

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2026 年度赛事规则

赛项：航天器设计与空间机器人
项目：自旋非合作目标在轨服务

航天器设计与空间机器人赛项技术委员会

I. 填表说明

1. 表中所列各项须详细填写；
2. 技术参数需精确到小数点后一位；
3. 时间安排需明确具体；
4. 在规则文件中用红色字体清晰标明较以往规则新增或变更的内容。

II.重要更新记录

简要描述近两年规则中的重要更新，并用红色字体标注变更的内容
2026 年度： 以无人机作为空间机器人；新增黄色气球太空垃圾捕获和红色气球陨石规避；转台范围提高到 0-15° /s；每轮出发机会增至 3 次；新增无人机轴距、桨叶保护、对接装置、播报和动捕接口要求，并附 UDP 动捕通信协议。 2025 年度： 空间机器人完成自旋目标卫星捕获、绕飞、逼近停靠和返航；转台自旋范围 0-10° /s；每轮 2 次出发机会。 负责人签字：  日期：2026年6月

一、联系方式

1.1 组织委员会

负责人：卢 欣 中国自动化学会机器人竞赛工作委员会副主任、北京控制工程研究所研究员

成 员：张 凡 西北工业大学

赵述龙 国防科技大学

刘 斌 国防科技大学

联系电话：18792733626

1.2 竞赛组织讨论 QQ 群

航天器设计与空间机器人-自旋非合作目标在轨服务 QQ 群：991336043;

群内实名格式：院校-教师/学生-姓名；申请时注明参赛队伍及高校。

二、赛项规则

2.1 任务描述

简要概括近两年规则中的任务描述，并用**红色**字体标注变更的内容

2026 年度：

空间机器人（本项目以无人机代替）完成太空垃圾触碰、陨石规避、目标卫星捕获与绕飞、按压对接开关保持点亮以及安全返航；每次任务限 300 秒，每轮最多 3 次出发。

对于自旋非合作在轨服务项目比赛任务，参赛队需设计并制作空间机器人，完成对空间垃圾的捕捉、陨石的规避、目标卫星对接、返航等任务，整个任务通过赛场统一的动捕设备提供目标星以及空间机器人的位姿信息用于判断任务完成情况。任务流程分以下四个阶段：

1. 空间垃圾捕获：空间机器人需运动至随机分布的空间垃圾附近并实行捕获；
2. 目标星对接：空间机器人在完成空间垃圾捕获任务后，与目标星保持一定的距离，跟随绕飞并保持一定时间；
3. 陨石规避：空间机器人应规避分布在任务空间中的陨石；
4. 返航：在完成捕获、绕飞、规避等任务后，在规定时间内返回起始点；

关于比赛场地以及具体任务得分要求，参考本规则“场地描述”和“评分标准”；

比赛期间，每支队伍必须指定一名成员为机器人操纵员，在紧急情况下可以接管机器人，一旦遥控接管则本次比赛后续项目不得分，遥控器须始终保持水平。

2025 年度：

空间机器人基于赛场动捕信息完成自旋目标卫星的捕获、绕飞、逼近停靠和返航。

2.2 考查的核心技术点

简要说明赛项考评的核心技术点
自旋目标卫星的自旋速度、姿态变化分析与运动状态预测；相对导航、坐标系转换、位置姿态估计与闭环控制；障碍物、太空垃圾和陨石实时感知，自主路径规划、避障及接近路径优化；动态目标捕获、伴飞、接触式对接与相对运动精确控制；动捕UDP数据接入与自主飞行控制；系统鲁棒性、容错、故障处理和紧急接管。

