附件 5、校示范性实验项目的建成

校示范性实验项目一览表

序号	申报单位名称	实验项目名称	实验类型	项目负责人	文号
1	环境学院	废水处理工艺运行效率对比实验	设计性	张发根	广州大学教务[2015]117 号

广　州　大　学

教务〔2015〕117 号

关于广州大学示范性实验建设项目的公示

根据《关于开展我校 2015 年度示范性实验建设工作的通知》（教务[2015]77 号）要求，学校开展了 2015 年度广州大学示范性实验建设立项的申报及评审工作。经申请人申报、学院（实验中心）推荐、教务处初审、学校组织专家组评审，现拟确定“室外摄影作品创作”等 5 个实验为 2015 年度校级示范性实验建设项目。现予以公示。

公示时间为 3 天。公示期内如对入选项目有异议，可以书面形式向学校教务处提出。单位提出的异议，须在异议材料上加盖单位公章，并写明联系人姓名、电话；个人提出的异议，须在异议材料上签署真实姓名、电话。不符合上述要求的异议一律不予受理。

公示时间：2015 年 10 月 28 日至 2015 年 10 月 30 日

受理部门：教务处

受理电话：39366121

地址：行政西楼后座208室

附件：广州大学2015年度示范性实验建设立项项目一览表

二〇一五年十月二十八日

附件

广州大学2015年度示范性实验建设立项项目一览表

序号	申报单位名称	实验项目名称	实验类型	项目负责人
1	教育学院	室外摄影作品创作	综合性	梁瑞仪
2	环境学院	废水处理工艺运行效率对比实验	设计性	张发根
3	计算机学院	运用面向对象及数据库建模技术进行系统需求分析和设计	设计性	张为
4	地理学院	地理信息系统在土地利用规划中的应用	综合性	吴大放
5	实验中心	智力竞赛抢答装置	综合性	邓文婷

附件 2

广州大学示范性实验建设项目

结题验收书

项目名称：废水处理工艺运行效率对比实验

负 责 人：张发根

所在单位（盖章）：环境科学与工程学院

单位负责人：肖唐付

填表日期：2018 年 11 月 5 日

广州大学教务处制

填表说明

本表以附录方式提交的建设成果支撑材料至少含：

附录 1：本实验的教案

附录 2：示范性实验指导书

附录 3：实验过程情况记录（包括人次、学生实验的原始数据、设备利用率、设备完好情况等）

附录 4：本实验的教学视频资料

附录 5：教学前后学生调查表

附录 6：典型的学生实验报告或论文

附录 7：同行听课意见，或其他学院（学校）应用评价等

附录 8：在正式刊物上发表的相关实验项目的教改论文复印件

<table>
<tr><td rowspan="12">项目基本情况</td><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="5">废水处理工艺运行效率对比实验</td></tr>
<tr><td colspan="2">实验类型</td><td colspan="3">☐基础性 ☐综合性 ☑设计性 ☐探究性</td><td>学时</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">所属课程</td><td colspan="2">环境工程实验方法与技术 1</td><td colspan="2">课程实验项目总数</td><td>9</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目负责人</td><td>张发根</td><td>职称</td><td>副教授</td><td>联系电话</td><td>18924164001</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设经费</td><td></td><td colspan="2">建设起止时间</td><td colspan="2">2015 年 10 月---2018 年 10 月</td></tr>
<tr><td rowspan="6">参加人员情况</td><td>姓名</td><td>职称</td><td colspan="4">在项目建设中承担的主要工作</td></tr>
<tr><td>黄晓武</td><td>讲师</td><td colspan="4">实验教学、实验教材编写</td></tr>
<tr><td>彭燕</td><td>副教授</td><td colspan="4">实验教学、实验教材编写</td></tr>
<tr><td>刘永慧</td><td>副教授</td><td colspan="4">实验教学</td></tr>
<tr><td>龙建友</td><td>副教授</td><td colspan="4">实验教学</td></tr>
<tr><td>吴颖娟</td><td>高级实验师</td><td colspan="4">实验教学及辅助工作</td></tr>
<tr><td colspan="2">网站建设网址</td><td colspan="5">http://hjxysyzx.gzhu.edu.cn/</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设教学效果</td><td colspan="5">1. 自我陈述评价
本示范性实验项目建设以来，主要取得了如下成效：
1）实验资源更为完善：包括实验教案、实验指导书、实验器材、教学网站和虚拟仿真网站，学生可以多种方式获得实验信息。
2）实验过程更为清晰：实验过程包括学生的实验前预习，实验设施设备检查，实验分组，实验过程中的水源分析、工艺制定、工艺效率对比分析以及实验结束后的实验综合报告。
3）评分标准更为规范：考勤、实验过程评分、组内互评、综合评价等均设有评分标准，并将各项成绩合理统计，形成学生的平时成绩和期终成绩。
4）实践训练更为多元：学生从实物认识、实验室操作到虚拟仿真操作，实现了多元化的工程设计与研究能力训练。
总体来说，通过本示范性实验项目建设，为其它实验项目开展奠定了一个标准化的基础，有助于课程教学更为科学规范，具有很好的推广意义。</td></tr>
<tr><td colspan="7">2. 同行听课意见或其他学院（学校）应用评价等
（以附录 7 的形式提交）</td></tr>
</table>

