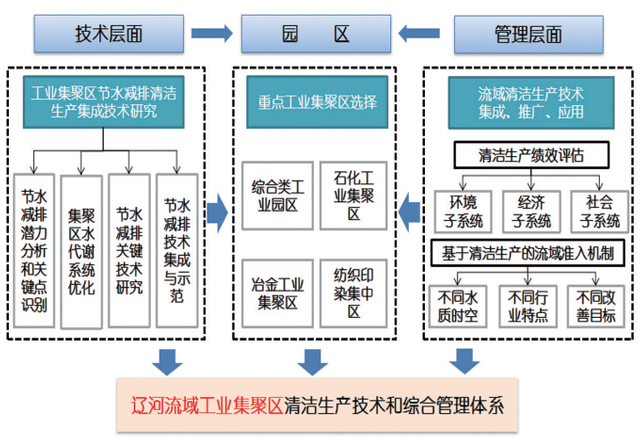
以全过程污染防治促流域节水减排

“辽河流域重点工业集聚区节水减排清洁生产技术集成研究和示范”课题成果一览

课题背景

辽河流域工业集聚区密集、重化工业占比高、工业废水污染物种类复杂、难降解有机物多,重点行业节水减排科技需求强。针对辽河流域综合性工业园区和石化、钢铁、印染工业集聚区清洁生产对流域水污染控制贡献不足的现状,《辽河流域重点工业集聚区节水减排清洁生产技术集成研究和示范》(2012ZX07202-001)课题基于“源头削减,过程控制,系统优化”的技术思路,开展了综合性工业园区和石化、钢铁冶金、纺织印染工业集聚区节水减排技术和管理机制研究。在工业集聚区节水减排、过程减排、循环回用、管理减排等方面研发技术10余项,其中开展了4项技术示范;申报专利15项,发表论文32篇;构建的流域清洁生产综合管理与技术信息共享平台提高了辽河流域清洁生产技术的应用、推广和实施的管理能力。课题的研究成果,拓展了流域全过程控源减排技术途径,对促进流域水体污染控制目标的实现发挥了应有的技术支持作用。

研究技术路线



辽河风光

关注一

提出流域清洁生产综合管理集成技术

在“十一五”期间提出的“流域清洁生产”概念的基础上,课题针对流域清洁生产特征,以流域水质改善目标为导向,提出了流域清洁生产综合管理集成技术,主要包括流域清洁生产环境准入技术、流域清洁生产效益综合评估技术和清洁生产与末端治理技术协同优化方法。

其中,流域清洁生产环境准入技术是基于流域水质改善目标,研究以清洁生产为核心的不同产业在不同控制区-控制单元的环境准入体系,力求从源头避免和减少污染物的产生;流域清洁生产效益综合评估技术旨在对不同控制区-控制单元实施清洁生产所产生的环境、经济、社会效益进行评估,并将控制区-控制单元水质改善目标有机纳入了评估体系中;清洁生产与末端治理技术协同优化方法从费用效益分析的角度,筛选出清洁生产与末端治理技术的最佳组合。课题通过“源头准入-过程评估-末端优化”的技术途径,对流域层面实施清洁生产的管理技术进行了集成创新,为实现环境、经济、社会效益的共赢提供了新的技术手段。

——基于水质目标改善的流域清洁生产准入技术。以分类指导为原则,以工业集聚区所属控制单元的水质改善目标为限制条件,按照全过程控制理念,根据不同行业的生产特点以及污染产生和排放规律,反推工业集聚区内行业环境准入的清洁生产要求,包括污染物产生强度、资源能源利用强度、主导工艺技术等,建立了以清洁生产水平要求为核心的流域分级分区环境准入技术。这一技术的应用强化了过程控制在流域水质目标改善中的作用。以辽河流域水质改善为目标,课题在“辽宁-鞍山-钢铁集聚区”“辽宁-鞍山-印染集聚区”和“辽宁-盘锦-石化集聚区”,利用上述技术从工艺装备、资源能源利用状况、污染物产生强度、废物回收利用及环境管理要求等方面提出了不同工业集聚区的行业清洁生产准入建议。

——流域清洁生产效益综合评估技术。从资源消耗、能源消耗、污染物削减、经济收益、社会效益等方面,建立了清洁生产效益综合评估指标体系和模型。模型包含环境、经济和社会3个要素,重点突出了行业差异、时空差异、水质改善目标差异下清洁生产实施产生的环境、经济和社会综合效益。

配合此技术的应用,辽宁省清洁生产指导中心于2014年6月下发了《关于做好六大行业清洁生产信息调查工作的通知(辽清发〔2014〕54号)》,通过对收集上来的六大重点行业实施清洁生产的信息进行综合评估,表明清洁生产的实施在辽河流域水质目标改善过程中,环境绩效最大,其次为经济绩效和社会绩效。

——基于费效分析的清洁生产与末端治理技术协同优化方法。在建立清洁生产与产污强度动态响应关系的基础上,将产污强度作为清洁生产和末端治理的衔接点,聚焦清洁生产与末端治理组合技术的技术经济性,构建了末端处理技术筛选模型,增强了清洁生产与末端治理技术的协同性。

