

# 环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第37卷 第2期

Vol.37 No.2

**2016**

中国科学院生态环境研究中心 主办  
科学出版社 出版



目次

编者按 ..... (403)

我国化学品的风险评价及风险管理 ..... 王铁宇,周云桥,李奇锋,吕永龙 (404)

土地利用回归模型在大气污染时空分异研究中的应用 ..... 吴健生,谢舞丹,李嘉诚 (413)

中国2000~2010年生态足迹变化特征及影响因素 ..... 黄宝荣,崔书红,李颖明 (420)

关中地区冬季PM<sub>2.5</sub>中碳气溶胶的污染特征及来源解析 ..... 田鹏山,曹军骥,韩永明,张宁宁,张蓉,刘随心 (427)

利用SPAMS研究南宁市冬季单颗粒气溶胶化学成分 ..... 刘慧琳,宋红军,陈志明,黄炯丽,杨俊超,毛敬英,李宏姣,梁桂云,莫招育 (434)

南京夏季市区VOCs特征及O<sub>3</sub>生成潜势的相关性分析 ..... 杨笑笑,汤莉莉,张运江,母应峰,王鸣,陈文泰,周宏仓,花艳,江蓉馨 (443)

北京城区气传花粉季节特征及与气象条件关系 ..... 孟龄,王效科,欧阳志云,任玉芬,王巧环 (452)

重庆市垃圾焚烧厂汞的分布特征与大气汞排放因子研究 ..... 段振亚,苏海涛,王凤阳,张磊,王书肖,余斌 (459)

三峡库区腹地大气微量金属干湿沉降特征 ..... 张六一,刘源,乔保清,付川,王欢博,黄怡民,杨复沫 (466)

长沙近地面水汽中稳定同位素的监测与分析 ..... 谢宇龙,章新平,姚天次,黄煌 (475)

青藏高原内陆典型冰川区“冰川-径流”汞传输过程 ..... 孙学军,王康,郭军明,康世昌,张国帅,黄杰,丛志远,张强弓 (482)

西藏湖泊沉积物重金属元素特征及生态风险评估 ..... 郭泌汐,刘勇勤,张凡,侯居峙,张宏波 (490)

坦噶尼喀湖东北部入湖河流沉积物重金属分布特征与生态风险评价 ..... 余成,陈爽,张路 (499)

近百年来新疆博斯腾湖多环芳烃的组成及变化特征 ..... 沈贝贝,吴敬禄,赵中华,曾海鳌,金苗 (507)

舟山青浜岛不同环境介质中PAHs的分布特征 ..... 郑煌,邢新丽,顾延生,桂福坤,祁士华,黄煊芳 (513)

模拟排水沟渠非点源溶质氮迁移实验研究 ..... 李强坤,宋常吉,胡亚伟,彭聪,马强,姜正曦,琚艺萌 (520)

中田河流域景观异质性对水体总氮浓度影响研究 ..... 王晶萍,李兆富,刘红玉,王刚,辛强 (527)

江西香溪流域干湿季交替下底泥氮释放机制及其对流域氮输出的贡献 ..... 韩宁,郝卓,徐亚娟,高扬,于贵瑞 (534)

巢湖水体氮磷营养盐时空分布特征 ..... 奚姗姗,周春财,刘桂建,吴蕾,王培华 (542)

合肥城郊典型农田溪流系统沉积物磷形态及释放风险分析 ..... 裴婷婷,李如忠,高苏蒂,罗月颖 (548)

桑沟湾表层沉积物性质及对磷的吸附特征 ..... 朱佳美,曹晓燕,刘素美,王丽莎,杨桂朋,葛成凤,路敏 (558)

苏州市古城区降雨径流颗粒物粒径分布及污染物赋存形态 ..... 李淮,吴玮,田永静,黄天寅 (565)

洪泽湖有毒和无毒微囊藻丰度及其与环境因子之间的相关分析 ..... 李大命,张彤晴,唐晟凯,段翠兰,杨俊虎,穆欢,刘小维 (573)

三峡库区消落带水体CDOM中电荷转移配合物对其紫外-可见吸收光谱的影响 ..... 江韬,梁俭,张慕雪,王定勇,魏世强,卢松 (580)

pH对高锰酸钾氧化降解苯胺类化合物动力学的影响 ..... 王辉,孙波,关小红 (588)

EDTA对Pd/Fe体系还原脱氯2,4-D的影响 ..... 周红艺,聂亚中,陈勇,雷双健 (595)

镍铝层状氧化物薄膜电极的制备及其除盐性能 ..... 王婷,朱春山,胡承志 (602)

微生物对砷的氧化还原竞争 ..... 杨婷婷,柏耀辉,梁金松,霍旻,王明星,袁林江 (609)

处理水产养殖污水潜流湿地中的厌氧氨氧化菌群特征 ..... 曾宪磊,刘兴国,吴宗凡,时旭,陆诗敏 (615)

污水回用中主要病原菌解析及其紫外消毒效应 ..... 景明,王磊 (622)

异养硝化-好氧反硝化菌 *Burkholderia* sp. YX02 强化连续流反应器中微生物群落结构解析 ..... 邵基伦,曹刚,李紫惠,黄郑郑,罗恺,莫渊辉 (630)

基于新一代测序技术的A<sup>2</sup>O与BIOLAK活性污泥宏基因组比较分析 ..... 田美,刘汉湖,申欣 (638)

1株海洋异养硝化-好氧反硝化菌的分离鉴定及其脱氮特性 ..... 孙庆花,于德爽,张培玉,林学政,李津 (647)

纳米Ni/Fe用于去除染料生产废水二级生物处理出水中AOX和色度的研究 ..... 舒小铭,徐灿灿,刘锐,赵远,陈吕军 (655)

3BER-S工艺用于再生水深度脱氮同步去除PAEs的可行性 ..... 徐鹏程,郝瑞霞,张娅,王冬月,钟丽燕,徐浩丹 (662)

合成时间对钛酸盐纳米材料的影响及其吸附水中铅的性能研究 ..... 范功端,陈丽茹,林茹晶,林茜,苏昭越,林修咏 (668)

芦苇秸秆生物炭对水中菲和1,1-二氯乙烯的吸附特性 ..... 吴晴雯,孟梁,张志豪,罗启仕,杨洁 (680)

芦苇基和污泥基生物炭对水体中诺氟沙星的吸附性能 ..... 张涵瑜,王兆炜,高俊红,朱俊民,谢超然,谢晓芸 (689)

季节性温度升高对落干期消落带土壤氮矿化影响 ..... 林俊杰,张帅,刘丹,周斌,肖晓君,马慧燕,于志国 (697)

增温及秸秆施用对冬小麦田土壤呼吸和酶活性的影响 ..... 陈书涛,桑琳,张旭,胡正华 (703)

基于GIS的银川市不同功能区土壤重金属污染评价及分布特征 ..... 王幼奇,白一茹,王建宇 (710)

不同产地硅藻土原位控制土壤镉污染差异效应与机制 ..... 朱健,王平,林艳,雷明婧,陈仰 (717)

