



2026

金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

无人机系统开发与应用

BRICS-FS-14

技术规程(国际总决赛)

2026 年 09 月(修正版)



目 录

1 赛项简介	2
1.1 赛项基本信息	2
1.2 赛项简要描述	2
2 技能标准	3
2.1 技能标准的一般说明	3
2.2 技能标准	3
3. 竞赛内容	7
3.1 常见注意事项	7
3.2 竞赛赛题格式/框架	8
3.3 竞赛赛题时间分配及分值权重	8
3.4 各模块竞赛内容及要求	9
4 评分方案	12
4.1 评分方法	12
4.2 评分规则	12
4.3 评测依据	12
5 技能管理与沟通	13
5.1 专家组	13
5.2 沟通讨论	13
6. 竞赛材料和设备	13
6.1 基础设施列表	13
6.2 竞赛设备清单	14
6.3 在技能区域内禁止使用的材料和设备	39
7 竞赛试题	39
8 申诉与仲裁	40
9 竞赛须知	40
10 竞赛表彰	41
11 违规处理规定	43

1 赛项简介

1.1 赛项基本信息

赛事名称：2026 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

赛项名称：无人机系统开发与应用

赛项编号：BRICS-FS-14

赛制（人/选手）：2人

赛事类型：国际级（国际总决赛）

1.2 赛项简要描述

2026 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）无人机系统开发与应用赛项是基于理论知识竞赛、无人机虚拟仿真、无人机组装调试、无人机检测维修、无人机智能开发、无人机场景应用等部分组成，选手需要通过组装无人机、无人机二次开发等完成考核，无人机系统开发与应用赛项是双人赛。

无人机系统开发与应用参赛人员需要具备以下的工作技能：

（1）能理解常见无人机的结构和基本工作原理，能熟练掌握无人机系统开发与应用相关理论知识与操作规范。

（2）能理解无人机装调技术应用相关专业知识与技能，能够根据赛场竞赛设备与提供的无人机配件选出一套可以稳定飞行的无人机，并进行飞行测试。

（3）能够根据赛场提供的场地完成典型场景应用任务及设备完成无人机物资超视距配送。

（4）能通过 Python 语言完成基础编程任务。

（5）能根据载重、航程、气象条件优化飞行路线，保障任务安全高效。

（6）在多人协作任务中清晰表达技术方案，合理分工并高效执行。

2 技能标准

2.1 技能标准的一般说明

技能标准规定了知识、理解和特定技能，这些技能是国际上在技术和职业表现方面的最佳实践。它将反映全球对相关工作角色或职业在工业和企业中代表什么的全球共识。

技能竞赛旨在反映该技能标准所描述的国际最佳实践，以及它所能达到的程度。因此，该标准是技能竞赛所需培训和准备的指南。

该标准分为不同的带有标题和参考编号的部分。

每个部分被分配总分的百分比，以表明其在标准中的相对重要性。这通常被称为“权重”。所有百分比的总和分值为 100。权重决定在评分标准中分值的分配。

通过竞赛赛题，评分方案只对标准中列举的技能进行评测。他们将在技能竞赛的约束下尽可能全面地反映标准。

评分方案将在实际可能的范围内按照标准中分配的分值进行。允许有 5% 的变动，但不得改变标准规范分配的权重。

2.2 技能标准

部分		相对重要性 (%)
1	工作组织与管理	5
	选手需要了解和理解： – 安全工作执行的原则和方法； – 环境 and 安全原则及其在工作间良好内务管理中的应用；	

2026 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能和技术挑战赛）

	– 工作组织、控制和管理的原则和方法； – 沟通与合作原则； – 个人和他人单独或集体的角色、责任和义务的范围和限制； – 规划活动时需遵循的参数； – 时间管理的原则和技术。	
	选手应能够： – 准备并维护一个安全、整洁、高效的工作区域； – 为手头的任务做好准备，包括充分考虑 OHS； – 安排工作，以最大限度地提高效率和减少进度中断； – 应用（或超过）与环境、设备和材料相关的 OSH 标准； – 将工作区域恢复到适当的状态； – 提供并接受反馈和支持。	
2	沟通技能	10
	选手需要了解和理解： – 各竞赛任务时间要求 – 大赛文档结构与内容； – 大赛竞赛安排与评分规则；	
	选手应能够： – 理解任务； – 强调项目的积极性质是有益的。 – 阐明并保护您的设计决策； – 明确表达想法； – 遵守时间； – 遵守比赛规则。	
3	理论知识竞赛	10
	选手需要了解和理解： – 无人机平台的系统结构； – 无人机平台的主要功能； – 无人机常见场景应用基础知识； – 无人机飞行操控原理； – 无人机飞行安全操作； – 无人机自主飞行作业相关参数设置知识； – 无人机控制及通讯知识；	
	选手应能够： – 完成理论考核平台上的理论考试试题；	

	– 正确作答无人机系统结构相关试题； – 正确作答常见场景应用基础知识相关试题； – 完成无人机飞行安全操作考试试题；	
4	虚拟仿真飞行	10
	选手需要了解和理解： – 理解虚拟环境中的物理引擎（如重力、惯性、风速模拟）与真实飞行的异同，知道软件中的视角切换（第一视角FPV/第三视角）对操控的影响。 – 熟悉遥控器的美国手（Mode 2，左手油门）或日本手（Mode 1）模式，清楚摇杆、微调、开关在软件中的对应通道，能校准摇杆中立位。 – 理解屏幕上的图像与无人机实际位置的关系，掌握FPV视角下“视线方向即机头方向”的操控逻辑。 – 理解计时从何时开始（如第一圈过起点门或解锁起飞），到何时结束（最后一圈过终点门或降落），以及罚时如何折算进总成绩。 – 理解“最短路径”与“稳定通过”的平衡点，知道在哪些障碍前必须减速，哪些障碍可以利用弧线切弯。	
	选手应能够： – 独立在有限时间内完成遥控器与仿真软件的连接、校准，并确认所有通道响应正确。 – 能在起飞前通过悬停测试判断虚拟无人机的重心、动力是否正常，必要时调整软件中的感度或曲线。正确作答常见场景应用基础知识相关试题； – 能够以适当的速度（非冲撞速度）从规定方向穿过圆圈，且飞行器几何中心穿过圈心，不触碰圈边。 – 能根据自身水平选择合理速度——在保证不罚分的前提下，高速段与低速段衔接流畅，无急停急起现象。	
5	无人机组装调试	25
	选手需要了解和理解： – 无人机平台的系统结构； – 无人机各子系统的工作原理； – 多旋翼无人机飞行平台架构； – 无人机焊接技术、无人机部件固定知识； – 无人机组装调试流程； – 无人机组装调试注意事项； – 无人机飞控参数调试知识； – 遥控器参数调试只是；	

	- 无人机飞行测试相关知识与注意事项； - 无人机视距内飞行操控的技巧； - 无人机应用负载工作原理；	
	选手应能够： - 熟悉认知无人机系统参数的含义； - 使用无人机组装调试工具将无人机相关部件进行装配； - 检查无人机组装的规范性与正确性； - 使用飞控调试软件进行无人机飞控参数调试； - 无人机应用负载调试；	
5	无人机检测维修	10
	选手需要了解和理解： - 了解无人机常见故障类型； - 了解常用故障检测工具； - 了解无人机检修流程； - 无人机常见故障产生问题的原因； - 具备安全操作规范常识； - 了解无人机系统的构造；	
	选手应能够： - 熟练使用检测工具，完成故障检测； - 根据每个零部件运行的原理，进行故障分析； - 根据已无人机的现象完成故障位置的准确判断； - 完成无人机系统的整体故障排除，并且成功解锁；	
6	无人机系统开发	20
	选手需要了解和理解： - 了解轻型无人机性能； - 无人机拍摄技巧； - 无人机救援流程； - 无人机应用负载的操作； - Python语言； - Linux、WINDOWS系统操作； - 编程常用命令代码；	
	选手应能够： - 熟练操控轻型无人机； - 操控无人机完成巡检任务； - 操控无人机完成超视距飞行； - 图形特征标注； - 模型训练；	

