

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



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,郑桢,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,赵无垠,崔华鹏,花磊,谢园园,李海洋 (34)
碱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,孙嗣畅,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)
湘江沉积物铜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 <i>Marinobacter adhaerens</i> 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	徐慧伟,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 ₂ O 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的吸附特性与离子交换	白洁琼,尹华,叶锦韶,彭辉,唐立楠,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,官兆宁,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估	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,李振峰,贾玉娟 (302)
无定形 Fe(OH) ₃ 和 Fe ₃ O ₄ 共沉淀态 As 的化学提取	陈义萍,王少峰,黄永锋 (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,李焯,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	虎博,王铁宇,吕永龙,杜立宇,罗维 (379)
低碳交通电动汽车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)

无负压供水模式下管网水力模拟与安全评价分析

王欢欢¹, 刘书明^{1*}, 姜帅², 孟凡琳¹, 白璐¹

(1. 清华大学环境学院, 北京 100084; 2. 北京市大兴区水务局, 北京 102628)

摘要: 近些年, 无负压供水设备作为新型供水模式, 在城市二次供水管网中广泛使用. 本研究针对无负压供水对整个管网的影响并不明确的现状, 分析了无负压供水模式对管网供水安全的影响, 利用管网水力学模型, 提出了一种无负压供水状态下的管网水力学模拟方法, 应用该方法建立了一种用以确定管网可承受安装无负压供水设备的最大节点数的方法, 将此方法应用于两个算例管网, 其结果表明算例管网中分别有 67%、89% 的节点不适合安装无负压供水设备. 该方法简单实用, 推荐在管网设计与规划中使用, 以提高管网供水安全性.

关键词: 二次供水; 无负压供水; 水力模拟; 节点压力; 安全评价

中图分类号: TU991.33 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3301(2013)01-0163-06

Hydraulic Simulation and Safety Assessment of Secondary Water Supply System with Anti-Negative Pressure Facility

WANG Huan-huan¹, LIU Shu-ming¹, JIANG Shuai², MENG Fan-lin¹, BAI Lu¹

(1. School of Environment, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Beijing Daxing Water Resources Bureau, Beijing 102628, China)

Abstract: In the last few decades, anti-negative pressure facility (ANPF) has been emerged as a revolutionary approach for sloving the pollution in the Second Water Supply System (SWSS) in China. This study analyzed implications of the safety in SWSS with ANPF, utilizing the water distribution network hydraulic model. A method of hydraulic simulation and security assessment was presented which was able to reflect the number and location of nodes that can be installed in ANPF. Benchmark results through two instance networks showed that 67% and 89% of nodes in each network did not fit the ANPFs for installation. The simple and pratical algorithm was recommended in the water distribution network design and planing in order to increase the security of SWSS.

Key words: secondary water supply system, anti-negative pressure facility, hydraulic simulation, node's pressure, safety assessment

随着城市建设的加快, 高层建筑的日益增多, 二次供水设施已成为城市供水管网建设中不可缺少的一部分. 二次供水设施从最早的水塔供水, 发展到无负压(管网叠压式)供水方式, 先后经历了四代供水方式, 其分别为水塔供水、楼顶水池供水、变频调速供水及无负压(管网叠压式)供水^[1]. 采用无负压供水设备与市政供水管网直接串接, 变二次供水为一次直接供水到户, 不用建水池、水箱. 无负压供水设施作为一种给水增压新设备, 不仅比普通变频调速供水设施更节能, 而且可有效避免市政管网水质二次污染^[2]. 然而作为从管网中直接供水方式, 无负压(管网叠压式)供水方式存在供水可靠性不高、技术不成熟等缺点, 与此同时, 无负压供水设备产品质量参差不齐, 如果不加限制地允许无负压供水设备在市政管网中取水, 很有可能使管网超过其承受能力, 直接威胁供水安全^[3,4].

