

采购需求

一、项目概况

本次招标项目为商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）项目，共 2 标段（分包）：

包 1：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 1

包 2：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 2

二、招标货物清单及技术参数/服务要求

2.1 招标货物清单：

包 1：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 1				
序号	标的名称	数量	单位	中小企业划分标准所属行业
1	智能制造综合实训平台-1 离散行业智能制造数字化智能产线综合实训系统	4	套	工业
2	智能制造综合实训平台-2 教学工作站	146	套	工业
3	智能制造综合实训平台-3 实验室环境建设	2	项	不要求
4	高端装备设计与数字化制造实训平台-1 电机学&电力电子技术&运动控制系统	8	套	工业
5	高端装备设计与数字化制造实训平台-2 智能实验系统综合测试平台	20	台	工业
6	高端装备设计与数字化制造实训平台-3 实验台及配套实验凳	20	个	工业
7	高端装备设计与数字化制造实训平台-4 教师讲台	1	个	工业
8	高端装备设计与数字化制造实训平台-5 实训工作站	11	台	工业
9	高端装备设计与数字化制造实训平台-6 投影仪	1	个	工业
10	高端装备设计与数字化制造实训平台-7 密立根油滴实验仪	8	个	工业
11	高端装备设计与数字化制造实训平台-8 法兰克 一赫兹仪	8	个	工业
12	高端装备设计与数字化制造实训平台-9 交流	20	个	工业

	检流计			
13	高端装备设计与数字化制造实训平台-10 透 镜焦距测量实验仪	20	个	工业
14	高端装备设计与数字化制造实训平台-11 单 摆实验仪	20	个	工业
15	高端装备设计与数字化制造实训平台-12 电 表改装与校准实验仪	20	个	工业
16	高端装备设计与数字化制造实训平台-13 分 光计	20	个	工业
17	高端装备设计与数字化制造实训平台-14 实 验室文化建设	1	项	不要求
18	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-1 五 轴高速加工系统	1	套	工业
19	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-2 手 持式彩色三维数据采集系统	1	套	工业
20	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-3 三 维数据采集系统工作站	1	台	工业
21	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-4 箱 式炉	1	个	工业
22	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-5 教 学工作站	73	个	工业
23	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-6 实 验室相应配置	1	项	不要求
包 2：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 2				
序号	标的名称	数量	单位	中小企业划分标准所 属行业
1	陶瓷增材制造设备-1 激光固化（SLA）陶瓷激 光成型仪	1	台	工业
2	陶瓷增材制造设备-2 多材料复合 3D 打印机	1	台	工业
3	陶瓷增材制造设备-3 烧结炉	1	台	工业
4	陶瓷增材制造设备-4 脱脂炉	1	台	工业

5	陶瓷增材制造设备-5 脱泡机	1	台	工业
6	陶瓷增材制造设备-6 微机控制电子万能试验机	1	台	工业
7	陶瓷增材制造设备-7 自动研磨抛光机	1	台	工业
8	陶瓷增材制造设备-8 机械数显恒速搅拌机	1	台	工业
9	陶瓷增材制造设备-9 密度测试仪器	1	台	工业
10	陶瓷增材制造设备-10 高精度分析天平	1	台	工业
11	陶瓷增材制造设备-11 动态法磁滞回线实验仪	10	套	工业
12	陶瓷增材制造设备-12 磁场测量与描绘实验仪	10	套	工业
13	陶瓷增材制造设备-13 实验室环境建设	1	项	不要求
14	射频信号发生与测试设备-1 射频信号源	1	台	工业
15	射频信号发生与测试设备-2 配气系统	1	套	工业
16	射频信号发生与测试设备-3 光纤拉伸平台	1	套	工业
17	射频信号发生与测试设备-4 气垫导轨实验仪	10	套	工业
18	射频信号发生与测试设备-5 声速测定仪及振动力学测试仪	6	套	工业
19	射频信号发生与测试设备-6 固体与液体密度综合测量仪	4	套	工业
20	射频信号发生与测试设备-7 长度与密度测量仪	4	套	工业
21	共聚焦拉曼光谱仪-1 共聚焦拉曼光谱仪	1	台	工业
22	共聚焦拉曼光谱仪-2 电化学工作站	1	台	工业
23	共聚焦拉曼光谱仪-3 实验室环境建设	1	项	不要求

2.2 技术参数/服务要求

包 1：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 1

序号	名称	详细参数	一般参数数量	标“▲”重要参数数量	标“■”实质性要求参数数量
1	智能制造综合实训系统	一、离散行业智能制造数字化智能产线综合实训系统 1. 整体要求：	46	10	2

训平台-1 离散行 业智能制造数字 化智能产线综合 实训系统	■ 1.1 单相交流电源 220V (±10%) /50Hz, 室内温度: 40℃-10℃, 室内相对湿度: 50%-80% (*) 的环境下连续正常工作。 ■ 1.2 配置符合国标要求的插头。 2. 功能要求: 2.1 系统不少于 6 个独立工作站组成, 涵盖供料、检测、旋转、调整、装配、分拣等完整生产环节, 实训系统支持快速拆装与模块化重组, 便于根据不同教学场景灵活配置。系统必须提供完整的安装指导、实训手册与考核评价体系, 确保能够在接近工业真实环境的基础上, 掌握智能制造全流程关键技术, 具备解决复杂工程问题的能力。 ▲2.2 支持基于完整工业项目的 PBL 项目式教学模式, 支撑一个完整的、从认知到实践的闭环教学项目。(需提供项目式教学资源, 需包含①教学范例(教学目标、课中活动设计); ②项目式任务说明书(I/O 表、元器件清单、逻辑功能图、系统方框图); ③课前筹备资料(本课程所需电气图纸, 生产站操作说明, 系统组态与现有设备单点调试注意事项, 故障清单, 编程逻辑图及注意事项); ④项目式验收表; ⑤项目式教学实物场景照片不少于 5 张; ⑥评价量表。) 2.3 项目载体完整性: 系统所集成的生产线是一个完整的、可运行的真实工业流程缩影, 能够生产出有形的、可检验的最终产品(如触点开关)。整个生产过程须涵盖供料、检测、分拣、定向、装配、包装等典型工业环节, 确保能够在一个项目中接触到制造业的多个核心单元, 从而构建完整的知识体系。 2.4 模块化与可重构性: 工作站具备物理与电气上的快速拆装与重组能力。独立完成单个工作站的机械分离、电气断开以及作为独立单元的运行调试。系统需提供相应的快速连接器、模块化安装基板及安全保障措施, 并随箱提供拆装工具与指导视频作为佐证材料。 ▲2.5 分级项目任务库: 需提供与设备配套的、覆盖基础、综合与创新三个层次的分级项目任务库, 项目任务应设计为引导式。(需列出项目任务清单文件样章及对应的教学目标。) 1) 基础层级: “主件供料站的单站控制与调试”, 目标为掌握 PLC 基本逻辑编程、传感器调试与气动控制。 2) 综合层级: “基于 MES 的个性化订单生产与质量追溯”, 目标为整合 PLC 控制、网络通信、数据采集与生产管理系统, 实现柔性生产。 3) 创新层级: “产线瓶颈分析与效率优化方案设计与实施”, 利用虚拟调试平台进行方案验证, 并在实体设备上实践优化策略。 2.6 虚拟与现实融合的调试手段: 实训系统配备的虚拟调试平台能与实体控制系统(PLC)进			
---	--	--	--	--

		行实时数据交换，支持“虚-实联动”调试。能先在虚拟环境中进行机械运动逻辑验证、PLC 程序初步调试，大幅降低实体设备调试风险与时间成本，后将已验证的程序无缝对接到实体设备进行最终联调，此过程与工业界先进的“数字孪生”工程方法一致。需具备以下功能：1) 能够模拟主件供料站、次品分拣站、旋转工作站、方向调整站、产品组装站和产品分拣站等 6 个工作站组成的智能产线，实现 6 个工作站的三维虚拟仿真。各站仿真模型中涵盖的位置传感器、气缸、传送装置等元器件的物理特性与实物照片一致；2) 支持与 PLC 通过以太网通信方式进行数据交换，即可实现被 PLC 实时控制；3) 支持 PLC 信息以及数据类型等属性的灵活组态配置；4) 支持多视角对模拟工作站进行观察，至少包含远景与近距离视角；5) 支持系统配置文件的保存与读取；6) 支持通信数据监视功能；7) 支持单独工作站与 PLC 的通讯连接，及整条产线与 PLC 的通讯连接，以实现工作站单站或整条产线的虚拟调试应用。 2.7 贯穿始终的信息化主线：需具备以下功能：1) 能够通过信息传递对订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理；2) 能在 Web 管理平台上进行订单生成、实时监控生产流程、质量管理等，3) 支持 Web 与智能产线信息采集系统继续信息采集和信息交互。 2.8 搭建信息的桥梁：需具备以下功能：1) 能够实现 PLC、MES、智能产线工作站之间的实时数据交互与通讯；2) 能够控制生产线的启动与停止；3) 支持与 PLC 通过以太网通信方式进行数据交换；4) 支持与 MES 进行信息交互；5) 支持通信数据监控功能。 3. 技术规格 ▲3.1 总体要求：实训设备最低配置要具备机电结构、气动结构、结构实施、功能实现、通信等功能，需能满足工程实践方向竞赛训练需求。产品符合相关国家标准和安全标准，该设备要求模拟一个数字化智能制造智能工厂，设备至少包含主件供料单元（站）、次品分拣单元（站）、旋转工作单元（站）、方向调整单元（站）、产品组装单元（站）、产品分拣单元（站）。该设备软件至少需要提供包含生产制造执行系统系统、信息采集系统、虚拟调试平台等软件，采用模块化分体设计、每个单元（站）是一个独立体，可以独立使用也可以根据实训内容确定组合方式，采用特制连接件进行单元（站）之间的固定，方便师生分段、分批实训，组合方式进行项目式教学。 3.2 实验系统采用智能系统设计理念，内置基于嵌入式处理器及彩色液晶的人机对话窗口，现场触摸屏操控，配置实验参数、转发操控命令。 3.3 所有模块采用工业级别，至少含有不少		
--	--	--	--	--

	于 6 块控制器模式，以实现分站教学需求，不少于 6 类传感器。 ▲3.4 实验内容：激光位移传感器在次品分拣站中的应用、气缸在方向调整站中的应用、步进电机及驱动器在产品分拣站中的应用、供料工作站单站控制设计、PLC 与 HMI 的通讯连接、多工作站的通信连接、MES 系统的安装与部署、基于完整生产线的虚拟调试。（需提供不少于 6 个实验的实验指导书样章，样章中至少需要包含实验目的、实验原理、实验步骤等内容。） 4. 系统组成与功能 4.1 主件供料站 4.1.1 基本功能：实现开关基座主件的自动上料与传送，线性模组与气动组合机构完成精准抓取与移栽，尺寸不小于长 470mm×宽 900mm×高 1400mm。 4.1.2 电气系统设计：1) 控制系统：为满足单站也能进行教学演示与实操需求，控制系统核心采用一套可编程控制器，配备集成输入/输出接口，不少于 14 个 24VDC 数字输入；不少于 10 个 24VDC 数字输出；不少于 2 个 AI 0-10V DC，电源：直流 20.4-28.8V DC，程序/数据存储单元不少于 50KB。该控制器需支持 PROFINET 工业通信协议，不少于 2 个 PROFINET 接口，便于开展工业网络集成教学。其内置的数字量输入输出点及模拟量输入通道，可覆盖传感器信号采集、执行机构控制等典型应用场景。控制器程序容量需满足中等复杂程度的逻辑编程训练，适用于项目式教学与故障诊断实践。2) 人机界面：配置一套基本面板式 HMI 人机界面，支持按键与触摸双操作模式，不小于 7 寸 TFT 显示屏、不少于 65536 色、不少于 1 个 PROFINET 接口设备需配备彩色液晶显示屏，能够直观展示系统运行状态、参数设置及报警信息。通过集成不少于 1 个 PROFINET 接口，提升工业现场可视化界面设计与调试的实践能力。3) 工业以太网交换机：选用一台非管理型工业以太网交换机，用于构建小型工业网络架构。设备需提供多路双绞线端口，支持星形或线性拓扑连接，适用于实验室环境中 PROFINET 网络的快速部署。通过 LED 诊断功能，可直观学习网络连接状态监测与基础故障排查方法，强化工业通信网络的基础知识应用。非网管型 10/100Mbit/s 工业以太网交换机；LED 诊断，24V AC/DC 电源，不少于 5 个 10/100Mbit/s 双绞线端口及 RJ45 插座。4) 工业智能网关：配备一套工业智能网关模块，具备多网络接口与数据采集能力。设备配置不少于 1GB RAM，不少于 2 个 10/100Mbps Ethernet RJ45 以太网接口；不少于 2 个 USB 接口；不少于 1 个 SD 卡槽；24V DC 工业供电；不少于 1 个 RS232/485 接口。该网关需支持以太网、串行通信等多样化工业设备接入，可用于实现现场数据			
--	---	--	--	--

	向云端或上层系统的转发。 4.1.3 机构组成： 不少于1套送料传送带系统，含直流减速电机、传送带及带轮，具备可调速度范围0~120 r/min；不少于1套同步带线性模组，由直流电机驱动，实现精确定位；不少于1套气动抓取机构，包括双轴气缸与手指气缸，完成物料夹取与释放；不少于1套铝合金安装支架与电气安装板，支持模块化安装与接线练习；不少于1套便捷式工业端子排。 4.1.4 传感器配置：配置不少于4类传感器，包括但不限于：光电传感器：用于检测物料到位，检测距离$30\pm 20\text{mm}$，学习光电特性与安装调试。光源为红外发光二极管。需带有电源逆接保护、输出短路保护、防止相互干扰功能、输出逆连接保护。检测的响应时间需低于1ms。电感式接近传感器：识别金属物料，掌握接近开关的选型与应用；传感器的工作电压范围应为10~30VDC，负荷电流不超过100mA。传感器需带有短路保护、过载保护、逆极性保护。传感器应带有LED灯用于输出指示。微动开关：用于机械限位与安全保护，学习开关量信号的采集与处理；传感器工作温度为$-25^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$，工作湿度$<85\%$，防护等级为IP40。传感器的使用寿命至少在100000次以上。磁性传感器：监测气缸位置，理解气动元件与传感器协同工作原理。传感器的工作电压范围应为10~28VDC，最大开关电流不超过100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为$-10^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$。 4.1.5 气动回路配置：配置一套包含双轴升降气缸和手指气缸的典型气动组合。双轴气缸具备高刚性导向，模拟工业中如顶升、定位等需要稳定直线运动的场景；手指气缸则模拟机器人末端执行器，用于实现工件的抓取与释放。 4.1.6 电机配置：集成一套由直流减速电机驱动的送料传送带及一套同步带线性模组。 4.2 次品分拣站 4.2.1 基本功能：主件由激光测距组件检测高度，检测合格，主件被送到下一工站；检测不合格，主件被推出到废品盒。设备需要具备急停按钮、漏电保护、气源处理（过滤、减压、油雾）等安全措施。运动部件及带电部位需有必要的防护，确保师生操作安全，尺寸不小于长470mm×宽900mm×高1400mm。 4.2.2 电气系统设计：1）控制系统：为满足单站也能进行教学演示与实操需求，控制系统核心采用一套可编程控制器，配备集成输入/输出接口，不少于14个24VDC数字输入；不少于10个24VDC数字输出；不少于2个AI 0~10V DC，电源：直流20.4~28.8V DC，程序/数据存储器不少于50KB。该控制器需支持PROFINET工业通信协议，			
--	--	--	--	--

	不少于 2 个 PROFINET 接口, 便于开展工业网络集成教学。其内置的数字量输入输出点及模拟量输入通道, 可覆盖传感器信号采集、执行机构控制等典型应用场景。控制器程序容量需满足中等复杂程度的逻辑编程训练, 适用于项目式教学与故障诊断实践。2) 多层状态显示系统: 设备必须配备不少于 1 套标准工业多层状态显示, 至少包含红、黄、绿三种状态, 用于实时、清晰地显示系统的当前工作状态。状态定义明确: 系统运行的显示状态应由核心控制系统程序控制, 并至少定义以下四种基本模式: 绿色闪烁: 设备准备就绪, 处于自动运行模式, 可正常启动; 绿色常亮: 设备处于自动运行模式, 正在运行中; 黄色常亮: 设备处于手动模式或调试模式, 提示操作人员注意; 红色常亮: 设备运行中发生停止状态, 如一个工作循环结束, 或正常待料; 红色闪烁: 设备发生故障或急停, 如检测到气缸未到位、传感器异常等, 需人工干预。 4.2.3 机构组成: 不少于 1 套分拣气缸模组, 包含双轴气缸: 用于辅助动作, 配合笔型气缸用于将合格品推出至下一工作站, 保证动作平稳、精准。笔形气缸: 用于将合格物料推出至下一站或将不合格物料推送至废料盒, 所有气缸需标配磁性传感器。掌握不同类型气缸(单作用/双作用、双轴缸)的特性和应用场景。不少于 1 套同步带线性模组, 直流电机: 带减速箱, 功率与扭矩需匹配负载。电机调速器: 调速范围: $0\sim 120\text{ r/min}$, 可手动平滑调节, 实现精确定位; 学习同步带传动的原理、安装与精度调整, 掌握直流电机的调速控制方法。不少于 1 套铝合金安装支架, 采用工业铝型材搭建, 结构稳固, 带有标准 T 型槽, 便于其他部件的灵活安装与调整。不少于 1 套电气安装板, 安装导轨形式, 材质为镀锌钢板。用于安装 PLC、断路器、继电器、端子排等电气元件。不少于 1 套便捷式工业端子排。 4.2.4 传感器配置: 为本站配置不少于 4 类传感器, 包括但不限于: 1) 激光测距传感器: 通过非接触式测量主件物料块的高度。测量范围覆盖 $50\pm 15\text{ mm}$ (即 $35\text{ mm}\sim 65\text{ mm}$)。输出信号为 $0\sim 5\text{ V}$ 模拟电压信号, 线性对应测量距离。学习模拟量传感器的原理、接线、信号特性(电压与距离的线性关系)。通过 PLC 编程, 实现高度的精确判断和阈值设定。2) 光电传感器: 用于检测物料到位, 检测距离 $30\pm 20\text{ mm}$, 学习光电特性与安装调试。光源为红外发光二极管。需带有电源逆接保护、输出短路保护、防止相互干扰功能、输出逆连接保护。检测的响应时间需低于 1 ms。3) 电感式接近传感器: 识别金属物料, 掌握接近开关的选型与应用; 传感器的工作电压范围应为 $10\sim 30\text{ VDC}$, 负荷电流不超过 100 mA。传感器需带有短路保护、过载保护、逆极性保护。传感器应			
--	---	--	--	--

	带有 LED 灯用于输出指示。4) 微动开关：用于机械限位与安全保护，学习开关量信号的采集与处理；传感器工作温度为-25℃~80℃，工作湿度<85%，防护等级为 IP40。传感器的使用寿命至少在 100000 次以上。5) 磁性传感器：监测气缸位置，理解气动元件与传感器协同工作原理。传感器的工作电压范围应为 10~28VDC，最大开关电流不超过 100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为-10℃~70℃。 4.2.5 气动回路配置：配置一套包含双轴升降气缸和笔形气缸的典型气动组合。双轴气缸具备高刚性导向，模拟工业中如顶升、定位等需要稳定直线运动的场景；笔形气缸模拟电子装配、小零件压紧、轻负载阻挡等空间受限或需轻巧操作的场合。所有气缸与电磁阀、气源处理组件之间的连接，必须采用快速接头及透明尼龙管，气路走向清晰可见。系统支持从气路连接、电磁阀接线到与 PLC 联调的全流程实践，掌握气动技术基础与 PLC 顺序控制。 4.2.6 电机配置：集成一套由直流减速电机驱动的搬运组件。模拟自动化生产线、物料输送系统、包装设备等对速度有一定调节要求，但控制成本敏感的场所。控制层次化，基础层可采用继电器直接通过按钮控制电机调速器，实现点动/连续运行，学习基本的继电控制逻辑。核心层通过 PLC 的数字量输出点控制电机的启停和方向，将运动控制集成到整个系统自动化流程中，电机与模组必须配备机械限位挡块和电气限位传感器，形成双重保护。 4.3 旋转工作站 4.3.1 基本功能：主件由转盘组件移送到方向检测位置，检测完成后被移送到方向调整位置，根据检测结果进行方向调整，最后被移送到出料位置，并送到下一工站。完整模拟现代工业自动化生产中常见的运动控制、在线检测、姿态调整、自动上下料等核心工艺流程。能进行机械安装与调整、气动系统设计与安装、传感器选型与应用、电气控制系统设计与接线、PLC 编程与调试、系统联调与维护等多个方面的综合性技能训练，尺寸不小于长 470mm×宽 900mm×高 1100mm。 4.3.2 电气系统设计： 控制系统：控制系统核心采用一套可编程控制器，配备集成输入/输出接口，不少于 14 个 24VDC 数字输入；不少于 10 个 24VDC 数字输出；不少于 2 个 AI 0-10V DC，电源：直流 20.4-28.8V DC，程序/数据存储单元不少于 50KB。该控制器需支持 PROFINET 工业通信协议，不少于 2 个 PROFINET 接口，便于开展工业网络集成教学。其内置的数字量输入输出点及模拟量输入通道，可覆盖传感器信号采集、执行机构控制等典型应用场景。控制器程序容量需满足中等复杂程度的逻辑编程训练，适用于项目式教			
--	---	--	--	--

	学与故障诊断实践。 4.3.3 机构组成：1) 不少于 1 套转盘系统：其中包含不少于 1 个步进电机、1 个涡轮蜗杆减速器、1 个转盘，由步进电机驱动，减速机构中空设计，支持手动/脉冲/连续控制，减速比不小于 1: 90，具备高重复定位精度、强负载能力，实现精确定位；2) 不少于 1 套气动抓取机构，：1 个双轴气缸、1 个旋转气缸、1 个手指气缸，完成物料夹取，物料方向调整与释放动作；3) 不少于 1 套铝合金安装支架与电气安装板，支持模块化安装与接线练习；4) 不少于 1 套便捷式工业端子排。 4.3.4 传感器配置：本站配置不少于 4 类传感器，包括但不限于：光电传感器：用于检测物料到位，检测距离能够达到 $30\pm 20\text{mm}$ 范围，能支撑学习光电特性与安装调试。光源为 860nm 红外发光二极管，产品本身需带有电源逆接保护、输出短路保护、输出逆连接保护功能防止接线操作失误时传感器内部电路被烧毁，支持防止相互干扰功能，同时支持入光时 ON 与遮光时 ON 的模式切换，检测的响应时间需小于等于 1ms。槽形光电传感器：用于检测物体为 $2.2\times 0.5\text{mm}$ 以上的不透明体，光源采用红外发光二极管（脉冲点亮），发光波长 940nm；配备红色指示灯，入光时亮灯，方便直观查看工作状态，电源电压为 $\text{DC}12 - 24\text{V}\pm 10\%$，纹波（p - p）需控制在 5% 以下；消耗电流$\leq 15\text{mA}$；控制输出为 NPN 电压输出，负载电源电压 $\text{DC}12 - 24\text{V}$，负载电流$\leq 80\text{mA}$，关机电流$\leq 0.5\text{mA}$，工作环境温度 $-10\sim +55^{\circ}\text{C}$，保存环境温度 $-25\sim +65^{\circ}\text{C}$；工作与保存环境湿度均为 5% - 85% RH；防护结构达 IP50 标准。磁性传感器：监测气缸位置，理解气动元件与传感器协同工作原理。传感器的工作电压范围应为 $10\sim 28\text{VDC}$，最大开关电流不超过 100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为$-10^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$。对射光纤传感器：用于检测物料方位，检测类型为对射检测类型，搭配耐弯曲的 R1 规格光纤，能够检测物体最小 $\phi 1\text{mm}$，需搭配 $\text{DC}12 - 24\text{V}\pm 10\%$ 供电的放大器使用，适配 NPN 输出类型的信号传输需求防护等级达 IP67，具备抗电磁干扰、耐水、耐腐蚀等特性，能适应油污、潮湿等工业恶劣环境使用环境温度通常适配 $0 - 100^{\circ}\text{C}$（搭配放大器使用时，整体动作环境温度一般可覆盖 $-25 - +55^{\circ}\text{C}$，保存温度 $-40 - +70^{\circ}\text{C}$）；受光面抗干扰能力强，可抵御白炽灯 3000lx 以下、太阳光 10000lx 以下的照度干扰响应速度适配工业常规检测需求，搭配对应放大器后响应时间通常 1ms 及以下，可满足生产线工件有无、包装计数等场景的快速检测需求。 4.3.5 气动回路配置：配置一套包含双轴升降气缸、旋转气缸和手指气缸的典型气动组合。			
--	---	--	--	--

