

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第33卷 第12期

Vol.33 No.12

2012

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

特别策划:再生水灌溉利用生态风险研究专题

序	陈卫平 (4069)
再生水灌溉利用的生态风险研究进展	陈卫平, 张炜铃, 潘能, 焦文涛 (4070)
绿地再生水灌溉土壤微生物量碳及酶活性效应研究	潘能, 侯振安, 陈卫平, 焦文涛, 彭驰, 刘文 (4081)
绿地再生水灌溉土壤盐度累积及风险分析	潘能, 陈卫平, 焦文涛, 赵忠明, 侯振安 (4088)
再生水灌溉对土壤性质及重金属垂直分布的影响	赵忠明, 陈卫平, 焦文涛, 王美娥 (4094)
模型模拟再生水灌溉对土壤水盐运动的影响	吕斯丹, 陈卫平, 王美娥 (4100)
模型模拟土壤性质和植被种类对再生水灌溉水盐运移的影响	吕斯丹, 陈卫平, 王美娥 (4108)
再生水灌溉农田土壤镉累积规律模拟研究	赵忠明, 陈卫平, 焦文涛, 王美娥 (4115)
再生水灌溉土壤人工合成麝香累积模型模拟	王美娥, 陈卫平, 焦文涛 (4121)
城市绿化草坪再生水灌溉对地下水水质影响研究	王巧环, 陈卫平, 王效科, 任玉芬, 张烨 (4127)
北京市再生水的公众认知度评估	张炜铃, 陈卫平, 焦文涛 (4133)

研究报告

北京地区臭氧时空分布特征的飞机探测研究	陈鹏飞, 张蕾, 权建农, 高扬, 黄梦宇 (4141)
世博会期间上海市大气挥发性有机物排放强度及污染源研究	王红丽, 陈长虹, 黄海英, 王倩, 陈宜然, 黄成, 李莉, 张钢锋, 陈明华, 楼晟荣, 乔利平 (4151)
贡嘎山本底站大气中 VOCs 的研究	张军科, 王跃思, 吴方堃, 孙杰 (4159)
区域大气环境风险源识别与危险性评估	张晓春, 陈卫平, 马春, 詹水芬, 焦文涛 (4167)
稻草烟中正构烷烃和正构脂肪酸的碳同位素	刘刚, 孙丽娜, 李久海, 徐慧 (4173)
汽油轿车 NEDC 循环超细颗粒物排放特性	胡志远, 李金, 谭丕强, 楼狄明 (4181)
城市道路绿化带不同植物叶片附尘对大气污染的磁学响应	隆茜, 周菊珍, 孟颖, 达良俊 (4188)
闽江口养殖塘水-大气界面温室气体通量日进程特征	杨平, 仝川, 何清华, 黄佳芳 (4194)
模拟增温对冬小麦-大豆轮作农田土壤呼吸的影响	刘艳, 陈书涛, 胡正华, 任景全, 沈小帅 (4205)
广西大石围天坑中多环芳烃的大气传输与分异	孔祥胜, 祁士华, 孙蓓, 黄保健 (4212)
松花江流域冰封期水体中多环芳烃的污染特征研究	马万里, 刘丽艳, 齐虹, 白杨, 沈吉敏, 陈忠林, 李一凡 (4220)
温州城市河流中多环芳烃的污染特征及其来源	周婕成, 陈振楼, 毕春娟, 吕金刚, 许世远, 潘琪 (4226)
温州城市河流河岸带土壤中 PAHs 的污染特征与来源	周婕成, 毕春娟, 陈振楼, 王璐, 许世远, 潘琪 (4237)
辽河水系沉积物中 PAHs 的分布特征及风险评估	武江越, 刘征涛, 周俊丽, 高富 (4244)
某炼油厂退役场地土壤与浅层地下水酚类污染特征研究	裴芳, 罗泽娇, 彭进进, 祁士华 (4251)
某大型焦化企业污染场地中多环芳烃空间分布的分异性特征	刘庚, 郭观林, 南锋, 魏文侠, 李发生, 毕如田 (4256)
太原市污灌区有机氯农药垂直分布特征及源解析	廖小平, 张彩香, 赵旭, 向青清, 李佳乐 (4263)
上海市崇明岛农田土壤中多环芳烃分布和生态风险评价	吕金刚, 毕春娟, 陈振楼, 周婕成, 韩景超 (4270)
近 50 年来深圳湾红树林湿地 Hg、Cu 累积及其生态危害评价	李瑞利, 柴民伟, 邱国玉, 贺蓓 (4276)
北运河源头区沙河水库沉积物重金属污染特征研究	张伟, 张洪, 单保庆 (4284)
太湖表层沉积物重金属赋存形态分析及污染特征	秦延文, 张雷, 郑丙辉, 曹伟 (4291)
典型季风型温冰川消融期融水化学日变化特征	朱国锋, 蒲焘, 何元庆, 王培震, 张建龙, 张宁宁, 辛惠娟 (4300)
螺-草水质净化系统氮素环境归趋的实验研究	周露洪, 谷孝鸿, 曾庆飞, 毛志刚, 高华梅, 孙明波 (4307)
固定化果胶酶抑制铜绿微囊藻生长研究	沈清清, 彭谦, 赖泳红, 纪开燕, 韩秀林 (4316)
采用膜污染指数评估天然有机物在低压超滤膜中的污染行为	肖萍, 肖峰, 赵锦辉, 秦潼, 王东升, 冯金荣, 许光 (4322)
水体中甲基汞光化学降解特征研究	孙荣国, 毛雯, 马明, 张成, 王定勇 (4329)
土霉素在乙酸水溶液中的臭氧氧化降解研究	李时银, 李小荣, 朱怡苹, 朱江鹏, 王国祥 (4335)
酰胺咪唑光降解效能与机制及其影响因素研究	陈超, 赵倩, 封莉, 张立秋 (4340)
利用 FeS 去除水中硝基苯的试验研究	王夏琳, 李睿华 (4346)
地下污水管线泄漏原位自动监测模拟实验研究	郭磊, 贾永刚, 付腾飞, 刘晓磊, 赵战坤 (4352)
表面活性剂改性沸石对水中酚类化合物吸附性能研究	谢杰, 王哲, 吴德意, 李春杰 (4361)
抗生素类制药废水厌氧消化产物急性毒性的检测	季军远, 邢雅娟, 郑平 (4367)
废砖块作为人工湿地填料的除磷能力研究	王振, 刘超翔, 李鹏宇, 董健, 刘琳, 朱葛夫 (4373)
基于生物沸石复合滤料的间歇式脱氮水处理	庆承松, 鲍韬, 陈天虎, 陈冬, 谢晶晶 (4380)
硝酸盐对厌氧生物膜和颗粒污泥的同时产甲烷反硝化性能影响研究	钟晨宇, 叶杰旭, 李若愚, 陈胜, 孙德智 (4387)
水平电场作用下活性污泥的脱水研究	季雪元, 王毅力, 冯晶 (4393)
多重环境因子对氟胺磺隆在土壤中降解的影响	宋宁慧, 单正军, 石利利, 郭敏, 许静, 孔德洋 (4400)
碱后处理对互花米草沼渣理化特性的影响研究	陈广银, 郑正, 常志州, 王海芹, 叶小梅 (4406)
含砷废渣高温烧结过程砷的矿物相结构变化与环境释放行为	王兴润, 农泽喜, 王琪 (4412)
国家大气污染物排放标准体系研究	江梅, 张国宁, 张明慧, 邹兰, 魏玉霞, 任春 (4417)
环境基准向环境标准转化的机制探讨	毕岑岑, 王铁宇, 吕永龙 (4422)
对“有毒重金属”实施 2 种总量控制监管方式的利害分析	傅国伟 (4428)
《环境科学》第 33 卷(2012 年)总目录	(4434)
《环境科学》征订启事(4099)	《环境科学》征稿简则(4166)
信息(4180, 4219, 4225, 4275)	编辑征稿通知(4172)

