

黄河水利职业技术学院政府采购项目

合同书

(合同年度编号: 2024-022)

项目名称:	环保类省级职业教育专业教学资源库建设项目-环保类教学仿真软件采购
项目资金来源:	环保类省级职业教育专业教学资源库建设
项目方案核准编号:	发规 2024 年第 3 号 (2024 年 4 月 30 日)
项目招标编号:	豫财磋商采购-2024-341 B 包
采购单位(甲方):	黄河水利职业技术学院
供货单位(乙方):	北京北水融智教育科技有限公司
合同签订时间:	2024 年 6 月 18 日



CS 扫描全能王

3亿人都在用的扫描App

项目采购合同书

采购单位（甲方）：黄河水利职业技术学院

供货单位（乙方）：北京北水融智教育科技有限公司

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国政府采购法实施条例》、《中华人民共和国民法典》等相关法律法规、规范性文件以及黄河水利职业技术学院环保类省级职业教育专业教学资源库建设项目的招标磋商文件、投标响应文件、中标（成交）通知书等文件的相关内容，甲乙双方经平等协商，就该项目的有关事项达成如下协议，以资共同遵守。

一、甲方向乙方采购货物一览表

序号	货物名称	规格型号	数量	单价(元)	金额(元)	生产厂商	备注
1	土壤中重金属样品前处理虚拟仿真软件	BSXY05	1套	60500	60500	北京北水融智教育科技有限公司	一次报价 ¥62000.00
2	环境监测土壤重金属检测仿真软件	BSXY07	1套	85000	85000		/
3	地下水污染修复虚拟仿真系统	BSXY08	1套	240000	240000		/
4	污水在线监测虚拟仿真软件	BSXY09	1套	96500	96500		/
5	环境常见大气污染物检测虚拟仿真软件(SO _x 、NO _x)	BSXY10	1套	120000	120000		/
6	有机固废厌氧发酵3D实验仿真软件	BSXY12	1套	80000	80000		/
7	矿山修复虚拟仿真软件	BSXY16	1套	200000	200000		/
合计（人民币）		（大写）捌拾捌万贰仟元整					

二、交付期限及要求

2.1 交货期：甲乙双方签订合同后，乙方负责在 30 日历天 内完成项目所有设备的到货及安装调试和必要的技术培训等工作。

2.2 交货地点：甲方指定交货地点。涉及到货物资设备的参数、运送等问题请提前与甲方联系并确认；到货初验和安装调试验收时乙方必须有技术人员到场，否则出现货物缺少或丢失，甲方接收单位不承担任何责任。

2.3 交货要求：

2.3.1 乙方发货前，应当先与甲方沟通，共同确认本次发送货物设备的参数、运送方式、时间、双方对接人员安排等问题，经甲方确认后，乙方安排发货。

2.3.2 货物到达交货地点之前的货损风险由乙方承担，乙方应当为货物和派往甲方进行服



务人员购买相应的意外险和人身险等有关保险，相关费用由乙方承担。

2.3.3 货物设备到达指定交货地点后，由甲乙双方确认的对接人对货品进行初验，初验时乙方除应交付货物设备，还应当同时交付所供货物经国家有关部门颁发的货物鉴定证书、使用许可证、用户手册、产品合格证、保修手册、有关图纸、技术资料及配件、随机工具等。甲方初验合格的，为乙方出具初验合格单，乙方开始对设备进行安装调试。

2.4 初验过程中，发现货物存在短缺、次品、损坏的情况的，或者乙方未能完整交付设备及2.3.3款规定的资料和工具的，乙方应及时安排补充、更换，直到初验合格，方可视为乙方完成交货；因此所需费用全部由乙方承担。导致逾期交付的，由乙方承担相关的违约责任。

2.5 在到货、初验至安装、调试、验收期间，乙方必须有技术人员到场，否则出现货物缺少或丢失，甲方不承担任何责任。

三、货物安装、调试、测试与验收

3.1 货物安装、调试均由乙方负责并承担相关费用，乙方在安装和调试的过程中同时对甲方进行设备安装的基本技术培训指导，甲方应在现场监督和学习。

3.2 乙方安装调试完成后，在5个工作日内由甲、乙双方共同进行测试和验收，甲方可根据实际需要，对设备进行多次测试，测试合格后在进行验收。测试和验收过程中发生的一切费用均由乙方承担。

3.3 测试及验收时，乙方交付的货物及相关资料、证书、配件、工具应同时满足国家法律法规和规范性文件对货物的质量要求、甲方招标文件对货物的质量、参数要求、乙方在投标文件中或其他对货物质量、参数、包装作出的书面承诺、声明或保证。

3.4 验收合格后甲乙双方签订验收报告书，验收报告书一式三份，甲方二份，乙方一份。有大型贵重仪器的，另行签订大型贵重仪器设备验收报告书。大型贵重仪器设备验收报告书，一式四份，甲方三份，乙方一份。

3.5 经验收，发现乙方货物不符合技术质量要求，致使不能实现合同目的且乙方又不能合理期限内提出解决方案的，甲方可退货并解除合同。甲方解除合同的，乙方应当立即将所供货物设备撤出甲方场地，在此期间，货物设备的毁损、丢失的风险由乙方承担。

3.7 甲乙双方在验收结果有争议时，由甲方邀请其他具有检测资质的检测机构（下称第三方检测机构）进行检测，如果第三方检测机构检测后认定质量合格且符合招标文件和对方投标文件相关要求及承诺，则第三方检测所发生费用由甲方负担；如果第三方检测机构检测后认定争议货物质量不合格或达不到招投标文件承诺及要求，则第三方检测所发生费用由乙方负担，并且后续再次检测所有第三方检测的费用均由乙方负责，乙方承担因质量不合格对甲方造成的一切损失和承担一切后果，同时甲方有权终止合同。

3.8 乙方为执行本合同而提供的技术资料、软件的使用权归甲方所有。

3.9 乙方保证其提供的货物的全部及部分，均不存在任何侵犯第三方知识产权的情形。否则，乙方应向甲方承担违约责任及赔偿由此给甲方造成的名誉及经济损失。

四、质量保证及售后服务

4.1 乙方保证货物来源合法、合规、全新且未使用过，所有权没有瑕疵的（即不存在资产



抵押或其他可能影响货物所有权的事宜),其质量、规格及技术特征要符合国家法律法规和规范性文件对货物的质量要求及本合同及合同所附资料的要求。

4.2 乙方所提供的所有设备免费保修贰年(保修期内提供免费上门保修服务,提供终身维护)。有特殊要求的以厂家三包条件为准,由乙方提供或承诺延长保修期的由乙方提供免费保修。乙方承诺,保修期以外所有设备的维护和维修由乙方负责,乙方只收取材料费、人工成本费。

