ISSN 0250-3301 CODEN HCKHDV

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第34卷 第1期

Vol.34 No.1

2013

中国科学院生态环境研究中心 主办

科学出版社 出版

双奖期刊

环境科学 (HUANJING KEXUE) ENVIRONMENTAL SCIENCE 第34卷 第1期 2013年1月15日

目 次

长三角背景地区秋冬季节大气气态总汞含量特征研究 …… 窦红颖,王书肖,王龙,张磊,郝吉明(1)
厦门城区大气颗粒物 PM_{10} 中有机酸源谱特征分析 …… 杨冰玉,黄星星,郑桉,刘碧莲,吴水平(8)
兴隆大气气溶胶中水溶性无机离子分析 …… 李杏茹,宋爱利,王英锋,孙颖,刘子锐,王跃思(15)
气相组分对氨吸收同步脱除模拟烟气 SO_2 和 NO_x 的影响 …… 王鸿,朱天乐,王美艳(21)
麦秸全量还田下太湖地区两种典型水稻土稻季氨挥发特性比较 …… 汪军,王德建,张刚,王远(27)
单光子/光电子在线质谱实时分析聚氯乙烯热分解/燃烧产物 …… 陈文东,侯可勇,陈平,李芳龙,赵无垛,崔华鹏,花磊,谢园园,李海洋(34)
碱改性活性炭表面特征及其吸附甲烷的研究 …… 张梦竹,李琳,刘俊新,孙永军,李国滨(39)
夏季黄渤海表层海水中二甲亚砜(DMSO)的浓度分布 …… 王敏,张洪海,杨桂朋(45)
2010年秋季长江口口外海域CDOM的三维荧光光谱-平行因子分析 …… 闫丽红,陈学君,苏荣国,韩秀荣,张传松,石晓勇(51)
基于集合均方根滤波的太湖叶绿素a浓度估算与预测 … 李渊,李云梅,王桥,张卓,郭飞,吕恒,毕坤,黄昌春,郭宇龙(61)
基于HJ1A-CCD数据的高光谱影像重构研究 …… 郭宇龙,李云梅,朱利,徐德强,李渊,檀静,周莉,刘阁(69)
重庆雪玉洞岩溶地下河地球化学敏感性研究 …… 徐尚全,杨平恒,殷建军,毛海红,王鹏,周小萍(77)
区域点源和非点源磷入河量计算的二元统计模型 …… 陈丁江,孙嗣旸,贾颖娜,陈佳勃,吕军(84)
秦淮河典型河段总氮总磷时空变异特征 …… 李跃飞,夏永秋,李晓波,熊正琴,颜晓元(91)
湘江沉积物镉和汞质量基准的建立及其应用 …… 蒋博峰,桑磊鑫,孙卫玲,郝伟,李丽,邓宝山(98)
丹江口水库迁建区土壤重金属分布及污染评价 …… 张雷, 秦延文,郑丙辉,时瑶,韩超男(108)
汾河水库周边土壤重金属含量与空间分布 …… 李晋昌,张红,石伟(116)
黄河下游引黄灌区地下水重金属分布及健康风险评估 …… 张妍,李发东,欧阳竹,赵广帅, 李静,柳强(121)
胶州湾、套子湾及四十里湾表层沉积物中有机氯农药的含量和分布特征 …… 刘艺凯,钟广财,唐建辉,潘晓辉,田崇国,陈颖军(129)
基于干扰梯度的钦江流域底栖动物完整性指数候选参数筛选 …… 卢东琪,张勇,蔡德所,刘朔孺,陈燕海,王备新(137)
海洋细菌 *Marinobacter adhaerens* HY-3 分离鉴定及对中肋骨条藻的化感作用 …… 王洪斌, 陈文慧, 李信书, 李士虎, 阎斌伦(145)
水稻秸秆浸泡液对铜绿微囊藻生理特性的影响 …… 苏文,孔繁翔,于洋,贾育红,张民(150)
化感物质肉桂酸乙酯对蛋白核小球藻生长及生理特性的影响 …… 高李李,郭沛涌,苏光明,魏燕芳(156)
无负压供水模式下管网水力模拟与安全评价分析 …… 王欢欢,刘书明,姜帅,孟凡琳,白璐(163)
天然有机物的相对分子质量分布及亲疏水性对微滤膜组合工艺中膜污染的影响 …… 胡孟柳,林洁,许光红,董秉直(169)
不同基质条件下透性处理对脱硫弧菌硫酸盐还原活性的影响 …… 徐慧纬,张旭,李立明,郑光洁,李广贺(177)
基于零价铁的双金属体系对六氯苯还原脱氯研究 …… 曾宪委,刘建国,聂小琴(182)
负载型 TiO_2 光电催化降解孔雀石绿的动力学研究 …… 张小娜,周少奇,周晓(188)
污水厂微孔曝气系统工况下充氧性能测试与分析 …… 吴媛媛,周小红,施汉昌,邱勇(194)
微气泡及其产生方式对活性污泥混合液性质的影响 …… 刘春,马锦,张磊,张静,张明,吴根(198)
不同氮浓度冲击对颗粒污泥脱氮过程中N_2O产生量的影响 …… 韩雪,高大文(204)
模拟电镀污泥重金属浸出液对氧化亚铁硫杆菌活性的影响 …… 谢鑫源,孙培德,楼菊青,郭茂新,马王钢(209)
嗜麦芽窄食单胞菌对铜镉的吸附特性与离子交换 …… 白洁琼,尹华,叶锦韶,彭辉,唐立椿,何宝燕,李跃鹏(217)
阴离子表面活性剂改性水滑石吸附硝基苯的特性研究 …… 夏燕,朱润良,陶奇,刘汉阳(226)
活性氧化铝对水中磷的去除与回收研究 …… 孟文娜,谢杰,吴德意,张振家,孔海南(231)
北京城区可吸入颗粒物分布与呼吸系统疾病相关分析 …… 杨维,赵文吉,宫兆宁,赵文慧,唐涛(237)
北京市市售鸡蛋和鸭蛋中全氟化合物的污染水平研究 …… 齐彦杰,周珍,史亚利,孟昭福(244)
北京市场常见淡水食用鱼体内农药残留水平调查及健康风险评价 …… 于志勇,金芬,孙景芳,原盛广,郑蓓,张文婧,安伟,杨敏(251)
多效应残差法(MERA)表征二甲亚砜-农药二元混合物毒性相互作用 …… 霍向晨,刘树深,张晶,张瑾(257)
利用DGGE-菌落原位杂交法分离土壤中精喹禾灵降解菌 …… 吕欣,彭霞薇,呼庆,马安周,江泽平,魏远(263)
不同白腐真菌复配方式对产酶的影响 …… 孟瑶,梁红,高大文(271)
不同施肥措施对土壤活性有机碳的影响 …… 张瑞,张贵龙,姬艳艳,李刚,常泓,杨殿林(277)
垦殖对湿地土壤有机碳垂直分布及可溶性有机碳截留的影响 …… 霍莉莉,邹元春,郭佳伟,吕宪国 (283)
黄河三角洲碱蓬湿地土壤有机碳及其组分分布特征 …… 董洪芳,于君宝,管博(288)
丘陵林地土壤酸化改良剂的集中施用-自然扩散修复技术研究 …… 方熊,刘菊秀,尹光彩,赵亮,刘世忠,褚国伟,李义勇(293)
重度滴滴涕污染土壤低温等离子体修复条件优化研究 …… 陈海红,骆永明,滕应,刘五星,潘澄,李振高,黄玉娟(302)
无定形 $Fe(OH)_3$ 和 Fe_3O_4 共沉淀态As的化学提取 …… 陈义萍,王少锋,贾永锋(308)
铝和锰对外生菌根真菌生长、养分吸收及分泌作用的影响 …… 李华,黄建国,袁玲(315)
污泥和餐厨垃圾联合干法中温厌氧消化性能研究 …… 段妮娜,董滨,李江华,戴翎翎,戴晓虎(321)
高比表面生物质炭的制备、表征及吸附性能 …… 李坤权,李烨,郑正,桑大志(328)
基于情景分析的浙江沿海地区环境污染防治战略研究 …… 田金平,陈吕军,杜鹏飞,钱易(336)
微生物全细胞传感器在重金属生物可利用度监测中的研究进展 …… 侯启会, 马安周, 庄绪亮, 庄国强(347)

