采购需求

前注：

1.根据《政府采购进口产品管理办法》及政府采购管理部门的相关规定，下列采购需求中标注进口产品的货物均已履行相关论证手续，经核准采购进口产品，但不限制满足询价通知书要求的国内产品参与竞争。未标注进口产品的货物均为拒绝采购进口产品。

2.政府采购政策（包括但不限于下列具体政策要求）：

（1）如属于《节能产品政府采购品目清单》中政府强制采购的节能产品，则供应商所投产品须具有市场监管总局公布的《参与实施政府采购节能产品认证机构目录》中的认证机构出具的、处于有效期内的节能产品认证证书。

（2）如涉及商品包装和快递包装，供应商应当执行《关于印发〈商品包装政府采购需求标准（试行）〉、〈快递包装政府采购需求标准（试行）〉的通知》（财办库〔2020〕123号）、《安徽省财政厅关于贯彻落实政府绿色采购有关政策的通知》（皖财购〔2023〕853号）的要求，提供符合需求标准的绿色包装、绿色运输，同时，采购人将对包装材料和运输环节作为履约验收条款进行验收。

3.如采购人允许采用分包方式履行合同的，应当明确可以分包履行的相关内容。

4.★条款须满足或优于询价文件要求，否则响应无效；非★条款由询价小组讨论后酌情评审。

一、采购需求前附表

序号	条款名称	内容、说明与要求
1	付款方式	供货、安装、调试完成并经采购人验收合格后一次性付清合同价款。
2	供货及安装地点	安徽宣城技师学院
3	供货及安装期限	合同签订后20日历天内完成供货、安装、调试。
4	免费质保期	3年；质保期自标的物验收合格并交付使用之日算起。质保范围包括因产品材料、工艺或设计缺陷导致的故障。质保期内，供应商应提供免费的维修、部件更换及技术支持服务。质保期

		内出现同一质量问题经两次维修仍无法正常使用的，采购人有权要求换货或退货。质保期满前 1 个月内成交供应商应负责一次全面检查，并出具正式报告，如发现潜在问题，应负责排除，费用含在响应报价中。
5	到货验收	货物运抵指定地点后，采购人有权对产品数量、规格型号、外观、随箱文件（如合格证、说明书、保修单等）进行开箱清点。供应商代表应到场配合。如发现数量短缺、错发或外观损坏，供应商应立即补发、更换，由此产生的费用及延误由供应商承担。此开箱清点不视为最终验收。

二、货物需求

（一 ）设备清单

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	低空飞行器组装与调试实训平台（多旋翼教学）	套	15	
2	低空飞行器装调检修实训备件库（多旋翼）	套	15	
3	低空飞行器装调检修实训工具箱	套	15	
4	电子装调与保障一体化平台	套	10	
5	无人机备用电池	个	10	
6	遥控器备用接收机	个	5	
7	飞行防护网	套	1	
8	智能飞行器选用与组装调试平台	套	1	
9	无人机维修定损实训教学平台	套	1	
10	多旋翼无人机综合应用实训平台	套	10	
11	高级飞行器动力系统扭矩测量系统	套	2	

12	高级飞行器三自由度姿态控制实训系统	套	2	
13	高级飞行器动力系统拉力测量系统	套	2	
14	微机电传感器测量校准平台	套	2	
15	飞行数据采集处理实训平台	套	2	
16	便携式无人机地面测控站系统	套	2	
17	教培实训一体化飞控平台	个	10	
18	垂直起降固定翼无人机教学实训平台	个	6	
19	低空装备智控中心	套	1	
20	实训工位	个	15	
21	实训板凳	个	30	
22	无人机多端协同管控系统	套	1	
23	无人机资源实训平台	套	1	
24	无人机仿真平台	套	1	

（二）技术参数及要求

序号	货物名称	技术参数及要求	数量单位	所属行业	是否为核心产品	备注
1	低空飞行器组装与调试实训平台（多旋翼教学）	1.设备应为低空飞行器装调检修实训设备，采用模块化、可拆装结构设计，可开展无人机整机装配、线路连接、飞控调试、动力系统检测、故障诊断、维修更换及基础飞行等教学实训。飞行器采用四	15 套	工业	是	

		旋翼 X 型布局，各功能模块布局清晰，能够直观识别机架、电机、电子调速器、飞控、动力电池、卫星定位模块、遥控接收模块等主要组成部分。对称电机轴距应处于 420～460mm 范围或等效轴距范围，完整飞行状态下整机重量不大于 1200g。允许采用满足上述教学目标和安全要求的等效结构方案，不限定具体外观、零部件品牌或布局细节。 2.在动力电池满电、标准飞行配置、无额外任务载荷、室温及低风条件下，单次悬停或典型教学飞行时间应不低于 18 分钟。 3.卫星定位状态下，垂直方向和水平方向悬停精度应达到±1m 以内。 4.系统应提供应用型飞控和开发型飞控两类教学环境，可采用两套独立硬件、可更换模块或其他能够形成独立教学链路的等效方案。应用型环境用于成熟飞控应用及飞行训练，开发型环境用于飞控底层软硬件、姿态解算、控制算法及二次开发教学，不限定具体品牌。 5.两类飞控教学环境均应能够在配套四旋翼飞行器或经采购人认可的等效教学载体上完成装调与运行验证，并支持				

		根据教学内容进行拆装、更换、参数设置和调试。 6.应用型飞控应采用32位微控制器或性能不低于同类主流飞控的处理平台，具备姿态解算、传感器融合、电机控制、遥控信号处理及外设通信能力。 7.应用型飞控应集成三轴加速度计、三轴陀螺仪、气压传感器及磁场传感器，可实现姿态、高度及航向等飞行状态信息采集。 8.应用型飞控应支持自稳、定高、卫星定位定点、自动返航等常用飞行模式。 9.应用型飞控应支持遥控、卫星定位、光流、无线数传、电压检测、电流检测等常用无人机外设。 10.应用型飞控应支持通过PC端地面站进行传感器校准、遥控器校准、电机测试、飞行模式配置、飞控参数设置及飞行数据查看。 11.开发型飞控应采用具备硬件浮点运算能力的32位微控制器或等效处理平台，能够实时完成传感器采集、姿态解算、控制算法运行、执行器控制、遥控信号处理及通信管理。不得仅以处理器品牌或单一型号作为符合性依据。				

		12.开发型飞控应集成六轴惯性传感器、磁场传感器及气压传感器，可直接采集三轴加速度、三轴角速度、航向及气压高度等原始数据。 13.开发型飞控应配置非易失性存储器，用于保存飞控参数、传感器校准参数及系统配置。 14.开发型飞控应提供 UART、I2C、SPI 等常用数字通信接口，PWM 执行器输出不少于 8 路，遥控或外部控制信号输入不少于 8 路，能够满足卫星定位、无线数传、外部传感器及执行机构接入。采用接口复用、总线扩展或转换模块实现等效接入能力的，可视为满足要求。 15.开发型飞控应预留模拟量、数字 IO 及通信扩展接口，满足传感器扩展及二次开发实验需求。 16.开发型飞控应能够通过上位机实时查看飞控传感器数据、姿态数据、控制参数、执行器输出及运行状态，实现底层程序运行结果可视化。 17.应配置与 450mm 级四旋翼平台动力和安全要求相匹配的无刷电机，可开展电机安装、转向识别、线路检测、参数匹配及故障更换训练。电机规格与本平台动				

		力匹配，可开展电机安装、转向识别、故障更换训练。 18.应配置持续输出电流不低于20A的无刷电子调速器，支持电机调速、电调校准、电机转向调整及动力链路检测。 19.应配置直径约9英寸、螺距约5英寸的自锁式螺旋桨（含正转桨、反转桨）。应配置3S锂聚合物动力电池，容量不低于2200mAh，放电倍率不低于30C，满足整机飞行及动力系统实训需求。 20.应配置2.4GHz多通道无线遥控系统，支持飞行控制及飞行模式切换。 21.应配置不少于6通道遥控接收模块，支持遥控绑定、通道校准、信号检测、失控保护配置及接线实验。 22.应提供PC端飞控地面站软件，可完成飞控连接、参数读取与设置、传感器校准、遥控器校准、电机测试及飞行模式配置。 23.应支持飞行姿态、卫星定位、高度、速度、电压、电流、电机输出及其他飞行状态数据实时查看。				
2	低空飞行器装调检修实训备件库（多旋翼）	应配套提供低空飞行器装调检修实训所需备品备件，备件范围应覆盖多旋翼飞行器日常装配、维护、检修及实训过程	15套	工业	否	

