

附件 8

浙江省“十三五”高校虚拟仿真实验教学 项目申报表

学 校 名 称	衢州学院
实 验 教 学 项 目 名 称	典型污水处理厂 3D 虚拟现实 仿真实训
所 属 课 程 名 称	生产实习与工程训练
所 属 专 业 代 码	082502
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	程慎玉
实 验 教 学 项 目 负 责 人 电 话	15157072886
有 效 链 接 网 址	http://xnfzhc.qzc.edu.cn:81/login.do

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。
4. 不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。
5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓名	程慎玉	性别	男	出生年月	1979.02
学历	研究生	学位	硕士	电 话	0570-8026550
专业技术职务	副教授	行政职务	环境工程系系主任	手 机	15157072886
院 系	化学与材料工程学院			电子邮箱	csyxxsc@126.com
地 址	衢州市九华北大道 78 号			邮 编	324000
<p>教学研究情况：</p> <p>1. 主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；</p> <p>1) 环境保护概论浙江省精品在线开放课程，浙江省高等学校在线开放课程管理中心，2018 年立项。</p> <p>2) 水污染控制工程课程思政建设，衢州学院，2020.01-2022.06</p> <p>3) 非环境专业环境保护概论课程改革与实践，衢州学院，2013.01-2014.06</p> <p>4) 生活中的环保与健康精品视频公开课，衢州学院，2014</p> <p>5) 水污染治理技术教学改革与建设，衢州学院，2009.04-2010.04</p> <p>2. 作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；</p> <p>1) 水污染处理技术多元化教学改革与建设探索. 新课程研究(中旬刊),2011(02):104+110</p> <p>2) 非环境专业环境科学导论课程教学的改革与实践. 《课程教育研究：学法教法研究》. 2014(15):80-81</p> <p>3. 获得的表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>1) 2018 教学业绩优秀</p> <p>2) 环境工程校级特色专业负责人，2017</p> <p>3) 环境工程应用型人才培养校企合作教学团队负责人，2017</p> <p>4) 水污染控制工程优秀网络课程，衢州学院，2016</p>					
<p>学术研究情况：</p> <p>1.近五年来承担的学术研究课题</p> <p>1) 高新园区第二次全国污染源普查，浙江环资检测集团有限公司，2019.09-2021.09，11.88 万，在研，主持（1/5）；</p> <p>2) 共生性人工湿地生态系统在农村生活污水处理中的配置与调适研究，浙江省科技厅公益项目，2016.01-2017.12，15 万，结题，主持（1/4）；</p>					

3) 有机氟废水预处理技术研究,衢州市科技局项目,2014.01-2016.12,10万,结题,主持(1/5);

4) 高效废水脱氮、除 COD 生物菌剂的研发及应用,杭州沁欣环保科技有限公司 2018.12-2021.12,80 万元,在研,参与(2/9)

5) 氟代苯胺化合物好氧降解的微生物分子生态机理研究,国家自然科学基金青年基金,2017/01-2019/12,20 万,在研,参与(2/6);

2.在国内外公开发行人物上发表的学术论文

1) 程慎玉,何皓洲,俞汐音,胡靖晗. 管式人工湿地中组合植物处理生活污水的研究. 廊坊师范学院学报(自然科学版),2018,18(03):74-78.

2) Shen-Yu Cheng,Yan Xie,Liao-Liang Feng,Lan-Fang Huang. Study of the Volatile Constituents in Radix Flemingiae Macrophyllae and a Substitute by Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Chemometric Methods. Molecules, 2012, 17(12): 14111-14125

3)程慎玉,黄启飞,杨玉飞,马春燕. 废旧电视机 CRT 玻壳中 Pb 的浸出及豁免处置. 环境工程学报,2011,5(06):1397-1400.

4) 程慎玉,余陆沐,章艺,兰莉.制革污泥堆肥化处理技术研究.中国皮革,2011,40(09):6-8.

5) 曾惠明,程慎玉,沈晓莉,马欢林.光催化氧化-Fenton 组合方法降解高浓度正丙醇废水.环境工程学报,2013,7(04):1435-1439.

3.获得的学术研究表彰/奖励

1)Study of the Volatile Constituents in Radix Flemingiae Macrophyllae and a Substitute by Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Chemometric Methods,衢州市自然科学优秀论文一等奖,衢州市科协、科技局、人力资源和社会保障局,1/4,2013.10

2) 废旧电视机 CRT 玻壳中 Pb 的浸出及豁免处置,衢州市自然科学优秀论文三等奖,衢州市科协、科技局、人力资源和社会保障局,1/4,2012.10

3) 衢州市第一次全国污染源普查技术报告,浙江省优秀技术报告三等奖,浙江省第一次全省污染源普查领导小组办公室,1/1,2010.03

4) 制革污泥综合利用技术研究,衢州市科技进步奖二等奖,衢州市人民政府,6/6,2011.01

1-2

实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员(含负责人,5人以内)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	程慎玉	衢州学院	副教授	系主任	负责人	
2	曾惠明	衢州学院	副教授	教师	实验设计	
3	沈晓莉	衢州学院	副教授	支部书记	资源开发	
4	赵芝清	衢州学院	副教授	教师	教学服务	
5	范蕊	衢州学院	副教授	教师	教学服务	

1-2-2 团队其他成员

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	仙保震	北京欧倍尔	工程师	部长	网络平台及	企业

		软件技术开 限公司			软件维护	人员
2	张明山	北京欧倍尔 软件技术开 限公司	模型工程师	工程师	Maya 建模	企业 人员
3	刘健	北京欧倍尔 软件技术开 限公司	模型工程师	工程师	Maya 建模	企业 人员
项目团队总人数：8（人） 高校人员数量：5（人） 企业人员数量：3（人）						

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称
典型污水处理厂 3D 虚拟现实仿真实训
2-2 实验目的
<p>污水处理厂工艺流程长，工序复杂，参数众多。学生在污水处理厂实习时能够有直观认识，但是对于日常运维特别是参数调节短期内难以实现熟练掌握。</p> <p>基于以生为本的教育理念，本项目适应教育信息化趋势，结合“互联网+”，通过校企合作联合开发了典型污水处理厂 3D 虚拟现实仿真软件。以污水处理厂常用典型工艺为原型，模拟污水处理工艺的正常操作、常见设备故障、常见工艺故障，并且动态实时展现污水处理的过程与现象，通过交互操作展现与真实工艺相一致的结果。</p> <p>实训目的：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 掌握 AAO 工艺处理污水的工艺流程 2) 熟悉污水处理运维参数，掌握各参数调节及优化 3) 了解常见事故，熟悉故障排除方法，培养运维能力
2-3 实验课时
<p>(1) 实验所属课程所占课时：4 周</p> <p>(2) 该实验项目所占课时：6</p>
2-4 实验原理
<p>本软件包括一个粗格栅间、四个钟式沉砂池、一个细格栅间、AAO 反应池、四个沉淀池、一个紫外消毒池还有五个污泥脱水机。</p> <p>AAO 工艺适用于对氮、磷排放指标均有要求的城市污水处理，其特点如下：</p>

