

• 国家水体污染控制与治理科技重大专项集成与示范 •

天津滨海工业园区节水控源减排技术集成与示范研究

陈 轶¹ 郑兴灿¹ 唐运平²

(1 国家城市给水排水工程技术研究中心,天津 300074; 2 天津市环境保护科学研究院,天津 300191)

摘要 针对天津滨海工业园区存在的产业布局不尽合理、污染负荷产生量增加、水资源需求与供给矛盾等问题,结合典型工业园区构成要素及其关联关系的分析研究,从园区规划布局、企业源头控制与监管、污水收集输送、综合强化处理和开源节流等方面进行了系统研究与技术集成,明确了滨海工业园区水污染控制的主要问题与对策措施,提出了“布局优化、源头控制、过程削减、末端治理、循环利用”相结合的技术路线及关键技术方法,形成了典型工业园区水污染控制的集成技术,结合工程示范应用案例,初步形成了滨海缺水地区冶金工业园区和化工工业园区的节水控源减排技术集成方案。

关键词 工业园区 水污染控制 钢铁企业 化工企业 节水控源减排 技术集成 水专项

海河流域下游的京津冀地区,特别是天津滨海新区,是我国经济社会发展的重要区域。与其他区域类似,工业园区的建设发展对其经济社会发展特别是工业发展发挥了重大作用,但同时也给当地的水资源、水环境和水生态造成了沉重压力,严重影响该地区经济、社会、环境和生态的健康持续发展^[1]。因此,如何控制工业园区对周边水环境和水生态所造成的不利影响,减小甚至消除给所处地域水资源、水环境和水生态带来的压力,减小其污染负荷排放对人类生存环境特别是水环境的不利影响,就成为当前天津滨海工业园区建设和健康发展的焦点和必须解决的问题。一方面,人们日益取得共识,认识到该项工作的必要性和重要性,并为此做出了积极努力,取得一定成效;另一方面,从工业园区外排污染负荷总量特别是对周边水环境的影响分析,其不利影响仍在继续,水污染控制仍需要理顺诸多关系,解决诸多问题。本文从天津滨海工业园区水污染排放及水环境问题入手,凝练课题研究成果,提出工业园区水污染控制技术路线及相应解决措施,构建针对天津滨海缺水地区冶金工业园区和化工工业园区的节水控源减排技术集成方案。

1 滨海工业园区水污染控制问题及对策分析

由于存在着产业空间布局不尽合理、污染负荷

产生量增加、水资源需求与供给矛盾等问题,导致天津滨海地区的工业园区水污染物排放负荷仍然较高,是影响区域及周边水环境质量的主要因素之一,有必要对其进行较全面的剖析,为提出切实有效的解决方案提供基础依据。

1.1 产业空间布局不尽合理

目前,天津滨海工业园区依托当地的资源与大型企业,发展态势良好且专业特色较为突出,滨海新区工业聚集化态势明显,形成了航空航天、石油化工、装备制造、电子信息、生物医药、新能源新材料等一批高端产业聚集区,汽车、航空、电子信息、石油化工四大产业基地成为全国新型工业化产业示范基地,有力培育和壮大了滨海新区的产业优势,增强了辐射带动作用^[2];但是,各同类型或相似功能园区之间产业缺乏整体协调,难以发挥合力作用,其中化工园区尤为突出。滨海新区化工产业主要涉及塘沽、汉沽、大港等地,布局较为分散,不仅对城市环境、资源、交通等产生较大影响,同时在项目引进方面导致各区之间竞争激烈,缺乏明确的指导方向,对滨海新区的长远发展和生态环境较为不利。

课题研究表明,天津滨海工业园区产业布局不合理的主要问题在于化工园区的布局分散,使得公用工程及配套设施存在重复建设,上下游企业联系较为薄弱,产品原料互供程度较低,物流运输成本较高,难以切实实现物质、能量的多级重复利用和行业

国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07314-010)。

的集约化经营以及产业节能减耗的目标,不利于实现循环产业链条的构建。同时,化工产业空间布局分散导致生产装置规模普遍较小,目前有近1 000家石化和化工企业,除聚酯、纯碱类大型工业企业外,均未达到经济规模,难以实现产业的规模效益和集聚效益,并且会进一步加大工业污废水的收集和处理难度。因此,滨海新区化工产业空间布局的进一步优化调整势在必行。