		中常用易损件和关键组件。备品备件应与配套实训飞行器兼容，可用于部件拆装、更换、故障检修及维修实训，包括但不限于以下零部件： 1.至少配备两块额外的无人机电池（4S 锂电池，容量不低于 4000mAh）以及一块遥控器电池（3S），至少 4 个额外电机，两个 CW，两个 CCW；至少 4 个电调；八对额外的螺旋桨；一卷电源线（红/黑铜线）；规格与原件相同。 2.配备足够的香蕉头、机架螺丝和电机螺丝（M3*6,M3*8,M3*10）；足够数量的 XT60 接口（公母头）、铜柱、焊锡丝、焊锡膏；一卷双面胶带和足够的热缩管。 3.应配备与本项目配套遥控器兼容的多通道无线接收机，支持 SBUS 及 PWM 信号输出，通道数不少于 9 路；一个额外的 GPS 支架和飞控减震垫；一个额外的电流计。 4.应配备适当的连接线，如 I2C 线，飞控供电线，CAN 接口线，串口线，每个连接线至少 1 根;准备适当数量的杜邦线，至少 10 根；足够多的尼龙扎带以及至少两个魔术贴。 5.至少配备 4 个机臂，如有电机底座				

		配备 4 个电机底座，一对脚架横管、竖管和斜撑，一副机架底板以及至少 2 个三通和 4 个减震海绵。 6.应额外配备一套 H 型、X 型、十字型机架，以及 6 轴供电板一块。				
3	低空飞行器装调检修实训工具箱	1.应配置满足无人机装配、拆卸、检修及维护作业需求的专用工具，包括但不限于以下工具：内六角螺丝刀（H1.5、H2、H2.5、H3、H4mm 各一个），弯尖、直尖、细尖、扁圆镊子各一个，剪刀、美工刀各一个，十字、一字螺丝刀各一个，尖嘴钳、老虎钳各一个，剥线钳一把，魔术贴两条，纤维胶带一卷，泡沫双面胶带一卷，卷尺一个，套筒扳手工具套装一套，平仪一个，铝合金万能焊台一个，扎带一盒。 2.工具箱箱体应采用高强度工程塑料材质，具有良好的防水、防震、防尘性能，满足实训室存放、携带及日常使用需求。箱体内部应配置 EVA 定制内衬，根据工具外形进行定位设计，实现工具分类存放及固定。	15 套	工业	否	
4	电子装调与保障一体化平台	1.智能平衡充电设备：支持 2S～6S 电池，最大充电功率≥50 W，充电电流范围约 0.1～5 A，支持锂离子、磷酸铁锂、锂聚合物等常见电池类型，并具有输入反	10 套	工业	否	

		接保护及状态显示。 2.焊接返修设备：集成热风与电烙铁功能，热风功率≥450 W，烙铁功率≥50 W，带数字显示和自动休眠功能。 3.示波测量设备：采样率≥1Gs/s，具备独立显示，可用于 PWM、通信及电源波形检测。 4.数字万用表：支持交直流电压、电流、电阻、电容、频率、通断及二极管等常用电气参数检测。				
5	无人机备用电池	应配备 6S 锂电池，单个电池额定容量不低于 16000mAh，作为设备备用电源，用于日常作业中的电池更换及续航补充，保障设备持续运行。	10 个	工业	否	
6	遥控器备用接收机	应配备 2.4GHz 多通道无线遥控接收机，支持不少于 12 通道信号传输，兼容 SBUS 及 PWM 信号输出，支持两种信号同步工作；采用双天线设计，工作电压范围应覆盖 4.8～10V，在无遮挡、低干扰环境下标称遥控距离不低于 4000m，具备信号强度及接收机电压数据回传功能，能够与配套遥控器及飞行控制系统兼容，满足无人机飞行操控、设备调试及教学实训需求。	5 个	工业	否	
7	飞行防护网	1.应配备无人机飞行防护网，用于无人机飞行训练、调试及教学实训过程中的	1 套	工业	否	

		安全防护，防止无人机意外飞出训练区域，降低人员伤害及设备损坏风险。2.防护网整体参考尺寸（长×宽×高）应≥700cm*500cm*200cm；网体应采用高强度、耐磨、抗撕裂材料，具备良好的抗冲击性及耐候性；配备稳固的支撑框架、连接件及固定装置，整体结构牢固可靠，网体连接紧密，无明显松脱或破损，支持安装及日常维护，满足无人机室内外飞行实训的安全防护需求。				
8	智能飞行器选用与组装调试平台	一、智能飞行器模块具体要求如下： 1.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， 2.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； 3.平台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； 4.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； 5.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； 6.电池规格：4S，容量≥5000mAh，	1套	工业	否	

		放电倍率≥30C，数量不少于 3 块； 7.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； 8.飞行控制器要求内部集成蜂鸣器，免于外接蜂鸣器模块，FLASH 存储≥8MB，供电范围 4.8～5.5V； 9.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、陀螺与加速度计传感器模块、CAN 总线模块、声音报警模块、七彩指示灯模块、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等； 10.飞行控制器外设串口包含但不限于数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口、TFMINI 串口等； 11.飞行控制器采用 32 位微控制器，主频不低于 480MHz，具备浮点运算单元，满足姿态解算、控制算法及二次开发教学需求； 12.遥控器工作频率：2400MHz～2483.5MHz；通道数不少于 8 个；支持宽电压输入；要求支持 SBUS.PWM 信号输出；传				

		输速率不小于 38kbps；遥控系统具备信号发射指示灯，调制模式至少支持 GFSK 模式；且遥控器至少具备三段开关不少于 1 个，二段开关不少于 1 个； 13.充电器：要求支持输入交流 100—240V，可满足 LiPo、LiHV、LiFe 电池充电，充电平衡精度<0.005V，同时支持放电功能； 二、装调实训工具箱模块具体要求如下： 1.整体采用箱式设计，箱体采用航空箱材质，内衬采用 EVA 海绵材质； 2.包含但不限于 M1.5 内六角螺丝刀、M2.0 内六角螺丝刀、M2.5 内六角螺丝刀、M3.0 内六角螺丝刀、一字螺丝刀、十字螺丝刀、斜口钳、尖嘴钳、壁纸刀、烙铁架、焊锡丝、松香、电烙铁、动力电池测电器、万用表套装、水平测量柱、锉刀、螺丝胶、香蕉头焊台、试电笔、USB 调参线、热熔胶枪。 三、组装调试平台备件库模块具体要求如下： 至少应包含“十”字型、“X”型和“H”型机架、机臂管夹、电机座、脚架斜撑、脚架三通、脚架竖管、脚架横管、耗材包、				

		电机、电调、桨叶。 四、抛投模块具体要求如下： 1.参考尺寸：≥55×55×50mm； 2.防护等级：≥IP4X； 3.重量：≥120g； 4.额定功率：≥10W； 5.挂载数量：≥4； 6.单个挂载重量：最大 3kg；总挂载重量：最大 12kg； 7.投放功能至少支持单点投放。一键全投； 8.安装方式至少支持快拆式。 五、机械臂载荷模块具体要求如下： 1.手臂臂展：≥600mm； 2.手臂自由度：≥4； 3.末端执行器最大速度：≥1m/s； 4.末端最大负载：≥500g； 5.可伸展至无人机旋翼外侧进行作业而不影响无人机平稳悬停/飞行； 6.支持遥控器单独控制； 7.支持双路、多视角无线传输，高分辨率、超广角、高速数据采集传输。				
9	无人机维修定损实训教学平台	无人机维修定损实训教学平台具体参数要求如下： 1.电机类型要求为无刷电机，定子参	1 套	工业	否	

		考尺寸≥23mm，kv 值≥1000KV； 2.电调类型要求为无刷电调，持续工作电流≤30A,支持最大瞬间电流≤40A； 3.动力电池类型要求为锂电池，容量≥2200mAh； 4.遥控器通道数不少于 8 个；支持宽电压输入；至少支持 SBUS、PWM 信号输出；传输速率不小于 38kbps；遥控系统具备信号发射指示灯，调制模式至少支持 GFSK 模式；且遥控器至少具备三段开关不少于 1 个，二段开关不少于 1 个； 5.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； 6.传感器模块包含但不限于空速传感器模块、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、陀螺与加速度计传感器模块、CAN 总线模块、声音报警模块、七彩指示灯模块、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；外设串口包含但不限于：数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口、TFMINI 串口； 7.至少具备磁罗盘异常修正、单参数				

