

昌吉职业技术学院

采购合同

项目名称：昌吉职业技术学院现代煤电煤化工产业虚拟仿真实训基地建设项目

项目编号：CJZFCG-GK-2024028

甲方（买方）：昌吉职业技术学院

乙方（卖方）：深圳市同立方科技有限公司

二〇二四年六月

根据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》，甲、乙双方依据昌吉职业技术学院护理技术智慧实训中心建设项目公开招标（项目编号：CJZFCG-GK-2024022）的结果，签署本合同。

一、货物名称、规格型号、数量及金额（技术参数见附件）

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	单价(元)	金额(元)	备注
1	VR 头盔	详见详细技术参数一览表	套	3	13000	39000	
2	AR 头盔	详见详细技术参数一览表	套	2	32000	64000	
3	86 英寸触摸屏	详见详细技术参数一览表	台	5	15000	75000	
4	VR 工作站	详见详细技术参数一览表	套	5	9000	45000	
5	桌面式 VR 一体机	详见详细技术参数一览表	套	4	62000	248000	
6	3D 立体智能交互系统	详见详细技术参数一览表	套	1	280000	280000	
7	LED 沉浸式大屏	详见详细技术参数一览表	台	1	307000	307000	
8	交互主控终端	详见详细技术参数一览表	台	1	15000	15000	
9	管理终端	详见详细技术参数一览表	台	50	5800	290000	
10	实训桌	详见详细技术参数一览表	张	25	1000	25000	
11	培训椅	详见详细技术参数一览表	把	50	150	7500	
12	虚实结合一体化实训装置	详见详细技术参数一览表	套	10	92000	920000	
13	编程终端	详见详细技术参数一览表	台	10	5500	55000	
14	电工电子技术虚拟仿真教学软件	详见详细技术参数一览表	套	1	350000	350000	
15	过程装备控制虚拟仿真教学软件	详见详细技术参数一览表	套	1	325000	325000	
16	传感器应用技术虚拟仿真教学软件	详见详细技术参数一览表	套	1	312000	312000	
17	VR 职业素养体验系统 (VR)	详见详细技术参数一览表	套	1	140000	140000	
18	电气控制 AR 教学系统	详见详细技术参数一览表	套	1	24500	24500	
19	高压开关柜 VR 虚拟仿真体验系统	详见详细技术参数一览表	套	1	80000	80000	
20	继电保护技术虚拟仿真教学软件	详见详细技术参数一览表	套	1	200000	200000	
21	110KV 变电站虚拟仿真实训软件	详见详细技术参数一览表	套	1	270000	270000	
22	火力发电厂虚拟仿真实训软件	详见详细技术参数一览表	套	1	200000	200000	
23	共享型虚拟仿真综合教学云平台	详见详细技术参数一览表	套	1	180000	180000	

24	实训基地服务器	详见详细技术参数一览表	台	1	86000	86000	
25	网络机柜及交换机等	详见详细技术参数一览表	套	1	10000	10000	
26	实训基地改造	详见详细技术参数一览表	项	1	400000	400000	
合计大写：肆佰玖拾肆万捌仟元整						4948000	

二、合同金额

2.1 本合同金额为（大写）：肆佰玖拾肆万捌仟元整（小写人民币4948000.00元）。

三、技术资料

3.1 乙方应按招标文件规定的时间向甲方提供使用产品的有关技术资料。

3.2 没有甲方事先书面同意，乙方不得将由甲方提供的有关合同或任何合同条文、规格、计划、图纸、样品或资料提供给与履行本合同无关的任何其他人。即使向履行本合同有关的人员提供，也应注意保密并限于履行合同的必需范围。

四、知识产权

4.1 乙方应保证甲方在使用、接受本合同产品和服务或其任何一部分时不受第三方提出侵犯其专利权、版权、商标权和工业设计权等知识产权的起诉。一旦出现侵权，由乙方负全部责任。

五、产权担保

5.1 乙方保证所交付的产品的所有权完全属于乙方且无任何抵押、查封等产权瑕疵。

六、履约保证金

6.1 无。

七、转包或分包

7.1 本合同范围的产品，应由乙方直接供应，不得转让他人供应；

7.2 除非得到甲方的书面同意，乙方不得部分分包给他人供应。

7.3 如有转让和未经甲方同意的分包行为，甲方有权给予终止合同。

八、维保期

8.1 合同内货物质保期：验收合格后壹年（自通过甲方验收合格之日起计），软件服务质保期：验收合格后壹年。

九、交货期、交货方式及交货地点

9.1 交货期：合同签订生效后60个日历日内完成交货、安装调试及验收。

9.2 交货方式：本项目提供“交钥匙”交付方式，乙方承担该项目的设计、供货及施工，直至项目验收合格。

9.3 交货地点：甲方指定地点

十、货款支付

10. 合同签订后甲方预付45%货款（大写人民币：贰佰贰拾贰万陆仟陆佰元整；小写人民币：2226600.00元），所有设备到场再支付30%（大写人民币：壹佰肆拾捌

万肆仟肆佰元整；小写人民币：1484400.00元），所有设备安装调试完毕，经甲乙双方验收合格后一次性付清剩余款项（大写人民币：壹佰贰拾叁万柒仟元整；小写人民币：1237000.00元）。付款前，乙方应当提供等额发票，逾期提供发票的付款时间顺延。

十一、本合同执行中相关的一切税费均由乙方负担。

十二、质量保证及售后服务

12.1 乙方应按招标文件规定的产品性能、技术要求、质量标准向甲方提供未经使用的全新产品。

12.2 乙方提供的产品在质量期内因产品本身的质量问题发生故障，乙方应负责免费更换。对达不到技术要求者，根据实际情况，经双方协商，可按以下办法处理：

(1) 更换：由乙方承担所发生的全部费用。

(2) 贬值处理：由甲乙双方协议定价。

(3) 退货处理：乙方应退还甲方支付的合同款，同时应承担该产品的直接费用（运输、保险、检验、货款利息及银行手续费等以实际产生为准）。

12.3 如在使用过程中发生质量问题，乙方在接到甲方通知后在24小时内到达甲方现场。

12.4 在维保期内，乙方应对产品出现的质量及安全问题负责处理解决并承担一切费用。

12.5 上述的产品的免费保修期为壹年，因人为因素及不可抗力出现的故障不在免费保修范围内。超过保修期后，终生维修，维修时只收部件成本费及人工费。

12.6 乙方不履行上诉质保义务的，甲方有权聘请第三方进行维修，所需费用由乙方承担，但并不免除乙方的质保义务。

十三、调试和验收

13.1 初验条件：所投软硬件产品全部安装部署到位，产品外观、数量、功能、性能、技术参数以及集成服务等符合招标文件要求。

13.2 终验条件：通过甲方初验后，所投软硬件产品安装、调试、运行正常，满足甲方本次项目需求，提交全部报告材料（含中标方在本单位财务独立核算的财务资料）。

13.3 甲方应在接到乙方验收通知后3个工作日内组织验收。

十四、产品包装、发运及运输

14.1 乙方应在产品发运前对其进行满足运输距离、防潮、防震、防锈和防破损装卸等要求包装，以保证产品安全运达甲方指定地点。

14.2 使用说明书、随配附件和工具以及清单一并附于产品内。

14.3 乙方在产品发运手续办理完毕后 24 小时内或货到甲方 48 小时前通知甲方，以准备接货。

14.4 产品在交付甲方前发生的风险均由乙方负责。

14.5 产品在规定的交付期限内由乙方送达甲方指定的地点视为交付，乙方同时需通知甲方产品已送达。

十五、违约责任

15.1 甲方无正当理由拒收服务的，甲方向乙方偿付拒收货款总值的百分之五违约金。

15.2 甲方无故逾期验收和办理支付手续的，甲方应按逾期付款总额每日万分之五向乙方支付违约金。

15.3 乙方无故逾期交付服务的，乙方应按逾期交付总额每日千分之六向甲方支付违约金，由甲方从待付货款中扣除。逾期超过约定日期15个工作日不能交货的，甲方可解除本合同。乙方因逾期交货或因其他违约行为导致甲方解除合同的，乙方应向甲方支付合同总值5%的违约金，如造成甲方损失超过违约金的，超出部分由乙方继续承担赔偿责任。

15.4 乙方所交的服务不符合合同规定及询价文件规定标准的，甲方有权拒收，乙方愿意更换但逾期交付的，按乙方逾期交付处理。乙方拒绝更换的，甲方可单方面解除合同。

十六、不可抗力事件处理

16.1 如果签约双方中任何一方遭遇法律规定的不可抗力，致使合同履行受阻时，履行合同的期限应予延长，延长的期限应相当于不可抗力所影响的时间。本条所述的“不可抗力”系指买卖双方在缔结合同时不能预见的事件，并且它的发生及其后果是无法避免和无法克服的事件，诸如战争、严重灾害、洪水、台风、地震、瘟疫和政治运动或政府禁令等等，以及双方同意的其他不可抗力事件。

16.2 在不可抗力事件发生后，受事故影响的一方应在不可抗力的事故发生后，尽快以书面形式将不可抗力的情况和原因通知另一方。

16.3 不可抗力事件延续 120 天以上，双方应通过友好协商，确定是否继续履行合同。

十七、诉讼

17.1 双方在执行合同中所发生的一切争议，应通过协商解决。如协商不成，可向昌吉市人民法院提起诉讼。

十八、组成本合同的文件包括：

- 18.1 合同通用条款和专用条款；
- 18.2 采购文件和乙方的投标文件；
- 18.3 中标通知书；
- 18.4 甲乙双方商定的其他必要文件。

上述合同文件内容互为补充，如有不明确，由甲方负责解释。

十九、合同生效及其它

19.1 合同经双方法定代表人或授权委托代理人签字并加盖单位公章后生效。

19.2 合同生效后，甲乙双方共同组成项目组，乙方人员需服从甲方代表因工作需要进行的统筹调度与指导。

19.3 本合同未尽事宜，遵照《民法典》有关条文执行。

19.4 本合同一式捌份，甲方伍份，乙方叁份。

19.5 因履行本合同发生的纠纷由昌吉市人民法院管辖，败诉方承担由于诉讼

所产生的费用(鉴定费、公证费、诉讼费、律师费、保全费、保险费等)

甲方(盖章): 昌吉职业技术学院	乙方(盖章): 深圳市同立方科技有限公司
法定代表人: 庄业强	法定代表人: 丁丁
法定代表人联系电话: 0994-2344771	法定代表人联系电话: 13600197812
委托代理人: 王明强	委托代理人: 叶晓东
委托代理人电话: 13899812960	委托代理人电话: 18806665055
项目负责人: 陈开麟	项目负责人: 陈开麟
项目负责人电话: 18999561078	项目负责人电话: 15207815566
纳税人识别号: 12652300722393758N	纳税人识别号: 91440300335235581X
地址、电话: 昌吉市高新技术产业开发区 兴业大道8号 0994-2344810	地址、电话: 深圳市龙岗区坂田街道岗头社 区清湖工业区宝能科技园(南区)一期B区 B2栋701-C、701-D、701-E 0755-28245090
开户行及账号: 乌鲁木齐银行昌吉分行 营业部 0000020010110018456729	开户行及账号: 深圳农村商业银行清湖支行 000266647503
签订日期: 2024年6月26日	签订日期: 2024年6月26日

律师张明
张明

附：详细技术参数

序号	设备名称	技术参数
1	VR 头盔	(1) 屏幕：外接式头戴设备，2个 ≥ 3.5 英寸 OLED； (2) 分辨率：单眼 1440 \times 1600，双眼 3K (2880 \times 1600)； (3) 刷新率： ≥ 90 Hz； (4) 视场角： $\geq 110^\circ$ ； (5) 接口：USB-C 3.0、DP1.2、蓝牙； (6) SteamVR 追踪技术、G-sensor 校正、gyroscope 陀螺仪、proximity 距离感测器、双眼舒适度设置 (IPD)； (7) 配套操控手柄 $\times 2$ 、SteamVR 定位器 $\times 2$ 、无线升级套件 $\times 1$ 等。
2	AR 头盔	(1) 显示器 1) 光学：透视全息透镜 (波导)； 2) 分辨率：2k 3:2 光引擎； 3) 全息密度： > 2.5 k 弧度 (每弧度光点)； 4) 基于眼睛的渲染：根据眼睛的 3D 位置显示优化。 (2) 传感器 1) 头部追踪： ≥ 4 台可见光摄像机； 2) 眼动追踪： ≥ 2 台红外摄像机； 3) 深度：1-MP 飞行时间深度传感器； 4) IMU：加速度计、陀螺仪、磁强计； 5) 照相机：800 万像素静止图片，1080P 30FPS 视频。 (3) 音频和语言 1) 麦克风阵列： ≥ 5 声道； 2) 扬声器：内置空间音响。 (4) 人类感知 1) 手动追踪：双手全关节模型，直接操作； 2) 眼动追踪：实时追踪； 3) 语音：本地语音指令；联网后支持自然语言指令。 (5) 环境感知 1) 6DoF 追踪：世界范围的位置追踪； 2) 空间映射：实时环境网格数据； 3) 混合现实捕获：全息影像和物理环境混合后的照片和视频。 (6) 计算和连接 1) SoC: Qualcomm Snapdragon 850 计算平台； 2) HPU: 最新型全息处理单元； 3) 内存： ≥ 4 -GB LPDDR4x 系统 DRAM； 4) 存储： ≥ 64 -GB UFS 2.1； 5) WiFi: 802.11 ac 2x2； 6) 蓝牙: 5.0； 7) USB: USB C 型。
3	86 英寸触摸屏	一、屏体参数 (1) 智能交互平板显示尺寸 ≥ 86 英寸，分辨率：3840*2160，采用红外触控技术，在双系统下均支持 20 点同时触控及书写

- (2) 交互平板功率 $\leq 360W$ ，且符合 GB21520-2015 能源 1 级要求
- (3) 交互平板表面玻璃采用高强度钢化玻璃，硬度可达莫氏 7 级，高于石墨 1-9H 硬度；
- (4) 智能交互平板显示部分需采用高色域覆盖技术，NTSC 色域标准下覆盖率不低于 85%
- (5) 为方便外接信号源的输入，设备至少 1 路前置 HDMI 接口（非转接），2 路前置 USB3.0 接口，1 路 Type-C 接口
- (6) 前面板具有标识的天线模块，包含 2.4G、5G 双频 Wifi 及蓝牙接发装置，保证信号使用稳定性
- (7) 无需打开智能平板背板，前置接口面板和前置按键面板支持单独前拆
- (8) 前置 U 盘接口采用隐藏式设计，具有翻转式防护盖板，高度不少于 4cm
- (9) 采用物理减滤蓝光设计，无需其他操作即可实现防蓝光，且设备具备智能护眼组合功能，通过扫描设备自带的二维码可获取检测机构的认证证书。
- (10) 为满足教学场景使用需求，支持不少于 3 种方式进行屏幕下移，屏幕下移后仍可进行触控、书写等操作
- (11) 通过多指滑动屏幕，可快速实现 Windows 与教学系统界面的切换。
- (12) 整机可一键进行硬件自检，包括对系统内存、存储、触控系统、光感系统、内置电脑、屏体信息、主板型号、CPU 型号、CPU 使用率、设备名称等进行状态提示、及故障提示。
- (13) 本地安卓白板软件具备面积识别功能，通过接触交互设备的面积大小实现智能擦除、粗细笔迹书写
- (14) 智能节电，在无操作或无信号输入 15 分钟时，出现关机提示倒计时；在无操作或无信号输入 30 分钟时，自动关机
- (15) 通过五指抓取屏幕任意位置可调出多任务处理窗口，并对正在运行的应用进行浏览、快速切换或结束进程
- (16) 交互平板处于关机通电状态，外接电脑、机顶盒等设备接入交互平板时，交互平板可识别到外接设备的输入信号后自动开机
- (17) 在任意信号源下，从屏幕下方任意位置向上滑动，可调用快捷设置菜单；无需切换系统，可快速调节 Windows 和 Android 的设置
- (18) 整机采用 OPS-C 标准的 80pin 针口设计，方便用户后续自主升级维护或对接第三方智慧教室类插拔电脑产品
- (19) 为方便用户外接拓展设备，整机标配 VGA 输入接口 ≥ 1 路；
- (20) 交互平板具有通屏笔槽结构，可放置书写笔、粉笔、水性笔等；
- (21) 为方便用户进行各类设置和操作，设备前置按键不少于 8 个，可实现音量加减、窗口关闭、触控开关等功能，且每个按键不少于两种以上功能。
- (22) 2.0 声道音箱，采用针孔阵列发声设计，2 个前置 15W 中高音音箱，且为保证高人声还原度，谐振频率低于 300Hz；
- (23) 智能交互平板 Android 主板具备四核 CPU，内存不小于 2G，Android 系统不低于 11.0，主页提供不少于 5 个应用程序，也可替代其他应用程序；
- (24) 一体化 2D 降噪 4K 摄像头，支持 1300W 有效像素的视频采集，视角在 120° 的范围内，畸变不大于 5%，支持搭配 AI 软件实现自动点名点数功能。
- (25) 具有悬浮菜单，两指可快速移动悬浮菜单至按压位置，悬浮菜单可进行自定义分组，可添加 AI 互动软件等不少于 30 个应用；
- (26) 具备前置电脑还原按键，不需专业人员即可轻松解决电脑系统故障，为避免误碰按键采用针孔式设计，并有配有中文标识
- (27) 智能平板左右两侧可提供与教学应用密切相关的快捷键，数量各不少于 15 个，可以双侧同时显示，该快捷键至少具有关闭窗口，展台，桌面、多屏互动等常教学常用按键。
- 二、录课助手
- (1) 支持屏幕、屏幕+摄像头等多种形式的录制，也可结合录播系统进行全景录制；

