

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

2024 年度赛事规则

(总决赛)

赛项：航天器设计与空间机器人

项目：微纳卫星设计

航天器设计与空间机器人赛项技术委员会

2024 年 7 月

目 录

一、 项目背景	2
二、 资格认证要求	3
三、 参赛人员要求	4
四、 技术与竞赛组织讨论群	5
五、 比赛任务说明	6
六、 比赛场地及器材	8
6.1 比赛场地说明	8
6.2 场地器材说明	8
七、 赛事规则要求与评分标准	10
7.1 赛事规则要求	10
7.2 评分标准	11
八、 赛程赛制	12
8.1 领队会议	12
8.2 赛前检录	12
九、 附加说明	13
附件：参赛队伍资格认证模板	14

一、项目背景

微纳卫星（Micro-Sat）通常指质量小于 100 千克、具有实际使用功能的卫星。微纳卫星作为小卫星技术发展的最新阶段，即以微米、纳米技术为基础，依托以提高“功能密度”为核心的系统小型化、轻量化和低功耗等技术，采用全新的设计思想和概念，即更高度的三维集成化、一体化、模块化和功能软件化，把卫星做到 100 kg 及以下，形成所谓的微/纳（即微纳）卫星。微纳卫星技术研究及其组网应用技术是国际卫星技术研究的热点之一，在通信、军事、地质勘探、环境与灾害监测、交通运输、气象服务、科学实验、深空探测等多方面具有广阔应用。

本竞赛项目以微纳卫星设计为培养目标，以微纳卫星姿态/轨道控制任务、空间目标跟踪为比赛核心考察技术点，需在虚拟仿真环境内完成目标卫星的捕获与追踪任务。

本竞赛项目的设计目标是引导参赛队研究、设计并制作具有优秀硬件与软件系统的微纳卫星及任务载荷，逐步提高微纳卫星平台多方面的能力与智能水平，如：

1. 微纳卫星设计能力：了解微纳卫星各关键系统的原理、特性和功能组成，具备通过任务载荷需求，进行卫星系统设计和选型的能力。

2. 微纳卫星姿轨控制能力：按照空间任务需求和载荷能力，进行微纳卫星轨道计算，并设计控制算法，通过敏感器和推进器等，完成微纳卫星的姿态轨道控制目标。

3. 空间目标捕获与跟踪能力：设计空间目标感知算法，并控制卫星姿态，实现空间目标捕获与跟踪。

4. 系统鲁棒性与容错能力：航天器在系统的设计及实现中需要考虑空间状态的各类不确定性，从而提高系统的鲁棒性，同时对于轨道运行中可能出现的故障或异常状态，设计一定的容错机制以及故障修复措施。

二、资格认证要求

1. 资格认证文档（见附件）在填写时，仔细阅读红色部分的填写详细要求，依规进行填写申报，填写完毕后，删除红色字迹；

2. 资格认证材料中必须包含第一部分，如果无法提供第二、三部分材料，须对情况予以说明；

3. 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，并与比赛报到日期前 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；

4. 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）；

5. 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；

三、参赛人员要求

1. 每支参赛队伍使用相应星平台参加竞赛，赛前由技术委员会对各参赛队设备进行核验。

2. 每支参赛队伍应有指导教师 1-3 人，参赛队员（学生）1-5 人。

3. 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。

四、技术与竞赛组织讨论群

参赛队员与指导老师可以加入航天器与空间机器人项目群(QQ 群: 626303393、联系电话: 13718801721)进行学术讨论。群内实行实名管理(名片格式: 院校-教师 or 学生-姓名, 群内定期清理非竞赛相关人员)。请求加群时, 需要注明参赛队伍及高校, 否则可能不能入群。

