河南经济贸易技师学院
无人机高技能人才培养基地项目

（项目编号：豫财磋商采购-2025-956）

采购合同

甲方（需方）：河南经济贸易技师学院

乙方（供方）：中慧云启科技集团有限公司

甲方：河南经济贸易技师学院
乙方：中慧云启科技集团有限公司

本合同于2025年9月26日由需方和供方按下述条款签署。

甲方为获得河南经济贸易技师学院无人机高技能人才培养基地项目设备和伴随服务进行项目公开招标（项目编号：豫财磋商采购-2025-956），乙方以总金额贰佰玖拾捌万贰仟元整（ 人民币：2982000 元）（以下简称“合同价”）的投标报价中标该项目。双方以上述事实为基础，签订本合同。

本合同在此声明如下：

1.本合同中的词语和术语的含义与合同条款中定义的相同；

2.下述文件作为合同签订的基础，是构成本合同的主要组成部分,并与本合同一起阅读和解释:

1）本合同条款

2）本合同条款附件

附件 1 供货范围及分项价格表

附件 2 技术规格

附件 3 交货计划

附件 4 安装调试

3）中标通知书

3.投标文件、招标文件

合同条款

第一条 采购项目、数量、单价及金额

序号	货物名称	单位	数量	单价	备注
1	多旋翼无人机检测与维修平台	套	4	388000	无
2	模拟飞行示教器	套	30	700	无
3	四旋翼装调无人机套装	套	20	9800	无
4	智能防爆充电柜	套	2	5300	无
5	系留无人机套装	套	5	20000	无

6	无人机执照飞行实训平台	套	2	28000	无
7	垂起固定翼无人机	套	1	90000	无
8	竞速无人机模拟软件	套	10	800	无
9	竞速遥控器	套	10	1400	无
10	无人机后期处理设备及教学资源包	套	20	20000	无
11	竞速穿越机	套	5	7500	无
12	展示柜	套	10	3300	无
13	3D 打印机	套	1	6000	无
14	专用工具箱	套	10	3300	无
15	物流作业无人机	套	1	130000	无
16	自主巡检无人机	套	1	88000	无
17	农业无人机	套	1	98900	无
18	专业航拍无人机	套	1	108000	无
合计	大写：贰佰玖拾捌万贰仟元整		小写：2982000 元		

第二条 质量标准：满足采购需求，符合国家或行业规定的相关标准。

第三条 乙方对质量负责的条件及期限：自验收合格之日起 3 年。

第四条 包装标准、包装物的供应与回收：除采购活动对商品包装、快递包装达成具体约定外，乙方提供产品及相关快递服务涉及到具体包装要求的，应不低于《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）》标准，并作为履约验收的内容，必要时甲方可以要求乙方在履约验收环节出具检测报告。

第五条 采购项目的附（配）件、工具数量及供应办法：无配件。

第六条 采购项目所有权自 交付完成 时起转移，但甲方未履行支付价款义务的，采购项目属于 乙方 所有。

第七条 提供采购项目的方式、地点、时间：1、采购方式：竞争性磋商。

2、采购地点：《河南省公共资源交易中心网站》电子交易平台。

3、采购时间：2025 年 9 月 18 日 09 时 00 分（北京时间）

第八条 运输方式及到达地和费用负担：1、运输方式：公路运输。

2、到达地：河南省新乡市卫滨区劳动南街889号。

3、费用由乙方承担。

第九条 检验标准、方法、地点及期限： 1、按国家现行验收标准、规范等有关规定执行，甲方在收到货物（设备）后可以在合理期限内提出异议。

2、货物（设备）使用单位应在货物（设备）交付后，根据初验结果以及安装、调试、培训等情况正常运行一段时间后向甲方提出货物（设备）验收申请。

3、根据验收申请，甲方组织相关人员进行正式验收，也可以根据实际需要增加出厂检验、安装调试检验等多种验收环节，特殊情况下可以组织第三方共同验收。

第十条 采购项目的安装调试：合同生效之日起30日内安装、调试完毕

第十一条 付款结算方式、时间及地点，付款方式：

付款结算方式、时间及地点，付款方式：

分两批付款:第一批，在货物安装调试、试运行，经甲方验收小组验收合格后，支付资金150万元整；第二批，甲方应在第二批资金拨付到位后支付合同余款。

付款条件：申请付款时必须提交以下文件和资料：1、资金支付申请书；2、由需方签字的验收报告；3、商业发票。

付款方法：供应商填写《资金支付申请书》、开具抬头为用户的增值税专用发票，并送交用户；用户填写《验收报告》，供应商凭《资金支付申请书》和《验收报告》由采购人支付货款。

第十二条 担保方式（可另立担保合同）： 无

第十三条 本合同解除的条件：不可抗力导致合同目的无法实现：如自然灾害、战争等不可预见、不可避免的客观情况，致使货物毁损或交易无法完成。

第十四条 违约责任：乙方所交的货物产地、品牌、型号、规格、质量以及技术标准、数量等不符合合同要求，甲方有权拒收，由此产生的一切费用由乙方负责；因货物更换而造成逾期交货，则按逾期交货处理。每逾期一日，乙方应向甲方每天支付合同总额万分之四的违约金。甲方无正当理由拒收设备，应向乙方偿付拒收设备款额百分之五的违约金。

甲方逾期付款，每逾期一日，甲方应向乙方每天支付本合同的总额的万分之四的违约金。因地震等不可抗力或政策调整等情势变更因素影响，不能按规定时限签订合同、施工、验收支付等情况的，不承担违约责任。

第十五条 合同争议的解决方式：本合同在履行过程中发生的争议，双方当事人协商解

决；也可由有关部门调解；协商或调解不成的，按下列任意一种方式解决。

（一）提交原告方仲裁委员会仲裁；

（二）依法向原告方人民法院起诉。

第十六条 本合同自 签订之日 起生效。

第十七条 其他约定事项： 无 。

第十八条 合同效力

（一）本合同自双方签字或盖章后生效，本合同若为传真件同样具有法律效力。

（二）本合同壹式陆份，甲方肆份，乙方贰份。本合同未尽事宜，买卖双方应在平等互惠的原则上经友好协商后可签订补充协议，补充协议须采用书面形式，与本合同具有同等法律效力。

甲方：河南经济贸易技师学院	乙方：中慧云启科技集团有限公司
甲方（章）：	乙方（章）：
住所：河南省新乡市卫滨区劳动南街 889 号河南经济贸易技师学院	住所：成都高新区火车南站西路 1968 号 1 栋 9 层 1 号附 903 号（自编号）
法定代表人：	法定代表人：卞继海
委托代理人：裴志孝	委托代理人：
户名：河南经济贸易技师学院	电话：028-85964700
开户银行：建行新乡分行华兰支行	开户银行：招商银行成都天顺路支行
账号：4100 1552 7100 5000 0106	账号：128910694910501
2025 年 9 月 28 日	2025 年 9 月 28 日

附件 1：供货范围及分项价格表

序号	设备名称	品牌	型号	数量	单价	技术服务费	合计	生产商	原产地
1	多旋翼无人机检测与维修平台	中慧云启	ZH-UAV-HP001	4套	388000	报价内已包含	1552000	中慧云启科技集团有限公司	中国四川
2	模拟飞行示教器	乐迪	AT9S Pro R9DS	30套	700		21000	深圳市乐迪电子有限公司	中国广东
3	四旋翼装调无人机套装	中慧云启	ZH-UAV-H010	20套	9800		196000	中慧云启科技集团有限公司	中国四川
4	智能防爆充电柜	豫博远	LS-CD1-110	2套	5300		10600	洛阳力盛办公家具有限公司	中国河南
5	系留无人机套装	中慧云启	ZH-UAV-T001	5套	20000		100000	中慧云启科技集团有限公司	中国四川
6	无人机执照飞行实训平台	北方天途(TTA)	MC- EVA-024	2套	28000		56000	北方天途航空技术发展（北京）有限公司	中国北京
7	垂起固定翼无人机	飞龙	猎鹰 A40	1套	90000		90000	广东凌飞航空科技有限公司	中国广东
8	竞速无人机模拟软件	中慧云启	ZH-UAV-H008	10套	800		8000	中慧云启科技集团有限公司	中国四川
9	竞速遥控器	Jumper	T4	10套	1400		14000	常州市思慕雪电子有限公司	中国江苏
10	无人机后期	无人机	无人机后期处理	20	20000		400000	无人机后	中

	处理设备及教学资源包	后期处理设备：惠普 教学资源包：DJI	设备：HP Z2 Tower G9 Workstation Desktop PC-B557814005A 教学资源包：大疆智图	套				期处理设备：鸿富锦精密工业(武汉)有限公司 教学资源包：深圳市大疆创新科技有限公司	国湖北中国广东
11	竞速穿越机	DJI	DJI Avata 2	5套	7500		37500	深圳市大疆创新科技有限公司	中国广东
12	展示柜	奥典	定制	10套	3300		33000	重庆奥典办公家具有限公司	中国重庆
13	3D 打印机	拓竹	p1sc	1套	6000		6000	深圳拓竹科技有限公司	中国广东
14	专用工具箱	中慧云启	ZH-UAV-H010T	10套	3300		33000	中慧云启科技集团有限公司	中国四川
15	物流作业无人机	DJI	DJI FlyCart 100	1套	130000		130000	深圳市大疆创新科技有限公司	中国广东
16	自主巡检无人机	DJI	大疆机场 2	1套	88000		88000	深圳市大疆创新科技有限公司	中国广东
17	农业无人机	DJI	DJI T100	1套	98900		98900	深圳市大疆创新科技有限公司	中国广东
18	专业航拍无人机	DJI	DJI Inspire 3	1套	108000		108000	深圳市大疆创新科技有限公司	中国广东