		<p>(2) 支持对视频清晰度的调整, 提供高清、超清、超高清的切换, 方便用户在手机、电脑或者大屏上观看;</p> <p>(3) 具有便捷的录制工具条, 可快速录制, 可移动, 3s 无操作即变为半透明; 可实时查看录制进度, 进行暂停、开始、结束操作;</p> <p>(4) 录制过程中支持随时开启分享功能, 实现即时直播, 听课端无需下载软件, 扫描二维码即可进入直播课堂并进行互动;</p> <p>(5) 在桌面及摄像头录制场景下, 能自动侦测摄像头, 可识别出展台摄像头, 同时支持摄像头画面的切换、移动及大小的调整;</p> <p>(6) 开通直播后生成直播海报、直播码, 易于分享, 多人观看无压力, 且支持手机端、PC 端观看直播, 可实现课堂实时评论;</p> <p>(7) 录制视频可自动保存在本地, 也可上传至云端教师空间, 结束录制即生成回看视频, 可快速浏览录制情况;</p> <p>(8) 录制列表支持按时间查找所有已录制视频并可查看录制详情, 包括录制日期、文件大小、上传状态, 同时可扫码回看所有已上传视频;</p> <p>(9) 录制视频支持点播、分享、编辑等功能, 也可将视频共享到学校空间, 方便校本资源的建设和管理。</p> <p>三、演示助手</p> <p>(1) 可适用于 WPS 与 PPT, 打开课件自动启动, 无需手动打开;</p> <p>(2) 为满足教师使用习惯, 可支持双侧工具栏位置自定义;</p> <p>(3) 在不修改 WPS 与 PPT 的课件格式情况下, 支持原文档随时批注, 擦除;</p> <p>(4) 为满足不同的教学场景书写, 提供十种书写笔, 包括: 硬笔、软笔、手势笔、竹笔、图章笔、智能笔、粉笔、纹理笔、激光笔、荧光笔。其中多种书写笔支持至少五种颜色和多种笔迹粗细模式的更换, 为方便教师辨识, 所有书写笔提供中文指引;</p> <p>(5) 提供多种教学常用工具, 无需切换软件, 即可在 WPS 与 PPT 的课件中添加时钟, 聚光灯等小工具;</p> <p>(6) 支持在 WPS 与 PPT 的课件播放音视频时, 无需通过物理按键即可实现黑屏, 轻触屏幕即可点亮, 同时支持在黑屏状态下不影响音视频的正常播放。</p> <p>五、系统管家</p> <p>(1) 部署简单, 设备连通互联网, 输入对应学校编码, 自动识别终端设备类型, 完成部署;</p> <p>(2) 系统依据学校名称自动生成学校编码, 支持扫描二维码查询学校编码;</p> <p>(3) 窗口支持最小化隐藏到系统托盘, 不影响教师日常使用;</p> <p>(4) 一键查看设备连接信息, 包含 Windows/office 版本, 硬盘、CPU、蓝牙状态 (关闭状态下可进行开启)、内存、网络状态、OPS S/N 号、固件版本号;</p> <p>(5) 系统还原、备份: 一键备份数据并可系统还原至最新备份系统, 解决系统异常等问题, 如无最新备份系统, 备份还原状态需要与硬件一键备份还原保持一致;</p> <p>(6) 弹窗拦截: 提供广告拦截, 对广告弹窗实现一键拦截, 默认直接开启拦截;</p> <p>(7) 查看各软件弹窗拦截次数, 拦截数量, 所有拦截记录等, 可提供软件拦截名单;</p> <p>(8) 看直播: 展示该终端可看到的所有直播, 在直播时间内, 可进入直播进行观看;</p> <p>(9) 驱动程序: 自动识别设备, 获取当前设备驱动, 可下载、升级至最新驱动;</p> <p>(10) 支持终端自动升级;</p> <p>四、配套移动支架一套</p>
4	VR 工作站	<p>(1) CPU: 配置不低于 I7 十二代</p> <p>(2) 内存: 16G DDR4 2666MHz, 4 根 DIMM 内存插槽, 最大支持 128G</p> <p>(3) 硬盘: 1TB M.2 NVMe SSD;</p> <p>(4) 显卡: RTX3050-8G 独立显卡</p> <p>(5) USB 接口要求: 不低于 10 个 USB 接口, 后置 USB 3.2 Gen 1 接口不低于 4 个</p>

	<p>(6) 鼠标键盘接口: 2 个 PS/2 接口。同品牌原厂 USB 键盘, 抗菌鼠标</p> <p>(7) 机箱电源: 500W 电源</p> <p>(8) 用于支撑 VR 及 AR 仿真系统运行、数据计算等内容。</p>
5	<p>桌面式 VR 一体机</p> <p>1. 桌面一体机式 VR 设备, 系统为一体化设计, 可自由调整使用角度, 设备配置不小于 27 英寸高清立体显示终端, 实现软件资源的偏振显示技术展示, 搭配位置追踪被动式偏振跟踪眼镜实现虚拟现实出屏和临场感效果;</p> <p>2. 桌面式虚拟现实操作平台设备 1 套, 包括: 27 英寸高清立体显示器、3D 光学追踪眼镜 1 副、3D 光学非追踪眼镜 2 副、空间交互笔 1 支、电源适配器 1 个、AC 连接线 1 根。</p> <p>3. 系统硬件配置:</p> <p>(1) 支持 Windows 10 操作系统;</p> <p>(2) CPU: 性能不低于 I5 11400F·六核十二线程, 主频≥ 2.6GHz;</p> <p>(3) 硬盘: ≥ 512GB SSD;</p> <p>(4) 内存: ≥ 16GB DDR4;</p> <p>(5) 显卡: 相当于或优于 QUADRO T1000, 专业图形显卡, 显存不低于 4GB DDR6;</p> <p>(6) 端口: USB 3.0* 2 个、USB 2.0* 5 个、MiniDP*2;</p> <p>(7) 网络: 支持以太网连接, 支持 802.11a/b/g/n/ac 高速无线传输, 支持蓝牙 5.0。</p> <p>(8) 内置两个扬声器, 阻抗不低于 8 欧姆, 功耗不超过 3W。</p> <p>4. 显示参数</p> <p>(1) 显示技术: 全高清偏光式 3D 显示技术 (非隔行式 3D 显示技术), 3D 显示刷新率≥ 120hz, 3D 显示物理分辨率: 不低于 1920*1080;</p> <p>(2) 亮度: ≥ 400cd/m²;</p> <p>(3) 对比度: $\geq 1000:1$;</p> <p>5. 硬件设备功能要求:</p> <p>(1) 具有虚拟现实显示方式与普通显示方式自动切换功能, 当 3D 光学追踪眼镜出现在屏幕传感器捕捉范围内, 显示方式由普通显示屏方式自动切换成 3D 显示方式, 当 3D 光学追踪眼镜在屏幕传感器之外, 显示方式自动切换至普通显示方式;</p> <p>(2) 设备支持实时将虚拟现实交互场景立体展示至其它显示设备, 让旁观者也置身于虚拟现实交互场景;</p> <p>(3) 支持播放上下、左右格式的 3D 视频资源;</p> <p>(4) 支持按键式 2D/3D 切换;</p> <p>(5) 系统内置智慧物联控制系统; 整机配置有采用物联网组网技术的独立模块, 该模块采用成熟稳定的基于 BLE 多连自主组网技术, 支持多主多从工作模式, 能被教师主机连接, 同时也可支持与多台学生机建立并发数据连接。该模块在整机插上电源后即可立即自行组建网络, 建立稳定可靠的物联网控制环境, 该物联网有效覆盖范围大于 20 米; 一台教师机可以连接控制不少于 50 台学生机;</p> <p>(6) 教师机: 配置有智慧物联控制系统教师端软件; 通过该控制软件可以实现教师机对学生机当前状态的查询及状态的控制, 教师机对学生机的控制方式支持: 全局控制、分组控制、单台机器控制, 教师机可对学生机实施的状态控制可包含: 控制学生机开机、关机、静默等多种模式; 学生机: 配置有智慧物联控制系统学生端软件; 通过该学生端软件可以设置该机器在智慧物联控制系统内的网络信息、本机身份信息、分组定义信息等, 并接受教师机的实时控制;</p> <p>(7) 可提供 Unity3D、C++ 等常见开发平台的 SDK, 支持二次开发; Unity3D 支持 2017 及以上版本, 不限制 Unity 版本, 有中英文版本 SDK 适配文档, 支持编辑器下开启立体预览。(需提供代码截图、中英文文档在线截图、编辑器下开启立体预览功能 PDF 介绍资料等证明材料)</p> <p>(8) 内置 Control panel 工具软件, 通过可视化界面操作, 使用者可快速、便捷地对桌面</p>

一体机进行硬件及环境检测、功能验证、故障自动修复、故障排查等工作。含五个模块，分别为：本机接线图（可查看机器侧面和背面硬件接口示意图）、系统信息查看（可实时检测系统信息、设备信息、服务状态、屏幕信息、电源等信息）、立体效果测试（可佩戴3D眼镜查看模型显示的立体效果是否正常）、空间定位笔查看（可实时查看定位笔的连接状态、姿态数据是否正常，按键功能是否正常，可调节测试震动强度等）、追踪系统测试（可实时确认追踪系统功能调用是否正常；将追踪眼镜置入追踪范围内可检测追踪状态及眼镜空间坐标值的变化是否正常；连接上定位笔，将定位笔置入追踪范围内可检测追踪状态及定位笔空间坐标值、旋转值的变化是否正常）。

6. 偏光式 3D 显示跟踪系统

- (1) 3D 显示跟踪系统内置 NVIDIA 3D vision 处理系统；
- (2) 3D 显示追踪系统至少包含 2 路 HDMI 输入接口，且每一路 HDMI 接口都支持 120hz 信号源输入；
- (3) 3D 显示追踪系统支持一键控制信号源切换。
- (4) 3D 显示跟踪系统包含： ≥ 6 个红外传感器，形成 3 组红外传感器，每组红外传感器都包含 2 个同步的双目相机，单组红外传感器即可实现对目标物的实时跟踪；3 组红外传感器协同工作，可提升对目标物追踪的覆盖范围及追踪系统的精度；
- (5) 3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外光源阵列，每组红外光源阵列配置有 4 个红外光源灯，均匀分布保证光照亮度；
- (6) 3D 显示跟踪系统的追踪系统可实时输出当前显示系统的姿态信息，并将当前显示系统的姿态信息映射到虚拟场景，获得最精准的 3D 显示图像；
- (7) 3D 显示跟踪系统支持窗口/全屏 3D，120Hz 或以上刷新率；
- (8) 3D 工作温度： $10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

7. 配件功能

- (1) 系统配备 3D 光学追踪眼镜，采用轻便的偏光式 3D 眼镜，无需电池及开关，无需充电，即戴即用，免开关、免维护；具有 5 个追踪 mark 点设计，3 点以上即准确判断眼镜位置，从而转换不同视角下的显示内容；
- (2) 系统配备空间交互笔：支持 6 自由度坐标轴和空中姿态转动；追踪精度 $< 1\text{mm}$ ，角度精度 < 0.1 度；空间交互笔与主机采用有线连接方式保证信号稳定；空间交互笔无需电池供电；采用握笔式设计，空间交互笔内置振动器，可以通过震动方式来反馈用户操作；
- (3) 配置轻便的偏光式 3D 眼镜，无需电池及开关，无需充电，即戴即用，免开关、免维护；

8. 配套智能制造 VR 体验软件，以 VR 模型和交互操作为核心，通过对新能源汽车驱动电机的拆卸、齿轮减速机的工作原理/爆炸展示、电路搭建功能的展示、液压机械臂安装与仿真，提升用户对智能制造元件结构和工作原理的理解，并通过交互操作加深用户的直观体验。

- (1) 驱动电机拆卸以国内主流的纯电动汽车动力总成进行建模，真实模拟标准拆卸流程；软件提供工具和具体操作的文字图形提示，相应模型操作部位高亮特效提示，真实还原拆卸体验。
- (2) 液压机械臂需包含机械臂安装、机械臂仿真功能；机械臂安装需要按正确顺序安装各个机械臂零部件，完成机械臂安装后能进行仿真，机械臂仿真可以控制机械臂四个轴向运动，通过四轴控制机械臂进行工件搬运仿真。
- (3) 电路的连接以物理实验中常用的灯泡、电池、开关建模，真实的模拟在实物连接中的各种情况，比如选取 1 个元件、2 个元件、3 个或者 4 个元件连接时，给出各种连接情况下的结果。
- (4) 齿轮减速机以二级直齿减速机 1:1 建模，展现减速机的运行和爆炸状态，爆炸后可以随意抓取某个零件进行放大缩小和旋转，并提示零件名称。还原按钮可以让爆炸开的减速机回到初始状态，让用户看到减速机的内部结构和运行原理。

6	3D 立体智能交互系统	<p>一、系统概述</p> <p>(1) 3D 立体智能交互系统在传统 3D 显示的基础上, 通过使用动作捕捉技术, 实时捕捉观看者的观看视角, 并与 3D 内容联动, 使 3D 画面更具立体感与空间感, 带来更加沉浸的 3D 观感体验。</p> <p>(2) 可以实时控制 3D 内容, 实现观看者与虚拟内容的实时交互。系统主要将 LED 拼接大屏幕显示系统和光学定位追踪设备组成, 营造出立体感强、交互丰富的硬件教学环境。借助于该系统, 教师以第一人称在虚拟场景中进行沉浸式交互操作, 学生可佩戴立体眼镜看到更加直观、形象的立体画面, 身临其境般地学习虚拟环境中的操作, 掌握具体的操作流程, 从而达到人才培养目标。</p> <p>二、功能特点</p> <p>(1) 支持主动立体显示</p> <p>(2) 智能化亮度调节, 自动适配环境</p> <p>(3) 沉浸式显示: 产品提供大范围视野的高分辨率及高质量的 3D 立体影像, 建设后的系统应不仅限于会议、参观功能, 还可以具备立体呈现功能, 可以作为学校宣传片或者学生制作的立体项目载体。</p> <p>(4) 立体交互: 产品搭载行业领先的红外光学位置追踪交互单元, 可提供高精度、低延迟、广范围的追踪体验, 可以实现人和大屏幕内容的互动。</p> <p>(5) 可拓展性平台: 搭建后的系统应不仅限于服务当前已有的项目, 应具备强大的后期拓展功能。</p> <p>三、技术指标</p> <p>1. 光学动捕摄像机</p> <p>(1) 数量: 不少于 4 台;</p> <p>(2) 追踪精度: 捕捉精度 $< 1\text{mm}$, 角度追踪精度 $\leq 0.1^\circ$, 重复性精度偏差 $\leq 0.02\text{mm}$;</p> <p>(3) 分辨率: $\geq 1280 \times 1024$; 视场角: $\geq 82^\circ \times 70^\circ$; 相机满足全局快门, 镜头类型: 3.5mm F#2.4, 定焦, 光圈可调, 可手动调焦;</p> <p>(4) 追踪距离: 被动标记点最远追踪距离 $\geq 8\text{m}$, 主动标记点最远追踪距离 $\geq 12\text{m}$;</p> <p>(5) 准确性: 追踪相机可区别追踪目标和环境背景, 采用 850nm 窄带通滤光片, 捕捉 850nm 红外波长, 支持大功率补光和环境光过滤, 每个相机搭载不少于 14 个 850nm 红外 led, 支持 LED 补光亮度可调, LED 显示摄像机编号状态;</p> <p>(6) 刷新频率: $\geq 210\text{FPS}$, 高刷新, 支持通过配套控制软件调节刷新率设置选项; 延时 $\leq 4.8\text{ms}$;</p> <p>(7) 图像处理模式: marker 点二维坐标模式/原图灰度模式; 支持软件控制相机的帧率、曝光时间、闪光灯亮度、阈值、增益。</p> <p>(8) 外观重量: 棱缘和拐角均充分倒圆和磨光; 机身铝合金材质, 采用 CNC、氧化上色、喷砂工艺; 机身重量: $\leq 0.60(\text{kg})$, 相机尺寸: 长宽高之和 $\leq 300(\text{mm})$</p> <p>(9) 工作环境适应性: 相机在 70°C、湿度 96% 环境下, 应能连续正常工作至少 48 小时。相机在 -40°C 环境下, 应能连续正常工作至少 48 小时;</p> <p>(10) 防振动测试: 依据 GB/T 2423.10-2019, 相机经至少 3h 的 XYZ 轴向振动, 振幅 0.35mm, 试验后, 可正常工作;</p> <p>(11) 稳定性: 相机应满足至少 7X24 小时连续工作无机、电、系统故障。</p> <p>(12) 追踪范围: 配套软件系统可支持扩展同时连接 1-500 台摄像机, 实现 4-1500 平方米范围自由扩展, 实现无捕捉盲区的物体空间姿态捕捉及人的身体姿态捕捉;</p> <p>(13) 光生物安全: 依据 DB/T 20145-2006 标准进行光生物安全评估检测, 光生物安全检测应属于无危害类;</p> <p>(14) 无毒无害检测: 相机应无毒无害物质元素;</p> <p>(15) 设备具有防腐、防潮、防尘、防电磁干扰功能, 能够实现对短路、过压的保护;</p>
---	-------------	---

