

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第34卷 第6期

Vol.34 No.6

2013

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

2008 ~ 2010 年北京城区大气 BTEX 的浓度水平及其 O ₃ 生成潜势	曹函玉, 潘月鹏, 王辉, 谭吉华, 王跃思 (2065)
利用 SPAMS 研究上海秋季气溶胶污染过程中颗粒物的老化与混合状态	牟莹莹, 楼晟荣, 陈长虹, 周敏, 王红丽, 周振, 乔利平, 黄成, 李梅, 李莉, 王倩, 黄海英, 邹兰军 (2071)
沈阳市降水化学成分及来源分析	张林静, 张秀英, 江洪, 张清新 (2081)
秦皇岛大气污染物浓度变化特征	刘鲁宁, 申雨璇, 辛金元, 吉东生, 王跃思 (2089)
笼养鸡生长过程 NH ₃ 、N ₂ O、CH ₄ 和 CO ₂ 的排放	周忠凯, 朱志平, 董红敏, 陈永杏, 尚斌 (2098)
碳化硅协同分子筛负载型催化微波辅助催化氧化甲苯性能	王晓晖, 卜龙利, 刘海楠, 张浩, 孙剑宇, 杨力, 蔡力栋 (2107)
生物滴滤塔净化多组分废气的研究	张定丰, 房俊逸, 叶杰旭, 邱松凯, 钱东升, 戴启洲, 陈东之 (2116)
在氧化和还原氛围下脉冲电晕法降解二硫化碳废气	金圣, 黄立维, 李国平 (2121)
模拟大气 CO ₂ 水平升高对春季太湖浮游植物生理特性的影响	赵旭辉, 汤龙升, 史小丽, 杨州, 孔繁翔 (2126)
一种确定湖泊水质基准参照状态浓度的新方法	华祖林, 汪靛 (2134)
HSPF 径流模拟参数敏感性分析与模型适用性研究	李燕, 李兆富, 席庆 (2139)
基于非点源污染的水质监测方案研究	吴喜军, 李怀恩, 李家科, 李强坤, 董雯 (2146)
不同雨强下黄棕壤坡耕地径流养分输出机制研究	陈玲, 刘德富, 宋林旭, 崔玉洁, 张革 (2151)
春季东海赤潮发生前后营养盐及溶解氧的平面分布特征	李鸿妹, 石晓勇, 陈鹏, 张传松 (2159)
三峡库区大宁河枯水期藻细胞的时空分布	张永生, 郑丙辉, 王坤, 姜霞, 郑浩 (2166)
湖泊沉积物溶解性有机氮组分的藻类可利用性	冯伟莹, 张生, 焦立新, 王圣瑞, 李畅游, 崔凤丽, 付绪金, 甄志磊 (2176)
刚毛藻分解对上覆水磷含量及赋存形态的影响	侯金枝, 魏权, 高丽, 孙卫明 (2184)
反复扰动下磷在沉积物和悬浮物以及上覆水间的交换	李大鹏, 王晶, 黄勇 (2191)
三峡库区主要支流表层沉积物多溴联苯醚的分布特征	李昆, 赵高峰, 周怀东, 刘晓茹, 余丽琴, 文武, 张盼伟 (2198)
UV 和 H ₂ O ₂ 联合消毒灭活饮用水中大肠杆菌研究	张一清, 周玲玲, 张永吉 (2205)
臭氧降解水中邻苯二甲酸二甲酯的动力学及影响因素	于丽, 张培龙, 侯甲才, 庞立飞, 李越, 贾寿华 (2210)
硝酸根对水体中甲基汞光化学降解的影响	毛雯, 孙荣国, 王定勇, 马明, 张成 (2218)
快雌醇氯化反应的动力学和机制研究	王斌楠, 刘国强, 孔德洋, 陆勇鹤 (2225)
金属离子对 δ-MnO ₂ 去除对叔辛基酚抑制作用的研究	李非里, 牟华倩 (2232)
核-壳表面磁性印迹聚合物的制备及其对水中双酚 A 的特异性去除	刘建明, 李红, 熊振湖 (2240)
有机蒙脱石负载纳米铁去除溶液中四溴双酚 A 的研究	闫梦玥, 庞志华, 李小明, 退建宇, 罗隽 (2249)
纳滤预处理测定景观水体中溶解性有机氮质量浓度及其分布特征	于红蕾, 霍守亮, 杨周生, 席北斗, 咎逢宇, 张靖天 (2256)
改性水凝胶的制备及其对 Pb ²⁺ 、Cd ²⁺ 吸附性能研究	吴宁梅, 李正魁 (2263)
直接大红 4BE 的磷钨酸均相光催化还原脱色	魏红, 李克斌, 李娟, 陈经涛, 张涛 (2271)
基于微气泡曝气的生物膜反应器处理废水研究	张磊, 刘平, 马锦, 张静, 张明, 吴根 (2277)
Fenton 法处理竹制品废水生化出水出水研究	郭庆稳, 张敏, 王炜, 杨治中, 吴东雷 (2283)
二价铁离子对 UASB 反应器厌氧发酵产氢效能的影响	李永峰, 王艺璇, 程国玲, 刘春妍 (2290)
进水底物浓度对蔗糖废水产酸合成 PHA 影响研究	陈志强, 邓毅, 黄龙, 温沁雪, 郭子瑞 (2295)
接种好氧颗粒污泥快速启动硝化工艺的过程研究	刘文如, 沈耀良, 丁玲玲, 丁敏 (2302)
聚磷污泥去除高浓度铅的影响因素研究	杨敏, 卢龙, 冯涌, 方超, 李雄清 (2309)
体积溶氧传递系数在好氧颗粒污泥系统中的变化特性初步分析	李志华, 范长青, 王晓昌 (2314)
我国淡水水体中双酚 A (BPA) 的生态风险评价	汪浩, 冯承莲, 郭广慧, 张瑞卿, 刘跃丹, 吴丰昌 (2319)
麦穗鱼物种敏感性评价	王晓南, 刘征涛, 闫振广, 张聪, 何丽, 孟双双 (2329)
不同评估方法得出的五氯酚的 PNEC 值的比较研究	雷炳莉, 文育, 王艺陪, 康佳, 刘倩 (2335)
桂林市交警头发 Hg、Pb 含量及分布研究	钱建平, 张力, 李成超, 黄栋 (2344)
直流电场处理后降线藻趋光性对 Cu ²⁺ 和 Hg ²⁺ 的响应	王飞祥, 袁玲, 黄建国 (2350)
UV-B 辐射对青冈凋落叶化学组成和分解的影响	宋新章, 卜涛, 张水奎, 江洪, 王志坤, 赵明水, 刘永军 (2355)
7 种树木的叶片微形态与空气悬浮颗粒吸附及重金属累积特征	刘玲, 方炎明, 王顺昌, 谢影, 杨聘聘 (2361)
溶解氧对碳氮硫共脱除工艺中微生物群落影响解析	于皓, 陈川, 张莉, 王爱杰 (2368)
不同耕地利用方式下土壤微生物活性及群落结构特性分析: 基于 PLFA 和 MicroResp TM 方法	陈晓娟, 吴小红, 刘守龙, 袁红朝, 李苗苗, 朱捍华, 葛体达, 童成立, 吴金水 (2375)
典型滨海湿地干湿交替过程氮素动态的模拟研究	韩建刚, 曹雪 (2383)
三峡库区巫山建坪地区土壤镉等重金属分布特征及来源研究	刘意章, 肖唐付, 宁增平, 贾彦龙, 黎华军, 杨菲, 姜涛, 孙昊 (2390)
北京市不同区位耕作土壤中重金属总量与形态分布特征	陈志凡, 赵焯, 郭廷忠, 王永峰, 田青 (2399)
季节变化对贵阳市不同功能区地表灰土重金属的影响	李晓燕 (2407)
东营市孤岛地区土壤中类二噁英类 PCBs 的污染特征	王登阁, 崔兆杰, 傅晓文, 殷永泉, 许宏宇 (2416)
模拟氮沉降对森林土壤有机物淋溶的影响	段雷, 马萧萧, 余德祥, 谭炳全 (2422)
甲基 β 环糊精对污染场地土壤中多环芳烃的异位增效洗脱修复研究	孙明明, 滕应, 骆永明, 李振高, 贾仲君, 张满云 (2428)
胶质芽孢杆菌对印度芥菜根际土壤镉含量及土壤酶活性影响	杨榕, 李博文, 刘微 (2436)
长期施用粪肥蔬菜基地蔬菜中典型抗生素的污染特征	吴小莲, 向垒, 莫测辉, 姜元能, 严青云, 李彦文, 黄献培, 苏青云, 王纪阳 (2442)
有机废弃物堆肥培肥土壤的氮矿化特性研究	张旭, 席北斗, 赵越, 魏自民, 李洋, 赵昕宇 (2448)
北京市生活垃圾转运站耗能和排污特征及其影响因素分析	王昭, 李振山, 冯亚斌, 焦安英, 薛安 (2456)
氨对垃圾焚烧飞灰浸出特性的影响及地球化学模拟	官贞珍, 陈德珍, Thomas Astrup (2464)
焚烧飞灰预处理工艺及其无机氯盐的行为研究	朱芬芬, 高冈昌辉, 大下和傲, 姜惠民, 北岛義典 (2473)
富含中孔与酸性基团的生物炭的制备与吸附性能	李坤彬, 李辉, 郑正, 张雨轩 (2479)
生物炭技术缓解我国温室效应潜力初步评估	姜志翔, 郑浩, 李锋民, 王震宇 (2486)
基于物质流分析的钾素流动与循环研究	白桦, 曾思育, 董欣, 陈吉宁 (2493)
《环境科学》征订启事 (2115)	《环境科学》征稿简则 (2224)
信息 (2217, 2289, 2349, 2398)	专辑征稿通知 (2478)

