**电气与电子工程学院智能制造数字孪生实验室专项建设**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **仪器设备名称** | **主要参数及性能、售后要求**  **（不得指定品牌、型号）** | **数量** | **参考品牌**  **（如有需提供3个以上，没有视为不限制）** | **单位** | **数量** |
| 1 | 数字孪生仿真平台 | **一、数字孪生软件功能说明**  1、软件基础功能  （1）、基于3D的智能制造仿真平台，软件具有机械设计、电路仿真、模拟控制、虚拟仿真、以及系统集成仿真的综合软件平台；  ▲（2）、软件具有较好的交互性和兼容性，能够根据电脑性能，设置画面的高、中、低显示画面质量，支持中文、英文切换；**（提供软件功能截屏证明）**  （3）、软件具有支持鼠标拖拽操作视图功能，具有三维交互、第一人称交互、模型三视图功能，具有三维导航球；  （4）、录屏功能：软件自带截图与录屏功能，支持用户自定义录制视频，以及生成无背景的png效果图。  2、三维设计及仿真功能  （1）、软件具有≥300个的模型库，包含工业机器人（ABB、埃夫特、发那科、kuka等）、数控、输送带、气动、PLC、空开、传感器等组件，每个模型支持物理特征参数设置、电气特征参数设置；  ▲（2）、具有自定义模型库，自持自定义命名和排列，支持导入自定义模型，STP、STEP、IGS、IGES、FBX模型导入编辑，模型的一键简化功能，对模型的尺寸、中心点、材质、模型树修改、用户自定义贴图纹理功能；**（提供软件功能截屏证明）**  3、虚拟电气电路仿真功能  （1）、软件可自定义添加多款PLC、工业机器人、嵌入式、运动控制器、数控、机器视觉等虚拟控制器，并配置有拖拽式电气配线面板，可自定义配置控制接口，并能够导出电气Excel配线表；  ▲（2）、模拟电路仿真：内置虚拟电气画图软件，具有多种电气2D图库（包含PLC、电磁阀、气动阀、变频器、伺服驱动器等），2D电气图库能够对应到3D场景模型，通过电路仿真能够建立虚拟工厂的驱动电路仿真设计；**（提供软件功能截屏证明）**  ▲（3）、虚拟传感器仿真：软件中具有温湿度、光照度、噪音、大气压力、风速风向、流量等传感器模型，并能够设置随机数传感数据，支持PLC通讯控制以及modbus-tcp通讯数据采集；**（提供软件功能截屏证明）**  4、工业机器人示教与编程  （1）、软件能够接入≥4款工业机器人虚拟示教器，至少包含ABB、埃夫特、kuka、发那科等；  ▲（2）、软件内置图形化机器人示教编程软件，支持Python编程，具有急停、手动/自动切换、IO、机器人示教等功能面板、集成SCARA、Delta、六轴串联、四轴码垛多种机器人控制，支持modbus-tcp通讯功能；**（提供软件功能截屏证明）**  （3）、软件支持≥2款协作型工业机器人虚拟示教编程，且能够实现协作机器人的虚拟示教、虚实互动的仿真功能。  5、PLC控制与仿真功能  （1）、软件支持≥4款工业PLC控制系统虚拟仿真，至少包含三菱、西门子、汇川、信捷等；  （2）、能够实现多品牌、多型号PLC系统在同一个场景进行混合仿真，支持PLC、工业机器人、运动控制、控制面板等在同一个仿真工程下仿真集成。  6、运动控制仿真功能  ▲（1）、配置开放式运动控制器编程软件，支持8路伺服运动控制，具有ST语言和梯形图编程，内置组态虚拟触摸屏功能，支持G代码数控加工，提供CAM解析软件；**（提供软件功能界面截屏证明文件）**  （2）、提供基于该运动控制的多关节运动控制的工程案例，包含四轴码垛、SCARA机器人、XYZ龙门机械手、巷道式仓储系统以及五轴点胶机运动控制应用案例。  7、机器视觉仿真功能  （1）、支持机器视觉仿真功能，内置单目、双目、调焦等多种视觉控件，能够实现虚拟工厂视觉检测仿真；  （2）、配置基于OpenCV的虚拟视觉组态编程软件，基于C++、Python编程开发的软件资源包，配置C#和QT人机交互界面，具有图像处理、双目视觉定位、二维码、文字识别、形状识别、图像标定、通讯管理功能块，能够实现虚拟视觉的编程与控制仿真；  ▲（3）、虚拟视觉控制器：配置虚拟机器视觉运动控制软件，支持ST语言及梯形图编程，具有视觉检测以及PLC运动控制功能，软件种内置虚拟HMI组态触摸屏功能，虚拟示波器功能；**（提供软件功能截屏证明）**  （4）、提供基于labview、C#的机器视觉集成应用案例，提供机器视觉开发二次接口API，包含Python、C++、C#、labview等语言。  8、低代码仿真功能  ▲（1）、流程图编辑功能：软件内置流程图制作功能，具有多种逻辑语言编程块、能够通过流程图拖拽式编程完成对虚拟工厂的逻辑控制与动画编辑；**（提供软件功能截屏证明）**  （2）、提供虚拟边缘计算网关软件，具有能够通过虚拟边缘计算网关进行工业总线的数据采集，支持从虚拟接口、设备、再到变量的自定义添加，支持modbus-tcp、西门子S7协议、TCP、数据库SQL server等通讯，能够实现虚拟工厂的数据采集、调试集成再到数据看板应用的功能。  9、多人互动与交互仿真功能  ▲（1）、软件支持一主多从的虚拟仿真交互，能够实现PC电脑、VR眼镜以及手机APP多种类、多台的交互终端在同3D场景下进行互动仿真，且主机能够实时监控到从机的视角及画面；**（提供软件功能截屏证明）**  （2）、软件能够支持VR眼镜接入，实现沉浸式的VR交互与仿真控制。  10、软件管理及课程仿真功能  （1）、软件内置课程仿真功能块，通过折叠栏可直接连接至课程云平台，实现在软件中的仿真工程下载、答题、以及课程手册预览等功能；  （2）、软件中集成帮助文档功能，通过折叠栏可打开帮助文档及软件操作手册，实现在软件中仿真的互动帮助。  13、二次开发仿真功能  （1）、Modbus总线自定义：支持用户自定义modbus总线接口，通过导入Excel表格即能够设置数据通讯的自定义地址、寄存器、IO口等功能；  （2）、SDK扩展：提供软件的二次开发接口，支持用户自定义控制器和扩展虚实仿真功能，支持虚拟机器视觉图像传输，提供Python、C#的API接口及案例工程包。  **二、数字孪生实训资源包参数**  **课程资源包培训要求：提供以下案例及课程资源包，每套资源包提供仿真源码、实训手册以及3D场景等资源，总课程案例课时要求≥100课时，分别包含PLC自动化、机器人、机器视觉、工业互联网等，并按照课程内容提供到校现场培训不少于30课时；**  1、基于PLC自动化的仿真集成案例  ▲（1）、按照PLC知识点进行分类，包含基础控制、经典案例、运动控制、集成应用等分类，提供≥50套仿真实验资源包，每套资源包包含PPT、视频微课、实验手册、3D工程、附件代码资源；（提供图表说明，包含案例截屏及资源列表）   1. 、所提供的案例需包含：气动机械手、十字路口交通灯、电梯控制、PID水罐、视觉分拣、巷道式仓储、龙门码垛的案例资源等；   （3）、提供视觉软件开发指导手册、实验指导手册。  2、电机控制与仿真集成案例  （1）、变频电机仿真：包含变频器、变频电机、驱动模块等，具有变频电机电路仿真、变频电机模拟量控制、多段速仿真；  （2）、步进电机仿真：具有步进电机点动、开环、多轴运动以及电路接线仿真；  （3）、伺服电机仿真：具有伺服驱动电路仿真、相对位移、绝对位移控制仿真；  （4）、提供操作指导手册、视频教程、实验指导手册。  3、工业机器人仿真与集成案例  （1）、按照工业机器人的种类，提供并联、SCARA、四轴码垛、六轴机器人的四种类型机器人典型应用仿真；  ▲（2）、按照工业机器人的应用，提供焊接、码垛、视觉分拣、机床上下料、喷涂等仿真工程及案例，提供≥8套典型行业应用案例，≥3套综合机器人仿真工作站；（**提供图表说明，包含案例截屏及资源列表）**  （3）、提供指导手册、视频教程、实验指导手册。  4、机器视觉OpenCV与编程的集成案例  （1）、基于OpenCV编程：基于虚拟视觉组态OpenCV软件，提供基于OpenCV的颜色识别、机器人物料抓取、形状识别、二维码识别、视觉训练的仿真案例；  （2）、提供视觉软件开发指导手册、实验指导手册；  5、机器视觉与运动控制集成案例  ▲（1）、基于虚拟机器视觉运动控制软件，支持梯形图编程，具有视觉检测以及PLC运动控制功能，软件种内置虚拟HMI组态触摸屏功能：提供轮廓提取机器手分类、二维码识别分拣、手机液晶划痕检测自动分拣、芯片引脚检测自动化分拣、OCR文字识别自动化分拣的应用案例资源包；**（提供图表说明，包含案例截屏及资源列表）**  （2）、提供基于OpenCV编程的机器视觉开发与集成应用案例，包含图形检测、垃圾分拣、二维码识别、机器人定位抓取、以及OCR文字识别等。  （2）、提供视觉软件开发指导手册、视频教程、实验指导手册；  6、运动控制与编程集成案例  （1）、提供XYZ机械手、智能仓储、SCARA机械手、五轴点胶机案例及工程。  7、智能工厂与MES系统集成的应用案例  ▲（1）、包含立体仓储、AGV机器人、数控机床加工、机器视觉检测的全自动化产线，提供从基础搭建、装配、调试、PLC编程、机器人控制、边缘计算数据采集再到MES系统集成的仿真资源包；（**提供案例界面功能证明文件）**  （2）、采用虚拟边缘计算网关，基于工业互联网系统集成，实现从设备、数据采集、数据解析、数据管理再到数据应用的完整的仿真应用案例，能够通过该系统讲解数字化工厂的各个层级的控制关系以及对于数字化产线集成的实训训练；  ▲（3）、MES管理应用：提供智能工厂的MES管理系统，具有设备统计、工艺管理、设备监控、订单统计、WMS仓储管理、设备检点以及用户管理等功能；**（提供案例界面功能证明文件）**  （4）、提供该智能制造产线系统仿真与集成的完整的PPT、视频讲解、实训手册以及源代码工程；  8、工业互联网数据采集与应用集成案例（大于2套）  ▲（1）、提供一套完整的多传感器集成的工业互联网综合仿真场景，基于虚拟车间/气象站仿真的环境数据采集案例，包含温湿度、风速风向仪、噪音、门禁、视觉监控等，具有边缘计算数据采集、数据解析、数据看板监控设计等功能板块；**（提供案例界面功能证明文件）**  （2）、提供基于一套完整的工业物料车间的传感集成与自动化的PLC数据采集、视觉监控、传感器监控的案例工程，具有边缘计算数据采集、数据解析、数据看板监控设计等功能板块。 | 50 |  | 套 | 50 |