无负压供水设备是在变频恒压供水设备上发展起来的, 真空消除器是无负压供水设备的核心装置, 依靠它消除管网节点的负压, 从而不影响用户用水,

保护管网与设备, 达到市政供水的要求^[5]. 然而, 无负压供水设备的原理并未保证除安装无负压供水设备的节点外的压力变化能够符合市政管网的供水要求, 可能导致当市政管网中安装无负压供水设备时会对管网其他节点造成压力不足甚至负压的情况出现.

针对上述问题, 部分研究学者指出使用无负压供水设备的吸水管管径应比接入管的管径至少小两级或者两级以上, 或者不大于接入管管径的 1/3^[6], Tian 等^[7]利用 AHP(层次分析方法)比较了二次供水的多种方式, 分析了无负压供水设施的系统影响. 但 AHP 作为一种主观程度很高的分析算法, 其应用结果并未显示管网的整体性能. 王芳群^[8]等研究了基于管网水力计算的无负压供水的模拟与预测, 利

收稿日期: 2012-03-02; 修订日期: 2012-07-06

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07425-006)

作者简介: 王欢欢(1987~), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为城市供水系统模拟与优化, E-mail: huanhuanwang2010@163.com

* 通讯联系人, E-mail: shumingliu@tsinghua.edu.cn

用 Flowmaster 软件,模拟无负压泵站瞬态与稳态分析,得到管网的局部压力区域分布情况. Wu 等^[9]和 Smith 等^[10]提出二次供水系统的消毒的生物影响和二次供水灌溉的应用. 目前,对城市二次供水的水质污染影响,水质保障和二次供水技术的比选研究较多^[11~21],但针对特定二次供水方式模拟与评价的研究较少^[22]. 大部分学者均未从水力模拟角度来考虑无负压供水设施对于整个管网节点的压力影响. 从实际情况得知,无负压供水设备从管网中超量取水、运行异常等均有可能导致泵站上游、临近用户和下游用户局部供水不足甚至管网负压事故.

为确定具体二次供水方式的特征,细化对比新型供水方式的评价,本研究利用 EPANET 软件模拟安装有 无负压供水设备的城市供水管网(无负压供水管网)的运行情况,并根据其节点压力结果,对管网中安装无负压供水设备的节点(无负压供水节点)需水量模式进行修正,再次模拟管网水力运行情况,进而得到无负压供水模式可能影响的管网中其他的节点,评价此无负压供水节点对管网整体性能的影响程度,并将该方法应用至两个算例管网,以期为我国二次供水方式选取提供参考.

1 材料与方法

1.1 无负压供水管网模拟与评价方法

模拟无负压供水管网需要先建立一个普通的管网模型,利用水力方程求解,进行管网普通的水力模拟. 其具体求解的水力方程为:

节点连续方程:

$$\sum Aq + Q = 0 \quad (1)$$

管网能量平衡方程:

$$lh = 0 \quad (2)$$

管段压降方程组:

$$h = sq^n \quad (3)$$

式中, A 为节点连接的衔接矩阵(联系矩阵); Q 为管网系统的节点流量; q 为管网系统中连接节点的管段流量; l 为管段回路矩阵; h 为管网系统中管段水头损失; s 为管网系统中的管段摩阻.

依据上述水力方程组进行求解,得到管网水力模拟结果,即各个节点和管段的基本属性值,如节点的压力,管段的流量与流速等.

无负压供水设备的水力特性是:管网水进入稳流罐,排出空气,水充满后,真空消除器关闭. 当管网的压力满足用户需求时,供水系统通过旁通止回阀直接向用户供水,当压力不满足需求时,压力信号

就会反馈到控制器,水泵根据用水量的大小自动调节转速恒压供水. 用水高峰时,当管网用水量小于水泵流量时,稳流罐内的水作为补充,仍然可以正常供水. 空气由真空消除器进入稳流罐,破换真空环境,确保管网不产生负压. 当管网停水时,造成稳流罐液位急速下降,其探测信号反馈给变频控制器,水泵自动停机. 当夜间小流量且水压不满足要求时,气压罐贮存并释放能量,避免水泵频繁启动.