	– AI 自动识别；	
7	无人机场景应用	10
	选手需要了解和理解： – 认知各类环境因素对飞行器飞行状态的影响，能够识别不同作业场景中的潜在环境风险。 – 牢固树立安全优先原则，明晰安全>任务完成度>时效的处置优先级，掌握任务中止、放弃执行的判定条件，保障飞行器运行安全。 – 了解不同摄像设备的特点、技术参数和应用场景。 – 掌握 GPS 定位、视觉定位、惯性导航（IMU）等导航方式的适用范围与固有局限，具备弱 GPS 环境下依托视觉定位或手动操控实现飞行器位置保持的能力。 – 如搭载机械臂、抛投器、喊话器等任务载荷，需掌握载荷的触发控制方式、响应时延特性及安全操作规范。 – 预判飞行过程中可能发生的各类突发故障与异常工况，熟练掌握各类突发事件对应的标准化应急处置流程。 选手应能够： – 在任务开始前的准备时间内，能够通过目视或软件预览，识别出场景中的关键元素——起飞点、任务目标区、障碍物分布、潜在风险点。 – 根据场景特点，在自稳模式、定高模式、GPS 模式之间做正确选择。 – 在场景中出现模拟天气变化（如突然起风）或光照变化时，能及时调整飞行姿态和速度，保持任务连续性。 – 在 FPV 视角下，能够通过云台俯仰控制或飞行器姿态调整，将目标物始终保持在画面中央，并完成拍照、识别或跟踪动作。 – 能够完全理解执行的任务并正确的表达。 – 在整个任务过程中，始终保持飞行器在视距内（或画面内），不飞出设定的安全边界，不进入人员站立区或禁飞区域。	

3. 竞赛内容

3.1 常见注意事项

无论是单个模块或者是一系列独立的或相关联的模块，竞赛赛题可以对标准（Skill Specification）中定义的知识、技能和行为的应用情况进行评测。

结合评分方案，竞赛赛题的目的是为针对标准的评测和评分提供全面的、均衡的及真实的机会。竞赛赛题和评分方案与标准之间的关系将是质量的一个关键指标，就如同标准和实际工作表现的关系一样。

竞赛赛题不包括标准以外的方面，也不影响标准内评分的平衡。

竞赛赛题对知识和理解的评测，仅通过实际工作中对其应用而进行的。

3.2 竞赛赛题格式/框架

竞赛赛题由六个模块组成：

模块一：理论知识竞赛

模块二：虚拟仿真飞行

模块三：无人机组装调试

模块四：无人机检测维修

模块五：无人机系统开发

模块六：无人机场景应用

3.3 竞赛赛题时间分配及分值权重

模块	时长（min）	分值权重（%）
模块一：理论知识竞赛	30	10
模块二：虚拟仿真飞行	20	10
模块三：无人机组装调试	120	30
模块四：无人机检测维修	40	15
模块五：无人机系统开发	120	25

模块	时长（min）	分值权重（%）
模块六：无人机场景应用	30	10
合计	360	100

3.4 各模块竞赛内容及要求

竞赛内容涵盖无人机理论及职业能力、无人机选型与组装调试、智能无人机物资配送等内容，综合考查参赛选手无人机系统开发与应用应用与行业应用综合能力。

模块一理论知识竞赛：是以无人机系统结构、无人机安全飞行、无人机飞行原理、无人机任务规划、无人机组装调试等内容为考核重点；

模块二虚拟仿真飞行：要求选手通过遥控器在虚拟仿真环境中完成规定的飞行任务，综合考核其飞行操控技能、操作规范性与任务完成效率；

模块三无人机组装调试：是以无人机系统结构、无人机安全飞行、无人机飞行原理、无人机任务规划、无人机组装调试等内容为考核重点；

模块四无人机检测维修：针对无人机系统出现的故障进行分析、判断、检修，完成最终故障解除；

模块五无人机系统开发：是以轻型智能无人机为平台，搭载任务载荷设备完成智能 AI 巡检任务；

模块六无人机场景应用：要求选手在根据给定的任务场景操控无人机完成多项作业目标，综合考核其任务规划、精准操控、载荷操作与安全规范的综合应用能力。

模块编号	模块名称	主要竞赛范围/内容
一	理论知识竞赛	1. 在线上考试平台完成随机抽取的 100 道选择题组成的试卷； 2. 遵守线上理论考试规则；
二	虚拟仿真飞行	1. 基础飞行操控：考核选手对无人机起飞、悬停、定点降落、姿态保持等基础操控能力的掌握程度，要求飞行轨迹平稳、位置控制精准。 2. 障碍穿越与竞速：在规定赛道上完成钻圈、绕桩、穿门等系列障碍物的连续穿越，以完成时间、碰触次数和路线规范性作为核心评判指标。 3. 操作规范与安全意识：评估选手在飞行过程中对安全边界、高度限制、设备校准、应急处置等操作规范的遵守情况，确保飞行全程符合安全要求。
三	无人机组装调试	1 使用无人机组装调试工具对无人机各子系统进行装配； 2. 检查无人机组装的规范性与正确性； 3. 使用飞控调试软件进行无人机飞控参数调试； 4. 进行飞控参数调整 5. 调试完成后进行无人机飞行稳定性测试 6. 对任务载荷进行装配并且调试；
四	无人机检测维	1. 通过专业知识参考无人机故障现象判断

	修	无人机故障； 2. 使用检测工具对无人机进行故障检测； 3. 确定无人机故障的准确位置；
五	无人机系统开发	1. 素材筛选与标注； 2. 进行机载计算机开发模型训练任务； 3. 模型信任度验证； 4. 进行智能 Ai 巡检任务；
六	无人机场景应用	1. 任务规划与执行能力：考核选手在给定场景（如物流配送、应急救援、巡检侦察等）下，自主规划飞行路径、制定作业策略并有序完成多环节任务的能力。 2. 精准作业与载荷操作：评估选手在目标悬停、定点投放、目标识别与拍摄、航线扫描等具体作业任务中的精准度、稳定性和操作熟练度。 3. 环境适应与安全规范：考察选手在复杂环境（室内/室外、GPS 信号变化、障碍物干扰等）中的应变能力，以及对安全边界、应急处置、设备检查等全流程规范的遵守情况。

3.5 竞赛赛题改动

正式比赛前，竞赛赛题会进行约 30%的改动。

4 评分方案

4.1 评分方法

本次竞赛评分由裁判组线下现场完成评分。如果选手在比赛过程中存在作弊或其他违规行为，裁判员将根据选手的违规情况进行处理，情节严重者取消成绩。

4.2 评分规则

1. 总成绩高者名次在前；
2. 总成绩相同者，按照模块五、模块三、模块四、模块六、模块二、模块一的次序，模块成绩高者名次在前，各模块内容详见本文 3.4。

按以上两项规则无法排出先后时，累计比赛用时短者名次在前。

4.3 评测依据

在赛项设计过程中，将通过评分方案和竞赛赛题来决定标准和评测方法的选择。

评测依据，包括但不限于：

- 无人机行业基础知识与操作安全知识
- 无人机飞行操控正确性与规范性
- 无人机系统选型的操作规范
- 无人机系统参数的含义
- 无人机动力测试平台的使用技巧
- 无人机组装调试步骤规范与正确性
- 无人机飞行参数设置的合理性与无人机飞行测试的稳定性
- 无人机物资投放基础知识与操作安全规范

- 无人机超视距飞行技巧
- AI 模型训练信任度
- 无人机智能识别的能力
- 各竞赛赛题完成时间

5 技能管理与沟通

5.1 专家组

技能专家组由首席专家、副首席专家和专家成员组成，负责共同进一步修订本赛项相关技术文件等。

5.2 沟通讨论

比赛前有关报名参赛、软硬件准备、考试环境部署等相关疑问，参赛方可进入无人机系统开发与应用赛项相关沟通交流群进行沟通讨论。本赛项的训练交流，比赛前，比赛中以及比赛后交流等也可通过官方交流群进行。

线上交流将主要使用即时通讯工具（QQ/微信/Telgram 等）进行。

6. 竞赛材料和设备

6.1 基础设施列表

基础设施清单详细列出了参赛方需准备的所有设备和设施，见“2026 金砖国家职业技能大赛线下竞赛无人机系统开发与应用基础设施清单”。

6.2 竞赛设备清单

6.2.1 技术平台

序号	平台名称	数量	备注
1	天翼/TY-Basis400-HVE	1	
2	TY-ODM-S	1	
3	机载计算机终端	1	
4	云台负载	1	
5	典型场景应用平台	1	
6	天翼/TY-Tracker Test	1	
7	天翼/TY-ContestEDU-IAM450	1	
8	天翼/棱境低空教育资源共享平台	1	
9	天翼/TY-AdvancedSIM（含遥控）	1	
10	天翼/TY-Tool	1	