4.3 所有货物保修服务方式均为乙方上门保修,乙方收到甲方的维护和维修通知后,应在24小时内,派员到甲方货物使用现场维修,由此产生的一切费用均由乙方承担。

4.4 乙方应于验收后向使用方提供项目各项详细验收报告、技术文档的归纳、整理、提交,并提供完整的技术资料。

4.5 进口设备在办理货款支付前,需提供“海关进出口货物征免税证明”等相关报关手续证明,并且提供翻译后的中文说明书。

4.6 乙方为甲方免费提供操作及维护培训,主要内容为设备的基本结构、性能、主要部件的构造及原理,日常使用操作、保养与管理,常见故障的排除,紧急情况的处理等,培训地点主要在货物安装现场或按甲乙双方协商安排。

4.7 其他售后服务要求,均按照乙方投标文件中有关承诺执行。

五、付款方式

5.1 在项目安装、调试、培训等验收合格后 15 个工作日内支付合同总金额的 100%。由甲方项目负责部门凭中标通知书、合同、乙方开具的增值税专用发票、验收报告等凭证办理付款手续。乙方未向甲方开具符合甲方要求票据的,甲方有权拒绝向乙方付款。

5.2 本合同款项由财政部门国库集中支付以银行转账方式支付,合同与发票上乙方银行开户和账号等信息须完全一致,请乙方认真核对有关支付信息。

5.3 项目付款前,乙方应当向甲方提交合同金额 5%的质量保函,质量保函有效期自验收合格之日起 365 天(按日历日计),到期后质量保函自动失效。

六、索赔、违约金

6.1 乙方在参与本项目采购活动过程中如存在提供虚假承诺、证明、串通投标等违法违规行为,除承担相应的行政责任外,甲方有权解除合同,并要求乙方承担合同总金额 30%的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

6.2 若乙方不能按期交付设备的,乙方应向甲方支付违约金。违约金为每延期壹周支付延误部分设备金额的 0.5%。延期不足壹周的按照壹周计算。支付违约金后,乙方仍对以上提及的合同产品和技术文档有继续交货的义务。乙方逾期 30 天不能交付的,按不能交付处理,乙方向甲方另行支付合同金额 10%的违约金,同时甲方有权解除合同。

6.3 乙方交付的货物不符合质量约定或乙方未履行相应的质量保证责任及售后服务义务、或存在侵权行为的,甲方有权退货,并要求乙方支付合同总金额 30%的违约金,违约金不足以赔偿甲方损失的,甲方有权要求乙方赔偿经济损失。

6.4 若甲方无正当理由而拒收货物,甲方应向乙方偿付拒收设备款额 1%的违约金。



6.5 如甲方未能按照合同如期付款，则应向乙方支付逾期违约金。违约金为每延期壹周支付延误部分金额的 0.5% 的违约金。延期不足壹周按照壹周计算。支付违约金后，甲方仍必须继续按合同履行付款义务。

七、不可抗力

7.1 不可抗力是指不能预见、不能避免并不能克服的客观情况。

7.2 任何一方由于不可抗力而影响合同义务履行时，可根据不可抗力的影响程度和范围延迟或免除履行部分或全部合同义务。但是受不可抗力影响的一方应尽量减少不可抗力引起的延误或其他不利影响，并在不可抗力影响消除后，立即通知对方。任何一方不得因不可抗力造成的延迟而要求调整合同价格。

7.3 受到不可抗力影响的一方应在不可抗力事件发生后 2 周内（含本数），取得有关部门关于发生不可抗力事件的证明文件，并以书面形式提交另一方确认。否则，无权以不可抗力为由要求减轻或免除合同责任。

7.4 进口货物由于出口国限制出口导致不能供货、政策变化等原因导致本采购项目不能继续实施，不属于不可抗力范围。

八、争议的解决

8.1 合同履行过程中发生争议时，双方本着真诚合作的精神，通过友好协商解决。

8.2 若执行本合同的过程中发生纠纷，双方当事人应当及时协商解决；协商不成时，则提交甲方所在地人民法院提起诉讼。

8.3 在诉讼期间，合同中未涉及争议部分的条款仍须履行。

8.4 因一方违约导致本合同解除的，守约方为主张权益引发诉讼产生的诉讼费用（包括但不限于：律师费、诉讼费、保全费、鉴定费、翻译费等全部费用损失）由违约方承担。

九、合同构成及保存

9.1 本项目的招标磋商文件、投标响应文件、报价文件、中标通知书、补充协议、会议纪要、甲乙双方商定的其他文件等均为本合同不可分割之部分。解释的顺序除特别说明外，以文件生成时间在后的为准。

9.2 本合同所列货物的技术规格、技术要求及其他有关货物的特定信息由合同附件说明。

9.3 本合同正本一式陆份，甲方肆份，乙方贰份。合同自双方法人代表或授权代表或项目负责人签字并加盖合同专用章或公章之日起生效。本合同签订的甲乙双方地址是甲乙双方认可的有效通讯地址，如有争议引发诉讼，该地址将作为法院文书送达地址。

十、其他

10.1 除甲方事先书面同意外，乙方不得部分或全部转让其应履行的合同项下义务。合同履行期间，发生特殊情况时，任何一方需变更本合同的，要求变更一方应及时书面通知对方，征得对方同意后，双方签订书面变更协议，该协议将成为合同不可分割的部分。未经双方签署书面文件，任何一方无权变更本合同，否则，由此造成对方的经济损失，由责任方承担。

10.2 货物的技术规格、性能指标、培训计划及售后服务方案等以招投标文件为依据。本合同中未尽事宜，由双方协商处理或另行签定补充协议，补充协议与本合同为不可分割的组



成部分。

10.3 本合同附件：货物技术参数表。

甲方：黄河水利职业技术学院（盖章）	乙方：北京北水融智教育科技有限公司（盖章）
开户银行：农行开封市东京支行	开户银行：交通银行北京三元支行
开户帐号：16-106501040000945	开户帐号：110060635018800150608
统一社会信用代码：1241000041630557XM	统一社会信用代码：91110105MA01Q2283N
单位地址：开封市东京大道西段1号	单位地址：北京市朝阳区望京东园七区18号 层701内701室
法定代表人 或委托代理人：申浩	法定代表人：李润
项目负责人：姬新斌、冯清	委托代理人：李莉
项目联系人：耿悦	供货联系人：秦建明
联系人电话：13783622831	联系电话：15801461988
日期：2024年6月18日	日期：2024年6月18日