2012 城市生态学术研讨会会议论文

北京市城乡环境梯度下街尘中重金属污染特征 …… 何小艳,顾培, 李叙勇, 赵洪涛(357)
北京市道路灰尘中污染物含量沿城乡梯度、道路密度梯度的变化特征 …… 唐荣莉,马克明,张育新,毛齐正(364)
北京城市典型下垫面降雨径流污染初始冲刷效应分析 …… 任玉芬,王效科,欧阳志云,侯培强(373)
洋河流域张家口段河流水质演化及驱动因子分析 …… 庞博,王铁宇,吕永龙,杜立宇,罗维(379)
低碳交通电动汽车碳减排潜力及其影响因素分析 …… 施晓清,李笑诺,杨建新(385)
北京市社区生活垃圾分类收集实效调查及其长效管理机制研究 …… 邓俊,徐琬莹,周传斌(395)
人工湿地在应用中存在的问题及解决措施 …… 黄锦楼,陈琴,许连煌(401)

《环境科学》征订启事(26) 《环境科学》征稿简则(68) 信息(76,144,301,400) 专辑征稿通知(394)

秦淮河典型河段总氮总磷时空变异特征

李跃飞[1,2],夏永秋[2],李晓波[2],熊正琴[1*],颜晓元[2*]

(1. 南京农业大学资源与环境科学学院,南京 210095; 2. 中国科学院南京土壤研究所土壤与农业可持续发展国家重点实验室,南京 210008)

摘要: 2010 年 6 月~2011 年 5 月,对秦淮河典型河段水体总氮(TN)、总磷(TP)的污染状况进行了周年定点观测,采用传统统计学方法初步探讨了秦淮河水体 TN、TP 污染状况及时空间变化特征. 结果表明,秦淮河 TN、TP 污染严重,且具有很强的时空变异性. 秦淮河传统农业区、集约农业区和城市区 TN 平均浓度分别为 1.80、3.97、9.25 mg·L^{-1},TP 平均浓度分别为 0.03、0.11、0.50 mg·L^{-1},表明秦淮河 TN、TP 主要来源于城市区和集约农业区,而传统农业区对水体 TN、TP 贡献较小. 秦淮河丰水期和枯水期 TN 平均浓度分别为 1.89、4.58 mg·L^{-1},TP 平均浓度分别为 0.11、0.14 mg·L^{-1},表明秦淮河枯水期较丰水期污染严重. 富营养化评价结果显示,秦淮河河段大都处于富营养化状态,应及时采取治理措施.

关键词:秦淮河; TN; TP; 时空变异; 富营养化

中图分类号: X131.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 0250-3301(2013)01-0091-07

Temporal and Spatial Variations of Total Nitrogen and Total Phosphorus in the Typical Reaches of Qinhuai River

LI Yue-fei[1,2], XIA Yong-qiu[2], LI Xiao-bo[2], XIONG Zheng-qin[1], YAN Xiao-yuan[2]

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: The year-round concentrations of total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) were monitored from June 2010 to May 2011 in the typical reaches of the Qinhuai River. The spatial and temporal variations in TN and TP concentrations and the pollution status of the river water were investigated using typical statistics analysis. Results showed that the river water was seriously polluted in terms of TN and TP, and that the concentrations of both TN and TP showed high spatial and temporal variations. The average TN concentrations of the river water in the traditionally managed agricultural area, intensively managed agricultural area, and urban area were 1.80, 3.97 and 9.25 mg·L^{-1}, respectively; The corresponding average TP concentrations were 0.03, 0.11 and 0.50 mg·L^{-1}, respectively, showing similar spatial patterns with those of TN. The spatial variations in TN and TP concentrations in river water indicated that the urban area and intensively managed agricultural area, rather than the traditionally managed agricultural area, were the major sources for TN and TP in the river water. The average TN concentrations of river water during the wet season and dry season were 1.89 and 4.58 mg·L^{-1}, respectively; and the corresponding average TP concentrations were 0.11 and 0.14 mg·L^{-1}, respectively. The temporal variations indicated that the pollution status of the river water was more serious during the dry season than that during the wet season. Assessment results of eutrophication indicated that the majority of Qinhuai River reaches were in the stage of eutrophication, thus deserving immediate controlling measures.

Key words: Qinhuai River; TN; TP; temporal and spatial variation; eutrophication

氮、磷营养盐是生物体必需元素,也是引起水体富营养化的主要原因[1,2]. 富营养化导致水体出现生态异常,对区域生态环境及水体安全构成严重威胁[3~5]. 近年来,随着经济发展,人类活动日益剧烈,由于工农业生产及市政生活排污等原因,造成我国河流水体中营养元素质量浓度有上升趋势[6~8]. 河流富营养化不仅导致河流本身的经济、生态、环境功能下降,也是导致其受纳水体(注入河流、湖泊、水库、海湾等)污染的重要原因[9~11]. 而河流作为我国重要的淡水来源之一,也是湖泊、水库、地下水等淡水库的补给源,对我国工农业及社会的发展起着重要作用. 目前,虽然已有一些研究关注河流氮磷污染状况的时空动态变化[1,12],但是缺乏对富营养化指标的进一步评价,并且已经开展的水体富营养化研究主要是针对缓流水体[13],缺乏对典型河流富营养化的研究. 因此,系统研究河流水体营养盐时空动态及富营养化状况,有助于制定相应的治理措施,有效地预警和预防河流水体富营养化的产生,保障河流功能的正常发挥.

收稿日期: 2012-03-23; **修订日期**: 2012-07-02
基金项目: 国家自然科学基金项目(41071196); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(kzcx2-ew-310, kzcx2-yw-gj01)
作者简介: 李跃飞(1984~),男,硕士研究生,主要研究方向为水体氮磷收支,E-mail: liyuefei_2008@126.com
* 通讯联系人,E-mail: zqxiong@njau.edu.cn; yanxy@issas.ac.cn

秦淮河是南京地区第一大河[14]，作为南京市重要的农业灌溉水源、水运通道和疏浚要渠，秦淮河对南京城市及周边的发展发挥着巨大的作用. 然而近几十年来，随着沿岸农业土地利用类型的改变、工业的快速发展和居住人口的剧增，秦淮河接纳的农田径流、工业废水和生活污水也成倍增加，致使河水遭受不同程度的氮磷污染，严重破坏了秦淮河的生态环境. 目前对秦淮河研究多集中在对南京内外秦淮河局部河段的污染治理上[15~18]，缺乏从秦淮河源头句容河、溧水河到入江河段之间整体流域的氮磷污染状况时空动态及其富营养化研究. 因此，根据秦淮河及各支流流域主体面积的大小及重要性，本研究选择秦淮河源头之一、占流域面积较大的句容市句容河和江宁区的外秦淮河为对象，探讨引起水体富营养化的重要元素氮磷在水体中的时空动态变化，试图找出秦淮河典型河段总氮总磷的时空变化规律，并评估其水体富营养化状况，以期为秦淮河富营养化防治和整体决策提供科学依据.

1 研究区域与方法

1.1 研究区域概况

秦淮河流域属亚热带季风气候，年平均气温为15.1℃，年平均降水量为1 018.6 mm，年平均无霜期为229 d，年日照为2 116 h，是典型的南方亚热带耕作区，旱地主要为油菜与玉米轮作，水田主要为小麦与水稻轮作.

