



BRICS
Business Council



2023

金砖国家职业技能大赛 (金砖国家未来技能挑战赛)

技术描述 TD(仅供全国选拔赛暨国内决赛参考)
BRICS-FS-14-SA_无人机操作

2023 年 6 月

目 录

1 简介	1
1.1 技能竞赛名称及说明	1
1.2 本文件的相关性和重要性	1
2 技能标准	2
2.1 技能标准的一般说明	2
2.2 技能标准	2
3 评分方案	6
3.1 评分方法	6
3.2 评分规则	6
3.3 评测依据	6
4 竞赛赛题	7
4.1 常见注意事项	7
4.2 竞赛赛题格式/框架	7
4.3 竞赛赛题时间分配及分值权重	7
4.4 各模块作业内容及要求	7
4.5 竞赛赛题公布	9
4.6 竞赛赛题改动	9
5 技能管理与沟通	10
5.1 专家组	10
5.2 讨论论坛	10
6 安全要求	10
6.1 组织机构	10
6.2 赛项安全管理	10

6.3 比赛环境安全管理	11
6.4 生活条件保障	12
6.5 参赛队职责	12
6.6 应急处理	12
6.7 处罚措施	12
7 材料和设备	13
7.1 基础设施列表	13
7.2 参赛选手的工具箱	13
7.3 竞赛设备清单	13
7.4 在技能区域内禁止使用的材料和设备	25
7.5 建议的比赛区域和工作站布局	25
8 技能特定的规则	26

1 简介

1.1 技能竞赛名称及说明

1.1.1 技能竞赛的名称

无人机操作（UAV Operation）

1.1.2 技能竞赛描述

2023 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）无人机操作赛项全国选拔赛，竞赛设备平台是基于无人机学员考试系统搭建，由无人机动力测试系统、无人机组装调试系统、无人机维修定损系统、文化遗产数字化保护飞行系统和文化遗产数字化数据处理软件系统等部分组成。选手需要通过计算机、无人机动力测试平台、无人机组装调试系统、无人机维修定损系统、文化遗产数字化保护飞行系统和文化遗产数字化数据处理软件系统完成作业考核。无人机操作赛项是双人赛。

本赛项内容包括几个方面：无人机理论及职业能力考核、无人机装调检修、文化遗产数字化保护、文化遗产自动化巡查技术。

无人机操作专业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，能熟练掌握无人机操作相关理论知识与操作规范，通过线上考试答题平台完成理论及基础知识测试。

（2）能理解无人机装调检修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系统相关参数与配件进行对比试验；根据试验结果选择出符合赛题要求的无人机系统参数最优配置，并完成无人机系统选型设计；使用选型的动力系统完成无人机组装调试并进行飞行测试；根据无人机日常维护保养知识，结合竞赛设备所展现出的故障现象，通过检测工具找出故障位置并描述故障排除方法，然后给出日常维护保养的举措。

（3）能根据客户的业务需求，通过文化遗产数字化保护飞行系统和文化遗产数字化数据处理软件系统进行文化遗产数字化模型制作。

（4）能够根据文化遗产数字化的三维模型进行数字化飞行任务航线的规划，完成文化遗产的自动巡查的相关操作任务。

1.2 本文件的相关性和重要性

本文件包含本次技能竞赛所需的标准，以及管理竞赛的评测原则、方法和程序的信

息。

每位专家和选手都必须了解和理解本技术说明。

如果不同语言的技术说明之间有任何冲突，以英文版本为准。

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	
	选手需要了解和理解： – 安全工作执行的原则和方法； – 所有设备和材料的用途、使用、保养和维护及其对安全性的影响； – 环境与安全原则及其在工作间良好内务管理中的应用； – 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	
	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	无人机理论及职业能力考核	15
	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	无人机装调检修	30
	选手需要了解和理解： – 无人机平台的系统结构； – 无人机系统参数的含义； – 空气力效； – 无人机动力系统的搭配； – 多旋翼无人机飞行平台架构； – 无人机动力系统选型的能力； – 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； – 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； – 无人机常见故障表现现象； – 无人机常见故障检测与排除知识； – 无人机故障检查工具的使用规范； 选手应能够： – 熟悉认知无人机系统参数的含义； – 使用动力测试台完成无人机动力系统的测试； – 计算出动力系统匹配的数据； – 根据测试和计算结果算出正确的系统选型； – 选出最适合的动力系统并写明原因； – 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； – 调试完成后进行无人机飞行稳定性测试； – 根据测试结果进行飞控参数调整保证飞行稳定性； – 根据任务要求完成悬停飞行测试； – 根据无人机维修定损系统展示出的现象分析无人机可能发生故障的位置； – 使用专业检测工具进行无人机故障位置检测并确定故障位置； – 根据检测结果与任务书提供的维修定损任务工卡写出故障排除方	