2. 8口POE专用交换设备

- (1) 交换容量: 336Gbps;
- (2) 包转发率: 72Mpps;
- (3) 端口描述: 8个10/100/1000Base-T以太网端口;
- (4) 功率: 支持POE供电, 电源电压: AC: 100V-240V, 50/60Hz。

3. 七类双屏蔽网线

- (1) 传输速率: 10Gbps;
- (2) 传输频宽: 600Mhz;
- (3) 长度: 工程级7类纯铜镀金双屏蔽超高速网络线15m;
- (4) 数量: 不少于4条。

4. 3D眼镜定位套件

- (1) 2个眼镜罩子底座, 3M胶, 4根细金属杆, 4个光球。

5. 动捕系统扫场标定杆

- (1) 材质: 铝合金;
- (2) 形状: T型结构;
- (3) 水准气泡数量: ≥ 2 个;
- (4) 反光球数量: ≥ 5 个;
- (5) 尺寸: 横杆长度约400~420mm; 竖杆长度约550~580mm。

6. 三维动作捕捉跟踪定位软件

- (1) 显示相机的基本参数, 包括IP、ID、系列号、版本号; 软件可支持通过软件远程控制启动多套追踪动捕相机系统支持接入系统的相机列表选择, 根据需要选择实现追踪的相机个数, 追踪相机数量可从1台到1000台;
- (2) 常规配置下最大支持不少于100个刚体/追踪体/标记体, 不少于2200个标记点/Marker点/追踪点的识别与跟踪;
- (3) 成像质量检查: 可支持在多种模式下查看、检查成像质量;
- (4) 刚体数据处理多样, 刚体数据可保存, 可另存, 可加载、可替换;
- (5) 重新寻找相机和相机的重启: 当有相机没有连接上的时候可以重新寻找相机, 确认相机都能够连接上, 当相机出现故障时可以重启该相机;
- (6) 支持离线模式下, 逐帧播放动捕数据, 支持自动循环播放。支持显示当前帧号, 支持选择在任意一段帧序内播放。
- (7) 相机标定/校准: 显示刚体的位置和角度、Marker点的相对位置和颜色、半径, 支持设置刚体中心点的位置和旋转角度、控制盒的颜色; 设置Marker点的颜色、半径, 颜色设置选择支持48种基本颜色, 还可通过拾色器自定义颜色。
- (8) 支持选择软件数据输出帧率1-338帧可调。
- (9) 支持一键设置T姿态约束。
- (10) 支持在线模式和离线模式, 一键录制动捕数据, 支持CSV格式保存动捕数据。
- (11) 交互大屏拓展支持: 支持屏幕校准, 可设置相机最大2D点数, 可设置左上区域中间相机ID, 可一键设置屏幕中心, 进行标准绑定。支持设置二维空间场地长宽可设置三角测量的摄像机数目、线间距阈值、刚体捕捉误差调值、光球捕捉分数调值、高斯牛顿最小距离。

7. 固定套件

- (1) 数量: 不少于4套;
- (2) 材质: 镁铝合金;
- (3) 承重: 12kg;
- (4) 高度: 133mm;
- (5) 底座直径: $\phi 58$ mm;

		<p>(6) 自重: 0.96KG;</p> <p>(7) 旋转角度: 360° ;</p> <p>(8) 刻度盘: 45-90° 刻度盘;</p> <p>(9) 规格: 大力夹 1 个, 斜口顶粒 1 个, 三向云台 1 个。</p> <p>8. 交互手柄套件</p> <p>(1) 无线: 支持 2.4Ghz 跳频; USB 无线接收盒, 支持 USB 2.0;</p> <p>(2) 交互控制: 提供≤2 个功能按键和 1 个上下左右摇杆按键, 开关机键: 采用拨控开关, 控制开关机;</p> <p>(3) 搭配≥5 个 14mm 光学标记点, 结构稳定, 提供扩展平台, 支持多角度多方向扩展;</p> <p>(4) 反光标记点支持使用不同尺寸的红外反光球;</p> <p>(5) 具有休眠模式 (静置超过 4min, 即自动进入休眠模式, 指示灯关闭), 省电模式 (静置超过 1min, 即自动进入省电模式, 指示灯慢速闪烁), 常用模式 (指示灯常亮); 省电模式下手柄支持拿起唤醒;</p> <p>(6) 传输距离≥20m (无遮挡);</p> <p>(7) 材质: ABS 塑料, 电池: 5 号干电池, 持续使用供电时间≥6 小时;</p> <p>(8) 支持 LED 指示灯变色、闪烁, 标识不同的工作状态;</p> <p>(9) 具有六轴惯性传感器和震动马达;</p> <p>9. 全息 3D 交互系统互动内容软件</p> <p>(1) 具备独立的展示界面, 界面简洁, 高科技感的线条风背景, 界面具有“医学实训”、“人体结构”、“文创娱乐”、“工业模型”等模块, 通过系统交互操作, 可选择相应的模块, 且有模块界面展示, 可一键进入相应模块。当进入相应模块, 可一键退出至主界面;</p> <p>(2) 交互方式多样, 可使用系统手柄进行交互, 交互以亮线指引, 以机械手模型进行选择, 可缩放, 可移动模型;</p> <p>(3) “工业模型”模块: 为汽车三维模型交互展示内容, 可进行拆解 3D 交互汽车模型; 至少可拆解为外壳、门、发动机、车轮、座椅、底座等部分, 并可通过重置键, 一键还原; 画面不操作时, 为汽车 180 度旋转展示; 可给模型外壳更换颜色, 至少更换 5 种颜色; 投标文件中需提供软件界面截图佐证材料。</p> <p>10. 要求投标人就虚拟仿真实训基地相关专业课程与采购人开展产学研合作, 构建以“能源动力与材料、生物与化工”大类专业为主, “装备制造、土木工程”大类专业协同发展的虚拟仿真课程实训体系, 对接煤电煤化工、装备制造及智能建造产业发展, 产出教学成果不低于 3 项, 产出教学成果及知识产权成果归采购人所有, 且保障其不产生第三方知识产权纠纷, 校企产学研合作过程产生的费用由投标人承担。投标时提供承诺函, 并加盖投标人公章。</p>
7	LED 沉浸式大屏	<p>一、屏体技术指标</p> <p>(1) 屏幕显示尺寸: 约 4.48m×2.56m。</p> <p>(2) 压铸铝箱体尺寸: 640mm×640mm</p> <p>(3) LED 点间距≤1.86mm</p> <p>(4) 单元板尺寸 320mm*160mm</p> <p>(5) 单元板分辨率 172 点*86 点压铸铝箱体单元分辨率 344 点*344 点</p> <p>(6) LED 封装方式 SMD</p> <p>(7) 扫描方式 1/43 扫描</p> <p>(8) 像素密度≥284444 点/m²</p> <p>(9) 亮度≥600cd/m²</p> <p>(10) 对比度 6000:1</p> <p>(11) 最佳可视距离 2M-50M</p> <p>(12) 换帧速度≥60(帧)/秒</p>

- (13) 刷新频率: 3840HZ
- (14) 平整度任意相邻像素间 $\leq 0.5\text{mm}$; 单元板拼接间隙 $< 0.5\text{mm}$.
- (15) 供电电压 AC220V/50HZ
- (16) 使用环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim +60^{\circ}\text{C}$
- (17) 使用环境湿度 10%~90%
- (18) 盲点率 2/10000<(无异常亮点)
- (19) 设备连续工作 > 72 小时(无限制)
- (20) LED 平均寿命不低于 15 万小时
- (21) ①总功耗 $700\text{w}/\text{m}^2$, 视角(水平/垂直)水平视角 $\geq 170^{\circ}$, 垂直视角 $\geq 160^{\circ}$ ②灰度: 100%亮度 16bit 灰度, 20%亮度 12bit 灰度; ③色度均匀性 $\pm 0.003\text{Cx Cy}$ 之内具有单点色度校正功能, ③显示颜色 16.7M 色, 白平衡: $\geq 1000\text{nits}$ (色温 6500K, 校正后); ④色彩处理 281.4 万亿, 色温 2800K-15000K 可调; ⑤模组亮度均匀性 $\geq 98\%$ 具有单点校正功能。(以上“①-④”项须在签订合同时提供由中国合格评定国家认可委员会认可的检测机构出具的检测报告, 原件现场核验。)
- (22) ①模组平均无故障时间 150000 小时; ②电快速瞬变脉冲群 (EFT) 抗扰度: 检测 GB/T 17626.4-2008 电磁兼容实验和测量技术, 电快速瞬变脉冲群抗扰度实验 1KV; ③为满足产品使用稳定性, 产品需要具有阻燃防火 V-0 级, ④防静电, 抗电磁干扰 80-1000MHz, 抗盐雾抗腐蚀 72 小时等检测。⑤为保证产品的安全性, 产品需要通过物理冲击、振动实验、抗电强度 1.5KV 1Min, 接地电阻 $\leq 100\text{m}\Omega$ 、漏电流 $\leq 1\text{mA}$ 等检测实验。⑥屏体功能检测: 支持后维修、前维护、全维护方式, 支持电源系统双备份功能、支持快速安装、维护功能, 无线连接。⑦单箱体特性检测: 支持单箱体检测、维护、更换功能, 支持自动智能校正功能, 支持系统电源双备份功能。

二、3D 接收系统

- (1) 支持逐点亮色度校正, 配合软件和相机, 对每个灯点的亮度和色度进行校正。
- (2) 支持快速亮暗线调节, 用来消除灯板与灯板、箱体与箱体之间的缝隙。
- (3) 支持 3D 功能, 配合支持 3D 功能的控制器, 开启 3D 功能, 设置 3D 参数, 使显示屏播放画面显示 3D 效果。
- (4) 超大带载: 自带 12 个 HUB75 接口, 最大支持带载 512×512 ;
- (5) 支持 Mapping 功能, 启用 Mapping 功能后, 目标箱体上会显示接收卡编号和网口信息, 可以清晰获取接收卡的位置和走线方式
- (6) 支持接收卡预存画面设置, 可以将指定图片设置为显示屏的开机画面、网线断开或无视频源信号时的画面。
- (7) 支持温度和电压监测, 可以监测自身的温度和电压, 无需其他外设, 在软件端可以查看接收卡的温度和电压。
- (8) 支持液晶模块, 5pin 液晶模块用于显示接收卡的温度、电压、单次运行时间和总运行时间。
- (9) 误码率监测, 配合 LCT 软件, 接收卡之间通讯时, 监测传输链路上的数据丢包情况。
- (10) 支持固件程序回读, 在 LCT 软件上可以回读接收卡的固件程序并保存到本地。
- (11) 支持配置参数回读, 在 LCT 软件上可以回读接收卡配置参数并保存到本地。
- (12) 通过主备冗余机制增加接收卡串联的可靠性。主备串联线路中, 当其中一条线路出现故障时, 另一条线路会即时工作, 保证显示屏正常工作。
- (13) 支持通过 LCT 软件在接收卡上保存两份接收卡配置参数, 其中一份作为备份参数。接收卡支持出厂时保存了两份应用程序, 以防程序更新异常导致的升级卡死。

三、3D 视频处理器

- (1) 单台具备不少于 16 路千兆网口输出, 带载能力可达 1040 万像素、最宽 16384 像素、最高 8192 像素;

- (2) 网口带载没有矩形带载限制, 支持自由走线, 最大化提高网口带载利用率;
- (3) 拥有完备的视频输入接口: 1路 HDMI2.0, 1路 DP1.2, 4路 HDMI1.3
- (4) 支持HDR功能, 支持主动式3D功能。
- (5) 支持个性化的画质缩放: 支持不少于三种画面缩放模式, 包括点对点模式、全屏缩放、自定义缩放。搭载 superview 画质处理技术, 画面可无极缩放;
- (6) 支持对LED显示屏输出画面的画质调节: 包括但不限于亮度、饱和度、对比度等;
- (7) 支持多画面显示: 不少于6窗口的任意布局, 至少包含2路4K窗口+4路2K窗口;
- (8) 支持OSD字幕功能: 支持编辑OSD字幕及背景底图功能;
- (9) 支持高位深信号输入源输入, 最高支持12bit信号输入;
- (10) 支持音频功能: 支持伴随音频和独立音频, 支持音量大小调节, 音频可随视频随时切换。
- (11) 支持场景预设功能: 可创建不低于10个用户场景作为模板保存, 方便直接调用。
- (12) 支持对输入信号进行分辨率自定义: 最大可支持4096*2160@60信号输入, 并向下兼容;
- (13) 设备前面板应配备液晶面板: 可实时显示型号、IP地址, 窗口及信号源的分辨率以及状态信息, 输出16路网口的状态, 屏幕大小及帧频信息, 设备同步模式展示或网线连接状态, 屏体亮度。
- (14) 为保障画面输出无撕裂, 应支持选择HDMI输入源或DP输入源作为同步信号, 达到输出的场级同步;
- (15) 断上电功能: 支持配合多功能卡, 实现对屏体的手动控制、自动控制以及软件控制, 灵活简单。

四、3D信号发射器

- (1) 2个千兆网口, 将EMT200连接在任意一张接收卡之后, 或者连接在发送卡与接收卡之间。
- (2) 1个VESA接口, 连接第三方外置3D发射器。
- (3) 电气规格输入电压DC5V
- (4) 额定电流0.2A
- (5) 额定功耗1W
- (6) 工作环境温度-20℃~+40℃
- (7) 湿度10%RH~90%RH, 无冷凝
- (8) 物理规格尺寸119.2mmx119.2mmx29.5mm
- (9) 净重170.3g

五、3D立体眼镜

- (1) 轻薄化设计, 佩戴舒适。
- (2) 低功耗设计, 降低工作及待机电流。光学优化设计镜片透过率及对比度。无信号, 眼镜自动关闭, 及电池电量指示功能, 符合人性化设计信号接收距离可达30m。完全充电一次大约可以连续使用长达35小时
- (3) 刷新率96Hz~144Hz
- (4) 透光率38±2%
- (5) 工作电流1.5mA
- (6) LCD镜片响应时间4ms
- (7) 对比度1000:1
- (8) 接收距离30m(TYP.)空旷空间

六、框架结构

- (1) 室内壁挂免焊支架, 结构采用100*50镀锌扁管, 安装面采用40*20镀锌扁管, 材料全为镀锌材质, 长期使用不生锈。采用数控机床加工制作, 精度高, 平整度好。榫卯工艺结

		构, 组装便捷、美观、稳定, 收边装饰采用黑色拉丝不锈钢材质; 内部信号、电源线缆及电脑到屏体网线。								
8	交互主控终端	(1) i7-12700K 8C 3.6G, 32G DDR5 4800 (2) 256G SSD+1T SATA, USB 键鼠 (3) Nvidia RTX3070 8G (4) 标配 1 个 RJ45 千兆网卡, intel I350-T2 双千兆网卡, (5) 23.8 英寸显示终端								
9	管理终端	(1) CPU: Intel 酷睿 I7-12700 (2) 芯片组: Intel B660 (3) 内存: 16G DDR4 3200 MHz (4) 硬盘: 1TB 机械硬盘 (5) 显卡: RX550-4G (6) 网卡: 千兆网卡 (7) I/O 接口: 前置 1 x 耳机插孔, 1 x 麦克风插孔 (独立), 2*USB 3.2 Gen 1 接口, 2 x USB 2.0; 后置: 2 x USB 2.0, 2x USB 3.2 Gen 1, 2 x PS/2, 1 x HDMI, 1 x VGA, 1xDP 接口, 1 x RJ45 LAN, 3 x Audio jacks support 7.1 channel (8) 机箱电源: 500W 电源 (9) 机箱: 立式机箱, 27L, 便于扩展和升级 (10) 显示器: 同品牌 23.8 英寸 LED 显示屏 分辨率: 1920x1080, VGA+HDMI								
10	实训桌	1. 桌子尺寸要求: $\geq 1600\text{mm} \times 600\text{mm} \times 750\text{mm}$ 2. 采用优质密度板								
11	培训椅	1. 类型: 靠背椅 2. 尺寸: $\geq 430\text{mm} \times 570\text{mm} \times 790\text{mm}$; 3. 构造: 底座于靠背使用整根钢管连接, 弯角处橡胶弹簧包装; 4. 材质: 靠背由海绵网布; 椅架由方形加厚管材构成								
12	虚实结合一体化实训装置	<p>一、装置概述</p> <p>(1) 该装置是一款集 3D 资源学习、虚拟仿真训练、PLC 编程与 Wincc 组态监控于一体的综合性实训装置, 适用于电气自动化技术、机电一体化技术、智能控制技术、工业机器人技术等专业中的《可编程控制技术》、《工控网络与组态技术》、《传感器与检测技术》等核心课程的理论教学与实践教学, 培养学生在点位分配设计、接线、编程、集成、开发、调试、运行、检修及维护等方面的专业技术能力。</p> <p>二、技术要求</p> <p>(1) 输入电压: AC220V\pm10% 50HZ (2) 工作电压: DC12V、DC24V; (3) 过载保护: 装置带漏电保护、通道过载保护, 带熔断器; (4) 工作环境: 温度-10$^{\circ}$C~+40$^{\circ}$C 相对湿度<85%(25$^{\circ}$C) 海拔<4000m (5) 虚拟实训终端外形尺寸: \geq长宽深 620mm\times560mm\times165mm (6) 控制器模块外形尺寸: \geq长宽深 445mm\times310mm\times185mm (7) 编程显示模块外形尺寸: \geq长宽深 545mm\times465mm\times165mm (8) 实训台外形尺寸: \geq长宽高 L1600mm\timesW700mm\timesH740mm (9) 支持学生进行外部线缆跳接, 实现现场层、控制层、管理层的数据对接; (10) 支持通过仪表工具进行虚拟仿真软件输入与输出信号的测量, 信号为真实可测量信号。</p> <p>三、配置清单</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">序号</th> <th style="width: 60%;">产品名称</th> <th style="width: 10%;">单</th> <th style="width: 10%;">数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	序号	产品名称	单	数				
序号	产品名称	单	数							

