

2019 城镇污水处理厂提质增效国际研讨会

为提高城镇污水处理厂的技术水平，更好地提质增效，2019 年 12 月 1-2 日在杭州市举办“2019 城镇污水处理厂提质增效国际研讨会”。会议将汇聚国际水环境领域的知名科学家和工程师，围绕城镇污水处理厂提质增效的政策标准、前沿技术、工程案例、资源利用和未来水厂等主题进行交流研讨，分享各国城镇污水处理厂提质增效的新技术和实际案例。

一、会议主要内容和议程

8:30-8:45	大会开幕致辞
8:45-9:10	德国城镇污水处理厂的升级 Max Dohmann，德国亚琛工业大学，教授。
9:10-9:35	污水再生利用与生物风险控制 胡洪营，清华大学，教授。
9:35-10:00	会间休息
10:00-10:25	污水厂升级—臭氧处理作为三级处理去除微污染物 Stijn Van Hulle，比利时根特大学，教授。
10:25-10:50	美国污水厂污泥管理 Cheinchi Chang，美国华盛顿特区水务局高级工程师、美国水环境联合会流域管理委员会主席。
10:50-11:15	以色列的废水处理：过去，现在和未来 Michael Shnitzer，以色列 FLUENCE 公司，技术总监。
11:15-11:30	提问&讨论
11:30-13:30	午餐&休息
13:30-13:55	主流厌氧氨氧化工艺的研究现状、挑战与应对策略 刘思彤，北京大学，教授。
13:55-14:20	挪威城镇污水处理现状及对中国污水厂提质增效的启示 辛刚，挪威 WAI Environmental Solutions AS 公司，首席技术官。
14:20-14:45	中德城镇污水处理厂提标改造对比：背景、发展和趋势 恽云波，德国亚琛工业大学，博士。
14:45-15:10	会间休息
15:10-15:35	北美智慧水务的发展与未来 王禹浪，加拿大奥克环境技术有限公司，副总裁。
15:35-16:00	侧流生物除磷工艺在低碳氮比水质中的应用 肖威中，美国 T&M Associates Inc.，总工艺工程师。
16:00-16:25	污水处理系统厂网联动提质增效 杨殿海，同济大学，教授。
16:25-16:40	提问&讨论
16:40-18:30	晚餐

二、组织机构

主办单位：浙江工业大学环境学院

德国亚琛工业大学水和废物管理研究所

比利时根特大学绿色化学和技术系

浙江省环境保护科学设计研究院

会议执行主席：李军 教授，浙江工业大学环境学院。

会议副主席：Max Dohmann 教授，德国亚琛工业大学水和废物管理研究所。

三、会议时间、地点

报到时间：2019 年 12 月 1 日（周日）14:00-22:00

2019 年 12 月 2 日（周一）7:30-8:15

会议时间：2019 年 12 月 2 日（周一）全天

会议地点：浙江梅地亚宾馆（杭州市长生路 18 号，距西湖 200 米，地铁一号线龙翔桥站 150 米，总机电话：0571-87918888）

四、会议征文

现征集城镇污水处理厂提质增效实际案例的相关论文，论文经学术委员会审核后 will 编入书籍《城镇污水处理厂提质增效》，该书计划由化学工业出版社出版，论文内容及格式参考附件 2。论文全文提交截止时间为 2019 年 11 月 25 日，请于截止日前将电子版发送至 wwtpuc@163.com。

五、会务事项

1. 会议注册费：参会代表 1000 元/人，学生持有效证件 500 元/人（11 月 25 日之后注册参会代表 1200 元/人，学生持有效证件 600 元/人）；住宿由会务组根据报名情况协调安排，费用自理。