附件 设备技术参数表

序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
1	土壤中重金属样品前处理虚拟仿真软件	一、基本内容 1.概要要求：采用虚拟现实技术对土壤中重金属样品前处理专业知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实习教学所需的基本场景；教学组织上纸数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：土壤中重金属样品前处理虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本；Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等；C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作；手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3.使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1) 练习模式：(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式：评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容 系统包含：土壤前处理（微波消解法）虚拟仿真软件和土壤前处理（电热板加热消解法）虚拟仿真软件。 1.1.《土壤前处理（微波消解法）》是自主研发，系统集成教学实训与仿真研究为一体，具有使用方便、规则设置灵活的特点。本软件依据《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》(HJ803-2016) 为依据进行设计，保障了软件设计的科学性和操作的标准性。为广大专业教师提供一个实用、稳定、开放的教研平台，通过该软件可以使达到学生达到实务操作训练的目的，又可以大大减少昂贵的设备投入。





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		1.2. 【提供第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】Web 版土壤前处理（微波消解法）软件，直接用浏览器打开软件，无需加载任何程序和插件，操作内容包含以下步骤： 1) 点击样品纸袋，取适量土壤到研钵中； 2) 点击研钵，研磨土壤； 3) 点击电子天平的水平气泡处，调整气泡居中； 4) 点击电子天平开关，打开电子天平； 5) 点击称量纸，折叠后放于天平中； 6) 点击“去皮”按钮，电子天平数据清零； 7) 点击称量勺，称取 0.25g 土壤； 8) 点击超纯水，加酸前润洗土壤样品； 9) 点击硝酸，使用移液枪移取 6mL 硝酸溶液到消解罐内管中； 10) 点击氢氟酸，使用移液枪移取 2mL 氢氟酸溶液到消解罐内管中； 11) 点击盐酸，使用移液枪移取 2mL 盐酸溶液到消解罐内管中； 12) 点击消解罐内管，摇晃消解罐内管混匀酸溶液； 13) 点击消解罐外壳，组装消解罐； 14) 点击微波消解仪仓门，将消解罐均匀放置于微波消解仪中； 15) 点击微波消解仪显示屏，设置升温程序参数，运行微波消解仪； 16) 点击微波消解仪仓门，从微波消解仪中将消解罐取出，移至通风橱； 17) 点击消解罐外壳，取出消解罐内管，将消解液倒在消解烧杯里； 18) 点击消解烧杯，将消解烧杯移至电加热板上，进行赶酸操作 2. 土壤前处理（电热板加热消解法）虚拟仿真软件。 2.1. 《土壤前处理（电热板加热消解法）》是自主研发，系统集成教学实训与仿真研究为一体，具有使用方便、规则设置灵活的特点。本软件依据《土壤 和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》（HJ803-2016）为依据进行设计，保障了软件设计的科学性和操作的标准性。为广大专业教师提供一个实用、稳定、开放的教研平台，通过该软件可以使 学生达到实务操作训练的目的，又可以大大减少昂贵的设备投入。 2.2. 【提供第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】Web 版土壤前处理（电热板加热消解法）软件，直接用浏览器打开软件，无需加载任何程序和插件，操作内容包含以下步骤： 1) 点击样品纸袋，取适量土壤到研钵中； 2) 点击研钵，研磨土壤； 3) 点击电子天平的水平气泡处，调整气泡居中； 4) 点击电子天平开关，打开电子天平； 5) 点击称量纸，折叠后放于天平中； 6) 点击“去皮”按钮，电子天平数据清零； 7) 点击称量勺，称取 0.25g 土壤； 8) 点击电加热板电源线，接通电源； 9) 点击电加热板开关，启动电加热板，温度调节为 100℃； 10) 点击上下按钮调节温度设置为 100℃，点击 SET 按键，确认温度； 11) 点击硝酸，使用移液枪移取 5mL 硝酸溶液到消解烧杯中，摇匀； 12) 点击氢氟酸，使用移液枪移取 5mL 氢氟酸溶液到消解烧杯中，摇匀，加热消解 1 小时； 13) 点击上下按钮调节温度设置为 150℃，点击 SET 按键，确认温度； 14) 点击硝酸，使用移液枪移取 2mL 硝酸溶液到消解烧杯中，摇匀； 15) 点击高氯酸，使用移液枪移取 2mL 高氯酸溶液到消解烧杯中，摇匀，加热消解 1.5 小时； 16) 点击上下按钮调节温度设置为 200℃，点击 SET 按键，确认温度，点击打开消解烧杯盖子，进行赶酸操作。 三、智能评分系统主要功能： 1) 根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述，实现操作步骤的在线指导。 2) 根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述，实现操作质量的在线指导。 3) 对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。 4) 当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。 5) 当操作规程上面出现严重错误时惩罚性扣分。 6) 评分自动提示：显示接下来的操作步骤，在线指导学员操作。
2	环境监测土壤重金属检测仿真软件	一、基本内容 1. 概要要求：采用虚拟现实技术对土壤中环境监测土壤重金属检测知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实习教学所需的基本场景；教学组织上纸数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：环境监测土壤重金属检测虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本； Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等； C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作； 手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3.使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1) 练习模式： (1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式：评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容 电感耦合等离子体发射光谱仪，在 ICP 激发光源的作用下使样品蒸发气化，离解或分解为原子或者电离成离子状态，在光源中激发发光，在分光系统中分解成光谱，再经光电器件来检测光谱，通过对比光谱的波长，可以区分出是什么元素，根据发射光强度与元素浓度成正比，可以计算出各种元素的含量。本软件主要培训学员熟悉并掌握电感耦合等离子体发射光谱仪的开机、关机、工作站参数的设定、样品的进样检测以及测试数据的处理。本软件主要培训学员仪器的开机、关机、工作站参数的设定、样品的进样检测以及测试数据的处理。需提供生态环境科技成果类软件著作权证书。 1.1.仪器：电感耦合等离子体发射光谱仪 1.2. 培训项目：土壤中的钙、镁、锰、钴元素的测定 三、培训内容 3.1.软件模式要求 1)学习模式：学习模式采用闯关学习的方式进行知识点学习，共设置 5 个关卡。每个关卡包含理论知识资源及自测考题，自测考题答对后方可进入下一关，通关成功后才可进入实验室。 2)练习模式：(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 3) 考试模式：评分系统不可见，考试期间可实时监控学生成绩；提交试卷后，老师可获取成绩报告。 3.2.培训系统模块要求 3.2.1.理论学习模块 1.通过图文、动画、视频的形式对理论知识进行学习。图文知识点不少于 18 条，内容包括但不限于，并将以下理论学习按照模块提供相对应软件截图： 1) 科学发现 2) 历史发展 3) 分析过程 4) 特点与应用 5) 分离度 6) 原子光谱 7) 理论基础 8) 原子结构 9) 原理对比 10) 仪器性能对比 11) 矩管原理 12) 仪器结构 13) 分光系统 14) 技术指标 15) 样品处理 16) 数据处理 17) 分析数据 2.日常维护动画知识点不少于 4 条，内容包括但不限于：1) 等离子体的形成；2) 原子光谱法的产生；3) 仪器结构；4) 工作流程； 3.视频知识点不少于 4 条，内容包括但不限于：1) 开机准备；2) 安装进样管排液管；3) 分析方法设置；4) 样品测定； 3.2.2.实验室现场模块：该模块为实验室现场的模拟，包括实验室就地设备的交互操作。 1) 仪器开机前准备：通风系统的开启；氦气钢瓶压力调节；氮气钢瓶压力调节； 2) 循环水的开启；工作站电脑开机； 3) 仪器开机：ICP-MS 开机、等离子炬的点火；





