

刘强, 秦毅, 李国栋, 等. 洪水淹没动态分析系统设计与开发[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 72-76, 116. [LIU Qiang, QIN Yi, LI Guodong, et al. Design and Development of an On-line Flood Simulation System[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(2): 72-76, 116. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.02.013.]

## 洪水淹没动态分析系统设计与开发<sup>\*</sup>

刘 强<sup>1</sup>, 秦 毅<sup>1</sup>, 李国栋<sup>1</sup>, 刘 哲<sup>2</sup>, 程道君<sup>2</sup>, 赵英虎<sup>2</sup>

(1. 西安理工大学 水利水电学院, 陕西 西安 710048; 2. 天津市水务局, 天津 300074)

**摘 要:** 针对复杂的实时水、雨、工情条件, 开展任意水文及溃口条件下洪水淹没动态分析模型研究与应用系统开发, 对实际防汛减灾工作具有重要的作用。基于二维浅水方程, 运用 Godunov 型非结构有限体积法, 建立了适应复杂地形的洪水演进水动力学模型; 针对溃堤洪水演进特点, 通过优化模型算法, 显著提高了程序计算效率; 采用面向服务架构, 考虑模型-系统的松耦合性, 开发了基于 GIS 平台的洪水淹没动态分析系统; 卫河右堤溃堤洪水模拟案例表明, 本系统具有较好的计算稳定性和效率, 在防汛应急决策支持方面具有较好的应用前景。

**关键词:** 洪水风险; 动态分析; 水动力学; 溃堤; 系统开发

**中图分类号:** X43      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-811X(2017)02-0072-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.02.013

洪水风险图编制是落实防汛工作从“控制洪水”向“洪水管理”转变的重要基础支撑, 对降低洪水灾害至关重要。中国在 2013-2015 年度实施了全国重点地区洪水风险图编制项目。在项目实施过程中, 通过分析典型水文组合和溃口位置, 确定计算方案集, 并针对这些特定的方案进行洪水分析计算。这些洪水分析方案具有较强的代表性, 可为防汛工作提供参考。但在实际工作中, 水、雨、工情条件非常复杂且多变, 实际汛情与已有的特定计算方案情景可能差别较大, 极大制约了洪水风险图的实际应用效果。

自然灾害风险具有动态变化的特性, 模型关键约束条件、计算结果等随时间约束变化而产生明显变化<sup>[1]</sup>。近年来, 针对洪涝灾害的业务与应用系统得到了大量研究<sup>[2-9]</sup>。洪水淹没动态分析系统可针对任意水文及溃口条件进行快速、滚动计算, 为防汛决策等提供动态、实时的洪水淹没信息, 是洪水风险图编制项目的重要补充内容。然而, 受资料条件、计算机发展水平、数学模型等方面的制约, 我国目前尚未广泛建设洪水演进实时计算系统。随着全国重点地区洪水风险图编制

项目的完成, 各编制区域资料齐全, 为顺利开展洪水演进实时计算系统建设提供了重要保障。

本文基于二维浅水方程, 运用 Godunov 型非结构有限体积法, 建立了适应复杂地形的洪水演进水动力学模型; 针对溃堤洪水演进特点, 通过优化模型算法, 采用自适应时间步长技术, 显著提高了程序计算效率; 采用面向服务架构, 考虑模型-系统的松耦合性, 开发了基于 GIS 平台的洪水淹没动态分析系统。

## 1 洪水淹没分析模型

### 1.1 控制方程

采用二维浅水方程作为控制方程<sup>[10]</sup>:

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{E}^{adv}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{G}^{adv}}{\partial y} = \mathbf{S} \quad (1)$$

式中:  $\mathbf{U}$  为守恒向量;  $\mathbf{E}^{adv}$ 、 $\mathbf{G}^{adv}$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的对流量向量;  $\mathbf{S}$  为源项向量。

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} h \\ hu \\ hv \end{bmatrix}; \quad (2)$$

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2016-07-26      修回日期: 2016-09-28

基金项目: 天津市水务局科研专项(KY2015-10); 陕西省水利厅科技计划项目(2014SLKJ-01)

