合同编号：豫财磋商采购-2026-268

货物（设备）采购合同

项目名称：河南工业和信息化职业学院双高机电一体化技术专业虚拟仿真实训室建设项目

需方（甲方）：河南工业和信息化职业学院

供方（乙方）：郑州晓捷智能科技有限公司

签订时间：6 月 9 日

签订地点：河南工业和信息化职业学院

河南工业和信息化职业学院招标采购中心制

由需方和供方按下述条款签署。

在需方为获得（河南工业和信息化职业学院双高机电一体化技术专业虚拟仿真实训室建设项目），供方参加了该项目竞争性磋商采购活动，并接受了供方以总金额（人民币，壹佰伍拾贰万伍仟元整（¥：1525000.00））（以下简称“合同价”）的报价。双方以上述事实为基础，签订本合同。

本合同在此声明如下：

1. 本合同中的词语和术语的含义与合同条款中定义的相同。

2. 下述文件作为合同签订的基础，是构成本合同的主要组成部分，并与本合同一起阅读和解释：

1) 合同条款

2) 合同条款附件

3) 成交通知书

3. 供方在此保证全部按照合同规定向需方提供服务。

4. 需方在此保证全部按照合同规定的时间和方式向供方支付合同价或其他按合同规定应支付的金额。

双方在上述日期签署本协议。

合同条款

第一条 采购设备、数量、单价及金额　　金额单位：元

序号	名称	品牌、规格型号	单位	数量	单价	合价	备注
1	虚拟仿真一体化平台	亚龙 YL-36 型	台	24	38600	926400	技术参数详见附件
2	仿真平台主机	华硕 D700TER	台	48	12000	576000	
3	工具柜	晓捷定制	个	4	1775	7100	
4	实训室改造	晓捷定制	项	1	15500	15500	
5	总价：大写：壹佰伍拾贰万伍仟元整　小写：1525000.00 元						

第二条 质保期：在两年内免费维修，凡因甲方使用不当造成损坏或质量保证期外乙方合理收取成本费。

第三条 运输方式及到达地和费用负担：合同生效后汽运直达学校指定地点，运费由乙方负责。

第四条 设备供货安装期：合同签订后 45 日历天内。

第五条 收货及产品的安装验收及培训：

1. 甲方接货后，核对件数，检查包装，并开具完整的收货单，如有损坏，应立即通知乙方。

2. 需要安装的产品由乙方负责安装调试，甲方应协助配合。

3. 乙方安装调试完毕后，经甲方验收合格后，甲方应在 15 个工作日内验收并出具验收单。甲方逾期不验收的，从乙方安装调试完毕之日起视为验收合格。

4. 免费在校内的教师培训，培训教师 2 人以上。

第六条 付款结算方式、时间，付款方式：

付款方式：成交供应商提供全部货物安装、施工完毕，经采购人验收合格后应在 30 个工作日内支付全部货款。

付款条件：申请付款时必须提交以下文件和资料：1、合同；2、合规发票。

本项目验收环节采用第三方验收模式，验收工作由第三方专业验收机构组织实施，成交供应商在项目验收完成后支付给第三方验收公司，验收费用为中标金额的 0.65%。

第七条 违约责任：

1. 甲方如逾期付款，每延迟一日，甲方应当按本合同总金额的 0.5%向乙方支付违约金。

2. 乙方如遇不可抗力等特殊情况，无法按期交货，甲方应给予谅解，不能视为逾期交货。

3. 甲方违反合同规定拒绝接货的，应赔偿乙方由此造成的全部损失。

4. 乙方未按期限、地点履行卖方义务，每延迟一日，乙方应当按本合同总金额的 0.5%向甲方支付违约金；乙方逾期交货时间超过 7 日的或违约金累积达到合同总金额的 10%时，甲方有权不经通知解除与乙方的合同。同时，乙方应赔偿由于逾期供货给甲方造成的全部损失。