秦淮河全长110 km，流域面积达2 631 km^2，其中江宁区占流域总面积的40.1%，溧水占17.7%，南京主城区占8.8%，镇江市的句容市占33.4%[19]. 秦淮河有南北两源，南源出自溧水县，称溧水河；北源出自句容市，称句容河. 溧水河和句容河汇合为秦淮河干流. 在江宁东山镇分为秦淮新河和秦淮河，秦淮河进入南京城区后又分为内、外秦淮河两条主河流，最终合流后汇入长江. 采样区域介于江苏省句容市和南京市之间，采样河流为秦淮河北源句容河和外秦淮河(图1).

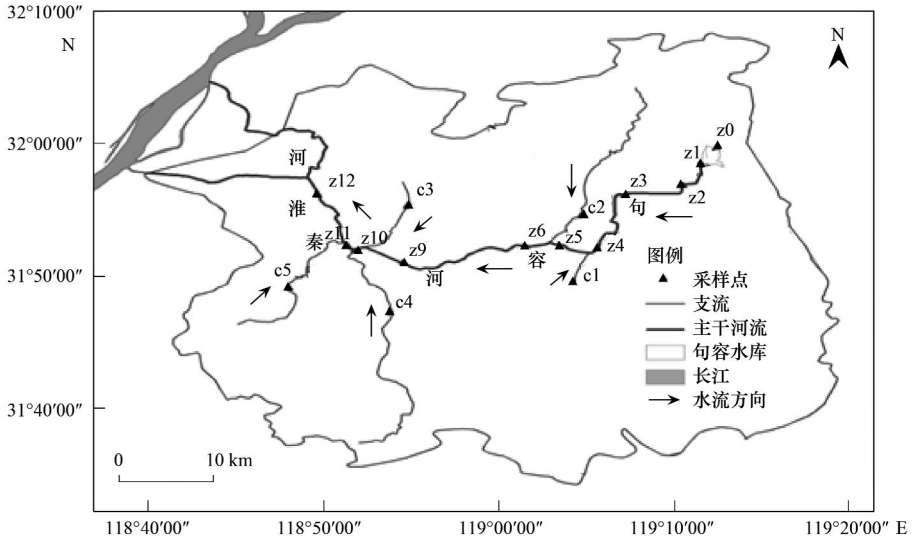

图1 秦淮河采样点分布示意

Fig. 1 Location of sampling sites in Qinhuai River

1.2 采样点布置

采样点布置在东至句容市的句容河，西至南京市江宁区的外秦淮河，采样河段长约53 km，集水面积占秦淮河流域面积的73.5%. 设置干流点11个，支流点5个，共计16个采样点(图1). 所有点的布置均采用GPS定位，考虑到周边土地利用类型、河流支流和汇流的作用，采样点多布置在城市进出水口，河流的支流、汇流口；通过预采样分析河水总氮(TN)、总磷(TP)浓度，在河水TN、TP浓度变化较大的地段加大布点密度，而在其浓度变化较小的地段，减少布点密度. z0~z6之间的区域为传统农业区，该区内耕地面积广，养殖业少. z1、z2分别为水库区点和受水库区影响点，这2个点水体滞留时间长，水流缓慢. z3点位于句容市区，为城区采样点，z4~z6是受城区(z3)影响点，仅z0、c1、c2为传统农业区点. z9~z12，c3~c5为城市周边的集约农业区点，该区内耕地面积少，养殖业多，建筑用地较多.

1.3 水样采集与分析

水样采集为2010年6月~2011年5月，采样频

率为每月 1 次,每次采样从 08:00 ~ 14:00,在河流中部采集浅表 0.3 ~ 0.5 m 处河水,采水量约 100 mL,装入洁净的 100 mL 聚乙烯瓶中,每个水样重复 3 次,立即运至实验室放入冰箱中冷冻保存,水样用于 TN、TP 的测定,每个水样平行测定 3 次. TN 用连续流动分析仪(Skalar san + + ,荷兰)测定,TP 用钼酸铵分光光度法测定[20]. 数据用 SPSS 17.0 软件进行数据的统计分析.

2　结果与讨论

2.1　秦淮河 TN、TP 的空间分布特征

如表 1 所示,秦淮河典型河段全年 TN 平均浓度为 3.46 mg·L^{-1},变化范围 0.38 ~ 9.25 mg·L^{-1}; TP 平均浓度为 0.13 mg·L^{-1},变化范围为 0.03 ~ 0.50 mg·L^{-1}. 可见秦淮河 TN、TP 污染严重,且具有很强的空间变异性; TP 浓度空间变异与 TN 趋势大致一样(图 2). 根据土地利用类型不同,秦淮河传统农业区、集约农业区和城市区 TN 平均浓度分别为 1.80、3.97、9.25 mg·L^{-1},TP 平均浓度分别为 0.03、0.11、0.50 mg·L^{-1},这种空间变化规律说明,秦淮河 TN、TP 主要来源于城市区和集约农业区,而传统农业区对水体 TN、TP 贡献很小. 位于城市区的 z3 点 TN 浓度最高,为 9.25 mg·L^{-1},远超《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中 V 类水标准上限(2.0 mg·L^{-1}),是其浓度的 4.63 倍; TP 浓度高达 0.50 mg·L^{-1},已超出《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中规定的 V 类标准上限(0.4 mg·L^{-1}); 受到城市(z3 点)总氮的影响,z4 ~ z6 点浓度也相对高于传统农业区. 集约农业区的 z9 点 TN 浓度为 3.74 mg·L^{-1},高于 z6 点浓度 3.10 mg·L^{-1},可以推测这是由于集约农业区新的氮源输入,使得 z9 ~ z12 点河水总氮在高位波动; 另一集约农业区的 c3 点 TN 平均浓度高达 7.27 mg·L^{-1},TP 平均浓度高达 0.32 mg·L^{-1},也说明这一集约农业区有大量氮磷源的输入. 这一带集约农业施氮量高达 600 kg·(hm^2·a)$^{-1}$[21]; 同时城市化比例逐步提高[22],城镇生活污水随之增多,可能对水体 TN、TP 浓度也有较大影响.

表 1　秦淮河河水 TN、TP 的空间变化特征[1)]

Table 1　Spatial variations of TN and TP in the Qinhuai River

采样点	距河源头的距离/km	TN 浓度/mg·L^{-1}			TP 浓度/mg·L^{-1}		
		平均值	范围	标准差	平均值	范围	标准差
z0	0	1.83	0.09 ~ 6.77	1.85	0.04	0.00 ~ 0.10	0.04
z1	2.4	0.38	0.18 ~ 0.66	0.16	0.10	0.00 ~ 0.62	0.22
z2	6.2	0.41	0.26 ~ 0.78	0.15	0.03	0.00 ~ 0.19	0.07
z3	12.5	9.25	2.39 ~ 14.90	4.32	0.50	0.14 ~ 1.00	0.26
z4	24.3	4.96	1.36 ~ 8.38	2.19	0.19	0.04 ~ 0.64	0.16
z5	26.4	3.48	1.14 ~ 5.73	1.80	0.10	0.01 ~ 0.20	0.07
z6	27.2	3.10	1.11 ~ 5.66	1.80	0.08	0.01 ~ 0.21	0.06
z9	43.8	3.74	0.73 ~ 10.34	2.96	0.09	0.04 ~ 0.28	0.07
z10	46.3	3.82	0.99 ~ 9.79	2.61	0.08	0.03 ~ 0.19	0.05
z11	47.9	2.88	0.93 ~ 7.71	2.20	0.05	0.01 ~ 0.10	0.02
z12	52.5	4.23	1.01 ~ 9.40	2.84	0.13	0.00 ~ 0.35	0.11
平均值	—	3.46	0.38 ~ 9.25	2.42	0.13	0.03 ~ 0.50	0.13
c1	—	1.26	0.32 ~ 5.37	1.34	0.02	0.00 ~ 0.09	0.03
c2	—	2.30	0.56 ~ 5.14	1.56	0.04	0.01 ~ 0.07	0.02
c3	—	7.27	1.71 ~ 15.40	4.66	0.32	0.04 ~ 0.92	0.28
c4	—	2.78	0.61 ~ 8.93	2.50	0.05	0.00 ~ 0.09	0.03
c5	—	3.05	0.97 ~ 7.53	2.08	0.05	0.00 ~ 0.13	0.04

