JWC-HW-20605

河南医药健康技师学院2026年中职双优工程项目合同

合同编号：

甲方（需方）：河南医药健康技师学院

乙方（供方）：拓是教育科技（上海）有限公司

依据中华人民共和国相关的法律、法规，甲方针对河南医药健康技师学院2026年中职双优工程项目（A包）医疗器械制造与维修专业群口腔修复工艺技术实训基地设备完善项目招标文件的要求进行采购，乙方在公平竞争的条件下中标，为明确双方的权利和义务，经甲乙双方友好协商，签订合同如下：

一、甲方向乙方采购设备一览表

序号	货物品牌及型号	技术参数	数量	单位	单 价（元）	总 计（元）
1	MRI设备结构原理与维修仿真实践平台（拓是教育/定制）	见附件	1	套	719,441.00	719,441.00
2	医电产品全自动检查成套设备（拓是教育/定制）	见附件	1	套	479,678.00	479,678.00
合 计	1,199,119.00	（人民币大写）壹佰壹拾玖万玖仟壹佰壹拾玖圆整				
备 注	无					

二、合同签订、交货时间、地点及方式

1．甲乙双方签订合同后，乙方负责在合同签订后60日历天内完成供货、安装、调试、运行、验收。

2．乙方在发货前应通知甲方，甲方在收到乙方通知的当日，向乙方提供收货联系人及详细收货地址。

3．交货安装地点：采购人指定地点。

4．交货方式：免费送货、免费安装、免费调试。

三、验收标准及方法

1．在乙方安装调试和培训完毕后，由甲乙双方共同完成验收工作；验收时，由甲方组

织专家及相关管理部门参加验收，乙方派项目负责人与技术人员参加验收。

2. 所有设备的验收，严格按照招标文件、投标文件和合同中所列的技术参数比照进行。

3. 乙方要协助使用单位完成校级验收所需的各种资料。

四、售后服务及承诺

1. 乙方应按本合同附表中规定的设备技术参数要求向甲方提供全新合格产品，并有详细的中文或英文操作规程说明书等资料。产品性能严格符合该产品出厂的参数标准，且完全提供该产品出厂时所配备的附件，并保证产品质量标准。否则，甲方有权要求乙方更换，其间所发生一切费用由乙方负担。

2. 质保期：自验收合格之日起 3 年，质保期内所有服务、维修、培训、技术支持、系统优化、故障处置均免费提供，不收取任何额外费用，质保期过后终身上门免费维修，维修只收取材料费，不收取维修费，软件免费升级。（具体售后服务及承诺按招投标文件执行）

3. 售后服务响应时间：

一级故障（重大紧急故障）：设备停机、系统瘫痪、影响甲方正常生产/办公、存在安全隐患；30 分钟内电话响应，2 个工作日内到达甲方现场，48 小时内完成应急处置、恢复设备基本运行。

二级故障（一般功能故障）：设备可运行、部分功能失效，不影响核心业务；24 小时内响应，48 小时内远程排查解决，远程无法修复的 2 个工作日内上门处置。

三级故障（轻微瑕疵、调试问题）：外观瑕疵、参数微调、操作咨询；即时线上响应，远程指导闭环解决。

4. 其他售后服务要求，均按照厂商标准售后服务执行。

五、付款方式

付款方式：合同签订后，设备到场安装调试完毕并经验收合格后，甲方收到乙方开具的相应金额的合规发票后支付至合同总额的 100%。

单位名称：拓是教育科技（上海）有限公司

开 户 行：上海农商银行杨浦支行

账　　号：50131000438875100

账号名称：拓是教育科技（上海）有限公司

统一社会信用代码：91310110332587864J

企业规模：微型企业

六、保证、索赔、违约金

1．乙方提供所有货物，必须为合同附件中标明的原厂全新正品，乙方不能交付设备，乙方向甲方支付未交付设备款总额10%的违约金；乙方逾期交付设备，甲方有权拒收设备；乙方所交的设备品牌、型号、规格、质量不符合招投标文件及合同规定，甲方有权拒收设备，乙方应负责更换并承担因更换而支付的实际费用；因更换而造成逾期交货，按逾期交货处理。