5. 甲方如遇不可抗力等特殊情况，无法按期付款，乙方应给予谅解，不能视为逾期付款。

第八条 合同争议的解决方式：本合同在履行过程中发生的争议，双方当事人协商解决；也可由有关部门调解；协商或调解不成的，依法向甲方人民法院起诉解决。

第九条 本合同共伍份，甲方叁份，乙方贰份，自 签订日 起生效。

第十条 其他约定事项：无。

甲方（章）： 河南工业和信息化职业学院

住所： 河南省焦作市山阳区碧莲路 801 号

法定代表人：

委托代理人：

户名：

开户银行：

账号：

乙方（章）： 郑州晓捷智能科技有限公司

住所： 河南省郑州市金水区丰产路 55 号 C 座 7 层 J 区 077

法定代表人：

委托代理人：

电话： 15890563029

开户银行： 郑州银行股份有限公司金融智谷支行

账号： 998156009903968161000002

附件：

序号	名称	技术参数
1	亚龙YL-36型虚拟仿真一体化平台	**一、整体介绍：** 虚拟仿真一体化平台由数据采集处理单元，可编程控制器以及虚拟仿真软件平台组成，设备通过仿真软件完全模拟仿真学校现有的硬件设备可编程控制器系统应用实训考核装置的硬件配置，可通过此设备学习可编程控制器与视觉软件的编程调试。 **二、技术参数** 输入电源：单相 AC 220V±10% 50HZ 输出功率：50W±10% 工作环境：温度： -20℃～+60℃ 相对湿度：90%（+20℃） 海拔高度：4000m 设备尺寸：长宽高：420*250*220mm（±5%） **三、功能特点** （1）数字孪生功能 利用传感器和网络技术，实现对硬件设备数据的实时采集，不断更新数字模型的状态，确保数字模型结构、性能、状态、行为与真实设备一致，实现 1:1 场景还原。系统可通过图形化界面展现，模拟真实设备的各种情况，帮助用户更好地理解和预测。同时该系统可以对硬件设备进行全面的监测和诊断，及时发现故障和问题。 （2）半实物仿真 该设备采用数字化的实训考核装置工作站模型，保留真实的可编程控制器，实现半实物仿真功能。设备可切换不同的数字模型来满足学校现有的 36A 可编程控制器系统应用实训考核装置不同的实训项目需求，大大降低了硬件使用环境下更换模块的难度，避免更换模块时可能出现的硬件问题。 （3）真实物理引擎 采用真实的物理引擎，百分百还原真实硬件设备中的传送带移动、夹爪抓取、气缸推料、物料装配等动作。（4）真实视觉仿真 软件中对视觉相机进行真实仿真，可通过虚拟相机拍摄仿真模型的图片，传输至视觉处理软件中。视觉软件对虚拟物料的颜色、形状、大小等信息进行处理后，再由 PLC 控制进行对应的处理程序。 （5）自由 IO 匹配 支持拖拽式的 IO 匹配功能，可实现将设备信号自由匹配到 PLC 任意端口， 模拟电气接线，PLC 编程不受限制。 （6）具有完善的考核课程体系+实训指导 软件包含从模块调试到整机编程的完整考核课程体系，每个独立项目集成了对应的实训指导内容，学生可实现边理论学习边实践操作。 **结合学校现有的硬件 YL-36A 设备优势** 亚龙 YL-36A 型可编程控制器系统应用实训考核装置由安装在铝合金导轨式实训台上的立体仓库模块、分拣模块、输送模块、仓储模块、温度控制模块、皮带传送模块和龙门搬运模块等组成。 在 YL-36A 设备上应用了多种类型的传感器，分别用于判断物体的运动位置、物体通过的状态、物体的颜色及材质等。传感器技术是机电一体化技术中的关键技术之一，是现代工业实现高度自动化的前提之一。 在控制方面，YL-36A 的标准配置采用了基于 TCP 通信的 PLC 网络控制方案，两台 PLC 之间通过 ModbusTCP 通讯实现互连的分布式控制方式。用户可根据需要选择不同厂家的 PLC 及其所支持的总线通信模式，组建成一个小型的 PLC 网络。 **设备体积小 实训室布置及安装简易** 实训平台体积小，占用空间小，可与 YL-36A 硬件设备搭配建设实训室，也可脱离 YL-36A 硬件搭建存虚拟仿真实训室。 **四、仿真软件功能** 虚拟仿真一体化平台是基于实体实训考核设备与三维仿真软件研发的可编程控制器学习软件。软件包含

有针对于可编程控制器系统应用实训考核装置两种品牌的可编程控制器编程教学课程，每个可编程控制器系统应用实训考核装置的实训项目都有对应的模块本体模型以及仿真实训工作站课程与其配套。课程中需涵盖两种品牌可编程控制器基本逻辑、兼容视觉，支持 Modbus-RTU、Modbus-TCP 标准工业通讯协议等学习内容。

软件每个工作站都提供课程目标&帮助文档以及课程引导动图，使得更轻松的学习该门工作站实训课程的理论及实操知识。此外，软件还具备工作站还原，位置数据显示、IO 配置等功能，使得 PLC 仿真操作实训更为简单，更易于上手操作。

主界面由工作站数字模型、工作站功能菜单、IO 配置菜单、教程窗口、系统控制菜单、自定义按钮菜单组成，主要功能：启动/停止仿真功能、控制 PLC 程序启动/停止运行、显示程序运行状态、自定义功能按钮、配置 IO 信号功能、快速切换窗口显示视角等。

1）根据本学校现有的 36A 型可编程控制器系统应用实训考核装置硬件的实际接线图纸，通过使用该软件支持对设备进行虚拟的接线教学、接线练习和自我考核，在实际进行接线操作之前，学习设备接线方法及知识点并自我考核。

2）教学模式：在教学模式下，用户选择需要连线的电路，在电路中每个连线操作都有操作提示，用户可以根据操作提示进行连线。

3）练习模式：在练习模式下，用户选择需要连线的电路，在电路中连线操作没有操作提示，用户可以根据图纸要求进行连线，同时可查看所有要接的线。

4）考核模式：在考核模式下，用户选择需要连线的电路，在电路中连线操作没有操作提示，用户可以根据图纸要求进行连线，接线完成后，根据接线的情况自动进行评分，给出接线成绩。

5）可编程控制器接线考核软件包含如下电路：电机正反转控制连接、PLC 主电源及 IO 公共端连接、HMI 传感器按钮指示灯连接、步进驱动系统连接、伺服驱动系统连接、变频器数字量控制连接、变频器模拟量控制连接、变频器的通信控制接口。

五、实训项目

项目一：了解可编程控制器系统应用实训考核装置

项目二：桁架搬运模块系统实训

项目三：旋转供料模块控制系统实训

项目四：立体仓库模块控制系统实训

项目五：分拣模块控制实训

项目六：输送模块控制系统实训

项目七：温度控制模块控制实训系统

项目八：皮带输送模块系统实训

项目九：龙门架模块系统实训

项目十：可编程控制器系统应用实训考核装置整体设备实训

六、配置：

可编程控制器 1：

CPU 特性包含：用户存储器 125K/4MB；板载数字 I/O：14 点输入/10 点输出；板载模拟 I/O：2 点输入 2 点输出；位存储器：8192 个字节；布尔运算执行速度：0.08us/指令；移动字执行速度：1.7us/指令；实数数学运算执行速度：2.3us/指令；端口数：2；通讯类型：以太网；数据传输率：10/100Mb/s；

