

洞庭湖水质污染状况及主要污染物来源分析

郭晶, 连花, 李利强, 黄代中, 王丑明

(湖南省洞庭湖生态环境监测中心, 国家环境保护洞庭湖科学观测研究站, 湖南岳阳 414000)

摘要: 分析洞庭湖的水环境变化趋势, 为洞庭湖水环境治理和水环境保护提供依据。在洞庭湖共设置 17 个监测断面, 包括 5 个入湖口断面、11 个湖体断面、1 个出湖口断面, 2012-2016 年每月监测 1 次水质, 以 2014 年为调查基准年, 对入湖河流和洞庭湖区主要污染负荷进行调查与估算。2016 年, 洞庭湖 5 个入湖口断面水质均达到或优于 III 类水质标准, 总体水质状况为优; 11 个湖体断面和 1 个出湖口断面总体水质为 IV 类, 属轻度污染, IV 类和 V 类水质断面比例分别为 83.33% 和 16.67%; 西洞庭湖的南嘴和东洞庭湖的大小西湖为 V 类水质, 处于中度污染状态。2016 年 17 个断面的 TN 年均值 1.523~2.356 mg/L, TP 年均值 0.064~0.139 mg/L。2012 年洞庭湖没有 V 类水质断面, 2013、2014、2016 年 V 类水质占比约 20%, 2015 年 V 类水占 52.94%。2012-2016 年洞庭湖 TN 年均值 1.411~2.746 mg/L, TP 年均值 0.032~0.162 mg/L。入洞庭湖污染物主要来源于湘江、沅江和松滋口水系, 入湖通量是总氮、总磷污染物输入主要来源; 洞庭湖区氮磷污染主要来源于畜禽养殖和城镇生活污水排放。

关键词: 水质评价; 污染物; 污染来源; 洞庭湖

中图分类号: X524, X171 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2019)04-0001-07

近年来, 随着洞庭湖区人口迅速增加, 周边工业及养殖业的发展和长江上游大型水利设施的兴建, 洞庭湖生态环境遭到一定的破坏(陈业强等, 2016; 王琦等, 2015), 氮、磷持续超标(申锐莉等, 2006; 黄代中等, 2013)、局部水域水华(田琪等, 2016)、水质变差(吕志贤等, 2016; 李有志等, 2011)等环境问题突出, 引起了社会广泛关注。习近平总书记、中央其他领导同志先后 18 次就洞庭湖生态环境问题作出批示, 因此开展洞庭湖水环境治理迫在眉睫。

进行洞庭湖水环境治理的重要前提就是弄清洞庭湖的污染现状及主要污染物来源。许多学者对洞庭湖流域的研究集中在水质评价(申锐莉等, 2006; 张婷等, 2009; 王丽婧等, 2013)、底泥重金属污染(QIAN et al, 2005; YAO et al, 2006; 张光贵等, 2015; 郭晶等, 2016; 李芬芳等, 2017; 赵艳民等, 2017)、富营养化(黄代中等, 2013; 熊剑等, 2016)和血吸虫防治(ROSS et al, 1997; LIU et al, 2012)等方面, 对污染状况和来源分析研究还较少。尽管有

学者曾对洞庭湖的污染物来源分析做了比较详细的研究, 但近年来的相关研究报道较少。洞庭湖的主要污染物为 TN 和 TP(申锐莉等, 2006; 黄代中等, 2013)。何介南等(2009)指出 2005 年洞庭湖湿地污染物中, 54.76%N、44.30%P 来自四水和三口, 94%~99% 的污染物由面源污染引起。秦迪岚等(2012)根据 2008 年洞庭湖污染调查数据研究得出洞庭湖的磷污染物主要来源于洞庭湖区、沅江和湘江, 氮污染物主要来源于湘江, 湖区氮磷污染主要来源于农业面源和城镇生活污染。田泽斌等(2014)研究得出 2010 年洞庭湖入湖污染负荷主要来源于四水水系, 占总入湖污染的 82.82%~87.54%, 其中湘江和沅江贡献较大。本文以洞庭湖水环境现状为基础, 分析了 2012-2016 年洞庭湖的水环境变化趋势, 并结合 2014 年洞庭湖污染源调查数据, 探讨洞庭湖的污染负荷和主要污染来源, 为洞庭湖水环境治理和水环境保护提供依据。

