

# 基于二维三维 GIS 一体化技术的大连市 防汛信息服务系统设计与实现

曲家峰

(瓦房店市水利灌溉技术站, 辽宁 大连 116300)

**【摘要】** 水灾一直是大连市防汛抗旱的重要工作内容之一,以“三维 GIS 开发为主、辅以二维同步导航建设”为理念,采用二维三维联动、瓦片、实时数据抓取等多种技术,实现工情、气象、灾情等信息的综合集成与 Web 发布,为防汛管理提供信息服务与决策支持。

**【关键词】** 二维三维 GIS; 防汛; 一体化技术; 系统研发

中图分类号: TV87

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)04-0037-03

## Design and implementation of flood control information service system in Dalian based on two-dimensional and three-dimensional GIS integration technology

QU Jiafeng

(Wafangdian Water Resources Irrigation Technology Station, Dalian 116300, China)

**Abstract:** Flood has been one of the important work contents of flood control and drought relief in Dalian. Two-dimensional and three-dimensional linkage, tiles, real-time data acquisition and many other technologies are adopted for realizing comprehensive integration and Web publishing of engineering condition, meteorology, disaster information and other information according to the concept of ‘being based on three-dimensional GIS development and supplemented by two-dimensional synchronous navigation construction’. Information services and decision-making support are provided for flood control management.

**Keywords:** two-dimensional and three-dimensional GIS; flood control; integration technology; system development

大连市位于辽东半岛的最南端,全市总面积 1.26 万 km<sup>2</sup>,地形以山地丘陵为主,年降水量充沛约 550 ~ 950mm,境内有黄海流域和渤海流域两大水系,主要的河流有碧流河、英那河、复州河等。受降水、地形、河流等因素影响,大连市水灾频繁发生。据初步统计 1949—2014 年的 45 年间,共发生大大小小的水灾 16 次,平均每 3.6 年发生一次。近些年来,受全球气候变化影响,台风在大连市频繁登陆,极易引发水灾。2012

年 8 月 3 日,受台风“达维”影响,大连市普降特大暴雨,并引发洪水,一度造成沈大铁路中断,上万人员转移。水灾具有形成时间短、来势凶猛、危害严重等特点,为了抗御洪水、减少灾害损失,大连市开展了水利工程措施与非工程措施建设,用以消除水害。截止 2012 年 12 月,共修建各类水库 246 座,总库容 25.23 亿 m<sup>3</sup>,堤防 559 处,长度达 2675.71m,构建了防洪工程数据库、水雨情信息网等,初步实现了水、雨、工情等信

息的实时获取、畅通传输、海量存储等功能,为防汛减灾工作的开展提供了数据支撑。

目前,已建成的各类与防汛相关的信息化成果,其构建环境主要采用二维 GIS 场景,在数据采集、传输、存储、管理、分析等功能上相对成熟,但在空间信息的三维展现方面明显不足。随着三维仿真技术的不断发展与防汛减灾工作对于三维场景需求的不断增加,在原有二维场景的基础上增加三维场景,增强洪水、水利工程、地形的渲染效果显得尤为重要。为此,充分挖掘已有资源,开展覆盖全市范围内的二维三维 GIS 一体化防汛信息服务系统十分必要。