6.2.2 规格参数

序号	平台名称	规格参数
1	天翼 /TY-Basis400-HVE	1. 要求提供三种机架布局机型，分别为“十”字型，“X”型和“H”型， 2. 每种机架布局的中心板部件，要能够满足三种机型装配使用； 3. 平台要求提供五种不同规格电机；且每种不同规格电机 4 颗；总数 20 颗； 4. 电调规格类型包含三种，分别为 20A、30A、40A，每种 4 条，总数 12 条； 5. 桨叶规格包含 4 种，材质为塑料，每种规格两对，总数 8 对； 6. 电池规格：4S，容量$\geq 5000\text{mah}$，放电倍率$\geq 30\text{C}$，

		数量 3 块； 7. 飞行控制器：要求支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式； 8. 飞行控制器要求内部集成蜂鸣器，免于外接蜂鸣器模块，FLASH 存储$\geq 8\text{MB}$，供电范围 $4.8\sim 5.5\text{V}$； 9. 飞行控制器内部要求集成蜂鸣器传感器模块、空速传感器模块、磁罗盘传感器模块、气压高度计模块、磁罗盘与加速度计模块、陀螺传感器模块、陀螺与加速度计传感器模块、CAN 总线模块、声音报警模块、七彩指示灯模块、低压差供电模块、飞行数据存储模块、电平转换模块、参数存储模块、主控制器模块、输入输出控制器模块等； 10. 飞行控制器外设串口包含数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口、TFMINI 串口等； 11. 飞行控制器采用高性能 STM32H743VIT6 处理器，主频$\geq 480\text{MHz}$，带有双精度浮点硬件处理器，飞控系统要求具备：磁罗盘异常修正，单参数调节，多传感器融合，超快速二次开发等功能； 12. 遥控器工作频率：$2400\text{MHz}\sim 2483.5\text{MHz}$；通道数 8 个；支持宽电压输入；要求支持 SUS.PWM 信号输出，系统功耗不得 80mA；传输速率 38kbps；遥控系统具备信号发射指示灯，调制模式支持 GFSK 模式；且遥控器具备三段开关 1 个，二段开关 1 个； 13. 充电器：要求支持输入交流 $100\sim 240\text{V}$，可满足 LiPo、LiHV、LiFe 电池充电，充电平衡精度$<0.005\text{V}$，同时支持放电功能；
2	TY-ODM-S	1. 机械爪 材质：硬质铝合金； 结构：抓取机构； 重量：$\leq 45\text{g}$（不含舵机）； 支持控制方式：PWM；

		最大可运载物品尺寸：90mm。 2. 抛投器 材质：硬质铝合金； 结构：投放机构； 重量：≤80g（不含舵机）； 支持控制方式：PWM； 支持挂载重量：4~6kg。 3. 航拍模块 轴数：三轴云台 云台机械角度：俯仰：-135° 至+45° 航向：-135° 至+135° 横滚：-45° 至+45° 供电范围：12~18V 支持控制方式：sbus、pwm 分辨率：不低于 1080p 帧率：不低于 60fps 4. 远程通讯模块 工作频段：890-915MHz 发射功率：≥160mW 5. TFMINI 模块 测量范围：0.1m~12m@90%反射率 0.1~7m@10%反射率 0.1m~12m@90%反射率(70Klux) 0.1~7m@10%反射率(70Klux) 准确度：±6cm@(0.1-6m) ±1%@(6m-12m) 帧率：1-10000Hz(默认 100Hz) 抗环境光能力：70Klux 工作温度：0℃-60℃ 6. 超声波雷达模块 工作电压：DC 2.4V~5.5V 静态电流：2mA 工作温度：-20° ~+70°
--	--	--

		输出方式：电平或 UART（跳线帽选择） 感应角度：小于 15° 探测距离：2cm-450cm 探测精度：0.3cm+1% 7. 光流模块 有效距离：0cm-700cm 速度范围：0-500cm/s 8. OpenMV 以 STM32H743ViT6 为核心，集成了 OV7725 摄像头芯片（OV7725 支持多种不同分辨率图像的输出生，包括 VGA（640x480）、QVGA（320x240）），在小巧的硬件模块上，用 C 语言高效地实现了核心机器视觉算法，提供 Python 编程接口。
3	机载计算机终端	1. 供电电压：24v-5v 2. 供电接口：typec 3. CPU：不低于 8 核 64 位处理器，不少于 4 个 Cortex-A76 + 4 个 Cortex-A55，集成独立 NEON 协处理器；Cortex-A76 主频 2.4GHz，Cortex-A55 主频 1.8GHz 4. GPU：不低于集成 ARM Mali-G610，内置 3D GPU，兼容 OpenGL ES 1.1 / 2.0 / 3.2、OpenCL 2.2 和 Vulkan 1.2 5. NPU：内嵌 NPU，支持 INT4 / INT8 / INT16 / FP16 混合运算，算力最高不低于 6TOPS 6. 存储：不低于 128GB 7. USB：不少于 2 × USB 3.0，2 × USB 2.0 8. 视频输出 / 输入：不少于 1 × HDMI 2.1 输出，最高支持 8K@60FPS；1 × HDMI 2.0 输入，最高支持 4K@60FPS；1 × MIPI DSI TX 4 Lane 9. 以太网：不少于 1 × PCIe 2.5G LAN，芯片为

		RTL8125BG
4	云台负载	1. 整机重量：≤800g； 2. 长焦相机传感器≥1/2 " CMOS，有效像素≥4800万，光学变焦≥25 倍； 3. 广角可见光相机传感器 1/1.32 " CMOS，有效像素≥4800 万 4. 红外热成像分辨率：≥640×512； 5. 测温方式支持中心测温/指点测温，矩形框测温 6. 检验设备支持低温模式：-20° C~+150° C(默认)，高温模式：0° C~+550° C 7. 激光测距仪测量范围≥1400m，测量精度<400m 精度≤1 米；>400m 距离，精度≤ ±0.4% 8. 变焦相机和广角相机录像分辨率不小于 3840*2160，帧率不低于 25 帧/秒，支持 H.264 和 H265 视频压缩标准； 9. 长焦和广角最大图像分辨率应≥8000*6000 10. 检验设备符合工作温度为-20℃至+55° ℃；
5	典型场景应用平台	飞行平台 1. 净重： ≥4.1kg（不含电池）；≥7.4kg（含电池） 2. 毛重 ≥24kg（发货） 3. 包装盒尺寸： ≥830mm×550mm×420mm（长×宽×高） 4. 航空箱尺寸： ≥810mm×540mm×405mm（长×宽×高） 5. 最大起飞重量： ≥10.4kg（带 3kg 负载） 6. 飞行器等级： 小型 7. 对称电机轴距： ≥905mm 8. 展开尺寸： ≥1260mm×1135mm×429.6mm（长×宽×高）（含桨叶）； 9. 收纳尺寸： ≥447mm×483mm×429.6mm（长×

	宽×高）（含桨叶）； 10. 最大负载： $\geq 3\text{kg}$ 11. 悬停精度： 垂直$\pm 0.5\text{m}$，水平$\pm 1.5\text{m}$（仅GPS）；垂直$\pm 0.1\text{m}$，水平 $\pm 0.1\text{m}$（GPS+视觉） 12. 最大飞行时间： $\geq 55\text{min}$@空载；$\geq 42\text{min}$@标载；$\geq 30\text{min}$@最大负载 13. 最大上升速度： $\geq 6\text{m/s}$ 14. 最大下降速度： $\geq 5\text{m/s}$ 15. 最大水平飞行速度： $\geq 25\text{m/s}$ 16. 最大俯仰角： $\geq 35^\circ$ 17. 最大飞行可承受风速： $\leq 12\text{m/s}$ 18. 存储容量： 16GB（默认自带） 19. GNSS： GPS/北斗/GLONASS 20. 防护等级： $\geq \text{IP55}$ 21. 工作温度： $-20^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ 22. 储存温度： $-30^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$ 23. 最大飞行海拔： $\leq 5000\text{m}$ 24. 工作湿度： $\leq 95\%\text{RH}$（无凝结） 飞行器图传 1. 工作频率： 1) 1.4G: 1430MHz~1444MHz; 2) 2.4G: 2400MHz~ 2480MHz; 3) 5.1G: 5150MHz~ 5250MHz; 4) 5.8G: 5725MHz~5850MHz 2. 最大传输距离： 1) 典型城市市区：5km@1080P&1Mbps; 2) 空旷无干扰环境+标配天线：10km@1080P&1Mbps; 3) 空旷无干扰环境+ 大天线：15km@1080P&1Mbps 3. 发射功率： 1) 1.4G: 1430MHz~1444MHz@27dBm max; 2) 2.4G: 2400MHz~2480MHz@25dBm max; 3) 5.1G: 5150MHz~ 5250MHz@25dBm max; 4) 5.8G: 5725MHz~ 5850MHz@27dBm max 4. 最大下载速率： $\geq 50\text{Mbps}$
--	--