紫色土对邻苯二甲酸二甲酯的淋溶吸持特征及影响因素 ..... 王强,宋娇艳,曾微,王法 (726)

几种修复措施对Cd淋失及土壤剖面运移影响 ..... 刘孝利,曾昭霞,铁柏清,陈求稳,魏祥东 (734)

河北邯郸钢铁冶炼区周边麦田土和小麦籽粒的多环芳烃含量及其组分谱特征 ..... 吴迪,汪宜龙,刘伟健,陈源琛,付晓芳,陶澍,刘文新 (740)

湿生环境中丛枝菌根(AM)对香蒲耐Cd胁迫的影响 ..... 罗鹏程,李航,王曙光 (750)

溴酸盐对水生生物的急性毒性效应 ..... 王执伟,刘冬梅,张文娟,崔福义 (756)

自组装哑铃状Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>微/纳米材料对十溴联苯的热催化降解 ..... 黄鑫辰,宗刚,刘焯焯,芦会杰,李倩倩,李宾克,赵彦辉,苏贵金 (765)

盐度对准好氧矿化垃圾生物反应器渗滤液处理及N<sub>2</sub>O产生的影响 ..... 李卫华,孙英杰,刘子梁,马强,杨强 (775)

污泥直接干化尾气中恶臭污染物重要性评价:以指标权重评分法为例 ..... 丁文杰,陈文和,邓明佳,罗辉,李琳,刘俊新 (782)

《环境科学》征订启事(557) 《环境科学》征稿简则(594) 信息(419,442,781)

# 巢湖水体氮磷营养盐时空分布特征

奚姗姗<sup>1</sup>, 周春财<sup>1</sup>, 刘桂建<sup>1\*</sup>, 吴蕾<sup>1</sup>, 王培华<sup>2</sup>

(1. 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 合肥 230026; 2. 安徽省环境科学研究院, 合肥 230000)

**摘要:** 在不同汛期对巢湖水体进行了网格化样品采集, 研究了巢湖水体中氮磷营养盐的含量与时空分布规律, 确定了巢湖水体的主要污染因子. 结果表明, 巢湖入湖河流中 TP、TN 和  $\text{NO}_3^-$ -N 指标均超过了 V 类水标准, 南淝河和十五里河中 TP、TN、 $\text{NH}_4^+$ -N 和  $\text{NO}_3^-$ -N 表现出丰水期低于平水期、枯水期的季节性变化特征, 在其他河流则呈现出丰水期高于枯水期、平水期的特征; 巢湖湖体氮磷营养盐浓度的分布存在时空差异, 西部湖区中氮磷营养盐含量远高于东部湖区; TP、TN 和  $\text{NH}_4^+$ -N 表现出在枯水期高于平水期和丰水期的变化特征, 而  $\text{NO}_3^-$ -N 在丰水期的含量较高; 巢湖水体的主要污染因子为 TN 和  $\text{NH}_4^+$ -N, 这些污染物从西往东质量浓度不断减少.

**关键词:** 氮磷营养盐; 时空分布; 地表水; 巢湖

中图分类号: X524 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2016)02-0542-06 DOI: 10.13227/j.hjxx.2016.02.019

## Spatial and Temporal Distributions of Nitrogen and Phosphate in the Chaohu Lake

XI Shan-shan<sup>1</sup>, ZHOU Chun-cai<sup>1</sup>, LIU Gui-jian<sup>1\*</sup>, WU Lei<sup>1</sup>, WANG Pei-hua<sup>2</sup>

(1. School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China, 2. Anhui Research Academy of Environmental Sciences, Hefei 230000, China)

**Abstract:** In order to determine the concentrations, spatial and temporal distributions of nitrogen (N) and phosphorus (P) nutrients in Chaohu Lake, the surface water samples were collected systemically in different flood seasons by grid sampling methods. Meanwhile, the predominant pollution factors and priority control area were confirmed. The results showed that the concentrations of TP, TN and  $\text{NO}_3^-$ -N in the inflowing rivers were higher than the V class water standard, the concentrations of nutrients in wet season were lower than those in normal season and dry season in Nanfei River and Shiwuli River, while the levels of nutrients in the other selected rivers were higher in wet season. The variations of spatial and temporal of nutrients were observed in the Chaohu Lake. The concentrations of N and P nutrients in the western part of Chaohu Lake were higher than those of the eastern part. The elevated concentrations of TP, TN and  $\text{NH}_4^+$ -N were found in the dry season, while the elevated content of  $\text{NO}_3^-$ -N was observed in the wet season. The predominant pollution factors in Chaohu Lake were TN and  $\text{NH}_4^+$ -N, the concentrations of these nutrients were decreasing from the western part of the Chaohu Lake to the eastern part of the Chaohu Lake.

**Key words:** N and P nutrients; spatiotemporal distribution; surface water; Chaohu Lake

巢湖位于安徽省中部, 长江中下游左岸, 是我国五大淡水湖之一. 巢湖的水文特征表现为入湖水系众多、湖库深度大、水体环境相对封闭、水体更新周期长、水体流速缓慢等特征<sup>[1-3]</sup>. 近年来, 巢湖流域正处在飞速城市化发展中, 区域土地利用从农业用地转变为城市和工业用地, 人口剧增, 人类经济活动强度大. 巢湖是工农业和生活饮用水的重要来源, 也是沿岸工农业和生活排水的主要纳污场地<sup>[4]</sup>. 随着工业化、城镇化的发展, 氮磷富营养化物排放量不断增加, 水体富营养化日益严重, 巢湖水质污染问题严峻<sup>[5,6]</sup>. 巢湖流域经济社会发展与环境保护的矛盾突出, 因此, 巢湖水体污染治理已刻不容缓.

自从巢湖转变为富营养化湖泊以来, 政府部门和众多学者对巢湖的污染过程<sup>[7,8]</sup>、富营养化机

制<sup>[9,10]</sup>、污染源甄别<sup>[11,12]</sup>、内源控制<sup>[13,14]</sup>和区域水质变化<sup>[15,16]</sup>等方面展开了大量研究, 取得了较好的成果, 开展了一系列对策措施, 并出台了相关的政策规定<sup>[17,18]</sup>. 然而巢湖水体富营养问题并没有被很好地解决, 巢湖西部湖区夏季蓝藻暴发依然普遍. 研究巢湖水体富营养现状与时空变化特征可以为控制和削减巢湖水体富营养化提供重要的理论参考和数据支持<sup>[19-21]</sup>.

