

“智驭空天”

第十一届中国研究生未来飞行器创新大赛指南

“中国研究生未来飞行器创新大赛”（以下简称“大赛”，英文名称 China Graduate Future Flight Vehicle Innovation Competition）是“中国研究生创新实践系列大赛”主题赛事之一，是由教育部学位管理与研究生教育司指导，中国学位与研究生教育学会和中国科协青少年科技中心主办，中国宇航学会、中国航空学会联合主办。

大赛以“创新改变未来”为理念，围绕飞行器技术创新，着力增强广大研究生创新创业能力、综合实践能力，培养和发掘高素质拔尖创新人才。

本届大赛由珠海市教育局、北京理工大学（珠海）承办。承办单位将努力与各培养单位携手共进，将大赛办成在研究生群体、研究生培养单位、航空航天院所厂企及社会上有较大影响力，被国内外研究生培养单位和行业广泛认可的全国性、高层次重要赛事，逐步向高水平国际重大赛事迈进。

第一章 赛事基本情况

一、赛制

大赛分为初赛与决赛，初赛采用网上评审形式，决赛采用现场答辩和实物展示等形式。（挑战赛道不设初赛）。

二、主题及赛题

（一）主题

“智驭空天”

（二）赛题

1. 常规赛道

1.1 航空飞行器总体及分系统设计

各类在大气层内飞行的航空飞行器总体设计，及其新构型、新布局、新材料、新结构、新载荷、新控制等分系统设计。

1.2 航天飞行器总体及分系统设计

各类天地往返飞行、地球轨道空间、地月空间、深远空间的航天飞行器总体设计和任务设计，及其新构型、新材料、新动力、新载荷等分系统设计。

1.3 未来飞行器动力系统关键技术专题

面向未来飞行器（包括飞机、航天器、导弹、火箭等）对新型动力系统的需求，进行应用场景分析，开展各类新型航空航天动力系统的总体设计、分系统（如电源、推力器等）、核心部件（如阴极、喷管、阀门等）、测试设备、仿真模型等关键技术研究验证。

1.4 新能源飞行器技术专题

针对飞行器长航时、大载荷、高能效的技术需求，开展应用太阳能、氢能、激光传能、微波传能，以及先进储能电池等新型能源的飞行器总体设计技术、能源/结构一体化技术、混合能源动力技术，以及能源管理技术等研究，完成技术方案设计论证或原理样机设计。

1.5 空天高效运输飞行器专题

面向全球极速达到、大规模进出空间等典型场景，提出支持跨域

高效飞行与天地高效往返的新型空天运输飞行器概念与应用模式，完成飞行器系统总体方案以及气动/动力/结构机构/防热/导航制导以及决策控制等分系统方案论证与设计。

1.6 空水跨介质飞行器专题

聚焦空水一体化作业场景，提出具备多次稳定出入水能力的飞行器概念与应用模式。重点完成飞行器总体方案设计、气/水动耦合布局、跨介质动力转换、耐压防腐材料、仿生变体机构、跨介质通信导航等关键技术，满足水面低空巡检、水下探测救援等军民融合场景需求，推动空海协同装备的创新发展。

1.7 深空探测器设计专题

面向月球与行星和小天体探测的飞行器总体设计以及着陆与起飞、表面附着与运动、自主感知与任务规划、有效载荷等分系统设计，完成技术方案设计论证或原理样机研制。

1.8 无人飞行器集群协同技术专题

面向无人机集群、卫星集群、跨域/跨介质集群、有人/无人集群等未来集群协同作业应用场景，完成任务协同方案、智能协同感知、协同导航定位、协同任务决策、协同任务规划、协同制导控制以及集群健康监测与效能评估等技术方案设计。

1.9 微小卫星设计及应用技术专题

微小卫星广泛应用于地球观测、通信、科研及技术验证等领域。面向未来大规模微小卫星部署及在轨应用，完成微小卫星总体、分系统以及包括在轨遥感通信、态势感知、在轨服务、数据处理等应用场

景以及应用方案的设计。

2. 挑战赛道

2.1 空地协同智能避障与巡检作业技术

本赛道以飞行器和地面车辆进行自主感知避障技术创新以及线路（如城市电力输电线路、高架桥交通线路、线下管廊线路等）巡检作业为应用背景，进行飞行器和地面车辆自主控制系统开发，通过飞行器自主起飞、飞行器/地面车辆自主巡检、飞行器/地面车辆协同路径规划及避障、飞行器定位降落等任务，实现协同巡检作业任务。

本赛道不设初赛，决赛期间为一轮制比赛，比赛过程不能中断。

1) 任务描述

在线路巡检过程中，由于线路中复杂且密集的管线设备排布及静态/动态障碍物，探测车地面感知视野不足，地面避障困难。采用飞行器可以完成对于线路故障点的三维巡检任务，同时可与车辆协同感知，辅助车辆在线路沿途进行障碍的躲避。本赛道模拟城市待巡检线路中飞行器与车辆协同感知、协同作业的方式对线路进行巡检。要求各参赛队伍使用飞行器及地面车辆，执行以下任务：

任务一：飞行器自主起飞

地面车辆搭载飞行器在指定起飞区域行驶，飞行器自主起飞。飞行器起飞过程，车辆可以处于静止状态。

任务二：飞行器巡检及避障

模拟城市街道电力输电线路，整体路线为环形布局，包括线路故障点（不少于 4 个）、空中障碍、地面障碍（对车辆地面视野存在遮

挡)等组成。

飞行器在飞行巡检过程中,通过搭载的摄像头定位空中障碍位置,规划空中飞行路线,实现空中避障和自主行驶;定位和识别出线路故障点位置(故障点尺寸或颜色区别与地面障碍),共4个;之后,调整自身的飞行速度和姿态,配合地面车辆,实现对线路故障点颜色和尺寸的扫描识别。同时为地面车辆提供空中感知视野,协同地面路径规划及避障。

