与签批合同文本一致

部门负责人：

签字日期：　　年　月　日

河南工业贸易职业学院人工智能与计算机视觉创新实训室建设项目采购合同

合同编号：YGM-2026-1-1-310

签署地点：河南工业贸易职业学院

甲方（需方）：河南工业贸易职业学院

乙方（供方）：郑州知新教育科技有限公司

依据《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国政府采购法》等有关的法律法规规定，以及河南工业贸易职业学院人工智能与计算机视觉创新实训室建设项目的中标通知书和招标（采购）、投标（响应性）文件，经甲、乙双方协商，于2026年10月8日签订本合同。

一、供货清单及报价表

序号	设备（货物）名称	规格、型号	数量	单位	单价（元）	金额（元）
1	人工智能综合实训平台	详见技术规格书	20	套	37250	745000
2	人工智能设计工程机械臂实训平台	详见技术规格书	2	套	35200	70400
3	人工智能设计工程测试验证实训平台	详见技术规格书	2	套	33735	67470

4	人工智能创新实践机器人平台	详见技术规格书	2	套	32900	65800
5	控制终端	详见技术规格书	61	台	12000	732000
6	控制终端管理软件	详见技术规格书	61	套	400	24400
7	学生电脑桌椅	详见技术规格书	60	套	980	58800
8	教师桌椅	详见技术规格书	1	套	1000	1000
9	多媒体教学软件	详见技术规格书	1	套	12000	12000
10	数字示波器	详见技术规格书	20	台	5000	100000
11	教学控制系统	详见技术规格书	1	套	4500	4500
12	文件柜	详见技术规格书	4	个	980	3920
13	空调	详见技术规格书	3	台	4500	13500
14	千兆交换机及网络附件	详见技术规格书	2	套	3500	7000
15	玻璃白板	详见技术规格书	1	套	1500	1500
16	移动大屏	详见技术规格书	1	台	5500	5500
17	运动相机	详见技术规格书	2	套	3400	6800
18	桌子	详见技术规格书	2	张	2645	5290
19	椅子	详见技术规格书	16	把	195	3120
20	实验室硬装、软装、综合布线	详见技术规格书	1	项	140000	140000
合计：2068000						

附：1. 技术规格书(技术参数及要求)

2. 售后服务承诺

二、合同金额

人民币（大写）：贰佰零陆万捌仟元整（¥2068000元）

合同价款的组成：包干价（设备价款及运输、装卸、安装、升级、人员培训、税金等费用）。

三、交货内容、日期、地点及方式

1．交付内容：乙方向甲方交付的产品是指本合同中约定的软硬件产品及系统，包括合同所列全部设备、软件、配套教学资源及相关手册或产品资料。产品包装必须牢固，乙方应保障产品在运输途中的安全；甲方对产品包装有特殊要求的，乙方应当按照要求包装。乙方不得回收产品的包装物。

2．交货日期：自合同签订之日起 90 日内安装调试完毕。

3．交货地点及方式：乙方免费送货至甲方指定地点。

交货详细地址：河南工业贸易职业学院优胜北路校区

四、验收期限、标准及方法

1．乙方安装调试完毕后，书面提出申请，甲方于 7 日内组织验收。

2．验收须严格按照合同所列的技术参数及指标进行，合同内不明确的则以生产厂家提供的技术参数及指标为准。

3．在所有软件安装、调试、培训及整体验收合格后，甲方出具相应的验收报告。

五、付款方式

1．甲乙双方采用人民币转账结算方式；

2．合同签订前 5 日内，乙方按照合同金额 3% 向甲方支付履约保证金，乙方未按期向甲方支付履约保证金，甲方有权解除合同；

3．履约保证金人民币（大写）：陆万贰仟零肆拾元整（¥62040元）；

4．合同内所有设备 经甲方验收合格，能够正常投入使用；乙方提供付款所需的相关手续及开具正规发票，甲方在收到相关手续及发票，经核对无误后 30 日内支付合同总额的 100%；同时甲方一次性无息退还履约保证金。

5．本项目免费质保期为自验收合格之日起 3 年，质保期内如出现质量问题，乙方应 免费维修、更换并确保设备的正常运行 ；

6．乙方不能按时供货，除不可抗力事件外，每拖延一日应按合同总额的千分之一向甲方支付违约金。乙方逾期 20 日不能供货，甲方有权解除合同，并要求乙方支付合同金额 10%的违约金，同时追究乙方责任。

7．乙方将货物送达指定地点后和安装过程中，甲方发现乙方所供 合同内设备 的配件、施工工艺、品牌、型号、规格、技术标准、质量标准和运行等不符合招标（采购）、投标（响应性）文件（或采购依据）规定和合同规定的，甲方有权对乙方进行每次不低于 5000.00 元的违约金处罚，并有权单方解除合同，由此产生的一切费用由乙方承担，同时乙方应支付合同价款的 10%的违约金。

六、知识产权责任

1．乙方必须按合同约定提供原厂全新设备（包括零部件），并符合国家以及该产品的出厂标准（以合格证为准），并负责可能的缺陷弥补。乙方提供的产品与合同要求的品牌、型号、规格、产地必须一致，交货时出具原产地证明及合格出厂证明（合格证）。

2．乙方保证所提供的设备、软件及教学资源不侵犯任何第三方知识产权。本项目涉及的定制开发内容，知识产权归甲方（采购人）所有。

七、质保期及售后服务

（一）质保期

1．硬件设备质保期：本项目所涉及的全部硬件设备（包括但不限于人工智能综合实训平台、人工智能设计工程机械臂实训平台、人工智能设计工程测试验证实训平台、人工智能创新实践机器人平台、控制终端、数字示波器、智慧黑板、交换机、学生电脑桌椅、教师桌椅、多媒体讲台、教学控制系统、文件柜、空调、桌椅等），乙方须提供自验收合格之日起不少于 3 年的免费质保服务。质保期内，因设备本身质量问题导致的故障，乙方应免费维修或更换，并承担由此产生的一切费用（包括但不限于维修费、备件费、运输费、人工费等）。

2．软件系统质保期：控制终端管理软件、多媒体教学软件等软件系统，乙方须提供自验收合格之日起不少于 3 年的免费升级和维护服务，包括版本更新、漏洞修复、技术支持等。

（二）质保期服务要求

1. 提供7×24小时售后服务响应机制。质保期内，接到报修通知后，应在1小时内响应，24小时内到达现场处理，48小时内解决问题。

2. 对项目设备在质保期内实行包修、包换、包退等三包服务，不再向甲方收取任何费用。

3. 质保期满后，乙方应继续提供有偿维修服务，仅收取成本费用，不得以设备停产为由拒绝提供配件和技术支持。

（三）培训服务

1. 乙方须为本次采购的全部设备提供全套在线学习课程和资料，为学院提供在线课程账号，课程权益内容须覆盖人工智能全栈技术，账号有效期须覆盖整个质保期（不少于3年），期间新增课程资源应同步对学校开放。

2. 设备交付并完成安装调试后，乙方须提供不少于1次现场培训服务：培训地点为甲方指定地点（校内）；培训时长不少于3个工作日（每天不少于6学时）；培训对象为学校相关专业教师及实验室管理人员；培训内容涵盖设备操作使用、实验平台搭建、编程开发环境配置、典型实验案例教学、常见故障排查与处理等；培训讲师须为设备制造商的资深工程师或技术专家，具有相关领域3年以上培训经验。培训结束后，须提供完整的培训讲义、操作手册和教学课件。

（四）竞赛支持服务

1. 乙方所提供的设备须能够支撑师生参加国家级竞赛项目，并为每个竞赛项目提供不少于1套完整的参赛Demo案例（包括方案设计文档、源代码、演示视频、技术路线说明等），案例应基于本次采购的设备平台进行开发。

2. 乙方须为本项目建立专属竞赛指导交流群，安排专业技术工程师常驻群内，及时解答师生在备赛过程中的技术问题；竞赛备赛期间，群内技术问题应在2小时内得到有效回复和指导；在全国竞赛前1个月，安排专人提供赛前技术冲刺辅导。

八、合同的履行、变更和解除

1. 合同签订后即具法律效力，甲乙双方均须认真履行，不得随意解除合同。

2．甲乙双方不得擅自变更合同。如因项目需要变更，须经双方书面认可后方可变更。

3．发生以下情况，经甲方通知乙方未及时整改的，甲方有权解除合同：

（1）乙方拒绝接受甲方的管理；

（2）合同执行期间，乙方因自身问题不能正常供货，致使供货期严重延误；

（3）所供软件（设备）不符合招标（采购）、投标（响应性）文件、本合同附件技术规格书（或其他采购依据）。

（4）所供软件（设备）不符合验收标准；

（5）法律规定的其他情形。

九、违约责任

1、除如因战争，严重水灾、台风、地震等自然灾害，政府政策的重大变动等政府行为和其它甲乙双方认可的不可抗力事件外，甲乙双方不得随意解除合同，否则按违约处理。

2.如乙方延迟交货的，每逾期一天，乙方承担该笔订货单总金额的千分之一的违约金，乙方单笔订单迟延交货超过二十日或累计【3】笔订单逾期的，甲方有权解除合同，乙方承担全部订单总价款的10%的违约金，违约金不足以弥补甲方损失的，甲方有权继续追偿。

3.乙方所交货物品种、规格、质量、包装等不符合合同规定的，如甲方同意利用，应当予以折价；甲方不同意利用的，甲方有权根据具体情况要求乙方更换或退货，乙方应予以配合并承担调换或退货而产生的实际费用，同时乙方承担逾期交货的违约责任。如乙方拒绝更换或退货或更换一次后仍不符合约定的，甲方有权解除合同，乙方除返还该笔货物对应的货款外，还应承担全部订单总额10%的违约金。

4.因货物质量问题造成甲方或其他第三方人身、财产损失的，由乙方承担全部责任。

5.如因乙方违反本合同其他任何一项义务的，经甲方通知其限期改正，期满后仍未改正的，甲方有权解除本合同，并由乙方按照全部订单总价款10%向甲方支付违约金。

6.乙方违约的，乙方除须承担前述合同约定的违约责任甚至合同解除责任外，乙方还应当另行赔偿因工期拖延、质量问题造成甲方逾期产生的违约金、赔偿金。

7. 乙方同意甲方自应支付乙方的货款中扣除应由乙方承担的维修费、违约金、赔偿金等款项。

如甲方分笔付款的，甲方分笔已经支付的款项所对应的货物，乙方未交付的系甲方委托乙方代为保管，该货物之所有权归甲方所有，已交付货物的所有权归甲方所有。

因乙方原因造成甲方及他人财产损失、人员伤亡的，由乙方负责处理并承担责任。如甲方承担责任的，甲方承担后有权从应付乙方的工程款中予以扣除或向乙方追偿。

十、争议解决

1．本合同的签订和履行，适用中华人民共和国法律。

2．甲乙双方因质量问题发生争议，可由合同签署地点质量技术鉴定单位进行质量鉴定。经鉴定质量合格，鉴定费由甲方承担；鉴定质量不合格，鉴定费用由乙方承担，并承担违约责任，同时甲方有权解除合同。任何一方也可直接向人民法院起诉。