项目建设总结报告	说明：按照《广州大学示范性实验建设指导意见》和《广州大学示范性实验建设评选标准》简明扼要填写，包括项目建设内容、项目建设成果简介等，字数控制在5000字左右。 **一.项目建设内容** 本项目建设主要着重如下几个方面开展： （1）明确实验教学目标：实验对象、方法、目的等都有明确的表述。 （2）实验内容设计：以学生工程设计能力培养为中心，以废水处理工艺系统构建为依托，结合技术发展水平，不设预案，学生完全根据实际情况进行规划设计、实验分析。 （3）实验教学策略：以学生思维为主，教师重在引导；以团队合作为主，注重实验过程评估。在整个实验过程中，充分发挥学生的主观能动性，激发它们的系统设计思维。 （4）重视实验指导书编制：实验指导书重在明确实验目的、介绍基本的实验原理、考核实验过程以及布置基本的实验内容，但是对具体实验操作交由学生自己拟定。 （5）注重实验教学的网络资源和场地环境的建设：通过完善实验室条件，包括水质分析手段和工艺设施种类，保障实验关键内容的开展；利用网络，发布实验安排、要求等信息；利用虚拟仿真技术，进一步深化学生对于实验对象的理解和分析。 （6）建立多元化教学效果考核方式：一是注重过程考核，包括实验前、中、后的考核；二是注重客观与主观考核，对于有明确评价标准的，采用客观考核方式，按百分制计分，对于需要教师主观判断的，则采用等级制进行评估，并将教师评估和学生的自我评估结合。 **二.项目建设成果** **1.强力的实验教学队伍** **1）任课教师** 形成了以学院主管领导牵头、以课程负责人为主的教学团队，团队核心成员6名，具有较长的教龄、深厚的专业知识和丰富的教学经验。 项目负责人张发根有15年的从教经验，长期负责环境工程水污染控制的实习实践教学。核心成员的教龄也都在12年以上，共同参与了实验指导书和教案编制、实验网站建设、实验过程教学等系列建设工作。参与课程建设的其它教师有李淑更、李笛等教师，也主要是环境工程相关专业毕业，具备很好的教学经历。 **2）教学经验与教改成果** 本实验项目由项目负责人于2007年提出、并进入学校实验项目库，至今开展了10届的实验教学，积累了丰富的教学经验。实验内容由简到繁，由凌乱到规范。在2018年新的实验教学大纲编制上，由张发根主导的教学团队将开设的实验项目由10个增加到15个，增加了50%，其中5个为保留的项目，3个为更新的项目，7个为新增的项目。“废水处理工艺运行效率对比实验”作为核心项目，教学课时由4个增加到8个，采用线上线下教学、充分发挥学生自主性、充分利用多种途径开展实验的教学模式。 除本项目外，核心成员还开展了水污染控制工程线上线下教学、虚拟仿真

