



### 构建水污染防治与水质改善集成技术体系,断面水质逐年改善

# 水专项助力山东海河流域治理

◆本报记者周雁凌 季英德

11月14日,在山东江河纸业有限责任公司的外排口,记者看到处理后的水清澈见底。

据了解,江河纸业废水深度处理系统自2013年采用絮凝—Fenton—强化复合混凝工艺后,运行稳定,出水COD<sub>c</sub>≤60毫克/升的累积频率达到99.3%,在出水指标达到《山东省海河流域水污染物综合排放标准》排放指标要求的同时,还降低了污水处理厂运行成本。

山东江河纸业废水处理的达标排放,得益于国家“水体污染控制与治理”科技重大专项(以下简称水专项)的技术支撑。而像江河纸业一样受益于水专项的,还有陵县污水处理厂、泉林纸业等众多企业。

水专项——徒骇河、马颊河流域水污染防治与水质改善技术集成与综合示范课题开展以来,地方政府加大治污力度,徒骇河、马颊河考核断面水质持续改善。徒骇河、马颊河4个考核断面在上游来水水质为V类标准的前提下,实现了水质月均值COD<sub>c</sub>≤35毫克/升、氨氮≤3毫克/升、DO≥4毫克/升(当年月均值达标率不低于75%)的目标。

中国海洋大学环境科学与工程学院副院长李锋民教授告诉记者:“针对海河流域特别是徒骇河、马颊河的水质问题,徒骇河、马颊河流域水污染防治与水质改善技术集成与综合示范课题组提出了水污染防治生态储存、循环利用、趋零排放的理念,构建了水污染防治与水质改善集成技术体系并进行了综合示范,构建了‘政产学研’有机结合的管理、研究模式,突破了一批关键技术。通过示范工程建设和技术推广,为地方环境保护工作及区域水环境质量改善、河流断面达标提供了技术保障。”

## 从全流域角度开展水污染综合治理

水专项是《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》确定的16个重大专项之一,旨在解决制约我国经济社会发展的水污染重大科技瓶颈问题,为重点流域污染物减排、水质改善和饮用水安全保障提供强有力的科技支撑。

2012年,由山东省环保厅作为行政负责单位,清华大学、山东大学、中国海洋大学、山东省环科院、山东省科学院等7家科研机构共同承担的“水体污染控制与治理”科技重大专项——“徒骇河、马颊河流域水污染防治与水质改善技术集成与综合示范”课题正式启动。课题共包括11个子课题,5项示范工程,涉及山东省德州、聊城两个市的禹城市、齐河县、陵县、聊城开发区、高唐县、茌平县、阳谷县7个县(市、区)和多家企业及污水处理厂。

山东省成立了海河水专项领导小组,省环保厅副厅长葛为砚担任行政组长,清华大学教授胡洪营担任技术组长,海河水专项办公室由山东省环保厅科技与国际处、流域处及中国海洋大学、山东大学相关人员组成。

葛为砚在国家重大科技水专项山东省海河水专项启动会上指出,实施海河水专项是探索实践山东省科学治污体系的良好平台,是有效提升全省环保科技水平的重要契机,是实现区域可持续发展的重要手段。各级环保部门、相关地方政府要科学筹划,积极推进海河水专项有计划、有步骤实施,健全组织管理体系,确保责任落实到位。

徒骇河、马颊河是海河流域在山东省境内最大的两条河流,境内主要流经聊城市、德州市、济南市、滨州市和东营市,南北宽80公里,地形西南高东北低,地面坡降在1/5000~1/20000之间,是一个相对封闭的流域。流域总面积29713平方公里,人口1485万,耕地面积153万公顷。

徒骇河、马颊河流域多年平均年降水量为546毫米,70%集中在7月~9月;多年平均年蒸发量约为1300毫米。流域地表水资源量为7.06亿立方米,地下水水资源量为33.25亿立方米,水资源总量为40.31亿立方米,人均占有水资源量不足300立方米。根据联合国对水资源稀缺程度的划分,徒骇河、马颊河流域地区属极度缺水地区。