	法并给出日常维护保养消除该故障的有效措施；	
5	文化遗产数字化建模	30
	选手需要了解和理解： — 无人机数据采集的流程及方法； — 无人机手动数据采集的技巧和知识； — 无人机飞行作业的安全操作规范； — 文化遗产三维模型制作流程与方法； — 文化遗产三维模型的标注与测量技巧； 选手应能够： — 熟练无人机飞行操控技巧与照片素材采集； — 熟练使用无人机三维建模软件； — 使用照片素材与无人机建模软件进行三维模型制作； — 根据三维模型质量完成照片补拍； — 熟练使用无人机建模软件对素材进行标注测量；	
6	文化遗产自动化巡查技术	25
	选手需要了解和理解： — 如何根据三维模型进行精细化巡检航线规划； — 精细化巡检需要拍照的位置； — 精细化巡检任务规划的注意事项； — 如何检查精细化巡检任务规划的质量。 — 无人机自动化巡查的操作规范及流程； 选手应能够： — 熟练使用软件完成无人机精细化航线的规划； — 将规划好的三维航线中的航点与拍摄动作检查并截图保存； — 使用精细化航线完成文化遗产的数据采集； — 采集素材的筛查与删除；	

3 评分方案

3.1 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。

3.2 评分规则

1. 总成绩高者名次在前；

2. 总成绩相同者，按模块 D、模块 C、模块 B、模块 A 的次序，模块成绩高者名次在前，各模块内容详见本文 4.2。

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。

3.3 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
- 无人机巡检行业应用飞行操控的规范性
- 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
- 无人机维修定损任务工卡填写的完整度和规范度
- 文化遗产三维建模手动素材采集
- 文化遗产三维模型建立
- 无人机精细化巡检任务航线规划的正确性与规范性
- 无人机自动化巡查的操控规范
- 无人机自动化巡查素材的成果展示
- 各竞赛赛题完成时间

4 竞赛赛题

4.1 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。

4.2 竞赛赛题格式/框架

竞赛赛题是五个相对独立和联系的模块组成：

模块 A：无人机理论及职业能力考核

模块 B：无人机装调检修

模块 C：文化遗产数字化建模

模块 D：文化遗产自动化巡查技术

4.3 竞赛赛题时间分配及分值权重

模块	时长（min）	分值权重（%）
模块 A：无人机理论及职业能力考核	60	15
模块 B：无人机装调检修	150	30
模块 C：文化遗产数字化建模	150	30
模块 D：文化遗产自动化巡查技术	60	25
模块	时长（min）	分值权重（%）

模块	时长（min）	分值权重（%）
合计	420	100

4.4 各模块作业内容及要求

竞赛内容涵盖无人机理论及职业能力、无人机装调检修、文化遗产数字化建模保护、文化遗产自动化巡查技术等内容，综合考查参赛选手无人机操作应用与行业应用综合能力。

模块 A 无人机理论及职业能力：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 B 无人机装调检修：是以无人机动力系统的选型、无人机组装调试、无人机飞行操控技巧等内容作为考核内容；

模块 C 文化遗产数字化建模：是以文化遗产素材采取、文化遗产数字化三维模型建立、文化遗产三维参数标注等内容作为考核内容；

模块 D 文化遗产自动化巡查技术：是以精细化巡检航线规划作、文化遗产自动化巡查技术作等组为考核内容；

模块编号	模块名称	作业范围
A	无人机理论及职业能力考核	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；
B	无人机装调检修	1.使用无人机动力系统测试平台完成无人机动力系统测试并记录参数； 2.使用测试出来的数据完成动力系统公式的计算； 3.根据计算结果先挑选出正确最匹配的动力系统并写明原因； 4.使用无人机组装调试工具将无人机相关部件进行装配；

		5.检查无人机组装的规范性与正确性； 6.使用飞控调试软件进行无人机飞控参数调试； 7.调试完成后进行无人机飞行稳定性测试； 8.根据测试结果进行飞控参数调整保证飞行稳定性； 9.使用组装调试好的无人机完成无人机悬停飞行测试； 10.根据无人机维修定损系统展示出的现象分析无人机可能发生故障的位置； 11.使用专业检测工具进行无人机故障位置检测并确定故障位置； 12.根据检测结果与任务书提供的维修定损任务工卡写出故障排除方法并给出日常维护保养消除该故障的有效措施；
C	文化遗产数字化建模	1.熟练使用无人机完成文化遗产的照片素材采集； 2.熟练使用无人机三维建模软件； 3.使用照片素材与建模软件进行三维模型制作； 4.使用软件完成三维模型的标注；
D	文化遗产自动化巡查技术	1.根据模型规划出精细化巡检航线； 2.使用规划航线完成文化遗产自动化巡查操作； 3.可以正确提出不合格照片并保留合格照片；

4.5 竞赛赛题公布

竞赛赛题将会通过网站公布。

4.6 竞赛赛题改动

正式比赛前，竞赛赛题会进行 30%的改动。

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远程决赛技术文件以及日常技能管理。

5.2 讨论论坛

比赛前有关软硬件准备、考试环境部署等相关疑问，参赛方可进入无人机操作技术培训平台技术培训竞赛平台中的论坛版块进行反馈。本赛项的训练交流，比赛前，比赛中以及比赛后交流等也将通过论坛开展。

线上交流将使用即时通讯工具微信进行，线下讨论论坛召开方式将由组委会统一发布会议时间。

6 安全要求

6.1 组织机构

1.设置比赛安全保障组，组长由比赛组委会主任担任。成员由各赛场安全责任人担任。每一赛场制定一名安全责任人，对本赛场的安全负全责，在发生意外情况时负责调集救援队伍和专业救援人员，安排场内人员疏散。

