**第三章 招标项目技术、服务、商务及其他要求**

（注：当采购包的评标方法为综合评分法时带“★”的参数需求为实质性要求，供应商必须响应并满足的参数需求，采购人、采购代理机构应当根据项目实际需求合理设定，并明确具体要求。带“▲”号条款为允许负偏离的参数需求，若未响应或者不满足，将在综合评审中予以扣分处理。）

（注：当采购包的评标方法为最低评标价法时带“★”的参数需求为实质性要求，供应商必须响应并满足的参数需求，采购人、采购代理机构应当根据项目实际需求合理设定，并明确具体要求。）

**3.1采购项目概况**

完成能源互联网虚拟仿真综合实验系统中14个实验的相关功能

**3.2采购内容**

采购包1：

采购包预算金额（元）: 710,000.00

采购包最高限价（元）: 710,000.00

供应商报价不允许超过标的金额

（招单价的）供应商报价不允许超过标的单价

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标的名称 | 数量 | 标的金额 （元） | 计量单位 | 所属行业 | 是否核心产品 | 是否允许进口产品 | 是否属于节能产品 | 是否属于环境标志产品 |
| 1 | 能源互联网虚拟仿真综合实验系统 | 1.00 | 710,000.00 | 套 | 软件和信息技术服务业 | 否 | 否 | 否 | 否 |