任务三: 车辆避障及巡检

车辆在地面行驶过程中,融合自身和飞行器的感知信息,完成地面路径规划及避障。飞行器的空中感知信息提升地面规划/避障效率。同时地面车辆也需要定位和识别出线路故障点位置,配合飞行器,实现对线路故障点颜色和尺寸的扫描识别。

任务四: 飞行器准确定位降落

到达指定降落区域后,飞行器精确定位并平稳降落到地面指定位置的二维码区域内。

2) 比赛流程

准备阶段: 参赛队伍将程序输入飞行器/车辆系统,通电并调试飞行器/车辆,准备时间限时10分钟。在该阶段,要求一名队员进行5分钟的检录答辩,介绍车辆配置情况。待参赛队伍申请起飞后,裁判员发出起飞指令,进入任务阶段并启动任务计时。

任务阶段: 车辆搭载飞行器在起飞区域外指定位置,接收到裁判员起飞指令后出发,进入起飞区域执行任务一,之后进入巡检区域执

行任务二及任务三，最后行驶至降落区域内完成任务四。任务阶段不超过 15 分钟，每组飞完一次，可立即退回原点，进行第二次试飞，若第二次试飞超出 15 分钟，第二次试飞成绩判 0，取平均分作为总成绩。在任务二/三阶段，要求实时传输对线路故障点的识别信息，届时会有裁判员检查识别情况。

3) 比赛场景说明

比赛场地根据任务分为三个区域（四周和顶部均有防护网）：起飞区域、巡检区域和降落区域。其中，起飞区域为空白场地，无障碍物；巡检区域有障碍物；降落区域为有二维码标识的场地，无其他障碍物。比赛场地尺寸为 30 米*5 米*8 米（室内体育场），场景示意如图 1 所示。左侧橙色区域为起飞区域，飞行器在此区域起飞，小车则在此区域由指定入口驶入巡检区域。中间灰色区域为巡检区域，有多个空中和地面障碍物，及线路故障点（故障点尺寸或颜色区别与地面障碍）。右侧蓝色区域为降落区域，飞行器在此区域由指定位置降落，小车则在此区域由指定出口驶出巡检区域。

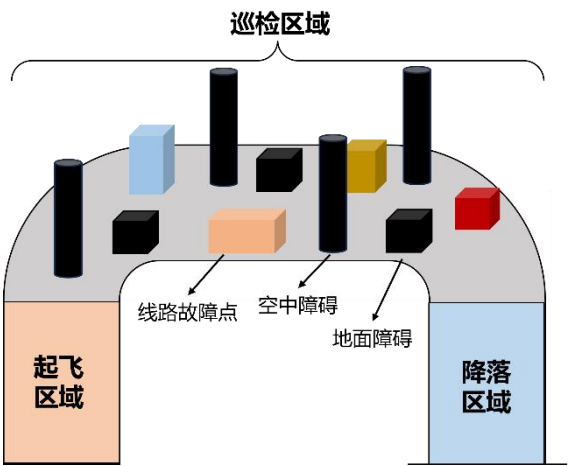


图 1 比赛场景示意图

4) 线路故障点相关说明

a. 规则说明

无人机协同地面车辆，需要在指定的巡检区域内，识别线路故障点的颜色和尺寸，并返回相应信息（包括文字和图像信息）。

为保证比赛的公平性，组委会共准备了 10 个不同的线路故障点，每次比赛前从 10 个线路故障点中随机抽取 4 个放置巡检区域内。

b. 识别要求

参赛队伍需要操作无人机和地面车辆，在巡检区域内搜索并识别线路故障点。

在识别后，参赛队伍需实时返回以下信息：

故障点文字信息：每个故障点的尺寸信息（长度*宽度*高度）及颜色信息。

故障点图像信息：通过无人机/地面车辆摄像头捕捉到的故障点三维图像，要求在图像中对故障点进行标框，并标明上述文字信息（尺寸和颜色），图像及标注清晰可辨认。

c. 注意事项

比赛开始前，裁判会在巡检区域内随机放置 4 个故障点，随机抽取，参赛队伍无法提前得知。

每个参赛队伍须记录并提交其识别到的文字和图像信息作为比赛成绩。

参赛队伍必须通过无人机和地面车辆进行实时识别，禁止使用任何手动输入或预设信息的方法。比赛过程中，裁判组有权更换故障点，确保比赛公平性。

5) 降落区域二维码相关说明:

二维码类型: 比赛中使用 4x4_250 类型的 ArUco 二维码, 不提前告知二维码 ID。

二维码数量: 降落区域内将设置一个二维码, 用于无人机在降落前识别其位置和姿态。

二维码尺寸: 二维码的尺寸为 50 cm x 50 cm。

二维码位置: 二维码将被放置在降落区域的正中央, 确保无人机可以从不同角度接近并进行识别。

6) 技术要求

参赛队伍自行选购或设计所需的飞行器和智能车等机动装备, 技术要求为:

a. 空地协同巡检装备由 1 台飞行器和 1 台智能车组成, 飞行器使用微小型飞行器, 最大起飞重量不超过 7kg, 智能车长度不超过 1.5m, 重量不超过 100kg, 传感器和机动装备配置自定。当总成绩相同时, 软硬件方案的规则符合性、创新性、可靠性等决定排名顺序。

b. 任务一中, 飞行器需要在最迟起飞线前起飞, 且到达最迟起飞线时高度不低于 2 米。比赛场地将设置高度杆或其他高度测量装置。

c. 任务四中, 飞行器需要在指定二维码区域完成降落;

