

基于 GIS 的台风灾害评估系统设计开发^{*}

张 斌¹, 陈海燕², 顾骏强¹

(1. 浙江省气象科学研究所, 浙江 杭州 310017; 2. 浙江省气象台, 浙江 杭州 310017)

摘 要: 台风是我国东南沿海各省夏秋季中经常遭遇的自然灾害。建立浙江 1949 年以来的历次台风数据库, 并采用 Arc GIS 作为台风灾害信息及评估系统的平台, 进行台风路径的自动生成; 相关台风信息的综合查询; 雨量等值线以及雨量、风速色块图的绘制与统计; 灾害评估模型建立等功能。为灾情的评估和预报, 以及为台风灾害的指挥决策提供科学依据。

关键词: 台风; 灾害评估; 地理信息系统; 浙江

中图分类号: P208; P444 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)01-0047-04

0 引言

台风是浙江危害最大的自然灾害, 其伴随的狂风、巨浪、暴雨及引发的风暴潮、洪涝、滑坡、泥石流等一系列灾害, 对人民生命财产构成巨大的威胁。如 9417、9711 号台风分别给浙江省造成了 177.6 亿元和 197.7 亿元的损失。尽管浙江省的防灾能力较以前已大大提高, 但 2004 年在浙江省登陆的台风“云娜”仍然给全省 50 个县(市)的 639 个乡镇造成灾害, 受灾人口 1 299 万人, 死亡 164 人, 直接经济损失达 181.23 亿元。浙江属沿海经济发达省份, 省内各地经济发展不平衡, 各地产业结构和劳动力生产水平有一定差异, 防御自然灾害的能力也不甚相同。因此, 台风对各地的影响以及各地对台风的承灾能力等存在差异, 造成的生命、资源和物质财富损失情况也是不同的。减轻台风灾害的损失不仅要研究台风自身的机理, 提高预报水平, 也要研究承灾体的空间分布及承灾能力, 对台风灾害的风险与损失进行科学评估, 为政府决策部门采取正确防御和救灾措施提供科学依据, 以最少的资金投入获得最大的安全保障^[1]。

开展气象灾害评估工作不仅是防灾救灾工作对气象部门提出的要求, 更是安全气象理念的体

现, 中国气象局有关部门正在积极推动此业务的发展^[2]。目前在浙江省的决策气象服务工作中, 仅仅开展一些经验性的预评估工作, 因而不能满足现时决策气象服务的需求。

通过本项目研究, 开展一系列台风灾害评估所需的基础工作, 开发基于 GIS 的台风灾害评估系统, 建立相关数据库及基本平台功能的实现。在灾害评估方面, 建立等级制的台风影响评估指标, 制定包含人员伤亡、经济损失等灾情因子的等级制灾度标准, 建立台风灾害损失预评估模型、实时评估模型等, 为气象灾害评估业务的开展提供技术支撑。

1 GIS 与灾害评估

1.1 GIS 软件技术

地理信息系统作为获取、处理、管理和分析地理空间数据的重要工具、技术和学科, 近年来得到了广泛关注和迅猛发展^[3]。ArcGIS 为目前主流的 GIS 软件产品, 其功能强大, 具有强大的数据操作和管理分析功能, 适合于大规模海量数据的存储和分析, 是一个统一的地理信息系统平台, 它很容易与其他系统结合。ArcGIS 的模块化和可伸缩性, 为构造系统提供了更大的灵活性, 因此可以和大量的程序分享核心应用^[4]。

气象资源信息具有空间分布属性、业务实时

^{*} 收稿日期: 2007-07-04

基金项目: 浙江省科技厅社会发展项目“基于 GIS 的浙江台风灾害评估与区划”(2007C33062); 浙江省气象科技计划项目“GIS 平台中气象数据管理与应用技术研究”(2006qn005)

作者简介: 张斌(1981-), 浙江绍兴人, 硕士, 主要从事 GIS 在灾害应急中的应用、GPS 气象学等研究工作。

E-mail: zb612@163.com

性和信息量庞大等特点,气象服务在提供定时、定点、定量预报方面,在有针对性的防灾决策、气象灾害评估以及气象信息获知等方面要求越来越高。地理信息系统能将事物对象的空间信息和属性信息有机的结合起来,并且进行功能强大的空间分析。因此运用 GIS 技术在空间分布上对台风灾害进行风险评估既能实现台风灾害众多因素的海量数据集成,又能更好地对台风的预防和评估作出辅助决策^[5-11]。因此,项目采用以 Visual C++ 编程环境, ArcGIS 中 ArcObjects 组件开发的方式。

