|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备  名称 | 基本规格 | 主要用途 | 数量 |
| 1 | 多旋翼无人机装配调试实训教学系统 | 1.机架布局要求提供不少于三种机架布局机型，分别为“十”字型，“X”型和“H”型；.每种机架布局的中心板部件，要能够满足三种机型装配使用，机身轴距≥400mm；  2.机身材料：碳纤维和航空铝；整套系统采用箱式设计，箱体采用航空箱材质，内衬采用EVA海绵材质；使用场景；室内、室外；平台具体要求提供五种不同规格电机；且每种不同规格电机不少于4颗；总数不少于20颗；电调规格类型包含三种，分别为20A、30A、40A，每种不少于4条，总数不少于12条；桨叶规格包含4种，材质为塑料，每种规格不少于两对，总数不少于8对；电池规格：3-4S，容量≥5000mah，放电倍率≥30C，数量不少于3块。  3.飞行控制器：要求支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式；飞行控制器内部要求集成蜂鸣器传感器模块、空速传感器模块、磁罗盘传感器模块、气压高度计模块、磁罗盘与加速度计模块、陀螺传感器模块、陀螺与加速度计等。  4.最大飞行时间不得低于12min,最大起飞重量≥1.5kg；工作环境温度支持范围：-10〜40℃；  5.最大上升速度≥4m/s;最大下降速度为≥5m/s;最大平飞速度≥7m/s；  6.最大可承受风速≥8m/s；悬停精度，垂直±0.5m,水平±1m(GPS状态）；最大俯仰角度不小于35°；  ▲7.机体下中心板为PCB电路板设计，电子线路为沉埋式设计，且PCB电路板上具有明显的信号线序号标识，防止组装调试时安装线序出错。连接插头采取插拔式设计，保证重复使用性；（需提供满足参数要求的实物图片）  ▲8.机身处附有二维码图标，通过扫描二维码图标，学生可在移动端查看该机型的组装视频。方便学生在组装过程中随时调用查看确保教学进度，组装视频中所示机型与该机型一致；（需提供满足参数要求的实物图片及视频截图）  9.传感器模块要求包含空速传感器模块、磁罗盘传感器模块、气压高度计模块、陀螺传感器模块、CAN总线模块、声音报警模块、指示灯模块、低压差供电模块、飞行数据存储模块、电平转换模块、参数存储模块、主控制器模块、输入输出控制器模块；外设串口至少包含外设数传串口、RTK串口、GPS串口、外置罗盘、光流串口：TFMINI串口；  10.飞行模式至少支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式；飞控至少具有磁罗盘异常修正、单参数调节、多传感器融合、二次开发功能；  11.遥控器至少支持SBUS、PWM信号输出，工作电压为7.4V-18V,使用DSSS&FHSS混合双扩频技术，可实现避干扰和抗干扰结合，遥控器通道数量不低于8个；  12.包含装调备件库及工具箱。  ▲13.投标人需提供所投产品相关的《软件著作权登记证书》。  ▲14.课程资源数量及内容要求（投标人提供以下教学资源截图，每个教学资源截图数量不少于3张）  （1）PPT课件  ①数量要求：≥5个。  ②内容要求：至少包含多旋翼无人机组装与调试概述、多旋翼无人机焊接技术、装调实训无人机机体组装、飞控线路连接和遥控器设置、飞控参数调试校准。  （2）视频微课  ①数量要求：≥5个。  ②内容要求：至少包含多旋翼无人机组装与调试概述、装调实训无人机系统（多旋翼）机体组装、飞控的安装与调试、飞控线路连接和遥控器设置、无人机模拟飞行。  （3）实训工卡  ①数量要求：≥5个。  ②内容要求：至少包含多旋翼无人机组装与调试概述、多旋翼无人机焊接技术、装调实训无人机机体组装、飞控线路连接和遥控器设置、飞控参数调试校准。  （4）课程教案  ①数量要求：≥5个。  ②内容要求：至少包含多旋翼无人机组装与调试概述、多旋翼无人机焊接技术、装调实训无人机机体组装、飞控线路连接和遥控器设置、飞控参数调试校准。  （5）知识手册：  ①数量要求：≥5个。  ②内容要求：至少包含多旋翼无人机组装与调试概述、多旋翼无人机焊接技术、装调实训无人机机体组装、飞控线路连接和遥控器设置、飞控参数调试校准。 | 无人机装调实训教学 | 25套 |
| 2 | 垂起固定翼装配调试虚拟仿真系统 | （一）总体要求  1.装配仿真模块基于unity或UE数字引擎开发。  2.装配仿真模块包含模型为1：1三维建模，展示发动机、机翼、天线、螺栓、搭扣等无人机零部件的结构细节，模型精度至少达到1mm。  3.虚拟实训车间采用3D实时渲染技术，还原无人机装配生产环境，可实现场景内360度环绕旋转观看。  4.仿真对象应为垂直起降固定翼。（投标人提供所仿真的垂直起降固定翼型号资料复印件并加盖投标人电子签章）。  5.仿真内容包括中翼装配、左机翼装配、右机翼装配、电机臂装配、尾翼装配、机身装配、总装。  6.仿真模块要求画面清晰、稳定，无抖动跳跃，无明显偏色，场景均使用光照烘焙，具有层次感、真实感。在渲染时避免出现光照错误，画面真实。同时运行时平滑流畅，避免在操作过程中出现卡顿。  7.