	双轴气缸具备高刚性导向，模拟工业中如顶升、定位等需要稳定直线运动的场景；手指气缸则模拟机器人末端执行器，用于实现工件的抓取与释放；旋转气缸模拟自动化生产中的多角度作业工况，可精准实现固定角度（90°）角度旋转，带动工件角度调整（塑料外壳的装配角度调整），动作过程平稳无冲击，有效避免工件因翻转震荡出现损伤或位移，搭配磁性传感器实现精准的位置反馈与闭环控制，确保每一次翻转动作都精准一致，为后续工件运转工序提供稳定的工件姿态保。 4.3.6 电机配置：集成一套由步进电机驱动的转盘系统。系统开机后，控制器驱动转盘执行回原点动作，原点传感器检测到信号后，转盘停止在初始工位，完成初始化。上一工作站将工件放置在初始工位夹具上，光电传感器检测到工件后，向控制器发送信号。控制器向驱动器发送脉冲指令，步进电机带动转盘以设定速度旋转 60°，到位后传感器进行工件的方位检测，检测结束继续旋转 60° 与气动机构联动进行姿态调整。通过此流程掌握①步进电机工作机制：掌握“脉冲数-步距角-转角”的换算关系（如 60° 旋转对应的脉冲数计算）；②驱动与控制逻辑：学习细分驱动器的作用（提升运行平稳性）、过流/过压保护机制，掌握 PLC 或运动控制器的编程逻辑——如何通过脉冲指令控制电机旋转角度、速度，以及如何接收传感器信号触发动作（如光电传感器检测到工件后启动电机）；③电路系统集成：认识电源、驱动器、控制器、传感器的接线规范，理解电源逆接保护、输出过载保护等设计的工程意义。将机械传动、电机控制与传感器技术有机结合，提供从简单启停控制到复杂运动控制的递进式学习路径。 4.4 方向调整站 4.4.1 基本功能：实现开关基座主件的金属部件方位检测，并根据检测结果通过线性模组与气动组合机构、光电开关配合，尺寸不小于长 470mm×宽 900mm×高 1100mm。 4.4.2 电气系统设计： 控制系统：为满足单站也能进行教学演示与实操需求，控制系统核心采用一套可编程控制器，配备集成输入/输出接口，不少于 14 个 24VDC 数字输入；不少于 10 个 24VDC 数字输出；不少于 2 个 AI 0-10V DC，电源：直流 20.4-28.8V DC，程序/数据存储器不少于 50KB。该控制器需支持 PROFINET 工业通信协议，不少于 2 个 PROFINET 接口，便于开展工业网络集成教学。控制器程序容量需满足中等复杂程度的逻辑编程训练，适用于项目式教学与故障诊断实践。 4.4.3 机构组成：不少于 1 套传送带系统，含直流减速电机、传送带及带轮，具备可调速度			
--	--	--	--	--

	范围 0~120 r/min；不少于 1 套同步带线性模组，由直流电机驱动，实现精确定位；不少于 1 个张紧机构：张紧机构可手动调节，抵消传送带因长时间运转导致的带体松弛，避免出现打滑现象，能够维持传送带合适的张紧力，保障传送带稳定、安全运转。不少于 1 套方向调整气缸组合：1 个双轴气缸、1 个旋转气缸、1 个手指气缸，完成物料夹取，物料方向调整与释放动作；不少于 1 套铝合金安装支架与电气安装板，支持模块化安装与接线练习；不少于 1 套便捷式工业端子排。 4.4.4 传感器配置：本站配置不少于 3 类传感器，包括但不限于：光电传感器：用于检测物料到位，检测距离能够达到 $30\pm 20\text{mm}$ 范围，能支撑学习光电特性与安装调试。光源为 860nm 红外发光二极管，产品本身需带有电源逆接保护、输出短路保护、输出逆连接保护功能防止接线操作失误时传感器内部电路被烧毁，支持防止相互干扰功能，同时支持入光时 ON 与遮光时 ON 的模式切换，检测的响应时间需低于 1ms。电感式接近传感器：识别金属物料，掌握接近开关的选型与应用；传感器的工作电压范围应为 10~30VDC，负荷电流不超过 100mA。传感器需带有短路保护、过载保护、逆极性保护。传感器应带有 LED 灯用于输出指示。磁性传感器：监测气缸位置，例如缸体集成两个磁性开关，分别对应“0° 初始位”和“180° 旋转到位”信号，实现旋转行程的精准监控。传感器的工作电压范围应为 10~28VDC，最大开关电流不超过 100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为-10℃~70℃。 4.4.5 气动回路配置：配置一套包含双轴升降气缸、旋转气缸和手指气缸的典型气动组合。双轴气缸具备高刚性导向，模拟工业中如顶升、定位等需要稳定直线运动的场景；手指气缸则模拟机器人末端执行器，用于实现工件的抓取与释放；旋转气缸模拟自动化生产中的多角度作业工况，可精准实现固定角度（180°）角度旋转，带动工件翻转（如零件正反面切换），替代人工或复杂机械传动的旋转动作。系统设计需要支持从气路连接、电磁阀接线到与 PLC 联调的全流程实践，掌握气动技术基础与 PLC 顺序控制。 4.4.6 电机配置：集成一套由直流减速电机驱动的材料传送带及一套同步带线性模组。 4.5 产品组装站 4.5.1 基本功能：组装平台上的气缸将主件定位夹紧，辅料仓 1 上的气缸将辅料 1（按压头）压入主件中；然后无杆气缸将主件移送到辅料 2（顶丝）安装位置；辅料仓 2 上的气缸将辅料 2（顶丝）推出到适当位置，拧螺丝组件将辅料 2（顶丝）旋入主件中，产品组装完成。尺寸不小于长 470mm×宽 900mm×高 1100mm。			
--	--	--	--	--

	4.5.2 电气系统设计：控制系统：配备集成输入/输出接口，不少于 14 个 24VDC 数字输入；不少于 10 个 24VDC 数字输出；不少于 2 个 AI 0-10V DC，电源：直流 20.4-28.8V DC，程序/数据存储单元不少于 50KB。该控制器需支持 PROFINET 工业通信协议，不少于 2 个 PROFINET 接口，便于开展工业网络集成教学。其内置的数字量输入输出点及模拟量输入通道，可覆盖传感器信号采集、执行机构控制等典型应用场景。 4.5.3 机构组成： 不少于 1 个组装平台：包含 1 个定位平台、1 个笔形气缸；不少于 1 套搬运组件：包含 1 个无杆气缸；不少于 2 个辅料料仓，每个辅料料仓：1 个弹夹式辅料料仓、1 个笔形气缸；不少于 1 套拧紧螺丝组件：1 个笔型气缸、1 个步进电机，1 个拧紧机构；不少于 1 套铝合金安装支架与电气安装板，支持模块化安装与接线练习；不少于 1 套便捷式工业端子排。 4.5.4 传感器配置：本站配置不少于 2 类传感器，包括但不限于：电容式传感器：可同时检测金属及非金属材质物体，掌握电容式传感器的选型与应用；传感器的工作电压范围应为 10~30VDC，负荷电流不超过 200mA。传感器需带有短路保护、过载保护、逆极性保护。传感器的防护等级应为 IP67。磁性传感器：监测气缸位置，理解气动元件与传感器协同工作原理。传感器的工作电压范围应为 10~28VDC，最大开关电流不超过 100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为-10℃~70℃。 4.5.5 气动回路配置：配置一套包含无杆气缸和笔形气缸的典型气动组合。无杆气缸具备无活塞杆、行程长且安装空间紧凑的优势，模拟工业中如物料输送、设备滑台驱动等需要长距离稳定直线运动的场景；笔形气缸则以结构精巧、重量轻、响应迅速为特点，模拟自动化设备中如小型工件顶紧、精密机构换向等安装空间受限的动作场景。 4.5.6 电机配置：集成一套由步进电机驱动及步进电机组成的拧紧螺丝模组。步进电机及步进电机驱动：能在控制器组态软件中完成步进电机的组态，并且控制方式能通过 IEC 61131-3 国际标准完成所有基础运控指令（如点位运动、速度控制）的控制编程；有不少于 1 套步进电机驱动和不少于 1 套步进电机。 4.6 产品分拣站 4.6.1 基本功能：竖井提升组件从组装站上取出成品，线性模组将成品移送至颜色检测位置进行检测，根据颜色检测结果，将成品放入相应的分拣滑道中。通过产品夹取、颜色检测与分类分拣的完整流程，尺寸不小于长 470mm×宽 900mm×高 1100mm。			
--	---	--	--	--

	4.6.2 电气系统设计：控制系统：为满足单站也能进行教学演示与实操需求，控制系统核心采用一套可编程控制器，配备集成输入/输出接口，不少于 14 个 24VDC 数字输入；不少于 10 个 24VDC 数字输出；不少于 2 个 AI 0-10V DC，电源：直流 20.4-28.8V DC，程序/数据存储器不少于 50KB。该控制器需支持 PROFINET 工业通信协议，不少于 2 个 PROFINET 接口，便于开展工业网络集成教学。其内置的数字量输入输出点及模拟量输入通道，可覆盖传感器信号采集、执行机构控制等典型应用场景。控制器程序容量需满足中等复杂程度的逻辑编程训练，适用于项目式教学与故障诊断实践。 4.6.3 机构组成：不少于 1 套搬运线性模组：包含直流减速电机、丝杠模组，具备可调速度范围 0~120 r/min；不少于 1 套竖井提升组件：包含 1 个步进电机组件、1 个张紧机构、1 个气爪；不少于 1 套分拣滑道组件：包含 2 个两个滑道，用于放置不同颜色的物料；不少于 1 套铝合金安装支架与电气安装板，支持模块化安装与接线练习；不少于 1 套便捷式工业端子排。 4.6.4 传感器配置：配置不少于 5 类传感器，包括但不限于：光电传感器：用于检测物料到位，检测距离 $30 \pm 20\text{mm}$，学习光电特性与安装调试。光源为红外发光二极管。需带有电源逆接保护、输出短路保护、防止相互干扰功能、输出逆连接保护。检测的响应时间需低于 1ms。电感式接近传感器：识别金属物料，掌握接近开关的选型与应用；传感器的工作电压范围应为 10~30VDC，负荷电流不超过 100mA。传感器需带有短路保护、过载保护、逆极性保护。传感器应带有 LED 灯用于输出指示。微动开关：用于机械限位与安全保护，学习开关量信号的采集与处理；传感器工作温度不少于 $-25^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$，工作湿度小于 85%，防护等级为 IP40。传感器的使用寿命至少在 100000 次以上。磁性传感器：监测气缸位置，理解气动元件与传感器协同工作原理。传感器的工作电压范围应为 10~28VDC，最大开关电流不超过 100mA。传感器需带有电源极性反向保护、突波吸收保护。工作温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$。颜色检测传感器：用于区分物料的颜色，增加教学环节对色标传感器的设置活动的要求；工作电压：12~24V DC $\pm 10\%$；工作温度：$-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$；防护等级：IP67 (IEC)；消耗功率不大于 850mW；需带有短路保护。（需要提供产品品牌和具体型号以及相关该型号产品的网页截图或产品彩页等相关证明材料） 4.6.5 气动回路配置：配置一套包含手指气缸的典型气动组合。手指气缸用于模拟机器人末端执行器，用于实现工件的抓取与释放。 4.6.6 电机配置：电机种类不少于 2 种。步进电机及步进电机驱动：能在控制器组态软件中			
--	--	--	--	--

		完成步进电机的组态，并且控制方式能通过 IEC 61131-3 国际通用标准完成所有基础运控指令（如点位运动、速度控制）的控制编程；有不少于 1 套步进电机驱动和不少于 1 套步进电机；集成一套由直流减速电机驱动的搬运线性模组。体现工业生产中常见的物料传送与定位流程。线性模组则展示了如何将旋转运动转化为直线定位，其调速功能便于演示不同速度下的定位与运动特性。将机械传动、电机控制与传感器技术有机结合，提供从简单启停控制到复杂运动控制的递进式学习路径。 5. 课程资源 ▲5.1 提供课程《系统化思维导论》课程大纲复印件一份，需能阐明课程的受众、课程目标、教学内容清单，并提供课程的课件样章，样章内包含图形化工艺表达方法的讲解和与设备对应的逻辑功能图。 ▲5.2 提供课程《单个生产站的控制系统设计》实训指导书样章，包含课程的学习目标、生产站的工作流程图、具体的变量表、手动/自动状态切换程序的截图。 ▲5.3 提供课程《多个生产站的虚拟调试联调》实训指导书样章，包含虚拟调试拓扑结构、子网建立方法。需提供教学视频截图，截图展示的虚拟生产线与真实产线结构一致。 ▲5.4 提供电气图纸样章，包含工艺说明书样章、电气原理图样章，设备表样章，I/O 点表样章，逻辑功能图样章，位移顺序图样章，气路图样章，样章要与真实设备一致。 ▲5.5 提供课程《气动执行机构应用》实训指导书样章，包含气动执行机构部件名称图、工作原理图、以及气动部件的故障分析列表。 ▲5.6 提供课程《模拟量信号采集与处理》实训指导书样章，包含 PLC 中的模拟量设置、参数转换关系图、转换程序的截图。 5.7 提供一门《智能产线系统开发与实施》的项目式课程，打通自动化的学习瓶颈，能够独立完成一个生产站的系统分析、设计交付，提供智能产线生产演练和现状盘点、智能产线生产线工艺需求分析与表达、运用图形化工具分析复杂动作序列及生产线单站程序开发与 FAT 测试交付等四章节课程的教学 PPT 截图。 5.8 提供与离散行业智能制造综合实训系统配套的实验指导书的著作权归属证明。			
2	智能制造综合实训平台-2 教学工作站（<u>强制采购节能产品</u>）	二、教学工作站： 1. CPU：CPU 物理核心数≥ 16 个，线程数≥ 24 个，基本频率（主频）$\geq 2.1\text{GHz}$，三级缓存容量$\geq 30\text{MB}$，基础功耗 TDP$\leq 125\text{W}$。 2. 主板：须支持$\geq 64\text{GB}$ DDR4 内存，提供双内存插槽，100%全固态电容。	41	1	2

	■3. 内存：≥16GB DDR4 内存，提供双内存插槽，支持 32GB DDR4 3200MHz 双通道内存，最高可配 64GB 3200MHz。 4. 硬盘：≥M.2 512GB PCIe NVMe 固态硬盘，具有硬盘减震或防震设计。 5. 声卡：集成声卡芯片，支持 5.1 声道，前置 2 个音频接口，后置 3 个音频接口。 6. 网卡：主板集成 100M/1000M 自适应以太网卡，支持 Wi-Fi IEEE 802.11a/b/g/n/ac，支持 2.4GHz 和 5GHz 双频。 7. I/O 扩展槽：≥1 个 PCIe x16，≥1 个 PCIe x1，≥2 个 M.2 接口。 8. USB 接口：≥8 个 USB 接口，其中前置 4 个 USB 3.2 Gen1 接口，后置 4 个 USB 2.0 接口。 9. 显卡：集成显卡。 10. 电源：不小于 110V/220V • 300W 电源。 11. 机箱：机箱体积≥15L，二合一机箱锁。 ■12. 显示器：≥23.8 英寸，分辨率≥1920*1080，支持 VGA+HDMI 双接口输出，支持壁挂。 13. 其他接口：≥2 个 PS/2, 1 个串口，1 个 VGA, 1 个 HDMI, 1 个 RJ-45, 1 个耳机插孔，1 个麦克风插孔，1 个 Line-in 插孔，支持串口扩展。 14. 键鼠：防水抗菌键盘、抗菌鼠标。 15. 系统：出厂预装 win11 专业版操作系统。 ▲16. 安全应用：可通过 bios 将 USB 端口设置为仅识别键盘鼠标，不识别存储设备，且每个 USB 端口在 BIOS 有单独控制开关。 17. 配合教学工作站使用的教学软件（每个实验室 1 套、共两套） 17.1 支持教师机与学生机互换。当教师机故障时，找任一台学生机插入加密狗就可以自动切换为教师机，无需重新安装程序，提高上课效率。 17.2 教师将本地视频文件广播给学生，支持添加多个视频文件到播放列表中，支持暂停、播放下一个、播放上一个、停止、清除播放列表操作。后登录的学生机可自动进入影音广播，为提高教学效率，在执行影音广播的同时，学生端的键盘和鼠标被锁定。 17.3 教师可远程关闭指定学生机上正在运行的应用程序。 17.4 教师端可以通过摄像头将教师的影像和语音实时发送到学生端，实现远程实时影像语音教学。 17.5 教师对学生进行电子点名，如果是高校学生可以自定义院系、专业、班级等单位类别，如果是普教学生可以直接选择几年级几班。 17.6 教师指定的学生暂时代替教师进行教学示范，老师在学生演示过程中可以控制被演示学生的机器。 17.7 教师可选定一个学生操作本机或操作教			
--	--	--	--	--

	师机进行教学演示，并将该学生演示的画面转播给每一个学生，被广播的学生将全屏接收演示学生的画面。 17.8 教师机可以将本机的操作过程、讲解录制为一个文件，供教师反复使用，以后通过屏幕回放功能进行回放。 17.9 教师机可以将屏幕录制的文件进行回放，回放的内容可以通过屏幕广播给学生。 17.10 教师可以对单一、部分、全体学生执行黑屏，并锁定其键盘、鼠标，禁止其进行任何操作。 17.11 教师机可以连续监看所选学生机屏幕。每屏可监视多个学生,可设置每屏学生机的数量以及学生机屏幕轮循的时间间隔。 17.12 教师将本地的语音文件广播给其他学生，学生可在一边收听语音的同时一边操作本机进行学习。 18、保护还原系统（每台实训平台配套工作站需要一套该系统） 18.1 所有的教学工作站终端互连组建局域网环境，支持集中统一管理。 18.2 支持 B/S 管理架构，可通过移动设备通过网页方式对机房进行远程管理，包括远程开关机、时间同步、系统切换、消息广播等操作。 18.3 支持所有教学工作站多硬盘、分区的统一部署和保护还原。 18.4 支持教学工作站本地硬盘操作系统（xp\win7\win8\win10\linux）的立即还原和还原点瞬间创建。 18.5 支持硬盘剩余空间智能调配，满足多系统时硬盘容量不足的问题。 18.6 支持系统引导选单的开启与禁用，实现对当前不使用的系统进行屏蔽。 18.7 支持包括 sqlserver 等服务器版软件以及 MATLAB、UG、PhotoShop、3DsMax、AutoCad、Maya2010 以上等大型软件的稳定运行。 18.8 支持学期课表的编辑，可设置学期开始和结束时间，按学期课表时间自动启动相应的操作系统，支持操作系统拖拽式导入学期课表。 18.9 机房局域网管理支持按需和完全部署两种方式向任意教学工作站交付数据，均采用动态、实时、增量的原则，可以实现只部署系统分区或者数据分区。 18.10 能够针对学生软件使用、上网操作进行记录，并支持按照应用、访问网址进行查询。 18.11 机房内单台教学工作站不依赖网络和服务端可自我还原，支持分区每次、每天、每周、每月、手动等多种还原方式。 18.12 支持硬盘数据及时还原、定时还原、操作系统 IP 绑定和自动分配，可针对不同的教学应用状态创建多还原点/锁定还原点/删除还原			
--	---	--	--	--

		点，还原点之间相互不依赖、自动还原。 18.13 支持对 3DMAX、CAD 等图形设计、工程设计类软件的统一注册，无需手动逐台激活。 18.14 支持流量限制策略，能够设定上行流量、下行流量，并设置生效时间区间，能够精确到秒，支持按天执行、按周执行、按月执行根据不同的时间节点自动限定终端机不同的网络上行和下行流量。 18.15 支持网络限制策略，能够设定禁用外网或禁用全部网络，并支持设置例外，例外类型包括 ip 地址、网址、端口，并设置生效时间区间，能够精确到秒，支持按天执行、按周执行、按月执行。 18.16 能够针对学生软件使用、上网操作进行记录，并支持按照应用、访问网址进行查询，能够根据时间段进行搜索，搜索时间精确到秒，针对上网操作，能够展示网址及网站标题信息，支持表格导出。			
3	智能制造综合实训平台-3 实验室环境建设	三、实验室相应配置 1. 加装符合国标配电箱。 1.1 材质：国标优质冷轧钢板材质，钢板厚度不小于 1.2mm，箱体整体结构采用焊接或螺丝紧固方式连接，确保箱体强度和稳定性，具有良好的防锈、防腐蚀性能；防护等级不低于 IP30，可有效防止灰尘、固体异物侵入。 1.2 元件：内部的接触器、断路器、熔断器等元件提供合格证、3C 认证、按功能分区布局，端子标识清晰，线路过载、短路、高温断电、漏电保护、缺相保护等功能。 2. 电力线路 2.1. 主电缆规格$\geq 6\text{mm}^2$ 无氧铜国标电缆，支线规格$\geq 4\text{mm}^2$ 无氧铜国标电线，强弱电间距$\geq 30\text{cm}$。电线具备良好的耐高温、耐磨损、阻燃性能。 2.2. 布线要求强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线，不影响实训室美观。 2.3 网络布线：国标六类非屏蔽网线，线芯材质为无氧铜，线径不小于 0.56mm；网线外皮印有相关认证标识（如 3C 认证），强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线，不影响实训室美观。 3. 磁吸门禁：支持刷脸开锁、密码开锁、刷卡开锁等多种开锁方式，单个磁吸不低于 280kg。 4. 照明系统：采用 LED 节能灯具，色温为 4000K（暖白色），显色指数（Ra）不低于 80，确保场地内物体颜色还原真实，提供良好的视觉环境。 5. 消防器材： ■5.1 每个实验室灭火器配置不少于 4 具干粉灭火器（4 公斤装）灭火器需在有效期内，压力正常（压力表指针在绿色区域），外观无损坏、	8	0	2

