

文章编号:1004-9045(2007)04-0316-03

基于 GIS 长江中游气象水文预报系统的设计

黄治勇¹, 袁正腾², 万 君³, 张萍萍¹

(1. 武汉中心气象台, 武汉 430074; 2. 湖北省人工影响天气办公室, 武汉 430074; 3. 武汉区域气候中心, 武汉 430074)

摘要: 分析了 GIS 技术在气象和水文领域的应用现状, 探讨了气象与水文综合预报业务对地理信息系统的特殊需求, 提出了将气象与水文信息相融合、气象水文信息与 GIS 有机结合的系统设计思路, 明确了基于 GIS 气象水文预报系统的目标、结构和功能。

关键词: 气象; 水文; 地理信息系统

中图分类号: P343 文献标识码: A

1 引言

地理信息系统(GIS)是一种基于计算机应用的信息工具, 可以对在地球上存在的事物和发生的事件进行成图和分析^[1]。GIS 技术把地图独特的视觉化效果和地理分析功能与一般的数据库操作集成在一起, 使之能够支持一般管理信息系统所不能支持的空间查询和空间分析, 以便于制定规划和决策^[2]。

作为集计算机科学、地理学、信息科学等学科为一体的新兴边缘科学, GIS 正广泛应用于地质、水文、规划、物流等许多领域, 例如湖南省利用 GIS 技术建立了山洪灾害预警系统^[3], 广东省利用 GIS 技术建立了水资源管理地理信息系统^[4]等。目前, 将水文、气象与地理信息系统结合起来的研究甚少, 内蒙古自治区气象局利用 GIS 技术在松嫩流域雨量监测方面开展了初步应用^[5]。该文应用 GIS 技术, 尝试建立一个集气象水文信息为一体的气象水文预报平台, 有助于提高对气象灾害和洪水灾害的跟踪监视与预警能力。

2 需求分析

长江中游暴雨具有频次高、范围广、强度大、危害重等特点, 加上特殊的地形地貌, 使之成为全国暴雨、洪涝等气象灾害及泥石流、山体滑坡等地质灾害严重和频繁的地区之一。随着经济发展、社会进步和人民生活水平的提高, 人们对气象预报, 特别是对暴雨、山洪、泥石流、山体滑坡等突发性、毁灭性的气象水文灾害的预报预警, 提出了更高的新要求, 一是要求更加及时准确, 要有很强的针对性和实用性; 二是要求预报产品的时空分辨率更加精细, 灾害性天气落区尽可能

分辨到自然村、山洪沟和地质灾害点; 三是要求有较高的应急气象服务保障能力。

就空间分布而言, 虽然目前的降水观测点已经分布到乡镇, 但与分辨到自然村、山洪沟精细的地理信息相结合, 预报员很难将卫星、雷达所监测的暴雨信息与洪涝、泥石流、山体滑坡等灾害风险区紧密联系, 导致卫星、雷达监测产品不能在气象灾害预警报与服务中得到充分应用。

应用 GIS 的空间分析功能, 将气象水文信息与地理信息系统中的山体、水系、居民点等属性, 特别是灾害敏感区的地理属性有机结合, 对已发生或将要发生灾害的地点进行较准确定位和及时报警, 能有效提高暴雨洪水灾害及地质灾害的预警报与服务能力。

3 系统目标与设计原则

长江中游气象水文预报系统建设的目标是: 根据长江中游防汛气象服务的需求, 充分利用 GIS 及数据库管理技术, 建立一个集气象水文信息为一体的气象水文预报平台, 为预报员提供气象水文信息的检索查询, 提供卫星云图、雷达回波等监测图像的立体定位显示与跟踪, 提供降水、洪峰流量与水位等信息的跟踪与报警, 有助于提高对暴雨、洪涝等气象灾害及山洪、泥石流、滑坡等地质灾害的跟踪监视与预警能力。针对以上目标, 采用如下原则进行系统设计:

(1) 水文与气象信息相结合。气象和水文属于两个不同的领域, 但两者联系紧密; 就暴雨洪水、山洪、泥石流等灾害的防御而言, 水文和气象两者缺一不可。因此, 融合气象与水文信息于一体, 以提高长江中游暴雨洪水、山洪、泥石流等灾害的监测和预警报能

收稿日期: 2007-08-28; 定稿日期: 2007-11-01

基金项目: 中国气象局新技术重点推广项目“长江中游气象水文预报与服务系统研究”(CMATG2006Z08)资助

作者简介: 黄治勇, 男, 1969 年生, 高级工程师, 主要从事短期天气预报和管理工作, Email: hzyqxj@126.com

力,对长江中游气象水文灾害防御是非常必要。

(2) 气象水文信息与地理信息相结合。从更广阔的时空看,广义灾害可定义为物体(或系统)的生存或正常发展受到了损害的现象^[6]。暴雨洪水和山洪、泥石流、山体滑坡等之所以成为灾害,是因为其对人们生命财产和生存条件等产生危害。从灾害三要素(孕灾环境、致灾因子和承灾体)角度来分析,气象水文信息仅仅提供的是致灾因子,而地理信息系统则可以提供孕灾环境、承灾体的具体情况,因此,将气象水文信息与地理信息相结合,以准确定位暴雨洪水和地质灾害发生地的孕灾环境(地形、河流水系等地理特征)、承灾体(城镇乡村居民点、铁路、公路、厂矿企业、学校、医院、机关等),有利于提高气象水文预警产品的针对性和实用性。

