



# 北京水问题研究与实践

BEIJING SHUIWENTIYANJIU YU SHIJIAN

(2011年)

北京市水利科学研究所 编



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

# 北京水问题研究与实践

## (2011年)

北京市水利科学研究所 编



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书集中展现和总结了北京市水利科学研究所承担的公益科研、公共服务和技术咨询项目中的代表性成果(2011年),包括水环境、生态与环境、雨水利用、节水技术、再生水利用、水工程技术、水务管理等几个方面,旨在实现公益性科研引领水务科技发展、公共服务支撑政府决策、技术咨询促进水科学发展,为广大水务工作者提供最新的科研信息与技术交流平台。

本书可供水资源、水生态环境、农业水利、水土保持、水利水电等专业的科研、规划、设计、管理人员使用,也可作为高校相关专业的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

北京水问题研究与实践. 2011年 / 北京市水利科学  
研究所编. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2012.4  
ISBN 978-7-5084-9679-5

I. ①北… II. ①北… III. ①水资源管理—研究—北  
京市—2011 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第073802号

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书<br>名<br>作<br>者<br>出<br>版<br>发<br>行      | 北京水问题研究与实践 (2011 年)<br>北京市水利科学研究所 编<br>中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 68367658 (发行部) |
| 经<br>售                                    | 北京科水图书销售中心 (零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                                                                |
| 排<br>版<br>刷<br>格<br>次<br>印<br>数<br>定<br>价 | 中国水利水电出版社微机排版中心<br>北京瑞斯通印务发展有限公司<br>184mm×260mm 16 开本 21 印张 498 千字<br>2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷<br>0001—1200 册<br>68.00 元                                                                                                                            |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 《北京水问题研究与实践》(2011 年)

## 编辑委员会

主 任：李其军

副主任：高振宇

委 员：孟庆义 王理许 郝仲勇 刘洪禄

主 编：刘洪禄

副主编：刘玉英 侯旭峰

编 委：徐 华 詹莉莉 杨胜利 张书函 廖日红  
吴晓辉 黄炳彬 杨淑慧 刘立才 马东春  
楼春华 窦宝松 吴文勇 吴敬东 郑凡东  
陈建刚 顾 华

# 前 言

---

水资源是基础性自然资源和战略性经济资源，是生产之要、生态之基、发展之源。随着社会经济发展和人口增长，北京缺水日益严重，水资源短缺已经成为制约首都经济社会发展的主要瓶颈。在资源环境的约束下，如何充分发挥科技第一生产力作用，通过科技创新支撑和引领经济社会发展具有重要战略意义。

北京市水利科学研究所作为北京市涉水领域的综合性、公益性科研机构，自 1963 年成立以来，一直秉承“严谨、求实、高效、创新”的科研和治学作风，从事着水资源、水生态环境、农业节水、雨水利用、再生水利用、水土保持、水工程、工程质量检测、水务发展战略等领域的公益性科研、公共服务和技术咨询服务。通过近 50 年的发展，已形成了一支面向北京市水务生产实际需求、具有较强综合实力和攻关能力的科研队伍，在北京水务发展中发挥了重要的科技支撑作用。

多年来，以国家、北京市有关涉水中长期规划为指导，瞄准国内外水务发展前沿开展涉水科研工作。仅“十一五”期间就承担各级各类科技项目 103 项，其中国家水体污染控制与治理科技重大专项、“863”计划项目、科技支撑计划项目、水利部等国家级项目 12 项，北京市重大科技攻关计划 17 项，市发展与改革委员会、市农委、市水务局等项目 64 项，承担横向技术服务项目 386 项，获专利 33 项，各级奖励 43 项，发表学术论文 393 篇。在农业综合节水、小流域综合治理、城市雨洪利用、水生态环境综合治理、再生水利用等方面取得了丰硕的研究成果，有效地支撑和推动了北京水务的发展。

为更好发挥科学技术在建设“民生水务、科技水务、生态水务”过程中的引领和支撑作用，及时总结科研成果和技术服务经验，更好地推动科技成

果转化，从承担的公益科研、公共服务和技术咨询项目中选择有代表性的成果，结集为《北京水问题研究与实践》，旨在宣传成果，提供借鉴，促进自身进步的同时，与水务同仁交流前沿的科研技术。