		变形等情况。 ■5.2 每个实验室毯配备灭火毯，数量不少于2条，灭火毯规格为 1.2m×1.8m，材质为玻璃纤维，具有耐高温、阻燃性能；灭火毯需放置于明显且便于取用的位置。 6. 制作符合本实验室专业设计，突出实验室主题内容的文化展板（20mm 厚 PVC 晶片，折槽折边，不少于 8 块，单块面积面积不少于 2m²）。多媒体系统布线、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（房间面积约为 220m²）。强电线槽和弱电线槽之间的距离保持隔离，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；必须有接地及漏电保护。			
4	高端装备设计与数字化制造实训平台-1 电机学&电力电子技术&运动控制系统	一、电机学&电力电子技术&运动控制系统 1. 主体要求 1.1 本电机学&电力电子技术&运动控制系统通用实验平台主要服务“电机学”、“电力电子技术”、“电力拖动自动控制系统-运动控制系统”等课程开设的实验项目，并可支持开展相关课程设计及大学生创新活动。 1.2 整体采用立式机柜+对拖拓展平台组成，机柜部分提供隔离电源（保护）、测量仪器模块和实验项目模块等。 1.3 对拖拓展平台由实验桌、电机对拖机组、电机对拖底板、测速装置等组成；要具备良好的可扩充和自主升级功能。 2. 柜体部分 2.1 外观具有科技感、需要适合现代化实验室建设的审美需求（机柜长≤0.75m、宽≤0.75m、高≤1.85m）。 2.2 主体采用满足承重的冷轧钢板（厚度不低于1.5mm、例如电气安装板部分厚度 2mm）、表面经过喷塑处理而成。机柜 4 组侧门采用高性能锁芯安全可靠，抽屉部分配有全拉出同步阻尼隐藏式滑轨（3D 卡码）、性能经过专业出厂测试。 2.3 机柜底部采用四组福马轮，尼龙耐磨、强劲承重、高度可调节。 2.4 机柜左右两侧配有一次侧、二次侧单相电源，同时机柜配有三相四线制进线电源、三相四线制出线电源（配合实验室机柜供电级联使用）；预留功能模块位置，采用导轨设计，面板线路图丝印清晰，接线孔要满足标准要求；机柜侧门选配磁吸挂线架。 3. 系统监测及电参数测量模块 3.1 柜体配置三相数显多功能电力智能液晶仪表 2 块（测量范围：0~5A，线电压 0~400V，测量精度：0.2 级精度）；1 块监测机柜二次侧三相电源	56	8	0

	参数，另 1 块实验者可根据需要监测外部三相设备（例如三相交流电机）参数；同时配置：1) 交流指针电压表（测量范围：0~450V）主要监测一次侧三相电源平衡状态；2) 隔离型直流电压电流双显表 2 块（测量范围：0-500V, 0-5A, 测量精度：0.5%±3 个字）；3) 直流高精度电流表 2 块（测量范围：0-2A, 测量精度：±0.02%+2 个字）；4) 隔离型单相交流电压电流双显表 1 块（测量范围：0~5A, 0~500V, 测量精度：0.5%±3 个字）；5) 可编程触摸屏（可与数控模块通讯，与电机控制与调速模块组合使用）。 ▲3.2 电压电流隔离采样模块：可同时实现隔离测试 3 路电压、3 路电流信号，每路输入具备高阻和低阻两种模式，每路信号具备指示灯显示，量程选择错误时会自动接入保护状态。3 路电压电流隔离采样模块：测试带宽：0-1KHz；电压衰减倍数：包括×10 档和×100 档；精确度：2%，电压输入范围：≤59VP-P（×10 档）；≤590VP-P（×100 档）；输入阻抗：>40kΩ，3 路电流隔离采样：测试带宽：0-100KHz；电流衰减倍数：×0.5、×2.5，精确度：2.5%；电流输入范围：≤2.5A（×0.5 档）；≤25A（×2.5 档）。 ▲3.3 测试工作站：至少四个隔离通道，通过模拟通道可进行串行总线的触发、解码功能，至少支持 I2C、SPI 和 UART/CAN/LIN，等性能双通道任意波，频率不低于 25MHz，采样率不低于 200MSa/s，垂直分辨率不低于 14 位，5000 位独立数字显示，可以独立直接测试交流电压，交流电流，直流电压，直流电流，电阻，二极管，温度等参数，≥16 通道数字逻辑分析功能（带 16 通道测试探针），每通道采样率不低于 1GSa/s，带宽不低于 200MHz。 ▲3.4 记录长度每通道不低于 8M。 ▲3.5 输入电压不低于±40V，最小驱动电压不低于±250mV。 ▲3.6 垂直分辨率大于等于 8bit，具有 Edge, Pulse Width, Bus 多种触发类型，每通道提供 500M 频谱分析仪功能频率范围 DC~500MHz、扫宽可设置 1kHz~500MHz (Max)，RBW 调节范围 1Hz~500kHz。 ▲3.7 垂直刻度：-12divs~+12divs；1dB/div~20dB/div 可调(1,2,5 步进)，可以设定中心频率，开始/截至频率，频宽，分辨率带宽等参数，具有峰值自动获取功能、可同时展示 4 条频谱分析曲线（正常，最大值保持，最小值保持，平均值），内置双通道电源输出，电压 1~5V、0.1V 连续调节，输出电流≥1A，纹波小于等于 50mVrms，数据记录器功能，至少可连续录 96 小时波形图像或数据。 4. 交直流电源、启停及指示功能模块 4.1 三相四线制电源输入后经隔离变压器输出(浮			
--	--	--	--	--

	地设计），隔离变压器配置有电压型保护装置、隔离电源中集成电流型漏电保护装置、三相电源短路保护、缺相指示（带灯熔断器）、相序检测及过压指示；输入电源：三相四线、$380V \pm 10\%$、$50 \pm 1Hz$；共 6 组输出。 4.2 2 组隔离三相定值电压输出，线电压分别为：$380V \pm 10\%$ /3A、$163V \pm 10\%$ /3A；“电源选择开关”控制两种等级电压输出，当开关置于“直流调速”侧时，可完成电力电子实验和直流调速实验；当开关置于“交流调速”侧时，可完成交流电机调速等实验。 4.3 1 组隔离三相 $0 \sim 380V$（线电压）连续可调输出，通过自耦调压器旋钮调节输出，可完成三相鼠笼、三相绕行式异步电机的特性实验。 4.4 2 组三相整流后输出直流电压 $60V \sim 220V$ 电压连续可调直流电源，最大电流不低于 3A，转换效率 $\geq 85\%$（满功率时），输出电压纹波 $< 2\%$，保护包括输入过压、输出过压、过流保护，通过外接电位器调整电压输出。 4.5 1 组 24V 输出，最大电流不低于 5A。工作环境：温度 $-10^{\circ}C \sim +40^{\circ}C$，相对湿度 $\leq 85\%$（$25^{\circ}C$），海拔 $\leq 4000m$；装置容量：$\leq 1.5kVA$。 5. 电机学&电力电子技术&运动控制系统模块 5.1 电力电子数控触发模块：技术指标：直流输入电压：24V；交流输入电压：$0 \sim 220V$；输出信号：PWM 驱动信号、晶闸管触发信号；触发延迟角调节范围：$0 \sim 180^{\circ}$；PWM 驱动信号范围：1%-98%；控制方法：电位器输入。 5.2 电力电子正桥主电路模块：技术指标：交流输入电压：$0 \sim 220V$；交流输出：$0 \sim 220V$；直流输出：$0 \sim 540V$，控制方法：电位器输入；支持下列实验：1）单相半波可控整流电路实验 2）相控触发与单相整流电路实验（单相桥式）3）三相桥式全控整流电路及模拟故障以及单相交流调压等实验。 5.3 电力电子 DC/DC 基本电路模块：技术指标：直流输入电压：24V；PWM 驱动信号范围：1%-98%；控制方法：电位器输入；支持下列实验：1）DC/DCBUCK 电路实验；2）DC/DCBOOST 电路实验；3）DC/DCBUCKBOOST 电路实验。 5.4 电力电子器件特性模块：技术指标：直流输入电压：24V；直流输出电压：$0 \sim 24V$；PWM 驱动信号范围：1%-98%；控制方法：电位器输入；支持下列实验：1）GTR 器件特性相关实验 2）MOSFET 器件特性相关实验 3）IGBT 器件特性相关实验。 5.5 电机控制与调速模块 1：技术指标：直流输入电压：24V；直流输出电压：$-15 \sim 0V$、$0 \sim 15V$；输出信号：电流反馈信号（$0 \sim 5V$）、转速反馈信号（$0 \sim 5V$）；控制方法：电位器输入；支持下列实验：1）晶闸管不可逆直流调速系统参数和环节特性测定实验；2）晶闸管不可逆直流调速开环系统			
--	--	--	--	--

	实验；3) 晶闸管不可逆直流调速转速单闭环 (PI 调节器) 实验；4) 晶闸管不可逆直流调速转速电流双闭环系统实验。 5.6 电机控制与调速模块 2: 技术指标: 直流输入电压: 24V、0-220V; 直流输出电压: -220-220V; 输出信号: 电流反馈信号 (0-5V)、转速反馈信号 (0-5V); 控制方法: 电位器输入; 支持下列实验: 1) 转速单闭环直流脉宽调速系统实验 2) 转速电流双闭环直流脉宽调速系统实验。 5.7 电机控制与调速模块 3: 技术指标: 直流输入电压: 24V、0-220V; 交流输出电压: 0-220V (线电压); 输出信号: 电流反馈信号、转速反馈信号; 控制方法: 上位机界面实现。支持下列实验: 1) 三相鼠笼式异步电机恒压频比控制实验 2) 三相鼠笼式异步电机 SVPWM 调速实验 3) PMSM 的 SVPWM 调速实验 4) BLDC 的方波驱动调速实验。 5.8 开关电源实验模组 ▲5.8.1 包含以下三部分: 单端隔离型高频开关电源实验; 隔离型桥式 DC/DC 实验; 变频调速实验, 这三个部分在实验箱电路板上需有明显的区域标识, 且三个部分相互独立使用; 提供实物照片加以证明。 5.8.2 在控制电路中采用 PWM 控制芯片和经典的功率变换拓扑; 提供多处测量点; 实验平台中功率器件采用插拔式设计。 5.8.3 单端隔离型高频开关电源实验: 单端反激式开关电源实验调试; 单端反激式高频变压器设计和绕制。①输入: 交流 $220V \pm 15\%$ 直流 48V (实验者可选) 输出: +15V/0.2A, $\pm 15V/0.3A$ (实验者可调整) ②实验者可观测的数据和波形: 交流输入电压波形、二极管整流后电压波形、电容滤波后电压波形、功率管的主电极电压波形、输出电压波形、PWM 控制器的锯齿波振荡器波形、PWM 控制器的输出驱动波形。③实验者可调整的参数: 可改变反馈电压分压比进而改变输出电压数值; 可改变 RCD 吸收电路参数观测功率管的漏源极电压波形变化情况; 可改变功率管的驱动电阻数值参数观测功率管的漏源极电压波形变化情况; 可改变 PWM 控制器的锯齿波振荡器电阻值, 观测 PWM 控制器的输出驱动波形频率的变化情况。 5.8.4 隔离型桥式 DC/DC 变换器实验: 隔离型桥式 DC-DC 变换器实验调试; 半桥高频变压器设计和绕制; 高频滤波电感设计和绕制, ①输入: 直流 $24V \pm 6V$ 输出: +48V/0.5A (实验者可调整) ②实验者可观测的数据和波形: 功率管漏源极电压波形、输出电压波形、PWM 控制器的锯齿波振荡器波形、PWM 控制器的输出驱动控制波形、功率管的驱动波形, 配套隔离通道模块可同时观察实验中非隔离信号与隔离信号。③实验者可调整的参数: 可改变 PWM 控制器的锯齿波振荡器电阻数值, 观测 PWM 控制器的输出驱动波形频率的变化情			
--	--	--	--	--

	况。可改变输出电压反馈电路中的电阻值，调节PWM控制器给定电压，观察输出电压的变化情况。 5.8.5 变频调速实验：三相异步电动机变频调速实验调试：①输入：直流32V 输出：三相交流，变频变压（驱动三相异步实验电动机旋转）②实验者可观测的数据和波形：功率管漏源极电极电压波形、输出电压波形、功率管的驱动波形、控制器的参考时钟、频率控制时钟和电压控制时钟波形。③实验者可调整的参数：实验者可调整控制器的电压控制时钟和频率控制时钟参数，观测三相逆变桥输出电压波形变化情况和电动机转速变化。 6. 电机学&电力电子技术&运动控制系统电机 6.1 三相组式/三相芯式变压器：三相组式变压器：由三个完全相同的单相变压器按三相连接的方式连接组成的，三个铁芯独立，三相磁路互不关联。其额定容量 $P_N=77W$，$U_{1N}/U_{2N}=220/55V$，$I_{1N}/I_{2N}=0.35/1.4A$。三相芯式变压器：三相铁芯互不独立；三相磁路互相关联。其额定容量 $P_N=50.8/50.8/50.8W$，$U_N=127/63.6/31.8V$，$I_N=0.4/0.8/1.6A$。支持下列实验：1) 单相变压器短路、空载、带阻性负载实验；2) 三相变压器短路、空载、带阻性负载实验。 6.2 直流电动机：技术指标：($P_N=150W$，$U_N=220V$，$I_N=1A$，$n_N=1500rpm$) 支持下列实验：1)、直流电动机认识实验；2)、他励直流电动机机械特性测定实验；3)、与电机控制与调速模块配合实验部分。 6.3 直流发电机：技术指标：($P_N=135W$，$U_N=220V$，$I_N=0.8A$，$n_N=1450rpm$) 支持下列实验：1)、直流发电机空载特性测定实验 2)、直流发电机外特性测定实验；3)、与电机控制与调速模块配合实验部分。 6.4 直流测功机：技术指标：($P_N=200W$，$U_N=220V$，$I_N=1.2A$，$n_N=1500rpm$) 配合其他电机支持下列实验：1) 他励直流电动机机械特性测定实验；2) 直流复励发电机空载特性测定实验；3) 直流复励发电机外特性测定实验；4) 三相异步电动机的机械特性测定实验；5) 与电机控制与调速模块配合实验部分。 6.5 三相鼠笼异步电动机：技术指标：($P_N=100W$，$U_N=220V(Y)$，$I_N=0.5A$，$n_N=1300rpm$) 支持下列实验：1) 三相异步电动机的空载实验；2) 三相异步电动机的负载实验；3) 与电机控制与调速模块配合实验部分。 6.6 三相绕线异步电动机：技术指标：($P_N=144W$，$U_N=380V(Y)$，$I_N=0.5A$，$n_N=1200rpm$) 支持下列实验：1) 固有机械特性实验；2) 转子串电阻人为机械特性实验；3) 降低定子端电压人为机械特性实验。 6.7 永磁同步电机：技术指标：($P_N=220W$，			
--	--	--	--	--

	UN=220V(Y)，IN=0.8A，nN=1500rpm)支持下列实验：与电机控制与调速模块配合实验部分。 6.8 无刷直 8 流电机：技术指标：(PN=160W，UN=220V(Y)，IN=0.6A，nN=1500rpm)支持下列实验：与电机控制与调速模块配合实验部分。 7. 对拖拓展平台 7.1 实验平台≤长宽高 1400*750*760mm，钢框架采用不小于 60*40*1.5mm，结实耐用，钢木材质；台面选用不小于 25mm 厚三聚氰胺板，柜身采用不小于 18mm 厚三聚氰胺板，含柜体，主机位及键盘位，留有电机存放位置，留有模块存放位置，留有台式工作站存放位置。 7.2 平台含有电机对拖底板。 7.3 电机机组（直流测功机、直流他励电动机、直流发电机、三相鼠笼异步电机、三相绕线异步电动机、永磁同步电机、无刷直流电机，电机功率不低于 100W，不高于 220W）。 7.4 测速装置：转速实时可视、两组采集信号（转速电压模拟信号、编码器数字信号）接口预留。 7.5 电机可快速安装拆卸、并采取弹性膜片联轴器进行连接，对拖平台的电动机可闭环控制。 8 三维实验系统 8.1 通过基于 B/S 结构（浏览器/服务器）的管理方式满足学校开放实验室管理需求。 8.2 软件支持学生列表管理和成绩查询。 8.3 软件支持协同仿真；可完成 DC/DC 实验、直流电动机机械特性实验、直流电动机调速实验等。 8.4 软件包含 DC/DC 模块、正桥主电路模块、数控触发模块、电机调速与控制模块、直流电动机与直流发电机对拖测速机组。 8.5 实验正确完成显示正确波形图、电路短接等情况呈现模块烧毁等事故现象，起到警示学生注意接线作用。 9. 仿真应用 9.1 包含常用的机电模型、机械负载模型、以及控制模块(至少包括最大扭矩-电流控制以及弱磁控制模块)，能够进行电机控制回路稳定性分析。 9.2 能够快速实现微控制器/DSP 数字控制器验证，支持将 S 域控制器转换为 Z 域的数字控制器，可以快速的设计各种功率转化器的控制器。 9.3 软件具备简单易用的器件数据库编辑器，能够根据制造商器件手册快速计算器件功率损耗。 9.4 软件具备锂电池模型、MPPT 模型、风力涡轮机模型、带温度和光电效应的太阳能模型以及完备的风电系统仿真示例。 9.5 软件支持与 Matlab/Simulink 进行协同仿真。 9.6 支持 HEV 动力系统的多种工作模态及工作模态组合，包括充电模态，电池驱动模态，发动机和电机驱动模态，发动机驱动及充电模态，全动力模态，制动能源回收模态等。 ▲9.7 支持从控制原理框图一键式生成产品级 C		
--	---	--	--

		代码，直接运行在 F2833x、F2803x、F2806x、F2802x、F28004 的 DSP 处理器上。 9.8 提供 DSP 示波器功能，允许实时显示 DSP 波形和更改参数。 9.9 软件能够进行系统级仿真、算法仿真，同时具备通过模块扩展支持 SPICE 电路仿真的能力，能够接受来自其他软件的标准 SPICE 网络列表并进行仿真求解。 9.10 软件支持 SiC 和 GaN 设备。 9.11 支持 TI 的 InstaSPIN 电机控制算法。 9.12 支持实现与 ModelSim 协同仿真，支持 Verilog/VHDL 代码。 9.13 支持实现与有限元分析软件 JMAG 协同仿真。 9.14 支持实现在 TI DSP 硬件上运行代码的处理器在环仿真。 9.15 提供电机控制系统设计套件，支持面向 PMSM 和感应电机驱动系统的内部电流环、外部速度环的自动控制器设计。			
5	高端装备设计与数字化制造实训平台-2 智能实验系统综合测试平台	二、智能实验系统综合测试平台 1. 整体要求：BS 架构，系统和所有数据都在服务器端，所有用户通过浏览器访问；学生实验流程控制，可添加导师课件、学生学习资料和课后报告，提高学生实验效率；实验防抄袭系统，无法抄袭实验数据。 2. 丰富的习题库，题目类型支持单选题、多选题、判断题等主客观题目。支持习题从题库导入，所有题目可自定义标签分类，提高使用灵活性；可实现学校、校区、学院、学科和班级管理。 3. 可一键导入校园账户数据到系统，完成账户数据库建设，也可以手动添加账户数据；所有账户可修改和重置密码；支持教务管理员、教师、系统管理员、老师、学生，以及自定义账户类型，每个账户可分配自定义权限，并动态生成对应功能菜单。 ▲4. 支持验证码机制，提高系统安全性；可创建任意权限的账户，自由组合权限，并自动生成个性化系统页面；可按账户完成不同角色能力，进行任务划分。 5. 可实现小组实验；所有数据实时上传保存在服务器，可分时，分场合完成实验，并且老师可实时查看报告数据；学生可以查看完整版电子报告，对照电子屏幕做实验，无需再依赖纸质报告。 ▲6. 强大的在线测量组件，在线真实采集实验数据，由学生决定何时在何处提交数据，并自动填入报告对应位置，实现数据和报告高度吻合；支持师生用户在线操作实验台，可在线对仪器仪表设备进行数据采集工作，如示波器截图，毫伏表数据，数据支持可视化动态曲线，支持多格式导出。 7. 可拍照上传所有纸质实验数据以及添加 pdf、	52	15	2

	word、excel 等附件到实验报告，实现课件、资料和课后报告都可电子化。报告支持打印；可在实验报告任意组件进行批注，并显示批改列表，批改样式颜色区分清晰明了，支持按权重量化考核，可记录预习、课堂实验和课后系统的报告提交进度，丰富综合考评数据，可给出总分和总评；支持成绩管理，如课堂表现，实验报告得分，出勤等综合评判学生得分；支持成绩汇总及成绩导出；系统可访问的仪器支持自动录入资产信息，比如软硬件版本、设备型号、使用时长、所在实验室和实验位等等，非系统内的设备也支持手动录入资产信息，最终实现实验室资产完全数据化。所有数据支持分类精确检索；支持批量修改、删除资产信息；可自定义实验室布局图，自定义行列布局，开启或隐藏教师位，并自动生成动态电子实验室页面。 8. 可在广域网查看和控制仪器，可实现跨教室、校区教学；可同时同屏显示实验位所有仪器界面和数据；可实现设备的任意功能的权限控制；可将仪器一键恢复出厂设置。 ▲9. 支持与实际仪器面板高度一致的虚拟控制面板，满足各种演示教学场景，降低教学难度并且丰富教学方式；可添加自定义课程；支持添加周次排课和日期排课模式，开放性课程；支持云模板库，可直接下载实验课程指导书的模板，并可老师自己定制，修改报告模板，支持上传课件和学习资料；支持校内私有模板库，具备审核机制，使实验教程模板库；老师可下载模板库模板，定制模板，并重新指定到课程；老师可分享模板到校内模板库，提供教学交流平台。 10. 丰富的模板编辑器，编写实验课程指导书，编辑器可：插入公式、图片、插入表格、插入视频、插入测量组件、打印等功能；并支持专注模式，可提高撰写效率；支持草稿功能；支持在线预约系统，学生可通过教学工作站通过 web 访问预约系统进行实验位和时段预约等预约服务。 11. 支持师生用户在线发起预约申请，预约搭载多种模式，支持开放实验预约，实验预约门禁预约，储物柜预约，试验台预约。支持自动审批和人工审批模式；支持统计开放预约的使用情况。 ▲12. 100MHz 每通道 1GS/s 实时采样率（非交织模式）2 个模拟通道；垂直档位：500 μV/div 至 20 V/div；时基档位：1 ns/div 至 1000 s/div；每通道时基独立可调，满足同时稳定同步两路频率差异 1000 倍以上的信号；Multi-Scopes 支持双通道独立触发荧光显示；触发类型：边沿触发、交替触发、欠幅脉冲触发、超幅脉冲触发、脉宽触发、斜率触发、视频触发；频率计：硬件 6 位频率计；1M 点增强 FFT 功能，支持频率设置，瀑布图，检波设置和标记测量；7 英寸 WVGA (800×480) TFT 液晶屏，Ultra Phosphor 超级荧光效			
--	--	--	--	--

