

北江大堤保护范围洪水风险信息系统的开发

陈 浩,仇劲卫,王艳艳,陆吉康,李 娜

(中国水利水电科学研究院灾害与环境研究中心,北京 100038)

摘要:结合北江大堤洪水风险图试点研究工作,从 GIS 应用开发角度,系统阐述设计和开发洪水风险信息管理系统步骤和技术特征,该系统集洪水风险基础信息的处理、风险图制作以及灵活的风险信息查询、洪灾损失评估与避难设计等于一体,并动态建立了与洪水数值模型的关联,使系统能高效地完成各种核心的洪水风险信息分析工作。

关键词:洪水灾害;洪水风险图;信息管理系统;北江大堤

中图分类号:TV122

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)01-0031-03

风险信息管理与决策支持技术在现代防洪决策与管理中扮演着日益重要的作用,北江大堤洪水风险图试点研究的一项重要内容就是开发适合中国国情特征的洪水风险信息系统,并力求形成一套系统的服务于风险图制作、风险信息管理与决策支持的软件技术,并在此基础上进行完善和推广,以推动全国洪水风险图计划的全面展开^[1]。

1 系统开发的目标、原则与环境

a. 开发目标:①建立完备的风险信息库,具备灵活的空间地理分析功能;②内嵌洪水数值模型,实现洪水风险的数值模拟;③可灵活地生成、修改洪水风险图,配备必要的属性信息;④提供灵活的风险信息查询与分析功能,为风险决策服务;⑤开发洪水风险图的应用模型,形成规范技术。

b. 开发原则。洪水风险信息系统的主要服务对象是防汛决策与管理部门,因而系统开发应充分体现功能的实用性和灵活性,以及操作的便利性和信息提供的完备性。此外,系统应具有安全性能好、可扩展、可移植、易于维护和信息更新、用户界面友好的特点,与外部模型应建立动态关联。

c. 开发环境。出于空间地理分析功能的考虑,系统开发选择 GIS 为开发平台。考虑到具体情况,要求所选的 GIS 软件应具有较强的空间分析与查询功能,较易与外部模型和软件连接,较强的二次开发功能,易于操作,便于维护,同时应具有合理的市场价格,以便于在全国各级防汛与水利部门推广使用。为此,我们选定 MapInfo 桌面地理系统软件作为应用系

统的软件开发环境,采用 MapBasic 编程方式进行二次开发,生成的可执行程序在 MapInfo 的 Runtime 运行时间库环境下运行。

目前开发的应用系统是单机运行版,运行主机型号为 PII 300 或以上档次,同时配备高质量的图形显示卡,如 AGP 8M 或 16M 卡,大容量硬盘,可读写光驱,高精度彩色喷墨或激光打印机,以及其它一些辅助外设。

2 系统结构与功能设计

2.1 系统功能结构

根据系统开发目标,系统的功能模块设计主要应体现以下内容:①基础信息库的建立;②洪水计算模型的动态连接与结果更新;③洪水风险图的制作与显示;④洪水风险信息查询;⑤损失评估计算;⑥抢险与避难系统的设计;⑦系统的安全性维护与信息更新;⑧技术帮助文档的建立等。此外,为便于地图分析和文件管理,系统将配备相应辅助功能。系统功能结构如图 1 所示。

2.2 系统功能特征描述

2.2.1 基础信息库

基础信息库为洪水风险图的制作和应用提供了信息源,是系统运作的根本保证。为了便于基础信息分析和查询,系统提供了基础信息展示模块,或分类或综合地展现基础信息的个体或组合特征,如地形(包括三维地形)、河流水系、地物地貌、企业、学校、医院、行政事业单位、各类基础工程设施(防洪工程、道路交通、供电供气等)以及历史洪水泛滥信息(包

基金项目:国家防汛抗旱总指挥部办公室资助项目(HY-99-03-024)

