

采购需求

一、项目概况：

本项目为晶硅光伏虚拟仿真实训基地采购项目，共 1 个包。本项目不允许进口产品参加。

二、采购清单及技术参数要求：

序号	标的名称	技术参数要求	数量	单位	单价限价（元）	标的所属行业
1	高纯多晶硅制备虚拟仿真实训系统（核心产品）	1. 结合教学和软件功能进行软件整体技术架构设计，采用 B/S 架构，包含浏览、训练、考核三个模块内容功能，后期可根据学校虚拟显示设备，提供桌面式操作一体机、LED 大屏等适配的显示模式。 2. 提供 API 接口，实现与虚仿平台的数据对接。 3. 虚仿资源基于学校硬件平台和网络带宽，经过深入优化和匹配，实现虚仿实训操作请求的数量不低于 50 并发，实现通过浏览器从开始加载到加载完成并进入可实训状态不超过 60 秒。 4. 虚仿软件提供关键数据接口。 5. 虚仿资源模型设计清晰，UI 设计合理。 6. 系统总体采用 3D 效果设计，人物视角配合键盘 WASD 实现用户在 3D 场景中的自由移动和交互操作。 7. 支撑的实训教学学时不少于 28 学时，每个子项目可独立运行。 8. 子项目 1：改良西门子法多晶硅企业生产工艺认知	1	套	800000	软件和信息 技术服务业

	(1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局。 (2) 主要包括：冷凝器、压缩机、分馏塔、流床反应器、分离柱等至少 5 个工艺设备 3D 数字化模型，鼠标放置其上，显示对应名称。 (3) 理论知识模块：包括改良西门子法的介绍、多晶硅生产的工艺流程、多晶硅生产的主要设备认知、多晶硅生产方法的介绍等理论知识，交互性实训操作步骤≥10 步。 (4) 实训操作模块：多晶硅生产企业认知实训操作包括 5 大步骤： 1) 原物料制备的认知，包括氢气、氮气、液氯、氯化氢等主要原物料，交互性实训操作步骤≥8 步。 2) 原物料精馏提纯的认知，对精馏提纯原理进行认知，包括精馏工艺以及粗馏工艺，认知完成后需对该项内容进行随堂测试考核，交互性实训操作步骤≥8 步。 3) 产品产出工序的认知，对三氯氢硅氢还原工艺进行认知，具备完善工艺流程的功能，交互性实训操作步骤≥12 步。 4) 尾气回收的认知，包括尾气回收的基本原理以及工艺流程，交互性实训操作步骤≥12 步。 5) 副产物处理的认知，对四氯化硅的性质、冷氢化原理进行认知，设置冷氢				
--	---	--	--	--	--

	化的工艺条件、设置主要原辅材料技术要求，交互性实训操作步骤≥10 步。 （5）实训评分系统功能包括： 1)要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分，数字化综合性测试题≥5 个。 3）可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4）所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 （6）提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 9. 子项目 2：工业硅制备工艺虚拟仿真操作 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局。 ▲（2）主要包括：工业硅炉、电极、冷却器、除尘器、废热利用装置等至少 5 个工艺设备 3D 数字化模型，鼠标放置其上，显示对应名称。（在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 5 张，至				
--	--	--	--	--	--

	少包括工业硅炉、电极、冷却器、除尘器、废热利用装置5个设备的正面3D模型图，每种设备至少1张) (3) 理论知识模块：包括工业硅制备的原理、工业硅制备的工艺流程、工业硅制备的主要设备认知等理论知识，交互性实训操作步骤≥ 8步。 (4) 具备工业硅制备工艺设备巡检维护功能：主要包括对电炉设备、电气设备、炉前设备、起重设备及吊具、原料破碎、输送、清洗、计量设备等的巡检维护，需在虚拟仿真3D场景中设置不同的随机情况，并选择合适的方法处理，交互性实训操作步骤≥ 8步。 (5) 工业硅制备工艺实训操作包括7大步骤： 1) 前期准备工作，主要包括更换工作服装，以及对原料的筛选检查、设备的初始化检查（设备包括：破碎机、皮带输送机、圆筒筛等），交互性实训操作步骤≥ 5步。 2) 电炉启动：主要包含新砌炉的启动、冷炉的启动，主要流程为：烤炉（柴烤→木柴、焦炭混烤→电烤）→清炉→加料→出炉，配有符合真实生产场景的动画或特效，交互性实训操作步骤≥ 8步。 3) 配料，包括检查磅称及料车皮重、在规定范围内准确配料、清除杂物，交互性实训操作步骤≥ 8步。				
--	--	--	--	--	--

	4) 配电, 选择合理的电压、电流进行配电操作, 需要具有异常情况(电流跳闸), 选择合理的处理方式, 并做好配电记录, 交互性实训操作步骤≥ 16步。 5) 电炉熔炼, 具体操作流程为: 接电极$\rightarrow$移电极$\rightarrow$送料、拌料$\rightarrow$判断炉况$\rightarrow$捣炉; 需设置滑电极等异常情况, 并进行合理的处理, 交互性实训操作步骤≥ 15步。 6) 出炉, 包括出炉前检查、烧穿炉眼前的处理以及烧穿炉眼时的处理, 交互性实训操作步骤≥ 15步。 7) 电极焙烧技术操作规程, 包括电压电流选择、移电极处理等, 需出现电极断裂情况, 并根据具体情况进行处理, 交互性实训操作步骤≥ 6步。 (6) 实训评分系统功能包括: 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥ 5个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。				
--	---	--	--	--	--

	4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (7) 提供数字化运行视频 1 个,实训指导书 1 个。 10. 子项目 3: 多晶硅生产三氯氢硅氢还原制备高纯硅工艺虚拟仿真操作 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能,观看场景布局。 (2) 主要包括: 还原尾气冷却器、还原尾气回收器、三氯氢硅还原炉、三氯氢硅还原炉变压器、氢气缓冲罐、三氯氢硅汽化器、还原尾气气液分离器等至少 7 个工艺设备 3D 数字化模型,鼠标放置其上,显示对应名称。 (3) 理论知识模块: 包括三氯氢硅氢还原工艺的工作原理、三氯氢硅氢还原工艺的工艺流程、三氯氢硅氢还原工艺的核心设备认知等理论知识,交互性实训操作步骤≥ 3步。 ▲(4) 具备设备、管道的日常巡检维护功能,日常巡检过程中需要设置不同的随机情况,在虚拟仿真 3D 场景中,操作人物选择不同的处理方法解决问题。交互性实训操作步骤≥ 8步。(在投标文件中需提供数字化运行示例截图,不少于 3 张,至少包括安全生产条件的巡检、设备送电情况的巡检、气罐的巡检,每种巡检情况至少 1 张截图)				
--	---	--	--	--	--

	(5) 实训操作模块：冷态开车操作规程的实训操作包括 8 大步骤，配有与真实生产工艺相应的动画或特效，交互性实训操作步骤≥ 26 步。具体操作步骤如下： 通知上下游工序。 打开公用工程，主要包括打开尾气回收器循环水进口阀、打开三氯氢硅还原炉冷却水进口阀。 氮气赶气，主要包括打开三氯氢硅还原炉去废气处理管线上的阀门、打开三氯氢硅还原炉的置换氮气阀。 氢气赶气，主要包括打开三氯氢硅还原炉原料气进口阀、打开氢气侧路进料阀、打开氢气缓冲罐进气管线上的前、后切断阀、逐渐打开氢气缓冲罐进气管线上的调节阀、关闭三氯氢硅还原炉置换氮气阀。 三氯氢硅还原炉开车，主要包括打开三氯氢硅还原炉变压器电源开关、打开高压开关，进行炉体硅棒高压通电，待硅棒温度达到 200℃左右时，关闭还原炉变压器高压开关，打开三氯氢硅还原炉变压器中压开关，炉体硅棒中压通电，并根据硅棒温度变化调节电压。 三氯氢硅汽化系统投用，主要包括打开三氯氢硅汽化器三氯氢硅进口管线上的前、后切断阀以及打开调节阀进行液位的建立，打开汽化器氢气进口管线上前、后切断阀以及调节阀，关闭氢气侧路进料				
--	--	--	--	--	--

	阀，打开汽化器热水流量调节阀的前、后切断阀以及调节阀。 导通管路，主要包括打开三氯氢硅还原炉尾气出口管线上的阀门、关闭三氯氢硅还原炉去废气处理管线上的阀门、打开三氯氢硅汽化器气相出口管线上的阀门，进行反应。 调节至正常，主要包括调节各设备（比如氢气缓冲罐、三氯氢硅汽化器、尾气冷却器等）的压力、流量、液位、温度等参数达到稳定数值。 ▲（6）具备应急故障处理功能，主要包括停水、停电以及气体泄漏等应急情况，根据事故情况在软件中出现对应的动画效果，如停电导致工厂关灯、设备停机，气体泄漏导致爆炸等特效，需选择相应的处理方法解决问题。交互性实训操作步骤≥10步。（在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于4张，至少包括气体泄漏导致人员中毒意外情况、人员中毒意外情况处理方法、气体泄漏导致着火意外情况、着火意外情况处理办法，每种意外情况和处理方法至少1张截图） （7）实训评分系统功能包括： 1）支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分，数字化综合性测试题≥5个。				
--	---	--	--	--	--

		3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接, 上传数据至平台。 (8) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 11. 子项目 4: 多晶硅生产尾气干法回收工艺虚拟仿真操作: (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能, 观看场景布局。 (2) 主要包括: 吸收塔、解吸塔、氯硅烷加热器、氯硅烷冷却器、混合气洗涤器、深冷器、盐水冷却器、混合气洗涤器等至少 8 个工艺设备 3D 数字化模型, 鼠标放置其上, 显示对应名称。 (3) 理论知识模块: 包括尾气干法分离的原理、尾气干法分离的工艺流程、尾气干法分离的主要设备认知等理论知识, 交互性实训操作步骤≥ 3 步。 (4) 实训操作模块: 冷态开车的操作规程的实训操作包括 6 大步骤: 1) 开启公用工程, 主要包括打开氯硅烷冷却器、盐水冷却器、深冷器、吸收				
--	--	---	--	--	--	--