北京市再生水的公众认知度评估

张炜铃, 陈卫平*, 焦文涛

(中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 为缓解城市水资源短缺, 回收再利用市政污水日益受到广泛关注. 北京市作为最早实践再生水利用的城市之一, 其市政污水再利用率已达约 60%. 本文以问卷、SPSS 等作为调查研究工具, 探索了被调查者的水资源及污水、再生水认知和再生水使用意愿、受访者的社会经济背景相关数据, 对北京市公众的污水回用实践认知进行了评估. 结果表明, 北京市公众可强烈意识到城市水资源的短缺及处理污水的需要, 但是他们在北京市主要水源、北京市用水量最大领域和北京市污水主要来源等问题上存在误区; 大部分受访者对废水流向也表示不明确; 然而, 大于 80% 的居民表示只要不用于饮用或食物烹调, 可以接受包括家庭使用的污水再利用, 而 63% 的居民拒绝将再生水作为公共水源的补充; 教育水平较高、个人收入较高、年龄介于 35 ~ 55 岁之间的被访者更加支持赞同再生水的使用, 性别对调查结果并没有显著影响. 最后, 从公众、社区、政府这 3 个层面提出同步提升素质与认知、宣传和管理双管齐下、加强政策导向和硬件支持等建议.

关键词: 污水再利用; 公众意见; 问卷调查; 水保护

中图分类号: X21 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2012)12-4133-08

Public Awareness Assessment of Water Reuse in Beijing

ZHANG Wei-ling, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao

(State Key Laboratory Urban and Regional Ecological, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Reusing reclaimed municipal wastewater to mitigate urban water shortage is gaining widespread attentions. Beijing has led the nation in implementation and close to 60% of the treated municipal wastewater effluent is being reused. We evaluated the public's awareness of water reuse practices throughout the city. Based on questionnaire and the SPSS software, we analyzed the people's knowledge on water, wastewater and reclaimed issues and willingness to use reclaimed water along with their socio-economical background. While the public was keenly aware of the severe water shortage and the need to treat wastewater, they did not have clear ideas on sources of water supply, the biggest users of water, and the largest contributor of municipal wastewater. Results show that the majority of the Beijing residents we surveyed were not cognizant of water reuses taken places throughout the city. Greater than 80% of the residents would accept reclaimed wastewater for reuses even for domestic usages as long as not related to drinking and food preparation. However, 63% of them would reject reusing it to supplement the public water supply. In general, subjects at a higher education level, with higher personal income, and between ages of 35 to 55 tended to be more supportive of the water reuses. The gender did not significantly affect the outcome of the survey. To enhance the awareness of the city residents, it suggests forwarding the propaganda and management, strengthening the policy-oriented and facility support from the public, community and government.

Key words: wastewater reuse; public opinion; questionnaire; water conservation

水资源短缺已经成为制约我国经济社会发展的重要瓶颈, 节水和开发新的水源是缓解水资源矛盾的紧迫任务. 再生水可用于多种途径且被认为是地方性的、可靠的、相对经济的水源^[1], 城市污水的再生利用具有显著的社会、生态和经济效益^[2], 已经成为缓解水资源供需矛盾的重要措施, 日益受到政府的青睐. “十二五”期间国家将对再生水行业投资 344 亿元, 相比“十一五”增长近 237%, 预计“十二五”期间我国污水处理能力将达到 $1.9 \text{ 亿 m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, 新增再生水处理能力 $584 \text{ 万 m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ^[3]. 作为较早开展污水再生利用实践的城市^[4], 北京市的污水利用于 20 世纪 50 年代初期^[5], 2003 年开始规模利用再生水^[6], 截止到“十一五”末, 北京市再生水年利用量达到 6.8 亿 m^3 ,

全市建有污水处理厂 847 座, 全市污水处理率达到 80%, 年处理量达到 11 亿 m^3 , 其中, 中心城区处理率已超过 94%, 处于全国领先水平^[3], 预计到 2015 年, 全市再生水利用量将不低于 10 亿 m^3 , 再生水利用率达到 70% 以上^[7].

然而, 随着北京市水环境治理力度加大和市政污水处理基础设施建设的加快, 污水处理率越来越高, 再生水水量也越来越大^[8], 再生水的利用风险^[9~13]、水价机制^[14,15]、利益相关者认知^[2,16]等焦

收稿日期: 2012-04-26; 修订日期: 2012-07-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(41001330); 城市与区域生态国家重点实验室开放基金项目(SKLURE2008-1-4)

作者简介: 张炜铃(1987~), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为城市生态风险评价, E-mail: zhangweiling10@mails.gucas.ac.cn

* 通讯联系人, E-mail: wpchen@cees.ac.cn

点问题日益受到广泛关注,北京市再生水发展面临着巨大的机遇和挑战,如何优化配置安全再生水、实现安全并充分的利用仍是制约北京再生水利用的关键问题,虽然对于发展再生水利用,其实践和技术必不可少,但再生水的社会效应也是影响再生水推广的重要因素,公众对再生水利用的回应如何,是什么因素可能影响了公众对再生水的认知度和接受度,是否有民众参与推动污水再生利用的方法?

