

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。

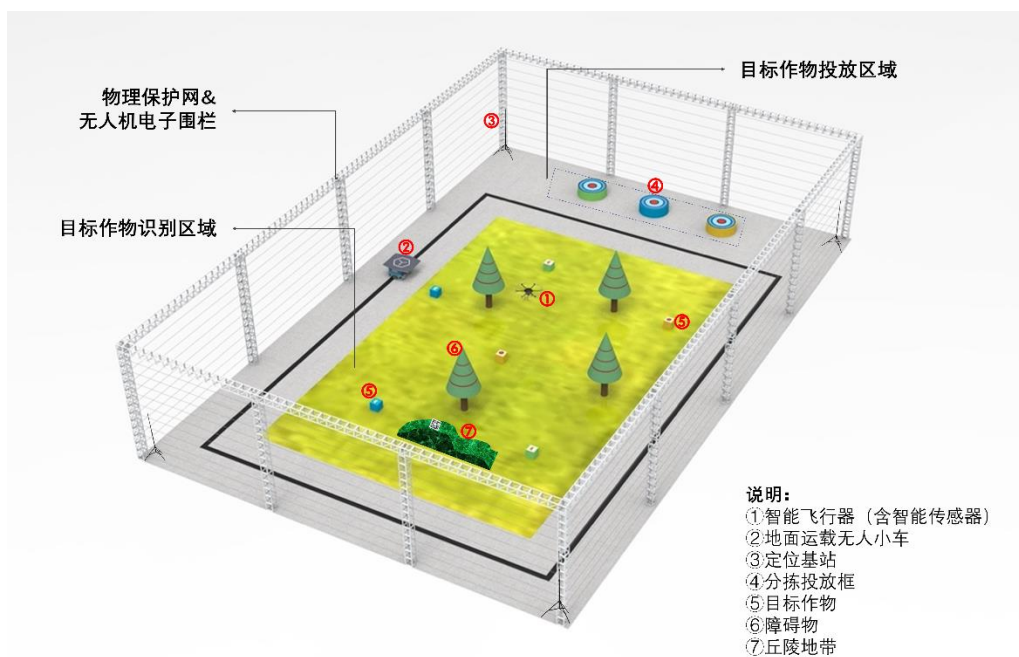


图2 场外实地综合验证区布局示意图

### 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"> <li>1) 主处理器: STM32F4、STM32F7、STM32H7</li> <li>2) 协处理器: STM32F100</li> <li>3) IMU 配备 MPU9250、MPU6000惯性传感器, 内置磁力计和 MS5611气压计</li> <li>4) CAN 协议接口2X2</li> <li>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</li> <li>6) 内置 DWM1000动态超带宽室内定位芯片</li> </ol> <p>(2) 内置机载计算机</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) CPU: 64位 ARM, 四核, 主频不低于1GHz</li> <li>2) ROM: 2GB 64位 LPDDR4 25.6GB/s</li> <li>3) RAM: 8GB eMMC 5.1闪存+8GB SDA 工业闪存</li> <li>4) 网络: 10/100/1000M 自适应</li> <li>5) 视频编码: ≥2160p@30 (H.264/H.25)</li> </ol> <p>(3) 内置5G模块</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 模组: EC2000-CH-T</li> <li>2) 支持系统: Linux</li> <li>3) 数据接口: USB/UART</li> <li>4) 电源输入: 5V, 最大工作电流1.5A</li> <li>5) 支持频段: 5G NR, 4G LTE</li> <li>6) 卡槽类型: Nano-SIM</li> </ol>