五、比赛任务说明

本竞赛项目要求参赛队使用现场提供的微纳卫星电性件模型和气浮台，完成如下目标任务。

任务场景为：轨道运行的双星系统，由主星捕获并持续跟踪副星。参赛任务为设计并控制主星，副星为设计约束。

任务条件为：

1. 主星与副星运行于共面轨道，主星轨道参数为：

半长轴/km	偏心率	轨道倾角	升交点赤径	近地点幅角	真近点角
6758	0.00001	29.8°	280°	0	313.30°

副星轨道参数为：

半长轴/km	偏心率	轨道倾角	升交点赤径	近地点幅角	真近点角
6771	0.00001	30°	280°	0	313.46°

运行起止时间为：北京时间 2025 年 1 月 1 日 12 时 00 分 00 秒~2025 年 1 月 1 日 12 时 10 分 00 秒。

2. 主星重量不超过 55kg；三轴惯量等其他主星关键参数近期发布；
3. 副星翼展 4m，宽 0.6m，本体为 0.5m 立方星，阳照区飞行时对太阳定向；
4. 主星以比赛卫星平台为标准，参赛队可增减设备配置，包括载荷，但整星重量不超过上述条件 2。

任务要求为：

1. 参赛队根据比赛卫星平台配置和参数，设计主星，可增减配置，添加自行设计的载荷。比赛卫星平台配置和参数另见卫星平台（含气浮台）使用说明；
2. 参赛队可根据任务场景设计与主星相匹配的观测载荷，用于实现捕获跟踪任务。载荷总重不超过 3kg，测量体制不限，视场角不超过半角 5 度*5 度，在主星的安装位置及主轴指向参赛队自行确定；
3. 主星在阳照区实现对副星的捕获跟踪。连续跟踪副星时需通过控制主星姿态

以保持副星在观测载荷视场以内；开始实施捕获前主星为太阳定向姿态，捕获搜索和连续跟踪时可不考虑太阳翼发电情况；

4. 参赛队利用现场提供的连接方式（WIFI 或有线电缆），可以连接现场提供的微纳卫星电性件内部的星载计算机平台，用于上传软件，并下传数据；
5. 参赛队设计实现姿态控制算法及控制策略，实施捕获前 2 分钟开始由太阳定向姿态开始，进行观测搜索并捕获副星，实现对副星的视线定向并保持 5 分钟。在此期间，副星始终运行于主星前上方并保持太阳定向姿态控制。软件运行于现场提供的比赛卫星平台内部的星载综合电子计算机平台上；
6. 参赛队卫星平台首先被固定在气浮台上；参赛队运行星载综合电子计算机平台上运行的算法，驱动星平台上的动量轮，采集敏感器信息（可通过地面动力学解算激励敏感器），并控制动量轮对卫星平台进行姿态控制，体现姿态变化；
7. 参赛队自行设计开发仿真演示系统，图形化演示主星和副星的相对运行关系，以直观的方式展示两星飞行过程、捕获前主星姿态的变化过程、捕获后对副星的指向跟踪姿态角的变化过程、太阳方位等，并实时显示姿态和轨道参数。
8. 微纳卫星平台的接口、尺寸和重量要符合三轴机械转台的承载能力，能够固定安装在气浮台上（组委会提供气浮台连接环指标信息）；比赛过程主星的三轴姿态转角要在气浮台的约束范围之内。气浮台具体能力另见卫星平台使用说明。