国外有关公众对再生水的认知行为研究较多.世界水回用基金会曾进行了有关再生水的调查,被访者指出公众认知与接受度、民众参与等均为再生水回用能否成功的关键因素之一,几乎所有被访者都指出再生水的非饮用回用如景观灌溉通常可以接受,而回用于间接饮用时,公众则给予了不赞同态度,英美国家的公众指出心理因素是导致公众拒绝间接饮用回用的最主要因素^[17]. Po 等^[18]认为,决定公众接受度的因素有非常多,最重要的有对于该概念的厌恶程度、再生水使用途径、再生水风险认知、自来水与再生水之间的选择、对于权威和科学知识的信任度、对环境及环境公正的态度、再生水水价及社会人口统计因素. Hartley^[19]研究总结发现,美国公众对再生水的接受程度与再生水同人类的接触可能性、健康风险、源水水质、水质认知等因素密切相关. McKay 等^[20]预计对于污水回用计划的最大反对来自于 50 岁以上的居民. Tsagarakis 等^[21]也做过类似的关于年龄与再生水关系的研究,他们发现教育程度较高的人群更加愿意使用再生水. 公众对再生水的使用意愿受到他们自身的环境意识、收入、水价和年龄等因素的影响^[22]. 公众对再生水的接受程度是污水再生利用可行性分析必须的基本数据^[23],是一个社会确立并推进再生水利用项目的先决条件^[22],公众参与在再生水回用的接受度及高效性管理中是不可避免的^[24].

目前,国内关于再生水利用公众认知度的研究还较少. 因此,本研究旨在通过对北京市公众进行再生水认知度问卷调查,分析北京市公众的用水及污水、再生水认知度和再生水使用意愿的综合情况,并分别对其进行社会经济背景因素的关联度分析,明晰北京市居民的再生水相关诉求,针对存在的问题提出改善性建议,以期为促进北京市再生水事业的可持续发展提供科学依据.

1 研究方法

1.1 问卷调查方案

本次调查共发放并回收问卷 714 份,回收率 100%,发放对象为北京市居民,为保证认知调查的客观性和代表性,采取全面随机的一对一户外访问调查方式,故可使问卷有效回收率为 100%. 调查在北京市不同地区地点进行,兼顾城区和郊区、覆盖居民常出行地与居住点、使用和未使用再生水等,包括陶然亭公园、龙潭湖公园、北京某公司、地铁 2 号线、中国科学院家属院、安惠里小区、北京植物园、北京雕塑公园、地铁 1 号线、牡丹园周边小区、德胜门外社区、双龙小区、天通苑、回龙观等共 14 处. 调查人群的性别、年龄、教育程度、工作情况、月收入构成详见表 1. 问卷发放所覆盖的区域和人群基本可以代表北京市再生水利用居民认知情况.

表 1 调查人群的社会经济背景特征

Table 1 Socio-economical attributes of surveyed population		
指标	项目	构成/%
性别	男	42.05
	女	57.95
	< 25	23.62
年龄	25 ~ 35	28.01
	35 ~ 45	14.29
	45 ~ 55	13.01
	> 55	21.07
	高中毕业及以下	26.38
教育程度	大专毕业	25.51
	本科毕业	36.30
	研究生毕业及以上	11.81
工作情况	无工作	18.65
	公司打工	41.61
	个体经营	9.47
	公务员及企事业单位工作者	8.90
	离退休	21.38
月收入	< 1 500	21.59
	1 500 ~ 2 500	26.54
	2 500 ~ 3 500	25.04
	3 500 ~ 4 500	13.49
	> 4 500	13.34

1.2 问卷设计与数据处理

1.2.1 问卷设计

根据北京市再生水的实际利用状况,调查问卷主要由四部分组成:被访者社会经济背景、北京市用水及污水认知情况、再生水认知度、再生水使用意愿情况,在各个部分分别设置了 5、13、5、14 个问题. 问卷主体中,客观题为 7 道,主观题为 27 道,每个问题设置 2、3、4、5 个选项不等且均为单项选择. 通过内在一致性分析,问卷总体信度系数接近 0.8,说明具有较好的内在一致性(信度在 0.79 以上),问卷结果可靠有效^[25,26].

问卷内容包括：北京地区主要用水来源、北京市用水量最大领域、北京是否缺水、自来水价格合理否、被访者家庭月用水量、家庭最耗水方面、浪费水与否、是否关注北京环境问题、污水来源与处置、再生水各项用途的意愿值等。

1.2.2 数据处理

问卷数据采用 EXCEL 及 SPSS 统计软件进行录入及统计分析^[27]。

为对再生水的公众使用意愿调查结果进行统计学分析，居民再生水使用意愿按回答“绝对愿意”“可以接受”“不愿意”“无意见”分别以 4、3、2、1 赋分，通过被访者对每项再生水的使用途径的意愿值，最终可以统计计算得到公众对单项再生水使用途径的平均意愿值 (W_j)^[28]。可得到单项再生水使用途径的平均意愿值计算公式如下：

$$W_j = \frac{(S_1 \times 4 + S_2 \times 3 + S_3 \times 2 + S_4 \times 1)}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}$$

式中， W_j 为单项（第 j 项）再生水使用途径的平均意愿值， S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 分别为第 j 项再生水使用途径中选择第 1、2、3、4 个选项的居民数，基于作出选择的 687 份问卷，以 687 作为分母。

2 公众认知度调查结果与分析

2.1 北京市公众用水与污水认知度

2.1.1 认知度描述

表 2 显示了问卷第二部分共 6 道客观题的统计结果。北京市公众普遍意识到城市正处于水资源危机当中，并且对污水回收处理表示理解和支持。然而，大多数居民（56%）并未正确认识到地下水是北京市主要水源；农业灌溉是北京市用水量最大的领域而非多数人（42%）选择的工业；家庭用水为最主要的污水来源，而选择工业为最主要污水来源的居民

超过了 50%。可见，北京公众倾向于将水资源短缺的责任加诸在工业方面，而并没有意识到农业生产才是消耗水资源的最大用户。另外，在问题 3、5、6 即：北京是否缺水、北京市废水流向及污水是否需要处理的选择结果中，其优势选项与正确答案一致，且对应构成比例均远超 50%，尤其是针对污水是否需要处理，选择“需要”的居民比例达到 97% 以上，被访者几乎取得了一致意见。

客观题部分，北京市公众用水与污水认知度不足，有待提高，尤其在北京市主要水源、用水量最大领域及污水主要来源等问题上缺乏正确认识。另外，农业使用是北京市用水量最大的领域，水资源保护必须从农业使用开始，控制农业用水是最终减少地下水资源消耗的重要举措，另一方面，再生污水也可以回灌补给地下水。