| 2 | 数字孪生仿真终端机及配套桌椅 | **一、仿真工作站**  1. 采购类型：商用台式机或工作站  2. 处理器：不低于第14代英特尔i7-14700处理器；  3. 芯片组：不低于Intel Q670芯片组  4. 内存：不低于32GB DDR5 4400MHz，不低于4个内存插槽  5. 硬盘：≥1T SSD Class 35；  6. 显卡：不低于AMD Radeon RX 6500 4GB GDDR6  7. 声卡：集成声卡  8. 扩展插槽：1个PCIe×16，1个PCIe×4，1个PCIe×1，1个PCI，≥4个SATA插槽，≥4个M.2插槽（用于无线和固态硬盘）  9. 主机端口：≥10个原生USB端口（其中后置≥4个 USB 3.2端口，≥2个USB 2.0端口；前置端口中包含一个USB 3.2 Gen 2x2 Type-C端口），3×DP端口，1×RJ45端口  10. 电源：≥500W 电源，支持电源故障诊断功能  11. 电源与原厂同品牌  12. 机箱：≥18.5L  13. 显示器：同品牌显示器，不低于21寸  14. 键鼠：同品牌USB键鼠；  15. 系统：Windows 11家庭版操作系统  **二、配套桌椅**  桌子：桌面正六边形，尺寸根据教室尺寸面积定制，满足50人教学需求。桌面基材优质环保刨花板，甲醛释放量达到国家E1级环保要求；厚度不小于25mm; 饰面采用优质三聚氰胺板，耐酸缄、韧性好，要求板面光滑平整，防划伤、高强耐磨,集中耐高温200℃，板材截面用优质同色PVC封边，厚度不低于1.0mm，用高温机器自动粘贴，修边光滑平整，无棱角，且经过抛光处理。桌架主体采用管壁厚度不低于1.2mm；钢网厚度0.6mm；主机箱尺寸根据主机规格定制；焊接件焊接时采用二氧化碳保护焊接，焊接处应无脱焊、虚焊、焊穿、错位；焊接后要经打磨处理。各钢件经酸洗、磷化、防锈处理采用高压静电喷涂而成，聚酯环氧粉末喷塑等符合国家环保标准规。  椅子：进口网面，细腻、使用时间长，厚度适中；  采用一次成型发泡高密度阻燃海棉，软硬适中,耐久不变形，回弹力强，符合人体工程学。 | 50 |  | 套 | 50 |
| 3 | 半实物智能控制与集成综合实训平台 | **一、平台功能及组成**   1. 该平台采用模块化集成，配置了工业PLC单元、运动控制单元、机器视觉单元、工业总线数据采集单元以及数字孪生仿真应用集成等，能够通过该实训台分单元模块的完成PLC及运动控制、机器视觉训练及编程、工业总线数据采集、边缘计算解析、智能工厂MES系统集成的实训及应用。 2. 实训台：采用铝合金型材、钣金工艺以及实训桌椅（满足3人位）等组成，具有一定人体功能学，配置分块的岛盒调试、电源等工具单元，尺寸约2500mm长 \* 800mm宽 \* 1680mm高。 3. 实训台配置安全电源、以太网交换机、工业总线调试端口以及开关、人机交互显示等功能；   **二、半实物PLC控制系统组成**  1、主控单元模块：CPU主控模块参数：工作内存≥50KB，装载内存≥4M，高速计数器：2个，集成的以太网接口，PLCopen运动控制，用于简单的运动控制，带自整定功能的 PID 控制器，具有在线/离线诊断功能，集成Profinet接口。可用于HMI通信和PLC间的通信，该接口带有一个具有自动交叉网线功能的RJ45连接器，提供10/100Mbits的数据传输速率，带有变频器,支持TCP/IP,ISO-on-TCP和S7通信（s7-1200及以上）；  2、总线通讯模块：需采用PLC同品牌的RS485通讯模块单元，支持RS485/RS422通讯；  3、人机交互单元：基于总线式HMI人机交互，不低于10英寸，支持以太网及modbus总线接口，可项目组态编程，可网络下载工程；  4、总线显示模块：支持Modbus-RS485通讯，多段LED显示仪表，支持≥4位数字显示；  5、模拟量输入输出模块：采用数字显示的模拟输入源和输出模块，包含数字显示和模拟量旋钮，ABS外壳，可生成PLC模拟量信号源；  6、处理能力： 采用四核处理器，指令处理速度达纳秒级，支持多任务处理，适用于高节拍生产场景; （AM521及以上）  7、带轴能力：支持最多4轴运动控制;  8、I/O点数：8路数字输入（DI）+ 8路数字输出（DO）;  9、自带2个扩展卡槽，支持扩展模拟量、CAN、RS485、TF存储卡；  10、存储与时钟：支持TF卡扩展存储及RTC实时时钟模块；  11、支持协议总线：  （1）EtherCAT（主站功能，支持环网冗余）7、EtherNet/IP、Modbus TCP、TCP/IP、UDP、OPC UA、CANopen、CANLink、Modbus RTU118。  （2）集成双以太网口，支持同一网段双IP地址配置  （3）集成RS485通讯模块；  （4）集成扩展CAN总线通讯模块；  12、以太网单元  （1）、提供工业轨道式交换机模块，钢制外壳；  （2）、支持10/100/1000Mbps（千兆）通讯，支持自适应、全/半双工以及MDI/MDI-X自动侦测。  13、变频电机控制单元：配置变频电机驱动器、端子台、以及变频电机，安装有变频电机固定支架，变频电机功率≥60W，提供变频电机基础控制以及数据采集的集成控制实验；（新增部分）  **三、机器视觉实训组成**  1、机器视觉实训支架套件  （1）、配套机器视觉支架：采用铝合金材质，可升降、旋转，高度≥300mm；  （2）、配套机器视觉相机：像素≥300万，以太网接口通讯，配置可调焦镜头；  （3）、LED光源：视觉相机安装有可调环形LED光源；  （4）、电源适配器：配置机器视觉专用电源适配器；  2、机器视觉OpenCV开源资源包  （1）、提供基于OpenCV及Halcon的机器人机器视觉开源软件包，平台软件由QT以及Python编程，具有图像导入、图像预处理、机器视觉算法处理、神经网络训练以及人工智能综合应用的案例与资源包；  （2）、图像处理：具有图像灰度、图像拼接、图像翻转、裁剪、畸变等工具及开源资源包；  （3）、视觉算法：具有二维码、条形码、形状识别、几何测量、位置检测等工具及开源资源包；  （4）、人工智能：提供基于神经网络训练的特征提取的垃圾分拣、芯片检测等工具及开源资源包。  3、机器视觉编程控制仿真软件包  （1）、配置虚拟机器视觉运动控制软件，具有多轴运动控制及机器视觉编程及仿真功能，支持梯形图编程，具有视觉检测以及PLC运动控制功能，软件种内置虚拟HMI组态触摸屏功能，虚拟示波器功能；  （2）、基于视觉运动控制器仿真，提供该机器视觉仿真的完整教材、教程资源包，包含指导手册、开发手册、课程仿真资源包，每个课程资源包包含PPT、源码、三维工程场景、视频指导；  （3）、提供轮廓提取机器手分类、二维码识别分拣、手机液晶划痕检测自动分拣、芯片引脚检测自动化分拣、OCR文字识别自动化分拣的应用案例资源包。  **四、运动控制单元组成**  （1）、模块化机器人运动控制单元是一套基于直角坐标式机器人结构，配套PLC运动控制，能够完成基于PLC电机控制的直线插补、定位抓取、码垛机器人以及虚实仿真调试的自动化创新应用工作站平台；  （2）、基于运动控制的XYZ三轴机械手自动化控制单元，包含XYZ机器人本体、真空吸盘、实训台以及耗材等。  （3）、负载能力：≥300g；  （4）、XY轴驱动：采用步进电机驱动，配合丝杆/同步带运动控制，电机采用≥42步进电机，输出轴≥0.4NM；  （5）、Z轴控制：采用微型丝杆/同步带电机，支持IO/总线控制，行程≥200mm，末端配置真空吸盘模块，支持真空吸盘抓取与码垛分拣；  （6）、提供该直角坐标机器人的快换底座，采用铝合金材质，配置安装把手、橡胶地脚，方便进行扩展及搬运；  （6）、气源处理模块：集中供气，实训台配置有导阀、真空发生器等气源配件。  ▲（7）、提供该XYZ运动控制机械手的1:1的虚拟拆装仿真软件：软件具有拆装步骤菜单、三维交互区、拆装工具栏，能够实现对于核心零件的选择、拆装工具选择、拆装工艺提示等过程，完成对工艺和结构认知的仿真，提供PC端、WEB端以及VR端的多平台仿真功能，提供拆装仿真自动考核功能。