- (1) 工艺流程简单，总水力停留时间少于其他同类工艺，节省基建投资。
- (2) 该工艺在厌氧、缺氧、好氧环境下交替运行，有利于抑制丝状菌的膨胀，改善污泥沉降性能。
- (3) 该工艺不需要外加碳源，厌氧、缺氧池只进行缓速搅拌，节省运行费用。
- (4) 便于在常规活性污泥工艺基础上改造成 AAO。
- (5) 该工艺脱氮效果受混合液回流比大小的影响，除磷效果受回流污泥夹带的溶解氧和硝态氮的影响，因而脱氮除磷效果不可能很高。
- (6) 沉淀池要防止产生厌氧、缺氧状态，以避免聚磷菌释磷而降低出水水质和反硝化产生 N_2 而干扰沉淀。但溶解氧含量也不易过高，以防止循环混合液对缺氧池的影响。

格栅：由一组平行的金属栅条或筛网制成，安装在污水渠道上，泵房集水井的进口处或污水处理厂的端部，用以截流较大的悬浮物或漂浮物。城市污水中一般会含有纤维、碎皮、毛发、果皮、蔬菜、塑料制品等，均须进行拦截从而防止管道堵塞，提高处理能力。

钟式沉砂池：一般设于泵站、倒虹管前，以便减轻无机颗粒对水泵、管道的磨损；也可设于初次沉淀池前，以减轻沉淀池负荷及改善污水处理构筑物的处理条件。钟式沉砂池是一种利用机械力控制水流流态与流速，加速砂粒沉淀，并使有机物随水流带走的沉砂装置。废水由流入口切线方向流入沉砂区，利用电动机及传动装置带动转盘和斜坡式叶片，由于所受离心力的不同，把砂粒甩向池壁，掉入砂斗，有机物则被送回废水中。调整转速，可达到最佳沉砂效果。沉砂用压缩空气经砂提升管、排砂管清洗后排出，清洗水回流至沉砂区。

AAO 反应池：AAO 脱氮除磷工艺（即厌氧-缺氧-好氧活性污泥法，亦称 A^2/O 工艺），它是在除磷工艺基础上增设了一个缺氧池，并将好氧池流出的部分混合液回流至缺氧池，使其具有同步脱氮除磷功能，其同步除磷脱氮机理由两部分组成：一是除磷，污水中的磷在厌氧状态下，释放出聚磷菌，在好氧状况下将磷吸收，以剩余污泥的形式排出系统；二是脱氮，缺氧段要控制 DO（溶解氧）使得兼氧脱氮菌利用水中 BOD（生化需氧量）作为氢供给体，将来自好氧池混合液中的硝酸盐及亚硝酸盐还原成氮气逸入大气，达到脱氮的目的。AAO 生物脱氮除磷工艺是传统活性污泥工艺、生物硝化及反硝化工艺和生物除磷工艺的综合。

沉淀池：是通过沉淀作用去除水中悬浮物的一种构筑物，废水自池中心进水管入池，沿半径方向向池周缓慢流动。悬浮物在流动中沉降，并沿池底坡度进入污泥斗再流入污泥回流泵房，而澄清水从池周溢流入出水渠，进入二级提升泵房。

高效纤维滤池：是一种全新的重力式滤池，它也是采用新型的纤维束软填料作为滤元，取代传统石英砂滤池的新技术，在滤池内设有纤维密度调节装置。废水在高效纤维滤池内充分过滤，去除废水中的微小悬浮颗粒等杂质。

紫外线消毒池:是利用适当波长的紫外线能够破坏微生物机体细胞中的DNA(脱氧核糖核酸)或RNA(核糖核酸)的分子结构,造成生长性细胞死亡和(或)再生性细胞死亡,从而杀灭废水中的有害细菌。

污泥脱水系统:污泥脱水机采用卧螺离心机,卧螺离心机是一种卧式螺旋卸料、连续操作的沉降设备。离心机工作原理为:转鼓与螺旋以一定差速同向高速旋转,物料由进料管连续引入输料螺旋内筒,加速后进入转鼓,在离心力场作用下,较重的固相物沉积在转鼓壁上形成沉渣层。输料螺旋将沉积的固相物连续不断地推至转鼓锥端,经排渣口排出机外。较轻的液相物则形成内层液环,由转鼓大端溢流口连续溢出转鼓,经排液口排出机外。

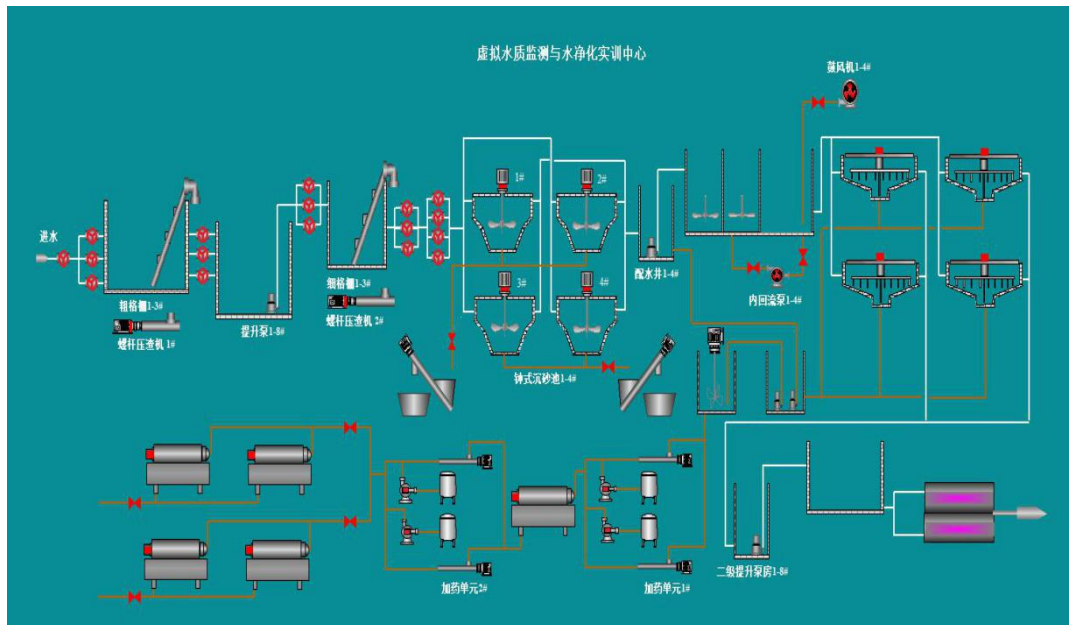


图1 污水处理厂工艺流程图

知识点: 共10个

- (1) 污水水质、水量、处理要求对工艺流程的影响
- (2) 污染物排放标准执行原则
- (3) 污水中各类污染物与构筑物的逻辑关系
- (4) 针对性遴选与污水处理要求相对应的参数
- (5) 经济性运维调节及优化参数.
- (6) 工艺管线走向与布置要求
- (7) 曝气量、污泥回流、内回流等对水质的影响
- (8) 各处理单元设计参数及计算方法
- (9) 常见故障的检测与排除方法
- (10) 污水处理厂平面布置原则与方法

