

西安工业大学机载多自由度机械臂精细作业系统、 冲击动态试验高速图像采集系统、无人机群分布 式协同作业验证系统采购合同

甲方：西安工业大 地址：陕西省西安市未央区学府中路2号
学

电话：029-86173353

邮编：710021

联系人：马天力

乙方：合肥中科深 地址：安徽省合肥市高新区长宁社区服务中心创新大道
谷科技发展有限公司 2800号创新产业园二期F3栋908-909
司

电话：0551-65887808

邮编：230088

联系人：赵星维

甲乙双方协商一致，在平等、自愿、公平的基础上，由乙方提供下表所列的各项货物（以下简称“产品”），并完成产品安装和调试，双方对于合作事项订立如下条款：

一、产品名称、品牌、型号、性能、规格、数量及金额等

序号	名称	品牌或生产厂家	型号、性能、技术指标（参数）、属性等	数量	单价	小计（元）
1	机载多自由度机械臂精细作业系统、冲击动态试验高速	中科深谷/合肥中科深谷科技发展有限公司	1. 型号：定制。 2. 性能指标： 机载多自由度机械臂精细作业系统： 1) 高机动飞行实验平台； 1) 工业级机身，整机（含臂）重量 6kg； 2) 抗风能力 5 级；	1 批	1,439,900.00 元	1,439,900.00 元

	系统、无人机群分布式协同作业验证系统	3) 最大起飞重量 10 kg; 4) 满载续航时间 25 分钟; 5) 飞行高度 2000m; 6) 5 级风扰下悬停定位精度 $\pm 10\text{cm}$; 7) 高空基础设施缺陷识别准确率 90%; 8) 具备多传感器融合数据分析能力。 2. 空中机械臂: 1) 机械臂自由度 5; 2) 作业负载 1.2kg, 作业半径 35cm; 3) 末端定位精度为 $\pm 8\text{mm}$。 3. 智能交互系统: 1) 遥控操作地面站平台, 对无人机飞行状态进行实时监视, 实时性性能参数: 图传及状态数据端到端延迟 250ms, 控制指令下发延迟 100ms; 2) 实现遥控操作带臂无人机稳定飞行控制, 控制精度性能参数: 操作端至机械臂末端映射误差 15mm; 3) 遥控操作力反馈平台, 实现对带臂无人机接触反馈控制, 性能参数: 具备力觉反馈能力, 最大反馈力 2.0N, 力觉闭环延迟 200ms; 4) 支持可视化数字孪生系统。 4. 无人机红外热成像相机: 1) 红外分辨率: 768×576; 2) 红外帧频 30Hz; 3) 具备中远距离热目标识别能力, 支持等效焦距 40 mm 或具备同等远距离观测能力; 4) 红外视场角 $20^\circ \times 15^\circ$, 或具备同等巡检覆盖能力; 5) 红外电子变焦 8 倍, 或具备等效目标放大观察能力; 6) 支持红外测温、热点识别、图像/视频采集和无人机平台挂载应用; 7) 测温精度优于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 或 $\pm 2\%$, 具备宽温测量范围, 满足巡检、热异常识别等应用需求。 5. 无人机多光谱相机: 1) 配置无人机多光谱成像系统, 具备 4 个多光谱通道+1 个 RGB 可见光通道; 2) 多光谱单通道有效像素 1.3 MP, RGB 有效像素不低于 1200 万; 3) 支持绿光、红光、红边、近红外等典型波段; 4) 120 m 高度的多光谱地面分辨率优于 10 cm/pixel, RGB 地面分辨率优于 3 cm/pixel; 5) 支持多通道同步采集、定位信息记录、辐射校正/反射率校正及植被指数分析。 6. 超声波测厚传感器			
--	--------------------	--	--	--	--

