

附件9

**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**

**全国组委会技术工作委员会
二零二一年九月**

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），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（25m*20m*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。

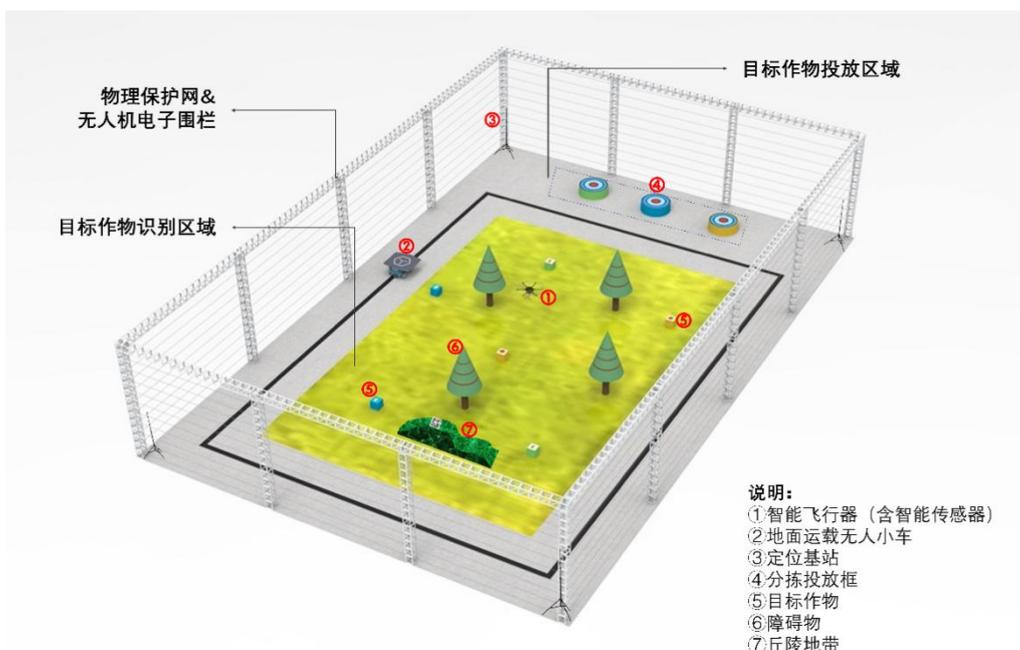


图2 场外实地综合验证区布局示意图

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	3D 打印机	1	套	
7	编程调试计算机及软件	1	套	
8	无人机综合调试工作台	1	套	
9	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	6个, 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或 STM32F7或 STM32H7 2) 协处理器: STM32F100 3) 配备 IMU、惯性传感器, 内置磁力计和气压计 4) 支持 CAN 协议接口 5) 配置 UART 协议接口多个: 用于大功率数传模块; 用于 UWB 室内定位系统或 GNSS 模块; 并包含用户自定义接口和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 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) 配置5G 模块</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 支持系统: Linux 等 2) 数据接口: USB/UART 3) 电源输入: 5V, 最大工作电流1.5A 4) 支持频段: 5G NR, 4G LTE 5) 卡槽类型: 支持 Nano-SIM 6) 网络类型: 全网通 (移动/联通/电信)