本研究通过对不同汛期巢湖入湖河流和湖体的水环境质量现状进行网格化的调查和监测, 结合巢湖的水文特征和水环境特性, 揭示了巢湖水体氮磷

收稿日期: 2015-08-17; 修订日期: 2015-09-18

基金项目: 安徽省环境保护科研课题项目(2015-011, 2014-003)

作者简介: 奚姗姗(1982~), 女, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为水体富营养化, E-mail: xishanshan2014@163.com

\* 通讯联系人, E-mail: lgj@ustc.edu.cn

营养盐的时空分布特征,确定了巢湖污染的关键控制因子,旨在为巢湖水质保护和科学的水污染治理技术提供基础支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

巢湖流域面积为13 350 km<sup>2</sup>,涵盖合肥市区、肥西县、肥东县、巢湖市、含山县、和县、庐江、无为和舒城县。流域人口达965万人,人口密度为715人·km<sup>-2</sup>,是安徽省人口最密集、经济最发达的生态脆弱区<sup>[2,11]</sup>。巢湖处于长江中下游左岸,是长江流域的重要支流,水域面积约为770 km<sup>2</sup>,以忠庙-姥山岛-齐头咀为界,分为东湖区和西湖区,其中西部湖区和东部湖区的水域面积分别为250 km<sup>2</sup>和550

km<sup>2</sup>。巢湖流域水系较为发达,共有大小河流33条,主要入湖河流为杭埠-丰乐河(HB)、派河(PH)、十五里河(SWL)、南淝河(NF)、双桥河(SQ)、柘皋河(ZG)、兆河(ZH)和白石天河(BST)8条,其中杭埠-丰乐河、派河、南淝河和白石天河4条河流占流域径流量90%以上<sup>[1,2]</sup>。

### 1.2 样品采集与测试分析

为系统研究巢湖水体中氮磷营养盐分布与变化特征,本次研究根据样品采集的代表性以及巢湖的自然形态,利用经纬度网格法对整个巢湖湖区和8条主要入湖河流进行不同汛期布点采样,采样时间分别为2013年7月(丰水期、夏季)、2013年11月(平水期、秋季)和2014年1月(枯水期、冬季),采样点分布可见图1。

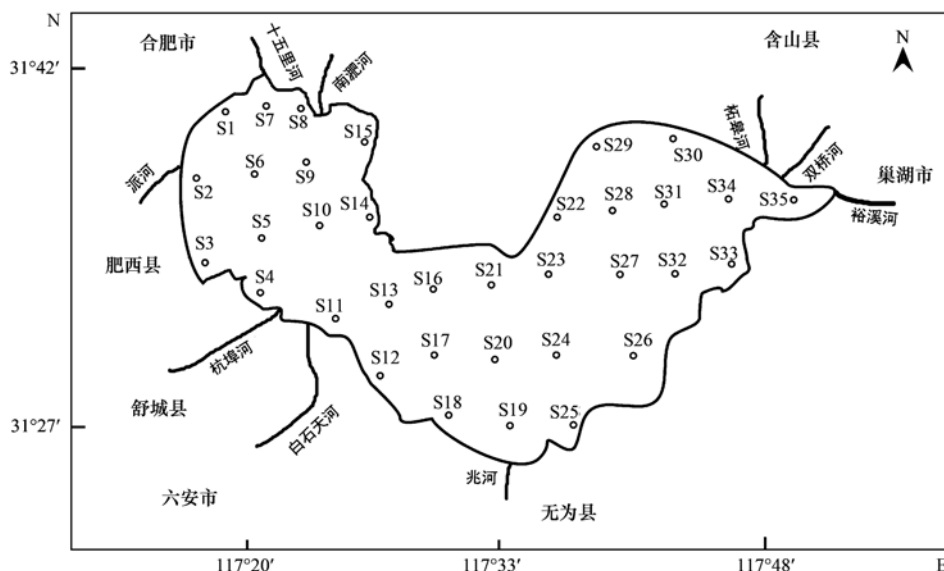


图1 巢湖采样分布示意

Fig. 1 Sampling locations of Chaohu Lake

所有的采样点均用全球卫星定位系统进行定位,采集水面0.5 m以下处的水样,保存于2.5 L的聚乙烯塑料瓶中,放入装有冰袋的保存箱中暂存。

水样的预处理及分析测试均参照国家相关标准方法。总磷(TP)、总氮(TN)、氨氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)和硝氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)分别采用过硫酸钾氧化-钼锑抗分光光度法(GB 11893-89)、碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法(GB 11894-89)、纳氏试剂分光光度法(HJ 535-2009)和酚二磺酸分光光度法(GB 7480-87)进行测定。为保证所测数据的准确性,所有样品均做3次平行,试验结果以3次分析结果的平均值表示。通过测试可知,3次平行分析结果的误差小于5%。试验数据采用Excel 2013、OriginPro 8.0、SPSS 16和ArcGIS 10.0进行分析与绘图。

## 2 结果与讨论

### 2.1 巢湖入湖河流氮磷营养盐的时空分布特征

巢湖入湖河流流量和水质季节性变化很大,主要受大气降水影响。不同汛期巢湖入湖河流氮磷营养盐的含量可见表1。从中可知,入湖河流TP的浓度为0.06~2.46 mg·L<sup>-1</sup>,平均值为0.58 mg·L<sup>-1</sup>;TN的浓度为0.39~24.6 mg·L<sup>-1</sup>,平均值为6.00 mg·L<sup>-1</sup>;NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N的浓度为0.08~21.6 mg·L<sup>-1</sup>,平均值为4.90 mg·L<sup>-1</sup>;NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N的浓度为0.14~1.58 mg·L<sup>-1</sup>,平均值为0.78 mg·L<sup>-1</sup>;与地表水环境质量标准(GB 3838-2002)比较可知,其TP、TN和氨氮指标均超过了V类水标准,且在夏季的浓度最低,可能是由于夏季雨水充沛,稀释了其浓度。

从不同河流的含量特征可知,位于巢湖西部湖区的南淝河、十五里河和派河的污染较为严重,其 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP 和 TN 的浓度均远远超过了国家V类水标准. 而位于巢湖东部湖区的兆河、柘皋河和双桥河的污染程度较轻,基本属于III-IV类水水平. 对不同季节巢湖入湖河流氮磷营养盐特征进行比较可知(图2),各河流在不同季节的变化也有所不同. 南淝河和十五里河中 TP、TN 和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 随着季节的变化明显,其含量冬季>秋季>夏季,而 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的变化不明显,可能是由于这些河流在冬季和秋季的水源补给以工业和生活污水排放为主<sup>[5,11]</sup>,而夏季主要

以雨水径流为主,导致河流污染浓度因雨水稀释而降低. 在杭埠河、白石天河、兆河、柘皋河和双桥河中,其 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP 和 TN 随季节的变化较小,且 TP 主要在秋季和冬季偏高,而 TN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$  和  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的含量则在夏季偏高,可能是由于这些河流主要流经农业耕作区域,夏季是农业施肥的一个集中时期,而且雨水偏多,在雨水淋溶和水土流失作用下,农田中的硝酸盐化肥进入河流中,从而导致这些河流中 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 在夏季含量高. 此外,有机氮可在有氧条件下经微生物分解形成 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,从而致使 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 TN 在夏季的含量偏高<sup>[3]</sup>.