2．若甲方无正当理由而拒收设备的，向乙方偿付拒收部分设备款总额10％的违约金。若甲方逾期付款的，按银行同期贷款利率标准向乙方支付违约金。

3．本合同所有设备在甲方未付款前，所有权归乙方，乙方有权收回。

七、争议的解决

甲乙双方应友好协商解决与合同或合同执行有关所产生的任何争议。如未能友好解决，，可向甲方所在地人民法院起诉，诉讼期间，双方均应继续执行合同中除有争议的部分以外的其它部分。

八、不可抗力

由于台风、地震、水灾、战争、火灾以及其他非甲、乙方责任造成的，不能预见的、不能避免的、不能克服的客观情况为不可抗力。遇有不可抗力而造成甲方延期/无法付款或乙方延期/无法交货，甲方或乙方不承担责任，并应在以上所提及的不可抗力发生后立刻通知对方，并在随后的14个工作日内将事件的详情以及合同不能履行、或部分不能履行、或需要延期履行的理由的有效证明文件以特快专递的方式邮寄给对方。按照事件对履行合同的影响程度，由甲乙双方协商决定是否解除合同、部分免除履行合同的责任或延期履行。

九、未尽事宜

本合同的未尽事宜，甲乙双方可以协商解决或另行签定补充协议，补充协议与本合同为不可分割的组成部分。甲方在合同执行中如有其他额外的要求，乙方将提供有偿服务。

十、其他

本合同采购文件及其修改、响应文件及其修改、澄清、合同附件均为本合同的组成部分，与本合同具有同等的法律约束力，与本合同约定不一致之处，以本合同为准。本合同一式八份，甲方四份，乙方两份，招标公司两份，经双方代表签字盖章后生效。

（内容完）

甲方：河南医药健康技师学院

地址：开封市开封新区第六大街北段

代　表：

联系电话：0371-22217116

日期：2026.10.29

乙方：拓是教育科技（上海）有限公司

地址：上海市杨浦区军工路334号

代表：薛天尊

联系电话：13816747418

日期：2026.10.29

附件：

MRI 设备结构原理与维修仿真实践平台

一、功能

1. 产品基于 B/S 结构，可满足线上规模化使用需求。

2. 软件基于 Unity3D 进行开发，采用 Blender、3DMAX 等进行 3D 设备和场景建模。

3. 依据 MRI 设备结构和临床 MRI 检查场景，构建 3D MRI 设备仿真模型和 MRI 操作室、扫描室和设备间虚拟场景。

4. 仿真 MRI 设备结构和 MRI 检查场景与临床 MRI 系统和场景 1:1 仿真再现，符合工程学标准。可实现对设备布局、结构、细节和参数的深度认知和学习。

5. 具备引导式学习 MRI 设备主磁体、梯度系统、射频系统、主控计算机和配套保障系统的结构与功能，能够实现对 MRI 设备主要元件的细节认知和模拟拆装。

6. 具备对 MRI 系统部件的数值模拟仿真，可开展部件工作原理的互动操作仿真实验，满足深入理解 MRI 部件工作机理。

7. 对临床中常见的故障进行案例设计，可实现从故障现象、故障分析和故障维修的仿真训练，并通过故障树巩固排故逻辑。

8. 具备互动操作学习和随堂测评功能，实验课程可实现实验报告生成与导出。具有最终得自动组卷理论考核和随机维修案例实践考核功能。

二、技术指标

1. MRI 设备结构与工作原理仿真认知模块

1.1. MRI 设备虚拟场景认知部分

1.1.1 能以第一人称视角进入 MRI 虚拟场景，可在操作室、扫描室、设备间漫游，了解房间布局与设备分布。

1.1.2 认知 MRI 安装与调试相关知识，MRI 机房设计时的注意事项及原因和 MRI 设备房间布局、射频屏蔽、磁屏蔽等。

1.1.3 点击各房间中的设备、部件和设施，会高亮显示并出现浮标，标有名称、作用。

1.1.4 操作室须包含如下：主控计算机、医学图像显示器、图像处理工作站、扫描监视器、控制面板、观察窗等；

1.1.5 磁体间需包含如下：磁体、梯度线圈、射频发射线圈、扫描床、线圈柜、射频接收线圈、滤波器传导柜、紧急失超管、紧急失超开关、5Gs 线、屏蔽体、直流灯泡、防护门