		位	量
一、PLC应用技术虚拟仿真实训装置软件			
1	抢答器控制系统的仿真控制实验	套	1
2	十字路口交通灯控制系统的仿真控制实验	套	1
3	水塔水位控制系统的仿真控制实验	套	1
4	天塔之光控制系统的仿真控制实验	套	1
5	舞台灯光控制系统的仿真控制实验	套	1
6	邮件分拣控制系统的仿真控制实验	套	1
7	传送带控制系统的仿真控制实验	套	1
8	多种液体混合装置控制系统的仿真控制实验	套	1
9	机械手控制系统的仿真控制实验	套	1
10	音乐喷泉控制系统的仿真控制实验统	套	1
11	可逆运行能耗制动系统的仿真控制实验	套	1
12	星三角控制系统的仿真控制实验	套	1
13	双速电机控制系统的仿真控制实验	套	1
14	三速电机控制系统的仿真控制实验	套	1
15	七段数码管显示控制系统的仿真控制实验	套	1
16	电镀槽生产线控制系统的仿真控制实验	套	1
17	自动送料小车控制系统的仿真控制实验	套	1
18	三层电梯控制系统的仿真控制实验	套	1
19	恒压供水系统系统的仿真控制实验	套	1
20	自动装箱生产线的仿真控制实验	套	1
21	平面磨床控制系统的仿真控制实	套	1
22	反应釜控制系统的仿真控制实验	套	1
23	供瓶加料单元	套	1
24	加盖拧盖单元	套	1
25	检测单元	套	1
26	横臂搬运单元	套	1
27	立体入库单元	套	1
二、硬件装置			
1	虚拟仿真实训终端	套	1
2	SuperIO 信号处理模块	套	1
3	虚拟仿真实训终端系统软件	套	1
4	PLC 控制器模块	台	1
5	模拟量输入输出模块	台	1
6	编程显示终端	套	1
7	电源模块	套	1
8	实训台	套	1
9	配套线缆	套	1
三、配套附件			
1	实训指导书电子档	套	1
2	实训源程序电子档	套	1
四、PLC应用技术虚拟仿真实训装置软件			

1. 软件概述

(1) PLC 应用技术虚拟仿真实训装置软件是一款集虚拟仿真训练、PLC 编程与 Wincc 组态监控于一体的综合性仿真系统,采用虚实结合模式,将虚拟场景与实际控制器进行信号通讯,实现系统信号的控制与反馈,培养学生自动化技术各课程中的专业知识,以及学生在点位分配设计、接线、编程、集成、开发、调试、运行、检修及维护等方面的专业技术能力。

(2) 软件具备不少于 27 个虚拟仿真应用场景,支持超过 27 个闭环仿真实训项目。

(3) 软件以学生的能力目标培养为主,学员进入训练任务的练习模式界面后,系统提供 3D 模拟实训场景。在进行实训练习模式时,通过协议转换中间件的 I/O 点位配置功能,实现与外部硬件(SuperIO 信号转换模块与真实 PLC 控制器)通讯。

2. 软件实训模式

(1) 虚拟仿真实训模式:软件仿真集 3D 资源学习、各模块虚拟仿真训练、过程评价考核于一体,仿真软件场景通过仿真中间件插件可以与 PLC 编程软件进行通讯。学生在编程软件中按设计的点位进行策略编程,并控制仿真场景设备动作并实时监控设备运行状态;

(2) 虚实结合实训模式:虚实结合仿真至少具备 27 个 PLC 应用场景,且能与真实 PLC 及触摸屏设备通过 TCP/IP 进行虚-实交互。学生可以按设计的点位进行逻辑编程。

3. 基本功能要求

(1) 软件必须运行稳定,维护方便,全中文界面提示;

(2) 软件能嵌入录像功能,操作过程可设置视频录制;

(3) 支持远程更新,且本过程中发布新的模块均不再额外收取费用;

4. 软件功能要求

(1) 支持多种虚拟仿真场景:

1) PLC 基础训练模块:PLC 基础训练虚拟仿真场景数量 ≥ 22 个,包括十字路口交通灯、天塔之光、水塔水位、三层电梯等;

2) PLC 自动生产线训练模块:自动生产线虚拟仿真场景数量 ≥ 5 个,包括供瓶加料单元的仿真控制实验、加盖拧盖单元的仿真控制实验、检测单元的仿真控制实验、横臂搬运单元的仿真控制实验、立体入库单元的仿真控制实验等。要求提供 5 个三维五站式模块化生产线仿真场景的软件界面截图,以佐证其功能;

(2) 支持软件内部进行点位分配:学生可以在软件场景中根据设计自由分配 PLC 的 I/O 点位。

(3) 支持实体信号测量功能:支持实体万用表进行虚拟仿真输入输出信号的测量,包括但不限于开关量信号、0-10V 模拟信号。

(4) 支持上位机组态监控:同步监控仿真场景设备的状态与执行情况。

(5) 支持多种控制模式:支持就地与远程控制两种模式。软件内部需要配置调试按钮,对软件场景内的参数进行设置,对事件进行触发;远程控制由 PLC 进行监控。

(6) PLC 应用技术虚拟仿真实训装置软件具备主界面、菜单栏、已安装设备栏、PLC 设置等主要功能。

(7) 其它要求:提供供瓶加料单元的仿真场景功能,要求提供不少于 8 个步骤的软件界面截图,以佐证其功能,要求软件支持在场景中视角 360° 旋转;

五、硬件装置及配套附件

1. 虚拟仿真实训终端

1. 虚拟仿真实训终端

(1) 工业外观设计,CNC 加工工艺;

(2) 工作电压:DC12V、DC24V;

(3) 外形尺寸: \geq 长宽高 620mm \times 165mm \times 560mm

(4) 配置:CPU i7,四核,128G 固态硬盘,内存 8G,显卡 4G;

- (5) 分辨率: 1920*1080;
- (6) 显示端: 23.8"液晶显示;
- (7) 通讯接口: 2个USB2.0; 1个无线WIFI, 1个RS232, 1个VGA, 1个COM口, 1个RJ45口;

2. SuperIO 信号处理模块

- (1) 支持多种信号共存, 通讯采用TCP/IP协议或串口通信协议, 配置1个LAN网口或1个RS232口;
- (2) 配置至少24路端口, 要求包含数字量输入输出、模拟量输入输出4种通道; 要求端口可以自定义分配DI\DO\AI\AO4种变量类型;
- (3) 每种端口设计有电压保护功能, 在不同端口类型的情况下最大电压可接入AC24V的交流电压, 不损坏模块的电路元器件, 可预防防止接错线的情况对电路板模块起到保护的作用, 提高了电路板的寿命与使用效率;
- (4) 测量电压AC/DC 0-10V;
- (5) 模块嵌入式安装于虚拟仿真实训终端;
- (6) 提供SuperIO结构设计图纸, 要求包括端子图、钣金结构图。

3. 虚拟仿真实训终端系统软件

- (1) 虚拟仿真实训终端系统软件运行在虚拟仿真实训终端后台, 将SuperIO信号处理模块与应用软件连通, 使信号可正常进行输送与反馈, 是虚实结合一体化实训装置必不可少的中间件软件。
- (2) 虚拟仿真实训终端系统软件具备通信连接、I/O模块、脉冲模块等功能。

4. PLC 控制器模块

- (1) 尺寸: (W×H×D) 110mm×100mm×75mm;
- (2) 功耗: 12W;
- (3) 可用电流(24VDC): 最大400mA(传感器电源);
- (4) 数字输入电流消耗(24VDC): 所用的每点输入4mA;
- (5) 板载数字I/O: 14点输入、10点输出;
- (6) 板载模拟I/O: 2路输入;
- (7) 端口数: 1;
- (8) 类型: 以太网;
- (9) 连接数: 3个用于HMI, 8个用于客户端GET/PUT(CPU间S7通信), 1个用于编程设备, 8个用于用户程序中的以太网指令, 3个用于服务器GET/PUT(CPU间S7通信);
- (10) 数据传输率: 10/100Mb/s;
- (11) 隔离(外部信号与PLC逻辑侧): 变压器隔离, 1500VDC;
- (12) 电缆类型: CAT5e屏蔽电缆;
- (13) 电压范围: 20.4—28.8VDC/22.0—28.8VDC(环境温度-20℃—0℃);
- (14) 采用PLC控制器进行模块化定制, 与虚拟仿真实训终端内的仿真场景及设备进行通讯;
- (15) PLC硬件端口全部引到模块面板上, 所有端子都必须具有短路、过压、漏电保护。

5. 模拟量输入输出模块

- (1) 功耗: ≤2.0W;
- (2) 电流消耗(SM总线): 80mA;
- (3) 电流消耗(24VDC): 60mA(无负载);
- (4) 输入路数: ≥4;
- (5) 输出路数: ≥2。

6. 编程显示终端

- (1) 外形尺寸: ≥长宽深 545mm×465mm×165mm

		<p>(2) 支持嵌入式安装 21.5"液晶显示</p> <p>7. 多功能电源模块</p> <p>(1) 电源输入: AC220V±50HZ, 电源接口接入方便、安全;</p> <p>(2) 多种电源输出: DC12V、DC24V/2A 等;</p> <p>(3) 采用跳线模式: 多模块组合, 插接方便、安全、便捷。</p> <p>8. 实训台</p> <p>(1) 暗灰色中纤板桌面, 基材选用 20mm 厚中密度板, 强度高, 不变形, 承重性强, 所有材料均经过防虫, 防腐等化学处理, 桌面打出线圆孔;</p> <p>(2) 采用国产优质五金配件, 每位配套键盘托和主机柜各一个, 配置插线板一套;</p> <p>(3) 规格: ≥L1600mm×W700mm×H740mm。</p> <p>9. 配套线缆</p> <p>(1) 虚拟仿真实训终端外置接线端子, 控制仿真设备内虚拟设备的运行; 并配备实训连接导线: $\phi 2\text{mm} \times 0.3\text{mm}^2 \times 1000\text{mm}$ 每台不小于 50 根。</p> <p>(2) 配套 RJ45 网络跳线 2m 1 根;</p> <p>六、虚实结合实训项目</p> <p>1. PLC 基础训练模块</p> <p>实训一: 抢答器控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训二: 十字路口交通灯控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训三: 水塔水位控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训四: 天塔之光控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训五: 舞台灯光控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训六: 邮件分拣控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训七: 传送带控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训八: 多种液体混合装置控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训九: 机械手控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十: 音乐喷泉控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十一: 可逆运行能耗制动系统的仿真控制实验</p> <p>实训十二: 星三角控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十三: 双速电机控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十四: 三速电机控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十五: 七段数码管显示控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十六: 电镀槽生产线控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十七: 自动送料小车控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十八: 三层电梯控制系统的仿真控制实验</p> <p>实训十九: 恒压供水系统系统的仿真控制实验</p> <p>实训二十: 自动装箱生产线的仿真控制实验</p> <p>实训二十一: 平面磨床控制系统的仿真控制实验;</p> <p>实训二十二: 反应釜控制系统的仿真控制实验</p> <p>2. 五站式自动生产线训练模块</p> <p>实训一: 供瓶加料单元的仿真控制实验</p> <p>实训二: 加盖拧盖单元的仿真控制实验</p> <p>实训三: 检测单元的仿真控制实验</p> <p>实训四: 横臂搬运单元的仿真控制实验</p> <p>实训五: 立体入库单元的仿真控制实验</p>
13	编程终端	<p>(1) CPU: I7-11700</p> <p>(2) 内存: 16G</p>

	<p>(3) 显卡: 4G 独显 (4) 硬盘: 1T</p>
14	<p>电工电子技术虚拟仿真教学软件</p> <p>一、仿真概述</p> <p>(1) 电工电子技术虚拟仿真教学软件应具备 3D 资源学习、电工基础虚拟仿真训练、模拟电子虚拟仿真训练、数字电子虚拟仿真训练等功能,适用于电气、机电、电子信息、自动化等专业群《电工基础》《电工原理》《模拟电子技术》《数字电子技术》《电力电子技术》《电力拖动控制》等课程的理论与实践教学,培养学生基本理论认知、原理分析、电路搭建、性能测定、系统调试及故障检测等多方面的专业技术能力。</p> <p>二、教学模式要求</p> <p>1. 学习模式功能要求</p> <p>(1) 学习模式应以学生的知识目标培养为主,可提供电工电子技术相关基本概念、基础理论、电子元器件、常用集成电路、常用仪器仪表工具等方面的颗粒化教学资源;结合共享型虚拟仿真综合教学云平台可进行资源的上传与删除,实现数字化资源的更新迭代。</p> <p>(2) 常用电子元器件认知: ①列举常用实训模块,数量≥ 90个,包括但不限于电阻、电容、电感、二极管、三极管、场效应管、电池、开关、指示灯、电位器、继电器、变压器、接插件、7 段数码管、液晶显示屏、散热风扇、蜂鸣器、光电耦合器等实训模块; ②至少包含 3D 模型、种类及特性描述、功能参数、安装或接线说明等内容; ③同时 3D 模型可以任意 360° 旋转,可放大缩小。</p> <p>2. 练习模式功能要求</p> <p>(1) 练习模式应以学生的能力目标培养为主,应具备电工基础、数字电子、模拟电子三个仿真子模块。仿真实训台必须以实物装置及实训模块为原型进行 1:1 三维仿真建模,可完成电子元器件的认知识别、电路原理分析、电路搭建、系统性能测定与分析、故障设置与排除等操作。</p> <p>(2) 电工基础仿真项目≥ 22个。①直流电路仿真:包括电气仪表使用、电位与电压测定、电阻测定等基础仿真项目,以及伏安特性、基尔霍夫定律、叠加定理、戴维南定理等定理的验证与应用; ②交流电路仿真:包括电阻电感串联电路、阻容移相电路、RLC 阻抗与频率特性、RLC 串联谐振电路、三相四线制负载电压与电流测定等仿真实训; ③磁路自感、互感与变压器仿真:包括自感系数测定、互感电路研究、单相变压器特性与并联运行特性仿真实训; ④电路暂态过程仿真:包括一阶电路暂态分析、微分电路及积分电路应用等仿真实训;</p> <p>(3) 模拟电子仿真项目≥ 21个。①基础型仿真实训项目:包括二极管、双极晶体管、三极管等特性测定,多类放大电路测试,整流、滤波及稳压电路测试,方波、三角波、锯齿波、正弦波发生器电路测试等基础仿真任务; ②综合性应用仿真实训项目:包括助听器电路、恒流充电器电路、OTL 功率放大电路、LM386 集成音响功率放大电路、烟雾报警器电路等复合型仿真任务。</p> <p>(4) 数字电子仿真项目≥ 24个。①基础型仿真实训项目:包括基本逻辑门、编码器、二进制译码器、全加器、数据比较器、多段锁存/译码/驱动器、计数器、寄存器、定时器等基础任务的测试仿真; ②综合性应用仿真实训项目:包括节能电路声光控制电路、数据传输电路、计数节拍发生器电路、秒脉冲信号发生器、伺服电机测速电路、时钟脉冲测频电路、声响报警电路等复合型应用任务调试。</p> <p>(5) 实训元器件模块化:要求对各任务涉及的电子元器件进行分类,将其转化为立体可视的 3D 仿真实训模块,学员可便捷选取各模块进行分析、组合搭建与测定。</p> <p>(6) 软件具备电路自主搭建功能:学员可按任务及设计要求,在电源、仪表、仿真实训模块等设备间自主搭建电路。</p> <p>(7) 软件具备虚拟仪表测定功能:学员可按任务需求自主选择虚拟仪表对系统线路测试及分析,仪器仪表包括但不限于电压表、电流表、万用表、直流稳压电源、函数信号发生器、</p>

示波器等。①示波器：可输出方波、三角波、锯齿波、正弦波等波形，且可对波形进行上下左右移动及幅度设置；②函数信号发生器：可根据任务测定情况显示或设置频率、幅值，发送正弦波、方波等波形，进行通道切换等。

(8) 要求具备虚拟电路的设置与调试功能。

(9) 电工电子技术虚拟仿真教学软件具备实时电路计算功能，可进行电路仿真计算，计算电路中的电压、电流、功率，并可模拟短路断路的仿真效果；可查看接线图；可查看不同仪器仪表的2D仿真操作界面；可进行三维场景漫游浏览，可自由改变视角角度、缩放镜头长度距离、漫游速度，可进行不同场景的切换等功能。

3. 考核模式

(1) 考核模式应以验证学生学习情况为主，为学生仿真考核提供内容与技术支撑。每个训练任务均有具体考核评分标准考核项，每完成一考核项，则显示该项考核通过。

三、低压电工运维作业虚拟仿真教学软件

1. 软件概述

(1) 低压电工运维作业虚拟仿真教学软件集3D资源学习、安全用具使用虚拟仿真训练、安全操作技术虚拟仿真训练、安全隐患排除虚拟仿真训练以及过程评价考核于一体。系统产品以满足培训考核的需要为中心，采用工作任务驱动的方式开发。每一个虚拟仿真实训任务都有相应的操作步骤和过程。

