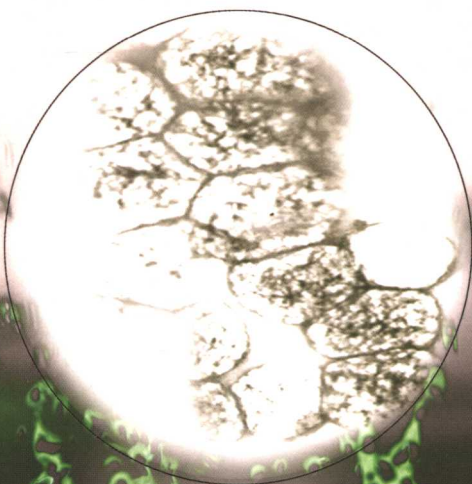


城市供水藻类污染

控制研究

CHENGSHIGONGSHUIZAOLEIWURAN
KONGZHIANJIU

贾瑞宝 周善东 等著



山东大学出版社

2002 年度山东省科技攻关计划项目(项目编号:022150102)

“山东省城市供水藻类污染特征及水厂除藻工艺研究与工程示范”

城市供水藻类污染控制研究

贾瑞宝 周善东 等著

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市供水藻类污染控制研究/贾瑞宝等著. — 济南:
山东大学出版社, 2006. 4
ISBN 7-5607-3164-3

I. 城

II. 贾

III. 城市供水—藻类—水污染—污染控制—研究

IV. ①TU991.2②X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 034739 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东旅科印务有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 8.25 印张 205 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

“山东省城市供水藻类污染控制” 课题组组织结构

项目承担单位

山东省城镇供水协会
济南市给排水监测站
山东省给水处理工程技术研究中心

典型示范工程单位

济南供水集团有限责任公司
青岛海润自来水集团公司
潍坊市自来水总公司
胜利油田管理局供水公司
青岛开发区供排水总公司
东营市自来水公司
泰安市自来水公司
临沂市自来水公司

成员单位

烟台市自来水公司
威海市水务集团公司
德州市自来水公司
日照市自来水公司
滨州市自来水公司
枣庄市自来水公司
莱芜市自来水公司
诸城市自来水公司
莱阳市自来水公司
高密市自来水公司
昌乐实康水业公司
沂水县自来水公司

协作单位

日本富士电机株式会社
山东金佰生物工程公司
淄博华润科贸有限责任公司

课题组成员名单

指导委员会

主 任	咎龙亮				
副主任	孙松青	周善东			
成 员	麻鹏飞	高凤池	赵玉德	修春海	国爱文
	朱培莲	李会明	徐金波	王润先	雒安国
	郑荣强	夏维华	栾慎明	张敏君	平建强
	范开利	宋建华	孙忠法	张祥众	高润泽

课题负责人 周善东

技术负责人 贾瑞宝

主要完成人

周善东	贾瑞宝	麻鹏飞	王 晖	王 冠
姜海英	薛欣喜	刘宝山	于方田	刘金岩
纪红杰	张修瑞	崔宝军	李 冬	张增禄

课题组成员

孙韶华	陈家全	吕 媛	李 莉	李世俊
慕德金	王善平	张玉贵	王淑芳	郑振魁
杨文珍	张新文	顾学林	闫洪波	王效江
李世文	张元友	于淑花	李令春	申立堂
赵树秋	吴 震	黄新元	张友来	王 军
刘小飞	王志成	杜化军	李建明	卢桂芬
厉剑光	刘新华	徐衍峰	袁翠萍	唐春山
马士坤	张成坤	赵京堂	陈会月	乔 涛
王洪波	相其祝	刘 丽		

加强供水科研工作 保障城市供水水质安全 (代序)