		1) 测量厚度 50mm; 2) 精度 0.01mm; 3) 探头频率配置: 5MHz 探头; 4) 需要接触式测量: 有效测量触发接触力为 5N, 允许接触角度容差 $\pm 5^\circ$。 7. 软件要求 提供学习资源包: 1) 需提供以下代码开放的开源软件功能包: 激光雷达与视觉传感器的信息捕获功能、数据算法处理功能与通信功能。 2) 需提供控制开源软件。 3) 需提供地图构建功能、自主导航与规划功能、视觉系统驱动功能包 冲击动态试验高速图像采集系统: (一) 系统指标 1. 满幅分辨率为 1280×1024, 满幅拍摄速率为 15800 帧/秒; 2. 分幅 1280×808 分辨率下 20000 帧/秒, 1280×256 分辨率下 62500 帧/秒; 3. 拍摄速率. 最高帧率为 1150000 帧/秒; 4. 图像存储容量为 40Gb; 5. 灵敏度为 67000; 6. 具备像素级 EDR 二次曝光功能, 能够无档位连续调节 EDR 二次曝光时间; 7. 像元尺寸为 $14.6 \mu\text{m}$; 8. A/D 位数 (bit) 为 12 位; 9. 电压供电范围: 20-32V; 10 具备 IRIG-B 接口, 支持 B 码授时功能; 11. 具备 3G-SDI 接口, 支持高清视频输出最高 1080P@60FPS, 向下兼容; 12. 支持多种录制模式: 开始、中心、结束、手动、随机, 随机模式支持单次录制过程中接受多个事件触发信号分段采集, 事件触发信号个数 ≥ 1000 次; 13. 支持辅助对焦功能; 14. 支持软件触发、外部信号触发 (上升沿、下降沿、开关信号), 支持智能图像 (基于极小区域内的图像亮度变化) 触发功能; 15. 支持多类保存格式 (MRAW、RAW、SSF、AVI、JPEG、BMP、TIFF、PNG), 支持多种压缩格式 (H264、MJPEG、H.265、YUV); (二) 配件指标 16. 100mm 定焦镜头: 最大光圈 F2.8; 17. 50mm 定焦镜头: 最大光圈 F1.8; 18. 承重: 为设备总重的 2 倍; 19. 材质: 碳纤维, 带阻尼防抖功能的云台; 20. 调节范围: 水平 360°、俯仰 $\pm$			
--	--	---	--	--	--

		90°。 无人机群分布式协同作业验证系统平台： （一）无人机基础性能指标 1. 飞行时间：单机满负载（搭载所有指定传感器）情况下，飞行时间 15min；无人机轴距 450mm； 2. 悬停精度：RTK 定位模式下水平 ± 0.1m，垂直 ± 0.1m；激光雷达模式下水平 ± 0.05m，垂直 ± 0.05m； 3. 抗干扰能力：具备抗电磁干扰能力，可在户外环境 5 级正常飞行； 4. 起降方式：支持垂直起降，适配室内外平整场地，起降半径 1m。 （二）编队控制指标 1. 无人机数量：5 架，支持多机协同编队； 2. 机间安全距离：0.5m，具备编队碰撞预警及避障联动功能； 3. 多机协同能力：支持多机点云融合配准，提供算法接口，保障协同感知精度； 4. 自组网通信：自组网最高延迟 20ms，通信稳定性 99%； 5. 机间通讯带宽：指令、拓扑传输条件下，带宽 20Kb/s；图传、点云传输条件下，带宽 1Mb/s。 （三）环境感知指标 1. 定位能力：弱光照、轻度粉尘下，高精度定位范围 100m，支持 GPS/北斗定位，定位更新频率 10Hz； 2. 单机视野：支持上视、下视、全向视野模式； 3. 适应光照：支持全天时工作，结合可见光与激光双光感知，无严格光照条件限制，可在弱光、强光环境下正常完成感知任务。 （四）激光雷达指标 1. 视场角 (FOV)：360° × 55°； 2. 近端盲区：0.1m； 3. 点频：20 万点/秒； 4. 测距范围：0.1 - 50m； 5. 接口：支持 TCP/UDP 数据协议，可与无人机控制系统无缝对接，实时传输点云数据。 （五）双目相机 1. 焦距：3.0mm（广角镜头）； 2. 视场角 (FOV)：水平 80°，垂直 60°； 3. 图像分辨率：1920 × 1080 (1080P)； 4. 帧率：15fps，支持实时图像传输，延迟 ≤ 50ms； 5. 接口：支持 USB 接口。			
--	--	---	--	--	--