		调节、多传感器融合、超快速二次开发功能；飞控内部要求集成蜂鸣器，免于外接蜂鸣器模块； 8.无人机维修定损实训平台至少要求在检测面板上设置电源安全开关，保障产品使用过程中的安全性；能够还原四旋翼无人机系统构成，要求能够直观展示无人机内部线路的连接方式； 9.故障设置面板为锁扣抽拉式设计；至少设置动力电源故障开关、分电板故障开关、接收机故障开关、飞控供电故障开关、电机供电故障开关、电机信号故障开关、电机缺项故障开关、电机转向故障开关；开关可同时设置多种不同的无人机故障，故障可通过开关进行恢复复原； 10.至少支持以下故障检测： （1）无人机配电系统故障检测实验：通过设置使无人机动力电源供电产生故障。 （2）无人机电源管理模块故障检测实验：通过设置使无人机电源系统中电源管理模块产生故障。 （3）无人机通讯系统故障检测实验：通过设置使无人机遥控系统与接收机通讯产生故障。				

		（4）无人机电机缺项故障检测实验：通过设置使电机供电输入缺项产生故障。 （5）无人机电调信号故障检测实验：通过设置使无人机电调信号通讯产生故障。 （6）无人机电调供电故障检测实验：通过设置使电调供电输入产生故障。 （7）无人机动力系统综合检测实验：通过设置将无人机动力系统的不同故障进行同时设置使产生系统综合故障。 （8）无人机飞控故障检测实验：通过设置使飞控产生故障。 （9）无人机系统综合故障检测实验：通过设置不同位置模块故障使整个系统产生综合故障。 11.故障点设置至少能够展现真实故障情况的发生以及检测维修；至少能够实现对无人机系统部件进行功能检测；				
10	多旋翼无人机综合应用实训平台	1.系统应为低空飞行器教学与实训用多旋翼无人机平台，可开展无人机整机装调、飞控开发、动力系统调试、遥控飞行、卫星定位、无线数传、图像传输、云台控制及飞行数据监测等综合实训。 2.无人机机架应采用碳纤维或其他满足同等强度、刚度及轻量化要求的复合	10 套	工业	否	

		材料结构，对称电机轴距应不小于 550mm 级，满足室内装调教学及室外多旋翼飞行实训需求；整机主要部件应便于拆装、维修和更换。 3.无人机完整飞行配置下起飞重量应覆盖 1.5～3.0kg 使用范围，动力系统应能够满足该重量范围内的稳定起飞、悬停、姿态控制及基础飞行需求。 4.无人机应配置与整机重量相匹配的无刷动力系统，单个动力单元在 4S 供电条件下最大拉力应不低于 1700g，配套螺旋桨直径应达到 14 英寸级；电子调速器持续输出电流应不低于 40A，短时峰值输出能力应不低于 60A，并支持不少于 2S～6S 动力电池输入。 5.飞控系统应采用 32 位微控制器，具备姿态解算、传感器采集、遥控信号处理、PWM 执行器控制及通信管理能力；应集成三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁力计及气压传感器，满足姿态、航向及高度相关飞控实验需求。 6.无人机应配置动力电源监测系统，可实时采集和显示动力电池电压等供电参数，并具备低电压声光报警功能；同时应能够向飞控及机载数字设备提供稳定				

		直流电源，连续输出能力不低于 3A。 7.遥控系统应采用 2.4GHz 频段，遥控通道数不少于 10 通道，并配置相匹配的多通道接收机；在空旷无遮挡环境下，遥控通信距离应不低于 900m，满足飞行模式切换、姿态控制及辅助设备控制等实训需求。 8.无人机应配置多星座 GNSS 卫星定位及航向相关模块，在开阔环境下水平定位精度应达到 2.5m 或更优，速度测量精度应达到 0.1m/s 或更优，可为无人机位置获取、航迹记录、定点飞行及相关导航实验提供数据支撑。 9.无人机应配置 5.8GHz 级无线图像传输系统，图传工作频段应覆盖 5.6～5.9GHz，机载图传应符合国家无线电管理相关规定，支持实时视频回传，满足教学视距内飞行需要；在符合无线环境及视距条件下，应能够满足无人机飞行实训中的实时视频回传需求。 10.无人机应配置机载高清运动相机，图像传感器有效像素应达到 1200 万像素级，视场角应达到 170° 级，视频分辨率应支持 1920×1080 及 1280×720 等格式；相机应具备独立显示、存储及 USB				

		数据接口，满足航拍、飞行记录和图传教学需求。 11.无人机应配置两轴无刷稳定云台，并采用减震安装结构，云台总重量应不大于300g；应能够与机载运动相机配合使用，在无人机姿态变化过程中实现相机安装和姿态稳定，并能够适配整机动力电池供电系统。 12.系统应配置独立地面视频显示终端，显示终端应集成5.8GHz无线图传接收功能，采用双路或真分集接收方式，可同时接收不少于2路RF信号，并支持不少于32个5.8GHz接收频道、一键信号搜索及内置电池供电。				
11	高级飞行器动力系统扭矩测量系统	1.设备应采用便于动力系统安装、维护和安全教学操作的独立测试台或等效模块化结构。外形长宽高参考尺寸700mm×700mm×700mm。 2.设备最大可测扭矩应不低于1N·m，满足无人机电机及动力系统扭矩性能测试需求。 3.设备转速测量上限应不低于30000rpm，满足高速无刷电机运行状态测试需求。 **★4.设备应集成不小于7英寸本机显**	2套	工业	否	

		示屏，无需外接计算机即可完成启动、停止、清零、基本控制及关键数据查看。可通过触控方式对设备进行本地化操作，显示区域应能够同时清晰显示电池电压、电流、电机转速、输出扭矩及 PWM 控制信号等关键数据。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。） 5.设备应至少配置 1 路 USB 通信接口，支持设备程序更新、测试数据传输以及与上位机软件进行数据通信。 6.设备应具备过载保护功能，过载保护范围应覆盖额定输出功率的 110%～150%，保证实验测试过程中的设备运行安全。 7.系统应具备初始扭矩清零或复位功能，可在实验开始前对当前扭矩测量值进行清零，降低初始状态对测试结果的影响。 8.系统应支持对一个或多个测试数据通道独立进行暂停刷新和恢复刷新操作；暂停指定数据通道时，其他未暂停数据通道应能够继续正常刷新。 9.系统应支持自由调节电机输入控制信号，可根据实验要求改变电机控制				

		量，实现电机不同工作状态下的性能测试。 10.系统应支持自动线性控制功能，可按照预设规律连续改变电机输入控制信号，实现动力系统不同控制量及不同工作状态下的自动连续测试。 11.该设备提供上位机软件，上位机软件需能够与测试设备实时通信，并同步显示电池电压、电流、电机转速、输出扭矩、PWM 控制信号及相关计算数据。 12.上位机软件应支持实验数据的实时记录、保存、历史查询及曲线分析，可对电池电压、电流、电机转速、输出扭矩及 PWM 控制信号等历史数据进行曲线显示和性能分析。 13.上位机软件应支持对转速平方、转速、电机控制量及扭矩等测试数据进行拟合分析，应支持设置拟合方程阶次，并能够根据实验数据自动生成相应拟合方程。 14.系统可实现电机控制信号自动变化、测试数据实时采集与记录、参数曲线分析、数据拟合及拟合方程生成，形成“电机控制—数据采集—数据记录—曲线分析—数据拟合—方程生成”的完整动力系				

		统分析流程。 15.所投产品需符合 GB21746-2008《教学仪器设备安全要求总则》；GB21748-2008《教学仪器设备安全要求仪器和零部件的基本要求》。				
12	高级飞行器三自由度姿态控制实训系统	1.设备应采用独立测试台结构，整体参考尺寸应满足实验室安装及教学操作需求，外形长宽高参考尺寸 1000mm×1000mm×1300mm。 2.设备应采用三自由度姿态运动结构，整体参考尺寸应满足实验室安装及教学操作需求，航向、俯仰、横滚三个方向应具有独立运动能力。 3.航向方向机械运动范围应覆盖-45°～+45°，俯仰方向机械运动范围应覆盖-10°～+10°，横滚方向机械运动范围应覆盖-45°～+45°，满足三自由度姿态运动及控制实验需求。 4.系统应设置独立于飞控惯性传感器的三轴角度测量装置，可分别实时测量航向、俯仰、横滚三个自由度的实际机械姿态角，不得直接采用飞控内部姿态解算结果替代系统实际姿态测量数据。 5.三轴实际姿态角测量精度应达到 0.1°；如以测量误差表示，三轴角度测	2 套	工业	否	

		量误差绝对值应不大于0.1°。 6.设备本机应集成不小于7英寸触摸屏，无需外接计算机即可完成设备操作，并能够实时显示航向、俯仰、横滚三轴姿态数值及姿态变化曲线。 7.系统应具备三轴姿态零点复位功能，可将设备当前航向、俯仰、横滚姿态设置为新的测量基准，实现三轴初始角度清零。 8.三轴姿态信号采集频率应不低于50Hz，并支持三轴姿态数据及动态变化曲线实时、连续滚动显示，满足姿态动态过程实验需求。 9.设备应至少配置1路USB通信接口，支持程序更新、实验数据传输以及测试设备与配套上位机软件之间的数据通信。 **★10.该设备提供上位机软件，上位机软件需能够支持系统实际姿态数据及飞控姿态解算数据的同步记录、保存和历史查询，并能够调用历史实验数据进行姿态解算误差、动态跟随特性及控制效果分析。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）**				