2.3 机器人参赛要求

详细描述赛项机器人的尺寸、重量、电源、速度、负载能力约束，通信方式、传感器及控制器等技术参数和规格。

参赛载体与总体要求

本项目以无人机代替空间机器人。无人机及动捕标记、扬声器、对接装置和安全装置要求如下。

机器人应为学生（研究生/本科生/专科生）设计制作的，应符合下列规范要求：

机器人	自旋非合作目标在轨服务项目
整体结构	参赛队自行设计能完成的机器人设备
动捕标定点	机器人平台应留有安装动捕 marker 球的位置，支持粘接或螺钉安装，marker 球直径为 12mm 左右，个数 4 个左右，具体以现场部署为准
外貌	鼓励装饰机器人，使得机器人具有自身特色的外形
扬声器	要求：能够让裁判老师清晰听到播报内容，也可以外接蓝牙音响（扬声器参考参数： $\geq 5W/4\Omega$ ）
关于检录	检录后，不得对机器人进行程序烧录、不得充电
出发启动	裁判或授权队员示意开始后，机器人自动出发
返回停机	机器人自动停机
安全	机器人不得伤害人，不得损坏场地与环境。机器人要求配置无线遥控装置，当出现机器人失控时，通过遥控装置使其安全着陆。无人机必须配置桨叶保护装置，操作人员不允许进入场地

2.4 场地描述

详细描述比赛场地的面积规格、地面材质、围栏设置等基础设施及照明系统、监控系统、通信设备等附属设备。

场地与器材

场地由目标卫星模型、单轴转台、太空垃圾/陨石气球、动捕与显示通信设备组成。

一、比赛场地说明

1. 比赛场地，主要包括非合作目标卫星模型一台、提供目标卫星自旋运动的运动转台一套。
2. 黄色气球 1 只，红色气球 1 只，连接气球的细杆 2 只，气球为 10 寸非氢气气球。
3. 对接开关装置一个。
4. 运动状态测量设备一套。
5. Wifi 传输设备一套。
6. 40 寸显示器一台。

二、比赛器材说明

比赛场地中间设有一台稳固的转台（位置非固定，比赛现场随机设定），能够实现沿垂直地面方向的单轴旋转，旋转速度能在一定范围进行调控，该转台搭载目标卫星，使其能够单轴自旋, 如图 1 所示；