合计金额	大写：贰佰玖拾捌万贰仟元整 小写：2982000.00 元

附件 2 技术规格

序号	设备名称	技术规格
1	多旋翼无人机检测与维修平台	一、待检多旋翼无人机 1.多旋翼无人机 （1）轴距：450mm；三维尺寸：607mm*607mm *300mm（含旋翼）；螺旋桨：碳塑复合桨，固化成型，11 寸，正桨 2 对，反桨 2 对；电池：5000mAh，标称电压 22.8V，持续放电倍率 45C， 持续放电电流 225A，保障无人机持续工作时间 10 分钟； 电源模块：输入电压 7.4-25.2VDC，输出电压 5V；测电器：电池电压报警，锂电池电压检测，单电池：0.5V-4.5V， 总电压：0.5V-36V，报警电压范围可设定，蜂鸣报警；电调：输出电流 80A，瞬时电流 90A，工作电压 2S-6S(7.4-25.2V)；电机：4 个，KV900，瓦形磁钢，NMB 轴承 （2）飞行控制系统 具备加速计、具备陀螺仪、具备电子罗盘、具备气压计、具备接口：UART 串口*5、I2C*4、PWM 输出*11 路 PWM 输出、CAN 标准总线*2、电流电压输入*1、安全开关*1、GPS 接口*1、USB 接口*1(Type-C) （3）内置机载开发套件：处理器：不低于双核 主频 3.6GHz；内存：32GBDDR4 3200（16GB*2）；网卡：WIFI6+蓝牙 5.2；开发环境：支持图形化/Python/C++编程； 2.遥控器 尺寸：183*100*193mm；电池仓尺寸：116*36*32mm(长*宽*厚)；重量：0.88kg；传输频率：2.4GHz ISM 波段（2400MHz~2483.5MHz）；调制模式：QPSK；通道数：12 通道，所有通道均可自定义；显示屏：2.8 寸 16 位真彩屏，分辨率 240×320 像素；模型存储：15 组 3.接收机 尺寸：43*24*15mm；重量：10.5g；天线长度：145mm；通道数：PWM 信号模式下为 9 通道；SBUS 信号模式下为 10 通道；信号输出：SBUS&PWM； 4.智能传感器套件 （1）目标识别传感器模块 帧率：120 帧/秒；调焦方式：手动；像素：200 万；分辨率：最高 1920×1080；尺寸：36.5mm*36.5mm*36.5mm； （2）仿地激光雷达 工作电压：DC 5V；功耗：500 mW；精度：0.2%；模块尺寸:33.2mm*20.8mm*16.8mm；

工作温度：-10～60℃；

（3）360 度激光雷达避障传感器

模块尺寸:38.5mm*38.5mm*33.5mm；扫描角度：最大 360 度；光源：905nm 激光；

5.配套仿真软件需求

（1）支持磁罗盘、差分定位、光流测速、加速度计、位置传感器、深度相机、雷达、双目相机等传感器的校准和仿真；

（2）支持导入通用的场地模型，如虚幻引擎制作的三维场景模型、STL 文件等；

（3）支持可视化的传感器监控，包括但不限于摄像头、红外传感器；

（4）支持对场景进行点位标记；

（5）支持人工智能的场景数据采集、模型验证；

二、无人机故障检测维修培训考评装置

1.箱式结构：尺寸 400mm×300mm×150mm；内置集成 15 寸真彩色屏，屏内预装产品功能控制人机交互软件，可实现实训箱 2 种不同网络环境下的产品使用模式；支持 40 种的电路故障真实触发，并支持基于训练模式提供故障点位提示和判定检测方法。

2.仿真系统：

（1）操作系统：Ubuntu20.04 x 64 操作系统；可对无人机等智能设备的控制、通讯、导航、动力系统进行仿真；可对无人机无人车等智能设备的路线规划、行进仿真；可对无人机避障环绕进行仿真；可对无人机仿地进行仿真；可对无人机空中抓取、投放等执行动作进行仿真；具备完整任务全流程全系统在环仿真功能；具备逼真的仿真场景，具备良好的展示效果；具备无人机系统软件在环仿真功能；具备可扩展性，预留标准接口，支持接入外部干扰模型；

（2）可对无人机避障环绕进行仿真。

（3）可对无人机仿地进行仿真。

（4）可对无人机空中抓取、投放等执行动作进行仿真。

（5）能完整地继承二维的历史设计图纸，并能提供再编辑功能。

（6）提供基于特征的实体建模功能，如拉伸、旋转、扫略、螺旋、孔、圆角、薄壁、阵列等。

（7）含有所有的中间数据交换接口，如 IGES、STEP、ACIS、Parasolid、STL、JT 等，以及含有对 Solid Edge、Solidworks、Pro/E、NX、Catia 等三维软件的数据接口。

（8）具备易用的钣金设计能力，有平板、折弯、卷边、凹坑、百叶窗、角撑板、压花等常规的钣金设计，并能展平，自动计算出展平尺寸。

（9）可以提供的智能功能可处理基于网格或三角形的数据。并且几何体可以是从其他系统导入、以数字方式扫描，或创成式设计分析的 结果。所有这些几何体都采用

三角形（或小平面）网格的方式，并且在能进行进一步的设计修改。

三、飞行测试平台

需要有可协助无人机完成前倾、后倾、左倾、右倾、回平等动作的调参功能。

四、无人机调试实训台

1.基本参数

尺寸（长宽高）：1500mm×830mm×1640mm；高挂板：1000mm；桌面宽度：500mm~800mm，带防静电膜；框架冷轧钢厚度：2mm；承重：1000kg。板套件：挂钩： 20 个；物料盒： 15 个。

2.一体机操作终端

23inch 高色域显示；主频 3.1GHz 及以上处理器，确保运行酣畅；存储空间 250GB，SSD 硬盘； 内存 8GB。

3.飞行器地面管理系统

操作系统：64 位操作系统；整合调参助手与地面站功能；调参助手：提供丰富的开发与定制选项适应不同的飞行任务、自动上传飞控数据；可实现自动起降，指点飞行，航线规划等功能；航线规划适配植保、航测、航拍等多种任务；支持脱机规划。

4.装配工具套件

恒温电烙铁：60W；吸焊器：35g；钢直尺：钢制，长度 500mm；剪刀：金属；美工刀：165mm~37mm；魔术贴：双面背胶；充电器：可以同时对 2 组不同类型的电池充电，包括：LiPoLiHV,Lilon,LiFe,NiMh,NiCd,Lead,Acid；热风枪：可调温，功率 1600W；测电器：检测电池类型 Li-lon；Li-Po；Li-Fe；Ni-Cd；NiMH；工业抹布：尺寸 400mm×600mm；铝板：标准 150mm×150mm×1mm（长*宽*厚）；绝缘胶带：尺寸 0.1mm×18mm；纸胶带：宽度 20mm。

五、四旋翼植保无人机套装

基本参数：

最大起飞重量：25kg；空机重量：15kg；轴数：6 轴；对称轴距：1700mm；外形尺寸：2081mm*2081mm*640mm；工作温度：-10℃ ~ 40℃；

性能参数：

空载续航：40min；最大功耗：1130W；最大上升速度：25km/h；最大下降速度：25km/h；最大水平速度：40km/h；最大抗风速度：6 级风悬停精度：垂直 ±0.5m，水平 ±1.5m（GPS 模式）

动力系统：

螺旋桨规格：30inch；螺旋桨材质：工程塑料；桨叶数：2 叶；电机 KV 值：100KV；电机功率：最大 4176W；

充电时间：1h（标准 1C）；电调持续电流：80A；动力类型：锂聚合物电池；电池：

		容量：22000mAh 高压版；电池规格：6S*2 块；放电倍率：15C；充电器：1200W； 导航与通信： 定位系统：双模 GPS+北斗，支持 RTK 高精度定位；数据链路：2.4GHz 频段，通信距离 2km（超视距）；通讯距离：10 公里（空旷无遮挡）；工作频段：902-928MHz；发射功率：20dBm；外部接口：TYPEC x1、UART x1；兼容性：支持 Android；波特率：可调波特率 9600、19200、38400、57600、115200、230400；指示灯：电源、发送、接收、端号；天线接口：SMA 遥控器频率：跳频扩频（FHSS）抗干扰； 可支持任务载荷： 载荷能力：5kg 需可支持载荷类型：云台相机、物流机械爪、喊话器等模块。
2	模拟飞行示教器	尺寸：183*100*193mm；尺寸：41*23*14mm，2.4GhHz，支持模型直升机、固定翼、滑翔机、多旋翼、车、船和机甲等模型
3	四旋翼装调无人机套装	1.机身轴距 450mm；机身材料：碳纤维和航空铝；最长飞行续航时间：15min；飞行速度最大可达 60km/h；最大工作电流 30A；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；最大可承受风速 8m/s；悬停精度，垂直±0.5m，水平±1m(GPS 状态）；使用场景；室内、室外；最大俯仰角度不小于 35 °；控制方式：遥控系统控制;定位:GPS+GLONASS 双模;双模模式定位精度达 0.5 米,单模精度 2.5 米； 2.飞控：尺寸：56*39*17.8mm；重量：45.7g；主处理器：STM32F427VIT6 或同等性能；IMU 传感器：ICM-42688-P 或同等性能；气压计：DSP310 或同等性能；指南针：IST8310 或同等性能；内核类型：M4；接口要求：I2C 口*3、UART*2、PWM OUT*10、RC IN*1、GPS*1、SWD*1、TYPE-C*1；工作温度：-20～+40 ℃； 3.带屏遥控器：通道数：12 个；工作电压：4.2V；频段：2.400-2.483GHz；显示屏 5.5 寸，分辨率 1920×1080,1000nits；提供 QGC、SDK 协作、RTSP 无线视频流分享； 4.整套系统包装箱采用模块化设计，内衬采用 EVA 海绵材质设计。 任务载荷套装：包含机械爪套件、航拍模块套件。
4	智能	尺寸：150CM*86CM*165cm 尺寸；可调层板：1；漏电开关：1；通风孔：2；风机：2；插座：2