		11.系统具备航向、俯仰、横滚三个自由度的姿态闭环控制实验能力；飞控输出控制信号后，系统应能够产生相应姿态运动，并通过独立角度测量装置实时反馈三轴实际姿态角，形成“控制输出—姿态运动—实际角度测量—数据反馈”的闭环实验过程。 12.上位机可同步获取独立角度测量装置测得的三轴实际姿态角及飞控根据惯性传感器数据解算得到的三轴姿态角，通过实时曲线进行同步对比，用于分析姿态解算结果与实际姿态之间的偏差、动态响应及跟随特性，并支持任意一个或多个数据曲线选择以波形状态实时显示。 13.系统可通过飞控及上位机调节 PID 控制参数，并实时观察航向、俯仰、横滚三个方向的姿态响应过程；同时应能够同步显示系统实际姿态数据与飞控姿态解算数据，并结合实时曲线分析不同 PID 参数对系统响应速度、超调及稳定状态的影响。 14.所投产品需符合 GB21746-2008《教学仪器设备安全要求总则》；GB21748-2008《教学仪器设备安全要求仪器和零部件的基本要求》。				

13	高级飞行器动力系统拉力测量系统	1.设备应采用独立测试台结构，整体参考尺寸应满足实验室安装及教学操作空间要求，结构应便于电机、电子调速器及螺旋桨等动力系统部件安装、测试和教学操作，外形长宽高参考尺寸700mm×700mm×700mm。 2.设备最大可测拉力应不低于9kg，满足无人机电机及螺旋桨组合动力系统拉力性能测试需求。 3.设备拉力测量分辨率应不大于1g；如产品技术指标采用测量精度表述，则相应精度指标应达到设备规定的1g级测量能力。 4.设备转速测量上限应不低于30000rpm，满足高速无刷电机运行状态及动力性能测试需求。 5.设备本机应集成不小于7英寸显示屏，无需外接计算机即可完成设备操作、运行状态查看，并实时显示电池电压、电流、电机转速、拉力及PWM控制信号等测试数据。 6.设备应至少配置1路USB通信接口，支持程序更新、实验数据传输以及测试设备与配套上位机软件之间的数据通信。	2套	工业	否	

		7.系统应具备拉力测量清零或初始拉力复位功能，可在实验开始前将当前拉力测量值清零并重新建立测量基准。 8.系统应对电池电压、电流、电机转速、拉力、PWM控制信号等一个或多个测试数据项独立执行暂停刷新和恢复刷新操作；暂停指定数据项后，其他未暂停数据项应能够继续正常刷新。 9.系统应支持电机输入控制信号手动调节及自动线性变化控制，可根据实验要求连续改变电机输入控制量，并同步采集不同工作点下的电池电压、电流、转速、拉力及PWM控制信号，实现动力系统自动连续测试。 10.该设备提供上位机软件，上位机软件需能够与测试设备实时通信，并同步显示电池电压、电流、电机转速、拉力、PWM控制信号以及根据测试数据计算得到的功率、力效等动力性能参数。 11.上位机需支持实验数据实时记录、保存及历史查询，并能够对电池电压、电流、电机转速、拉力、PWM控制信号、功率及力效等数据进行历史曲线显示和性能分析。 12.上位机需支持基于实验测试数据				

		对转速平方、转速、电机控制量及拉力等参数进行拟合分析，支持设置拟合方程阶次，并能够根据实验数据自动生成相应拟合方程，用于分析动力系统主要参数之间的数学关系。 13.系统可控制电机在不同输入控制量条件下运行，实时采集PWM控制信号、电机转速及螺旋桨拉力等数据，并结合电压、电流、功率及力效等参数，分析电机控制量、转速、拉力及功率消耗之间的变化关系。 **★14.上位机软件需能够按照设定规律自动连续改变电机输入控制信号，同步完成电压、电流、转速、拉力、PWM控制信号等实验数据采集以及功率、力效计算；上位机软件应能够完成数据分析、特性曲线分析、数据拟合及拟合方程生成。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 15.系统应支持多类型无人机动力系统组合测试，可兼容不同规格无刷电机、电子调速器、电池及螺旋桨组合的安装与测试需求，实现不同动力系统组合条件下的电压、电流、转速、拉力、PWM控制信				

		号及动力性能参数采集与分析。 16.所投产品需符合 GB21746-2008《教学仪器设备安全要求总则》；GB21748-2008《教学仪器设备安全要求仪器和零部件的基本要求》。				
14	微机电传感器测量校准平台	1.设备应采用独立测试台结构，整体参考尺寸应满足实验室安装及教学操作需求，底部平台底座外形长宽高参考尺寸700mm×700mm×480mm。 2.设备应具备 X、Y、Z 三个旋转轴独立姿态控制能力，各旋转轴运动范围均应覆盖-180°～+180°，满足飞控在不同空间方向下的姿态调整及传感器校准需求。 3.三轴运动机构理论最小控制角度步距应不大于 0.018°，满足微小角度姿态调整及传感器校准控制需求。 4.设备本机应集成不小于 7 英寸显示屏，无需连接外部计算机即可完成设备基础操作，并能够实时显示 X、Y、Z 三个旋转轴当前角度、设备运行状态及相关控制信息。 5.系统应具备一键自动调平功能，可结合设备自身姿态测量与三轴运动控制，自动调整平台姿态并建立飞控惯性传感器校准及姿态测试所需的水平参考基准。	2 套	工业	否	

		6.设备应至少配置 1 路 USB 通信接口，支持设备程序更新、实验数据传输以及设备与配套上位机软件之间的数据通信。 7.系统应支持惯性传感器自动校准，可按照预设校准流程自动控制平台进行姿态切换及停留，并配合飞控完成不同标准姿态条件下的传感器数据采集及校准。 8.系统应支持飞控加速度计六面校准，可控制被测飞控依次处于六个标准静态姿态，完成对应姿态下的数据采集及校准，用于验证三轴加速度计在不同空间方向下的重力分量关系。 9.该设备提供上位机软件，上位机软件需能够支持 X、Y、Z 三轴目标角度独立设置及运动控制，并能够设置自动校准过程中的旋转间隔、姿态停留时间等参数，实现校准过程的参数化控制。 10.上位机需支持飞控姿态三维可视化，可根据飞控实时姿态数据以 3D 形式动态显示飞控板空间姿态，并能够随平台姿态变化实时更新。 11.上位机软件应能够实时获取并显示飞控惯性传感器及姿态解算相关数据，包括三轴加速度、三轴角速度、重力矢量、				

		旋转矢量等数据，用于传感器状态观察及姿态分析。 **★12.上位机软件可进行飞控惯性传感器校准矩阵的获取、计算及校准结果分析，并能够查看相关校准参数，用于分析传感器零偏、比例因子误差及验证校准效果。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 13.系统可控制平台运动至不同已知目标姿态，同步获取平台姿态信息及飞控解算得到的滚转角、俯仰角和偏航角，并通过数值或曲线进行对比分析，用于验证飞控姿态解算结果及动态跟随特性。 14.系统可控制被测飞控处于不同空间姿态，并通过上位机实时观察三轴加速度及重力矢量变化，分析重力加速度在飞控不同坐标轴上的分量关系。 15.系统应能够实现“三轴姿态控制—自动调平—自动或六面校准—传感器数据采集—飞控 3D 姿态显示—姿态解算验证—重力矢量分析—校准矩阵获取与计算—校准结果分析”，满足飞控 IMU 校准、姿态测量及微机电传感器综合教学实训需求。				

		16.所投产品需符合 GB21746-2008《教学仪器设备安全要求总则》；GB21748-2008《教学仪器设备安全要求仪器和零部件的基本要求》。				
15	飞行数据采集处理实训平台	1.设备外形长宽高参考尺寸 480mm×430mm×180mm。 2.平台应采用工业控制计算机架构，配置工业级主板、工业控制计算机机箱，以及与整机负载相匹配的工业级电源和散热系统，满足实验室长时间稳定运行需求。 3.平台应采用 x86 架构处理器，物理核心数不少于 4 核；内存容量不低于 8GB，本地存储容量不低于 1TB，满足多套实验实训软件安装、运行及实验数据存储需求。 4.平台应配置不少于 1 个千兆以太网接口、不少于 2 个原生 COM 串行通信接口、不少于 6 个 USB 接口及不少于 1 个显示输出接口，满足飞控、测量设备及相关实验实训设备接入需求。 5.平台应具备板卡扩展能力，至少配置 1 个 PCIe x16 扩展插槽和 1 个 PCIe x4 扩展插槽，满足数据采集、设备通信及后续功能扩展需求。	2 套	工业	否	

