

# Research on Pollution Source Analysis and Section Attaining Standards of Baidu-Port Bridge in Yixing City

Junfeng Wu, Chuan Niu\*, Biyuan Huang

Jiangsu Province Academy of Environmental Science, Nanjing Jiangsu  
Email: \*niuchuan11@163.com

Received: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2017; accepted: Jul. 7<sup>th</sup>, 2017; published: Jul. 10<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The section of Baidu-port bridge is state-controlled section, and the water quality assessment objective for 2018 is class III. Water quality monitoring results of twelve months in 2015 showed that the water quality indexes of ammonia nitrogen and total phosphorus could not achieve standards. The present water environment situation of Baidu-port bridge section is investigated; the amount of pollution into river and its constitution are analyzed, and the main water environmental problems are diagnosed and identified. Through construction and simulation calculation of hydrology and water quality model, the pollutant reduction plan is put forward to ensure attaining standards of the section.

## Keywords

State-Controlled Section, Pollutant Inlets into River, Model Construction, Reduction Plan, Section Attaining Standards

---

# 宜兴百渎港桥断面污染源解析及水体达标研究

吴俊锋, 牛 川\*, 黄毕原

江苏省环境科学研究院, 江苏 南京  
Email: \*niuchuan11@163.com

收稿日期: 2017年6月2日; 录用日期: 2017年7月7日; 发布日期: 2017年7月10日

---

## 摘 要

百渎港桥断面为国控断面, 2018年水质考核目标为Ⅲ类, 2015年十二个月水质监测结果显示, 百渎港\*通讯作者。

桥断面氨氮和总磷尚不能达标。对百渎港桥断面水环境现状进行调查,分析污染物入河量及其构成,诊断和识别主要水环境问题,通过水文水质模型构建及模拟计算,提出保障断面达标的污染物削减方案。

## 关键词

国控断面, 污染物入河量, 模型构建, 削减方案, 断面达标

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2015年,以高锰酸盐指数、氨氮和总磷3项指标评价,太湖流域15条主要入湖河流中,7条河流水质符合Ⅲ类,占46.7%,其余8条河流水质为Ⅳ类,占53.3%。虽然河流整体水质均维持在Ⅳ类水平以上,但部分河流断面仍存在不达标现象,同时总氮入湖通量总量超标5.49%,总磷入湖通量总量超目标33.24%,氮磷污染物入太湖形势仍不容乐观。百渎港桥断面位于江苏省宜兴市周铁镇,是漕桥河、太滆运河交汇口下游的国控断面,2018年“水十条”水质考核目标为Ⅲ类水,2015年十二个月水质监测结果显示,百渎港桥断面氨氮和总磷尚不能达标。

漕桥河属于洮、滆、太水系,起源于滆湖,流向由西向东,沿途分别与来自常州市武进区的武宜运河和太滆运河等相交,最终经百渎港汇入太湖。全长21.5 km,年径流量 $2.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。主河道平均底宽25.6 m,河道起止点底高程为1.9 m,平均淤积深度1.4 m,内坡坡比为1:1,断面横截面积现为 $83.7 \text{ m}^2$  [1]。

漕桥河是宜兴市入太湖的主要河流之一,太滆运河是常州市武进区的骨干河道,确保百渎港桥断面水质达标对保障太湖水质安全具有重要意义。本研究将污染物入河量及污染物削减量通过水文水质模型建立对应关系,提出相应的污染物削减方案。研究范围包括宜兴市和桥镇、万石镇、周铁镇以及常州市武进区前黄镇、雪堰镇。