	防爆充电柜	
5	系留无人机套装	1.地面电源 尺寸：45*35*45（不含轮子及拉手）；工作环境温度：-10℃～+40℃；工作相对湿度：40%～≤85%；容量：150AH；续航时间：8 小时 2.配套无人机参数 轴距：550mm；最大起飞重量：5KG；最大抗风：6 级；飞行模式：包含自稳＼定高＼定点；飞行环境：室内＼室外；飞控：开源飞控；遥控器：16 通道以上，含电压回传 3.基本功能： 可进行系留与非系留两种模式的切换飞行；地面电源满电情况下可进行 8 小时的不间断场地飞行训练，满足教学需求，有效解决锂电池充电时间长影响教学进度、锂电池循环次数过多导致报废等教学痛点；采取磷酸铁锂电芯，地面电源循环次数可超 3000 次，使用寿命 10 年以上；地面端设置一键上锁功能，当无人机失控时，可对无人机进行应急断电，确保人员安全。
6	无人机执照飞行实训平台	一、飞行能力评估模块 1.三轴陀螺仪 量程：±2000deg/s；角度随机游走：0.02deg/sqr t(s)； 线性加速度效应：0.03deg/s/g；速率噪声密度：0.02 deg/sqr t(Hz)；3Db 带宽：2000Hz； 2.三轴加速度计 量程：±18g； 噪声密度：0.13mg/sqr t(Hz) rms； 3dB 带宽：2500Hz； 3.三轴磁传感器 量程：±8 高斯；最高采样频率：150Hz； 航向精度：1.0deg rms； 4.导航精度 姿态：0.1 度；航向：0.5 度；速度：0.03m/s；高度精度：1cm rms；水平位置：1cm rms；支持卫星导航系统：GPS/GLON ASS/BeiDou； 5.移动网络 运营商：三网融合；上行速度：Max 100Mbps；下行速度：50Mbps；GSM 频段：900/1800MHz；CDMA 频段：BD0；FDD-LTE 频段：B1/B3；TDD-LTE 频段：B38/B38/B40/B41；WCDMA 频段：B1；TD-SCDM A 频段：B34/B39；

		6.重量：930g；尺寸：640*60*105mm（不含外置4G天线）； 7.密封方式：电池仓外壳采用止边密封； 8.电池容量：12V 7000mAh；9.接口类型：USB、SIM卡、TF卡、Micr usb；主机开仓锁扣：采用横向锁舌结构（防止震动脱扣）； 9.状态指示灯：具有电源指示灯、RTK指示灯、系统指示灯、4G指示灯； 10.设备电源开机键：支持一键开机，支持一键关机，电源按键采用双旋防尘结构； 11.RTK天线增设压紧螺母； 12.SIM卡直插式，无需螺丝固定，卡槽采用硅胶方式密封； 13.天线延长臂与主机采用六角压紧螺母（金属材质）； 14.主机连接件采用沉头螺丝钉固定； 二、RTK基站 1.RTK云基站设备可与飞行能力评估装置配套使用，无缝连接，实现无人机飞行记录功能；GPS通道数量：430通道。支持频点：BDSB1/B2/B3、GPSL1/L2、GLONASSL1/L2；定位精度：位置±1cm，高度±1.5cm；首次定位时间：＜25s；初始化时间：10s；数据更新率：1-10Hz；主处理器：ARMCortex-A7528MHz或以上；内存：250M；存储：250M；输入电压：DC7-13V；整机功耗：6W；网络支持：LTE(FDD)：B1，B3，B8；LTE(TDD)：B38，B39，B40，B41；DCHSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS：B1，B5，B8，B9；TDSCDMA：B34，B39；EDGE/GPRS/GSM：900/1800MHz。外形尺寸：约162*132*28mm；重量约450g。 2.具有RJ45网络口、SIM卡接口、TF card接口；设备供电采用DC 2.4V供电方式。 3.具有电源指示灯、服务器连接状态指示灯、RTK定位状态、4G联网状态、网口通讯状态。 4.接收天线和接收主机采用分体式结构设计。接收主机采用金属外壳及壁挂结构设计。 5.接收天线支持磁吸盘方式固定。
7	垂起固定翼无人机	1.翼展：4000mm；长度：2250mm；旋翼轴距：单边1300mm；标准挂载重量：2KG；最大飞行高度：6000m；空载起飞重量：27KG；机壳+动力重量：17KG 2.最大挂载重量：5KG；最大起飞重量：35KG；最大起飞高度：5000m；最大巡航速度：30M/S；防水等级：IP4；飞机高度：450mm；航空箱子：1个；电池：1组；充电器：1个；工具：1套；遥控器：1个；数传：1套
8	竞速	专业无人机竞速飞行模拟器，提供丰富虚拟仿真环境。玩法多样：包含个人竞速、物流搬运、飞行学院、 自由训练等。

	无人机模拟软件	
9	竞速遥控器	屏幕尺寸：2.42；显示方式：OLED；摇杆尺寸:标准全尺寸摇杆；内置射频:ELRS(91SMHz/2.4GHz/868MHz)；输出功率:最大1000mw；工作电压:6V
10	无人机后期处理设备及教学资源包	一、无人机后期处理设备 1. CPU：16 核心（8P+16E）/ 32 线程（ 36MB 缓存，睿频最高可达6.0Ghz ；热设计功耗（TDP）：65W；内存：32GB 最高支持128GB DDR5 ；硬盘：SSD 2TB；显卡：12GB 2.网络同传：出厂自带BIOS版还原卡，支持系统自动还原、同时支持GPT分区和MBR分区、自动修改IP和计算机名、硬盘保护、网络同传、增量拷贝、断点续传、远程唤醒、远程重启、远程锁定、远程关机、千兆网络传输速度最大可以达到10GB/分钟或以上（百兆网络平均传输速度2GB/分钟）、支持多硬盘、可以从底层控制U盘和光驱等设备的使用；支持加密传输； 3.预装正版操作系统;预装原厂机房管理软件;支持同一界面可独立设置 windows 系统每次开机恢复、手动恢复、每天恢复、每周恢复、每月恢复、定时恢复及不恢复等多种数据还原方式，无需进入系统即可完成设置，同时也可在系统下对终端远程设置还原参数，也可单台还原参数独立设置，满足各种教学场景需要;支持 BIOS 底层对 windows 系统的管理员模式、还原模式、考试模式一键自由切换；支持双硬盘保护还原及同传，同传支持 UBFIPXB和Legacy PxE双模式自动连线； 4.支持无需进入系统下即可完成对硬盘分区新建、删除和编辑维护，及 IP地址、ID信息4、计算机名、管理密码信息的修改和关机重启操作。 5.支持设备锁定对键鼠、屏幕、USB、光驱、网络、扬声器等设备进行管控。 6.支持 windows 系统下的广播教学、学生演示、网络影院、打开网页、收取作业、文件分发、电子点名、在线考试、屏幕录制等多种课堂教学功能;支持 windows 系统下的设备锁定、程序运行、模式切换、关机、重启、唤醒、远程控制、系统切换、消息发送等多种课堂管理功能分；

		7.可根据不同的终端硬件配置选择 Intel 集成显卡解码、NVIDIA 显卡解码、DXVA2 解码等多种不同的解码方式,实现最优的广播效果。 8.支持权限分级管理，超级管理员可根据管理需要，设置多个二级管理员，同时分配特定的管理权限，不同的管理员账号登录后，主控端操作界面只显示本账号所包含权限。 9.为保证产品的兼容与稳定性，以上无人机后期处理设备的软件与硬件为同一品牌，提供软件著作权复印件。 二、教学资源包 当用以重建的照片数量大于当前电脑配置（内存）可支持的照片数量时，算法自动进入分块处理，以满足重建需求；全对于飞行器拍摄的照片，全自动完成二维/三维重建,所有参数均内置，无需用户设定；能够进行快速的三维建模，普通 1080Ti 配置的 PC 电脑单机处理 100 张照片的高精度三维重建耗时不超过 1 小时；支持同时开启多个任务，多任务排队重建；可将生成的多个二维模型进行叠加显示，加载效率为秒级；支持一个任务同时输出二维和三维成果；支持 L1 和 L2 激光雷达数据处理，包含轨迹解算、点云与可见光数据精准融合、点云精度优化、点云平滑；在激光雷达点云任务模块中，支持 L1 和 L2 激光雷达数据的地面点提取，并支持生成 DEM 和等高线；能直接生成多光谱数据的正射影像和数字高程模型，还能同时支持 NDVI、NDRE 等植被指数的输出；可见光重建项目，支持对导入照片数据的相机参数编辑；支持 P4M、M3M 辐射校正，输出反射率为单位的多光谱成果；可根据像控点刺点结果，生成详细的质量报告；二维正射影像支持以像素为单位进行分幅输出；二维正射支持直接输出用于无人机仿地飞行的 DSM 文件空三后可导入控制点、检查点，并可通过刺点结果实时调整预刺位置；在进行刺点操作时，支持自动识别像控点功能，系统将根据手动刺点自动识别其他照片的刺点；支持 POS 数据导入，可自定义 POS 精度；在三维重建项目中，水面平整功能，可识别水面区域并自动平整；支持 L1 激光雷达数据处理，输出 las 等格式点云成果及航迹文件；支持框选照片，正选或反选删除照片；支持在线或离线登录；不需要插硬件狗 U 盘；支持基于点云或模型生成精细化巡检航线，可适配大疆 M3E、M3T、M300+H20、M30 系列等机型；精细化巡检支持航线安全检查，如有危险航线会做出预警；支持空三集群处理；二、三维重建支持集群处理；以主机 64G 内存为例，集群处理支持的数据量不小于 30 万张，且内存越大，处理的数据量越大；支持一台机器同时开启多个集群计算节点运行；集群重建时，可任意更换计算节点；
11	竞速穿越	尺寸：长 185 毫米，宽 212 毫米，高 64 毫米，单轴机械云台，搭载 04 图传，1/1.3 英寸影像传感器 有效像素 1200 万