	果, 高达 256 级灰度(支持色温显示); 支持电压、电流、导通测量及时钟、日期、温湿度实时显示功能; 电感 (H) 600 μH/6mH/60mH/600mH/6H/60H/100H $\pm$ (1.5%+5); SCR 晶闸管测试; 超大 EBTN 液晶屏显示最大显示: 5999; 频响 (Hz): 100kHz; 频率: 10Hz、100Hz、1kHz(默认)、10kHz、100kHz。 13. 变化量输出终端系统: 输出频率范围: 正弦波 1μHz~25MHz、方波 1μHz~5MHz, 4 位电压、4 位电流显示, 最小分辨率: 10mV, 1mA; 四路独立输出: 两组 32V/3.2A 可调输出, 一组输出: 1.8V/2.5V/3.3V/5V, 3A/0-6V 可调; 一组输出: 5V/2A; 双通道等性能独立输出, 频率测试范围: 100mHz~199MHz; 120MSa/s 采样速度, 16bits 垂直分辨率; 可设置过压及过流保护, 内部 5 组一键调用存储值; 输出幅值(高阻): 1mV_{pp}~22V_{pp} 之间连续可调; 输出阻抗: 0 Ω~1M Ω 之间连续可调; 具有同时测量电压、频率, 测量电压同时监测频率, 测量频率范围: 5Hz~3MHz, 测量电压范围: 50 μV~360V, EBTN LCD, 最大显示 38000, 模拟数字调制类型: AM、FM、PM、ASK、FSK、PSK、BPSK、QPSK、OSK、PWM、SUM、QAM。 14. 显示处理系统: 不低于 i5-12500T/8G 内存/256G SSD/WIN11 主机, 不低于 19 英寸显示器, 配备无线鼠标、键盘。 15. 工位电源主要参数及功能: 15.1 额定工作电压及频率为 AC230/50Hz, 2P 级数, 分断能力 6kA。 15.2 支持系统远程控制实验台通电、断电, 实时查看当前用电情况及异常统计数据, 实现用电数据可视化呈现。 15.3 可搭配电源读卡器绑定校园学生卡信息, 学生预约指定实验台后, 通过绑定卡片完成实验台上下电操作。 15.4 支持教学工作站端网页远程控制, 同时配备应急手动控制功能, 覆盖常规操作与应急场景需求。 15.5 支持电子班牌联动开关、配套刷卡器刷卡开关电源, 通过智能设备网关接入接入实验室安全物联网管控系统、仪器共享预约管理系统等进行统一管理和使用。 15.6 具备电压、电流、开合状态实时监测功能, 全面掌握实验台用电运行状态, 及时发现异常。 15.7 配备短路、过载、过欠压、漏电保护功能, 剩余动作漏电流 30mA, 短路保护响应时间 < 0.06s, 强化安全防护。 15.8 自动重合闸次数和时间可配置, 脱扣类型为 C 型, 适配不同使用需求。 15.9 采用 TH35-7.5 导轨安装, 适用于室内无显著震动或冲击环境, 工作温度适配 -25℃~65℃。 16. 系统尺寸: 不低于 1300*400*450 (mm), 控制			
--	--	--	--	--

	屏为铁质双层亚光密纹喷塑结构，铝质面板，装置设计人身安全保护（电压型漏电保护、电流型漏电保护、过流保护、过压保护等）；配备多功能嵌入式插座1组；配备环境温湿度仪表。 ▲17. 实验功能部分整体要求： 产品采用模块化设计，重要知识点电路开放，电路形式、元件选取、数值大小均需要学生自行设计。产品采用直插元件，1/4W 电阻、电感，100V 以上耐压电容，提高产品的整体牢固性。 电路采用单元实验板形式组成，单元实验板按实验类型分类，有不同的实验模式。各模块即可独立实验，又可相互组合，完成系统实验。 一体化设计，所需实验芯片全部配置齐全，无需另外购买配置单元实验板。 18. 模拟电路与数字电路实验系统 18.1 工位箱尺寸不低于 38*40*35CM，便于实验室放置。 18.2 电源 12V、-12V、+5V 独立供电，带有电源滤波器和自动过载保护功能。 18.3 实验板包含有下述电路：模拟电路系统：（一）模拟电路—模块一：1）供电电路；2）直流稳压电源电路；3）晶体管共射极放大电路；4）晶体管共集电极放大电路；5）场效应管共源级放大电路。（二）模拟电路—模块二：1）供电电路；2）差分放大器电路；3）OTL 分立件功率放大器电路；4）OTL 集成功率放大器电路；5）喇叭输出。（三）模拟电路—模块三：1）供电电路；2）晶体管两级及负反馈放大器电路；3）三角波、方波发生器电路；4）双 T 网络 RC 正弦波振荡器电路；5）RC 串并网络振荡器电路。（四）模拟电路——模块四：1）供电电路；2）开放式积分/微分、指数/对数运算电路；3）开放式比例放大、加减法运算电路；4）开放式带阻有源滤波电路；5）开放式高通、高通、带通有源滤波器电路；6）RC 振荡器电路；7）两路可调直流信号源电路-5V 至 5V。数字电路系统：（一）数字电路—模块一：（1）供电电路：1)+12V，1A，带自恢复保护电路；2)-12V，1A，带自恢复保护电路；3)5V，3A，带自恢复保护电路。（2）信号源电路：1)方波 1HZ 幅度 5V；方波 10HZ、100HZ 幅度 5V；方波 1KHZ、10KHZ、100KHZ 幅度 5V；2)方波 10HZ 至 10KHZ 连续可调，幅度 5V，两路；3)正向单脉冲输出、反向单脉冲输出。（3）逻辑笔电路：1)输入-高电平；2)输入-高阻态；3)输入-低电平；（4）数码管 BCD 译码驱动电路：1)CD451 数码管译码电路两路。（5）数码共阴极驱动电路：1)数码驱动。（6）LED 二极管驱动电路：1)不少于 16 个二极管驱动电路。（7）开关量电平输出电路：1)不少于 16 个开关量电平输出。（8）锁紧座电路板及其它功能模块插拔区。（二）数字电路——模块二：（1）TTL 集成逻辑门电路的逻辑功能测试及应用			
--	--	--	--	--

	模块。（三）数字电路——模块三：（1）TTL 集成逻辑门电路参数特性测试 555 定时器应用模块。（四）数字电路——模块四：（1）编码器、译码器、数据选择器模块。（五）数字电路——模块五：（1）集成触发器、移位寄存器模块。（六）数字电路——模块六：（1）集成计数器及其应用模块。（七）数字电路——模块七：（1）DA、AD 转换器模块；（2）面包板开模块。（八）数字电路模块一至模块七，需要配置好所有实验所需芯片。 18.4 开发创新自主实验系统：（1）面包板开放区：采用教学专用产品，16*10 厘米规格，两排四路搭建区，三排电源和信号连接区，横排竖格标记清楚。（2）信号转换区：信号转换区是电路输入信号与面包板插孔之间的信号连接用，用四路欧式插座组成，质量可靠，解决了外部信号输入与面包板插孔之间的匹配问题。（3）外围输入输出器件：1)不少于可调电位器 6 个。1K、5K、10K 各 2 个。2)不少于电子按键 10 路。3)不少于 8 路地址开关。4)不少于语音输入 1 路。5)不少于 LED 显示 10 路。6)共阴数码管 6 位。7)不少于功放嗽一路。8)不少于报警蜂鸣器一路。9)不少于耳机一路。（4）电源部分：1) +12V 开放电源一路 1A；2) -12V 开放电源一路 0.3A；3) 不少于 5V 开放电源一路 3A。 18.5 能完成以下实验内容：一、模拟电路：实验一、晶体管共射极放大器实验；实验二、晶体管共集电极放大器实验；实验三、结型场效应管共源放大器实验；实验四、晶体管两级负反馈放大器实验；实验五、直流稳压电源实验；实验六、OTL 集成功率放大器实验；实验七、OTL 分立功率放大器实验；实验八、差分放大器实验；实验九、积分、微分、指数、对数运算实验；实验十、比例放大、加减法、比较器运算实验；实验十一、低通、高通、带通、带阻有源滤波器实验；实验十二、RC 振荡器实验；实验十三、可调直流电平输出实验。二、数字电路：实验一、TTL 集成逻辑门电路逻辑功能测试，74LS00 逻辑功能测试，74LS86 逻辑功能测试，74LS20 逻辑功能测试，74LS04 逻辑功能测试；实验二、TTL 门电路基本参数测试，74LS00 四二输入与非门测试，74LS01 四二输入与非门测试，74LS125 四总线三态缓冲器测试，TTL 与非门电压传输特性测试，TTL 与非门输入端负载特性测试；实验三、集电极开路与非门实验；实验四、三态输出实验；实验五、总线传输实验；实验六、编码器、译码器、数据选择器逻辑功能测试；实验七、与非门三路报警器实验；实验八、数据分配器实验，实验九、JK 触发器逻辑功能测试；实验十、D 触发器逻辑功能测试；实验十一、异步二进制加法计数器实验；实验十二、十进制计数器实验；实验十三、六进			
--	---	--	--	--

	制计数器实验；实验十四、二十四进制计数器实验；实验十五、环形计数器实验；实验十六、扭环形计数器实验；实验十七、555 定时器应用；实验十八、施密特触发器实验；实验十九、A/D 功能测试；实验二十、D/A 功能测试。 19. 电路分析实验系统 ▲19.1 实验系统整体要求与原有智能开放型电子线路创新测试系统无缝对接。模块化电路，重要知识点电路开放，电路形式、元件选取、数值大小均可以学生自行设计选择。配套完整的元件库，电路元件采用直插电阻，电感、电容采用 100V 以上耐压直插元件，提高产品的整体牢固性，设备不易损坏。 ▲19.2 系统主要特点：1. 模块化设计。一个实验配置一个电路模块，实验时放置到底座，非实验模块保存到存储箱中。2. 实验设计型。电路在设计上即满足验证实验的需要，加入开放型芯片管座、面包板、信号转接、元件库等。3. 电路标号和流程图标记清晰。芯片的管脚和电气性能标记清晰。4. 统一存储。实验底板、电源等封装在底箱中，按学生工位放置，其它实验板一种一个存储箱统一保存。 ▲19.3 技术指标：1. 工位箱为不小于 38*40*35CM 便于实验室放置；2. 电源 12V、-12V、VCC 独立供电，带有电源滤波器和自动过载保护功能；3. 实验板包含有下述电路： ▲19.3.1 电路分析底板：此板中包含的电路不少于：供电电路：1) 含+5V，1A，带自恢复保护电路。2) 含-5V，1A，带自恢复保护电路。3) 含 5V，3A，带自恢复保护电路。可调电压源电路：1) 含 0—12V 连续可调电路；2) 含 0—12V 连续可调电路；3) 含 5V 固定输出电路。恒流源电路：、含 10mA 恒流源电路。 ▲19.3.2 公共电阻、电位器区：1) 含不少于常用电阻及接口 10 个；2) 含不少于精密电位器 2 个；3) 含不少于可调电位器 10K 2 个。 ▲19.3.3 公共电感、电容区：1) 含不少于常用电感 6 个。 2) 含不少于常用电容 6 个。 ▲19.3.4 公共二极管、开关区：1) 含不少于二极管 3 个；2) 含不少于开关量 3 个。 ▲19.3.5 自主设计与信号转接口区：1) 含不少于面包板 1 个；2) 含不少于信号转换口 10 个。 ▲19.3.6 单元实验模块安装区：单元电路模块包含 1、线性与非线性元件伏安特性测试与谐振电路实验模块：1) 线性与非线性元件 二极管 线性电阻 灯组成；2) 谐振电路元件 电阻 电容 电感组成 2、基尔霍夫定律戴维宁定律实验模块：1) 基尔霍夫定律实验电路；2) 戴维宁定律实验电路 3、动态电路实验与正弦电路参数测定实验模块：1) RC 一阶电路过渡过程实验电路；2) 正			
--	---	--	--	--

	弦波振荡电路 4、互感电路与二端口网络实验模块：1) 互感耦合电路；2) 二端口网络测试电路。 ▲19.4 可完成的实验不少于如下：1. 线性与非线性元件的伏安特性。2. 电位及其与电压关系的研究。3. 基尔霍夫定理。4. 叠加定理。5. 电压源与电流源的等效变换。6. 戴维南及诺顿定理。7. 受控源 VCVS、VCCS 的实验。8. 典型电信号的观察和测量。9. RC 一阶电路的响应测试。10. 二阶电路的响应测试。11. RC 选频网络特性测试。12. R、L、C 元件在正弦电路中的特性实验。13. R、L、C 串联谐振电路的研究。14. R、L、C 并联谐振电路的研究。15. 双口网络测试。 20. 大型仪器过程控制电源一台。 20.1 额定工作电压及频率为 AC400/50HZ，4P 级数，分断能力 6kA，奠定稳定运行基础。 20.2 具备短路、过载、过欠压及漏电保护，短路保护响应<0.06S，自动重合闸次数和时间可灵活配置。 20.3 采用 TH35-7.5 导轨安装，工作温度适配 -25℃~65℃，适用于室内无显著震动或冲击的使用环境。 20.4 设备外壳采用塑料材质，防护等级达 IP20，结构设计贴合安装与防护需求。 20.5 支持教学工作站端网页远程控制，同时配备应急手动控制功能，覆盖常规与应急场景下的操控需求。 20.6 支持电子班牌联动开关、配套刷卡器刷卡开关电源，通过智能设备网关接入实验室安全物联网管控系统、仪器共享预约管理系统等进行统一管理和使用。 21. 智能无线网关工作要求： 21.1 额定工作电压及功率 9-30VDC/10W，防护等级：IP30，工作温度：-10℃~60℃。 21.2 支持下行无线通信，无线协议为 LORA，支持 2 路独立可配置的上下行信道。频段为 CN470，支持半双工或全双工工作模式，最大发射功率 20DBM，可软件配置。接收灵敏度为-136DBM，通信距离为市区 500M，郊区 2KM(扩频因子 SF8)，支持星型网络密集组网，通信容量 20 个终端(扩频因子 SF8)，零散通信容量 200 个终端(扩频因子 SF12)。 21.3 系统功能：计算性能：4 核 ARM@1.2GHZ，1GB DDR 内存。LINUX 操作系统，配置方式：WEB UI，支持通过以太网及 WIFI 热点方式配置。 21.4 消息引擎：支持依据设备模型定义来转换设备消息，支持多个可配置设备模型，支持从云端自动更新，支持多路上行数据接口，持云端业务下沉，脱离云端执行关键业务，支持本地 SOLITE 轻量级数据库，支持 DOCKER 应用，方便扩展，支持定时获取云端的升级软件包，下载并执行软件。 21.5 支持 1 路 RJ45 以太网；1 路 WIFI；4 路 USB2.0；			
--	--	--	--	--

	2 路 SMA；1 路 SD 卡。上行数据接口，支持 MQTT、HTTP 协议，JSON 数据格式，数据安全可配置支持 TLS。支持以太网接口形式。 22. 含门禁管理系统参数要求： 22.1 配备 21 英寸 16：9 显示屏，分辨率 1080P 且支持多点触控，搭载校园一卡通读卡器，前置 200W 摄像头。 22.2 搭载不小于 4 核处理器，提供不小于 2G 内存、不小于 8G 硬盘配置，预装 ANDROID7.1 操作系统。 22.3 配备 1 路以太网、1 路 WIFI、2 路 USB 接口，采用 12VDC/3A 供电，工作温度适配 0℃~50℃ 环境。 22.4 支持定时开关机配置，保障设备规范化运行，同时可对接门禁硬件设备，为通行验证提供基础支撑。 22.5 支持刷卡或人脸识别通行验证，适配门禁、会议室、实验室等多场景，满足不同区域的安全准入需求。 22.6 支持对接会议室预约管理系统，展示会议室基础信息及当日预约详情，同步呈现最近使用记录。 22.7 支持对接实验室安全物联网管控系统，轮播展示核心信息与设备实时状态，支持触摸屏操控设备。 22.8 电磁锁基本参数及功能：支持刷卡开门及接入人脸识别终端开门，读卡时间<0.3S、验卡时间<0.6S、开锁时间<1.5S。配置多种出门方式，包括感应式出门、刷卡出门及机械出门开关，覆盖基础出行操作需求。具备状态指示功能，可实时展示网络连接状态、刷卡验证状态等设备运行关键信息。支持无线通信方式，可接入智能设备网关，实现设备组网运行与系统联动。鉴权模式支持在线实时验证门禁权限，离线时本地存储有权限校园卡及使用记录、在线后自动同步，可接入智能门禁、会议室预约、实验室安全物联网管控等系统。 23. 服务器参数要求 23.1 规格：塔式服务器。 23.2 处理器：核心数量不少于 4 核，线程数量不少于 4 线程，处理器基础频率不小于 3.10 GHz，最大睿频频率不小于 4.60 GHz。 ■23.3 内存：配置不少于 2 根 32GB 内存。 23.4 硬盘：配置不少于一个 1TB 3.5 寸 SATA 硬盘。 23.5 RAID 功能：配置板载 RAID，支持 RAID0/1/10/5。 23.6 网卡：不小于 1 个千兆网卡。 23.7 配件：USB 键盘鼠标。 23.8 冷却系统：支持不少于 2 个非热插拔系统风			
--	---	--	--	--

		扇。 ■23.9 电源：电源输出功率 250W。 23.10 I/O 扩展：支持 PCI-E 扩展槽≥3 个 PCIe，1 个 x16，1 个 x4，1 个 x1，支持前置：2x USB 3.2 G2 接口（10Gb）2x USB 3.2 G1 接口（5Gb）1 x Type C 3.2 G2 接口，支持后置：4x USB 3.2 G1 接口（5Gb）2x DP 接口（可选 DP to VGA 或 DP to HDMI 转接线），支持 1 x COM 串口 1 x 1GbE 以太网口 1 x 音频输出接口。			
6	高端装备设计与数字化制造实训平台-3 实验台及配套实验凳	三、实验台及配套实验凳 实验台通用技术条件须符合国家标准 1. 样式要求： ▲1.1 需设计成单层二工位样式，底层为实验台面。 1.2 铝合金型材和全钢制框架拼装组合结构，需牢固、可靠、便于维护，可以经多次拆卸后无损，继续组装使用。 1.3 台架连接构件需采用左右对称的四只铝压铸连接件（下方左、右件各 2 只）。 1.4 台面下方需配置全钢制抽屉 2 只。 1.5 底部需设有可调节高度支撑脚。 2. 尺寸规格要求： ■ 2.1 整体外形尺寸：不小于 1400×900（具体根据仪器尺寸调整）。 2.2 台面距离地面高度：约 760±5mm。 3. 材质要求： ▲3.1 型材立柱：截面尺寸不小于 70*70mm，四角圆弧不小于 R15mm 工业级铝型材，表面阳极氧化成本色。 ▲3.2 铝压铸连接件：铝压铸连接件，外形尺寸不小于 200×185×75mm，壁厚不小于 3mm，表面抛丸后喷塑处理。 3.3 围框框架：截面尺寸不小于 20*40mm 冷轧电镀锌方钢管拼装焊接制作，表面喷塑处理；固定于铝压铸连接件上，用以连接台架立柱。 3.4 底部拉杆：截面尺寸不小于 20*80mm 冷轧电镀锌方钢管拼装焊接制作，表面喷塑处理。 ▲3.5 实验台面：桌面采用 E0 级三聚氰胺贴面颗粒板，厚度≥25mm，台面上适当位置需开 2 个过线孔，并配装对应的穿线盖；需耐高温、抗弯曲、防潮；甲醛释放量≤0.6mg/L。 3.6 抽屉：台面下方需配置 2 个全钢制抽屉，： a) 所有组件或连接件不应断裂损坏，b) 通过手触证实，用于紧固的组件不应松动，c) 所有零部件不应有影响正常运作的变形或磨损，d) 五金连接件不应松动，e) 所有组件的功能不应损坏。 ▲ 3.7 桌面前沿需安装有铝合金防滚条；台面前沿必须装有由铝合金主体及外包裹 PVC 组成的防滚条，外层包裹黑色塑料。	8	5	1

7	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-4 教师讲台	四、教师讲台 1. 讲桌采用钢木结合构造，钢板厚度 1.2-1.5mm。 2. 工艺：脱脂、磷化、静电喷塑、溜平固化，重点部位须采用一次冲压成型技术。 3. 讲台关闭尺寸不小于 1100*780*1000mm。 4. 不小于国标 19 英寸机架，后背门设有带锁检修门，真正做到防盗功能。 5. 钢木结合材料一体成型；实木扶手；桌面为 12mm 木质耐划台面；全封闭式结构，保障了多媒体设备的安全性。 6. 整个讲台只使用一副滑轨，减少故障几率。 7. 液晶显示器采用反转设计，显示器角度随意调节，可使视线和显示器接近垂直，可安装 17-24 寸显示器（要求显示器后面有壁挂孔），关闭后所有设备都隐藏在讲台内；讲台操作由一把锁控制；显示器，键盘、鼠标、中控盒通过内置连环结构控制且互不影响独立操作。 8. 整体采用分体式结构，上下两部分采用分体组装。 9. 键盘采用翻转式操作，显示器、中央控制系统、键盘互不影响独立操作。 10. 右侧采用隐藏抽拉式设计，承重不少于 6 公斤，可安装视频展示台、高拍仪等。 11. 桌面预留集成笔记本接口模块（USB 两个\VGA 一个\网络接口一个\ Audio 一个\电源接口一个\话筒接口一个。 12. 桌体下层内部采用标准机柜设计，带层板，所有设备可整齐固定。 13. 讲台内可放设备：教学终端、中控、实物展示台、键盘、显示器、电脑主机、功放、音响等教学设备。 14. 讲台具备防盗、防火、防尘、散热强等功能：关闭时所有设备不外露，必须借助钥匙才能开启。 15. 教学音响。 15.1 材质：木质箱体，金属面网，镀锡接线柱。 15.2 承受功率：不小于 200W。 15.3 整机阻抗：不大于 8Ω 定阻。 15.4 高音：不少于 3 英寸单元 2 个。 15.5 低音：不少于 10 英寸单元 1 个。 15.6 安装方式：吊顶或放在安装架上。 16. 功放系统 16.1 频率响应（-3dB+1dB）. 20Hz-20KHz）。 16.2 失真：<0.1%。 16.3 输入灵敏度（线路）：0.22V/10kohm，输入灵敏度（话筒）：8mv/2kohm。 16.4 噪声：<-85dB。 16.5 额定输出功率（4Ω）：（1）主声道功率不小于 220W*2 （2）带 USB/SD, 蓝牙, 显示, 遥控。 16.6 鹅颈话筒：有线会议话筒。 16.7 领夹话筒：频率范围： 220MHz-270MHz，静	26	0	0
---	--	---	----	---	---

