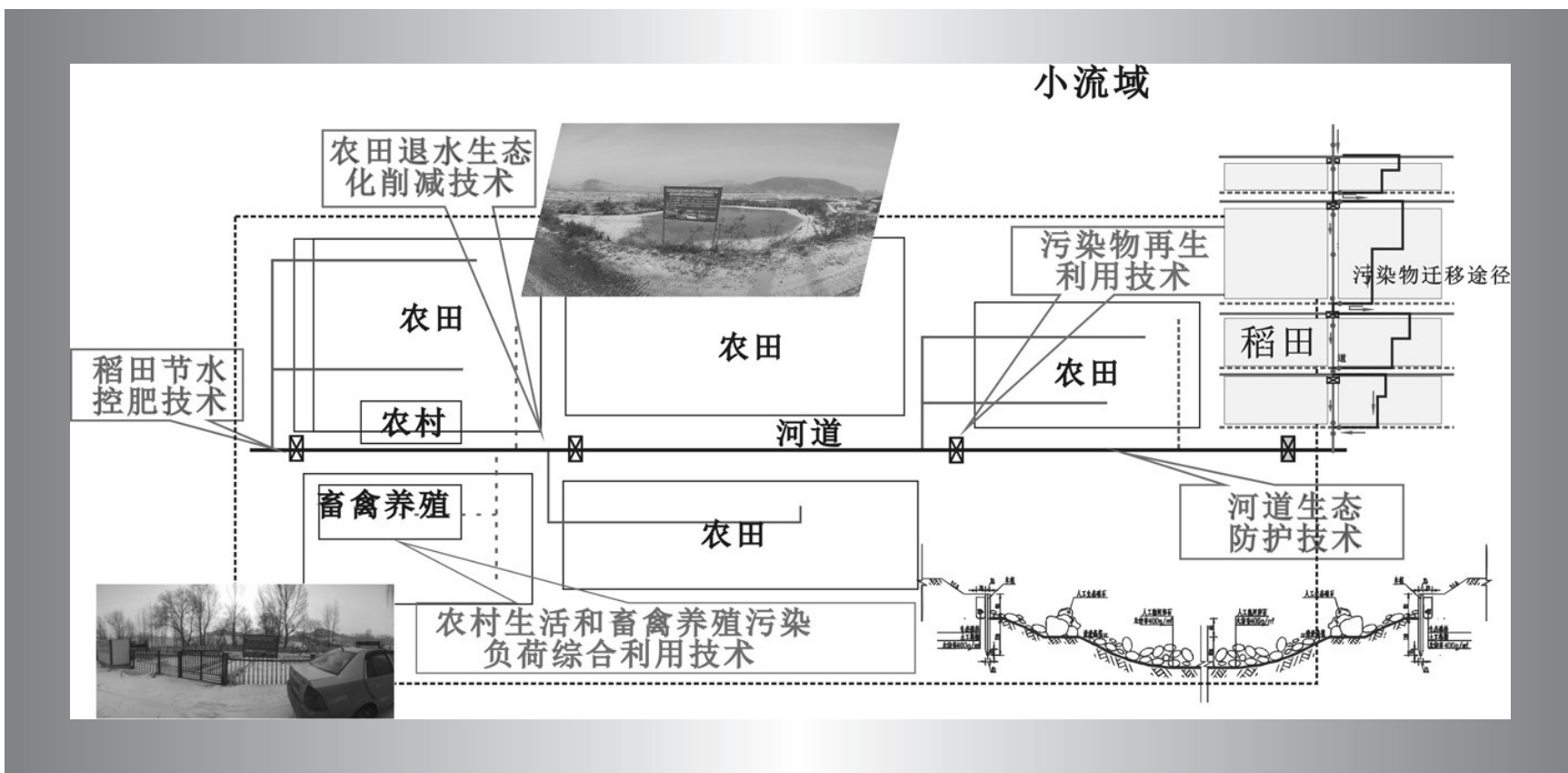


水专项助力松花江流域生态环境保护与修复

“基于水环境风险防控的松花江水文过程调控技术及示范”课题取得成果



◆文雯

受持续强降雨影响,吉林省松原市某炼油企业污水处理设施出现故障,导致大量废水和雨水混合,直排入第二松花江。流域管理部门利用“松花江流域面向水污染突发事件的应急调度系统”等软件,快速开展了污染事件水质水量耦合模拟计算和调度方案的制定,给出了第二松花江和松花江干流重点断面的污染团到达时间、主要污染物峰值浓度和超标