北京市公众用水与污水认知度的共计 7 道主观题的统计结果如表 3、图 1 所示。北京市公众对水利用的意见相对一致。根据问卷结果，64%~81% 的被访者都以相似或相同的方式对问卷进行了回答。反馈结果表明，北京市居民并不认为生活用水是在浪费水资源（71%），即北京市居民不觉得他们应当对水资源的紧缺负主要责任；而 64% 的被访者以为绿化灌溉、道路浇洒等水利用是在浪费水资源，公共用水有潜力并且应当使用更多的再生水，在再生水使用方面似乎还有较大的改善空间。公众意见表示北京市还有减少水资源使用的空间（79%），并且他们愿意减少水的消耗（81%）。公共水供给通常使用渐进式的速率结构来补偿优惠那些使用允许范围内水资源的使用者，并且让使用过量水资源者为其超额使用的水逐步支付更高的价格以示惩罚，如果北京公共水资源供给可以采取这种使用机制，那么层级结构将可帮助促进水保护和打压浪费行为。

表 2 北京市公众对水资源认知
Table 2 General knowledge on water resources of Beijing

序号	问题	优势选项		正确选项		是否一致
		内容	构成/%	内容	构成/%	
1	北京市主要水源	周边河流或蓄水库	56.16	地下水	24.47	否
2	北京市用水量最大领域	工业	41.57	农业灌溉	2.86	否
3	北京是否缺水	严重缺水	75.07			是
4	北京市污水主要来源	工业废水	54.58	生活用水	39.73	否
5	北京市废水流向	污水处理厂	70.12			是
6	污水是否需要处理	需要	97.47			是

水价方面，认为水价有点高和合理的居民比例基本相同（分别为 38% 和 40%），小部分居民则给予了比较极端的观点：水价过高（6%）及水价太低

（10%），同时，“经常”关注北京市环境问题的居民比例（40%）略高于“偶尔”关注（38%），图 1 显示的结果均呈偏积极态势。可见，约 50% 的居民认为水

价合理或偏低,而另外 50% 居民则认为水价高或者过高,水价并不能成为居民是否浪费水资源的一个有效的影响因子,而对北京市环境问题表示经常关注的居民并不占绝对优势,超过 50% 的居民不常关注环境问题,在主观题部分,居民选择答案时带入了一定的个人因素和主观色彩,故北京市公众居民用水和污水认知度需同时结合客观题和主观题调查结果获得。

综合第二部分调查结果发现,北京市公众用水和污水认知度一般,从水资源利用和污染付费的反馈回应上可反映出公众有较强的节水意识,但许多居民对北京市用水和污水相关知识方面仍有一定的误解,存在一定的改善空间和潜力。尤其在水资源

来源与废水处置上存在误区,且针对水价和北京市环境问题的关注积极性不足,主要由于公众对北京市用水及污水处置等水资源现状缺乏认识与了解,这与北京市相关部门宣传影响力度不足、公众对水资源关注的主观能动性不够等因素密切相关,有待改进。

表 3 北京市公众对水资源使用的意见

Table 3 Public opinion on water uses in Beijing			
序号	问题	优势选项	构成/%
1	家庭用水在浪费水资源	否	71.07
2	公共用水在浪费水资源	是	63.59
3	是否能减少用水量	是	78.96
4	是否愿意减少用水量	是	81.07
5	是否愿意为污水处理付费	是	73.88

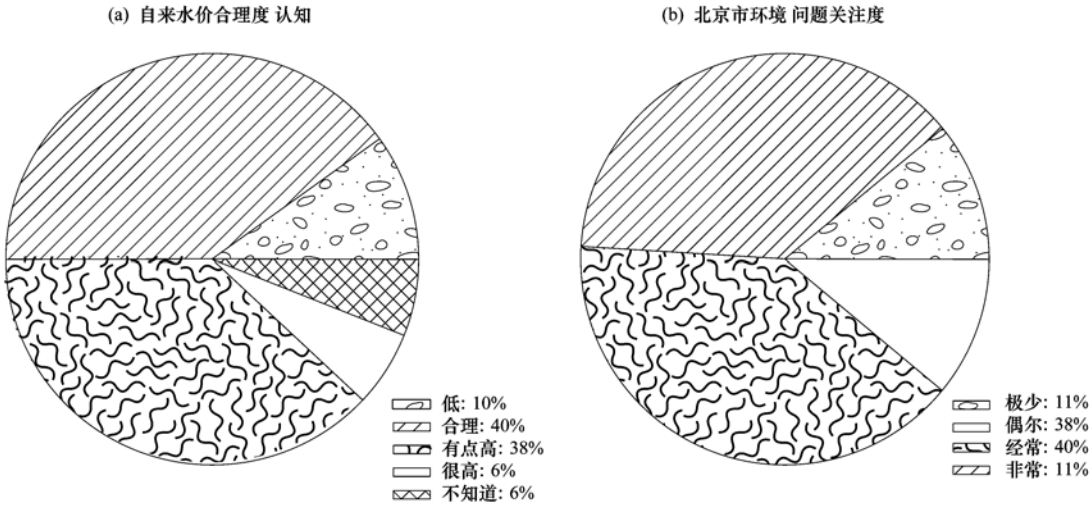


图 1 北京市公众用水与污水认知的自来水价合理度认知及环境问题关注度

Fig. 1 Public's opinion on water and wastewater and environmental concerns

2.1.2 关联度分析

对北京市公众用水与污水认知度和被调查者社会经济背景因素进行相关分析,结果如表 4 所示。从中可知,性别在所有社会经济背景要素中与该部分问题的关联度是最弱的,仅与是否愿意减少用水量呈极显著相关关系;教育程度、职业、收入分别与该部分的 6 个问题表现出显著相关以上的关系,

其关联度处于 5 项要素的中游;年龄与北京市主要水源、北京市环境问题关注度等 7 个问题呈显著相关关系,和其他要素相比,与北京市公众用水与污水认知的关联度是最高的。在所有问题中,主观题部分包括自来水价合理度认知、公共用水是否浪费水资源等问题与社会经济背景要素关联较为紧密,而客观题部分仅有北京市缺水否与之关联度较强。

表 4 性别、年龄、教育程度、职业及收入对水资源及污水认知的影响

Table 4 Influences of gender, age, education, occupation and income on viewpoints about water and wastewater		
项目	极显著相关	显著相关
性别	是否愿意减少用水量	无
年龄	北京市主要水源、是否能减少用水量、北京市环境问题关注度	自来水价合理度认知、公共用水是否浪费水资源、污水是否需要处理
教育程度	北京缺水否、自来水价合理度认知	公共用水是否浪费水资源、是否愿意减少用水量、北京市污水主要来源、是否愿意为污水处理付费
职业	北京市主要水源、北京缺水否、北京市环境问题关注度、北京市污水主要来源	公共用水是否浪费水资源、是否愿意为污水处理付费
收入	北京缺水否、自来水价合理度认知、是否愿意为污水处理付费	是否愿意减少用水量、北京市废水流向

2.2 北京市公众再生水认知度

2.2.1 认知度描述

在所有被访者中,89.64%的居民听说过再生水或中水,该部分居民认为再生水或中水有用并能列举出冲厕、洗车、绿化灌溉等用途,但仍有73.23%的居民认为再生水在生活杂用方面不普遍,再生水利用尚需推广. 公众对再生水的认识程度及渠道可通过图2观察得到,51%的被访者对污水再生利用稍有了解,很了解的约为6%,仍有12%居民表示不了解;64%的居民通过电视、广播等媒体获得再生水方面的知识,通过社区科普、朋友聊天、工作需要等途径获知的比例大致相同.