1)总氮(TN)浓度均以氮计,总磷(TP)浓度均以磷计,下同; "—"代表无此值

传统农业区的 z0,c1 和 c2 点,TN、TP 浓度普遍较低(表 1). 由于 z0 点为源头,河流流量小,水体 TN 浓度受区域内农田径流和农村生活污水影响较大. 汇入水库后,由于其流速减缓、停留时间长,河水中的氮浓度经过系列稀释、反硝化、生物吸收等物理生化过程[23,24],因而在水库出口处 z1 点 TN 浓度达到最低 0.38 mg·L^{-1}; z2 处 TP 浓度最低,仅为 0.03 mg·L^{-1}.

秦淮河典型河段 TN、TP 污染源主要是城市区,其次是集约农业区. 这与 Xing 等[25]在太湖地区用同位素方法研究的结果一致,即在城市区和集约农业区,污染物产生量大、随地表径流迁移路径短,是造成水体氮磷浓度高的主要原因. 而在传统农业区,如源头的句容水库流域,该区域存在大量的池塘、河流、水库及岸边湿地系统,这些湿地系统对

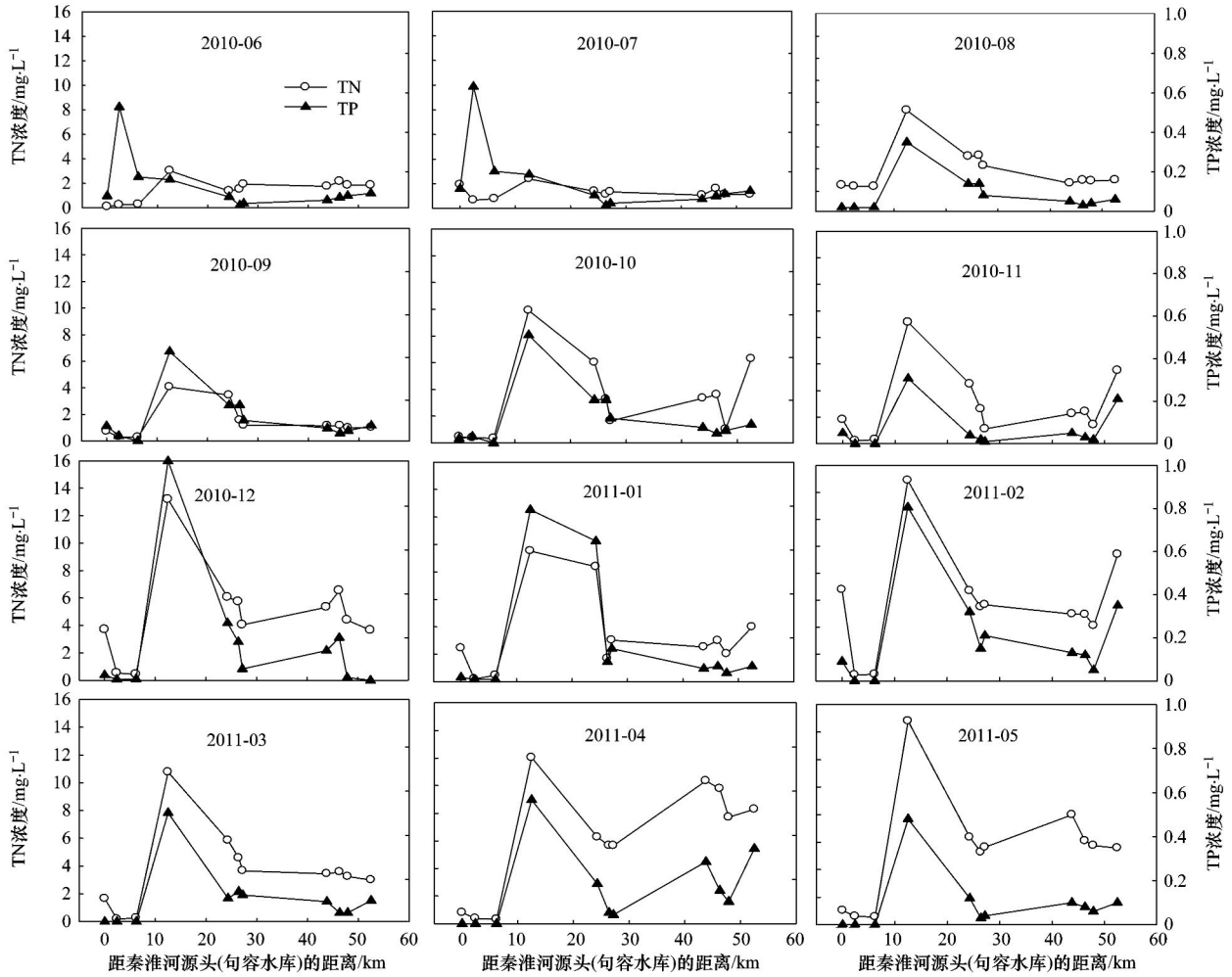

图 2 秦淮河干流 TN、TP 的时空分布

Fig. 2 Spatial and temporal variations of TN and TP concentrations in the Qinhuai River

氮有较好的去除和拦截效果,因此,尽管该流域氮肥用量高达 280 kg·(hm^2·a)$^{-1}$,但其河流氮输出量仅为流域氮总输入量的 1.5%[26].

2.2 秦淮河 TN、TP 的时间变化规律

如表 2 所示,秦淮河河水 TN、TP 浓度具有很强的时间变异性. 不同季节 TN、TP 浓度表现为夏秋季浓度低,冬春季浓度高(图 3). 秦淮河丰水期、枯水期与当地雨季、旱季一致. 根据当地雨水量的不

表 2 秦淮河干流 TN、TP 时间变化特征

Table 2 Temporal variations of TN and TP in the trunk stream of the Qinhuai River

时间/(年-月)	TN 浓度/mg·L^{-1}			TP 浓度/mg·L^{-1}		
	平均值	范围	标准差	平均值	范围	标准差
2010-06	1.45	0.09 ~ 3.02	0.91	0.11	0.01 ~ 0.51	0.14
2010-07	1.33	0.66 ~ 2.39	0.50	0.13	0.01 ~ 0.62	0.17
2010-08	1.92	0.43 ~ 7.31	2.07	0.09	0.02 ~ 0.35	0.10
2010-09	1.44	0.28 ~ 4.06	1.21	0.11	0.00 ~ 0.42	0.12
2010-10	3.30	0.33 ~ 9.91	3.06	0.12	0.00 ~ 0.50	0.14
2010-11	2.84	0.22 ~ 9.14	2.64	0.07	0.00 ~ 0.31	0.10
2010-12	4.87	0.44 ~ 13.20	3.42	0.17	0.00 ~ 1.00	0.29
2011-01	3.39	0.19 ~ 9.53	2.97	0.18	0.01 ~ 0.78	0.27
2011-02	5.80	0.44 ~ 14.90	3.99	0.20	0.00 ~ 0.81	0.23
2011-03	3.66	0.18 ~ 10.77	2.91	0.10	0.00 ~ 0.49	0.14
2011-04	6.11	0.31 ~ 12.03	4.11	0.15	0.00 ~ 0.56	0.18
2011-05	5.43	0.57 ~ 14.80	4.02	0.09	0.00 ~ 0.48	0.14
平均值	3.46	1.33 ~ 6.11	1.75	0.13	0.10 ~ 0.29	0.04