使用高清渲染管线 (High Definition Render Pipeline,   HDRP)渲染，模型材质均按照次时代PBR标准制作。  8.提供实训系统配套使用手册或实训系统教材。  （二）性能要求  1.运行帧率：≥30帧/秒。  2.装配仿真模块兼顾性能的同时，对画面优化。运用抗锯齿技术，采用诸如Multi-Sampling Anti-Aliasing、Time Anti-Aliasing等技术。  （三）主要功能  1.装配仿真模块具备教学、练习、考核三种模式，考核模式中教师在后台进行发布，学员在客户端进行相应课程的考核。  2.教学模式下，每个装配课程进入后会以模型高亮和文字简介配合镜头动画进行该课程的概述。  3.新手教学功能。教学模式下，教学模式下的中翼装配课程，具备新手教学功能。新手教学依步骤进行，将教学点以外部分以半透明黑色遮罩遮住，仅显示教学点。提供文字的操作介绍、跳过按钮，用于跳过新手教学。  4.装配仿真模块具有登录界面、选课界面、考核界面、装配操作界面。  5.装配课程操作以鼠标交互为主。按下鼠标右键并拖拽进行镜头绕模型的旋转、按下鼠标中键并拖拽进行镜头的平移、滑动鼠标滑轮进行镜头的远近缩放。  6.装配课程具备操作流程列表，可拖拽查看该课程的完整操作流程。  7.教学和训练模式具备快进步骤功能。点击流程列表的后续步骤，可自动跳转到该步骤。当前步骤与目标步骤间的操作会以快进播放的形式播放其间的装配模型动画。（提供软件界面及功能截图并加盖投标人电子签章）。  8.教学与练习模式下，装配课程具备详细步骤文字介绍、同步语音介绍功能。  9.可视化引导。点击选中物品窗口可弹出物品选择界面，进行工具、部件、消耗品的选择。教学模式下会对该步骤所需物品进行高亮提示。  10.教学和练习模式具备自动选择道具功能，可将该步骤所需工具、部件、消耗品一键选择。  （四）装配内容要求  1.装配内容包含7大模块：中翼装配、左机翼装配、右机翼装配、电机臂装配、尾翼装配、机身装配、总装。精确到螺丝级别的装配流程还原，具备工具、部件、消耗品的选择。  2.中翼装配、左机翼装配、右机翼装配、电机臂装配、尾翼装配、机身装配、总装模块内容：  中翼装配模块：包含安装左翼与中翼搭扣开孔工装、左翼与中翼搭扣安装位打孔、铆接左翼搭扣钩端、铆接左翼搭扣扣端、安装电调、固定雷莫母头等步骤。  左机翼装配模块：包含固定左机翼副翼组件、包装外置气压计、固定舵机摇臂、安装舵机、安装航灯等步骤。  右机翼装配模块：包含安装右副翼、安装舵机摇臂、固定L型铝件、固定舵机盖板、固定右舵机等步骤。  电机臂装配模块：包含配合左前机臂、左侧前机臂搭扣定位工装安装、左前机臂钻孔、安装整流罩、安装旋翼电机、安装组装电机等步骤。  尾翼装配模块：包含拉铆舵机安装螺母、加工连接件螺母安装孔、配合左右V尾、安装快速插销孔开孔工装、固定舵机摇臂、固定舵机盖板等步骤。  机身装配模块：包含安装飞控备份GPS、防火墙滑槽片安装、把油箱放进机身内、安装油箱盖、找平工装平面、安装发动机与发动机防火墙等步骤。  总装模块：包含安装中翼、拧紧左旋翼臂螺钉、安装左外翼、紧扣左外翼锁扣、安装尾翼、盖上设备舱盖等步骤。  （五）后台教师管理考核系统  1.配套无人机装调虚拟仿真模块。（提供系统原厂的开发声明复印件并加盖投标人电子签章）。  2.用户角色。主要包括：系统管理员、老师、学员。  3.功能模块。包含学习管理、学员管理、教师管理、班级管理、考评管理模块。  4、学习管理、学员管理、教师管理、班级管理、考评管理模块功能要求。  学习管理，需要包含如下功能:    成绩列表。根据班级和考试筛选列出学员的成绩，提供批量导出功能,系统管理员、教师、学员可以查看。    成绩统计。根据班级和考试筛选以图表形式列出成绩统计,系统管理员、教师可以查看。    章节进度。根据班级筛选列出学员学习进度,系统管理员、教师、学员可以查看。    考核记录。根据班级、学员、考核、考核内容筛选列出学员该次考核的步骤名称、每步实际操作记录、评判分数，系统管理员、教师、学员都可以查看。  学员管理：    系统管理员和教师可对学员账号进行增删改查。    根据班级筛选，向班级添加学生帐号。    支持批量添加、导出。导入模板、导出均为excel文档。    学员账号同时用于无人机装调虚拟仿真模块登录使用。  教师管理：    系统管理员可对教师账号进行增删改查。    教师只能查看教师基础信息。    支持批量添加和批量导出，导入模板、导出均为excel文档。  班级管理：    系统管理员可以对班级进行增删查改。    教师可查看班级基本信息。  考评管理：    系统管理员和教师可创建考核，参数包括考核名称，考核班级，考核日期，开始时间，结束时间，考核内容项、考核内容项可多选。    考核创建后，相应班级的学员在无人机装调虚拟仿真模块中登录账号后，在设定时间段内可从考核入口进入，查看到考核内容项进行考核。    考核完成后教师、学生均可查在学习管理中考核记录查看考核结果。 | 工业级无人机装调虚拟仿真实训 | 45套 |
