

蔡金榜, 孙旭, 苏良湖, 等. 溇湖污染源调查与分析[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 224–227.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.059

# 溇湖污染源调查与分析

蔡金榜, 孙旭, 苏良湖, 陈玉东

(环境保护部南京环境科学研究所, 江苏南京 210042)

**摘要:**为调查江苏省溇湖主要入湖河流水质变化特征和溇湖主要污染物来源, 对扁担河、夏溪河、湟里河、北干河、中干河等 5 条入湖河流进行了为期 1 年的水量水质监测, 并计算分析了主要入湖污染物通量和溇湖沉积物中氮磷释放量。结果表明, 入湖河流中高锰酸盐指数含量为 2.7~8.9 mg/L、氨氮含量为 0.21~3.59 mg/L、总氮含量为 0.39~4.59 mg/L、总磷含量为 0.236~0.624 mg/L; 5 条入湖河流年径流量为  $8.04 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ , 径流量大小排列次序为扁担河>北干河>湟里河>中干河>夏溪河; 5 条入湖河流主要污染物通量总磷为 174.28 t/年、氨氮为 865.46 t/年、总氮为 1 654.75 t/年、化学需氧量(COD)为 16 219.74 t/年, 主要污染物入湖通量大小排列次序为扁担河>湟里河>北干河>夏溪河>中干河; 溇湖底泥中沉积的氮、磷总量分别为 44 370、18 168 t, 每年向水体释放的总氮、总磷量分别为 562.22、19.16 t。

**关键词:**溇湖; 入湖河流; 水量; 污染物通量; 氮磷释放

**中图分类号:** X524

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2018)05-0224-03

溇湖位于太湖流域西部, 横跨江苏省常州市武进区和无锡宜兴市, 是苏南太湖湖群的重要组成部分, 具有饮用、灌溉、航运、游览和水产增养殖等多种功能<sup>[1]</sup>。湖体南北长 25 km, 东西平均宽 6.6 km, 水面面积为 164 km<sup>2</sup>, 其中, 武进境内约 119 km<sup>2</sup>。溇湖多年平均水位 3.27 m, 正常蓄水位为 3.30 m, 相应蓄水面积 143.75 km<sup>2</sup>, 相应库容  $1.93 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>[2]</sup>。在太湖的水环境治理和“十一五”太湖流域“引江济太”工程规划中, 溇湖担负着沟通长江、太湖两大水体, 进行水量调剂、防洪防涝、输送清水的重要功能。

近年来, 随着溇湖周围地区经济的迅速发展和城市化进程的加快, 溇湖流域污染负荷不断增加, 溇湖水体污染和富营养化等生态恶化现象也日趋严峻, 已经严重影响到湖区经济社会的健康发展和生产生活的供水安全, 也影响到国家对整个太湖流域环境治理目标的实现<sup>[3-5]</sup>。

本研究对溇湖主要入湖河流进行水量水质监测, 分析溇湖主要污染物来源, 以期对溇湖富营养化控制和环境保护提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 调查布点

溇湖主要出入湖河流有扁担河、夏溪河、湟里河、北干河、中干河、殷村港、漕桥河、太溇运河、武南河等<sup>[6]</sup>, 其中出湖河流主要分布在湖东岸, 入湖河流在西岸。根据入湖河流的特点与分布, 在扁担河、夏溪河、湟里河、北干河、中干河等 5 条入湖河流布置 5 个水量水质观测点位, 溇湖入湖河流观测点分布见图 1。

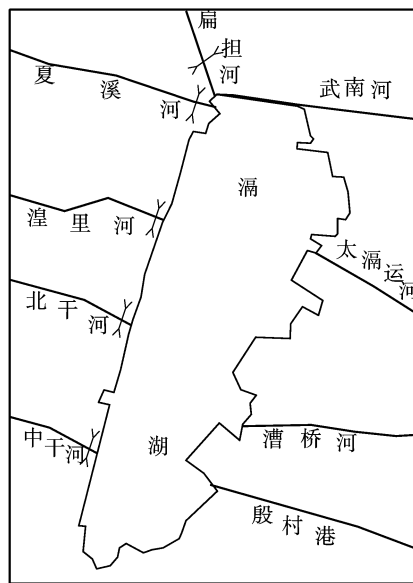


图1 入湖河流观测点位分布

### 1.2 水样采集与分析

每 2 个月采样 1 次, 采样时间分别为 1、3、5、7、9、11 月。调查项目主要为水温、流量、总磷(TP)、总氮(TN)、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)、溶解氧(DO)、pH 值、化学需氧量(COD)、生物需氧量(BOD<sub>5</sub>)、高锰酸盐指数等。样品分析方法参照《废水监测分析方法》进行<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要入湖河流理化指标变化