同(图 4),将季节变化分为雨季(2010-06 ~ 2010-10)和旱季(2010-11 ~2011-05). 雨季(丰水期)和旱季(枯水期)秦淮河各采样点 TN、TP 的浓度变化如图 5 所示,除了 z1(d =2.4 km)和 z2(d =6.2 km)点,丰水期 TN 浓度和枯水期 TN 浓度相接近外,其余干流点的 TN 浓度丰水期均明显低于枯水期,TP 的浓度变化却没有明显的变化趋势. 而丰水期和枯水期的 TN 平均浓度分别为1.89、4.58 mg·L^{-1},TP 平均浓度分别为 0.11、0.14 mg·L^{-1}. 可见,秦淮河河水枯水期较丰水期 TN、TP 污染严重. TP 的月变化趋势除 2010 年 6、7 月外,其余月份与 TN 空间变化趋势大致相同(图 2).

引起河流水体氮磷时间变化规律的主要因素是与雨季旱季相关的降水量[27]. 河水 2010 年 6 ~ 10 月为丰水期,降雨量较高(图 4),TN 月平均浓度变化为 1.33 ~3.30 mg·L^{-1},其中降雨量最大的 7 月,

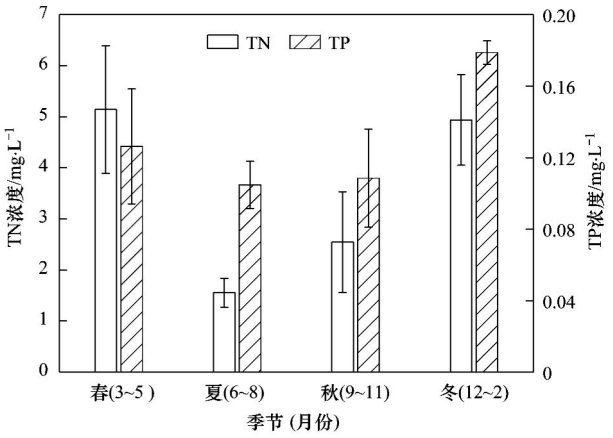

图 3　秦淮河 TN、TP 浓度季节变化

Fig. 3　Seasonal variations of TN and TP concentrations in Qinhuai River

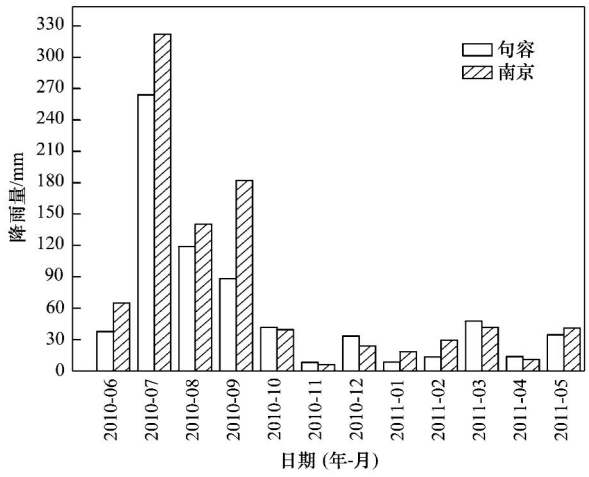

图 4　句容-南京月降雨量

Fig. 4　Monthly rainfall in Jurong and Nanjing

其 TN 浓度最低为 1.33 mg·L^{-1},而降雨量最低的 10 月,其 TN 浓度最高为 3.30 mg·L^{-1}; 枯水期河水 TN 月平均浓度最高值为 6.11 mg·L^{-1},出现在降雨量接近最小的 2011 年 3 月,河水 TN 月平均浓度变化 2.84 ~6.11 mg·L^{-1}(表 2),浓度较丰水期高. 这主要是由于工业点源、畜禽养殖和生活污水排放量在年内基本保持不变,而地表径流带入的氮磷量随降雨强度变化,枯水期较丰水期地表径流氮等非点源氮源对河水氮贡献减少,主要受点源氮输入的影响. 河水 TN 月平均浓度与总降雨量的关系如图 6,相关系数 r = −0.631(P =0.028),说明河水 TN 浓度受降雨量的影响显著,表现为降雨量对河水 TN 浓度具有明显的稀释效应,这与马立珊等[28]的研究相符.

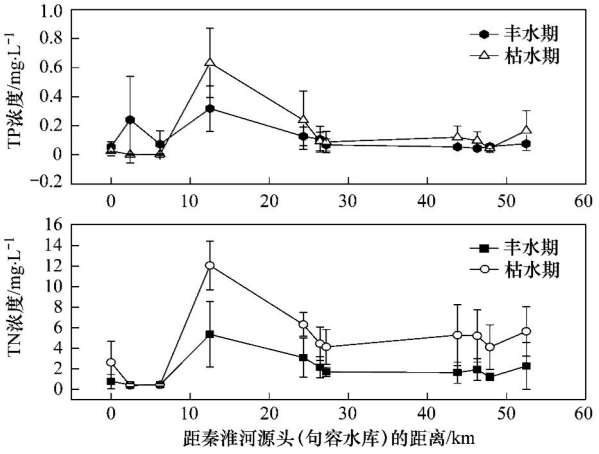

图 5　秦淮河干流 TN 和 TP 在丰水期和枯水期的浓度变化

Fig. 5　Concentrations variations of TN and TP in the trunk stream of Qinhuai River

河水 TP 浓度随降雨量的变化与 TN 不同. 丰水期河水 TP 的月平均浓度变化为 0.09 ~ 0.13 mg·L^{-1},浓度最高值出现在降雨量最大的 7 月,而最低浓度出现在 8 月; 枯水期河水 TP 的月平均浓度变化为 0.07 ~0.20 mg·L^{-1}(表 2),最低浓度出现在降雨量最少的 11 月,而最高浓度出现在降雨量稍多的 2011 年 2 月. 这主要是由于磷在土壤中容易固定,易以颗粒态形式随大的降雨径流进行水平迁移[29]. 经旱季地表积累了大量的磷,随大的降雨径流带入河流中,致使雨季初期(2010-06 ~2010-07)河水中磷浓度的急剧增高. 经雨季初期降雨径流对地表磷的冲刷效应,雨季中后期(2010-08 ~2010-10)由地表径流带入河流中的磷减少. 枯水期河水 TP 浓度的变化规律,说明降雨量对河水 TP 浓度影响复杂. 进一步对河水 TP 月

平均浓度和降雨量做相关性分析,发现河水 TP 月平均浓度与降雨量的相关性较小(图 6),$r = -0.172$($P > 0.05$),说明降雨量对河水 TP 浓度的影响不显著.

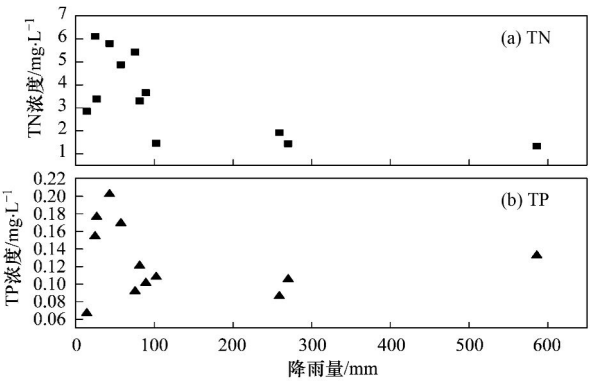

图 6 秦淮河干流 TN、TP 月均浓度与总降雨量的关系

Fig. 6 Correlations between total rainfall and monthly concentrations of TN and TP in Qinhuai River

河水 TN、TP 的浓度变化还受到温度的影响,丰水期与夏季同步,河水温度较高,有利于水体微生物活动,反硝化强度加大,消耗了迁移到水体的无机氮[25,30,31],且藻类等浮游植物生长迅速,消耗大量的无机氮磷,从而降低了水体中的营养盐. 枯水期水温低,植物、微生物对水体营养盐的利用降低,而死亡藻类等的分解代谢及底层营养盐的释放,有利于表层水体营养盐浓度的升高[32].