| 3 | 无人机维护定损模拟实训系统 | （一）设备硬件结构要求  1.设备硬件平台要求：  （1）尺寸（长宽高）：≥1200mm×700mm×1800mm；  （2）材质与结构：采用铝合金框架。  （3）工作电流：5～20A；  （4）输入电压：200~240V AC；50Hz；  （5）多旋翼无人机结构布局，可支持4轴、6轴、8轴旋翼操作；  2.操作终端配置要求  （1）屏幕尺寸：≥15英寸  （2）处理器：最低配置不低于i5处理器  （3）运行内存容量：≥8GB  （4）内存容量：≥120G  （5）分辨率：不低于1920\*1080  （二）、平台模块功能要求  1.多旋翼故障检修控制模块功能要求  （1）支持故障设置：机械类故障、电气类故障、软件类故障  实现功能包含但不限于：实时部件故障控制、实时部件故障检测、实时与控制软件通讯，接收与反馈控制软件的消息。  （2）可支持多旋翼故障检测维修项目  1）无人机配电系统故障检测维修项目：通过设置使无人机动力电源供电产生故障并可维修。  2）无人机电源管理模块故障检测维修项目：通过设置使无人机电源系统中电源管理模块产生故障并可维修。  3）无人机通讯系统故障检测维修项目：通过设置使无人机遥控系统与接收机通讯产生故障并可维修。  4）无人机电机缺项故障检测维修项目：通过设置使电机供电输入缺项产生故障并可维修。  5）无人机电调信号故障检测维修项目：通过设置使无人机电调信号通讯产生故障并可维修。  6）无人机电调供电故障检测维修项目：通过设置使电调供电输入产生故障并可维修。  7）无人机载荷系统故障检测维修项目：通过设置使无人机物流载荷系统产生故障并可维修。  8）无人机飞控故障检测维修项目：通过设置使飞控产生故障并可维修。  9）无人机动力系统综合检测维修项目：通过设置将无人机动力系统的不同故障进行同时设置使系统产生综合故障并可维修。  10）无人机系统综合故障检测维修项目：通过设置不同位置模块故障使整个系统产生综合故障并可维修。  11）无人机航拍载荷系统故障检测维修项目：通过设置使无人机航拍载荷系统产生故障并可维修。  12）无人机照明载荷系统故障检测维修项目：通过设置使无人机照明载荷系统产生故障并可维修。 | 无人机检修与调试 | 8套 |
| 4 | 无人机飞行控制综合调试系统 | 采用半物理仿真实现对数学模型、实体模型的建同步实时模仿真，实验箱配合各种元器件和实验对象(含公司现有的大部分实验对象)自由设计多种电路，使用Matlab软件完成自主设计性和验证性实验。系统平台完成嵌入式基础实验，ARM框架介绍，开发环境配置以及外设、通讯以及电机驱动、PPM协议等功能实验；对旋翼无人机陀螺仪、传感器校准及滤波实验，实现无人机控制系统建模以及对轴调试实验、无人机定高以及遥控飞行实验。  一、功能  1.无线通信；  2.遥控器与飞控的对码与精准通信；  3.基于MPU6050的姿态获取及分析；  4.气压测量；  5.PWM调速；  6.卡尔曼滤波；  7.内置PID自动控算法，实现自、稳飞行  8.双开发模式，既能够实际飞行，又能够基于无人机扩展底板进行模拟开发  9.硬件模块可拆卸式设计，元器件裸露在外方便学习，配套模拟飞行软件，包含模拟训练课程  10.满足STM32与MSP430两种处理的学习与实际开发训练  11.支持气压计定高飞行；  12.搭配动态桌面调试支架，可以调试PID等无人机动态参数，学习并应用自动控制理论等计算机技术；  13.可在正式飞行之前调节并验证飞机的稳定性  14.可搭配PC端多功能上位机使用。动态调试过程中通过上位机观察无人机运动曲线、姿态数据等（如：PID目标值、测量值及误差值），并直接通过上位机调节这些参数或运动姿态  二、整机参数  1.两种飞控核心：     （1）TI MSP430F5529，主频不低于25MHZ。     （2）STM32C8T6,Cortex-M3内核，主频不低于72Mhz。  2.两套机架：≥150mm轴距一套,≥230mm轴距一套，两种飞控可任意对接每套机架，实现任意组合飞行。  3.通信方式：2.4GHz。  4.传感器：气压计的最高精度不小于5cm。  5.电机：采用720空心杯电机和8520空心杯电机。  6.飞机电池充电器：1S充电器，一拖六。  7.调试支架配套开关控制，内置防过载电压电路。  尺寸：≥长\*宽\*高360\*220\*280(mm)。  可调电源：12V5A带显示屏直流电源。  输入电压：220V，交流。  输出电压：≤4.3V，5A直流。  电源底板：可提供USART1、SPI等总线扩充。  8.高度传感器：量程≥4米，测量频率不低于50hz，测量角度≥27度。  9.光流：采用串口数据，19200波特率输出地面光流信息。  10.配合组网编队套件进行无人机空中定位飞行，并且进行编队飞行。  三、课程资源  课程存放于学生项目管理平台内，可实现课中教学过程中实时发布信息，学习平台收集信息，平台自动评分等。完整的飞控源码、实验代码、视频课程、PPT课件、实验指导书、讲义、技术资料等。  包含以下内容：  1.飞行器组装与软件安装：包括组装、飞行教程；IAR软件安装使用教程等。  2.无人机概述：包括无人机发展、组成结构、飞行原理、核心技术科普等。  3.遥控器设计：包括遥控器功能、硬件设计、软件实现等。  4.无人机操控：包括基本飞行方法、经验技巧、注意事项等。  5.无人机设计：包括MSP430最小系统、电源管理、无线通信、陀螺仪设计、加速度计设计、气压计设计、PWM驱动及PID算法、卡尔曼滤波。  6.实验项目：包括组装无人机、遥控器的校准、无线数据的收发、无人机操控、基于IIC读取MPU6050数据、气压计的应用、PWM驱动及PID算法、陀螺仪的设计、卡尔曼滤波，PID参数动态调试等。  7.课程支持学生项目管理平台内OMER课程的学习，提供基于OMER课程的样例。 | 传感器工作及原理认知、多旋翼无人机控制仿真，测试飞机性能 | 10套 |