		音控制： 锁噪声，两通道，频率响应：60Hz-15kHz，最大调制度： ±15kHz，频率稳定度： ±0.005%，信噪比： >80dB，失真度： ≤0.5%（at 1kHz），发射功率： ≤10mW，灵敏度： -80dBm，输出方式： 独立及混合自动选择。			
8	高端装备设计与数字化制造实训平台-5 实训工作站（强制采购节能产品）	五、实训工作站 1. CPU：物理核心数≥16 个，线程数≥24 个，基本频率（主频）≥2.1GHz，三级缓存容量≥30MB，基础功耗 TDP≤125W。 2. 主板：须支持≥64GB DDR4 内存，提供双内存插槽，100%全固态电容。 3. 内存： ≥8G DDR4 3200MHz 内存，≥4 个内存槽位。 4. 显卡：集成显卡：GPU 架构版本，不少于 6 个 CU（计算单元）数。 5. 硬盘： ≥512G SSD NVME 固态硬盘。 6. 显示器： ≥23.8 寸全高清 FHD 液晶显示屏（分辨率不低于 1920x1080），带低蓝光护眼功能。 7. 声卡：集成声卡，支持 5.1 声道。 8. 接口： ≥9 个 USB3.2 接口；1 组 PS/2 接口、1 个串口、VGA+HDMI+DP 接口（VGA 非转接）；标配键盘开机功能。 9. 机箱： ≥17L，标准 MATX 立式机箱，采用蜂窝结构，散热更为有效。	8	0	1
9	高端装备设计与数字化制造实训平台-6 投影仪	六、投影仪 1. 3LCD 液晶技术。 2. 亮度： 3500 流明（标准亮度模式），分辨率：（1920×1080）。 3. 变焦比： 不小于 1.2 倍变焦，F 值： 1.49-1.72 之间。 4. 对比度： 不小于 16000: 1。 5. 接口带两个 PC 输入一个 PC 输出，RS-232C 控制接口，立体声迷你口一个，2 个 USB 接口，2 个 HDMI 数字高清接口；选配无线投影功能。 6. USB 三合一投影（同时传输音频、视频和控制信号）。 7. 水平/垂直调整角度不小于±30 度。自动垂直梯形校正，水平梯形校正滑钮；快速四角调整。 8. 支持直接开关机；支持自动信号源搜索。 9. 灯泡寿命： 不少于 6000 小时（标准亮度模式），灯泡功耗≤210W。 10. 具有图标式主控屏，用户通过图标界面直接访问常用投影功能和接入信号源，方便操作直观更易用。 11. 幕布：（1）幕布类型：电动幕（2）升降方式：电动升降（3）控制方式：线控、遥控（可选）（4）投影方式：正投（5）对角线：尺寸不小于 120 英寸（6）幕布比例：可以 16：9 和 4：3 之间切换。	10	0	1

10	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-7 密立根油 滴实验仪	七、密立根油滴实验仪 1. 学习使用 CCD 显微成像系统观察油滴，测量油滴运动速度。 2. 验证电荷的不连续性，测量基本电荷的大小。 3. 技术参数： 3.1 平衡电压：0~500V 连续可调。 3.2 提升电压：200~300V 连续可调。 3.3 平行极板：间距误差不大于 $5.00 \pm 0.01\text{mm}$。 3.4 CCD 显微成像系统放大倍率不小于 70 倍，电子格线分度不小于 0.2mm/格。 3.5 监视器：显示器尺寸不小于 8 寸液晶显示器（在屏同步显示油滴图像、刻度线、电压值、计时值等实验信息）。	7	0	0
11	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-8 夫兰克 —赫兹仪	八、夫兰克 —赫兹仪 ■ 1. 通过示波器观察实验曲线，了解电子与原子碰撞和能量交换的过程。 2. 通过主机的测量仪表记录数据，通过作图计算氩原子的第一激发电位。 3. 采用教学工作站接口，自动测量氩原子的激发电位，学习自动测量和数据采集技术。 4. 技术参数： 4.1 波峰个数：大于等于 5 个。 4.2 电流测量：范围 0.1nA~10uA。 4.3 灯丝电压：直流 1~5V，连续可调。 4.4 加速电压：直流 0~90V，连续可调。 4.5 弗兰克管：充氩气，双栅柱面型四极式。	7	0	1
12	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-9 交流检流 计	九、交流检流计 1. 用于检测微小交流信号，带灵敏度调节，输入信号最小时，指针指示在零位附近。 ■ 2. 金属机箱，交流 220V 供电，带电子式限流保护电路，不会打表针。 3. 满量程时检流计电压降：2mVAC，电流输入内阻：$20\text{k}\Omega \pm 10\%$，阻尼时间约 1s。 4. 指示格数：不少于 100 格，指示误差：$\leq \pm 5\%$。 5. 零点漂移：≤ 1 格/小时。	4	0	1
13	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-10 透镜焦 距测量实验仪	十、透镜焦距测量实验仪 1. 主要能完成以下实验内容 1.1 粗测凸透镜的焦距。 1.2 用自准直测法测量凸透镜的焦距。 1.3 通过测量物距、像距求凸透镜的焦距。 1.4 用二次成像法测量凸透镜的焦距。 1.5 利用测得的凸透镜的焦距值，测量凹透镜的焦距。 2. 主要技术参数 2.1 光学导轨长 100cm，分度值 1mm，滑块 5 只。 2.2 凸透镜：f=50mm 和 f=100mm 各 1 个。 2.3 凹透镜：f=-100mm 一个。 2.4 平面反射镜 1 个。 2.5 平行白光光源灯架和平行白光光源电源 1 套。 2.6 白屏一个。	11	0	0

14	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-11 单摆实 验仪	十一、单摆实验仪 1. 单摆法测定重力加速度。 2. 验证摆长与摆动周期之间的关系。 3. 主要技术参数 3.1 摆线有效长度：0~1000mm 可调。 3.2 摆球：钢球二种，直径 $\phi 20\text{mm}$ 和 $\phi 30\text{mm}$。 3.3 摆幅：$\pm 15^\circ$。 3.4 光电门支架 1 个。 3.5 多功能计时器：计时范围 0.000s~999.99s，自动量程切换；计时次数 1~99 次可设定；数据存储组数 10 组；计时时间窗口、次数窗口以及数据组窗口独立显示；单传感器模式和双传感器模式可选。	7	0	0
15	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-12 电表改 装与校准实验仪	十二、电表改装与校准实验仪 1. 内附指针式改装表，两个量程的数字标准电压表、电流表、可调稳压电源，十进式电阻箱、专用导线，能完成电流表、电压表、欧姆表的设计性实验。 2. 主要技术参数 ■ 2.1 指针式被改装表：量程 $100\mu\text{A}$，精度 1.5 级。 2.2 电阻箱：调节范围 $0\sim 111111.0\Omega$，分辨率 0.1Ω，精度 0.1 级。 2.3 标准电流表：$0\sim 200\mu\text{A}$，$0\sim 2\text{mA}$，$0\sim 20\text{mA}$ 三档量程，四位半数显，精度 $\pm 0.1\%$。 2.4 标准电压表：$0\sim 20\text{V}$，四位半数显，精度 $\pm 0.1\%$。 2.5 可调稳压源：输出范围 $0\sim 2\text{V}$，$0\sim 10\text{V}$ 两量程。	5	0	1
16	高端装备设计与 数字化制造实训 平台-13 分光计	十三、分光计 1. 仪器的测角要求在 $0^\circ\sim 360^\circ$（机械旋转范围），其分辨精度小于 $1'$。 2. 平行光管、望远镜系统物镜焦距：127mm，通光口径：$\phi 33\text{mm}$ 视场：6°。 3. 镜筒采用内调焦方式前后调节，不得使用齿轮齿条结构。 4. 目镜视度调节范围：不小于 ± 5 屈光度，采用内调焦方式。 5. 望远镜系统目镜焦距：24.3mm，平行光管、望远镜物镜间的最大距离 120mm。 6. 可调狭缝及高斯式目镜主体为铜质材料，狭缝宽度调节范围 $0.02\sim 2\text{mm}$。 7. 度盘：采用激光打标工艺制成：刻度盘直径 $\phi 218\text{mm}$；刻度范围 $0^\circ\sim 360^\circ$。 8. 刻度格值 0.5°，刀片式游标读数示值 $1'$，照明灯组采用长寿命高亮度绿发光二极管。 9. 三角铸铁底座稳定性好，镜筒全部采用曲轴定位，不易折损，镜筒中心俯仰可调。 10. 三棱镜：棱角 $60^\circ\pm 5'$ 材料 ZF1 ($n_D=1.6475$，$n_F-n_C=0.01912$)，高度 45mm。	12	0	1

		11. 平面全息光栅：300 条/mm,全金属铝材围框式结构设计。 12. 光学平行平板：Φ30mm，可以直接套在望远镜物镜前端。 ■ 13. 配套一体式低压汞灯连接电源。			
17	高端装备设计与数字化制造实训平台-14 实验室 文化建设	十四、实验室文化建设 ■ 根据用户具体的实验要求，整体改造（整体面积约为 230m²）。增加警示标志和文化展示板（整体不少于 10 块）。智能实验系统综合测试平台配套设施（整体面积约为 230m²），保证实验设备正常使用，包含所有设备布线的机柜，交换机，电源线和网线，光纤、六类网线，电源线、相关配件、插座等材料及布线、工程需满足相关国家标准。	0	0	1
18	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-1 五轴高速加工系统	一、五轴高速加工系统 1. 机床结构 1.1 机床采用定梁龙门式结构，具有良好的力学对称性和热稳定性，B/C 轴采用直驱转台。 1.2 数控系统具备五轴联动功能，采用全闭环控制技术，数控系统分辨率 0.1 μm，数控系统具备 RTCP 功能。 1.3 使用电主轴及驱动系统冷却技术，并配置全封闭机床防护罩，确保机床的热稳定性。 1.4 机床具有 0.1 μm 进给、1 μm 切削及纳米级表面质量加工能力。 1.5 机床配置在机检测系统，对工件、刀具、机床状态进行在机检测与修正，降低各类误差对零件精度的影响；测量误差可以在数控孔系统以云图形式显示。 1.6 编程软件要具备模拟加工过程，可以优化工艺要素，确保工艺过程的安全性。 1.7 编程软件要具备测量程序编写功能，可编写曲面余量误差测量程序。 2. 技术参数 2.1 X/Y/Z 轴工作行程 ≥235/210/175mm。 2.2 B /C 轴回转角度 ≥-15° ~125° /360° 。 2.3 X/Y/Z 轴快速移动速度≥18m/min。 2.4B/C 轴快速旋转速度≥60/240rpm。 2.5 X/Y/Z 轴最高切削进给速度≥12m/min。 2.6 B/C 轴最高切削进给速度≥60/240rpm。 2.7 X/Y/Z 轴运动定位精度≤0.002/0.002/0.002mm。 2.8 B /C 轴运动定位精度≤6" /6" 。 2.9 X/Y/Z 轴重复定位精度≤0.0018/0.0018/0.0018mm。 2.10.B /C 轴重复定位精度≤4" /4" 。 2.11 位置精度参照国际标准 ISO230-2 标定。 2.12 工作台最大工作负重≥10kg。	49	1	1

		2.13 工作台直径$\geq 110\text{mm}$。 2.14 刀库容量≥ 21 把。 2.15 刀库形式：链式刀库。 2.16 主轴形式：同步电主轴，主轴功率$\geq 5\text{KW}$，主轴扭矩：$\geq 2.4\text{Nm}$。 2.17 主轴转速：$\geq 30000\text{rpm}$。 2.18 驱动系统：交流伺服 。 2.19 配置具备自主知识产权的中文数控系统，数控系统分辨率不小于 0.0001mm。 2.20 数控系统具备五轴联动功能、RTCP 功能，程序预读能力不小于 2000 段。 2.21 数控系统具备在线检测功能，配合激光对刀仪可完成刀具误差测量，配合精密型测头可完成机床、工件的误差测量。 2.22 数控系统具备测量误差云图显示功能。 2.23 数控系统显示器不小于 10.1 英寸，硬盘存储不小于 32G，内存不小于 2GB，具备良好的大数据运算能力，可运行不小于 500M 的程序。 3、配套正版雕刻 CAD/CAM 软件： ▲3.1 提供正版 CAD/CAM 软件 1 套/台，要求具备五轴编程功能。 3.2 要求 CAD/CAM 软件直观友好的用户界面 (GUI)，符合 Windows 系统和流行的 CAD/CAM 软件操作习惯，用户都能快速入门。 3.3 具备完善的曲面造型及编辑功能，满足模具、齿轮、首饰及加工辅助面等设计需要，造型效率高。支持 2~5 轴加工及路径分析、模拟。 3.4 软件算法先进，在计算路径的过程中可进行过切检查，报告详细的过切量和发生过切的路径段；通过干涉检查，自动删除干涉和过切路径，确保路径安全。 3.5 软件具有自主知识产权。 3.6 具备五轴曲面加工功能。针对五轴曲面加工提供开粗、残补精加工、清根等完整的加工工序方法，每种工序都可以根据曲面特征选择不同的加工策略，生成安全、高质量的加工路径，满足精密模具、工业产品等加工行业的需要。引入路径点重布、微铣削功能，提升三轴精密加工的表面质量。 3.7 具备五轴联动加工：提供丰富的多轴联动编程策略和刀轴控制方式，方便使用者根据加工零件特点进行选择，快速生成多轴联动路径。 3.8 具备刀具路径编辑及管理：软件拥有丰富的路径编辑功能，方便用户根据需要对生成的路径进行调整、修改；提供路径模板功能，降低用户编程难度，提高编程效率；宏程序模板功能可以方便用户调用和修改宏程序，减少不必要的操作；程序单可以定制，适用于不同加工类型的用户具有独有的提示、纠错功能可方便用户进行 NC 代码的学习、编辑和结构调整。 3.9 具备路径安全检查、分析及模拟功能：			
--	--	--	--	--	--

		提供路径安全检查分析功能，通过过切检查、刀具碰撞检查加工载荷分析、线框模拟、实体模拟、机床模拟等一系列手段，避免出现路径参数设置或加工工艺规划不当造成工件过切报废、撞机等问题，确保机床加工安全。 3.10 数控系统分辨率 0.0001mm。 4. 机床配置 4.1 配置激光对刀仪 1 套 要求刀具测量直径$\geq 0.05\text{--}30\text{mm}$, 重复测量精度$\leq 0.5$ 微米，测量方式：非接触式测量。 4.2 配置高精度的测头 1 套， 要求 重复测量精度≤ 0.25 微米。 4.3 配置接触式对刀仪 1 套。 4.4 配置变频制冷机 1 套 要求温度控制精度$\leq \pm 0.1^{\circ}\text{C}$，控制方式：变频控制。 4.5 配置手摇脉冲发生器 1 套。 4.6 配置油雾收集器 1 套， 要求功率$\geq 290\text{w}$。过滤精度要求 99%。 4.7 配置切削液箱 切削液箱容积不大于 50L。 ■ 4.8 配置冷干机 1 套。 4.9 配置刀柄不少于 3 个 超精密夹头不少于 3 个。 4.10 配置立铣刀不少于 18 支。 4.11 配置切削液不少于 18L。			
19	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-2 手持式彩色三维数据采集系统	二、手持式彩色三维数据采集系统 1. 系统描述 该系统主要由手持式彩色三维扫描仪、三维扫描软件（含数据获取、数据处理等）构成，可完成实验室或现场对各类物品的扫描（工业设计类物品、汽车改装部位、艺术品、人像、人体部位等），获取被扫物品表面的三维信息，并通过软件自带后处理软件生成标准的三维数据格式（*.asc、*.ply、*.stl、*.obj 等），数据输出后工程师可使用后期第三方软件实现数据修型/逆向设计，用于 3D 打印/加工生产。 2. 技术参数 ▲ 2.1 结构形式：由 2 个黑白图像采集单元、1 个彩色图像采集单元、三种光源（蓝色交叉激光、红外交叉激光、红外 VCSEL）构成的复合式彩色三维扫描系统，结构简单，稳定，符合人体工程学的手持设计（需提供佐证资料）。 ▲ 2.2 人眼安全扫描模式：红外激光扫描模式、红外 VCSEL 散斑扫描模式，都可以通过关闭 LED 补光组，实现舒适安全的“无光”扫描（不可见光）（需提供佐证资料）。 2.3 精度：蓝色激光，标记点拼接模式下，基础精度（球径误差）最高可达 0.04mm@38.1mm，体积精度（球心距误差）最高可达	17	5	0

	0.04mm+0.04mm/m，即测 650mm 标准球棒的球心距，精度最高可达 0.06mm。发货时可提供出厂精度报告。 2.4 点间距范围：蓝色激光模式 0.05-3.0mm，红外激光/红外散斑 0.1-3.0mm。 ▲ 2.5 无需贴点扫描：蓝色交叉激光、红外交叉激光、红外散斑，三种光源均支持无需借助跟踪器或反向定位装置或标记点，直接扫描（需提供佐证资料）。 2.6 扫描速率：蓝色/红外激光扫描模式-标记点拼接 80fps，红外 VCSEL 散斑扫描模式最高可达 30fps。 2.7 扫描距离范围：红外散斑模式支持 150-1500mm，红外激光和蓝色激光支 150-1000mm。 ▲ 2.8 局部精扫：红外散斑快速扫描模式下，无需新建工程，支持用蓝色激光或红外激光或小幅面散斑进行局部精扫，单次扫描工程支持多分辨率扫描，无需拼接，直接融合（需提供佐证资料）。 2.9 彩色纹理扫描：红外 VCSEL 散斑扫描模式、红外激光扫描模式、蓝色激光扫描模式，均支持彩色纹理扫描。设备内置彩色图像采集单元； 2.10 数据输出格式包括但不限于*.obj, *.stl, *.ply, *.asc, *.mk2, *.txt, *.epj, *.apj, *.spj,*map, *.sk 等，满足不同的设计场景的使用需求；输出的数据可支持 3D 打印、艺术修型设计再加工、智能贴图置换、逆向工程等。 2.11 三维扫描仪主机重量：不高于 650g。 2.12 扫描仪主机带电子触屏，无实体按键。支持加装无线手柄（标配），实现电脑-三维扫描仪主机的无线传输。无线手柄的无线传输帧率：激光-标记点拼接，最高可达 70 帧/秒。红外散斑、激光-混合拼接，最高可达 30 帧/秒。默认携带 2 节 6000mAh 锂电池。支持有线扫描和无线扫描两种模式切换。 2.13 扫描软件具有第三方专业软件 ZEISS Quality Suite、PolyWorks、Geomagic 等检测比对软件直读接口：为保证数据完整性及统一性，数据无需导出、扫描数据可一键直接进入 ZEISS Quality Suite、PolyWorks、Geomagic 等软件进行数据检测、比对、分析和处理（需提供佐证资料）。 2.14 标配贴图置换插件，可将彩色网格工程文件（如*.spj 格式）和手机/相机拍摄的多角度照片，进行智能、快速贴图置换，重新生成拥有单反级贴图的彩色三维数据。为保证数据完整性及统一性，在扫描界面即可将扫描工程数据一键直接导入插件，进行快速贴图置换。贴图置换插件支持全局贴图替换、局部贴图替换、多张补贴、镶嵌线编辑等功能。 ▲ 2.15 相关认证：产品拥有 CE-EMC、FCC、RoHS、			
--	--	--	--	--

		IEC 60825、IEC 62471、IEC 60529-IP50、WEEE、KC 认证。 2.16 扫描软件基础功能。 2.16.1 软件支持物品表面彩色三维数据采集、多功能拼接、点云及网格自动处理，自动纹理映射、中英文操作界面。 2.16.2 软件具备新建、保存、读取等系列功能，对应的数据格式主要包括点云格式和三角网格面格式。 2.16.3 根据物品表面特性，软件可以调整数据采集点间距、曝光度和光源形式，保证获取最佳的数据模型。 2.16.4 软件支持纹理模式扫描和非纹理模式扫描，不仅可以导出纯描述三维物品的几何信息格式（如 stl），还可以导出带材质信息和贴图信息的 3D 模型文件格式（如 obj）。 2.16.5 三维点云处理模块：支持点云选取、删除及自动删除杂点，对获取的点云经插值、滤波等处理，将离散的三维点云信息连接成三维网格实体，并能自动形成封闭的三角网格面；具备三角面片处理功能，包括：网格优化、自动选取并删除非连接项、删除钉状物、滤波平滑、补洞等功能； 点云或者网格面智能简化，软件可以根据扫描数据特征和曲率调节不同位置的点云或者网格面疏密，确保在扫描质量最优的状态下生成数据量最小的数据。 2.17 软件特色功能。 拥有实时色谱显示功能：通过红色和绿色清晰显示出哪部分点云质量好，哪部分需要近距离进行补扫，直到显示全部变绿即可完成扫描，让使用者轻松掌握实时扫描质量；支持扫描帧撤回功能：当出现拼接错误时，撤回对应的错误帧即可，无需进行重新扫描，充分节约现场作业时间，使得扫描体验更加人性化。三维鉴定测量模块：可对数据进行点与点之间的长度测量、线与线之间的角度测量、三角网格的曲面积测量及模型围长测量（比如，手动选择腰部曲线，可自动测算出对应的腰围）等计算功能；拥有色彩魔法棒功能，当魔法棒点击网格上一个面片时，系统会自动识别并选出颜色相近的网格，实现智能快速选面和三维表面积快速计算；拥有三角网格细化功能，可让选定的区域网格边界更平滑，三维表面积测量时更加精准。小型薄壁件扫描：扫描小型薄壁件时，在正反两面贴上所需的标记点后，可以通过在边缘三侧分别独立贴一个标记点。在标记点扫描模式下，通过边缘的三个共同标记点，自动完成正反两面标记点的拼接。			
20	五轴联动加工教	三、手持式彩色三维数据采集系统工作站 ▲3.1 具体要求 CPU:CPU 物理核心数≥16 个，线程数≥24 个，基本频率（主频）≥2.1GHz，三	3	4	1

	学科科研实践一体化平台-3 三维数据采集系统工作站（强制采购节能产品）	级缓存容量≥30MB，基础功耗 TDP≤125W。 ▲3.2 主板：须支持≥64GB DDR4 内存，提供双内存插槽，100%全固态电容。 ▲3.3 内存：≥32GB DDR4 内存，提供双内存插槽，支持 32GB DDR4 3200MHz 双通道内存，最高可配 64GB 3200MHz。 3.4 显卡 RTX3060 6G 或以上。 ▲3.5 声卡：不低于 5.1 声道声卡，提供不少于 5 个音频接口。 3.6 硬盘：≥M.2 1TB PCIe NVMe 固态硬盘，具有硬盘减震或防震设计。 3.7 网卡 集成 10/100/1000M 以太网卡。 ■ 3.8 显示器 ≥23.8 英寸显示器。			
21	五轴联动加工教学学科科研实践一体化平台-4 箱式炉	四、箱式炉 ■ 1. 电源：AC220V/50HZ。 2. 功率：2.5KW。 3. 加热区尺寸：120*120*120mm，最高使用温度：1700℃，长期使用温度：1600℃，炉体设有进气口和出气口，可往腔体内部通入惰性气体。 4. PID 自动控温系统，控温精度：±1℃。	3	0	1
22	五轴联动加工教学学科科研实践一体化平台-5 教学工作站（强制采购节能产品）	五、教学工作站 1. CPU：CPU 物理核心数≥16 个，线程数≥24 个，基本频率（主频）≥2.1GHz，三级缓存容量≥30MB，基础功耗 TDP≤125W。 2. 主板：须支持≥64GB DDR4 内存，提供双内存插槽，100%全固态电容。 3. 内存：≥16GB DDR4 内存，提供双内存插槽，支持 32GB DDR4 3200MHz 双通道内存，最高可配 64GB 3200MHz。 4. 硬盘：≥M.2 512GB PCIe NVMe 固态硬盘，具有硬盘减震或防震设计。 5. 声卡：集成声卡芯片，支持 5.1 声道，前置 2 个音频接口，后置 3 个音频接口。 6. 网卡：主板集成 100M/1000M 自适应以太网卡，支持 Wi-Fi IEEE 802.11a/b/g/n/ac，支持 2.4GHz 和 5GHz 双频。 7. I/O 扩展槽：≥1 个 PCIe x16，≥1 个 PCIe x1，≥2 个 M.2 接口。 8. USB 接口：≥8 个 USB 接口，其中前置 4 个 USB 3.2 Gen1 接口，后置 4 个 USB 2.0 接口。 9. 显卡：集成显卡。 10. 电源：不小于 110V/220V • 300W 电源。 11. 机箱：机箱体积≥15L，二合一机箱锁。 ■ 12. 显示器：≥23.8 英寸，分辨率≥1920*1080，支持 VGA+HDMI 双接口输出，支持壁挂。 13. 其他接口：≥2 个 PS/2, 1 个串口，1 个 VGA, 1 个 HDMI, 1 个 RJ-45, 1 个耳机插孔，1 个麦克风插孔，1 个 Line-in 插孔，支持串口扩展。 14. 键鼠：防水抗菌键盘、抗菌鼠标。	42	1	1