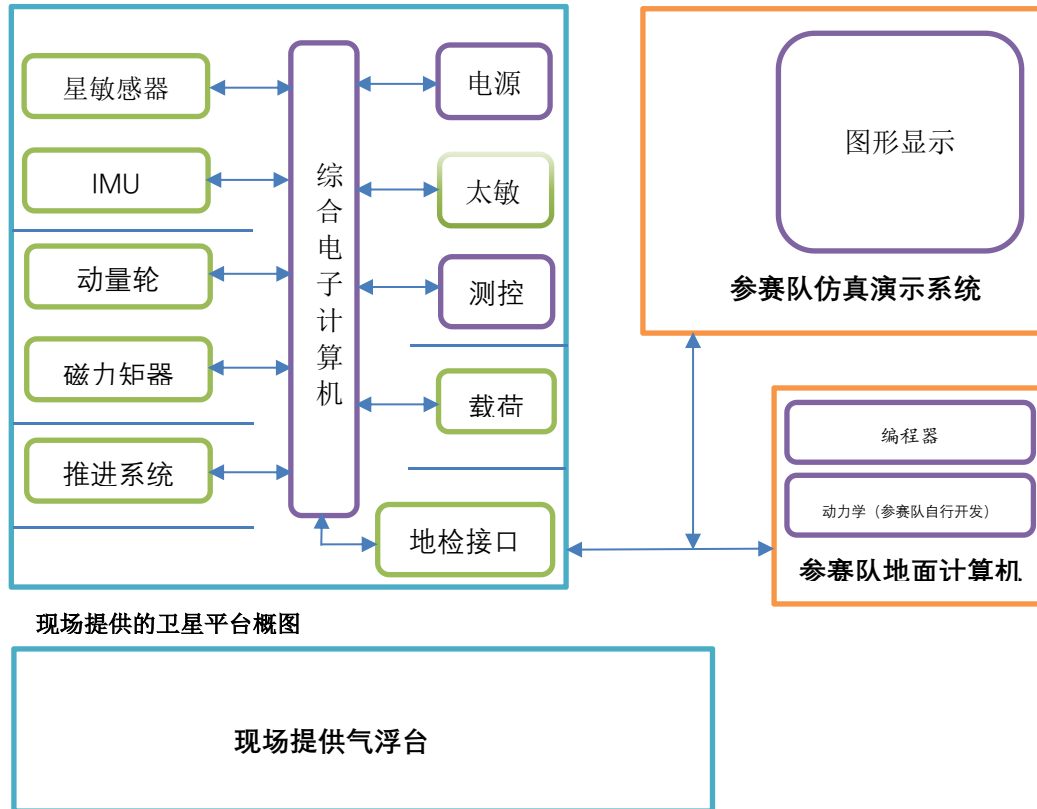
六、比赛场地及器材

6.1 比赛场地说明

1. 比赛场地，主要包括微纳卫星平台和气浮台，微纳卫星平台固定安装于气浮台上。
2. WIFI 或有线电缆传输设备一套。
3. 60 寸大屏幕显示器一台。
4. 场地尺寸：4 米 x 4 米。

6.2 场地器材说明

1. 比赛场地中间设有一台稳固的气浮台，具有适当的安装接口和尺寸，且具备 60kg 的承载能力，能够承载微纳卫星平台；
2. 微纳卫星平台模型包含：综合电子、控制系统、推进系统、电源系统、测控系统，可以实时输出真实卫星状态数据；
3. 一套高性能服务器，配备 60 寸大屏幕显示器；
4. 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；
5. 现场各设备之间的连接关系如图 1 所示。卫星平台内部计算机可以和内部的所有部组件通信，能够向部组件发送指令，并接收部组件数据。比赛时，卫星安装于气浮台。卫星平台内部计算机设有地检接口（wifi 或有线电缆）。参赛队自己自行设计的观测载荷硬件可以与计算机连接，也可以数字模型的形式参与。
6. 比赛时，参赛队首先在其参赛地面计算机上通过编程器连接卫星平台内部计算机地检接口上传软件；星载软件开始运行的时候，控制气浮台上卫星姿态发生变化，演示轨道追踪过程中姿态的变化效果。同步运行参赛队地面计算机的测控系统，可以监测卫星的姿态信息；星载计算机控制软件（参赛队负责）根据敏感器输出，计算出卫星的姿态及相关信息，这些数据通过地检接口发送到参赛地面计算机和仿真演示计算机用于图形化仿真显示卫星的飞行。