6	天翼/TY-Tracker Test	精确操控载荷模块 1. 天空端（模块）：外形尺寸$\geq 103\text{mm} \times 66\text{mm} \times 27\text{mm}$；重量$\geq 187\text{g}$； 2. 地面端（模块）：尺寸$\geq 103\text{mm} \times 66\text{mm} \times 27\text{mm}$；重量$\geq 183.5\text{g}$； 3. 支持工作环境温度：$-40^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$； 4. 供电电压支持：$7\text{V} \sim 28\text{V}$；系统功耗：（天空端）$\geq 3\text{W}$；地面端$\geq 3\text{W}$； 5. 灵敏度：追踪&导航：$-167\text{dBm}$；冷启动 -148dBm；热启动 -157dBm；重新捕获 -160dBm； 6. 通讯链路：数据链路支持双路 LoRa 扩频；载波频率在 $2.4 \sim 2.5\text{GHz}$ 之间； 7. 导航惯性单元（天空端）内置高精度六轴加速度计、内置高精度双气压计、内置抗干扰磁罗盘、 8. 接口类型：天空端：XT60 接口；地面基站端：USB 接口； 9. 导航刷新率$\leq 10\text{Hz}$； 10. RTK 定位精度：水平：$0.01\text{m} + 1\text{ppm (RMS)}$；垂直：$2\text{ cm} + 1\text{ ppm(RMS)}$； 11. 电子考评系统配套 APP 软件要求支持在 Android 手机端、Android 平板电脑端上使用； 12. 考试及训练过程要求支持语音播报提示功能； 13. 联网更新功能要求：测试软件支持在线升级、内置考试标准可联网同步； 14. 考试标准：至少可自定义考试标准、设置重考次数等； 15. 学员管理功能：至少支持学员信息管理功能，并支持将学员学习记录通过 APP 软件发送给学员； 16. 显示当前训练项目的实时数据（飞行轨迹），至少包括航向角偏移量、高度偏移量、位置偏移量、飞行速度、飞行高度等，实时标记训练中的错误位置点及错误信息，结合统计数据，教员可对学员进
---	-----------------------	---

		行针对性指导，快速提高操控水平。
7	天翼 /TY-ContestEDU-IAM4 50	一、产品总体要求 1、整体规格要求：$\geq 1600\text{mm} \times 850\text{mm} \times 1500\text{mm}$（长*宽*高）； 2、设备主体配置四层抽屉式储物间及对开储物隔间，整体材料采用型材加钣金组成，表面采用阳极氧化，台体配置可折叠拓展桌面长*宽：$\geq 598\text{mm} \times 816\text{mm}$；并配置 USB 插板、十孔插座、按钮盒、指示灯、电控箱及可升降监控系统（摄像头采用不低于 200 万红外定焦海螺半球网络摄像机）。 3、设备要求由实训台台架、无人机组装调试模块、飞行测试模块、无人机参数配置模块、无人机维修定损考核系统、工具模块等部分组成。满足无人机组装与调试、无人机检修、无人机飞行测试等需求。 二、平台结构与组成要求 （一）无人机组装调试模块 1、要求提供三种机架布局机型，分别为“十”字型，“X”型和“H”型； 2、要求每种机架布局的中心板部件，能够满足三种机型装配使用； 3、平台要求提供五种不同规格电机；且每种不同规格电机 4 颗； 4、电调规格类型不少于三种，且要求分别包含 20A、30A、40A，每种不少于 4 条，总数不少于 12 条； 5、桨叶规格不少于 4 种，材质要求为塑料，每种规格不少于两对，总数不少于 8 对； 6、电池规格：4S，容量$\geq 5000\text{mah}$，放电倍率$\geq 30\text{C}$，数量不少于 3 块； 7、飞行控制器：支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式； 8、飞行控制器内部集成蜂鸣器，免于外接蜂鸣器模块，FLASH 存储$\geq 8\text{MB}$，供电范围 4.8~5.5V；

	9、飞行控制器内部集成要求包含蜂鸣器传感器模块、空速传感器模块、磁罗盘传感器模块、气压高度计模块、磁罗盘与加速度计模块、陀螺传感器模块、陀螺与加速度计传感器模块、CAN 总线模块、声音报警模块、七彩指示灯模块、低压差供电模块、飞行数据存储模块、电平转换模块、参数存储模块、主控制器模块、输入输出控制器模块等； 10、飞行控制器外设串口要求包含数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口、TFMINI 串口等； 11、飞行控制器要求采用高性能 STM32H743VIT6 处理器或同等性能及其以上性能产品，主频不低于 480Mhz，带有双精度浮点硬件处理器，飞控系统要求具备：磁罗盘异常修正，单参数调节，多传感器融合，二次开发等功能； 12、遥控器工作频率：2400MHz~2483.5MHz；通道数不少于 12 个；支持宽电压输入；支持 SBUS、PWM 信号输出；传输速率≥38kbps；遥控系统具备信号发射指示灯，调制模式支持 GFSK 模式；且遥控器具备三段开关不少于 1 个，二段开关不少于 1 个； 13、充电器：支持输入交流 100-240V，可满足 LiPo、LiHV、LiFe 电池充电，充电平衡精度<0.005V，同时支持放电功能。 （二）工具模块 要求配套各个型号的内六角工具套装、尖嘴钳、剥线钳等工具，为无人机拆装、维修等实训任务提供支持。工具类型要求包含水平仪、万用表、测电器、试电笔、卷尺、直头镊子、弯头镊子、1.5m 内六角螺丝刀、2.0m 内六角螺丝刀、2.5m 内六角螺丝刀、3.0m 内六角螺丝刀、3.0 十字螺丝刀、3.0 一字螺丝刀、0*75mm 十字螺丝刀、M8 套筒螺丝刀、M5.5 套筒螺丝刀、美工刀、平口锉刀、水口钳、尖嘴剥线钳、电机固定钳、电烙铁套装、吸锡器、香蕉头焊台、焊锡丝、松香、助焊膏、热风枪、USB
--	---

	伸缩数据线、螺丝胶、热熔胶枪。 （三）无人机飞行测试模块 1、飞行测试模块要求包含一台四旋翼无人机、配备飞行升降装置、飞行测试笼，能够满足学生针对无人机进行前倾、后倾、左倾、右倾姿态验证，确保飞行调试过程中的安全。 2、安全防护笼尺寸：长*宽*高 800mm*800mm*700mm（±20mm）；整体围栏材料采用铝型材材料，网面采用镀锌丝喷塑网片，底座采用钢板底座，防护笼设置不少于 2 面金属合页式门。 3、无人机飞行验证装置要求由定制化铝件组成，固定在桌面上并与无人机底部进行连接，无人机飞行验证时能够上升≥5.5cm，当无人机上升后要求能够进行前倾、后倾、左倾、右倾姿态验证。 4、四旋翼检修无人机具体参数要求如下： 1) 机架布局为“X”，机身轴距≥450mm； 2) 机身材料：要求碳纤维和航空铝；配备 ABS 塑料可拆卸壳体； 3) 工作环境温度支持范围：-10~40℃； 4) 无刷电机规格：定子直径≥23mm；高度≥12mm；KV 值：≥1100KV，且带正反牙螺纹； 5) 桨叶材质：塑料； 6) 下中心板工作电源：2S 锂电池，容量：≥600mAh； 7) 每根机臂上具备≥10 个检测点； 8) 下中心板具有独立供电功能，电池具备自动充电接口，具备保护功能开关； 9) 主控制芯片：采用 ESP32-D0WDQ6 或同等规格及以上； 10) 通信方式 / 协议：不低于 2.4G wifi/MQTT； 11) 下中心板要求具备电量检测及低电量指示功能； 12) 下中心板上要求具备设备状态指示：准备状态：
--	--

		绿色；正常工作状态：蓝色；错误状态：红色； 13) 下中心板要求支持远程无线自主升级功能； 14) 四旋翼检修无人机要求具备开放式检测点位并预留检测开口，包含信号接口、GPS、LED 灯、电调等检测点位； 15) 要求支持通过故障下发平台使用无线方式设置故障至四旋翼检修无人机上； （四）无人机维修定损考核平台 要求包含一套完整的维修定损考核系统，软件平台要求包含学生使用端及后台管理端，后台管理端包含题库管理、考试管理、人员管理、设备管理、系统管理等模块内容，平台具备考试模式和练习模式，学生能够通过平台进行故障检测及试卷答题，平台能够按照学生端提交答案进行评分及汇总等功能。 学生使用端要求： 1、在学生使用端登入页中，首次登录时，系统自动获取当前未绑定的飞机端设备列表，可选择飞机端设备与学生端进行绑定。当软件启动时，会自动检测四旋翼检修无人机设备是否在线；若不在线，则出现红色的异常提醒框，并无法登录学生端；若正常连通，则异常提醒框会消失，可正常登录学生端使用。 2、用户登录时，根据后台的设置，自动进入考试模式或练习模式。 3、当进入考试模式考试前，若该试卷设置了“主题图”或“考试须知”等信息，则在考试开始前，页面主体区会一直显示此内容。 4、在考试模式考试中，学生根据下发的试题进行答题，根据实际检查的故障进行故障项的选择。 ① 若学生提交的故障数未达到试卷设置的故障数量可进行多次提交，已提交的选项不可修改；若有命中正确答案，则系统自动下发对应的指令对飞
--	--	--