	机	
12	展示柜	白色烤漆展台，直径：0.8M,高 0.5M. 带 LED 蓝色光带灯。
13	3D 打印机	机身打印尺寸（长宽高）：256*256*256 mm；机身框架：钢材； 外壳：塑料&玻璃；工具头：热端 全金属、喷嘴 不锈钢、喷嘴最高温度 300℃ ；喷嘴直径（自带） 0.4mm、喷嘴直径（可选） 0.2mm 0.6mm 0.8mm、工具头切刀 内置、线材直径 1.75mm；热床：打印面板（自带）：双面纹理 PEI 打印面板；热床支持最高温度：100℃；工具头最大移动速度：500mm/s；.部件冷却风扇：闭环控制；耗材：有
14	专用工具箱	包含螺丝刀（内六角）：1.5mm*1，2.0mm*1， 2.5mm*1、套筒：5.5mm*1、剥线钳*1、焊台：可调温恒温电烙铁套装 60W*1、焊锡丝：含锡 99.3%无铅 1.0mm 500g*1、松香：50G*1、包装箱*1、充电器 B6 80W*1、水平泡*1、万用表*1 、十字螺丝刀*1、镊子尖头*1、测电器 cellmeter7、平口钳、尖嘴钳、扳手、焊接绝缘垫、助焊台
15	物流作业无人机	一、无人机 1.最大起飞重量：149.9 千克；轴距：2200 毫米； 2.外形尺寸： 长 1820 毫米，宽 1840 毫米，高 975 毫米（机臂展开，桨叶折叠） 长 3220 毫米，宽 3224 毫米，高 975 毫米（机臂展开，桨叶展开） 长 1105 毫米，宽 1265 毫米，高 975 毫米（机臂折叠，桨叶折叠） 3.机载电池数量：2；悬停时间：6 分钟（满载单电），12 分钟（满载双电）；飞行距离：12 千米（满载双电），6 千米（满载单电）；飞行时间：双电满载 14 分钟；防护等级：IP55 4.悬停精度： 启用 RTK 定位： 水平 ±10 厘米，垂直 ±10 厘米 未启用 RTK 定位： 水平 ±60 厘米，垂直 ±30 厘米 5.俯仰角度：30°；最大上升速度：5 米/秒；最大下降速度：5 米/秒；最大水平飞行速度：20 米/秒；飞行海拔高度：6000 米；抗风速度：12 米/秒 二、动力系统 电机 KV 值：60 rpm/V；旋翼数量：8 对；螺旋桨尺寸：62 寸；桨叶材质：碳纤维复

		材 三、照明灯 1.最大照明功率：46 瓦 四、安全系统 前毫米波雷达 后视雷达（单板） 下视雷达（单板） 激光雷达 四目视觉系统；工作温度 -20℃至 40℃；测距范围 60 米 五、电池 .容量：41Ah；电压：52 伏；重量：14.7 千克； 六、充电管家 输入电压：三相交流电输入：175-520V 单相交流电输入：200-264V；输出电压：62V；.额定功率：12000 瓦（三相 380V 输入）；3000 瓦（单相 220V 输入）输出通道数量：≥1。 七、遥控器 内置电池续航时间：3.8 小时；外置电池续航时间：3.2 小时 充电方式：最大功率 65 瓦（最大电压 20 伏）的 USB-C 快充充电器；支持主从控 八、配套 司运：1 年、Rtk：2 年、空吊系统套件：1 套、电池 2 组(4 块)
16	自主巡检无人机	一、机场 1.外形尺寸： 舱盖开启：长 1228 毫米，宽 583 毫米，高 412 毫米 舱盖闭合：长 570 毫米，宽 583 毫米，高 465 毫米 2.输入电压：100 伏至 240 伏（交流电），50/60 Hz；输入功率：1000 瓦；防护等级：IP55 3.可收纳无人机数量：1 台 4.允许降落风速； 8 米/秒；最大运行海拔高度：4000 米 5.RTK 基站定位精准度： 水平：1 厘米 + 1 ppm 垂直：2 厘米 + 1 ppm 6.输出电压：直流 28 伏；.续航时间： 5 小时 7.支持风速传感器、雨量传感器、环境温度传感器、水浸传感器、舱内温度传感器、舱内湿度传感器。 二、飞行器 1.起飞重量：1610 克；尺寸：长 335 毫米，宽 398 毫米，高 153 毫米（不含桨叶） 2.轴距：

		对角线轴距 463.2 毫米 左右轴距 359.9 毫米 前后轴距 291.4 毫米 3.上升速度：6 米/秒（普通挡）8 米/秒（运动挡） 下降速度：6 米/秒（普通挡）6 米/秒（运动挡） 4.抗风速度： 作业阶段抗风能力：12 米/秒， 起降阶段抗风能力：8 米/秒 5.起飞海拔高度：4000 米；飞行时间：50 分钟；悬停时间：40 分钟；最大作业半径：10 公里；最大续航里程：43 公里；最大可倾斜角度：25°；旋转角速度：250°/秒；防护等级：IP54； 6.相机像素： 广角相机 1/1.32 英寸 CMOS，有效像素 4800 万 长焦相机 1/2 英寸 CMOS，有效像素 1200 万 数字变焦 8 倍 红外相机测温范围 -20℃ 至 150℃（高增益模式）0℃ 至 500℃（低增益模式） 7.热成像传感器类型：非制冷氧化钒 8.电池容量：7811 毫安时 三、配套清单 包含飞机带红外*1、电池 3 块、无人机机场*1 、遥控器 RCPRO 行业版*1、4G 模块"1、喊话器*1、探照灯"1（喊话器探照灯一体式）、运输箱（手提单飞套装）
17	农业无人机	一、飞行器 1.喷洒整机重量：73 kg、最大喷洒起飞重量：148 kg 2.轴距：2330 mm；尺寸：机臂展开，桨叶展开 3220 mm × 3224 mm × 975 mm，机臂折叠，桨叶折叠 1105 mm × 1265 mm × 975 mm；悬停精度：启用 RTK：1 cm + 1 ppm （水平），1.5 cm + 1 ppm (垂直)，未启用 RTK：水平 ± 60 cm，垂直 ± 30 cm；最大飞行半径：2KM；工作环境温度：0 ℃ 至 40 ℃；可承受风速：6 m/s 二、动力系统-电机 尺寸：155 × 16 mm；电机 KV 值：60 rpm/V 三、动力系统-螺旋桨 旋翼数量：8 对；尺寸：收起喷杆：880 mm × 870 mm × 810mm、展开喷杆：1020 mm × 1930 mm × 810mm 四、喷洒负载-水箱 作业箱容积：75 L、作业载荷：75 kg 五、喷洒负载-喷头

		喷头数量：2；喷头间距：1834 mm；雾化粒径：50－500 μm；有效喷幅范围：5－11 m； 六、喷洒负载-水泵 水泵数量：2；最大流量：30 L/min 七、旗舰级安全系统 1.有源相控阵雷达 EIRP：＜ 20 dBm（ NCC / MIC / KC / CE / FCC ）；工作环境温度：0 ℃ 至 40 ℃；FOV 激光雷达：垂直 272° ，水平 60°；前雷达：水平 360° ，垂直 ± 45°；下视雷达：左右 ± 12.5° ，前后 ± 22.5°；后视雷达：左右 ± 45° ，前后 ± 45°；四目视觉系统：水平 360° ，垂直 180°；FPV 摄像头：水平 ± 86°，垂直 108° 2.测距范围：60 m；有效安全避障绕行速度：13.8 m/s；有效避障高度：1.5 m 八、遥控器 显示屏：7 英寸触控液晶显示屏，分辨率 1920 × 1200，亮度 1400 cd/m；内置电池续航时间：3.8 小时；外置电池续航时间：3.2 小时；充电方式：使用最大功率 65 W（最大电压 20 V）的 USB-C 快充充电器。 九、电池 容量：41000 mAh；电 压：52 V 十、充电站 输出通道；直流充电输出：42 － 61.6 V/11500W；风冷散热器供电：12 V/6A；交流输出；220 V/1500W；油箱容量；30 L；尺寸；757 mm × 704 mm × 677 mm；燃料类型；92# 汽油或以上牌号；机油容量；1.3 L 十一、配套清单 飞行器*1、喷洒系统*1、智能飞行电池*2、变频充电站*1、智能遥控器*1、风冷散热器*1、高精度定位模块*1、播撒系统*1、蛟龙套件*1、吊运系统*1 4G、增强模块*1 、智能充电器*1、遥控器外置电池*1、燃油充电站*1
18	专业航拍无人机	一、飞行器 1.起飞重量：4310 克 2.悬停精度： 垂直： ±0.1 米（视觉定位正常工作时） ±0.5 米（GNSS 正常工作时） ±0.1 米（RTK 定位正常工作时） 水平： ±0.3 米（视觉定位正常工作时）

±0.5 米（GNSS 正常工作时）

±0.1 米（RTK 定位正常工作时）

RTK 位置精度（在 RTK FIX 时）：

1 厘米 + 1 PPM（水平）

1.5 厘米 + 1 PPM（垂直）

3.最大旋转角速度：

俯仰轴：≥200°/秒

横滚轴：≥200°/秒

偏航轴：≥150°/秒

4.最大倾斜角度：

N 挡：35°

S 挡：40°

A 挡：35°

T 挡：20°

紧急刹停：55°

5.上升速度：8 米/秒

6.最大下降速度：垂直：8 米/秒，斜下降：10 米/秒；水平飞行速度：94 公里/小时；飞行海拔高度：普通桨：3800 米，高原桨：7000 米；抗风速度：起降时：12 米/秒，飞行时：14 米/秒；悬停时间：25 分钟；飞行时间：26 分钟；