限于学识水平，本书难免存在疏漏和不足，恳请读者批评指正。

编者

2011 年 12 月

# 目 录

## 前言

## 水 环 境

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 北运河（北京段）流域水体污染控制与治理科技重大专项研究进展     |    |
| ..... 廖日红 孟庆义 李其军 高振宇 王培京 吴晓辉 申颖洁 | 3  |
| 基于 GIS 的沙河水库流域非点源污染模拟研究           |    |
| ..... 金桂琴 黄俊雄 贺晓庆 梁 藉             | 10 |
| 温榆河表层沉积物中氮磷和有机质污染评价               |    |
| ..... 胡秀琳 廖日红 刘 操 赵立新 侯 德 王培京     | 17 |
| 北运河通州城区段底泥污染状况分析                  |    |
| ..... 贺晓庆 廖日红 金桂琴 黄俊雄 梁 藉         | 23 |
| 基于主成分分析的潮白河（顺义段）水质评价              |    |
| ..... 吴晓辉 孟庆义 廖日红 赵立新 胡秀琳 许志兰     | 28 |
| 北京市北小河河道臭味物质调查分析及现场除臭试验           |    |
| ..... 李 垒 廖日红 许志兰 吴晓辉             | 33 |
| 纯氧活性污泥法处理生活污水的试验研究                |    |
| ..... 黄赞芳 廖日红 刘 操 申颖洁 战 楠         | 39 |
| 厌氧出水垂直流跌水曝气技术研究                   |    |
| ..... 王培京 葛 鹏 邱彦昭                 | 45 |
| 厌氧生物滤池技术在北京农村地区应用研究               |    |
| ..... 刘 娇 王 帅 陈英硕                 | 51 |
| 新型生物强化滤池工艺系统对受污染地表水净化研究           |    |
| ..... 申颖洁 廖日红 战 楠 刘 操 黄赞芳         | 57 |
| 活性炭滤池系统优化及其对北运河河水 EEM 光谱分析        |    |
| ..... 战 楠 廖日红 申颖洁 刘 操 黄赞芳         | 65 |
| 渗滤液回灌组合 PRB 技术削减垃圾填埋场的地下水污染研究     |    |
| ..... 郭敏丽 刘立才 岳东北 张春义             | 72 |
| 不同处理方法对槟榔抑藻效果的影响                  |    |
| ..... 许志兰 廖日红 吴晓辉                 | 78 |
| SKALAR SAN+ 型间隔流动注射分析仪测定水中总氮的研究   |    |
| ..... 刘 霞                         | 82 |

## 生 态 与 环 境

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 北京市污泥用于废弃采石场生态修复技术研究          |    |
| ..... 李文忠 孟庆义 吴敬东 黄炳彬 何春利 张国祯 | 91 |

|                       |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 北京山区河溪生态质量监测与评价研究     | 叶芝菡 | 吴敬东 | 段淑怀 | 易作明 | 关卓今 | 97  |
| 北京山区沟域划分及重点沟生态限制因素分析  | 常国梁 | 吴敬东 | 郭倩倩 | 雷丙寅 | 李 涛 | 105 |
| 多塘湿地系统对河流污染水体氮磷去除效果研究 | 易作明 | 黄炳彬 | 常国梁 | 宿 敏 | 赵安然 | 113 |

雨 水 利 用

|                           |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 北京城区积滞水防治的近期措施和长远策略       | 张书函 | 陈建刚 | 王海潮 | 123 |     |
| 基于 MIKE BASIN 的水库供水调度模型构建 |     |     |     |     |     |
|                           | 王海潮 | 来海亮 | 陈建刚 | 张书函 | 128 |
| 环保型道路雨水口应用效果初探            | 孟莹莹 | 张书函 | 陈建刚 | 潘艳艳 | 137 |
| 城市道路径流雨水处理技术研究            | 潘艳艳 | 刘 娇 | 陈建刚 | 王理许 | 147 |
| 市政雨水管道径流污染物排放特征分析         |     | 苏东彬 | 陈建刚 | 152 |     |