基于非点源污染的水质监测方案研究

吴喜军^{1,2}, 李怀恩^{1*}, 李家科¹, 李强坤³, 董雯¹

(1. 西安理工大学西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 西安 710048; 2. 榆林学院建筑工程系, 榆林 719000; 3. 黄河水利科学研究院, 郑州 450003)

摘要: 为了促进非点源污染监测的规范化和标准化, 本研究归纳总结了基于常规技术条件下的非点源污染监测方案。该监测方案首先强调了监测前期的准备工作, 包括监测区域的概况调查和指标筛选等; 在监测方案的制定过程中将监测区域分为城区、农业和流域三类, 城区以西安为例, 通过功能区的划分设置采样点, 总结了次降雨过程中采样的频率和方法等; 农业以某灌区为例, 通过单元划分, 在各引水渠与排水渠设置采样点, 并介绍了灌溉过程中的采样的次数、时间间隔等; 流域以渭河关中段为例, 提出了各采样断面的设置原则, 分析了降雨过程中各断面的采样规律。最后讨论了不同区域非点源污染监测的主要特征, 提出非点源污染监测方案是非点源污染研究和控制的基础。

关键词: 非点源污染; 监测方案; 城区; 农业; 流域

中图分类号: X143; X83 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2013)06-2146-05

