

基于 Web GIS 技术的病险水库灾情动态评估系统架构

马福恒¹, 向 衍¹, 吴中如²

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 河海大学 水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 针对病险水库大坝失事这一涉及社会公众安全的突发事件, 借鉴国外的洪灾评估技术, 结合我国水库大坝管理现状, 构建了基于 Web GIS 技术的病险水库灾情动态评估系统架构. 并研究了数据库的建立、灾前预测评估、灾中实时评估和灾后反馈评估的 4 个阶段.

关 键 词: Web GIS 技术; 灾情动态评估; 系统架构; 病险水库

中图分类号: TV698.21

文献标识码: A

文章编号: 1009-640X(2007)01-0027-04

Framework of dynamic disaster appraisal system for defective reservoirs based on Web GIS technique

MA Fu-heng¹, XIANG Yan¹, WU Zhong-ru²

(1. *Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China*; 2. *College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

Abstract: Aiming at prevention of dam crashes, a kind of emergency accidents affecting the social public safety, the framework of the dynamic disaster appraisal system for defective reservoirs based on Web GIS technique is developed with the help of the flood disaster appraisal techniques of the developed countries and considering the present management situation of reservoirs in China. Four steps of the framework, i. e. the database establishment, the forecast appraisal, the real-time appraisal and the feedback appraisal of the disasters, are studied in detail.

Key words: Web GIS technique; dynamic disaster appraisal; system framework; defective reservoirs

迄今,我国已建各类水库 8.5 万多座. 这些水库在防洪、灌溉、供水、发电和改善生态环境等方面发挥着巨大的作用,社会、经济和环境效益显著,是我国防洪安保工程体系与水利基础设施的重要组成部分. 特别是对发展农村经济、改善农民生产生活条件、稳定农村社会秩序等起着不可替代的作用. 由于建坝时期技术条件的限制和人为因素的影响,加之许多水库大坝已运行达 30 ~ 50 年,致使部分大坝带“病”运行,存在严重的安全隐患和失事风险. 且一旦病险水库大坝失事,必将给大坝下游群众的生命财产造成重大损失. 随着我国社会、经济的迅速发展,以及“以人为本”、“构建和谐社会”理念的进一步贯彻落实,对涉及公共安全的病险水库大坝提出了更高的安全要求.《全国水利发展和改革“十一五”规划思路报告》(2005)明确要求在“十一五”期间,要逐步建立集实时监测、预警预报、抢险救灾、恢复重建于一体的应急管理体系,对传统水利工

收稿日期: 2006-07-10

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(50139030),国家 973 项目(2002CB412707)

作者简介: 马福恒(1969-),男,河南项城人,高级工程师,博士,主要从事大坝安全监控、安全评价和安全管理.

程实施技术改造,以信息化带动水利现代化。《国家突发公共事件总体应急预案》(2006)的发布,提出了进行灾情损失动态评估的必要性。如何有效降低风险、减少损失、及时救助和恢复重建,并进行科学决策,目前已成为病险水库运行管理的热点和难点。本文借鉴国外的研究成果,并结合我国水库大坝的管理现状,构建了基于 Web GIS 技术的病险水库灾情损失动态评估系统架构。

1 Web GIS 技术及研究现状

作为一项重大的水利枢纽工程中的水库,承担着所属流域的防洪、蓄水、灌溉、供水和调节生态平衡等多项任务,并在国家的江河综合治理和水资源合理开发利用以及可持续发展方面起着重大作用。目前,随着水利信息化的不断推进,GIS(地理信息系统)作为对空间分布及其有关空间数据和信息进行储存、管理、分析的一项综合性信息技术,已广泛应用于水利工程中^[1]。随着计算机网络技术的发展,将 GIS 网络化(Web GIS),从而构建网络化、数字化、智能化的水库管理信息系统,已成为水库大坝安全智能系统建设的必然之路。Web GIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物,它是基于 Internet 平台、客户端应用软件采用 WWW 协议,运行在万维网上的地理信息系统。由于 HTTP 协议采用基于 C/S 的请求/应答机制,具有较强的用户交互能力,可以传输并在浏览器上显示多媒体数据,而 GIS 中的信息主要是需要以图形、图像方式表现的空间数据,用户通过交互操作,对空间数据进行查询分析。Web GIS 的产生为地理信息的开放和共享提供了切实可行的技术。与传统的基于桌面的 GIS 相比,Web GIS 基于 B/S 模式,具有访问范围广泛、运行平台独立、系统成本低、操作简单以及计算负荷平衡高效等特点。Web GIS 的实现流程见图 1。