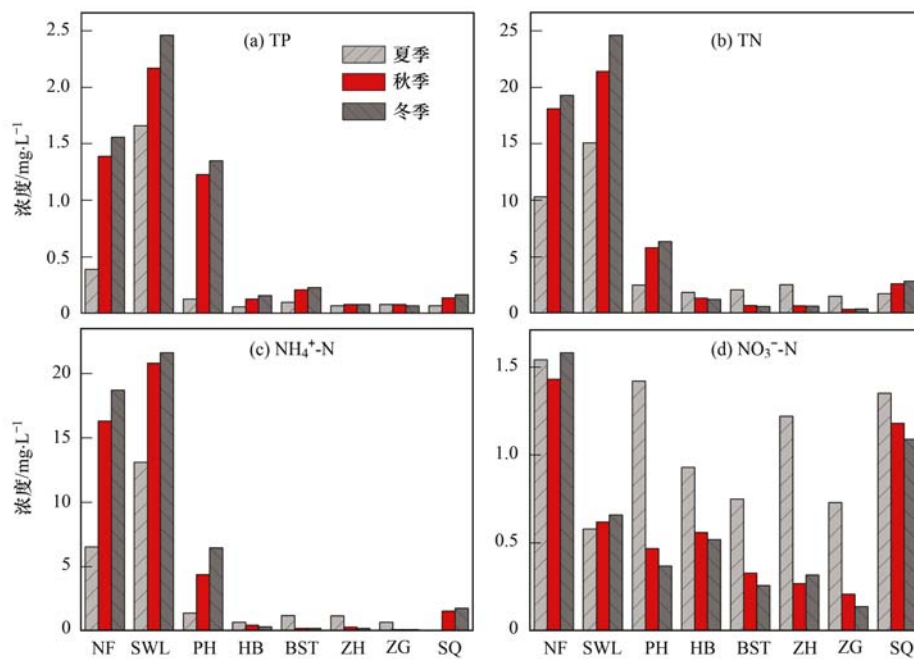


图2 巢湖入湖河流中氮磷营养盐的分布特征

Fig. 2 Distribution characteristics of N and P nutrients in the inflowing rivers of Chaohu Lake

表1 巢湖入湖河流中氮磷营养盐的分布特征/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Table 1 Concentrations of N and P nutrients in the inflowing rivers of Chaohu Lake/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

项目	TP			TN			$\text{NH}_4^+\text{-N}$			$\text{NO}_3^-\text{-N}$		
	夏季	秋季	冬季	夏季	秋季	冬季	夏季	秋季	冬季	夏季	秋季	冬季
南淝河	0.39	1.39	1.56	10.3	18.1	19.3	6.55	16.3	18.7	1.54	1.43	1.58
十五里河	1.66	2.17	2.46	15.1	21.4	24.6	13.1	20.8	21.6	0.58	0.62	0.66
派河	0.13	1.23	1.35	2.52	5.82	6.37	1.43	4.39	6.48	1.42	0.47	0.37
杭埠河	0.06	0.13	0.16	1.87	1.37	1.26	0.69	0.48	0.35	0.93	0.56	0.52
白石天河	0.10	0.21	0.23	2.12	0.72	0.64	1.23	0.23	0.24	0.75	0.33	0.26
兆河	0.07	0.08	0.08	2.55	0.69	0.66	1.20	0.32	0.23	1.22	0.27	0.32
柘皋河	0.08	0.08	0.07	1.53	0.39	0.42	0.69	0.13	0.14	0.73	0.21	0.14
双桥河	0.07	0.14	0.17	1.76	2.65	2.86	0.08	1.56	1.79	1.35	1.18	1.09
季节均值	0.32	0.68	0.76	4.72	6.39	7.01	3.12	5.53	6.20	1.07	0.63	0.62
年度均值		0.58			6.00			4.90			0.78	

## 2.2 巢湖水体中氮磷营养盐的时空分布规律

### 2.2.1 巢湖水体中氮磷营养盐的含量

通过对巢湖湖体网格化采样分析可知,巢湖湖

体中 TP 的浓度为  $0.04 \sim 1.40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 平均值为  $0.20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; TN 的浓度为  $0.84 \sim 23.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 平均值为  $3.85 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  浓度为  $0.17 \sim 10.2$

$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 平均值为  $1.34 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^- -\text{N}$  的浓度为  $0.20 \sim 12.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 平均值为  $1.98 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 与地表水环境质量标准(GB 3838-2002) 比较可知, 巢湖湖体中 TN 超过 V 类水标准,  $\text{NH}_4^+ -\text{N}$  超过 III 标准, 污染问题依然严峻。

通过对巢湖东部湖区和西部湖区氮磷营养盐的分析可知(表 2), 西部湖区中氮磷营养盐的含量远远高于东部湖区, 这是由于西部湖区靠近城市活动区域, 南淝河更是横穿合肥, 大量的生活污水、工业废水以及农业用水等通过南淝河、十五里河和派河

等进入西部湖区<sup>[4,9]</sup>, 导致西部湖区水体中氮磷营养盐含量高, 而东部湖区离市区较远, 河流较少, 排入东部湖区的污染物较少, 且可由裕溪闸排出, 因此含量较西部湖区低。

从不同季节湖体中氮磷营养盐的含量可知(表 2), 湖体污染物在冬季的含量 > 秋季 > 夏季的含量, 这可能是由于冬季入湖河流中污染物的含量高于夏季入湖河流污染物的含量, 污染物进入湖体后不能及时排出, 且夏季雨水充沛, 裕溪闸排放量大, 可以较好地稀释湖体污染物。

表 2 巢湖东部湖区和西部湖区中氮磷营养盐的含量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Table 2 Concentrations of N and P nutrients in different parts of Chaohu Lake/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

项目	西部湖区			东部湖区		
	夏季	秋季	冬季	夏季	秋季	冬季
TP	$0.20 \pm 0.05$	$0.26 \pm 0.07$	$0.27 \pm 0.03$	$0.13 \pm 0.02$	$0.14 \pm 0.04$	$0.12 \pm 0.03$
TN	$4.68 \pm 1.54$	$6.74 \pm 1.78$	$6.81 \pm 1.05$	$1.60 \pm 0.33$	$1.53 \pm 0.19$	$1.69 \pm 0.24$
$\text{NH}_4^+ -\text{N}$	$1.46 \pm 0.64$	$2.46 \pm 0.72$	$2.54 \pm 0.57$	$0.41 \pm 0.13$	$0.60 \pm 0.26$	$0.52 \pm 0.13$
$\text{NO}_3^- -\text{N}$	$2.40 \pm 0.78$	$3.61 \pm 0.92$	$3.33 \pm 1.44$	$0.76 \pm 0.25$	$0.69 \pm 0.17$	$0.70 \pm 0.28$

### 2.2.2 巢湖水体中氮磷营养盐的时空分布特征

不同季节(汛期)巢湖水体中 TP 的时空分布特征可见图 3。夏季巢湖大部地区含量总磷含量小于  $0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属于 I ~ III 类水, 在杭埠河和白石天河附近含量为  $0.2 \sim 0.3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属于 IV 类水, 主要的污染出现在南淝河和十五里河入湖口周边, 最大值达  $1.14 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 表明巢湖总磷的来源主要为南淝河和十五里河。南淝河和十五里河是合肥城市生活水和工业废水的主要排放地, 在生活用水中含有大量的磷, 从

