

编号：

海南师范大学
货物（服务）建设项目科学性可行性论证报告

【包含大批量仪器设备和大型精密仪器购置项目】

申 请 人：*****

申请单位：物理与电子工程学院

项目名称：物电教学实验平台

2024 年 5 月 16 日

（2024 年 6 月设计改版）

材料目录

- 1、货物（服务）建设项目基本情况表
- 2、大型精密仪器设备购置论证表
- 3、海南师范大学国有资产配置计划表
- 4、货物（服务）建设项目集体询价情况表
- 5、货物（服务）建设项目科学性论证

1、货物（服务）建设项目基本情况表

2024 年 4 月 11 日

项目名称	物电教学实验平台项目		
项目建设单位	物理与电子工程学院	项目负责人	***
项目经费来源		项目预算经费	890.81 万元
申购理由（购置此仪器的目的、用途，目前教学、科研情况及使用效益分析，项目建成目标和投资产出预期目标等），可附页。 物理教学实验平台项目 1007.69 万元采购设备 1793 台(套),包括三个建设内容,自动化专业设备: 30 台(套) 71 万元; 电子专业设备: 135 套(件) 774.69 万元; 光电专业设备: 14 台(套) 162 万元; 一、自动化专业 PLC 实验室为我院自动化专业核心专业课《可编程控制器及综合实践》、电子信息科学与技术专业的《可编程逻辑控制器》及自动化留学生的《P L C 原理与应用》课程实验的开设、课程设计、毕业设计、创新创业和学科竞赛的展开提供必备条件。目前实验室的可编程控制实验台为 10 套, 于 2006 年购买, 也是开办本专业以来购买的第一批可编程逻辑控制设备, 使用至今有近 20 年之久, 实验设备老化, 部分实验模块经常出现问题, 也维修多次, 由于设备老旧, 有时找不到更换的器件, 无法达到实验教学要求。另一方面从专业发展与社会的生产技术接轨来说, 实验台核心的 PLC 设备是十几年前的三菱产品, 经过这么多年的发展, 设备的发展与品牌的普及度都发生了很大的变化, 实验台的 PLC 设备已经无法满足现如今的专业技术学习要求; 现今已进入工业 4.0 的时代, 工业自动化的核心通信都围绕以太网来展开, 十几年前的 PLC 使用的还是老旧的串口通信端口, 跟不上时代技术进步要求。本次购置仪器设备, 将有效改善教学硬件条件, 提高教学质量; 为参加“西门子智能制造挑战赛”学生提供优质的实验资源, 同时为毕业生撰写毕业论文提供更多可靠的实验设备, 为高质量完成相关课程教学任务打好硬件基础, 为加强我校留学生自动化专业国际办学水平提供必备条件。 电工实验室肩负开设我院物理、自动化、电子、光电、自动化(留学生) 5 个专业的包括《电工学》、《电路分析原理》、《电工实习》等多门课的实验课。目前电工实验室可供使用的电工实验台一共 12 个, 全部购置于 2014 年, 虽然才刚达到报废年限, 但是多个专业多人次高频率的使用导致设备故障频发, 再加上由于设备生产			

厂家已经破产多年，设备的故障已经完全无法找到厂家进行修理维护，在设备的维护过程只能靠实验室管理教师独自摸索维修，有时无法找到维修的配件，设备无法修复，导致正常的实验教学工作受到很大影响。另外电工试验台由于受限于缺少示波器设备，某些在任课老师看来应该开的实验项目无法开展，学生实验过程也仅仅只能通过电流电压表或万用表进行有限的数值测量。本次购置仪器设备，将有效改善电工实验室教学硬件条件，提高教学质量；为参加实践电工电子方面实习的学生提供优质的实验资源，同时为毕业生撰写毕业论文提供更多可靠的实验设备，为高质量完成相关课程教学任务打好硬件基础，年受益学生将近三百名。

二、电子专业

（一）购置仪器相关用途如下。

1、数字示波器、毫伏表：用于数字电路、模拟电路实验教学，以及电工电子技能实训。

2、高频示波器、绝缘电阻测试仪、便携式示波表、功率分析仪、电池内阻测试仪、万用表用于电工电子技能实训教学与学科竞赛培训教学。

3、AI 全开源无人机、算法训练人工智能车、竞赛高端仪器、人工智能教学与竞训练系统、水下模块化竞赛平台、水下无人作业平台、水下全局视觉竞赛平台、通信实训平台、开源腿足机器人竞赛平台、开源轮式机器人竞赛平台、复合机器人竞赛平台、模块化机器人竞赛平台用于 EDA 实验与物电学院各学科竞赛培训教学。

购置上述设备目的：第一，及时补充或更新一批已经损坏、陈旧落后的专业核心课程实验设备，保证常规实验教学活动正常开展。第二、建设好学科竞赛培训平台，强化竞赛培训教学，实施学术科技竞赛计划，以“中国国际大学生创新大赛”、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛、“创青春”创业大赛和全国研究生创新实践系列竞赛为龙头，以全国大学生电子设计、智能车、力学竞赛等重大赛事为抓手，开展系列学科竞赛活动，构建多层次、多样化的竞赛活动体系（院级、校级、省级、国家级），夯实学生学科知识基础，提高学生创新能力和理论联系实际的能力，切实提高办学能力。

（二）现有设备教学应用情况

数字电路、模拟电路实验是我院各专业均要开展的基础实验课程，每年约 700 人次需要该实验室，目前数字电路实验室、模拟电路实验室所用数字示波器及毫伏表已因使用年限较长，属老旧设备，已无法跟上课程建设的要求，且损坏率极高，完好率不足一半，再加上原有设备质量不佳，售后服务跟不上，无法从供应商处购买配件维修，因此急需更新数字示波器及毫伏表等设备，以便开展实验实训教学。

EDA 实验室方面，目前共有 EDA/SOPC 实验开发平台 20 多套，2011 年购置，配套电脑经 10 多年使用，现已损坏七成，维修成本很高，每学期能正常投入使用的

实验套数不足 10 套，无法满足 EDA 技术课程常规实验教学、学生课程设计、毕业设计 & 创新实践的需要。

电工电子实训教学方面，我们一直缺少相关实训设备，缺乏对学生进行系统、连续的技能实训，学生动手能力不足。

另外，由于专业发展的需要，我院在 2023 版新培养方案中新增加了《模式识别》、《人工智能基础》、《机器学习》等新一代电子信息技术课程，目前这方面的教学仪器设备数量少，技术陈旧，硬件教学条件十分薄弱，需要对现有本科教学设备进行有针对性的更新和补充。

同时，学科竞赛快速发展，创新赛道不断涌现，现有实验设备无法满足竞赛需要，另外随着我院承办的竞赛赛项数量不断增加，赛事规模不断扩大，现有可供学生竞赛使用的设备台套数明显不足，为了提高物电学院学科竞赛与创新创业实践指导水平，还需要建设好竞赛实践教学平台。

（三）使用效益分析，项目建成目标和投资产出预期目标

完成此次教学设备的补充更新后，将较大改善我院实验与学科竞赛的基础条件，为后续承办省级、国家级学科竞赛打下基础。

1. 在得到教学设备的补充更新后，我院将有能力开设更多的创新性、设计性、综合性和提高性相结合的实验项目，预计每门课程可新增备选实验项目 2-5 个，对系统地培养学生综合设计能力、发明和创造能力，提高学生敏锐洞察力和创新设计能力将起着举足轻重的作用。每门课实验人时数平均可达 200 人时/年。

2. 实验室向学生全面开放，我院承办的校级学科类竞赛，参赛同学来自于全校不同专业，不同年级，设备补充更新后学生受益面将扩大为全校竞赛学生。同时可为课程设计、学生课外科技活动创造条件，通过实验教学的三个层次（基础教学实验、综合设计实验、系统性实验），全面提高学生的动手能力。

3. 可开展多种教学实验及服务实验，为教师和学生进行实验提供便利条件和场所。学生可根据自己的兴趣和志向，在教师指导下选修实验、自主设计研究性实验、参加教师的科研和社会应用实践，或申请并独立完成学校“大学生科技创新”类科研项目。预计每年可为学生申请 10 个以上的大创类项目创造条件。

4. 为师生科研活动和技术开发等提供研究平台，改变教师的教学与实际脱节的情况，对提高教师的教学水平和学术研究水平有重要意义。项目投入建设后，可以让教师充分地利用实验设备从事科研工作，也为企业的技术服务提供了很好的一个平台。

三、光电专业

一）目的和用途

增加光电实验室仪器数量，以满足因电子专业和光电专业学生人数增加对仪器

设备的需要，提高光电专业实验的教学质量。

二）实验室承担教学任务情况、仪器设备现状、申购仪器设备原因

物理与电子工程学院光电专业拟购买 18 套实验设备，包括智能光电感知试验系统，基于半导体激光器的彩色数字全息实验系统，固体激光晶体荧光光谱及泵浦光特性测量系统，光学双稳性系列实验系统，光场调控实验系统，光电技术综合实验系统，激光多普勒综合实验系统，基于数字锁相放大器的微弱信号检测实验系统，表面磁光克尔效应综合实验仪，以上设备各 2 套，分别用于开设光电专业实验以及光电系统综合设计实验。光电专业实验室年服务学生 100 多人。此外，实验室为老师做科研、学生进行创新创业培训、竞赛和学生撰写毕业论文提供硬件服务。

现有仪器设备数量明显不足，设备数量已难以维持正常的教学需要，因此必须增加仪器设备数量。

三）预期目标：本次项目实施后，将增加 14 套仪器设备，增加 162 万元，使电子专业和光电专业实验按大纲要求进行实验，满足实验教学要求，提高教师授课时间效率，确保高质量完成教学任务，提高专业培养质量。

2、大型精密仪器设备购置论证表

(单价 50 万元（含）以上设备填写此表，可附页)

大型精密 仪器拟购 名称	人工智能教学与竞赛训练系统		
	英文/ Artificial Intelligence Teaching and Competition Training System		
型 号		产地及厂商	北京 北京精仪达盛科技有限公司
拟购数量	1	单价	104.5 万元
选型 理由	以新型全周期在线学习及管理平台为手段，改革人才培养模式，促进教学内容、教学方法和手段的整体改革。开展人工智能教学、实训、竞赛等支撑工作。 针对不同基础的学生，具备完整的学习路线，从人工智能基础、人工智能进阶、人工智能高级几个层次由浅入深，提供人工智能理论基础、应用实践、交叉研究等方面的课程，让学生根据自身情况合理选择适合自己的课程进行学习。		
主要 性能	1. 总体要求： 1.1 平台支持 Python 开发、数据库、大数据、人工智能、区块链等不同的 IT 技术栈课程资源，并为实训课程资源提供开发环境。同时支持用户基于平台围绕课程教学需求进行自主化的实训课程研发和定制。 ▲1.2 可支持多样化开发模式至少包含：云端编程环境（Cloud Integrated Development Environments）、远程桌面环境（Remote Desktop Environments）、远程命令行环境（Remote Console Environments）、虚拟仿真环境（Virtual Simulation Environments）、交互式笔记环境（Jupyter Notebook Environments）需提供演示视频，并提该功能高清软件功能截图并加盖制造商公章。 1.3 可支持异质架构实践运行环境：围绕机器学习、人工智能等教学课程，支持开发构建涵盖不同 IT 技术架构以及知识技能点的实训课程。可支持 C、C++、Python、Java、R、TensorFlow、MindSpore、PandlePandle、Caffe、Torch 等几十种语言及框架。 1.4 可支持定制的实训开发：以实训项目为基本核心单元，支持老师根据需要进行基于已有实训的个性化定制，支持实训课程的在线升级与持续迭代。 1.5 支持在线制作镜像，为实验实训的开展提供虚拟镜像的定制与管理，包括评测环境镜像的动态生成与管理、容器构建优化与管理等。 1.6 支持实时评测反馈，支持实时在线评测和调试，让学员在改错中提升实践技能；支持带会话的多级自动测试与过关评分，支持基于 Pipeline 模式的多级测试模型；支持对学生的综合能力评价，自动化生成综合性学习实验报告。 1.7 支持高效评测，支持对学员的编程实践进行自动化评测，要求实训虚拟机的远程启动时间<5 秒，代码评测时间<5 秒。 1.8 支持计算资源实时监测，要求系统资源的调度分配通过云像编排器自动进行负载均衡，可达到资源均衡高效利用，当系统资源消耗压力大时，系统能够自动扩容确保系统稳定可用。 1.9 支持教学与学习统计，要求支持学生分析统计，系统自动展示明星学员、学习成绩、课堂活跃度 TOP10。学习成绩包括实训作业、普通作业、分组作业、试卷、总成绩等得分数据，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 2. 学生端功能要求： 2.1 学习路径功能要求：需要设计学习路径模块，涵盖多条人工智能相关的学习路线。 ▲2.2 课程学习功能要求：此模块共有课程搜索、课程介绍、课程学习等功能，用户在此模块寻找课程、查看课程信息、学习各类课程。 课程学习页面包含学生学习所需要的功能，可查看公告或者进行章节选择，选择章节后开始学		

	习，进入教案、笔记、问答、附件模块。其中课程章节种类分为 Markdown、PDF、视频、远程桌面、Jupyter、课程讨论、课程测试等。章节中 Markdown、PDF、视频类型课程直接学习（视频可以倍速播放）。点击”进入 jupyter 环境”，在网页页面中可以直接编写代码和运行代码，代码的运行结果也会直接在代码块下显示。需提供演示视频，并提该功能高清软件功能截图并加盖制造商公章。 2.3 算法训练营功能要求：通过智能化的在线判题服务，平台自动评判学生提交的编程题是否正确，使其学习自主化。 2.4 个人中心功能要求：个人中心包含用户身份相关信息、学习相关信息、修改密码等功能。用户进入个人中心后，有“我的课程”、“我的题库”、“我的证书”、“修改密码”、“个人资料”等按钮。 ▲3. 教师端功能要求： 平台支持八种不同类型的课件形式（视频、Markdown、PDF、课程讨论、课程测验、远程桌面、Jupyter、智能硬件）。 3.1 导航功能要求：有学生学习数据总览。导航栏可分别点击进入“学习路径”、“课程管理”、“题库管理”、“学生管理”、“科学实践”等区域。首页显示课程数量以及表示“参与学习人数”、“刷题数量”、“学习报告”的折线图，和表示“学习时长”的柱形图，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 3.2 课程管理功能要求：按照“分类”、“技术”、“领域”、“难度”对课程进行筛选。编辑课程，在课程信息模块，可编辑课程名称、课程图片、课程标签、难度等级、课程简介。共有七种类型可选。选择完成之后，也可以在 Header 中切换小节内容。所有类型的小节都具有编辑教案功能，直接进行富文本输入即可。类型为 Markdown、PDF、视频、课程讨论、课程测试的小节具有上传附件功能，可进行课程附件的相关操作。【Markdown】类型：输入对应的 Markdown 内容。在输入内容时，可以看到，左边是 Markdown 格式，右边是展示的效果。【PDF】类型：上传对应的 PDF 内容。在上传内容后，可以复制该文件链接。【视频】类型：上传对应的视频内容。在上传内容后，删除以删除该文件链接。【远程桌面】类型：可选择小节的远程桌面配置信息，包括镜像、显存、内存、硬盘。【Jupyter】类型：可选择小节的 Jupyter 配置信息，包括 Jupyter 类型、镜像、显存、内存、硬盘。另外必须上传一个唯一的 Jupyter 文件。【课程讨论】类型：输入对应的 Markdown 内容。在输入内容时，可以看到，左边是 Markdown 格式，右边是展示的效果。【课程测试】类型：可对小节的测试题目进行相关编辑，测验在传授知识的过程中是很关键的，它能让用户立刻回想刚刚学到了什么并应用在某个问题上。测验题主要分为三类：单选题、多选题、填空题。设计答案的时候可以添加备注选项（非必填），同时支持题目的新增、删除、更新，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 3.3 题库管理功能要求：教师可通过此页面添加、删除、修改题目等等。用户可点击题目列表下侧“创建题目”或点击左侧“新建题目”来建立新题目。可以编辑标题、题目描述、输入输出描述、题目的限制条件、题目标签以及选择是否添加案例，也可编辑提示，支持的语言和模板。 3.4 学生管理功能要求：学生管理页面帮助教师对使用本平台的学生进行管理，可以对学生进行多种操作。如批量导入、删除学生、修改查看学生信息等等。 ▲4. 系统端功能要求： 主要提供平台系统数据管理、各个角色人员批量导入管理、服务器资源监控、平台内容运营服务。 4.1 数据概览要求：数据概览为进入系统端默认页面。教师数量、学生数量、实践课程数量、算法题目数以及参加课程总人数以数字形式显现；平台活跃度、刷题人数/数量、在线课程学习时长以及实验课程学习时长以图表形式显现。 4.2 人员管理要求：可对学生、教师、管理员进行筛选、查看修改信息、删除等操作（学生和教师可以通过模板批量导入，管理员无法批量导入）。 4.3 系统监控要求：可以查看在线用户网络信息，可以将该用户删除，清除不良用户。【操作日志】可以查看用户操作，【异常日志】是由服务器筛选出的异常操作，帮助管理员维护系统。同时这些日志都可以删除按钮删除记录【服务监控】可以查看服务器使用状态，同时可以查看一周内 CPU 和内存使用率变化情况，帮助管理员了解信息，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 5. GPU 服务器性能不低于： 5.1、处理器：XEON Gold 6430*2 5.2、内存不少于：64GB R-ECC DDR4 4800MHz*16 5.3、系统盘：1.92T SSD*1 5.4、数据盘：16TB HDD*2 ★5.5、GPU*2 参数：CUDA 核心不小于 10752 个，显存容量 不小于 80GB，显存位宽不小于 5120bit，内存带宽不小于 1935GB/s，接口类型 PCI Express 4.0，最大功耗 300W 5.6、支持外接扩展盘柜
--	--

