北京林业大学 Beijing Forestry University

环境工程专业硕士学位论文

宜兴市莲花荡水环境质量分析和水质改善工程方案研究

研究生：梁荣胜； 导师：曲丹 副教授

研究背景

莲花荡地处江苏省宜兴市，水体上接周墅河、分洪河、蠡河及虞墅横荡河来水，下接定跨港与乌溪港水系进入太湖，是西太湖主要入湖水体。近年来莲花荡水体水质恶化日趋严重，主要的污染指标有COD、NH_4^+-N、TN和TP，其中COD、NH_4^+-N和TP为Ⅴ类，TN为劣Ⅴ类。因此，需要对莲花荡水环境进行综合整治。

研究内容

1、莲花荡水质监测与评价；

2、莲花荡污染源解析与污染负荷估算；

3、莲花荡水环境质量改善工程方案研究与设计。

研究方法

水质监测分析

采样时间：2014年12月至2015年12月；

监测指标：温度、透明度、流速、pH、DO、BOD_5、COD、NH_4^+-N、TN和TP；

采样频次：每季度1次，共计5次；

采样点布置：设置8个水体监测采样点，如图1所示。

图1 莲花荡采样点布置图

水环境质量评价

综合水质标识指数法

$$X_1.X_2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}P_i$$

水质指数法

$$R_2=\frac{C_i-C_a}{C_b-C_a}$$

污染源解析与负荷估算

输出系数法

$$L=\sum_{i=0}^{n}E_iA_i+P$$

等标污染负荷法

$$P_i=\frac{Q_i}{C_{0i}}\times10^{-6} \qquad K_i=\frac{P_i}{\sum P_i}\times100\%$$

$$P_n=\sum_{i=1}^{n}P_i \qquad K_n=\frac{P_n}{\sum P_n}\times100\%$$

研究结果

水环境质量评价

表1 各采样点综合水质级别

采样点	1	2	3	4	5	6	7	8	综合评价
枯水期 $X_1.X_2$ 水质类别	4.59 IV类	4.63 IV类	4.50 IV类	4.25 IV类	3.79 III类	4.03 IV类	3.89 III类	4.11 IV类	4.22 IV类
平水期 X1.X2 水质类别	5.07 V类	5.74 V类	4.50 IV类	5.66 V类	5.09 V类	4.78 IV类	5.21 V类	5.23 V类	5.16 V类
丰水期 $X_1.X_2$ 水质类别	4.49 IV类	4.94 IV类	5.01 V类	4.83 IV类	4.34 IV类	4.38 IV类	4.36 IV类	4.41 IV类	4.59 IV类

表2 莲花荡不同水期水质指数

参评因子 / 监测时间	DO	BOD_5	COD	NH_4^+-N	TN	TP	水质类别	首要污染因子
枯水期（12月）	1.4	2.1	2.9	5.1	6.6	6.4	劣V	TN
平水期（3月）	2.6	2.9	4.9	6.0	7.2	6.3	劣V	TN
丰水期（6月）	3.7	2.4	4.5	3.6	5.8	5.9	劣V	TP

综合水质标识指数法评价表明：莲花荡平水期水质最差，综合标识指数为5.16，综合水质类别为V类；

水质指数法评价表明：莲花荡枯水期和平水期的首要污染因子为TN，丰水期首要污染因子为TP。

污染源解析与负荷估算

1. 由表3知，莲花荡污染源对COD污染负荷贡献最多为: 农村生活污水；对TN污染负荷贡献为：农村生活污水>畜禽养殖源>大气氮沉降>农田退水；对TP污染负荷贡献为：农村生活污水>畜禽养殖>农田退水。

2. 由表4知，大气氮沉降、农村生活污水、畜禽养殖源和农田退水入莲花荡等标污染负荷量分别为: 1.22、41.10、12.24和0.86m³/a；COD、TN和TP等标污染负荷量分别为8.36、34.96和12.10 m³/a。