1 材料与方法

1.1 区域概况

洞庭湖是我国第 2 大淡水湖, 位于湖南省东北部、长江中游荆江段南岸, 东经 111°53'~113°05'、北纬 28°44'~29°35', 是由西洞庭湖、南洞庭湖和东洞庭湖组成的过水性洪道型湖泊(窦鸿身等, 2000)。洞庭湖承纳湘、资、沅、澧(简称四水)和长江松滋口、太平口、藕池口(简称三口)入湖水量的汇入, 经湖泊

收稿日期: 2018-01-22

基金项目: 国务院三峡办“三峡工程生态与环境监测系统-洞庭湖江湖生态监测重点站”项目(2014 年); 2015 年湖南省环境保护厅重点专项(洞庭湖区环境污染现状调查)。

作者简介: 郭晶, 1984 年生, 女, 硕士, 工程师, 主要从事水环境质量监测。E-mail: happy.guojing@163.com

通信作者: 李利强, 主要从事水环境监测与水环境保护研究。E-mail: liliqiang858@163.com

调蓄后,由城陵矶注入长江,形成错综复杂的江湖、河湖关系。大致水流方向为西洞庭湖→南洞庭湖→东洞庭湖→长江(张敏等,2011)。多年来洞庭湖平均入湖水量 3 126 亿 m^3 ,其中四水为主导(占 53.9%)、三口占 37.7%(王琦等,2015)。

1.2 点位设置

在洞庭湖共设置 17 个监测断面,包括 5 个人湖口断面(四水的樟树港、万家嘴、坡头、沙河口,三口的马坡湖)、11 个湖体断面(西洞庭湖的南嘴、蒋家嘴、小河嘴,南洞庭湖的万子湖、横岭湖、虞公庙,东洞庭湖的鹿角、扁山、东洞庭湖、岳阳楼、大小西湖)和 1 个出湖口断面(洞庭湖出口),具体见图 1。监测时间为 2012-2016 年,每月监测 1 次。

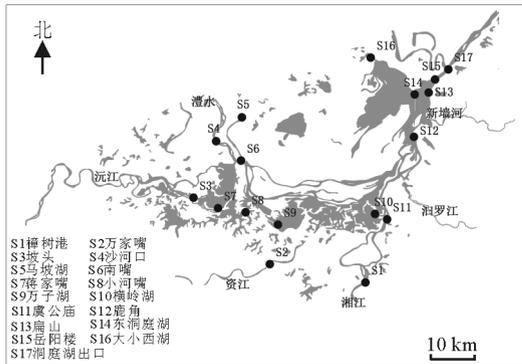


图 1 洞庭湖水水质监测断面

Fig.1 Water quality monitoring sites in Dongting Lake

1.3 测定与评价方法

水质监测项目均参照《地表水环境质量标准》(国家环境保护总局,2002a)基本项目分析方法和《水和废水监测分析方法》(国家环境保护总局,2002b)进行。

对照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002),选取 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂和硫化物 21 项监测指标,采用单因子评价法(国家环境保护总局,2002a)对洞庭湖各水质监测断面的水质类别进行评价。其中入湖口断面总磷采用河流标准进行评价,湖体和出湖口断面总磷按湖泊标准进行评价。