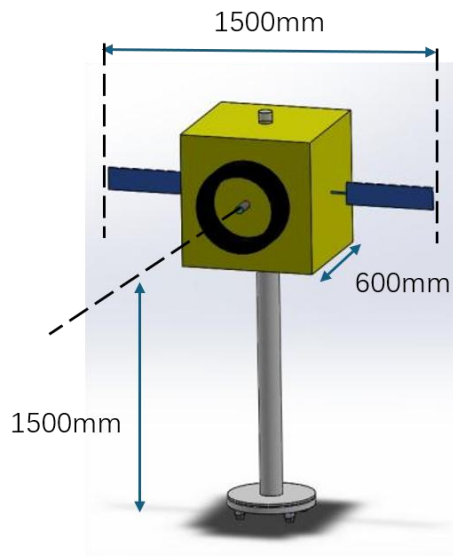


图 1: 卫星示意图

运动状态测量设备（动捕设备）用于提供目标卫星以及空间机器人的运动状态、位置、姿态等信息，作为成绩评判的依据；

转台具有适当的安装接口，且具备一定的承载能力，能够承载非合作目标卫星模型；

非合作目标卫星外形参考真实公开卫星模型，外形效果逼真；

非合作目标卫星刚度可靠，能够抵御一定程度的冲击；

比赛场地搭载高精度外测设备，能够实现对空间机器人和非合作目标模型运动状态的测量；

比赛中使用的气球均为 10 寸普通气球，比赛时气球大小基本保持一致，气球固连到支撑连杆上；

固定气球装置采用刚性细杆与地面实现稳定连接，杆长均为 2 米；

开关装置为标准的按压式机械开关，该开关与小灯泡实现可靠连接。一旦开关被按下，将立即触发电路闭合，使得小灯泡亮起，灯泡点亮即认为完成对接；

比赛场地周围应设有保护围栏，保证比赛过程中观众的安全和场地内设备的安全。

三、场地指标说明

比赛场地的中央转台具备 $0-15^{\circ}/s$ 的调控范围，正式比赛前在赛场发布统一固定的自旋角速度；

比赛场地和非合作目标卫星模型结构尺寸如图 2 所示，非合作目标卫星模型由黄色的正方体本体和蓝色的太阳帆板构成；整个场地坐标系如图 2 中定义；

图中陨石和太空垃圾位置为随机放置；

非合作目标卫星模型上星箭对接环尺寸如图 3 所示，星箭对接环的涂装为黑色，其中心设有一个固定的开关装置，对接感应开关直径 50mm，高度与对接环同平面；

比赛场地外测设备位置测量精度优于 5mm，三轴姿态测量精度优于 4° ；

比赛场地周围安全护栏高度不低于 1m；

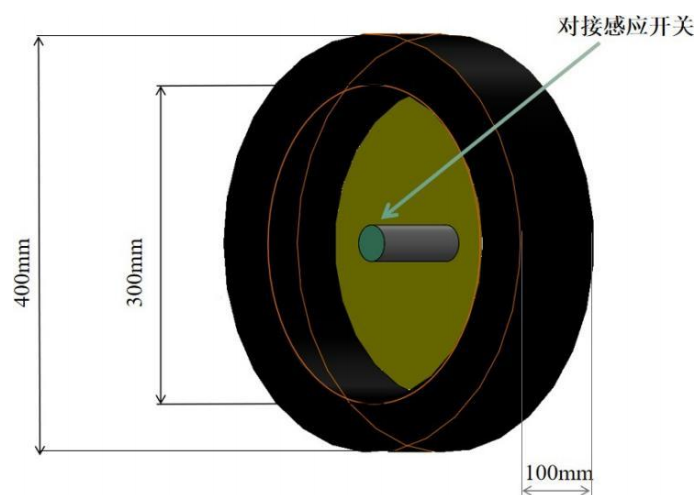
比赛场地为室内环境，光照强度一般在 500Lux—1000Lux 之间，但不能保证光线照明均匀，门窗可能有小股阳光射入；比赛的挑战之一就是要求机器人能够在一个不确定照明、阴影、散光等实际情况的环境中进行比赛；比赛者应意识到赛场管理人员难以保证比赛现场无人使用照相机和摄像机的辅助光源，设计制作中应采取措施尽量避免这些光源对机器人的影响，比赛者在比赛前有一定时间了解赛场的光线情况及测试标定机器人；

轨道坐标系：指以目标卫星质心为原点构建的坐标系，沿场地 A 边看向场内，平行场地 A 边的为 X 轴，正方向向右；垂直于 A 边的为 Y 轴，正方向向前；垂直于场地地面向上为 Z 轴，正方向向上（如图 2 所示）；



图 2: 比赛场地尺寸示意图

对接坐标系：指星箭对接环外面圆心为原点的坐标系，沿对接环向内看，太阳能帆板所在直线方向为 x 轴，正方向向右；星箭对接环外面原点垂直方向为 y 轴，正方向向外；垂直于 x、y 的是 z 轴，正方向向上（如图 2 所示）；



每次比赛开始时，启动位置 X 与 x 正方向相同。

图 3: 星箭对接环结构尺寸示意图

2.5 评分标准

明确规定各任务的完成条件与分值、时间奖励或效率分值计算方式、设计评审（如资格认证文档/答辩）细则、违规与扣分项。评分标准应具备可操作性，避免主观判断。制作打分表（可另起一页）。