		机端实行故障清除； ② 当学生已选满选项时提交，则为“交卷”，交卷后，系统支持显示或不显示成绩，可在后台端设置； ③ 关闭考试结果弹窗后，学员端界面可显示批卷结果；后台端可自定义设置显示内容，是否显示批卷详细内容，或者是简单批卷结果。 ④ 若在考试倒计时结束时，学生仍未交卷，则系统会自动强制交卷。 5、在练习模式练习面板中，要求练习模式的答题形式与考试模式一致，但练习模式下没有倒计时，不会强制交卷；点击“开始答题”或“重新答题”，系统则会从试卷库中随机抽取一套练习卷下发。 6、在练习模式练习统计中，要求能够显示当前学生的训练次数、答题准确率、总得分，并可查看每次练习的答题详情，显示所有学生的练习排行榜。 后台管理端要求： 1、要求后台管理端包含考试管理、人员管理、设备管理、系统管理四大模块。 2、要求考试管理下拉列表中包含题库管理、考试管理、答题记录及文章管理。试卷管理可对预设试卷进行增删改查；设置试卷时，可对该试卷的试题答案进行设置，可选中指定的试卷进行下发；“考试时间”“发卷类型”“定时发卷”支持自定义设置。支持将该试卷下发到所有学生端（四旋翼检修无人机必须在线），或指定的学生端（四旋翼检修无人机必须在线）；考试场次中可查看所有的发卷记录；若该场次还未开考，则可对其进行编辑；若该场次正在考试中，或者已结束，则不允许修改，亦可临时组卷；答题记录中可查看所有人的答题记录，包含了考试模式和练习模式下的所有答题记录，可根据不同的条件进行筛选，点击指定的答题记录，可查看学生的答题详情。
--	--	---

	4、要求人员管理中包含管理员管理、学生管理、学生数据导入。管理员可添加、删除、修改后台管理员；为每个管理员授予不同的“角色”，以实现差异化功能授权；学生管理可在线添加、删除、修改学生人员数据；学生管理支持批量导入学生数据；下载系统中的 excel 模板，按照模板格式填写学生数据，将填好学生数据的 excel 拖到“文件上传框”中，可对 excel 中读取到的学生数据进行预览，确认无误的话，点击“导入”按钮即可完成批量学生数据导入。 5、要求设备管理包含学生端软件列表、故障分类、故障项管理。当学生端软件启动时学生端信息自动注册到系统中；学生端首次登录时，可选择与指定的四旋翼检修无人机设备进行绑定，同时将四旋翼检修无人机的信息自动注册到后台关联的学生端，方便管理人员对学生端和四旋翼检修无人机设备进行有效管理。 6、要求系统管理包含权限管理、系统配置、附件管理、个人资料界面设置，且权限管理还包含角色组管理、菜单规则管理、管理员日志管理。文章管理可在后台动态添加一些文章，用于学生端呈现。 （五）无人机参数配置模块 1、工业控制机： 1) 箱外观尺寸：$\geq 220\text{mm} \times 190\text{mm} \times 40\text{mm}$（长$\times$宽$\times$高）； 2) 处理器：不低于 4 代 I5 4200U； 3) 内存：$\geq 4\text{G}$； 4) 固态硬盘：$\geq 128\text{G}$； 5) 接口：不少于 HDDN/LAN*2/RS232*5/RS232(485)*1/USB*6/DC12V； 6) 开机按钮线：延长≥ 1.5 米； 7) 开机按钮：直径$\geq 19\text{mm}$；
--	--

		2、显示屏参数： 1) 显示屏尺寸：≥ 27 英寸； 2) 屏幕比例：16:9； 3) 屏幕分辨率：$\geq 1920 \times 1080$； 4) 面板类型：采用 IPS 技术； 5) 刷新率（MAX）：$\geq 100\text{Hz}$； 6) 显示器整体要求嵌入台体； 7) 并配置无线鼠标键盘
8	天翼/棱镜低空教育资源共享平台	1. 平台应至少包含开源课程、校企精品课、教学资源库和行业资料库； 2. 平台应具备开源课程数量≥ 14 门，至少包含《无人机装调检修实训》、《智能飞行器选用与组装调试》、《无人机二次开发》、《无人机动力测试》、《无人机植保技术》、《无人机模拟飞行技术》、《无人机民航培训》、《无人机航测技术》、《垂直起降固定翼无人机》、《无人机室外编队飞行》、《无人机室内编队飞行》、《无人机航拍技术》、《无人机维修定损》、《多旋翼无人机组装与调试》；（需提供满足参数要求的软件界面截图） 3. 校企精品课≥ 6 门，至少包含《无人机模拟飞行技术》、《无人机组装与飞行技术》、《无人机组装与调试》、《无人机测绘技术》、《无人机航拍技术》、《无人机飞行操控技术》； 4. 教学资源库至少包含“碎片化教学资源”、“教学图库”、“设备图库”和“模拟实训”等构成模块，其中资源内容至少包括知识手册、教学课件、微课视频、课程教案、课程标准、实施工卡、实训报告、二维动画、课程大纲、实操视频等，总计教学资源≥ 1900 件；（需提供满足参数要求的软件界面截图） 5. 教学图库需包含原飞行操控图、飞行原理图、航空气象图、基础知识图、系统结构图、3D 爆炸图等多种类型的教学资源；

		6. 模拟实训需具备虚拟仿真教学系统，可拆解成日常教学所需小模块内容； 7. 行业资料库需至少包含行业报告、作业手册、教育资讯、机型资料，总计行业资料≥ 850 件；（需提供满足参数要求的软件界面截图） 8. 行业报告至少包含规划纲要、行业标准、地方政策、产业报告、法律法规等；作业手册至少包含无人机在巡检、吊运、航拍、公共安全、农业、测绘等方向的案例等；教学资讯至少包含专业教学标准、职教政策、职业标准以及工学一体等；机型资料至少包含市场主流机型的相关资料； 9. 平台应支持教学资源库查看与检索功能，应支持关键字搜索课程功能，支持按照发布时间、热度、文件大小进行资源排序，支持系统所有课程的教学资源查看； 10. 平台应支持教学资源收藏功能，支持资源类型、应用类型检索，也可通过关键字从收藏库检索资源； 11. 平台应具备空白课程创建功能，老师可自由收藏平台海量资源，可通过自由拖拽组合，调整章节顺序、增删课程资源；（需提供满足参数要求的功能操作视频） 12. 平台应具备授课流功能，可快速组建一节课，在 PPT 授课流中灵活插入如视频、动画、图片等融媒体资源。（需提供满足参数要求的功能操作视频）
9	天翼/TY-AdvancedSIM (含遥控)	基础模块 1、应具有灵敏度调节功能，能够支持对副翼、升降、油门、方向进行操控灵敏度调节。 2、画面设置应支持设置窗口模式、支持独占全屏、窗口模式等功能，并能够根据不同的显示器设置适配的分辨率，用于提高画面的质量和匹配电脑性能。 3、具有音频设置功能，能够自定义设置主音量、

		背景音量、音效音量及语音音量等。 4、平台应默认适配至少两款遥控器；支持遥控器自定义校准；遥控器需支持 USB-HID 协议，能够支持预览遥控器通道的实时输入，并可支持单独对每个通道进行功能映射和校准。 5、系统能够显示软件授权信息及授权模块，应支持在线热更新，支持键盘、遥控器。 6、能够提供分辨率自定义设置，适配不同电脑屏幕的显示；画质设置应提供 720P 屏幕分辨率、1080P 屏幕分辨率、2K 屏幕分辨率、4K 屏幕分辨率等多种选项，并支持分辨率的一键改变。 7、应具有全屏开关功能，能够支持一键切换窗口化运行和全屏运行。 8、应提供多种画质选项，能够适配低中高配置性能的电脑，画质质量设置应提供不低于六种性能阶梯的选项，可一键改变画质。 自由飞行 1、自由飞行模块应支持多种机型可选：至少应支持六旋翼、八旋翼以及其他常用机型，不少于 6 种。 2、系统应预设有测绘、航拍、电力、竞速、植保、安防等建模场景，并支持一键切换场景区域。 3、系统应集成计时与成绩统计功能，并支持实时炸机可视化显示。 4、应具备多种摇杆模式，能够调节摇杆灵敏度，能够支持美国手、日本手、中国手。 5、系统应具备完善的天气系统功能，能够支持切换天气效果，至少应包含晴天、阴天、雨天、雪天等天气效果。 6、系统应支持自定义设置模拟时间，能够根据调整的时间自动变换太阳的位置、光照角度、光照强度等。 7、应具备设置风力等级的功能，能够支持无风、1-3 级风力调节。
--	--	---