7) 评分标准

成绩根据任务主要分为飞行器起飞分、飞行器/地面车辆巡检分、飞行器/地面车辆空地协同避障分、飞行器准确定位降落分。其中各项得分标准如下:

a. 飞行器起飞分：

起飞成功得 10 分，起飞失败为 0 分。飞行器到达最迟起飞线时达到指定高度即得起飞分。

b. 飞行器/地面车辆巡检分：

共四个故障检测点，飞行器协同地面车辆，成功识别一个故障点，并同时返回文字和图像信息得 10 分。

c. 飞行器/地面车辆空地协同避障分：

飞行器/地面车辆在巡检区域内发生碰撞，一次扣 20 分。

d. 飞行器准确定位降落分：

降落成功得 10 分，失败为 0 分。具体细化得分如下：飞行器落地位置的中心距离二维码区域中心在 $1/8$ 二维码宽度范围内得 10 分，在 $1/8$ 宽度- $1/4$ 宽度范围内得 5 分，在 $1/4$ 宽度- $1/2$ 宽度范围内得 2 分，其余视为失败。

e. 空地协同效率得分：

考核任务用时，占分 40，具体细化得分如下：从起飞指令下发开始计时，到参赛人员示意比赛完成结束计时。记录各参赛队任务用时，根据时间排名计算各队得分。前述要求任务阶段不超过 15 分钟，超出时间，得分直接为 0。

f. 汇报得分：

各参赛团队向裁判汇报自己队伍设计思路，由裁判打分 0-10 分，汇报时间不超过 5 分钟。

*a、b、c、d、e 得分之和根据计算公式如下：

$$S = S_a + S_d + S_f + (n_{\text{空}} \times 10 - n_{\text{碰}} \times 20) + \frac{T_{\text{总}} - T}{T_{\text{总}}} * 40$$

S 为总得分

S_a 为飞行器起飞得分

S_d 为飞行器降落得分

S_f 为汇报得分

$n_{\text{空}}$ 为飞行器/地面车辆识别故障点的成功数量

$n_{\text{碰}}$ 为总碰撞次数，包括车辆和飞行器碰撞次数

$T_{\text{总}}$ 为所有参赛团队用时总和

T 为本参赛队伍用时

如果得分相同（ S 相同），则根据任务效果、时间以及飞行器稳定性决定排名顺序（如：参照 f 得分），凡规则未尽事宜，解释及规则的修改决定权归赛事委员会。

8) 判罚原则

a. 如果存在以下情况之一，则本次成绩为 0:

- 经审核不满足规则规定的任何一项技术要求。
- 飞行器飞离比赛区。
- 比赛超过规定时间。
- 飞行器在非降落区域降落。

凡规则未尽事宜，解释及规则的修改决定权归赛事委员会。

9) 人员配置

主裁判（1 人）/摄影师（1-2 人）/助理裁判（2 人）/秘书（1 人），全程录像。

10) 奖项设置

共分一、二、三等奖，按照各参赛队伍总成绩排名，前 10%颁发一等奖，前 20%-30%颁发二等奖，前 30%-60%颁发三等奖。

2.2 航天器近地空间多目标访问的动态规划和决策

1) 任务描述

近地空间多目标访问技术是空间在轨服务、环境治理、碎片清除、态势感知等任务的关键技术之一，而基于电推进技术的航天器平台是实现低成本、高效率多目标访问的重要手段。随着航天自主性需求的提高，如何在短时间内高效率动态规划能力是衡量规划算法优越性的重要指标。在此背景下，设置“航天器近地空间多目标访问的动态规划和决策”挑战赛题。参赛队需在赛方提供计算平台上，针对随机生成的航天器平台初始状态、平台控制参数配置、空间目标库及初始状态，在给定时间内利用自行设计动态规划和决策算法生成多目标访问策略，并通过可行性校验。

2) 比赛规则

①竞赛仿真环境包括：

动力学环境：考虑 J2 摄动的轨道力学环境；

航天器平台初始状态：初始轨道根数、质量；

航天器平台控制参数：推力大小、比冲、燃料质量；

空间目标库及初始状态：目标数量、每个目标轨道根数；

最大任务时间；

上述参数将在预设范围(范围上下界将在后续公布)内随机生成，

各参赛团队基于随机生成的竞赛仿真环境进行比赛。

②双方的任务目标均为通过可行性校验的前提下,实现尽可能多的目标访问,有效评价指标为访问目标的数量 n 。

③当规划时间到达 15 分钟单局比赛结束,赛方将对双方的解文件进行校验并公布胜出方。

3) 赛制

本赛道不设初赛,在决赛期间进行,采用单循环制,即任意两支参赛队之间都有且仅有 1 场比赛,每场比赛对抗 3 局。

4) 胜负判定与得分标准

①单局比赛结束时,若是一方未提交可校验文件,或可校验文件不通过,则判负;若双方均未提交可校验文件,或可校验文件不通过,则判平局;若双方均提交可校验文件,且校验文件通过,可根据访问目标数量判定胜负,访问目标数量高者胜;若访问目标数量相同,则判平局。