| 5 | 无人机传感器综合调试系统 | 配合传感器应用技术课程，完成对各类传感器的原理认知、学习和应用，主控台、传感器以及实验模块构成。  一、设备要求  1.要求该设备芯片以STM32F429IGT6为主控的开发板，且以Cortex-M4为内核,主频为180MHz,1024KB的代码闪存,以及256KB的RAM。底板外设接口应具备集成百兆网口、USB OTG/Host、USART、I2C、SPI、CAN.GPI0等常用控制总线及接口，可外接更多的模块用于无人机开发、工业控制和工业物联网等领域。  2.要求开发实验箱上应具备RS232 接口、RS485 接口，可满足 I2C 通讯协议、UART 串口通讯协议的学习要求；掌握传感器的驱动控制；具有RGB接口，支持RGB565/888屏幕。  3.要求飞控硬件使用Pixahwk2.4.8，需配备新标准的32位处理器STM32F427，搭配5611气压计。  二、设备系统功能要求  实验箱电路板正面印有元器件图形符号及相应的连线，反面为印刷线路，并焊好相关的元器件。实训项目丰富，源代码公开，元器件丝印标示清晰，安装外露，形象直观。可以方便地进行多种实验。  三、设备系统特点要求  1.主电路模块  要求主控芯片为STM32F429IGT6的开发板，搭载复位按键、SWD接口、LCD FPC接口、Micro USB接口，核心板应配有EEPROM、SDRAM和SPIFLASH都为32M，并且具有两路RS232通信接口  2.称重传感器模块  输入电压：5V；  最大量程5KG；  AD模块采用HX711；  3.激光传感器模块  输入电压DC5V；  光源波长650nm；  4.磁力计模块  输入电压：3.3V；  串行接口：I2C总线；  灵敏度：0.6MT/LSB；  5.气压计模块  输入电压：3.3V；  传感器类型：BMP280；  通信接口：I2C、SPI；  6.温湿度模块  输入电压：DC3.3V；  通信接口：单总线数据信号；  温度测量范围：-20℃-+60℃；  湿度测量范围：5-95%RH；  7.光敏传感器模块  输入电压：DC3.3V；  输出信号：高单总线数字输出；  8.循迹模块  输入电压：5V；  传感器类型：TCRT5000；  输出形式：TTL高低电平；  9.雨量传感器模块  输入电压：3.3V；  10.空气检测模块  输入电压：5V；  工作温度范围：-10℃-50℃；  输出形式：TTL高低电平；  11.视觉传感器模块  输入电压：DC1V；  像素：500万像素；  12.显示单元  输入电压：DC3.3V、DC5V；  TFT：4.3英寸分辨率480\*272  13.热红外成像  输入电压：DC5V；  温度测量范围：-40℃-300℃；  屏幕分辨率：320\*480  TFT：4.3英寸LCD显示屏  14.图传模块  输入电压：DC3.7V；  尺寸：157\*23\*14；  15.飞控模块  要求使用Pixhawk2.4.8 飞控，采用新标准 32 位处理器即 STM32 和 5611气压计，支持二次开发扩展面广，如”树莓派”这样的机载电脑。并且需要提供飞控源码。  16.GPS定位模块  输入电压：DC5V；  精度：0.7米；  17.激光雷达定高模块  输入电压：DC5V；  通信接口：UART、I/O、I2C；  工作温度：-20-60℃  18.光流计模块  输入电压：DC5V；  四、配套要求  1.数据采集上位机软件  要求通过利用核芯主板来收集各个传感器模块检测的数据，然后通过该软件显示并且接受到对应数据。  2.电子电路仿真软件  （1）电子电路具有其它EDA工具软件的仿真功能，还能仿真单片机及外围器件。从原理图布图、代码调试到单片机与外围电路协同仿真，一键切换到PCB设计。将电路仿真软件、PCB设计软件和虚拟模型仿真软件三合一的设计平台，其处理器模型支持8051、HC11、PIC10/12/16/18/24/30/DSPIC33、AVR、ARM、8086和MSP430等，在编译方面，它也支持IAR、Keil和MATLAB等多种编译器。  （2）软件可提供的仿真元器件资源：仿真数字和模拟、交流和直流等数千种元器件，有30多个元件库。可提供的仿真仪表资源 ：示波器、逻辑分析仪、虚拟终端、SPI调试器、I2C调试器、信号发生器、模式发生器、交直流电压表、交直流电流表。  （3）可用于： 模拟电路与数字电路的教学与实验；单片机与嵌入系统软件的教学与实验； 微控制器系统的综合实验；创新实验与毕业设计；项目设计与产品开发。  3.要求设备配套虚拟维修电工技能实训仿真教学软件  软件分为电工基本常识与操作、电工仪表、照明电路安装、电机与变压器、低压电器、电动机控制、电工识图七大模块，基本覆盖维修电工鉴定考核的全部模块。  