2. 功能要求

(1) 安全用具使用虚拟仿真模块：仿真实训任务数量 ≥ 10 个；可完成指针式万用表测量、数字式万用表测量、交流钳形电流表测量、绝缘电阻测量及安全用具使用等操作。

(2) 安全操作技术虚拟仿真模块：仿真实训任务数量 ≥ 13 个；可完成设备安装、虚拟接线、运行调试等操作；

(3) 安全隐患排除虚拟仿真模块：仿真实训任务数量 ≥ 3 个；可完配电室隐患排查等操作；

(4) 支持设备库选型功能：要求操作界面具备设备库，学员可自主选择实验所需的设备，并按自主设计的布局进行安装操作。

(5) 支持工具库选用功能：要求操作界面具备工具辅材库，学员可自主选择相应的工具与材料。

(6) 支持仪器仪表选用功能：要求学员可以通过选择各类仪表，对系统线路或设备进行数量或状态测量。

(7) 支持设备间线缆连接功能：要求学员可以选择不同类型的线材进行系统接线，线材均可以添加、删除等。

(8) 支持虚拟设备的设置与调试：要求学员可对虚拟设备进行设置与调试，包括但不限于虚拟万用表、虚拟传感器、虚拟开关、虚拟电机等；

(9) 支持隐患点认知与分析：仿真场景内部可以显示安全隐患，供学员进行风险识别与隐患分析。

四、基本功能要求

(1) 软件必须运行稳定，维护方便，全中文界面提示；

(2) 部分模块后期应能扩展VR、AR应用；

(3) 软件须具备三维场景漫游功能，用户以第一人称视角在虚拟场景中漫游；

(4) 软件能嵌入录像功能，操作过程可设置视频录制；

(5) 软件要能简易操作，要具备新手引导功能；

(6) 软件操作要能保存与导入工程文件，且具备云存储功能；

(7) 软件具备语音及音效设置功能；

(8) 支持远程更新，且本过程中发布新的模块均不再额外收取费用；

六、仿真实训项目

1. 安全用具使用虚拟仿真

实训一：使用指针式万用表测量交流电压
 实训二：使用指针式万用表测量直流电压
 实训三：使用数字式万用表测量交流电压
 实训四：使用数字式万用表测量直流电压
 实训五：使用指针式万用表测量电阻
 实训六：使用数字式万用表测量电阻
 实训七：使用交流钳形电流表测量交流电流
 实训八：完成运行异常，低压电力电容器绝缘电阻检测
 实训九：完成电工绝缘手套检查与使用
 实训十：完成低压验电笔检查与使用

2. 安全操作技术虚拟仿真

实训一：三相异步电动机单向运行主回路接线操作
 实训二：三相异步电动机单向运行控制回路接线操作
 实训三：三相异步电动机正反方向运行主回路接线操作
 实训四：三相异步电动机正反方向运行控制回路接线操作
 实训五：照明计量线路安装
 实训六：动力计量线路安装
 实训七：完成经互感器接入式电能表计量接线
 实训八：电动机三相电流表的接线
 实训九：电子式单管日光灯的接线
 实训十：电感式单管日光灯的接线
 实训十一：线吊式螺口照明灯接线
 实训十二：漏电断路器配三孔插座的接线
 实训十三：漏电断路器配四孔插座的接线

3. 安全隐患排除虚拟仿真

实训一：配电柜柜体及门的隐患排除
 实训二：低压配电室的安全风险识别和隐患分析
 实训三：车间配电箱的安全风险识别和隐患分析

4. 电工基础仿真项目

(1) 直流电路仿真项目

项目一、电气仪表的使用和测量误差的计算
 项目二、电路元件伏安特性的测绘
 项目三、未知电阻的测定—非线性电路的研究、白炽灯灯丝温度的测定及单臂电桥电路的应用
 项目四、电位、电压的测定及电路电位图的绘制
 项目五、基尔霍夫定律的验证与应用
 项目六、常用供电电路特点和电子电路最大功率输出条件的研究
 项目七、实际直流稳压电源和直流稳流电源的研究（综合应用实验）
 项目八、叠加定理的验证与应用——多信号叠加控制电路的研究（综合应用实验）
 项目九、戴维南定理和电桥电路的应用——铜电阻温度计电路的研究（综合应用实验）

(2) 交流电路仿真实训项目

项目十、电阻电感串联电路(日光灯电路)的分析与研究
 项目十一、阻容移相电路的应用——调光台灯电路的研究（综合应用项目）
 项目十二、交流电路功率及功率因数的测量及提高线路功率因数的方法及其意义的研究
 项目十三、R、L、C元件在交流电路中的阻抗与频率特性的研究与应用——整流滤波电路的研究

项目十四、R、L、C 串联谐振电路的研究

项目十五、三相四线制负载电压、电流的测量

项目十六、三相三线制对称负载星形及三角形接法时负载电压与电流的测定

(3) 磁路自感、互感、变压器仿真实训项目

项目十七、自感系数的测定、电路断电时电感尖峰电压的测量及抑制的方法

项目十八、互感电路的研究

项目十九、单相变压器特性的研究

项目二十、单相变压器并联运行特点的研究

(4) 电路暂态过程仿真实训项目

项目二十一、一阶电路暂态过程的研究

项目二十二、微分电路和积分电路及其应用 (综合应用项目)

5. 模拟电子仿真项目

项目一、常用二极管的性能测试及应用

项目二、双极晶体管及场效应管输出特性的测定

项目三、单管放大电路的研究

项目四、两极放大电路及负反馈放大电路的研究

项目五、助听器电路的调试 (电子产品线路) (综合应用)

项目六、恒流充电器的调试 (场效应管的应用) (电子产品线路) (综合应用)

项目七、三极管放大电路故障排除

项目八、整流、滤波及稳压电路的研究

项目九、直流稳压正、负电源电路的研究

项目十、典型复合互补 OTL 功率放大电路调试 (电子产品线路) (综合应用)

项目十一、OTL 功率放大电路的故障排除

项目十二、LM386 集成音响功率放大电路及其应用 (电子产品线路) (综合应用)

项目十三、运算放大器基本运算电路

项目十四、对由运放器组成的积分运算电路、微分运算电路

项目十五、对由运放器组成的电压比较器传输特性的研究

项目十六、用气敏传感器和电压比较器制作烟雾报警器 (电子产品线路) (综合应用)

项目十七、方波、三角波和锯齿波发生器电路的研究与测试

项目十八、三角波、方波及正弦波发生器的制作竞赛

项目十九、RC (文氏桥式) 正弦波振荡器的制作与调试

项目二十、电容三点式 LC 正弦波发生器

项目二十一、有源滤波电路的研究

6. 数字电子仿真项目

(1) 基础实训仿真项目

项目一、基本逻辑门电路功能测试

项目二、优先编码器功能测试

项目三、二进制译码器和数据选择器功能测试

项目四、全加器和超前进位全加器功能测试

项目五、数值比较器功能测试

项目六、七段码锁存/译码/驱动器功能测试

项目七、各类触发器功能测试

项目八、双向移位寄存器功能测试

项目九、二-五-十进制计数器功能测试

项目十、二位十进制计数/译码/驱动/显示电路

项目十一、可逆十进制计数电路功能测试

	<p>项目十二、N 进制计数电路功能测试</p> <p>项目十三、555 定时器基本应用电路</p> <p>项目十四、微分型单稳态触发器</p> <p>项目十五、集成单稳态触发器及其应用</p> <p>项目十六、集成施密特触发器及其应用</p> <p>(2) 基本应用实训仿真项目</p> <p>项目十七、声光控制节能路灯电路</p> <p>项目十八、8 线数据传输电路</p> <p>项目十九、4 位环形计数节拍发生器</p> <p>项目二十、秒脉冲信号发生器</p> <p>项目二十一、伺服电机测速与时钟脉冲测频电路</p> <p>项目二十二、救护车/消防车声响报警电路</p> <p>项目二十三、D/A 转换器将数码转换成单极性、双极性模拟电压</p> <p>项目二十四、数控变频三角波一方波发生器</p>
15	<p>过程装备控制虚拟仿真教学软件</p> <p>一、软件概述</p> <p>过程装备与控制虚拟仿真教学软件涵盖了传感与检测、仪表测量、电气控制、工业网络、自动控制、PLC 控制等技术，可完成自动控制系统认知、特性测量、单回路控制、位式控制等基础与进阶仿真实训项目，适用于电气自动化技术、工业过程自动化技术、工业自动化仪表技术、化工自动化技术等专业中的《传感技术》《自动化技术》《过程控制与自动化仪表》《过程控制技术》《自动化装置安装与维修》《集散控制系统》等课程的理论认知与技能实训，培养学生的设备认知、系统组合设计、PID 参数设置与调试、编程与组态监控、运行与维护、故障排除等方面的专业技术能力。</p> <p>二、教学模式要求</p> <p>1. 学习模式功能要求</p> <p>(1) 学习模式应以学生的知识目标培养为主，提供设备认知、实训指导书、相关学习附件等内容；结合共享型虚拟仿真综合教学云平台可进行资源的上传与删除，实现数字化资源的更新迭代。</p> <p>(2) 设备认知模块（3D 资源库）功能要求：①应包含每个训练任务使用到的控制器、机电设备、电气元件、传感器等；②具备 3D 设备模型、设备描述、功能参数等内容；③3D 模型可以任意 360° 旋转，可放大缩小；提供至少 5 个 3D 设备软件界面截图，以佐证其功能。</p> <p>2. 练习模式功能要求</p> <p>(1) 练习模式应以学生的能力目标培养为主，学员可以进行系统组合设计、PID 参数设置与调试、编程与组态监控、运行与维护、故障排除等职业能力训练。</p> <p>(2) 应具备管路结构及数据仿真、传感器结构及数据仿真、机电设备结构及数据仿真、手动及电动阀件结构及数据仿真、仪器仪表结构及数据仿真等内容，仿真其实训操作的各类环节。</p> <p>(3) 可按任务要求选择液位、流量、温度、压力 4 类检测仪表。温度仪表包含 PT100、CU50 热电阻、热电偶、双金属温度计等；流量仪表包含电磁流量计、孔板流量计、涡轮流量计等；液位仪表包含磁翻板液位计，压差变送器等；压力仪表包含压力变送器、压力表等。提供以上至少 6 个检测仪表或传感器的软件界面截图。</p> <p>(4) 可按任务要求启停机电执行机构，包含电动调节阀、气动调节阀、电磁阀、1-4#泵等；且具备多个手动球阀，可按任务要求打开或者关闭。</p> <p>(5) 能实现 PLC 的 I/O 点位配置功能：能按任务要求自主配置 PLC 与各传感器、执行器等设备的 I/O 点位。</p> <p>(6) 可实现特性测量仿真项目 ≥ 6 个。包含水箱液位数学模型仿真、非线性容积水箱特性</p>

测定、泵特性仿真、调节阀特性仿真等。提供至少 1 个特性仿真项目的操作步骤说明, 包括仿真实训步骤截图、实验原理图、接线图等内容。

(7) 可实现多种工业常用 PID 控制策略, 实训项目 ≥ 15 个。包括温度、液位、流量、压力等单回路控制, 且能实现反应器温度模拟量入数字量出多段位式控制、反应器内胆温度调节、反应器夹套温度串级控制等位式控制实验仿真。提供至少 1 个 PID 调节仿真项目的操作步骤说明, 包括仿真实训步骤截图、实验原理图、接线图等内容。

(8) 仿真软件主体结构具备冷水槽、热水槽、反应釜(内胆、夹套)等, 且要求仿真过程罐体透明化, 液位变化可见, 管道液体流向清晰且具备动态标识。提供至少 2 张仿真界面截图, 以佐证其功能。

(9) 能与真实 PLC 控制器进行虚实结合训练, 通过以太网或编程电缆进行信号交互, 学生可以按设计的点位进行逻辑编程。

(10) 能与 TIA Portal、GX works2、GX Developer 等 PLC 编程软件进行虚虚结合训练, 并进行 PLC 策略编程, 控制仿真场景设备动作并实时监控设备运行状态, 实现纯虚拟仿真。

(11) 能实现线路搭建功能: 学员可按任务要求选择线缆进行电气线路连接, 学员可按自主设计来选择接线的设备端子, 不允许固定接线通道。

(12) 能用 Wincc 同步监控仿真场景设备的状态与执行情况实现组态功能;

(13) 过程装备与控制虚拟仿真教学软件: 仿真过程罐体透明化, 液位变化可见, 管道液体流向清晰且具备动态标识; 可选择液位、流量、温度、压力 4 类检测仪表; 可实现多种工业常用 PID 控制策略; 自主配置 PLC 与各传感器、执行器等设备的 I/O 点位。

三、基本功能要求

(1) 软件必须运行稳定, 维护方便, 全中文界面提示;

(2) 部分模块后期应能扩展 VR、AR 应用;

(3) 软件须具备三维场景漫游功能, 用户以第一人称视角在虚拟场景中漫游;

(4) 软件能嵌入录像功能, 操作过程可设置视频录制;

(5) 软件要能简易操作, 要具备新手引导功能;

(6) 软件操作要能保存与导入工程文件, 且具备云存储功能;

(7) 支持远程更新, 且本过程中发布新的模块均不再额外收取费用;

四、仿真实训项目

(1) 自动控制系统的组成认知仿真

实验一: 过程控制及检测装置硬件结构组成的认知仿真

实验二: 控制方案的组成及控制系统连接仿真实验

实验三: 智能调节仪表、智能变送仪表等各种智能仪表的操作及参数设定仿真

(2) 特性测量仿真项目

实验一: 单容水箱液位数学模型仿真实验

实验二: 非线性容积水箱特性测定仿真实验

实验三: 反应器与加热器对象数学模型仿真实验

实验四: 泵特性仿真实验

实验五: 调节阀特性仿真实验

实验六: 调压模块特性仿真实验

(3) 单回路控制仿真实训

实验一: 单容水箱液位调节阀 PID 单回路控制仿真实验

实验二: 单容水箱液位变频器 PID 单回路控制仿真实验

实验三: 流量变频器 PID 单回路控制仿真实验

实验四: 压力变频器 PID 单回路控制仿真实验

实验五: 反应器动态水温 PID 单回路控制仿真实验

实验六: 反应器温度位式控制仿真实验

	<p>实验七：冷热水流量比值控制仿真实验 实验八：热水槽温度调节仿真实验 实验九：水槽液位调节仿真实验 （4）位式控制仿真项目 实验一：单容水箱液位模拟量入数字量出位式控制仿真实验 实验二：反应器温度模拟量入数字量出多段位式控制仿真实验 实验三：联锁控制仿真实验 实验四：反应器内胆温度调节仿真实验 实验五：反应器夹套温度串级控制仿真实验 实验六：温度分程控制仿真实验</p>
16	<p>传感器应用技术虚拟仿真教学软件</p> <p>一、软件概述 （1）软件集 3D 资源学习、传感器实训箱仿真训练、传感器应用场景训练、过程评价考核于一体的综合性虚拟仿真软件，可在三维虚拟仿真场景中进行传感器应用系统的设计、认知、接线、编程、调试、测量、运行与维护等操作。适用于电气自动化技术、机电一体化技术、智能控制技术、机械制造与自动化、工业机器人技术等专业中的《电气控制技术》《传感器应用技术》《传感器检测技术》《可编程控制技术》等核心课程的理论与实践教学。</p> <p>二、通讯模式要求 （1）虚拟仿真通讯模式：仿真软件可装载于电脑机房，要求能支持 3D 资源学习及各模块虚拟仿真训练，且能与 TIA Portal、GX works2、GX Developer 进行虚-虚交互。 （2）虚实结合通讯模式：仿真软件可装载于实训室，能与真实 PLC 控制器进行虚-实交互。</p> <p>三、教学模式 1. 学习模式 （1）学习模式以学生的知识目标培养为主，提供设备认知、实训指导书、相关学习附件等内容；结合共享型虚拟仿真综合教学云平台可进行资源的上传与删除，实现数字化资源的更新迭代。 （2）设备认知模块（3D 资源库）技术指标 ①设备数量≥ 20 个，包括包含但不限于以下模块：恒温控制模块、称重传感器、压力传感器、光纤式传感器、电感式传感器、电容式传感器、单路车辆检测器、霍尔传感器、K 型热电偶传感器、PT100 热电阻传感器、漫反射光电传感器、对射式光电传感器、光纤式放大器、光栅编码器测速模块、红外检测传感器、超声测距传感器、二氧化碳传感器、行程控制模块、电动比例阀、PT100 温度变送器、K 型温度变送器、继电器控制等设备； ②具备 3D 设备模型、设备描述、功能参数等内容； ③3D 模型可以任意 360° 旋转，可放大缩小；</p> <p>2. 练习模式 （1）练习模式应以学生的能力目标培养为主，学员可以进行接线、点位分配、设置等练习。 （2）基础训练虚拟仿真场景：指定实训箱仿真任务≥ 16 个，应用场景≥ 4 个。 （3）能按任务要求自主配置 PLC 与各传感器、执行器等设备的 I/O 点位； （4）虚拟仿真模块能与真实 PLC 通过以太网连接通讯，学生可以按设计的点位进行逻辑编程 （5）能按任务要求实现与编程软件直接通讯，并进行策略编程实现纯虚拟仿真。 （6）能实现设备库选型功能：使学员可选择实验所需的设备，并按自主设计的布局在应用场景中进行安装操作。 （7）能实现线路搭建功能：学员可按任务要求选择不同类型的线材进行线路连接。 （8）能实现工具库选用功能：要求学员可自主选择相应的工具与材料。 （9）能实现属性设置功能：要求学员可自主设置实训相关的属性数据。</p>

