

附件4

2021 年全国行业职业技能竞赛
——第二届全国人工智能应用技术技能大赛

无人机装调检修工
(飞行器人工智能技术应用)赛项
竞赛平台主要设备技术标准
(指导版)

全国组委会技术工作委员会

二〇二一年八月

2021 年全国行业职业技能竞赛 ——第二届全国人工智能应用技术技能大赛 无人机装调检修工(飞行器人工智能技术应用)赛项 竞赛平台主要设备技术标准

一、技术平台简介

以人工智能应用技术推广与应用场景实际需求为设计依据，按照人工智能深度赋能行业应用为理念，以智能飞行器为载体，通过挂载传感、作业工具等装置，综合运用数字化信息采集、网络通信、人工智能应用、多传感融合、智能感知识别、自主控制以及自主决策等技术，将人工智能技术与飞行器结合，构成大赛技术平台，满足完成比赛任务的各项性能要求。技术平台需具备目标信息识别与提取、作业环境智能感知、自主避障、作业路径智能规划、精准作业控制、作业过程可溯源可视化等功能，能实现自主感知探测、自主作业等任务。

二、技术平台结构图

技术平台总体包括：内场设备调校开发区及外场实地综合验证区。内场设备调校开发区布局图见图1，比赛场地（4m*4m*2m），其中包含三大功能操作区：智能程序设计区（软件开发平台）；智能设备调试区（传感器调试）；智能功能验证区（智能传感器、目标识别采集及验证、障碍识别验证等）。



图 1 飞行器人工智能技术应用功能验证区布局图

外场实地综合验证区布局示意图见图2：比赛场地（20m*30m*6m）和若干小型任务验证区，满足如下：（1）设置覆盖飞行区域的5G/WiFi网络环境；（2）同时配置物理保护网和设置无人机电子围栏；（3）任意设置被搜索目标识别区以及投放区域；（4）设置作业环境起伏平台、障碍物。

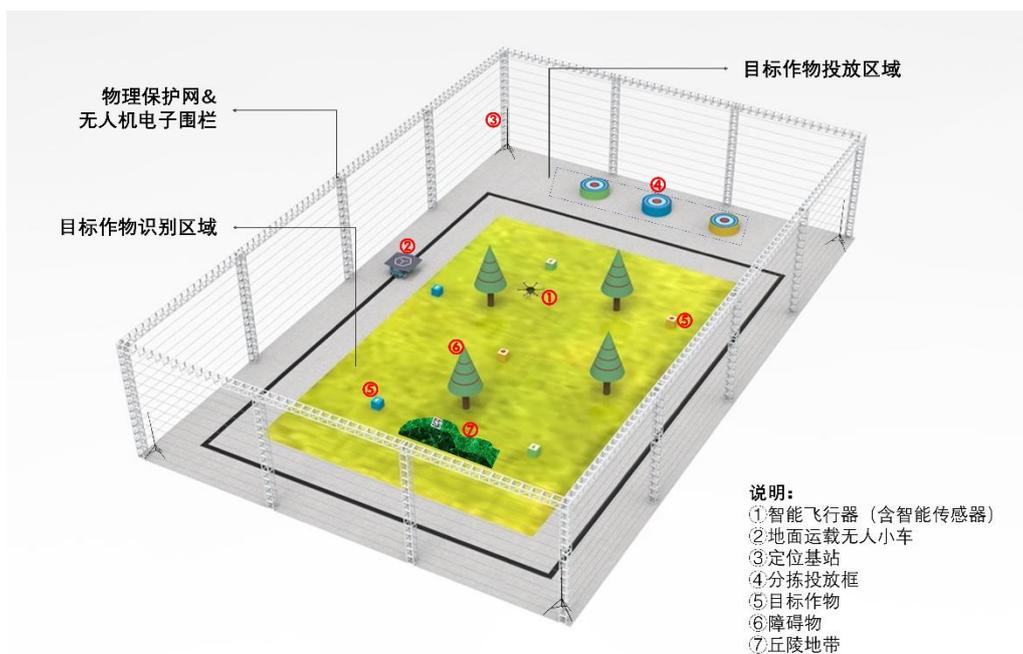


图2 场外实地综合验证区布局示意图

三、技术平台主要设备配置

飞行器人工智能赛项技术平台主要配置清单见表1。

表1 飞行器人工智能赛项技术平台主要配置清单

序号	设备名称	数量	单位	备注
1	智能飞行器	1	套	
2	地面运载无人小车	1	套	
3	智能传感器套件	1	套	
4	定位套件	1	套	
5	作业工具包	1	套	
6	编程调试计算机及软件	1	套	
7	无人机综合调试工作台	1	套	
8	安全飞行区配套装置	1	套	