## 2. 水环境现状调查分析与评估

### 2.1. 水环境质量现状

根据2015年水质监测情况,从水质指标月均值角度分析,百渎港桥断面水质属于地表水Ⅴ类,超标的主要因子为氨氮、总磷,其中氨氮属Ⅴ类水质范畴、总磷属Ⅳ类水质范畴。

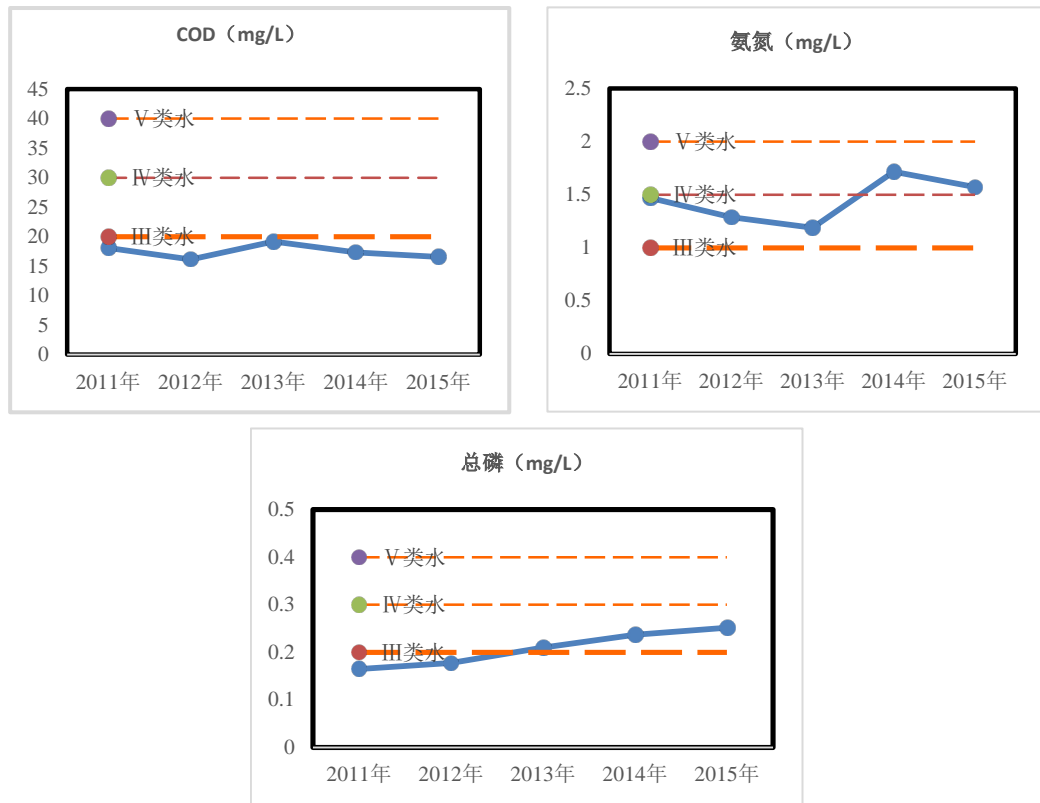
#### 2.1.1. 年际变化

根据百渎港桥断面近五年水质情况,对主要考核指标(COD、氨氮、总磷)做变化趋势分析,如图1所示。

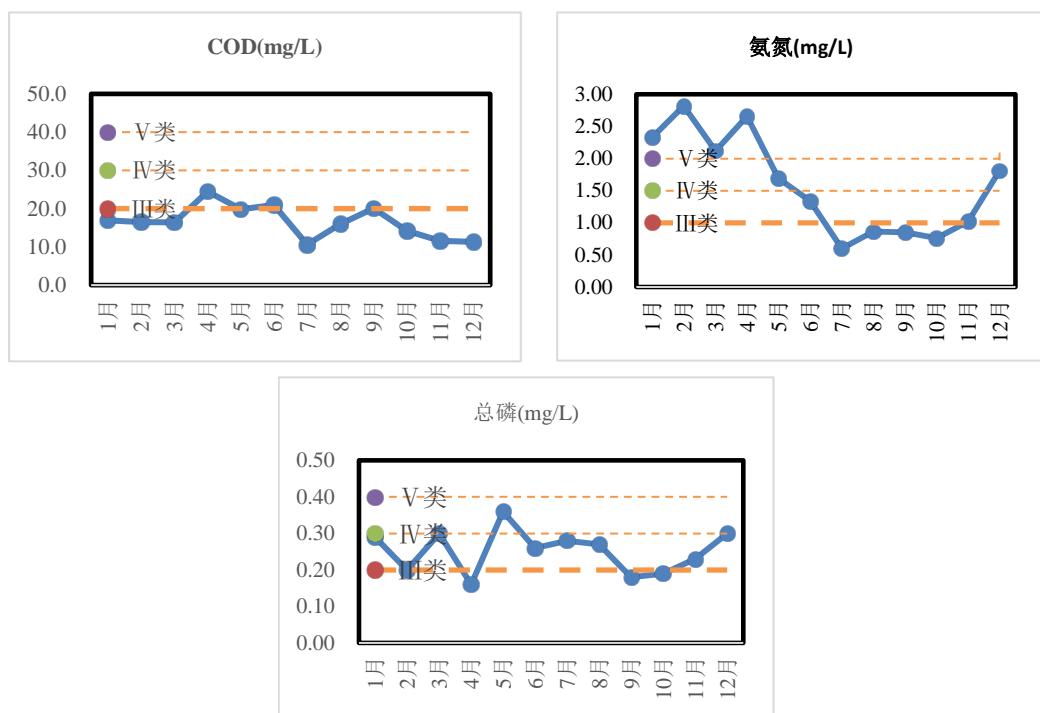
由图线变化趋势可以看出,近五年来百渎港桥断面氨氮及总磷指标呈现上升趋势。其中,氨氮浓度在2011~2013年呈逐年降低趋势,但至2014年出现上升,2014~2015年一直在Ⅴ类水范畴;总磷浓度呈逐年上升趋势,由原来的Ⅲ类上升为Ⅳ类,且接近Ⅴ类水范畴。

#### 2.1.2. 月变化

以下分析百渎港桥断面2015年1~12月份水质监测数据(图2)。



**Figure 1.** Water quality changes of Baidu-port bridge section in 2011 to 2015  
**图 1.** 百读港桥断面 2011~2015 年水质变化情况



**Figure 2.** Water quality changes of Baidu-port bridge section in 2015  
**图 2.** 2015 年百读港桥断面水质变化情况

2015 年度, 除个别月份以外, 百渎港桥断面 COD 指数基本保持在 20 mg/L 以下, 能达到 III 类水质的考核要求; 氨氮浓度月间变化幅度较大且不稳定, 1~4 月份氨氮浓度超过 V 类水质 2 mg/L 的标准值, 属劣 V 类范畴, 在 7~11 月份该指数达到 III 类水质考核要求, 其它月份则徘徊于 IV、V 类之间; 总磷指数基本维持在 IV~V 类水之间, 相对稳定但持续不达标。