而导致巢湖西北部总磷的污染。在杭埠河和白石天河入湖口中总磷主要来源于磷肥的施用, 通过雨水冲刷和地表径流等途径而进入河流中<sup>[22]</sup>。

在秋季和冬季, 巢湖中 IV 类水区域增加, 主要出现在西部湖区区域。且随着季节变化, 污染区域不断往东部湖区扩散, 这可能是由于秋季和冬季降雨量的减少而导致水量的减少, 而磷源的输入没有减少, 从而导致总磷含量的增加。在东部其水质较好, 均属于 I ~ III 类水。

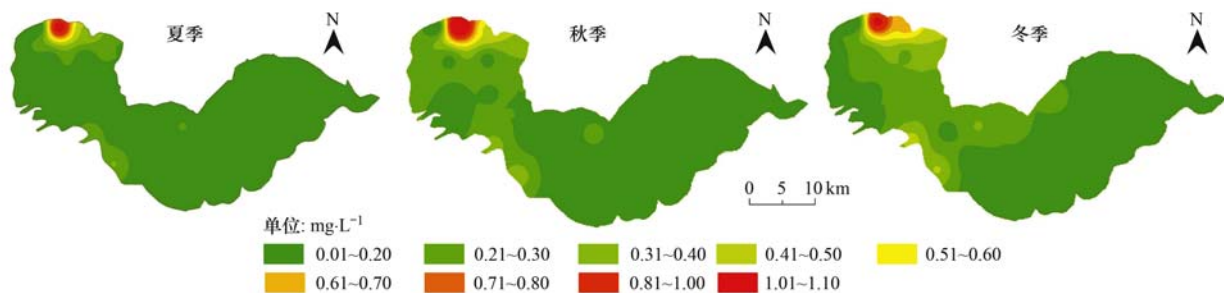


图 3 TP 在巢湖的时空分布特征

Fig. 3 Temporal and spatial distribution characteristics of TP in the Chaohu Lake

巢湖中 TN 的时空分布特征可见图 4。夏季巢湖 TN 污染严重, 整个巢湖含量均超过地表水 III 类水标准( $1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )。巢湖 TN 的空间分布明显, 主要可以分为 3 区, 第一区为巢湖的东南部, 含量为  $1.0 \sim 1.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属于 IV 类水; 第二区为偏东部地区, 含量为  $1.6 \sim 2.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 属于 V 类水; 第三区为西部和中部地区, 其含量均超过国家地表水 V 类水标准, 最大值为南淝河和十五里河入湖口(达

$13.04 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), 污染严重。从整体趋势看, TN 从西部往东部逐渐降低, 众多河流水注入巢湖后, 从西部流向东部, 最后通过裕溪河排出。氮源通过河流输入后, 随着向东的迁移而不断地稀释。因此要控制氮源, 首要的是控制南淝河、十五里河、杭埠河等河流氮源的不断输入。从季节的变化来看(图 4), TN 的区域变化不明显, 然而在西部湖区北部地区, 污染严重区域增加, 可能是由于雨水的减少而使水量减

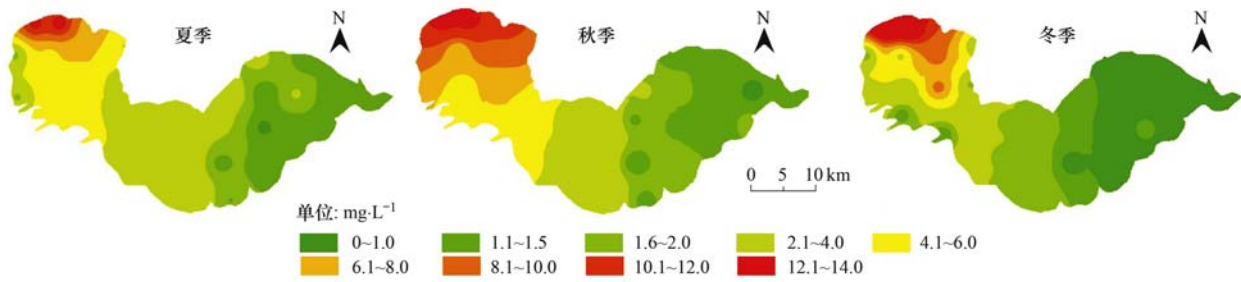


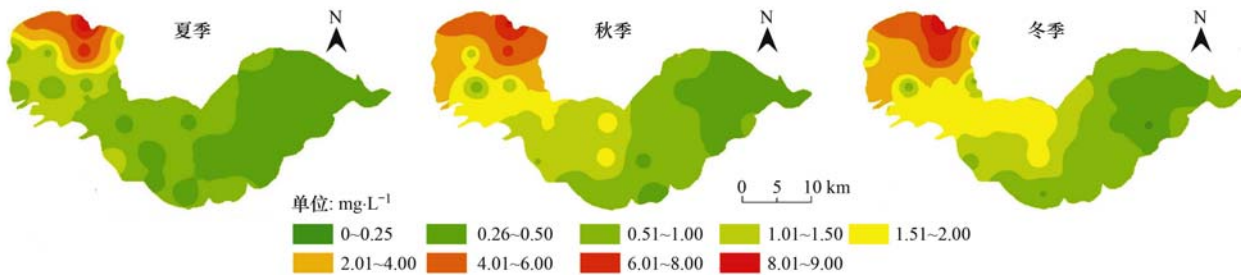
图 4 TN 在巢湖的时空分布特征

Fig. 4 Temporal and spatial distribution characteristics of TN in the Chaohu Lake

少,水流速度的降低也导致了 TN 迁移变缓,也使东部湖区水质好转<sup>[23,24]</sup>.

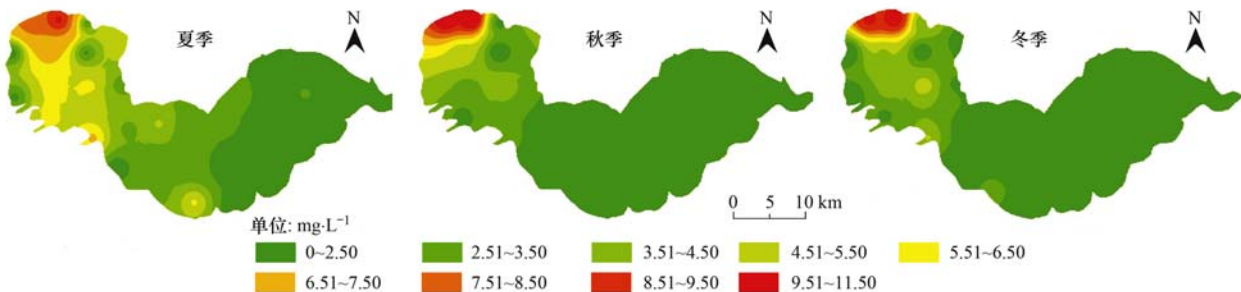
通过对巢湖湖体中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的研究可知(图 5),夏季巢湖中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的空间分布可以分为 4 区,第一区为巢湖东部地区,其含量为 $0.16 \sim 0.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,属于 II 类水;第二区为巢湖的中部地区,其含量为

$0.51 \sim 1.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,属于 III 类水;第三区西部湖区的南部地区,含量为 $1.01 \sim 1.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,属于 IV 类水,而在西部湖区的北部地区含量较高,主要集中在南淝河和十五里河入湖口周边. 随着季节变化(图 5),由于雨水的减少,巢湖湖体中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 总量增加,水质变差,并向东迁移.