RS485 信号板通讯模块*1

可编程控制器 2：

总点数：60 点；输入点数：36 点；输出点数：24 点；支持 4 路脉冲输出及 4 路 AB 相高速计数（高达 100KHz）；支持 EtherCAT 运动总线控制；支持 SD 卡存储数据；本体自带 PID 运算；支持 I/O 点内部切换；支持坐标变换、直线插补、圆弧插补、随动功能；支持 RS232、RS485、运动控制总线，X-NET 现场总线、以太网等通讯方式，可以连接变频器、仪表等外设，自由组建通讯网络。

实训台长宽高：1800*750*750mm（±10%）；能放置主机和数字孪生硬件设备及相关实训所需电源；含凳子。

七、教师端资源平台（实训室共一套）

（一）电机虚拟仿真

电机虚拟仿真平台基于主流通用三维可视化开发架构研发（包含如：Unity 引擎与 Windows 操作系统开

		发）。平台依托三维虚拟仿真技术与工程级计算逻辑，以 1:1 比例复刻工业实际电机的结构细节、材料属性与运行特性，应支持三相异步电机（鼠笼式 / 绕组式）、单相异步电机、永磁同步电机、直流有刷 / 无刷电机等 6 类主流电机的全场景仿真。通过磁路法与参数化数学模型的复现电机电磁耦合、机械运动及能量转换的内在机理与核心过程。平台所有电机部件、实训工具均基于真实工业图纸建模，搭配高保真材质渲染与动态仿真效果，确保实训过程与工业实际场景高度一致。 1、软件功能 完美支持中英双语一键切换，包含开始实验与退出实验核心操作按钮。 2、二级界面设置电机认知、电机拆装、电机仿真与分析三大功能入口 1）电机数字化认知系统 内容涵盖电机定义、核心结构、工作原理、关键性能参数及典型应用场景。 通过动态可视化视频形式，将抽象的电磁感应、旋转磁场生成、能量转换等原理转化为直观的动态画面。例如，实时展示三相异步电机定子绕组通电后旋转磁场的形成过程、永磁同步电机转子磁场与定子磁场的同步运行机制，帮助学生深入理解电机核心工作原理。 2）电机虚拟拆装实训系统 电机拆装模块包含直流无刷电机、单相异步电机、三相异步绕组式电机、三相异步鼠笼式电机、直流有刷电机、直流无刷电机 6 类电机的拆分与组装，遵循工业装配工艺标准。 （1）全流程拆装仿真 提供一键式整机虚拟拆解/组装功能，拆装流程严格遵循工业标准装配规范。可直观呈现电机完整组成结构及各部件装配关系。 （2）部件精细化认知 所有电机部件均按工业标准 1:1 建模，同时，当鼠标悬停至任意电机部件时，系统将实时显示该部件的名称及定义说明。 3）电机专业仿真分析系统 软件支持构建模块化、工程化的仿真分析环境，可实现从参数设置、仿真求解到结果分析的全流程操作。整体架构清晰包含以下功能：①四大基本功能（新建、快照、仿真、3D 视角）；②三大功能板块（仿真工具：含仿真参数面板、仿真设置、仿真图像；电机材质库；电机零件库）；③信息提示栏 ④ 3D 视图区。各区域分工明确、协同联动，能提供系统化的仿真分析操作体验。 整体架构清晰划分为四大核心区域：顶部功能栏、左侧仿真栏、左下方信息提示栏及 3D 视图区，各区域分工明确、协同联动，为用户提供系统化的仿真分析操作体验。 （1）顶部功能栏：包含新建、帮助、快照、仿真、3D 视角 5 大基本功能。 新建：支持用户自主创建仿真项目，可按需选择直流有刷电机、直流无刷电机、永磁同步电机、单相异步电机、三相异步绕组式电机、三相异步鼠笼式电机等 6 类常用电机类型。 快照：支持用户一键保存当前软件界面的完整截图，可便捷留存电机仿真参数配置、运行工况模拟等关键实训画面，便于后续复盘分析、成果分享与教学研讨。 仿真：支持全流程电机性能分析操作，该功能集成了“查看仿真参数设置”“开始仿真”“处理仿真数据”“查看仿真结果”等核心环节，依托可视化数据分析与动态仿真模拟，助力用户深度掌握电机运行特性及电磁变化规律。 3D 视角：支持视角自由缩放、任意旋转调节，可全方位沉浸式审视电机整体结构，精准把控结构细节与空间布局。 （2）左侧仿真栏：包含仿真工具、电机材质库、电机零件库三大功能板块 仿真工具至少包含仿真参数面板、仿真设置、仿真图像 ①仿真参数面板：支持用户查看电机配置的仿真参数信息，核心涵盖两类关键参数信息：一是电机核心属性参数，包括电机电压、转子槽数、绕组匝数等硬件相关参数，直观呈现电机基础配置；二是仿真实验参数，涵盖转速范围、数据步长、X 轴自变量、Y 轴自变量等实验设计参数，支持按需调整以匹配不同仿真场景需求。 ②仿真设置：支持用户拖动仿真设置按钮到视图区，为用户提供电机仿真的核心参数查看与个性化配置能力：一方面，可直观展示当前电机的关键固有参数，包括磁芯材质、绕组对数、磁极对数等，帮助用户精准掌握电机基础属性；另一方面，支持自定义调节仿真实验参数，涵盖仿真转速初始值、仿真转速结束值、转速数