二、云台相机

1.图像分辨率：

拍照：8192×5456

录像：8192×4320

2.图像存储格式：JPG、DNG；视频存储格式：MOV、CinemaDNG；曝光模式：P、A、S、M；快门速度：8 至 1/8000 秒

2.ISO 范围：

拍照

ISO：100 至 25600

视频

EI：200 至 6400

3.角度抖动量：

悬停：±0.002°

飞行：±0.004°

4.可控转动范围

		俯仰（起落架下降后）： 云台俯仰限位扩展前为 -90° 至 +30° 云台俯仰限位扩展后为 -115° 至 +100° 俯仰（起落架上升后）： 云台俯仰限位扩展前为 -90° 至 +30° 云台俯仰限位扩展后为 -140° 至 +75° 横滚：±20° 平移：±300° 5.最大信号有效距离 单控模式下： 机身飞行相机 15 公里、8 公里 云台相机（1080p/60fps 图传规格） 13 公里（FCC）、7 公里 云台相机（4K/30fps 图传规格） 5 公里（FCC）、3 公里 双控模式下： 机身飞行相机 12 公里、6.4 公里 云台相机（1080p/60fps 图传规格） 11.2 公里、5.6 公里云台相机（4K/30fps 图传规格） 4 公里、2.4 公里 6.最低延时 机身飞行相机：90 毫秒 云台相机：90 毫秒 三、电池 容量：4280 毫安时；充电功率：205.5 瓦 四、充电管家 输入：100 伏至 240 伏；输出：26.4 伏，7.8 安；额定总输出：476 瓦 五、遥控器 续航：3 小时；供电方式：内置电池或外置电池；工作功耗：12.5 瓦；Wi-Fi 协议：Wi-Fi 6；蓝牙协议：蓝牙 5.1 六、机身飞行相机 视角：161°；分辨率：1920×1080@60fps 七、配置清单 飞行器*1、遥控器*2、云台相机*1、智能电池 x6、硬盘 1TBx1、智能电池充电管家 x1、折叠快拆桨(对)x3、 遥控器背带 x1、遥控器腹托 x1、拉杆收纳箱 x1、 云台相机收纳盒 x 1、镜头收纳盒(18/24/35/50 mm)x1、高速数据线 x1、数据线 x1、智能电池充电管家 AC 线 x1、云台相机减震球 x2、智能电池配对贴纸 x1、双头螺丝刀 x1、

		镜头*1、遥控器外置电池*1

附件 3 交货计划

1. 人员配备

1.1 项目管理团队

项目经理（1 名）

职责：全面负责项目的策划、组织、协调与控制，确保项目目标的实现。制定项目总体计划和阶段性目标，监督项目进度、质量和成本，解决项目实施过程中的重大问题，与采购人保持密切沟通，及时汇报项目进展情况，协调各方资源，保障项目顺利推进。

资质：具备 3 年以上无人机相关项目管理经验，熟悉无人机设备采购、安装调试流程及相关行业标准，具备良好的沟通协调能力、团队领导能力和问题解决能力。

技术负责人（1 名）

职责：负责项目的技术支持和技术管理工作。审核技术方案和施工图纸，解决设备安装调试过程中的技术难题，指导技术人员开展工作，确保项目技术指标符合要求，组织技术培训和技术交底工作。

资质：拥有无人机相关专业本科及以上学历，5 年以上无人机设备技术研发或技术支持经验，熟悉各类无人机设备的原理、结构和性能，具备扎实的专业技术知识和丰富的实践经验，具备较强的技术创新能力和技术指导能力。

进度负责人（1 名）

职责：负责项目进度的计划、跟踪和控制工作。制定详细的项目进度计划，分解项目任务，明确各任务的时间节点和责任人，定期检查项目进度情况，分析进度偏差原因，采取有效措施调整进度计划，确保项目按时交付。

资质：具备 3 年以上项目进度管理经验，具备良好的数据分析能力和时间管理能力，能够准确把握项目进度，及时发现和解决进度问题。

1.2 技术实施团队

设备安装工程师（2 名）

职责：负责无人机相关设备的现场安装工作，包括设备的开箱检验、定位放线、设备组装、连接调试等，确保设备安装位置准确、安装牢固、连接可靠，符合安装规范和技术要求。

资质：拥有机电一体化或相关专业大专及以上学历，3 年以上无人机设备安装经验，熟悉各类无人机设备的安装流程和安装技巧，具备良好的动手能力和安全意识。

设备调试工程师（2 名）

职责：负责无人机相关设备的调试工作，包括设备的电气调试、性能测试、参数设置等，确保设备各项技术指标达到要求，设备运行稳定可靠。

资质：具备电子信息工程或相关专业本科及以上学历，3 年以上无人机设备调试经验，熟悉无人机设备的控制系统、传感器、通信系统等工作原理，具备较强的故障诊断和排除能力，能够熟练使用各类调试仪器和软件。

软件工程师（1 名）

职责：负责无人机相关软件（如竞速无人机模拟软件、无人机后期处理软件等）的安装、配置、调试和维护工作，确保软件运行正常，与硬件设备兼容良好，满足教学和实训需求。

资质：拥有计算机科学与技术或相关专业本科及以上学历，3 年以上软件开发或软件维护经验，熟悉 Windows、Linux 等操作系统，掌握 C++、Python 等编程语言，具备良好的软件开发和问题解决能力。

培训讲师（1 名）

职责：负责为采购人的技术人员、操作和维护人员提供专业的培训服务，包括设备基本原理和结构介绍、仪器操作方法、仪器基本保养维护程序等，确保被培训者能够独立操作和维护设备。

2. 进度安排

为确保项目按时交付，我们将项目进度划分为以下几个阶段，各阶段具体时间安排和工作内容如下：

2.1 项目启动阶段（第 1-2 天）

组织项目团队成员召开项目启动会议，明确项目目标、项目范围、项目计划和各成员的职责分工。

与采购人进行沟通，了解其具体需求和特殊要求，确认交货地点、现场施工条件等相关信息。

收集项目所需的各类技术资料和文件，包括设备技术说明书、安装图纸、验收标准等。

制定详细的项目进度计划、质量计划、安全计划和成本计划，并报采购人备案。

完成项目所需物资的采购计划编制，联系供应商，确定物资供应时间和方式。

对项目团队成员进行技术培训和安全交底，确保成员熟悉项目技术要求和安全操作规程。

2.2 设备采购与生产阶段（第 3-15 天）

第 3-5 天

与设备供应商签订采购合同，明确设备的规格、型号、数量、质量标准、交货时间和售后服务等条款。

跟踪设备生产进度，要求供应商定期提供生产进度报告，确保设备按时生产完成。

对关键设备的生产过程进行监督和检查，确保设备质量符合要求。

第 6-10 天

采购项目所需的辅助材料和工具，如电缆、接线端子、螺丝刀、电烙铁等，并进行验收。

与软件供应商沟通，确定软件的安装、配置和调试方案，确保软件能够满足项目需求。

准备设备运输所需的包装材料和运输工具，确保设备在运输过程中不受损坏。

第 11-15 天

设备生产完成后，组织专业人员对设备进行出厂检验，检验内容包括设备外观、性能参数、功能测试等，确保设备符合招标文件要求和相关标准。

对检验合格的设备进行包装，标注设备名称、型号、数量、交货地点等信息。

安排设备运输，选择专业的物流公司，确保设备按时、安全地运抵交货地点。

2.3 设备到货验收阶段（第 16-17 天）

设备运抵交货地点后，组织采购人和项目团队成员共同进行设备开箱检验。

检验内容包括设备的数量、规格、型号是否与合同一致，设备外观是否完好，有无损坏、变形等情况，设备附件、备件是否齐全，技术资料是否完整。

对检验过程进行记录，填写设备开箱检验报告，由采购人和我方共同签字确认。

如发现设备数量短缺、规格型号不符或设备损坏等问题，及时与供应商联系，要求其在规定时间内补齐或更换。

对检验合格的设备进行存放，选择干燥、通风、防潮、防盗的场所，并做好设备的防护措施。

整理设备验收相关资料，包括开箱检验报告、设备合格证、技术说明书等，归档保存。

2.4 设备安装阶段（第 18-25 天）

第 18-19 天

对交货地点进行现场勘查，确定设备安装位置和布局，根据设备安装图纸进行定位放线。

搭建设备安装所需的临时设施，如脚手架、工作台等，并进行安全检查。

对设备基础进行处理，确保基础平整、牢固，符合设备安装要求。

第 20-23 天

按照安装图纸和操作规程，对多旋翼无人机检测与维修平台、模拟飞行示教器、四旋翼装调无人机套装等设备进行安装。

安装过程中，严格遵守安全操作规程，确保施工安全。对设备的安装精度进行控制，如设备的水平度、垂直度、同轴度等，确保设备安装符合要求。

完成设备之间的连接，包括电气连接、机械连接和通信连接等，确保设备之间能够正常通信和协同工作。

第 24-25 天

对设备安装情况进行自查，检查设备安装位置是否准确，连接是否可靠，有无松动、遗漏等情况。

对自查中发现的问题及时进行整改，确保设备安装质量符合要求。

整理设备安装相关资料，包括安装记录、测试数据等，归档保存。

2.5 设备调试阶段（第 26-28 天）

第 26 天

对多旋翼无人机检测与维修平台进行调试，包括待检多旋翼无人机、无人机故障检测维修培训考评装置、飞行测试平台、无人机调试实训台等部分的调试。

调试内容包括设备电气系统调试、传感器校准、软件功能测试等，确保设备各项技术指标达到招标文件要求，如无人机的飞行控制系统、智能传感器套件、配套仿真软件等功能正常。

第 27 天

对模拟飞行示教器、四旋翼装调无人机套装、智能防爆充电柜、系留无人机套装等设备进行调试。

调试模拟飞行示教器的通信功能、显示功能和操作功能，确保其能够正常模拟各种模型的飞行；调试四旋翼装调无人机套装的飞行性能、控制精度等；调试智能防爆充电柜的充电功能、安全保护功能；调试系留无人机套装的系留模式和非系留模式切换功能、地面电源供电功能等。