(10) 能实现仪表库选用功能：学员可自主选择相应的工具与及仪表，对系统设备及线路进行测试及分析。

(11) 传感器应用技术虚拟仿真教学软件：可进行传感器安装、接线、手动调试和 PLC 信号检测的操作；可以设置模拟仿真的光线传感器的参数，可以检测物料和颜色；可以通过模拟仿真的万用表检测磁性开关和光电传感器信号。

3. 考核模式

(1) 考核模式应以验证学生学习情况为主，为学生仿真考核提供内容与技术支撑。每个训练任务均有具体考核评分标准考核项，每完成一考核项，则显示该项考核通过。

四、基本功能指标

(1) 软件必须运行稳定，维护方便，全中文界面提示；

(2) 部分模块后期应能扩展 VR、AR 应用；

(3) 软件须具备三维场景漫游功能，用户以第一人称视角在虚拟场景中漫游；

(4) 软件能嵌入录像功能，操作过程可设置视频录制；

(5) 软件要能简易操作，要具备新手引导功能；

(6) 软件操作要能保存与导入工程文件，且具备云存储功能；

(7) 支持远程更新，且本过程中发布新的模块均不再额外收取费用；

五、仿真实训项目

1. 实训箱虚拟仿真实训项目

实训一、漫反射式光电开关检测实训

实训二、光电开关工件计数启停实训

实训三、电感式传感器检测实训

实训四、电容式传感器检测实训

实训五、光纤传感器检测实训

实训六、霍尔传感器检测实训

实训七、对射式光电开关检测实训

实训八、对射式光电开关安全保护实训

实训九、气敏传感器检测实训

实训十、光栅编码器高速脉冲计数实训

实训十一、热电阻温度变送器实训

实训十二、K 型热电偶温度变送器实训

实训十三、称重传感器与产品计件实训

实训十四、颜色分拣实训

实训十五、材质属性分拣实训

实训十六、压力传感器检测与液位显示实训

2. 应用场景仿真实训项目

实训一、物料分拣系统仿真

实训二、加热反应釜系统仿真场景

实训三、恒压给排水系统仿真场景

实训四、出租车计程系统仿真场景

六、现代电气控制系统安装与调试虚拟仿真教学软件

1. 软件概述

(1) 软件应能模拟现代电气控制系统比赛装置的结构与功能，仿真实训操作的各类控制环节。除实现低压电器设备的认知、基础电气控制电路的装调、典型机床电气控制电路的装调、PLC 电气控制电路的装调、变频器及触摸屏的装调等指定项目三维空间内的虚拟仿真操作外，还需满足自由组建相关控制电路的功能。适用于电气自动化技术、机电一体化技术、智能控制技术、机械制造与自动化、工业机器人技术等专业中的《电气控制技术》《电

气控制系统设计》《机电控制技术》《机床电器控制》《PLC应用技术》《变频控制技术》《工业网络与组态技术》等核心课程的理论与实践教学。培养学生在设备的认知、设计、安装、接线、设置、编程、调试、运行与维护、故障排除等多方面的专业技术能力。

2. 通讯模式要求

(1) 虚拟仿真通讯模式：仿真软件可装载于电脑机房，要求能支持3D资源学习及各模块虚拟仿真训练，且能与TIA Portal、GX works2、GX Developer进行虚-虚交互。

(2) 虚实结合通讯模式：仿真软件可装载于实训室，PLC应用场景能与西门子、三菱等品牌的真实PLC及触摸屏设备通过TCP/IP进行虚-实交互。

(3) 投标时提供现代电气控制系统安装与调试虚拟仿真教学软件的软件著作权证书，并加盖投标人公章。

(4) 满足“电气控制系统装调虚拟仿真技能大赛”或相关全国职业虚拟仿真在线竞赛的赛前训练功能，验收时提供相关佐证材料（包括但不限于竞赛规程、承办协议及竞赛现场照片等）并加盖投标人公章。

(5) 现代电气控制系统安装与调试虚拟仿真教学软件具备接线视角、排故视角、重置视角等视角切换功能；可排除模块中设置的故障点；具备元件库、待安装元件清单、安装元件清单、工具库等功能。

3. 学习模式功能要求

(1) 学习模式以学生的知识目标培养为主，提供设备认知、实训指导书、相关学习附件等内容；结合共享型虚拟仿真综合教学云平台可进行资源的上传与删除，实现数字化资源的更新迭代。

(2) 设备认知模块（3D资源库）功能要求：①设备数量 ≥ 40 个，包括低压电器元件，控制单元设备、机电执行设备、传感器类设备、仪器仪表等内容；②具备3D设备模型、设备描述、功能参数等内容；③3D模型可以任意360°旋转，可放大缩小；④对于复杂设备，可通过爆炸图分解元件内部结构，帮助学生了解元件内部结构原理；⑤部分设备从外形可以进行透明化处理，显示内部构造。

4. 练习模式功能要求

(1) 练习模式应以学生的能力目标培养为主，学员可以进行接线、点位分配、设置等练习。

(2) 基础训练虚拟仿真场景：指定虚拟仿真实训任务数量 ≥ 31 个，包括但不限于三相交流异步电动机的典型控制、多类车床控制电路、变频器的使用、PLC的电路控制等内容。支持任意电路组态仿真功能，仿真功能与指定仿真任务相同。

(3) 能按任务要求在虚拟仿真软件内自主配置PLC与各传感器、执行器等设备的I/O点位。

(6) 能与真实PLC控制器进行虚实结合训练，通过以太网或编程电缆进行信号交互，学生可以按设计的点位进行逻辑编程。

(7) 能与TIA Portal、GX works2、GX Developer等PLC编程软件进行虚实结合训练，并进行PLC策略编程，控制仿真场景设备动作并实时监控设备运行状态，实现纯虚拟仿真。

(8) 能实现设备库选型功能：使学员可选择实训所需的设备，并按自主设计的布局进行安装操作。设备名称可修改，具备S7-1200、S7-1500、Fx3U等多种系列PLC可选。

(9) 能实现仪表库选用功能：学员可自主选择相应的工具仪表，对系统设备及线路进行测试及分析。

(10) 能实现线路搭建功能：学员可按任务要求选择不同类型的线材进行线路连接。敷设方式至少包括线缆敷设与跳线连接；学员可按自主设计来选择接线的设备端子，不允许固定接线通道；可设置不少于5类线缆颜色，显示起始端子信息。

(11) 要能实现虚拟设备的设置与调试，应包括虚拟变频器、虚拟电机等；

(12) 能实现故障设置与排除功能：教师可设置各类线路故障，由学员进行排故提交。

(13) 能用Wincc同步监控仿真场景设备的状态与执行情况实现组态功能；

(14) 软件能具备就地与远程两种控制模式，具备视角切换与视角重置功能。

	<p>5. 考核模式功能指标</p> <p>(1) 考核模式应以验证学生学习情况为主, 为学生仿真考核提供内容与技术支撑。每个训练任务均有具体考核评分标准考核项, 每完成一考核项, 则显示该项考核通过。</p> <p>6. 仿真实训项目</p> <p>实训一、三相交流异步电动机的点动控制电路连接</p> <p>实训二、三相交流异步电动机的单向连续转动的控制电路连接</p> <p>实训三、接触器联锁的三相交流异步电动机正、反转控制电路的连接</p> <p>实训四、按钮联锁的三相交流异步电动机正、反转控制电路的连接</p> <p>实训五、按钮、接触器联锁的三相交流异步电动机正、反转控制电路的连接</p> <p>实训六、万能转换开关控制三相交流异步电动机的正反转</p> <p>实训七、三相交流异步电动机 Y-Δ (手动切换) 启动控制电路的连接</p> <p>实训八、三相交流异步电动机 Y-Δ (时间继电器切换) 启动控制电路的连接</p> <p>实训九、两地控制电路的连接</p> <p>实训十、离心开关配合的反接制动控制电路的连接</p> <p>实训十一、电动机往返行程控制电路连接</p> <p>实训十二、普通车床控制电路的连接</p> <p>实训十三、电动葫芦控制电路的连接</p> <p>实训十四、点动与连续转动电路连接</p> <p>实训十五、按钮切换的双速电动机调速控制电路连接</p> <p>实训十六、时间继电器切换的双速电动机调速控制电路的连接</p> <p>实训十七、多台 (3 台电动机) 电动机的顺序控制电路的连接</p> <p>实训十八、变频器面板功能参数设置和操作实训</p> <p>实训十九、变频器对电机点动控制、启停控制</p> <p>实训二十、电机转速多段控制</p> <p>实训二十一、工频、变频切换控制</p> <p>实训二十二、基于模拟量控制的电机开环调速</p> <p>实训二十三、基于面板操作的电机开环调速</p> <p>实训二十四、基于 PLC 的变频器开环调速</p> <p>实训二十五、PLC 控制交通灯的实训</p> <p>实训二十六、PLC 控制电机顺序启动</p> <p>实训二十七、PLC 控制三相异步电动机 Y-Δ 启动电路</p> <p>实训二十八、触摸屏的参数设置</p> <p>实训二十九、触摸屏、变频器、PLC 的综合实训</p> <p>实训三十、T86 镗床电路智能考核仿真</p> <p>实训三十一、X62W 铣床电路智能考核仿真</p>
17	<p>VR 职业素养体验系统 (VR)</p> <p>1. VR 职业素养体验模块</p> <p>(1) 职业素养体验区以消防安全、现场规范、工作准则等内容展示为主, 通过 VR 等设备模拟真实环境, 用户可以通过语音提示进行安全事故体验, 事故发生后有事故问题解析和正确的仿真操作解说, 为以后类似事故的分析、职业安全教育提供有力的工具支撑。</p> <p>(2) 投标时提供 VR 职业素养体验系统的软件著作权证书复印件, 并加盖投标人公章作为有效的佐证材料。</p> <p>(3) VR 职业素养体验模块实训项目</p> <p>①爆炸事故 VR 实训</p> <p>②消防逃生 VR 实训</p> <p>③员工现场劳保穿戴规范 VR 展示</p> <p>④工作准则 VR 展示</p>

		<p>⑤用电安全 VR 实训 ⑥机械安全 VR 实训</p> <p>2. 电力系统 VR 仿真实验模块</p> <p>(1) 在虚拟现实场景中展现人员与设备高处坠落、有限空间应急自救、互救等救援方法，线路保护装置及其二次回路定期检查，模拟作业前与作业中安全用具使用过程，标识设置与安全防护、进行作业环境检查等操作。</p> <p>(2) 可交互 VR 仿真项目</p> <p>项目一：换流变压器高处作业 VR 实训模块 项目二：高压直流地线融冰作业 VR 实训模块 项目三：喷淋水池有限空间作业 VR 实训模块 项目四：线路保护装置定检作业 VR 实训模块</p>
18	电气控制 AR 教学系统	<p>(1) 设备认知：①通过 AR 眼镜，将真实物理设备的模型以仿真的形式映射到物理设备周边。可以实现设备结构的拆解，运行基理的认知；②设备 AR 中展示模型的数量共 10 个。提供不少于 3 个模型在 AR 视野下的仿真界面图片。</p> <p>(2) 方法解析：系统根据当前用户操作反馈，提供相应的故障解析思路，并提供操作步骤。</p> <p>(3) 决策辅助：系统根据当前用户操作反馈，提供相应的决策辅助。</p> <p>(4) 数据展示：通过 AR 眼镜，将真实物理设备的数据以仿真的形式映射到物理设备周边，形成一套参数、数据实时显示 AR 系统。</p> <p>(5) 线路展示：系统提供当前线路的接线图。</p> <p>(6) 原理展示：系统展示相应的设备故障原理。</p> <p>(7) 仿真项目：星三角电路仿真实训、双重联锁电路仿真实训。投标时提供以上至少 1 个实训项目在 AR 视野下的仿真操作界面图片，不少于 4 张。</p>
19	高压开关柜 VR 虚拟仿真体验系统	<p>一、系统概述</p> <p>(1) 10kV 交流金属铠装高压开关柜 VR 实训系统要求是以高低压配电室为原型，将 VR 技术与变电所操作教学相结合，采用 3Ds MAX 进行变电所各种设备模型的建立和优化，在 Unity3D 软件中利用 C#语言编写相应的脚本完成系统的开发，借助 VR 设备可以让佩戴者通过沉浸式视觉体验和自然操作交互从而实现高效的教学。教学内容要求覆盖变电柜介绍、变电站清洁、变电柜故障、变电柜测试等内容，通过虚拟仿真场景化的体验与训练，能够直观的展示设备的物理结构、运行机理和状态。沉浸式场景室内的学习区域有多种配电柜，是学员进行学习的主要区域。要求本系统可以使用户系统地掌握 10kV 交流金属铠装高压开关柜，以使其最终能够通过本系统提高自己的专业知识高度，全面的掌握设备知识，从而使得在实际工作的时候能够进行正确的操作。</p> <p>(2) 通过 10kV 交流金属铠装高压开关柜 VR 实训系统的软件教学，要求具有安全，操作简单易上手，教学内容生动形象等特点，能够更好的吸引学员的学习兴趣，能够更好地理解高压开关柜的结构和作用，也能解决传统的教学方式的枯燥无趣且学员不能动手操作的缺点，更加具有真实感，快速提高学员的技术水平。同时要求经济性也比较高，同时要求教学方式不受时间和空间的限制，极大的提高教学效率。</p> <p>二、软件基本指标</p> <p>(1) 要求系统运行稳定，维护方便，全中文界面提示； (2) 部分模块后期应能扩展 AR 应用； (3) 要求具备三维场景漫游功能，用户以第一人称视角在虚拟场景中漫游； (4) 要求支持单机运行；</p> <p>三、软件教学模块指标</p> <p>1. 变电柜介绍要求</p> <p>(1) 变电柜介绍模块应以用户的知识目标培养为主，提供变电柜整体构造认知、局部元器件认知等内容。</p>

	<p>(2) 技术指标</p> <p>①要求涵盖变电柜的外观及组件展示,通过三维模型展示真空断路器、低压室、自动挡板、电流互感器、电缆终端、接地棒、电路接地开关、母线室、电压互感器。可以通过三维模型查看各元器件的外观、安装位置以及该元器件的作用。</p> <p>②要求具备 3D 设备模型、结构分解、原理介绍、功能参数,并结合文字、语音进行讲解;</p> <p>③同时 3D 模型可以任意 360° 旋转,可放大缩小;</p> <p>④要求提供不少于 5 张设备元件的软件界面截图,以佐证其功能。</p> <p>2. 变电柜清洁要求</p> <p>(1) 变电柜清洁模块应以用户的知识目标培养为主,提供变电柜整体清洁步骤、注意事项等内容。</p> <p>(2) 技术指标</p> <p>①变电柜清洁步骤包括但不限于设备安全确认、外壳清洁、将断路器摇至试验位、打开柜门、断路器拉出、内部清洁、航空插头清洁,针对变电柜外壳清洁、内部清洁、航空插头清洁,清洁方式分别包括干抹布擦拭、吹风机吹扫、棉签蘸取酒精擦拭。要求提供不少于 5 张变电柜清洁步骤的软件界面截图,以佐证其功能。</p> <p>②支持播报简报窗口,显示清洁流程和操作要点,帮助用户更快了解变电柜清洁相关知识。通过展示错误做法提示用户,加深用户的操作认知,通过展示正确做法指导用户,结合清洁过程仿真效果,强化用户的学习和操作能力。</p> <p>3. 变电站故障要求</p> <p>(1) 变电柜故障模块应以用户的知识目标培养为主,提供变电柜故障产生原因、断路器状态切换、故障声光效果等内容。</p> <p>(2) 技术指标</p> <p>①支持展示正常/异常设备状态对比,协助用户判断故障状态,了解异常状态便于第一时间发现事故,缩小事故影响范围,提高判断事故技术水平,从而对事故事件进行紧急处理。要求提供不少于 1 张展示正常/异常设备状态对比的软件界面截图,以佐证其功能。</p> <p>②展示误操作引发事故声光效果。用户操作过程中,由于误操作引发事故后果,并伴随展示事故场景中声光效果,在时间、空间上极其逼真地仿真设备的异常状态,达到身临其境的效果,加深用户对误操作事故的认识,为及时正确地规避操作过程中的风险点奠定基础。</p> <p>4. 变电柜测试要求</p> <p>(1) 变电柜测试模块应以用户的知识目标培养为主,提供变电柜综合保护测试、绝缘电阻测试等内容。</p> <p>(2) 技术指标</p> <p>①变电柜测试内容包括但不限于综合保护测试、母排和接线柱绝缘电阻测试,支持使用虚拟综合保护装置查看和监视变电柜三相数值、进入信息模式传输波形图至电脑端,通过波形图完成综合保护测试;支持拆解和安装三相接线柱,便于利用兆欧表逐一进行绝缘电阻测试并判断绝缘电阻值状态。要求提供不少于 1 张使用兆欧表进行绝缘电阻测试的软件界面截图,以佐证其功能。</p> <p>②要求支持虚拟综合保护装置按钮切换语言、监视、定值、配置、测试、信息等模式,使用工具打开/关闭柜门,虚拟真空断路器闭合/断开操作,对变电柜进行测试任务。</p>
20	<p>继电保护技术虚拟仿真教学软件</p> <p>1. 元器件模型资源库要求</p> <p>(1) 包括任务所需的电气元件,包括图形符号、名称及参数备注;元器件模型≥45 个,分为换能设备、高压开关电器、仪表与测量、主令电器、保护电器、常用低压电器、保护与接地。每类资源库中,展示了多个元器件的模型与介绍,可让学员直观的了解在传统继电实验课程中无法接触的真实元器件。</p> <p>(2) 相关知识与技能模块:应提供与训练任务相关的专业理论知识学习。</p> <p>(3) 设备认知模块:应包含每个训练任务使用到的设备,展示设备详情。可查看设备信息,</p>