在经济快速发展的过程中,徒骇河、马颊河流域受到严重污染,虽然经过多年大力整治有好转趋势,但截至2012年,干流水质多数时段仍为劣V类。河流水质的恶化降低了其使用价值,使缺水问题更加突出。徒骇河、马颊河水质污染问题已经严重制约了流域经济的发展和居民生活水平的提高,影响了人们的生活及健康。因此,山东海河流域治理刻不容缓。

课题组针对徒骇河、马颊河面临的严峻水污染防治形势,在分析流域污染源时空分布特征和建立整体治理策略的基础上,提出了在“治用保”思路指导下的从全流域角度进行水污染综合治理的措施。

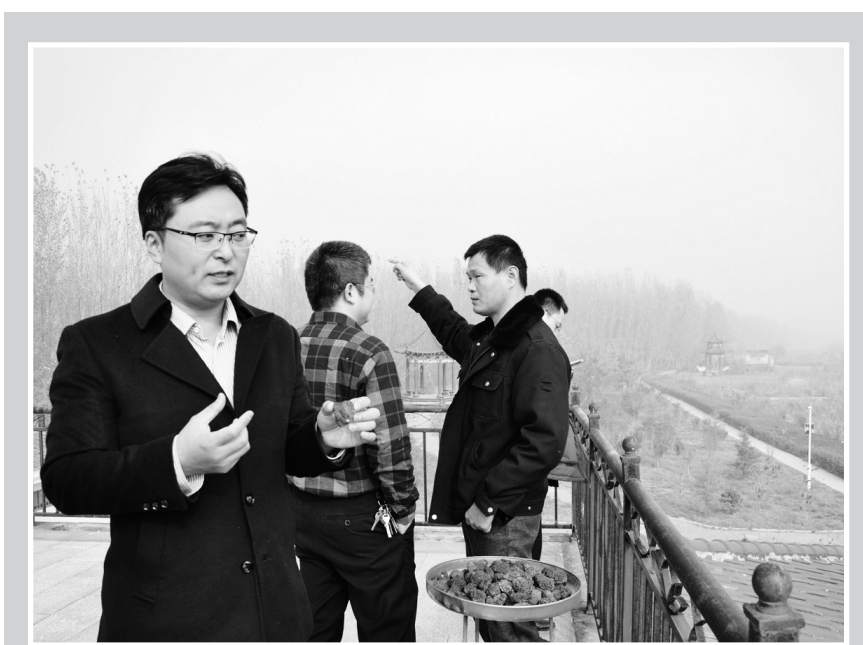
在课题组的建议和技术支持下,山东省海河流域各市以重点污染源和生活污水污染物削减为主要措施,以强化河流生态修复与自净能力作为地表水水质再提高和生态环境改善、景观效果增强的有效途径,以构建流域水资源循环利用与水质安全保障体系、基于河流水质保障的流域水环境安全防控体系作为全流域水质达标和综合利用的技术、政策保障,建设了大量水质净化工程和再生水回用工程,最终实现课题设定的断面水质目标。

## 水专项示范工程为山东流域治污增光添彩

初冬,在齐河县地表河道水质改善沿河生态带工程现场,记者看到成片的芦苇已经枯黄,但其根部的净化作用却在持续改善着水质。

齐河县赵牛河人工湿地管理处主任刘洪亮告诉记者:“潜流湿地和表流湿地里种植了大量的千屈菜、水葱、睡莲等植物,夏天格外好看,可谓是建一处湿地,造一处景观,既净化改善了水质,又成了老百姓茶余饭后的休闲娱乐场所。”

