

# 基于 MIKE 模型的梁溪河水质水量 分析与应用

常 露<sup>1</sup>, 柳 莹<sup>2</sup>, 周 敏<sup>3</sup>, 李小韵<sup>1</sup>, 李冰如<sup>4</sup>

(1. 无锡市水资源管理处, 江苏 无锡 214031; 2. 江苏省水文水资源勘测局镇江分局, 江苏 镇江 214028;  
3. 江苏省水文水资源勘测局无锡分局, 江苏 无锡 212031; 4. 无锡市太湖闸站工程管理处, 江苏 无锡 214100)

**摘要:**通过对梁溪河—大运河(京杭运河无锡段)河道、水利工程、水文及水质现状的现场查勘和资料收集,选用 MIKE11 模块,率定模型参数,构建梁溪河—大运河水量水质耦合模型,量化分析不同工况下调水引流对梁溪河和大运河水量水质的影响程度,模拟结果符合实际,表明 MIKE 模型可应用于无锡平原水网地区的水量水质研究。

**关键词:**水质水量耦合模型; MIKE11; 联合调控; 平原河网; 无锡市

中图分类号:TV882.8 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)02-0059-04

## Analysis and application of water quality and quantity of Liangxi River based on MIKE model

CHANG Lu<sup>1</sup>, LIU Ying<sup>2</sup>, ZHOU Min<sup>3</sup>, LI Xiaoyun<sup>1</sup>, LI Bingru<sup>4</sup>

(1. Wuxi Water Resources Management Office, Wuxi 214031, Jiangsu;  
2. Zhenjiang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Zhenjiang 214028, China;  
3. Wuxi Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Wuxi 212031, China;  
4. Taihu Gate Station Engineering Management Office of Wuxi City, Wuxi 214100, China)

**Abstract:** Based on the field investigation and data collection of rivers, water conservancy projects, hydrology and water quality status of Liangxi River – Grand Canal ( Wuxi section of the Beijing – Hangzhou Canal ), the MIKE11 module was selected to calibrate the model parameters, and the coupling model of water quantity and quality of Liangxi River – Grand Canal was constructed. The influence of down – regulated water drainage under different working conditions on the water quantity and quality of Liangxi River and Grand Canal was quantitatively analyzed. The simulation results were in line with the actual situation, indicating that the MIKE model could be applied to the study of water quantity and quality in the plain water network area of Wuxi.

**Key words:** coupling model of water quality and water quantity; MIKE11; joint regulation and control; plain river network; Wuxi City

无锡北枕长江,南滨太湖,江湖之间成片平原、圩区、河道纵横交错,湖荡、洼地密布,水系十分发达,素有“江南水乡”美称,长江、太湖是境内河网水资源的重要补给源。无锡社会经济发达,人口稠

密,取排水量大,水体水质受到人类活动污染。全市自 2007 年以来通过调水引流、控源截污、河湖清淤、生态修复等一系列治水措施,水体污染得到有效遏制,河湖水质得到明显改善,但如何量化评估

收稿日期:2020-07-16

作者简介:常露(1988—)女,工程师,硕士,主要从事水资源管理、水环境保护、水生态研究方面的工作。E-mail: 602760287@qq.com

水质的改变是急需研究的问题。

本文以梁溪河为例,通过收集研究区域水文及水质数据,构建水文-水环境信息数据库,基于 MIKE11 模型,建立适用于研究区域的水量水质耦合模拟模型<sup>[1-2]</sup>,并基于上述基础资料对模型进行率定和验证,通过设置不同的调水引流情景,量化分析其对大运河水质的影响,技术路线如图 1 所示。

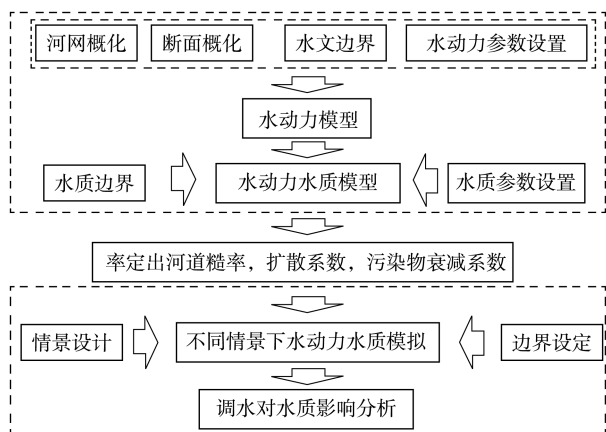


图 1 技术路线

## 1 研究区域概况

梁溪河是无锡梁溪区与滨湖区境内的一条 2 级河道,河道宽度为 30 ~ 50 m,是一条南北走向的主干河道,其最北端与京杭大运河交汇,向南至骂蠡港口,连通蠡湖、太湖,全长约 8 km。梁溪河是无锡市区的引排水通道,入太湖口建有犊山防洪控制工程、梅梁湖泵站等引排水工程。骂蠡港、西新河、东新河、小渲河等与梁溪河连通,有闸控制,关闭状态居多。