第一作者简介: 刘强(1982-), 男, 满族, 辽宁绥中人, 博士生, 主要从事洪水灾害研究。E-mail: hustlq\_2003@126.com

$$\mathbf{E}^{adv} = \begin{bmatrix} hu \\ hu^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - b^2) \\ huw \end{bmatrix}; \quad (3)$$

$$\mathbf{G}^{adv} = \begin{bmatrix} hv \\ huw \\ hv^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - b^2) \end{bmatrix}; \quad (4)$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 \\ g(h+b)S_{0x} \\ g(h+b)S_{0y} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -ghS_{fx} \\ -ghS_{fy} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r-i \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

式中:  $h$  为水深;  $u$ 、 $v$  分别为  $x$ 、 $y$  方向流速;  $b$  为底高程;  $r$  为降雨强度;  $i$  为入渗强度;  $g$  为重力加速度;  $S_{fx}$ 、 $S_{fy}$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的摩阻斜率;  $S_{0x}$ 、 $S_{0y}$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的底坡斜率。

$$S_{0x} = -\frac{\partial b(x, y)}{\partial x}, S_{0y} = -\frac{\partial b(x, y)}{\partial y}. \quad (6)$$

采用 Manning 公式计算摩阻斜率:

$$S_{fx} = \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}, S_{gy} = \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}. \quad (7)$$

## 1.2 数值求解

采用有限体积法对控制方程进行离散<sup>[11]</sup>:

$$\Omega_i \frac{dU_i}{dt} = - \sum_{k=1}^3 \mathbf{F}_{i,k}^{adv} \cdot \mathbf{n}_{i,k} L_{i,k} + \sum_{k=1}^3 \mathbf{F}_{i,k}^{diff} \cdot \mathbf{n}_{i,k} L_{i,k} + S_i. \quad (8)$$

式中:  $\Omega_i$  为单元面积;  $\mathbf{F}_{i,k}^{adv}$ 、 $\mathbf{F}_{i,k}^{diff}$ 、 $\mathbf{n}_{i,k}$ 、 $L_{i,k}$  分别为对流数值通量、扩散数值通量、外法向单位向量和长度;  $S_i$  为源项近似;  $i$  为单元序号;  $k$  为单元的边序号。

采用 HLLC 近似黎曼求解器计算数值通量<sup>[12]</sup>:

$$\mathbf{F}^{adv}(U_L, U_R) \cdot \mathbf{n} = \begin{cases} \mathbf{F}_L^{adv}, & \text{if } s_1 \geq 0; \\ \mathbf{F}_{*,L}^{adv}, & \text{if } s_1 < 0 \leq s_2; \\ \mathbf{F}_{*,R}^{adv}, & \text{if } s_2 < 0 < s_3; \\ \mathbf{F}_R^{adv}, & \text{if } s_3 \leq 0. \end{cases} \quad (9)$$

式中:  $\mathbf{F}_L^{adv} = \mathbf{F}^{adv}(U_L) \cdot \mathbf{n}$ ,  $\mathbf{F}_R^{adv} = \mathbf{F}^{adv}(U_R) \cdot \mathbf{n}$ ;  $U_L$ 、 $U_R$  分别为单元界面左侧和右侧的状态向量;  $\mathbf{F}_{*,L}^{adv}$ 、 $\mathbf{F}_{*,R}^{adv}$  分别为接触波左、右侧的数值通量;  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$  分别为左波、接触波和右波的波速。

采用单元中心型近似方法处理底坡项:

$$S_{i,0x} = - \int_{C_i} g(H+b) \frac{\partial b}{\partial x} d\Omega = -g(h_i + b_i) \Omega_i \frac{\partial b}{\partial x} \Big|_i; \quad (10)$$

$$S_{i,0y} = - \int_{C_i} g(H+b) \frac{\partial b}{\partial y} d\Omega = -g(h_i + b_i) \Omega_i \frac{\partial b}{\partial y} \Big|_i. \quad (11)$$

采用自适应时间步长技术, 以提高模型计算效率:

$$\Delta t = C_r \cdot \min_{i,k} \left[ \left( \frac{\Omega}{(|u_\perp| + \sqrt{gh})_k L_k} \right)_i \right]. \quad (12)$$