1.2 污染物排放负荷持续增长

随着天津滨海工业园区企业数量及各企业产值的不断增长,虽然工业园区与园区内企业采取了一系列措施来进行污染物排放负荷的削减,但由于园区监管问题特别是企业自身经济技术水平以及认识问题,使得工业园区的水污染控制工作仍然处于末端控制状态,其效果不尽人意,污染排放负荷仍呈现增长发展态势,严重影响周边水体水质和生态环境质量。

天津滨海工业园区特别是化工园区内各企业所排放污废水的水质构成复杂,不同企业间排放污水水质差异较大,且含有大量难生物降解、具有生物毒性的有机污染物和重金属,呈现出“一杂两高一难”(组分复杂、高浓度、高生物毒性、难生物降解)的水质特点。其主要问题及成因包括:①产品繁多,污染物种类庞杂,废水生物毒性比较大,治理难度大;②生产过程所消耗的大量不能转变成为最终产品的原材料和过程材料排放到水中,污废水污染物浓度高;③化工、制药等行业的生产废水含有大量高分子难降解有机污染物,生产废水的可生化性极差^[3];④有的废水pH变化范围大,腐蚀性较强;⑤部分废水含盐量高。

限于目前的经济技术水平,加上园区工业废水收集管网敷设、纳污标准及其执行方面均存在一定问题,园区内各企业外排污废水有很大一部分未进行切实有效的预处理就进入园区综合污水处理厂,增加了园区综合污水处理厂达标处理的难度,给其正常、稳定运行造成了不利影响,也在一定程度上进一步加剧了园区污染负荷排放的风险。面对工业园区废水的水质现状,若不进行必要的分类收集和预处理而直接排入园区综合污水处理厂,将极大地增加处理难度,导致园区综合污水处理厂难以正常稳

定运行,影响处理出水的达标排放。

因此,非常有必要彻底改变工业园区事实上的末端控制策略,采取更加综合的对策措施,确保工业园区污染排放负荷的有效削减,包括:①加强源头控制:继续倡导和推进循环经济和生态园区建设机制,加强园区企业清洁生产、资源回收和污废水预处理,加强管网纳污标准的合理化与针对化建设,加强包括政府监管、公众参与、舆论监督在内的源头监管;②加强分类收集和协同输送的过程削减;③加强园区综合污水处理厂监控预警和强化处理的末端治理措施等。

1.3 水资源需求与供给矛盾

工业园区企业生产需要消耗大量的水资源,且主要集中在冶金、纺织、造纸、化工等类型园区,特别是以钢铁企业为主的冶金园区更是用水大户,其用水需求不仅加重了园区内企业的经济负担,也给园区供水带来了相当大的压力。因此,水已成为制约诸如冶金、纺织、造纸、化工等类型工业园区生存和跨越发展的重要因素,也成为其可持续发展的重要环境影响评价指标。化工园区和冶金园区作为天津滨海工业园区的重要组成部分,其用水需求具有很强的代表性,用水紧缺是制约天津滨海工业园区健康发展的要素。

天津滨海工业园区所处滨海新区淡水资源短缺、局部有地下水超采现象且水体污染较为严重,目前10条地表河流除蓟运河为Ⅴ类水体、马场减河干涸外,其他均为劣Ⅴ类水体,呈现出严重的水资源供给困难的态势。水资源需求与供给矛盾越来越突出。此外,随着百万吨乙烯、3 000万吨炼油等项目的相继启动,工业新水消耗量和产业污染物产生量将有较大幅度的增加,这将使滨海工业园区水资源供给和污染减排形势更趋严峻。因此,有必要通过各种技术手段进行园区污废水的再生利用,以及其他非常规水源的开发利用,促进园区内水资源的多种途径循环利用,使其成为解决滨海工业园区水资源需求与供给矛盾的重要途径。

2 滨海工业园区节水控源减排技术的集成

在天津滨海工业园区水污染控制问题及对策分析的基础上,结合典型工业园区构成要素及其关联关系的分析研究,从园区规划布局、企业源头控制及

监管、污水收集输送、综合强化处理和开源节流等方面进行了系统研究,初步明确了天津滨海工业园区水污染控制的主要问题与对策措施,提出了“布局优化、源头控制、过程削减、末端治理、循环利用”相结合的技术路线及相应的技术方法(见图1)。