基于 GIS 的上述优点,国外发达国家研制开发了洪灾损失评估系统。如美国田纳西流域管理局利用 GIS 技术处理和分析流域各种空间和地理数据,为流域管理和规划提供决策服务;加拿大紧急事务管理部门(EPC, Emergency Public of Canda)建立了集洪水规划和紧急反映为一体的计算机分析系统——洪水应急遥感信息系统(FERSIT)^[1-3],它以 Arc View GIS 为系统集成环境提供遥感影像;英国开发了洪水损失更新系统(ESTDAM);澳大利亚开发了洪水损失程序(ANUFLOOD)^[4]。这些 GIS 技术的应用为洪灾损失的评估提供了广阔的前景。中国自 20 世纪 80 年代后期,也进行了 GIS 技术的研究,且主要应用在洪涝灾害的评估。如中国科学院资源与环境系统国家重点实验室先后开展了中国主要洪泛区的洪水管理与灾情评价信息系统;黄河下游洪水险情预测和灾情对策信息系统;黄河三角洲区域信息系统;南京市防洪减灾地理信息系统等。

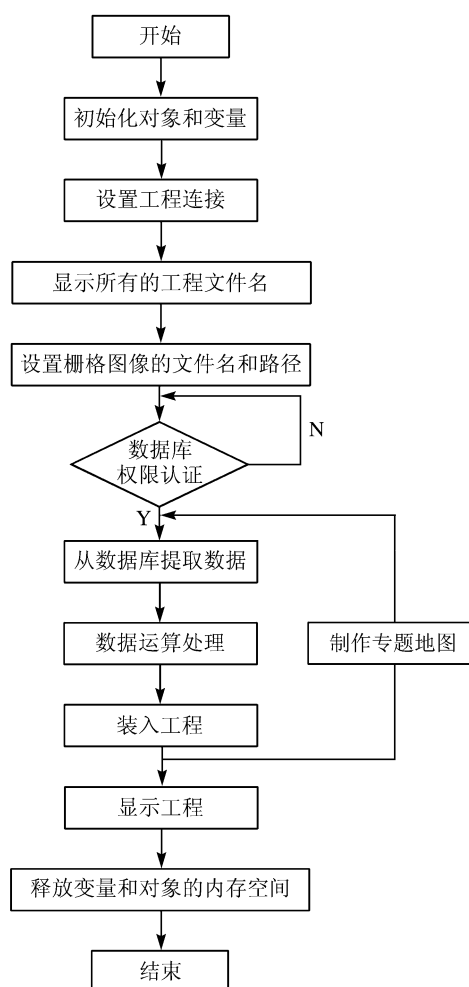


图 1 Web GIS 的实现流程

Fig. 1 Flowchart of Web GIS

2 基于 Web GIS 技术的病险水库灾情动态评估系统

如何利用计算机技术和洪灾评估手段,实现病险水库灾情动态评估,以达到降险减灾、及时救助和恢复重建的目的,就为研制 Web GIS 技术提供了平台。GIS 是一种为防洪决策提供信息支持的理想工具。借助于 GIS 可对洪水灾害的形成、发展条件、灾情分析进行综合评价;估计灾害损失、制定灾民撤退路线、确定险工险段、制定避灾设施建设方案,并可利用系统中具有的丰富信息,进行灾区资源调查、水土资源综合利用规划

等工作.基于Web GIS技术的病险水库灾情动态评估总体上可分为数据库的建立、灾前预测评估、灾中实时评估和灾后反馈评估4个阶段^[5].

2.1 数据库的建立

在灾情损失评估中,需将社会、经济的各种数据和空间地理数据进行综合处理,故灾害损失评估以GIS为基础,而GIS的基础则是空间数据.空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文经济数据,包括图形、图像、文字、表格和数字等.