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

典型污水处理厂 3D 虚拟现实仿真实训项目需要的软件环境主要包括：网页浏览器，OTPO mnisim 仿真系统，典型污水处理厂 3D 虚拟现实仿真工艺包等。

虚拟环境中，典型污水处理厂工艺流程主要包括七部分：粗格栅，细格栅、沉砂池、AAO 反应池、沉淀池、滤池、消毒池，所涉及的主要装备如下表所示。

表 1 主要设备及说明

序号	名称	说明
1	粗格栅	间除去较大杂质
2	提升泵房	调节集水池液位和配水井液位，保持稳定处理负荷
3	细格栅间	除去水中较小的颗粒杂质、悬浮物
4	钟式沉砂池	利用机械力控制水流流态与流速，加速砂粒沉淀，并使有机物随水流带走
5	厌氧池	利用厌氧菌的作用，使有机物发生水解、酸化和甲烷化，去除废水中的有机物，并提高污水的可生化性，有利于后续的好氧处理
6	缺氧池	在缺氧池中，反硝化细菌利用从好氧区中经混合液回流而带来的大量硝酸盐，以及污水中可生物降解的有机物进行反硝化反应，达到同时去碳和脱氮的目的
7	好氧池	聚磷菌在曝气充氧条件下分解体内贮存的 PHA 并释放能量，用于菌体生长及主动超量吸收周围环境中的溶解性磷，这些被吸收的溶解性磷在聚磷菌体内以聚磷盐形式存在，使得污水中磷的浓度大大降低
8	沉淀池	实现固液分离
9	二级提升泵房	储存污水为后续工艺提供压力
10	高效纤维滤池	废水在高效纤维滤池内充分过滤，去除废水中的微小悬浮颗粒等杂质。
11	紫外消毒池	利用紫外线杀灭废水中的有害细菌
12	污泥脱水机	脱去污泥中的毛细水，使污泥进一步减容

2-6 实验材料（或预设参数等）

各工序操作控制指标如下：

表 2 原水污水水质

水质指标	COD	BOD	TN	TP	SS	pH
浓度 mg/L	376.40	218.00	45.00	8.75	224.00	6-9

表 3 出水水质标准（达到国家一级 B 水质排放标准）

水质指标	COD	BOD	TN	TP	SS	pH
浓度 mg/L	60	20	20	1	20	6-9

表 4 设计参数

项目	数值
BOD5 污泥负荷 [kgBOD5/ (kgMLSS. d)]	0.15~0.2
TN 负荷[kgTN/ (kgMLSS. d)]	<0.05(好氧段)
TP 负荷[kgTP/ (kgMLSS. d)]	<0.06(厌氧段)
污泥浓度 MLSS (mg/L)	3294
污泥龄 θ_c (d)	15~20
水力停留时间 t(h)	8.64
各段停留时间比例 A1: A2: 0	1: 1: 3
污泥回流比 R (%)	70
混合液回流比 R 内(%)	250
回流污泥浓度(mg/L)	800 0
溶解氧浓度 DO(mg/L)	厌氧池<0.2; 缺氧池≤0.5; 好氧池>2
COD/TN (碳氮比)	>8
BOD5/TP	<0.06
SVI (污泥体积指数)	150
SV(%) (污泥沉降比)	15-30

表 5 主要仪表及说明

序号	名称	正常值
1	污水来源流量计	正常值 200000 m ³ /d
2	粗格栅间排渣量	正常值 21.52 Kg/h
3	1#风机送风量	正常值 10 Kg/h
4	2#风机送风量	正常值 10 Kg/h
5	3#风机送风量	正常值 10 Kg/h
6	4#风机送风量	正常值 10 Kg/h
7	曝气池 1#风机风量	正常值 10 Kg/h
8	曝气池 2#风机风量	正常值 10 Kg/h
9	曝气池 3#风机风量	正常值 10 Kg/h
10	曝气池 4#风机风量	正常值 10 Kg/h
11	初沉池 1—4#排泥	正常值 612.3 Kg/h

2-7 实验教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）

本设计性虚拟仿真实验依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术，构建高度逼真的虚拟实验环境与实验对象，使学生可在虚拟环境中开展设计性实验，具有增强教学效果、开展实验室无法进行的实验、增强课堂趣味性、丰富课堂教学形式等优点。本实验的全天候开放模式，方便学生利用其碎片化时间反复在线设计和实验操作，允许学生试错纠错，有助于学生提高理解力，强化操作过程，以虚补实、以虚促实，使学生较早接触工程设计和污水处理领域新发展并进行探究，促进学生自主学习、主动实践，实现从以“教”为中心向以“学”为中心的转变，从“传授模式”向“学习模式”的转变，也促进了实验教学法的改革和拓展，在理论和实践之间架起了桥梁、建立了纽带，使学生的实践、应用能力得到显著提升。

（1）基于工程教学理念设计运行城市污水处理厂的教学方法

以学生为中心，以掌握城市污水处理工艺流程到熟悉污水处理厂运行的全流程为载体，培养学生的全局把控意识和创新创造能力，强化学生对城市污水处理工艺相关理论知识以及排放标准的掌握和实践应用，对单元工艺设备及构筑物以及工艺流程的认识的理解，克服学生实训、实习参与度低、不能操作无真实体验感、实习效果差的缺点。

基于虚拟仿真技术和数字模拟技术，将城市污水处理所涉及的相关单元工艺形成污水处理元件库，学生在虚拟仿真系统中主导整个城市污水处理工艺的设计、厂区总平面布置及运行管理。在明确城市污水进出水水质、排放标准和弄清工艺原理的基础上，学生还可进入厂区内部设置工艺运行参数，投入运行后还可进行参数调整、优化及故障处理。

实验前期准备。首先由任课老师介绍工艺实验平台功能与使用方法、实验项目特色与任务内容、项目完成期限等，学生将根据任务要求围绕污水处理工艺查阅中国期刊网或其它网络资源，根据所需知识、设计手册和设计规范，设计实验方案。