	塔塔顶冷凝器等设备的对应进口阀，交互性实训操作步骤≥ 7步。 2) 混合气洗涤器启动，主要包括打开混合气洗涤器、开氯硅烷、洗涤器泵的对应阀门，并启动洗涤器进行液位建立，待洗涤器液位达到一定值，再打开相应的液位调节阀，向解吸塔灌液，最终维持洗涤器液位达到稳定值。交互性实训操作步骤≥ 9步。 3) 吸收塔和解吸塔建立循环，主要包括打开相关设备（吸收塔、解吸塔泵等设备）的进料流量阀、控制阀、进出口阀，以及启动解吸塔泵向吸收塔灌液并维持解吸塔液位达到稳定值，打开相应阀门，建立吸收塔和解吸塔之间的循环，最终关闭相应阀门，维持吸收塔液位达到稳定值。交互性实训操作步骤≥ 18步。 4) 吸收塔进富气，主要包括建立混合气缓冲罐液位、启动混合气压缩机，吸收塔进行富气进料、对混合气洗涤器进行液位参数设置，最终维持混合气缓冲罐液位到稳定值。交互性实训操作步骤≥ 13步。 5) 吸收塔和解吸塔出料，主要包括氢气出料，建立并维持吸收塔塔顶罐液位，打开相应阀门将解吸塔塔顶压力达到要求值，交互性实训操作步骤≥ 28步。 6) 调节到稳定，主要包括调节各设备的压力、流量、液位、温度等参数达到				
--	---	--	--	--	--

	稳定数值，交互性实训操作步骤≥18 步。 （5）实训评分系统功能包括： 1）支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分，数字化综合性测试题≥5 个。 3）可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4）所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 （6）提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 12. 子项目 5：多晶硅生产氢气制备与净化工艺虚拟仿真操作 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局。 （2）主要包括：氧气冷却器，碱液冷却器，氢侧气液分离器，除氧器，氢侧气液分离器，电解槽等至少 6 个工艺设备 3D 数字化模型，鼠标放置其上，显示对应名称。 （3）理论知识模块：包括制备氢气的原				
--	--	--	--	--	--

		理和工艺流程；制备氢气的设备和工艺条件；制备氢气的现场操作要点、正常开、停车及事故处理；交互性实训操作步骤≥3步。 （4）实训操作模块：冷态开车的操作规程的实训操作包括7大步骤： 1）通知上下游工序，包括开车预计启动时间、开车过程中可能对上下游工序产生的压力、流量及物料纯度等方面的影响，以及上下游工序需提前做好的准备工作（如调整物料接收或输送设备状态等）。要求接收通知的岗位人员回复确认信息，确保信息传达无误且对方已做好相应准备，交互性实训操作步骤≥3步。 2）开启公用工程，包括打开氧气冷却器循环水供给阀；打开循环水回水阀；打开氢气冷却器循环水供给阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥8步。 3）氮气置换，包括打开氮气置换阀；打开氢侧气液分离器后球阀；打开氢气缓冲罐后旁路阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥12步。 4）碱液进料及循环，包括打开碱液箱进料阀；待碱液箱储液达到一定值后，打开碱液箱出口阀；打开碱液循环泵前阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥9步。				
--	--	---	--	--	--	--

	5) 纯水储液及进料，包括打开纯水进料阀前阀；打开纯水进料阀后阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥ 9步。 6) 产品出料，包括启动电解槽；打开氧气缓冲罐出料阀前阀；打开后阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥ 11步。 7) 调节至正常，包括将投自动；设定为 60℃等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥ 11步。 (5) 具备应急故障处理功能，主要包括停水、停电以及气体泄漏等应急情况，根据事故情况在软件中出现对应的动画效果，如停电导致工厂关灯、设备停机、气体泄漏导致爆炸等特效，需选择相应的处理方法解决问题。交互性实训操作步骤≥ 10步。 (6) 实训评分系统功能包括： 1) 要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥ 5个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个				
--	---	--	--	--	--

	人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 (7) 提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 13. 子项目 6：多晶硅生产氯化氢合成工艺虚拟仿真操作 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局。 (2) 主要包括：空冷器、水冷器、氯化氢合成炉、液氯汽化器、氯化氢缓冲罐、除雾器、氢气缓冲罐等至少 7 个工艺设备 3D 数字化模型，鼠标放置其上，显示对应名称。 (3) 理论知识模块：包括氯化氢的合成原理、氯化氢的合成工艺流程、氯化氢合成的主要设备等理论知识；交互性实训操作步骤≥ 3 步。 (4) 实训操作模块：冷态开车的操作规程的实训操作包括 7 大步骤： 1) 通知上下游工序，交互性实训操作步骤≥ 1 步。 2) 开启公用工程，包括检查公用工程供应系统，开启水系统、开启电力系统、启动压缩空气系统、检查氮气供应系统等，交互性实训操作步骤≥ 8 步。				
--	--	--	--	--	--

		3) 氮气置换, 包括打开氮气置换阀; 打开旁路阀; 打开旁路阀等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 15 步。 4) 氢气进料系统投用, 包括打开前截止阀; 打开后截止阀; 打开氢气进口阀等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 13 步。 5) 液氯汽化系统投用, 包括打开液氯储罐上的出氯球阀; 打开液氯汽化器夹套热水进口阀; 打开夹套热水出口阀等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 10 步。 6) 点火前准备工作, 包括打开热水进口阀; 打开热水出口阀; 打开开关等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 12 步。 7) 氯化氢合成炉点火开车, 包括打开电子点火装置; 启动电子点火装置; 打开氯气切断阀, 通入氯气等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 7 步。 8) 调节至正常, 包括调节氯气流量控制阀, 控制氯气流量为 $447\text{Nm}^3/\text{h}$; 缓慢关闭; 调节空冷器, 使物料冷却在 211°C 左右等, 配有符合真实生产工艺的动画或特效, 交互性实训操作步骤≥ 10 步。 (5) 实训评分系统功能包括: 1) 要求支持成绩界面展示实训名称、				
--	--	---	--	--	--	--

	实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接, 上传数据至平台。 (6) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 14. 子项目 7: 多晶硅生产三氯氢硅合成工艺虚拟仿真操作 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能, 观看场景布局。 (2) 主要包括: 三氯氢硅合成炉、除尘器、干燥器、硅粉蒸汽干燥池、硅粉中间罐、布袋过滤器等至少 6 个工艺设备 3D 数字化模型, 鼠标放置其上, 显示对应名称。 (3) 理论知识模块: 包括制备氢气的原理和工艺流程; 制备氢气的设备和工艺条件; 制备氢气的现场操作要点、正常开、停车及事故处理; 交互性实训操作步骤≥				
--	--	--	--	--	--

		2 步。 （4）实训操作模块：冷态开车的操作规程的实训操作包括 5 大步骤： 1）通知上下游工序，包括了解硅粉的供应情况和质量信息，沟通硅粉的预热情况和出料时间。交互性实训操作步骤≥3 步。 2）干法除尘系统准备，包括打开旋风除尘器、后球阀；打开布袋过滤器等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥5 步。 3）湿法除尘系统准备，包括打开控制阀，四氯化硅进洗涤器；打开控制阀，四氯化硅进洗涤器；控制四氯化硅进洗涤器，流量为 4500kg/h 等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥9。 4）硅粉的预装及预热，包括打开硅粉进料阀，进料；打开硅粉蒸汽干燥池、蒸汽进口阀；打开硅粉蒸汽干燥池、蒸汽出口阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥25 步。 5）合成炉投料，调整到稳态运行，包括打开氯化氢进气阀；配有符合真实生产工艺的动画或特效。 6）打开前截止阀；打开后截止阀；打开硅粉加料机、后球阀等，配有符合真实生产工艺的动画或特效，交互性实训操作步骤≥16 步。				
--	--	---	--	--	--	--

	(5) 实训评分系统功能包括： 1) 要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 (6) 提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 ★15. 虚仿软件需具备 AI 智能助学功能，通过软件内置悬浮窗，实时打开大模型对话，运用自然语言处理技术构建课程对话问答系统，对课程内容精准答疑，屏蔽敏感词，避免不良信息传播，提供学习指导，助力学生提升学习效率；支持定制设置个性化的开场白，展示欢迎语；提供高级 RAG 算法，能够提供高精度的知识问答，准确率 90%及以上，响应时间不超过 5 秒；支持数据标注功能，标注员可以进行数据标注，对知识库数据进行标签分类（知识				
--	--	--	--	--	--

		库数据包括但不限于 Word、PDF、Excel、Text 等格式），审核员可对标注进行审核通过或驳回。				
2	直拉单晶硅制备虚拟仿真实训系统	1. 结合教学和软件功能进行软件整体技术架构设计，采用 B/S 架构，包含浏览、训练、考核三个模块内容功能，后期可根据学校虚拟显示设备，提供桌面式操作一体机、LED 大屏等适配的显示模式。 2. 提供 API 接口实现与虚仿平台的数据对接。 3. 虚仿资源基于学校硬件平台和网络带宽经过深入优化和匹配，实现虚仿实训操作请求的数量不低于 50 并发，实现通过浏览器从开始加载到加载完成并进入可实训状态不超过 60 秒。 4. 虚仿软件提供关键数据接口。 5. 虚仿资源模型设计清晰，UI 设计合理。 6. 系统总体采用 3D 效果设计，人物视角配合键盘 WASD 实现用户在 3D 场景中的自由移动和交互操作。 7. 支撑的实训教学学时不少于 20 学时，每个子项目可独立运行。 8. 子项目 1：单晶硅企业生产工艺认知与安全巡检虚拟仿真实训 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。 （2）设备 3D 数字化模型≥20 个，主要数字化模型包括：单晶炉、水路系统（分	1	套	650000	软件和信息技术服务业

		水器、管道、阀门)、气路系统(真空泵、电磁阀、除尘器、调节阀、气体流量计、压力真空表、除尘器、球阀、真空侧头、安全阀、蝶阀、真空侧头、减压表、蒸发器)、电气系统(控制柜、变压器、PLC、UPS 电源、继电器、伺服电机驱动器、传感器、液压装置等)。 (3) 支持设备查看功能, 具体为点击设备, 出现具体设备的名称、作用、原理展示。数字化交互操作≥ 20步。 (4) 支持安全隐患排查功能, 具体流程根据漫游路径, 主要根据单晶炉、水路系统、气路系统等进行安全隐患排查, 需在虚拟仿真 3D 场景中设置不同的随机情况, 并选择合适的方法处理, 配合相应的动画或特效, 数字化交互操作≥ 20步。 (5) 实训评分系统功能包括: 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥ 5个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。				
--	--	--	--	--	--	--