2.建立与公安、消防、司法行政、交通、卫生、食品、质检等相关部门的协调机制，保证比赛安全，制定应急预案，及时处置突发事件。设置医护人员、消防人员和保安人员的专线联系，确定对方联系人，由场地安全负责人对口联系。比赛场地布置和器材使用严格依照安全施工条例进行。场地布置划分区域，按安全要求设定疏散通道，并在墙面显著位置张贴安全疏散通道和路线示意图。

6.2 赛项安全管理

1.比赛设备和设施安装严格按照安全施工标准施工，电源布线、电器安装按规范施工。

2.按防火安全要求安置灭火器，并指定责任人在紧急时候使用。

3.赛项竞赛规程中明确国家（或行业）相关职业岗位安全的规范、条例和资格证书要求等内容。

4.组委会在赛前对本赛项全体裁判员、工作人员进行安全培训。根据《中华人民共

和国劳动法》等法律法规，建立完善的安全事故防范制度，在赛前对选手进行培训，避免发生人身伤害事故。

5.组委会将建立专门方案保证比赛命题、赛题保管、发放、回收和评判过程的安全。

6.3 比赛环境安全管理

1.赛项组委会赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考察，并对安全工作提出明确要求。赛场的布置，赛场内的器材、设备符合国家有关安全规定。并进行赛场仿真模拟测试，以发现可能出现的问题。承办单位赛前按照赛项组委会要求排除安全隐患。

2.赛场周围设立警戒线，防止无关人员进入，发生意外事件。比赛现场内参照相关职业岗位的要求为选手提供必要的劳动保护。在具有危险性的操作环节，比赛前裁判员要检查、确认设备正常，比赛过程中严防选手出现错误操作。

3.为了确保本次大赛的顺利进行，承办学院建立大赛期间相应的安全保障制度，同时由安全保卫、校园环境及卫生医疗保障组执行。

（1）比赛期间所有进入赛区车辆、人员需凭证入内，并主动向工作人员出示。

（2）在比赛开始前，选手要认真阅读场地内张贴的《入场须知》和应急疏散图。

（3）赛场由裁判员监督完成电气控制系统通电前的检查全过程，对出现的操作隐患及时提醒和制止。

（4）每台竞赛设备使用独立的电源，保障安全。使用选手在进行计算机编程时要及时存盘，避免突然停电造成数据丢失。

（5）比赛过程中，参赛选手应严格遵守安全操作规程，遇有紧急情况，应立即切断电源，在工作人员安排下有序退场。

（6）各类人员须严格遵守赛场规则，严禁携带比赛禁止的物品入内。

（7）安保人员发现安全隐患及时通报赛场负责人员。

（8）比赛场馆严禁吸烟，安保人员不得将证件转借他人。

（9）如果出现安全问题，在安保人员指挥下，迅速按紧急疏散路线撤离现场。

4.赛项组委会会同承办单位在赛场人员密集、车流人流交错的区域，除了设置齐全的指示标志、增加引导人员外，还需开辟备用通道。

5.大赛期间，赛项承办单位在赛场管理的关键岗位，增加力量，并建立安全管理日志。

6.在参赛选手进入赛位，赛项裁判工作人员进入工作场所时，赛项承办单位须提醒、

督促参赛选手、赛项裁判工作人员严禁携带通讯、照相摄录设备，禁止携带未经许可的记录用具，并安检设备，对进入赛场重要区域的人员进行安检。

6.4 生活条件保障

1.比赛期间，由赛事承办单位统一安排参赛选手和指导教师食宿。承办单位须尊重少数民族参赛人员的宗教信仰及文化习俗，根据国家相关的民族、宗教政策，安排好少数民族参赛选手和教师的饮食起居。

2.比赛期间安排的住宿地要求具有宾馆、住宿经营许可资质。

3.大赛期间有组织的参观和观摩活动的交通安全由赛区组委会负责。赛项组委会和承办单位须保证比赛期间选手、指导教师和裁判员、工作人员的交通安全。

4.除必要的安全隔离措施外，严格遵守国家相关法律法规，保护个人隐私和人身自由。

6.5 参赛队职责

1.各参赛单位在组织参赛队时，须安排为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险。

2.各单位参赛队组成后，须制定相关管理制度，并对所有参赛选手、指导教师进行安全教育。

3.各参赛队伍须加强参与比赛人员的安全管理，并与赛场安全管理对接。

4.参赛队如有车辆，一律凭大赛组委会核发的证件出入赛场，并按指定线路行驶，按指定地点停放。

6.6 应急处理

比赛期间发生意外事故时，发现者应第一时间报告赛项组委会，同时采取措施，避免事态扩大。赛项组委会应立即启动预案予以解决。出现重大安全问题的赛项由赛区组委会决定是否停赛。事后，赛区组委会应出具详细报告情况。