	8、应支持多视角模式，至少包含固定视角、跟随视角和 FPV 视角。 9、应具备视角调整功能，在固定视角下应能进行视域调整 and 高度调整。 10、飞行模式应支持姿态模式和 GNSS 模式。 民航执照培训 1、该模块至少支持多旋翼无人机、垂直起降飞机、固定翼、直升机飞行训练； 2、多旋翼无人机训练应支持机型选择，至少支持六旋翼、八旋翼等常用机型的选择。 3、多旋翼无人机训练系统应支持多种训练模式，至少包括训练模式和闯关模式。训练模式能够对所有子模块不做限制进行训练；闯关模式能够按照子模块顺序进行闯关，子模块逐一解锁。（提供两种模式系统截图） 4、多旋翼无人机训练系统应具备悬停训练、“8”字航线训练，应支持俯视图查看无人机位置；能够展示无人机飞行参数，包括无人机飞行速度、水平速度、垂直速度、飞行高度等；能够通过小地图查看飞行轨迹，应具有步骤引导提示信息，并能够支持任务完成反馈。 5、多旋翼无人机“8”字飞行训练应任意一段进行重复训练。（提供系统训练截图） 6、多旋翼无人机训练系统应具备地面站训练功能，至少支持预规划训练。该功能应内置显示地图和考试练习题，能够使用精准规划和航线模板进行航线规划，并内置计时器控制作图时间。（提供航线绘制功能截图） 7、多旋翼无人机地面站至少支持重规划训练，该功能应内置“变高”“变点”“变速”指令模拟场景，使用者能根据指令完成飞行训练。（提供该功能指令发布截图） 8、多旋翼无人机地面站训练至少支持盲飞训练，
--	--

	该功能通过系统遮罩，训练用户通过仪表盘参数驾驶无人机飞行的能力。（提供盲飞训练系统截图） 9、多旋翼无人机训练能够支持模拟考试，能够还原民航局无人机执照考试流程，可在3次机会下依次完成360°自旋和“8”字飞行科目，考核结束应给出评分和是否通过评定。 10、多旋翼无人机训练模拟考试结束后可查看综合评分并支持使用自由视角和固定视角查看考试回放。（提供两种视角系统截图） 11、多旋翼无人机训练应支持摇杆灵敏度设置、摇杆模式设置（美国手、日本手、中国手）、飞行模式设置（GNSS模式、姿态模式）、风力设置（无风、1-3级风）、风向设置（八个风向）。 12. 垂直起降飞机训练系统飞行训练应具备指引功能，能通过界面指引参考完成垂直起降飞机的起飞训练。 13. 垂直起降飞机训练系统至少支持一键起飞功能，能通过该功能实现飞机自动完成旋翼模式起飞。 14. 垂直起降飞机训练系统至少支持飞机复位功能，通过该功能飞机将返回到指定位置。至少支持跑道偏离功能，能对偏离跑道的训练飞机进行弹窗提醒。 15. 垂直起降飞机训练应具备飞行数据显示功能，至少包含空速、航向角、飞行高度、俯仰角、横滚角、飞行高度。 16. 垂直起降飞机训练至少具备飞行轨迹显示功能，能显示垂直起降飞机的飞行轨迹辅助用户对飞机姿态控制。 无人机电力巡检 1、杆塔类型应支持单回路直线塔；能够一比一高度还原真实铁塔模型，达到销钉级别建模还原；能够对杆塔整体及组成进行文字介绍，并提供杆塔
--	--

		结构爆炸图，可支持查看部件爆炸结构图。（提供结构爆炸图截图） 2、杆塔的部分结构应具有匹配真实的杆塔图片对应杆塔模型功能。（提供系统界面截图） 3、应具有引导巡检模块，能够按《电力行业无人机巡检作业人员培训考核规范》（T/CEC 193-2018）规范，引导操控无人机对杆塔本体及部件进行巡检拍照。每个步骤应显示该部件的名称、拍摄角度要求、位置要求；拍摄目标应具备高亮显示提示用户的功能。 4、应支持模拟遥控器使用界面，能够显示飞行信息，包括飞行模式、电量等。 5、应具有相册功能，能够查看拍摄的照片。 6、应具有变焦模拟功能，能够模拟镜头参数和变焦后的画质损失。（提供变焦模拟功能界面截图） 7、具有操作帮助功能，能够查看键盘和遥控器操作键位。 8、应具有调节摇杆灵敏度的功能，支持美国手、日本手、中国手。 9、系统应具备完善的天气系统功能，能够支持切换天气效果，至少应包含晴天、阴天、雨天、大雪等天气效果。 10、系统应支持自定义设置模拟时间，能够根据调整的时间自动变换太阳的位置、角度以及太阳光强度等。 11、应具备设置风力等级的功能，能够支持无风、1-3 级风力调节。 12、应支持多视角模式，至少包含固定视角、跟随视角和 FPV 视角。 13、应具备视角调整功能，在固定视角下应能进行视域调整和高度调整。 14、飞行模式应支持姿态模式和 GNSS 模式。
--	--	--

		15、应具有数据分析功能，能够记录巡检训练所产生的数据；如训练次数，训练时长，任务成功率，单次巡检产生的数据及拍摄的照片，并能够对巡检产生的照片进行标注。（提供训练数据分析截图） 无人机地理测绘 1、系统应具备无人机测绘技术基础功能，应具备大疆航测无人机选型、大疆航测外载相机选型及3D模型展示，应包含产品简介和功能亮点介绍。 2、系统应具备山地、校园、丘陵等外业场景，并支持自由选择。 3、应具有背包功能，背包中至少应包含外业所需主要设备：制标靶、相机、无人机及遥控器、RTK及手簿等。 4、应支持自由规划测区，测区连接点不少于3个。能够还原RTK像控点布设核心流程，包含新建项目、RTK蓝牙连接、杆高设置等。 5、采集数据应至少包含6个维度：N、E、Z、B、L、H。 6、测绘数据应支持Excel格式进行导出。 7、航测拍摄时应能够支持广角镜头，正射采集支持设置正射GSD、航线飞行高度、航线速度、主航线角度、相对起飞高度、旁向重叠率、航向重叠率、边距等参数；倾斜采集支持设置正射GSD、倾斜GSD、智能摆动拍摄、云台角度、高度模式、航线飞行高度、安全起飞高度、航线速度、主航线角度、 8、拍照模式应支持等时间隔拍照。 9、完成动作时能够自动返航。 10、支持数据生产工具引导下载及页面跳转。 无人机农业植保 1、系统应支持工作状态下无人机电量、药量实时显示。 2、应提供植保无人机手动作业、手动增强作业、
--	--	--

		AB 点作业、航线规划四种作业模式。 3、系统中环境地形至少应支持地形、作物、病害、虫害选择。 4、系统支持 AB 点作业，应支持操控无人机进行场地 A 点、B 点标定，标定完成后能够按照 AB 点生成航线，并支持设定喷洒用量、作业行距、相对作业高度、飞行速度等作业参数。 5、能够显示任务详情，支持动态更新当前航线计算出的作业面积、高度、速度、距离、流量。 6、应具有航线作业功能，能够添加和移除地块边界点，自动按照喷洒参数生成弓字型作业飞行航线；支持添加或移除不喷区域；支持设定喷洒用量、作业行距、航线角度、相对作业高度、飞行速度等作业参数。 7、航线作业时应显示任务详情，能够动态更新当前航线计算出的作业面积、高度、速度、距离、流量。 8、应具有手动增强作业功能，应支持操控无人机进行场地作业，能够设定喷洒用量、作业行距、相对作业高度、飞行速度等作业参数，飞机半自动按照作业参数执行任务，并支持一键掉头，锁定航向。 9、应具备手动基础作业功能，能够操控飞机进行纯手动作业，能够设定流量、限制飞行速度，并支持一键掉头，锁定航向。 10、应具有调节摇杆灵敏度的功能，支持美国手、日本手、中国手。 11、系统应具备完善的天气系统功能，能够支持切换天气效果，至少应包含晴天、阴天、雨天、大雪等天气效果。 12、系统应支持自定义设置模拟时间，能够根据调整的时间自动变换太阳的位置、角度以及太阳光强度等。 13、应支持多视角模式，至少包含固定视角、跟随
--	--	---