		6.平台应配套提供键盘、鼠标等操作设备，并具备连接显示终端的能力，可完成实验软件操作、设备状态查看、数据分析及教学演示。 7.平台应能够集中部署并正常运行控制软件，形成统一的上位机操作终端。 8.平台交付时应完成本项目配套控制软件、设备驱动程序及通信组件的安装、配置和调试，相关软件应能够正常启动和运行，无需采购人另行购置基础设备控制软件。 9.平台应支持通过 USB、COM 串口及千兆以太网等接口与相关实验实训设备建立双向数据通信。 10.平台应能够通过软件完成实验数据接收、设备运行状态读取、控制参数设置及控制指令下发，实现上位机与实验设备之间的数据与控制交互，不得仅具备单向数据接收功能。 11.平台应支持实验数据的本地记录、保存、查询及调用，能够满足相关实验实训设备数据的存储和后续分析需求。				
16	便携式无人机地面测控站系统	1.设备外形长宽高参考尺寸 120mm×155mm×40mm。 2.系统应面向无人机地面调试、飞行	2 套	工业	否	

		数据监测、飞控参数设置、航迹规划及传感器校准等应用，具备无线数据通信、飞行状态监测、参数调试、数据分析、地图任务规划及视频查看等功能，满足无人机教学、调试及外场飞行测试需求。 3.设备应具备无线遥测通信能力，支持与无人机飞控建立双向数据连接，可实现飞行状态数据接收、飞控参数交互及相关控制指令传输；通信系统应兼容 MAVLink 等无人机常用通信协议，并具备满足外场使用需求的无线通信稳定性。 4.设备应具备无线图像接收能力，可接收无人机机载图传设备发送的视频信号，并能够通过配套软件或显示终端实时查看无人机回传视频画面，满足飞行状态观察和教学演示需求。 5.设备应采用便携式集成设计，可集成无线通信、图像接收、定位及独立供电等功能，并配置可充电电池，满足实验室及室外移动调试使用需求。				
17	教培实训一体化飞控平台	1.设备外形长宽高参考尺寸 77mm×55mm×19mm。 2.平台应支持完整飞控控制链路教学，可实现“惯性传感器数据采集—数据处理与校准—姿态解算—控制算法运算	10 个	工业	否	

		—执行器控制量计算—PWM 信号输出”的全过程实验与分析。 3.飞控主控制器应满足现有教学程序及开发环境兼容要求的32位微控制器，可完成姿态解算、传感器采集、PWM 输入输出、电机控制及通信管理等任务。 4.飞控应集成三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁力计及气压传感器，可用于三轴加速度、角速度、航向及气压高度数据采集，并满足姿态解算、航向检测及定高控制相关实验需求。 5.飞控应提供不少于 12 路 3.3V PWM 输入接口，可用于遥控接收机、多通道控制信号及外部实验信号接入；同时应提供不少于 8 路 PWM 执行器输出接口，可连接电子调速器、舵机等执行机构。 6.飞控应提供 UART、I2C、SPI 等常用数字通信接口，并支持 GPS、无线数传、外部传感器及扩展模块接入，满足外设通信、数据收发及接口扩展教学需求。 7.系统可通过 SWD 接口开展飞控程序下载与在线调试实验，可完成程序下载、运行与暂停、断点设置、单步调试、变量观测及程序运行状态分析。 8.飞控上位机或调试软件可完成通				

		信端口选择、飞控连接、通信状态显示、参数读取与修改、参数下发以及飞行模式配置等功能。 9.系统可实时获取三轴加速度计和三轴陀螺仪原始数据，进行传感器零偏分析，并能够获取、显示或计算相关校准参数及校准矩阵，用于对比分析校准前后的传感器数据变化。 10.系统应支持飞行器姿态解算实验，能够基于惯性传感器数据实时计算滚转角、俯仰角和偏航角等姿态参数，并通过上位机进行实时显示和分析。 11.飞控应支持飞控 IMU 自动校准、校准数据获取及校准结果分析，满足惯性传感器校准原理及校准效果验证实验需求。 12.飞控应能够开展滚转、俯仰、偏航姿态闭环 PID 控制实验；应支持 PID 参数读取、修改和下发，并能够结合实际姿态响应对不同 PID 参数下的响应速度、超调及稳定性进行对比分析。 13.系统可观察控制指令、PWM 输出与电机响应之间的关系；同时应支持飞控与上位机之间的状态数据、传感器数据及控制参数通信实验。				

		14.平台应提供教学用实验例程及开发环境支持，支持学生进行传感器驱动、姿态解算、PID 控制等实验内容的学习、修改与调试，满足二次开发教学需求。				
18	垂直起降固定翼无人机教学实训平台	1.整机应采用四套垂直升力动力单元与一套水平推进动力单元相结合的复合翼动力布局，可实现垂直起飞、稳定悬停、多旋翼与固定翼飞行模式转换、固定翼平飞巡航以及垂直降落等完整飞行过程。 2.整机应采用固定翼与多旋翼相结合的模块化机体结构，机翼、升力动力安装组件及尾翼等主要部件应具备拆卸、重新安装及更换能力，满足整机装配、部件认知、维护及检修教学需求。 3.整机翼展约 2000mm，满足低空复合翼飞行教学、室外飞行实训及结构展示需求；在满足教学及飞行性能要求的前提下，不限定具体机翼面积、翼型及展弦比。 4.完整飞行配置状态下，整机最大允许起飞重量应不大于 6kg。完整飞行状态应包含机体、机翼、尾翼、飞控、定位模块、动力系统、执行机构、螺旋桨及飞行电池等必要组成部分。 5.整机应具备固定翼模式稳定巡航	6 个	工业	否	

		能力，正常巡航速度应能够达到 45km/h 以上，并满足低空航线飞行、固定翼操纵及巡航性能相关教学实训需求。 6.整机应具备较好的固定翼巡航效率。在统一飞行重量、电池状态、环境条件及稳定平飞工况下，可对单位航程能耗进行测试和记录，用于开展不同飞行状态下的能耗及续航性能分析。 7.升力动力系统应由 4 套独立无刷动力单元组成，各升力动力单元应能够独立控制；在最大允许起飞重量状态下，整套升力动力系统应能够保证无人机完成垂直起飞、稳定悬停、姿态控制及垂直降落。 8.水平推进动力系统应配置独立无刷推进动力单元，在固定翼飞行模式下能够提供持续推进动力，满足模式转换、稳定平飞及巡航速度要求；动力系统具体电机规格、KV 值及螺旋桨型号不作唯一限定。 9.升力及推进动力系统所采用的螺旋桨参考尺寸应与整机结构、动力性能及教学安全要求相匹配，最大桨径原则上不大于 13 英寸；应合理配置正、反转螺旋桨或采用能够实现等效姿态控制效果的动力方案。				

		10.整机应配置适用于复合翼垂直起降无人机的飞控系统，能够协调控制 4 套升力动力单元、1 套推进动力单元以及固定翼舵面执行机构，并支持多旋翼状态、固定翼状态及两种飞行状态之间的模式转换控制。 11.飞控系统应支持飞控参数设置、传感器校准、遥控通道校准、飞行模式配置、电机及执行机构测试，并能够查看或导出飞行状态数据及飞行日志，满足复合翼飞控调试与运行状态分析教学需求。 12.整机应配置卫星定位及航向测量装置，应能够获取飞行器位置信息及航向信息，为定点飞行、航线飞行、返航及其他相关飞行控制功能提供数据支撑。 13.整机应配置不少于 4 路独立舵面执行机构，其中用于机翼横向控制的执行机构不少于 2 路，用于尾翼姿态控制的执行机构不少于 2 路；具体尾翼几何形式不作唯一限定，但应能够满足固定翼滚转、俯仰及航向相关控制需求。 14.整机主要结构件应便于重复拆装，机翼、升力动力组件及尾翼等应能够在不破坏主体结构的情况下进行拆卸、安装及更换，用于开展复合翼无人机机械装				