节 水 技 术

|                              |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 苹果树干液流时空变化规律及其与环境因子的关系       | 杨胜利 | 刘洪禄 | 吴文勇 | 郝仲勇 | 167 |     |     |
| 温室覆膜滴灌条件下灌水下限对甜瓜生理指标及蒸腾强度的影响 | 宝 哲 | 吴文勇 | 刘洪禄 | 杨胜利 | 牛 勇 | 马志军 | 175 |
| 日光温室番茄蒸腾耗水规律及灌溉制度研究          | 牛 勇 | 原桂霞 | 范海燕 |     |     |     | 182 |
| 利用基质吸力的设施无土栽培红掌高效灌水技术研究      | 马福生 | 吴文勇 | 刘洪禄 | 杨胜利 | 马志军 | 祁兴会 | 191 |

再 生 水 利 用

|                               |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 基于地统计学的北京市东南郊再生水灌区地下水位空间变异性研究 | 尹世洋 | 吴文勇 | 刘洪禄 | 潘兴瑶 | 杨胜利 | 许翠平 | 201 |
| 基于 SWAT 模型的北运河流域水量水质模拟        | 潘兴瑶 | 吴文勇 | 尹世洋 | 杨胜利 | 刘洪禄 | 郝 铮 | 210 |
| 以再生水为补水水源的景观水体水质改善工程效果分析      | 楼春华 | 王 帅 | 陈英硕 | 刘 娇 | 侯 德 | 顾 华 | 218 |
| 北京市再生水灌区土壤中有有机氯农药含量分析         | 苗长春 | 顾 华 | 楼春华 | 师彦武 | 尹世洋 |     | 226 |
| 北京市高品质再生水涵养地下水可行性研究           | 黄俊雄 | 杨 建 |     |     |     |     | 232 |



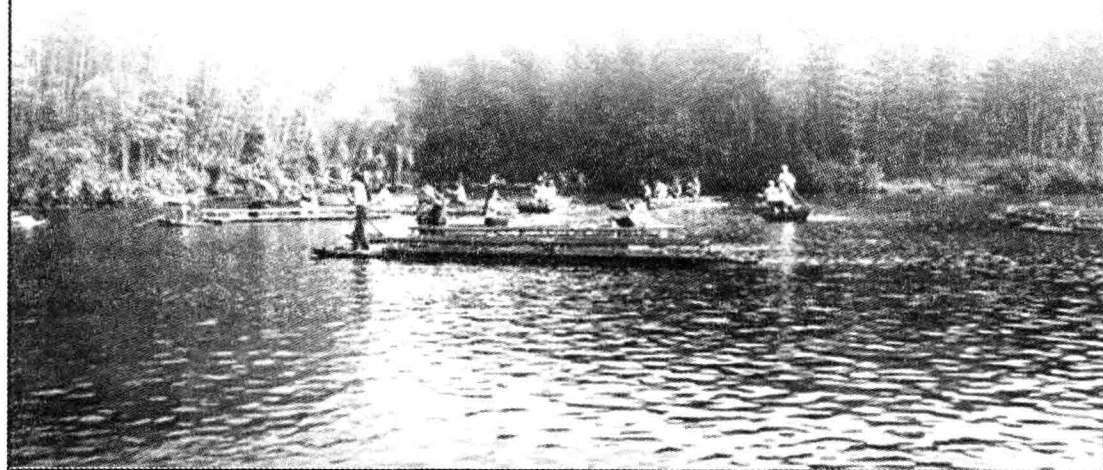
## 水 工 程 技 术

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 北京市南水北调配套工程大宁调蓄水库工程物理模型试验研究   |     |
| ..... 杨淑慧 王理许 王远航 张春义         | 243 |
| 北京市南水北调配套工程亦庄调节池工程数值模型计算研究    |     |
| ..... 王远航 杨淑慧 张春义 王靖宇         | 250 |
| 含植物河道糙率系数及流速垂线分布的实验研究         |     |
| ..... 胡晓静 黄炳彬 吴敬东 易作明 何春利 赵安然 | 257 |
| 超声波透射法与低应变法在基桩检测中的对比分析.....   | 263 |
| 塑性混凝土性能及应用试验研究.....           | 273 |
| 变流量抽水试验水文地质参数估值及实例求解.....     | 280 |
| 抽水引起地面沉降的数值模拟研究.....          | 286 |