		(六) 红外相机指标 1. 探测波段: 8-14 μm (中波红外); 2. 分辨率: 320×240; 3. 帧率: 25fps, 支持与可见光图像叠加融合; 4. 测温范围: -20℃~150℃, 测温精度 ± 2℃。 (七) 定位模块指标 1. 定位系统: 支持 GPS、北斗定位、RTK 差分定位; 2. 定位精度: 单点定位水平精度 2m; 3. 数据更新频率: 10Hz, 可实时向无人机控制系统及地面站传输定位数据。 (八) 危化气体传感器指标 1. 检测类型: 支持甲烷 (CH₄)、一氧化碳 (CO)、硫化氢 (H₂S)、氨气 (NH₃) 等常见危化气体检测; 2. 检测精度: ± 5%FS; 3. 响应时间: 5s; 4. 冷启动时间: 30s; 5. 输出接口: 可实时传输气体浓度数据。 (九) 其他要求 1) 提供教学资源, 有控制与仿真、智能控制等课程, 有不少于 10 期学者讲坛板块, 有论文专利分享板块, 有机器人爱好者社群板块。在学习中心可以查看累计学习课时、今日学习时长、连续学习天数等信息。(投标时提供视频演示佐证) 2) 提供案例资源, 至少包含基于模型设计方法与应用、基于 MBD 在控制平台的算法部署、基于神经网络和滑模在控制平台的应用案例、采用 MBD 方法设计的驱动控制软件开发经验及平台应用等内容。(投标时提供视频演示佐证) 注: 以上视频演示时间不超过 5 分钟。			
合计: (大写) 人民币 <u>壹佰肆拾叁万玖仟玖佰元整</u> ; (小写 ¥1439900.00)					

二、合同总金额

合计总金额 (大写): 人民币 壹佰肆拾叁万玖仟玖佰元整。

(小写): ¥1439900.00。

注: 乙方承担产品交付甲方前的一切费用及风险 (乙方将产品运送到甲方指定地点, 且安装调试完毕, 并经甲方最终确认验收合格视为交付)。合同成交价为含增值税发票金额, 除本合同总金额外, 甲方不再支付任何费用。

三、交货地点：陕西西安西安工业大学未央校区甲方指定地点。

四、交货日期：乙方应于 2026 年 7 月 30 日之前完成产品到货并完成安装、调试、验收至合格等合同义务。

五、安装调试

1、甲方负责提供安装所需环境，同时，甲方委派一至两名人员，专门协调乙方开展工作。

2、乙方免费负责完成本合同约定产品的全部安装、调试工作。

六、验收

1、开箱验收，所供货物到货后，甲乙双方指定人员共同参加开箱检验，乙方负责开箱，双方对货物名称、厂家、数量、品种、型号、规格等外观进行核对、检验。开箱验收如果核对无误，甲方或甲方指定使用单位在到货签收单上签字，到货签收单只作为外观检查的依据，不代表甲方对产品质量的最终验收及付款依据。如果在开箱检验中发现货物有任何短少、缺损、缺陷或与合同约定不符，甲方有权拒绝接收，乙方应无条件退换货直至合格，且需符合甲方要求，交货日期不予顺延。若双方代表就货物存在问题签署书面文件的，该文件将作为甲方要求乙方进行更换、维修、补充发货、退货的有效证据。

2、验收标准。甲方依据国家标准、产品厂家出厂标准、合同标准、合同附件、乙方的产品品质保证、质量承诺及甲方要求等，并需满足甲方稳定安全使用之合同目的进行验收，其中标准不一致的，以高标准为验收依据。若双方代表签署详细报告，该报告可作为甲方要求乙方进行更换、维修或补充发货的有效证据。

3、产品安装调试合格后，乙方提供运行报告申请初步验收，初步验收合格后，甲方组织相关人员进行最终验收。乙方提供产品验收合格报告单需甲方确认，甲方验收合格后出具的最终整体验收合格报告单作为付款的依据。验收

的任何一个环节不合格的，乙方应无条件更换或退货，甲方有权拒绝支付合同款项，并不承担任何违约责任。

七、售后服务条款

1、质保期 5 年。质保期自甲方最终验收合格并出具的最终整体验收合格报告单起计算，在质保期内出现的质量问题，乙方给予免费维修、更换、升级。如因产品质量问题造成的一切后果由乙方承担。