## 1 系统建设内容

### 1.1 二维三维场景合成

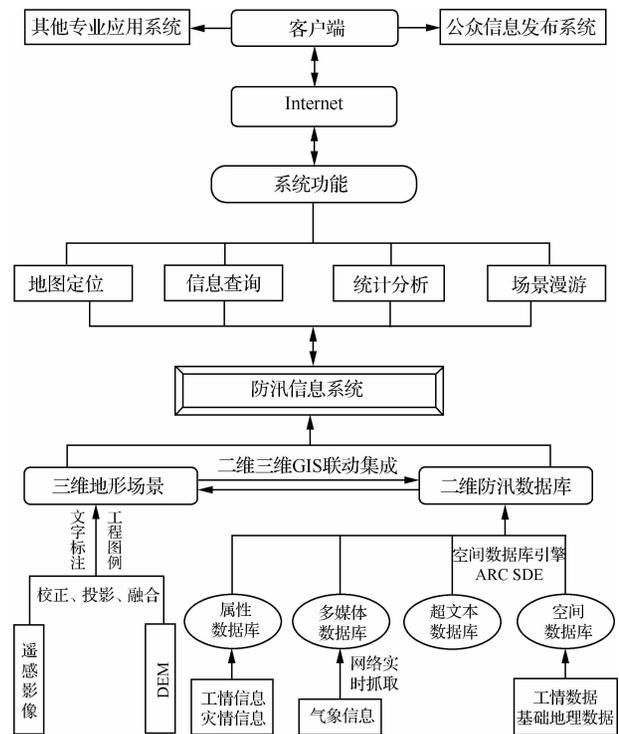
系统的二维场景直接在遥感影像上生成。三维场景在 Skyline 平台上开发,利用 Terra Builder 无缝连接了全市高清晰度卫片,并与 1:5 万数字高程图进行耦合,在此基础上进行文字标注、模型加载、路径设定等编辑工作,形成全市三维场景。利用 Skyline 平台将二维场景和三维场景在空间上链接,形成互动,进而实现相关信息在二维三维场景下的漫游。

### 1.2 数据库构建

根据已有数据资源,结合防汛信息服务系统建设需求,按照数据类型、结构、数据量、访问量等特点,选取了普适性较强的 Oracle11g 数据库作为系统数据库,具体包括:空间数据库、属性数据库、多媒体库、超文本库 4 部分。①空间数据库:包括各级行政区划、市政道路、水库、堤防、闸坝、险工险段、相关地形数据等;②属性数据库:包括河流的名称、流域面积、河长、平均河宽、河床比降、堤防设防水位、警戒水位、保证水位、主要河流防洪预案、雨量站名称、降雨时间、降雨量、水库实时及历史水位、入库流量、出库流量、蓄水量、洪灾等综合信息;③多媒体库:包括全省雷达拼图、中短期天气预报、重点水库、重要河道、重点防洪工程图片、影像及视频资料等信息;④超文本库:包括历年防汛大事记、通知公告等信息。

### 1.3 系统建设

系统以服务防汛管理为目标,以 Oracle11g 作为数据库,以 SOA 为系统构架,采用二维三维 GIS 联动集成、三维地图瓦片、实时网络抓取等主要技术构建了大连市防汛信息服务系统,有机集成了水、雨、工、灾情等信息,实现了其在二维三维场景中的联动显示、多条件查询、图层控制、办公自动化等功能,基本实现了防汛信息的标准化、网络化、空间化和可视化,为指导全市防汛减灾工作提供统一的信息平台及支持决策服务,系统结构见下图。针对大连市防汛工作中的重点与难点,系统开展了 5 个子系统的建设,具体包括:雨情子系统、水情子系统、工情子系统、灾情子系统和管管理子系统。①雨情子系统:展示了大连市所有雨量站监测的降水数据,包括实时的以及分析处理的结果;②水情子系统:展示了大连市所有水库的入库流量、出库流量、实时水位、汛限水文等信息,所有河流的来水量、洪峰流量等信息;③工情信息子系统:展示了所有水库、堤防、险工险段等信息;④灾情子系统:展示了新中国成立以来各类水灾的发生时间、成因、损失等信息;⑤管理子系统。



系统结构图

## 2 关键技术

### 2.1 二维三维 GIS 联动集成技术

二维三维 GIS 联动集成技术充分依托二维 GIS 和三维 GIS 技术,同时增强了两者的联动技术,使其在同一框架体系下能够同时发挥两者的作用。具体途径是 LOD(levels of Detail) 同步。LOD 同步在 DEM 数据和影像数据分块分层存储和调度的基础上,将视点到所对应地形的距离和 LOD 等级进行绑定,通过鼠标滚轮滚动触发视点高度变化,随着视点高度的升高,LOD 等级不断从精细层向粗糙层降低,从而确定需要显示的 LOD 等级。