等；

1.1.6 设备间须包含如下：滤波器传导柜、不间断电源、氦压缩机、水冷机、梯度电源柜、数据处理控制柜（电源柜、射频功放、数据采集系统等）、湿度温度检测仪等。

1.1.7 安全和监测系统须包含：警示标识、紧急失超开关、温度湿度监测、监控系统等，并进行相关部件介绍和展示。

1.1.8 空调单元须包含：通过空气制冷和循环，保障磁体间和设备间温度和湿度处于合理范围内。通过互动操作，将温度湿度调整到标准要求：磁体间（室温 18～20℃、相对湿度 30%～60%）；设备间（室温 18～22℃、相对湿度 30%～60%）。

1.2. 磁体子系统结构 3D 仿真部分

1.2.1 在虚拟仿真系统中呈现 MRI 设备的磁体的结构，能够进行 MRI 主磁体的设计及工作原理认知，以及通过虚拟仿真实验学习 MRI 主磁体维护的注意事项。

1.2.2 在超导线圈的结构学习中，须包含超导线圈（铌钛合金线、铜基）、线圈骨架等。能通过交互操作进行磁体内部结构的拆解和认知学习，以及超导线圈、铌钛合金超导线的认知。

1.2.3 超导磁体腔的认知：磁体外壳、真空腔、80k 冷屏、20k 冷屏、液氦腔等。能通过拆解认知超导磁体腔的位置、结构、作用及特点。

1.2.4 磁体冷却系统的结构学习中须包含：冷头、水冷机、氦压缩机。通过拆解认知冷头的结构和工作原理。并能通过冷头、氦压缩机、水冷机的连接，学习液氦在磁体系统中的循环方式和制冷原理；

1.2.5 磁体安全保障组件须包含：液氦加注口、排气孔、超导线圈励磁退磁引线、磁体状态监控引线、失超开关等，认知励磁、退磁及失超的原理与现象，并通过励磁电源、加热器电源、泄能电阻、电极、失超按钮、失超管等设备进行模拟实操。

1.2.6 磁体性能指标：了解和测试磁体的主要性能指标，包括：主磁场强度、逸散磁场、孔腔大小、磁场均匀性、磁场稳定性等。

2. MRI 部件工作原理数值仿真实验模块

2.1 可缩放显示的主磁场线圈、X/Y/Z 梯度线圈和马鞍形射频线圈的 3D 立体组合结构。

2.2 主磁场线圈、X/Y/Z 梯度线圈和鞍形射频线圈的间距和尺寸可拖曳式调节，同时显示调节尺寸数值。

2.3 根据主磁场线圈、X/Y/Z 梯度线圈和鞍形射频线圈结构和尺寸，可调节施加的电流

大小，经毕奥-萨法尔定理叠加计算得到空间中的主磁场、梯度磁场和射频磁场的数值，并三维可视化显示场的空间分布。

2.4 可通过运动控制的霍尔探头模型对空间进行三维步进的磁场或射频场的逐点测量，得到测量数据并显示为曲线或曲面。

2.5 可对测量数据进行计算分析，并给出磁场或射频场的强度和均匀性指标，或梯度场线性度指标。

2.6 可在磁场上叠加随机非均匀项，分别通过调节 X/Y/Z 线圈上的恒定匀场电流，通过计算生成不同阶次的微小线性梯度磁场，抵消主磁场的线性非均匀项后，经霍尔探头测量后评价匀场效果。

2.7 可实现接收线圈的串联谐振或并联谐振的调谐匹配电路的三维模型并缩放显示，并实现调谐或匹配元件的调节效果。

2.8 可对应显示串联谐振或并联谐振的调谐匹配电路原理图，并动态显示调谐或匹配元件的参数值。

2.9 通过调节调谐或匹配元件的参数值，实时显示线圈电路的 smith 阻抗图、阻抗实部、阻抗虚部和反射系数曲线图变化。

2.10 可实时显示线圈电路的谐振和匹配效果，显示谐振频率值、反射功率指标和-3dB 带宽及线圈电路稳定性。

2.11 可显示混频和正交检波功能的三维电路模型和电路原理图，并通过模拟示波器界面动态显示输入信号（磁共振信号和参考信号）以及输出信号（实部和虚部信号）的波形变化。