例如设备 3D 模型、产品描述、技术参数等产品介绍；3D 模型展可以任意 360° 旋转，可放大缩小，可任意移动位置，从而认知设备外形。对于复杂设备，可通过爆炸图分解元件内部结构，帮助学员学习元件内部结构原理。

(4) 验收时提供继电保护技术虚拟仿真软件的软件著作权证书复印件，并加盖投标人公章作为有效的佐证材料。

2. 功能要求

(1) 进入继电保护仿真实验模块，学员可以通过鼠标控制视角在场景中任意漫游、放大、缩小，学员可根据需求整定各保护元件定值、设定故障条件，并进行仿真实验。利用继电保护仿真教学系统，可以继电保护仿真实验，真实模拟真实继电保护设备的特性，根据给定条件真实再现继电保护设备动作情况。同时系统提供实验指导书、系统接线图等相关资料，通过展示设备结构、接线效果，让学员了解任务内容和场景，掌握实操方法和结果演示。

(2) 具备实验原理介绍：要求每个实训项目均有实验原理介绍，对继电保护实验涉及的理论知识进行梳理和总结，包含实验目的、实验介绍、实验的关键参数分析等，同时提供相应的示图，要求内容精炼，重点突出，切合继电保护教学大纲要求，从而加强学员对实验原理的掌握。

(3) 虚拟仿真实验操作：要求软件具备继电保护仿真实验 ≥ 16 个，学员在实验原理介绍界面了解到实验目的、原理说明和实验接线后。根据所学理论，进行虚拟仿真实验操作验证。

(4) 继电保护仿真实验根据难易程度分为 2 种模式：接线模式和直接实验模式。

(5) 接线模式：要求在接线模式下，元器件在场景图中摆放完毕，系统提供原理图，根据原理图将元器件之间的线路进行连接，检查正确之后，进行直接实验阶段。要求接线既可以在 2D 场景中进行，也可以在 3D 场景或者真实场景下进行，并且可以通过快捷按钮进行切换。

(6) 在 2D 场景中，设备的部分细节被隐藏，用元器件符号代替 3D 模型，让学员对线路原理有整体了解。提供 2D 场景软件界面截图，以佐证其功能。

(7) 3D 场景中展示根据元器件实物建立的完整场景，反映继电保护现场真实的接线方式。要求接线时，准确对接元器件的接线端子，由系统进行自动走线，保持界面整洁美观。提供 3D 场景软件界面截图，以佐证其功能。

(8) 3D 场景下，要求展示依据真实设备建模构造的发电机、断路器、变压器、GIS 元件等 3D 设备布局，反映继电保护现场真实的接线方式，让学员了解实际现场的设备运行模式。

(9) 直接实验模式：直接实验模式下，省略了接线步骤，实验元器件与线路均已经摆放和连接完毕，学员可开始继电保护的实验。

(10) 实验场景中是已经接线完毕的元器件，要求可清晰的反映一次侧和二次侧电路。要求一次侧电路对三相线路做颜色区分，模拟真实三相线路。

(11) 要求具备参数输入面板：输入面板中列举的是学员在实验过程中可以进行整定和调参的元器件。学员通过调节输入面板中的各种数值、状态或者开关，形成不同的输入组合，观察实验现象。已做好整定而不可调整数值的元器件，在输入面板中以灰色表示。

(12) 要求具备输出面板：输出面板展示指示灯亮灭、各种继电器开闭、电流和电压表数值等输出，要求实验过程中时刻监控输入面板的变化，通过后台计算，然后将结果反应到输出元器件的状态变化，学员通过观察实验输出，完成实验报告。

(13) 要求场景中的元器件与输入面板或输出面板进行对应，且鼠标点击输出面板对应设备时，场景设备高亮显示，方便快速定位元器件。

(14) 具备实训指导书显示功能：要求在实验介绍界面点击“实训指导书”能够弹出电子版当前实验的实训指导书，内容包含实验原理介绍、实验步骤、课后思考题等，帮助夯实基础，更好地完成实训。

		<p>(15) 继电保护技术虚拟仿真软件：可修改实验场景中的输入设备参数，可以计算输出参数，并且可以显示在输出面板，可以查看灯光设备的调整效果；具备设备拖动及复位功能，可以对实训设备进行拖动旋转，可以进行一键复位；可进行仿真场景现场的效果模拟。</p> <p>3. 虚拟仿真实训项目</p> <p>(1) 电流继电器动作电流实验</p> <p>(2) 电流继电器动作时间实验</p> <p>(3) 电压继电器动作电压实验</p> <p>(4) 时间继电器动作时间实验</p> <p>(5) 多种继电器过电流保护实验</p> <p>(6) 多种继电器低压闭锁过流保护实验</p> <p>(7) 电流三段保护实验</p> <p>(8) 三相方向电流保护实验</p> <p>(9) 三段式零序电流保护实验</p> <p>(10) 线路距离保护实验</p> <p>(11) 变压器保护实验</p> <p>(12) 重合闸前后加速保护实验</p> <p>(13) 线路差动保护实验</p> <p>(14) 母线差动保护实验</p> <p>(15) 发电机差动保护与过流保护试验</p> <p>(16) 电动机保护实验</p>																				
21	110KV 变电站虚拟仿真实训软件	<p>一、系统概述</p> <p>110kV 变电站虚拟仿真综合运维系统是依托于三维建模技术，通过真实的三维场景，模拟变电站设备运行及操作，可完成变电站的现场勘察、设备故障判断、设备巡检和状态检修工作。此系统将变电站的运行维护与检修工作结合在一起，实现基于三维仿真技术对变电站进行全面、动态的展示与管理，也可完成变电站的运行维护、设备检修、巡视等工作。为各大院校提供教学交流平台，让学生可以更好地理解电力知识，也为电网公司培养更多优秀的人才，从而实现电力企业降本增效。</p> <p>二、软件基本指标</p> <p>(1) 要求系统能运行稳定，维护方便，全中文界面提示；</p> <p>(2) 部分模块后期应能扩展 VR、AR 应用；</p> <p>(3) 应具备三维场景漫游功能，用户以第一人称视角在虚拟场景中漫游；</p> <p>三、教学模式要求</p> <p>1. 学习模式功能要求</p> <p>(1) 学习模式应以学生的知识目标培养为主，要求提供设备认知、实训指导书、相关学习附件等内容；结合共享型虚拟仿真综合教学云平台可进行资源的上传与删除，实现数字化资源的更新迭代。</p> <p>(2) 设备认知模块（3D 资源库）功能要求：</p> <p>①110kV 变电站设备数字化 3D 资源库，包括但不限于表中所示清单：</p> <table border="1" data-bbox="443 1727 1337 2051"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>设备场</th> <th>名称</th> <th>型号和规格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="5">110kV 变配电房设备</td> <td>110kV 变压器</td> <td>三相双绕组自冷有载调压变压器</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>110kV 中性点成套装置</td> <td>GW13-110</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>110kV 断路器</td> <td>LW49-126 户外 SF6 瓷柱式断路器</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>110kV 单接地隔离开关</td> <td>GW4-126D I W</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>110kV 双接地隔离开关</td> <td>GW4-126D II W</td> </tr> </tbody> </table>	序号	设备场	名称	型号和规格	1	110kV 变配电房设备	110kV 变压器	三相双绕组自冷有载调压变压器	2	110kV 中性点成套装置	GW13-110	3	110kV 断路器	LW49-126 户外 SF6 瓷柱式断路器	4	110kV 单接地隔离开关	GW4-126D I W	5	110kV 双接地隔离开关	GW4-126D II W
序号	设备场	名称	型号和规格																			
1	110kV 变配电房设备	110kV 变压器	三相双绕组自冷有载调压变压器																			
2		110kV 中性点成套装置	GW13-110																			
3		110kV 断路器	LW49-126 户外 SF6 瓷柱式断路器																			
4		110kV 单接地隔离开关	GW4-126D I W																			
5		110kV 双接地隔离开关	GW4-126D II W																			

6		110kV电流互感器	LGB-110kV
7		110kV电压互感器	TYD-110KV
8		110kV避雷器	YH10W-108/208
9	35V变配电室设备	35kV进线柜	
10		35kV母线PT柜	
11		35kV出线柜	
12		35kV站用变柜	
13	10kV变配电室设备	10kV金属铠装主变断路器柜	
14		10kV金属铠装母线PT柜	KYN28-12
15		10kV金属铠装电容器柜	KYN28-12
16		10kV金属铠装消弧线圈接地变柜	KYN28-12
17		10kV金属铠装出线柜	KYN28-12
18		10kV金属铠装母联断路器柜	KYN28-12
19	10kV金属铠装母联隔离柜	KYN28-12	
20	主控制室设备	110kV分段保护测控屏	
21		线路保护测控屏	
22		主变保护屏	
23		主变测控屏	
24	保护测控装置	变压器主保护装置	
25		变压器后备保护装置	
26		单元测控装置	
27		变压器本体测控装置	
28		自适应备自投装置	
29		高压输电线路保护装置	
30		110kV分段保护装置	
31	工器具	安全带	
32		绝缘手套	
33		110kV验电器	
34		绝缘靴	
35		五防锁电脑钥匙	
36		安全帽	
37		操作摇把	
38		操作把手	
39		安全绳	
40		护目眼镜	
41		临时遮拦	

- ②应具备 3D 设备模型、设备描述、功能参数等内容；
- ③3D 模型可以任意 360° 旋转，可放大缩小；
- ④要求提供不少于 5 个 3D 设备模型的截图，以佐证其功能。

2. 练习模式功能要求

(1) 练习模式应以学生的能力目标培养为主，学员可以进行运行监视、巡视检查、倒闸操作等实训项目。

(2) 通过搭建变电站三维模型，将变电站场景真实还原出来，在变电站三维模型的基础上实现虚拟仿真操作实训。通过将变电站的虚拟仿真实训和三维场景进行融合，实现虚拟仿

真实训的互动操作。

(3) 支持在主控室对 110kV 变电站全站的运行设备的主接线运行方式、系统电压、频率稳定等运行状态进行监视。运行监视内容包括但不限于设备运行状态、运行参数、告警事件等。

(4) 支持全景三维漫游，采用第一人称视角进行移动，可以在场景中进行 360° 视角切换，且应配置以场景的俯视图为背景的三维漫游功能导航图，在导航图上点击想去的位置即可在场景中到达，使用者能够根据图纸、导航信息快速明确地在工程场景中漫游，完成工程场景的巡视检查任务。要求提供三维漫游功能导航图的截图，以佐证其功能。

(5) 支持在使用过程能够随时随地调用查看设备名称等相关信息，方便巡视检查过程中观察和记录设备状态。

(6) 巡视检查项目包括但不限于对电网系统和设备的正常运行、故障缺陷、事故事件等运行工况。具体巡视检查内容如下表。

巡视检查内容

序号	设备名称	巡视检查内容
1	变压器	检查硅胶无变红现象
2		检查气体继电器内气体不变
3		检查油枕油位正常
4		检查套管油位正常
5		检查接地引下线无锈蚀
6		检查压力释放阀无动作
7		检查油温正常
8		检查瓷瓶无裂纹、无污秽
9	断路器	检查开关外观正常，标牌完好，分、合闸指示指示正确
10		检查开关SF6压力表指示正常（真空断路器无此项）
11		检查套管及支持瓷瓶清洁、完好，无破损、裂纹、电晕放电声
12		检查开关引线及线夹压接牢固、接触良好，无放电变色
13	隔离开关	检查闸刀引线、线夹接触良好、无松动、断股及风吹摆动现象
14		检查闸刀支柱瓷瓶，无污脏、破损及放电迹象
15		检查构架无锈蚀、变形、裂纹等
16		检查闸刀操作机构标牌完好，指示正确，五防闭锁具完好，机构门关闭良好
17	接地隔离开关	检查瓷瓶无裂纹、无污秽
18		检查接地引下线无锈蚀
19	电流互感器	检查SF6压力表指示正常
20		检查瓷瓶外观清洁正常，无裂纹、损伤、放电现象
21	电压互感器	检查外观清洁正常，瓷瓶瓷质完好，无裂纹及损伤放电现象
22		检查油标的油位指示和环境温度标志线相对应，无渗漏油现象
23		检查端子箱内清洁、门关闭严密，封堵良好，二次线无松脱及发热变色现象
24	避雷器	检查瓷瓶无裂纹、无污秽
25		检查接地引下线无锈蚀
26		检查均压环无脱落

(7) 支持学员在虚拟仿真场景中记录填写详细巡视情况，形成巡视检查记录表。要求提供不少于 2 张填写巡视检查记录表的截图，以佐证其功能。

(8) 支持对 110kV 典型性倒闸操作任务的全方位、全过程、全场景进行仿真操作，包括值班负责人接受调度指令、受令人交代操作任务、填写操作票、操作人审核操作票、监护人和值班负责人审查操作票、操作人和监护人模拟操作预演、值班负责人联系调度、下令操作、操作人在监护下逐项操作、评估操作是否存在问题和操作项目是否完成，直至操作结束。要求提供不少于 5 张能展示倒闸操作工作流程的截图，以佐证其功能。

(9) 支持按照操作票的操作顺序，在变电站内对指定间隔进行倒闸操作仿真模拟。在操作时监护员唱票，操作员操作。操作票以电子清单的方式显示在场景界面中，操作的同时监护员在操作票上逐一标注。

(10) 倒闸操作包括但不限于 110kV 变电站正常运行状态下的停/送电操作提供远控操作、设备本体电控操作、设备本体机械操作，并配合操作成功人员将看到设备内部刀闸动作。要求提供不少于 5 张 110kV 出线热备用转冷备用的倒闸操作过程的截图，以佐证其功能。

(11) 支持倒闸操作前，用户对工器具进行正确的选用以及对安全防护用具进行正确的穿戴。

(12) 支持通过对虚拟工具的选择与使用，使用户更直观的进行操作体验，也对设备外部和内部构造有更深刻的认识。

(13) 110kV 变电站仿真具备倒闸操作任务库，可查看和选择倒闸操作任务名称；具备设备初始状态预览，可进行漫游，并可点击查看设备的初始状态；具备操作票查看，可通过按键查看当前任务操作票，并按键收起操作票。

3. 考核模式功能指标

(1) 考核模式应以验证学生学习情况为主，为学生仿真考核提供内容与技术支撑。学员按照实训任务的考核评分标准，完成倒闸操作等实训项目，系统将自动完成成绩评定；实现理论试题的组卷与一键下发等功能，并自动统计考核结果。

四、仿真实训项目

- (1) 设备状态运行监盘
- (2) 运行数据运行监盘
- (3) 110kV 出线 1 间隔设备巡视检查
- (4) 110kV_1 号主变巡视检查
- (5) 110kV 出线 1 运行转热备用
- (6) 110kV 出线 1 热备用转冷备用
- (7) 110kV 出线 1 冷备用转检修
- (8) 110kV 出线 1 检修转冷备用
- (9) 110kV 出线 1 冷备用转热备用
- (10) 110kV 出线 1 热备用转运行
- (11) #1 主变退出运行并转检修
- (12) #1 主变由检修状态转投入运行
- (13) 35kV 出线 1 运行转热备用
- (14) 35kV 出线 1 热备用转冷备用
- (15) 35kV 出线 1 冷备用转检修
- (16) 35kV 出线 1 检修转冷备用
- (17) 35kV 出线 1 冷备用转热备用
- (18) 35kV 出线 1 热备用转运行
- (19) 10kV I 段出线运行转热备用
- (20) 10kV I 段出线运行转热备用