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		3.2.3. 仿真工作站模块 该模块为工作站的模拟，包括分析方法的建立，样品信息的建立，样品测定，数据处理。 工作站配套机理模型，设计与实际检测过程吻合样品取样量、测定波长、狭缝的不同将对吸光度产生影响。 1) 分析方法建立：分析方法设置；样品信息的建立；分析方法发送 2) 样品信息建立：样品信息设置；样品信息保存 3) 样品测定：数据采集；谱图绘制与保存 4) 数据处理：工作曲线的制作；数据处理方法的保存；物质的定性；物质浓度的定量 3.2.4. 结构原理和拆解维护模块 1) 工作原理：交互的形式，展示通氮气、点火、进样的工作原理 2) 仪器维护：卸载雾化器上的氮气管、进样管、废液管、进样系统，分离雾化器和注射管、石英炬管、雾化室。 三、智能评分系统主要功能 1) 根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述，实现操作步骤的在线指导。 2) 根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述，实现操作质量的在线指导。 3) 对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。 4) 当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。 5) 当操作规程上面出现严重错误时惩罚性扣分。 6) 评分自动提示：显示接下来的操作步骤，在线指导学员操作。
3	地下水污染修复虚拟仿真系统	一、基本内容 1.概要要求：采用虚拟现实技术对地下水污染修复知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实践教学所需的基本场景；教学组织上纸数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：地下水污染修复虚拟仿真系统提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本； Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等； C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作； 手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3.使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1) 练习模式：(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式 评分系统和步骤提示不可见。 3.场景漫游功能：【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】3D 场景内飞行模式功能，须按照以下 F、E、Q 键一一对应的功能演示，演示 1：按 F 键进入飞行模式，E 键人物上升功能，Q 键人物降落功能，演示 2：鼠标右键调整人物视角，WSAD 键在固定高度进行前后左右平移，不能改变高度。 二、软件内容 本项目以地下水污染修复的复杂工程问题为背景，通过虚拟仿真实验，建立地下水污染与修复三维模型，综合运用地下水的赋存、运移、与渗漏水的混合过程及污染分布特征等知识，使学生掌握解决地下水污染问题。 本项目以某地下水被污染的典型案例为背景，系统行培训学生对地下水污染修复的全部流程，软件系统包含模块： 1) 初始评估：对受污染地区进行初步评估，确定地下水污染程度和范围。 2) 详细调查：进行详细调查，收集相关地下水和土壤样本数据，分析污染源和迁移途径。 3) 监测网络建立：建立地下水和土壤监测网络，以监测修复效果和监控地下水质量。 4) 污染源控制：采取措施控制和阻止污染源的进一步污染，如加装隔离层或污染源截留设施。 5) 修复方案制定：根据调查数据和污染特征，制定合适的修复方案，如自然修复、气泡提升、生物修复等。 6) 修复实施：根据修复方案进行实施，监测修复过程中的水质变化和效果。 7) 后期监测和评估：进行修复后期的监测和评估，确保修复效果达到预期目标。 8) 系统包含的地下水修复技术 3D 操作实验包含： (1) 地下水污染的物理化学修复技术虚拟仿真软件 (2) 地下水污染治理的 PRB 技术虚拟仿真软件 (3) 地下水污染的生物修复技术虚拟仿真软件 9) 实验目的