图 5  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  在巢湖的时空分布特征Fig. 5 Temporal and spatial distribution characteristics of  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  in the Chaohu Lake

从图 6 可知,巢湖湖体内 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在西部湖区的含量高于东部湖区的含量,且从西部湖区往东部湖区,其含量不断减少. 其最大值也是出现在南淝河和十五里河入湖口处. 从季节变化来看,夏季湖体中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 较秋季和冬季含量高,这与入湖河流的分布特征较为一致. 夏季湖体中高含量的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 可能

受外源化肥输入和内部生物作用造成. 夏季是农业耕作的集中时期,随着大量含氮肥料的施用,硝酸盐在雨水冲刷和水土流失的作用下经过河流或直接进入湖体中<sup>[25]</sup>. 同时由于夏季藻类生长和雨水较多,导致湖体中溶解氧不足, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 可在厌氧微生物的作用下转化为 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ <sup>[26,27]</sup>.

图 6  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  在巢湖的时空分布特征Fig. 6 Temporal and spatial distribution characteristics of  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  in the Chaohu Lake

通过对巢湖氮磷营养盐时空分布研究可知,巢湖西部湖区氮磷营养盐含量均不同程度地高于东部湖区,这是由于西部湖区入湖河流较多、流量大,且

西部湖区入湖河流沿岸聚集着城市生活区、工业生产区和农业耕作区. 其中,南淝河和十五里河的污染最为严重,随着上游董铺水库、大房郢水库对来

水的拦蓄和城市化导致汇水区域的地表硬化, 降雨后的蓄水能力下降, 这些河流已演变为典型的缺乏生态基流的重负荷河流. 由于缺乏清洁水源, 以污水处理厂尾水为主的再生水已成为南淝河的重要补给水源, 占南淝河水量的 32.9%, 尤其在合肥市城区段污水处理厂尾水已成为主要的补给水源的, 占比达 69.7%<sup>[1,7,8]</sup>. 同时, 随着裕溪闸的建立, 巢湖水体环境相对封闭, 更新周期长, 水体流速滞缓, 也导致了氮磷营养盐在巢湖西部湖区的富集. 巢湖西部湖区入湖河流营养盐输入量巨大, 远远超出了巢湖的自净能力, 从而为蓝藻的暴发提供了营养物质. 因此, 为有效地削减和控制巢湖氮磷营养盐, 减少南淝河和十五里河等河流污染的输入、补给生态基流是关键.

### 3 结论

(1) 入湖河流中 TP、TN 和  $\text{NO}_3^-$ -N 指标均超过了 V 类水标准. 季节性水量变化对其浓度变化有重要影响, 由于雨水稀释, 夏季南淝河和十五里河中 TP、TN 和  $\text{NO}_3^-$ -N 含量低于秋季和冬季. 夏季杭埠河、白石天河、兆河和柘皋河中 TP、TN 和  $\text{NO}_3^-$ -N 含量较高可能是由于农耕地区化肥流失造成.

(2) 巢湖湖体中 TN 超过 V 类水标准,  $\text{NH}_4^+$ -N 超过 III 标准, 污染问题依然严峻. 由于受到城市活动的强烈影响, 西部湖区中氮磷营养盐的含量远远高于东部湖区.

(3) 巢湖水体的主要污染因子是 TP、TN 和  $\text{NH}_4^+$ -N 等, 尤其是 TN 和  $\text{NH}_4^+$ -N. 这些物质从西部湖区往东部湖区含量不断减少, 南淝河和十五里河污染最为严重, TN、TP 和  $\text{NH}_4^+$ -N 随季节的变化明显, 其变化特征受雨水补给、城市活动、农业生产和微生物作用等影响.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 屠清瑛, 顾丁锡, 尹澄清, 等. 巢湖富营养化研究[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990.
- [ 2 ] 殷福才, 张之源. 巢湖富营养化研究进展[J]. 湖泊科学, 2003, 15(4): 377-384.
- [ 3 ] 张之源, 王培华, 张崇岱. 巢湖营养化状况评价及水质恢复探讨[J]. 环境科学研究, 1999, 12(5): 45-48.
- [ 4 ] 刘恩峰, 杜臣昌, 羊向东, 等. 巢湖沉积物中磷蓄积时空变化及人为污染定量评价[J]. 环境科学, 2012, 33(9): 3024-3030.
- [ 5 ] 尚广萍, 徐振宇, 李玉成, 等. 巢湖西半湖富营养化时空变化趋势与成因分析[J]. 生物学杂志, 2010, 27(5): 56-59.
- [ 6 ] 赵海泉, 胡子全. 巢湖东半湖水体富营养化评价及其防治对策[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(5): 119-122.
- [ 7 ] 李国莲, 刘桂建, 姜萌萌, 等. 巢湖表层沉积物与上覆水体中重金属分配特征及其相关性研究[J]. 中国科学技术大学学报, 2011, 41(1): 9-15.
- [ 8 ] 叶琳琳, 吴晓东, 刘波, 等. 巢湖溶解性有机物时空分布规律及其影响因素[J]. 环境科学, 2015, 36(9): 3186-3193.
- [ 9 ] Zhang Y C, Ma R H, Zhang M, et al. Fourteen-year record (2000-2013) of the spatial and temporal dynamics of floating algae blooms in Lake Chaohu, observed from time series of Modis images[J]. Remote Sensing, 2015, 7(8): 10523-10542.
- [ 10 ] Yu L, Kong F X, Zhang M, et al. The dynamics of *microcystis* genotypes and microcystin production and associations with environmental factors during blooms in Lake Chaohu, China[J]. Toxins, 2014, 6(12): 3238-3257.
- [ 11 ] Xi S S, Liu G J, Zhou C C, et al. Assessment of the sources of nitrate in the Chaohu Lake, China, using a nitrogen and oxygen isotopic approach[J]. Environmental Earth Sciences, 2015, 74(2): 1647-1655.
- [ 12 ] 李如忠, 李峰, 周爱佳, 等. 巢湖十五里河沉积物氮磷形态分布及生物有效性[J]. 环境科学, 2012, 33(5): 1503-1510.
- [ 13 ] 潘延安, 雷沛, 张洪, 等. 重庆园博园龙景湖新建初期内源氮磷分布特征及扩散通量估算[J]. 环境科学, 2014, 35(5): 1727-1734.
- [ 14 ] 李超, 王丹, 杨金燕, 等. 巢湖沉积物有效磷的原位高分辨分析研究[J]. 环境科学, 2015, 36(6): 2077-2084.
- [ 15 ] Li G L, Liu G J, Zhou C C, et al. Mobility, binding behavior and potential risks of trace metals in the sediments of the fifth largest freshwater lake, China[J]. Water Science & Technology, 2013, 67(11): 2503-2510.
- [ 16 ] Li G L, Liu G J, Zhou C C, et al. Spatial distribution and multiple sources of heavy metals in the water of Chaohu Lake, Anhui, China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2012, 184(5): 2763-2773.
- [ 17 ] 王岩, 姜霞, 李永峰, 等. 洞庭湖氮磷时空分布与水体营养状态特征[J]. 环境科学, 2014, 27(5): 484-491.
- [ 18 ] 秦伯强, 杨柳燕, 陈非洲, 等. 湖泊富营养化发生机制与控制技术及其应用[J]. 科学通报, 2006, 51(16): 1857-1866.
- [ 19 ] Taylor G D, Fletcher T D, Wong T H F, et al. Nitrogen composition in urban runoff-implications for stormwater management[J]. Water Research, 2005, 39(10): 1982-1989.
- [ 20 ] 卢少勇, 远野, 金相灿, 等. 7 条环太湖河流沉积物氮含量沿程分布规律[J]. 环境科学, 2012, 33(5): 1497-1502.
- [ 21 ] 邓建才, 陈桥, 翟水晶, 等. 太湖水体中氮、磷空间分布特征及环境效应[J]. 环境科学, 2008, 29(12): 3382-3386.
- [ 22 ] 包静玥, 鲍建国, 李立青. 山地城市新建湖库氮磷营养盐时空特征研究[J]. 环境科学, 2014, 35(10): 3709-3715.
- [ 23 ] 李如忠, 杨继伟, 钱靖, 等. 合肥城郊典型源头溪流不同渠道形态的氮磷滞留特征[J]. 环境科学, 2014, 35(9): 3365-3372.
- [ 24 ] 李如忠, 刘科峰, 钱靖, 等. 合肥市典型景观水体氮磷污染特征及富营养化评价[J]. 环境科学, 2014, 35(5): 1718-1726.
- [ 25 ] 温胜芳, 单保庆, 张洪. 巢湖表层沉积物磷的空间分布差异性研究[J]. 环境科学, 2012, 33(7): 2322-2329.
- [ 26 ] 刁晓君, 李一崑, 王曙光. 水华生消过程对巢湖沉积物微生物群落结构的影响[J]. 环境科学, 2015, 36(1): 107-113.
- [ 27 ] 马孟泉, 张玉超, 钱新, 等. 巢湖水体组分垂向分布特征及其对水下光场的影响[J]. 环境科学, 2014, 35(5): 1698-1707.