**2.1.1 氨氮浓度** 溇湖主要入湖河流氨氮变化过程见图 2, 年变化过程未呈明显的规律。实测氨氮浓度为 0.21~3.59 mg/L, 其中湟里河氨氮平均浓度最高, 达 2.15 mg/L, 夏溪河、中干河、扁担河、北干河实测氨氮平均值分别为 1.49、

收稿日期: 2016-10-26

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(编号: 2014BAL02B04-02)。

作者简介: 蔡金榜(1976—), 男, 福建泉州人, 博士, 副研究员, 从事农村环境污染防治研究。E-mail: jinbangcai@126.com。

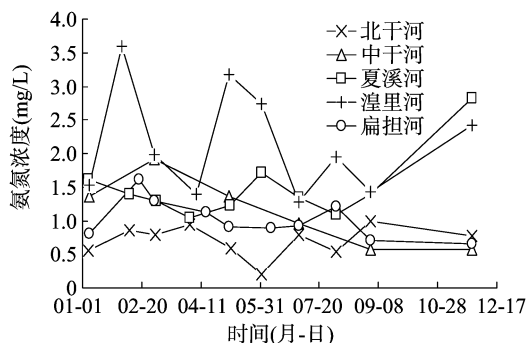


图2 主要入湖河流氨氮浓度变化

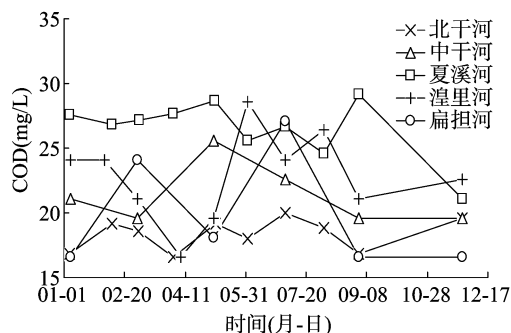


图5 主要入湖河流 COD 变化

1.12、1.01、0.70 mg/L。

2.1.2 总氮含量 太湖主要入湖河流总氮的变化见图3。入湖河流水体中总氮实测浓度为0.39~4.59 mg/L,平均值为2.39 mg/L。在5条主要入湖河流中,湟里河总氮含量最高,平均浓度为3.31 mg/L,其次是夏溪河,为2.70 mg/L,北干河总氮含量最低,平均浓度为1.42 mg/L,中干河、扁担河实测总氮平均值分别为2.32、1.99 mg/L。

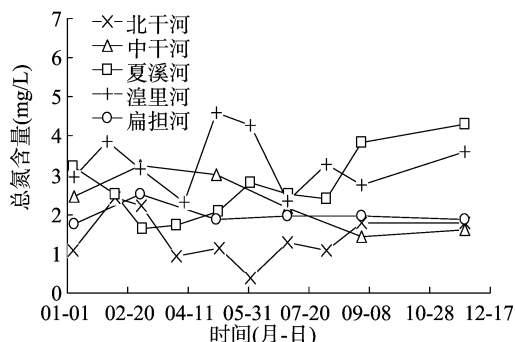


图3 主要入湖河流总氮含量变化

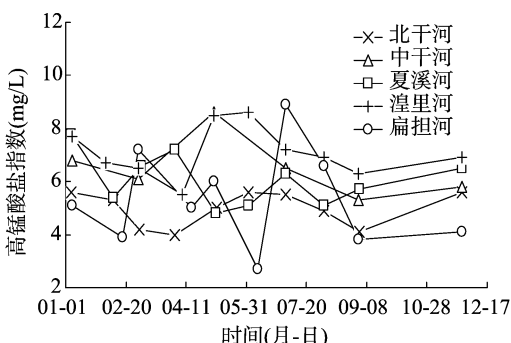


图6 主要入湖河流高锰酸盐指数变化

2.1.3 总磷含量 太湖主要入湖河流总磷的变化见图4。湟里河水体中总磷含量最高,实测浓度为0.236~0.624 mg/L,平均值为0.451 mg/L;北干河总磷含量最低,实测浓度为0.02~0.16 mg/L,平均值为0.095 mg/L;扁担河、夏溪河、中干河实测总磷平均值分别为0.233、0.195、0.156 mg/L。