**（提供软件功能截图证明）**  （8）、提供该运动控制单元模块的数字孪生仿真工程包，能够实现该运动控制机械手的虚拟搭建、虚拟编程控制、虚实互动仿真功能；  （9）、提供基于XYZ机械手的数字化看板及数据采集应用软件，能够对设备连接、状态管理、远程控制以及虚拟化工厂进行数据采集及看板管理；  **五、工业数据采集单元组成**  1、工业传感器单元  （1）、声光报警模块：功率≥4.5W，三色报警灯；  （2）、工业电能传感器：基于交流电的电能数据采集，支持电流、电能数据采集，配置RS485/以太网通讯接口，支持modbus通讯集成；  （3）、称重传感器：采用微型称重传感器，配置变送器模块，支持modbus总线通讯；  （4）、多合一环境传感器：支持modbus总线通讯，内置温度、湿度、甲醛、PM2.5、CO2等多合一环境传感模块；  （5）、数显气压传感器：高精度气压传感模块，配置数字液晶显示，支持modbus总线通讯，集成至实训台的气源输入模块单元；  2、工业边缘计算网关单元  （1）、所提供的的边缘计算网关模块支持与3D仿真平台虚实仿真，能够通过网络连接至三维仿真软件实现虚实互动三维仿真控制；  （2）、提供Python、C#编程与集成开发环境，软件配套多种工业总线及数据通信的开发与应用，支持Modbus-RTU、Modbus-TCP、TCP、UDP、HTTP、MQTT以及串口通信协议；  （3）、边缘计算模块：主控≥4核四核Cortex-A55，1.8GHz，内存≥4GB，支持NPU图形加速，支持1080P@60fps/4K@60fps，储存：支持内存卡卡槽；  （4）、接口：配置10/100/1000M自适应以太网口\*2，6路USB接口，  （5）、扩展接口：配置RS232接口、RS485接口，并配置调试模块；  （6）、人机交互模块：触控液晶交互，尺寸≥10寸，分辨率1024\*600，配置HDMI、网口及USB接口；  **六、数字孪生仿真及应用**  1、围绕该实训台具有1:1的数字孪生仿真功能，能够通过虚实仿真实现该PLC自动化的3D仿真，并支持与机器视觉、工业机器人、运动控制器、以及边缘计算工业互联网的组合仿真实训；  2、围绕该实训台具有完整的实训手册，包含硬件手册、电气接线手册、数字孪生控制实验手册；  3、配置步进电机原理仿真软件，软件具有电机结构3D认知、虚拟步进电气接线，虚拟步进控制仿真、电机原理讲解功能；  4、配置伺服电机原理仿真软件，软件具有电机结构3D认知、虚拟伺服电机接线、虚拟脉冲控制仿真、PLC集成控制仿真功能；  5、半实物智能工厂集成综合仿真案例  （1）、提供一套基于虚实结合的PLC系统集成的半实物仿真综合集成案例，包含立体仓储、数控车床、数控加工中心、工业机器人以及机器视觉等，能够通过半实物仿真完成整个产线从基础搭建到电气控制以及MES系统集成的综合仿真；  （2）、提供虚拟工业互联网网关软件，能够通过多总线集成，实现整套产线的数据连接和集成；  （3）、提供智能工厂MES管理系统，包含WMS仓储管理、设备连接、订单管理、账户管理以及设备监控的开放式MES管理平台；  **七、配套工业互联网云平台**  1、平台应用：该平台基于设备的模块化数据采集，通过工业网关实现设备上云，以及数据可视化管理，能够实时记录和管理工业互联网实训工作站、设备利用率统计、软件登录频率和次数、数字孪生3D场景的统计数据、传感数据以及操作运维等应用功能。  2、平台功能：该平台能够采集该工作站的PLC系统、视觉系统以及各类工业传感器的数据信息进行管理及综合展示分析；  3、数字化运维看板功能  （1）、采用WEB端可视化，数字化运维看板，具有图表可视化看板，能够自动统计设备连接、设备统计、用户登录图表以及数据看板工程案例展示等功能；  （2）、具有多种可视化看板模板，支持用户自定义选择模板、支持用户设置模板参数；  4、工业互联网数据采集云平台功能  （1）、低代码数据看板功能：采用低代码编程，具有丰富的图表、图形、折线图等功能模块，可通过拖拽式进行布局和页面设计，支持文件导入、导出、保存等，支持在线预览；  （2）、数据可视化模板功能：具有丰富的背景、可视化工程案例模板，支持用户自定义创建和分享可视化模板；  （3）、设备管理功能：支持用户自定义分区、分类进行设备添加和管理，支持用户自定义设备数据接口、自定义管理设备维护数据内容；  （4）、网关管理功能：支持用户按照分区、分类进行网关模块的添加和管理，支持自定义网关的标识、品牌、型号以及关联到设备数据的接口；  （5）、数据源管理功能：支持MQTT、数据库以及接入的监控摄像机数据源管理功能，支持用户自定义数据源和进行增删改查；  （6）、虚拟仿真功能  （a）配套Windows端的虚拟网关，能够基于虚拟网关、数据库测试和仿真工业互联网中台；  （b）支持3D虚拟仿真，能够基于虚拟3D工厂链接至网关以及PLC系统，实现工业互联网的数据看板监控与管理仿真；  （7）、平台部署及安装要求：软件支持本地服务器部署、公有云平台部署、私有化云平台部署；  八、仿真工作站  1. 采购类型：商用台式机或工作站  2. 处理器：不低于第14代英特尔i7-14700处理器；  3. 芯片组：不低于Intel Q670芯片组  4. 内存：不低于32GB DDR5 4400MHz，不低于4个内存插槽  5. 硬盘：≥1T SSD Class 35；  6. 显卡：不低于AMD Radeon RX 6500 4GB GDDR6  7. 声卡：集成声卡  8. 扩展插槽：1个PCIe×16，1个PCIe×4，1个PCIe×1，1个PCI，≥4个SATA插槽，≥4个M.2插槽（用于无线和固态硬盘）  9. 主机端口：≥10个原生USB端口（其中后置≥4个 USB 3.2端口，≥2个USB 2.0端口；前置端口中包含一个USB 3.2 Gen 2x2 Type-C端口），3×DP端口，1×RJ45端口  10. 电源：≥500W 电源，支持电源故障诊断功能  11. 电源与原厂同品牌  12. 机箱：≥18.5L  13. 显示器：同品牌显示器，不低于21寸  14. 键鼠：同品牌USB键鼠；  15. 系统：Windows 11家庭版操作系统 | 16 |  | 套 | 16 |
| 4 | 新能源汽车创新工厂生产线 | **一、平台功能**  （全部用西门子1200及以上的PLC；全部环节都需要数字孪生）  1、 该平台基于一套完整的新能源18650电池系统，按照电芯配容、电芯组装、保护板安装、外壳组装、再到成品检测与打标，能够实现一套完整的智能新能源电池的自动化生产。  2、 通过工业机器人、输送带、超声波焊接、激光打标、螺丝安装以及气动组装等单元组成，并配套智能工厂MES管理系统，实现产线的数字化管理。  3、 该平台配套数字孪生3D仿真软件，具有1:1的工业仿真场景，可实现机械仿真搭建、电气电路仿真、数字信号映射、虚拟调试编程以及MR互动仿真等功能；  4、 该平台配套工业互联网云平台，能够安装自动化控制、数据采集、数据解析、管理应用的层级结构，实现工业互联网数据采集看板应用、智能工厂MES系统管理应用的功能；  5、 该平台的MES管理软件、数据采集云平台软件支持本地化部署及云端部署；  **二、核心单元模块**  1、双臂人型协作机器人  （1）人型机器人系统，配置双臂协作机械臂、Linux运动控制系统、机器视觉以及双臂机器人遥操作控制等功能；  （2）双臂协作机械臂单元：双臂12轴机械臂，单臂臂展≥620mm，负载3KG，重复定位精度≤±0.02mm，防护等级IP54，Ethercat总线结构，全闭环关节力矩反馈；  （3）提供机器人柔性夹爪，可控制夹爪张开幅度，适用于不同物流及耗材抓取；  （4）机器人运动控制系统：八核处理器，支持国产框架推理计算，内存：不低于8G，提供不小于6TOPS等效算力，支持的深度学习框架：ONNX、TensorFlow、Caffe、YOLOV3等；  ▲（5）虚拟结构仿真：软件中具有1:1的该双臂复合机器人，具有拆装步骤菜单、三维交互区、拆装工具栏，能够实现对于核心零件的选择、拆装工具选择、拆装工艺提示等过程，完成对工艺和结构认知的仿真，提PC端、VR端以及在线WEB端应用，并具有练习模式、考核模式，具有自动评分功能；**（提供软件功能界面截屏证明）**  2、单臂协作机器人系统  （1）机器人类型：六轴协作机器人；  （2）机器人臂展：≥920mm；  （3）机器人负载：5KG负载；  （4）本体重量：≤23KG；  （5）重复定位精度：≤±0.02mm；  （6）防护等级：IP54；  （7）噪音：＜65db；  （8）驱动方式：Ethercat总线结构，全闭环关节力矩反馈，图形化编程，零力示教；  （9）夹爪：配置机器人柔性电动夹爪；  ▲（10）仿真功能：配置该协作机器人3D数字孪生仿真软件，支持虚拟机器人示教编程、虚实3D互动仿真、PLC及运动控制集成仿真以及机器视觉集成仿真功能；**（提供软件功能截图证明）**  3、机器人行走轴（2套）  （1）传动方式：基于同步带/斜齿轮的精密减速行走轴机构；  （2）驱动控制：配置伺服电机、精密减速箱传动控制，集成至PLC控制系统；  （3）负载：≥50KG；  （4）精度：±0.2mm；  （5）长度：≥2米；  ▲（6）仿真功能：机器人行走轴拆装仿真软件，软件具有拆装步骤菜单、三维交互区、拆装工具栏，能够实现对于核心零件的选择，完成对工艺和结构认知的仿真，提供PC端、WEB端以及VR端的多平台仿真功能。