Study on Water Quality Monitoring Scheme Based on Non-Point Source Pollution

WU Xi-jun^{1,2}, LI Huai-en¹, LI Jia-ke¹, LI Qiang-kun³, DONG Wen¹

(1. Key Laboratory of Northwest Water Resources and Ecological Environment of Ministry of Education, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. Department of Construction Engineering, Yulin College, Yulin 719000, China; 3. Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: In order to improve standardization and normalization of non-point source pollution monitoring, this paper summarized the non-point source pollution monitoring scheme that based on conventional technology condition. The scheme firstly emphasized the preparation work before monitoring, including situation investigation and index selection of the monitoring area and so on; In the process of establishing monitoring scheme, the monitoring area was divided into three types: city, agriculture and watershed. Take urban area monitoring scheme for Xi'an as an example, through dividing function zone setting sampling point, summarized sampling time interval, frequency and sampling methods during a rainfall process. An irrigation district was an example for agricultural monitoring scheme, through unit division, setting sampling point at the approach channel and drain channel, introduced sampling times, interval time and so on in the process of irrigation. Watershed monitoring scheme's example was the Weihe GuanZhong section, raised the setting principle of each sample section, and analyzed each section's sampling law in the process of rainfall. Finally the principal character of different non-point source pollution monitoring areas was discussed, and concluded that non-point source pollution monitoring scheme is the base of non-point source pollution study and control.

Key words: non-point source pollution; monitoring scheme; urban area; agriculture; watershed

非点源污染(non-point source pollution)是当前水污染控制的热点和难点^[1-4],但是相关监测资料的缺乏严重制约着其研究和控制工作^[5]。我国的水质监测主要是由水利部门 and 环境保护部门分别定期进行,由于非点源污染的随机性、分散性和隐蔽性等特点^[6],定期监测远远不能满足需要,而且非点源监测非常困难,监测断面、检测时间、监测指标等很难确定。

我国非点源污染研究起步较晚,有关监测还没有形成统一的规范,对监测手段、监测方法等也没有形成标准,从而导致监测结果的不可靠性和区域间的非对比性^[7]。美国国家环保署1997年颁布了“非点源污染监测手册”^[8],随后针对城区、农业和

森林等地区的非点源污染制定了相应的规范^[9,10],但是这些都主要集中于非点源污染的评估及监测数据的分析,关于具体的监测方法很少介绍。本研究根据课题组多年来从事非点源污染研究工作的经验,以降水及灌溉过程伴随的地表径流污染,即通常意义(狭义)的非点源污染为目标^[11],对其监测方案做一探讨,以便推进非点源污染监测工作的标准化进程,以期为其污染的研究、控制与管理提供参考。

收稿日期: 2012-09-12; 修订日期: 2012-12-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(51279158); 陕西省自然科学基金项目(2011JM5004); 陕西省教育厅计划项目(12JK0489, 11JS078, 11JK0734)

作者简介: 吴喜军(1979~),男,博士研究生,讲师,主要研究方向为水资源保护及非点源污染, E-mail: wxj0826@163.com

* 通讯联系人, E-mail: huaenl@yahoo.com

1 非点源污染监测的前期准备

作为非点源污染研究与管理的基础性工作,非点源污染的监测能力直接影响到非点源污染防治.鉴于我国目前水环境监控的现状条件,非点源污染监测应采用常规监测和高新技术监测(自动技术、遥感技术、同位素示踪技术、微生物示踪技术)^[12,13]相结合的方式,大的流域和湖泊以高新技术监测为主,常规监测数据进行验证,小区域以常规监测为主^[14].

1.1 非点源污染调查

首先应对监测区域进行分类调查,主要包括:人口和社会经济状况、产业结构、土地利用类型及功能区划、灌区分布、农药与化肥使用情况、土壤(氮、磷、农药等)背景值、降雨情况、水土流失以及水质状况等;其次,分析监测区域非点源污染的成因与突出问题,分析不同区域暴雨径流进入收纳水体的途径.

1.2 监测指标与分析方法

非点源污染监测指标的确定,必须建立在对监测区域水环境详细调查的基础之上,按照监测区域水环境质量状况、水环境功能分区、污染源排放状况、典型污染物组成等,有针对性地确定监测指标.首先应选择监测区域内使用量大、对环境危害严重的成份为主要监测指标.常规的监测指标有悬浮物(SS)、化学需氧量(COD)、氨氮(NH₄⁺-N)、总氮(TN)、总磷(TP)、重金属、农药等,其中重金属和农药分别是城区和农业条件下重要的监测指标.必要时,还应考虑对有毒有机污染物等指标以及沉积物、生物和地下水等不同对象的监测.对各项水质指标监测的同时还应对水量进行同步监测.

按照地表水环境质量标准(GB 3838-2002)和环境保护行业标准地表水监测技术规范^[15],分析的水样均为上清液(除SS指标外),上清液由原状水静置30 min后,用虹吸法于液面下5 cm处向上吸取澄清水得到.各指标的具体分析方法见表1^[16].

2 非点源污染监测方案

采样点的布置和采样方法的选取与监测数据是否有代表性、能否真实地反映监测区域非点源污染现状及发展趋势密切相关.应根据监测区域特点及研究需要,确定相应的监测方案.