		4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (6) 提供数字化运行视频 1 个,实训指导书 1 个。 9. 子项目 2: 单晶炉装炉、拆炉生产虚拟仿真实训 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能,观看场景布局,查看组成单元设备模型,鼠标放置其上,显示设备零件名称及注释。 (2) 设备 3D 数字化模型≥ 19 个,主要数字化模型包括:无尘手套、耐高温手套、防砸鞋、口罩、防尘帽、单晶炉、热场底盘、石墨电极、石英环、加热器、石墨下轴、石墨坩埚、保温罩、硅料、石英坩埚、导流桶、保温盖、籽晶、单晶硅棒等。 (3) 支持设备查看功能,具体为点击设备,出现具体设备的名称、作用、原理展示。数字化交互操作步骤≥ 16 步。 (4) 支持安全防护隐患排查功能,具体流程根据漫游路径,进行安全隐患排查,需在虚拟仿真 3D 场景中设置不同的随机情况,并选择正确的处理方式应对,配合相应的动画或特效,数字化交互操作步骤≥ 12 步。 (5) 支持装炉功能,具体流程为根据工单步骤要求,选择工具→选择设备(包括石墨坩埚、石英坩埚、保温盖、导流桶等)→选择安装位置→完成安装操作;配有符				
--	--	--	--	--	--	--

	合真实生产场景的动画或特效,数字化交互操作步骤≥ 20步。 (6) 支持拆炉功能,具体流程为根据工单步骤要求,选择工具$\rightarrow$拆卸硅棒$\rightarrow$选择设备$\rightarrow$拆卸热场$\rightarrow$清炉操作,配有符合真实生产场景的动画或特效,数字化交互操作步骤≥ 20步。 (7) 实训评分系统功能包括: 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥ 5个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分:包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块,可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (8) 提供数字化运行视频 1 个,实训指导书 1 个。 10. 子项目 3: 单晶炉拉晶和二次加料生产虚拟仿真实训 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能,观看场景布局,查看组成单元设备模型,鼠				
--	--	--	--	--	--

	标放置其上，显示设备零件名称及注释。 ▲（2）设备 3D 数字化模型≥ 7 个，主要数字化模型包括：无尘手套、口罩、防尘帽、单晶炉、热场、加料桶、操作面板等。 （在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 3 张，至少包括单晶炉、热场、操作面板 3 个设备的正面 3D 模型图，每种设备至少 1 张） （3）支持设备查看功能，具体为点击设备，出现具体设备的名称、作用、原理展示。数字化交互操作步骤≥ 8 步。 （4）支持安全防护隐患排查功能，具体流程根据漫游路径，依次进行安全隐患排查。需在虚拟仿真 3D 场景中设置不同的随机情况，并选择正确的处理方式应对，配合相应的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 8 步。 （5）支持拉晶工艺功能，具体流程为根据工单步骤要求，依次手动完成抽空、检漏、化料、引晶、放肩、转肩、等径、收尾操作；配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 20 步。 （6）支持二次加料生产，具体流程为根据工单步骤要求，选择工具→选择设备→关闭隔离阀→副室充气→安装加料桶→副室抽空→打开隔离阀→下降加料桶→加料完成→升起加料桶→关闭隔离阀→取出加料桶→副室抽空→充气→打开隔				
--	--	--	--	--	--

	离阀→化料。依次完成抽空、检漏、引晶、放肩、转肩、等径、收尾等操作；配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥20 步。 （7）实训评分系统功能包括： 1）支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5 个。 3）可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4）所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 （8）提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 11. 子项目 4：单晶炉异常情况处理虚拟仿真实训 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。 （2）主要 3D 数字化模型≥1 个, 包括：单晶炉等。				
--	---	--	--	--	--

	(3) 支持停电异常情况处理功能，具体流程为：出现异常情况报警→排查异常原因→按照工序步骤处理异常情况，配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥10 步。 (4) 支持停水异常情况处理功能，具体流程为：出现异常情况报警→排查异常原因→按照工序步骤处理异常情况，配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥10 步。 (5) 支持漏水、漏气异常情况处理功能，具体流程为：出现异常情况报警→排查异常原因→按照工序步骤处理异常情况，配有符合真实生产场景的动画或特效（如漏水、漏气等），数字化交互操作步骤≥10 步。 (6) 支持漏硅异常情况处理功能，具体流程为：出现异常情况报警→排查异常原因→按照工序步骤处理异常情况，配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥10 步。 (7) 支持掉棒异常情况处理功能，具体流程为：出现异常情况报警→排查异常原因→按照工序步骤处理异常情况，配有符合真实生产场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥10 步。 (8) 实训评分系统功能包括： 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。				
--	--	--	--	--	--

		2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题$\geq$5 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 (9) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 12. 子项目 5: 单晶炉制备虚拟仿真实训 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能, 观看场景布局, 查看组成单元设备模型, 鼠标放置其上, 显示设备零件名称及注释。 (2) 主要 3D 数字化模型包括$\geq$2 个: 单晶炉、动态热场等。 (3) 支持单晶炉制备功能, 具体流程为: 按照接收生产任务清单$\rightarrow$安全检查$\rightarrow$安装热场$\rightarrow$装料$\rightarrow$合炉$\rightarrow$设置工艺参数$\rightarrow$抽空$\rightarrow$检漏$\rightarrow$化料$\rightarrow$异常分析$\rightarrow$修正$\rightarrow$设置拉晶参数$\rightarrow$引晶、放肩、转肩$\rightarrow$异常分析$\rightarrow$修正$\rightarrow$等径$\rightarrow$异常分析$\rightarrow$修正$\rightarrow$收尾操作。配有符合真实生产场景的动画或特效, 数字化交互操作步骤$\geq$40 步。 ★(4) 系统开车生产数据以真实的工程验证生产数据进行导入, 保证学生学习生产数据的真实性; 对于模拟工艺, 能够根				
--	--	---	--	--	--	--

	据真实的生产数据进行算法拟合,操作者能够通过定义参数,生成接近真实的生产数据,能演示引晶结束适当降低温度与拉速,使晶体慢慢放大至目标直径大小,因环境参数的变化,每次生产的数据经机理算法拟合后,得出符合实际的有差异性的结果。 (5) 实训评分系统功能包括: 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作以及认知操作、结晶率、电阻率、拉晶时间等参数进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分:包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块,可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (6) 提供数字化运行视频 1 个,实训指导书 1 个。 ★13. 虚仿软件需具备 AI 智能助学功能,通过软件内置悬浮窗,实时打开大模型对话,运用自然语言处理技术构建课程对话				
--	--	--	--	--	--

		问答系统，对课程内容精准答疑，屏蔽敏感词，避免不良信息传播，提供学习指导，助力学生提升学习效率；支持定制设置个性化的开场白，展示欢迎语。提供 RAG 算法，能够提供知识问答，准确率 90%及以上，响应时间不超过 5 秒。支持数据标注功能，标注员可以进行数据标注，对知识库数据进行标签分类（知识库数据包括但不限于 Word、PDF、Excel、Text 等格式），审核员可对标注进行审核通过或驳回。				
3	光伏电站运行与维护虚拟仿真实训系统	1. 结合教学和软件功能进行软件整体技术架构设计，采用 B/S 架构，包含浏览、训练、考核三个模块内容功能，后期可根据学校虚拟显示设备，提供桌面式操作一体机、LED 大屏等适配的显示模式。 2. 提供 API 接口实现与虚拟平台的数据对接。 3. 虚拟资源基于学校硬件平台和网络带宽经过深入优化和匹配，实现虚拟实训操作请求的数量不低于 50 并发，实现通过浏览器从开始加载到加载完成并进入可实训状态不超过 60 秒。 4. 虚拟软件应提供关键数据接口。 5. 虚拟资源模型设计清晰，UI 设计合理。 6. 系统总体采用 3D 效果设计，人物视角配合键盘 WASD 实现用户在 3D 场景中的自由移动和交互操作。 7. 支撑的实训教学学时不少于 12 学时，	1	套	370000	软件和信息技术服务业

	每个子项目可独立运行。 8. 子项目 1：光伏电站巡检及常见故障排除虚拟仿真实训 ▲（1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，虚拟 3D 场景需按照学校合作的产教融合企业基地—兰措玛光伏电站的真实场景还原，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。(在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 4 张，至少包括更衣室、备品备件室、中控室、光伏厂区虚拟仿真场景，每种场景 1 张截图) ▲（2）设备 3D 数字化模型≥17 个，数字化模型需一比一还原兰措玛光伏电站主要设备以及专用巡检设备，主要数字化模型包括：光伏阵列、直流汇流箱、集中式逆变器、组串式逆变器、交流汇流箱、数字万用表、钳形电流表、热成像仪、便携式 IV 测试仪、绝缘电阻测试仪、高压操作杆、MC4 连接器、防雷模块、光伏组件、接线盒、交流断路器、直流熔断器等。(在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 9 张，至少包括光伏阵列、直流汇流箱、集中式逆变器、组串式逆变器、交流汇流箱、高压操作杆、MC4 连接器、防雷模块、光伏组件 9 个设备的正面 3D 模型图，每种设备至少 1 张) （3）支持运维工器具、仪表的识别：图片展示运维工具的功能及使用方法；视频				
--	--	--	--	--	--

		展示数字万用表、钳形电流表、热成像仪、便携式 IV 测试仪、绝缘电阻测试仪的功能及使用方法。数字化交互操作步骤≥ 3步。 （4）支持工作前准备：三穿二戴（穿工作服、穿工作裤、穿劳保鞋、戴安全帽、戴绝缘手套）、准备工器具、仪表、备品备件、运行记录表等。数字化交互操作步骤≥ 3步。 （5）支持光伏阵列巡检及巡检后故障处理：阅读注意事项，然后按照巡检栏巡检项目，依次巡检（比如使用红外热成像仪进行热斑检查）光伏阵列，并对巡检结果进行是否异常判断并记录，在虚拟仿真 3D 场景中，通过使用对应工具（比如使用钳形电流表测量组串熔断器正负极电压，判断是否更换组件成功）对巡检后的系统设置的随机故障情况进行诊断与处理。配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 15步。 ▲（6）支持直流汇流箱巡检及巡检后故障处理：阅读注意事项，然后按照巡检栏巡检项目，依次巡检（比如使用红外热成像仪进行发热检查）直流汇流箱，并对巡检结果进行是否异常判断并记录，然后在虚拟仿真 3D 场景中，使用对应工具对巡检后的系统设置的随机故障情况进行依次处理。配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 10步。				
--	--	---	--	--	--	--