		配、动力安装、线路连接及维护检修教学。				
19	低空装备智控中心	1.平台应能够实时显示飞控连接状态、解锁状态、电池电量、飞控 MCU 负载、通信信号质量及主要传感器健康状态，并能够实时显示三轴加速度、三轴角速度、三轴磁场、GPS、遥控器输入、电机输出、飞行模式、气压高度、水平速度、垂直速度、电压及电流等飞控运行数据。 2.平台应支持飞行器姿态综合可视化，可通过 3D 模型实时显示无人机滚转、俯仰、偏航姿态变化及电机/螺旋桨运行状态，并支持二维人工地平仪、高度等飞行状态信息显示。 3.平台应支持惯性传感器及姿态数据实时波形显示，包括加速度计、陀螺仪、磁力计及滚转角、俯仰角、偏航角等数据；波形应支持暂停、缩放、平移、数据保存、历史回放及波形图片保存。 4.平台应支持角度环、角速度环、位置环、速度环等控制回路 PID 参数的读取、修改和写入，并能够同步显示 PID 相关数据波形，用于控制参数整定及不同参数条件下的响应效果分析。 5.平台应支持飞控惯性测量单元、电子罗盘及遥控器校准，可实时显示加速度	1 套	软件和信息技术服务业	否	

		计、陀螺仪、磁力计原始数据及校准后数据，并能够通过软件界面提示校准步骤及当前校准状态。 6.平台应支持飞控加速度计单姿态校准及六面自动校准，并具备加速度计、陀螺仪相关校准参数及校准矩阵的获取、显示、计算和结果分析能力，用于验证惯性传感器校准效果。 7.平台应支持电子罗盘校准过程三维可视化，可通过 3D 形式实时显示磁力计校准采样点、空间分布、原始值与校准后值及偏移情况，用于观察校准过程及分析磁场数据完整性。 8.平台应支持 MAVLink 通信协议解析，可对接收到的 MAVLink 消息按照消息帧进行分类显示，并查看主要字段及数据内容；同时应支持无线数传参数读取、显示、修改及写入。 9.平台应支持标准地图及卫星地图显示，可实时获取并显示无人机经纬度及当前位置，支持地图跟随、航点设置、航线规划、飞行任务编辑及任务上传，并支持无人机回传视频实时显示。 10.平台可同步接收相关实验设备测得的航向、俯仰、横滚三轴实际姿态角及				

		飞控解算得到的对应三轴姿态角，并在同一界面以实时曲线形式同步显示，支持任意一个或多个数据曲线选择、暂停及清空，用于姿态解算误差及动态跟随特性分析。 11.平台可实现电机输入控制量手动调节及自动线性变化控制，同步采集并显示电池电压、电流、转速、扭矩、PWM 控制信号及相关计算数据；应支持数据记录、历史曲线分析，并能够对转速、转速平方、控制量及扭矩、拉力等参数进行拟合分析、设置拟合阶次并自动生成拟合方程。 12.平台可完成三轴任意目标角度设置、自动校准及校准停留时间等参数设置；应能够实时以 3D 形式显示飞控板姿态，显示重力矢量、旋转矢量及相关惯性传感器数据，并支持飞控校准矩阵的读取、计算、写入和重置，形成“飞控状态监测—参数调试—波形分析—传感器校准—姿态验证—动力系统测试—实验设备联动—数据分析”的统一低空装备实验实训流程。				
20	实训工位	1.参考规格：1600*800*1200mm（±10mm）；	15 个	工业	否	

		2.带 55cm（±5cm）高工具挂板 3.白色，钢腿，多层实木板，防静电面板； 4.环保要求：甲醛释放量符合国家 E1 级标准。 5.双人桌				
21	实训板凳	1.方凳参考规格：34*24*45cm（±5cm）； 2.白色，钢腿，多层实木板，防静电面板； 3.环保要求：甲醛释放量符合国家 E1 级标准。	30 个	工业	否	
22	无人机多端协同管控系统	1.学习平台工作台 （1）快捷进入 1）学生端：展示当前课程、学习进度、平台快捷跳转 2）教师端：展示课程、班级、学生及待处理教学事项 2.我的课程 （1）低空课程 1）管理学习进度、查看低空教学书籍、PPT 2）获取下发的实训任务、查看及下载实训报告、上传实训报告 **★3）线上平台实训（内置低空行业**	1 套	软件和信息技术服务业	否	

		平台实训）（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。） **★4）模拟仿真实训（需包含 CAAC 模拟学习、物流场景、电力巡检场景的模拟训练的功能）（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 3.实训任务 （1）线上实训任务 1）快捷进入实时飞行、行业平台应用的虚拟仿真实训任务，软件需包含低空通信导航气象与监视平台、低空飞行器系统与智能管控平台、低空数智感知与场景应用平台、低空运输与空地协同验证平台，且均有完整的实训功能。 2）自动化评分 （2）线下实训任务 1）无人机相关课程实训报告的获取和提交 4.学习平台内置行业平台 （1）系统主页 1）数据统计一张图 线索统计：实时展示每日线索动态（线索统计、网格统计、区域统计）				

		巡检管理：展示巡检记录、巡检计划 业务统计：按行业分类（社区、交通、综合执法等） 数据采集：展示数据采集情况 2）一张图能力 机场布局：地理位置分布与可巡查区域 全景图：显示拍摄的全景图 标注信息：显示所有标注信息 网格化管理：显示网格化管理 航线展示：显示所有规划的航线 空域禁飞区：显示空域禁飞区 线索查询：按时间查询并在地图显示所有线索 三维模型：显示三维模型 指点飞行：具备指点飞行能力 5.集群调度 （1）全局监控 实时展示在线机场、飞行器画面，以及任务进度、设备告警等运行状态。 （2）无人机控制（虚拟座舱） 进入虚拟座舱且飞行器开机后，可获取飞行控制权并同步开启直播。 （3）相机控制				

		1）基础功能：支持广角、变焦、红外镜头切换，拍照录像，焦距与曝光调整，以及存储路径、分辨率设置。 2）扩展能力 配件操控：挂载喊话器、热成像仪等并操控 AI 识别：调用云端智能算法 6.机场相关功能 （1）机场监控 1）状态查看：展示任务执行、远程控制、机场及飞行器状态。 2）告警管理：支持设备告警及详情查看，悬停显示型号、SN 码、天气、风速、电量，点击图标定位设备。 3）直播功能：支持机场实时直播及多画面切换。 （2）设备控制 支持夜航灯、飞行限高与限远、避障开关及手动 / 自动模式设置。 （3）远程调试 1）支持远程状态监控、参数配置、调试、机场重启、图传信号增强，以及飞行器电源和充电控制。 2）调试中设备图标显示黄黑条纹，悬停显示调试人员信息，确保操作可追				

		溯。 7.任务工单管理 （1）任务工单 展示工单总数、等级、类型占比及数量趋势；支持按类别、部门、优先级、时间筛选，查看名称、类型、等级，以及详情查看、删除和新建应急工单。 （2）工单详情 展示工单类型、优先级、巡查时间、编号、部门、创建人等信息，支持地图定位及关联任务编排、执行数据查看。 （3）任务编排 支持选择自动机巢/停机坪和航线，设置计划名称、返航高度、立即/单次定时/重复定时执行策略，并配置人员、车辆、船舶等 AI 识别目标。 （4）任务数据 以标注图片展示巡查结果，包含问题类型、发现时间及经纬度，辅助定位与决策。 8.数据中心 （1）图片管理 支持按自动机巢/停机坪、计划任务筛选图片，实现分类存储、检索与调取。 （2）视频管理 支持同类筛选与分类管理，以及视频回放				

		和分析。 9.标注与模型管理 （1）标注功能 支持标注分组及点、线、面编辑，设置颜色、名称、坐标，自动计算长度与面积。支持多格式导入导出及批量删除。 （2）模型管理 支持 png / jpg / pnts / b3dm 格式的 2D / 3D 模型上传，支持无人机正射 / 倾斜影像自动上传、生成三维模型及地图加载预览。 10.航线库管理 （1）航线导入 支持标准 KML / KMZ 航点文件导入，快速复用航线。 （2）航线同步 用户登录后可将云端航线下载至本地客户端，实现多端同步。 （3）航线规划 支持选择机型、地图设置航点、配置航点类型与速度。支持禁飞区域及特定区域升空权限设置。 11.设备管理 （1）遥控器 支持设备接入与状态监控。				

		（2）飞行器 展示设备名称、SN 码、固件版本及在线状态。 （3）自动机巢 / 停机坪 支持设备接入，展示型号、工作状态及在线时长，支持远程重启与调试。 （4）其他设备 通过 GB28181 协议接入视频监控设备并实时显示画面。 （5）直播设备 生成推流 / 拉流地址，支持第三方平台直播，满足应急指挥需求。 12.我的成绩 （1）课程列表 1）汇总课程成绩、实训成绩、通过情况及改进建议 13.我的教学 （1）班级列表 1）根据课程进入教学班级，辅助老师快捷教学 （2）课程详情 1）管控教学进度 2）查看课程详情、PPT、视频教学 3）下发实训任务 14.教学情况				