**3.3技术要求**

采购包1：

供应商报价不允许超过标的金额

（招单价的）供应商报价不允许超过标的单价

标的名称：能源互联网虚拟仿真综合实验系统

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数性质 | 序号 | 技术参数与性能指标 |
|  | 1 | **1.整体要求**  1.1功能要求：完成能量转换原理、新能源发电与控制技术、能源互联与系统分析及低碳能源经济等四门课程的光伏系统转化原理、风机系统转化原理、储能系统转化原理、抽水蓄能系统转化原理、光伏系统发电与控制、风力发电系统与控制、储能系统控制、抽水蓄能系统控制、潮流分析和功率调节实验、稳态不对称运行实验、功率极限、常规潮流计算、碳交易和碳中和等14个实验的相关功能。能源互联网虚拟仿真综合实验系统包含能量转换原理、新能源发电与控制技术、能源互联与系统分析、低碳能源经济四个虚拟仿真软件，四个虚拟仿真软件通过虚拟仿真教学管理系统来共同管理。  1.2需满足同时在线300人以上的实验支持，并提供网络版（云服务器版）及单机版。  **2. 技术要求**  仿真系统软件以实际真实系统为对象进行详细仿真，根据真实设备资料、厂区图纸、系统图、运行数据采集表等进行三维模型搭建。为证明供应商能够满足项目技术要求，要求供应商可以演示自己的底层数学建模平台，演示要求如下：  （1）▲平台具有模块库，包括但不限于信号模块、控制模块、运算模块、连续模块、离散模块、逻辑模块、电气模块及用户自定义模块库。其中电气模块：包括但不限于单相电压/电流、三相电压/电流、直流电压/电流、可控电压/电流等电源模块，同步电机，单相变压器、三相变压器、输电线路、故障发生器、单相滤波器、三相滤波器、RLC串/并联负载等电力模块，开关、二极管、晶闸管、IGBT等开关模块**（供应商须提供现场演示予以佐证）**；  （2）▲建模功能：支持用户生成模块，增删、旋转、翻转、重命名模块，支持用户端接信号线、电力线，接线包括端子与端子、端子与接线连接，支持建模撤销、重做功能**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  （3）▲支持用户修改仿真步长、仿真速度、计算方法的功能**（供应商须提供现场演示予以佐证）**；  （4）▲平台支持实数、向量、矩阵及张量输入及信号流传递功能**（供应商须提供现场演示予以佐证）**；  （5）▲平台支持FMI协议，可与MATLAB/Simulink生成的fmu模块联合仿真**（供应商须提供现场演示予以佐证）**；  （6）▲平台具备在线修改电阻、电感、电容模块参数，输出波形能连续变化的功能**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3. 产品功能要求**  虚拟仿真实验平台模拟多能互补系统，统筹分析光伏、风机、储能、抽水蓄能的配置与利用，以下从“能量转化原理”、“新能源发电与控制”、“能源互联与系统分析”、“低碳能源经济”四个教学模块分别阐述后续实验步骤要求。  **3.1能量转化原理**  “能量转化原理”模块，学生可进行光伏、风机、储能、抽水蓄能的能量转化原理及认知。  **3.1.1光伏系统转化原理**  1）进入光伏系统后，选择光伏板、汇流箱、光伏逆变器查看设备模型和对应信息介绍。进入光伏电池发电原理环节，可以右键拖动360°旋转查看光伏板模型，可以查看光伏电池发电原理动画。进入光伏电池结构环节，可以分解光伏板模型，查看光伏电池的各个组成部分及各部分的知识介绍，包括：上玻璃盖板、硅太阳能电池片、绝缘塑料胶封、下底板、电极引线。  2）进入光伏伏安特性实验，学习光伏数字模型，进行光照强度调节，光照强度可选择的有200、400、600、800、1000W/㎡。然后调节滑动变阻器阻值，可以看到电压表和电流表示数变化，计算并记录电压、电流、功率值在表格里，重复调节滑动变阻器阻值，直至记录8组数据，即可生成光伏组件I-V、P-V曲线。切换光照强度，调节光照强度的同时可以看到三维场景中的光线有明显变化，重复上述操作，直至生成5组曲线，然后录入报告。  **3.1.2风机系统转化原理**  1）进入风机系统后，选择风力发电机、风电逆变屏查看设备模型和对应信息介绍。进入风机组成结构环节，查看风机的各个组成部分及对应的信息介绍。