	(在投标文件中需提供数字化运行示例截图,不少于 4 张,至少包括阅读注意事项、使用红外热成像仪进行发热检查、判断并记录巡检情况、处理故障,每种操作步骤至少 1 张截图) (7) 支持交流汇流箱巡检及巡检后故障处理: 阅读注意事项, 然后按照巡检栏巡检项目, 依次巡检直流汇流箱, 并对巡检结果进行是否异常判断并记录, 然后在虚拟仿真 3D 场景中, 使用对应工具对巡检后的系统设置的随机故障情况进行依次处理。配有符合真实电站检测场景的动画或特效, 数字化交互操作步骤≥ 10 步。 (8) 支持集中式逆变器巡检及巡检后故障处理: 阅读注意事项, 然后按照巡检栏巡检项目, 依次巡检直流汇流箱, 并对巡检结果进行是否异常判断并记录, 需要在虚拟仿真 3D 场景中设置随机的故障情况, 并选择对应工具故障情况进行依次处理。配有符合真实电站检测场景的动画或特效, 数字化交互操作步骤≥ 10 步。 (9) 支持组串式逆变器巡检及巡检后故障处理: 阅读注意事项, 然后按照巡检栏巡检项目, 依次巡检直流汇流箱, 并对巡检结果进行是否异常判断并记录, 需要在虚拟仿真 3D 场景中, 设置随机的故障情况, 并选择对应工具故障情况进行依次处理。配有符合真实电站检测场景的动画或特效, 数字化交互操作步骤≥ 10 步。				
--	--	--	--	--	--

	(10) 实训评分系统功能包括： 1) 支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 (11) 提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 9. 子项目 2：光伏阵列典型故障处理虚拟仿真实训 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，虚拟 3D 场景需按照学校合作的产教融合企业基地—兰措玛光伏电站的真实场景还原，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。 ▲ (2) 设备 3D 数字化模型≥18 个，数字化模型需一比一还原兰措玛光伏电站主要设备以及专用巡检设备，主要数字化				
--	---	--	--	--	--

	模型包括：光伏阵列、直流汇流箱、集中式逆变器、组串式逆变器、交流汇流箱、MC4 扳手套装、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、压接钳、接地保护线、冷压接线端子、组件压块、数据采集板、防雷接地线、IGBT 模块、散热风扇等。(在投标文件中需提供数字化运行示例截图,不少于 8 张,至少包括光伏阵列、组串式逆变器、接地保护线、组件压块、数据采集板、防雷接地线、IGBT 模块、散热风扇 8 个设备的正面 3D 模型图,每种设备至少 1 张) (3)支持组件二极管击穿故障处理,包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施故障诊断排除与处理:排除数据采集模块故障→排除组串接地故障→锁定故障组件→排除组件破损故障→排除组件存在热斑现象→锁定故障→更换故障接线盒→检测故障是否排除→填写检修记录单。配有符合真实电站检测场景的动画或特效,数字化交互操作步骤≥18 步。 ▲(4)支持组串断路故障处理,包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施故障诊断排除与处理:对检测出来的支路电压与电流的正常与异常两种随机情况分别进行处理(若正常,则进行更换数据采集模块操作;若异常,则使用钳形电流表检测支路正负极熔断器是否导通→并更换故障连接器或线缆)、				
--	---	--	--	--	--

	最后检测故障是否排除并填写检修记录单。需在虚拟仿真 3D 软件中设置正常与异常的两种情况，并配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 18步。 (在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 6 张，至少包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施故障诊断排除与处理，每种操作步骤至少 2 张截图) (5)支持组串接地故障处理,包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施故障诊断排除与处理:检测组串正负极对地电压→检测组串对应 MC4 连接器组件对地电压→锁定故障→修复破损部位→填写检修记录单。配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 18步。 (6)实训评分系统功能包括: 1)要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2)可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥ 5个。 3)可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分:包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块,可看				
--	---	--	--	--	--

	见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (7) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 ● (8) 现场演示以下内容: 展示光伏阵列的主要设备, 包括: 光伏阵列、直流汇流箱、集中式逆变器、组串式逆变器、交流汇流箱、MC4 连接器、组件压块、数据采集板等; 展示集中式逆变器典型故障处理过程, 包括 IGBT 驱动板故障、逆变器 PD (电压采集) 板故障等的处理。通过查看中控室故障画面, 得到故障现象反馈, 选择正确的工具与备品备件对集中式逆变器故障进行诊断与处理, 直至故障解除。 10. 子项目 3: 汇流箱逆变器典型故障处理虚拟仿真实训 (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能, 虚拟 3D 场景需按照学校合作的产教融合企业基地—兰措玛光伏电站的真实场景还原, 观看场景布局, 查看组成单元设备模型, 鼠标放置其上, 显示设备零件名称及注释。 (2) 设备 3D 数字化模型≥22 个, 数字化模型需一比一还原兰措玛光伏电站主要设备以及专用巡检设备, 主要数字化模				
--	---	--	--	--	--

	型包括：直流汇流箱、集中式逆变器、组串式逆变器、交流汇流箱、MC4 扳手套装、螺丝刀、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、压接钳、活动扳手、内六角扳手、接线盒、交流断路器、直流熔断器、直流熔丝、冷压接线端子、组件压块、数据采集板、防雷接地线、IGBT 模块、散热风扇等。 （3）支持直流汇流箱典型故障处理, 包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施两大典型故障。配有符合真实电站检测场景的动画或特效, 数字化交互操作步骤≥ 18 步。具体故障及处理方法如下： 通讯线缆虚接，处理方式为：红外热成像仪检查发热点→紧固接线端子螺丝→钳形电流表检测各支路电流与电压→紧固采集模块通讯线→返回中控查看故障点是否排除； 支路熔丝烧毁，处理方式为：钳形电流表检测故障支路是否导通→检测并更换故障熔丝→检测故障正负极熔断器上端电压，判断故障是否排除→返回中控查看故障点是否排除的诊断排除与处理，最后填写检修记录单。 ▲（4）支持集中式逆变器典型故障处理，包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场（虚拟仿真 3D 场景）实施诊断排除与处理：查找逆变器运行界面中的告警信息，并对可能引起故				
--	--	--	--	--	--

	障的 3 种原因进行故障处理，配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作≥20 步，具体故障及处理方法如下： 逆变器 PA（电流采集）板故障，处理方法为：打开交流侧上盖板→取下 PA 板→更换新的 PA 板→安装盖板，在虚仿软件中使用动画效果体现以上处理方法。 逆变器 PD（电压采集）板故障，处理方法为：打开交流侧上盖板→先取下 PA 板再取下 PD 板→更换新的 PD 板，再装上原来的 PA 板→安装盖板，在虚仿软件中使用动画效果体现以上处理方法。 逆变器 IGBT 驱动板故障，处理方法为：取下 B 相 IGBT 模块→更换 B 相 IGBT 模块驱动板→装上 B 相 IGBT 模块）、最后查看逆变器显示屏运行参数是否恢复正常并填写检修记录单，在虚仿软件中使用动画效果体现以上处理方法。 （在投标文件中需提供数字化运行示例截图，不少于 6 张，体现集中式逆变器典型故障处理操作，至少包括逆变器 PA（电流采集）板故障处理、逆变器 PD（电压采集）板故障处理、逆变器 IGBT 驱动板故障故障处理，每种处理方式至少 2 张截图） （5）支持组串式逆变器典型故障处理：主要包括散热器风扇损坏故障处理、逆变器接地故障处理 2 个子任务，配有符合真				
--	--	--	--	--	--

	实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作≥ 30步，具体子任务如下： 散热器风扇损坏故障处理：包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施诊断排除与处理：红外热成像仪扫描出发热点$\rightarrow$锁定卡阻的散热风扇$\rightarrow$更换散热风扇$\rightarrow$查看逆变器显示屏运行参数是否恢复正常$\rightarrow$填写检修记录单，在虚仿软件中使用动画效果体现以上处理方法。 逆变器接地故障处理：包括阅读注意事项和检修文档、去中控查看故障点、去现场实施诊断排除与处理：钳形电流表测量各支路正负极对地电压$\rightarrow$锁定故障组件$\rightarrow$检查故障组件引出线以及线缆是否有破损$\rightarrow$更换直流线缆及故障连接器$\rightarrow$查看逆变器显示屏运行参数是否恢复正常$\rightarrow$填写检修记录单，在虚仿软件中使用动画效果体现以上处理方法。 （6）支持交流汇流箱防雷器失效故障处理，包括阅读注意事项和检修文档、去现场实施诊断排除与处理：钳形电流表测量断路器三相电压（系统随机设置3种缺相测量结果）$\rightarrow$锁定缺相位置$\rightarrow$更换故障防雷器$\rightarrow$再次选择钳形电流表检测三相电压是否平衡$\rightarrow$填写检修记录单。配有符合真实电站检测场景的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 15步。 （7）实训评分系统功能包括：				
--	---	--	--	--	--

		1)要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2)可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥5个。 3)可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分:包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块,可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4)所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接,上传数据至平台。 (8)提供数字化运行视频1个,实训指导书1个。 ●(9)现场演示以下内容:在本次投标人所投桌面三维交互一体机系统上实现“光伏电站运行与维护虚拟仿真实训系统”中以下内容,所有内容以3D形式呈现,并进行现场演示:直流汇流箱的内部组成结构拆解与认知:主要包括熔断器、防雷器、检测模块、直流断路器等部件。 ●(10)现场演示以下内容:在本次投标人所投桌面三维交互一体机系统上实现“光伏电站运行与维护虚拟仿真实训系统”中以下内容,所有内容以3D形式呈现,并进行现场演示:交流汇流箱的内部				
--	--	--	--	--	--	--