3．因履行合同发生的争议，由甲乙双方直接协商解决，如协商不成应当向甲方所在地人民法院诉讼。

4．甲乙双方以签订合同时各自法人登记注册地为有效的送达地址，如发生诉讼，该地址作为全部诉讼程序和执行程序的送达地址，具有发生在人民法院签署送达地址确认书的法律效力。如变更送达地址，需提前 3 日以书面形式告知对方，否则原送达地址仍然有效。

十一、合同生效及其他

1．本合同一式 陆 份，甲方肆份、乙方 贰 份，经甲乙双方代表签字、加盖公章后生效，合同履行完成后自行终止。招标（采购）和投标（响应性）文件为本合同组成部分。

2．组成本合同的文件及解释顺序为：本合同及补充条款、中标通知书、投标（响应性）文件及其附件；招标（采购）文件及补充通知。如果乙方的投标（响应性）文件及其附件高于国家行业标准的，以投标文件及其附件为准。

3．本合同生效之后，任何一方违反本合同规定，除了承担违约金外，还要承担守约方向违约方追究违约责任所支付的一切费用，包括但不限于律师费、诉讼费、保全费、公告费、鉴定费、交通食宿费等。

4．本合同未尽事宜，供需双方可签订补充协议，与本合同具有同等法律效力。

（以下无合同正文）

甲方（需方）：河南工业贸易职业学院	乙方（供方）：郑州知新教育科技有限公司
单位名称（章）：	单位名称（章）：
单位地址：河南省郑州市金水区优胜北路4号	单位地址：河南省郑州市二七区政通路68号院8号楼19层1901号
法定代表人：	法定代表人：丁新新
委托代理人：李思	委托代理人：张沛杰
电话：13298188565	电话：13140093003
开户银行：建行郑州东明支行	开户银行：广发银行股份有限公司郑州金成支行
账　号：41001523032059666666	账　号：9550880203619600127
签约时间：2026 年 10 月 8 日	签约时间：2026 年 10 月 8 日

附件 1：技术规格书(技术参数及要求)

序号	名称	参数	单位	数量
1	人工智能综合实训平台	系统整体要求：系统要求融合人工智能技术+具身智能技术+大模型技术+强化学习+嵌入式系统技术+物联网技术；通过丰富的基础实验和项目案例，实现从人工智能全栈基础学习到应用实践的完整过程。 一、硬件要求 1、▲实验箱结构：（投标时提供图片证明） 实验箱分为两层结构，上层实验层，下层储物层，机械臂可存放在储物层的专用存放区，实验时可放到实验层的专用放置区进行实验（包括机械臂底座放置区、8 个货物仓位）；主板带管理锁，方便储物层的设备安全管理；针对实验功能，实验箱具有整体化、一体化设计，不接受散件拼装；铝合金包边，承重抗压不易变形； 2、嵌入式 AI 运算单元： 1)▲采用多核心处理器，主控板为八核 64 位 ARM 架构处理器，4 个高性能大核+4 个能效小核，处理器最高主频≥2.4GHz；集成四核 3D 图形处理单元，内置 2D 硬件图像加速模块，支持 OpenGL ES3.2、Vulkan1.2、OpenCL2.0。（投标时提供图片证明） 2）支持 INT4/INT8/INT16/FP18/BF16 多精度混合运算； 3）INT8 峰值≥6TOPS 的 NPU 运算能力；配套完整 AI-SDK 工具链，支持 TensorFlow/MXNet/PyTorch/Caffe 等一些列的框架网络模型。 4）≥8GB DDR3 内存； 5）≥32GB eMMC； 3、配备≥10 英寸、分辨率≥1920*1200 的可触摸显示终端。 4、嵌入式 AI 运算单元主板： 1）≥1 路 USB 2.0 HOST 接口； 2）≥2 路 USB 3.0 接口； 3）具有 TF 卡接口，Type-C 接口，音频输入，HDMI 接口； 4）≥2 路 MIPI-CSI 接口摄像头接口；	套	20

		5）≥2 路 MIPI-DSI 接口显示接口； 6）具有 1000 兆自适应以太网卡及接口，EDP 显示终端接口； 7）板载 Wi-Fi/BT≥4.2 模块。 8）≥1 路 m.2 的 SSD 接口、≥1 路 m.2 的 4G/5G 接口。 9）板载一路蜂鸣器、红外接收头、地磁传感器、温度传感器、加速度传感器。 5、嵌入式 AI 控制单元： 1）基于 ARM Cortex-M4 内核板，主频≥168MHz；片内≥1MB 的 Flash，≥196KB 的 SRAM，片外≥512KB SRAM，≥2MB 的 Nor Flash, ≥128MB 的 NAND Flash；SWD 下载接口；≥1 路 TTL UART 接口；双排 50pin（2X25） 插针；独立复位按键。 2）提供一键启动复位按钮，控制传感器继电器、风扇、机械臂等进行启动和复位； 6、嵌入式 AI 控制单元主板： 1）▲主板设计方式：采用整块 PCB 板设计方式；嵌入式 AI 运算单元主板、嵌入式 AI 控制单元、离/在线语音识别单元、键盘、AIoT 无线传感单元、AIoT 无线通信单元、RFID 射频模块固定在嵌入式 AI 控制单元主板上，保证系统整体性、一体化。（投标时提供图片证明） 2）五路可编程≥10mmLED 半透指示灯。 3）RFID 模块接口，支持多种不同频段的 RFID 模块； 4）2 组无线传感网络接口，每组均具有仿真接口，可自动识别多种传感网络； 5）具有板载蜂鸣器、按键等常用资源； 7、双目摄像头： 1）≥105 度高清无畸变，USB 免驱。 2）支持手动调物距，可实现双目同步/识别/标定测距/深度检测，移动式摄像头，方便实现标定、跟踪等学习。 3）需要提供双目摄像头测距算法，与机械臂手眼标定后的基坐标系的空间位置坐标算法。 8、六关节机械臂（投标时提供能证明实训操作步骤的演示关系的连续截图）： 1）机械臂为全自主开发架构，源代码完全开放，可在机械臂的		

		主控上直接进行开发。 2)为了支持机械臂逆解算法，要求机械臂整体高度不小于 50cm，第一个关节为云台，有效旋转为-120 度到 120 度；第二个关节到第三个关节长度为≥130 mm；第三个关节到第四个关节长度为≥129mm；第四个关节到第五个关节长度为≥65mm；第六个关节为可替换夹爪。 3）最大有效抓取范围不小于 40cm。 4）≥6 个串行总线舵机。 5）每个舵机转动扭矩≥19.5kg.cm、转动范围≥240°、转动速度≥0.19sec/60°、每个舵机可以反馈位置等数据。 6）双目摄像头必须位于机械臂上。 7）需提供正运动学求解能力、逆运动学求解能力、关节空间与笛卡尔空间轨迹规划、强化学习等功能。 8）必须提供与实物完全一致的 1:1 比例 ROS URDF 模型与 Mujoco XML 动力学模型，支持 Gazebo、RViz、Mujoco 等仿真平台。 9、两套六关节机械臂夹爪（投标时提供能证明实训操作步骤的演示关系的连续截图）： 1）▲配备硬质夹爪与柔性夹爪两套，适配不同抓取场景。硬质夹爪适用于高精度、刚性物体抓取；柔性夹爪具备仿生柔顺结构，可自适应贴合不规则或易损物体表面，提升抓取稳定性与安全性。 2）▲两套夹爪可快速更换，与六关节机械臂协同实现灵活、精准的操作。 10、六关节机械臂主控制器（投标时提供能证明实训操作步骤的演示关系的连续截图）： 1）▲提供电路原理图和源码，ARM Cortex-M4 内核控制板，主频≥168MHz；片内≥1MB 的 Flash，≥196KB 的 SRAM，主频 168MHz；片内 1MB 的 Flash，196KB 的 SRAM。 2）▲SWD 下载接口；两个按键、三个 LED 灯。 3）▲一个六轴姿态传感器用于检测机械臂倾倒预警。 11、机械臂强化学习仿真场景与算法： 1）提供 Mujoco 与 PyBullet 仿真场景，实现在 Mujoco 场景中与		

		真实机械臂完全 1:1 的机械臂模型的关节控制与强化学习； 2）预置 PPO 等典型算法案例，实现机械臂的定点抓取等任务场景； 3）支持用户自定义奖励函数与状态空间。 12、AIoT 无线传感单元（鸿蒙通信与 ZigBee 通信）： 1）配备 6 个无线通信核心板，要求任何一个通信核心板可以插接到任何一个无线传感网节点底板上，具体包含：ZigBee、蓝牙、IPv6、Wi-Fi、LoRa、NB-IoT； 2)配置 2 个无线传感网节点底板，可以支持接口兼容的 ZigBee、蓝牙、IPv6、Wi-Fi、LoRa、NB-IoT 通信核心板；可以支持接口兼容的多种传感器模块；具有仿真器调试接口，可以单独调试。采用亚克力包装，可以移动工作；支持一键还原功能，可插入配套的一键还原卡；支持≥1.44 英寸 TFT 低功耗显示终端，用于显示传感器数据及通信信息。 3)配备一键还原卡，可以自动识别传感器和通信模块（NB-IOT、LoRa 、ZigBee、蓝牙、IPv6、Wi-Fi），节点模块种无论插入哪种通信模块和传感模块都可以自动识别并还原； 13、AIoT 无线通信单元：配备 6 个无线通信核心板，NB-IOT、LoRa 、ZigBee、蓝牙、IPv6、Wi-Fi； 14、传感器单元：传感器单元可实现传感器的开发，配备温湿度、直流风扇、光强、继电器、人体红外传感器、火焰、霍尔、超声波、可燃气体。 15、RFID 模块： 1）配备≥13.56MHz RFID 模块（支持同封装扩展 125K、NFC、915M、2.4G、指纹等模块）。 2）内置 ARM Cortex-M0 低功耗 MCU，集成≥1.44 英寸 TFT LCD、独立 USB 转串口、SWD 下载接口、独立复位电路及 10 路 IO 扩展，支持 USB、UART、I2C 三种通信方式，兼容 ISO/IEC 14443A 协议。 16、离/在线语音识别单元： 1）≥两路麦克风，≥两路不小于 2W 喇叭，≥五个 RGB 状态灯； 2）采用采用 32 位 RISC 架构内核，集成 DSP 指令集与 FPU 运		