根据无负压供水设备的运行原理,可以将其设备模拟简化成安装无负压供水设备的节点不出现负压来实现. 如果供水系统在无负压供水节点濒临出现负压时,则修改节点需水量模型下此时间点的用水量为零,然后重新进行水力计算,直至模拟运行时间结束,无负压供水节点正常供水且不出现负压为止,从而实现对无负压供水设备的模拟. 在无负压供水节点用水量模式的影响条件下计算管网中其余节点的压力和流量. 在模拟过程中,考虑到无负压供水系统中泵站的吸水管路和压水管路的水头损失及由开停泵所造成的水锤等因素的损失,均通过改变无负压供水节点的需水量模式来模拟一个单独的无负压供水设备. 若是多个相连节点均设置无负压供水节点,则不在前期考虑其相互作用对管网水力计算的影响,仅考虑其水力模拟后各自对管网节点的压力影响. 此种方法既可以简化无负压供水设备的模拟细节,又突出无负压供水设备的核心特点. 具体模拟方法流程为见图 1.

无负压供水设备的模拟对城市供水管网的压力分布有着重要影响,当管网中安装无负压供水设备后,在用水高峰期时,管网压力会随之降低,甚至可能在管网其他节点可以出现负压. 是否符合无负压供水设备核心特点的模拟是判断其模拟结果正确与否的关键因素. 当节点安装无负压供水设备后,在管网任何运行工况下其安装节点都不出现负压. 在即将出现负压时,其节点供水进行调整,使本节点不出现负压为调整标准,调整整个管网供水压力以满足此标准.

在无负压供水管网系统模拟时,当管网中除无负压供水节点外有其他节点在模拟运行时刻出现了压力大范围波动、节点负压,则此无负压供水节点不适合安装无负压供水设备,称此节点为敏感节点. 在此位置设置无负压供水节点时需仔细衡量水力影响且避免安装无负压供水设备. 当管网节点在设置无负压供水节点模拟前后其压力变化值不超过 20% 时且管网中其余节点没有负压产生,则可认为

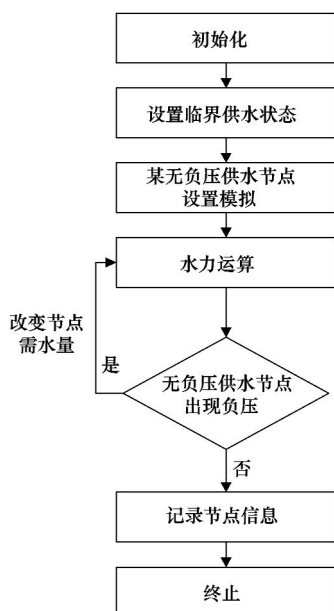


图1 无负压供水管网系统模拟方法流程

Fig. 1 Flow chart of simulation for SWSS with ANPF

此无负压供水节点可安装无负压供水设施,称此节点为不敏感节点. 在此位置设置无负压供水节点时只需考虑其稳流补偿罐容积、居住小区供水管接管点的最低正常水压等条件即可. 当将管网中所有节点均历遍安装一次无负压供水设备后,可得到此管网中无负压供水节点的适宜安装位置与不适合位置和节点压力列表. 根据影响节点数、节点压力变化范围与管段流向变化,确定无负压供水节点对管网的影响程度,列出管网中敏感节点列表. 具体评价方法流程见图2.

在某一管网中利用此方法得到该管网中的敏感节点列表,与现存的无负压供水设备安装数量进行对比,即可得到此管网的无负压供水设施安装是否已经过于拥挤,导致管网不能正常供水、满足用户需求,得到管网中是否具有安装无负压供水设备的能力,提高管网的安全供水,避免管网中出现压力不足甚至负压情况. 因此为了满足管网中水量和水压要求,在管网中安装无负压供水设施之前需进行模拟比较,确定其安装的可行性与影响程度,以保证用户用水的安全可靠性.

此评价方法利用水力学原理和软件模拟相结合,基于管网整体性能影响,统计衡量节点的压力变化,得到敏感节点列表,计算无负压供水管网系统的无负压供水影响程度. 在管网规划与设计时,可靠实用,可提高管网供水安全性,为决策者提供用力工具.