## 2 梁溪河水质水量耦合模型的构建

### 2.1 河网概化及控制边界

梁溪河—大运河区域河网密布,水系发达,有锡澄运河连通长江,有骂蠡港、徐来河等支流交错。以梁溪河—大运河为研究区域,选择其入流或出流河流的水位站或流量站作为控制边界,选定青旻站水位为边界,洛社站、望亭站、大渲河泵站及梅梁湖泵站流量为边界,以计算区域内水位水量演进过程<sup>[3]</sup>。梁溪河区域河网概化及边界选定见图 2。

### 2.2 模型参数率定

选用大运河洛社站和梁溪河犊山闸站 2013 年的实测水位资料模型水动力板块的糙率进行率定,选用梁溪河犊山闸站 2013 年的实测水质资料,基于

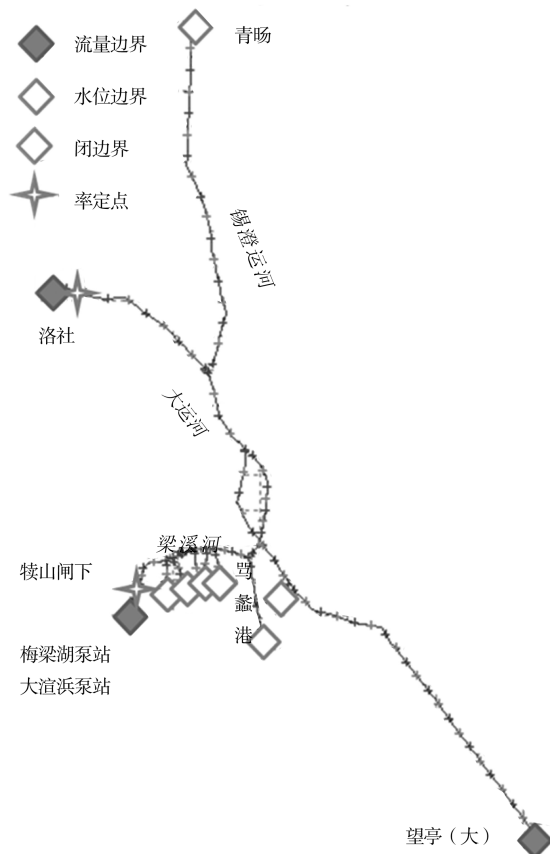


图 2 梁溪河区域河网概化及边界选定

模型水质对流扩散板块的综合衰减系数和扩散系数进行率定。模型初始值的选取:水动力参数糙率参考美国霍尔顿编制的糙率表<sup>[3-4]</sup>,水质参数参考《河流中污染物衰减系数影响因素分析》取经验值。水位数据采用黄海高程,模型自动测算得到混合系数  $K_{mix}$ 。参数率定结果见表 1。

洛社站和犊山闸站水位的实测值和计算值平均误差分别为 0.03 m、0.04 m,平均相对误差分别为 1.99%、2.9%,水位计算过程线与实测过程线拟合较好。犊山闸站  $COD_{Mn}$ 、TN、 $NH_3-N$ 、TP 质量浓度的平均误差分别为 0.01 mg/L、0.05 mg/L、0.06 mg/L、0.01 mg/L,平均相对误差分别为 1.2%、0.6%、14.4%、7.1%, $COD_{Mn}$ 、TN、 $NH_3-N$ 、TP 质量浓度计算过程线与实测过程线总体拟合较好。

### 2.3 模型验证

选取梁溪河区域局部河网水系为对象,对模型的水动力及水质参数进行了验证,仙蠡桥南设为水位边界,梅梁湖泵站和大渲河泵站设为流量边界,其余支流设为闭边界(闸门常关)。选取犊山闸下 2014 年实测水位和水质资料,对模型的动力学参数和对流扩散参数进行验证。