		算单元，支持 FFT 加速器，提升离线唤醒性能。 3）结合大模型实现语音识别、语义理解（如 DeepSeek/Qwen）与语音合成。 4）具备闲聊、天气查询、实验箱传感器控制及联动双目摄像头观察环境等交互能力。 17、嵌入式操作系统及开发平台：搭载64位Ubuntu20.04，Python，TensorFlow、PyTorch、ROS； 二、实验资源等要求（所有实验均须提供完整的实验案例（包含源码）及实验指导说明文件，需提供实验指导书等相应辅证材料） 1、提供 Python 实验：包括模块与包、异常处理机制、迭代器与生成器、正则表达式、装饰器、文件操作、多进程、多线程、协程、网络的基础知识、网络编程等方面的实验，实验数量≥28个，投标时提供详细实验清单； 2、基于 PyTorch 人工智能开发 1）Numpy 数组实验：至少包括 Ndarray 数组，线性代数，实验数量≥4 个，投标时提供详细实验清单； 2)PyTorch 简介与基础知识实验：至少包括 PyTorch 基础--Tensor 张量、PyTorch 基础--自动微分机制、PyTorch 基础--动态计算图、PyTorch 基础--神经网络介绍，实验数量≥6 个，投标时提供详细实验清单； 3）数据集定义与加载实验：至少包括 PyTorch 内置数据集的加载、PyTorch 自定义数据集加载、GPU 的使用，实验数量≥4 个，投标时提供详细实验清单； 4）数据预处理一图像实验：至少包括 PIL 的基本使用、cv2 的基本使用，实验数量≥2 个，投标时提供详细实验清单； 5）神经网络的搭建实验：至少包括搭建 LeNet 神经网络模型，实验数量≥2 个，投标时提供详细实验清单； 6）训练与保存实验：至少包括初始化和导入模型、定义损失函数和优化器、启用梯度使用 CUDA 加速、训练过程可视化，实验数量≥7 个，投标时提供详细实验清单； 3、基于 PyTorch 的机器学习算法原理与实践部分实验 1）机器学习算法原理实验：至少包括 KNN 算法、数学的方法		

		实现 KNN 算法、前向传播与损失函数、反向传播的学习率与梯度下降、自求导线性回归、基于框架的线性回归、数学的方法实现线性回归、曲线拟合、激活函数及其导数、逻辑回归、基于框架的逻辑回归、支持向量机、贝叶斯分类、贝叶斯多分类、K 均值聚类、数据降维、隐马尔科夫模型、决策树与随机森林，实验数量≥18，投标时提供详细实验清单； 2）机器学习算法案例：至少包括基于线性回归预测销量、基于逻辑回归实现对鸢尾花多分类、朴素贝叶斯基于 SVM 完成手写数字识别、基于决策树与随机森林完成对汽车的评测、基于隐马尔科夫的股票预测、基于 PCA 的数据降维，实验数量≥6，投标时提供详细实验清单； 4、基于 PyTorch 的深度学习原理与实践部分实验 1）深度学习算法原理：至少包括全连接与链式求导法则、优化器与优化方法、深度学习线性回归、深度学习曲线回归、深度学习分散簇分类、深度学习圆环分类、深度学习月牙分类、计算机眼中的图像、卷积为什么能识别图像、池化为什么能提取特征、多通道卷积与偏置过程，实验数量≥11，投标时提供详细实验清单； 2）经典神经网络：至少包括 LeNet-5、AlexNet、VGGNet、GoogLeNet、ResNet、MobileNetV1、MobileNetV2、MobileNetV3，实验数量≥8，投标时提供详细实验清单； 5、图像处理与计算机视觉实验：至少包括图片颜色识别、图像噪点消除、图像梯度处理、图像边缘检测、绘制图像轮廓、凸包特征检测、图像轮廓特征查找等实验，实验数量≥22 个，投标时提供详细实验清单； 6、STM32 开发与实践部分实验：至少包括 Flash 数据存储实验、风扇控制实验、继电器控制实验、温湿度传感器数据读取实验、光敏传感器数据读取实验、RGB 控制实验（单总线）、RFID 读取控制实验（IIC 总线）等实验，实验数量≥16 个，投标时提供详细实验清单； 7、机械臂运动学开发与实践部分实验：至少包括机械臂正运动实践、Python 仿真机械臂逆运动学、基于关节坐标运动的轨迹规划、实验箱场景多阶段逆解综合仓储货物抓放等实验，实验		

		数量≥11 个，投标时提供详细实验清单； 8、自然语言处理部分实验：至少包括基于 RNN 的风电功率预测、RNN 的梯度消失和梯度爆炸、Word Embeddging 词嵌入、Word2Vec、Word2Vec 优化、soft-attention、绝对位置编码、Layer-Normaliaztion、Attention 中的 mask、Transformer 等实验，实验数量≥19 个，投标时提供详细实验清单； 9、▲深度相机开发与实践部分实验：至少包括双目深度相机标定、双目相机的机械臂正运动学、双目相机测距实践、双目相机空间位置检测、双目相机位置获取与仓库间搬运、YOLO 的快速部署实践、YOLO 的数据采集与数据标注、基于 YOLO 的模型训练与预测、基于 YOLO 的双目相机位置获取与水果分拣等实验，实验数量≥13 个，投标时提供详细实验清单； 10、▲机械臂与大模型深度开发部分实验：至少包括视觉多模态大模型使用、机械臂视觉场景分析、语音识别大模型、语音合成大模型、ASR + LLM + TTS 实现对话、基于 UI 的小布对话助手、离线语音唤醒、小布对话助手唤醒、Agent 实现天气预报、MCP 实现地图导航、基于 Agent 的机械臂控制、实现机械臂抓取智能体、小布+抓取+移动实践、实现机械臂抓取智能体等实验，实验数量≥18 个，投标时提供详细实验清单； 11、▲NPU 算法开发部分实验：至少包括 YOLO-COCO 预训练模型转换与部署、自定义模型转换和部署、RK3588 部署移植 DeepSeek-R1、RK3588 部署 Qwen 多模态大模型等实验，实验数量≥9 个，投标时提供详细实验清单； 12、ROS 机械臂开发部分实验：至少包括创建机械臂模型、随机目标检测、碰撞检测、关节空间规划、工作空间规划、笛卡尔运动规划、Gazebo 仿真、Gazebo 和 Rviz 联合仿真等实验，实验数量≥15 个，投标时提供详细实验清单； 13、▲机械臂强化学习实践部分实验：至少包括 Mujoco 仿真环境部署、Mujoco 仿真基础、PPO 强化学习算法基础、机械臂 PPO 算法训练与推理、基于 PPO 算法的机械臂抓取等实验，实验数量≥8 个，投标时提供详细实验清单； 14、无线传感网 ZigBee 部分实验：至少包括基于 ZigBee 的开发环境搭建、组网、灯光控制、串口传输、数据透传控制等实验、		

以及本实验箱的配套传感器模块实验（每种传感器提供一个独立实验），实验数量≥9 个；

15、无线传感网鸿蒙 HarmonyOS 部分实验：至少包括 Wi-Fi 之建立网络实验、Wi-Fi 之连接网络实验、Wi-Fi 之 UDP 通信实验、Wi-Fi 之 TCP 通信实验、Wi-Fi 之 MQTT 通信实验、华为云物联网平台实验，以及本实验箱的配套传感器模块实验（每种传感器提供一个独立实验），实验数量≥10 个；

16、RFID 模块部分：至少包括 13.56M 读卡实验、13.56M 写卡实验、13.56M 读写秘钥实验、饭卡消费充值系统、13.56M 调试助手，实验数量≥5 个，投标时提供详细实验清单；

17、综合项目（至少需包含如下项目内容）

1）多网络识别货物分拣、整理项目：

基于 AI 计算机视觉+机械臂控制为一体的仓库货物分拣、整理项目，基于 TensorFlow、PyTorch、PaddlePaddle 多种框架；bayes、SVM、逻辑回归、lenet-5、mobilenet、YOLO 等网络通过深度学习神经网络算法识别仓库货物，在终端进行显示及控制，可以通过机械臂将货物进行仓库间的搬运，也可以将仓库内的货物进行整理归位，并且可以直接自己编写识别算法，无需修改界面与项目源码即可直接接入项目中，部署与验证自己算法准确性；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

2）AI 语音机械臂控制、货物分拣：

可以使用 AI 离线、AI 在线两种方式语音识别+机械臂控制为一体的机械臂控制、货物分拣，用户可以通过语音发布指令控制机械臂执行动作，显示语音信号的处理过程与实时处理图；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

3）AR 仓库货物分拣

通过 AR 增强现实技术实现图像识别，创建与现实中物体相关联的虚拟模型，结合鼠标或者手指的动作来操控虚拟物体，进而机械臂也跟随虚拟物体的移动进行相应的动作，也可以通过 UI 的操作来直接控制机械臂的运动；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

4）人脸识别一体机：

结合机械臂运动与移动式侦测摄像头实现人脸检测与识别，并

		与人脸库的人脸进行对比识别，实现不同人的识别，可查看、录入和删除人脸库人脸，并结合 AIoT 无线传感单元进行识别到正确的人开门操作；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 5）基于 YOLOV8 的目标检测项目： 基于可移动的摄像头和机械臂 YOLOV8 算法实现仓库的目标检测，包括：动物识别、水果识别、蔬菜识别、车标识别、汉字识别、英文识别；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 6）智能传感器与 RFID 传感项目： 基于物联网模块的拓扑图，可以显示物联网模块的传感器数据以及控制传感器状态，并且可视化历史数据，基于 RFID 模块的拓扑图，可以显示 RFID 卡中的数据；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 7）▲基于 YOLO 的手势机械臂跟踪 基于双目摄像头拍摄的画面实现 YOLO 算法手势的检测，并结合 PID 算法实现 6 关节度机械臂对手部的三维跟踪，使得手部一直在摄像头的中心；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 8）▲基于实例分割的分割界面案例： 基于分割算法，实现对实验箱摄像头数据的实时实例分割与显示；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 9）▲基于人体骨骼检测的界面案例： 基于人体骨骼检测算法，实现对实验箱摄像头数据的实时人体骨骼检测与显示；投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 10）▲机械臂轨迹可视化具身智能应用： 支持 3D 轨迹展示、DH/MDH 参数配置、关节限位设置、轨迹曲线分析及多模式控制 （包括关节控制、动作组执行、逆解轨迹规划等）。界面直观，提供正视图、侧视图、俯视图及坐标信息显示，并支持一键应用、保存配置、恢复默认等功能，适用于教学、科研、工业自动化等多种场景，帮助用户高效完成机械臂运动控制与路径优化。投标时提供证明实训操作步骤的		

演示关系的连续截图；

11）▲基于 NPU 的目标检测应用：

基于 NPU 的实现实时目标识别，基于 Python 的 YOLO 部署可以达到 50 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

12）基于 NPU 的车牌识别应用：

基于 NPU 的实现车牌识别，基于 Python 的 YOLO 部署可以达到 30 帧/s 以上，基于 C++的 YOLO 部署可以达到 50 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

13）基于 NPU 的 mobilenet 网络部署应用：

基于摄像头与 NPU 的 mobilenet 分类网络，基于 Python 的部署可以达到 70 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

14）▲基于 NPU 的 resnet 网络部署应用：

基于摄像头与 NPU 的实现 resnet 分类网络，基于 Python 的部署可以达到 45 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

15）▲基于 NPU 的 RetinaFace 人脸关键点检测应用：

基于摄像头与NPU的RetinaFace人脸与关键点检测，基于Python的部署可以达到 29 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

16）基于 NPU 的 deeplabv3 分割应用：

基于摄像头与 NPU 的 deeplabv3 分割网络，基于 Python 的部署可以达到 15 帧/s 以上。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

17）基于 NPU 的 Whisper 语音识别应用：

基于 NPU 的 Whisper，在设备上实现语音的录制，并使用本地的 Whisper 模型进行识别，RTF 小于 0.3。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图；

18）DeepSeek 大模型应用：

将大语言模型部署到高性能边缘计算芯片 RK3588 上，实现本地化推理与应用。通过结合硬件加速和软件优化，该项目为开发者提供了一套完整的解决方案，可实现 Flask、gradio 等方式