2、质保期内，乙方接到甲方维修、更换、升级通知后，乙方 2 小时内给予明确答复，6 小时内上门服务，1 天内维修、更换、升级完毕。特殊情况（例如：硬件故障、装备损坏、部件损坏等）最长 3 日维修、更换、升级完毕，如乙方不能在上述期限内履行维修、更换、升级义务，甲方有权自行或委托第三方维修、更换、升级，由此发生的费用由乙方承担，该费用甲方可直接从履约保证金或货款中扣除。

八、品质保证

1、乙方保证其提供的产品符合招标文件、投标文件、国家标准、行业标准、乙方产品说明书中所规定的产品的功能和性能、生产厂家参数标准以及双方约定的其它质量标准。前述说明书中包含排除乙方法定或约定义务内容的，或该说明书中承诺的质量标准低于本合同约定、国家或行业推荐性标准的，均属无效；除非甲方明确书面同意接受，否则本合同补充文件约定及产品支持文件中规定的乙方责任限制条款不适用于甲方。

2、乙方保证提供的产品能够使甲方实现合同目的并满足甲方需求和要求。

3、乙方保证其所提供的产品为产品原始生产厂家生产和制造；产品及其各部件为全新的、未使用过的，产品中的软件部分无病毒、无明显错误，能够充分实现、提供、具备相关设备说明中描述的功能、特点、内容和标准等；设备无设计或制造上的缺陷，并且根据设备的情况提供了适当的警示说明。

九、所有权及知识产权

1、乙方保证对其依据本合同向甲方所交付的设备拥有合法的所有权、知识产权及其它权益，保证不侵犯任何第三方合法的所有权、知识产权及其它任何权益，否则，由此产生的一切责任由乙方承担，并保证不使甲方受到任何损害，否则乙方应承担因此给甲方造成的全部损失。

2、合同产品中的硬件设备的所有权及风险、软件产品的使用权许可自甲方接收产品对产品最终验收合格并出具验收合格证明之日起转移给甲方。

十、保密

1、双方应对本合同履行过程中所知悉的双方商业秘密、技术成果、经营计划和战略、客户信息及其它非技术性信息承担保密义务。

2、未经双方书面同意，不得向社会公众或第三方通过任何途径出示、泄露与本合同相关的全部信息，不得对上述信息进行复制、传播和销售。双方同时应约束其员工履行保密义务。否则乙方因此给甲方造成损失的，应当全部赔偿。

3、本条所约定的双方承担保密义务期限为永久，不因本合同终止而失效。

十一、履约保证金

1. 乙方在签订本合同前 5 个工作日内，向甲方缴纳合同总价 5% 的履约保证金，金额为 ¥71995.00 元。（请核实履约保证金是否已缴纳）

2. 设备安装调试完毕经甲方最终验收合格且质保期满后，乙方如期履约完成且不存在任何违约责任或者需扣除任何费用，甲方无息向原缴费账户退还履约保证金全款，否则不予退还或在扣除甲方认为应当扣除的费用后予以退还。

3. 若乙方未能按照合同约定履行，则甲方有权全额扣除履约保证金，对甲方造成的全部损失由乙方承担。

十二、付款方式

1、乙方将本合同约定的所有产品安装调试完成并经甲方最终整体验收合格后 20个工作日内支付合同总金额 100%，即（大写）人民币壹佰肆拾叁万玖仟玖佰元整。

乙方确认以下账户为本合同项下指定、唯一收款账户。乙方指定收款账户如有错误或者变更的，应提前 10 个工作日书面通知甲方，否则由此产生的全部损失由乙方承担。

甲方以银行转账的方式支付合同款项，乙方指定的收款账户信息为：

开户名：合肥中科深谷科技发展有限公司。

开户行：徽商银行股份有限公司安徽自贸试验区合肥片区支行。

账 号：1025701021000394887。

2、甲方支付合同款项前，乙方应当向甲方提供等额合法有效且符合甲方要求的增值税专用发票，否则，甲方有权拒绝付款，且不承担任何违约责任。

甲方开票信息：

开户名：西安工业大学；

开户行：建行大明宫支行；

账 号：61001781300052502618。

十三、争议解决

双方在履行合同过程中，若发生争议，可以协商解决。如协商未果，双方向甲方所在地人民法院提起诉讼。乙方如果没有按照本合同约定履行各阶段义务，甲方有权单方面解除合同。

十四、违约责任

1、乙方未按合同约定时间完成全部合同内容的，每逾期一日，向甲方支付本合同金额千分之三的违约金，即¥4319.70 元；逾期 15 日，甲方有权单方解除本合同，合同解除后，甲方不向乙方支付任何费用，乙方应向甲方支付本合同金额 30 % 违约金，并向甲方赔偿因此产生的全部损失。

