

文章编号: 0375-5444 (2000) 01-0046-09

# 太湖流域洪涝灾害淹没范围模拟

王腊春, 谢顺平, 周寅康, 都金康, 潘华良

(南京大学城市与资源学系海岛与海岸带国家试点实验室, 南京 210093)

**摘要:** 平原水网地区多属大河三角洲地区, 也是经济最发达的地区, 当遭受洪涝灾害后, 经济损失极为严重。研究以太湖流域为例, 采用河网非恒定流计算方法, 分析洪涝的发生过程, 并结合地理信息系统, 模拟洪涝的淹没范围, 为及时掌握洪涝灾情, 制定防洪减灾决策提供依据。

**关键词:** 水网地区; 洪涝灾害; 淹没范围模拟

**中图分类号:** P338; X915.5 **文献标识码:** A

太湖流域位于长江三角洲南部, 面积 36 500 km<sup>2</sup>, 人口约 3 400 万人, 有大中城市 7 个, 是我国最重要的经济区之一。流域的地势西高东低, 东部平原约占流域总面积的 75%。流域内河网密布, 湖泊众多, 组成极为复杂的河网湖荡系统。太湖流域地处亚热带季风气候区, 多年平均降雨量为 1 154 mm, 年平均气温 15.6 °。

## 1 太湖流域水文模拟

### 1.1 产流模型

太湖流域下垫面条件复杂, 有山丘、平原、圩区水网湖荡。不同的下垫面产流方式不一<sup>[1]</sup>。本文采用水面、水田、旱地三种产流计算模式。下垫面类型分布见表 1。

**1.1.1 水面产流模式** 水面产流量为逐时段降雨量与蒸发量之差。即:

$$R_{\text{水}} = P - \beta \times E \quad (1-1)$$

式中  $P$  为时段降雨量 (mm);  $E$  为时段蒸发量 (mm);  $\beta$  为蒸发折算系数;  $R_{\text{水}}$  为时段水面产流量 (mm)。

**1.1.2 水田产流模式** 太湖流域在梅雨季节正处于水稻生长季节, 水面覆盖率高, 土壤饱和, 产流量为扣除水稻需水后的净雨。水田产流模式为:

$$H_2 = P - \alpha \times E_{\text{田}} / 24 + H_1 \quad (1-2)$$

当  $H_2 > H_p$  时,  $R_{\text{田}} = H_2 - H_p$ ,  $H_2 = H_p$ ; 当  $H_m < H_2 < H_p$  时,  $R_{\text{田}} = H_2 - H_m$ ,  $H_2 = H_m$ ; 当  $H_r < H_2 < H_m$  时,  $R_{\text{田}} = 0$ ,  $H_2 = H_r$ ; 当  $(H_r + H_m) / 2 < H_2 < H_m$  时,  $R_{\text{田}} = H_2 - (H_r + H_m) / 2$ ,  $H_2 = (H_r + H_m) / 2$ ; 当  $H_2 < (H_r + H_m) / 2$  时,  $R_{\text{田}} = 0$ ,  $H_2 = H_{20}$

收稿日期: 1999-07-18; 修订日期: 1999-10-10

基金项目: 高等学校博士学科点专项基金资助 (98028431) [Foundation Item: the Doctor Program of University Education, No. 98028431]

作者简介: 王腊春 (1963-), 男, 副教授, 1997 年于南京大学获博士学位。主要从事水文水资源方面的研究。已发表“用遥感资料建立分块产流模型”等论文 20 多篇。E-mail: urgis@nju.edu.cn

式中  $\alpha$  为水稻田需水系数;  $H_1$  为时段初稻田水深 (mm);  $H_2$  为时段末稻田水深 (mm);  $H_p$  为稻田耐淹水深 (mm);  $H_m$  为稻田适宜水深上限 (mm);  $H_r$  为稻田适宜水深下限 (mm);  $R_{田}$  为稻田产流量 (mm)。

表 1 太湖流域下垫面类型分区表\*  
Tab. 1 Topographical type in Taihu watershed

区名	面积/km <sup>2</sup>	圩外水面/%	水田/%	旱地/%	区名	面积/km <sup>2</sup>	圩外水面/%	水田/%	旱地/%
湖 西	8 942	6.0	45.0	49.0	杭嘉湖	7 420	7.0	40.0	53.0
武澄锡虞	4 084	7.6	43.6	48.8	浙 西	5 917	6.0	15.0	79.0
阳 澄	2 701	10.0	57.0	33.0	太湖湖区	3 426	76.0	14.0	10.0
淀 柳	1 723	21.0	58.0	21.0	湖岸线内	2 433	96.0	1.0	3.0

