

一种模块化污水处理及回用的方法及装置

一、技术名称

一种模块化污水处理及回用的方法及装置

二、所属技术类型

节水技术

三、技术/产品简述

（一）技术概述

1. 技术原理及特点

在反应装置设计方面，核心设备改良 A2O+深度处理工艺的模块化污水处理设施，如果需要出水达到一级 A 标准增加膜处理单元。设备占地面积小，运行成本低，抗水质波动冲击能力强，保证出水水质优，废水回收率高。

2. 创新点

（1）工厂预制、模块化、装配式安装，建设周期短，产品标准化，利于建设和运维调试。

（2）将废水预处理，物理化学处理、微生物处理、消毒、污泥处置的系统实施优化配置与技术集成，使处理装置结构紧凑、高效、出水稳定，运行费用低，且能回用。

（3）MBR 系统曝气模式采用脉冲曝气，可以使 MBR 系统整体的曝气能耗 40%以上，大大降低了运行能耗，同时依据已有

的运行经验，脉冲曝气对膜污染的控制更加优秀。

3. 主要解决的问题

解决市面上的中小型污水处理装置存在着占地大、造价高昂和建造周期长、运行维护复杂、出水水质较差等问题。提供一种学校、医院、乡镇污水处理的方法和标准化模块化设备，适合占地面积小，运行成本低，抗水质波动冲击能力强，保证出水水质优，实现资源化利用，回收水质达到 GB/T 50335-2002《污水再生利用工程设计规范》城市绿化水质控制指标，实现绿色节能目标。

(二) 技术参数

1. 设计流量 $400\text{m}^3/\text{d}=20\text{m}^3/\text{h}=0.0056\text{m}^3/\text{s}$ ，日运行时间 $20\text{h}/\text{d}$ 。水量变化系数 2.2。

2. 格栅宽度 400mm，格栅间隙 5mm。功率 0.37kw。格栅倾角 75° 。

3. 改良 A2O 设计停留时间 16 小时。

4. MBR 池占地尺寸 $6*4*5.9\text{m}$ ，有效水深 4.6m。MBR 柔性平板膜组件 4 组。材质 PVDF 复合膜。膜孔径： $0.05\mu\text{m}$ ，膜片尺寸 $250*250\text{mm}$ 每组膜组件面积： $300\text{m}^2/\text{组}$ ，膜通量 $330\text{L}/\text{m}^2/\text{d}$ 。

5. 有效含氯量最大投加量取 $25\text{mg}/\text{L}$ ，每小时的投加量为 $q=25\text{mg}/\text{L} \times 20\text{m}^3/\text{h}=500\text{g}/\text{h}$ 。

四、适用条件与限制条件

适用条件：适用于医院、学校等公共机构污水处理及中水回用装置。可根据当前水量负荷、水质变化，随时进行运行参数调整，确保水质达标排放，并最大限度降低能耗，同时根据项目个性、不同季节、不同时段等特有的运行模式，使系统运行更合理、节能。能够解决公共机构水量波动大，水质波动大，氨氮含量高，污水管网配套差，雨污分离差等问题。

限制条件：不能处理高浓度有机化工污水。

五、节能/节水效果

效果：通过对“鄯善人民医院污水站”新项目进行测算，项目实施后的实际消减总氮排放量为 5.84 吨/年，节约新鲜水的使用量为 14.6 万吨/年。

测试方法：通过对已实施的污水处理项目的相关水质指标（进水总氮指标、出水总氮指标、日处理量等）进行监控、测算，根据以下公式得到消减总氮排放及节约用水量的效果。

消减总氮排放量（吨/年）=（设计进水总氮-设计出水总氮）×处理水量×365天×10⁻⁶。

节约用水量（吨/年）=污水日处理量×365天。

六、同类产品比较

（一）优点

1. 研发模块化污水处理装置，占地面积小，运行成本低，抗水质波动冲击能力强，保证出水水质优，废水回收率高，回收水质达到 GB/T 50335-2002《污水再生利用工程设计规范》

城市绿化水质控制指标，实现绿色节能目标。

2. 通过调整设备构造，优化接触氧化停留时间，增加系统的脱氮除磷能力。优化填料组合，使填料具备质轻、高强、物理化学性质稳定、比较面积大、生物膜附着能力强的优势。采用均匀鼓风曝气系统，促进微生物生长，有效实现污泥减量。

3. 通过开发自动控制程序，实现模块化污水处理设备的无人值守，远程监控，自动运行，开发数字化运维平台，直观显示系统各种运行状态，可根据用户需求将信号远传至公司环境运营管理云平台，实现远程智能监控及预警。污水处理装置可根据当前水量负荷、水质变化，随时进行运行参数调整，确保水质达标排放，并最大限度降低能耗，同时根据项目个性、不同季节、不同时段等特有运行模式，使系统运行更合理、节能。