第 28 天

对无人机执照飞行实训平台、垂起固定翼无人机、竞速无人机模拟软件、竞速遥控器、无人机后期处理设备及教学资源包、竞速穿越机、展示柜、3D 打印机、专用工具箱、物流作业无人机、自主巡检无人机、农业无人机、专业航拍无人机等设备进行调试。

调试无人机执照飞行实训平台的飞行能力评估模块和 RTK 基站功能；调试垂起固定翼无人机的飞行性能、起降功能等；调试竞速无人机模拟软件的虚拟仿真环境、游戏功能等；调试无人机后期处理设备的硬件性能和软件功能；调试物流作业无人机、自主巡检无人机、农业无人机、专业航拍无人机的飞行性能、任务载荷功能、安全系统功能等。

对所有设备进行联合调试，测试设备之间的协同工作能力，确保整个系统运行稳定、可靠。

2.6 人员培训阶段（第 29 天）

为采购人的技术人员、操作和维护人员提供专业的培训服务。

培训内容包括设备基本原理和结构介绍、仪器操作方法、仪器基本保养维护程序等。

采用理论授课和实践操作相结合的方式进行培训，理论授课内容包括设备的工作原理、技术参数、操作流程、安全注意事项等；实践操作内容包括设备的开机、关机、参数设置、功能测试、故障排除等。

提供最新的文字、音像、电子培训资料，包括操作手册、使用说明、维修保养操作手册、视频教程等。

培训结束后，对被培训者进行考核，考核内容包括理论知识和实践操作，考核合格标准为被培训者能够依据操作的基本规则对设备进行正常工作使用条件和任务下的独立操作。对于有可能遇到的特殊工作使用条件和任务，也进行详细说明，确保被培训者能够应对。

2.7 项目验收阶段（第 30 天）

组织采购人和相关专家对项目进行验收，验收内容包括设备安装质量、设备性能参数、功能测试、培训效果等。

向采购人提供项目验收所需的各类资料，包括项目进度报告、质量报告、安全报告、设备验收报告、培训记录等。

按照验收标准对设备进行逐项测试和检查，确保设备各项指标符合招标文件要求和相关标准。

如验收过程中发现问题，及时组织整改，整改完成后重新进行验收，直至项目验收合格。

项目验收合格后，与采购人签订项目验收报告，正式交付项目。

3. 供货保障

3.1 供应商选择与管理

供应商选择标准

具备良好的商业信誉和健全的财务会计制度，无不良经营记录。

具备相应的生产能力和技术实力，能够满足项目设备的生产需求和技术要求。

具备完善的质量管理体系和售后服务体系，能够确保设备质量和提供及时、有效的售后服务。

具备良好的供货能力和履约能力，能够按时、足额地交付设备。

供应商评估与筛选

对潜在供应商进行全面的调查和评估，包括供应商的资质、生产规模、技术水平、产品质量、售后服务、价格等方面。

组织专业人员对供应商的生产现场进行考察，了解供应商的生产设备、生产工艺、质量控制措施等情况。

收集供应商的客户评价和市场口碑，了解供应商的信誉和履约情况。

根据评估结果，筛选出合格的供应商，建立供应商名录。

供应商合作与管理

与供应商签订长期合作协议，建立稳定的合作关系，确保设备供应的稳定性和可靠性。

建立供应商绩效考核机制，定期对供应商的产品质量、供货及时性、售后服务等方面进行考核，根据考核结果对供应商进行奖惩。

与供应商保持密切沟通，及时了解供应商的生产进度、质量状况和供货情况，协调解决合作过程中出现的问题。

鼓励供应商进行技术创新和产品升级，提高设备的性能和质量，满足项目不断发展

的需求。

3.2 物资采购计划与控制

采购计划编制

根据项目进度计划和设备需求清单，编制详细的物资采购计划，明确物资的名称、规格、型号、数量、质量标准、采购时间和采购方式等。

考虑物资的生产周期、运输时间和市场供应情况，合理安排采购时间，确保物资能够按时供应，不影响项目进度。

对采购计划进行动态管理，根据项目实际情况和市场变化，及时调整采购计划。

采购过程控制

严格按照采购计划和采购流程进行物资采购，确保采购过程公开、公平、公正。

对采购物资的质量进行严格控制，要求供应商提供产品质量检验报告和合格证，对关键物资进行抽样检验，确保物资质量符合要求。

控制采购成本，在保证物资质量和供货时间的前提下，选择性价比高的物资，降低项目成本。

与供应商签订采购合同，明确双方的权利和义务，规范采购行为，避免合同纠纷。

物资库存管理

建立物资库存管理制度，对采购的物资进行分类、编号、存储和管理，确保物资库存清晰、准确。

合理控制物资库存水平，避免库存过多或过少，减少资金占用和库存成本。

定期对物资库存进行盘点，及时发现和处理库存积压、短缺、损坏等问题，确保物资库存安全、完整。

3.3 物流运输保障

运输方案制定

根据设备的特点、数量、重量、体积和交货地点等因素，制定合理的物流运输方案，选择合适的运输方式（如公路运输、铁路运输、航空运输等）和运输工具。

考虑运输过程中的气候条件、路况等因素，合理安排运输路线和运输时间，确保设备能够按时、安全地运抵交货地点。

对易碎、易损、精密设备，制定特殊的运输保护措施，如采用防震、防潮、防尘的包装材料，使用专用的运输工具等。

运输过程跟踪与监控

选择专业的物流公司负责设备运输，与物流公司签订运输合同，明确运输责任和赔偿条款。

建立运输过程跟踪机制，要求物流公司定期提供运输进度报告，及时了解设备运输情况。

利用 GPS 定位系统等技术手段，对运输车辆进行实时监控，确保设备运输安全。

运输风险防范与应对

对运输过程中可能出现的风险进行识别和评估，如自然灾害、交通事故、设备损坏

等，并制定相应的风险应对措施。

为设备购买运输保险，降低运输风险造成的损失。

如运输过程中出现设备损坏、丢失等问题，及时与物流公司沟通，按照运输合同约定进行处理，确保设备能够及时补齐或更换。

4. 安装调试方案

4.1 多旋翼无人机检测与维修平台安装调试

安装前准备

场地准备：选择平整、宽敞、通风良好的场地作为安装地点，场地地面应能承受设备重量，周围无障碍物，避免影响设备安装和操作。清理场地内的杂物和垃圾，确保场地整洁。

工具准备：准备好安装所需的各类工具，如扳手、螺丝刀、电钻、水平仪、卷尺、万用表等，并对工具进行检查和校准，确保工具完好、准确。

技术资料准备：熟悉多旋翼无人机检测与维修平台的技术说明书、安装图纸和验收标准，了解设备的结构、性能和安装要求。

安装步骤

设备开箱与检查：打开设备包装，取出设备主体、附件和备件，按照设备清单进行清点，检查设备外观是否完好，有无损坏、变形等情况，附件和备件是否齐全。

设备定位与固定：根据安装图纸，在安装场地内确定设备的安装位置，用卷尺和水平仪进行测量和找平，确保设备安装位置准确、水平。使用膨胀螺栓将设备固定在地面上，确保设备安装牢固，无晃动。

设备组件安装：按照设备安装图纸，依次安装待检多旋翼无人机、无人机故障检测维修培训考评装置、飞行测试平台、无人机调试实训台等组件。安装过程中，注意组件之间的连接方式和安装顺序，确保组件安装正确、牢固。

电气连接：根据电气原理图，连接设备的电源线、信号线、控制线等。连接过程中，要注意线缆的型号、规格和颜色，确保线缆连接正确，无短路、断路等情况。连接完成后，用绝缘胶带对线缆接头进行包裹，确保电气安全。

调试步骤

电气系统调试：接通设备电源，检查设备各电气部件的供电情况，如指示灯、电机、传感器等是否正常工作。使用万用表测量设备各电气回路的电压、电流等参数，确保参数符合设备技术要求。

传感器校准：对多旋翼无人机检测与维修平台中的各类传感器进行校准，如加速度计、陀螺仪、电子罗盘、气压计、目标识别传感器、仿地激光雷达、360 度激光雷达避障传感器等。按照传感器校准说明书的要求，进行传感器零点校准、量程校准等，确保传感器测量精度符合要求。

软件功能测试：安装并启动设备配套的仿真软件和控制软件，测试软件的各项功能，如传感器校准和仿真、场地模型导入、传感器监控、场景点位标记、人工智能场景数据采集和模型验证等。检查软件界面是否友好，操作是否便捷，数据处理是否准确。

故障检测与维修功能测试：在无人机故障检测维修培训考评装置中，设置不同类型的电路故障，测试设备的故障检测和维修功能。检查设备是否能够准确检测出故障点位，并提供故障点位提示和判定检测方法，确保设备故障检测与维修功能正常。

飞行测试平台调试：启动飞行测试平台，测试平台的调参功能，如协助无人机完成前倾、后倾、左倾、右倾、回平等动作。检查平台的控制精度和稳定性，确保无人机在平台上能够正常进行飞行测试。

无人机调试实训台调试：测试无人机调试实训台的一体机操作终端、飞行器地面管理系统和装配工具套件等功能。检查一体机操作终端的显示效果和运行速度，飞行器地面管理系统的调参和地面站功能，装配工具套件的性能和使用情况，确保实训台能够满足无人机调试实训需求。