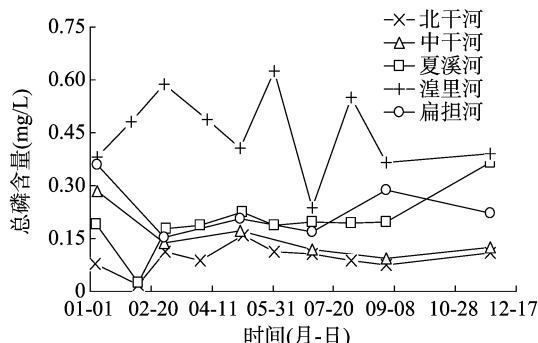
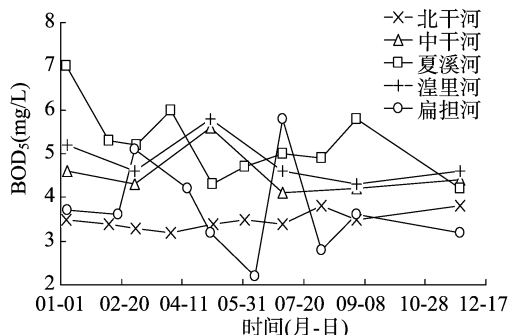


图4 主要入湖河流总磷含量变化

图7 主要入湖河流 BOD<sub>5</sub> 变化

2.1.4 化学需氧量(COD) 太湖主要入湖河流 COD 的变化趋势见图5。入湖河流中 COD 的变化范围为16.6~29.2 mg/L,年均值为22.0 mg/L;夏溪河 COD 含量最高,实测浓度为21.1~29.2 mg/L,平均值为26.5 mg/L;湟里河、中干河、扁担河、北干河水体中 COD 评价浓度分别为22.8、21.4、19.9、18.4 mg/L。

2.1.5 高锰酸盐指数 太湖主要入湖河流高锰酸盐指数变化过程见图6,全年出现多个起伏。实测高锰酸盐指数浓度为2.7~8.9 mg/L,平均值为5.9 mg/L;其中湟里河高锰酸盐指数平均浓度最高,为5.5~8.6 mg/L,平均值为7.1 mg/L;中干河、夏溪河、扁担河、北干河实测高锰酸盐指数平均值分别为6.5、6.1、5.3、5.0 mg/L。

2.1.6 生物需氧量(BOD<sub>5</sub>) 太湖主要入湖河流 BOD<sub>5</sub> 的变化见图7。入湖河流中 BOD<sub>5</sub> 的变化范围为2.2~7.0 mg/L,年均值为4.3 mg/L;夏溪河水体中 BOD<sub>5</sub> 含量最高,为4.2~7.0 mg/L,平均值为5.2 mg/L;北干河 BOD<sub>5</sub> 含量最低,为3.2~3.8 mg/L,平均值为3.5 mg/L;湟里河、扁担河、中干河实测 BOD<sub>5</sub> 平均值分别为4.9、4.5、3.7 mg/L。

2.1.7 氨氮解氧(DO) 太湖主要入湖河流 DO 的变化趋势见图8,实测 DO 浓度为2.1~14.5 mg/L,平均值为5.8 mg/L;北干河水体中 DO 含量最高,为5.1~14.5 mg/L,平均值为9.2 mg/L;夏溪河 DO 含量最低,为2.4~10.2 mg/L,平均值为4.34 mg/L;中干河、湟里河、扁担河 DO 平均值分别为5.1、4.87、4.81 mg/L。