## CONTENTS

Editor's comment .....	( 403 )
Risk Assessment and Risk Management of Chemicals in China .....	WANG Tie-yu, ZHOU Yun-qiao, LI Qi-feng, <i>et al.</i> ( 404 )
Application of Land-use Regression Models in Spatial-temporal Differentiation of Air Pollution .....	WU Jian-sheng, XIE Wu-dan, LI Jia-cheng ( 413 )
Ecological Footprint Evolution Characteristics and Its Influencing Factors in China from 2000 to 2010 .....	HUANG Bao-rong, CUI Shu-hong, LI Ying-ming ( 420 )
Pollution Characteristics and Sources of Carbonaceous Aerosol in PM <sub>2.5</sub> During Winter in Guanzhong Area .....	TIAN Peng-shan, CAO Jun-ji, HAN Yong-ming, <i>et al.</i> ( 427 )
Chemical Composition of the Single Particle Aerosol in Winter in Nanning Using SPAMS .....	LIU Hui-lin, SONG Hong-jun, CHEN Zhi-ming, <i>et al.</i> ( 434 )
Correlation Analysis Between Characteristics of VOCs and Ozone Formation Potential in Summer in Nanjing Urban District .....	YANG Xiao-xiao, TANG Li-li, ZHANG Yun-jiang, <i>et al.</i> ( 443 )
Seasonal Dynamics of Airborne Pollens and Its Relationship with Meteorological Factors in Beijing Urban Area .....	MENG Ling, WANG Xiao-ke, OUYANG Zhi-yun, <i>et al.</i> ( 452 )
Mercury Distribution Characteristics and Atmospheric Mercury Emission Factors of Typical Waste Incineration Plants in Chongqing .....	DUAN Zhen-ya, SU Hai-tao, WANG Feng-yang, <i>et al.</i> ( 459 )
Characteristics of Atmospheric Dry and Wet Deposition of Trace Metals in the Hinterland of the Three Gorges Reservoir, China .....	ZHANG Liu-yi, LIU Yuan, QIAO Bao-qing, <i>et al.</i> ( 466 )
Monitoring and Analysis of Stable Isotopes of the Near Surface Water Vapor in Changsha .....	XIE Yu-long, ZHANG Xin-ping, YAO Tian-ci, <i>et al.</i> ( 475 )
Mercury Transport from Glacier to Runoff in Typical Inland Glacial Area in the Tibetan Plateau .....	SUN Xue-jun, WANG Kang, GUO Jun-ming, <i>et al.</i> ( 482 )
Characteristics and Risk Assessment of Heavy Metals in Core Sediments from Lakes of Tibet .....	GUO Bi-xi, LIU Yong-qin, ZHANG Fan, <i>et al.</i> ( 490 )
Distribution and Potential Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Surface Sediments of Inflow Rivers to Northeastern Lake Tanganyika .....	YU Cheng, CHEN Shuang, ZHANG Lu ( 499 )
Over One Hundred Year Sediment Record of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Lake Bosten, Xinjiang .....	SHEN Bei-bei, WU Jing-lu, ZHAO Zhong-hua, <i>et al.</i> ( 507 )
Distribution Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Different Environmental Media from Qingbang Island, Zhoushan, China .....	ZHENG Huang, XING Xin-li, GU Yan-sheng, <i>et al.</i> ( 513 )
Transformation of Non-point Source Soluble Nitrogen in Simulated Drainage Ditch .....	LI Qiang-kun, SONG Chang-ji, HU Ya-wei, <i>et al.</i> ( 520 )
Influence of Landscape Heterogeneity on Total Nitrogen Concentration in Zhongtian River Watershed .....	WANG Jing-ping, LI Zhao-fu, LIU Hong-yu, <i>et al.</i> ( 527 )
Nitrogen Release from Sediment Under Dry and Rainy Season Alternation and Its Contribution to N Export from Xiangxi Watershed in Jiangxi Province .....	HAN Ning, HAO Zhuo, XU Ya-juan, <i>et al.</i> ( 534 )
Spatial and Temporal Distributions of Nitrogen and Phosphate in the Chaohu Lake .....	XI Shan-shan, ZHOU Chun-cai, LIU Gui-jian, <i>et al.</i> ( 542 )
Phosphorus Fractions and Release Risk in Surface Sediments of an Agricultural Headwater Stream System in Hefei Suburban, China .....	PEI Ting-ting, LI Ru-zhong, GAO Su-di, <i>et al.</i> ( 548 )
Surface Property and Sorption Characteristics of Phosphorus onto Surface Sediments in Sanggou Bay .....	ZHU Jia-mei, CAO Xiao-yan, LIU Su-mei, <i>et al.</i> ( 558 )
Particle Size Distribution and Pollutant Speciation Analyses of Stormwater Runoff in the Ancient Town of Suzhou .....	LI Huai, WU Wei, TIAN Yong-jing, <i>et al.</i> ( 565 )
Abundance of Toxic and Non-toxic <i>Microcystis</i> sp. in Lake Hongze and Its Correlation with Environmental Factors .....	LI Da-ming, ZHANG Tong-qing, TANG Sheng-kai, <i>et al.</i> ( 573 )
Effect of Charge-Transfer Complex on Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Absorption Property of Chromophoric Dissolved Organic Matter (CDOM) in Waters of Typical Water-Level Fluctuation Zones of the Three Gorges Reservoir Areas .....	JIANG Tao, LIANG Jian, ZHANG Mu-xue, <i>et al.</i> ( 580 )
Influence of pH on Kinetics of Anilines Oxidation by Permanganate .....	WANG Hui, SUN Bo, GUAN Xiao-hong ( 588 )
Effects of EDTA on the Reductive Dechlorination of 2,4-D by Pd/Fe .....	ZHOU Hong-yi, NIE Ya-zhong, CHEN Yong, <i>et al.</i> ( 595 )
Preparation of NiAl-MMO Films Electrode and Its Capacitive Deionization Property .....	WANG Ting, ZHU Chun-shan, HU Cheng-zhi ( 602 )
Competitive Microbial Oxidation and Reduction of Arsenic .....	YANG Ting-ting, BAI Yao-hui, LIANG Jin-song, <i>et al.</i> ( 609 )