	6. CPU 服务器性能不低于： 6.1、处理器：2×Intel Xeon Gold 6330 或同级别 6.2、内存：4×32GB DDR4 （共计 128GB 内存） 6.3、硬盘：2×480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 6.4、硬盘：2×1TB SSD 6.5、阵列：1×MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 6.6、网口：2× 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 6.7、支持外接扩展盘柜 7. 存储服务器性能不低于： 7.1、处理器：2×Intel Xeon Gold 5220 或同级别 7.2、内存：4×32GB DDR4（共计 128GB 内存） 7.3、硬盘：2×480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 7.4、硬盘：2×1TB SSD 7.5、硬盘：2×10TB HDD 7.6、阵列：1×MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 7.7、网口： × 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 7.8、支持外接扩展盘柜 8. 平台服务器性能不低于： 8.1、处理器：2×Intel Xeon Silver 4214 或同级别 8.2、内存：4×32GB DDR4 （共计 128GB 内存） 8.3、硬盘：2×480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 8.5、硬盘：2×2TB SSD 8.6、阵列：1×MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 8.7、网口：2× 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 9. 交换机： 1×万兆网络交换机 9.1 内存≥4GB 9.2、端口≥24 个 10GE SFP+接口+6 个 40GE/100GE QSFP28 接口+1 个 Console 接口 9.3 额定输入电压：交流输入：100V AC~240V AC； 50/60Hz 高压直流输入：240V DC 直流输入：-48V DC~-60V DC 10. 服务器机架： 10.1、尺寸不小于 600*600*1800 10.2、容量不小于 42U 10.3、 ≥8 位 16A pdu 插排*2，固定板≥3 块 11. 基于 ARM 与 AI 双控应用开发实验箱*10： ▲ 11.1、总体要求：系统采用性能不低于 NVIDIA@Jetson nanoB01 作为 AI 计算终端，ORBEC@Astra 系列深度相机。AI 计算机终端以 ubuntu 为操作系统，并在其上运行 ROS 系统，该 ROS 系统可挂接机器人建模软件来仿真设计各类机器人，也可挂接仿真软件来验证相关识别算法或控制算法从而较为直观地看到机器人模拟的运行状态。ROS 可与 OPENCV、TensorFlow 等视频图像识别软件进行数据交互。可支持多种 ARM 处理器的开发，如 S3C2410、DM355、OMP3530、S5P6818、S5P4418 等等；在实验板上有外围扩展资源（拨动开关与 LED 显示、CH451 键盘、16X16 LED 汉字点阵、通信模块以及电机控制模块等），可完成基于各种 CPU 的基础实验、传感器实验、以太网实验等，需提供设备高清照片并加盖制造商公章。 11.2、系统底板硬件资源：AICPU 接口单元，深度相机单元，TECHV 系列 ARM 板接口单元，蜂鸣器驱动单元，光电耦合器与继电器单元，单脉冲产生单元，元语音接口单元，单总线（DS18B20 数字温度传感器）单元，数字输入输出（8 个拨动开关及 8 个 LED 发光管）单元，电机（直流电机与步进电机）控制单元， 键盘显示（芯片 CH451，4×4 键盘，带 8 位 LED 数码管）单元，TFT 真彩液晶（TFTLCD 彩色液晶屏，800X480 分辨率）显示单元，16X16 LED 点阵显示单元，RS232 、RS485 总线通信接口单元，CAN 总线多机通信接口单元，EEPROM 单元，串并并串转换单元，0-5V 可调输入电压单元，2.5V 可调参考电压单元。需提供设备高清照片并加盖制造商公章。 11.3、AIMCU 单元：采用性能不低于四核 ARM Coretex-A57 处理器，采用 128 核 Maxwell 架构的 GPU，CPU: ARM Coretex-A57 64-bit ，主频 1.43Ghz；4 核，GPU: 128-core Maxwell @921Mhz；内存：4 GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s；存储：可扩展 microSD 卡，要求最小 16GB UHS-1(超高速接口，带宽能达到至少 104Mb/s 视频编码: H.264/H.265(4Kp30)视频解码: H.264/H.265(4Kp60, 2*4Kp30)摄像输入接口: MIPI CSI 摄像输出接口: 2 个 HDMI 2.0, Edp1.4 网络接口: Gigabit Ethernet/M.2 Key EUSB: 4 个 USB 3.0, USB 2.0 Micro-B GPIO 引脚: 40, 额定功率: 5w/10w, 供电: 5V。 11.4、深度视觉相机：
--	--

	深度范围：0.6-8m。 功耗：≤2.5W，峰值电流小于 500ma。 彩色图分辨率：1280x720@30FPS； 640x480@30FPS； 320x240@30FPS； 深度图分辨率：1280x1024@7FPS； 640x480@30FPS； 320x240@30FPS； 160x120@30FPS； 精度：距离物体 1m 时，±1-3mm 以上。 ★11.5、支持实验项目 提供机器学习课程资源、自然语言处理课程资源，同时支持基于 AI CPU、GPU 系统深度学习算法的如下实验项目： 实验 01 构造线性回归模型 实验 02 逻辑回归框架 实验 03 迭代完成逻辑回归模块 实验 04 神经网络模型架构 实验 05 训练神经网络 实验 06 卷积神经网络模型架构 实验 07 RNN 网络模型 实验 08 循环神经网络 LSTM 实验 09 双向循环神经网络 实验 10 动态循环神经网络 实验 11 对抗生成网络 实验 12 目标识别 实验 13 自编码器 基于 AI CPU 系统应用实验 实验 01 GoogleNet 物体识别 实验 02 FaceNet120 人脸检测 实验 03 神经网络 Lenet 模型 实验 04 手语识别 实验 05 色块跟踪 实验 06 视觉建图 实验 07 文字转语音实验 实验 08 语音转文字实验				
仪器设备的管理与使用	仪器管理使用的技术力量及落实情况（姓名、职称，专管或兼管及能否操作该仪器）				
	姓名	学历	职称	专管或兼管	能否操作
	****	博士研究生	副教授	兼管	能
使用效率分析（小时/年）	不小于 2000 小时/年				
仪器设备的配套设施	安装地点、用房面积、水电安全等相关配套设施的落实情况（新增的须经后勤管理处作出意见）。				

备注	
----	--

3、海南师范大学国有资产配置计划表

申请单位（公章）：

联系人及电话：13976012073

资金单位：万元

项目名称：物电教学实验平台

使用单位领导签字：

序号	设备名称	子系统/子设备	参考规格和配置技术参数	是否原装进口	数量	单位	单价	总价	使用地点及使用单位	是否专门面向中小企业	备注
		可编程控制实验装置	主要技术参数：（带“▲”的为必须满足的技术参数） 1、整机容量小于等于 2KVA 2、整机长宽高尺寸分别小于等于 165×75×160cm ▲3、主要设备配置： （1）配置P L C（可编程控制器）主机模块，集成P R O F I N E T 接口，工作存储器≥150K B，装载存储器≥4 M B，保持性存储器≥14 K B，本体集成≥14 路 DI，≥10 路 DO（继电器输出），本体集成2 路 AI（2）配置功率不小于 0.5KW 的单相变频器（3）配置 7 寸工业控制触摸屏，主频频率≥4 核 1GHz，内存≥256M，存储≥4G，带以太网通讯口，配有通信下载编程电缆，触摸组态软件。 ▲4、支持可编程逻辑控制器实验项目：实验项目包括但不限于：四节传送带控制、十字路口交通灯控制(声效、自动 / 手动)、天塔之光控制(闪烁、发射、流水型)、机械手控制控制、音乐喷泉控制、装配流水线控制、轧钢机控制、多种液体混合装置控制、LED 数码显示控制、舞台灯光电路控制、水塔水位控制(自动 / 手动，自诊断)、邮件分拣机控制 、四层电梯控制、加工中心的模拟控制实验、接触器控制的三相异步电动机点动控制实验、自锁控制实验、正反转实验、星三角换接启动实验、可编程控制的三相异步电动机点动控制实验、自锁控制实验、正反转实验、星三角换接启动实验。	否	10	台			物电学院 PLC 实验室	小型企业	

1	现代电气控制实验系统	5、配备台式电脑：CPU 不小于 I7-12700;内存不小于 16G;硬盘不小于 1T+256SSD，显示器不小于 23.8 寸。 ▲6、提供 PLC 虚拟现实仿真系统软件 （1）系统要求： 1）采用可编程控制系统连接虚拟现实控制对象，进行编程控制实验。 2）采用软件虚拟控制端自身的虚拟 可编程控制进行编程控制实验； 3）使用其他虚拟可编程控制软件，进行编程控制； （2）实验项目要求 要求软件界面的实物对象与设备配套的实物对象完全一致，完成实验 1）材料分拣实训系统；2）立体仓库实训系统；3）机械手实训系统； 4）门禁控制实训系统；5）小车运动实训系统；6）四层电梯实训系统； 7）十字路口交通灯实训系统。 要求投标文件提供软件界面介绍、软件操作流程说明。 7、其他： 中标商负责设备的运输、装卸、安装、调试，实验室的布线由中标方承担。				62.7	62.7			
		电路分析实验装置 主要技术参数：（带“▲”的为必须满足的技术参数） 1、实验电路采用标准尺寸的模块化设计，便于更换和维修。 结构上：要求采用双层铝合金结构设计，框架上可任意拆卸交流电源模块、直流电源、信号源、交直流测量仪表、实验模块等。 ▲2、实验装置电源要求： 1）实验装置要求采用三相 380V 交流供电；2）要求提供三相 0-430V 连续可调的交流电源一组，同时可以得到 0-250V 单相交流可调电源，具有电子线路和保险丝双重保护功能，带发光二极管缺相指示（要求提供该组件实物图片）；3）要求提供 0-30V 双路连续可调电压源，带三位半数字显示；4）要求提供 0-200mA 连续可调电流源，带三位半数字显示，要求提供±5V/0.5A，±12V/0.5A 稳压电源。 ▲3、实验仪表要求： 1）交流仪表：提供多功能测量仪表 3 只，采用高性能微机芯设计，可分别显示电压、电流、功率和功率因素等电量，仪表均采用四位半数字显示，具有超量程报警功能；2）直流仪表：直流数字电压表（1 只）：量程 200mV、2V、20V、200V、750V 五档切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，四位半数字显示。直流数字电流表（1 只）： 2mA、20mA、200mA、3A 四档量程切换，切换方式可手动和自动，超量程告警保护，四位半数字显示。 ▲4、功能要求：	否	10	台			物电学院电工实验室	小型企业	

			10. 要求波形更新率≥110,000wfms/s。 11.峰值侦测：2ns (典型值)。 12. 具有一键规零功能（垂直电压调整，水平时基调整，触发准位）。 13. FFT 超高分辨率，1M 点可精确进行频域分析。 14. 数学运算：+，-，×，÷，FFT，FFTrms，用户自定义 FFT: 1MPTS 点分辨率.FFT 垂直刻度提供 Linear RMS 或 dBV RMS.FFT 窗函数提供 Rectangular, Hamming, Hanning, 以及 Blackman-Harris。6 位计数器，范围由 2Hz 至额定带宽 15. 有交替触发功能，能同时显示 2 路以上的信号。 16. 具有 USB 接口，可和电脑连接通讯，支持电脑连接操作。 ▲17. 触发功能，除了边沿触发外，还包括自动 (低于 100 ms/div 支持慢扫滚动模式)，一般，单次边沿，脉波宽度，视频，Pulse Runt, 上升&下降沿，交替，事件延迟(可选择 1~65535 事件),时间延迟(可选择 4ns~10s 时间)，总线。耦合选项:AC,DC,LF rej. ,HF rej. ,Noise rej. 18. 双显示视窗放大功能，同时显示主要波形和放大波形两部分内容。 19.先进的 APP 功能，如数字电压表、GO/NOGO 功能，数字滤波器等，提供生产厂家盖章针对本项目的数字示波器中 APP 的数字电压表功能截图,数字滤波器功能截图,数据记录器功能截图、GO/NOGO 功能截图。 20. 满足分段记忆体功能升级、满足波形搜索功能升级。 ▲21.内部可设置存储≥20 组，波形存储≥24 组，可另存到 U 盘。								
		毫伏表	主要技术参数：（带“▲”的加重扣分项） ▲1、频率范围：5Hz~3MHz，电压 50μV~400V 的正弦波有效值电压，最大不损坏输入电压 350Vrms； 2、最大电压分辨率：0.0001mV； ▲3、量程：3mV, 30mV, 300mV, 3V, 30V, 300V；具有量程自动/手动转换功能，有相应的指示标志； 4、能以 dBv、dBm、dB、Vpp、Watt、null 等多种单位显示测量结果； ▲5、数学功能：dBV 范围：-86~52dBV；VPP 范围：141μVPP~1131VPP；dBm 范围：-73~65.05dBm (50Ω), 范围:-84~54.26dBm (600Ω)；W 范围:0.05nW~3200W(50Ω),范围 0.00417nW~267W (600Ω)。	否	50	台			旧图 502,物电学院模拟电路实验室		
		绝缘电阻测试仪	▲1、不低于 1000V 绝缘测试 ▲2、精度不低于±(0.09%+2) 3、防护等级不小于 IP40 4、工作温度-20°·C 到+55°C 5、尺寸不小于 203mm*100mm*50mm	否	1	台			物 206,物电学院空间信		

					息技术 联合实 验室 (竞赛 综合实 训室)		
便携式示波表	▲1、带宽不低于 200M 2、通道数不小于 2 通道 ▲3、实时采样率不小于 2.5GS/s 4、不小于 2 个 BNC 输入和 1 个 DMM 输入 5、满足实时查看、记录波形，异常捕捉	否	1	台	物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 (竞赛 综合实 训室)		
功率分析仪	▲1、不低于 4 电压模块、4 电流模块、1 转速和扭矩模块 ▲2、采样率不低于 200ksps 3、不大于尺寸 (H*W* L) 298mm x 215mm x 96mm 4、显示屏不小于 5.7 寸 TFT LCD, 640x480 5、电池不低于 BP 291, 10.8V/5000mAh, 54Wh IEC 62133, UN38.3 6、工作时间不低于 6 小时 ▲7、电气安全不低于 IEC 61010-1、污染等级 2 IEC 61010 -2-032: CAT IV 600V, CAT III 1000V 电磁兼容性 (EMC) IEC 61326-1: 工业环境 IEC 61326-2 -2 8、存储容量不低于 32GB ▲9、至少满足如下测量参数 电压电流有效值、直流成分、交流成分、整流平均值、峰值、峰峰值、波峰因数、波形系数、基波成分、基波含量、谐波失真、谐波含量、谐波因数有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、相移、效率、阻抗、电能、电量、频率、电机转	否	1	台	物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 (竞赛 综合实 训室)		