1.4 数据来源和估算方法

以 2014 年为洞庭湖污染调查基准年,对入湖河流和洞庭湖区主要污染负荷进行调查与估算。相关统计数据来源于 2014 年湖南省环境统计数据 and 湖

南省统计年鉴(2015)及各相关部分资料,污染排污系数和入湖系数等参考第一次全国污染源普查产排污系数手册。

四水、三口入湖河流污染物输入量=入湖河流年径流量×入湖口污染物浓度

工业污染物入湖量=(工业污染物排放量-污水处理量)×入湖系数

城镇生活污染物入湖量=(城镇人口数×城镇生活排污系数-污水处理厂处理量)×入湖系数

农村生活污染物入湖量=(农村人口数×农村生活排污系数)×入湖系数

农田径流污染物入湖量=农田面积×农田排污系数×修正系数×入湖系数

畜禽养殖污染物入湖量=(畜禽个体日产粪量×畜禽粪中污染物平均含量×粪入河系数+畜禽个体日产尿量×畜禽尿中污染物平均含量×尿入湖系数)×饲养期×饲养数量

水产养殖污染物入湖量=养殖产量×水产养殖排污系数

2 结果与分析

2.1 水质现状

2.1.1 水质类别 采用单因子评价法对 2016 年洞庭湖 17 个监测断面进行水质评价,评价结果见表 1。2016 年,洞庭湖 5 个人湖口断面水质均达到或优于Ⅲ类水质标准,总体水质状况为优;11 个湖体断面和 1 个出湖口断面总体水质为Ⅳ类,属轻度污染,Ⅳ类和Ⅴ类水质断面所占比例分别为 83.33%和 16.67%。其中西洞庭湖的南嘴和东洞庭湖的大小西湖为Ⅴ类水质,处于中度污染状态。如果将 5 个人湖口断面按湖泊标准进行评价,则入湖口水质劣于Ⅲ类,全湖总体水质为轻度污染。

2.1.2 主要污染物 2016 年洞庭湖各断面及水域 TN 和 TP 年均值见图 2。17 个断面的 TN 年均值 1.523~2.356 mg/L,均明显高于地表水环境质量标准(GB 3838-2002)Ⅲ类标准限值(1.0 mg/L),超标 0.523~1.356 倍。从各水域看,入湖口 TN 年均值高于出湖口,湖体 TN 年均值较低,其中西洞庭湖最低。从各监测断面看,湘江入洞庭湖的樟树港 TN 年均值最高(2.356 mg/L),而南洞庭湖的虞公庙断面作为湘江航道的第一个湖体断面,TN 年均值也较高(2.268 mg/L),这体现了空间的一致性。

表 1 2016 年洞庭湖各断面水质评价结果

Tab.1 Water quality assessment for different monitoring sections of Dongting Lake in 2016

水域	入 湖 口								湖 体							出 湖 口	
	四 水		三 口		西洞庭湖		南洞庭湖			东洞庭湖							
断面名称	樟树港	万家嘴	坡头	沙河	马坡湖	南嘴	蒋家嘴	小河嘴	万子湖	横岭湖	虞公庙	鹿角	扁山	东洞庭湖	岳阳楼	大小西湖	洞庭湖出口
水质类别	II	II	II	II	III	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	IV

2016 年,洞庭湖 17 个断面的 TP 年均值 0.064 ~ 0.139mg/L。从各水域看,南洞庭湖(0.071 mg/L) < 西洞庭湖(0.084 mg/L)、入湖口(0.085 mg/L) < 洞庭湖出口(0.093 mg/L) < 东洞庭湖(0.094 mg/L)。从各监测断面看,松滋口的马坡湖断面 TP 年均值最高(0.139 mg/L),同时西洞庭湖的南嘴断面 TP 年均值也较高(0.110 mg/L),这也体现了空间的一致性。由于入湖口的 TP 采用河流标准(Ⅲ类标准限值为 0.2 mg/L),湖体和洞庭湖出口区域的 TP 采用湖库标准(Ⅲ类标准限值为 0.05 mg/L),导致入湖口的 TP 无超标,而湖体和洞庭湖出口区域的 TP 均呈现超标。若入湖口的 TP 采用湖库标准进行评价,则入湖口的 TP 也超标。