	15. 系统：出厂预装 win11 专业版操作系统。 ▲16. 安全应用： 可通过 bios 将 USB 端口设置为仅识别键盘鼠标，不识别存储设备，且每个 USB 端口在 BIOS 有单独控制开关。 17. 配合教学工作站使用的教学软件。 17.1 支持教师机与学生机互换。当教师机故障时，找任一台学生机插入加密狗就可以自动切换为教师机，无需重新安装程序，提高上课效率。 17.2 教师将本地视频文件广播给学生，支持添加多个视频文件到播放列表中，支持暂停、播放下一个、播放上一个、停止、清除播放列表操作。后登录的学生机可自动进入影音广播，为提高教学效率，在执行影音广播的同时，学生端的键盘和鼠标被锁定。 17.3 教师可远程关闭指定学生机上正在运行的应用程序。 17.4 教师端可以通过摄像头将教师的影像和语音实时发送到学生端，实现远程实时影像语音教学。 17.5 教师对学生电子点名，如果是高校学生可以自定义院系、专业、班级等单位类别，如果是普教学生可以直接选择几年级几班。 17.6 教师指定的学生暂时代替教师进行教学示范，老师在学生演示过程中可以控制被演示学生的机器。 17.7 教师可选定一个学生操作本机或操作教师机进行教学演示，并将该学生演示的画面转播给每一个学生，被广播的学生将全屏接收演示学生的画面。 17.8 教师机可以将本机的操作过程、讲解录制为一个文件，供教师反复使用，以后通过屏幕回放功能进行回放。 17.9 教师机可以将屏幕录制的文件进行回放，回放的内容可以通过屏幕广播给学生。 17.10 教师可以对单一、部分、全体学生执行黑屏，并锁定其键盘、鼠标，禁止其进行任何操作。 17.11 教师机可以连续监看所选学生机屏幕。每屏可监视多个学生,可设置每屏学生机的数量以及学生机屏幕轮循的时间间隔。 17.12 教师将本地的语音文件广播给其他学生，学生可在一边收听语音的同时一边操作本机进行学习。 18. 保护还原系统（每台实训平台配套工作站需要一套该系统）。 18.1 所有的教学工作站终端互连组建局域网环境，支持集中统一管理。 18.2 支持 B/S 管理架构，可通过移动设备通过网页方式对机房进行远程管理，包括远程开关机、时间同步、系统切换、消息广播等操作。 18.3 支持所有教学工作站多硬盘、分区的统			
--	---	--	--	--

		一部署和保护还原。 18.4 支持教学工作站本地硬盘操作系统（xp\win7\win8\win10\linux）的立即还原和还原点瞬间创建。 18.5 支持硬盘剩余空间智能调配，满足多系统时硬盘容量不足的问题。 18.6 支持系统引导选单的开启与禁用，实现对当前不使用的系统进行屏蔽。 18.7 支持包括 sqlserver 等服务器版软件以及 MATLAB、UG、PhotoShop、3DsMax、AutoCad、Maya2010 以上等大型软件的稳定运行。 18.8 支持学期课表的编辑，可设置学期开始和结束时间，按学期课表时间自动启动相应的操作系统，支持操作系统拖拽式导入学期课表。 18.9 机房局域网管理支持按需和完全部署两种方式向任意教学工作站交付数据，均采用动态、实时、增量的原则，可以实现只部署系统分区或者数据分区。 18.10 能够针对学生软件使用、上网操作进行记录，并支持按照应用、访问网址进行查询。 18.11 机房内单台教学工作站不依赖网络和服务端可自我还原，支持分区每次、每天、每周、每月、手动等多种还原方式。 18.12 支持硬盘数据及时还原、定时还原、操作系统 IP 绑定和自动分配，可针对不同的教学应用状态创建多还原点/锁定还原点/删除还原点，还原点之间相互不依赖、自动还原。 18.13 支持对 3DMAX、CAD 等图形设计、工程设计类软件的统一注册，无需手动逐台激活。 18.14 支持流量限制策略，能够设定上行流量、下行流量，并设置生效时间区间，能够精确到秒，支持按天执行、按周执行、按月执行根据不同的时间节点自动限定终端机不同的网络上行和下行流量。 18.15 支持网络限制策略，能够设定禁用外网或禁用全部网络，并支持设置例外，例外类型包括 ip 地址、网址、端口，并设置生效时间区间，能够精确到秒，支持按天执行、按周执行、按月执行。 18.16 能够针对学生软件使用、上网操作进行记录，并支持按照应用、访问网址进行查询，能够根据时间段进行搜索，搜索时间精确到秒，针对上网操作，能够展示网址及网站标题信息，支持表格导出。			
23	五轴联动加工教学科研实践一体化平台-6 实验室 相应配置	六、实验室相应配置 1. 加装符合国标配电箱。 1.1 材质：国标优质冷轧钢板材质，钢板厚度不小于 1.2mm，箱体整体结构采用焊接或螺丝紧固方式连接，确保箱体强度和稳定性，具有良好的防锈、防腐蚀性能；防护等级不低于 IP30，可有	8	0	1

		效防止灰尘、固体异物侵入。 1. 2. 元件：内部的接触器、断路器、熔断器等元件提供合格证、3C 认证、按功能分区布局，端子标识清晰，线路过载、短路、高温断电、漏电保护、缺相保护等功能。 2. 电力线路。 2.1 主电缆规格$\geq 6\text{mm}^2$ 无氧铜国标电缆，支线规格$\geq 4\text{mm}^2$ 无氧铜国标电线，强弱电间距$\geq 30\text{cm}$。电线具备良好的耐高温、耐磨损、阻燃性能。 2.2 布线要求强电与弱电线严格分离槽穿管暗敷设布线。 2.3 网络布线。 ■ 国标六类非屏蔽网线，线芯材质为无氧铜，线径不小于 0.56mm；网线外皮印有相关认证标识（如 3C 认证），强电与弱电线严格分离槽穿管暗敷设布线，不影响实训室美观。 3. 磁吸门禁。 支持刷脸开锁、密码开锁、刷卡开锁等多种开锁方式，单个磁吸不低于 280kg。 4. 照明系统。 采用 LED 节能灯具，色温为 4000K（暖白色），显色指数（Ra）不低于 80，确保场地内物体颜色还原真实，提供良好的视觉环境。 5. 消防器材。 5.1 每个实验室灭火器配置不少于 4 具干粉灭火器（4 公斤装）灭火器需在有效期内，压力正常（压力表指针在绿色区域），外观无损坏、变形等情况。 5.2 每个实验室配备灭火毯，数量不少于 2 条，灭火毯规格为 $1.2\text{m} \times 1.8\text{m}$，材质为玻璃纤维，具有耐高温、阻燃性能；灭火毯需放置于明显且便于取用的位置。			
--	--	--	--	--	--

包 2：商丘师范学院工科教学及科研平台设备更新项目（一期）包 2

序号	名称	详细参数	一般参数数量	标“▲”重要参数数量	标“■”实质性要求参数数量
1	陶瓷增材制造设备-1 激光固化（SLA）陶瓷激光成型仪	激光固化（SLA）陶瓷激光成型仪 一、设备核心成型与光学系统参数 ▲1. 成型工艺：紫外激光光源，光诱导浆态原料聚合成坯。经脱脂烧结后成形。光源为全固态水冷紫外激光器，点扫描模式。设备为下沉式成形结构。 2. 聚焦平面光斑尺寸：$\leq 0.040\text{mm}$。 3. 激光光源波长：355nm。 4. 激光最大功率：$\geq 3\text{W}$。 5. 激光光束质量：$M^2 < 1.2$。	20	3	0

	6. 振镜：进口振镜，通光口径 10mm。 7. 分层厚度：20 - 150 μm 可调。 8. 适配原料属性：可用高粘度浆料，最大陶瓷浆料粘度 20000mPa·s。 二、机械结构与送料铺料系统参数 ▲1. 成型缸：直径 $\varnothing \geq 110\text{mm}$，高 $\geq 150\text{mm}$。两层陶瓷浆料防泄漏措施。 2. 送料与铺料：蠕动泵浦按需送料、气动升降式刮刀，刮刀间隙由 2 个微分头精密调整。 3. 铺料速度随打印高度自动调节。刮刀运动平台为大理石基座。 浆料相关：带浆料过滤回收装置、材料温度调节装置。单次最小打印用浆料 $< 50\text{ml}$。提供专用陶瓷浆料 $> 1\text{L}$。 4. 打印材料：氧化物陶瓷（氧化铝、氧化锆）、生物陶瓷（HAP、TCP）、非氧化物陶瓷（氮化硅、碳化硅、碳化钨、铜）。 三、控制系统、软件及服务资质参数 ▲1. 人机交互：≥ 15 寸触摸屏+鼠标+键盘，Windows 64bit 系统。软件支持触控/键鼠操作，参数开放可调（激光功率、光斑、焦点、扫描速度、铺料速度、送料速度等）。 2. 控制软件：具备边角优化功能、扫描角度无级调节去应力算法。 3. 资料要求：提供设备现场使用照片、各类材料实物样品照片。 四、清洗系统 （一）各设备具体参数 1. 空压机（配套动力设备，小型静音款） 核心参数：小型静音设计，噪音 $\leq 60\text{dB}$，排气压力 0.6-1.0MPa（可调），排气量 $\geq 0.1\text{m}^3/\text{min}$，具备自动启停、压力保护功能。 供电要求：适配实验室常规供电（AC 220V，50Hz）功率 $\leq 500\text{W}$，无需单独布线，体积小巧，占地面积 $\leq 0.3\text{m}^2$。 其他要求：无油设计，确保排出气体洁净，避免污染陶瓷样品及清洗部件，配备水气分离系统，便于维护，操作便捷，适配气枪高压吹气需求。 2. 气枪（配套清洗工具，含备用） 核心参数：配备不低于 2 把气枪（1 把使用，1 把备用），耐腐蚀材质（工程塑料+不锈钢枪头），枪头可调节（高压/低压切换），配备防反吹功能，避免陶瓷粉体倒灌。 尺寸要求：长度 $\geq 20\text{cm}$，适配实验室常规空压机接口，可直接连接空压机使用，可重复使用。 其他要求：吹气均匀，可有效吹扫陶瓷粉体、灰尘及残留清洗剂，适配喷头、模具缝隙吹扫需求。 （二）配套辅助设备 1. 精密清洗篮：2 个，不锈钢材质（SUS304），网孔细密（孔径 $\leq 1\text{mm}$），尺寸适配超声波清洗槽，可分层放置，配备手柄。			
--	---	--	--	--

		2. 专用清洗剂储存罐：2 个，透明防腐材质，容积 $\geq 5\text{L}$，配备密封盖（防挥发）和定量出液口，耐腐蚀、防泄漏，符合实验室化学品储存标准。 3. 无尘抹布/棉签：批量装，含 10 包无尘抹布（每包 ≥ 50 片）、20 盒细头棉签（每盒 ≥ 100 支），无尘、无纤维脱落，耐腐蚀，质地柔软，适配精密部件擦拭。 五、激光固化（SLA）陶瓷 3D 材料制备工艺及配方 1. 提供成熟稳定的陶瓷浆料制备工艺，包括分散、球磨、除泡、粘度调控等关键工序，确保浆料满足紫外光固化成型要求，无明显沉降、团聚与气泡缺陷。 2. 提供适配 355nm 紫外激光固化的陶瓷浆料配方，配方体系具备高固含量、低固化收缩、高烧结活性，可满足氧化物、生物陶瓷及非氧化物陶瓷的打印与后处理需求。 3. 提供完整的浆料后处理工艺方案，包括脱脂制度、烧结曲线、升温速率、保温温度与时间等关键参数，保证成型坯体经脱脂烧结后致密、无开裂、无变形。			
2	陶瓷增材制造设备-2 多材料复合 3D 打印机	多材料复合 3D 打印机 一、设备基本信息 1. 设备名称：多材料复合 3D 打印机。 ■ 2. 核心用途：钛合金、高温合金、铝合金、不锈钢等材料，提供不少于 4 种材料的成熟材料工艺参数包。 二、机床主体规格参数 1. 材料支持：钛合金、不锈钢、高温合金。 2. 成形尺寸：不小于 $160\text{mm} \times 160\text{mm} \times 180\text{mm}$。 3. 激光器功率：激光器采用单模光纤激光器；单激光，激光功率 $\geq 500\text{W}$，$M^2 \leq 1.1$。 4. 激光波长：$1060\text{nm} \sim 1080\text{nm}$。 5. 分层厚度：$20\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$。 6. 最大扫描速度：大于 7m/s。 7. 成形效率：大于 $15\text{cm}^3/\text{h}$。 8. 光学部件：F-θ 镜头聚焦光斑直径满足 $40\mu\text{m} \sim 60\mu\text{m}$ 范围内。 9. 光束质量：$M^2 \leq 1.1$。 10. 铺粉机构：变速双向同步铺粉。 11. 最低氧含量：$\leq 100\text{ppm}$。 12. 气体支持：Ar/N₂。 13. 功耗：$\leq 4\text{kW}$。 14. 供电电压：AC220V 1Ph/N/PE。 15. 外形尺寸：不大于 $1100\text{mm} \times 1300\text{mm} \times 2000\text{mm}$。 16. 设备重量：不大于 1500kg。 17. 配套软件：符合设备的操作软件。 18. 预热温度：最高预热温度 $\geq 200^\circ\text{C}$。 19. 配备基板加热功能。 三、光学系统 1. 光学系统模块可实现镜头保护，能够防止金属粉末或者金属蒸汽粘结在镜片表面而造成成形零件精度降低和光学镜片损坏。	63	1	2

	2. 扫描振镜全幅面尺寸 95%校准点定位精度$\leq \pm 0.05\text{mm}$。 3. 采用水冷，配置水冷机，水冷机控温精度可达$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$。 四、成形加工系统 1. 有效成形尺寸：$\geq 160\text{mm}$（长）$\times 160\text{mm}$（宽）$\times 180\text{mm}$（高）（不含基板，基板厚度$\geq 30\text{mm}$）。 2. 刮刀种类：标配柔性刮刀，可选刚性刮刀，支持硬质及软质刮刀的单刮刀悬臂铺粉装置完成铺粉作业，保证每层铺粉的一致性。 ▲3. 双向变速铺粉，铺粉速度可自由设置或调整； 4. 送粉方式采用自下而上的顶粉方式。 5. 惰性气体氛围：氮气或氩气，成形过程中最低氧含量$\leq 100\text{ppm}$。 6. 设备内部集成氧含量检测装置，实时监控打印过程中氧含量，氧含量异常可自动报警。 五、安全设计保障 1. 设备整机设计符合相关安全标准，包括电气、机械指令标准。 2. 设备整机设计符合相关防爆标准。 3. 设备具有尾气过滤装置，尾气经过过滤，排出设备外。 4. 设备配有报警灯，全方位实时显示设备状态。 5. 设备观察窗配有激光防护，对 1060-1080 波长的激光有非常低的透射率，安全等级可达到 OD4+。 6. 在设备的危险位置（机械啮合处、旋转处、运动处等可能涉及人身安全的位置）安装防护装置、贴有明显的警示标识、同时在说明书上标识。 7. 成形舱门安全门锁，激光与工作舱门互锁，氧含量、舱室压力与激光互锁。 8. 有急停按钮，按下后激光器立即停止运行。 六、数据处理软件 软件主要功能如下： 1. 软件可接受*.3dl、*.STEP、*.STL、*.OBJ、*.Prt、*.SLDPRT、*.IGS 等通用格式，输出格式为*.SLC 等非加密通用格式。 2. 具有平移、旋转、缩放、角度优化、自动摆放等功能可视化模块。 3. 具有切割、抽壳、偏置、晶格、打孔、简化、平滑、加强筋、合并、分离、布尔运算、测量等功能可视化模块。 4. 具有面片法向、干扰壳体、相交面片、缝隙孔洞等自动修复功能可视化模块。 5. 具有一键加支撑功能，多种支撑（线形支撑、十字支撑及柱状支撑）的自动生成与编辑。 6. 数据文件自动切片功能模块。 7. 直接输出加工设备需要的层数据文件。 七、控制系统技术要求 1. 采用 PLC 数字控制系统，包括控制装置、仪表及数据采集，能实现激光器、扫描振镜及铺粉成形系统的开关、调节、运动等方面的控制；具备网络接口，并			
--	--	--	--	--

	能够实时反馈设备的运行情况、1. 正在使用的程序等情况；具有数据采集、显示、储存、导入导出等功能。 2. 采用安全继电器进行了安全回路的设计，安全继电器等级可达到 SIL3 级。 3. 可实现自动及手动控制，自动控制和手动控制能够进行切换。 4. 可实现工作舱氧气含量、舱室压力、各轴位置、零件总高度、零件总层厚、零件加工进度，剩余加工时间等在线监测。 5. 成形舱氧含量、压力安全检测可实现氧含量及压力异常报警功能，压力超标时可自动泄压。 6. 具备自我诊断能力，可对运行过程中电气、机械、设备成形参数等异常情况自我诊断及分析，针对不同故障影响程度分级处理，提供故障分类处理机制方案。 7. 工艺参数可根据工件高度进行分段设置，具备变层厚打印功能。 8. 开放不少于 200 项可编辑参数，开放工艺参数设定界面，用户可自行编辑设定，可单独对各个参数进行快速设定和控制。 9. 过滤系统：设备内置旋风除尘过滤和长效滤芯过滤，在线清理滤芯，清理滤芯表面烟尘，滤芯具有自动反吹清粉功能，长效滤芯连续使用寿命大于等于 30000 小时。 10. 开放可编程打印系统：设备可根据文件中定义的运行代码采取不同的运行方式，从而改变设备运行参数及实现设备运行过程控制并可保存多种定义好的运行代码以备后续直接调用。 11. 辅助设备要求：筛粉机：≥1 台，技术要求：设备尺寸：≥550(W)mm×600(D)mm×1000(H)mm；筛网尺寸：≥300mm；筛粉容积：≥5L；气体保护：惰性气体置换保护；筛分直径：80 目和 200 目；噪音：≤75dB；筛分粒度：0.038mm-3mm；电动风磨笔：≥1 个，适用于打印件表面处理；防护工具：≥2 套，防护服、防护手套、三防工鞋、防尘面具。 （一）硬件配置： 1. 工控机 CPU：CPU 物理核心数≥16 个，线程数≥24 个，基本频率（主频）≥2.1GHz，三级缓存容量≥30MB，基础功耗 TDP≤125W。 2. 工控机内存：≥16GB。 3. 工控机硬盘：≥512GB。 4. 显卡：≥2G 独显。 八、相应耗材： 1. 适合本设备使用的 TC4 粉末不低于 10kg，高熵合金粉(CoCrNi、TiCoCrFeNi)各不低于 5Kg，316L 不锈钢粉末不低于 20kg，AlSi10Mg 铝合金粉末不低于 20 kg，Inconel718 高温合金粉末不低于 10 kg；粒径范围粒径统一为 15 μm~53 μm，粒度分布均匀，适用于激光选区熔化（SLM）增材制造设备，霍尔流速≤30 s/50 g，氧含量满足各牌号 SLM 专用粉末行业标准，采用设备推荐工艺打印，致密度≥99%。			
--	---	--	--	--

		2. 不锈钢基板不少于 2 个，钛合金基板不少于 2 个。 3. 橡胶刮刀不少于 10 个，刚刮刀不少于 10 个。 4. F9 滤芯不少于 4 个，H13 滤芯不少于 2 个。 5. 真空干燥皿不少于 4 个，双阀门，内径不少于 250mm。 ■ 6. 适合本设备的吸尘器 1 台。			
3	陶瓷增材制造设备-3 烧结炉	烧结炉 一、设备用途 ■ 1. 专用于 3D 打印成型氧化铝，氧化锆烧结工艺，烧结炉采用无机多晶莫来石陶瓷纤维炉膛，与陶瓷 3D 打印设备配套使用。 二、主要设备参数 1. 最高温度：$\geq 1700^{\circ}\text{C}$。 2. 使用温度：$\geq 1650^{\circ}\text{C}$。 3. 炉膛尺寸：$\geq 150 \times 160 \times 200\text{mm}$（宽$\times$高$\times$深） 4. 控温精度：$\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$。 5. 炉膛材料：采用氧化铝纤维材料，多层隔热，保温效果好，温场均匀。 6. 控制系统：64 段智能程序控温仪表，PID 参数自整定，超温、断偶报警等保护。 7. 触摸屏操作系统，包含“FCM 控制系统[简称：FCM]V1.0”，具备： 7.1 运行温度曲线记录并可在线查询及数据导出分析。 7.2 可储存和调用程序。 7.3 数字显示输出功率及 PV，SV 值。 7.4 主界面程序一键式快捷操作。 7.5 曲线号、步数号、剩余时间、PID 号、循环数主界面在线显示。 8. 测温元件：国际 I 级精度 B 分度双铂铑热电偶。 9. 加热功率：$\leq 5.2\text{KW}$。 10. 加热元件：1800 型硅钼棒。 11. 工作电压：220V。 12. 超温保护功能：当温度超过允许设定值自动断电。 13. 安全保护：当炉体漏电时自动断电。 14. 炉壳结构：双层炉壳风冷结构，表面温升$\leq 45^{\circ}\text{C}$。 15. 按钮：LED 高强度抗破坏全不锈钢按钮，经久耐用。 16. 炉堵：标配一个高温炉门堵头。 17. 排气系统：排气系统（用于有废气、焦油等烟类挥发物）。	21	0	1
4	陶瓷增材制造设备-4 脱脂炉	脱脂炉 一、设备用途 1. 专用于陶瓷 3D 打印生坯脱脂处理，适配氧化铝、氧化锆等陶瓷材料脱脂工艺，与陶瓷 3D 打印设备配套使用，满足科研及小批量生产需求。 二、主要技术参数 1. 温度参数：最高温度$\geq 1100^{\circ}\text{C}$，工作温度范围	9	0	0