		的部署。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 19）▲多模态大模型应用 将大语言模型部署到高性能边缘计算芯片 RK3588 上，可实现纯文本对话，多模态对话等。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 20）▲多模态大模型智能助手应用： 基于大模型的离线语音唤醒、语音识别、语音合成实现大模型的连续对话，并结合摄像头和视觉多模态大模型将摄像头看见的进行描述，并结合 Agent 实现设备传感器状态获取与控制。投标时提供证明实训操作步骤的演示关系的连续截图； 18、▲提供人工智能教学实验系统软件，至少能够完成 AI 计算机视觉仓库货物分拣整理、AI 语音机械臂控制货物分拣、AR 仓库货物分拣项目的综合管理及各个项目功能的单独展示，开放实现源码，设备制造商需具有自主知识产权，提供相应证明文件扫描件加盖供应商公章； 19、▲能够提供在线课程账号至少 4 个，课程视频权益：至少包括线性代数与数据挖掘、Python 数据结构、视觉项目实践、概率论与统计、机器学习算法原理与实践、深度学习基础与实践、卷积神经网络、循环神经网络原理与应用、Transformer 基础与网络搭建、语音了解与基础、工业流水线产品分拣与目标检测精讲、基于人脸识别的身份验证系统、大模型的部署与应用基础、分布式与混合精度训练-训练 GPT、大模型的微调与量化等，视频≥1200 节，总时长≥300 小时。（投标时提供在线课程网址，并提供截图证明）；		
2	人工智能设计工程机械臂实训平台	系统整体要求人工智能机器人开发套件结合了机械、电子、传感器、计算机软硬件、机器人操作系统、人工智能等众多的先进技术。 金属结构件能够轻易完成机械结构搭建，配合高性能的微处理器，多种常用传感器，若干电机及舵机，方便验证机器人结构的运动特性、微处理器及机器人操作系统等方面的实验。 能够结合人工智能让机器人更加智能，基于深度学习框架开发完成训练模型、调试参数、打包模型一系列人工智能开发流程。 一、硬件要求	套	2

		1、铝合金板件 1 套 智能车雷达固定底板一块（≥3mm 黑色氧化喷砂）1 块；智能车雷达保护板（≥2mm 黑色氧化喷砂）1 块；智能车电机支架(≥3mm 黑色氧化喷砂) 4 块；机械臂固定底板（≥3mm 黑色氧化喷砂）1 块；≥7 英寸显示终端固定支架(≥2.5mm 黑色氧化喷砂) ：1 块； 2、直流减速电机 4 台 工作电压：12V；转速：320rpm±10rpm；减速比：1:30；速度反馈方式：霍尔编码器； 3、25.2V/8000mA 动力锂电池 1 个 充电电流：1A；最大充电电流：5A(5C)；充电截止电压：25.2V；持续放电电流：0-10A，最大瞬间电流 50A； 4、25.2V/≥5A 电源适配器 1 个 工作输入电压范围：100V~240V；输出 25.2V/≥5A；尺寸：≥155mm*70mm*45mm； 5、全向车驱动模组 1 套 DC/DC 降压单元(24V-> 12V、24V-> 7.5V、12V->5V)；LDO 单元(12V->5V、5V->3.3V、3.3V->1.8V)；TB6612FNG 电机驱动单元；ICM20948 十轴传感器（三轴加速度、三轴角速度、三轴地磁以及温度）；内置蜂鸣器单元； 6、Cortex-M4 核心板 主控芯片：基于 ARM Cortex-M4 主控芯片，主频≥168MHz；端口电平转换单元；USB 转串口；LED 指示灯；电机控制、正交码盘、SPI 扩展、定时器扩展、GPIO 等扩展端口；；端口电平转换单元；USB 转串口；LED 指示灯；电机控制、正交码盘、SPI 扩展、定时器扩展、GPIO 等扩展端口； 7、ST-LINK V2 仿真器； 8、DEBUG 仿真接口转接板； 9、▲人工智能运算单元主板采用 64 位 ARM 架构处理器，四核 Cortex-A76 (ARM v8) 64 位 SoC，主频≥ 2.4GHz；≥4GB 内存；一块千兆以太网卡；≥2.4GHz 和≥ 5.0GHz 802.11ac 双频 Wi-Fi 无线网卡；低功耗蓝牙 5.0（BLE）；2 × micro HDMI 接口（≥ 4Kp60)；2 × USB 3.0（支持 5Gbps 同步运行）；2 × USB 2.0；		

		1 × PCIe 2.0 接口；40PIN GPIO 接口；2 × 4-lane MIPI (DSI/CSI) 接口；支持高速 SDR104 模式的 Micro SD 卡插槽；5V/≥5A DC (通过 USB-C 接口，支持 PD)。（投标时提供图片证明） 10、▲ROS 运算单元主板采用 64 位 ARM 架构处理器，四核 Cortex-A72，主频≥ 1.8GHz；≥2GB 内存；一块千兆以太网卡；≥2.4GHz 和≥5.0GHz 802.11ac 双频 Wi-Fi 无线网卡；低功耗蓝牙 5.0（BLE）；2 × micro HDMI 接口 (≥4Kp60)；2 × USB 3.0；2 × USB 2.0；40PIN GPIO 接口；2-lane MIPI DSI 接口；2-lane MIPI CSI 接口；Micro SD 卡插槽；5V/≥5A DC (通过 USB-C 接口或 GPIO)。（投标时提供图片证明） 11、双目摄像头 1 个； 双目摄像头：105 度高清无畸变，USB 免驱，支持手动调物距，可实现双目同步/识别/标定测距/深度检测，移动式摄像头，方便实现标定、跟踪等学习，需要提供双目摄像头测距算法，与机械臂手眼标定后的基坐标系的空间位置坐标算法。 12、360 度激光雷达 1 个； 测量范围≥12 米半径；至少具有 360 度扫描测距；测量频率≥8000 次/秒；至少具有 2-10Hz 可配置的扫描频率，具有光磁融合；即插即用，且必须配备串口和 USB 接口； 13、≥3 英寸麦克纳姆轮 4 个； 碳钢一体成型轮毂；深沟轴承(国产)；钢板表面镀镍； 14、≥7 寸 HDMI 显示器 1 套； 分辨率≥1024*600；至少一路 USB 触摸接口；至少一路 HDMI 显示接口； 15、ROS-AI 控制转接板 1)支持一键切换显示终端输入源，在 AI 运算单元与 ROS 运算单元之间自由切换；另设独立按键，可分别切换机械臂主控权及摄像头信号连接，实现 AI 与 ROS 系统间的快速主控切换与资源共享。 2) ▲2 路 Type-C 输入；HDMI：2 路输入，1 路输出；1 个 USBA 显示终端供电触摸接口；1 个 4P 机械臂通信接口；1 个 USBA 摄像头接口；1 个 ROS 控制单元预留 USBA 接口，1 个 AI 控制单元预留 USBA 接口；1 块 1.44 寸 TFT LCD 显示终端；一组语		

		音模块（扬声器 1 个、麦克风 1 个、通信接口/下载接口）；预留≥5V 供电接口； 16、六关节机械臂（投标时提供图片证明）： 1)▲机械臂为全自主开发架构，源代码完全开放，可在机械臂的主控上直接进行开发。 2)▲为了支持机械臂逆解算法，要求机械臂整体高度不小于 50cm，第一个关节为云台，有效旋转为-120 度到 120 度；第二个关节到第三个关节长度为≥130 mm；第三个关节到第四个关节长度为≥129mm；第四个关节到第五个关节长度为≥65mm；第六个关节为可替换夹爪。 3)最大有效抓取范围不小于 40cm。 4)≥6 个串行总线舵机。 5)每个舵机转动扭矩≥19.5kg.cm、转动范围≥240°、转动速度≥0.19sec/60°、每个舵机可以反馈位置等数据。 6)双目摄像头必须位于机械臂上。 7)需提供正运动学求解能力、逆运动学求解能力、关节空间与笛卡尔空间轨迹规划、强化学习等功能。 8)必须提供与实物完全一致的 1:1 比例 ROS URDF 模型 与 Mujoco XML 动力学模型，支持 Gazebo、RViz、Mujoco 等仿真平台。 17、六关节机械臂主控制器（投标时提供图片证明）： 1)提供电路原理图和源码，ARM Cortex-M4 内核控制板，主频≥168MHz；片内≥1MB 的 Flash，≥196KB 的 SRAM。 2)SWD 下载接口；至少两个按键、三个 LED 灯。 3)一个六轴姿态传感器用于检测机械臂倾倒预警。 18、PS2 手柄 串行通信，至少可实现按键控制以及摇杆控制小车运动。 二、实验资源等要求（所有实验均须提供完整的实验案例（包含源码）及实验指导说明文件，需提供实验指导书等相应辅证材料） 1、提供 Python 实验：包括模块与包、异常处理机制、迭代器与生成器、正则表达式、装饰器、文件操作、多进程、多线程、协程、网络的基础知识、网络编程等方面的实验，实验数量≥28		

		个，投标时提供详细实验清单； 2、机器人操作系统 ROS 原理与基础实验：至少包括 ROS 文件系统、catkin 编译系统、创建 ROS 工作空间、ROS 的 package、ROS 的 Metapackage、运行 ROS 的经典程序——小乌龟、MakeLists.txt 文件开发、package.xml 文件开发、ROS 中的常见文件、rqt 可视化工具集—rqt_graph、launch 文件编写、ROS 的时钟、ROS 的日志、坐标 msg 消息、静态坐标变换—C++ 实现、静态坐标变换—Python 实现、动态坐标变换—C++ 实现、动态坐标变换—Python 实现、多坐标变换—C++ 实现、多坐标变换—Python 实现、TF 程序包相关的命令行使用、TF 坐标变换实战、动态参数调节和参数服务器、编写简单的的话题通信—C++ 实现、编写简单的的话题通信—Python 实现、自定义话题通信—C++ 实现、自定义话题通信—Python 实现、编写简单的服务通信—C++ 实现、编写简单的服务通信—Python 实现、自定义服务通信—C++ 实现、自定义服务通信—Python 实现、ROS 通信机制比较等实验，，实验数量≥48 个，投标时提供详细实验清单； 3、基于 PyTorch 人工智能开发 1)Numpy 数组实验：至少包括 Ndarray 数组，线性代数，实验数量≥4 个，投标时提供详细实验清单； 2)PyTorch 简介与基础知识实验：至少包括 PyTorch 基础--Tensor 张量、PyTorch 基础--自动微分机制、PyTorch 基础--动态计算图、PyTorch 基础--神经网络介绍，实验数量≥6 个，投标时提供详细实验清单； 3)数据集定义与加载实验：至少包括 PyTorch 内置数据集的加载、PyTorch 自定义数据集加载、GPU 的使用，实验数量≥4 个，投标时提供详细实验清单； 4)数据预处理一图像实验：至少包括 PIL 的基本使用、cv2 的基本使用，实验数量≥2 个，投标时提供详细实验清单； 5)神经网络的搭建实验：至少包括搭建 LeNet 神经网络模型，实验数量≥2 个，投标时提供详细实验清单； 6)训练与保存实验：至少包括初始化和导入模型、定义损失函数和优化器、启用梯度使用 CUDA 加速、训练过程可视化，实验		