## 2.2. 污染物入河量及构成

研究范围内工业、生活、农业污染源入河总量见表 1。污染物排放量中 COD 和氨氮主要来源于生活污染[2] [3], 分别占 44.48% 和 45.46%, 总磷主要来源于农业污染, 占 69.45%。

## 3. 水文水质模型构建

### 3.1. 模型基本方程

#### 1) 水量模型基本方程

水量计算的微分方程是建立在质量和动量守恒定律基础上的圣维南方程组, 以流量  $Q(x, t)$  和水位  $Z(x, t)$  为未知变量, 并补充考虑了漫滩和旁侧入流的完全形式圣维南方程组[4]为:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial x} + B_w \frac{\partial Z}{\partial t} = q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + 2u \frac{\partial Q}{\partial x} + (gA - Bu^2) \frac{\partial A}{\partial x} + g \frac{n^2 |u| Q}{R^{4/3}} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中:  $Q$  为流量;  $x$  为沿水流方向空间坐标;  $B_w$  为调蓄宽度, 指包括滩地在内的全部河宽;  $Z$  为水位;  $t$  为时间坐标;  $q$  为旁侧入流流量, 入流为正, 出流为负;  $u$  为断面平均流速;  $g$  为重力加速度;  $A$  为主槽过水断面面积;  $B$  为主流断面宽度;  $n$  为糙率;  $R$  为水力半径[4] [5] [6]。

#### 2) 水质模型基本方程

河网对流传输移动问题的基本方程[4]表达如下:

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(QC)}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( AEx \frac{\partial C}{\partial x} \right) + Sc - S = 0 \quad (2)$$

$$\sum_{I=1}^{N_I} (QC)_{I,j} = (C\Omega)_j \left( \frac{dZ}{dt} \right)_j \quad (3)$$

式(2)是河道方程, 式(3)是河道叉点方程。式中  $Q$ 、 $Z$  是流量及水位;  $A$  是河道面积;  $Ex$  是纵向分散系数;  $C$  是水流输送的物质浓度;  $\Omega$  是河道叉点—节点的水面面积;  $j$  是节点编号;  $I$  是与节点  $j$  相联接的河道编号;  $Sc$  是与输送物质浓度有关的衰减项,  $Sc = KdAC$ ;  $Kd$  是衰减因子;  $S$  是外部的源或汇项。对时间项采用向前差分, 对流项采用上风格式, 扩散项采用中心差分格式[7] [8]。

### 3.2. 模型河道概化

根据模型构建基本原则, 将研究区域的主干河道进行概化, 具体概化结果见图 3。

### 3.3. 模型污染源概化

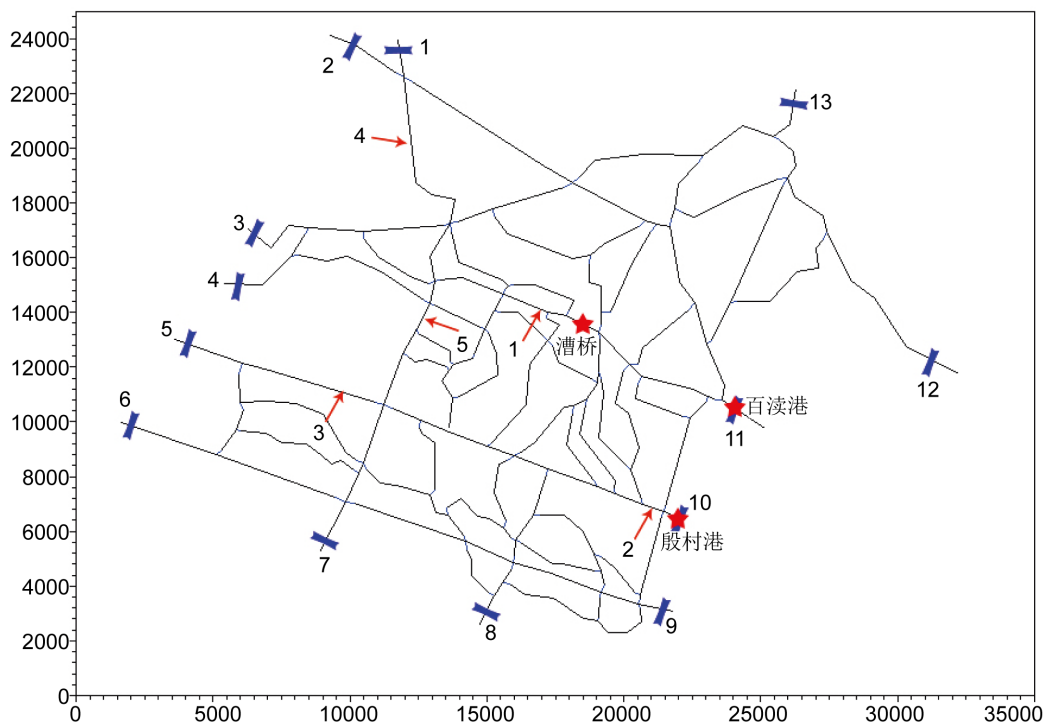
将模型研究范围内污水处理厂和直排工业企业根据就近排放原则概化成 5 个点源概化排污口, 农业面源和生活直排污水按河道沿线排放成面源, 概化排污口详细信息见表 2, 模型概化排污口见图 3。

**Table 1.** Main pollutants quantity inlets into river in study area  
**表 1.** 研究范围区主要污染物入河量构成

污染源	COD		氨氮		总磷	
	排放量 (吨/年)	比重	排放量 (吨/年)	比重	排放量 (吨/年)	比重
工业	226.06	20.95%	16.06	12.56%	3.5	15.21%
生活	479.93	44.48%	58.13	45.46%	3.53	15.34%
农业	372.97	34.57%	53.68	41.98%	15.98	69.45%
合计	1078.96	100.00%	127.87	100.00%	23.01	100.00%