		RT~1050℃，控温精度±1℃。 2. 尺寸规格：外形尺寸不小于 540×440×615mm，炉膛尺寸不小于 200×120×300mm。 3. 温控系统：配置 64 段程序控温仪表，具备 PID 参数自整定、超温报警、断偶报警等保护功能。 4. 操作系统：采用触摸屏操作系统，操作便捷，可直观显示、设置工艺参数 5. 加热系统：加热功率不小于 3kw，加热元件为 FEC 加热模块，采用三面加热方式，保证炉膛温度均匀性。 6. 进气系统：炉内配备两路进气通道，可满足有机物置换工艺需求。 7. 工艺支持：提供常用氧化铝、氧化锆标准脱脂曲线，支持工艺参数自主摸索与优化。 三、配套要求 1. 设备需与陶瓷 3D 打印机无缝适配，满足陶瓷 3D 打印生坯脱脂全流程工艺要求。			
5	陶瓷增材制造设备-5 脱泡机	脱泡机 一、技术参数要求 1. 基础性能参数 1.1 最大处理量：150ml/250g，满足实验室小批量浆料脱泡需求。 转速参数 1.2 公转：实现 0rpm-3000rpm 之间无级调速，调速精度 ±1rpm，可精准匹配不同浆料体系脱泡工艺。 自转：采用固定比例传动设计，确保脱泡过程均匀性。 2. 控制系统与操作 2.1 控制界面：配备高清触摸屏操作系统，实现人机交互可视化操作，操作流程简洁易懂。 2.2 传动方式：采用同步带传动结构，具备运行不打滑、使用寿命长的特点，保障长期稳定运行。 2.3 配方存储：支持 不少于 10 组独立配方存储，每组配方可编辑 10 段工艺参数，可根据不同材料体系灵活定制并快速调用。 3. 真空系统配置 3.1 真空系统：采用外置式真空系统设计，真空度不低于 - 99±1kPa，数字显示真空度数值，监测精准直观。 3.2 真空调节：支持真空分段设置，可与公转转速任意匹配匹配，适配不同浆料特性的脱泡工艺需求。 3.3 真空监测：可生成动态真空曲线图，实时显示并记录真空状态变化，便于实验数据追溯与分析。 4. 工艺与安全保护 4.1 强力脱泡功能：精准控制真空环境与转速配合，可有效去除浆料中亚微米级气泡，适配张力大的浆料体系脱泡需求。 4.2 报警装置：集成多重监测报警功能，包括不平衡监测、上盖运行闭合监测、振动检测，实时保障设备运行安全。 4.3 故障提示：设备运行异常时触发报警提示，所有故障信息可后台查询，并同步提供对应解决教程，便于快速排障。	16	0	1

		4.4 安全保护。 设备发生故障时自动停止运行，避免安全隐患 运转过程中上盖自动锁定，上盖打开时设备立即停止工作，保障实验人员安全。 5. 电气与环境适配 ■ 5.1 电压参数：AC220V±5%，单相供电，适配高校实验室常规供电环境。 5.2 功率范围：0.8~1.2KW，运行功耗适配实验室用电负荷。 5.3 适用环境：工作温度 10~40℃，相对湿度 20~80% RH（无凝结状态）。 6. 物理参数 6.1 外形尺寸：不大于长 380mm×宽 500mm×高 490mm，桌面型设计，节省实验室空间。 6.2 设备净重：不大于 60KG；配套真空泵重量：不大于 18KG，便于安装与位置调整。			
6	陶瓷增材制造设备-6 微机控制电子万能试验机	微机控制电子万能试验机 一、设备用途与适用标准 1. 专用于陶瓷材料力学性能测试，可完成：拉伸试验、压缩试验、弯曲试验等。 2. 设备满足相关国家及行业试验方法标准，适用于科研、教学及产品质量检测。 二、主要技术参数 1. 最大试验力：10kN。 2. 精度等级：0.5 级。 3. 力值测量范围：0.4%~100%FS。 4. 试验力示值精度：优于±0.5%。 5. 横梁移动速度：0.001~500 mm/min 连续可调。 6. 有效试验宽度：≥370 mm。 7. 横梁最大行程：≥1100 mm。 8. 滚珠丝杠直径：≥25 mm。 9. 加载同轴度与试样对中：满足 0.5 级电子万能试验机要求。 ■ 10. 电源：AC220V/50Hz。 三、关键部件配置要求 1. 力传感器：采用高精度传感器。 2. 伺服电机及驱动：采用交流伺服电机及驱动系统。 3. 控制系统：全数字闭环控制系统，可实现力、位移、变形闭环控制。 4. 安全防护：配置亚克力安全防护罩，具备开门停机/断电保护功能，具备过载、过流、过压、限位保护功能。 四、试验夹具与工装 1. 配置全套陶瓷拉伸、压缩、弯曲试验夹具，夹具结构合理、装夹方便、对中性好。 2. 夹具与设备匹配，满足陶瓷试样稳定可靠夹持与测试。 五、软件与数据采集工作站系统 1. 配备专业力学测试软件，具备试验程序编辑、参数设定、实时曲线显示、数据采集、结果计算、报告生	19	0	1

		成、存储查询等功能。 2. 配备数据采集工作站一台：CPU：CPU 物理核心数≥ 16 个，线程数≥ 24 个，基本频率（主频）$\geq 2.1\text{GHz}$，三级缓存容量$\geq 30\text{MB}$，基础功耗 TDP$\leq 125\text{W}$，1T 硬盘以上，内存 16G 及以上和打印机一台。			
7	陶瓷增材制造设备-7 自动研磨抛光机	自动研磨抛光机 一、具体技术参数 1. 研抛盘直径：$\geq 203\text{ mm}$。 2. 载样盘直径：$\geq 80\text{mm}$。 3. 工位数量(摆动机构)：2 工位。 4. 载样盘摆动速度：0-9 次/分(无级调速)。 5. 主轴驱动电机：DC110V 245W。 6. 研抛盘转速：10-250rpm(无级调速)。 7. 控制方式：定时运行(倒计时)。 8. 其他要求：配备自动滴液接口，可连接滴液装置实现研磨液、抛光液自动喷洒，减少人工操作。设备运行噪音$\leq 65\text{dB}$，符合实验室噪音标准。机身采用防腐喷涂工艺，易清洁、耐磨损。 二、标准配件 1. 铸铁研磨盘 1 个、铸铁抛光盘 1 个、载物盘 2 个、修盘环 1 个、抛光垫(磨砂革、合成革、聚氨酯)各 1 片，刚玉研磨微粉 0.5kg、石蜡棒 4 根。 2. 滴液装置 1 套，支持研磨液、抛光液均匀喷洒。 3. 不锈钢恒温电热板数显电加热板仪器。	11	0	0
8	陶瓷增材制造设备-8 机械数显恒速搅拌机	机械数显恒速搅拌机 一、设备具体参数 1. 电机类型：直流无刷电机，运行平稳、噪音低、寿命长。 2. 转速范围：100 - 2000 rpm，连续可调，数显实时显示。 3. 转速精度：$\pm 10\text{ rpm}$。 4. 最大处理量：20 L（以水为介质）。 5. 适用粘度：最高 8000 mPa·s。 6. 定时功能：1 - 999 min 可调，或常开模式，数显倒计时。 7. 显示方式：LED 数码管，同时显示转速与时间参数。 8. 搅拌桨配置：标配两叶桨，尺寸不小于 300×8×65 mm（长×杆直径×叶展直径），材质 304 不锈钢。 9. 支架与底座：不锈钢立柱，加重型 C 形底座，确保运行稳定，可调节夹具高度与角度。 10. 安全保护：软启动功能、过载保护、过温保护 11. 输入功率：不小于 200 W。 12. 电源要求：AC 100 - 240 V，50/60 Hz，宽电压适配。 13. 整机材质：主机外壳为高强度工程塑料，立柱、夹具为不锈钢材质。 二、功能要求 1. 具备数显调速功能，可精准设定并实时显示转速。 2. 具备定时搅拌功能，可设定搅拌时长，到达时间	18	0	0

		后自动停机。 3. 搅拌轴与电机连接牢固，拆装便捷，可兼容不同类型搅拌桨（如锚式、桨式、分散盘）。 4. 设备运行噪音 ≤ 60 dB（A 计权），符合实验室环境要求。 5. 整机结构稳固，无明显振动，可长时间连续运行。			
9	陶瓷增材制造设备-9 密度测试仪器	密度测试仪器 一、基本功能要求 1. 能够测陶瓷的孔隙率、吸水率、封闭孔隙率、体密度、孔隙体积。 2. 可存储每一次的测量结果，可编辑：样品名称、测试日期、测试人员名称；打印测量报告（58mm 标签格式）。 3. 触摸屏操作，天平端不用任何设置，可极大简化用户的测量步骤。 4. 最大称重 0.01g~300g。 二、技术指标要求 1. 最大称重：0.01g~300g。 2. 测量效率：检测多组样品。 3. 密度精度：0.001 g/cm ³ 。 4. 称重重复性误差： ± 0.01 g。 5. 测量种类：陶瓷等。 6. 测量原理：阿基米德排水法原理。 7. 读数响应时间：约 2 秒。 8. 结果显示：密度，体积，孔隙率、吸水率。 9. 参数设定：水温设定、媒介液体密度设定。 10. 校正方式：外部校正。 11. 输出方式：RS-232C 标准通信接口、方便测试数据输出与打印。 ■ 12. 温湿度范围：允许环境温度：0~40℃；允许相对湿度：80%以内。 二、备品及配件 1. 测量主机不少于 1 台，2. 电源不少于 1 个，3. 测量台不少于 1 个，4. 透明水槽不少于 1 个，5. 吸管不少于 1 根，6. 镊子不少于 1 个，7. 100g 校准砝码不少于 1 个。	16	0	1
10	陶瓷增材制造设备-10 高精度分析天平	高精度分析天平 一、核心技术参数 1. 称量精度：可读性（最小显示值） ≤ 0.1 mg（万分之一精度），满足科研级微量称量需求，符合电子分析天平核心精度标准。 2. 称量范围：0-200g（或 0-120g/0-220g，适配科研常用量程），兼顾微量称量与常规称量，可满足陶瓷粉体、试剂等不同样品的称量需求。 3. 控温与稳定性：线性误差 $\leq \pm 0.2$ mg，重复性误差 $\leq \pm 0.1$ mg，确保多次称量数据一致，提升科研实验重复性。配备温度补偿功能，可自动修正环境温度变化对称量精度的影响，稳定性优异。 4. 校准功能：支持自动内部校准（或外部校准，配备标准校准砝码），校准便捷，可定期校准确保称量	13	0	1

		精度，符合国际计量规范。 5. 响应速度：稳定时间$\leq 3s$，快速响应称量操作，提升科研实验效率，适配批量样品称量需求。 6. 操作界面：可清晰显示称量数据、单位、校准状态等信息，适配科研人员操作习惯。 7. 单位切换：支持 g、mg、μg、oz 等多种称量单位切换，可根据科研需求灵活选择，适配不同样品的称量表述需求。 8. 数据输出：支持 USB/RS232 接口，可连接电脑、打印机，实现称量数据导出、打印，便于实验数据记录、追溯及论文数据整理。 ■ 9. 供电要求：适配实验室常规供电（AC 220V$\pm$10%，50Hz），额定功率$\leq 15W$，能耗低，无需单独布线。具备断电记忆功能，来电后可恢复默认设置，避免实验中断。 10. 外形要求：外形尺寸$\leq 300 \times 200 \times 250mm$（长$\times$宽$\times$高），可放置于实验室桌面，机身采用防腐蚀材质，易清洁、耐磨损。 二、标准配件 1. 主机配件：高精度分析天平 1 台、电磁力平衡式传感器 1 套（核心部件）、透明玻璃防风防尘罩 1 套。 2. 校准与称量配件：标准校准砝码 1 套（适配 0.1mg 精度）、称量盘 2 个（1 用 1 备，耐腐蚀材质）。 3. 辅助配件：USB/RS232 数据传输线 1 根、电源线 1 根、专用清洁工具 1 套。 4. 操作间建设（轻钢龙骨石膏板房间隔断，包含墙面涂装统一涂刷实验室专用耐污防霉乳胶漆（颜色采购人自选），门，锁具五金。搭建 3m$\times$4m（12 m²）独立密闭钢化玻璃（玻璃防紫外线处理）空间。打印机所在房间内采用防 UV LED 净化平板灯。强电布线、弱电布线和接地布线符合国家标准，具体的金属布线槽尺寸可根据实际情况的多少并考虑留有一定的余量。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；必须有接地及漏电保护，保留原有照明，补充普通 LED 筒灯，保障实验室光线满足实验需求。			
11	陶瓷增材制造设备-11 动态法磁滞回线实验仪	动态法磁滞回线实验仪 满足实现以下实验内容 1. 掌握磁滞、磁滞回线和磁化曲线的概念，加深对铁磁材料的主要物理量：矫顽力、剩磁和磁导率的理解。 2. 学会用示波法测绘基本磁化曲线和磁滞回线。 3. 根据磁滞回线确定磁性材料的饱和磁感应强度 Bs、剩磁 Br 和矫顽力 Hc 的数值。 4. 研究不同频率下动态磁滞回线的区别，并确定某一频率下的磁感应强度 Bs、剩磁 Br 和矫顽力 Hc 数值。 5. 改变不同的磁性材料，比较磁滞回线形状的变化。 6. 自行设计和制作待测样品开展磁性材料特性测量。 7. 定性研究磁性材料的居里点。 主要技术参数	15	1	1

		1. 励磁信号源可调范围 20~350Hz,带粗调和细调功能,频率表动态量程切换最小分辨率 0.01Hz;励磁信号源电压 0~7V(有效值)连续可调;有效值测量系统,测量范围 0~19.99V,分辨率 不小于 0.01V。 ▲2. 提供 不少于 5 种不同特性的样品,2 种 EI 铁芯样品,2 种环状样品,1 套磁性样品套件;EI 铁芯样品初级绕组匝数分别为 N1=60 匝和 N1=90 匝,两者测量绕组匝数均为 N2=200 匝;2 种环状样品,普通磁环样品 N1=N2=100 匝,居里点温度磁环样品 N1=N2=20 匝;备用套件由环装样品、线路板、透明元件盒模块、绕制铜丝组成,可自行设计和制作待测磁环样品;样品均采用可拆卸式插拔,标准 4mm 插脚设计,间距 50mm,用户可自行更换样品。 3. 励磁采样标准电阻模块 R1: 0.1~11Ω 可调,十进制设计,精度 0.5%;测量积分单元标准电阻模块 R2: 1K~110KΩ 可调,精度 0.5%;标准电容模块 C:0.1~11μF 可调,精度 1%。 4. 测试接口: 提供 2 组 uX、uY 测量 BNC 接口;1 组用于示波器观察波形,1 组用于连接参数测试系统自动测量频率 f、H、B、Hc、Br、磁滞损耗、相位差等参数;带隔离电路模块,可同时连接示波器和测试系统。 5. 温度控制模块: 最大功率 800W,控温档位 3 档可调。 6. 含低电势直流电位差计箱 10 台。 6.1 在“×10”一档,自 0~171 毫伏,最小分度值 10 微伏,游标尺示度值 1 微伏。 6.2 在“×1”一档,自 0~17.1 毫伏,最小分度值 1 微伏,游标尺示度值 0.1 微伏。 6.3 准确度等级: 0.05 级。 6.4 标准电势: 1.01860V,被测电势: 0~190mV,稳定度: 0.01%/小时。 ■ 6.5 配置检流计。			
12	陶瓷增材制造设备-12 磁场测量与描绘实验仪	磁场测量与描绘实验仪 能够实现以下实验内容 1. 学习交变磁场的测量原理和方法。 2. 学习用探测线圈测量交变磁场中各点的磁感应强度。 3. 测量载流直螺线管轴线上各点磁场的分布情况。 主要技术参数 1. 励磁电源: AC15V、18V、24V, 50Hz, 三档可调,有输出短路保护。 2. 励磁电流: 100~200mA。 3. 螺线管励磁线圈: 平均直径: D=0.060m ; 长度: L=0.080m。 4. 探测线圈: D=0.012m, 匝数: n=800 匝。 5. 探测线圈测试范围: 轴向: ±120mm, 径向: ±70mm; 6. 探测线圈测试角度范围 : ±90° 。 7. 螺线管线圈: 匝数: N=2700 匝, 允许电流: I_{max}=500mA。	12	0	0

		8. 交流电压表：满量程 200mV，最小分辨率 0.1mV。 9. 交流电流表：满量程 200mA，最小分辨率 0.1mA。			
13	陶瓷增材制造设备-13 实验室环境建设	■ 实验室环境建设： 加装符合国标配电箱：材质：国标优质冷轧钢板材质，钢板厚度不小于 1.2mm，箱体整体结构采用焊接或螺丝紧固方式连接，确保箱体强度和稳定性，具有良好的防锈、防腐蚀性能； 防护等级不低于 IP30，可有效防止灰尘、固体异物侵入。 元件：内部的接触器、断路器、熔断器等元件提供合格证、3C 认证、按功能分区布局，端子标识清晰，线路过载、短路、高温断电、漏电保护、缺相保护等功能； 主电缆规格$\geq 6\text{mm}^2$ 无氧铜国标电缆，支线规格$\geq 4\text{mm}^2$ 无氧铜国标电线，强弱电间距$\geq 30\text{cm}$。电线具备良好的耐高温、耐磨损、阻燃性能； 5. 布线要求强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线； 国标六类非屏蔽网线，线芯材质为无氧铜，线径不小于 0.56mm； 网线外皮印有相关认证标识（如 3C 认证），强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线， 消防器材：每个实验室灭火器配置不少于 4 具干粉灭火器（4 公斤装）灭火器需在有效期内，压力正常（压力表指针在绿色区域），外观无损坏、变形等情况； 每个实验室毯配备灭火毯，数量不少于 2 条，灭火毯规格为 1.2m$\times$1.8m，材质为玻璃纤维，具有耐高温、阻燃性能； 灭火毯需放置于明显且便于取用的位置。	0	0	1
14	射频信号发生与测试设备-1 射频信号源	射频信号源 ▲1. 频率范围：6kHz~45GHz。 2. 频率分辨率：$\leq 0.001\text{Hz}$。 3. 频率准确度：$\pm 3 \times 10^{-8}$。 ▲4. 外参考输入：1~100MHz。 5. 最小功率：-10dBm（可设置-20dBm）。 6. 最大功率：$\geq +12\text{dBm}$（$100\text{MHz} \leq f \leq 45\text{GHz}$）。 7. 功率分辨率：0.01dB。 ▲8. 谐波：$< -55\text{dBc}$（$f > 3\text{GHz}$）。 ▲9. 分谐波： $< -90\text{dBc}$（$100\text{kHz} \leq f \leq 20\text{GHz}$） $< -70\text{dBc}$（$20\text{GHz} < f \leq 40\text{GHz}$）； $< -50\text{dBc}$（$40\text{GHz} < f \leq 45\text{GHz}$）。 10. 单边带相位噪声： $< -124\text{dBc/Hz}$@1GHz，1kHz 频偏； $< -105\text{dBc/Hz}$@10GHz，1kHz 频偏； $< -140\text{dBc/Hz}$@1GHz，10kHz 频偏； $< -120\text{dBc/Hz}$@10GHz，10kHz 频偏。 ▲11. 支持模拟调制功能，包括 AM, FM, ΦM。 ▲12. 支持步进扫描、列表扫描和模拟扫描功。	9	6	0

		13. 支持跨平台客户端及浏览器访问控制。 14. 支持 SCPI 指令录制，可生成 Qt、MATLAB、C#、LabWindows/CVI、C++等。 15. 工作温度:0℃~+50℃; 存储温度: -40℃~+70℃。			
15	射频信号发 生与测试设 备-2 配气系 统	配气系统 1. 具体技术指标如下: ■ 1.1 要求不少于四路配气。 2. 主要技术要求: 2.1 无阶变速控制模式, 倍数方案可根据需求自由设定调整。 2.2 专用软件自动核算并控制, 直接输入目标浓度自动工作, 无需用户人工计算流量。 2.3 精度: 浓度不低于设置点的 1%, 流量不低于设置点的 1%。 2.4 软件中测试协议包含不少于 14 项仪器基本操作项目, 15 项系统设置项目, 11 项出厂预留项目等。 2.5 主机内置控制器的 11 点校准数据库。 2.6 配套专用软件可储存 200 多种气体资料, 并可根据实际需要扩充气体库。 2.7 检测模式: 浓度模式, 流量模式, 集成模式、时间表模式等实现自动气体混合。 2.8 设备配置四个气路, 四个气路尺寸: 1000/1000/100/10ml。 2.9 流量重复性: 不低于设置点的 0.1%。 2.10 设备气体压力范围: 10-75psig, 常用压力为 25psig。 2.11 使用动态指示灯实时反馈仪器正常工作状态。 2.12 全程防锈防泄漏设计, 管路全不锈钢结构, 氟橡胶密封。 2.13 软件具备分级权限登录能力, 确保试验方案管理安全。 2.14 电源: 220 伏特交流电, 50/60 Hz。 2.15 接口尺寸为四分之一英寸。 2.16 提供便携提手, 方便用户现场测试应用需求。	16	0	1
16	射频信号发 生与测试设 备-3 光纤拉 伸平台	光纤拉伸平台 一、双向拉伸平移台 1. 有效行程: 正负 50mm。 2. 导轨: 交叉滚柱导轨。 3. 螺杆导程: 1mm。 4. 分辨率 (8 细分): 0.000625mm。 5. 分辨率 (64 细分): 0.000078125mm。 ▲6. 重复定位精度: 0.005mm。 ▲7. 实际定位精度: 0.05mm。 8. 最大速度: 5mm/s。 9. 最大中心负载: 5kg。	20	2	0

		二、电机控制器 1. X、Y 两轴同动。 2. 两轴之间的运行做到了完全独立控制：若有某个轴在运行，也可以控制另外的轴开始运行、停止。 3. 控制接口：USB 接口和 RS232 接口均可使用，完善的控制命令协议，方便客户二次开发。 4. 可接步进电机。 5. 控制电机速度：客户可直接输入速度值，方便调整。 6. 电机加速度：客户可直接输入速度值，方便调整。 7. 电机归零速度：客户可直接输入速度值，方便调整。 8. 正反向运行。 9. 可接光电开关、机械限位开关等多种限位开关。 10. 多路开关量输入、输出接口，方便扩展。 11. 配套功能强大的运动控制系统。 三、配置附件： 1. 氢气发生器、气体稳流阀、玻璃转子流量计、防回火阀、可调角度调节台、光纤激光器、电控三轴纳米位移台。 2. 单筒显微镜：长物距显微镜套装（横向）一套（4 个）、长物距显微镜套装（纵向）一套（2 个）。			
17	射频信号发生与测试设备-4 气垫导轨实验仪	气垫导轨实验仪 主要实验内容 1. 测定匀速直线运动的速度/验证牛顿第一定律。 2. 测定变速直线运动的平均速度和瞬时速度。 3 测定匀变速直线运动的加速度。 4. 研究匀变速直线运动的路程和时间关系。 5. 测定重力加速度 6. 验证牛顿第二定律。 7. 验证牛顿第三定律。 8. 验证动能定理。 9. 验证动量定理。 10. 验证动量守恒定律。 11. 验证机械能守恒定律。 12. 研究简谐振动的规律。 主要技术参数 一、导轨工作面： 1. 长度不小于 1500mm。 2. 导轨纵向竖直平面内的直线度：全长$\leq 0.10\text{mm}$；任意 400mm 长度$\leq \pm 0.05\text{mm}$。 3. 导轨工作面的夹角：$90^\circ + 0.1^\circ$。 4. 导轨工作面的表面粗糙度：Ra3.2。 5. 导轨脚距不小于 850mm。 6. 喷气孔孔径：不小于 0.8mm。 7. 导轨进气口的外径：不小于 $\phi 30\text{mm}$。 8. 滑行器：长度 100mm 和 200mm。 9. 要求气源压强：不小于 4.5kPa。 二、通用计数器： ▲1. 采用不小于 7 英寸彩色触摸屏，分辨率不小于 800×480 像素，带数据采集、存储和查询功能。	33	1	1