\* 据太湖流域综合治理骨干工程任务书 水利部太湖流域管理局, 1985

1.1.3 旱地产流模式 太湖流域在梅雨汛期, 地下水埋深浅, 土壤含水量高, 因此可用单层蓄满产流模型来计算<sup>[2]</sup>。在流域全面产流下, 产流量为:

$$R_{旱} = P - (W_m - W_0) - E \tag{1-3}$$

式中  $R_{旱}$  为时段产流量 (mm);  $W_m$  为流域平均最大蓄水量 (mm);  $W_0$  为初始流域平均蓄水量 (mm)。

1.1.4 总产流量计算 对上述三种下垫面类型采用各自的产流模型, 分别计算各自的产流过程, 再以各区的水面、水田和旱地所占的比例作为权重, 采用加权平均法求出各雨区的产流量。

$$R_{总} = f_{水} R_{水} + f_{田} R_{田} + f_{旱} R_{旱} \tag{1-4}$$

式中  $f_{水}$ 、 $f_{田}$ 、 $f_{旱}$ 、 $R_{水}$ 、 $R_{田}$ 、 $R_{旱}$  分别为水面、水田、旱地的所占比重和产流深,  $R_{总}$  为该区产流深。

1.2 汇流模型

太湖流域从地形上可划分成山丘区和平原区两大部分。山丘区和平原河网区水流在汇流特性上有着较大的差异<sup>[3]</sup>。汇流模型可分为山区汇流模型和平原河网汇流模型两部分。

1.2.1 山区汇流模型 根据流域的实际情况, 把湖西及浙西山地按进入平原河网的位置及封闭性, 划分为 13 个子流域, 净雨为所在降雨径流区产流量的面积加权平均值, 采用综合瞬时单位线法, 分别模拟各子流域的汇流过程。

1.2.2 平原水网汇流模型 太湖流域水系复杂, 难以直接进行河网汇流模拟。本文根据行洪等效性原则和太湖流域自然现状及资料情况, 把全流域平原水网概化为 419 条河道、13 个湖泊、267 个节点 (图 1), 建立平原河网水文模型。

水流在河网中的运动可采用明渠一维非恒定流来进行模拟。其基本方程为<sup>[4~6]</sup>:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B_T \frac{\partial z}{\partial t} = q_L$$
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + 2u \frac{\partial Q}{\partial x} + (gA - B u^2) \frac{\partial z}{\partial x} - u^2 \frac{\partial A}{\partial x} \Big|_z + g \frac{u^2 |u|}{R^{4/3}} = 0 \tag{1-5}$$

式中  $x$ 、 $t$  表示坐标的距离和时间, 为自变量;  $Q$ 、 $z$  表示断面的流量、水位, 为待求量;  $A$ 、 $U$ 、 $R$  分别为过水面积、流速和水力半径;  $B$  为河道泄流断面宽;  $B_T$  为包括泄流断面宽



图 1 太湖流域河网水系概化图 (1 : 230 万)

Fig.1 The schematic diagram of the river network for Taihu watershed (Scale 1 : 2300000)

度和仅起调蓄作用的附加宽度;  $\frac{\partial}{\partial x} \Big|_z$  表示同一水位时, 过水断面面积随距离的变化率;  $q_L$  为单位河长均匀旁侧入流;  $n$  为糙率, 根据河道情况, 各河道不同, 本文取  $n = 0.022 \sim 0.027$ 。

对上式采用四点隐式差分格式求解, 可得河段方程:

$$\begin{cases} Q_i = \alpha + \beta Z_i + \gamma Z_{i+1} \\ Q_{i+1} = \phi + \eta Z_i + \sigma Z_{i+1} \end{cases} \quad (1-6)$$