		<p>(21) 10kV I 段出线冷备用转检修 (22) 10kV I 段出线检修转冷备用 (23) 10kV I 段出线冷备用转热备用 (24) 10kV I 段出线热备用转运行</p>
22	火力发电厂虚拟仿真实训软件	<p>一、火力发电厂虚拟仿真实训软件</p> <p>1. 系统概述</p> <p>(1) 采用三维虚拟仿真技术, 实现对火力发电厂生产环境及设备的真实模拟重现。模拟锅炉、汽机、发电机等设备的运行状态、发电运行等内容, 学习发电厂整体工作流程、各设备工作原理、设备操作等内容。场景包括但不限于发电厂电气系统、锅炉系统等。电气系统由汽轮发电机、变压器、高压断路器、升压站、配电装置等组成。</p> <p>2. 软件功能要求</p> <p>(1) 场景认知: 系统对真实火力发电厂进行模拟仿真建模, 包括升压站、变压器、主厂房与控制楼、冷却塔、锅炉设备与系统、烟气处理装置、烟囱、煤场、燃料输送系统。系统采用第一人视角进行漫游, 学生可以通过键盘及鼠标控制视角在仿真场景中 360° 漫游, 从而认知发电厂外形和电厂系统组成。</p> <p>(2) 3D 设备认知学习: 包括训练过程中使用到的发电厂重要设备的外观认知, 以及其部件的拆解认知及介绍, 包括但不限于锅炉、汽机、发电机等设备。1) 设备名称标注: 对每一台设备和设备的外观部件进行名称标注, 让学员认识设备和了解设备的组成。2) 语音讲解: 可以通过点击设备旁边的声音图标, 启动对该设备的语音讲解, 系统对每个一次设备的理论知识进行语音讲解。3) 动画讲解: 老师和学员均可以点击设备旁边的动画图标 (有动画的设备), 启动对该设备的动画音讲解。</p> <p>(3) 电能生产过程认知: 以 3D 动画的方式, 模拟电能生产过程, 形象直观的模拟锅炉燃烧、过热蒸汽、电能从发电机产生, 流向主变压器、高厂变和励磁变, 从主变压器流出的传递至升压站开关, 然后从升压站传递至变电所的过程。视频、动画等让学生更形象的认识火力发电厂电能生产的全过程以及全厂送电、失电过程, 可以在互动操作的同时进行自行讲解, 效果逼真, 富有感染力。</p> <p>(4) 操作练习: 学员可在虚拟仿真场景中进行包括但不限于以下内容的仿真实训: 1) 汽轮机、锅炉设备拆装; 2) 发电厂运行状态调节实验</p> <p>二、变配电室值班员技能虚拟仿真教学软件</p> <p>1. 系统概述</p> <p>(1) 变配电室值班员技能虚拟仿真实训系统应包含 3D 资源学习、一次设备、二次设备、保护及测控装置等功能, 软件应具备学习、练习模式, 涵盖设备认知, 日常操作、巡检系统、误操作事故展示等模块的内容, 要求能通过虚拟仿真场景化的体验与训练, 直观的展示设备的物理结构、运行机理, 能结合企业各工种操作规范与巡检规范, 设置多种典型的故障进行事故判断, 能使变配电室值班人员正确熟练地掌握变配电室的巡视、操作, 提高正确判断、识别各种异常和故障的能力等, 提高对变配电室运行的综合操作、控制和反事故能力。</p> <p>2. 基本指标要求</p> <p>(1) 软件必须运行稳定, 维护方便, 全中文界面提示;</p> <p>(2) 软件须具备三维场景漫游功能, 用户以第一人视角在虚拟场景中漫游;</p> <p>(3) 要求系统嵌入屏幕录制功能, 用户可随时录制操作过程并保存在本地文件夹, 便于实训完成后追溯学习过程; 要求提供不少于 2 张系统嵌入屏幕录制功能且能将录制视频保存在本地文件夹的软件截图, 以佐证其功能。</p> <p>(4) 软件要能简易操作;</p> <p>(5) 投标时提供变配电室值班员技能虚拟仿真教学软件相关软件著作权, 并加盖投标人公章。</p>

3. 学习模式功能要求

(1) 学习模式应以学生的知识目标培养为主, 能提供 3D 设备认知、实训指导书、相关学习附件等内容;

(2) 设备认知模块(3D 资源库)技术要求: 1) 详细列明 10kV 高压开关柜、0.4kV 低压开关柜、35kV 变电站模拟控制盘、继电保护实训柜等装置相关的一次设备、二次设备、保护及测控装置, 要求设备种类不少于 30 个; 2) 具备 3D 设备模型、物理结构、设备描述、规格参数等内容; 3) 同时 3D 模型展可以任意 360° 旋转, 可放大缩小; 4) 对于复杂设备, 可通过爆炸图分解元件内部结构, 帮助学生了解元件内部结构原理; 5) 设备从外形可以进行透明化处理, 显示内部构造;

(3) 要求提供 5 张包括但不限于 10kV 高压开关柜、0.4kV 低压开关柜、真空断路器、互感器、油浸式变压器等设备爆炸分解和自动复位且能随时暂停/继续便于认知模块的软件界面截图, 以佐证其设备认知功能。

4. 练习模式功能要求

(1) 练习模式应以学生的能力目标培养为主, 提供 3D 模拟实训场景, 学生可以通过鼠标或键盘控制视角在场景中任意漫游, 并进行日常操作、巡视检查、故障设置与误操作事故展示。

(2) 日常操作仿真

1) 要求操作范围: 包括设备区操作画面中典型一次设备及保护等设备的各种操作, 保护、自动装置压板的投切, 保护定值调整等;

2) 要求通过设备区操作画面完成典型的停送电等倒闸操作项目, 包括但不限于高低压开关与成套设备的操作、高低压电流互感器的接线、电力继电器的特性测试、供配电系统继电保护电路的接线与调试、35kV 变电站操作盘的倒闸操作;

3) 要求虚拟柜体可以进行透明化或剖面处理, 针对某设备、线路可以做高亮显示, 使学生更直观的进行操作体验;

4) 要求能支持虚拟空间内设备的安装、接线操作;

5) 要求能支持虚拟工具的选择与使用;

(3) 巡视系统仿真

1) 能够按规程所规定的项目和巡视周期的规定, 利用虚拟仿真系统进行一、二次设备的巡视, 对设备运行的正常、异常进行判别和处理;

2) 能够按照现场制定的运行规程对设备和回路进行巡视, 采用多媒体手段展现变电站设备, 包括变电站正常、异常、事故工况下的现象和声音等现场场景, 直观的展现仿真设备的正常与异常状态, 并可对现场设备进行相应操作和处理;

(4) 误操作事故展示

1) 要求对开关柜的清洁指导实训, 清洁步骤包括但不限于设备安全确认、外壳清洁、将断路器摇至试验位、打开柜门、断路器拉出、内部清洁、航空插头清洁, 针对变电柜外壳清洁、内部清洁、航空插头清洁, 清洁方式分别包括干抹布擦拭、吹风机吹扫、棉签蘸取酒精擦拭;

2) 要求支持播报简报窗口, 显示清洁流程和操作要点, 帮助用户更快了解开关柜清洁相关知识。通过展示错误做法提示用户, 加深用户的操作认知, 通过展示正确做法指导用户, 结合清洁过程仿真效果, 强化用户对避免误操作的学习和操作能力。

3) 可以对配电室值班人员停送电等各种违章操作和误操作情况进行模拟, 加深对违章操作和误操作所造成的严重后果的认识, 从思想上提高安全意识。

(5) 变配电室值班员技能虚拟仿真教学软件具备故障调试功能, 可进行设备、线路单点调试, 包括灯具的单点控制点亮、路线的维护检修、常用虚拟仪器仪表的场景检测使用, 包括万用表、摇表、铅表的使用; 设备、工具、线缆模型在场景中具备双向定位功能。

5. 仿真实训项目

- | | |
|--|---|
| | <p>(1) 10kV 高压开关柜</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 10kV 高压真空断路器的认知与操作 2) 高压互感器的认知与接线 3) 10kV 高压开关柜的认知与操作 <p>(2) 0.4kV 低压开关柜</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) DW15 型低压万能断路器的认知与操作 5) HD13 型低压刀开关的认知与操作 6) 低压互感器的认知与接线 7) 0.4kV 低压开关柜的认知与操作 <p>(3) 35kV 变电站模拟控制盘和继电保护实训柜综合实训</p> <ol style="list-style-type: none"> 8) 断路器的控制和信号回路 9) 线路过电流保护与自动重合闸综合 10) 功率因数补偿 11) 三相多功能智能仪表的使用和参数设置 12) 智能温湿度控制器的使用和参数设置 13) 线路停电倒闸操作 14) 线路送电倒闸操作 15) 两路进线供电转一路供电倒闸操作 16) 一路进线供电转两路供电倒闸操作 17) 双母运行状态切换倒闸操作 18) 分段单母运行状态由分列运行切换为并列运行倒闸操作 19) 分段单母运行状态由并列运行切换为分列运行倒闸操作 20) 母线从运行状态转检修倒闸操作 21) 母线从检修状态转运行倒闸操作 22) 变压器从运行状态转检修倒闸操作 23) 变压器从检修状态转运行倒闸操作 24) 变压器从运行状态转冷备用倒闸操作 25) 变压器从运行状态转热备用倒闸操作 26) 变压器从冷备用状态转运行倒闸操作 27) 变压器从热备用状态转运行倒闸操作 28) 出线开关从运行状态转检修倒闸操作 29) 出线从检修状态转冷备用倒闸操作 30) 出线从冷备用转热备用倒闸操作 31) 出线从热备用转运行倒闸操作 32) 出线从检修转运行倒闸操作 33) 电流继电器的特性 34) 电压继电器的特性 35) 中间继电器的特性 36) 时间继电器的特性 37) 闪光继电器的特性 38) 供电线路带时限过电流保护电路的接线与调试 39) 供电线路低电压启动过电流保护电路的接线与调试 40) 供电线路电流速断保护电路的接线与调试 41) 配电变压器过电流保护电路的接线与调试 42) 配电变压器的过负荷保护电路的接线与调试 43) 微机变压器主保护之比率差动保护实训 |
|--|---|

	<p>44) 微机变压器后备保护之高压侧过流保护实训 45) 微机变压器后备保护之高压侧过负荷保护实训 46) 微机变压器后备保护之低压侧过流保护实训 47) 微机变压器后备保护之低压侧过负荷保护实训 (4) 漫游操作 48) 巡视系统与误操作事故展示</p>
23	<p>共享型虚拟仿真综合教学云平台</p> <p>1. 功能概述 (1) 具备人员管理、颗粒化资源存储与发布、仿真资源管理、数据接口管理、数据分析、过程评价管理等功能,立足自身,整合资源,构建互联网+虚拟仿真技术技能资源积累体系,助力于“线上+线下”混改课程建设。 (2) 支持 C/S 和 B/S 融合架构。 (3) 要求平台能兼容学院已有电气控制与 PLC 应用技术虚拟仿真教学软件,满足软件一次登录(非多次登录)、仿真过程操作交互信息收集、考核任务一键发送、过程评价考核数据展示与分析等功能,达成软件与数据的统一管理 with 通讯。 (4) 共享型虚拟仿真综合教学云平台:可配置学习模式、练习模式和考核模式;可配置实训中的元件;可上传实训中的资源文件;可通过实验快照保存学生通过虚拟仿真软件操作的节点。</p> <p>2. 用户管理功能要求 (1) 平台应支持教师、学生、管理员等以多角色权限登录; (2) 具备用户后台管理管理功能,管理员可以添加、修改、删除角色信息,进行角色授权; (3) 用户均具备个人中心版块,能用于显示及修改个人信息;</p> <p>3. 教务管理功能要求 (1) 要求平台能实现课程、班级等管理功能,包括人员分配、课程分配、课程信息调整等内容; (2) 班级管理:管理员能添加、修改、删除班级信息;能分配、修改老师所带的班级,能分配、修改学生所在的班级。 (3) 课程管理:管理员能管理老师所带课程,修改授课目标、课程概述、学校 LOGO、课程介绍视频等内容。 (4) 课程签到:教师用户能通过课程签到页面进行签到管理,对学生的状态进行记录,包含正常、迟到、旷课、请假四个状态。</p> <p>4. 多媒体管理系统 (1) 平台应具备颗粒化资源的后台管理功能,教师可自主上传本地文档、PPT、图片、视频、动画等颗粒化资源; (2) 平台应具备远程实训功能,教师及学生可远程访问颗粒化资源,且 3D 模型应具备网页加载功能,该功能为自主知识产权,能在线进行旋转、放大、缩小等操作</p> <p>5. 题库管理系统 (1) 平台应具备理论题库管理功能,教师能进行试题调整,试卷设置等操作;针对下发的试卷,平台能自动评分,统一形成成绩数据; (2) 题库管理:教师用户能添加、修改和删除题库中的习题内容,题库中至少包含单选题、多选题、判断题、问答题四个类型题目,教师用户能单独添加习题,也能通过 Excel 进行批量导入习题; (3) 错误记录:教师用户通过 Excel 进行批量导入习题时,录入错误的习题能通过提示框来帮助老师修改录入错误的习题记录。 (4) 试卷设置:教师用户组成试卷可以通过系统随机选择试题和手动选择试题两种方式。教师用户可以通过设置考试/练习试卷的难易程度、不同习题类型的数量、系统分数、总分数、考试时间以及是否限制时长来组成试卷。试卷分可为主观题试卷、客观题试卷,两种</p>

		<p>试卷选题、组卷方式一致。</p> <p>(5) 试卷下发：教师用户能将组成的试卷以班级为单位下发给学生。</p> <p>(6) 教学考核评价系统：具备自动评分功能，学生用户提交作业、试卷后，系统能进行自动判分。</p> <p>(7) 教学考核评价系统：可添加、修改和删除单条试题信息；可通过Excel批量增加试题和批量删除试题。可配置发帖讨论区的帖子，并可置顶、删除讨论区的帖子。</p> <p>6. 仿真管理功能要求</p> <p>(1) 教师可在后台选择相应的虚拟仿真实训项目进行任务下发，由学生完成后提交；</p> <p>(2) 下发虚拟仿真任务时可设置任务名称、选择实训项目与任务完成期限，学生限期完成。</p> <p>(3) 下发任务时可选择单人或多人下发，便于进行个性化管理。</p> <p>7. 报表分析系统</p> <p>(1) 用户成绩统计：教师用户能查看学生提交的作业和考试记录，查看学生的分数。学生用户可查看自己的虚拟仿真实训考核成绩，教师用户可查看班级内学生各项成绩，包含作业、理论考试、实训任务的考核成绩。</p> <p>(2) 资源数据统计：教师用户可通过实训任务内的附件、文档处查看资源数量，管理上传的资源文件。</p> <p>(3) 报表分析系统具备课程统计、实训资源统计、实训任务统计、软件使用数据统计、资源下载及课程排行、学生成绩等主要功能。验收时须提供由中国合格评定国家认可委员会授权的从业机构出具的软件测试报告，原件现场核验。</p> <p>8. 要求虚拟仿真实训基地数据能对接至省级/国家职业教育智慧教育平台，接入其开放接口，保障数据通畅。</p>
24	实训基地服务器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机箱规格：2U 机架式； 2. CPU 颗数：6230*2 颗； 3. CPU 核心数：≥40 核； 4. 内存：≥64G 内存； 5. 硬盘：≥3 个 4T 硬盘； 6. USB 接口：≥6 个 USB 接口（包含：2 个前置 USB 接口，2 个后置 USB，2 个内置 USB 接口）； 7. 显示接口：≥2 个 VGA 接口（包含：1 个前置 VGA 接口，1 个后置 VGA 接口）； 8. 串行接口：1 个后置串口； 9. 系统：Linux 系统； 10. RAID：支持 RAID0、1、10、1E、5、50、60 等，支持 CACHE 电容保护，提供 RAID 状态迁移、RAID 配置记忆； 11. 电源：单个热插拔冗余 800W 电源； 12. 光驱：支持外插 USB 光驱； 13. 接口类型：SATA； 14. 用于运行教学云平台，并进行线上数据收发与计算。
25	网络机柜及交换机等	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配置 42U 网络机柜 2. 配置满足本项目教学及通讯使用的网络传输端口；
26	实训基地改造	<p>一、场地原有设备搬迁</p> <p>将原有一楼泵与风机实训室设备拆除并搬迁到新校区指定位置；将原有一楼矿山机电实训室设备搬迁并安装到新校区指定位置，将三楼电机实训室设备搬迁到新校区指定位置。</p> <p>二、结构改造及配套建设</p> <p>1、为方便虚拟仿真实训基地有效开展教学与对外服务，特对原有墙体结构进行拆除与隔断，将原有墙体（含对应门窗）不少于 130 m²进行拆除改造（其中 2 个准备间除邻近厕所及外墙面外，其余墙面均拆除）；对原有部分承重立柱进行包面处理，用于文化展示使用；对原有走廊等玻璃窗进行封填处理，后期用于承载 VR 及 AR 造型面与文化宣传造型面。</p>

- 2、安装玻璃滑动双开门1套（带红外感应），玻璃推拉双开门1套，均安装指纹刷卡一体门禁。
 - 3、对原有墙面统一刷白色乳胶漆，面积约540 m²；房屋顶部涂刷黑色乳胶漆，面积约500 m²；具体涂刷面积以实际测量面积为准。
 - 4、地面敷设50mm×50mm方形拼接地毯，敷设面积约500 m²，具体以实际测量面积为准，并配置吸尘设备1台。
 - 5、在仿真基地内安装铝方通吊顶，并配套六边型白光吸顶灯，灯光造型可拼接，同时在室内布置氛围灯若干，灯光照度及氛围满足教学、体验展示需求；
 - 6、要求定制遮光窗帘1批，并安装调试完毕，满足仿真基地内窗帘的正常使用。
 - 7、要求定制VR造型墙1面，要求能容纳5套86英寸触摸屏进行嵌入式安装，具备VR头盔及手柄放置位，具备AR头盔存储位。
 - 8、要求定制虚拟仿真实训基地文化造型墙1套，配置灯光带、射灯等灯光效果，配套现代煤电产业示范性虚拟仿真实训基地、学校名称及LOGO等标志展示，展示墙面区域采用大理石材质。
 - 9、要求进行强弱电改造，包含满足使用要求的网络线缆敷设、室内用电设备线路敷设等，选择优质线缆、吊顶或地面桥架、开关面板及插座等材料，并按工程施工标准实施敷设。
 - 10、要求包含材料上楼与垃圾清运等。
 - 11、按以上要求，投标时提供实训基地建设3D效果图。
 - 12、中标人在进场实施前，需根据现场勘测提供设计图纸，并组织专家进行论证评审，就虚拟仿真实训基地现场平面布局、使用策略等方面达成一致后，方可进场实施。实施过程中（如需）涉及的液叉车、起重机、机械加工设备、切割机、电焊机、角磨机、测量仪器仪表由投标人自备；提供实施方案征得学校同意后方可进场的承诺函。
 - 13/要求投标人进行安全文明施工。
- 三、办理施工许可证所需的评估资料等各项资料准备。