2、乙方提供的产品以及安装调试服务不满足甲方或本合同约定要求，乙方应及时整改，乙方拒不整改或整改2次后仍不到位的，甲方有权单方解除本合同，合同解除后，甲方不向乙方支付任何费用，乙方还应向甲方支付本合同金额30%违约金，并向甲方赔偿因此产生的全部损失。

3、乙方逾期提供售后服务，每逾期一日，向甲方支付违约金4319.70元，并赔偿给甲方造成的全部损失。

4、乙方应对提供的产品与安装调试服务质量、质保期内提供售后服务质量负全部责任，若因乙方提供产品、与服务过程中导致甲方损失，由乙方负责全部向甲方赔偿。

5、乙方工作人员因任何原因给甲方造成损失或侵害，包括但不限于甲方本身的财产损失、由此而导致的甲方对任何第三方的法律责任等，乙方对此均应承担全部的赔偿责任。乙方在项目实施过程中所引起的任何人身损害、对第三方侵害、经济、劳务和劳动纠纷全部由乙方承担赔偿责任。

6、本合同项下甲方的损失包括但不限于：甲方的实际损失；预期利益损失；因乙方违约造成甲方解除本合同后就本合同项下产品另行向其他第三方购买而产生的差价；使用第三方设备产生的费用；因乙方违约造成甲方向第三方承担违约责任的所有费用；其他因乙方违约而产生的关联费用。

7、甲方为实现本合同项下所有权益发生的费用，包括但不限于诉讼费、仲裁费、财产保全费、为申请财产保全而向第三方支付担保费或保险费、差旅费、通讯费、执行费、评估费、拍卖费、公证费、送达费、公告费、律师代理费及律师风险代理费等，由乙方承担。

8、本合同约定的违约金、赔偿损失、各项费用等，甲方有权直接从货款或履约保证金中扣除，并不承担任何责任。

9、如甲方无正当理由逾期付款的，以逾期未付款项为基数，按照全国银行间同业拆借中心公布的一年期贷款利率（即 LPR）计算逾期利息。对虽逾期但甲方已支付的款项，乙方同意放弃逾期利息。

十五、其他

1、除双方签署书面补充协议，本合同条件不可变更；本合同及其附件替代双方以前或执行本合同过程中所做的任何口头交流、声明或合同。

2、本合同壹式伍份，甲方叁份，乙方贰份，具有同等的法律效力。经双方共同签署确认的合同附件为有效附件，本合同与招投标文件具有同等法律效力。附件条款不得与合同条件矛盾，相互矛盾的，以对甲方有利的内容为准。

3、本合同自甲乙双方签字盖章之日起生效。

（以下为西安工业大学机载多自由度机械臂精细作业系统、冲击动态试验高速图像采集系统、无人机群分布式协同作业验证系统采购合同签字盖章页，无正文）

甲方（盖章）：西安工业大学

法定代表人/委托代理人（签字）

日期：2026年 7 月 24 日

乙方（盖章）：合肥中科深谷科技发展有限公司

法定代表人/委托代理人（签字）赵易

日期：2026年 7 月 22 日

附件

设备技术文件（要求） （具体内容）

机载多自由度机械臂精细作业系统：

1.高机动飞行实验平台：

- 1) ▲工业级机身，整机（含臂）重量 6kg；
- 2) ▲抗风能力 5 级；
- 3) ▲最大起飞重量 10 kg；
- 4) ▲满载续航时间 25 分钟；
- 5) 飞行高度 2000m；
- 6) ▲5 级风扰下悬停定位精度 $\pm 10\text{cm}$ ；
- 7) 高空基础设施缺陷识别准确率 90%；
- 8) 具备多传感器融合数据分析能力。