		组成结构拆解与认知：主要包括熔断器、防雷器、断路器等部件。 ★11. 虚仿软件需具备 AI 智能助学功能，通过软件内置悬浮窗，实时打开大模型对话，运用自然语言处理技术构建课程对话问答系统，对课程内容精准答疑，屏蔽敏感词，避免不良信息传播，提供学习指导，助力学生提升学习效率；支持定制设置个性化的开场白，展示欢迎语。提供 RAG 算法，能够提供知识问答，准确率 90%及以上，响应时间不超过 5 秒。支持数据标注功能，标注员可以进行数据标注，对知识库数据进行标签分类（知识库数据包括但不限于 Word、PDF、Excel、Text 等格式），审核员可对标注进行审核通过或驳回。				
4	储能电池 制备工艺 虚仿实训 系统	1. 结合教学和软件功能进行软件整体技术架构设计，采用 B/S 架构，包含浏览、训练、考核三个模块内容功能，后期可根据学校虚拟显示设备，提供桌面式操作一体机、LED 大屏等适配的显示模式。 2. 提供 API 接口实现与虚仿平台的数据对接。 3. 虚仿资源基于学校硬件平台和网络带宽经过深入优化和匹配，实现虚仿实训操作请求的数量不低于 50 并发，实现通过浏览器从开始加载到加载完成并进入可实训状态不超过 60 秒。 4. 虚仿软件应提供关键数据接口。	1	套	420000	软件和信息 技术服务业

	5. 虚仿资源模型设计清晰，UI 设计合理。 6. 系统总体采用 3D 效果设计，人物视角配合键盘 WASD 实现用户在 3D 场景中的自由移动和交互操作。 7. 支撑的实训教学学时不少于 12 学时，每个子项目可独立运行。 8. 子项目 1：储能电池材料混浆工艺 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。 （2）主要设备 3D 数字化模型≥ 7 个，包括：搅拌罐；搅拌装置、搅拌桨、搅拌轴；轴封与真空装置；加热和冷却装置；控制和显示单元等。 （3）支持安全隐患排查功能，主要包括安全防护、以及对真空压缩装置的密封性、设备是否漏电等进行安全隐患排查。需在虚拟仿真 3D 场景中设置随机情况，并选择合理的处理方式解决安全隐患，数字化交互操作步骤≥ 15 步。 （4）支持按照顺序完成混料工艺操作，配有符合真实生产工艺的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 20 步，混料工艺操作具体如下： 配料：根据储能电池的设计配方，精确称取各种原材料，包括活性材料、导电剂、溶剂等，进行初步混合。 加料：将初步混合好的固体物料加入到带有搅拌装置和控温、真空等功能的混				
--	---	--	--	--	--

	料设备中,接着将预先计量好的溶剂通过专门的溶剂输送管道或计量泵缓慢加入到混料设备中,同时开启搅拌装置,使溶剂与固体物料开始初步接触和混合。 参数设置:根据所使用的粘结剂和溶剂的特性,设定合适的温度、时间、搅拌速度及真空度。在虚拟仿真 3D 场景中设置随机意外情况,如物料溶解或分散不完全,导致浆料粘度不均匀,并寻求原因和解决措施。 搅拌:开启混料设备进行正式搅拌,实时监测设备的运行状态,定期取样观察浆料的外观、粘度等指标。在虚拟仿真 3D 场景中设置随机意外情况,如发现浆料不均匀、有颗粒团聚或粘度异常等问题,应及时调整搅拌参数或采取相应的改进措施。 出浆:当搅拌达到设定时间且浆料各项性能指标符合要求后,停止搅拌和真空系统。在出浆过程中,注意控制出料速度和压力,避免浆料飞溅或产生气泡。出浆完成后,对存储容器进行密封标识,注明浆料的批次、配方、生产日期等信息。 (5) 实训评分系统功能包括: 1) 要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2) 可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题$\geq$8 个。				
--	--	--	--	--	--

	3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接, 上传数据至平台。 (6) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 9. 子项目 2: 储能电池组装工艺 ▲ (1) 具备虚拟 3D 场景全景漫游功能, 观看场景布局, 查看组成单元设备模型, 鼠标放置其上, 显示设备零件名称及注释。(在投标文件中提供数字化运行示例截图, 不少于 2 张, 至少包括更衣室、电池组装实训室虚拟仿真场景, 每个场景至少 1 张截图) (2) 设备 3D 数字化模型≥10 个。主要包括: 放卷系统、焊接系统、卷绕系统、贴胶系统控制装置、极片储料模块、极片定位模块、输送模块、隔膜供料模块、叠片模块、贴胶模块等。 (3) 支持安全防护隐患排查功能, 具体流程根据漫游路径, 进行安全隐患排查, 需在虚拟仿真 3D 场景中设置随机情况, 并选择相应的处理方式, 解决安全隐患,				
--	---	--	--	--	--

	数字化交互操作步骤≥ 4步。 （4）按照电池组装工艺操作步骤完成装配工艺参数设置，进行电池装配操作，主要包括： 软包电池装配：铝塑复合膜冲压成型制成壳体，然后将卷绕或叠片形成的电芯放入壳体内，再进行热封装。封装时通常先进行顶部热封和一边侧封，然后从留有气囊一侧的开口进行注液，再进行抽真空侧封，然后电池进行预化成，预化成后从气囊封口边剪开，用真空封口机抽去电池内部气体后侧封、整形。配有符合真实生产工艺的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 20步。 方形电池装配：先将贴胶的电芯装入铝壳。入壳后在电芯上部放置绝缘片和盖板，然后将正极铝极耳和铝壳盖板采用电阻焊焊接作为电池的正极端子，将负极镍极耳和盖板上的镍钉采用电阻焊焊接作为电池的负极端子。然后采用激光点焊接将盖板预固定在壳体上，再采用激光将盖板与壳体进行连续密封焊接。配有符合真实生产工艺的动画或特效，数字化交互操作步骤≥ 20步。 圆柱状电池装配：先将下绝缘底圈放入圆柱形壳体，再将卷绕电芯插入壳体，采用电阻焊将负极极耳焊于钢壳，插中心针，再进行钢筒滚槽，真空干燥后注液，再将盖帽焊到正极极耳上，最后进行封				
--	---	--	--	--	--

	口。经过清洗后的电池进行喷码、外观检查、X 射线检测。配有符合真实生产工艺的动画或特效，数字化交互操作步骤≥20 步。 （5）实训评分系统功能包括： 1)要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示分值与个人得分。数字化综合性测试题≥10 个。 3）可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定,并对实训操作考核提供详细评分：包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块，可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4）所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接，上传数据至平台。 （6）提供数字化运行视频 1 个，实训指导书 1 个。 10. 子项目 3：电池化成工艺 （1）具备虚拟 3D 场景全景漫游功能，观看场景布局，查看组成单元设备模型，鼠标放置其上，显示设备零件名称及注释。 （2）设备 3D 数字化模型≥9 个，主要包括：抽真空系统、电解液计量系统、注入通道、注入系统、电池传送系统、充电控				
--	---	--	--	--	--

	制器、中央控制板、恒流恒压源、通道控制板等。 （3）支持设备查看功能，具体为点击设备，出现具体设备的名称、作用、原理展示。数字化交互操作步骤≥ 15步。 （4）支持安全防护隐患排查功能，具体流程根据漫游路径，进行安全隐患排查，需在虚拟仿真 3D 场景中设置随机情况，并选择相应的处理方式，解决安全隐患，数字化交互操作步骤≥ 10步。 （5）能按照注液化成操作步骤完成注液化成参数设置，进行注液和化成操作，配有符合真实生产工艺的动画或特效。数字化交互操作步骤≥ 25步。具体化成操作工艺步骤如下： 充电控制器接受操作人员输入的充电工步，并根据充电工步发出控制信号给中央控制板。 中央控制板根据充电控制器发出的信号，并与柜上采集到的电流电压信号一起处理发出恒流恒压源的控制信号。 恒流恒压源根据中央控制器发出的信号，输出相应的电流或电压。 通道控制板提供电流通道，并进行开路、短路检测与控制。 （6）实训评分系统功能包括： 1）要求支持成绩界面展示实训名称、实训总用时、个人账号名称等信息。 2）可以对数字化综合性测试题展示				
--	---	--	--	--	--

		分值与个人得分。数字化综合性测试题≥8 个。 3) 可以通过对虚拟现实场景中的实训操作进行实时评定, 并对实训操作考核提供详细评分: 包括总成绩、每个模块分值和个人得分、每个交互步骤的分值和个人得分。具体表现为点击每个模块, 可看见对应更详细的每一步的交互步骤分值和个人得分情况。 4) 所有实训成绩均能与本次招标采购中的虚拟仿真实训管理平台对接, 上传数据至平台。 (7) 提供数字化运行视频 1 个, 实训指导书 1 个。 ★11. 虚仿软件需具备 AI 智能助学功能, 通过软件内置悬浮窗, 实时打开大模型对话, 运用自然语言处理技术构建课程对话问答系统, 对课程内容精准答疑, 屏蔽敏感词, 避免不良信息传播, 提供学习指导, 助力学生提升提升学习效率; 支持定制设置个性化的开场白, 展示欢迎语。提供 RAG 算法, 能够提供知识问答, 准确率 90% 及以上, 响应时间不超过 5 秒。支持数据标注功能, 标注员可以进行数据标注, 对知识库数据进行标签分类(知识库数据包括但不限于 Word、PDF、Excel、Text 等格式), 审核员可对标注进行审核通过或驳回。				
5	虚拟仿真	(一) 平台系统模块	1	套	500000	软件和信息

实训管理 平台	1. 平台架构：要求平台为 B/S 架构，支持学生、老师通过互联网在不同地区访问，支持谷歌及主流浏览器访问； 2. 后台服务运行环境需要支持 Windows Server 或 Linux Server。 3. 数据库需要采用支持大数据常用解决方案的 MongoDB 等文档型数据库，可进行大数据分析 & 数据展示。 4. 要求平台统一数据接口，与教务平台、虚拟仿真平台互通，用户信息共享。 5. 应用使用统计：要求支持对应用分别按使用数和按应用进行统计，包括使用次数、使用时长等。 6. 提供中英文两个版本，交互界面的文字可以在中英文间便捷转换。 7. 大数据展示平台： 可以收集各个环节数据，通过采集教、学、考、练、评过程的数据得分、评价等，将采集的数据通过算法进行大数据分析，为虚拟仿真实训教学质量的诊断改进提供依据。 8. 用户中心管理：要求平台支持设置部门、角色、用户，分配不同的菜单权限，角色管理具备相关部门的功能，用户管理具备新建用户的功能。 （二）信息功能模块 1. 信息发布功能：平台支持发布新闻公告、规章制度、学员学习指南、讲座通知、教学进度表，可编辑信息内容，插入链接、图片、表格，上传附件等。				技术服务业
------------	---	--	--	--	-------