赛事规则、完成条件与评分

一、赛事规则要求

每队每轮比赛有 3 次出发机会。每一次出发要求空间机器人在规定的任务时间（300 秒）内，根据场景与自身的能力完成相应任务，并回到出发地。

（一）成绩排序

每轮比赛 3 个积分之合从高到低进行排名；

若比赛中出现积分相同的队伍，总用时较少的机器人排名在前。

（二）计时方式

关于计时（赛场可能设有计时器，或由助理裁判手动计时）：

1. 比赛时，参赛队做好起飞前准备并示意裁判开始启动后，开始计时；机器人返回启动区（机器人整体平稳停在启动区平台）时，停止计时；

2. 规定的时间到，机器人尚未完成任务，或尚未回到启动区平台时，立即停止比赛，停止计时。此前的累计得分有效。

比赛中由于：

1. 机器人掉落地面；
2. 机器人冲撞设施、接触防护网；
3. 机器人出发后出现卡死或死机（停止不动 30 秒）；
4. 参赛队主动向裁判申请。

此时，裁判员可判决停止本次比赛，此前的累计得分和计时均有效。

（三）无人机要求

无人机的轴距不小于 60cm，应该具备某种装置能够完成对接任务，此对接装置不做要求，请参赛队自行设计，但对接装置不能超出无人机桨叶外沿 10cm。无人机的结构要求如图所示，无人机必须具备桨叶保护装置，否则取消参赛资格。图 4 中采用直杆对接。

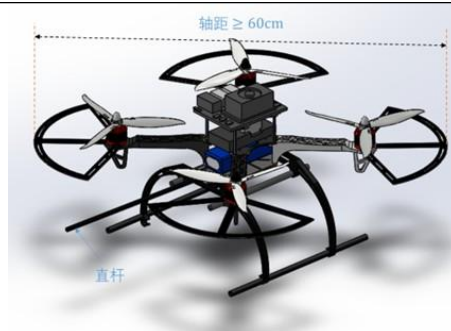


图 4: 无人机结构图

二、评分标准

比赛场地内有 1 个太空垃圾和 1 个陨石，分别用黄色气球和红色气球表示；

在符合空间机器人机型设计要求以及非商业化成品的要求（不满足设计要求或商业化成品一律取消参赛资格）的基础上，使用动捕信息定位的参赛组，比赛总评分按照原始评分正项乘以系数 0.8，负项乘以系数 1.2 的计算。其余参赛组乘以系数 1.0 计算。

参赛组情况	评分
不符合探测器机型设计要求或者使用商业化成品	取消参赛资格
使用动捕信息	总评分 = 得分项 * 0.8 + 扣分项 * 1.2
未使用动捕信息，通过其他方式定位	总评分 = 得分项 + 扣分项

（一）太空垃圾消除计分

场地中包含太空垃圾，即用刚性支架固定黄色气球。空间机器人通过自身传感器感知环境信息，用任何方式触碰到一个用刚性支架固定的黄色气球，获得 10 分。

（二）太空陨石击中扣分

场地中包含危险的太空陨石，即用刚性支架固定的红色气球。空间机器人需要通过自身传感器感知环境信息，控制机器人避开红色气球。若机器人触碰红色气球，视为被陨石击中，扣除 25 分。

（三）目标卫星捕获计分

空间机器人通过自身传感器感知环境信息，并导航运动至目标卫星所在轨道。当空间机器人的对接位置与目标卫星自旋中心所在在轨道坐标系的 Z 轴半径 500mm 以内，且距轨道坐标系原点 Z 轴 $0\text{mm} \pm 200\text{mm}$ 范围内，空间机器人需要播报“正在捕获”。裁判听到播报后开始计时，通过动捕设备提供的相对位置信息判断任务完成情况，若距离符合上述要求连续超过 10s，视为捕获成功，可获得捕获成绩分数 10 分。

（四）目标卫星绕飞计分

在空间机器人捕获目标卫星成功后，即转入对目标卫星的绕飞任务。当空间机器人的对接位置与目标卫星对接坐标系原点在对接坐标系 y 轴方向上保持相距 300mm，在对接坐标系的 x 轴和 z 轴方向上保持相距 0mm 时，空间机器人需要播报“正在绕飞”。裁判听到播报后开始计时，通过动捕设备提供的相对位置信息判断任务完成情况。若空间机器人的对接位置与目标卫星对接坐标系原点之间的相对距离沿对接坐标系三轴方向的控制误差均在 $\pm 100\text{mm}$ 内，并保持连续绕飞 10s，视为绕飞成功，可获得绕飞成绩分数 15 分。