要求虚拟维修电工技能实训仿真教学软件至少包含以下组成及功能：  （1）电工基本常识与操作：安全用电常识、常用电工工具、常用导线连接、手工焊接工艺的基本常识、工具的认知和使用  （2）电工仪表：万用表、电能表、钳形电流表、兆欧表、直流电桥、配电板的仿真训练  （3）照明电路安装：荧光灯、两地控制灯的3D认知、原理、接线和排故  （4）电机与变压器：三相异步电动机、单相异步电动机、伺服电机、步进电机、直流电机、变压器的仿真训练  （5）低压电器：交流接触器、继电器、常用闸刀开关、低压断路器、熔断器、启动器、主令电器的仿真训练  （6）电动机控制：有过载保护运转控制、联动控制、行程控制、自耦降压起动、接触器Y△起动、时间继电器Y△起动、机械制动、反接制动、能耗制动、双速调速、电动葫芦、绕线式电动机起动控制、车床控制、磨床控制、钻床控制、直流调速、直流制动、直流正反转等仿真训练  （7）电工识图：图形符号的认知和说明、原理图的绘制原则等说明、接线图的绘制原则等说明。  4.电子技能实训仿真教学系统  电子技能实训仿真教学系统包含电子产品制造技术、仪器仪表的使用、元器件识读与检测、综合技能实训四大模块，基本覆盖电子技能实训鉴定考核的全部模块。  主要包括以下实训工具、仪器并能实现相应的原理演示与仿真训练：  （1）电子产品制造技术：电子产品制造过程、焊接与拆焊技术、SMT（表面安装）技术的说明。  （2）仪器仪表的使用：万用表、双踪示波器、低频信号源的仿真训练  （3）元器件识读与检测：电阻器、电容器、电杆与小型变压器、二极管、三极管、集成电路、晶闸管、贴片元件、传感器件、开关、接插件的仿真训练。  （4）综合技能实训：简单放大回路、稳压电源、收音机、数字钟、声光报警、调光台灯的仿真训练。  5.智慧教室管理系统  要求智慧教室管理系统具备以下功能：  （1）屏幕广播：可选边看边练，广播模式下学生可以自己操作，否则只能观看。可选声音。  （2）窗口广播：系统设置里可以设置只广播某个指定窗口。  （3）学生演示：在屏幕广播状态下，让某个学生演示给其他学生看。  （4）考试系统：可题库和试卷考试，可从题库生成试卷，可自动阅卷反馈等。支持手机。  （5）群发文件：可以设置学生端接收文件位置。有极速模式和普通模式。  （6）群发消息：可以设置学生之间是否可以看到别人的消息。用gateface门面可以分组讨论。  （7）收发作业：学生可发作业文件给老师，也可以放到共享空间。  （8）考勤记录：可以导出上课学生名单。可以保存日志。  （9）远程执行：远程执行学生机程序，可以打开网页。可以带执行参数。  （10）随堂测试：广播过程中，让学生选择ABCDE。  （11）远程开机：需要网卡支持，BIOS设置，不能断开电源，否则不行。可以多开几次。  （12）屏幕墙：可以看到所有学生的屏幕。可以设置数量和时间等。  （13）查看屏幕：查看单个学生的屏幕，并可远程操作。  （14）黑屏肃静：可以自己定义屏幕黑屏时显示的文字。  （15）屏幕录像：可以录制声音（默认麦克风，录电脑发的声音需要声卡设置混音）。  （16）清理文件：删除指定目录下特定时间内各种类型文件。系统文件的目录不允许删除。  （17）程序控制：设置程序的黑白名单。黑名单不能运行，白名单则只能运行这些。  （19）上网控制：控制浏览网址（仅支持IE和门面浏览器），先把其他浏览器加入黑名单。  （20）程序透视：可以看到学生机上正在运行的程序。可以直接加入黑名单。  （21）教室管理  新建教室，登录时自动选择，可切换，可设置默认自动启动自动登录。  （22）课堂评价  让学生给本次课程评分，1-5分。  五、招标设备技术参数  1、输入电源，单相三线  AC220V±10%  50Hz；  2、输出电源，直流稳压电源： 3.3V；±5Ｖ/1A，±12Ｖ/1A；  3、装置容量，≤1KVA；  4、工作环境，环境温度范围为-10℃～+40℃，相对湿度<80%(25℃)，海拔<4000米；  六、招标设备可完成的实验实训内容  1、称重实验  2、激光实验  3、地球磁场方向测量实验  4、气压检测实验  5、温湿度检测实验  6、光照检测实验  7、循迹检测实验  8、雨量检测实验  9、空气检测实验  10、图像捕捉实验  11、热红外成像温度检测实验  12、四轴无人机飞行实验  13、四轴无人机GPS定位实验  14、四轴无人机经纬度检测实验  15、四轴无人机避障实验  16、四轴无人机定高悬停实验 | 无人机传感器调试实验 | 10套 |