	2. 信息管理功能：平台支持对已发布的信息进行修改编辑管理，以及可选择多项信息进行批量管理。 3. 信息查看功能：平台支持检索信息功能，同时可根据信息类型分类查看相应信息。 （三）学校管理模块 1. 用户管理功能：平台支持不同注册模式，手机号、学号注册，支持管理员开启在线注册功能，支持调用其它系统的用户数据实现注册与授权。 2. 学校管理功能：平台提供对应学校信息管理功能，包括相关学校名称、学校地址、所设专业、班级总数、教师人数、学生人数、学校简介等内容。 3. 专业管理功能：平台支持自定义添加学校对应专业，专业信息包括所属学校、专业编码、专业名称、简介等内容，管理员或教师可对相关专业信息进行维护。 4. 班级管理功能：平台支持通过所属专业添加对应班级的功能，班级信息包括所属专业、班级编号、班级名称、年级等内容，管理员或教师可对相关班级信息进行维护。 5. 老师管理功能：平台可通过后端管理新增老师，老师信息包括：姓名、手机号、用户名、邮箱、昵称、学校、专业、老师简介、管理班级等内容，管理员可对老师进行认证审核及其他信息维护。				
--	---	--	--	--	--

	6. 学生管理功能：平台可通过后端管理新增学生，学生信息包括：姓名、学号、手机号、用户名、邮箱、学校、专业、班级、年级等内容，管理员或教师可对学生的相关信息进行维护。 7. 社会人士管理功能：平台可通过后端管理新增社会人士，社会人士信息包括：姓名、手机号、用户名、邮箱、昵称、省份、行业等内容，管理员可对社会人士的相关信息进行维护。 （四）课程管理模块 1. 课程管理功能：平台支持课程管理员设置课程的基本属性，基本属性包括：课程名称、专业、课程类型、课程日期、选课日期、课程等级、是否允许学员退课、活动分值、总分计算规则、成绩分类项、成绩显示方式、课程介绍、主讲老师、课程成员、分数段设定等内容，课程管理员可对课程的相关信息进行维护。 2. 平台支持教师在平台上发布教学内容。支持通过互联网上传课程文件，课程模块包含专业基础课、必修课、核心课、扩展课，课程文件类型为网络课件、多媒体课件，包括：docx、xlsx、pdf、ppt、MP3等文件。 3. 课程目录功能：平台支持无限制的课程目录创建，课程管理员可以创建、修改课程，目录信息包括：章节编号、章节名称、内容类型、标题、作业等内容，课程管理				
--	---	--	--	--	--

	员可对课程目录相关信息进行维护。 4. 课程学员功能：平台支持从不同维度对学生的学习情况进行统计分析，包括学习课程、课程进度、作业成绩、考核成绩、是否完成课程学习、课程总成绩等维度，同时课程管理员可对课程学员进行退课或恢复课程管理。 5. 课程进度管理：平台支持教师开启课程进度跟踪功能，用来掌握每位学员的学习进度，要求支持教师设置不同的学习路径，指导学生按照课程内容递进顺序进行学习。 6. 可展示学生的访问频次、日志等信息，支持针对具体课程活动统计使用人数，为教师提供必要的教学管理数据支撑。 （五）虚仿资源模块 1. 资源管理功能：支持不同种类实训资源统一管理，平台作为统一入口可访问至不同实训资源；平台支持自定义创建实训资源的功能，实训资源信息包括：实训名称、所属专业、所属课程、负责人、实验地址、客户端地址、客户端程序、封面、视频、实验介绍、使用说明、排队最大人数、虚仿列表等内容，管理员可对已创建的实训资源进行审核维护、指定使用人员等。 2. 平台以列表形式在前台模块统一展示平台所有虚仿实训资源，提供根据课程分类查看实训资源。 3. 实训详情界面可查看实训介绍以及快				
--	--	--	--	--	--

	速进入同课程下其他实训资源，实训资源软件可全屏操作。 （六）实训考核模块 1. 题库管理功能：平台支持在线题库创建、导入、维护等，题目类型支持选择、判断、填空、简答等。 2. 学习考核功能：平台可根据课程学习掌握技能要点；最终完成操作及考核。 3. 试卷管理功能：平台可通过题库管理提供试题，可随机或指定题目及类型生成考核试卷。 4. 考试记录功能：平台可通过学习考核管理所有学生的考核结果及相关考核信息。 ★（七）服务模块 1. 协助学校完成省级虚拟仿真示范项目1项。 2. 协助学校建设省级职业教育示范性虚拟仿真实训基地。 3. 协助学校取得省级教师教学能力比赛获奖1项。 4. 协助学校取得省级课题1项。 5. 协助学校发表论文3项。 6. 协助学校申请6个软件著作权登记证书。 7. 提供人员配合平台应用定制优化，资源录入，人员登记，考核资料汇总，使用服务指导，服务期三年，每年驻校时间不少于6个月。 ●（八）现场演示内容：演示虚拟仿真实训管理平台的以下实验记录功能：平台支				
--	--	--	--	--	--

		持虚仿资源状态使用的记录功能,包括所使用资源的姓名、单位、时间、总用时、得分、笔记等内容;在训练记录中可查看实验单元名称以及单元用时,在考核记录中可查看步骤名称、步骤分值、步骤得分、步骤用时类型以及步骤用时;平台支持实验数据分析,包括模块用时分析、模块用时比例、考核数据比例以及考核分值比例。				
6	互动教学 86 寸一体机	1. 显示比例 16:9, 分辨率$\geq 3840 \times 2160$DPI。由至少三个部分拼接而成,无推拉式结构,黑板中间区域可满足白板笔、无尘粉笔与普通粉笔书写,两侧书写板具有磁性吸附功能,主屏采用零贴合工艺。整机尺寸:宽度$\geq 4200\text{mm}$, 高$\geq 1200\text{mm}$, 厚$\leq 120\text{mm}$。 2. 嵌入式系统,内存$\geq 4\text{GB}$,存储空间$\geq 32\text{GB}$。 3. 支持手写功能。 4. 整机内置不低于 2.1 声道扬声器,总功率$\leq 60\text{W}$。 5. 整机具备至少 2 路前置 USB3.0 接口,且前置 USB 接口全部支持 Windows 及 Android 双系统数据读取。 6. 整机具备护眼系统,可用快捷键实现一键护眼开关。智能护眼系统能自动检测光线强弱,智能调节显示亮度;智慧互动黑板可根据用户书写操作智能调节屏幕亮度。	1	台	14000	工业

		7. 整机具有智能遥控器功能，具备电视遥控功能和电脑键盘常用的 F1—F12 功能键及 Alt+F4、Alt+Tab、Space、Enter、windows 等快捷按键，可一键开启白板软件、PPT 翻页、一键锁定及整机实体按键、一键冻结屏幕、一键查看整机温度、一键黑屏等功能。 8. Wi-Fi 制式至少支持 802.11 a/b/g/n/ac/ax；支持版本不低于 Wi-Fi6。 9. ，处理器性能：不低于 I5 12 代 处理器；内存：≥8GB DDR4；硬盘：≥256 GB，具有独立非外扩展的视频输出接口：≥1 路 HDMI；≥3 路 USB。PC 模块可抽拉式插入整机，可实现无单独接线的插拔，和整机的连接采用万兆级接口，传输速率≥10Gbps。 10. 无线传屏：支持无线传屏同时支持通过该 Type-C 接口实现音视频输入，外接电脑设备通过标准 TypeC 线连接至整机 TypeC 口，即可把外接电脑设备画面投到智慧互动黑板上，同时可实现触摸电脑的操作，无需再连接触控 USB 线。				
7	工作站桌	1. 课桌规格 ≥1600mm*600mm*750mm（双人），人体工学原理制作。 2. 课桌采用高强度钢制支架，酸洗磷化、静电喷塑，左右两边带走线槽，前后透气网孔。 3. 主机支架（L 型托盘架），中间留有间	34	套	630	工业

		距，托盘两侧加支架承重。 4. 桌面木板耐酸碱、防烫、阻燃，材料厚度>4cm。				
8	工作站转椅	1. 面料：采用防火阻燃麻绒布料+网布。 2. 内框架基材：材质坚硬刚性强，承托力不低于 250kg，人体工学靠背椅，底座高度和靠背角度可调，钢质底座及骨架，防爆气压杆，椅面材质为网面，脚五星轮子。	69	台	260	工业
9	虚拟仿真运行专业级工作站	★1. 处理器：≥12 核 20 线程处理器，主频≥2.1GHz，睿频≥4.9GHz，三级缓存≥25Mb，热设计功耗≥65W。（投标人应在投标文件中载明 CPU 信息，至少包含 CPU 型号、物理核心数、主频、末级缓存容量、线程数、热设计功耗及支持内存的最高速率、通道数和位宽。） ★2. 内存：≥1*16G；支持≥DDR4 内存类型；内存读写速率：≥2666MT/s。 ★3. 主板：支持≥2 个内存插槽（单根内存最大支持 16G，满配最大支持 32G）；支持≥1 颗 CPU，集成 USB 扩展、串口扩展模块；支持≥前置：5 个 USB 3.2 接口（至少 1 个 USB Type-C）、2 个音频接口。 ★4. 硬盘：固态硬盘≥1*M.2 256GB 固态硬盘；机械硬盘≥1*1TB 7200rpm 机械硬盘。 ★5. 显卡：独立显卡显存≥GDDR5 8G 独显；显存位宽≥64 位，支持 MINI DP 接口，支持显示分辨率≥2560×1440，支持≥2 块屏幕同时显示，同时显示分辨率≥	8	台	10000	工业