**（提供软件功能截图证明）**  4、机器人快换单元（2套）  （1）机器人快换支架：配置铝合金可调节支架，配套机器人快换母盘，定位销等配件；  （2）配置机器人气动平行夹爪快换；  （3）配置机器人气动真空吸盘快换；  （4）配置机器人定制螺丝组装/焊接工位快换；  5、视觉检测单元  （1）包含视觉支架、视觉相机、机器视觉光源等配件；  （2）视觉工业相机像素≥500万，配置视觉算法平台编程软件，具有可拖拽编辑，支持扩展,采用低代码或图形化编程，能够与工业机器人集成实现视觉分拣及标定功能；  （3）能够配合机器人完成视觉形状分类、视觉定位、视觉检测、视觉识别、二维码、OCR检测等自动化任务；  （4）视觉相机具有光源调节功能，能够设置光源LED的亮度及光源灯的开关等；  6、柔性组装单元  （1）气动定位工装：包含气动推杆、铝合金支架以及光电检测，配合机器人组成对零件的精密定位工作单元；  （2）组装单元模块：能够完成基于机器人的零件拼接/装盒的自动化功能；  7、机器人锁螺丝单元  （1）与机器人快换末端集成，配套吹气螺丝供料机、自动化锁螺丝电批以及固定支架等。  （2）供料机：适用螺丝直径支持 M3.0~M6.0，螺丝长度：≤25 mm；  （3）工作气压范围： 0.4~0.9 MPa；  （4）支架：配置光电传感器电批支架，与机器人快换头可连接固定；  8、机器人超声波焊接单元  （1）功能：本工位集成机器人进行超声波电池焊接作业，适用于18650等类型电芯的焊接，配置超声波焊接机及电池工装；  （2）超声波焊接机：采用双脉冲电焊机，功率约8KW，配置焊接末端工具；  （3）焊接工装：配置锂电池ABS固定模板，气动组装工位，能够结合机器人完成电池的成组拼接自动化；  9、智能仓储单元  （1）基于分层多列的智能仓储，每个仓位安装有光电位置传感器，配置铝合金模块化拼接货架、托盘以及定位销；  （2）仓位：≥4列\*3层；  （3）通讯端子：提供基于modbus/S7总线的IO端子台，集成至PLC控制系统；  （4）仓储管理：提供智能仓储管理软件，具有仓位出入库、仓位统计、物料定义、物料统计等功能；  10、输送带单元  ▲（1）采用步进电机驱动，内置嵌入式ARM控制器，支持modbus总线通讯，外部具有旋钮调速模块；**（提供产品彩页相关证明）**  （2）带宽≥70mm，长度≥500mm；  ▲（3）仿真功能：输送带结构仿真软件，具有该输送带的机械拆装及结构认知仿真软件，提供PC端、WEB端以及VR端的多平台仿真功能，提供拆装仿真自动考核功能。**（提供软件功能截图证明）**  11、激光打标单元  （1）光纤激光打标系统采用振镜激光光源，配置支架和电源控制系统，实现对金属、皮革、尼龙等高速打标自动化；  （2）工作幅面：≥100\*100mm；  （3）雕刻机功率≥20W配套激光雕刻CAM软件，支持以太网接入远程下单导入自动加工，即支持通过MES系统以及手机APP下单个性化图片到雕刻机实现个性化图案即时打标加工。  （4）光纤打标软件：配置激光打标设计软件，支持用户图片、CAD、矢量图的导入，自动生成工艺；  ▲（5）手机APP激光打标软件，能够通过手机端进行绘图、写字等个性化设计，下单至MES系统实现对激光打标机的远程个性化下单功能。**（提供软件功能截屏证明）**  12、锂电池检测单元  （1）功能：结合协作机器人上下料，该平台可对电池进行快速充放电，完成锂电池的电容、等效电阻测量分类及检测；  （2）具有工业总线通讯功能，支持RS485/以太网数据采集，能够实时将检测数据采集至PLC/MES系统；  （3）配置气动夹具，支持锂电池快速固件预紧及定位；  （4）具有液晶显示人机交互，能够显示当前的电压、电阻值等；  13、工作站单元模块  （1）采用模块化拼接底座，具有一定人体功能学，模块与模块直接可进行拼接，配置台面走线槽、斜面人机交互面板以及有机玻璃门设计；  （2）单套工作站尺寸约为长1.2米 \* 宽1.1米 \* 高0.75米；  （3）采用多个工作站单元模块拼接组合，至少≥8套单工作站，形成“一字型”设计；  （4）配置可调地脚，支持用户调高；  （5）内置开放式电气挂板；  14、原材料耗材及成品  （1）提供该智能产线的周转托盘耗材，材质采用ABS/铝合金/尼龙，数量≥50个；  （2）提供该智能产线的锂电池组装模块及原材料，包含电池、连接片、电源保护板等，数量≥80个；  （3）提供锂电池成品≥5个；  （4）提供产线维护及包含工具及耗材套件1套；  （5）必须保证的稳定性，验收时必须要有连续20次成功组装。  **三、管理及控制单元**  1、PLC控制系统（2套）  （1）、PLC虚实仿真功能：是基于真实的PLC系统，按照1:1的物理信号映射，连接至虚拟的3D工厂软件，实现对PLC的实物仿真，能够实现对PLC中的模拟量、伺服电机、IO量进行映射仿真；  （2）、主控模块：工作内存≥50KB，装载内存≥4M，高速计数器：2个，集成的以太网接口，PLCopen 运动控制，用于简单的运动控制，带自整定功能的 PID 控制器，具有在线 / 离线诊断功能，集成Profinet接口。可用于HMI通信和PLC间的通信，该接口带有一个具有自动交叉网线功能的RJ45连接器，提供10/100Mbits的数据传输速率，支持TCP/IP,ISO-on-TCP和S7通信；  （3）、交换机模块：实训台配置5口高性能千兆网、带POE交换机模块；  （4）、HMI人机交互模块：采用7寸HMI交互模块，以太网通讯，配套组态软件，斜面岛盒安装，配置急停、电源、复位按钮；  2、管理运维平台（2套）  （1）管理工作站：尺寸：≥宽度600mm \*长度1200mm \* 高750mm；材质：钣金烤漆工艺，颜色鲜艳美观；  （2）管理控制主机：高性能台式电脑，采用品牌（戴尔、联想或惠普，下同）主机；内存≥ 16G；处理器≥i7十四代；硬盘≥256G固态；32寸及以上液晶显示屏;  （3）网关交换机系统：连接所有的设备端；配置工业级无线路由器.  **四、MES管理系统**  1、平台概述  （1）MES系统是一套基于B/S+C/S的智能工厂管理系统，该平台集成了设备的生产管理、设备监控、仓储管理、数据采集、维护管理、数字孪生监控、订单管理、3D虚拟仿真等功能模块，平台采用模块化组合，具有前后端的应用，提供二次开发及本地化部署服务及应用；  （2）该智能制造MES系统功能齐全、丰富，即具有对自动化产线的控制、监控、数采功能，又需要具有行业应用的ERP的工序、人员、订单等管理功能，同时兼顾对于教学和科研的仿真、课程案例的功能；  （3）集成性：支持ERP、SCADA、PLC等系统无缝对接，实现计划层到设备层的全链路数据互通；  （4）扩展性：模块化架构设计，支持按需扩展功能组件，适配不同制造业场景；  （5）教学性：提供虚拟仿真案例、平台使用及维护手册、数采案例教学以及配套实训教学手册；  2、生产管理功能  （1）具有完整的生产管理系统，包含主数据、生产管理、设备管理、质量管理的四大模块，集成了部分ERP功能模块（供应商管理、客户管理等），支持用户进行各个模块的数据编辑和上传功能；  ▲（2）主数据功能：至少包含以下功能模块，即物料分类管理、计量单位管理、物料产品管理、客户管理、供应商管理、工序管理（支持用户添加修改工序）、工艺流程管理（支持用户添加修改工艺）、车间管理、工作站管理、颜色管理、监控摄像机管理（支持用户自定义监控摄像机）的功能；**（提供软件功能截图证明）**  （3）生产管理功能：至少包含以下功能模块，即客户订单、生产管理、生产排产、生产领料、生产报工、生产退料、生产废料的管理功能模块；  （4）设备管理功能：至少包含以下功能模块，即设备类型、设备台账、设备点检保养项目、设备点检保养计划、设备维修单；  （5）质量管理功能：至少包含以下功能模块，即常见缺陷、检测项设置、检测模板设置、来料检测、过程检测、出货检测；  3、仓储管理功能  （1）具有完整对整套工厂的仓储系统的物料管理、物流追溯功能，同时兼顾对于自动化立体仓储的监控和出入库管理功能；  （2）仓储管理：至少包含以下功能模块，采购入库、供应商退货、销售出库、销售退货、仓库盘点、条形码管理功能；  ▲（3）立体仓储（自动化仓储系统）：能够与实体产线的立体仓储系统，以及虚拟产线的立体仓储系统连接，实现对全自动化仓储系统的出入库、物料、托盘的信息化管理，具有仓储监控、托盘管理、物料（货物）管理、仓储盘点功能，提供基于该立体仓储管理的3D虚拟仿真教学工程案例；**（提供软件功能截图证明）**  4、维护管理功能  （1）具有完整的设备信息录入、点检、维护功能，支持用户自定义上传设备的完整信息，包含设备使用手册、设备维护手册、设备附件，支持在线下载和修改；  ▲（2）具有设备点检功能：支持用户进行设备点检的设备照片、设备维护情况说明、设备点检故障描述的表单功能说明，同时提供移动端APP的设备点检功能，支持用户手机端拍照上传、快速填单式的设备维护点检功能；**（提供软件功能截图证明）**  5、订单管理功能  （1）具有完整的产线订单管理功能，具有生产排单管理，支持在线下单，支持用户在线修改订单，支持在线选择和修改订单的工艺文件；  （2）具有历史订单查询功能，支持按照加工状态查找订单、按照日期查找、支持导出订单Excel表格；  （3）订单统计功能：支持用户按照日期阶段生成订单数据统计折线图，支持当日订单统计，七天订单统计的图表统计；  6、数控管理功能  （1）软件具有对数控系统的MDC数控采集功能，支持机床的刀具、刀库管理，支持机床的DNC数控管理，以及机床系统的PLC数据通讯管理；  （2）机床状态数据：包括开机、停机、故障、预备等状态信息。  （3）刀库管理功能：支持用户自定义添加机床的刀库信息，系统内置常见的数控刀库的配置；  （4）加工过程数据：程序启动时间、程序停止时间、程序名称、当前刀具号、主轴转速等，全面记录加工过程。  7、虚拟仿真功能  （1）支持基于3D虚拟化工厂的智能控制、数据采集、数据管理再到MES系统应用的完整的仿真资源包，能够通过智能工厂MES系统进行虚拟工厂的订单管理、设备监控和设备自动化控制的综合仿真；  ▲（2）包含立体仓储、AGV机器人、数控机床加工、机器视觉检测的全自动化产线，提供从基础搭建、装配、调试、PLC编程、机器人控制、机器视觉编程、边缘计算数据采集再到MES系统集成的仿真资源包；**（提供软件界面功能证明文件）**  （3）提供该智能制造产线系统仿真与集成的完整的PPT、视频讲解、实训手册以及源代码工程；  8、二次开发及课程资源  （1）提供该智能制造MES系统的二次开发接口和案例，包含且不限于：智能工厂MES系统使用手册，智能工厂MES系统仿真手册，数据采集实验手册等；  ▲（2）提供该智能制造MES系统的数据采集软件的扩展应用案例，基于Python编程QT界面，具有丰富的工业总线通讯接口（包含modbus、TCP、S7总线等），能够连接至MES系统实现MQTT及数据库管理及通讯；**（提供二次开发数据采集软件的功能截图证明）**  9、本地化部署及软件升级：该智能制造MES系统的生产厂商能够提供软件系统的本地化部署及安装服务，并承诺永久免费升级与维护；  **五、数字移动看板交互（2套）**  基于数字化监控大屏，配套部署MES及工业互联网数字看板；  1、 尺寸：不小于86寸的液晶数字大屏；  2、 分辨率：优于或等于3840 X 2160；  3、 显示：优于或等于1900mm×1100mm；  4、 输入接口：包含HDMI，DVI，VGA接口；  5、 与MES系统、WMS仓储管理系统以及数字孪生3D仿真系统集成应用，配套对应的管理端软件；  6、支持壁挂、坐立式移动滑轮支架安装；  **六、智能工厂APP管理系统**  配套移动交互端，以及工业APP软件，能够通过移动端对车间监控及管理；  1.手持移动端  （1）采用安卓系统，内存≥8G，存储≥128G；  （2）液晶尺寸≥11寸；  （3）电量：≥800mAH；  （4）摄像：前后摄像头≥800万，后摄像头1200万摄像头；  2.APP管理软件  （1）软件功能：基于MES系统的手持移动端软件，具有设备监控、订单监控、设备点检、看板数据监控以及手机下单功能；  （2）订单监控：能够统计设备订单图表、具有订单历史数据监控、能够通过APP端进行下单生产；  （3）设备点检：基于手持移动端拍照和上传点检数据，能够将设备点检情况上传至MES服务器；  （4）设备监控：可打开看板监控信息，监控到实时的生产状态信息，设备信息；  3.APP端三维交互软件  （1）基于三维互动交互，可通过移动端实现对该数字工厂的3D仿真；  （2）支持AR互动交互，即通过摄像头实现虚拟图像与真实图像的3D叠加效果。  **七、智能工厂工业互联网云平台**  1．工程管理功能  1）具有前端看板图表数据编辑，后端数据流管理应用的平台，能够实现对于工业互联网低代码编辑与监控应用；  ▲2）软件集成了数据统计综合看板、看板工程管理、用户模板管理、设备管理、网关管理、数据接入管理（数据库、MQTT、摄像头）、账户管理、网盘管理以及操作日志等功能；**（提供软件功能截图证明）**  ▲3）数据统计看板自定义功能：具有≥2种数据统计模板，支持用户自定义logo、名称、外连接域名以及风格选择等功能，能够自动化统计云平台的使用情况、网关统计、设备统计、账户统计等信息；**（提供软件功能截图证明）**  2．数据看板设计功能  1）数据看板设计：具有饼形图、表格、滚动条、柱状图等功能模块，可通过拖拽式进行布局和页面设计，支持文件导入、导出、保存等，支持在线预览；  2）支持添加多个数据界面，支持用户自定义命名；  3）具有组件数功能，能够显示软件中所有的数据组件图标内容；  4）具有内嵌网页插件，可嵌入第三方软件，支持用户自定义网页地址；  5）支持内嵌视频/摄像头功能，支持用户自定义视频地址；  6）支持单页面设计、多页面（菜单式）数据看板的设计，提供≥10种数据看板案例模板；  7）支持自定义图片插入功能，可上传本地图片。  ▲8）数据管理：支持在线低代码配置图表的数据源，支持随机数、MySQL数据库、MQTT的数据源选择、配置及管理；**（提供软件功能截图证明）**  3．数据网关功能  1）可预览，统计显示所有工程的数据网关；  2）支持用户一键测试网关通讯状态；  3）支持在线编辑和删除网关。  4．数据库功能  1）可预览，统计显示所有工程的数据库；  2）支持用户在线修改数据库，包含数据库地址、端口、名称、账户密码等。  5. 摄像头管理  1）支持用户自定义添加网络摄像头，包含品牌、型号、播放地址、区域等；  2）支持用户在线修改、删除、预览摄像头的地址及数据；  3）支持用户自定义配置摄像头监控画面到数据看板，实现工业摄像头的WEB端数据监控；  6. 网盘管理功能  1）具有系统资源（支持管理员操作管理）、个人资源（个人/学生用户操作管理）的网盘分类；  ▲2）支持用户在线上传矢量图、2.5D、自定义图片、背景图、云盘附件等资源，同时支持在看板工程中进行拖拽式调用和设计；**（提供软件功能截图证明）**  7．虚拟仿真功能  1）提供一套边缘计算数据采集仿真软件，通过PC端虚拟的边缘计算网关进行工业总线的数据采集与监控设置；  2）软件具有RS485、RS232、IO、模拟量以及以太网的虚拟数据接口仿真功能；  3）软件具有modbus-tcp、modbus总线、西门子S7协议、TCP、MQTT、以及http等通讯协议的管理、添加、与仿真功能；  4）软件支持用户自定义设备、数据变量、数据监控的功能；  5）支持与3D虚拟工厂软件联调结合，实现虚拟工厂的数据采集、数据监控再到工业互联网云端的数据应用的功能；  8、本地化部署及软件升级：该工业互联网云平台的生产厂商能够提供软件系统的本地化部署及安装服务，并承诺永久免费升级与维护；  **八、数字孪生仿真功能**  1、提供该产线的数字孪生系统，具有机械搭建、电气配置、PLC编程功能，能够1:1连接虚拟PLC、实体PLC，实现对于该工作站的虚拟编程仿真控制；  2、提供该产线的核心零部件的3D拆装仿真，软件中具有对于该产线协作机器人、输送带、快换夹具、螺丝机等零部件的结构仿真，具有拆装步骤菜单、三维交互区、拆装工具栏，能够实现对于核心零件的选择、拆装工具选择、拆装工艺提示等过程，完成对工艺和结构认知的仿真，提供PC端、VR端以及在线WEB端应用，并具有练习模式、考核模式，具有自动评分功能。 | 1 |  | 套 | 1 |
| 5 | 工业互联网云平台及数据采集 | **一、平台集成功能**   1. 该平台提供统一的数据采集云平台及终端接口，能够将该实训室的所有机电设备、仿真软件进行联网，并做到在线图表可视化管理； 2. 提供设备集成联网服务，包含汽车锂电池生产线设备、半实物仿真以及实训室电脑及仿真软件等，提供现场施工及网络集成部署安装服务； 3. 该工业互联网云平台提供开放的数据接口，开发手册，以及虚拟仿真接口，能够连接至虚拟工厂仿真软件，实现对虚拟化工厂的数据采集以及工业互联数据看板开发及应用。   **二、工业互联数据采集云平台**（云平台授权合约要10年及以上）  1、平台应用：该平台基于设备的模块化数据采集，通过工业网关实现设备上云，以及数据可视化管理，能够实时记录和管理该工作站的统计数据、传感数据以及操作运维等应用功能。  2、平台功能：该平台具有数字化运维看板、实训仿真云平台、以及工业互联网数据采集云平台三部分功能；  3、数字化运维看板功能  （1）、采用WEB端可视化，数字化运维看板，具有图表可视化看板，能够自动统计设备连接、设备统计、用户登录图表以及数据看板工程案例展示等功能；  （2）、具有多种可视化看板模板，支持用户自定义选择模板、支持用户设置模板参数；  4、工业互联网数据采集云平台功能  （1）、低代码数据看板功能：采用低代码编程，具有丰富的图表、图形、折线图等功能模块，可通过拖拽式进行布局和页面设计，支持文件导入、导出、保存等，支持在线预览；  （2）、数据可视化模板功能：具有丰富的背景、可视化工程案例模板，支持用户自定义创建和分享可视化模板；  （3）、设备管理功能：支持用户自定义分区、分类进行设备添加和管理，支持用户自定义设备数据接口、自定义管理设备维护数据内容；  （4）、网关管理功能：支持用户按照分区、分类进行网关模块的添加和管理，支持自定义网关的标识、品牌、型号以及关联到设备数据的接口；  （5）、数据源管理功能：支持MQTT、数据库以及接入的监控摄像机数据源管理功能，支持用户自定义数据源和进行增删改查；  （6）、虚拟仿真功能  （a）配套Windows端的虚拟网关，能够基于虚拟网关、数据库测试和仿真工业互联网平台；  ▲（b）支持3D虚拟仿真，能够基于虚拟3D工厂链接至网关以及PLC系统，实现工业互联网的数据看板监控与管理仿真；（提供软件功能截屏证明）  5、实训仿真云平台功能  （1）、云平台功能：具有学生管理、实验管理、仿真管理、试卷管理、仿真门户管理、数据统计及日志、网盘管理以及学生监控等功能；  （2）、实验编辑功能：具有课程编辑功能，支持课程分类、搜索、可添加PDF课件、简介、视频、工程包、以及源代码附件功能，支持插入在线答题试卷；  （3）、试卷管理功能：具有试题库编辑以及书卷编辑功能，能够在线编辑试题及答案，提供案例试题库，支持试卷预览，试卷能够与仿真实验绑定，学生做完实验后可直接在线和在软件中答题，能够自动评分；  ▲（4）、虚拟仿真功能：支持用户自定义上传发布在线虚拟仿真工程，能够通过WEB端进行3D仿真应用，具有在线自动评分、自动记录考核过程功能；**（提供软件功能截图证明）**  （5）、实训展示门户功能：具有仿真门户平台，支持用户自定义编辑门户的banner图、logo、名称以及文字介绍等；  （6）、登录统计功能：能够图表统计学生对软件使用、网站使用的登录的统计，具有软件操作和登录日志；  6、平台部署及安装要求：软件支持本地服务器部署、公有云平台部署、私有化云平台部署。  