

# 一种物联网多用活性污泥实验平台研究与设计

宿家郜<sup>1</sup> 赵淼<sup>1</sup> 安昕<sup>1</sup> 宿高明<sup>2</sup>

1. 临沂科技职业学院, 中国·山东 临沂 276000

2. 山东珺宜环保科技有限公司, 中国·山东 临沂 276000

**摘要:** 伴随着社会经济和工业生产的发展, 中国污水排放总量急剧上升, 绝大多数地区污水的排放量已超过水体自净能力, 水环境污染的问题也日益凸显, 而且中国的七大江河水系都曾受到不同程度的污染, 污水处理十分必要。大量专家学者会对被污染的水进行采样, 在实验室内进行分析化验, 模拟研究, 以便寻求最佳的水污染治理方案。但现存的污水处理实验平台限制性因素太多, 无法很好地开展一些特定的实验项目, 或者严重拖慢实验进展。基于此, 本项目设计的物联网多用活性污泥实验平台可以实现同类实验台无法实现一些功能, 如分层原水箱、物联网自动控制系统、智能温控活性污泥处理池等。本设计为污水处理设施的研究提供了更多的维度, 亦对今后的活性污泥试验台研制提供一些参考。

**关键词:** 水污染处理; 活性污泥处理; 实验平台

## Research and Design of an IoT Multipurpose Activated Sludge Experimental Platform

Jiayi Su<sup>1</sup> Miao Zhao<sup>1</sup> Xin An<sup>1</sup> Gaoming Su<sup>2</sup>

1. Linyi Vocational University of Science and Technology, Linyi, Shandong, 276000, China

2. Shandong Junyi Environmental Protection Technology Co., Ltd., Linyi, Shandong, 276000, China

**Abstract:** With the development of social economy and industrial production, the total amount of sewage discharge in China has sharply increased. In the vast majority of regions, the amount of sewage discharge has exceeded the self purification capacity of water bodies, and the problem of water environmental pollution has become increasingly prominent. Moreover, China's seven major river systems have been polluted to varying degrees, so sewage treatment is very necessary. A large number of experts and scholars will sample polluted water, conduct analysis and testing in the laboratory, simulate research, in order to seek the best water pollution control plan. However, the existing sewage treatment experimental platforms have too many limiting factors to carry out specific experimental projects well, or seriously slow down the progress of experiments. Based on this, the IoT multi-purpose activated sludge experimental platform designed in this project can achieve some functions that similar experimental platforms cannot achieve, such as layered raw water tanks, IoT automatic control systems, intelligent temperature controlled activated sludge treatment tanks, etc. This design provides more dimensions for the research of sewage treatment facilities and also provides some reference for the development of future activated sludge test benches.

**Keywords:** water pollution treatment; activated sludge treatment; experimental platform

## 1 研究现状

### 1.1 水污染现状

目前, 中国农业用水占 70% 以上<sup>[1]</sup>, 工业和城市用水不足 30%, 随着现代化、城市化水平的提高, 全国用水总量仍保持增长趋势, 而水污染更是使水资源短缺的问题雪上加霜, 再加上生态环境的恶化, 使得洪涝灾害多发。地表水及部分地下水均受到了不同类型的污染, 如:

①地表水的污染主要集中在河流、湖泊近岸海域等。

②河流的污染主要表现在有机污染, 包括生化需氧量、氨氮、挥发酚和高锰酸钾指数等。

③湖泊的污染主要体现在水体富营养化, 而导致这一结果的原因主要是水体中的总磷、总氮等的超标; 近岸海域主要表现在活性磷酸盐、无机氮、重金属等, 这使得水生态环境影响范围广、危害重, 治理难度高, 投入与治理效果不成正比。

### 1.2 水污染治理现状

水污染治理技术发展至今, 按照其净化机理, 可分为物理法、生物法<sup>[2]</sup>和化学法三类。

①物理法: 主要利用物理作用分离污水中的非溶解性物质, 在处理过程中不改变化学性质。现有的技术应用主要有沉砂池、格栅、调节池、澄清池等。

②生物法: 利用微生物的新陈代谢功能, 将污水中呈溶解或胶体状态的有机物分解氧化为稳定的无机物质, 使污水得到净化。常用方法有生物膜法和活性污泥法。

③化学法: 是利用化学反应作用来处理或回收污水的溶解物质或胶体物质的方法, 多用于工业废水。常用的有混凝法、氧化还原法、中和法、离子交换法等。

### 1.3 现如今水污染处理实验平台的现状

污水的处理是当今人类社会不可避免的问题之一。为了在实验室内研究活性污泥处理污水的相关机理, 众多科研

机构与高校搭建了多种多样的实验平台。如：

①废水高级氧化处理实验平台<sup>[1]</sup>，主要研究高级氧化处理技术，目前该技术是国内外的研究热点。

②厌氧—好氧废水生物污水处理实验平台，此类实验平台费用低、操作简单、处理效果好。

③基于 DDC 和组态软件的污水处理实验系统：模拟楼宇控制系统真实案例中组态软件和 DDC 结合，更好地体验了组态软件，提高了编程技巧和动手能力。

④基于工程创新型人才培养虚拟仿真平台体系：将难以展现的单元格操作采用 3D 虚拟仿真的形式展示，且其中 AB 工艺虚拟仿真模块中的 BOD 的去除率达 50% 以上。