2. 会议回执提交截止时间：2019 年 11 月 25 日（周一）。

3. 会务组联系方式

联系人：吴淑云老师 18268150566 E-mail: wwtpuc@163.com

具体事项请扫码关注会议微信群



附件 1：

2019 城镇污水处理厂提质增效国际研讨会 参会回执

时间：2019 年 12 月 1-2 日 地点：浙江省杭州市梅地亚宾馆

单位名称			
通讯地址			
参会人员姓名	性别	职务/职称	手机号码
汇款信息	收款单位：浙江工业大学 开户银行：中国农业银行杭州朝晖支行 帐号：19015601040001412 汇款注明：“姓名+2019 城镇污水国际研讨会+联系电话”		
住宿信息	1. 住宿日期 () 12 月 1 日 () 12 月 2 日	2. 房间类型 12 月 1 日：大床房__间； 标间__间 12 月 2 日：大床房__间； 标间__间	
开票信息	1、单位名称： 2、单位税号：		

说明：

- 1、大床房和标准间约为 400 元/天，因房源紧张，请按时回执预订。如自行预定，可联系酒店陈珺经理 13958075472。
- 2、请将回执于 11 月 25 日前发送至 wwtpuc@163.com。

附件 2：论文内容及格式模板

余杭污水处理厂提质增效

—强化二级处理、深度过滤

陈涛¹，李军¹，陈潜²，徐忠华²，厉林聪²，卢贤飞³

(1. 浙江工业大学环境学院, 杭州 310014; 2. 杭州余杭水务有限公司, 杭州 311100; 3. 浙江省城乡规划设计研究院, 杭州 310030)

摘要：余杭污水处理厂原主体工艺采用双沟式氧化沟，执行城镇污水处理厂污染物排放标准（GB/T 18918-2002）一级 B 标准。该厂通过前端季节性添加甲醇碳源和后端添加 PAC 絮凝剂强化二级处理，后续采用反硝化生物滤池和曝气生物滤池强化脱氮，并新增活性砂滤池去除磷和 SS，出水优于一级 A 标准。

关键词：城镇污水处理厂提标改造强化二级处理深度过滤

1 基本概况和提标改造的必要性

1.1 基本概况

余杭污水处理厂位于杭州市余杭区余杭街道金星工业园区内，占地约 93.5 亩，主要接收和处理余杭组团范围内的余杭街道、仓前街道、中泰街道、闲林街道、五常街道及西部四镇的工业和生活污水，污水主干管系统采用雨污分流制。一期工程主体工艺为交替工作式双沟式氧化沟（DE 氧化沟）工艺，规模为 3 万 m³/d，排放标准《执行城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）》一级 B 标准，出水排入附近的余杭塘河。进水中生活污水占 80% 以上，工业废水以电子、机械加工、食品加工、机电等为主。其污水处理工艺流程图见图 1，2008 年 6 月至 7 月进水水质实测主要指标为：COD 约 201-276mg/L，BOD₅ 约 154-170mg/L，SS 约 112-167mg/L，TP 约 1.4-2.6mg/L，NH₄⁺-N 约 9-13mg/L。

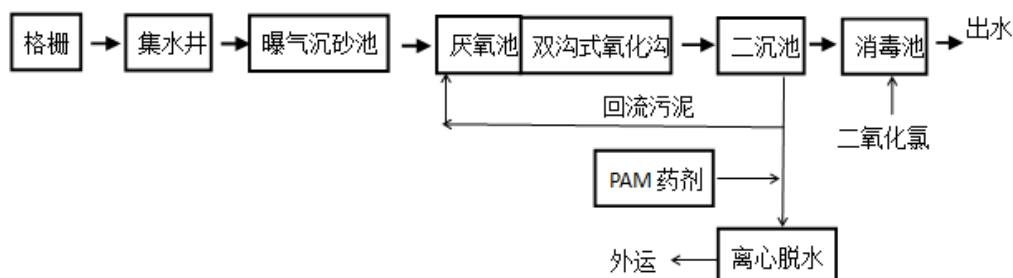


图 1 余杭污水处理厂原工艺流程图

1.2 提标改造必要性及存在问题

该厂所在余杭区作为太湖流域的一部分，国家对该流域城镇污水处理厂排放标准越来越严，对该城镇污水处理厂提出了达到一级 A 标准的明确要求，并对相关污染物排放量的削减提出了具体指标。因此，原有工艺的出水水质已不能满足要求。

实测进水 BOD_5/N 为 1.9 左右，不利于二级处理生物脱氮，影响双沟式氧化沟的高效运行，出水不能稳定达标。原污水厂出水对排入河道的水体环境有较大的不利影响。