### 2.2 三维地图瓦片技术

三维地图瓦片技术是根据所需的显示比例尺与级别进行裁剪,将裁剪的文件按照统一的命名规则进行存储。系统对全市 2.5m 遥感影像分层瓦片切割,在底层的基础上,从左下角开始,按照由左及右、由下及上的方式,每  $2 \times 2$  个像素进行一次融合,进行生成不同比例尺的瓦片。

### 2.3 实时网络抓取技术

实时网络抓取技术是充分利用共享信息资源,对网上发布的各类非结构信息进行自动抽吸、筛选、提取等操作,形成结构化的信息,减少信息的重复开发。气象信息是防汛信息服务系统的重要数据资源,系统采用了网络抓取技术从不同的网络中获取系统指定的信息内容,集成在防汛信息系统中,获取系统所需的气象部门共享信息,以较小的技术投入实现了信息的共享共用。

## 3 系统功能

结合日常业务需求,系统提供了漫游功能、多种查询方式、图表统计分析、图层控制控件、其他等一系列实用功能。

**a. 漫游功能。**系统三维场景的展示及二维三维场景的联动操作是系统的一大特色。对此,系统针对二维和三维场景分别提供了不同的漫游方式。在二维场景中主要提供了放大、缩小、平移、全景、缩略图等常

用的漫游方式。在三维场景中,根据三维显示效果提供了导航、旋转、录制等特有功能。导航功能可以按照用户在线路上的需求,在系统中自定义导航线路,实现自动导航,可以用其来展示某一次水灾的过境情景。旋转功能可以根据用户的需求按照不同的角度进行旋转,进而全面展示地形、水利工程等具备三维特点的地物。

**b. 查询功能。**系统涵盖了大量的数据信息,为了使用户能够找寻到所需的内容,系统提供了简单查询和基于 SQL 查询两种方式。简单查询主要是针对水、雨、工、灾情等信息,选取出现频率较高的字段最为检索词,据此进行查询。SQL 查询是为了满足专业用户需求设计的,将各个类别内容进行封装,依据用户提出的 SQL 查询语言提出要求,此类要求可以是单一的或者多个条件组合的,查找所需内容。同时为了增强查询效果,系统提供了图、表、图表组合等多种形式的表达效果。

**c. 统计分析功能。**对于系统中的水、雨、工情等信息,系统提供了针对数据及查询结果的统计分析功能,以柱状图、饼状图、排序、极值等形式表示。针对灾情信息,系统提供了基于定制模板的统计分析功能,将每一期简报中需要变动的数据作为变量,直接从系统后台中读取数据,自动生成灾情简报。

**d. 图层控制控件。**系统中的矢量数据以图层的形式展示,将系统中所有的图层定制到图层控制控件中,通过在图层控制中勾选,打开所需图层。

**e. 其他功能。**包括:存储、打印、导入导出等办公自动化功能。

## 4 应用效果分析

系统一经建成,在防洪办得到了广泛应用。系统能够实时提供雨情、水情、工情等信息,并围绕信息展开查询、统计分析、空间分析等进一步操作,提供一定区域范围内的各类信息,为可能出现的险情、灾情提供了三维可视化场景,对指挥决策提供了重要的技术支持。经过多个主汛期的检验,系统已能够满足防汛的基本需求。系统运行稳定,提供的 (下转第 48 页)

洪风险率计算。计算洪水频率为 50 年一遇,根据堤防设计情况,堤防安全超高为 2m。该次研究考虑糙率参数不确定性,计算发生设计洪水时河道行洪风险情况,结果见表 4。