			<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	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 自带电机驱动板、直流电机（带编码器）</li> <li>(2) 额定输入电压：DC 12V/24V</li> <li>(3) 每路额定输出电流：<math>\geq 3\text{A}</math></li> <li>(4) 额定输出总功率：<math>160\text{W} \pm 0.1\text{W}</math>（12V 供电）</li> <li>(5) 控制信号电压：3~5V</li> <li>(6) 输出通道数：<math>\geq 4</math>通道</li> </ul>
8	控制接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>(7) 四路 A/B 编码器检测通道</li> <li>(8) 电池电压检测</li> <li>(9) 地磁接口</li> <li>(10) 两路2*17I/O 接口</li> <li>(11) 无线通讯模块接口</li> <li>(12) 扩展驱动接口</li> <li>(13) 5V/5A 输出接口</li> <li>(14) 甲板检测接口</li> <li>(15) 1RGB 灯接口</li> <li>(16) 三路电机驱动接口</li> <li>(17) 两路串口（一路用于 Linux；一路用于 gps）</li> <li>(18) 压力传感接口</li> <li>(19) 两路扬声器输出接口</li> </ul>

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"> <li>(2) 深度快门类型：全局快门，3 μm×3 μm 像素大小</li> <li>(3) 深度技术：主动 IR 立体</li> <li>(4) 最小深度距离 (Min-Z)：0.4米</li> <li>(5) 最大范围：最大20米</li> <li>(6) 深度视场 (FOV)：86° ×57° (±3° )</li> <li>(7) 深度输出分辨率：最高1280*720</li> <li>(8) 深度帧率：最快90帧/秒</li> <li>(9) RGB 传感器技术：全局快门</li> <li>(10) RGB 传感器 FOV(H×V)：86° *57° (±3° )RGB</li> <li>(11) 传感器分辨率：最大1280*800</li> <li>(12) RGB 帧速率：最大90帧/秒</li> <li>(9) 接口：USB-C3.1</li> </ul>
--	-----	---

#### 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"> <li>(1) 综合描述： <ul style="list-style-type: none"> <li>产品名称：UWB 室内定位系统</li> <li>工作温度：0~45° C</li> <li>额定功耗：3W</li> <li>工作电压：DC5V</li> <li>环境湿度：小于 90%</li> </ul> </li> <li>(2) 定位精度： <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 水平测距精度：0.1米；</li> <li>2) 水平定位精度（4基站）：0.15M CEP</li> </ul> </li> <li>(3) 全模式速度精度：0.1m/s</li> <li>(4) 启动时间： <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 冷启动时间：5s</li> <li>2) 热启动时间：2s</li> <li>3) 重新捕获：1s</li> </ul> </li> <li>(5) 内置 Flash</li> <li>(6) 通讯协议： <ul style="list-style-type: none"> <li>1) NMEA-0183 伪 GPS 数据输出：支持</li> <li>2) 支持协议：LJlinkTrack - ROS</li> <li>3) 基站标定时间：≤8s</li> <li>4) 波特率：115200bps</li> </ul> </li> <li>(7) 接口及指示灯：</li> </ul>

	<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：<math>\geq 10\text{hz}</math></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：<math>\leq 10\text{s}</math></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：<math>-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}</math></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"> <li>(1) 操作系统: Windows10 x 64</li> <li>(2) 整合调参助手与地面站功能</li> <li>(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</li> <li>(4) 可实现自动起降, 指点飞行, 航线规划等功能</li> <li>(5) 航线规划适配植保、航测、航拍等多种任务</li> <li>(6) 支持触屏操作</li> <li>(7) 支持脱机规划</li> <li>(8) 支持多机航线执行</li> <li>(9) 支持多机编队飞行</li> </ul>
4	仿真软件	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 操作系统: Windows10 x 64</li> <li>(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</li> <li>(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</li> <li>(4) 可对无人机避障环绕进行仿真</li> <li>(5) 可对无人机仿地进行仿真</li> <li>(6) 可对无人机空中抓取、投放等执行动作进行仿真</li> <li>(7) 可对无人车、无人车协同任务、模拟充电进行仿真</li> <li>(8) 具备大赛完整任务全流程全系统在环仿真功能</li> <li>(9) 可对因设备装调不合格而产生的故障进行仿真</li> <li>(10) 具备逼真的三维仿真场景, 具备良好的展示效果</li> <li>(11) 具备无人机系统软件在环仿真功能</li> <li>(12) 具备无人机系统硬件在环仿真功能</li> <li>(13) 具备可扩展性, 预留标准接口, 支持接入外部干扰模型</li> </ul>

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

## 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。