由调查可知,第一,除了再生水在居民生活中普及程度不足而暴露了再生水推广力度不够的问题以外,其他问题中积极类选项的居民构成比例都超过了50%,结果较为乐观,反映北京市公众再生水认知度较高;第二,对再生水“很了解”的居民比例远远低于“稍有了解”的比例,从后者过渡到前者需要相关部门和公众的共同努力,不断扩大“很了解”的居民比例应该成为宣传再生水知识的最终目的之一;第三,电视、广播等媒体是北京市公众获取再生水信息的优势途径,表明该途径在再生水知识的宣传上是较为成功到位的,且作为公众再生水知识的主要获取渠道,可优先选取该方式开展再生水知识的普及工作.

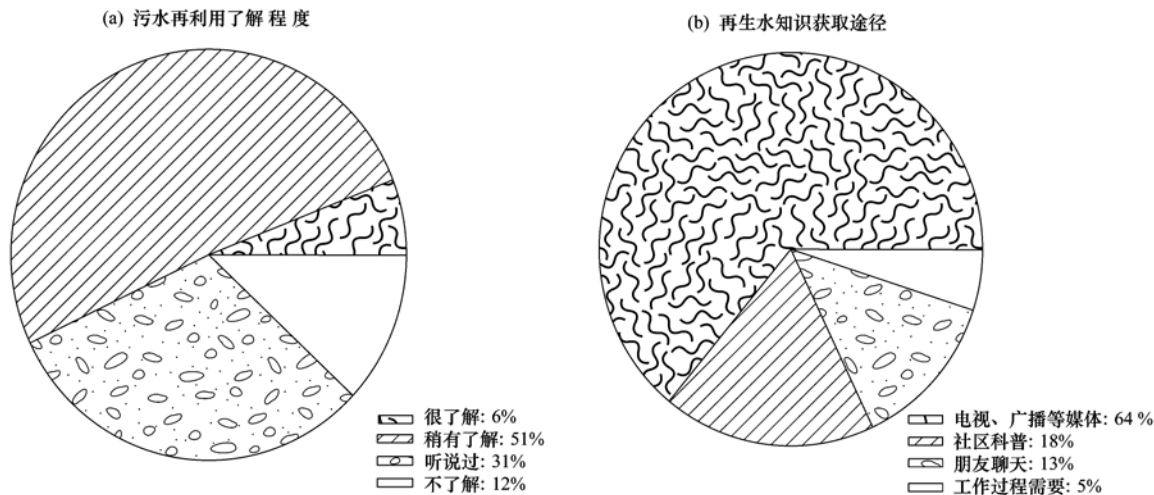


图2 公众再生水认知的了解程度及知识获取途径

Fig. 2 Public's cognizance of water reuse cognition and source pf information

2.2.2 关联度分析

在北京市再生水认知度调查部分,各个问题与被调查者社会经济背景的关联度如表5所示. 从社会经济背景要素来看,性别、年龄分别与再生水获知途径、污水再利用了解程度表现出极显著相关关系;收入与该部分的所有问题都呈现出显著相关以上的关系;教育程度和职业与再生水认知度调查部分的关联度居于所有社会经济背景要素的中

游. 在该部分问题中,再生水的生活使用是否普遍与再生水获知途径分别与社会背景中的三项要素的关联度较高,可见这两个问题的选择比较受被调查者社会经济背景的影响.

2.3 北京市公众再生水使用意愿

2.3.1 使用意愿描述

通过统计分析,单项再生水使用途径每项选择的居民构成及其平均意愿值如表6所示. 公众

表5 影响公众再生水认知度的因子

Table 5 Factors affecting the public's knowledge on water reuse

项目	极显著相关	显著相关
性别	再生水知识获取途径	无
年龄	再生水的生活使用是否普遍	无
教育程度	污水再利用了解程度	再生水的生活使用是否普遍
职业	无	再生水有用否、污水再利用了解程度、再生水知识获取途径
收入	听说再生水否、污水再利用了解程度、再生水的生活使用是否普遍	再生水有用否、再生水知识获取途径

对再生水 13 项使用途径的偏好顺序如下:公厕冲洗、消防用水、浇灌绿地、喷洒道路、工业冷却水、景观喷泉、洗车用水、补充公园用水、农业灌溉、补充河流、非饮用及烹调以外的家庭用水、补充地下水、补充饮用水水源,其中,除补充饮用水水源的平均意愿值低于 3 以外,其余项的平均意愿值均超过 3;对使用再生水及再生水用于非饮用及烹调以外的家庭用水和补充地下水表示“可以接受”的居民数较其他 3 种意愿选项所占比例最大,对再生水用于饮用用途表示“不愿意”的居民数占优势,其余项使用途径皆为表示“绝对愿意”的居民数所占比例最高;除了将再生水回用于补充河流、补充公园用水、补充地下水及农业灌溉的居民构成最高比例未超过 50%、4 个选择项的构成比例较为均衡以外,其

他选项的优势构成均超过半数,与其他 3 个选择项形成鲜明差距,可见公众对这 4 项再生水使用途径存在较多不确定.

结果表明,公众对补充饮用水水源的意愿值居于“可以接受”和“不愿意”之间,即对其接受度最低,而对使用再生水和景观喷泉等 12 项使用途径的意愿值都在“可以接受”以上,其中,对公厕冲洗、消防用水、浇灌绿地 3 项使用用途的使用意愿值最高;公众对再生水的使用意愿较高(3.15),在可以接受范围内,但对将其用于饮用还存有疑虑和怀疑,有待接受. 公众对再生水的使用意愿从公共使用到家庭使用再到更加私人的使用呈现下降趋势,这与文献[29,30]的研究结果一致,提高再生水水质和加大再生水知识宣传力度是不断提升公众对再生水使用意愿值的有效途径.