②计分方式为可行解分和胜负分,加起来得到一局的总积分。

a. 一局的总积分 = 可行解分+胜负分

b. 可行解分:提交的校验文件通过可行解校验,得 2 分;

c. 胜负分:任何条件下,获胜+5 分;平局+1 分;被击败+0 分。

5) 比赛流程

① 双方参赛队各自携带自行设计动态规划和决策算法入场。

② 双方同时开始算法部署调试工作。调试时限为 10 分钟,如到达时限仍未调试通过,则未通过方可申请暂停获得额外 3 分钟的调试

时间。如果最终未能调试通过，则该场比赛总积分为 0 分。

③ 双方调试通过后，经裁判同意，比赛开始；

④ 当比赛时间到达 15 分钟，或双方均提交校验文件，则比赛终止。

2.3 无人战斗机虚拟对抗

2.3.1 任务概要

在虚拟环境中举行 2 对 2 空战，进行要地空域攻防。比赛以某型无人战斗机为空战平台，装备有机载雷达、近距空空导弹和航炮。每支参赛队将智能算法灌入自己准备的智能计算设备中，通过 USB 接口与仿真服务器相连。每个计算设备的智能算法控制一架飞机：接收服务器提供的信息，同时向虚拟环境发送飞机、雷达和武器的操控指令。通过这种方式，进行任务计算设备的半实物仿真对抗，对后续智能计算设备的装机实飞对抗产生技术牵引。

2.3.2 技术要点

- ✧ 自主态势预测与分析；
- ✧ 空战博弈自主协同决策；
- ✧ 具有鲁棒性的自主飞行机动决策
- ✧ 战斗机机载武器使用决策；
- ✧ 自主避障与任务规划。

2.3.3 比赛规则

2.3.3.1 技术要求

- 1) 硬件设备：嵌入式智能计算设备，可使用英伟达 TX-2、NX

或其他同类型产品。该设备由参赛队自行选购；

2) 仿真系统及接口形式：仿真软件在 PC 机上运行，通过 USB 接口连接智能计算设备。使用嵌入式计算设备通过 USB 接口和仿真服务器连接可能会降低算法执行性能，参赛队需提前进行分析和测试。仿真软件及接口格式在报名后择期定向发布；

3) 控制方式：全程自主对抗。

2.3.3.2 场地与规则

1) 本科目不设置飞行空域边界，参赛双方需把对方击落或逐出中间的圆柱形空域。要地空域的高度范围为海拔 0km-20km，要地空域中心为场地中心。地面不设置战场地形，飞机海拔高度低于 0 视为撞地\海坠毁。参赛双方抽签决定红方、蓝方。参数双方的双机编队初始位置分别在如图 1 所示的初始空域内随机生成。蓝方的初始空域是要地空域正北 80km，双机位置关于要地空域对称，横向间隔为 10km。红方的初始空域是要地空域正南 80km，双机位置关于要地空域对称，横向间隔为 10km。双方起始海拔高度为 10km，双方初始马赫数为 0.8 马赫，初始燃油量 80%。双方的初始航向均指向要地空域的圆心。

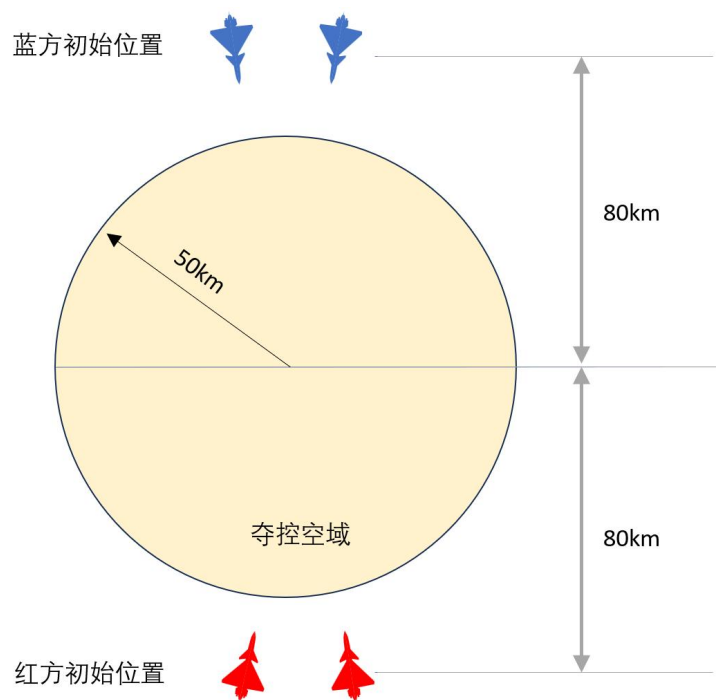


图 1 虚拟空战场平面示意图

2) 双方的任务目标均为击落对方全部无人战斗机，或将对方飞机逐出要地空域，占据制空时间。

3) 当满足以下任一条件时单局比赛结束：

- a) 任意一方所有飞机退出比赛，且没有飞行中的空空导弹；
- b) 任意一方制空时间达到 60 秒；
- c) 仿真时间到达 10 分钟。

4) 飞机退出比赛的判定标准：被机炮/导弹击落、飞行高度低于海平面，失速持续时间超过 10 秒，以及与另一架飞机相撞，均视为退出比赛。

5) 制空时间计算：

a) 以红方为例，当且仅当要地空域内只有红方无人机时，开始累计红方的制空时间。若蓝方飞机再次进入要地空域，则暂停累计红方

制空时间。若要地空域没有红方飞机，则红方累计制空时间置 0。蓝方的制空时间计算方法同理。

b) 占据要地空域的计时与飞机数量无关。

c) 累计的精度为 1 秒，不足 1 秒按 0 计算。例如红方比蓝方先抵达要地空域 0.9 秒，双方的制空时间仍为 0。因敌方飞机进入要地空域而累计后，驱离、击落敌方飞机重新开始累计时，原先累计不足 1 秒的部分置 0。例如，红方累计暂停时已经累计了 10.9 秒，驱离、击落蓝方后，制空时间从 10 秒开始累计。