		速、扭矩、机械功率、机械能、 功能、求和功能等							
	电池内阻测试仪	▲1、量程 1000V 时：分辨率不高于 1V 精度不低于 0.09% + 5 ▲2、量程 400A 时：精度不低于 3.5% + 2 ▲3、量程温度 0-60° C 时：精度不低于 2°C (4 °F) ▲4、针对电池组可进行自动测量及数据存储（同步测量电压、电阻和温度） 5、适用于在测量时下载数据和远程显示。通过电子邮件发送测量数据	否	1	台			物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 （竞赛 综合实 训室）	
	万用表	▲1、直流电压量程不少于 50.000 mV、500.00 mV、5.0000 V、50.000 V、500.00 V、1000.0 V；精度不低于 0.025%； ▲2、交流电压量程不少于 50.000 mV、500.00 mV、5.0000 V、50.000 V、500.00 V、1000.0 V；精度不低于 0.4%（真有效值）； 3、直流电流压量程不少于 500.00 μA、5000.0 μA、50.000 mA、400.00 mA、5.0000 A、10.000 A；精度不低于 0.05%； 4、交流电流压量程不少于 500.00 μA、5000.0 μA、50.000 mA、400.00 mA、5.0000 A、10.000 A；精度不低于 0.6%（真有效值）； ▲5、电阻量程不少于 500.00 Ω、5.0000 kΩ、50.000 kΩ、500.00 kΩ、5.0000 MΩ、50.00 MΩ、500.0 MΩ；精度不低于 0.06%；	否	5	台			物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 （竞赛 综合实 训室）	
	高频示波器	▲1、通道数量及带宽：大于等于 4 通道加外触发通道，上升时间小于 535ps；通道带宽大于等于 650MHz。 ▲2、采样率和记录长度：单通道和两通道实时采样率≥5GSa/s；全通道实时采样率≥2.5GSa/s。 3、记录长度：每一通道提供的独立记录长度≥200Mpts。 4、波形更新率：≥200,000wfms/s。 ▲5、显示屏：≥10.2 英寸的 TFT 液晶屏幕。	否	3	台			2 台： 物 213,物 电学院 天行众 创空间	

2	电子实训测试平台	6、输入阻抗：内置 50Ω/1MΩ两种输入阻抗。 7、分段存储$\geq$490,000，及波形搜索功能。 ▲8、具备自动测量功能。包括 Pk-Pk、Max、Min、Amplitude、High、Low、Mean、Cycle Mean、RMS、Cycle RMS、Area、Cycle Area、ROVShoot、FOVShoot、RPRESshoot、FPRESshoot、Frequency、Period、RiseTime、FallTime、+Width、-Width、Duty Cycle、+Pulses、-Pulses、+Edges、-Edges、%Flicker、Flicker Idx、FRR、FRF、FFR、FFF、LRR、LRF、LFR、LFF 和 Phase 自动测量。 9、垂直档位不低于：1mV~10V/div（1MΩ）。 10、满足用户自定义键功能。 11、具有电源分析测量功能。包括电源品质、谐波、浪涌电流、纹波/噪声、瞬态响应分析、开/关分析、效率、Bode 和电源抑制比、调制、开关损耗、SOA 和磁性分析功能。 12、串行总线触发及解码功能。包括 I2C/SPI/UART/CAN/LIN。 13、双通道任意波形发生器，不低于 25MHz 波形输出频率；14bit 垂直分辨率；200Msa/s 采样率；输出波形包括正弦波、方波、脉冲波、斜波、DC、噪声、Sinc、高斯、洛伦兹、指数上升、指数下降、半数、心电图；输出幅度范围涵盖 20mVp-p~5Vp-p。 14、具备双通道频谱分析仪功能（DC-2.5GHz）并包含光谱图功能。不低于 1Hz~2.5MHz 分辨率带宽。 15、频率响应分析功能。不小于 20Hz-25MHz 频率范围。 16、水平时基不低于：1ns/div~1000s/div(1-2-5 步进)；滚动模式（ROLL）：100ms/div~1000s/div。 17、信号获取方式：采样、平均、峰值侦测、高分辨率。 18、X-Y 模式，可以在屏幕上同时显示所输入的时域信号以及 X-Y 波形。游标可以测试时域波形或任意定义在 X-Y 信号的相关测试位置。 19、内置 APP 功能。包括数字电压表、判定功能（Go/NoGo），数字滤波器、数据记录器、频率响应分析、模板测试、远程侧畔、Demo。需提供制造商示波器内置 APP 的数字电压表功能截图，数字滤波器功能截图，数据记录器功能截图、Go/NoGo 功能截图、频率响应分析功能截图。 20、机身自带电流探头电源输出端口。 21、最高输入电压不低于：300V rms，CATII（1MΩ）。 22、波形数学运算：加、减、乘、除、FFT，FFTrms。 23、配备 USB 接口，LAN 接口、RS232 接口。 24、可通过 web 服务器进行电脑远程控制。				128.91	128.91	实验室 1 台： 物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 （竞赛 综合实 训室）
---	----------	--	--	--	--	--------	--------	---

		竞赛 高端 仪器	1、 主体部分 ▲下部分桌体需提供 GB24820-2009 （实验室家具通用技术条件）通过的测试报告 1.1、样式要求： ▲1.1.1、需设计成单层二工位样式，底层为实验台面（需提供整体 3D 效果图、尺寸规格图） 1.1.2、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； 1.1.3、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）； 1.1.4、底部需设有可调节高度支撑脚； 1.2、电气性能要求： 1.2.1、输入电源：单相三线，交流 220V±10%，50HZ； 1.2.2、容量：≤2.2KVA； 1.3、尺寸规格要求： 1.3.1、整体外形尺寸：不小于 1600×800（具体根据仪器尺寸调整）； 1.3.2、台面距离地面高度：约 760±5mm； 1.4、材质要求： 1.4.1、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 1.4.2、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 1.4.3、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； 1.4.4、顶部拉杆：截面尺寸不小于 40*40mm 冷轧电镀锌方钢管，表面喷塑处理；固定于顶部 2 只铝压铸连接件上，用以支撑顶部隔板； 1.4.5、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； ▲1.4.6、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（甲醛释放量需提供产品质量监督部门出具的检验报告扫描件或复印件） 1.4.7、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，此防滚条主体需由铝合金型材制成，同时和桌面牢牢固定在一起，外层包裹黑色塑料能保护桌面长时间使用而不引起边缘的破损 并且对于学生做实验时保护零件滑落桌面	否	4	台				物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 （竞赛 综合实 训室）		
--	--	----------------	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--

		直流、表达式、任意波形； 2.2.2、输出频率范围：正弦波：≥1μHz~120MHz，方波：≥1μHz~50MHz； 2.2.3、任意波：≥1μHz~15MHz； 2.2.4、斜波：≥1μHz-3MHz； 2.2.5、采用先进的 DDS 技术、双通道等性能独立输出； 2.2.6、内置 16 次谐波发生器 2.2.7、内置 7 位高精度、宽频带频率计、频率范围：100mHz~200MHz； 2.2.8、输出幅值(高阻)：≥2mVpp~20Vpp 之间连续可调；输出幅值误差在±1%左右； 2.2.9、垂直分辨率：≥16bit，最高采样率：≥1.25GS/s； 2.2.10、双通道同时逐点独立输出最大任意波长度：≥32Mpts； 2.2.11、模拟数字调制类型：AM、FM、PM、ASK、FSK、PSK、BPSK、QPSK、OSK、DSB-AM、PWM、SUM、QAM； 2.2.12、具有独特的表达式编辑输出功能； 2.2.13、具有通道叠加、通道复制功能； 2.2.14、显示：≥4.3 英寸 WVGA（480×272）TFT 触摸液晶屏，同时显示两路频率、幅值等信息； 2.2.15、USB Device、USB Host、LAN 接口，支持 U 盘存储及系统升级； ▲2.2.16、支持智能实验系统综合测试平台，和人工智能教学与竞赛训练系统，提供视频演示该功能。 2.3 、可编程线性直流电源 2.3.1、≥4.3 英寸 TFT LCD 2.3.2、四通道独立输出不低于：CH1/CH2: 0~30V/5A， CH3: 0~6V/3A(1.8V/2.5V/3.3V/5V)， CH4: 5V/2A（USB） 2.3.3、最大功率 348W 输出 2.3.4、五位电压/四位电流高精度显示，分辨率：1mV/1mA 2.3.5、具有超低的输出纹波和噪声<350μVrms/2mVpp CH1/CH2/CH3 独立输出开关 2.3.6、多重保护：过压/过流/过温保护 2.3.7、波形显示、定时器、延时器功能 2.3.8、一键返回 Home 主菜单 2.3.9、标配：USB Host、USB Device、LAN、RS-232、Digital I/O 等多个接口							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		★3.2.1、传感器性能：≥IMX385；有效像素：≥800 万；解析度：≥1920*1080@60FPS； 3.2.2、主频速度≥1GHZ；输出接口：HDMI+USB；自动对焦；测量精度 0.001mm；光学倍率：0.75-5X 连续变倍；内核结构：CORTEX-A9；放大倍数 7-230 倍可调； 3.2.3、3D 模块；基本功能：拍照、录像、测量；画质调整：曝光、色温、白平衡；相机功能：镜像、画面冻结、翻转、宽动态、放大、缩小；网格线：颜色粗细可调可移动；分辨率：≥1920*1080；标准配件：DC-12V/1A 电源，鼠标，可调节 LED 环形光源。 ▲3.3、软件 需提供云上实验过程管理系统软件著作权证书和测试报告复印件并加盖制造公章。 支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行。满足 7*24 小时工作的在线硬件远程实验系统，可连接入校园网、局域网、因特网内使用。学生任何时间都可以通过登录网络做实验，可以预约分时段使用。硬件通过自动接线装置与服务器连接。所有测量信号来自真实的硬件。 可接收 RTP/RTCP 标准协议的接线指令表，完成 120 个输入信号至 120 个输出信号之间的任选自动连接。 3.3.1、可接收 RTP/RTCP 标准协议的变阻、变容指令表，自动输出两组可变电阻和一组可变电容。 3.3.2、接线练习管理 支持添加、编辑、删除实验设备并上传实验设备高清图片，支持按实验设备名称检索； 在实验设备高清图片上添加接线端子坐标并命名，接线端子标点大小可设置（3px-18px），标记好的接线端子可以再次编辑名称、坐标、大小等参数，支持一键修改所有接线端子大小及清空所有接线端子标记等功能。 3.3.3、实验接线管理 支持添加、编辑、删除实验项目名称并关联已经完成接线端子标记的实验设备，可以按实验名称或实验设备检索； 设置实验项目参考接线，支持添加、编辑、删除及批量导入实验接线，并可按添加或导入的接线查看图片预览，支持按接线端子名称检索。 设置好参考接线的实验项目可选择发布或取消发布，发布后的实验项目接线参考可在实验步骤设置里调用。							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		3.3.4、辅助设备管理 物联网电源控制器在实验过程中按设定的条件打开或关闭实验设备电源。 3.3.5、接线规则管理 可以为接线端子设置排斥性、替代性等接线规则。 3.3.6、教学数据管理 3.3.7、排课管理 支持一键排课及按课表导入上课数据，生成实验项目课表，排好的课可以按需求调课或停课，可查看上课的学生名单。 3.3.8、开放管理：支持多次开放，设置实验项目的开放时间段（设置例外、设置特例、），可预约学生范围、可使用实验工位、同一学生是否可重复预约参数、学生是否需要预习及预习考试。 3.3.9、预约管理： 可对已开放预约的实验进行检索预约，可进行实时预约和提前预约。预约可选择日期及工位号。在预约界面可查看实验相关资料和实验指导书，可对设备进行故障报修。可通过“我的预约”查看已经约的课程并进行实验。显示本人需要完成的实验项目及学习完成情况、列出实验可预约的所有实验工位，显示可预约时段及预约提交（预约可以按时间筛选和按工位筛选）。可以查看本人预约信息。 3.3.10、课表查询 3.3.11、课堂管理 针对教师角色，以列表形式展示课表，实现搜索课表功能，可以为实验项目绑定预习资料、绑定预习题和课堂打分以及学生接线练习情况、记录的实验结果。 3.3.12、报告管理 3.3.13、成绩管理 3.3.14、统计管理 可对工位开放总时间、预约总时间进行统计；可对实验开放人数、预约人数进行统计；可对课程开放次数、开放人数、预约人数进行统计；可对取消/爽约人员姓名、编号、预约次数、取消次数、爽约次数进行统计。分别对工位使用、实验完成、课程完成、取消预约进行统计。								
	AI 全开源无人机	1.一键起飞、一键降落，遥控飞行。 2.自稳模式，定高模式，定点模式，指导模式 3.支持光流定点、光流路径规划 4.支持计算机视觉 5.无人机建图，保存地图，加载地图，实时建图导航	否	30	套			旧图书馆2楼、物206,物		

		6.视觉惯性导航定速巡航，视觉惯性导航航线规划 7.无人机自主路径规划 8.无人机自主避障 9.轴距：≥380mm，机身结构：80%碳纤，10%玻纤，10%其他，电机型号：2212 KV980 ，电调型号：3-4S 20A，螺旋桨型号：9450 桨叶 ★10.稳定的 3 路 5V、3A 输出，2 路 12V 稳压，具备测电流，测电压功能，飞控具备测压功能，低电量报警。具备低电量报警蜂鸣器，具有无人机 RGB 灯指示低电量功能，通过 esp32 模块，实时显示飞控信息。 ★11.基于国产实时操作系统的飞行控制系统，支持 M3、M4、H7 芯片，飞控系统支持基于模型设计，飞控系统支持基于 MATLAB & Simulink 算法生产的代码，支持 mavlink。激光测量量程：0.025-4m，测量盲区：2cm，视场角：水平/垂直：5 度/4 度，视场角：水平/垂直 30 度，帧率：50HZ，最高测量速度：7m/s，提供详细照片证明材料并加盖制造商公章。 12.机载主机：性能 70TOPS。接口：3 个 usb3.0 type c 接口，2 个 usb2.0 接口，1 个 MicroHDMI 接口，2 个 M.2 接口，2 个串口，2 个 csi 22pin 接口。具有实时图传功能，无人机的视觉系统摄像头模组的像素数为 200 万像素。 ▲13.飞行控制器 STM32H743，包含两个陀螺仪 ICM-20602，BMI088，地磁计 IST8310，气压计 SPL06，MS5611，Mavlink UART 串口：1，GPS UART 串口：2，其他 UART 串口：3，遥控器信号输入协议：PPM/SBUS，I2C：3，CAN 标准总线：2，ADC 输入：6.6V x1 和 3.3V x1，PWM 输出：标准 13 PWM IO，提供高清彩色图片证明材料复印件加盖制造商公章。 14. 深度立体相机：深度视野(FOV-水平 x 垂直 x 对角线)：85.2° x58° x94° (±3)；深度图像输出分辨率：≥1280 x 720；深度图像帧率：90 fps；RGB 图像输出分辨率和帧率：1920 x 1080@30fps；RGB 图像视野(FOV-水平 x 垂直 x 对角线)：69.4° x42.5° x77° (±3°)； 15.地面站软件功能：可以实时显示无人机的姿态，包括高度，俯仰，翻滚，航向，磁力计数据，气压计数据，高度数据，电池电量等。可以实时显示遥控器各通道的值。可以实时通过曲线显示无人机的姿态。可以扩展显示其它内容。 其中包含 10 台多合一智能体无人机满足全部以下参数： 1.无人机定位功能：至少能实现基于 GPU 加速的视觉惯性完全自主室					电学院 空间信息 技术联合 实验室 (竞赛综 合实训室)
--	--	--	--	--	--	--	---

		内、室外定高定点飞行，航点飞行，自主避障，自主路径规划。一键起飞、一键降落，遥控飞行。自稳模式，定高模式，定点模式，指导模式，支持光流定点，支持计算机视觉，无人机建图，保存地图，加载地图，实时建图导航。 ▲2.激光雷达惯性导航定速巡航，视觉惯性导航航线规划，无人机自主路径规划，无人机自主避障，提供高清彩色图片证明材料复印件加盖制造商公章。 3.提供面向视觉里程计开发的完整软件环境配置。至少支持 3D 立体视觉;基于立体相机，支持使用点云库，可获取深度图像传感器的数据在 ROS 中使用。 4.ORB_SLAM 实践：至少集成整套 ORB_SLAM 系统，至少支持视觉里程计、回环检测，至少包含单目、双目、RGBD 相机、红外相机的接口，并提供相应硬件以及依赖库环境支持。 5.机器学习实践：无人机至少适配 MediaPipe、Yolo 等开源机器学习框架，可实现人体姿态识别、目标检测和二维码识别等功能，提供对应机器学习框架的开发应用案例。 6.提供 SLAM 算法结果可视化，至少支持 rviz 与 ROS 可无缝连接进行运动控制、自主导航仿真。 7.Python 编程：基于 ROS 系统提供不少于 10 个机器人相关 Python 编程应用案例，包括对 ROS 部分功能的调用以及对机器人的控制，在学习机器人的同时，提升 Python 编程能力。 8.图像处理：至少提供基于 OpenCV 实现颜色识别、手势识别、人脸识别。 9.实时图传：无人机支持基于组网模组，可实现第一视角视频实时拉流，提供视频流接口，便于后续项目开发获取实时图像、视频数据。 10.至少支持 jetson-inference 资源库实现实时视觉识别。 11.轴距：380mm，机身结构：80%碳纤，10%玻纤，10%其他，电机型号：2212 KV980 ，电调型号：3-4S 20A，螺旋桨型号：9450 桨叶。 12.稳定的 3 路 5V、3A 输出，2 路 12V 稳压，具备测电流，测电压功能，飞控具备测压功能，低电量报警。 13.具备低电量报警蜂鸣器，具有无人机信息指示功能，通过 esp32 模块，实时显示飞控信息。 14.机载主机：性能不低于 100TOPS。接口至少包含：3 个 usb3.0 type c 接口，2 个 usb2.0 接口，1 个 MicroHDMI 接口，2 个 M.2 接口，2 个串口，2 个 csi 22pin 接口。 15.飞行控制器 STM32H743，包含两个陀螺仪 ICM-20602，BMI088，						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

