

天津纪庄子再生水厂考察纪实报告

2012年5月29日，环境商会组织第四期企业互访活动，访问商会副会长单位天津创业环保集团并参观其纪庄子污水处理厂、再生水厂及集团研发中心。本次活动有21家会员企业40余人报名参加。

天津创业环保集团股份有限公司是中国首家以污水处理为主业的A、H股上市公司，2002年成为中国首家通过英国标准协会BSI整合体系认证的水务公司。公司构建了集投资、运营、工程、科研和咨询服务为一体的水务产业服务体系。截止2010年底，公司特许经营项目自来水生产规模24万 m^3/d ，污水处理406.9万 m^3/d ，再生水生产能力达19万 m^3/d 。

一、污水处理厂概况

（一）再生水厂简介

纪庄子再生水厂是国家发改委正式批复的全国五个城市污水回用试点项目之一，该工程于2002年底竣工并投入使用，标志着天津市再生水利用开始进入推广应用阶段。工程以纪庄子污水厂出水为水源，处理规模5万 m^3/d 。为提升工艺运行水平，满足用水水质和水量不断增加的需求。2009年纪庄子再生水厂进行改扩建后处理规模达到7万 m^3/d 。

该再生水厂设计服务范围有公建与住宅的冲厕用水、家庭杂用

水、区内喷洒道路用水、园林绿化用水和景观水体补充用水、循环冷却水、热网补水、锅炉补水、建筑用水等。现供水主要用于居住区城市杂用水和景观环境用水，以前还有部分用于热电厂等工业用水。现在再生水厂设计最高日用水量 2 万 m^3/d ，居住区供给总规划面积 560 万 m^2 ，服务人口 15.8 万，冲厕用户 4.7 万户；覆盖了重热供热公司、华士化工、小学、热电厂等近 93 个单位用户。

（二）研发中心简介

该集团研发中心成立于 2004 年 1 月，作为建设部主管研究机构“国家城市给水排水工程技术研究中心”试验基地，人事部授予的“博士后科研工作站”，主要承担国家、天津市建委、科委环保项目的科学攻关以及公司科研项目的研究。研发中心已联合天津大学、南开大学等重点高校和天津膜天膜科技股份有限公司共同承担了“十一五”及“十二五”科研项目，在污水厂提标升级改造、污泥处置和恶臭治理方面形成了特定的技术体系和多项研究成果，提升了天津市污水处理及再生水利用领域的科技研发能力，强化了原始创新、集成创新和消化吸收再创新能力。中心试验场占地 22 亩，拥有全套污水处理构筑物和各种大型检测仪器，实验大厅占地 500 m^2 ，具备开展各种污水处理新工艺试验研究的条件。

二、处理工艺及关键技术

（一）再生水处理工艺流程

再生水厂以纪庄子污水处理厂二级处理出水为进水，其水质为一级 B 标准， $\text{COD} \geq 30 \text{ mg/L}$ ， $\text{TDS} \geq 1200 \text{ mg/L}$ ， $\text{Cl}^- \geq 320 \text{ mg/L}$ 。采用

“混凝沉淀+微滤/超滤+部分反渗透+臭氧+液氯”处理工艺，流程见图 1。

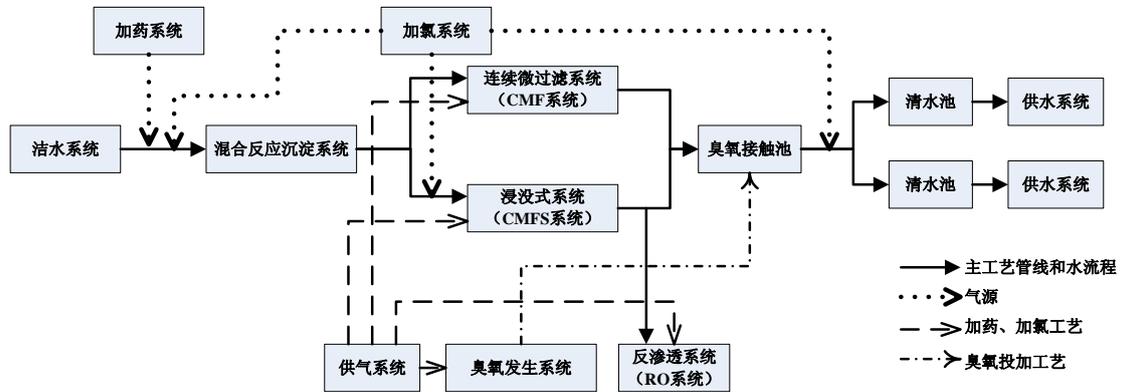


图 1 再生水工艺流程

再生水厂使用的 CMF（连续微过滤膜）为西门子 Usfilter 公司生产，其结构为中空纤维式，纤维外径为 550 mm，内径为 300 mm，壁孔径 0.2 mm，聚丙烯材质，能除去 99.99% 的病菌和 100% 的大肠杆菌。CMF 系统为连续式微过滤工艺系统，采用空气自动清洗工艺，提高了膜的操作寿命，增加了膜通量，降低了操作压力，相应增加膜的使用率。每根膜柱由两万根单独的中空纤维膜粘接，再将膜柱装在预制的耐压容器中，成为一个“膜组件”，微滤膜过滤单元由 108 膜组件组成。纪庄子再生水厂连续式微过滤工艺系统共包含 10 台 CMF 单元，分为 2 列，每列 5 台 CMF 单元，CMF 系统处理量为 2 万 m^3/d 。