**Table 2.** Point-source outfall information of model generalization  
**表 2.** 模型概化点源排污口信息表

概化排口编号	单位名称	污水排放量 (万吨/年)	COD 排放量 (吨/年)	氨氮排放量 (吨/年)	总磷排放量 (吨/年)
1	宜兴市建邦环境投资有限责任公司 南漕污水处理厂	171.55	19.40	0.40	0.10
2	宜兴市建邦环境投资有限责任公司 周铁污水处理厂	155.00	8.10	0.05	0.05
3	宜兴市建邦环境投资有限责任公司 和桥污水处理厂	482.00	113.6	0.50	0.80
4	常州市武进双惠环境工程有限公司	21.72	11.51	0.48	0.02
5	中铝稀土(宜兴)有限公司	18.00	13.30	0.80	0.01



**Figure 3.** River network generalization of study region  
**图 3.** 研究区域河网概化图

### 3.4. 边界条件选取及参数率定

根据模型河网概化结果，选取 13 个边界断面，边界具体位置见图 3，模型水动力边界条件采用逐月水文巡测资料，水质边界条件采用逐月水质监测资料[9]。

对模型进行率定，计算结果表明，河网内钟溪大桥断面流量计算值与实测值误差在 30% 以内，分水断面 COD、氨氮、总磷计算值与实测值误差在 30% 以内，率定结果较好，率定结果见图 4，率定得到河道糙率为 0.03，COD 降解系数为 0.08~0.10 d<sup>-1</sup>，氨氮降解系数为 0.06~0.08 d<sup>-1</sup>，总磷降解系数为 0.06~0.10 d<sup>-1</sup>。

## 4. 治任务及削减方案

### 4.1. 水环境整治任务

根据以上分析，漕桥河及太漏运河水体纳污能力有限，加之沿岸多种污染源排放氨氮、总磷进入水体，对百渎港桥断面水质造成影响。根据水环境污染现状，拟开展生活、农业、工业等污染源整治，加快污水处理厂配套管网及农村生活污水处理设施建设，加强种植业、畜禽养殖业、水产养殖业等农业面源污染治理，推进工业企业废水集中处理及清洁生产审核等工业点源污染治理；同时要采取强化上游来水污染预警与防控、从源头根治富营养化、加强航道管理及污染治理、加快产业结构调整及推进监管体系建设等污染防治措施，保障断面按期稳定达标[10] [11]。