2.3.3.3 胜负判定与得分标准

1) 仿真结束时，若是一方飞机全部退出比赛，则另一方获胜。

2) 若一方飞机制空时间达到 60 秒，则该方获胜。例如，若红方飞机制空时间达到 60 秒，即使红方仅剩 1 架飞机，蓝方有 2 架飞机。仍为红方获胜。因为此时蓝方的 2 架飞机必然位于要地空域之外，且超过 60 秒，有消极避战的嫌疑。

3) 仿真结束时，若没有一方的制空时间达到 60 秒，且双方剩余飞机数量一致，例如都是 2 架，或都是 1 架，则制空时间长的一方获胜。

4) 仿真结束时，若双方的剩余飞机、制空时间和生命值均相等，则剩余导弹数量多的一方获胜。

5) 平局：仿真结束时，若双方的剩余飞机数量、制空时间、生命值和剩余导弹均相等，则为平局。

6) 计分方式分为击落分和胜负分，加起来得到一局的总积分。

a) 一局的总积分=击落分+胜负分

b) 击落分：击落一架敌机+2分。击落友机，则对方+2分；除击落外，敌机的其他损失不计分；

c) 胜负分：任何条件下，获胜+5分；平局+1分；被击败+0分。

d) 例如，若依靠击落2架敌机获胜，则为 $2+2+5=9$ 分。此为单局能拿到的最高积分。若蓝方击落红方1架，但红方完成30秒制空时间，则红方为5分，蓝方为2分。若双方各击落对方1架，最终成平局，则双方各取得 $2+1=3$ 分。

2.3.3.4 赛制

1) 比赛首轮为小组赛。根据实际参加队伍数量，将所有队伍分为若干组，每个小组最多不超过8支队伍；

2) 小组赛组内采用单循环制，即任意两支参赛队之间都有且仅有1场比赛。每场比赛采用6局，初始局的红蓝角色由两支参赛队抽签决定，之后每局轮换红蓝角色；

3) 小组赛结束后，每小组所有参赛队依据所有比赛的交战分总分进行排名。每小组排名最高的若干支队进入决赛（具体数量由小组数决定，进入决赛的队伍不超过5支）。交战分总分相同情况时，则判定两支参赛队均进入决赛，如决赛阶段两支参赛队交战分总分相同，则认定两支参赛队排名相同。

4) 决赛依然采用单循环制，每场比赛采用10局。排名规则与小组赛相同；

5) 最终排名第1和第2的两支参赛队进行1场4局的表演赛，比

赛结果不影响最终成绩。

2.3.3.5 比赛过程

1) 双方参赛队各自携带 2 台智能计算设备入场，抽签决定第一局的红方与蓝方，将智能计算设备接入服务器。在后续局次中，红方与蓝方依次轮换。

2) 双方同时开始设备调试工作。调试时限为 15 分钟，如到达时限仍未调试通过，则未通过方可申请暂停获得额外 3 分钟的调试时间。如果最终未能调试通过，则该场比赛交战分总分为 0 分。

3) 双方调试通过后，经裁判同意，比赛开始；

4) 在每局比赛（包括每场第一局）开始前，参赛双方各有 1 次机会申请暂停。暂停时间为 3 分钟。参赛方可利用此时间在当局比赛结束后进行设备调试、算法调整等工作；

2.3.3.6 仿真模型说明

1) 飞机动力学模型：某两型（I、II）喷气式无人战斗机。

a) 两型无人战斗机的动力学特性具有一定差异，但总体与典型的第三代有人战斗机较为接近。比赛前将会发布 I 型无人战斗机模型及试训环境，正式比赛则使用 II 型无人战斗机进行比赛。正式比赛前一天，将会发布 II 型无人战斗机模型，以便参赛队提前了解比赛的无人战斗机模型特性。正式比赛前，每支参赛队可使用 II 型无人战斗机在比赛系统中调试、试训 5 个架次。

b) 智能算法可以按照两种不同的模式对飞机进行操纵：杆舵模式（操纵杆的纵向、横向，方向舵，油门）和协调转弯模式（法向过载，

滚转速率，油门）。飞机将在动力学允许的范围内进行响应。此外，还可以单独操纵飞机的传感器工作模式、目标锁定和武器发射。飞机起始机内油量 80%，燃油耗尽后，飞机仍可无动力飞行，直至坠毁。