2.1 城区非点源污染监测

2.1.1 采样点的布置

表 1 非点源污染监测指标分析及检出限 ¹⁾		
Table 1 Analysis method and detection limit of non-point source pollution monitoring index		
项目	分析方法	最低检出限
SS	103~105℃ 烘干称量测定	—
COD	重铬酸钾法(回流法)	10 mg·L ⁻¹
TP	过硫酸钾氧化-钼锑抗分光光度法	0.01 mg·L ⁻¹
NH ₄ ⁺ -N	纳氏试剂光度法	0.025 mg·L ⁻¹
TN	过硫酸钾氧化-紫外分光光度法	0.05 mg·L ⁻¹
重金属	原子吸收分光光度法	—
农药	毛细柱气相色谱法	—

1) 重金属和农药的检出限各具体指标相差很大

为了能够较全面地反映城区降雨径流造成的非点源污染,应对城市主要功能区降雨径流分别进行监测.将城区划分为交通区、商业区、居民区、工业区、学校这5种主要土地利用类型区^[17],在各类型区内选择一块或多块能代表其各类特征的封闭或半封闭的小区,并结合人力、物力等各种实际情况进行了布点监测.一般采样点布设在屋顶落水管、道路雨水口等水量较大、易于采集的地方,而且应远离点源污染源,例如:垃圾堆、小饭店、污水排放口等.图1和表2为项目组在西安市城区进行非点源污染监测的采样点布置.

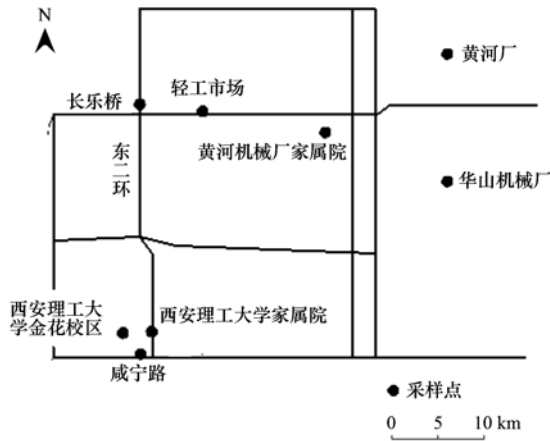


图 1 西安城区非点源污染监测的采样点布置示意^[18]
Fig. 1 Sampling site diagram of non-point source pollution monitoring in Xi'an City

2.1.2 采样方法

对于不同的下垫面,在相同的降雨条件下产流速度会有所差异,径流量在开始的一段时间内也会不同.因为降雨径流中的污染物多存在于降雨初期,为保证样品能够代表完整的降雨径流污染过程,采用“前密后疏”的原则采集降雨径流样品.降雨产流后即开始采样,降雨强度和径流量越大,间隔时间越短,初期间隔5~10 min,取样3~4次后,逐步延

表 2 不同功能区的采样点

Table 2 Sampling site of different functional areas

功能区	采样点	径流组成
交通区	东二环-金花路(主干路)长乐桥	收集路面径流
	咸宁路(次干路)理工大南门前	收集咸宁路机动车道的路面径流
商业区	轻工市场人和服装城	收集服装城前小广场的屋面、地面径流
居住区	黄河机械家属院(14街坊)	收集家属院主干道的屋面、路面径流
	西安理工大学家属院西门口	收集家属院主干道的屋面、路面径流
工业区	华山机械厂厂区	收集厂区主干道的屋面、路面径流
	黄河机械厂厂区	收集厂区主干道的屋面、路面径流
学校	西安理工大学金花校区	收集校区主干道的屋面、路面径流

长取样时间,根据降雨历时的长短调整取样的次数及间隔时间,每隔 20 ~ 60 min 采样一次,一次降雨采样不少于 8 ~ 10 次,除非短历时的降雨无法采集^[18,19]. 根据监测指标的不同,每次取样以 1 ~ 2 L 为准,并记录好采样地点、日期、径流开始时间和取样时间等,以便与降雨数据进行对照分析.

城区非点源污染水样采集方法分为地表直接取样和雨水管道取样两种. 地表直接取样简单、方便,区域功能单一性更好,但因为径流是以地面漫流的方式流过,流量很难测定;而雨水管道取样最大的优点就是流量较易测定,但是取样限制性较强,有些地区没有雨水管道,且单一性不好,大多雨水管道都是多个功能区径流汇集而来. 这需要研究者根据研究区域的特点及研究目标综合分析来确定.

2.2 农业非点源污染监测

2.2.1 采样点的布置

农业非点源污染的一个重要特点就是单元特征明显^[20]. 一方面,受灌溉渠道和排水沟渠分割,灌区具有一定的空间单元特征,一般根据研究对象而选择不同的空间单元;另一方面,农业非点源污染负荷与土地利用及其耕作方式、灌溉水平、化肥、农药用量等具有密切的关系,不同的单元由于条件差异,因而使农业非点源污染物的类型和负荷也具有一定的单元特征^[21]. 按照目前多数灌区的灌排模式,可以田间农级排水沟控制区域或具有封闭排水区并受其它非点源、点源污染相对较少的干级排水沟控制区域作为研究单元^[22]. 同时,相对于具体研究区域而言,单元特征还应具有代表性,能够反映研究区一般的共性特征. 为了研究田间灌溉过程的水质变化规律,可在引水渠首、支渠口、农渠口、田间、农沟末端支沟末端、干沟末端等处布置监测断面,进行水质与水量的同步监测(图 2).

2.2.2 采样方法

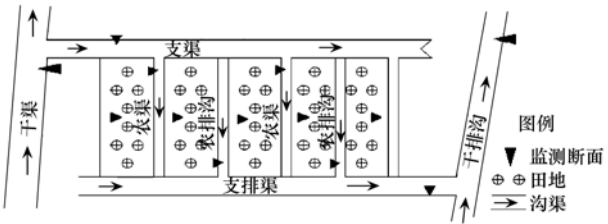


图 2 某灌区农业非点源污染监测示意^[22]

Fig. 2 Schematic diagram of the agricultural non-point source pollution monitoring in an irrigation district

水量监测:田间灌溉水量以及农级排水沟流量利用农渠、农排沟监测断面建无喉量水槽量测,支、干级排水沟流速、水量采用流速仪法测算.