山东省建设厅厅长 杨焕彩

水是人类共同的资源和财富,是人类生存与发展不可或缺的必需品。饮用水安全,事关人民群众的身体健康,更是构建和谐社会的重要内容。联合国在 2006 年 3 月 22 日发布的《世界水资源开发报告》指出,全球有 13 亿人口无法获得安全饮用水,水资源危机日益加重。中国更是面临着水资源短缺、洪涝灾害、水资源污染、水土流失和水资源管理欠缺等五大水资源问题。近年来有关专家研究表明,目前人类疾病的主要根源之一仍是非安全饮水造成的。因此,城镇供水安全保障体系的构建及水质净化关键技术的研究开发与推广应用具有重大战略意义。

藻污染是各地普遍存在的水质问题。高藻水不仅影响着水厂的安全运行,而且还增加了供水的浊度、色度和毒性,降低了饮用水质量。然而藻污染的有效控制与安全净化是一个世界性难题,相关理论、方法和关键技术装备还需要深入研究和探讨。山东省城镇供水协会依托山东省给水处理工程技术研究中心,在山东省科技攻关计划的资助与支持下,组织全省二十多家供水企业共同参与联合攻关,经过三年多的艰苦努力,完成了“山东省城市供水

藻类污染特征及水厂除藻工艺的研究与工程示范”课题。课题已于2005年底通过了山东省科技厅组织的技术鉴定,由李圭白院士为主任委员的鉴定专家组一致认为,该课题六个方面的创新点补了国内空白,研究成果整体上达到国际先进水平。

该成果是山东省整合全省供水行业的科技资源共同完成的水质改善重大科技攻关和技术推广项目。课题立足于城市供水藻污染的安全评价与净化处理,在广泛调查分析研究的基础上,实验室探讨、中试试验和示范工程等技术研究手段并用,基于工程化、配套化和实用化目标,重点研究开发和推广了藻类污染监测评价方法和高效低毒的除藻工艺技术装备。该项研究成果集成了全省各地近几年最新水质监测数据,总结提炼了权威性的城市供水水质问题;提出的城市供水藻污染监测评价指标体系及多种水质改善和净化处理工艺,成熟可靠,组合方式灵活,经济实用。为了更好地宣传、推广课题成果,真正把科研成果转化为生产力,课题组的同志们在研究成果的基础上,修编成书,在城市供水科研工作上又迈出了扎实的一步。该书付印之际,也正是全社会对城市供水水质安全高度关注的时期,特别是去年以来的几起水环境污染事件,使得各方面对这项工作更加重视。下面围绕城市供水水质安全,谈几点意见。

一、要高度重视城市供水水质安全工作

饮用水是人类生存的基本需求。城市供水是重要的城市基础设施,供水水质安全问题直接关系到广大人民群众的健康。切实加强城市供水水质安全工作,是实践“三个代表”重要思想,维护最广大人民群众根本利益,落实科学发展观的基本要求,是全面建设小康社会,构建社会主义和谐社会的重要内容,是把以人为本的政策真正落到实处的一项长期而紧迫的任务。党中央、国务院历来高度重视城市供水水质安全工作,要求我们“通过科学论证,研究

采取治理污染源,改进自来水净化处理等措施,从根本上解决问题,把以人为本真正落到实处”,“让人民群众喝上干净的水”。多年来,在省委、省政府的领导下,我省各级各部门围绕城市供水水质做了大量工作,基本保障了广大群众的饮用水安全。但是,我省人多地少,生态环境脆弱,水资源严重短缺,特别是随着工业化、城镇化进程的加快,饮用水安全面临非常严峻的形势。目前,我省18家(含胜利油田供水公司)设区城市供水企业共有水源地67处(座),其中引黄水库18座(含胜利油田供水公司11座),其他水库21座,地下水源27处,水库、河流混合型水源1处;有10个城市采用地表水、地下水联合供水方式,4个城市采用地表水作为城市水源,3个城市采用地下水作为城市水源。从这些城市供水水源的情况来看,在安全方面也还存在一些问题,如有的城市水源存在工业污染隐患,有的地表水源水质下降,还有部分城市没有落实水源保护区制度,供水取水设施的人为破坏现象也比较普遍,等等。再看我们的水厂,大部分还是传统工艺,真正的预处理、深度处理设施还不多,应对水环境污染的能力还不足。还有城市供水管网,更新改造的任务也还相当艰巨。这些问题应该引起我们的高度重视。我们要从执政为民的高度,充分认识保障饮用水安全的重要性,切实增强做好饮用水安全保障工作的责任感和紧迫感,将这项事关重大的工作切实纳入重要的议事日程和工作日程。