据记者了解,齐河县地表河道水质改善沿河生态带工程总投资6800万元,占地逾500亩,主要采用“潜流湿地+表流湿地+生态带修复”工艺。工程位于



中国海洋大学环境科学与工程学院副院长李锋民教授(左一)介绍火山岩作为湿地填料的独特作用。周雁凌摄



在水专项支持下,山东江河纸业公司污水处理厂的曝气池改造成了氧化沟。周雁凌摄

县城北,包括宣章屯镇、大黄山晏黄沟、老赵牛河东西两岸核心区的1028亩潜流、表流人工湿地。工程以净化水质为主、美化景观为辅,配套种植了菖蒲、睡莲、苦草等10余种水生草本植物和花卉植物,形成了植物丰富、优美迷人的湿地景观。

山东大学环境科学与工程学院博士梁爽对记者说:“工程设计处理能力为4万吨/日,总蓄水能力74万吨,进出水循环周期为16日左右,主要对城市生活污水和经济开发区工业企业等单位处理后达标排放的废水,利用潜流、表流湿地进行进一步净化处理。工程的建成,对全县水环境质量的改善和周边人居环境质量的提升,发挥了重要作用。”

在江河纸业公司污水处理厂记者看到,原来生化处理单元中的A/O池和A<sup>2</sup>O工艺中的曝气池被改造成了氧化沟。

在这里已实习一年,参与改造工程的清华大学硕士研究生石宁告诉记者,氧化沟改造是经过水专项课题组与公司讨论分析确定的,就是为了解决生物处理系统处理能力低下、出水COD<sub>c</sub>较高

及处理过程中产生异味的问题。

工艺改造后,二级生物处理系统的处理能力得到明显提升,废纸制浆废水生物处理系统(A系统)COD<sub>c</sub>去除率由69.2%提高到73.7%,木浆制浆造纸废水生物处理系统(B系统)COD<sub>c</sub>去除率由59.1%提高到66.9%。同时,单条沟宽变为8米~10米,氧化沟的构造梁柱等支撑大大减少了异味收集的难度。

课题组还对江河纸业“十一五”期间建设的污水深度处理工程进行了优化改造,将原来的“Fenton—二级絮凝工艺”改造为“絮凝—Fenton—强化复合混凝工艺”,通过调整药剂的加入点、加入量和加入比例,进一步提高深度处理的效率。工程总投资2260万元,于2012年5月开工建设,11月7日开始试运行,2012年12月27日通过环保验收。

据了解,江河纸业公司生产废水经提标改造工艺处理后,COD<sub>c</sub>排放浓度由最初的2600毫克/升左右下降至50毫克/升,SS由1500毫克/升左右下降至30毫克/升以内,BOD<sub>5</sub>排放浓度由最初的800毫克/升左右下降至20毫克/升以内,色度由500倍下降到30倍以内。与改造前相比,年可减少COD<sub>c</sub>约350吨,

进一步改善了受纳水体的水环境质量。

一次次技术突破,一项项示范工程,提升了企业污染治理水平,有力改善了徒骇河、马颊河流域水质。

葛为砚多次现场查看海河水专项的示范工程。他认为,海河水专项实施以来,课题组紧紧围绕山东省的流域治污实际和“治用保”治污体系,着力开展科技攻关,丰富和完善山东流域治污策略和内涵,在地方政府的支持下,建成了一批示范工程,为山东的流域治污增添了亮点,为海河流域水环境质量持续改善做出了积极贡献。

## 示范区域主要污染物入河量大削减

据了解,自2012年课题启动以来,课题组提出了水污染防治的生态储存、循环利用、趋零排放理念。基于这一理念,相关县市逐渐完善了水污染防治与水质改善集成技术体系,并进行了综合示范,改变了以往主要针对污染源减排或只针对目标河道修复的水质改善理念,将水资源的社会循环和自然循环作为一个系统,综合进行区域水环境改善。