## 水 务 管 理

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 政府对水资源的管理职能研究.....        | 295 |
| 北京市农村污水处理设施运行管理模式研究.....  | 300 |
| 北京市大兴区非常规水源利用及管理政策研究..... | 308 |
| 北京市污水处理厂建设存在问题及发展对策.....  | 315 |
| 关于生态工业园区的系统稳定性分析.....     | 320 |

# 水 环 境





# 北运河（北京段）流域水体污染控制与治理科技重大专项研究进展

廖日红 孟庆义 李其军 高振宇 王培京 吴晓辉 申颖洁

（北京市水利科学研究所，流域水环境与生态技术北京市重点实验室 北京 100048）

**【摘要】** 本文综述了国家水体污染控制与治理科技重大专项的基本情况，对北运河（北京段）流域污染现状与发展趋势进行了分析，归纳了流域水资源、水环境与水生态存在的问题并进行了原因分析，介绍了“十一五”期间北运河（北京段）流域水体污染控制与治理科技重大专项的任务设置情况，综述了各项任务的技术研究、工程示范和推广应用实施进展，指出了下阶段在技术与管理层面需进一步研究的方向。

**【关键词】** 北运河（北京段） 水体污染控制与治理 科技重大专项 进展

## 1 国家水体污染控制与治理科技重大专项的主要内容与目标

水体污染控制与治理科技重大专项（以下简称水专项）是为实现中国经济社会又好又快发展，调整经济结构，转变经济增长方式，缓解我国能源、资源和环境的瓶颈制约，根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》设立的十六个重大科技专项之一，旨在为中国水体污染控制与治理提供强有力的科技支撑，为中国“十一五”期间主要污染物排放总量（化学需氧量）减少10%的约束性指标的实现提供科技支撑。

根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》要求，按照“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的环境科技指导方针，水专项从理论创新、体制创新、机制创新和集成创新出发，立足中国水污染控制和治理关键科技问题的解决与突破，遵循集中力量解决主要矛盾的原则，选择典型流域开展水污染控制与水环境保护的综合示范。针对解决制约我国社会经济发展的重大水污染科技瓶颈问题，重点突破工业污染源控制与治理、农业面源污染控制与治理、城市污水处理与资源化、水体水质净化与生态修复、饮用水安全保障以及水环境监控预警与管理等水污染控制与治理等关键技术和共性技术。将通过湖泊富营养化控制与治理技术综合示范、河流污水污染控制综合整治技术示范、城市水污染控制与水环境综合整治技术示范、饮用水安全保障技术综合示范、流域水环境监控预警技术与综合管理示范、水环境管理与政策研究及示范，实现示范区域水环境质量改善和饮用水安全的目标，有效提高我国流域水污染防治

---

资助项目：国家水体污染控制与治理科技重大专项（2008ZX07209—003，2009ZX07209—004，2009ZX07209—005，2012ZX07203001）。

治和管理技术水平。

水专项将分三个阶段进行组织实施，第一阶段目标主要是突破水体“控源减排”关键技术，第二阶段目标主要是突破水体“减负修复”关键技术，第三阶段目标主要是突破流域水环境“综合调控”成套关键技术。

## 2 北运河（北京段）流域基本情况

### 2.1 流域污染现状与发展趋势分析

北运河是海河北系四大河流之一，发源于燕山南麓，西界永定河，东临潮白河，先后流经北京市海淀、昌平、顺义、通州各区、河北省廊坊地区和天津市武清区、北辰区和红桥区。通州区北关闸以上称温榆河，北关闸以下始称北运河。北运河于屈家店与永定河交汇，至子北汇合口入海河，干流长 143km。流域面积 6166km<sup>2</sup>，其中山区面积 952km<sup>2</sup> 占 16%，平原面积 5214km<sup>2</sup> 占 84%。

北运河上游——温榆河干流起自昌平区沙河水库，经朝阳、顺义两区县至通州区北关拦河闸，全长约 47.4km，流域面积 2478km<sup>2</sup>，系北京东北部地区主要排水河道。沙河水库之上有东沙河、北沙河和南沙河三条支流汇入，沙河水库以下又纳入蒹沟河、清河、坝河、小中河等支流。北运河主要支流有通惠河、凉水河、凤港减河等，都在北京市境内，其中通惠河主要负担北京市城区、西郊地区及东郊部分地区的排水任务。