由于淡水资源的紧张，当地政府也提出了向城镇污水处理厂要水源的要求，中水回用的需求越来越大，该厂提出了中水回用计划。

因此，余杭污水处理厂必须进行提标改造工作，才能确保实现减排任务和水资源的进一步利用。

2 提标改造技术路线及实施

2.1 技术路线概述

一般来说，双沟式氧化沟工艺在设计的进水水质和合适的工况下可以做到脱氮除磷的高效运行^[1]，但是由于进水水质的变化、碳源不足、工况条件不理想等因素，导致其在该污水处理厂运用中无法起到最佳效果，特别是低温和低碳氮比的条件下，二沉池出水 TN、SS 等超标较大。该厂曾针对这些问题对二级处理采取了前端季节性添加甲醇和后端添加 PAC 絮凝剂等措施，取得了较好效果，污泥沉降性能得到了改善，TN、P、SS 等得到了较好的控制，二沉池出水除 SS 外可以接近达到一级 A 标准。因此在考虑到一期已采用该工艺、后续维保等因素，提标改造主体工艺仍选择该工艺并保留前述措施。

为强化去除 TN、SS 等，考虑新增深度处理工艺。目前城镇污水处理厂深度处理较多采用混凝、沉淀、过滤为主的常规工艺，其作用主要是进一步去除 TP、SS、难降解有机物、重金属等，对 TN 去除效果不佳。考虑到该污水处理厂二级出水主要为 TN、SS 等指标超标、二级处理水头损失较大等特点，并结合深度处理目前的应用现状和经济性，考虑新增反硝化滤池+曝气生物滤池+活性砂滤池为主的深度过滤工艺。同时在消毒池内按 5000 吨/天增设回用水系统，配合中水回用管网的建设，可针对工业园区内工业企业需求、污水处理厂自身用水、市政道路喷洒和绿化浇灌进行输配。