		据步长间隔等核心项，适配不同工况下的仿真需求。参数设置完成后，用户可直接选择“应用当前参数”启动仿真，或通过“取消当前参数”放弃配置，操作灵活便捷。 ③仿真图像：支持将仿真图像控件拖拽至视图区完成自由布局，适配个性化操作与分析需求；可一键生成当前电机仿真场景下的可视化曲线图表，直观呈现转速、电流等核心参数的动态变化趋势及参数间的内在关联规律。 电机材质库：支持拖拽式材质替换操作，用户可直接将库内材质球拖拽至电机对应部件，快速修改电机部件的物理材质属性，模拟不同材质对电机外观、性能的影响，满足个性化仿真实验与结构设计的多样化需求，操作直观便捷，贴合实训教学的交互习惯。 电机零件库：支持电机零部件属性的查看与核心参数的自定义修改：可直观查看各电机部件的名称、功能描述等基础属性信息，同时支持对转子槽数、绕组匝数、磁极对数等关键结构参数进行按需调整，参数修改后，用户可选择应用当前参数完成配置生效，或选择取消参数修改恢复初始设置，操作灵活，可满足不同实验场景下电机结构参数的定制化需求。 （3）信息提示栏 可实时显示并全程记录软件的操作进程，涵盖已完成操作与当前正在执行的操作，清晰反馈软件实时运行状态，同时精准提示仿真实验的执行结果，帮助用户随时掌握操作流程与实验进度，及时排查操作问题，保障实训与仿真分析的顺畅推进。 （4）3D 视图区 3D 视图区作为核心可视化显示窗口，可用于放置仿真设置和仿真图像，同时呈现电机的外观与内部结构，实时展示电机材质修改后的视觉效果，以及电机仿真运行的动态过程。 3、平台 （1）工业级仿真算法内核 核心算法采用磁路法 + 定制化参数化数学模型的双轨架构。针对三相异步电机（鼠笼式 / 绕组式）、永磁同步电机、直流有刷 / 无刷电机等 6 类主流电机的独特电磁特性、机械运动规律及能量转换机理，定制开发专属核心函数模型，精准耦合转子槽数、绕组匝数、材质属性等关键参数与电机运行性能的关联逻辑。 （2）专业化仿真求解 内置专用电磁求解器，深度适配各类电机核心参数的求解逻辑与计算需求，依托工业级仿真算法内核的精准数学模型与物理规律，可对电机全运行工况下的关键技术参数进行高精度、实时化求解计算，求解范围包括但不限于电流、转矩、转速、功率、效率等核心指标。 （3）高保真三维仿真环境 实现电机结构、材质、运行状态的高度仿真。从转子槽型、绕组绕向、磁极排布到壳体纹理、轴承细节，复刻工业实际电机。 （4）电机材质高精度配置与迭代功能 内置电机核心部件全谱系材质：涵盖铜、铝、铁等基础绕组及结构主材，还预置硅钢定子铁芯、铸铁定子铁芯等工业级电机核心部件专用材质。采用拖拽式可视化操作逻辑，可将目标材质直接映射至定子、转子等对应部件，一键完成材质替换，无需格式转换适配。材质变更后即时同步更新模型视觉呈现与仿真核心参数，无需重新配置求解器即可启动性能迭代计算。 （5）多维度参数配置 本软件支持电机硬件参数 + 仿真实验参数双层精细化自定义配置，实现全维度参数灵活调控：可针对不同电机对其零件参数进行自定义设置，如转子槽数、绕组匝数、磁极对数等，以适配不同电机结构的仿真需求。同时支持仿真转速初始值、转速结束值、转速数据步长间隔等仿真实验参数的自主设置。 （6）自定义工程绘图功能 可从电流、转矩、输入功率、输出功率、效率这 5 项核心运行参数中，自主选择参数作为 Y 轴数据维度，展示参数随速度的变化趋势。 （7）多维度仿真结果可视化 系统能自动生成转速－电流、转速－转矩、转速－效率、转速－功率等核心性能曲线，同时支持曲线关键点数据精准溯源，用户将鼠标悬停至曲线任意关键点，即可实时显示该节点的精准数值。 （8）AI 智能语言切换 配备 AI 语言一键切换系统。软件支持中英双语一键切换，覆盖界面元素、内置文本、音频字幕等全场