北运河（北京段）流域多年平均年降雨量 643mm，降雨主要集中在 6~9 月，约占全年的 84%；多年平均年（1956~2000 年系列）径流量 4.81 亿 m<sup>3</sup>，其中山区多年平均年径流量 1.29 亿 m<sup>3</sup>、平原多年平均年径流量 3.52 亿 m<sup>3</sup>。多年平均年出境水量（含废污水）为 9.31 亿 m<sup>3</sup>。

北运河水系是我国著名的南北大运河的起始段河道，曾为沟通北京城对外航运、南粮北运及沟通南北文化、政治交流发挥了显著作用，也为巩固历代封建王朝发挥过重大的作用，历金、元、明、清各朝而不衰。清末民初，铁路兴起，加之潮白河苏庄闸被洪水冲毁，断绝了北运河补水水源，航运日衰，北运河水系逐步成为北京市近郊主要排水河道。

由于北京市水资源匮乏，北运河上游缺乏清水补充，基流基本为污水和污水处理厂退水，目前再生水指标距地表水体功能要求尚有一定差距，绝大部分地表水环境不能满足功能要求。降雨径流仅集中在汛期有限的 3~5 场雨，且因面污染源，水质较差，河流水环境不容乐观。

作为北京市的主要排水河道，随着经济发展，流域内用水量和排水量逐渐增加，河道水体污染严重，水生态系统退化明显。

据“十一五”初期现场监测，约 60 万 m<sup>3</sup>/d 污水未经处理直接排入北运河（北京段）。流域内大部分河道水体（包括干流和支流）水质为劣 V 类水体，见表 1。根据流域水体功能区划，北运河鲁疃闸以上河道水体为地表水 IV 类，鲁疃闸至北关闸为 V 类水体，现状河道水体水质远远不满足其功能要求。流域水环境逐渐恶化和水资源利用率低的现状已经限制了地区社会经济的可持续发展。

表 1

北运河上游干支流各代表断面水质监测结果

单位: mg/L

| 干支流  | 断面     | COD <sub>Cr</sub> | TN    | TP   | NH <sub>3</sub> -N | 水质类别  |
|------|--------|-------------------|-------|------|--------------------|-------|
| 南沙河  | 玉河橡胶坝  | 90.5              | 16.13 | 2.24 | 11.04              | 劣 V 类 |
| 东沙河  | 入北沙河前  | 27.5              | 4.8   | 5.04 | 3.37               | 劣 V 类 |
| 北沙河  | 北沙河橡胶坝 | 56.5              | 15.75 | 2.01 | 6.32               | 劣 V 类 |
| 沙河水库 | 沙河闸    | 41.6              | 13.27 | 2.49 | 10.37              | 劣 V 类 |
| 蔺沟   | 蔺沟橡胶坝  | 67                | 4.8   | 1.6  | 2.1                | 劣 V 类 |
| 干流上段 | 鲁疃闸    | 60                | 13.2  | 2.8  | 7.4                | 劣 V 类 |
| 清河   | 沈家坟闸   | 106.2             | 20    | 2.5  | 19.1               | 劣 V 类 |
| 坝河   | 楼梓庄闸   | 92.5              | 15.6  | 3.8  | 11.7               | 劣 V 类 |
| 小中河  | 刘庄橡胶坝  | 88                | 14.8  | 2.2  | 12.2               | 劣 V 类 |
| 小场沟  | 亮安屯闸   | 97                | 14    | 2.6  | 15.5               | 劣 V 类 |
| 干流下段 | 北关闸    | 92                | 17.4  | 2.5  | 14.3               | 劣 V 类 |

