与开发部门提供相关服务信息。张文婷等^[4]利用GIS技术对上海市沿海地区潮灾害的危险性进行了探索性评估。滕骏华等^[5]实现了风暴潮减灾数据库、风暴潮数值预报模型和基于GIS

的减灾辅助决策分析的集成。黄涛等^[6]提出了基于GIS的海域地理信息数据库设计与开发的新思路, 采用了自动分潮优化和嵌套网格的处理技术, 提高了风暴潮实时预报的速度和精度。本文将GIS技术和数值模式结合, 建立基于GIS的海口港风暴潮、浪数值预报系统。

2 基于GIS的系统管理和信息查询显示平台设计

2.1 数据处理

系统要处理数据信息, 按照描述对象的不同分为3类: 地理数据信息、热带气旋数据信息、数值模式预报结果信息。

地理数据信息, 主要有全国1:400万的数字地图, 数字化处理后的海口地区1:15万地形图。对全国1:400万的数字地图和数字化后的海口地区地形图进行图层样式设置, 以获得系统各模块的背景地图。

热带气旋数据信息和数值模式预报结果信息, 都要进行规范化和标准化处理, 保存为标准格式, 以文本文件形式存储。由于模式采用分辨率高的曲线网格, 所以在显示时不能使用GIS软件

收稿日期: 2010-03-01

基金资助: “十一五”国家科技支撑计划重点项目“重大海洋灾害预警及应急技术研究”资助

作者简介: 李利洋(1983-), 男, 在读硕士, 主要从事海浪水文保障等研究。E-mail: 0292479415@sohu.com

提供的辅助网格生成器。本系统使用 Visual C# 语言调用 IPointCollection, IWorkspaceEdit 等几个接口, 绘制网格图层。该图层也是存储纯风暴潮增水、天文潮位、风暴潮天文潮耦合增水和海浪浪高四种预报结果的地理信息数据库。

2.2 系统开发环境及工具

系统开发中用到的开发环境和工具: (1) Windows XP 操作系统; (2) 可视化编程语言 Visual C#, 版本为 Visual Studio 2005; (3) ArcGIS 提供的二次开发组件 ArcEngine; (4) Access2003 数据库; (5) 数值计算语言 Fortran。

2.3 数值计算模式设计

系统所选用的预报模式有热带气旋风场模型、风暴潮和天文潮耦合模式、海浪模式。热带气旋风场模型采用朱首贤等^[7]研制的模型。风暴潮和天文潮耦合模式采用史峰岩^[8]引入流速逆变张量建立的可隐式求解的自适应曲线网格二维流场模式。海浪模式为 SWAN 海浪模式, 该模式适用于

近岸水域。

2.4 功能设计及实现

系统管理和信息查询显示平台由热带气旋信息查询模块、数值模式预报管理模块、区域预报结果查询模块、单站预报结果查询模块和历史典型个例查询模块, 五部分组成。

(1) 热带气旋信息查询模块

该模块收集了 1949~2007 年西北太平洋所有热带气旋资料(包括热带气旋的中心位置、中心气压、移向、移速等要素)。将标准化处理过的热带气旋数据信息与地理经纬度对应起来, 利用 Visual C# 编程语言调用 IPloyLine 与 IPoint 等几个接口, 将每个观测时刻热带气旋所在的位置以点的形式表现在背景地图上, 并画出点与点之间的路线, 通过查询点的信息获取相关热带气旋要素信息(见图 1)。该模块提供两种查询热带气旋信息的方式, 一种是查询显示影响西北太平洋的热带气旋, 另一种是查询显示影响海口地区的热带气旋。

(2) 数值模式预报管理模块

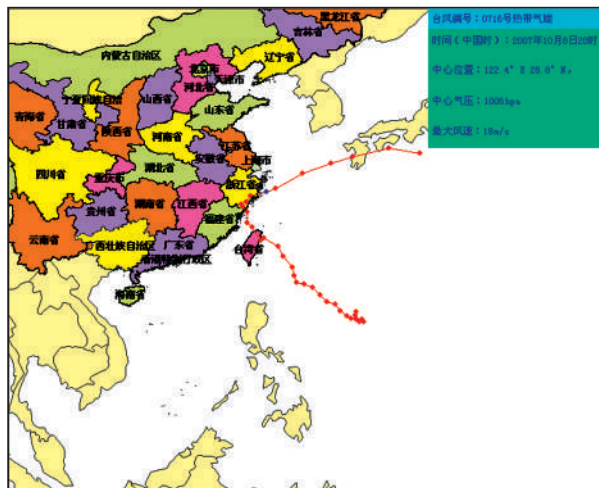


图1 0716号热带气旋的信息查询显示

该模块主要由热带气旋选择、预报时间设置、预报参数设置及预报方案选择4部分组成。

热带气旋选择: 从热带气旋资料库中选取需要进行风暴潮、浪数值预报的热带气旋个例。当热带气旋个例选择完后, 系统会自动显示该热带气旋资料的起始时间、截止时间和路径。