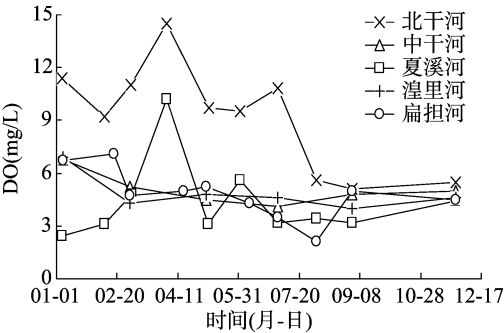


图8 主要入湖河流 DO 变化

2.2 主要入湖污染物通量计算

太湖主要入湖河流平均日流量年变化过程见图 9, 年入湖流量见表 1。从表 1 可以看出, 扁担河等 5 条主要入湖河流的入湖流量为  $8.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 其中扁担河流量最大, 占入湖总流量的 46%, 其次为北干河, 约占入湖总流量的 23%。

根据太湖主要入湖河流水量水质观测结果, 计算入湖污染物通量, 5 条入湖河流的入湖氨氮总量为 865.46 t/年, 其中, 扁担河的贡献率最大, 约占入湖氨氮总量的 41%, 其次为湟里河, 约占 35%; 入湖总氮量为 1 654.75 t/年, 扁担河为 749.02 t/年, 湟里河为 483.67 t/年, 分别占入湖总氮量的 45%、30%; 入湖总磷量为 174.28 t/年, 其中, 扁担河和湟里河较高, 总磷入湖量分别为 79.70、65.58 t/年, 分别占入湖总磷量的 46%、38%; COD 入湖总量为 16 219.74 t/年, 其中, 扁担河、湟里河、北干河的贡献率较大, 其入湖 COD 分别为 7 652.82、3 631.12、33 64.41 t/年, 分别占入湖 COD 总量的 47%、22%、21%。

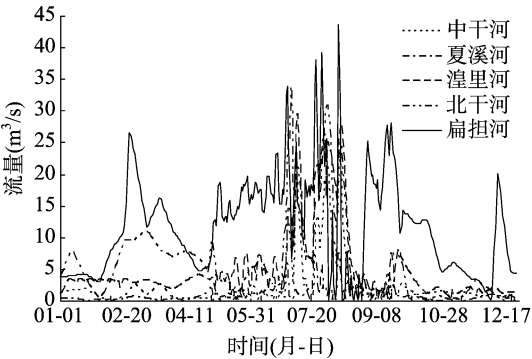


图9 太湖主要入湖河流平均日流量年变化过程

表 1 太湖主要入湖河流的入湖污染物通量

入湖河流	流量 ( $10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ )	氨氮总量 (t/年)	总氮量 (t/年)	总磷量 (t/年)	COD (t/年)
北干河	1.82	129.46	250.13	17.40	3 364.41
中干河	0.70	40.13	85.51	5.43	810.16
湟里河	1.53	300.05	483.67	65.58	3631.12
夏溪河	0.29	43.64	86.42	6.17	761.23
扁担河	3.70	352.18	749.02	79.70	7 652.82
合计	8.04	865.46	1 654.75	174.28	16 219.74

2.3 底泥氮磷污染状况

根据太湖底泥勘测资料<sup>[8]</sup>, 绘制出湖区底泥分布, 从图 10 可以看出, 太湖底泥分布相对较浅, 平均深度为 0.25 m, 底泥蓄积量约为 5 100 万  $\text{m}^3$ , 底泥深度在 0~0.2 m 的面积约