		数量≥7 个，投标时提供详细实验清单； 4、基于 PyTorch 的机器学习算法原理与实践部分实验： 1)机器学习算法原理实验：至少包括 KNN 算法、数学的方法实现 KNN 算法、前向传播与损失函数、反向传播的学习率与梯度下降、自求导线性回归、基于框架的线性回归、数学的方法实现线性回归、曲线拟合、激活函数及其导数、逻辑回归、基于框架的逻辑回归、支持向量机、贝叶斯分类、贝叶斯多分类、K 均值聚类、数据降维、隐马尔科夫模型、决策树与随机森林，实验数量≥18，投标时提供详细实验清单； 2)机器学习算法案例：至少包括基于线性回归预测销量、基于逻辑回归实现对鸢尾花多分类、朴素贝叶斯基于 SVM 完成手写数字识别、基于决策树与随机森林完成对汽车的评测、基于隐马尔科夫的股票预测、基于 PCA 的数据降维，实验数量≥6，投标时提供详细实验清单； 5、基于 PyTorch 的深度学习原理与实践部分实验： 1)深度学习算法原理：至少包括全连接与链式求导法则、优化器与优化方法、深度学习线性回归、深度学习曲线回归、深度学习分散簇分类、深度学习圆环分类、深度学习月牙分类、计算机眼中的图像、卷积为什么能识别图像、池化为什么能提取特征、多通道卷积与偏置过程，实验数量≥11，投标时提供详细实验清单； 2)经典神经网络：至少包括 LeNet-5、AlexNet、VGGNet、GoogLeNet、ResNet、MobileNetV1、MobileNetV2、MobileNetV3，实验数量≥8，投标时提供详细实验清单； 6、机器人操作系统 ROS 开发与实战部分实验： 至少包括配置与加载 rivz、cartographer 算法构建地图、地图保存、gmapping 算法构建地图、Hector 算法构建地图、Karto 算法构建地图、算法源代码理解、自主导航、多点导航、激光雷达跟随、视觉巡线等实验，实验数量≥16，投标时提供详细实验清单； 7、STM32 开发与实践部分实验：至少包括 SysTick 系统滴答定时器实验、UART 串口数据收发实验、通用定时器实验、A/D 模数转换实验、I2C 总线驱动实验 (ICM20948)、SPI 串行外设实		

		验 (1.44 TFT_LCD)、直接存储器访问实验 (DMA)、Flash 数据存储实验、PWM 直流电机驱动实验、编码器捕获实验、PID 调节控制实验等实验，实验数量≥14 个，投标时提供详细实验清单； 8、机械臂运动学开发与实践部分实验：至少包括机械臂正运动实践、Python 仿真机械臂逆运动学、基于关节坐标运动的轨迹规划、实验箱场景多阶段逆解综合仓储货物抓放等实验，实验数量≥11 个，投标时提供详细实验清单； 9、▲深度相机开发与实践部分实验：至少包括双目深度相机标定、双目相机的机械臂正运动学、双目相机测距实践、双目相机空间位置检测、双目相机位置获取与仓库间搬运、YOLO 的快速部署实践、YOLO 的数据采集与数据标注、基于 YOLO 的模型训练与预测、基于 YOLO 的双目相机位置获取与水果分拣等实验，实验数量≥13 个，投标时提供详细实验清单； 10、▲机械臂强化学习实践部分实验：至少包括 Mujoco 仿真环境部署、Mujoco 仿真基础、PPO 强化学习算法基础、机械臂 PPO 算法训练与推理、基于 PPO 算法的机械臂抓取等实验，实验数量≥8 个，投标时提供详细实验清单； 11、ROS 机械臂开发部分实验：至少包括创建机械臂模型、随机目标检测、碰撞检测、关节空间规划、工作空间规划、笛卡尔运动规划、Gazebo 仿真、Gazebo 和 Rviz 联合仿真等实验，实验数量≥15 个，投标时提供详细实验清单； 三、综合项目（至少需包含如下项目内容，投标时提供能证明实训操作步骤的演示关系的连续截图） 1、▲deepseek 交互与多模态交互 可实现与 deepseek 的聊天交互，并基于设备摄像头实现多模态大模型的场景描述与交互。 2、▲机器人地图构建 在硬件上采用激光雷达和带码盘的直流减速电机来分别提供深度信息和里程计信息，利用 ros 中开源项目 gmapping 功能包，通过仿真软件 rviz，实现室内 slam 地图构建。 3、▲Navigation 自动导航 在已经构建完成的地图上，利用开源项目 amcl 定位功能包和		

		move_base 功能包，并采集雷达和里程计信息，使用仿真软件 rviz，实现机器人的自动避障导航。 4、▲机器人手势识别 通过图像处理识别不同的手势。 5、▲基于 YOLOV8 手部检测机械臂跟踪 通过摄像头捕获现场情况，自动检测当前画面中的人手，点击开始跟踪后，机械臂通过上下左右调节使得画面中的人手始终在画面的中央位置，如果画面中有多个人手，机械臂会选择跟踪画面中面积最大的手；当画面中没有人手被检测到时，20 秒后机械臂会自动退出跟踪。 6、▲智能语音机器人控制 通过麦克风完成语音采集，将采集到的语音进行识别，并在识别完成后发送对应的控制指令，下发到 ROS 端进行小车的控制，或者发送到机械臂控制板，控制机械臂运动。 7、▲遥控化机器人 通过 PS2 手柄完成对 ROS 机器人以及机械臂的控制，包括 ROS 机器人基于麦克纳姆轮在平面上的 360 度运动，以及机械臂的运动抓取控制等等。 8、▲实时跟踪全倾斜摄像机平台 通过摄像头捕获拍摄场景，用户选择 HSV 颜色区间，可以对某物体进行颜色背景分割，运算器可对该物体进行位置标注并控制机械臂对其进行跟踪，使其一直保持处于摄像头捕获场景的正中心。 9、博物馆引导机器人 可在博物馆或者会场进行引导导航，在博物馆中，可设置 A、B、C 三个展柜的坐标系，该坐标系的原点是固定的，为机器人出发点。在用户选择去哪个展柜进行参观后（三个展柜可同时选择或者只选择某些展柜，并且顺序可调换），有两种方式对用户进行引导： 1）、▲定距离方式，该方式相对比较简单，只作为学生学习坐标系变换和机器人传感器数据处理时使用，该方式可通过笛卡尔坐标系与极坐标系的转换，不通过地图构建与导航的方式直接与传感器数据进行交互，实现引导作用。		

		2）、▲定点方式：该方式需要对博物馆或者会场的地图进行构建，构建后选择要参观的展柜，机器人会根据构建好的地图与自身的坐标实现引导作用。 机器人在引导过程中会实现语音播报，提示用户到达某个点或者要前往什么地点。播报内容可修改以使用不同的场景，在引导完毕后，机器人会返回出发点等待下次引导。 10、餐厅送餐机器人 可在餐厅中实现机器人送餐，该项目将 AI+ROS+机械臂结合起来，以厨房为第一视角，在完成食物制作后，将食物放到机器人上，机器人会根据食物上的餐桌二维码判断送达地点，并可通过两种方式对食物进行配送： 1）、定距离的方式：该方式通过运算器与传感器的数据交互与处理，实现食物配送。 2）、定点方式：该方式可提前构建餐厅地图，在判断到达地点后完成自动导航的食物配送。 配送到达后，机械臂会从机器人上将食物取下，并进行语音提示，语音可修改以适配不同场景，在语音提示后，机器人会返回厨房等待下次配送。 四、其它 1、▲为辅助老师课程建设，制造商需有丰富的线上线下培训经验，有能力提供至少 4 个月嵌入式人工智能的线下正规培训名额；能够提供在线课程账号至少 2 个，每个账号应不少于 100 学时；（投标时提供在线课程网址，并提供截图证明） 2、制造商有能力提供技能证书服务：证书为权威机构颁发的人工智能方向证书、嵌入式方向证书、物联网方向证书、移动互联网方向证书。 制造商需有良好的产品研发质量体系保障。 五、仿真教学系统为 2D 与 3D 结合的辅助教学平台，支持图形化拖拽编程、代码自动生成及大模型工作流编排，零代码实现大模型应用开发与原理理解。系统涵盖 3D 视觉、语音及项目场景，支持视觉与语音基础应用学习及产业化部署。平台内置人工智能环境，无需额外配置，提供丰富的实验组件、命令行接口及实验手册，支持机器视觉、机器学习、深度学习、CV-卷积		

		神经网络、经典神经网络、NLP-循环神经网络、CV-NLP-Transformer 等算法实验，具备动态代码生成、智能验证、错误提示及实验结果动态展示功能。支持智能分拣、垃圾分类、智能驾驶、智能对话等 3D 综合项目开发，适用于人工智能理论教学、工程项目开发及实验成果展示。 1.3D 视觉场景动态仿真教学（投标时提供视频或软件截图证明材料） 1)▲系统配置 3D 视觉场景，角色可以在场景中自由移动、旋转角度、跳跃等； 2)▲视觉场景拥有视觉实验台，内置颜色块、形状块、二维码、车牌、手势、数字块等内容的自由放置功能，并且可以切换 3D 和 2D 的不同可视角度； 3)二维码可以自定义二维码； 4)车牌可以自定义任意车牌； 5)场景留有相应的开放性接口，支持用户编写逻辑代码以及算法代码接入到 3D 场景中，以实现相应的开发； 2.3D 声音场景动态仿真教学（投标时提供视频或软件截图证明材料） 1)▲系统配置 3D 声音场景，场景中角色可以第三人称与第一人称切换，角色可以在场景中自由移动、旋转角度、跳跃等； 2)▲视觉场景拥有声音实验台，可将鸟叫声、人声等内容的数据传输； 3)▲鸟叫声包含：鹌鹑、白面水鸡、布谷鸟、大公鸡、黄鹏鸟、四声杜鹃、相思鸟、鹰鹃、中华鹧鸪、竹鸡，每个叫声都包含 2-3 种声音； 4)▲人声包含：拜托、对不起、好久不见、欢迎、可以、没关系、您好、请稍等、谢谢、再见，每个词都包含成年女性、成年男性、男儿童、女儿童的声音； 场景留有相应的开放性接口，支持用户编写逻辑代码以及算法代码接入到 3D 场景中，以实现相应的开发； 3.具身智能-机械臂 3D 场景（投标时提供视频或软件截图证明材料） 该场景要实现机械臂组装场景、相机校准场景、人工智能教学		