二、加强城市供水科研工作

与农业用水不同,城市供水是一项科技含量非常高的工作,有着十分复杂的工艺过程。目前,城市供水已经广泛涉及到了材料科学、自动控制、信息科学、生物科学等高新技术领域。在城市化进程不断加快的新形势下,水源的复杂变化、饮用水水质标准的提高,使城市供水中的传统处理工艺受到了严峻的挑战。建设部在《城市供水行业2010年技术进步发展规划及2020年远景目标》中

提出了“保障供水安全,提高供水水质,优化供水成本,改善供水服务”四大目标。我们必须按照这些目标要求,从水源调配、水质检测、生产自动化、供水调度、管网维护、抄表收费、客户服务、节能降耗等各个环节入手,依靠科技进步,全面提高企业的生产和服务水平。供水科研是贯穿城市供水工作全过程的一条主线,是任何时候都不能放松的一项基础性工作。围绕保障城市供水水质安全这一中心目标,今后一个时期的供水科研工作要重点在水质快速检测和水质预警、给水预处理和深度处理、供水生产自动化以及客户服务的信息化等方面实现新的突破。城市藻类污染控制的研究,抓住了城市供水中的一个关键问题,不论是课题组织方式、研究水平,还是推广价值,都为供水科研工作树立了榜样。今后,城市供水科研工作,要注意调动多方面的力量,围绕生产需要,逐步建立起以企业为主体、产学研结合的技术保障体系、创新体系。城市供水企业要加强自身科研队伍建设,建立科研奖励机制,制订符合企业发展目标的科研计划,确定研究项目,力争多出成果、快出成果。各级政府职能部门要加大对城市供水科研工作的支持力度,加快科研成果的推广和转化。

三、建立完善的城市供水水质保障体系

(一)加紧实施各项工程性措施。各城市要根据水源水质状况,结合供水水质标准的提高,进一步明确水质目标和保障措施。要按照工艺完善、管理科学的原则,把水厂改造作为近期工作重点,改造、强化传统净水工艺,积极推动预处理、深度处理技术的研究和应用,保证供水质量。加强城市供水管网运行监管,防止管网二次污染。建立二次供水设施的运行、清洗、消毒和安全保障制度,确保水质安全。各地区要结合当地实际,制定一户一表改造计划和实施方案,引导和支持供水企业推行抄表到户。

(二)加强供水企业内部的安全监管体系建设。城市供水企业

要按照日常预防为主、应急处置为辅和安全屏障前移的原则,建立健全安全生产管理制度。要落实安全生产目标责任制,强化责任落实情况的监督检查和考核,加强日常管理和巡查,发现隐患及时排除。推行城市供水关键管理岗位人员执业资格考试制度,全面提升供水企业职工的整体素质,为保障饮用水安全奠定坚实基础。要开展打击破坏、盗窃供水设施的专项整治活动,确保供水设施安全。

(三)建立严密的水质监管体系。为确保水质检测的客观真实,提高水质监测的社会公信力,要改进城市供水水质监管方式,形成政府水质督察、行业检测、企业自检、公众监督相结合的水质监管体系。城市供水企业必须建立健全与供水生产相适应的水质自检制度,按照国家规定的检测项目、检测频率和有关标准、方法定期检测水源水、出厂水、管网水的水质。要特别注意加强对源水的检测,根据存在的安全隐患情况,加大对特征污染物的检测频率,建立水质预警制度。要建立健全城市供水水质督察制度,加强对供水企业供水全过程进行的水质监督检查。建立城市水质公报制度,定期公开水质情况,让广大群众参与水质管理工作,使供水企业自觉接受群众监督。落实水质监管经费来源,城市水质监管经费目前从城市维护费中列支,今后水价调整时要将水质监管费用纳入水价中。