2) 态势感知与机载传感器

a) 本次比赛双方每架飞机均装备机载雷达（简单数字仿真模型）用于获取目标信息（敌我识别信息，敌机方位角、距离、速度，友机方位角、距离、速度），并锁定敌机目标、发射近距空空导弹。数据刷新率为 20Hz；

b) 当目标（敌机和友机）与飞机的距离小于 5km 时，飞机可以获得目标信息（敌我识别信息，敌机方位角、距离，友机方位角、距离）。不受观察离轴角限制，数据刷新率为 20Hz；

c) 除依靠自身雷达和视距内透明态势获取目标信息外，参赛双方均可获取预警信息（敌我识别信息，敌机位置，友机位置）支援，不受距离限制，数据刷新率为 0.2Hz；

d) 当机载雷达同时探测到多个敌方目标时，智能算法可以选择其中一个敌方目标锁定。锁定一个目标时，其他探测到的目标依然能够获取其运动信息；

e) 机载雷达无法锁定友机，但可以通过探测获取友机的方位角、距离、速度信息；

f) 每架飞机模型具有简单雷达与导弹来袭告警系统，当飞机被其他飞机雷达锁定或近距空空导弹来袭时，比赛系统会向智能算法发送

告警类型和告警的方位角、高低角，无距离信息。

3) 机载武器 1：空空导弹

a) 本次比赛采用典型的中距和近距空空导弹，具有简单导引头模型。中距导弹的最大射程大约 150km，近距导弹的最大射程约 20km。导弹的实际攻击距离会随着发射速度、高度，目标的速度、高度、进入角和目标机动等状态的变化而变化。每架飞机可携带 4 枚中距空空导弹、2 枚近距空空导弹；

b) 导弹发射前须由本机雷达锁定目标，为导弹装订目标，否则无法发射。中距导弹在发射后，可由本机提供指令制导，导引头开机后如果抓住目标，则转入自主制导；近距导弹发射前，导引头应能截获锁定的目标，否则无法发射。导弹发射后本机不再提供导引信息，即“发射后不管”；

c) 导弹飞行中，导引头持续对视场进行探测，但不具备敌我识别能力，不具备测距功能。若导引头观察其他飞机与目标的视线角差别小于 1° ，会锁定更近的目标，可误伤友机；

d) 中距导弹的最小发射距离为 500 米，近距导弹的最小发射距离为 300 米。当敌我相对距离小于最小发射距离时，导弹无法发射；

e) 弹目距离小于 10 米时，视为导弹击落目标。导弹的截止末速为 0.8 马赫，即导弹飞行速度低于 0.8 马赫时，视为导弹失效。

4) 机载武器 2：虚拟航炮

a) 攻击能力设定：机头方向 2° 光锥，轴线沿飞机机体纵轴方向，最大射程 1000m，最小发射距离 100m。虚拟航炮弹药量按开火时间

计算，每架飞机的航炮弹药量为 20 秒；

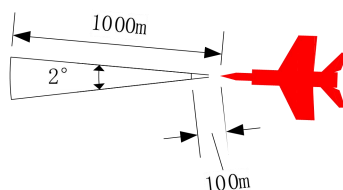


图 2 虚拟航炮攻击范围

b) 目标可被攻击的进入角：全向；

c) 虚拟航炮光锥未照射到目标，以及敌我距离小于最小发射距离时无法开火；

d) 每架飞机光锥照射到目标，并开火后，目标生命值损耗量与相对距离成反比，单步仿真内目标生命值损耗量 h_t 如式(1)所示， dt 为仿真步长。每架飞机的初始生命值为 3，目标生命值耗尽之后构成击落；

$$h_t = 2 \times \frac{1000 - dist}{900} dt \quad (1)$$

e) 多架飞机同时攻击一个目标，生命值扣减的速度叠加；

f) 当一架飞机的光锥里有多目标，则默认弹药攻击近处的目标。不具备多目标攻击能力。可误伤友机。

5) 仿真系统具有简单的通信模型，允许己方各机在低带宽、较大延迟条件下（0.1kb/s, 500ms 延迟），通过数据链交流。

2.3.4 赛制

本赛道不设初赛，在决赛期间进行，采取单循环制对抗赛，即任意两支参赛队伍都有且仅有一次对抗，由总赢率进行排名，总赢率相同时，根据胜负关系确定排名。

3. 交叉赛道

3.1 低空经济新业态探索

1) 任务描述

本赛道聚焦低空飞行器设计创新，探索低空飞行活动在交通物流、文旅体验、应急救援等场景下的创新性实用功能，开发共享飞行平台、综合立体交通、空中物流网络等新型商业模式，推动低空经济成为高质量发展新引擎。以下是各方面的具体内涵解释：

低空交通方向：依托低空空域，以各种有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为牵引，提出具有创新性和高附加值的新型交通模式，包括但不限于城市空中交通、区域空中交通、综合立体交通、低空物流运输、低空旅游等。本方向关注交通模式的创新性；解决传统交通安全与效率问题的有效性和对产业链发展和经济发展的带动性。

应用经济方向：聚焦空域使用权证券化、飞行数据确权交易、碳积分衍生品等低空经济价值流通模式，开发基于区块链的分布式清结算系统、风险对冲工具及普惠型融资产品，构建覆盖飞行器研发—运营—回收全周期的金融支持体系。本方向关注（1）主题契合度。研究问题应明确界定，例如聚焦无人机物流产业集群的智能演化或低空经济数据资产定价模型，避免泛泛而谈。其次，需涵盖低空经济产业集群的智能演化，包括技术、政策、市场等维度，同时涉及金融基础设施的创新或重构，如支付结算、保险、供应链金融等。最后，作品需分析产业演化与金融需求之间的联动关系，例如金融工具如何支持产业发展，或产业变化如何催生新的金融需求，并辅以具体案例或数