预报时间设置: 用户通过界面设定系统预报

的开始时间和预报时长, 热带气旋资料的起始时间和截止时间可作为设定预报开始时间的参考, 系统会自动判断用户设定的预报开始时间是否有效。

预报参数设置: 在计算热带气旋风场时会用到一些经验参数, 例如摩擦系数、风场流入角等, 对于不同类型的热带气旋, 这些参数的取值

有一些差异。本系统对影响海口的热带气旋进行分类,每种类型选择了一个典型个例显示在界面上。用户将所要预报的热带气旋与典型个例进行对比,选用其中最为相似个例的参数来设置该热带气旋风场的计算参数。

预报方案选择:系统提供了纯风暴潮增水预报、风暴潮天文潮耦合增水预报和海浪预报三个预报方案,其中纯风暴潮增水预报、风暴潮天文潮耦合增水预报只能二者选其一,海浪预报可自由选择。图2是0716号热带气旋纯风暴潮预报设置。

(3) 区域预报结果查询模块

在数值模式运行结束后,区域预报结果查询模块会自动显示数值模式预报管理模块时所选择的热带气旋编号,并根据用户选择的预报方案加载数值预报产品。用户可以进行单时次预报结果查询、也可以进行动画显示查询。

数值预报产品的标量数据(纯风暴潮增水、风暴潮天文潮耦合增水、天文潮位、浪高)是将网格中的每一个格视为一个面,以每个网格左下角点的值作为这个面的值。将某一时刻在网格内每个网格点所对应的值(如浪高),使用Visual C#语言调用IClassBreaksRenderer, IColor等几个接口,进行分类着色显示。

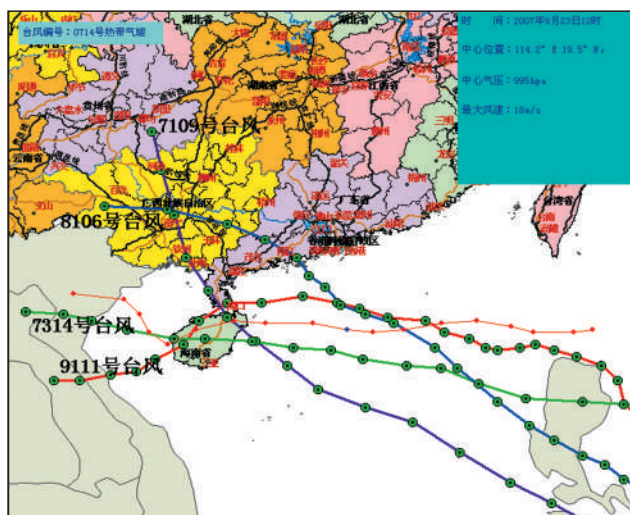


图2 0716号热带气旋纯风暴潮预报

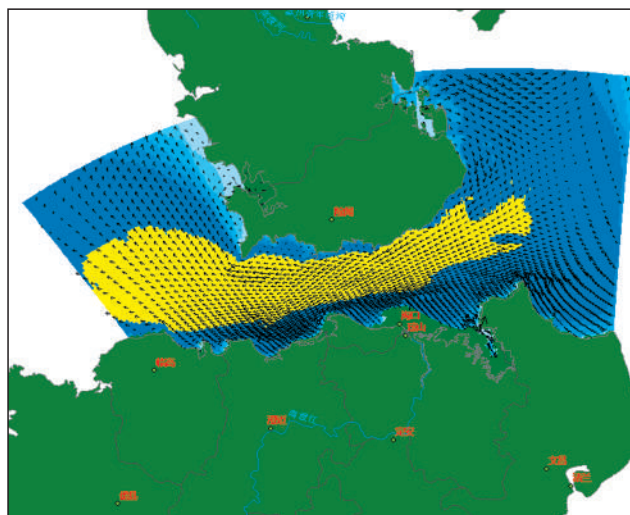


图3 区域海浪预报结果图

矢量数据场(流速流向,浪向)是依照一定顺序读出每一个点流速流向或浪向值,依据经度与纬度的间距和流速最大值、最小值设定比例,以保证矢量箭头与真实值相对应。图3是海浪预报结果的浪高与浪向的显示。

(4) 单站预报结果查询模块

单站预报结果查询模块是指定从数值预报产品中获取单站的预报结果,制作随时间变化的单站预报结果查询图。单站预报结果查询模块提供了两种方式指定地理位置,一种是点选显示查询,用户可在地图中任意点击一个地点,系统会自动获取并显示该点地理坐标;另一种是海口港固定站点显示查询,系统取海口港的地理位置为

(110.2788°E, 20.0344°N)。图4为海口港风暴潮天文潮耦合增水的预报结果查询图。

(5) 历史典型个例查询模块

历史典型个例查询模块提供海口港历史典型热带气旋的风暴潮增水预报结果与实测资料对比图。该模块提供经验预报的辅助功能,用户在制作某个热带气旋的风暴潮预报时,可以先从该模块中寻找相似的历史典型热带气旋个例,根据提供的对比图,从经验上判断本次热带气旋风暴潮增水的强度和热带气旋风暴潮增水预报可能存在的误差。该模块提供了7109, 7134, 8106, 9111号等多个热带气旋个例在海口港风暴潮增水预报结果与实测资料对比图。图5为7109号热带气旋