表 6 公众对再生水使用途径的意愿值
Table 6 Public willingness to use reclaimed water

序号	使用途径	构成/%				平均意愿值
		绝对愿意	可以接受	不愿意	无意见	
1	使用再生水	28.09	61.43	7.42	3.06	3.15
2	补充饮用水水源	8.44	25.04	63.32	3.20	2.39
3	非饮用及烹调以外的家庭用水	26.93	56.48	10.04	6.55	3.04
4	景观喷泉	55.17	36.54	3.20	5.09	3.42
5	浇灌绿地	58.22	35.66	0.58	5.53	3.47
6	公厕冲洗	63.17	29.84	1.60	5.39	3.51
7	洗车用水	55.90	33.19	6.26	4.66	3.40
8	喷洒道路	59.68	32.31	2.18	5.82	3.46
9	补充河流	44.69	35.08	16.30	3.93	3.21
10	补充公园用水	46.29	40.47	8.01	5.24	3.28
11	消防用水	59.24	34.93	0.58	5.24	3.48
12	补充地下水	34.93	35.37	24.60	5.09	3.00
13	农业灌溉	42.07	40.17	14.12	3.64	3.21
14	工业冷却水	57.93	35.08	1.31	5.68	3.45

2.3.2 关联度分析

在北京市再生水使用意愿调查部分,各个问题与被调查者社会经济背景的关联度如表 7 所示. 结果发现,性别与该部分所有问题无显著相关关系;职业与使用再生水一项意愿呈显著相关,而年龄也仅与补充饮用水、补充河流和地下水等 3 项途径表现出显著相关,可见性别、年龄、职业这 3 项要素与

再生水使用意愿的相关关系比较薄弱,是影响该部分调查结果的弱势因素. 同时,教育程度与使用再生水意愿和景观喷泉、公厕冲洗等 6 项非饮用途径显著相关,而收入与使用再生水以及除补充河流、地下水的其他使用途径均呈显著相关,可见公众的教育程度、收入是影响再生水使用意愿的关键因素,其中,收入的关联度又要高于教育程度.

表 7 影响公众再生水使用意愿的因子
Table 7 Factors affecting the public's acceptance of water reuse

项目	极显著相关	显著相关
性别	无	无
年龄	补充饮用水	补充河流、补充地下水
教育程度	景观喷泉、公厕冲洗、喷洒道路、工业冷却水	使用再生水、非饮用家庭用水、消防用水
职业	无	使用再生水
收入	补充饮用水、非饮用家庭用水、景观喷泉、浇灌绿地、公厕冲洗、喷洒道路、消防用水、工业冷却水	使用再生水、洗车用水、补充公园用水、农业灌溉

3 建议

(1) 公众层面:素质与认知同步提升

公众作为再生水的终端用户,其素质高低、认知和参与程度是影响再生水推广利用的关键因素。公众应增强主观能动性不断提升自身素质,通过更多的渠道了解北京市的水资源现状、再生水的相关知识,从而进一步加强对再生水认知度,科学合理地配合政府推进再生水利用工作,降低利用的风险,为北京市水环境的可持续发展尽一份力。

(2) 社区层面:宣传和管理双管齐下

社区作为居民获取信息、感知社会的最直接平台之一,充分发挥社区的优越性十分必要,社区的作用体现如下:①打造良好的信息化平台,适当举办活动讲座深化公众的再生水认知及培训再生水安全保障人员,宣传普及水资源及再生水相关知识;②建设再生水配套设施并定期维护检查,做好安全标示及维持管道无异常状况;③实时监督管理,监管保障水质的稳定性和良好性、及时调查反馈再生水使用异常情况,避免再生水使用风险,强化社区内居民的再生水使用信心和接受度。

(3) 政府层面:加强政策导向及硬件支持

作为再生水利用的监管主体,为提高公众对再生水的认知和接受程度、增强公众再生水使用意愿值和使用的安全性、促进水资源循环发展,从主要影响要素入手,政府可从以下方面努力:第一,加强再生水政策导向,从法律法规、资金、技术、信息等方面为再生水利用提供政策支持;第二,针对北京市用水与污水处理现状,农业作为最大的用水领域而其可用于回收的水源却较少,为了保证地下水资源的可持续发展,可促进再生水回灌补充地下水,并向农民征收地下水使用费;第三,理顺水价体系,建立合理的金融投资和市场激励机制,鼓励支持运营商并吸引用户,激活再生水利用市场;第四,确立再生水风险管理体系,集水质管理、再生水设施运行与维护管理、安全监督管理、交叉连接管理、安全标示管理等为一体,尽可能避免或降低再生水利用风险。

4 结论

(1)北京市公众居民用水和污水认知水平较低,虽然在水资源利用和污染付费的问卷反馈上表现出较强的节水意识,但在北京市主要水源、用水量最大领域及污水主要来源等用水和污水处理知识

方面缺乏正确认识(选择正确的居民构成低于50%),且针对水价和北京市环境问题的关注积极性不足,存在一定的改善空间和潜力,年龄是影响北京市公众用水与污水认知的关键因素,主观题的选择与社会经济背景要素关联较为紧密。

(2)北京市公众再生水认知度较高,再生水已经引起公众的广泛关注,但要使居民对其有更加全面的认识还有待相关宣传工作的展开,再生水知识的宣传可优先选取电视、广播等媒体作为媒介(64%),收入与再生水认知度的关联度最高。

(3)公众对再生水的使用意愿较高,对使用再生水以及景观喷泉等12项使用途径的意愿值都在“可以接受”以上,然对将再生水用于补充饮用水源还存有疑虑,公众的教育程度、收入是影响再生水使用意愿的关键因素,其中,收入的关联度最高。

参考文献:

- [1] 李君,曹永梅,李敏.城市污水回用的现状与发展趋势[J].中国水运(学术版),2007,7(9):113-114.
- [2] 吴迪,赵勇,裴源生,等.我国再生水利用管理的建议[J].水利水电技术,2010,(10):10-14.
- [3] “十二五”:加大再生水业的发展[EB/OL].<http://www.goepe.com/news/detail-92784.html>,2012-01-16.
- [4] 霍建.北京市中心城再生水发展历程及“十二五”发展规划[A].见:水利部发展研究中心主办.首届“水利发展研究学术周”专辑[C].北京:水利部发展研究中心,2011.57-60,92.
- [5] 卢长松,卢爱国,梁远,等.再生水回用调研及问题分析[A].见:中国城市科学研究会主办.第四届中国城镇水务发展国际研讨会暨中国城镇供水排水协会2009年年会论文集[C].北京市:《城市发展研究》编辑部,2009.451-456.
- [6] 邓爱华.关注城市第二水源再生水——专访北京市水利科学研究所总工刘洪禄[J].科技潮,2011,(5):24-25.
- [7] 马楠.北京市再生水利用量五年增两倍[EB/OL].http://www.moa.gov.cn/fwllm/qgxxlb/bj/201101/t20110130_1815087.htm,2011-01-30.
- [8] 梁藉,郑凡东,刘立才,等.北京市再生水回灌必要性及关键问题研究[J].北京水务,2011,(1):26-28.
- [9] 何星海,马世豪,李安定,等.再生水利用健康风险暴露评价[J].环境科学,2006,27(9):1912-1915.
- [10] Salgot M, Huertas E, Weber S, et al. Wastewater reuse and risk: definition of key objectives[J]. Desalination, 2006, 187(1-3):29-40.
- [11] Toze S. Reuse of effluent water-benefits and risks[J]. Agricultural Water Management, 2006, 80(1-3):147-159.
- [12] Kassinos D F, Kalavrouziotis I K, Koukoulakis P H, et al. The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agroecological environment[J]. Science of the Total Environment, 2011, 409(19):3555-3563.
- [13] Toze S. Water reuse and health risks-real vs. perceived[J].