组成结构包括：轮毂、叶片、刹车盘、变桨距系统、发电机、控制系统、偏航系统、测风系统、机舱盖、塔筒、齿轮箱、液压泵。  2）可以学习风力发电系统相关动画及图文介绍。包括：风轮系统、机组偏航系统、机组刹车系统、发电机、机组控制系统、塔架与基础、机组液压传动系统、机组系统安全与安全保护系统。  可以查看风力发电原理视频动画，体现风力发电的原理过程。选择风机额定功率，可选择的功率有5、10、20kW。调节风速，可以看到场景中的风机转动速度会发生变化，同时可以看到风机功率会发生变化。将风速跟功率记录在表格里。重复调节风速滑块，直至记录8组数据，点击生成曲线，即可生成风机风速-功率曲线。  **3.1.3储能系统转化原理**  进入储能系统后，选择蓄电池、储能逆变器查看设备模型和对应信息介绍。储能采样与测量模块，分别点击“电流采集”、“单体电池电压”、“温度采集”、“电池簇电压”，查看充电过程或放电过程的曲线变化。均衡模块，选择【主动均衡】或【被动均衡】，可查看主动均衡与被动均衡的运行原理动画，了解蓄电池不一致给储能系统带来的影响。SOC预测模块，输入初始电压，从“SOC——OCV曲线图”上拾取相应初始电压对应的SOC值，并进行核对，然后输入电流设定值、时间设定值，完成充放电后，根据安时积分法，计算终止SOC值。SOH预测模块，查看SOH介绍文档，学习蓄电池健康状态的影响因素。热管理模块，开启热管理和关闭热管理，查看蓄电池柜温度分布图。  3.1.4抽水蓄能系统转化原理  1）进入抽水蓄能系统后，可查看抽水蓄能电站的主要区域，包括：上水库、引水系统、地下洞群、球阀室、主厂房、母线洞、主变洞、尾闸室、尾水系统、下水库等；选择不同区域后，视角会自动定位至该区域，并介绍各区域的组成及功能。可以查看抽水蓄能电站的主要设备，包括：水泵水轮机、发电电动机、主变压器、高压厂变、静止变频器、励磁装置、同期装置、调速器等；选择不同设备后，视角会自动定位至该设备，并介绍各设备的结构及工作原理。  2）若该设备高亮，用户点击高亮区域，可查看该设备的结构爆炸图。抽水蓄能电站的主要系统包括了输水系统、电气主系统、调相压水系统等。本模块从水泵模式、发电模式分别介绍三大系统的工作原理，选择电气主系统，再选择水泵模式（或发电模式），播放水泵模式（或发电模式）下电气主系统的动画，展示了不同阶段的电流流向。  ▲3）抽水运行模拟了机组“停机—抽水调相—抽水—停机”的工况转换过程，包含了停机转抽水调相工况、抽水调相转抽水工况、调压调速特性实验、抽水转停机工况4个任务。以停机转抽水调相工况为例，至少应包含但不限于以下操作环节：确认SFC（静止变频器）处于“就绪状态”、启动水泵水轮机的辅助设备、机械制动装置退出、SFC启动进入“热备用”状态、灭磁开关合闸、SFC启动水泵运行、启动调相压水控制、励磁系统切AVR运行、手动方式下同期并网、SFC装置恢复“冷备用”状态、进入抽水调相运行工况**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  ▲4）发电运行模拟了机组“停机—发电—停机”的工况转换过程，包含了停机转发电调相工况、外特性实验、发电调相转停机工况3个任务。以停机转发电调相工况为例，至少应包含但不限于以下操作环节：启动水泵水轮机的辅助设备、开启水泵水轮机的主进水阀、机械制动装置退出、进入旋转备用工况、自动方式下同期并网**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.2新能源发电与控制**  **3.2.1光伏系统发电与控制**  **3.2.1.1光伏MPPT控制**  1）学习光伏MPPT控制原理、扰动观测法学习文档。在扰动观测法逻辑图中选择相应的控制逻辑并提交，系统会自动判断控制逻辑是否正确，并给出相应提示。  2）选择光照强度，光照强度可选择200、400、600、800、1000W/㎡。调节电压值寻找最大功率点位置，当达到最大功率时，系统自动给出提示已经达到最大功率。学生切换光照强度，重复上述步骤。  **3.2.1.2光伏三相逆变控制**  ▲光伏发电控制三相逆变电路基础实验中，调节并观察不同频率的调制波波形，同时记录逆变器载波和调制波的相互作用；监测IGBT控制信号，调整直流输入电压并观察其波形；接入三相负载，分析电压波形与谐波构成，最后模拟IGBT故障情况，观察并分析波形异常。