6.7 处罚措施

1.赛项出现重大安全事故的，停止承办单位的赛项承办资格。

2.因参赛队伍原因造成重大安全事故的，取消其评奖资格。

3.参赛队伍发生重大安全事故隐患，经赛场工作人员提示、警告无效的，取消其继续比赛的资格。

4.赛事工作人员违规的，按照相应的制度追究责任。情节恶劣并造成重大安全事故的，由司法机关追究相应法律责任。

7 材料和设备

7.1 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“2023 金砖国家职业技能大赛线下竞赛无人机操作基础设施清单”。

7.2 参赛选手的工具箱

参赛者由竞赛组织者提供。

7.3 竞赛设备清单

7.3.1 技术平台

序号	平台名称	数量	备注
1	装调实训无人机教学系统（多旋翼）	1	
2	无人机维修定损实训箱	1	
3	无人机动力测试平台	1	
4	文化遗产数字化保护飞行平台	1	
5	高分辨率云台负载	1	
6	文化遗产数字化数据处理软件平台	1	
7	文化遗产数字化巡检飞行平台	1	

7.3.2 规格参数

序号	平台名称	规格参数
1	装调实训无人机教学系统（多旋翼）	1. 机架布局为“X”；机身轴距 $\geq 400\text{mm}$ ； 2. 机身材料：碳纤维和航空铝；配备 ABS 塑料可拆卸壳体；整套系统采用箱式设计，箱体采用航空箱材质，内衬采用 EVA 海绵材质；使用场景：室内、室外；

		3. 最大飞行时间不得低于 12min, 最大起飞重量$\geq 1.5\text{kg}$; 4. 工作环境温度支持范围: $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$; 5. 最大上升速度$\geq 4\text{m/s}$; 最大下降速度为$\leq 5\text{m/s}$; 最大平飞速度$\geq 7\text{m/s}$; 6. 最大可承受风速$\geq 8\text{m/s}$; 悬停精度, 垂直$\pm 0.5\text{m}$, 水平$\pm 1\text{m}$(GPS 状态); 最大俯仰角度不小于 35° ; 7. 机体下中心板为 PCB 电路板设计, 电子线路为沉埋式设计, 且 PCB 电路板上具有明显的信号线序号标识, 防止组装调试时安装线序出错。连接插头采取插拔式设计, 保证重复使用性; 8. 机身处附有二维码图标, 通过扫描二维码图标, 学生可在移动端查看该机型的组装视频。方便学生在组装过程中随时调用查看确保教学进度, 组装视频中所示机型与该机型一致; 9. 无刷电机规格型号: 定子直径$\geq 23\text{mm}$; 高度$\geq 12\text{mm}$; KV 值$\geq 1000\text{KV}$, 且带正反牙螺纹; 10. 桨叶规格型号: 桨叶尺寸≥ 9 寸; 材质: 塑料; 11. 电调规格型号: 持续工作电流$\geq 30\text{A}$, 最大瞬间电流不超过 40A, 适用于 2S-6S 电池; 12. 电池: 电池规格$\geq 4\text{S}/5000\text{mah}/14.8\text{V}$, 放电倍率$\geq 30\text{C}$, 锂电池; 13. 智能飞行控制器整体采用航空铝外壳设计, 具有重量轻, 减小磁干扰, 增强飞控稳定性; 飞控内部集成蜂鸣器, 免于外接蜂鸣器模块; FLASH 存储$\geq 8\text{MB}$, 供电范围 $4.8\text{V}-5.5\text{V}$; 14. 传感器模块要求包含空速传感器模块、磁罗盘传感器
--	--	--

		模块、气压高度计模块、陀螺传感器模块、CAN 总线模块、声音报警模块、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；外设串口至少包含外设数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口：TFMINI 串口； 15. 飞行模式至少支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式； 16. 飞控至少具有磁罗盘异常修正、单参数调节、多传感器融合、超快速二次开发功能； 17. 遥控器至少支持 SUS、PWM 信号输出，工作电压为 7.4V-18V, 使用 DSSS&FHSS 混合双扩频技术，可实现避干扰和抗干扰结合，遥控器通道数量不低于 8 个； 18. 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) M8.0 内六角套筒 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
2	无人机维修定损实训箱	1. 电机类型要求为无刷电机，定子尺寸不小于 23mm，kv 值不小于 1000KV； 2. 电调类型要求为无刷电调，持续工作电流不小于 30A，支持最大瞬间电流不小于 40A； 3. 动力电池类型要求为锂电池，容量不小于 2200mah；放电倍率不小于 25C； 4. 遥控器通道数不少于 8 个；支持宽电压输入；至少支持 SUS、PWM 信号输出，系统功耗不得大于 80mA；传输速率不小于 38kbps；遥控系统具备信号发射指示灯，调制模式至少支持 GFSK 模式；且遥控器至少具备三段不少于 1 个，二段开关不少于 1 个； 5. 飞行模式至少支持定点模式、定高模式、任务模式和返航模式； 6. 传感器模块至少包含空速传感器模块、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；外设串口至少包含：数传串口、RTK 串口、GPS 串口、外置罗盘、光流串口、TFMINI 串口； 7. 至少具备磁罗盘异常修正、单参数调节、多传感器融合、超快速二次开发功能；飞控内部要求集成蜂鸣器，免于外接蜂鸣器模块； 8. 无人机维修定损实训平台至少要求在检测面板上设置电源安全开关，保障产品使用过程中的安全性；能够还原四旋翼无人机系统构成，要求能够直观展示无人机内部线路的连接方式； 9. 故障设置面板为锁扣抽拉式设计；至少设置动力电源故障开关、分电板故障开关、接收机故障开关、飞控供电故障开关、电机供电故障开关、电机信号故障开关、电机缺项故障开关、电机转向故障开关；开关可同时设置多种不同的无人机故障，故障可通过开关进行恢复复原； 10. 至少支持以下故障检测： 1) 无人机配电系统故障检测实验：通过设置使无人机动力电源供电产生故障。 2) 无人机电源管理模块故障检测实验：通过设置使无人机电源系统中电源管理模块产生故障。 3) 无人机通讯系统故障检测实验：通过设置使无人机遥控系统与接收机通讯产生故障。 4) 无人机电机缺项故障检测实验：通过设置使电机供电输入缺项产生故障。 5) 无人机电调信号故障检测实验：通过设置使无人机电调信号通讯产生故障。 6) 无人机电调供电故障检测实验：通过设置使电调供电输入产生故障。 7) 无人机动力系统综合检测实验：通过设置将无人机动力系统的不同故障进行同时设置使产生系统综合故障。 8) 无人机飞控故障故障检测实验：通过设置使飞控产生故障。 9) 无人机系统综合故障检测实验：通过设置不同位置模
--	--	---