		景，术语翻译严格遵循电机工程领域标准，适配国际化教学需求。 （9）丰富的教学资源包 覆盖三相异步鼠笼式 / 绕组式电机、单相异步电机、永磁同步电机、直流有刷 / 无刷电机，资源形式包含 PPT 图文简介与视频动态讲解，内容体系化覆盖电机定义、核心结构、工作原理、关键特性及典型应用，满足多维度教学认知需求；资源分设中英双语版本，其中中文版内置 PPT 共计 100 页、视频讲解总时长 30 分钟，英文版内置 PPT 共计 100 页、视频讲解总时长 40 分钟。 **（二）电工 PLC 仿真** 集成器件认知、实验指导、梯形图编程、虚拟接线、考核评估五大模块，构建 “认知 — 实操 — 评估” 完整学习闭环。软件严格还原真实工业场景，保证虚拟实训与实际操作高度贴合，集理论学习、编程、3D 仿真、考核于一体。 **1、**电工 PLC 仿真软件主界面包含 “开始实验”“设置”“退出” 三大功能入口，功能布局清晰。 （1）开始实验：一键进入实训核心区，直接跳转至认知模块或实训模块，快速开展 PLC 编程、虚拟接线等核心操作。 （2）设置：支持用户根据自身使用偏好进行个性化配置，如语言选择（中文 / 英文）等，充分满足多样化教学与学习需求。 （3）退出：便捷退出软件，保障教学与实训流程的流畅收尾。 2、电工 PLC 仿真软件的二级界面 包含认知模块（器件、简介等两大内容）与实训模块（实训要求、实训器件、实训编程：包含 I/O 分配、梯形图、PLC 选择等三大类功能；电路连接：包含工具栏、实操、考试）两大功能入口。 （1）认知模块 进入认知模块，提供器件、简介等两大内容，帮助学生建立 PLC 及相关电气元件的系统认知，为后续实操打下基础。 （1.1）器件 其中器件仪器包括运料小车、热继电器、RT28N_32 熔断器、滑动电阻、交流接触器、（紫色，红色，绿色，黄色）交通灯、开关电源、空气开关、三相断路器、三相异步电动机、色环电阻、数码管、速度继电器、PLC_S7_200 CPU221、PLC_S7_200 CPU222、PLC_S7_200 CPU224、LX19-001 行程开关、LX511H 行程开关等 21 个可 360° 旋转的 3D 模型外观展示。 （1.2）内容 包含 PLC 供电实验、PLC 输入输出实验、电动机点动控制、电动机启停控制、电动机正反转控制、电动机循环正反转、可逆运行反接制动、交通灯控制实验、循环彩灯控制、运料小车控制等 10 个实验 PPT 简介。 系统采用静态图片拼接呈现技术，以 PPT 的演示形式，围绕实验核心目的、实验核心元器件、实验核心原理、实验步骤、实验注意事项、实验拓展方向六大维度，构建系统化、结构化、阶梯式的实验认知学习体系。 （2）实训模块 点击后进入实训模块，界面左侧为实验项目列表，包含“PLC 供电实验”“PLC 输入输出实验”“电动机点动控制”“电动机启停控制”“电动机正反转控制”“电动机循环正反转”“可逆运行反接制动”“交通灯控制”“循环彩灯控制”“运料小车控制”等 10 个典型工业控制实验。点击对应项目名称进行选择，选中项会以高亮状态突出显示，便于快速定位。 界面右侧为实验预览窗口，当学生选中某一实验项目（如 “电机启停控制”）时，窗口会同步展示该实验的 3D 仿真场景示意图，清晰呈现 PLC 、接触器、电机等核心元器件的布局与连接关系。 （2.1）实训 实训中设有 “目的” 和 “控制要求” 两个按钮，学生可通过点击按钮快速切换查看不同维度的实训要求，单击按钮是文字逐个出现，双击按钮是文字全部显示。 （2.2）实训器件 实训器件是通过 3D 仿真模型渲染图将 “实验核心元器件” 直观呈现，展示实验所需全部器件清单。 （2.3）实训编程 实训编程是 PLC 实训的核心环节，分为 I/O 分配、梯形图、PLC 选择等三大类功能。 ①IO 分配 I/O 分配模块支持用户根据具体实训需求，自由分配与定义输入输出端口地址，灵活适配不同实验场景。

		②梯形图 编程环境与工业级博途（TIA Portal）PLC 编程软件高度相似，操作流程、指令库、功能布局上保持一致，它承接了 I/O 分配的结果，让学生可以将理论上的控制逻辑，转化为可执行的 PLC 程序。 ③PLC 选择 界面左侧以列表形式清晰展示了 S7-200、S7-200 SMART、S7-1200 三种主流 PLC 型号，用户可根据实训需求自由选择与切换。界面顶部会实时显示当前使用的 PLC 型号。 左下方的操作日志，实时记录编程过程中的关键操作和系统反馈，方便用户追溯和管理实训项目。 （2.4）电路连接 ①工具栏 电路连接为实训模块实操界面，左侧设置按钮内置连线模式、底板、文本功能、警告闪烁、器件标签、属性界面等六大功能。右下角设有“视图”和“原理图”按钮，可切换视角或查看电气原理图，右侧的步骤按钮，可查看实验具体接线，辅助用户理解接线逻辑。 ②实操 中央是 3D 仿真的实训台，点击连线模式，学生可通过鼠标点击元件端口进行连线操作。可以开始实训接线，左下方的操作日志会实时更新操作状态。 ③考试 完成所有接线以后，点击提交按钮即可进行系统的校验，系统自动生成评分报告，内含：接线评分、错误连线内容等关键信息，从而来指导辅助用户学习。 3、器件标签及属性界面 点击器件标签按钮后，器件名称将以标签形式精准映射在对应 3D 模型位置。 点击属性界面按钮后，可通过点击器件模型弹出专业属性面板。面板左侧包含高清缩略图，鼠标悬停即可放大查看细节；右侧则展示器件名称、电气参数等详细技术信息。 4、警告闪烁功能 在实训实操过程中开启该功能后，当完成接线并提交校验时，系统将自动检测漏接、误接等接线异常问题。系统将通过对应端口指示灯高亮闪烁的方式，直观、精准定位并标记错误位置。 5、多维度视角切换 平台配备 2D 视图、正视图、左视图、右视图、俯视图、自由视角等多视图模式，支持相机视角自由切换，既能全局俯瞰电路布局，也能聚焦接线端子、按钮等细节，界面按钮可快速操作，兼顾电路理解与微观接线排查。 6、3D 接线 有 3D 接线功能，支持用户在 3D 虚拟场景开展沉浸式接线操作，学生可通过鼠标点击元件端口进行连线操作。同时，平台搭载实时渲染引擎，用户在操作时能直观看到导线的自然弯曲角度、接线点的连接状态，以及光线变化下的设备光影效果。 7、线颜色、线规格、号码管设置 系统支持导线属性自定义配置功能，用户可通过双击接线进入导线属性设置界面，对线颜色、线规格、号码管进行可视化编辑。系统提供黄、绿、红、蓝、黑、白、灰等多种工业标准导线颜色供用户选择；线规格支持 0.5、0.75、1、2、3、4 平方线等多种常用线径设置。实训过程中可对 3D 虚拟导线配置号码管，支持中文、数字、字母及符号等多种形式的编号编辑，设置完成后接线两端自动显示对应号码管标识。 8、文本功能 平台配备可编辑式铭牌底板文本编辑模块，支持学生在线填写或修改姓名、学号、班级等个人身份信息，文本内容可实时同步至对应铭牌展示区域，满足教学场景下身份标识快速定制与信息规范化展示需求。 9、操作日志 系统应内置分级操作日志记录与管理功能，支持用户按日志类型自主筛选、查询、追溯操作过程信息，实现对实训过程的全程监控与问题定位。日志至少按普通、警告、错误三个等级进行分类展示，并分别以不同颜色进行可视化标识，便于快速识别风险等级、预警不规范操作、精准定位故障问题。系统配套日志清理工具，支持一键清空全部日志内容，方便平台维护与重复实训。 10、PLC 切换功能 系统应内置 S7- 200、S7- 200 SMART、S7- 1200 三种工业主流 PLC 型号，支持在同一实训平台内自