## 2.2 存在的主要问题与原因分析

### 1. 流域开发力度加大，入河污染负荷持续增加

由于北运河（北京段）流域地处北京市核心地带和城乡结合部，城镇生活污水占其接纳污水的绝大部分，城市化快速发展使得流域污水排放量逐年增加。

流域内海淀山后地区作为海淀新区重点发展，昌平区是国家级高新技术产业基地，顺义和通州是重点建设的新城，朝阳定位中央商务区，流域开发力度逐渐加大。“十一五”初期北运河上游——温榆河流域排放污水量达 157.6 万 t/d 左右，现状只有 80.02 万 t/d 的污水处理能力，污水处理率不足 51%，且绝大部分集中在清河和坝河中心城区部分；边缘城镇污水处理设施建设严重滞后，污水管网建设与污水处理厂建设不同步，尤其在城市边缘集团和城乡结合部地区，管网建设推进速度较慢，致使部分污水仍直接排入温榆河干支流。农村污水垃圾对水源污染日益严重；农业面源污染对水质的影响逐渐显现；流域综合管理问题凸现。第四系地下水源已有 65% 以上受到不同程度的污染。

### 2. 河流水体自净能力较弱，生态系统遭到破坏

由于连年干旱，清水资源量不足，污水比例逐年增大，致使河流的稀释和自然净化作用降低；现状河流生态系统不健全，由生产者、消费者和分解者形成的食物链（网）存在缺环、断链，使水生态系统的物质循环、能量流动和信息传递不畅通，相对于污染负荷，河流的自净能力明显不足。

虽然城市污水处理排放标准日益严格，但大部分污水处理厂现有工艺的脱氮除磷功能欠佳，同时也存在处理效果不能达到新的标准要求，能耗和运行费用较高的问题，城市污水处理工艺亟待改进。即使污水处理厂退水达到再生水回用于景观河道水质标准，但由于再生水水质标准与河流水体功能要求水质标准有一定差距，对于缺水河流，在无清水基流条件下，河流水质仍然无法满足水体功能要求，河流水体自净能力无法消减入河污染负荷。

经过近 40 年的纳污，北运河河道底泥中污染物对河流水质影响程度缺乏监测数据，

未有科学的评价。

### 3. 流域水资源时空分布不均，水质恶化，水资源利用率低

北京市水资源总量严重不足，以“十一五”初期人口为基数，全市人均水资源量 $247\text{m}^3$ ，是资源型重度缺水地区。水资源短缺已成为制约北京经济社会发展的第一瓶颈。

沙河闸断面多年平均过水量 $6990\text{万m}^3$ ，汛期 $5827\text{万m}^3$ ，占总过水量的 $83.4\%$ 。即使在1999~2005年连续7年干旱时期，年均过水量也达 $4400\text{万m}^3$ ；其中汛期为 $2800\text{万m}^3$ ，占总过水量的 $63.6\%$ 。北关闸断面多年平均年来水量约 $3.95\text{亿m}^3$ ，其中汛期过水量约 $2.03\text{亿m}^3$ ，占过水总量的 $51.3\%$ 。

北运河流域特别是上游流域的水资源大部分集中在汛期，虽然降雨相对集中，但流域滞蓄能力严重不足，致使非汛期河流水质无法达到水体功能要求，因此流域地表水资源利用率不高。以上游温榆河为例，水资源利用率不足 $15\%$ ，平均每年至少有 $4\text{亿m}^3$ 的河水排入下游而不能得到合理利用，与北京市日益严峻的水资源短缺形势形成极大的反差。

## 3 北运河（北京段）流域水体污染控制与治理科技重大专项研究任务与实施进展

### 3.1 主要研究任务

针对北运河流域水资源、水环境和水生态存在的主要问题，国家水体污染控制与治理科技重大专项在“十一五”期间设置了三项北运河（北京段）水体污染控制与治理研究任务。

（1）北运河水系上游典型污染区污染控制技术与示范。根据北运河水系污染源种类和污染演化趋势分析结果，以削减农村地区分散点源和重要面源为主，开展畜禽养殖废水处理技术、粪污资源化技术、农村生活污水处理技术研究；以削减城市面源污染负荷为重点开展地表径流绿地滞留渗滤处理技术和初期雨水滞蓄与原位渗滤处理技术研究；以进一步削减城镇污水处理厂入河污染负荷为重点，开展污水处理厂强化型氧化塘和人工湿地净化技术研究；通过以上技术开发与系统集成，在上游典型污染区内进行综合示范，建立流域污染源综合防治技术体系，实现削减污染负荷、控制水体污染趋势、改善流域水环境质量的目標。