七、赛事规则要求与评分标准

7.1 赛事规则要求

7.1.1 成绩排序

1. 比赛所获总积分从大到小进行排名；
2. 若比赛中出现积分相同的队伍，则安排重新答辩打分。

7.1.2 计时方式

每队有 10 分钟展示时间，5 分钟答辩时间。要完成所有任务，包括：读取卫星接口数据，在仿真系统中运行程序，完成姿态控制任务，并答辩。

7.1.3 比赛规则

- 1) 比赛开始前
 - 主星副星的轨道现场发布；
 - 每场比赛开始前，参赛队伍有 5 分钟时间对大赛提供的微纳卫星进行初始设置；只允许不超多 2 名队员将本队的微纳卫星放入启动区内并开始设置；
 - 初始设置完毕后，在裁判允许下参赛队伍开始比赛。
- 2) 比赛过程中
 - 开始比赛 $T_0+2\text{min}$ ，主星和副星的对日定向控制；
 - $T_0+2\text{min}$ 至 $T_0+4\text{min}$ ，主星搜索捕获副星，副星保持对日定向控制；
 - $T_0+4\text{min}$ 至 $T_0+9\text{min}$ ，主星指向跟踪副星，副星保持对日定向控制；
 - $T_0+9\text{min}$ 至 $T_0+10\text{min}$ ，主星转回对日定向，副星保持对日定向控制；
- 3) 比赛结束后
 - 参赛队员须在比赛结束后迅速将自带的微纳卫星搬离比赛现场；
 - 参赛队员和打分裁判共同签字确认比赛分数成绩；
 - 总成绩将决定参赛队伍的名次；

7.2 评分标准

评分按照任务的完成情况进行。

中国机器人大赛成绩记录表：微纳卫星设计赛项 第__轮

序号	学校 队名	副星捕获 计分	副星跟踪 计分	姿态机动 计分	主星与载 荷设计计 分	气浮 台演 示计 分	仿真演 示计分	总积分	2次累加 耗时	确认 签字
1	****大学 马可波罗 007									

- 1、计时，秒后保留 2 位；
- 2、请参赛队代表核实成绩后签字；
- 3、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）：_____

八、赛程赛制

8.1 领队会议

各战队应须指派专人参加领队会议，若一校多队的可指派 1 人参加。不参加领队会议的战队，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。

8.2 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. 各战队检录签到；
2. 卫星模型核验关键尺寸、卫星重量并拍照；
3. 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 分钟扣除总分 30 分。

九、附加说明

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。

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：

- 1) 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；
- 2) 在成绩单上签字后，不得再对已确认成绩提出质疑。

附件：参赛队伍资格认证模板

2024 中国机器人大赛微纳卫星设计项目

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

① 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
------	--------

② 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)
---------	--------------------------------------

③ 机器人程序调试界面截图 1 张

机器人程序调试界面截图

④ 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
------	------

⑤ 机器人调试过程

(提供参赛机器人调试过程照片 2 张)

<p>机器人调试过程 1</p>	<p>机器人调试过程 2</p>
------------------	------------------

⑥ 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计, 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 2019-2023 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
1	2019	2019 中国机器人大赛	机器人 XXX	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（2019--2023）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）