为  $84.25 \text{ km}^2$ , 薄泥区分布最大面积的泥深区间在 0~0.2 m, 占 51%。

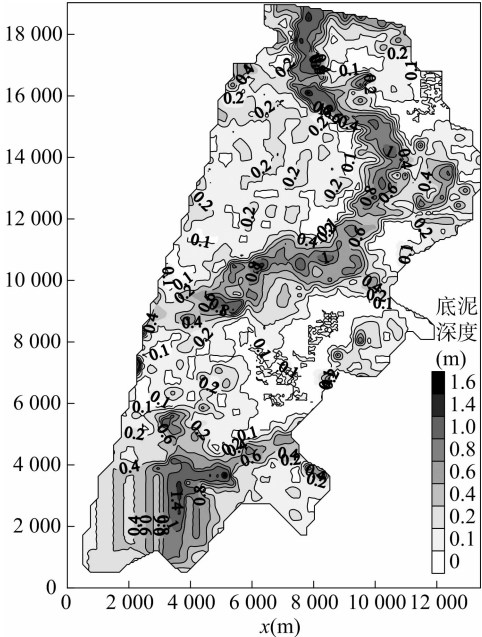


图10 太湖底泥深度分布等值线

从表 2 可以看出, 根据太湖底泥物理性质和营养物含量的调查结果<sup>[9]</sup>, 太湖表层底泥大部分含水率在 60% 以上, 其中中部湖区含量较高, 接近 80%; 各湖区底泥中的氮磷含量差异较为明显, 北部湖区底泥中总磷平均值最高, 其次为中部湖区, 南部湖区最低; 中部湖区底泥中总氮平均值最高, 其次为北部湖区, 南部湖区最低; 北部湖区、中部湖区底泥中氮磷含量相对较高, 这主要与太湖西边面源污染输入有关。

太湖底泥蓄积量约为 5 400 万  $\text{m}^3$ , 取全湖底泥 TN 含量平均值 2.32 g/kg, TP 含量平均值 0.95 g/kg, 底泥比重取 1.5  $\text{t}/\text{m}^3$ , 含水量取 75%, 则太湖水库底泥中所含 TN 的总量为 4 4370 t, TP 为 18 168 t。根据黄文钰等在实验室内模拟在不同温度条件下太湖底泥柱状样水土界面氮和磷的交换, 计算得出全湖底泥释放磷为 19.16 t/年, 氮为 562.22 t/年<sup>[10]</sup>。由于上游大量泥沙通过河流入湖和网围区大量投加饵料, 导致湖中底泥氮、磷富集量逐渐增加, 释放量也相应增多, 分别占河道入湖总氮量、总磷量的 34%、11%, 已成为太湖不可忽视的氮磷污染源。

表 2 太湖表层底泥营养物质含量

湖区分区	含水率 (%)	营养物质含量(g/kg)					
		TP			TN		
		最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
北部湖区	75	1.75	0.43	1.06	3.22	1.33	2.03
中部湖区	78	1.62	0.45	0.89	5.51	1.15	3.36
南部湖区	72	1.26	0.19	0.65	2.30	0.41	1.49

3 结论

入湖河流中高锰酸盐指数为 2.7~8.9 mg/L、氨氮含量为 0.21~3.59 mg/L、总氮含量为 0.39~4.59 mg/L、总磷含量为 0.236~0.624 mg/L, 其中湟里河水水质相对较差, 北干河水水质相对较好。

任美霖,王绍明,张霞,等. 准噶尔盆地南缘 2 种禾本科植物根鞘土壤理化性质、微生物数量及土壤酶活性研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(5):227-231.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.060

# 准噶尔盆地南缘 2 种禾本科植物根鞘土壤理化性质、微生物数量及土壤酶活性研究

任美霖,王绍明,张霞,杨美玲

(石河子大学生命科学学院,新疆石河子 832000)

**摘要:**选取准噶尔盆地南缘绿洲-沙漠过渡地带为试验区,研究 2 种禾本科植物根鞘土壤理化性质、微生物数量和土壤酶活性的变化及它们之间的相关性,旨在探讨根鞘对植物微生境的土壤性质、微生物数量的影响,为该区的生态恢复提供一定的科学依据。结果表明:与根鞘外围土壤相比,根鞘土壤含水率、微生物数量及有机质、全氮、速效钾的含量提高了,蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶、磷酸酶等活性提高了,土壤 pH 值、电导率和速效磷的含量降低了。相关性分析表明,含水率和全氮是影响微生物数量的主要因素,蔗糖酶和脲酶与微生物数量、土壤理化因子之间均有不同程度的相关性。由此可见,根鞘可以有效改善土壤理化性质,增加微生物数量,降低土壤 pH 值和含盐量,并且能够显著提高土壤蔗糖酶、脲酶、过氧化氢酶、磷酸酶的活性,进一步证明了根鞘具有生态功能。