1.2 灾害评估

自然灾害评估主要可分为以下几种:一是灾害发生之前的预评估;二是灾害发生过程中的监测性评估;三是灾害发生之后的灾情评定;四是减灾效益评估。几种评估不仅阶段不同、精度不同、方法也不同。建立灾害预估模型的统计方法很多,大都是建立在概率统计、模糊系统方法上的^[2]。目前比较先进的风险评价理论和方法是基于信息扩散技术上的。信息扩散的基本观点是,不完备的信息是模糊信息。信息扩散的好处是,对不完备信息进行适当的信息膨胀,可以提高评估精度。本项目采取以上的方法认真分析台风灾害的各种信息,确定统计方法建立评估模型。具体的技术方案采取边研究边确定的路线。

在 GIS 的平台上开发台风灾害评估系统是最理想的方法。灾害评估的功能模块如下:①台风影响评价,包括致灾因子强度分析模块,重大台风灾害分析模块,防灾减灾能力分析模块;②台风灾害预评估,包括灾害损失模型库,台风灾害预评估分析模块;③台风灾害实时评估,包括灾情信息、天气预报信息、监测信息的获取与处理模块,实时评估分析模块;④灾后灾情评定,包括灾情分析模块,工业、农业等灾情评定模块。

2 软件系统研制结果

在上述的基础上,本文作者对基于 GIS 的台风灾害评估系统进行了软件研制,系统界面如图 1 所示。

2.1 软件环境

系统以 Windows 操作系统为软件开发平台,后台数据库采用 Microsoft Access,图形平台采用美国 ESRI 公司的地理信息系统软件 ArcGIS 9.2,图形操作、图层处理、信息显示等均在该平台上进行。ArcGIS 9.2 版本提供一个可以跨越所有 ArcGIS 部

件(Engine, Server, Desktop)的开发者通用工具——ArcGIS Engine。该套件不需 ArcGIS Desktop 即可单独执行,可方便地在开发者使用的编程环境下建立应用程序。平台采用以 Visual C++ 语言为编程环境。

2.2 系统结构

本系统采用模块化的结构进行开发,某一模块实现一项具体功能,当通过研究,有新的更好的理论模型建立时,只需改变相应的模块即可对系统进行更新和扩展。GIS 平台在后台集成了地理信息数据库、属性数据库与模型库。通过友好的交互界面将台风信息显示、灾害评估与预估融为一体。此灾害评估系统是空间数据库管理、非空间数据库管理、台风灾害评估模型库管理以及结果输出于一体的一个集成运行系统。

2.3 数据库

数据库包括地理信息数据库,台风数据库及模型库 3 个子数据库。各子数据库通过 GIS 平台与电子地图相关联,用户可以通过编辑地图或数据库内容更新数据。

2.3.1 地理信息数据库

地理信息数据库存储城市地理、基础设施、经济、人口等信息,包括了 1:100 万全国地图、1:25 万浙江省地形图以及台风影响重要地区的 1:5 万地形图。图层包括中国行政区划(省、市或地区、区县、重要城市)、铁路、河流和湖泊等、浙江省重点城市、城市道路、人口分布信息、重点受灾区域房屋信息、土地利用信息、浙江省自动站及相应监测站等信息。GIS 图层均转换为 ESRI 的 Shp 格式,统一采用 WGS1984 大地坐标系统,所有地图图层均在该坐标系统下叠置。

2.3.2 台风数据库

台风数据库主要存储和管理包括与时间和空间相关的台风数据和属性数据,主要有台风名称和编号、开始时间、生命时数、中心气压和风速、登陆地点、路径趋向、影响时段和其他信息。将现有的多个台风数据库整合为具有统一标准的数据库,目前包括 7 个表,分别为台风纪要、台风登陆信息、台风中心位置、过程最大风、过程雨量、灾情以及社会经济指标。