式中  $\alpha = \frac{H_i - G D_i}{G_i + E_i}; \quad \beta = \frac{G_i C_i + F_i}{G_i + E_i}; \quad \gamma = \frac{G_i C_i - F_i}{G_i + E_i}; \quad \phi = \frac{H_{i+1} + E_i D_i}{G_i + E_i}; \quad \eta = \frac{F_{i+1} - E_i C_i}{G_i + E_i};$

$$\sigma = \frac{F_i + E_i C_i}{G_i + E_i}; \quad C_i = \frac{B_i \Delta X}{2 \Delta t}; \quad D_i = q_L \Delta X + \left( Z_i^j + Z_{i+1}^j \right);$$

$$E_i = \frac{\Delta X}{2 \Delta t} - 2 U_{i+1/2}^j + \frac{g}{2} n_i^2 \Delta X \left( \frac{|U|}{R^{4/3}} \right)_i^j; \quad F_i = (g A - B U^2)_{i+1/2}^j;$$

$$G_i = \frac{\Delta X}{2 \Delta t} + 2 U_{i+1/2}^j + \frac{g}{2} n_i^2 \Delta X \left( \frac{|U|}{R^{4/3}} \right)_{i+1}^j; \quad H_i = \frac{\Delta X}{2 \Delta t} (Q_i^j + Q_{i+1}^j)$$

建立节点方程。以节点 2 为例 (图 2), 其节点方程为:

$$\begin{cases} Q_{e,2} = \phi_e + \eta Z_1 + \sigma_2 Z_2 \\ Q_{f,2} = \alpha_f + \beta_f Z_2 + \gamma_f Z_3 \\ Q_{g,2} = \alpha_g + \beta_g Z_2 + \gamma_g Z_4 \end{cases} \quad (1-7)$$

式中流向由小标号节点流向大标号节点方向为正。

由节点水量平衡条件  $Q_e = Q_f + Q_g$  得:

$$\eta Z_1 + (\alpha_e - \beta_f - \beta_g) Z_2 - \gamma_f Z_3 - \gamma_g Z_4 = \alpha_f + \alpha_g - \phi_e \quad (1-8)$$

它仅包含与该节点及与该节点相邻的节点水位。显然, 每一节点都有一个节点方程, 全部节点的节点方程构成一个闭合系统, 可以唯一地求解。

**1.2.3 节点边界条件** 太湖流域山丘区 13 个子流域的入流过程, 除第 13 个直接注入太湖以外, 其他 12 个概化为在某一节点流入河网。其中第一子流域由于面积较大且为长条形, 概化成分三个小单元分布在三个不同结点处流入河网, 三部分面积分别为  $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/4$ 。这些节点为有入流节点。另外, 沿江一些水闸一般都具有排水功能, 还有一些水闸建有抽排水站, 这些具有排水功能的水闸为有出流节点。在建立节点方程时, 必须考虑这些有入流和出流情况的节点。当有入流进入节点时, 节点方程的右端项必须减去入流量; 当节点有出流时, 节点方程的右端项必须加上出流量, 这样水量才能平衡。

闸门开启时, 根据闸上下游水位, 可能有自由出流和淹没出流两种情况<sup>[3]</sup>。

当  $0.8(H_u - H_0) > H_d - H_0$  为自由出流

$$Q = uB\sqrt{2g(H_u - H_0)}\sqrt{H_u - H_0}$$

当  $0.8(H_u - H_0) < H_d - H_0$  为淹没出流

$$Q = \phi B\sqrt{2g(H_d - H_0)}\sqrt{H_u - H_d}$$

式中  $Q$  为过闸流量;  $H_u$  为闸上水位;  $H_d$  为闸下水位;  $H_0$  为闸底高程;  $B$  为闸孔总宽度;  $\epsilon$  为侧向收缩系数 (取 0.9);  $u$  为自由出流系数 (取 0.35);  $\phi$  为淹没出流系数 (取 0.90)。

太湖流域节点边界条件较为复杂, 除有入流、出流外, 有些节点为具有水位边界的节点。如太湖周边节点、黄浦江米市渡节点, 这些节点都为已知水位。在建立节点方程时, 这些节点可以不必参加矩阵迭代, 直接赋予水位值。米市渡水位为实测潮位资料。太湖周边各节点水位, 为上一时段末入出太湖水量之差引起的太湖水位差与太湖上时段末水位之和, 作为下一时段水位值, 并假设太湖水位处处相等。