2.12 可分别调节单频磁共振信号和参考信号的频率、幅值及正交度，观察输出的实部和虚部信号的波形变化，并评价输出信号与输入信号之间的计算原理，以及镜像峰的大小。

2.13 可实现离散多频的磁共振信号在不同频率参考信号下的输出信号频率分布，进一步分析正负频率的可区分性。

2.14 可实现连续频率范围的磁共振信号在不同频率参考信号下的输出信号频率分布，进一步分析频率编码的含义。

2.15 可显示通过常用芯片实现数字正弦信号输出（DDS）的电路模型图，实现通过调节频率控制字输出频率、相位可调节的正弦信号并显示，并分析频率精度和相位精度指标。

2.16 可显示通过常用芯片实现多路可控逻辑电平产生的脉冲序列发生器（PSG）电路模

型图,可选择常用磁共振脉冲序列的事件分割和组合逻辑电平输出显示。也可以实现任意编辑序列的事件分割和组合逻辑电平输出显示。

2.17 可显示通过常用芯片实现多路可控脉冲波形产生的梯度波形发生器（DAC）电路模型图，可选择常用磁共振脉冲序列的梯度波形时序输出和显示。

2.18 以上数值仿真模块中，均包含必要的理论知识点的文字、图片介绍，并匹配相应的仿真实验目的、实验步骤和操作流程提示。

2.19 以上数值仿真模块中，用户的实验操作数据均可在实验报告模板中进行记录，最终自动生成实验报告并可下载。

3. 磁共振设备保养与故障案例维修实训模块

3.1 可开展超导磁体的保养实训，包括：超导磁体状态检测、磁体爆破膜保养、制冷系统监测、氦压缩机保养、水冷机保养等环节仿真操作。

3.2 可开展系统清理的保养实训，包括：主机系统磁盘管理、设备间各电子学系统除尘等仿真操作。

3.3 可开展接收线圈保养实训，包括：线圈接口检查（含线圈端和床端）、清除污染物等环节仿真操作。

3.4 至少包括五个子系统的故障案例维修实训内容：磁体子系统、制冷系统故障、梯度子系统故障、射频子系统故障案例、软件故障案例等。

3.5 每个子系统至少包含两个故障案例的维修思维实训全流程，包括故障现象、故障分析、维修实施、测试、故障解决、故障树与维修思维导图总结等 6 个步骤。

3.6 同一故障现象，后台将随机设置其故障原因，使用通过问询故障现象、查看故障指令，按照操作原因、系统保养原因和机件故障原因的流程，遵循先易后难的原则，进行故障排查操作、通过故障是否解决决定是否进行进一步的故障排查与维修，直到解决故障。

3.7 每次故障解决后，学习者将总结并完成故障排查和解决的维修过程链路图。全部故障排除后，自动输出该故障的维修思维导图。

3.8 每次故障维修过程，将进行自动评分。

医电产品全自动检查成套设备

一、医电产品生产实训行为分析系统

（一）硬件技术指标

1. 实时视频采集

1.1 工业相机/摄像头：

1.2 像素分辨率：1920*1080

1.3 帧率（fps）：720P 30 帧/1080P 30 帧

1.4 快门类型：电子快门（CMOS 传感器内置）

1.5 镜头接口类型：USB

1.6 线材类型及长度：

1.7 类型：USB-A 一体化线材

1.8 长度：长度可以根据现场提供合适长度，但至少为 1.5 米

2. 算力机

2.1 CPU：i9-13900H

2.2 核心：14 核心/20 线程

2.3 内存容量：32GB

2.4 显卡型号及算力：RTX4060

2.5 操作系统：Win11 Pro 正版授权

3. 报警灯

3.1 接口类型：USB

4.显示

4.1 分辨率：1920*1080

4.2 接口：HDMI/DP

4.3 支架及安装系统：以实际现场测量为准

4.4 电源及布线配件：电源线/网线高柔可以根据现场需求提供，但是长度不少于 5 米

（二）、AI 平台基础与权限管理模块

1. 系统架构

采用分布式 B/S 架构，支持多实训工位同时在线监测；

1. 技术路线

2.1 数据库采用 MySQL，AI 模型支持 ONNX 格式导入；

2.2 支持国产化操作系统，兼容学校现有服务器硬件。

3. 角色与权限管理

3.1 包括以下角色：系统管理员：负责用户管理、参数配置、数据备份；教师：创建实

训任务、查看监测数据、组织考试、导出报告；学生：查看任务、参与实训、查看个人评价；

3.2 支持批量导入用户信息，权限修改实时生效。

（三）数据处理与标注实训模块

1. 视频源接入与管理

1.1 实时接入：支持 5 路工位摄像头同时采集（1080P/25fps）；

离线分析：支持上传本地视频（格式：MP4、AVI），视频时长≤60 分钟；

1.2 画面控制：支持分屏查看、单工位放大、画面截图；

1.3 视频处理：内置视频处理工具，支持学生导入实训操作视频流，并自定义抽帧间隔（如每隔 5 帧提取一张图片），将连续视频自动转化为供 AI 学习的静态图片数据集。