教学、广东省示范性教学实践基地建设等多个项目建设。

教学团队先后于2014年和2017年分别获得过广州大学教学成果三等奖和一等奖，教学效果获得学生的一致好评，个人教学平均成绩在优秀以上。发表相关教改论文4篇，其中直接与本项目相关的1篇。

3）实验技术人员

实验技术人员吴颖娟是高级实验师，环境相关专业毕业，教龄超过20年，具有丰富的实验教学经验和良好的师德风范，能够严格按照学校和学院的实验室管理规章制度，安全有序的组织实验。另一个实验技术人员庞博也从事实验教学多年，特别是在水处理实验管理方面有其科学的管理策略，能够保障实验设施完备、实验记录资料详实、实验器材分配有序合理。

2.系统的实验教学内容

1）明确教学目标

根据水污染控制工程对学生知识掌握程度和设计研究能力的要求，以废水的产生、处理、排放为主线，以工艺效能分析为核心，明确了实验教学目标：（1）熟悉不同工艺的特点及其处理的对象；（2）针对不同的废水比较、选择合适的工艺；（3）利用实验研究选择工艺的运行控制条件；（4）培养学生解决实际问题的能力、激励学生的主动性、积极性和创新性。

2）优化教学内容

按照废水处理系统工程的原理设计实验教学内容，注重学生能力点的训练与考核，设置了4大板块，14个知识点。

（1）废水特性及其分析：包括废水来源分析、废水定性、主要污染物判定、水质指标选定、水质指标测试方法、废水特性、废水排放标准等；

（2）废水处理工艺：工艺的主要处理或者改变的对象、主要运行或者调解参数；

（3）工艺方案制定：主要是制定工艺流程；

（4）工艺效率对比分析：主要涉及工艺效率、经济成本和管理难度等。

实验所需文档材料可以通过学院实验中心网站本实验的板块获得，灵活方便。

3）实验活动安排

由于本实验涉及内容多，范围广，需要在指导教师的引导下分组协同进行，具体操作过程如下：

（1）教师的指导：针对可以选取的水源进行简单的背景介绍，以便让学生对废水水源特征有初步把握；

（2）分组：根据实验场地和仪器设备数量，一般全班分为4～5个组，一个组5～8个人，选择组长1名，对全组的实验过程进行统筹，包括水样的选择与采集、分析测试仪器设备的准备、药品的配制、工艺设备的调试等；

（3）水样采集与分析：确定水样采集位置、采集方式和频率、绘制水样采集点方位图及布点图；进行水样水质指标的初步分析，确定主要的检测指标，并拟定水质指标采用的分析测试方法及实验所需仪器；进行水质指标检测、并记录相关数据；

（4）工艺方案的制定与实施：根据测定的水质指标拟定处理工艺方案，工艺方案必须包括可实施工艺的特征、处理的对象及效果、经济性等，并撰写初步方案报告，交由小组成员讨论、并参考指导教师的意见和建议；确定具体工艺方案后，撰写选定工艺的运行方案并实施；

（5）工艺运行效率对比分析：实验完成后，根据实验结果进行工艺运行效率对比分析，一般包括必要的工艺流程图、测试数据记录表、分析结果图表、结论和建议、初步的经济技术报告等。

指导教师在实验期间可灵活利用空余时间，召集各组学生进行讨论，讲述各自在实验过程中出现的一些情况，并互相交流经验。指导教师通过了解情况，及时掌握学生实验动态，对出现的问题启发引导，共同商量解决方案，最后再对实验进行总结。这样既能提高实验效率，学生又能在指导老师帮助下提高分析问题、解决问题的能力。

4）实验指导书

实验指导书主要明确了教学目标，优化了基本教学内容，理顺了实验教学过程，采用了符合实验目的和内容的教学手段，规范了实验报告，并给出了相对科学公正的学生成绩评价方法。