3	人工智能竞赛实训系统	地磁计 IST8310, 气压计 SPL06, MS5611, Mavlink UART 串口: 1, GPS UART 串口: 2, 其他 UART 串口: 3, 遥控器信号输入协议: PPM/SBUS, I2C: 3, CAN 标准总线: 2, ADC 输入: 6.6V x1 和 3.3V x1, PWM 输出: 标准 13 PWM IO。 16.基于国产实时操作系统的飞行控制系统, 支持多种飞行模式: 自稳模式、定高模式、定点模式、指导模式。 17.无人机摄像头模块通过 4pin 的 usb 接口连接到智能数据处理平台, 摄像头、激光模块、光流模块通过减震模块和无人机机体连接。 18.量程不低于 0.025-4m, 测量盲区不大于 2cm, 视场角不低于水平/垂直: 30 度, 帧率不低于 50hz, 最高测量速度不低于 7m/s, 使用环境室内、室外均支持。 ▲19.深度立体相机:深度视野(FOV-水平 x 垂直 x 对角线)不低于 85.2° x58° x94° (±3); 深度图像输出分辨率不低于 1280 x 720; 深度图像帧率不低于 90 fps; RGB 图像输出分辨率和帧率不低于 1920 x 1080@30fps; RGB 图像视野(FOV-水平 x 垂直 x 对角线) 不低于 69.4° x42.5° x77° (±3°) , 提供高清彩色图片证明材料复印件加盖制造商公章。 ▲20.激光波长: 905 nm, 人眼安全级别¹: Class 1 (IEC60825-1:2014) 人眼安全, 量程 (@ 100 klx): 40 m @ 10% 反射率, 70 m @ 80% 反射率, 近处盲区: 0.1 m, FOV: 水平 360°, 竖直 -7° ~52°, 测距随机误差³ (1σ): ≤ 2 cm⁴ (@ 10m), ≤ 3 cm⁵ (@ 0.2m), 角度随机误差 (1σ): < 0.15°, 点云输出: 200,000 点/秒 (可配置第一回波), 点云帧率: 10 Hz (典型值), 数据网口: 100 BASE-TX 以太网, 数据同步方式: IEEE 1588-2008 (PTPv2), GPS, 抗串扰功能: 有, 虚警率 (@ 100 klx) ⁶: < 0.01%, IMU: 内置 IMU 型号: ICM40609, 功率: 6.5 W, 重量: 265 g, 提供高清彩色图片证明材料复印件加盖制造商公章。 21.地面站软件功能: 可以实时显示无人机的姿态, 包括高度, 俯仰, 翻滚, 航向, 磁力计数据, 气压计数据, 高度数据, 电池电量等。可以实时显示遥控器各通道的值。可以实时通过曲线显示无人机的姿态。可以扩展显示其它内容。 ▲22.无人机机架具有外观设计自主证书, 飞行器实验系统嵌入式软件系统和飞行器系统参数解析显示系统软件著作权, 提供加盖制造商公章的证书复印件。					273.6	273.6			
		1.车体不低于 320mm*240mm*300mm, 铝合金支撑结构, 方便各种外设拓展。独立悬挂麦克纳姆轮式驾驶底盘, 提供车轮状态监控, 自适应									

		算法训练智能车	悬挂支持全地形越野。 2.控制主控性能不低于 Cortex-M4 处理器，提供 12V 锂电池供电，不低于 5000mAh。 内置低功耗 Wi-Fi，支持 AP 和 STA 模式，支持运维人员对设备远程进行无线传感网和 Wi-Fi 参数配置、无线固件升级、数据调试和 AT 命令操作。提供驱控板硬件原理图、源代码、实验课程，提供 ARM 仿真器及配线。 3.提供 4 路不低于 1:90 减速直流电机，支持霍尔感应测速，精确控制车辆的每个动作细节。 4.提供惯性导航单元(IMU)集成有 3 轴陀螺仪、3 轴加速度计和 3 轴磁力计，提供车体方向和角速度精准测量。 ▲5.提供车联网模块箱：支持车载联网功能，包含继电器节点模块；温湿度采集节点模块；；二氧化碳节点模块；光照度采集节点模块；红外报警节点模块；红外测温节点模块；六轴运动节点模块；气压计节点模块；振动传感器节点模块；煤气报警节点模块；超声波测距节点模块；RGB 彩灯控制节点模块；RGB 传感器节点模块；GPS 节点模块；GSM 节点模块；WIFI 节点模块；霍尔传感器节点模块；蓝牙 BLE 节点模块；火焰节点模块；光栅节点模块；触摸节点模块；数码管节点模块；18B20 节点模块；MF51 热敏电阻节点模块；热电偶节点模块；LM75A 测温节点模块；光电池节点模块；光敏电阻节点模块；九轴节点模块；干簧管节点模块；磁角度节点模块，提供高清彩色图片证明材料复印件加盖制造商公章。 ★6.边缘计算网关主控 ARM Coretex-A57 64-bit 以上，主频≥1.43Ghz；4 核，GPU：≥128-core Maxwell @921Mhz；内存：≥4 GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s；存储：可扩展 microSD 卡，要求最小 16GB UHS-1(超高速接口，带宽能达到至少 104Mb/s)；视频编码：H.264/H.265(4Kp30)；视频解码：H.264/H.265(4Kp60，2**4Kp30)；摄像输入接口：MIPI CSI；摄像输出接口：2 个 HDMI 2.0，Edp1.4；网络接口：Gigabit Ethernet/M.2 Key E；USB：4 个 USB 3.0，USB 2.0 Micro-B；≥7 寸液晶屏； ★7.无线单元：4G LTE 模块、2.4G&5G 双频 Wi-Fi、BLE4.0、GPS&BDS、LoRa&LoRaWAN、ZigBee。 8.主机内置 ROS 操作系统，提供 SLAM 导航、机器人&机械臂路径规划、车臂视觉应用等教学资源。 ▲9.边缘网关软件内置 Python、OpenCV、TensorFlow、Keras、PyTorch、NCNN、PaddleLite 等人工智能必需的开发环境，提供高清彩色图片证	否	30	套			旧图书馆 2 楼、物电学院空间信息技术联合实验室（竞赛综合实训室）		
--	--	---------	---	---	----	---	--	--	-----------------------------------	--	--

		水下 模块 竞赛平 台	1、水下管道检测模块平台； 1.1. 外形尺寸：（高*直径）≥180*φ500mm； 1.2. 本体重量：≥5kg； 1.3. 排水量：≥5kg； ▲1.4. 推进器：8个≥120W 大功率推进器； 1.5. 压力传感器：≥10m； 1.6. 最大游速：≥0.3m/s； ▲1.7. 防水深度：≥5m； 1.8. 运动控制：动力系统采用高精度无刷推进器，对水下推进器参数开放，用户可根据喜好自行调节以达到理想的效果，可以在水下完成偏航、俯仰、升降等运动； 1.9. 摄像系统：两个水下专用摄像头，支持 720P 图像输出，支持 PC 端在线调试； 1.10. 电池材质：12V, ≥15000mAh 聚合物锂电池； 1.11. 续航时间：≥3h； 1.12. 自动导航：可通过编程实现自主前进、后退、左右转弯、上升下潜等基础功能，可实现定深定航等高级功能。通过电子罗盘信息和导航线图像检测结果，在水下完成自动巡线行驶； 1.13. 图像识别：可通过上下方安装的摄像头，完成圆形打卡标记识别和字母标记识别等功能； 1.14. 控制方式：可通过编程实现水下全自主运行，MCU 实时感知传感器信息和图像识别的数据。可通过调试电缆实现对 STM32 控制板的调试； 1.15. 库函数功能种类：提供常用的功能函数库，可更改扩展模块的参数； 1.16. 指示灯：三色 LED 防水指示灯，可通过编程实现不同的亮灯模式； 1.17. 防水航空插头：配备 8 个不同芯数的防水航插，支持更多外设扩展； 1.18. 防水开关：高强度不锈钢压力开关； 1.19. 结构件： 高强度铝合金结构件，抗冲击，耐腐蚀； 1.20. 开发环境：设备源代码开源，硬件原理图开源，支持二次开发。 1.21. 水下机械手：配备高强度、大扭力数字防水舵机； 主板+驱动板 1 套 可通过编程实现水下全自主运行，MCU 实时感知传感器信息和图像识别的数据。可通过调试电缆实现对 STM32 控制板的调试。主控板采用	否	1	套			物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室	小微企 业	
--	--	----------------------	--	---	---	---	--	--	-------------------------------------	----------	--

		低功耗设计，预留 20+扩展接口； 仿真器 1 套 包含主机、2.54mm*20P 排线、USB 方口供电线、多功能转接板、转接板输出接口排线； 防水开关 1 个 自锁，直径：16mm，电压：DC 24V，电流：1A，防水等级;IP68； 防水三色指示灯 1 个 高亮共阴三色指示灯，供电电压 3-5V； 智能电池充电器 1 套 INPUT:AC100-240V，OUTPUT:12.6V,5A，末端采用防水航空插头； 桨叶 4 对 专业定制高效率泵推桨叶，材质强度高，耐水泡，耐冲压； 推进器 8 个 8 个 120W 大功率直流无刷电机，可搭建多种不同形态； 水下摄像头 2 个 两个水下专用摄像头，专业防水处理，支持二次开发。配备专用 USB 连接线，用于和 PC 端通信以及调试； 防水舵机 4 个 专业防水舵机，内置大扭矩电机，扭矩可达 25kgf/cm，不锈钢高强度精密齿轮； 防水航插接头 15 套 多型号航插接头，专业防水处理； 电力系统 1 套 内置≥14400mAh 高能量密度锂电池，额定电压 11.1V。具有自平衡充放电功能，短路保护，过充、过放、过流保护； 照明系统 1 套 光照强度 100 流明照明灯，专业防水处理； 工具包 1 套 多种规格的螺丝螺母，包含配套螺丝刀等工具； 配重包 1 套 包含 9 个配重块，每个配重块约 200g； 二次开发及学习资料套件包 1 份； ▲支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 具备传感器数据记录功能，可生成带时间戳的 exl 表格数据（提供功能截图盖章），具备室外 GPS 定位功能，可在软件上位机进行实时数据							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		显示（提供功能截图盖章）。 2、水下黑鳍平台不低于如下指标 ▲控制舱×1、框架×1、机械臂×1、推进器×6、浮力块×4、浮力缆×1、控制箱×1、说明书×1、拉杆箱×1； 动力配置 2 垂直/4 水平； 结构材料 聚丙烯/铝合金/亚克力； 机身净重 ≥12kg； 传感器 6 轴加速度/深度/温度； 姿态显示 副屏； 防水等级 ≥100m 水深； 摄像头 ≥200 万像素/低照度/无畸变； 显示 ≥720p 液晶屏； 推进器 T60-30EDU 推进器（推力 4kg）： 功能 定深/定向/调速/姿态显示； 电源电压 220V； 浮力缆长度 ≥30m； 使用寿命 ≥1000h； ▲支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章 功能：定深/定向/调速/姿态显示(提供演示视频) 操控方式：上浮/下潜/水平横移/俯仰/滚转(提供演示视频)									
	水下无人作业平台	水下潜艇 1.外形尺寸：尺寸（长*宽*高）≥490*288*208mm 2.本体重量≥3.5 Kg 3.推进器：4 个 ▲4.传感器： 1) 深度传感器 2) 电子罗盘 3) 三轴陀螺仪 4) 电压回传模块 5) 漏水报警器（选装部件） 5.最大游速：3 节约 1.5m/s 6.防水深度：≥50m， 7.可执行动作：上浮、下潜、前进、后退、左旋转、右旋转； 8.摄像头：采用低光 USB 摄像头，≥1080P 成像	否	1	套				物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室 （竞赛 综合实 训室）	小微企 业	

		9.探照灯：采用 LED 灯，可控制开关 10.电池：18650 锂电池组（12V ≥12000 毫安） 续航时间：≥2 小时 12.程序烧录：采用 USB 数据线烧录 13.控制方式：可通过两芯零浮力电缆配合电力载波与上位机通信，将自身传感器信息和图像数据传输到上位机中进行显示。上位机软件可以安装在 Windows 系统的电脑中或采用安卓系统的手机上，机器操控采用罗技手柄 ▲支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 水下无人机 1. 外形尺寸：（高*直径）≥193*φ370mm 2. 本体重量：≥5kg 3. 排水量：≥5kg 4. 推进器：4 个大功率推进器 5. 压力传感器：≥10m 6. 最大游速：≥0.3m/s 7. 防水深度：≥5m 8. 运动控制：动力系统采用高精度无刷推进器，对水下推进器参数开放，用户可根据喜好自行调节以达到理想的效果，可以在水下完成偏航、俯仰、升降等运动 ▲9. 摄像系统：≥1000 万像素双摄像头，支持≥1080P 图像输出 10. 电池材质：聚合物锂电池 11. 续航时间：≥1.5h 12. 自动导航：可通过电子罗盘信息和导航线图像检测结果，在水下完成自动巡线行驶 13. 图像识别：可通过上下方安装的摄像头，完成圆形打卡标记识别和字母标记识别等功能 14. 通信方式：可通过 LORA 数传实现与上位机的短距离无线通信，将自身传感器信息和图像识别的数据传输到上位机中进行显示 15. 控制方式：可通过 LORA 数传实现与上位机的短距离无线通信，将自身传感器信息和图像识别的数据传输到上位机中进行显示。可通过调试电缆实现对 STM32 控制板的调试，通过 WIFI 实现对树莓派的调试 16. 库函数功能种类：提供常用的功能函数库，可更改扩展模块的参数						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