时间等模拟预测成果,全面支撑了前方应急监测断面现场监测方案的制定,以及后方应急决策和处置方案的提出。

这是“2016年松辽流域水资源保护局应对突发水污染事件应急演练”的现场。利用中国水利水电科学研究院牵头承担的国家水体污染控制与治理科技重大专项(以下简称“水专项”)“基于水环境风险防控的松花江水文过程调控技术及示范”课题的研究成果,应急演练取得了圆满成功。

四年精心研究 取得五项成果

当前,松花江水质恶化已对松花江和黑龙龙的河流生态环境造成重大影响,一些珍贵鱼类分布范围和数量急剧减少。改善松花江水质,保护和恢复松花江生态环境,建立一套包括“水生态基准—生态需水过程—生态调度—生态修复”的松花江生态水文过程调控技术,并且针对突发水污染事件,开发水污染突发事件风险识别及多级防控应急调度系统,保障松花江和黑龙龙的生态安全,成为我国履行国际河流保护职责的迫切需要。

“基于水环境风险防控的松花江水文过程调控技术及示范项目”是国家水专项的课题之一。项目紧密围绕松花江水质恶化、生态流量减少及高污染风险问题,从流域生态水文过程入手,研究如何通过水利工程调度和生态修复方式,改善松花江的水质和生态流量,同时提高应对突发水污染事件的能力。

通过4年研究,项目取得了5项原

创成果,并全面应用于松花江流域水资源保护工作和水生态修复实践,取得良好的社会和生态效益。相关成果包括发表文章38篇,其中SCI论文8篇、EI论文12篇,制定标准1部,出版专著4本,申请发明专利3项,软件著作权7项,培养硕博研究生21名、青年科研骨干23名。

项目首次针对寒区大尺度流域,开展干支流生态流量、生态调度、污染突发事件应急调度研究,构建了调度模型,提出调度方案,并进行了业务化运行。通过项目研究,支撑了流域水资源保护部门的业务管理,有关管理部门更加重视污染突发事件应急调度,形成常态化的调度机制,促进流域管理的科学化和精细化。如,松辽流域水资源保护局邀请研究人员参加每年的污染突发事件应急演练,伊通河管委会希望应用这一系统开展日常调度管理。下一步,项目将重点推进精细化管理,支撑松花江长制长的实施。

小流域面源污染控制及生态修复总体思路

优化水利工程 改善流域生态

目前,在生态文明建设背景下,我国河湖湖泊生态健康得到社会广泛关注,而生态流量是保障河湖生态健康的基础。传统上,水利工程的调度主要是为防洪、供水、灌溉、发电、航运等兴利除害的功能服务,且多集中于单个工程自身的调度分析。不同的水利工程调度机制中缺乏对生态流量目标的考虑,且难以从流域整体角度考虑生态流量目标的保障。

由中国水利水电科学研究院、松辽水利委员会水文局(信息中心)承担的“水利工程对生态环境影响与生态调度关键技术”首次从全流域角度出发,分析流域供水等总体经济发展目标下经济和生态共赢的调度方式。一方面建立供水影响下的流域水量模拟模型,结合多个工程以及区域供水任务实施综合调度;另一方面建立重点工程与生态控制断面的映射关系,从而在流域整体调控的基础上实现工程针对生态目标的优化调度,突破原有的传统调度模式。

“水利工程对生态环境影响与生态调度关键技术”首次从全流域层面提出控制河流生态流量的总体调控措施,并在全流域水量配置调控基础上进一步提出对重点工程的优化调度,从而实现流域整体水量调控下的水利工程生态调度。在实际管理中,可以将“三条红线”总量控制目标、生态和

经济发展均衡关系等总体决策纳入到生态调度的实际操作中,避免原来只能针对具体工程实施生态调度的“头痛医头、脚痛医脚”现象,实现从流域整体角度提出工程调度方案。

在具体工作中,通过调查分析松花江流域水利工程对生态环境影响,分析生态目标与其他供水目标之间的关系,辨识人类活动扰动对径流过程的影响,将各类影响因子组合,形成不同的边界控制情景,确定生态调度规则集。通过构建全流域水量模拟控制下的水利工程调度优化计算,进行方案比选,实现防洪、发电、灌溉、供水及生态改善等兼容多赢的生态调度方式。在系统业务平台开发方面,引入了数字地球平台、组件开发、影像金字塔等先进的计算和地理信息技术。经过两年多的开发,业务系统在2015年8月在松辽委水文局进行安装调试。

经过一年多的运行调试,生态调度平台已逐渐进入到流域的水量管理实践中,针对不同区域干支流生态需水特征,提出不同类型的生态调度方案,对增加枯季河道径流、改善水质等起到了良好作用,改善了流域生态状况,增强了对鱼类栖息地的保护,对水利管理信息化水平的提升也起到了积极作用,具有良好推广应用前景。