7、工业服务器2套。  处理器参数：≥第14代英特尔i9-14900； 2.0 GHz 至 5.8 GHz 36MB缓存，24核处理器, 享受主机保修年限的原厂上门服务；  芯片组参数：≥W680 Intel芯片组；  内存参数：≥ 128GB DDR5 3600MHz ，≥ 4个DIMM内存插槽，支持双通道，最大支持扩容升级到128GB DDR5内存，支持ECC内存；  硬盘存储参数：≥1块512G PCIe NVMe M.2 SSD+2块4TB SATA 3.5英寸HDD；最大支持4个2.5 英寸或者3个3.5英寸；主板有3个M.2 PCIE NVME SSD插槽（不占用主板PCIe插槽）；  显卡：配置≥1块NVIDIA® RTX™ 4500 Ada Generation，24GB GDDR6，支持≥4 \*DP接口；支持扩展升级英伟达A6000或RTX4090D显卡。要求原厂预装非后期加装，享受不少于主机保修年限的原厂上门服务；  网络：≥ 1个英特尔千兆以太网RJ45连接，支持选配1个2.5Gb以太网RJ45连接，支持升级选配英特尔万兆双口网卡，支持英特尔远程唤醒、PXE和巨型帧；支持扩展无线网卡  音频：集成Realtek ALC3246高保真音频编解码器（四通道）；  前置端口：≥2个USB3.2端口，≥2个USB3.2 Type C端口，1 个 3.5 毫米通用耳机插孔（带麦克风），1个SD读卡器；  后置端口：≥2个USB2.0端口，≥2个USB3.2端口，≥2个USB3.2 Type C端口，2个 DP 1.4端口，1个 RJ45 网络端口，1个音频输出端口，1个可选端口（VGA、 HDMI 2.0、 DP++ 1.4a、 Type C，支持 DP 替代模式，1个2.5G RJ45网络端口）；  - 插槽：≥1 个全高第五代 PCIe x16 插槽，≥1个全高第四代 PCIe x4 插槽，≥1个全高第三代 PCIe x4 插槽；  电源：≥1000W 92%能效80PLUS白金认证电源，电源自带诊断灯，支持故障诊断功能（不启动检查电源工作状态）；  机箱大小：为了保证机箱散热及可扩展性，高效散热静音，机箱体积≥25升；  显示器：同品牌≥27寸高清显示器  安全性：防盗开关；设置/BIOS 密码；I/O 接口安全；锁插槽； | 1 |  | 套 | 1 |
| 6 | 嵌入式智慧交互黑板触摸大屏 | 教室前端做嵌入式处理把智慧交互黑板触摸大屏嵌入进去并同时做创意设计造型。  **一、整机设计**  1.整体采用包边设计，表面钢化玻璃在合金边框内，四角圆弧，双重保护，安全抗冲击。  2.产品具有两个笔槽设计，分别在底部两端，支持触控笔吸附；具有前置挡板设计,保护前置接口及接入的设备。  3.屏幕尺寸≥98英寸，分辨率≥3840×2160，表面采用耐磨、防眩光、防划伤、高安全系数钢化玻璃。  4.产品内置喇叭，采用防尘设计，功率不低于2x15W。  5.具有不少于8个前置物理按键，至少包含电源键、菜单、主页、信号源、音量、OPS，按键具备明显标识；支持电源按键三合一功能，可选择关闭产品、内置电脑、节能等，具有供电保护功能。  6.产品采用红外多点触控技术，需支持手指轻触式多点（不少于20点触控）互动体验，触摸免驱动，即插即用，需支持主流多种操作系统。  7.具有触摸防遮挡功能，触摸屏具有防遮挡功能，触摸接收器在单点或单边遮挡后仍能正常触控书写和操作；触控连续响应无间断，有效识别≤2毫米，触控精准度32768x32768。  8.内置无线网络模块，采用全向信号接发设计，支持无线网络连接。  9.具有五指熄屏功能，支持五指智能手势识别开关产品背光，操作者可在显示区域任意位置，任意信号下，通过五指按压屏幕实现对屏幕的开关，五指触控实现产品背光的关闭与开启。  10.智能电子产品一键式设计：同一物理按键完成Android、Windows系统的节能熄屏操作，通过按键实现节能熄屏/唤醒，并可与触摸菜单节能熄屏、遥控器熄屏、五指触控熄屏功能互通互用；产品在任意通道下，支持手势识别调出板擦工具擦除批注内容，支持调整板擦工具的大小。  11.产品处于关机通电状态，外接电脑显示信号通过传输线连接至产品时，产品可智能识别外接电脑设备信号输入并自动开机；产品外接信号源时，支持自动跳转到外接信号源通道。  12.需支持锁定屏幕触摸，可通过软件菜单（调试菜单）锁定屏幕触摸，锁定应用、锁定USB。  13.内置安卓系统，系统版本不低于11.0，内存不低于2G,存储不低于16G；需支持对内置电脑进行还原操作，可通过安卓系统对内置电脑系统进行还原。支持无PC状态下，内置互动白板支持书写及擦除，支持单点书写和多点书写切换。  14.整机内置非独立的高清摄像头，摄像头像素≥1300万，视角≥110°，需支持阵列数字音频MIC，支持调用，实现场景音视录制。  **二、白板软件**  备课  1.备课支持插入本地PPT，并保持原有格式无变化，动效动画无丢失，支持批注，批注可设置保存；支持显示保存在云端的课件信息，可接收或忽略其他用户分享的课件。  2.支持对课件进行分享、下载、重命名、移动、删除操作，分享可按照手机号码及链接的方式进行分享，链接分享形式支持设置文件有效期（支持不少于永久、30天、7天等）、私密和公开的设置。  3.课件支持自动同步至云端，支持设置课件自动保存时间，至少可设置为1分钟、3分钟、5分钟、10分钟、20分钟、30分钟等。  4.新建课件支持选择课件主题，提供预设课件主题，至少包含学科主题、创意主题，可在编辑课件的过程中更改。  5.支持同时打开多个课件窗口，支持新建课件页面，可拖动、移动、删除、复制页面；支持课件页面切换，提供淡入、推入、旋转、分割、交换、圆形、揭开等不少于7种形式的特效；支持顺序调整，支持应用到全部。  6.支持对对象进行复制、剪切、粘贴、删除、置于顶层、置于底层、锁定、设置蒙层等操作。  7.支持对对象设置元素动画和播放顺序，提供进入（无效果、百叶窗、擦入、浮入、放大、旋转、掉落）、动作（无效果、闪烁、抖动、心跳、旋转、翻转）、退出（无效果、淡出、百叶窗、擦出、浮出、缩小、旋转、飞出）等不少于20种元素动画形式。  8.支持插入和导出文件，可将制作的课件导出为课件、图片、pdf格式；支持插入文本，可对文本进行字体、字号、颜色、对齐、缩进等多种设置；支持插入本地素材，包括视频、音频、图片、文档等多种格式。  **三、OPS插拔式电脑**  1．采用OPS插拔式架构，针脚数80pin，屏体与插拔式电脑无单独接线；  2．处理器配置不低于Intel Core i5处理器；内存不低于8G；硬盘不低于256G-SSD 固态硬盘；  3．具有独立非外扩展接口：HDMI out≥1 、Mic in≥1、 LINE-out≥1个、USB口≥6个，Rj45≥1个；  4．内置有线网卡和无线网卡。 | 2 |  | 台 | 2 |
| 7 | VR交互系统 | 1、系统硬件技术参数  （1）CPU：高通骁龙XR2，配置主动散热；  （2）内存：不低于6GB，闪存：不低于128GB；  （3）电池容量：不低于5200mAh；  （4）单眼分辨率：不低于1832 X 1920，屏幕类型：RGB排列LCD；  （5）刷新率：72（串流）90Hz/（未来原件升级支持120Hz）；  （6）视场角（FOV）：98°；  （7）定位系统：图像识别 内置定位，无需基站；  （8）定位范围角度：238° X 195°；  （9）配件内容：VR一体机×1、VR手柄×2、电源适配器×1、用户指南×1、眼镜支架×1、手柄挂绳×2、USB-C 2.0数据线×1、1.5V2A电池×4；  2、交互仿真系统：支持接入虚拟3D工厂仿真软件：基于VR仿真，具有虚拟工厂漫游、交互，能够与PC端三维软件实时互动，实现虚拟工厂的认知和沉浸式仿真体验，支持多人VR同场景仿真互动。  