1.2 研究区域

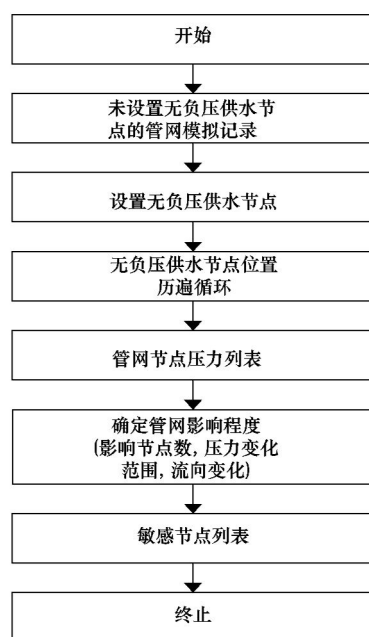


图2 无负压供水管网系统评价方法流程

Fig. 2 Flow chart of evaluation for SWSS with ANPF

EPANET 中的示例(算例)管网是进行管网模拟与分析算法研究的常用算例. 本研究中采用其中的两个管网来进行模拟算法的正确性验证和性能评价.

Net1 管网中有 2 个水源(1 个水池,1 个水库), 9 个用水节点,12 条管线,1 个水泵(图3); Net3 管网中有 5 个水源(3 个水池,2 个水库), 92 个用水节点,117 条管线,2 个水泵(图4). 两个管网中,各个用水节点上都已有节点需水模式,且假设管网节点