调试标准与验收

设备各电气部件工作正常，无异常噪音、发热等情况。

传感器测量精度符合设备技术要求，校准误差在允许范围内。

软件各项功能正常，操作便捷，数据处理准确，能够满足传感器校准、场景仿真、故障检测等需求。

无人机故障检测维修培训考评装置能够准确检测出各类电路故障，并提供正确的故障点位提示和判定检测方法。

飞行测试平台调参功能正常，能够协助无人机完成各类动作，控制精度和稳定性良好。

无人机调试实训台的一体机操作终端、飞行器地面管理系统和装配工具套件等功能正常，能够满足无人机调试实训需求。

4.2 模拟飞行示教器安装调试

安装前准备

场地准备：选择安静、光线适宜、通风良好的场地作为安装地点，场地应配备稳定的电源插座，确保设备供电稳定。清理场地内的障碍物，为设备安装和操作留出足够空间。

工具准备：准备好螺丝刀、扳手、卷尺等安装工具，以及万用表等测试工具，确保工具完好、可用。

技术资料准备：仔细阅读模拟飞行示教器的技术说明书和安装指南，了解设备的结构、安装要求和操作方法。

安装步骤

设备开箱与检查：打开模拟飞行示教器包装，取出设备主体、遥控器、电源线等附件，检查设备外观是否完好，有无划痕、破损等情况，附件是否齐全。

设备放置与固定：将模拟飞行示教器放置在平整的桌面上，调整设备位置，使其处于水平状态。如设备需要固定，使用螺丝将设备固定在桌面上，确保设备稳定，无晃动。

电气连接：将电源线连接到模拟飞行示教器的电源接口和电源插座上，确保电源连接正确、牢固。连接遥控器与示教器，按照说明书要求进行配对，确保遥控器能够正常控制示教器。

调试步骤

设备通电测试：接通电源，打开模拟飞行示教器开关，检查设备指示灯是否正常亮起，显示屏是否正常显示，有无黑屏、花屏等情况。

功能测试：测试模拟飞行示教器的各项功能，如模型选择功能，检查是否能够正常选择直升机、固定翼、滑翔机、多旋翼、车、船和机甲等模型；测试飞行控制功能，通过遥控器控制模型进行起飞、飞行、转弯、降落等动作，检查控制是否灵敏、准确；测试显示功能，检查显示屏的分辨率、色彩、亮度等是否符合要求，飞行参数显示是否清晰、准确。

通信测试：测试模拟飞行示教器的通信功能，检查是否能够与其他设备（如计算机）进行数据传输和通信，确保通信稳定、可靠。

调试标准与验收

设备通电后，指示灯正常亮起，显示屏正常显示，无异常现象。

模型选择功能正常，能够顺利切换不同类型的模型。

飞行控制功能灵敏、准确，能够通过遥控器精准控制模型的各项动作。

显示屏分辨率、色彩、亮度等符合要求，飞行参数显示清晰、准确。

通信功能正常，能够与其他设备进行稳定、可靠的数据传输和通信。

4.3 四旋翼装调无人机套装安装调试

安装前准备

场地准备：选择开阔、平坦、无障碍物的场地作为安装和调试地点，场地周围应无高大建筑物、电线、树木等，避免影响无人机飞行。场地地面应平整，便于无人机起降。

工具准备：准备好螺丝刀、扳手、钳子、电烙铁、万用表等安装和调试工具，以及无人机装配所需的螺丝、螺母、垫片等小零件。对工具进行检查，确保工具完好、适用。

技术资料准备：详细阅读四旋翼装调无人机套装的技术说明书、装配图纸和调试指南，了解无人机的结构、装配顺序和调试方法。

安装步骤

设备开箱与清点：打开四旋翼装调无人机套装包装，取出无人机机身、电机、螺旋桨、飞控、遥控器、电池等部件和附件，按照清单进行清点，检查部件是否齐全，外观是否完好，有无损坏、变形等情况。

机身组装：根据装配图纸，先将无人机机身框架组装起来，确保机身框架安装牢固，无松动。然后安装电机，将电机固定在机身框架的电机座上，确保电机安装位置准确，与机身框架垂直。

螺旋桨安装：将螺旋桨安装在电机轴上，注意螺旋桨的正反转方向，确保螺旋桨安装正确，无松动。安装过程中，避免用力过大，防止损坏螺旋桨和电机。

飞控安装与连接：将飞控安装在机身框架的指定位置，使用螺丝固定牢固。然后按照电气原理图，连接飞控与电机、传感器、遥控器接收机等部件的信号线和电源线，确

保连接正确、牢固，无短路、断路等情况。

遥控器配对：打开遥控器和无人机的电源，按照遥控器说明书的要求进行配对操作，确保遥控器能够正常控制无人机。

调试步骤

电气系统检查：接通无人机电源，检查飞控、电机、传感器等电气部件的供电情况，观察指示灯是否正常亮起。使用万用表测量各电气回路的电压、电流等参数，确保参数符合要求。

飞控校准：对飞控进行校准，包括加速度计校准、陀螺仪校准、电子罗盘校准、气压计校准等。按照飞控校准说明书的步骤进行操作，确保飞控校准准确，为无人机飞行提供准确的姿态和位置信息。

电机测试：在地面上启动电机，测试电机的旋转方向和转速是否正常，有无异常噪音、振动等情况。通过遥控器控制电机的转速，检查电机响应是否灵敏、准确。

飞行参数设置：根据无人机的实际情况和飞行需求，在飞控软件中设置飞行参数，如飞行模式、油门行程、灵敏度等。设置完成后，进行参数保存。

试飞调试：在确保场地安全的前提下，进行无人机试飞。首先进行低空、短距离的试飞，测试无人机的起降、悬停、飞行稳定性等性能。在试飞过程中，密切观察无人机的飞行状态，如发现异常情况，及时通过遥控器控制无人机降落。根据试飞情况，调整飞行参数，直至无人机飞行性能达到要求。

任务载荷测试：如四旋翼装调无人机套装配备机械爪套件、航拍模块套件等任务载荷，将任务载荷安装在无人机上，进行功能测试。测试机械爪的抓取、释放功能，航拍模块的拍摄、传输功能等，确保任务载荷工作正常，能够满足实训需求。

调试标准与验收

电气系统工作正常，各电气部件供电稳定，指示灯正常，参数符合要求。

飞控校准准确，能够为无人机提供准确的姿态和位置信息。

电机旋转方向和转速正常，无异常噪音、振动，响应灵敏、准确。

无人机飞行性能良好，起降平稳，悬停稳定，飞行姿态控制准确，能够完成各种基本飞行动作。

任务载荷功能正常，机械爪能够准确抓取和释放物体，航拍模块能够清晰拍摄和传输图像。

4.4 智能防爆充电柜安装调试

安装前准备

场地准备：选择通风良好、干燥、无腐蚀性气体、远离火源和热源的场地作为安装地点。场地地面应平整、坚固，能够承受智能防爆充电柜的重量。安装地点应配备符合要求的电源插座，确保充电柜供电稳定。

工具准备：准备好螺丝刀、扳手、卷尺、水平仪、万用表等安装和调试工具，确保工具完好、适用。

技术资料准备：阅读智能防爆充电柜的技术说明书、安装图纸和使用手册，了解充电柜的结构、安装要求、电气参数和使用方法。

安装步骤

设备开箱与检查：打开智能防爆充电柜包装，取出充电柜主体、可调层板、漏电开关、风机、插座等部件和附件，检查部件是否齐全，外观是否完好，有无损坏、变形等情况，防爆性能是否符合要求。

充电柜放置与固定：将智能防爆充电柜放置在安装地点，使用水平仪测量充电柜的水平度，调整充电柜位置，使其处于水平状态。如需要固定，使用膨胀螺栓将充电柜固定在地面上，确保充电柜安装牢固，无晃动。

可调层板安装：根据需要，将可调层板安装在充电柜内部的指定位置，调整层板高度，使其满足不同尺寸电池的存放需求。

电气连接：将漏电开关、风机、插座等电气部件按照电气原理图安装在充电柜上，并连接电源线。连接过程中，要注意线缆的型号、规格和颜色，确保线缆连接正确，无短路、断路等情况。连接完成后，检查电气连接是否牢固，绝缘性能是否良好。

调试步骤

通电测试：接通智能防爆充电柜电源，检查漏电开关是否正常工作，风机是否正常运转，插座是否有正常电压输出。观察充电柜指示灯是否正常亮起，有无异常现象。

充电功能测试：将符合要求的无人机电池放入充电柜中，连接充电插头，测试充电柜的充电功能。检查充电电流、充电电压是否符合电池充电要求，充电过程是否稳定，有无过充、过流、过热等保护功能。

防爆性能检查：检查智能防爆充电柜的防爆结构是否完好，防爆密封是否严密，有无泄漏情况。确保充电柜在充电过程中不会产生火花、电弧等危险因素，符合防爆要求。

通风功能测试：检查风机的通风效果，确保充电柜内部空气流通良好，能够及时排出充电过程中产生的热量，防止温度过高。

调试标准与验收

通电后，漏电开关工作正常，风机运转正常，插座电压输出正常，指示灯显示正常，无异常现象。

充电功能正常，充电电流、充电电压符合电池要求，充电过程稳定，过充、过流、过热等保护功能可靠。

防爆性能符合要求，防爆结构完好，密封严密，无泄漏情况。

通风功能良好，充电柜内部温度控制在合理范围内，无过热现象。

4.5 系留无人机套装安装调试

安装前准备

场地准备：选择开阔、平坦、无障碍物、无强电磁干扰的场地作为安装和调试地点。场地应具备稳定的电源供应，用于地面电源的供电。场地周围应设置安全警示标志，禁止无关人员进入调试区域。

工具准备：准备好螺丝刀、扳手、钳子、万用表、示波器等安装和调试工具，以及系留线缆、固定支架等安装附件。对工具进行检查，确保工具完好、适用。

技术资料准备：深入学习系留无人机套装的技术说明书、安装图纸、调试手册和安全操作规程，了解地面电源、配套无人机的结构、性能参数、安装要求和调试方法。

安装步骤

设备开箱与清点：打开系留无人机套装包装，取出地面电源、配套无人机、系留线缆、遥控器、电池等部件和附件，按照清单进行详细清点，检查部件是否齐全，外观是否完好，有无损坏、变形等情况，关键部件的性能参数是否符合要求。

地面电源安装：将地面电源放置在安装地点，确保地面电源放置平稳，周围无障碍物。根据地面电源的安装要求，连接电源线，确保电源连接正确、牢固，接地良好。安装地面电源的固定支架（如有），增强地面电源的稳定性。