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		1) 掌握物理化学修复技术、PRB 原位修复技术、生物修复技术原理。 2) 利用抽水试验计算场地水文地质参数，污染物含量参数进行小试模拟检测。 3) 利用三种工艺的数据，计算修复材料容量，分析污染地下水治理与修复技术优缺点及适用性。 4) 利用水文地质参数及吸附容量结果，确定修复技术的运行参数及使用寿命等。 8.1.地下水污染的物理化学修复技术虚拟仿真软件 本模块将抽提技术、气提技术、空气吹脱技术相结合的实验设计，包含： 8.1.1.抽提技术 抽提处理是采用水泵将地下水抽出来，在地面得到合理的净化处理，并将处理后的水重新注入地下或排入地表水体。这种处理方式对抽取出来的水中污染物能够进行高效去除，但不能保证全部地下水尤其是岩层中的污染物得到有效去除。 提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频：地面净化处理部分的 MR 混合现实版 AAO 工艺： 1) 用手势控制 AAO 池放大、缩小、移动、旋转。 2) 用手指调节厌氧池搅拌器档位，污泥搅拌机档位，曝气调节，并能够看到调节后的搅拌、曝气变化效果。 3) MR 眼镜内虚拟场景有 DCS 控制图，包含厌氧池、缺氧池、好氧池，显示指标包含：ORP 值、DO 值、MLSS 值、PH 值、TP 值、CODcr 值、NH3N 值、BOD5 值、TN 值等。 8.1.2.气提技术 利用真空泵和井，在受污染区域利用负压诱导或正压产生气流，将吸附态、溶解态或自由相的污染物转变为气相，抽提到地面，然后再进行收集和处理。典型的气提系统包括抽提井、真空泵、湿度分离装置、气体收集装置、气体净化处理装置和附属设备等。气提技术的主要优点包括： ① 能够原位操作，比较简单，对周围干扰小； ② 有效去除挥发性有机物； ③ 在可接受的成本范围内，能够处理较多的受污染地下水； ④ 系统容易安装和转移； ⑤ 容易与其他技术组合使用。在美国，气提技术几乎已经成为修复受加油站污染的地下水和土层的“标准”技术。气提技术适用于渗透性均质较好的地层。 8.1.3.空气吹脱技术 空气吹脱是在一定的压力条件下，将压缩空气注入受污染区域，将溶解在地下水中的挥发性化合物，吸附在土颗粒表面上的化合物，以及阻塞在土壤空隙中的化合物驱赶出来。空气吹脱包括三个过程：① 现场空气吹脱；② 挥发性有机物的挥发；③ 有机物的好氧生物降解。相比较而言，吹脱和挥发作用进行较快，而生物降解进程缓慢。在实际应用中，通常将空气吹脱技术与气提技术组合，得到单一技术无法达到的效果。 8.2.地下水污染治理的 PRB 技术虚拟仿真软件 PRB 修复技术的实施流程包括两个阶段。一是水文地质调查阶段：通过水文地质条件调查、地下水地球化学特征、污染物特性和污染羽状体空间分布特征调查等建立现场概念模型。二是设计与实施阶段：根据污染物浓度分布及水文地球化学参数对污染状况进行评价，室内批试验确定反应介质种类，依托室内柱试验确定停留时间、探讨反应机理及计算反应时间等；根据场地水文地质条件确定施工技术、PRB 构造及安装位置；最后经过初步设计进行安装并对修复效果进行监测。 场地调查（包括现场踏勘、钻孔布设、地层结构获取等），抽水试验操作及地下水原位修复工程设计等多个实践环节，然而在现实中以上实践环节的实施受到多方面因素的限制：①污染场地尺度大、污染问题复杂，开展大型综合实验的难度大；②可渗透反应格栅（Permeable Reactive Barrier，简称 PRB）工程实施及修复过程不可逆；③PRB 工程构筑物的施工及实时监测成本高；④PRB 属于地下工程，具有隐蔽性和不可视性；⑤PRB 修复过程周期长。 8.3.地下水污染的生物修复技术虚拟仿真软件 微生物修复是指在自然界中获得或人工培养的具有特定功能性质的微生物在一定条件下通过自身的吸附作用、代谢作用，使重金属污染物被吸附固定及氧化还原作用而达到稳定状态或生成难溶性矿化产物，从而降低重金属污染物的化学毒性，是一种新型修复技术。微生物具有环境适应性好、繁殖再生能力强等特点，是一种经济有效的轴污染治理材料，在实时、实地治理大面积受污染的水体方面具有其独特优势”。 目前，微生物修复污染地下水可以通过微生物还原、微生物矿化、微生物吸附和微生物富集等不同作用机制来实现。 8.4.污染物监测和检测：近红外光谱仪光谱数据监测应用软件 提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频，近红外光谱仪光谱数据监测应用软件（非虚拟仿真软件）功能 1) 演示支持同时监测多组试剂并分别设置所使用的模型，以便同时处理多个数据流。 2) 演示自定义监测频率，上限下配置：提供用户界面和后端逻辑 3) 允许用户自定义监测参数。支持历史数据分析：实现历史数据的存储、检索和分析功能。 4) 演示智能计算出高于数据上限，合格范围，低于下限的数据并展示，支持基于 Matplotlib 的图形化跨





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述																																										
		语言统计界面解决方案：可以用作通过管道或文件以不同语言编写的应用程序中的绘图引擎。 5) 演示时间筛选功能并实现数据导出，支持选择时间段数据导出为 zip 文件。 6) 变量优选算法功能演示。 三、智能评分系统主要功能 1) 根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述，实现操作步骤的在线指导。 2) 根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述，实现操作质量的在线指导。 3) 对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。 4) 当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。																																										
4	污水在线监测虚拟仿真软件	一、基本内容 1.概要要求 采用虚拟现实技术对污水在线监测专业知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实践教学所需的基本场景；教学组织上纸数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：污水在线监测虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本； Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等； C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作； 手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 ▲3 软件使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1) 练习模式：(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式：评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容：软件分为基础认知模块及实践操作 2 个模块。 2.1.基础认知：基础认知模块通过拓扑图展示在线监测系统的组成，学习内容包括出水监测站房的认知和现场过控仪表的认知。 2.2.实践操作：实践操作模块以任务为导向，共设置至少 5 个任务，任务可任意选择。 5 个任务分别是： 任务 1：pH 在线监测仪调控 任务 2：DO 在线监测仪调控 任务 3：实际水样比对试验 任务 4：日常维护保养 任务 5：仪器故障处理 1.任务设备内容 任务设备清单，清单应包括下列清单中所有任务内容： <table><tr><th>序号</th><th>设备</th><th>备注</th></tr><tr><td>1.</td><td>水质自动采样系统</td><td rowspan="11">出水在线监测室</td></tr><tr><td>2.</td><td>COD 全自动在线分析仪</td></tr><tr><td>3.</td><td>氨氮全自动在线分析仪</td></tr><tr><td>4.</td><td>总氮全自动在线分析仪</td></tr><tr><td>5.</td><td>总磷全自动在线分析仪</td></tr><tr><td>6.</td><td>pH 监测仪</td></tr><tr><td>7.</td><td>悬浮物监测仪</td></tr><tr><td>8.</td><td>环保数采仪</td></tr><tr><td>9.</td><td>电脑和办公桌</td></tr><tr><td>10.</td><td>空调</td></tr><tr><td>11.</td><td>监控器</td></tr><tr><td>12.</td><td>ORP 现场仪表</td><td rowspan="3">现场</td></tr><tr><td>13.</td><td>MLSS 现场仪表</td></tr><tr><td>14.</td><td>DO 现场仪表</td></tr><tr><td>15.</td><td>液位计</td><td rowspan="4">理实一体化实验室</td></tr><tr><td>16.</td><td>DO 和 pH 在线监测一体机</td></tr><tr><td>17.</td><td>洗瓶</td></tr><tr><td>18.</td><td>滤纸</td></tr></table>	序号	设备	备注	1.	水质自动采样系统	出水在线监测室	2.	COD 全自动在线分析仪	3.	氨氮全自动在线分析仪	4.	总氮全自动在线分析仪	5.	总磷全自动在线分析仪	6.	pH 监测仪	7.	悬浮物监测仪	8.	环保数采仪	9.	电脑和办公桌	10.	空调	11.	监控器	12.	ORP 现场仪表	现场	13.	MLSS 现场仪表	14.	DO 现场仪表	15.	液位计	理实一体化实验室	16.	DO 和 pH 在线监测一体机	17.	洗瓶	18.	滤纸
序号	设备	备注																																										
1.	水质自动采样系统	出水在线监测室																																										
2.	COD 全自动在线分析仪																																											
3.	氨氮全自动在线分析仪																																											
4.	总氮全自动在线分析仪																																											
5.	总磷全自动在线分析仪																																											
6.	pH 监测仪																																											
7.	悬浮物监测仪																																											
8.	环保数采仪																																											
9.	电脑和办公桌																																											
10.	空调																																											
11.	监控器																																											
12.	ORP 现场仪表	现场																																										
13.	MLSS 现场仪表																																											
14.	DO 现场仪表																																											
15.	液位计	理实一体化实验室																																										
16.	DO 和 pH 在线监测一体机																																											
17.	洗瓶																																											
18.	滤纸																																											