		块故障使整个系统产生综合故障。 11. 故障点设置至少能够展现真实故障情况的发生以及检测维修；至少能够实现对无人机系统部件进行功能检测。
3	无人机动力测试平台	1. 使用环境支持：0℃至 40℃；存储温度：-20 至+60℃； 2. 存储湿度≤90%，使用湿度≤80%； 3. 设备电源输出电压 DC0V-24V（支持可调），最大输出电流为≥15A； 4. 可支持测试 11 寸以上的螺旋桨； 5. 电压电流测试测量模块：电压量程测量范围支持 6V-28V；电压分辨率不小于 0.01V； 6. 电压精度不低于 0.1%+0.1%FS，电流量程支持 0A-30A；电流分辨率不低于 0.01A；电流精度不低于 0.2%+0.2%FS； 7. 拉力测量最大量程不小于 2.5KG；分辨率不低于 1gf；传感器精度不低于 0.1%+0.1%FS； 8. 扭矩测量量程不小于 1N•M；分辨率不低于 0.001N•M；传感器精度不低于 0.2%+0.2%FS； 9. 换相转速测量量程(两级电机)：支持 60RPM-150000RPM；精度不低于 0.05%±0.05%FS；分辨率不低于 1RPM； 10. 红外电机温度量程不小于-70℃至+350℃；分辨率不低于 0.1℃，红外电机温度测量精度误差不大于±0.5℃；环境温度量程不小于-40℃至+125℃，分辨率不低于 0.1℃；环境温度测量精度误差不大于±0.5℃； 11. 至少支持数据分析功能，可以将测试台历史数据读入图表查看相关曲线。并对数据进行处理，根据采集频率对数据进行均值和极值滤波； 12. 测试模式至少包含增长，循环，自定义三种测试模式；测试软件至少具备油门上锁功能，可在油门上锁期间不接受输出油门的命令控制； 13. 恒转速控制功能，测试台专用软件可根据给定的最大转速进行 30%-MAX 的恒转速控制，控制精度不低于 1%+0.5%F.S；

		14. 无人机动力系统实验教学平台至少可测试到以下数据： 1) 电压(V)：测试台动力系统的供电电压 2) 电流(A)：动力系统消耗的电流，不包含测试台工作消耗的电流。 3) 拉力(g)：测试台拉力传感器采集拉力对于拉力“零”的变化值。 4) 扭矩(N·M)：测试台扭力传感器采集值乘以力臂(N·M)。 5) 实时功率(W)：当前时间测试台动力系统消耗的功率。 6) 转速(rpm)：电机当前时刻每分钟转数。 7) 电机温度(℃)：当前时刻电机的温度。 8) 油门输入(%)：当前时刻 PWM 输入通道的占空比对应的油门百分比，只是检测的输入量。此时测试台上的油门输出量和此值无关。 9) 电机输出(W)：指当前状态电机电调一整套动力系统输出的功率。扭矩×转速。 10) 电机效率(%)：该电机效率指的是电机和电调的综合效率。电机输出/系统输入（实时功率）。 11) 桨力效(g/w)：当前状态下，螺旋桨产生拉力对应电机输出的效率。 12) 系统力效：当前状态下螺旋桨产生的拉力对应系统输入的效率。
4	文化遗产数字化保护飞行平台	1. 机身对称轴距：650mm≤轴距≤1050mm； 2. 机臂展开方式要求为：可折叠式；脚架安装方式：快拆、装式；展开尺寸：≥810mm×670mm×430mm； 3. 飞行器最大载重≥2.7kg，最大起飞重量≥9kg； 4. 工作频率：2.4GHz~2.4835GHz；5.725GHz~5.880GHz； 5. 悬停精度：±0.1m(视觉定位正常工作时)，±0.5m(GPS正常工作时) 6. 最大旋转角速度：俯仰轴≥300°/s，航向轴≥100°