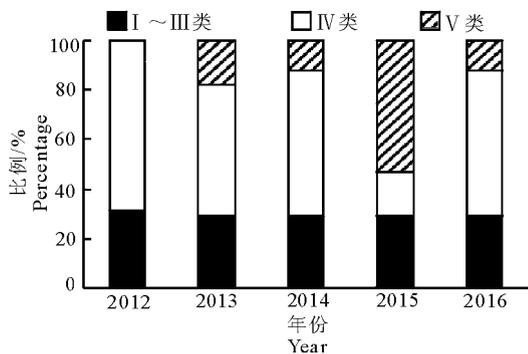


图 3 2012 - 2016 年洞庭湖水质

Fig.3 Water quality assessment of Dongting Lake from 2012 to 2016

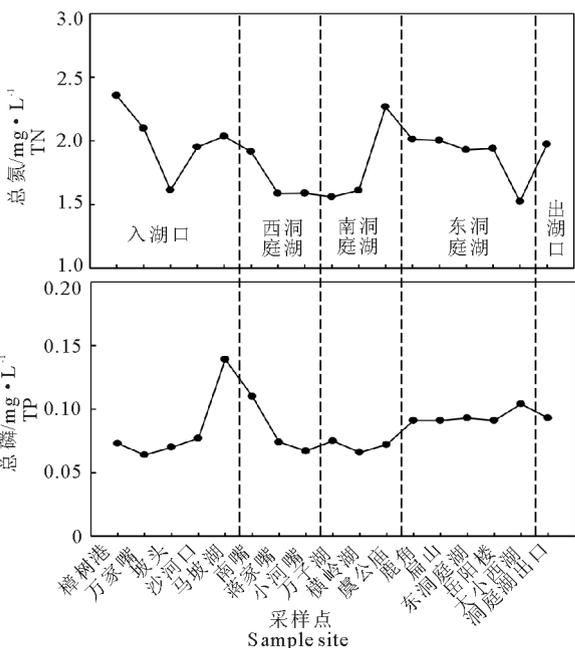


图 2 2016 年洞庭湖各断面及水域污染物浓度

Fig.2 Spatial variation of TN and TP concentrations at different monitoring sections and areas of Dongting Lake in 2016

2.2 近 5 年水环境质量变化

2.2.1 水质类别 2012 - 2016 年洞庭湖水质类别见图 3。2012 年洞庭湖没有 V 类水质断面,2013、2014、2016 年 V 类水质占比约 20%,2015 年 V 类水占 52.94%。

2.2.2 总氮污染物 2012 - 2016 年洞庭湖 TN 见图 4,年均值 1.411~2.746 mg/L,均明显高于地表水环境质量标准(GB 3838 - 2002)Ⅲ类标准限值(1.0 mg/L)。空间分布上,入湖断面中,湘江中的樟树港断面 TN 年均值较高,2015 年达到 2.746 mg/L,坡头断面的 TN 年均值相对较低;湖体和出湖口断面中,南洞庭湖的虞公庙断面 TN 年均值较高,西洞庭湖的 TN 年均值总体都较低。虞公庙断面位于湘江入洞庭湖处,TN 的污染很可能来源于湘江。近 5 年洞庭湖的 TN 年均值波动幅度较小,2012 - 2015 年大体呈上升趋势,2016 年有所下降。

2.2.3 总磷污染物 2012 - 2016 年,洞庭湖入湖口区域 TP 年均值范围在 0.032~0.162 mg/L(图 5),入湖水系中马坡湖断面的 TP 年均值较高,万家嘴断面相对较低。湖体和出湖口区域 TP 年均值在 0.086~0.115 mg/L,各区域的 TP 年均值相差不大。总体上近 5 年洞庭湖 TP 浓度波动幅度较小,2012 年以来大体呈上升趋势,2015 年 TP 浓度达到最高,2016 年有明显下降。

2.3 主要污染物的来源分析

四水及长江三口是洞庭湖的主要径流来源,其入湖污染物浓度、污染物输入量直接影响洞庭湖的水质状况。2014 年入湖河流共输入洞庭湖总氮 49.93×10^4 t,湘资沅澧四水占 75.8%、三口占

24.2%(图6)。四水中湘江占30.7%、沅江占29.0%;三口中松滋口占14.7%。入湖河流共输入洞庭湖总磷 21.23×10^3 t,湘资沅澧四水占65.0%、