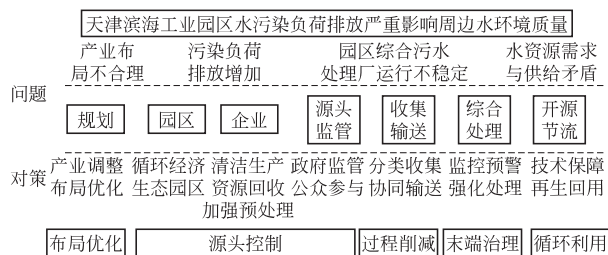


图1 天津滨海工业园区水污染控制问题与技术对策

2.1 工业园区构成要素及功能分析

工业园区一般由园区管理部门、园区内企业、园区综合污水处理厂以及不在园区内但与园区建设和发展密切相关的社会公众等要素构成。工业园区水污染控制体系的建立完善和水污染控制目标的实现,离不开工业园区各构成要素功能的有效发挥。工业园区水污染控制工作,既需要园区管理部门做好对园区产业布局的规划以及对企业的管理、服务、引导和监管,也需要企业做好清洁生产、高效用水、资源回收和工业废水预处理工作,还需要园区综合污水处理厂强化综合污废水的处理和各种途径的再生回用,更离不开社会公众在清洁生产产品推广的“用脚投票”和污染负荷削减督促方面的舆论引导作用。

2.1.1 园区管理部门

作为工业园区行政管理部门,其主要职能为:制定并组织实施园区行政管理规定;研究编制并组织实施园区总体规划;负责园区的规划、建设、管理和协调;负责园区的招商引资、对外经济技术合作;按规定权限和程序审核、审批园区的投资项目、建设和管理园区各项基础设施、公共设施;对园区企业宏观指导、管理和协调,等等。在园区水污染控制中,其主要功能为:优化园区产业布局,推进园区循环经济构建和企业清洁生产,负责对园区内企业和综合污水处理厂外排污废水处理 and 污染负荷削减的监管^[4]。

2.1.2 园区内企业

作为工业园区的基本组成单位,园区内各企业

不仅是园区工业产品的生产者,也是园区内生产生活废水和污染物的主要排放者,还是园区水资源消耗的主要用户。在整个工业园区水污染控制体系中,园区内企业的功能主要体现在清洁生产的组织实施、水资源高效利用与资源回收技术的开发应用,以及对生产污废水的有效预处理与达标排放处理等方面。

2.1.3 园区综合污水处理厂

工业园区综合污水处理厂是工业园区污废水排入周边水环境的最后环节,也是园区污染物排放负荷削减和水污染控制的最后关口,更是园区污废水再生利用的水源所在,其建设和运行的质量直接决定着工业园区排入周边水体污染负荷和所开采周边水体水资源量的大小,进而决定着其对周边水环境质量的影响程度。因此,在整个工业园区水污染控制体系中,园区综合污水处理厂的功能为:保障园区污废水的有效处理与稳定达标排放,再生利用水源保障与再生水生产,分析和反馈进水状况,协助园区管理部门加强企业外排污废水的监控。

2.1.4 社会公众

社会公众一般不存在于工业园区内部,不受园区管辖,但却与园区的建设发展特别是园区内企业的生产活动息息相关。要真正实现工业园区污染负荷削减,除园区企业自身的自觉认识和园区管理部门的强力督促和监管外,作为企业产品最终用户的社会公众通过对企业产品的选择和企业外排污染负荷情况的舆论监督等方式也能够发挥不可或缺的重要作用。因此,加强对公众舆论的引导,使得社会公众认识到企业进行清洁生产、发展循环型工业以及进行污染负荷削减对周边生存生活环境改善和社会公众健康的重大意义,进而影响其对企业产品的选择,从而督促企业更加自觉地进行清洁生产和污废水有效处理,就成为工业园区水污染控制社会公众功能的主要体现。

2.2 工业园区构成要素的关联关系分析

工业园区作为一个由多要素构成的系统,其水污染控制目标的最终实现,除了各要素功能的良好实现外,还需要理顺和把握好各构成要素间的关联关系,从而采取适当的政策和技术措施来开展工业园区的水污染控制工作。充分把握和运用工业园区