饮马河和伊通河全年为V类和劣V类水质的河流长度均占各自总河长的65%以上,已被列入吉林省27条污染严重河流名单中。

由中国水利水电科学研究院、吉林省水文水资源局承担的“面向水质改善的松花江流域生态调度示范”是一个技术性示范项目,旨在为松花江流域实施生态调度,从技术上提供一个解决方案。

抛开制度层面、经济层面等的制约因素,实施松花江流域生态调度可分为两个阶段。第一个阶段为当前至2020年,这个阶段的生态调度以应急调度为主,重点解决饮马河城市河段的水体黑臭问题;第二个阶段为2020年以后,这个阶段的生态调度为常规调度,水库依据制定的生态调度方案实行常态化运行,以提高饮马河下游主要控制断面的

生态流量和改善水环境质量为主。

课题综合了松花江生态需水的研究成果,确定了松花江流域生态调度的分阶段目标、调度期、调度对象和约束条件,在分析松花江流域生态调度策略的基础上,采用优化与模拟相结合的方法构建了松花江流域生态调度模型。采用数据库技术、NET技术、软件集成技术,搭建了松花江流域生态调度系统平台,制定了松花江流域现阶段的应急调度预案与未来的常规调度方案,完成了生态调度的技术性示范。松花江流域生态调度系统可以依据水库群的供水和生态调度规则,实现松花江主要控制断面流量过程模拟和生态调度方案制定,为松花江生态流量目标实现与水质改善提供决策依据。模型系统在有水库生态调度需求的地区具有一定的应用前景。

控制流域面源污染 修复典型支流生态

松花江流域受到自然因素及人类活动的影响,面临小流域农业复合面源污染严重、生态系统功能下降严重等社会和环境问题。

吉林省水利科学研究院承担的“面向水质改善典型支流生态修复成套技术综合示范”提出了“基于农业可控水文过程,以区域的方法解决区域问题”的全新污染治理和生态修复思路,发展了集成针对松花江小流域分散面源强、多源复合污染特点的多级源强降解实现污染物排放总量控制过程,以土工格栅—生态混凝土防护、仿拟自然树木根须的水岸拟自然防护技术、人工生态礁技术综合形成的多级面源污染生态化削减实现污染物的全过程削减,以融合空间异质性物理传递、化学传递和营养信息传递为准则实现小流域河道生态修复,集成基于农业可控水文过程调控的灌区农田流失化肥二次利用模式,基于农业水文和水质过程调控实现灌

区面源污染源强控制和沿程削减之间的有机联动,形成了覆盖小流域污染物从产生到入河全过程的面源污染控制与生态修复技术体系。

目前,面向水质改善典型支流生态修复成套技术已经应用于吉林省长春市双阳区黑顶子河小流域,取得了显著的生态效益和环境效益:农村生活和畜禽养殖示范工程的NH₃、TN、TP和COD浓度削减率分别达到了95.1%、34.8%、66.2%和78.2%;稻田退水生态处理工程在水稻的主要施肥期,NH₃、TN、TP和COD浓度平均削减率分别达到了72.4%、18.7%、24.4%和13.2%;小流域河道生态修复工程实施后,Shannon-Wiener指数为-0.88~-1.53,水体水质和生态指标显著改善。

该项技术针对吉林省和黑龙江省同类小流域农业面源污染控制以及生态修复,具有重要的推广价值。



应急调度决策会商平台参与松花江突发水污染事件应急演练

保护鱼类栖息地 核算生态需水量

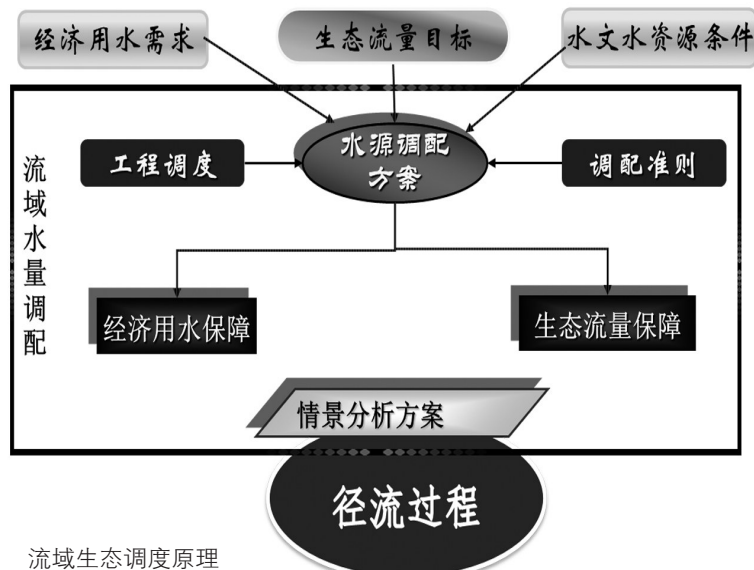
松花江流域地处寒区,冬季河流冰封,流量大幅减小,对于鱼类安全越冬造成很大威胁;同时,松花江流域土著鱼类种类繁多,既包括典型冷水性鱼类,又有较多的大陆性鱼类,不同鱼类在产卵时间、河水流速流量要求等方面均有较大差别。如何合理确定松花江流域主要干支流的生态需水过程,成为促进松花江鱼类资源保护,恢复流域健康水生态系统的核心。