		由切换、无缝适配。 11、I/O 分配自由定制 系统应支持 I/O 端口地址自由定制功能，用户可根据项目实际控制需求，自主定义、灵活分配 I/O 端口地址，支持端口名称、数据类型、电气端口分布的可视化配置与修改。 12、工业标准化编程 软件提供工业标准化梯形图编程环境，界面布局、操作逻辑、指令体系与工业主流的博途（TIA Portal）PLC 编程软件高度相似。系统可直接承接并调用 I/O 分配结果，支持学生通过拖拽指令库，手动输入 I/O 端口地址完成梯形图开发。 13、智能考核 自动评分：实操环节均内置自动评分系统，提交接线任务后，系统自动生成评分报告，包含梯形图得分、连线得分、总得分、错误详情等详细信息。 调试：采用 “成绩达标自动解锁” 机制，引导学生稳步进阶至实操调试环节。支持 PLC 程序驱动的全流程仿真，调试时 PLC 指示灯随程序运行状态实时反馈(如输出信号触发时对应指示灯点亮)、精准亮灭。 **（三）传感器虚拟仿真** 软件通过三维虚拟仿真技术，1:1 还原各类传感器实物结构与实验场景，模拟真实环境下的传感器工作过程。涵盖传感器认知与传感器实训两大核心功能，覆盖温度、光照、压力等多类常见传感器，所有实训项目中的传感器、实验仪器均依据真实型号建模，搭配符合物理规律的场景光源与高逼真度表面材质。软件集成理论学习、虚拟操作、数据采集分析于一体。 1、界面 软件主界面采用简洁清晰的模块化布局，集成 “认知”“实训” 两大核心功能模块，并配备语言设置、退出软件两大辅助功能。其中语言设置支持中文、英文一键切换。 （1）认知部分 涵盖 8 类常用传感器的全方位学习内容，包括接近传感器、温度传感器、压力传感器、光纤传感器、位移/距离传感器、光传感器、力传感器、液位传感器。每个传感器的认知内容均包含功能简介（传感器的基本概念、工作原理、技术参数、应用场景）、理论讲解（基于传感器实际尺寸 1:1 建模，360 度可旋转 3D 模型，全方位交互浏览，清晰呈现传感器的外观结构与细节特征）、视频功能通（动态视频展示传感器的基本概念、工作原理）。 （2）实训部分 实训模块包含 PT100 温度传感器实验、发光二极管的照度标定实验、电阻应变片传感器灵敏度特性实验、PN 结温度传感器特性实验、光纤位移传感器静态实验、电涡流传感器位移特性实验、电容式传感器位移特性研究实验、开关式霍尔传感器测转速实验、K 型热电偶特性实验 9 个实验。 有器件库（涵盖电压源、电流源、电压表、电流表等基础电学器件）、连线库（包括退出连线、连线管理、重置连线）、参数配置（自定义修改设备参数）、数据整理：实验步骤、原理图查看；视角切换功能等。 2、功能 包含：内置实验电路拟合函数；AI 智能语言切换；三维场景高度仿真；真实物理结构；3D 接线；线颜色设置；线宽、线高设置；器件参数配置；参数扫描；数据管理；操作日志、教学资源等。部分功能详情如下： （1）内置实验电路拟合函数 每个实验均将仿真电路转化为动态数学函数模型，能够根据不同实验输入实时仿真、精准计算，输出的仿真结果更贴合实际电路的工作特性与变化规律。可以根据自己的实验需求，设置不同的实验输入参数（如实验中电阻值、电源电压值等），仿真电路会输出不同的、贴近真实电路的仿真结果。 （2）AI 智能语言切换 配备先进的 AI 语言一键切换系统，用户只需点击语言设置功能按钮，即可完成软件界面、软件内置文本、音频字幕等软件元素的中英文切换，无需重启软件。 （3）三维场景高度仿真，采用真实物理结构 精准还原传感器的外部结构形态、尺寸比例，对实验面板上的每一枚旋钮的刻度、每一个按键的布局、每一组接口的位置与形状进行逐一匹配，从硬件外观到结构特征均严格参照实物完成 1:1 等比例复刻，实验连线完成后场景可全方向自由旋转。

（4）3D 接线

通过拖拽导线即可完成线路连接，导线连接后将遵循物理规律呈现自然弯曲形态。3D 导线搭载实时光影交互技术，视角移动变化时，导线表面会同步呈现明暗过渡的光影效果。

（5）线宽、线高设置

自主进入连线管理状态，对 3D 导线的线宽、线高参数进行个性化配置。其中线宽支持 0.25mm²、0.5mm²、0.75mm² 三种规格的精准选型；支持对任意导线的线高参数从 0.1 到 1 进行灵活调整，可根据实验面板的器材布局、走线规划需求改变导线线高。

（6）参数扫描功能

根据实验需求，灵活配置参数扫描范围，同时按需设置仿真采样点数以控制数据密度，完成参数设置后启动仿真流程，系统将按照预设的扫描规则执行仿真运算，输出不同参数扫描范围以及仿真采样点数下对应的电路仿真结果。