表 1 模型参数率定值

水位测站	水位测站	参数名称	参数初始值	参数率定值
水位	犊山闸站	糙率	0.03	0.020 ~ 0.025
	洛社站			
		COD <sub>Mn</sub> 降解系数(d <sup>-1</sup> )	0.01	0.01
		TN 降解系数(d <sup>-1</sup> )	0.09	0.1
水质	犊山闸站	NH <sub>3</sub> -N降解系数(d <sup>-1</sup> )	0.1	0.1
		TP 降解系数(d <sup>-1</sup> )	0.001	0.01
		扩散系数(m <sup>2</sup> /d)	1.5	1.8

犊山闸下水位计算值与实测值的平均误差为 0.002 m,平均相对误差 0.15%,水位计算过程与实测过程拟合较好。犊山闸下的 COD<sub>Mn</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N、TP 质量浓度的平均误差分别为 0.22 mg/L、0.19 mg/L、0.11 mg/L、0.01 mg/L,平均相对误差分别为 3.7%、8.4%、22.2%、4.9%,COD<sub>Mn</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N、TP 质量浓度计算过程线与实测过程线总体拟合相似。验证结果表明率定的参数总体是合适的,该模型可应用于梁溪河—大运河的水位水质模拟。

3 调水引流对大运河水质影响分析

梁溪河—大运河区域水流方向(图 3)为:大运河上游入流(洛社站流量)、梁溪河入流(梅梁湖泵站、大渲河泵站流量),大运河下游出流(望亭站流量)。本文以梁溪河入流 2013 年月均引流量为基准,假设了增加 25%、增加 50%、减少 25%、减少 50% 共 4 种不同引流量的调水情况,通过模型计算出 4 种情景下模拟水质,与基准引流量的实测水质进行比较,从而量化分析调水引流对梁溪河和大运河水质的影响。洛社站流量和水质浓度、梅梁湖泵站水质边界、青旻站流量闭边界、望亭站流量开边界,均取用 2013 年月均值。

利用率定好的模型分别对 4 个情景下大运河金城大桥及五七大桥处的水质指标进行计算模拟,并将其与基准情形下的实测月均水质进行比较(表 2),分析水质指标(COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN 和 TP)月均值变化情况。

从表 2 可以看出:梁溪河引流量增加 25% 时,大运河金城大桥和五七大桥处的 COD<sub>Mn</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 质量浓度较基准情景均有下降,金城大桥处

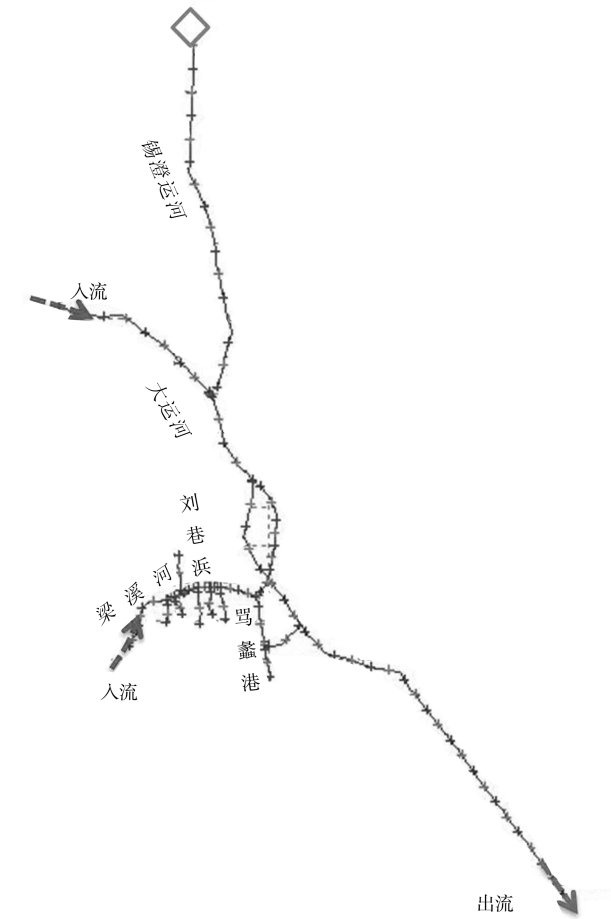


图 3 设计工况水流路线

分别下降了 0.69%、5.39%、10.19%、4.3%,五七大桥处分别下降了 0.60%、4.44%、9.25%、4.36%;梁溪河引流量增加 50% 时,大运河金城大桥和五七大桥处的 COD<sub>Mn</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 浓度较基准情景下降明显,金城大桥处分别下降了 1.25%、9.84%、