(四)制定供水事故应急预案。各地城市供水行政主管部门和供水企业要按照建设部和省建设厅发布的《城市供水系统重大事故应急预案》的要求,从政府和企业两个层面深化、细化适宜当地实际的城市供水应急预案。要重点研究有机物、农药、重金属和致病微生物等四大类突发性污染事故的应对措施,提高供水安全的技术保障能力。在发生突发性事故可能造成源水水质发生重大变化或供水水量严重不足时,城市供水企业应迅速启动应急预案,及时向企业内部有关单位发出预警,加大水质监测频率,做好备用水

源启动的准备工作,并报告当地城市供水及有关行政主管部门。当出厂水质或水量不能保障时,应立即启动应急处置方案,采取果断措施,把影响控制在最小范围内,并由当地政府及时向社会进行公告。同时要切实落实预案要求的物资储备,做好演练、演习工作,提高各级领导和从业人员的安全意识和技术水平,增强应急能力和控制事故的能力。要加强对县(市、区)公共供水水质安全的监督检查。县(市、区)一级城市的供水水源数量多、规模小,水源周围情况比较复杂,水厂的工艺简单,而且整个管理水平和大中城市相比,还有一定的差距。各设区城市供水行政主管部门要认真履行行业管理职责,对县(市、区)的城市水源安全隐患进行普查,分析可能发生的问题,提出切实可行的整改措施,督促有关单位做好隐患的整改工作。

加强城市供水科研,保障城市供水水质安全,是一项系统工程。要聚集各职能部门、供水企业、科研院所以及设备和材料制造企业等各方面的智慧,还要拓宽公众参与渠道,倾听群众意见。相信通过全社会的共同努力,我们一定会把这项工作做好,让人民群众喝上干净水、放心水。

目 录

加强供水科研工作 保障城市供水水质安全(代序)	杨焕彩(1)
第一章 前 言	(1)
1.1 藻类污染控制研究的相关政策与行业背景	(1)
1.2 藻类污染控制研究的意义	(5)
1.3 藻类污染控制研究动态	(7)
1.4 本研究的技术路线及关键创新点	(29)
第二章 城市供水藻污染检测评价系统的构建	(32)
2.1 藻污染痕量毒性污染物检测方法研究	(33)
2.2 藻污染评价体系的构建	(52)
第三章 山东省城市供水藻污染特征及水质安全性评价	(57)
3.1 研究对象的基本概况	(57)
3.2 山东省重点城市地表水源水质特性	(61)
3.3 山东省重点城市自来水水质特性	(67)

第四章 常规处理工艺除藻特性研究	(71)
4.1 以山区水库水为原水的水厂	(71)
4.2 以引黄水库水为原水的水厂	(75)
4.3 地表水厂常规工艺除藻特性	(80)
4.4 建设部新标准对常规工艺水厂的技术挑战	(83)
第五章 高效低毒除藻技术试验研究	(86)
5.1 低毒除藻技术原理	(86)
5.2 强化混凝除藻技术	(97)
5.3 安全预氧化	(111)
5.4 浮滤池净化技术	(124)
5.5 臭氧—活性炭工艺	(133)
5.6 高效低毒除藻工艺的适用范围与成本核算	(152)
第六章 典型除藻工艺示范工程建设与运行	(155)
6.1 全省水厂除藻工艺改造的基本情况	(155)
6.2 浅型水库水质变化规律及库内治理工程技术 ——济南卧虎山水库	(158)
6.3 原水水质预警现场试验——潍坊峡山水库	(168)
6.4 二氧化氯强化常规工艺的现场试验 ——济南玉清水厂	(169)
6.5 “气浮—粉末活性炭—常规处理”组合工艺的 现场试验——眉村水厂	(178)
6.6 高锰酸钾强化混凝工艺的现场试验 ——济南玉清水厂	(179)
6.7 纤维束强化过滤现场试验运行研究 ——泰安三合水厂	(181)

