

MIKE11 在青浦水文水动力模型构建中的应用

宋成玮

(青浦区水文勘测队, 上海 201700)

摘要: 水环境治理要求日益提高, 为确定青浦区水环境容量, 为青浦区河道污染治理提供理论依据和建议, 采用 MIKE11 模型构建青浦水系河道水文水动力模型, 科学分析河道水环境现状, 为青浦区水环境治理提供参考。

关键词: MIKE11 水文水动力模型 水环境治理

1 问题的提出

随着青浦区水环境治理各项规划的出台, 水环境治理要求日益提高, 为了确定青浦区水环境容量, 为青浦区河道污染治理提供理论依据和建议, 需要构建青浦水系河道水文水动力模型, 科学分析河道水环境现状, 提出针对青浦区河道水环境修复的规划整治方案, 为青浦区水环境治理提供参考。因此, 青浦区水文勘测队利用多年积累河道水文资料, 开发了基于 Saint-Venant 方程组的 MIKE11 水文水动力模型, 为青浦区各项水环境综合整治方案提供科学决策和优化, 同时为水质模型的建立提供了水动力基础。

2 区域概况

青浦地处长江三角洲东缘, 属亚热带海洋性季风气候, 常年主导风为东南风, 气候温和, 日照充足, 四季分明, 雨水充沛, 多年平均降水量为 1066.3mm。青浦处于太湖流域下游, 黄浦江上游。太湖流域东排水, 包括杭嘉湖地区和苏州淀泖地区涝水, 需经黄浦江东排归海, 因此, 青浦是太湖流域东排水的过水通道。青浦为平原感潮水网地区, 境内河港多受潮汐的影响。东海潮通过黄浦江影响青浦, 潮流直达淀山湖。上游洪水的下泄, 下游潮水的顶托。

3 模型构建

3.1 水文模型

表 1 NAM 水文参数设置

圩区	面积(km ²)	U _{max} (mm)	I _{max} (mm)	C _{QOF}	CK _{IF} (hr)	CK _{1,2} (hr)	TOF	TIF	TG	CK _{BF} (hr)
跃进圩	5.44	10	20	0.7	598.8	2	0.385	0.142	0.8	2000
天心圩	7.23	23.2	80	0.45	598.8	2	0.385	0.142	0.8	2000
叙中圩	4.12	15	30	0.7	598.8	2	0.385	0.142	0.8	2000

3.2 水动力学模型

3.2.1 水动力学模型简介

MIKE 11 水动力计算模型是基于垂向积分的物质和动量守恒方程组, 即一维非恒定流 Saint-Venant 方程组来模拟河流或河口的水流状态。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (\text{公式 1})$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + \beta \frac{\partial A}{\partial x} + \beta \frac{\partial A}{\partial R} + \frac{g A^3}{R^3} = 0 \quad (\text{公式 2})$$

式中: x、t 分别为计算点空间和时间的坐标, A 为过水断面面积, Q 为过流流量, h 为水位, q 为旁侧入流流量, C 为谢才系数, R 为水力半径, α 为动量校正系数, g 为重力加速度。

方程组利用 Abbott-Ionescu 六点隐式有限差分格式求解。该格式在每一个网格点不同时计算水位和流量, 而是按顺序交替计算水位或流量, 分别称为 h 点和 Q 点。Abbott-Ionescu 格式具有稳定性好、计算精度高的特点。离散后的线形方程组用追赶法求解。

3.2.2 水工建筑物设置

三个圩区的水工建筑物主要为泵站或者闸门, 基于收集到的水工建筑物信息, 对跃进圩, 天心圩、叙中圩的水工建筑物进行设置, 定义其调度规则。

3.2.3 边界条件

本文中的圩外河道采用实测水位作为边界, 内部河道的末端设置为闭边界。圩区内部的产汇流通过 NAM 水文模型计算, 其降雨产流结果可通过 MIKE 11 河网文件连接到模型河道中, 圩区面积较小, 其降雨径流以均匀的方式汇入圩内河道。