	/s; 7. 最大上升速度$\geq 6\text{m/s}$, 最大下降速度$\geq 5\text{m/s}$; 最大平飞速度$\geq 23\text{m/s}$; 8. 最大飞行海拔高度$\geq 5000\text{m}$; 9. 最大承受风速$\geq 12\text{m/s}$; 10. 防护等级$\geq \text{IP55}$ 级; 11. 最大飞行时间（空载）: 不少于 50 分钟; 12. 最大图传距离(无遮挡, 无干扰) ≥ 15 公里; 13. 工作环境温度: 支持-20 至 50°C; 14. 遥控器内置高亮触摸屏, 且尺寸不小于 7 英寸; 15. 具备蓝牙以及卫星定位等功能, 且可以支持通过 Wi-Fi 或 4G 无线上网卡得方式连接至互联网; 16. 支持使用内置电池工作, 也可支持使用内置电池与外置电池结合使用的方式进行工作; 17. 使用遥控器操控飞行器方式不少于三种; 遥控器具备飞行器模式切换开关; 18. 遥控器电池使用类型为 LiPo, 且续航时间不少于 5 小时; 且充电时间小于 2 小时; 19. 补光灯有效照明距离$\geq 5\text{m}$; 照明方式: 常亮; 20. FPV 摄像头分辨率不小于 960p; 帧率$\geq 30\text{fps}$; 21. 具备自动返航功能, 且具备不少于三种返航方式; 具备降落保护功能; 22. 具备飞行数据记录功能, 所有飞行数据可存储于飞行器中, 保持飞行器开启连接至电脑, 通过相应软件可导出飞行数据; 23. 飞行器内置 RTK 模块, 可提供强大的抗电磁干扰能力, 可在复杂的强磁干扰环境下保障可靠飞行; 24. 飞行器提供不少于 3 个 PSDK 扩展接口, 且 PSDK 扩展接口对外供电能力$\geq 17\text{V}$; 25. 支持高级双控模式, 适用于双人同时操控一台飞行器;
--	---

		26. 支持两路 1080p 图传； 27. 该飞行器配套软件 APP，支持进行航线规划，自动作业等功能； 28. 具备飞行器健康管理系统：包含异常诊断，日志管理，保养指导等模块； 29. 具备地理围栏系统，可提供实时空域信息，还可提供飞行安全与飞行限制相关信息实现特殊区域飞行限制功能。
5	高分辨率云台负载	1. 重量$\geq 750\text{g}$, 防护等级$\geq \text{IP4X}$； 2. 系统功耗$\geq 19\text{W}$； 3. 工作温度支持：$-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$；存储温度支持：$-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$； 4. 绝对精度：平面精度$\geq 3\text{cm}$，高程精度$\geq 5\text{cm}$； 5. 相机传感器尺寸（照片）$\geq 35.9\text{mm} \times 24\text{mm}$（全画幅）； 6. 传感器有效像素$\geq 4500$ 万；像元大小$\geq 4.0\mu\text{m}$； 7. 至少配备 35mm 镜头； 8. 照片尺寸 3:2(8912$\times$5460)，最小拍照时间间隔$\geq 0.6\text{s}$； 9. 相机工作模式不少于三种，拍照，录像，回放模式； 10. 支持光圈范围：$f/2.8 \sim f/16$；最快支持 1/2000S 曝光时间； 11. 拍摄照片 ISO 范围支持 100$\sim$25600，拍摄视频 ISO 范围支持 100$\sim$25600； 12. 视频存储需要支持 MP4，MOV 格式；视频帧率$\geq 60\text{fps}$； 13. 云台类型为三轴稳定云台，角抖动量$\leq \pm 0.01$； 14. 安装方式至少支持快拆装方式； 15. 至少支持智能摆动拍摄功能。
6	文化遗产数字化数据处理软件平台	1. 支持实时三维重建：可将无人机采集的数据可视化，实时生成高精度、高密度彩色点云，满足事故现场、工程监测、电力巡线场景的展示与精确测量需求； 2. 支持实时建图：二维建图航拍任务，支持实时生成二维