（五）目标卫星逼近停靠计分

在空间机器人捕获目标卫星成功后，即转入对目标卫星的逼近停靠任务。空间机器人需要通过自身对接装置按下目标卫星对接坐标系原点处的开关，从而点亮灯泡。机器人需要播报“正在逼近停靠”，裁判听到播报后开始计时，并通过灯泡是否发光判断任务完成情况，若持续触碰开关保持灯泡点亮不少于 5s，视为逼近停靠成功，可获得逼近停靠成功成绩分数 30 分。

（六）返航

在一次机会中至少完成一项任务（例如触碰一个黄色气球）的前提下，完成安全起飞降落，并且没有被陨石击中，则该项记为有效，可获得返航成绩分数 10 分。

（七）评分表

序号	学校 队名	太空垃圾 消除分 分	太空陨石 击中扣 分	目标卫星 捕获计 分	目标卫星 绕飞计 分	目标卫星逼近 停靠	安全往返 起点计 分	每次 总分	每次 耗时	总积 分	确认 签字
1	xx 大学 飞天队										
2											

计时，秒后保留 2 位；

请参赛队代表核实成绩后签字；

请助理裁判、裁判长核实表中各项信息，签名后提交。

助理裁判（签名）：_____ 裁判长（签名）：_____

2.6 参赛人员要求

详细描述赛项参赛人员的学历、年龄、人数及赛队规模等要求。

参赛人员及队伍要求

每支参赛队伍限使用 1 台空间机器人参加竞赛，赛前由技术委员会对各参赛队机器人进行核验。

每支参赛队伍应有指导教师 1-2 人，参赛队员（学生）1-5 人。

参赛队名称（以下简称队名）：队名只能由汉字、英文、数字三种类型单独或混合组成，长度 2-14 个字符（1 个汉字相当于 2 个字符）。队名是队伍的象征，用语要求文明、清晰、无歧义且无意识形态倾向。对于不合规定的队名，现场裁判有权取消该队伍的参赛资格。学校/院/系名称，通常不必体现在队名中。

2.7 参赛流程说明

详细说明赛队报到、领队会、调试、比赛的时间、时长、轮次等重要参赛流程信息及比赛中的任务流程。

领队会、检录与比赛流程

一、领队会议

各队须指派专人参加领队会议，若一校多队的可指派1人参加。不参加领队会议的队，将取消其比赛资格。领队会议内容包括：

1. 竞赛实施细则说明；
2. 根据实际参赛队伍数确定比赛分组、场地安排；
3. 建立竞赛临时 QQ 群，确认所有参赛队联系人都在群；
4. 其它与比赛相关的事宜。

二、赛前检录

每轮比赛开始时间前 20 分钟进行赛前检录，检录的主要工作有：

1. 各队检录签到；
2. 机器人核验关键尺寸并拍照；
3. 所有机器人集中摆放于比赛场内指定位置，不得再进行程序烧录、充电与维护。
4. 赛前检录时，连续 3 次呼叫未到，助理裁判进行计时，每迟到 1 分钟扣除总积分 30 分。

三、比赛流程

1. 预备：裁判或裁判授权发出预备信号，机器人由参赛队员从集中摆放区放入出发平台，准备开始；
2. 出发：参赛队做好起飞前准备并示意裁判开始启动后，开始计时，比赛开始；
3. 返回：空间机器人在规定的任务时间（300 秒）内，根据场景与自身的能力完成相应任务，并回到出发平台。