<p>证书附图</p>	
-------------	--

附录：

主星和副星轨道仿真

主星的轨道六要素：

半长轴/km	偏心率	轨道倾角	升交点赤径	近地点幅角	真近点角
6758	0.00001	29.8°	280°	0	313.30°

副星的轨道六要素：

半长轴/km	偏心率	轨道倾角	升交点赤径	近地点幅角	真近点角
6771	0.00001	30°	280°	0	313.46°

在主星的 VVLH 坐标系下（Oy 指向轨道角动量反方向，Oz 指向地心方向，Ox 由 Oy 和 Oz 右手定则确定）：

初始相对位置为：[18.08; 17.16; -12.95](km) 28.09km

初始相对速度为：[-22.15; -18.42; -0.11] (m/s) 28.81m/s

副星相对于主星的俯仰角的变化为：27.46° ~66.31°

副星相对于主星方位角的变化为：43.50° ~33.17°

主星的太阳矢量和指向副星矢量之间的夹角变化：22.976° ~25.024°

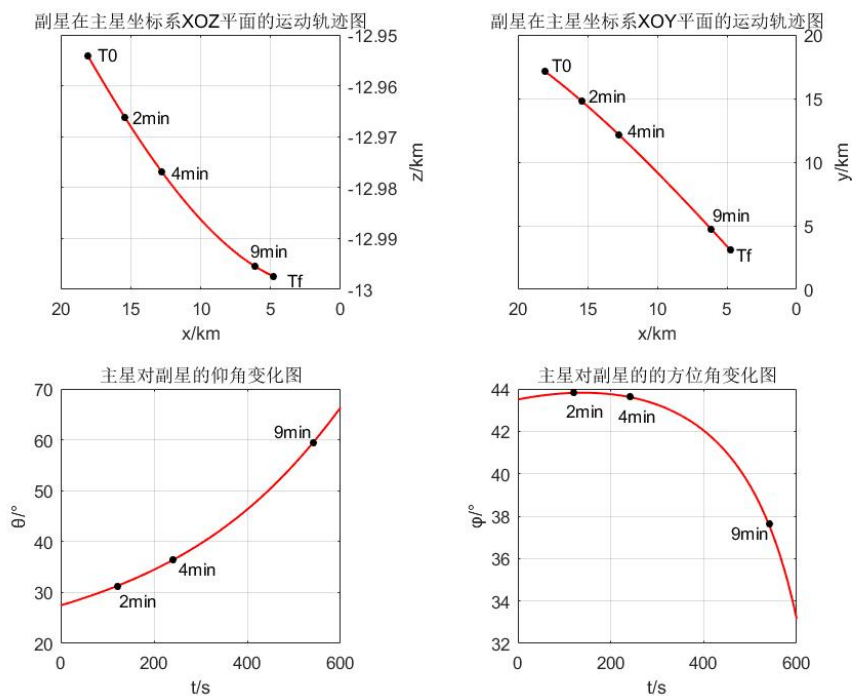


图 相对运动和仰角方位角变化图（全过程）

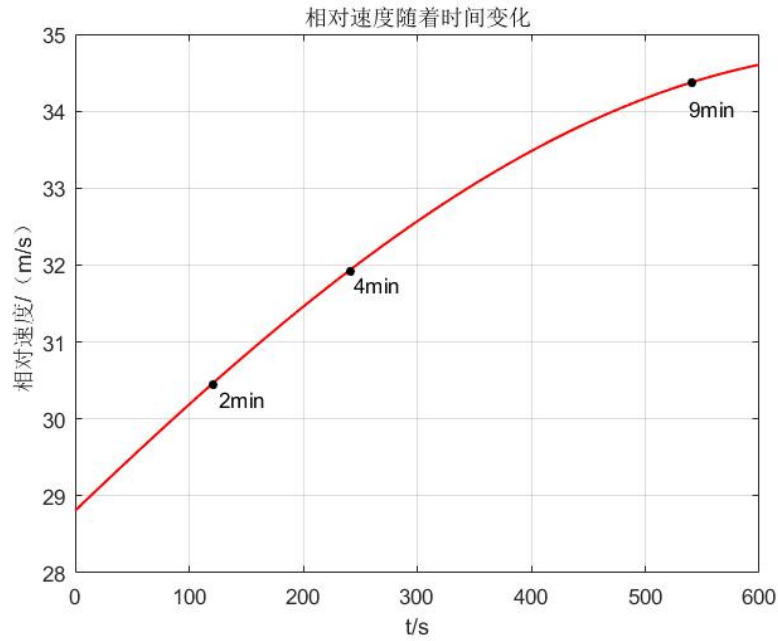


图 相对速度变化图（全过程）

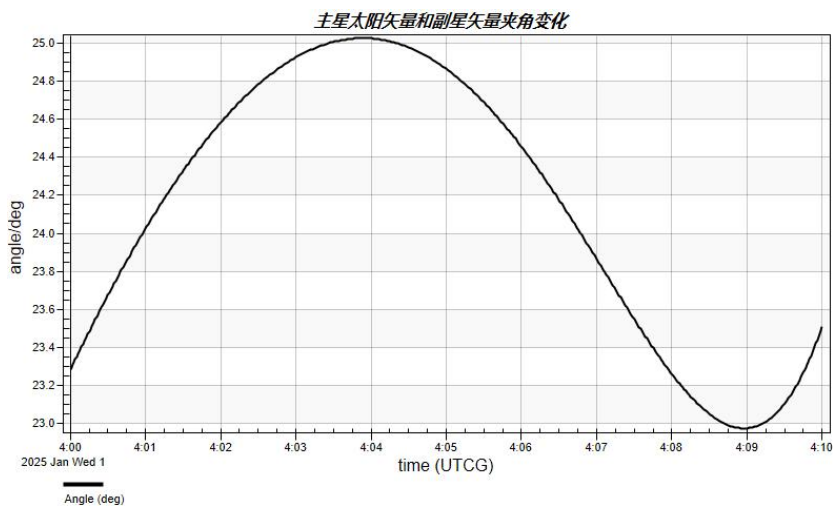


图 太阳矢量和指向副星矢量夹角变化图

Time (UTCG)	Angle (deg)
1 Jan 2025 04:00:00.000	23.284
1 Jan 2025 04:01:00.000	24.024
1 Jan 2025 04:02:00.000	24.581
1 Jan 2025 04:03:00.000	24.923
1 Jan 2025 04:04:00.000	25.023
1 Jan 2025 04:05:00.000	24.863
1 Jan 2025 04:06:00.000	24.455
1 Jan 2025 04:07:00.000	23.865
1 Jan 2025 04:08:00.000	23.262
1 Jan 2025 04:09:00.000	22.977
1 Jan 2025 04:10:00.000	23.509

图太阳矢量和指向副星矢量夹角变化图

T0~2min

时间/s	主星仰角/°	主星方位角/°	太阳矢量和副星矢量夹角/°
0	27.465	43.500	23.284
15	27.881	43.562	23.484