2.空中机械臂：

- 1) ▲机械臂自由度 5；
- 2) ▲作业负载 1.2kg，作业半径 35cm；
- 3) ▲末端定位精度为 $\pm 8\text{mm}$ 。

3.智能交互系统：

- 1) 遥控操作地面站平台，对无人机飞行状态进行实时监视，实时性能参数：图传及状态数据端到端延迟 250ms，控制指令下发延迟 100ms；
- 2) ▲实现遥控操作带臂无人机稳定飞行控制，控制精度性能参数：操作端至机械臂末端映射误差 15mm；
- 3) 遥控操作力反馈平台，实现对带臂无人机接触反馈控制，性能参数：具备力觉反馈能力，最大反馈力 2.0N，力觉闭环延迟 200ms；
- 4) 支持可视化数字孪生系统。

4.无人机红外热成像相机：

- 1) 红外分辨率：768 $\times$ 576；
- 2) 红外帧频 30Hz；
- 3) 具备中远距离热目标识别能力，支持等效焦距 40 mm 或具备同等远距离观测能力；
- 4) 红外视场角 20° $\times$ 15°，或具备同等巡检覆盖能力；
- 5) 红外电子变焦 8 倍，或具备等效目标放大观察能力；
- 6) 支持红外测温、热点识别、图像/视频采集和无人机平台挂载应用；
- 7) 测温精度优于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 或 $\pm 2\%$ ，具备宽温测量范围，满足巡检、热异常识别等应用需求。

5.无人机多光谱相机：

- 1) 配置无人机多光谱成像系统，具备 4 个多光谱通道+1 个 RGB 可见光通道；
- 2) 多光谱单通道有效像素 1.3 MP，RGB 有效像素不低于 1200 万；
- 3) 支持绿光、红光、红边、近红外等典型波段；
- 4) 120 m 高度的多光谱地面分辨率优于 10 cm/pixel，RGB 地面分辨率优于 3 cm/pixel；
- 5) 支持多通道同步采集、定位信息记录、辐射校正/反射率校正及植被指数分析。