		2. 含不少于 4 个传感器接口和不少于 1 个电磁铁控制接口。 3. 含周期测量、脉宽测量、计数、转速测量、自由落体测试、线速度和线加速度测量、角速度测量、角加速度测量、计时秒表功能；可以验证角动量守恒、测试仪自带角加速度和角减速度线性拟合功能。 4. 周期测量和脉宽测量范围 $1\mu\text{s}\sim 999,999,999\mu\text{s}$，测试分辨率 $1\mu\text{s}$。 5. 周期测量次数 $1\sim 999$ 次任意可设，含摆动周期和转动周期测量（单双周期）模式，数据保存组数不少于 99 组。 6. 脉宽测量 $1\sim 999$ 次任意可设，显示每次脉宽时刻，数据保存组数不少于 5 组，不少于 4995 个脉宽数据。 7. 秒表计时测试范围：$1\mu\text{s}\sim 9999.999999\text{s}$。 8. 自由落体测试范围：$0\sim 999,999,999\mu\text{s}$，含单光电门、双光电门以及四光电门测试模式。 9. 角加速度测量分辨率 0.0001rad/s^2；角速度测量分辨率 0.001rad/s；数据采集时刻分辨率 $1\mu\text{s}$。 10. 计时范围 $\geq 0.000\text{ms}\sim 99999.999\text{ms}$，分辨率 $\geq 0.001\text{ms}$。 11. 测速范围 $\geq 0.000\text{cm/s}\sim 999.999\text{cm/s}$，分辨率 $\geq 0.001\text{cm/s}$。 12. 测加速度范围 $\geq 0.000\text{cm/s}^2\sim 999.999\text{cm/s}^2$，分辨率 $\geq 0.001\text{cm/s}^2$。 13. 可实现 ≥ 12 组线速度、线加速度数据、碰撞实验数据测量存储。 ■ 14. 数据接口 USB。			
18	射频信号发生与测试设备-5 声速测定仪及振动力学测试仪	声速测定仪及振动力学测试仪 主要技术参数 1. 测试距离：50~300 mm。 2. 采用不小于 7 寸彩色触摸屏设计，具备声速测定、多普勒效应以及波形输出功能，正弦波和方波频率 $1\text{Hz}\sim 999999.999\text{Hz}$ 可调，触摸屏调节，最小调节分辨率 0.001Hz；脉冲波宽度：$27\mu\text{s}$，周期：40ms。 3. 数字温度传感器 DS18B20，测温范围 $-55^\circ\text{C}\sim +125^\circ\text{C}$，触摸屏显示。 4. 计数定时器测量范围 $0.1\mu\text{s}\sim 1\text{s}$，最小分辨率 $0.1\mu\text{s}$，分辨率 $1\mu\text{s}/0.1\mu\text{s}$ 可设定。 5. 正弦波：输出幅度 $1\sim 25\text{VP-P}$ 连续可调。 6. 多普勒测频分辨率 $0.1\text{Hz}/1\text{Hz}$ 可设定。 7. 变速运动采样步距：$10\sim 120\text{ms}$ 可设定，采样点 $5\sim 250$ 可设定，带数据及曲线存储和查询功能。 8. 测量方法：驻波法、相位法、时差法、竖立法（测固体）。 9. 测量介质：空气、液体、固体（需另配 SVG 型固体测量装置）。 10. 液槽可脱卸，使用方便。 11. 采用游标卡尺读数机构，最小分辨率 0.02mm，避免丝杆鼓轮读数系统带来的回程差问题。 12. 双杆定位丝杆传动系统设计，调节更平稳。	12	1	0

		▲13. 通过配置的远程数控实验平台软件可以完成实验预约和开展远程在线实验，平台软件能显示设备的物理地址和预约状态；实验过程可进行远程设备操作、实验指导书查看、实验数据在线记录、实验报告在线编辑、操作视频演示、操作录屏、视频画面分屏、控制台、日志、聊天室、画板、测量尺等功能，实验完成可查看实验结果、提交实验报告。（需提供此项功能截图）。			
19	射频信号发生与测试设备-6 固体与液体密度综合测量仪	固体与液体密度综合测量仪 该实验仪用于研究应变片型力敏传感器的特性，并利用压力传感器开展固体和液体密度的测量。 主要技术参数 ▲1. 采用不小于 4.3 英寸触摸显示屏，带触摸一键置零和实测功能，带超量程报警显示和输出功能（集电极开路型不少于 3 芯输出），通讯接口采用 USB；显示系统带参数后台，界面可以切换为电压显示模式和质量显示模式。 2. 可调数控直流电源：0~9V 触摸屏调节，最小分辨率 0.01V。 3. 毫伏表：最大量程 550.000mV，分辨率 0.01mV/0.001mV/0.0001mV 可切换，带触摸置零和实测切换功能。 4. 力敏传感器：受力量程：0~4.9N，工作电压：直流 3~10V。 5. 砝码：10 只 10g 标准砝码，准确度优于 0.1%。 6. 待测固体样品：铜，铝，不锈钢和有机玻璃。 7. 含力敏传感器固定支架、升降台、底板及水平调节装置。 8. 本仪器测量固体和液体的密度误差≤5%。 ■ 9. 另配游标卡尺和天平进行密度验证。	7	1	1
20	射频信号发生与测试设备-7 长度与密度测量仪	长度与密度测量仪 主要实验内容 1. 学习游标卡尺、螺旋测微器的测量原理和使用方法。 2. 学会直接测量、间接测量的不确定度的计算与数据处理。 3. 学会电子天平的使用。 4. 掌握测定固体密度的方法。 主要技术参数 1. 电子天平：量程 2kg，分辨率 0.01g。 2. 游标卡尺：量程 0~200mm，分辨率 0.02mm。 3. 螺旋测微计：量程 0~25mm，分辨率 0.01mm 4. 不锈钢棒 1 个：直径 10mm，长 100mm。 5. 铝圆柱体 1 个：直径 30mm，高 50mm。 6. 铜圆柱体 1 个：直径 30mm，高 50mm。 7. 钢球 5 只：直径 8mm。 8. 圆环：内直径 10cm，外直径 15cm。 9. 钢球 1 只：直径 20mm。	13	0	0
21	共聚焦拉曼	共聚焦拉曼光谱仪 ▲1. 配置 532 nm 激光器，TEM00 模，激光器功率：	17	14	0

光谱仪-1 共 聚焦拉曼光 谱仪	≥100 mW。 ▲2. 配置 785 nm 激光器，TEM00 模，激光器功率： ≥100 mW。 3. 科研级显微镜，落射式卤素灯明场照明。 4. 物镜配置：明场：10X/0.3, WD≥10.9mm； 100X/0.9, WD≥1mm, 长工作距离物镜； 50X/0.55, WD ≥7.9mm。 ▲5. 电动样品位移台，行程≥75mm*50mm, 重复定位精 度<1um, 步进≤50nm（提供系统配置的电动位移台计 量报告）。 6. 显微镜外接 CMOS 高清彩色摄像头，有效像素≥510 万像素，2.2um*2.2um 像元，全幅帧速≥14fps/s, C 接口。 ▲7. 光路要求：光路结构：可内置 3 路激光器，适用 波段（400-1200nm）四路激光光路，双滤光片位设计， 可电动切换；可通过光纤或者空间光外接其他激光器 （提供具体的示意图片说明）。 ▲8. 可测试显微拉曼光谱；可升级透射反射吸收光 谱、荧光光谱、荧光寿命光谱、荧光寿命成像、显微 高光谱、单颗粒暗场散射光谱、二次谐波光谱（提供 暗场散射高光谱、荧光寿命和寿命成像测试数据）。 9. 光纤共焦技术，所有样品信号均在共焦状态下测 试。 ▲10. 使用 100X 物镜时，100um 光纤针孔下，空间分 辨率（532nm）好于横向 1 um（测试时使用锐利边缘 的标准 MoS2 或者单晶 Si 样品做 mapping, 对 mapping 图像边缘部分做横切，得到强度与空间距离的台阶， 台阶宽度即为空间分辨率，提供对应的数据处理过程 文档证明），拉曼频移范围：532nm 激发 90-6000cm⁻¹；（提供实测数据截图）。 11. 灵敏度：硅三阶拉曼峰的信噪比好于 20: 1，并 能观察到四阶峰（检测条件：532nm 激光器，100um 狭缝宽度，50um 像元尺寸，100x 物镜（0.9NA），样 品上激光功率 10mW，积分时间 300s，累积次数 1， 600 刻线光栅）。 ▲12. 光谱仪焦长：不超过 320mm（提供测试照片以 及官网数据截图）。 13. 光谱仪接口：双入口狭缝，CCD 和狭缝出口，电 动切换。侧面入口配置电动狭缝，10um-2.5mm 软件 可调。 14. 光谱分辨率（半高宽）： ≤ 2 cm⁻¹，（测量氖 灯线 585.25nm 半高宽）， 检测条件：在可见波段： 采用氖灯测量，10X 物镜，1800g/mm 光栅，光栅在+1 级条件下工作，狭缝宽度为 10 微米。实验时将氖灯 置于显微镜下，测量谱线为 585.25 nm，全半高宽 （FWHM）≤2cm⁻¹。 15. 配置三块光栅，一块 1800g/mm 光栅用于可见高分 辨，一块 600g/mm 光栅用于通用测试，一块 150g/mm 光栅用于可见宽光谱，软件控制自动转换，无需校准。 16. 具有高像元分辨率的背照式深耗尽 CCD 芯片，分 辨率≥2000x256。			
---------------------------------	--	--	--	--

		17. 可见近红外拉曼专用 CCD，量子效率在 700nm-870nm 区间处>90%。 18. 光谱范围：200 ~ 1100 nm 。 19. 最低制冷温度-60℃ 。 20. 读出噪声< 6 电子/像元。 21. 配置专用工作站，CPU：CPU 物理核心数≥16 个，线程数≥24 个，基本频率（主频）≥2.1GHz，三级缓存容量≥30MB，基础功耗 TDP≤125W，SSD≥1T，RAM≥16G，屏幕≥27 英寸。 ▲22. 拉曼专用操作采集软件，可进行高刻线光栅（≥1800 刻线）大光谱（100-3000 波数）范围接谱，接缝无明显台阶。 ▲23. 软件可批量导入≥100 份数据进行同步处理，可以对 Mapping 数据进行去基线、平滑等预处理；可以通过信号强度的积分、平均值、最大值等模式进行成像；可以对单峰及多峰进行多项式、差值、小波分解拟合；对输出的图像，可进行色表匹配等美化处理；可拟合计算 N 型半导体载流子浓度、应力、晶化率等。 ▲24. 可升级荧光光谱测试功能、荧光寿命测试功能、x 射线荧光测试功能，（生产商具有辐射许可资质，并提供证书复印件）。 25. 共聚焦拉曼光谱仪含电化学原位拉曼光谱池 1 套： ▲25.1 原位装置适用于电化学拉曼光谱（反射式）原位测试。 ▲25.2 设备最小焦距为 2mm，能够满足一般拉曼光谱测试。 ▲25.3 样品大小尺寸可调，样品厚度可调，拆卸方便快捷。 ▲25.4 主池体采用 PEEK 材质，容积可根据客户要求要求进行设计。 25.5 设备能够通气体，整个池体密封性良好。 25.6 配有铂丝电极和氯化银电极作为对电极和参比电极两套；电化学原位拉曼光谱反应池及蠕动泵和相应电极配件。 25.7 光学窗口可选：光学石英窗口、蓝宝石窗口、氟化物窗口等；窗口直径：≥Φ20mm。			
22	共聚焦拉曼光谱仪-2 电化学工作站	电化学工作站 一、含双恒电位仪一套 1. 含零阻电流计。 2. 含 2, 3, 4 电极结构。 3. 浮动地线或实地。 4. 两个通道最大电位范围：±10 V。 5. 最大电流：±250 mA 连续(两个通道电流之和)，±300 mA 峰值。 6. 槽压：±13 V。 7. 恒电位仪上升时间：小于 1 μs，通常 0.8 μs。 8. 恒电位仪带宽(-3 分贝)：1 MHz。 9. 所加电位范围：±10 mV, ±50 mV, ±100 mV, ±650 mV, ±3.276V, ±6.553 V, ±10V。 10. 所加电位分辨：电位范围的 0.0015%。	38	0	0

	11. 所加电位准确度: $\pm 1 \text{ mV}$, $\pm$满量程的 0.01%。 12. 所加电位噪声: $<10 \text{ } \mu\text{V}$ 均方根植。 13. 测量电流范围: $\pm 10 \text{ pA}$ 至 $\pm 0.25 \text{ A}$, 12 量程。 14. 测量电流分辨: 电流量程的 0.0015%, 最低 0.3 fA。 15. 电流测量准确度: 电流灵敏度 $1\text{e-}3\text{A/V}$ 至 $1\text{e-}7\text{A/V}$ 时为 0.2%, 其他范围为 1%。 16. 输入偏置电流: $<10 \text{ pA}$。 二、恒电流仪 1. 恒电流范围: 0.3 nA - 250 mA。 2. 所加电流准确度: $\pm 20 \text{ pA}$, 电流 $3\text{e-}7\text{A}$ 至 $3\text{e-}3\text{A}$ 时为 0.3%, 其他范围为 1%。 3. 所加电流分辨率: 电流范围的 0.03%。 4. 测量电位范围: $\pm 0.025\text{V}$, $\pm 0.1\text{V}$, $\pm 0.25\text{V}$, $\pm 1\text{V}$, $\pm 2.5\text{V}$, $\pm 10\text{V}$。 5. 测量电位分辨率: 测量范围的 0.0015%。 三、电位计 1. 参比电极输入阻抗: $1\text{e}12$ 欧姆。 2. 参比电极输入带宽: 10 MHz。 3. 参比电极输入偏置电流: $\leq 10 \text{ pA}$ @ 25° C。 4. 波形发生和数据获得系统。 5. 快速信号发生更新速率: 10 MHz, 16 位分辨。 6. 快速数据采集系统: 16 位分辨 ADC, 双通道同步采样, 采样速率 2.5M 赫兹。 7. 外部信号记录通道最高采样速率 2.5M Hz。 四、配置专用工作站 1 台 (强制采购节能产品)， 1. 配置: CPU: CPU 物理核心数 ≥ 16 个, 线程数 ≥ 24 个, 基本频率(主频) $\geq 2.1\text{GHz}$, 三级缓存容量 $\geq 30\text{MB}$, 基础功耗 $\text{TDP} \leq 125\text{W}$。 2. 主板: 须支持 $\geq 64\text{GB}$ DDR4 内存, 提供双内存插槽, 100%全固态电容。 3. 内存: $\geq 16\text{GB}$ DDR4 内存, 提供双内存插槽, 支持 32GB DDR4 3200MHz 双通道内存, 最高可配 64GB 3200MHz。 4. 硬盘: $\geq \text{M.2}$ 512GB PCIe NVMe 固态硬盘, 具有硬盘减震或防震设计。 含电极附件包括铂电极夹, Ag/AgCl 电极和铂片电极各两套, 阴离子交换膜电解槽, 中高端拉曼光谱仪放置台及防腐蚀桌面。 五、共聚焦拉曼光谱仪含工作站 1 台 (强制采购节能产品)，配置: 1. CPU: CPU 物理核心数 ≥ 16 个, 线程数 ≥ 24 个, 基本频率(主频) $\geq 2.1\text{GHz}$, 三级缓存容量 $\geq 30\text{MB}$, 基础功耗 $\text{TDP} \leq 125\text{W}$。 2. 主板: 须支持 $\geq 64\text{GB}$ DDR4 内存, 提供双内存插槽, 100%全固态电容。 3. 内存: $\geq 16\text{GB}$ DDR4 内存, 提供双内存插槽, 支持 32GB DDR4 3200MHz 双通道内存, 最高可配 64GB 3200MHz。 4. 硬盘: $\geq \text{M.2}$ 512GB PCIe NVMe 固态硬盘, 具有硬盘减震或防震设计。			
--	--	--	--	--

		5. 显卡：集成显卡。 6. 显示器：≥23.8 英寸，分辨率≥1920*1080，支持 VGA+HDMI 双接口输出，支持壁挂。			
23	共聚焦拉曼光谱仪-3 实验室环境建设	实验室环境建设 1. 操作间建设(2 米宽乘 5 米长乘 3.5 米高，轻钢龙骨石膏板房间隔断，包含墙面涂装，门，锁具五金，墙面嵌入 2 米乘 1.5，改造面积约为 15m ² 。 2. 制作符合本实验室专业设计，突出实验室主题内容的文化展板（不少于 10 块，其中 2 块 20mm 厚 PVC 晶片，折槽折边，面积不小于 1.2m*2.4m，其余不小于 0.8m*1.2m）。 ■ 3. 加装符合国标配电箱：材质：国标优质冷轧钢板材质，钢板厚度不小于 1.2mm，箱体整体结构采用焊接或螺丝紧固方式连接，确保箱体强度和稳定性，具有良好的防锈、防腐蚀性能；防护等级不低于 IP30，可有效防止灰尘、固体异物侵入。元件：内部的接触器、断路器、熔断器等元件提供合格证、3C 认证、按功能分区布局，端子标识清晰，线路过载、短路、高温断电、漏电保护、缺相保护等功能；主电缆规格≥6mm ² 无氧铜国标电缆，支线规格≥4mm ² 无氧铜国标电线，强弱电间距≥30cm。电线具备良好的耐高温、耐磨损、阻燃性能；布线要求强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线；国标六类非屏蔽网线，线芯材质为无氧铜，线径不小于 0.56mm；网线外皮印有相关认证标识（如 3C 认证），强电与弱电线严格分离开槽穿管暗敷设布线，消防器材：每个实验室灭火器配置不少于 4 具干粉灭火器（4 公斤装）灭火器需在有效期内，压力正常（压力表指针在绿色区域），外观无损坏、变形等情况；每个实验室毯配备灭火毯，数量不少于 2 条，灭火毯规格为 1.2m×1.8m，材质为玻璃纤维，具有耐高温、阻燃性能；灭火毯需放置于明显且便于取用的位置。	2	0	1

注：

1. 供应商须在投标文件中如实响应上述要求，对材料真实性负责，如果存在编制虚假材料情况，采购人将有权按照政府采购相关规定上报上级管理部门。

2. 供应商应如实描述所报产品的技术参数和性能，不得完全复制粘贴上表技术参数和性能描述。因完全复制粘贴上表技术参数和性能描述将视为不响应，产生的不利于供应商的评审风险由供应商自行承担。

3. 货物技术证明：供应商在投标文件中▲项参数须提供以下要求的技术证明文件，否则评标委员会将按负偏差给予评审的后果由供应商承担。技术证明文件包括（但不限于）：检验检测认证机构出具的认证证书、检测报告；或者产品公开发布的印刷技术资料（彩页）；或者产品制造商官网发布的技术资料网页版打

印件（显示网页网址）；或者评标委员会小组认可的其他客观证据材料（如：加盖公章的技术文件、界面截图、实物照片）。认证证书、检测报告与印刷技术资料、官网技术资料不一致时，以认证证书、检测报告为准。上述证明材料在偏差表中标明所在响应件页码。

三、供货要求

1. 投标人须提供符合国家质量标准、部颁标准、行业标准或本招标文件规定标准的、供货渠道合法的全新原装合格正品（包括零部件），如安装或配置软件的，须为正版软件。所提供的货物应当同时符合国家有关安全、卫生、环保规定。本项目中所投产品涉及工业产品生产许可证的，该产品应具有由质监部门颁发给制造商的关于该产品的《全国工业产品生产许可证》；本项目中所投产品涉及纳入国家认证认可监督管理委员会现行《强制性产品认证目录描述与界定表》管理的强制性认证产品（简称 3C 认证产品）的，该产品应具有由认证机构颁发给制造商的该产品强制性认证证书；本项目中所投产品属于《信息安全产品强制性认证目录》内的信息安全产品的，该产品应具有由中国信息安全认证中心按国家标准认证颁发的有效认证证书；本项目中所投产品涉及网络通讯产品的，该产品应具有工信部门颁发的入网许可证。

2. 采购人使用中标人中标的货物、技术、资料、服务或其他任何一部分时，享有无偿使用权。免受第三方提出的侵犯其专利权、著作权、商标权或其它知识产权的起诉。如果第三方提出侵权指控，中标人应承担由此而引起的一切法律责任和费用。

四、验收

政府采购验收标准按照国家现行标准，应详细描述采购项目的规格、数量、质量、技术、服务、安全等标准，具体包括以下几个方面：

1. 验收依据：验收应严格依据政府采购合同、招标文件、投标文件以及相关的法律法规进行。这些文件明确了服务的具体要求、标准、条件等，是验收工作的基础。

2. 验收主体与责任：采购人是政府采购履约验收工作的责任主体，负：责组织实施验收工作。采购人可以自行组织验收，也可以委托采购代理机构或第三方

专业机构进行验收。无论验收主体是谁，都应明确验收责任，确保验收工作的公正性、专业性和可追溯性

3. 验收程序规范：在采购项目完成后，中标人(供应商)应组织内部自验，并向采购人提出验收申请。采购人应在规定时间内启动验收程序。验收小组应由具备相关专业知识的人员组成，必要时可以邀请技术专家或第三方机构参与。验收小组应按照验收方案进行验收，对采购项目的各项内容进行逐一核对和评估，确保验收结果的客观性和准确性。

4. 验收内容全面(验收时，随机抽取，进行功能性检验)：应评估服务的专业水平、服务态度、服务效果等是否满足采购人的需求；检查货物的数量、质量、规格、型号、外观、性能等是否符合合同要求。

5. 验收结果公正：验收结束后，验收小组应出具详细的验收报告，明确列明每一项技术、服务、安全标准的履约情况，以及验收结论和建议。如果验收过程中发现问题，应及时与中标人(供应商)沟通，要求其进行整改。整改完成后，应重新进行验收，确保问题得到解决。

6. 一次验收未通过的，后续验收费用由中标人(供应商)承担。

五、其他要求

1. 投标人应仔细阅读本项目需求，严格按照项目需求及技术要求配备产品及相关配套服务。

(1) 投标人 2023 年 01 月 01 日以来(以合同签订日期为准)所做已完成的类似完整业绩；

(2) 质量保证：供应商针对本项目制定完整的质量保证方案（包括：质量保障体系；质量保障措施；各阶段的工作内容；工作重点和难点分析；相关处理方法等五项内容）

(3) 培训服务：供应商提供培训方案（包括：前期培训需求分析；培训计划；培训流程；培训时间；培训团队人员配置等五项内容）

(4) 售后服务：供应商提供售后服务方案（包括：售后服务响应时间和形式；售后单位名称、地点和联系方式；售后服务的人员和设备配置；为本项目提供原厂标准的易损件、消耗材料价格清单及折扣率；本项目保修期届满后维修的价格清单及折扣率等五项内容）

(5) 提供所投产品技术要求和参数响应。