30	28.311	43.618	23.675
45	28.757	43.668	23.855
60	29.220	43.710	24.024
75	29.700	43.747	24.182
90	30.197	43.776	24.328
105	30.714	43.798	24.461
120	31.250	43.813	23.284

2min~4min

时间/s	主星仰角/°	主星方位角/°	太阳矢量和副星矢量夹角/°
135	31.806	43.819	24.581
150	32.384	43.818	24.688
165	32.985	43.808	24.781
180	33.609	43.790	24.86
195	34.258	43.762	24.923
210	34.932	43.724	24.972
225	35.634	43.676	25.005
240	36.365	43.617	25.022

4min~9min

时间/s	主星仰角/°	主星方位角/°	太阳矢量和副星矢量夹角/°
255	37.125	43.546	25.023
270	37.917	43.462	25.007
285	38.742	43.365	24.976
300	39.600	43.253	24.927
315	40.495	43.126	24.863
330	41.428	42.982	24.783
345	42.399	42.820	24.688
360	43.412	42.637	24.578
375	44.467	42.432	24.455
390	45.567	42.203	24.321
405	46.712	41.946	24.176
420	47.906	41.659	24.023
435	49.149	41.338	23.865

450	50.443	40.979	23.706
465	51.789	40.575	23.549
480	53.188	40.121	23.399
495	54.642	39.609	23.262
510	56.151	39.029	23.143
525	57.714	38.370	23.051
540	59.333	37.615	22.993

9min~10min

时间/s	主星仰角/°	主星方位角/°	太阳矢量和副星矢量 夹角/°
555	61.004	36.746	23.011
570	62.727	35.739	23.106
585	64.499	34.559	23.269
600	66.315	33.165	23.509