（7）操作日志功能

能自主筛选查看普通、警告、错误三类分级日志

3 类操作日志提示

① 白色普通提示：作为操作日志的基础信息展示类别，该提示可实时、精准地呈现软件核心运行状态信息，具体涵盖当前软件的运行状态、所处工作模式、已开放的可执行操作权限，以及用户正在执行的操作指令详情。通过这类提示，用户能够全面掌握软件的实时运行态势与操作边界，保障实验操作的连贯性与规范性。

② 黄色警告提示:作为操作日志的警告信息展示类别，该提示可实时捕捉并显示实验操作过程中的各类非致命性异常问题，具体涵盖接线端口连接错误、电压设置错误等操作偏差。系统在推送警告提示的同时，会同步标注异常发生的具体问题，帮助用户及时发现操作疏漏、规避潜在风险，保障实验流程的安全推进与规范执行。

③ 红色错误提示：作为操作日志的错误信息展示类别，该提示可实时捕捉并告警实验操作过程中的各类致命性错误，具体涵盖实验电源未激活、量程选择与实验需求严重不符、仿真运算失败等直接导致实验中断的操作问题。系统在输出错误提示时，会同步标注错误发生的触发原因，助力用户快速定位故障根源，精准排查问题并完成修正，保障实验流程的高效恢复与顺利推进。

（8）丰富的教学资源

提供 8 类常用传感器的全方位学习内容，具体涵盖接近传感器、温度传感器、压力传感器、光纤传感器、位移 / 距离传感器、光传感器、力传感器及液位传感器八大品类。模块内置 PPT 理论课件与视频教学资源，内容覆盖各类传感器的基本概念、工作原理、技术参数及典型应用场景等核心知识要点，中文版内置 PPT=170 页，视频时长总计 22 分钟；英文版内置 PPT=200 页，视频时长总计 33 分钟。

（四）电子三维仿真

（1）软件界面：

软件应由菜单栏、快捷键栏、系统工具栏、元件工具栏、原理图电路窗口、信息提示框和状态栏 7 个部分构成。菜单栏包含文件菜单、编辑菜单、仿真菜单、帮助菜单等。

快捷键栏包含:视角、连线、网络标签、GND、文本、仿真、全视角、自适应、3D 视图、放大、缩小、快照功能。

元件工具栏包含仿真、通用元器件、元器件库。

仿真栏放置包含：瞬态仿真、DC 仿真、AC 仿真、参数扫描。

通用元器件栏放置的三维模块包含但不限于：电阻、电容、电感、二极管、运算放大器、N 型 Mos、NPN 三极管、电压表、电流表、直流电压源、交流电压源、直流电流源和交流电流源、电压方波源、电流方波源、变压器、开关。

元器件库栏放置的三维模块包含但不限于：mosP 型管、三极管 PNP、二极管、运算放大器共计应包含 70 多个元器件芯片。

（2）功能特点：

用户可以根据自己的设计需求和目标，自由选择器件、源并连线，自定义器件的参数，最后选择仿真工具（瞬态仿真、直流仿真、交流仿真、参数扫描）进行仿真并查看仿真结果。同时可以对已完成的电路任意放大缩放，提供多视角的观看（自适应、全视角、三维视图、3D 视角）