(1)数据库内容 空间数据主要包括基本地理数据和专题数据,基本地理数据系指研究区域的地理经纬度和直角坐标、地形地貌、河流水系、土质植被、道路交通、行政区域、人口居民地要素等;专题信息数据系指与灾害有关的气象数据、基础设施分布数据、水文水利数据、水利工程布局数据等^[2].并对所有的数据(包括矢量数据、栅格数据、注记和属性数据)进行交互式的输入、接收、编辑,GIS中各种数据及其表格详见文献^[5].在GIS运行环境(如MapInfo)下,按不同的地理要素(如将水文站点、大坝、村庄、河流、交通、行政区等)分层录入研究区域的地形图,进行分层管理;并在GIS软件(Arc View)中利用所得到的高程数据,采用Kringing内插法,对原始数据加密生成网格,最终生成研究区域的数字地形模型(DEM)的空间数据库.

(2)数据库的操作 可对系统输入、处理和生成的数据进行综合查询和分析,对矢量图、栅格图、数字高程图、注记和属性数据进行基于地理表达式的逻辑查询,不同图件和属性数据的综合查询.将图与数据库通过属性码相连接,实现图与数据库的双向查询.对地形、地物及水利工程,可进一步查询其图片、文字、数据等资料.

(3)二次开发 利用GIS提供的二次开发工具,将灾情评估系统的各个模块进行有效地装载、组织和管理;可以设置洪水演进、地形图、实时水雨情、数据库命令按钮等程序,方便地执行系统的各个功能模块,并可随时调用各自的可执行程序^[4].

2.2 灾前预测评估

灾前预评估的任务主要是绘制预测灾害风险图.灾害风险图则是实施灾前预测评估的重要手段和基础.以洪水灾害为例,国家防汛抗旱总指挥部办公室发布的《洪水风险图编制导则》中规定,“洪水风险图是指直观反映某一区域遭遇洪水时的风险信息专题地图”^[6].因此,灾害风险图是标示某一水库及其所在流域或区域在灾害自然风险、暴露程度以及脆弱性共同作用下的耦合风险信息系列图.病险水库大坝的灾害自然风险,主要是指灾害发生后导致的洪水的淹没水深、时间以及水流流速、流向等信息;暴露程度(亦称显性风险)是指流域或区域内暴露于淹没范围的财产、人口及资源分布等;脆弱性(亦称隐性风险)是指抗御灾害的能力,包括工程的防洪能力、非工程措施的作用以及经济社会的抵抗和承受能力等.灾害风险图的绘制流程见图2.

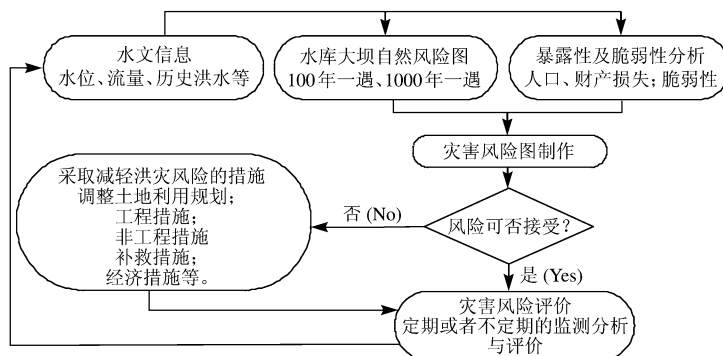


图2 灾害风险图的制作基本流程

Fig.2 Basic flowchart of the disasters risk figure

2.3 灾中实时评估

灾害发生时应进行跟踪评估,主要是运用遥感遥测系统快速获取信息,通过对遥感、航空图片等信息载体的及时判读,以及结合水文站等最新水文资料的分析,由系统快速地提供系统的灾害程度和范围,及时评估已造成的损失.同时,对下一步可能造成的损失进行科学预测,为抗灾救灾提供辅助决策.

在灾害发生时的灾情评估中,GIS应具有以下功能:①共享信息,可方便地管理信息,以提高有关部门的工作效率,从而更具有时效性;②联系地理要素与地理数据,进行多要素综合分析,加强对系统和资源的管理,方便实现内部信息的交流,动态地进行数据库维护与更新等管理活动,促进部门间工作协调一致;③联系数据与图形,直观显示出主要矛盾,并通过历史资料库寻找相似的灾情,把当时决策和灾害损失与现实加以对比,寻找更有效的防灾减灾方法.依据GIS技术的功能,灾中实时评估体系由灾害损失评估数据管理系统、灾害评估、信息发布和灾情统计等4个模块组成(见图3).