		2560×1440。 ★6. 网卡：网卡数量：≥1；集成千兆有线网卡，支持 10Mbps、100Mbps、1000Mbps 速率自适应；支持 RJ45 接口。 ★7. 接口：前置≥4 个 USB 3.2 接口（至少 1 个 USB Type-C），后置 3 个 USB 3.2 接口，内置≥1 个 PCIe Gen4.0×16、1 个 PCIe Gen 4.0×4（16 长度）、2 个 PCIe Gen4.0×1。 ★8. 除以上已明确出的技术参数与性能指标外，投标人所投产品的其他指标还应满足“财政部 工业和信息化部关于印发《工作站政府采购需求标准（2023 年版）》的通知”（财库〔2023〕32 号）的附件“工作站政府采购需求标准（2023 年版）”最低指标要求。				
10	扩音系统	一、线性音柱 1. 采用≥15mm 层合板外壳的全音域扬声器系统。 2. 音箱类型为二分频线性阵列全频音箱，功率 200W(AES)，标称阻抗：8Ω。 3. 低频扬声器：4.5″×2，高频扬声器：2.5″×1。 4. 频率响应：65Hz-19kHz±3dB。 5. 灵敏度：103dB/1W/1M@±2dB。 二、功放 1. 输出功率：立体声 8Ω：≥300W×2。 2. 总谐波失真：60Hz/7Hz 4:1 :<0.05%。 3. 互调失真：1kHz:<0.03%。	2	套	12000	工业

	4. 信噪比：≥110dB。 5. 阻尼系数：≥400。 6. 输入灵敏度：支持 0.775V/1.0V/1.5V。 7. 输入抑制比：≤-75dB。 8. 串音：≤-70dB。 9. 接地控制支持开关控制地脚接地和悬浮控制。 10. 保护电路：支持软启动、输入浪涌限制、散热器和变压器温度保护、输出短路保护、输出直流保护、输出过载电流保护、可复位保护器保护、开关机哑音保护、射频干扰保护。 三、音频处理 1. 可选输入：蓝牙 48H 采样频率输入，AUX/BGM 输入自由切换。 2. 内置反馈抑制功能，0/1/2/3 档反馈可调，高速 DSP 反馈抑制高级算法，专业防啸叫技术，人声不失真，声压大。 3. 设计有外置红外遥控接口。 4. 四通道模拟信号输出，每通道带有可独立调节的多段参量均衡和输出限幅功能，可满足各种场合及不同音箱的使用。 5. 具有室内声能平衡设计理念，简化调试。 四、一拖二无线手持 1. 采用 UHF 波段作为载波，真分集控制技术，一拖二无线手持。 2. 一键红外对频（ACT），采用多重扫描技术，可靠同步发射器。				
--	---	--	--	--	--

		3. 加强型抗干扰设计，采用导频、场强、噪声三重静噪检测。 五、电源时序器 1. 具备上电自启功能。 2. 继电器受控输出最大承受单路功率/总功率(无功功率)：5000W/8000W 最大承受无功功率。 3. 输出电源插座规格:阻燃 ABS 材料，最大可承受 13A 电流黄铜材质，标准万用插座。 4. 每路开关间隔时间/定时时间：默认 1 秒。 5. 输出继电器触点电流：$\geq 30A$ 277VAC。 6. 开启类型:按键式。 六、配置： ★1. 线性音柱≥ 4 只、功放≥ 2 台、音频处理≥ 1 台、一拖二无线手持≥ 1 套、电源时序器≥ 1 台。				
11	48 口千兆交换终端	1. 具有 48 个 10/100/1000M 自适应电口，4 个万兆 SFP+光口（万兆光口兼容 1G/2.5G 接口速率）。交换容量$\geq 598G$；包转发率$\geq 252Mpps$。 2. 工业以太网交换机应采用铝合金外壳，无风扇散热方式，机架式安装，支持 DC36~72V/, AC/DC110V-240V 双电源冗余。 3. 安全防护：防护等级：$\geq IP40$；工作温度：$-40^{\circ}C \sim +80^{\circ}C$、相对湿度：5%~95%；电磁兼容性指标应满足工业要求 EMC4.0	1	台	2600	工业

		级以上，平均无故障工作时间≥ 30 万小时。 4. 支持总线型、星型、自愈环型等网络拓扑结构，支持 STP、RSTP、MSTP，支持工业级环网协议 ERPS，冗余环网自愈保护时间$\leq 20\text{ms}$；具备划分 VLAN 功能，为防止视频数据产生组播，交换机需要支持 IGMP Snooping 功能。 5. 支持静态路由，支持动态路由 RIP、RIPng、OSFP、OSPFv3，支持 VRRP（虚拟路由冗余协议）。硬件支持 IP ACL，MAC ACL，Vlan ACL，支持基于三、四层的 ACL 功能，支持 IEEE 802.1x 端口认证，支持 Radius 认证，支持 IPV6；支持 DHCP Snooping、ACL、支持对组播/未知单播/广播的风暴抑制；支持静态聚合、动态聚合； 支持 WEB、CLI、Telnet、SSH 2.0 管理；支持 SNMP V1/V2/V3 管理。 ▲6. 产品具有端口聚合和端口限速功能，可通过 IE 浏览器 WEB 界面或者 Telnet 命令行方式对其进行网络管理。 （在投标文件中提供具有 CMA 资质的第三方检测机构出具的检测报告复印件加盖公章予以佐证）				
12	智慧讲桌	1. 产品尺寸 L*W*H（mm）：$\geq 1260 \times 600 \times 1000$。 2. 材料结构：钢木结合，讲桌上下层钣金采用厚度不低于 0.8mm 冷轧钢板，钣金零	2	台	1200	工业

		件全部都通过酸洗磷化喷涂后再进行高温烘烤；讲桌喷涂细致，颗粒均匀；桌面及背板采用厚度不低于 18mm 木质耐刮材料。 3. 整体采用环抱式设计，前面采用前倾式结构设计，两侧边角采用模具圆弧开模一体成型，中间设计采用厚不低于 18mm 木质材料，结合处无明显缝隙；木质部分可安装学校的 LOGO。 4. 桌面右侧整体平整设计，抽屉设计可放置教学教具，桌面留有走线孔。 5. 下层设计需配置机柜放置空间（或放置大型教学教具储物空间使用）。				
13	网络机柜	≥20U 机柜。	2	台	800	工业
14	24 口千兆交换终端	1. 24 个 10/100/1000M 电口-4 个千兆 SFP 光口/4 个千兆电口（复用）-1 个 Console 口。 2. 交换容量≥256Gbps，转发速率：全线速过滤转发≥96Mpps。	2	台	1300	工业
15	体验区域移动桌板椅	1. 椅架：采用不低于 30*15*1.2mm 椅钢方管，静电喷涂闪光银油架子，金属件外观表面无剥落、返锈、毛刺，耐腐蚀等级不低于 8 级。 2. 连接结构：靠背采用铝合金连接件，中间采用尼龙塑料连接件，椅子配上连接扣可以连排摆放。 3. 靠背：采用全新 PP 工程塑料，采用透气中网布，布料颜色可定制。 4. 座垫：采用定型海棉，布料采用弹力布，	50	套	400	工业

		座垫可翻起,采用定型高回弹海绵,长度、宽度极限偏差±10mm,厚度极限偏差±0.2mm,回弹率≥50%,拉伸强度≥165kpa,表观密度≥50kg/m³,撕裂强度≥2.5N/cm,游离甲醛(mg/kg)未检出,75%压缩永久变形≤3%,伸长率≥180%,65%/25%压缩比≥2.5,干热老化后拉伸强度≥130kpa,湿热老化后拉伸强度≥140kpa,感官要求:无刺激性气味,颜色均匀,每平方米内弥合裂缝总长小于100mm,最大裂缝小于30mm,干热老化后拉伸强度变化率±30%,湿热老化后拉伸强度变化率±30%。 5. 脚塞:防滑塑料胶塞,移动时不会发出噪音。 6. 扶手:PP工程塑料扶手架、PU扶手软面;PU软面可迁移元素可溶性铅技术要求≤3mg/kg,可溶性镉技术要求≤2mg/kg,可溶性铬技术要求≤2mg/kg,可溶性汞技术要求≤2mg/kg,可溶性砷技术要求≤2mg/kg。 7. 写字板:硬塑写字板,可收折摆放一边。 8. 配置轮子。				
16	桌面三维交互一体机系统(核心产品)	一、桌面三维交互一体机模块: 1. 设备实际显示物理大小不低于27英寸,有效的物理显示面积不低于590mm×330mm,分辨率不低于1920*1080图形刷新率不低于120Hz,可视角度不低于170°。	6	套	52000	工业

	▲2. 设备一体式设计，底座支持左右旋转、上下调整，转换不同方向。外观可见不少于四组红外传感模组，水平均匀分布。(在投标文件中提供实物图片证明材料或其他能佐证的证明材料予以佐证) 3. 支持配备高清摄像头，可实现 AR/VR 交互操作。 4. 支持 3D 姿态动态调节，光学追踪系统可准确判断眼睛所在位置，根据视角的不同转换不同视角下的显示内容。 ▲5. 至少提供 OpenGL、Unity3D、UE4 等常用三维引擎的 SDK 开发包，SDK 支持≥两支空间交互笔。(在投标文件中提供实物图片或其他能佐证的证明材料予以佐证) ● 6. 现场演示内容：演示支持在同一台设备中的一个应用场景里，两支交互笔可以通过虚拟射线同时对虚拟场景中的模型进行移动和旋转操作。 ●7. 现场演示内容：演示在局域网中，支持至少 2 台设备在同一个应用场景中进行协同操作。协同操作至少包括对应用场景的同个模型进行移动和旋转操作。 8. 交互笔支持以下性能： 1) 功能满足：含一根 USB 线缆，无电池，不需要充电；具有至少三个逻辑操作按键，一个 RGB 指示灯及一个力反馈震动马达及一个六自由度惯性测量芯片；具备 3 个自由度坐标轴移动、3 个自由度坐标				
--	--	--	--	--	--