2.4 模块设计

2.4.1 台风数据获取

系统通过自动和人工两种途径获取台风数据。台风数据库中的一些表由自动站将数据自动导入。有些表则由值班人员手工录入。

2.4.2 台风路径显示

系统通过 ADO 访问数据库, 并采用 ArcObjects 组件技术解决了自动、快速生成台风路径图的问题。当同时存在多个台风或进行多个台风比较时, 可从台风列表中选择多个台风编号, 其路径在同一张地图上显示。每个台风的登陆点位置也可以用直观的符号显示出来。

2.4.3 相关信息综合显示

对台风相关信息进行综合显示, 如 2005 年“海棠”、“麦莎”、“卡努”台风对浙江有较大影响, 在台风列表中用红色标注显示, 一目了然。查询台风相关信息, 如根据台风名称、起止时间、登陆时间和地点、影响时段、影响范围等字段来进行查询显示, 重要的台风则配以详细的灾情和社会经济指标总结等; 地图上点击台风路径的任一节点, 显示台风当前的时间、经纬度、风力、气压等参数(图 1)。

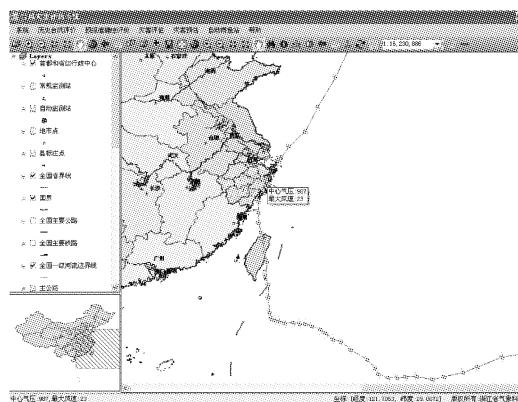


图 1 台风灾害评估系统界面及台风路径显示图

2.4.4 台风灾害评估模型

建立了等级制的台风影响评估指标; 制定包含人员伤亡、经济损失等灾情因子的等级制灾度标准; 结合 GIS, 建立台风影响评价模型, 灾害损失预评估模型, 实时评估模型, 决策服务效益评估模型等。如在台风灾害预评估中, GIS 整合以上的历史台风数据和分析所得的经验等级, 经过前期数据的分析, 对台风的影响区域, 影响区域的人口伤亡, 基础设施损坏, 房屋损失, 农田受灾, 直接经济损失等进行预评估。例如台风影响某个地区, 图形中显示出此影响范围, 并根据 GIS 的空间分析功能, 得出此区域内的人员数、基础设施、危险房屋、农田面积等信息, 最后将信息以专题图或者报表的形式输出。

如在台风灾害实时评估中, 将 GIS 的台风灾害评估系统与自动站进行实时的网络连接, 系统能实时获

取自动站的数据, 根据经验因子与相关的台风路径数学模型实时进行灾情分析, 在有预案库的条件下, 能对台风的后期发展做相应的预测和辅助决策。

2.4.5 雨量、风等值线与色块图的绘制及统计

专题制图功能是对用户数据进行可视化分析的强大工具。通过对抽象的数据赋予图形, 用户获得了形象简洁的视觉感受, 进而更易于挖掘出数据内部潜在的信息及相互关系。此是灾害评估系统中关键的部分。系统针对某一个台风, 或查询得到的某一类台风, 可以根据相应的自动站提供的数据, 方便的绘制等值线(图 2)与色块平滑图(图 3), 并对某范围内的雨量区域面积及灾情情况进行统计。