实验实施阶段。学生用自己的账号和密码登录工艺实验平台，根据自己调研的结果，在虚拟仿真实验平台的引导下，逐步展现污水处理工艺路线的构思过程；对一级、二级处理构筑物进行工艺参数设置和设计计算；工艺设计完成后进入总平面布置界面进行平面布置；进入3D环境，选取运行实验条件与参数，开展虚拟仿真运行操作和管理。学生仿真实验操作阶段，安排有专人及时解答学生实验操作时遇到的各种问题。

实验项目效果评测。实验平台记录学生所有操作过程，根据方案设计优劣、完成效率等进行量化评分。

通过综合型虚拟仿真实验，锻炼了学生工程设计技能，学生不仅熟悉污水、吃透“标准”、精通工艺，还会依据设计手册和规范进行城市污水处理全流程

设计；通过运行和管理虚拟仿真污水处理厂增强真实体验感，学生对污水处理厂运行参数与污染物去除效率之间的互动关系理解深刻。

逼真的多个模块化单元的组合与条件参数的配置，3D 仿真污水处理厂的构建，以及仿真运行操作，使学生将污水处理涉及到的等各种知识、技术、工艺与设备、标准、设计规范、政策法规等串联起来，极大地锻炼了学生综合应用所学专业知识和解决实际问题的能力。

实验项目的设计型、任意性、多样性和趣味性，极大地吸引学生自主学习、主动实践，进一步提升了学生创新思维和实践能力。

(2) 任务驱动式教学法应用于本设计性实验的前导过程

污水/废水水源千差万别、污染物形形色色、处理工艺种类繁多，反应器/设备多种多样，污水处理工艺流程，设计涉及内容广泛。污水处理厂是复杂的大系统。其处理工艺的运行涉及的参数多，需要引导学生有意识地做好知识和技术储备。

在水污染控制工程理论教学一开始就向学生明确布置设计和运行一个污水处理厂的任任务，并引入污水处理工艺实验仿真平台，向学生全天候开放。通过这种任务驱动的方式引导操作者根据任务进行学习和探究，也可在仿真厂区自主漫游学习，任务系统根据预设逻辑即时提示需要学习的内容。

相关知识点以图片、动画、文字介绍和 3D 模型等形式体现。知识点学习系统具有开放性，可根据需要，由教师自行上传或更换知识点，满足不同专业方向多样化的教学、培训需求。例如，污水处理工艺要污水处理的基础知识、安全知识、设备原理及结构等，学生会利用认知实习这个平台学习。

以任务为主线、教师为主导、学生为主体，使学生带着真实任务在探索中自主学习，将以传授知识为主的传统教学理念，转变为了以解决问题、完成任务为主的多维互动式的教学理念；将再现式教学转变为探究式学习，使学生处于积极的学习状态，每一位学生都能根据自己对当前问题的理解，运用共有的知识和自己特有的经验提出方案、解决问题，为完成污水处理工艺设计实验打好基础。

在以解决问题、完成任务为主的多维互动式学习过程中，学生可以根据任务和储备知识进行探究式学习，并能运用共有的知识和自己特有的经验提出方案、解决问题。学生的学习兴趣 and 热情高涨，学习主动性和实践积极性显著提高。以问题为驱动、以结果为导向，为结果负责，让学生真正感受到学习的“成果”和成长的快乐。

(3) 案例教学法

污水处理工艺实验平台的模块不仅涉及到水污染控制工程，环境化学，环境微生物学，环境工程原理，环境监测等课程的相关知识点，还收集相关标准，设计手册，设计规范等。同时提供了三维动画、幻灯片、照片图文等多种教学资料，教师可以直接在课堂上调用、展示这些资料，辅助讲授相关工艺和设备、

生产管理知识和安全知识，丰富了课堂教学的内容；同时可引导学生自主学习这些资料和案例。

学生接到设计并运行、管理污水处理厂的任务后会根据污水的种类查阅文献资料或到污水处理工艺实验平台中寻找案例，在认知实习模块内，一些污水处理厂中常见设备和构筑物的结构、工作原理在虚拟场景中得到了清晰的展现，形成了印象深刻的感性认识，继而能主动向老师提出较深层次的问题，老师会做引导性的解释，并向学生再提出一些关键问题，由学生深入查资料并在同学中互相开展讨论，然后到课堂由学生陈述对案例的理解和对相关问题的解答，再由其他学生提出进一步的问题进行互动，最后由老师点评。

通过这样的互动案例教学，协助提高了学生对污水处理工艺和污水处理厂的认识，有助于后续本实验的工艺流程设计，也有助于以后的课程设计与毕业设计。

2-8 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

（1）实验方法描述：

实验前学生进入平台，进行实验预习，预习通过后进入实验。本项目分为三个单元，分别为 2D 工艺仿真操作，3D 工艺仿真操作和考核部分。

可以首先进入 2D 熟悉污水处理工艺流程，然后进入 3D 仿真认识实习认识相应构筑物。下一步就可以进入设计进水水质及水量，调整并优化参数，运行和管理仿真污水厂，通过调整参数进行运行试验，优化运行条件，进行故障处理。操作完成后由学生完成实验报告，由系统评分、教师评阅给出实验成绩。