		正射影像，实现边飞边出图，并可对农田和城市不同场景做对应优化； 3. 软件同时可以进行高精度后处理建图，包括二维正摄影像和三维模型，包含地图瓦片、正射影像和数字表面模型（默认采用行业通用的基于 UTM 投影的 GeoTiff 格式）。以及多细节层次模型（支持 .osgb, .b3dm 和 .S3MB 模型格式格式）。单一的纹理模型（.ply 和 .obj 格式）和点云（.las 格式）； 4. 支持三维重建自动分块：当用以重建的照片数量大于当前电脑配置（内存）可支持的照片数量时，算法自动进入分块处理，以满足重建需求； 5. 支持全自动二维、三维重建：对于飞行器拍摄的照片，全自动完成二维、三维重建，所有参数均内置； 6. 建模效率：能够进行快速的三维建模，普通 1080Ti 配置的 PC 处理 100 张照片的高精度三维重建耗时不超过 1 小时； 7. 支持多光谱重建：软件支持实时 NDVI 以及二维多光谱后处理重建，可生成各波段影像的正射镶嵌结果和根据各波段影像的正射镶嵌结果计算的指数，比如 NDVI，NDRE，LCI，GNDVI，OSAVI； 8. 支持二维正射图多任务叠加显示：可将生成的多个二维模型进行叠加显示，加载效率为秒级； 9. 照片定位功能 1) 可查看该模型的对应的所有拍照点； 2) 点击模型上任意一处，该处对应的拍照点会高亮显示，同时每个拍照点的原图会展示，选中任意一张原图，该图对应的拍照点会再高亮显示。 10. 支持像控点管理与输出坐标系设置，软件内置丰富的成果坐标系，可根据项目需求选择对应的坐标系，支持生成质量报告，确保任务结果符合项目的精度要求； 11. 软件支持二维与三维测量，包括测量目标对象的坐标、距离、面积、体积多种关键数据，并保存测量结果，可为进
--	--	--

		一步分析决策提供数据支撑； 12. 支持一键打开任务文件夹：支持通过任务库的任务更多选项或快捷键打开该任务对应的文件夹； 13. 支持成果数据无缝导入包括但不限于： SuperMap. Wish3D. EPS. SV360. MapMatrix. ShareGIS 诸多第三方 GIS 及测图软件； 14. 软件具备多种航线规划功能，至少包含航点飞行，建图航拍，倾斜摄影，带状航线； 15. 倾斜摄影模式下，软件会根据选定目标区域自动规划 5 组航线：1 组正射航线和 4 组不同角度的倾斜航线。全面的视角帮助构建更高精度的实景三维模型，同时支持设置倾斜云台角度，GSD，飞行速度，重叠度相关参数； 16. 软件提供地图打点. KML 文件导入. 飞行器打点 3 种方式添加边界点，在无网络情况下也可正常作业。规划过程中，界面会显示预计飞行时间. 预计拍照数及面积信息； 17. 针对大面积带状航线规划，软件可进行自动切割，分段规划航线。同时用户可自由调整带状宽度，合理规划航线，提升作业效率； 18. 航点飞行需支持为每个航点单独设置丰富的航点动作，支持航点飞行任务航点间定时拍照，同时可调整航点的飞行高度. 飞行速度. 飞行航向. 云台俯仰角度参数。对于精细化飞行任务，还可导入已建好的二维正射地图或三维模型上进行航点规划； 19. 三维航线规划 1) 可在三维模型或者点云上进行航线规划； 2) 可在三维航线规划中设置自动录制视频和定时拍照。 20. 相对高度：航线任务规划时，支持设置起飞点到测区的相对高度，执行实际测区的重叠率； 21. 协调转弯：航点飞行任务时，可协调转弯，调节除起始点以外的航点的转弯半径； 22. 精细化巡检：基于模型或点云设置拍摄目标，可自动生成拍摄航线，实现巡检作业流程自动化；
--	--	---

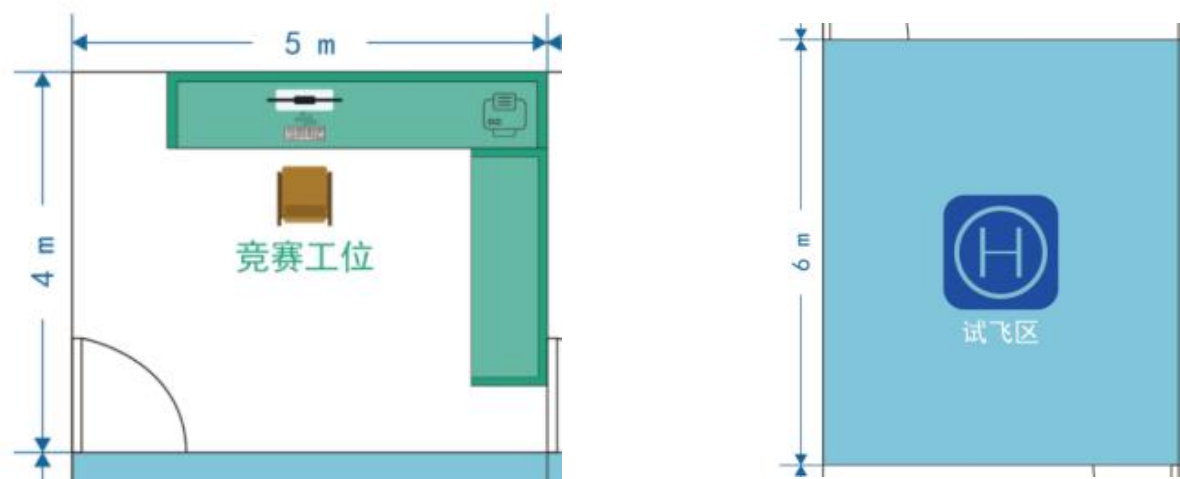
		23. 限飞功能 1) 支持更新限飞区的显示（更新静态限飞区. 支持联网状态下动态限飞区的更新）； 2) 支持查看限飞解禁证书，并选择开启或关闭； 3) 支持跳转到官网进行限飞解禁申请。
7	文化遗产数字化 巡检飞行平台	1. 机身重量$\geq 900\text{g}$，最大起飞重量$\geq 1000\text{g}$；机身轴距$\geq 375\text{mm}$； 2. 最大抗风等级$\geq 10\text{m/s}$，最大飞行时间≥ 35 分钟； 3. 机身展开后尺寸不得大于 $350 \times 285 \times 110\text{mm}$； 4. 全向感知功能：机身要求配备鱼镜头，且具备不少于 5 方位感知系统，可实现无盲区全向感知功能； 5. 支持在-20°C至 60°C环境下正常作业使用； 6. 云台类型为：3 轴机械稳定云台； 7. 云台相机至少集成广角相机、长焦相机与热成像相机； 8. 广角相机：影像传感器要求采用 1/2 英寸 CMOS 传感器，且有效像素≥ 4800 万； 9. 长焦相机：影像传感器要求采用 1/2 英寸 CMOS 传感器，且有效像素≥ 1200 万像素，至少支持最大 56 倍混合变焦，等效焦距$\geq 162\text{mm}$； 10. 热成像相机：热成像传感器类型为：非制冷氧化钒；帧率≥ 30 赫兹，等效焦距≥ 40 毫米，测温方式要求支点测温以及区域测温，在高增益模式下支持对-20°C至 150°C 环境下进行测温，热红外相机分辨率要求不小于 640×512，数字变焦功能≥ 28 倍； 11. 至少可搭配 RTK 模块使用； 12. 遥控器工作频率范围：$2.400\text{ GHz} \sim 2.4835\text{ GHz}$，内置不小于 5.0 英寸的高亮显示触摸屏，系统要求采用 Android 系统，预装专业飞行软件，可进行航线规划以及功能设置等，并且具 Wi-Fi、蓝牙以及卫星定位功能，遥控器最长工作时间不少于 2 小时。 13. 图传功能：外置与内置共 4 根天线，在无干扰和无遮