作者简介:陈浩(1968—),男,四川简阳人,工程师,主要从事洪涝灾害损失评估和风险评价研究。

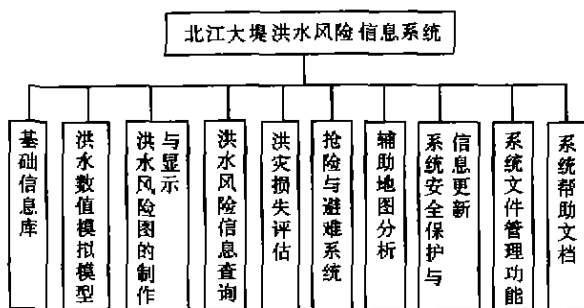


图1 系统功能结构

括淹没范围、决口位置、洪水演进路径等)和有关的社会经济统计信息表等。

2.2.2 洪水数值模拟模型

洪水数值模拟模型是风险计算和分析的核心模型,为洪水风险图提供了基础风险信息^[2]。为了便于与整体系统集成,同时又保持相对的独立性,洪水计算模型与整体系统是以动态数据传输模式建立相互关联的。洪水计算模型使用 FORTRAN 语言在 Power Station 4.0 平台上开发,由于采用 Windows 编程方式,该模型与 GIS 应用系统之间建立了和谐的动态关联。具体地,模型与应用系统间通过共享基础数据(数字化计算网格信息),计算结果可以以规定的文件格式动态地传输给应用系统,完成信息更新和风险图的制作与修正。同时,通过隐含的外部模型调用,计算结果可在系统中进行动态洪水过程演进显示。

2.2.3 洪水风险图的制作与显示

由于洪水风险图的特殊要求,其制作是在 GIS 环境下根据洪水数学模型的计算结果通过人机交互方式实现的。制作时考虑了数学模型的模拟边界和地形变化的特征,使其尽量保持连续分区和平滑边界。根据风险图集的概念,系统提供了不同类型的风险特征图,如综合洪水风险区划图,以及按洪水特征(水深、流速、历时和到达时间)、洪水频率和决口方案(分别为石角、芦苞、三水决口)制作的风险特征区划图,并通过叠加各种社会经济要素和工程分布图,展示区域洪水风险综合与分类特征。绘制风险区时,依据洪水风险制图要求和标准,风险区的图形表述和信息标注具有明确区分。各类信息叠加显示时,按信息的空间精度进行分层次显示,即当地图放大时,显示的信息越多,空间定位越细。

2.2.4 风险信息查询与风险特征专题图

风险信息查询与风险特征专题图是洪水风险信息系统应配备的最重要的功能,为此,系统为用户提供了十分便利的功能服务。根据需要,用户可选择以下不同的查询及专题制图方式。

a. 单一选择式风险特征查询。这是一种最直接和最简单的查询方式,即用鼠标在地图窗口中

点击以选择指定目标对象,获取与之有关的属性信息,包括空间地理信息,如位置、长度、面积,以及在哪个风险图等。

b. 地图点击式社会经济风险信息查询。地图点击式社会经济风险信息查询(图2)是应用系统专门为用户提供的功能强大的一整套社会经济风险信息规范查询,用户只需在地图中点击任一关心的区域,即可获得该区域的社会经济风险特征统计和风险财产的详细列表。系统可提供三种区域查询模式和两种信息查询方式。三种区域查询模式为:①按综合风险分区查询;②按县市行政单元查询;③按乡镇行政单元查询。两种查询方式为:①按单一风险财产类别查询,选择该方式,系统将给出指定类型区域的该类风险财产的详细列表(包括处于安全区的财产列表)以及风险总数与比例等统计信息;②综合风险信息查询,选择该方式,系统将给出指定类型区域的各类风险财产的综合统计信息,包括风险数量和比例等。根据需要,用户还可灵活地对查询结果进行保存或清除,以及制作统计图。该查询是以工具栏形式提供的。

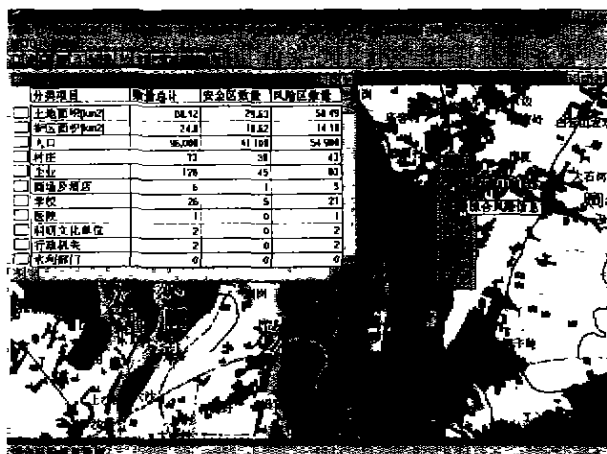


图2 地图点击式风险查询界面

c. 分区分类及分区综合社会经济风险查询对话框。分区分类社会经济风险查询对话框和分区综合风险查询对话框(图3)是以对话框形式提供的两种专用风险查询功能。该功能是对地图点击式风险查询方式的进一步扩展。根据需要,用户以对话方式选择需查询的区域(风险区、县或镇)及查询的财产,系统将自动给出查询结果的详细列表,同时将选择区域进行中心局部放大,并在地图中选择性标识已选中的查询对象。

d. 综合风险查询与专题制图对话框。综合风险查询与专题制图对话框(图4)是为了满足用户可能希望了解分类风险信息的空间变化及进行专题制图的需求而专门设计的。在用户选择了查询与制图的区域模式(按乡镇行政单元或县市行政单元)、查询