四、技术平台设备参数

(一) 六旋翼无人机

1. 六旋翼无人机需满足如下基本要求：

(1) 轴距与三维尺寸：轴距： $\leq 800\text{mm}$ ，三维尺寸（含旋翼） $\leq 1000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 700\text{mm}$ ；

(2) 动力电池：6S1P，10000mAh，标称电压 22.8V，放电倍率 15C，放电电流 250A；

(3) 续航时间： $\geq 20\text{min}$ ；

(4) 具有定点自主起降、手动/程序/自主飞行能力，可扩展感知避障、搭载执行机构等功能。

六旋翼无人机在结构动力系统、飞行控制系统、通信传输系统等模块上的具体的技术参数如表2所示。

表2 飞行器人工智能技术应用平台参数

序号	系统名称	部件名称	主要参数
1	结构与动力系统	轴距	≤800mm
		三维尺寸	≤1100mm *1100mm *700mm (含旋翼, GPS)
		螺旋桨	碳塑复合桨, 固化成型, 13-15寸, 正桨3对, 反桨3对
		电池	6S1P, 10000mAh, 标称电压22.8V, 持续放电倍率15C, 持续放电电流250A, 保障无人机持续工作时间不少于20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50A, 瞬时电流70A, 工作电压2S-6S(7.4-25.2V), 进角(高/中), LED 航行灯(开关), 电机转向(顺/逆)
		电机	KV400, 瓦形磁钢, NMB 轴承
2	飞行控制系统	一体式内置机载及5G模块飞控	<p>(1) 飞行控制系统</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 主处理器: STM32F4、STM32F7、STM32H7 2) 协处理器: STM32F100 3) IMU 配备 MPU9250、MPU6000惯性传感器, 内置磁力计和 MS5611气压计 4) CAN 协议接口2X2 5) UART 协议接口5个, 串口1用于大功率数传模块, 串口3用于 UWB 室内定位系统或 GNSS 模块, 包含两个用户自定义接口和一个机载计算机调试串口 6) 内置 DWM1000动态超带宽室内定位芯片 <p>(2) 内置机载计算机</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) CPU: 64位 ARM, 四核, 主频不低于1GHz 2) ROM: 2GB 64位 LPDDR4 25.6GB/s 3) RAM: 8GB eMMC 5.1闪存+8GB SDA 工业闪存 4) 网络: 10/100/1000M 自适应 5) 视频编码: ≥2160p@30 (H.264/H.25) <p>(3) 内置5G模块</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 模组: EC2000-CH-T 2) 支持系统: Linux 3) 数据接口: USB/UART 4) 电源输入: 5V, 最大工作电流1.5A 5) 支持频段: 5G NR, 4G LTE 6) 卡槽类型: Nano-SIM