			<p>(4) WI-FI 模块</p> <p>1) 协议: 支持802.11 a/b/g/n, 2.4-2.5GHz;</p> <p>2) 支持无缝漫游</p> <p>(5) 开发环境</p> <p>1) 支持图形化/Python/C++编程;</p> <p>2) 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>3) 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: 支持定点模式/姿态模式/ SDK 模式;</p> <p>2) 飞控功耗: $\leq 30W$;</p> <p>3) 最大飞行速度: $\geq 16m/s$;</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$\leq 0.3m$, 垂直控制误差$\leq 0.5m$;</p> <p>5) 工作环境温度: $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$</p>
3	通信传输系统	遥控器	<p>(1) 支持多通信协议: 2.4G、GP4IN1、915MHz/868MHz 等</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 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: ≥ 8通道</p> <p>(2) 工作频率: 2.4GHz</p> <p>(3) 工作电压: 4~10V</p> <p>(4) 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: $\geq 700mm*700mm$; 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	$800*700*300 \geq L*W*H \geq 700\text{mm}*700\text{mm}*270\text{mm}$
2	车体材质	运动部件保证结构强度，机械零部件精度需有效保障装配精度
3	车体	负重 $\geq 10\text{Kg}$
4	驱动方式	车载4组直流电机驱动，最大运行速1m/s
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： $\geq 120\text{W} \pm 0.1\text{W}$ (5) 控制信号电压：3~5V (6) 输出通道数： ≥ 4 通道
8	控制接口	具有如下控制接口： (1) 四路 A/B 编码器检测通道 (2) 电池电压检测 (3) 地磁接口 (4) 扩展 I/O 接口 (5) 无线通讯模块接口 (6) 扩展驱动接口 (7) 甲板检测接口 (8) 1RGB 灯接口 (9) 三路电机驱动接口 (10) 具有多路串口 (11) 压力传感接口 (12) 两路扬声器输出接口等
9	主控系统	(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； (2) 具有2.4G WiFi 通信功能,可以与无人机、地面站进行 WIFI 通信 (3) 配置 USB 转串口模块 (4) 自适应以太网10/100M
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	(1) 工作温度： $0 \sim 45^{\circ}\text{C}$ (2) 额定功耗：3W (3) 工作电压：DC5V (4) 环境湿度：小于 90% (5) 水平测距精度：0.1米； (6) 水平定位精度（4基站）：0.15M CEP

		(7) 全模式速度精度: 0.1m/s (8) 启动时间: 1) 冷启动时间: ≤15s 2) 热启动时间: ≤2s 3) 重新捕获: ≤1s (9) 内置 Flash (10) 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: ≤8s 4) 波特率: 115200bps (11) 接口及指示灯: 1) 天线接口类型: 内置高精度板载超带宽定位天线 2) 指示灯 (12) Status: 上电后亮起, 定位后快速闪烁 (13) PWR: 电源指示灯 (14) 连接器类型: GH1.25 4Pin x4, Type-C USB×1
13	电池	(1) 标称电压: ≤24V (2) 标称容量: ≤20000mAh (3) 持续电流: ≤6A

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) 视场角: 110° (2) 快门类型: 全局快门 (3) 帧率: 最大120帧/秒 (4) 自动曝光 AEC: 支持 (5) 自动白平衡 AEB: 支持 (6) 工作温度: -20℃~70℃
2	视觉辅助传感器模块	(1) 视场角: 110° (2) 快门类型: 全局快门 (3) 帧率: 30帧/秒 (4) 自动曝光 AEC: 支持 (5) 自动白平衡 AEB: 不支持

		(6) 工作温度: $-20^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ (7) 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: $<100\text{mA}$ 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) 输出频率: 100Hz (7) 接口: 串口等 (8) 模块尺寸: $\leq 48\text{mm}\times 20\text{mm}\times 40\text{mm}$
5	360度激光雷达避障传感器	(1) 测量半径: 0.2-16m (2) 扫描频率: 20Hz (3) 角度分辨率: 1度 (4) 启动功耗: 3w (5) 连续扫描功耗: 2.5w (6) 测距精度: 不大于 2.5%
6	双目避障传感器	(1) 深度快门类型: 全局快门 (2) 深度技术: 主动 IR 立体 (3) 最小深度距离 (Min-Z): 0.4米 (4) 最大范围: 最大20米 (5) 深度视场 (FOV): $86^{\circ}\times 57^{\circ}(\pm 3^{\circ})$ (6) 深度输出分辨率: 最高1280*720 (7) 深度帧率: 最快90帧/秒 (8) RGB 传感器技术: 全局快门 (9) RGB 传感器 FOV(H×V): $69^{\circ}\times 42^{\circ}$ RGB (10) 传感器分辨率: 最大1280*800 (11) RGB 帧速率: 最大90帧/秒 (7) 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	(1) 综合描述: 产品名称: UWB 室内定位系统 工作温度: $0\sim 45^{\circ}\text{C}$ 额定功耗: 3W 工作电压: DC5V