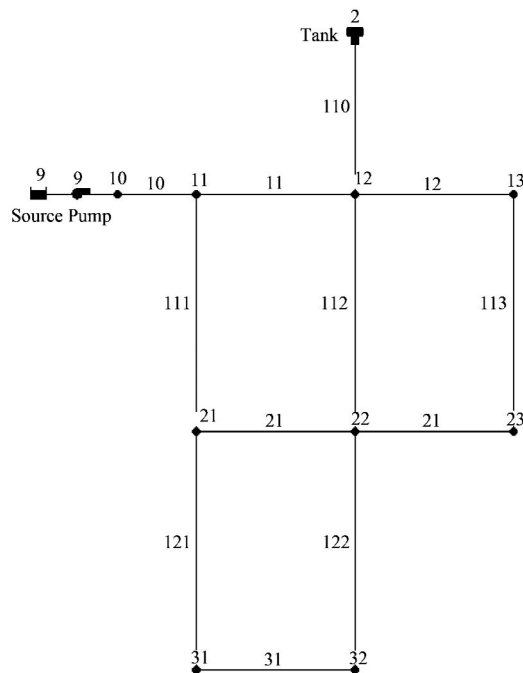


图3 EPANET 的管网 1

Fig. 3 Schematic diagram of Net1 in EPANET

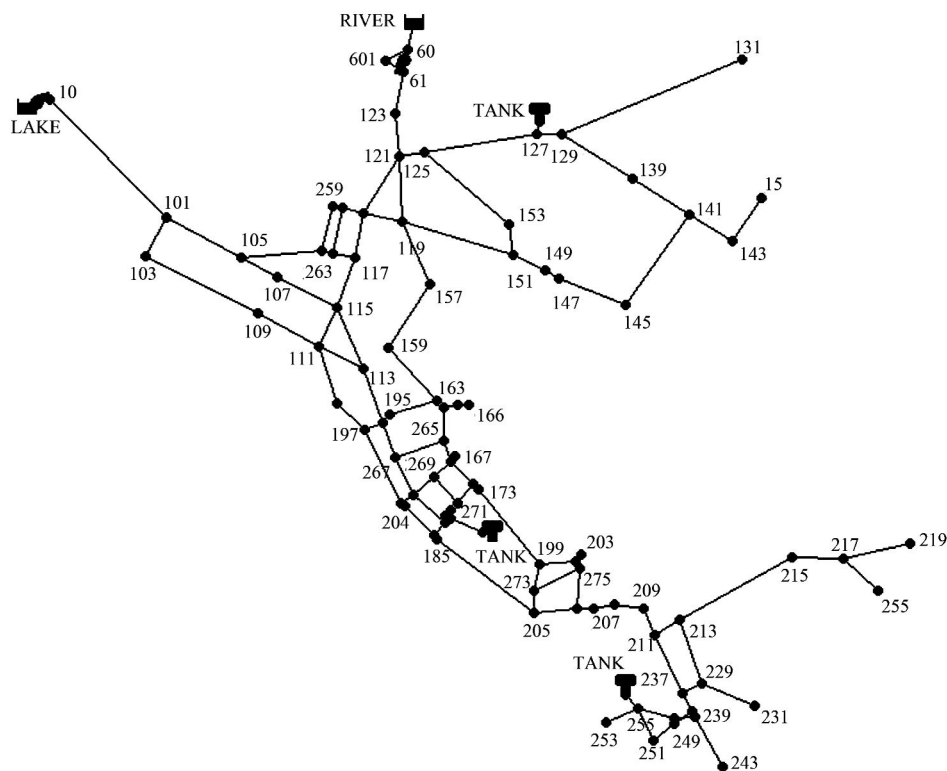


图4 EPANET 的管网3

Fig. 4 Schematic diagram of Net3 in EPANET

均可安装无负压供水设备,各条线路上都有已用给水管道,水力模拟时间步长为1 h,无负压供水模拟时间精度为1 s,模拟时长为24 h.

1.3 分析方法及数据处理

本研究应用 EPANET 软件平台模拟管网水力学,从管网整体性能评价出发,利用管网中其他节点的压力变化来评价无负压供水节点的影响. EPANET 是一款由美国环境保护署 (United States Environmental Protection Agency, USEPA) 国家风险管理研究所主持开发的进行管网水力、水质模拟分析的开源软件包^[23,24]. 该计算引擎的核心是梯度算法 (Todini-Pilati 算法)^[25],可同时求解节点压力和

管线流量,相比于其他正向问题算法具有一定的优势^[26]. 本研究利用 Matlab 软件环境编写模拟程序进行求解.

2 结果与讨论

利用上述提出的无负压供水管网系统的模拟和评价方法,将管网1和管网3算例管网均设置成可以安装无负压供水设备的管网,在各个节点上依次利用无负压供水设备模拟方法,修改节点属性,检查其是否符合无负压设备的安装要求且满足非敏感性节点的条件,即按照图1与图2所示的流程图进行管网的模拟与评价. 其运算结果见表1.

表1 管网1与管网3(部分)无负压供水节点影响列表

Table 1 Affected nodes list of SWSS with ANPF in Net1 and Net3

管网1			管网3(部分)		
无负压供水节点 编号	其余节点压力 影响情况	可能影响节点	无负压供水节点 编号	其余节点压力 影响情况	可能影响节点
10	是	11、21、23	15	是	143、141、145等
11	是	10、12	117	是	119、121、120等
12	是	21、11	125	是	125、153、127等
13	否		193	是	195、113、267等
21	是	10、22	207	是	205、275、184等
22	是	10、21、12、32	225	否	
23	是	10、12、13	231	否	
31	否		239	是	241、247、249等
32	否		243	否	

2.1 无负压供水设备对管网模拟的影响

由运行结果得知管网 1 中,有 6 个节点安装无负压供水设备时会对管网其他节点造成负压影响,即约 67% 节点不适合安装无负压供水设备;管网 3 中,有 82 个节点安装无负压供水设备时会对管网其他节点造成负压影响,即约 89% 节点不适合安装无负压供水设备. 通过修改无负压供水节点位置和逐步增加无负压供水节点数量后,得到:管网 1 中承受安装无负压供水节点的最大数量为 3 个节点,管网 3 中承受安装无负压供水节点的最大数量为 9 个节点.