		视角和 FPV 视角。 14、应具备视角调整功能，在固定视角下应能进行视域调整 and 高度调整。 15、飞行模式应支持姿态模式和 GNSS 模式。 无人机组装调试 1、系统应包含组装调试过程中的安全注意事项说明，不少于 5 条。 2、系统应具有组装调试任务工单，能够包含：组装调试中涉及到的检查零部件及耗材清单、无人机外观及结构认知、对无人机机体及部件进行组装、对传感器及遥控器进行调试以及进行试飞验证五个任务清单，应具备对应机型的零部件及耗材清单核对表格。 3、应具有无人机结构认知模块，应对无人机核心部件进行介绍，并支持无人机结构爆炸图的形式展示，支持手动控制无人机爆炸或组合。（提供系统截图） 4、应包含对应无人机整机及部件组装的全部步骤。（提供系统截图） 5、应具有传感器校准功能，至少应包含罗盘校准，陀螺仪校准，加速度校准，水平校准等四个维度的校准。（提供系统截图） 6、支持遥控器校准功能，应包含左右摇杆垂直和水平通道的校准。 7、能够支持操控虚拟遥控器控制无人机完成升降、俯仰、副翼、偏航等操作。 无人机编程飞行 1、应支持自主创建练习赛道，至少包含 5 种障碍器材选择，支持对器材名称、障碍排序、长宽高、离地距离、角度修改； 2、应支持赛事管理，支持管理员对官方赛事进行后台创建、修改、删除；
--	--	---

		3、至少支持对赛事的最差成绩、最好成绩、排名及参赛人数统计。 4、通过调取 airtsim 接口进行编程并执行自主飞行，通过计算飞行时长、绕障碍数量等得出编程飞行成绩。（提供该功能演示视频）。 模拟竞赛模块 1、支持比赛设置，包括场景设置、难易设置等。 2、支持识别物采集、航线规划、照片采集、飞行识别。 3、支持通过键盘快捷键或遥控器操控无人机在规定的时间内完成识别物素材采集，实时显示无人机飞行速度、垂直速度、水平速度、飞行高度以及识别物采集限时倒计时，并支持变焦、广角切换。（投标人需提供该功能演示视频） 4、通过键盘快捷键和虚拟遥控器操控无人机在规定的时间内完成航点采集，实时显示无人机飞行速度、垂直速度、水平速度、飞行高度以及无人机的坐标位置，并支持变焦、广角切换，支持对航点及航线进行管理。（投标人需提供该功能演示视频） 5、支持对拍摄的标志物按时间顺序进行排列显示，将拍摄的识别物照片进行标注。（投标人需提供该功能演示视频） 6、支持选择航线及模型文件进行上传识别，根据航线进行自主飞行并完成识别拍照，识别结束后显示识别成绩，包含识别时间、识别照片数、置信度。（投标人需提供该功能演示视频） 无人机物流吊运 1. 应支持吊运场景和机型选择。 2. 基于高精度物理引擎，支撑绳索摆动动力学仿真。 3. 提供手动操控模式，支持收索、降索、上货、卸货操作。
--	--	---

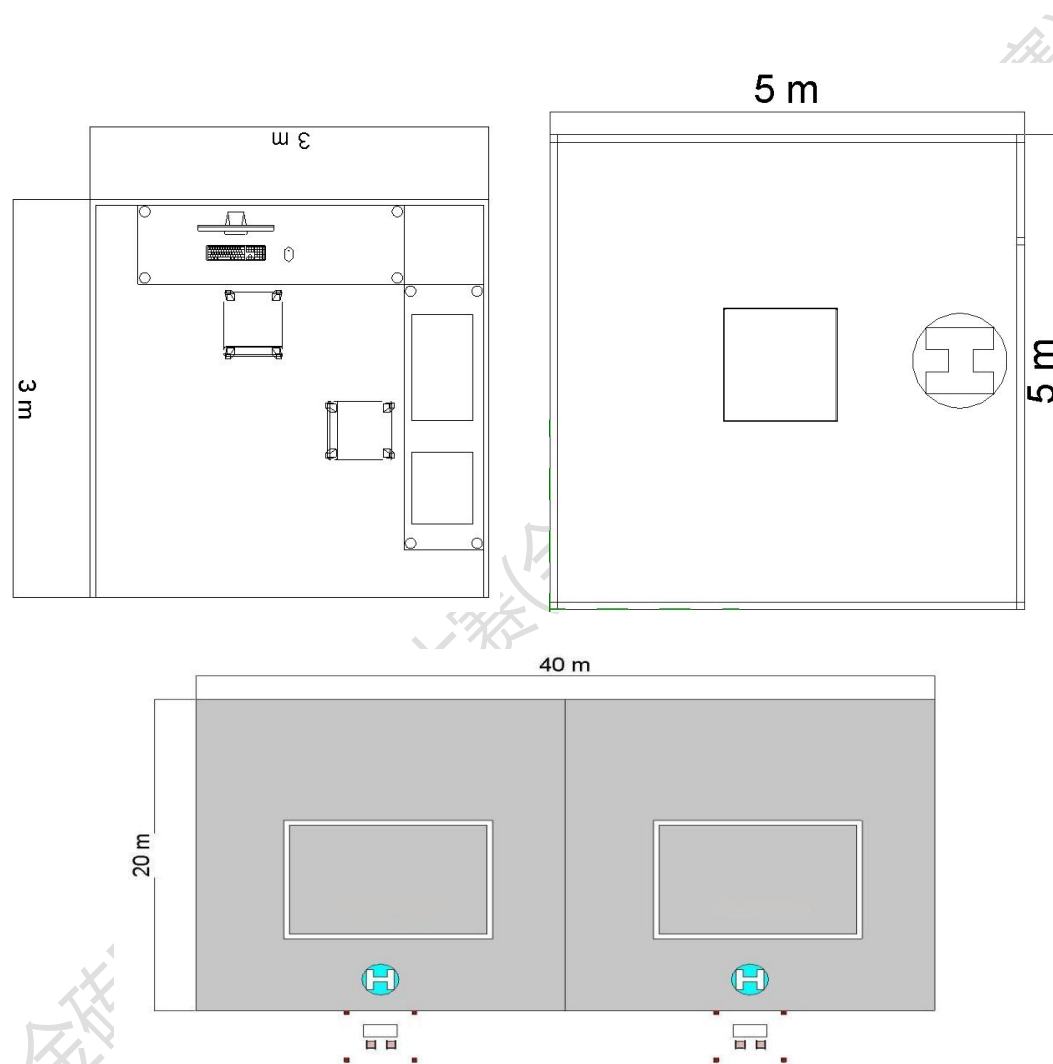
		4. 吊运过程中支持显示关键飞行参数，包括飞行高度、速度、水平距离、货物离地高度及吊索摆动角度等。 5. 支持双视角同步呈现：小地图视角与 FPV（第一人称视角）。 无人机消防演练 1、支持实时显示无人机飞行速度、飞行高度等动态参数，支持显示小地图，小地图具有火情位置与无人机实时位置。 2、支持灭火弹消防演练：能模拟野外火场场景，用户接收到火警指令后，操控无人机飞抵火源位置执行灭火弹投放。 3、支持提供爆炸高度设置功能，若设置高度与当前飞行高度冲突，系统自动提示调整建议。 4、支持图传界面云台视角联动：当云台俯仰角为 -90°（垂直向下）时，自动激活 AR 辅助瞄准准心。 1、通道数：不低于 8 通道； 2、温度范围：需支持 $-10^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$； 3、支持协议：需支持多协议，至少包括：PWM、PPM、i-BUS、S. BUS； 4、机身重量：$\leq 420\text{g}$； 5、外形尺寸：$\leq 180*215*85\text{mm}$； 6、发射功率：$\leq 20\text{dBm}$； 7、天线类型：至少支持内置双天线； 8、支持固件更新。 遥控器 1、通道数：≥ 8； 2、温度范围：需支持 $-10^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 环境下可正常运作； 3 无线频率：需支持 2.4GHz ISM； 4、机身重量：$\leq 420\text{g}$；
--	--	--