Community Characteristics of ANAMMOX Bacteria in Subsurface Flow Constructed Wetland (SSFCW) for Processing of Aquaculture Waster Water .....	ZENG Xian-lei, LIU Xing-guo, WU Zong-fan, <i>et al.</i> ( 615 )
Analysis of Pathogenic Bacteria in Reclaimed Water and Impact of UV Disinfection on the Removal of Pathogenic Bacteria .....	JING Ming, WANG Lei ( 622 )
Analysis of the Microbial Community Structure in Continuous Flow Reactor Enhanced by Heterotrophic Nitrification and Aerobic Denitrification Bacterium <i>Burkholderia</i> sp. YX02 .....	SHAO Ji-lun, CAO Gang, LI Zi-hui, <i>et al.</i> ( 630 )
Comparative Metagenomics of BIOLAK and A <sup>2</sup> O Activated Sludge Based on Next-generation Sequencing Technology .....	TIAN Mei, LIU Han-hu, SHEN Xin ( 638 )
Identification and Nitrogen Removal Characteristics of a Heterotrophic Nitrification-Aerobic Denitrification Strain Isolated from Marine Environment .....	SUN Qing-hua, YU De-shuang, ZHANG Pei-yu, <i>et al.</i> ( 647 )
Removal of AOX and Chroma in Biologically Treated Effluent of Chemical Dyestuff Wastewater with Nanoscale Ni/Fe .....	SHU Xiao-ming, XU Can-can, LIU Rui, <i>et al.</i> ( 655 )
Feasibility of 3BER-S Process for the Deep Denitrification in Synch with the Removal of PAEs from Reclaimed Water .....	XU Peng-cheng, HAO Rui-xia, ZHANG Ya, <i>et al.</i> ( 662 )
Influence of Reaction Time on Titanate Nanomaterials and Its Adsorption Capability for Lead in Aqueous Solutions .....	FAN Gong-duan, CHEN Li-ru, LIN Ru-jing, <i>et al.</i> ( 668 )
Sorption Characteristics of Phenanthrene and 1,1-Dichloroethene onto Reed Straw Biochar in Aquatic Solutions .....	WU Qing-wen, MENG Liang, ZHANG Zhi-hao, <i>et al.</i> ( 680 )
Adsorption Characteristics of Norfloxacin by Biochars Derived from Reed Straw and Municipal Sludge .....	ZHANG Han-yu, WANG Zhao-wei, GAO Jun-hong, <i>et al.</i> ( 689 )
Effect of Seasonal Temperature Increasing on Nitrogen Mineralization in Soil of the Water Level Fluctuating Zone of Three Gorge Tributary During the Dry Period .....	LIN Jun-jie, ZHANG Shuai, LIU Dan, <i>et al.</i> ( 697 )
Effects of Warming and Straw Application on Soil Respiration and Enzyme Activity in a Winter Wheat Cropland .....	CHEN Shu-tao, SANG Lin, ZHANG Xu, <i>et al.</i> ( 703 )
Distribution of Urban Soil Heavy Metal and Pollution Evaluation in Different Functional Zones of Yinchuan City .....	WANG You-qi, BAI Yi-ru, WANG Jian-yu ( 710 )
Differential Effect and Mechanism of <i>in situ</i> Immobilization of Cadmium Contamination in Soil Using Diatomite Produced from Different Areas .....	ZHU Jian, WANG Ping, LIN Yan, <i>et al.</i> ( 717 )
Characteristics of Adsorption Leaching and Influencing Factors of Dimethyl Phthalate in Purple Soil .....	WANG Qiang, SONG Jiao-yan, ZENG Wei, <i>et al.</i> ( 726 )
Cd Runoff Load and Soil Profile Movement After Implementation of Some Typical Contaminated Agricultural Soil Remediation Strategies .....	LIU Xiao-li, ZENG Zhao-xia, TIE Bai-qing, <i>et al.</i> ( 734 )
Concentrations and Component Profiles PAHs in Surface Soils and Wheat Grains from the Cornfields Close to the Steel Smelting Industry in Handan, Hebei Province .....	WU Di, WANG Yi-long, LIU Wei-jian, <i>et al.</i> ( 740 )
Effect of Arbuscular Mycorrhiza (AM) on Tolerance of Cattail to Cd Stress in Aquatic Environment .....	LUO Peng-cheng, LI Hang, WANG Shu-guang ( 750 )
Acute Toxic Effects of Bromate on Aquatic Organisms .....	WANG Zhi-wei, LIU Dong-mei, ZHANG Wen-juan, <i>et al.</i> ( 756 )
Development of Self-assembled Dumbbell-like Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Micro/nanomaterial for Application in Thermocatalytic Degradation of Polybrominated Biphenyls .....	HUANG Xin-chen, ZONG Gang, LIU Ye-xuan, <i>et al.</i> ( 765 )
Impact of Salinity on Leachate Treatment and N <sub>2</sub> O Releases from Semi-aerobic Aged-refuse Bioreactor .....	LI Wei-hua, SUN Ying-jie, LIU Zi-liang, <i>et al.</i> ( 775 )
Evaluating the Significance of Odor Gas Released During the Directly Drying Process of Sludge: Based on the Multi-index Integrated Assessment Method .....	DING Wen-jie, CHEN Wen-he, DENG Ming-jia, <i>et al.</i> ( 782 )

# 《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军  
朱永官 刘志培 刘 毅 汤鸿霄 孟 伟 周宗灿 林金明  
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞  
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2016年2月15日 第37卷 第2期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 37 No. 2 Feb. 15, 2016

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science ( HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343; Fax:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301  
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 120.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行