综合考虑原工艺存在的主要问题和运行成本等，该污水处理厂的提标改造工艺流程见图 2。

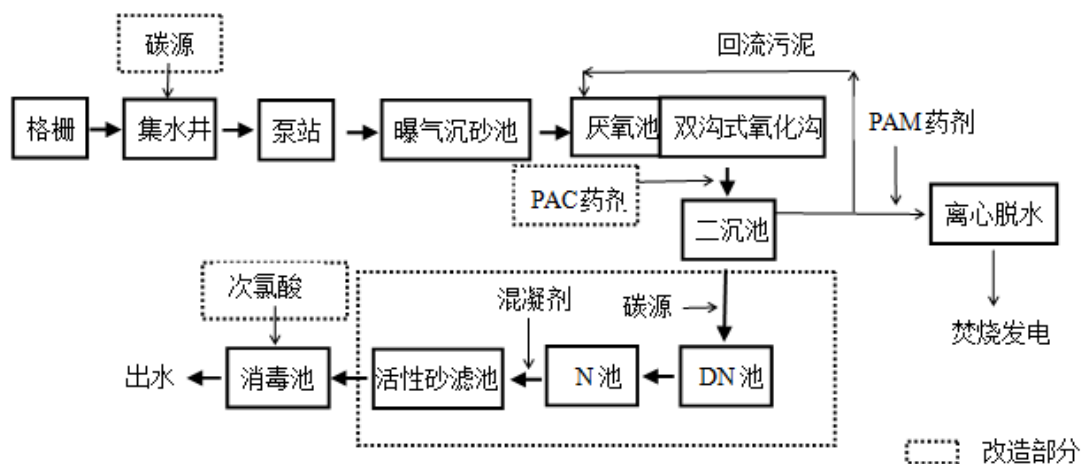


图2 余杭污水处理厂提标改造工艺流程图

2.2 双沟式氧化沟的改进

双沟式氧化沟的生物脱氮功能是通过其交替运行的特殊方式完成的^[2]。其脱氮过程分为2个阶段（如图3所示）。A阶段，由沟1进入进入氧化沟，并经沟2出水进入二沉池。A阶段时，沟1转刷缓慢搅拌，使沟1形成缺氧环境，有利于反硝化菌繁殖，进行反硝化；沟2转刷快速搅拌，使沟2形成好氧环境，有利于硝化反应的进行。在B阶段时，氧化沟进水与出水及转刷转速情况恰好相反。污水由沟2进入进入氧化沟，经沟1出水；沟2转刷缓慢搅拌，沟1转刷快速搅拌，使沟2形成缺氧环境，沟1形成好氧环境。沟1、沟2硝化及反硝化过程交替进行，一个周期循环时间约为16h。双沟式氧化沟的除磷功能是通过聚磷菌在厌氧状态下将体内聚合磷以磷酸根的形式释放到水中，在其后的缺氧和好氧环境下聚磷菌又通过呼吸作用将污水中的磷酸根以聚合磷的形式储存于体内。

双沟式氧化沟其主要优点是不设初沉池，没有混合液回流，流程简单；前端厌氧池可提高进水的可生化性；采用机械曝气设备，维修简单；操作灵活，可调节运行程序以适应不同水质、水量要求。其主要缺点是设备利用率低，机械曝气设备装机容量较高。

提标改造中对其采取了相应的改良措施：由于进水碳源不足导致脱氮功能的降低，特别是低温的11月、12月、1月、2月和3月期间，生物活性的降低导致脱氮性能下降，改造中在双沟式氧化沟前端集水井中添加了甲醇碳源，向原水投加5ppm左右甲醇，提高原水中的C/N，以强化总氮在二级处理中的去除；同时，在双沟式氧化出水端的配水井中投加5ppm左右PAC絮凝剂，以强化除磷效果，并提升污泥的沉降性能，使二沉池出水SS在10-20mg/L左右、减少后续滤池的堵塞现象，有利于后续生物滤池的运行维护。该强化措施可以对COD、BOD₅、NH₄⁺-N、TN、SS、TP等起到强化去除作用。

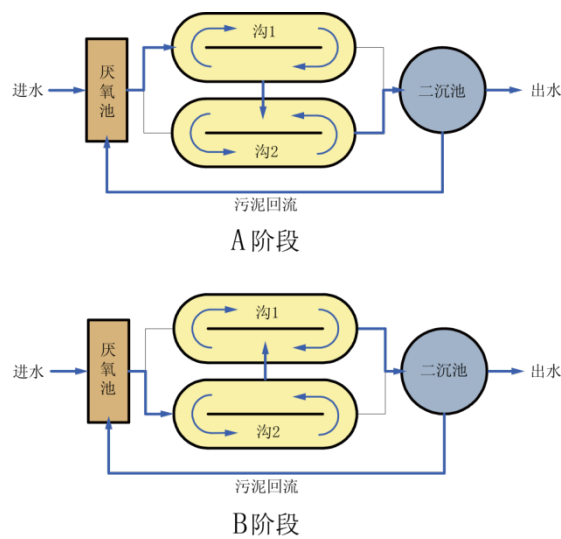


图 3 交替工作式双沟氧化沟运行控制图

Fig.3 Operation control of DE oxidation ditch

双沟式氧化沟具体改造主要参数：新增规模 $1.5\text{m}^3/\text{d}$ ，有效容积 9600m^3 ；水力停留时间 15.36h ，在好氧段控制溶解氧约为 2.5mg/L ，在厌氧段控制溶解氧约为 1.0mg/L 。

2.3 新增深度过滤设施

曝气生物滤池由反硝化生物滤池（DN池）和硝化生物滤池（N池）组成，均采用轻质陶粒作为载体填料，其主要作用是去除TN，并进一步降低其他有机污染物浓度。DN池功能是在缺氧环境下，利用反硝化细菌以降解有机物作为电子供体、硝态氮作为电子受体，进行反硝化脱氮，同时降解污水中的部分有机污染物^[3]。N池功能主要对污水中的氨氮在有氧条件下，通过硝化细菌的作用转化成硝酸盐或亚硝酸盐，并截留污水中的悬浮物、吹脱水中氮气。二沉池出水首先进入DN池，与N池回流液进行混合，由于二沉池出水中可生化利用的有机物较少，而反硝化过程需要消耗有机物，因此需要根据二沉池出水水质适当补充部分碳源，同时保证生物滤池中生物膜的生长。