2. AI 行为检测分析

2.1 医电产品组装行为识别：识别工具使用、零件装配、参数调试等动作，准确率≥95%；

2.2 医电产品组装调试 SOP 比对：导入医疗设备组装 SOP 流程，识别流程错误（如顺序颠倒、步骤遗漏），准确率≥98%；

2.3 医电产品生产操作错误分类：将错误分为“轻微”“一般”“严重”三级，支持自定义分类标准；

性能标准：单次检测分析时间≤1 秒，错误误判率≤2%。

3.数据标注与管理

3.1 自动标注：无需插件，支持拉框（Bounding Box）标注，自动生成标准化标签文件；

3.2 手动标注：支持教师对 AI 误判的操作进行手动标注；

3.3 医电产品组装调试生产操作标注管理：标注数据自动存入数据库，可用于 AI 模型优化；

3.4 数据整理：提供数据集智能整理工具，支持一键将标注好的数据集按比例，自动化划分为训练集、验证集和测试集，辅助学生掌握深度学习数据预处理规范；

3.5 数据导出：支持标注数据导出；

性能标准：标注操作响应时间≤0.3 秒，支持批量标注。

（四）AI 模型训练与评估模块

1. 可视化模型训练

1.1 训练界面：提供 “低代码 / 无代码” 的图形化训练界面

1.2 训练模式：可选择预先配置好的 AI 网络模型，一键下发 “开始训练” 和 “停

止训练” 指令，降低使用门槛。

2. 训练过程多维可视化

2.1 训练指标：提供直观的折线图表，实时动态展示训练过程中的关键指标（包括训练损失 Loss 曲线、精确率 Precision、召回率 Recall、mAP50 等），辅助教师讲解模型收敛原理。