针对上述问题,由中国水利水电科学研究院、松辽流域水资源保护局松辽流域水环境监测中心承担的课题“基于鱼类栖息综合需求的寒区河流生态需水过程核算方法”科学界定了包括冰封期、产卵期、汛期、一般非汛期的寒区河流生态需水过程,并分别提出了相应时期生态流量核算方法。

其中,57个控制断面冰封期和一般非汛期利用分布式水文模型(WEP

模型)实现了对天然径流过程的还原,提出生态基流要求,并在冰封期生态基流核算中综合考虑鱼类越冬对于适宜水深、流速的需求;通过对研究区所有土著鱼类产卵习性的调查和分类,提出了各产卵时段以水温为控制条件的脉冲流量发生时机、持续时间、发生频次等要求,分别建立了产黏性卵和漂流性卵鱼类的栖息地适宜度曲线,综合确定了26个重点生态断面产卵期适宜脉冲流量范围,并对流域水利工程建设 and 人工取水对于汛期洪水过程的影响进行了定量分析。

课题提出的基于鱼类栖息综合需求的寒区河流生态需水过程已经全面应用于《松花江流域水资源保护规划》中重点断面生态流量的核定,成为松辽流域水资源保护局开展水功能区水质水质联合监督管理的重要依据,为流域内水利工程生态调度奠定了基础。



识别水污染突发事件风险 实现多级防控应急调度

近年来,我国突发水污染事件频发。如何对松花江流域的风险源进行识别,构建多级防控体系和应急调度模型与决策会商平台,最大限度防止和管控水污染突发事件的发生和发展,这些成为摆在流域管理者、环境管理者以及科研工作者面前的一道难题。

由中国水利水电科学研究院、松辽水利委员会水文局(信息中心)承担的“水污染突发事件风险识别及多级防控应急调度成套技术”课题组深入到流域管理机构、政府管理部门以及松花江沿线,采用排污口调查、沿河道路与跨河桥梁调查、遥感影像排查等多种方法对松花江流域水污染突发事件风险点进行了全面的实地调查与识别,并构建了水污染突发事件风险评估指标体系和方法,对风险点进行了综合评价,给出了松花江流域主要风险源的风险等级(包括高危风险源44个、较高风险源48个),并绘制了基于水功能区的水污染突发事件风险图。

在上述研究的基础上,课题组搭建了一套集信息服务、水质水量模拟、应急调度、三维仿真、决策会商和系统管理等功能于一体的松花江流域面向水污染突发事件的应急调度决策会商平台,目前平台安装在松辽流域水资源保护局。

发事件的防控措施,构建了四级防控体系。具体包括1100个四级防控措施(排污口及堤防段)、330个三级防控措施(桥梁或堤坝)、350个二级防控措施(重点中型水库)和17个一级防控措施(大型水库和蓄滞洪区);通过对现有松花江流域水质水量监测站网和体系的分析,给出了应急监测方案,包括监测站点和监测预案;以水质调控为主要目标,综合考虑防洪、供水、发电、航运等约束,基于松花江水质水量模拟模型,构建面向水污染突发事件的水量水质耦合、水动力学模型和与之耦合的多水利(水库、蓄滞洪区、引提水工程等)联合应急调度模型,实现了不同调度方案下全时段(冰封期、枯季、汛期)、任意地点的典型污染物(溶于水、浮于水和沉于水)水质水量全过程调度仿真演算,为应对水污染突发事件提供一种量化决策工具。

按照“小事故不入河、中事故不入干、大事故不出境”的总体防控目标,课题组对松花江流域主要的可控对象进行了调查分析,分析了应对水污染突

制订生态调度方案 饮马河边再“饮马”

饮马河是第二松花江较大的一条支流,饮马河流域内两座重要的大型水库新城水库和石头口门水库,是长春市的重要水源地。近年来,饮马河受到了不同程度的有机污染物污

染,在全年、汛期和非汛期水体均呈现富营养化。

根据近年来的水质监测资料分析,饮马河流域上游水质较好,污染较轻,而下游则水质较差,污染较严重。