		平台场景、色块分拣平台、垃圾分拣实训平台、强化学习平台 6 个场景的融合。 1)▲机械臂组装场景：可以通过从背包拖拽机械臂关节和 link 零件，实现机械臂结构组装； 2)▲相机校准场景：基于双目相机，通过 Python 获取双目拍摄的 3D 场景棋盘，通过 Python 计算场景内双目相机的内参。 3)▲人工智能教学平台场景：模拟人工智能教学平台场景，实现机械臂从实验箱中的 8 个仓位进行抓取； 4)▲色块分拣平台：结合场景内双目相机与机械臂实现色块识别与抓取的功能，可以固定位置抓取或者通过机械臂正逆解与手眼标定后抓取并放在对应的色块桶内； 5)▲垃圾分拣实训平台：结合场景内双目相机与机械臂模拟实现可回收垃圾、有害垃圾和厨余垃圾的分拣，可以基于双目通过 YOLO 或者大模型识别图像并定位，通过机械臂正逆解与手眼标定后抓取并放在对应的垃圾桶内； 强化学习平台：结合 PPO 强化学习算法，结合场景的机械臂实现随机点抓取案例。 4.智能垃圾分类 3D 场景（投标时提供视频或软件截图证明材料） 实例化一个项目场景，该场景要实现垃圾的分类。 1)在 3D 场景中，具有包含由可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾、其他垃圾、大屏显示组成的智能垃圾箱 3D 模型，智能垃圾分类分为采集模式、垃圾分类模式。采集模式可以动态展示物体图像采集过程，自由切换采集的垃圾类型，保存采集的图像。垃圾分类模式可以动态展示应用层通过采集图像，识别图像的类型，传回数据到应用层，控制不同类型的垃圾投放到对应的垃圾桶当中； 5.智慧城市 3D 场景（投标时提供视频或软件截图证明材料）： 提供智慧城市与自动驾驶 3D 场景，具有包含由双向四车道道路、轿车、交通灯、隧道、施工等组成的 3D 模型，场景支持可以实现以下 8 个单独项目： 1)▲智能驾驶工况系统：通过控制车辆的方向盘与油门刹车，结合传感器，实现道路自动驾驶； 2)▲动态车牌识别：基于龙门架上摄像头实现道路多辆车辆实时		

		的车牌识别； 3)▲停车场监管：基于入口和出口的车牌识别，结合停车扣费系统，实现停车场的功能； 4)▲测速监测：基于龙门架上传感器实现车辆测速，测量车辆是否超速等行为； 5)▲车辆违章监测：基于龙门架上摄像头与算法结合，实现车辆违章检测，例如违停、压线等操作； 6)▲违规闯灯：结合红绿灯识别与车辆位置监测，实现车辆是否闯灯的检测； 7)▲车道流量监控：基于传感器，实现道路车辆数据统计与每个车道的数据统计，实现道路流量监控； 8)▲Agent 交通灯：基于大模型实现对人行道与车辆的监控，结合客观数据，智能变灯； 6.智能对话 3D 场景： 通过接入自己搭建的对话平台（普通对话平台或者大模型平台），实现对话与问答功能。同时，经过微调的小元，可以适配各种场景，并且可以设置各种大模型常见的参数进行模型的回答能力的调整；（投标时提供视频或软件截图证明材料）		
3	人工智能设计工程测试验证实训平台	1.主机控制器：4 核 Cortex-A72 64 位 Soc@1.5GHz，蓝牙 5.0； 2.主机操作系统：Ubuntu 18.04； 3.激光雷达：测量范围不低于 10m，雷达电机可关闭省电； 4.AI 深度相机： 4.1 彩色分辨率：≥1280x720； 4.2 深度分辨率：≥640x480； 4.3 最大帧率：≥30FPS。 4.4 深度 FOV：H58.4° ±3° -V45.5° ±3° 5.后轮两驱阿克曼底盘，全金属转向结构，高密度防撞海绵结构，底盘主控（STM32F407）提供电池充电与电量管理、供电电压转换、支持扩展 Wifi 通信、MPU6050 姿态采集、搭载 OLED 屏、标配树莓派接口、空闲管脚全部引出、12V 6800mAh 3S 电池配置，配备 PS2 无线遥控器； 6、平台具备功能（要求提供所有源码）： （1）采用最新版本的树莓派 4B 平台，支持 C/C++、python 语	套	2

		言开发； ▲（2）AI 语音交互模块（6 麦克风阵列） （3）可实现电池电量监测、IMU 姿态数据采集与解算、OLED 显示界面、WiFi 网络通信、与树莓派的数据通信； （4）底盘控制器支持 Python 编程，提供 RT-Thread 操作系统的完整例程和教学课程； （5）树莓派搭载 Ubuntu18.04 版本 Linux 操作系统，配置 ROS 及相关开发工具，实现 ROS 核心通信机制及组件、对底盘状态监测及运动控制、ROS 分布式远程开发、摄像头数据采集与处理、基于激光雷达的 SLAM 建图算法、movebase 导航框架实现、Gazebo 仿真环境、基于 openCV 的人脸识别、车道线识别、巡线、基于激光雷达的人体跟随功能，提供完整代码； （6）进阶软件功能：基于编码器、激光雷达以及 IMU 的多传感器融合里程计，多机编队协同，键盘/图形界面/无线手柄等多种方式控制小车，机器人自动探索建图，上电自主完成预设任务（电池电量低自动停车并自动回家）； （7）提供 Matlab Simulink 与平台的实时交互案例和课程； （8）配套课程共可提供单片机开发、嵌入式系统开发以及 ROS 应用开发三大类课程； ▲（9）提供智能车自动驾驶虚拟仿真案例； （10）提供多机编队协同案例； （11）本项目提供 1 套可参加机器人类国赛的训练地图。 （12）提供《机器人操作系统应用开发》、《嵌入式系统开发》、《单片机开发》三门课程且不低于 18 课时。		
4	人工智能创新实践机器人平台	神经网络算力：FP16 半精度算力≥0.5Tops 硬盘：≥256GB M.2 NVMe 无线网：≥1 块 WIFI 2.4G/5G USB：≥4 路 USB 3.0 以太网：≥1 块 RJ45 千兆网卡 视频接口：≥1 路 HDMI 深度范围：0.3-3m 深度精度：1-3mm（1m） 深度图像分辨率：≥640*400@30FPS	套	2

		深度 FOV：H67.9° ±3° V45.3° ±3° 彩色图像分辨率：≥1920*1080@30FPS 彩色 FOV：≥H71.7° V43.7° @1920*1080 定向精度：1m 以内 三轴角度静态精度：0.05° 以内 三轴角度动态精度：0.1° 以内 拾音距离：5m 以内 拾音角度：360° 以内 定位能力：360° 声源定位，回声消除 音频输出：16K 32bit 8 通道 PCM 其他功能：语音识别、语音合成 测距原理：TOF 扫描范围：360° 最小角度分辨率：0.18° 测量频率：4000 次/s 扫描频率：2-8Hz 测距精度：±5mm/1% 测量距离：0.1m - 11m 驱动方式：四轮差速 最大时速：1.5m/s 车轮：标配 100mm 直径越野轮，可更换竞速车轮/麦克纳姆轮 供电：12V ≥18000mAh，配电量显示屏，充电器 控制方式：无线手柄遥控+UART 协议控制 视觉效果：前置幻彩呼吸灯条，标配 20 余种显示方式，支持二次开发 显示尺寸：≥7 寸 IPS 分辨率：≥1024*600 接口：USB/HDMI/电源接口 ▲五、提供本平台参加国家级机器人类竞赛证明材料（需提供证明材料）		
5	控制终端	CPU：CPU 性能不低于 24 核 32 线程，性能对标 Intel 酷睿 14 代 i9- 14900 处理器； ▲主板：Q670 系列及以上芯片组，集成 HDMI+DP 双高清输出	台	61

		接口； ▲内存：≥32GB DDR5，4 个内存插槽，最大支持 128G； 硬盘：≥M.2 1T SSD，1 块； 网卡：集成 10M/100/1000MB 自适应 RJ45 网卡； 显卡：独立显卡，显存≥4GB GDDR5； 扩展槽：≥1 个 PCI-E*16、≥2 个 PCI-E*1、≥2 个 M.2 接口； 接口：前置≥2 个 USB3.2 Gen2、≥2 个 USB3.2 Gen1、≥1 个 USB3.2 Gen1 Type-C，后置≥4 个 USB2.0，≥1 个 RJ45 千兆网口； 声卡：集成 HD Audio，支持 5.1 声道（提供前≥2 个，后≥3 个音频接口）； ▲机箱：标准 MATX 立式机箱，采用蜂窝结构，散热更为有效；可选配强力散热风扇，能够达到有效去除细菌、降解甲醛、净化空气的效果（投标时提供第三方检测机构的证明文件）；机箱≥17L，顶置提手，方便搬运，顶置电源开关键，方便使用； 电源：≥500W； 键鼠：防水抗菌键盘、抗菌鼠标，支持键盘开机功能； 安全特性：具有 USB 屏蔽技术，可设置为仅识别 USB 键盘、鼠标，无法识别 USB 读取设备，有效防止数据泄露； 显示器：1 台≥27 寸 WLED IPS 显示器、60 台≥23.8 寸的 WLED IPS 显示器，HDMI+VGA 接口,刷新率≥100hz，显示器具有低蓝光功能； 整机认证和性能要求： 1、所投控制终端产品须为列入 CCC 目录产品，提供所投型号有效 3C 证书扫描件（加盖投标人公章） 2. 所投控制终端产品平均无故障时间 MTBF 满足 ≥10 万小时（提供具备法定资质的第三检验检测机构出具的检测报告）； 3. 所投控制终端产品提供第三方机构出具可靠性实验室认证证书。 ▲服务：三年免费质保，提供第二自然日上门服务；提供针对本项目的售后服务承诺书；所投控制终端产品设备制造商售后服务体系具备认证证书（需提供证书证明材料）。所投控制终端产品设备制造商能通过微信服务平台提供全天候自助服务和		

		12 小时在线人工服务，支持添加单位服务账号，成批添加并绑定设备，实现保修期查询，预约\维修，咨询在线客服及查询服务网点等功能（需提供证书证明材料）。		
6	控制终端管理软件	1.系统支持通过 U 盘、PXE 等多种方式引导安装，支持外部交换机提供 DHCP、固定 IP、自动提供三种方式配置方式。 2.支持对机房设备进行资产统计，可查询全部设备使用状态，包含编号、IP、MAC、CPU 信息、内存使用率、运行时间以及硬盘容量等信息。 3.系统支持操作系统的一键切换，支持 Windows、银河麒麟、统信、中科方德等操作系统。 4.为便于管理员对需要帮助的学生进行远程指导，还原系统无需借助第三方平台软件即可支持远程控制功能。 5.为保障同传传输速度，系统具备 BT 服务端和 BT 客户端功能。 6.支持 Windows、银河麒麟、统信、中科方德等主流操作系统还原属性的设置，包含立即还原、关机还原、每天还原、每周还原等方式，在还原属性生效后系统都会重新恢复至模板状态，保障系统流畅性。 7.支持对操作系统创建多个还原点，可对还原点进行删除、合并、备注，还原点数量无限制，当系统损坏时，可快速恢复到上一次保存的状态。 ▲8.为帮助教师营造良好的教学环境，系统支持对正在使用的桌面环境开启广告拦截功能，避免学生电脑出现各种弹窗。（需提供软件功能截图，并加盖供应商或投标人公章） ▲9.支持日常、考试场景的快速巡检功能，可巡查出学生操作系统的关键信息，如出现网络异常、键鼠未链接将会高亮告警，提醒管理员处理。（需提供软件功能截图，并加盖供应商或投标人公章） 10.支持静默更新功能，可对正在上课的学生进行文件的增量下发，不会影响学生的正常使用，待课间重启即可完成应用的部署。 11.为减轻管理员维护压力，系统需具备网络排障能力，并支持对常规网络问题进行修复，可检查网络服务是否正常。 12.无需额外配置服务器，即可对所有设备进行统一管理维护。	套	61