⑤以能力培养为核心的水处理实验教学体系建设：随着工业的发展，新的水污染问题出现，开发出具有实验教学可操作性的紫外辐射照高级氧化除污染实验、微生物燃料电池处理有机废水产电实验等实验项目。

## 2 装置整体设计

### 2.1 装置功能介绍

本设计全称是“一种物联网多用活性污泥实验平台”，平台适用于研究模拟活性污泥在不同环境温度下，以及不同处理工艺下的运行情景，同时可以通过物联网进行远程监测与控制。装置整体模拟图如图 1 所示。

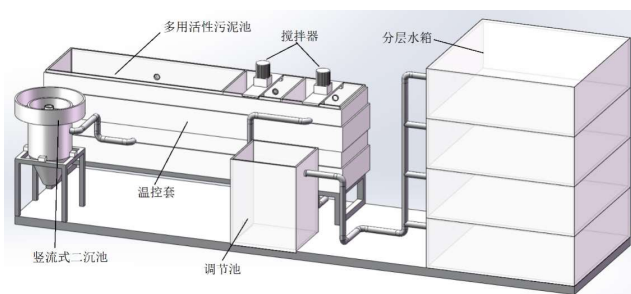


图 1 装置模拟图

该实验装置的设计特点有：

①原水箱分层设计，不同的层中分别存储酸碱、重金属、氮磷、SS 等含有不同污染物组分的污水，通过自动控制，进行分层流出，按比例混合调配出不同组分的污水，供后续流程使用。可以更好、更直观地看出污水处理系统中活性污泥法对不同污染物的处理效果。

②一池多用活性污泥反应池。将 AAO 与 SBR 系统合并设计。通过控制系统，可以将三个水槽配合协同使用或者分开单独使用，节省平台空间，降低建造成本。

③活性污泥反应池配有加热与制冷功能，在单片机控制下可精准模拟不同的环境温度。

④装置配有物联网系统，可实现各项参数的远程监控，各环节的远程操控。

⑤大部分配件，如搅拌器、监测探头、SBR 系统的浮筒滗水器等，均采用模块化设计思路，方便拆装与改造。

该实验装置的优点有：

①实现了物联网功能，可以远距离控制以及参数检测，节省成本。

②可以根据研究需要，从原水箱输出特定组分的污水，便于研究。

③可以在单一的实验平台上根据实验需求，设置不同的温度条件、不同的工艺流程。

### 2.2 装置整体设计

本装置主要包括原水箱 1 个、调节池 1 个、多用活性污泥池 1 个、活性污泥容器加热与制冷装置 1 个、竖流式沉淀池 1 个、检测器若干。装置总体可以分为两大部分，污水处理部分，电气系统部分。工艺流程图如图 2 所示。