3. 底层日志实时输出

训练日子：有独立的控制台日志窗口，实时打印模型训练过程中的底层运行代码和系统状态，便于教师排查学生实训过程中的参数配置错误。

（五）边缘部署与设备管理模块

1. 边缘算力节点管理

1.1 支持对实验室内各实训工位的边缘设备进行统一集中管理；

1.2 教师可大屏查看各设备的在线状态、CPU/GPU 实时占用率。

2. 模型一键下发部署

支持学生将云端训练达标的模型，一键远程下发部署至指定的工位边缘设备中。

（六）实训监测与警示模块

1. 实时监测

1.1 AI 智能监测：利用部署的 AI 模型实时识别医电产品组装调试动作或实物，并以高亮检测框形式呈现，实时显示识别标签及置信度得分；

1.2 SOP 流程智能追踪：针对医疗设备组装等复杂实训项目，可预置符合 GMP 生产标准的 SOP 操作流程，系统根据 AI 检测结果，实时刷新学生各个操作步骤的完成进度和耗时；

1.3 多维度监测：覆盖操作动作、流程顺序、工具使用、安全规范等多个维度；

1.4 画面回放：支持实训过程视频回放（精确到秒），可快进、慢放；

2. 错误警示

2.1 警示方式：软件弹窗（显示错误类型+正确指引）、语音提示（自定义话术）、工位指示灯（红灯亮）；

2.2 警示分级：轻微错误仅弹窗，一般错误弹窗+语音，严重错误（如违规操作）弹窗+语音+设备急停（需实训设备支持）。

3. 记录存储

3.1 记录内容：错误发生时间、工位号、错误类型、错误截图、关联 SOP 条款；

3.2 存储周期：视频数据存储≥30 天，错误记录长期存储；

3.3 数据安全：支持数据加密存储，防止篡改、泄露；

3.4 检索功能：支持按学生、日期、错误类型检索记录。

（七）智能评价模块

1.实训评价

1.1 评价维度：操作规范度、SOP 符合率、错误纠正及时性、实训效率；

评价等级：自动生成“优秀”“良好”“合格”“不合格”四级评价；

1.2 评价报告：包含得分明细、错误分析、改进建议。

2. 学习行为分析

2.1 个人分析：识别学生操作薄弱点，生成个人技能提升路径；

班级分析：统计班级共性问题，生成教学优化建议；

2.2 可视化展示：用柱状图、折线图展示分析结果，支持导出。

二、五分类血细胞分析仪装配调试检修平台性能要求

1. 检测原理：激光流式核酸荧光染色技术+电阻抗检测原理。

2. 检测参数：血液模式可报告参数 28 项，研究性参数 32 项；血液检测可输出 WBC/BASO、RBC、PLT 等直方图，6 个二维散点图，2 个三维散点图。

3. 检测速度：60T/H

4. 2 种全血检测模式

5. 样本类型：静脉全血

6. 全血模式吸样量≤15μL

7. 线性范围：

WBC: 0-500x10^9/L

RBC: 0-8.0 x10^{12}/L

HGB: 0-250g/L

PLT: 0-5000 x10^9/L

6. LIS 传输和数据储存：支持双向 LIS 功能，数据储存量≥5 万条

9. 内置气源

10. 质控方法 3 种包括 L-J 质控、X-Bar、X-BarM 浮动均值质控等

11. 100V-240V，50/60Hz

三、采样/检测/密封装置组装与测试实训模块

1. 装置组成：采样模块、WC1 池模块、RBC 模块、WBC 模块；

2.组装项目：采样模块、WC1 池模块、RBC 模块、WBC 模块等各模块的正确装配（提供相关实训手册）；

2. 功能测试：注射器与采样的动作

3. 与精度测试、检测光路校准、密

4. 封气密性测试、血细胞计数测试；

6. 气密性指标：密封压力、保压、压力泄漏率；

7. 装配要求：模块化设计，可反复拆装，适配学生实操实训，配备专用装配工具。

8. 开发装配、测试实训评价指标与标准。

四、电路板检测与组件检测实训模块

1. 检测对象：血常规分析仪主控板、阀板、电源板；

2. 检测功能：电路板外观、通断检测、阻抗测试、电压纹波测试、光耦浮子信号测试、故障点定位；

3. 主控板主要功能包括：电机驱动控制、光学信号的放大采集处理、HGB 信号的放大采集处理、光耦信号的判断、RBC 数据采集、气压传感器信号采集、温度控制、按键信号接收处理、泵和电磁阀的驱动控制、与主机进行信号交联；