### 1.3 水文模拟

本文以太湖流域 1985 年资料作为调试, 模拟了 1991 年特大洪涝灾害年份的太湖流域水文过程 (表 2、表 3、图 3)。实际模拟时, 考虑到流域降雨的不均匀性, 根据雨量站点, 把全流域划分成 34 个产流区进行产流计算。各区的三种下垫面分布为该产流区在表 1 中\* 为所在区的分布。水面产流参数  $\beta$  根据流域内部分实验站资料, 本文取 0.95。水田产流参数取自“江苏省水文手册”和“浙江省水文手册”。旱地产流参数  $W_m$  经优选确定为 110 mm,  $W_0 = (2/3)W_m$ 。流域中各闸门的运行根据各闸规划调度方案运行, 太浦闸按实际运行操作。各河网多边形中的净雨为所在降雨径流区的产流量, 按排涝能力向圩外河网均匀排涝。排涝模数根据江苏省和浙江省水文手册, 统一采用  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , 超过排涝模数的那部分水量

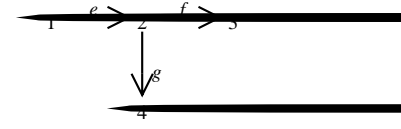


图2 河网节点示意图

Fig 2 The schematic diagram of nodes of river network

表 2 1991 年太湖流域产汇流模拟表

Tab. 2 Simulation of runoff and confluence of Taihu watershed in 1991

	流域产流量/mm	苏南沿江 19 闸排涝/亿方	长山闸排涝/亿方	黄浦江米市渡出流/亿方
实际	—	69.0	8.84	无实测流量
模拟	526	77.7	9.20	68.8
误差	—	+ 8.7	+ 0.36	—

表 3 1991 年太湖流域主要代表站点最高水位模拟（5 月 21 日~ 7 月 26 日）

Tab. 3 Simulation of the highest water level at typical stations of Taihu watershed in 1991 (May 21~ July 26)

站名	实测最 高水位	出现 时间	模拟最 高水位	出现 时间	绝对误差 /m	站名	实测最 高水位	出现 时间	模拟最 高水位	出现 时间	绝对误差 /m
金坛	6.35	7.12	6.47	7.10	+ 0.12	瓜泾口	4.01	7.16	3.90	7.15	- 0.09
宜兴	5.12	7.14	5.33	7.12	+ 0.21	平望	4.12	7.16	3.91	7.16	- 0.11
漕桥	5.07	7.14	5.21	7.13	+ 0.14	太湖	4.77	7.16	4.83	7.16	+ 0.06
洛社	5.02	7.4	5.06	7.6	+ 0.04	嘉兴	—	—	3.95	7.12	—
蠡桥	4.75	7.14	4.89	7.13	+ 0.14	双林	—	—	4.26	7.16	—
望亭	4.74	7.14	4.69	7.15	- 0.05	常熟	4.20	7.4	4.28	7.6	+ 0.08
枫桥	4.28	7.15	4.39	7.15	+ 0.11	常州	5.42	7.4	5.59	7.6	+ 0.17