据支撑。（2）创新性。创新性可从理论、技术和模式三个层面评估。理论创新方面，作品需提出新模型或新框架，例如低空经济产业集群的复杂网络演化模型或空域资源金融化定价算法。技术创新方面，应运用区块链、AI、数字孪生等前沿技术解决实际问题，并论证技术可行性。模式创新则关注商业设计或金融工具的创新性，例如无人机物流应收账款证券化或低空碳交易衍生品。创新性评分可分级：突破性创新需解决行业空白；改进型创新需优化现有方案并提升效率 30% 以上；常规方案若无显著创新，则得分较低。（3）方法论与逻辑严谨性。研究方法需科学严谨，数据支撑充分。数据来源应真实可靠，例如企业案例、政府报告或仿真数据，并注明数据量和获取途径。分析工具需采用量化方法，如系统动力学建模、计量经济学分析或蒙特卡洛模拟。逻辑严谨性要求论证链条完整，从问题提出到分析、解决方案及验证，避免漏洞。此外，作品应体现跨学科融合，例如综合经济学、金融学和工程学方法。（4）应用价值与可行性。作品的落地潜力是关键评估点。产业落地潜力需匹配真实需求，例如是否有地方政府或企业的合作意向或试点规划。经济可行性需通过成本收益分析体现，例如投资回报率（ROI）超过 15% 或运营成本降低 20% 以上。政策合规性要求符合现行法规，如中国民航局或 FAA 的空域管理政策。可扩展性则考察方案能否复制到其他区域或场景，例如从无人机物流扩展到城市空中交通。（5）表现力与协作性。作品的展示质量和团队执行能力同样重要。报告或路演需逻辑清晰，图表专业，例如采用动态可视化或案例对比表格。答辩环节需精准回答评委提问，体

现团队对项目的深入理解。团队协作方面，成员构成应跨学科（如经济、工程、金融背景），且分工明确。

设计方向：围绕低空经济和飞行主题开展创新探索，提出新的实用功能，创造新的飞行乐趣和体验，塑造新的生活方式。设计与之相关的飞行器以及新商业模式，以产品设计方案和相应的商业模式设计予以呈现。本方向关注（1）创新性。设计方案是否创造出新的，有价值的功能、乐趣、体验、生活方式。（2）商业模式的可行性。全面、深入地构建商业模式。让所有参与方都能得到相应的价值。商业模式实现利润的可行性比较充分。（3）文化价值和社会价值。具有正面、积极的文化价值和社会价值。（4）美学价值。设计方案呈现出高水平的美学价值。

本赛道鼓励交通信息工程及控制、应用经济学、航空宇航科学与技术、设计学、法学等学科交叉组队参赛，协同推动未来飞行器在技术创新、应用拓展和产业发展方面取得更大突破。

2) 比赛规则

参赛作品包括但不限于外观设计与飞行性能结合、低空飞行的应用经济、新型低空交通模式等多主题，以方案设计或实物展示形式参赛。

3) 评分点

① 创新性

功能突破性：是否开创全新应用场景

体验革命性：人机交互设计是否创造独特飞行体验

模式颠覆性：是否重构产业价值链

技术融合度：多学科交叉创新水平

② 商业模式

价值网络完整性：涵盖空域管理方、基础设施商、运营商等全链条利益分配机制

盈利模型稳健性：成本收益测算是否包含适航认证、保险体系等隐性成本

场景延展性：基础平台是否支持功能扩展

风险可控性：应对政策法规变更、空域冲突的预案设计

③ 文化与社会价值

社会公平性：是否保障不同群体飞行权益

文化融合度：设计语言是否体现地域特色

生态友好性：降噪设计、能源循环利用等环保指标

伦理前瞻性：隐私保护、人工智能伦理框架

④ 美学价值

造型表达：造型语言与功能定位的契合度

材料表现力：新型复合材料表面处理工艺的视觉张力

4. 企业赛道

4.1 eVTOL 动力系统构型设计

研究内容不限于以下三个研究方向：

（1）纯电动 eVTOL 构型研究：在飞机载重量一定条件下，通过飞机构型（多旋翼、涵道、复合翼等）等为变量，研究以电池电量最

小、续航里程最大为目标的飞机构型；

(2) 混合动力 eVTOL 动力架构设计：研究混合动力方案，包括动力配置（增程式、并联混动式、电池电量与发动机功率配置、燃料类型等）、飞机构型（多旋翼、涵道、复合翼等），提出长续航 eVTOL 高效动力架构；

(3) eVTOL 用电机驱动系统结构研究：可选取多旋翼电驱动系统或者涵道式电驱动系统，主要研究在风冷或者液冷情况下的系统结构（电机、电控、结构、工艺），以期达到最大扭矩重量比、最高系统效率。

三、赛事流程

1. 2025 年 5 月 31 日：发布大赛通知。

2. 2025 年 5 月 31 日—8 月 31 日：网上参赛报名。

参赛队注册、报名截止到 8 月 31 日 22:00。

3. 2025 年 5 月 31 日—9 月 1 日：资格审核与初赛作品提交。

参赛团队队长所在单位需对本单位参赛队伍进行资格审核。参赛队所在单位审核及初赛参赛作品提交截止到 9 月 1 日 22:00，通过大赛官方网站进行，网址为：<https://cpipc.acge.org.cn/cw/hp/3>。

4. 2025 年 9 月 2 日—9 月 19 日：大赛初赛作品评审，组织专家网上进行初赛作品评审。

5. 2025 年 9 月 26 日—10 月 9 日：公布大赛决赛入围名单。

6. 2025 年 11 月初：在北京理工大学（珠海）举行现场决赛。

四、作品提交要求

每支报名团队必须在 2025 年 9 月 1 日前，通过大赛网站提交参赛作品的项目报告书，报告书包括方案创新点，与现有技术相比的优势，具体方案描述等内容。

项目报告书为比赛最终评比材料。设计方案、数字模型、动画、视频、研究报告等可作为附件一并提交。如作品包含实物模型，在初赛时提供视频材料，决赛时进行实物展示或视频演示。