3 秦淮河水质富营养化及其评价

富营养化是湖泊、水库、沿海水域及河流的主要生态环境问题[33],富营养化对河流水体的各种功能的发挥影响极大. 从营养盐单因子考虑,国际上一般认为当水体中总氮和总磷的浓度分别达到 0.2 mg·L^{-1}和 0.02 mg·L^{-1}时,就有可能发生藻类疯长的“水华”现象[34]. 由表 2 可知,不同月份秦淮河干流中 TN、TP 平均浓度的最低值为 1.33 mg·L^{-1}和 0.07 mg·L^{-1},远超出国际富营养化值,分别为国际富营养化值的 6.65 倍和 3.5 倍. 本研究中秦淮河的营养盐状况已经满足富营养化发生条件,因此,很有可能发生“水华”现象. 2010 年夏季秦淮河首次暴发大规模的微囊藻水华现象[14],就很好地证实了这一推测.

水体富营养化的评价,一般以营养元素的指标浓度、叶绿素含量、透明度等为评价指标,通过确立相应的等级标准进行评价. 氮、磷通常是富营养化的限制因子,故本文仅以总氮、总磷为评价指标,采用刘成等建立的富营养化评价标准和评分方法[8],对秦淮河水体进行富营养化评价. 其营养状态等级判别方法为:0≤评分值≤20,贫营养; 20 < 评分值≤50,中营养; 50 < 评分值≤100,富营养. 秦淮河各采样点的评分结果见图 7,从中可知,仅有 z2 点评分值为 42,为中营养水平,其余各采样点均大于 50,为富营养化状态. 其中富营养化评分最高的为城市点 z3,受城市影响的 z4 点评分也较高,其次为集约农业区的 c3 点和 z12 点,而传统农业区的 z0、c1、c2 点评分较低. 从以上结果可以看出,秦淮河水体中营养盐已经达到富营养化状况,在其它条件如水温、光照、溶解氧、水体流速等条件达到合适状态时,就会暴发“水华”现象.

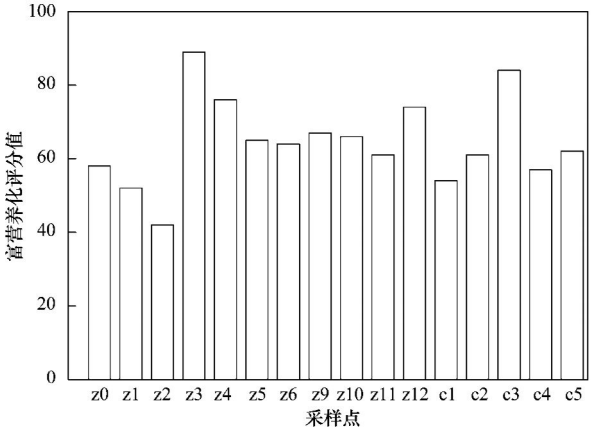

图 7 秦淮河采样点水质富营养化评价结果

Fig. 7 Evaluation results of water eutrophication in Qinhuai River

4 结论

(1)秦淮河传统农业区、集约农业区和城市区 TN 平均浓度分别为 1.80、3.97、9.25 mg·L^{-1},总磷平均浓度分别为 0.03、0.11、0.50 mg·L^{-1},秦淮河河水 TN、TP 浓度受周围土地利用方式的影响,具有很强的空间变异性,表现为传统农业区河水 TN、TP 浓度低,而集约农业区和城市区河水 TN、TP 浓度高. 河水 TN、TP 主要来源于城市区和集约农业区,传统农业区贡献量较小.

(2)秦淮河丰水期和枯水期 TN 平均浓度分别为 1.89、4.58 mg·L^{-1},TP 平均浓度分别为 0.11、0.14 mg·L^{-1},具有明显的时间变异性,河水枯水期较丰水期污染严重. 降雨量对河水 TN 浓度的影响显著($P < 0.05$),对 TP 浓度影响不显著.

(3)秦淮河 TN、TP 营养盐大都处于富营养化状态,水体污染严重. 因此,应加大力度防治秦淮河的进一步污染,预防富营养化现象的发生.

参考文献：

[1] 孟伟，于涛，郑丙辉，等. 黄河流域氮磷营养盐动态特征及主要影响因素[J]. 环境科学学报，2007，**27**(12)：2046-2051.

[2] 钱嫦萍，陈振楼，刘杰. 长江三角洲河流污染现状及变化趋势[J]. 环境科学研究，2002，**15**(6)：24-27.

[3] Smith V H，Schindler D W. Eutrophication science：where do we go from here? [J]. Trends in Ecology & Evolution，2009，**24**(4)：201-207.

[4] 何德进，邢友华，姜瑞雪，等. 东平湖水体中氮磷的分布特征及其富营养化评价[J]. 环境科学与技术，2010，**33**(8)：45-48.

[5] 马蕊，林英，牛翠娟. 淡水水域富营养化及其治理[J]. 生物学通报，2003，**38**(11)：5-9.

[6] Xia X H，Zhou J S，Yang Z F. Nitrogen contamination in the Yellow River Basin of China [J]. Journal of Environmental Quality，2002，**31**(3)：917-925.

[7] Zhang J，Yan J，Zhang Z F. Chemical trend of national rivers in China：Huanghe and Changjiang[J]. AMBIO，1995，**24**：274-278.

[8] 刘成，王兆印，黄文典，等. 海河流域主要河口水沙污染现状分析[J]. 水利学报，2007，**38**(8)：920-925.

[9] Thieu V，Billen G，Garnier J. Nutrient transfer in three contrasting NW European watersheds：the Seine，Somme，and Scheldt Rivers. A comparative application of the Seneque/Riverstrahler modle[J]. Water Research，2009，**43**(6)：1740-1754.

[10] Withers P J A，Sharpley A N. Characterization and apportionment of nutrient and sediment sources in catchments [J]. Journal of Hydrology，2008，**350**(3-4)：127-130.

[11] 金相灿，辛玮光，卢少勇，等. 入湖污染物河流对受纳湖湾水质的影响[J]. 环境科学研究，2007，**20**(4)：52-56.

[12] 赵光影，刘景双，王洋，等. 三江平原主要河流氮、磷营养元素时空变化规律研究[J]. 干旱区资源与环境，2009，**23**(2)：144-149.

[13] 单保庆，菅宇翔，唐文忠，等. 北运河下游典型河网区水体中氮磷分布与富营养化评价[J]. 环境科学，2012，**33**(2)：352-358.

[14] Xu Y，Yang F，Liu Y，*et al*. Genetic diversity of microcystis populations in a bloom and its relationship to the environmental factors in Qinhuai River，China[J]. Microbiological Research，2011，**167**(1)：20-26.

[15] 陈雁，冯效毅，田炯. 内秦淮河水环境整治方案探讨[J]. 江苏环境科技，2000，**13**(3)：34-36.

[16] 高桂枝，卢海龙，陈晨，等. 南京市内秦淮河水葫芦生态修复潜力分析[J]. 安徽农业科学，2010，**38**(33)：18945-18947.

[17] 刘久根. 南京外秦淮河水污染控制对策[J]. 现代城市研究，2003，**18**(5)：51-53.