第七章 结论与建议	(185)
7.1 结 论	(185)
7.2 建 议	(187)
附录 典型示范工程技术应用报告	(189)
胜利油田供水公司除藻技术应用研究	(189)
天然矿物混凝沉降法去除水中藻类研究	(196)
二氧化氯与液氯组合预处理高藻水的生产试验	(209)
气浮+粉末活性炭+常规工艺研究与工程示范	(214)
超声波技术在藻类计数中的应用	(220)
高锰酸钾预氧化—常规工艺去除水中藻类研究	(222)
二氧化氯预氧化除藻工艺研究	(228)
参考文献	(235)

第一章 前 言

1.1 藻类污染控制研究的相关政策与行业背景

水是人类生活和生产不可缺少的重要物质。水质安全对整个人类社会生产和生活都具有重大影响,直接考验着政府的社会公信度和诚信体系。水质的安全与否既有可能给人们的健康带来突发性的影响,也可能带来潜在的、持久的影响;同时,其影响范围广,有时甚至是全局性的。近年来有关人类健康的研究表明,目前人类疾病的主要根源之一仍是非安全饮水造成的。因此,饮用水水质安全保障技术的研究具有重大战略意义和实际意义。

1.1.1 各级政府对饮用水水质安全高度重视

2005 年 1 月份,胡锦涛总书记在重庆考察时,在《国内动态清样》上作重要批示:“饮用水安全问题关系到广大人民群众的健康,必须高度重视。要通过科学论证,研究采取治理污染源、改进自来水净化处理等措施,从根本上解决问题,把以人为本真正落到实处。”

温家宝总理在 2005 年十届人大三次会议政府工作报告中郑

重承诺：“要加强环境保护和生态建设。……让人民群众喝上干净的水、呼吸清新的空气，有更好的工作和生活环境。”

国家发改委、环保总局、建设部、水利部、卫生部等国务院各部委均组织或发起相关活动，落实总书记的批示精神，以保障人民群众喝上“放心水”。2005年中国水周（3月22日至28日）的主题是“保障饮水安全，维护生命健康”。

建设部于2004年11月首次对全国36个重点城市供水水质进行“飞行”督察；2005年1月，又组织全国重点城市饮用水有机污染物调查；2月份发布311号公告，自6月1日起正式实施《城市供水水质标准》（CJ/T206-2005），检测项目由35项增加到103项；5月份在成都召开全国城市供水水质管理工作会议，宣传贯彻城市供水新标准，安排部署水质管理工作。

山东省建设厅发布了《关于深化改革强化管理加快全省城市供水行业发展的意见》，明确指出各级政府主管部门要转变政府职能，强化监管措施，加大科研开发力度，供水企业要建立以水质为中心的生产管理体系，让群众喝上“放心水”、“明白水”和“满意水”。

建设部《城市供水水质标准》的实施，充分体现了党和政府对环境污染和饮水安全的高度重视，对人民生活质量和生命健康的关心，体现了以人为本，务实求真，以科学发展观促进经济与社会同步发展，人与自然环境协调发展的新思路。

1.1.2 我国水污染现状

随着经济的快速发展，水资源已成为大多数国家经济发展的制约因素。联合国为此向全世界发出警告：“水，不久将成为一个深刻的社会危机，石油危机之后的下一个危机就是水。”我国近二十多年来工业发展迅速，水质污染非常严重。由于水污染日益加剧，我们赖以生存的环境逐渐恶化，人类生命健康受到了越来越严