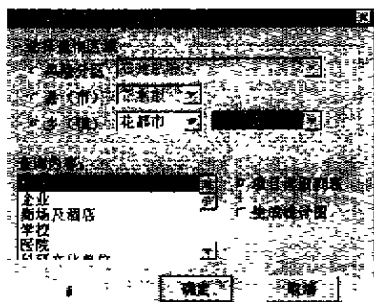


图3 风险查询对话框



图4 综合查询与专题对话框

(制图)的财产(人口)类别和专题图的类型(应用系统提供了多达8种形式的专题图类型)之后,系统将自动给出所有子区的风险信息详细列表以及相应的专题图,如区域分布图、等级图、比例饼图和直方图等.用户可打印输出专题图.

e. 水情风险特征精细查询.水情风险特征精细查询是应用系统提供的以系列水情专题图形式表达的另一专用查询,以满足对精确水情特征(如石角决口后,某一区域的精确的最大水深、洪水到达时间、最大流速或淹没历时等^[2])的查询需求.同样,可通过图层叠加,了解哪些企业、学校、医院等落入了指定区域.

f. SQL通用信息查询.该查询主要是针对熟悉数据库和SQL查询语言的用户设定的.通过SQL可对系统提供大量信息进行实时查询.

此外,系统还为查询和地图分析提供了多种实用的分析工具,如动态地添加地图比例尺,建立地图窗口图例,设定缓冲区,设置裁减区域等,根据需要可随时创建专题图,建立重新分区窗口等.

2.2.5 损失评估模型

损失评估信息是洪水风险图应配备的重要信息.系统通过空间地理分析方法确定社会经济特征及水情特征的空间分布,依据内嵌的损失评估模型关系^[3],评价出在北江大堤发生100年一遇超标洪水时从不同的位置决口,分区分类资产的损失空间分布.

2.2.6 抢险与避难系统

鉴于北江大堤抢险预案早已制定,因而此次在项目开发中未对抢险方案进行设计和修改,仅作为

必要的防洪信息进行展示,以满足防洪管理和决策需要.避难系统是在风险图基础上设计和开发的(图5).根据避难系统的设计原则,系统运用了风险与地理空间分析方法,分别确定了不同决堤方案下的避难区、避难人数和转移路径,以及可供救护的医院信息等.避难方案以图、表结合的方式进行直观展示,用户也可通过交互式操作优化修改避难方案中的有关设计,如修改避难路径等.

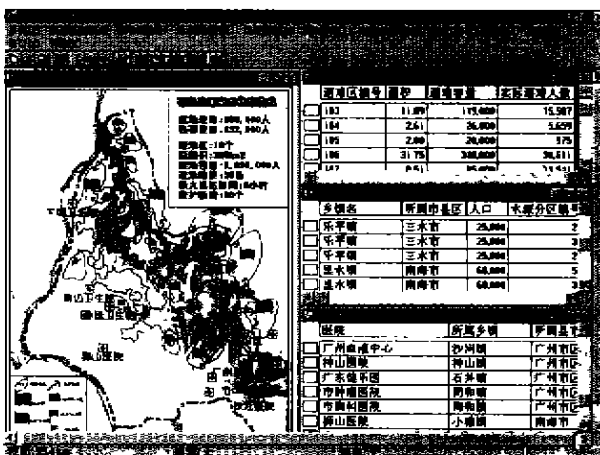


图5 避难系统界面

2.2.7 安全保护、信息更新与其它实用功能

洪水风险信息是在MapInfo环境下用Map-Basic语言进行二次开发的专业应用系统.在开发过程中,始终坚持了系统开发的基本原则,使系统具有安全性强(系统设置多级安全密码,如无授权,用户将不能修改和更新基础信息),容错性好(当出现无意识的错误的地图点击或其它操作时,系统将予以提示或自动更正等,不会出现死机现象),可扩展(预留可扩展接口),可移植,实用灵活,维护方便(用户修改了基础数据后,选择信息更新功能,将自动对系统的基础信息,包括基础查询信息,进行更新),操作便利以及用户界面友好等优点,为系统的安全运用和维护提供了必要保障.此外,为便于地图分析和文件管理,系统还提供了多种辅助实用功能,如用户自定义专题制图、改变地图显示设置、地图总览、自定义用户工具栏、创建自定义符号、存储地图窗口、保存工作空间以及打印输出等.

3 结 语

北江大堤洪水风险信息集风险信息处理、风险图制作以及灵活的风险信息查询、洪灾损失评估与避难设计等于一体,并建立了与洪水数值模型的动态关联.该系统实用性强,技术含量高,为防洪减灾决策的自动化、科学化提供了有力的技术保障,同时为推广洪水风险图计划奠定了技术基础.