深度过滤具体改造主要参数为：新建生物滤池规模 $6\text{万 m}^3/\text{d}$ ，其中 DN 池（反硝化滤池）4 个，N 池（硝化滤池）6 个；填料为球形轻质多孔生物陶粒，其表面主要是一些开孔大于 $0.5\mu\text{m}$ 以上的孔洞，填料厚度 4m ，其中 DN 池、N 池陶粒粒径分别约为 $4\text{-}6\text{mm}$ 、 $3\text{-}5\text{mm}$ ，支撑滤料采用鹅卵石；配水采用专用的防堵长柄滤头，曝气器采用单孔膜空气扩散器；N 池溶解氧达控制在 $4\text{-}6\text{mg/L}$ ，温度控制在 $15\sim 35^\circ\text{C}$ ，pH 值应控制在 $7.0\sim 8.5$ ，24-48 小时水反冲洗一次，气洗强度为 $15\text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，气洗时间为 4min ，水洗强度为 $5.0\sim 8.5\text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，气洗

时间为 4min、气水联合反洗时间为 4~6min、水漂洗的时间为 6~8min。冲洗时间 15~20min；DN 池反洗周期为 12h~24h，反冲洗与 N 池相似；设计添加 3.5ppm 甲醇碳源，实际运行中根据季节和水质进行添加。

活性砂滤池是一个连续的过滤系统，其特殊的内部结构及其自身运行特点，使得混凝、澄清、过滤在同一个池体内可全部完成，运行中无需停机反冲洗，水流自下而上通过砂床砂子在清洗槽中清洗，悬浮固体物随清洗水排出^[4]，运行图见图 4。与常规砂过滤工艺相比，可节省 30%—40%的化学药剂；可节省 70%的设备空间；深层过滤，滤床深度可达 2000mm；滤床压头损失小，一般只有 0.5m；采用单一均质滤料，无须级配层；滤料被连续清洗，过滤效果好，无初滤液问题；抗污染物负荷冲击能力强，出水水质稳定。但实际采用用也存在着砂粒堵塞气管、气提强度很难随进水水质定量核定、维修复杂、设备主要为进口而投资较大等问题，一般适用于小型污水处理厂。活性砂滤池的作用主要是一步降低 SS，并通过砂粒表面的活性生物膜进一步去除有机物和 TN，并配以辅助添加药剂去除 TP。

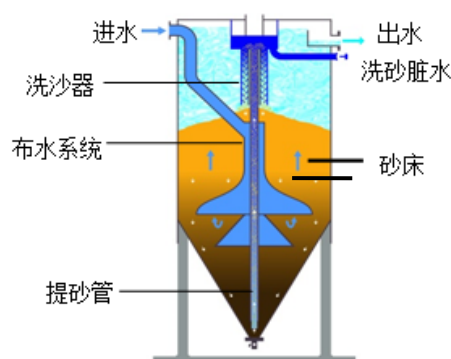


图 4 活性砂滤池运行图

活性砂滤池具体改造主要参数为：新建活性砂滤池规模6万m³/d，洗砂器56个，滤料采用石英砂（密度在2650kg/m³），有效滤床厚度2m，上流速度15m/h，有效过滤时间8min。

3 改造效果

该厂通过添加碳源和 PAC 药剂等强化二级处理措施，新增生物滤池和活性砂滤池等深度过滤措施；同时增加全程除臭装置、对新增工艺采用自动化控制运行系统、消毒剂由二氧化氯改为更安全的次氯酸、污泥处置采取外运焚烧发电等，提标改造后出水稳定并优于一级 A 标准，实际平面布置图见图 5。

该厂 2015 年处理水量 1448 万吨，出水污染物月指标平均值基本控制在以下水平：

COD≤11.4mg/L，SS≤6.05 mg/L，TP≤0.22mg/L，NH₄⁺-N≤0.27 mg/L，TN≤9.16 mg/L，出水主要指标满足《城市污水再生利用-城市杂用水水质（GB/T18920-2002）》、《城市污水再生利用-绿地灌溉水质（GB/T25499-2010）》等再生利用标准。出水排入附近余杭塘河，减小了对当地生态环境的冲击。