		5、外形尺寸：$\leq 176*210.9*82.5\text{mm}$； 6、发射功率：$<20\text{dBm}$； 7、天线类型：需支持双天线； 8、需具备支持在线更新。
10	天翼/TY-Tool	配套各个型号的内六角工具套装，尖嘴钳、剥线钳等工具，为无人机拆装、维修等实训任务提供支持，工具明细如下： (1) M1.5 内六角螺丝刀 1 把 (2) M2.0 内六角螺丝刀 1 把 (3) M2.5 内六角螺丝刀 1 把 (4) 套筒 1 把 (5) 一字螺丝刀 1 把 (6) 十字螺丝刀 1 把 (7) 斜口钳 1 把 (8) 剥线钳 1 把 (9) 壁纸刀 1 把 (10) 烙铁架 1 套 (11) 焊锡丝 1 卷 (12) 松香 1 盒 (13) 50W 电烙铁 1 支 (14) 动力电池测电器 1 个 (15) 万用表套装 1 个 (16) 水平测量柱 1 个 (17) 锉刀 1 个 (18) 螺丝胶 1 盒 (19) 香蕉头焊台 1 个 (20) 试电笔 1 个 (21) USB 调参线 1 条 (22) 热熔胶枪 1 条

6.3 在技能区域内禁止使用的材料和设备

参赛者携带的任何材料和设备应向专家申报（出示）。专家可禁止使用与执行任务无关或可能给竞争对手带来不公平优势的任何物品。

6.4 建议的比赛区域和工作站布局



7 竞赛试题

竞赛赛题将会通过大赛官方网站（<http://www.brskills.com/jzzy/productjs.html>），于赛前1个月左右进行公布。

8 申诉与仲裁

（1）参赛选手对竞赛认为有失公平的监督、评判，以及对裁判员的违规行为等，均可提出申诉。

（2）选手申诉需在当前场次比赛结束后 2 小时内，以书面形式向仲裁组提出。仲裁组要认真负责地受理选手申诉，并将书面处理意见通知当事人领队。

（3）仲裁组的裁决为最终裁决。

9 竞赛须知

（一）选手须知

（1）参赛选手应按有关要求如实填报个人信息，否则取消竞赛资格。

（2）参赛选手凭统一印制的参赛证和有效身份证件参加竞赛，按赛项规定的时间、顺序、地点参赛。

（3）参赛选手应认真学习领会本次竞赛相关文件，自觉遵守大赛纪律，服从指挥，听从安排，文明参赛。

（4）竞赛须严格遵守安全操作规程和文明生产规则，爱护竞赛场地的设备、仪器等，不得人为损坏仪器设备。一旦出现较严重的安全事故，经裁判长批准后将立即取消其参赛资格。

（5）参赛选手请勿携带一切电子设备、通讯设备及其他资料进入赛场。

（6）竞赛时，在收到开赛信号前不得启动操作，各参赛队在指定工位上完成竞赛项目，严禁作弊行为。

（7）竞赛完毕，选手应立即结束操作，在工位区且远离操作台处等候。将资料和工具整齐摆放在操作平台上，经工作人员清点后方可离开赛场，离开赛场时不得带走任何资料。

（8）选手提交竞赛结果时，要在裁判员记录的竞赛情况记录表上签字确认。

（9）各参赛队按时参加本赛项开闭幕式、领队抽签会、熟悉赛场等日程。

（10）未尽事宜，由现场裁判组裁决。

（二）指导专家须知

（1）指导专家（教师）应该根据专业教学计划和赛项规程合理制定训练方案，认真指导选手训练，培养选手的综合职业能力和良好的职业素养，克服功利化思想，避免为赛而学、以赛代学。

（2）指导专家（教师）应及时查看大赛专题网站有关赛项的通知和内容，认真研究和掌握本赛项竞赛的规程、技术规范和赛场要求，指导选手做好赛前的一切技术准备和竞赛准备。

（3）指导专家（教师）应该根据赛项规程要求做好参赛选手保险办理工作，并积极做好选手的安全教育。

（4）指导专家（教师）不得违反赛项规定进入赛场，干扰比赛正常进行。

（5）参赛代表队若对竞赛过程有异议，在规定时间内由领队向赛项仲裁工作组提出书面报告。

（6）对申诉的仲裁结果，领队要带头服从和执行，并做好选手工作。参赛选手不得因申诉或对处理意见不服从而停止比赛，否则以弃权处理。

10 竞赛表彰

（1）证书发放

参赛队伍可获得由印度主办方及中方组织方共同签发的获奖证书。

（2）省级/区域选拔赛奖励办法（非省厅牵头组织的省级或区域选拔赛）

以省级/区域实际参赛队比赛成绩为依据，设一等奖占比 10%，二等奖占比 20%，三等奖占比 30%，其他为优秀奖。按获奖等级赛后由印度主办方及中方组织方共同签发选拔赛电子版国际获奖证书。

（3）国际总决赛奖励办法

1. 金牌、银牌、铜牌和优胜奖牌

金砖+国家参赛队统一排名，对获得前 6 名的国内外参赛队，相应颁发金、银、铜牌及证书；对未获得金银铜奖牌但成绩优异的线下参赛队颁发优胜奖奖牌及证书（上限为 3 支队伍）。

奖牌评奖细则如下：

（1）各参赛国成绩排名第一的本国参赛队有资格进入金牌排名，成绩排名第一的参赛队得金牌；

（2）除金牌参赛队外，各参赛国成绩最好的一支本国参赛队有资格进入银牌排名，其中成绩最好的前两支参赛队获得银牌；

（3）除金牌参赛队和银牌参赛队外，各参赛国成绩最好的一支本国参赛队有资格进入铜牌排名，其中成绩最好的前三支参赛队获得铜牌；

（4）对未获得金银铜奖牌但成绩优异的线下参赛队颁发优胜奖奖牌（上限为 3 支队伍）；

（5）线上国际参赛队不颁发实物奖牌，只颁发相应奖牌证书。

2. 一等奖、二等奖和三等奖

对参加中国赛区国际总决赛的中方参赛队，依据四舍五入的原则，设一等奖占比 10%，二等奖占比 20%，三等奖占比 30%，颁发相应国际获奖证书。其他为优秀奖。

3. 其他奖励

（1）为参与执裁的执裁裁判颁发国际执裁证书；

（2）为获得一等奖、二等奖队伍的指导专家颁发国际优秀指导专家证书；

（3）为组织大赛作出突出贡献的单位颁发“突出贡献奖”牌匾及证书；

（4）为积极组织参赛、开展赛前选拔集训、赛中未发生违规违纪行为的省级或区域选拔赛承办单位颁发“优秀组织奖”证书。

4. 技能护照

参赛队总成绩达到 60 分（100 分制）及以上的参赛选手，可以自愿申领 A 级“技能护照”

证书（详见后续申领通知）。

11 违规处理规定

为严肃竞赛纪律，保证竞赛进程的公开、公平、公正，对违反比赛纪律的人员作如下处理：

1. 发现参赛选手不符合报名规定条件的、冒名顶替和弄虚作假的，报经竞赛办公室核实后，取消该选手比赛资格；已获奖者取消其获奖资格，责令其退回所获证书及奖品，并通过媒体向社会公布。
2. 参赛选手有下列情节之一的，竞赛成绩记零分：
 - (1) 考试期间违规翻阅书籍、笔记、纸条等资料。
 - (2) 在考场内交头接耳、偷看、暗示等作弊行为。
 - (3) 在比赛期间携带或使用通讯工具的行为。
 - (4) 裁判根据比赛要求宣布竞赛结束后，仍强行作答或操作。
 - (5) 不服从裁判员裁决，扰乱竞赛秩序，影响比赛进程，情节恶劣。
 - (6) 其他违反比赛规则不听劝告。
3. 参赛选手不得触动非竞赛用仪器设备，如造成仪器设备损坏，由当事人单位承担赔偿责任（视情节而定）；参赛选手若出现恶意破坏仪器设备等情节严重的，依法送有关机关处理。
4. 对于违反纪律的各代表队非参赛人员，将视情节轻重给予警告、通报批评，并视情节轻重，由大赛组织委员会决定是否通报其所在单位。
5. 对违反竞赛纪律的裁判员、工作人员，裁判长报经省竞赛组委会核实后，视情节轻重给予警告或取消其资格。
6. 对违章操作，不戴防护用品的选手，裁判应及时予以纠正，并酌情扣除选手操作成绩。
7. 选手参加比赛前，应进行安全检查，如发现问题应及时解决，无法解决的问题应及时向裁判报告，裁判视情况予以判定，并协调处理。准备工作完毕后报裁判批准，方可进行实际操作。对选手未发现的安全隐患，裁判应及时指出并酌情扣除选手实际操作分。