（2）学生交互性操作步骤说明：

1) 认识学习

认识污水处理生产工艺流程的基本步骤及生产过程中各单元操作的特点。

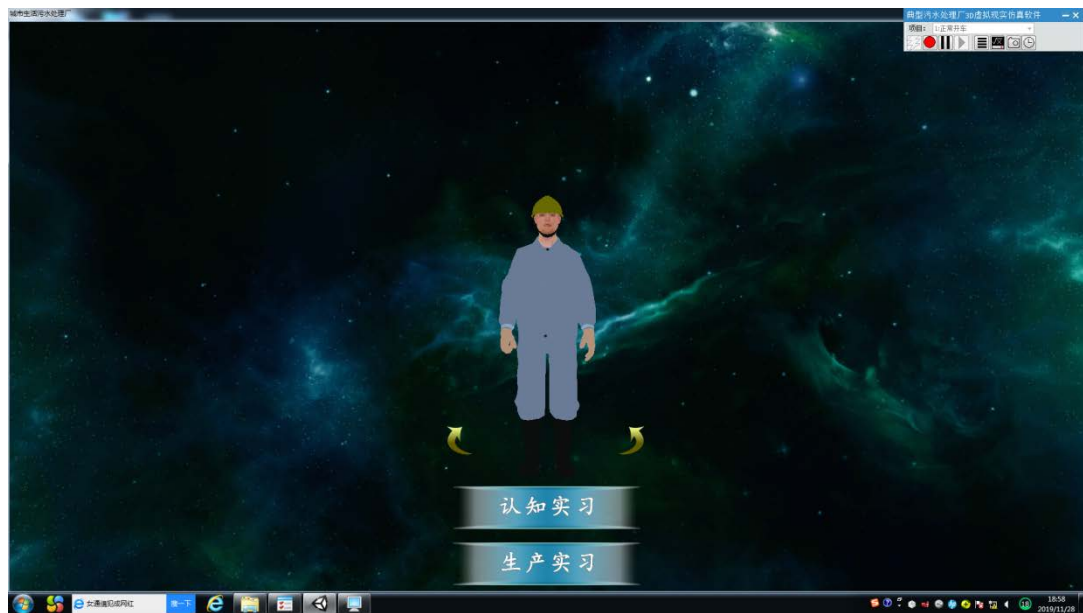


图 2 入厂首页



图 3 粗格栅



图 4 进水提升泵

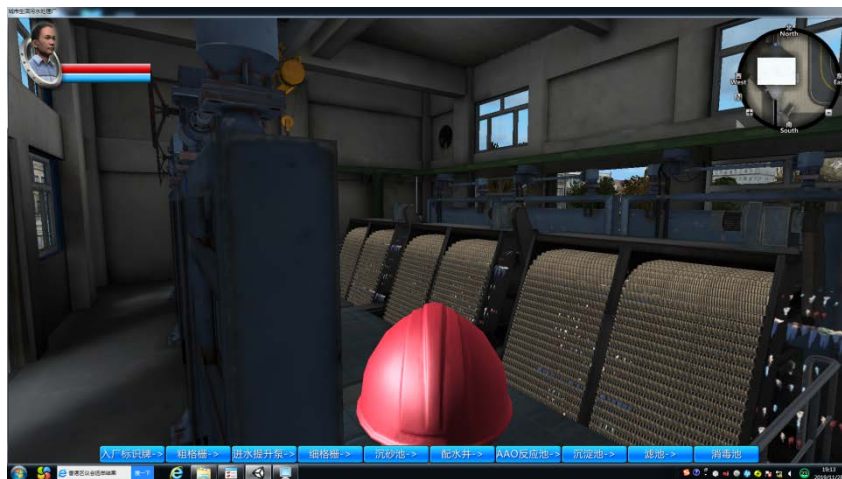


图 5 细格栅



图 6 沉砂池



图 7 配水井



图 8 AAO 反应池



图 9 沉淀池



图 10 纤维滤池



图 11 紫外线消毒池

2) 生产实习

2.1 正常开车

- (1) 依次打开粗格栅间污水来水进口阀 JSF00、JSF01、JSF02、JSF03 的开度至 50%;
- (2) 依次打开格栅间粗格栅 1#、2#、3#的启动开关 CGS01、CGS02、CGS03;
- (3) 打开粗格栅压渣机 1#启动开关 LGJ01, 螺杆输送机 1#启动开关 SSJ01;
- (4) 依次打开格栅间污水来水出口阀 CGSF01、CGSF02、CGSF03 的开度至 50%;
- (5) 依次打开提升泵 1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#启动开关 P101、P102、P103、P104、P105、P106、P107、P108;
- (6) 依次打开细格栅间污水进口阀 V01P101、V01P102、V01P103 的开度至 50%;
- (7) 依次打开细格栅间细格栅 1#、2#、3#的启动开关 XGS01、XGS02、XGS03;
- (8) 打开细格栅压渣机 2#启动开关 LGJ02, 螺杆输送机 2#启动开关 SSJ02;
- (9) 依次打开细格栅间污水来水出口阀 XGSF01、XGSF02、XGSF03 的开度至 100%;
- (10) 依次打开钟式沉砂池 1#、2#、3#、4#污水进水阀 V01V201、V02V201、V03V201、V04V201 的开度至 50%;
- (11) 依次打开钟式沉砂池 1#、2#、3#、4#出水阀 V01V301、V02V301、V03V301、V04V301 的开度至 100%;
- (12) 依次打开钟式沉砂池 1#、2#、3#、4#启动开关 JBJ01、JBJ02、JBJ03、JBJ04;
- (13) 依次启动配水井配水泵 1#、2#、3#、4#的启动开关 P301、P302、P303、P304;
- (14) 启动反应池鼓风机 1#、2#、3#、4#的启动开关;
- (15) 待反应池液位达到 80%以后启动回流泵 1#、2#、3#、4#的启动开关 P405、P406、P407、P408;
- (16) 依次打开内回流泵房控制面版的 1#、2#、3#、4#内回流泵 V01P405、V01P406、V01P407、V01P408 的开度至 70%
- (17) 启动沉淀池 1#、2#、3#、4#搅拌机的启动开关 CDC01、CDC02、CDC03、CDC04;
- (18) 待沉淀池液位到达 80%以上启动污泥回流泵 1#、2#、3#、4#的启动开关 P401、P402、P403、P404;
- (19) 打开沉淀池进水总阀 V01V403 的开度至 50%;
- (20) 依次打开回流阀 V01P401、V01P402、V01P403、V01P404 的开度至 50%;
- (21) 依次打开 1#、2#排泥泵 P501、P502 的启动开
- (22) 依次打开排泥阀 V01P501、V01P502 的开度至 100%
- (23) 依次打开二级提升泵房提升泵 1#P601、2#P602、3#P603、4#P604、5#P605、6#P606、7#P607、8#P608 的启动开关;
- (24) 依次打开高级纤维滤池 1#-18#的初滤进水阀 V01V701、V01V702、V01V703、V01V704、V01V705、V01V706、V01V707、V01V708、V01V709、V01V7010、V01V7011、V01V7012、V01V7013、V01V7014、V01V7015、V01V7016、V01V7017、V01V7018 与 1#-18#的初滤排放阀 V06V701、V06V702、V06V703、V06V704、V06V705、V06V706、V06V707、V06V708、V06V709、V06V7010、V06V7011、V06V7012、V06V7013、V06V7014、V06V7015、V06V7016、V06V7017、V06V7018;

(25) 打开紫外消毒池 1#、2#启动开关 M17_FIN[11]、M17_FIN[12]。

2.2 好氧池曝气量调节

(1) 调节 1#鼓风机的变频器频率 C401_VSA 至 30Hz;

(2) 调节 2#鼓风机的变频器频率 C401_VSA 至 30Hz。

2.3 污泥内回流量调节

(1) 调节 1#内回流阀门 V01P405 的开度 \geq 70%;

(2) 调节 2#内回流阀门 V01P406 的开度 \geq 70%;

(3) 调节 3#内回流阀门 V01P407 的开度 \geq 70%;

(4) 调节 4#内回流阀门 V01P408 的开度 \geq 70%。

2.4 沉淀池排泥撇渣

(1) 依次打开 1#、2#、3#、4#排渣阀 M4_NFY[0]、M4_NFY[1]、M4_NFY[2]、M4_NFY[3];

(2) 依次打开 1#、2#、3#、4#撇渣机 M4_NFY[4]、M4_NFY[5]、M4_NFY[6]、M4_NFY[7];