故障的类型至少包含单相晶闸管击穿故障、单相晶闸管断开故障、三相不平衡故障**（供应商须提供现场演示予以佐证）。**  **3.2.2风力发电系统与控制**  **3.2.2.1风力发电并网运行**  可以进行风力发电的同期并网操作，调节发电单元侧电压、频率、相位，和电网侧比较，使得压差、频差合格，然后观察同期表，待相位差也合格的时候，点击合闸按钮实现同期并网。  **3.2.2.2风机功率特性**  选择风机额定功率，可选择的功率有5、10、20kW。调节风速，可以看到场景中的风机转动速度会发生变化，同时可以看到风机功率会发生变化。将风速跟功率记录在表格里。重复调节风速滑块，直至记录8组数据，点击生成曲线，即可生成风机风速-功率曲线。  **3.2.2.3风电MPPT控制**  学习风电MPPT控制原理、最佳叶尖速比法学习文档。在最佳叶尖速比法控制逻辑图中选择相应的控制逻辑并提交，系统会自动判断控制逻辑是否正确，并给出相应提示。选择风机额定功率，可选择的功率有5、10、20kW。调节叶尖速比寻找最大功率点位置，当达到最大功率时，系统自动给出提示已经达到最大功率。学生切换风机额定功率，重复上述步骤。  **3.2.3储能系统控制**  ▲储能直流-直流：储能系统直流-直流转换器基础实验中，通过设置直流输入电压和调节PWM波的占空比，观察并分析降压（BUCK）和升压（BOOST）电路中的载波与PWM波形、输出电压波形及电流连续与断续状态下的电压表现，同时模拟并分析电路在负载突变和开路情况下的故障响应。还可以进行故障模拟，至少支持BUCK电路断载故障、BOOST电路开路故障**（供应商须提供现场演示予以佐证）。**  **3.2.4抽水蓄能系统控制**  抽水蓄能系统控制模块包括了调速控制、调压控制与并网控制等3个实验步骤，用户通过整定调速器、励磁调节器、同期装置的控制器参数，熟悉发电电动机的转速调节、电压调节及准同期并网方法，了解控制器的整定及控制性能评估方法。  **3.2.4.1▲调速控制实验**  进入调速控制实验后，先阅读实验目的，选择【学习了】，然后选择【开始实验】，在微机调速器模型图中，输入PID控制器的Kp、Ki、Kd三个参数，然后选择【开机】，系统将显示转速曲线，计算曲线上升时间、超调量和稳态误差，自动评估控制器的性能。最后，选择【完成实验】，回答思考题，选择【提交】，提交实验结果**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.2.4.2▲调压控制实验**  进入调压控制实验后，先阅读实验目的，选择【学习了】, 然后选择【开始实验】，在励磁调节器模型图中，输入AVR超前、滞后环节参数T1、T2、T3与T4，然后选择【起励】，系统将显示机端电压曲线，计算曲线上升时间、超调量和稳态误差，自动评估控制器的性能。最后选择【完成实验】，提交实验结果**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.2.4.3▲并网控制实验**  进入并网控制实验后，先阅读实验目的，选择【学习了】，然后选择【开始实验】，显示了7项不同的并网实验条件。在同期控制柜上，用户先将“同期方式”开关旋转至“手动”位，并通过旋转“电压调节开关”、“频率调节开关”，手动调节机端电压幅值、频率，使电压差、频率差、相位差快速满足各并网条件。若并网条件满足时，即电压差、频率差、相位差的显示灯均点亮。在并网条件满足时，快速旋转“手动同期开关”旋钮至“合”位，完成并网操作。选择【录波曲线】，查询发电机输出有功曲线的并网后峰值功率值。选择【数据记录】，查看各并网时刻的电压差、频率差与相位差，并输入并网峰值功率。用户需逐项条件完成准同期并网操作，并记录各并网峰值功率。待7个条件下的并网实验及数据记录均完成后，选择【完成实验】，并回答思考题，选择【提交】，提交实验结果**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.3能源互联与系统分析**  **3.3.1潮流分析和功率调节实验**  “潮流分析和功率调节”依托于IEEE9节点系统图，可设置不同运行方式：（1）负荷的投切（2）线路的停电（3）主变运行转检修。观察潮流分布情况，改变运行方式，使得系统的频率发生变化，然后通过改变发电机的有功功率，实现频率的调整，达到电力系统有功功率平衡的目的，保证电能质量。