3.2.5 模型率定

本文对 2017/7/13 8:00-2017/7/20 8:00 跃进圩的水文、水动力、水工调度进行试验研究, 并进行了较为详细的数据采集和分析工作, 这部分数据对模型的率定提供了重要的基础数据。模型模拟出的结果为蓝线, 与实际的黑色线在试验时段有明显偏差, 在核实基

考虑到本文的需要、数据质量等因素, 选择 MIKE11 NAM 模型作为水文模型计算工具。NAM 模型的气象输入资料包括: 降雨、蒸发能力和温度, 输出主要有: 径流量以及其它的水文要素。NAM 模型的主要参数包括: 地表储水层最大含水量 U_{max}, 根区储水层最大含水量 I_{max}, 坡面流汇流系数 C_{QOF}, 壤中流汇流时间 C_{KIF}, 坡面流汇流时间 CK_{1,2}, 坡面流产流临界值 TOF, 壤中流产流临界值 TIF, 根区地下水补给临界值 TG 和基流汇流时间 CK_{BF}。

3.1.1 雨量蒸发资料

为了准确进行圩区内的降雨径流计算, 需要采用圩区范围内或者附近的雨量站的实测降雨数据作为模型的输入条件。跃进圩采用夏阳湖雨量站的数据、天心圩采用天心圩雨量站的数据、叙中圩采用叙中圩雨量站的数据。蒸发数据采用青浦站蒸发资料。

3.1.2 模型参数设置

水文模型的产流作为河道水动力模型的边界汇入河道, 模型通常需要借助水动力模型进行联合率定。本文收集到当地的降雨蒸发以及水位等径流资料, 以及水利工程的调度资料, 由于率定时间为非降雨期(调度资料较为齐全), 而全年的模型中又缺乏完整的调度资料, 因此水文模型未能进行精确率定, 采用以往经验设置 NAM 模型参数, 如下表所示。

础数据输入正确的情形下, 推断在试验阶段圩区内有其他排河的情况。根据推断, 在模型中设置额外的水量进入河道, 最终使得试验阶段内的模拟水位与实测水位较为接近, 如下图所示。

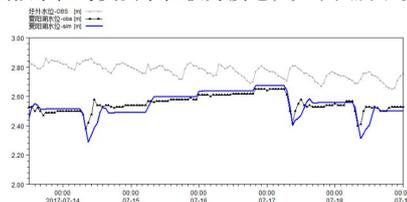


图 1 跃进圩夏阳湖水位率定结果图

4 结论

通过验证, MIKE11 可成功构建青浦河网的水文水动力模型, 后续可用于青浦河道水环境现状分析, 以提出针对青浦区圩内河道水环境修复的规划整治方案, 为青浦区水环境治理提供参考。通过构建圩区的水文水动力模型, 对圩区的水力条件进行了系统的分析, 认为目前的调水方案存在一定的缺陷和优化空间。

参考文献:

- [1] 殷健, 季彩华, 孟钰秀, 等. 平原感潮河网城市地区水文模型与水动力模型的耦合 [J]. 上海水务, 2016(6):47-51.
- [2] 顾蓉, 徐祖信, 林卫青. 苏州河水系水动力模型建立及应用 [J]. 上海环境科学, 2002(10):606-609.
- [3] 孟钰秀, 浦东水文水动力模型的建立和应用 [J]. 浙江水利科技, 2019, 2:19-22.
- [4] 徐祖信, 卢士强. 平原感潮河网水动力模型研究 [J]. 水动力学研究与进展 (A 辑), 2003, 18(2):176-182.

作者简介:

宋成玮 (1993.8), 女, 江苏盐城, 助理工程师, 硕士, 2017.7 进入青浦区水文勘测队工作, 研究方向: 水文预报、水文信息化。