水质取样:取样次数可根据研究目的、天气情况、研究经费等确定. 一般情况下,在春夏灌期,各级引水渠道(干渠、支渠、农渠)每月取样 1 ~ 2 次;田间农级排水沟根据作物种植结构分别取样,其中水田灌溉次数较多,农级排水沟为持续排水过程,可每月取样 3 ~ 4 次,旱田由于灌溉次数较少,农沟为间断性排水,应根据其实际退水过程不定期取样;支、干级排水沟每月取样 1 ~ 2 次. 对于北方地区的冬灌期,考虑到为一次灌溉过程,各级引水渠道及农渠口各取水样 2 ~ 3 次,田间各农级排水沟口根据农田排水过程每 2 d 取样一次,支、干、总排干各级排水沟渠各取水样 2 次. 取样过程中,如条件允许,可在各级排水沟渠选取典型渠段,布设上、下断面,进行污染物降解实验. 水样采用中泓一线法取样,在断面中间设置一条取样垂线,在水面以下 1/3 处取样,根据监测指标的不同,每个水样 1 ~ 2 L,原状水样送实验室分析.

2.3 流域非点源污染监测

2.3.1 监测断面的布设

对于流域非点源监测断面的确定,主要根据监测区域的降雨径流汇流情况来确定. 首先在监测区域

的上游河段设置背景断面,该断面应能反映水系未受监测区域非点源污染时的背景值;其次在监测区域的下游设置控制断面,用来反映该区域非点源污染物对水系的影响,控制断面的数量可根据污染源的实际情况、主要污染物的迁移转化规律和其它水文特征等确定;最后在水系的较大支流汇入前的河口处设置监测断面,以反映支流汇流区域对干流水质的影响. 在选择监测断面时,最好能与现有水文站一致,因为河流中水量监测较困难,如能利用现有水文站则可轻松获得流量数据. 图 3 为本课题组在计算渭河流域非点源污染负荷时所选取的部分监测断面.

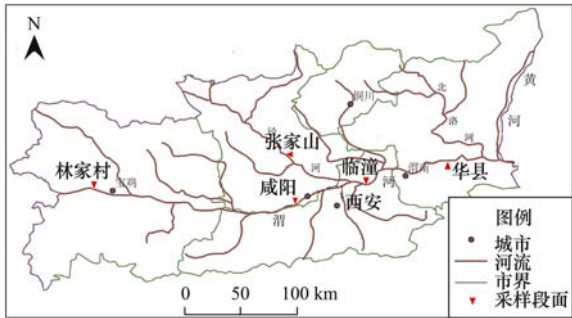


图 3 渭河流域关中中段部分非点源污染监测断面
Fig. 3 Non-point source pollution monitoring section in the Guanzhong region of Weihe

2.3.2 采样方法

为与洪水期水质进行对照和分割每场洪水的非点源污染负荷量,流域的非点源污染监测在进行洪水期监测的同时还必须对选取的监测断面进行非洪水期监测.

在洪水期监测中,尽可能包括大、中、小洪水;每场洪水的测流取样尽量控制洪水涨落过程,至少取样 5 次以上(其中大型洪水应在 7 次以上)^[23];在降雨开始后,如果水位上升,就开始采样;根据水位的上升情况,分别采集洪水过程的起涨段、顶峰段和退水段,其中起涨段采 2~3 次样,顶峰段采 1~2 次样,退水段采 2~3 次样. 非洪水期监测则需在连续几日水位基本无变化且水位较低(最好接近于基流)的情况下进行,原则上每次进行 24 h 连续测流采样(每季节进行 1 次),每隔 3~4 h 采样一次^[24].

水样采用中泓一线法取样,在断面中间设置一条取样垂线,在水面以下 1/3 处取样,采样垂线数及采样点数按表 3 确定. 根据监测指标的不同,每个水样 1~2 L,原状水样送实验室分析^[25]. 每次采样时,相应填好《采样现场数据记录表》,所有采样桶均在低温下避光保存.

表 3 采样垂线数及采样点数

Table 3 Numbers of vertical line and sampling point of each vertical line

水面宽	垂线数	水深	采样点数	说明
≤50 m	一条(中垂线)	≤5 m	上层一点	1. 左、中、右三条垂线在采样断面上沿河宽方向选取
50~100 m	二条(左、右垂线)	5~10 m	上、下层两点	2. 左、右垂线分别离岸边 10 m 左右,中垂线设在河道中央
>100 m	三条(左、中、右三条垂线)	>10 m	上、中、下三层三点	3. 上层指水面下 0.5 m 处,水深不到 0.5 m 时,在水深 1/2 处;中层指 1/2 水深处;下层指河底以上 0.5 m 处

3 讨论

(1)非点源污染监测方案与监测技术是相辅相成的,鉴于目前我国非点源污染监测的实际情况,本研究介绍的方案是基于常规的监测技术. 采用一些新型的监测技术,则监测方案可在本研究的基础上做适当改进,例如采用自动监测技术,则可将监测的时间间隔缩短,增加监测次数.

(2)本研究以降水及灌溉过程伴随的地表径流污染,即通常意义(狭义)的非点源污染为目标,讨论其监测方案. 非点源污染监测是个非常复杂的问题,包括大气环境、土壤环境和水环境的监测,水环境监测又包含大气干湿沉降、底泥二次污染和地下径流等的监测诸多方面,这些都需要以后继续研究和讨论.

(3)非点源污染监测中,在财力、人力、天气和监测技术允许的情况下,应尽可能的提高采样的频率及采样点的代表性,监测数据越丰富,则非点源污染模型的计算结果就越准确.

4 结论

(1)非点源污染相关监测数据的完整性和可靠性对其非常重要,非点源污染监测方案是其研究、控制与管理的基础.