表 2 4 种情景下大运河金城大桥、五七大桥处水质变化

断面	指标	基准	情景 1—增加 25%		情景 2—增加 50%		情景 3—减少 25%		情景 4—减少 50%	
		绝对值/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	绝对值/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	变幅/ %	绝对值/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	变幅/ %	绝对值/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	变幅/ %	绝对值/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	变幅/ %
金城大桥	COD <sub>Mn</sub>	4.376	4.346	-0.69	4.321	-1.25	4.416	0.91	0.91	2.23
	TN	2.667	2.524	-5.39	2.405	-9.84	2.851	6.87	6.87	16.65
	NH <sub>3</sub> -N	0.653	0.586	-10.19	0.533	-18.32	0.741	13.45	13.45	32.72
	TP	0.145	0.139	-4.3	0.134	-7.86	0.154	6.14	6.14	14.79
五七大桥	COD <sub>Mn</sub>	4.348	4.322	-0.60	4.30	-1.11	4.38	0.75	0.75	1.85
	TN	2.503	2.392	-4.44	2.29	-8.5	2.634	5.25	5.25	12.49
	NH <sub>3</sub> -N	0.613	0.556	-9.25	0.508	-17.07	0.684	11.7	11.7	27.88
	TP	0.145	0.139	-4.36	0.134	-7.86	0.154	6.02	6.02	14.62

18.32%、7.86%，五七大桥处分别下降了 1.11%、8.5%、17.07%、7.86%；梁溪河引流量减少 25% 时，大运河金城大桥和五七大桥处的 COD<sub>Mn</sub>、TN、氨氮和 TP 质量浓度较基准情景有所上升，金城桥站分别上升了 0.91%、6.87%、13.45%、6.14%，五七大桥站分别上升了 0.75%、5.25%、11.70%、6.02%；梁溪河引流量减少 50% 时，大运河金城大桥和五七大桥处的 COD<sub>Mn</sub>、TN、氨氮和 TP 质量浓度较基准情景上升幅度较明显，金城桥站分别上升了 2.23%、16.65%、32.72%、14.79%，五七大桥站分别上升了 1.85%、12.49%、27.88%、14.62%。TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 较 COD<sub>Mn</sub> 对调水引流的变幅更大，敏感性较高，即增加调水引流量可有效降低水体中 TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 的质量浓度，但对 COD<sub>Mn</sub> 效果有限。

## 4 结 论

自 2007 年太湖水危机后，无锡市大力实施一系列河湖治理工程，水质总体得到有效改善，调水引流已成为改善水质不可或缺的重要措施。但调水引流之后水质改善程度仍需要水文、水环境部门定点监测，若找到一种适用于无锡河网地区的水质模型，能较准确地模拟沿程水质变化情况，科学量化水质改善程度，则可为调水工作提供有力技术依据。本文以梁溪河—大运河区域为研究区，因地制

宜构建了基于 MIKE11 水量—水质模型，选用 2013—2014 年相关河道、闸站的水文水质实测资料，对模型进行了参数率定与验证，验证结果表明该模型可应用于梁溪河—大运河水量水质模拟。在模型构建的基础上，根据研究区域的实际情况，设计了在现状基准增加 25%、增加 50%、减少 25%、减少 50% 调水量的 4 种调水引流情景，比较模型模拟出的水质状况 (COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 质量浓度) 与实测水质的变化趋势，量化调水引流对水质的影响，结果表明：调水引流量增加的情况下，大运河金城大桥及五七大桥处 TN、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 下降较明显，COD<sub>Mn</sub> 小幅下降；调水引流量减少，TN、氨氮和 TP 上升较明显，COD<sub>Mn</sub> 小幅上升。由此可见，调水引流对研究区域水质持续改善效果较为明显。

## 参考文献：

- [1] 李亚辉, 骆志伟. 基于 MIKE11 的沈阳市南北运河水质水量调控模拟[J]. 建筑与预算, 2020(5):2.
- [2] 黄正荣. MIKE11 软件在杭州市区河道配水管理中的应用[J]. 广西水利水电, 2018(2):6.
- [3] 唐宁. 无锡梁溪河水质模型及其不确定性分析[D]. 南京:南京大学, 2017.
- [4] 唐一率. 梁溪河水质改善的调水引流效应研究[D]. 南京:南京大学, 2018.