		13.为便于管理员可以给不同的课程制作不同的镜像，支持子镜像功能，在基础镜像的基础上安装不同课程的软件成为不同子镜像，分配给不同的课程。 14.支持 Windows 及国产操作系统的 IP 以及计算机名的批量自动分配。 15.系统需支持日志记录功能，便于在出现问题时进行回溯，快速排查问题原因。 16.为防止管理员镜像下发时出现错误，可支持中止下发，中止后进行重新下发即可。 17.支持屏幕水印功能，可设置数字编号、计算机名为水印属性，水印将映射在桌面的右上角，便于管理员进行查看。 18.为应对大课件的日常教学，需支持系统盘、数据盘的同传功能。 19.支持添加数据盘功能，支持对不同操作系统添加同一份数据盘，实现数据互通，也支持为不同操作系统添加不同的数据盘空间，实现数据隔离。 ▲20.为避免设备因中毒导致教学环境异常，还原系统需支持对操作系统硬盘使用分析,可选择式分析指定目录、显示各文件占用空间大小，便于用户寻找出隐藏的大文件。（需提供软件功能截图，并加盖供应商或投标人公章） ▲21.为便于考试场景的数据保护，系统可将自定义内容进行加密处理，并以二维码模式导出。（需提供软件功能截图，并加盖供应商或投标人公章） 22.系统支持对教学任务的引导功能，学生可添加本期课程的待办事项，并对已完成的事项进行标注，便于教师查看，为不影响机房上课使用，学生支持对待办事项栏隐藏或设置透明度。 23.支持开机 logo 自定义，可以自定义设备开机登录页面 logo 及文字定制，便于学校进行资产管理。		
7	学生电脑桌椅	桌子： 1.产品尺寸 学生桌≥600mm*650mm 2.材质：桌面环保 ENF 级颗粒板 厚度≥25mm 3.桌框铁艺烤漆 厚度≥1.0mm 椅子：	套	60

		1.产品尺寸≥500*500 2.材质：椅面环保 ENF 级颗粒板 厚度≥25mm 3.椅框铁艺烤漆 厚度≥1.0mm		
8	教师桌椅	桌子： 1.产品尺寸 老师桌≥1300mm*650mm(补充高度≥750mm 高) 2.材质：桌面环保 ENF 级颗粒板 厚度≥25mm 3.桌框铁艺烤漆 厚度≥1.0mm 椅子： 1.产品尺寸≥500mm*500mm(补充高度≥750mm 高) 2.材质：椅面环保 ENF 级颗粒板 厚度≥25mm 3.椅框铁艺烤漆 厚度≥1.0mm	套	1
9	多媒体教学软件	▲1.全面支持 Windows 系列操作系统，支持 MAC 系统及众多 Linux 发行版本，兼容国产系统（需提供相关证明材料，并加盖供应商或投标人公章）。 ▲2.软件支持多达 24 种语言界面版本，满足不同外语教师灵活使用软件。（需提供相关证明材料，并加盖供应商或投标人公章） ▲3.软件的加密方式支持：加密狗加密、服务器端授权、在线序列号加密、离线文件加密、自定义短码激活、mac 地址预置激活等多种方式的激活方式。（需提供软件功能截图，并加盖供应商或投标人公章） 4.屏幕广播：将教师机屏幕和教师讲话实时广播给单一、部分或全体学生，可选择全屏或窗口方式。窗口模式下或教师机与学生机分辨率不同情况下，学生机可以以不同的窗口方式接收广播。 5.文件分发和提交必须支持拖拽添加文件，可添加不同目录下的文件或文件目录。 6.语音广播：将教师机麦克风的声音广播给学生，教学过程中，可以请任何一位已登录的学生发言，其他学生和教师收听该学生发言。 7.学生演示：教师可选定一台学生机作为示范，由此学生代替教师进行示范教学。 8.分组教学：教师分派组长执行指定的功能，组长代替教师进行	套	1

		小组教学，小组不需要再临时创建，可以直接使用既有分组信息，教师可以监控每个分组的教学过程，以了解分组教学的进度。 9.屏幕录制：教师机可以将本地的操作和讲解过程录制为 MP4 录像文件，可以用 Windows 自带的 Media Player 直接播放。 10.屏幕监视：教师机可以监视单一、部分、全体学生机的屏幕，教师机每屏可监视多个学生屏幕（最多 36 个）。可以控制教师机监控的同屏幕各窗口间、屏幕与屏幕间的切换速度。可手动或自动循环监视。 11.随堂小考：教师启动快速的单题考试或随堂调查，限定考试时间，学生答题后立即给出结果，结果显示学生答案柱状图分析和答题时间，可作为抢答依据。 12.答题卡考试：教师导入 word、ppt、excel、pdf 等文档类型的考试内容共享给学生，直接生成答题卡用于学生作答，包含多种不同的题型：多选题，判断题，填空题和论述题。 13.阅卷评分：收取的试卷系统可自动评分，教师添加批注，查看柱状图显示的考试统计结果，并能够将评分结果以网页形式发送给相应的学生。 14.签到：提供学生名单管理工具，为软件和考试模块提供实名验证。提供点名功能，支持保留学生多次登录记录、考勤统计、签到信息的导出与对比。 15. 抢答竞赛：教师可以出任意题目请学生作答，学生抢答时只需按下按钮即可，作答正确“星星”奖励，并可升级为月亮和太阳，吸引学生注意力，主动参与活动。 16.U 盘限制：对 U 盘访问权限的设定（完全开放、只读、只写、完全限制），有效控制学生使用 U 盘，防止资料的流失和病毒的引入。 17.黑屏肃静：教师可以对单一、部分、全体学生执行黑屏肃静来禁止其进行任何操作，达到专心听课目的，教师可自定义黑屏的内容与图片。 18.远程命令：可以进行远程开机、关机、重启等操作，远程关闭所有学生正在执行的应用程序功能。 19. 多媒体教学软件具备软件著作权登记证书，并具备多媒体教		

		学软件技术参数检测报告。（提供证明材料）		
10	数字示波器	模拟带宽（-3 dB）:125MHz 输入通道数:2+EXT 最大模拟通道采样率:2GSa/s（单通道）1GSa/s（双通道） 采样方式:普通采样、峰值检测值、高分辨率、平均值 最高波形捕获率:最高 450,000wfms/s 灵敏度（伏/格）范围:500μV/div ～10 V/div 时基档位:1ns/div - 1000s/div ，1-2-5 步进 输入阻抗:1 MΩ±2%，与 15 pF±10pF 并联 ，50Ω±2% 探头衰减系数:1 μX-500kX ，按 1-2-5 进制方式步进 ，支持自定义 触发类型:边沿、脉宽、斜率、视频、超时、欠幅、超幅、第N 边沿触发、逻辑触发、RS232/UART、I2C、SPI、 CAN、LIN 解码（选配）:UART、I2C、SPI、CAN、LIN 自动测量:周期、频率、正脉宽、负脉宽、上升时间、下降时间、屏幕脉宽比、正占空比、负占空比、平均值、峰峰值、均方根值、过冲、最大值、最小值、顶端值、周均方根、底端值、幅度、预冲、标准差、正脉冲个数、负脉冲个数、上升沿个数、下降沿个数、面积、周期面积、延迟（ A-B 上升 ）、延迟（A-B 下降 ）、相位（A -B 上升）、相位(A -B 下降)、FRR、FRF、FFR、FFF、LRR、LRF、LFR、LFF 数学运算:加、减、乘、除、微分、积分、平方根， 函数运算(Lg/Ln/Exp/Abs/Sine/Cosine/Tan),用户自定义函数,数字滤波（低通、高通、带通、带阻), FFT（Vrms ，dBVrms, Radians ，Degrees） 频率计:6 位数字频率计；最大频率：示波器最大模拟带宽 电压表:支持 DC, AC+DCrms, ACrms；分辨率：4 位（ACV/DCV） 存储深度:100M 垂直分辨率:12bits 时基精度:±25 ppm（典型值） 直流增益精确度:3%（≤1 mV）；2%（≥2 mV）	台	20
11	教学控制	一、音箱 2 只额定阻抗：4Ω ± 15% at 1000Hz 1.0 V 灵敏度：90± 3dB 1m / 1W	套	1

	系统	功率：60W 额定 / 120W 最大 响应范围：60 - 20K Hz 产品描述：≥6.5 寸二分频、梯形倒相音箱 低音喇叭≥：6.5 寸双环布边高保真低音 高音喇叭：3 寸双磁全纸密封高音 表面处理：高档耐刮白色木纹皮革 接线端子：≥2 路黑色塑胶接线柱 产品尺寸：≥199.5/109x211x315mm 安装方式：壁挂 二、功放 1.标准机架式设计(2U)，具备 2.8 寸液晶显示屏显示设备运维状态、USB 音频列表。 2.内置蓝牙模块，手机连接后可进行音乐播放。 3.支持 USB 点播功能，彩屏显示音频列表，实时切换选择音频文件。 4.具有闪闭旋钮，话筒与音乐独立高、中、低音调节旋钮，延时、节拍、回声调节旋钮。 5.具有 3 路话筒输入，话筒插口采用卡侬/直插二合一万能座，方便接入不同类型接头的话筒，每路话筒均具一个隐藏式音量调节旋钮。 6.2 组辅助线路输入，方便连接外部音源设备。 7.1 组混合音频输出，可连接至其它音频设备。 8.前面板具 1 个话筒总音量控制旋钮，2 个辅助音量控制旋钮，1 个总音量控制旋钮。 9.带+48V 幻象供电，三个幻象开关，可打开或关闭 3 路话筒幻象电源功能。 10.双通道信号电平指示灯，实时显示功放工作状态。 11.具噪声门功能，无信号时自动关闭声音输出，降低噪声干扰。 12.具有完善的保护措施，输出短路保护/直流保护/过温保护/压限保护装置，扬声器保护装置，智能无级调速风扇控制散热。 13.具备低延时、高同步特征，全链路音频传输小于 30ms；高保真专业音质，音频采样率不低于 48KHz，16Bit。 14.标准 RJ45 网络接口、有以太网口的地方均可接入、支持跨		