[18] 宗良纲，王艮梅，占新华，等. 南京秦淮河水环境质量现状评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版)，2000，**24**(z1)：81-83.

[19] 尹爱经，高超，刘勇华，等. 秦淮河表层沉积物毒害微量元素分布特征及污染评价[J]. 环境化学，2011，**30**(11)：1912-1918.

[20] GB 11893-89，水质总磷的测定-钼酸铵分光光度法[S].

[21] 贺发云，尹斌，曹兵，等. 南京郊区大白菜生长期氮素的供应及利用[J]. 土壤，2006，**38**(6)：692-697.

[22] 檀满枝，陈杰，张学雷，等. 南京市近 20 年城镇用地扩展对土壤资源数量和质量的影响[J]. 土壤学报，2005，**42**(6)：896-903.

[23] Groffman P M，Gold A J，Simmons R C. Nitrate dynamics in riparian forests：microbial studies[J]. Journal of Environmental Quality，1992，**21**(4)：666-671.

[24] Osborne L L，Kovacic D V. Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management[J]. Freshwater Biology，1993，**29**(2)：243-258.

[25] Xing G X，Cao Y C，Shi S L，*et al*. N pollution sources and denitrification in waterbodies in Taihu Lake region[J]. Science in China Series B：Chemistry，2001，**44**(3)：304-314.

[26] Yan X Y，Cai Z C，Yang R，*et al*. Nitrogen budget and riverine nitrogen output in a rice paddy dominated agricultural watershed in eastern China[J]. Biogeochemistry，2011，**106**(3)：489-501.

[27] 吴洁，虞左明，钱天鸣. 钱塘江干流杭州段水体氮污染特征分析[J]. 长江流域资源与环境，2003，**12**(6)：552-556.

[28] 马立珊，钱敏仁. 太湖流域水环境硝态氮和亚硝态氮污染的研究[J]. 环境科学，1987，**8**(2)：60-65.

[29] Nash D M，Halliwell D J. Tracing phosphorus transferred from grazing land to water[J]. Water Research，2000，**34**(7)：1975-1985.

[30] Andersen T K，Jensen M H，Sorensen J. Diurnal variation of nitrogen cycling in coastal marine sediments. I. Denitrification [J]. Marine Biology，1984，**83**(2)：171-176.

[31] Andersen J M. Significance of denitrification on the strategy for preserving lakes and coastal areas against eutrophication[A]. In：Golterman H L (Ed.). Denitrification in the Nitrogen Cycle. New York：Plenum Press，1985. 171-190.

[32] Brook A J，Woodward W B. Some observations on the effects of water inflow and outflow on the plankton of small lakes [J]. Animal Ecology，1956，**25**(1)：22-35.

[33] Yang X E，Wu X，Hao H L，*et al*. Mechanisms and assessment of water eutrophication [J]. Journal of Zhejiang University-Science B，2008，**9**(3)：197-209.

[34] Thomann R V，Mueller J A. Principle of surface water quality modeling and control [M]. New York：Harper & Row Publishers，1987.

HUANJING KEXUE

Environmental Science (monthly)

Vol. 34 No. 1

Jan. 15, 2013

CONTENTS

Characteristics of Total Gaseous Mercury Concentrations at a Rural Site of Yangtze Delta, China ····· DOU Hong-ying, WANG Shu-xiao, WANG Long, *et al.* (1)

Compositions of Organic Acids in PM_{10} Emission Sources in Xiamen Urban Atmosphere ····· YANG Bing-yu, HUANG Xing-xing, ZHENG An, *et al.* (8)

Analysis on Water-soluble Inorganic Ions in the Atmospheric Aerosol of Xinglong ····· LI Xing-ru, SONG Ai-li, WANG Ying-feng, *et al.* (15)

Effects of Gaseous Compositions the on Simultaneous Removal of NO_x and SO_2 from Simulated Flue Gas by Ammonia Absorption ····· WANG Hong, ZHU Tian-le, WANG Mei-yan (21)

Comparing the Ammonia Volatilization Characteristic of Two Typical Paddy Soil with Total Wheat Straw Returning in Taihu Lake Region ····· WANG Jun, WANG De-jian, ZHANG Gang, *et al.* (27)

Real-Time Analysis of Polyvinyl Chloride Thermal Decomposition/Combustion Products with Single Photon Ionization/Photoelectron Ionization Online Mass Spectrometer ····· CHEN Wen-dong, HOU Ke-yong, CHEN Ping, *et al.* (34)

Surface Characteristics of Alkali Modified Activated Carbon and the Adsorption Capacity of Methane ····· ZHANG Meng-zhu, LI Lin, LIU Jun-xin, *et al.* (39)

Distribution of Dimethylsulfoxide(DMSO) in the Surface Water of the Yellow Sea and the Bohai Sea ····· WANG Min, ZHANG Hong-hai, YANG Gui-peng (45)

Resolving Characteristic of CDOM by Excitation-Emission Matrix Spectroscopy Combined with Parallel Factor Analysis in the Seawater of Outer Yangtze Estuary in Autumn in 2010 ····· YAN Li-hong, CHEN Xue-jun, SU Rong-guo, *et al.* (51)

Estimation and Forecast of Chlorophyll a Concentration in Taihu Lake Based on Ensemble Square Root Filters ····· LI Yuan, LI Yun-mei, WANG Qiao, *et al.* (61)

Research of Hyperspectral Reconstruction Based on HJ1A-CCD Data ····· GUO Yu-long, LI Yun-mei, ZHU Li, *et al.* (69)

Research on the Sensitivity of Geochemical of Underground River in Chongqing Xueyu Cave ····· XU Shang-quan, YANG Ping-heng, YIN Jian-jun, *et al.* (77)

Bivariate Statistical Model for Calculating Phosphorus Input Loads to the River from Point and Nonpoint Sources ····· CHEN Ding-jiang, SUN Si-yang, JIA Ying-na, *et al.* (84)

Temporal and Spatial Variations of Total Nitrogen and Total Phosphorus in the Typical Reaches of Qinhuai River ····· LI Yue-fei, XIA Yong-qiu, LI Xiao-bo, *et al.* (91)

Derivation and Application of Sediment Quality Criteria of Cd and Hg for the Xiangjiang River ····· JIANG Bo-feng, SANG Lei-xin, SUN Wei-ling, *et al.* (98)

Distribution and Pollution Assessment of Heavy Metals in Soil of Relocation Areas from the Danjiangkou Reservoir ····· ZHANG Lei, QIN Yan-wen, ZHENG Bing-hui, *et al.* (108)

Concentrations of Soil Heavy Metals and Their Spatial Distribution in the Surrounding Area of Fenhe Reservoir ····· LI Jin-chang, ZHANG Hong, SHI Wei (116)

Distribution and Health Risk Assessment of Heavy Metals of Groundwaters in the Irrigation District of the Lower Reaches of Yellow River ··· ZHANG Yan, LI Fa-dong, OUYANG Zhu, *et al.* (121)

Concentrations and Distribution of Organochlorine Pesticides in the Surface Sediments of Jiaozhou Bay, Taozi Bay and Sishili Bay ····· LIU Yi-kai, ZHONG Guang-cai, TANG Jian-hui, *et al.* (129)

Choice of Macroinvertebrate Metrics for Constructing a Benthic-Index of Biotic Integrity Based on the Disturbance Gradients in the Qinjiang River Basin ····· LU Dong-qi, ZHANG Yong, CAI De-suo, *et al.* (137)

Isolation and Identification of *Marinobacter adhaerens* HY-3 and Its Allelopathy on *Skeletonema costatum* ····· WANG Hong-bin, CHEN Wen-hui, LI Xin-shu, *et al.* (145)

Effects of the Rice Straw on *Microcystis aeruginosa* Analyzed by Different Physiological Parameters ····· SU Wen, KONG Fan-xiang, YU Yang, *et al.* (150)