3.多元的实验教学策略

1）实验教学方法

主要的实验教学方法包括：

（1）资料信息的获取途径：网络、实验室、图书馆、现场等。

（2）实验工艺性能的了解：实验室的工艺展示和运行；现场工艺运行实践。

（3）实验开展：以实验室实验为主，并通过虚拟仿真进行深化。

（4）学生的实验设计为主，教师的引导为辅。

（5）以学生实验团队为主，并发挥个人的设计研究能力。

2）实验教学方法组合

（1）线下指导，线上实验

由教师在线下的实验室讲解实验目的、原理、主要内容、步骤等。这样，学生能够比较近距离接触涉及到水质检测的仪器、药品和器皿，真切认识实验室里各种废水处理工艺的基本结构、性能、形态等，为构建废水处理工艺系统奠定基础。比如UASB反应罐，实验室设备由透明有机玻璃制成，内部结构、部件清晰可见，学生通过真实的实验设施，能够形成具体的工艺设施形象。通过教师的讲解和学生对工艺的认识，结合已经学过的环境监测、环境工程设计基础、水污染控制工程等课程知识，学生对废水处理系统的构建有了比较清晰的思路、初步掌握了工艺流程构建的方法。

学生根据线下获得的知识，开展线上实验，把实验室内无法开展、难以开展的实验内容通过仿真实验系统实施。学生通过仿真实验系统，可以自由的形成多种实验方案，并通过不同方案之间的效果差异，深入认识不同废水处理工艺的特性。比如UASB或者BCO工艺，在现实实验中，每次调整参数，可能都需要一个月或者更长的时间才能稳定运行，这在实验课程教学中是无法实现的，但是通过虚拟仿真实验系统，2个小时甚至更短时间内就可以完成多方案的工艺流程设计和实验结果分析。

（2）课外探究，课内实施

实验课程时间很短，但要合理处理废水，需要的资料和信息很多，必须充分利用课外时间，进行详实的了解和调研。

学生在课外通过互联网、图书资料、工程现场等学习、掌握废水的产生、特性，熟悉能够处理此类废水的各类处理工艺的性能特征，拟定废水水质指标、分析测试方案，并根据废水和已有的工艺设施布置工艺流程。比如印染废水，实验耗费的废水量比较大，这个由于环保法规限制等原因，难以在实验室实现，学生就必须多途径了解印染废水的各项特性，若有机会就到现场观察废水的一些感官指标，对印染废水有第一手的资料，加深学生对废水水质、特性等了解，为正确设计工艺流程奠定基础。同时，实验数据分析、报告撰写也需要课外完成。

课内时间最多 8 个小时，实现规划好的方案通过仿真实验系统实施就会方便快捷，能够实现快速实验的目的；对于比较特殊的废水，课内也可以完成水质的检测工作。

（3）分组合作，分工协作

现代废水处理工程相当复杂，需要不同专长的人员进行合作，并各自负责分工的内容，最后实现有机整合。所以，有必要进行分组实验。

比如课外资料调研，需要不同组员分别承担互联网、图书馆、工程现场等多个途径查询。然后全组沟通讨论，归纳总结所得资料，训练学生使用现代工具的能力，并加强团队合作。

在工艺流程规划方面，每个组员可以根据自己所掌握的知识，提出不同的方案，然后各自将所有方案进行模拟仿真实验，这样有助于组员之间的思想沟通，促进对废水特性、工艺流程更深刻的认识。

在实验报告阶段，各自标明自己负责的内容，有助于教师对学生的工作内容、效果等的了解，并对学生的实验表现给予较为公正的评价。

（4）讨论互动，过程考察

指导教师在实验期间可灵活利用空余时间，召集各组学生进行讨论，讲述各自在实验过程中出现的一些情况，并互相交流经验。指导教师通过了解情况，及时掌握学生实验动态，对出现的问题启发引导，共同商量解决方案，最后再对实验进行总结。这样既能提高实验效率，学生又能在指导老师帮助下提高分析问题、解决问题的能力。同时，教师可以在教学过程中掌握学生对知识的熟练程度、实验技能水平等。比如在规划工艺流程时，教师可以与学生交流构建思路，并在沟通中发现学生的合理之处，并对不合理的地方进行讲解。同时，还需要阐明虚拟仿真实验和真实的工程设计之间的关系，虚拟仿真实验不能代替真正的工程设计，它只是工程设计中的一个部分和有益的补充。同时，为了提高工程设计的精准度，也需要依赖可靠的数学模型和虚拟仿真技术。