以辽河流域印染行业为例,通过对辽河流域30多家印染企业数据的系统分析和拟合,建立了清洁生产关键因素与COD、氨氮产生强度的动态响应函数,根据污染物产生强度从高负荷生物滤池、膜生物反应器、厌氧-缺氧-好氧技术中评估得到厌氧-缺氧-好氧技术为最优的末端处理技术;最后通过费用组合模型,核算出在达标排放的情况下的最低投入费用。

关注二

形成基于数学规划方法的工业集聚区水网络优化技术

课题针对辽河流域典型工业集聚区节水减排和清洁生产的需求,开发了基于数学规划方法的工业集聚区水网络优化技术。基于数学规划方法,综合考虑用水、排水状况与特点,以工业集聚区总成本最低为目标函数,建立工业集聚区废水资源化利用网络优化模型。优化模型中考虑工业集聚区采用的多级水处理组合工艺,以集聚区用水和排水水质特性为基础,能够优化确定包括新鲜水使用、废水循环回用、废水处理、废水排放在内的工业集聚区水网络的水流途径,提出各级处理设施最佳污水回用途径及水处理组合工艺,为集聚区节水减排水网络管理、污水处理设施设计及提标改造提供技术支撑。该技术主要包括工业集聚区水网络超结构的构建技术和工业集聚区废水资源化利用网络优化技术。

——工业集聚区水网络超结构模型。工业集聚区水网络超结构模型根据水流的输入/输出路径将水网络超结构分成水源、水阱、污水缓冲池和污水处理设施,模型充分考虑了工业集聚区内各企业的排水(水源)和用水节点(水阱)实际状况,以及水流平衡、混合规则和用水需求及排放标准等限制条件。模型对不同的情况进行了以下处理:一是企业设有污水缓冲池,未被企业内部利用的废水全部集中到污水缓冲池中,然后回用到其他企业水阱中,或排放到污水处理设施中;二是企业共用的污水处理设施具有多段废水处理功能,每段处理设施都有自己的固定的处理效率;三是污水缓冲池中的污水首先集中进入第一段处理设施中,经过处理后,可以被回用到企业水阱中,也可以排放到环境中,或者进入下一段处理设施;四是水源提供的废水可以回用到企业自身水阱中或者排放到污水缓冲池中,企业的水阱水源包括新鲜水、其他企业污水缓冲池废水、企业内水源、各段污水设施的排水。

——基于数学规划的工业园区废水资源化利用网络优化技术。工业集聚区废水资源化利用网络优化模型在水网络超结构模型的基础上,综合考虑了环境容量、经济效益、水质特性、需水要求等因素,利用数学规划法计算求解集聚区内企业新鲜水使用及废水资源化利用的最优途径。这一模型将排放到环境中的污水限制因子值满足当地政府规定作为约束函数,以集聚区总成本(包括新鲜水使用成本、管道成本、污水处理成本)最低为目标函数。

水网络优化模型包含了工业集聚区水网络中新鲜水使用、废水循环回用、废水排放、废水处理等不同水流的路径,并考虑了多级污水处理设施,可以明确各级处理设施最佳污水回用路径及水处理组合工艺,为工业集聚区节水减排水网络管理、污水处理设施设计及提标改造、水网络系统优化等提供技术支持。

关注三

研发工业集聚区节水减排成套技术并进行技术示范

课题以综合性工业园区和石化、钢铁冶金、纺织印染工业集聚区为研究对象,构建包括生产、生活、生态系统的水代谢模式。针对工业集聚区水资源消耗和污染物产生、排放的重点环节,考虑污水处理与回用需求,研发了系列清洁生产和节水减排技术,并在上述4类工业集聚区进行了技术示范。

——工业园区节水减排集成技术。提出了基于水资源供给总量和受体水环境容量双重约束的工业园区水代谢模式,以工业园区企业节水-行业间梯级利用-区域循环利用的多级水代谢途径为重点,根据不同工业园区水资源禀赋和水环境功能区要求,提出了不同地区的节水减排策略。

选择辽河流域沈阳经济技术开发区,针对区内企业低浓度重金属废水处理、回用和稳定达标排放需求,研发了重金属废水络合-陶瓷膜耦合资源化技术,此技术实现了重金属的回收和废水的回用。面对北方地区水资源短缺的现实和持续提高水资源利用效率的技术需求,选择区内用水量大的热电厂为水循环利用技术示范的关键节点,研发了基于分质利用的城市污水处理厂排水用于热电厂供水的低耗高效成套技术。此技术具有工艺稳定性好和适应性强的特点,实现了热电厂3.2万吨/天的生产用水全部由城市污水处理厂排水供给,回用量占城市污水处理厂排水量的21.5%。目前这项技术已稳定应用运行。