三口占35.0%(图6)。四水中沅江占34.4%;三口中的松滋口占28.7%。

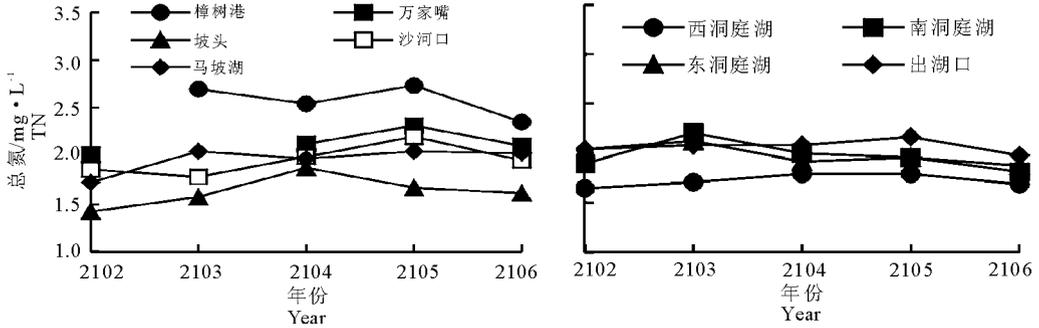


图4 2012-2016年洞庭湖总氮浓度

Fig.4 Temporal variation of TN content in different areas of Dongting Lake from 2012 to 2016

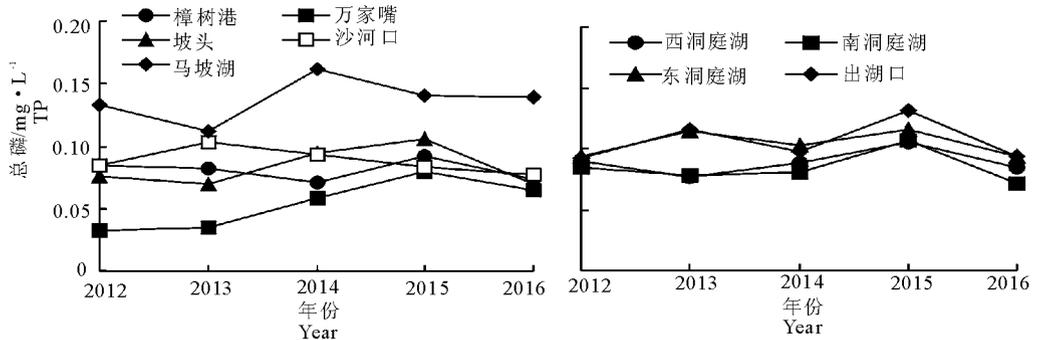


图5 2012-2016年洞庭湖总磷浓度

Fig.5 Temporal variations of TP content in different areas of Dongting Lake from 2012 to 2016

洞庭湖水水质状况除了受主要入湖河流输入影响外,还与湖区污染源的排放密不可分。调查数据显示,2014年湖区污染源主要污染物总氮排放总量约为 5.52×10^4 t,主要来源于畜禽养殖业和城镇生活污水排放,共占63.6%(图7),其中以畜禽养殖业污染最为严重,占40.2%。总磷排放总量约为 5.7×10^3 t,也主要来源于畜禽养殖业和城镇生活污水排放,分别占总量的57.0%和16.1%。2014年洞庭湖区畜禽养殖污染源共64908个,其中规模化养殖场7468个、养殖专业户57440户,出栏生猪2257万头,污染设施配套建成率仅为46.4%,即便有配套处理设施也因多数设施不完善以及运行费用高等原

因,处理设施常处于闲置状态,导致污水治理效果差或者直排。分散养殖户的养殖规模虽小,但户数众多,养殖总量大,且无污水治理设施,畜禽排泄物基本随意排放,对洞庭湖的水质造成了很大的负面影响。

3 讨论

3.1 水质变化的影响因素分析

本研究显示,洞庭湖入湖总氮污染物主要来源于沅江和湘江,总磷污染物主要来源于沅江和松滋口水系。秦迪岚等(2012)认为,2008年洞庭湖磷污染物来源于洞庭湖区、沅江和湘江,氮污染物来源于