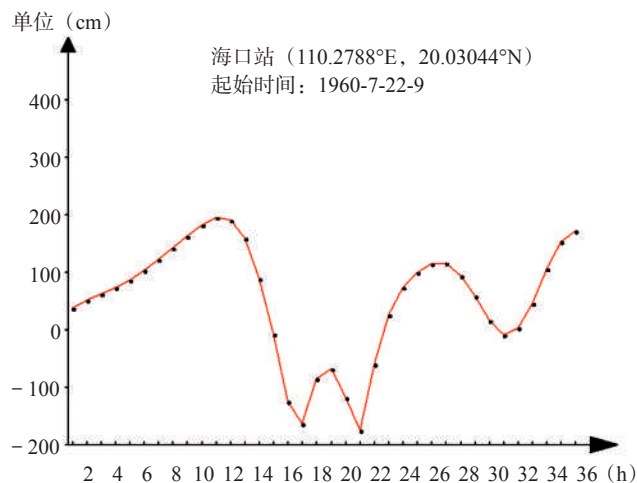


图4 海口港风暴潮天文潮耦合增水的预报结果查询图

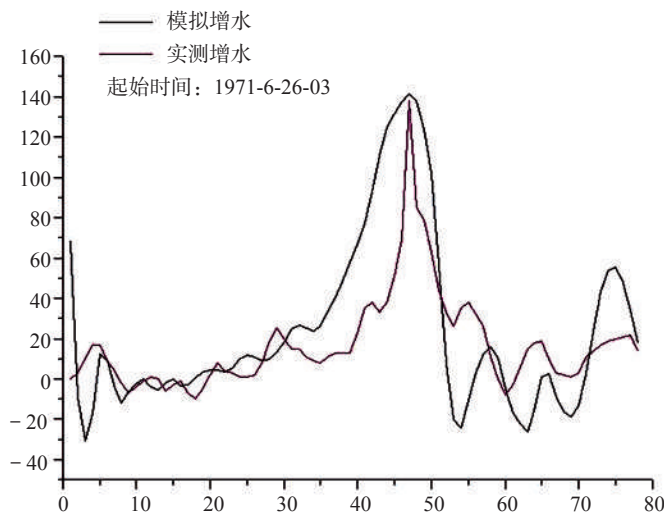


图5 7109号热带气旋引起的海口港风暴潮增水预报结果和实测资料

引起的海口港风暴潮增水预报结果和实测资料的对比图。

3 系统特点

(1) 系统在数值预报中融合了经验预报。数值模式预报管理模块中,对于某个热带气旋风场计算的参数设置,参考了相似历史典型热带气旋个例所采用的参数。此外,在历史典型个例查询模块中,对于某个热带气旋风暴潮增水预报,用户可以通过查询相似历史典型热带气旋个例的风暴潮增水预报和实测资料对比图,从经验上判断该热带气旋风暴潮增水的强度和存在的预报误差。

(2) 系统提供了纯风暴潮增水预报、风暴潮天文潮耦合增水预报和海浪预报等预报方案,供用户自由选择,增强系统应用的灵活性。

(3) 系统将风暴潮、海浪数值预报模式与GIS技术相结合,充分利用了GIS技术强大的地理信息显示功能,为数值预报的结果显示提供了详尽的地理信息。

4 结束语

本文介绍基于GIS技术的海口地区风暴潮、海

浪预报系统的数值模式组成、界面功能设计及技术实现。该系统提供了热带气旋资料查询、数值模式预报管理、区域预报结果查询、单站预报结果查询、历史典型个例查询等功能,具有经验预报和数值预报结合、操作灵活等特点,可为海口地区风暴潮、海浪的预报保障提供重要参考。

参考文献:

- [1] 万弘超,李训强等.海口港风暴潮特征分析[J].海洋预报,2009,26(2):69-77.
- [2] 汤国安,杨昕编著. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [3] 钱自立,张鹰. 海洋技术中的GIS应用[J]. 海洋工程. 2001,19(3):108-112.
- [4] 张文婷,张行南,刘永志等. 基于GIS的风暴潮洪水风险分析系统研究[J]. 水电能源科学. 2008,26(2):44-47.
- [5] 滕骏华,吴玮,孙美仙等. 基于GIS的风暴潮减灾辅助决策信息系统[J]. 自然灾害学报. 2007,16(2):16-27.
- [6] 黄涛,张长宽. 基于GIS的风暴潮数值预报集成系统的研制[J]. 河海大学学报. 2002,30(S):124-127.
- [7] 朱首贤,沙文钰等. 近岸非对称型台风风场模型[J]. 华东师范大学学报. 2002(3):66-71.
- [8] 史峰岩,孔亚珍等. 流速逆变张量隐式求解方法及其在航道港池流场计算中的应用[J]. 海洋学报. 1984, 24(1):1-12.