			<p>7) 网络类型：全网通（移动/联通/电信）</p> <p>(4) WI-FI 模块</p> <p>1) 协议：支持802.11 a/b/g/n, 2.4-2.5GHz, 4.9-5.85GHz</p> <p>2) 灵敏度： 2.4GHz Rx 灵敏度：-75dBm/11n HT20 MCS7, Tx 功率：21dBm；5GHz Rx 灵敏度：-74dBm/11n HT20 MCS7, Tx 功率：16.5dBm</p> <p>3) 支持无缝漫游</p> <p>(5) 开发环境</p> <p>1) 预置 ROS 机器人操作系统</p> <p>2) 支持图形化/Python/C++编程</p> <p>3) Python 编程系统支持航路点飞行、指点飞行、控制 PWM、串口收发/总线通讯等基础操作，支持直接通过 Python、C++语言对高级功能进行开发和控制</p> <p>4) 导航系统可配置具有多冗余 IMU 容错功能</p> <p>(6) 技术规格</p> <p>1) 飞行模式：P-ATT(定点模式)/ATT（姿态模式）/Api（SDK 模式）</p> <p>2) 飞控功耗：≤30W</p> <p>3) 最大飞行速度：≥16m/s</p> <p>4) 悬停精度：UWB 室内定位系统良好状态下水平控制误差≤0.3m，垂直控制误差≤0.5m</p> <p>5) 工作环境温度：-40℃~+85℃</p>
3	通信传输系统	遥控器	<p>(1) 通信协议：2.4G、GP4IN1、915MHz/868MHz</p> <p>(2) 可调 LED 背光</p> <p>(3) 霍尔摇杆</p> <p>(4) 电源开关防误触</p> <p>(5) 语音提醒，震动提醒</p> <p>(6) 支持 USB-C 在线升级</p> <p>(7) 工作电压：DC7~8.4V</p> <p>(8) 显示器：IPS480×272，预留800×400触摸屏接口，带模拟器模式，32通道</p>
		接收机	<p>(1) 通道数量：16通道</p> <p>(2) 重量：12.1g</p> <p>(3) 工作频率：2.4GHz</p> <p>(4) 工作电压：4~10V</p> <p>(5) 控制距离：不小于1km</p>

2. 地面运载无人小车

地面自动小车顶部设有降落区域，可搭载和起降飞行器，安装高亮

度全色LED指示灯。系统搭载降落区域与标识，降落区域面积： $\geq 700\text{mm} \times 700\text{mm}$ ；系统具有定位、通讯与移动功能，搭载UWB定位系统，预留RTKGPS/BeiDou定位接口，搭载5G/WiFi通讯模块，实现移动遥控，并满足车载全过程作业数据的回传满足比赛评判及实时播放需求。地面运载智能小车主要技术参数如表3所示。

表3 地面运载智能小车技术应用平台参数

序号	名称	参数
1	机械尺寸	$800 \times 700 \times 300 \geq L \times W \times H \geq 700\text{mm} \times 700\text{mm} \times 270\text{mm}$
2	车体材质	运动部件保证结构强度，机械零部件精度在0.05mm 以内有效保障装配精度。
3	车体重量	自重 $\leq 15\text{Kg}$ ，负重 $\geq 10\text{Kg}$
4	减震机构	平行独立悬挂机构
5	驱动方式	车载4组直流电机驱动，最大运行速1m/s
6	伸缩甲板	停机甲板采用三段折叠设计，电动驱动推进，降落时打开。
7	电机驱动	(1) 自带电机驱动板、直流电机（带编码器） (2) 额定输入电压：DC 12V/24V (3) 每路额定输出电流： $\geq 3\text{A}$ (4) 额定输出总功率： $160\text{W} \pm 0.1\text{W}$ （12V 供电） (5) 控制信号电压：3~5V (6) 输出通道数： ≥ 4 通道
8	控制接口	(7) 四路 A/B 编码器检测通道 (8) 电池电压检测 (9) 地磁接口 (10) 两路2*17I/O 接口 (11) 无线通讯模块接口 (12) 扩展驱动接口 (13) 5V/5A 输出接口 (14) 甲板检测接口 (15) 1RGB 灯接口 (16) 三路电机驱动接口 (17) 两路串口（一路用于 Linux；一路用于 gps） (18) 压力传感接口 (19) 两路扬声器输出接口