		挡环境下,可达到最大 15 km 通信距离与最高 1080p/30fps 高清图传,支持 2.4 GHz 和 5.8 GHz 双频段,并可智能切换。可轻松应对各类复杂环境,保障飞行安全; 14. 机身至少配备下视双补光灯,在光线不足时开启,可辅助下视视觉系统工作; 15. 至少具备智能返航模式,可支持针对在低电量,以及失控情况下触发返航功能; 16. 智能飞行电池容量不小于 5000mah、且至少具备充放电管理功能及电池电量显示功能; 17. 飞行器要求至少提供 PSDK 扩展接口,开放 MSDK,至少支持第三方 APP 接入,并进行二次开发。
--	--	--

7.4 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。

7.5 建议的比赛区域和工作站布局





8 技能特定的规则

技能特定的规则不能与比赛规则相矛盾或优先于比赛规则。它们将提供不同方面的具体细节和清楚说明，这些方面因技能竞赛而异。它们包括但不限于个人计算设备、数据存储设备、互联网访问、工作程序以及文档管理和分发。

专题/任务	技能专用的规则
使用技术 — USB、储存卡	1) 参赛者只能使用比赛主办方提供的储存卡。 2) 禁止将储存卡或任何其他便携式存储设备带出车间。 3) 储存卡或其他便携式存储设备必须在每天结束时交给首席专家或副首席专家安全存放。
使用技术：个人笔记本电脑、平板电脑和手机	1) 专家和口译人员可以使用个人笔记本电脑、平板电脑和手机。 2) 参赛者不得将个人笔记本电脑、平板电脑或手机带入车间。
使用技术 - 个人相机	只有在竞赛赛题完成后或经首席专家同意后，参赛者、专家和口译人员才可以在车间使用个人拍照和录像设备。
竞赛赛题的评估	1) 对于每个工作站（模块），由首席专家指派在该领域具有最高专业水平的主管专家。在参赛者完成竞赛赛题期间，该专家控制 OHS 合规性、竞赛赛题点的完成或未完成情况，这些情况只能在参赛者完成任务期间进行评估。指定的专家对参赛者评估的公平性负全部责任。 2) 如果在工作站上，参赛者和专家来自同一组织，则模块持续期间可更换一次专家。
在竞赛赛题中进行 30%	在引入 30% 的更改期间（在第 C-2 天），专家必须执行以下工作：

2023 金砖国家职业技能大赛（金砖国家未来技能挑战赛）

的更改	1) 根据比赛赞助商提供的设备和软件（所有模块）： -更新安装的装配图（或照片）； -更新电气和气动原理图； -更新竞赛赞助商提供的关于设备软件和硬件特性的任务点说明。
参赛者在完成任务期间出现技术问题	1) 如果在竞赛赛题的实施过程中出现技术问题（不是由于参赛者的过错），参赛者将获得额外的时间，该时间等于从发现缺陷到完全消除缺陷的时间。 2) 如果发现技术问题是由于参赛者的过错引起的，参赛者将不会获得额外的时间。
PPE（个人防护）	安全服、钢头鞋、手套等个人防护用品，由参赛者自备。

2023

金砖国家职业技能大赛 (金砖国家未来技能挑战赛)



金砖职赛微信号