2.2 无负压供水设备对管网安全评价的影响

在管网 1 中,节点 10 与 12 受无负压供水设备影响程度最大,其位置为敏感节点且在管网运行中为易出现负压的节点;在管网末端处(如节点 31、32)受无负压供水节点的影响程度最小且在其节点上安装无负压供水设备后不会导致管网其余节点出现异常情况,说明此管网在管网末端处有很大的可扩展能力,冗余能力程度高. 在管网 3 中,由于部分管网末端(如节点 25、231、243、166)输水距离长,节点需水量小,在其位置上安装无负压供水设备时均对管网其余节点影响较小;在多条管网段交汇处(如节点 125、193、239)由于其节点连接管段较多,输水距离较短,在其位置上安装无负压供水设备后管网压力变化范围大,导致管网中多个节点在不同时刻均出现负压,对管网影响程度较大.

结果显示,两个管网中,无负压供水节点的影响范围均为上游用户、临近用户(多为平行节点)和下游局部用户. 在管网模拟中,无负压供水节点会导致上述影响范围供水不足以至管网多处负压事故,与实际情况相符. 因此在管网安装无负压供水设备时需要提前进行管网模拟评价,以减少不必要的损失.

3 结论

(1)无负压供水管网模型的 EPANET 水力模拟能够分析无负压供水设备运行对此节点的上游和临近管网节点的影响,分析是否可能存在供水压力不足的现象,预测对管网节点其他用户的水压影响程度.

(2)基于管网整体性能的无负压供水设备模拟从水力学计算的角度验证了无负压供水设备在管网中的压力影响,因此在设计和规划阶段,需进行无负压供水设施对整个管网运行的安全性论证,尤其是

水力计算模拟;在运行阶段需加强管理,保证无负压泵站下游、上游及其整体管网运行安全. 管网中干管上使用无负压供水设备需有规划,做到合理的水量分配.

(3)无负压供水设备的实际运行情况较为复杂,此模型中没有考虑多节点无负压供水设备的相互影响,如果在多个节点中设置无负压供水设备的相互影响,模型的精度还有进一步提高的可能性. 此模拟方法目前仅在两个算例管网中进行应用,还需其在实际大型管网中进行研究与应用,进一步提高其算法的可靠度、应用的广泛度.

参考文献:

- [1] 李世英. 直接式管网叠压供水与传统供水方式的比较[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2002, 28(5): 441-443.
- [2] 谢中良. 无负压二次供水方式探析[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2009, 31(3): 64-65.
- [3] 马成环. 无负压给水设备及管网准用的技术条件[J]. 给水排水, 2005, 31(7): 81-84.
- [4] 刘忠. 谈管网叠压(无负压)给水设备的正确应用[J]. 给水排水, 2007, 33(6): 87-90.
- [5] Pretner A. Optimizing and controlling water supply system: Athens Pilot Project [A]. In: Proceedings of the European Water Resources Association Conference [C]. 1997, 9: 439-444.
- [6] 樊建军, 魏晓安, 王峰. 管网叠压供水技术存在的主要问题及解决途径[J]. 中国给水排水, 2006, 22(22): 39-42.
- [7] Tian Y M, Si Y J, Li H, et al. Evaluation and optimization of secondary water supply system renovation [J]. Journal of Zhejiang University Science, 2007, 8(9): 1488-1494.
- [8] 王芳群, 宋顺林, 李岚, 等. 基于管网水力计算的无负压系统供水不足的预测分析[J]. 节水灌溉, 2010, (11): 37-45.
- [9] Wu Q, Zheng Y, Zhao C Y, et al. Research on the distribution of bacterium in secondary water-supply systems [A]. In: Proceedings of the 2010 4th International Conference Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE) [C]. Chengdu: IEEE, 2010. 1-4.
- [10] Smith S W. Secondary water systems for landscape irrigation: issues and opportunities [J]. Irrigation and Drainage Systems, 2009, 23(2-3): 125-129.
- [11] 舒青松. 给水管网与二次供水系统的水质研究及运行维护和改造[J]. 给水排水, 2010, 26(1): 98-101.
- [12] 俞海霞, 张德跃, 陈豪. 二次供水水质的保障措施[J]. 中国给水排水, 2009, 25(2): 84-86.
- [13] Li Y F, Zhang X N, Chen W T. Analysis of the energy efficiency of frequency-changing water supply by secondary pressurizing in residence community [J]. Advanced Materials Research, 2011, 243-249: 4778-4782.
- [14] 王洋, 牛璋彬, 张晓健, 等. 水源更换对给水管网水质的影响研究[J]. 环境科学, 2007, 28(10): 2275-2279.