(下转第65页)

向,此时翼板高度应达到水面附近。

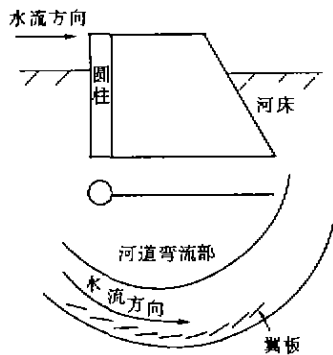


图6 翼板的形状及其设置方法

3.3 崩岸防护与自然保护

河岸由于水流的侵蚀而引起崩岸,而防止崩岸的主要方法是护坡。对于整治崩岸来说应通过尽快的设置护坡来防止河堤的破坏和土砂的流失。但是自然河岸中丰富的植物、动物等生物资源应在治理河岸的同时尽可能地加以保护,这也是日本近年的热门话题。由此,产生了多自然型河川治理法以及所谓的环境护岸等构想,就是说用最小限度的人工护坡来达到防止侵蚀的最终目的。同时,所采用的护坡还应该考虑到与景观及生物环境的融和。除尽可能地采用天然材料和传统方法以外,在采用由人工材料制成的混凝土砖、混凝土块、混凝土构件时,除护坡所需的强度、耐久性以外,也应考虑到植物的生长,昆虫、鱼类、小动物的生息环境,常用表面覆土等方法。在景观上,应该把崩岸治理与城市规划相结合,建立水边公园等多功能护岸设施,设计优美的河边环境。

4 结 语

河川崩岸的治理应该首先明确侵蚀的部位和机理,采用护坡、坡脚防护、丁坝、翼板等多种方法因地制宜,综合治理。在设置护坡、丁坝等构筑物时,应考虑到由此所引起的局部侵蚀,加强坡脚防护、护坡前后沿防护以确保护坡的稳定性。

防止崩岸发生的另一重要方法是通过预测和预报而达到预防的目的。应加强管理措施,建立定期巡视、洪水后巡视等检查制度,并积极开发预测方法,建立预报体制以争取防患于未然。

注重自然及环境保护是将来的必然趋向。崩岸治理应尽可能保存自然景观和自然生态,采用融合于自然的防护方法,并可结合城市规划、流域规划创造出优美的河边景观。

参考文献:

- [1] 山村和也.河川堤防の土質工学的研究[D].日本:京都大学,1971.12~14.
- [2] 玉光弘明,等.堤防の設計と施工——海外の事例を中心として——土木工学会編集[C].技報堂出版,1991.305~308.
- [3] 辻本哲郎.洗堀破堤とその防止工に関する研究,洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究[R].文部省科学研究費自然災害特別研究成果,1986.88~106.
- [4] 日本河川協会.建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[S].建設省河川局監修.山海堂出版,1997.30~48.
- [5] 室田明.河川工学[M].技報堂出版,1986.291~297.
- [6] 芦田和男,等.河川の土砂災害と対策[M].森北出版,1983.240~250.
- [7] 宇田高明,等.河川防御の設計手法に関する研究[J].土木技術資料,1996,38(4):44~49.
- [8] 中野正則,等.橋梁基礎周辺における洗堀調査手法の適用性確認試験[J].土木技術資料,1995,37(10):48~53.
- [9] 柿崎恒美,等.長良川における河岸浸食の現地観測(中間報告)[A].見:第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集[C].1998.
- [10] Odgaard A J, Kennedy J F. Analysis of sacramento river bend flows and development of a new method for bank protection [R]. IHR Report, No. 241, 1982.
- [11] 渡辺明英,等.河岸浸食防止するベンエの設計法の研究[A].見:土木学会論文集[C].No. 485/II-26, 1994. 55~64.
- [12] 福岡捷二,等.ベンエ設置され左湾曲部の流わと河床形状の解析[A].見:土木学会論文集[C].No. 479/II-25, 1993. 61~70.

(收稿日期:1999-06-14 编辑:马敏峰)

(上接第33页)

参考文献:

- [1] 张旭,万群志,程晓陶,陆吉康.关于全国推广洪水风险图的认识与设想[J].自然灾害学报,1997,6(4):61~67.
- [2] 程晓陶,仇劲卫,李娜,等.城市洪涝仿真模型开发研究,国家自然科学基金、“八五”重大项目“城市与工程减灾基础研究”502子专题研究报告[R].1997.
- [3] 陈浩,陆吉康,刘树坤.城市洪涝灾害经济损失评估的模式与方法[A].见:城市与工程减灾基础研究论文集[C].北京:中国科学技术出版社,1997.

(收稿日期:1999-09-08 编辑:熊水斌)