大赛不接受涉密作品和存在知识产权纠纷的作品参赛，如出现涉密或涉知识产权纠纷作品，由参赛选手承担相应责任。往届曾经参赛的获奖作品，如无重要创新，将视为雷同，经专家认定，将不具备获奖资格。

五、赛事组织

媒体/宣传支持：《人民日报》、央视等多平台报道、《学位与研究生教育》杂志、《中国研究生》杂志等

承办单位：珠海市教育局、北京理工大学（珠海）

第二章 参赛方式

一、参赛对象

- 1.中国（含港澳台地区）高校、科研院所的在读研究生和已获得研究生录取资格的本科生；
- 2.国外大学在读研究生、国内大学在读国际研究生；

- 3.研究生毕业一年以内的高等院校及科研单位的在职人员；
- 4.企业赛道参赛对象可放宽至研究生毕业 5 年以内在职人员。

二、参赛方式

鼓励以团队形式参赛，各参赛队每队最多不超过 5 人，允许跨单位组队，鼓励中外学生联合组队；本届大赛设有交叉赛道，鼓励各参赛单位组织不同学科学生组队参赛（交叉团队每队参赛人员可最多不超过 8 人）。各参赛队需按照大赛要求，注册、报名并按时提交作品，参赛团队队长所在单位需对参赛队伍进行资格审核。

本届大赛所有参赛团队须在 2025 年 8 月 31 日前在大赛网站报名，2025 年 9 月 1 日前通过资格审核，境内参赛团队注册、报名及参赛团队所在单位审核均通过大赛官方网站进行，网址为 <https://cpipc.acge.org.cn/>。境外参赛队员注册请通过邮件（grd@bitzh.edu.cn）联系大赛承办单位。

第三章 奖项设置

本届大赛面向参赛作品设置一等奖（前 3 名为冠军、亚军、季军奖）、二等奖、三等奖，面向组织单位评选“优秀组织单位”。奖金设置：冠军 50000 元/项，亚军 40000 元/项，季军 30000 元/项，一等奖 10000 元/项，二等奖 3000 元/项，三等奖可获得荣誉证书。

奖项数量：根据提交参赛作品的数量另行确定。

第四章 申诉仲裁与纪律处罚

各参赛培养单位严格审查参赛选手资格，若出现参赛选手资格问

题,取消该作品参赛资格、参赛培养单位评优资格及承办单位申请权,并通报组委会各委员单位。

参赛选手不得运用非法手段窃取他人技术数据、创意设计方案、不得将往届获奖参赛作品原样提交比赛等,如出现此类问题,取消参赛选手资格并通报其所在培养单位,由所在培养单位给予相应处罚。

大赛秘书处、专家委员会及评审专家组等各职能部门严格遵守大赛各项规章、制度,做到公正、公平、公开,若出现渎职、包庇等行为,取消相关作品资格及责任人职务,并通报组委会各委员单位。

第五章 知识产权与保密

参赛作品应具原创性,无知识产权争议。因知识产权引起的任何实际侵权责任由参赛选手承担。

所有参赛作品知识产权的保护均取决于项目来源或相关约定。参赛选手可自行对参赛作品申请国家知识产权保护,组委会不涉及相关事宜。

所有参赛作品均不得涉密,或须做脱密处理,因作品引发的泄密问题,由参赛选手承担责任。

第六章 大赛时间安排

一、国内赛道

序号	时间安排	事项安排
1	2025 年 5 月 31 日	发布大赛通知及启动宣传工作
2	2025 年 5 月 31 日-8 月 31 日	网上参赛报名
3	2025 年 5 月 31 日-9 月 1 日	资格审核与初赛作品提交
4	2025 年 9 月 2 日-9 月 19 日	大赛初赛作品评审
5	2025 年 9 月 26 日-10 月 9 日	公布大赛决赛入围名单
6	2025 年 11 月初（珠海）	全国总决赛及颁奖典礼

第七章 联系我们

1. 大赛官网：<https://cpipc.acge.org.cn/cw/hp/3>
2. 大赛邮箱：grd@bitzh.edu.cn
3. 大赛微信号二维码：



北京理工大学珠海校区研究生教育



大赛官微

4. 问题咨询与交流：

为方便各培养单位组织人员、指导教师以及参赛选手之间的沟通与联系，欢迎扫码进入 QQ 群。

各单位组织教师 QQ 群：



参赛队队长交流 QQ 群：



5. 第十一届大赛工作人员及联系方式：

承办单位联系人：

肖文英 010-68914502（总体协调）

王 茹 0756-3622786（决赛竞赛组织）

何洪文 010-68915135（专家评审）

宋 侃 0756-6846150（1.1-1.9 等赛题的报名、作品提交）

白 静 0756-3622728（2.2-2.3、3.1、4.1 等赛题的报名、作品提交）

冯吉威 15210617963（2.1 等赛题的报名、作品提交）

漆 敏 0756-3835202（境外高校选手和境内国际学生报名、作品提交）

刘月萍 0756-6846170（媒体宣传）

秘书处联系人：

吴敏洁 王晓姣 029-88460213（西北工业大学研究生院）

大赛最终解释权归中国研究生未来飞行器创新大赛组委会所有。

中国研究生未来飞行器创新大赛组委会