各构成要素间的关联关系, 相互协调, 形成合力, 更大程度地确保工业园区水污染控制体系各构成要素功能的良好实现和协调彼此间的关系, 是更好地开展工业园区水污染控制工作不可或缺的组成部分。

2.2.1 园区管理部门与园区内企业的监管关系

由园区管理部门对企业的生产行为进行宏观管理与指导, 通过清洁生产推进机制、节水效能评估、污废水排放标准制定实施等方式, 对企业清洁生产进展、水资源高效利用、污废水排放等情况进行重点监管; 同时, 园区内企业结合自身情况就园区管理部门的监管工作提出反馈意见和建议, 从而更好地促进工业园区水污染控制源头监管工作的开展。

2.2.2 园区管理部门与园区综合污水处理厂的监管关系

由园区管理部门对园区综合污水处理厂的出水水质进行监测, 对其未能达标排放情况进行检查处理并责成其采取措施确保出水的达标排放; 同时, 园区综合污水处理厂也通过对水厂进水状况的反馈等途径为园区管理部门对企业污废水排放情况的监管提供依据和信息。

2.2.3 园区综合污水处理厂与企业的市场关系

通过市场服务的方式将企业排出的污废水进行收集和处理, 从而确保工业园区污染负荷的有效削减; 园区综合污水处理厂与园区内企业应该就企业外排污废水的水量、水质以及企业与污水处理厂之间污废水收集管道敷设等问题充分讨论协商, 协调好企业内部污废水预处理出水水质与园区综合污水处理厂进水水质要求之间的关系并达成协议, 确保企业污废水预处理、外排、收集与综合处理的经济、高效、安全和可靠。

2.2.4 社会公众与企业的市场关系

社会公众通过购买企业的产品与企业发生关系, 以“用脚投票”的方式来影响企业向清洁生产、循环型工业和强化工业废水预处理的方向转变, 从而促进工业园区污染负荷的源头削减。因此, 加强对公众舆论引导, 使社会公众认识到企业进行清洁生产、循环型工业以及加强工业废水处理对所处生存生活环境改善和公众健康保持的重大意义, 进而影响其对企业产品的选择, 督促企业更

加自觉地向清洁生产、循环型工业和强化污染控制的方向转变。

2.2.5 社会公众与园区综合污水处理厂的舆论监督关系

通过园区管理部门对园区综合污水处理厂出水监测情况的公布公开, 形成公众舆论, 从而影响园区综合污水处理厂的管理和运行。

2.2.6 社会公众与园区管理部门的监督引导关系

社会公众就园区管理部门的工业园区布局规划、清洁生产推进机制、循环型工业、污废水排放标准的制定和实施以及相关监管工作进行监督和反馈, 园区管理部门也通过各种途径和平台引导社会公众在产品选择和舆论倾向上有利于促进园区内企业的清洁生产、循环型工业构建和对所产生污废水的有效处理。

2.3 典型工业园区水污染控制集成技术体系的构建

通过理清工业园区水污染控制所涉及基本构成要素及其相互间的关系, 结合园区管理部门、园区内企业、园区综合污水处理厂以及社会公众功能发挥技术途径及政策策略的进一步分析, 初步构建了如图2所示的典型工业园区水污染控制技术集成体系框架。

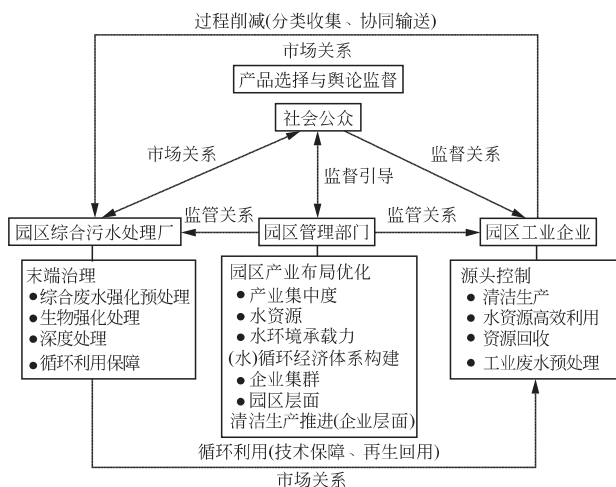


图2 典型工业园区水污染控制技术集成体系框架

3 滨海工业园区水污染控制集成技术方案及示范应用

通过前述分析和讨论, 结合天津滨海工业园区中以化工园区和冶金园区为典型代表的园区特征,

分析研究其水资源状况、水污染状态和生产过程,突破冶金工业园非常规多水源深度处理与循环利用技术、高含盐难降解综合化工园区废水生物强化深度处理技术,形成冶金工业园区节水减排和化工园区控源减排的集成技术方案,建立了天津荣程联合钢铁集团有限公司污水循环利用示范工程和临港工业园区高含盐难降解综合废水处理示范工程。