### 4.2. 污染物削减方案制定

根据水环境整治任务对研究范围提出污染物削减方案[12] [13]，方案见表 3。

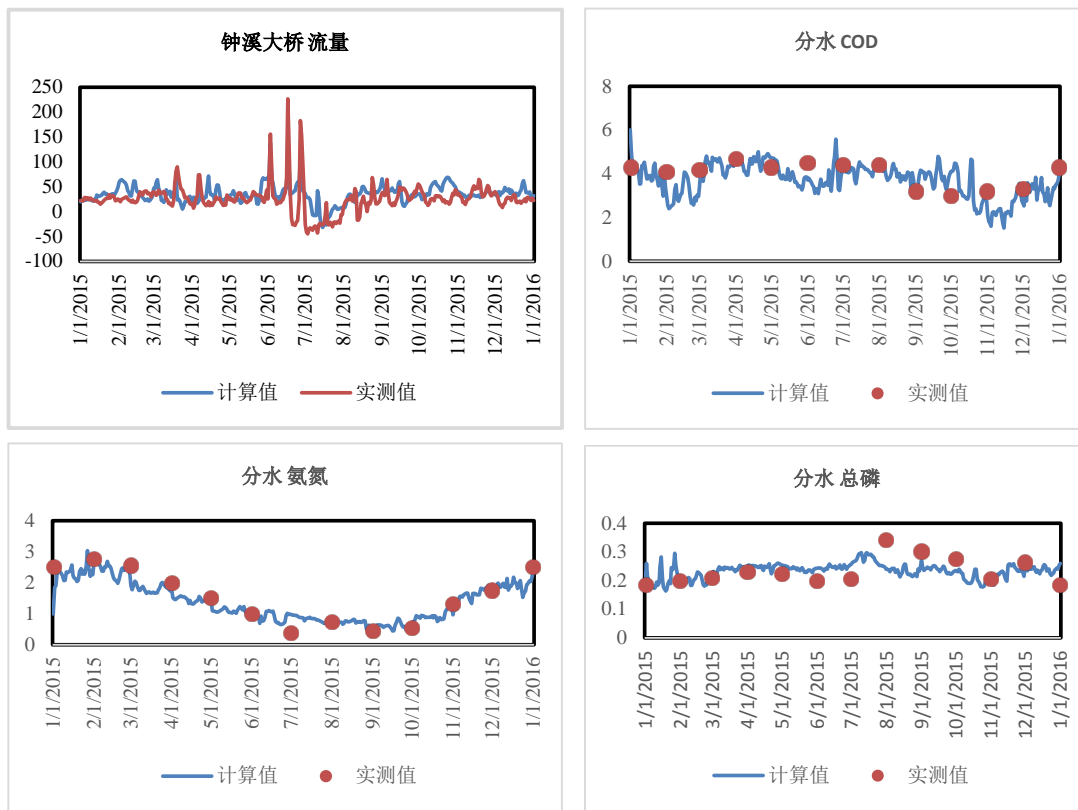
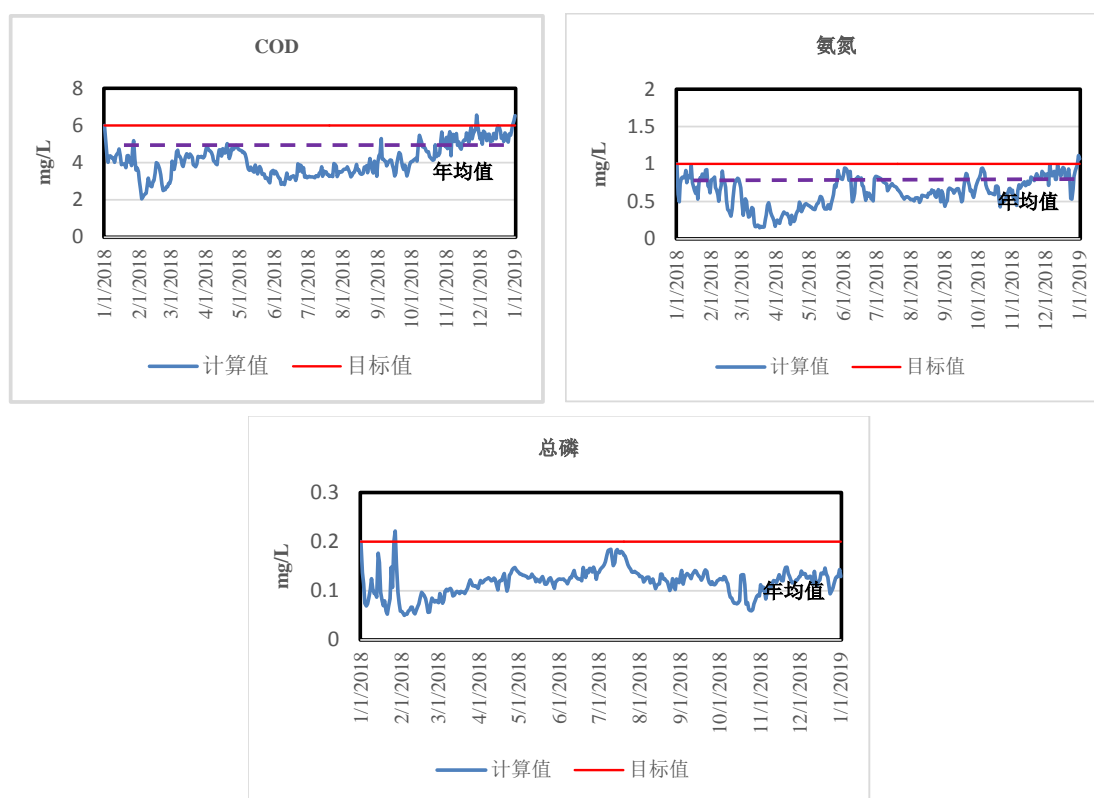