3. 各主要污染源对莲花荡污染影响为：农村生活污水>畜禽养殖源>大气氮沉降>农田退水；主要污染物分别为：TN>TP>COD。

表3 各污染源主要污染物入荡量（t/a）

污染物 \ 污染源		大气氮沉降	农村生活污水	畜禽养殖源	农田退水	总计
入荡量	COD	——	130.45	36.89	——	167.34
	TN	1.22	24.43	8.65	0.66	34.96
	TP	——	2.03	0.35	0.04	2.42

表4 各污染源主要污染物入荡等标污染负荷量（m³/a）

污染物 \ 污染源	大气氮沉降	农村生活污水	畜禽养殖源	农田退水	总计
COD	——	6.52	1.84	——	8.36
TN	1.22	24.43	8.65	0.66	34.96
TP	——	10.15	1.75	0.20	12.10
总计	1.22	41.10	12.24	0.86	——

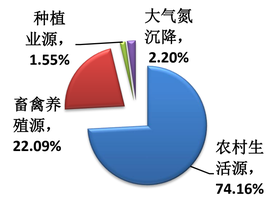

图2 各污染源的污染负荷比率

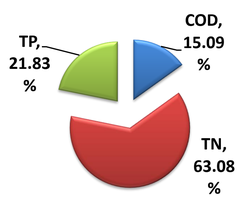

图3 各污染物的污染负荷比率

综合整治工程方案

对莲花荡水质改善与生态修复综合整治工程包括:农村生活污水处理、畜禽养殖拆除、农田退水生态治理、莲花荡生态清淤和退化湖滨带生态修复。具体布局见图4。

其中莲花荡有机稻米基地农田退水生态治理工程布局示意图见图5，人工湿地平面设计图见图6。

图4 莲花荡综合整治工程布局

图5 农田退水生态治理工程布局示意图

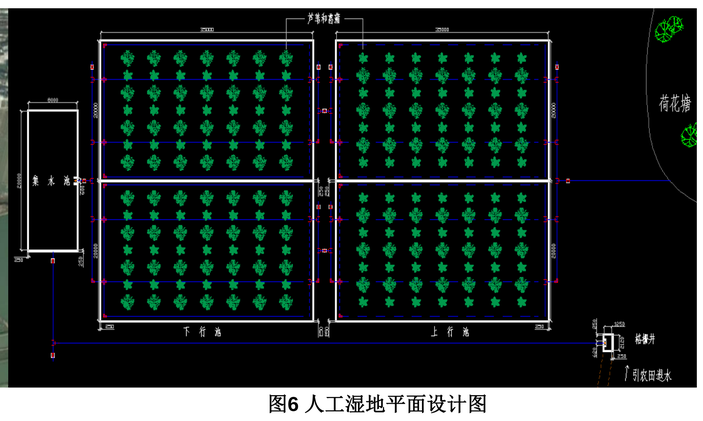

图6 人工湿地平面设计图

研究结论

1. 莲花荡水体主要污染因子有TN、TP、NH_4^+-N和COD，其中丰水期水质相对较好；
2. 莲花荡主要污染源为农村生活源、畜禽养殖源、大气氮沉降以及种植业源，主要污染物COD、TN和TP的入荡负荷总量依次为167.34t/a、34.96 t/a和2.42t/a；
3. 通过莲花荡水体综合整治工程，预计到2016年底总共可对莲花荡削减的TN为2838.315t，TP为74.745t，可使莲花荡水质总体稳定达到地表III类标准。

课题来源

国家水体污染控制与治理科技重大专项“城镇化新区水环境质量保障技术研究与综合示范”（2014ZX07305003）

取得的主要研究成果：

梁荣胜，田亚军，孙德智，曲丹. 宜兴市莲花荡水域水环境质量现状评价.《中国城镇供水》2015（增刊）:238-242.

田亚军，梁荣胜，曲丹，孙德智. 宜兴市乌溪港流域污染负荷估算与源解析.《中国城镇供水》2015（增刊）:242-244.

Yajun Tian,Rongsheng Liang,Dan Qu,Liqiu Zhang,Dezhi Sun..Strategies of Pollution Control and Eco-remediation for Wuxigang River, China. Smart Cities Innovation Summit, Austin America. 2016.6.