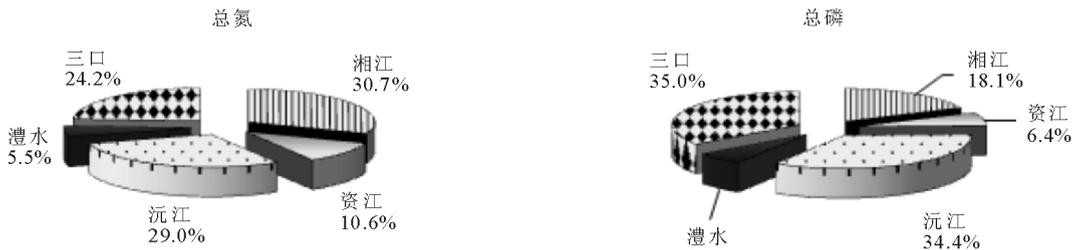


图6 2014年洞庭湖入湖总氮、总磷污染负荷构成

Fig.6 Composition of TN and TP pollution loading into Dongting Lake in 2014



图 7 2014 年洞庭湖区污染源构成

Fig.7 Primary pollutant sources in the Dongting Lake basin in 2014

湘江。沅江怀化段总磷污染自 2001 年以来是个跨地区性污染问题,主要污染源为上游贵州含磷废水的排放(杨胜,2011)。湘江为湖南省最大的河流,流域内人口密集,近年来随着工农业的迅速发展和人民生活水平的提高,污染也有所加剧,氨氮(或 TN)没有快速下降的趋势(唐敬知等,2015)。

与 2008 年的数据(秦迪岚等,2012)相比(表 2),2014 年入洞庭湖总氮污染总负荷由 $48.50 \times 10^4 \text{t}$ 增加到 $55.45 \times 10^4 \text{t}$,总磷污染总负荷由 $2.340 \times 10^4 \text{t}$ 增加到 $2.693 \times 10^4 \text{t}$,增加幅度分别为 14.33% 和 15.09%。田泽斌等(2014)研究认为,入洞庭湖污染总负荷增加主要是入湖河流污染负荷增加,其中洞庭湖区间径流以及湖面接纳降水对洞庭湖污染物的输入影响较小。

表 2 2014 年入洞庭湖污染负荷总量与 2008 年对比

Tab.2 Comparison of pollution loading to Dongting Lake between 2014 and 2008

指标	总 氮		总 磷	
	2014 年	2008 年	2014 年	2008 年
入湖通量/ 10^3t	499.30	426.00	21.23	16.50
湖区污染源/ 10^3t	55.20	59.00	5.70	6.90
湖区污染				
畜禽养殖	40.2	39	57.0	48
主要来源/				
城镇生活	23.4	30	16.1	18
%				
农田径流	10.5	13	8.8	16
入湖总负荷/ 10^3t	554.5	485.0	26.93	23.40

入湖水量也是影响水质变化的重要因素。2014 年,洞庭湖流域入湖总径流量水量为 $2\,392.9 \times 10^8 \text{m}^3$,其中四水 $1\,799.5 \times 10^8 \text{m}^3$ 、占 75.3%,三口 $553.4 \times 10^8 \text{m}^3$ 、占 23.1%,区间汇入径流量很小、仅占 1.6%。2010 年洞庭湖四水、三口总入湖水量为 $2\,275.58 \times 10^8 \text{m}^3$,其中四水占 80.02%(田泽斌等,2014)。相比 2010 年,2014 年洞庭湖总入湖水量有所下降,从而导致洞庭湖的污染物浓度增加,水质有所下降。

3.2 洞庭湖水环境治理的基本思路和建议

一般情况下,湖泊沉积物是各种污染物质的“汇”,聚集着大量氮磷等营养物质,成为难削减的内

部负荷,在一定条件下沉积物中的营养物质又会释放到上覆水体中,成为水体污染的“源”,这也成为当前湖泊水体富营养化污染的重要原因之一(袁旭音等,2004;申锐莉等,2007;王书航等,2010;王伟等,2010;张光贵,2015)。洞庭湖表层沉积物中总氮和总磷等内源负荷也不容忽视(张光贵,2015;王伟等,2010)。

从入湖河流污染负荷和总量看,入洞庭湖污染物主要来源于湘江、沅江和松滋口水系,入湖通量是总氮、总磷污染物输入主要来源。从湖区污染源排放分析看,洞庭湖污染物主要受畜禽养殖和城镇生活污水排放影响最大。建议洞庭湖水环境的整治从以下四个方面展开。

(1)加强“四水”“三口”等重点河湖区域的监管。加快推进“四水”“三口”干流污染综合整治区的环境综合整治。建立水环境保护生态屏障,以“四水”“三口”沿岸 1 km 为界划定保护线,综合整治保护线内的污染企业,坚决取缔国家明令禁止和淘汰的小造纸、小皮革、小化工和没有无害化处理设施的畜禽养殖场。