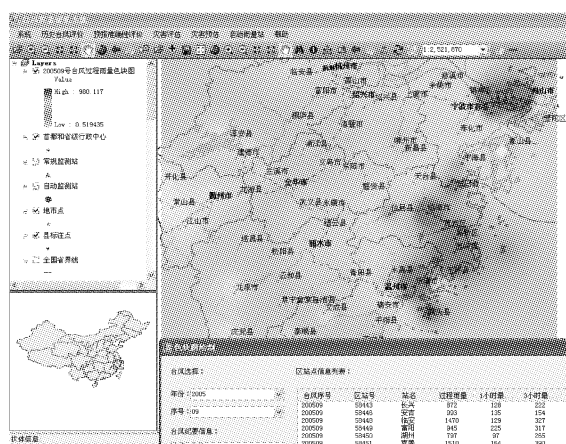


图 2 “蒲公英”台风影响浙江雨量等值线图

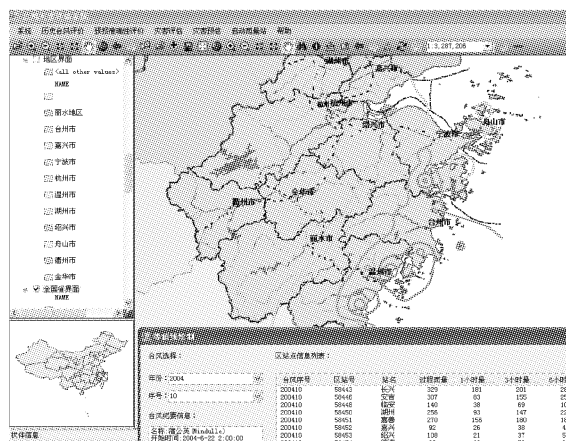


图 3 “麦莎”台风影响浙江雨量平滑色块图

3 结论

本系统具有以下特色: ①在统一的标准下整合台风数据, 建立了比较完备的台风资料库, 囊括了浙江 1949 ~ 2005 年间的历次台风数据, 且数据库能一源多用、功能复用; ②GIS 平台支持下的台风灾害系统, 进行台风路径的自动生成、相关

台风信息的综合查询、雨量等值线以及雨量风速色块图的绘制、灾害评估模型建立等功能。系统操作简单方便,显示直观形象。

通过本项目的研究,不仅能加强浙江省的台风决策气象服务工作,为灾害评估模型的进一步优化完善做了基础的工作,更是为浙江省的灾害评估业务走在全国的前列提供技术支撑。因此,本项目的研究具有较强的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 范宝俊. 中国自然灾害与灾害管理[M]. 哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 1998.
- [2] 黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [3] 龚健雅. 地理信息系统基础[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [4] 罗培. 基于 GIS 的地质灾害风险评估信息系统探讨[J]. 灾害学, 2005, 20(4): 57-61.
- [5] 陈述彭. 台风防灾减灾信息系统[J]. 地球信息科学, 2006, 8(4): 1-3.
- [6] 申晓明, 谢慧才, 王英姿. 结构风灾经济损失模型在 GIS 中的应用[J]. 灾害学, 2003, 17(3): 1-4.
- [7] 刘庭杰, 施能, 顾俊强. 浙江省台风灾害的统计分析[J]. 灾害学, 2002, 17(4): 64-71.
- [8] 吕振平, 姚月伟. 浙江省台风灾害及应急机制建设[J]. 灾害学, 2006, 21(3): 69-71.
- [9] 娄伟平, 吴利红, 邓盛荣, 等. 0513 号台风“泰利”灾害成因及特征分析[J]. 灾害学, 2006, 21(2): 85-89.
- [10] CHANG Liang, DUAN Zhong-dong, OU Jin-ping. GIS applications in typhoon simulation and Hazard assessment[J]. Journal of Harbin Insistute of Technology(New Series), 2005, 12(4).
- [11] JIN Lei. Disaster Reduction and Sustainable Development Strategies for Cities in China [M]. Nanning: Guangxi Technological Press. 2000.

Development of Typhoon Disaster Evaluation System based on GIS

Zhang Bin¹, Chen Haiyan² and Gu Junqiang¹

(1. Zhejiang Research Institute of Metrological Science, Hangzhou 310017, China;

2. Zhejiang Meteorology Office, Hangzhou 310017, China)

Abstract: Typhoon is a kind of natural disasters which occurs frequently in inshore provinces of China in summer and autumn. The typhoon data-base from 1949 up to now is established. Using the ArcGIS as a platform of typhoon disaster information system and disaster evaluation system, the paths of typhoon are generated automatically. It has functions of synthetic query of typhoon information, mapping of rainfall isoline and color blocks map and establishment of disaster-evaluation model. It provides scientific basis for the evaluation and forecast of disasters and command decision-making of typhoon disaster control.

Key words: typhoon; disasters evaluation; GIS; Zhejiang