Effects of Allelochemicals Ethyl Cinnamate on the Growth and Physiological Characteristics of *Chlorella pyrenoidosa* ····· GAO Li-li, GUO Pei-yong, SU Guang-ming, *et al.* (156)

Hydraulic Simulation and Safety Assessment of Secondary Water Supply System with Anti-Negative Pressure Facility ····· WANG Huan-huan, LIU Shu-ming, JIANG Shuai, *et al.* (163)

Effect of Relative Molecular Mass Distribution and Hydrophilicity/Hydrophobicity of NOM on Membrane Fouling in MF-combined Process ····· HU Meng-liu, LIN Jie, XU Guang-hong, *et al.* (169)

Effect of Permeabilization on Sulfate Reduction Activity of *Desulfovibrio vulgaris* Hildenborough Cells in the Presence of Different Electron Donors ····· XU Hui-wei, ZHANG Xu, LI Li-ming, *et al.* (177)

Dechlorination of HCB by Bimetals Based on Zero Valent Iron ····· ZENG Xian-wei, LIU Jian-guo, NIE Xiao-qin (182)

Study on Kinetics of Photoelectrocatalytic Degradation of Supported TiO_2 on Malachite Green ····· ZHANG Xiao-na, ZHOU Shao-qi, ZHOU Xiao (188)

Measurement and Analysis of Micropore Aeration System's Oxygenating Ability Under Operation Condition in Waste Water Treatment Plant ····· WU Yuan-yuan, ZHOU Xiao-hong, SHI Han-chang, *et al.* (194)

Influence of Microbubble and Its Generation Process on Mixed Liquor Properties of Activated Sludge ····· LIU Chun, MA Jin, ZHANG Lei, *et al.* (198)

Impact of Different Nitrogen Concentrations on the N_2O Production in the Denitrification Process of Granular Sludge ····· HAN Xue, GAO Da-wen (204)

Effect of Simulated Heavy Metal Leaching Solution of Electroplating Sludge on the Bioactivity of *Acidithiobacillus ferrooxidans* ····· XIE Xin-yuan, SUN Pei-de, LOU Ju-qing, *et al.* (209)

Characteristic and Ion Exchanges During Cu^{2+} and Cd^{2+} Biosorption by *Stenotrophomonas maltophilia* ····· BAI Jie-qiong, YIN Hua, YE Jin-shao, *et al.* (217)

Sorption of Nitrobenzene to Anionic Surfactant Modified Layered Double Hydroxides ····· XIA Yan, ZHU Run-liang, TAO Qi, *et al.* (226)

Study on Phosphate Removal and Recovery by Activated Alumina ····· MENG Wen-na, XIE Jie, WU De-yi, *et al.* (231)

Spatial Distribution of Inhalable Particulate and Association with Respiratory Disease in Beijing City ····· YANG Wei, ZHAO Wen-ji, GONG Zhao-ning, *et al.* (237)

Pollution Levels of Perfluorochemicals in Chicken Eggs and Duck Eggs from the Markets in Beijing ····· QI Yan-jie, ZHOU Zhen, SHI Ya-li, *et al.* (244)

Residual Levels of Pesticides in Freshwater Fish from Beijing Aquatic Product Markets and Health Risk Assessment ····· YU Zhi-yong, JIN Fen, SUN Jing-fang, *et al.* (251)

Characterizing the Toxicity Interaction of the Binary Mixture Between DMSO and Pesticide by the Multi-Effect Residual Analysis (MERA) ····· HUO Xiang-chen, LIU Shu-shen, ZHANG Jing, *et al.* (257)

Isolation of Quizalofop-*p*-ethyl-degrading Bacteria from Soil by DGGE-Colony *in situ* Hybridization ····· LÜ Xin, PENG Xia-wei, HU Qing, *et al.* (263)

White-Rot Fungi Combinations Impact on Enzyme Productions ····· MENG Yao, LIANG Hong, GAO Da-wen (271)

Effects of Different Fertilizer Application on Soil Active Organic Carbon ····· ZHANG Rui, ZHANG Gui-long, JI Yan-yan, *et al.* (277)

Effect of Reclamation on the Vertical Distribution of SOC and Retention of DOC ····· HUO Li-li, ZOU Yuan-chun, GUO Jia-wei, *et al.* (283)

Distribution Characteristics of Soil Organic Carbon and Its Composition in *Suaeda salsa* Wetland in the Yellow River Delta ····· DONG Hong-fang, YU Jun-bao, GUAN Bo (288)

Study the Restoration Technology of Concentrated Application-Natural Diffusion about Amendments of Acidified Soil of Hilly Woodland ····· FANG Xiong, LIU Ju-xiu, YIN Guang-cai, *et al.* (293)

Optimizing Remediation Conditions of Non-thermal Plasma for DDTs Heavily Contaminated Soil ····· CHEN Hai-hong, LUO Yong-ming, TENG Ying, *et al.* (302)

Chemical Extraction of Arsenic Co-precipitated with Amorphous $Fe(OH)_3$ and Fe_3O_4 ····· CHEN Yi-ping, WANG Shao-feng, JIA Yong-feng (308)

Influence of Aluminum and Manganese on the Growth, Nutrient Uptake and the Efflux by Ectomycorrhizal Fungi ····· LI Hua, HUANG Jian-guo, YUAN Ling (315)

High-solids Anaerobic Co-digestion of Sludge and Kitchen Garbage Under Mesophilic Conditions ····· DUAN Ni-na, DONG Bin, LI Jiang-hua, *et al.* (321)

Preparation, Characterization and Adsorption Performance of High Surface Area Biomass-based Activated Carbons ····· LI Kun-quan, LI Ye, ZHENG Zheng, *et al.* (328)

Study on Strategies of Pollution Prevention in Coastal City of Zhejiang Province Based on Scenario Analysis ····· TIAN Jin-ping, CHEN Lü-jun, DU Peng-fei, *et al.* (336)

Advance in the Bioavailability Monitoring of Heavy Metal Based on Microbial Whole-cell Sensor ····· HOU Qi-hui, MA An-zhou, ZHUANG Xiu-liang, *et al.* (347)

Characteristics of Heavy Metal Contamination in Street Dusts Along the Urban-Rural Gradient Around Beijing ····· HE Xiao-yan, GU Pei, LI Xu-yong, *et al.* (357)

Content Trends of Pollutants in Street Dust of Beijing Along the Urban-Rural Gradient and Road Density Gradient ····· TANG Rong-li, MA Ke-ming, ZHANG Yu-xin, *et al.* (364)

Analysis of First Flush Effect of Typical Underlying Surface Runoff in Beijing Urban City ····· REN Yu-fen, WANG Xiao-ke, OUYANG Zhi-yun, *et al.* (373)

Temporal Variation of Water Quality and Driving Factors in Yanghe Watershed of Zhangjiakou ····· PANG Bo, WANG Tie-yu, LÜ Yong-long, *et al.* (379)

Research on Carbon Reduction Potential of Electric Vehicles for Low-Carbon Transportation and Its Influencing Factors ····· SHI Xiao-qing, LI Xiao-nuo, YANG Jian-xin (385)

Investigation of Waste Classification and Collection Actual Effect and the Study of Long Acting Management in the Community of Beijing ····· DENG Jun, XU Wan-ying, ZHOU Chuan-bin (395)

Problems and Countermeasures in the Application of Constructed Wetlands ····· HUANG Jin-lou, CHEN Qin, XU Lian-huang (401)

《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　汤鸿霄　陈吉宁　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）

2013 年 1 月 15 日　34 卷　第 1 期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

（Monthly　Started in 1976）

Vol. 34　No. 1　Jan. 15, 2013

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：90.00 元　　国外发行代号：M 205

国 内 外 公 开 发 行