(2)强化畜禽养殖污染防治。科学划分畜禽禁养区、限养区和试养区,将洞庭湖及主要内湖沿岸、四水干流及一级支流两岸 1 km 以内划分为禁养区。现有规模化畜禽养殖场需建设配套设施,散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用;新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。

(3)推进城乡环境基础设施建设。进一步完善城镇生活污水收集系统,加快完成主城区污水管网建设,将城市周边村镇的污水纳入城市污水收集管网统一处理,提高污水收集率;加强城乡生活垃圾的收集、转运、处置设施建设,提高生活垃圾处理率,统筹建设城市和周边村镇无害化处理设施和收运系统。

(4)加强洞庭湖内源污染治理。实施底泥疏浚、

水生植物修复等内源污染治理措施。加强底泥疏挖、污染底泥脱水处理、底泥安全堆储存、底泥资源化利用及配套工程;种植对污染物吸附能力强的水生植物,减少湖泊内源污染,减少污染物释放,提高湖泊自净能力。

参考文献

陈业强,石广明,向仁军,等,2016. 洞庭湖生态经济区生态补偿需求研究[J]. 环境与可持续发展,41(5):162-166.

窦鸿身,姜加虎,2000. 洞庭湖[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社.

郭晶,李利强,黄代中,等,2016. 洞庭湖表层水和底泥中重金属污染状况及其变化趋势[J]. 环境科学研究,29(1):44-51.

国家环境保护总局,2002a. 地表水环境质量标准:GB 3838-2002[S].北京:中国环境科学出版社.

国家环境保护总局,2002b. 水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社.

何介南,康文星,袁正科,2009. 洞庭湖湿地污染物的来源分析[J]. 中国农学通报,25(17):239-244.

湖南省统计局,2015. 湖南省统计年鉴 2015[Z]. 北京:中国统计出版社.

黄代中,万群,李利强,等,2013. 洞庭湖近 20 年水质与富营养状态变化[J].环境科学研究,26(1):27-33.

李有志,刘芬,张灿明,2011. 洞庭湖湿地水环境变化趋势及成因分析[J].生态环境学报,20(8/9):1295-1300.

吕志贤,石广明,彭小丽,2016. 基于污染物来源的洞庭湖水环境生态补偿主客体研究[J]. 中国环境管理,8(6):25-31.

李芬芳,符哲,李利强,等,2017. 洞庭湖表层沉积物重金属污染状况评估[J]. 环境化学,36(11):2462-2471.

秦迪岚,罗岳平,黄哲,等,2012. 洞庭湖水环境污染状况与来源分析[J]. 环境科学与技术,35(8):193-198.

申锐莉,张建新,鲍征宇,等,2006. 洞庭湖水水质评价:2002-2004年[J]. 湖泊科学,18(3):243-249.

申锐莉,鲍征宇,周曼,等,2007. 洞庭湖湖区水质时空演化(1983-2004年)[J].湖泊科学,19(6):677-682.

唐敬知,杨仁斌,谈健,2014. 湘江流域水质环境演变特征研究[J]. 环境科学与管理,39(5):62-66.

田琪,李利强,欧伏平,等,2016. 洞庭湖氮磷时空分布及形态组成特征[J]. 水生态学杂志,37(3):19-25.

田泽斌,王丽婧,李小宝,等,2014. 洞庭湖出入湖污染物通量特征[J]. 环境科学研究,27(9):1008-1015.

王丽婧,汪星,刘录三,等,2013. 洞庭湖水水质因子的多元分析[J].环境科学研究,26(1):1-7.

王琦,欧伏平,张雷,等,2015. 三峡工程运行后洞庭湖水环境变化及影响分析[J]. 长江流域资源与环境,24(11):1843-1849.

王书航,姜霞,钟立香,等,2010. 巢湖沉积物不同形态氮季节性赋存特征[J]. 环境科学,31(4):946-953.

王伟,卢少勇,金相灿,等,2010. 洞庭湖沉积物及上覆水体氮的空间分布[J]. 环境科学与技术,33(12F):6-10.

熊剑,喻方琴,田琪,等,2016. 近 30 年来洞庭湖水水质营养状况演变特征分析[J]. 湖泊科学,28(6):1217-1225.