| 6 | 无人机驾驶员考训系统 | （包含考证虚仿训练系统和理论教学实训专用遥控器45套；中型无人机执照飞行实训平台（四类）含视距内、超视距考证2套；无人机电子考试评测系统2套；电池智能充电器2套；中型无人机执照飞行实训平台（四类）电池12块）具体参数如下：  一、考证虚仿训练系统  1、基础设置要求  （1）应具有灵敏度调节功能，能够支持对副翼、升降、油门、方向进行操控灵敏度调节。  （2）画面设置应支持设置窗口模式、支持独占全屏、窗口模式等功能，并能够根据不同的显示器设置适配的分辨率，用于提高画面的质量和匹配电脑性能。  （3）具有音频设置功能，能够自定义设置主音量、背景音量、音效音量及语音音量等。  （4）平台应默认适配至少两款遥控器；支持遥控器自定义校准；遥控器需支持USB-HID协议，能够支持预览遥控器通道的实时输入，并可支持单独对每个通道进行功能映射和校准。  （5）能够显示软件授权信息及授权模块。  （6）应该支持键盘、遥控器、VR手柄进行软件全局功能操作。  （7）系统应支持在线热更新。  （8）能够支持画面帧数实时显示，可一键打开和关闭帧数显示。  （9）能够提供分辨率自定义设置，适配不同电脑屏幕的显示；画质设置应提供720P屏幕分辨率、1080P屏幕分辨率、2K屏幕分辨率、4K屏幕分辨率等多种选项，并支持分辨率的一键改变。  （10）应具有全屏开关功能，能够支持一键切换窗口化运行和全屏运行。  ▲（11）应提供多种画质选项，能够适配低中高配置性能的电脑，画质质量设置应提供不低于4种性能阶梯的选项，可一键改变画质，改善运行帧数。（提供画质选择截图）  二、自由飞行  ▲（1）自有飞行模块应支持多种机型可选：至少应支持7种六旋翼、八旋翼以及其他常用机型。（提供机型选择截图）  （2）系统应预设有建模场景。  （3）系统应具备良好的飞控性能，可以体验各种无人机的飞行姿态及操作手感。  （4）应具备多种摇杆模式，能够之定义调节摇杆灵敏度，能够支持美国手、日本手、中国手。  （5）系统应具备完善的天气系统功能，能够支持切换天气效果，至少应包含晴天、阴天、雨天、大雪等天气效果。  （6）系统应支持自定义设置模拟时间，能够根据调整的时间自动变换太阳的位置、角度以及太阳光强度等。  （7）应具备设置风力等级的功能，能够支持无风、1-3级风力调节，根据调节的风力，场地中风向标能够自动呈现风力大小和方向，并根据风力影响无人机飞行稳定性，以达到模拟各种真实环境的目的。  （8）应支持多视角模式，至少包含固定视角、跟随视角和FPV视角。  （9）应具备视角调整功能，在固定视角下应能进行视域调整和高度调整。  （10）飞行模式应支持姿态模式和GNSS模式。  三、民航执照培训  （1）场地类型应支持森林、学校、沙滩、山地等四个场景自由切换。  （2）系统应支持自选机型，至少支持六旋翼、八旋翼等常用机型的自由选择。  ▲（3）系统应支持多种训练模式，至少包括训练模式和闯关模式。训练模式能够对所有子模块不做限制进行训练；闯关模式能够按照子模块顺序进行闯关，子模块逐一解锁。（提供两种模式系统截图）  （4）系统应具备悬停训练功能，能够在场景中展示桩桶及悬停范围；应详细展示无人机飞行参数，包括无人机飞行速度、水平速度、垂直速度、角速度等；不同训练内容都应该具有详细的步骤引导及任务完成反馈，当无人机进入指定的悬停范围时地面标识应具有高亮提示功能；360°自旋应具有对应旋转进程引导提示，并可根据无人机所处位置和飞行速度进行判定是否训练合格。  （5）系统应具有“8”字航线训练功能，能够在场景中展示桩桶及航线标识，应支持通过界面展示鸟瞰视图查看无人机水平位置；能够详细展示无人机飞行参数，包括飞行速度、水平速度、垂直速度、角速度等；能够通过小地图查看飞行轨迹，应具有详细的步骤引导，并能够支持任务完成反馈；在训练中应支持根据飞机位置切换视角位置，高度还原现实视角。  ▲（6）并支持“8”字航线中的任意一段进行重复训练。（提供系统训练截图）  ▲（7）系统应具备航线绘制功能，并内置显示地图和考试练习题，能够使用精准规划和航线模板进行航线规划，并内置计时器控制作图时间。（提供航线绘制功能截图）  （8）系统能够支持模拟考试，能够还原民航局无人机执照考试流程，可在3次机会下依次完成360°自旋和“8”字飞行科目，考核结束应给出评分和是否通过评定。  （9）应对无人机的飞行高度、速度、航向角、位置等参数进行判定，应完全符合民航局无人机执照考试判定。详细展示无人机飞行参数，包括飞行速度、水平速度、垂直速度、角速度等；应具有详细的步骤引导及任务完成反馈，能够通过界面展示鸟瞰视图查看无人机水平位置并通过小地图查看飞行轨迹。  ▲（10）考试结束后可查看综合评分并支持使用自由视角和固定视角查看考试回放。（提供两种视角系统截图）  （11）应具有基础操作帮助，支持查看键盘和遥控器操作键位以及查看标准的遥控器握持姿势。  （12）应具有调节摇杆灵敏度的功能，支持美国手、日本手、中国手。  （13）系统应具备完善的天气系统功能，能够支持切换天气效果，至少应包含晴天、阴天、雨天、大雪等天气效果。  （14）系统应支持自定义设置模拟时间，能够根据调整的时间自动变换太阳的位置、角度以及太阳光强度等。  （15）应具备设置风力等级的功能，能够支持无风、1-3级风力调节，根据调节的风力，场地中风向标能够自动呈现风力大小和方向，并根据风力影响无人机飞行稳定性，以达到模拟各种真实环境的目的。  （16）应支持多视角模式，至少包含固定视角、跟随视角和FPV视角。  （17）应具备视角调整功能，在固定视角下应能进行视域调整和高度调整。  （18）飞行模式应支持姿态模式和GNSS模式。  二、理论教学实训专用遥控器  1、应支持双摇杆自动回中。  2、支持的通道数量：不低于8通道。  3、应支持电子微调。  4、应支持USB直接供电。  5、应支持USB-HID协议。  