- Desalination, 2006, **187**(1-3): 41-51.
- [14] Yi L L, Jiao W T, Chen X N, *et al.* An Overview of Reclaimed Water Reuse in China[J]. Journal of Environmental Sciences, 2011, **23**(10): 1585-1593.
- [15] 刘培斌. 北京市再生水开发利用问题与对策[J]. 中国水利, 2007, (6): 37-39.
- [16] Baggett S, Jeffrey P, Jefferson B. Risk perception in participatory planning for water reuse[J]. Desalination, 2006, **187**(1-3): 149-158.
- [17] Miller G W. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs[J]. Desalination, 2006, **187**(1-3): 65-75.
- [18] Po M, Nancarrow B E, Kaercher J D. Literature review of factors influencing public perceptions of water reuse[M]. Floreat, WA: CSIRO Land and Water, 2003.
- [19] Hartley T W. Public perception and participation in water reuse[J]. Desalination, 2006, **187**(1-3): 115-126.
- [20] McKay J, Hurlimann A. Attitudes to reclaimed water for domestic use; Part 1. Age[J]. Journal of the Australian Water Association, 2003, **30**(5): 45-49.
- [21] Tsagarakis K P, Georgantzis N. The role of information on farmer's willingness to use recycled water for water for irrigation[J]. Water Science & Technology: Water Supply, 2003, **3**(4): 105-113.
- [22] Menegaki A N, Hanley N, Tsagarakis K P. The social acceptability and valuation of recycled water in Crete: a study of consumers' and farmers' attitudes[J]. Ecological Economics, 2007, **62**(1): 7-18.
- [23] Urkiaga A, Fuentes L D L, Bis B, *et al.* Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse[J]. Desalination, 2008, **218**(1-3): 81-91.
- [24] Marks J S. Taking the public seriously: the case of potable and non potable reuse[J]. Desalination, 2006, **187**(1-3): 137-147.
- [25] 孙逸敏. 利用 SPSS 软件分析变量间的相关性[J]. 新疆教育学院学报, 2007, **23**(2): 120-123.
- [26] Liu Y. Investigating external environmental pressure on firms and their behavior in Yangtze River Delta of China[J]. Journal of Cleaner Production, 2009, **17**(16): 1480-1486.
- [27] 张文彤, 闫洁. SPSS 统计分析基础教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [28] 陈爽, 王丹, 王进. 城市绿地服务功能的居民认知度研究[J]. 人文地理, 2010, **25**(4): 55-59, 151.
- [29] Hurlimann A. Is recycled water use risky? An Urban Australian community's perspective[J]. The Environmentalist, 2005, **27**(1): 83-94.
- [30] ACIL Tasman. Research into access to recycled water and impediments to recycled water investment[M]. Melbourne: ACIL Tasman, 2005.