(3) 界面友好性与操作简易性相结合。采用 GIS 技术的空间分析功能,可以实现复杂的图像显示。但由于 GIS 中图形数据与属性数据紧密结合,对其中一类数据的操作会影响与之相关的另一类数据,因而操作带来的数据一致性和操作效率是 GIS 数据操作的主要问题。针对气象水文预报需求,选择适用的地理属性信息和气象水文信息显示方式,一方面保证系统界面友好美观,另一方面保证软件操作简单方便。

(4) 功能完整性与兼容性相结合。长江中游气象水文预报系统是一个实时运行的业务系统,在信息采集、存储、显示、跟踪、查阅、检索、输出等功能上必须完整。另外,为了方便预报员根据实际工作的特殊需求进行二次开发的需要,系统必须有很强的兼容性。同时,在设计上还必须充分考虑系统的维护与管理。

4 系统总体框架

流域气象水文信息种类多,数据量大,数据采集、管理、维护、应用与更新过程复杂,因而应合理高效地组织各部分。长江中游气象水文预报系统包括气象水文数据库和水文气象预报业务平台两个部分,其中,数据库存储的资料主要有:历史和实时气象资料(降

水、面雨量、卫星云图、雷达回波等)、水文资料(洪峰水位、流量)和洪水灾情资料(时间、地区、淹没面积、人员损失、农业损失、经济损失等)。预报业务平台是与数据库相连的基于 GIS 的实时工作平台,包括流域底图和信息监测(卫星云图、雷达回波、水文、降水、面雨量实况)、预警预报(雷达降水估测、站点降水、可能最大降水、水位、面雨量预报)、灾害评估、质量检验(水位预报、降水预报、面雨量预报质量评定)等查阅、分析、预警等功能块,系统总体框架见图 1。

5 系统功能

5.1 数据库功能

气象水文信息数据库是整个气象水文预报系统的基础,主要功能包括:

(1) 实时数据采集:实时采集雨量、面雨量、水位、流量、质量评估数据及卫星云图、雷达回波等资料。(2) 数据质量控制:对收集的历史资料和采集的实时数据进行逻辑检查和质量控制,确保数据库数据准确、完整。(3) 数据检索:提供各类数据的检索查询。(4) 图形显示:显示雨量、面雨量的空间分布图和时间变化图,显示水位、流量的时间变化图。(5) 数据备份:对入库数据库进行备份,保障数据库的安全和高可用性。(6) 数据输出:提供图形、图像、文字、数据输出与打印功能。

5.2 业务平台

5.2.1 底图变换

长江流域气象水文预报平台地理信息底图包括二维、三维两类,其中二维底图有长江流域图、长江上游流域图、长江中上游流域图、长江中游流域图、长江下游流域图、华中区域图等 6 种,三维底图有:湖北省图、长江中游流域图等 2 种。底图的地理属性包括地形、河流水系、城镇乡村居民点、铁路、公路、厂矿企业、县名县界,还有气象站点、水文控制站点等。预报员从流域底图中选择所需的流域对象,可以实现流域底图的自动转换。

5.2.2 资料添加

在流域底图上,预报员根据实际需要,可以添加卫星云图、雷达回波的平面图像、立体图像,添加雨量、面雨量的实况与预报资料,添加洪水流量、水位的实况与预报资料,添加地形、河流水系、城镇乡村居民点等地理属性,还可以查阅洪水灾害评估结果、气象水文预报效果检验结果。

5.2.3 信息显示

基于 GIS 系统上,卫星云图、雷达回波有平面和立体两种显示方式,平面显示是直接图像显示在二维地理信息底图上,有漫游、放大和动画功能;立体显

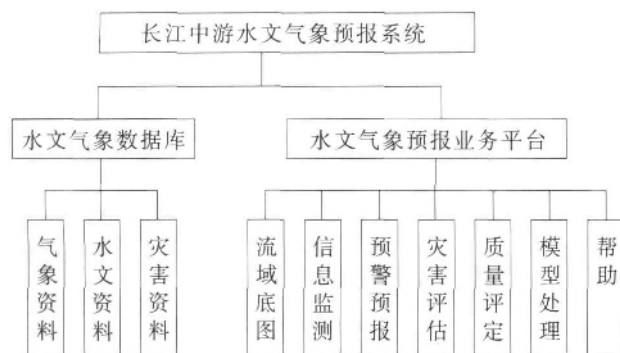


图 1 长江中游水文气象预报系统框架图

示是将图像显示在三维地理信息底图上, 预报员可以从四个不同角度查看图像信息。

单站雨量直接在地理信息底图上的气象站点位置上标注, 并以连续动画的卡通图形对降水区进行醒目显示(面雨量的显示方法与此相同), 预报员可以非常直观地掌握降水发生的范围与强度。