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述								
		<table border="1"> <tr> <td>19.</td><td>烧杯</td></tr> <tr> <td>20.</td><td>无氧水溶液</td></tr> <tr> <td>21.</td><td>标准缓冲液 pH4.01</td></tr> <tr> <td>22.</td><td>标准缓冲液 pH6.86</td></tr> </table>	19.	烧杯	20.	无氧水溶液	21.	标准缓冲液 pH4.01	22.	标准缓冲液 pH6.86
19.	烧杯									
20.	无氧水溶液									
21.	标准缓冲液 pH4.01									
22.	标准缓冲液 pH6.86									
		2.培训内容 软件分为基础认知和实践操作两个模块。基础认知模块包括出水监测的认知和过程监测的认知；实践操作模块以任务为导向，设置在线监测设备常规调控、数据分析、日常维护和故障处理等操作点。 2.1.基础认知 水质在线自动监测系统能够在提升水质监测工作效率的同时，为水环境提供必要的的数据支持。在基础认知部分，学习内容包括出水监测站房的认知和现场过控仪表的认知。 1) 通过拓扑图介绍在线监测系统整体情况。 2) 出水监测室内设备包括水质自动采样系统、COD 全自动在线分析仪、氨氮全自动在线分析仪、总氮全自动在线分析仪、总磷全自动在线分析仪、pH 监测仪、悬浮物监测仪、环保数采仪。 3) 在线监测平台，平台可进行进出水量、加药量、耗电量监测，记录且能展示动态的监测曲线。 2.2.实践操作 实践操作设置实验室操作场景和出水在线监测室操作场景。在实验室操作场景下，设置 pH 在线监测仪表的调控和 DO 在线监测仪的调控，以及实际水样比对试验。在出水在线监测场景下，设置 2 个任务，分别是日常维护保养和仪器故障处理。 实践操作模块以任务为导向，共设置 5 个任务，任务可任意选择。 2.2.1.任务 1：pH 在线监测仪调控 1) pH 在线监测仪调控包括零点校正、斜率校正、高低报警点设定，任务 1 步骤不少于 19 步；pH 在线监测仪调控中，一体机打开柜门、开启总电源开关，仪表显示屏亮起，显示数字；完成任务后应填写 pH 自动分析仪的水污染源在线监测仪器参数设置记录表。pH 电极缓冲溶液中搅拌，溶液有搅拌旋涡特效；pH 在线监测仪高报警点设定过程，高报警点指示灯会亮起，操作 UP 或 DOWN 控制仪表数值可以上下变化。 2) pH 在线监测仪调控中，一体机打开柜门、开启总电源开关，仪表显示屏亮起，显示数字； 3) pH 电极清洗、滤纸擦拭、放入 pH 为 4.01 缓冲溶液中搅拌，溶液有搅拌旋涡特效，操作仪表按键完成斜率校正过程；pH 在线监测仪高报警点设定过程，高报警点指示灯会亮起，操作 UP 或 DOWN 控制仪表数值可以上下变化。按照以上步骤进行【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】pH 在线监测仪调控。 2.2.2.任务 2：DO 在线监测仪调控 1) DO 在线监测仪调控包括 DO 零点标定、斜率标定、高低报警点设定，任务 2 步骤不少于 19 步；完成任务后应填写 DO 自动分析仪的水污染源在线监测仪器参数设置记录表。 2) 清洗 DO 电极并放入无氧水溶液中过程；DO 在线监测仪高低报警点设定过程，通过点击◀和▶键可以实现数值操作位置变化和数值大小变化。按照以上步骤进行【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】DO 在线监测仪调控。 2.2.3.任务 3：实际水样比对试验 实际水样比对试验每月进行一次，实验指标包括 COD、氨氮、总氮、总磷、pH，考核相对误差、绝对误差的计算，并根据实验要求判断监测仪器的监测指标是否满足标准要求。按照以上步骤进行提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频。 2.2.4.任务 4：日常维护保养 1)日常维护保养包括进样管路检查、出水监测指标检查、COD 自动分析仪易损部件的检查以及标准试剂更换，更换标准试剂包括硫酸、硫酸汞、重铬酸钾、零标溶液、标准溶液。任务 4 步骤不少于 18 步；完成任务后应填写标准样品更换记录表。 2)COD 自动分析仪柜门打开，内部重要部件清晰可见，鼠标移动至相应部件，显示名称，包括蠕动泵、计量玻璃管、光源计量器、九通阀、消解元器件。按照以上步骤进行【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】日常维护保养。 2.2.5.任务 5：仪器故障处理 1)仪器故障处理主要为 COD 自动分析仪蠕动泵管路的更换，巡检过程中发现仪器周边有漏液情况，通过排查发现蠕动泵管路破损漏液，然后关机进行故障处理。更换过程完成完整的旧管路拆卸和新管路安装的过程，蠕动泵泵壳螺丝可拆卸。同时任务 5 通过逻辑图完成引导学生进行 TN 故障功能排查处理过程。任务 5 操作步骤不少于 18 步；完成任务后应填写检修记录表。按照以上步骤进行【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】仪器故障处理。 三、智能评分系统主要功能 1)根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述，实现操作步骤的在线指导。2)根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述，实现操作质量的在线指导。3)对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。4)当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。5)当操								