这一体系已推广应用至流域内的13个县区,推广区域占徒骇河、马颊河流域内人口总数的74.9%,占面积总数的71.4%,占县区总数(19个)的68.4%。

课题组还突破了5项关键技术,即造纸废水处理工艺优化与达标排放技术,草浆制浆、造纸污染减排综合技术,城镇污水处理厂优化运行技术,富氧/低氧多级串联潜流人工湿地技术,河流生态修复与自净能力强化技术。

课题组建设完成了5项示范工程:造纸废水处理工艺优化与达标排放技术示范工程,使造纸废水出水水质达到全国最严格的排放标准,即COD<sub>c</sub>≤60毫克/升,氨氮≤6毫克/升。

草浆制浆、造纸污染减排综合技术示范工程,使出水效果总体达到海河流域排放标准中的一级A排放标准。

城镇污水处理厂优化运行技术示范工程,实现了污水处理厂出水COD<sub>c</sub>和氨氮稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级A排放标准。

城镇污水处理厂尾水人工湿地水质净化技术示范工程和河流生态修复与自净能力强化技术示范工程共同组成齐河县地表河道水质改善、沿河生态带建设工程,工程处理规模达4万立方米/日,出水COD<sub>c</sub>为30毫克/升,氨氮为1.5毫克/升,每年可削减COD<sub>c</sub>292吨、NH<sub>3</sub>-N87.6吨,污染物减排效果显著。

课题组还为聊城市、德州市、茌平县、齐河县、禹城市等市编制了《水污染防治综合技术方案》,实施后显著改善了河流水质,为山东省2012年、2013年、2014年在全国重点流域水污染防治规划年度考核中连续获得第一名起到了重要作用。

课题组不断对进展和成果进行推广应用,为齐河县、禹城市、临邑县编制了《水环境综合整治规划与实施方案》,为德州市编制了《德州市中心城区水生态环境保护总体规划》,把课题实施和地方治污紧密结合,同步推进。

李锋民说,在课题组技术支持下,地方政府加大投入,精准治污,全流域耗氧有机污染物和氨氮等主要污染物入河量的大幅度削减,从而提高了流域综合治理水平。湿地建设和河流生态保护工程可以提供良好的生态环境,带动周边娱乐、商业、房地产等项目的发展,继而增加环境经济收益,实现环保产业的良性发展。

### 课题名称

徒骇河、马颊河流域水污染防治与水质改善技术集成与综合示范

### 启动时间

2012年

### 领导小组

山东省环保厅副厅长葛为砚担任行政组长,清华大学教授胡洪营担任技术组长,成员包括省环保厅科技与国际处、流域处,中国海洋大学、山东大学相关人员。

### 背景

徒骇河、马颊河是海河流域在山东省境内最大的两条河流,流域相对封闭。

徒骇河、马颊河流域多年平均年降水量为546毫米,年蒸发量约为1300毫米。流域水资源总量为40.31亿立方米,人均占有水资源量不足300立方米,属极度缺水地区。

在经济快速发展的过程中,徒骇河、马颊河受到严重污染,截至2012年,干流水质多数时段为劣V类。

徒骇河、马颊河水质污染问题已严重制约流域经济的发展和居民生活水平的提高。

### 成果

#### ●突破5项关键技术

- 1.造纸废水处理工艺优化与达标排放技术
- 2.草浆制浆、造纸污染减排综合技术
- 3.城镇污水处理厂优化运行技术
- 4.富氧/低氧多级串联潜流人工湿地技术
- 5.河流生态修复与自净能力强化技术

#### ●完成5项示范工程

- 1.造纸废水处理工艺优化与达标排放技术示范工程
- 2.草浆制浆、造纸污染减排综合技术示范工程
- 3.城镇污水处理厂优化运行技术示范工程
- 4.城镇污水处理厂尾水人工湿地水质净化技术示范工程
- 5.河流生态修复与自净能力强化技术示范工程

## 齐河县地表河道水质改善沿河生态带工程工艺流程图