式中:  $\Delta t$  为时间步长;  $C_r$  为克朗(Courant)数,  $0 < C_r \leq 1$ , 一般情况下取  $C_r = 0.8$ ;  $u_\perp$  和  $h$  为界面的 Roe 平均;  $N$  为计算网格的单元总数。

传统洪水淹没分析模型一般采用固定时间步长, 为了保证整个模拟周期的计算稳定性, 需要给定一个统一、固定、较小的时间步长。本模型通过动态分析水流状态, 按照克朗数自适应控制时间步长, 有效提高了模型计算效率。

摩阻项与干湿界面处理对模型计算稳定性和效率有显著影响<sup>[12]</sup>。本文采用半隐式格式处理摩阻项, 基于斜底三角单元模型处理干湿界面, 实现了适应复杂地形的动边界模拟<sup>[10]</sup>。

## 2 洪水淹没动态分析系统结构

根据洪水淹没动态分析系统的业务特点和需求, 采用 C/S(客户端/服务器)和 B/S(浏览器/服务器)相结合的结构设计模式。其中, 网格剖分、洪水淹没动态分析的计算过程较为复杂, 因此该功能在 C/S 结构模式下实现, 具有存取数据安全、处理速度快、交互性较强等优点<sup>[7]</sup>。B/S 结构在信息浏览、发布等方面具有较大优势, 因此, 网格可视化、洪水淹没分析结果查询、展示等功能在 B/S 结构模式下实现, 有利于防汛会商应用。

根据松耦合模型驱动决策支持系统(Loose coupling Model - driven Decision Support System, 简称 LCMD - DSS)的概念<sup>[8]</sup>, 将洪水淹没动态分析系统逻辑结构分为三层: 基础数据层、业务模型层和用户交互层(图 1)。基础数据层为洪水淹没动态分析提供信息支撑, 包括基础地理信息数据、防洪工程数据、历史洪水数据等。业务模型层包括信息查询与管理、计算方案制定、在线动态计算、淹没过程动画展示、洪水风险图绘制等模块。用户交互层由人机交互界面组成, 直观反映系统业务模型层中的各模块功能。

## 3 系统功能

### 3.1 信息查询与管理模块

信息查询与管理模块包括基础地理信息、水情信息、雨情信息、工情信息、历史洪水信息、计算方案支持数据等子模块。

(1) 基础地理信息子模块提供整个计算区域地图的放大、缩小、漫游、水利工程查询、定位等功能, 它以电子地图为底图, 图层包括流域界、

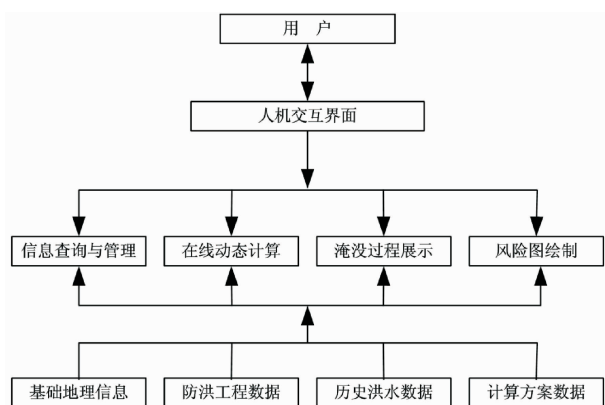


图1 系统逻辑结构图

省界、市界、县界、干流、一级支流、水库、堤防、水文站、雨量站等，方便相关人员迅速了解流域防洪概况。

(2)水情、雨情、工情信息子模块可实现对历史的水雨工情信息检索与分析功能，能快速提供多种水位、雨量、流量的统计、对比图表信息。具备条件的区域，可通过该模块实时监视重要控制性河道站、水库站、雨量站的水位、雨量等，方便相关人员迅速把握目前防汛形势。

(3)历史洪水信息子模块提供区域内重要站点历史洪水的水位、流量信息。

(4)计算方案支持数据子模块提供洪水淹没分析模型所需要的网格、边界条件、计算参数等信息。

### 3.2 洪水淹没动态分析模块

在洪水淹没动态分析模块中，用户根据当前的水情、雨情、工情条件，合理确定水文条件组合和可能溃决的堤段，利用水动力模型进行洪水演进计算，分析受淹没区域，得到相应的洪水风险信息。