	<p>环境湿度：小于 90%</p> <p>(2) 定位精度：</p> <p>1) 水平测距精度：0.1米；</p> <p>2) 水平定位精度（4基站）：0.15M CEP</p> <p>(3) 全模式速度精度：0.1m/s</p> <p>(4) 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>(5) 内置 Flash</p> <p>(6) 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>(7) 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>Status: 上电后亮起，定位后快速闪烁</p> <p>PWR: 电源指示灯</p> <p>3) 连接器类型：GH1.25 4Pin x4</p> <p>Type-C USB×1</p>
RTK	<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：≥10hz</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: 15Km</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: $\leq 10s$</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: $-10^{\circ}C \sim +60^{\circ}C$</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> <p>PWR / Status: 上电后亮起, 搜星后闪烁, 固定解常亮</p> <p>GEO: 快速闪烁指示卫星数量</p> <p>3) 连接器类型: SH1.0 4Pin 端子</p> <p>Micro USB×1</p> <p>IPEX K RTK 天线扩展×1 1</p> <p>I WIFI 天线扩展×1 1</p>
--	--	--

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	<p>(1) 材质: 铝合金</p> <p>(2) 关节部位全轴承</p> <p>(3) 配套数字舵机:</p> <p>扭矩: 20kg/cm</p> <p>工作电压: 4.8~8.4v</p> <p>可控角度: $180^{\circ} / 270^{\circ}$</p> <p>驱动方式: PWM</p> <p>(4) 闭合状态尺寸: 长度 $\geq 100mm$</p> <p>(5) 最大张开尺寸: $\geq 140mm$</p>

6. 3D打印机, 具体的参数如表7所示。

表7 3D打印机主要技术参数

序号	名称	性能参数
1	3D 打印机	<p>(1) 成型空间: $\geq 216mm \times 135mm \times 248mm$。</p> <p>(2) 设备外形尺寸: $355mm \times 388mm \times 533mm$, 净量16KG。</p>

		<p>(3) XY 分辨率：2K 黑白屏。</p> <p>(4) Z 轴精度：0.00125mm。</p> <p>(5) 成型材料：405nm 光固化树脂，硬质模型料、透明料、灰色硬质料、白色水洗料等。</p> <p>(6) 打印速度：≥ 20mm/h。</p> <p>(7) 数据读取方式：U 盘。</p> <p>(8) 操作界面：3.5 寸电阻触摸屏。</p> <p>(9) 打印层厚：0.01-0.2mm。</p> <p>(10) 切片软件：可读取 STL、OBJ 等格式文件；可对模型进行比例缩放、旋转、平移操作；具有自动添加支撑功能，支撑可参数化编辑；可手动添加、删除支撑；具有模型镂空功能，镂空壁厚可设置；切片层厚与曝光时间开源可调整；具有操作录屏功能；可对打印模型一键复制；多模型打印具有一键排列功能；添加的支撑文件与零件可单独保存。</p> <p>(11) 工艺参数包：要求对外开放不低于四种以上材料成型工艺参数包。</p> <p>(12) 过滤系统：具有内部循环过滤系统，降低打印腔内空气湿度及树脂味道。</p> <p>(13) 调平系统：具有四点调平功能，打印平台具有高度调节及角度调节功能。</p> <p>(14) 配套附件：配备防护用品及工具箱一套。</p> <p>(15) 工作环境：电压：220V$\pm 5\%$，120W，必须严格接地；频率：50Hz；环境温度：20$^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$；相对湿度：小于60%。</p>
2	耗材和工具	标准配套耗材和工具

7. 编程调试计算机及软件具体的参数如表 8所示。

表8 编程仿真软件参数

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

		预装 PDF 阅读器，微软 Office，Vscode、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 (2) 具有三维场景仿真，操作简单、直观 (3) 具有无人机、无人车等智能设备的控制、通讯、导航、动力系统仿真功能 (4) 具有无人机、无人车等智能设备的路线规划、行进仿真功能 (5) 具有无人机避障环绕、仿地飞行仿真功能 (6) 具有无人机抓取、投放等执行动作仿真功能 (7) 具有无人车、无人车协同任务、模拟充电仿真功能 (8) 具备全流程全系统在环仿真功能，包括无人机系统软件、硬件在还仿真 (9) 具备可扩展性，预留标准接口等

8. 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 9。

表9 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

9. 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：25m*20m*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 $\leq 300\text{g}$ ，具体根据竞赛内容会有所变化；

（2）作业环境仿地平台

（3）障碍物等

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（飞行器人工智能技术应用）赛项，是大赛合作企业遴选和设备平台选用的依据。