9	主控系统	<p>(1) 配置主控单元，并具有磁导航传感器、压力传感器、RGB 全彩指示灯、双声道语音播报等组件，可以提供精准定位、自动航线运行、自动返航、智能方向控制等功能；</p> <p>(2) 具有2.4G WiFi 通信功能，可以与无人机、地面站进行 WIFI 通信</p> <p>(3) MCU：性能与 STC15W4K 单片机相当</p> <p>(4) 配置 USB 转串口模块</p> <p>(5) 5. 自适应以太网10/100M</p>
10	通信模块	配置2.4G WiFi 通信模块/5G 移动通信模块
11	定位模块	<p>(1) 工作温度：0~45° C</p> <p>(2) 额定功耗：3W</p> <p>(3) 工作电压：DC5V</p> <p>(4) 环境湿度：小于 90%</p> <p>(5) 水平测距精度：0.1米；</p> <p>(6) 水平定位精度（4基站）：0.15M CEP</p> <p>(7) 全模式速度精度：0.1m/s</p> <p>(8) 启动时间：</p> <p>1) 冷启动时间：5s</p> <p>2) 热启动时间：2s</p> <p>3) 重新捕获：1s</p> <p>(9) 内置 Flash</p> <p>(10) 通讯协议：</p> <p>1) NMEA-0183伪 GPS 数据输出：支持</p> <p>2) 支持协议：LJlinkTrack - ROS</p> <p>3) 基站标定时间：≤8s</p> <p>4) 波特率：115200bps</p> <p>(11) 接口及指示灯：</p> <p>1) 天线接口类型：内置高精度板载超带宽定位天线</p> <p>2) 指示灯</p> <p>(12) Status:上电后亮起，定位后快速闪烁</p> <p>(13) PWR: 电源指示灯</p> <p>(14) 3) 连接器类型：GH1.25 4Pin x4</p> <p>(15) Type-C USB×1</p>
13	电池	<p>(1) 标称电压：12V</p> <p>(2) 标称容量：≤20000mAh</p> <p>(3) 持续电流：≤6A</p> <p>(4) 充电电压：12V~12.6V</p> <p>(5) 5. 充电电流：0.5~5A</p>

3. 智能传感器套件

挂载传感器套件包括目标识别传感器模块、红外不可见光传感器模

块、双目避障传感器、仿地激光雷达、360度激光雷达避障传感器等模块。能够实现目标信息识别与提取、目标类型判断、飞行区域内障碍识别、精准定位、信号地面反馈等功能，主要技术参数如表4所示。

表4 挂载传感器套件主要技术参数

序号	名称	参数
1	目标识别传感器模块	(1) 工作电流：5V/190mA (2) 视场角：110° (3) 快门类型：全局快门 (4) 帧率：120帧/秒 (5) 自动曝光 AEC：支持 (6) 自动白平衡 AEB：支持 (7) 工作温度：-20℃~70℃ (8) 成像距离：1cm~∞
2	红外不可见光传感器模块	(1) 工作电流：5V/300mA (2) 视场角：110° (3) 快门类型：全局快门 (4) 帧率：30帧/秒 (5) 自动曝光 AEC：支持，但用于人工智能时曝光锁定 (6) 自动白平衡 AEB：不支持 (7) 工作温度：-20℃~70℃ (8) 成像距离：1cm~∞ (9) 滤波范围：850nm 窄带
4	仿地激光雷达	(1) 工作电压：DC 5V，最大工作电压6V (2) 电流消耗：<100mA 连续操作 (3) 精度：0.2% (4) 范围：0~12m 激光发射器 (5) 采集时间：小于0.01秒 (6) 重复率：100Hz (7) 接口：串口 (8) 模块尺寸：≤20mm*48mm*40mm
5	360度激光雷达避障传感器	(1) 尺寸：41x76mm (2) 重量：190g 不含线 (3) 测量半径：0.2-16m (4) 扫描频率：20Hz (5) 角度分辨率：1度 (6) 启动功耗：3w (7) 连续扫描功耗：2.5w (8) 测距精度：不大于 2.5%
3	双目避障	(1) 推荐范围：0.4~6米

	传感器	<ul style="list-style-type: none"> (2) 深度快门类型：全局快门，3μm\times3μm 像素大小 (3) 深度技术：主动 IR 立体 (4) 最小深度距离 (Min-Z)：0.4米 (5) 最大范围：最大20米 (6) 深度视场 (FOV)：86° \times 57° (\pm3°) (7) 深度输出分辨率：最高1280*720 (8) 深度帧率：最快90帧/秒 (9) RGB 传感器技术：全局快门 (10) RGB 传感器 FOV(H\timesV)：86° *57° (\pm3°)RGB (11) 传感器分辨率：最大1280*800 (12) RGB 帧速率：最大90帧/秒 (9) 接口：USB-C3.1
--	-----	--