——钢铁工业集聚区水系统优化和水网络信息平台技术。采用物质流、系统节水、系统减排的理论和方法构建冶金工业集聚区水网络。水网络包括各个生产单元之间的用水串级利用、一水多用和分级用水等方式。以焦化、烧结、炼铁、炼钢、热轧、冷轧等6个生产工序为主体,根据各工序、生产设备对水质、水量的要求,以水量平衡、杂质平衡为基础,完成了鞍山冶金工业集聚区内焦化、烧结、炼铁、炼钢、热轧、冷轧等企业水网络的调研,绘制了能体现工序用水类别、水流轨迹、水量、水质信息的水网络图。进而从全系统出发,将构建的物理模型转化为数学优化模型,应用模型化的方法合理分配用水、系统节水、科学用水,实现新水消耗量最小。

基于系统节水理论和鞍山钢铁冶金工业集聚区水系统信息管控现状,开发了集水系统信息采集显示、水量平衡、用水科学性分析、指标统计功能为一体的钢铁工业集聚区水系统网络信息平台。开展了冶金工业集聚区水系统网络信息平台技术示范,实现重点部位数据的在线采集、显示、储存及主要指标的偏差报警,经过处理、分析相关采集数据,提供水系统平衡信息和调整决策方案,提高水资源利用水平。平台信息覆盖率占区域用水的80%以上,工业用水量超过6000 m^3/h,吨钢耗新水量下降4.15%。

——纺织印染集中区节水减排集成技术。通过关键技术研发与集成创新,形成了基于全过程控制的印染集中区节水减排集成技术。此集成技术以印染集中区节水减排为目标,研究印染工业集中区废水资源化利用网络构建与优化技术、印染企业生产过程中碱回收技术和染料废水处理技术、清洁生产方案评估与筛选技术以及印染集中区清洁生产推进机制。基于全过程控制的印染集中区节水减排集成技术由5个单元技术构成,分别为印染集中区水网络优化技术、印染丝光工艺废碱液纳滤膜法回收技术、染色废水中染料膜分离技术、基于组合赋权法的清洁生产方案评估与筛选技术及纺织印染集中区节水减排管理机制。这些单元技术涵盖印染集中区内部重点企业(点)生产过程中节水减排技术、集中区范围(面)的废水循环再利用技术及管理机制,实用性、可复制和可操作性强,具有源头规划、过程减排和管理协调的特点,可为印染工业企业和工业集中区减水减排提供示范和经验。

针对印染生产过程废水排放量大、含碱量高导致末端处理难度及负荷大的问题,集成印染行业碱回收与清洁生产方案评估和筛选技术,开展了纺织印染工业集聚区节水减排集成技术示范,实现污染物去除和净化碱液高效回收,废碱回收率达到85%,在生产过程中实现节水减排和清洁生产。

关注四

编制节水减排技术规范,建立流域清洁生产综合管理技术信息共享平台

课题以边研究边转化为原则,及时对研究成果总结凝练,形成相关技术规范和管理平台,以支撑辽河流域清洁生产的实施。

——工业集聚区节水减排技术导则/指南。课题实施中,根据辽河流域推进清洁生产的需求,将部分研究成果总结提炼,编制了《辽宁省综合类工业园区节水减排技术导则》《辽宁省石化工业集聚区节水减排技术指南》《辽宁省钢铁工业集聚区节水减排技术指南》和《辽宁省纺织印染工业集聚区节水减排技术指南》等技术指导性文件。其中《辽宁省综合类工业园区节水减排技术导则》《辽宁省钢铁工业集聚区节水减排技术指南》和《辽宁省纺织印染工业集聚区节水减排技术指南》已列入辽宁省地方标准项目建议书。上述技术规范的制定从辽河流域辽宁省段区域水资源短缺、水环境容量有限等特征出发,归纳和借鉴国内外缺水地区清洁生产促进节水减排技术途径,提出了辽宁省工业集聚区节水减排的关键节点和技术要求。

——流域清洁生产综合管理技术信息共享平台。依照“控制区-控制单元-控制工业集聚区”管理思路,嵌入GIS系统,整合流域清洁生产环境准入技术、流域清洁生产效益综合评估技术、清洁生产末端治理技术协同优化方法和重点工业集聚区节水减排清洁生产集成技术成果,构建了流域清洁生产综合管理技术信息共享平台。平台主要功能包括流域清洁生产效益在线综合评估、流域清洁生产与产污强度动态拟合、流域节水减排清洁生产技术查询等,丰富了管理部门的管理手段,为企业实施清洁生产提供了技术支持。

乔琦 刘景洋 孙晓明 谢明辉
邢杨 蔡九菊 张芸 刘晋 刘晓星

产业基地节水减排清洁生产集成技术示范:膜处理系统

盘锦北方沥青燃料有限公司节水减排清洁生产示范BAF技术

本报地址:北京市东城区广渠门内大街16号 邮编:100062 电话:67194786(总编室) 67113790(广告部) 67113791(发行部) 广告经营许可证:京东工商广字第8048号 年价:390元 月价:32.50元 零售:每份1.50元 人民日报印刷厂印