（2）北运河水系中游重污染河段水质改善技术与示范。针对北运河中游通州城市段和凉水河水环境存在问题开展系统调查、方案比选、关键技术研发，提出改善北运河通州区城市段和凉水河等重污染河段水质的关键技术和解决方案，建立基于非常规水源补给为核心的水资源过度开发区域河流水质改善技术体系，并通过示范工程建设解决北运河水系中游重污染河段水质改善的现实问题，为实现北运河水系中游重污染河段水质改善、提高北京市水资源高效利用和循环再生利用、促进流域区域内经济社会协调可持续发展提供技术支撑和科技保障。

（3）北运河水系中游段生态治理关键技术与示范。针对北运河水系中游温榆河段地处北京市城郊结合部，以非常规水源补给为主，水生态缓冲能力弱的特征，综合分析河流水环境演变过程与流域经济社会发展的驱动关系，突破微污染河段水质改善与生态修复的旁路离线河流净化器关键技术，建立非常规水源补给河流水质改善与生态修复的技术体系，

综合集成开展工程示范，通过分阶段实施逐步改善河流水环境质量，实现北运河水系中游温榆河段由水质功能达标逐步过渡到河流生态健康的战略目标。

### 3.2 主要实施进展

根据“十一五”北运河（北京段）流域水体污染控制与治理科技重大专项任务设置及目标分解情况，北京市落实了地方行政领导负责制，按照“统一领导、科学决策、目标管理、资源整合、分类指导、重点突破”的原则，突出专项系统性和公益性特点，建立健全了统一领导、协调推进的项目管理和实施机制，在技术研究、工程示范及应用推广方面均取得了重要进展。

（1）北运河水系上游典型污染区污染控制技术与示范。针对北运河水系上游主要点源—城镇污水处理厂出水、农村生活污水、畜禽养殖废水及粪污等废弃物和城市面源开展技术研究，研发了城镇污水处理厂出水生态湿地净化技术，优化了湿地结构型式，优选了石灰石—火山岩—沸石湿地基质和芦苇、香蒲和黄花鸢尾湿地植物，实现城镇污水处理厂出水深度处理后主要水质指标达到地表水 IV 类标准；研发了农村生活污水厌氧滤池、太阳能曝气接触氧化、人工湿地等微动力处理组合模式，实现了农村生活污水低耗能易管理的处理模式；研发了畜禽养殖废水达到北京市地标三级限值出水水质的处理与安全回用技术、畜禽养殖场固体废弃物、农村生活垃圾和农业废弃物的联合堆肥技术，有效处理农村种养业及面源污染；研发了城市面源地表径流绿地滞滤处理技术和初期雨水滞蓄与原位渗滤技术，控制城市面源在汛期对河流水质的影响；通过示范工程对关键技术的验证与补充，建立了北运河水系上游典型污染区污染控制技术体系，完善水资源保护与循环利用环节，以沙河水库上游关沟河流域为综合示范区典型代表，建设水污染控制系统工程，实现区域水资源的良性循环。结合依托工程，建立了沙河水库流域综合示范区，控制面积 200km<sup>2</sup>，水质改善综合示范河段长 10km，河流综合示范区主要污染物负荷削减 COD<sub>Cr</sub> 30%、氨氮 20%、总磷 15%，典型点源污染得到明显控制。

（2）北运河水系中游重污染河段水质改善技术与示范。对北运河中游典型河段——通州城区段地表水水质、河道底泥、河流生态系统进行了系统调查，分析了入河污染物（点源、面源）种类、组成、排放总量的变化趋势，进行北运河通州城区段污染成因分析；研究了重污染河道内源污染物分布特点、存在形态、迁移转化规律和污染机理，形成了隐性污染源调查、识别与溯源的诊断方法，通过隐性污染源控制技术研究，形成了重污染河流底泥修复技术体系；从污染负荷、水文因素、水力条件、植物种群等方面着手，研究了北运河水系中游河道湿地构建及水质净化技术，重点研究了河道湿地的植物种类及其组合对湿地效果的影响；对推流、射流、喷泉等多种人工循环曝气技术进行比选，开展了曝气增氧技术对北运河中游河水、通州区污水处理厂出水、北运河排污口污水的水质改善效果的研究；根据北运河中游的水质和水力条件，研究了河道纵横断面构建形式、水流流态、生态护岸材料等对河流水环境的影响，研发了适宜北运河水环境的、经济型的生态护岸材料，提出了河道断面设置参数，筛选了适于研究水体生长的、能够形成良性生态循环的河流生物链构造元素；以北运河水系中游不同的补水水源为研究对象，进行了电化学仿生滤池、膜生物反应器、曝气生物滤池和预臭氧曝气生物活性炭技术的净水效果研究，并对各净化技术的工艺参数进行了优化，优选了适宜的水质净化工艺组合方案，完成了补水