		（1）授课班级列表 1）查看所有授课班级的人数、教学进度、实训通过率 13.学生成绩 （1）成绩列表 1）纵览所有学生的成绩 2）进行成绩的审批以及修改				
23	无人机资源实训平台	配套无人机资源实训平台具体要求如下： 1.平台应包含但不限于开源课程、校企精品课、教学资源库和行业资料库； 2.平台应具备开源课程数量≥14门，包含但不限于《无人机装调检修实训》、《智能飞行器选用与组装调试》、《无人机二次开发》、《无人机动力测试》、《无人机植保技术》、《无人机模拟飞行技术》、《无人机民航培训》、《无人机航测技术》、《垂直起降固定翼无人机》、《无人机室外编队飞行》、《无人机室内编队飞行》、《无人机航拍技术》、《无人机维修定损》、《多旋翼无人机组装与调试》； 3.校企精品课≥6门，包含但不限于《无人机模拟飞行技术》、《无人机组装与飞行技术》、《无人机组装与调试》、《无人机测绘技术》、《无人机航拍技术》、《无人	1套	软件和信息技术服务业	否	

		机飞行操控技术》； 4.教学资源库包含但不限于“碎片化教学资源”、“教学图库”、“设备图库”和“模拟实训”等构成模块，其中资源内容至少包括知识手册、教学课件、微课视频、课程教案、课程标准、实训工卡、实训报告、二维动画、课程大纲、实操视频等，总计教学资源≥1900 件； 5.教学图库需包含原飞行操控图、飞行原理图、航空气象图、基础知识图、系统结构图、3D 爆炸图等多种类型的教学资源； 6.模拟实训需具备虚拟仿真教学系统，可拆解成日常教学所需小模块内容； 7.行业资料库需包含但不限于行业报告、作业手册、教育资讯、机型资料，总计行业资料≥850 件； 8.行业报告包含但不限于规划纲要、行业标准、地方政策、产业报告、法律法规等；作业手册包含但不限于无人机在巡检、吊运、航拍、公共安全、农业、测绘等方向的案例等；教学资讯包含但不限于专业教学标准、职教政策、职业标准以及工学一体等；机型资料包含但不限于市场主流机型的相关资料；				

		9.平台应支持教学资源库查看与检索功能，应支持关键字搜索课程功能，支持按照发布时间、热度、文件大小进行资源排序，支持系统所有课程的教学资源查看； 10.平台应支持教学资源收藏功能，支持资源类型、应用类型检索，也可通过关键字从收藏库检索资源； **★11.平台应具备空白课程创建功能，老师可自由收藏平台海量资源，可通过自由拖拽组合，调整章节顺序、增删课程资源；（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 12.平台应具备授课流功能，可快速组建一节课程，在PPT授课流中灵活插入如视频、动画、图片等融媒体资源。				
24	无人机仿真平台	配套的无人机仿真平台具体参数要求如下： （一）基础模块： 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.画面设置应支持独占全屏、窗口模式等功能，并能够根据不同的显示器设置	1套	软件和信息技术服务业	否	

		适配的分辨率； 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； 5.系统能够显示软件授权信息及授权模块，应支持在线热更新，支持键盘、遥控器操控； 6.能够提供分辨率自定义设置，提供720P、1080P等多种分辨率选项，并支持分辨率的一键改变。 7.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。 8.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六种性能阶梯的选项，可一键改变画质。 （二）自由飞行模块： 1.自由飞行模块应支持多种机型可选：至少应支持六旋翼、八旋翼以及其他常用机型，不少于6种。 2.系统应预设有测绘、航拍、电力、竞速、植保、安防等建模场景，并支持一键切换场景区域。				

		3.系统应集成计时与成绩统计功能，并支持实时炸机可视化显示。 4.应具备多种摇杆模式，能够调节摇杆灵敏度，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、雪天等天气效果。 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、光照角度、光照强度等。 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。 8.应支持多视角模式，包含但不限于固定视角、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）民航执照培训模块： 1.该模块至少支持多旋翼无人机、垂直起降飞机、固定翼、直升机飞行训练； 2.多旋翼无人机训练应支持机型选择，至少支持六旋翼、八旋翼等常用机型的选择。				

		3.多旋翼无人机训练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。 4.多旋翼无人机训练系统应具备悬停训练、8字航线训练，应支持俯视图查看无人机位置；能够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、飞行高度等；能够通过小地图查看飞行轨迹，应具有步骤引导提示信息，并能够支持任务完成反馈。 5.多旋翼无人机飞行训练应支持8字航线中的任意一段进行重复训练。 6.多旋翼无人机训练系统应具备地面站预规划训练，该功能应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。 7.多旋翼无人机地面站至少支持重规划训练，该功能应内置变高变点变速指令模拟场景，使用者能根据指令完成飞行训练。 8.多旋翼无人机地面站训练至少支持盲飞训练，该功能通过系统遮罩，训练				

		用户通过仪表盘参数驾驶无人机飞行能力。 9.多旋翼无人机训练能够支持模拟考试，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。 10.多旋翼无人机训练模拟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。 11.多旋翼无人机训练应支持摇杆灵敏度设置、摇杆模式设置（美国手、日本手、中国手）、飞行模式设置（GNSS模式、姿态模式）、风力设置（无风、1-3级风）、风向设置（八个风向）。 12.垂直起降飞机训练系统飞行训练应具备指引功能，能通过界面指引参考完成垂直起降飞机的起飞训练。 13.垂直起降飞机训练系统至少支持一键起飞功能、飞机复位功能、跑道偏离功能。 14.垂直起降飞机训练应具备飞行数据显示功能和飞行轨迹显示功能，包含但不限于空速、航向角、飞行高度、俯仰角、横滚角、飞行高度。				

		（四）无人机电力巡检模块： **★1.杆塔类型应支持单回路直线塔；能够一比一高度还原真实铁塔模型，达到销钉级别建模还原；能够对杆塔整体及组成进行文字介绍，并应提供杆塔结构爆炸图，可支持查看部件爆炸结构图。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 2.杆塔的部分结构应具有匹配真实的杆塔图片对应杆塔模型功能。 3.应具有引导巡检模块，引导操控无人机对杆塔本体及部件进行巡检拍照。每个步骤应显示该部件的名称、拍摄角度要求、位置要求；拍摄目标应具备高亮显示提示用户的功能。 4.应支持模拟遥控器使用界面，能够显示飞行信息，包括飞行模式、电量等。 5.应具有相册功能，能够查看拍摄的照片。 6.应具有变焦模拟功能，能够模拟镜头参数和变焦后的画质损失。 7.应具有摇杆灵敏度、摇杆模式、天气系统、风力、风向调节等功能。 8.应支持多视角模式，包含但不限于				

		固定视角、跟随视角和 FPV 视角，固定视角下应能进行视域调整和高度调整，应支持姿态模式和 GNSS 模式。 9.应具有数据分析功能，能够记录巡检训练所产生的数据；如训练次数，训练时长，任务成功率，单次巡检产生的数据及拍摄的照片。 **★10.应具有动态巡检缺陷库功能。提供随机缺陷或自定义缺陷两种缺陷选择方式，随机缺陷由系统自动选择缺陷，自定义缺陷为用户自己选择的缺陷，自定义缺陷不少于 10 种缺陷。（响应文件中须提供产品说明书或官网公示截图或操作场景实拍图片并加盖供应商公章。）** 11.应具有缺陷相册和巡检相册。巡检相册可对步骤名称进行修改，支持将巡检相册的照片划入缺陷相册。 （五）无人机地理测绘 1.系统应具备无人机测绘技术基础功能，应具备航测无人机选型、相机选型，并包含产品简介和功能亮点介绍。 2.系统应具备山地、校园、丘陵等外业场景，并支持自由选择。 3.应具有背包功能，背包中至少应包含外业所需主要设备：制标靶、相机、无				

		人机及遥控器、RTK 及手簿等。 4.应支持自由规划测区，测区连接点不少于 3 个。能够还原 RTK 像控点布设核心流程，包含新建项目、RTK 蓝牙连接、杆高设置等。 5.采集数据应包含但不限于 6 个维度：N、E、Z、B、L、H，应支持 Excel 格式导出。 6.航测拍摄时应支持广角镜头，正射采集支持设置正射 GSD、航线飞行高度、航线速度、主航线角度、相对起飞高度、旁向重叠率等参数； 7.倾斜采集支持设置正射 GSD、倾斜 GSD、智能摆动拍摄、云台角度、高度模式、航线飞行高度、安全起飞高度等参数； 8.拍照模式应支持等时间隔拍照，航测任务完成时能够自动返航。 9.支持数据生产工具引导下载及页面跳转。 （六）无人机农业植保模块： 1.系统应支持工作状态下无人机电量、药量实时显示。 2.应提供植保无人机手动作业、手动增强作业、AB 点作业、航线规划四种作业模式。				