2.8 安全要求

安全类别	具体要求	应急措施
机器人安全	无人机轴距不小于 60 cm；必须安装桨叶保护；对接装置不得超出桨叶外沿 10 cm。	必须配置无线遥控；失控时操纵员立即接管并安全着陆。
场地安全	场地周围设置不低于 1 m 的保护围栏，操作人员不得进入比赛场地。	碰撞设施、接触防护网或坠地时立即终止本次任务。
人员安全	每队指定一名操纵员，遥控器保持水平，仅紧急情况接管。	接管后本次比赛后续项目不得分。
设备安全	检录后不得烧录、充电或维护；设备不得以线缆连接场外器材。	卡死/停止 30 秒或设备异常时由裁判停赛。
环境安全	不得损坏目标星、转台、气球支架、动捕和场地环境。	发生碰撞立即停机，检查设施后方可恢复。
数据安全	动捕数据仅按附件协议接入；资格材料须真实原创。	外部计算机遥控或未授权人工控制将取消资格。

2.9 其他技术附属材料说明

技术资格认证材料提交要求、demo 文件、影音文件、ppt 模版等。

资格认证提交要求与附属材料

1. 资格认证文档应是一份 PDF 文件，统一命名为：队伍编号_资格认证.pdf，并于比赛报到日期前 30 天以附件的形式发送邮件至：sdandsr@163.com，邮件主题：XX 队伍资格认证；

2. 资格认证材料由航天器设计及空间机器人项目技术委员会组织专家进行评审，若提交的原创性材料不合格或不按时提交认证文档者，将扣除比赛时该队总成绩的 20%（每轮）；

3. 技术委员会关注各参赛队队员的自我创新，不得复制抄袭。如有跨院校合作之情况，在合作的具体部分做出说明。未做声明的技术雷同，将被取消比赛资格。

4. 附件 2 完整保留动捕 UDP 组播协议（239.239.239.51:7066）及字段表。

附加说明

1. 通常，裁判由组织委员会老师出任。如遇他们时间冲突等原因无法担任时，由技术委员会选择其它老师替代。各级竞赛中，决赛裁判实行回避制度。

2. 对裁判工作有不同意见，请及时尽量与裁判现场沟通；仍然不满意的，可以向技术委员会提交书面投诉及相关证据、申请仲裁。特别注意：

3. 同意进场开始比赛的，不得在赛后以赛场设施等问题为由进行投诉；

4. 在成绩单上签字后，不得再对已确认成绩提出质疑。

5. 比赛过程中参赛机器人必须自主运行，不得通过遥控器控制或决定其行动，不得通过线缆与任何其他器材（包括电源）连接。除此之外，场外队员或者其他人员除规定外禁止人工遥控或采用外部计算机遥控机器人。一经发现将立刻取消比赛资格并通过大赛组委会通报批评。比赛过程中关于是否使用或何时使用无线方式与机器人通信，以裁判员现场指令为准。

附：2026 中国机器人大赛自旋非合作目标在轨服务项目

参赛队伍资格认证

第一部分：必须提交材料

1、队伍信息

（以队伍为单位填写以下表格时，需一队一表。）

队伍编号		队伍名称	
学校		指导教师	
队员 1 照片	队员 2 照片	机器人照片 (用于本队竞赛的机器人照片)	
姓名:	姓名:		
专业:	专业:		
队员 3 照片	队员 4 照片	队员 5 照片	
姓名:	姓名:	姓名:	
专业:	专业:	专业:	

2、参赛机器人展示

(外观照片 4 张：主视、侧视、俯视以及斜视 45° 视图)

斜视45° 视图	主视
侧视	俯视

3、机器人原创性材料

机器人结构设计简介

(附结构设计图纸 2 张：总装图、关键零部件图)

总装配图	关键零部件图
------	--------

机器人电路硬件介绍

（自主搭接电路原理图。如有控制系统、驱动系统、传感器系统部分有自制队，请提供 PCB 板的工程截图。）

搭接电路原理图	主控、驱动或传感器系统 PCB 板工程截图 (如此部分自制则提供)
--------------------	--

机器人程序调试界面截图 1 张

机器人程序调试界面截图

参赛团队机器人制作过程（提供参赛机器人制作过程与装配过程照片 2 张）

制作过程	装配过程
-----------------	-----------------

机器人调试过程

(提供参赛机器人调试过程照片 2 张)