杨胜,2011. 沅江干流怀化段总磷污染成因分析与防治对策[J]. 硅谷,(5):121.

袁旭音,王爱华,许乃政,2004. 太湖沉积物中重金属的地球化学形态及特征分析[J]. 地球化学,33(6):611-618.

张光贵,2015. 洞庭湖表层沉积物营养盐和重金属污染特征及生态风险评价[J]. 水生态学杂志,36(2):25-31.

张光贵,田琪,郭晶,2015. 洞庭湖表层沉积物重金属生态风险及其变化趋势研究[J]. 生态毒理学报,10(3):184-191.

张敏,张伟军,2011. 洞庭湖水水质状况分析与水环境保护研究[J]. 长江工程职业技术学院学报,28(4):16-18,23.

张婷,李德亮,许宝红,等,2009. 西洞庭湖区养殖水体浮游植物调查与水质评价[J].水生态学杂志,2(5):12-18.

赵艳民,张雷,王丽婧,等,2017. 基于筛分子水平浓度法的洞庭湖沉积物质量基准初步分析[J]. 湖泊科学,29(1):78-86.

LIU Jinming, ZHU Chunxia, SHI Yaojun, et al, 2012. Surveillance of *Schistosoma japonicum* infection in domestic ruminants in the Dongting Lake region, Hunan Province, China [J]. Plos One,7(2):1-5.

QIAN Y, ZHENG M H, GAO L, et al, 2005. Heavy metal contamination and its environmental risk assessment in surface sediments from Lake Dongting, People's Republic of China[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 75(1):204-210.

ROSS A G, LI Yue sheng, SLEIGH A S, et al,1997. Epidemiologic features of *Schistosoma japonicum* among fishermen and other occupational groups in the Dongting Lake region (Hunan Province) of China [J]. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,57(3):302-308.

YAO Zhigang, BAO Zhengyu, GAO Pu,2006. Environmental assessments of trace metals in sediments from Dongting Lake, central China[J]. Journal of China University of Geosciences, 17(4):310-319.

Pollution Status and Source Analysis of the Water Environment in Dongting Lake

GUO Jing, LIAN Hua, LI Li-qiang, HUANG Dai-zhong, WANG Chou-ming

(Ecological and Environmental Monitoring Center of Dongting Lake of Hunan,
State Environmental Protection Scientific Observation and Research
Station for Dongting Lake, Yueyang 414000, P.R.China)

Abstract: Research on the status and dynamics of water quality in Dongting Lake provides a scientific basis for managing and protecting the water environment. In this study, we tracked variations in water quality in Dongting Lake from 2012 to 2016, analyzed pollutant loading and identified primary pollutant sources based on the 2014 study of pollution sources. A total of 17 monitoring sites were set in Dongting Lake: 5 at lake inlets, 11 in open lake areas and 1 at the outlet. Water environmental parameters were monitored monthly from 2012 to 2016 and the single factor method was used to evaluate water quality at each site. In 2016, water quality at the five lake inlet sites all met Class III standard and was generally good. Water quality at the open lake sites and outlet met Class IV and V standards, indicating light pollution. Water quality at the Nanzui site (west Dongting Lake) and the Daxiaoxihu site (east Dongting Lake) met Class V standards, indicating moderate pollution. In 2012, water quality at all monitoring sites was better than Class V, but declined to Class V at 20% of the sites in 2013, 2014 and 2016 and 52.94% of the sites in 2015. TN and TP were the main pollutants. From 2012 to 2016, the annual average concentration range of TN was 1.411–2.746 mg/L and, for TP, 0.032–0.162 mg/L. In 2016, the average concentration range of TN at the 17 sites was 1.523–2.356 mg/L and, for TP, 0.064–0.139 mg/L. The major sources of TN and TP to Dongting Lake were inflows, primarily from Xiangjiang River, Yuanjiang River and Songzi inlet. TN was mainly from the Xiangjiang and Yuanjiang Rivers and TP was mainly from Yuanjiang River and Songzi inlet. Livestock, poultry and discharge of municipal wastewater were the primary sources of nitrogen and phosphorus pollution in the lake basin.

Key words: water quality assessment; nutrient pollution; pollutant source; Dongting Lake