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		作规程上面出现严重错误时惩罚性扣分。6)评分自动提示：显示接下来的操作步骤，在线指导学员操作。 四、实习实训 4.1.在完成软件部分学习后，供应商须为学生提供水厂实操实训机会。需提供承诺函和历史培训照片等证明材料。 4.2.师资培训能力：供应商应为在校老师提供水厂实训类课程；需提供承诺函和历史培训照片等证明材料。
5	环境常见大气污染物检测虚拟仿真软件(SO _x 、NO _x)	一、基本内容 1.概要要求：采用虚拟现实技术对环境常见大气污染物检测虚拟仿真软件(SO_x、NO_x) 知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实践教学所需的基本场景；教学组织上纸质数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：环境常见大气污染物检测虚拟仿真软件(SO_x、NO_x) 虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本； Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等 C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作 手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3.使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新， 1) 练习模式： (1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导； (2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式：评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容 2.1.二氧化硫检测虚拟仿真软件 二氧化硫的国家标准监测方法有两种，两种方法都是采用盐酸副玫瑰苯胺比色法，只是吸收液不同。一种使用四氯汞钾作吸收液，另一种使用甲醛缓冲液作吸收液。由于四氯汞钾吸收液毒性较大，不常用。甲醛缓冲液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法适用于环境空气中二氧化硫的测定，当用 10 mL 吸收液采样 30 L 时，最低检出限为 0.007 mg/m³；当用 50 mL 吸收液连续采样 24 h，采样 300 L，最低检出限为 0.003 mg/m³。 用甲醛缓冲液吸收气样中二氧化硫，生成羟基磺酸加成化合物，然后加入氢氧化钠溶液，使加成化合物分解释放出 SO₂，SO₂ 再与盐酸副玫瑰苯胺反应生成紫红色络合物，用分光光度法定量测定。该方法具有灵敏度高、准确度高、样品采集稳定性好等优点，操作条件要求严格。主要干扰物为氮氧化物、臭氧、重金属等，加入氨基磺酸胺可消除氮氧化物干扰，加入磷酸和乙酸四乙酸钠可消除重金属的干扰。 2.2.1.实验内容：1) 配制二氧化硫标准溶液；2) 配制氨基磺酸胺溶液；3) 配制甲醛缓冲液；4) 配制盐酸副玫瑰苯胺使用液；5) 配制盐酸副玫瑰苯胺使用液；6) 采样、处理样品；7) 稀释二氧化硫标准溶液；8) 标准曲线的绘制；9) 计算二氧化硫质量浓度 提供电导率仪的无人值守的回归算法【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】，根据结果实时分析生成图标，并通过 AI 大模型进行机器学习优化。 2.2.氮氧化物检测虚拟仿真软件 本实验严格按照《中华人民共和国国家环境保护标准》(HJ 479-2009) 环境空气氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的测定，采用盐酸萘乙二胺分光光度法对空气中的氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)进行测定。实验考察学生对采样原理和采样仪器的熟悉程度，空气中的一氧化氮通过酸性高锰酸钾溶液氧化管后，被氧化为二氧化氮且被吸收液吸收生成偶氮染料，染料与通过采样系统的一氧化氮的总量之比。空气中的二氧化氮被串联的第一支吸收瓶中的吸收液吸收并反应生成粉红色偶氮染料。空气中的一氧化氮不与吸收液反应，通过氧化管时被酸性高锰酸钾溶液氧化为二氧化氮，被串联的第二支吸收瓶中的吸收液吸收并反应生成粉红色偶氮染料。 2.2.1 实验内容： 实验中采用国标规定的溶液及浓度，需要学生自行配置相关浓度的溶液，其中包括：硫酸溶液，ρ(1/2H₂SO₄)=1 mol/L；酸性高锰酸钾溶液，ρ(KMnO₄)=25 g/L；N-(1-萘基)乙二胺盐酸盐贮备液，ρ(C₁₀H₇NH(CH₂)₂NH₂·2HCl)=1.00g/L；显色液；吸收液；亚硝酸盐标准贮备液，ρ(NO₂⁻)=250 μg/ml；亚硝酸盐标准工作液，ρ(NO₂⁻)=2.5μg/ml。 1) 采样仪器的组装 采样环节，设计了需要学生自行组装采样仪器，考察学生对仪器组装的了解程度。 本次采样采取短时间按采样(1h)，所以 0.4L/min 流量采气 4-24L，连接顺序为：吸收瓶-氧化瓶-吸收瓶-硅胶干燥瓶-流量计-采气泵。 2) 溶液配置



序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		本次实验的溶液需要学生自行配置，主要考察学生的计算能力。主要需要配置的溶液有：硫酸溶液：$\rho(1/2H_2SO_4)=1\text{ mol/L}$；酸性高锰酸钾溶液：$\rho(KMnO_4)=25\text{ g/L}$；N-(1-萘基)乙二胺盐酸盐贮备液：$\rho(C_{10}H_7NH(CH_2)_2NH_2\cdot 2HCl)=1.00\text{ g/L}$；显色液；吸收液；亚硝酸盐标准贮备液：$\rho(NO_2^-)=250\text{ }\mu\text{g/ml}$；亚硝酸盐标准工作液：$\rho(NO_2^-)=2.5\text{ }\mu\text{g/ml}$。 (3) 空气中的氮氧化物检测实验 实验采用盐酸萘乙二胺分光光度法，该方法检出限为 $0.12\text{ }\mu\text{g/10 ml}$ 吸收液。当吸收液总体积为 10 ml，采样体积为 24 L 时，空气中氮氧化物的检出限为 0.005 mg/m^3。 (4) 校准曲线的配置，根据每个人不同的添加量，会有不同的氮氧化物的浓度。 2.3.大气污染物排放监测虚拟仿真系统 大气污染物主要包括：粉尘/可吸入颗粒物、二氧化硫、氮化合物、一氧化碳等，本项目采用《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157) 标准进行开发。满足全国大学生生态环境类职业技能竞赛比赛要求。 2.3.1.环境背景为火电厂排放颗粒物测定内容包含： 1)采样前准备工作：个人防护、隐患排查、仪器设备选择等 2)采样的基本要求：采样工况、位置和采样点等 3)玻璃纤维滤筒的前处理：测定原理和具体步骤，重量法的选择。 4)颗粒物的测定：数据记录、样品分析和数据结果。 5)实验场景包含实验室检测和电厂采样点操作 按照以上步骤进行【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】大气中颗粒物检测虚拟仿真软件。 三、智能评分系统主要功能有 1)根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述，实现操作步骤的在线指导。 2)根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述，实现操作质量的在线指导。 3)对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。 4)当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。 5)当操作规程上出现严重错误时惩罚性扣分。 6)评分自动提示：显示接下来的操作步骤，在线指导学员操作。
6	有机固废厌氧发酵3D实验仿真软件	一、基本内容 1.概要要求：采用虚拟现实技术对有机固废厌氧发酵知识点进行整合，同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案：教学内容线上与线下相结合，共享云端资源，搭建实践教学所需的基本场景；教学组织上纸数融合，将资源数字化、行为数据化，丰富课堂活动，强化结果输出；服务上配套教学指导书和师资培训服务，提供用户间相互交流、学习的平台，进行能力提升、理念创新。 2.版本要求：有机固废厌氧发酵虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本； Web 版：满足跨操作系统使用，windows,MAC OS,红旗系统等； C/S 版：满足 windows 10 系统以上操作； 手机版：满足触摸式交互操作，可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3.使用场景：软件场景采用 3D 建模，具有练习版和考试版，软件内嵌思考题模块，采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1)练习模式：(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导；(2) 引导为交互式引导，每一步都可进行跟随操作，不可播放视频或自动操作。 2)考试模式：评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容 厌氧消化是指在无分子氧条件下，通过兼性细菌和专型厌氧细菌的作用，使污水或污泥中各种复杂有机物分解转化成甲烷和二氧化碳等物质的过程。碳素大部分转化为甲烷，氮素转化为氨，硫素转化为硫化物，中间产物除了化合成细胞物质外，还合成复杂而稳定的腐殖质。 2.1.正常开车：软件中 3D 场景和 DCS 控制页面相结合，训练以下反应阶段。 第一阶段为水解酸化阶段。在此阶段，复杂的大分子、不溶性有机物先在细菌胞外酶的作用下水解为小分子、溶解性有机物，然后渗入细胞体内，分解产生挥发性有机酸、醇类、醛类等。这个阶段主要产生较高级的脂肪酸。碳水化合物、蛋白质和脂肪被分解和酸化为单糖、氨基酸、脂肪酸、甘油及 CO_2、H_2 等。这一过程在厌氧消化中不起控制作用。 第二阶段为产氢产乙酸阶段。在产氢产乙酸细菌的作用下，第一阶段产生的各种有机酸被分解转化成乙酸、CO_2、H_2S； 第三阶段为产甲烷阶段。产甲烷细菌将乙酸、乙酸盐、CO_2 和 H_2 等转化为甲烷。此过程由两种生理上不同的产甲烷菌组成，一组把 H_2 和 CO_2 转化成甲烷，另一组从乙酸或乙酸盐脱羧产甲烷。 2.2.常见事故处理，罐体反应压力异常处置、法兰密封阀泄露处置等 【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】网络平台数据可视化监控系统功能：一个页面显示以下数据，包含数据 1：云平台在线学生人数统计，数据 2：中国地图内显示每个省份在线人数、考试人数，数据 3：全校优秀学生排名，数据 4：软件使用频率排名，数据 5：最近新增班级和删除的班级，数据 6：