表 4 柴河有堤段 50 年一遇洪水沿程行洪风险率

断面号	河道水位/ m	堤顶高程/m		行洪风险率	
		左岸	右岸	左岸	右岸
长大铁路桥	61.75	64.72	63.23	0.01	0.72
柴河大桥	63.05	66.96		0.00	

行洪风险率的数值为 0~1,为方便比较,根据经验确定行洪风险级别,将行洪风险率划分为 5 个等级,见表 5。

表 5 行洪风险等级划分

行洪风险等级	低	较低	中	较高	高
行洪风险率	0~0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	>0.7

根据表 4 及表 5 对照分析,发生 50 年一遇洪水时,柴河长大铁路桥断面右岸堤防行洪风险级别较高,按正常糙率参数取值时,已达到设计防洪标准,但当发生特殊情况时,如大洪水将上游的树木、庄稼或建筑物冲毁,将引起下游河道糙率大幅增加,引起水位上涨,有洪水漫溢或溃堤风险。

(上接第 39 页)

信息能够支持防汛决策,应用效果良好。该系统除了在防汛领域中发挥了重要作用,还在山洪灾害和抗旱工作中起到了辅助支持决策的作用。随着大连市山洪灾害调查评价工作的逐步展开,系统提供的雨情、水情、工情等信息在山洪灾害防御与指挥调度中发挥了重要作用,其三维空间指明了逃避险路线,为挽救生命财产提供了重要支撑。大连市近些年来旱灾时有发生,系统提供的雨情、水情、工情等基础信息对于合理预判干旱风险等级、指导抗旱减灾工作有着重要作用。

## 5 结 语

随着大连市智慧水利项目的开展,防汛系统作为

## 4 结 论

采用摩尔斯分类筛选法进行柴河水库下游段的河道糙率灵敏度分析,得出柴河水库溢洪道—熊官村以及沈四高速桥—长大铁路桥段的糙率值为灵敏参数,而中游的熊官村—沈四高速桥段的糙率为中等灵敏参数。河道防洪风险分析结果表明,发生 50 年一遇设计洪水时,长大铁路桥处右岸堤防的行洪风险率高,说明该段堤防在大洪水时,有洪水漫溢或溃堤风险,在汛期应注重该处河段的防汛检查与应急抢险准备工作。◆

### 参考文献

- [1] 刘玉珍,程世迎. 灵敏度分析法确定水文地质参数的基本模型及其应用[J]. 水利学报,2006,37(7):846-850.
- [2] 薄会娟,董晓华,邓霞. 新安江模型参数的局部灵敏度分析[J]. 人民长江,2010,41(1):25-28.
- [3] 张利茹,管仪庆,叶彬,等. 新安江模型参数敏感性分析的实证研究[J]. 水电能源科学,2008,26(5):16-17.
- [4] 许春东,殷丹. 基于 MIKE11 的河道糙率灵敏度分析[J]. 水电能源科学,2014,32(11):101-103.
- [5] Lenhart T, Eckhardt K, Fohrer N, et al. Comparison of two different approaches of sensitivity analysis [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2002, 27(9-10): 645-654.

其中的重要组成部分,将融入更多的内容,如各类分析模块、预警预测模块等,丰富完善系统功能,更加智能地发挥支持决策作用。◆

### 参考文献

- [1] 关峰,刘浩,曹巍. 灾害可视化系统中的二维三维联动技术研究[J]. 测绘科学,2012,37(3):93-95.
- [2] 聂云峰,周文生,舒坚,等. 基于 Z 曲线的瓦片地图服务空间索引[J]. 中国图像图形学报,2012,17(2):286-292.
- [3] 殷福忠,孙立民. 基于瓦片金字塔技术的地图发布平台开发研究[J]. 测绘与空间地理信息,2010,33(5):16-20.
- [4] 霍亮等. 瓦片金字塔模型技术的研究与实践[J]. 测绘科学,2012,37(6):144-146.
- [5] 黄梦龙. 瓦片地图技术在桌面端 GIS 中的应用[J]. 地理空间信息,2011,9(4):149-151.