配套无人机组装：按照无人机装配图纸，组装配套无人机的机身、电机、螺旋桨、飞控、传感器等部件。确保各部件安装位置准确，连接牢固，无松动。安装系留线缆接口，确保接口连接可靠，密封良好，防止进水、进尘。

系留线缆连接：将系留线缆的一端连接到地面电源的输出接口，另一端连接到无人机的系留接口。连接过程中，要注意线缆的正负极和信号线的连接顺序，确保连接正确，无短路、断路等情况。检查线缆的张力和固定情况，避免线缆在无人机飞行过程中松动或断裂。

遥控器配对：打开遥控器和无人机的电源，按照遥控器说明书的步骤进行配对操作，确保遥控器能够正常控制无人机的飞行和系留模式切换。

调试步骤

地面电源调试：接通地面电源，检查地面电源的各项参数，如输出电压、输出电流、容量显示等是否正常。测试地面电源的充电功能（如有），确保充电参数符合要求。检查地面电源的保护功能，如过压保护、过流保护、短路保护等是否可靠。

无人机电气系统检查：接通无人机电源，检查飞控、电机、传感器、通信模块等电气部件的供电情况，观察指示灯是否正常亮起。使用万用表测量各电气回路的电压、电流等参数，确保参数符合无人机技术要求。检查无人机的通信功能，确保无人机与遥控器、地面电源之间的通信稳定、可靠。

飞控校准：对无人机的飞控进行全面校准，包括加速度计校准、陀螺仪校准、电子罗盘校准、气压计校准、GPS 定位校准等。按照飞控校准说明书的要求进行操作，确保飞控校准准确，为无人机飞行提供精确的姿态和位置信息。

系留与非系留模式切换测试：在地面上测试无人机的系留模式和非系留模式切换功能。切换到系留模式，检查无人机是否能够通过系留线缆从地面电源获取稳定的电力供应，无人机的飞行姿态是否稳定。切换到非系留模式，检查无人机是否能够正常使用自身电池供电进行飞行，模式切换过程是否顺畅，无异常现象。

飞行性能调试：在确保场地安全的前提下，进行无人机试飞。首先进行非系留模式下的试飞，测试无人机的起降、悬停、飞行稳定性、最大飞行速度、最大抗风能力等性能。然后进行系留模式下的试飞，测试无人机在系留状态下的飞行范围、飞行姿态控制、电力供应稳定性等性能。在试飞过程中，密切关注无人机的飞行状态和各项参数，如发现异常情况，及时通过遥控器控制无人机降落或切换模式。

应急功能测试：测试地面端的一键上锁功能，当模拟无人机失控情况时，按下一键上锁按钮，检查无人机是否能够及时应急断电，确保人员安全。测试无人机的低电量保护功能、失联返航功能等应急功能，确保这些功能可靠有效。

调试标准与验收

地面电源各项参数正常，输出电压、电流稳定，充电功能和保护功能可靠。

无人机电气系统工作正常，各部件供电稳定，通信功能良好，飞控校准准确。

系留与非系留模式切换顺畅，无异常现象，系留模式下无人机电力供应稳定，飞行姿态良好。

无人机飞行性能符合要求，起降平稳，悬停稳定，最大飞行速度、最大抗风能力等参数达到技术指标。

应急功能可靠有效，一键上锁功能能够及时应急断电，低电量保护、失联返航等功能能够正常工作。

4.6 其他设备安装调试

无人机执照飞行实训平台

安装：按照安装图纸，将飞行能力评估模块和 RTK 基站安装在指定位置，进行设备固定和电气连接。

调试：对飞行能力评估模块的陀螺仪、加速度计、磁传感器等进行校准，测试导航精度、移动网络功能等。调试 RTK 基站的定位精度、数据更新率等功能，确保与飞行能力评估模块无缝连接，实现无人机飞行记录功能。

垂起固定翼无人机

安装：组装无人机机身、机翼、尾翼、电机、螺旋桨等部件，安装飞控、传感器、通信模块等电气设备，连接电源线和信号线。

调试：进行飞控校准，测试无人机的垂直起降功能、水平飞行功能、姿态控制功能等，检查无人机的最大挂载重量、最大飞行高度、最大巡航速度等性能参数是否符合要求。

竞速无人机模拟软件

安装：在指定的计算机上安装竞速无人机模拟软件，配置软件运行所需的环境变量和硬件参数。

调试：启动软件，测试软件的虚拟仿真环境、游戏功能（如个人竞速、物流搬运、飞行学院、自由训练等）是否正常，检查软件的操作界面是否友好，运行是否流畅。

竞速遥控器

安装：将竞速遥控器的电池安装好，检查遥控器的外观和按键是否完好。

调试：测试遥控器的屏幕显示功能、摇杆操作功能、射频传输功能等，检查遥控器的输出功率、工作电压等参数是否符合要求，确保遥控器能够正常控制竞速无人机或模拟软件。

无人机后期处理设备及教学资源包

无人机后期处理设备安装调试：将计算机、显示器、打印机等设备连接好，安装操作系统和相关的后期处理软件。测试设备的硬件性能（如 CPU、内存、硬盘、显卡等）是否满足软件运行要求，测试软件的功能（如数据处理、三维建模、影像生成等）是否正常。

教学资源包调试：检查教学资源包中的文档、视频、软件等资料是否完整，测试教

学资源包中的软件是否能够正常运行，是否符合教学需求。

竞速穿越机

安装：组装竞速穿越机的机身、电机、螺旋桨、图传模块、摄像头等部件，连接电源线和信号线。

调试：测试穿越机的飞行性能、图传功能、摄像头拍摄功能等，检查穿越机的尺寸、重量、有效像素等参数是否符合要求。

展示柜

安装：将展示柜放置在指定位置，调整展示柜的水平度，安装 LED 蓝色光带灯。

调试：接通展示柜电源，测试 LED 光带灯的亮度和颜色是否符合要求，检查展示柜的外观和结构是否完好。

3D 打印机

安装：将 3D 打印机放置在平整的地面上，安装打印平台、喷头、耗材架等部件，连接电源线和数据线。

调试：进行 3D 打印机的初始化设置，测试打印机的打印功能，如打印精度、打印速度、耗材兼容性等，检查打印机的各项参数是否符合要求。

专用工具箱

检查：打开专用工具箱，检查箱内工具（如螺丝刀、套筒、剥线钳、焊台、万用表等）是否齐全，工具的外观和性能是否完好，是否符合使用要求。

物流作业无人机

安装：组装物流作业无人机的机身、电机、螺旋桨、货舱、导航系统、安全系统等部件，连接电源线和信号线。

调试：进行飞控校准，测试无人机的起降、悬停、飞行稳定性、货物运输功能等，检查无人机的最大起飞重量、悬停精度、抗风速度等性能参数是否符合要求，测试安全系统（如雷达、视觉系统等）的功能是否可靠。

自主巡检无人机

机场安装调试：将机场放置在指定位置，进行固定和电气连接，测试机场的供电、通信、收纳、充电等功能，检查机场的防护等级、环境适应性等参数是否符合要求。

飞行器安装调试：组装飞行器的机身、电机、螺旋桨、相机、传感器等部件，连接电源线和信号线。进行飞控校准，测试飞行器的飞行性能、拍摄功能、巡检功能等，检查飞行器的起飞重量、飞行时间、抗风速度等性能参数是否符合要求。

农业无人机

安装：组装农业无人机的机身、电机、螺旋桨、喷洒系统、导航系统、安全系统等部件，连接电源线和信号线。

调试：进行飞控校准，测试无人机的起降、悬停、飞行稳定性、喷洒功能等，检查无人机的最大起飞重量、喷洒幅宽、雾化粒径等性能参数是否符合要求，测试安全系统的功能是否可靠。

专业航拍无人机

安装：组装专业航拍无人机的机身、电机、螺旋桨、云台相机、导航系统、通信系统等部件，连接电源线和信号线。

调试：进行飞控校准，测试无人机的起降、悬停、飞行稳定性、拍摄功能等，检查无人机的起飞重量、悬停精度、飞行速度、图传距离等性能参数是否符合要求，测试云台相机的拍摄分辨率、画质、防抖功能等是否正常。

4.7 系统联合调试

调试目的

测试所有设备之间的协同工作能力，确保整个系统能够稳定、可靠地运行，满足采购人的教学、实训、检测维修等需求。

调试内容

测试多旋翼无人机检测与维修平台与其他无人机设备之间的连接和数据交互功能，如检测维修平台对其他无人机的故障检测和维修支持。

测试模拟飞行示教器与无人机设备之间的联动功能，如模拟飞行示教器对无人机飞行操作的模拟和训练支持。

测试无人机后期处理设备与无人机设备之间的数据传输和处理功能，如无人机拍摄的数据能够及时传输到后期处理设备进行处理和分析。

测试各无人机设备之间的通信和协同工作功能，如物流作业无人机、自主巡检无人机、农业无人机、专业航拍无人机之间的任务协同和信息共享。

调试步骤

制定系统联合调试方案，明确调试流程、测试项目、测试方法和判定标准。

按照调试方案，依次启动各设备，建立设备之间的通信连接。

对每个测试项目进行逐一测试，记录测试数据和结果。

如发现设备之间协同工作存在问题，及时分析原因，采取相应的解决措施，如调整设备参数、优化通信协议等，直至问题解决。

重复测试，确保设备之间协同工作正常，整个系统运行稳定、可靠。

调试标准与验收

各设备之间能够正常建立通信连接，数据传输稳定、准确，无丢包、延迟等情况。

多旋翼无人机检测与维修平台能够对其他无人机设备进行有效的故障检测和维修支持。

模拟飞行示教器能够对无人机飞行操作进行准确的模拟和训练支持。

无人机后期处理设备能够及时、准确地处理无人机拍摄的数据，生成符合要求的处理结果。

各无人机设备之间能够实现有效的任务协同和信息共享，整个系统能够满足采购人的各项需求。