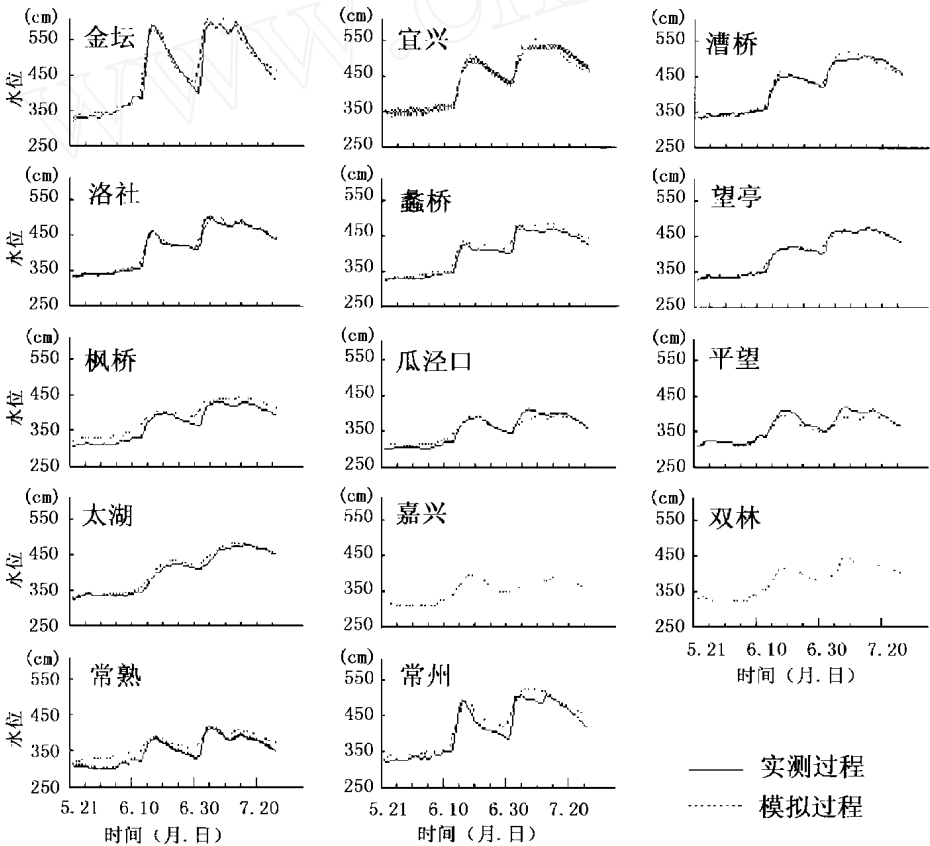


图 3 1991 年太湖流域代表站水位模拟过程

Fig. 3 The simulated hydrography stage at typic stations of Taihu watershed in 1991

将暂时蓄在圩区中, 一有机会立即排出。这部分水量也是造成各圩区淹没的水量。

## 2 1991 年太湖流域淹没范围模拟

### 2.1 数字地面高程模拟

本文采用太湖流域 1:20 万地形图为底图进行数字化。采集了全流域所有的离散高程以及 10 m 以下的等高线, 其中 5 m 以下的等高线间距为 0.5 m, 5~10 m 等高线的间距为 1 m, 10 m 以上等高线按每 100 m 取一条等高线。

河网水系采用 1:50 万地形图把概化的河网水系按概化的编码顺序进行数字化, 构成河网多边形。为了使地形数据与河网多边形数据能迭加运算, 把 1:20 万地形图数据转换到 1:50 万, 再对地形数据和河网多边形数据进行栅格化。栅格取  $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ , 即代表实际范围  $1\text{ km}^2$ , 将太湖流域栅格化成 227 行 272 列栅格, 地形数据和河网多边形数据经栅格化后完全重迭。太湖流域经栅格化后应包含边界外、湖泊、陆地三部分, 提取河网数据中的流域边界及湖泊边界, 迭加到地形数据上, 建立太湖流域 DEM 模型。

### 2.2 淹没范围模拟

把经栅格化的太湖流域地形数据与经栅格化的河网多边形数据迭加, 可以得到各河网多边形中小于某一水位的蓄水量。根据前述产汇流模拟得到的各多边形圩区中的各时间内涝水量, 按水量在低洼地集中的原则, 由各多边形圩区中最大内涝水量, 作出最大淹没分布范围图 (图 4), 并以市为单位统计出最大淹没面积 (表 4)。