		3.系统中环境地形至少应支持地形、作物、病害、虫害选择。 4.系统支持 AB 点作业，应支持操控无人机进行场地 A 点、B 点标定，标定完成后能够按照 AB 点生成航线，并支持设定喷洒用量、作业行距、相对作业高度、飞行速度等作业参数。 5.能够显示任务详情，支持动态更新当前航线计算出的作业面积、高度、速度、距离、流量。 6.应具有航线作业功能，能够添加和移除地块边界点，自动按照喷洒参数生成弓字形作业飞行航线；支持添加或移除不喷区域；支持设定喷洒用量、作业行距、航线角度、相对作业高度、飞行速度等作业参数。 7.航线作业时应显示任务详情，能够动态更新当前航线计算出的作业面积、高度、速度、距离、流量。 8.应具有手动增强作业功能，应支持操控无人机进行场地作业，能够设定喷洒用量、作业行距、相对作业高度、飞行速度等作业参数，飞机半自动按照作业参数执行任务，并支持一键掉头，锁定航向。 9.应具备手动基础作业功能，能够操				

		控飞机进行纯手动作业，能够设定流量、限制飞行速度，并支持一键掉头，锁定航向。 10.应具有摇杆灵敏度、摇杆模式、天气系统、时间等功能设置。 （七）无人机组装调试 1.系统至少支持多旋翼无人机与垂起固定翼无人机组装调试训练。 2.系统应具备任务工单的功能，能够包含组装调试中涉及的检查零部件及耗材清单、无人机外观及结构认知、对无人机机体及部件进行组装、对传感器及遥控器进行调试以及进行试飞验证等五个核心任务环节。 3.系统应具有无人机结构认知模块，应对无人机核心部件进行介绍，并支持无人机结构爆炸图的形式展示，支持手动控制无人机爆炸或组合。 4.多旋翼无人机组装调试系统应包含无人机整机部件及电路接线组装的全部步骤。 5.多旋翼无人机组装调试系统应具有传感器校准功能，至少应包含罗盘校准，陀螺仪校准，加速度校准，水平校准等四个维度的校准。				

		6.多旋翼无人机组装调试系统支持遥控器校准功能，应包含遥控器校准的主要步骤，如开启遥控器，摇杆校准、遥控器 UI 模式开启等。 7.能够支持操控遥控器控制多旋翼无人机完成升降、俯仰、副翼、偏航等操作。 （八）无人机编程飞行模块： 1.应支持自主创建练习赛道，包含但不限于 5 种障碍器材选择，支持对器材名称、障碍排序、长宽高、离地距离、角度修改； 2.应支持赛事管理，支持管理员对官方赛事进行后台创建、修改、删除； 3.至少支持对赛事的最差成绩、最好成绩、排名及参赛人数统计。 4.支持通过标准化编程接口进行二次开发并执行自主飞行任务，通过计算飞行时长、绕障碍数量等得出编程飞行成绩。 （九）无人机模拟竞赛 1.支持比赛设置，包括场景设置、难易设置等。 2.支持识别物采集、航线规划、照片采集、飞行识别。				

		3.支持通过键盘快捷键或遥控器操控无人机在规定的时间内完成识别物素材采集，实时显示无人机飞行速度、垂直速度、水平速度、飞行高度以及识别物采集限时倒计时，并支持变焦、广角切换。 4.通过键盘快捷键和虚拟遥控器操控无人机在规定的时间内完成航点采集，实时显示无人机飞行速度、垂直速度、水平速度、飞行高度以及无人机的坐标位置，并支持变焦、广角切换，支持对航点及航线进行管理。 5.支持对拍摄的标志物按时间顺序进行排列显示，将拍摄的识别物照片进行标注。 6.支持选择航线及模型文件进行上传识别，根据航线进行自主飞行并完成识别拍照，识别结束后显示识别成绩，包含识别时间、识别照片数、置信度。 （十）无人机物流吊运 1.支持景区、城市吊运场景选择，支持至少两种无人机选择； 2.支持手动操作无人机进行仿真吊运作业，包括降索、收索、上货、卸货等操作。 3.支持显示无人机飞行高度、速度、				

		距离、货物距地、摆动角度等飞行参数。 4.支持显示小地图和 FPV 两种视图，小地图显示起飞点到降落点的飞行轨迹。 （十一）无人机消防演练 1.支持实时显示无人机飞行速度、飞行高度等动态参数，支持显示小地图，小地图具有火情位置与无人机实时位置。 2.支持灭火弹消防演练：能模拟野外火场场景，用户接收到火警指令后，操控无人机飞抵火源位置执行灭火弹投放。 3.支持提供爆炸高度设置功能，若设置高度与当前飞行高度冲突，系统自动提示调整建议。 4.支持图传界面云台视角联动：当云台俯仰角为-90°（垂直向下）时，自动激活 AR 辅助瞄准准心。				

特别提醒：本采购项目中所提及的货物采购标的名称，若涉及任何生产厂家的专利技术、注册商标或其他专属权益相关名称，均仅为方便描述采购需求而使用的参考性名称，不代表对特定专利、品牌或生产厂家的指定或排他性要求。文件中所标注的参考尺寸、重量等参数同样为参考性表述，不作为实质性评审要求。考虑各产品信息表述不同，供应商提供的响应产品，只要能满足采购文件中明确的技术参数、性能指标及功能要求，无论产品名称、型号表述、外观结构、专利归属或品牌选用是否存在差异，均视为实质性满足采购需求。

2.本项目采购标的若被列入《强制性产品认证目录》，须依法通过中国国家强制性产品认证，且在有效期内。所投产品的生产、出厂检验等环节须严格遵循 3C 认证对应的产品标准及

技术规范，确保产品实物与认证信息的一致性。签订合同前，采购人有权要求成交供应商提供与响应文件所投产品内容一致的相关证明材料，并通过合法渠道查询真伪，如有以提供虚假材料（包括但不限于虚假承诺、虚假技术参数响应、虚假业绩、虚假证书、虚假检测报告等）、串通投标、隐瞒失信信息等谋取成交的行为，一经发现，将报监督管理部门严肃查处。

3.本询价文件所采购的货物、产品、配件等全部标的，均应是全新、未使用过的，是完全符合相应质量标准的原装正品。无论询价文件是否列明，供应商所提供的货物、产品、配件均须符合国家产品质量、安全、卫生、环保、检疫检验、生产经营许可等现行法律法规的规定。本询价文件所要求的证书、认证、资质，均应当是有权机构颁发，且在有效期内的。

三、报价要求

本项目报价形式为总价形式，包含所投货物、辅材、保险、税费、包装、加工及加工损耗、运输、现场落地、安装及安装损耗、调试和交付后约定期限内维保、培训等工作所发生的一切应有费用。最终以实际发生数量为准作为合同结算依据。

四、其他要求

1.履约保证金：本项目不收取。

2.合同争议处理：采购合同在履行过程中发生的争议，由双方当事人协商解决，协商解决不成的，向宣州区人民法院提起诉讼。

3.运输、安装、调试：由成交供应商负责承担。

4.售后服务：a）供应商提供电话、电子邮件、远程连接等多种形式服务；

b）成交供应商在质保期内接到用户电话后，8 小时以内解决问题，不能修复的必须采取无偿更换设备措施，以保证用户的正常使用；

c）在质保期内提供产品的维修、换件服务。质保期外成交供应商为设备提供零配件及维修保养，可收取维修成本和适当利润。

d）备品备件：供应商需对设备关键部件提供备品备件供应保障。

e）软件升级：质保期内，设备所配套的控制软件、分析软件等若有免费升级版本，供应商应主动通知并提供免费升级服务。

5.培训：设备安装调试合格后工程师进行免费操作培训；在设备安装调试合格后成交供应商委派应用工程师免费上门进行实验方法指导和系统应用培训。

5.1 培训面向该院校专业授课教师，围绕低空飞行器装调检修、飞控调试、故障诊断、实训课程设计开展系统化能力提升培训。本项目服务周期 2 年，每年开展 1 次师资培训，供应商在编制响应报价时，须综合考量此项费用，相关费用统一包含在响应总价中，采购人不再另行支付。

6.本项目相应的货物包装必须符合国家相关标准要求，且须执行《商品包装政府采购需求标准（试行）》（财办库〔2020〕123 号）中的包装环保要求。

7.本次采购的设备不得为已抵押或质押物，否则，一切后果由成交供应商负责。产品检测不合格或出现质量问题的，成交供应商负责包换和包退，并承担调换或退货的实际费用。