3.1 天津滨海化工园区水污染控制对策方案

天津滨海化工园区是滨海新区九大功能区之一,包括大港生态石化基地、临港绿色海洋石化基地(简称临港化工区)、泰达精细化工区(简称泰达化工区)。由于化工污水具有含盐量高、污染物种类多、浓度高、生物毒性大、腐蚀性强等特点,现有常规技术手段很难满足处理要求,使其在水污染控制方面存在诸多难题,亟需采取相应对策加以解决,主要包括:

(1) 加强滨海化工园区内企业清洁生产推进机制的完善和实施。

(2) 寻求新型的化工园区水污染源分类收集、分类输送、分类预处理和分类排放管理模式。

(3) 针对毒性大、含盐量高的污水特征,开发和推广适用的预处理技术或组合体系^[5]。

(4) 开发和采用园区综合污水处理厂达标排放保障技术。

3.2 天津滨海冶金园区水污染控制对策方案

海河下游现代冶金工业园区(即天津滨海冶金园区)是先进制造业产业区的重要功能组团,规划占地规模约为 31.5 km²。由于供水水源水质水量不足、清浊难分造成水资源浪费、循环冷却水浓缩倍数偏低导致排水量大、水循环和重复利用率低以及缺乏有效外排污水集中处理与综合回用,导致水资源短缺问题成为冶金园区发展的瓶颈,迫切需要技术集成与创新。从开源和节流两方面采取对策解决制约冶金园区可持续发展的问题,主要是立足技术进步,加大水资源的统筹循环利用,并本着变废为宝的原则,采取各种技术途径积极开发包括工业废水、生活污水、雨水、海水、矿井水、苦咸水等非常规水源在内的各种可用水源,以尽可能减少地表水和地下水开采量。

在典型工业园区水污染控制集成技术体系框架下,分别构建了化工园区控源减排和冶金园区节水减排技术体系(方案),并与产业布局优化、循环经济以及清洁生产推进机制等共同组成滨海工业园区节水控源减排的技术集成体系(见图3)。

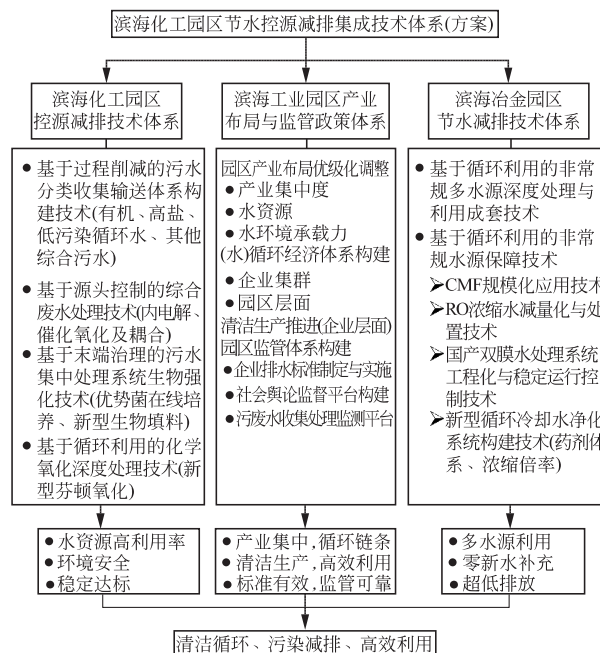


图3 天津滨海工业园区节水控源减排技术集成体系

4 结语

天津滨海工业园区发展迅速并按照相关要求建立了较为完备的园区综合污水处理设施,但现有工业园区水污染控制尚未改变以末端治理为重点的状况,污废水排入公共管网的入管标准也不够完善,预处理与收集的执行力度仍需要强化,在稳定达标和再生循环利用方面尚有不少技术难题,与基于人体健康和水生态安全的水环境管理目标还有较大距离。因此,滨海工业园区污染负荷削减和水问题的有效解决,须立足园区规划、企业生产和水污染治理的全过程,逐步形成“布局优化、源头控制、过程削减、末端治理、循环利用”的水污染全过程控制策略,构建并不断完善天津滨海工业园区的水污染控制技术集成方案及技术方法,在监管督促、适用技术研发、企业自身认识提高和社会共同关注方面持续加大投入力度,尽可能消除工业园区污染物排放对周边环境的不利影响,促进水资源的高效利用和水生态环境的改善。