使用者可观察功率调节过程中的实验数据，掌握电力系统功率调节的方法。  **3.3.1.1▲负荷的投切**  首先，观察各节点的潮流分布情况和系统参数情况；点击任意负荷图标，调节负荷的有功无功；观察各节点的潮流分布情况；点击“潮流分析”按钮，查看负荷变化前后的参数对比；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的前后变化；点击任意发电厂图标后进入操作面板进行功率调节，使得系统的电压和频率与负荷变化前相同；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的变化。完成此运行方式下的分析**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.3.1.2线路的停电**  选择“线路的停电”按钮，根据说明进行实验。首先，观察各节点的潮流分布情况和系统参数情况；点击断开断路器，切除线路；观察各节点的潮流分布情况；点击“潮流分析”按钮，查看线路停电前后的参数对比；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的前后变化；点击发电厂图标后进入操作面板进行功率调节，使得系统的电压和频率与线路停电前相同；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的变化。完成此运行方式下的分析。  **3.3.1.3▲主变运行转检修**  选择“主变运行转检修”按钮，根据说明进行实验。首先，观察各节点的潮流分布情况和系统参数情况；点击断开断路器，使主变运行转检修；观察各节点的潮流分布情况；点击“潮流分析”按钮，查看主变检修前后的参数对比；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的前后变化；点击任意发电厂图标后进入操作面板进行功率调节，使得系统的电压和频率与主变运行转检修前相同；点击“系统参数”按钮，查看系统的有功功率和频率、无功功率和电压的变化；完成此运行方式下的分析**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.3.2稳态不对称运行实验**  “稳态不对称运行”中，可以设置四种不同的故障实验，并展现对应的故障动画及实验数据，结合实验过程现象和数据，分析不对称运行对系统的影响。（1）单相短路故障（2）两相短路故障（3）单相断线故障（4）两相断线故障。  **3.3.2.1单相短路故障**  选择单相短路故障实验，选择1、2、3任意一个节点作为故障位置，点击触发故障按钮，触发故障，查看单相短路故障动画；点击故障恢复按钮，切除故障。点击火电站或水电站，进行有功无功增减操作，最后点击潮流变化对比分析按钮查看潮流变化情况。  **3.3.2.2两相短路故障**  选择两相短路故障实验，选择1、2、3任意一个节点作为故障位置，点击触发故障按钮，触发故障，查看两相短路故障动画；点击故障恢复按钮，切除故障。点击火电站或水电站，进行有功无功增减操作，最后点击潮流变化对比分析按钮查看潮流变化情况。  **3.3.2.3单相断线故障**  选择单相断线故障实验，选择6条黄色闪烁线任意一条作为故障位置，点击触发故障按钮，触发故障，查看单相断线故障动画；点击故障恢复按钮，切除故障。点击火电站或水电站，进行有功无功增减操作，最后点击潮流变化对比分析按钮查看潮流变化情况。  **3.3.2.4两相断线故障**  选择两相断线故障实验，选择6条黄色闪烁线任意一条作为故障位置，点击触发故障按钮，触发故障，查看两相断线故障动画；点击故障恢复按钮，切除故障。点击火电站或水电站，进行有功无功增减操作，最后点击潮流变化对比分析按钮查看潮流变化情况。  **3.3.3功率极限**  功率极限模块设置有三种运行工况：正常运行、单相接地短路、两相接地短路。  **3.3.3.1正常运行**  选择正常运行工况，增加或减少火电站的有功功率，点击记录数据按钮，增加有功直至系统提示将功率极限填入表格时，将此时的有功功率值填入表格，记录至少五组P、δ值后，点击绘制曲线绘制功角特性曲线图。  **3.3.3.2单相接地短路**  选择单相接地短路工况，查看单相接地短路故障动画，增加或减少火电站的有功功率，点击记录数据按钮，增加有功直至系统提示系统发生失稳，将功率极限填入表格时，将此时的有功功率值填入表格，记录至少五组P、δ值后，点击绘制曲线绘制功角特性曲线图。  **3.3.3.3两相接地短路**  选择两相接地短路工况，查看两相接地短路故障动画，增加或减少火电站的有功功率，点击记录数据按钮，增加有功直至系统提示系统发生失稳，将功率极限填入表格时，将此时的有功功率值填入表格，记录至少五组P、δ值后，点击绘制曲线绘制功角特性曲线图。  **3.3.4常规潮流计算**  ▲常规潮流计算依托IEEE33节点系统，分为三个层次进行：第一层次为“知识学习”，以图文结合的方式对微电网系统进行介绍；第二层次为“微电网潮流计算”，微电网潮流计算是以IEEE 33节点进行潮流计算，采用前推回代法进行计算，实现对各种不同的新能源接入配电网的潮流分布进行计算，兼顾PQ、PV、平衡节点类型，；第三层次为“微电网潮流设计”，系统将随机生成一种设计任务，学生根据任务内容，进行分布式电源规划，设置各个参数，计算系统的潮流分布，完成设计任务。观察各个节点的潮流计算情况，包含电压、相角、无功、损耗，需要将电压调整在规定的范围内，不能越限，可以将计算的潮流报告导出文档数据**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.4低碳能源经济**  **3.4.1碳交易**  **3.4.1.1碳排放查看**  进入碳模块，查看各个分布式能源的发电量；点击碳排放量计算，计算标准模型下的碳排放量；查看源侧、网测、荷侧数据情况。  **3.4.1.2碳达峰目标**  点击【碳达峰目标】按钮，进行源侧电替代实验，选择替换的发电方式，查看每度电的碳排放量变化。进行荷侧电替代实验，选择替换的消耗形式，并输入清洁能源发电比例，查看每千瓦时的碳排放量变化。进行碳达峰目标实验，了解碳达峰目标含义，在提示范围内设置GDP和POP增长率；  **3.4.1.3储能容量配比优化**  完成碳达峰目标后，进行储能容量配比优化按钮，根据储能容量配比优化原则判断每个年份是否需要配置储能，然后根据储能容量计算公式配置每个年份的储能容量，完成配置。  **3.4.1.4碳中和目标**  进入碳中和目标按钮，先查看碳中和目标含义，分别勾选各个年份，点击地面种植树木，降低当前年份碳排放量，最终达到碳中和目标。  **3.4.2碳捕集“碳中和”背景下CO2减排CCUS工程**  “碳中和”背景下CO2减排CCUS工程包含厂址选择、CCUS工艺搭建、碳捕集（吸附剂/吸收剂选择、塔设备选型、塔参数设计）、运输方式选择、碳利用（油气田利用、催化转化利用、氨肥利用）、碳封存（咸水封存、枯竭油气藏封存）、总效益估算（总成本、总效益、碳交易效益、利用封存效益）。  **3.4.1厂址选择**  提供中国陆地及海域地图，参照中国已投运或建设中的40 个CCUS 示范项目，按照油气田利用、催化转化利用、氨肥利用、咸水封存和枯竭油气层封存这五种利用封存方式，设置了15个利用封存点。并在我国东南、东北、西南、西北4个区域各设置一个CCUS工程厂址。学生选择不同的厂址后，通过利用封存点距离厂址的距离和不同利用封存方式的原理，在后续可选择对应的封存利用点。  **3.4.2CCUS工艺搭建**  ▲虚拟仿真软件中包含碳捕集、碳利用、碳封存模块的工艺搭建。用户在碳捕集模块进行工艺搭建时，先在参考资料中学习碳捕集的3种捕集方式：吸收、吸附或吸收+吸附。用户可以在元件库中，选择任意一种捕集方式，拖拽到碳捕集模块，完成碳捕集工艺设计。同理在利用封存模块时，用户可以从五种利用封存方式：取油气田利用、催化转化利用和氨肥利用，咸水封存和枯竭油气藏封存，任选至少3种进行CO2的利用与封存。后续操作根据用户选择方案进行，在汇总结果时，用户可根据结果反馈返回重新设计方案，用户可以不限次数地探究最佳组合方案**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.4.3碳捕集**  碳捕集模块包括以下步骤：用户进行工艺搭建，确定二氧化碳的捕集方式；用户进行吸附剂/吸收剂选择，数据面板会显示对应的成本和最大二氧化碳捕集率；用户进行吸附/吸收设备选型，同时可以查看设备的原理视频；用户进行系统搭建，了解整个工艺流程；用户进行主塔设备的参数调节，二氧化碳捕集率会产生实时变化；最后的碳捕集结果分析界面，会展示二氧化碳捕集量、二氧化碳捕集成本和二氧化碳捕集率。  **3.4.4吸附剂/吸收剂选择**  在吸附剂选择模块，用户在活性炭、活性氧化铝、13X沸石分子筛和硅胶里，选择一种吸附剂。不同的吸附剂，成本和最大二氧化碳吸附率不一样，会在数据面板里实时体现。  在吸收剂选择模块，用户在乙醇胺、二乙醇胺、甲基二乙醇胺和混胺里，选择一种吸收剂。不同的吸收剂，成本和最大二氧化碳吸附率不一样，会在数据面板里实时体现。  **3.4.5塔设备选型**  在吸附/吸收设备选型模块，主塔设备以半透视的三维模型图片进行展示，其中吸附塔分为固定床和流化床，吸收塔分为喷淋塔、填料塔和筛板塔，主塔设备下方为原理视频，点击可查看CO₂气体被吸附或者吸收的动态过程。  **3.4.6塔参数设计**  ▲塔参数设计包含塔的基本参数和运行工况参数两部分。固定床吸附塔参数；调节穿透时间，得到床高的变化曲线。运行工况参数：解吸压力PL与吸附压力PH之比。流化床吸附塔参数：调节流化数。得到操作气速和塔径的变化曲线。运行工况参数：颗粒流率。喷淋塔参数：调节空塔气速，得到塔径的变化曲线；调节液气比，得到循环浆液流量的变化曲线；调节喷淋层数，得到循环泵流量的变化曲线。运行工况参数：再生温度。填料塔参数：调节空塔气速，得到塔径的变化曲线；调节液气比，得到循环浆液流量的变化曲线；调节喷淋密度，得到填料塔高度的变化曲线。运行工况参数：再生温度。筛板塔参数：调节空塔气速，得到塔径的变化曲线；调节液气比，得到循环浆液流量的变化曲线；调节理论塔板数，得到塔板数的变化曲线。运行工况参数：再生温度。参数选取时通过底层计算，生成CO2捕集率实时变化曲线，反馈用户操作结果**（供应商须提供现场演示予以佐证）**。  **3.4.7运输方式选择**  用户进入利用封存模块，从五种利用封存方式：取油气田利用、催化转化利用和氨肥利用，咸水封存和枯竭油气藏封存，选择至少3种方式，进行CO2的利用与封存。在合理地前提下，尽可能的提高用户对不同利用封存方式的认知。然后将CCUS工程捕集到的CO₂合理分配到用户选择的利用封存地点。分配完毕后，进入运输方式选择页面。有管路铺设、铁路运输、公路运输和海上运输4种运输方式，用户通过参考运输成本，选择合适的运输方式，同时实时生成实际运输成本。  **3.4.8碳利用**  虚拟仿真软件提供的CO2利用方式包括油气田利用、催化转化利用和氨肥利用。  （1）油气田利用  虚拟仿真软件中以三维模型动态展现CO₂注入地层的过程，通过视频演示呈现CO₂驱油提高原油采收率的原理。  （2）催化转化利用  首先把二氧化碳用无机催化剂还原为甲醇，再将甲醇转换为三碳，使用三碳合成为六碳，最后聚合成为淀粉。  （3）氨肥利用  软件中氨肥利用方式体现了相关反应公式和工艺流程。  **3.4.9碳封存**  虚拟仿真软件中，CO2封存模块有两部分：咸水封存和枯竭油气藏封存。  （1）咸水封存  虚拟仿真软件中以三维模型动态展现CO₂注入地层被封存的过程，通过视频演示呈现CO₂咸水封存原理，用户按时间顺序进行封存机理匹配。  （2）枯竭油气藏封存  虚拟仿真软件中以三维模型动态展现CO₂注入地层被封存的过程，通过视频演示呈现CO₂枯竭油气藏封存原理，用户按时间顺序进行封存机理匹配。  **3.4.10总效益估算**  （1）总成本  成本包括碳捕集成本、运输成本、封存利用成本。其中封存利用成本取决于用户选择了哪些封存利用方式。  （2）总效益  总效益包括碳交易效益和利用封存效益。  1）碳交易效益  碳交易效益取决于选择的CCUS项目所在地域的碳交易平均价格。碳交易效益=CCUS项目的碳捕集量×所在地域的碳交易平均价格。  2）利用封存效益  利用封存效益取决于用户选择的利用封存方式和CO2分配量。在五种利用封存方式中，油气田利用、氨肥利用和催化转化利用存在收益。用经济合理性反证工艺选择、参数选取的准确性与有效性，形成双线程的评价体系，从技术与经济角度锤炼学生实干精神，培养“商科思维”，体现“工商融合”学校特色，增强教学的感染力和生命力。  每个实验板块结束后，点击当前得分，系统给出实验成绩界面。学生可提交分数和自行导出实验报告。老师可以登录自己的账号，在实验管理网站上查看每个学生的学习记录及学习情况。进入详情页面，可以查看学生的实验报告。  **3.5团队人员要求：**  拟投入项目团队人员需包含项目经理（1人）、其他技术人员（不少于5人），项目团队人员需具备类似项目开发经验。 |