序号	设备名称	规格、技术参数及功能描述
		柱状图显示各学院成绩分布、各学院学生登录频率、教师使用频率统计、各学院人数统计。 三、智能评分系统主要功能 1) 根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述,实现操作步骤的在线指导。2) 根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述,实现操作质量的在线指导。3) 对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。4) 当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。5) 当操作规程上面出现严重错误时惩罚性扣分。6) 评分自动提示:显示接下来的操作步骤,在线指导学员操作。
7	矿山修复虚拟仿真软件	一、基本内容 1.概要要求:采用虚拟现实技术对矿山修复虚拟仿真软件知识点进行整合,同时采用先进的互联网技术和手机移动端技术对有关课程进行支撑和服务。系统整体设计上采用“三位一体”的解决方案:教学内容线上与线下相结合,共享云端资源,搭建实习教学所需的基本场景;教学组织上纸数融合,将资源数字化、行为数据化,丰富课堂活动,强化结果输出;服务上配套教学指导书和师资培训服务,提供用户间相互交流、学习的平台,进行能力提升、理念创新。 2.版本要求:矿山修复虚拟仿真软件虚拟仿真软件提供 Web 网页版、C/S 客户端版、手机版三个版本: Web 版:满足跨操作系统使用, windows,MAC OS,红旗系统等; C/S 版:满足 windows 10 系统以上操作; 手机版:满足触摸式交互操作,可以在安卓系统、鸿蒙系统、苹果系统的平板电脑、手机、触控式大屏上操作。 3 使用场景:软件场景采用 3D 建模,具有练习版和考试版,软件内嵌思考题模块,采用闯关模式操作。软件内的思考题老师可以管理端自由替换更新。 1) 练习模式:(1) 3D 操作界面上有文字操作步骤与设备高亮引导;(2) 引导为交互式引导,每一步都可进行跟随操作,不可播放视频或自动操作。 2) 考试模式:评分系统和步骤提示不可见。 二、软件内容 矿山修复即对矿业废弃地污染进行修复,实现对被破坏的生态环境的恢复,以及对土地资源的可持续利用。矿山开采过程中会产生大量非经治理而无法使用的土地,又称矿业废弃地,废弃地存在因生产导致的各种污染。 1.知识点模块:以图文形式介绍矿山活动对山体、植物、水体等带来的危害。矿山开发对生态环境的影响,矿山修复技术形式和应用等 1.1 软件功能模块:(1) 边坡的治理措施仿真模块;(2) 尾矿的治理措施仿真模块;(3) 土壤基层改良仿真模块;(4) 矿山重金属污染的植物修复仿真模块;(5) 矿山水资源的修复仿真模块;(6) 微生物修复措施仿真模块 2.成绩管理模块 系统支持成绩导出,【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】以下功能: 2.1.当前班级-当前考试的(取第一次成绩、取最高成绩、取平均成绩、取最后一次成绩) 2.2.当前班级-所有考试的(取第一次成绩、取最高成绩、取平均成绩、取最后一次成绩) 2.3.所有班级-所有考试(单表)(取第一次成绩、取最高成绩、取平均成绩、取最后一次成绩) 2.4.所有班级-所有考试(多表)(取第一次成绩、取最高成绩、取平均成绩、取最后一次成绩) 3.系统功能模块 提供人工智能技术引擎服务,包括人脸识别、图像识别、语音识别技术、OCR 等,支持智能检索和全文检索服务: 3.1【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】:系统支持用语音识别技术识别、挖掘视音频内容,可对视音频类数据进行内容检索,并可直接定位跳转到检索信息点进行内容播放。语音识别技术可实现对任意一个资源进行优先级设置; 3.2【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】:系统支持人像检索功能,通过上传人像图片实现以图搜图、以图搜视频,准确率不低于 90%; 3.3【提供以第三视角拍摄电脑屏幕的演示视频】:系统支持将图片上文字快速识别提取转换成文本,实现通过关键词对图片类数据进行内容检索。 三、智能评分系统主要功能 1) 根据装置操作规程和技能操作经验设计步骤评分和对应评分描述,实现操作步骤的在线指导。2) 根据设备操作要求和工艺参数要求设计质量评分和对应评分描述,实现操作质量的在线指导。3) 对普通操作步骤、指标质量控制、操作规程、操作时机等进行监控评定。4) 当重要指标控制严重超标时惩罚性扣分。5) 当操作规程上面出现严重错误时惩罚性扣分。6) 评分自动提示:显示接下来的操作步骤,在线指导学员操作。