		≥400m; 通讯频率: 可软件自动选 (6) 编程方式: 可无线编程; (7) 数量: 1 套; 3. 图像处理系统: (1) 分辨率: ≥1920 x 1080; 帧率: 60fps; (2) 传感器类型: 1/3"帧曝光 CMOS; (3) 像素尺寸: 6.0 μm × 6.0 μm; (4) 光谱: 黑白/彩色; (5) 图像数据格式: MONO8 / Mono10 / RAW8 (Bayer) / Raw10 (Bayer); (6) 数据接口: Mini USB2.0; (7) 功耗: 额定<1W (@ 5V DC); (8) 镜头接口: C; (9) 机械尺寸: ≥29 x 29 x 29 mm, 不含连接件; (10) 数量: 2 套 4. 全觉视觉比赛场地: 1 套 (1) 水池: 防水布料, 有高强涤纶丝经编双轴向 PVC 涂层材料, 2*3m 水池, 湖蓝色底; (2) 水球: 橙色, 可充气; (3) 框架: 金属结构 (4) 金属支架: 稳定固定摄像头; 5. 通讯系统: (1) 接口: RS232/RS485; (2) 速率: ≥9600; (3) 发射功率: ≥2W; (4) 频道: 自动对频 6. 软件系统: (1) 软件平台包括大平台与小平台, 两个平台协作控制应用于多关节水中机器人竞赛, 小平台可独立操作, 用于多关节水中机器人进行调试; (2) 可自主编写策略并加载到软件平台中进行多水中机器人协作控制; (3) 平台附带图像采集、图像识别、图像处理、图像显示以及参数设置功能, 可根据现场环境的不同对图像处理的参数进行设置, 配合大恒水星软件可以实时监测水池画面, 通过键盘和鼠标对多关节水中机器人和目标 (比赛中目标是水球) 的图标进行圈选从而获取多关节水							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		★2.1、Techv6416 信号处理板 ≥TMS320C6416 DSP800MH/1GHz 定点数字信号处理 CPU ≥32 MBytes 的 SDRAM 存储器 ≥1MBytes Flash 存储器 2.2、≥8 个 DIP 开关，4 个状态指示 LED 可以通过配置 CPLD 内部的寄存器配置板卡的功能； 双声道语音(AIC23)，可配置的 BOOT 模式，标准 Techv 总线信号扩展接口，JTAG 仿真器接口，单电源供电 (+5V)； ▲2.3、≥65MHz 高速 AD 转换板 双通道 12Bit 65MHz 高速数据转换； 每通道提供 512/1k/2k/4k 的大小可选得 FIFO 缓冲； 支持高速 DMA 数据传输； 输入范围 ±4V； 两种可选择数据格式（偏移二进制或二进制补码）； 标准的 Techv 总线接口，同 C6000 系列数字信号处理板共同使用； 片上提供 4 位状态显示和 8 位 Switch 开关量输入； 从天线阵列单元接收的射频信号经过 MAX2644 低噪声放大器（LNA）放大后进入 MAX2701 零中频 I/Q 解调器进行 I/Q 解调，各通道 I/Q 解调器所需的本振信号由一个公共的信号源提供，以保证各通道的相位关系；解调出的基带 I/Q 信号由 AD9238 转换变成数字信号。 3、面向 6G 的软件无线电： 基于高集成度的 RFSoc 芯片实现高性能软件无线电平台，提供 8 路射频发送通道和 8 路射频接收通道，每个通道实时带宽不低于 400MHz，最高可达 2GHz，频段范围覆盖不低于 10MHz~6GHz； 实验项目： ▲支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 实验一 添加循环冗余校验（CRC）比特和编码器尾比特 实验二 卷积编码实验 实验三 块交织实验 实验四 Walsh 码正交调制实验 实验五 长码产生实验 实验六 长码扩频实验 实验七 IQ 两路导频 PN 序列产生实验 实验八 I 路和 Q 路导频 PN 序列正交相位扩展 实验九 BPSK 调制							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		实验十 BPSK 解调 实验十一 QPSK 调制 实验十二 QPSK 解调 实验十三 I 路和 Q 路的 OQPSK 调制 实验十四 I 路和 Q 路的 OQPSK 解调 实验十五 I 路和 Q 路导频 PN 序列正交相位解扩 实验十六 长码解扩实验 实验十七 Walsh 码正交解调实验 实验十八 去交织实验 实验十九 维特比（Viterbi）译码实验 实验二十 去 CRC 比特实验 实验二十一 数字终端实验 实验二十二 软件无线电整体实验——FSK 方案举例 实验二十三 软件无线电整体实验——DPSK 方案举例 实验二十四 软件无线电整体实验——MSK 方案举例 实验二十五 软件无线电整体实验——QPSK 方案举例 实验二十六 软件无线电整体实验——OQSK 方案举例								
	开源腿足机器人竞赛平台	中型四足机器人 1、整机尺寸：≥485×275×300（mm） 2、本体重量：≥10KG±2KG 本体材质：铝合金 3、自由度：整机 12 个自由度，单腿 3 个自由度。 4、性能： 最快行走速度 2.2m/s，爬坡角度≥30 度。运动状态下可调节站高。负载≥5KG 5、续航：电池采用高放电倍率电芯锂电池，电池容量≥6.4Ah，续航不低于 1.5 小时。 6、通讯方式：包括 Ethernet、USB、WIFI 等。 7、保护模式：急停保护、跌落保护、低压报警等。 8、运动控制： 8.1 操作系统为 Linux 系统，PC 机搭载仿真软件采用 QT 编写其界面程序，利用 OpenGL 库实现其物理仿真，利用 C++编写其运动控制算法。 8.2 配套仿真软件能对四足机器人做运动学、动力学、步态、步频、算法和控制模拟等 8.3 编程语言支持 C/C++等 8.4 执行器采用双绝对式直流无刷伺服电机，一体化设计。电机可进行 360°旋转，膝关节旋转角度可达 270 度，可断电位置记忆，支持 CAN 总线通讯方式，具备全局力控能力。	否	1	套			物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室	小微企 业	

		9、运动功能：行走、跑跳、快跑、跳跃，可前进、后退、左右移、蹲下、后空翻，同时具备抗外力扰动平衡控制能力，以及全局力控能力。 10、标配无线操作手柄，便于演示操作。配备包装箱、调试支架；标配 YOBOTICS 姿态传感器。 11、二次开发及售后： 11.1、配有详细的用户使用手册和软件开发手册，包括操作方法、使用维修、调试等内容以及视频。可进行二次开发。 11.2、配套匹配的运动控制、机器人模型、仿真软件、基础学习例程。 11.3、一年内提供配套教材或相关教学资源与实验指导。内容涵盖“四足机器人基本结构，运动学建模，步态规划，运动控制方法”以及“四足机器人硬件、软件体系结构，上位机、下位机编程与实现”等。 11.4 支持中国机器人及人工智能大赛，中国机器人大赛等。 ▲11.5 支持学生在“人工智能教学与竞赛训练学习系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 小型四足机器人 1、整机尺寸：≥390×230×240（mm） 2、本体重量：2.5KG±0.5KG 本体材质：PC+ABS ▲3、自由度：整机 13 个自由度，单腿 3 个自由度。 4、性能：爬上≥15cm 台阶，走上 ≥10 度斜坡等 5、续航：电池采用高放电倍率电芯锂电池，电池容量≥3.2Ah，续航不低于 1.5 小时。 6、通讯方式：包括 WIFI 等。 7、传感器：红外、摄像头、IMU 等。 8、运动控制：手机 APP 9、运动功能：可以完成前进、后退、左平移、右平移、自转等基本的运动。支持跳跃、蹲坐、招手等高难度动作。具有良好的侧面抗冲击性能，摔倒后能够自己爬起。 10、配件：机器狗本体一只、锂电池充电器一套、包装箱一个、使用说明书一份、APP 软件包一套 11、二次开发及售后： 11.1、配有详细的用户使用手册和软件开发手册，包括操作方法、使用维修、调试等内容以及视频。可进行二次开发。 11.2、配套匹配的运动控制、仿真软件、基础学习例程。 ▲11.3 支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		小型人形机器人 x2 1 产品尺寸：高度不大于 36cm。 2 材质：铝合金与 PC/ABS 塑胶材质。 3 控制方式：支持 2.4G 群控，支持两种步态算法，慢走≥5 厘米/秒，快走≥15 厘米/秒。 4 处理器：采用高性能 STM32 核心，搭载 128M 储存卡，可储存多个动作组，开关内置，充电接口内置，应带有过载保护，支持 MPU6050 姿态检测，支持 UART 接口。驱动器：可同时控制≥17 个数字舵机，且机器人带有≥17 路过载保护。 5 开发平台：Raspberry Pi-4B。 6 自由度：机器人自由度≥17 个自由度，机器人头部 1 个关节，机器人肩部 1 个关节（共两只），机器人手臂 2 个关节（共两只），机器人腿部 4 个关节（共两只），机器人脚步 1 个关节（共两只）。 7 舵机： 7.1 支持≥17 个强扭矩伺服舵机； 7.2 出线方式：副轴出线结构：4 级传动结构，副轴采用中空嵌套结构，保证转动平稳性的同时，方便走线； 7.3 运动范围≥180°，精度≤1°，速度≥461°/S，噪音≤50db； 8 电池≥7.4V，容量≥2500mAH。待机续航：≥155 分钟/次；舞蹈续航≥40 分钟；支持插电源使用。 9 音频输出：1.5W，机体应带有 MP3 模块和扬声器，支持音乐播放。 10 机器人内置传感器：包含六轴陀螺仪、头部摄像头和胸部摄像头等。配套传感器：火焰传感器，光敏传感器，温度传感器，湿度传感器：，气敏传感器，触摸传感器，人体红外传感器，碰撞开关。输出模块：LED 灯，可实现常亮、闪烁等多种编程，风扇，可实现编程控制转动。 11 手柄 11.1 按键：≥2 个摇杆，≥15 个按键； 11.2 模式切换：可以切换≥4 种模式，分别为兼容模式、拳击模式、足球模式和表演模式； 11.3 屏幕：可显示模式、电量等手柄信息； 12 基础功能：支持左侧翻、右侧翻、大鹏展翅、连续俯卧撑等高难度动作，支持舞蹈、足球、拳击等动作。 13 编程平台 13.1 教育版软件，支持可视化、图形化编程，配备可视化、图形化编程界面；							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		13.2 软件内置≥80 个基础动作、≥15 个拳击动作、≥7 个足球动作； 13.3 可通过软件自定义编辑机器人动作和程序框图，完成快走、左侧翻、右侧翻、单脚站立、前倒地舞蹈、连续俯卧撑等动作； 13.4 支持多台机器人集体表演和机器人竞赛； 13.5 兼容 Linux； 13.6 编程软件需提供生产厂家的软件著作权证书证明或正版证明； 14 可参加中国机器人及人工智能大赛和国际自主智能机器人大赛。 15 配套教学资料，提供电子版机器人基础教程，需要包含以下内容： 15.1 机器人操作基础：动作编程、机器人行走与移动控制、机器人动作编程实验、使用 Lua 脚本调用自定义动作、树莓派与机器人通讯控制实验等； 15.2 OpenCV 图像处理：图像翻转实验、图像形态学处理、图像颜色空间与转换、图像腐蚀、膨胀处理、图像开、闭运算、图像轮廓、形状检测、图像滤波处理、图像缩放与旋转变换等； 中型人形机器人 1 产品尺寸：高度不大于 36cm。 2 材质：铝合金与 PC/ABS 塑胶材质。 3 控制方式：支持 2.4G 群控，支持两种步态算法，慢走≥5 厘米/秒，快走≥15 厘米/秒。 4 处理器：采用高性能 STM32 核心，搭载 128M 储存卡，可储存多个动作组，开关内置，充电接口内置，应带有过载保护，支持 MPU6050 姿态检测，支持 UART 接口。驱动器：可同时控制≥17 个数字舵机，且机器人带有≥17 路过载保护。 5 开发平台：开源平台。 6 自由度：机器人自由度≥17 个自由度，机器人头部 1 个关节，机器人肩部 1 个关节（共两只），机器人手臂 2 个关节（共两只），机器人腿部 4 个关节（共两只），机器人脚步 1 个关节（共两只）。 7 舵机： 7.1 支持≥17 个强扭矩伺服舵机； 7.2 出线方式：副轴出线结构：4 级传动结构，副轴采用中空嵌套结构，保证转动平稳性的同时，方便走线； 7.3 运动范围≥180°，精度≤1°，速度≥461°/S，噪音≤50db； 8 电池≥7.4V，容量≥2500mAH。待机续航：≥155 分钟/次；舞蹈续航≥40 分钟；支持插电使用。 9 音频输出：1.5W，机体应带有 MP3 模块和扬声器，支持音乐播放。 10 机器人内置传感器：包含六轴陀螺仪、头部摄像头和胸部摄像头等。							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

4	机 器 人 竞 赛 实 训 系 统	配套传感器：火焰传感器，光敏传感器，温度传感器，湿度传感器：，气敏传感器，触摸传感器，人体红外传感器，碰撞开关。输出模块：LED 灯，可实现常亮、闪烁等多种编程，风扇，可实现编程控制转动。 11 手柄 11.1 按键：≥2 个摇杆，≥15 个按键； 11.2 模式切换：可以切换≥4 种模式，分别为兼容模式、拳击模式、足球模式和表演模式； 11.3 屏幕：可显示模式、电量等手柄信息； 12 基础功能：支持左侧翻、右侧翻、大鹏展翅、连续俯卧撑等高难度动作，支持舞蹈、足球、拳击等动作。 13 编程平台 13.1 教育版软件，支持可视化、图形化编程，配备可视化、图形化编程界面； 13.2 软件内置≥80 个基础动作、≥15 个拳击动作、≥7 个足球动作； 13.3 可通过软件自定义编辑机器人动作和程序框图，完成快走、左侧翻、右侧翻、单脚站立、前倒地舞蹈、连续俯卧撑等动作； 13.4 支持多台机器人集体表演和机器人竞赛； 13.5 兼容 Linux； 13.6 编程软件需提供生产厂家的软件著作权证书证明或正版证明； 14 可参加中国机器人及人工智能大赛和国际自主智能机器人大赛。 15 配套教学资料，提供电子版机器人基础教程，需要包含以下内容： 15.1 机器人操作基础：动作编程、机器人行走与移动控制、机器人动作编程实验、使用 Lua 脚本调用自定义动作、树莓派与机器人通讯控制实验等； 15.2 OpenCV 图像处理： 图像翻转实验、 图像形态学处理、图像颜色空间与转换、 图像腐蚀、膨胀处理、图像开、闭运算、图像轮廓、形状检测、图像滤波处理、图像缩放与旋转变换等； ▲15.3 支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。				167.2	167.2			
		采摘机器人 1、集成 12 合 1 灰度传感器≥1 个，5v 供电。探头和控制独立，调节方便，调试时无需拆卸任何零件。 2、集成超声波传感器≥1 个，5v 供电，探测距离 2cm~6.0m，探测精度≤1mm。 3、提供降压模块≥1 个，输出电压 5V，输出最大电流≥5 A，带输入防反接保护。								

		开源 轮式 机器人 竞赛平 台 4、提供 RGB 灯模块≥1 个，5V 供电，支持断点续传，灯珠数量≥6 颗，支持程序编辑灯光。提供摄像头≥1 个，像素≥500 万。 5、提供 2.7mm_8m 120°无畸变 M12 镜头，提供陀螺仪模块 1 个，5v 供电，加速度±16g，陀螺仪±2000°/s，角度：X、Z±180°，Y±90°，精度≤0.5m。提供充电口、下载口组合。提供 0.36 寸电压显示。提供开关，额定电流不小于 16A。 6、提供带编码器直流电机≥4 个，扭矩≥5kg.cm，≥12v 供电。单个电机驱动满足至少同时驱动电机数量≥2 个。 7、集成容量≥10000mAh，12V 锂电池 1 个。电池自带保护电压，低于 9V 自动关断进行低压保护。 8、设备同时包含 CPU 和 GPU，GPU 为 128 核及以上 Maxwell 架构，CPU 为主频 1.43GHz 的 ARM A57 架构。提供存储空间≥64GB、LPDDR4 内存≥4GB、显存≥4GB 的计算机开发平台 1 个，5V 供电 10W 最大功率。串口数≥3；USB 接口数量≥4，HDMI 和 DP 接口≥1。尺寸不超过 100*80*30mm 9、提供 360°激光雷达 1 个。室内测距范围 0.15~6.0m。激光雷达置顶安装、遮挡角度小于 60 度。提供五自由度机械臂 1 个，使用串口舵机驱动。机械臂有效负载≥200g。集成机械臂可拆卸，拆装用时≤1min。 10、提供 7 寸高清显示屏 1 个，显示屏分辨率≥1024*600。 提供与配件包中紧固零件尺寸匹配的扳手、螺丝刀等工具。 11、锂电池平衡充电器 12V/3A。提供 PS2 遥控器，通信距离≥8 米 ▲12、提供支持单片机类、机器人技术类课程。包括机器人课程教学项目开发、STM32 单片机课程教学、创新创意项目的设计与实现、竞赛作品的制作等。提供不低于 30 种实验项目，其中 linux 基础教学实验不低于 6 种，ROS 基础教学实验不低于 6 种，openCV 基础教学实验不低于 6 种，深度学习基础教学实验不低于 2 种，运动类实验项目不低于 6 种，综合性实验项目不低于 4 种。投标时提供相关视频。提供上述实验项目的实验例程，包含项目说明、代码、接线说明、安装图等资源。提供不少于两种相关软著或专利证明。 ROS 开源小车 一、功能介绍 1、支持激光雷达地图构建、自主导航等功能； 2、采用 ROS 开发平台，可最快实现 4M/S 自动驾驶； 3、可实现静态障碍物与动态障碍物自主路径规划； 4、开放源代码、支持无人驾驶（ROS）算法验证、支持二次开发。 二、产品参数	否	1	套			物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室	小微企 业	
--	--	--	---	---	---	--	--	-------------------------------------	----------	--