北京城市再生水景观及工业利用技术集成与工程示范

廖日红¹ 胡秀琳¹ 许 萍² 李 军³ 赵立新¹ 吴晓辉² 许志兰¹ 李 垒¹

(1 北京市水利科学研究所 北京 100048; 2 北京建筑工程学院 北京 100044; 3 北京工业大学 北京 100124)

摘要 针对北京市再生水用于城市河湖存在的富营养化风险以及用于工业面临的腐蚀、结垢和黏泥生成加速问题,完成了城市河湖原生净化系统修复与重建、城市河湖水质原位强化处理、城市河湖循环过滤高效旁路净化、磁技术为核心城市河湖水质改善、循环冷却系统腐蚀结垢微生物化学协同控制、热力系统补水膜污染控制等关键技术研究开发,初步构建了再生水用于城市河湖景观及替代传统水源作为典型工业行业用水的集成技术体系,研究成果应用于陶然亭湖、朝阳公园、通惠河等河湖水体水质改善工程和北京京能热电股份有限公司再生水利用改造工程等。

关键词 河湖景观 典型工业 再生水回用 技术集成 工程示范 水专项

1 拟解决的关键技术问题

根据海河流域水环境治理战略目标 结合北京对再生水利用和城市水环境整治的迫切需求,针对再生水补给北京城市景观河湖水质导致水体富营养化与夏季水华暴发等问题,研发再生水补给型城市河湖水体的原位净化和旁路净化关键技术与治理方案,形成良性循环的城市河湖生态系统;根据北京市再生水工业利用的需求,通过典型工业行业再生水利用关键技术研究,初步建立优质再生水工业利用集成技术体系;基本解决再生水用于河湖景观及工业的技术与管理问题。

2 技术路线

通过对北京城市再生水回用现状和发展趋势的调研和分析,开展再生水构成、再生水补水型城市河

湖水水质变化规律、再生水水质对典型工业用水系统影响研究,识别再生水回用于城市河湖景观与典型工业利用的主要问题,研发再生水补给型城市河湖水体的原位净化和旁路净化关键技术及工业用水优质再生水替代关键技术,构建北京城市再生水分质利用及水环境整治集成技术体系,建立示范工程,提高北京市的再生水利用和工程化应用水平。技术路线见图1。

3 主要研究成果与应用示范

3.1 再生水补水型城市河湖水体原生净化系统修复与重建关键技术

针对城市河湖原生净化系统受到严重破坏、生态系统不健全的问题,在分析外来先锋物种生态安全性的基础上,研究水生植被恢复技术、生物链构造和建群技术,恢复城市河湖水生植被,构建水系良性

国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07314-009)。

致谢: 天津市环境保护科学研究院、北京大学、天津大学、南开大学、中国科学院生态环境研究中心、天津工业大学、中海油天津化工研究设计院、天津膜天膜科技有限公司等单位完成课题关键技术研究与应用示范。

参考文献

- 1 苏媛,董贝,杨平. 工业园区废水集中治理方法分析. 环境科学与技术 2011, 34(5): 187~192
- 2 天津市工业经济发展“十二五”规划. <http://www.tjzxxgk.gov.cn/tjep/ConInfoParticular.jsp?id=30436>

- 3 周岳溪,宋玉栋,蒋进元,等. 工业废水有毒有机物全过程控制技术策略与实践. 环境工程技术学报 2011, 1(1): 7~14
- 4 徐祖信,屈计宁,傅威,等. 工业区污水治理路线和政策探讨. 环境保护 2005, 1(1): 30~32
- 5 邹家庆主编. 工业废水处理技术. 北京: 化学工业出版社 2003

& 通讯处: 300074 天津市南开区水上公园西路 44 号 420 室

电话: (022) 23545365

E-mail: necw@vip.sina.com

收稿日期: 2013-02-28