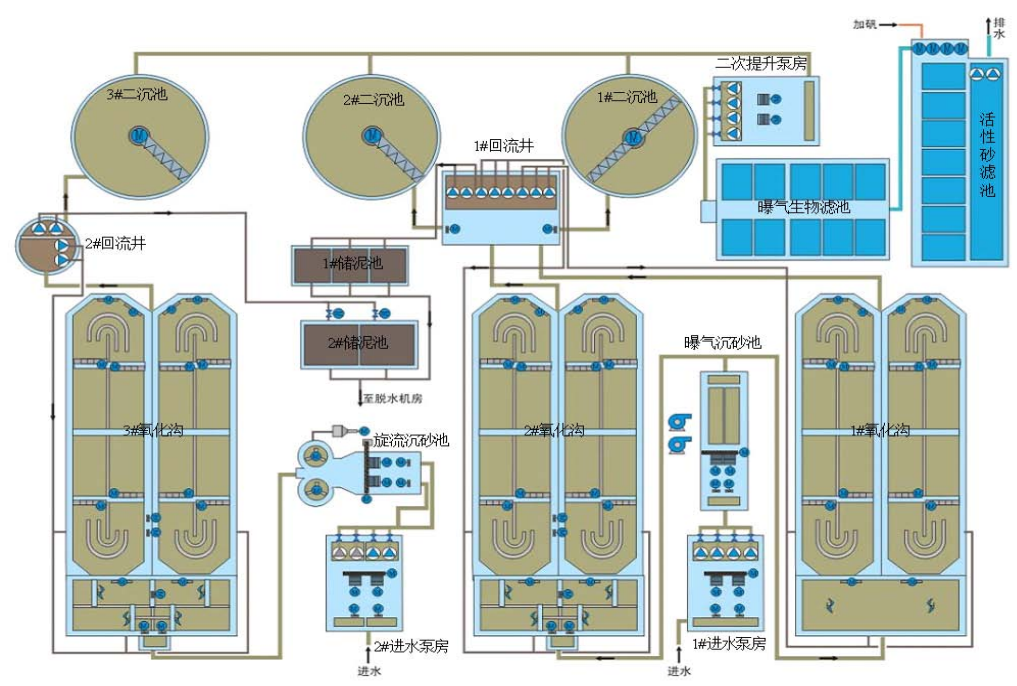


图 5 余杭污水厂处理厂平面布置图

实际运行中，根据进水水质情况，若在前端添加碳源与药剂等措施可使得双沟式氧化沟达到最佳运行效果，二沉池出水可接近或达到一级 A 标准，则后续深度处理可作适当简化运行，以节约电能、药剂等运行成本。

该厂提标改造当年概算投资强度约为 4213 元/吨。提标改造前后该厂运行电能单耗分别约为 0.237kW·h/t 和 0.45kW·h/t。

4 结语

余杭污水处理厂通过对原 DE 氧化沟的强化和新增以生物滤池、活性砂滤池为主的工艺改造，并配以自控系统改造，满足了新环境标准的要求，实现了水质达标、废物资源化等方面的目标。

参考文献

[1]李梅, 于军亭, 孟德良. 氧化沟技术在城市污水处理厂中的应用[J]. 水处理技术, 2007, 33(1):92-94.

[2]马挺, 历林聪, 杨硕果, 陈潜, 李军.强化双沟式氧化沟碳氮磷的去除[J].环境污染与防治, 2015, 37(7):1-7.

[3]沈晓铃, 李大成, 蒋岚岚, 徐焕文.深床反硝化滤池在污水厂提标扩建工程中的应用[J].中国给水排水, 2010, 26(4):32-34.

[4]陈志平, 杨健雄, 张甜甜, 林培真, 罗建标. 活性砂滤池在污水处理厂深度处理中的应用[J]. 中国给水排水, 2014, 30(20):127-129.

[作者简介]陈涛(1987—), 男, 硕士生, 研究方向为污水处理。电话: 13656687228; E-mail: 624663537@qq.com。