- [15] 侯金霞, 刘遂庆, 信昆仑, 等. 镇江市供水管网二次增压节能技术方案分析[J]. 中国给水排水, 2008, **24**(20): 82-85.
- [16] 尤博文, 严斌, 魏炜. 南京市二次供水 SCADA 系统的设计与运行[J]. 中国给水排水, 2011, **27**(4): 50-53.
- [17] 孙坚伟, 吕娅琼, 周云, 等. 上海市二次供水水质现状调查研究[J]. 给水排水, 2009, **35**(8): 9-12.
- [18] 朱鹏利, 陈听学. 绍兴市高层住宅二次供水设施的方案选择与技术标准[J]. 中国给水排水, 2011, **27**(22): 42-44.
- [19] 沈亚辉, 周良法. 二次供水技术及方案比选[J]. 中国给水排水, 2007, **13**(18): 55-58.
- [20] 白晓慧, 张明德, 贾程慎. 上海某黄浦江原水供水系统中主要致嗅物质的迁移规律分析[J]. 环境科学, 2011, **32**(1): 120-124.
- [21] 承明华, 陈晓东, 周明浩. 60 起管网及二次供水污染事故分析[J]. 环境与健康, 2002, **19**(1): 91-93.
- [22] 李一凡, 郑应文. 二次供水系统用水模型与抽水策略[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2002, **30**(1): 63-65.
- [23] Rossman L A. EPANET 2 User's Manual[M]. Cincinnati, OH: National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency, 2000.
- [24] Walski T M, Chase D V, Savic D A, *et al.* Advanced water distribution modeling and management [M]. USA: Bentley Institute Press, 2007. 181-218.
- [25] Simpson A, Elhay S. A framework for alternative formulations of the pipe network equations[A]. In: Proceedings of 11th Annual Symposium on Water Distribution Systems Analysis[C]. Kansas City USA: ASCE Press, 2009. 137-151.
- [26] Savic D A, Banyard J K. Water distribution systems[M]. USA: Institution of Civil Engineers Publishing, 2011. 145-169.