		1、产品尺寸：产品尺寸：≥56*35*23cm 2、主控制器：i5 处理器、8G 内存、 SSD 128G、4 个 USB3.0 3、主控 MCU：NXP 单片机 MC9S08AC16CFGE、输入/输出端数量:34 I/O、LQFP-44、16KB，程序存储大小 32KB、数据 RAM 大小 4KB、时钟频率 40MHZ 4、底盘：XT-RC R3 1/8 5、电调：额定电流 120A、电池节数 2-3S Lipo 6、电机：KV 值 2350、功率 2400W 7、IMU：姿态角动态精度 0.5 度、航向角动态精度：2 度、分辨率 0.1 度、非线性度：0.1%FS、陀螺仪测量范围 ±2000 度/s ▲8、激光雷达：360 度全方位扫描、≥10 赫兹自适应扫描频率、激光测距每秒≥5000 次、≥16 米测量距离、Claass1 激光安全标准、测量量程解析度 0.1%、A6 核 ARM 64 位处理器，主频 2GHz、 2G 内存 9、编码器：工作电压 5V、波特率 9600~115200、工作电流 ≥10mA、内核刷新周期 50μs、最大机械转速≥1000RPM、最大启动扭矩≥0.006Nm 10、摄像头：规格≥1080P、速度 60 帧/秒、镜头 150 度、工业级≥800 万像素、功率≥1W、工作电压 5V、工作电流≥100mA、支持协议 uvc 通信协议 三、软件平台 1、软件系统：Ubuntu20.04 2、机器人操作系统：ROS_Noetic 3、软件编程语言：Python3.8 ▲4、投标设备需支持参加国家级大学生学科竞赛，投标产品需提供全国大学生智能汽车竞赛参赛平台证明； ▲5、投标设备需配套学习使用手册，投标文件需提供配套学习手册的截图证明。								
复合机器人竞赛平台	服务机器人 商服机器人能够实现室内建图、定位导航、路径规划、仿真演示、语音交互、智能餐饮服务、机械臂抓取等功能。支持 C++/Python 语言编程，基于百度飞桨（PaddlePaddle）AI 框架和 OpenCV 图像处理技术，实现在线 AI 模型训练、道路识别、机器人控制以及巡线导航、机械臂抓取等功能。机器人采用双主控架构，应用级控制器为 Edgeboard 计算卡，负责复杂算法和机器人逻辑计算工作，下位机控制器为 STM32 单片机，负责机器人传感器数据采集、电机 PID 控制、机器人里程运算、通信转接等工作。具有机械臂、高清摄像头、显示屏、激光雷达、	否	1	套				物 206,物 电学院 空间信 息技术 联合实 验室	小微企 业	

		超声波传感器、陀螺仪、碰撞传感器、编码器、呼吸灯等。 1. 平台功能：实现室内建图、定位导航、路径规划、仿真演示、语音交互、智能餐饮、智能抓取等功能； 2. 室内建图：通过激光雷达和机器人里程计感知环境状态，自动生成二维或三维的环境地图； 3. 定位导航：根据里程计、激光雷达等传感器和 SLAM 全局地图等数据，经过定位导航算法融合，计算出安全可靠的机器人运动控制指令； 4. 路径规划：通过算法规划路径，使机器人避免与障碍物发生碰撞的同时找出最优的行进路线； 5. 仿真演示：在图形监控环境中通过三维视图观测机器人运动过程； 6. 餐饮服务：通过机械臂抓取食品和饮品，通过定位导航准确到达指定位置进行送餐； 7. 硬件含 1 块 Edgeboard 计算卡，1 块驱动控制器，1 个摄像头，1 个激光雷达，4 个超声波传感器，1 个陀螺仪，4 个编码器，1 个电量计，1 套机械臂，1 套无线键盘鼠标，1 个遥控器，1 块电池，1 个显示屏，1 个电源充电器； 8. 机器人尺寸：长*宽*高为$\geq 45.0\text{cm} \times 40.0\text{cm} \times 107.8\text{cm}$； 9. 系统环境：Linux 系统 Ubuntu18.04，ROS 系统 ROS-Melodic； 10. 控制主板：控制主板为 1 块 Edgeboard 计算卡，内存 DDR4 4GB，存储 eMMC 64GB； 11. 控制单元：控制单元为 1 个 STM32 单片机，采用了 ARM Cortex-M4 内核； 12. 摄像头：1 个深度体感摄像头，最高分辨率 1280*720； 13. 显示屏：1 个 11.6 寸 1920*1080 IPS 工业屏幕，屏幕比例 16:9，含喇叭； 14. 电源：1 块 24V $\geq 10000\text{mAh}$ 锂电池； 15. 电机：4 个带编码器直流减速电机； 16. 超声波传感器：4 组超声波传感器，主要用于障碍物的检测，检测距离为 30~500mm，探测精度$\pm 2\%$； 17. 激光雷达：1 个激光雷达模组，测距范围 0.15-12m； 18. 惯性传感器：1 个 IMU6 轴惯性传感器，三轴加速度计和三轴陀螺仪； 19. 机械臂：多自由度机械臂，抓取动作半径$>0.3\text{m}$，末端负载$>500\text{g}$ 20. 通信方式：支持 Ethernet、USB、WiFi； 21. 建图范围：$\geq 20\text{m} \times 20\text{m}$； 22. 建图精度：$\geq 0.03\text{m}$；						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		▲23. 应用场景：AI 教学实训、AI 科普、展览展示、科研平台场景、大学生赛事等。支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 2d 视觉机械臂 一、机器人要求： 1.1 本体参数 工作半径：≥880mm ▲最大负载：≥5kg 机械臂重量：≤24kg 重复定位精度：±0.02mm 本体通讯接口：CAN BUS 各轴旋转范围均需：≥±175° J1~J3 最大转速速度 150°/s J4~J6 最大转速速度 180°/s 可扩展的工具端 IO 端口，直流供电 机械臂末端至少含有 4 个数字量接口，2 个模拟量接口 数字量接口可按需求配置为输入或输出 机械臂末端支持 DC12V 和 DC24V 输出 防护等级：IP54 1.2 控制器： 供电电源：100~240VAC，50~60Hz 通讯接口：以太网、ModBus-RS485、TCP/IP、USB 防护等级：IP43 IO 接口：DI 不少于 8 个，DO 不少于 8 个；AI 不少于 2 个，AO 不少于 2 个 1.3 示教器： 显示：电阻式液晶触控屏 人体工学设计，配有急停和力控等安全按钮 防护等级：IP43 1.4 机器人功能： 支持通过在示教器中点击按钮的方式，对机器人动作进行示教和在线编程； 支持拖动示教，在按住力控按钮后，可用手拖动机器人本体的方式对机器人位姿进行示教； 支持轨迹记录功能，在拖动示教时自动记录轨迹，可对轨迹进行编辑，并可将轨迹插入到在线编程逻辑中；						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

		支持碰撞防护功能，提供 10 个等级的碰撞防护等级，机器人检测到碰撞后自动停止； ▲提供基于 ROS 平台的配套环境开发包（现场演示或提供演示视频佐证资料）； ▲提供多种平台 SDK 开发包，支持 Linux 下 C++编程、Lua 脚本语言编程、Windows VC++、Python 脚本编程、QT 跨平台编程开发（现场演示或提供演示视频佐证资料）； 投标时提供该产品对应彩页、手册、技术资料；制造商营业执照或制造商授权； 二、工业视觉系统 ★工业相机 类型：像素不低于 600 万 传感器类型：CMOS，卷帘快门 分辨率不低于：3072×2048 黑白/彩色：彩色 数据接口：GigE 数字 I/O：6-pin 接头 镜头接口：C-Mount 镜头 焦距不小于：8mm 像面尺寸不小于：Φ9mm(1/1.8") 最近摄距不大于：0.1m 光源 白色环形光源，可配套工业相机使用 视觉算法平台要求： 图形化引导编程，集成机器视觉多种算法组件，适用多种应用场景，可快速组合算法，实现对工件或被测物的查找、测量、缺陷检测等。 拥有强大的视觉分析工具库，包括采集、定位、测量、识别、标定、图像处理、颜色处理、缺陷检测、逻辑工具和通信等工具可简单灵活的搭建机器视觉应用方案。 软件支持二次开发。 三、自适应电动夹爪 控制接口：串口 开口尺寸：≥70mm 夹持力：0-15N 工作电压：9-24V						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

		力控精度不低于：±1N 重复定位精度：≤±0.5mm 四、电动吸盘工具 吸盘结构 组成：一体化设计，包含吸盘支架、吸嘴、微型气泵、电磁阀等组件； 参数：吸盘直径不小于 15mm； 控制方式：IO 控制 要求电动吸盘为一体化设计，电动控制，无需额外气源和气泵（投标现场提供电动吸盘工具图片、视频等电子佐证材料）。 五、教学资源 要求提供开发软件工具、机器人 SDK 开发包、ROS 环境软件包，视觉算法平台 SDK 开发包，电动手爪驱动包、接口协议说明书等教学资源包。（现场实物演示或提供电子版相关演示视频佐证资料）； 教学场景配套附件包含七巧板 1 套、拼图 1 套、多颜色积木 1 套，通过该附件全面掌握机器人和视觉系统的应用知识； 提供视觉学习套件实训指导书电子版一套，该指导书包括从硬件安装到软件调试再到控制编程等详细步骤指引介绍； 平台要求提供物料视觉分拣、七巧板视觉拼图、OCR 字符视觉拼接实训案例功能； 要求提供配套视频教学教程 1 套，数量不少于 20 个，可通过该视频课程学习视觉学习套件的使用； ▲支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 参考教材，要求产品可提供参考教材作为学习资料，教材为国内知名科学技术类出版社公开发行教材，教材 ISBN 序号可查，内容涵盖《机器视觉技术及应用》、《工业机器人技术及应用》、《工业机器人操作与编程》、《工业机器人集成与应用》、《机器人 Python 编程与开发》、《智能协作机器人技术及应用》6 门相关课程。投标时需对上述内容要求的教材提供证明。								
		一、运动智能模块机器人平台 1、配备附件 1 套，含有实现典型机器人结构，多种机械连接件总数：150 件。主要材质为铝合金、不锈钢、亚克力材质，大部分零件厚度约不小于 2mm，冲压钣金工艺，非型材零件，外表金属喷砂氧化工艺。 2、平台配置传感器：超声波传感器，红外传感器，人体感应传感器。 3、平台配置 3 种控制器，树莓派 pico、STM32、Arduino 等。 4、平台可以搭建出 4 种产品，平衡车、麦克纳姆轮车、五轴机械臂、								

		模块化机器人竞赛平台	四足机器人等。 ▲5、配套的课程（实验）目录，可提供理论书籍及课程，支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 A.《结构设计及搭建》 （1）主控和电池初次使用需要做的准备工作 （2）麦克纳姆轮移动平台的组装（3）五轴机械臂的组装 （4）四足机器人的组装（5）平衡车的组装 B.《传感器与工程测试技术基础》实验项目 （1）修改舵机、电机驱动板的ID号（2）基于视觉传感器的五轴机械臂自动搬货（3）基于循迹传感器的麦克纳姆轮移动平台巡线（4）基于超声波传感器的四足机器人走迷宫 C.《运动建模与编程控制》实验项目 （1）麦克纳姆轮移动平台运动学理论模型（2）麦克纳姆轮全向移动平台功能开发与控制实践（3）五轴机械臂运动学理论模型（4）五轴机械臂功能开发与控制实践（5）四足机器人运动学理论模型（6）四足机器人功能开发与控制实践（7）平衡车的运动控制理论模型（8）平衡车的功能开发与控制实践 D.《机器人的控制系统架构》 （1）麦克纳姆轮移动平台：指定方向平移功能及其程序开发（2）五轴机械臂：标定功能及其程序开发、示教编程功能及其程序开发（3）四足机器人：标定功能及其程序开发、坐标系变换及其程序开发、间歇步态、对角小跑步态、转弯步态。（4）平衡车的开发 二、移动抓取机器人模块 1、包装箱 ★a)提供定制仪器包装箱，尺寸（长宽高）：不小于650mm*460mm*400mm； b)包装箱材质坚固，内衬有泡棉，包装箱采用分离式设计，集中在上中下三层。 2、结构件 a)提供不少于24种97个结构零件，零件以5052铝合金和Q235碳钢材质为主，具体包括4孔螺纹板*10、底盘-底板1*1、底盘-底板2*1、底盘-底板3*2、底盘-三角板*2、底盘-圆形板*1、底盘-隔板1*2、底盘-隔板2*6、底盘-隔板圆形板*1、舵机-支架1*10、舵机-支架2*1、舵机-旋转支架1*10、旋转支架2*5、平板-支架1*4、平板-支架2*2、平板-支架3*20、相机-支架1-右*1、相机-支架1-左*1、相机-支架2-	否	1	套				物电学院空间信息技术联合实验室	小微企业	
--	--	------------	---	---	---	---	--	--	--	-----------------	------	--

		(半双工), 波特率 115200, 输出轴规格不少于$\varnothing$ 6.0x25T, 舵机支持串联; 8、射击装置 a)射击装置主体材质: 碳纤、ABS 材质; b)发射物: 圆柱形金属柱, 安全系数高; c)发射物储弹量: 不少于 10 发; d)射击方式: 舵机蓄力击打发射物; e)射击装置控制舵机参数: 空载速度 0.16sec./60°, 堵转扭矩$\geq$25kgt.cm, 操作角度: 270°$\pm$10°, 具备电压、温度、堵转保护, 通信方式 TTL/ Half duplex (半双工), 波特率不少于 115200, 输出轴规格不少于$\varnothing$ 6.0x25T, 舵机支持串联; f)射击装置和机器人控制一体化, 射击装置直连机器人嵌入式控制器, 可在嵌入式控制器内编程控制, 也可在系统级控制器内编程控制, 无需单设控制电路, 功耗低、效率高。 9、电源系统 a)电池: 锂电池, 电池容量不低于 12.6V, 10000mAh, 整机待机时间不低于 240 分钟, 整机系统运行时间不低于 60 分钟, 电池配有独立开关, 配有电源管理模块, 自带电量显示功能和充电显示功能; b)配备专用充电器: Input: 100-240V AC50/60Hz, Output: 12.6V 5A; ▲10、传感器系统 a)激光雷达: 检测半径不低于 20 米、360 度测量范围, 测量距离精度 $\pm$3cm(0-7m), 测量角度精度 0.2-0.3°, 距离分辨率 10mm, 激光水平平行度 0-0.6 度, 扫描速率不少于 10Hz、15Hz, 测量速率不少于 18000 测量值/S; b)高帧率相机: USB 免驱, 即插即用; 1080P 分辨率; 彩色全局曝光, 饱和度、曝光值、对比度等参数可调; 最大帧率 120fps; c)IMU 模块: 九轴 IMU 模块(三轴陀螺仪+三轴加速度+三轴磁场), 串口波特率 921600, 抗震范围: $\pm$8g, 数据输出频率: 200HZ, 静态精度: 0.7 度 RMS, 动态精度: 2.5 度 RMS。 d)超声 TOF 测距传感器*4: 集成超声波和 TOF 测距传感器、工作电压 5V、工作电流 50mA、超声测距范围 40~4000mm、超声波发射频率 40KHz、超声探测精度 0.3cm+1%、盲区不大于 4cm, TOF 传感器盲区不大于 5mm、测距范围 5~4000mm、高光学串扰补偿, 测量时间小于 30ms, 工作电流不小于 40mA; e)碰撞传感器*4: 工作电压 3.3V、通讯接口 PH2.0、可返回高低电平; f)提供传感器接口板一个, 具有 4 路碰撞传感器接口、12 路 ADC 传感							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		器接口； 11、嵌入式控制器 嵌入式控制器通过串口与系统级控制器通讯，配置了液晶显示屏，按键等，方便用户快速调试程序；配置丰富的传感器接口，可将超声 TOF 等传感器连接在控制器上；配置机器人数字舵机接口，可直接驱动多个数字舵机；配置电机接口，可驱动多路电机；嵌入式控制器通电后，可以为多种外设供电； a)CPU 运行频率：不低于 200MHz； b)CPU 内核 ： ARM Cortex-M4； c)RAM： 不低于 256KB； d)ROM： 不低于 512KB； e)配置 1.3 寸显示屏； f)配置 5 路按键； g)配置主动散热风扇； h)4 个舵机接口； i)4 个 485 电机接口； j)2 个单总线传感器接口； k)Micro USB 接口 1 个； l)2 个 USB 5V 供电接口； m)嵌入式控制器供电电压 12V； ★12、系统级控制器 控制器装有 Linux 操作系统，已配置 ROS 机器人系统，可直连相机进行图像处理，可进行多种人工智能视觉应用开发、ROS 机器人功能开发。具体参数如下： a)CPU： 不低于八核，主频 2.4 GHz； b)GPU： 最大动态频率 1GHz，NPU 算力 6TOPS，支持 INT4/INT8/INT16 混合运算； c)内存： 不低于 8G； d)硬盘： 不低于 64G； e)无线接口： 双频 WIFI，蓝牙； f)其他通信接口： USB2.0*3，USB3.0*1，有线网口，HDMI2.1 接口，Type-C 接口，3.5mm 音频接口； g)40Pin 接口： 兼容树莓派 40Pin 接口，支持 PWM,GPIO,I2C,SPI,UART 功能； h)配置铝合金散热片和主动散热风扇； 13、硬件调试器							
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