		网段和跨路由。 15.支持运维管理，可在运维平台查看设备在线状态、设备温度、功耗等信息。 电源 AC100-240V 50-60Hz 网络通讯协议 TCP/IP、UDP、ARP、ICMP、IGMP 协议 网络芯片速率 10/100Mbps 音频编码 MP3/PCM/ADPCM/G711.a/G711.u/G729 音频采样、位率 8kHz-48kHz、16bit、8kbps-320kbps 频率响应 20Hz-20KHz 信噪比 MIC≥70dB，AUX≥90dB 输入灵敏度 话筒输入：10mV，线路输入：≥330mV 输出功率 8Ω2×150W，4Ω2×280W（峰值功率） 蓝牙 BT5.1 显示屏 2.8 寸 TFT 显示屏 总谐波失真 MIC 接口<0.3%，线路接口<0.1% 转换速度 100V/us 阻尼系数 >100 输出连接 左右通道两组功率输出 动态压限 ＜0.05% 保护电路 软启动，输入浪涌限制，输出短路、直流、过载保护，主保险丝保护，开关机哑音保护，射频干扰保护，过热保护 面板指示 削波，压限，信号 后面板接口 TRS/XLR 二合一头×3，莲花×4；输出：莲花×2，2 路功率输出接口，RS-232 接口，RJ45，ALARM 接口,DATE 接口 三、话筒 功能参数 1.高品质金属材质的圆型与环保 ABS 塑料面壳融合设计； 2.双软管体设计，上下可 360 度旋转，做全方位调节角度，适合不同人员对角度的调节需求，方便实用； 3.底座采用分离式设计，直插卡龙三针连接，音频信号传输稳定，拆卸方便可灵活更换； 4.鹅颈会议麦克风咪头端设计，有醒目的 LED 光环指示来，发		

		言状态一目了然，能更好的吸引听众的注意力，锁定语音焦点； 5.采用心型指向性的咪心，与电路相匹配，频响宽，音质清晰透明、噪音低，频率响应宽广,安装放便； 6.全面抗干扰，首创抗电磁干扰，有效地消除了在使用过程中因电磁或手机干扰产生的噪声； 7.无噪声轻触开关设计，一键开启进入工作模式； 电源开关配合电路设计过滤，能减少开关时的冲击声，阵列式灯显，直观显示工作状态和供电状态； 8.麦克风48V幻像供电，可支持DC 3V供电； 技术参数 1.类型： 电容式 2.指向性： 单一指向性 3.频率响应： 80Hz-16kHz 4.灵敏度： -43±2db@1KHz 5.拾音距离： 30-50CM 6.低频衰减： 125Hz 6dB@1KHz 7.输出阻抗： 1.5KΩ 8.最大承受音压： 135dB SPL 1KHz At1%T.H.D 9.信噪比： 66dB .1KHz AT PA 10.动态范围 100dB.1KHz AT MAX SPT 11.电源供电 48V幻象供电，(配6.35转换头，可使用 3V供电) 会议话筒1套 1.换能方式 ： 电容式 2.频率响应(Hz)： ≥40Hz-16KHz 3.指向性：超心型指向 4.输出阻抗（欧姆） ：≥75Ω 5.灵敏度 ： ≥-40dB±2dB 6.供电电压(V)： DC3V/幻象48V自动转换 7.输出、指示：不平衡、座灯、管灯 8.抗手机、电磁、高频干扰		
12	文件柜	1. 产品尺寸：≥1850×900×400mm； 2. 材质：≥0.8mm一级冷轧钢板； 3. 层板：≥3个，每个承重≥60kg；	个	4

		4. 开门方式：对开门； 5. 结构：包含两个抽屉； 6. 铝合金扣手； 7. 锁具：钢制锁芯。		
13	空调	颜色：白色 控制方式：遥控式 能力名称：制冷量 能力数值：7290±100W 能力单位：W 能效等级：三级 电源电压：220V 电源频率：50Hz 变频/定频：变频	台	3
14	千兆交换机及网络附件	交换容量：≥672Gbps， 包转发率：≥166Mpps 以太网交换机主机,支持 48 个 10/100/1000BASE-T 电口 支持 4 个 1000BASE-X SFP 端口,支持 AC，配置配套 4 个千兆 SFP 多模光纤模块	套	2
15	玻璃白板	一:玻璃白板规格参数 二拼接一体化设计 1.玻璃为超白钢化玻璃≥5mm 厚度 2.外观尺寸为:高度≥1200mm，长度≥4000mm 4.配备笔槽，可放置书写笔 3.玻璃边框为定制不锈钢黑色边框	套	1
16	移动大屏	一、屏幕参数 尺寸：≥65 英寸 面板等级：≥A 级 分辨率：≥3840 x2160 显示比例：16:9 刷新率：≥60Hz 亮度：≥350nit(typ.) 对比度：5000:1 可视角：≥178°(H)/178°(V)	台	1

		二、系统参数 安卓系统版本：Android 14 CPU：四核 Cortex-A73,1.5GHz GPU：Mali G52MC1 内部缓存容量(RAM)：≥4GB DDR4 内部存储容量(ROM)：≥32GB eMMC OSD 语言：中文简体 OTA 在线升级：支持		
17	运动相机	1. 设备概述 设备类型：便携式一体化三轴机械增稳云台相机。 工作环境温度：0℃至 40℃。 2. 影像系统 传感器：≥1 英寸堆栈式 CMOS 传感器，有效像素≥3700 万。 镜头：等效焦距≤20mm，光圈≥f/2.0，支持全像素相位对焦。 ISO 范围： 照片/普通视频：100 - 12800； 低光视频：最高可扩展至 25600。 视频规格： 支持≥4K (3840×2160) @ 60fps 录制； 支持≥4K @ 240fps 高帧率慢动作录制； 支持 H.264/H.265 编码，最高码率≥180Mbps。 色彩与动态范围：动态范围≥14 档，支持 10-bit 色深及 D-Log M 等专业色彩模式。 变焦能力：支持≥2 倍无损变焦（4K 分辨率下），最高支持≥4 倍数码变焦。 3. 云台增稳系统 结构：三轴机械增稳云台（平移轴、俯仰轴、横滚轴）。 可控转动范围： 平移轴：-235° 至+58° ； 俯仰轴：-120° 至+70° ； 横滚轴：-45° 至+45° 。 控制精度：角振动范围≤±0.005° 。 智能跟随：具备 AI 智能跟随功能，支持在变焦状态下锁定并跟	套	2

		踪主体，支持手势控制。 4. 显示与操控 显示屏：≥2.0 英寸 OLED 触控屏，分辨率≥556×314，峰值亮度≥1000 尼特，支持屏幕旋转以适应横竖拍模式。 物理按键：配备独立的变焦拨杆及至少一个自定义功能按键。 拍摄模式：支持单拍、全景（3×3）、延时摄影（静态/移动/轨迹）、慢动作、普通录像等模式。 5. 存储与传输 内置存储：≥107GB。 扩展存储：支持 MicroSD 卡扩展，最大支持容量≥1TB（推荐 U3/A2/V30 及以上速度等级）。 数据接口：USB Type-C 接口，支持 USB 3.1 及以上协议，有线传输速率≥800MB/s。 无线连接：支持 Wi-Fi 6（802.11ax）及蓝牙 BLE 5.4。 6. 音频系统 麦克风：内置≥3 个高灵敏度麦克风，支持立体声录制（48kHz/16-bit AAC）。 功能：支持 AI 降噪、定向拾音；支持直连外置无线麦克风发射器。 外接：支持通过 Type-C 接口外接音频设备。 7. 电源系统 电池：内置不可拆卸锂离子电池，容量≥1500mAh，能量≥11.9Wh。 续航能力：在 1080p/24fps、关闭屏幕及无线连接的典型测试环境下，续航时间≥240 分钟。 充电：支持 PD 快充协议，30 分钟内可充至 80%电量。 8. 文件格式与兼容性 照片格式：支持 JPEG、DNG（RAW）及双格式同时记录。 视频格式：支持 MP4 封装（HEVC 编码）。 扩展功能：支持 UVC 协议，可作为高清 USB 摄像头使用；支持 RTMP/RTMPS 协议进行直播推流。		
18	桌子	尺寸:长≥3 米，宽≥1.5 米，高≥0.75 米 材质:桌面≥25mm 厚实木颗粒，ENF 级环保等级，桌腿钢架烤	张	2

		漆		
19	椅子	黑色网面可升降椅子 尺寸:长≥50 厘米，宽≥50 厘米，高≥58 厘米 材质:弹力网布，记忆海绵，优质五金件	把	16
20	实验室硬装、软装、综合布线	一、203.6 ㎡实训室装修 1.专用海绵，地面窗户保护 2.施工垃圾清理运输 3.隔墙制作 4.定制双开防盗门、隐形门、密码锁 5.踢脚线 6.瓷砖铺贴（≥800*800mm 规格）、地面美缝剂美缝 7.矿棉板吊顶、石膏板吊顶、镂空方通吊顶 8.窗帘盒制作 9.批墙刷漆 10.监控系统安装（POE 交换机、4 路硬盘录像机、1T 硬盘、21.5 寸显示器、2 个摄像头） 11.灯具、开关插座 12.强电、弱电、网线 13.保洁 14.置物架	项	1

附件 2：售后服务承诺

（一）质保期

1. 硬件设备质保期：本项目所涉及的全部硬件设备（包括但不限于人工智能综合实训平台、人工智能设计工程机械臂实训平台、人工智能设计工程测试验证实训平台、人工智能创新实践机器人平台、控制终端、数字示波器、智慧黑板、交换机、学生电脑桌椅、教师桌椅、多媒体讲台、教学控制系统、文件柜、空调、桌椅等），乙方须提供自验收合格之日起不少于 3 年的免费质保服务。质保期内，因设备本身质量问题导致的故障，乙方应免费维修或更换，并承担由此产生的一切费用（包括但不限于维修费、备件费、运输费、人工费等）。

2. 软件系统质保期：控制终端管理软件、多媒体教学软件等软件系统，乙方须提供自验收合格之日起不少于 3 年的免费升级和维护服务，包括版本更新、漏洞修复、技术支持等。

（二）质保期服务要求

1. 提供 7×24 小时售后服务响应机制。质保期内，接到报修通知后，应在 1 小时内响应，24 小时内到达现场处理，48 小时内解决问题。

2. 对项目设备在质保期内实行包修、包换、包退等三包服务，不再向甲方收取任何费用。

3. 质保期满后，乙方应继续提供有偿维修服务，仅收取成本费用，不得以设备停产为由拒绝提供配件和技术支持。

（三）培训服务

1. 乙方须为本次采购的全部设备提供全套在线学习课程和资料，为学院提供在线课程账号，课程权益内容须覆盖人工智能全栈技术，账号有效期须覆盖整个质保期（不少于 3 年），期间新增课程资源应同步对学校开放。

2. 设备交付并完成安装调试后，乙方须提供不少于 1 次现场培训服务：培训地点为甲方指定地点（校内）；培训时长不少于 3 个工作日（每天不少于 6 学时）；培训对象为学校相关专业教师及实验室管理人员；培训内容涵盖设备操作使用、实验平台搭建、编程开发环境配置、典型实验案例教学、常见故障排查与处理等；培训讲师须为设备制造商的资深工程师或技术专家，具有相关领域 3 年以上培训经验。培训结束后，须提供完整的培训讲义、操作手册和教学课件。

（四）竞赛支持服务

1. 乙方所提供的设备须能够支撑师生参加国家级竞赛项目，并为每个竞赛项目提供不少于 1 套完整的参赛 Demo 案例（包括方案设计文档、源代码、演示视频、技术路线说明等），案例应基于本次采购的设备平台进行开发。

2. 乙方须为本项目建立专属竞赛指导交流群，安排专业技术工程师常驻群内，及时解答师生在备赛过程中的技术问题；竞赛备赛期间，群内技术问题应在 2 小时内得到有效回复和指导；在全国竞赛前 1 个月，安排专人提供赛前技术冲刺辅导。