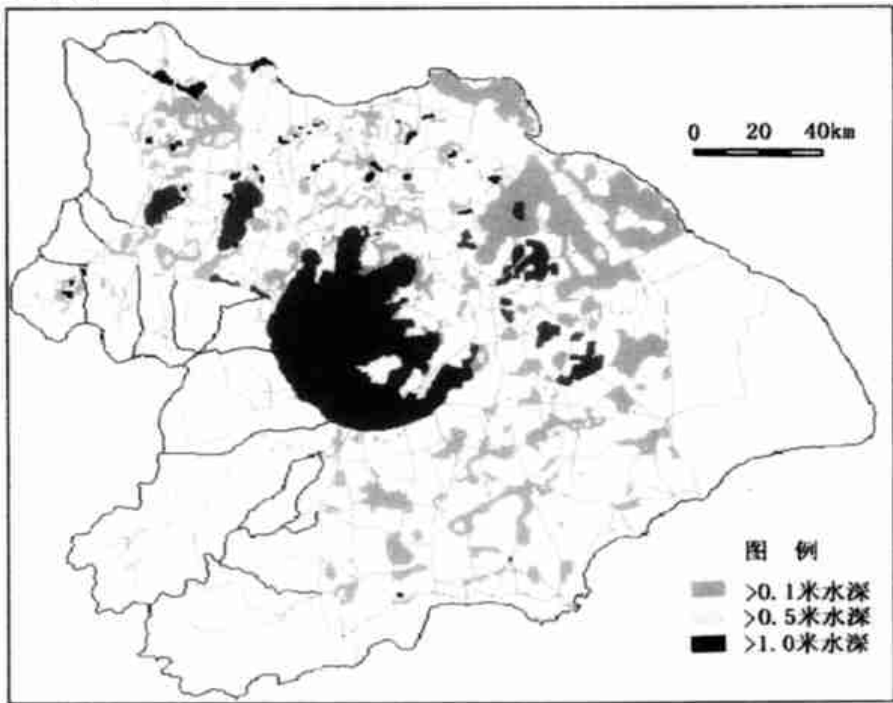


图 4 1991 年太湖流域淹没范围模拟图

Fig. 4 Simulation of waterlogging submersion area of Taihu watershed in 1991

表 4 太湖流域 1991 年模拟淹没面积分布表 (单位: km<sup>2</sup>)

Tab. 4 The simulation area of waterlogging submersion of Taihu watershed in 1991 (Unit: km<sup>2</sup>)

淹没水深	镇江	常州	无锡	苏州	上海	嘉兴	湖州	杭州	总计
> 1.0 m	46	84	67	4	0	3	0	3	207
> 0.5 m	82	398	390	95	4	35	7	21	1 032
> 0.1 m	194	1 008	1 319	1 889	133	675	218	216	5 652

与 1991 年由遥感卫星所得到的江苏部分淹没范围相比较 (表 5, 资料由江苏省水利厅太湖水利规划处提供), 各市最大淹没范围较为接近, 可以认为模拟具有一定的精度。

表 5 1991 年气象卫星遥感图像上获得的苏锡常水淹面积

Tab. 5 Waterlogging submersion area of from satellite remote sensing images in 1991 in Su Xi Chang area

市名	面积/km <sup>2</sup>	其中农田/10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup>
苏州市	2 442	10. 01
无锡市	1 051	4. 31
常州市	765	3. 14

3 问题与讨论

(1) 平原河网地区水系复杂, 河网水流运动模拟较为困难。本文建立的河网非恒定流水文模型物理概念清楚, 模拟结果较为精确, 可适用于复杂网状水系的水文模拟。其缺点是所需资料较多, 运算工作量较大, 河网概化难以反映实际河网行洪情况, 对一些水利工程的人为运作难以精确模拟。

(2) 由于资料情况, 无法对每一产流小区进行产流参数优选, 采取全流域统一参数, 这将影响产流计算的精度。另外, 本文假定太湖湖面为水平面, 忽略了湖水位的波动, 如能与二维太湖湖水运动模型相耦合, 必能提高水位模拟精度。

(3) 采用地理信息系统技术, 结合水文模型, 模拟洪涝灾害的淹没范围, 可为流域防洪减灾决策提供及时有效的信息。与实际淹没相比, 模拟精度尚可, 具有一定的实用价值。由于地形数据采用的是栅格数据, 栅格的大小也影响淹没范围模拟的精度。

(4) 本文取排涝能力全流域相同不符合实际情况, 在资料允许的条件下, 应分区采用不同的排涝能力, 且排涝能力随圩内外水位的变化而变化。

(5) 1991 年太湖洪涝灾害淹没主要是由内涝引起的, 破圩淹没水量所占比重不大<sup>[7]</sup>。由于资料原因, 在淹没模拟时, 本文未考虑破圩情况, 因此淹没范围模拟值可能会略小于实际值。

参考文献 (References)

[1] Wang Lachun, Peng Peng, Zhou Yinkang Study on mechanism of runoff yield in plain polders[J] Journal of Nanjing University, 1997, 33(1): 156~ 160 (In Chinese) [王腊春, 彭鹏, 周寅康 湿润地区平原丘陵圩区产流机制研究[J] 南京大学学报, 1997, 33(1): 156~ 160 ]