净化示范工程建设。综合单项技术示范工程和依托工程，形成了北运河通州城区段水质净化综合示范区，控制面积 22km<sup>2</sup>，河流综合示范区主要污染物负荷削减 COD<sub>Cr</sub> 30%、氨氮 20%、总磷 15%，重污染河段水质得到明显改善。

(3) 北运河水系中游段生态治理关键技术与示范。在综合分析北运河中游段入河污染物负荷和主要污染源贡献率、河流自然净化容量和自我修复能力的基础上，确定了北运河水系中游生态治理的优先目标和污染控制的途径，研究并实施了经济高效的分散污水控污减排关键技术，提出了一套综合污染控制的最优方案；研发了适用于微污染控制的河流水质净化技术和河道内原位生物处理技术，具体包括河岸带植被生态修复关键技术、河道内水生生物群落构建与水位调控关键技术，有效消减入河污染物负荷；重点研究了针对河道干流微污染水质的离线净化器关键技术，提出的“旁路离线河流净化器”系统由入河污染负荷削减的塘—湿地组合净化、生态缓冲带构建、新型生态控磷功能材料的应用、拟自然河床和拟自然河岸构建、河道水生植被恢复和水质净化等技术环节组成，该系统一方面离线处理外来客水，另一方面在线处理自身河道原水，通过不同离线—在线生物/生态技术的优化组合，建设了龙道河罗马湖旁路离线河流净化生态示范工程。通过示范工程与依托工程实施，建立了北运河中游生态治理综合示范区，控制面积 20km<sup>2</sup>，河段长度 10km，主要污染物负荷削减 COD<sub>Cr</sub> 20%、氨氮 15%、总磷 10%，河流水生态系统结构和功能得到明显恢复。

#### 4 下阶段研究方向

“十一五”期间通过在北运河（北京段）上游（沙河水库以上）、中游（顺义段）、下游（通州段）三个节点分别开展典型污染区污染控制、河道生态净化、重污染河道水质改善三个方面的技术与工程示范，初步形成了流域控源与水质改善的技术体系，但流域内仍然存在水环境目标管理支撑流域综合治理力度不够、郊区城镇污染负荷增加对河流水质贡献率升高、农业面源污染逐渐成为影响河流水质的关键因素、流域水资源利用和水生生态状况制约区域社会经济发展等问题。鉴于此，“十二五”期间将在“十一五”技术研究和工程示范成果的基础上将示范区扩大到北运河（北京段）全流域，全面推广应用“十一五”期间研发的控源、减负和修复技术，重点研究氮元素循环模式，构建基于水环境质量改善的总量分配技术，开展关键技术集成与应用，实施流域水环境目标管理；攻克流域城镇污水处理厂升级改造与新建污水处理厂污水再生与资源化关键技术，建立针对不同类型污水处理工艺的北运河城镇污水处理厂升级改造综合技术方案和以实现优质再生水利用为目标的新建污水处理厂污水深度处理与资源化技术体系；开展农业面源定量化评价研究，形成农业面源污染源调查、识别与溯源的诊断体系，建立包括种植业面源污染物源头控制的生态农业技术、农业面源污染迁移过程控制与生态调节技术、农业面源污染末端人工生态塘处理技术的农业面源污染控制技术方案；开展研究区内水资源调配总体方案研究，提出调水后水质稳定技术，建立水资源调配新建闸坝区湿地构建及生态维护技术方案。通过课题示范工程与《北运河流域水系综合治理规划（2009—2015 年）》相关项目的实施，使得北运河（北京段）国控断面水质达到“十二五”目标要求。