		硬件调试器可对单个舵机进行调试控制、ID 修改、参数查看。可对电机进行调试、参数查看。可直连传感器对传感器数据进行信息查看。可以连接嵌入式控制器，对机器人底盘进行运动测试，保障机器人良好的运行状态，具体参数如下： a)CPU 内核： ARM Cortex-M4； b)CPU 最大主频： 200MHz； c)RAM 总容量： 192KB； d)EROM 容量： 512KB； e)内置 12V、1700mAh 电池，调试硬件时无需外接电源适配器； f)内置 2.4 寸，240*320 分辨率显示屏，可将调试结果直接显示在屏幕上； g)1 个充电口 12V； h)1 个电机接口； i)1 个舵机接口； j)1 个超声 TOF 接口； k)1 个传感器接口板接口； l)1 个嵌入式控制器接口； m)ADC 接口*4，可外接模拟量的传感器； n)配置 5 路按键、1 个摇杆； 14、连接线 a)USB 扩展器 0.25m*1； b)MIini HDMI 公头转 HDMI 母头*1 c)USB2.0 转 Type-C 6A 黑色 0.5 米*1； d)黑色 USB 转 Micro USB 数据线 1m*1； e)HDMI 转 Mini HDMI 数据线*1； f)XT30 公母头连接线 300mm*1； g)舵机线 300mm*5； h)舵机线 200mm*10； 15、工具 a)电动螺丝刀套装*1； b)内六角扳手*1； c)十字螺丝刀*1； d)开口扳手*1； e)斜口钳*1； f)扎带 1 包； g)纳米胶 1 卷。								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		16、其他配件 a)配置无线键鼠套装 1 套； b)配置 13.3 寸 1080P 高清显示屏 1 套，显示屏内置电池，使用时无需外部供电； c)配置电子计数标靶 1 套； d)配置假负载 1 个； e)螺钉、螺母、六角铜螺柱等标准件若干。 17、软件部分 a)基于 ubuntu 20.04 版本，ros-noetic 机器人操作系统，支持不少于三种开发语言，其中必须包含 Python、C、C++； b)提供机器人调试软件，通过串口连接，可以将超声波、碰撞、里程计等传感器信息显示在图形界面上，在软件内可以通过鼠标操作控制两轮底盘、三轮底盘、四轮底盘前后左右、停止等基本运动。舵机调试界面可以读取构型连接的所有舵机，可以分别控制，并进行舵机 ID 设置和参数修改，可以控制射击装置； c)基于自主导航避障以及脱困算法； d)基于 OpenCV 的机器人视觉巡线； e)配置远程桌面访问软件，采用了 NX 远程连接技术，能自动搜索局域网中的主机，无需设置，安装简单，可以通过本软件在 PC 端直接远程操作系统级控制器； f)基于三轮全向底盘的轮速里程计计算（融合 IMU）； g)基于四轮全向底盘的轮速里程计计算（融合 IMU）； h)基于两轮差速底盘的轮速里程计计算（融合 IMU）； i)总线式电机驱动控制； j)总线式数字舵机控制； k)基于 Gmapping、Cartographer 的 SLAM 建图以及 move_base、amcl、dwa 的导航定位避障算法,支持三轮全向底盘、四轮全向底盘、两轮差速底盘形态； l)基于 OpenCV 颜色形状识别； m)基于 OpenCV 人脸识别； n)基于 RKNN 深度学习的目标检测-yolov5 模型； o)apriltag 识别； p)基于 KCF 的目标跟踪； 2、提供产品配套开发代码，必须支持以下功能（投标现场提供演示视频） a)上位机调试软件，通过本软件可以快速的实现对机器人功能调试，在								
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

		软件内可以通过鼠标操作，控制底盘前后左右、停止等运动，并可调试射击装置； b)三轮全向底盘+射击模块机器人构型综合项目，在封闭场地内，并通过 slam 导航，利用视觉寻找特定的标靶，完成标靶的射击； c)两轮差速底盘+单臂机器人构型综合项目，机器人从起点出发，通过视觉自主搜寻并抓取货物，导航避障至目标点进行货物放置； d)四轮全向底盘+双臂机器人构型综合项目，机器人从起点出发，通过视觉自主搜寻并抓取货物，导航避障至目标点进行货物放置； e)基于 RKNN 深度学习的目标检测-yolov5 模型； f)激光 slam 建图，通过键盘可控制机器人移动，基于激光雷达结合里程计数据通过 Gmapping 算法构建室内 2d 栅格地图； g)室内导航避障，采用 acml 定位结合 move-base 路径规划实现机器人自主导航避障； h)颜色形状识别，基于 OpenCV 对当前画面进行轮廓提取、形状检测、面积判断、颜色提取与判断实现了对颜色物块的识别和跟踪； 18、配套资源 a)ROS 下全部示范功能的源代码； b)提供嵌入控制器 Keil 环境下的函数库、工程模板，提供控制电机、舵机、电源、超声 TOF、传感器接口板的通讯协议文档，用户可自行开发嵌入式程序； c)提供两轮差速底盘+单臂、三轮全向底盘+单臂、三轮全向底盘+射击、四轮全向底盘+双臂、六轴机械臂等机器人构型的搭建指导书，以图片为主，浅显易懂。 d)提供三轮全向移动底盘、四轮全向移动底盘、两轮差速移动底盘的控制协议； e)射击装置结构的三维模型图纸； f)提供配套实验指导书，包含 ROS 基本功能、机器人运动控制、激光雷达驱动与滤波、轮式里程计与坐标变换、激光 SLAM 之 Gmapping、激光 SLAM 之 Cartographer、激光 SLAM 之 Navigation 自主导航、目标跟踪、图像处理、综合实训等内容，实验指导书不小于 400 页。提供配套的智能机器人综合实践课程 PPT，包括智能物流机器人系统设计、智能移动机器人自主射击系统设计等 PPT 教案（投标现场提供电子版实验指导书）； ▲19、机器人仿真软件（投标现场提供仿真软件的演示视频） 基于 ROS 架构，支持 ROS 开发，具备地面服务机器人、无人机的仿真功能，可以在本软件内进行机器人操作系统、Slam 算法、自主导航								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		与定位、机器视觉算法等功能的开发，并移植到机器人上。 a) 仿真环境支持用户自定义场景； b) 仿真模拟器包含地面服务机器人、无人机等模型； c) 仿真模拟器能仿真单目相机、IMU、超声波、激光雷达、GPS 等至少五种传感器； d) 地面服务机器人仿真包含以下功能： 基于激光雷达自主建图（gmapping、Cartographer）； 基于激光雷达的自主导航； 基于 OpenCV 人脸识别。 e) 无人机仿真包含以下功能： 使用 qgroundcontrol 控制无人机调参； 基于 Cartographer 无人机自主定位； 基于 PX4:mavros 无人机自主运动规划； 无人机自主避障； 无人机自主穿门。 三、移动机器人模块 ▲1、机器人案例 50 种以上机器人组装案例，涵盖轮型、履带型、关节型、仿生型等。可搭建 MX101 所含机构。支持学生在“人工智能教学与竞赛训练系统”中运行实验项目，制造商提供承诺函并加盖公章。 2、主控板：1 个“探索者”Mehran 主控板，ARM Cortex M3 芯片；2 个 Basra 主控板，AVR ATmega328 芯片；Arduino 开源机器人软件 3、扩展板 4 “探索者”Bigfish 综合扩展板 3 个，birdmen 手柄扩展板 1 个。 4、结构零件：大型铝镁合金零件及 POM 塑胶零件，国际标准 M3 件接口，包括平板件、连杆件、折弯件、圆形件齿轮、偏心轮、轮胎等 5、其他零件：不锈钢螺丝、螺母，金属轴套、尼龙螺柱等 电机 3~9 V 直流电机，2 种规格金属齿轮 180°伺服电机 传感器，触碰、闪动、声控、火焰、灰度、红外、加速度、超声波、白标、编码器、温度、触须、语音识别、颜色识别、摄像头 输出模块 4 LED、语音、OLED 通信模块 5 蓝牙串口模块、蓝牙 PC 适配器、无线模块、无线路由器 组装工具 12 内六角螺丝刀、扳手、十字螺丝刀、镊子 扩展 本产品可扩展 51 单片机、ARM7 及各种常见传感器、控制模块等。							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

智能光电及激光应用综合实训系统		智能光电感知试验系统 1.1 光源：卤素灯，220V,300W 1.2 太阳电池组件：12V,20W，2 块 1.3 免维护蓄电池：12V/20AH 1.4 逆变器：输入:DC12V，输出：220V，50HZ，150W 1.5 光伏发电控制器：12V/10A 1.6 负载 LED 光源：220V/3W 1.7 光纤光源：端面发光、通体发光、闪点光纤 1.8 风向传感器：电流输出型，供电电压 DC12V，16 个风向 1.9 风速传感器：电流输出型，供电电压 DC12V，测量范围：0-30M/S，启动风速 0.8M/S 1.10 电动窗帘：远程手机 APP 遥控、本地手控、射频遥控、自动控制 1.11 声光报警灯：供电电压 DC12V,声光报警 1.12 照明 LED 光源：DC12V/3W，亮度可调 1.13 风机：供电电压 DC12V,风速可调 1.14 空调：调节空间环境温度，可制热，可制冷，供电电压 DC12V，最大电流：10A 1.15 触摸按键：17 路电容式触摸按键 1.16 指纹模块：供电电压 DC5V,可存储 120 个指纹 1.17 RFID 模块：频率 13.56MHz，IC 卡读写 1.18 闸机：模拟闸机，供电电压 DC5V 1.19 恒流源：3 路恒流源，供电电压 DC5V,每路最大电流 1A 1.20 摄像头：供电电压 DC5V,基于云端视频技术，可远程通过手机 APP 观看异地场景直播 1.21 智能门锁：本地手动开锁、远程手机 APP 开锁 1.22 智能门禁：本地手动开闸机、远程手机 APP 开闸机 1.23 温度控制：逻辑控制、PID 控制 1.24 无线传感网：zigbee 组网、wifi 组网、温湿度传感器、红外热释电传感器、空气质量传感器、光照传感器、风速风向传感器。 ★1.25 中控系统：在 7 寸触摸显示屏上可查看：温湿度传感器、红外热释电传感器、空气质量传感器、光照传感器、风速风向传感器、光伏发电控制器状态、传感器终端在线情况、滚动显示欢迎标语、时间显示等；在 7 寸触摸显示屏上可控制：照明灯光亮度、风机转速、空调状态、窗帘控制、门锁控制、门禁控制、光伏发电控制器负载控制、全彩灯 100 万色控制、IC 卡写卡等。 ★1.26 主控板资源：STM32 芯片、7 寸 TFT 触摸液晶屏、存储、时钟、AD/DA、SPI、IIC、USART、PWM 驱动、LED 指示、485 接口、USB	否	2	套			地点：南校区物理楼使用单位：物电学院	小微企业	
-----------------	--	--	---	---	---	--	--	--------------------	------	--

5		1.6.1 激光器调节架：三点可调夹紧支撑，可夹持不同直径、不同长度的激光管或圆柱体，且中心可调。 1.6.2 镜架：装卡直径不小于 25.4mm、材料硬铝、螺纹 M5、尺寸 65（±5）*65（±5）*20（±1）mm、功能：二维倾斜调节、采用微调螺纹副驱动，提供精细调整、可调轴向：0x, 0y。 1.6.3 磁性底座：吸附力不小于 60kg，自重不大于 1kg，含旋钮开关，尺寸为 50（±5）*64（±5）*55（±5）mm。 1.6.4 测试组件：小物体，尺寸 12（±1）*12（±1）*12（±1）mm。 ★1.7 软件组件： 1.7.1 图像采集与无透镜傅里叶变换数字全息软件模块：全息图的实时采集，再现图的实时生成，5 档分辨率选择，相机选择，彩色和黑白全息图可切换保存。 1.7.2 三色数字全息再现图的生成：可分别生成红色再现图、绿色再现图、蓝色再现图。 1.7.3 彩色数字全息图的生成：可将三色全息图混色，生成彩色再现图。 1.8 讲义及软件安装说明。							
	固体激光晶体荧光光谱及泵浦光特性测量系统	1.1 Nd: YAG 激光晶体：尺寸不小于Φ3*5mm，掺杂浓度不小于 1.0%，一面镀 1064 高反膜 808nm 高透膜、另一面镀 1064、808nm 增透膜。 ★1.2 光谱仪：波长范围：350-1000nm；光学分辨率：不大于 0.75 nm；狭缝：不大于 25um；光纤连接器：SMA905；探测器：2048 线阵 CCD，每个像元 14um×200um；信噪比：3000：1；A/D 分辨率：12bit；积分时间：1ms-6.5s；USB 通讯与供电，无需外部电源；通过 CE 认证；具备外触发功能；尺寸：128（±5）×90（±5）×27（±2）mm³；重量：不大于 0.41 kg。 1.3 工业相机：1/2”、彩色、CMOS、USB2.0、不小于 300 万像素、像元尺寸不大于 3.2um*3.2um，含连接线。 1.4 四维调整架：二维倾斜，二维平移调整、通光孔径不小于 20mm、稳定性<2'、0y：±4°，0z：±4°，Ty:4mm,Tz:4mm。 1.5 半导体泵浦激光器：中心波长 808（±1）nm，光谱线宽不大于 2nm，光束发散角不大于 6mrad，输出功率不小于 2.5w，功率可调，功率稳定性<3%，体积小，安装方便。 1.6 平移台：尺寸 74（±5）*25（±2）*31（±2）mm、行程±25mm，精度不大于 0.1mm、材质硬铝。 ★1.7 配套软件：包括图像采集模块、光斑测量模块（滤波和边缘提取）、参数计算模块，可根据需要采集不同分辨率的图像，最大可达	否	2	套	101.46	101.46	地点： 南校区物理楼使用单位：物电学院	小微企业

		12mm 支杆。 1.5 二维调节滑座：X 轴不小于 25mm，Y 轴不小于 25mm，精度不大于 0.01mm。 1.6 二维微倾架：材料硬铝、二维倾斜调节、采用微调螺纹副驱动，提供精细调整。 ★1.7 SLM 空间光调制器：透射式 LCD；液晶尺寸不小于 1.3 英寸；像素不大于 26um；分辨率：不小于 1024×768；填充因子：67%；相位调制能力 $1.5\pi@400-700\text{nm}$；透过率：55%；刷新：60Hz；工作波长：400nm-700nm；数据接口：VGA，灰度阶数：10 位，1024 阶，含 256 阶渐变灰度图，十种光栅图；空间光调制器的图像输出软件：“多路图像加载/移除”，主屏，多屏切换，显示时间可调，单位 ms，包含“播放”“暂停”“停止”“切换”等。 1.8 傅里叶透镜：精退火 K9 光学玻璃、直径不小于 40mm，焦距 150*（±5）mm，带框。 1.9 扩束镜：精退火 K9 光学玻璃、波长 632.8（±1）nm、直径不小于 25.4mm，焦距为 $f=5（\pm 0.5）\text{mm}$，焦距误差 $\pm 2\%@632.8\text{nm}$、光圈 1~5、直径公差+0.0/-0.20、局部光圈 0.2~0.5、中心厚度误差±0.1、光洁度 IV 级、镀膜 MgF2 增透膜、通光孔径>90%。 1.10 偏振片：双胶合、直径不小于 30mm、消光比 500:1、波长范围 400-700nm、视场角≥±45°、外形尺寸公差+0.0/-0.15、入射光为平行偏振光时的单个偏振片透射率>50%。 1.11 1/4 波片：波长 632.8（±1）nm、直径不小于 30mm、波长范围 400-700nm、外形尺寸公差+0.0/-0.15； 1.12 准直透镜：精退火 K9 光学玻璃、波长 632.8（±1）nm、直径不小于 25.4mm，焦距为 $f=50（\pm 1）\text{mm}$，焦距误差 $\pm 2\%@632.8\text{nm}$、光圈 1~5、直径公差+0.0/-0.20、局部光圈 0.2~0.5、中心厚度误差±0.1、光洁度 IV 级、镀膜 MgF2 增透膜、通光孔径>90%。 1.13 调制波片：波长 632.8（±1）nm、直径不小于 30mm、波长范围 400-700nm、外形尺寸公差+0.0/-0.15； 1.14 物屏：白色消光材料处理，一面带二维刻度，另一面不带刻度。 1.15 CCD 采集系统：不小于 300W 像素、1/2 英寸的 CMOS 彩色相机、像元尺寸不大于 3.2um*3.2um、预设分辨率不小于 2048*1536、可自动/手动进行曝光控制、采用高品质 CMOS 图像传感器，数据接口 USB2.0，480Mb/s、光谱响应 400-1030nm。							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		1.1 电压输入模式：单端或差分输入，满标灵敏度：1nV~1V 以 1-2-5 步进递增，电流输入：106 或 108 V/A； 1.2 动态储备：≥100 dB，输入阻抗：电压：≥10MΩ/25pF，交流或直流耦合，电流：≥1kΩ到虚拟地，共模抑制比：≥100 dB 至 10 kHz，以 6 dB/oct 减小； 1.3 增益精度：标准 0.2%，最大不超过 1%，线路滤波器：50/60 Hz 和 100/120 Hz； ★1.4 噪声：1000Hz 时：≤6 nV/Hz（电压），≤13fA/Hz（电流），100Hz 时：≤15fA/Hz（电流）； 1.5 接地：BNC 接头可以直接接地或者通过 1kΩ电阻接至浮地； 1.6 输入：频率范围：1mHz~102kHz，参考输入：方波或正弦波，输入阻抗：≥1MΩ，正弦参考信号：≥1Hz，≥400mVpp； 1.7 相位：分辨率：≤0.01°，绝对相位误差：≤1°，相对相位误差：≤0.01°，正交性：内部参考：综合，在 1kHz 时：≤0.0001°rms，外部参考：在 1kHz 时：≤0.005°rms（时间常数 100 ms，12 dB/oct），温漂：<10 kHz：≤0.01°/ C，≥10 kHz 时：≤0.1°/ C； 1.8 多谐波检测：2F, 3F, ...nF 至 102 kHz (n<32,767)，四路直流辅助输入，两路模拟输出，输出 X,Y,R,θ,谐波和直流，相位/幅值自动调节； 1.9 采集时间：内部参考：即时采集，外部参考：(2 个周期+ 5ms)或者 4ms； 1.10 稳定性：数字输出：所有设置均无零点漂移，显示：所有设置均无零点漂移，模拟输出：所有动态储备设置≤5 ppm/ C，谐波抑制：-90 dB±0.5dB； 1.12 时间常数：10μs~3ks (<200Hz)，6、12、18、24 dB/oct 陡降；10μs 至 30s (≥200Hz)，6、12、18、24 dB/oct 陡降；同步滤波器：低于 200 Hz 且 18、24 dB/oct 陡降有效； 1.13 频率：范围：1mHz~102kHz；精度：2 ppm + 10μHz；分辨率：≤1mHz； ★1.14 失真：-80dBc ±0.5dBc (f<10 kHz)，-70dBc±0.5dBc (f≥10 kHz)，至少 24 位高精度 ADC；锁相放大器自带≥5.5 寸液晶屏显示参数及波形； 1.15 幅值：0.001Vrms~5 Vrms (分辨率≤1 mVrms)，误差：≤1%，温度稳定性：≤50 ppm/°C，输出：正弦信号，输出阻抗≤50Ω； 1.16 强噪声背景检测模块噪声发生器：白噪声信号幅值包含 100mVms、10mVms、1mVms； 1.17 变容二极管电容测量：激励信号输入幅值：0~1rms，输入阻抗：≥50Ω；	否	2	套			地点： 南校区 物理楼 使用单 位：物 电学院	小微企业	
--	--	---	---	---	---	--	--	--	------	--