CMF 单元工作时包括过滤、气体反洗和化学清洗等工段。过滤时原水经压力驱动穿过膜壁，污染物被阻挡在膜外壁，滤水在纤维内腔汇合并流出。微滤膜连续运行 40 分钟进行反洗。反洗时压缩空气

自膜滤水端反吹至进水端，将膜壁表面的污染物吹脱并由表面冲洗水冲出设备。单台微滤膜连续运行 360 小时或在阻力 TMP 65kpa 时进行碱液碱洗，5 次碱洗后进行柠檬酸酸洗。西门子微滤膜设计使用寿命为 5 年，现已正常运行 10 年，每年仅更换 3~5 根膜组件。而部分水质要求较高的用水再经反渗透系统处理。

该厂再生水质符合城市污水再生利用分类（GB/T 18919-2002）、城市污水再生利用城市杂用水水质（GB/T 18920-2002）、城市污水再生利用景观环境用水水质（GB/T 18921-2002）、城市污水再生利用工业用水水质（GB/T 19923-2005）、城市污水再生利用地下水回灌水质（GB/T 19772-2005）、城市污水再生利用农田灌溉用水水质（GB/T 20922-2007）等多项水质标准。出水水质 COD ≤ 20 mg/L，TDS ≤ 900 mg/L，Cl⁻ ≤ 200 mg/L。

（二）CYFF 全过程除臭工艺

CYFF 全过程除臭工艺属于源头微生物除臭技术（图 2），通过特制填料的接种、诱导和催化作用，利用特制的微生物培养箱在污水处理厂生物池的活性污泥中培养并增殖出高效的除臭微生物，并将含有除臭微生物的污泥回流至污水厂进水端。除臭微生物与水中的恶臭物质发生吸附、凝聚和生物转化降解等作用，在水中去除恶臭物质。除臭工艺采用复合微生物填料为缓释填料，损耗少，耐用性较强，而载体/催化填料为永久性填料；不需新建设施，节省占地，投资运行成本大幅降低；无需加盖，减少其它除臭工艺中的臭气收集和输送环节；在水中从源头消除致臭物质，整个污水处理系统几乎不产生臭气，

减少对设备设施的腐蚀；施工方式便捷，尤其对于老厂改造，无需停产即可建设；运行稳定，维护简便，安全性强；对污水处理系统及出水水质没有任何负面影响。

此工艺可应用于传统活性污泥法、A/A/O、A/O、多段多级 A/O、SBR、氧化沟及其它活性污泥工艺，现已应用于天津纪庄子污水处理厂、天津张贵庄污水处理厂、曲靖两江口污水处理厂、天津咸阳路污水处理厂、安徽含山污水处理厂、天津静海子牙污水处理厂、天津空港污水处理厂等。

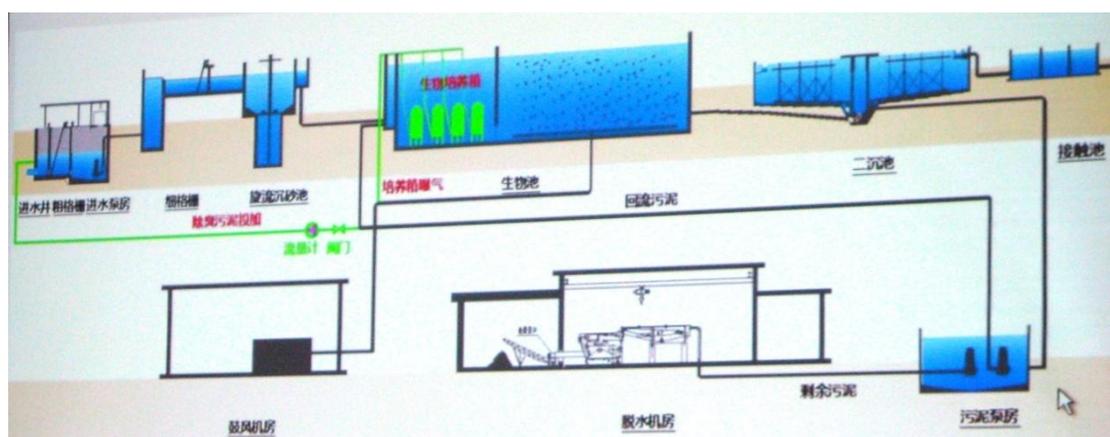


图 2 全过程除臭工艺典型流程

三、再生水厂运营情况

该再生水厂与天津市相关部门约定了协议水价，居民城市杂用水 2.2 元/吨，工业用水 2.5 元/吨，其他用途用水统一为 4.0 元/吨。现再生水厂生产成本约为 3~4 元/吨，其中混凝沉淀二级处理工艺段用电及药剂成本约 1.5 元/吨，微滤/超滤工艺段成本约 0.5 元/吨。该再生水厂不享受天津市政府的任何专项补贴，由于其周边居民区在规划建

设阶段已考虑接入再生水入户管网，保障了再生水用量；而该厂与天津市的协议水价也基本可维持其运营成本，相对于天津市自来水 4.9 元/吨的价格，也使再生水的经济效益得以体现。综合分析，再生水厂都还存在着再生水用量及范围不大的行业弊端。