		器件模型采用兼容通用行业标准电路仿真模型体系：器件名称可用户自定义，模型里面所包含的各类型参数，可供用户自由选择并修改值。 Label 标签功能：首先修改标注名称，可以使标注更具有说明意义，如表示该端口的功能或在电路中的作用。其次当电路规模较大、布局复杂时，为增强电路图的美观性和可读性，网络标签可以作为连接点存在。 两种连线模式：布局完成后一共有两种划线模式进行操作划线，第一种是专业模式。专业模式下只能通过鼠标进行元器件拖动。当需要划线的时候，应点击”连线”功能后，才可进行划线操作。在自由模式下，软件内置了接近算法来判断用户的操作意图，用户只需要移动鼠标至连线端附近，软件自动进入连线状态；移动鼠标至模型本体，软件进入选中状态。 强大灵活的仿真工具：同时支持 AC DC TR 三种仿真类型和 SWEEP 参数扫描工具。用户可以根据自己的仿真任务需求，对仿真类型和 SWEEP 工具进行任意组合搭配，软件最大支持双重扫参（添加两个 SWEEP 控件）。 数据快速绘图功能+自定义绘图功能：快速查看数据绘图模式可以快捷查看各个网表端口的参数（电压电流）。 仿真错误智能提示功能：对于不正确、不合理的电路图在仿真的期间，软件会提示相应的报错提示，以供使用者进行修改。 （3）教学资源： 可以提供 19 个丰富的课程 ppt+教学视频（长达约 440 分钟的教学视频），在“帮助”选项里面内置了项目的设计文件供用户调用学习，如下：二极管伏安特性曲线实验、晶体管输入输出特性曲线实验、三极管开关电路实验、共射放大两种电路实验、共集电极放大电路实验、共基放大电路实验、三极管差分放大电路实验、三极管负反馈电路实验、运放负反馈电路实验、MOS 管特性曲线实验、同相和反相比例放大电路实验、电压比较器实验、同相比例放大器电路下的加减法运算实验、运放的运用 积、微分电路实验、OTL 功率放大器实验、运放振荡电路实验、有源低通滤波器实验、RC 文氏乔氏正弦波振荡器实验、桥式整流电路合集实验。 **（五）智能制造数字孪生** 1．软件包含由多品牌工业机器人选择界面、智能产线选择界面、具身智能机器人选择界面、工作站数字模型、工作站功能菜单、IO 配置菜单、教程窗口、自定义按钮菜单组成，主要功能如下：包含启动/停止仿真功能、控制 PLC 程序启动/停止运行、显示程序运行状态、自定义功能按钮、配置 IO 信号功能、快速切换窗口显示视角等组成。 2．软件虚实融合功能：该软件支持通过多品牌虚拟示教器或 ABB 版、FANUC 版实体示教器对仿真环境中的机器人进行编程控制，同时支持与实体智能制造产线通讯，进行虚实融合的任务训练。 3．示教器包含：ABB、FANUC、YASKAWA、KUKA 等品牌虚拟示教器，以及 ABB 型、FANUC 型实体示教器的示教编程，基于上述四款虚拟示教器和两款实体示教器均可实现对真实六轴协作机器人和仿真六轴机器人的实时同步控制；机器人仿真提供应用案例，每个型号机器人分别设置有 20 个独立的训练任务。 4．智能制造板块包含：集成多款完整的智能制造生产线及实训台，有一条产线同时包含四轴工业机器人、六轴工业机器人、三轴锁螺丝机器人、机床加工、立体库、输送模块、工业相机、双向伸缩货叉、激光打标、变位机模块、打包单元、出入库单元等设备的仿真，并且按照工艺流程将产线参分为多个独立站点进行针对性的训练。 5．机器视觉与可编程控制器仿真：融合海康、信捷的视觉算法平台，对虚拟场景中的图形进行处理，实现识别、定位等功能，支持多品牌 PLC 的信号接入，包含西门子、三菱、信捷等，基于现场总线技术、实现虚拟仿真与虚拟/真实 PLC 的数据传输，在虚拟环境中驱动孪生体完成任务作业，支持针对同一设备两种品牌的 PLC 程序同步混合仿真，支持虚拟设备传感器、运行机构与 PLC 输入输出，脉冲，模拟等信号自定义拖动设置。 6．多模态智能机器人运动控制及应用仿真：包含工业机器人、四轴协作机器人、六轴协作机器人、七轴协作机器人、全向移动机器人、轮式单臂人形机器人、轮式双臂人形机器人等，并集成虚拟相机，虚拟机器人控制器，可以提供二次开发接口，系统运行底层兼容 Linux 开源操作系统，兼容或适配 ROS、OpenCV，YOLO 等框架进行人形机器人智能场景应用的相关练习。 7．具身智能机器人的仿真与数字孪生：通过网络实现软件与实体机器人的数据交互和虚实联动，可以提供轮式双臂人形机器人的应用开发场景，基于实训台可以对机器人进行编程控制，实现实体机器人和仿真场景中机器人的实时同步联动。 8．多品牌示教软件：针对不同构型的机器人（如：四轴机器人、六轴机器人、七轴机器人、双臂七轴

		机器人、移动机器人、轮式单臂人形机器人、轮式双臂人形机器人等），完成对虚拟环境中的机器人实现示教控制、程序编辑、参数修改（包含基础参数、关节参数、运动参数、DH 模型参数、设备参数、高级参数等）、IO 控制、机器人实时状态三维仿真视图等功能。 **（六）教室终端** 1. CPU 性能 Intel　I5 第 12 代性能配置，内存 8GB。硬盘 256GB SSD 固态硬盘，整机的连接采用万兆级接口，传输速率 10Gbps。采用按压式卡扣，无需工具就可快速拆卸电脑模块。 2. 整机采用红外触控技术，Windows 系统和 Android 系统均支持 50 点触控及书写划线。 3. 采用超高清 LED 液晶屏，显示分辨率 3840*2160，可视角度为 178°；屏幕采用 3mm 钢化玻璃保护，表面硬度为 9H。 4. 整机采用 12 核国产化嵌入式芯片，CPU　8 核，整机嵌入式系统版本为 Android 15，主频 1.6GHz。 5. 整机设备内置 2.2 声道扬声器，前朝向发声，12W 高音扬声器 2 个，上朝向 30W 中低音扬声器 2 个，最大功率 84W。 6. 整机听力模式下具备 AI 人声语言增强功能，支持三挡强弱调节，通过 AI 算法提取视频/音频中的语言进行效果增强，在不增加音量的情况下提升语言清晰度，扩声系统语言传输指数（STIPA）为 0.75。 7. 整机支持发出频率为 18kHz-22kHz 超声波信号，智能手机和笔记本电脑接收超声波信号后可以自动识别附近投屏设备，点击对应设备即可完成投屏操作。 8. 整机配套教学应用 APP 可通过 wifi 直连技术，近场发现附近教学大屏设备，无需扫码、账号密码输入步骤，即可直接连接并登录教学大屏设备，基于统一身份认证机制可实现其他教学软件免登录操作。 9. 整机侧边栏内置自习工具，通过整机麦克风监测教室中学生音量大小，当学生音量大于阈值时，屏幕自动弹窗提醒。 10. 整机设备支持多种身份识别方式，支持通过账号登录、手机扫码登录、人脸识别登录、声纹识别登录、近场发现登录，并支持账号安全登录检测。 11. 整机 Windows 通道支持文件传输应用，支持通过扫码、超声、wifi 直连三种方式与手机进行握手连接，实现文件传输功能。
2	仿真平台主机	华硕 D700TER ： 处理器：Intel 酷睿 i7-12 代；内存：DDR5 为 16G；硬盘：512G 固态+1T 机械；独立显卡：RTX5050，显存容量 8G，显存类型为 GDDR6； 海信 34G6K：34 寸曲屏 2K 等。
3	工具柜	放置配套工具 外形尺寸：1000*500*1800mm ±10%，四层，承重 200Kg。
4	实训室改造	根据虚拟仿真实训室工作需求，进行室内用电布置、网络布置及该实训室简介、标识建设。