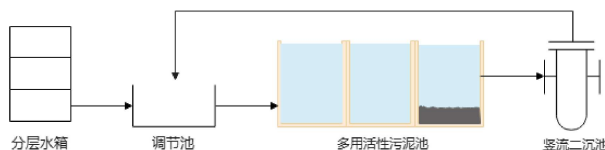


图 2 工艺流程图

#### 2.2.1 原水箱设计

原水箱主要材质使用 304 不锈钢，结构图如图 3 所示。共分 4 层，每层不互通，由管道与后续工艺相连。

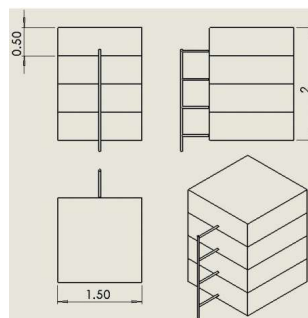


图 3 原水箱结构图

#### 2.2.2 调节池设计

调节池主要材质为有机玻璃，具有耐腐蚀，易安装等特点。结构图如图 4 所示。不同比例的污水会在调节池中混合均匀，为后续流程做准备。

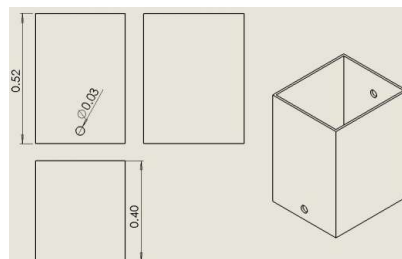


图 4 调节池结构图

#### 2.2.3 多用活性污泥反应池设计

多用活性污泥池的设计，将 AAO 与 SBR 系统整合在了一起。不仅可以进行 AAO 系统的相关实验，而且可单独

使用厌氧池与好氧池，进行 SBR 工艺的相关实验，装置结构图如图 5 所示。

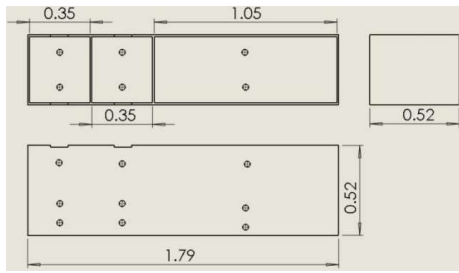


图 5 多用活性污泥池结构图

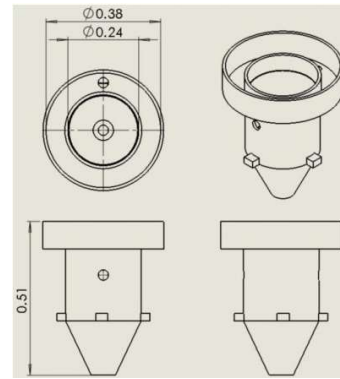


图 6 竖流二沉池结构图

### 2.2.4 二沉池的设计

竖流式二沉池：在竖流式沉淀池中，污水是从下向上以流速  $V$  做竖向流动，污水中的悬浮颗粒有以下三种运动状态：

- ①颗粒沉速  $u > v$  时，则颗粒将以  $u - v$  的差值向下沉淀，颗粒得以去除；
- ②当  $u = v$  时，则颗粒处于随机状态，不下沉亦不上升；
- ③当  $u < v$  时，颗粒将不能沉淀下来，而会被上升水流带走。

由此可知，当可沉颗粒属于自由沉淀类型时，其沉淀效果（在相同的表面水力负荷条件下）竖流式沉淀池的去除效率要比其他沉淀池低。但当可沉颗粒属于絮凝沉淀类型时，则发生的情况就比较复杂。一方面，由于在池中颗粒存在相反方向的运动，就会出现上升着的颗粒与下降着的颗粒，同时还存在着上升颗粒与上升颗粒之间、下降颗粒与下降颗粒之间的相互接触、碰撞、致使颗粒的直径逐渐增大，有利于颗粒的沉淀；另一方面，絮凝颗粒在上升水流的顶托和自身重力作用下，会在沉淀区内形成一个絮凝污泥层，这一层可以网捕拦截污水中的沉淀颗粒。本装置设计的竖流式二沉池尺寸如表 1 所示，结构简图如图 6 所示。

表 1 竖流式二沉池尺寸

名称	尺寸
总高	51cm
内圆筒高（含下侧梯形）	48cm
内圆槽直径	23cm
下侧梯形高	18cm
外圆槽内径	4cm
外圆槽低距离内圆槽	5cm
中间圆柱外径	5cm
壁厚	0.25cm

### 2.2.5 实验平台设计总览

平台、调节池、多用型活性污泥池、原水箱尺寸如表 2 所示，平台三视图如图 7 所示。

表 2 设备尺寸表

	长	宽	高	体积	
实验平台	400cm	150cm			
调节池	33.56cm	37.9cm	50.0cm	63601.69cm <sup>3</sup>	
多用活 性污 泥池	SBR1 SBR2	34.9cm 34.9cm	37.9cm 37.9cm	50.0cm 50.0cm	66135.5cm <sup>3</sup> 66135.5cm <sup>3</sup>
好氧池	105.17cm	37.9cm	50.0cm	199300.22cm <sup>3</sup>	
原水箱	150cm	150cm	200cm	450000cm <sup>3</sup>	

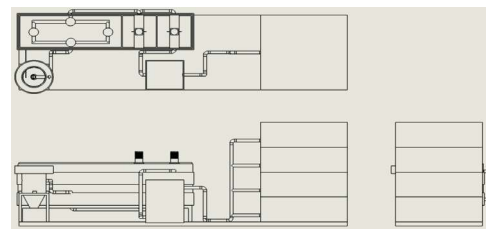


图 7 平台整体三视图

## 3 结论

论文根据传统的污水处理系统，设计了一套高度智能化的物联网污水处理实验平台。该实验平台的特点：其一是智能化，不仅使用物联网技术，达到了远程控制、实时检测的目的，还加入了 Arduino 对活性污泥的生存环境、污水水位等进行感知反馈，加强整套系统的自动化。其二是简化，装置将传统的 A<sup>2</sup>O 与 SBR 合并，实现了一池多用，能够在 A<sup>2</sup>O 与 SBR 间进行自由切换。旨在促进污水处理企业的节能降耗，为实现可持续发展提供支持。

### 参考文献：

[1] 栾城.辽宁省水资源可持续利用分析与评价[J].黑龙江水利科技,2023,51(10):101-104.  
 [2] 张春波.水污染治理中生物强化技术的应用研究[J].清洗世界,2023,39(11):136-138.  
 [3] 王秀萍,解清杰,罗凡,等.废水高级氧化处理实验平台的研制[J].实验技术与管理,2008(6):68-71.

作者简介：宿家郗（1995-），男，中国山东曹县人，硕士，助教，从事新型环保设备研究。