三、中型无人机执照飞行实训平台（多旋翼四类）  1.轴距：≥1600MM；  2.旋翼数量：≥6；  3.机身折叠尺寸：≥1135\*1135\*650mm；  4.抗风等级：≥7级；防雨防尘：≥IP45；  5.悬停时间：≥25分钟；  6.有限载荷：≥15Kg；  7.最大偏航角速度：≥100度/秒；最大倾斜角度：≥30°；最大升降速度：上升5m/s±0.5m/s；下降4m/s±0.5m/s；  8.遥控系统通道数量≥14通道；  9.遥控器具备不少8个拨挡开关；旋钮开关不少于2个；至少具备教练接口；支持教练功能。  ▲10.课程资源数量及内容要求（投标人提供以下教学资源截图，每个教学资源截图数量不少于3张）  （1）课件（PPT）资源  ①数量要求：≥10个。  ②内容要求：至少包含无人机整体概述、无人机系统组成、无人机飞行原理与性能、航空气象、无人机法规与空域、无人机飞行手册、任务规划、旋翼无人机、起降操作技术、模拟操控技术。  （2）课程教案  ①数量要求：≥10个。  ②内容要求：至少包含无人机整体概述、无人机系统组成、无人机飞行原理与性能、航空气象、无人机法规与空域、无人机飞行手册、任务规划、旋翼无人机、起降操作技术、模拟操控技术。  （3）微课视频  ①数量要求：≥10个。  ②内容要求：至少包含无人机整体概述、无人机系统组成、无人机飞行原理与性能、航空气象、无人机法规与空域、无人机飞行手册、任务规划、旋翼无人机、起降操作技术、模拟操控技术。  （4）课程大纲  ①数量要求：≥10个。  ②内容要求：至少包含无人机整体概述、无人机系统组成、无人机飞行原理与性能、航空气象、无人机法规与空域、无人机飞行手册、任务规划、旋翼无人机、起降操作技术、模拟操控技术。  四、无人机电子考试评测系统  1.天空端（模块）：尺寸≥103mm\*66mm\*27mm；重量≥185g；  2.地面端（模块）：尺寸≥103mm\*66mm\*27mm；重量≥180g；  3.供电电压支持：7V-28V；系统功耗：（天空端）≥3W；地面端≥3W；天空端：不少于1个XT60接口；地面基站端：不少于1个USB接口；通讯链路：数据链路至少支持双路LoRa 扩频；  4.导航惯性单元（天空端）至少包含内置高精度六轴加速度计、内置高精度双气压计、内置抗干扰磁罗盘；导航刷新率≤10Hz；  5.电子考核测评系统配套APP软件至少可支持在Android手机端、Android平板电脑端上使用；  6.测试软件至少支持在线升级、内置考试标准可联网同步；至少支持语音播报提示功能；  7.至少支持自定义考试标准、设置重考次数；至少支持学员信息管理功能，并支持将学员学习记录通过APP软件发送给学员；  8.显示当前训练项目的实时数据（飞行轨迹），至少包括航向角偏移量、高度偏移量、位置偏移量、飞行速度、飞行高度，实时标记训练中的错误位置点及错误信息，结合统计数据，教员可对学员进行针对性指导，快速提高操控水平；  9.至少具备训练模式和模拟考试模式两种功能，针对360度自旋和8字飞行科目，实时进行评判；8字训练时可灵活进行左右圆的单圆训练；训练模式至少支持各个项目的单独训练，训练项目自动循环重复，同时各个科目的考评参数开放，用于设置不同的参数大小，实现不同的训练难度；模拟考试模式合并所有考试科目，对全程飞行进行评判和考核，同时开放各个评判点的参数，通过设置不同的参数大小，可以实现不同的考核难易程度，实现循序渐进、由易到难的培训方式和考核原则；  10.至少可支持学员进行视距内驾驶员、超视距驾驶员，以及教员级别的训练科目开展飞行训练；显示训练科目详细信息，至少包括各个科目训练的评判结果；至少可以对训练科目进行启停控制，用于开始和结束科目的训练或模拟考试。  五、电池智能充电器 1.至少支持快速充电模式、精准充电模式、储存模式；  2.适用电池类型：LIPO/LIHV电池进行平衡充放电；  3.至少支持电池电压检测、电池内阻检测功能；  4.充电电流至少支持可调节；最大充电电流10A；  5.至少支持使用USB数据线对充电器进行升级功能；  6.至少具备反接保护功能；短路保护功能以及过温保护功能；  7.输入电压：100V—240V；充电功率：≥500W×2；  8.放电功率：≥80W；放电电流：≥2.0A×2；  9.支持在0℃～40℃环境温度下进行工作；  10.至少具备液晶显示屏，支持实时查看充电状态。  六、中型无人机执照飞行实训平台（多旋翼四类）备用电池  1.电芯组合：6S1P；  2.容量：≥22000mah；  3.电压：≥20V；  4.放电倍率：≥22C。 | 无人机考证教学 | 1套 |
| 7 | 多功能讲台 | 功放，音箱，讲台桌椅音箱：60W+60W，阻抗8欧姆；功放：70W+70W，阻抗8欧姆，频率响应20-20KHz。提供音响系统及所需线材，并铺设到位。 |  | 1套 |