（二）缺点：该技术目前正处于开拓市场阶段，市场占有率有待提高。

七、典型应用案例

（一）案例名称

鄯善人民医院污水站项目

（二）案例时间及实施地点

2020年10月~2021年3月，鄯善县。

（三）用能人数及建筑面积

1000人，525m²。

（四）改造情况

现场情况：现场没有污水处理装置，只有化粪池，化粪池出水直接排到市政管网。2020年发生新冠疫情后，重视医疗废水处理，提出建设医院污水处理设施。由于鄯善县缺水，计划上污水深度处理，处理完的水用于厂区绿化。

本次改造项目工艺流程为：化粪池→细格栅→改良 A2O 生化池→柔性 MBR 膜池→次氯酸钠消毒及巴氏计量。

来水通过管线通过粗格栅截留部分大颗粒悬浮物与漂浮物后进入细格栅和，去除中小颗粒悬浮物与漂浮物以及砂类；预处理后的污水进入改良 A2O 生化反应池，进水在改良 A2O 生化反应池进水区与高回流比的混合液迅速混合均匀后，进入生物选择区，不断地接种具有很强繁殖能力和抗环境变化能力的短世代原核微生物，在食物充足的条件下，新陈代谢很快，微生物絮凝、吸附及代谢有机物能力均较强，大大提高工艺的稳定性，在此阶段，兼性微生物占据绝大部分营养物质，丝状菌受到抑制，从而降低了系统发生污泥膨胀的风险，泥水混合液通过空气提推器的推流作用然后进入好氧区，通过控制末端微氧条件，利用微生物完成对 CODCr、氨氮、总氮等污染物的降解，之后污水进入深度处理，MBR 模块单元，由于采用柔性膜分离（膜孔径在 $0.1\sim 0.4\mu\text{m}$ 之间）可以将活性污泥全部截流在曝气池内实现生物富集，并进而实现生物的共代谢作用，从而大大提高对难降解有机物的去除率，其 COD 去除率可达 98% 以

上，因此可以获得清澈优质的回用水。最后流入消毒池和巴氏计量槽，经过监测后达标排放或回用。

（五）节能/节水效果

本项目经处理后出水水质符合我国《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准要求。经检测新疆生活污水中总氮含量通常在 40mg/L 以上，按照出水达到国家一级 A 标准要求，经处理后总氮含量要求必须降至 15mg/L 以下，按照总处理水量计算，各项目总氮排放量减少如下表所示。按照污水处理后达到一级 B 标准，可回用与绿化或农业灌溉从而节约用水。当前常规生活污水进水的总氮根据季节不同一般为：40-60ppm，消减总氮排放量=（设计进水总氮-设计出水总氮）×处理水量×365 天×10⁻⁶。

节约用水量（m³/年）=污水日处理量×365 天。

本项目实施后的实际消减总氮排放量为 5.84 吨/年，节约新鲜水的使用量为 14.6 万吨/年。

出于节能的考虑，MBR 系统曝气模式采用脉冲曝气。风机出口接有专用的脉冲曝气阀，阀门有两根曝气管，每根曝气管对应四个 MBR 膜组件。通过脉冲阀的开关调节，每四个膜组件为一组，分别曝气 20 秒，停止 20 秒，交替进行。

脉冲曝气整体可以节省 MBR 系统整体的曝气能耗 40% 以上，大大降低了运行能耗，同时依据已有的运行经验，脉冲曝气对膜污染的控制更加优秀。

（六）经济效益及社会效益

项目总投资 550 万元，资金来源为政府专项资金，项目为社会公益项目，故无投资回收期。

项目的开展有效提升公共机构污水处理效能，形成智能化水处理回用的试点，具有示范性。本项目推广实施还可以创造良好的社会效益，通过改善学校，医院，小区等环境，有效改善公共机构卫生环境，实现回用，为西部干旱地区污水处理及资源化提供示范，同时采用微信小程序实现远端智能控制。

（七）主要经验

由于污水处理已经由重点城市全面推向地、县级市、县城和建制镇，因此，污水处理系统从大规模集中式向中小规模分散式转变，形成“以大型为主，中小型互补”的布局，这是符合我国国情和发展形势的。这为模块化一体式污水处理装置的应用和发展提供了新的契机。

目前，市面上的中小型污水处理装置，直接采用传统的活性污泥法的缩小版，处理环节包含：调节池→沉砂池→好氧池→二沉池→出水等，存在着占地大、造价高昂和建造周期长、运行维护复杂、出水水质较差等缺点，远跟不上乡镇工业与城镇居民小区发展的速度。

针对公共机构污水处理及中水回用站，公司以自有发明专利“一种模块化污水处理及回用的方法及装置”为核心，通过研发形成“模块化污水处理设备”，采用改良生化装置，特种材

料柔性 MBR 组件，脉冲曝气等技术，出水为高品质中水，实现就地资源化回用，通过智能水务平台实现远程监管，设备无人值守，利于项目长期运维。