水位流量直接在地理信息底图上的水文站点位置上标注, 并以时间序列图的方式对水文站点水位、流量过去 5 d 到未来 3 d 的变化情况进行显示, 预报员可以十分直观地分析洪水变化趋势。

5.2.4 跟踪报警

当实况或预报单站 1 h 雨量达到 20 mm、3 h 达到 30 mm 或 24 h 雨量达到 50、100 和 200 mm 时, 对应站点上以不同颜色的进行区分。

当实况或预报流域面雨量 3 h 达到 10 mm、6 h 达到 20 mm、12 h 达到 30 mm 或 24 h 达到 30、50 mm 时, 对应流域上以不同颜色的进行区分。

当水文控制站水位分别达到水文站的设防、保证、警戒值时, 对应站点上以不同颜色进行区分。

5.2.5 预警发布

通过将降水(雨量、面雨量)和洪水(水位、流量)的实况与预报信息以及卫星云图、雷达回波的图像资料在地理信息系统中, 进行定位显示, 预报员不仅可以掌握暴雨洪水的监测与预报信息(致灾因子), 还能添加地形、河流水系、城镇乡村居民点等地理属性, 以了解暴雨洪水发生或可能影响地区的人文地理环境(承灾体), 从而更加有针对性地对暴雨洪水及山洪、泥石流等灾害进行预警。

6 系统环境

开发环境: 采用微软的 ACCESS 数据库技术, 基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发技术, 应用 Delphi、Visual C++、Visual basic、C++ builder 等编程语言实现对地理信息数据的访问、地形渲染和多维分析功能。ArcGIS

Engine 开发包包括三个关键部分: 控件、工具条和对象库; 它基于 ArcObjects 构建的嵌入式开发产品, 它能脱离 ArcGIS 平台, 为用户定制特定的 GIS 桌面应用程序提供了高效便捷的方案。

运行环境: 主频 2.0GHz 以上, CPU 1GB 以上, 1024 × 768 以上显示模式, 40GB 以上硬盘剩余空间。

操作系统: Microsoft Windows2000/XP。

专业版支持软件: ArcGIS Engine、Microsoft .NET Framework2.0。

7 系统特点

应用 GIS 和数据库技术将水文与气象紧密结合, 利用地理信息的空间分析功能对气象水文信息直观显示, 配合地形、河流水系、城镇乡村居民点等地理属性, 非常有利于预报员制作更有针对性的暴雨洪水、山洪、泥石流等灾害的预报产品。系统开发主要特点如下:

(1) 在系统设计上使用了模式设计和采用成熟技术的思想, 保证系统的先进性、开放性、规范化、可移植性、可靠性和实用性, 便于推广使用。

(2) 对整个项目的设计、实现均体现了一种以用户为中心的理念, 力图使做出来的产品符合用户的需求和使用习惯, 富于人性化。

(3) 产品信息实时性强并有较高的精准度, 可重点应用于防汛气象服务工作。

参考文献:

- [1] 傅兆敏. 地理信息系统概述[J]. 重庆工学院学报, 2006, 20(2): 135-137.
- [2] 程玉. 基于 GIS 现代物流信息系统的设计[J]. 湖北工业大学学报, 2006, 21(4): 95-97.
- [3] 李良. 基于 GIS 的山洪灾害预警系统的设计与实现[J]. 科学与技术工程, 2006, 6(17): 2712-2715.
- [4] 王学登. 广东省水资源管理地理信息系统[J]. 中国农村水利水电, 2005 年, 11: 30-33.
- [5] 白美兰. 地理信息技术在松嫩流域信息查询和面雨量监测中的应用[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(3): 51-54.
- [6] 文传甲. 广义灾害、灾害链及其防治探讨[J]. 灾害学, 2000, 15(4): 13-18.

Design of Meteorological and Hydrological Forecasting System Based on GIS in the Middle Reaches of Yangtze River

HUANG Zhi-yong¹, YUAN Zheng-teng², WAN Jun³, ZHANG Ping-ping¹

(1. Wuhan Central Meteorological Observatory, Wuhan 430074; 2. Weather Modification Center of Hubei Province, Wuhan 430074; 3. Wuhan Regional Climate Center, Wuhan 430074)

Abstract: The current applied status of GIS technology to meteorology and hydrology are introduced in this paper. The special needs of meteorological and hydrological composite forecasting operation to GIS, the goal, structure and function of meteorological and hydrological forecasting system based on GIS are presented as well as the ideas of systemic design.

Key words: Meteorology; Hydrology; Geographic information system