(3) 依次打开 1#、2#、3#、4#排泥泵 P501、P502、P503、P504;

(4) 依次打开 1#、2#、3#、4#排泥阀 V01P501、V01P502、V01P503、V01P504 的开度至 50%。

2.5 总氮超标

(1) 依次调节 1#、2#、3#、4#内回流泵阀门 V01P405、V01P406、V01P407、V01P408 开度至 70%，使出水总氮浓度小于 20mg/L。

2.6 来水 SS 超标

(1) 调节沉淀池进水总阀门 V01V403 的开度小于 30%;

(2) 调节沉淀池排泥总阀 M4_NFY[12]的开度大于 95%。

2.7 总磷超标

(1) 调节 1#污泥回流泵的阀门 V01P401 的开度 \geq 70%;

(2) 调节 2#污泥回流泵的阀门 V01P402 的开度 \geq 70%;

(3) 调节 3#污泥回流泵的阀门 V01P403 的开度 \geq 70%;

(4) 调节 4#污泥回流泵的阀门 V01P404 的开度 \geq 70%。

2.8 COD 超标

(1) 进入内回流泵房控制面板，调节 1#内回流阀门 V01P405 的开度至 70 或以上;

(2) 进入内回流泵房控制面板，调节 2#内回流阀门 V01P406 的开度至 70 或以上;

(3) 进入内回流泵房控制面板，调节 3#内回流阀门 V01P407 的开度至 70 或以上;

(4) 进入内回流泵房控制面板，调节 4#内回流阀门 V01P408 的开度至 70 或以上;

(5) 进入鼓风机房控制面板, 调节 1#鼓风机的变频器 WSCA_C401_VSA 频率至 50HZ;

(6) 进入鼓风机房控制面板, 调节 2#鼓风机的变频器 WSCA_C402_VSA 频率至 50HZ;

(7) 进入鼓风机房控制面板, 调节 3#鼓风机的变频器 WSCA_C403_VSA 频率至 50HZ;

(8) 进入鼓风机房控制面板, 调节 4#鼓风机的变频器 WSCA_C404_VSA 频率至 50HZ。

2.9 污泥膨胀

(1) 进入内回流泵房控制面板, 调节 1#内回流阀门 V01P405 的开度至 70 或以上;

(2) 进入内回流泵房控制面板, 调节 2#内回流阀门 V01P406 的开度至 70 或以上;

(3) 进入内回流泵房控制面板, 调节 3#内回流阀门 V01P407 的开度至 70 或以上;

(4) 进入内回流泵房控制面板, 调节 4#内回流阀门 V01P408 的开度至 70 或以上;

(5) 进入鼓风机房控制面板, 调节 1#鼓风机的变频器 WSCA_C401_VSA 频率至 50HZ;

(6) 进入鼓风机房控制面板, 调节 2#鼓风机的变频器 WSCA_C402_VSA 频率至 50HZ;

(7) 进入鼓风机房控制面板, 调节 3#鼓风机的变频器 WSCA_C403_VSA 频率至 50HZ;

(8) 进入鼓风机房控制面板, 调节 4#鼓风机的变频器 WSCA_C404_VSA 频率至 50HZ。

2.10 滤池反冲洗

(1) 进入 1#滤池控制面板, 关闭过滤进水阀 V01V701_OP;

(2) 进入 1#滤池控制面板, 关闭初滤排放阀 V06V701_OP;

(3) 进入 1#滤池控制面板, 打开反洗进气阀 V03V701_OP;

(4) 进入 1#滤池控制面板, 打开反洗出水阀 V05V701_OP;

(5) 进入 1#滤池控制面板, 打开反洗进水阀 V02V701_OP。

2-9 实验结果与结论要求

(1) 是否记录每步实验结果: 是 否

(2) 实验结果与结论要求: 实验报告 心得体会 其他

(3) 其他描述：无

2-10 考核要求

实验成绩= 平时成绩 (20%) +考试成绩 (50%) +实验报告 (30%)

平时成绩：根据学生课堂纪律，实验训练完成情况等平时表现来评价给分。

考试成绩：在考试模式下，完成指定实验项目内容，根据每一步操作，系统自动统计成绩。

实验报告：根据实验报告完成情况评价给分。

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

环境工程、化学工程与工艺三年级及以上学生

(2) 基本知识和能力要求

具备无机及分析化学、有机化学、流体力学、环境工程原理、环境保护概论等专业基础知识；了解城市污水水质特点，水污染指标含义及其测定方法；了解水污染控制方法、污水处理工艺；了解环保设备、管道阀门等的使用原则等；了解环境标准、工程技术规范和技术政策的执行原则。

2-12 实验项目应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2018.09.09

(2) 已服务过的本校学生人数：230 人

(3) 是否纳入到教学计划：是 否

(勾选“是”，请附所属课程教学大纲)

(4) 是否面向社会提供服务：是 否

(5) 社会开放时间：工作日全天开放，已服务人数：100 人以上

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

<p>3-1 有效链接网址</p> <p>http://xnfzhc.qzc.edu.cn:81/login.do</p> <p>教师账号: teacher 密码: 123</p> <p>学生账号: student 密码: 123</p> <p>评审账号: pingwei 密码: 123456</p>
<p>3-2 网络条件要求</p> <p>(1) 说明客户端到服务器的带宽要求 (需提供测试带宽服务)</p> <p>带宽需求: 1M/s</p> <p>(2) 说明能够支持的同时在线人数 (需提供在线排队提示服务)</p> <p>并发数: 200</p>
<p>3-3 用户操作系统要求 (如 Windows、Unix、IOS、Android 等)</p> <p>(1) 计算机操作系统和版本要求</p> <p>Win 7 及以上系统</p> <p>(2) 其他计算终端操作系统和版本要求</p> <p>无</p> <p>(3) 支持移动端: <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p>
<p>3-4 用户非操作系统软件配置要求 (如浏览器、特定软件等)</p> <p>(1) 需要特定插件 <input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>(勾选“是”, 请填写) 插件名称 silverlight 插件容量 15.1M</p> <p>下载链接 https://www.microsoft.com/silverlight/</p> <p>(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求 (需说明是否可提供相关软件下载服务)</p> <p>OTPO mnisim 仿真系统, 典型污水处理厂 3D 虚拟现实仿真工艺包, 可在登入系统后按提示下载安装。</p>
<p>3-5 用户硬件配置要求 (如主频、内存、显存、存储容量等)</p> <p>(1) 计算机硬件配置要求</p> <p>主频: 3.40GHz</p> <p>显存: 2G (如配套 VR 硬件, 则需要 GTX 1060 及以上配置)</p> <p>CPU: Intel I5 或更佳 内存: 4G 或更佳 硬盘: 500G 或更佳</p> <p>(2) 其他计算终端硬件配置要求</p> <p>无</p>