数字
锁相
放大
器的
微弱
信号
检测
实验
系统

6	基于锁相放大器的弱磁信号测试系统		1.18 微小阻抗测量：激励信号输入幅值：0~1rms，输入阻抗：$\geq 50\Omega$； 1.19 微弱信号多谐波测量：输入、输出阻抗$\geq 250\Omega$，电压衰减比：$80\text{dB} \pm 0.5\text{dB}$； 1.20 可开展实验项目：强噪声背景检测弱信号实验、微弱信号多谐波测量实验、微小阻抗测量实验（配 LabVIEW 编程测量软件）、变容二极管结电容测量实验、电阻热噪声测量实验（配 LabVIEW 编程测量软件）； 1.21 配套实验仿真实验： 内容包含：通过 LabVIEW 程序实现微弱信号模型的仿真；微弱信号检测实验；微弱信号多谐波测量实验；微小阻抗测量实验；变容二极管测量实验以及电阻热噪声测量实验。				52.44	52.44			
		表面磁光克尔效应综合实验仪	1.1 可实现的实验功能包括： 1.1.1 学习理解磁光克尔效应以及磁致旋光效应的原理，掌握格兰棱镜的调节方法及分辨率，磁光克尔效应测量； 1.1.2 法拉第磁致旋光效应测量； 1.1.3 磁致双折射效应【拓展实验，用户自备磁流体样品】； 1.2 电磁铁可调磁场范围：0~0.4T；磁隙中心宽度调节范围：10~20mm，连续可调；磁芯：长$\geq 235\text{mm}$，直径$\geq 40\text{mm}$，匝数：≥ 1500，圈线径：线径：$\geq 1.6\text{mm}$； 1.3 恒流源电压调节范围 0~55V，恒流源电流调节范围 0~4.8A； 1.4 激光器：功率输出$\geq 10\text{mW}$，波长$\geq 450\text{nm}$，光斑直径$\leq 2\text{mm}$； ★1.5 格兰棱镜：光孔径$\geq 8\text{mm}$，微头行程范围：0~15mm，分辨率$\leq 0.01\text{mm}$；光阑可变外径范围涵盖：1.5-28mm，样品池尺寸：$\geq 10\text{mm} \times 5\text{mm} \times 30\text{mm}$、万用表：直流电压量程精度：200mV/2V/20V/200V$\pm(0.05\%+5)$，交流电压量程精度：2V/120V/1200V$\pm(0.8\%+25)$；镀镍薄膜尺寸：长宽厚$\geq 67 \times 25 \times 1\text{mm}$，滑块：数量$\geq 5$个，长宽：$\geq 75 \times 60\text{mm}$，套筒 L51:数量$\geq 5$个，内径$\geq 15\text{mm}$，长$\geq 50\text{mm}$，支杆数量$\geq 5$个，直径$\geq 12\text{mm}$，长度$\geq 60\text{mm}$，一维调节台数量$\geq 2$个；调节范围涵盖：0-5mm，精度$\leq 0.02\text{mm}$； 1.6 主体结构采用铝合金及钢质材料；盘式结构调节范围：0~270°可调，尺寸：80cm$\pm 3\text{cm}$； ★1.7 Si 探测器输出电压范围：0~2V，表头分辨率：$\leq 1\text{mV}$；活动区域涵盖：13mm²，波长范围涵盖：350-1100nm，上升$\leq 14\text{ns}$，250MHz，偏置电压：10V； 1.8 实验平台： 1.8.1 尺寸 1500mm 长$\times$900mm 宽$\times$800mm 高（$\pm 20\text{mm}$），蜂窝台面厚	否	2	套			地点： 南校区 物理楼 使用单位：物电学院	小微企业	

		度 200mm±10mm; 1.8.2 上台面平整度, 0.02-0.05mm/600mm*600mm; 表面粗糙度 ≤0.8μm; 台面阵列标准 M6 孔距 25mm*25mm; 上表面: 6-8mm 430 高导磁不锈钢, 表面做亚光处理 (避免台面反光); 1.8.3 阻尼隔振支架采用碳钢制作, 四支撑表面喷黑色工艺烤漆, 配有调节轴承, 方便调节平台水平, 调节范围上下可调≥25mm; 1.8.4 固有频率: 6~9Hz, 同负载和实际使用情况相关; 振幅: ≤5μm; 1.8.5 总体荷载能力: ≥1500kg。								
		1. 总体要求: 1.1 平台支持 Python 开发、数据库、大数据、人工智能、区块链等不同的 IT 技术栈课程资源, 并为实训课程资源提供开发环境。同时支持用户基于平台围绕课程教学需求进行自主化的实训课程研发和定制。 ▲ 1.2 可支持多样化开发模式至少包含: 云端编程环境 (Cloud Integrated Development Environments)、远程桌面环境 (Remote Desktop Environments)、远程命令行环境 (Remote Console Environments)、虚拟仿真环境 (Virtual Simulation Environments)、交互式笔记环境 (Jupyter Notebook Environments) 需提供演示视频, 并提该功能高清软件功能截图并加盖制造商公章。 1.3 可支持异质架构实践运行环境: 围绕机器学习、人工智能等教学课程, 支持开发构建涵盖不同 IT 技术架构以及知识技能点的实训课程。可支持 C、C++、Python、Java、R、TensorFlow、MindSpore、PandlePandle、Caffe、Torch 等几十种语言及框架。 1.4 可支持定制的实训开发: 以实训项目为基本核心单元, 支持老师根据需要进行基于已有实训的个性化定制, 支持实训课程的在线升级与持续迭代。 1.5 支持在线制作镜像, 为实验实训的开展提供虚拟镜像的定制与管理, 包括评测环境镜像的动态生成与管理、容器构建优化与管理等。 1.6 支持实时评测反馈, 支持实时在线评测和调试, 让学员在改错中提升实践技能; 支持带会话的多级自动测试与过关评分, 支持基于 Pipeline 模式的多级测试模型; 支持对学生的综合性能力评价, 自动化生成综合性学习实验报告。 1.7 支持高效评测, 支持对学员的编程实践进行自动化评测, 要求实训虚拟机的远程启动时间<5 秒, 代码评测时间<5 秒。 1.8 支持计算资源实时监测, 要求系统资源的调度分配通过云像编排器自动进行负载均衡, 可达到资源均衡高效利用, 当系统资源消耗压力大时, 系统能够自动扩容确保系统稳定可用。 1.9 支持教学与学习统计, 要求支持学生分析统计, 系统自动展示明星						旧图书馆 2 楼、物电学院空间信息技术联合实验室	小微企业	

		学员、学习成绩、课堂活跃度 TOP10。学习成绩包括实训作业、普通作业、分组作业、试卷、总成绩等得分数据，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 2. 学生端功能要求： 2.1 学习路径功能要求：需要设计学习路径模块，涵盖多条人工智能相关的学习路线。 ▲2.2 课程学习功能要求：此模块共有课程搜索、课程介绍、课程学习等功能，用户在此模块寻找课程、查看课程信息、学习各类课程。课程学习页面包含学生学习所需要的功能，可查看公告或者进行章节选择，选择章节后开始学习，进入教案、笔记、问答、附件模块。其中课程章节种类分为 Markdown、PDF、视频、远程桌面、Jupyter、课程讨论、课程测试等。章节中 Markdown、PDF、视频类型课程直接学习（视频可以倍速播放）。点击”进入 jupyter 环境”，在网页页面中可以直接编写代码和运行代码，代码的运行结果也会直接在代码块下显示。需提供演示视频，并提该功能高清软件功能截图并加盖制造商公章。 2.3 算法训练营功能要求：通过智能化的在线判题服务，平台自动评判学生提交的编程题是否正确，使其学习自主化。 2.4 个人中心功能要求：个人中心包含用户身份相关信息、学习相关信息、修改密码等功能。用户进入个人中心后，有“我的课程”、“我的题库”、“我的证书”、“修改密码”、“个人资料”等按钮。 ▲3. 教师端功能要求： 平台支持八种不同类型的课件形式（视频、Markdown、PDF、课程讨论、课程测验、远程桌面、Jupyter、智能硬件）。 3.1 导航功能要求：有学生学习数据总览。导航栏可分别点击进入“学习路径”、“课程管理”、“题库管理”、“学生管理”、“科学实践”等区域。首页显示课程数量以及表示“参与学习人数”、“刷题数量”、“学习报告”的折线图，和表示”学习时长”的柱形图，需提该功能软件功能截图并加盖制造商公章。 3.2 课程管理功能要求：按照“分类”、“技术”、“领域”、“难度”对课程进行筛选.编辑课程，在课程信息模块，可编辑课程名称、课程图片、课程标签、难度等级、课程简介。共有七种类型可选。选择完成之后，也可以在 Header 中切换小节内容。所有类型的小节都具有编辑教案功能，直接进行富文本输入即可。类型为 Markdown、PDF、视频、课程讨论、课程测试的小节具有上传附件功能，可进行课程附件的相关							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		5. GPU 服务器性能不低于： 5.1、处理器：XEON Gold 6430*2 5.2、内存不少于：64GB R-ECC DDR4 4800MHz*16 5.3、系统盘：1.92T SSD*1 5.4、数据盘：16TB HDD*2 ★5.5、GPU*2 参数：CUDA 核心不小于 10752 个，显存容量 不小于 80GB，显存位宽不小于 5120bit，内存带宽不小于 1935GB/s，接口类型 PCI Express 4.0，最大功耗 300W 5.6、支持外接扩展盘柜 6. CPU 服务器性能不低于： 6.1、处理器：2 × Intel Xeon Gold 6330 或同级别 6.2、内存：4 × 32GB DDR4 （共计 128GB 内存） 6.3、硬盘：2 × 480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 6.4、硬盘：2 × 1TB SSD 6.5、阵列：1 × MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 6.6、网口：2 × 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 6.7、支持外接扩展盘柜 7. 存储服务器性能不低于： 7.1、处理器：2 × Intel Xeon Gold 5220 或同级别 7.2、内存：4 × 32GB DDR4 （共计 128GB 内存） 7.3、硬盘：2 × 480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 7.4、硬盘：2 × 1TB SSD 7.5、硬盘：2 × 10TB HDD 7.6、阵列：1 × MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 7.7、网口： × 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 7.8、支持外接扩展盘柜 8. 平台服务器性能不低于： 8.1、处理器：2 × Intel Xeon Silver 4214 或同级别 8.2、内存：4 × 32GB DDR4 （共计 128GB 内存） 8.3、硬盘：2 × 480GB SSD （系统盘，组 RAID1） 8.5、硬盘：2 × 2TB SSD 8.6、阵列：1 × MegaRAID SAS 9361-16i（含电池模块） 8.7、网口：2 × 双万兆电口网卡（共计 4 个万兆电口） 9. 交换机： 1 × 万兆网络交换机 9.1 内存≥4GB 9.2、端口≥24 个 10GE SFP+接口+6 个 40GE/100GE QSFP28 接口+1 个								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		引脚：40，额定功率：5w/10w，供电：5V。 11.4、深度视觉相机： 深度范围：0.6-8m。 功耗：≤2.5W，峰值电流小于 500ma。 彩色图分辨率：1280x720@30FPS；640x480@30FPS；320x240@30FPS； 深度图分辨率：1280x1024@7FPS；640x480@30FPS；320x240@30FPS； 160x120@30FPS； 精度：距离物体 1m 时，±1-3mm 以上。 ★11.5、支持实验项目 提供机器学习课程资源、自然语言处理课程资源，同时支持基于 AI CPU、GPU 系统深度学习算法的如下实验项目： 实验 01 构造线性回归模型 实验 02 逻辑回归框架 实验 03 迭代完成逻辑回归模块 实验 04 神经网络模型架构 实验 05 训练神经网络 实验 06 卷积神经网络模型架构 实验 07 RNN 网络模型 实验 08 循环神经网络 LSTM 实验 09 双向循环神经网络 实验 10 动态循环神经网络 实验 11 对抗生成网络 实验 12 目标识别 实验 13 自编码器 基于 AI CPU 系统应用实验 实验 01 GoogleNet 物体识别 实验 02 FaceNet120 人脸检测 实验 03 神经网络 Lenet 模型 实验 04 手语识别 实验 05 色块跟踪 实验 06 视觉建图 实验 07 文字转语音实验 实验 08 语音转文字实验								
合计				179			890.81			

5、货物（服务）建设项目科学性论证

论证内容及结论	时间	2024 年 9 月 16 日		
	地点	海南师范大学物理楼 201 会议室		
	购置仪器设备的规格、型号、性能、价格及技术指标等是否科学合理；配套经费、运行维修费的落实情况；实验人员的配备情况；效益预测及风险分析等。			
	1、教学仪器不仅要考虑其规格、型号、性能指标和价格，还有考虑是否方便开展教学。本项目就是综合考虑了这些因素，本次购置仪器设备性价比高，同时又有利于教学、科学合理。 2、本次购置仪器设备所需经费 890.81 万，运行维持费低，教学维持费完全能维持运行和维修。实验室有管理和技术人员，不需要另外配备人员。 3、本次购置仪器设备可提高相关课程的教学质量，仪器设备及运行维持不涉及有毒有害物质，不存在对人员及环境造成风险。 组长（签名）：			
参加论证会的个人签名	所在单位	姓名	职称	学历

项目单位 意见	签名（盖章）：年 月 日			
项目归口 管理部门 意见	学校规划和学科建设的货物和服务类项目归口发展规划与学科建设中心，学校人文社会科学的货物和服务类项目归口人文社会科学院，学校科技项目和科技平台的货物和服务类项目归口科学技术院，教学货物和服务项目归口教务处，后勤保障货物和服务项目归口后勤管理处，信息化项目归口信息网络与数据中心，各类图书、期刊、电子出版物及服务项目归口图书馆，其余货物和服务类项目归口国有资产管理处。 签名（盖章）：年 月 日			
国有资产 管理处意 见	安装详细地点		用房面积	
	国有资产管理处对资产的所需场地等作出明确意见。 签名（盖章）：年 月 日			
后勤管理 处意见	后勤管理处对资产所需用水、用电安全、节能环保和基础装修（经费来源）等作出明确意见（必要时填写）。 签名（盖章）：年 月 日			