3）实验项目考核评价

本实验重在考察学生的知识水平和综合应用能力，依据“源于实践、注重过程、引导创新、知识完备”的原则，实验报告成绩的评定包括：实验目的和内容分析、水源分析、工艺制定、工艺效率对比分析、实验报告综合评估等几个部分。

评分采用等级制，实验目的和内容分析占 10%、水源分析部分 20%、工艺制定 25%、工艺效率对比分析 25%、实验报告综合评估 20%；然后根据全部

成绩按照加权原则进行等级评估，确定最终实验报告成绩。

个人总成绩评价范围：实验报告成绩、考勤成绩、组评成绩。

实验报告成绩包括实验目的和内容分析、水源分析、工艺制定、工艺效率对比分析和实验报告综合评估等五部分，最后的报告成绩由五部分成绩加权平均而成。计算时优秀、良好、中等、及格和不及格的计算基准分为 92.5、82.5、72.5、62.5 和 0 分，平均成绩按 90-100、80-90、70-80、60~70 和 60 分以下分别计为优秀、良好、中等、及格和不及格。

考勤成绩包括两个部分：第一部分是学生出勤情况，包括正常上课、迟到、请假、无辜旷课等，正常上课为优秀、迟到为良好、请假为中等、无辜旷课为不及格；第二部分是学生参与实验过程的情况，包括实验开展、实验讨论等，由教师自行根据实际情况评分，请假和无辜旷课的不具有该部分分数。

组评成绩由组成员对组内每个人打分，按照正态分布原则，优秀、良好、中等、及格和不及格的比例设置为分别不超过 20%、40%、60%、40%和 20%，计算结果的小数部分四舍五入。以 6 人组为例，从优秀到不及格人数分别为 1.2、2.4、3.6、2.4、1.2，归整后分别为 1、2、4、2、1 人。组成员由各自所得成绩算术平均而成，计算时优秀、良好、中等、及格和不及格的计算基准分为 90+平衡分、80+平衡分、70+平衡分、60+平衡分和 0 分，平均成绩按 90-100、80-90、70-80、60-70 和 60 分以下分别计为优秀、良好、中等、及格和不及格，其中平衡分=10 分*2/组成员数。

平时成绩以考勤成绩为依据，以组评成绩为调整基础，当考勤成绩高于组评成绩 2 个或者 2 个以上级别时，平时成绩=考勤成绩—（考勤成绩高于组评成绩级别差）+1 级，例如，考勤成绩为优秀，当组评成绩分别为良好、中等、及格和不及格，则平时成绩分别为优秀、良好、中等和及格。

4. 丰富的实验教学环境

1）实验场地与仪器设备

实验场地分为四类：

（1）实验室：是主要的实验开展场所，相关实验工艺设备和测试仪器设备均存放在实验室，可以开展实际的实验操作。目前已购新的实验设备达到八大种类，每种数量在 2-5 台（套），能够满足新开实验项目的要求，也能够满足学生人数开展实验要求。

（2）图书馆、资料室和网络：查询相关背景资料，比如废水来源和废水性质分析。购置了各种纸质版设计规范、工艺原理资料，以及电子资源。

（3）现场：建有广东省示范性实践教学基地以及通用环保公司等实践教学基地，能够满足学生对现场考察的需求。

（4）虚拟仿真实验：已经建设虚拟仿真实验平台，对于污染大、耗时长、费用高的实验过程，采用虚拟仿真实验进行。虚拟仿真实验可以在网路中心、宿舍等任何安装了符合要求的计算机和网络的地方开展。