| 8 | 防静电桌椅 | 一、桌子参数  1.由防静电工作台、立面挂板、储物抽屉组成；  2.总高度：≥1500mm；  3.桌面高度：≥750mm；  4.桌面长度：≥1500mm；  5.桌面宽度：≥700mm；  6.承重：≥800KG；  7.桌面：台面覆盖层采用不少于2mm厚度防静电胶皮；  8.面板：总厚度不少于50mm的高压成型纤维耐磨板；  9.挂板：壁厚不少于1.0mm工业冷轧钢，带插座电源、灯及开关；  10.桌架：防锈漆，采用氩弧焊，酸洗磷化、静电喷涂、手工打磨。  二.凳子参数  1.凳面尺寸：≥250mm×300mm；  2.五爪直径：≥450mm；  3.凳面材质：不少于25mm加厚PU发泡； |  | 24套 |
| 9 | 教学一体机 | 1.整机采用全金属外壳设计，边框为金属一体成型，整机屏幕采用86英寸液晶显示器。  2.整机采用超高清LED液晶显示屏，显示比例16:9，分辨率3840×2160，钢化玻璃表面硬度≥9H，整机色域覆盖率（NTSC）≥72%。  3.侧置输入接口具备2路HDMI、1路RS232、1路USB接口，侧置输出接口具备1路音频输出、1路触控USB输出，前置输入接口3路USB接口（包含1路Type-C、2路USB）。  4.机背光系统支持DC调光方式，多级亮度调节，支持白颜色背景下最暗亮度≤100nit，用于提升显示对比度，灰阶等级≥256级。  5.采用红外触控技术，支持Windows系统中进行40点或以上触控  6.整机内置2.2声道扬声器，位于设备上边框，顶置朝前发声，前朝向10W高音扬声器2个，上朝向20W中低音扬声器2个，额定总功率60W。  7.整机无需外接无线网卡，在Windows系统下可实现Wi-Fi无线上网连接、AP无线热点发射和BT蓝牙连接功能，Wi-Fi和AP热点工作距离≥12m。  8.搭载Intel酷睿系列i7 10代或以上 CPU，内存采用8GB 或以上配置，硬盘使用256GB SSD固态硬盘或以上配置。 | 无人机装调实训 | 2套 |
| 10 | 吸顶空调 | 功率:5P；暖热类型：冷暖；制冷量:≥12000W；额定功率4100W |  | 2套 |
| 11 | 无人机组装调试实训区规划设计与施工 | 航空工程技术中心B 座二层实训室装修，总面积117平方米，文化和布线建设及施工，多媒体及实训环境搭建。 |  | 1套 |

二、环境改造

**本次实验室还包含验室文化建设等环境改造内容，最高限价6.7万元（超过本最高限价的在技术指标和配置中直接扣除10分）。**建设效果参照下图所示：



图1 无人机装调实验室建设效果图



图 2 无人机装调实验室建设效果图细节

三、装修清单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.00 | 序工项目 | 数量 | 单位 |
| 1.01 | 公区及户内成品保护费（包含材料费及人工保护费） | 1.00 | 项 |
| 1.02 | 建筑装饰垃圾清运 | 2.00 | 车 |
| 1.03 | 拆除工程 | 1.00 | 项 |
| 2.00 | 吊顶 | 1.00 | 项 |
| 2.01 | 石膏板圈吊 | 30.80 | m² |
| 石膏板吊顶 1.38系列卡齿型轻钢龙骨做主骨，50系列U型轻钢龙骨做副骨； 2.顶部采用双面纸面石膏板10厚，自攻钉固定，具体造型见效果图； |
| 2.02 | 顶面乳胶漆 | 30.80 | m² |
| 1.钉眼.接缝处理； 2.满刮腻子2遍，砂纸打磨平整，喷涂乳胶漆2遍。 |
| 2.03 | 冲孔扣板顶面，顶部采用（600\*600）冲孔铝扣板 | 79.20 | m² |
| 2.04 | 窗帘盒制作，木工板做基础表面石膏板 | 13.00 | m |
| 3.00 | 墙面 |  |  |
| 3.01 | 墙面铲除 | 76.40 | m² |
| 3.02 | 墙面乳胶漆 | 76.40 | m² |
| 1.满刮腻子2遍，砂纸打磨平整，喷涂乳胶漆2遍。 |
| 3.03 | 文化墙建设 | 20.70 | m² |
| 1.75系C形轻钢龙骨+阻燃板做基础 2.阻燃板制作展示台 3.表面饰面采用亚克力板+烤漆面板增设LED灯带 |
| 3.04 | 石膏板包柱子 | 10.50 | m² |
| 主材：  1.75系C形轻钢龙骨+石膏板做基础 2.满刮腻子2遍，砂纸打磨平整，喷涂乳胶漆2遍。 |
| 4.00 | 电路改造 |  |  |
| 4.01 | 电路改造（插座电路），4mm²电线穿明线槽走线，线距105米 | 105.00 | m |
| 4.02 | 电路改造（照明布线），2.5mm²电线穿管走线，线距70米 | 70.00 | m |
| 4.03 | 空调电路布线，6mm²电线穿管走线； | 1.00 | 项 |
| 4.04 | 开关，国标 | 3.00 | 个 |
| 4.05 | 墙面插座，国标 | 5.00 | 个 |
| 4.06 | 铝扣板顶专用灯，LED平板灯，600\*600，冷白光源.48W； | 6.00 | 个 |
| 4.07 | 筒灯，LED筒灯，正白.3W； | 10.00 | 个 |
| 5.00 | 其他项目 |  |  |
| 5.01 | 窗帘定制（涤纶面料窗帘定制+铝合金轨道）窗户总长度 | 26.65 | m |
| 5.02 | 柜体定制，环保板材定制柜体 | 11.70 | m² |
| 5.03 | 不锈钢格栅定制，800mm\*600mm | 4.00 | 套 |