CONTENTS

Characteristics of Total Gaseous Mercury Concentrations at a Rural Site of Yangtze Delta, China	DOU Hong-ying, WANG Shu-xiao, WANG Long, <i>et al.</i> (1)
Compositions of Organic Acids in PM ₁₀ Emission Sources in Xiamen Urban Atmosphere	YANG Bing-yu, HUANG Xing-xing, ZHENG An, <i>et al.</i> (8)
Analysis on Water-soluble Inorganic Ions in the Atmospheric Aerosol of Xinglong	LI Xing-ru, SONG Ai-li, WANG Ying-feng, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (34)
Surface Characteristics of Alkali Modified Activated Carbon and the Adsorption Capacity of Methane	ZHANG Meng-zhu, LI Lin, LIU Jun-xin, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (51)
Estimation and Forecast of Chlorophyll a Concentration in Taihu Lake Based on Ensemble Square Root Filters	LI Yuan, LI Yun-mei, WANG Qiao, <i>et al.</i> (61)
Research of Hyperspectral Reconstruction Based on HJ1A-CCD Data	GUO Yu-long, LI Yun-mei, ZHU Li, <i>et al.</i> (69)
Research on the Sensitivity of Geochemical of Underground River in Chongqing Xueyu Cave	XU Shang-quan, YANG Ping-heng, YIN Jian-jun, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (137)
Isolation and Identification of <i>Marinobacter adhaerens</i> HY-3 and Its Allelopathy on <i>Skeletonema costatum</i>	WANG Hong-bin, CHEN Wen-hui, LI Xin-shu, <i>et al.</i> (145)
Effects of the Rice Straw on <i>Microcystis aeruginosa</i> Analyzed by Different Physiological Parameters	SU Wen, KONG Fan-xiang, YU Yang, <i>et al.</i> (150)
Effects of Allelochemicals Ethyl Cinnamate on the Growth and Physiological Characteristics of <i>Chlorella pyrenoidosa</i>	GAO Li-li, GUO Pei-yong, SU Guang-ming, <i>et al.</i> (156)
Hydraulic Simulation and Safety Assessment of Secondary Water Supply System with Anti-Negative Pressure Facility	WANG Huan-huan, LIU Shu-ming, JIANG Shuai, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (169)
Effect of Permeabilization on Sulfate Reduction Activity of <i>Desulfovibrio vulgaris</i> Hildenborough Cells in the Presence of Different Electron Donors	XU Hui-wei, ZHANG Xu, LI Li-ming, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (194)
Influence of Microbubble and Its Generation Process on Mixed Liquor Properties of Activated Sludge	LIU Chun, MA Jin, ZHANG Lei, <i>et al.</i> (198)
Impact of Different Nitrogen Concentrations on the N ₂ O 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 <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	XIE Xin-yuan, SUN Pei-de, LOU Ju-qing, <i>et al.</i> (209)
Characteristic and Ion Exchanges During Cu ²⁺ and Cd ²⁺ Biosorption by <i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	BAI Jie-qiong, YIN Hua, YE Jin-shao, <i>et al.</i> (217)
Sorption of Nitrobenzene to Anionic Surfactant Modified Layered Double Hydroxides	XIA Yan, ZHU Run-liang, TAO Qi, <i>et al.</i> (226)
Study on Phosphate Removal and Recovery by Activated Alumina	MENG Wen-na, XIE Jie, WU De-yi, <i>et al.</i> (231)
Spatial Distribution of Inhalable Particulate and Association with Respiratory Disease in Beijing City	YANG Wei, ZHAO Wen-ji, GONG Zhao-ning, <i>et al.</i> (237)
Pollution Levels of Perfluorochemicals in Chicken Eggs and Duck Eggs from the Markets in Beijing	QI Yan-jie, ZHOU Zhen, SHI Ya-li, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (257)
Isolation of Quinolofop- <i>p</i> -ethyl-degrading Bacteria from Soil by DGGE-Colony <i>in situ</i> Hybridization	LÜ Xin, PENG Xia-wei, HU Qing, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (277)
Effect of Reclamation on the Vertical Distribution of SOC and Retention of DOC	HUO Li-li, ZOU Yuan-chun, GUO Jia-wei, <i>et al.</i> (283)
Distribution Characteristics of Soil Organic Carbon and Its Composition in <i>Suaeda salsa</i> 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, <i>et al.</i> (293)
Optimizing Remediation Conditions of Non-thermal Plasma for DDTs Heavily Contaminated Soil	CHEN Hai-hong, LUO Yong-ming, TENG Ying, <i>et al.</i> (302)
Chemical Extraction of Arsenic Co-precipitated with Amorphous Fe(OH) ₃ and Fe ₃ O 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, <i>et al.</i> (321)
Preparation, Characterization and Adsorption Performance of High Surface Area Biomass-based Activated Carbons	LI Kun-quan, LI Ye, ZHENG Zheng, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (336)
Advance in the Bioavailability Monitoring of Heavy Metal Based on Microbial Whole-cell Sensor	HOU Qi-hui, MA An-zhou, ZHUANG Xiu-liang, <i>et al.</i> (347)
Characteristics of Heavy Metal Contamination in Street Dusts Along the Urban-Rural Gradient Around Beijing	HE Xiao-yan, GU Pei, LI Xu-yong, <i>et al.</i> (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, <i>et al.</i> (364)
Analysis of First Flush Effect of Typical Underlying Surface Runoff in Beijing Urban City	REN Yu-fen, WANG Xiao-ke, OUYANG Zhi-yun, <i>et al.</i> (373)
Temporal Variation of Water Quality and Driving Factors in Yanghe Watershed of Zhangjiakou	PANG Bo, WANG Tie-yu, LÜ Yong-long, <i>et al.</i> (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

国内外公开发刊