4. 实训功能：支持故障排查、维修全流程实训，配套检测与故障检测手册（提供相关实训手册）。

五、整机装配与调试模块

1. 整机架构：1:1 还原临床血常规分析仪结构，模块化拆分，便于装配实训；

2. 整机装配：组件装配、管路/线路连接、整装规范（提供相关实训手册）；

3. 调试功能：整机参数校准、性能调试，包括屏蔽、管路、温度、电磁阀、泵、压力、注射器、采样电机、光耦传感、液路、光学、精密度、校准等项目（提供相关实训手册）；

4. 性能指标：整机检测精度符合医用检验仪器实训标准；

配置：整机装配手册、调试工具包、校准标准品、调试评价标准，特殊标定物、质控物验证。

六、故障分析与排除

能够通过整机故障现象来对故障原因进行分析与诊断，可开展的故障分析与排除实训项

目包括：上电无反应、上电无连接、光耦状态异常、浮子状态异常；工控机无反应；RBC 阻抗无灼烧，导致液路堵孔；系统压力、温度不正确（提供相关实训手册）。

七、五分类血细胞分析仪装配调试检修仿真实训

（一）结构认知类学习模块

1. 三维仿真场景展示

1.1 提供高清三维仿真设备模型，完整还原设备外观、内部结构、零部件细节，模型渲染清晰、质感真实、无锯齿、无模糊。

1.2 支持设备原理动画、爆炸图等多种可视化展示形式，动态演示设备工作原理，并能将外壳透明化，展示内部结构组成、零部件装配关系，帮助学生直观理解抽象结构知识。

1.3 三维场景加载速度快，大模型渲染流畅，支持实时交互操作，无延迟、无卡顿、无崩溃，保障沉浸式学习体验。

2. 任务信息展示

2.1 任务概要区域详细展示任务学习目标、核心知识点、安全操作须知、完成标准，帮助学生明确学习方向与要求。

2.2 设备概述区域完整呈现设备型号、用途、核心参数、整体结构说明，为结构认知提供基础信息支撑。

2.3 工作原理区域支持播放高清讲解视频，视频画面清晰、声音流畅，详细拆解设备运行逻辑，辅助学生理解工作原理。

3. 零部件交互操作

3.1 零部件列表完整列出设备所有零部件名称，分类清晰、检索便捷，支持快速定位目标部件。

3.2 点击零部件名称，三维模型对应部件自动高亮显示，其余部件自动半透明淡化，突出核心部件，帮助学生精准识别。

3.3 支持一键隐藏设备外壳，清晰展示内部核心组件、装配关系，直观理解内部结构组成。

3.4 配备 0 - 100% 透明度调节滑块，拖动滑块实时调整模型透明度，适配不同观察需求，灵活查看内部细节。

4. 设备控制功能

4.1 拆分 / 组合按钮支持一键播放设备拆分、组合动画，动画流畅自然、细节完整，

直观展示零部件装配与拆解过程。

4.2 运行 / 停止按钮控制设备工作动画启停，运行时自动组合设备、模拟工作状态，停止时可自由拆分查看，贴合真实设备运行逻辑。

5. 界面信息展示

5.1 实时显示当前登录用户名、所属课程、任务名称、累计学习时长，学习数据实时更新、清晰可见。

5.2 提供全屏、退出任务、返回课程等快捷操作按钮，布局合理、操作便捷，适配学习过程中的快速操作需求。

（二）、设备拆装类学习模块

1. 三维拆装仿真场景

1.1 采用 1:1 比例还原真实设备三维模型，高清渲染，细节完整、质感逼真，与真实设备高度一致。

1.2 仿真场景贴合真实操作台布局，包含设备主体、工具箱、零件放置区，环境真实、交互逻辑贴合实操场景。

1.3 场景加载流畅，拆装动画细节还原到位，零件吸附、装配、拆卸动画自然，沉浸式模拟真实拆装实操过程。

2. 阶段导航展示

2.1 严格按照 SOP 标准操作流程，划分为准备、拆卸、核心分离、检测复位等标准化阶段，流程规范、贴合行业实操标准。

2.2 实时显示当前所处阶段、阶段序号、阶段描述、完成进度，帮助学生清晰掌握拆装步骤推进情况。

3. SOP 标准流程指引

3.1 实时展示当前推荐操作步骤、目标零件、操作说明，指引清晰、明确，贴合实操规范。

3.2 支持播放标准操作演示视频，视频同步当前步骤，画面清晰、操作标准，辅助学生规范拆装动作。

4. 工具箱功能

4.1 工具箱集成螺丝刀、扳手、徒手等常用拆装工具，工具样式贴合真实工具，交互逻辑匹配实操习惯。

4.2 点击工具后鼠标样式自动切换为对应工具，精准匹配工具操作逻辑，实现真实工具选择交互体验。

5. 零件库功能

5.1 零件库实时展示已拆卸零部件，零件样式、尺寸与真实一致，分类清晰、查找便捷。

5.2 点击零件可拾取，拖动至对应安装位置自动吸附，装配动画自然，还原真实零件安装过程。

6. 视角控制功能

6.1 支持一键恢复缺省视角，快速回到标准拆装观察视角，避免视角混乱。