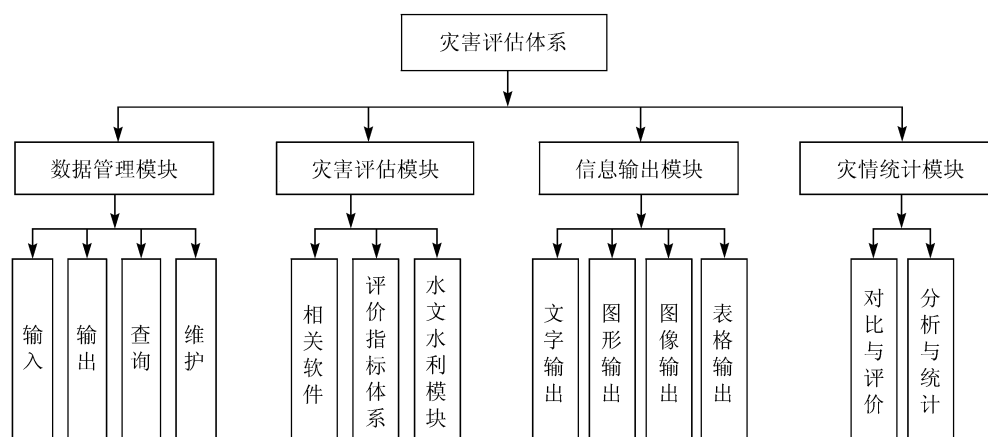


图3 灾情的动态评估体系

Fig. 3 Dynamic disaster appraisal system

综上,灾中实时评估的流程为应用 GIS 相关软件(如 Arc/Info, ArcView, Mapinfo, Geostar 等),按照水文水利模型和评价指标体系等标准,进行二次开发,与数据库相连,以形成灾情监测系统. 实时预报流域或区域内的灾情损失,拟定水利工程、抗灾防灾和居民等的调度方案和措施,充分利用区域环境背景数据、社会经济数据和历史资料数据。

2.4 灾后反馈评估

灾后反馈评估既可对有关部门提供的灾害资料进行可靠性分析,也可对灾前、灾中的灾害评估进行分析与评估,以便对灾情评估系统进行必要改进. 反馈评估可为灾后自救提供辅助决策,并能进一步地做好灾后总结,提高对以后的灾害评估能力。

灾情动态评估体系中相应的数据流程见图 4. 可见,基于 Web GIS 技术的灾情损失评估系统提高了损失评估的水平,并且在灾情损失评估背景数据库的支持下,根据淹没范围模拟和洪水调度模拟的结果,准确、及时地预报和评估灾情,为决策提供依据,以达到减少损失、及时救助和恢复重建的目的。

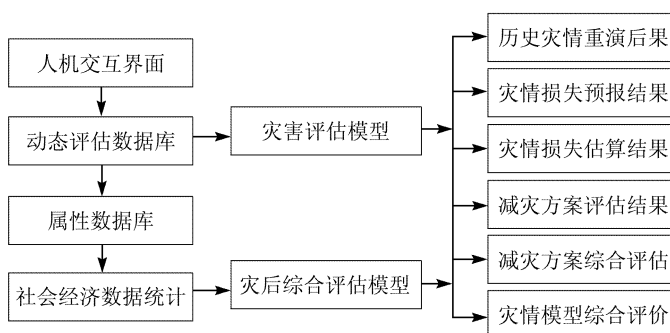


图4 灾情评估模块数据流程

Fig. 4 Data flowchart of disaster appraisal module

参 考 文 献:

- [1] 姬江涛, 杨军耀. 基于 WebGIS 的水库管理信息系统设计与实现[J]. 太原理工大学学报, 2005, 36(3): 346-349.
- [2] 高 梅, 张文华, 接连淑. Web GIS 技术在气象科研数据共享系统中的应用尝试[J]. 应用气象学报, 2004, 15(增刊): 168-170.
- [3] 殷坤龙, 张桂荣, 龚日祥, 等. 基于 Web-GIS 的浙江省地质灾害实时预警预报系统设计[J]. 水文地质工程地质, 2003, (3): 19-22.
- [4] Chaudhuri S, Fayyad U, Bernhardt J. Scalable classification over SQL databases[A]. IEEE Computer Society. **Proc ICDE - 99**[C]. Sydney: IEEE Computer Society, 1999. 470-479.
- [5] 马福恒. 病险水库大坝风险分析与预警方法[D]. 南京: 河海大学, 2006.
- [6] 杜国志, 李开杰. 洪水风险图有关问题探析[J]. 中国水利, 2006, (5): 33-36.