4. 定位系统

精确的位置信息变得越来越重要，能让无人机实现真正的无人自动飞行等智能应用，本系统可分别搭载室内和室外两套定位系统，具体的参数如表5所示。

表5 定位套件主要技术参数

序号	名称	参数
1	UWB	<ul style="list-style-type: none"> (1) 综合描述： 产品名称：UWB 室内定位系统 工作温度：0~45° C 额定功耗：3W 工作电压：DC5V 环境湿度：小于 90% (2) 定位精度： 1) 水平测距精度：0.1米； 2) 水平定位精度（4基站）：0.15M CEP (3) 全模式速度精度：0.1m/s (4) 启动时间： 1) 冷启动时间：5s 2) 热启动时间：2s 3) 重新捕获：1s (5) 内置 Flash (6) 通讯协议： 1) NMEA-0183 伪 GPS 数据输出：支持 2) 支持协议：LJlinkTrack - ROS 3) 基站标定时间：\leq8s 4) 波特率：115200bps (7) 接口及指示灯：

	<p>1) 天线接口类型：内置高精度板载超带宽定位天线</p> <p>2) 指示灯： Status: 上电后亮起，定位后快速闪烁 PWR: 电源指示灯</p> <p>3) 连接器类型：GH1.25 4Pin x4 Type-C USB×1</p>
	<p>(1) 综合描述：</p> <p>1) 工作模式：点对点、点对多点（广播）</p> <p>2) 支持卫星类型：GPS L1/L2;Glonass G1/G2;BDS10B1/B2,Galileo</p> <p>3) E1/E5B,QZSS L1/L2</p> <p>4) K RTK 工作模式：多频联合定位</p> <p>5) 索通道：大于 150 通道</p> <p>6) 置类型：免调试即插即用</p> <p>7) K RTK 刷新率：$\geq 10\text{hz}$</p> <p>8) K RTK 接收通道：72-Channel U-Blox F9P-Kro (F9P+RTCM 差分)</p> <p>(2) 定位精度：</p> <p>1) S DGPS 定位 (3D FIX) : 1.0 M CEP;</p> <p>2) 差分定位浮动解 (RTKFloat) : 0.3 M CEP</p> <p>3) 差分定位固定解 (RTKFixed) : 1CM CEP</p> <p>(3) Max PPM:15Kpm</p> <p>(4) 全模式速度精度：0.05m/s</p> <p>(5) 启动时间：</p> <p>1) RTK 冷启动时间：15s</p> <p>2) RTK 热启动时间：2s</p> <p>3) RTK 重新捕获：1s</p> <p>4) 1PPS : RMS 27ms</p> <p>(6) 内置 Flash</p> <p>(7) 内置 RTC 电池支持快速启动，快速收敛</p> <p>(8) 通讯协议：</p> <p>1) 载波相位差分数据输出：支持</p> <p>2) 载波相位差分数据输出类型：RAWX</p> <p>3) 动态收敛时间：$\leq 10\text{s}$</p> <p>4) 波特率：115200bps</p> <p>5) 输出协议：NMEA-0183\UBX\RTCM 3.1</p> <p>(9) 工作环境：</p> <p>1) 工作电流：5V/700mA MAX</p> <p>2) 工作温度：$-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$</p> <p>3) 是否防水：是</p> <p>4) 防水等级：IPX57</p> <p>(10) 接口及指示灯：</p> <p>1) 天线接口类型：内置高精度差分天线</p> <p>2) 指示灯：</p>

		PWR / Status: 上电后亮起, 搜星后闪烁, 固定解常亮 GEO: 快速闪烁指示卫星数量 3) 连接器类型: SH1.0 4Pin 端子 Micro USB×1 IPEX K RTK 天线扩展×1 1 I WIFI 天线扩展×1 1
--	--	--

5. 机载作业工具包, 具体的参数如表6所示。

表6 作业工具包主要技术参数

序号	名称	技术参数
1	对称爪	(1) 材质: 铝合金 (2) 关节部位全轴承 (3) 配套数码舵机: 扭矩: 20kg/cm 重量: 60g 尺寸: 40*20*37.2mm 工作电压: 4.8~8.4v 可控角度: 180° /270° 驱动方式: PWM 控制精度: 3 μ sec (4) 闭合状态尺寸: 长度≥100mm (5) 最大张开尺寸: ≥140mm