6.2 支持鼠标旋转、平移、缩放视角，自由调整观察角度，全方位查看拆装细节。

7. 操作判定机制

7.1 未按安全规范操作时，触发失败提示、直接扣分、任务终止，强化安全意识。

7.2 步骤顺序错误时，给出明确提示、扣除相应分数、允许继续操作，规范操作顺序。

7.3 无严格顺序要求时，正常执行、不扣分，适配实操灵活场景。

7.4 前置条件未满足时，点击无反应或提示前置要求，避免违规操作。

8. 操作反馈展示

8.1 实时反馈操作结果，明确提示操作正确、错误、扣分、失败，反馈及时、清晰易懂。

8.2 实时显示当前阶段完成进度、已完成步骤、剩余步骤，帮助学生把控拆装节奏。

（三）、故障排除类学习模块

1. 故障场景展示

1.1 三维仿真设备真实还原各类典型故障现象，如开机无反应、屏幕黑屏、风扇不转、报错提示等，故障表现逼真、贴合实际。

1.2 同步显示故障文字描述、报警代码、故障影响，帮助学生快速识别故障类型、明确故障特征。

2. AI 助教交互功能。

2.1 点击 AI 助教弹出交互对话框，支持文字输入故障现象描述，输入便捷、响应迅速。

2.2 AI 自动分析故障原因，智能匹配生成多套对应排查解决方案，方案专业、贴合设备维修逻辑。

2.3 支持追问故障原理、排查技巧、注意事项，AI 实时答疑、讲解清晰，辅助学生理解故障本质。

2.4 交互记录自动保存，可随时回看，方便复盘故障分析过程。

3. 故障方案列表

3.1 清晰展示所有故障解决方案，并展示各方案的进度状态，进度一目了然。

3.2 每套方案包含完整的故障排除过程，引导学生逐步完成故障排除任务。

4. 方案执行流程

4.1 选择方案后自动切换至维修仿真环境，激活工具箱、零件库，匹配方案所需工具与零件。

4.2 严格按照 SOP 执行排查操作，实时提示操作步骤、判定操作正确性，贴合真实维修流程。

5. 操作评判功能

5.1 实时判定操作正确性，错误操作明确提示、扣除相应分数，正确操作自动加分、更新进度。

5.2 单方案完成后自动生成评判结果，包含操作规范性、正确率、扣分情况，反馈详细。

6. 综合评分生成

6.1 所有故障方案执行完成后，自动生成综合评分报告，涵盖排查顺序、操作规范性、用时、整体效率等多维度数据。

6.2 报告清晰标注优势与薄弱点，帮助学生针对性提升故障排查能力。

7. 学习数据同步

7.1 故障排查过程中所有交互、操作、评分数据，自动实时同步至教师端，支持教师查看、追溯、点评学生学习情况。

八、 教学管理功能要求

1.权限管理：

1.1 系统搭建精细化教师权限管控机制，严格划分教师个人操作边界，实现权责精准对应。

1.2 任课教师仅可操作、管理个人名下任教的课程、创建的班级、上传的教学资源及对应知识图谱，严格禁止跨班级、跨课程、跨专业越权操作。

1.3 针对删除课程、删除知识点、移出学员、归档班级等高危关键操作，系统强制触发二次确认弹窗校验。

1.4 通过权限隔离与操作校验双重机制，有效规避人为误操作、越权操作风险，全方位

保障教学数据安全稳定。

2. 班级管理功能包括：班级列表可视化、班级创建、班级状态管理、班级详情管理、学员管理、班级关联课程管理、学情分析等。

3. 课程与课时管理功能包括：课程管理、课程创建、课程详情管理、课时管理、教学任务管理、课时资源管理、课程知识图谱管理。

4. 教学资源库管理功能包括：资源管理、多类型资源批量上传、教学资源自定义编辑、资源与知识点管理、资源共享管理、资源批量操作、全类型资源在线预览、个人资源云盘存储管理、资源标签化分类管理、资源操作全程留痕。

5. 题库管理功能包括：题库列表综合管理、个性化题库创建与编辑、试题管理、试卷管理、 试题与知识点精准关联、考试管理。

6. 虚拟仿真库管理功能包括：虚拟仿真库资源总览、 仿真任务管理、仿真资源与知识点联动关联、仿真资源课前预览调试、 仿真资源分类归档管理。

7. AI 智能体功能包括：助教与智能辅导功能、文本与图像智能处理功能、智能诊断与过程性评价功能。

8. 学习功能模块包括：课程中心、结构认知类学习模块、设备拆装类学习模块、故障排除类学习模块、自测模式、考核模式、知识图谱学习。

9. 故障排除 AI 助教功能：

9.1 点击 AI 助教弹出交互对话框，支持文字输入故障现象描述，输入便捷、响应迅速。

9.2 AI 自动分析故障原因，智能匹配生成多套对应排查解决方案，方案专业、贴合设备维修逻辑。

9.3 支持追问故障原理、排查技巧、注意事项，AI 实时答疑、讲解清晰，辅助学生理解故障本质。

9.4 交互记录自动保存，可随时回看，方便复盘故障分析过程。