3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

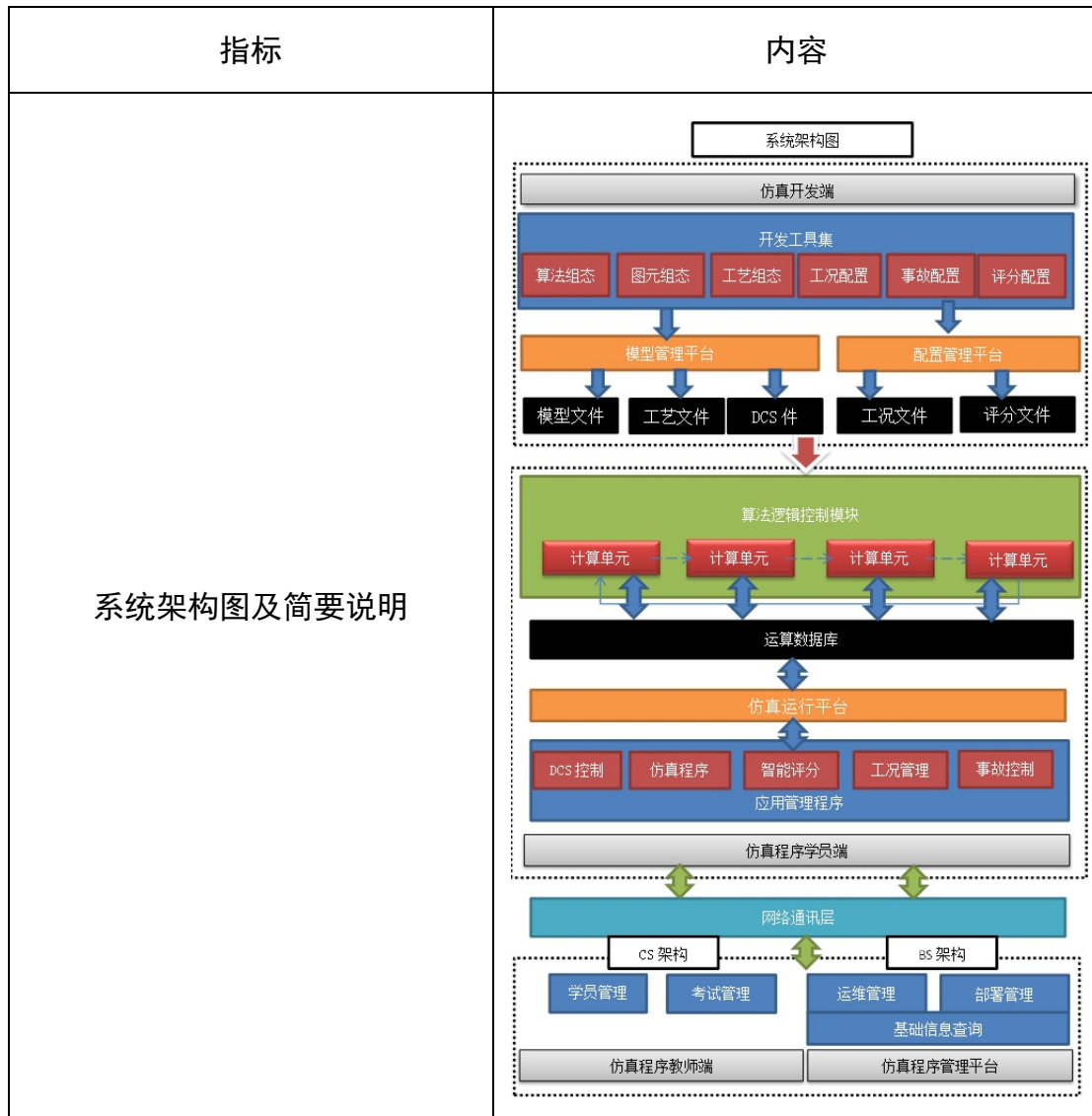
无

3-7 网络安全

(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 是 否

(勾选“是”，请填写) 级

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术



实验教 学项目	开发技术	<input checked="" type="checkbox"/> VR <input checked="" type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真 <input checked="" type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 其他
	开发工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input type="checkbox"/> 3D Studio Max <input checked="" type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> Adobe Flash <input type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他
	运行环境	服务器 CPU 四核、内存 8GB、磁盘 500GB、显存 2GB、GPU 不限型号 操作系统 <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本 WindowsServer2018R2 数据库 <input type="checkbox"/> Mysql <input checked="" type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle 其他 备注说明无
	项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）	在建议硬件配置下 播放帧数：大于 60 帧每秒 模型面数：3000-5000 面以内，其中阀门、管道、工作场景等非重要元素不低于 3000 面，核心设备最高可达 5000 面 图像分辨率：2048×2048 显示刷新率：小于 1 秒 纹理像素尺寸：2 的 n (n≥3) 次方，且最高不超过 2048×2048 模型线性误差：0.006%，即 3mm/50m

5. 实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验教学项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。)

(1) 实验方案设计思路:

为促进多学科知识交叉融合、提升学生综合设计能力、适应教育信息化、推动创新实践能力培养,本项目设计开发了污水处理工艺虚拟仿真实验。

将城市污水处理厂所涉及到的处理工艺和设备分解成一个个独立的模块化单元,即积木化,每个单元具有相对独立功能、参数配置和动作操作,多个单元组合并赋予正确逻辑关系和恰当参数配置即实现一个工艺流程设计。学生根据实验目的可自行设计工艺流程,自由拖拽积木式模块化单元、自由排列组合、逼真 3D 体验,能吸引学生反复在线操作、反复训练、反复实验。这种构架增加了实验的设计性、探索性(任意性)、多样性和趣味性,促使实验教学活

动转变到学生自己设计实验方案,自己控制实验过程,自主分析实验结果并撰写实验报告。

1)将污水处理单元”积木化”,方便学生根据城市污水特点及处理要求灵活调节参数。污水处理工艺由不同的处理单元组合而成,处理单元有不同的形式,可组合成千变万化的工艺流程。但不同的污水存在同类型的污染物,处理工艺中存在相同的单元,形形色色的污水处理工艺实质是由不同的处理单元进行排列组合而形成,对此本实验项目将污水处理单元“积木化”,即将不同的处理构筑物设置为“积木单元库”,学生可根据污水水质特点和处理要求的不同,运用”积木单元”灵活调整参数,完成污水处理工艺的设计,有效调动了学生参与实验的积极性和主动性。

2) ”积木单元”具象化、内部结构可视化,帮助学生更好的理解处理单元的构造和原理,更好的掌握管线连接和总体布置。“积木单元库”中设置了常用的污水处理构筑物“积木”,采用 3D 图像技术,使处理构筑物内部可视、具象,学生可直观了解构筑物内部构造,帮助学生更好的理解和掌握其功能及作用。在总体布置环节,可使学生更好的理解处理单元之间管线的连接和布局。