(1)计算方案管理。可增加、删除、加载计算方案。

(2)网格导入。将水动力模型的计算网格转换为 shp 格式并加载到系统中进行可视化，可显示网格的单元编号、节点编号等。

(3)边界条件设置。边界条件设置包括入流/出流边界位置、水文过程序列等。边界位置通过网格节点编号序列定义，即在系统中选取一系列相邻的节点，并定义为边界即可。水文过程序列包括水位/流量过程，或水位-流量关系曲线。系统提供了数据导入接口，实现了水文过程序列的导入、编辑、保存等功能。

(4)参数设置。与水动力学模型相关的参数包括模拟时段长度、结果输出时间间隔、采样时间

间隔等。

(5)启动模型计算。边界条件和参数设置完成后，即可启动模型计算，进行洪水演进快速模拟，并输出最大淹没水深、洪水流速、洪水到达时间、淹没历时等洪水风险信息。

### 3.3 洪水风险图绘制模块

洪水风险图绘制模块包括淹没过程动画展示、专题图绘制等功能。

(1)淹没过程动画展示。在 2D/3D GIS 平台上实现了不同时刻计算结果的渲染，并以动画形式进行洪水演进仿真，形象、生动的表达洪水传播和淹没过程。

(2)专题图绘制。针对水动力模型的洪水风险计算结果，绘制最大淹没水深图、洪水流速图、洪水到达时间图、淹没历时图等，并提供成果图输出、打印等功能。

## 4 系统开发技术与实现

考虑已有工作基础以及程序计算效率，采用 Fortran 动态链接库 (DLL) 进行洪水淹没分析模型开发，提供相应的 DLL 程序用于模型集成。

洪水淹没动态分析系统基于面向对象技术，采用 C# 和 GIS 平台进行开发。为提高软件模块的重用性和共享性，采用组件技术，将底层模块进行应用组件封装，通过组合应用组件进行系统搭建<sup>[13, 14]</sup>。

以参数设置为例，系统界面如图 2 所示。

## 5 应用实例

### 5.1 研究区域基本情况

选取卫河右堤防洪保护区为研究区域。该区域属于 2014 年度海河流域重点地区洪水风险图编制区域，可为本系统建设提供重要基础资料。网格剖分见图 3 所示，地形见图 4。建模区域面积为 9 562 km<sup>2</sup>，网格边长按 200 ~ 350 m 控制，网格数量为 179 296，网格平均面积为 0.053 km<sup>2</sup>。

### 5.2 计算工况

模拟了卫河右堤 100 年一遇设计洪水、现状条件东营镇溃口的溃堤洪水演进过程。溃口流量过程如图 5 所示，溃口流量最大值为 496 m<sup>3</sup>/s，溃口进洪历时为 263 h，为了模拟溃堤洪水在保护区内的传播过程，模拟时间为 878 h，即 t = 264 ~ 878 h 时段内，溃口流量为 0。

### 5.3 模型合理性分析

洪水淹没模型是本系统的核心。为检验洪水

淹没模型的可靠性, 通过洪水演进过程和水量守恒两方面进行模型计算结果合理性分析。

### (1) 洪水演进过程

图 6 为不同时刻的淹没水深计算结果, 合理反映了溃堤洪水淹没过程。洪水传播过程符合区域地形特征和自然水流运动规律。

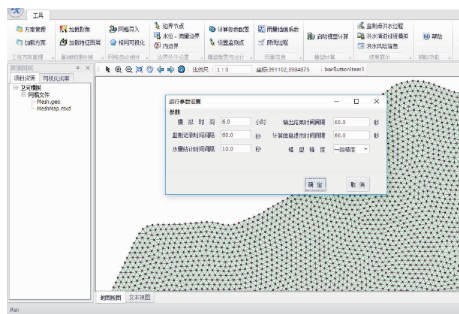
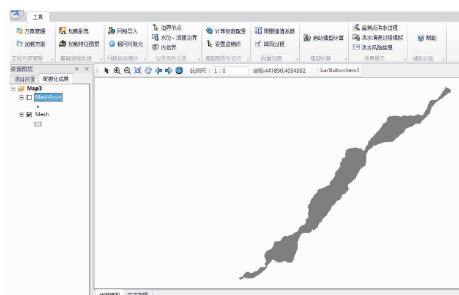
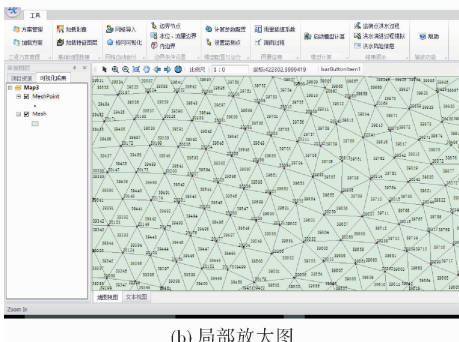