(2)非点源污染监测首先要进行前期准备工作,通过对监测区域的分类调查,分析非点源污染的来源和种类,确定其监测指标和分析方法.

(3)在非点源污染监测中,最关键的是确定不同类型监测区域(农业、城区、流域)的监测断面、监测方法、监测时间等.

(4)我国非点源污染监测仍较为落后,还没有形成统一的规范,对监测手段、监测方法等也没有形成标准化. 因此,必须加强对非点源污染监测方案的研究,尽快制定相关规范及标准.

参考文献:

- [1] Novotny V, Chesters G. Handbook of non-point pollution: sources and management [M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1981.
- [2] Zhuang Y H, Nguyen T, Niu B B, *et al.* Research trends in non point source during 1975-2010 [J]. Physics Procedia, 2012, **33**: 138-143.
- [3] 李怀恩, 沈晋. 非点源污染数学模型[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1996.
- [4] 沈晋, 沈冰, 李怀恩, 等. 环境水文学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1992.
- [5] Kaplowitz M D, Frank L. Stakeholder preferences for best management practices for non-point source pollution and stormwater control [J]. Landscape and Urban Planning, 2012, **104**(3-4): 364-372.
- [6] 贺缠生, 傅伯杰, 陈利顶. 非点源污染的管理及控制[J]. 环境科学, 1998, **19**(5): 87-91.
- [7] 李贵宝, 周怀东, 郭翔云, 等. 我国水环境监测存在的问题及对策[J]. 水利技术监督, 2005, **13**(3): 57-60.
- [8] EPA/841-B-96-004, Monitoring Guidance for Determining the Effectiveness of Nonpoint Source Controls[S].
- [9] EPA/841-B-97-010, Techniques for Tracking, Evaluating, and Reporting the Implementation of Nonpoint Source Control Means-Agriculture [S].
- [10] EPA/841-B-00-007, Techniques for Tracking, Evaluating, and Reporting the Implementation of Nonpoint Source Control Means-Urban[S].
- [11] 付永锋, 陈文辉, 赵基花. 非点源污染的研究进展与前景展望[J]. 山西水利科技, 2003, **33**(3): 32-35.
- [12] Lanza L G, Schultz G A, Barrett E C. Remote sensing in hydrology: some downscaling and uncertainty issues [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 1997, **22**(3-4): 215-219.
- [13] Duran M, Yurtsever D, Dunaev T. Choice of indicator organism and library size considerations for phenotypic microbial source tracking by FAME profiling [J]. Water Science and Technology, 2009, **60**(10): 2659-2668.
- [14] 高娟, 李贵宝, 华路. 地表水环境监测进展与问题探讨[J]. 水资源保护, 2006, **22**(1): 5-14.
- [15] HJ/T 91-2002, 地表水和污水监测技术规范[S].
- [16] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. (第四版). 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 210-284.
- [17] 杨柳, 马克明, 郭青海, 等. 城市化对水体非点源污染的影响[J]. 环境科学, 2004, **25**(6): 32-39.
- [18] 李家科, 李怀恩, 董雯, 等. 西安市城区非点源污染特性与负荷估算[J]. 水力发电学报, 2012, **31**(4): 131-138.
- [19] 王婧, 荆红卫, 王浩正, 等. 北京市城区降雨径流污染特征监测与分析[J]. 给水排水, 2011, **37**(S1): 135-139.
- [20] Chhabra A, Manjunath K R, Panigrahy S. Non-point source pollution in Indian agriculture: Estimation of nitrogen losses from rice crop using remote sensing and GIS [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2010, **12**(3): 190-200.
- [21] 赖斯芸, 杜鹏飞, 陈吉宁. 基于单元分析的非点源污染调查评估方法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2004, **44**(9): 1184-1187.
- [22] 李强坤, 胡亚伟, 李怀恩. 农业非点源污染物在排水沟渠中的模拟与应用[J]. 环境科学, 2011, **32**(5): 1273-1278.
- [23] 李家科, 李怀恩, 刘健, 等. 基于暴雨径流过程监测的渭河非点源污染特征及负荷定量研究[J]. 水土保持通报, 2008, **28**(2): 106-111.
- [24] Li J K, Li H E, Shen B, *et al.* Effect of non-point source pollution on water quality of the Weihe River [J]. International Journal of Sediment Research, 2011, **26**(1): 50-61.
- [25] SL219-98, 水环境监测规范[S].