3)通过平台实现污水处理厂运行操作实验。学生可积木搭建多种污水处理流程,通过平台运行仿真污水处理厂,自行调整运行参数,进行故障试验,可解决这些操作在实际中存在巨大风险和产生高额成本的问题,并可多次重复操作,不会造成污染和不必要的浪费,更加激发了学生的学习兴趣 and 潜能。

(2) 教学方法创新:

利用虚拟仿真技术和数字模拟技术,辅助废水处理工艺流程设计,并可进行污水处理全工艺流程仿真实验,弥补了无法进行实体实验的遗憾,是教育教学改革的产物,虚拟仿真实验的灵活多样性也为教学方法的改革和探索提供了可能。

结合任务驱动教学法、案例教学法等的应用促进践行工程教育理念和教学模式,在理论与实践之间架起桥梁、建立纽带,让学生感受体验式的学习,可以锻炼学生工程模拟、工程设计、工程放大等工程技能,通过 3D 虚拟现实设计实验,可以增强真实体验感,贯通学生对污水处理理论与工程的深刻理解,

最终实现学生熟悉污水、吃透“标准”、精通工艺、玩转操作，加强了工程应用及综合能力的培养。

通过本虚拟仿真设计实验项目的建设和使用，主要实现了以下三个方面的改革和突破：

1) 通过构建高度逼真的虚拟实验环境，使学生仿佛身临其境，显著增强实验的真实感和趣味性，激发学生投身实际工程实践的热情，进而大大提高实验教学效果。

2) 通过线上线下结合的虚拟仿真设计实验，使得学生既能利用零碎时间进行实验操作，又能反复试错纠错，提升学生敢于尝试、不怕失败的原生动力，有效解决当前实习实训过程中学生积极性不高、效率低下等突出问题。

3) 为学生营造自主学习的环境和平台，激发学生积极投身学习的主观能动性和团结协作精神，实现教育理念从“以教师为中心”向“以学生为中心”的深刻转变。

(3) 评价体系创新：

已将污水处理工艺虚拟仿真实验教学项目纳入了环境工程专业的培养方案和实践教学课程，制订了相关教学效果评价办法。根据学生和教师反馈，持续地改进相关教学评价机制。

激励式、容错式评价体系。强调设计及实验过程，允许部分不合理的结果存在，允许更正和纠错。在过程评价上，从污水特性分析到工艺方案提出，步步紧扣，每个环节都纳入专家库系统评价范畴，涵盖所有知识点和重点内容；在结果评价上，要求学生掌握并熟练运用经典的处理工艺路线，也鼓励学生大胆创新，并针对综合评价结果进行潜力挖掘和自我完善。

仿真实验平台促使诊断性评价、形成性评价、终结性评价相结合。诊断性评价是学生对自己是否具备实验所需要的背景知识和技能储备进行的自我评估，以便自主补足。在实验开始之前让学生自主利用仿真实验平台进行预习，对自己所具有的认知、技能方面的条件进行自我诊断、评价，并允许学生根据预习结果进行自我反省、自我纠错、自行提高。形成性评价是在实验进展过程中进行的评价，具有提示、反馈的功能，其目的是监督和引导实验进程，对实验进程进行调整或修正，这类评价将原来预定的各步实验目标作为评价依据。总结性评价在实验结束之后所进行，所关注的是整个实验阶段所产生的结果，目的是了解整体的实验效果。仿真实验评价设计成把教学评价体系作为一个统一的整体来加以运用，特别重视“诊断性评价”和“形成性评价”，体现了素质教育理念的评价观。允许学生反复实验，自我纠错，不断提高实验质量，直到自我满足为止，着重的是学生成绩和素质的增值，不是简单的分等排序。承认学生的努力和进步，从而激励学生的学习热情、求知欲望、促进学生能力快速提高。

(4) 对传统教学的延伸与拓展：

1) 由“线下”到“线上”

虚拟仿真实训教学项目创新载体，凸显教学中学生的主体地位：考虑学生学习的认知心理特点，创设虚拟现实的游戏情境，把“线下”实训搬到“线上”实训，激发学生的学习兴趣，引导学生自主探究，自我评价。学生在虚拟环境中，按照实际岗位工作过程，自主操作虚拟设备，边操作边学习，践行“做中学”，使学生全面了解和把握岗位工作过程，锻炼了学生的综合技能。

2) 由“只能看，不能动”到“既能看，又能动”。

工科学校虽普遍建立了诸多实习基地，但是污水处理厂工艺流程复杂、自动化程度高、设备仪器先进，对现场操作人员要求高、需持证上岗，对于学生的顶岗实习或毕业实习几乎无法实现。尤其是近年来对企业运行的严格管控，更让学生现场实习的时间与空间受限，要求学生“只能看，不能动”，不准“越雷池一步”，导致学生实践的参与度低、实习效果差。开发虚拟仿真实训项目，让实训过程安全性更好，容错率大大提高了，同学们“既能看，又能动”参与度大大提高了，实习效果更好。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后5年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

(1) 项目持续建设与服务计划：

目前项目以城市污水为主，后续将不断增加废水种类(如垃圾渗滤液、印染废水等)、工艺元件库及案例库等，拓展工程设计，优化工艺运行控制条件，保障搭建不同处理工艺流程的技术单元的先进性，对技术的经济合理性进行对比判断，提升虚拟仿真设计实验内涵。

(2) 面向高校的教学推广应用计划：

2018年7月，由我校倡议，衢州学院、武夷学院、上饶师范学院、黄山学院四所应用型本科院校正式签约，成立“浙闽赣皖四省边际应用型大学联盟”，其主要目的就是将按照“开放、融通、互利、共赢”的原则，主动加强联盟学院的合作与交流，共同探讨应用型办学模式。此实验教学项目可以现在同盟内院校试点推广，而后向更多的高校推广应用。

(3) 面向社会的推广应用计划：

项目涉及到工艺流程、运行操作、故障排除及解决的内容，适用于污水处理厂的员工培训及考核；还可用于环境水处理相关企事业单位员工岗前培训及考核。相关人员可随时随地登录平台进行在线知识学习、巩固、留言、提问，在线教师可实时查看学员学习情况、进行在线或离线问题回答与指导并帮助自学。

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input type="checkbox"/> 已登记 <input checked="" type="checkbox"/> 未登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	
是否与项目名称一致	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	
权利范围	
登记号	

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验项目的一切资源）享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年 月 日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（见附件）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）

2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以1份为宜，不得超过2份。无统一格式要求。）

10 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“浙江省虚拟仿真实验教学项目”，学校将严格贯彻省教育厅的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日