图 2 系统界面图: 参数设置



(a) 全局视图



(b) 局部放大图

图 3 网格剖分图

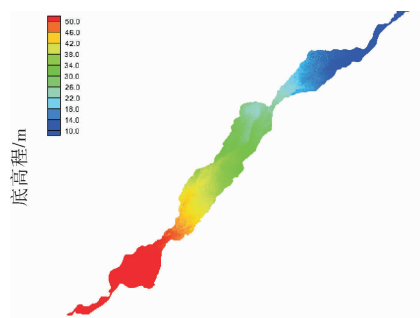


图 4 网格地形示意图

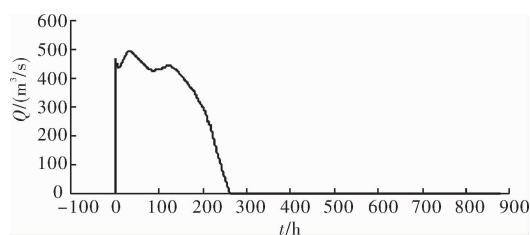


图 5 溃口流量过程图

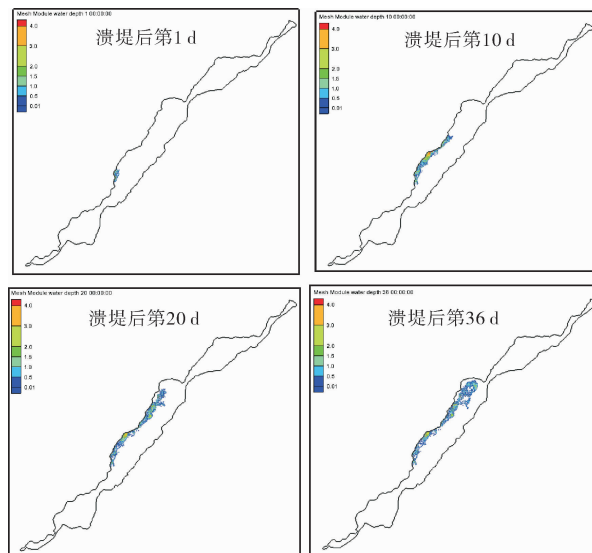


图 6 洪水淹没过程图

### (2) 水量守恒分析

图 7 为水量过程验证结果。由结果可知, 保护区内的水量与溃口进入保护区的水量相等, 表明模型具有很好的水量守恒性。模拟结束时刻, 水量绝对误差为 8 万  $\text{m}^3$ , 水量相对误差为 0.017%。

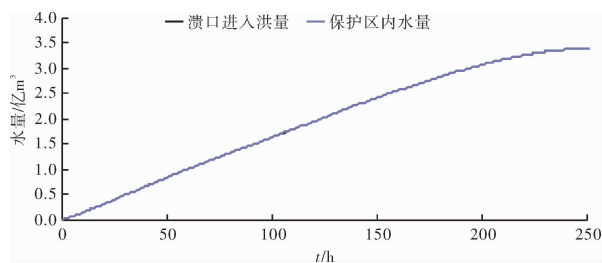


图 7 水量过程验证图

### 5.4 与 MIKE21 计算结果对比

2014 年度海河流域重点地区洪水风险图项目针对本区域采用 MIKE21 软件进行了洪水分析, 并绘制了洪水风险图。将本文提出的洪水淹没模型计算结果与 MIKE21 模型结果进行对比, 见表 1 所示。由结果对比可知, 本模型的淹没面积与 MIKE21 计算结果接近, 验证了本模型的可靠性。