5. 实验教学效果

1）学生评价

采用问卷的方式对学生进行调查。

调查表共计设置了 14 个客观问题，涉及实验目的、实验内容、实验中需要

思考的问题、成绩评价、实验室条件、实验报告等,；同时设置了一个主观问题（意见和建议内容）。

客观问题设置了四个等级，A 为非常清楚（理解并掌握、优秀、完全可以等）等，表明对所提问题有充足的把握；B 为清楚（理解、良好、基本可以等），表明对所提问题比较有把握；C 为不太清楚（不太理解、中等、没有达到等），表明对所提问题掌握不足；D 为最低等级，表明对所提问题基本不掌握。环境工程 2014 级 3 班全体同学参与了此次实验教学前后情况调查表。

从调查结果看，大部分同学选择了 B，表明同学们对所提问题比较有把握，但存在一定的不确定性；比开设示范性实验之前有较大进步，但是还有上升的空间。

在最后的意见和建议，主要集中在实验室设备设施不够完善、实验器材数量较少等问题，有必要向有关方面沟通协调，逐步完善。

就评分而言，2017-2018 年度评分 93.73 分，比 2016-2017 年度评分 90.75 分具有较为明显的上升，说明实验项目建设对于提升教学质量、学生的参与度还是有较大的促进作用。

2）教学单位及同行评价

主要是同行评价，目前看，同行对于实际教学效果给予了积极的评价，认为通过实验项目建设，大力提升了实验教学效果。但是，还有必要进一步完善实验教学过程，更多的引导学生参与实验的积极性和兴趣。

3）自我陈述评价

本示范性实验项目建设以来，主要取得了如下成效：

1）实验资源更为完善：包括实验教案、实验指导书、实验器材、教学网站和虚拟仿真网站，学生可以多种方式获得实验信息。

2）实验过程更为清晰：实验过程包括学生的实验前预习，实验设施设备检查，实验分组，实验过程中的水源分析、工艺制定、工艺效率对比分析以及实验结束后的实验综合报告。

3）评分标准更为规范：考勤、实验过程评分、组内互评、综合评价等均设有评分标准，并将各项成绩合理统计，形成学生的平时成绩和期终成绩。

4）实践训练更为多元：学生从实物认识、实验室操作到虚拟仿真操作，实现了多元化的工程设计与研究能力训练。

总体来说，通过本示范性实验项目建设，为其它实验项目开展奠定了一个标准化的基础，有助于课程教学更为科学规范，具有很好的推广意义。

	建设任务	完成情况（建设成果名称）
项目建设完成情况	1.本实验的教案	1. 教案
	2.实验指导书	2.实验指导书
	3.实验过程情况记录（包括人次、学生实验的原始数据、设备利用率、设备完好情况等）	3.实验过程记录
	4.本实验的教学视频	4.教学视频
	5.教学前后学生调查表	5.调查表
	6.典型的学生实验报告或论文	6.典型的学生实验报告
	7.同行听课意见，或其他学院（学校）应用评价等	7.同行听课意见
	8.在正式刊物上发表一篇相关实验项目的教改论文	8.教改论文
	9.实验教学网站	9.实验教学网站
	10.教学资源	10.实验设备使用说明
	11.	11.国家虚拟仿真实验申报书（额外完成）
	说明：1、“完成情况”与“建设任务”必须一一对应，并写出建设成果名称； 2、“建设任务”中1-8为《合同书》规定应提交的建设成果，9及以后为本人《申报书》中的预期成果（与1-8相同的不重复填写）。 3、按照附录1-8的顺序提供建设成果支撑材料	
经费使用情况	资助建设经费：2（万元） 具体使用情况：	
	项目	金额（元）
	业务费（包括资料印刷、图书购置、版面费、邮寄费、培训费、咨询费等）	￥13000.00
	会议差旅费	￥6000.00
	专用材料费	￥1000.00
	劳务费	
	合　　计	￥20000.00

学院意见	主管院领导签名：　　（院章） 年　　月　　日
专家组意见	专家组组长签名： 年　　月　　日
学校验收意见	（盖章） 年　　月　　日