6.超声波测厚传感器

- 1) 测量厚度 50mm；
- 2) 精度 0.01mm；
- 3) 探头频率配置：5MHz 探头；

4) 需要接触式测量：有效测量触发接触力为 5N，允许接触角度容差 $\pm 5^\circ$ 。

7.软件要求

提供学习资源包：

1) ▲需提供以下代码开放的开源软件功能包：激光雷达与视觉传感器的信息捕获功能、数据算法处理功能与通信功能。

2) ▲需提供控制开源软件。

3) 需提供地图构建功能、自主导航与规划功能、视觉系统驱动功能包

冲击动态试验高速图像采集系统：

（一）系统指标

1.▲满幅分辨率为 1280×1024 ，满幅拍摄速率为 15800 帧/秒；

2.▲分幅 1280×808 分辨率下 20000 帧/秒， 1280×256 分辨率下 62500 帧/秒；

3.▲拍摄速率.最高帧率为 1150000 帧/秒；

4.图像存储容量为 40Gb；

5.灵敏度为 67000；

6.具备像素级 EDR 二次曝光功能，能够无档位连续调节 EDR 二次曝光时间；

7.像元尺寸为 $14.6 \mu m$ ；

8.A/D 位数 (bit) 为 12 位；

9.电压供电范围：20-32V；

10 具备 IRIG-B 接口，支持 B 码授时功能；

11.具备 3G-SDI 接口，支持高清视频输出最高 1080P@60FPS,向下兼容；

12.支持多种录制模式：开始、中心、结束、手动、随机，随机模式支持单次录制过程中接受多个事件触发信号分段采集，事件触发信号个数 ≥ 1000 次；

13.支持辅助对焦功能；

14.支持软件触发、外部信号触发（上升沿、下降沿、开关信号），支持智能图像（基于极小区域内的图像亮度变化）触发功能；

15.支持多类保存格式（MRAW、RAW、SSIF、AVI、JPEG、BMP、TIFF、PNG），支持多种压缩格式（H264、MJPEG、H.265、YUV）；

（二）配件指标

16.100mm 定焦镜头：最大光圈 F2.8；

17.50mm 定焦镜头：最大光圈 F1.8；

18.承重：为设备总重的 2 倍；

19.材质：碳纤维，带阻尼防抖功能的云台；

20.调节范围：水平 360° 、俯仰 $\pm 90^\circ$ 。

无人机群分布式协同作业验证系统平台：

（一）无人机基础性能指标

1.飞行时间：单机满负载（搭载所有指定传感器）情况下，飞行时间 15min；无人机轴距 450mm；

2.悬停精度：RTK 定位模式下水平 $\pm 0.1m$ ，垂直 $\pm 0.1m$ ；激光雷达模式下水平 $\pm 0.05m$ ，垂直 $\pm 0.05m$ ；

3.抗干扰能力：具备抗电磁干扰能力，可在户外环境 5 级正常飞行；

4.起降方式：支持垂直起降，适配室内外平整场地，起降半径 1m。

（二）编队控制指标

1.无人机数量：5 架，支持多机协同编队；

2.机间安全距离：0.5m，具备编队碰撞预警及避障联动功能；

3.多机协同能力：支持多机点云融合配准，提供算法接口，保障协同感知精度；

4.自组网通信：自组网最高延迟 20ms，通信稳定性 99%；

5.机间通讯带宽：指令、拓扑传输条件下，带宽 20Kb/s；图传、点云传输条件下，带宽 1Mb/s。

（三）环境感知指标

1.定位能力：弱光照、轻度粉尘下，高精度定位范围 100m，支持 GPS/北斗定位，定位更新频率 10Hz；

2.单机视野：支持上视、下视、全向视野模式；

3.适应光照：支持全天时工作，结合可见光与激光双光感知，无严格光照条件限制，可在弱光、强光环境下正常完成感知任务。

（四）激光雷达指标

1.视场角（FOV）： $360^{\circ} \times 55^{\circ}$ ；

2.近端盲区：0.1m；

3.点频：20 万点/秒；

4.测距范围：0.1 - 50m；

5.接口：支持 TCP/UDP 数据协议，可与无人机控制系统无缝对接，实时传输点云数据。

（五）双目相机

1.焦距：3.0mm（广角镜头）；

2.视场角（FOV）：水平 80° ，垂直 60° ；

3.图像分辨率：1920×1080（1080P）；

4.帧率：15fps，支持实时图像传输，延迟 $\leq 50\text{ms}$ ；

5.接口：支持 USB 接口。

（六）红外相机指标

1.探测波段：8 - 14 μm （中波红外）；

2.分辨率：320×240；

3.帧率：25fps，支持与可见光图像叠加融合；

4.测温范围： $-20^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，测温精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

（七）定位模块指标

1.定位系统：支持 GPS、北斗定位、RTK 差分定位；

2.定位精度：单点定位水平精度 2m；

3.数据更新频率：10Hz，可实时向无人机控制系统及地面站传输定位数据。

（八）危化气体传感器指标

1.检测类型：支持甲烷（ CH_4 ）、一氧化碳（CO）、硫化氢（ H_2S ）、氨气（ NH_3 ）等常见危化气体检测；

2.检测精度： $\pm 5\%\text{FS}$ ；

3.响应时间：5s；

4.冷启动时间：30s；

5.输出接口：可实时传输气体浓度数据。

（九）其他要求

▲1)提供教学资源，有控制与仿真、智能控制等课程，有不少于 10 期学者讲坛板块，有论文专利分享板块，有机器人爱好者社群板块。在学习中心可以查看累计学习课时、今日学习时长、连续学习天数等信息。（投标时提供视频演示佐证）

▲2)提供案例资源，至少包含基于模型设计方法与应用、基于 MBD 在控制平台的算法部署、基于神经网络和滑模在控制平台的应用案例、采用 MBD 方法设计的驱动控制软件开发经验及平台应用等内容。（投标时提供视频演示佐证）

注：以上视频演示时间不超过 5 分钟。

甲方（盖章）：西安工业大学

法定代表人/委托代理人（签字）

日期：2022年7月4日



乙方（盖章）：合肥中科深谷科技发展有限公司

法定代表人/委托代理人（签字）

日期：2022年7月11日