CONTENTS

Concentrations and Ozone Formation Potentials of BTEX During 2008-2010 in Urban Beijing, China	CAO Han-yu, PAN Yue-peng, WANG Hui, <i>et al.</i> (2065)
Aging and Mixing State of Particulate Matter During Aerosol Pollution Episode in Autumn Shanghai Using a Single Particle Aerosol Mass Spectrometer (SPAMS)	MU Ying-ying, LOU Sheng-rong, CHEN Chang-hong, <i>et al.</i> (2071)
Chemical Characteristics and Source Assessment of Rainwater at Shenyang	ZHANG Lin-jing, ZHANG Xiu-ying, JIANG Hong, <i>et al.</i> (2081)
Variation of Atmospheric Pollutants in Qinhuangdao City	LIU Lu-ning, SHEN Yu-xuan, XIN Jin-yuan, <i>et al.</i> (2089)
NH ₃ , N ₂ O, CH ₄ and CO ₂ Emissions from Growing Process of Caged Broilers	ZHOU Zhong-kai, ZHU Zhi-ping, DONG Hong-min, <i>et al.</i> (2098)
Synergetic Effects of Silicon Carbide and Molecular Sieve Loaded Catalyst on Microwave Assisted Catalytic Oxidation of Toluene	WANG Xiao-hui, BO Long-li, LIU Hai-nan, <i>et al.</i> (2107)
Removal of Mixed Waste Gases by the Biotrickling Filter	ZHANG Ding-feng, FANG Jun-yi, YE Jie-xu, <i>et al.</i> (2116)
Decomposition of Carbon Disulfide by Pulse Corona Under Oxidizing and Reducing Atmosphere	JIN Sheng, HUANG Li-wei, LI Guo-ping (2121)
Effects of Simulated Elevation of Atmospheric CO ₂ Concentration on the Physiological Features of Spring Phytoplankton in Taihu Lake	ZHAO Xu-hui, TANG Long-sheng, SHI Xiao-li, <i>et al.</i> (2126)
A New Method for Estimation of the Lake Quality Reference Condition	HUA Zu-lin, WANG Liang (2134)
Parameter Sensitivity Analysis of Runoff Simulation and Model Adaptability Research Based on HSPF	LI Yan, LI Zhao-fu, XI Qing (2139)
Study on Water Quality Monitoring Scheme Based on Non-Point Source Pollution	WU Xi-jun, LI Huai-en, LI Jia-ke, <i>et al.</i> (2146)
Characteristics of Nutrient Loss by Runoff in Sloping Arable Land of Yellow-brown Under Different Rainfall Intensities	CHEN Ling, LIU De-fu, SONG Lin-xu, <i>et al.</i> (2151)
Distribution of Dissolved Inorganic Nutrients and Dissolved Oxygen in the High Frequency Area of Harmful Algal Blooms in the East China Sea in Spring	LI Hong-mei, SHI Xiao-yong, CHEN Peng, <i>et al.</i> (2159)
Temporal-Spatial Distribution of Algal Cells During Drought Period in Daning River of Three Gorges	ZHANG Yong-sheng, ZHENG Bing-hui, WANG Kun, <i>et al.</i> (2166)
Bioavailability of Dissolved Organic Nitrogen Components in the Lake Sediment to Algae	FENG Wei-ying, ZHANG Sheng, JIAO Li-xin, <i>et al.</i> (2176)
Influence of Decomposition of <i>Cladophora</i> sp. on Phosphorus Concentrations and Forms in the Overlying Water	HOU Jin-zhi, WEI Quan, GAO Li, <i>et al.</i> (2184)
Phosphorus Exchange Between Suspended Solids Sediments Overlying Water Under Repeated Disturbance	LI Da-peng, WANG Jing, HUANG Yong (2191)
Distribution Characteristics of PBDEs in Surface Sediment from the Three Gorges Reservoir of Yangtze River	LI Kun, ZHAO Gao-feng, ZHOU Huai-dong, <i>et al.</i> (2198)
Study on UV and H ₂ O ₂ Combined Inactivation of <i>E. coli</i> in Drinking Water	ZHANG Yi-qing, ZHOU Ling-ling, ZHANG Yong-ji (2205)
Kinetics and Influencing Factors of Dimethyl Phthalate Degradation in Aqueous Solution by Ozonation	YU Li, ZHANG Pei-long, HOU Jia-cai, <i>et al.</i> (2210)
Effects of Nitrate Ion on Monomethylmercury Photodegradation in Water Body	MAO Wen, SUN Rong-guo, WANG Ding-yong, <i>et al.</i> (2218)
Chlorination of Ethynyl Estradiol: A Kinetic and Mechanistic Study	WANG Bin-nan, LIU Guo-qiang, KONG De-yang, <i>et al.</i> (2225)
Metal Ions Restrained the Elimination of 4- <i>tert</i> -Octylphenol by δ -MnO ₂	LI Fei-li, MOU Hua-qian (2232)
Removal of Bisphenol A in Aqueous Solutions by Core-shell Magnetic Molecularly Imprinted Polymers	LIU Jian-ming, LI Hong-hong, XIONG Zhen-hu (2240)
Research on Removal of Tetrabromobisphenol A from Synthetic Wastewater by Nanoscale Zero Valent Iron Supported on Organobentonite	YAN Meng-yue, PANG Zhi-hua, LI Xiao-ming, <i>et al.</i> (2249)
Measurement of Dissolved Organic Nitrogen with Nanofiltration Pretreatment and Its Distribution Characteristics in Landscape Water	YU Hong-lei, HUO Shou-liang, YANG Zhou-sheng, <i>et al.</i> (2256)
Preparation of a Novel Modified Hydrogel and Study of Its Adsorption Performance	WU Ning-mei, LI Zheng-kui (2263)
Photocatalytic Reductive Degradation of Direct Red 4BE by Phosphotungstic Acid	WEI Hong, LI Ke-bin, LI Juan, <i>et al.</i> (2271)
Wastewater Treatment Using a Microbubble Aerated Biofilm Reactor	ZHANG Lei, LIU Ping, MA Jin, <i>et al.</i> (2277)
Research on Fenton Treatment of the Biochemical Processes Effluent of Bamboo Industry Wastewater	GUO Qing-wen, ZHANG Min, WANG Wei, <i>et al.</i> (2283)
Effect of Fe ²⁺ on Fermentation Hydrogen Production in an UASB	LI Yong-feng, WANG Yi-xuan, CHENG Guo-ling, <i>et al.</i> (2290)