机器人调试过程 1	机器人调试过程 2
-----------	-----------

未来空间机器人项目设想（参赛队对未来空间机器人规则的设想，可包括场地、机器人结构、道具样式等）

第二部分：过往参赛证明（非必要提交。如第一次参赛，请做说明）

近 5 年（即 2021-2025 年）参加中国自动化学会组织的中国机器人大赛的获奖情况。

过往参赛一览表（可续表）

序号	年份	竞赛名称	竞赛子项目	获奖情况
示例	2024	2024 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛	自旋非合作目标在轨服务	一等奖

过往参赛证书附表（按照上表顺序进行佐证附图，可续表）

证书附图	
------	--

第三部分：贡献证明材料（非必要提交。如第一次参赛，请做说明）

近 5 年（2021--2025）来团队或团队成员公开发表的与本项目空间机器人技术相关的论文（标题页）、申请的专利（证书）与软件著作权证书等。

竞赛贡献一览表（可续表）

序号	年份	论文、专利等名称

贡献证明材料附表（按照上表顺序进行佐证附图，可续表）

证书附图	
------	--

附件 2: 动捕通信协议

数据传输协议:

动捕系统按照以上要求，实时解算出以上数据， 使用如下数据协议采用 UDP 组播对外发送。

协议说明：本协议适用于二进制接入的设备，采用 UDP 协议组播发送，组播地址 239.239.239.51，组播端口默认为 7066。

传输层协议:

传输层负责把应用层的数据发送到对方，对方传输层收到后，提交给应用层。传输层每帧的最大可传输 65526 字节数据。

协议格式:

名称	帧头	版本	应答	长度	帧号	时间戳	markerset 数量(无人机)	传输层 校验	应用层 数据	帧尾
标记	0x7F	Ver	ACK	Length	SN	TIMESTAMP	Mcount	和校验	DATA	0x7E
	1 字节	7 位	1 位	2 字节	4 字节	8 字节	1 字节	1 字节		1 字节

帧头：为 0x7F,表示一帧的开始;

版本 Ver: 默认为 0;

应答 ACK: 发送指令为 1;

长度 Length: 整个帧的长度，包括帧头帧尾。数据左对齐，直接转换，不要高低位转换;

帧号: 帧号由发送方维持;

传输层校验: 前 16 个字节的和校验,取低 8 位;

帧尾: 为 0x7E,表示一帧的结束。

数据格式:

备注	轨道坐标系相对标定坐标系偏移			轨道坐标系相对标定坐标系旋转			
名称	Ox	Oy	Oz	Oqx	Oqy	Oqz	Oqw
长度	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节

备注	对接坐标系相对于轨道坐标系偏移			对接坐标系相对于轨道坐标系旋转			
名称	SOx	SOy	SOz	SOqx	SOqy	SOqz	SOqw
长度	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节

备注	无人机 1 相对于轨道坐标系偏移			无人机 1 相对于轨道坐标系旋转			
名称	AOx1	AOy1	AOz1	AOqx1	AOqy1	AOqz1	AOqw1
长度	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节

备注	无人机 1 相对于对接坐标系偏移			无人机 1 相对于对接坐标系旋转			
名称	ASx1	ASy1	ASz1	ASqx1	ASqy1	ASqz1	ASqw1
长度	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节

备注	轨道坐标系相对标定坐标系偏移			轨道坐标系相对标定坐标系旋转			
名称	Ox	Oy	Oz	Oqx	Oqy	Oqz	Oqw
长度	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节

备注	无人机 1 对接动捕球相对于对接坐标系偏移			无人机 M
名称	AMSx1	AMSy1	AMSz1	
长度	4 字节	4 字节	4 字节	

4 字节数据说明：位移和旋转均为 float 格式，4 字节高 20 位表示 float 整数，为无符号整型，低 12 位表示 float 小数位，为无符号整型。