	轴转动。 2) 旋转精度至少满足：绕 X 轴旋转精度：$\leq 1^{\circ}$，绕 Y 轴旋转精度：$\leq 1^{\circ}$。 3) 定位至少满足精度：X 轴精度：$\pm 2\text{mm}$，Y 轴精度：$\pm 2\text{mm}$，Z 轴精度：$\pm 2\text{mm}$。 4) 解析度至少满足：X 轴解析度：$\leq 2\text{mm}$，Y 轴解析度：$\leq 2\text{mm}$，Z 轴解析度：$\leq 2\text{mm}$。 9. 跟踪眼镜与观看眼镜接受红外同步信号，非其它方式接收同步信号，红外 3D 眼镜的透光率大于 35%；配备 3D 跟踪眼镜一副：主动式红外接收，自动匹配，无需对码，即拿即用，具备≥ 5 个光学反光标志物；配备 3D 观看眼镜一副：主动式红外接收，自动匹配，无需对码，即拿即用。 10. 支持外部信号输入，接入外部信号无须物理按键切换即可实现自动信号源切换。 11. 性能：CPU$\geq$Intel I5 12 代、内存$\geq 16\text{GB}$、硬盘$\geq 512\text{GB}$ SSD、缓存 GTX 4GB 显存或以上独立显卡。 12. 具有自由可选配的插拔式一体电脑和外接主机两种升级方式设计；无外部连接线路并且具有内置扬声器数量≥ 2 个。 13. 支持以太网连接，支持 802.11a/b/g/n 高速无线传输、支持蓝牙 4.0。 14. 支持动态视差调节、支持 3D/2D 自动				
--	---	--	--	--	--

	及手动切换。 ▲15. 一体机背面具有上下至少两套散热结构;具有不少于 6 个 USB 接口、1 个 Type C 接口、1 个 USB B 型接口。(在投标文件中提供具有 CMA 资质的第三方检测机构出具的检测报告复印件加盖投标人公章予以佐证) 16. 设备内置线上个人及团队培训系统入口,可使用 web 浏览器在 PC 或移动终端使用。具有至少中文、英文、西班牙文;提供不少于三组培训目录细节,包括设备安装、设备调试使用、第三方软件开发教程等视频及 pdf 文档,每个视频不少于 3 分钟。 17. 支持 H. 264 MVC 编码器、左右、上下、帧连续等常见 3D 格式、支持左右替换,支持开启 3D 文件获取信息、支持行交错、列交错、实景立体、包括红蓝绿纯色算法内的至少 10 种算法;支持控制视频、字幕及播放的控制:至少提供古典乐在内的 15 种音效;支持对亮度、对比度、饱和度、颜色的控制;支持包括 Segoe UI、Verdana 等超过 100 种字体的变换;支持 5 秒为单元的快进搜索及跳转。支持设置固定位置最小化、自动旋转画面到图像的水平 and 垂直尺寸;支持搜索信息:解码器类型、输入输出格式、尺寸、音频解码、采样率等。 18. 具有可优化自检系统,支持实时监控				
--	--	--	--	--	--

		VR 软件硬件运行装调，至少支持 10 项关键数据并以不同颜色绘制在同一张表格中；支持设置 1 秒、2 秒、5 秒等至少 10 项监测间隔；支持本地 USB 协议、tcp/ip 协议、串口 232/485、http 协议提示及报送预警及监测信息；支持本地报告数据保存；支持现实 Max 最大值及实时数值；支持设置系统自动启动。 二、应用管理平台软件模块： 1. 支持硬件驱动、服务、应用软件更新功能。 2. 人机界面友好，可视化下载进度条，支持一键启动应用软件、一键更新、一键下载等操作。 3. 可显示已安装的所有应用软件、硬件驱动、后台服务等信息，包括版本号、项目介绍、项目名等重要信息。 4. 支持云端下载，云端浏览可更新的应用软件、硬件驱动、后台服务。 5. 支持界面数据刷新功能，支持提示所有已安装软件证书状态，包括已激活、已过期重要信息。 6. 支持增量式及全量式更新两种模式。 7. 采用 C/S 架构。				
--	--	---	--	--	--	--

注：本项目“工作站桌”、“工作站转椅”、“虚拟仿真运行专业级工作站”、“智慧讲桌”、“体验区域移动桌板椅”属于环境标志产品。

三、总体商务、服务要求及履约主要条款（实质性要求）

1. 交货时间：合同签订后 90 个工作日内所有货物在采购人指定地点安装调试完毕，验收合格后交付使用。

2. 交货地点：乐山职业技术学院三号实训楼 A108。

3. 设备安装调试配套服务：配套服务内容包括桌椅布置、设备安装、综合布线及软件系统安装；针对本项目的安装调试工作如下总体要求：

（1）中标（成交）人应在开工前提供项目实施方案，包括设备布局放置图。

（2）实施中的相关配套材料由中标人提供。

（3）具体施工要求：

1）施工流程与规范：在电气设备安装调试前，需要清理现场，确保现场整洁有序。然后根据图纸要求对电气设备进行线路连接，连接要牢固且绝缘良好。安装电气设备时，要确保位置正确、固定牢固。同时，遵守相关法律法规和安全操作规程，保证施工质量，确保电气设备安全可靠运行。

2）设备就位：基础稳定后，对设备进行安装前检查，确保设备完整且部件齐全。设备安全有效的放置是关键，需要使用重型设备进行起重作业。

3）软件调试：软件产品应满足采购人使用需求和功能要求，能够正常运行，并对使用人员开展使用培训，确保能正常运行软件。

4）系统交付前提供试运行记录、试运行报告。试运行记录应有完整的系统运行时间，记录运行结果，试运行报告应有调试人、技术负责人、项目经理签字。

4. 质保及售后服务要求：

（1）质保服务

1）质保期为验收合格之日起 3 年；质保期内出现质量问题，投标人在接到通知后 12 小时内响应到场，24 小时内完成维修或更换，并承担修理调换的费用；如货物经投标人 3 次维修仍不能达到合同约定的质量标准，视作投标人未能按时交货，采购人有权单方面解除合同，并追究投标人的违约责任。

2）投标人所投软件类产品，承诺负责终身升级，费用包含在此次报价中，采购人不再单独付费。（投标文件中提供承诺函原件并加盖投标人公章，格式自拟）

（2）投标人须指派专人负责与采购人联系售后服务事宜。（投标文件中提供人员清单，须包含人员姓名及职务及联系电话[座机或手机]）。

（3）售后服务要求（针对本项售后服务的所有要求，投标人应提供承诺函原件并加盖投标人公章，格式自拟）

中标人在质保期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：

1) 远程援助

中标人应当为采购人提供技术援助电话，解答采购人在使用中遇到的问题，及时为采购人提出解决问题的建议，并提供 7×24 的远程技术援助。

2) 故障报修响应

提供全天候无间断的远程技术服务，采购人遇到使用及技术问题，电话咨询不能解决的，中标人应在 12 小时内到达现场进行解决，确保产品正常工作；无法在 12 小时内解决的，应在 24 小时内提供备用产品，使采购人能够正常使用。未按照售后承诺到达现场处理问题的，采购人按照 1000 元/次在剩余合同金额中扣除，直到扣完为止。如同一货物同一问题经中标人 3 次维修仍不能达到本合同约定的质量标准，视作中标人未能按时交货，采购人有权单方面退货，并追究中标人的违约责任。

3) 技术升级

在质量保证期内，如果中标人的产品技术升级，中标人应及时通知采购人，如采购人有相应要求，中标人有对采购人购买的产品提供升级服务的义务（费用包含在此次报价中，采购人不再单独付费）。

4) 巡检服务

保修期内，为确保系统正常运行，供应商每年春季、秋季学期开学前须对硬件及系统软件功能至少进行一次全面巡检，并向学校管理部门提交巡检报告。未按时巡检的，采购人按照 2000 元/次在剩余合同金额中扣除，直到扣完为止。

5) 备品备件及易损件

投标人售后服务中，维修使用的备品备件及易损件应为原厂配件，未经采购人同意不得使用非原厂配件。设备维修只收取配件成本费。

5. 培训要求：

(1) 投标人须承诺针对本项目，连续 3 年每年培训专业教师至少 2 人，每次培训时间不低于 3 天。培训涉及费用包含在本项目报价中，采购人不再单独付费（**投标文件中提供承诺函原件并加盖投标人公章，格式自拟**）

(2) 投标人须承诺外派主要培训人员为中级以上职称。（**投标文件中提供承诺函原件并加盖投标人公章，格式自拟**）

6. 验收要求

(1) 验收标准：严格按照政府采购相关法律法规以及《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）的要求进行验收。

(2) 验收方法：按国家有关规定以及招标文件的质量要求和技术指标、投标文件及承诺与合同约定标准进行验收；采购人及投标人双方如对质量要求和技术指标的约定标准有相互抵触或异议的事项，由采购人在招标文件、投标文件中按质量要求和技术指标比较优胜的原则确定该项的约定标准进行验收。

(3) 符合国家、省、行业等相关规定。

(4) 如质量验收合格，双方签署质量验收报告。

7. 付款方式：

(1) 合同签订后，采购人30个工作日内向中标人支付合同总金额的30%作为预付款。

(2) 按中标人实际需求送货并验收合格后支付货款，采购人接到中标人通知与票据凭证资料以后的15个工作日内，向中标人核拨已验收货物总价的65%款项。采购人付款前中标人须向采购人出具合法有效完整的完税发票及凭证资料进行支付结算；

(3) 剩余合同金额在质保期满后支付。

8. 其他要求：投标人须承诺所提供的所有佐证材料均真实、有效，采购人有权在签订合同前对投标人所提供的佐证材料原件进行核查，若发现投标人提供的佐证材料存在弄虚作假的情形，将视为投标人虚假响应，并依法上报财政部门，由此造成的后果由投标人自行承担。**（投标文件中提供承诺函原件并加盖投标人公章，格式自拟）**

9. 报价含本项目的费用，即包括但不限于安装、调试、软件升级、改造、维保、售后、现场勘察费、调研费、资料费、设计费、会议费、劳务费、专家咨询费、车旅费、打印费、培训费等和招标文件规定在内的其它费用，即包干价，采购人不再另行支付其他任何费用。

注：

1. 标注“★”参数条款为实质性要求条款，标注“▲”参数条款为重要技术参数，标注“●”参数条款为现场演示参数，未作标识的参数为一般性参数，

重要参数、一般性参数、现场演示参数，如有负偏离，仅作扣分处理。

2. 本项目实质性要求条款如有负偏离，作符合性审查不通过处理。

3. 以上采购清单或采购参数及其它要求中产品的技术参数描述如与特定品牌或者型号相匹配，仅作为技术参考，不代表特定产品，投标人可提供等同或优于参数要求的产品。

4. 清单中涉及的标准、技术规范，不管是否带有年限号，在招标采购期间或履约期间，如有最新执行的替代新标准规范的，均按最新标准规范执行。如已废止且无替代的，不执行。