Influence of Substrate Concentration on PHA Production Using Fermented Sugar Cane as Substrate	CHEN Zhi-qiang, DENG Yi, HUANG Long, <i>et al.</i> (2295)
Study on Rapid Start-up of a Nitrifying Process Using Aerobic Granular Sludge as Seed Sludge	LIU Wen-ru, SHEN Yao-liang, DING Ling-ling, <i>et al.</i> (2302)
Influencing Factors of High-Concentration Lead Removal Using the Phosphorus-Accumulating Sludge	YANG Min, LU Long, FENG Yong, <i>et al.</i> (2309)
Preliminary Study on Characteristics of Volumetric Oxygen Transfer Coefficient in Granular Sludge Systems	LI Zhi-hua, FAN Chang-qing, WANG Xiao-chang (2314)
Ecological Risk Assessment of Bisphenol A in Chinese Freshwaters	WANG Hao, FENG Cheng-lian, GUO Guang-hui, <i>et al.</i> (2319)
Species Sensitivity Evaluation of <i>Pseudorasbora parva</i>	WANG Xiao-nan, LIU Zheng-tao, YAN Zhen-guang, <i>et al.</i> (2329)
Comparison of Aquatic Predicted No-Effect Concentrations (PNECs) for Pentachlorophenol Derived from Different Assessment Approaches	LEI Bing-li, WEN Yu, WANG Yi-pei, <i>et al.</i> (2335)
Study on Hair Hg and Pb Content Distribution of Traffic Polices, Guilin	QIAN Jian-ping, ZHANG Li, LI Cheng-chao, <i>et al.</i> (2344)
Changes in Phototoxic Index of <i>Daphnia carinata</i> Under Electric Field of Direct Current in Response to Cr ⁶⁺ and Hg ²⁺	WANG Fei-xiang, YUAN Ling, HUANG Jian-guo (2350)
Effect of UV-B Radiation on the Chemical Composition and Subsequent Decomposition of <i>Cyclobalanopsis glauca</i> Leaf Litter	SONG Xin-zhang, BU Tao, ZHANG Shui-kui, <i>et al.</i> (2355)
Leaf Micro-morphology and Features in Adsorbing Air Suspended Particulate Matter and Accumulating Heavy Metals in Seven Tress Species	LIU Ling, FANG Yan-ming, WANG Shun-chang, <i>et al.</i> (2361)
Effect of Dissolved Oxygen on Microbial Community in Simultaneous Removal of Carbon, Nitrogen and Sulfur Process	YU Hao, CHEN Chuan, ZHANG Li, <i>et al.</i> (2368)
Microbial Activity and Community Structure Analysis Under the Different Land Use Patterns in Farmland Soils: Based on the Methods PLFA and MicroResp TM	CHEN Xiao-juan, WU Xiao-hong, LIU Shou-long, <i>et al.</i> (2375)
Effects of Drying-rewetting Alternation on Nitrogen Dynamics in a Typical Coastal Wetland: A Simulation Study	HAN Jian-gang, CAO Xue (2383)
Cadmium and Selected Heavy Metals in Soils of Jianping Area in Wushan County, the Three Gorges Region: Distribution and Source Recognition	LIU Yi-zhang, XIAO Tang-fu, NING Zeng-ping, <i>et al.</i> (2390)
Total Contents of Heavy Metals and Their Chemical Fractionation in Agricultural Soils at Different Locations of Beijing City	CHEN Zhi-fan, ZHAO Ye, GUO Ting-zhong, <i>et al.</i> (2399)
Influence of Season Change on the Level of Heavy Metals in Outdoor Settled Dusts in Different Functional Areas of Guiyang City	LI Xiao-yan (2407)
Characteristics of Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls Contamination in Soils of Gudao Region in Dongying	WANG Deng-ge, CUI Zhao-jie, FU Xiao-wen, <i>et al.</i> (2416)
Effects of Simulated Nitrogen Deposition on Organic Matter Leaching in Forest Soil	DUAN Lei, MA Xiao-xiao, YU De-xiang, <i>et al.</i> (2422)
<i>Ex-situ</i> Remediation of PAHs Contaminated Site by Successive Methyl- β -Cyclodextrin Enhanced Soil Washing	SUN Ming-ming, TENG Ying, LUO Yong-ming, <i>et al.</i> (2428)
Effects of <i>Bacillus mucilaginosus</i> on the Cd Content of Rhizosphere Soil and Enzymes in Soil of <i>Brassica juncea</i>	YANG Rong, LI Bo-wen, LIU Wei (2436)
Concentrations of Antibiotics in Vegetables from Manure-mended Farm	WU Xiao-lian, XIANG Lei, MO Ce-hui, <i>et al.</i> (2442)
Characteristics of Organic Nitrogen Mineralization in Organic Waste Compost-Amended Soil	ZHANG Xu, XI Bei-dou, ZHAO Yue, <i>et al.</i> (2448)
Characteristics and Influence Factors of the Energy Consumption and Pollutant Discharge of Municipal Solid Waste Transfer Stations in Beijing	WANG Zhao, LI Zhen-shan, FENG Ya-bin, <i>et al.</i> (2456)
Influence of Ammonia on Leaching Behaviors of Incineration Fly Ash and Its Geochemical Modeling	GUAN Zhen-zhen, CHEN De-zhen, Thomas Astrup (2464)
Pretreatment Technology for Fly Ash from MSWI and the Corresponding Study of Chloride Behavior	ZHU Fen-fen, Takaoka Masaki, Oshita Kazuyuki, <i>et al.</i> (2473)
Preparation, Characterization and Adsorption Performance of Mesoporous Activated Carbon with Acidic Groups	LI Kun-quan, LI Ye, ZHENG Zheng, <i>et al.</i> (2479)
Preliminary Assessment of the Potential of Biochar Technology in Mitigating the Greenhouse Effect in China	JIANG Zhi-xiang, ZHENG Hao, LI Feng-min, <i>et al.</i> (2486)
Research of Potassium Flow and Circulation Based on Substance Flow Analysis	BAI Hua, ZENG Si-yu, DONG Xin, <i>et al.</i> (2493)

《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6月15日 34卷 第6期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 34 No. 6 Jun. 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

国内外公开发行人