6. 编程调试计算机及软件具体的参数如表 7所示。

表7编程仿真软件参数

序号	名称	参数
1	编程调试工作站	(1) 处理器: 不低于 i7或兼容处理器, 主频3GHz 以上 (2) 内存: ≥16G (3) 硬盘: 可用磁盘空间(用于安装) 不低于500G (4) 通讯接口: 局域网, 100M 网速 (5) 操作系统: Windows10 pro 操作系统、安装系统还原卡 (6) 预装 PDF 阅读器、微软 Office, Vscodc、无人机系统管理平台、地面站远程控制软件及解压缩软件 (7) 图形显卡: GTX2070S 及以上(仅限 NVIDIA 平台)
2	便携式编程调试计算机	(1) 处理器: 不低于 i5或兼容处理器, 主频3GHz 以上 (2) 内存: ≥16G (3) 硬盘: 可用磁盘空间(用于安装) 不低于200G (4) 通讯接口: 局域网, 100M (5) 操作系统: Windows10 pro 操作系统、安装有系统还原卡。预装 PDF 阅读器, 微软 Office, Vscodc、无人机系统内数据管理平台、地面站远程控制软件、解压缩软件

3	地面站控制软件	<ul style="list-style-type: none"> (1) 操作系统: Windows10 x 64 (2) 整合调参助手与地面站功能 (3) 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、支持 OTA 空中软件更新、自动上传飞控数据 (4) 可实现自动起降, 指点飞行, 航线规划等功能 (5) 航线规划适配植保、航测、航拍等多种任务 (6) 支持触屏操作 (7) 支持脱机规划 (8) 支持多机航线执行 (9) 支持多机编队飞行
4	仿真软件	<ul style="list-style-type: none"> (1) 操作系统: Windows10 x 64 (2) 可对无人机、无人车等智能设备的控制、通讯、导航、动力系统仿真 (3) 可对无人机、无人车等智能设备的路线规划、行进进行仿真 (4) 可对无人机避障环绕进行仿真 (5) 可对无人机仿地进行仿真 (6) 可对无人机空中抓取、投放等执行动作进行仿真 (7) 可对无人车、无人车协同任务、模拟充电进行仿真 (8) 具备大赛完整任务全流程全系统在环仿真功能 (9) 可对因设备装调不合格而产生的故障进行仿真 (10) 具备逼真的三维仿真场景, 具备良好的展示效果 (11) 具备无人机系统软件在环仿真功能 (12) 具备无人机系统硬件在环仿真功能 (13) 具备可扩展性, 预留标准接口, 支持接入外部干扰模型

7. 无人机综合调试工作台

无人机综合体调试工作台具体的参数如表 8。

表8无人机综合体调试工作台

序号	名称	参数
1	无人机综合调试工作台	<ul style="list-style-type: none"> (1) 外形结构尺寸: 80cm*150cm*75cm, 合金结构 (2) 工作电压: AC220V/50Hz (3) 充电器: <ul style="list-style-type: none"> 1) 输入电压: AC110V~220V, DC15.0-24.0V 2) 充电功率: 最大2*500W (1000W) 3) LiIo/LiPo/LiFe/LiHv, 电池节数: 1~6 4) 电池充电防爆仓 5) 三色视觉识别反馈灯 (4) 计算机显示器支架

8. 安全飞行区配套装置

在满足智能飞行器试飞和完成综合任务的前提下保证飞行安全。安全飞行区尺寸：20m*30m*6m（长*宽*高）。安全保护同时配置保护网和电子围栏。场地可以灵活布局，内部包含。

(1) 目标信息识别样品 尺寸 $\leq 150*150\text{mm}$ 重量 $\leq 300\text{g}$

(2) 作业环境仿地平台

(3) 障碍物

五、说明

(一) 本技术标准由大赛全国组委会技术工作委员会牵头制定，知识产权、修改解释权归大赛全国组委会技术工作委员会所有。

(二) 本技术标准适用无人机装调检修工（飞行机器人智能技术应用）赛项，是大赛合作企业遴选和设备平台选用的依据。