**关键词:**准噶尔盆地;根鞘;土壤理化性质;微生物数量;酶活性

**中图分类号:** S154.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0227-05

准噶尔盆地南缘是新疆经济开发活动最剧烈的地区,人类的土地利用活动强烈地影响着该地区的原生生态,土地沙漠化是对该地区绿洲安全最严重的威胁之一,沙漠化防治是区域生态保护与建设的热点<sup>[1]</sup>。该地区生态系统的稳定性

原本就很脆弱,人类持续的经济开发引起土地利用类型发生根本变化,生态环境安全形势严峻。准噶尔盆地南缘原生荒漠植被类型及其特有植物种类对抵御风沙、稳定生态系统平衡起着重要而关键的作用,并且这些特殊的植物群落及土著植物种类在结构和功能等各方面表现出良好的生境适应性,它们的健康生存与发育维持着区域生态系统的持续性和稳定性。

在沙漠化防治与植物恢复等生态学问题上,研究者们目光越来越多地集中在植物自身抗旱抗盐机制上。在植物根系对干旱的响应机制方面,国内外学者有了新的发现,并引入了“根鞘”这一研究热点。根鞘(rhizosheath)是指由土壤颗粒通过根系和微生物分泌的黏液物质组成的紧密鞘状结构<sup>[2]</sup>。

收稿日期:2016-09-28

基金项目:新疆生产建设兵团社会发展科技攻关与成果转化计划(编号:2015AD023)。

作者简介:任美霖(1991—),女,四川遂宁人,硕士,主要从事资源植物研究。E-mail:836177629@qq.com。

通信作者:王绍明,博士,教授,主要从事植物生态研究。E-mail:westwild@vip.sina.com。

5 条入湖径流总量为  $8.04 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ ,入湖河流径流量大小排列次序为扁担河 > 北干河 > 湟里河 > 中干河 > 夏溪河;5 条入湖河流污染物通量氨氮含量为  $865.46 \text{ t}/\text{年}$ 、总氮含量为  $1\,654.75 \text{ t}/\text{年}$ 、COD 为  $16\,219.74 \text{ t}/\text{年}$ ,主要污染物入湖通量大小排列次序为扁担河 > 湟里河 > 北干河 > 夏溪河 > 中干河。

湖泊底泥分布相对较浅,平均深度为  $0.25 \text{ m}$ ,最深为  $2.5 \text{ m}$ ,底泥蓄积量约为  $5\,100 \text{ 万 m}^3$ ,底泥中沉积的氮、磷总量分别为  $44\,370$ 、 $18\,168 \text{ t}$ ,每年向水体释放的总氮、总磷量分别为  $562.22$ 、 $19.16 \text{ t}$ 。

## 参考文献:

- [1] 金明德,赵忠和,李永达. 突出生态历史保护与科学开发涸湖[J]. 常州工学院学报(社会科学版),2006,24(1):8-10.
- [2] 刘其根,孔优,陈立侨,等. 网围养殖对涸湖底栖动物群落组成及物种多样性的影响[J]. 应用与环境生物学报,2005,11(5):

566-570.

- [3] 吴云波,郑建平. 涸湖入湖污染物控制对策研究[J]. 环境科技,2010,23(增刊1):12-14,19.
- [4] 高亚岳,周俊,陈志宁,等. 涸湖富营养化进程中沉水植被的演替及重建设想[J]. 江苏环境科技,2008,21(4):21-24.
- [5] 陈立婧,彭自然,孔优佳,等. 江苏涸湖浮游藻类群落结构特征[J]. 生态学杂志,2008,27(9):1549-1556.
- [6] 彭自然,陈立婧,江敏,等. 涸湖水质调查与富营养状态评价[J]. 上海水产大学学报,2007,16(3):252-258.
- [7] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 3 版. 北京:中国环境科学出版社,1997:446-457.
- [8] 涸湖 1/5 千水地形测量及淤深测量技术报告[R]. 江苏省水文水资源勘测局常州分局,2008.
- [9] 涸湖(武进)生态清淤工程项目建议书[R]. 江苏省太湖水量规划设计院有限公司,2009.
- [10] 黄文钰,舒金华,吴延根. 涸湖氮、磷平衡研究[J]. 湖泊科学,1996,8(4):330-336.