**3.4商务要求**

**3.4.1交货时间**

采购包1：

自合同签订之日起 90日内安装调试完成并交付验收

**3.4.2交货地点**

采购包1：

陕西科技大学指定地点

**3.4.3支付方式**

采购包1：

一次付清

**3.4.4支付约定**

采购包1： 付款条件说明： 项目最终验收合格后一次性支付合同款的100% ，付款前，中标人须向采购人开具等额的增值税专用发票（电子、纸质发票均可，纸质发票须包含发票联、抵扣联） ，达到付款条件起 15 日内，支付合同总金额的 100.00%。

**3.4.5验收标准和方法**

采购包1：

按照招标文件要求、中标文件响应及合同约定验收，标准符合国家和行业要求。验收分为三个阶段：交收检验、技术验收和最终验收。（1）交收检验：产品到货后5个日历日内，由采购人、 成交人共同对产品进行检查，检查内容包括：产品名称、规格型号、配置要求、制造商、原产地等。若产品与合同要求不符，采购人将拒绝接收。（2）技术验收：交收检验合格后，产品由中标人负责安装调试。安装调试完毕后，中标人提交验收文件，采购人的产品由使用单位对产品进行技术验收（中标人协助），验收以国家相关验收标准或以合同文本中描述的有关技术要求为准。（3）最终验收：技术验收合格后，采购人根据使用单位技术验收报告，组织有关专家对产品进行最终验收。

**3.4.6包装方式及运输**

采购包1：

涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。

**3.4.7质量保修范围和保修期**

采购包1：

1）供应商必须保证提供的设备是通过正常渠道获得的、全新的、未使用过的合格产品；其有关知识产权、技术、专利、检 验、商务等均要符合中华人民共和国的有关法律、法规；中标人必须承担因所供设备而引起的全部法律责任。 2） 整个项目质保期自验收之日起不得少于 3 年，供应商承诺的质保时间超过上述要求的，按其承诺时间执行。质保期内中标人应提供维修或升级服务，质保期内维修或升级费用及人工费属于质保范畴不再单独收费；3）售后服务及培训要求： 1. 中标人负责产品安装交付，质量保证期内的维护、修理及软件系统的维护升级，以及质量保证期后的维护指导和终身维修等； 2. 采购人提出问题及维修要求后，保修期内，保证在4小时内做出答复，48小时到达现场进行维修服务，提供产品常规维护的日程表，并对前2-3次的常规维护提供现场技术支持。 3. 产品安装调试完毕后，中标人的技术人员必须对项目单位的使用人员进行操作应用、安全防护及维护保养方面的技能培训。培训指导承诺在产品交付使用后，中标单位应在用户处对用户的操作人员和维护人员进行培训，培训内容包括但不限于产品结构介绍、使用操作、日常保养及维护等。培训人和时间安排可由采购人指定；培训期间，培训人员的所有费用由中标人承担。

**3.4.8违约责任与解决争议的方法**

采购包1：

详见招标文件及合同条款

**3.5其他要求**

注：3.4商务要求不允许负偏离。