表 1 淹没面积对比

模型	总淹没面积	按水深分级淹没面积			
		< 0.5 m	0.5 ~ 1 m	1 ~ 2 m	≥2 m
MIKE 21 / km <sup>2</sup>	864.26	370.35	234.5	200.34	59.07
本文模型 / km <sup>2</sup>	856.28	364.62	241.19	193.46	57.01
相对误差 / %	-0.92	-1.55	2.85	-3.43	-3.49

### 5.5 计算效率分析

在同一台计算机以及相同计算环境下 (i5 - 2400 CPU, 4 GB 内存), 模拟 878h 的洪水过程, 本模型与 MIKE21 模型的计算效率对比如下:

(1) MIKE21 计算网格数量为 168 277, 计算耗时约 22 h, 即平均每 1h 模拟洪水演进过程 40.7 h;

(2) 本文模型计算网格数量为 179 296, 计算耗时情况为:  $t=0 \sim 263$  h 为溃口进洪时段 (溃口流量  $>0$ ), 本文模型计算耗时 11 min;  $t=263 \sim 898$  h 为洪水扩散时段 (溃口流量  $=0$ ), 本文模型耗时 1.5 h, 即本模型模拟整个洪水演进过程, 共耗时 1.7 h, 即平均每 1 h 模拟洪水演进过程 22 d, 表明本文提出的洪水淹没模型计算效率更高, 可满足实时分析需求。

### 5.6 系统展示

绘制系统将洪水淹没计算结果进行渲染和展示。图 8 为最大淹没水深渲染效果 (为了清晰展示水深渲染图, 取消了基础图层的叠加展示)。

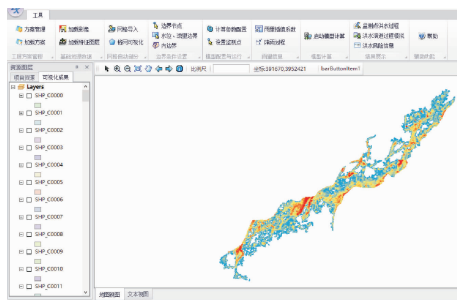


图 8 系统结果展示示意图

## 6 结论

针对复杂的实时水、雨、工情条件, 基于二维浅水方程, 运用 Godunov 型非结构有限体积法, 建立了适应复杂地形的洪水演进水动力学模型。基于面向服务架构, 采用 Fortran 动态链接库 (DLL) 进行洪水淹没分析模型开发, 采用 C# 和 GIS

平台进行洪水淹没动态分析系统开发与集成。本文建立的洪水淹没动态分析系统具有计算方案制定、在线动态计算、动画展示、风险图绘制等功能, 可实现任意水文条件、任意位置溃口的在线快速计算, 在防汛应急决策支持方面具有较好的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 庞西磊, 黄崇福, 张英菊. 自然灾害动态风险评估的一种基本模式[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 1-6.
- [2] 叶荣辉, 钱燕, 孔俊, 等. 珠江三角洲洪潮实时预报关键技术[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(7): 782-787.
- [3] 陈凯. 基于 GIS 的洪水淹没评估系统的研究与实现[J]. 灾害学, 2009, 24(4): 35-39.
- [4] 李向红, 唐桥义, 伍静, 等. 桂林中小河流洪涝气象风险预警系统设计[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 42-46.
- [5] 李明. 陕南中小河流洪水气象统计预报模型业务化研究与应用[J]. 灾害学, 2016, 31(3): 54-59, 65.
- [6] 陈香, 王瑞. 福建省滑坡灾害风险管理决策系统构建[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 47-52.
- [7] 张文明, 董增川, 梁忠民, 等. 洪水预报调度决策支持系统的设计与开发[J]. 灾害学, 2007, 22(4): 134-137.
- [8] 刘懿. 松耦合模型驱动的流域水资源管理决策支持系统研究及应用[D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [9] 仇劲卫, 陆吉康, 李娜, 等. 北江大堤洪水风险图信息管理系统中仿真模型的开发研究[J]. 灾害学, 1999, 14(4): 17-21.
- [10] Liu Qiang, Qin Yi, Zhang Yang, et al. A coupled 1D-2D hydrodynamic model for flood simulation in flood detention basin[J]. Natural Hazards, 2015, 75(2): 1303-1325.
- [11] 陈文龙, 宋利祥, 邢领航, 等. 一维-二维耦合的防洪保护区洪水演进数学模型[J]. 水科学进展, 2014, 25(6): 848-855.
- [12] 宋利祥, 周建中, 王光谦, 等. 溃坝水流数值计算的非结构有限体积模型[J]. 水科学进展, 2011, 22(3): 373-381.
- [13] 徐美, 刘舒. 洪水风险图制图方法与系统[J]. 中国防汛抗旱, 2015, 25(4): 8-13.
- [14] 李帅杰, 谢映霞, 程晓陶. 城市洪水风险图编制研究——以福州为例[J]. 灾害学, 2015, 30(1): 108-114.