CONTENTS

Preface	CHEN Wei-ping (4069)
Ecological Risks of Reclaimed Water Irrigation: A Review	CHEN Wei-ping, ZHANG Wei-ling, PAN Neng, <i>et al.</i> (4070)
Study on Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass Carbon in Greenland Irrigated with Reclaimed Water	PAN Neng, HOU Zhen-an, CHEN Wei-ping, <i>et al.</i> (4081)
Soil Salinity in Greenland Irrigated with Reclaimed Water and Risk Assessment	PAN Neng, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4088)
Effect of Reclaimed Water Irrigation on Soil Properties and Vertical Distribution of Heavy Metal	ZHAO Zhong-ming, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4094)
Simulation of Effect of Irrigation with Reclaimed Water on Soil Water-Salt Movement by ENVIRO-GRO Model	LÜ Si-dan, CHEN Wei-ping, WANG Mei-e (4100)
Simulation of Effects of Soil Properties and Plants on Soil Water-salt Movement with Reclaimed Water Irrigation by ENVIRO-GRO Model	LÜ Si-dan, CHEN Wei-ping, WANG Mei-e (4108)
Modeling the Cd Accumulation in Agricultural Soil Irrigated with Reclaimed Water	ZHAO Zhong-ming, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao, <i>et al.</i> (4115)
Model Simulation of the Transportation, Transformation and Accumulation of Synthetic Musks in Soils Input Through Recycle Water Irrigation	WANG Mei-e, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao (4121)
Impacts of Reclaimed Water Irrigation of Urban Lawn on Groundwater Quality	WANG Qiao-huan, CHEN Wei-ping, WANG Xiao-ke, <i>et al.</i> (4127)
Public Awareness Assessment of Water Reuse in Beijing	ZHANG Wei-ling, CHEN Wei-ping, JIAO Wen-tao (4133)
Temporal and Spatial Distribution of Ozone Concentration by Aircraft Sounding over Beijing	CHEN Peng-fei, ZHANG Qiang, QUAN Jian-nong, <i>et al.</i> (4141)
Emission Strength and Source Apportionment of Volatile Organic Compounds in Shanghai During 2010 EXPO	WANG Hong-li, CHEN Chang-hong, HUANG Hai-ying, <i>et al.</i> (4151)
Study on Atmospheric VOCs in Gongga Mountain Base Station	ZHANG Jun-he, WANG Yue-si, WU Fang-kun, <i>et al.</i> (4159)
Regional Atmospheric Environment Risk Source Identification and Assessment	ZHANG Xiao-chun, CHEN Wei-ping, MA Chun, <i>et al.</i> (4167)
Carbon Isotopic Compositions of <i>n</i> -Alkanes and <i>n</i> -Alkanoic Acids in the Smoke from Combustion of Rice Straw	LIU Gang, SUN Li-na, LI Jiu-hai, <i>et al.</i> (4173)
Research on NEDC Ultrafine Particle Emission Characters of a Port Fuel Injection Gasoline Car	HU Zhi-yuan, LI Jin, TAN Pi-qiang, <i>et al.</i> (4181)
Magnetic Response of Street Tree Leaves to Particulate Pollution in Shanghai	LONG Qian, ZHOU Ju-zhen, MENG Jie, <i>et al.</i> (4188)
Diurnal Variations of Greenhouse Gas Fluxes at the Water-Air Interface of Aquaculture Ponds in the Min River Estuary	YANG Ping, TONG Chuan, HE Qing-hua, <i>et al.</i> (4194)
Effects of Simulated Warming on Soil Respiration in a Cropland Under Winter Wheat-Soybean Rotation	LIU Yan, CHEN Shu-tao, HU Zheng-hua, <i>et al.</i> (4205)
Transport and Differentiation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Air from Dashiwei Karst Sinkholes in Guangxi, China	KONG Xiang-sheng, QI Shi-hua, SUN Qian, <i>et al.</i> (4212)
Pollution Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water of Songhua River Basin During the Icebound Season	MA Wan-li, LIU Li-yan, QI Hong, <i>et al.</i> (4220)
Pollution Characteristics and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Urban Rivers of Wenzhou City	ZHOU Jie-cheng, CHEN Zhen-lou, BI Chun-juan, <i>et al.</i> (4226)
Pollution Characteristics and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Riparian Soils Along Urban Rivers of Wenzhou City	ZHOU Jie-cheng, BI Chun-juan, CHEN Zhen-lou, <i>et al.</i> (4237)
Spatial Distribution and Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Partial Surface Sediments of Liaohe River	WU Jiang-yue, LIU Zheng-tao, ZHOU Jun-li, <i>et al.</i> (4244)
Phenols Pollutants in Soil and Shallow Groundwater of a Retired Refinery Site	PEI Fang, LUO Ze-jiao, PENG Jin-jin, <i>et al.</i> (4251)
Heterogeneous Characteristic of PAHs' Spatial Distribution in a Large Coking Site of China	LIU Geng, GUO Guan-lin, NAN Feng, <i>et al.</i> (4256)
Vertical Distribution and Source Analysis of Organochlorine Pesticides in Sewage Irrigation Area, Taiyuan City	LIAO Xiao-ping, ZHANG Cai-xiang, ZHAO Xu, <i>et al.</i> (4263)
Distribution and Ecological Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Agricultural Soil of the Chongming Island in Shanghai	LÜ Jin-gang, BI Chun-juan, CHEN Zhen-lou, <i>et al.</i> (4270)
Mercury and Copper Accumulation During Last Fifty Years and Their Potential Ecological Risk Assessment in Sediment of Mangrove Wetland of Shenzhen, China	LI Rui-li, CHAI Min-wei, QIU Guo-yu, <i>et al.</i> (4276)
Characteristics of Heavy Metal Pollution in the Sediments from Shahe Reservoir, the Upper Reach of the North Canal River	ZHANG Wei, ZHANG Hong, SHAN Bao-qing (4284)
Speciation and Pollution Characteristics of Heavy Metals in the Sediment of Taihu Lake	QIN Yan-wen, ZHANG Lei, ZHENG Bing-hui, <i>et al.</i> (4291)
Chemical Composition and Daily Variation of Melt Water During Ablation Season in Monsoonal Temperate Glacier Region: A Case Study of Baishui Glacier No. 1	ZHU Guo-feng, PU Tao, HE Yuan-qing, <i>et al.</i> (4300)
Experimental Study on the Environmental Fate of Nitrogen in Snail-Macrophyte Ecosystem for Water Purification	ZHOU Lu-hong, GU Xiao-hong, ZENG Qing-fei, <i>et al.</i> (4307)
Growth Inhibition Effect of Immobilized Pectinase on <i>Microcystis aeruginosa</i>	SHEN Qing-qing, PENG Qian, LAI Yong-hong, <i>et al.</i> (4316)
A Novel Approach of Using Fouling Index to Evaluate NOM Fouling Behavior During Low Pressure Ultrafiltration Process	XIAO Ping, XIAO Feng, ZHAO Jing-hui, <i>et al.</i> (4322)
Characteristics of Monomethylmercury Photodegradation in Water Body	SUN Rong-guo, MAO Wen, MA Ming, <i>et al.</i> (4329)
Degradation of Oxytetracycline with Ozonation in Acetic Acid Solvent	LI Shi-yin, LI Xiao-rong, ZHU Yi-ping, <i>et al.</i> (4335)
Photodegradation Performance and Mechanisms of Carbamazepine and Its Impact Factors	CHEN Chao, ZHAO Qian, FENG Li, <i>et al.</i> (4340)
Investigation of Nitrobenzene Removal by Iron Sulfide (FeS)	WANG Xia-lin, LI Rui-hua (4346)
Experimental Research on <i>In-Situ</i> Auto-Monitoring for Underground Sewage Pipeline Leakage	GUO Lei, JIA Yong-gang, FU Teng-fei, <i>et al.</i> (4352)
Adsorption of Phenol Chemicals by Surfactant-Modified Zeolites	XIE Jie, WANG Zhe, WU De-yi, <i>et al.</i> (4361)
Acute Toxicity of Antibiotics and Anaerobic Digestion Intermediates in Pharmaceutical Wastewaters	JI Jun-yuan, XING Ya-juan, ZHENG Ping (4367)
Study on Phosphorus Removal Capability of Constructed Wetlands Filled with Broken Bricks	WANG Zhen, LIU Chao-xiang, LI Peng-yu, <i>et al.</i> (4373)
Denitrification Water Treatment with Zeolite Composite Filter by Intermittent Operation	QING Cheng-song, BAO Tao, CHEN Tian-hu, <i>et al.</i> (4380)
Influence of Nitrate on the Simultaneous Methanogenesis and Denitrification Reaction of Anaerobic Biofilm and Granular Sludge	ZHONG Chen-yu, YE Jie-xu, LI Ruoyu, <i>et al.</i> (4387)
Study on Dewatering of Activated Sludge Under Applied Electric Field	JI Xue-yuan, WANG Yi-li, FENG Jing (4393)
Effects of Multiple Environmental Factors on Trifluorsulfuron-methyl Degradation in Soils	SONG Ning-hui, SHAN Zheng-jun, SHI Li-li, <i>et al.</i> (4400)
Effect of Alkaline Post-Treatment on Physicochemical Property of Digested <i>Spartina alterniflora</i>	CHEN Guang-yin, ZHENG Zheng, CHANG Zhi-zhou, <i>et al.</i> (4406)
Structural Changes in Mineral Phases and Environmental Release Behavior of Arsenic During Sintering of Arsenic-containing Waste	WANG Xing-run, NONG Ze-xi, WANG Qi (4412)
Study on Emission Standard System of Air Pollutants	JIANG Mei, ZHANG Guo-ning, ZHANG Ming-hui, <i>et al.</i> (4417)
Mechanism for Transformation of Environmental Criteria into Environmental Standards in China	BI Cen-cen, WANG Tie-yu, LÜ Yong-long (4422)
Effect Analysis on the Two Total Load Control Methods for Poisonous Heavy Metals	FU Guo-wei (4428)

《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)

2012年12月15日 33卷 第12期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 33 No. 12 Dec. 15, 2012

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: 70.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行