3、VR虚拟仿真功能  基于VR虚拟仿真，能够对该新能源汽车创新工厂生产线进行沉浸式的互动仿真，以及对产线中核心零部件的拆装认知仿真，包含以下功能：  （1）虚拟工厂互动仿真，能够接入PC端虚拟工厂软件，结合PLC、工业机器人编程，实现对虚拟工厂的VR沉浸式交互、漫游仿真；  （2）核心零部件拆装仿真：基于虚拟车间，对产线中的机器人行走轴、机器人快换末端、新能源电池焊接单元、锁螺丝单元、气动定位单元等，能够基于VR眼镜进行一步步的拆装仿真体验；  （3）所提供的该产线的核心零部件拆装仿真软件，支持VR端、PC端以及在线WEB端仿真，并支持在线考核，能够自动评分并形成用户的拆装操作记录；4、AR虚拟仿真功能  AR工厂仿真：基于AR手机端仿真，能够与PC端实时联动仿真控制，实现对虚拟工厂的3D交互仿真；  （1）AR工业传感器仿真与认知资源包：  a)温湿度传感器仿真实验：包含CTR热敏电阻、NTC热敏电阻、PTC热敏电阻、湿敏电容传感器、湿敏电阻传感器以及热电偶的原理仿真；  b)光敏传感器仿真应用：包含光电效应、光导电效应、光生伏特效应、外光电效应、光敏电阻原理、放射式光电测速、投射式光电测速、光电池原理、光电检测原理、PM2.5传感器、红外测距原理、U型光电开关的原理仿真；（提供原厂盖章软件功能截屏证明）  c)超声传感器应用与原理：包含压电效应、超声料位检测、雷达倒车、以及超声波纵波探伤原理仿真；  d)磁敏传感器应用与原理：包含霍尔效应、霍尔测速、霍尔角度测量、霍尔开关、巨磁阻效应原理、永久磁铁干簧管原理仿真；  e)气敏传感器应用与原理：气敏传感器、酒精气体检测原理仿真；  5、机械拆装及认知仿真资源包  提供以下仿真资源包的WEB端、PC端以及VR端的应用；  （1）、3D打印机结构拆装及仿真：对FDM的3D打印机的结构认知和虚拟使用的仿真，包含3D打印原理介绍、3D打印机结构拆装；  （2）、四轴码垛机器人拆装：通过对典型的四轴码垛机器人进行拆装，完成机构认知和机器人原理考核；  （3）、六轴工业机器人拆装：通过对典型的六轴工业机器人进行拆装，完成机构认知和机器人原理考核；  （4）、工业输送带结构认知：基于小型输送机的结构拆装及认知，包含同步轮、输送机、光电开关等拆装及原理认知。  （5）、减速箱拆装仿真：经典一级减速箱、二级减速箱的拆装仿真及原理认知。  （6）、直线运动模组：基于伺服电机驱动的直线工业模组拆装，包含光电传感、减速箱、丝杆等部件的拆装及原理仿真。  （7）、直角坐标机器人拆装：基于XYZ直角坐标机械手的认知及拆装仿真，包含机械手金具吸盘、底座、模组拆装等。  （8）、并联delta机器人结构认知仿真：对三轴并联机器人的结构和基础拆装仿真案例应用；  （9）、SCARA机器人结构认知仿真：对SCARA类的机器人结构拆装仿真；  （10）、谐波减速箱拆装仿真：对工业机器人谐波模组的拆装，包含谐波减速箱认知、原理以及各个核心模块的拆装仿真；  （11）、步进电机拆装仿真：对常见的步进电机的结构认知拆装仿真；  （12）、航模舵机原理拆装仿真：对常见的工业舵机的结构认知拆装仿真； | 4 |  | 套 | 4 |
| 8 | 沉浸式3D显示与交互系统/MR | **平台功能说明**  该平台旨在提供一套完整的数字孪生3D仿真系统，基于新能源汽车创新工厂生产线形成以下功能：  1、 基于新能源汽车创新工厂生产线具有1:1的三维渲染模型，具有较好的渲染效果，能够实现2D、3D的显示和人机交互；  2、 能够实现与新能源汽车创新工厂生产线的1:1的虚实互动，并具有产线运行、知识、内容介绍相关的数据展示；  3、 具有模拟运行的功能，即通过虚拟交互实现对新能源汽车创新工厂生产线的模拟运行和虚拟教学展示的功能；  4、 具有新能源汽车创新工厂生产线相关知识认知功能，包含新能源汽车创新工厂生产线核心零件（例如机器人等）结构展示、产线架构展示、以及知识原理等；  **一、3D沉浸式互动教学驾驶舱**  （一）基础功能  （1）需采用3D显示技术，并支持至少100人以上同时体验立体3D出屏效果；  （2）需支持配备自主设计的智能3D图像处理功能，能够调整3D图像的显示效果，支持多视角观看；  （3）需提供3D效果转化播放器，支持超高清真4K解码；  （4）需支持先进的语音识别技术和动作捕捉技术，能够准确识别语音指令和动作指令；  （5）需制作实时全局动态光影模块，依据实时变化的光照系数并动态调整和优化场景光照效果。具备能精准模拟实训室等复杂环境效果的条件，具备对自然光源和室内照明等人工光源，均可实时响应环境变化的功能。  （6）需支持物理材质渲染，包括金属质感、粗糙质感、高光亮度等光照强度，以及法向、法线的调整，并实现对各类材质的真实渲染效果；  （7）需支持HTML5页面嵌入UE或UE嵌入HTML5页面；  （8）需支持标准化数据接口接入，确保支持以POST/GET方式实现的API接口功能，并能够灵活配置Token验证机制；  （9）需支持多种模型文件格式导入，涵盖fbx、obj；  （10）需支持GIS数据集成，支持加载倾斜模型，突破规模限制，可整合实训室信息数据，用于构建三维数字空间信息；  （11）需支持三维场景建设搭配统一的GIS坐标系标准，并具备坐标系转换功能；  （12）需支持强化三维模型与三维基础地理信息数据的融合处理能力；  （13）需支持构建三维模型资源动态弹性分配机制，保障高精度、批量场景的顺畅加载与运行；  （14）需支持对接门禁系统、可视系统实现反向控制，做到对实训室的便捷管控和可视化管理；  （15）需采用UnrealEngine5引擎作为技术栈；  （16）需支持工业MES系统数据接入，且根据MES相关数据与三维孪生场景相融合，做到物理设备数据与三维场景关联互动，真正让师生在沉浸式教学环境中得到实训体验和深入学习；  （17）需支持可视化数据与三维孪生场景融合，真正做到虚实互动融合；  （18）支持设备的实时数据介入，并做到在三维引擎中做到与数据看板的融合。  **（二）产线教学监测系统**  （1）实训室建筑场景搭建：  1）需构建实训室建筑外观和空间的大小，严格遵循实际物体比例、结构及外观特征，确保模型与真实物体的一致性；  2）构建教室区域内的课桌椅三维模型，可根据实训室师生需求而设计；  3）构建教学设备合理摆放位置空间，满足师生实训需求；  4）实训室走廊宽度设计，创建相应宽度的长方体作为走廊地面和顶面，符合实训室师生需求最大化而设计；  5）在实训楼周围创建地面模型，添加绿化元素，如树木、草坪。  （2）沉浸式场景搭建：  1）需将实训室内部结构进行精细化呈现，包括房间实训室布局、室内的桌椅板凳的布置；  2）针对实训室设备，做到三维可视化呈现。  （3）虚拟仿真产线：  1）需依据新能源汽车创新工厂生产线，搭建虚拟产线并实现相关工艺流程仿真（含电芯配容、电芯组装、机器人系统、外壳装配）；  2）需支持不少于5套设备拆解与爆炸视图；  3）需接入新能源汽车创新工厂生产线设备的实时运行数据；  4）需通过数据接口与实际设备进行通信，将设备的运行状态、生产参数信息实时反馈到虚拟产线中，以动画仿真形式动态展示各工序的运行状态，为师生提供直观、实时的生产监控体验，实现最优的体验效果。  （4）产线数据展板：  1）需构建新能源汽车创新工厂生产线数据展示系统，实现与工业机器人、输送带、超声波焊接机、激光标记设备运行数据的接入；  2）需对采集的数据进行整合，并以直观的方式进行展示，以便师生能够实时监控设备的运行状况及性能指标。  （5）远程控制：  1）需实现对指定设备的远程联动控制及指令下发功能；  2）需支持设备端通信接口的连接，实现在远程终端上实时查看设备运行状态；  3）需具备发送控制指令的能力，以便对设备执行启动或停止操作。  （三）3D交互设计  ▲**（1）语言指令控制：需实现语音交互和三维场景1:1联动；（提供视频演示）**  （2）需支持智能语音交互功能：  1）需要支持人机对话交互功能；  2）可实现通过语音功能实现对整个产线工艺流程的介绍；  3）需通过语音指令实现对工艺点位的精准定位。  ▲**（3）零部件拆解交互功能（≥5套）：需支持通过肢体动作实现对零部件的“放大/分解”功能，操作模型拆解，相关展示效果满足3D LED大屏的3D呈现需要；（提供视频演示，至少演示1套设备的拆解交互）**  （4）人机对话功能：  1）系统应具备主动提问与回答的功能，能够自动响应，并提供相应的场景和语音反馈；  2）系统需具备自动分析中文普通话对话的能力；  3）系统应能够通过音频反馈的方式，解答教师和学生提出的问题。  （四）3D教学资产库  （1）模型资产存储：需建立全面的3D模型分类体系，将不同类型的设备模型进行分类存储，确保教学模型资产的3D效果，同时保障模型的加载速度和渲染性能；  （2）设备资产切换：需支持在三维场景中替换固定设备，用于教学提供资产更换功能，师生可以根据不同的教学需求选择合适的场景，进行零部件核心设备教学展示的切换，可通过手势或按钮进行替换。  （五）可视化监测管控  （1）三维实时监测：  1）需具备与可视化平台对接能力，实时获取可视化流数据，并在三维化场景中呈现；  2）需要具备场景中的展示实时画面的能力，可以对应模型中的具体场景的位置；  3）需要支持全屏展示和缩略功能。  （2）实时数据看板：需对接相关系统的数据，直观展示可视化系统的运行状态和关键指标，为师生提供教学支持；  （3）实时告警联动：需建立三维实时告警联动。  **二、元宇宙虚拟展示**  （一）元宇宙虚拟实训室  （1）元宇宙实训室：需将实训室构建成虚拟线上展示，支持自由探索元宇宙空间，师生可进行视角移动；  （2）学习互动空间：需支持与实训室虚拟展厅场景交互，通过图文、视频内容可以包含工艺动画，设备拆解；  （3）跨平台兼容：需支持PC、移动端、平板无缝访问；  （4）数字角色：需支持在元宇宙中漫游，实训室中有数字角色可针对实训室进行讲解。  （5）支持交互类型  1）交互-音图文  需支持即点击交互，展示后台配置的音频、图片、文字详细信息，允许设置通过小窗口或铺满全屏展示；  2）交互-视频  需支持即点击交互后，弹出一个后台配置的平面视频进行播放，允许设置通过新窗口、本窗口、弹出层进行访问；  3）交互-单音频  需支持即点击交互后，会直接播放后台配置的音频文件；  4）交互-文本  需支持即点击交互后，会弹出后台配置的一段纯文字内容；  5）需支持自动漫游展厅；  6）需支持一键切换自动漫游/自由漫游；  7）需支持进入场景之前展示图片功能；  8）需支持进入场景之前播放视频功能。  （6）富媒体接入  1）音图文接入：需支持音图文内容，师生触发功能项，可展示对应的音频、图片、文字详细信息，可支持通过小窗口或铺满全屏展示；  2）视频接入：需支持展示的视频内容，师生触发功能项，弹出一个对应的平面视频进行播放，可支持通过新窗口、本窗口、弹出层进行访问；  3）电话接入：师生支持电话联系，师生触发功能项，访问者手机端浏览可直接呼叫，师生在电脑端浏览，将提示拨号信息；  4）导航接入：需支持导航信息，师生触发功能项，帮助师生浏览、定位或跳转至特定导航页面功能；  4）超链接接入：师生支持超链接内容，师生触发功能项，弹出网页信息。  （7）美术效果  1）环境光设置：支持设定实训室空间的整体光照和氛围，支持不同的氛围和观感体验；  2）模型材质：支持调整三维模型表面的材质、纹理或外观，满足改变模型的外观、质感和视觉效果，包括漫反射、自发光、金属度、透明度。  **三、人机互动教学问答库**  （一）知识库  （1）知识库管理：需支持创建多个知识库，以区分不同的使用场景，支持通用型知识库，支持上传本地文件或手动录入，支持 Web 站点知识库；  （2）文档管理：需支持上传文本文件文档，包括 Markdown、TXT、DOCX、PDF、HTML、XLSX、XLS、CSV 格式，支持文本文件和离线图片 ZIP 格式的上传和导出；  ▲**（3）问题管理：需支持自定义创建问题，支持问题和文档分段关联，支持知识库文档自动生成关联问题。（提供截图证明）**  **四、3D沉浸式互动教学配套硬件**  （一）3D智能交互硬件  （1）深度相机（1套）  1）设备需具备深度技术，保障3D程序正常交互；  2）需提供相应的SDK，可进行系统对接；  3）支持动作捕捉交互  4）识别距离≥2米  （2）视频会议全向麦克风（1台）  1）需支持拾音功能；  2）需采用8向麦克风阵列，波束成形技术精准定位声源方向；  3）接口需支持usb和蓝牙。  4）拾音范围≥5米  （3）无线麦克风（1套）  1）响应范围:50Hz~18kHz；  2）调制方式:FM。  3）无线传输半径≥40米  （4）触控一体机（1台）  1）触控查询机需集成触控技术和多触点手势交互、多媒体内容展示与编辑、信息查询与数据可视化功能。  2）高清显示：采用IPS商用屏，1080P高清分辨率，色彩丰富鲜明  3）双系统可选：Android/Windows两种系统可根据不同场景按需选择，只选其一  4）无线WIFI：配置WIFI模块，自由联网，享受上网急速体验  5）电视功能：带HDMI VGA输入功能，能外接电脑，当触摸电视使用  6）安全防护：屏幕采用全钢化玻璃设计，防滑防撞  （5）体感控制器（1台）  1）需采用光学手部跟踪模块，识别手势动作；  2）需保障手势识别准确度，确保实时交互无卡顿；  （二）人机工作参数（智能问答）（1台）  （1）CPU: i9-14900k  （2）内存：64G ddr5  （3）硬盘：500GB固态硬盘  （4）显卡：RTX 4090 D  （三）显示工作参数（监管监控）（1台）  （1）CPU: i9-14900k  （2）内存：128G ddr5  （3）硬盘：1TB固态硬盘  （4）显卡：RTX 4090 D  （四）3DLED大屏硬件  （1）3DLED显示系统（1套）  1）显示主屏需满足宽度≥4.8米，高度≥2.08米，显示分辨率不低于3120×1352点，显示屏点间距≤1.53；  2）3D显示方式：需满足3D显示阵列式圆偏振、被动式、不闪式，支持行交错、列交错、棋盘格；  3）3D技术：需满足3D显示屏无需额外增加接收卡，无需120Hz及更高刷新率，普通60Hz即可，画面稳定，无频闪问题；  4）显示功能：需支持2D、3D兼容，显示模式随意切换；  5）3D内容播放格式：需支持左右格式(SBS)/上下格式(TAB)/帧封装格式（Frame Packing）；  6）需满足3D串扰度：≤1.5%；  7）左右眼串扰度比值需满足：1±0.05；  8）3D亮度：≥400nits，需支持通过配套软件0-100%无级调节；  9）表面雾度需满足：60%±2%；  10）表面外观：表面光滑：无凹凸、划伤、裂缝；表面涂覆层均匀、不起泡、无龟裂、无脱落磨损和其他机械损伤，可正面水洗；  11）蓝光隔离措施：蓝光波长460-485nm，无＜460nm短波蓝光，辐射亮度值＜0.0135W/㎡·sr·nm；  12）光生物安全：产品依据标准进行光生物安全及蓝光危害评估检测属无危害类；  13）3D视角：水平≥160°，垂直≥160°；  14）3D显示支持：支持非常规、自定义、超4K以上分辨率非点对点3D功能实现；支持开窗3D显示；支持局部3D显示；  15）3D调节：支持 3D左、右眼反向调节；  16）需支持双目3D采集终端：支持增加双目3D采集终端，双目距离≥60mm，图像Y轴误差为0，任何条件下无需校准即可拍摄/直播；  17）模组耐水可靠性测试：LED模组水中72小时浸泡后无脱胶、无翘边，粘接强度≥95%；  18）视频拼控器：需支持3120×1352点对点还原；  19）支持接入手势交互功能：基础操控手势-滑动（平移 3D 模型）、捏合（缩放）、拖拽（调整工艺参数）  20）支持综合应用场景接入：在大屏上展示虚拟电池产线，学生通过手势交互完成 “电芯装配→BMS 焊接” 全流程操作，大屏实时反馈操作精度。  21）互动演示：访客通过手势在大屏上拆解虚拟工业机器人，查看传动原理，配合大屏 3D 效果（需搭配偏振镜片），提升科技展示体验感。  （五）偏光3D眼镜  （1）需采用偏光3D显示技术；  （2）需支持无环境光影响；  （3）需不闪烁；  （4）无需充电；  （5）需提供≥100套。 | 1 |  | 套 | 1 |
| 9 | 综合布线及文化装修 | 1、网络综合电气布线：（需提供效果图并确认，整体要美观，按照效果图施工）  强电布线、弱电布线和接地布线：其中强电布线和弱电布线均放在金属布线槽内，具体的金属布线槽尺寸可根据线量的多少并考虑留有一定的余量（一般为100\*50或50\*50）。强电线槽和弱电线槽之间的距离保持5cm以上，互相之间不能穿越，以防止相互之间的电磁干扰。所有电线、开关、插座均采用国标材料，电源开关及电线、电缆满足用电负荷要求；有接地及漏电保护。  根据实验室配备终端需要2台48口网络交换机。  48口网络交换机  （1）固定端口:48个千兆网口；（2）电口属性:支持半双工、全双工、自动协商等模式；（3）设备功耗:32w；（4）输入电压:100-240v（5）交换机带有网络克隆功能。  2、墙体阴角包围装饰，瑕疵处理：  墙体外观瑕疵进行隔板包围装饰处理，与集成吊顶进行融合，墙面突出部分做嵌入平面效果达到整体水平效果。  3、集成化吊顶设计：  根据教室墙顶实际面积做铝方通创意吊顶及配备灯具。定制铝方通吊顶固定方式：顶面吊丝固定连接、单个方通规格：500mm\*700mm、网架材质;铝制烤漆、要求：完成面平整，在同一水平面上，牢固。（需提供效果图并确认，整体要美观）  4、空调：（美的/格力/海尔等同档次品牌）  空调匹数：3P；适用面积：32-50㎡；能效比：3.6；空调个数以实际面积为标准计算；能效等级二级能效以上；技术参数：制冷量≥7200W，制冷功率≥2500W，制热量≥8800W，制热功率≥2980W，电辅加热功率≥2500W，除湿量≥3×10-3m3/h，循环风量≥1100m3/h；室内机噪音≤38-43dB，室外机噪音≤56dB；电辅加热；电源性能：220V/50Hz；机身颜色：白色；室内机尺寸≤3500×1721×296mm 室外机尺寸≤3955×700×396mm；全国联保，享受三包服务,整机及主要零部件均保修6年。  5、智能安防监控系统（≥4套，套数以实际面积为标准计算）：  内存≥128G；像素≥8000万；监控距离6-15米；内置高灵敏防水麦克风，可实现音视频同步录制；支持无线WIFI接入；支持人脸识别自动抓拍；支持黑白名单自动检测；支持客流统计；支持手机/电脑端查看，可同频预览、一键喊话、目标检索、告警管理、数据统计；支持二次开发。  6、文化墙设计：  文化墙根据现有空白墙设计符合实训室以及学校特色的创意展示提升采用高质量PCV水晶板设计，内容设计VR前沿技术，机器人智能制造技术，机械设计，机器视觉、数字孪生等内容，根据教室中间墙柱定制面的包围设计、制作、人工安装。包实验室标牌、安全提示警示牌、规章制度牌、实验室简介、特色文化氛围展板突出实训室主题内容，采用环保材料，美观大方，贴合实训室主题。实验室标牌、安全提示警示牌、规章制度牌、实验室简介全部采用PVC材质宣传板。 | 1 |  | 套 | 1 |