(下转第 116 页)



- [17] 陈艳, 丁一汇, 肖子牛, 等. 水汽输送对云南夏季风爆发及初夏降水异常的影响[J]. 大气科学, 2006, 30(1): 25-37.
- [18] 解明恩, 张万诚. 云南短期气候预测方法与模型[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 1-290.
- [19] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 1-296.
- [20] 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 177-485.

## Research on the Relationship between Water Vapor Transportation and May Rainfall in Yunnan

MA Tao<sup>1</sup>, ZHANG Wangcheng<sup>2</sup>, ZHENG Jianmeng<sup>3</sup>, HE Juan<sup>1</sup>, ZENG Qingchuan<sup>1</sup> and QIN Rui<sup>1</sup>

- (1. Zhaotong Meteorological Observatory, Zhaotong 657000, China;  
2. Yunnan Research Institute of Meteorology, Kunming 650034, China;  
3. Climate Center of Yunnan Province, Kunming 650034, China)

**Abstract:** We use precipitation data in May from 1979 to 2015 of Yunnan 122 weather stations and reanalysis data of monthly mean that provided by ECMWF over the same period to analysis the relationship between precipitation in May and water vapor, water vapor flux, water vapor flux divergence. The results show that: the inflow and outflow of water vapor at each boundary can affect the amount of May rainfall in Yunnan. Precipitation in May and zonal water vapor flux had a negative correlation; the stronger the west wind is not conducive to the precipitation in Yunnan. But it had a positive correlation with meridional water vapor flux, when the south wind is stronger, the more conducive to the precipitation. May rainfall and water vapor flux transportation had a close relationship, if over the ocean of India was abnormal west water vapor transportation, over the bay of Bengal was abnormal southwest water vapor transportation, north and south water vapor had intersection over Yunnan, water vapor flux divergence showed convergence, more precipitation in Yunnan. when over the ocean of India was abnormal east water vapor transportation, over the bay of Bengal was abnormal north water vapor transportation, water vapor flux divergence showed divergence, these factors caused the precipitation in Yunnan decrease. During drought and flood years, the May rainfall has obvious differences, especially the water vapor inflow volume of southern boundary, meridional water vapor and net water vapor.

**Key words:** drought and flood disasters; May rainfall; water vapor; water vapor transportation; synthetic analysis; Yunnan Province

(上接第 76 页)

## Design and Development of an On-line Flood Simulation System

LIU Qiang<sup>1</sup>, QIN Yi<sup>1</sup>, LI Guodong<sup>1</sup>, LIU Zhe<sup>2</sup>, CHENG Daojun<sup>2</sup> and ZHAO Yinghu<sup>2</sup>

- (1. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. Tianjin Water Authority, Tianjin 300074, China)

**Abstract:** According to the complex real-time water situation, the real-time simulation of large-scale floods is very important for flood prevention practice. We propose a two-dimensional shallow water model based on unstructured Godunov-type finite volume method. An adaptive method is proposed to improve the running efficiency of the shallow-water model. A GIS-based on-line flood simulation system is developed by using the service-oriented framework. The proposed system is used for large-scale floods simulation on real topography. Results compared to those of MIKE21 show the well performance of the proposed model with bright prospect.

**Key words:** flood risk; On-line simulation; hydrodynamics; dyke-break; system development