Figure 4. Rate fixed result diagram of Zhongxi bridge and Fenshui sections

图 4. 河网内钟溪大桥及分水断面率定结果图

**Table 3.** Pollution reduction scheme of Baidu-port bridge section reaching standards  
**表 3.** 百读港桥断面达标污染削减方案表

序号	削减方案(到 2018 年)
1	企业加强管理减排 15%
2	城镇生活污水完成 95%接管
3	污水厂出水稳定为地表IV类标准, 新建污水厂中水回用率达 25%
4	农村生活污水集中处理率达 80%
5	农业面源综合治理削减 30%



**Figure 5.** Prediction results of COD, ammonia nitrogen and total phosphorus concentration of Baidu-port bridge section

**图 5.** 百读港桥断面 COD、氨氮、总磷浓度预测结果

#### 4.3. 模型预测结果分析

根据削减方案, 通过工业污染源治理工程、生活污染源控制工程、农业面源污染控制工程以及水环境综合整治工程可直接提高入河污染物削减量, 削减方案预测结果见图 5, 结果表明完成削减方案可使百读港桥断面 COD、氨氮、总磷年均浓度分别达到 4.1 mg/L、0.62 mg/L、0.117 mg/L, 水质稳定达到地表水 III 类标准。

#### 5. 结论

百读港桥断面的污染状况是多种污染因素叠加的结果, 通过污染源解析、模型预测及制定相应的污染物削减方案, 实施相应的综合整治工程可直接提高入河污染物削减总量, 使百读港桥断面 COD、氨氮、

总磷年均浓度分别达到 4.1 mg/L、0.62 mg/L、0.117 mg/L，在保障上游来水达标及整治工程落实到位的前提下可以实现百渎港桥断面按期稳定达标。

### 参考文献 (References)

- [1] 中国环境规划院. 全国水环境容量核定技术指南[R]. 北京: 中国环境规划院, 2003.
- [2] 叶旭. 温瑞塘河流域污染物总量控制研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [3] 罗缙, 逢勇, 罗清吉, 等. 太湖流域平原河网区往复流河道水环境容量研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2004, 32(2): 144-146.
- [4] 李捷陈, 俊英, 等. 基于圣维南方程组的水位流量单值关系应用[J]. 人民黄河, 2016, 38(1): 22-27.
- [5] 卢士强, 徐祖信. 平原河网水动力模型及求解方法探讨[J]. 水资源保护, 2003, 19(3): 5-9.
- [6] Brunner, G.W. (2008) HEC-RAS River Analysis System. Hydrological Engineering Center, U.S.
- [7] Brunner, G.W. (2008) HEC-RAS Reference Manual. Hydrological Engineering Center, U.S.
- [8] 杨松彬, 董志勇. 河网概化密度对平原河网水动力模型的影响研究[J]. 浙江工业大学学报, 2007, 35(5): 567-570.
- [9] 潘晓春. 天然河道水面曲线的迭代算法[J]. 电力勘测, 2002(3): 54-58.
- [10] 高振美, 张波, 商景阁, 等. 太湖流域小型水源性湖泊氮磷时空分布及营养状态评价[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(1): 9-14.
- [11] 李家星, 赵振兴. 水力学[M]. 南京: 河海大学出版社, 2001.
- [12] 马倩, 刘俊杰, 高明远. 江苏省入太湖污染量分析(1998-2007年)[J]. 湖泊科学, 2010, 22(1): 29-34.
- [13] 边博, 夏明芳, 王志良, 等. 太湖流域重污染区主要水污染物总量控制污染物总量控制[J]. 湖泊科学, 2012, 24(3): 327-333.

#### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [wpt@hanspub.org](mailto:wpt@hanspub.org)