- [2] Office of Changjiang Basin Management Forecast Method of Hydrology[M]. Beijing: Hydraulic Press, 1979. 163~170. (In Chinese) [长江流域规划办公室 水文预报方法[M]. 北京: 水利电力出版社, 1979. 163~170.]
- [3] Liang Ruiju, Cheng Wenhui, Cai Wenxiang. Hydrological system model for Taihu Lake drainage basin[J]. *Journal of Lake Sciences*, 1993, 5(2): 99~107. (In Chinese) [梁瑞驹, 程文辉, 蔡文祥. 太湖流域水文数学模型[J]. 湖泊科学, 1993, 5(2): 99~107.]
- [4] Mathematics Department of Zhongshan University. The sporadic matrix method for conceal equation of unsteady flow in river networks[J]. *Journal of Zhongshan University*, 1977, 3: 27~37. (In Chinese) [中山大学数学系. 河网不恒定流隐式方程组的稀疏矩阵解法[J]. 中山大学学报, 1977, 3: 27~37.]
- [5] Zhang Erjun, Zhang Dongsheng, Li Ting. "Three steps Method" to compute unsteady flow for river networks[J]. *Journal of East China Technical University of Water Resources*, 1982, 1: 1~13. (In Chinese) [张二骏, 张东生, 李挺. 河网非恒定流的三级联合解法[J]. 华东水利学院学报, 1982, 1: 1~13.]
- [6] Wu Shouhong. Four-step method for solving problems of unsteady flow in river networks[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 1985, 8: 42~50. (In Chinese) [吴寿红. 河网非恒定流的四级解法[J]. 水利学报, 1985, 8: 42~50.]
- [7] Liang Ruiju, Li Hongye, Wang Hongdao. The Flooding and Waterlogging in Taihu Lake Basin in 1991[M]. Nanjing: Hohai University Press, 1993. 52~73. (In Chinese) [梁瑞驹, 李鸿业, 王洪道等. 91太湖洪涝灾害[M]. 南京: 河海大学出版社, 1993. 52~73.]

## Submerged Simulation of Flooding and Waterlogging in Taihu Watershed

WANG La-chun, XIE Sun-ping, ZHOU Yin-kang, DU Jin-kang, PAN Hua-liang  
(Urban and Resources Department, Nanjing University, Nanjing 210093)

**Abstract:** Plain with river network regions are generally located in great river delta, in which they are usually the most developed in China. However, the economic loss could be much severe if they are suffered flood and waterlogging disaster. According to numerical model of river network unstable flow, the present paper analyses the flood generating process in Taihu Basin. Furthermore, the submerged area of flood and waterlogging in the Basin is simulated with geography information system (GIS). It has reasons to believe that it is useful to provide scientific basis for mastering the flood and waterlogging disaster and making decision on flood prevention and flood disaster reduction.

There is a great variety of landscape exists in Taihu Basin, including mountains, plains, low lying dykes, rivers and lakes. However, the runoff formation mechanics is different for different topographical conditions. Furthermore, the space-time distribution of precipitation in the Basin is non-uniformed because of the large basin area. Therefore, 34 precipitation-runoff polygons or units are divided according to hydrological data for years in Taihu Basin. Each polygon is further divided into three topographical types according to their topographical conditions, e.g. water surface, paddy field, and dry land. This paper calculates the discharge of each topographical type with different time interval based on the runoff formation mechanics of these three topographical types. Considering the discharges and their area percentage of different topographical type, the discharge of each precipitation-runoff polygon with different time interval is figured.



The Taihu Basin has complicated river network because of its rivers and lakes that spread all over the Basin. This paper puts the Basin two basic parts, that is, mountain part and plain part. In mountain part, 13 sub-basins are conceptualized. Flow concentration is simulated according to instantaneous unit hydrograph method in these sub-basins. At the same time, 419 rivers, 13 lakes and 267 nodes are conceptualized in plain part. A plain with river network model is constructed and flood movement in river network is simulated according to the numerical model of river network unstable flow. In practical simulation, except 13 mountain sub-basins whose flow concentrates at a certain node, the discharge of plain and river network is symmetrically drained into river networks around according to the discharge of precipitation-runoff polygons and their drainability. The discharge can not drain timely stops in low lying dykes, which is regarded as submerged runoff.

Based on the constructed hydrological model in Taihu Basin, this paper constructs the digital elevation model (DEM) of Taihu Basin based on GIS. Furthermore, it is overlapped with grid precipitation-runoff polygons. According to the simulated waterlogging discharge in each river network polygon, the largest submerged area in Taihu Basin in 1991 is simulated (Fig. 4). The simulation has higher precision comparing to the practical submerged area of the Basin.

**Key words:** regions of river networks; disaster of flood and waterlogging; submerged area simulated